

各研究プロジェクトの紹介



Circulation 循環領域プログラム

プログラム主幹 ■ 早坂忠裕

地球環境問題を循環というキーワードで考えると、どのような課題設定が可能になるのでしょうか。ここでは、大きく二つの概念に分けて整理してみます。一つは、言うまでもなく地球表層の物質・エネルギーの循環です。この場合、物質には大気や海洋そのもの、およびそこに含まれる化学成分や生物、さらにより広い概念で見ると、人間や、人間を取り巻く様々な社会経済活動に伴う商品なども含まれます。地球表層では基本的には太陽放射エネルギーや化石燃料エネルギーが形を変えながら物質の動きを引き起こしています。そのような物質の動きは、ある時空間スケールをとれば循環として捉えることができますが、より小さなスケールでは、流れとして捉えることとなります。地球環境問題において問題になるのは、これら物質の循環が急激に変化すること、一見循環しているように見えても、実際はもとに戻らない螺旋状の循環で予測が困難であること、そして、そのような変化に人間の文化、思想や行動が大きく関与していることにあります。

もう一つ概念としては、地球環境問題を人間と自然の相互作用の結果生じるものとして見る場合、その相互作用そのものを一種の循環と捉えるというものです。すなわち、人間社会における欲望や経済・産業・科学技術の発展の結果、人口の集中、エネルギー消費や土地利用の変化が起こり、地球温暖化や生物多様性の減少など、いわゆる自然環境の変化をもたらすこととなります。自然環境の変化は我々の生活、文化、経済活動にフィードバックされ、人間社会に影響を及ぼすことになるのです。そして、人間活動の変化は再び自然環境に影響を及ぼすことになるのです。このような一連の相互作用、フィードバックの過程も、ここでは、広い意味で地球環境問題における循環と見なすことが可能でしょう。

以上のような二つの概念の下に、地球研の研究プロジェクトが個々に孤立したのではなく、プログラムそして地球研という研究機関の下に有機的に結びついて成果が発信できるものと考えています。

プロジェクト区分	プロジェクトリーダー 又はFS責任者	テーマ
終了プロジェクト		
C-01 (CR2)	早坂忠裕	大気中の物質循環に及ぼす人間活動の影響の解明
C-02 (CR2)	鼎 信次郎	地球規模の水循環変動ならびに世界の水問題の実態と将来展望
C-03 (CRI)	福蔭義宏	近年の黄河の急激な水循環変化とその意味するもの
本研究		
C-04 (FR4)	白岩孝行	北東アジアの人間活動が北太平洋の生物生産に与える影響評価
C-05 (FR3)	谷口真人	都市の地下環境に残る人間活動の影響
C-06 (FR2)	川端善一郎	病原生物と人間の相互作用環
プレリサーチ		
C-07 (PR)	井上 元	温暖化するシベリアの自然と人 ——水環境をはじめとする陸域生態系変化への社会の適応
予備研究		
C-FS1	村松 伸	都市をめぐる循環と多様性： 人類と地球環境を架橋する巨大で複雑なシステムの未来可能性
C-FS2	中野孝教	水質の地域多様性の探求：循環を基軸にした水管理に向けて

大気中の物質循環に及ぼす人間活動の影響の解明

気候変動への人為的影響を評価する上で重要な温室効果気体やエアロゾルの分布と変動の将来予測を正確に行うためには、様々な人間活動と温室効果気体およびエアロゾルの排出、分布と変動の関係を解明することが重要です。本研究では、経済発展が目覚ましい最近約20～30年間の東アジア地域を中心に、(1)各国、各地域の経済、産業、社会の変化と大気中への人為起源物質の排出量の変化の関係解明、(2)大気中に排出された人為起源物質の気候変動並びに大気環境汚染への影響の解明、を目的として研究を実施しました。

プロジェクトリーダー ■ 早坂忠裕 総合地球環境学研究所

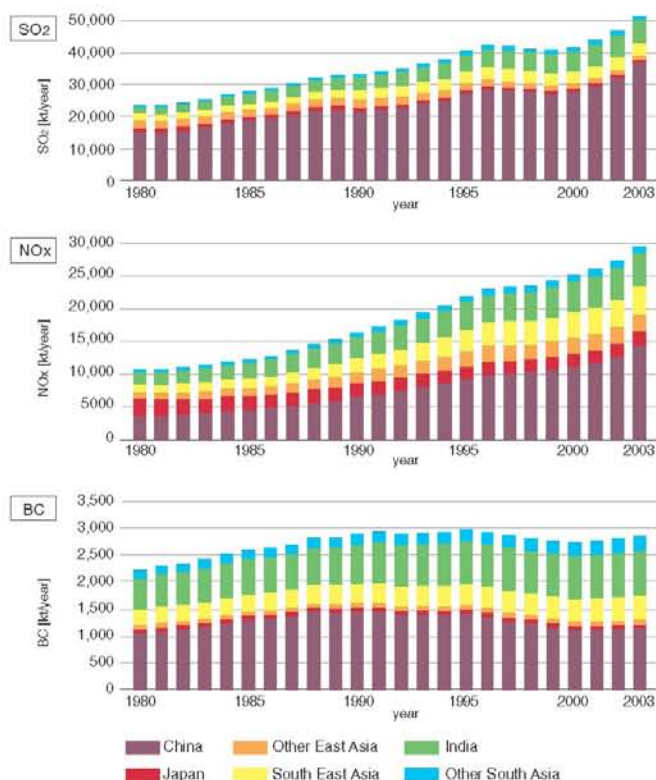
アジアの経済発展と各種物質の排出量

工業化によるアジア諸国の経済発展は、エネルギー消費量や温室効果気体、エアロゾル等の排出量を増加させました。SO₂に関しては、予想されていたほどに排出量は増加していません。CO₂に関しては、エネルギー効率の上昇により、排出密度はほぼ横ばいか、もしくは低下しています。この傾向は、「後発」諸国が国際競争に勝ち抜く必要性や、環境意識の高まり、直接投資、開発援助を通じた技術移転などによって促進されてきました。

しかしながら、今後、CO₂の排出が増加するか否かは、経済成長と排出密度の低下と、どちらの速度がより大きいかによって依存します。

次に、アジア域における1980～2000年の燃料消費量と大気中への物質 (SO₂、NO_x、CO、BC、OC、NMVOC、NH₃、CH₄、N₂O、CO₂) の排出量を推計しました。アジア域における燃料消費量は20年間で倍増し、それに伴って、大気中への物質の排出量も1.2倍 (BC) ～2.3倍 (NO_x) に増加しています。特に、中国における増加傾向が著しく、20年間におけるNO_x排出量の増加率は約3倍にもなることが示されました。

図 アジア各国・各地域のSO₂、NO_x、BC排出量の経年変化



温室効果ガスとエアロゾル

大気輸送モデルを用いた日本上空のCO₂濃度長期データの再解析から、大気境界層の上の2～4 kmの高度では中国の排出の影響を強く受けることが示唆されました。この結果から、1990年代半ば以降については中国政府が発表している石炭等化石燃料の消費量の経年変化と大気中の濃度変化は整合性がないことが示唆されました。また、中国国内7箇所でCO₂とCH₄の観測を実施し、年平均のCO₂濃度は日本よりも数ppm高く、季節振幅も大きいことが明らかになりました。

エアロゾルの観測を福江島、奄美大島、沖縄等で実施した結果、全般的に東アジアのエアロゾルはBCの割合が多く、光吸収が強いことが分かりました。中国における石炭およびバイオマス燃料が関係しているものと思われます。

地球環境問題の解決に向けて

本研究の成果は、アジア域の大気環境や気候変動の将来予測、および国際的な地球環境問題の解決に貢献するものと期待されます。

地球規模の水循環変動 ならびに世界の水問題 の実態と将来展望

21世紀は「水の世紀」とも呼ばれ、人口増加や地球規模の気候変動に伴う水不足が懸念されます。石油を巡って争われた20世紀に対し、21世紀は水を巡る争いになるとまで言われることもあります。この水問題に対し、世界各地での現地観測や調査研究をグローバルな視点で結び付け、自然の水循環、それを利用している人間社会の実態を明らかにし、世界の水問題の本質を見極め、水という側面から未来可能性のある社会の構築への道筋を示すことを試みました。

プロジェクトリーダー ■ 鼎 信次郎 東京大学生産技術研究所 (総合地球環境学研究所 2007年3月迄)

何がどこまでわかったか

「実態を明らかにし将来展望を描く」という最大目標に関しては、世界でもほぼ最先端の世界水循環・水需給の推定を行い、それらの将来展望を行うことに成功しました。例えば地球水循環に関しては、過去100年(1901-2000)の日々の陸域水文学(流出、蒸発、土壌水分、積雪、洪水・渇水等々)の変動を世界で初めて再現し、同時に将来100年についても幾つかの手法により推定値を作成しました。また、現在および将来100年の世界の水需要量も推定し、それらを統合することによって、現在および将来の世界の水逼迫度を算定しました。

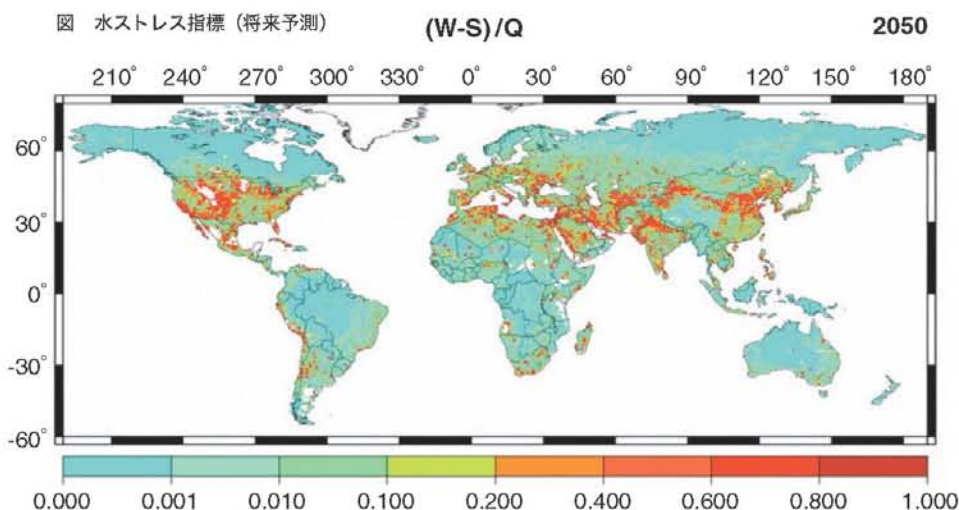
地球環境学に対する貢献

本研究は自然と人間の相互作用を視野に入れた、地球規模の水循環を明らかにしました。これまで地球の自然水循環に関する研究は多数ありましたが、人間活動の影響はあまり考慮されていませんでした。この意味で人的要素を加味した我々の研究は、自然と人間の相互作用を重視する、い

わゆる「地球環境学」的研究の一例になり得ると考えられます。またグローバルな視点だけでなく、具体的な地域(タイ、カリフォルニア)の水問題を対象とした研究も進めました。そこでは水問題解決に向けた具体的な政策の分析が行われ、この点でも文理融合的な研究が進められました。

成果の発信

前リーダーがIPCCおよびミレニアムアセスメントのリードオナーであることから、IPCC/AR4への成果反映が期待されます。また、Scienceの淡水特集の冒頭を飾ることによっても国際社会に向けて大いに成果を宣伝しました。また特にVirtual Waterに関する我々の成果図が、幅広くマスコミに取り上げられたこともあり、国内向けの成果発信も十分に達成できたと考えております。最後に、今後、水関係のプロジェクトが立ち上げられた際、我々の作成した図が何らかの発想の種になれば幸いです。



近年の黄河の 急激な水循環変化と その意味するもの

黄河の河川水が何故1990年代に下流に達しなくなったのか、そしてその事態は環境へどのような影響をもたらしたのか1980年代からも渤海への河川流量が低下した黄河を対象として、その原因と環境への影響を調査、解析したプロジェクトです。乾燥地灌漑による多量の河川水導入は特に黄河だけではなく、半乾燥地に集中して発生している問題ですが、こと黄河に関しては、黄土高原に発する土砂の河床堆積による洪水氾濫の危険性、渤海環境への影響などが焦点となります。古来、中国の黄河治水思想の変遷をたどりながら、現在の黄河問題を探ってきました。

プロジェクトリーダー ■ 福嶋義宏 元総合地球環境学研究所

研究の目的

日本のおよそ2倍の流域面積を有する中国の黄河で、その河川水が1年間の内226日間も渤海に達しないという現象が1997年に発生しました。原因が単に、取水量の増加と降水量の減少に因るものかどうかを調べることが、本プロジェクトの第一の目的で、ついで、その結果が渤海はどのような影響を及ぼしたかを調べました。

得られた成果

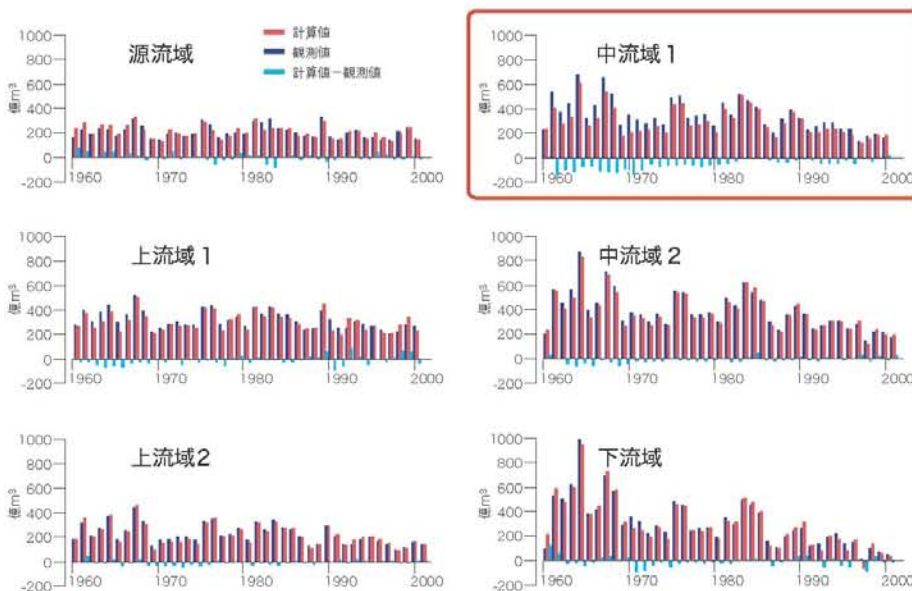
1997年だけでなく1990年代に急激に黄河流量が低下した原因には、まず黄河の中・下流域の年降水量の減少が影響しています。全般には灌漑取水量が70~80%と言われていたので、上流域にある広大な灌漑地による河川水使用量の解析を行いました。両灌漑地やその周辺域で取水され、そのまま農地から大気に戻る量は1960年から2000年ま

で毎年100億トン程度で、ほとんど一定であることが、新規に作成した土地利用図と改良した水文モデルの算定でわかりました。しかし、黄河中流域の蒸発量が、最近では妥当な推測値を与えますが、40年前の1960年代では、観測流量の多いことが図の赤枠で囲った結果に示されています。左上図は源流域の結果ですが、草地ではこのような不一致は起こっていませんので、モデルの問題ではありません。黄土高原は1960~1970年当時、はげ山に近い荒廃した状態だったようです。1950年代から、黄土高原域には「水土保持」と呼ばれる山腹植栽など土壌保全策が為されてきました。その効果があらわれてきて蒸発量が増え、逆に流出量が減少したものと推測されます。水高に換算すれば、わずか年間40mm程度の増加ですが、中流部の流域面積は黄河流域の40%もあるので、流量減少としては年150億トンと多いのです。

さらに、花園口から下流では黄河の流水を取り入れた灌漑農地と都市域への送水で毎年130億トンを取水していますので、計380億トンの取水が為されています。中流部での流量減少が当初計画の想定外であったため、省ごとに割り当てられた取水可能量は上限を超えました。そのために、1970年代から徐々に「黄河断流」が増えてきたと考えられます。

黄河が流入する渤海では、図の右下のように流量減少によって、黄海との海水の交換量が減少し、基礎生物生産の制限条件が窒素からリンに変化してきました。また、植物プランクトンの指標であるクロロフィルaは黄河からの流入量減とともに低下傾向にあります。

図 モデルによる黄河流量の再現結果



北東アジアの人間活動が北太平洋の生物生産に与える影響評価

魚付林。岸辺の森から流れ出す栄養分が沿岸に藻場を作り魚を育むことを指す言葉です。近年、アムール川流域が、オホーツク海や北部北太平洋親潮域の巨大な魚付林になっている可能性が浮かび上がってきました。本研究では、これを巨大魚付林と名づけました。アムール川からもたらされる溶存鉄が基礎になって、海の生き物をどう育てているか、また流域における人為的な土地変化が陸面からの溶存鉄流出にどう影響するかを総合的に解析し、変化の背景を探ることによって、陸と海の間での人や生物の健全な関係の構築を目指します。

プロジェクトリーダー ■ 白岩孝行 総合地球環境学研究所

コアメンバー ■ 植松光夫 東京大学海洋研究所

大島慶一郎 北海道大学低温科学研究所

大西健夫 総合地球環境学研究所

柿澤宏昭 北海道大学大学院農学研究所

岸 道郎 北海道大学大学院水産科学研究科

久万健志 北海道大学大学院水産科学研究科

近藤昭彦 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

柴田英昭 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

中塚 武 北海道大学低温科学研究所

長尾誠也 北海道大学大学院地球環境科学研究科

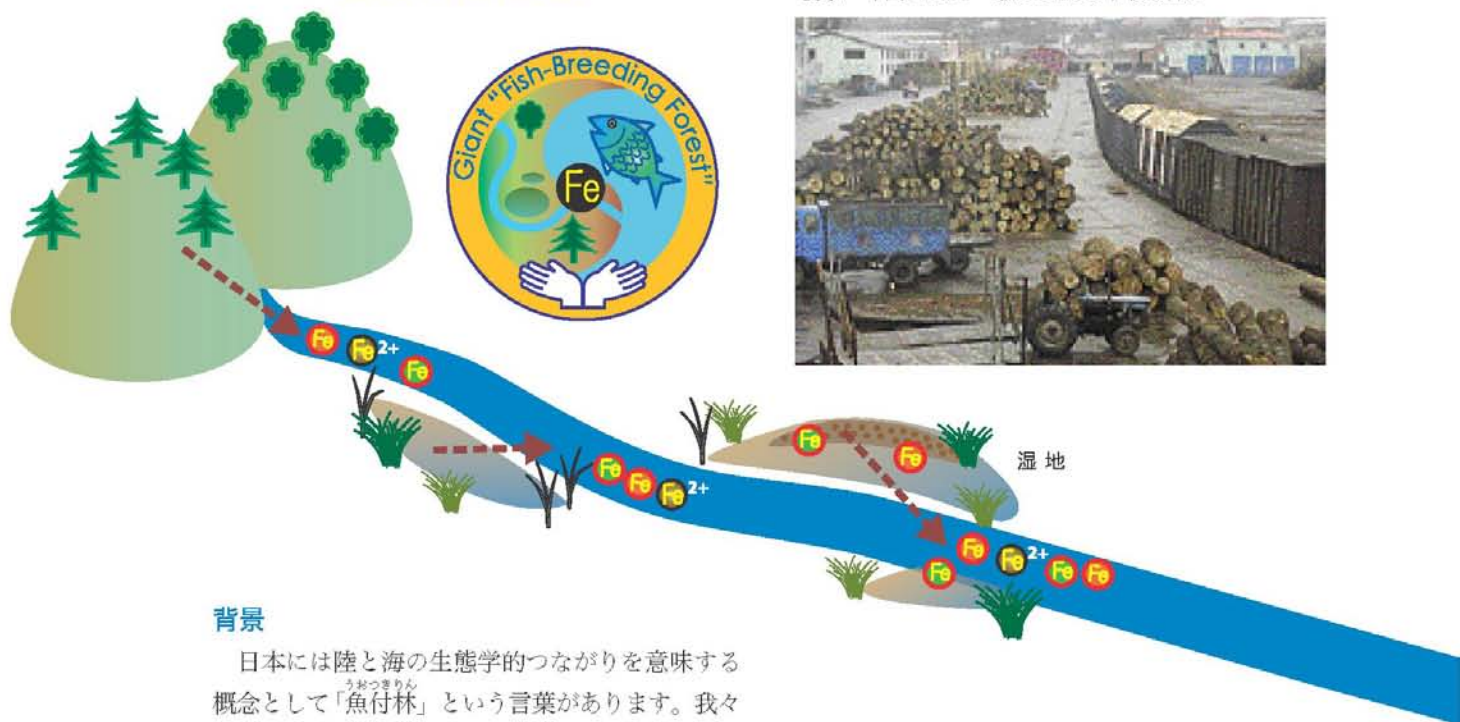
春山成子 三重大学大学院生物資源学研究所

松田裕之 横浜国立大学大学院環境情報研究所

的場澄人 北海道大学低温科学研究所

楊 宗興 東京農工大学大学院 共生科学技術研究院

巨大魚付林の概念図



背景

日本には陸と海の生態学的つながりを意味する概念として「魚付林」という言葉があります。我々はアムール川流域からオホーツク海を経て親潮域に至る生態学的つながりの存在を提起し、これを「巨大魚付林」と名づけました。巨大魚付林には様々な機能がありますが、我々が注目するのはオホーツク海と親潮域の基礎生産を支える溶存鉄です。アムール川流域には、この溶存鉄を生成する広大な湿地と森林が広がり、オホーツク海には海水が流れることによって駆動される鉛直の熱塩循環があります。これらの自然科学的な機構は、オホーツク海を南流して千島列島から太平洋へと海水を輸送する東サハリン海流と連携し、アムール川流域起源の溶存鉄を広く親潮域へ輸送します。いわば、ア

写真1 中国スイフンへ駅でのロシア材積み替え



ムール川流域の陸面環境がオホーツク海や親潮域の命運を握っているといってもいいでしょう。

アムール川流域はモンゴル、中国、そしてロシアによって占められ、そこには1億人を越す人々が暮らし、農業・林業・工業などに依存して生活しています。これらの活動は、様々な程度で土地利用の変化をもたらします。アムール川流域で生成される溶存鉄は、湿原と森林の存在に大きく依存しますので、湿原や森林の変化に関わる土地利用変化は、溶存鉄の生成量を変化させ、結果的に海洋の基礎生産にも影響を及ぼす可能性があります。

図1 1930-40年代(左図)と2000年(右図)におけるアムール川流域の土地利用状況

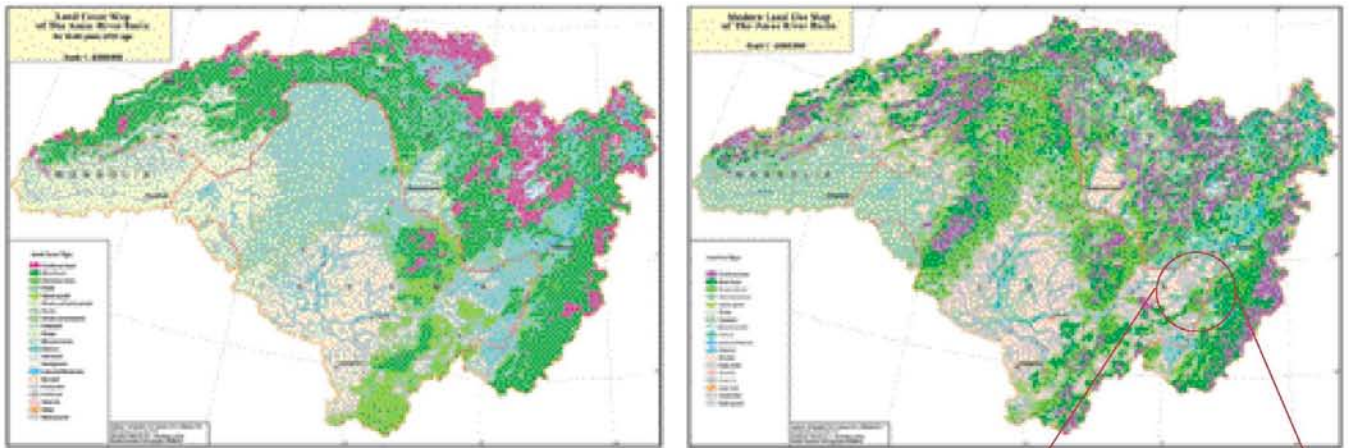
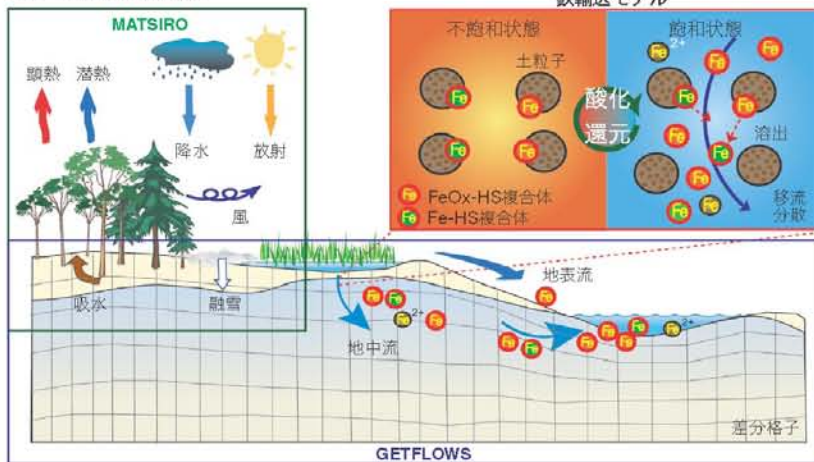


図2 陸面モデルの構造



中国三江平原ナオリ川流域(6月)

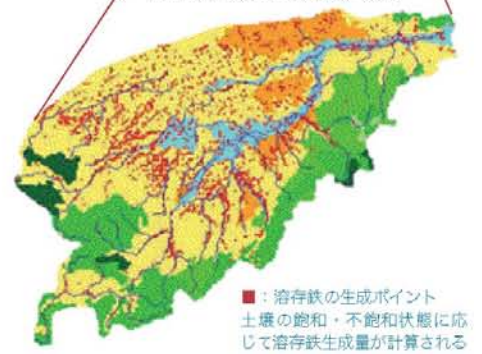


図3 陸面モデルによる溶存鉄生成量シミュレーションの例

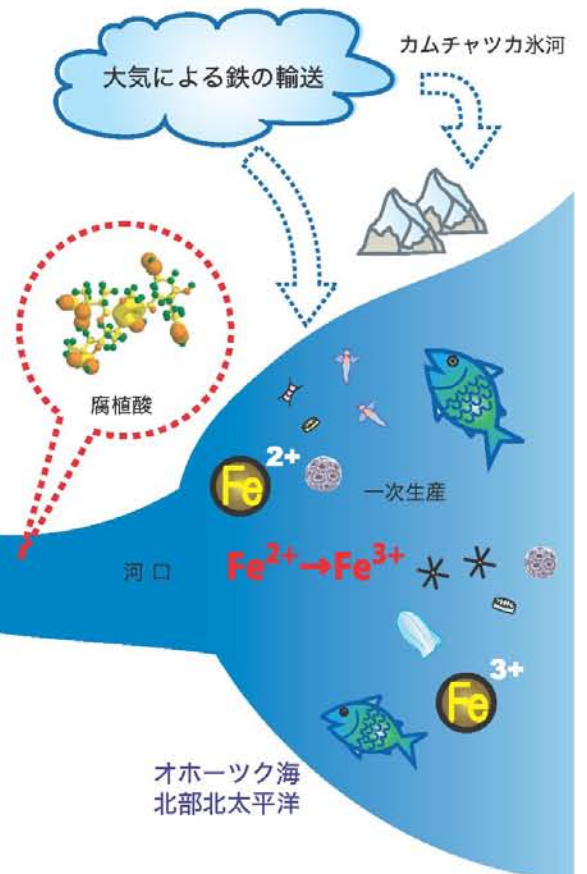
主要な成果と課題

本プロジェクトでは、ロシアと中国との国際共同研究により、過去3年間にわたって、これらの自然科学的機構と土地利用変化の実態および背景を探ってきました。その結果、二十世紀の中頃以降、急速に変化するアムール川流域の陸面環境が、オホーツク海や親潮域に供給される溶存鉄量を規定している可能性が高いことがわかってきました。

アムール川流域

有機錯体鉄の輸送

実態が鮮明になってきた今、モンゴル・中国・ロシア、そして日本が共有するこの広大なシステムを如何に保全し、将来にわたって持続可能な状態に保っていくか。国境を越えた国際的な取り組みが必要となっています。残りの2年間で、この重要かつ緊急の課題に学問領域を超えたチームで取り組んでいきたいと考えています。



都市の地下環境 に残る人間活動 の影響

このプロジェクトでは、現在および将来の人間社会にとって重要であるがま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、特に人口の増加・集中および地下利用の増大が激しいアジア沿岸都市において評価します。様々な地下の環境問題が、都市の発達程度に応じて、アジアの各都市で時間遅れを伴って次々と発生していることから、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し、将来の発展と人間の幸せのために、地下環境との賢明な付き合い方・共存のありかたについて提言します。

プロジェクトリーダー ■ 谷口真人 総合地球環境学研究所
 コアメンバー ■ 江原幸雄 九州大学大学院工学研究院
 吉越昭久 立命館大学文学部
 山野 誠 東京大学地震研究所
 福田洋一 京都大学大学院理学研究科

金子慎治 広島大学大学院国際協力研究科
 安達 一 国際協力機構
 徳永朋祥 東京大学大学院新領域創成科学研究科
 嶋田 純 熊本大学大学院自然科学研究科

小野寺真一 広島大学大学院総合科学研究所
 中野孝教 総合地球環境学研究所

研究の目的

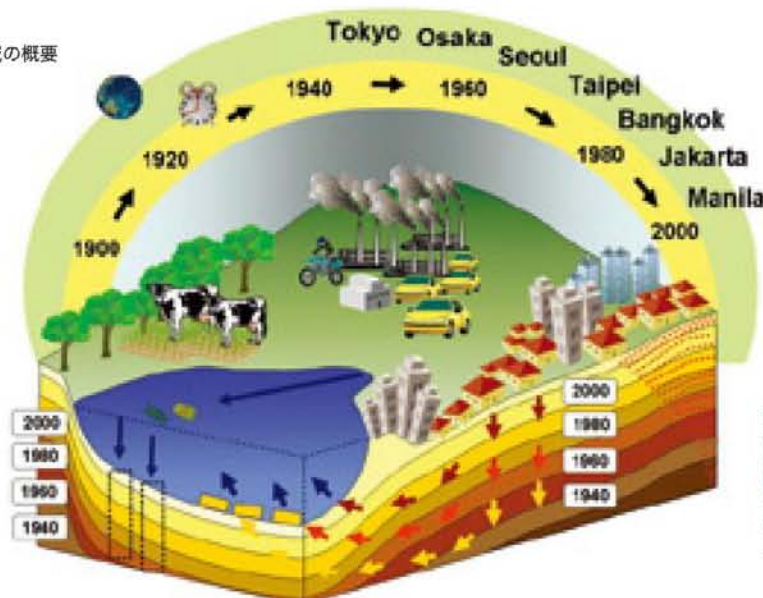
これまで扱われてきた地球環境問題は、大気汚染・地球温暖化・海洋汚染・生物多様性の減少など、地表より上の問題のみを主に対象としてきました。これに対して地下の環境問題は、現在及び将来の人間社会にとって非常に重要であるにもかかわらず、目に見えにくく評価しにくい現象であるため、長い間放置され続けてきました。過剰揚水による地盤沈下・地下水汚染・地下熱汚染などの地下の環境問題は、都市の発達程度に応じて、アジアの各都市で時間遅れを伴って次々と発生しています。したがって、アジア地域沿海都市の都市発展過程のドライビングフォースと典型的な段階、地下環境問題と経済成長との関係を明らかにすることができれば、将来の発展と人間の幸せのために、地下水と地下環境の持続可能な利用につ

いてのシナリオを提言することができます。

本プロジェクトでは、以下の4つのサブテーマ・研究方法に基づいて研究を進めます。

- (1) 都市の発達段階と様々な地下環境問題との関係について、社会経済学的指標による解析と、歴史資料を用いた都市と水環境の復原により明らかにします。
- (2) 水文地球化学データと現地及び衛星GRACEを用いた重力観測によって、地下水流動系と地下水貯留量の変動を明らかにし、可能地下水涵養量を評価することによって持続可能地下水利用量を評価します。
- (3) 地中水と堆積物中の水文化学・同位体分析とトレーサビリティによって、地下環境の蓄積汚染量の評価と、地下水流動による物質輸送を含めた沿岸域への汚染物質負荷の評価を行います。

図1 研究対象地域の概要



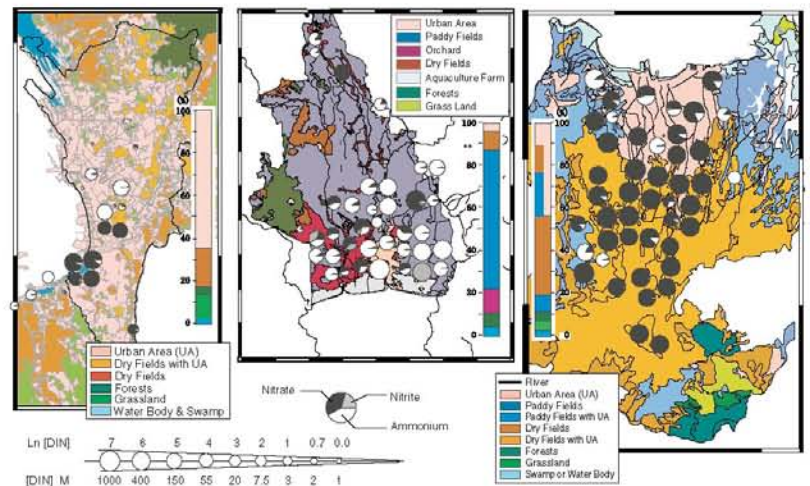
発達段階の異なるアジアの7大都市を選び、都市の発達と水利用の変化に伴って、地下環境に与える影響がどのように異なるか、さまざまなアプローチで研究しています

写真1 井戸の前にたたずむ少女(ジャカルタ)



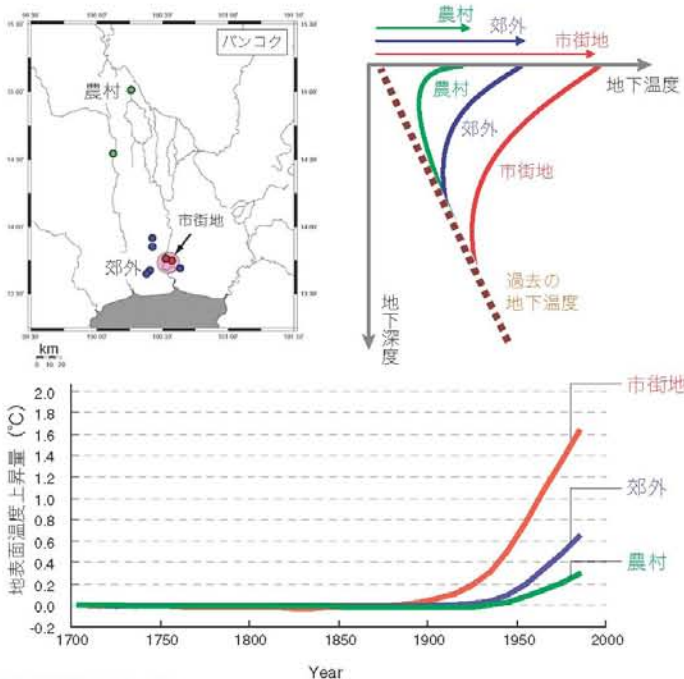
生活の一部をなす地下水の賢明な利用・保全に向けて、我々は何ができるのだろうか

図2 マニラ(左)・バンコク(中)・ジャカルタ(右)の地下水中の硝酸濃度と構成比



地下水中の硝酸濃度と構成比から、汚染の度合い・起源と都市化・自然環境との関連性を明らかにすることを試んでいます

図3 バンコクにおける地下温度を用いた都市化復原



都市化の開始とその拡大の様子が地下熱プロファイルとして精度良く記録されています

(4) 孔内地下水温度の逆解析を用いた地表面温度履歴の復原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します。

これまでの主な研究成果

- 野外共同観測と現地データ収集調査 (2007年度は計12回) を行い、都市の発達段階に応じた地下環境モニタリングを7都市で継続中です。
- 地下環境に関する自然・社会環境データのアセスメントと、GISを基にしたデータベースの構築を継続し、東京・大阪の3時代区分と7都市最新の土地利用図を0.5kmメッシュで完成させました。
- プロジェクト主催の第2回国際シンポジウムをバリで開催 (2007年12月、COP13のサイドイベントとして認定) し、プロシーディングを刊行しました。

- ユネスコGRAPHICと連携し、気候変動・人間活動の地下水資源への影響評価成果を国際誌 Vadose Zone Journalに掲載し、その一部はOpen Science NewsのScitizenに取り上げられました。
- 宗教と地下水に関する調査をバンコクとジャカルタで開始し、寺院の存在と地下水流出、宗教活動と地下環境変化の関連の可能性を確認しました。
- 地下水貯留量変動評価のための衛星GRACEデータモデル、地下水流動モデル、DPSIR+Cモデルなど、プロジェクトの各サブテーマにおけるモデルの開発を継続しました。
- 地下環境への物質負荷量評価のため、各種水資料の同位体・化学分析を行い、起源・プロセスの解明と、新しいトレーサー (CFC、Kr等) を用いた手法開発を行いました。

今後の課題について

- 国際学術誌STOTEN (Science of the Total Environment, Elsevier) の特集号として、プロジェクト中間成果の一部を公表 (overview paper 1編、original papers 15編) します。
- サブテーマ間のクロスカッティングとして、法・制度と地表水 (公水)・地下水 (私水) 問題をテーマに新しい調査を開始します。
- 統合モデルと統合インディケータに関するワーキンググループによる評価を行います。
- 新しい測定システム (CFC、Kr、絶対重力計等) の有効性を確認し、異なる手法を用いたクロスチェックを行います。

病原生物と人間の相互作用環

近年の新たな感染症の拡大は、直接的あるいは間接的に人間生活の脅威となっています。当該プロジェクトでは、『人間による環境変化—感染症の発生・拡大—人間生活の変化』の相互作用環を明らかにすることを目的としています。プロジェクトの成果をふまえて、感染症の発生と拡大を防ぐ環境と、人間と病原生物との共存の在り方を提案することを目指します。

プロジェクトリーダー ■ 川端善一郎 総合地球環境学研究所

コアメンバー ■ 浅野耕太 京都大学大学院人間・環境学研究科

板山朋聡 国立環境研究所

大森浩二 愛媛大学沿岸環境科学研究センター

奥田 昇 京都大学生態学研究センター

梯 正之 広島大学大学院保健学研究科

孔 南海 中国上海交通大学・環境科学与工程学院

呉 徳意 中国上海交通大学・環境科学与工程学院

那須正夫 大阪大学大学院薬学研究科

松井一彰 近畿大学理工学部

松岡正富 滋賀県朝日漁業協同組合

源 利文 総合地球環境学研究所

研究目的

ヒトや家畜や野生生物の感染症の拡大は人間を直接死に至らしめるだけでなく、経済的損失や生態系の崩壊を引き起こす可能性があり、人類が直面するさむわめて深刻な地球環境問題です。感染症の拡大を未然に防ぐためには、発症の病理的メカニズムを解明するだけでなく、病原生物を生み出す背景としての人間と環境の相互作用環の理解が不可欠です。

当プロジェクトでは、病原生物を生み出し感染症が拡大する背景を明らかにし、感染症拡大のリスクを抑えた人間と病原生物とのかかわり方について提言することを目指しています。

研究内容と主な成果

本プロジェクトでは、仮説を実験的に実証するために、実験可能で、かつ様々な感染症に共通する基本的パラメーターを有すると考えられる、1998年から急速に世界中へ拡大したコイヘルペスウイルス

(KHV) 感染症を研究材料として、病原生物と人間との相互作用環の構造を明らかにし(図1)、これをモデルとして他の感染症への応用を図ります(図2)。

調査は琵琶湖全域と中国雲南省洱湖(Erhai)で行います。研究体制は、以下のように研究グループ5班および統括班からなります。

●1班 (人間による環境変化班)

人間による環境変化のうち、富栄養化、水辺環境変化、生物多様性の低下および食物網の変化を取り上げ、これらの相互関係を実験的に明らかにする。

●2班 (病原生物・宿主生態班)

病原生物であるKHVと宿主であるコイ (*Cyprinus carpio carpio*) の動態と、これらに係る環境要因を明らかにする。

●3班 (感染経路・生態系影響班)

KHV感染症伝播の経路と機構およびコイが消失した場合の生態系影響を明らかにする。

●4班 (経済・文化班)

KHV感染症が起きた場合の経済的、生態的および文化的資源価値の消失とその代償的価値の創出過程を明らかにする。

●5班 (フィードバック班)

「病原生物KHVと人間の相互作用環」の数理モデルを構築し、経済・文化の変化がさらなる環境変化に与える影響を明らかにする。

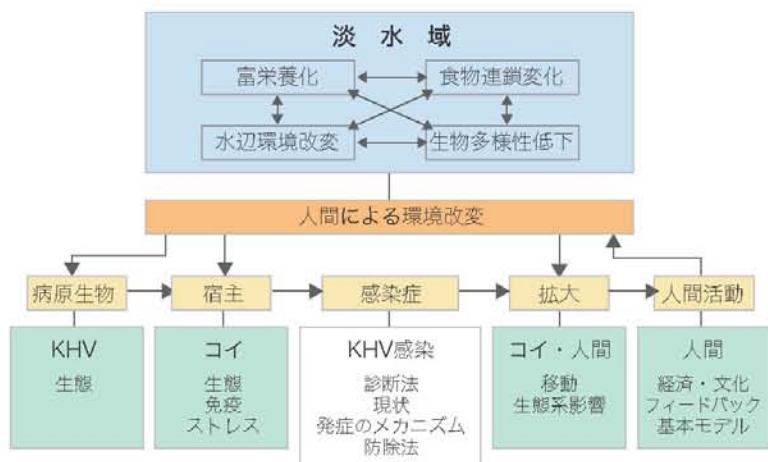
●統括班

各研究班の研究課題の関連性を検討し、調整する。「KHVと人間の相互作用環」モデルを他の感染症へ適用する。

2007年度の主な成果は以下のとおりです。

1) 琵琶湖におけるコイの生息環境としての内湖に注目し、4つの内湖の地形、底質、水質を調査し

図1 病原生物と人間の相互作用環



■は、未知な点が多い研究領域

図2 『人間による環境改変—感染症の発生・拡大—人間生活の変化』の相互作用環解明に向けた各研究レベルのつながり

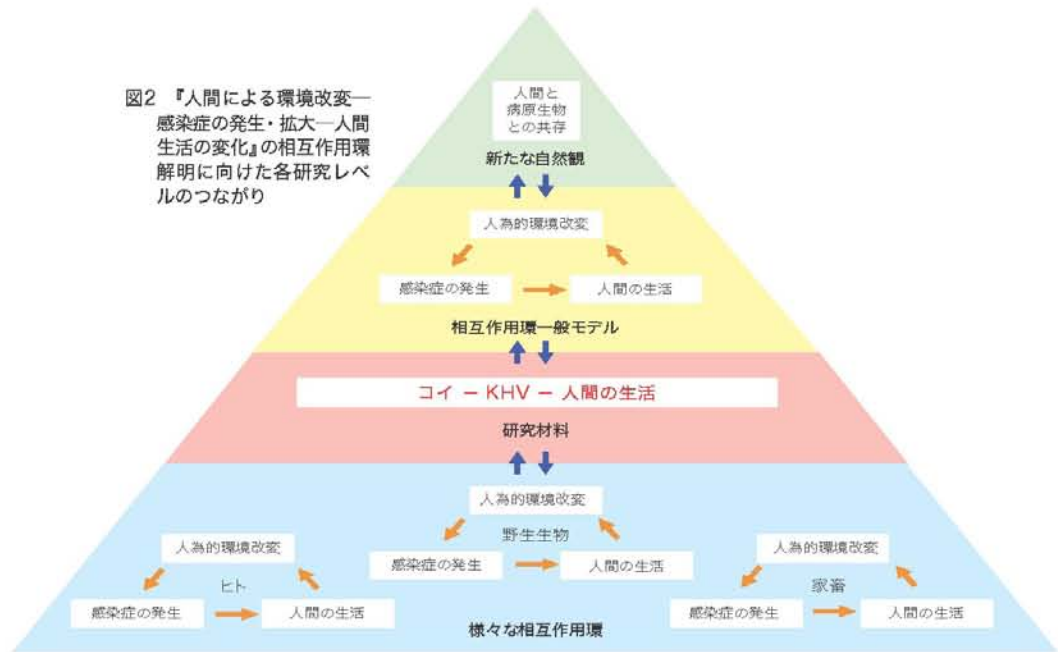
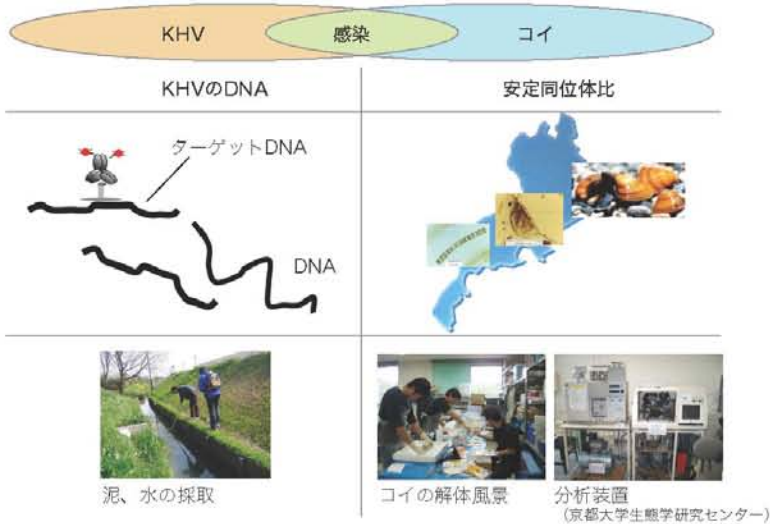


図3 感染症が起こる場所を知るためのKHVの分布とコイの行動範囲調査



た。その結果、多様な水域環境が存在する事が明らかになった。これらの環境の違いがコイの行動の違いに影響を与える事が示唆された。またコイが琵琶湖の内湖間を移動すると仮定すると、内湖間の連結の分断化がコイにより強いストレスを与え、かつKHVの伝播速度が速くなる事が数理モデルにより予測できた。

- 2) 中国雲南省洱湖 (Erhai) において共同研究者と予備調査を行った。
- 3) 湖水からのKHVの検出方法を確立した。
- 4) 琵琶湖全域7箇所からコイを捕獲し、各種安定同位体比を測定する事によってコイの行動範囲を知ることができるかどうかを検討した。試料の調整を行った(図3)。
- 5) コイへの水温ストレスの影響を知るために、ストレス物質コルチゾールの測定法の検討と、水温を制御した水槽実験の予備実験を行った。

- 6) コイのKHV感染歴を知るために、コイの血液を採取し、抗体価を測定した。さらにコイの各組織からのKHVの検出を行った。
- 7) コイが消えたら人間にどのような影響を与えるかを知るための研究を開始した。
- 8) KHV感染症が他の感染症のモデルになるかどうかを知るために、他の感染症の研究チームとの情報交換を行った。
- 9) 「人間による環境改変—感染症の発生・拡大—人間生活の変化」の相互作用環を解明するために、各研究班をつなぐための研究項目を整理した。

今後の取り組み (2008年度)

- 1) テレメトリーを用いてコイの行動を明らかにする。
- 2) KHV感染履歴となるKHV抗体の有無別にコイの行動を明らかにし、どのような場所で感染が起きやすいかを明らかにする。
- 3) 琵琶湖においてKHVの分布を明らかにする。
- 4) KHVとコイの存在場所が一致する環境特性を明らかにする。
- 5) 環境要因とストレスの関係を実験的に明らかにする。
- 6) コイの消失の経済的影響を評価する。
- 7) KHVと人間の相互作用環の骨格モデルを作る。
- 8) 他の感染症の事例を人間との相互作用から解析する。
- 9) 中国雲南省洱湖 (Erhai) の環境調査を行う。
- 10) 病原生物と人間の相互作用環を住民の立場から多面的に評価する。
- 11) DIVERSITAS (生物多様性科学国際共同研究計画) との研究を進める。
- 12) 病原生物と人間の相互作用環の国際シンポジウムを開催する。

温暖化するシベリアの 自然と人——水環境をはじめ とする陸域生態系変化への 社会の適応

シベリアでは温暖化が最も顕著に進行すると予想され、すでに気候・生態系・永久凍土などに多くの変化が起こっており、エネルギー資源開発の急速な展開とその影響も懸念される地域であります。シベリアの水・炭素循環の特徴やその変動要因と近未来予測、都市・農村での多民族からなる人々の変動への適応性などを主たる対象にした国際共同研究を推進します。

プロジェクトリーダー ■ 井上 元 名古屋大学大学院環境学研究所 (総合地球環境学研究所客員教授)

コアメンバー ■ 山口 靖 名古屋大学大学院環境学研究所

太田岳史 名古屋大学大学院生命農学研究所

高倉浩樹 東北大学東北アジア研究センター

佐々井崇博

檜山哲哉 名古屋大学地球水循環研究センター

奥村 誠 東北大学東北アジア研究センター

独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門

研究の目的

高緯度で内陸にあるシベリアは、世界で最も早期に大幅な温暖化が進行する地域です。ここでの寒冷・少雨の気候に順応した自然は、変化に対して脆弱です。気温やエネルギー・水循環の変化が引き金となり、雪氷・植生の変化、異常気象の頻発、最低気温の上昇や展葉期の早まりなどが生態系にもたらす影響など、様々な変化が引き起こされます。温暖化は二酸化炭素やメタンなど温室効果ガスの生態系での収支も大きく変化させます。

一方シベリアでは、ロシアの社会主義的近代化を経て、北極圏・亜北極圏の他地域と比べ独自の社会システムを構築しており、そこに暮らす少数民族と都市住民の環境の変化に対する適応性や防御能力などは、その社会構造、歴史、文化に強く依存します。

写真 融解しつつある永久凍土 (北極海沿岸)



シベリアでの温暖化の自然や人への影響を正確に把握し、近未来を予測するには、その詳細な調査・分析が不可欠です。

研究の方法・対象地域

レナ河流域を典型とする東シベリアを重点的な対象とします。ここでは少雨の気候ながらも、水循環の変化が引き金になり、生態系・炭素循環・狩猟農業活動が大きく変化します。永久凍土の下にある貯留水の調査や、森林の活性度や炭素吸収の変化の衛星観測により、それらの変動のメカニズムを解明し将来を予測します。

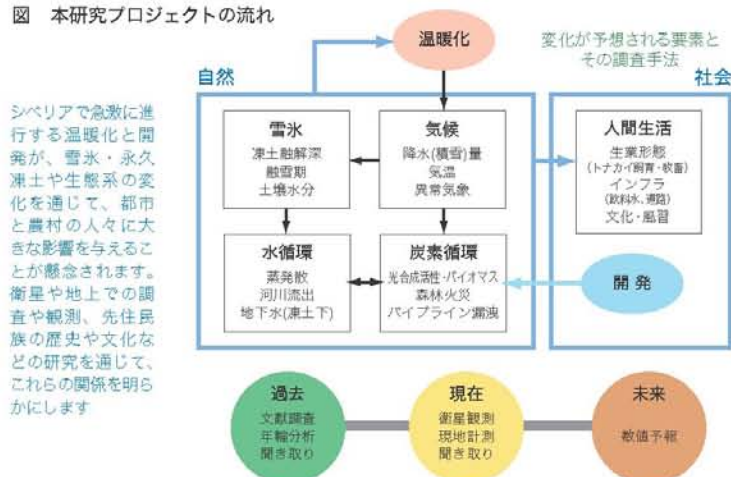
こうした自然の変動と開発により、狩猟牧畜を生業とする少数民族や都市住民にどのような変化が生じるかを、環境認識、経済・生産・消費活動、交通インフラ、少数民族の生活などを対象として明らかにします。

期待される成果

温暖化と開発の進行予測の下で、現在生じている変化とその特質を明らかにし、北極圏・亜北極圏における近未来の人と自然の変化を予測します。これは温暖化の早期警報としても、また、わが国の気候や資源需給に直接かかわる問題としても、重要な課題であると考えます。

温暖化の人や社会への影響は、直接的にはその経済発展段階、社会的な吸収能力に依存しますが、背後でそれを支える社会文化要素が重要です。グローバルな気候影響予測モデルでは社会文化にかかわる要素が軽視されていますが、その重要性を指摘できると期待されます。

図 本研究プロジェクトの流れ



都市をめぐる循環と 多様性：人類と地球環境を 架橋する巨大で複雑な システムの未来可能性

都市は、人類が高密度に集積した結果であり、地球環境に大きな負荷を与えています。しかし、一方で都市は、人類が環境と共生を図るための英知の集合体でもあります。この都市という複雑なシステムの解明に、循環と多様性という視座を導入し、価値観、制度、人口、都市環境資源等を、多元的時間・空間軸において観測、観察します。そして、その結果を用いて、都市が地球環境に与える正負のインパクトを総合的に捉え、都市の未来に提言をはかることを本研究の目的とします。

FS責任者 ■ 村松 伸 東京大学生産技術研究所（総合地球環境学研究所客員教授）
 コアメンバー ■ 谷口真人 総合地球環境学研究所
 木下鉄矢 総合地球環境学研究所
 龍谷直人 京都大学人文科学研究所
 深見奈緒子 東京大学東洋文化研究所
 加藤浩徳 東京大学大学院工学系研究科
 山下裕子 一橋大学商学部
 木村武史 筑波大学大学院人文社会科学系研究科

山崎聖子 電通総研
 栗原伸治 日本大学生物資源科学部
 村上暁信 東京工業大学大学院総合理工学研究科
 竹内 渉 東京大学生産技術研究所
 林 玲子 セネガル共和国保健予防医学省
 志摩憲寿 東京大学大学院工学系研究科
 北垣亮馬 東京大学大学院工学系研究科

谷川竜一 東京大学生産技術研究所
 林 憲吾 東京大学大学院工学系研究科
 Johannes WIDODO
 国立シンガポール大学建築学部
 Hans Thor ANDERSEN
 コペンハーゲン大学地理学科

研究の背景と目的

現在、地球上の人間活動の半分以上を占めるのは都市です。そして、ひと、もの、資本、情報の都市への集中がますます進行しています。この集中現象は、グローバリゼーションという地球規模での流動ばかりでなく、自然や都市近隣から都市への移動の結果でもあります。集中したひと、もの、資本、情報は、都市内でさらに活性化され、水、森林、農地、大気などの地球資源を消費、浪費し、ゴミ、廃材、二酸化炭素、廃水等が排泄されていくのです。

地球環境問題の多くはこの都市による消費、排泄に起因するものであり、同時にこの現象は都市そのものの環境をも悪化、変容させていると考えていいでしょう。しかし、都市活動を構成する要素は多岐にわたり、また、さまざまな現象が都市を越え、国境を越えて移動し、また、歴史的、文明的要因に拘束されているため、その姿を統御することはおろか、捕捉することも容易ではありません。本研究

ここには世界中から、ひと、もの、資本、情報が流入し、循環しつつ都市を変えている。その要因を歴史的に解明し、多様性という指標をもとに、都市の未来可能性を考える

写真 ジャカルタの都市風景（2006年）



は、いままで複雑すぎて解明できなかったこの都市における移動と滞留、すなわち、都市をめぐる循環現象を、さまざまな学問分野を通じて、捕捉、分析し、さらに多様性という指標によって都

市の未来可能性を探ろうとするものです。

研究の方法と期待される課題

そこで、わたしたちは世界中で、グローバリゼーションのせめぎ合いの地域であり、かつ、都市環境の悪化が激しい東南アジア（なかでも、ジャカルタを中心とする都市循環圏）を研究対象地域として選びました。さらに、この都市循環圏と比較する意味で対照的な北欧（なかでも、コペンハーゲンを中心とする循環圏）を副研究対象地域として選びます。都市に関わるひと、もの、資本、情報の都市をめぐる循環メカニズムを、大英帝国の世界への進出によって急激な変動が生じた18世紀末から現在にいたる期間について、長期的（100年前後）、中期的（30年前後）、短期的（10年前後）、超短期的（1年以内）に、経済史、都市史、交通工学、宗教学、思想史等、さまざまな学問領域を横断的に融合させ、2つの対象都市の動きを観測し、比較しつつ、その動態構造を解明しようと考えています。

また、どの因子が、都市環境の悪化に関与しているかを解析し、その結果をもとに、都市をめぐる多様性という概念を導入して、都市環境、及び、地球環境問題の改善、未来可能性ある都市政策につながる、都市の持続再生モデルを構築しようと思います。また、ふたつの対象都市循環圏の研究、および、地球上に誕生した都市の中から主要な都市を150ほど選び、その盛衰を追いながら、都市の智恵と失敗を集積し、都市の未来可能性への糧とします。

水質の地域多様性の探求：循環を基軸にした水管理に向けて

人間活動の拡大は地域の水環境にもグローバルな影響を及ぼしつつあり、その対応が重要になってきました。本プロジェクトは水の質に特に注目し、その地域的な多様性をもたらす因果関係を明らかにする診断法やグローバル化を示す水質指標を提案します。それを基に、研究者と地域の人々との情報交流と能力開発を図り、地球規模の環境改変に対応しうる水管理制度に必要な方法の整備を図ります。

FS責任者 ■ 中野孝教 総合地球環境学研究所
 コアメンバー ■ 陀安一郎 京都大学生態学研究センター
 速藤崇浩 総合地球環境学研究所

斉藤 有 総合地球環境学研究所
 山田佳裕 香川大学農学部

辻村真貴 筑波大学地球科学系
 伊藤 慎 千葉大学理学部

研究の目的

流域の水管理は、治水や利水といった量の問題から汚水といった質の問題へと変化してきました。現在では、ボトル水に代表されるように、良質な地下水をめぐる問題が地球規模へと拡大しています。水には地域由来の物質に加えて、大気や貿易の循環を介してもたらされる地域外の物質が含まれており、その種類と規模は拡大の一途をたどっています。地域の水質を維持するためには、自然と社会の循環構造と物質の排出責任の因果をグローバルな視点で捉えることが不可欠になってきました。本プロジェクトでは、日々利用する水の質に及ぼす自然環境と人間活動の多様性の関係解明を基に、人々の地球と地域への環境意識の向上を図り、地球環境問題に対応しうる水質管理方法を提案します。

研究の方法・対象地域

本プロジェクトは日本を主な対象とし、以下の課題を目標として設定しています。

- 1) 先端的なトレーサビリティ手法を駆使して、陸水の水質多様性をもたらす地域固有のローカルな因子と、地域外からもたらされる広域的なグローバルな因子の識別とその起源を解明する。
- 2) 水質の地域多様性を明らかにするために、地域の大学とのネットワークを構築しながら全国規模で研究を推進し、日本全体の水質に及ぼすグローバルな環境変化の影響を評価する。このトレーサビリティ診断に基づき、流域全体の持続的な水質環境維持に有効なモニタリング（診断）法を開発する。
- 3) 水循環や水質への人為影響は、利用する水の形態（地下水、湖水、河川水など）によって異なる。全国規模の水質診断と共に、鍵となる地域を選定し、量や流動も含めた総合的な水診断を行ういっぽうで、人と水に関する制度的および社会文化的な解析を行う。それを基に、水質環境の持続的維持に向けた水質診断法を研究者と地域の人々が協同して開発し、地域の特性に応じた地域主導の水管理の制度設計を支援する。

期待される成果

本プロジェクトにより、自然と人間社会の物質フローの解析精度は格段に向上し、水に含まれている物質の排出源の特定や、さらに排出源からの影響の大きさ（被害規模）の評価も可能となります。これにより、予防原則の立場に立った地域の水の安全性評価や、日本と外国あるいは地域と地域外の物質を識別する水質指標の確立が可能となり、地球環境時代の地域社会創出に必要な循環を基軸にした水管理の基盤が期待されます。

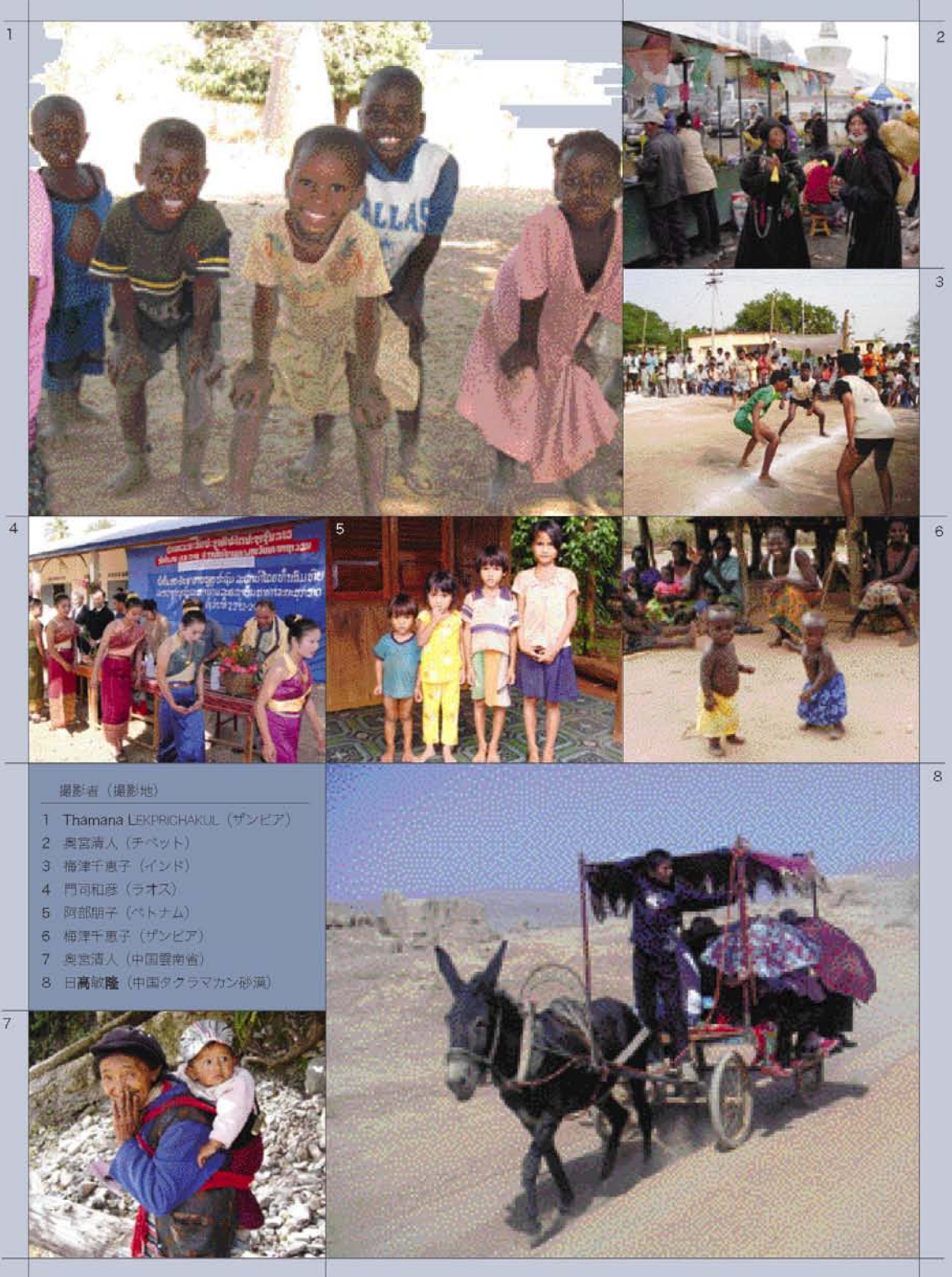
写真 市内外からの利用が絶えない愛媛県西条市の海底から湧出する弘法水



右下は弘法水、左下はその全体。良質な地下水は市民生活を根幹から支えているが、その涵養源である山地では森林荒廃や越境汚染物質の影響が、いっぽう平野部では様々な人為影響や海面上昇に伴う塩水化が懸念されており、水系全体の未来設計が求められている

●コラム フィールド調査先での出会い……………ひとびと

フィールドでは、民族も、言葉も、文化も、歴史も、習慣も異なるひとびとと出会います。
 環境問題もそれぞれの地域で異なりますが、ひとつの地球を共有していることに変わりはありません。
 かれらの問題は、わたしたちの問題であり、ともに解決を図らなければならないわれわれの課題なのです。



撮影者（撮影地）

- 1 Thamana LEKPRICHAKUL (ザンビア)
- 2 奥宮清人 (チベット)
- 3 梅津千恵子 (インド)
- 4 門司和彦 (ラオス)
- 5 阿部朋子 (ベトナム)
- 6 梅津千恵子 (ザンビア)
- 7 奥宮清人 (中国雲南省)
- 8 日高敏隆 (中国タクラマカン砂漠)