

地球研プロジェクト FR2-4

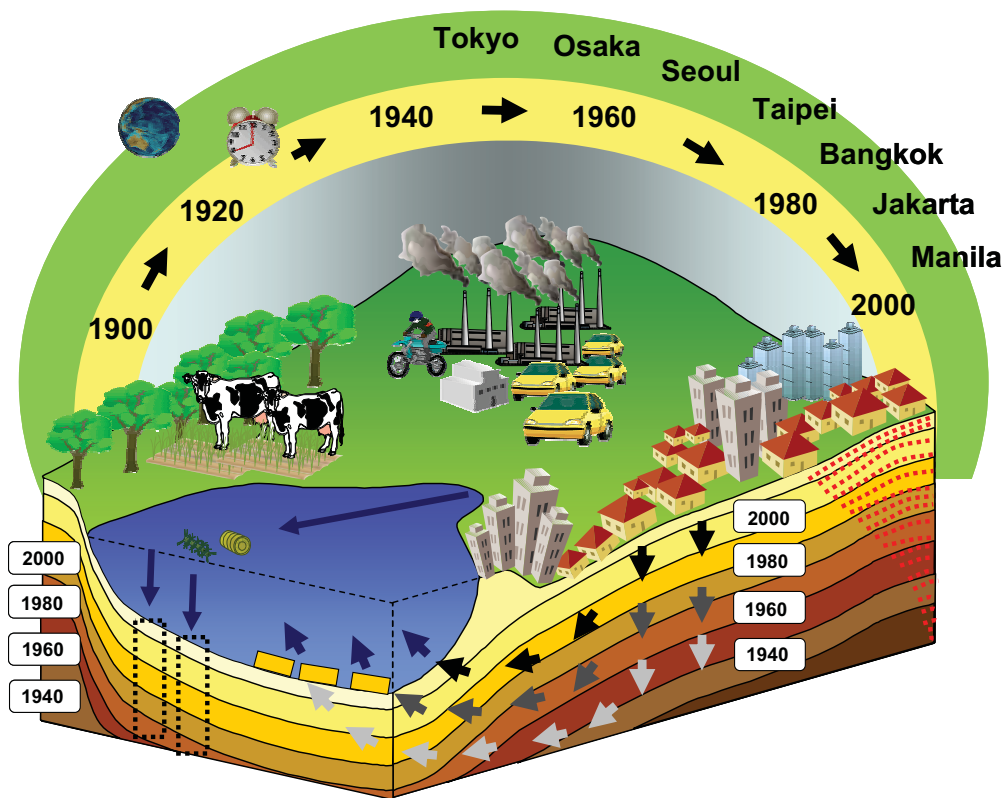
都市の地下環境に残る人間活動の影響

平成 18 年度報告書

Research Institute for Humanity and Nature, Research Project 2-4

Human Impacts on Urban Subsurface Environments

Report 2006



平成 18 年 12 月 総合地球環境学研究所 谷口真人

Makoto Taniguchi, Research Institute for Humanity and Nature, Dec. 2006

はじめに

本報告書は、地球研プロジェクト2-4「都市の地下環境における人間活動の影響（略称：地下環境プロジェクト）」の本研究(FR、2006年—2010年)1年目にあたる平成18年度の研究活動報告の一部をまとめたものである。今年度は、当初の計画どおり各班ごとに研究対象地域での現地調査・資料収集を行い、各テーマごとの研究活動をほぼすべての項目で開始した。平成18年11月27—29日には、その成果を取りまとめるために地球研・地下環境プロジェクト全体会議を行い、本年度の成果の一部として、要旨集・全体会議で用いた発表ファイルを本報告書に取りまとめた。

今年度は、各対象地域国におけるデータの収集において、地盤沈下の経年変化状況や地下水資源量の変化、汚染物質の排出状況、ヒートアイランドの進行に伴う地下熱環境変化など、地下環境変化の年ベースでのデータ収集を加速した。地下水揚水に伴う地下水流動系の変化の中で、地下に蓄積されている過去の情報を抽出するために、地下水サンプルのための側線の選定を各研究対象地域で行ったほか、地下環境をさぐる新しい研究手法として、地下水貯留量変動評価のための衛星GRACEデータ解析モデルの開発と現地重力測定法の開発、人間活動評価としてのCFCおよびKr指標の開発を開始した。また研究プロジェクト期間中の地下環境変化を詳細に明らかにするために、長期モニタリングシステムの構築を各研究対象地域で開始した。汚染物質の蓄積・流動状況解析のためのデータ収集に関しては、堆積物・地下水サンプルの収集と解析・各研究対象地域の沿岸における地下水流出に伴う栄養塩を含めた物質負荷の予備的比較などを行った。さらに、温暖化・都市化に伴う地表面温度上昇による地下熱環境の変化の各都市の比較を行い、都市の時空間拡大と地下熱環境変化の解析を開始した。一方、都市の発達段階の指標となる都市関連データについては、過去の都市復原のための古地図の収集・解析のほか、地下環境変化と都市の発達段階との関係を明らかにするための因果関係モデルの構築を始め、幅広い項目の抽出により、普遍性を持たせた指標の構築を目指している。現在、都市に関するデータベースと、地下環境に関するデータベースの2つを同時に関連付けながらプロジェクトのデータベースを構築している。

本プロジェクトは、都市・水・物質・熱の4班構成となっており、個々の研究活動のほかに、現地調査を同時期に行うことにより、それぞれの問題の統合を行うこととしている。本年度の合同調査では、当初からの研究計画に加えて新しい視点として、「宗教と地下水」がcross cuttingテーマとして浮上してきた。バンコクの運河での水質調査により、寺の存在する地点で運河への地下水

流出が多く見られることから、寺が建つ地盤の高透水性と関係があることが推察され、これは寺建設時の土地寄進の際に、その持続的立地を願う人々が、相対的に地盤環境の良い砂質地盤（高透水性地盤）を選択的に選んだ結果であるとの仮説のもと、詳細土壌図の収集や寺での聞き取り調査など、新たな調査を計画した。

事務局体制としては、各カウンターパートとの共同研究を円滑に行うために、前年までに締結されたインドネシア LIPI・台湾中央研究院に加え、タイ地下水資源局、チュラランケン大学との間でMOUを締結し、研究の推進体制を整えた。さらに、国際機関との共同研究会としてユネスコ GRAPHIC 国際シンポジウムを地球研で開催し、東京を含む本プロジェクトがユネスコ GRAPHIC のパイロット study のひとつとして選ばれた。そのほかにも GWSP-Asia, LOICZ などとの連携も図り、今後も国際研究の枠組みのなかで本プロジェクトを位置づける予定である。

本プロジェクトの成果の一部はすでに学会発表や関連専門誌の論文として公表され始めているが、それらの内容を含めた研究活動内容は、ホームページ上で公開している (<http://www.chikyu.ac.jp/USE/>)。また、ニュースレターを年2回発行しており (Vol. 1: 2006年4月、Vol. 2: 2006年10月)、カウンターパートとの情報交換だけではなく、速報的な成果発信に利用している。

地下環境プロジェクトは平成18年度が本研究の1年目であり、今後、プロジェクト研究活動の推進と成果の公表を加速させる予定である。関係諸氏の御協力・御支援をいただければ幸甚である。

平成18年12月15日

総合地球環境学研究所
地下環境プロジェクト
プロジェクトリーダー

谷口真人

平成18年度 地下環境プロジェクト全体会議 報告集 目次

谷口 真人 (総合地球環境学研究所)	3
「地球研・地下環境プロジェクト1年目の成果と今後の課題」	
都市班	
金子 慎治 (広島大学大学院国際協力研究科)	8
「DPSIR モデルの都市地下環境問題群への適用の試み」	
松本 亨 (北九州市立大学国際環境工学部)	11
「都市の食料消費による物質循環」	
谷川 寛樹 (和歌山大学システム工学部)	15
「都市域における土地利用変化について」	
Zhang Junyi (広島大学大学院国際協力研究科)	20
「台湾の持続可能な発展に関する研究からみた社会経済分析フレームワークの考察」	
藤倉 良 (法政大学人間環境学部)	25
「江戸から発生したし尿に含まれる窒素・燐の需給バランス」	
李 百鎮 (KRIHS)	28
「ソウル市の都市計画について: 都市環境と地下水」	
今井 剛 (山口大学工学部)	35
「タイ、バンコクにおける下水道の発展に関する日本の技術協力の歴史」	
Karen Ann Jago-on (総合地球環境学研究所)	38
「Long-term Urban Growth and Its Implications on Water Supply Systems in Asia」	
玄地 裕 (独立行政法人産業技総合研究所)	44
「LCAによるヒートアイランド現象の環境影響の定量化」	
金子 慎治 ～社会経済グループまとめ～	48
吉越 昭久 (立命館大学文学部)	49
「地表面における水文環境の変遷—バンコクを事例に一」	
加藤 政洋 (立命館大学文学部)	55
「大阪湾岸の工業地化と地盤沈下・高潮対策」	
香川 雄一 (滋賀県立大学環境科学部)	59
「バンコクにおける都市化とその特徴」	
谷口 智雅 (立正大学地球環境科学部)	64
「東京における井戸分布」	
戸所 泰子 (立命館大学大学院文学研究科)	68
「対象地域に関する収集地図・資料とその提供」	

山下 亜紀郎 (酪農学園大学環境システム学部)	71
「学際領域における GIS を用いた定量的空間解析の可能性」	
吉越 昭久 ～都市地理グループまとめ～	75
水班	
嶋田 純 (熊本大学理学部)	78
「地下水 G の狙いと今年度及び今後の研究計画」	
百島 則幸 (九州大学アイソトープ総合センター)	83
「Kr-85 の分離と放射能測定法」	
馬原 保典 (京都大学原子炉実験所)	86
「85Kr による地下水年代測定のための地下水からの溶存 Kr の抽出に ついて」	
大田 清宏 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)	90
「CFCs を用いた地下水の滞留時間推定に関する基礎研究」	
井川 怜欧 (熊本大学大学院自然科学研究科)	94
「トリチウム測定結果を含めたソウル市における地下水流動系の総合的 考察およびバンコクにおける浅層地下水のトリチウム濃度分布特性」	
愛知 正温 (東京大学大学院工学系研究科)	99
「関東平野の実測地下水ポテンシャル分布と地下水・地盤沈下シミュ レーション」	
山中 勤 (筑波大学陸域環境研究センター)	105
「タイ国下部中央平野における被圧地下水の流動系と涵養機構」	
林 武司 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)	110
「関東平野地下水ポテンシャル変動」	
嶋田 純 ～地下水グループまとめ～	111
福田 洋一 (京都大学大学院理学研究科)	112
「GRACE データ処理の現状」	
仲江川 敏之 (気象研究所気候研究部)	116
「再解析陸水貯留量の比較」	
西島 潤 (九州大学大学院工学研究院)	119
「ジャカルタにおける重力・GPS 予備調査概要」	
上野 悟志 (京都大学理学部)	124
「重力探査によるジャカルタの地下構造」	
福田 洋一 ～重力グループまとめ～	127
物質班	
小野寺 真一 (広島大学総合科学部)	129
「アジアにおける地下の物質輸送に及ぼす都市化の影響」	

齊藤 光代 (広島大学大学院生物圏科学研究科)	133
「バンコクの地下水汚染の現状」	
澤野 美沙 (広島大学大学院生物圏科学研究科)	136
「ジャカルタの地下水汚染の現状」	
梅澤 有 (総合地球環境学研究所)	139
「軽元素安定同位体比を用いたアジア大都市域の人為起源汚染と自浄 ポテンシャルの把握」	
細野 高啓 (総合地球環境学研究所)	142
「初年度の調査報告とこれからの課題」	
石飛 智稔 (総合地球環境学研究所)	145
「アジア都市沿岸における海底地下水湧出調査」	
小野寺 真一 ～物質グループ・堆積グループまとめ～	150
 熱班	
山野 誠 (東京大学地震研究所)	152
「地表面温度変動の地中への伝搬過程 (掘削孔内での長期温度計測)」	
江原 幸雄 (九州大学大学院工学研究院)	156
「地中熱を利用したヒートアイランド現象緩和技術の開発」	
宮越 昭暢 (独立行政法人産業技術総合研究所)	162
「東京における地下水・地下温度環境の変化」	
濱元 栄起 (独立行政法人産業技術総合研究所)	164
「孔井内温度からの地表面温度の復元」	
Rachmat Fajar Lubis (千葉大学大学院自然科学研究科)	168
「Reconstruction of the thermal environment evolution in Jakarta from underground temperature profiles, a progress report」	
上村 剛史 (総合研究大学院大学)	174
「アジア都市の地下熱環境における都市化の影響」	
Vuthy Monyrath (千葉大学大学院自然科学研究科)	178
「Preliminary Result of the Subsurface Temperature Measurement in Bangkok」	
山野 誠 ～地下熱グループまとめ～	179
一ノ瀬 俊明 (独立行政法人国立環境研究所)	180
「アジアの都市地下温度と対比するための地上気象データの蓄積」	
片岡 久美 (独立行政法人国立環境研究所)	183
「東京・ソウル・バンコクにおける地上気温トレンドの比較」	
白 迎玖 (東北公益文科大学)	188
「台北の都市気温の上昇」	
一ノ瀬 俊明 ～都市熱グループまとめ～	191

Fernando SIRINGAN(フィリピン大学)	192
「Worsening floods, subsidence and over extraction of groundwater in Metro Manila, Philippines」	
鈴木 和哉 (独立行政法人国際協力機構)	197
「分野横断的な視点から見た研究の糸口 ―バンコクの事例―」	
Discussion1 (予算関係・事務関係) ,Discussion3 (フィールド・カウンターパート) , Discussion2 (データ管理) ,Discussion4 (各班連携) ,Discussion5 (成果、特集号、 今後の計画、総合討論)	201

Abstracts

地球研・地下環境プロジェクト1年目の成果と今後の課題

谷口真人 (地球研)

Prof. Makoto TANIGUCHI (RIHN)

本プロジェクトの1年目にあたる平成18年度は、水班・物質班・熱班による現地での地下環境調査および都市班・熱班の現地での資料等の収集を行い、プロジェクトの基本となる基礎データの獲得を加速させた。また地下環境をさぐる新しい研究手法として、地下水貯留量変動評価のための衛星GRACEデータモデルの開発と現地重力測定法の開発、人間活動評価としてのCFCおよびKr指標の確立、長期モニタリングシステムの構築などを行っている。また共同研究体制を円滑に行うために、前年までに締結されたインドネシア・台湾科学院に加え、タイ地下水資源局、チュラランクン大学との間でMOUを締結し、研究の推進体制を整えた。さらに、国際機関との共同研究会としてユネスコGRAPHIC国際シンポジウムを地球研で開催し、東京を含む本プロジェクトがユネスコGRAPHICのパイロット studyのひとつとして選ばれた。以下は今後の課題である。(1) メイン都市とサブ都市との関係を明確にすること。特に水班・物質班と、都市班・熱班で、サブ都市に対する扱い方が異なるので、どこまで共通の部分を設定するかを明確にする。(2) 単なる寄せ集めにならないように、異なるデスクリンを有する分野の相乗効果をどのように出すか明らかにする。(3) データ・地図などプロジェクト全体にかかわる情報の共有・管理方法を明確にする。(4) 現在の8グループ体制の見直しとcross cutting themeの設定の可能性について探る。

Field experiments on subsurface environment in target cities of this project have been made by Water/Material/Heat groups. Data collections in the fields also have been done by Urban/Heat groups. New methods for evaluating the change of groundwater storage by uses of satellite GRACE and gravity measurements in the fields, and by uses of CFC and Kr as indicators of human activities have been made. Monitoring of groundwater level, quality (conductivity) and temperature have been started at Bangkok and Jakarta. MOUs become effective between RIHN and Chulalongkorn Univ. and MNRE (Thailand), as well as RCGIIS (Indonesia) and IESAS (Taiwan). UNESCO-GGRAPHIC symposium was held at RIHN, and this project is selected as a pilot study of the GRAPHIC project. The followings are issues which should be concerned; (1) difference between main city and sub city, (2) integration effect with different discipline groups, (3) the way of data/information managements, and (4) review of eight research groups.

地球研・地下環境プロジェクト 全体会議

広島:2006年11月27-29日



地球研のプロジェクトとは

- 「地球環境学」の構築
“地球環境問題”の解決に資する
人間・自然相互“作用環”の解明
“未来可能性”の提示
- 科研の寄せ集めではない！
- 統合のメリットをどう出すか！



地球研プロジェクト・2-4「地下環境プロ」(H18-22) 「都市の地下環境に残る人間活動の影響」 Human Impacts on Urban Subsurface Environment <http://www.chikyu.ac.jp/USE/>

水環境

インキュベーション研究(H15)
(所内評価)
FS研究(H16)
(外部評価)
PR:プレ・リサーチ(H17、概算要求)

本プロジェクト(5年間、H18-22)
中間評価(H19年度末)
最終評価(H22年度末)

都市環境

熱環境

地球温暖化 全球スケールの環境問題

地球温暖化

大気汚染

海洋汚染

人口の増加
都市化

生物多様性の減少

大地の下の地球環境問題?

地下の環境は、現在および将来の人間生活にとって重要であるが、現象が見えないこと、その評価が困難であるため、これまで長い間、放置・無視されてきた。

地下に潜む地球環境問題

- 未来可能性を食いつぶしている現状（潜在化しているが顕在化するまでには時間がかかる）
- 有効に利用されていない現状。目に見えない地下環境問題は無視されやすい。
- 地下環境が、帳尻あわせ・しわ寄せ・押し付けとして扱われてきた現状

河川水汚染ピーク (1975年) (顕在) ↔ 地下水汚染ピーク (2010年) (潜在)

河川水と地下水の速さの違い
未来可能性を食いつぶしている

地下水位の回復と地下構造物浮揚

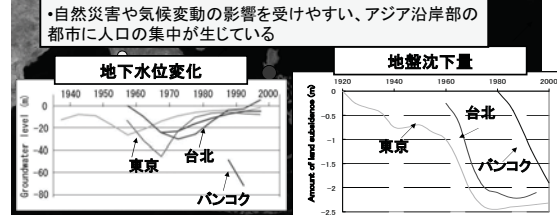
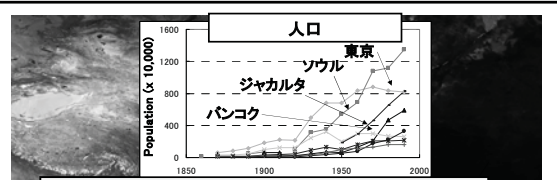
漏水規制

3万トンの鋼板

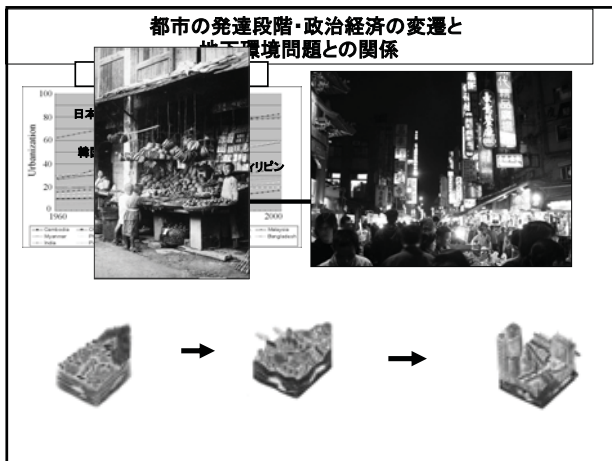
地下鉄上野駅

水循環の正しい理解
未来可能性を損なわない賢明な利用

水資源の転換
目に見えない地下環境への押し付け

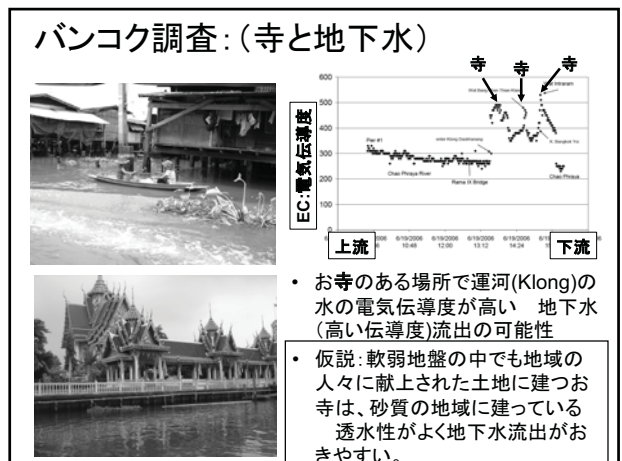
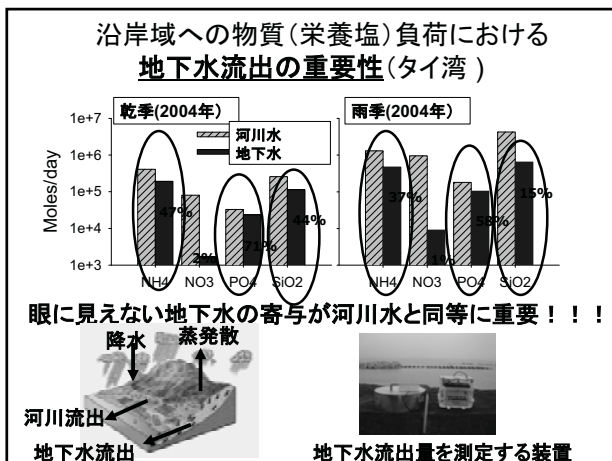
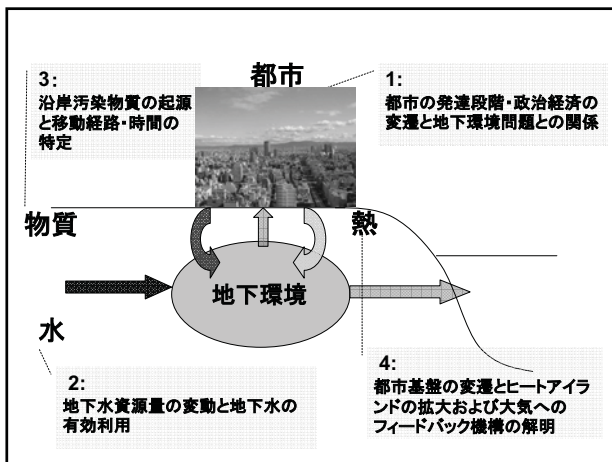


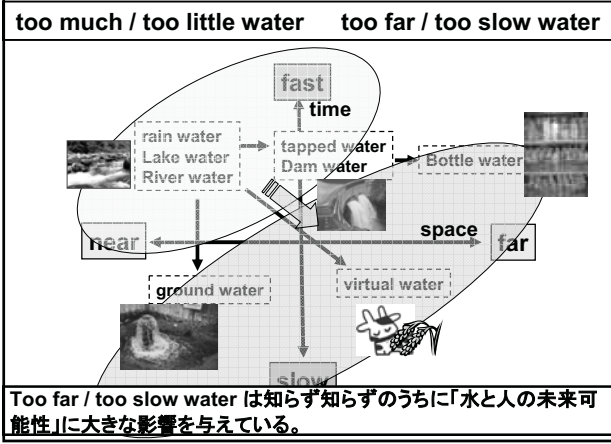
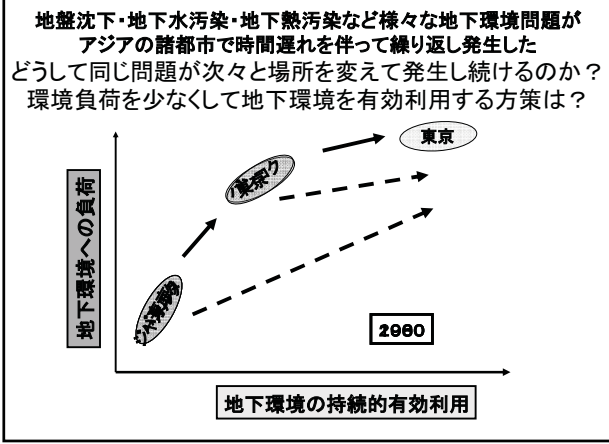
地盤沈下や地下水汚染、地下熱汚染のような地下の環境問題は、都市の発達段階により時間遅れを伴って、アジアの諸都市で次々と生じている



プロジェクトの目的

- 現在および将来の人間社会にとって、重要であるが未だ評価されていない「地下環境」に与える人間活動の影響を統合的に評価すること
- 都市の発達段階と、地盤沈下・地下水汚染・地下熱汚染など様々な地下環境問題との関係を明らかにすること
- 未来可能性を損なわない地下環境の利用についての提言を行うこと





プロジェクトの最終目標

地球環境問題は、その問題が地球全体に影響が及んでいるか、あるいは地球上で普遍的に発生し未来可能性を食いつぶしている環境問題といえる。本プロジェクトの対象は後者に相当する。

現在発生している「地下に潜む地球環境問題」の「作用環」を明らかにすることで、「未来可能性」を食いつぶしている現状を理解し、Far-fast water (ダムによる表流水)と、Near-slow water (地下水)の間の水資源転換、汚染地下環境の放置問題、有効地下環境利用等に対して、「未来可能性」を提示することで「地球環境問題」の解決に資する。

このプロジェクトでは、near-slow water の代表である地下水の評価を通して、地下水・地下環境をより賢明に活用し共生する統合的考え方・手法を提示することを最終目標とする



- ### MOU現状
- 既締結
- ・ インドネシア (2006年1月1日発効)
 - ・ 台湾 (2006年2月1日発効)
 - ・ バンコク: 水資源局 (2006年6月22日)・チュラロンクン大 (2006年9月1日)
- 未締結
- ・ マニラ: フィリピン大
 - ・ ソウル: ソウル国立大

- ### 国際連携関係
- ・ 2006年11月6-8日
第1回地球研国際シンポジウム「水と未来可能性」(10 posters、京都国際会議場)
 - ・ 2006年6月9-10日
GWSP-Asia Network Workshop (中国・広州)
 - ・ 2006年4月4-6日
GRAPHIC (Groundwater Resources Assessment under the Pressures of Humanity and Climate Change) シンポジウム (地球研)

- ### Newsletter担当(カレン)
- ・ Nov. 2 (2006年10月発行済み)
 - ・ **Nov. 3** (2007年4月発行、原稿締め切り3月30日)
 - (1) Group activities: 吉越G, 福田G, 中野G、一ノ瀬G
 - (2) New method: CFC(辻村), Kr (百島)
 - (3) Counterpart : Manila (Fernando)
 - (4) Graduate student : 井川
 - (5) RIHN corner : 梅沢

HP担当(英語:梅沢、日本語:石飛)

Menu			
⇒ Scope	⇒ Study area	⇒ Member	⇒ Meeting
⇒ Member name	⇒ Link	⇒ English	⇒

What's new!	
2008 / 11 / 28	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.11.28)の公開
2008 / 11 / 28	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.11.28)の公開
2008 / 11 / 27	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.11.27)の公開
2008 / 11 / 27	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.11.27)の公開
2008 / 11 / 26	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.11.26)の公開
2008 / 11 / 26	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.11.26)の公開
2008 / 9 / 19	都市環境グループワークショップ(2008.9.19)の公開
2008 / 9 / 14	ジャカルタ地下水調査(水・野・柳)
2008 / 9 / 12	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.9.12)の公開
2008 / 9 / 12	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.9.12)の公開
2008 / 8 / 24	インド地下水調査(柳)
2008 / 8 / 24	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.24)の公開
2008 / 8 / 24	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.24)の公開
2008 / 8 / 23	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.23)の公開
2008 / 8 / 23	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.23)の公開
2008 / 8 / 22	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.22)の公開
2008 / 8 / 22	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.22)の公開
2008 / 8 / 21	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.21)の公開
2008 / 8 / 21	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.21)の公開
2008 / 8 / 20	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.20)の公開
2008 / 8 / 20	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.20)の公開
2008 / 8 / 19	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.19)の公開
2008 / 8 / 19	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.19)の公開
2008 / 8 / 18	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.18)の公開
2008 / 8 / 18	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.18)の公開
2008 / 8 / 17	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.17)の公開
2008 / 8 / 17	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.17)の公開
2008 / 8 / 16	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.16)の公開
2008 / 8 / 16	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.16)の公開
2008 / 8 / 15	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.15)の公開
2008 / 8 / 15	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.15)の公開
2008 / 8 / 14	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.14)の公開
2008 / 8 / 14	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.14)の公開
2008 / 8 / 13	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.13)の公開
2008 / 8 / 13	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.13)の公開
2008 / 8 / 12	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.12)の公開
2008 / 8 / 12	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.12)の公開
2008 / 8 / 11	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.11)の公開
2008 / 8 / 11	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.11)の公開
2008 / 8 / 10	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.10)の公開
2008 / 8 / 10	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.10)の公開
2008 / 8 / 9	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.9)の公開
2008 / 8 / 9	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.9)の公開
2008 / 8 / 8	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.8)の公開
2008 / 8 / 8	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.8)の公開
2008 / 8 / 7	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.7)の公開
2008 / 8 / 7	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.7)の公開
2008 / 8 / 6	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.6)の公開
2008 / 8 / 6	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.6)の公開
2008 / 8 / 5	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.5)の公開
2008 / 8 / 5	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.5)の公開
2008 / 8 / 4	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.4)の公開
2008 / 8 / 4	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.4)の公開
2008 / 8 / 3	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.3)の公開
2008 / 8 / 3	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.3)の公開
2008 / 8 / 2	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.2)の公開
2008 / 8 / 2	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.2)の公開
2008 / 8 / 1	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.1)の公開
2008 / 8 / 1	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.8.1)の公開
2008 / 7 / 31	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.31)の公開
2008 / 7 / 31	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.31)の公開
2008 / 7 / 30	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.30)の公開
2008 / 7 / 30	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.30)の公開
2008 / 7 / 29	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.29)の公開
2008 / 7 / 29	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.29)の公開
2008 / 7 / 28	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.28)の公開
2008 / 7 / 28	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.28)の公開
2008 / 7 / 27	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.27)の公開
2008 / 7 / 27	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.27)の公開
2008 / 7 / 26	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.26)の公開
2008 / 7 / 26	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.26)の公開
2008 / 7 / 25	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.25)の公開
2008 / 7 / 25	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.25)の公開
2008 / 7 / 24	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.24)の公開
2008 / 7 / 24	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.24)の公開
2008 / 7 / 23	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.23)の公開
2008 / 7 / 23	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.23)の公開
2008 / 7 / 22	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.22)の公開
2008 / 7 / 22	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.22)の公開
2008 / 7 / 21	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.21)の公開
2008 / 7 / 21	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.21)の公開
2008 / 7 / 20	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.20)の公開
2008 / 7 / 20	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.20)の公開
2008 / 7 / 19	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.19)の公開
2008 / 7 / 19	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.19)の公開
2008 / 7 / 18	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.18)の公開
2008 / 7 / 18	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.18)の公開
2008 / 7 / 17	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.17)の公開
2008 / 7 / 17	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.17)の公開
2008 / 7 / 16	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.16)の公開
2008 / 7 / 16	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.16)の公開
2008 / 7 / 15	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.15)の公開
2008 / 7 / 15	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.15)の公開
2008 / 7 / 14	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.14)の公開
2008 / 7 / 14	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.14)の公開
2008 / 7 / 13	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.13)の公開
2008 / 7 / 13	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.13)の公開
2008 / 7 / 12	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.12)の公開
2008 / 7 / 12	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.12)の公開
2008 / 7 / 11	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.11)の公開
2008 / 7 / 11	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.11)の公開
2008 / 7 / 10	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.10)の公開
2008 / 7 / 10	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.10)の公開
2008 / 7 / 9	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.9)の公開
2008 / 7 / 9	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.9)の公開
2008 / 7 / 8	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.8)の公開
2008 / 7 / 8	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.8)の公開
2008 / 7 / 7	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.7)の公開
2008 / 7 / 7	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.7)の公開
2008 / 7 / 6	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.6)の公開
2008 / 7 / 6	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.6)の公開
2008 / 7 / 5	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.5)の公開
2008 / 7 / 5	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.5)の公開
2008 / 7 / 4	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.4)の公開
2008 / 7 / 4	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.4)の公開
2008 / 7 / 3	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.3)の公開
2008 / 7 / 3	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.3)の公開
2008 / 7 / 2	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.2)の公開
2008 / 7 / 2	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.2)の公開
2008 / 7 / 1	地球研プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.1)の公開
2008 / 7 / 1	地下環境プロジェクト国際ワークショップ(2008.7.1)の公開

全体会議スケジュール

11月27日: 13:45 - 19:00 嶋田G、金子G、Discussion(1)
11月28日: 8:30 - 12:30 吉越G、小野寺G、中野G
 13:30 - 16:30 Discussion(2)、山野G
 16:30 - 18:30 Cross cutting、Discussion(3)
 19:00 - 懇親会
11月29日: 8:40 - 12:00 一ノ瀬G、福田G、Discussion(4)
 13:00 - 14:30 Discussion(5)

Discussion(1): 予算関係・事務関係
 Discussion(2): データ管理
 Discussion(3): フィールド・カウンターパート
 Discussion(4): 各班連携
 Discussion(5): 成果・今後の計画

全体会議で議論すること (Discussion)

- ・ 予算・事務
- ・ データ管理
- ・ 対象都市(主・サブ)・カウンターパート
- ・ 班構成・各班連携
- ・ 成果
 - 特集号(関係者のみ:29日昼食)
 - 2007年第2回国際ワークショップ
 - その他
- ・ cross cuttingの可能性
- ・ その他

広島全体会議のまとめ(報告書)

- ・ Abstract(1頁)とppt配布資料(3頁)をまとめて印刷(12月) 地球研プロジェクト報告会(京都、12月15日(金))で配布
- ・ 発表pptの図などで差し障りのある方は、12月4日(月)までに修正版を提出。

中間評価・成果公表(1)

- ・ 特集号(STOTEN) Sciences of Total Environment
- ・ タイトル: **Human impacts on urban subsurface environment**
- ・ スケジュール
 - April 2007: 論文投稿
 - April 2008: 査読終了
 - September 2008: 最終修正稿提出
 - December 2008: 特集号印刷
- ・ Potential number of papers
 - 1 Editorial (Taniguchi)
 - 4 Overview Papers (Burnett, Gayl, Hunan, Taniguchi)
 - 15 Full Papers (8 GL, 5 counterparts, Hosono, Umezawa)

中間評価・成果公表(2)

第2回国際ワークショップ

- ・ Bali, Indonesia (Nov. 15-20, 2007)(日程調整中)
- 11月16・17日: International WS on GR
- 11月18・19日: 地球研プロジェクト国際WS

参加要請(約20名)

グループリーダー・カウンターパート・海外評価・事務局・その他

成果公表国際会議



- 地球研・IAHS共催(2008年10月1-3日,京都ガーデンパレス)
- ・ Deadline of full paper: Mar. 1, 2008
 - ・ Deadline of abstract: Nov. 1, 2007

DPSIR モデルの都市地下環境問題群への適用の試み

広島大学大学院国際協力研究科 金子 慎治

Defining Subsurface Environmental Issues: An Attempt at DPSIR Model Application

Shinji KANEKO, Graduate School for International Cooperation and Development,

Hiroshima University

本プロジェクトの目的は人口の集中するアジアの巨大都市において、都市化にともなう人間活動がもたらす地下環境への影響を計測し、その因果関係を解明することであった。これまで都市化にともなう環境問題として、地表で起こる環境問題が主に取り扱われてきた。そのために地下環境を体系的に捉える試みはあまりなされて来なかった。したがって本プロジェクトにとってまず必要となるのは、都市環境問題群とは何かという定義である。その上で、それぞれの問題があるいは問題群全体が都市化にともなう人間活動とどのような因果関係を持つかを考察することが可能となる。こうした認識から、本報告では試みとしてまず地下土壌圏、地下水圏、地下気圏に対してそれぞれ物理的環境、化学的環境、生物的環境という枠組みを与え、典型的な環境問題として地盤沈下、土壌汚染、地下水汚染、地下温度上昇などを取り上げて分類を試みる。次にこれらの問題の仮説的な因果構造を DPSIR モデルに従って記述する。ただし、こうした多様な分野にまたがる複数の問題群に関して因果構造の記述を含めた分類や定義を与えるためには、本来各専門分野に精通した専門家の持つ知識を効率的に集約することが必要である。そこで、最後に、これらの試論をたたき台としてさらになる具体化、精緻化を目指し、多様な分野の専門家が持つ知識の抽出とそれらの集約を行うためのツールとして、専門家調査の調査票について提案する。

To discuss the multiple subsurface environmental issues in cities as a relatively new topic in the field of environmental policy research, it is necessary to have a holistic picture of the issues including the basic characteristics and conception of causal structures at the minimum. Considering a large number of experts from diversified fields are involved in the project, it is a good opportunity to collectively challenge ourselves into having our own definition of subsurface urban environmental issues. With this in mind, the socioeconomic group conducts the following three activities in order to facilitate and synthesize the discussions among the members of the project. First, we try to classify the typical and major subsurface environmental issues such as land subsidence, soil and groundwater pollution and subsurface temperature anomaly in two dimensional criteria. One is the media consisting of three spheres of subsurface atmosphere, subsurface water, and subsurface soil, and the other is the type of environmental changes consisting of physical, chemical and biological ones. The second activity is to describe the causality of each issue using the DPSIR model, and lastly, for further elaboration of the above results, a questionnaire is proposed as a tool to efficiently collect experts' knowledge and intuitive judgment of causal relations of the respective issues.

DPSIRモデルの都市地下環境 問題群への適用の試み

Defining Subsurface Environmental Issues: An Attempt at DPSIR Model Application

広島大学大学院国際協力研究科
金子 慎治

DPSIR?

- DPSIR is a general framework for organizing information about state and causal relation of the environment. The idea of the framework was however originally derived from social studies and only then widely applied internationally, in particular for organizing systems of indicators in the context of environment and, later, sustainable development (Cities Environment Reports on the Internet, CEROI).

DPSIR

- Driving forces of environmental change** (e.g. industrial production)
- Pressures on the environment** (e.g. discharges of waste water)
- State of the environment** (e.g. water quality in rivers and lakes)
- Impacts on population, economy, ecosystems** (e.g. water unsuitable for drinking)
- Response of the society** (e.g. watershed protection)

DPSIR Framework

- further improved by EEA (2000) to provide a more comprehensive approach to analyze environmental problems

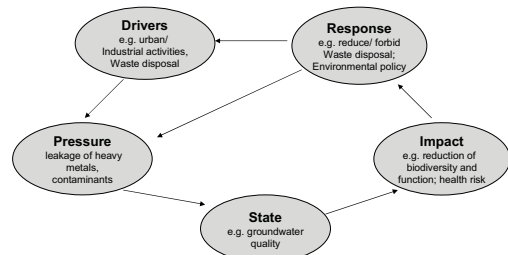


Fig. 1. Example of DPSIR model on groundwater quality analysis

DPSIR indicators (Example)

Drivers	Pressures	State	Impact	Response
Agricultural practices	Leaching of pesticides, herbicides	Degradation of groundwater quality	Reduction of biodiversity and function; health risk	Reduce amount of fertilizers and toxic substances used
Urban activities	Seeping of oil products; leakage of contaminants	Degradation of groundwater quality	Reduction of biodiversity and function	Improvement of waste treatment techniques
	Rise in water demand	Lower groundwater levels	Decrease in water supply	Ameliorate water distribution; reduce water consumption
Waste disposal	Direct introduction of contaminants;	Degradation of groundwater quality	Reduction of biodiversity and function; health risk	Better control of waste disposal
Water extraction	Overexploitation; saltwater intrusion	Changes in physicochemical conditions of GW	Decrease in water supply	Policies to balance water withdrawal and recharge
Tourism	Additional water demand; accumulation of waste and sewage in sensitive areas	Lower groundwater levels; Degradation of groundwater quality	Decrease in water supply; Endangering quality of drinking water	Decrease tourism pressure in GW sensitive areas

報告の目的

- 都市環境問題群に対するDPSIRフレームワーク適用例を示しながら、社会経済班の研究課題の位置づけを明らかにすること
- 多様な分野の専門家の知見を集約して、DPSIRフレームワークにまとめるための調査票の提案

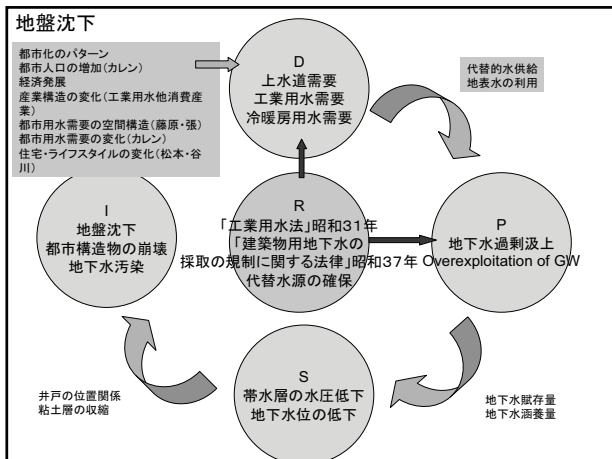


Table 1. Impact on GW quality from various sources of urban aquifer recharge (UNEP, 2003)

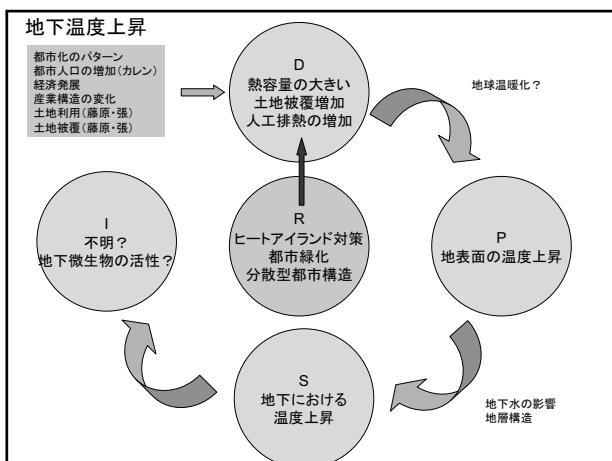
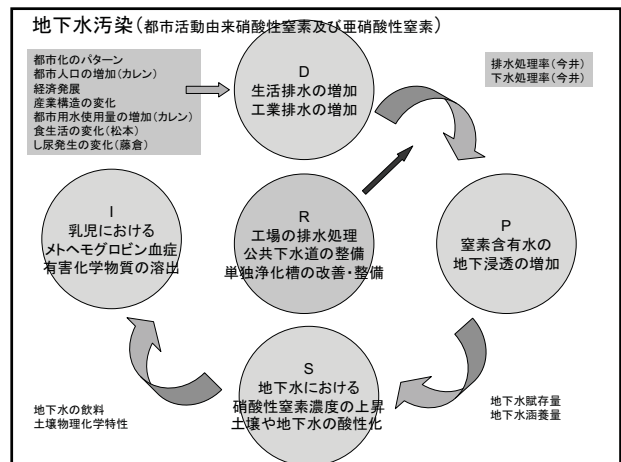
Recharge source	Pollutants/ Pollution indicators
On-site sanitation systems	N, B, Cl, FC, DOC
On-site disposal/ leakage of industrial waste water	HC, diverse industrial chemicals, N, B, Cl, FC, DOC
Leaking sewers	N, B, Cl, FC, SO ₄ , diverse industrial chemicals
Pluvial drainage from surface	N, Cl, FC, HC, DOC, diverse industrial chemicals
Seepage from canals and rivers	N, B, Cl, FC, SO ₄ , DOC, diverse industrial chemicals

B boron
Cl chloride and salinity
DOC dissolved organic carbon
FC faecal coliforms
HC hydrocarbon (fuels, oils and grease)
N Nitrogen compounds (nitrate or ammonium)
SO₄ sulphate

硝酸性窒素の排出源

「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に係る水質汚染対策マニュアル」

- 工場・事業場排水
窒素含有水を排出する工場・事業場における排水処理状況、排水量、排水の窒素濃度等
- 家畜排せつ物
家畜の種類、家畜頭数、飼育形態、排せつ物発生量、排せつ物の処理方法別処理状況、排せつ物の窒素含有率等
- 生活排水
下水道、農業集落排水処理施設、浄化槽等生活排水処理施設の利用人口及び排水の窒素濃度、単独処理浄化槽の場合の生活雑排水の窒素濃度、地下浸透処理実態等
- 施肥
耕地面積、作物の種類、年間施肥量、肥料の窒素含有率、施肥基準、栽培作物の窒素吸収量、施肥方法、施肥時期、肥料の種類、施設栽培における排水量・排水水質等
- 自然
人為的な影響を受けていないと考えられる地下水の窒素濃度(降水由来、植物由来、動物由来、土壤微生物由来の窒素量)、降水量及び降水水中の窒素濃度、降水浸透率等



メガシティの地下環境問題

- 浅層、深層
- 時間軸
- 都市化、特にメガシティならではの問題として何を優先すべきか? 都市への人口集中、経済活動の集中によって引き起こさせる問題を優先。たとえば、特定の産業が排出する汚染物質で、必ずしもメガシティでなくても起こりうる問題は比較分析が困難か?
- 共通のDをどうまとめるか?

都市の食料消費による物質循環

北九州市立大学国際環境工学部 松本 亨・薛 咏海

Material Flow due to Food Consumption in Households Sector of Asian Mega-cities

Toru Matsumoto and Yonghai Xue, The University of Kitakyushu

自然環境と経済活動の間や、様々な経済主体間の物質のフローを客観的、定量的に把握することは、人間活動と環境問題の関わりを分析するうえで不可欠である。本研究分担では、都市の地下環境への人間活動の影響を見るために、人間活動による物質循環を解明するものである。可能な限り過去に遡ることで、都市化、ライフスタイル変化と物質循環の変化の関係を解析・モデル化することで、自然環境（特に地下環境）に与える人間活動の因果関係を明らかにする。

対象セクターは順次拡大させる予定であるが、まず家庭部門の食生活起因の物質循環から取り組む。その理由は、都市の炭素、窒素、リンの循環のうち、家庭部門の食料消費に付随する部分が大きいことが予想されるからである。

今回は、窒素フローについて、MFAを試みた。東京（23区）と台北市を対象とし、1995-2004年について解析した。その結果、以下のようなことが明らかになった。

- ・東京と台北の食料からの窒素排出にあまり大きい変化はない。
- ・東京の下水流入窒素と窒素排出量に、あまり大きな変化はない。
- ・東京の廃棄物中の窒素量は徐々に減っている。その原因には、食生活の変化、ディスポーザーの普及、生ごみリサイクル率向上等が考えられる。
- ・台北の下水道の普及率が増加することで、窒素排出量が年々減少している。
- ・台北の廃棄物中の窒素は年々減少しているが、その原因は分別収集、再資源化率の向上と考えられる。

今後は、以下のような課題について取り組む予定である。

- ・解析期間の過去への延伸
- ・消費性向のモデル化による家庭部門物質収支のバックキャスト分析
- ・対象都市、対象セクター、対象物質の拡大
- ・都市全セクターのモデル化

Abstract:

As a part of a project which aimed to evaluate the relationships between the developmental stage of cities and various environmental problems including subsurface environment, the objective of this research is to analyze the influence of long-term changes by life style and waste (solid waste and wastewater) management to the nitrogen flow in mega-cities. Two mega-cities (Tokyo and Taipei) were chosen for the case study. They are all mega-cities at coastal area but in different economic development stage and suffered or are suffering severe problems on sanitation and solid waste management. Material Flow Analysis (MFA) is defined as a systematic assessment of the flows and stocks of material within a system defined in space and time.

The result shows the difference in the two cities, as a well developed city, Tokyo has complicated solid waste and wastewater management system, the nitrogen flow are relative stable in the ten years, only with slightly decrease in nitrogen output from solid waste disposal facilities, the reason lies on increase of solid waste recycling activities, like use of household disposer etc. On the contrast, with the increase of sewage water disposal rate, the emission of nitrogen from wastewater into surface water decrease sharply in the same period, and nitrogen output from solid waste decreased quickly too, while promoting of separated waste collection, recycling of kitchen waste as compost or pig feeding stuff.

北九州市立大学
国際環境工学部

2006年11月27日
地球研プロジェクト全体会議

都市の食料による物質循環

Material Flow due to Food Consumption in Households Sector of Asian Mega-cities

北九州市立大学国際環境工学部
松本 亨・薛 咏海
E-mail: matsumoto-t@env.kitakyu-u.ac.jp
http://esd.env.kitakyu-u.ac.jp/matsumoto/

研究の目的(1/2)

- 自然環境と経済活動の間や、様々な経済主体間の物質のフローを客観的、定量的に把握することは、人間活動と環境問題の関わりを分析するうえで不可欠
- 本研究分担では、都市の地下環境への人間活動の影響を見るために、人間活動による物質循環を解明する
- 可能な限り過去に遡ることで、都市化、ライフスタイル変化と物質循環の変化の関係を解析・モデル化することで、自然環境(特に地下環境)に与える人間活動の因果関係を明らかにする。

研究の目的(2/2)

- 対象物質: C, N, P
- 対象セクター: 家庭部門の食生活起因の物質循環
 - 順次拡大させる予定である。
 - その理由は、都市の炭素、窒素、リンの循環のうち、家庭部門の食料消費に付随する部分が大いことが予想されるから。
- 物質フロー分析 MFA & SFA
- ライフスタイルの変化と、C,N,Pの物質フローの主な因果関係を分析する。
- アジアの違う発展段階、違うライフスタイルの巨大都市間の比較 (Bangkok, Manila, Jakarta, Tokyo, Taipei, Seoul, Osaka)

部門別の物質収支(例 家庭部門)

都市化
消費水準の変化

都市・所得データ

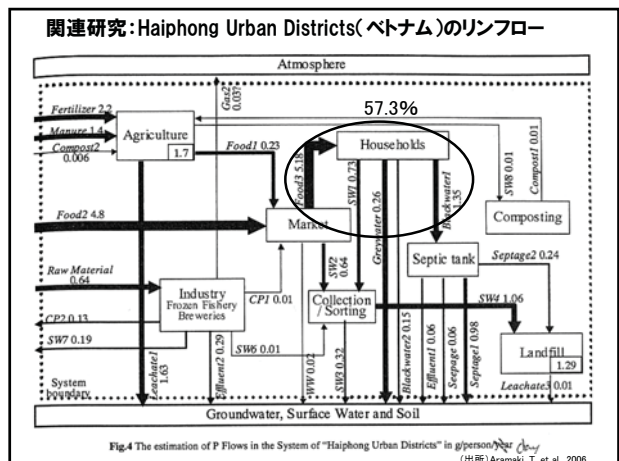
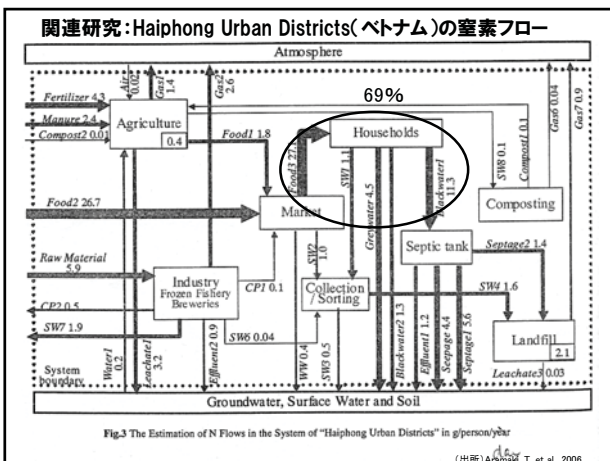
消費財(食料含む)
耐久消費財
水
エネルギー

消費供給データ

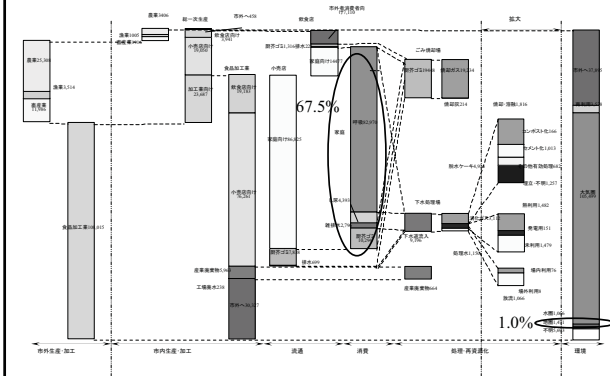
例 家庭部門

排水
廃棄物
処理セクター

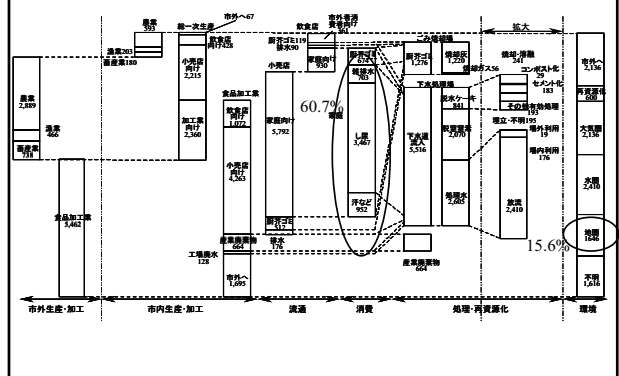
産業分類、事業分類別データ



都市の食品由来の炭素フロー解析(t-C/yr, 福岡市)



食品由来の窒素フロー(t-N/yr) : 福岡市



計算方法とデータ出処

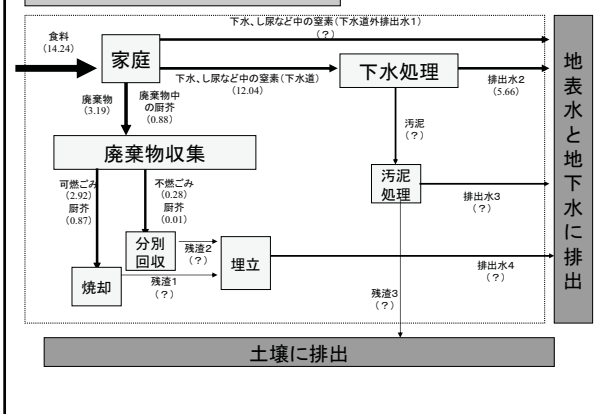
項目	計算方法	データ出処
原料中の窒素	個別原料供給蛋白質供給量 × 窒素転換係数	原料供給表
生産段階へ流入した窒素(供給済み)中の廃棄物の窒素	食品廃棄物供給量 × 窒素転換係数	廃棄物供給表
生産段階へ流入した窒素(供給済み)中の廃棄物からの窒素	食品廃棄物供給量 × 窒素転換係数 × 回収率	東京都市清掃研究所「ごみ処理実績報告書(1996-1999)」と「東京統計年報2000-2005」
生産段階へ流入した窒素(供給済み)中の廃棄物からの窒素	食品廃棄物供給量 × 窒素転換係数 × 回収率 × (1 - 回収率)	台北環境局環境報告書(1997-2004)
下水処理場排入水中の窒素	下水流入水処理量 × 下水窒素	東京統計年報 東京下水道局、下水処理状況
下水処理場排入水中の窒素	下水流入水処理量 × 下水窒素	下水処理場
家庭から排入水中の窒素	下水流入水処理量 × 家庭から下水窒素	下水処理場
処理場から排出水中の窒素	排出水処理量 × 処理場から下水窒素	下水処理場
その他	食品廃棄物・厨芥(可燃・不燃)から窒素・家庭から排入水中の窒素	下水処理場
焼却廃棄物の窒素	焼却廃棄物 × 窒素	台北環境局環境報告書(1997-2004)
焼却中の窒素	焼却廃棄物 × 窒素 × 焼却率	台北環境局環境報告書(1997-2004)
下水・し尿などの窒素(全体)	食品廃棄物・厨芥(可燃・不燃) × 窒素 × 焼却率 × (1 - 回収率)	下水処理場
下水・し尿などの窒素(下水道)	下水・し尿など中の窒素(全体) × 下水処理率	下水処理場
下水・し尿などの窒素(下水道外排出)	下水・し尿など中の窒素(全体) - 下水・し尿などの窒素(下水道)	下水処理場

窒素循環に関する計算結果: 1995-2005年、台北と東京

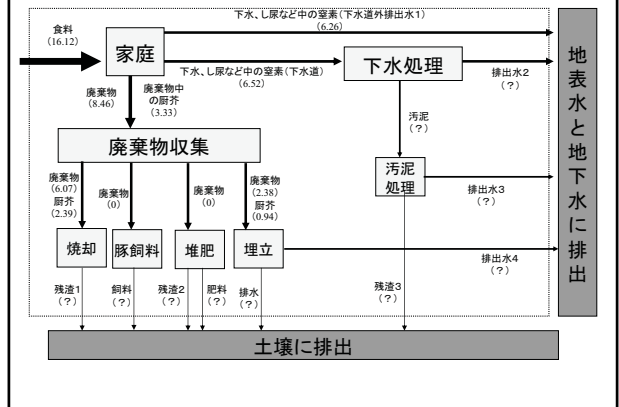
年	食品由来の窒素		焼却廃棄物中の窒素		下水処理場排入水中の窒素		下水処理場排出水中の窒素		家庭から排入水中の窒素		その他		
	流入	排出	流入	排出	流入	排出	流入	排出	流入	排出			
1995	17.62	16.68	10.81	10.81	4.60	4.60	1.60	1.60	1.57	1.57	12.17	1.41	6.26
1996	15.98	15.98	9.69	9.69	4.20	4.20	1.38	1.38	1.39	1.39	11.78	4.47	6.31
1999	16.23	15.75	7.51	7.51	4.39	4.39	2.82	2.82	1.28	1.28	12.99	5.83	7.17
2000	16.12	15.90	8.40	8.40	4.03	4.03	2.39	2.39	0.74	0.74	13.73	6.25	6.48
2001	15.81	15.81	6.51	6.51	4.73	4.73	1.77	1.77	0.69	0.69	13.21	7.51	5.71
2002	15.91	15.34	4.76	4.76	4.54	4.54	1.16	1.16	0.47	0.47	14.40	9.00	5.40
2003	16.12	15.67	3.74	3.74	3.39	3.39	1.12	1.12	0.52	0.52	14.83	10.52	4.31
2004	15.17	14.76	4.12	4.12	3.88	3.88	0.93	0.93	0.08	0.08	14.01	10.41	3.60

年	食品由来の窒素		焼却廃棄物中の窒素		下水処理場排入水中の窒素		下水処理場排出水中の窒素		家庭から排入水中の窒素		その他		
	流入	排出	流入	排出	流入	排出	流入	排出	流入	排出			
1995	14.45	42027.18	4.60	1.60	0.57	0.04	5.17	1.64	21.62	10.17	12.50	5.83	0.32
1996	14.51	42203.86	4.99	1.77	0.84	0.08	5.83	1.94	21.57	10.14	12.37	5.82	0.30
1999	14.31	41768.15	3.48	0.98	0.46	0.03	4.08	1.10	21.20	10.41	12.55	5.80	0.28
1998	14.07	41253.94	3.62	0.97	0.74	0.02	4.37	0.99	23.46	11.03	12.23	5.75	0.28
1999	14.01	41388.59	3.00	0.80	0.20	0.01	3.31	0.91	22.10	10.36	12.17	5.72	0.26
2000	14.24	42285.77	2.30	0.87	0.20	0.01	3.10	0.88	22.02	10.36	12.04	5.66	1.32
2001	14.13	42341.88	2.91	0.87	0.27	0.01	3.19	0.88	21.29	10.01	11.86	5.58	1.39
2002	14.13	42728.60	2.86	0.86	0.27	0.01	3.14	0.86	21.16	9.95	11.71	5.51	1.56
2003	13.96	42491.19	2.85	0.85	0.29	0.01	3.14	0.86	21.62	10.17	11.56	5.44	1.54
2004	13.76	41868.67	2.77	0.83	0.29	0.01	3.06	0.84	22.05	10.37	11.58	5.45	1.54

2000年東京の窒素循環



2000年台北の窒素循環



他の研究と比較

都市内窒素循環研究の比較 (g/一人・一日)

	Kumasi	Park Kre	Viet Tri	Hanoi	Haiphong	台北	東京
肥料、厩と堆肥から農業に	0.4	7.4	8.2	0.5	6.7	-	-
食料から家庭に	13.2	9.7	8.5	26	27.1	16.12	14.24
家庭からの廃棄物中	6.4	2.3	0.7	3.6	1.1	8.46(3.33)	3.19(0.88)
家庭から廃水中(、厩が含まれる)	9.5	7.9	7.8	no data	12.6	12.78	12.04

* () 外の数字は廃棄物中全体の窒素量、() 内の数字は廃棄物中厨芥(食品から)から窒素

これまでの結論

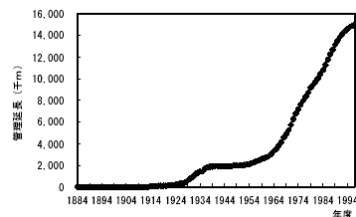
- 窒素フローについて、MFAを試みた。東京(23区)と台北市を対象とし、1995-2004年について解析した。
- その結果、以下のようなことが明らかになった。
東京と台北の食料からの窒素排出にあまり大きな変化はない。東京の下水道流入窒素と窒素排出量に、あまり大きな変化はない。東京の廃棄物中の窒素量は徐々に減っている。その原因には、食生活の変化、ディスプレイの普及、生ごみリサイクル率向上等が考えられる。
台北の下水道の普及率が増加することで、窒素排出量が年々減少している。
台北の廃棄物中の窒素は年々減少しているが、その原因は分別収集、再資源化率の向上と考えられる。

今後の課題

- 分析期間の過去への延伸
- 地下、地表水、土壌の区別
- 対象都市、対象セクター、対象物質の拡大
- 都市全セクターのモデル化
- 消費性向のモデル化による家庭部門物質収支のバックキャスト分析

東京都(区部)の管渠の管理延長の推移

図3-IV-1 区部の管渠の管理延長の推移



注) 1884~1923年度は推定値を含み、1924~96年度は実績値、97年度は計画値。
出典: 東京都下水道局「東京都下水道事業年報」、東京都下水道局「事業概要」

(出所) 東京都が管理する社会資本の維持更新需要額の将来推計報告書

都市域における土地利用変化について

和歌山大学 谷川寛樹

Urban land use and cover change

Hiroki TANIKAWA, Wakayama University

都市域における土地利用の変化と地下未回収資材に関する関連を調査するため、和歌山市中心部 9km² における時系列 GIS データベースの構築を行っている。GIS のデータを経年的にレイヤ表示していくことで同空間の土地利用の移り変わりを面的に表現することができる。

特に、都市構造物として蓄積された建設資材に着目し、都市構造物の物質代謝を明らかにするために GIS を用いて、航空写真・現地調査をもとに時系列 GIS データベース構築している。このデータベースを用い、経年的な GIS データの変遷をとらえ、各年代間での位置情報比較を行い、実際の構造物の耐用年数の推計を行う。

現在の作業項目は以下の通りである。

- 1) 近畿地区の土地利用の変遷を GIS により再現し、構造物に関連する物質蓄積量の推計手法を検討している。東大空間情報センターCSIS 地図データベースを取り込み、メッシュ情報による土地利用変化と詳細な GIS データとの関係を解析している。
- 2) 都市構造物の代謝に伴い発生する未回収資材について、その傾向と物質量の調査を行っている。
- 3) 都市構造物の代謝スピードを定量化するために、経年 GIS を用いて耐用年数の解析を行っている。

The construction material are stocked as structures during its lifespan, but the structure aged, demolished materials are recycled or landfilled. These Out-Flow are caused by 2 reasons: 1) Structure aging; structure itself can not be using by reduction of strength, 2) Social reason, such as re-development of city center, structure itself can use but not suitable for social needs. So it is important to estimate the lifespan of structure considering with regional specification. Historical GIS database based on the aerial photos and some map source is developed for this study. Historical GIS database can identify age and scale of structure, so it helps to quantify pattern of metabolism of the city. This study clarify the method of estimate lifespan using historical GIS database.

地球研地下プロ広島会議 27 Nov. 2006

都市域における土地利用変化について

谷川 寛樹
和歌山大学 システム工学部 環境システム学科

Contents:
建設部門マテリアルフロー分析と地下環境
土地利用変化
今後の展開

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

都市におけるマテリアルフロー分析

<日本全体のマテリアルフロー>

酸素 (O₂) 12.8
大気中への放出: 12.8
社会への蓄積 (家屋・インフラ・その他): 10.8
エネルギー消費: 4.2
建設廃棄物: 3.2
その他: 0.6
最終処分: 0.6

輸入: 7.9
HMF (建設部門): 28.3
国内: 11.2
HMF (建設部門): 10.9

DMF (建設部門): 21.3

<地域でのマテリアルフロー>

1970, 1995, 2020

Material Input, Material Stock, Material Output

Buildings: 57.2, Roadways: 17.1
Waste: 1.1
Recycle: 0.8
Roadways: 0.3
Buildings: 1.3
Addition to Stock: 2.2
In-use: 1.3
In-use: 0.6
In-use: 0.4
Recycle: 0.3
Roadways: 0.3
Buildings: 2.6
In-use: 2.0
Roadways: 0.4
In-use: 0.1
Recycle: 0.3
Buildings: 0.6
Roadways: 0.3
Waste: 1.1

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

推計に用いるGISデータベース (和歌山市の例)

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

過去からの変遷をもとに将来の廃棄/投入資源を予測

1947年 昭和22年 1961年 昭和36年 1975年 昭和50年 1987年 昭和62年 2002年 平成14年

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

Historical Change of Material Stock

1947 1975 2002

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

構造物解体の流れと法的規制

<法的規制>

- 建設リサイクル法: 解体工事においては床面積50%以上が対象。工事発注者が解体物の分別解体。建設廃棄物の再資源化。
- 環境基本法: 資源の有効利用促進。コンクリート、アスファルト、木材の再資源化。廃棄物の発生抑制、再利用、リサイクルの促進。

<実際の解体の流れ>

- 売却地になる場合: 次の利用法が決まっていらない場合 → 全撤去 (G1以上とG1以下の撤去時期が異なる)
- 不動産譲渡と相続: 次の利用法が決まっている場合 → 買い手の利用法に合わせる → 駐車場にする場合 → G1以下全撤去
- 役所からの依頼: 国庫の指示通りに撤去 → 解体物を捨てる場合 → G1より必要な量を撤去 → 全撤去
- 土地利用者が変わらない場合: より低コストとなるよう解体工事計画 → 解体物を捨てる場合 → G1より必要な量を撤去 → 全撤去
- 使われていない建物: 国庫の危険性がある場合は建物上部のみ撤去 → 邪魔にならないなら基礎部分は撤去しない

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

地中に残る未回収資材量の推計

構造・用途	①GL以下	②基礎下部以下	③捨てコン以下	④基礎杭のみ
RC造住宅	38%	36%	13%	-
RC造学校	10%	6%	3%	-
RC造ビル	34%	16%	8%	5%
木造事務所	68%	55%	33%	-
木造住宅(在来工法)	43%	35%	23%	-
木造住宅(2×4工法)	27%	24%	16%	-
S造工場	23%	-	2%	-
S造住宅	33%	21%	10%	-
S造ビル	46%	35%	25%	13%

未回収部分を仮定した場合の全重量からみた未回収割合

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

地球研地下プロ・金子Gへ貢献するための研究スキーム

H18-19
 既往研究・別プロジェクト研究での
 ・経年GISを用いた建設部門のマテリアルフロー分析
 ・耐久年数の面的な推計
 ・未回収資材の推計
 の手法を用い、
 広域での面的なマテリアルフロー・ストック分析について検討を行う。
 まず、大阪府内の1市で、土地利用メッシュを用い、ストックの推移や地中の未回収資材量の推計が実現可能かどうかの検討を行う。

H20
 広域にエリアを拡張し、近畿エリア、関東エリア、海外都市への適用を行う。

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

土地利用変化：大阪都市圏

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

ケーススタディ対象地域：岸和田市

【面積】(2000年)
 総土地面積**7,189ha**
 可住地面積**5,275ha**
 都市計画区域面積**7,189ha**
 市街化区域面積**2,787ha**
 耕地面積**952ha**
 林野面積**1,914ha**

【人口】(2000年)
 総人口**200,104人**
 男性人口**96,949人**
 女性人口**103,155人**
 年少人口**32,579人**
 生産年齢人口**136,022人**
 高齢人口**31,038人**

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

岸和田市GISデータ

現在、航空写真およびGISデータ (H15, H18) 提供について交渉中。

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

土地利用変化：岸和田市

1974 1979 1985 1991 1996

13その他公共
公益施設用地 4%

14河川・湖沼 4%

15その他 0%

16海 2%

12公園・緑地 3%

11道路用地 7%

10商業・業務
用地 7%

9中高層住宅
地 5%

7一般低層住
宅地 13%

8密集低層住
宅地 1%

6工業用地 4%

5空地 0%

4造成中地 1%

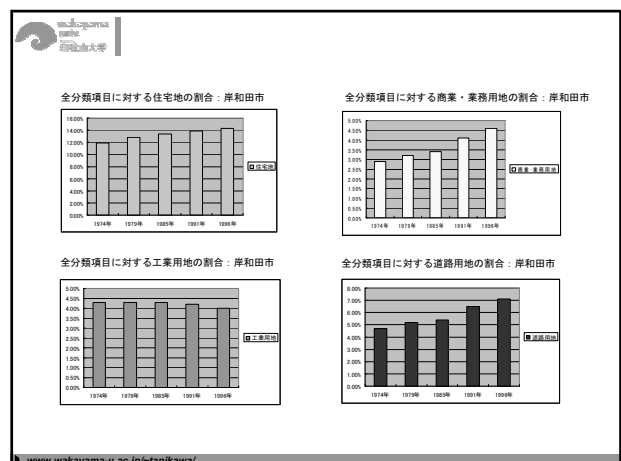
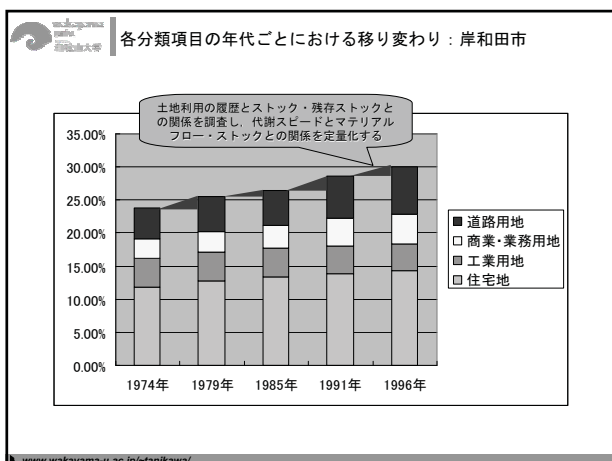
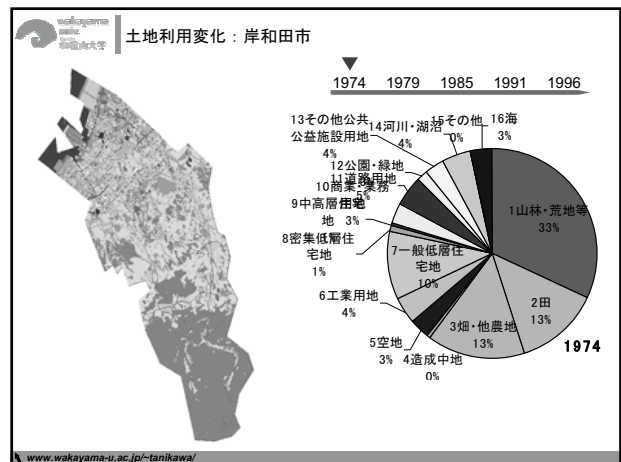
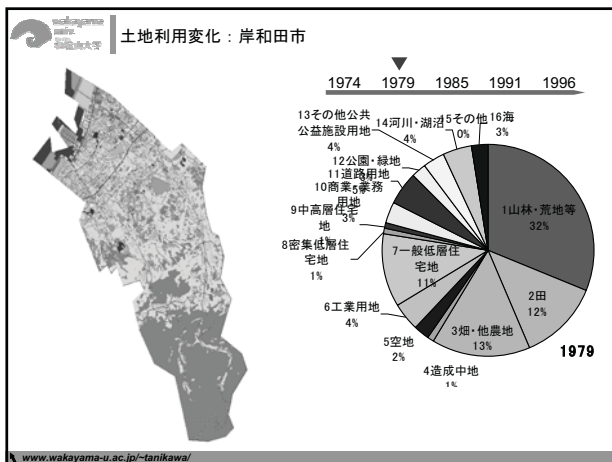
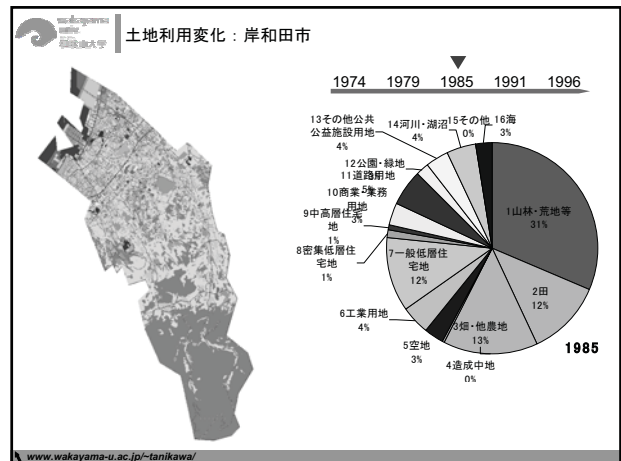
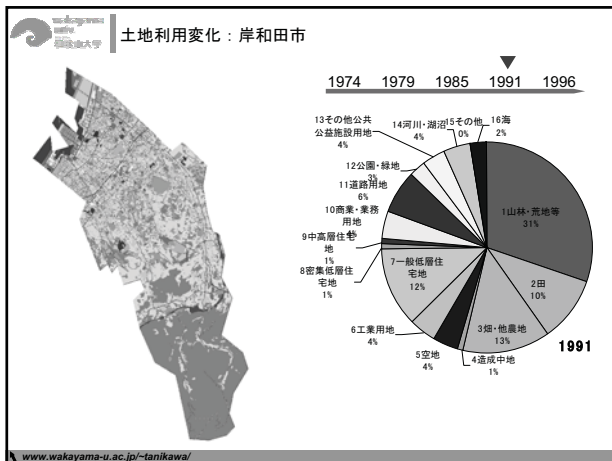
1山林・荒地等 32%

2田 10%

3畑・他農地 13%

1996

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/



www.wakayama-u.ac.jp
和歌山大学
土地利用変化テーブル：岸和田市

年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1974	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
1979	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
1985	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
1991	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
1996	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

1山林・荒地等
2田
3畑・その他の農地
4造成中地
5空地
6工業用地
7一部低層住宅地
8密集低層住宅地
9中・高層住宅地
10商業・業務用地
11道路用地
12公園・緑地等
13その他の公共公益施設用地
14河川・運河等
15その他
16海

各メッシュの土地利用の変遷について、その履歴により資材投入・残存の違いを推計（予定）

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

www.wakayama-u.ac.jp
和歌山大学
まとめと課題

H18-19
以下の調査・分析を進めるとともに、土地利用履歴とストック・残存ストックの関係を明らかにする。
・経年GISを用いた建設部門のマテリアルフロー分析
・耐久年数の面的な推計
・未回収資材の推計

街区・市町村スケールでの積み上げ型の推計手法を応用し、県・地域レベルでの地上・地下ストックのおおまかな推計を行う。

大阪府内の1市（岸和田市）で、土地利用メッシュを用い、ストックの推移や地中の未回収資材量の推計が実現可能かどうかの検討を行う。

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

www.wakayama-u.ac.jp
和歌山大学
各分類項目の年代ごとにおける移り変わり：大阪都市圏

■ 道路用地
□ 商業・業務用地
■ 工業用地
□ 住宅地

1974年 1979年 1985年 1991年 1996年

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

www.wakayama-u.ac.jp
和歌山大学

全分類項目に対する道路用地の割合：大阪都市圏

全分類項目に対する商業・業務用地の割合：大阪都市圏

全分類項目に対する工業用地の割合：大阪都市圏

全分類項目に対する住宅地の割合：大阪都市圏

www.wakayama-u.ac.jp/~tanikawa/

台湾の持続可能な発展に関する研究からみた社会経済分析フレームワークの考察

広島大学大学院国際協力研究科 張 峻屹

Discussion about Social-Economic Research Framework by Reviewing the Studies of Sustainable Development in Taiwan

Junyi Zhang

Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University

社会経済の側面から「都市の地下環境に残る人間活動の影響」を分析するため、分析フレームワークをどのように構築するかはポイントである。このようなフレームワークは大きくデータの利用可能性に左右されると思われる。そこで、本研究プロジェクトのフィールドのひとつである台湾を取り上げ、その持続可能な発展に関する研究のレビューを通じて、今後の社会経済学の研究方向性や方法などについて議論する。具体的に、まず、台湾の持続可能性指標の開発過程および制度的な影響、環境持続可能性、生態システムの健康度、経済指標の開発、社会指標の研究、制度的反応指標、都市の持続可能な発展に関する指標化や水貧困指標などをレビューする。これらのレビューの結果をもとに、今後の社会経済分析のやり方、データ収集などについて議論する。

To analyze “human impacts on urban subsurface environments” from social-economic perspective, it is important to establish an operational framework, which largely depends on data availability. Here, this study attempts to discuss the implications of the studies about sustainable development conducted in Taiwan, one of the targeted cities in this research project. Research review is first given, including the development process and institutional influence of Taiwan sustainable development indicators systems, development of environmental sustainability indicators, and assessment of ecosystem health, economic indicators, social discourse on sustainable Taiwan indicators system, institutional response indicators, urban sustainability indicators, and water poverty indicators

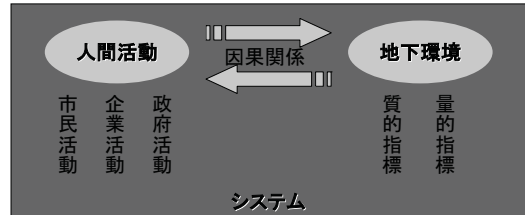
平成18年度地下環境プロジェクト全体会議、広島・宮島、2006.11.27

台湾の持続可能な発展に関する 研究からみた 社会経済分析フレームワークの考察

張 峻屹

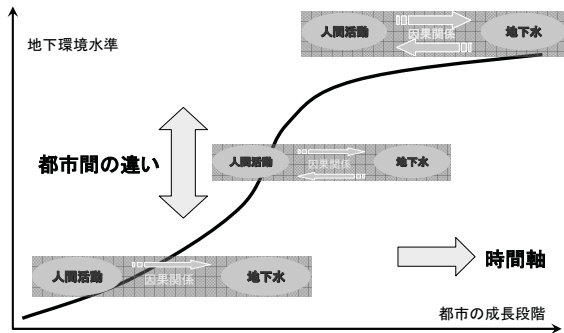
広島大学大学院国際協力研究科

発表の位置づけ



最終目的: 人間活動と地下環境との因果関係の解明
本日の位置づけ
台湾を取り上げ、その持続可能な発展に関する研究のレビュー、データの入手利用可能性を通じて、因果関係分析の可能性を探る。

発表の位置づけ



研究の歴史

- 1972: Conference on Human Environment
- 1980s: 市民環境生態の概念・民主化意識の台頭
- 1992: United Nations Conference on Environment and Development: UNCED
- 1990s初期: 多くの環境関連法律を制定・改正
- 1995: The Commission on Sustainable Development: CSD
- 1998: 国家科学委員会・持続可能な発展研究推進委員会は「Vision and Strategic Study of Sustainable Taiwan Core Project: Sustainable Taiwan 2011, Assessment System of Sustainable Taiwan, and Information System of Sustainable Taiwan」を開始
- 2002: 「Vision and Strategic of Sustainable Taiwan」提言書を行政院 (Executive Yuan) に提出

研究の歴史

持続可能な発展研究件数と投入

学問領域	1999年度		2000年度		2000學年度		2001年度		2002年度	
	件数	予算	件数	予算	件数	予算	件数	予算	件数	予算
持続可能な発展	99	5,774	143	7,259	99	5,774	143	7,259	118	7,052
計画	11	2,709	6	2,812	6	3,147	6	3,197	12	4,275

単位: 10,000台湾ドル (1=3.6円)

2002年度の研究参加者数

学問領域	教授レベル	助教授レベル	講師レベル	合計
持続可能な発展	99	110	1	210

持続可能な台湾の評価システム

— Pressure-State-Response —

- State: 環境と生態の変化を評価する
- Pressure: 環境の圧力を生じさせる社会的構造と経済活動のどこに問題があるかを特定する
- Response: 制度的な反応のみ

持続可能な台湾の評価システム — Pressure-State-Response —

● 島嶼台湾 (83指標)

1. 環境汚染: 大気域の質、水域の質、陸地の質
2. 生態資源: 土地資源、生物資源、生物多様性、水資源
3. 社会圧力: 環境疎外度、空間摩擦度、社会混雑度、時間圧縮度
4. 経済圧力: 消費形態、産業構造、環境とエネルギー利用
5. 制度反応: 予算配分、政府機関の組織構造、個別政策、情報基盤

● 都市台湾 (29指標)

- 生産
- 生活
- 生態
- 生命

前期
研究

持続可能な台湾の評価システム — Pressure-State-Response —

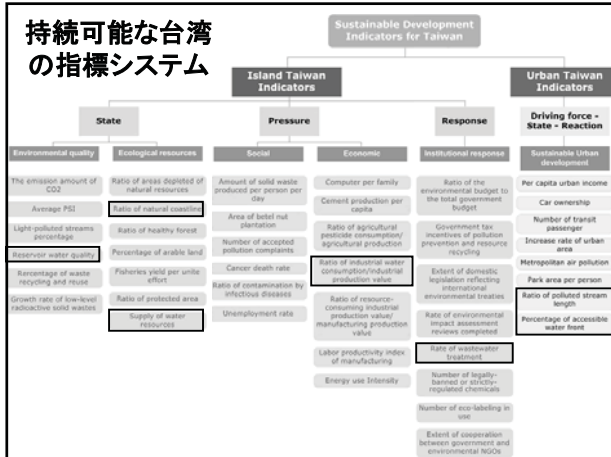
- 政策との連携: 公共施設、水資源、水源汚染の防止、海岸管理、貿易、公共セキュリティ、石油化学産業の発展、都市発展など

- 国際化: 東アジア地域(タイ、フィリピン、マレーシアなど)と指標づくりの国際交流・協力、先進国の経験

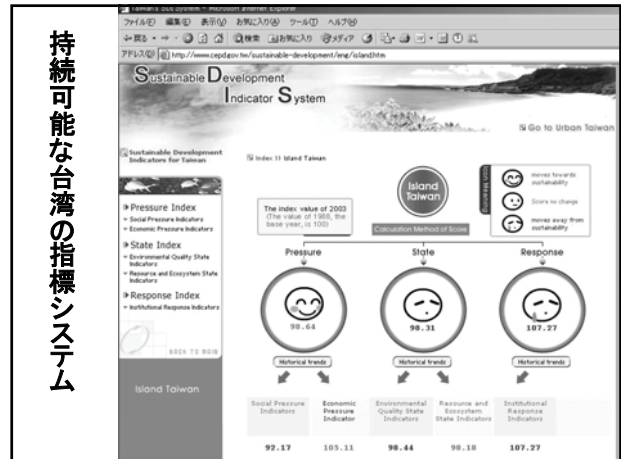
- 地方展開: Local Agenda 21を基礎として、国家と地方との対話型指標づくりを展開

後期
研究

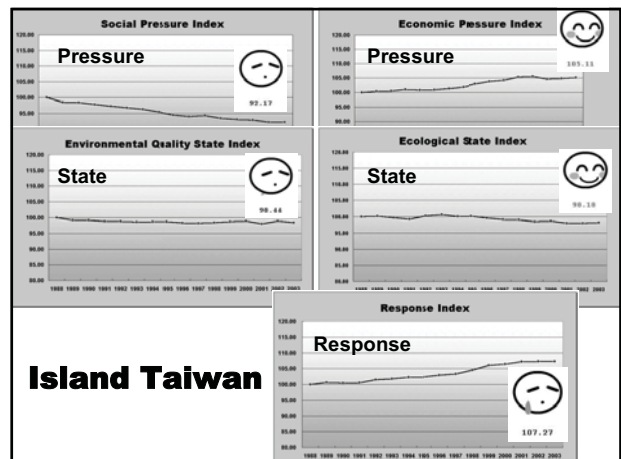
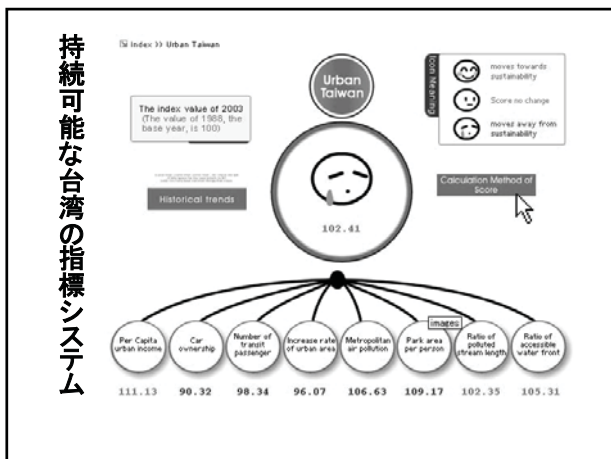
持続可能な台湾の指標システム

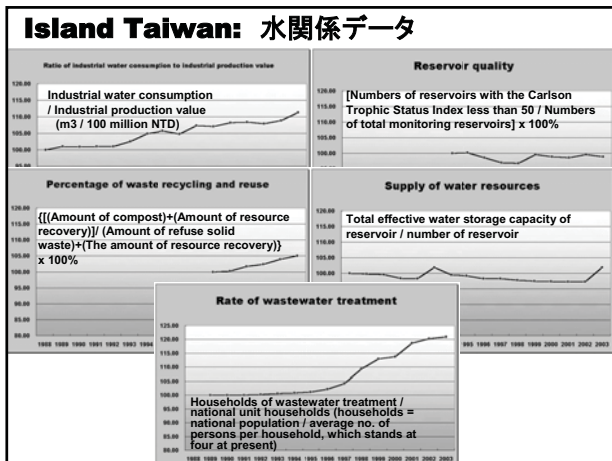


持続可能な台湾の指標システム



持続可能な台湾の指標システム





環境苦痛指数の研究

- 研究機関:「環境品質文教基金会」 民間団体
- 1995年から毎年、20項目から構成、
 - 大気汚染、水汚染、廃棄物、生態、騒音、悪臭、環境保護政策などについて、5段階評価を行う(5点:最苦痛)

年度	環境苦痛度	最も苦痛の項目
1995	78.72	水資源の汚染(4.35)
1996	74.74	車両排出ガス(4.29)
1997	77.20	車両排出ガス(4.71)
1998	75.37	河川汚染(4.22)
1999	77.47	河川汚染(4.34)
2000	77.98	水・土壌の流失
2001	76.05	車両排出ガス、水資源・河川の汚染
2002	75.37	

水貧困指標の研究

- WPI: Water Poor Index
 - Resource 資源(内部淡水量、外来水量、人口)
 - Access 取水可能性(浄化水取得人口比、衛生設備利用可能な人口比、灌漑を受けられる人口比)
 - Capacity 取水能力・容量(人口当たりGDP、5歳以下幼児の死亡率、教育人口比率、ジニ係数(所得分配))
 - Use 水の使用(毎日の民生用水量、工業用水と農業用水の比率(個別にGDPに占める割合で調整))
 - Environment 水と関係する環境(ESIのデータ:水質、用水圧力、環境法令と管理、情報容量、生物多様性などのZ値)

水貧困指標の研究

- HDI (Human Development Index)の算出方法を参考
- 算出方法と手順
 - 全世界における対象国の相対的位置の特定(最高点1, 最低点0; i:大分類; j:小分類)

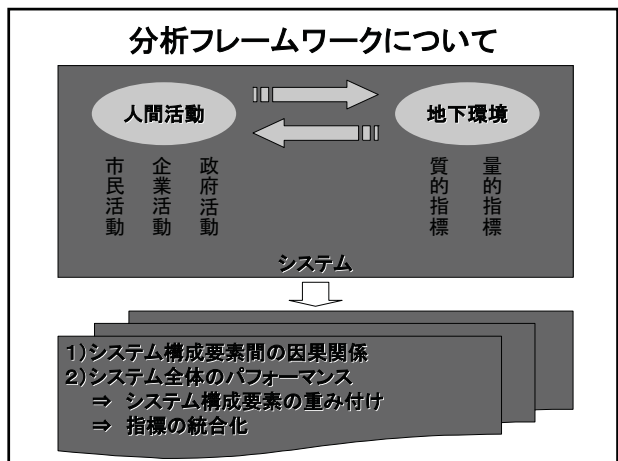
$$y_{ij} = (x_{ij} - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$$
 - 大分類iの得点算出(20点満点)

$$c_i = 20 \times \sum y_{ij}$$
 - 総合得点の算出(計5大分類、100点満点)

$$WPI = \sum c_i$$

水貧困指標の研究

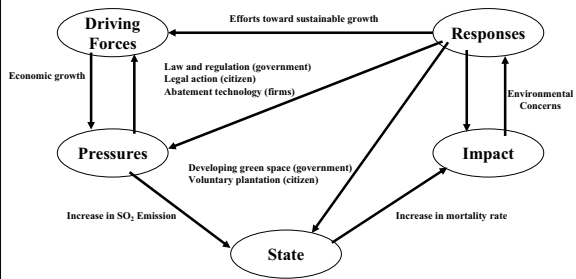
国家	分数					順位						
	資源	途徑	能力	使用	環境	資源	途徑	能力	使用	環境	総分	
オーストラリア	12.2	20	18	10.6	17.1	78	34	1	12	56	1	1
加拿大	15.5	20	18.7	6.9	16.5	77.7	8	1	6	129	2	2
英国	7.3	20	17.8	10.3	16	71.5	98	1	19	66	3	11
法国	7.9	20	18	8	14.1	68	84	1	12	114	11	18
馬來西亞	12.7	17.2	14.3	11.6	11.5	67.3	29	48	71	35	38	21
美国	10.3	20	16.7	2.8	15.3	65	56	1	38	148	6	31
中国	11.2	13.4	13.9	15.7	10.7	64.9	45	80	77	2	97	33
日本	8.1	20	18.9	6.2	11.6	64.8	82	1	4	139	36	34
德国	6.5	20	18	6.2	13.7	64.5	110	1	12	139	13	35
台湾	7.77	20	17.34	6.16	12.26	63.5	88	1	29	141	24	40
俄羅斯	13	12.6	16.1	9.1	12.5	63.4	26	85	42	87	20	41
南韓	6.1	19.3	17.7	8.4	10.9	62.4	118	28	20	106	54	44
越南	11.9	13.7	17.6	6.5	12.5	62.3	39	74	21	136	20	45
菲律賓	9.5	15.9	13.6	12.7	8.8	60.5	65	54	83	18	129	58
巴基斯坦	7.3	13.5	11.5	14	11.5	57.8	98	77	109	7	38	73
新加坡	1.2	20	16.8	7.8	10.3	56.2	142	1	36	116	108	80
厄瓜多尔	10.2	8.7	11.2	12.6	11.8	54.4	58	112	112	20	30	91
韓国	12.2	10.3	12.1	8.5	10.9	54	34	98	101	103	54	93
印度	6.8	11	12.1	13.8	9.5	53.2	106	95	101	9	123	101
越南	10	6.4	14.4	13.3	8.3	52.3	60	130	70	14	132	103
中國大陸	7.1	9.1	13.2	12.1	9.7	51.1	103	106	88	28	121	107
柬埔寨	12.8	4.9	10.8	8.1	9.5	46.2	27	140	116	111	122	120



分析フレームワークについて

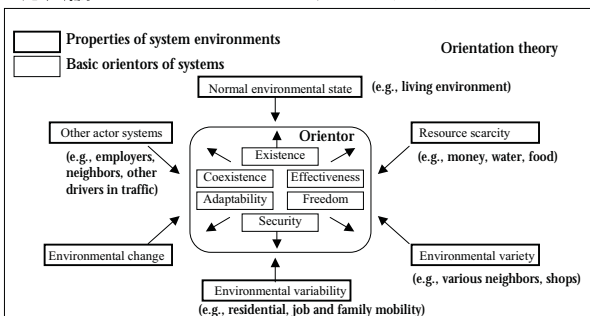
方法論からみたフレームワーク: DPSIR

DPSIR framework developed by OECD



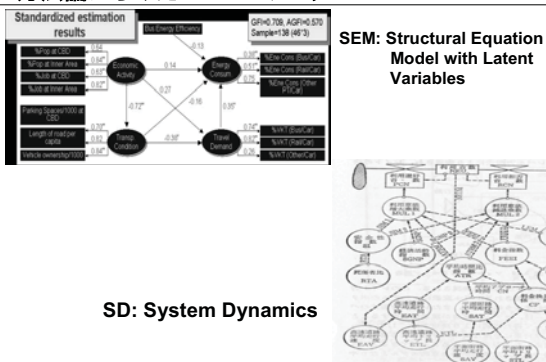
分析フレームワークについて

方法論からみたフレームワーク: システムアプローチ



分析フレームワークについて

方法論からみたフレームワーク: SD & SEM

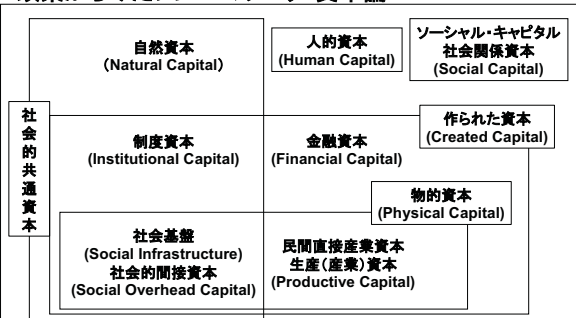


分析フレームワークについて

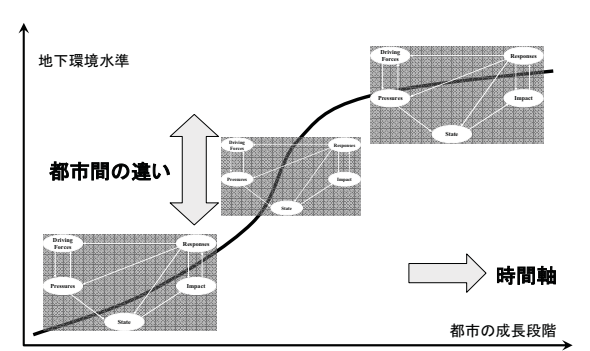
- 指標の重み付けと統合化
 - 平均法:
 - 算術平均: 均一な重み, 異なる重み
 - 幾何平均
 - 算術平均と幾何平均の組み合わせ
 - 統計モデルによる重み
 - 主成分分析, 因子分析
 - 包絡線分析法DEA (Data Envelopment Analysis)
 - 回帰分析
 - 非観測成分モデル
 - 市民・専門家の意見に基づく重み付け
 - 予算配分法
 - 市民意見
 - AHP法 (Analytic Hierarchy Process)
 - コンジョイント分析 Conjoint analysis

分析フレームワークについて

政策からみたフレームワーク: 資本論



分析フレームワークについて



江戸から発生したし尿に含まれる窒素・燐の需給バランス

藤倉 良 (法政大学)・澤津 直也 (AREES)

An Estimation of Demand and Supply of Nitrogen and Phosphor Contained in Night Soil Generated from Edo (Old-Tokyo) City

Ryo FUJIKURA and Naoya SAWAZU

江戸から発生したし尿が、江戸近郊農村で下肥として消費し尽くされていたかどうかを考える手がかりとするために、肥料としてのし尿の需給バランスを下肥中の窒素・燐に着目して推定を行った。江戸の人口を100万人とし、当時の窒素・燐の発生単位を現代日本人のし尿による窒素・燐の汚濁原単位と同じであると仮定すると、江戸から毎年2,774tonの窒素と277tonの燐がし尿として発生していたことになる。当時の水田への窒素投入量は10アールあたり窒素として6~12kg、燐酸として4~5kgと推定されており、現代と同等以上に多肥集約的であったといえる。これから畑地への窒素・燐投入量も現代と同等と仮定した。これらの仮定と江戸末期の国土利用図をもとに、下肥による窒素と燐の需給バランスを推定したところ、窒素はほぼバランスするが、燐は下肥だけでは需要の3分の1程度しか満たすことができないと考えられた。し尿の下肥としての完全利用は需給バランスだけを見れば可能であると考えられる。不足する燐はわら灰などで補給されたのであろう。ただし、し尿は環境保全のためではなく、経済的な動機によって排除されていたのであり、し尿排除の社会システムが存在したわけではない。したがって、下肥の需要が低下する時期には相当量の回収漏れがあった可能性も否定できない。

Edo city, old Tokyo before 20th century, with one million population was often referred as a "recycle-based society." In order to examine adequacy of the concept, utilization of human waste to an agricultural fertilizer during the 19th century is investigated. Based on the data regarding the amount of nitrogen and phosphor discharged by a Japanese people today, it is estimated that human waste annually discharged by one million Edo people contained 2,774 and 277 metric tons of nitrogen and phosphor, respectively. It is considered that farmers in the Edo period manured as much nitrogen and phosphor to their paddy field as today. Area of the farm land is obtained from land use map during the period. If the input of the fertilizer to the farm land in the period is as much as in today, the demand and supply of nitrogen between night soil generated from Edo and farm lands in the suburb would be balanced. However, phosphor generated would meet only one third of the phosphor demands. Complete utilization of human waste generated from Edo seems to be possible. However, some of the waste may have leaked out, because it was utilized only by economical incentive and no social recycling system existed.

江戸から発生したし尿に含まれる窒素・燐の需給バランス

藤倉 良 (法政大学)
澤津 直也 (AREES)



1

背景

- ・「江戸時代には循環型社会形成に向けたヒントが無数にみられる」(環境省 2001)
- ・さまざまなリサイクル業者がいた。
古着屋, 古傘買い, 提灯の張替屋
焼接(やきつぎ)屋, 蠟燭の流れ買い
- ・ただし, これらの行為は経済的動機に基づいたもの。



2

し尿の利用(下肥)

- ・し尿の回収と利用はリサイクルの好例。



- ・農村に需要が存在するという経済的動機から収集されたにすぎない。し尿排除の社会システムが江戸に整備されていたわけではない(岩淵 1997)。



3

目的

- ・江戸から排出されるし尿は, 江戸近郊農村で下肥として消費し尽くされていたのか?



- ・下肥の需給バランスを推定する。
 - 供給量 ⇒ 窒素・燐の発生量
 - 需要量 ⇒ 窒素・燐の投入量



4

分析データ: 窒素・燐の発生量の推定

窒素・燐の発生量(ton/年)
= 発生原単位(g/人・日)^{※1} × 人口(人)^{※2} × 365日

※1 中世日本の食生活を考慮して控えめに見積もる意味から1を採用。

- 川島 (1999):
窒素: 7.6g/人・日(T-N), 燐: 0.76g/人・日(T-P)
- 茨城県 (2002):
窒素: 9.0g/人・日(T-N), 燐: 0.77g/人・日(T-P)

3. 参考:
A: 人糞尿の成分率: 窒素=0.55%, 燐酸=0.12%
B: 1人が1日に排泄するし尿=1,500g
A×B ⇒ 窒素: 8.25g/人・日(T-N), 燐: 0.79g/人・日(T-P)

※2 定説である100万人と設定(例えば, 滝川(2004)など)。

窒素: 2,774ton/年 燐: 277ton/年

5

肥料として必要な窒素・燐の推定

- ・江戸時代は現代とほぼ同等以上の肥料集約農業であったと考えられているので, 現在の東京都の施肥基準と同様と仮定。

	水田10アールあたりの投入量(kg)	
	窒素	燐酸
江戸時代(推定)	6~12	4~5
東京都施肥基準(現代)	4~6	5~7

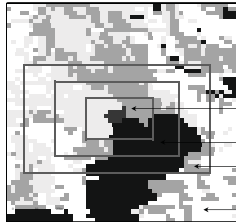
畑地の投入量も東京都の施肥基準と同じと仮定。



6

分析データ: 窒素・磷の投入量の推定

- 1850年の国土利用図(有菌 1995)を用い、江戸■近郊における水田■及び畑地■の面積を算出する。
- 江戸から離れるほど下肥の投入割合は低下する(渡辺 1983)ため、近郊をA~Dゾーンに区分する。



ゾーン	江戸からの距離(里)				投入率
	東	西	南	北	
A	3	2	2	1	25%
B	6	5.5	4	3	10%
C	9	9	6	5	5%
D	Cゾーン圏外				0%

千葉県東葛飾郡の肥料利用状況(大正8年)(岩淵 2004)

肥料種別	施肥量(貫)	価格(円)	単価(円/貫)	重量比(%)	支出比(%)	
自給	堆肥	23,577,000	825,195	0.035	31.2	
	緑肥	640,285	16,007	0.025	0.6	
	小計	24,217,285	841,202	0.035	74.9	31.8
購入	大豆粕	704,124	300,770	0.427	2.2	
	菜種油粕	63,630	54,339	0.854	0.2	
	魚肥	214,573	267,280	1,246	0.7	
	過燐酸石灰類	697,800	199,727	0.286	2.2	
	糠	823,562	206,334	0.251	2.5	
	わら灰	518,821	72,692	0.140	1.6	
	東京人糞	1,332,327	285,721	0.214	4.1	10.8
	東京塵芥	2,782,078	67,782	0.024	8.6	
	その他	993,280	350,356	0.353	3.1	
	小計	8,130,195	1,805,001	0.222	25.1	68.2
合計	32,347,480	2,646,203		100.0	100.0	

分析結果1: 窒素の収支バランス

ゾーン	実質供給率(%)	窒素							
		水田				畑地			
		原単位(ton/km ²)	施肥量(ton/km ²)	面積(km ²)	投入量(ton)	原単位(ton/km ²)	施肥量(ton/km ²)	面積(km ²)	投入量(ton)
A	25	6.0	1.50	240	360	18.0	4.50	144	648
B	10		0.60	444	266		1.80	368	662
C	5		0.30	592	178		0.90	568	511
D	0		0.00	1,488	0		0.00	1,744	0
合計	-	-	-	2,764	804	-	-	2,824	1,822

[需要] 窒素投入量合計 (ton): 2,626
 [供給] 窒素発生量 (ton): 2,774
 供給-需要 (ton): **148**

分析結果2: 磷の収支バランス

ゾーン	実質供給率(%)	磷							
		水田				畑地			
		原単位(ton/km ²)	施肥量(ton/km ²)	面積(km ²)	投入量(ton)	原単位(ton/km ²)	施肥量(ton/km ²)	面積(km ²)	投入量(ton)
A	25	2.2	0.55	240	132	4.4	1.10	144	158
B	10		0.22	444	98		0.44	368	162
C	5		0.11	592	65		0.22	568	125
D	0		0.00	1,488	0		0.00	1,744	0
合計	-	-	-	2,764	295	-	-	2,824	445

[需要] 磷投入量合計 (ton): 740
 [供給] 磷発生量 (ton): 277
 供給-需要 (ton): **△463**

下肥の収支バランス

- [窒素] 江戸のし尿を近郊農家で下肥として全量使い切ることには可能であった。
- [磷] 下肥だけでは需要をまかない切れなかった可能性が否定できない。わら灰などによって補給されていたのか。
- 寛政期や天保期には、江戸近郊農民が幕府に対して下肥の値下げを嘆願する運動が発生している。
下肥の供給不足の可能性

し尿は一滴漏らさず利用されていたか?

- 下肥の需要量には季節変動があったはず。
- 江戸では、尿は肥料として用いられたが、尿はもっぱら下水に流されていたらしい。
- 屎尿の相当部分はリサイクルされていた可能性があるが、そこから「漏れ出ている」屎尿の存在も否定できない。

ソウル市の都市計画について: 都市環境と地下水

藤原 章正 (広島大学)、李 百鎮 (KRIHS)

City Planning of Metropolitan Seoul: Urban Environment and Groundwater

Prof. Akimasa Fujiwara, Backjin Lee

現在、ソウルでは地下水の井戸約 15,000 箇所から年間約 4 千万トンの地下水を利用しているが、一部の地域では都市開発及び地下水の過剰利用による地下水の水位低下や汚染など深刻な地下水問題を引き起こしている。本研究は、まずソウル市の都市開発課程と都市環境への影響について簡単に述べる。またソウル市における地下水の総合的評価指標開発（地下水の状態と地域経済及び自治体の管理能力を含む）について紹介し、地下水の保存地域の指定や管理方案など現在ソウル市が推進している様々な都市計画や環境政策について紹介する。

The overuse of groundwater resources, using about 40million ton/year of groundwater from 15,000 wells, and city developments in some regions of Metropolitan Seoul have raised the environmental problems of groundwater pollution and continual decline of groundwater level. This study briefly reviews the development history of Seoul and its impacts to urban environments, and introduces the development of integrated evaluation indices of groundwater, incorporating the water quality of groundwater, status of regional economics, potential ability of local government, etc. We also discuss about the recent city planning and environmental policies to improve urban environments of Seoul.

発表の構成

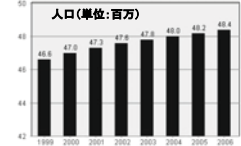
1. 韓国の現況と環境問題
2. ソウルの都市発展過程
3. ソウルの水環境評価-地下水と河川
4. ソウルの河川復元事業-
清溪川(チョンゲチョン)復元

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 1

韓国の現況



1. 人口(2000年): 約46,000,000



2. 面積: 約99,460.74km²
3. 首都: ソウル(Seoul)
4. 経済(2005年)
GDP: 7,875 億ドル
GNI: 16,291 億ドル

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 2

韓国の現況

経済

- 経済の急成長: 国の中、..... 位: ...
1人あたりGDP 24位, R&D 投資率 8位,
■ 首都圏集中化

社会

- 社会格差の増加: 国の中、失業率 1位、雇用率 21位、
勤務時間1位、平均年齢 24位
- 地域間格差
- 少子化・高齢化
- 農民、環境など社会各部分の格差の拡散や長期化

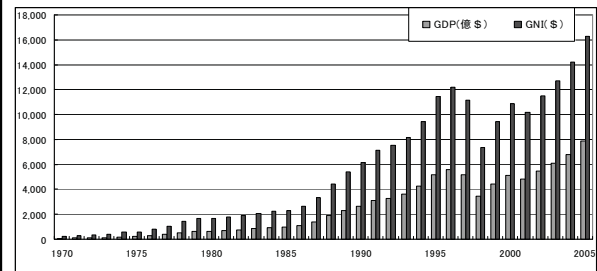
環境

- 環境の悪化: 国の中、一酸化炭素排出量6位、
・人当たりエネルギー消費量...位
- 環境持続可能性指標..... 国の中、...位

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 3

韓国の現況

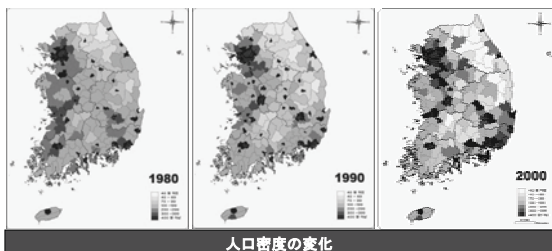
1. 急速な経済発展



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 4

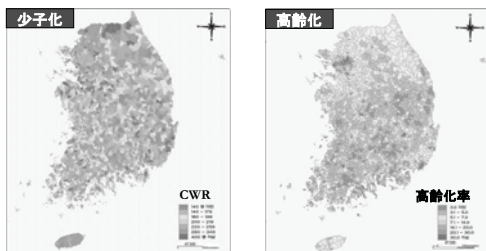
2. 首都圏集中化(地域格差)

人口の46.3%、事業体の44.8%、大学の41.0%、政府機関の84.8%



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 5

3. 少子化・高齢化(2000年)



Child Woman Ratio (CWR) =
0-4歳の人口 / 妊婦可能な女性人口
(15-49歳) * 1000

高齢化率=65歳以上の人口率

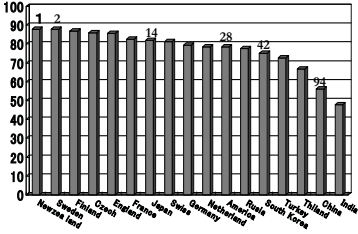
Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 6

韓国の環境

■ 2005年環境持続性指標(ESI)順位
:(146ヶ国対象)

- Finland: 1位
- New Zealand: 14位
- Japan: 30位
- America: 45位
- China: 50位
- South Korea: 122位
- North Korea: 146位

■ 2006年環境成果指標(EPI): (133ヶ国対象)

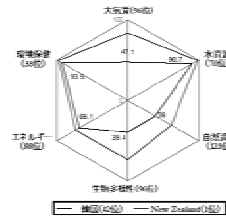
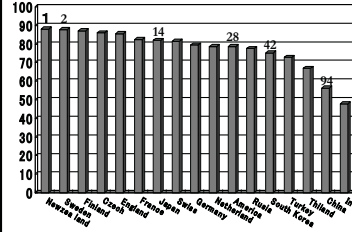


- 2005年ESI (Environmental Sustainable Index): 現在の環境・社会・経済評価指標に基づいて持続可能性を測定
- 2006年EPI (Environmental Performance Index): 評価指標別目標値を設定しその達成度を測定

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 7

韓国の環境

■ 2006年環境成果指標(EPI)



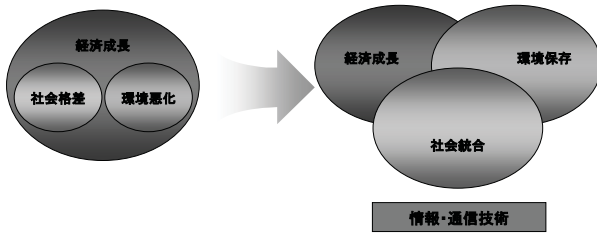
- 2005年ESI (Environmental Sustainable Index): 現在の環境・社会・経済評価指標に基づいて持続可能性を測定
- 2006年EPI (Environmental Performance Index): 評価指標別目標値を設定しその達成度を測定

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 8

第4次 国家基本計画 (2000~2010年) : 経済成長中心 持続可能性

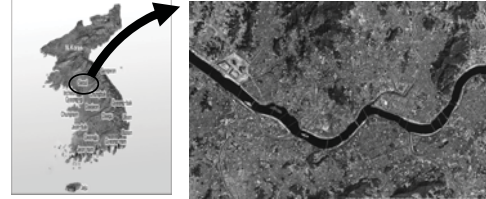
経済成長中心の発展政策

人間と環境にやさしい発展政策

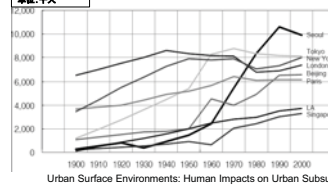


Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 9

ソウルの都市発展過程



ソウルの人口



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 10

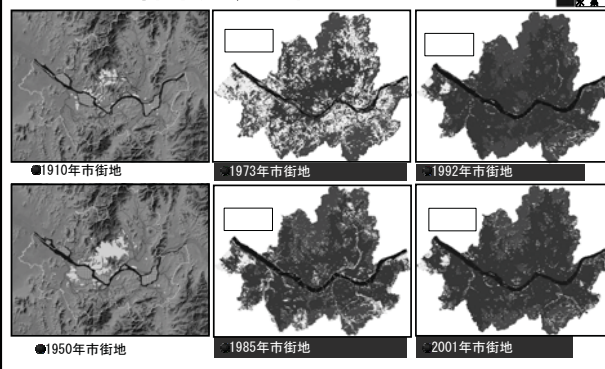
ソウルと世界都市の比較

*資料: 韓国、都市比較統計(2003)

	Seoul	Tokyo	Berlin	Beijing	New York	Paris
基準年度	2002	2001	2002	2002	2002	2001
面積(km ²)	605.52	621.45	892.00	16,807.80	834.00 ⁽²⁰⁰⁰⁾	105.00 ⁽²⁰⁰⁰⁾
人口(千人)	10,280	8,486	3,392	11,363	7,901	2,125 ⁽²⁰⁰⁰⁾
人口密度(人/Km ²)	16,978	13,656	3,803	676	9,474	20,338
年降水量(mm)	1,338.0 ⁽²⁰⁰¹⁾	1,490.0	722.9	370.8	1,069.0	819.0
道路延長(km)	7,972.8	11,764.7	5,317.4 ⁽²⁰⁰¹⁾	3,672.5	10,259.0 ⁽²⁰⁰⁰⁾	1,641.0 ⁽²⁰⁰⁰⁾
自動車数(千台)	2,691	2,297	1,347	1,134 ⁽²⁰⁰¹⁾	1,919	1,022 ⁽²⁰⁰⁰⁾
住宅(千戸)	2,243	3,468	1,874	3,431 ⁽²⁰⁰¹⁾	3,200 ⁽²⁰⁰⁰⁾	1,127
公園面積(km ²)	158.13	37.85	831.0 ⁽²⁰⁰¹⁾	51.34	81.15 ⁽²⁰⁰⁰⁾	22.00 ⁽²⁰⁰⁰⁾
公園面積/1人(m ²)	15.38	4.46	24.50 ⁽²⁰⁰¹⁾	4.52	10.27 ⁽²⁰⁰⁰⁾	10.35 ⁽²⁰⁰⁰⁾
上水道補給率(%)	99.99	100	99.7 ⁽²⁰⁰¹⁾	99.7 ⁽⁰⁵⁾	100 ⁽²⁰⁰⁰⁾	99.9 ⁽²⁰⁰⁰⁾
下水処理率(%)	98.67	100	98.5 ⁽²⁰⁰¹⁾	19.4 ⁽⁰⁵⁾	95.0 ⁽²⁰⁰⁰⁾	99.9 ⁽²⁰⁰⁰⁾

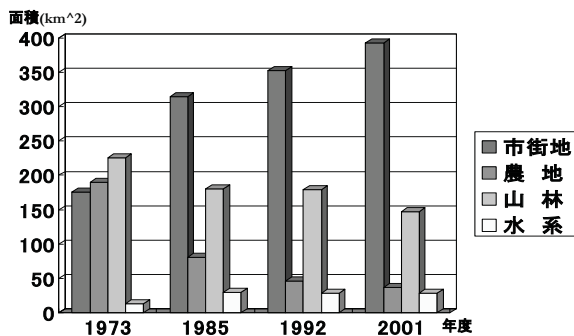
Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 11

ソウルの都市発展過程



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 12

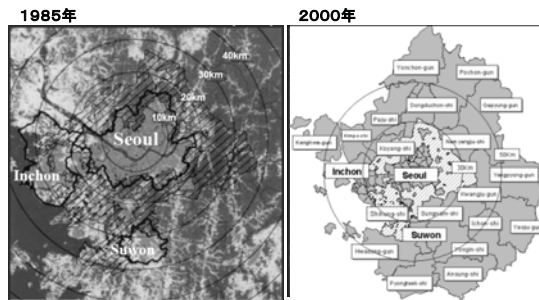
ソウルの都市発展過程



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

13

首都圏の拡大



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

14

ソウルの水環境-地下水と河川



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

15

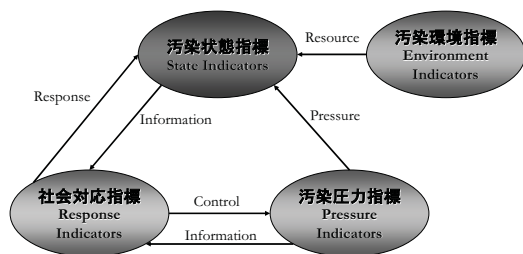
地下水管理内容

- 1994年8月 地下水法
 - 毎年定期的に地下水開発利用実態調査が義務付けられた。
 - 調査内容: 地下水施設使用有無、変動状況、水質変化状態、地下水需要現況など
- 1996年 地下水基礎調査
- 1997年以降 自動観測実施
 - 2000年ソウル市(自動観測装置: 118箇所)

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

16

ソウルの地下水評価体系



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

17

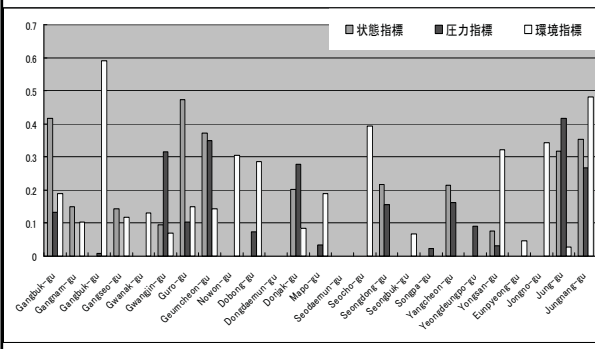
地下水評価要因

汚染状態指標	地下水汚染指標: 利用井戸数、汚染井戸数 開発、利用指標: 開発可能性、適切利用計画量、総用水使用量、地下水利用量、水位変化率
汚染圧力指標	潜在汚染源: 工場、病院、整備業、研究試験室、洗濯所、写真館など 廃止廃空率: 全廃空数、放置廃空数、 開発、利用圧力指標: 給水人口、事業体数、地域面積面積
汚染環境指標	不透水包装面積、降雨量、緑面積、地域面積
社会対応指標	地下水関連公務員数、地下水関連予算、自動観測井戸数、自動観測井戸計画

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

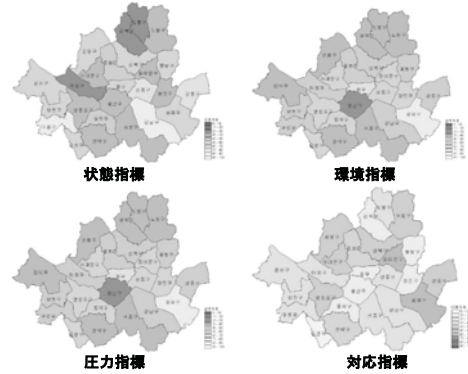
18

区別の地下水評価指標 (汚染指標-対応指標)



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 25

区別の地下水評価結果



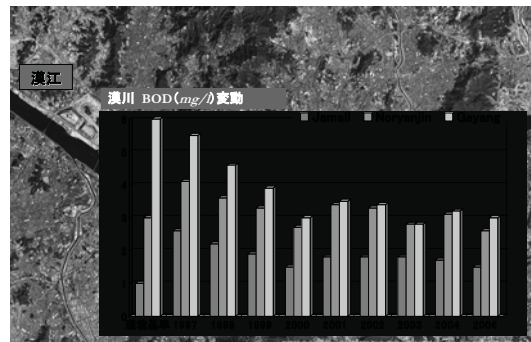
Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 26

ソウルの河川



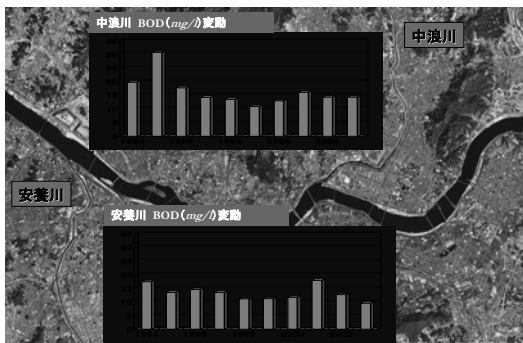
Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 27

河川の水質-漢江の水質



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 28

河川の水質-中浪川と安養川の水質

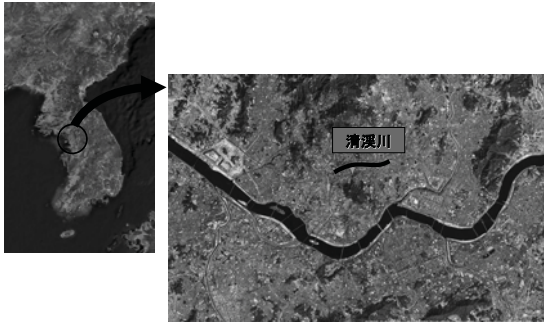


Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 29

**持続可能な都市発展:
ソウルの河川復元事業-
清溪川(チョンゲチョン)復元**

Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments 30

清溪川



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

31

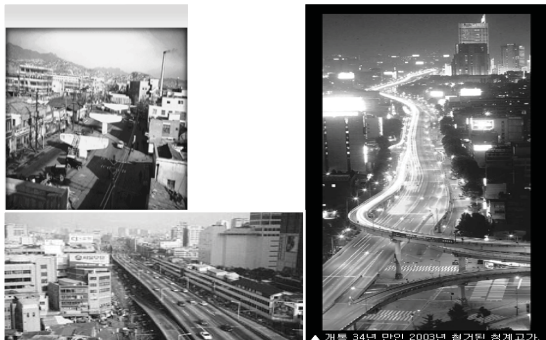
河川復元事業の必要性

- 持続可能な都市づくり
 - 開発を主とした都市、車両中心の都市
人が中心の都市、自然と人が共存する都市
- 市民の生活の質(Quality of Life)の向上
- 生態環境の回復(環境都市)
- 清溪高架と覆蓋の危険要因予防

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

32

復元事業前



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

33

復元事業中-コンフリクト



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

34

清溪川復元後



Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

35

河川復元事業の成果

- 交通
 - 都心交通状況: 都心道路の午前、午後の平均速度に対し清溪川着工前後5ヶ月間の交通サービスマイル(LCS)を分析した所、通行速度は同じ水準を維持した。
- 公共交通利用の変化
 - バスの利用者/交通カード利用件数を比較してみると、復元工事後もさほど変化が見られなかったが、
 - 公共交通体系の改変後は前年度12月対比11%増加した。地下鉄の利用者数はソウル市全体では前年度6月対比6.0%増加し、特に都心では13.7%増加した。
- 環境
 - 大気汚染の緩和: ソウルの一般地域及び清溪川地域での一般大気汚染物質別月別濃度は全体的に減少傾向、特に2002年7月10日と比べると、埃濃度は工事前にもかかわらず調査地域の平均汚染度が60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 水準に減少したと分析された。
 - 水質の緩和: 清溪川及び周辺地域5箇所に対する揮発性有機化学物質濃度の測定結果、全般的に工事前よりもトルエンの濃度が低かったが、ベンゼンとエチルベンゼンは東大門運動場での交通渋滞により多少高かった。
 - 騒音の緩和:
- 復元前後の温度変化相対比較
 - 清溪川復元工事以前は清溪川一帯の平均気温がソウル全体平均より5度以上高かったが、高架撤去で風通ができた為気温が下がり、
 - 更に水が流れると気温がより下がるものと調査された。

Urban Surface Environments: Human Impacts on Urban Subsurface Environments

36

タイ、バンコクにおける下水道の発展に関する日本の技術協力の歴史

山口大学大学院理工学研究科 今井 剛

The history of Japanese technical cooperation for development of sewage system in Bangkok, Thailand

Tsuyoshi IMAI, Graduate school of Science and Engineering, Yamaguchi University

1980年代からタイ国の経済成長はめざましく、これに伴う都市化の進展により環境汚染問題が深刻化の一途をたどっていた。特に中小河川・運河の水質汚染が深刻化しており、当時において急速な対応策の検討が必要であった。タイ国における河川水の水質汚染は都市下水路、処理施設体系の未整備による生活排水とされており、特に沿岸に人口集中の著しいチャオプラヤ川では、総汚濁物質の3/4が生活排水で、1/4が工場廃水によるものと推計されていた。このような環境汚染の現状に対して、タイ政府は1992年にスタートした第7次国家社会経済開発計画において環境保全対策を主要な課題の1つに掲げ、1992年に環境保全法を改正し、汚染者負担の原則を確立するなど様々な施策を講じてきた。こうした国家的政策の下、水質汚濁分野では、河川・運河の主な汚染源とされる都市生活排水対策として、タイ国内務省公共事業局（PWD）、バンコク首都圏庁（BMA）等が公共下水道事業を進めてきた。日本のJICAによるタイ国内務省公共事業局（PWD）への技術協力（1988.12～1998.5）もあり、1995年までに20箇所の下水处理場を建設し、供用を開始してきた。しかしながら、急速に整備される下水道施設を適正に建設、運用、管理する技術者が不足していたため、かかる技術者の養成が急務となった。プロジェクト方式の技術協力「下水道研修センター（TCSW）」がタイ国政府の要請で1995.9～2000.8までの5年間実施された。また、2001年のタイ国省庁再編に伴い、下水道事業の所管官庁はPWDから天然資源環境省に移管された。この天然資源環境省所轄の下水道公団（WMA）をカウンターパートとするタイ下水処理場運営改善プロジェクト（2004～現在）は現在も続いている。

In 1980's, the economic growth of Thailand was remarkable, however, environmental problem (especially, water pollution) was very serious with the urbanization. In this report, the history of Japanese technical cooperation for development of sewage system in Bangkok, Thailand is introduced. In those days, the resource of pollutants are 3/4 from a municipal wastewater and 1/4 from an industrial wastewater in the coastal area of Chao Phraya river. The government of Thailand was focus on the counter measure to the environmental conservation in 1992. Under these circumstance, JICA's technical cooperation to Public Works Development, Ministry of Interior (PWD) was began from 1988.12 to 1998.5. Successively, JICA's technical cooperation as Training Center of Sewage Works (TCSW) was conducted from 1995.9 to 2000.8. Now, JICA's technical cooperation to Wastewater Management Authority (WMA) are going on from 2004.5 to 2007.11.

タイ、バンコクにおける下水道の発展 に関する日本の技術協力の歴史



山口大学大学院理工学研究科
環境共生系専攻
今井 剛

YAMAGUCHI UNIVERSITY

研究背景(1)

- 1980年代からタイ王国における経済成長はめざましく、これに伴う都市化の進展により環境汚染問題が深刻化の一途をたどった。特に中小河川・運河
- 当時の主な汚染源は生活排水(3/4)、工場廃水(1/4)

YAMAGUCHI UNIVERSITY

研究背景(2)

- 第7次国家社会経済開発計画において環境保全対策を主要な課題の1つに掲げ、1992年に環境保全法を改正(汚染者負担の原則を確立)
- 水質汚濁分野では、河川・運河の主な汚染源とされる都市生活排水対策として、タイ国内務省公共事業局(PWD)、バンコク首都圏庁(BMA)等が公共下水道事業を進めてきた

YAMAGUCHI UNIVERSITY

研究背景(3)

- バンコクでは、下水道のメインの役割は排水がまず重要
- バンコクの近代史は水害の歴史でもある



YAMAGUCHI UNIVERSITY

研究背景(4)



YAMAGUCHI UNIVERSITY

研究背景(5)



2006.09.05

YAMAGUCHI UNIVERSITY

日本のJICAによる技術協力(1)

- タイ国内務省公共事業局(PWD)への技術協力(1988.12~1998.5)もあり、1995年までに20箇所の下水処理場を建設し、供用を開始した
- しかし、急速に整備される下水道施設を適正に建設、運用、管理する技術者が不足
- 技術者の養成が急務であった

YAMAGUCHI UNIVERSITY

YAMAGUCHI UNIVERSITY

日本のJICAによる技術協力(2)

- プロジェクト方式の技術協力「下水道研修センター(TCSW)」がタイ国政府の要請で1995.9~2000.8までの5年間実施された
- また、2001年のタイ国省庁再編に伴い、下水道事業の所管官庁はPWDから天然資源環境省に移管
- この天然資源環境省所轄の下水道公団(WMA)をカウンターパートとするタイ下水処理場運営改善プロジェクト(2004~現在)は現在も継続中

YAMAGUCHI UNIVERSITY

YAMAGUCHI UNIVERSITY

今後の課題(1)

- 都市の発展段階と下水道の発展段階とをチャートに描けるか？
(工業排水や生活排水に関して)

初期	中期	後期	将来
垂れ流し	下水道管のみ (排水路のみ)	下水処理場 (BOD除去)	高度処理 (N,Pの除去) 処理水の再利用

工業化がどのように関連しているか？

YAMAGUCHI UNIVERSITY

YAMAGUCHI UNIVERSITY

今後の課題(2)

- 大都市と新都市の比較
(分流式下水道(汚水と雨水の分離)の比率の高低?)
一般的に、大都市ほど合流式下水道の比率が高い
これは下水道が導入された時期が早い
技術的發展と関連
- 窒素のフラックスを解析できるか？
- 汚泥をどう扱うか？

YAMAGUCHI UNIVERSITY

Long-term Urban Growth and Its Implications on Water Supply Systems in Asia

Karen Ann B. Jago-on¹ and Shinji Kaneko²

¹Research Institute for Humanity and Nature, Karen@chikyu.ac.jp

²Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University

Keywords: population, urbanization, water demand and supply, Asian cities

Rapid urbanization has profound effects on the environment, economy and even to people's lifestyle. This presentation will describe the process of urbanization in Tokyo, Osaka, Seoul and Taipei in the last 50 years and the effects of urban growth on the delivery of water supply. Urban growth is described in terms of population increase and changes in the demographic characteristics of the urban areas using common indicators such as rate of natural increase and net migration, changes in population density and household characteristics, among others. Data from the United Nations, country and city statistics and other socio-economic information are used to compare the driving forces of urban growth among these four urban areas. Given the differences in statistics among these different sources of data, it is imperative to have a common description of physical boundaries in the selected urban area or city, based on the need of the different project components.

The rise in population and human activities has resulted in increased need for adequate water supply. In Osaka, Seoul, Taipei and Tokyo, the growing demand for water has been supported by increasing government efforts and investments and since the 1990s, these cities have achieved a hundred percent population coverage of water supply. Daily water consumption per capita also increases with household income but recent years show a decreasing trend, especially in Seoul. Lessons from the review of the experiences in water supply provision in these urban areas can give insights for long-term projections and planning on water demand and supply in other growing cities in Asia.

Long-term urban growth and its implications on water supply systems in Asia

Karen Ann B. Jago-on
 Research Institute for Humanity and Nature
 Project 2-4FR Urban Sub-group
 Project Meeting - Hiroshima
 November 27, 2006

Outline

- Population data (UN survey & estimates)
- Population data (Country and city statistics)
- Demographic characteristics of cities
- Population, income and water supply

Urban Population/ Area:

- political and administrative boundaries
- population size and density
- population size, density and economic and social indicators

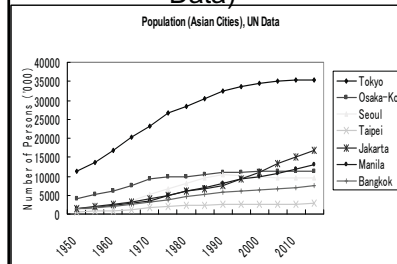
City population:

- function of and where the city administrative boundaries are drawn
- vary depending on the definition used:
 - city, metropolitan area, region

Urbanization

- growth of the population (natural increase, migration, annexation)
- development of specialized functions/ activities

Population estimates (UN Data)



Population estimates (2005)

- TOKYO – 35,197,000**
- OSAKA-KOBE – 11,268,000**
- SEOUL – 10,256,000**
- TAIPEI – 2,606,000**
- JAKARTA – 13,215,000**
- MANILA – 10,677,000**
- BANGKOK – 6,593,000**

Tokyo – Tokyo Metropolitan Area (Tokyo, Chiba, Kanagawa and Saitama)
 Osaka - includes Kobe
 Seoul – Seoul city
 Manila – Metropolitan Manila (Manila City and 16 cities and municipalities)

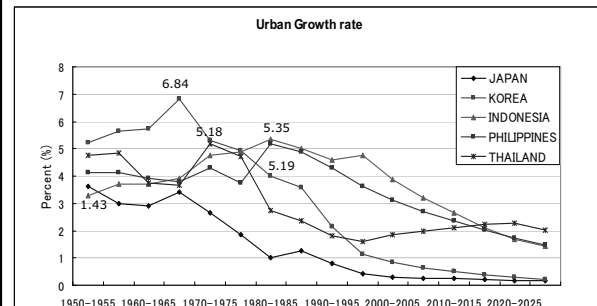
Average Population Growth rates (1950-2005)

	JAPAN	S. KOREA	INDONESIA	THAILAND	PHILIPPINES
Country	0.775	1.69	1.87	2.16	1.89
Urban	1.93	4.12	4.35	3.39	4.10
City ¹	2.07	4.08	4.01	2.87	3.5
City ²	1.81				

City¹: Tokyo, Seoul, Jakarta, Bangkok, M. Manila

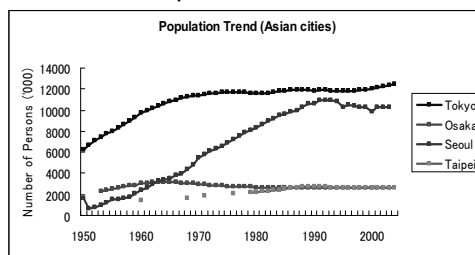
City²: Osaka

Urban Growth rate



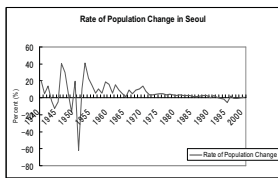
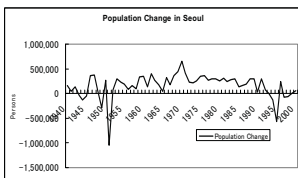
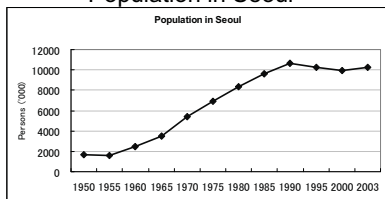
Demographic characteristics of cities

Population Trend

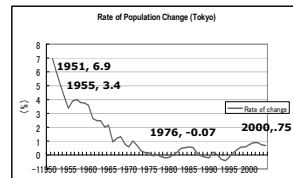
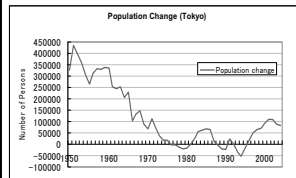
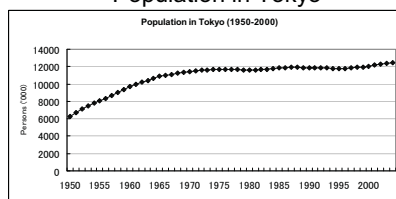


Tokyo: 12,369,000
Osaka: 2,626,635
Seoul: 10,277,000
Taipei: 2,627,138

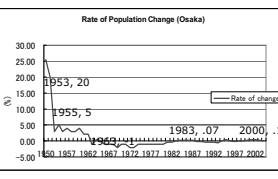
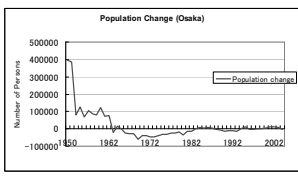
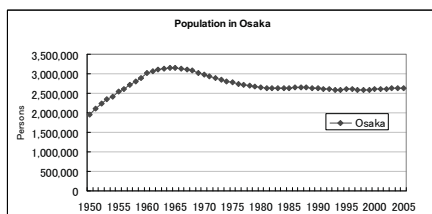
Population in Seoul



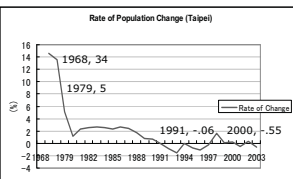
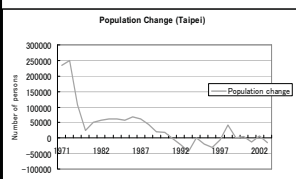
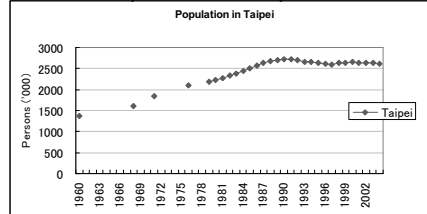
Population in Tokyo



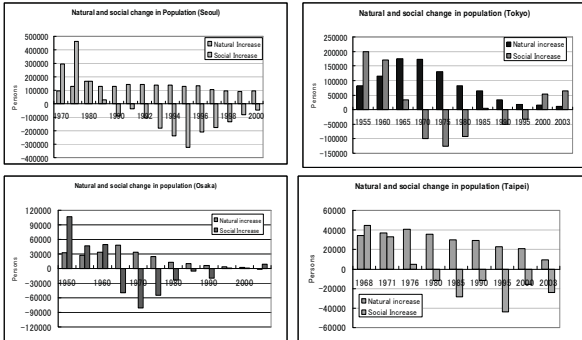
Population in Osaka



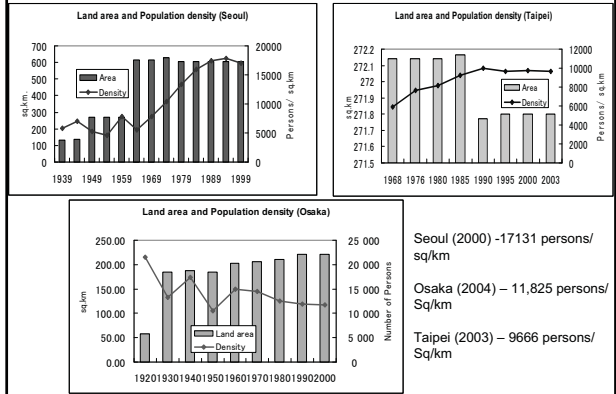
Population in Taipei



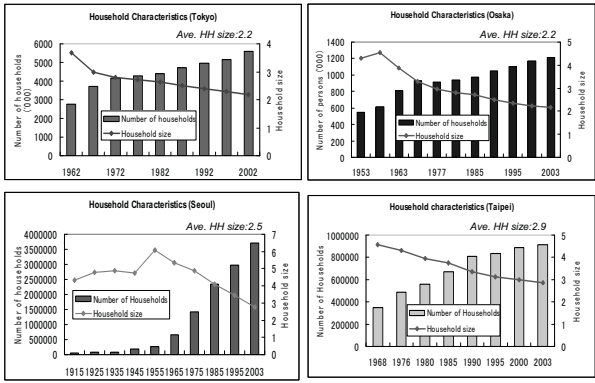
Natural and social change in population



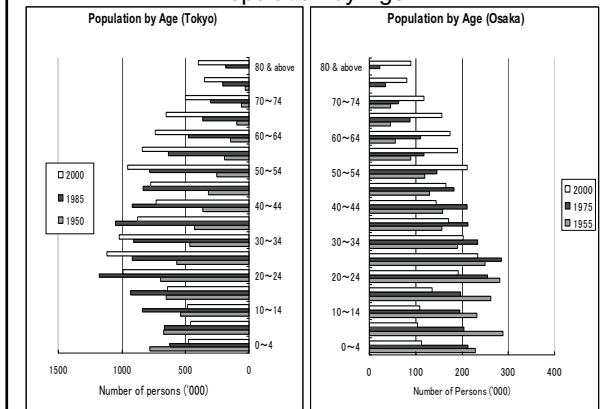
Land area and population density



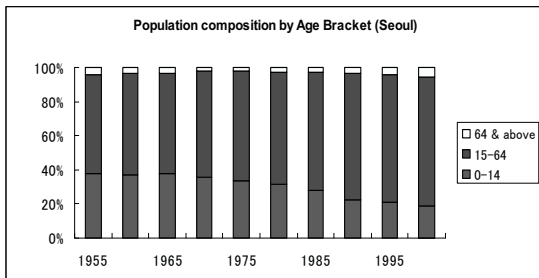
Household Characteristics



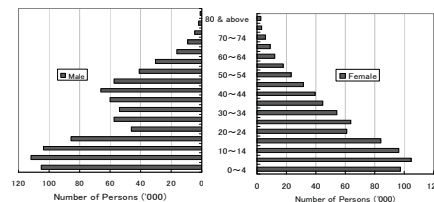
Population by Age



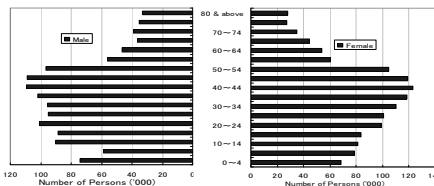
Population by Age



Population by Age (Taipei, 1968)



Population by Age (Taipei, 2003)



Summary 1

Population increase in:

- SEOUL – due to natural increase
- (negative rate of social increase)
- TOKYO – due to social increase
- (decreasing rate of natural increase)
- OSAKA – due to social increase
- (negative rate of natural increase)

Population decrease in:

- TAIPEI – decreasing rate of natural increase
- negative rate of social increase

Increasing number of households and decreasing household size.
Household dynamics may influence per capita consumption of water Resources.

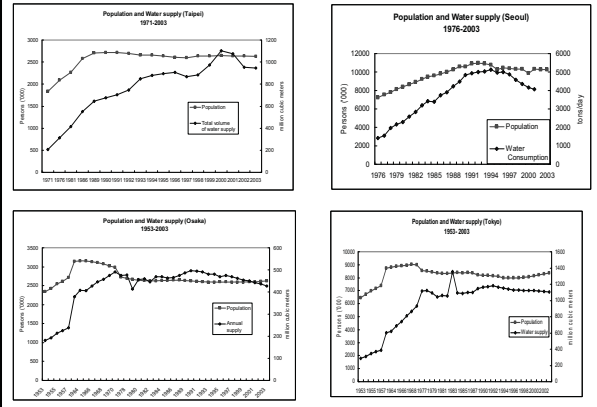
Summary 1 (Cont.)

Population trend according to age bracket (1995-2000)

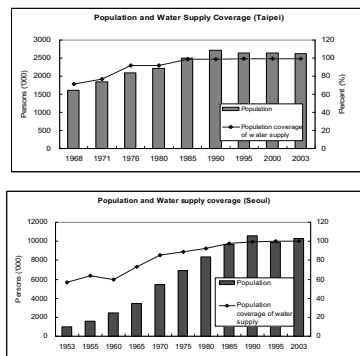
Age bracket	Seoul	Taipei	Osaka	Tokyo
0-14	Decreasing	Decreasing	Decreasing	Decreasing
15-24	Increasing	Decreasing	Decreasing	Decreasing
25-34	Increasing	Decreasing	Decreasing	Increasing
35-49	Increasing	Increasing	Decreasing	Decreasing
50-64	Increasing	Increasing	Increasing	Increasing
64-80			Increasing	Increasing

Population, water supply and consumption

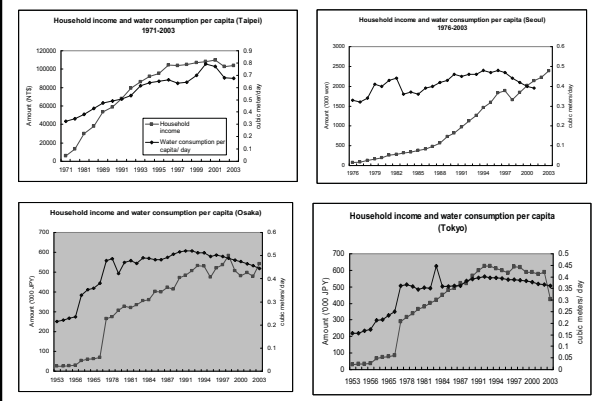
Population and Water supply



Population and water supply coverage



Household income and water consumption



Summary 2

Water supply increases with population growth

Osaka: 1953-2003 (181 \Rightarrow 426 million cm^3)
Tokyo: 1953-2003 (287 \Rightarrow 1103 million cm^3)
Taipei: 1968-2003 (414 \Rightarrow 945 million cm^3)
Seoul: 1976-2001 (142 \Rightarrow 405 million cm^3)

Water consumption per capita/day increases with population growth

Osaka: 1953-2003 (0.22 \Rightarrow 0.45 cm^3)
Tokyo: 1953-2003 (0.16 \Rightarrow 0.36 cm^3)
Taipei: 1968-2003 (0.28 \Rightarrow 0.67 cm^3)
Seoul: 1976-2001 (0.32 \Rightarrow 0.39 cm^3)

Water consumption per capita increases with household income in Taipei but decreasing in later years in Seoul. Trends in Osaka and Tokyo still need to be reviewed further.

Summary 2 (Cont.)

Differences in water consumption between cities maybe due to:

- Socio-economic conditions (income, etc.)
- Water use patterns
- Technological improvements

Future Plan

- Trend analysis of domestic water supply and consumption and urban growth factors.
- Determination of water use patterns in households and technological improvements which led to the increase/ decrease in water consumption in the past 50 years.
- Analysis of socio-economic factors and policy measures affecting delivery of water supply and changes in water demand.
- Case study cities of Bangkok, Jakarta and Manila in order to provide a good comparison of experiences of cities in different income levels and stages of growth.

Thank you for your kind attention!

「LCAによるヒートアイランド現象の環境影響の定量化」

玄地 裕 産業技術総合研究所

Life Cycle Impact Assessment of Urban Heat Island in Tokyo

Yutaka Genchi

ヒートアイランド現象の影響は、エネルギー、人間健康、生物種の北限、経済面などさまざまな分野にわたる。ヒートアイランド対策は、基本的に気温を下げることを目的とする対策であるため、夏季だけでなく、冬季にも気温が下がる可能性が高い対策もあり、暖房エネルギー消費の増加をもたらすことも考えられる。その場合、ヒートアイランド対策が、地球温暖化対策とセットで考えられることが多いことを考慮すると、夏季の冷房需要削減と冬季の暖房需要増大のどちらが年間エネルギー消費の削減に寄与するかが問題となる。ライフサイクルアセスメント（LCA）は、企業の環境面の定量的評価に広く用いられている手法である。製品、サービス、事業などがもたらす、素材の採掘段階から輸送、素材精製、成型、組み立て、配送、運用、修理、廃棄に至るライフサイクル全般で発生する環境負荷や環境負荷物質による環境影響を定量的に示すものである。LCAの特徴は、影響の連鎖を考慮することと、その結果生じる環境負荷を考慮することである。

ここでは、ヒートアイランド現象のもたらす環境影響をライフサイクルアセスメントで用いられるライフサイクル影響評価手法（LCIA）の一つである日本版被害算定型影響評価手法（LIME）をもちて整理した事例の紹介を行う。

The urban heat island phenomenon is believed to be a serious social issue in Japan. Researchers have studied the direct mitigation effect on UHI of countermeasures to UHI. We consider other effects of countermeasures to UHI, such as the contribution of UHI countermeasures to the mitigation of global warming through the reduction of life cycle energy consumption. UHI countermeasures are expected to reduce energy consumption for cooling in summer. However, some UHI countermeasures could result in an increase in energy consumption for heating in winter.

If the energy consumption for heating exceeds the energy consumption for cooling for a particular kind of UHI countermeasure, large scale introduction of that countermeasure might actually result in an increase in the energy consumption for the year-round heating and cooling of buildings. In this case, the UHI countermeasures could exacerbate the environmental problem of global warming. Decision makers must take into account such potential conflicts between different environmental issues when considering the adoption of UHI countermeasures.

Life cycle impact assessment, LCIA, is widely used to understand the environmental impacts of products and services.

In this study, we aim to quantitatively estimate several kinds of environmental impacts caused by UHI in Tokyo and integrate these impacts. An integrating technique called LIME (Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling, Itsubo 2004) was used to estimate the impacts of UHI.

LCA手法を用いたヒートアイランド現象の環境影響の定量化

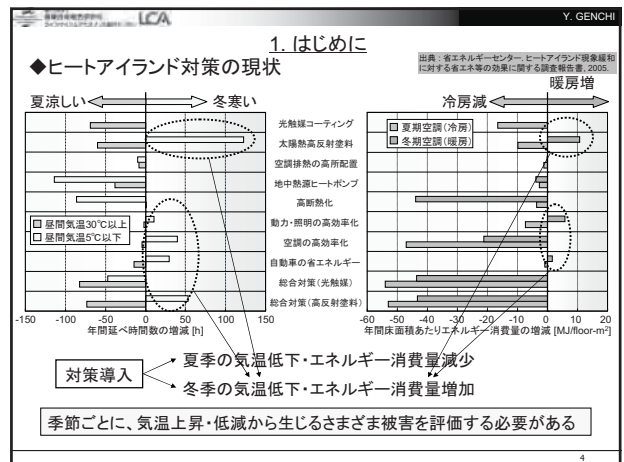
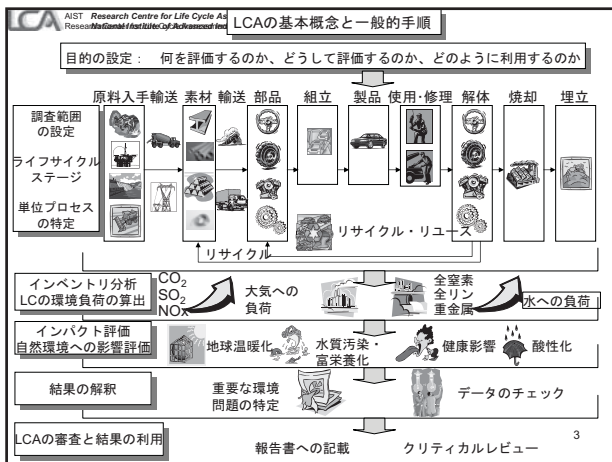
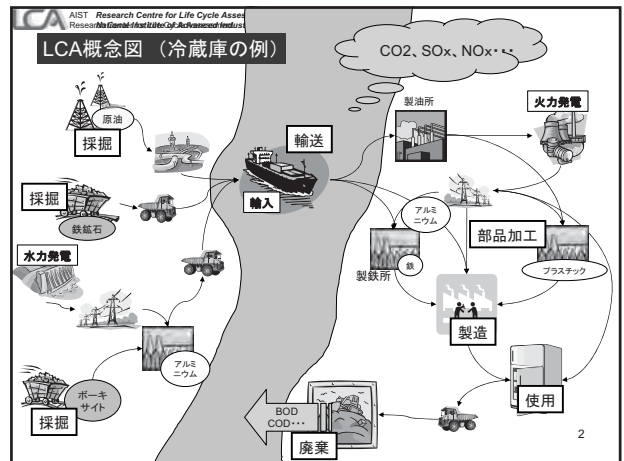
玄地 裕¹ 南 拓郎² 井原 智彦¹

¹(独)産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメント研究センター
²早稲田大学理工学部

独立行政法人 産業技術総合研究所
ライフサイクルアセスメント研究センター
ihara-t@aist.go.jp
http://unit.aist.go.jp/lca-center/

LCA

ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY/AIST



はじめに

◆研究の目的と背景

研究背景

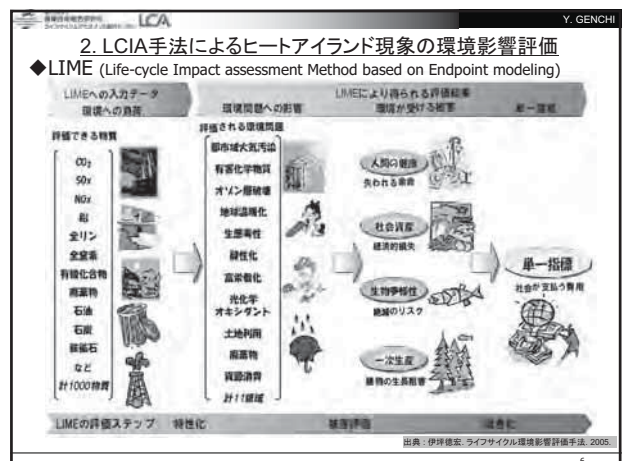
ヒートアイランド現象の緩和のためには、有効な対策が必要。そのためには、ヒートアイランド現象の何が問題なのかを定量的に評価する必要がある。

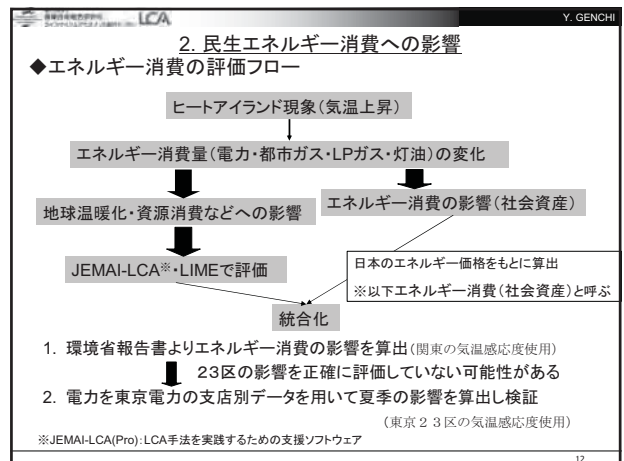
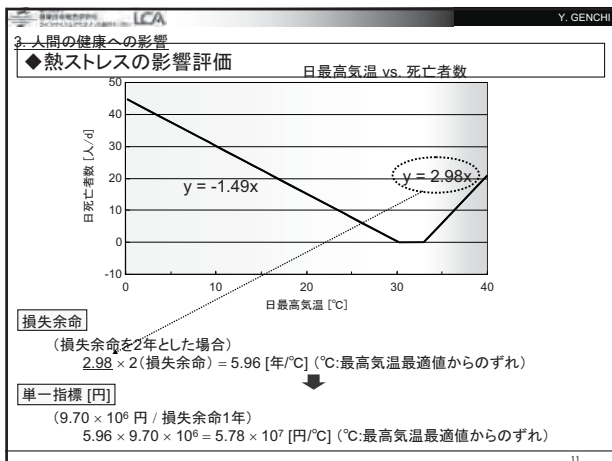
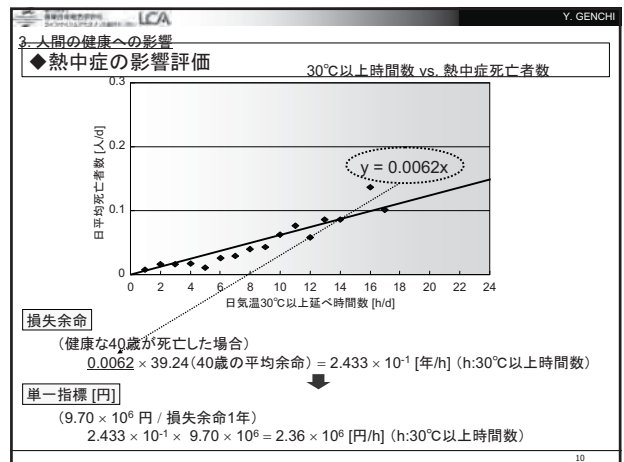
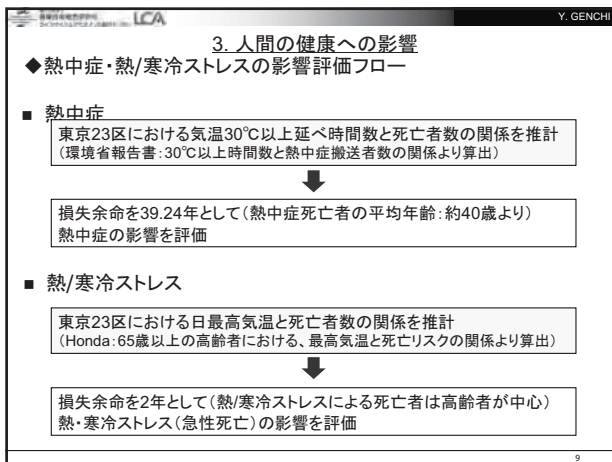
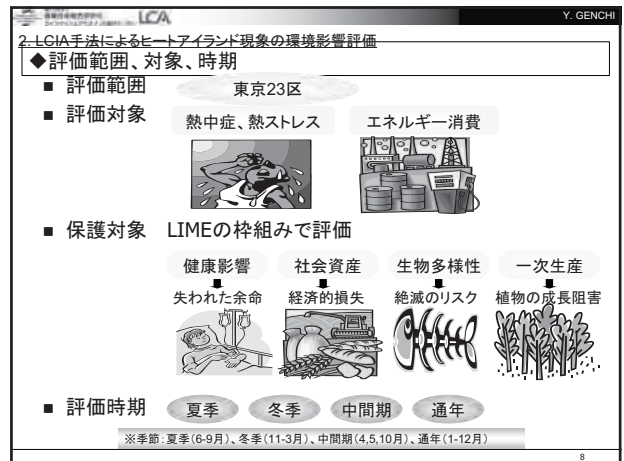
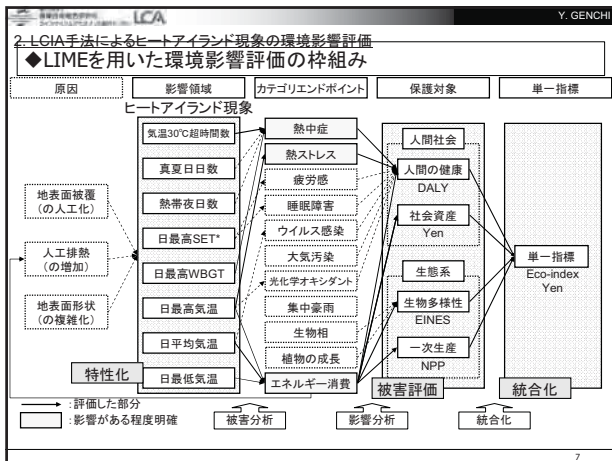
研究の目的

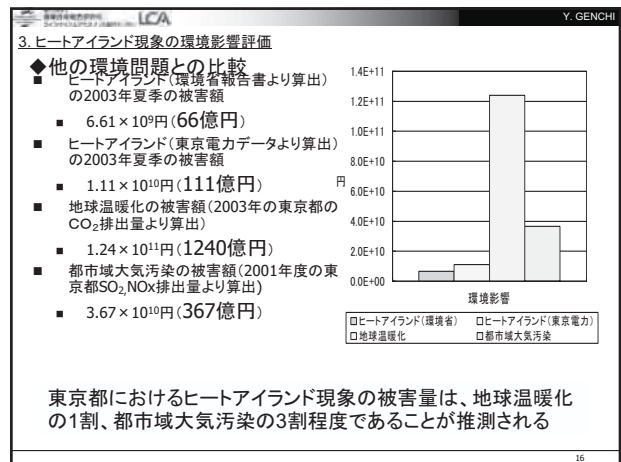
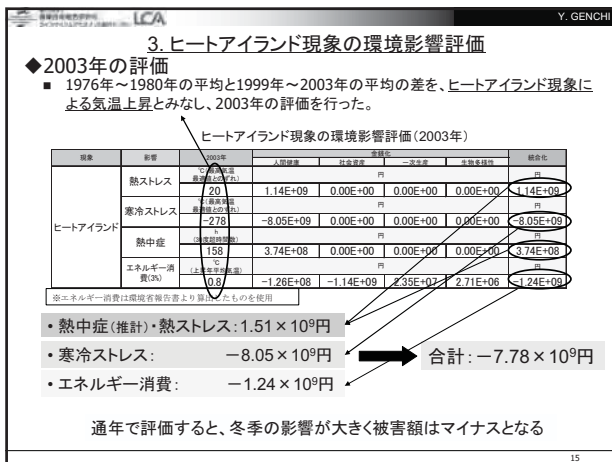
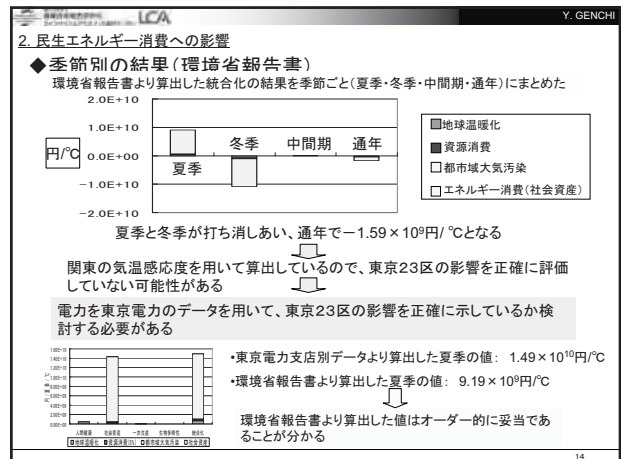
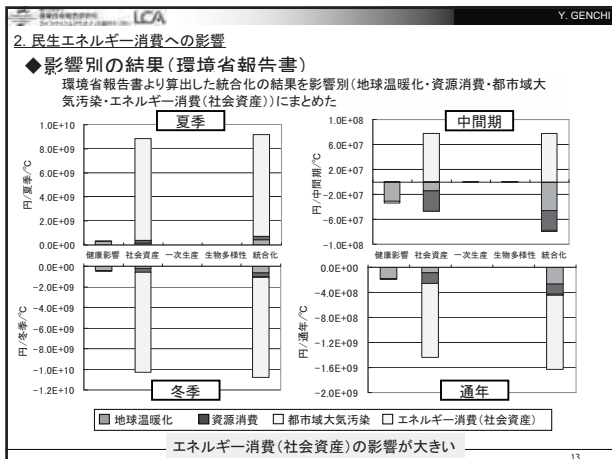
ヒートアイランド現象の影響を他の環境問題と比較して定量的に評価する手法が必要

評価の枠組み、その枠組みで検討するためのヒートアイランド現象に関するデータとして何が明らかでない

ライフサイクル影響評価(LIME)の枠組みで、ヒートアイランド現象による被害を定量的に評価する。おおまかに被害量を推計することによって、ヒートアイランドの何が問題か、また今後どのような研究が必要かを明らかにする。







4. まとめ

◆ 結論

■ まとめ

- 他の環境問題と比較した時、夏の気温上昇のみが問題であることが定量的に示せた
- 通年で評価した場合、寒冷ストレスとエネルギー消費(社会資産)の影響が大きいことが分かった
- 冬季の影響が大きいため、対策として通年で気温低下を招く対策は有効でない

■ 今後の課題

- 昼夜別の解析(睡眠障害・快適性の低下の影響定量化)

社会経済班まとめ

	地下水量	地下水質	地下温度
金子	DPSIRフレームワーク		
張	指標論、モデル構築		
カレン	都市発展モデル(人口、経済)		
藤原・李		都市政策、土地利用	
谷川			マテリアル ストック
松本	ライフスタイル、食糧消費		
藤倉	環境負荷発生・抑制		
今井	上下水道技術、インフラ		

スケジュール

	H18	H19	H20	H21	H22
東京	→				
大阪	→				
ソウル	→				
台北	→				
BK		→			
MNL			→		
JKT			→		

「地表面における水文環境の変遷—バンコクを事例に—」

吉越昭久 (立命館大学文学部)

Changes of hydrological environment on earth surface—A case study of Bangkok, Thailand—

Akihisa YOSHIKOSHI (Ritsumeikan Univ.)

目的と方法 地下における熱・物質・水質などの環境変化を明らかにする場合、地上における変化についても考慮を払う必要がある。両者の境界となる地表面はそれらの移動の中継点であり、とりわけ重要な意味をもつ。地表面には、集落や都市、農地などが展開し、生存活動や生産活動が行われ、それらは時代と共に変化してきた。その変化については、現地の統計類などを求めることで概念的にはある程度明らかにすることができる。しかし、地表面の諸環境（都市機能・形態や水文環境など）は、地図・写真・衛星画像などから把握することができるものの、資料の存在に大きく制約され、必要とされる時間的インターバルごとの解明はそう簡単なことではない。

そこで本プロジェクトで、現在までに入手できた地図などをもとに、かかる研究がどの程度できるのかについて、検討してみたい。今回行うのは、タイの首都・バンコクを事例に、その一部（特に中心部）についてである。今回の発表の方法と結果が、他のグループの要求にも応えられるかどうかも含めて議論の題材にさせていただければ幸いである。

使用した地図など バンコクの都市域をあらわした地図には、比較的古いところでは 1917 年 (1:40,000) のものがある。この時期には、王宮を取り巻く 3 本の運河を中心に市街地がみられた。他は、チャオプラヤ川に沿う地域に町並みがあった。右岸地域にはそう多くの市街地は存在しなかった。この頃は、幹線道路や鉄道が建設され始めた時期にあたる。その後、米軍が作成した地図 (1:50,000) が、1961 年に作成されているが、それは 1952 年撮影の空中写真をもとにしている。それによれば、市街地は急激に拡大し、東部・北部に膨張し、対岸にも拡大していった。その後、1993 年に 1:50,000 が刊行され、これが現在通常に販売されている地図である。他にも、ほぼ同じ頃に刊行されたと考えられる（年代不明）1:25,000 の地図も存在する。また 2004 年には、ツーリストマップとして 1:25,000 のバインダー形式の地図も販売されていて、これによって最も新しい市街地の現況が把握できる。

なお、Google Earth, Google Map でも、バンコクの市街地の縮尺の地図・衛星画像がみられ、現在の地図を補強する上では欠かせない。

地表面の水文環境 これらの資料から、市街地としては建物の密集地区、緑地・農地、道路、鉄道、寺院などがわかる。しかし、一部の要素について地図によっては、判読できないものもある。

水文環境としては、河川・運河・井戸・湖沼・廃止された湖沼・塩水を含む湖沼などが判明する。王宮がある旧ラタナコーシン島付近を核にして発展したバンコク中心街は、都市の拡大とともに、水運・排水・防衛などの機能を持たせた運河が、道路などに転換していくことで、水域を減少させていったが、その様子が、水域面積や都市的土地利用の変化をみることで明瞭になる。

The purpose and method

I would like to examine that the research [Changes of hydrological environment on earth surface-A case study of Bangkok] can be performed in this project based on the map obtained by the present. It is an example about Bangkok, the capital of Thailand. I am pleased if the method of this announcement and a result make it the ability also of the demand of other groups.

Used map

- 1:40,000 Map make out in 1917
- 1:50,000 Map make out in 1961
- 1:50,000 Map make out in 1993
- 1:25,000 Map (an age- unknown)
- 1:25,000 Tourist map make out in 2004
- Google Earth and Google Map.

Hydrological environment on earth surface

The road, the railroad, the high density area of the building, the park, the temple etc. are written to the map as the elements of the city area. Moreover, the river, the canal, the well, the lake, the lake containing salt water etc. are written as the elements of the hydrological environment. Bangkok used the area centering on a king's palace as the core, and has developed. As a result, the canal with functions, such as water transport, drainage, and defense, changed to the road etc., and water areas decreased in number gradually. The water area which has those situations in a map became clear by seeing land use change of a city area.

地球研 地下環境P全体会議
「地表面における水文環境の変化
ーバンコクを事例にー」
Change of hydrological environment on
earth surface - A case study of
Bangkok, Thailand

2006.11.27-29

吉越 昭久(立命館大学)
Akihisa YOSHIKOSHI(Ritsumeikan Univ.)

目的

地下における熱・物質・などの環境変化を明らかにする場合、地上における変化についても考慮を払う必要がある。ここでは、地表面が地下と地上(上空)の境界であり、熱・物質などが移動する中継点であるためである。

地表面には、集落や都市、農地などが展開し、生存活動や生産活動が行われ、それらは時代と共に変化してきた。(続)

その変化については、現地の統計類や地図などを用いることで概念的にはある程度明らかにすることができる。

しかし、本研究プロジェクトのような研究目的には、不足するものが多く、これまでの研究においては、十分に明らかにされていない。この研究を実施する。

方法

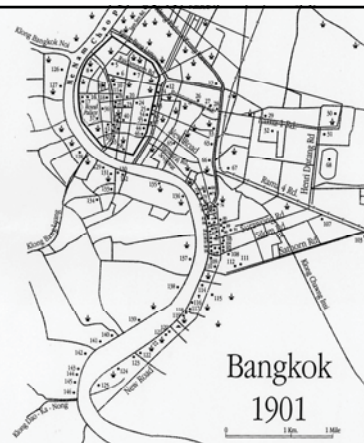
地表面の諸環境をのうち、都市機能・形態や水文環境は、地図・写真(地上・空中)・衛星画像などの他、統計類などから把握することが可能である。

そこで、まず地図を収集し、時系列的に並べることで地表面の環境変化を読み取ることとした。ただし、入手できた地図は、時期的に限定されているし、同時期の地図が全て集まった訳ではない。このため、当初期待した時期について、扱うことはできていない。

対象の地域と地図

対象地域:バンコク (以上の方法で、地表面の水文環境変化が明らかにできるかどうかを確認するため)

地図: 1917年(1:40,000)
1961年(1:50,000)
1993年(1:50,000)
1998?年(1:25,000)
2004年(1:25,000)



1900年頃のバンコク

(次の地図の刊行年次,1917年)

1782年 トンブリーから王都を移動(バンコクの起源)
クルンテープ ラタナコーシン島の王宮化

1853年 バドゥンクルンカセーム運河の建設

1855年タイ・イギリス友好通商条約による自由貿易の開始

市街地の拡大

1900年頃 現在のバンコクの原型が完成



1961年のバンコク

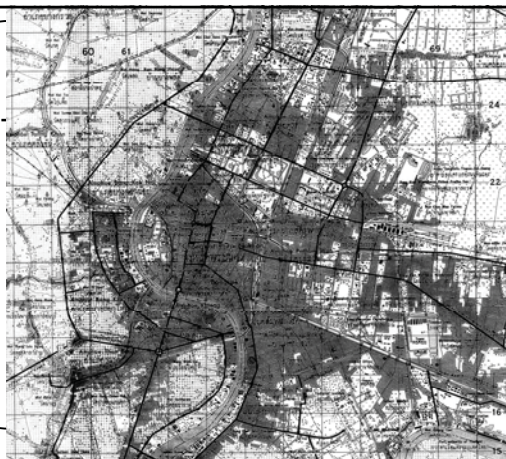
1960年頃「開発の時代」

市街地の変化(運河の埋め立て、市電の廃止、ビルの建設、市街地の拡大など)

用途別土地利用:

(住宅地69%、商業地8%、工業地6%、公共用地18%)

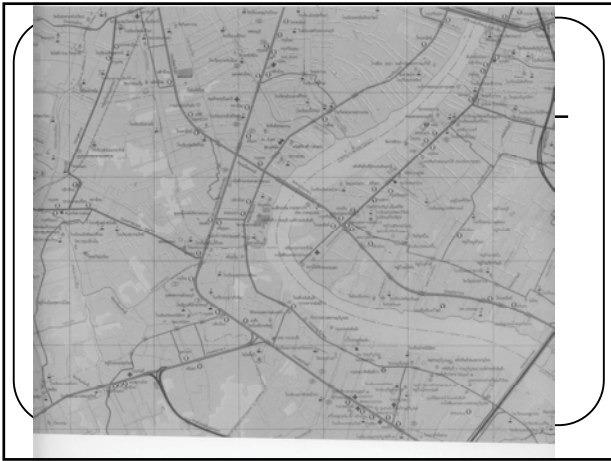
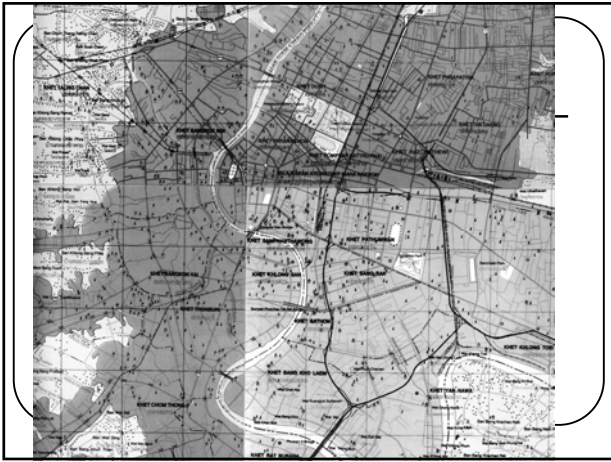
深刻な都市問題



1993年頃のバンコク

アジアの大都市から世界都市へ

人口の増加・都市の拡大



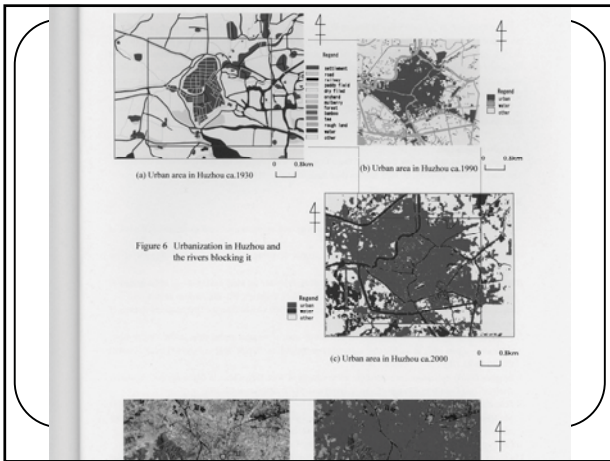
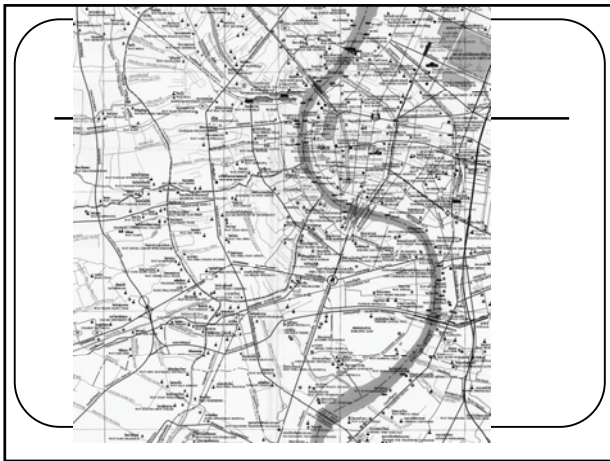


Table 1 Land use ca.1930 in each study area in Jiangsu set by *Atlas of Cities of China*

a) Nanjing (南京)			b) Changzhou (常州)			c) Xuzhou (徐州)		
land use	km ²	%	land use	km ²	%	land use	km ²	%
urban	37.2	18.13	urban	11.09	13.84	urban	8.34	11.03
settlement	17.90	8.05	settlement	6.43	8.03	settlement	3.82	4.10
road	19.24	8.86	road	4.66	5.82	road	4.10	5.37
railway	1.38	0.67	railway	0.05	0.06	railway	1.22	1.58
agricultural	62.37	28.04	agricultural	59.36	74.10	agricultural	34.27	44.48
paddy field	0.00	0.00	paddy field	0.00	0.00	paddy field	0.00	0.00
dry field	62.02	27.88	dry field	59.36	74.10	dry field	34.27	44.48
orchard	0.19	0.09	orchard	0.00	0.00	orchard	0.00	0.00
mulberry	0.14	0.06	mulberry	0.00	0.00	mulberry	0.00	0.00
tea	0.00	0.00	tea	0.00	0.00	tea	0.00	0.00
forest	8.30	4.18	forest	0.92	1.19	forest	0.62	0.81
bamboo	0.00	0.00	bamboo	0.00	0.00	bamboo	0.00	0.00
rough land	0.87	0.30	rough land	0.00	0.00	rough land	0.00	0.00
water	25.19	11.32	water	5.86	7.07	water	2.77	2.95
other	18.84	8.82	other	2.08	2.64	other	30.84	39.14
total	222.49	100.00	total	80.13	100.00	total	77.04	100.00

d) Yixing (宜兴)			e) Dongtai (东台)			f) Nantong (南通)		
land use	km ²	%	land use	km ²	%	land use	km ²	%
urban	1.36	13.42	urban	3.47	13.67	urban	7.32	10.84
settlement	0.13	1.18	settlement	1.71	6.74	settlement	1.81	2.17
road	0.63	6.24	road	1.76	6.93	road	5.42	8.08
railway	0.00	0.00	railway	0.00	0.00	railway	0.00	0.00
agricultural	5.09	55.15	agricultural	14.42	56.93	agricultural	31.22	75.82
paddy field	0.00	0.00	paddy field	0.00	0.00	paddy field	0.00	0.00
dry field	5.09	55.14	dry field	14.40	56.93	dry field	31.22	75.90
orchard	0.00	0.00	orchard	0.00	0.00	orchard	0.00	0.00
mulberry	0.03	0.29	mulberry	0.00	0.00	mulberry	0.00	0.00
tea	0.00	0.00	tea	0.00	0.00	tea	0.00	0.00
forest	0.00	0.00	forest	0.00	0.00	forest	0.00	0.00
bamboo	0.00	0.00	bamboo	0.00	0.00	bamboo	0.00	0.00
rough land	0.00	0.00	rough land	0.00	0.00	rough land	0.00	0.00
water	2.57	25.20	water	1.33	5.24	water	7.70	11.41
other	0.56	5.48	other	6.13	24.16	other	1.16	1.72
total	10.13	100.00	total	25.38	100.00	total	67.05	100.00





今後の課題

- 可能な限り、地形図・空中写真・衛星画像の収集につとめる
- GISを用いて、都市の発展、水文環境の変化を定量的に把握する
- 水域の減少が、描画によるのか、事実なのかを、確認する必要がある
- アジア諸都市において、比較研究を進める

大阪湾岸の工業地化と地盤沈下・高潮対策

加藤政洋*

A Study of the Formation Process of Industrial Area in Osaka City: Focusing on the Land subsidence and its Management

Masahiro Kato (Ritsumeikan Univ.)

大阪市のインナーエリア臨海部にあたる工業地帯——主として西淀川・此花・港・大正の各区——では、明治期から地盤沈下が進行し、ところによっては 1886 (明治 19) 年から 1921 (大正 10) 年までの 36 年間で 57 cm もの沈下を見た。この事態は 1930 年を前後する時期から問題視されるようになり、大阪市は 1934 年から市内各所に 98 個の水準基標を設けて調査を開始した。その結果、最も激しく地盤が沈下したのは 1930 年代後半 (昭和 10~15 年) で、1935・36 年を頂点に以後遞減し、1943・44 年頃にはほとんど停止するにいたった。ひどいところでは 10 年間で 100 cm にも達する沈下量を示し、なかでも此花区は最大潮位よりも低く沈んだのである。言うまでもなく、この背景には地下水を大量に使用する工場の生産活動がある。

1945 年の終戦を前後する時期において、物資の不足や空襲被害にともない工場が生産をほとんど停止したことで現象としての沈下は停滞していたものの、1950 年の朝鮮動乱をきっかけとして生産活動が増進すると地盤の沈下は再び急速に進むところとなった。これにより、1950 年のジェーン台風ならびに 1961 年の室戸台風に際しては、高潮による甚大な被害を蒙り、工業生産の停滞を招いたのである。ジェーン台風後、大阪府市は防潮堤などの築造による高潮対策とともに、工業用水道の建設ならびに取水を制限することで、地盤沈下への対策を講じていくことになる。

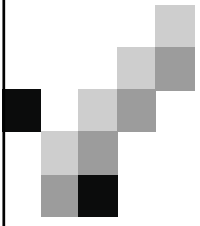
ここでは工場の立地・集積にともなう工業地の形成、生産活動の様態、業種別の取水量から地盤沈下の局地化現象を捉えるとともに、工場立地と地盤沈下によって引き起こされた地域変容をとりわけその対策に注目して考察する。

The aim of this study is to propound some models for the relationship between location of industry and degree of land subsidence in Mega cities, but here I limit the discussion to the transformation of land use and the configuration of urban environment in Osaka City.

The history of this city has been intertwined with stages of pre-modernism, modernism, especially industrial capitalism, and postmodernism. Each stage has provided the urban form with various built environment for social life at large. In modern Era, Osaka had developed through the formation of industrial areas, and accordingly called 'Manchester of the East'.

In this study, I am going to understand locality of subsidence in the light of the formation of industrial area through location and accumulation of many factories, the production activities, and the regional transformation caused by these activities.

* 立命館大学文学部
E-mail: mkt23078@lt.ritsumeikan.ac.jp




大阪湾岸エリアの工業生産と地盤沈下・高潮対策

加藤 政洋



大阪における地盤沈下の発見



1886年～1921年
57cm沈下

1928年
臨海部の沈下が問題化

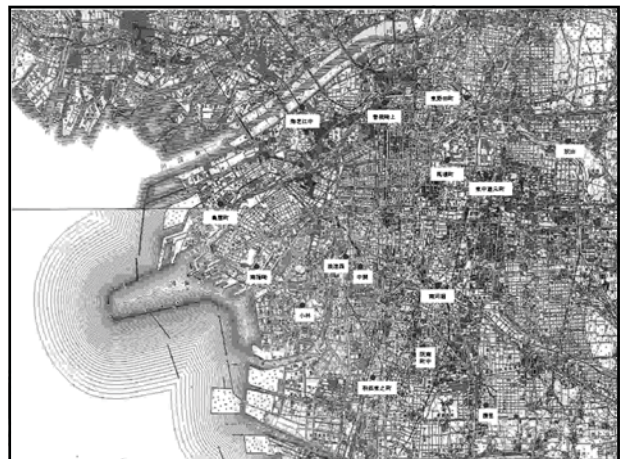
目的 (過去の) 経済活動(工業生産)が地下環境に及ぼした影響を推測。

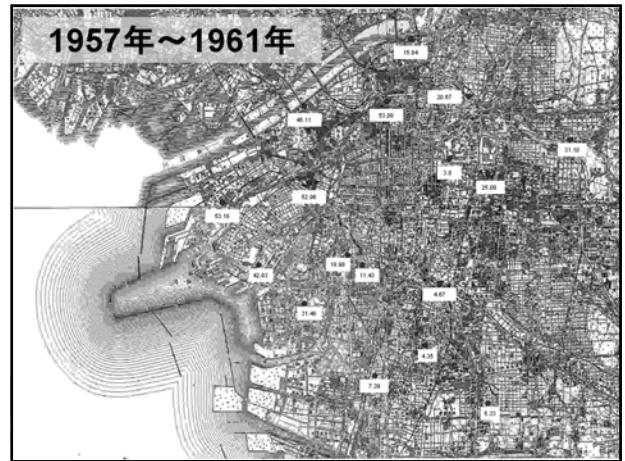
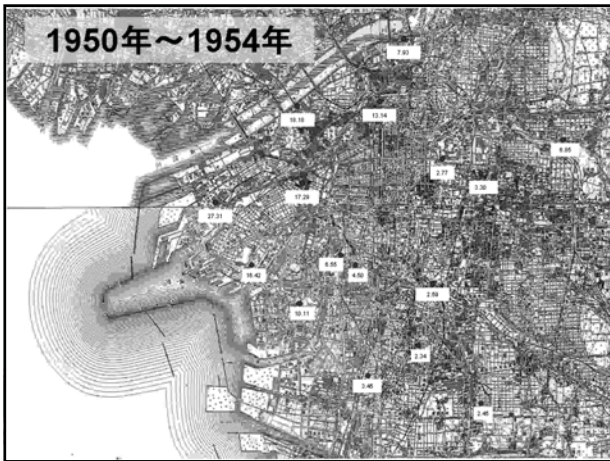
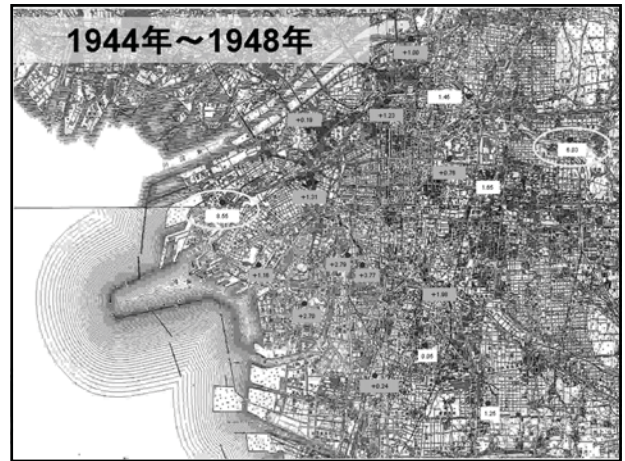
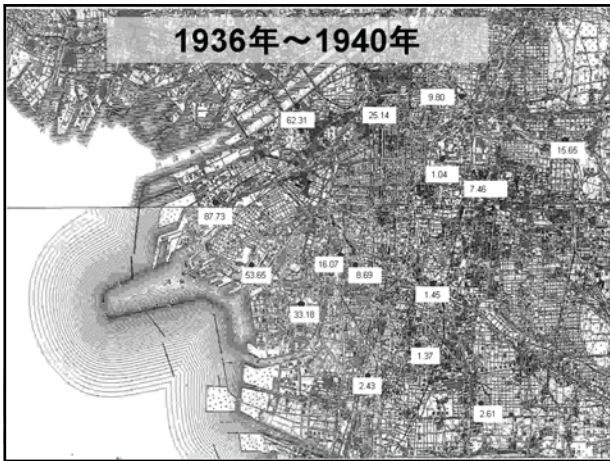
- 工業種別の工場の立地・集積。
- 各工場(地区)の生産活動(出荷額)。
- 各工場(地区)の地下水の採取量。
- 地盤沈下量。

➢ 工業種別の取水量と地盤沈下の局地化。
 Ⓞ 過去 = ～1960年前後(金子先生Gの設定)

1935年以降の地盤沈下

1. 1936～1940年 (戦前の沈下激甚期)
2. 1944～1948年 (沈下停止期)
3. 1950～1954年 (沈下漸増期)
4. 1957～1961年 (沈下激甚期)
5. 1963～ (地下水採取規制)





業種別の揚水量(1962年)

	化学	鉄鋼・金属	パルプ・製紙	繊維	薬品	ゴム・プラスチック・加工	製米・冷凍	食品	機械・機器	その他	計
井戸数	117	87	31	72	40	22	80	87	25	44	616
揚水量	14,038	9,288	21,002	12,717	3,853	2,288	16,872	14,882	1,140	2,853	101,211

単位
1000m³

規制前後の井戸数と揚水量

	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
井戸数	776	814	788	1,055	829	575	391	289	219	104
揚水量	9,360	10,315	9,288	12,368	9,478	7,919	5,612	3,441	1,540	466

単位: 万m³

- 主要工場の揚水量—生産量、主要ビルの揚水量。
- 1930～1955年の大阪市内の揚水量を比定。
- 揚水量と沈下量の関係。

通称「西六社」

会社名	所在地	創立年月日	敷地面積 (坪)	工場建坪	従業員	
住友電気工業株式会社	豊島南之町60	明治44年8月1日	75,895	29,095	2,350	
住友金属工業株式会社製鋼所	島居町406	明治34年6月22日	177,000	57,000	3,200	
住友化学工業株式会社大阪製造所	春日出工場 西島工場	春日出町278-3 西島町73-1	大正5年3月1日 昭和11年3月1日	64,500 11,000	27,600 4,000	2,045 253
日立造船株式会社板島工場	板島南之町17	明治43年4月1日	112,704	35,324	3,521	
汽車製造株式会社大阪製作所	島居町406	明治29年9月7日	55,000	21,000	1,654	
大阪瓦斯株式会社	西島工場 倉庫工場	西島町649 川岸町1丁目31	昭和15年1月29日 明治31年11月2日	76,189 13,859	685 263	

日立造船株式会社板島工場の敷地のうち36,870坪は住宅その他、同じく建坪のうち、870坪は住宅その他の敷地である。

地盤沈下対策

- 1950年ジェーン台風
- 1961年室戸台風
- 高潮による被害
- 防潮堤の築造、工業用水道の建設、地下からの取水制限。
- ☞ 堤防、盛土による都市景観の変容。

バンコクにおける都市化とその特徴

香川雄一（滋賀県立大学環境科学部）

Urbanization of Bangkok and its Characteristics

Yuichi Kagawa

都市地理グループでは 2006 年 8 月 6～10 日に、バンコクで現地調査を実施した。本報告はそのまとめと追加資料による研究成果の紹介である。

バンコクはチャオプラヤ・デルタの下流域に立地している。タイの王朝はチャオプラヤ川を下るように都を遷移させ、18 世紀後半にバンコクを王都と定めた。デルタの湿地帯ゆえに川（舟運）が交通の幹線となり、運河の建設によって交通網が築き上げられた。現在の王宮もチャオプラヤ川と運河に挟まれ、同心円状にまたは放射線状に運河は郊外へと伸びている。欧米諸国による近代化への圧力は、それらの運河網に加えて道路の建設を要請した。19 世紀から 20 世紀にかけて自動車の普及もあって道路が交通の主軸となっていく。しかし運河も交通と利水の機能を持続させていくのである。

プライメイト・シティとして、タイにおけるバンコクの都市規模は他都市と比べものにならないほど卓越している。人口の集中もさることながら都市機能や生産基盤もバンコクとその周辺に立地してきた。すでに通勤者の居住地や工場等の職場はバンコク都（BMA）の範囲を越えている。それを支えているのが自動車による移動であり、逆に鉄道網の不備ゆえの深刻な交通渋滞を引き起こした。最近になって都心部での移動は高架鉄道と地下鉄によって便利になったが、運河の舟運も通勤に利用されている。バンコクにおいても水環境とのかかわりが減っている一方で、自然環境的な都市基盤が受け継がれてきた。

都市機能のひとつとして、バンコクにおける宗教施設（寺院）の分布も考えてみたい。人口分布は郊外化を進めているなかで、まだ寺院は都心部に集中している。さらに詳細に分布を分析してみると、チャオプラヤ川や運河網との関係が浮かび上がる。そこでは高層ビルが乱立し、土地利用が変容した地表面の景観上からは見えてこない、都市の人間活動の一側面が見えてくる。

Bangkok is located at the lower delta of Chao Phraya. The Thailand dynasty has replaced its capital to downstream along the river. In the latter half of 18c, Bangkok became the capital of the Kingdom. There was transportation network with river and canal which called 'klong' in Thailand. As the road network has constructed, the klong system also has effected on urban function. After the period of growth, Bangkok has extended to outer BMA (Bangkok Metropolitan Administration) with industrial urbanization. They have caused traffic jam. Because many workers live on suburb and factories are located on periphery of the city. As same as other developing countries, Bangkok has been judged the primate city for the rest cities. Recently, new railroad system (Bangkok Transit System and subway) has constructed in Bangkok. Under the suburbanization, shipping service has remained. In addition to that, the major facilities (e.g. temples which called 'Wat' in Thailand) are concerned with the klong network. Its location has been regulated with water (re)use and the transportation system. So, one of human impacts can be analyzed by the urban hydrological environment.

バンコクにおける都市化とその特徴

都市地理グループ
滋賀県立大学環境科学部
香川雄一

都市地理グループのバンコク調査

- 2006年8月6-10日: 加藤, 谷口^智, 山下, 香川
- 現地見学と資料収集

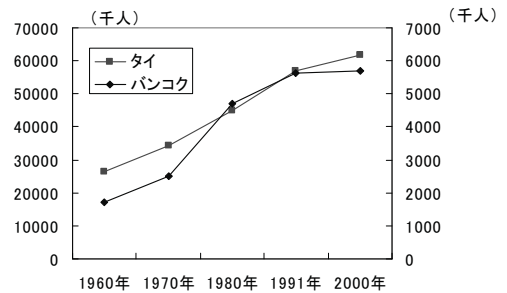
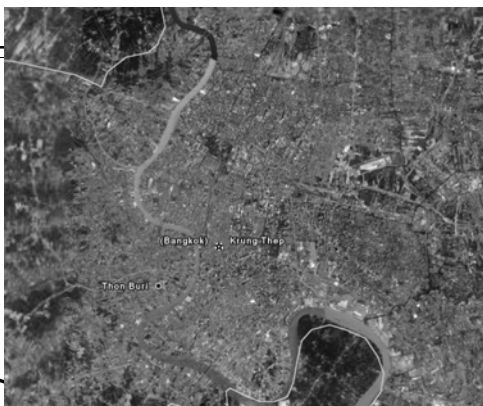
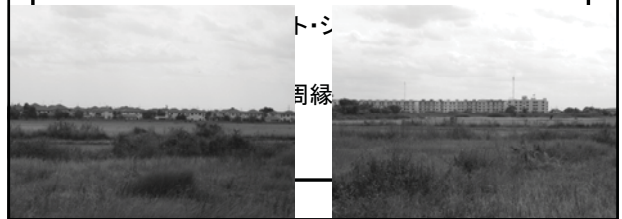


都市地理学と地下環境への影響

- 水文環境と都市 河川、運河とその変容
- 人間活動の増加 人口分布とその変化
- 人間の生産活動 工場の立地と拡大
- 環境への悪影響 汚染物質の排出と蓄積

バンコクにおける都市化

- 同心円的形態: 放射状に拡大
- 分散的都市化: 幹線沿いに帯状開発



1960年 1970年 1980年 1991年 2000年

タイとバンコクの人口変化

出典: Population & Housing Census, Statistical Profile of Bangkok metropolitan administration

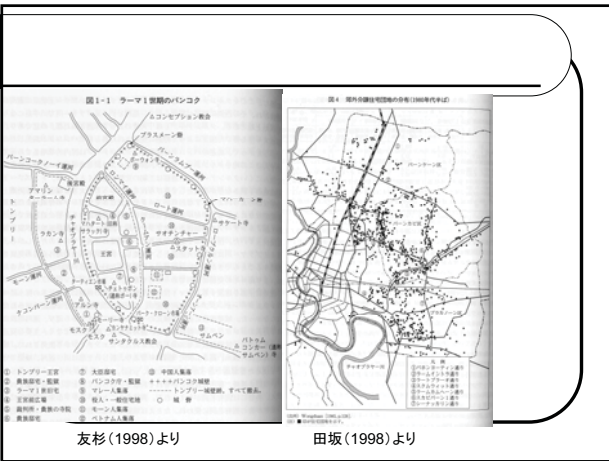
バンコクにおける工業化

- バンコク南部の工業団地(輸出加工区)



バンコクにおける都市域の拡大

- 1782:トンブリー(1767~)より遷都
- 運河とチャオプラヤ川で川中島となる湿地
- 既存の運河の外側に運河を建設し拡張
- 道路による外延部への拡大(交通の変化)

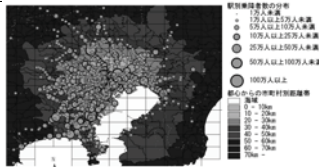


バンコクにおける都市構造

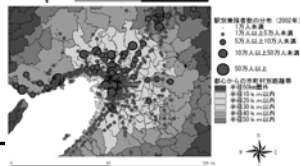


大都市圏の都市構造(交通流動)

東京大都市圏



京阪神大都市圏

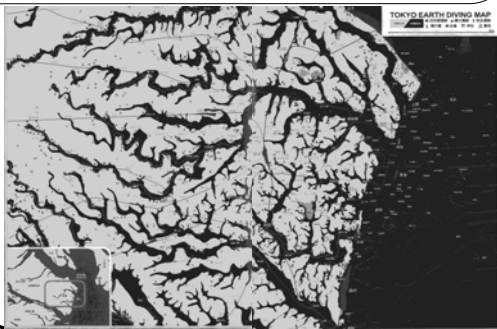


地下環境プロジェクトの調査から

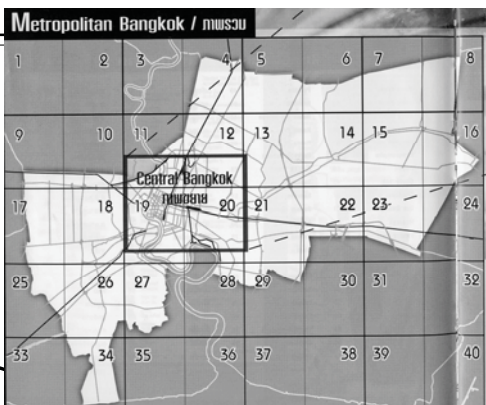
- 寺院の立地と運河へ流入する水質の関係
- 寺院の分布と立地プロセス



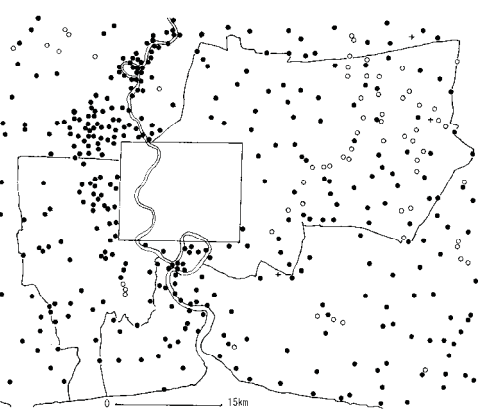
水路網と寺院の立地(中沢, 2005)



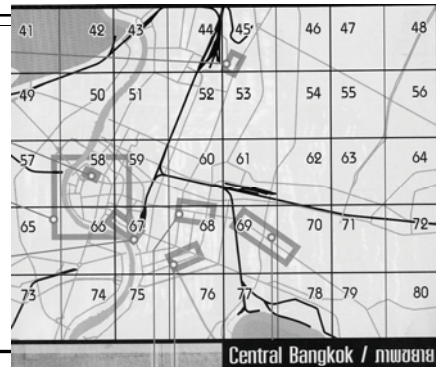
バンコク都における寺院の分布

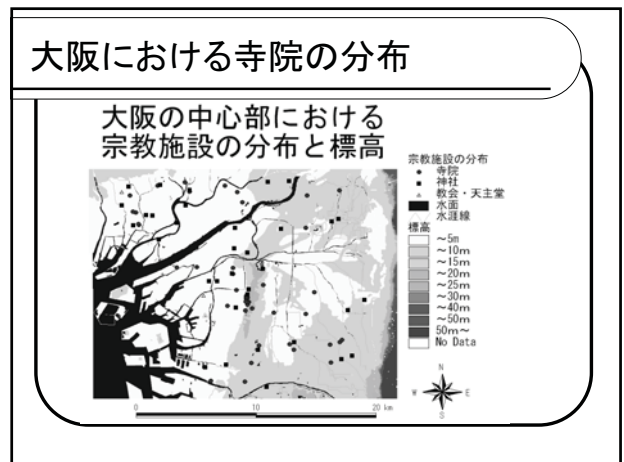
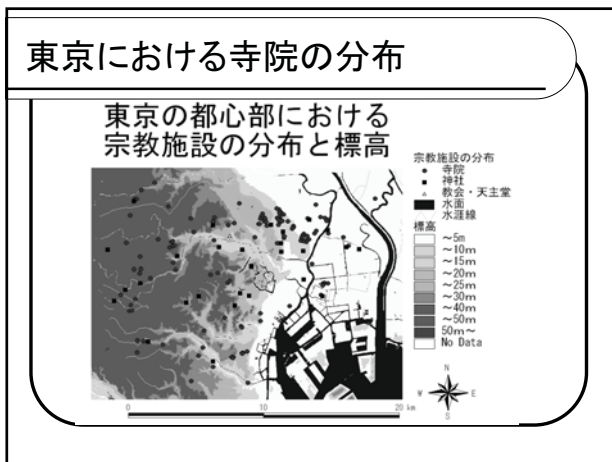
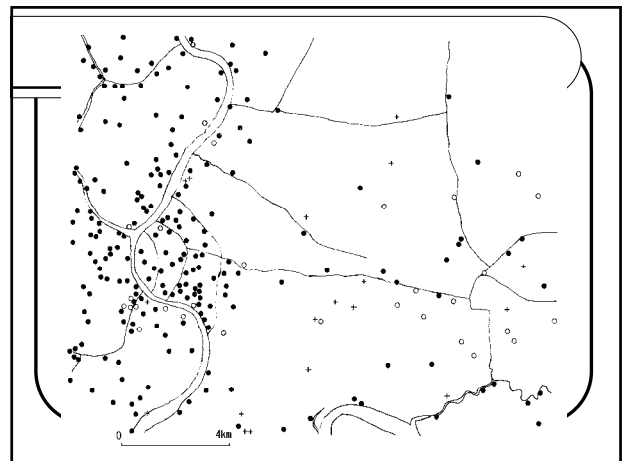
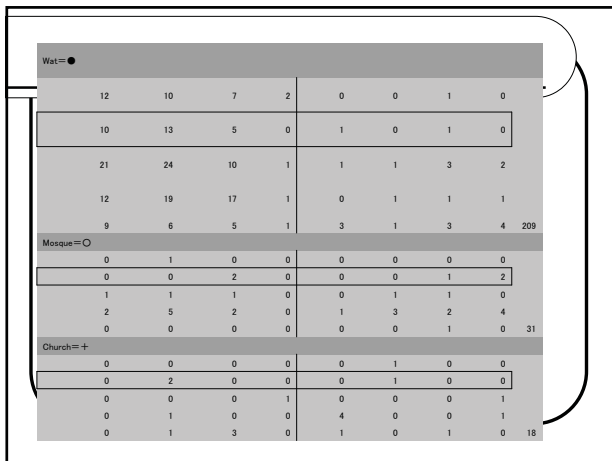


Wat=●	7	7	34	7	7	7	7	5
	7	41	64	4	8	5	6	6
	9	24	136	28	7	9	7	9
	8	11	15	19	3	4	6	7
	6	3	7	7	5	5	7	10 574
Mosque=○	3	3	1	0	0	5	8	1
	0	0	3	1	0	7	7	8
	0	0	12	15	2	2	3	4
	0	0	3	0	0	3	0	2
	0	0	0	1	0	0	0	1 95
Church=+	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	1	2	0	0	0	1
	0	0	7	8	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	21



バンコク都心部における寺院の分布





- ### 本発表のまとめ
- バンコクにおける都市化の特徴
 - 都心部への注目(主要施設と水路の関係)
 - 人間活動と地下環境の接点としての寺院
 - 他都市との比較検討の可能性

- ### 今後の課題(都市地理班として)
- 都市構造の歴史的変化を復元
 - 水文環境の地図化
 - 都市域の確定 調査ポイントとの関係
 - 他班との議論の接点を模索

東京における井戸分布

谷口智雅（立正大学地球環境科学部）

Distribution of well in Tokyo

Tomomasa TANIGUCHI

Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

都市における人間活動に関わる「水」は、人為的な影響を非常に受けて変化しており、「自然」と「水」の関係を理解するには歴史的な水文環境の復原が重要である。そこで、第一に「過去の土地利用などの人間活動を中心とした都市活動を明らかにする」、第二に「歴史的地下水環境の復原を行う」の2点を中心に研究を進めている。

第二の歴史的地下水環境の復原手法として、史資料・地形図等を用いた分析を行っているが、明治20年に出版された「1/5000 東京図測量原図」内の図式にある井戸記号から、明治初頭の東京の井戸分布を復原したので、その結果を報告する。なお、地図範囲は、東は隅田川右岸沿岸、西は新宿山手線内付近、北は上野・目白まで、南は隅田川河口・麻布の皇居を中心とした約8キロ四方の東京中心部の範囲である。この頃の東京の掘り井戸は約45,000、とも言われ、地形図内に示された井戸分布を見ても東京中心部には多くの井戸がある。分布の特徴として、水利用の観点から住宅密集地・屋敷の敷地内等に分布し、低地・台地、旧河道等地形的な条件とは必ずしも一致していない。

このため、地形図による過去の井戸分布とあわせて、現在の井戸分布についても把握を行った。ここでは、地形的条件および史資料の比較的整っていることなどを考慮して、東京中心地の北部に位置する文京区について井戸分布を把握したが、地形図による過去の井戸分布復原同様に住宅地の路地、寺社に井戸が分布している。今後、寺社資料から井戸の分布と寺社との関係を明らかにする予定である。

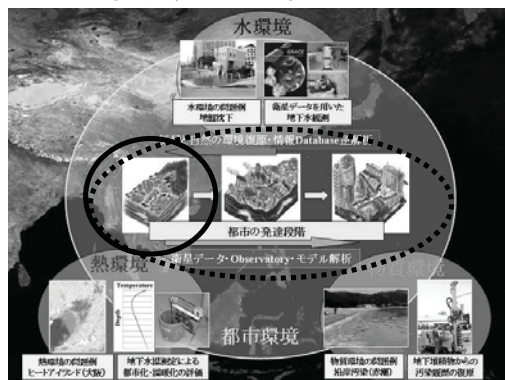
The natural environment of cities can be understood based both on present and past natural environments, as well as the formation process of present situation. And, we will reconstruct historical water environment in the city. Historical reconstruction of water environment focuses on historical data, such as old documents, old maps, art pictures and photographs.

The general water environment of the city would be clarified not only by water quality and loading amount in the river, but also by volume of water and water level in ground water. From this viewpoint, I reported on well and its use for the historical reconstruction of water environment. I have focuses on the descriptions and landscape in this research in Tokyo (Edo).

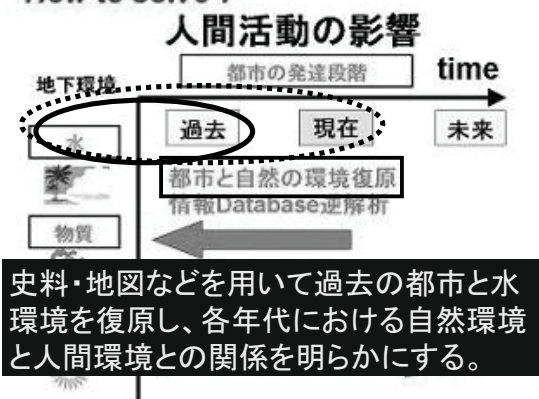
東京における井戸分布

谷口智雅
立正大学地球環境科学部・非
都市地理SG

本研究の位置づけ



How to solve ?

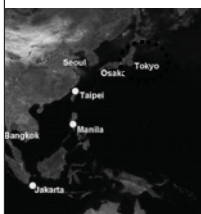


研究概要

1. 研究テーマ
史料から見た歴史的な水文環境の復原
2. 研究目的
過去の土地利用などの都市活動の復原
歴史的な水文環境の復原
人間活動と水文環境との関係を提示
3. 研究手法および資料
過去; 史料および地図による把握
現在; 資料および現地調査による景観、水利用、土地利用の把握

本発表の内容

- 東京の過去の地下水環境と人間活動
- 対象として100年間の変化



東京の明治時代(100年前)にはどこで、どれだけ、どのように地下水を利用していたか?
地図・史料から明治時代の井戸の分布の把握

東京の名所(名井、1907頃) 20~25ヶ所

- 姫ヶ井(麹町区内山下町), 桜ヶ井(麹町区陸軍参謀正門左; 径9尺甘泉), 柳ノ井(麹町区永田町; 大干にも涸れず)
- 亀の井(神田区佐柄木町; 將軍の茶水に利用), 姥ヶ井(神田区竪大工町), 主水ノ井(神田区千代田町)
- 采女の井(京橋区采女が原), 譲の井(京橋区桶町; 有名な清泉)
- 雁金ノ井(芝区神谷町; 不詳)
- 柳の井(麻布区麻布山元町善福寺内), 策の井(ムチノイ; 四谷区荒木町; 津の守内)
- 堀兼の井(牛込区市谷船河原町逢坂下)
- 極楽水(小石川区久堅町宗慶寺), 御福ノ井(小石川区久堅町), 星の清水(小石川区雑司ヶ谷町鬼子母神)
- 柳の井戸(本郷区湯島神社)
- 幡随院妙水(下谷区幡随院内), 野中ノ井(下谷区谷中三崎町)
- 藤ノ井(浅草区茅町), 金光ノ井(浅草区猿若町; 浅草十泉)



現在の名井(東京名湧水57選)

東京都環境局「東京の環境」参照
<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/size/yuusui57sen/top.htm>

「五千分の一東京図測量原図」

- 明治19~20年に出版(1886~1887)
- 三角測量によるドイツ式図式
- 当時の土地利用および施設を示す
- 東京の中心部(15区)

五千分一東京図記号略表

家屋	9	18	28	37	46	54	63	72	81
1	10	19	29	38	47	55	64	73	82
2	11	20	27, 30	39	48	56	65	74	83
3	12	21	溝	40	49	57	66	75	84
4	X	13	22	31	41	鉄道及道路	58	67	76
5	14	23	32	42	50	59	68	77	85
家屋に 異なる記号	15	24	33	43	51	60	天然地	78	86
6	16	25	34	44	52	61	69	79	87
7	17	26	35	45	53	62	70	80	88
8	17	27	36	境界	53	62	地下水及桶	81	89
55	6	3	22	44	47	50	63	81	89

この頃の掘り井戸は約45,000、とも言われ、地形図内に示された井戸分布を見ても東京中心部には多くの井戸があることが示された。
 井戸の分布は、低地・台地、旧河道等地形的な条件より、住宅密集地・屋敷の敷地内に分布する特徴が見られた。

東京図測量原図の課題として

- 井戸深が不明
- 浅井戸だけでなく、地中に設置した桶も井戸として称する
- どのように利用されているか不明
- 水質も不明

※あくまで、「井戸がある」という点のみ把握。このため、上記の点については他の資料で検討

井戸について記載された文書例

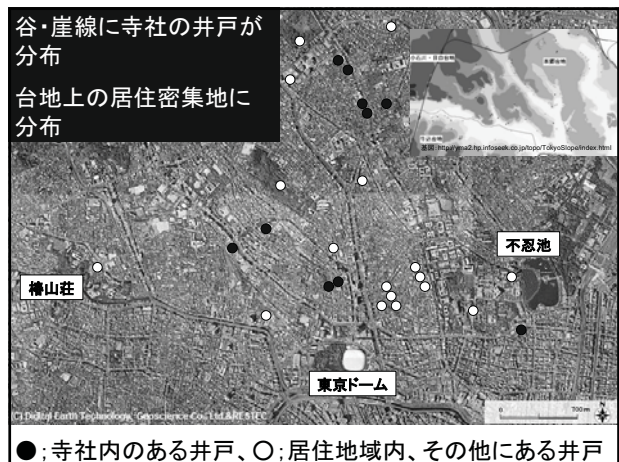
1. 「私のうちの近くの曾我医院のそばに、昔から湧水と言われた大型の四角い古井戸がある。…(中略)…。私は、まいまい井戸の残欠が、こんな近くにあるとは最近まで知らなかった。」
(井伏鱒二 1987 『紋窪風土記』)
2. 「高臺の井戸は皆深かったが、その中でも掘抜井戸と称して地下の水層まで深く掘り下げたものは、旱魃にも水の枯れる虞がない。井戸側に凭って下を覗くと、水の面は盆の大きさにしか見えない。」「同じ山の手でも、小石川だの番町などの高臺とちがって、江戸川端あたりの低い町では、井戸車を用いる程井戸が深くないので、勿釣瓶で水を汲んでいた。」
(永井荷風 1945 『井戸の水(冬の蠅)』)
3. 「井戸は車にて綱の長さ十二尋(約20m)、…」
(樋口一葉 1884 『大つごもり』)
4. 「太い孟宗の節を抜いて、深く埋めた中から水が湧き出て、そこいらの桶に水がかかる仕掛であった。その時分はどんな仕掛か知らぬから、石や棒ちぎれをぎゅうぎゅう井戸の中へ挿し込んで…」
(夏目漱石 1906 『坊ちゃん』)

どのような所に井戸(地下からの水の得られる所)が分布しているか?

- 水利用の観点から、居住密集地域?
- 地下水の得やすい所?
(寺社は一般的に水の得やすい所に建立されると言われる。また、水の得れた所に祠ができ、それが寺社に発展しているところもある。…寺社の井戸分布)
- 現在の井戸分布において検証

現在の井戸分布の把握

- 飲用の観点から保健所で衛生管理しているため、数・場所を把握しているが個人情報の問題から開示・閲覧は困難。
- 寺社および比較的古い居住地域を対象に個別訪問によって、井戸の有無を確認。



今後の課題

- 仮説: 井戸分布は「水の得やすい所 水資源確保のため、深い井戸を掘って水を確保; 台地上の井戸など (より簡易に水を得られる水道) 水の得やすい所にある井戸が残る」
- 位置情報のみでなく、量(水位)およびその変化についても把握、検討を行う。
- ※ 寺社誌・史料の水位に関する文章の検索、湧水および湧水地点の把握
- 井戸分布と地下水環境との関係について
- ※ 地域を絞って、「現在の井戸の状況把握と併せて」検討
詳細な過去の地下水環境を復原する
復原スケール: 約100年間(10年・10mオーダー)

補足

1. 水質について
「井戸が汚れた」、「このため深く井戸掘り直した」、「井戸を壊した」などの記録が見られるため、これを空間別・時系列に並べて、質の環境復原を試みる。
2. 「井戸(水源)と利用地域の分布の距離(水平方向・鉛直方向)が時代ともどのように変化しているか?」についても検討を行う。

対象地域に関する収集地図・資料とその提供

戸所 泰子 (立命館大・院生)

Collected maps and bibliographic data and its information provision

TODOKORO Taiko (Graduate Student, Ritsumeikan University)

本発表の目的は、2006年11月現在までに都市地理SGが収集した、研究対象地域に関する地図と文献資料データを紹介し、研究プロジェクト全体でこれらの情報の共有・活用を計るものである。

まず、国内調査地の東京・大阪については、1920年以降発行の旧版地形図を紙地図で全て入手し、tif画像としての利用は可能である。東京・大阪の中心部については、GISで使用可能なGeotif形式にデジタル化した。また、空中写真も入手済みである。

海外調査地については、発行年次は一定しないが、国内で閲覧可能であった各都市の地形図を入手(コピー等)し、リストを作成した。現在、これらの紙地図とtif画像は利用可能である。2006年8月のバンコクでの地形図・資料購入により、部分的な不足はあるものの、バンコクに関する地図データは揃いつつある。地図に関する整備・入手状況から鑑みて、バンコク・ソウル・タイpeiでの経年的な地図データの入手は比較的容易であり、マニラ・ジャカルタではかなり難しいものと思われる。

都市の発達に関する文献資料については、研究対象地域別に日本語文献と外国語文献(主に英語)のリストを作成した(Excel data)。

現在、大阪の旧版地形図のデジタル化を進めており、数年次に渡り水系網の復元を行っている。同様の手法を用いて、海外都市との比較が可能かどうかを、今後、バンコクを事例に作業を進める予定である。

This presentation introduces collected maps and bibliographic data by urban geography sub-group as of end-November, and intends to share this information with project members.

As for domestic study areas, Tokyo and Osaka, we purchased all topographical maps and aerial photographs published since 1920. We can use digitalized map data of the central Tokyo and Osaka by GIS.

As for international study areas, although the date of publication is non-constant, we can use some of topographical maps of each study areas. In view of the situation of map provision and its access to information, it is comparatively easy to get map information in Bangkok, Seoul, Taipei, and difficult to get it in Manila and Jakarta.

Now our sub-group is conducting digitalization of topographical map and water system of the central Osaka to compare with those of Bangkok.

対象地域に関する収集地図・資料とその提供

Collected maps and bibliographic data and its information provision

都市地理SG: 戸所 泰子 (立命館大・院生)
 TODOKORO Taiko (Graduate Student, Ritsumeikan University)
 地球研広島全体会議@アルカディアビレッジ
 2006.11.28.Tue. 09:45-10:00

00 Introduction はじめに

Purpose

- To introduce collected maps and bibliographic data by urban geography SG as of November, 2006
- To share the information with project members

Contents

- 01 Map Data
 - Domestic study areas
 - International study areas
- 02 Bibliographical Data
- 03 Data Limitation
- 04 Work Plan

目的

- 2006年11月現在における都市地理SG収集の地図と文献・資料データの紹介
- プロジェクト全体での情報の共有・活用を図る

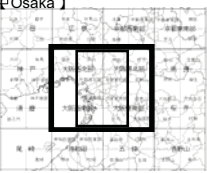
発表構成

- 01 地図資料
 - 国内調査地(東京・大阪)
 - 海外調査地(バンコク・ソウル・台北・ジャカルタ・マニラ)
- 02 文献資料
- 03 資料の制約と課題
- 04 現在の作業と今後の予定

01 Map Data: Domestic Study Area 地図資料(国内)

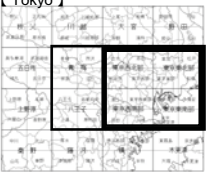
Topographical Map Index

【 Osaka 】



- Topographical maps (1920-2005)
 - Red: 1/50,000
 - Orange: 1/25,000
 - ⇒ Maps, TIFF, GEOTIFF
- Aerial photographs (1985)
 - Green: 1/50,000
 - ⇒ Photo

【 Tokyo 】

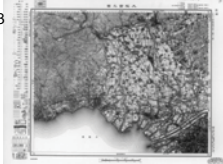


国土地理院のHP.の図録より作成
<http://www.gsi.go.jp/Map/HISTORY/5-25/index5-25.html> (2006.4.7.参照)

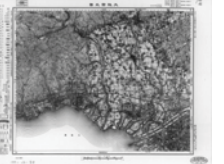
01 Map Data: Domestic Study Area 地図資料(国内)

TIF Data 【 Osaka Northwest 】 1/50,000

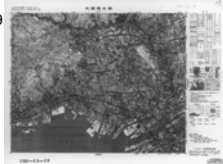
1923



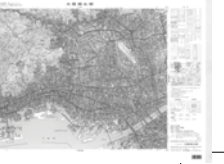
1950



1979



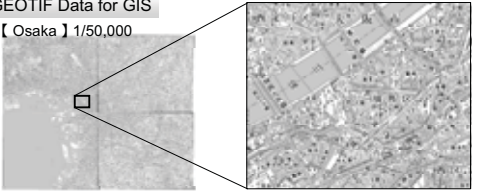
1999



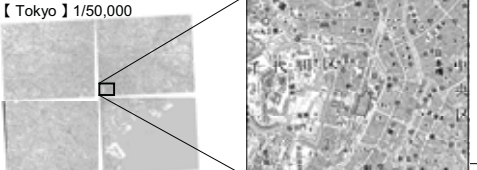
01 Map Data: Domestic Study Area 地図資料(国内)

GEOTIF Data for GIS

【 Osaka 】 1/50,000



【 Tokyo 】 1/50,000



01 Map Data: International Study Area 地図資料(海外)

Collection Source

- Institute of Developing Economics
- JICA
- Kyoto University
- Gifu Prefectural Library

所蔵・入手元

- アジア経済研究所
- JICA
- 京都大学博物館
- 岐阜県立図書館

Available maps

	Seoul	Taipei	Manila	Bangkok	Jakarta
1910	○	x	○	x	x
1920	△	○	x	○	x
1930	○	○	x	x	○
1940	△	x	x	x	x
1950	△	x	○	x	x
1960	○	○	x	○	x
1970	x	x	○	○	○
1980	○	○	○	○	○
1990	x	○	x	○	x
2000	x	x	x	○	x

Scale:
 1:10,000
 1:25,000
 1:50,000
 1:75,000
 1:200,000

○ = available
 △ = available in other institute
 x = non-available at this time

学際領域における GIS を用いた定量的空間解析の可能性

山下亜紀郎 (酪農学園大学環境システム学部)

The Availability of Quantitative Spatial Analyses by Using GIS for Interdisciplinary Studies

Akio YAMASHITA (Rakuno Gakuen University)

Abstract: For interdisciplinary studies such as our project, GIS (Geographic Information System) is the most available as not only an analytical tool of our study but also a database to accumulate and manage various datasets involving both physical and socio-economic areas of study. Concretely, effective and efficient utilization of GIS makes the following three things possible: integrated and organized management of both various statistical datasets and digital maps we collect and observational data by field researches; mutual understanding among project members about results of analyses and field researches; clarification of correlation between physical and socio-economic phenomena by analyzing them quantitatively and spatially.

1. はじめに

本報告の目的は、本プロジェクト「都市の地下環境に残る人間活動の影響」のような自然科学と人文社会科学が融合した学際的な研究プロジェクトにおいて、GIS (Geographic Information System: 地理情報システム) を活用することが、研究目的を達成するための分析ツールとしてだけでなく、各研究者が収集・観測して蓄積されたデータを「地図」というインターフェースによって効率的・効果的に管理するデータベースとしても、きわめて有益な方法であることを示すことである。

GIS で利用可能なデータは非常に多種多様であり、緯度経度や座標値、住所などといった位置を示す情報が含まれてさえすれば、自然的・社会経済的なありとあらゆるデータ (位置情報付きのデータを総称して「空間データ」と呼ぶ) を同時に扱い、定量的空間解析によって互いの因果関係を探ることができる。しかしそれは、逆の言い方をすれば、様々な空間データが研究者の手元に揃っていないならば、GIS というツールは何の役目も果たさない宝の持ち腐れになってしまう。そこで本報告ではまず、現在都市圏を中心に進めている、東京大学空間情報科学研究センター (CSIS) への「空間データ利用を伴う共同研究」申請による様々な社会経済的データの収集・活用について述べる。次に、GIS が有する基本的な空間解析機能について関東地方を対象とした事例を踏まえて紹介する。

2. 本プロジェクトで利用可能な CSIS 所蔵データ

CSIS は日本における GIS 研究の拠点ともいえる研究機関であり、主に社会

経済的な統計資料や地図類をデジタルデータとして数多く所蔵している。全国の研究者は、CSIS に対して「空間データ利用を伴う共同研究」の申請をすることで、その所蔵データを研究目的に限り、無償でダウンロードして利用することができる。本プロジェクトでは今年度、都市班の吉越昭久先生と金子慎治先生を中心に計9名のメンバーで、主に表1に示したデータの利用申請を行った。研究メンバーや利用データは随時、追加申請をすることができる。CSIS が所蔵するデータの一覧はホームページに掲載されている (<http://home.csis.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/JRdatalist.cgi>)。このCSISによるデータ提供は、全国の特に人文・社会科学系のGIS研究者にとって非常に有益なものであり、今後、本プロジェクトでも有効に活用していくことが望ましい。

表1 CSIS への「空間データ利用を伴う共同研究」申請データ

国勢調査 町丁・字等別集計(平成7、12年) 地域メッシュ統計(昭和45、50、55、60、平成2、7、12年)
事業所・企業統計調査 町丁・字等別集計(平成3、8、13年) 地域メッシュ統計(昭和50、53、56、61、平成3、8、13年)
土地利用 細密数値情報首都圏版(1974、79、84、89、94年) 細密数値情報近畿版(1974、79、85、91、96年)
地図画像 数値地図 25000(和歌山、京都及大阪、東京) 数値地図 50000(和歌山、京都及大阪、東京)
標高 GISMAPforTerrain(50mメッシュ標高データ)

※いずれも東京都と大阪府を含む範囲のみ

これらのデータセットとGISを用いた地図の事例として、大阪周辺の1970年と2000年のメッシュ人口分布図を作成した(図1)。さらにGISのフィールド演算機能を用いて、両年次の人口増減を自動的に集計して、それも地図化した(図2)。このように、GISを用いれば、様々な統計データの値を再集計・再計算した新たな数値の地図化が容易にでき、時系列的な変化を定量的かつ空間的に把握することに関して非常に有効である。

3. GISが有する基本的な空間解析機能

GISが有する定量的、空間的な解析機能は、簡易なものから難解なものまで多種多様であるが、その最も基本となるものは、空間検索機能を活用したバッファ・オーバーレイ分析といえよう。

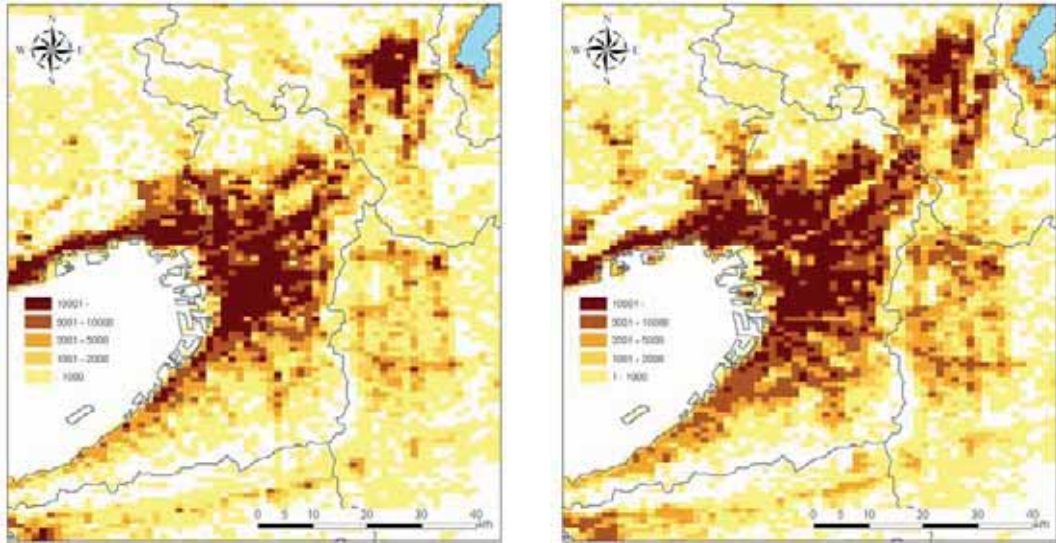


図1 大阪周辺のメッシュ人口（左：1970年、右：2000年）

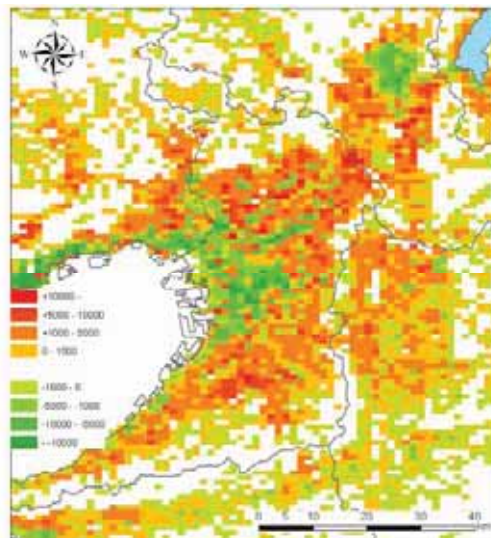


図2 大阪周辺の人口変化（1970～2000年）

※図1、2ともに国勢調査地域メッシュ統計より作成

空間検索とは、複数の指標を地図化し、ある指標に対して別の指標との空間的位置関係に基づいた検索をすることである。例えば、水路網の地図データと寺院の分布図があれば、水路沿いに立地する寺院のみを検索して抽出し、設立年や宗派などの属性情報を、抽出された寺院についてのみ個別に集計することなどができる。バッファ分析とは、地図上の特定の場所から等距離にある地域を抜き出すことである。例えば、ある河川から5km以内の地帯を抽出したり、ある水質観測地点を中心とする半径1kmの範囲を抽出したりできる。オーバーレイ分析とは、複数の地図データ同士の重なり具合を分析することであり、例えば、平均気温が10度以下で、標高が1000m未満で、積雪量が1m以上の地域はどこか？あるいは、河川から10km以内で、傾斜が10度以上の地域はどこか？といったように、複数の条件を満たす（あるいは満たさない）地域を空間

的に抽出することができる。

以上のような GIS が有する基本的な空間解析機能を用いて、自然的指標と人文社会的指標の空間関係を解析した事例を1つ紹介する。

山下ほか(2006)は、河川という自然的地物からの距離帯別および集水域別といった地域区分に基づき、明治期(1890年)と現代(2000年)の人口分布を再集計した(図3、図4)。それによって、流域というバイオリージョンに着目して、自然環境と人間生活との空間的相互関係の時系列的変化を探ろうとしている。

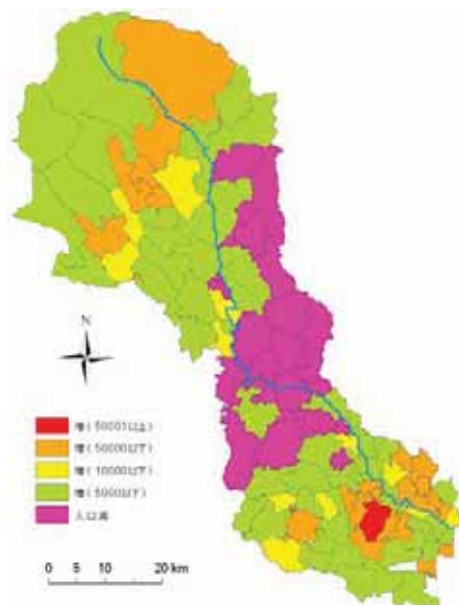


図3 那珂川流域の人口変化
(1890～2000年)

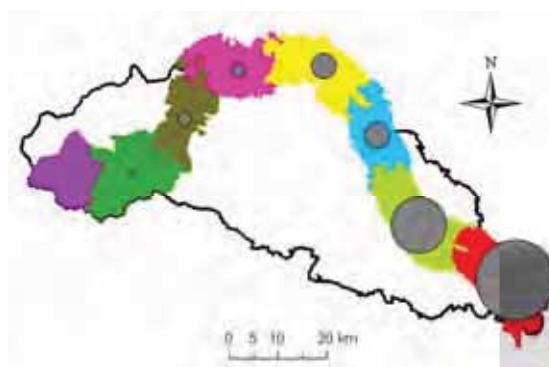


図4 荒川5km圏の人口分布(2000年)

4. おわりに

本プロジェクトのように、様々な学問分野の研究者が共同して1つの研究を行う上で、地図データベースとしての GIS が果たす役割は大きい。具体的には、①自然的、人文社会的な様々なデータを、位置情報を拠り所にして一元的に管理できる、②地図という視覚的手段によって観測・分析結果を表示するので、他分野の研究者にとって理解しやすい、③蓄積されたデータの中から特定の指標を選定し、互いの因果関係を定量的・空間的に容易に解析することができる、などの利点がある。したがって今後は、本プロジェクトでの GIS のさらなる有効活用を図るため、さらに様々な空間データ(位置情報付デジタルデータ)を収集・作成することが課題である。

「都市地理 Sub Group の成果のまとめ」

吉越昭久（立命館大学文学部）

Outline of research, urban geography sub-group, 2005-2006

Akihisa YOSHIKOSHI (Ritsumeikan Univ.)

1. 現地調査

バンコク調査（8/6-11 参加者：谷口智・香川・加藤・山下）

現地へのエクスカージョン、資料収集、地形図入手、寺院と井戸に関する調査
東京・大阪調査（全メンバーが随時実施）

2. 地図・写真などの収集

国土地理院から地形図謄本を購入

日本地図センターから空中写真の購入

国立国会図書館・京都大学総合博物館・東京大学理学研究科・立正大学・岐阜県
立図書館世界分布図センター・アジア経済研究所・JICAなどで地図の閲覧・コ
ピー・スキャニング

国土地理院と研究の旧判地形図データの利用に関する覚書を交換

3. 地図・写真などのスキャニングとデータ整理

可能な限り、地図をスキャニングし、整理中

4. 都市の発展に関する文献資料の収集

5. 東京大学空間情報研究センターとの共同研究による資料の利用

研究題目「東京と大阪における都市の内部構造と水文環境の歴史的変遷」

18年4月1日～19年3月31日

資料の利用に便宜

研究成果の報告

6. STOTEN 執筆にむけての都市地理サブグループ内での打合

題目・章立て・内容・担当など

ミーティング（2/16 京都, 3/28 浦和, 7/27 京都, 9/19 京都）

都市地理Sub Groupの 成果のまとめ
<p>2006.11.27-29 地球研 地下環境プロジェクト 吉越 昭久(立命館大学)</p>

1. 現地調査
<ul style="list-style-type: none"> ・バンコク調査(8月6日-11日) 参加者: 谷口智・香川・加藤・山下 現地のエクスカージョン、資料収集、地形図入手、寺院と井戸に関する調査など ・東京・大阪調査 参加者: 全員が随時実施

2. 地図・写真などの収集
<ul style="list-style-type: none"> ・国土地理院から地形図謄本を購入 ・日本地図センターから空中写真の購入 ・諸施設(国立国会図書館・京都大学総合博物館・東京大学理学研究科・立正大学・岐阜県立図書館世界分布図センター・アジア経済研究所・JICAなどで地図の閲覧・コピー・スキャンニング) ・国土地理院との研究の旧版地形図データの利用に関する覚書を交換

3. 地図・写真などのスキャンニングとデータ整理
<p>可能な限り、地図などをスキャンニングし、整理中</p>

4. 都市の発展に関する文献の収集
<ul style="list-style-type: none"> ■ 収集およびリスト作成

5. 東京大学空間情報研究センターと共同研究による資料の利用
<p>研究題目: 「東京と大阪における都市の内部構造と水文環境の歴史的変遷」 研究期間: 平成18年4月1日～平成19年3月31日 利点: 資料の利用に便宜 義務: 研究成果の報告</p>

	<h2>6. STOTEN執筆にむけての打合</h2>
	<p>内容:都市化と水文環境変化の地図化、主として人文・社会科学的なアプローチ</p> <p>章立:</p> <p>I はじめに</p> <p>II 水文環境変化に対するアプローチの手法</p> <p>III 水文環境変化の地図化</p> <p>IV 人為的影響による水文環境の変化</p> <p>V おわりに</p>

	<h2>7. サブグループ・ミーティング</h2>
	<ul style="list-style-type: none"> ・2月16日 京都 ・3月28日 浦和 ・7月27日 京都 ・9月19日 京都

地球研 谷口 PJ2006 年度報告会(地下水 G)

熊本大学・嶋田 純

Prof. Jun Shimada Kumamoto University

1. 地下水年代測定・分析システムの確立

① CFC 分析手法

- ・ USGS 訪問とヒアリング (嶋田・辻村 2005. 12)
- ・ 地球科学研究所システムの立上げ (辻村・大田 2005. 02) 地下水学会報告(辻村 2006.05)
- ・ 分析機器発注 (島津製作所 ECD 付ガスクロ) 05 月、納品済み
- ・ パージアンドトラップ前処理システム発注 (地球科学研究所) 07 月、納品済み
- ・ 分析システムの総合テスト (筑波大学・辻村・大田。09—)
- ・ 現地採水調査への適応(11-12 月、関東平野地下水(予定))

② K-85 分析手法

- ・ 原位置溶存希ガス抽出システムの考案・設計(馬原、2006. 07—09)
- ・ 抽出システムの発注 (馬原 2006. 11?)
- ・ Kr 用低レベル液シン(アロカ)の発注・納品 (百島 2006. 05—10)
- ・ Kr 分離・精製・シンチレータ溶出システムの考案・設計・発注(百島、2005. 07—2006. 05)
- ・ Kr 標準ガスの入手と液シン測定 (百島、2006. 11—)

③ 地下水採水システム

- ・ 自噴井戸、湧水 (液動ポンプ) 2005.11 作動テスト済み
- ・ ベネットポンプ (CFC 仕様) (嶋田 2006.07 発注、09 納品) 50m 用、200m 用

2. 現地調査

- ① **Bankok** (2006.06) 小野寺 G と合同、帯水層構造基本情報入手、地下水流動関連の予備データとしての採水調査実施 (嶋田、山中)
- ② **Jakarta**(2006.09) 小野寺 G と合同、帯水層構造基本情報入手、地下水流動関連の予備データとしての採水調査実施 (嶋田)
- ③ 関東平野 既存ポテンシャルデータの収集と整理 (徳永、林、2006.06-09) 採水ラインの検討(嶋田、辻村)
- ④ 関東平野における CFC 採水予備調査 (2006.12—?)

3. 試料分析・データ解析

- ① **Seoul** 地下水のトリチウム、同位体分析 (井川・嶋田、2005.08-2006.10)
- ② **Bankok** 地下水のトリチウム、同位体分析 (井川・山中・嶋田、2006.07-)

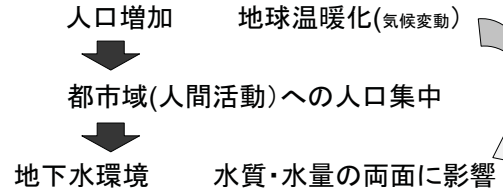


都市の地下環境に残る人間活動の影響
(地下水グループ2006年度活動報告その1)

熊本大学自然科学研究科 嶋田 純

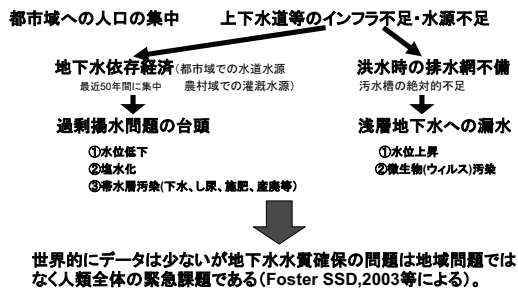
地球研谷口PJ. 2006.11.27

都市の地下水流動・賦存特性に残る
人間活動の影響



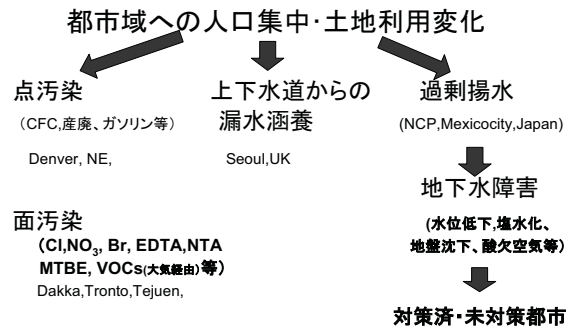
地球研谷口PJ. 2006.11.27

開発途上国



地球研谷口PJ. 2006.11.27

先進国



地球研谷口PJ. 2006.11.27

先進国・開発途上国で状況は異なるが、過剰揚水による地下水水位低下の台頭が共通する最も大きなテーマである。

それらは最近50年間に顕在化したもので、その原因は都市域への過度の人口集中によるものである。先進国の一部では、地下水対策が成功している国(日本等)があるが、多くは未解決で問題は深刻化している。また、日本では揚水規制による水位回復が新たな問題を引き起こしている。



都市の地下(水)環境に残る人間活動の影響

発達段階の異なるアジアの諸都市における地下水過剰揚水問題とそれに伴う地下水障害の実態

- 東京・大阪(60-70年代の地下水過剰揚水問題の台頭とそれに対する揚水規制対策の成功 地下水位低下の回復)
- バンコック(80-90年代の地下水過剰問題台頭、90-00年代の揚水規制開始、水位回復途上)
- ジャカルタ(90-00年代の過剰揚水問題台頭、揚水規制未着手、水位低下拡大中)

地球研谷口PJ. 2006.11.27

CONTACT

QUEENSLAND
Principal Investigator
Geoscientist Supervisor
Department of Natural Resources
40 Milton Road
PO BOX 5001, BRISBANE QLD 4001

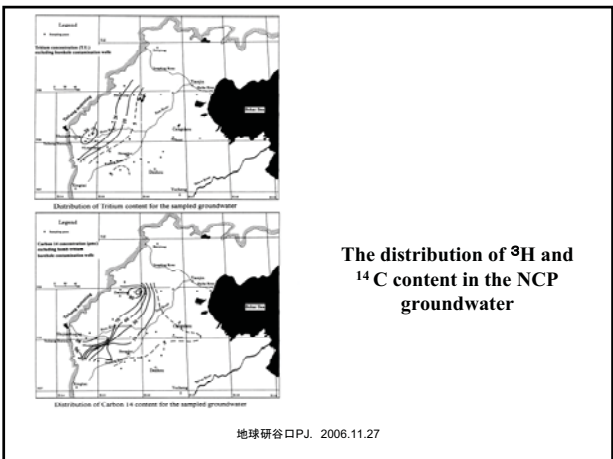
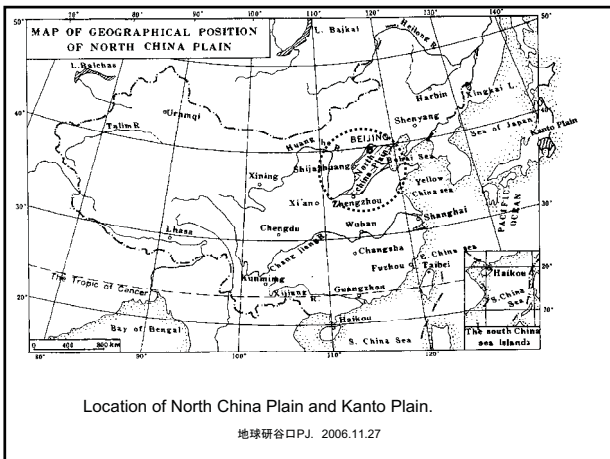
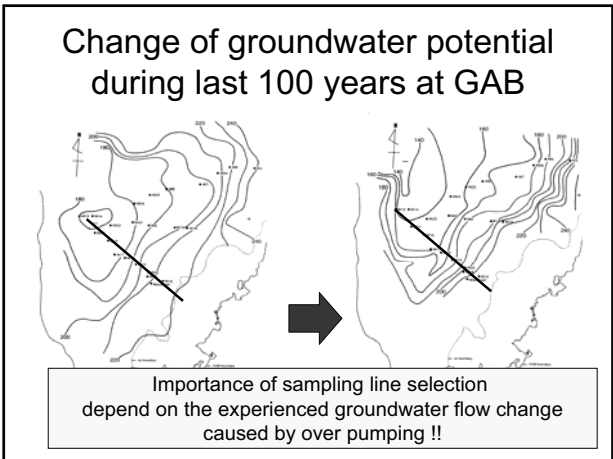
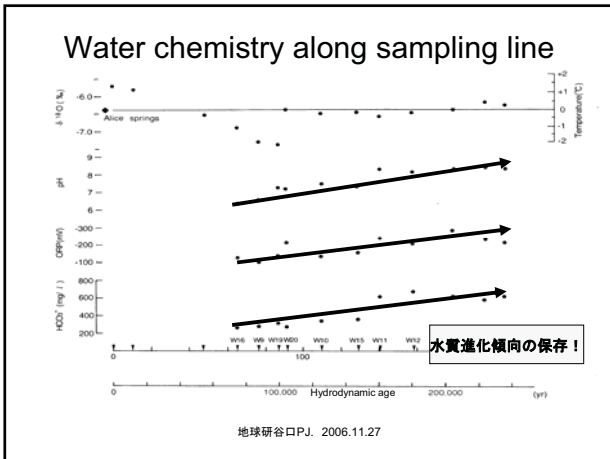
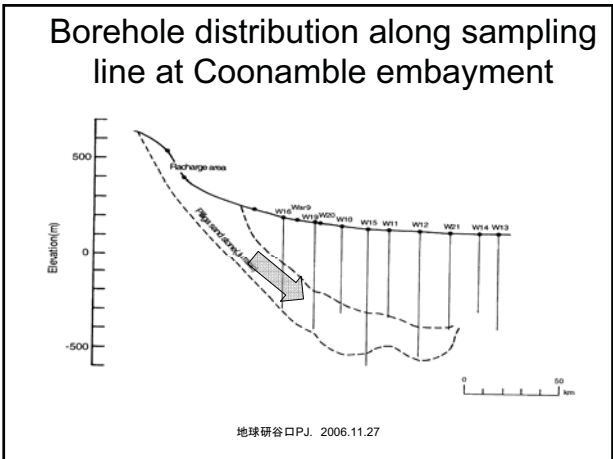
NEW SOUTH WALES
Manager
Geoscientist
Department of Land and Water Conservation
170/178
Bathurst NSW 2164
PO BOX 2102, SYDNEY NSW 1587

SOUTH AUSTRALIA
Manager
Geoscientist
Department of Environment and Heritage
100 Rundle St, Adelaide SA 5000
PO BOX 1100, ADELAIDE SA 5000

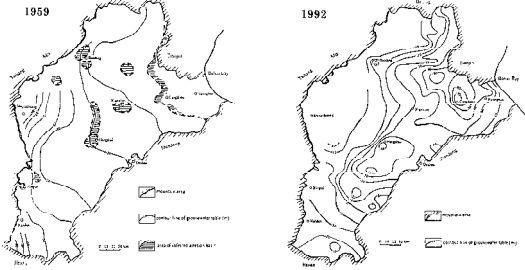
NORTHERN TERRITORY
Principal Investigator
Geoscientist Supervisor
Water Resources Division
Research and Development
PO Box 306
Darwin NT 1081
PO BOX 1070, DARWIN, NT 1081

AUSTRALIAN CAPITAL TERRITORY
Principal Investigator
Geoscientist Supervisor
Geoscientist Supervisor of Geoscientist Division
Australian Capital Territory Department of Environment
1201 Macquarie
Canberra ACT 2601
PO BOX 1000, CANBERRA ACT 2601

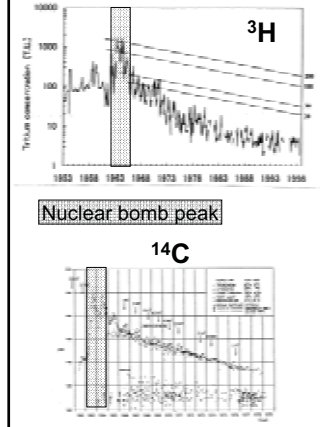
**Great Artesian Basin
Australia**



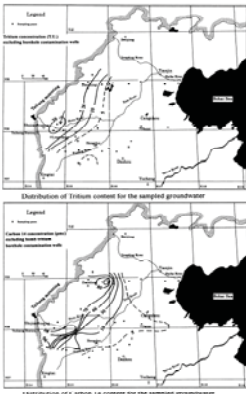
河北平原の地下水水位変化



地球研谷口PJ. 2006.11.27



Secular variation of ³H and ¹⁴C content in precipitation



The distribution of ³H and ¹⁴C content in the NCP groundwater

過剰揚水に伴う人工的な地下水流動による加速度的な強制涵養の誘発

時間分解能の高い情報が帯水層中に賦存されている可能性がある

地球研谷口PJ. 2006.11.27

CFC and ⁸⁵Kr for modern groundwater age tracer

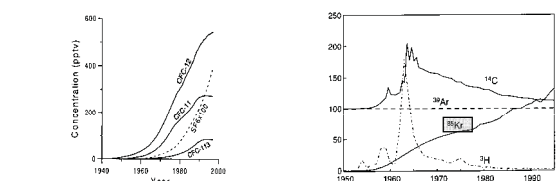


Figure 15.1 Atmospheric mixing ratio of CFC-11, CFC-12, CFC-113, and SF₆ in North America. Figure 15.2 ³H activity in precipitation at between 1950 and 1990 compared to those of ¹⁴C and ³H data representative for precipitation in central Sweden.

Used as refrigeration and air conditioning or spray-gas until 1990

Kr-85: half life 0.7yr
Kr-85: origin Nuclear power plant, reprocessing plant

地球研谷口PJ. 2006.11.27

地下水Gの研究戦略

研究対象都市とその周辺地域における必要な地下水流動情報の取得

- 帯水層構造
- 地下水位変動記録の収集(過去50年程度)
- 観測井戸情報と関連帯水層定数の把握
- 地下水揚水規制関連情報の取得

研究地域の自然段階での広域地下水流動の把握

- 過剰揚水の影響評価(実測値、シミュレーション等)
- 都市化の影響による乱れの少ない流線の抽出と採水井戸の選定

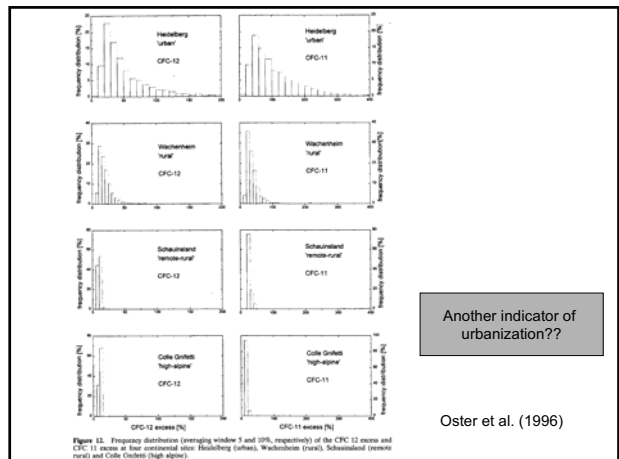
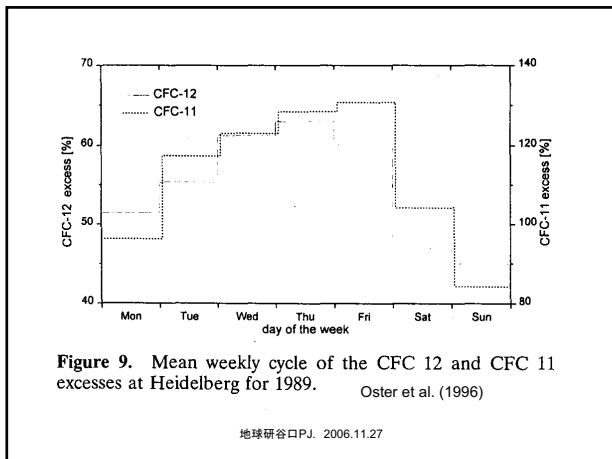
若い地下水年代トレーサーを利用した(CFC, ⁸⁵Kr, ³H etc) 地下水帯水層に賦存する人為的な影響の時系列変化の評価(ex. CFC, NO³, Pb, D & ¹⁸O, etc)

- 異なる発達段階のアジア諸都市の比較

地球研谷口PJ. 2006.11.27

谷口PJ 2006年度報告(地下水G)

- 地下水年代測定・分析システムの確立
 - CFC分析手法
 - USGS前岡とヒアリング(嶋田・辻村2006.12)
 - 地球科学研究所システムの立上げ(辻村・大田2006.02)地下水学会報告(辻村2006.05)
 - 分析機器搬送(島根県自衛隊CFCガス庫)15月、輸品済み
 - パージアンドラップ装置システム発注(地球科学研究所)07月、輸品済み
 - 分析システムの統合テスト(筑波大学・辻村・大田, 09-)
 - 現地採水調査への適用(11-12月、関東平野地下水(予定))
 - Kr-85分析手法
 - 原位置凍存ガス抽出システムの考察・設計(島原, 2006.07-09)
 - 抽出システムの発注(島原2006.11?)
 - Kr用低レベルシリンジ(アロカ)の発注・輸品(百島2006.05-10)
 - Kr分選・凍結・シリンジ保管システムの考察・設計・発注(百島, 2006.07-2006.05)
 - Kr標準ガスの入手と凍結シリンジ(百島, 2006.11-)
 - 地下水採水システム
 - 自衛隊、高水(凍結センター)2006.11作動テスト済み
 - ベネットポンプ(CFC仕様)(嶋田2006.07発注, 08輸品)50m用, 200m用
- 現地調査
 - Bangkok(2006.06)小野寺Gと合同、帯水層構造基本情報入手、地下水流動関連の予備データとしての採水調査実施(嶋田、山中)
 - Jakarta(2006.09)小野寺Gと合同、帯水層構造基本情報入手、地下水流動関連の予備データとしての採水調査実施(嶋田)
 - 関東平野 既存ポテンシャルデータの収集と整理(徳永、林, 2006.06-09)採水ラインの検討(嶋田、辻村)
 - 関東平野におけるCFC採水予備調査(2006.12-?)
- 試料分析・データ解析
 - Seoul地下水のトリチウム、同位体分析(井川・嶋田, 2005.08-2006.10)
 - Bangkok地下水のトリチウム、同位体分析(山中・井川・嶋田, 2006.07-)



3都市の地下水賦存状況比較(2006年度)

- 東京・大阪: 300-400m複数沖積帯水層、100km規模、地下水流動に関する既存調査、水頭変化経時データの取得とポテンシャル経時変化の整理(林、徳永)
- バンコック: 400-600m複数沖積帯水層(最上層は最終海進期の海成層(高塩分濃度)、200km規模、地下水流動に関する若干の既存調査(タイ地下水局)、ポテンシャル経時変化データ取得・整理(依頼中?、未着手)、現状のポテンシャルと地下水流動状態(山中)
- ジャカルタ: 200m複数沖積帯水層(火砕流堆積物含)、既存地下水調査は殆どなし?、現状のポテンシャル経時データと地下水流動状態(Fajar?)

地球研谷口PJ. 2006.11.27

Kr-85 の分離と放射能測定法

九州大学・アイトーブ 総合センター 百島則幸

Measurement system for Kr-85

Prof. Noriyuki Momoshima, Radioisotope Center, Kyushu University

地下水の年代測定トレーサとしてトリチウムや Kr-85 が使用される。Kr-85 は、半減期 10.7 年で β 壊変 (最大エネルギー 0.687MeV) を行う放射性希ガスである。壊変に伴い γ 線 (0.513MeV, 43%) も放出するが、年代測定も含めた一般環境中の低濃度測定は、低バックグラウンド仕様のガスカウンターあるいは液体シンチレーションカウンターを用いる β 線計測が必要である。Kr-85 の大気中濃度は、原子力エネルギーの利用進展に伴い年々増加傾向にあり、その経年変化の様子は明らかにされている。地下水中には地表で大気と接触していた当時の Kr-85 が溶存しているので、地下水から Kr を回収して比放射能 (Kr-85/安定 Kr) を求め、大気中濃度の経年変化のデータと比較することで年代測定が可能となる。

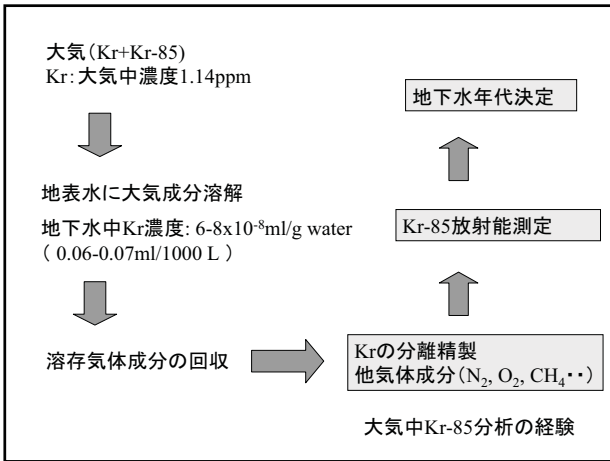
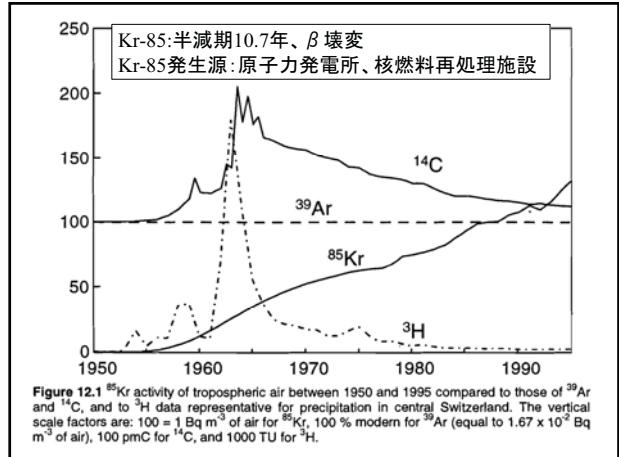
ここでは地下水から分離回収された溶存ガスからの Kr 分離と放射能測定を行う。溶存ガスは大気であり、Kr と他成分ガス (窒素、酸素、メタン等) の分離はガスクロマト法で行う。これの技術は大気中の Kr-85 分離法と基本的には同じである。活性炭を充填したカラムを使用してカラムの温度制御により Kr と他成分をわけることができる。Kr-85 の放射能測定は液体シンチレーションカウンターで行う。Kr は有機溶媒への溶解度が大きいので、放射能測定のためのシンチレータを溶解した有機溶媒に、ガスクロ装置からの Kr を溶解させて放射能測定試料とすることができる。Kr-85 から放出されるベータ線は特製のバイアルを使用して低バックグラウンドの液体シンチレーションカウンターで測定する。安定 Kr 量はガスクロで定量する。

Radioactive rare gas, Kr-85 in groundwater is a good tracer for dating of groundwater because specific activity of dissolved Kr-85 records a time when the water was contacting with the atmosphere. The time trend of the atmospheric Kr-85 concentration, which has been increasing by increasing use of nuclear energy is well documented that enable us to estimate the age of water. Dissolved gas in the groundwater is recovered and Kr is separated by gas-chromatography from other gases. The separation technique is as same as that for already applied for the atmospheric Kr-85 determination. Purified Kr is dissolved into a organic solvent for radioactivity measurement. The organic solvent has high affinity for Kr and is suitable for liquid scintillation counting media. Beta activity of Kr-85 is possible to measure with high accuracy by low background liquid scintillation counting. The specific activity of Kr-85 is obtained from Kr-85 activity and stable Kr content, which is determined by gas-chromatography.

Kr-85の分離と放射能測定法

九州大学アイソトープ総合センター
百島則幸

- 目的: Kr-85による地下水の年代測定 (溶存Krの放射能測定)

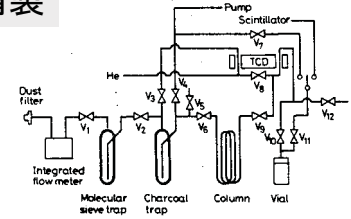


Kr-85分離精製

ガスクロによる分離

分離系の構成

- 活性炭トラップ
- 分離カラム
- 熱伝導度検出器 (TCD)
- Kr回収バイアル



- 地下水から回収した気体成分 (Kr) を Kr-85 分離系に導入
- 活性炭トラップで他ガス成分を粗分離
- 分離カラムで Kr と他ガスを精密分離
- TCD で Kr のピークを確認し、Kr 回収系へ導入

Kr精密分離の例

大気中Krの分離の場合はN₂との分離がポイントである。
大量のN₂のテイルがKrと重なり妨害する。

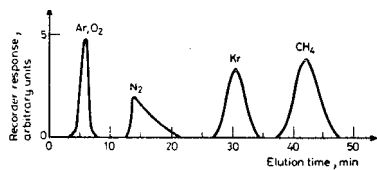


Fig. 2. Elution chromatogram

Kr-85放射能測定



低バックグラウンド液体シンチレーションカウンター

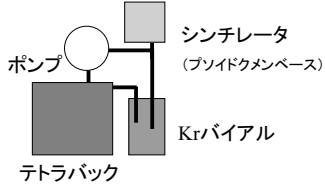


Kr溶解度: 有機溶媒には水の20-60倍溶ける。

シンチレータ
(ブソイドクメン, PPO, Bis-MSB)

Kr回収系

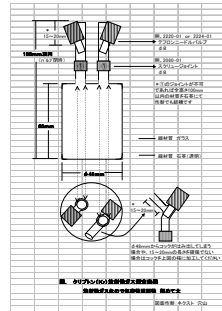
- ・精密分離カラムからKrをテトラバッグへ移す
- ・KrバイアルにKrを回収 (Heキャリアー、液体窒素)
- ・シンチレータをKrバイアルへ入れ密閉する



テトラバック

(Kr: 沸点-159.2°C、融点-156.6°C)

石英製Krバイアル(100ml)



マイクロバルブで気密性を確保、大容量を確保

Kr用バイアルの製作

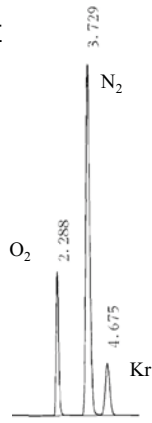
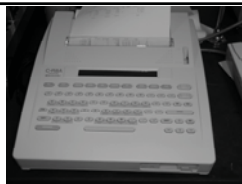
- ・低バックグラウンド
- ・高气密性
- ・高Kr-85計数効率
- ・装置に収まる大きさ



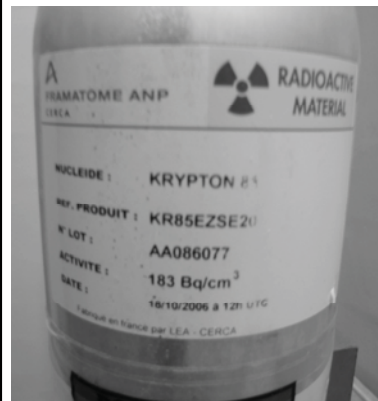
石英バイアル
バックグラウンドが高い

テフロンバイアル?

Krの定量



Kr-85標準ガス



計数効率の決定

放射能測定

アロカ製液体シンチレーションカウンター(LBII)
低バックグラウンド、大容量バイアル対応

大気測定の場合
(20mlガラスバイアル)

・約5%の相対誤差(2σ)で
大気中Kr-85は測定されている。

処理大気500リットル=0.57mlのKr

・地下水の検出限界決定因子

1) Krバイアルのバックグラウンド

2) 測定時間

* 処理水量を多くしてKr-85を増やせばより測定精度は上がる。

Table 1
Concentration of krypton-85 in the atmosphere in Fukuoka

Sampling date	Concentration of krypton-85, * pCi/m ³
Jan. 30, 1981	20.3 ± 1.3
Feb. 19, 1981	21.3 ± 1.2
Mar. 17, 1981	21.8 ± 1.3
Apr. 3, 1981	20.5 ± 1.2
May 21, 1981	20.0 ± 1.2
Jul. 14, 1981	21.9 ± 1.2
Aug. 7, 1981	21.1 ± 1.3
Sept. 11, 1981	20.4 ± 1.2
Dec. 9, 1981	21.1 ± 1.2

*The precision corresponds to ±2σ.

これまでの状況: 分離測定の準備
低バック液体シンチレーションカウンター
Kr-85標準ガス、ガスクロ解析装置、冷却装置、
ガス分離配管製作、

今後のスケジュール

- ・ K-85測定バイアル詳細の決定[FM=(EV)²/B]
計数効率(E)
バックグラウンド(B)
検出限界
- ・ 分離精製系の完成
- ・ 大気中Kr-85分析

⁸⁵Krによる地下水年代測定のための地下水からの溶存Krの抽出について

京都大学原子炉実験所 馬原 保典

Dissolved Kr extraction from groundwater for the groundwater dating using ⁸⁵Kr

Prof. Yasunori Mahara, Reactor Research Institute, Kyoto University,

⁸⁵Kr(半減期 10.7 年、 $\beta + \gamma$ 放出)は、原子力施設の稼動に伴い 1950 年代後半から大気中に放出が年々増加し続けており、2000 年にはその濃度は乾燥大気中で 1.2~1.4 Bq/m³程度に達しているの見積もられている。地下水中にも極わずかに溶けており、1979 年にはRozanski等によってポーランドCrakowの地下水の年代として 10~40 年が報告されている。⁸⁵Krは、比較的循環速度の速い浅層地下水の年代測定、大気や海洋での混合を議論するに有効なToolとして着目されている(Loosli,1989)。

通常地下水中に溶存している 8×10^{-8} ccSTP/g程度のKrを抽出し、⁸⁵Krの計測に必要な試料量を確保する必要がある。現大気と平衡状態の蒸留水に溶存するKrを 100%抽出できたとして、1Lの中に溶存する⁸⁵Krの放射能強度は、およそ 1×10^{-4} Bq/L程度となる。従って 10 トン程度の地下水から溶存しているKrが抽出・分離でき、高精度放射能計測が実現できれば計測は可能と思われる。

溶存希ガスの地下水からの抽出に関しては、小試料からの抽出・分離・精製技術は、既に確立しており、質量分析器による分析結果が得られている。大容量からの希ガスの抽出に関しては、Bern 大学で実績を有しているが、その詳細は明らかではない。今回は、工業レベルで実績を有している中空糸膜モジュールによる脱気した排気ガスを回収し、コンプレッサーでガスボンベに圧入する。溶存ガスの脱気効率は、真空度に依存するが 99.9%程度で、処理効率は、1000 L/hr 程度と見積もられる。

The ⁸⁵Kr dating technique is a strong tool for investigating young groundwater circulation. Generally, activity of ⁸⁵Kr in present is very low (1×10^{-4} Bq/L) in even shallow groundwater. We have two big technical problems to overcome for success in the dating. One is a high-precise radioactive counting of ⁸⁵Kr and the other is the extraction of a tiny amount of dissolved Kr (0.8 ccSTP) from a big size of groundwater sample (10,000 L). We have planed to make up the gas extraction system using the module assembling a lot of amount of the small membrane pipes with an inner diameter of 180 ~ 200 μ m. The system is estimated to extract 99.9% of all dissolved gasses under a high vacuum condition of an approximate 20 Torr and has a confidence in degassing continuously from 1000 L groundwater samples per one hour.

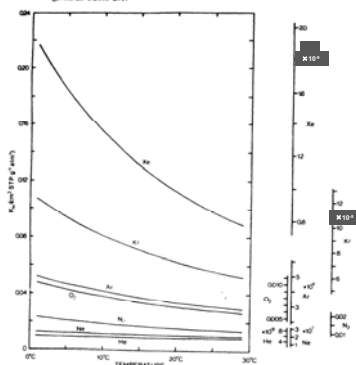
85Krによる地下水年代測定 のための地下水からの溶存 Krの抽出について

京都大学原子炉実験所
馬原保典

Abundance of Kr in air

- > Volume fraction of noble gases in dry air
 - He: $(5.24 \pm 0.05) \times 10^{-6}$
 - Ne: $(1.818 \pm 0.004) \times 10^{-5}$
 - Ar: $(9.34 \pm 0.01) \times 10^{-3}$
 - Kr: $(1.14 \pm 0.01) \times 10^{-6}$
 - Xe: $(8.7 \pm 0.1) \times 10^{-8}$

Fig. 7.1. Solubility of gases in pure water, from Table 7.1 (N₂, Ar) and Table 7.3 (He, Ne, O₂, Kr, Xe). Ordinate of main figure is Henry's Law solubility. Ordinate scales at right show concentrations (in cm³ STP/g) for equilibrium with 760 torr dry air with composition given in Table 2.1.



Kr in groundwater

- > Abundance of Kr (cm³ STP/g) in water (Air saturation)
 - Freshwater: 12.57×10^{-8} (0 °C)
 - 6.22×10^{-8} (25 °C)
 - Seawater: 9.05×10^{-8} (0 °C)
 - 4.74×10^{-8} (25 °C)
 - Groundwater: $5.42 \sim 8.4 \times 10^{-8}$ (Israel)
 - $8.14 \sim 12.3 \times 10^{-8}$ (Japan)

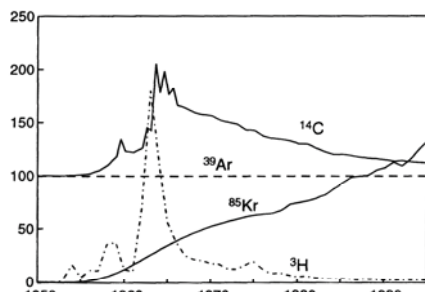
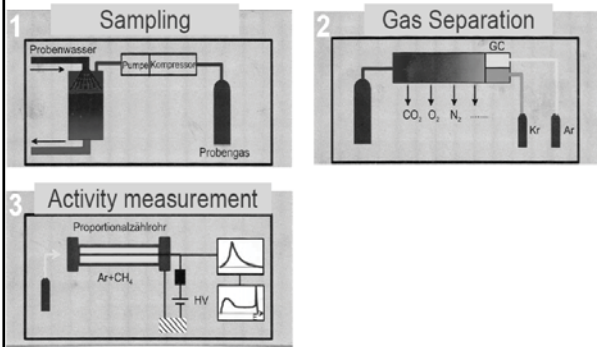


Figure 12.1 ⁸⁵Kr activity of tropospheric air between 1950 and 1995 compared to those of ³⁹Ar and ¹⁴C, and to ³H data representative for precipitation in central Switzerland. The vertical scale factors are: 100 = 1 Bq m⁻³ of air for ⁸⁵Kr, 100 % modern for ³⁹Ar (equal to 1.67×10^{12} Bq m⁻³ of air), 100 pmC for ¹⁴C, and 1000 TU for ³H.

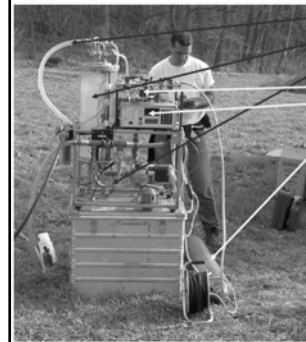
Radioisotopes of Kr in groundwater

- > ⁸⁵Kr (half-life: 10.76 years)
 - origin: nuclear installations
 - 8.6×10^{-5} Bq/L (7×10^{-8} ccSTP/g water, equilibrated with modern dry air at 25°C)
 - ⁸⁵Kr/Kr_(atoms): 7.1×10^{-19}
- > ⁸¹Kr (half-life: 2.29×10^5 years)
 - origin: cosmogenic
 - 9.5×10^2 atoms/L (7×10^{-3} ccSTP/g water equilibrated with modern dry air at 25°C)
 - ⁸¹Kr/Kr_(atoms): 5.05×10^{-13}

Technical Procedure (LLC)



Sampling of ³⁹Ar



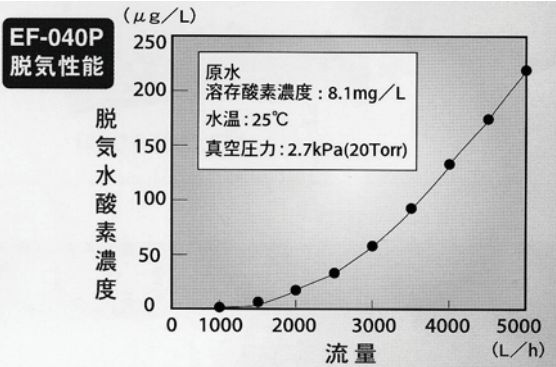
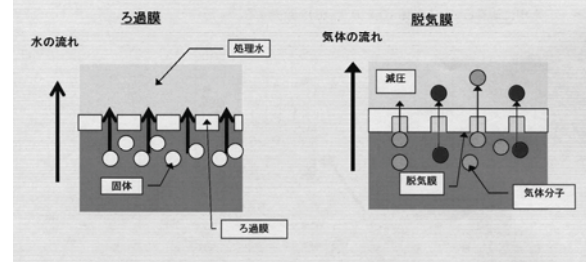
- Water inlet
- Extraction cylinder
- Water outlet
- Pumps, Kompressor
- Electronic controller
- Sample tank

Sample Size: 2-5 tons of water
 Water flux: max 25L/min
 Extraction time: min 1.5 h

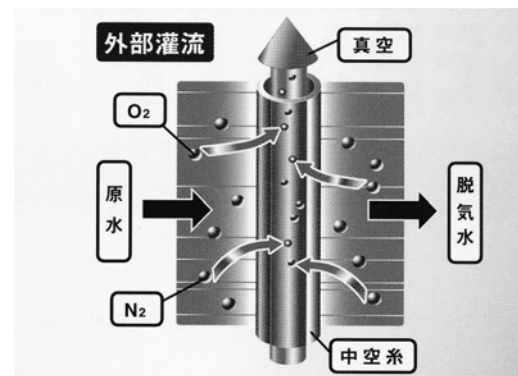
Diffusion coefficients of dissolved gases in water (cm²/sec × 10⁵)

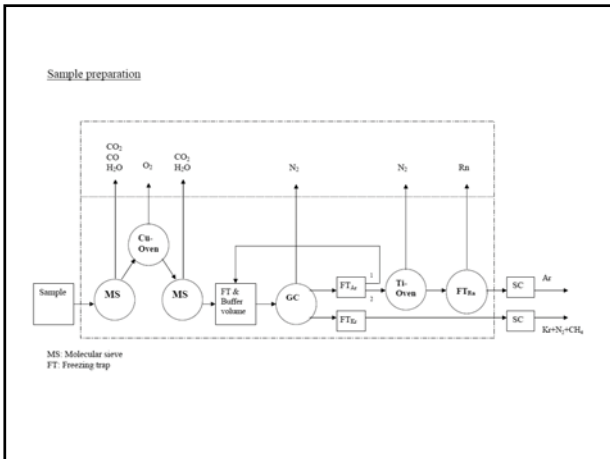
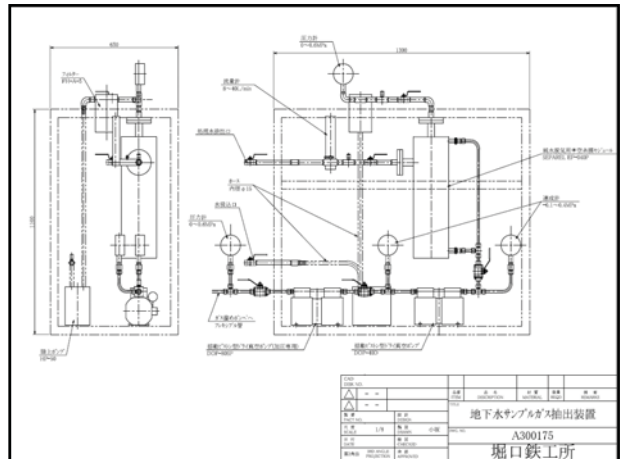
T (°C)	5	10	25	30
He	5.10	5.74	7.22	8.48
Ne	2.61	2.94	4.16	4.82
Ar	1.63	1.97	2.69	3.29
Kr	1.02	1.20	1.84	2.40
Xe	0.774	0.929	1.47	1.94
N ₂	-	1.4	-	3.47
O ₂	-	-	-	3.49

ろ過膜と脱気膜の違い



1Torr=1mmHg=133.32 Pa=1.33x10⁻³ bar=1.33 mbar





まとめ

- 分析に必要なガス量としては、10トンの地下水からKrとして、約1ccSTP程度回収できる。
- ⁸⁵Krの放射能としては：約 1Bq 程度 (測定可能な範囲)
- 今後の課題：回収率をどこまで上げれるか
分離膜の劣化(水質)

CFCs を用いた地下水の滞留時間推定法に関する基礎研究

大田 清宏 (筑波大学大学院環境科学研究科)

Age-Dating of Groundwater Using Chlorofluorocarbons (CFCs) as a Tracer

Kiyohiro OHTA University of Tsukuba

要旨

地下水の滞留時間の推定は、地下水流動をはじめとする流域の水循環を理解するうえで重要である。従来の ^3H を用いた滞留時間推定法は、降水の ^3H 濃度がほぼ天然レベルまで低下した国内の現状では(Shimada *et al.*, 1994 ; 藪崎ほか, 2003), 最近涵養された水の滞留時間推定に支障をきたす可能性があり、これに替わる方法が必要である。

^3H 法に替わる方法として、CFCs(フロン類)を用いた方法が海外においては実施されており、米国地質研究所(USGS)等で地下水の滞留時間推定の事例が蓄積されている(Busenbergs and Plummer, 1992; IAEA, 2006)。しかし従来、国内の地下水の滞留時間推定にCFCsを適用した例はなく、その方法も確立されていなかった。しかし現在辻村ほか(2006)、浅井ほか(2006)等により、CFCsの利用法が確立されつつある。

そこで本研究では、これまで適用例のない国内の地下水を対象に、CFCsを用いた滞留時間推定を行うための分析・解析方法の確立を行った。

分析に際して必要となる、地下水中に含まれる CFCs を、ガスクロマトグラフィー(GC-ECD)で測定するための、前処理ラインを新たに作成した。

本研究では、作成したシステムを用いて、地下水試料の分析の際に必要な標準ガスを使用した検量線の作成を行った。CFC-11, CFC-12, CFC-113 の検量線がそれぞれ高い決定係数($R^2 = 0.995$ 以上)で作成された。これにより、滞留時間決定に不可欠な地下水サンプルの濃度測定が可能となった。

分析システムと作成した検量線を用いて、今後地下水サンプルの濃度決定から滞留時間の推定を行っていく予定である。

Abstract

Estimation of residence time of the groundwater is basically important to understand the groundwater flow system. In overseas, CFCs has been used for dating of young groundwater instead of tritium (^3H). In Japan, however, CFCs has been used mainly by oceanographic research and atmospheric chemistry, there has been few studies on CFCs concentration of groundwater in the field of Hydrology. Therefore, an establishment of analytical and calibration system of CFCs in groundwater was necessary in Japan.

In order to use chlorofluorocarbons (CFCs) as an age-dating tool and tracer in shallow groundwater, an analytical line of CFCs concentration of groundwater was constructed. Furthermore, calibration curves for CFC-11, CFC-12, and CFC-113 with high correlation coefficient (more than $R^2 = 0.995$) were determined using this analytical system.

地下水の滞留時間

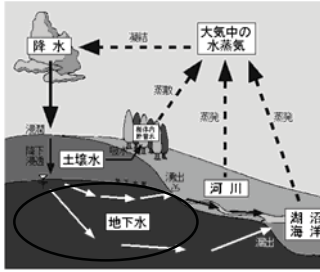


図. 水循環の概念図(筑波大学水文学分野HPより)

- 滞留時間は、降水の降下浸透による涵養から、河川や湧水に湧出するまで、または採水時までと定義できる

地下水の滞留時間推定の意義

- 滞留時間推定によって、経路情報に加え、積分値としての平均流速が明らかになる
- 時間スケールの情報が追加され、情報量が飛躍的に増加する
- さらなる地下水の流動系の把握

地下水の滞留時間推定

- 滞留時間の推定は、地下水流動系の把握、地下水資源の利用や開発を行う上で重要
- 比較的深度の浅い浅層地下水については、滞留時間が数年から数十年程度と比較的短いことが多い
- 浅層地下水の滞留時間を詳細に求めることが重要
- 滞留時間推定には、水に含まれる溶存物質や同位体をトレーサーとして用いる方法が有効である
- 複数のトレーサーを用いる推定

トリチウムによる滞留時間推定

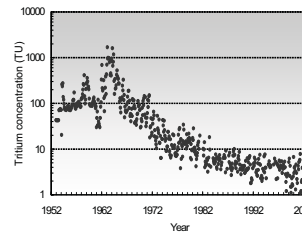


図. 降水のトリチウム濃度の推移(Shimada et al., 1994; 数値は推定)

- 従来は ^3H (半減期12.43年)が有効なトレーサーとして用いられてきた
- 国内の降水 ^3H 濃度はほぼ天然レベルまで低下
- 最近涵養された水の滞留時間推定に支障をきたす可能性がある
- 代替トレーサーとして $^3\text{H}/^3\text{He}$, ^{85}Kr , ^{36}Cl , SF_6 等があるが国内の研究例が少ない

CFCs (chlorofluorocarbons: フロン類) の利用

- CFC-11 (CCl_3F , trichlorofluoromethane)
- CFC-12 (CCl_2F_2 , dichlorodifluoromethane)
- CFC-113 ($\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$, trichlorotrifluoroethane)

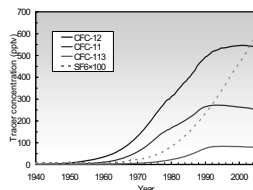


図. 大気中のCFC濃度の推移(USGS, HP公開データ)

- CFCsは非常に安定した物質で、大気中での寿命が長い
- CFCsの大気中濃度は1950年代以降1990年代初めまで、ほぼ単調に増加している

大気中のCFCs濃度

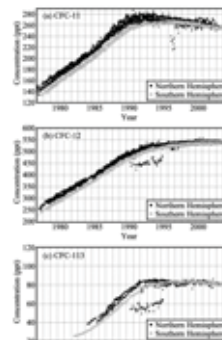


図. 北半球・南半球の観測点における大気中のCFC濃度の推移(気象庁, 2005)

- 大気中のCFCs濃度は北半球、南半球それぞれで広域的に比較的均一である
- CFCsは非常に有効なトレーサーである

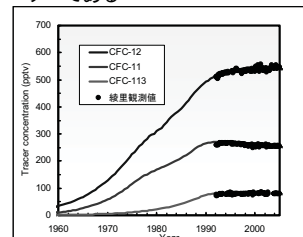


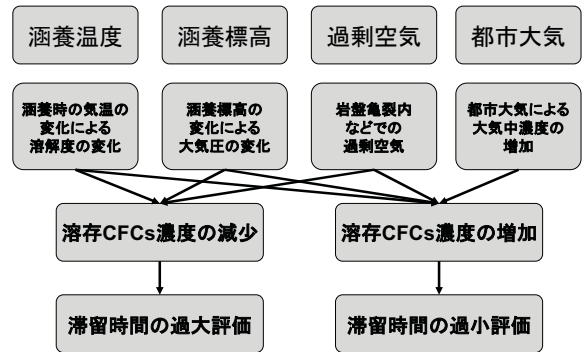
図. 大気中のCFC濃度の推移と観測値(USGSおよび気象庁, HP公開データ)

CFCsによる滞留時間推定

- インプットの大気濃度が既知である
- 地下水が涵養時に不飽和帯中の大気を含む大気と溶解平衡の状態となる
- 地下水流動の過程において涵養時の濃度が変化しないことを前提とする
- 地下水サンプル中のCFCs濃度から、溶解平衡の法則を用いて涵養時の大気中濃度を求め、既知の大気中濃度の推移と比較・参照することで推定する (Plummer and Busenberg, 2000)

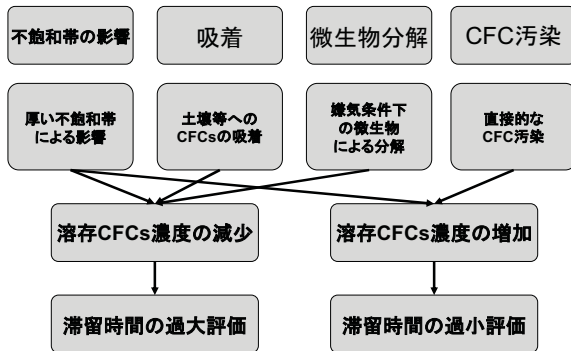
CFCs濃度の変動要因

(Plummer and Busenberg, 2000)



CFCs濃度の変動要因

(Plummer and Busenberg, 2000)



既存のCFCsを用いた研究例

- 地下水について、米国地質研究所(USGS)等で、CFCsによる地下水の滞留時間推定の事例があり、成果をあげている(e.g. Busenberg and Plummer, 1992)
- 海洋では、国内でもCFCsをトレーサーとして用いた研究が行われている(例えば 渡辺ほか, 1993)

しかし従来、国内の地下水の滞留時間推定にCFCsを適用した研究例はなく、地下水のCFCs濃度の実測データもない

CFCsを用いた地下水の滞留時間推定について

- 現在まで適用例がない国内の地下水を対象に、CFCsを用いた滞留時間推定を行うための分析方法を確立する
- 実際にフィールドにおいてCFCsを用いた方法を適用し、有効性を検討する

分析システムの確立

- 地下水中に含まれるCFCs濃度を測定するため、(株)地球科学研究所と共同で分析システムを確立した(浅井ほか, 2006)
- 装置に使用する部品類は、CFCsの汚染がないと報告されている材質(ステンレス、ガラス、ナイロン等)を用い、事前にアセトン、イソプロピルアルコールで洗浄を行っている

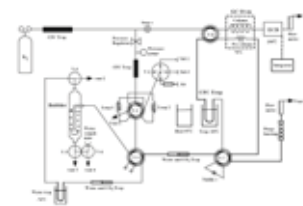


図. 分析ラインの構造(浅井ほか, 2006)



図. 分析ラインの概観

分析のフロー

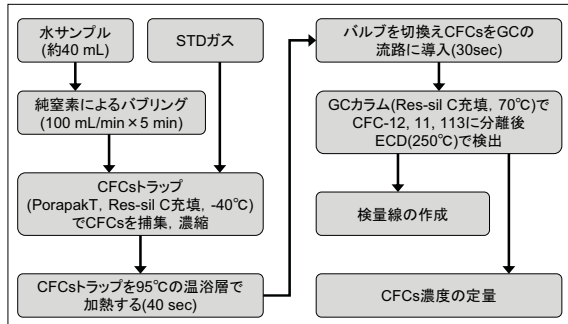


図. 分析フロー

サンプリング方法

- 大気中からのCFCs汚染を避けることが最も重要
- ナイロンチューブを通して地下水をガラス瓶に導入し、オーバーフローさせて瓶中の地下水を十分に置換し、水中で密栓する
- 地下水の導入には、水頭差により直接導入、チューブポンプ(送液ポンプ)、ベネットポンプを用いる。

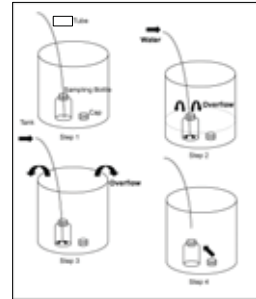


図. サンプリング方法

CFCsによる滞留時間推定方法

溶解平衡の式を用いて、涵養時の大気濃度を推定する

ヘンリー則

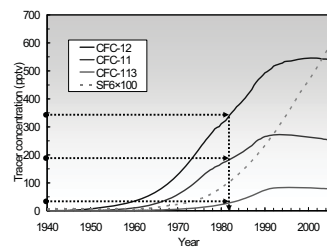
$$C_i = K_H p_i \quad (1) \quad p_i = x_i (P - p_{H_2O}) \quad (2)$$

$$\ln K_H = a_1 + a_2 \left(\frac{100}{T} \right) + a_3 \ln \left(\frac{T}{100} \right) + S \left[b_1 + b_2 \left(\frac{T}{100} \right) + b_3 \left(\frac{T}{100} \right)^2 \right] \quad (3)$$

C_i : 水中のCFC濃度 K_H : ヘンリー則定数 P_i : ガス分圧
 P : 大気圧 T : 絶対温度 S : 塩分濃度
 a_n, b_n : Warner and Weiss (1985), Bu and Warner (1995) から得られる定数

- 大気圧は推定される涵養高度により補正された大気圧
- 絶対温度は涵養時の気温

CFCsによる滞留時間推定方法



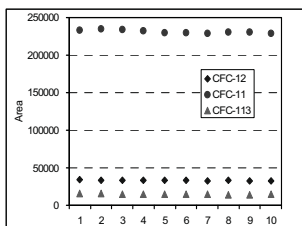
- 得られた大気中濃度の推定値を、大気中のCFCs濃度推移と比較
- 大気のインプット値は北半球の値を用いる
- 涵養温度は水温で代表させることが多いが、 N_2/Ar 法等で推定することが可能
- 涵養標高は同位体等から推定可能

図. ビストン流モデルを用いた年代推定の例 (USGS, HP公開データに加筆)

分析システムの精度

- 10回のSTDガスの連続測定で精度を評価
- 滞留時間推定に十分な精度である

表. 連続測定の結果とその誤差



No.	Area		
	CFC-12	CFC-11	CFC-113
1	34051	233016	15704
2	33670	234891	15573
3	33488	233927	15313
4	33191	232830	14751
5	32902	229921	14741
6	32936	230098	14743
7	32579	228642	14754
8	32959	230603	14425
9	32718	230704	14347
10	32539	228565	14528
平均	33103	231320	14888
標準偏差	448	1996	430
誤差(%)	1.35	0.86	2.89

図. 連続測定の結果

キャリブレーション

- 検量線は、 $\pm 0.01\%$ の精度を有する質量精密天秤を用いて、重量充填法で充填された2種類の濃度の標準ガスを用いて、10点の異なる濃度の点で作成
- 3次曲線で近似することによって検量線を作成
- 決定係数(R^2)は0.995以上

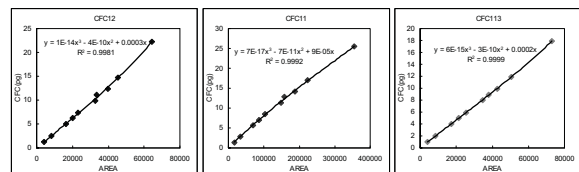


図. 作成した検量線(26°C, 999.5hpaで補正)

トリチウム測定結果を含めたソウル市における地下水流動系の総合的考察 およびバンコクにおける浅層地下水のトリチウム濃度分布特性

井川 怜欧¹・嶋田 純¹(熊本大学大学院自然科学研究科), 谷口真人²(総合地球環境学研究所), 斉藤光代³(広島大学大学院生物圏科学研究科), Kang-Kun Lee⁴(ソウル国立大学地球環境科学科)

Consideration of groundwater flow system using multiple isotopic and geochemical data in Seoul city, Korea and Bangkok, Thailand.

Reo Ikawa¹, Jun Shimada², Makoto Taniguchi³, Mitsuyo Saito⁴, and Kang-Kun Lee⁵

<韓国；ソウル市>

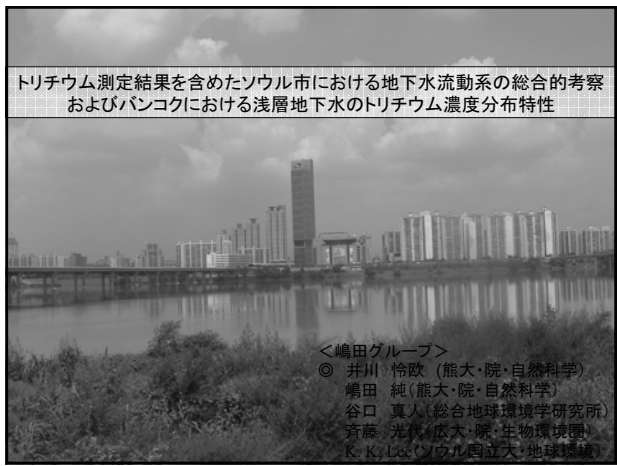
近年、ソウル市において地下鉄トンネルの拡大に伴う通う揚水により地下水位の低下および地下水質の局地的汚染が問題となっている。Kim *et al.* (2002) は、ソウル市における地下水の水収支を明らかにし、量的問題よりも質的問題の方がより深刻であることを指摘した。しかしながらソウル市全体における地下水の流動系や化学成分特性に関する研究はあまり行なわれていない。したがって、本研究では、2005年8月に河川を含む18箇所でEC, pH, Eh, および水温の現地調査とともに採水を行い、無機溶存イオン濃度、水素・酸素安定同位体比およびトリチウム濃度を測定し、その結果からソウル市全体における地下水流動系の総合的な解釈を試みた。ソウル市における地下水面は、大規模な地下揚鉄水が行なわれているハン川の北側で最も低下する。ソウル市の地下水における水素・酸素同位体比の分布特性は、ハン川北側の揚水地域で最も軽い値をとり、その周辺で同位体比は重くなる傾向を示した。また揚水地域における地下水の同位体比はハン川河川水のものと同じ値を示した。トリチウム濃度に関しては、揚水地域で最も高い値を示し、その周辺で低い値を取る傾向を示した。揚水地域におけるトリチウム濃度は安定同位体比と同様にハン川と類似した値を示すことから、この地域における地下水は広域の地下水流動系をもつ深層地下水よりもハン川河川水からの涵養による影響を受けていると考えられる。また溶存イオン濃度の分析結果からソウル市においては、高濃度の塩化物や硝酸塩を持つ地下水が局地的に存在し、これらはKim *et al.* (2002) において指摘されている下水道からの漏水に起因すると考えられる。

<タイ王国；バンコク市>

人間活動に起因する河川水や浅層地下水の汚染がバンコクで深刻化している。地下水を水資源として有効利用するために地下水流動系の解明が急がれる。本研究ではバンコク市地下水のトリチウム濃度を測定し、市内の地下水における滞留時間を把握することを目的としている。

Recently, groundwater quality degradation caused by local pollution becomes a serious problem in urbanization area of Asian countries, however, in many Asian countries, interpretation for groundwater information is not enough. In order to understand geochemical characteristic and groundwater flow system, samples of groundwater and riverwater was collected in Seoul city and Bangkok. Stable isotopic compositions ($\delta^{18}\text{O}$ and δD), tritium concentration, and inorganic ion chemistry of water samples in Seoul city were analyzed in Kumamoto University and Hiroshima University, and tritium concentration of that in Bangkok was analyzed in Kumamoto University. In the Seoul city, the groundwater levels of southern side are relatively higher than those of northern side and the lowest levels area are observed in northern side of Han River. The draw-down of groundwater levels may be caused by subway tunnel pumping. Stable isotopic compositions of groundwater show relatively heavy value in the surrounding area and it has gradually depleted toward the central part of Seoul city, this area accord with subway pumping area and isotopic composition and tritium concentration of groundwater in this area is same as a value of Han Riverwater. Thus, in this area, groundwater is recharged by riverwater. Nitrate of the high concentration to be seen in some areas may occurred by a leak of water from sewage.

About tritium concentration of Bangkok samples, We report the details in this meeting.



大韓民国・ソウル市

<調査背景>

近年、ソウル市において地下鉄トンネルの拡大に伴う過剰揚水により地下水位の低下および下水道からの漏水による地下水の局地的汚染が問題となっている。しかしながら、ソウル市全体における地下水の流動系や化学成分特性に関する調査・研究はあまり行なわれていない。

<調査目的>

地下水位測定や採水などの現地調査および採取した試料の化学的分析(同位体組成や溶存イオン濃度測定など)を行ない、地下水流動方向や滞留時間などを含めたソウル市における地下水流動系の総合的解釈を行なう。

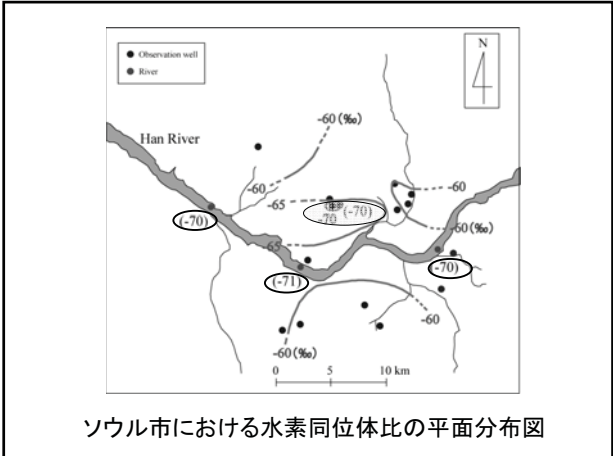
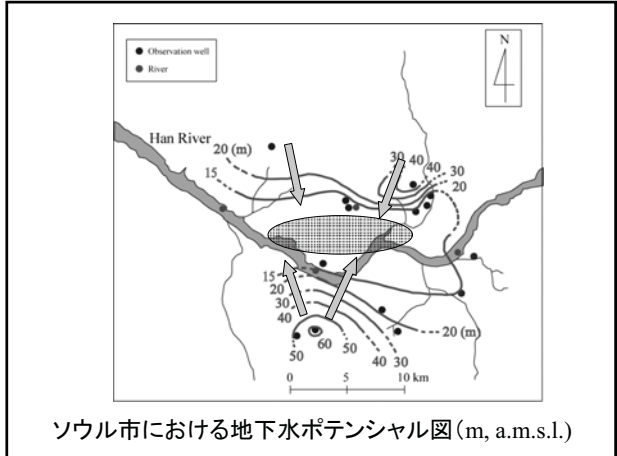
<採水箇所>

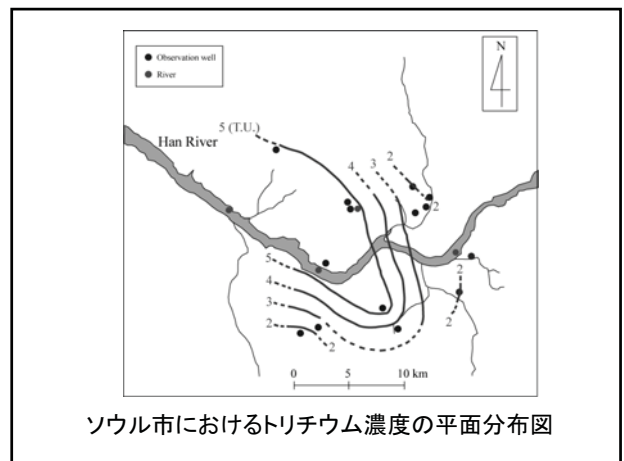
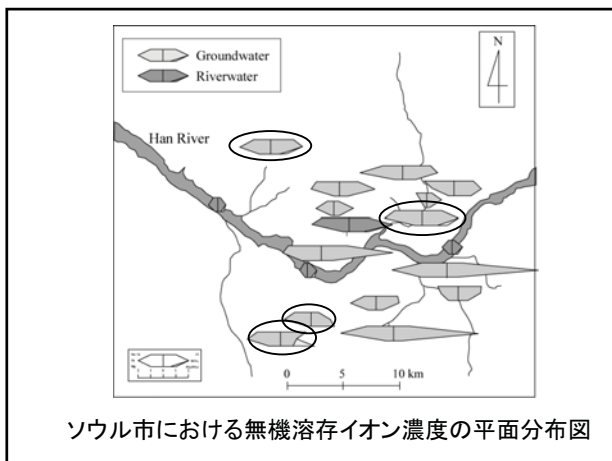
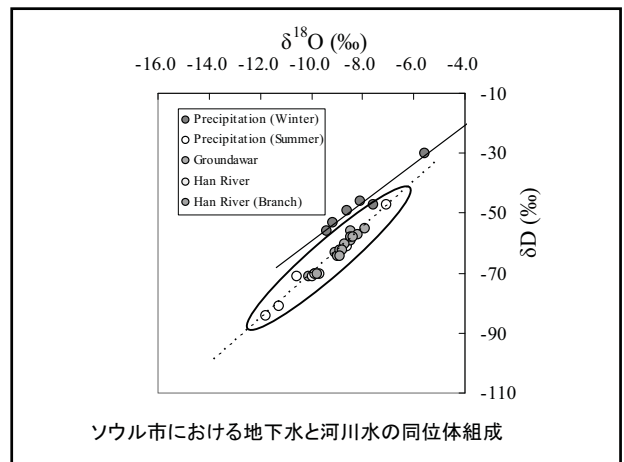
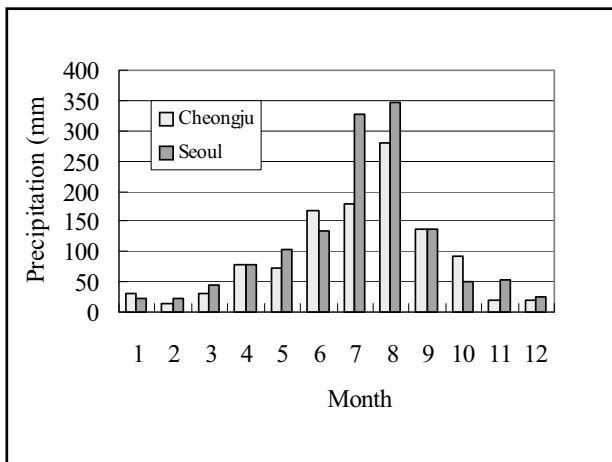
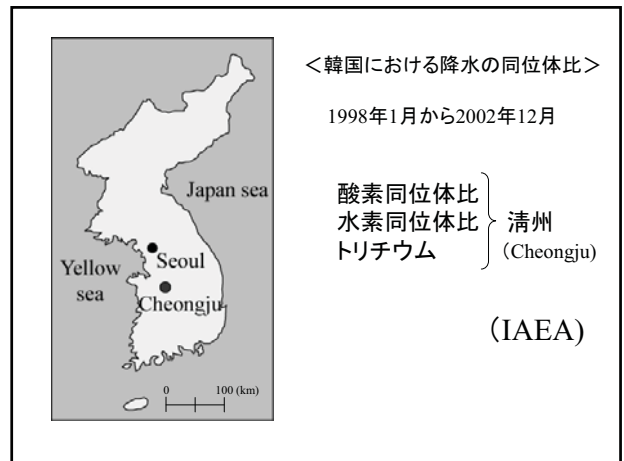
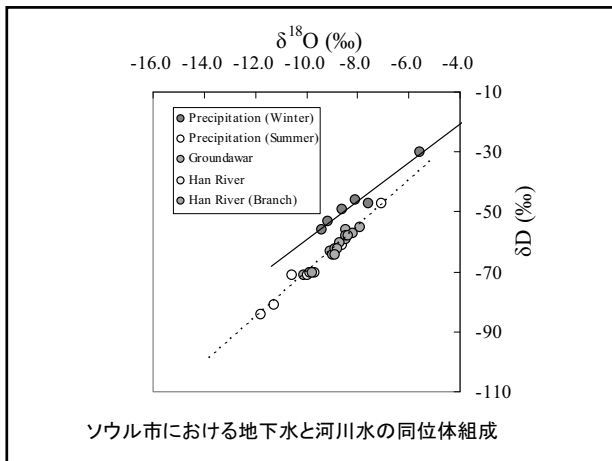
河川水・・・4箇所(ハン川上・中・下・支流)
地下水・・・14箇所(観測井)

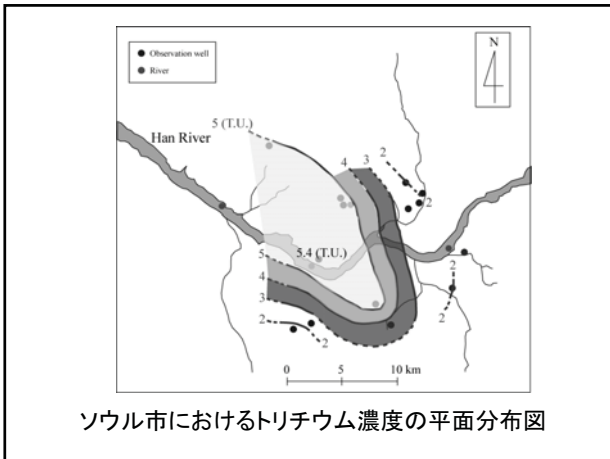
<採水期間>

2005年8月3～5日

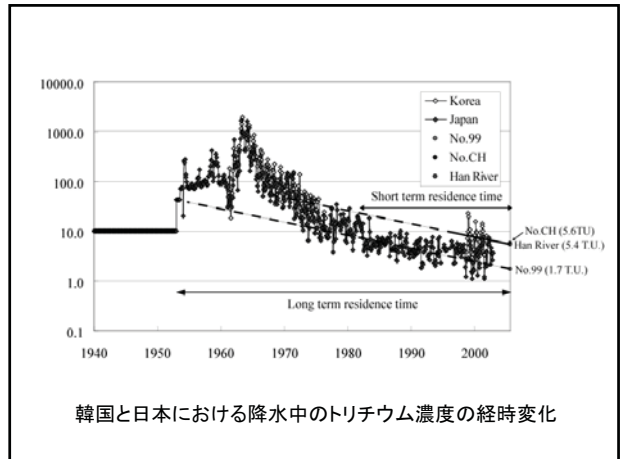
位置図および採水ポイント



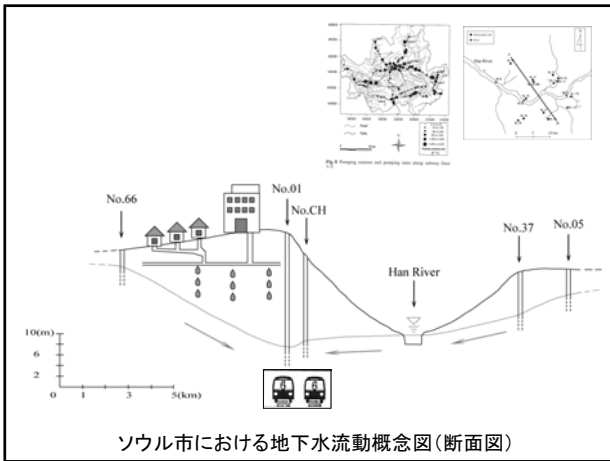




ソウル市におけるトリチウム濃度の平面分布図



韓国と日本における降水中のトリチウム濃度の経時変化



ソウル市における地下水流動概念図(断面図)

<まとめ>

- ハン川北側のソウル市中心部の地下水は、地下鉄揚水より生じた低地下水位帯の影響を受け、主にハン川河川水からの涵養を受けている。
- ソウル市における地下水や河川水は、夏期の降水を起源としている。
- ソウル市における地下水の滞留時間は、ハン川周辺の最近の降水によって涵養された短い物と、周辺地域における40年以上の長い物との2つに大別される。

ソウル市の地下水における水質汚染源の特定およびSr同位体およびS同位体測定結果を含む考察結果は、IUGG 2007にて細野(RIHN)ほかで発表予定である。

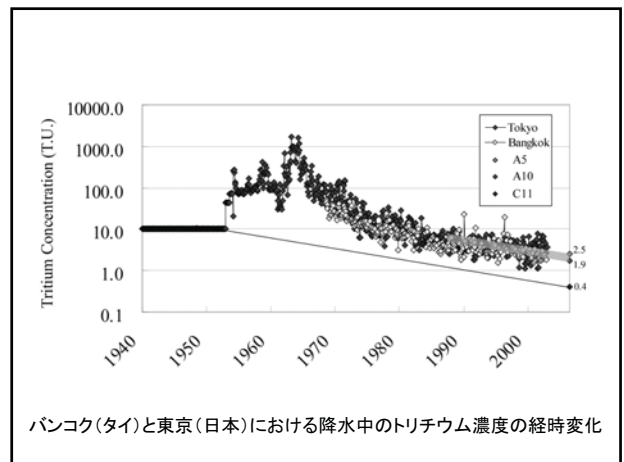
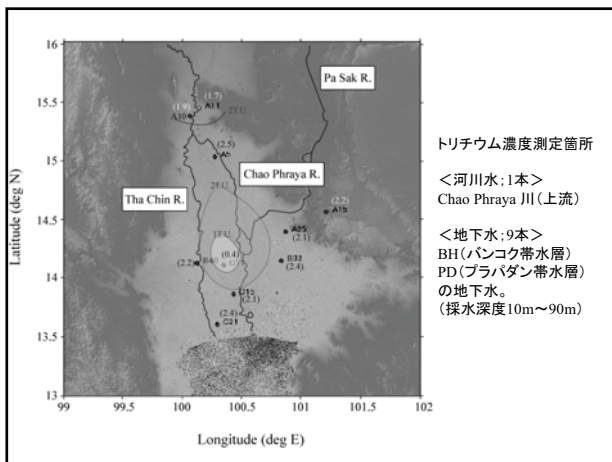
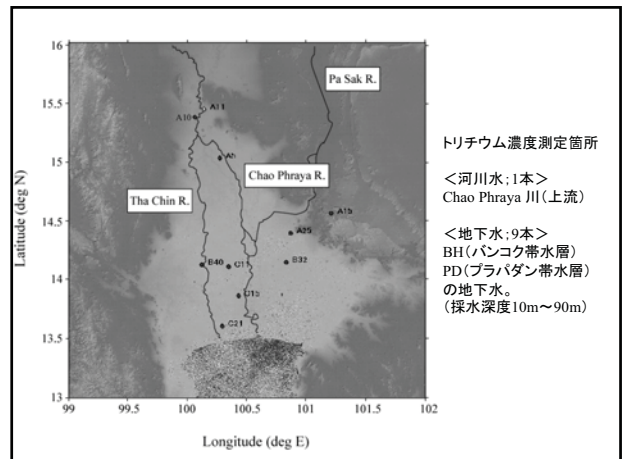
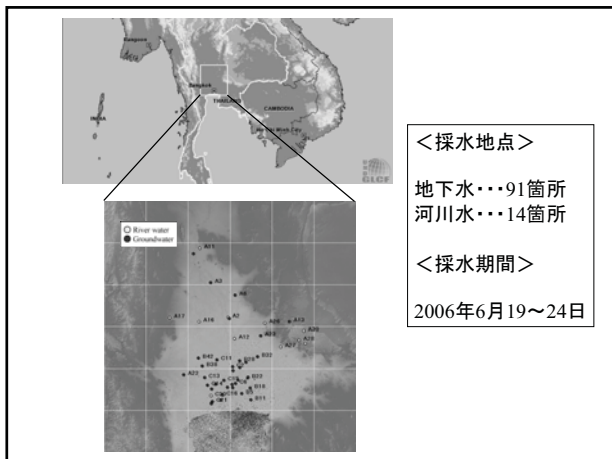
タイ王国・バンコク市

<調査背景>

バンコク首都圏において、経済発展に伴う人口増加により、上水道や工業用水需要が急増している。この需要を賄う為の地下水の過剰揚水により、沿岸地域の地下水への塩水の混入や地盤沈下などが大きな問題となっている。また地下水ポテンシャルの変化によって生じる汚染された浅層地下水の深層への混入も予想される。

<調査目的>

バンコクにおける浅層および深層地下水の流動系を把握する一環として、トリチウムを用いてバンコクにおける浅層地下水の滞留時間およびトリチウム濃度分布特性を把握する。



<今後の課題>

- 平野中央部の浅層地下水試料のトリチウム濃度測定を進める。
- 過去の研究(Buapeng, 1990など)において報告されている同位体測定結果と本調査によって得られた様々な同位体等の測定結果を組み合わせることによりバンコクにおける地下水の涵養年代の把握を試みる。

関東平野の実測地下水ポテンシャル分布と地下水・地盤沈下シミュレーション

愛知正温, 林武司, 徳永朋祥 (東京大学)

Temporal change of groundwater potential distribution and groundwater flow/land subsidence coupled modeling in the Kanto Plain, Japan

Masaatsu Aichi, Takeshi Hayashi, Tomochika Tokunaga The University of Tokyo

首都圏では、かつて大量の地下水揚水が行われ、その結果として地盤沈下問題を発生した¹⁾。その後、揚水規制により、地下水ポテンシャルは上昇し、現在では一部の地域を除いて地盤沈下は沈静化している¹⁾。一方で、間隙水圧の上昇により、地下構造物の維持管理に支障が出ている事例も見られる²⁾。

このような地下水利用の変化と、それに伴う地下水ポテンシャルの変動および地下水問題の変遷は、人間活動の変化が地下環境に与えた影響の一つの典型的事例であり、首都圏の問題だけにとどまらず、他のアジア都市域で現在進行中の現象でもある。このような現象の影響範囲やその程度の変遷、および現在の地下環境に残る影響などについて、その実態の把握と理解を深めることは、今後の都市域における地下水利用の在り方についても、有益な示唆を与えてくれると考えられる。

ここでは、首都圏とそれを取りまく地域を対象に、以下のような検討を行ったので、報告する。一つめは、過去の地下水利用が地下水流動に与えた影響を時空間的に把握することを目標に、実測地下水ポテンシャル分布を時系列で整理することを行った。二つめは、そのような地下水流動の変遷および地盤沈下現象に対する現時点での理解の検証と、今後の課題の抽出を目標として、地下水流動と地盤沈下の数値シミュレーションによる現象再現の試みを行った。

参考文献

1) 東京都土木技術センター(2006): 平成 17 年地盤沈下調査報告書.

2) 清水 満, 鈴木 尊(2005): 地下水の上昇に対する地下駅の対策工事. 土と基礎, 53-10. pp.29-31

In the past, we had a significant amount of groundwater extraction and land subsidence in the Tokyo metropolitan area. Due to the pumping regulations, the groundwater potential has recovered and the land subsidence has stopped. On the other hand, problems on the stability of subsurface structures and the increase of groundwater discharge into subsurface openings due to recovered groundwater potential have been reported recently.

This is a typical example of the human impact on the subsurface environment, and is not only the problem at the Tokyo metropolitan area, but also possibly in other Asian mega cities.

Here, two approaches have been performed for better understanding of the problems in the Tokyo metropolitan area. One was constructing the equipotential maps for each aquifer based on the observed groundwater potential and their temporal change, and the other was a trial of reproducing the history of groundwater flow and land subsidence by the numerical simulation. Preliminary results on these approaches are shown in the presentation.

関東平野の実測地下水ポテンシャル分布と地下水・地盤沈下シミュレーション

Temporal change of groundwater potential distribution and groundwater flow/land subsidence coupled modeling in the Kanto Plain, Japan

愛知正温, 林武司, 徳永朋祥 (東京大学)

取り組みの概要

- 実測地下水ポテンシャルの空間分布を整理
 - 帯水層群ごとの整理
 - 時間方向の変化
- 過去の揚水量の復元
 - 統計データの整理
 - データのない期間の推定
- 数値モデルの作成
 - 関東平野地下水流動モデル
 - 東京地域地下水流動・地盤沈下モデル

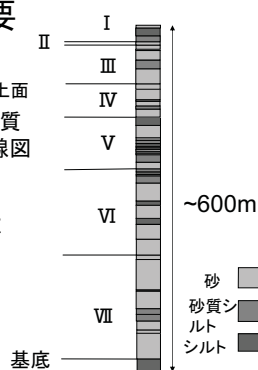
帯水層群の区分概要

- 地下水利用深度の下限 基底
ex) 東京 上総層群中の厚い泥岩層上面
- 既往の地質図、柱状図対比、地質断面図および地層下面等深度線図の整理

また、

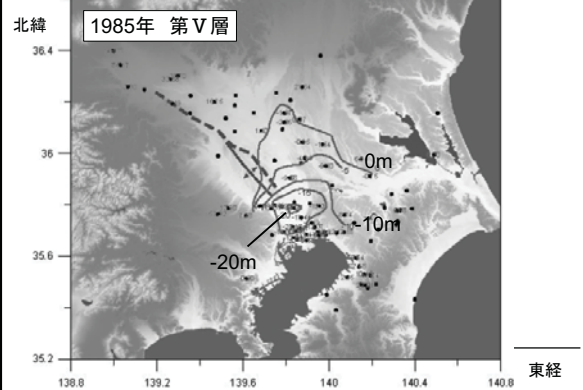
1. 表層地質区分との対応性を考慮
2. 上総層群・下総層群・段丘堆積物・沖積層の区分の反映
3. 酸素同位体比層序も考慮

7つの帯水層群にグループ化

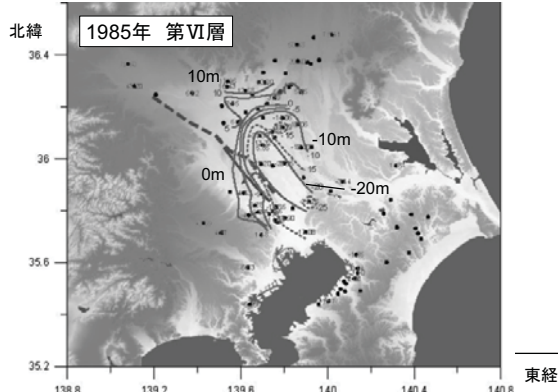


(足立区での区分対応例)

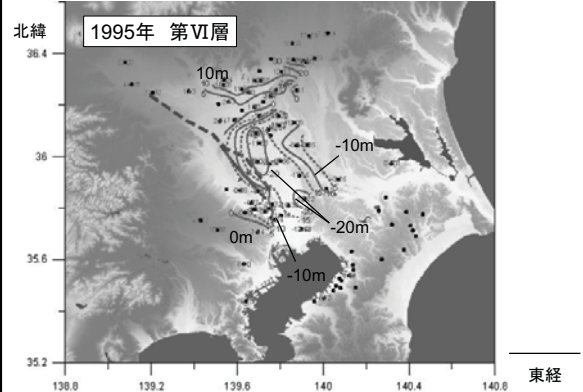
関東平野の実測地下水ポテンシャル分布

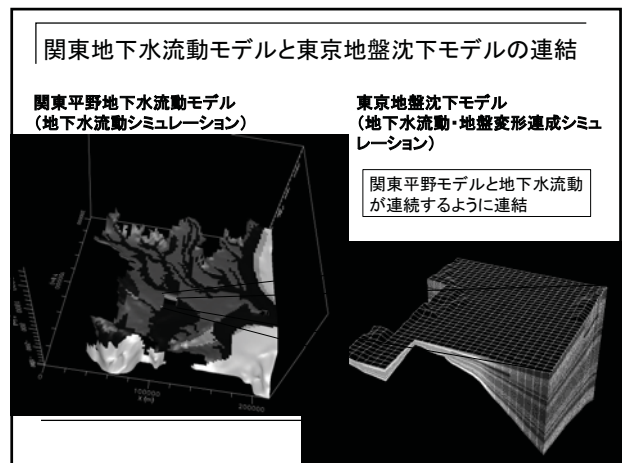
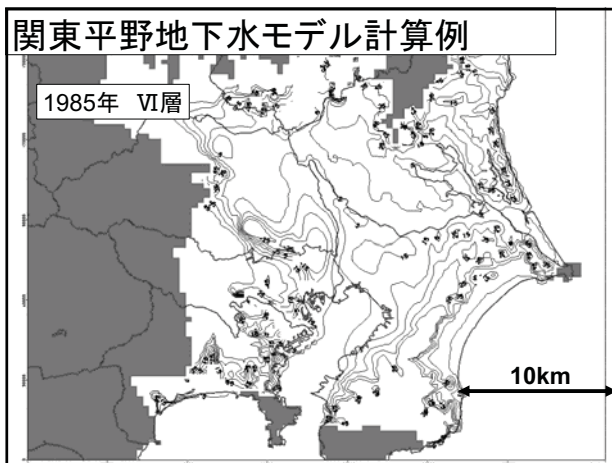
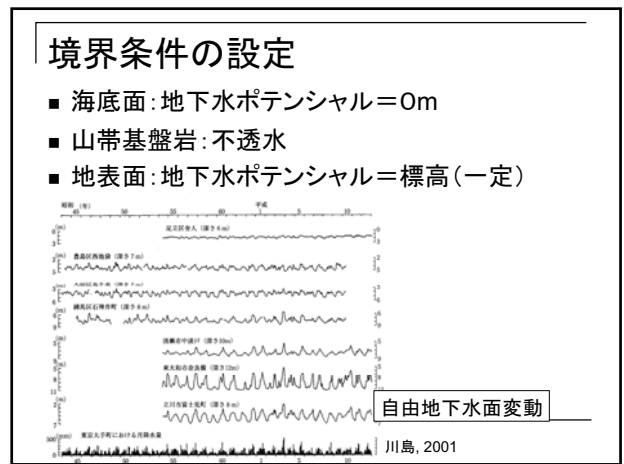
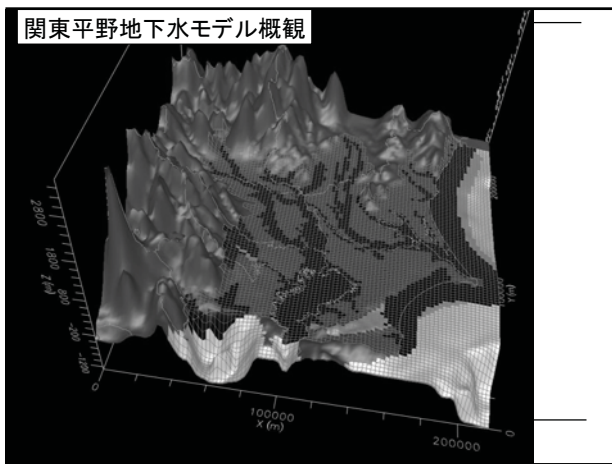
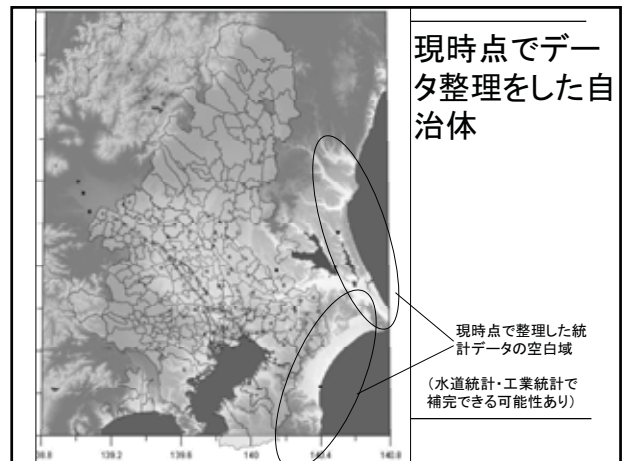
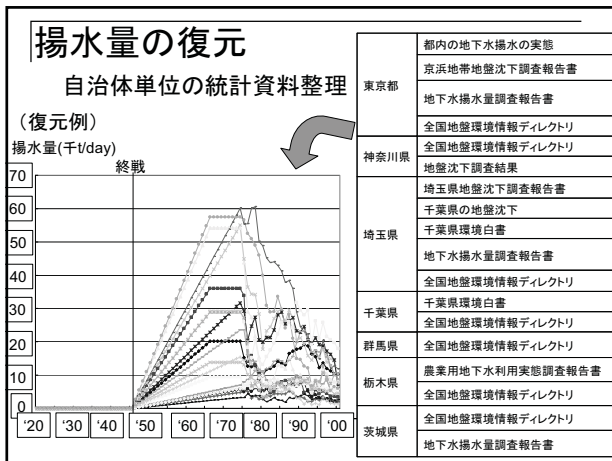


関東平野の実測地下水ポテンシャル分布



関東平野の実測地下水ポテンシャル分布

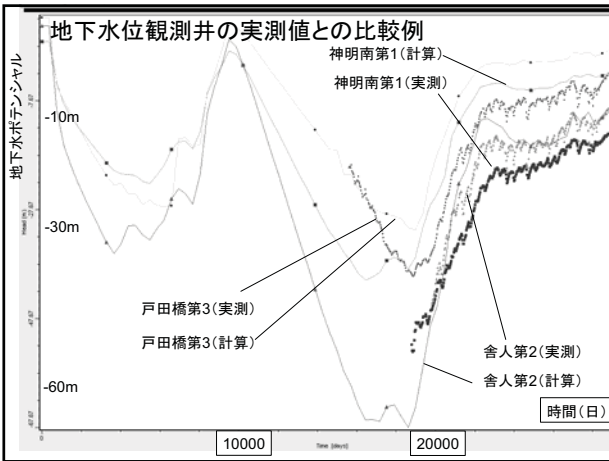
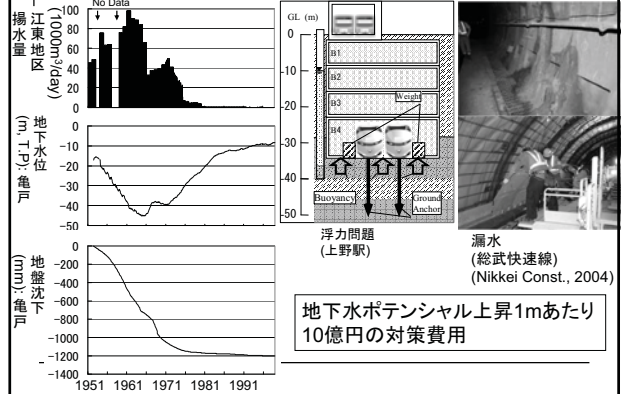




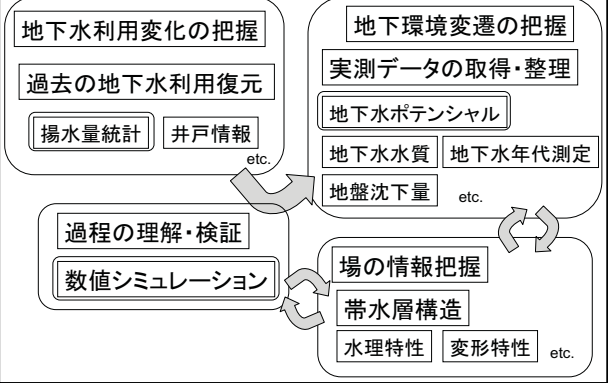
まとめと展望

- 実測地下水ポテンシャルマップ
 - 地下水利用の影響の実態把握
 - 採水調査計画策定のための参考情報
- 揚水量復元
 - 自治体単位での地下水利用量整理
 - 深度分布が課題
- 数値モデル作成
 - 関東平野地下水流動モデル
 - 東京地域地盤沈下・地下水流動モデル

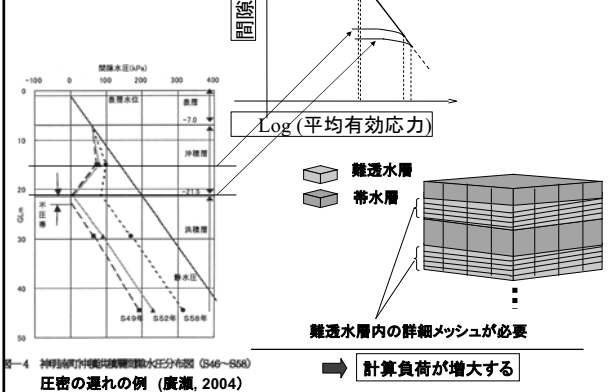
首都圏の地下水問題



関東における地下水利用変化に伴う地下環境変遷の理解



要素分割



地下水流動・地盤沈下連成モデル

地下水の質量収支
$$\frac{\partial \varepsilon_{kk}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(K_{ij} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - Q$$

力の釣り合い式
$$\frac{\partial \sigma_{ji}}{\partial x_j} + F_i = 0$$

ひずみ-変位関係
$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$$

有効応力の原理
$$\sigma'_{ij} = \sigma_{ij} + \delta_{ij} p$$

変形に関する構成関係
$$\varepsilon_{ij} = D_{ijkl} \sigma'_{kl}$$

ε_{ij} : ひずみテンソル
 p : 間隙水圧
 h : 地下水頭(= $p/(\rho_w g + z)$)
 K_{ij} : 透水係数テンソル
 Q : 生産項
 σ_{ij} : 全応力テンソル
 F_i : 体積力
 u_i : 変位
 σ'_{ij} : 有効応力テンソル
 D_{ijkl} : 弾塑性性テンソル

変形モデル: 弾性変形領域 等方線形多孔質弾性論
 塑性変形領域 Cam-clayモデル

不飽和化について

■ 有効応力

- Bishopの有効応力式の $\chi = Sw$ とした以下の式で近似する。

$$\sigma'_{ij} = \sigma_{ij} + \delta_{ij} p_a + \delta_{ij} S_w (p_w - p_a)$$

σ'_{ij} : 有効応力テンソル
 σ_{ij} : 全応力テンソル
 p_w : 間隙水圧
 p_a : 間隙空気圧
 S_w : 飽和率
 δ_{ij} : クロネッカーの δ

不飽和化について

■ 地下水流動

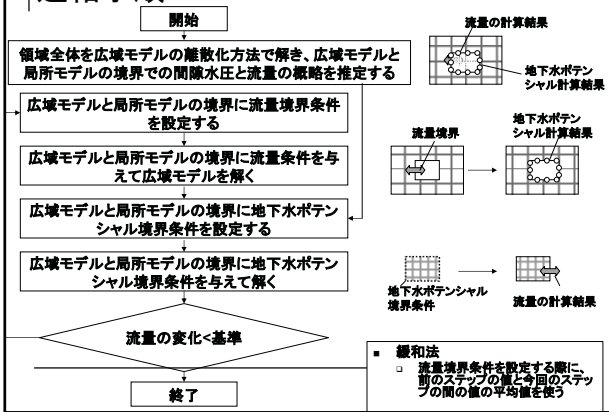
- Van Genuchten式とMuleamモデルを採用し、一般的な文献値の範囲で定数を設定する予定である。

$$S_e = \left\{ 1 + (1 - \alpha p)^n \right\}^{-m}$$

$$\frac{k}{k_{ws}} = S_e^{0.5} \left\{ 1 - \left(1 - S_e^{\frac{1}{m}} \right)^2 \right\}$$

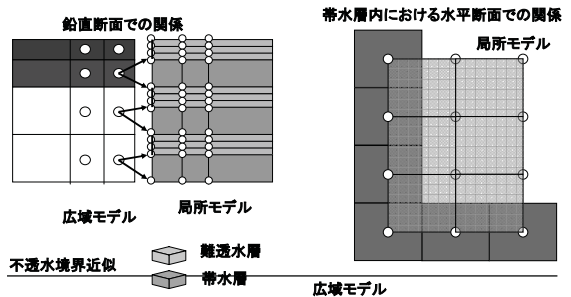
k : 不飽和透水係数
 k_{ws} : 飽和透水係数
 p : 間隙水圧
 S_e : 有効飽和率 $\left(= \frac{S - S_r}{1 - S_r} \right)$
 S : 飽和率
 S_r : 残留飽和率
 n, α : 地盤の物性値
 $m = 1 - \frac{1}{n}$

連結手順



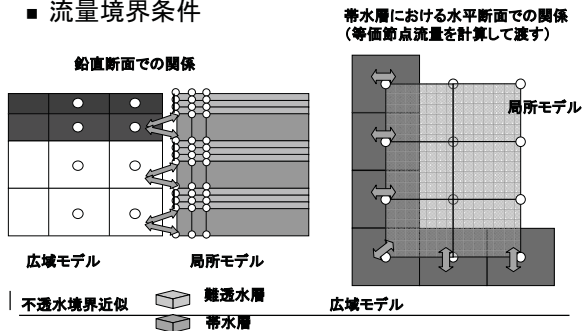
広域モデルから局所モデルへの境界条件の受け渡し

■ 地下水ポテンシャル境界条件

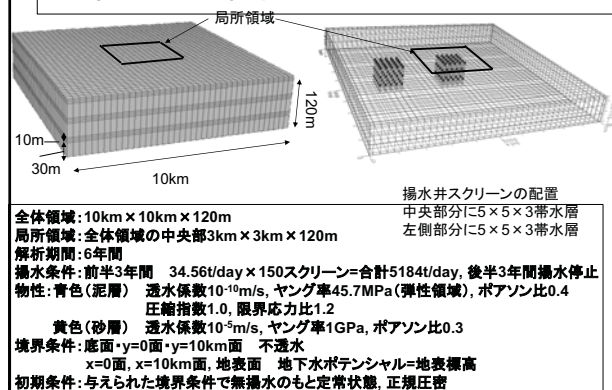


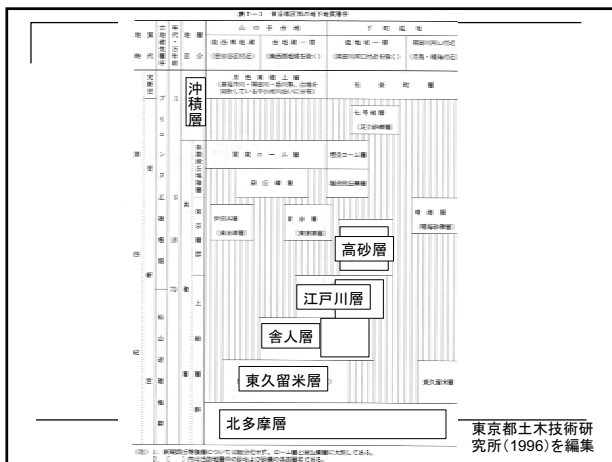
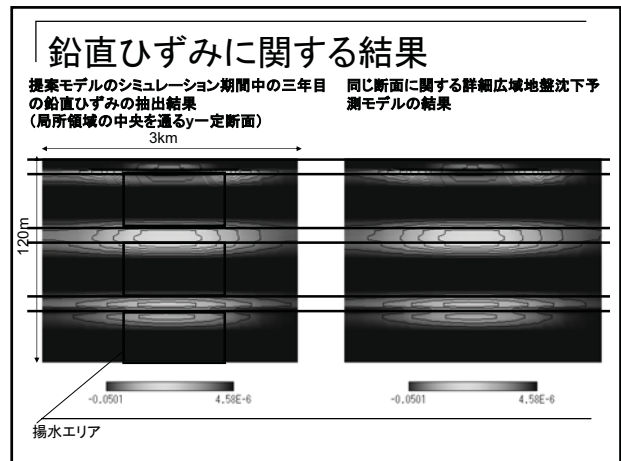
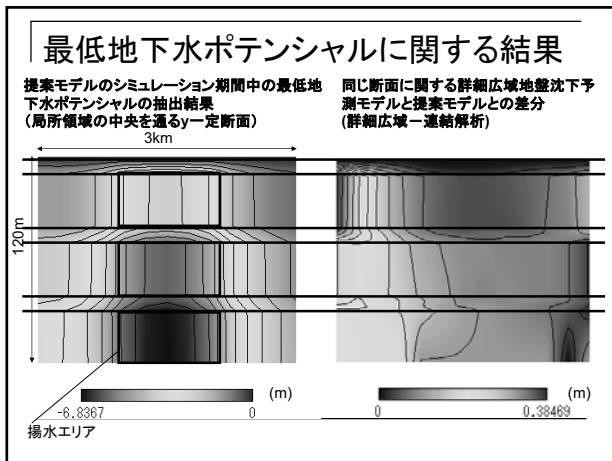
局所モデルから広域モデルへ境界条件の受け渡し

■ 流量境界条件



提案手法の検証

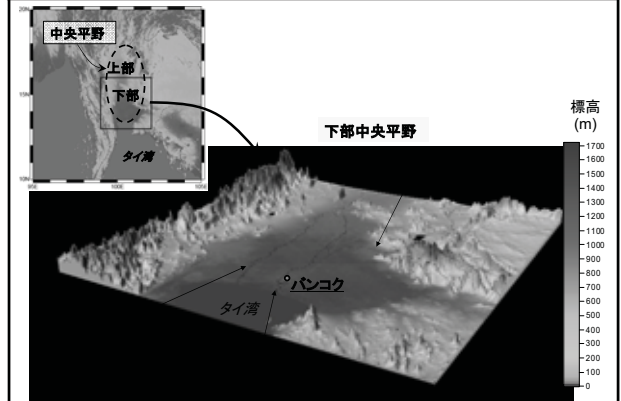




タイ国下部中央平野における 被圧地下水の流動系と涵養機構

山中 勤・嶋田 純

調査対象地域：(1) 地形

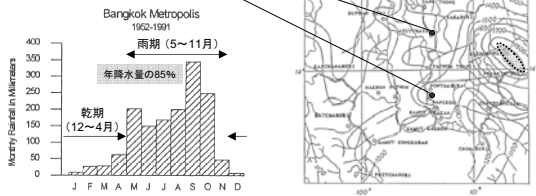


調査対象地域：(2) 気候

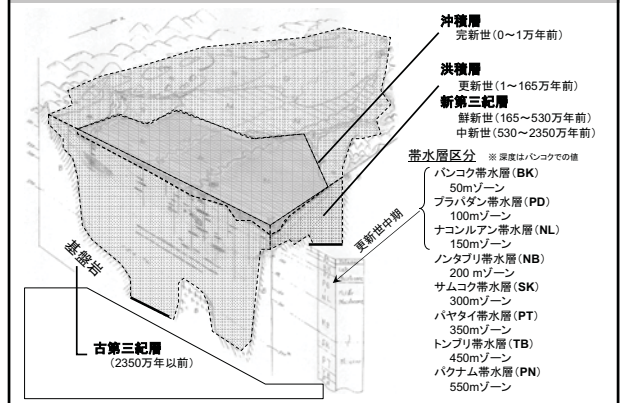
・ 熱帯モンスーン気候区

- 月平均気温: 25.4~29.7°C
- 年降水量:

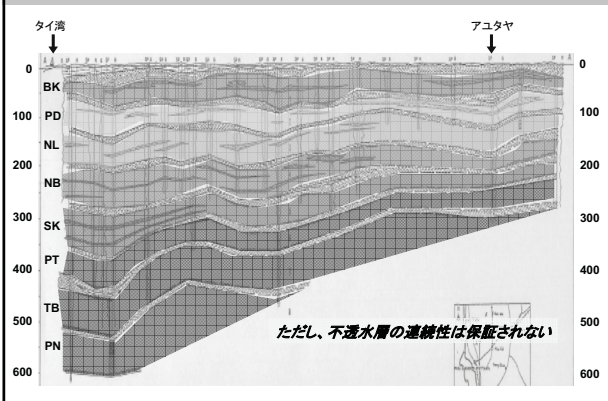
- 1000 mm@チャイナット
- 1200 mm@アユタヤ
- 1500 mm@バンコク



調査対象地域：(4) 水文地質



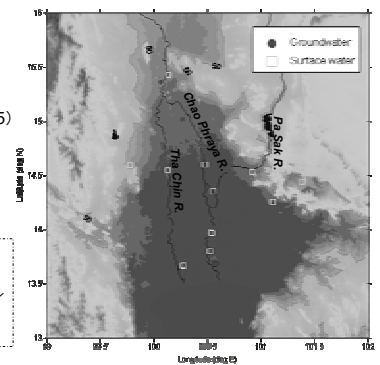
水文地質断面図



調査地点

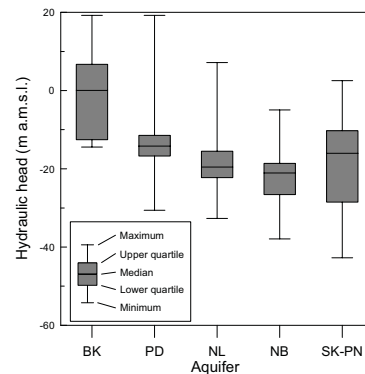
- 地下水
 - 36地点 (110井)
 - うち不圧井戸 (1)
- 地表水
 - Chao Phraya川 (5)
 - Tha Chin川 (2)
 - Pa Sak川 (1)
 - 小河川・運河 (6)

調査項目
井戸水位/水温/pH/
電気伝導度/一般水質/
水素・酸素安定同位体/
トリチウム etc.



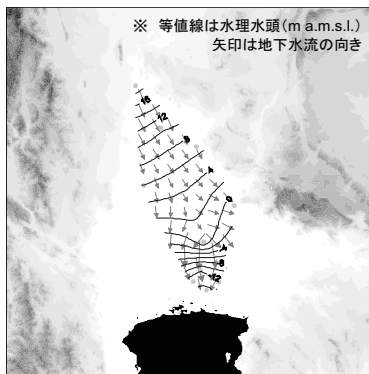
井戸水位計測結果

帯水層間の水理水頭の比較



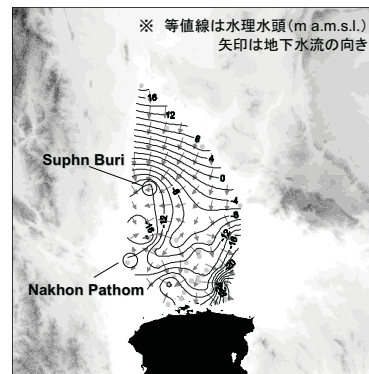
- 地下水揚水量の多いPD・NL・NB帯水層の水理水頭が低く、深部ほどその傾向が顕著である。これは揚水による水圧の低下を反映している。
- SK～PNの大深度帯水層での揚水は少ないが、上位帯水層からの荷重軽減により影響は皆無でない。

帯水層ごとの水理水頭水平分布 -BK-



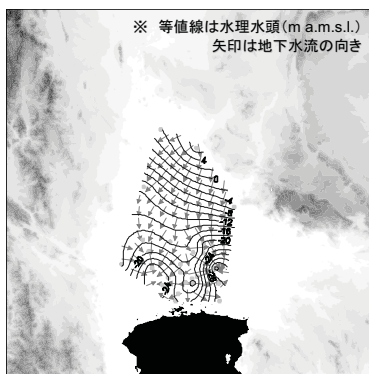
- 北西から南東に向けた水平流動。主たる涵養域が北西部にあることを示唆。
- 上流部における動水勾配の一定性は、揚水の影響が少なく、かつ帯水層が均質であることを示唆。
- 下流部における等値線のゆがみは、バンコク東部および西部における下位帯水層での揚水の影響か？

帯水層ごとの水理水頭水平分布 -PD-



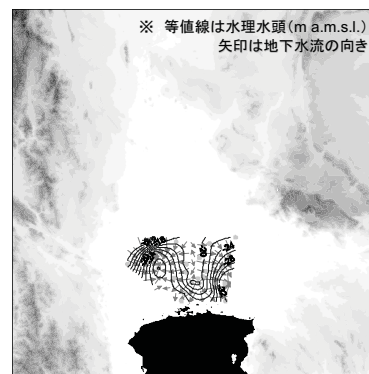
- バンコク東部と西部に揚水の影響と思われる水頭極小域。
- Suph BuriからNakhon Pathomにかけての1帯でも揚水の影響と思われる水頭極小域。これが上流部での地下水流向を南向き、ないし西向きに変化させている。

帯水層ごとの水理水頭水平分布 -NL-



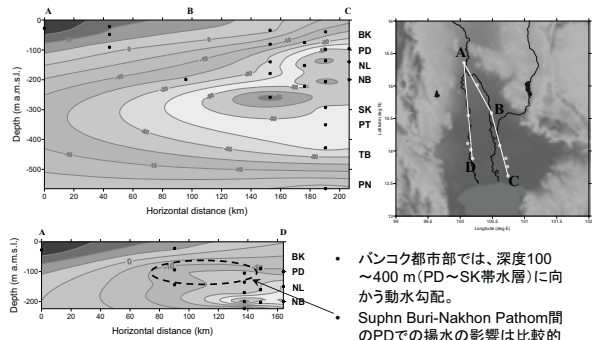
- バンコク東部と西部における水頭極小域はさらにPDよりも顕著。
- Suph Buri-Nakhon Pathom間の水頭極小域は認められない。この地域では揚水がBK帯水層に限定されていることが示唆される。
- 主たる涵養域はBKとは異なり、西部よりも東部の丘陵からの寄与が大きいと予想される。

帯水層ごとの水理水頭水平分布 -NB-



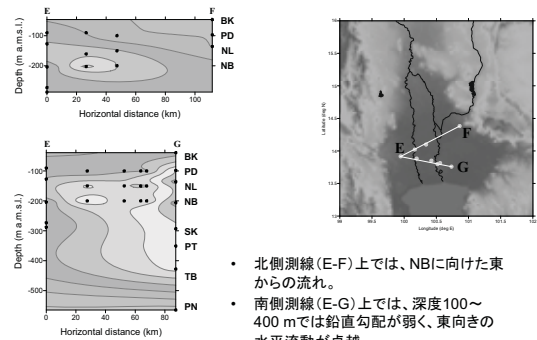
- NLと同様の傾向だが、バンコク東部と西部における水頭極小域はさらに顕著。
- バンコク中央部を南北に走る地下水流路が明瞭。

水理水頭鉛直断面図 -平野縦断方向-



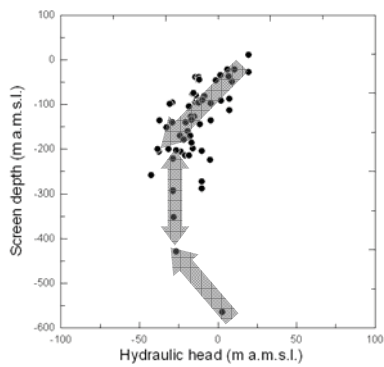
- バンコク都市部では、深度100～400 m (PD～SK帯水層) に向かう動水勾配。
- Suphn Buri-Nakhon Pathom間のPDでの揚水の影響は比較的小さい。

水理水頭鉛直断面図 -平野横断方向-



- 北側測線 (E-F) 上では、NBに向けた東からの流れ。
- 南側測線 (E-G) 上では、深度100～400 mでは鉛直勾配が弱く、東向きの水平流動が卓越。

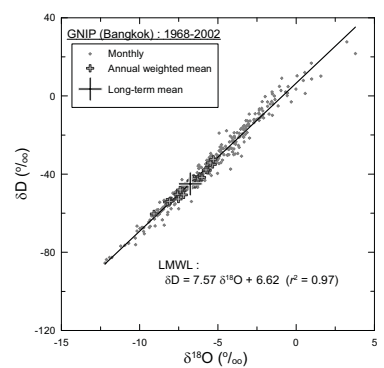
スクリーン深度と水理水頭の関係



- 対象地域全体で見ると、深度200 mまでは下向きフラックス、400 m以深では上向き、中間の深度帯はほぼ静水圧平衡。
- ただし、不透水層による遮断性が高いほど鉛直動水勾配は拡大するので、勾配の大きさは必ずしも鉛直フラックスの大きさを反映したものではない。よって、この点はトレーサーで確認する必要がある。

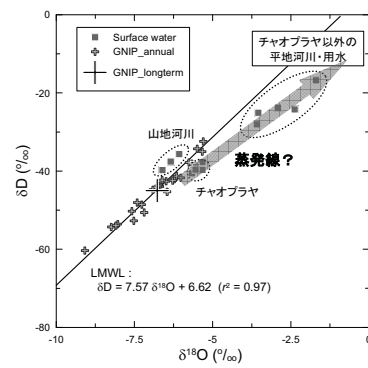
同位体測定結果

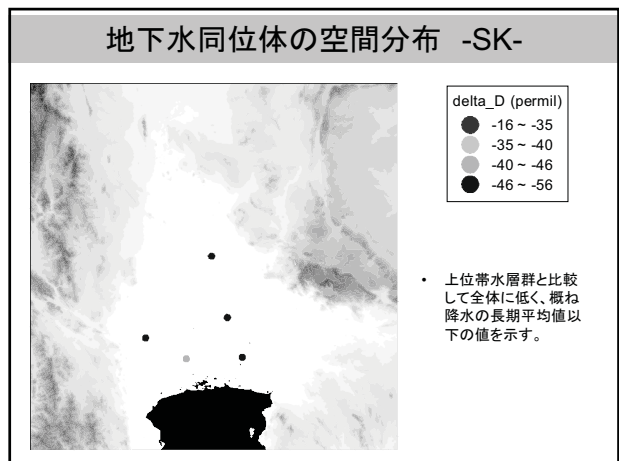
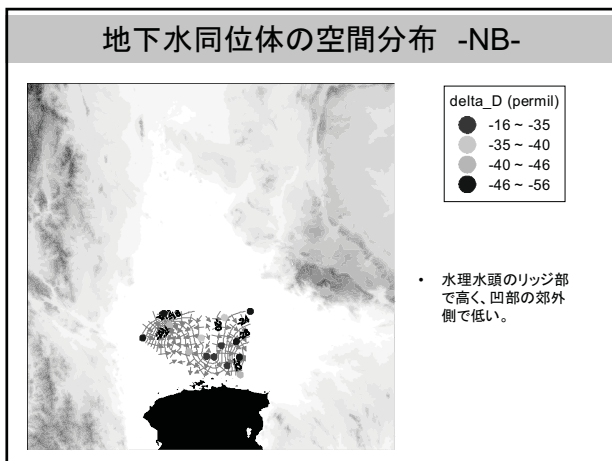
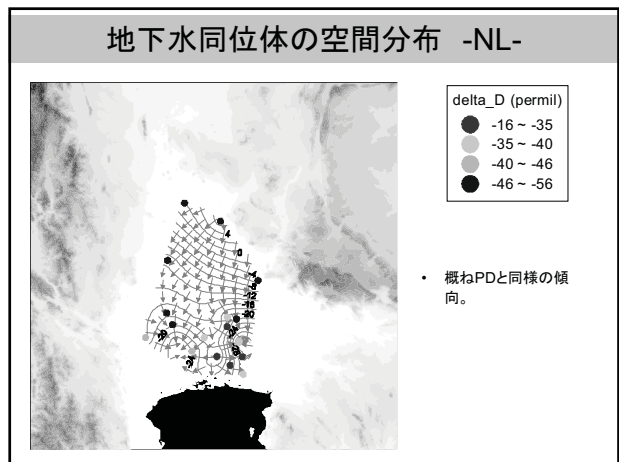
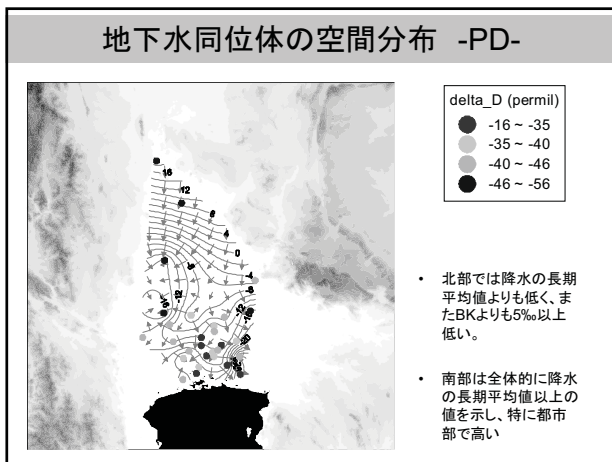
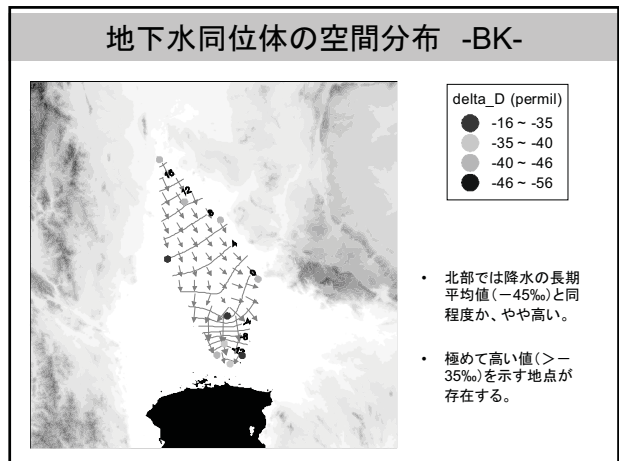
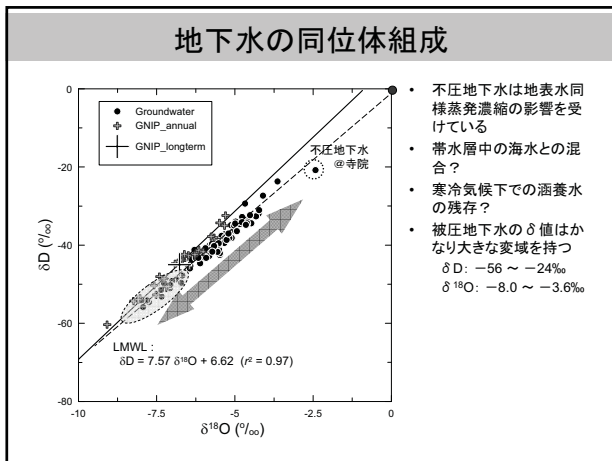
降水の同位体組成



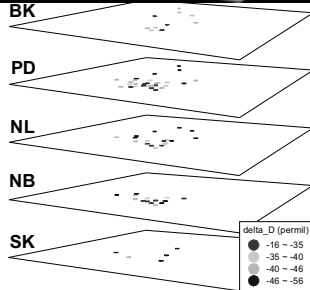
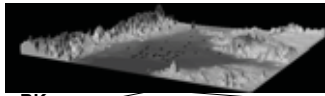
- 月データ
 δD : $-86 \sim 28\text{‰}$
 $\delta^{18}O$: $-12.2 \sim 3.8\text{‰}$
- 降水量加重年平均値
 δD : $-60 \sim -32\text{‰}$
 $\delta^{18}O$: $-9.1 \sim -4.5\text{‰}$
- 長期平均値
 δD : -45.0‰
 $\delta^{18}O$: -6.77‰
- 月データから算出したLMWLの傾きと切片はGMWLよりもやや小さい

地表水の同位体組成





地下水同位体空間分布の形成要因

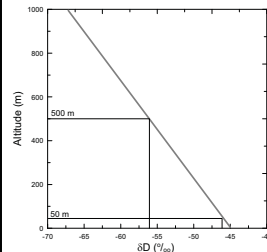


- BK**
- 全体 高 δ
 - 蒸発濃縮の影響を受けた不圧地下水との混合
 - ハンコク粘土層に残存すると思われる海進時の海水との混合
- PT-NL**
- 都市部 高 δ
 - BKからの誘発涵養(?)
 - 郊外 低 δ
 - 周辺山岳・丘陵での涵養
- SK**
- 全体 低 δ
 - 周辺山岳・丘陵での涵養
- NB**
- 水頭リッジ部 高 δ
 - 上方(NL)から涵養
 - 水頭凹部郊外側 低 δ
 - 周辺山岳・丘陵での涵養
 - 下方(SK)から上昇?



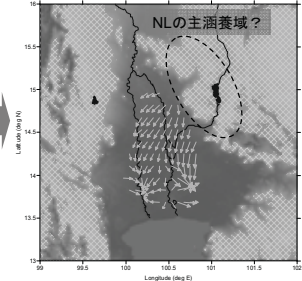
低 δ 地下水の涵養域

世界平均の高度効果を仮定すると...



δD が $-46 \sim -56\text{‰}$ の地下水の涵養高度はおおよそ50~500m。

推定涵養域(網掛け部分)



※ 矢印はNLにおける動水勾配

重 δ 水の起源

- 蒸発濃縮か? 塩水混入か?
- CI濃度と δ 値の相関を調べて後者の影響を把握する必要有り。物質班の分析待ち

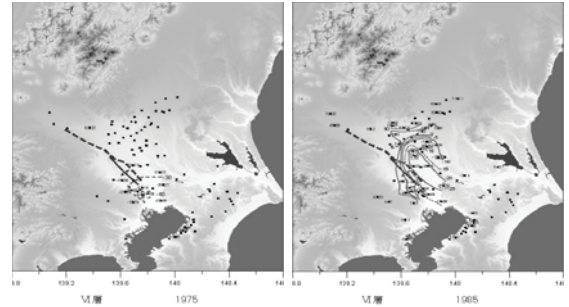
結論(暫定)

- 各帯水層内の水平流動系
平野全体では北部から南向きの流れ。BKでは東向き成分が強いが、PD以深では西向き成分が強くなる。また、揚水の影響によりポテンシャルの極小域が形成されており、これが地下水流動系を局部的に攪乱している。
- 帯水層間の鉛直混合の様式・程度
都市部のPD~NBでは、浅層からの重い δ 水の混入が認められる。都市中心部でこの傾向は顕著だが、現在の水位が著しく低いわけではない。これは揚水最盛期の影響が残存している可能性を示唆する。また、現在最も水位低下が著しい都市外縁部では、鉛直混合よりも水平流動による補給が卓越している可能性がある。
- 地下水の主要涵養域と涵養速度
同位体と動水勾配分布から涵養域を特定することはある程度可能。降水同位体の経年変動は誤差要因となるが、むしろ使い方によって涵養年代の同定につなげられるか? 1980年代初頭の同位体測定値(IAEA)との比較によっても、涵養プロセス・滞留時間等に関してなんらかの情報を得られる可能性がある。

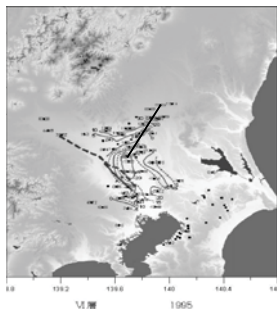
関東平野地下水ポテンシャル変動

東京大学 林・徳永
熊本大学 嶋田

関東平野地下水頭の経時変化(VI層)

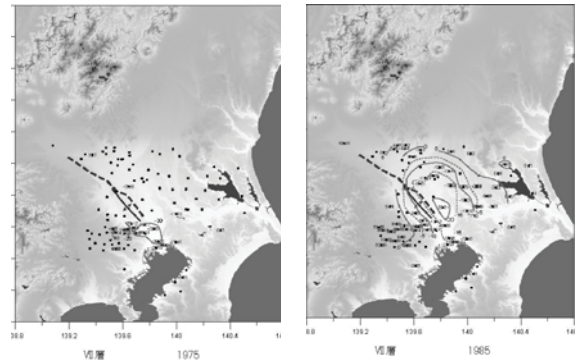


関東平野地下水頭の経時変化(VI層)

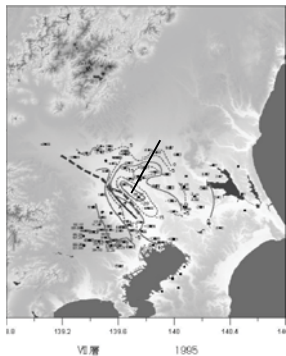


林(2006)による

関東平野地下水頭の経時変化(VII層)



関東平野地下水頭の経時変化(VII層)



林(2006)による

CFC分析用採水ラインの決定

- 各帯水層毎の水頭経時変化から乱れの少ない流線を抽出し、観測井戸ラインを決定。
- 関連自治体の地下水管理局と交渉しCFC用の地下水採水許可をもらう
- CFC濃度の分析と滞留時間の解析



都市の地下環境に残る人間活動の影響 (地下水グループ2006年度活動報告まとめ)

熊本大学自然科学研究科 嶋田 純

谷口PJ 2006年度報告(地下水G)

- (1) 地下水年代測定・分析システムの確立
 - CFC分析手法
 - USGS前岡ヒアリング(嶋田・辻村2006.12)
 - 地球科学研究所システムの立上げ(辻村・大田2006.02)地下水学会報告(辻村2006.05)
 - 分析機器搬送(島津製作所ECD付ガスクロ)05月、納品済み
 - パーソナルPCラック管理システム搬送(地球科学研究所)07月、納品済み
 - 分析システムの総合テスト(筑波大学・辻村・大田、09-)
 - 現地採水調査への適用(11-12月、関東平野地下水(予定))
 - K-85分析手法
 - 高塩度帯水層ガス抽出システムの考案・設計(眞原、2006.07-09)
 - 抽出システムの搬送(眞原2006.11?)
 - Kr用低レベル検シニアロカの搬送・納品(百島2006.05-10)
 - Kr分離・精製・サンプル抽出システムの考案・設計・搬送(百島、2006.07-2006.06)
 - Kr標準ガスの入手と検シ精度(百島、2006.11-)
 - 地下水採水システム
 - 自噴井戸、湧水(津島中井)2005.11作動テスト済み
 - ベネットポンプ(CFC仕様)(嶋田2006.07搬送、09納品)50m用、200m用
- (2) 現地調査
 - Bangkok(2006.06)小野寺Gと合同、帯水層構造基本情報入手、地下水流動関連の予備データとしての採水調査実施(嶋田、山中)
 - Jakarta(2006.09)小野寺Gと合同、帯水層構造基本情報入手、地下水流動関連の予備データとしての採水調査実施(嶋田)
 - 関東平野 既存ポテンシャルデータの収集と整理(徳永、林、2006.06-09)採水ラインの検討(嶋田、辻村)
 - 関東平野におけるCFC採水予備調査(2006.12-?)
- (3) 試料分析・データ解析
 - Seoul地下水のトリチウム、同位体分析(井川・嶋田、2005.08-2006.10)
 - Bangkok地下水のトリチウム、同位体分析(山中・井川・嶋田、2006.07-)

3都市の地下水賦存状況比較(2006年度)

- 東京・大阪: 300-400m複数沖積帯水層、100km規模、地下水流動に関する既存調査、水頭変化経時データの取得とポテンシャル経時変化の整理(林、徳永)
- バンコック: 400-600m複数沖積帯水層(最上層は最終海進期の海成層(高塩分濃度)、200km規模、地下水流動に関する若干の既存調査(タイ地下水利局)、ポテンシャル経時変化データ取得・整理(依頼中?、未着手)、現状のポテンシャルと地下水流動状態(山中)
- ジャカルタ: 200m複数沖積帯水層(火砕流堆積物含)、既存地下水調査は殆どなし?、現状のポテンシャル経時データと地下水流動状態(Fajar?)

地下水Gのまとめ

- データ管理: 各研究都市の地下水流動調査結果の共有化
- 各班連携: フィールド調査時の小野寺班との連携(タイミングに応じて)
- 成果・その他: ジャカルタ、バンコクの地下水流動の現況(過去のポテンシャル情報の入手と整理が出来次第)、ソウル(都市化に伴う地下水変化、IAHS07)
- 関東地域のCFC測定結果(今年度末の予備調査結果次第)
- 関東地域のKr85測定(システムが立ち上がり次第、次年度後半?)
- フィールド・カウンターパートの関係: 大阪の位置づけ、バンコック、ジャカルタ以外の都市について

GRACE データ処理の現状
Status Report of the GRACE data processing

京都大学大学院理学研究科 福田洋一・山本圭香
気象研究所 仲江川敏之
九州大学工学研究院 西島 潤

Yoichi Fukuda, Keiko Yamamoto (Graduate School of Science, Kyoto University)

Toshiyuki Nakaegawa (Meteorological Research Institute)

Jun Nishijima (Graduate School of Engineering, Kyushu University)

異なるデータセンターからリリースされている GRACE データセットを用いて、インドシナ半島のメコン川、イラワジ川、サルウィン川およびチャオプラヤ川の4つの主要河川流域での質量変動を見積もった。また、得られた質量変動を気象研究所提供の陸水貯留量モデルと比較し、その結果から GRACE データの現状について報告する。GRACE データと陸水貯留量モデルによる季節変動量の見積もりでは、メコン川、イラワジ川の流域サイズで良く一致するものの、サルウィン川およびチャオプラヤ川の流域サイズとなると GRACE の分解能が不足する。4河川をすべて含めた場合、その振幅は使うデータセンターによって 0.9-1.4 の範囲でばらつく。一方、位相については、共通して GRACE に1月程度の遅れがみられるが、これは、陸水貯留量モデルでの地下水流動の扱いに問題のある可能性が高い。この他、最近の GRACE データの状況についても報告する。

We estimated the mass variations of 4 major river basins, i.e., Mekong, Irrawaddy, Salween and Chao Phraya river basins, in Indochina Peninsula from the newly released GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) monthly gravity field solutions. The estimated variations were compared with the one calculated from a numerical model. The results show that the agreements between the GRACE estimations and the model calculation are good in Mekong and Irrawaddy basins while those in Salween and Chao Phraya basins are poor mainly due to the spatial scale of the areas concerned. The comparison over the combined area of the 4 river basins shows fairly good agreement, although there remain small discrepancies quantitatively. Amplitudes of the annual signals from the GRACE solutions are 0.9-1.4 times larger than the one from the hydrological model, and the phases are delayed about 1 month compared with the model signal. The phase differences are probably due to improper treatments of the groundwater storage process in the hydrological model and this suggests that the GRACE data possibly give constraints to the model parameters. We will also report the present status of GRACE data release.

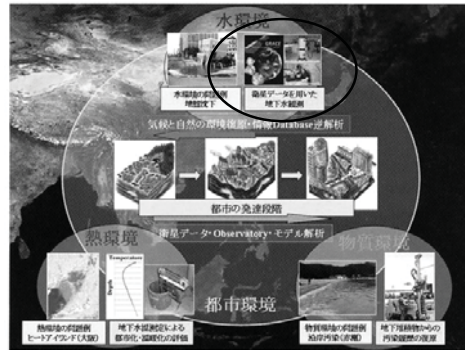
GRACEデータ処理の現状

Status Report of the GRACE data processing

福田洋一・山本圭香 京都大学大学院理学研究科
仲江川 敏之 気象研究所
西島 潤 九州大学工学研究院

Yoichi Fukuda, Keiko Yamamoto
Graduate School of Science, Kyoto University
Toshiyuki Nakaegawa
Meteorological Research Institute
Jun Nishijima
Graduate School of Engineering, Kyushu University

RIHN-Project 2-4 都市の地下環境に残る人間活動の影響



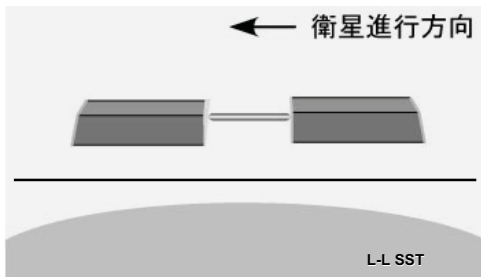
目的・目標

- ・都市における地下水変動モニター
 - 水質量収支からみた都市
 - 水質量収支に対する都市のインパクト
- ・下水流動系、地下貯留層の探査
 - 地下水グループとして重力からの寄与
 - 現在の地盤変動量把握
- ・手法の開発
 - GPS、相対重力、(ポータブル)絶対重力による地上測定
 - 地上測定と衛星データ(GRACE)のリンク

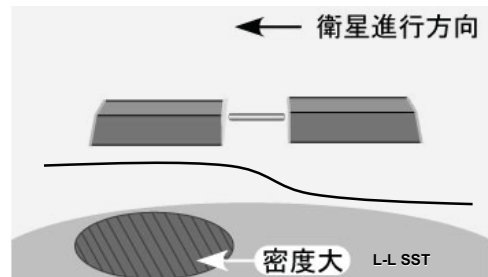
GRACE と地上観測による 都市域の地下水変動モニタリング



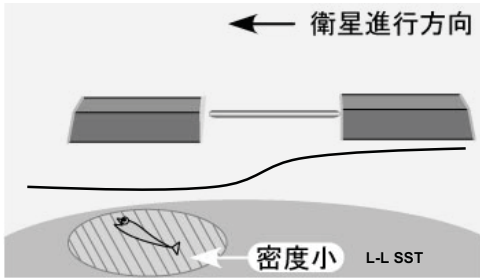
双子衛星 (GRACE) による重力測定



双子衛星 (GRACE) による重力測定



双子衛星 (GRACE) による重力測定

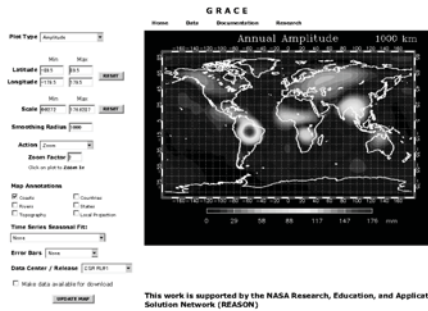


GRACE のデータ

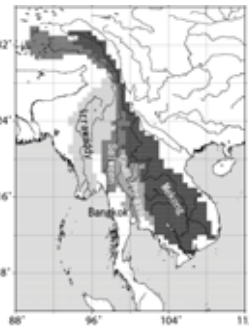
- **Level 0 data** センサーデータ
K-Band Phase Data 10Hz sampling
GPS Data(Orbit Det.) 1Hz sampling
GPS Data(Occultation) 50 Hz sampling
- **Level 1 data**
K-Band Ranging (Biased Range & Derivatives) ~ 5s sample rate
Geophysical Corrections(データ、ソフト)
地球潮汐、海洋潮汐、大気、・・・
- **Level 2 data (JPL, UTCSR, GFZ)**
重力場球面調和関数係数 (Stokes係数) 時系列
100次/1~2ヶ月

Level-2データの計算サイト <http://geoid.colorado.edu/grace/grace.php>

GRACE <http://geoid.colorado.edu/grace/grace.php>



インドシア半島における解析例



流域面積

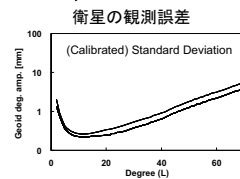
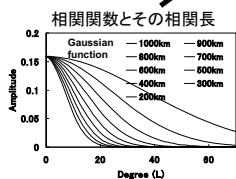
River	Drainage Area (km ²)
Salween	330 000
Chao Phraya	178 000
Irrawaddy	425 000
Mekong	814 000
Total	1 750 000

Regional filterの設計

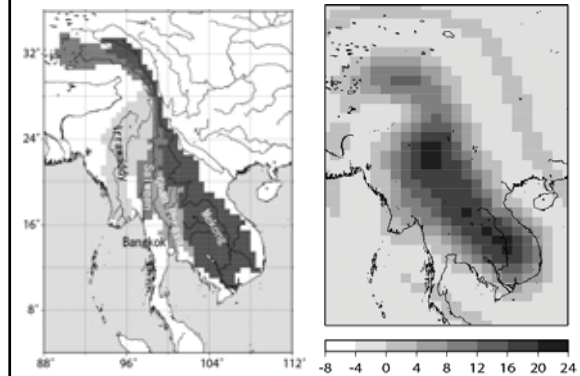
(Swenson et al., 2004)

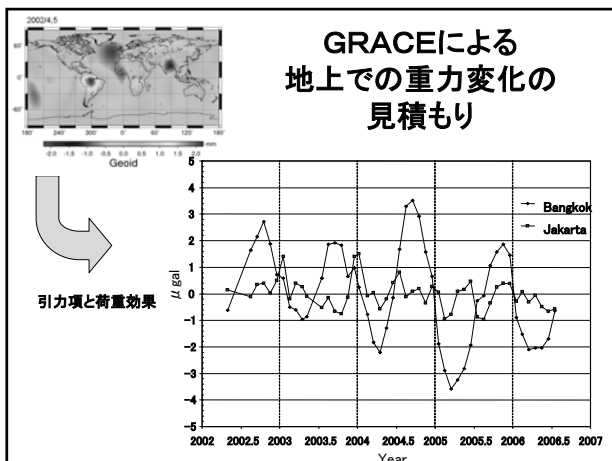
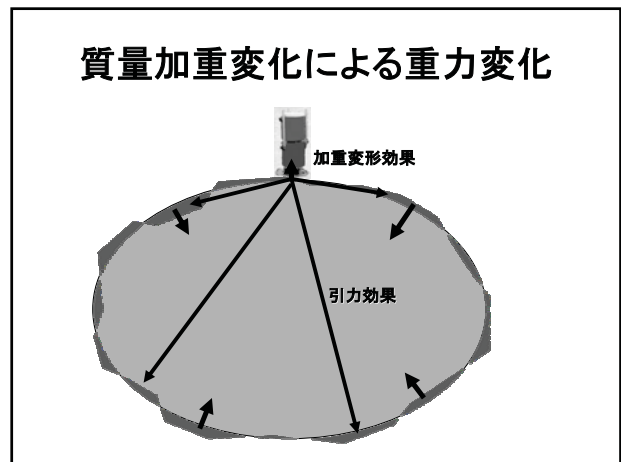
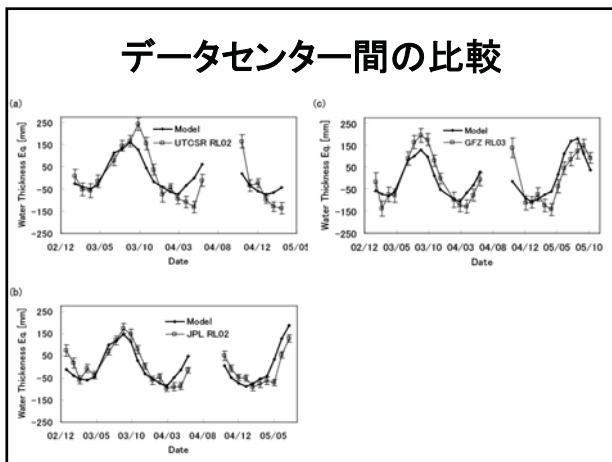
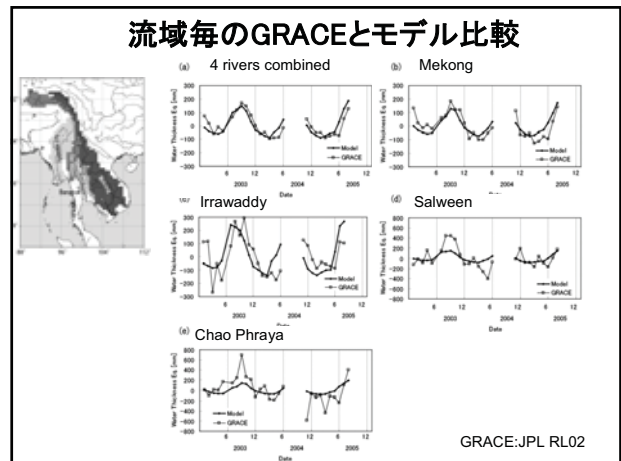
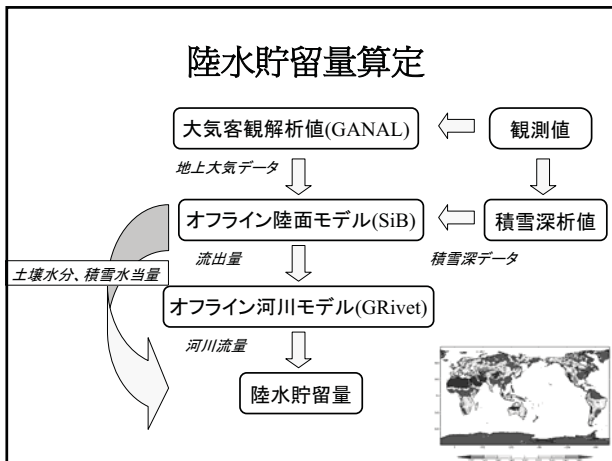
Gaussian filterをbaseとし、LSMにより
Leakage error + measurement error minimize

$$\text{重み係数} \begin{Bmatrix} W_{lm}^C \\ W_{lm}^S \end{Bmatrix} = \left[1 + \frac{2(2l+1)\sigma_0^2}{\sigma_0^2(1+k_l)^2} \left(\frac{a\rho_E}{3} \right)^2 \right]^{-1} \begin{Bmatrix} g_{lm}^C \\ g_{lm}^S \end{Bmatrix} \quad \text{領域の形状}$$



空間フィルターの例





- ### まとめ
- GRACEデータ
 - データの配布は順調である
 - Mekong、Irrawaddyサイズ程度の質量変動は検出可能
 - 処理方法の改良で将来的にはさらに精度向上の可能性はある
 - 陸水モデルへのインパクト
 - 現状では変化の位相
 - 地上測定とのリンク
 - Bangkokでは、現場での重力測定に広域的な変動の影響を考慮する必要がある
 - Jakartaでは無視できる
 - モデルを介した衛星データとのリンク

再解析陸水貯留量の比較

気象研究所 仲江川敏之

Comparison of the terrestrial water storage estimated from different reanalysis datasets

Tosiyuki Nakaegawa MRI/JMA

陸水貯留量変化は、地球規模の水循環そしてそれをもたらすエネルギー循環によって生じており、気候問題を考える上で、重要な要素であり、衛星重力ミッションによって、より直接的に陸水貯留量変化を推定することが可能となった。しかし、ある地点の重力変化は全球の質量変化の影響が重畳した結果で生じるため、ある地域の陸水貯留量変化を推定するには、逆説的ではあるが、全球の陸水貯留量分布推定値が必要である。この推定値は普通、気象予測に用いる初期条件を作成するために行われている客観解析結果の陸面状態の計算結果、あるいはほぼ同じシステムに降水量などの観測値を加えた陸面状態の計算結果から計算される。陸水貯留量を構成する土壌水分や積雪などは、客観解析を行っている機関毎に、結果が異なることが知られている。そこで、この研究では1979年から2004年までを対象に気象庁、ヨーロッパ中期予報センター、米国環境予測センターの3つの再解析データを用いて、陸水貯留量を計算し、比較を行った。現在の衛星重力ミッションであるGRACEの陸水貯留量変動の推定誤差と、3つのデータセット間の違いを比較すると、GRACEの推定誤差の方が、殆どの流域で大きく、GRACEのデータにより、陸水貯留量変化の推定値向上に十分寄与できることが示唆される。一方、ある地域の陸水貯留量変化推定には、データセットの違いによる、不確実性が生じることが示唆される。

The change in the terrestrial water storage is produced by the global water cycle accompanying with the global energy cycle, and is considered as an important element in climatic problem. The present study compares the terrestrial water storages for 1979 to 2004 obtained from the three different reanalysis dataset: Japan Meteorological Agency-Central Research Institute of Electric Power Industry (JRA-25), European Center for the Medium-range Weather Forecast (ERA-40), and National Center for Environmental Prediction and Department of Energy (NCEP/DOE R-2). The terrestrial water storage is computed by the summation of soil moisture and ice, snow water equivalence, and river channel water storage. The total estimation error of the presently operational gravity satellite mission, GRACE, is compared with the differences in the terrestrial water storage between the three datasets, and the error is found to be smaller than the differences in most of major river basin. These results suggest two points: The terrestrial water storage estimated from GRACE would contribute to the improvement in that of the (re-)analysis datasets, and the retrieval of the terrestrial water storage from GRACE observation at a specific basin could include the uncertainty of the terrestrial water storages between the reanalysis datasets.

再解析陸水貯留量の比較

気象研究所 仲江川 敏之

本プロジェクトでの任務

- 数値モデルによるグローバルな陸水貯留量変化算定
 - GRACEによる流域スケール陸水貯留量算定用データの提供

引カポテンシャル

$$V = \frac{GM}{R} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=1}^l \left(\frac{R}{r} \right)^{l+1} \bar{P}_m(\sin \phi) (\bar{C}_{lm} \cos(m\lambda) + \bar{S}_{lm} \sin(m\lambda))$$

本日の話題

- 陸水貯留量の定義
- 再解析データの紹介
- 3つの再解析による陸水貯留量の比較
- 解析値と観測値の比較

陸水貯留量変化の算定

GRACEの計測している陸水貯留量変化

- = 土壤水分量 + 積雪量 + 地下水量
- + 湖沼貯水量 + 河道貯留量
- = 陸域一大気結合水収支法による陸水貯留量
- ≠ 大気陸面モデルの陸水貯留量
- = 土壤水分量 + 積雪量

考慮していない要素があるのに良く合っているという結果が得られている(e.g. Niu et al. 2006)



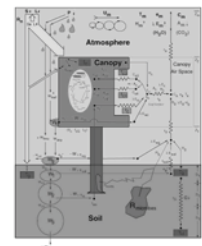
Japanese Reanalysis Project : JRA-25

- 期間 : 1979 - 2004
- 空間解像度 : 約120km、時間解像度6時間
- 同化システム : 3次元変分法
- 2004年1月からは同じシステムJMA-CDASで準リアルタイムに継続
- 研究目的なら誰でもデータ利用可能
- 他の再解析にない入力データの特徴
 - 台風周辺風 by Dr. Fiorino
 - GMS再計算風
 - 日別SST
 - 中国積雪深データ

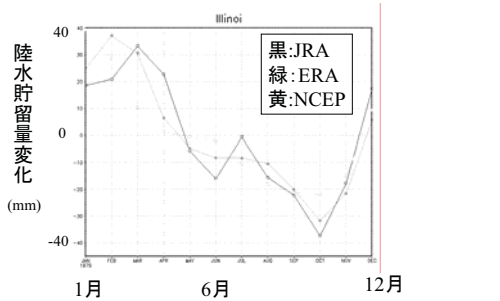
Cooperative Research Project between JMA (MRI) and Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI)

再解析データと陸面モデル

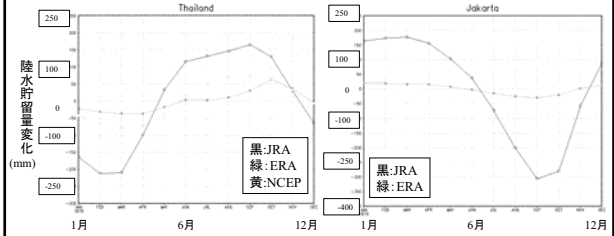
- 比較する再解析データ
 - JRA-25(日本)
 - ERA-40(ヨーロッパ)
 - NCEP(米国)
- 陸面モデル:
 - Simplified Biosphere Model (Sib); 鉛直一次元、
 - 土壤水分、温度3層予測



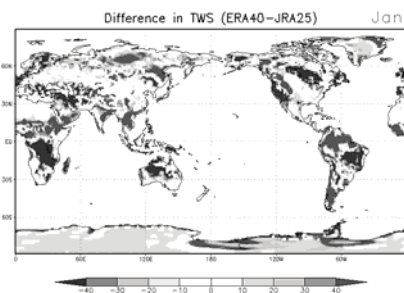
再解析陸水貯留量の比較



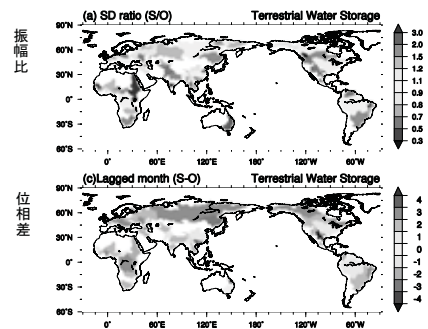
再解析陸水貯留量の比較



再解析陸水貯留量の比較



観測値との比較



まとめ

- モデル陸水貯留量定義の違い
- 再解析データの紹介
 - JRA-25無料配布中 都市化研究への応用
- 3つの再解析による陸水貯留量の比較
 - 対象地点(流域)では振幅が大きく異なる
- 解析値と観測値の比較
 - 対象地点(流域)ではGRACEから得られた結果と整合的な違いが得られた

現在、鋭意モデルの改良中

都市化研究

- 再解析値には地上データが用いられない
 - (観測値)-(再解析値) 都市化の影響

Kalnay and Cai (2003, Nature)
Kalnay et al. (2006, JGR)
Lim et al. (2005, GRL)
Frauenfeld et al. (2005, JGR)
Zhou et al. (2004, PNAC)

Figure 3. (a) Geographical distribution of urban grids (5°x5°). Grid boxes where the fractional area of 1 km x 1 km urban pixels is greater than 0.043 (in red), and between 0.01 and 0.042 (in blue) are categorized as big (small) urban areas. Time series (°C) of (b) GHCN-NNR, and (c) CRU-NNR, for the areas of big urban areas (red solid), small urban areas (red dashed), agriculture (blue solid), natural broadleaf (blue dashed), and barren areas (black solid), respectively.

Lim et al. (2005, GRL)

ジャカルタにおける重力・GPS 予備調査概要

西島 潤 (九大院・工)・福田洋一 (京大・理)・上野悟志 (京大・理)

Preliminary gravity and GPS survey at Jakarta city

Jun Nishijima, Yo-ichi Fukuda, Satoshi Ueno

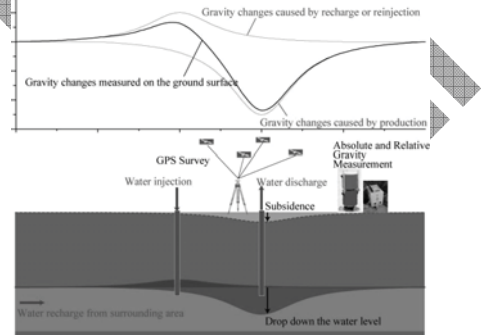
本プロジェクトで行う重力測定は、絶対重力計を用いて行う基準点測定と相対重力計を用いて行う重力変動測定の 2 種類の測定を行う予定である。今回の調査では、主に絶対重力計を用いて行う基準点測定のための観測点の選定を行った。絶対重力計で精度よく測定するためには重力計を設置するためのしっかりした土台があること、振動などのノイズが少ないことなどの条件を満たす必要がある。ジャカルタ市内では既にバンドン工科大学(以下 ITB) によって GPS を用いた地盤変動観測が開始されており、観測点には約 30cm 四方のしっかりとしたベンチマークが設置されている。今回の調査では主に ITB が行っている地盤変動観測点を見て回り、振動などのノイズが少ない 4 点を絶対重力測定点として選定した。今後地盤変動観測は ITB と共同で GPS を用いて観測を行い、相対重力計を用いた重力変動観測はインドネシア国立測量及び地図調整機構 (BAKOSURTANAL) と共同で行う予定である。今回選定した 4 点の観測点では、相対重力計を用いた精密重力測定方法の打ち合わせも合わせて行い測定練習も行った。また、ジャカルタ市内の基盤構造を明らかにすることを目的に、東西方向 2 測線、南北方向 1 測線を取り約 2km 間隔の重力探査を行った。以上の詳細について会議では報告する予定である。

We carried out the preliminary gravity and GPS survey at Jakarta. The ground deformation survey using GPS has been started by Institute of Technology Bandung (ITB). Many benchmarks are established by ITB, and we went to some benchmark to check the benchmark size and noise level. We selected the four benchmarks in order to measure the gravity using the A10 absolute gravimeter. We will get cooperation from ITB and BAKOSURTANAL to measure the ground deformation survey and repeat relative gravity measurements. We also carried out the 2km interval gravity survey to make clear the underground structure.

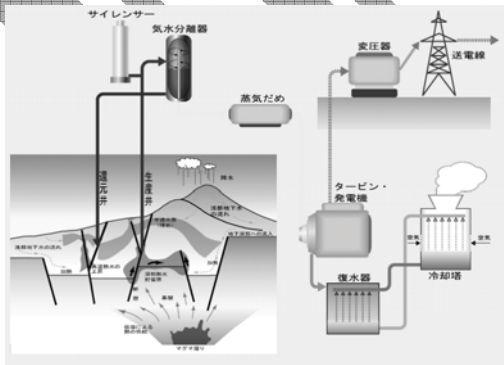
ジャカルタにおける重力・GPS予備調査概要

西島 潤(九大院・工)・福田洋一(京大・理)
・上野悟志(京大・理)

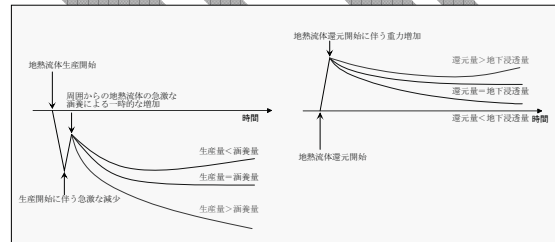
重力変動観測による地下水位モニタリング



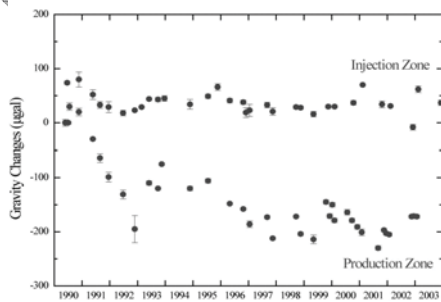
地熱発電概念図



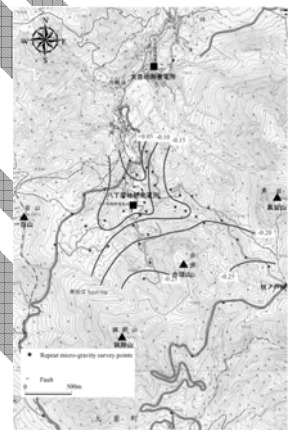
重力変動観測による地下水位モニタリング



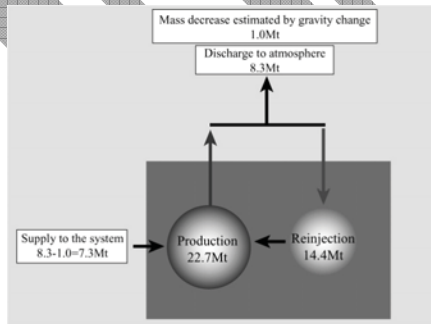
八丁原地域重力経時変化図



重力変動量空間分布図



八丁原地熱発電所水収支



Mass balance in the production and reinjection zones at Hatchobaru Geothermal Field from October 1999 to October 2000

使用重力計

- A10(絶対重力計)
基準点測定用
- LaCoste(相対重力計)
各観測点測定用
(BAKOSURTANAL)



単位
gal : 1cm/sec²
地表における重力加速度:
9.8m/sec²=980gal

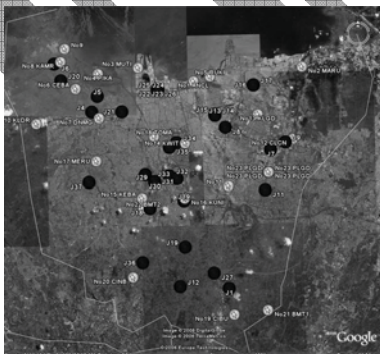
重力変動を引き起こす要因

- 観測点の標高変化 約300μgal/m
- 潮汐(精密モデルで補正可能) 約±250μgal
- 気圧変化 約4μgal/10hPa
- 地下水水位変化 数10~100μgal

ジャカルタ予備調査

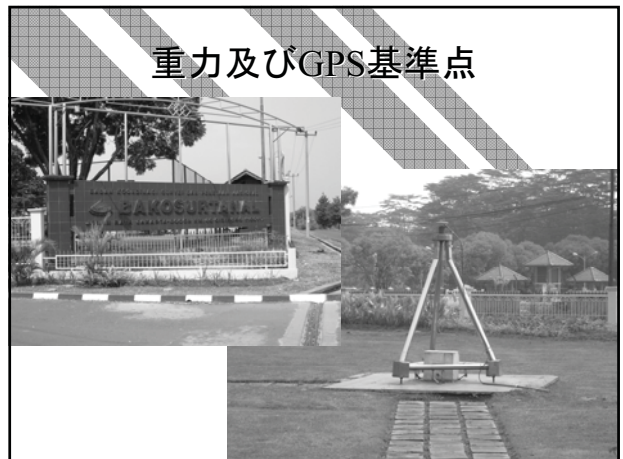
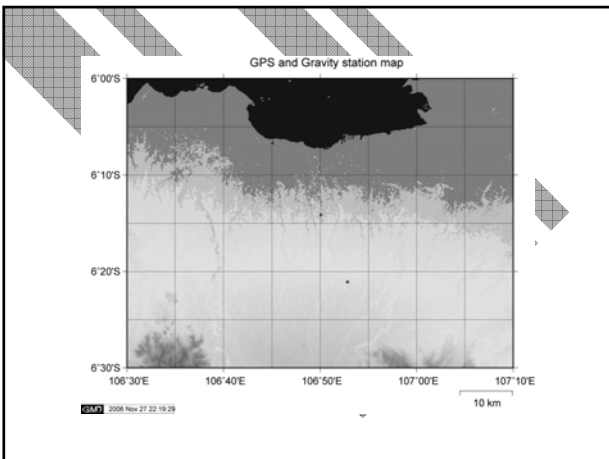
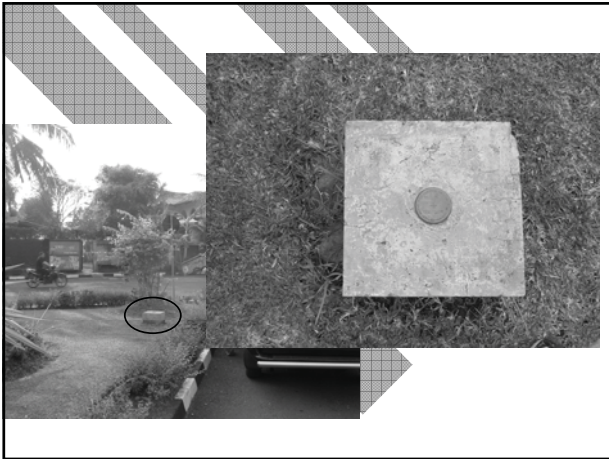
- 実施日 9月4日~9月14日
- 調査内容
 - GPS測定点の確認
 - 絶対重力測定点の選定
 - 重力構造調査

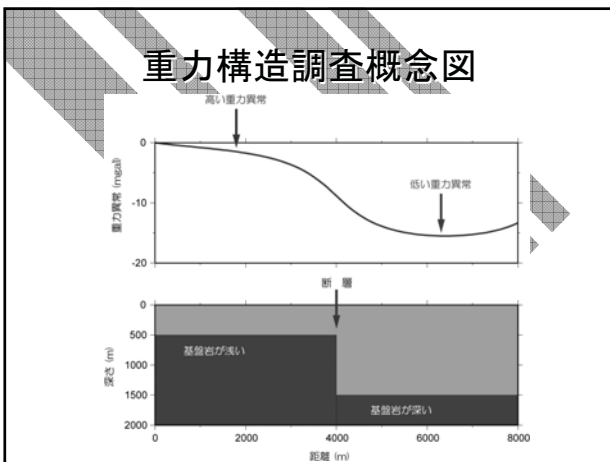
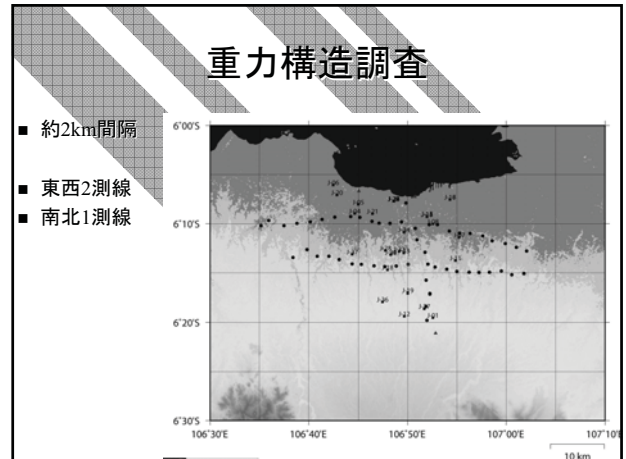
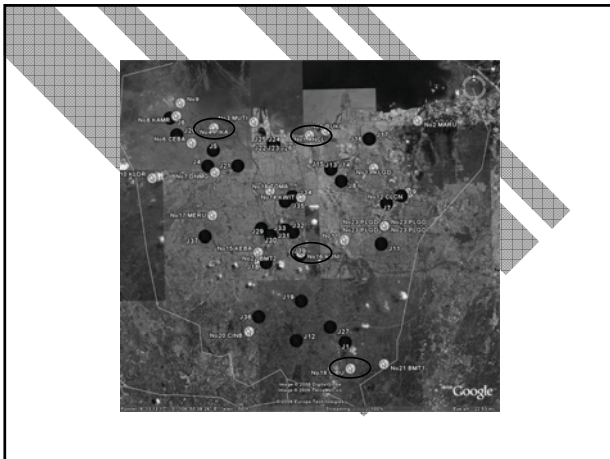
ITBによるGPS観測点



ITBによるGPS観測







- ### 今後の予定
- 重力観測点(相対重力測定)の選定及び測定
(GPS観測点及び地下水位観測井近傍)
 - GPS観測はITBに依頼する
 - 絶対重力測定(ジャカルタはH19年度から?)

重力探査によるジャカルタの地下構造

京都大学大学院理学研究科 福田 洋一・上野 悟志

九州大学大学院工学研究院 西島 潤

The estimation of subsurface density structure in Jakarta by gravity survey

Graduate School of Science, Kyoto University, Y.Fukuda, S.Ueno

Graduate School of Engineering, University of Kyushu, J.Nishijima

ジャカルタの地下構造を推定するために、2006年9月9日から12日にかけてラコステ重力計と高速静止GPS測量を併用した重力探査を行った。

まず、堆積層の分布を見るために東西に約50kmの測定ラインをとり、標高の違うラインとして10kmほど南にほぼ平行な約50kmの測定ラインをとった。加えてその二つのラインに直行するように南北に約25kmのラインをとった。東西のラインでは約2km毎に重力測定を行い、測定点の数は約25点である。南北も同様に2km毎に測定し、測定点の数は約10点である。9日～11日に東西の2つのラインで重力測定を行い、12日に南北のラインで重力測定を行った。

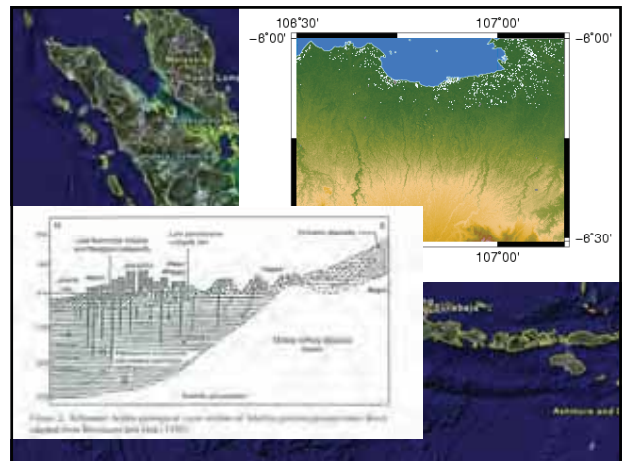
重力探査の基準点として絶対重力値が $978203093.5 \pm 0.4 \mu\text{gal}$ で決定されているBAKOSTANALの重力点を使用し、重力計のドリフト補正の為に一日の最初と最後の測定を同一点にて行った。高速静止GPS測量のreferenceの為に毎日1点で8～9時間の静止測量を行った。静止測量の基準点としてはそれぞれの日で別の点を使用した。

ブーゲー異常値を算出するにあたっての地形補正の為にデータはNASAのShuttle Radar Topography Missionによって作成された3秒メッシュの地形データ(SRTM3 Ver.2)を使用する。その得られたブーゲー異常値を使ってTalwaniの方法による2次元解析を行い地下構造を推定する。

To estimate the subsurface density structure in Jakarta, we made a gravity survey by means of a Lacoste&Ronberg gravimeter and a GPS receiver for fast static GPS survey from 9th to 12th in September, 2006. To estimate the density structure of the sediment layer, we made a survey along two east-west lines, which are about 50 km long. And we made a survey along one south-north line, which is about 25km long. The interval of points is about 2km. The number of points are about 25 on each east-west lines and 10 on the south-north line. Surveying on the east-west lines were made from 9th to 11th and that on the south-north line was made at 12th. For the drift correction of the gravimeter, the first and last measurements of a day were conducted at the absolute gravity point in BAKOSTANAL as the reference point. The gravity value of BAKOSTANAL is $978203093.5 \pm 0.4 \mu\text{gal}$. For the reference of fast static GPS survey, the static GPS measurement was conducted at one point every day. We used a different point as a reference point on each day. For the terrene correction to calculate the bouguer anomaly, we use the 3" mesh DTM made by Shuttle Radar Topography Mission. We analyze the bouguer anomaly by Talwani(1965).

重力探査によるジャカルタの地下構造

京都大学大学院理学研究科
M1 上野 悟志



測定機器

LaCoste&Romberg重力計(G-956)

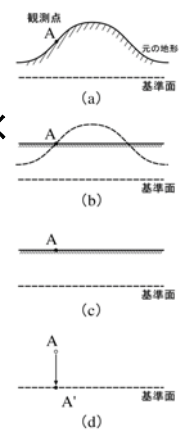


GPS

堆積層の構造の推定 →重力値を使用

地下密度構造以外の影響を取り除く

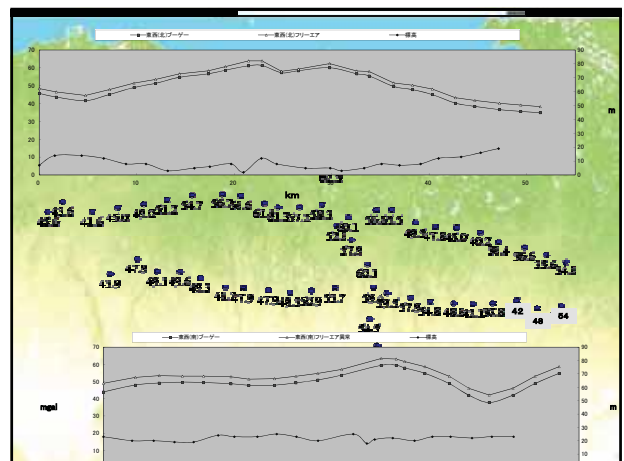
- (a)→(b): 地形の起伏の影響を取り除く
地形補正
- (b)→(c): 基準面より上の物質の影響を取り除く
ブーゲー補正
- (c)→(d): 基準面からの高さの影響を取り除く
フリーエア補正

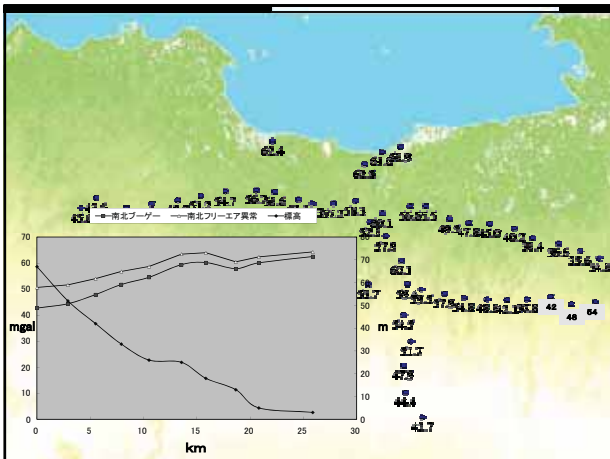


測定点



- 東西方向に2つのライン
(24点、19点)
南北方向に1つのライン
(8点)
- 基準点はCibinong
(978114860.9μgal)





まとめ

- 中央部分での重力異常値の増大
→ 基盤の盛り上がり予想される
- 南北ラインで北方向への異常値の増加
→ 全体的に南北のトレンドが見られる？

今後

- 標高データはChibinongのデータ等を用いて基線解析を行い、標高の精度を上げる
→ 標高が低く、凹凸の少ない場所なので今回の値と大きな差はでない
- 次回のsurvey
→ 南北のラインを数本取り、地下密度構造を推定する

重力グループ・まとめ

福田洋一(京大院理)

目的・目標

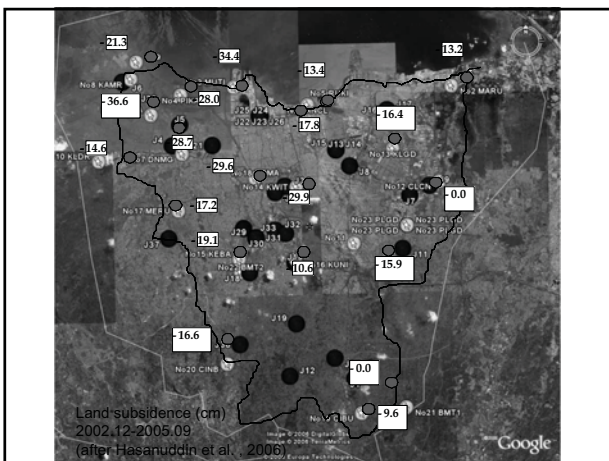
- ・都市における地下水変動モニター
 - 水質量収支からみた都市
 - 水質量収支に対する都市のインパクト
- ・地下水流動系、地下貯留層の探査
 - 地下水グループとして重力からの寄与
 - 現在の地盤変動量把握
- ・手法の開発
 - GPS、相対重力、(ポータブル)絶対重力による地上測定
 - 地上測定と衛星データ(GRACE)のリンク

内 容

- ・ 2006年度
 - ・ 現場観測
 - ・ 衛星重力(GRACE)データ解析
 - ・ 陸水モデル
- ・ 2007年度以降計画

2006年度現場観測

- ・ 9月ジャカルタ
 - 絶対重力測定点の選点
 - ジャカルタ市街での重力探査
 - GPS測定による地盤沈下のモニター(ITBと協力)
- ・ 2月(3月)バンコク
 - 絶対重力測定点の選点
 - 重力探査・地盤沈下モニター



GRACEデータ・陸水モデル解析

- ・ インドシナ半島での変動量見積り
 - モデルとの位相のズレ
- ・ バックグラウンドの重力変化見積り
 - バンコクでは考慮が必要
- ・ グローバル水循環・利用技術開発
 - 氷床、地震への応用

2007年度計画

- ・ 携帯型絶対重力計(A10)の納入2007年度後半
- ・ 国外フィールド
 - ジャカルタ、8-9月頃(実質:1週間程度)
 - ・ 重力探査補遺、GPSによる地盤変動モニター(ITBとの共同研究)
 - バンコク、今年の結果とA10の納入時期により決定
 - ・ 重力探査、地盤変動モニター
- ・ 国内フィールド
 - A10のテスト観測、(地熱フィールドで手法テスト)
- ・ 衛星データ処理・モデル
 - 随時並行して実施

観測計画概要

	H18年度 2006	H19年度 2007	H20年度 2008	H21年度 2009	H22年度 2010
バンコク	(2007) 2-3月 予備調査 重力探査	(2008) 2-3月 本調査? A10+GPS	(2009) 2-3月 本調査 A10+GPS	(2010) 2-3月 本調査 A10+GPS	(2011) 追加調査? A10+GPS
ジャカルタ	9月 予備調査 重力探査	8-9月 GPS 重力探査	8-9月 本調査 A10+GPS	8-9月 本調査 A10+GPS	8-9月 本調査 A10+GPS
国内		A10テスト観測(地熱地帯)	A10テスト観測(地熱地帯)	A10テスト観測(地熱地帯)	
備考		秋-冬?? A10購入			

アジアにおける地下の物質輸送に及ぼす都市化の影響

小野寺真一（広島大）、谷口プロジェクトメンバー

Urbanization effect on the subsurface solute transport in Asia

Shin-ichi Onodera (Hiroshima University)、members in Taniguchi P.

都市には人口が集中し、物質も集中する（武内ら、1998）。その結果、エネルギーや様々な物質が大量に消費され、廃棄物を排出してきた。その排出量はほぼ都市人口に比例するが、その処理は都市基盤の整備状況に依存するため、排出過程は都市の状況によって異なる。近年急成長してきたアジアの多くの都市では、東京やロンドンでかつてみられた河川や内湾の著しい水質汚濁に直面し、同時に、地下にも汚染物質が蓄積されていると予想される。

本発表では、関連の論文をレビューすることによって、巨大都市における地下への物質負荷の現状と課題を見出し、今後の研究の方向性を提案することを目的とする。当日は、地下水流動と推定される汚染について、また海洋への影響について議論する。

地下の汚染の現実

日本において、河川の水質汚染は、高度経済成長期最後の1970年代をピークとして低減傾向を示す（環境省、2000）。これに対して、土壌汚染や地下水汚染はその後次々と問題が明らかにされてきた（環境省、2000）。例えば、農業流域における硝酸性窒素汚染は1990年代に入って急激に各地で見出されてきた（鶴巻、1992；Terao et al., 1993；田瀬、1995；山本ら、1995など）。また、有機塩素系物質汚染についても特に都市部や工業地域などで報告されている（村岡・豊口、1991；Sanger and Sakura, 1993；Hirata and Nakasugi, 1993；新藤、1996など）。地下の汚染は、河川の汚染や内湾の汚染に比べて後から現れる傾向がはっきりとしている。これは、汚染物質が地下水に到達するまでの時間差と、地下水流動自体に時間を要するためである。このような日本や欧米で体験してきた現実を、アジアの各巨大都市や今後成長していく都市において、再現することがないように早期の対策が必要とされる。

さらに、不飽和帯に蓄積された汚染物質の例や大気汚染物質の地下への間接負荷の問題も今後遅れて顕在化する点で、問題となる可能性がある。

複合環境問題への危機を回避できるか？

アジアの巨大都市が沿岸域分布することを考慮すると、海への影響評価（富栄養化）を評価していくことも必要である。また、途上国の都市の多くは、地下水の揚水が盛んで、地盤沈下にまで至っている。このことは、地下水汚染を複雑にし、地下水面上の不飽和帯の厚さを増大させることにもなり、より深刻な汚染物質の蓄積を生じる可能性もある。さらに、海水が浸入にともなう汚染の進行や、地下水の汲み上げにともない還元性の水の上昇により、地層中からAsが溶脱する汚染例が報告されている。

To confirm the variation of contaminant load at mega-cities in Asia, we conducted the review of research papers in regarding to the pollution in Osaka, Japan and methodology for reconstructing the history of contamination. The results are summarized as follows: 1) based on the relationship between developing stage of city and pollution condition on Osaka, Asian cities are categorized into 3 main types. Bangkok and Jakarta are “developing” cities. Seoul is “developed” city. Osaka is “developed” with infrastructure. 2) The developing stage of cities was related to the contaminant species and potential of pollution. Developing cities such as Jakarta and Bangkok have a serious contaminant potential of nitrate originated from domestic and agricultural waste water. Developed cities such as Seoul have a contaminant potential of various species originated from industrial waste water. Developed cities of third stage have a potential by contaminant groundwater discharge.

物質班: 研究概要と研究成果

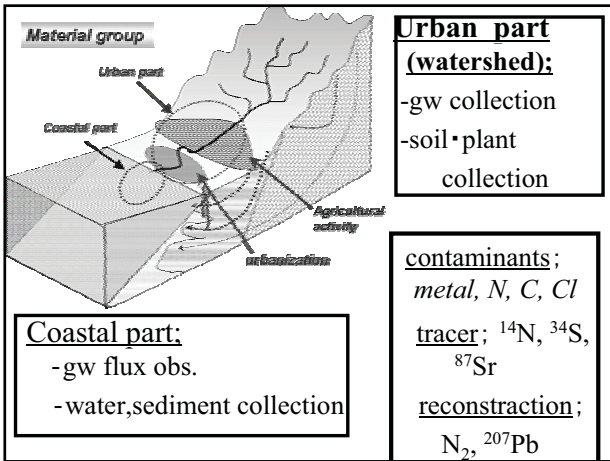
小野寺真一(広島大・大学院総合科学研究科)



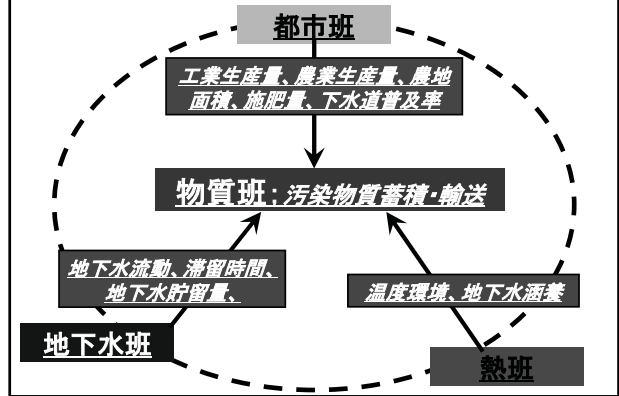
- (1) 今年度の研究概要: 小野寺
- (2) 今年度の成果発表:
(小野寺)、齋藤、澤野、梅澤、
細野、石飛
- (3) 現地研究者講演: Fernando
- (4) 今年度の課題-来年度に向けて: 小野寺

物質班の目的

- 沿岸巨大都市の成長にともなう
地下汚染を明らかにすることを目的とする。
- ① 汚染物質蓄積(現在-過去の遺産)
- ② 汚染物質輸送量変動(過去復元)
- ③ 海洋への影響(現在-将来予測)



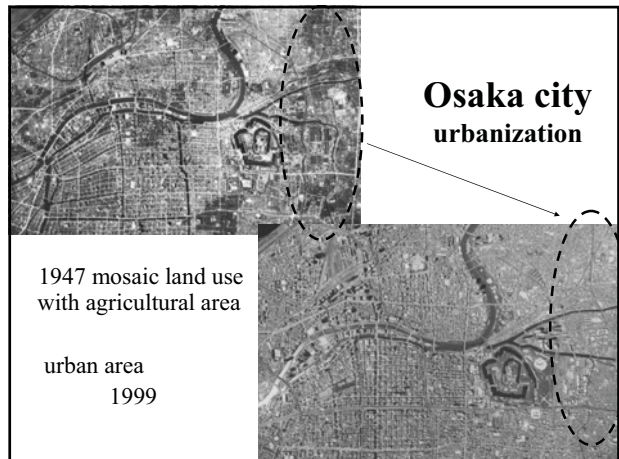
物質班の位置づけ; 他班との連携

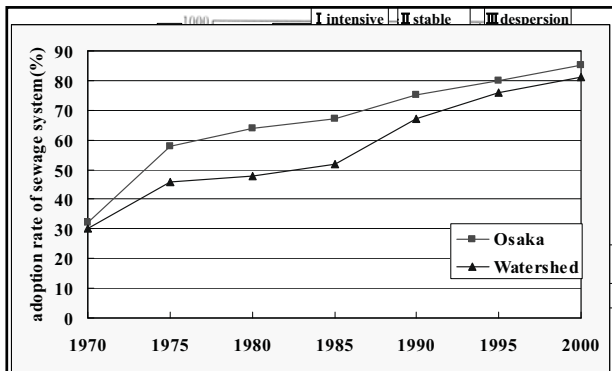


Osaka ;

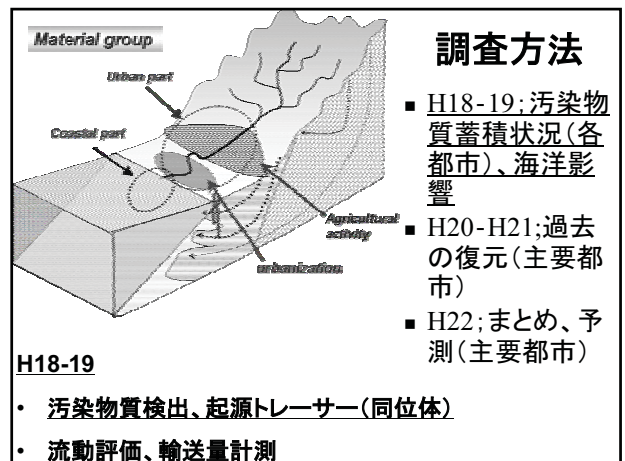
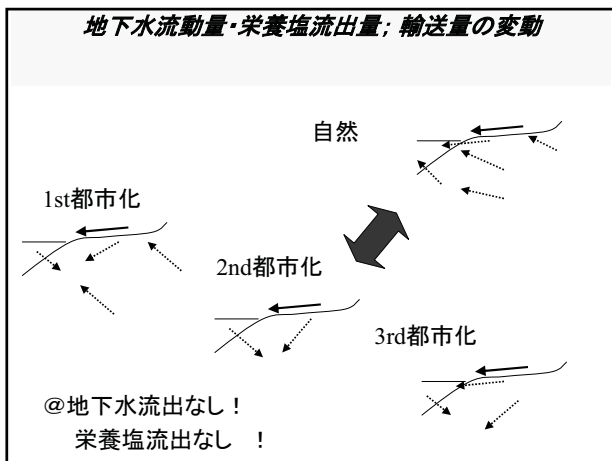
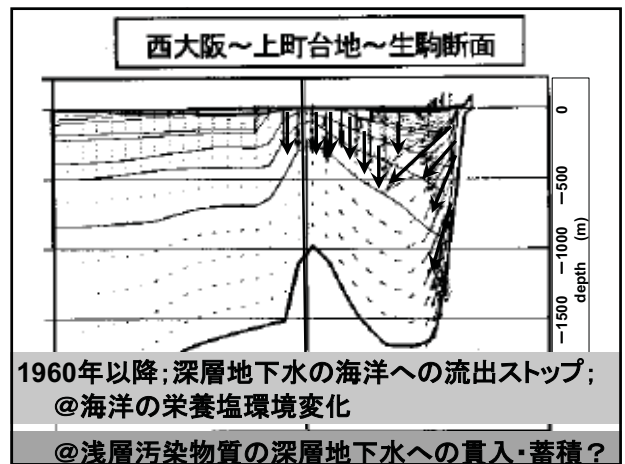
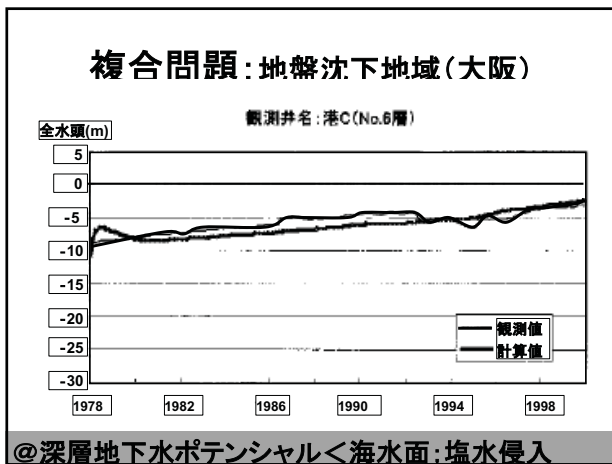
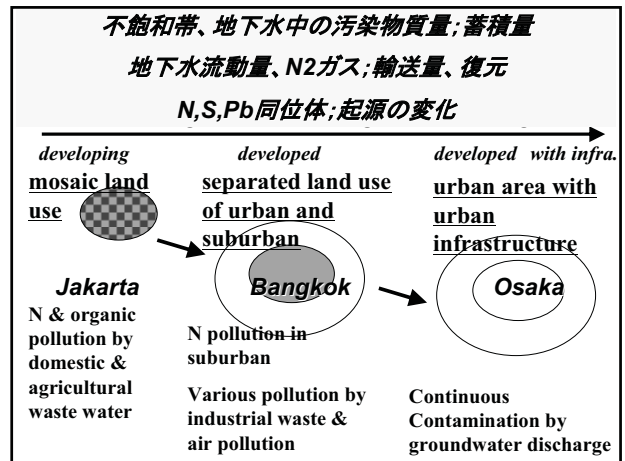


- 10 mil
- suburban area; small
- intensive urbanization stage ; up to '70





COD in sea decreased slightly, compared with in river.
the delay effect of GW discharge on sea water COD



H18年度 経過状況

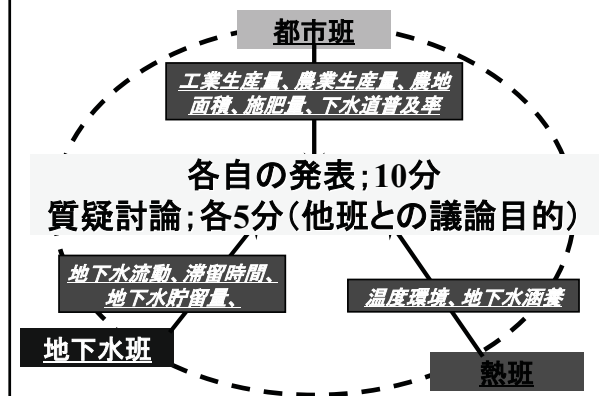
- in **Bangkok, in July in 2004** with Gravity G
- in **Seoul, in August in 2005** with Groundwater, and Thermal G
- in Taipei, in November in 2005
- in **Manila in May in 2006**
- in **Bangkok in June in 2006** with Groundwater, and Thermal G
- in **Osaka in August in 2006**
- in **Jakarta in September in 2006** with Groundwater, Gravity and Thermal G
- in Taipei in October in 2006



成果発表

- 10:45-11:00 齊藤「バンコクの地下水汚染の現状」
 11:00-11:15 澤野「ジャカルタの地下水汚染の現状」
 11:15-11:30 梅沢「窒素安定同位体比からみた地下水汚染起源」
 11:30-11:45 細野「ソウルの地下汚染研究の成果及び海洋堆積物調査の展望」
 11:45-12:00 フェルナンド「マニラの地下水環境、湾環境」(英語)
 12:00-12:15 石飛「地下水湧出の研究結果と展望」
 12:15-12:25 小野寺(まとめ)

物質班+他班との連携=有機的成果へ



Terima kasih



バンコクでの汚染の現状

齊藤光代 (広島大学・院)、プロジェクトバンコク調査チーム

Water Pollution and its accumulation in subsurface zone in Bangkok

Mitsuyo Saito (Graduate student, Hiroshima University), and research members in Bangkok

近年、アジアの巨大都市では、地下水の需要量の増大とともに地下水位の低下、それともなう地盤沈下、水質汚染など、かつての日本の都市で見られた水問題が顕著に生じている。これは汚染物質の広域化や流出の遅れという問題を引き起こす可能性を秘めている。本発表では、その実態を明らかにするため、その一例として、タイ、バンコク周辺で地下水調査を行った結果を報告する。なお、2004年の結果にあわせて、今年度の結果についても、発表する予定である。

水圧分布

バンコク低地の地下水ポテンシャル分布は、標高データがもともと水平に比べて高度差がほとんど無いため、各地点における深度の異なる帯水層(深度 100m と 150m)の水圧差を比較した。バンコク北部では上向き、バンコク周辺では極端に下向きとなっている。水位低下以前は、北部にみられるように上向きの流動を示していたと考えられるが、都市部では下向きに変化している様子が明らかである。

物質輸送

各地点の水圧差と塩分濃度の関係は、塩水の浸入を示唆した。ただし、もともと数万年の滞留時間の地下水であり、海性の堆積物であることから、注意が必要である。

また、深度 100mの地下水におけるMn濃度分布は、100mg/Lに達する地点(環境基準を数オーダーオーバー)もみられた。これは、表層からの汚染物質の侵入を示唆している可能性があるが、還元的で地層中から溶脱していることも考慮する必要がある。また、かつて運ばれてきた物質が集積したものという可能性もある。一方、表層において同様に高濃度で存在しているNO₃⁻濃度は、深度 100m以下ではほとんど検出されなかった。すなわち、Mnとは逆に、地下では還元的でより消費されている可能性がある。今後、他の成分を含めて議論していく必要がある。

Most of groundwater potentials in some aquifers at same sites indicated downward groundwater flow with the hydraulic gradient of 0.01 to 0.1 in the urban area, except for the northern suburban area. As a topographic gradient is extremely low (0.0001 to 0.001) in the urban area, it is obvious that the downward flow is dominant rather than the lateral flow. However, Sanford and Buapeng (1996) indicated the upward deep groundwater flow with long residence time, using ¹⁴C analysis and numerical simulation. These differences mean the radical change of groundwater flow with intensive pumping for last 15 years. The ¹⁸O of deep groundwater on the northern suburban area was low, compared with shallow groundwater and surface water. On the other hand, that was high on the urban area. These results suggest that downward gradient caused surface water intrusion into deep groundwater. In addition, Mn concentration in deep groundwater was extremely high under the urban area. This suggests also the contaminant intrusion and storage in deep groundwater. These results imply that we have to recognize the possibility of contaminant transport with deep groundwater discharge after recovery of its potential in the future.

2006.11.27-29. 地下環境プロジェクト全体会議 in 広島

タイ・バンコクにおける 地下水汚染の現状

*The condition of groundwater
pollution in Bangkok, Thailand*

齋藤光代(広島大・院, 日本学術振興会特別研究員DC)
バンコク調査チーム(小野寺, 嶋田, 山中, 谷口, 細野,
濱元, 上岡, Somkid, Gullaya)

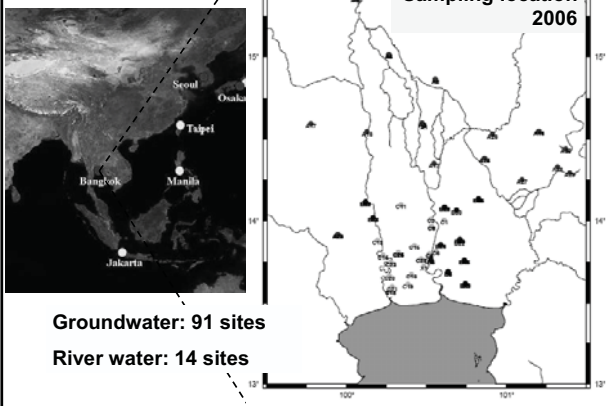
Introduction

- アジア巨大都市; 地下水需要量増大, 地下水位低下
地盤沈下, 地下水汚染
(かつて日本の大都市で見られた水問題)
☆ 水位低下 表層の汚染物質の地下への拡散??

Objective

バンコクにおける
地下水汚染の現状を評価する
⇒2004年, 2006年の調査データ報告

Study area



Field observation (2006年6月)

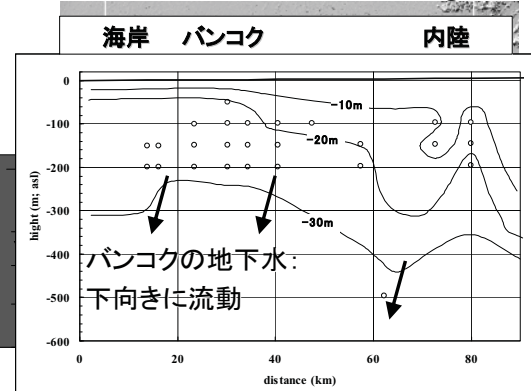
- 地下水位 (Groundwater level) の測定
- 地下水の採水 (Collection of water sample)

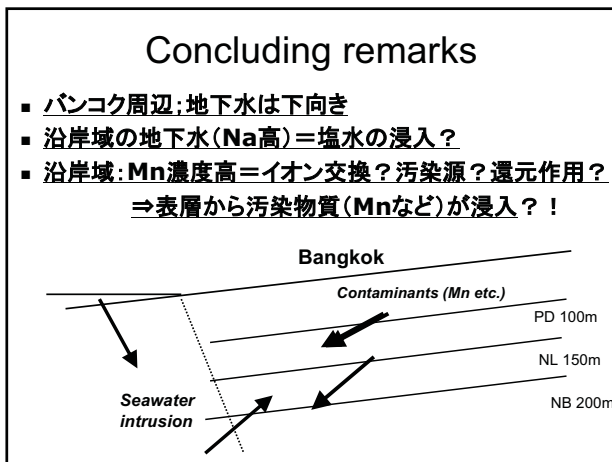
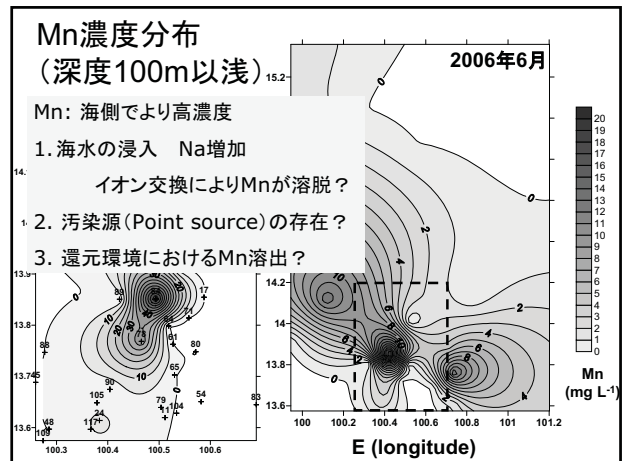
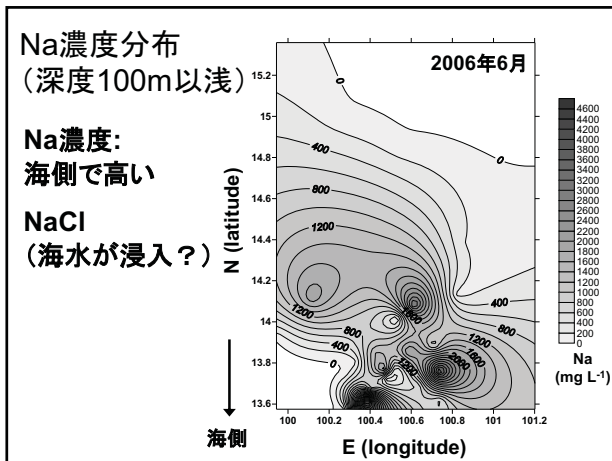


Water analysis

- 主要陽イオン (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+})
- 主要陰イオン (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-)
- 微量金属元素 (Mn, Zn, Pb, Cu, Ni)
- 栄養塩類 (TP, TN, Si, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$)
- 溶存有機態炭素 (DOC)

Groundwater flow in Bangkok





ジャカルタの地下水汚染の現状

広島大学大学院生物圏科学研究科 澤野美沙

Current state of material transfer in the groundwater of Jakarta

Misa Sawano (Graduate School of Integrated Sciences, Hiroshima University)

ジャカルタでは、近年、都市化に伴う地下水の過剰揚水により、地下水位の低下や地盤沈下が著しい。そのため、地下水流動の変化、地下水中の物質移動（汚染）が起こっていることが考えられる。そこで、ジャカルタの地下水流動および水質を測定し、都市化に伴う地下水質の変化を明らかにすることを目的とした。

調査は、2006年9月6日から21日にかけて、ジャカルタとその周辺の観測井および既存の井戸78点、河川水6地点、上流域の湧水8地点において、採水およびEC、DO、pH、水温の測定、地下水については水位の計測を行った。水試料は、持ち帰った後、主要な陰イオン、陽イオン、DOC、DN、栄養塩類をそれぞれ測定した。主な結果は以下の通りである。

- 1) 地下水ポテンシャル分布は、沿岸部において、深度100m以浅で下向き、深度200m以深で上向きの流動を示していることが明らかになった。最もポテンシャルの低いところ（深度100-200m）では、ポテンシャルは-20m程度であったことから、その付近には海水が浸入していることが明らかになった。
- 2) 深度0-50mおよび深度50-100mの帯水層における、硝酸態窒素およびその他の溶存態窒素の濃度分布が特徴的であった3つのエリアにおいて、ポテンシャル差より動水勾配を計算したところ、動水勾配のより大きかった2つのエリアでは、硝酸態窒素や溶存態窒素だけでなく、マンガンや亜鉛などの汚染物質の地下への侵入も確認された。

For several years, in Jakarta, the subsidence of ground is remarkable because of an excessive pumping of groundwater with urbanization, and it might be occurred that the change of groundwater flow and material transfer. Then, it aimed to clarify the change in the subsurface water quality with urbanization.

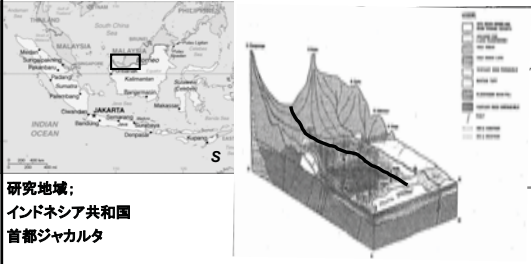
We have made investigation from 6th to 21st in September, 2006. We collected the water samples and measured EC, DO, pH, water temperature, and groundwater level of 78 points of subsurface water from observation wells and existing wells, 6 river waters, and 8 spring waters. After bringing back the samples, we measured the concentration of cations, anions, DOC, DN, and nutrients. The main result is as follows;

- 1) Subsurface water potential distribution showed that shallower layer than 100m in depth flows downward and deeper than 200m in depth flows upward in the coastal area. And it was confirmed that seawater invaded because the lowest potential was -20m.
- 2) The hydraulic gradient was calculated of 3 areas where it was confirmed characteristic distribution of NO_3^- -N and DN (except NO_3^- -N), in an aquifer of 0-50m and 50-100m in depth. Then, in two areas where hydraulic gradient was large, it is confirmed that invasion of not only them but also pollutants such as Mn and Zn.

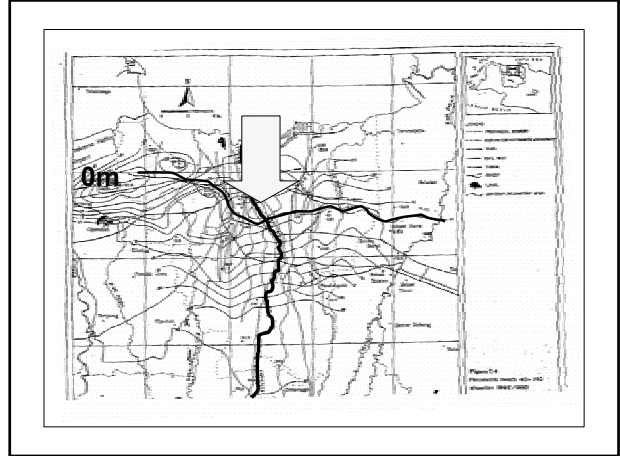
ジャカルタの地下水汚染の現状

澤野美沙(物質系; 広島大学大学院)
2006ジャカルタ調査メンバー

Study Area



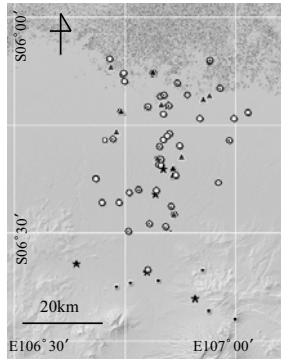
研究地域:
インドネシア共和国
首都ジャカルタ



Methods

- 採水時期: 2006年9月6~21日
- 採水地点: 地下水78点
河川水6点
湧水8点: 計92地点
- 現地調査: 採水、(地下水面測定)、EC・pH・DO・水温の測定

- 0-50m depth well (D1)
- ▲ 50-100m depth well (D2)
- ▲ 100-150m depth well (D3)
- 150-200m depth well (D4)
- 200-m depth well (D5)
- ★ River water
- Spring

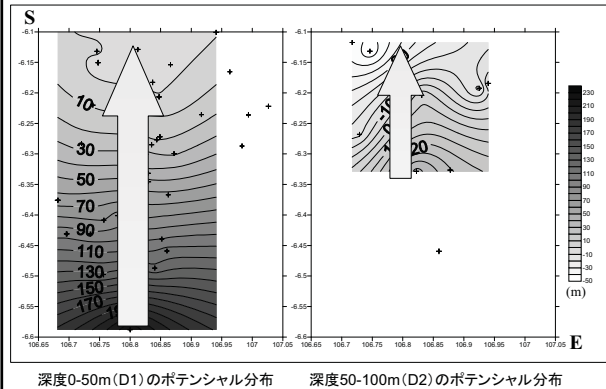


採水地点図

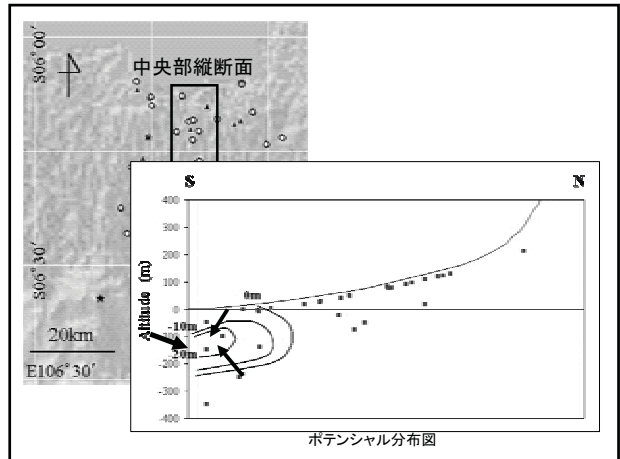
Chemical analysis

- HCO_3^- ; pH4.8アルカリ度硫酸滴定法
- その他陰イオン; イオンクロマトグラフィー (SHIMADZU HPLC)
- DOC・DN; 全有機体炭素計 (SHIMADZU TOC-V)
- 陽イオン・重金属; 誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP-AES; PerkinElmer Optima3000)
- 栄養塩 (NO_3^- -N, NO_2^- -N, NH_4^+ -N, PO_4^{3-} -P, SiO_2 -Si)・TN・TP; 栄養塩自動分析装置 (BL-TEC swAat)

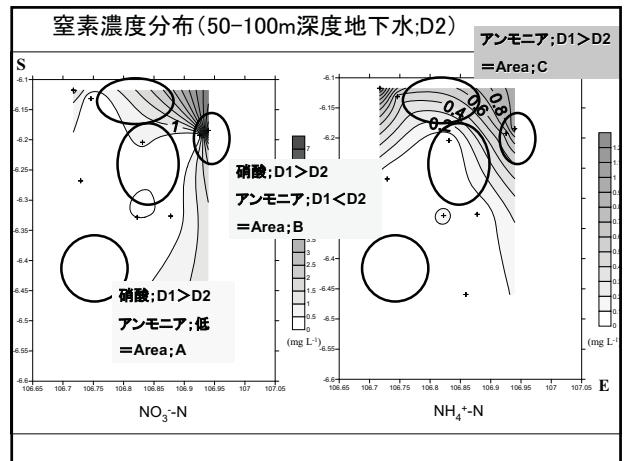
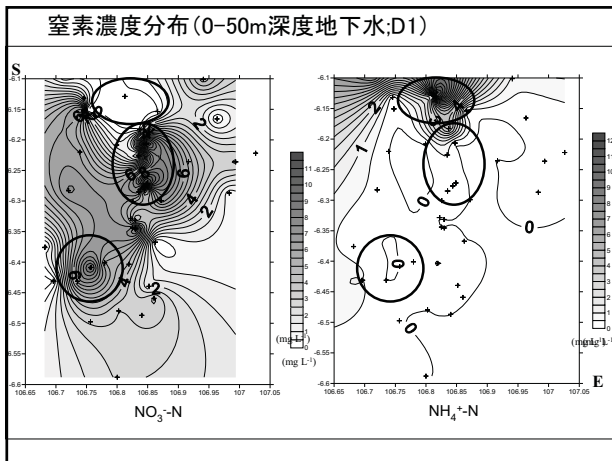
Results



深度0-50m(D1)のポテンシャル分布 深度50-100m(D2)のポテンシャル分布



ポテンシャル分布図



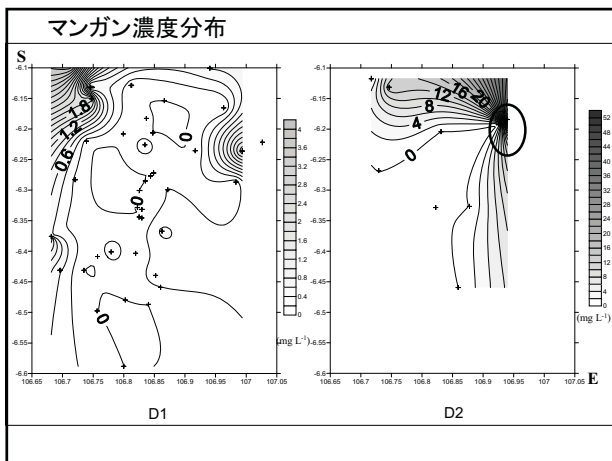
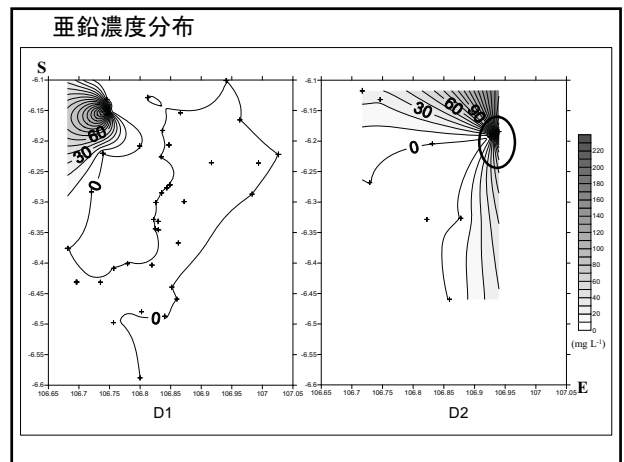
動水勾配(下向き) = $D2-D1$ ポテンシャル差(下向き) / $D2-D1$ 深度差
 ...各エリア内の近隣の採水地点におけるポテンシャル勾配を求める

Area;A (硝酸; $D1 > D2$, アンモニア; 低) ... 0.49
 Area;B (硝酸; $D1 > D2$, アンモニア; $D1 < D2$) ... 0.60
 Area;C (アンモニア; $D1 > D2$) ... 0.82

$A < B < C$

↓

- 汚染物質の地表からの侵入
- B: 硝酸の減少とアンモニアの増加 ... 硝酸の還元?
- C: 動水勾配大 ... 硝酸性窒素侵入?



Conclusion

- 沿岸部で、表層から下向きに、深度100-200mに向かう流動、および深層から上向きの流動が確認された
- 下向きの流動方向に従って、汚染物質の侵入が確認された
 - 硝酸性窒素
 - アンモニア
 - 重金属(還元環境?)

軽元素安定同位体比を用いたアジア大都市域の人為起源汚染と自浄ポテンシャルの把握

梅澤 有 (総合地球環境学研究所)

Human impacts on the subsurface environments and adjacent coastal areas in Asian-Mega cities, estimated by stable isotopes ratio of light elements.

Yu Umezawa (Research Institute for Humanity and Nature)

陸水中の硝酸塩汚染や隣接海域への汚染物質の流入は、人間活動に伴う典型的な問題であるが、都市発達段階で異なる人為負荷・社会構造・法規制、また、都市の位置する地形・水理地質・気候条件・海域地形により、その要因や大きさは異なってくるのが予想される。

本研究では、まず、硝酸の窒素・酸素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$) が、その起源 (糞尿、化学肥料、大気中の NO_x 等) や、脱窒等の 2 次的プロセスの大きさにより異なる値を持つことを利用し、各都市の異なる深度の地下水や河川水中に含まれる硝酸の $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ 値から、時空間での硝酸汚染起源の変化や脱窒等による除去の大きさを把握し、都市間でのメカニズムの違いとその要因を明らかにしていくことを目指している。

一方で、沿岸海域には、陸域から流出する懸濁態粒子に加え、栄養塩類の流出によって増加する植物プランクトン等の一次生産者が存在している。懸濁物中の炭素 (C)・窒素 (N)・リン (P) 等の各成分量は、陸域の土地利用形態と負荷量を反映し、また、炭素・窒素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$) は各元素の起源の違いや、一次生産者の生産量を反映する可能性がある。本研究では、各海域において堆積した懸濁態粒子を時系列でよく保存している堆積物柱状試料を採取して有機物成分 (CNP量と存在比、及び $\delta^{13}\text{C}$ 値・ $\delta^{15}\text{N}$ 値) を分析し、都市の発達段階、社会構造、立地の違い等により引き起こされる人為汚染の違いを復元することを試みる。

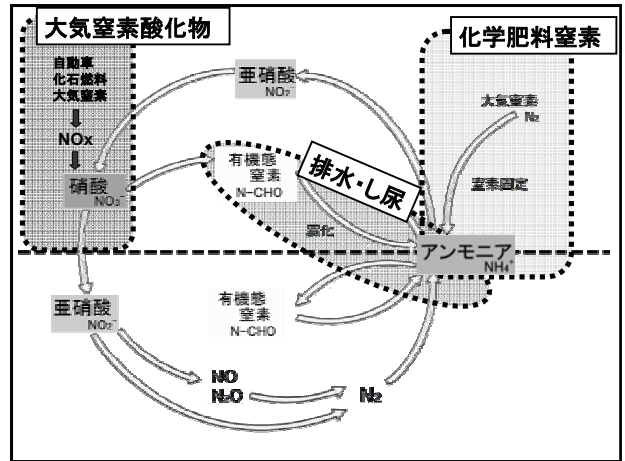
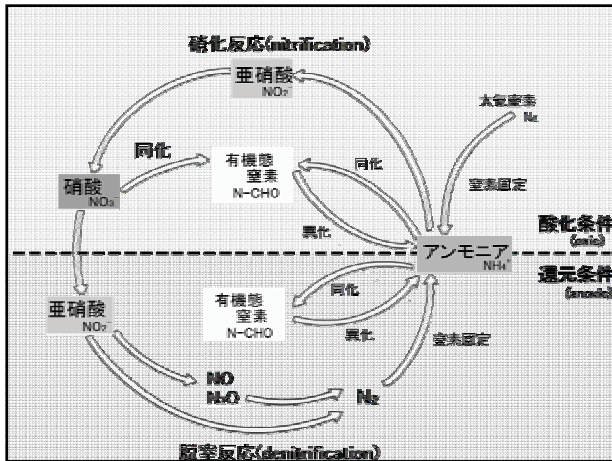
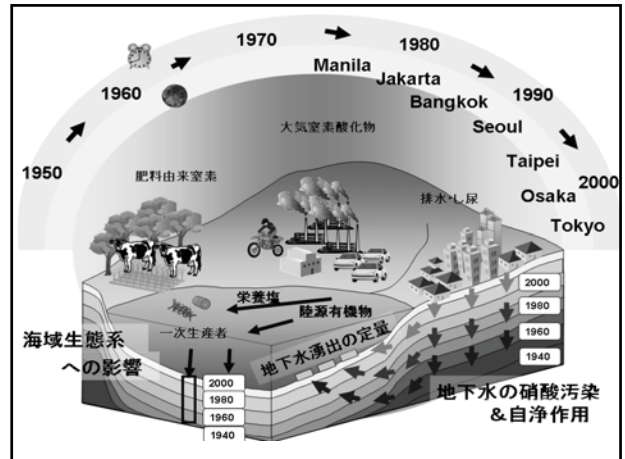
Increase of nitrate pollution in groundwater and nutrient loading into the adjacent coastal areas have been intensively reported at developed cities. In addition to the population and land use, however, background characteristics (e.g., geology, topography, climate, governmental policy and social morality) may be also important factors to control the extent of these human impacts on the systems.

In this study, we primarily try to understand the source of nitrate (NO_3^-) pollutions and the potential of NO_3^- reduction in the subsurface environments at targeted Asian cities. Therefore, the combined use of $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{18}\text{O}$ signatures in NO_3^- could be useful tool for these objectives, because they often have distinctly different values depending on the sources, and unidirectionally shift through denitrification under anoxic conditions. So we're analyzing these values in groundwater collected from the different subsurface layers throughout each study site.

In addition to the allochthonous particulate organic matter input into the adjacent coastal areas, on the other hand, increased phytoplankton enhanced by terrestrial DIN/P supplies also accumulate at the sea bottom temporally in order. Furthermore, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values in phytoplankton potentially shift according to their DIC/N sources and the extent of productivity. Therefore, we try to reconstruct the trophic state histories in the coastal areas using C, N and P contents and $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values in organic matter, which was extracted from the sediment core samples collected at each coastal area.

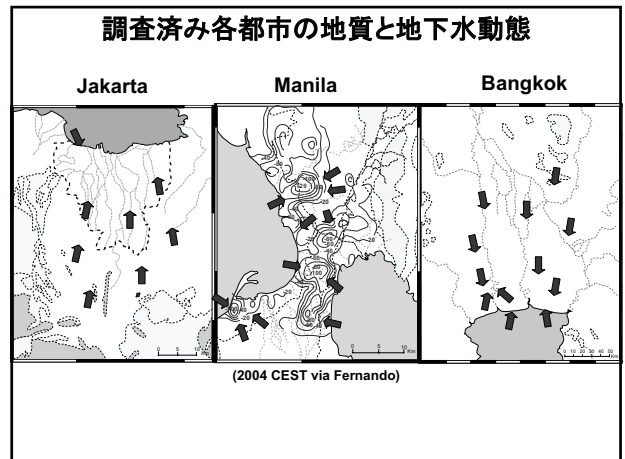
背景：各都市の背景にある異なる要素

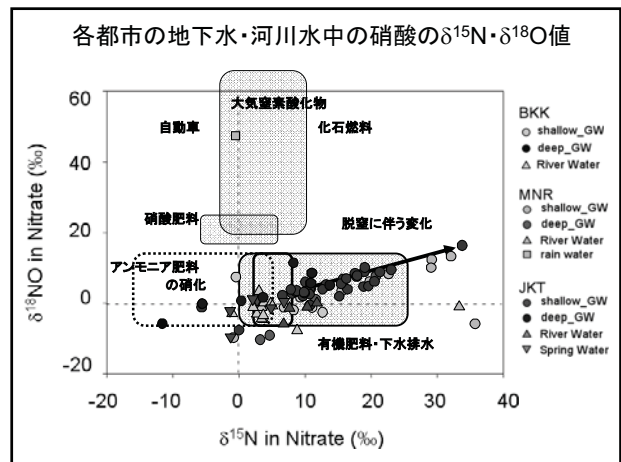
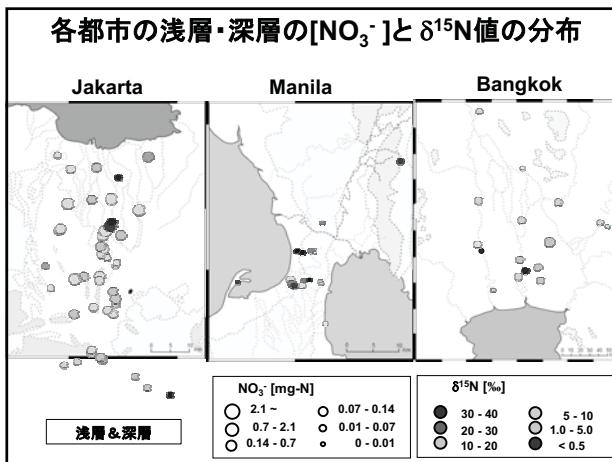
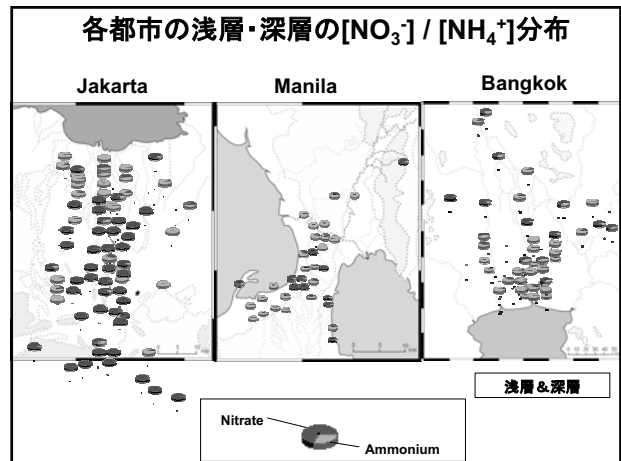
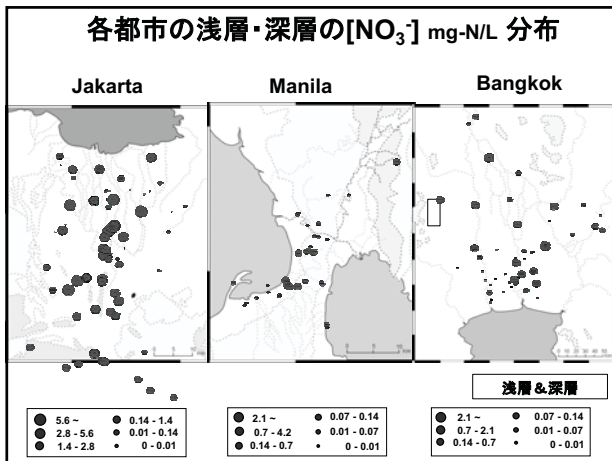
1. 都市の発達 -時空間変動- (人口、土地利用、アスファルト被覆度、ダム etc.)
2. インフラ整備 -時空間変動- (下水処理設備、地下水揚水量変動、etc.)
3. 社会的成熟度 -時空間変動- (住民意識、排出規制等の汚染に対する法規制)
4. 地理的特性 -空間変動- (気候、地質・土壌特性、地形勾配、水域の閉鎖性 etc.)



都市間の地下水中の硝酸汚染・自浄作用に関する仮説

- ・硝酸汚染の規模と起源に差異が生じる
 - ⇐ 人口と土地利用の変動
 - ⇐ 下水処理システム、法規制
- ・硝酸の脱窒による自浄作用に差異が生じる
 - ⇐ 降水量と滞留時間
 - ⇐ 地温と土壌の酸化還元特性 (含水率)





現在のデータのみからの結論

- どの地域でも、都市部では、尿由来のアンモニアが硝化を受けずに、還元的環境下でそのまま保持されているように見える。
- バンコクやジャカルタでは、硝酸汚染の起源に占める尿排水の割合が、この数十年で増加していることが示唆される。
- 地下環境で、脱窒によって、かなりの量の硝酸が除去されている可能性が示唆される(起源の違いに因る可能性もあるので、確定ではない)。
- 大気由来窒素酸化物の影響は見られない。

今後の展開 (他のSGへの要望)

物質班

- Excess-N₂ (N₂/Ar), DOの測定(脱窒の寄与)
- バンコク(乾季)、ソウル(乾季)、ジャカルタ(雨季)、台北(雨季)、大阪(経年)で、鉛直・水平的に密な採水

水班

- 地下水流動と年代の特定

都市・社会班

- 人口・土地利用や下水普及率の時空間変化との比較
- NO_xやSO_xの排出モデルと、雨水データの比較
- 各種排出規制と住民環境意識の違い

初年度の調査報告とこれからの課題

細野高啓（地球研・2-4 プロ・物質班）

Report of the first year's survey and some ideas for better communication among different working groups

Takahiro Hosono (RIHN, 2-4 project, material group)

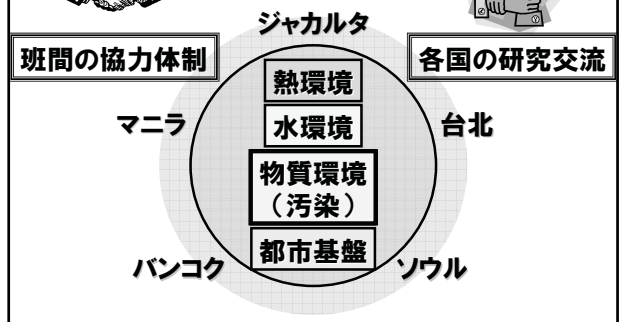
昨年 8 月から約一年をかけてターゲットとしているそれぞれ六つの大都市（ソウル、台北、マニラ、バンコク、ジャカルタ、大阪）に対して第一回目の調査を実施した。大阪を除く五つの都市に関して、各種分析用の地下水試料を採取し、そのうちソウルに関しては分析・解析が終了している。本ミーティングでは行った全ての調査内容に加え、今後の問題点について報告を行う。これからの問題点に関して、特に重要なのは他の班との協力体制だと思われる。例えば我々物質班は社会班が収集するような大都市における人間活動の歴史データを必要としているが、現段階では具体的にはどのような項目や情報を必要としているのか、について十分な意思疎通が取れておらず、またそれらデータの扱い方についても重要な議論の対象と考えられる。今回のミーティングではソウルでの結果を交えながらこれらの具体的な点について報告・提案していきたい。

The purpose of this presentation is to present the result of the field survey through the first year and to propose and confirm the idea what we have to consider for the next survey. Since last August of 2005 we have performed the field survey on the six Asian big cities (Seoul, Taipei, Manila, Bangkok, Jakarta, and Osaka; numbered in survey date order). Groundwater samples were collected for chemical analysis at each city except at Osaka, and those for Seoul city have been analyzed already. I will introduce the results of this analysis in combined with the result by groundwater flow group. In the same time, we found through surveys some important problems to be proven for better research activity; that is the lack of communication among different working groups. For instance, the material group needs the data of history of various kind of human activity, i.e., population increase, industry development, and so on, which should be supplied by the social group. However, communication between two groups has not been adequately progressed. Likewise, the way of using the data by different working groups became the concerning subject of discussion. In this meeting, the details of these problems will be also presented by showing several examples.

初年度の調査報告とこれからの課題

地球研(学振)
物質班
細野高啓

『都市の地下環境に残る人間活動の影響』 研究協力体制



汚染の指標となる元素

生元素(小野寺・梅沢)

①農業(肥料)
②原油
③重工業

硫黄
有害金属
汚染金属(細野)

<http://www.daysh.com/periodic/>

汚染源を知る環境トレーサー —安定同位体比—

- C: $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} \Rightarrow \delta^{13}\text{C}$
- N: $^{14}\text{N}/^{15}\text{N} \Rightarrow \delta^{15}\text{N}$
- S: $^{32}\text{S}/^{34}\text{S} \Rightarrow \delta^{34}\text{S}$
- Sr: $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$
- Pb: $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
 $^{204}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$
 $^{204}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$

梅沢
細野

都市基盤班との架け橋となる物質

		石油	肥料	重工業
硫黄	S	●	●	●
銅	Cu		○	●
鉛	Pb		○	●
亜鉛	Zn		○	●
砒素	As		○	○
セレン	Se		○	○
カドミウム	Cd		○	○
アンチモン	Sb		○	○
水銀	Hg		○	○
タリウム	Tl		○	○

社会基盤データ

- ① 原料
- ② 輸入先
- ③ 量
- ④ 経年変化

調査の対象

(1) 地下水 (2) 沿岸堆積物

地表水

地質物質

尾排水

地下水

水班による地下水の①流動、②年代
+
物質(汚染)の情報

ホッフ
流動

**研究成果
(ソウル)**

Arc GIS・土地利用

ステップ
年代

都市班データ
汚染データ

石油産業史・農業

ジャンプ
各都市の比較

都市データ(揚水)

水班データ(δD)

流動

地下鉄による揚水

地下水流動が変化

汚染物質(化学肥料)の移動

地下水汚染進行

物質

34S

34S

成果物

タイトル
Human impacts on groundwater flow and quality of the Seoul City, deduced by multiple isotopes (δD , T , $\delta^{18}O$, $\delta^{34}S$, and $^{87}Sr/^{86}Sr$)

著者
Takahiro Hosono
Reo Ikawa
Jun Shimada
Takanori Nakano
Mitsuyo Saito
Shinichi Onodera
Kang-Kun Lee
Makoto Taniguchi

**イタリア IUGG
2007年 7月**

沿岸堆積物

海外研究者との共同研究による堆積年代
+
物質(汚染)の情報

ステップ
年代

都市班データ
汚染データ

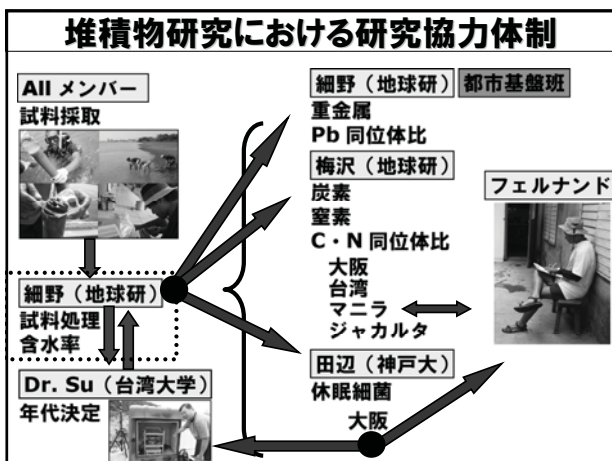
工業史

ジャンプ
各都市の比較

社会データ

異なるアジアの大都市

物質データ



これまでの調査とこれからの展望

地下水							
都市	調査期間	調査進行度	優先度	主要元素	金属汚染	$\delta^{34}S$	$^{87}Sr/^{86}Sr$
大阪	2006年8月		不明				
ソウル	2005年8月	★★	●●●	終	終	終	終
台北	2005年10月	★★★	●●●				
マニラ	2006年10月	★	●●●	終			終
バンコク	2006年5月	—	●●●	終			終
ジャカルタ	2006年6月	—	●●●	終(拡大)			終
ジャカルタ	2006年						

バンコク再調査必要

堆積物							
都市	調査期間	調査進行度	優先度	試料処理	年代測定	金属汚染	Pb同位体比
大阪	2006年8月	★★★					
ソウル	2005年8月	★★★	不明				
台北	2005年10月	★★					
台北	2006年10月	★★					
マニラ	2006年5月	★★					
バンコク	2006年6月	—	●●●				
ジャカルタ	2006年9月	★★					

約半年~1年

アジア都市沿岸における海底地下水湧出調査

石飛智稔¹, 谷口真人¹, 梅沢有¹ ¹総合地球環境学研究所 tomoshi@chikyu.ac.jp,

Submarine groundwater discharge in the coastal zone of the Asian cities

Tomotoshi Ishitobi¹, Makoto Taniguchi¹, Yu Umezawa¹ ¹Research Institute for

Humanity and Nature, Japan, tomoshi@chikyu.ac.jp,

キーワード：海底地下水湧出、シーページメータ、アジア都市

地下水流動系の末端は海洋への流出であり、海水と地下水が交わる地点では塩水と淡水の境界である塩淡水境界が形成されている。そしてその塩淡水境界付近で地下水は海洋へと流出している。この地下水が海洋へと流出する現象は「海底地下水湧出」(“SGD” = Submarine Groundwater Discharge) と呼ばれており、近年、陸から海洋への水・物質の重要な輸送経路として注目を集めている。しかしながら、この海底地下水湧出は測定が困難なことから近年まであまり定量的な評価が行われていなかった。従って、この現象については、湧出のプロセス、水収支・物質収支への影響など、未だ明らかにされていない点が多く残されている。本研究の目的は、この海底地下水湧出をシーページメータ法、比抵抗法などを用いて観測を行い、アジア都市域から海洋への地下水由来の水・物質の輸送量を評価することを目的としている。本発表では 2006 年に観測の行われた、マニラ・バンコク・大阪・ジャカルタ・台北での観測結果を紹介する。

得られた結果としては、陸域由来地下水の海洋への流出量は海岸から沖合いに向かうに連れ減少することが実測データとして観測された。しかしながら、陸域由来地下水の海洋への流出がほとんど確認されない都市も見られた。また、比抵抗法の結果からは、沿岸域地下の地下水と海水の分布およびその変動が見られた。そのほか、大阪湾においては長期での海底地下水湧出量のモニタリングを行っており、潮位変化に対応した地下水湧出量の変化が確認されている。それらの結果について報告する。

Submarine groundwater discharge (SGD) is the end process of the groundwater flow system in the coastal zone, and it is thought that fresh-salt water interface exists in the area that groundwater discharge occurs. Recognition of the importance of SGD is increasing for the studies on water and dissolved material transports from land to the ocean. However, quantitative evaluations have not been done because the measurement is difficult. Therefore, a lot of uncertain points exist about SGD processes. SGD research using several methods has been done to estimate water and dissolved material transports from land to the ocean. This presentation shows research results of Osaka, Taipei, Manila, Bangkok and Jakarta in 2006.

This presentation consists of our research results in each city and comparing of SGD rates in each Asian city. For example, it is clarified that terrestrial groundwater discharge rates decrease with the distance from the coast in the coastal zone of a city. However, in some cities, terrestrial groundwater discharge is not significant. Resistivity measurements revealed the distributions of freshwater and saltwater under the seabed. On the other hands, long-term monitoring of SGD rates is also done in the Osaka bay, Japan. From this research, it is clarified that time-variation of SGD is corresponding by some factors such as tidal change.

アジア都市沿岸における 海底地下水湧出調査

Submarine groundwater discharge
in the coastal zone of Asian cities

石飛智徳, 梅沢有, 谷西真人
(総合地球環境学研究所)
Tomotoshi Ishihara, Yu Umezawa, Makoto Taniguchi (RIHN)

海底地下水湧出とは (SGD = Submarine Groundwater Discharge)

地下水流動の末端現象
The end part of groundwater flow

実際にはこれほど湧いている
ところはほとんどない！！

水資源としてのSGD (フランス(地中海)の例) <http://www.gsj.jp/Info/100m/rishiri/rishiri.html>

海底地下水湧出とは (SGD = Submarine Groundwater Discharge)

安倍川流域の例 (静岡)

Water cycle in region scale (Shizuoka)
石飛ほか(2005)

水の輸送量
Water transport

物質の輸送量
Material transport

Taniguchi et al. (2002)
Zektser and Loaiciga (1993)

全球レベルでの水収支
wat **水収支・物質収支において大きな影響を与えている！**

アジア大都市の地下水位

Time series of groundwater level of Asian cities

順を追って地下水位の低下が見られる

地下水位低下に伴う塩水侵入

Saltwater intrusion related in decreasing of groundwater level

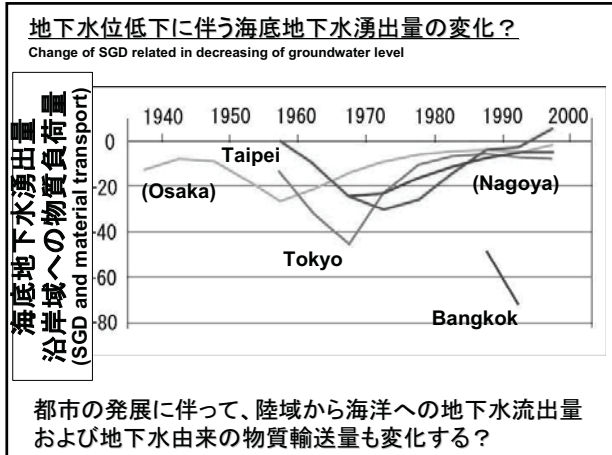
(a) Before extensive pumping (b) After extensive pumping by many wells

正常な地下水位の場合 地下水位が低下した場合

地下水位低下に伴う海底地下水湧出量の変化？

Change of SGD related in decreasing of groundwater level

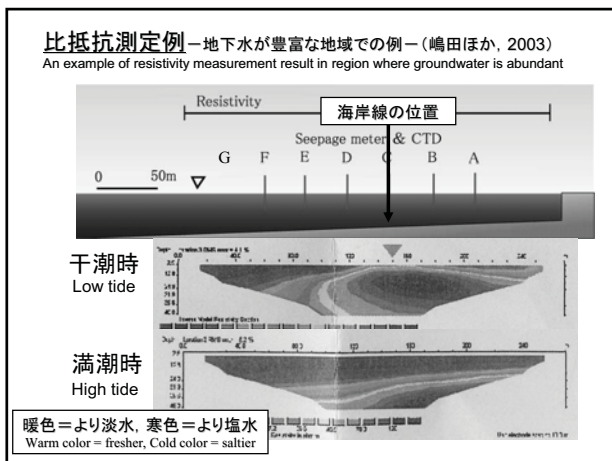
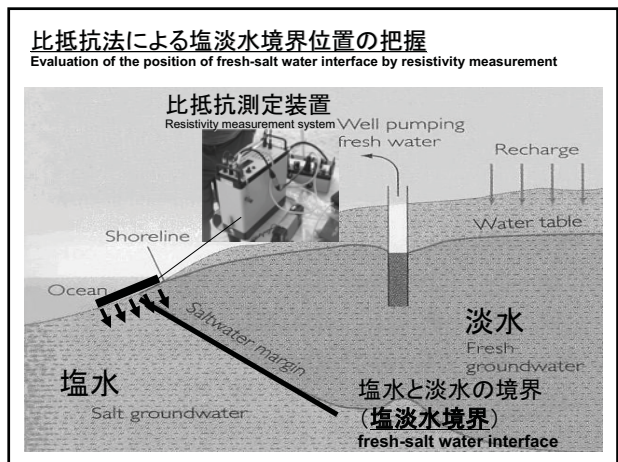
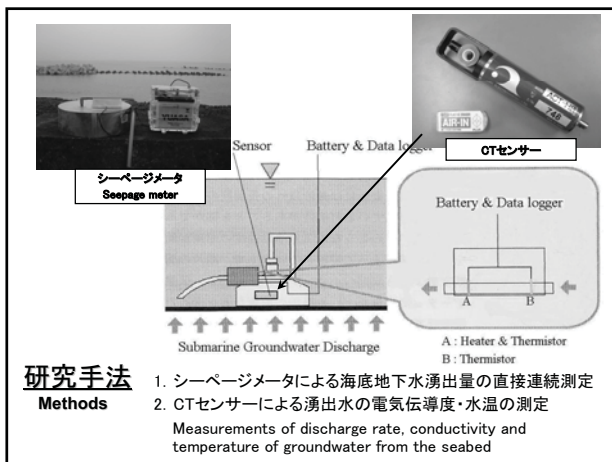
都市の発展に伴って、陸域から海洋への地下水流出量
および地下水由来の物質輸送量も変化する？

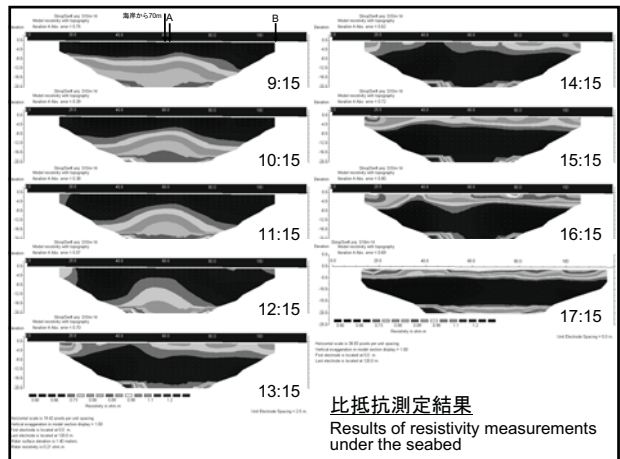
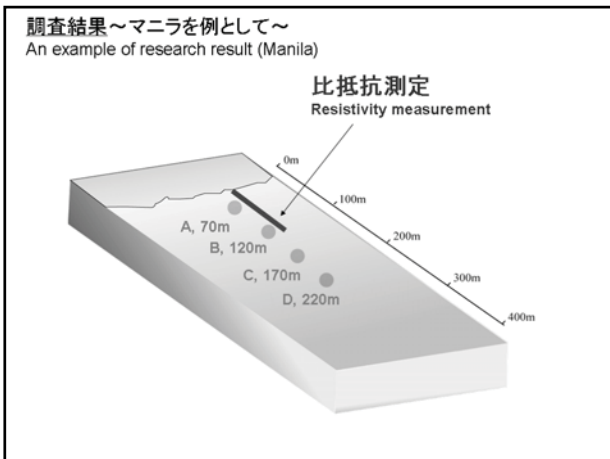
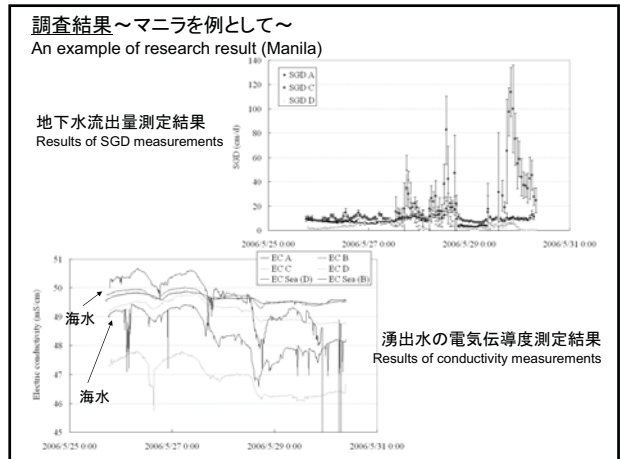
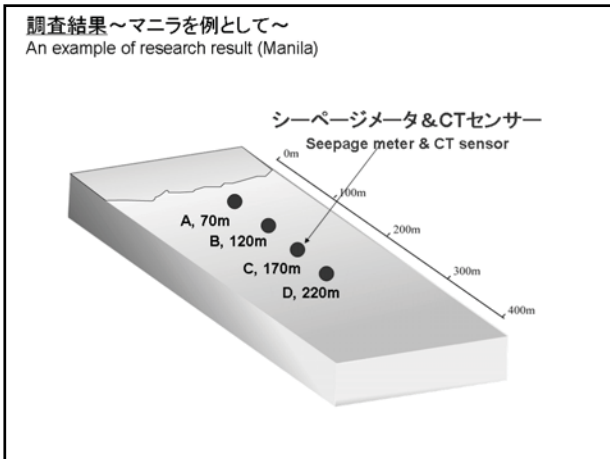
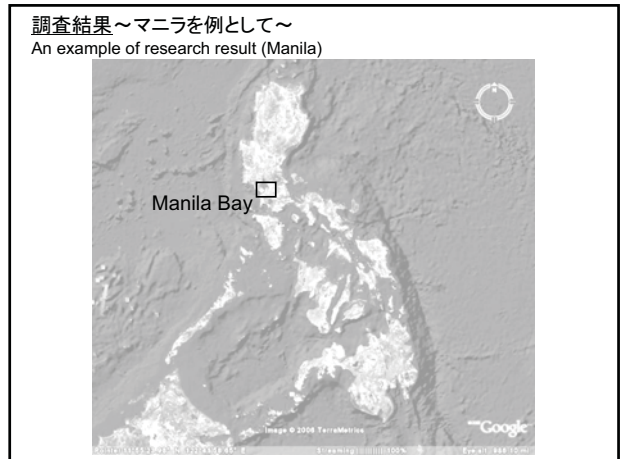
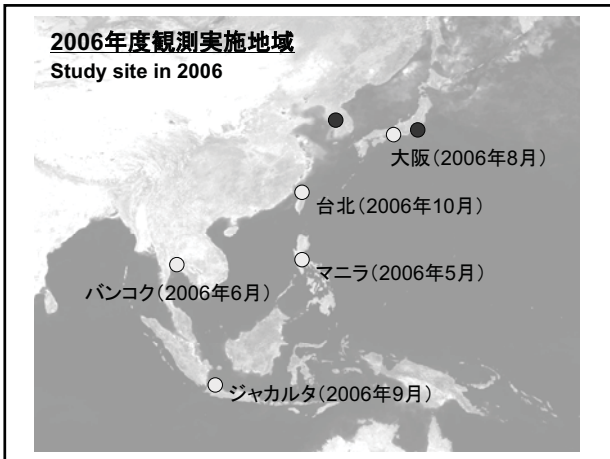


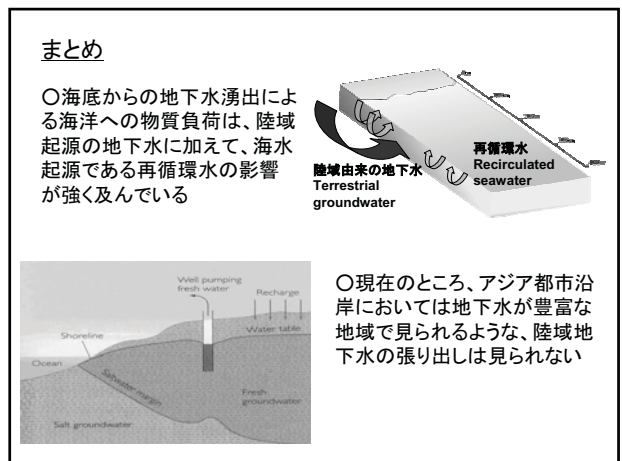
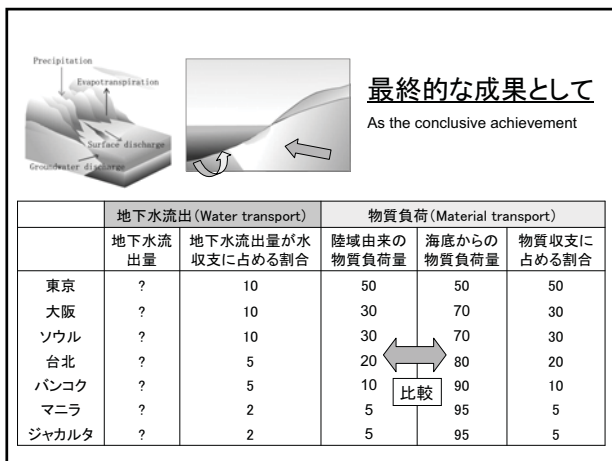
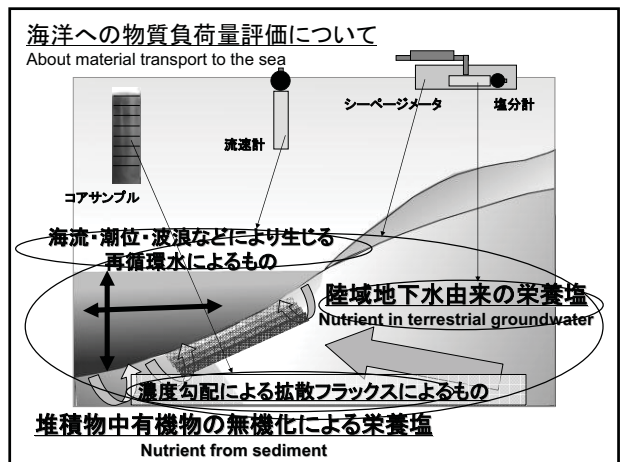
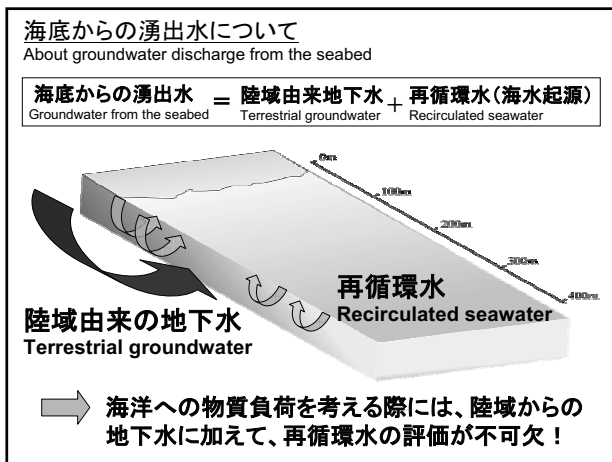
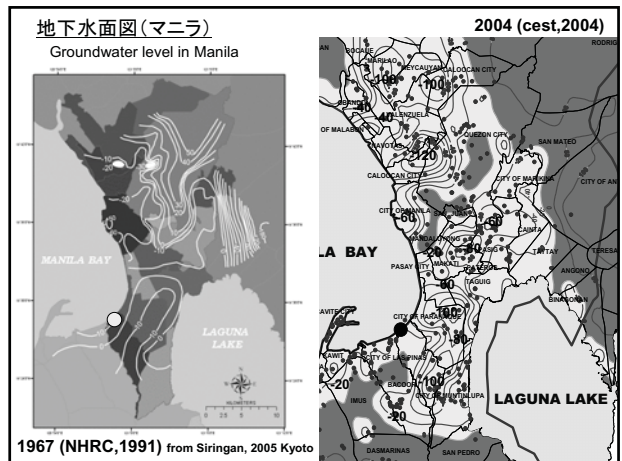
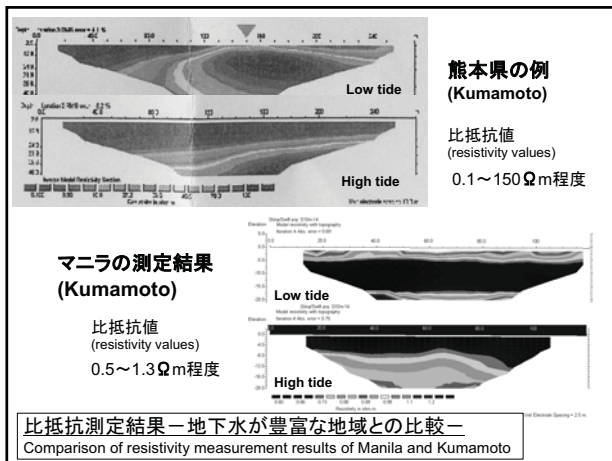
本研究の目的

Purposes of this study

- アジア都市沿岸海洋への、地下水起源の水・物質輸送量の評価と都市毎の比較 (現状の把握)
Evaluations of water and material transports to the coastal sea of Asian cities by groundwater, and comparing each cities
- SGDの流出プロセスの解明 (現象の評価)
Clarifying of processes of SGD







物質班:H18の成果と課題

小野寺真一(広島大・大学院総合科学研究科)



- (1)今年度の成果
- (2)今年度の課題
- (3)来年度に向けて

H18年度成果

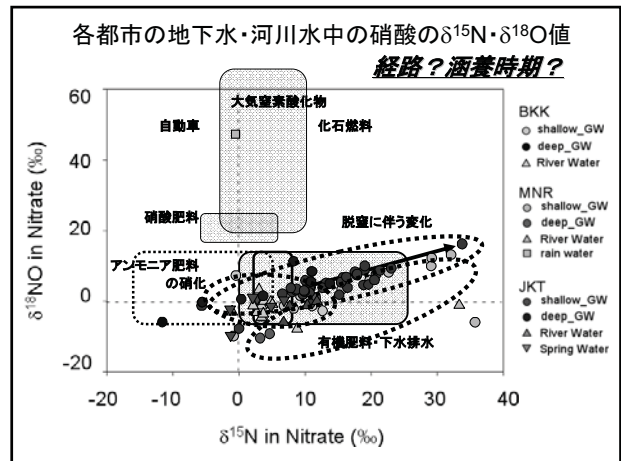
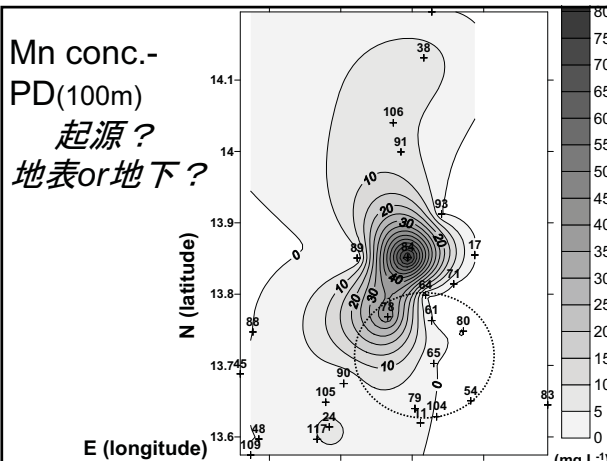
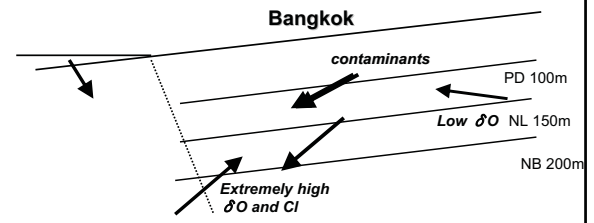
- 各都市における汚染物質(窒素、重金属、塩分)蓄積量評価、地下水流動の変化との対応
- 窒素同位体分布;起源の都市間比較
- 2005ソウルの総合的(汚染物質-流動-都市)成果
- 2004バンコク予備調査の成果(汚染-流動)
- 各都市における海洋地下水湧出計測結果
- 大阪での海洋地下水湧出総合観測

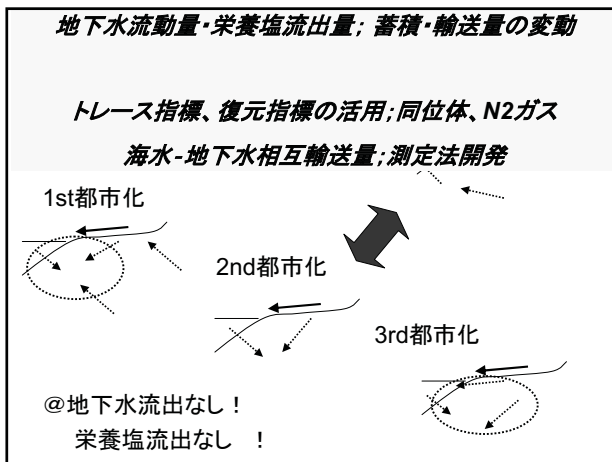
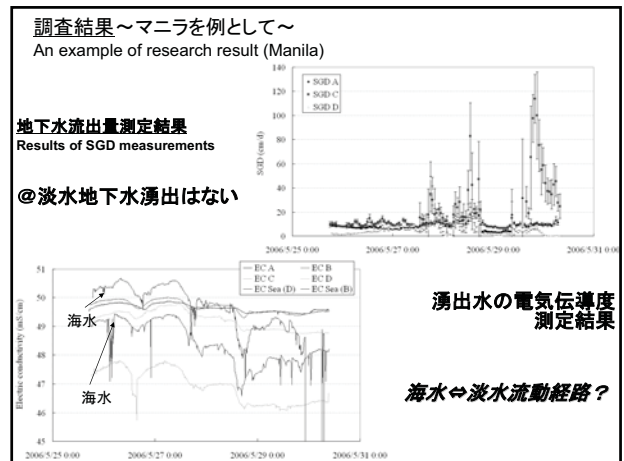
H18年度発表実績

- 地球惑星;小野寺
- AOGS;小野寺、齋藤、石飛
- (小野寺、齋藤はProceedingへ)
- 地球研国際シンポ;小野寺、細野、梅澤、齋藤、石飛

地下水流動の変化と汚染物質

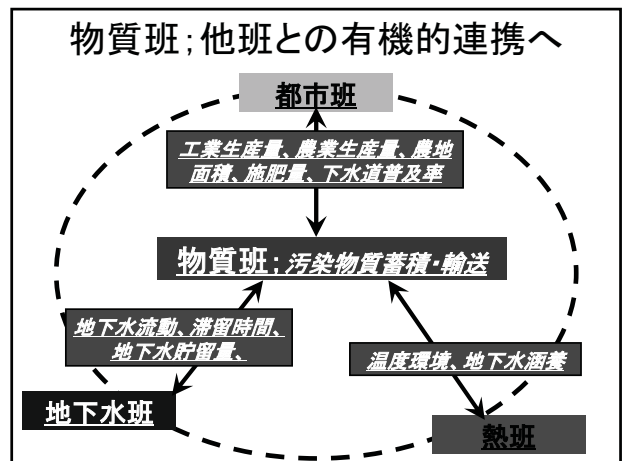
- +バンコク、ジャカルタ周辺;地下水は下向き
- *過去は上向き(上流域で..)
- +塩水の浸入(経路?)
- +表層から汚染物質(Mn,Zn;起源?)浸入?!





- H19年 調査計画
(H18: 予算不足、時間不足)
- バンコク、ジャカルタ 2W-3W
 - 汚染負荷量調査; 地下水流出、河川流出
 - 地下水採水、SGD計測、土壌採取
 - 無機イオン分析、同位体分析(N, S, Sr)
 - 大阪; 集中観測 10days
 - 地下水湧出調査方法(地下水湧出・海水侵入)の確立、モデルの確立へ
 - 地下水中でN2/Arの分析器立ち上げと技術の確立へ
 - 従来の研究、データ(河川、地下水)などの収集

- 来年度(H19)計画;
- ジャカルタ;(11月2007年; 2W); 沿岸調査4day、地下水・土壌調査10day
 - バンコク(1月2008年; 2W); 地下水S,N同位体の試料、堆積物試料
 - 大阪;(集中観測; 夏)
 - マニラ、台北(H18 data整理、連携継続、現地研究者?)、ソウル(休止)、東京(林?)
 - 公表計画; 地球惑星「水循環にともなう物質輸送」Spセッション、IUGG



地表面温度変動の地中への伝搬過程（掘削孔内での長期温度計測）

山野誠（東京大学地震研究所）・濱元栄起・後藤秀作（産業技術総合研究所）

Penetration of the Ground Surface Temperature Variation into the Subsurface (Long-term Temperature Monitoring in a Borehole)

Makoto Yamano (Univ. Tokyo), Hideki Hamamoto and Shusaku Goto (Geol. Surv. Japan)

地表面温度変動が地下に浸透していく過程を実測することを目的として、ボーリング孔内での長期温度計測を実施している。測定を行っているのは、1992年に琵琶湖畔に掘削された深さ約900mの孔井である。この孔井では、1993年9月に最初の温度プロファイル測定が行われ、2002年4月に再測定がなされた。その結果、75mよりも浅い部分の温度が顕著な上昇（最大約1 K）を示すことが判明した。この温度上昇は、地表面付近の温度環境が最近変動した結果であると考えられる。

我々はこの温度変動に着目し、深さ30m及び40mに水温記録計を設置して（2002年10月及び2004年4月）、長期連続観測を行ってきた。どちらの深さでも温度はゆっくりと上昇しており、上昇率は30mで約18 mK/yr、40mで約5 mK/yrである。このような温度上昇を生じた要因としては、1) 1996年に琵琶湖博物館が建設され、孔口が建物で覆われたこと、2) 1982～1991年頃に6.7mの盛り土がなされたこと、などが考えられる。

この温度変動についてより詳しく調べるため、10個のセンサを持つ温度ケーブルを孔内に設置し、2006年10月より連続観測を開始した。センサの深さは15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 130 mである。これにより、温度変動がどのように伝搬するかを観察し、変動の原因についても考察を進めることができるものと期待している。また、調査対象都市の孔井においても、同様な測定を実施することを計画している。

We have been conducting long-term temperature monitoring in a borehole drilled in 1992 on the coast of Lake Biwa. Temperature logging conducted in 1993 and 2002 revealed that the temperature above 75 m increased significantly, by up to 1 K. It indicates that the subsurface temperature structure was disturbed by some recent event(s) near the ground surface. To study this phenomenon, we started continuous measurements of temperature at depths of 30 m (in October 2002) and 40 m (in April 2004). The obtained records show slow temperature increases at about 18 mK/yr and 5 mK/yr at 30 m and 40 m respectively. Probable causes of these temperature variations are: 1) construction of the building of the Lake Biwa Museum in 1996, which covered the top of the borehole, 2) fill-up of artificial sediment (6.7 m thick) on the original ground surface between 1982 and 1991. For obtaining more information on the temperature variations, we installed a temperature sensor cable in the borehole and started monitoring in October, 2006. The cable has 10 thermistor sensors at depths of 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, and 130 m. Long-term temperature records with this new system will allow us to make more detailed analyses of the heat transfer process at this site. Similar temperature monitoring experiments will be attempted in boreholes in the target cities.

地表面温度変動の地中への伝搬過程
(掘削孔内での長期温度計測)

山野 誠 (東京大学地震研究所)
濱元栄起・後藤秀作 (産業技術総合研究所)

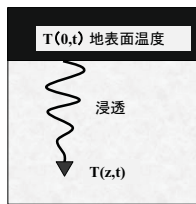
地下熱グループ

- ・ 孔井内温度プロファイルの測定
地表面温度変動の復元
- ・ 浅部での長期温度計測 (多点)
温度変動の拡散過程を捉える



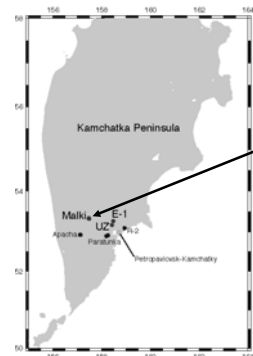
1年～数百年の時間スケールの地表面環境変動
気温、土地利用の変化、地下水の流動、等

長期計測により
地表面温度変動が浸透する過程
を捉える



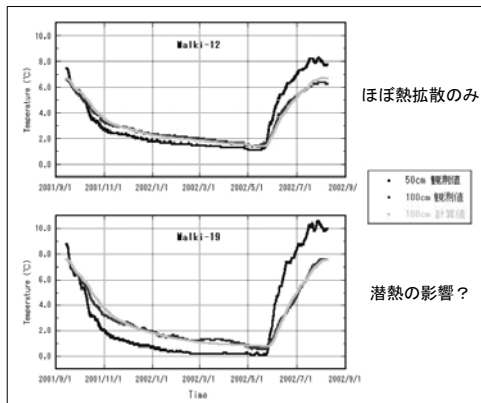
- ・ 熱輸送のメカニズム
熱伝導 vs. 移流
(地下水、堆積)
熱拡散率の推定
- ・ 変動の原因
複数の要因の判別?

土壤温度の長期計測



カムチャッカでの例
Malki

深さ 0.5m、1m の温度記録

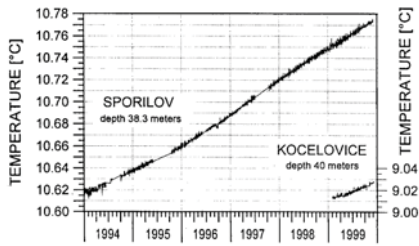


台湾、バンコク、ジャカルタ
に設置済み



孔内での長期計測

深さ40m付近での計測例 (Cermak et al., 2000)



長期的なトレンド (温暖化) のみを検出

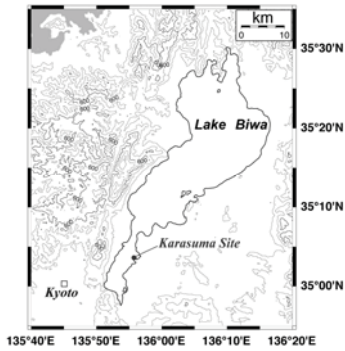
高分解能温度計の設置 (台湾、バンコク、ジャカルタ)



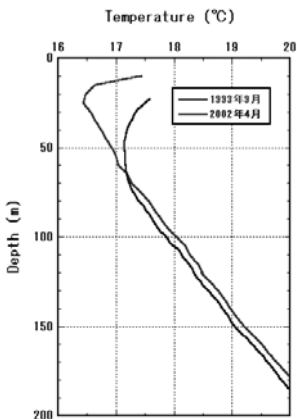
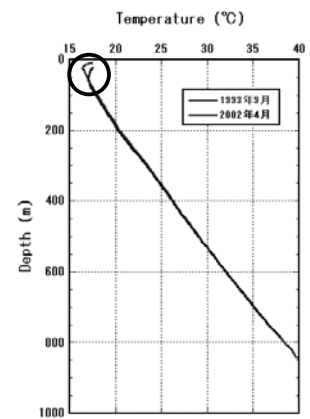
水温計
温度分解能: 1 mK
計測間隔: 10分

琵琶湖畔の掘削孔 (琵琶湖博物館)

掘削期間:
1992年1月~10月
掘削深度:
950 m



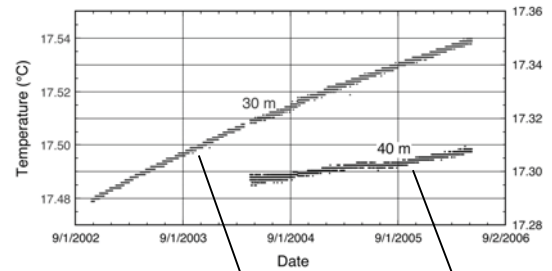
温度検層 1993年9月 2002年4月



深さ70m付近より
上で温度が上昇

地表面付近での
温度環境の変化
を示唆

長期温度計測 (30m, 40m)



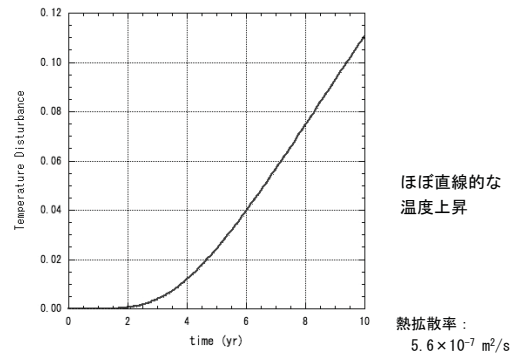
温度上昇率: ~20 mK/yr

~5 mK/yr

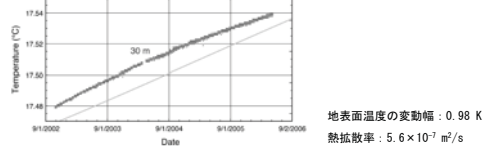
温度上昇の原因として考えられるもの

- 琵琶湖博物館の建設（1996年）
孔口が建物で覆われ、
地表面の平均温度が上昇
- 地表面への盛り土（1982年～1991年）
地表面からの深さの増加（6.7m）
による温度の上昇

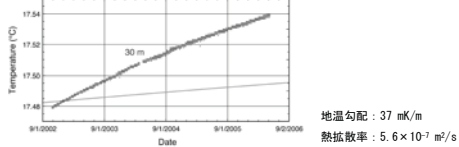
地表面温度のステップ状の上昇が
深さ30mの温度に及ぼす影響



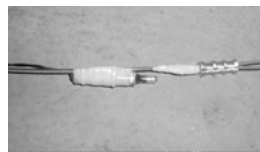
地表面温度のステップ状上昇による説明



6.7mの盛り土による温度変動の例



多点でのモニタリング



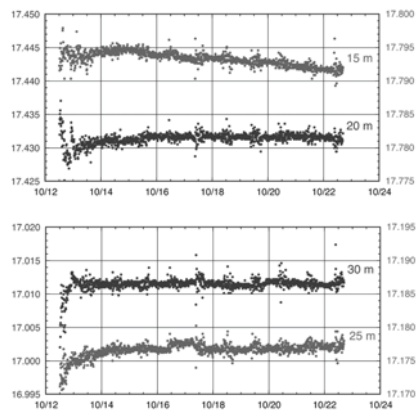
サーミスタ温度センサ

深度：
15, 20, 25, 30, 40, 50,
60, 75, 100, 130 m



2006年8月2日 設置
10月2日 センサー交換

10月12日
～22日



まとめ

- 土壌温度の長期計測
地表面温度の算出
気温と地表面温度のキャリブレーション
台湾、バンコク、ジャカルタで測定中
- 孔内温度の長期計測
地表面温度変動が浸透する過程を捉える
熱輸送のメカニズム、変動の原因
水温計の長期設置（3つの深度）
台湾、バンコク、ジャカルタ
サーミスタケーブルによる多点観測
琵琶湖畔

地中熱を利用したヒートアイランド現象緩和技術の開発

江原幸雄

九州大学大学院工学研究院 地球資源システム工学部門 地球熱システム学研究室

Development of a new space heating and cooling system with the downhole coaxial heat exchanger (DCHE) and ground-coupled heat pumps

Sachio Ehara, Laboratory of Geothermics, Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan


わが国の大都市ではヒートアイランド現象が近年急速に進行している。その有力な原因の1つに、空気熱源冷暖房システムの普及がある。われわれは、排熱を大気中に放出する従来型の空気熱源冷暖房システムではなく、地下浅層の熱を利用した新しい地中熱利用冷暖房システムを開発した。このシステムは、熱交換用の同軸型熱交換井（深さ60m）、ヒートポンプ（2機）、循環ポンプ（1機）および室内機（5機）およびそれらを連結する配管システムから構成されている。このシステムを福岡市東区に建設されている環境共生型実験住宅（レンガ造2階建てで面積140m²、親子4人の居住を想定した標準住宅）に設置し、長期実証試験を開始した。この地中熱利用冷暖房システムは、親子4人の生活パターンを想定したタイマーによる自動運転を行っている。本システムはすでに夏冬2回ずつ、2年間の安定運転を継続している。最初の年は、システムのCOP（Coefficient of Performance, 成績係数：投入した電気エネルギーに比べ、どれほどの熱エネルギーが地下から抽出されたかを示す指標）は約3.5と設計値（4.5）より低めの値となった。そこで、2年目の運転においては、運転モードの改善、熱交換器の洗浄、室内機のフィルター清掃等、COP改善のための種々の努力を行った。その結果、2年目のシステムCOPは約4.5となり、ほぼ設計どおりの極めて高いCOPを実現した。この地中熱利用冷暖房システムは、消費電力量・灯油消費量の削減とともに、冷房による排熱を大気中に放出することなく、地下に貯えられ、再び冬季の暖房に使われるという極めて環境共生的なシステムであり、ヒートアイランド現象緩和の有力技術の1つになりうると考えられる。今後さらに、システムの最適化を目指すとともに、普及活動を行い、ヒートアイランド現象の緩和に貢献したいと考えている。

The heat island phenomenon in the urban area is rapidly progressing in big cities in Japan including Fukuoka city, southwestern Japan. One of the main causes is the rapid popularization of the conventional space heating and cooling system in houses and buildings. We developed a new heating and cooling system of a house with ground-coupled heat pumps. We employed the Downhole Coaxial Heat Exchanger (DCHE) system to extract heat from the shallow ground. The DCHE system saves electric power and oil consumption and also does not discharge waste heat to the air. The depth of the necessary well for the heat exchanger was estimated based on the calculation of the thermal load in the experimental house. The space heating and cooling system was installed in the experimental house of Fukuoka city and we have been continuing an experiment to verify the high efficiency of the system. As a result, we developed an extremely high efficient system of which COP (Coefficient of Performance) is about 4.5. We believe such a ground coupled space heating and cooling system may contribute to the relaxation of the heat island phenomenon in urban areas.

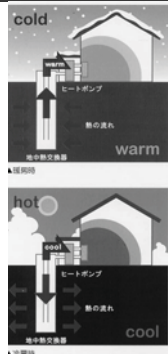
**地中熱を利用した
ヒートアイランド現象緩和技術の開発
—地中熱利用冷暖房システムの開発—**

江原幸雄
工学研究院・地球資源システム工学部門
地球熱システム学研究室

平成18年度 地下環境プロジェクト全体会議
2006年11月28日



地中熱利用冷暖房システムについて



地中熱とは？

地中熱は、これまで地熱発電で利用していた地下深部の高温（200℃程度）の熱を利用するのではなく、浅い地中帯には地下水の温度（10～20℃）の熱を利用する新しい地熱システムです。この地中熱を利用して冷暖房の供給、蓄熱を行うことができます。地下での熱のやり取りは「地中熱の循環」、熱の運搬は「ヒートポンプ」という現象を利用します。

アイランドシティ内の実験施設では、地中熱を利用した冷暖房が行われています。地中熱からの熱を回収して蓄熱槽へ、蓄熱槽から回収した熱を大気へ放出します。これは、深層地中熱は深層までの地中の温度は年間を通して一定で、夏は気温より高く、冬は気温より低いという特徴を利用しています。

安定性

地中熱利用冷暖房システムは蓄熱式での運用が可能です。蓄熱性もあり、2005年3月20日に発生した福島の沖津地震（震度4弱）の時にも熱害に遭うことがありませんでした。

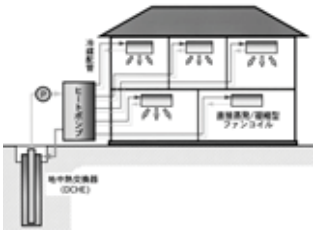
快適性

現在知られているエアコンと比べると蓄熱の性能が高いとされています。さらに、蓄熱槽が熱を蓄えて、蓄熱槽の温度が安定に保たれます。

安定性

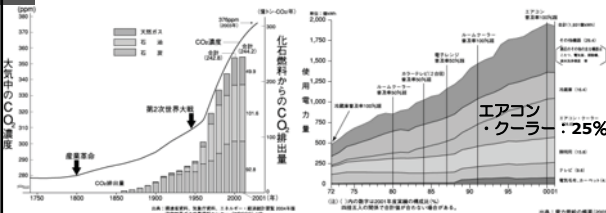
夏の酷暑への対策性を高める観点から、地中熱利用による蓄熱システムの導入は必要とされています。また、従来のシステムで地中の温度は安定しているため、従来のエアコン利用で蓄熱槽も利用可能です。

排熱を大気中に放出せず、かつCO2放出が削減される新しい住宅用冷暖房システム



Newly developed system : Refrigerant is carried directly to the indoor system.
COP of HP for one room =4.72
COP of HP for four rooms=4.12

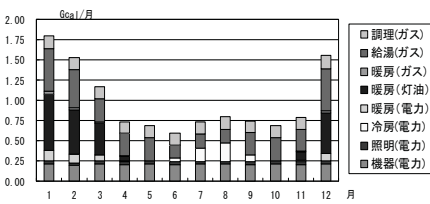
地中熱利用冷暖房システムによる「都市熱環境改善」への貢献



- 地球温暖化現象の抑制（低消費電力 CO2削減）
- ヒートアイランド現象の緩和（廃熱を大気中に排出しない）

地中熱利用冷暖房システム構築の有効性

福岡市における戸建住宅のエネルギー消費推定値



(林徹夫、2004)

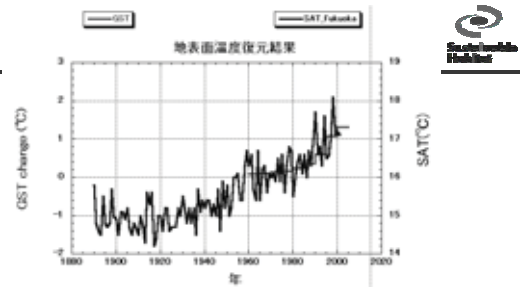
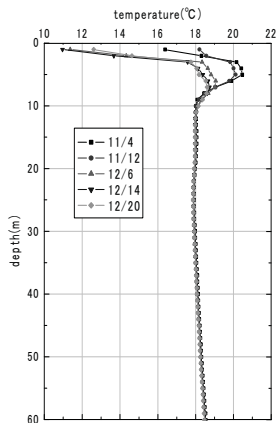
福岡市における過去の地表面温度復元の例

- アイランドシティの深さ60m井戸温度使用
- 1960年代までの復元に成功
- 過去の気温変化とほぼ同一の結果

さらに深い井戸での解析を計画(？)

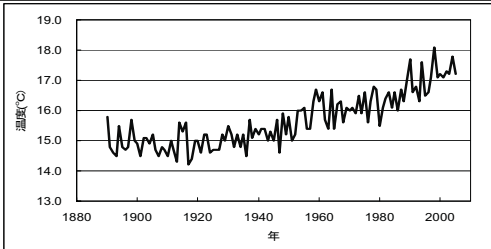
アイランドシティ温度 プロフィール

- 地質状況
埋め立て土、第四紀沖積層
風化花崗岩、堅固な花崗岩
- 60m深温度・・・18.6℃
- 温度勾配
・・・2.7℃/100m



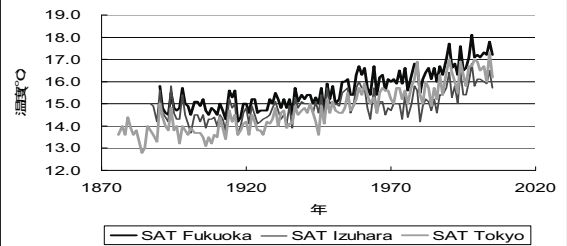
- 地表面温度復元結果は年平均気温変化とよく一致している。
- 地下温度に1960年以降の地表面温度(気温)上昇が記録されていた。ヒートアイランド現象+地球温暖化??

福岡市の年平均気温推移



- ・100年で年平均気温が約2.5℃上昇している。
- ・特に1960年代頃から急激な温度上昇の傾向あり。
ヒートアイランド現象+地球温暖化の影響?

3地域における 年平均気温推移の比較



- 3地域(福岡・厳原・東京)とも、最近の100年間で気温は上昇している。
- 福岡と東京は1960年代頃からの上昇が目立つ。一方、厳原はあまり上昇していない(厳原ではヒートアイランド現象は発生していない)

福岡・東京では地球温暖化に加えヒートアイランド現象も発生。

厳原と比較した福岡と東京のWarming rateの内訳

	地球温暖化現象によるもの	ヒートアイランド現象によるもの
福岡	0.0314℃/年	0.0545℃/年
東京	0.0314℃/年	0.0773℃/年

すなわち、都会では、ヒートアイランド現象による温度上昇率の方が大きい。

福岡の年平均気温の上昇比

温暖化:ヒートアイランド≒1:1.7

東京の年平均気温の上昇比

温暖化:ヒートアイランド≒1:2.5

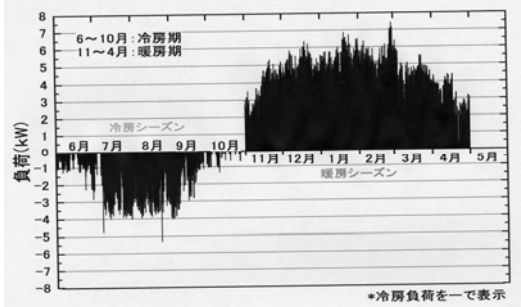
福岡より東京の方がヒートアイランド現象による温度上昇率は大きい。

福岡市Islandcityの実験住宅における 地中熱利用冷暖房システムの構築

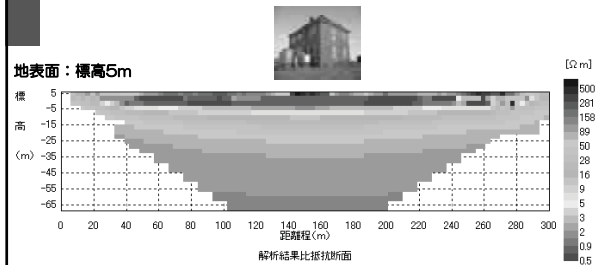
「システム設計の最適化—より良いものを創る!」

- (1) 煉瓦造りの断熱型環境共生住宅(2階建て5室)
- (2) 地下構造調査実施(比抵抗・重力)花崗岩確認
- (3) サーマレスポンステスト(48時間循環、72時間温度回復)
- (3) 熱交換方式:坑井内同軸熱交換器方式(ホリブデン内管)
- (4) 高効率ヒートポンプシステム(高いCOP)
直膨式(直接蒸発/凝縮型ファンコイル)
低搬送動力(冷媒を直接室内機へ)
- (5) シンプルなシステム(少ない部品数・容易な冷媒配管)
- (6) システムのモニタリング(観測井、熱交換井周辺の温度・比抵抗測定、運転機器の測定、住宅内各種熱環境の測定)

実験住宅の熱負荷計算 (建築・渡邊研究室の協力)



地下構造の探査



成層構造・花崗岩(高熱伝導率)の確認

必要な熱交換器の長さ(低コスト化への寄与)

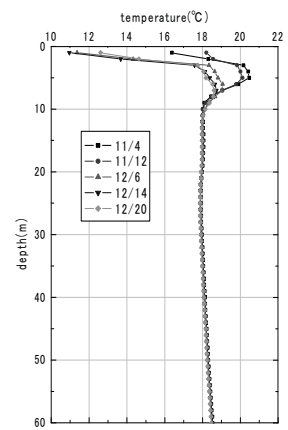


熱負荷計算結果に基づいて、熱交換器の長さを変えてシミュレーションを行った。

- 計算条件 (1)不凍液の流量(35l/min)
(2)地層の熱伝導率(3層)
1. 00W/mK(0-11m) 埋め立て土
 1. 80W/mK(11-25m) 海成洪積・風化花崗岩
 2. 76W/mK(25-60m) 花崗岩
- (3)地層温度(16.6°C-18.6°C)
- 最適長さ 60mと決定した。
(参考:盛田ほか(2004):65m K=1.3W/mK)

掘削・温度検層

- 地質状況
埋め立て土、第四紀沖積層、風化花崗岩、堅固な花崗岩
- 60m深温度... 18.6°C
- 温度勾配
... 2.7°C/100m

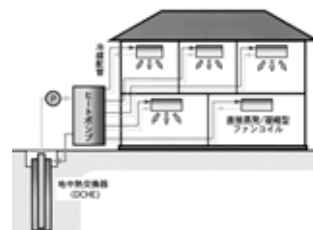


決定されたシステムの諸パラメータ



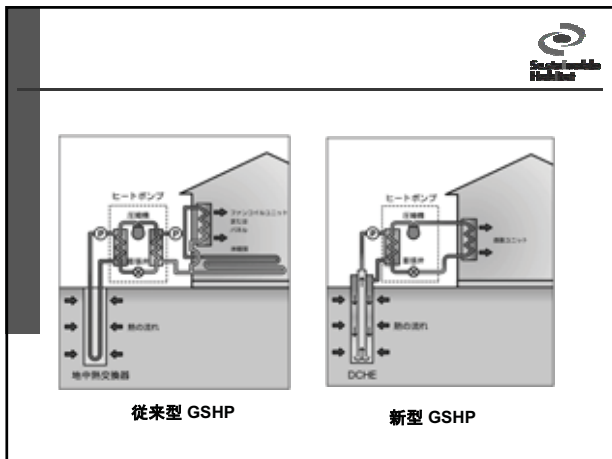
- (1)熱交換器の長さ=60m
- (2)不凍液の濃度=50%(ナイブラインNFP)
- (3)ヒートポンプの容量
4室対応マルチエアコン 8.0kW(COP=4.12)
1室対応エアコン 4.0kW(COP=4.72)
- (4)室内機の容量
2.2kWx 3台=6.6kW
4.0kWx 2台=8.0kW

設置した住宅用冷暖房システム



Newly developed system: Refrigerant is carried directly to the indoor system.

COP of HP for one room =4.72
COP of HP for four rooms=4.12



主な予想運転特性値

暖房時	
地中熱交換器の最低入口温度	= -7.6℃
ヒートポンプのCOP	= 4.92
システムのCOP	= 4.55
熱交換器の熱抽出率	= 47.3W/m
冷房時	
地中熱交換器の最高入り口温度	= 30.2℃
ヒートポンプのCOP	= 6.02
システムのCOP	= 4.47
熱交換器の熱抽出率	= 18.7W/m

- ### 実証試験運転中の諸観測量
- (1) 熱交換井坑底部の温度
 - (2) ヒートポンプの入口・出口循環液温度
 - (3) 循環液流量
 - (4) 循環ポンプ 消費電力
 - (5) ヒートポンプ(2台)消費電力
 - (6) 観測井温度・水位・導電率プロフィール(60m)
 - (7) 熱交換井周辺地層温度プロフィール(10m)
 - (8) 同上 比抵抗プロフィール(10m)
 - (9) 各種室内熱環境測定

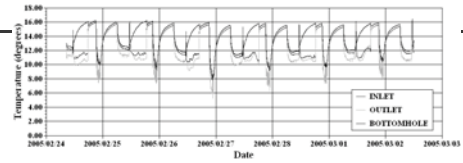


室内機：1階2室・2階3室

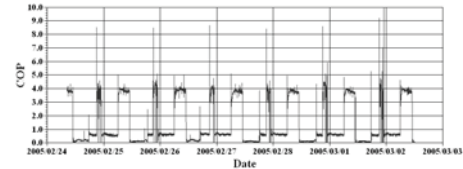


運転制御：コントローラおよびタイマーにより行う。

暖房運転時の各種温度変化計測例



暖房運転時のシステムCOP計算例



COPによるシステム検証結果



平均 COP

ヒートポンプ

4.1暖房時(予測値4. 9)

4.9 冷房時(予測値5. 9)

システム

3.4 暖房時(予測値4. 6)

3.5 冷房時(予測値4. 5)

2005-06冬までの検証状況



1. 安定した冬季・夏季の生活パターンの自動運転
2. 安定した地層温度(予測計算どおり)
3. ポンプ消費電力が予測値に比べ大きい。従ってヒートポンプのCOPに比べ、特にシステムのCOPが予測値より低い。原因究明中
4. 特に暖房時のCOPが低く出ていること。建物の冷暖房負荷の評価？ 原因究明中

種々の改善後の2006年冷房運転結果



	暖房1期目	冷房1期目	暖房2期目	冷房2期目
日付	2005/2/2-4/5	2005/6/24-8/24	2005/12/8-2006/4/25	2006/6/23-9/5
システムCOP	3.38	3.53	2.84	4.51

今期の冷房運転はシステムCOP=4.51と高効率で運転することができた。また設計時におけるシミュレーション結果のシステムCOP=4.47と値が近く設計どおりに動いている。

今期冷房のCOPが高くなった原因として考えられる点

- 1) 熱交換器の洗浄 (TRTの混合物が残留)
- 2) 室内機の清掃
 - * 緑化フェアにおいて全室開放で人の出入りが多い中で運転を行ったため、室内機のフィルターに埃がたまった。
- 3) 循環ポンプの流量変更(再シミュレーション後)
- 4) 運転時間の変更 (COPの高い個別HPを中心に)

今後の課題



地中熱利用システムとして極めて高いCOPを実現

今後の課題

- 1) 地下環境への影響評価
- 2) 普及活動
- 3) 地方自治体による先導的導入
- 4) 量産化による低コスト化

東京における地下水・地下温度環境の変化

宮越昭暢¹・林武司²・Rachmat Fajar Lubis³・Vuthy Monyrath³・山野誠⁴・佐倉保夫⁵

¹独立行政法人 産業技術総合研究所, ²東京大学大学院 新領域創成科学研究科, ³

千葉大学大学院 自然科学研究科, ⁴東京大学 地震研究所, ⁵千葉大学 理学部

Evaluation of Change in Groundwater and Subsurface Temperature Environment in the Tokyo Metropolitan Area

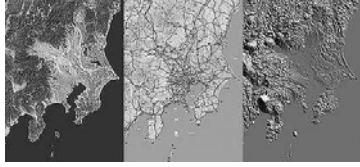
Akinobu Miyakosi・Rachmat Fajar Lubis・Vuthy Monyrath・Makoto Yamano・Yasuo Sakura

東京における地下温度・地下水環境に残る人間活動の影響を評価するために、観測井を用いた地下温度プロファイルの測定により三次元地下温度分布を把握した。

地下温度分布には地域性が認められ、低温域は低地の内陸部から東部に、高温域は中央部から南部に分布する。高温域は、地下水流動の水理学的な下部境界であり相対的に熱伝導率の高い固結シルト層の上面深度が浅い位置にあり、地下水揚水に起因した地盤沈下量の大きい地域と一致する。この結果は、地下温度分布が自然状態の地下水流動だけでなく、人間活動の影響も反映していることを示している。一方、1956～1967年と2001年の地下温度データの比較では、地下温度の低下が内陸部に広く認められた。地下温度プロファイルの解析結果から、下向きの地下水流動がその要因と考えられる。本研究により、地下温度から人為影響による東京の地下水流動の変化が示された。

Information on three-dimensional distribution of subsurface temperature was examined to evaluate the effect of human activity on groundwater environment in the Tokyo Metropolitan Area. Regional variation was observed as follows: high and low areas from the viewpoints of temperature distribution is recognized in the central part to the southern part and from the inland to eastern part, respectively. High temperature area corresponds to an area where lower boundary of groundwater flow is relatively shallow because of shallow upper surface of indurated silt bed which shows high thermal conductivities. This area corresponds also to an area with severe land subsidence resulting from excessive pumping of groundwater. This suggests that the distribution of subsurface temperature is related not only to natural groundwater flow, but also to human activities. On the other hand a comparison between the temperature data in 1956 to 1967 and those of 2001 revealed widespread lowering of the temperature in the inland area. This is explained by downward groundwater flow based on an analysis of temperature-depth profile. The change of groundwater flow regime in the Tokyo Metropolitan area by pumping became clear from subsurface temperature measurements of this study.

東京における地下温度・地下水環境の変化



熱グループ 宮越昭暢(産総研)
地下水グループ 林武司(東大新領域)

目的

- 熱グループ(RIHNプロジェクト)の目的

孔内地下水温度の逆解析を用いた地表面温度履歴の復元と気象データを用いて、都市化に伴うヒートアイランド現象による地下熱汚染について評価する。
対象地域⇒東京、大阪・ジャカルタ・バンコク他



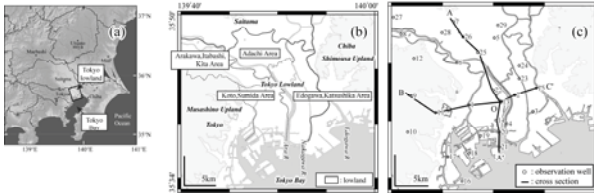
- 本報：東京低地における研究事例の紹介(宮越ほか, 2006)
(東京都土木技術センター、千葉大、東大、産総研)

地下温度⇒ヒートアイランド(地表面温度上昇)＋地下水流動

1. 孔内地下水温度の測定による地下温度分布の実態
2. 過去データとの比較による地下温度環境の変化
3. 地下水・地下温度環境の評価

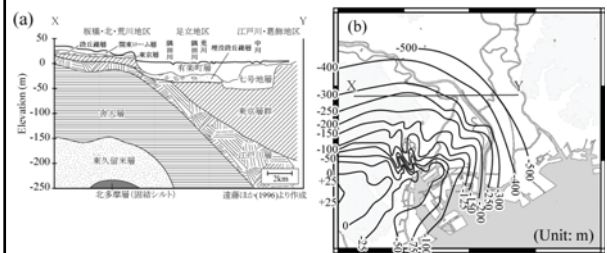
H18年以降(東京への展開)のための基礎情報として紹介

東京低地における地下水・地下温度環境の変化



- 観測井(29地点)において、2000～2001年に地下温度プロファイルを測定
 - 地下温度分布の実態把握、水理水頭分布(地下水流動)との関係
 - 地下温度分布に認められるヒートアイランド(地表面温度上昇)の影響
- 過去データ(1956～1967年)のデータとの比較
 - 地下温度・地下水環境の変化
- 速報⇒2005年と2000年の地下温度プロファイルの比較
 - 浅部地下温度の上昇

東京低地における水理地質

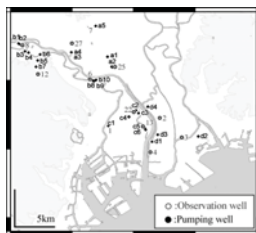


- 帯水層基底面⇒北多摩層上面(遠藤ほか, 1996; 川島ほか, 2001)
 - ドーム状の構造

水理地質 + 人為影響(地下水揚水) ⇒ 地下水流動が支配

地下温度・地下水環境の変化 過去(1956～1967年)と現在の比較

- 観測井(2000～2001年) 揚水井(1956～1967年)の比較
工業用水調査グループ(1957)、木野ほか(1959)、経済企画庁(1973)



- ・距離約3km以内のものを比較対象
- ・比較対象深度：深度50～250m
- ・地表面温度上昇の影響が強くなって、極小温度出現深度より浅部は比較対象外

まとめ

1. 東京低地および周辺地域の地下温度分布は、低温域と高温域の分布に地域性を示す。高温域は江東・墨田地区に、低温域は足立地区および荒川・板橋・北地区に分布する。高温域の分布は、固結シルト層(北多摩層)および揚水量(地盤沈下量の大きい地域)の分布を整合しており、水理地質条件と揚水の影響を受けた地下水流動の存在を示している。
2. 1956～1967年と2001年の地下温度データの比較から、内陸の荒川・板橋・北地区および足立地区と、江東・墨田地区の一部では、深度50～250mにおいて低温化が認められた。これらの地域では、タイプカーブと実測値の比較から下向きの流向成分を持つ地下水流動の存在が考えられ、低温化の一因と考えられた。一方、上向き成分を有する地下水流動が認められた地域では、温度変化は認められなかった。
3. 東京低地の地下水流動は、地域によって異なるだけでなく、深度によっても、流向や流速が変化している。荒川・板橋・北地区および足立地区では、深度50～150mにおいて、深部よりも下向きの地下水流速が大きい。墨田・江東地区においても、深度50～85mにおいて下向きの流速が大きい。深度と共に小さくなる傾向が認められる。特にNo.22のT.P.-100mより深部では、上向き成分を有する地下水流動に変化している可能性がある。

孔井内温度からの地表面温度の復元

濱元栄起・後藤秀作（産業技術総合研究所），Vuthy Monyrath（千葉大学大学院），
上岡慎（九州大学大学院），山野誠（東京大学地震研究所）

Estimation of the past ground surface temperature change from borehole temperature data

Hideki Hamamoto, Shusaku Goto (AIST), Vuthy Monyrath (Chiba Univ.),
Shin Kamioka (Kyushu Univ.) and Makoto Yamano (Univ. Tokyo)

地表面における温度変動は、地下へ熱拡散によって伝播する。一般的に、岩石や堆積物の熱拡散率は小さいため、深いボーリング孔を用いれば、過去数百年から数千年間の地表面における温度変動の履歴を復元することができる。このような手法によって、欧米では多くの研究がおこなわれてきた。一方、アジア地域では、このような手法を用いた研究例は少ない。日本では、滋賀県琵琶湖湖岸の深さ800mのボーリング孔の温度計測から推定した例をあげることができる[Goto et al., 2005]。本発表では、バンコクで測定したボーリング孔の温度計測をおこない、気候変動の変遷を推定した結果を報告する。

バンコクで計測したいくつかの孔井では、温度プロファイルの形から見て、地下水流動の影響を受けていると思われる孔井もある。地下水流動の影響や地中の物性の大きな変化は、解析の際に大きな誤差を生じさせる原因となり、信頼性のある気候変動の推定をおこなうことが難しくなる。本発表では、地下水流動の影響や物性が大きく変わる場合、この推定にどのような影響を及ぼすかについても評価する。さらに、ボーリング孔の温度データから復元できる期間は、測定深度に大きく依存しており、この点についても評価をおこなう。

以上の評価は、今後、本プロジェクトにおいてボーリング孔の温度計測から過去の気候変動の変遷を推定する際に、ボーリング孔の選定や、測定深度を決定するうえでも重要となる。

参考文献:

Goto S., Hamamoto H., Yamano M.,(2005): Climatic and environmental changes at southeastern coast of Lake Biwa over past 3000 years, inferred from borehole temperature profiles, *Phys. Earth Planet. Int.* Vol.152 314-325

An effect of temperature change at the earth's surface propagates into the underground and disturbs the underground temperature structure that is determined by the thermal conductivity distribution and heat flow from the deep. Analyzing disturbances in the underground temperature structure carefully, the past ground surface temperature (GST) change closely related to the past climate change can be reconstructed (i.e. Goto et al., 2005).

In order to infer the past climate change, we measured temperature profiles in boreholes in Bangkok and reconstructed GST history during the last several hundred years. Some of the temperature profiles seem to be influenced by groundwater flows. We examined how possible variations in thermal conductivity of the formations can affect the reconstructed GST history. We also evaluated the minimum depth of temperature measurement necessary for reliable GST reconstruction. These analyses will give important criteria for selection of boreholes and determination of temperature measurement depths in this project.

Reference:

Goto S., Hamamoto H., Yamano M. (2005): Climatic and environmental changes at southeastern coast of Lake Biwa over past 3000 years, inferred from borehole temperature profiles, *Phys. Earth Planet. Int.* Vol.152, 314-325.

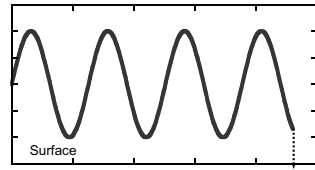
孔井内温度からの地表面温度の復元

Estimation of the past ground surface temperature change from borehole temperature data

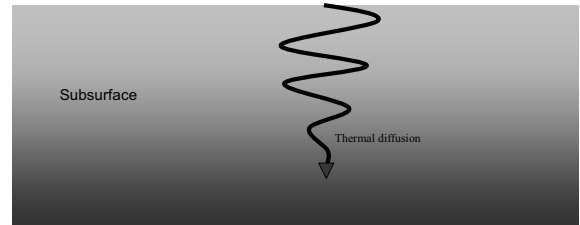
濱元 栄起 (産業技術総合研究所)
 (東京大学地震研究所)
 後藤 秀作 (産業技術総合研究所)
 Vuthy Monyrath (千葉大学大学院)
 上岡 慎 (九州大学大学院)
 山野 誠 (東京大学地震研究所)

Hideki Hamamoto (AIST and Univ. Tokyo)
 Shusaku Goto (AIST)
 Vuthy Monyrath (Chiba Univ.)
 Shin Kamioka (Kyushu Univ.)
 Makoto Yamano (Univ. Tokyo)

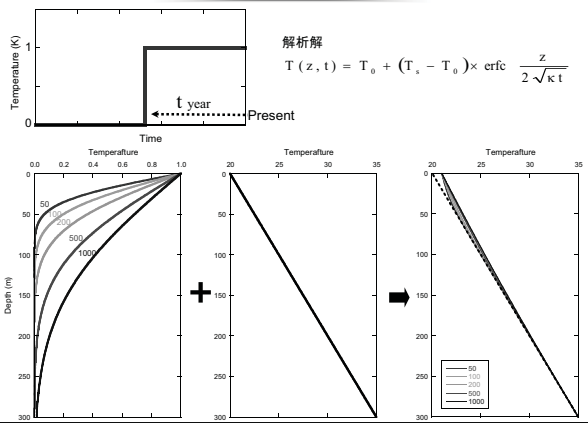
温度変動の伝播



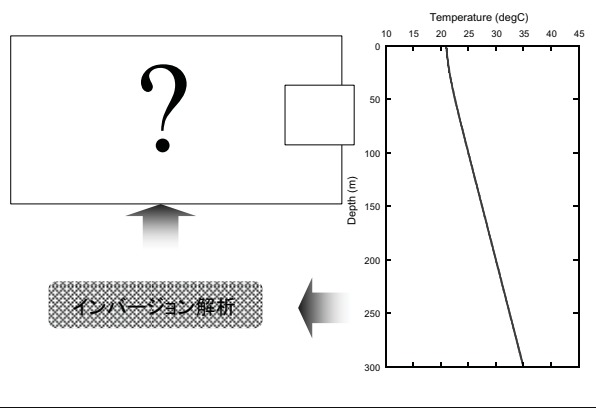
地下へ熱拡散によって伝播



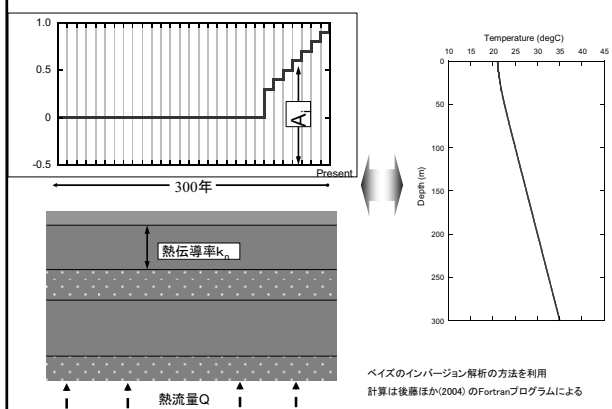
シンプルな例



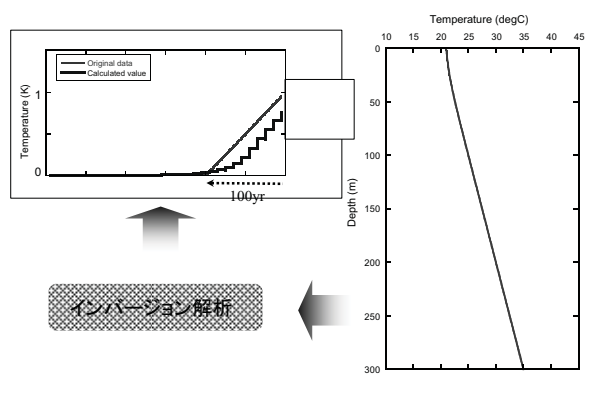
過去の気候変動復元

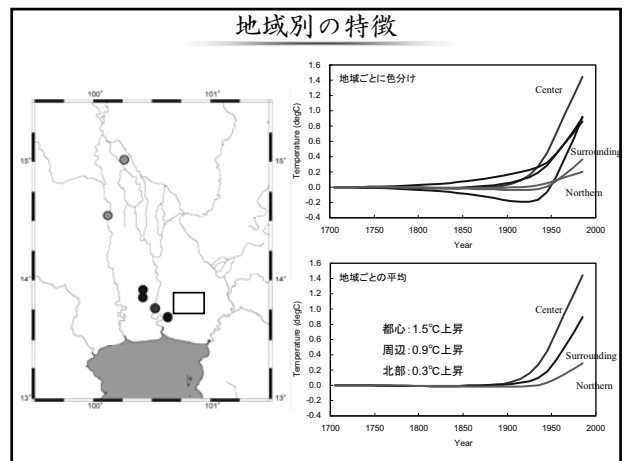
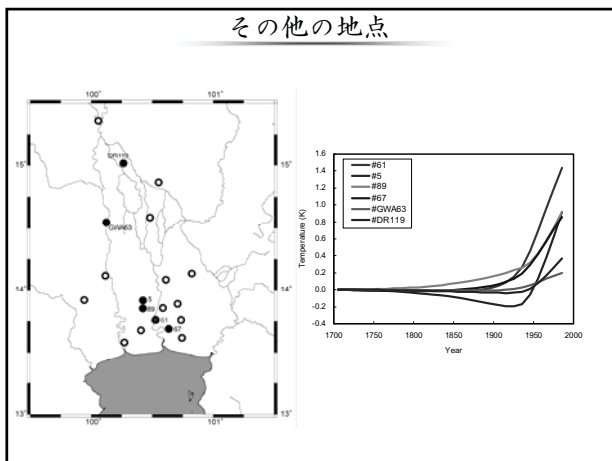
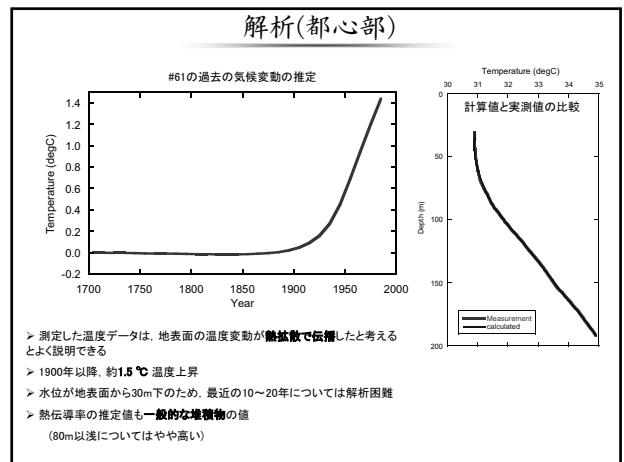
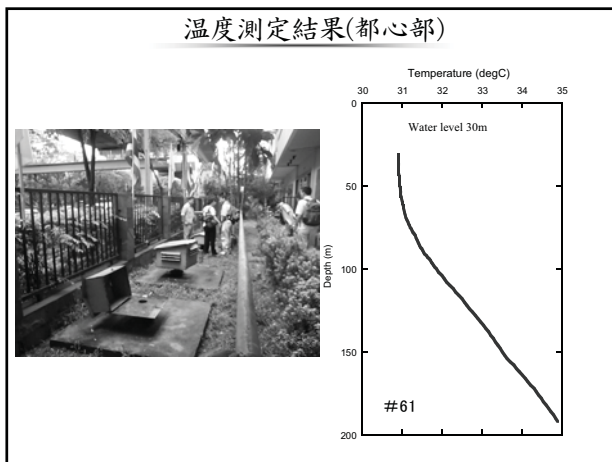
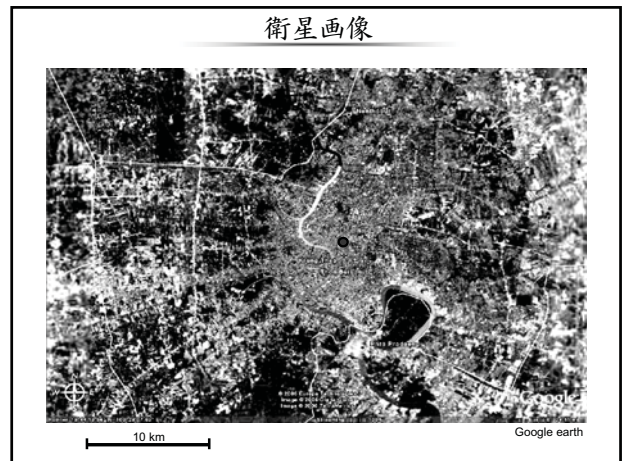
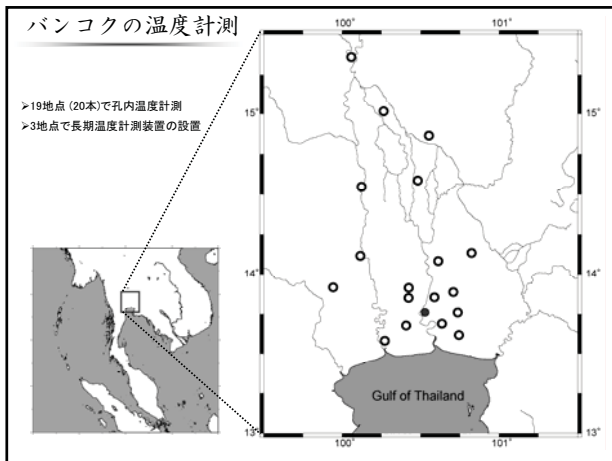


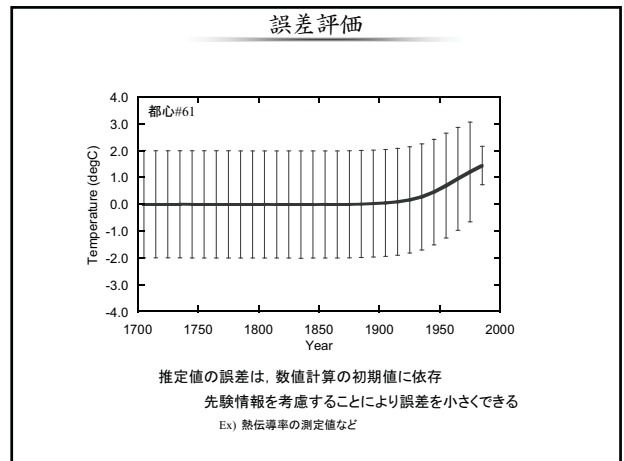
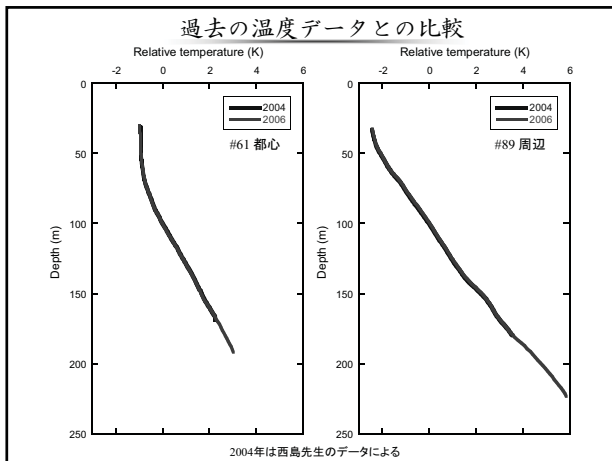
インバージョン解析の方法



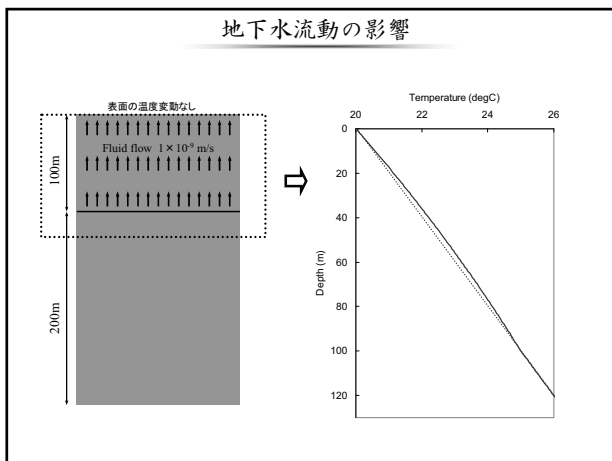
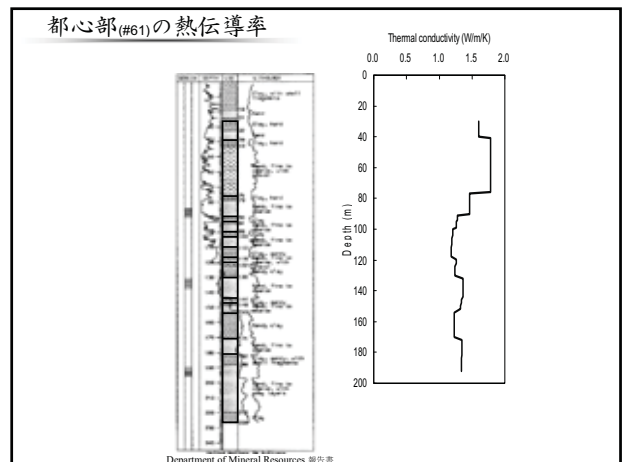
過去の気候変動復元







- ### 他の地域との比較
- 北米 2 °C 上昇 (地下温度データからの推定)
 - 日本 1.06 °C (気象庁)
 - 全世界 0.74 °C (気象庁)



Reconstruction of the thermal environment evolution in Jakarta from underground temperature profiles, a progress report

Rachmat Fajar Lubis¹, Yasuo Sakura², Makoto Yamano³,
Robert Delinom⁴, Akinobu Miyakoshi⁵, Makoto Taniguchi⁶.

¹ Graduate School of Science and Technology, Chiba University, Japan, fajarlubis@graduate.chiba-u.jp ² Department of Earth Sciences, Chiba University, Japan, ³ Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan, ⁴ Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Bandung-Indonesia, ⁵ Geological Survey of Japan, AIST, ⁶ Research Institute for Humanity and Nature, RIHN Kyoto, Japan,

Heat island effect is one of major problematic effects in developed cities, and it is important to understand the relationship between air temperature change and developing stage of each city. Ground surface temperature (GST) slowly propagates into subsurface sediments and basement rocks by thermal diffusion in 10^{-6} to 10^{-7} m²/s. Therefore, the GST variations in the last several hundred years could be recorded as the underground temperature distribution in the upper several hundred meters. This report intends to reconstruct GST history in Jakarta mega cities, Indonesia. GST history will reconstruct from vertical temperature profiles measured in boreholes.

The thermal profiles and water levels in 33 selected wells from 56 observation wells (40 – 250 m deep) were measured in the study area, on 4-21 September, 2006. The thermal-profile measurements were made at 2-m intervals from the water level to the bottom of the hole with a digital thermister thermometer of 0.01 °C precision. The boreholes selected are observation wells, therefore ideal for thermal studies. Due to the previous measurement on July 2004, they can be considered to have attained thermal equilibrium conditions between water in a borehole and surrounding subsurface temperature.


RIHN project 2-4 FR Human Impacts on Urban Subsurface Environments

Reconstruction of the thermal environment evolution in Jakarta from underground temperature profiles (Progress Report)

Rachmat Fajar Lubis¹, Yasuo Sakura², Makoto Yamano³, Robert Delinom⁴, Akinobu Miyakoshi⁵, Makoto Taniguchi⁶.

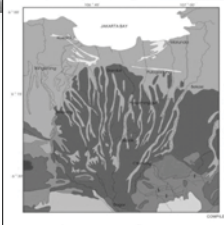
¹ Graduate School of Science and Technology, Chiba University, Japan ² Department of Earth Sciences, Chiba University, Japan, ³ Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan, ⁴ Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Bandung-Indonesia, ⁵ Geological Survey of Japan, AIST, ⁶ Research Institute for Humanity and Nature, RIHN Kyoto, Japan,

Introduction



Heat island effect is one of major problematic effects in developed cities, and it is important to understand the relationship between air temperature change and developing stage of each city. Ground surface temperature (GST) slowly propagates into subsurface sediments and basement rocks by thermal diffusion in 10^{-6} to 10^{-7} m²/s. Therefore, the GST variations in the last several hundred years could be recorded as the underground temperature distribution in the upper several hundred meters. This report intends to reconstruct GST history in Jakarta mega cities, Indonesia. GST history will reconstruct from vertical temperature profiles measured in boreholes.

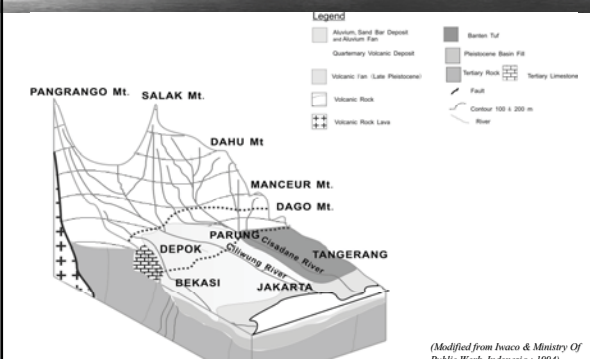
Location and Geological Setting



The most developed basins in Indonesia as located within the basin, with an elevation between 0 – 1000 m above sea level. Jakarta capital of the Republic of Indonesia, lies on plain of the Java Sea (to the north) and is Jakarta Bay in the north, West Java province east and Banten province in the west. It is on 106° 33' - 107° E longitude and 5° 48' 00" S latitude with an area around 652 km². Jakarta has a humid tropical climate; annual rainfall between 1500 - 2500 mm due to influence of the monsoon.

Greater Jakarta is located in the groundwater basin known as the Jakarta groundwater basin. The base of the aquifer system is formed by impermeable Miocene sediments which also crop out at the southern boundary of the basin. The basin fill, which consist of marine Pliocene and quaternary sand and delta sediments, is up to 300 m thick. Individual sand horizons are typically 1 - 5 m thick and comprise only 20% of the total fill deposits. Silts and clays separate these horizons. Fine sand and silt is very frequent component of these aquifers (Fachry et al., 2003)

Geological Setting Simplified Model




Legend:

- Alluvium, Sand Bar Deposit and Marine Fan
- Quaternary Volcanic Deposit
- Volcanic (Pre-Late Pleistocene)
- Volcanic Rock
- Volcanic Rock Lava
- Banten Tuff
- Pliocene Basin Fill
- Tertiary Rock
- Tertiary Limestone
- Fault
- Contour 100 & 200 m
- Sea

(Modified from Iwaco & Ministry Of Public Work, Indonesia : 1994)

JAKARTA, Mega Cities in Indonesia



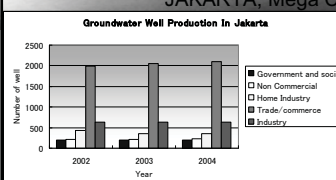
Year	Population (2000 - 2002)	Percentage of urban population (%) (1990 - 2002)	Percentage of total population (%) (1990 - 2002)
1980	1 452 000	24.7	11.9
1985	1 972 000	27.0	2.3
1990	2 579 000	29.1	2.8
1995	3 297 000	29.4	3.1
2000	3 996 000	29.1	3.3
2005	4 254 000	28.8	3.6
2010	5 926 000	27.9	4.0
2015	6 768 000	25.5	4.1
1990	7 850 000	22.7	4.2
1998	9 341 000	23.0	4.6
2000	11 018 000	22.7	5.2
2005	12 056 000	22.6	5.9
2010	13 341 000	22.7	6.5
2015	17 368 000	22.6	6.9

Source: LBN 2008

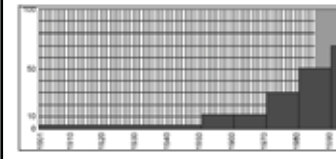
Mega cities can be defined as a city with the human population up to 10 million.

JAKARTA, Mega Cities in Indonesia

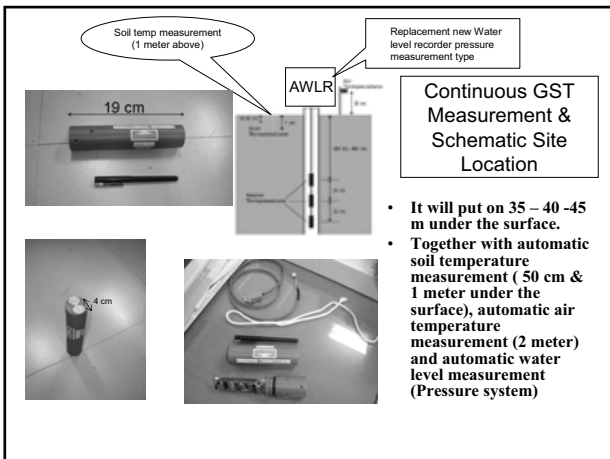
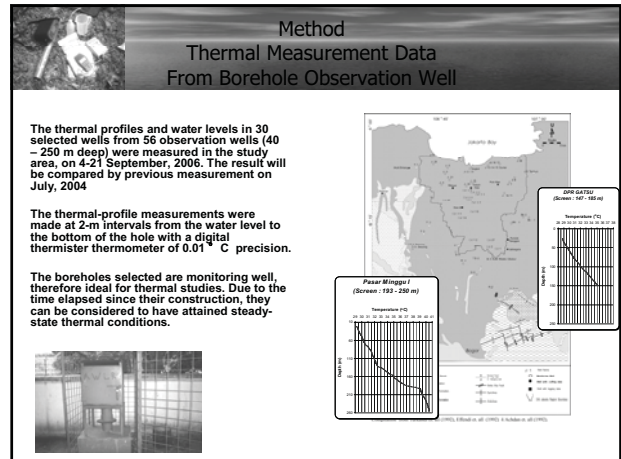
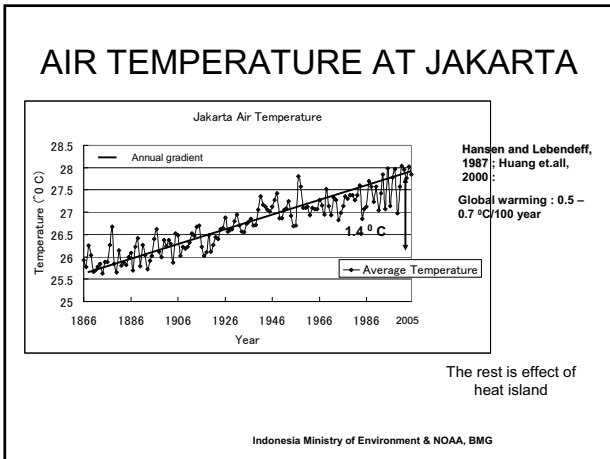
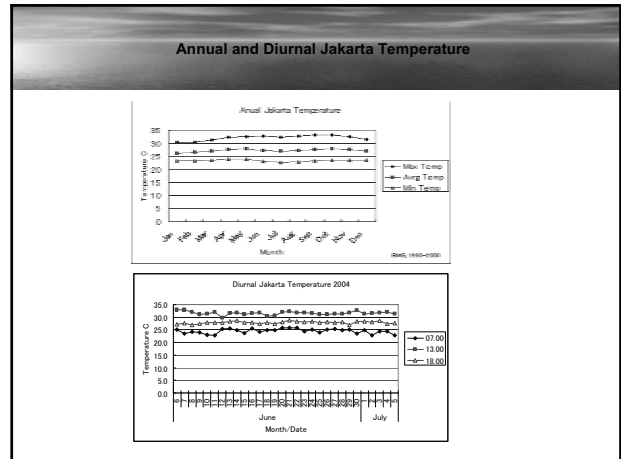
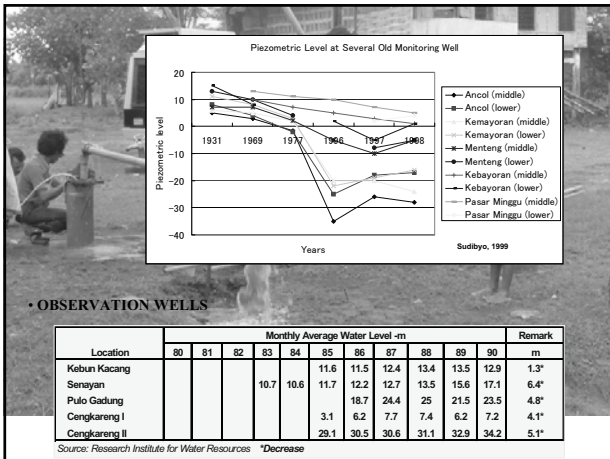
Groundwater Well Production In Jakarta



- Registered groundwater production in Jakarta area. Total number : 3572 production well. Groundwater production rates in 2004 was 20.844.111 m³/year
- (Mine Service, Jakarta Metropolitan Gov, 2005)

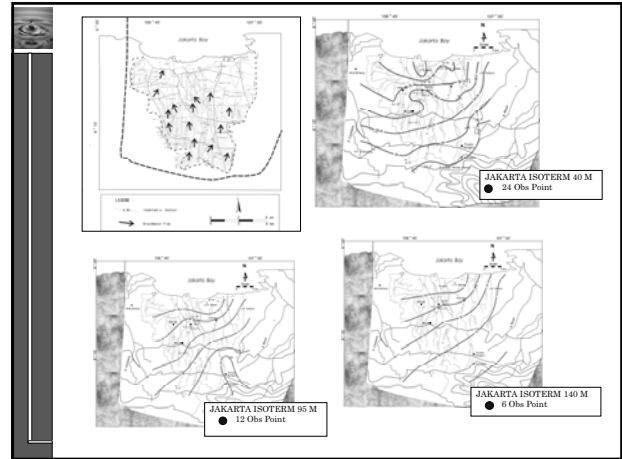
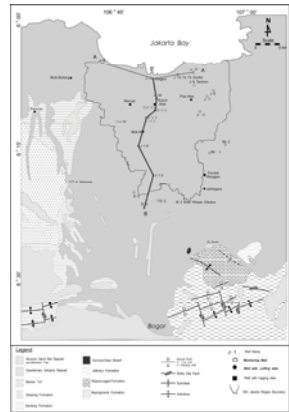


- Estimated annual groundwater production in the greater Jakarta area
- in million m³. The production rates after 1985 in particular are of a tentative character (Schmidt, 2004)

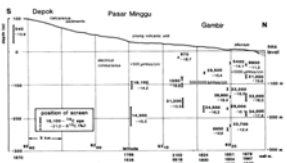


**T-D Profile
& Determined Continuous GST
Measurement Position
In Jakarta Groundwater Basin**

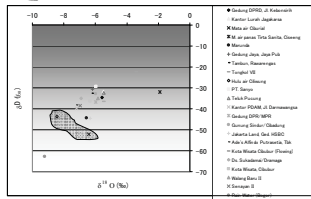
Cross Section South - North



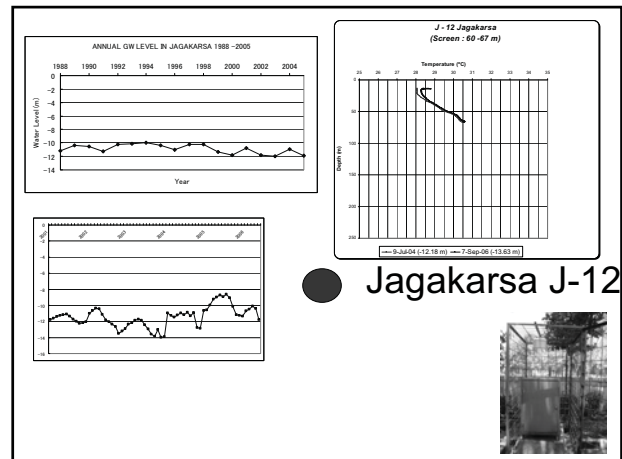
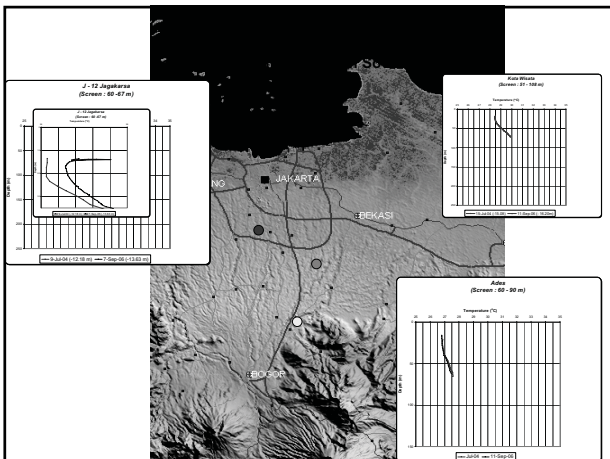
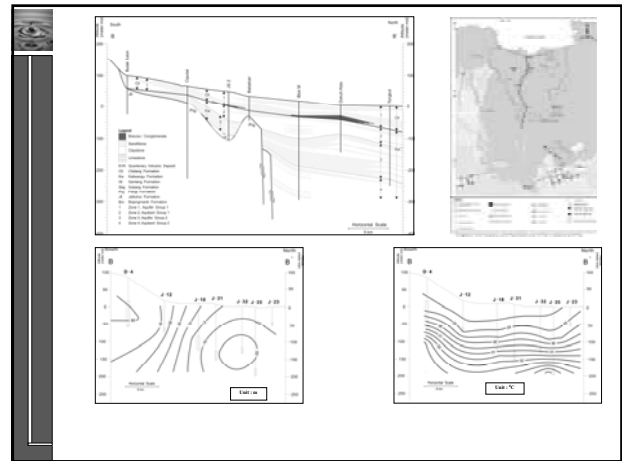
ISOTOPE AS A TRACER

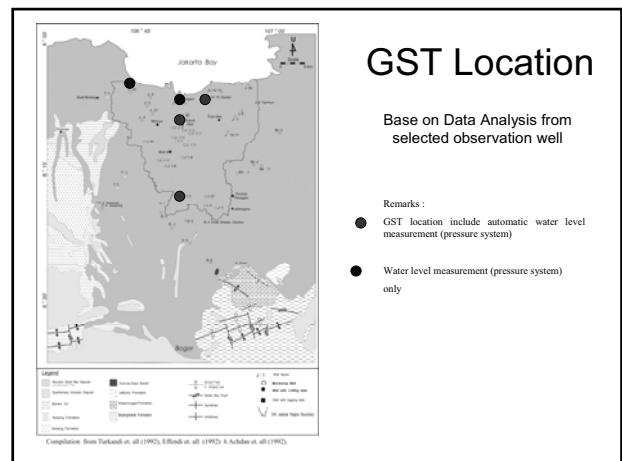
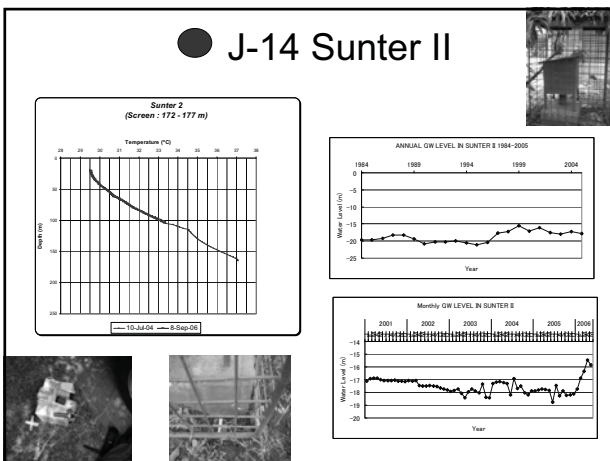
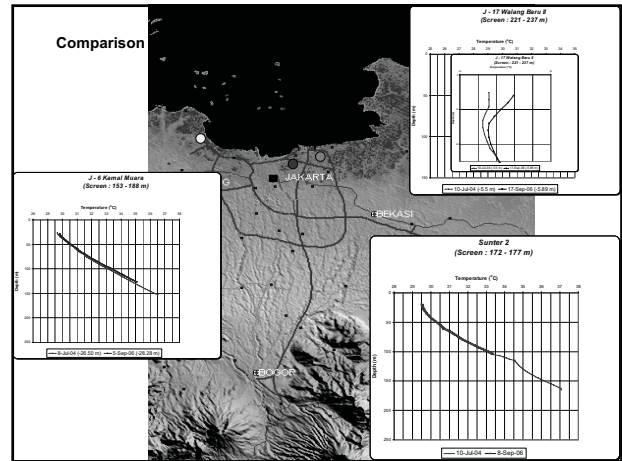
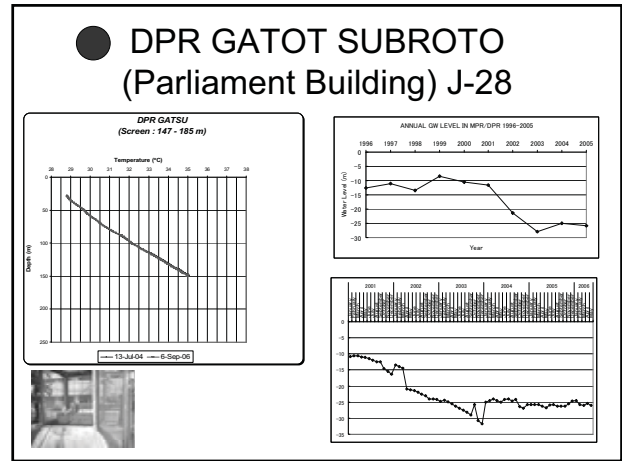
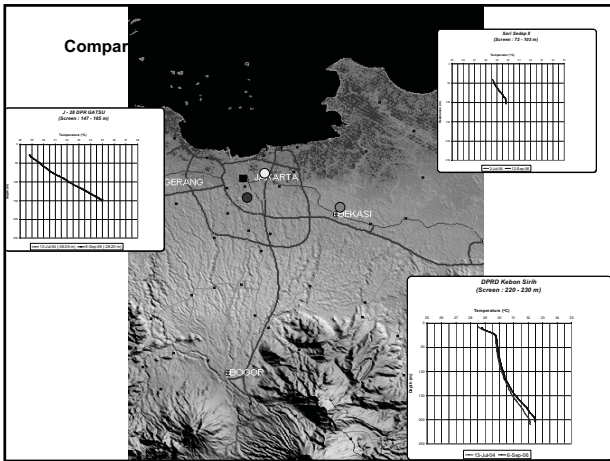


Conventional ^{14}C ages and $\delta^{13}\text{C}$ values of representative groundwater samples from the Jakarta City District vs sampling depth (Geyh & Sofner, 1989)

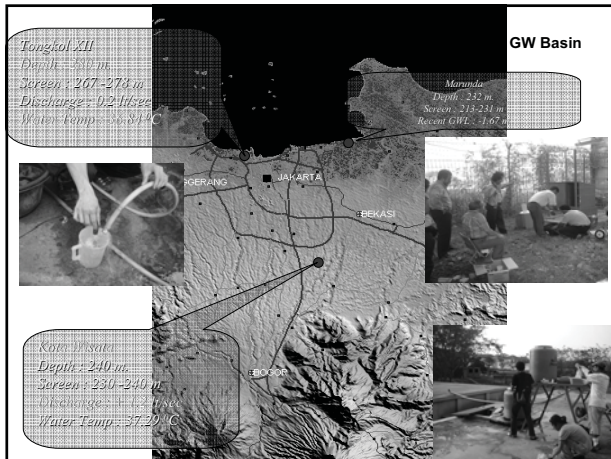
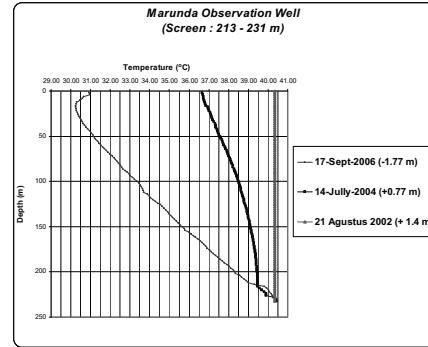


Spring and surface water

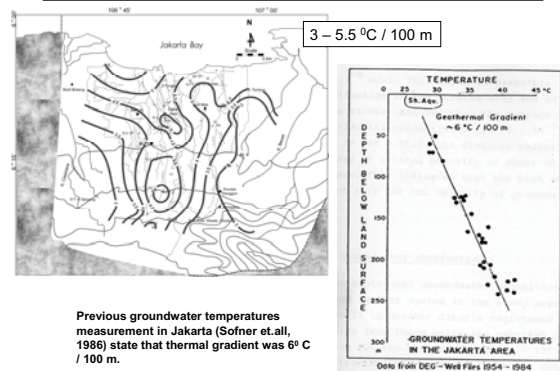




Discussion



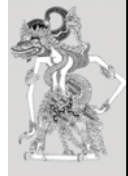
Distribution of subsurface temperature gradient.



Due to the previous measurement on July 2004 and September 2006, they can be considered :

1. Effects of surface layer to the subsurface temperature distribution is caught in 0 to -30m depth, the natural regional groundwater flow still remain in the deeper part of the urban area
2. Change of the hydraulic head can be analyzed from T-D profile and show the impact of human activity.
3. High Gradient temperature are indicate in this area.
4. In order to infer past climatic change, the effect of past environmental change in this area should be considered.

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION



Also knowing as Ontoredjo, Antareja is a son of Bima and his wife Dewi Nagagini, the daughter of Sang Hyang Antoboga, a god ascetic living in the seventh layer of the earth. From this marriage, a true powerful ksatria, Antareja was born. Educated and trained by his own grand-father, Antareja became an unbeatable warrior.

He was so strong with tremendous magic power. He can live and walking under the earth subsurface. He also by simply licking the footprint of someone, the person would die.

アジア都市の地下熱環境における都市化の影響

上村剛史 総合研究大学院大学

Effect of urbanization on subsurface temperature in Asian cities

Takeshi Uemura

都市化・温暖化による地表面温度変化は、地下熱環境に影響を与える。過去の気候変動に伴う地表面温度変化の影響は、定常状態からのずれとして、地下熱環境に保存されていることは、よく知られている (Pollack, et al., 1998 ; Huang et al., 2000 など)。今回、アジア各都市で得られた地下温度データを用いて、各都市の地表面温度上昇の影響と違いを比較した。

東京 (Dapaah-Siakwan and Kayane, 1995)、大阪 (Taniguchi and Uemura, 2005)、ソウル (Kim, 2006)、バンコク (Taniguchi et al, 2006)、ジャカルタ (Delinom, 2006) の各調査で得られた全温度プロファイルを、各地域ごとに平均し、比較を行った。その結果、温度プロファイルからは、東京で 2.8°C、ソウルで 2.5°C、大阪で 2.2°C、バンコクで 1.8°C、ジャカルタで 1.8°C の地表面温度上昇が読み取れ、近年の各地域の気象データ (気温) の傾向とほぼ一致している。また、地表面温度上昇を受けて、浅部における地域の平均温度勾配から実測の温度プロファイルが離れる深度は、温度上昇開始時期に依存しており、これによると、東京、大阪、ソウル、バンコク、ジャカルタの順となり、これも気象データと同様の傾向にある。

Subsurface temperature in Asian cities; Tokyo, Osaka, Seoul, Bangkok, and Jakarta were compared and analyzed to evaluate the effects of surface warming due to urbanization. The magnitude of surface warming was largest in Tokyo (2.8 °C), followed by Seoul (2.5 °C), Osaka (2.2 °C) Bangkok (1.8 °C) and then in Jakarta (1.2 °C). The depth apart from steady thermal gradient shows the indicator of the time starting the additional heat from urbanization, which was 140 m in Tokyo, 80 m in Osaka, 50 m in Seoul, 50 m in Bangkok, and 40 m in Jakarta. These results agreed with air temperature records in five cities during the last 100 years.

アジア都市の地下熱環境における 都市化の影響

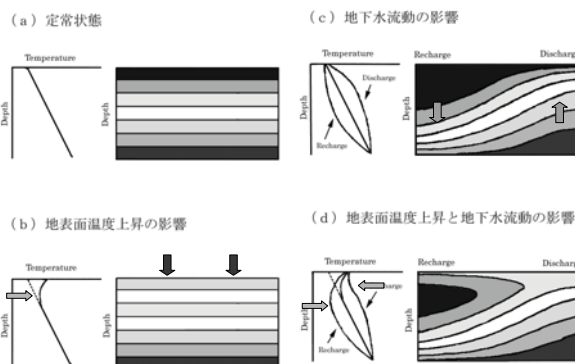
Effect of urbanization on subsurface temperature in Asia cities

上村剛史¹・谷口真人²・Karen Ann Jago-on²

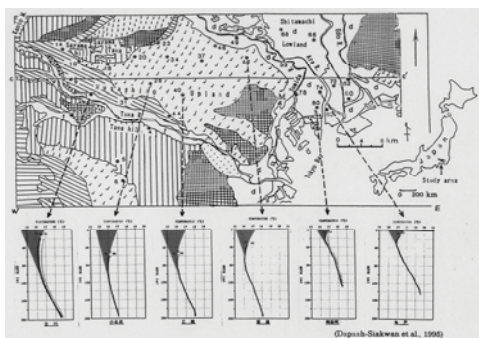
¹総合研究大学院大学 大学院生

²総合地球環境学研究所

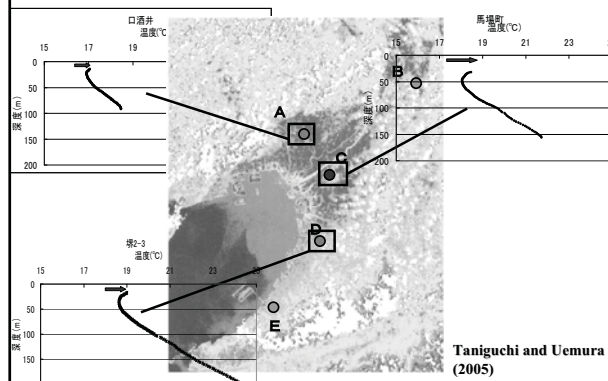
地下温度環境への影響



東京の地下温度分布 (Taniguchi et al., 1999)

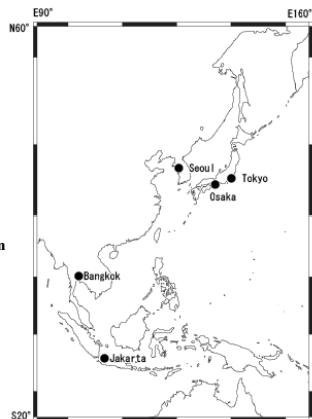


大阪の地下水温分布

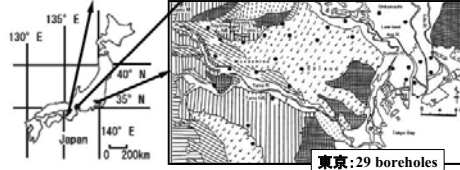
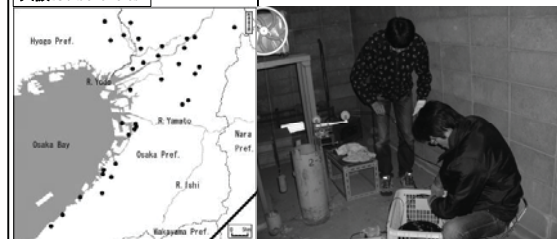


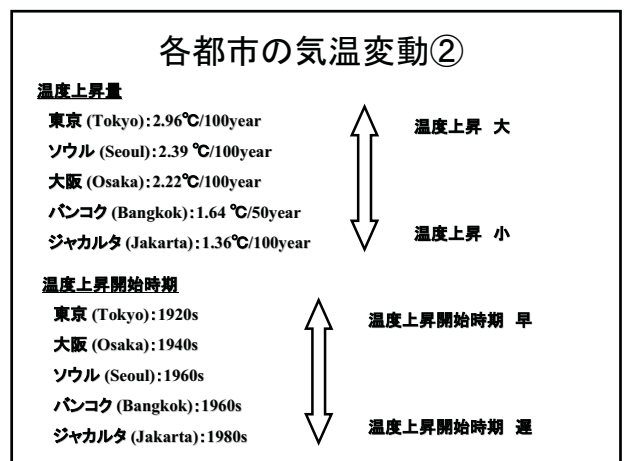
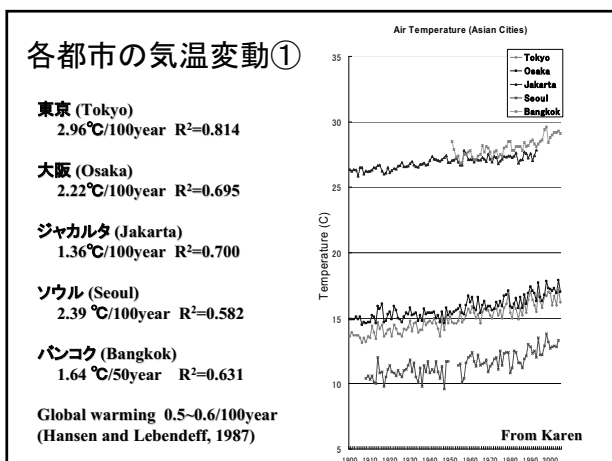
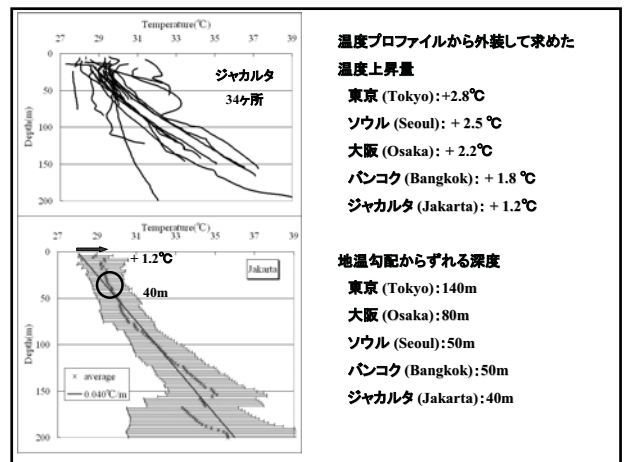
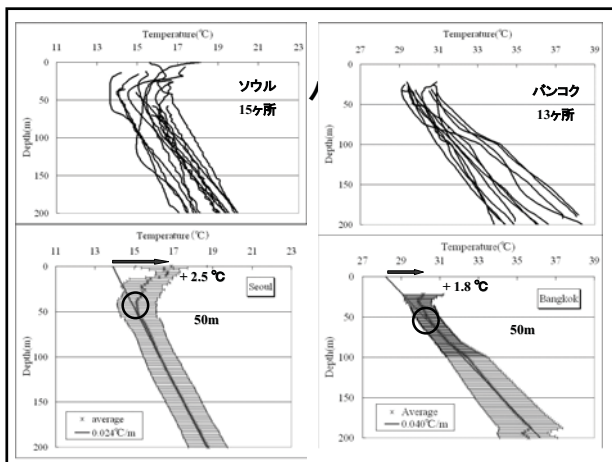
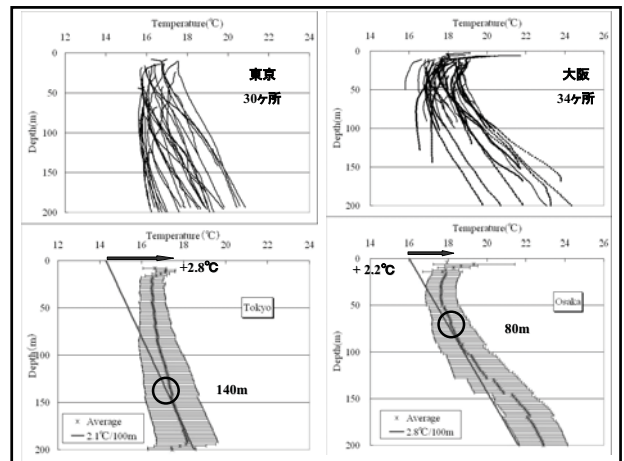
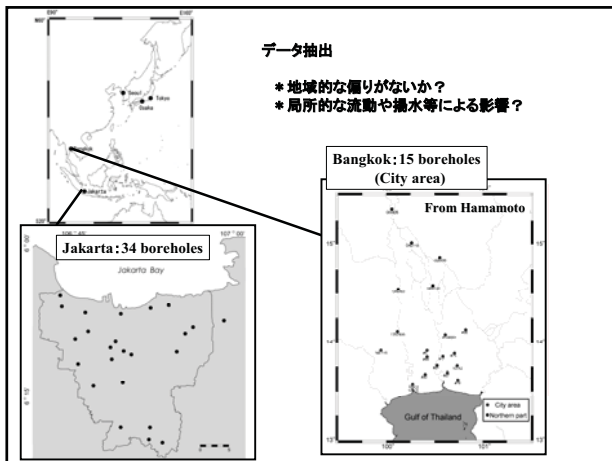
研究対象地域 使用データ

- 東京 (Tokyo)
29 boreholes 1992/11-12 126-40m
(Dapaah-Siakwan & Kayane, 1995)
- 大阪 (Osaka)
37 boreholes 2003/10-11 47-465m
(Taniguchi & Uemura, 2005)
- ソウル (Souel)
15 boreholes 1997/7-2002/7 498-968m
(Kim, 2006)
- バンコク (Bangkok)
13 boreholes 2006/6 55-437m
(Taniguchi et al, 2006)
- ジャカルタ (Jakarta)
34 boreholes 2004/7 51-253m
(Delinom, 2006)



大阪:37 boreholes





気温データと地下温度データの比較

気温データから推定される温度上昇量

東京 (Tokyo): 2.96°C/100year
 ソウル (Seoul): 2.39°C/100year
 大阪 (Osaka): 2.22°C/100year
 バンコク (Bangkok): 1.64°C/50year
 ジャカルタ (Jakarta): 1.36°C/100year

気温データから推定される温度上昇開始時期

東京 (Tokyo): 1920s
 大阪 (Osaka): 1940s
 ソウル (Seoul): 1960s
 バンコク (Bangkok): 1960s
 ジャカルタ (Jakarta): 1980s

温度プロファイルから外推した温度上昇量

東京 (Tokyo): 2.8°C
 ソウル (Seoul): 2.5°C
 大阪 (Osaka): 2.2°C
 バンコク (Bangkok): 1.8°C
 ジャカルタ (Jakarta): 1.2°C

地温勾配からずれる深度

東京 (Tokyo): 140m
 大阪 (Osaka): 80m
 ソウル (Seoul): 50m
 バンコク (Bangkok): 50m
 ジャカルタ (Jakarta): 40m

解析解

$$T(z, t) = T_0 + a(z - Ut) + \left\{ (b + aU) / 2U \right\} \cdot \left[(z + Ut) e^{Uz/k} \cdot \operatorname{erfc} \left\{ (z + Ut) / 2(kt)^{1/2} \right\} + (Ut - z) \cdot \operatorname{erfc} \left\{ (z - Ut) / 2(kt)^{1/2} \right\} \right]$$

Carslow and Jaeger (1959)

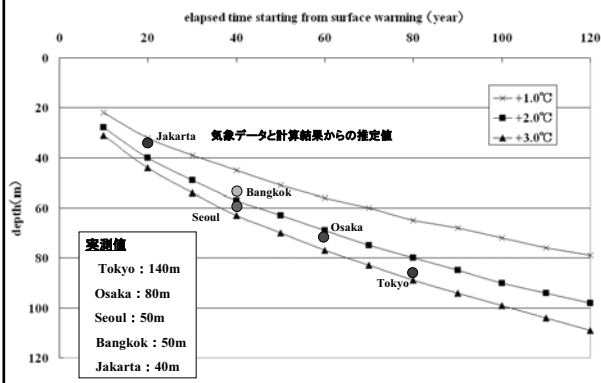
$$U = \frac{V_z C_w \rho_w}{c\rho}$$

T: 温度 (°C)
 z: 深度 (m)
 t: 時間 (y)
 T₀: t=0における地表面温度 (°C)
 a: 地温勾配 (°C/m)
 b: 地表面温度上昇率 (°C/y)
 k: 熱伝導率 (J/m·y·°C)

V_z: 鉛直方向の地下水流動量 (m/y)
 C_wρ_w: 流体の熱容量 (J/m³·°C)
 cρ: 地層の熱容量 (J/m³·°C)

地表面温度変化・地下水流動に関するパラメータを変えて地下温度分布を計算

計算結果(平均地温勾配からのズレ深度)



まとめ

- アジア各都市の平均的な地下温度プロファイルには、各都市の気温変動を受けて温度上昇が見られる。
- 実際の地下温度プロファイルが、平均的な地温勾配から離れる深度は、温度上昇時期と温度上昇量に依存し、地表面温度復元の指標となる。
- 都市の温度環境変化(土地利用変化・人口などの都市データ)や地下水流動をさらに考慮する。

¹Vuthy Monyrath, ²Yamano Makoto, ³Hamamoto Hideki, ⁴Kamioka Shin

¹Graduate School of Science and Technology, Chiba University, ²Earthquake Research Institute, Tokyo University, ³Geological Survey of Japan, AIST, ⁴ Graduate School of Engineering, Kyushu University

Preliminary Result of the Subsurface Temperature Measurement in Bangkok

Bangkok, the capital city of the Kingdom of Thailand, is one of the mega cities in ASEAN, the Association of South East Asia Nations. The city has been developed considerably during the past few decades and at the same time it has undergone a lot of environmental problems. Some of the problems this city is facing now are groundwater related problems such as land subsidence, groundwater pollution and, of course, surface warming owing to the urbanization.

It is widely known that climatic change is preserved in the subsurface temperature profile. Therefore, we can detect how the climate has changed in the past years by measuring the temperature profiles in boreholes. This method was used in the field work in Bangkok from June 18th to 25th, 2006. A total of 20 observation wells at 14 different locations were logged by using thermistor thermometers with a resolution of 1/100°C. The depths of the wells vary from 100m to 250m, with one exceptional well which is as deep as 400m.

Besides, we deployed three long-term automatic temperature recorders in each of three observation wells (#61, #17 and #108) at different locations. In addition, temperature sensors were buried nearby the three wells in order to record long-term soil temperature near the surface.

The preliminary results of the borehole temperature profiles are used to interpret how the climate has changed and show the groundwater flow systems in Bangkok city.

今年度のまとめ

地下熱グループ

研究内容

- ・ 孔井内温度プロファイルの測定
地表面温度変動の復元
- ・ 浅部での長期温度計測（多点）
温度変動の拡散過程を捉える

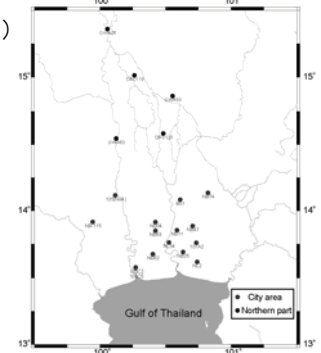
↓

1年～数百年の時間スケールの地表面環境変動を調べる
気温、土地利用の変化、地下水の流動、等

地下温度プロファイルの測定

バンコク（2006年6月）

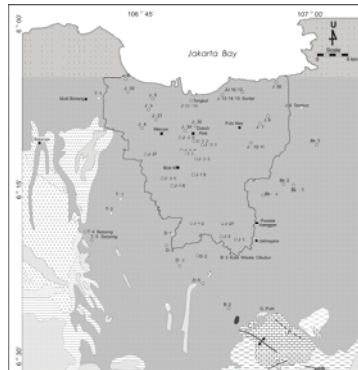
- 測定点数 19地点
（繰り返し 6地点）
- 測定深度 54～400m
（主に200～250m）



ジャカルタ

（2006年9月）

- 測定点数 30地点
（繰り返し 28地点）
- 測定深度 30～254m
（主に100m前後）



地表面温度変動の復元

予備的な解析が進行中

台北、バンコク、ジャカルタ、ソウル

問題点・課題

- 地下水流動の影響
- 地質構造（熱伝導率）についての情報
- 孔井の深度
- 気温データの利用

温度の長期計測

- 土壤温度
- 孔内温度
- 水温計
- サーミスタケーブル

地下への熱の蓄積（汚染？）

- 蓄積した熱の利用
- 地中熱利用冷暖房システム

Discussion

フィールド

- どこまでを対象とするのか
- 都市域の定義（各班共通の調査範囲）
- 周辺地域との比較も必要

カウンターパートとの関係

- 共同研究の推進
- 学生の教育、研究者の養成

アジアの都市地下温度と対比するための地上気象データの蓄積

一ノ瀬 俊明 独立行政法人国立環境研究所

Accumulation of climatological data compared to subsurface temperature in Asian cities

ICHINOSE, Toshiaki National Institute for Environmental Studies

現在バンコク周辺を中心として、タイについては片岡が気象局データの収集を進め、1987年以降のバンコク周辺における日平均値を解析中である。また、北のチェンマイでは1951年以降の日平均値を入手しているが、約4.5°C/50年の急激な上昇値がみられたため、精査が必要と思われる。

台湾については白が気象局データの収集を進めている。例えば台北については、1950年以降の月平均値を取得している。台北では夏季冬季ともに約2°C/50年の上昇がみられる。

韓国についても一ノ瀬が気象庁データの収集を進め、既に1971年以降11地点の月平均値を入手している。とりわけソウルについては、1907年以降の月平均値を入手した。前半では約1.5°C/50年の上昇がみられるものの、後半ではほとんど上昇していない。イチョン、インチョンともに約2.5°C/100年の上昇がみられ、とりわけ近年の上昇が著しい。スウォンでは1964年以降約1.5°C/50年、ヤンピョンでは1973年以降約2°C/30年、ガンファでは1973年以降約1.5°C/30年の上昇がみられる。

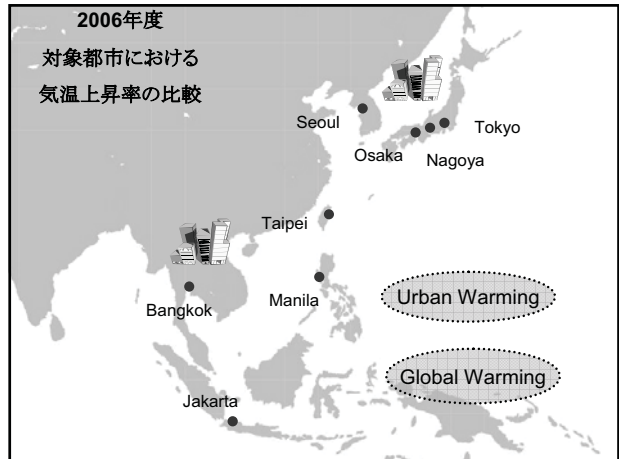
Meteorological data of Thailand are now collected by Kataoka. Especially daily averages in points around Bangkok since 1987 are now analyzed. We found warming trend of around 4.5 deg C per 50 years at Chiang Mai in northern Thailand and we need more precise examination to notify it.

Meteorological data of Taiwan are now collected by Bai. Monthly averages in Taipei since 1950 show warming trend of around 2 deg C per 50 years in both of summer and winter.

Data observed by Korean Meteorological Administration are now collected by Ichinose. Monthly averages of 11 points since 1971 were cataloged. Data in Seoul since 1907 show warming trend of around 1.5 deg C per 50 years in the former half of the 20 Century and no warming trend in the latter half. Warming trend of around 2.5 deg C per 100 years is observed in Icheon and Incheon, especially recent warming is significant.

アジアの都市地下温度と対比するための 地上気象データの蓄積 Accumulation of climatological data compared to subsurface temperature in Asian cities

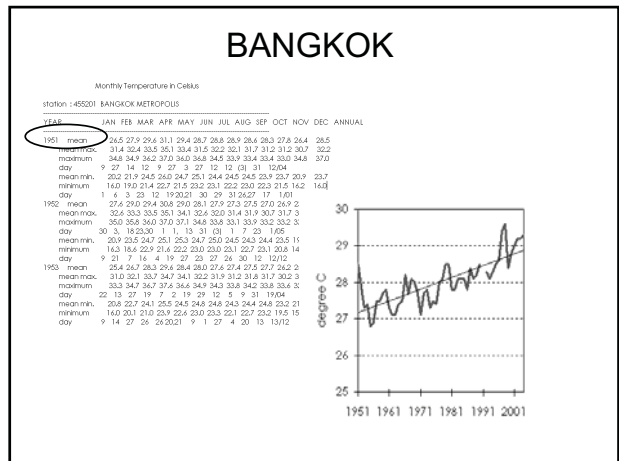
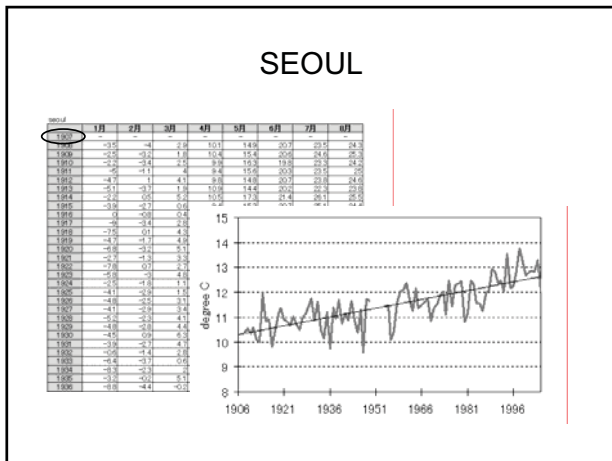
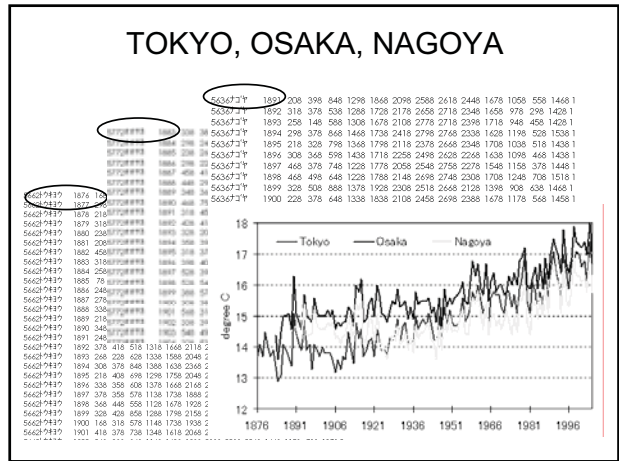
一ノ瀬俊明
Toshiaki Ichinose
独立行政法人国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies



データの蓄積状況

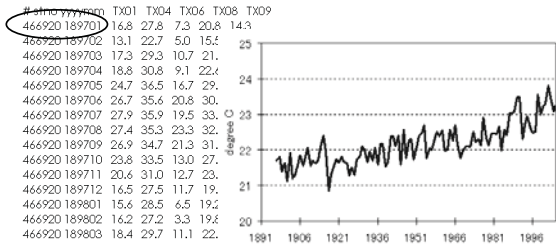
Contact person	Monthly average temperature data on representative station of each city	Current work
Tokyo	Kumi KATAOKA 1876.	Analyzing
Osaka	Kumi KATAOKA 1883.	Analyzing
Nagoya	Kumi KATAOKA 1891.	Analyzing
Seoul	Toshiaki ICHINOSE 1907 Oct.	Analyzing
Bangkok	Kumi KATAOKA 1951.	Collecting data (paper based?) before year 1950
Taipei	Yingju BAI 1897.	Analyzing
Jakarta	Toshiaki ICHINOSE not yet collected	Collecting data (obtain yearly average from 1866)
Manila	Toshiaki ICHINOSE not yet collected	Collecting data
Global	Kumi KATAOKA 1850. (reliable 1900.)	Analyzing

各都市代表地点の月平均気温の例



TAIPEI

TX01: monthly mean temperature (C)
 TX04: monthly highest temperature (C)
 TX06: monthly lowest temperature (C)
 TX08: monthly mean of daily highest temperature (C)
 TX09: monthly mean of daily lowest temperature (C)
 special value -999: data missing

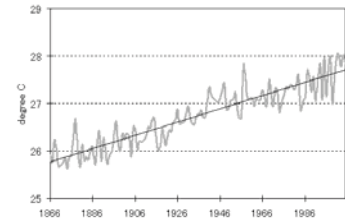


JAKARTA (only yearly average data)

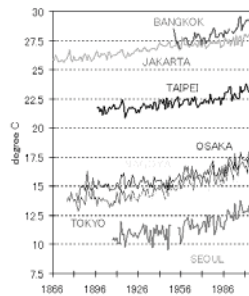
Station Name : Jakarta Observatory
 Data Source : Ministry of Environment, Indonesia ; NOAA ; BMG

Surface temperature Annual average

Year	Annual average
1899	25.94
1900	25.91
1901	25.91
1902	25.91
1903	25.91
1904	25.91
1905	25.91
1906	25.91
1907	25.91
1908	25.91
1909	25.91
1910	25.91
1911	25.91
1912	25.91
1913	25.91
1914	25.91
1915	25.91
1916	25.91
1917	25.91
1918	25.91
1919	25.91
1920	25.91
1921	25.91
1922	25.91
1923	25.91
1924	25.91
1925	25.91
1926	25.91
1927	25.91
1928	25.91
1929	25.91
1930	25.91
1931	25.91
1932	25.91
1933	25.91
1934	25.91
1935	25.91
1936	25.91
1937	25.91
1938	25.91
1939	25.91
1940	25.91
1941	25.91
1942	25.91
1943	25.91
1944	25.91
1945	25.91
1946	25.91
1947	25.91
1948	25.91
1949	25.91
1950	25.91
1951	25.91
1952	25.91
1953	25.91
1954	25.91
1955	25.91
1956	25.91
1957	25.91
1958	25.91
1959	25.91
1960	25.91
1961	25.91
1962	25.91



Summary



地方都市の気温データ(日本以外)

韓国: 14地点中8地点月平均値入手済(主に1951-)

- ソウル: 1907-、イチョン: 1904-、インチョン: 1904-など

タイ: 55地点(1910年代-)中4地点(1951-)日平均値入手済

- チェンマイ、ナコーンラチャシマ、バンコクメトロポリス、ドンムアン

台湾: 25地点(19世紀末から)中台北は月平均値入手済

- フリーダウンロードは最近分のみ

フィリピン(未入手)

- 56地点で1948年以降デジタル化(カレンさんとも相談)

インドネシア(未入手)

- かつて1000地点以上観測されていた

今後

データ収集

- バンコク1950年代以前のデータ
- Jakartaの月平均データ
- Manilaのデータ

地下熱等のデータと比較する際の議論(片岡の発表)

- データの連続性に関する検討
- 都市の範囲に関する検討

東京・ソウル・バンコクにおける地上気温トレンドの比較

片岡久美・独立行政法人国立環境研究所

Comparison of Surface Temperature Trends in Tokyo, Seoul, and Bangkok

Kumi Kataoka, National Institute for Environmental Studies

国や地域による違いはあるものの、本プロジェクトの対象都市における最初の気象観測は 1900 年前後に始まっており、おおよそ過去 100 年間に関しては、観測された気象データが存在している。しかしながら連続したデータとして扱われている 100 年近い観測データも、観測方法の変化に加えて、観測地点の移動が存在する。例えば、東京に関しては過去 4 回、バンコクに関しても過去 2 回の地点移動が確認されている。

本発表では、東京、ソウル、バンコクを代表とする気象観測地点の現在の周辺環境や過去の移転の状況を、地上気温のトレンドと共に紹介する。さらに各都市を代表する地点周辺における気象観測地点の分布を示す。

過去の気象データの存在状況や観測地点の移転状況を整理することにより、地下環境のデータと比較可能な地上気象データについて議論する。

The first meteorological observations in study areas of this project began in around 1900, and the meteorological data approximately past 100 years are available. However, there exist movements of observation stations as well as changes of observation techniques, although they are sometime ignored and the data are treated as continuous data. For example, four times movements in representative station of Tokyo and twice movements in representative station of Bangkok are recognized.

In this presentation, current environmental situation and past station movements about representative meteorological stations in Tokyo, Seoul, and Bangkok are presented in addition to surface temperature trends of those stations. Furthermore, distributions of meteorological observation stations around representative stations of each city are shown.

By investigating past meteorological data and past station movements, surface meteorological data that are comparable with subsurface environmental data will be discussed.

東京・ソウル・バンコクにおける 地上気温トレンドの比較

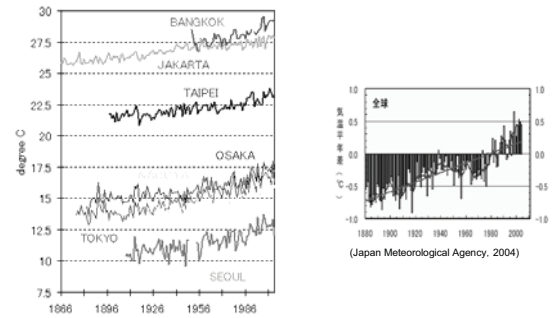
Comparison of Surface Temperature Trends
in Tokyo, Seoul, and Bangkok

片岡久美

Kumi Kataoka

独立行政法人国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies

対象都市における気温上昇傾向



いずれの都市も上昇しているが、バンコクの急激な上昇、
日本やソウルにおける1950年台以降の上昇が目立つ

Outline

地表面気象データと
他のデータ(地下温度データ等)を
比較する際の検討事項について整理する

- 1) 各都市を代表する観測地点の概要
(東京, ソウル, バンコク)
- 2) 地表面気温データからみた都市の範囲
(東京, 大阪, 名古屋)

各都市を代表する観測地点の概要 (東京, ソウル, バンコク)



観測地点の移動



地点移動をふまえた経年変化

虎ノ門:
1875.6-1882.6

一ツ橋:
1923.1-1964.9



北桔橋(きたはね
ばしもん):
1882.7-1922.12

大手町: 1964.10-

東京管区気象台の観測地点は3回移動しているため時系列変化を見る際には注意が必要である



BANGKOK METROPOLIS

BANGKOK (2006年3月)



タイ気象局(町外れにある。かつて一時、BANGKOK METROPOLISの地点があった)



温度計による計測

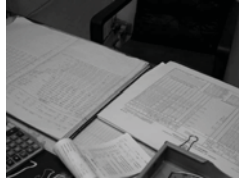
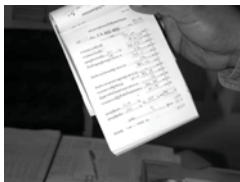
観測場所全景



観測場所の西側に大きな池がある

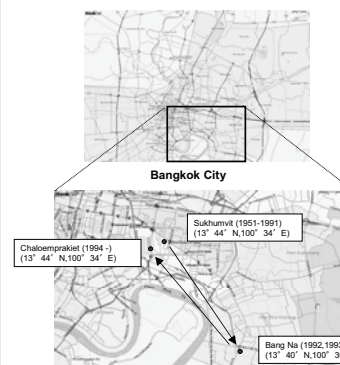


馬の毛を用いた湿度の測定



データは紙に記録され、後に、デジタル化される

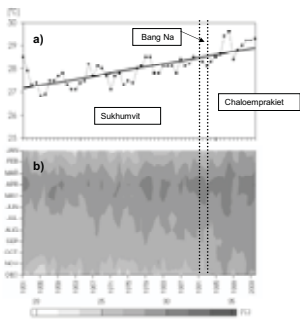
観測地点の概要



Bangkok Metropolis stationは、バンコク中心付近のSukhumvitから、Bang Na(気象局がある)に移動し、現在は再び中心付近のChaloemprakietに戻っている。

Movement of Bangkok Metropolis station (Latitudes and longitudes of old stations are obtained by hearing)

地点移動をふまえた経年変化



Variation of a) Yearly and b) Monthly mean temperature at Bangkok Metropolis(1951-2004)

Bangkok Metropolis stationは2回移動しているため時系列変化を見る際には注意が必要である



Bang Na(気象庁がある)の様子



ソウル市の観測地点(ソウル市の北西部に位置する)

Seoul (2006年8月)

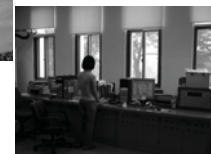


韓国気象局(ソウル市の南西部に位置する)



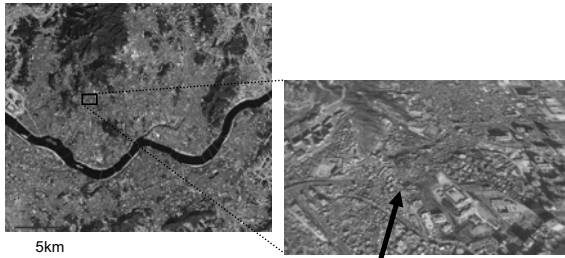
気温の測定

観測場所全景



衛星データの受信

観測地点の概要



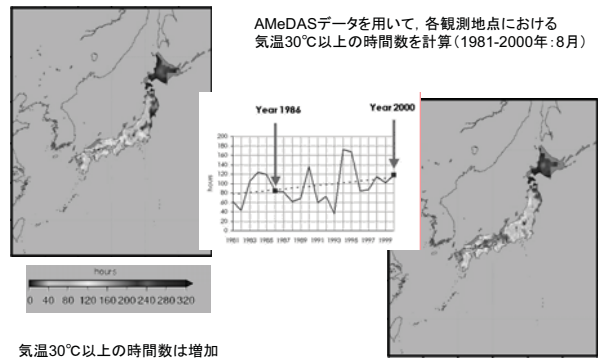
ソウル市の代表地点は、観測開始の1907年から地点の移動はないもの、やや高台に位置する

観測地点の標高:86m

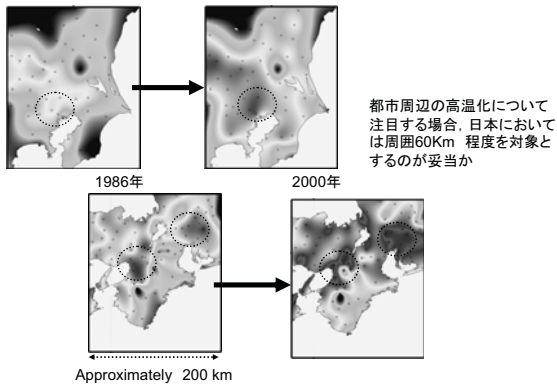


地表面気温データからみた都市の範囲 (東京, 大阪, 名古屋)

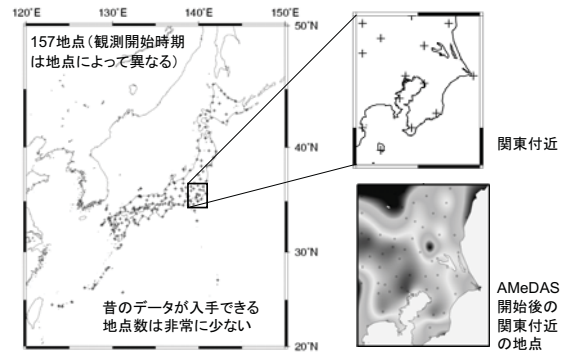
都市の範囲(日本の気温データを例に)



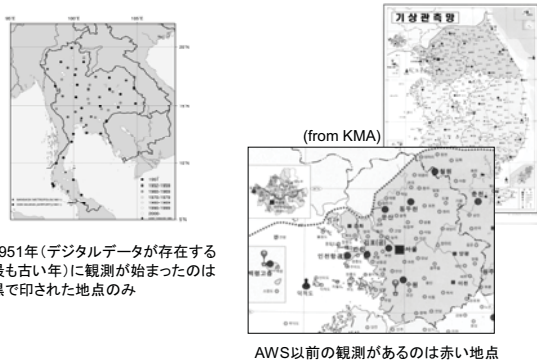
都市周辺での気温上昇について



日本における AMeDAS観測開始(1975年)以前の気象観測地点



タイ、韓国における気象観測地点の広がり(現在)



まとめと今後の課題

まとめ

地表面気象データと他のデータ(地下温度データ等)を比較する際の検討事項について整理

- 1) 各都市を代表する観測地点の概要
東京: 地点の移動, ビルの谷間にある
バンコク: 地点の移動
ソウル: 高台にある
- 2) 地表面気温データからみた都市の範囲
日本においては周囲60Km程度を対象とするべきか?

今後の課題

他の都市の観測地点の概要に関する情報収集
各都市について地表面気象データを収集する範囲を決定
地点数によってはデータの補間を検討

Thank you for your attentions

Meteorological Data used are from

- JMA (Japan Meteorological Agency)
- TMD (Thai Meteorological Department)
- KMA (Korea Meteorological Administration)

Kumi Kataoka
kataoka.kumi@nies.go.jp

台北の都市気温の上昇

YINGJIU BAI
Faculty of KOEKI,
Tohoku University of Community Service and Science



台湾概要

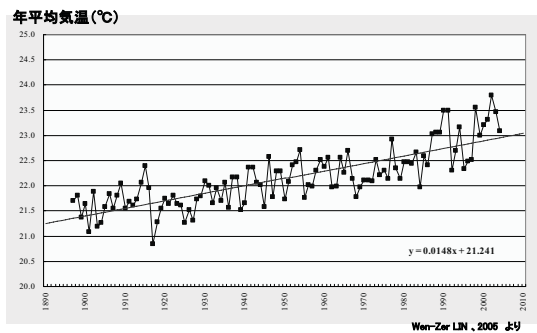
- 面積 約36,188km²
(九州:42,137km²)
- 人口 264.1万人(2005年12月)
(台北261.6万人)
(高雄151.1万人)
(台中103.3万人)
- 気候 高温多雨の亜熱帯気候
年平均気温18°C(平地)
(南部は熱帯気候区に属する)



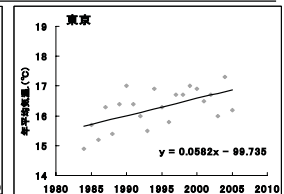
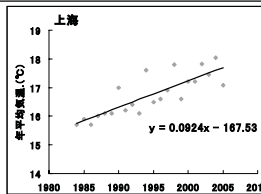
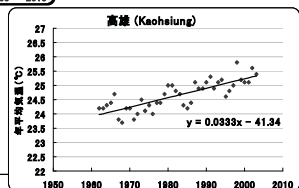
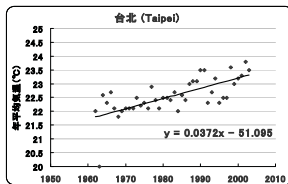
台北市概要

- 台湾最大の都市
 - 人口 261.6万人(2005年12月)(台湾全体人口の約12%)
 - 面積 約272km²(人口密度約9570人/km²)
 - 台北盆地の中心に位置する。
- 都市の発展
 - 台北市は淡水河の東岸に位置し、12の行政区に分けて
 - 周辺の地域を含めた大台北地区は人口成長率が高く、急速な都市発展が見られる。
 - 市の中心は旧台北城のあった中正区から東の信儀区方面に移動している。
 - 旧市街地の改造プロジェクトが進んでいる(新台北駅の建設)。

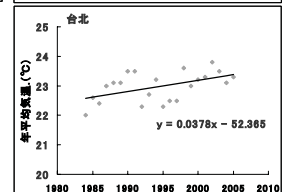
台北の都市気温の上昇(1896~)



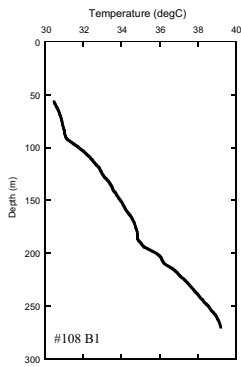
台北の都市気温の上昇(1960~)



- 上海(亜熱帯気候)、東京と同様、台北の気温上昇は一貫して継続している(1984-2004年の20年間に約0.8°C/20年上昇)。
- 上海、東京(人口が1千万人を超えたメガシティ)より、台北の気温上昇率が低かったが、気温が高いので、高温化が顕著化しているという傾向がみられた。



考慮すべき影響

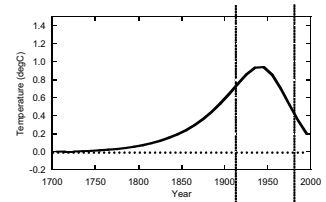
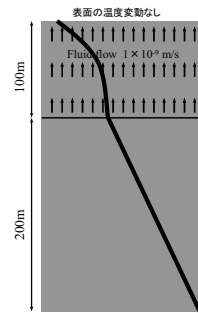


- ・地下水流動
- ・地下の物性の変化
(熱伝導率など)

推定の際のノイズ

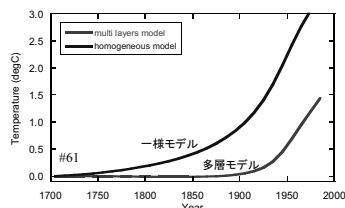
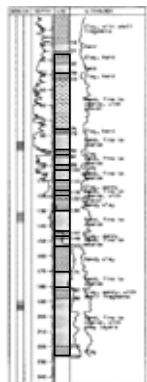
信頼性のある見積もりをおこなうためにはこれらの影響を考慮する必要あり

地下水流動の影響



- 地下水流動のないところで測定(最善)
- 地下水流動のパターンをあきらかにして解析

物性変化による影響



物性変化による影響は大きい

- 鉛直方向の熱物性を測定(最善)
- 層境界をあきらかにする(柱状図など)
多層モデルによる解析

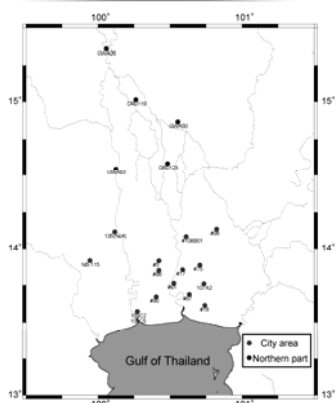
Department of Mineral Resources 報告書

まとめ

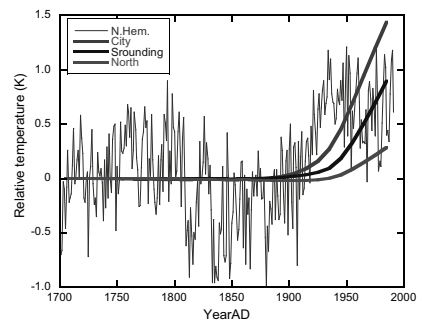
- 過去の地表面温度を知るために孔井の温度から情報を引き出すことができる。
- バンコクで孔内温度計測をおこない、温度データを解析し、6地点の過去の地表面温度の変遷を推定した。
- バンコクの地域ごとの特徴をあきらかにした。

都心	1900年以降	約1.5°C 上昇
周辺		約0.9°C 上昇
北部		約0.3°C 上昇
- 地下水流動や物性変化の影響を考慮する必要がある

観測点の地図

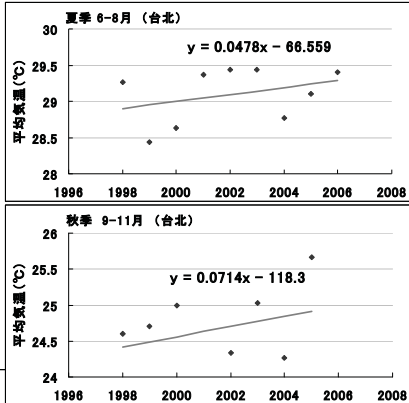


北半球の平均との比較



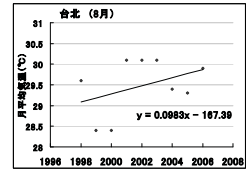
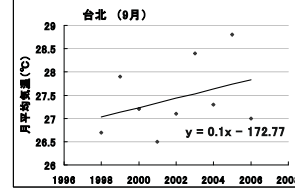
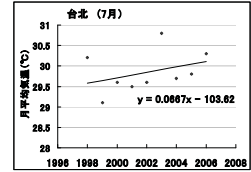
北半球の平均は、Jones et al.,1998の推定による

- 台北と東京の気温上昇の季節別変化には異なる特徴が現れている。



7

- 月別の気温上昇については、7月(最高月平均気温)、8月及び9月の平均気温の上昇率が大きかった。
- 特に、9月の平均気温上昇は約1.0°C/10年(1996-2006)でもっとも大きかった。
- 8月、9月の気温上昇が顕著に継続すれば、夏季の日最高気温が上昇し、夏季が長くなる傾向にある。



8

台北の都市気温の上昇

- 上海、東京同様、台北の年平均気温は継続に上昇していることが確認された。1962-2002年の40年間に、台北の気温上昇は約1.6°C/40年であった。
- 台北と上海、東京の気温上昇の季節別変化には異なる特徴が現れている。
 - 夏季と秋季の上昇率が大きかった。
 - 夏季(6月-8月): 気温の上昇が約0.5°C/10年(1996-2006年)
 - 秋季(9月-11月): 気温の上昇が約0.7°C/10年(1996-2006年)
- 特に、7月、8月および9月の平均気温の上昇率が大きかったことが明確に見てとれる(1996-2006年の10年間に、9月の平均気温上昇は約1.0°C/10年でもっとも大きかった)。その上昇率は世界的にみても非常に突出している。
- 秋季の気温上昇が顕著に継続すれば、今後、秋季と夏季の温度差はさらに小さくなるものと予測される。つまり、台北では、秋季が短く、夏季が長くなる傾向にある。

9

都市ヒートアイランド、都市気温上昇に関する既存研究

- 都市人口の増加(Lin etc., 2005)
 - 台湾の8都市のデータによる解析
 - 都市ヒートアイランドと人口増加の相関分析
- エネルギー消費の増加(Wang ect., 2005)
- 台湾における気温の変動と降雨量の変化(Schaefer, 2000)
 - 1897-1997年の気温変動が示された。
 - 21箇所(ステーション)のデータを用いた解析を行った。

10

データ収集について

- 台北観測ステーション(5つ観測要素): 100年間の気象観測データがある。
- 1962年以後の台北の気象データは入手しており、データベース化を進んでいる。
- しかし、Daily dataは有料となっているので、100年間の気象データを購入するのは困難である。(月平均値、年平均値で十分か?)
- また、交通省が所有している気象データ(12箇所)は公開しているので、現地で簡単に入手できる。
- 気象所が所有しているデータは公開していないが、現地で台湾中央研究所経由で購入できる。
- 他の台北のデータ(都市関係)は公開しているが、GISデータは少ない。

11

今後の課題

- 地下熱等のデータと比較する作業
- 社会経済データとのシェア方法
- データの整理、データベース化について
- グループ研究会を小規模に開催する必要がある。
 - 週末、祭日を利用し、参加しやすくなる。
 - 横断検討・連絡ができる。
 - 調査結果を活用し、多様な展開を期待できる。

12

都市熱サブグループまとめ

一ノ瀬俊明

Toshiaki Ichinose

独立行政法人国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies

今年度の成果

<審査付>

- Ichinose, T. (2006): Recent counteractions for urban heat island in regional autonomies in Japan, Urban Dimensions of Environmental Change: Science, Exposures, Policies and Technologies, Science Press

<著書>

- 一ノ瀬俊明(2006):アジアの都市におけるヒートアイランド,「アジア環境白書2006/07」,東洋経済新報社,東京

<口頭発表>

- Toshiaki Ichinose, OKumi Kataoka, 2006, Distributions and trends of total hours exposed to high temperature in Japan, IGU(International Geographical Union) 2006 Brisbane Conference, Abstracts(CD-ROM). (Brisbane, July)

今後の課題

データ収集

- バンコク1950年代以前のデータ
- Jakartaの月平均データ
- Manilaのデータ

地下熱等のデータと比較する際の議論(片岡の発表)

- データの連続性に関する検討
- 都市の範囲に関する検討
- データ収集

- ! 社会経済データとの比較
- ! データの整理, シェア方法

論点(グループ横断)

データの空間代表性(気温、地中温度)

データの時間解像度(気温:時間、地中温度:深さ)
月平均値、年平均値で十分

都市・社会班からのデータを用いて数値計算する場合
求められるのは個別の対象日・対象時刻の
地表面温度、気温、地中温度
(月・年平均化は困難:GCMの事例)

***Worsening floods, subsidence and over extraction of groundwater in Metro Manila,
Philippines**

¹Fernando P. Siringan, ²Kelvin S. Rodolfo, ³Romeo Jacob, ³Enrique Macaspac, ¹Janneli Lea Soria,
and ¹Peter B. Zamora

¹The Marine Science Institute, University of the Philippines, Diliman, Quezon City, 1101
Philippines

²Department of Earth and Environmental Sciences, University of Illinois at Chicago, Chicago, IL,
USA

³Coast and Geodetic Survey Department, National Mapping and Resource Information Authority,
Philippines

Rainy-season floods in the coastal towns of Metro Manila continue to increase in frequency, magnitude, extent and duration. Doubtless, land cover changes and decreased capacities of man-made and natural drainage systems contributed to this problem; however, a similar trend in flooding due to high tide alone indicates that subsidence is occurring. Changes in high tide levels since 1991, based on social surveys and re-leveling of benchmarks, indicate subsidence of several centimeters per year, exceeding 10 cm/y in some places. Parallel trends of water abstraction records and relative sea level rise documented by tide gage records indicate that groundwater withdrawal is the main cause of subsidence. Lateral variation in the magnitude or rate of subsidence appears to correlate as well to thickness of alluvial deposits and abundance of clay in the underlying sequences. As groundwater continues to be overexploited by rapidly growing populations, subsidence will persist and likely will accelerate, further worsening flooding. Ongoing flood-mitigation projects have doubtful efficacy, and their life spans will be much less than projected because subsidence has not been properly considered in their designs. Project RIHN 2-4 can contribute to refinement of spatio-temporal variation of subsidence and in formulation of recommendations for mitigation measures.

Worsening floods, subsidence and over extraction of groundwater in Metro Manila, Philippines

¹Fernando P. Siringan, ²Kelvin S. Rodolfo, ³Romeo Jacob, ³Enrique Macaspac, ¹Janneli Lea Soria, and ⁴Peter B. Zamora

¹The Marine Science Institute, University of the Philippines, Diliman, Quezon City, 1101 Philippines

²Department of Earth and Environmental Sciences, University of Illinois at Chicago, Chicago, IL, USA

³Coast and Geodetic Survey Department, National Mapping and Resource Information Authority, Philippines

The Philippine Islands

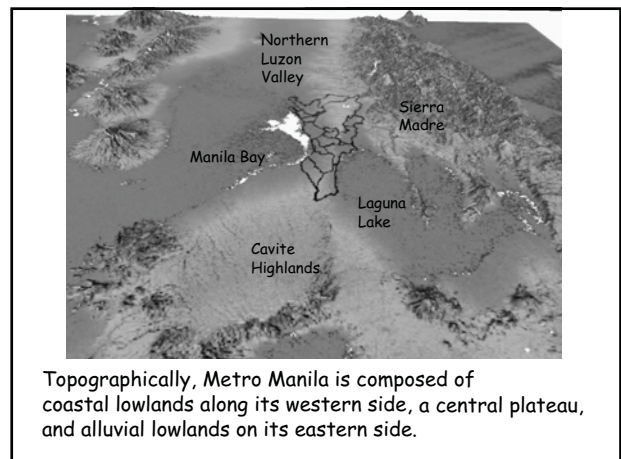
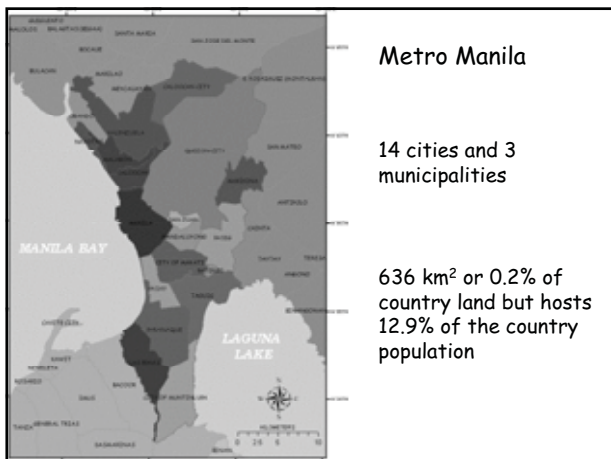
In 2005

Population - 87.9 M

Metro Manila

In 2005

Population - 11.3 M

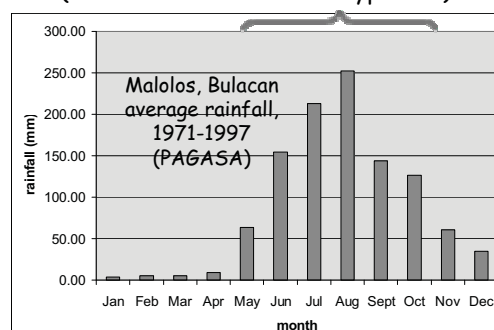


1942 - high water levels inundated the city for several days

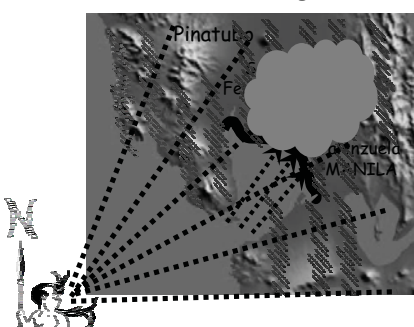
first widely recorded instance of serious flooding - (Fano, 2000 in Bankoff, 2003)

but in the past 40 years - flood frequency, depth, duration and coverage are increasing

Every year, 80% of the rains come during the 6 rainy season months (season of SW winds and typhoons)



The SW winds that bring in much rain ...



also piles up seawater along the northeast coast of the bay

This increases the high tide level.

...which dams the outgoing flood waters.

SW winds *But it has always been this way, so why the worsening floods?*

Worsening floods in Metro Manila is typically attributed to insufficient drainage ...

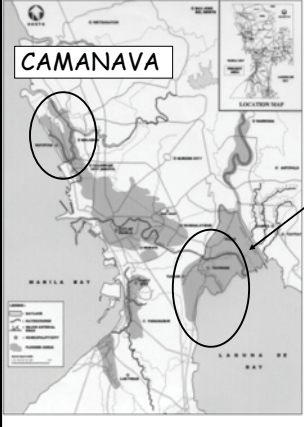
drainage structures are outdated relative to degree of urbanization ... some are century old

channel capacities decreased by...
 encroachment of structures ...
 river bed aggradation ... from sediments and garbage

small rivers, estimated at 21 km, have disappeared (Zoleta-Nantes, 2000) - converted for housing or other uses

At present, flooding affects all areas of Metro Manila, but some areas are more vulnerable than others due to their location and height relative to sea level.

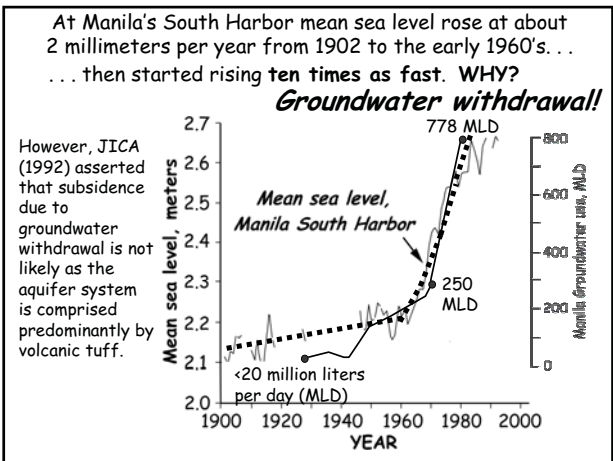
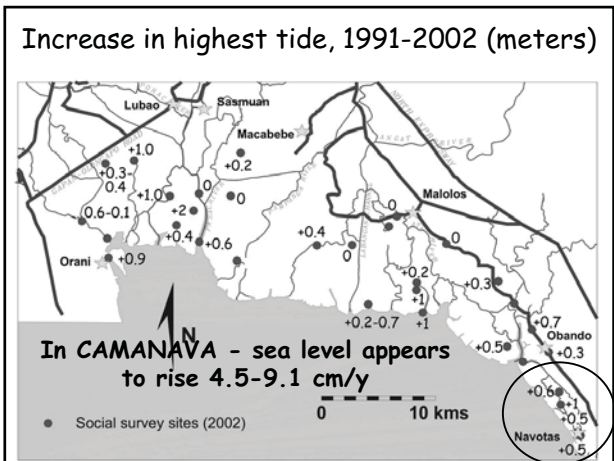
About 20% of Metro Manila is designated as flood prone of which 59% suffer frequent and longlasting inundation (MMDA in Bankoff, 2003).

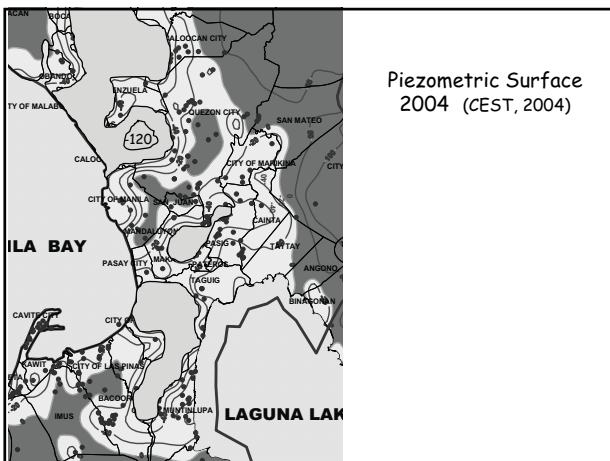
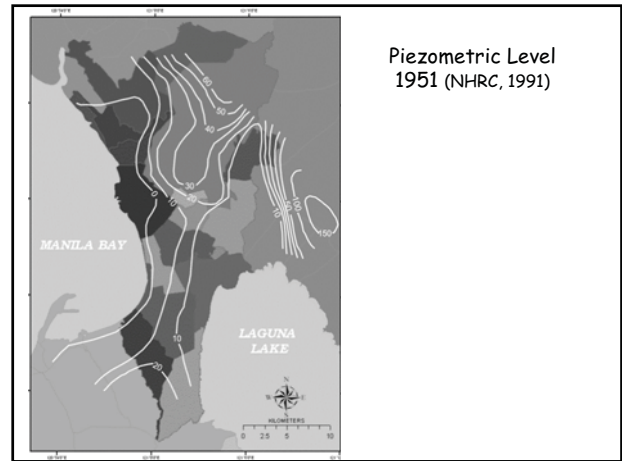
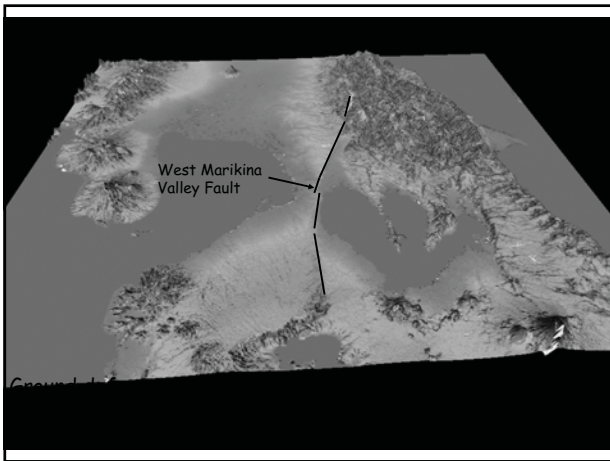
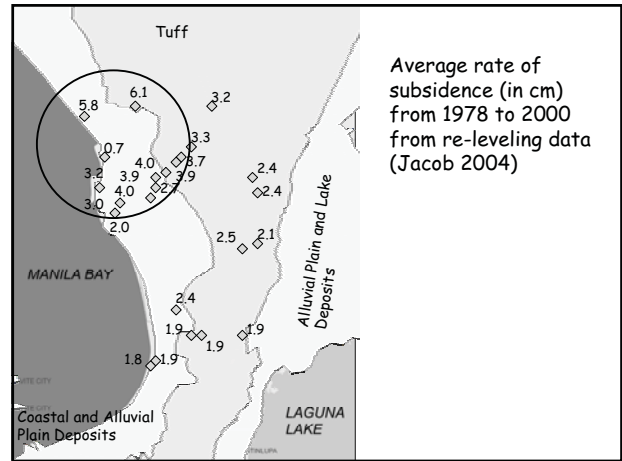
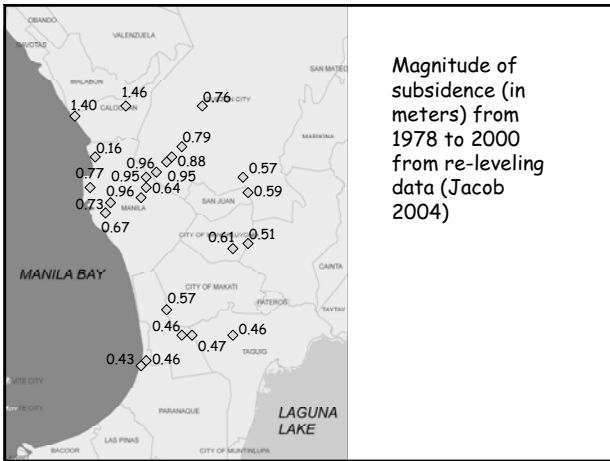


Floods that now last for months occur in...

and the Pateros-Taguig-Muntinlupa areas where floods are due to elevated lake levels during the rainy season

But in CAMANAVA, floods can be caused by high tide alone... but this was not so in the past





Metro Manila Water Demand
(JICA, 1992 and CEST, 2004)

- 1,278 M³m in 1990 (7.9 million people)
 - 361 M³m from groundwater
 - 328 M³m abstracted by private wells
- 2,140 M³m in 2004 (10.2 million people)
 - 680 M³m from groundwater
 - 647 M³m abstracted by private wells

Annual recharge, given the land use and climatological conditions in 1990, is estimated to be at 206 MCM

CAMANAVA Flood Control Project

Project design assumes that subsidence -

- is in the order of a few millimeters per year
- that the rate is relatively uniform across
- will be even more minimal in the coming years

Project plans Polder dike

Valenzuela

Malabon

PUMPS
Total capacity: 44.1 m³/s

Regulation ponds

Flood-control Gates River Walls

Caloocan

MANILA

2 kilometers

Project design says top of new dike is 2.60 m above MLLW so old wall which was supposed to be at 2.25 m above MLLW

But highest tide of 1.52 above MLLW in 10 August 2006 overtopped the top of the river old wall

Site of 10 August 2006 tide monitoring

River wall with newly raised top 35 cm from top of old wall

Segment of River in CAMANAVA about 850 meters from the coast

Proposed area of coverage of another flood control project

Assumes that subsidence has been minimal in recent years and will be in coming years

Study Area

Manila Bay

Laguna de Bay

Subsidence due to over extraction of groundwater appears to be a major contributor to the worsening floods in Metro Manila.

But this relationship is still poorly understood.

There is an urgent need to understand it better so development of Metro Manila can be better planned and implemented.

We would like to employ SAR interferometry combined with GPS and Total Station re-leveling of selected benchmarks in Metro Manila.

分野横断的な視点から見た研究の糸口 —バンコクの事例—

国際協力機構タイ事務所 鈴木和哉

Clue for solving problem from a cross-cutting view –A Case of Bangkok

Kazuya Suzuki JICA Thailand Office

近年のタイ国バンコクにおいて、分野横断的な視点で、本プロジェクトの位置づけを示し、今後のプロジェクト実施に向けて、在外在住者の視点から留意点を示した。

1. タイ政府の施策及びインフラ整備が地下環境に及ぼす影響

経済成長が地下環境に及ぼす影響は、負の影響のみならず、それを解決するための政策が既に実施され、地下環境に別の影響を与えている部分もある。たとえば、(1) 下水道整備が与えた影響、(2) 洪水一時貯留施設が与えた影響、(3) 地下水揚水規制が与えた影響、(4) 土木技術の進展が地下環境に与えた影響などが挙げられる。

2. JICA の対タイ支援の方向性

JICA は、各国の経済・社会の状況を踏まえ、国別に重点課題を設定して各国への技術協力を行っている。タイの場合、設定した4つの重点課題の1つとして、「社会の成熟化に伴う問題への対応」を掲げ、「環境管理体制支援」プログラムをその下に位置づけている。これは、対タイ支援は、インフラ支援から、知的支援に移行してきていることを示しており、本地下環境プロジェクトの調査結果を政策に反映するキャパシティがタイ政府にも形成されつつあることを示している。

3. タイ政府におけるプロジェクトのカウンターパート及び留意点

タイにおける主要なカウンターパートは、現在、チュラロンコン大学及び天然資源環境省地下水資源局の2つであるが、バンコクに限定した調査・解析を行い、その行政への反映を考えるならば、バンコク都庁が有力な協力機関として期待できる。一方、関係者を増やすことは、調整コストの増加を伴うため、今後、本格的な調査を開始する来年度に向けて、その点も含めた、十分な準備作業を行いつつ進めることが必要と考える。

I describe some view points for cross-cutting issues of this project based on recent Thai governmental policy and its infrastructure development. In Bangkok, there are many impacts to underground conditions, and we should consider like these impacts like construction of sewage treatment plants, tentative flood storage facilities, progress of civil engineering technology and so on. Also, I also reconfirm justification of our project from trend of JICA's activities. JICA sets four important development issues for Thailand and one of them is "Development issues in maturing society", one of which program is for environmental management system. This shows that Thai government has strong interest for this issue and has capability to reflect to their policy and implementation from results of this project. From now on, we should consider next fiscal year's plan, I recommend inviting Bangkok Metropolitan Administration (BMA) for this project counterpart, as the same time, I also recommend that we should consider how to make efficient logistic arrangement for each survey in Bangkok.



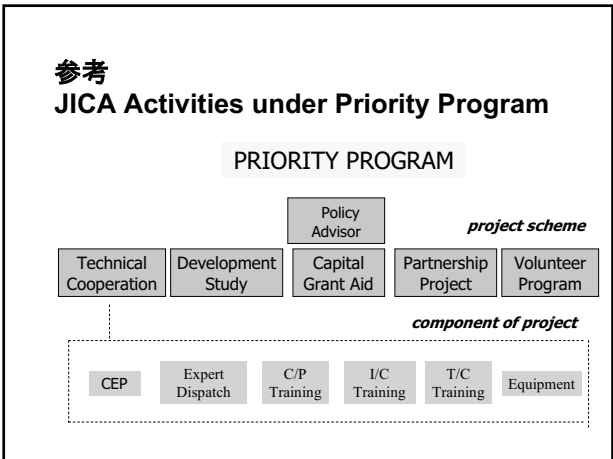
本日のポイント

1. 施策及びインフラ整備が地下環境に及ぼす影響
2. JICAの対タイ支援の方向性と本課題との関連性
3. タイ政府におけるプロジェクトのカウンターパート
4. ロジ面に関する留意事項

1. 施策及びインフラ整備が地下環境に及ぼす影響

タイ政府、バンコク都庁などが行った施策のうち、主な要因となりうる主なものは、以下のとおり。

- ・ 下水道整備(バンコク都庁)
- ・ 洪水一次貯留施設(バンコク都庁)
- ・ 地下水揚水規制(天然資源環境省地下水資源局)
- ・ 土木技術の進展(運輸省交通政策局ほか)



1. 施策及びインフラ整備が地下環境に及ぼす影響

タイ政府、バンコク都庁などが行った施策のうち、主な要因となりうる主なものは、以下のとおり。

- ・ 下水道整備(バンコク都庁)

バンコク市下水道整備計画マスタープラン(1981)JICA
 バンコク市下水道整備計画フィージビリティ調査(1982)JICA
 水質汚染管理に関する専門家活動報告書(1984,1986)JICA
 バンコク市クローン水質改善計画調査(1990)JICA
 タイ王国チャオピア川下流域下水道整備計画調査(1994)JICA

モンキーチーク:
 降雨の一時貯留施設として、バンコク都が、都内各地に整備。
 (左:ラマ9世通沿いの一例)

要因となりうる主な

- ・ 下水道整備(バン

バンコク市都市排水対策計画調査マスタープランM/P(1985)JICA
 バンコク市都市排水対策計画調査F/S(1986)JICA
 チャオピア川洪水予報システム計画調査(1988)JICA
 バンコク市洪水管理センター機材整備計画基本設計調査(1988)JICA
 タイ王国チャオプラヤ川流域洪水対策総合計画M/P(1996)JICA
 タイ王国 水管理システム近代化計画終了時評価報告書(2003)

1. 施策及びインフラ整備が地下環境に及ぼす影響

タイ政府、バンコク都庁などが行った施策のうち、主要因となりうる主なものは、以下のとおり。

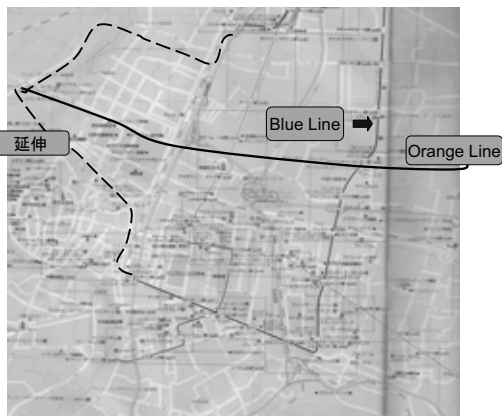
- ・ 下水道整備(バンコク都庁)
- ・ 洪水一次貯留施設(バンコク都庁)
- ・ 地下水揚水規制
(天然資源環境省地下水資源局)
- ・ 土木技術の進展(運輸省交通政策局ほか)

1. 施策及びインフラ整備が地下環境に及ぼす影響

タイ政府、バンコク都庁などが行った施策のうち、主要因となりうる主なものは、以下のとおり。

- ・ 下水道整備(バンコク都庁)
- ・ 洪水一次貯留施設(バンコク都庁)
- ・ 地下水揚水規制(天然資源環境省地下水資源局)
- ・ 土木技術の進展(運輸省交通政策局ほか)

JBIC/バンコク事業地下鉄地下鉄建設(I~V)(1996年度~2000年度):ブルーライン、フアンボーン国鉄中央駅から/ハンスー駅に至る/バンコク中心部に総延長20kmの地下鉄を建設した。借款資金は、トンネル、駅、車輛基地建設、軌道敷設等の土木工事軌道等のスタディ、建設費用に充当。



2. JICAの対タイ支援の方向性と本課題との関連性(1)

JICAの対タイ協力の方向性は、タイの技術力、施策実施能力の進展により、大きく変遷。

- ・ 2006年:外務省対タイ協力計画(主査:末廣教授)
インフラ整備から、ソフト支援へ
パートナーシップに基づく関係へ

JICAの対タイ支援の方向性と本課題との関連性(2)

対タイ 国別重点課題

- ・ 持続的成長のための競争力強化
 - 産業振興のための基盤整備(人材育成・制度整備)
- 2. 社会の成熟化に伴う問題への対応
 - 環境管理体制支援
 - 社会保障制度
- 3. 人間の安全保障
 - 感染症対策
- 4. 地域協力

2. JICAの対タイ支援の方向性と本課題との関連性(3)

- ・ 社会の成熟化に伴う問題への対応
 - 環境管理体制支援プログラム
- 中進国化しつつあるタイ:域内新興ドナーとして国際社会からも注目されつつある
- タイ政府に本分野の技術協力受け皿が整った
- タイ政府に本分野に注力する予算的な余裕

3. タイ政府におけるプロジェクトのカウンターパート

(1) C/Pとの関係(現在)

パートナー (CU)、調査協力(地下水資源局)
資料提供(バンコク都、気象庁、かんがい局?)

(2) バンコク都の位置づけ

特定都市(首長公選)
独自財源、下水道整備の先進都市
行政組織

(3) 調整コストとの比較検討

4. 現地から見た気づきの点 (1)

(1) 現地調査計画の共有

情報不足=現地側の準備不足

(2) 現地調査時期選定上の留意事項

水文サイクル(チャオプラヤ川高水位期10~11月)
現地の予算年度(10月1日~9月30日)
祝祭日、イベント等(4月第2週タイ正月など)
観光シーズン(11月~3月)

4. 現地から見た気づきの点 (2)

(3) 先方との情報共有

調査の目的、メンバーリスト、スケジュール案(調査内容含む)、先方への依頼事項

- 調査地点の選定
- 調査への同行
- 調査機器、車輛の貸与
費用負担、作業分担の明確化

JICAにおける調査でも致命的なミスがある場合あり。

4. 現地から見た気づきの点 (2)

(3) 先方との情報共有

調査の目的、メンバーリスト、スケジュール案
先方への依頼事項

(4) ロジ面

車輛、宿泊: 調査計画案の早期確定
調査地点: 配車計画、宿泊地に影響
調査資機材: 配車計画に影響
採水試料数: 調査スケジュールに影響



Thank you for your attention.

対象都市比較 - 各SGの現時点での印象 -

	比較の重要性	取得済データ	既往研究	現地協力体制	見直し可能性	物質		水		総合評価
						都市地理	社会経済	都市地理	社会経済	
ソウル	△	×	△	△	△	△	△	△	△	⇒ 40
東京	○	○	○	○	○	○	○	○	○	⇒ 60
大阪	△	○	△	△	○	○	○	○	○	⇒ 54
台北	△	△	○	○	△	○	○	○	△	⇒ 47
マニラ	○	○	○	△	△	○	○	○	△	⇒ 35
バンコク	○	○	○	○	△	○	○	○	○	⇒ 71
ジャカルタ	△	△	×	△	×	△	△	△	△	⇒ 58

各SG間の検討依頼事項

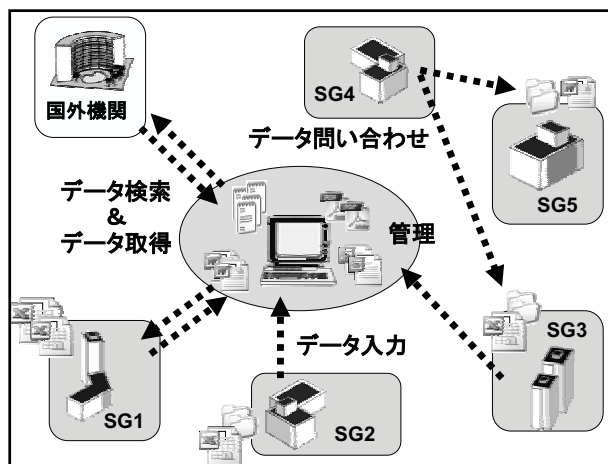
⇒ 左カラムのSGから、上欄のSGへの検討依頼

	都市地理 (吉越)	社会経済 (金子)	水 (輪田)	物質 (小野寺)	熱 (山野)	重力 (福田)
都市地理 (吉越)		・統計data出典list ・GIS dataの共有	・調査範囲確定 ・DataのList化 ・地図資料request	両左	両左	両左
社会経済 (金子)	・GISマップ ・人口、土地利用		・地下水変化量 (時代別水収支)	・物質の特定	・土地利用の扱い方 ・人工岩盤	
水 (輪田)	・流域の土地利用 の変遷のわかる 地図情報			・調査時の採水		
物質 (小野寺)	・GISマップ ・人口、土地利用	・天然資源輸入履歴 ・地下水漏洩調査 ・排水規制	・地下水年代 ・地下水流動		・調査時の採水	
熱 (山野)	・土地利用の変遷 ・地点別の都市化 時期の把握		・灌漑/クーラー ・気温			
重力 (福田)	・GISマップ		・地下水流動		・地下水水位	

その他
 ・地下水流動シミュレーションモデル作成のための観水量データ取得
 ・CFC測定用試料の採取
 ・年代別の地図資料の取得

データ管理について

1. 検索システムの構築
論文、地図、報告書、本等のデータ整理
2. データファイルの整備
データ取得の有無、保有者の確認
3. GIS入力システムの整備
取得データの整理



資料整理の流れ(案)

1. データや資料を取得
2. 新規で入手したデータ情報をフォーマットに従って入力
3. フォーマットと電子ファイルを地球研に送付
4. メタデータに統合し、定期的に配信
(電子ファイルについては、CD等にまとめて半年に1度程度配送)
5. データを検索し、必要に応じて、保管者にコンタクト

1. 資料整理・検索システム

- ・ 検索で必要な資料が的確に出る。
(Keyword、資料の種類、保管先 etc.)
- ・ データ入力にかかる手間が小さい。
- ・ 初期投資が安い。
- ・ 利用方法がわかりやすい。



Excelの利用

採用

長所: 初期投資費用ゼロ、ユニバーサル
基本的な検索・管理ができる。

短所: 論文内の情報等の統合的情報管理に
は不向き。



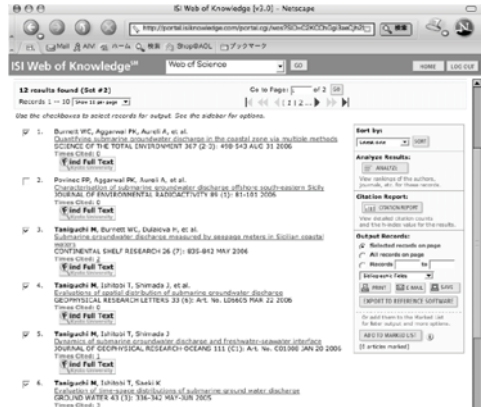
Endnoteの利用

長所: 統合的な検索・管理システム
Web of Science等との連動性

短所: 高価(3-5万円 or \$240 in US)

検索システムの構築

Web of Science等との連動性



データファイルの整備

		Bangkok							
		2006		2007		2008		2009	
		前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半
一般水質	pH								
	電気伝導度								
	溶解酸素								
	主要イオン								
栄養塩	硝酸								
	アンモニアリン酸								
有機物	溶解性有機炭素(DON)								
	溶解性有機炭素(DOC)								
	溶解性有機炭素(DOP)								
	懸濁性有機炭素(POC)								
	懸濁性有機炭素(POC)								
地下水(河川水)	全窒素(TN)								
	全リン(TP)								
	硝酸								
重金属	クロム								
	ニッケル								
その他	銅								
	セレン								
その他	モリブデン								
	カドミウム								
その他	微量元素								
	トリチウム								
その他	銅								
	鉄								

GIS入力システムの整備:1

1)各SGの代表によるGIS working groupの設立

山下・香川(都市地理)、谷川・一之瀬(社会経済)、
梅沢(物質)、山中(水)、宮越(熱)、西島(重力)
国外対応:梅沢・Fajar (Indonesia)・Karen (Manila)

2)管理する場所と人

各SGで集めてきたデータの入力と管理は、各SG内で行い、
メタデータの管理を地球研で行う。将来的に、地球研のサー
バーにメンバー限定のサイトを用意し、データをダウンロード
できるようにする。

GIS入力システムの整備:2

3)用いるソフトウェアとファイル保存形式

- GISソフトウェア所有者の9割がArcGIS使用
- ラスタ(画像)データ: GeoTIFF 形式
- ベクタ(点・線・面)データ: shp 形式
- GPSデータ: Google map上に記録(少なくともCSV 形式)

4)電子地図の共有とエリア、解像度の設定

- プロジェクト予算で購入したものについては共有
- 東大CSISデータの共同研究利用
- 都市の範囲の定義は、各SGがGoogle map上に記入し提出
- メッシュサイズは、行政区分内と郊外で変更 更に議論

GIS入力システムの整備:3

5)入力する基本的データ

- 人口、土地利用(工場立地)、地質、上下水道、揚水量分布
- 東京と大阪については市販品利用
- 年代は、10年毎か四半世紀毎か、SG間で今後調整
- 海外カウンターパートとの連携 更に議論
- 卒論、修論等の東南アジアの土地利用GISデータなどを参考

6)データ利用や権利者に関するルール

- 例)2, 3次加工データや、現地取得した生データは、
作成者(調査者)が提供の可否を決める。
- 例)プロジェクト予算で作成したデータは、メンバーに限り、
閲覧・利用可能とするが、使用目的や、アウトプットの
公表の可能性について、提供者と事前に相談する。

事務的な報告事項

1. 広島会議報告書作成について
2. Newsletterについて
3. フィールドの報告書作成について

Urban Subsurface Environment Newsletter

Publication: 年2回 (4月と10月の終わり)

Contributions from:

- 各班の活動 (Water, Material, Heat, Urban)
- 国外のカウンターパート
- 大学院生
- RIHNに在籍している研究員

新しい手法や、測定機器に関する紹介記事, etc.

その他お知らせ: meetings, conferences, symposium, etc.

何か、こういうものを掲載すればというアイデア募集中!!

SCHEDULE

月	Vol.	月	SG紹介	手法開発	国外研究者	学生	RIHN	締め切り
2006	1	Apr	Introduction				Introduction	31 March
	2	Oct	金子 嶋田 小野寺 山野		Chung-Ho	Fajar (千葉大)	Karen	30 Sept
2007	3	Apr	吉越 福田 中野 一ノ瀬	CFC (社村)	Fernando	井川 (熊本大)	梅沢	31 March
	4	Oct	金子 嶋田 小野寺	Gravity (福田)	Robert	斉藤 (広島大)	細野	30 Sept
2008	5	Apr	山野 吉越 福田	Kr (百鳥)	Somkid, Gullaya	戸所 (立命館)	石飛	31 March

3. フィールド後の報告書作成要領

なぜ報告書が必要か？

1. 地球研での年次報告で、各SGの活動概要を文書としてまとめる必要がある。
2. 国内外のメンバーに、他のSGの活動について最低限の情報を知ってもらう。

3. フィールド後の報告書作成要領

報告書の概要について

1. 報告書はA4紙1枚でけっこうです。
2. 日本語版と英語版をお願いします。
3. 細かな打ち合わせ内容は、記録用として各班で別に作成してください。

報告書記載内容

- ① 調査場所・期間
Study site and periods

- ② 文責
Responsible person for wording

- ③ 参加者
Members List

- ④ 調査目的
Research objectives

- ⑤ 調査内容
Contents of surveys

① Research Survey at Taipei (16th Oct. - 28th Oct.)
(Responsibility for wording, Yu UMEZAWA) ②


Members: ③
Yu UMEZAWA (RIHN)
Yukawa HOSONO (RIHN)
Tomonobu ISHITOH (RIHN)
Chang-Jie Wang (Academia Sinica)
Chih-Chieh Yu (NTU)
Wen-Tai Lin (Academia Sinica)
Yu-Tsun Lin (NTU)
Zhang (NTU)

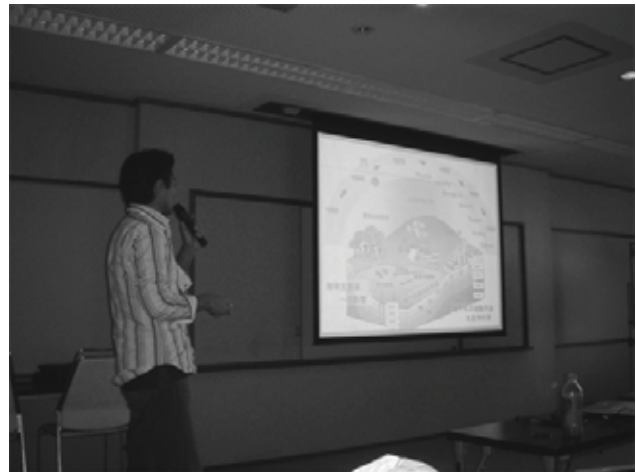
Objectives: ④

- To better understand the groundwater movements and pollutant contaminations in ground water at Taipei city.
- To estimate ground water flow into the rivers running through Taipei city.
- To reconstruct the contamination history at the Tamsui river mouth by analyzing sediment core samples.

⑤ Contents of Surveys:

- Water sampling at 35 stations: Hsueh, Wang, Lin & Zhang
- Sediment core sampling at 3 stations (Tan sui River mouth and river side). All members
- MGD work at Guandao Nature Park: Ishitoh, Umezawa, Su, Lin & Zhang
 - Setting duplicate sewage meters at each 2 station. Flux from the sediment, conductivity, temperature and current speed & directions were monitored during 4 days.





(左から) 上段：石飛・一ノ瀬・金子・香川・福田・嶋田・鈴木・山野・玄地・井川・愛知

中段：小野寺・今井・宮越・戸所・上野・澤野・大田

下段：細野・Karen・斉藤・谷口（智）・仲江川・谷口（真）・梅沢・吉越・上村・Fajar・西島

(敬称略)