



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

H18 RIHN meeting in Hiroshima

都市の地下水流動・賦存特性に残る 人間活動の影響

人口増加

地球温暖化(気候変動)



都市域(人間活動)への人口集中



地下水環境

水質・水量の両面に影響



開発途上国

都市域への人口の集中

上下水道等のインフラ不足・水源不足

地下水依存経済 (都市域での水道水源
最近50年間に集中 農村域での灌漑水源)

洪水時の排水網不備
汚水槽の絶対的不足

過剰揚水問題の台頭

浅層地下水への漏水

水位低下
塩水化
帯水層汚染(下水、し尿、施肥、産廃等)

水位上昇
微生物(ウイルス)汚染

世界的にデータは少ないが地下水水質確保の問題は地域問題ではなく人類全体の緊急課題である (Foster SSD, 2003等による)。

先進国

都市域への人口集中・土地利用変化

点汚染

(CFC,産廃、ガソリン等)

Denver, NE,

面汚染

(Cl,NO₃, Br, EDTA,NTA
MTBE, VOCs(大気経由)等)

Dakka,Tronto,Tejuen,

上下水道からの 漏水涵養

Seoul,UK

過剰揚水

(NCP,Mexicocity,Japan)

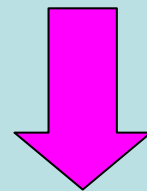
地下水障害

(水位低下,塩水化,
地盤沈下、酸欠空気等)

対策済・未対策都市

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**)

CONTACT

QUEENSLAND

Principal Hydrologist
Groundwater Assessment
Department of Natural Resources
80 Meiers Road
Inooroopilly Qld 4066
Ph (07) 3596 9843 Fax (07) 3896 9558

NEW SOUTH WALES

Manager
Hydrogeology
Department of Land and Water Conservation
PO Box 3720
Parramatta NSW 2124
Ph (02) 895 7562 Fax (02) 891 5864

SOUTH AUSTRALIA

Manager
Groundwater Services
Department of Mines and Energy
PO Box 151
Eastwood SA 5063
Ph (08) 274 7573 Fax (08) 274 4236

NORTHERN TERRITORY

Principal Engineer
Groundwater
Water Resources Division
Power and Water Authority
PO Box 1096
Darwin NT 0801
Ph (089) 24 7230 Fax (089) 41 0703

AUSTRALIAN CAPITAL TERRITORY

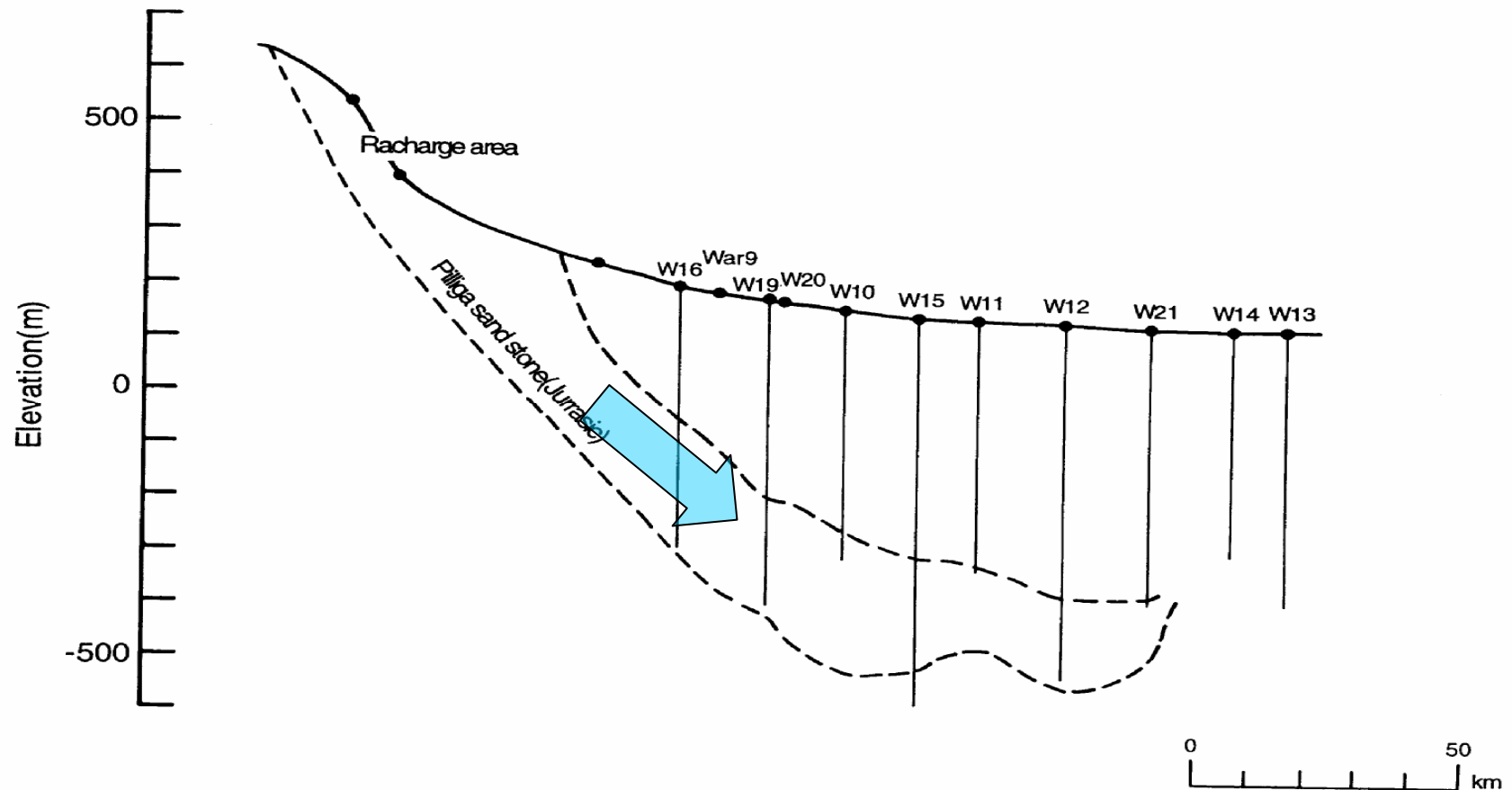
Principal Research Scientist
Environmental Geoscience and Groundwater Division
Australian Geological Survey Organisation
GPO Box 378
Canberra ACT 2601
Ph (06) 249 9426 Fax (06) 249 9970



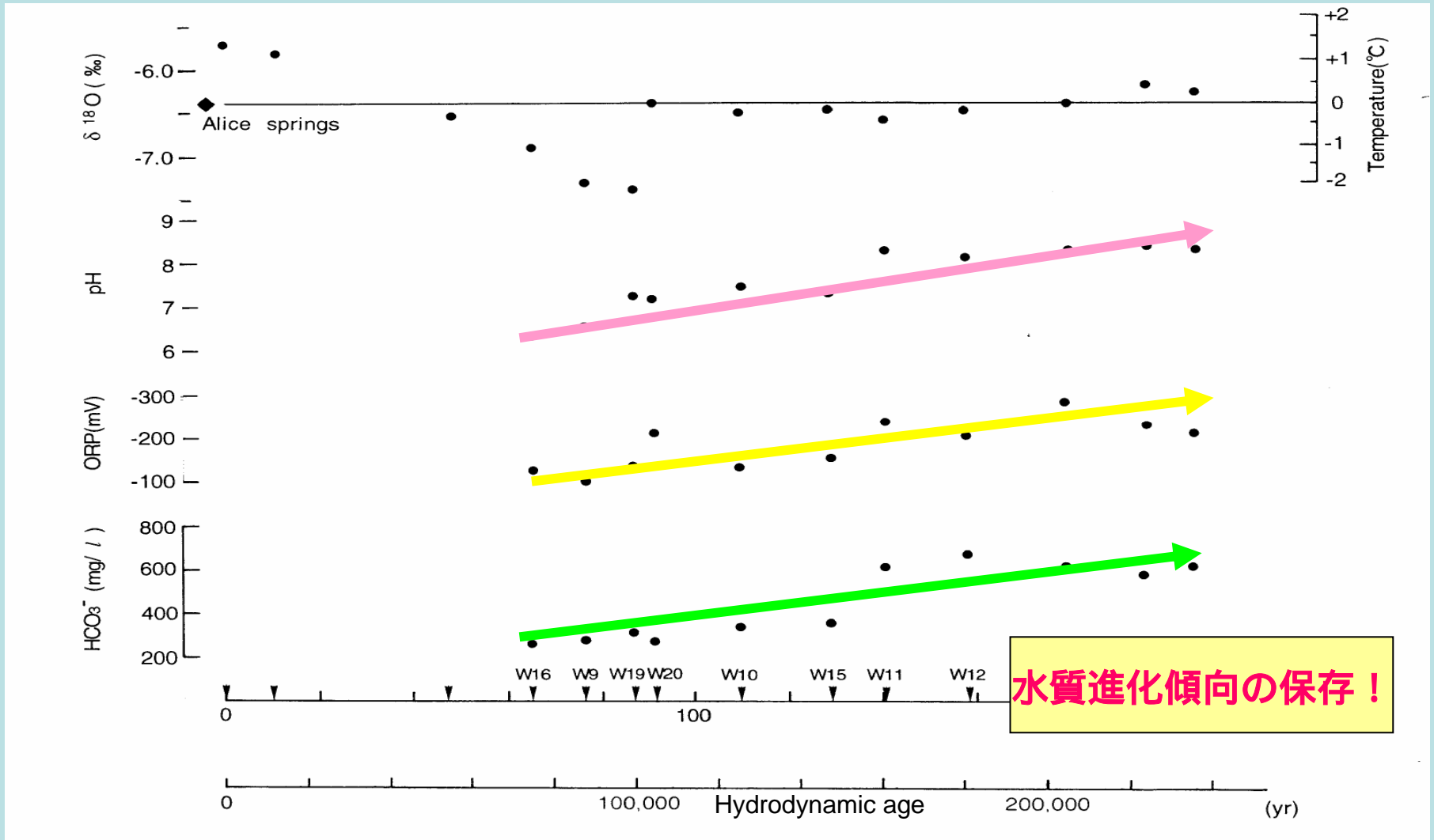
Great Artesian Basin Australia



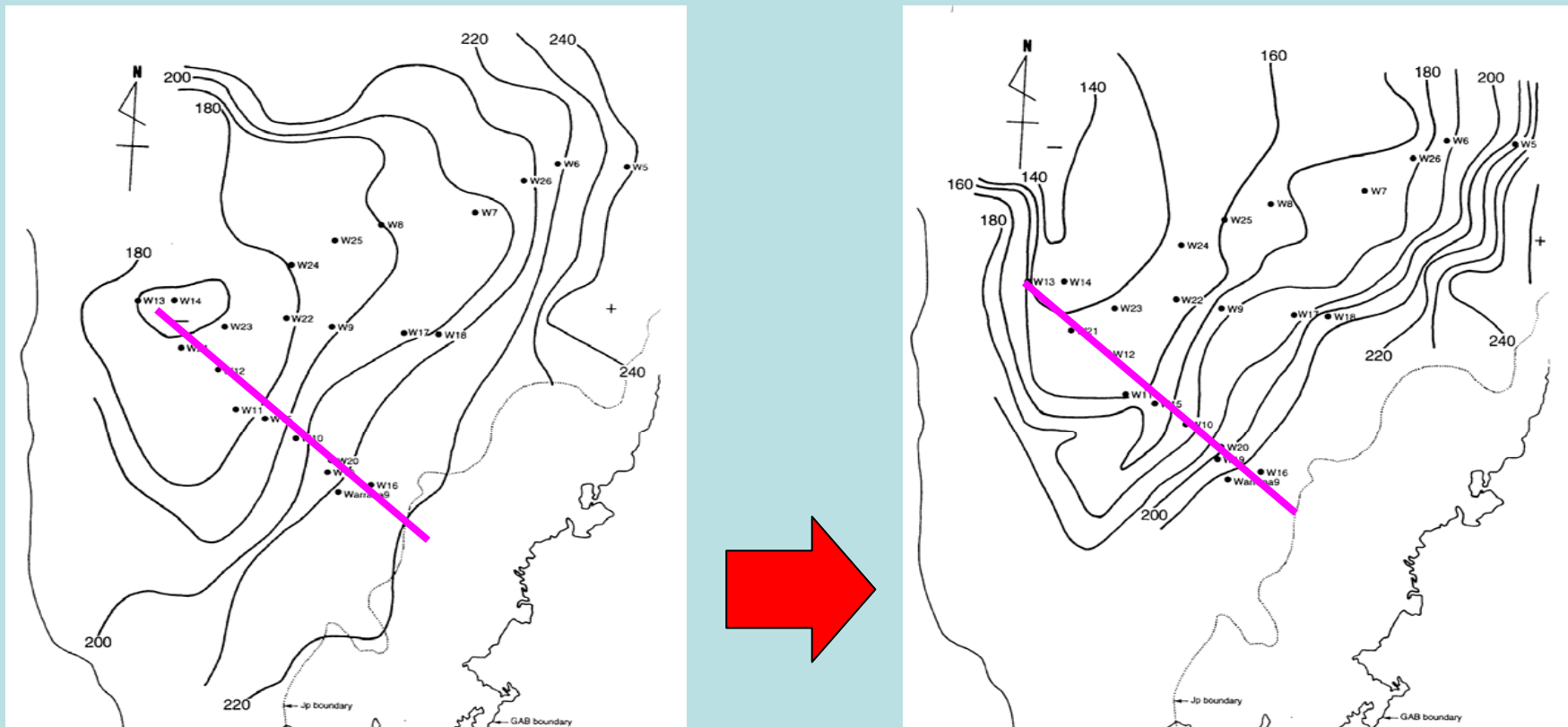
Borehole distribution along sampling line at Coonamble embayment



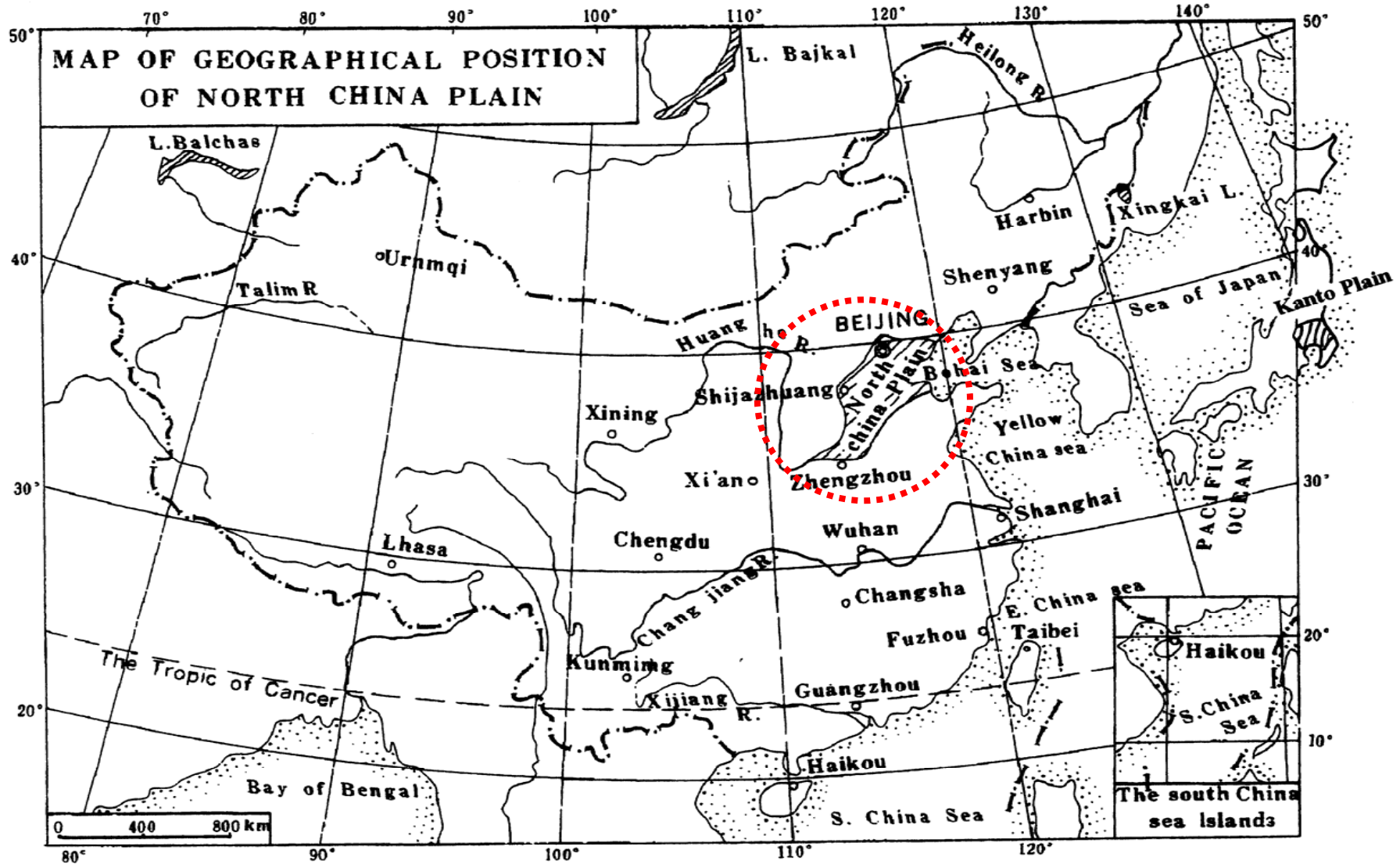
Water chemistry along sampling line



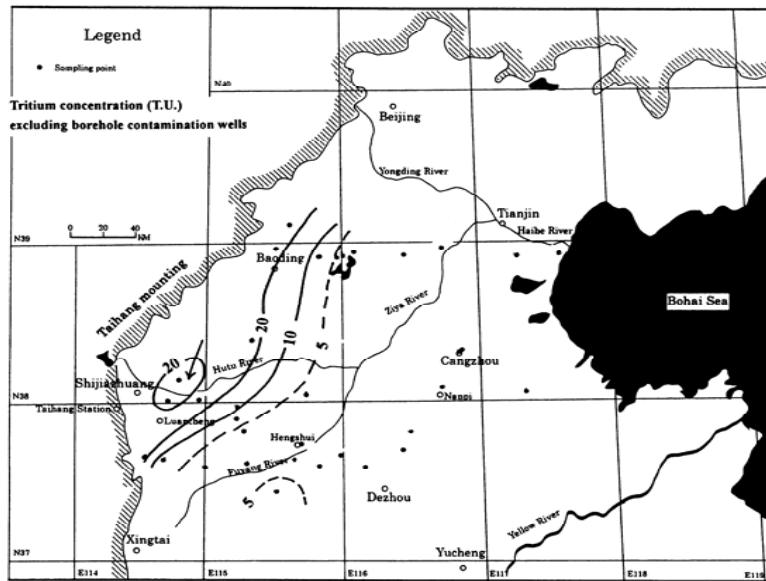
Change of groundwater potential during last 100 years at GAB



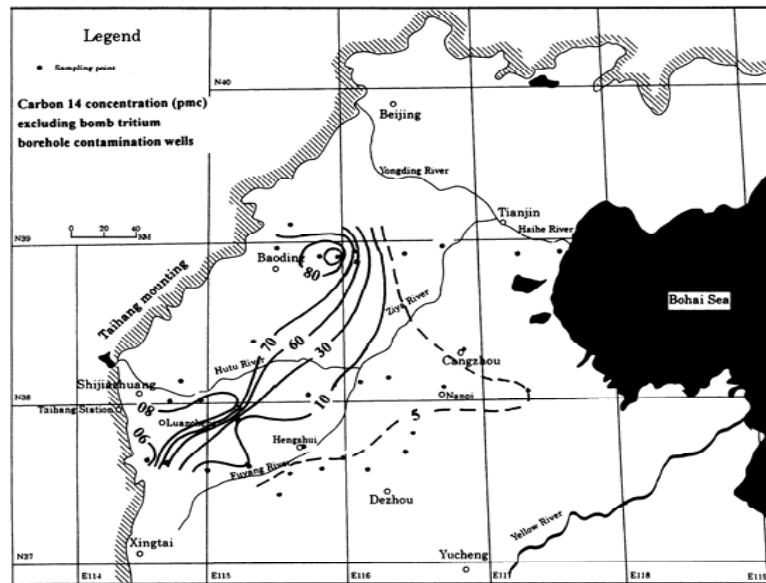
Importance of sampling line selection depend on the experienced groundwater flow change caused by over pumping !!



Location of North China Plain and Kanto Plain.



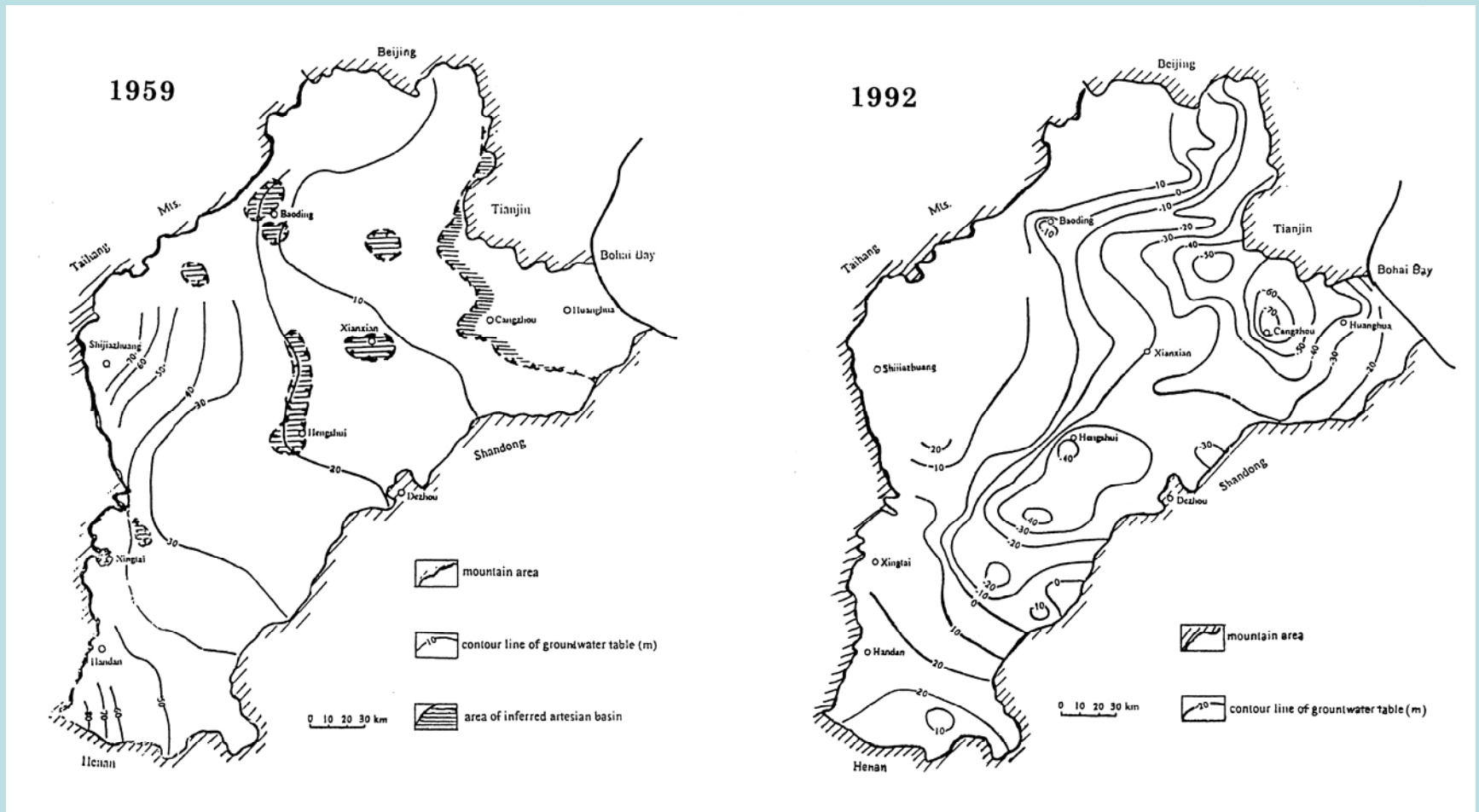
Distribution of Tritium content for the sampled groundwater

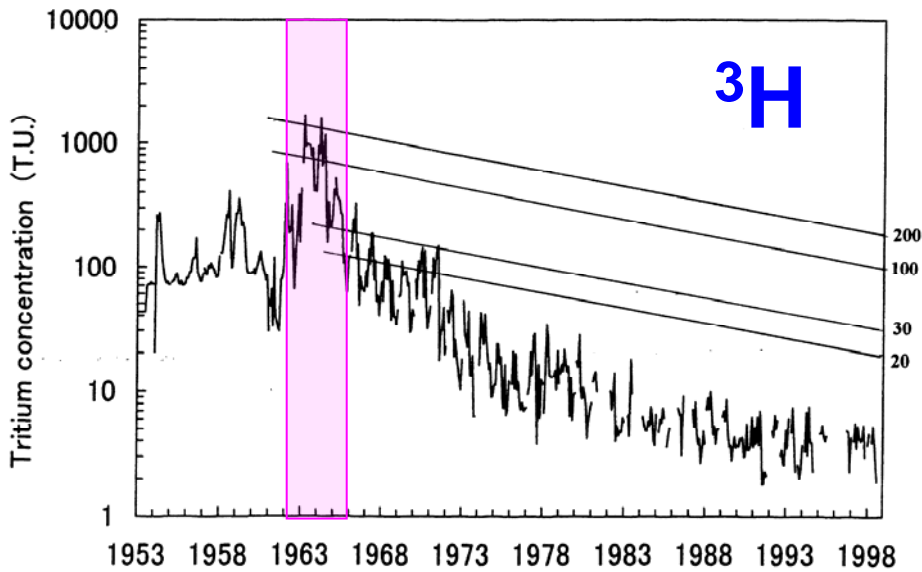


Distribution of Carbon 14 content for the sampled groundwater

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

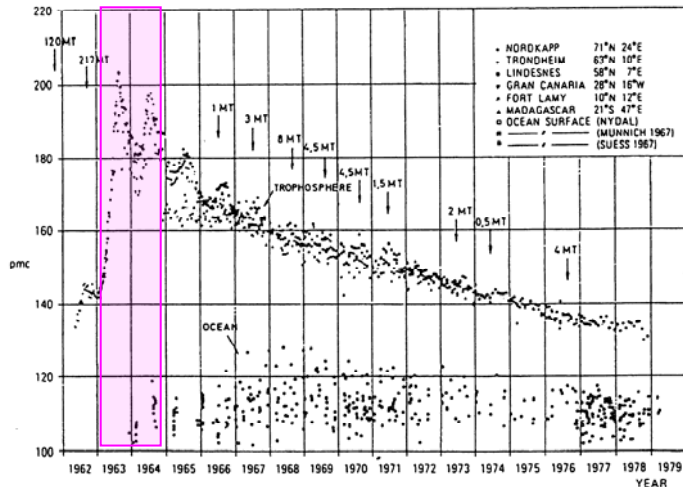
河北平原の地下水水位変化





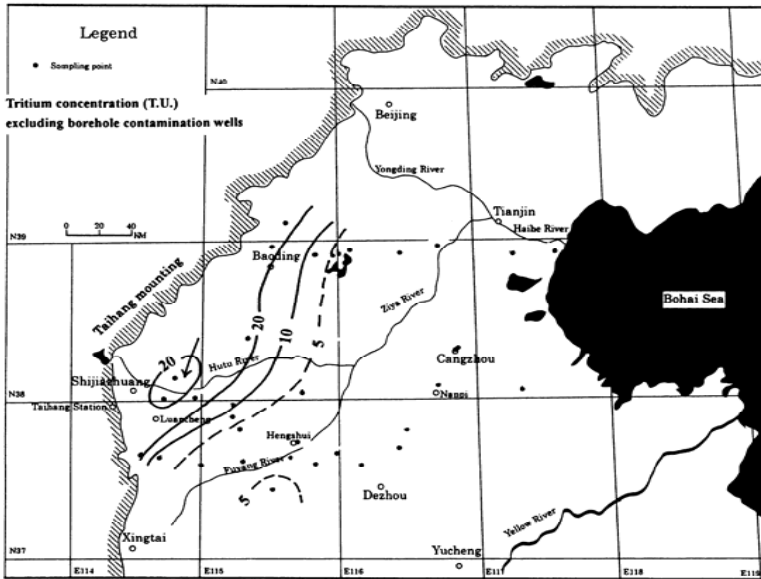
Nuclear bomb peak

^{14}C

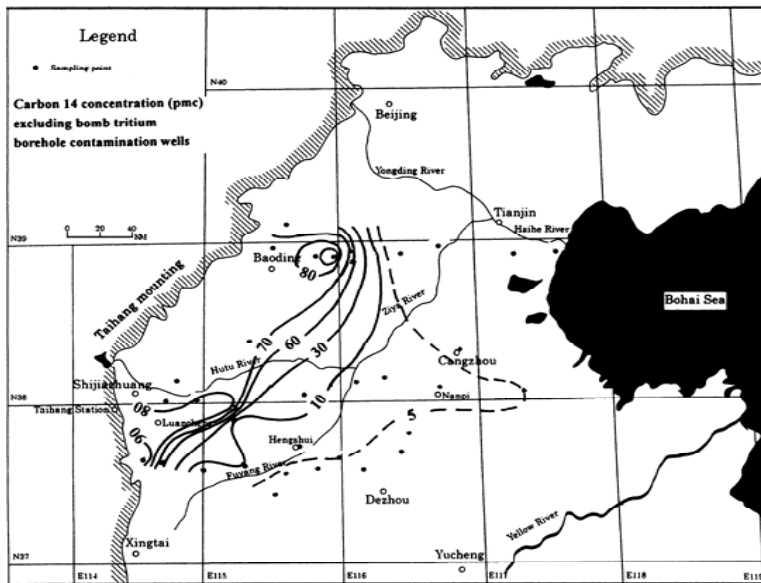


Secular variation
of ^3H and ^{14}C
content in
precipitation

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

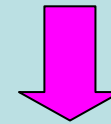


Distribution of Tritium content for the sampled groundwater



Distribution of Carbon 14 content for the sampled 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

CFC and ^{85}Kr for modern groundwater age tracer

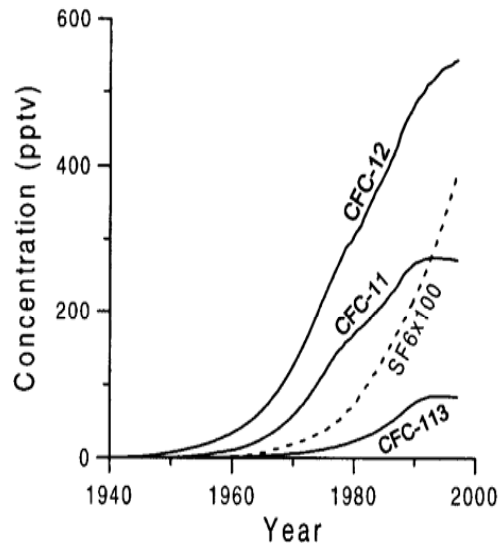


Figure 15.1 Atmospheric mixing ratios of CFC-11, CFC-12, CFC-113, and SF_6 in North American air.

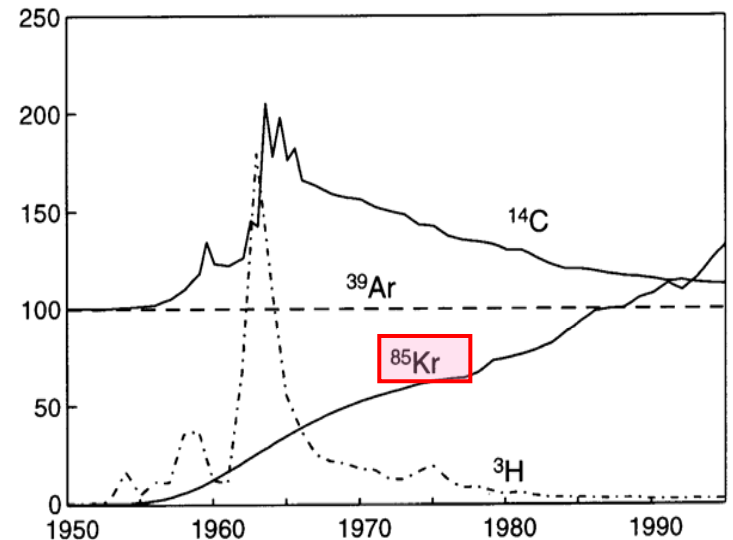


Figure 12.1 ^{85}Kr activity of tropospheric air between 1950 and 1995 compared to those of ^{39}Ar and ^{14}C , and to ^3H data representative for precipitation in central Switzerland. The vertical scale factors are: 100 = 1 Bq m^{-3} of air for ^{85}Kr , 100 % modern for ^{39}Ar (equal to 1.67×10^{-2} Bq m^{-3} of air), 100 pmC for ^{14}C , and 1000 TU for ^3H .

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, ^{85}Kr , ^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, NO^3 , Pb, D & ^{18}O , etc)
- 異なる発達段階のアジア諸都市の比較

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))

• 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 -)

• 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

- 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)

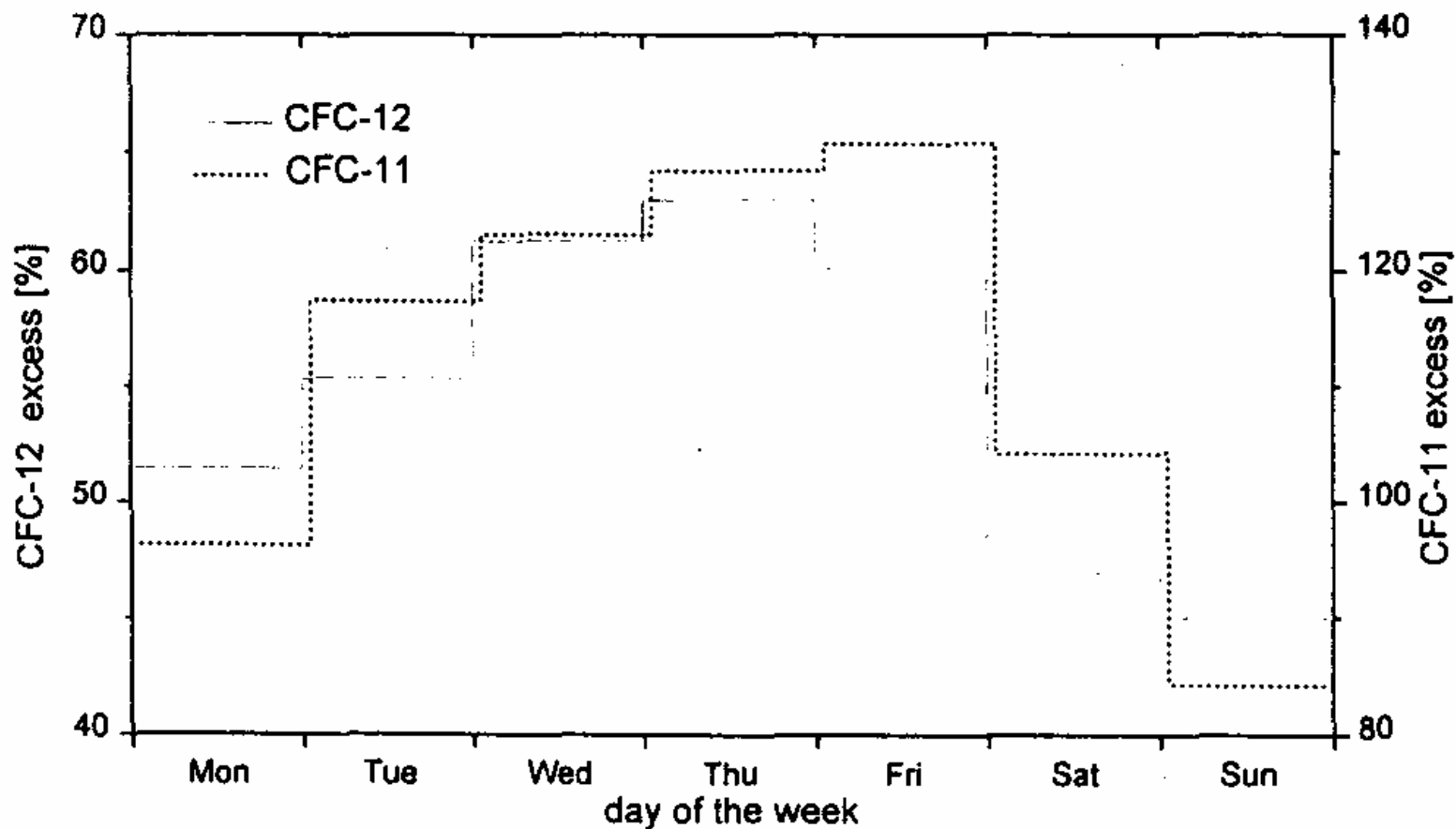


Figure 9. Mean weekly cycle of the CFC 12 and CFC 11 excesses at Heidelberg for 1989.

Oster et al. (1996)

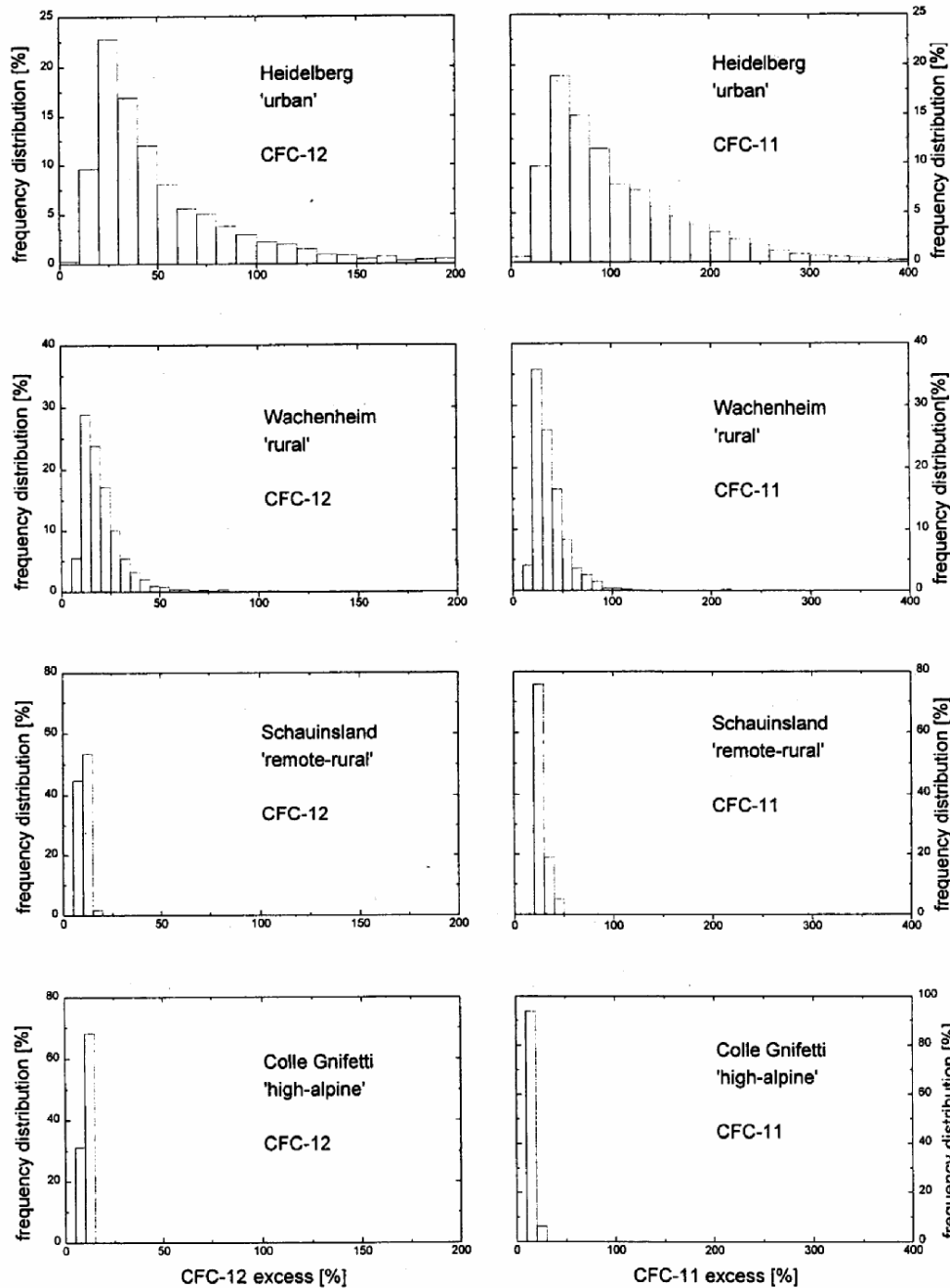


Figure 12. Frequency distribution (averaging window 5 and 10%, respectively) of the CFC 12 excess and CFC 11 excess at four continental sites: Heidelberg (urban), Wachenheim (rural), Schauinsland (remote rural) and Colle Gnifetti (high alpine).

Another indicator of urbanization??

Oster et al. (1996)

H18 RIHN meeting in Hiroshima

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?)