

# アジアの諸都市の地下水環境

## P2-4FS 都市の地下環境に残る人間活動の影響



熊本大学理学部 嶋田 純



## 研究対象地域をアジア沿岸域とする場合の 地域の地下水流動に関する特徴

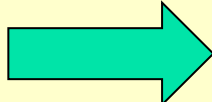
---

- **東南アジアの大都市**(人口集中地域)は大  
河川の沖積平野とデルタ地域である
- 深い基盤の谷に堆積した厚い粘土・砂礫  
層の互層に胎胚する地下水
- 都市の発展に伴う過剰揚水による地下水  
災害の発生とその対策



# 地下水環境を調べる方法

---

- 帯水層構造の把握(地域の地質情報収集、観測井情報の収集)
- 過去から現在までの地下水流動変化(水位変動記録、揚水量記録の収集)
- 現在の地下水流動状態の調査(現地調査)  人間活動の影響の履歴
- 自然涵養量、適正揚水量の把握(将来への展望)

地下水地盤環境に関するシンポジウム2002  
—大都市の地下水問題—

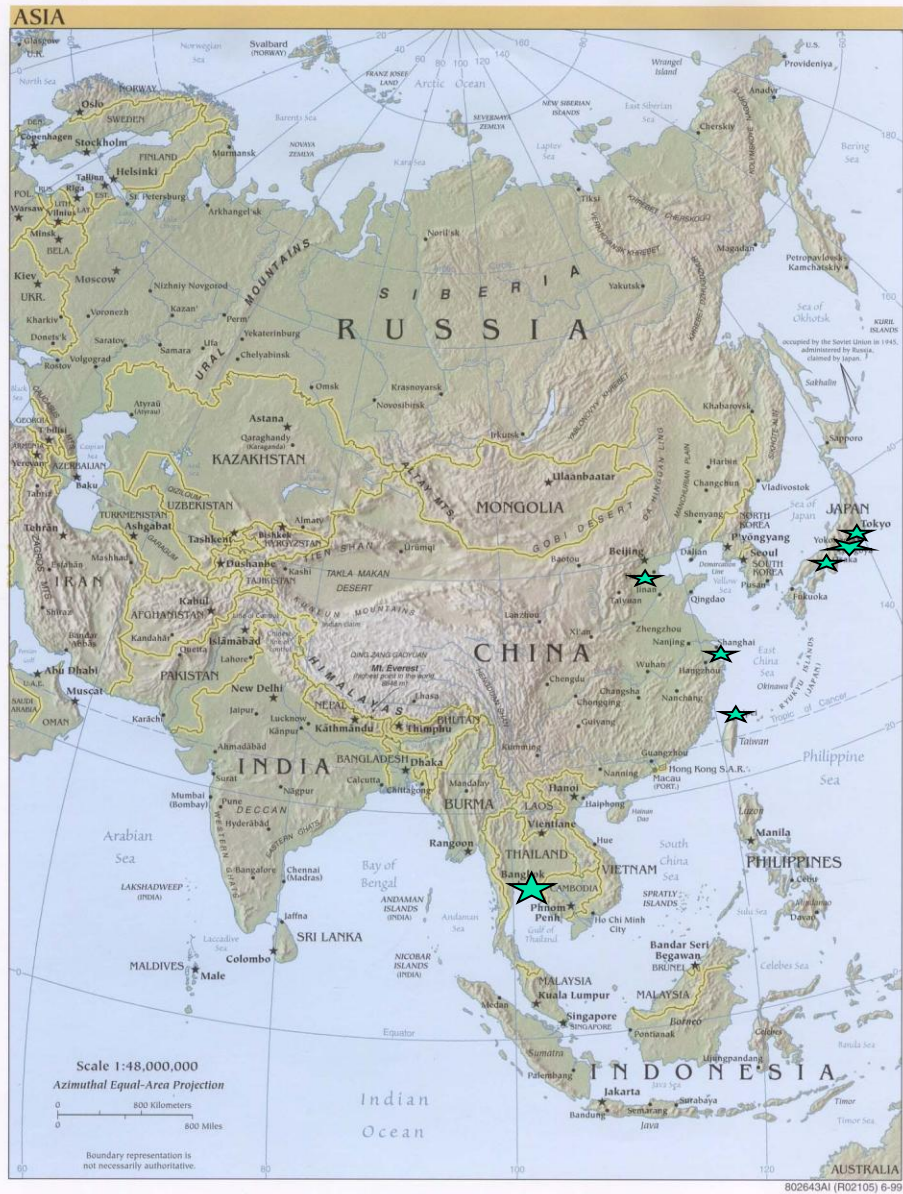
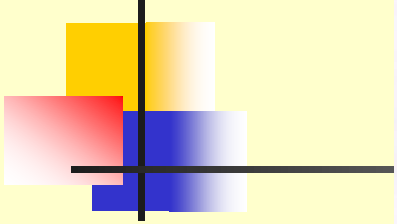
発表論文集

平成14年12月

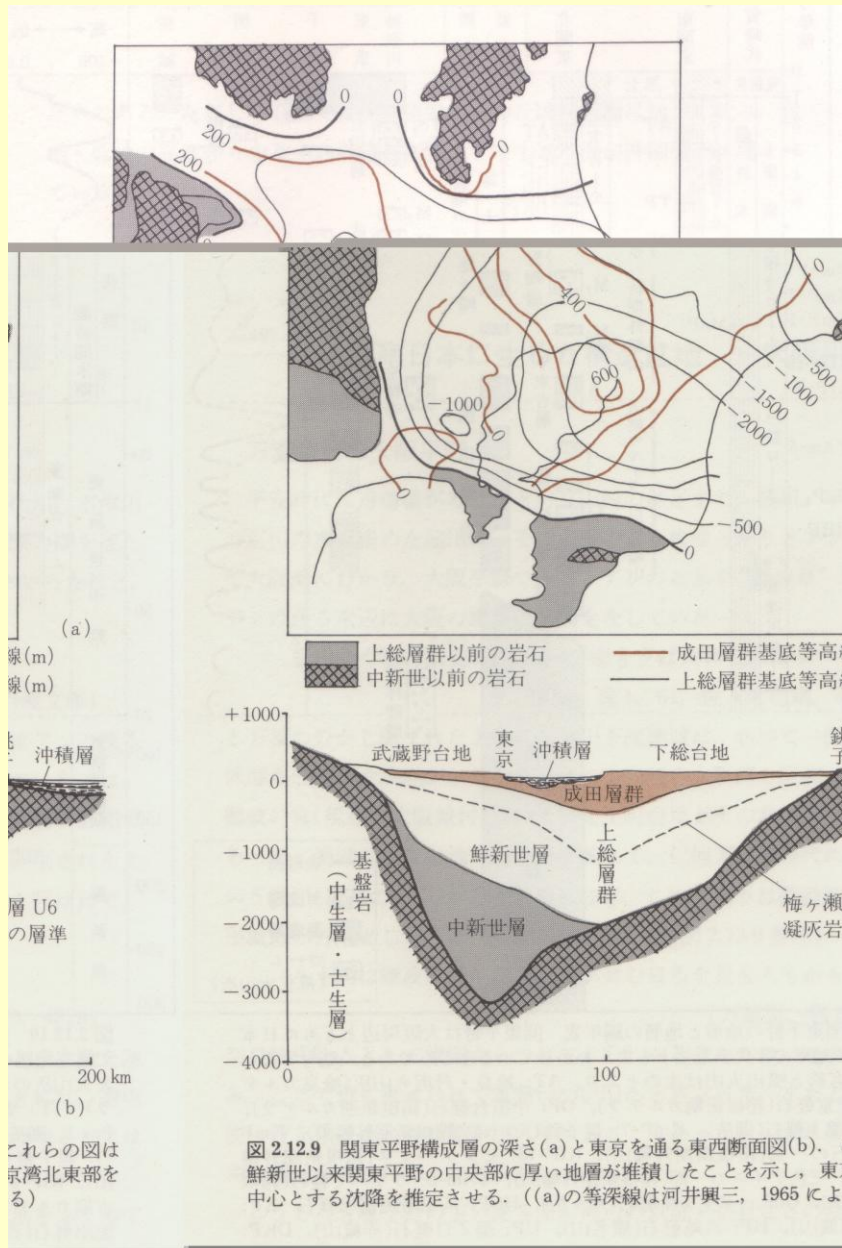
主催 / 地下水地盤環境に関する研究協議会  
財団法人 地域地盤環境研究所  
財団法人 日本地下水理化学研究所

後援 / 社団法人 地盤工学会関西支部 第3回世界水フォーラム事務局  
社団法人 土木学会関西支部 国土交通省近畿地方整備局  
社団法人 日本建築学会近畿支部 大 阪 府  
日本地下水学会 大 阪 市  
日本応用地質学会関西支部

・アジア沿岸域地域の  
地下水問題の現状に  
関するシンポジウム



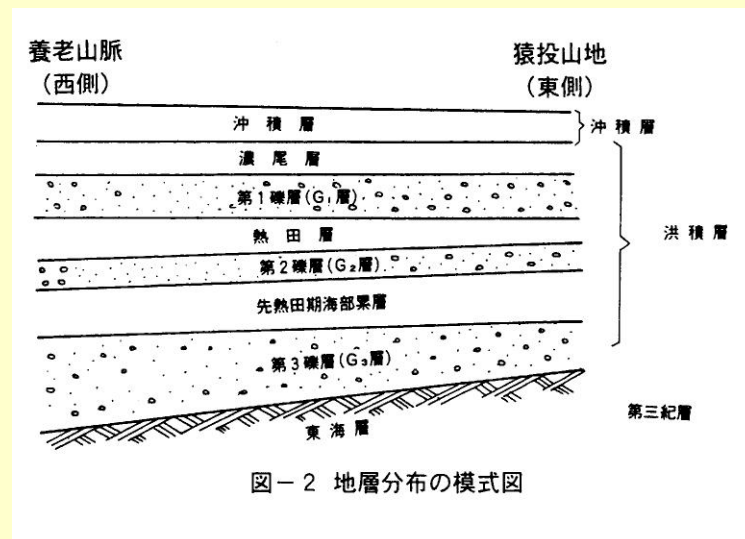
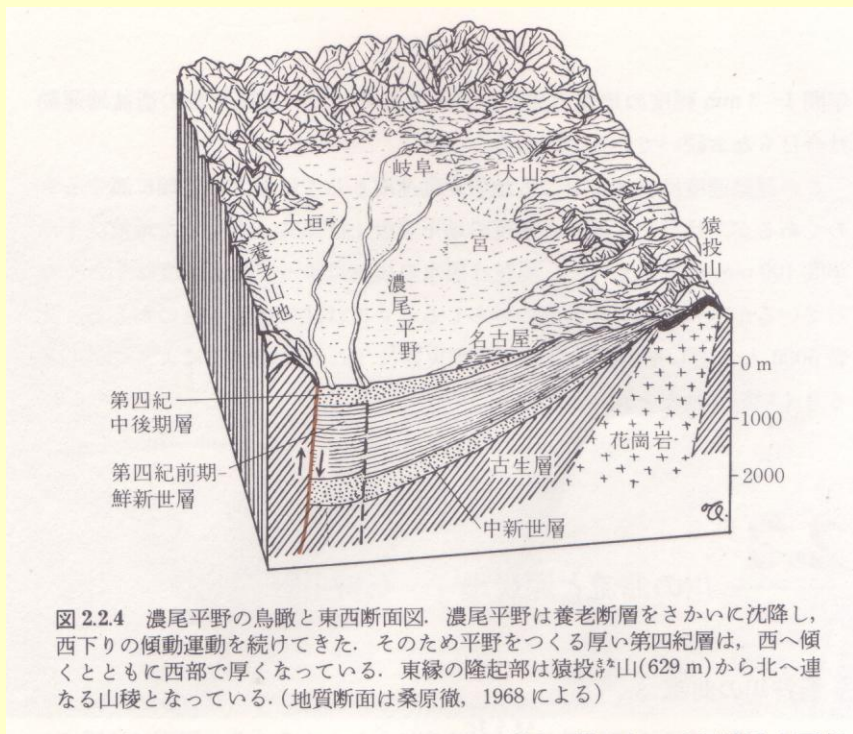
# 関東平野



これらの図は  
京湾北東部を  
る)

図 2.12.9 関東平野構成層の深さ(a)と東京を通る東西断面図(b). (b)は、鮮新世以来関東平野の中央部に厚い地層が堆積したことを示し、東京を中心とする沈降を推定させる。(a)の等深線は河井興三, 1965 による。

# 濃尾平野



# 大阪平野

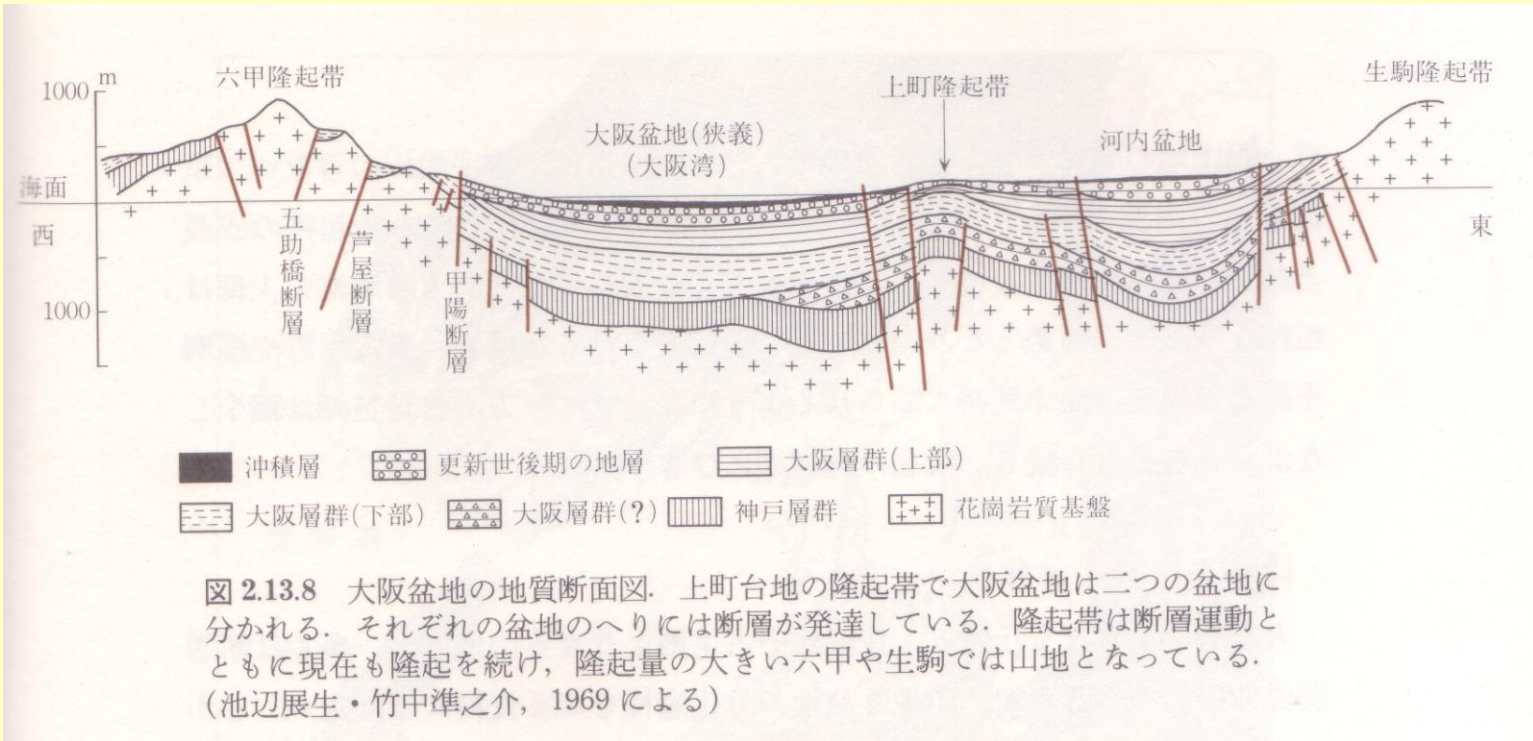


表-1 台北盆地の土層構成

層次	厚度(m)	土層描述		
表土沈積	1-6	黃棕色粘土		
松山層	第VI次層	2-8	40-70	灰黑色粘土質粉土
	第V次層	2-20		灰色粉土質細砂土
	第IV次層	6-29		灰色粉土質粘土
	第III次層	0-19		灰色中等緊密粉土質細砂
	第II次層	0-19		灰色粉土質粘土
第I次層	0-15	中等緊密至緊密砂		
景美層	0-140	黃棕色卵礫石		
新莊層	0-125	灰色至黃棕色砂質粘土		
第三紀沉積岩				

表-2 地下水水位の変動によって松五、三層の液状化安全係数の変化<sup>7)</sup>

SUBLAYER	DEPTH m	FINES %	EXISTING N <sub>1</sub>	AFTER GWL RECOVERY N <sub>2</sub>	EXISTING F.S.1	AFTER GWL RECOVERY F.S.2
V	0.0	26	6	4	1.04	0.63
	9.0	29	17	15	1.66	1.21
	10.5	18	12	10	1.06	0.81
	13.5	38	15	13	1.34	1.10
	M	21.0	19	17	12	1.27
	25.0	38	19	14	1.47	1.14

Assumptions: Earthquake M<sub>s</sub> = 7.5    s<sub>max</sub> = 0.19g  
 N<sub>1</sub> for GWL V: -6.4 m, M: -10.3 m  
 N<sub>2</sub> for GWL V & M: -1.0 m

# 台北

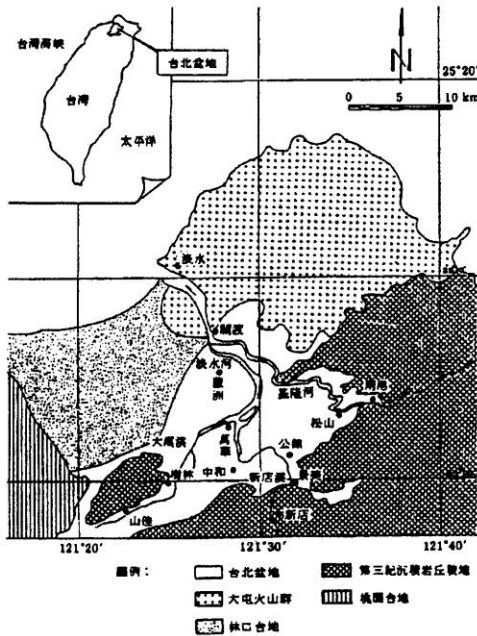


図-1 台北盆地の位置図

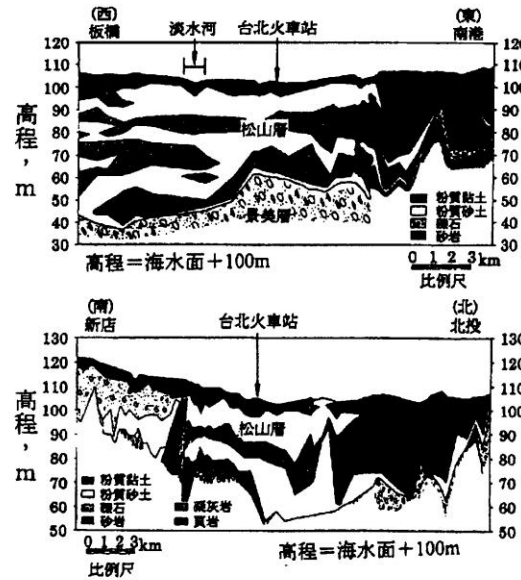


図-2 台北盆地の地層断面図<sup>2)</sup>

# バンコク

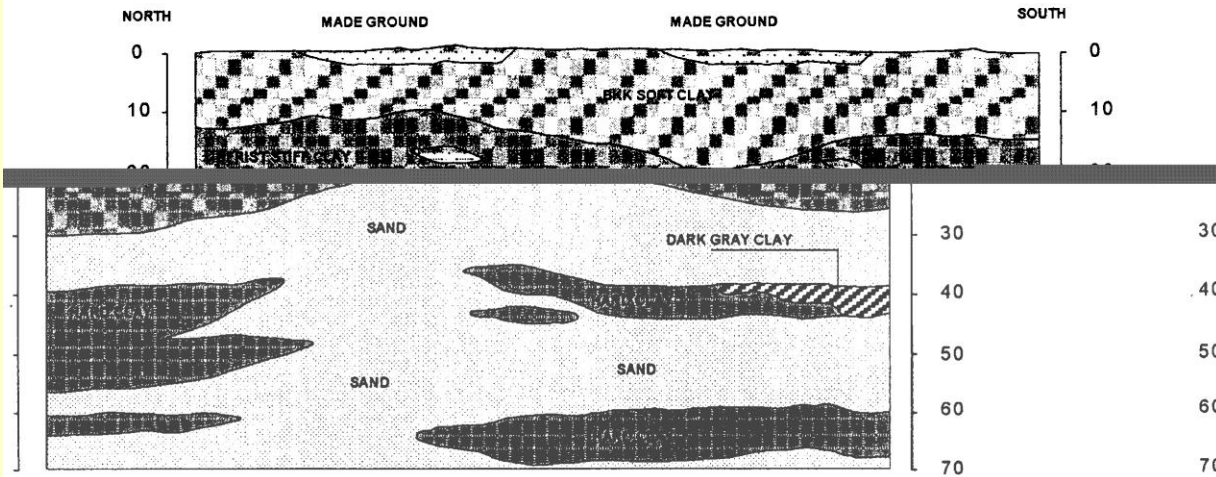


Figure 3 Bangkok Subsoils Conditions

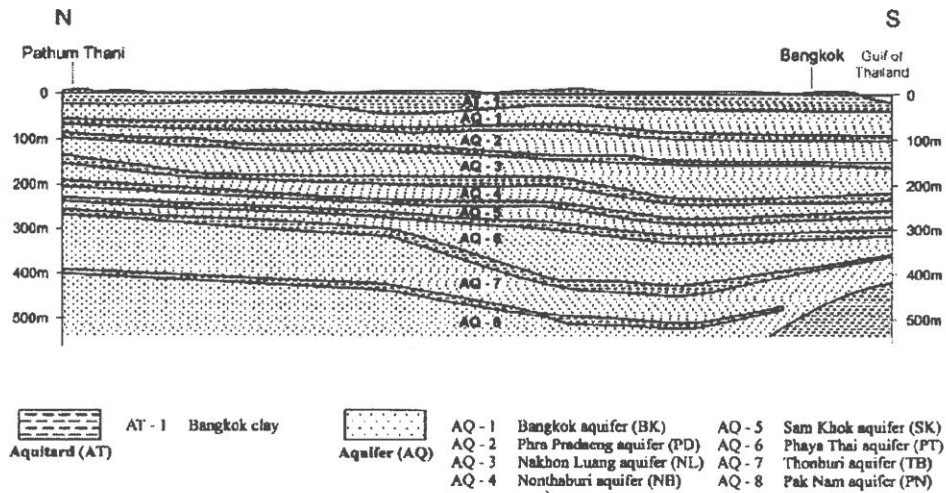
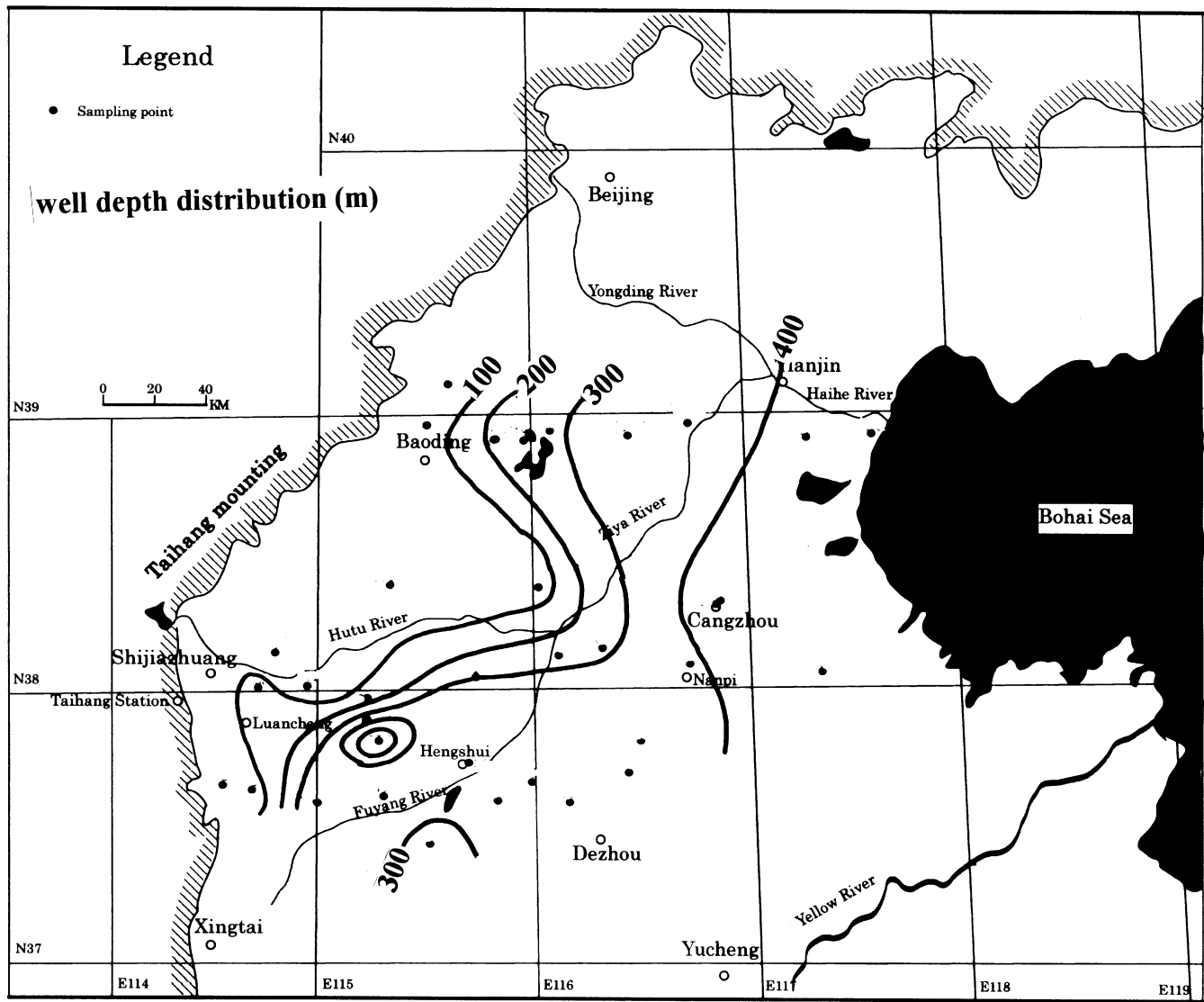


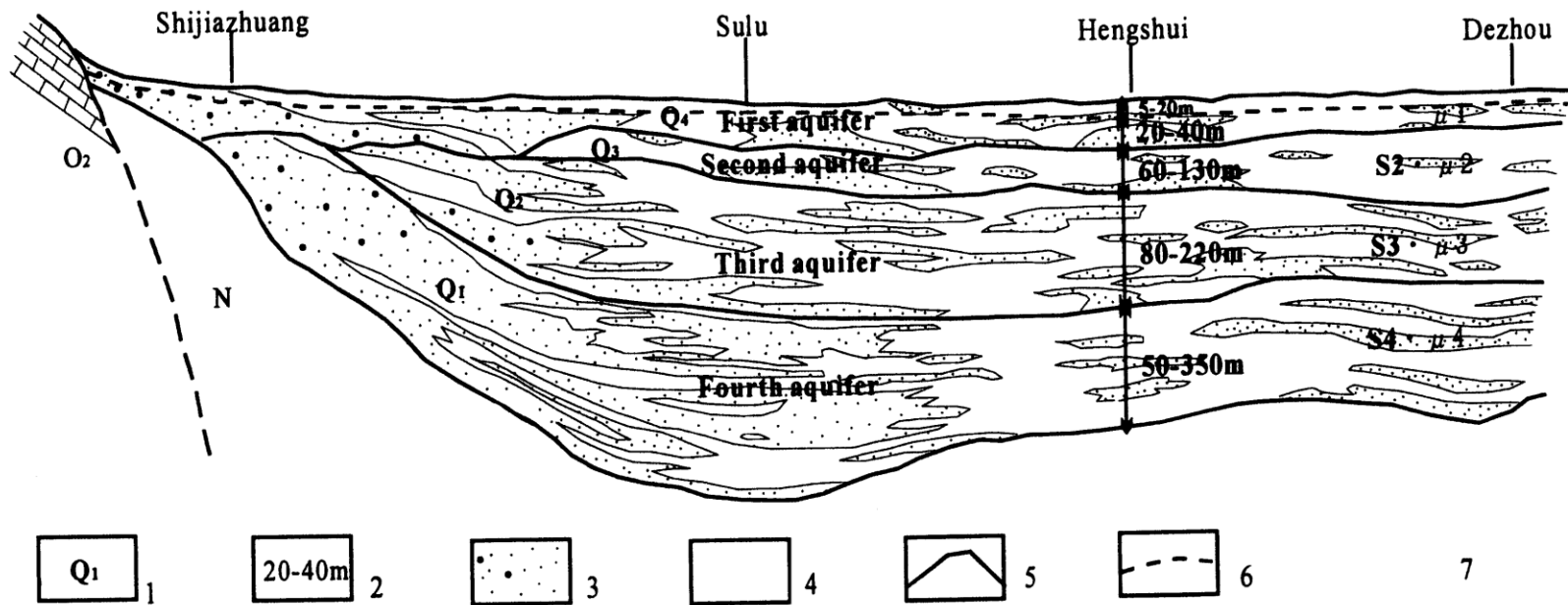
Figure 4 The aquifer system of the Chao Phraya Basin



# 河北平原の 地下水帯水層 状況

Cross sectional profile of the Heibei Plain between Shijiazhang (38.07° N, 114.55° E) and Dezhou (37.5° N, 116.3° E).

1; stratum age, 2; stratum thickness, 3; Gravel and boulder, 4; Clay and sandy clay, 5; aquifer boundary, 6; water table (Zhu. Y., 1992).



# 関東平野における地下水変動と地盤沈下変動

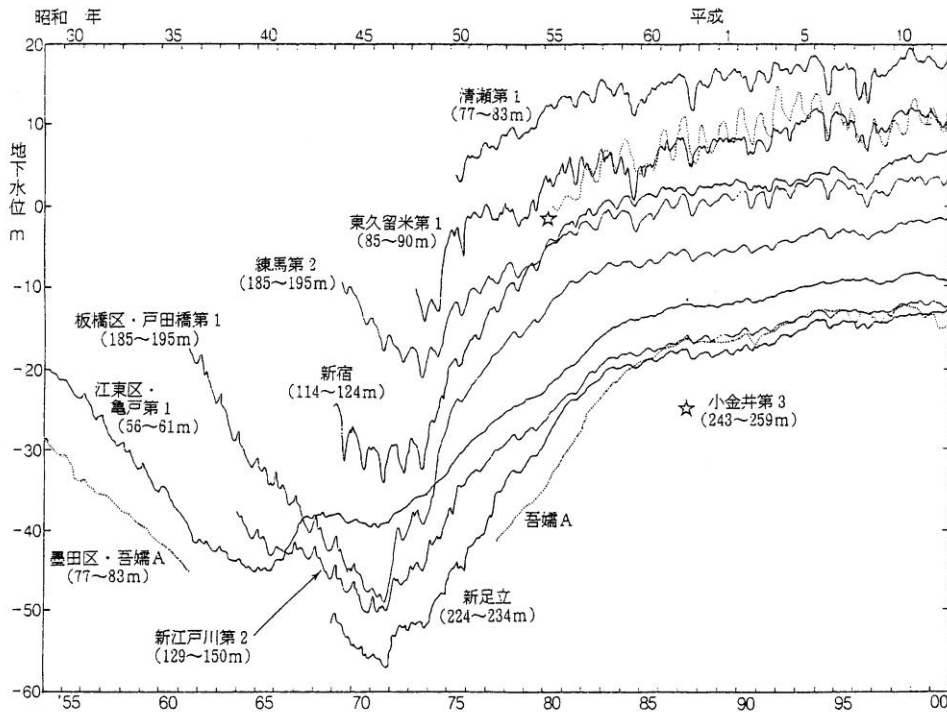


図5 被圧地下水位の経年変動状況の例

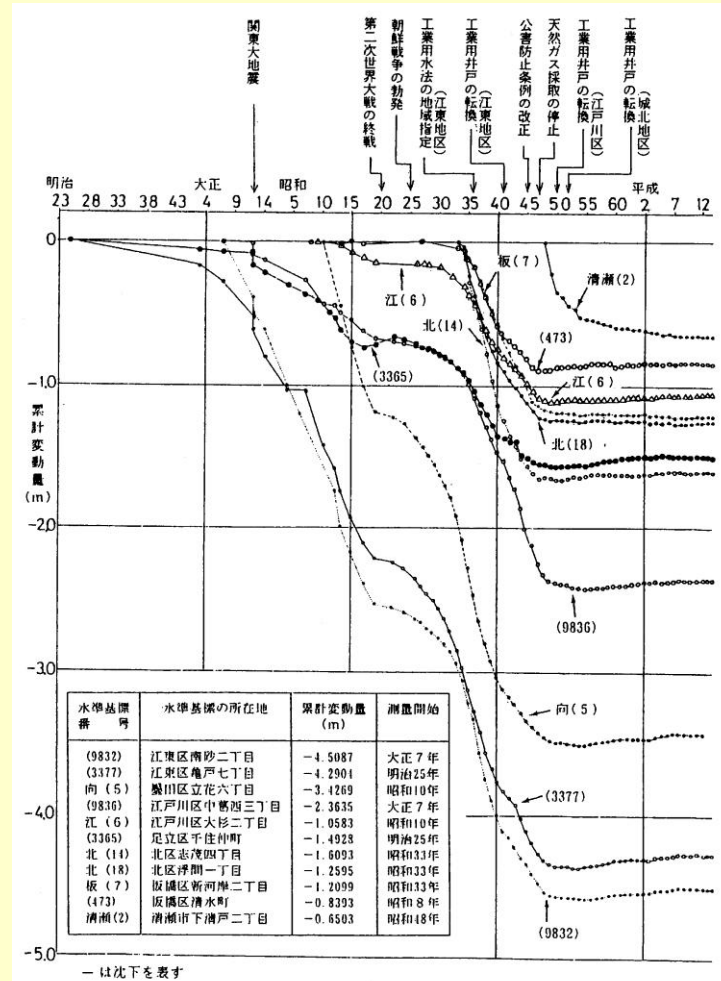
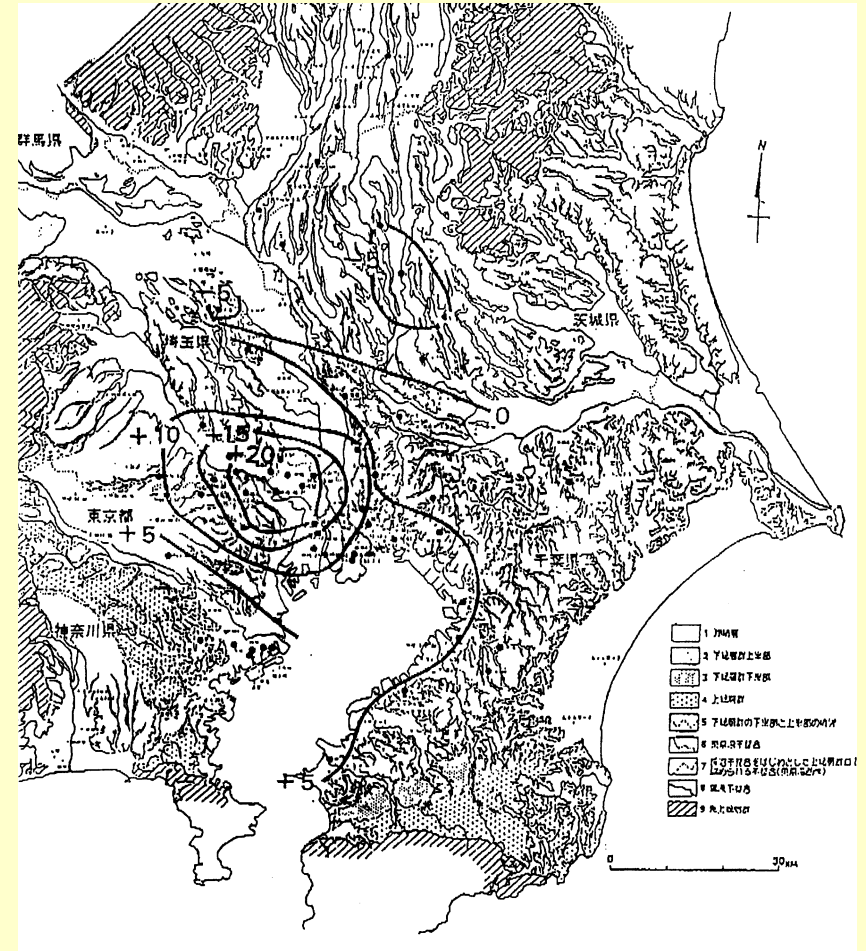
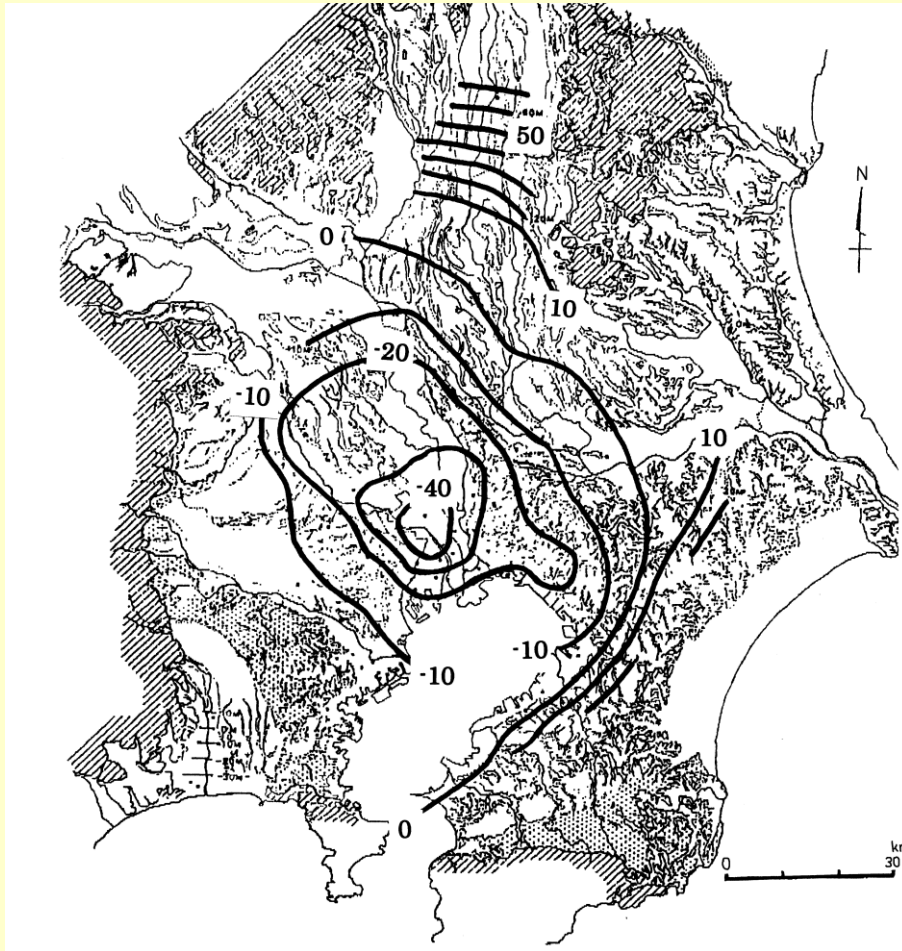
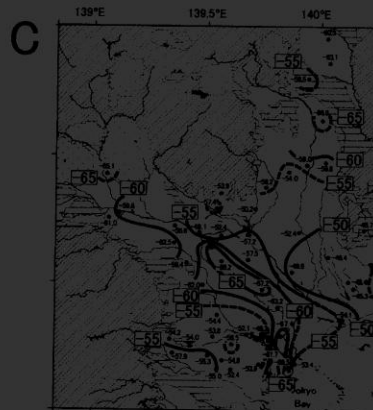
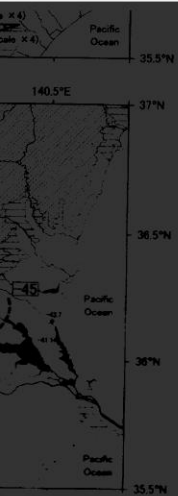
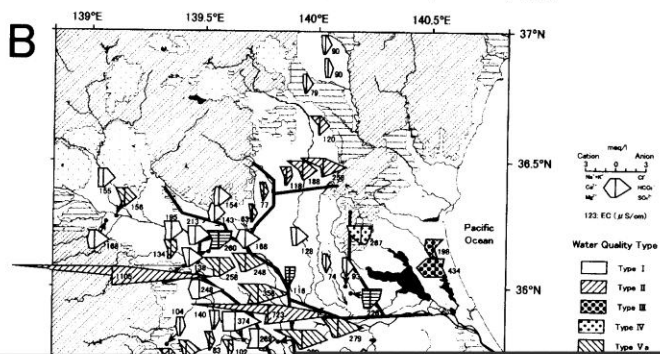
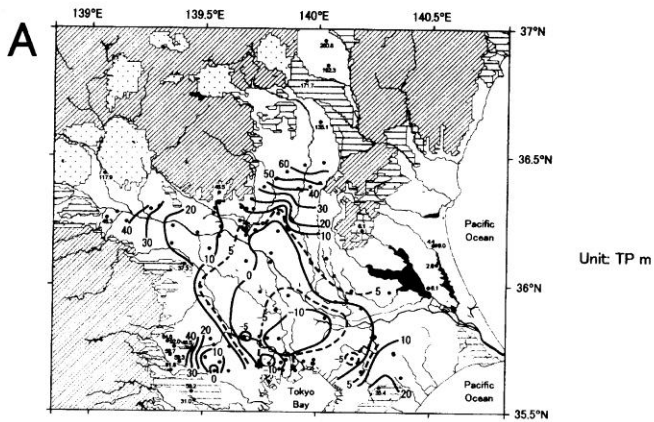


図6 主要水準基準の累計変動量(累積沈下量)図

# 関東平野における地下水状況





# 関東平野における広域地下水流動

heads (A), Stiff diagram (B) and  $\delta D$  (C)  
GL-100m.

Fig. 5 Horizontal distribution of hydraulic h  
in the depths from about GL-50m to (

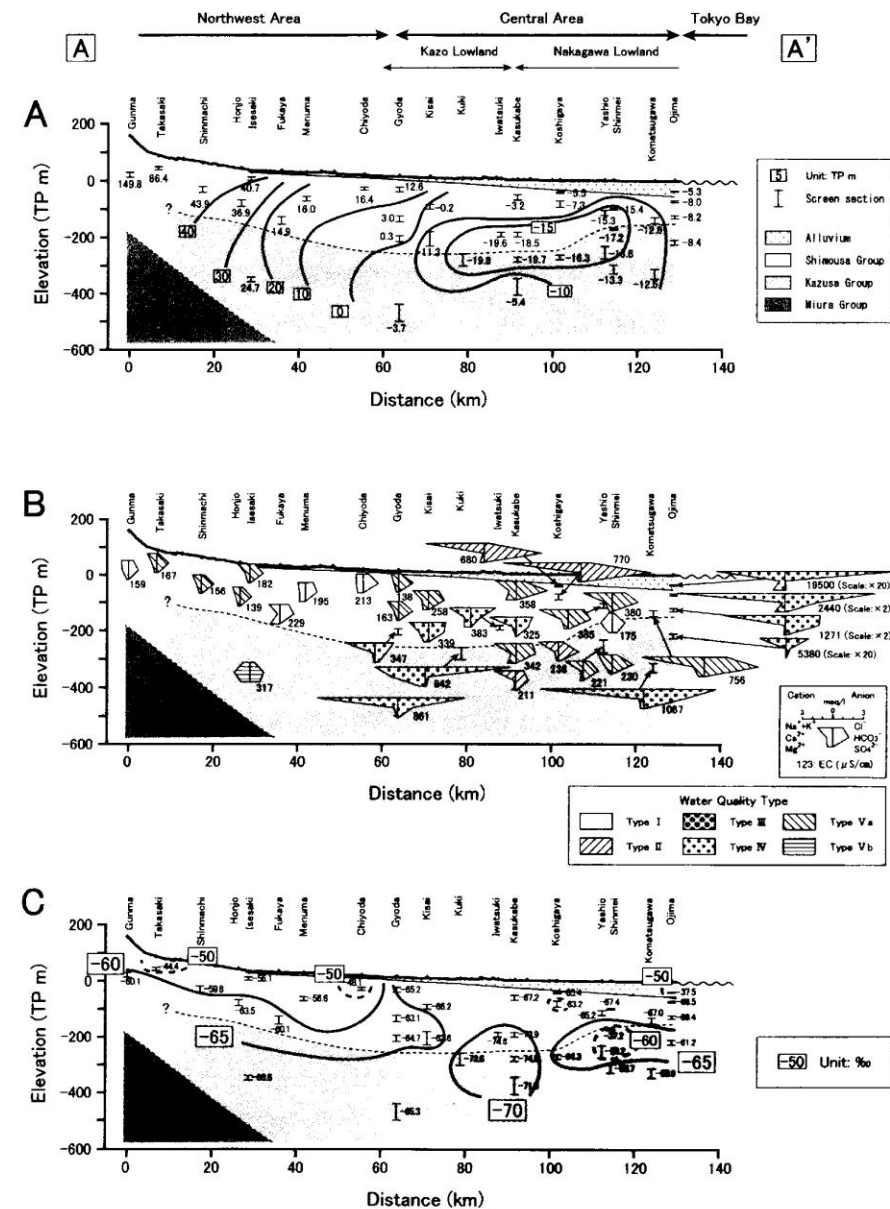


Fig. 7 Vertical distribution of hydraulic heads (A), Stiff diagram (B) and  $\delta D$  (C) in the longitudinal section (A-A').

# 関東平野における 広域地下水流動

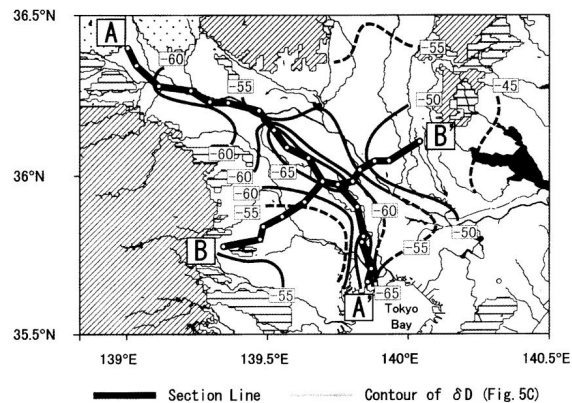


Fig. 6 Location of section line of groundwater zone which has relatively low isotopic ratio; longitudinal section (A-A') and cross section (B-B').

# 関東平野における地下水中の同位体比分布

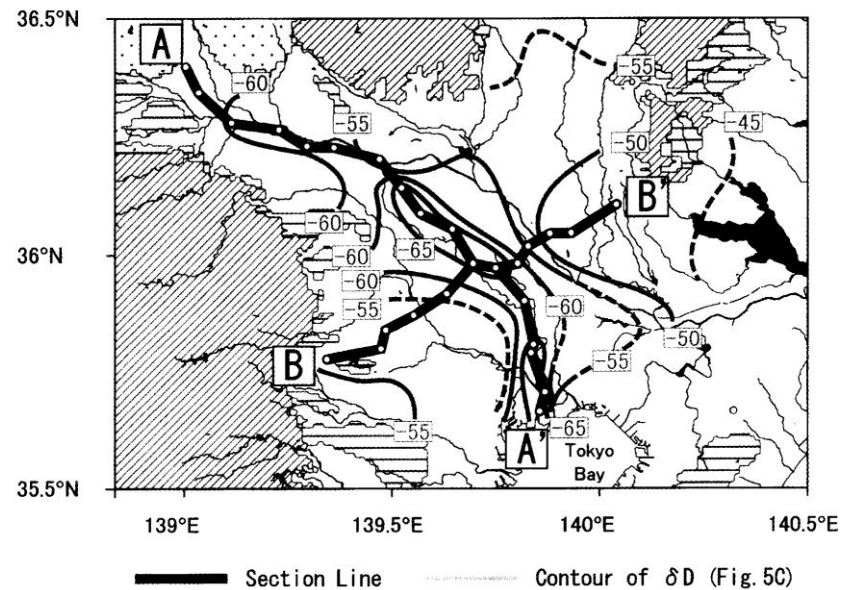
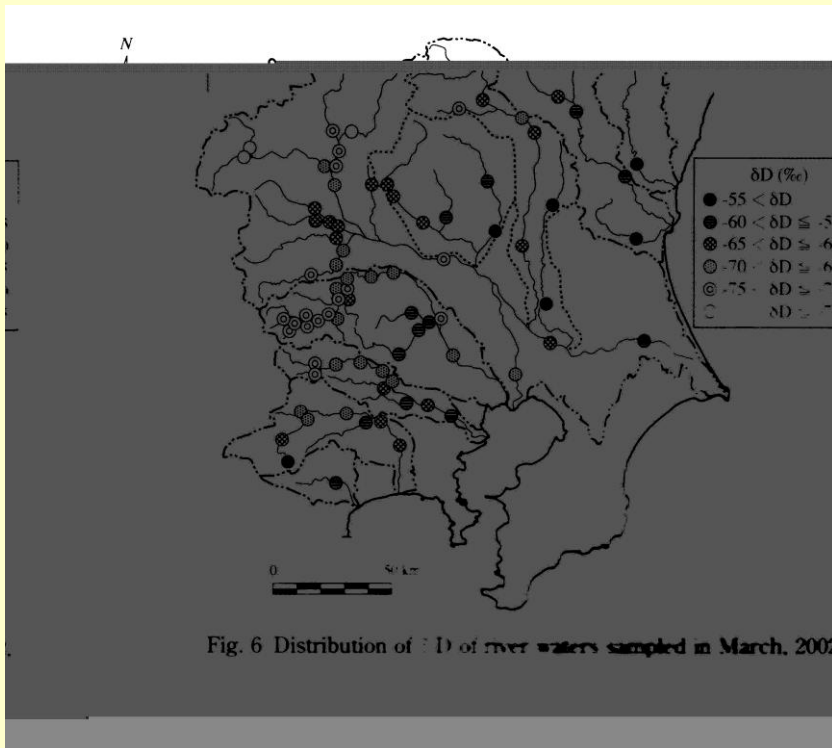
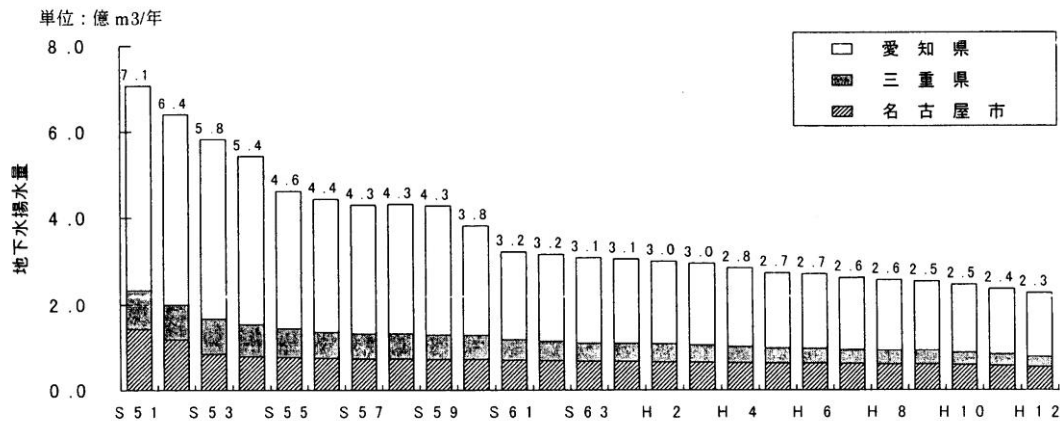
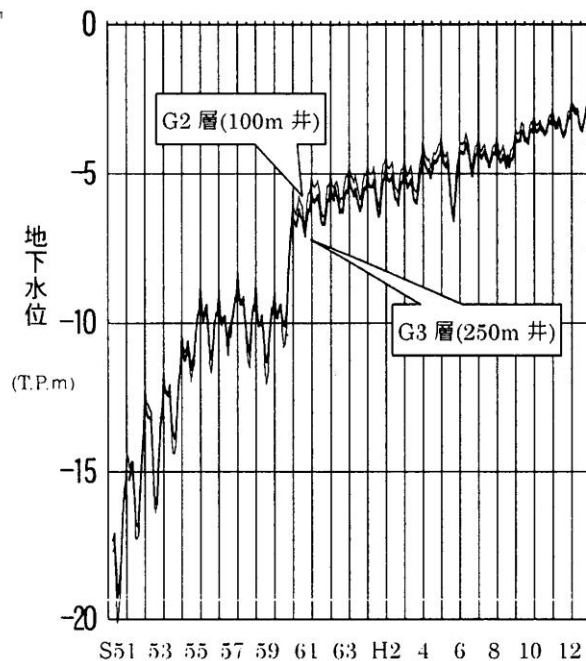


Fig. 6 Location of section line of groundwater zone which has relatively low isotopic ratio: longitudinal section (A-A) and cross section (B-B).

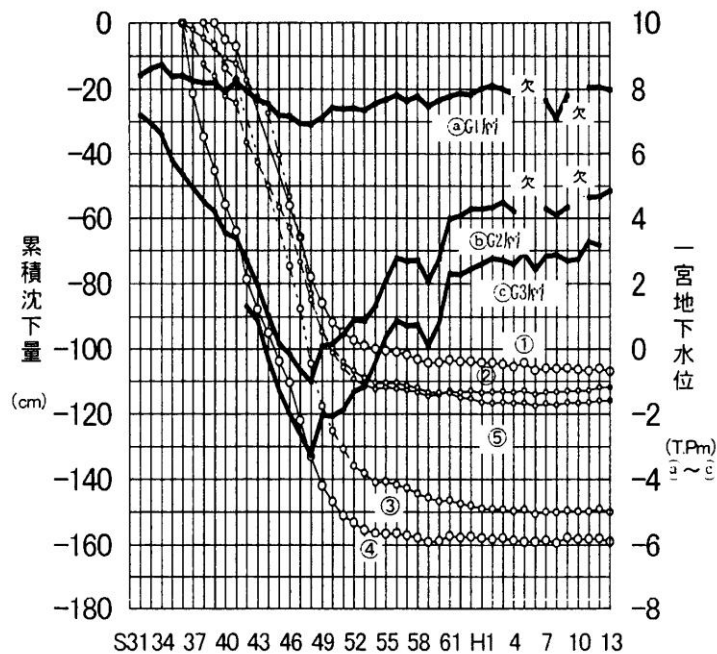


グラフ-2 濃尾平野における年間地下水揚水量  
(工業用水法及び公害防止条例による規制地域内)

# 濃尾平野における地下水・地盤変化



グラフ-3 稲沢観測所 地下水位経年変化 (月平均)

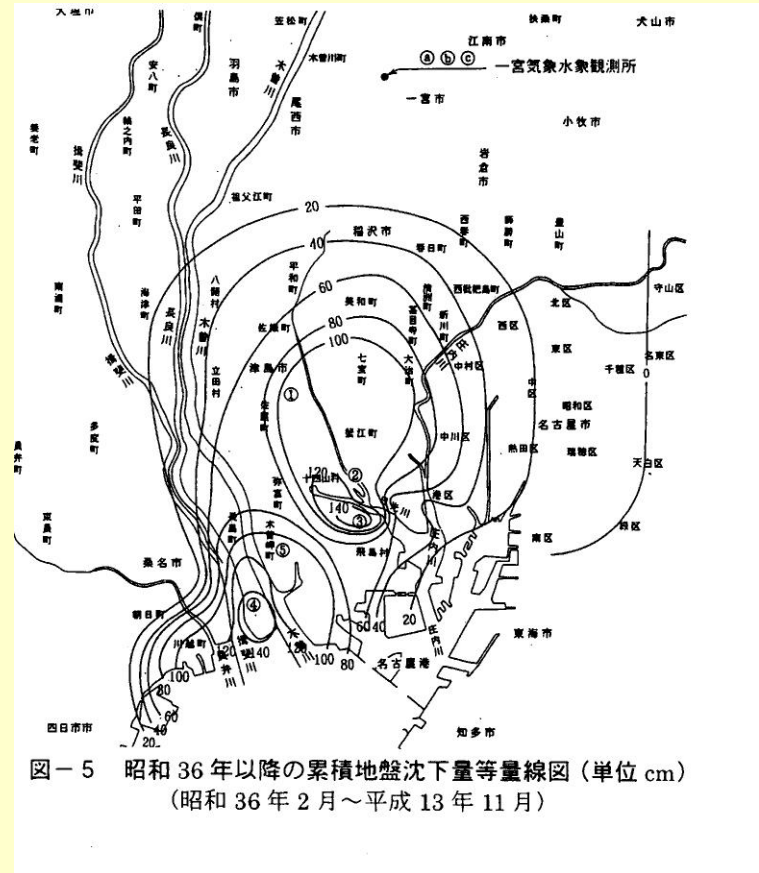


グラフ-4 水準点の累積沈下量と地下水位

# 濃尾平野における地盤沈下変動



図-6 累積沈下量の大きい水準点位置図



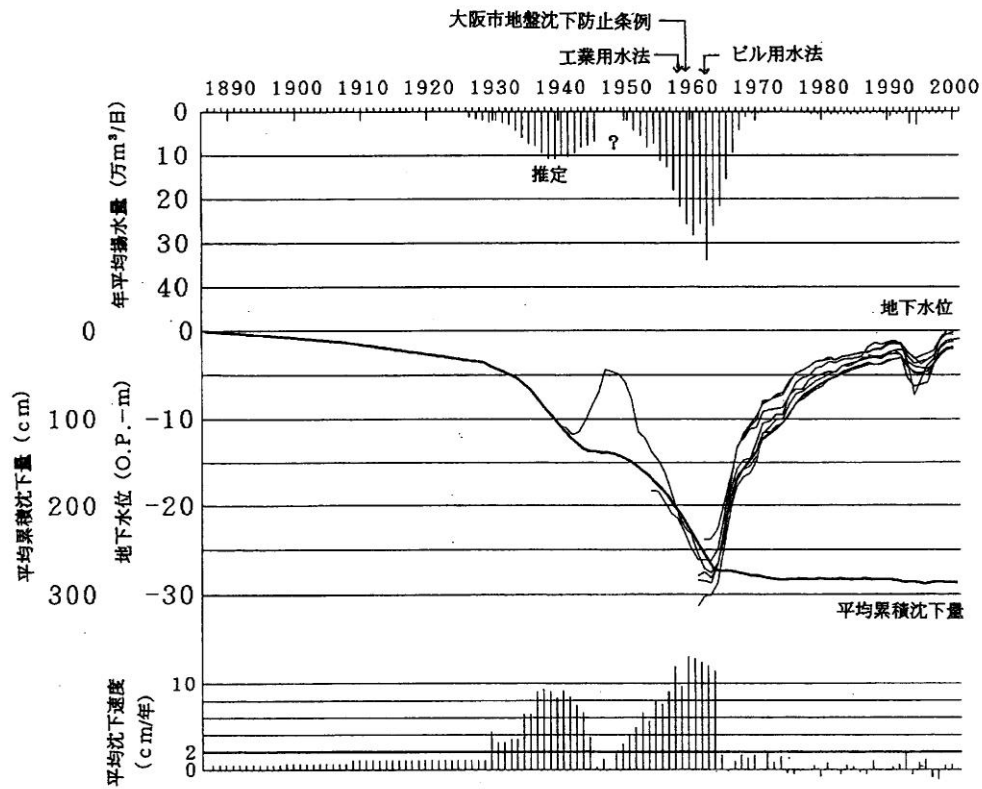
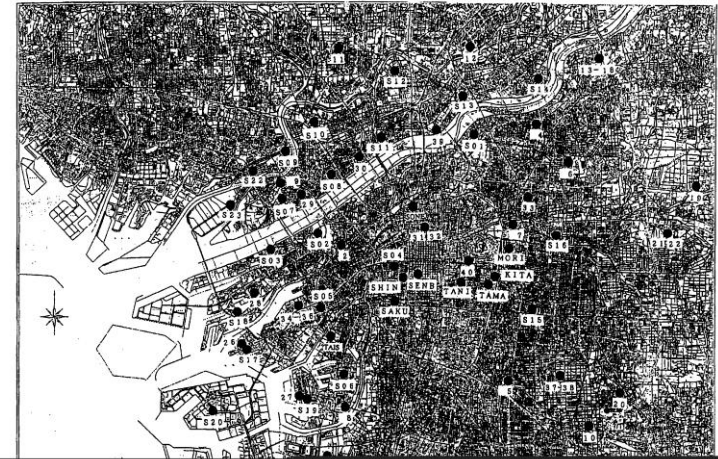


図-2 西大阪地域における長期的揚水量・地下水位・地盤沈下変動状況

# 大阪平野における 地下水水位観測



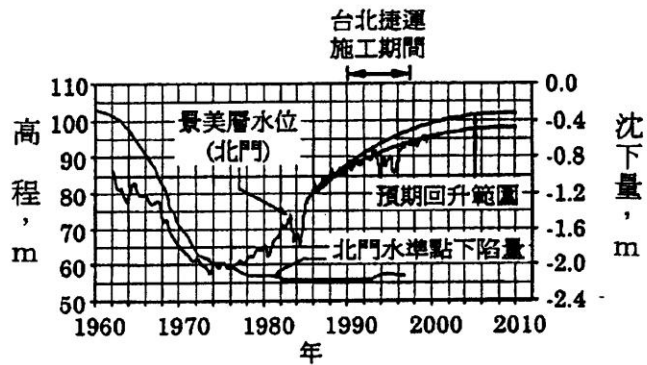


図-5 1960年から台北市内の景美層の地下水水位変化と地盤沈下量<sup>2)</sup>

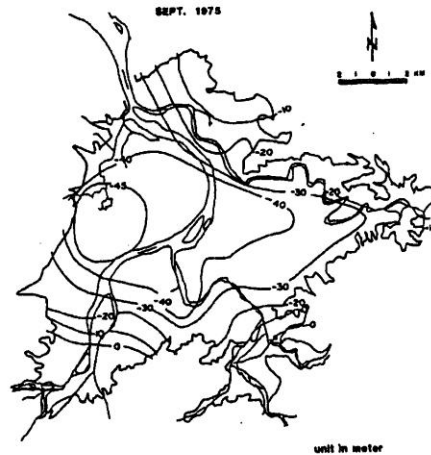


図-6 景美層の地下水水位分布図(1975)<sup>7)</sup>

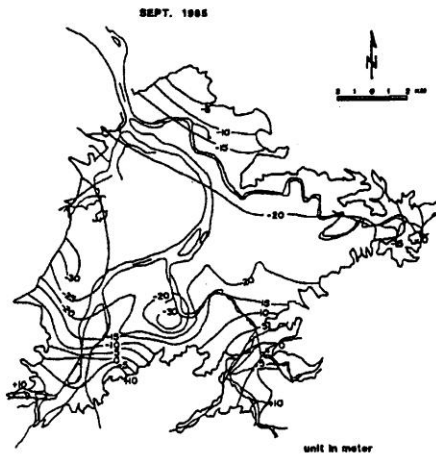


図-7 景美層の地下水水位分布図(1985)<sup>7)</sup>

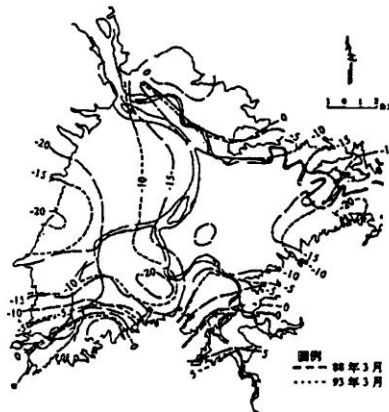


図-8 景美層の地下水水位分布図(1988, 1993)<sup>4)</sup>

# 台北における 地下水水位変化 と地盤沈下量

# 上海における地下水水位変化

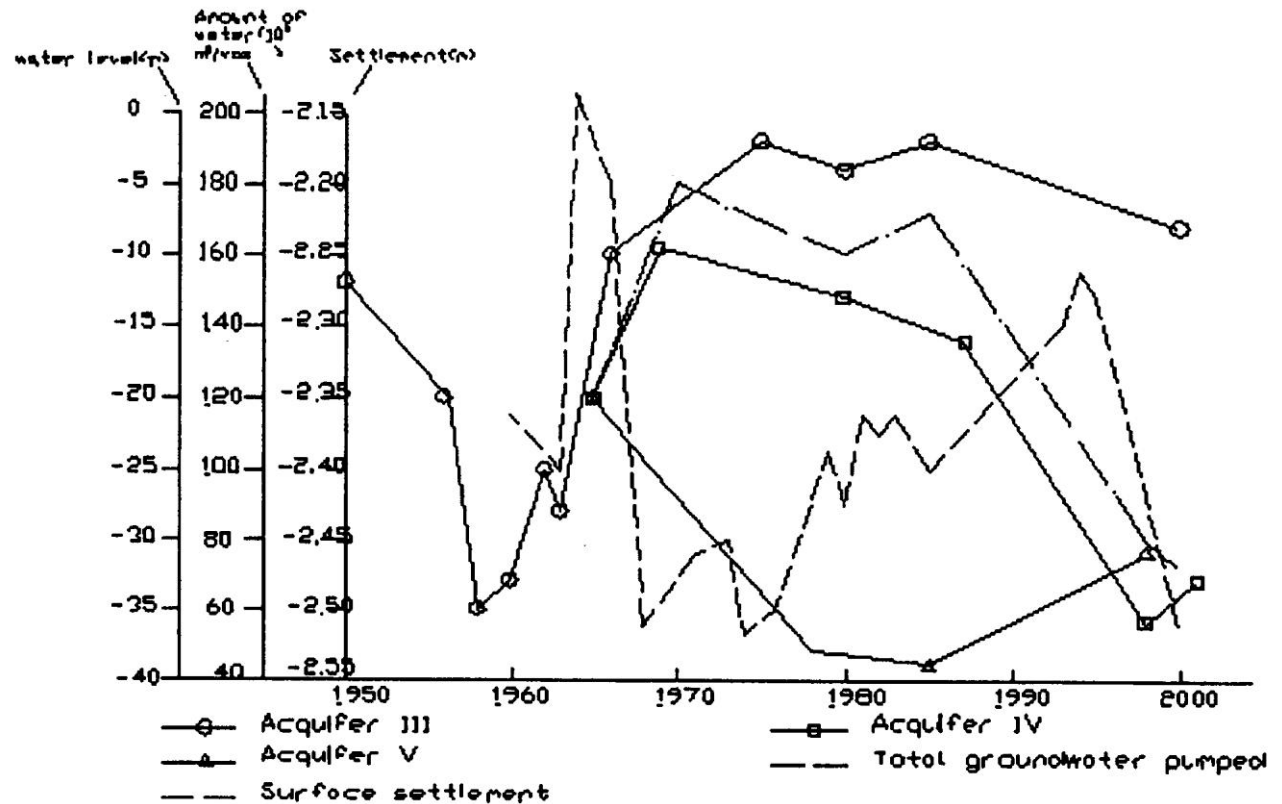
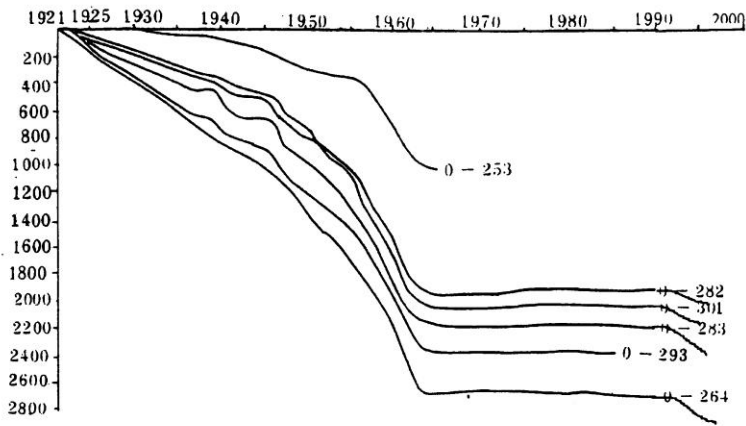


Fig3 Groundwater level, amount of pumped and surface settlement curves

# 上海における地盤沈下量



point	position	subsidence (mm)	
		1921 - 1965	1966 - 2000
0 - 253	Huangpu Park	-1031	-
0 - 282	Nanjing Road and Shanxi Road	-1934	-41
0 - 301	Jiaozhou Road and Xinsha Road	-2034	-25
0 - 283	Xikang Road and Xinsha Road	-2169	-65
0 - 293	Nanjing Road and Jiabin Road	-2367	-
0 - 264	Beijing Road and Xizhang Road	-2629	-74

Fig.1 The typical subsidence map in Shanghai

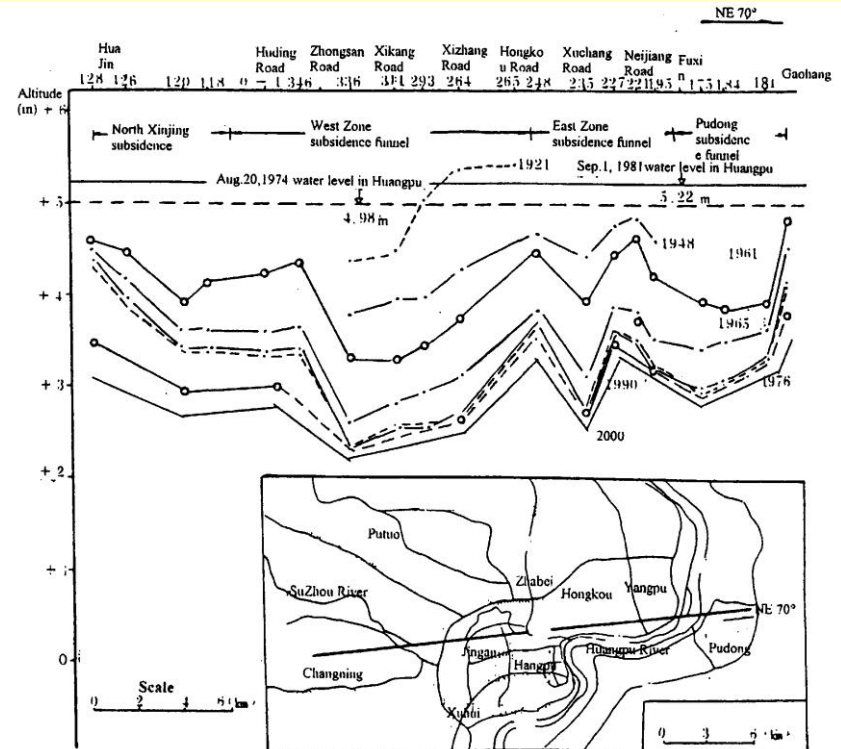


Fig.2 The profile of land subsidence in Shanghai

# バンコクにおける地下水揚水量・ 地下水位・地盤沈下量変化

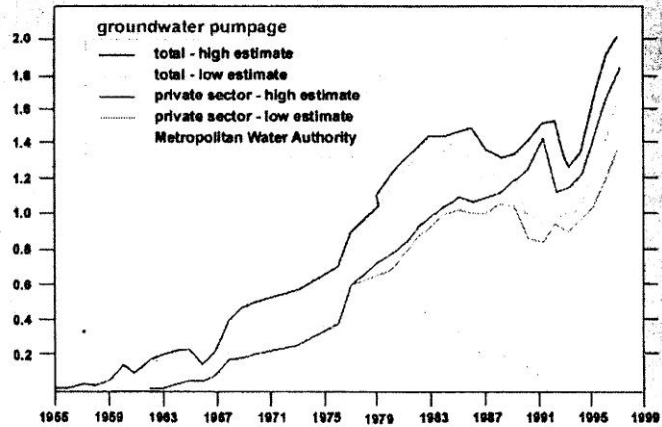


Figure 6 Rate of ground water extraction

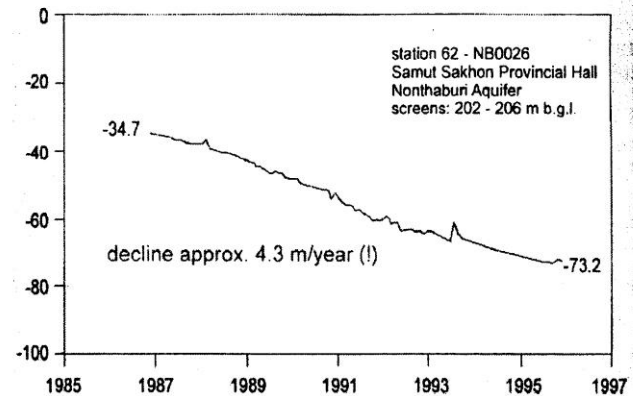


Figure 7a Decline of ground water level

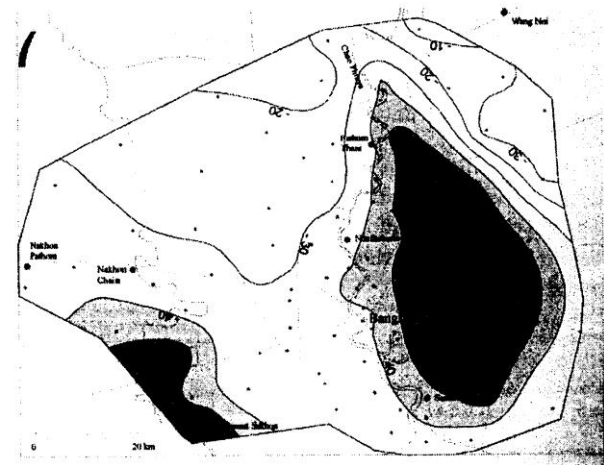
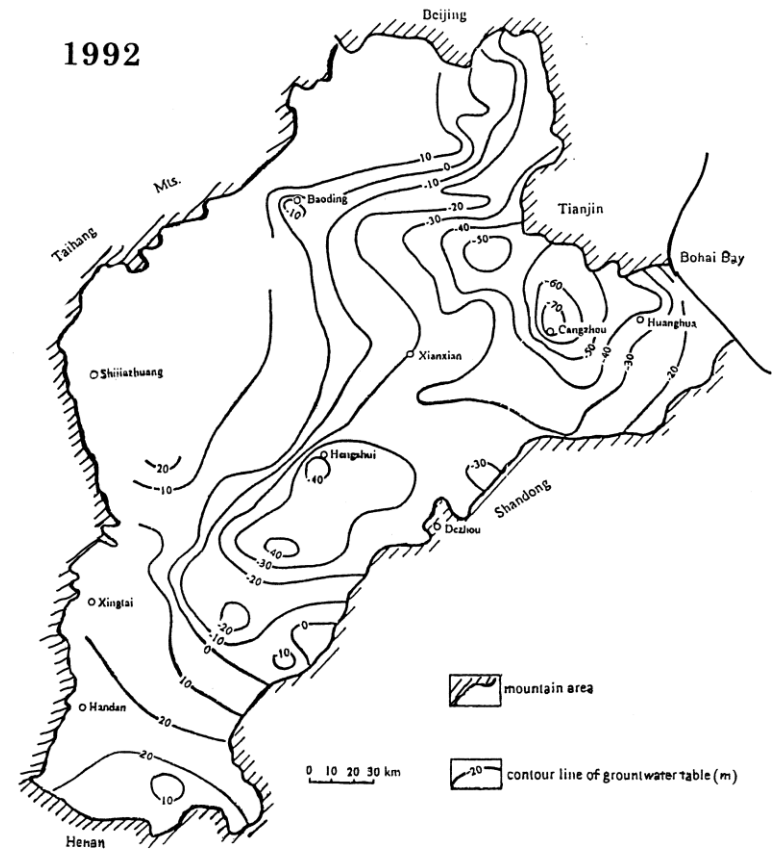
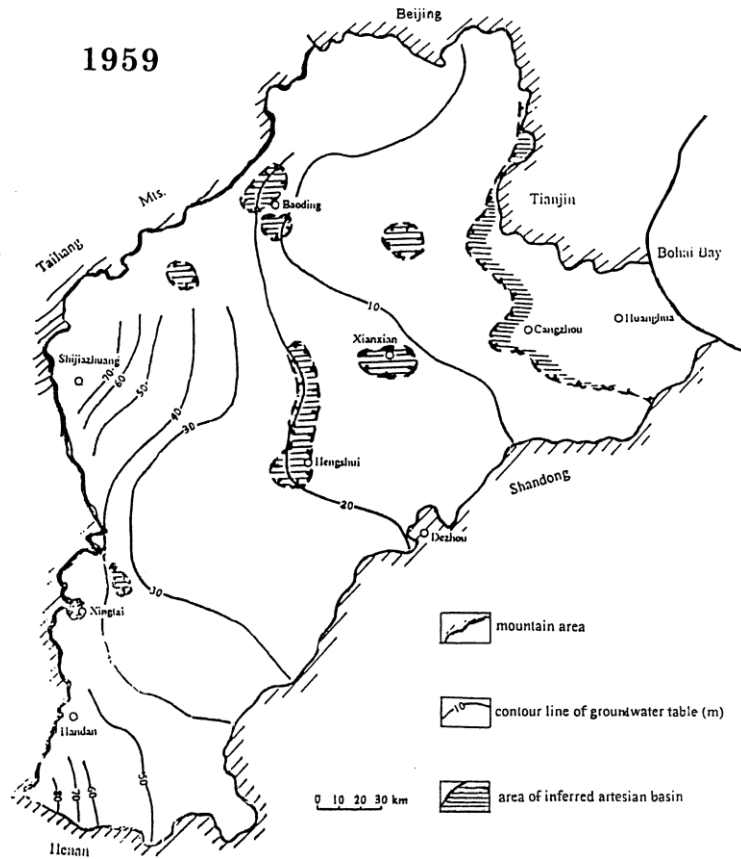
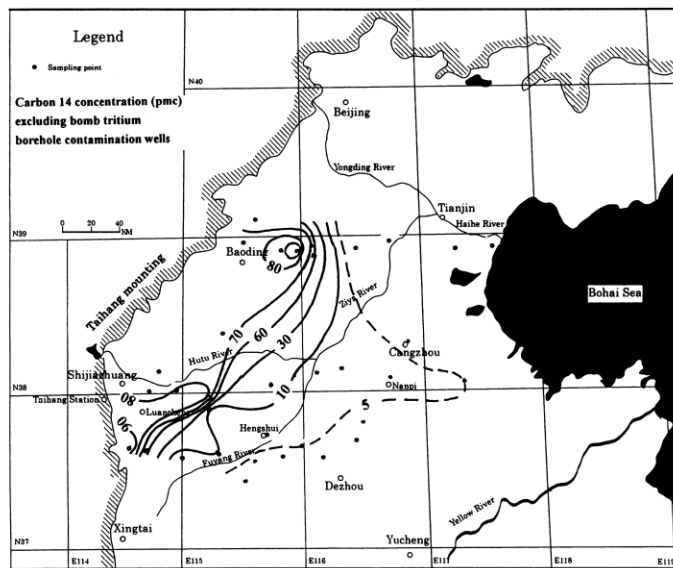
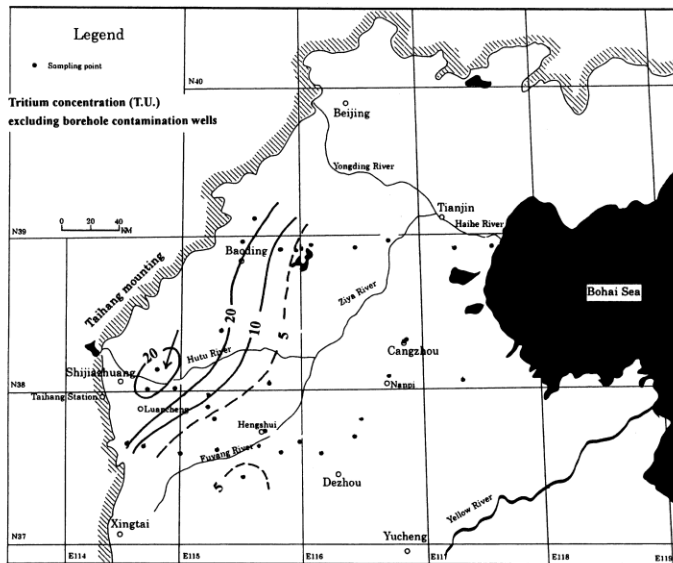


Figure 7b Contour of ground water decline

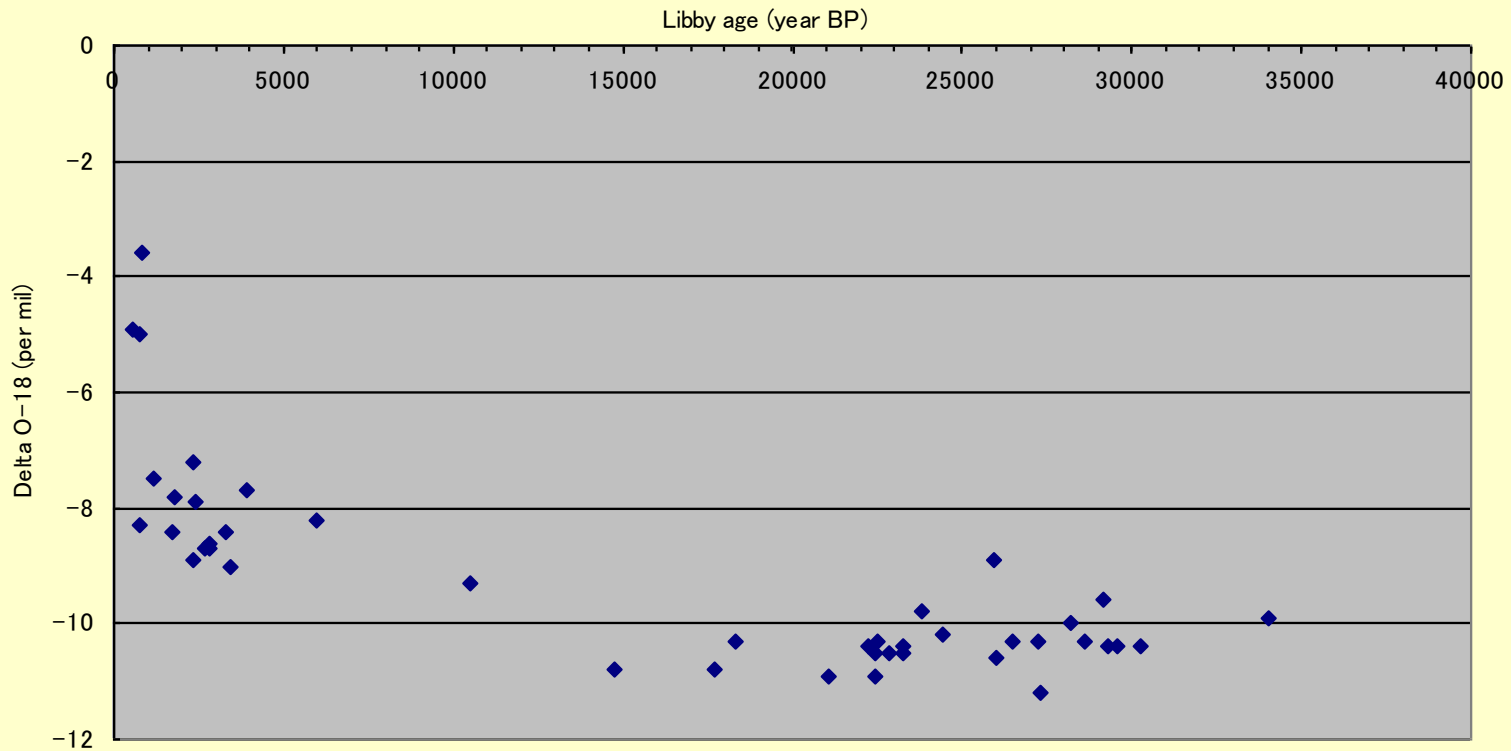
# 河北平原の地下水水位変化





# 河北平原の 地下水年齢

# 河北平原の地下水 (氷期の涵養水の存在)



# 地下情報取得手段

日本水文学会誌 第34巻, 第1号, 21-22 (2004)

特集

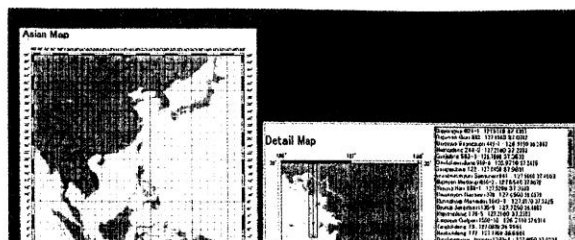
丸井 敦尚

## 東南アジア版および内国版地下水データベースの展開

丸井 敦尚\*

「いどじびき」の愛称で知られる地質調査所版  
全国地下水データベースシステム(丸井、??)  
は、現在20万件以上のデータを保有する世界的  
に見ても最大級のデータベースとなった。1998年

至ってはハードコピーのデータシートがあるだけ  
だった。実際、韓国のGISデータベースのフレ  
ームは日本から移植したものであり、その時点で日  
本のシステムが採用されたことは当然の結果とい



は、2001年11月には日本が各国にデータ  
フォーマットを提案し、各国からEXCELシート  
に入力したサンプルデータ(英語版)の提供を受  
け、内部公開試作版の作成に取りかかった。この  
時点で各国には必要なプログラムを提供し、各国  
独自のデータベースを作成する指導も実施した。  
2003年1月には試作版の「Well-king Dictionary」  
を構築し、各国にはデータベースの稼働チェッ  
クと更なるデータの提供を求めた。このとき、  
試作版は日本が2000年に発表した「Well-king  
Dictionary」のバージョンを採用していたが、中  
国・タイ・マレーシア・フィリピンなどすでに  
独自のGISデータベースシステムを構築してい  
た。韓国のデータベースはさらに進化を遂げ、韓  
国内部70余井においてテレメータ観測した結果  
をデータベースに反映し、地下水の動向を捉えら  
れるようになっていた。この時点で、各国独自の  
データベースシステムは日本の提供した「Well-  
king Dictionary」を超えるものになっていた。  
2003年10月にはCCOPのステアリングコミ  
ティとデータベースワークショップが開催され、  
新しいプロジェクトに以降するために本データ  
ベース構築プロジェクトをまとめることが決定  
された。現在(2004年2月)のところ、東南ア  
ジア版「Well-king Dictionary」は、地域全体を概観  
するためのデータベースとして位置づけられ、詳  
細は各国のデータベースにリンクするようになって  
いる。韓国のように地下水の量的・質的コン

は「地下水」、「環境」として挙げられると意味でも地下水データは重要な課題となるが、世界的な観点から①地下水の水位観測の量的評価→③水⑤滞留時間の推定→⑦揚水制限→⑧水質⑨地下水ダム等によるカーテン等による地層で展開してゆく。研究開発や対策に今後一層重要になる

CCOPとは Coordinating Committee for Geoscience programmes in East and Southeast Asia の略であり、2003年設立40周年を迎えた。近年は DCGM (Digital Compile Geoscience Map Project) を4期に分けて実施しており、対象域(対象国)の地質図や地熱資源図などを作成してきた。本年終了予定の第4フェーズでは地下水データベースを構築することを目的に参加各国の地質調査所があるいはそれに相当する期間の代表者が参加してプロジェクトを遂行している。

CCOP 地下水データベースプロジェクトを開始した2001年4月の時点で「いどじびき」のようにGISを使ったデータベースを保有していたのは日本と韓国のみであった。中国・タイ・マレーシアはACCESSのようなリレーショナルデータベースにまとめたデータをGIS表示しようとしている段階であった。さらに、フィリピン・インドネシア・ベトナムはリレーショナルデータベースを作成中であり、カンボジア・パプアニューギニアに

は、2001年11月には日本が各国にデータ  
フォーマットを提案し、各国からEXCELシート  
に入力したサンプルデータ(英語版)の提供を受  
け、内部公開試作版の作成に取りかかった。この  
時点で各国には必要なプログラムを提供し、各国  
独自のデータベースを作成する指導も実施した。  
2003年1月には試作版の「Well-king Dictionary」  
を構築し、各国にはデータベースの稼働チェッ  
クと更なるデータの提供を求めた。このとき、  
試作版は日本が2000年に発表した「Well-king  
Dictionary」のバージョンを採用していたが、中  
国・タイ・マレーシア・フィリピンなどすでに  
独自のGISデータベースシステムを構築してい  
た。韓国のデータベースはさらに進化を遂げ、韓  
国内部70余井においてテレメータ観測した結果  
をデータベースに反映し、地下水の動向を捉えら  
れるようになっていた。この時点で、各国独自の  
データベースシステムは日本の提供した「Well-  
king Dictionary」を超えるものになっていた。  
2003年10月にはCCOPのステアリングコミ  
ティとデータベースワークショップが開催され、  
新しいプロジェクトに以降するために本データ  
ベース構築プロジェクトをまとめることが決定  
された。現在(2004年2月)のところ、東南ア  
ジア版「Well-king Dictionary」は、地域全体を概観  
するためのデータベースとして位置づけられ、詳  
細は各国のデータベースにリンクするようになって  
いる。韓国のように地下水の量的・質的コン

ロールや災害対策を目的として地下水の動向(水位変動)を重んじたり、タイやマレーシアのように水質に重点を置く国々、ベトナムやカンボジアのように地下水資源の分布や量の把握に力点を置く国々など、地下水資源管理といってもそれぞれが独自の視点でデータベースを構築している。今後は各国独自の問題解決や隣国との地下水環境の比較などにデータベースシステムが活用されることと考える。

「いどじびき(内国版)」も近年急速な進化を遂げている。日本の目指す「地下水管理」が、地下水資源の量的評価にとどまらず地下水の水質や地下環境の評価にまでおよんでいることから、温泉データベースや水質データベース、検層データベースなど様々なサブデータベースを備えるようになってきた。地下水研究を目的とした利用はもとより、都市化された地域における過去の地下水・地質データの検索や植生・農地開発可能性調査、インフラ整備などにも貢献している。今後、



地球科学関連プロジェクトなどの言葉が必ずキーワード言っても過言ではない。そのデータベースの更なる整備と活用であろう。また先にも述べた「地下水管理」というと、(地下水面図の作成)→②地質観測→④地下水流動評価→⑥流域(管理範囲)の決定→⑧保全のための規制→⑨人口増資源の確保→⑩オーバーフローのコントロール、のそれぞれのステージにあわせてデータベースの構築と考える。

丸井敦尚(1999)

\*1 産業技術総合研究所

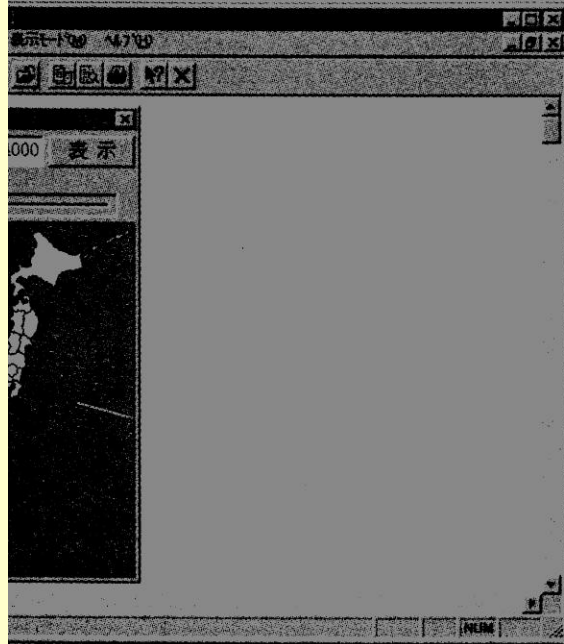
表2 井戸データのレコードフォーマット(地質・ストレーナデータ)、地質終了位置・地質備考(原本どおりの入力)・地質名称・ストレーナ開始位置・ストレーナ長は必要数をくり返し入力する。表1と表

all data(the part of geology and screen depth). Value of bottom original geology, castomaized geology, upper depth of screen, inputted in repetition. The data in tables 1 and 2 make a main data utted data.

バイト数	備考	フィールド名称	データ型	バイト数	備考
4		台帳番号	テキスト	4	
4		井戸番号	テキスト	4	
	(m)	ストレーナ開始位置	倍精度		(m)
		ストレーナ長	倍精度		(m)
		メモ	テキスト	300	

データに共通する。  
Table 2 Record format of the we  
end depth of geology,  
length of screen will be l  
which required for all inp

フィールド名称	データ型	バ
台帳番号	テキスト	
井戸番号	テキスト	
地質終了位置	倍精度	
地質備考	テキスト	ユ
地質名称	テキスト	分



ウインドウで地域を選択し、地図表示ウインドウに井戸分布の詳細を表  
area is selected in the position-view window, well distribution will  
ow)



図1 初期画面(ポジションビュー・  
示する)  
Fig. 1 Initial window (destined  
be shown in the map wind

“いどじび  
き”の活用

表1 井戸データのレコードフォーマット(基礎データ)

Table 1 Record format of the well data (basic data) in the database

フィールド名称	データ型	バイト数	備考	フィールド名称	データ型	バイト数	備考
台帳番号	テキスト	4		完成年	整数		
井戸番号	テキスト	4		完成月	整数		
都道府県コード	テキスト	2		完成日	整数		
行政区コード	テキスト	2		使用目的	テキスト	16	
住所1	テキスト	30	行政区分	井戸深度	倍精度		(m)
住所2	テキスト	30	地番	ストレナ層数	整数		
管理者名称	テキスト	40		ストレナ位置	倍精度		(m)
メッシュ区分	整数			井戸口径	倍精度		(mm)
1次メッシュコード	テキスト	4		自然水位	倍精度		(m)
2次メッシュコード	テキスト	2		揚水水位	倍精度		(m)
地形図名称	テキスト	10		揚水量	倍精度		(t/d)
緯度	整数			自噴量	倍精度		(t/d)
緯分	整数			水温	倍精度		(°C)
緯秒	整数			塩素濃度	倍精度		(ppm)
経度	整数			pH	倍精度		
経分	整数			鉄濃度	倍精度		(ppm)
経秒	整数			残留蒸発物	倍精度		(ppm)

“いどじびき”  
の活用

# “いどじびき”の活用

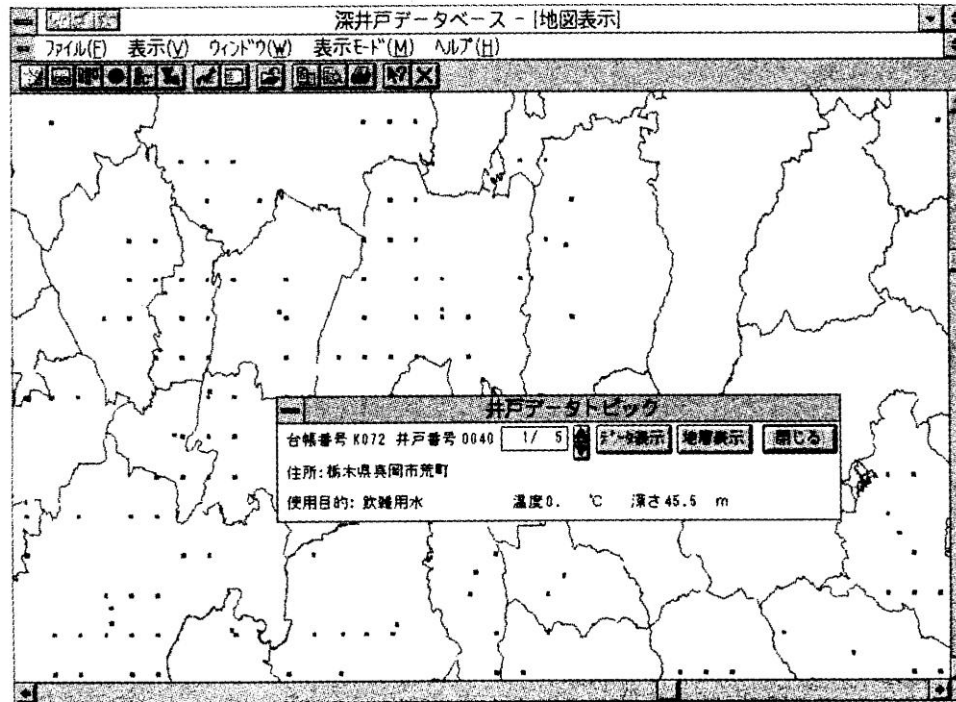


図3 地図表示出力の例、ここでは行政区位置の上に井戸の位置を表示させた(図中の点が井戸位置を示す、どれか一つの井戸を指定すると井戸データトピックウインドウが開かれる)。  
Fig. 3 Sample of the output of map including wells, dots indicate the well points. If you click one dot, you can see the data topic window of the dot point.

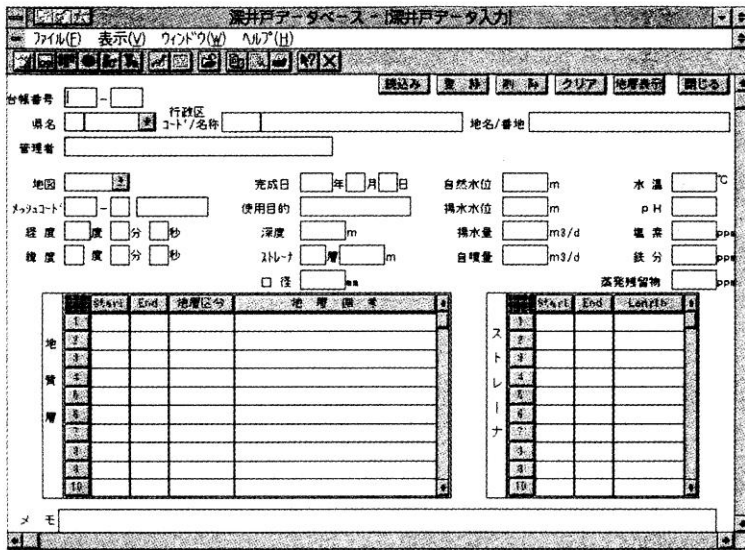


図 6 データ表示ウィンドウの例、このウィンドウがデータ入力にも利用できる。また、地層のグラフィック表示ボタンが付けられており、地質及び井戸の状況(ストレーナ位置など)を可視化できる。  
 Fig. 6 Sample output of the detail data window of each well, this window is also useful for data input. This window have button link to log data.

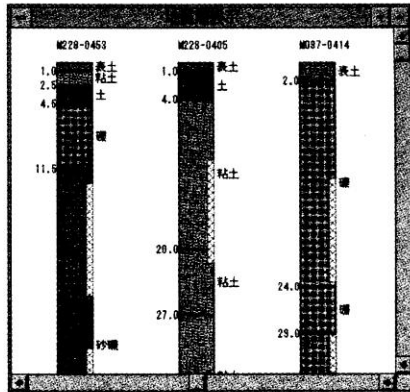


図 7 柱状図表示の例、最大100本まで表示でき、必要に応じて柱状図の幅や高さも変更できる。  
 Fig. 7 Sample output of the log data. This window can show the 100 wells log data, and can change the width and depth scale if needed.

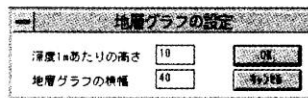


図 8 地層グラフ設定ウィンドウの例、一つの柱状図の幅や長さを指定して見易くするための機能が付加されている。  
 Fig. 8 Sample output of the setting window for the log data. The width and height of each graph are arranged in this window.

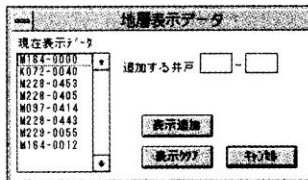
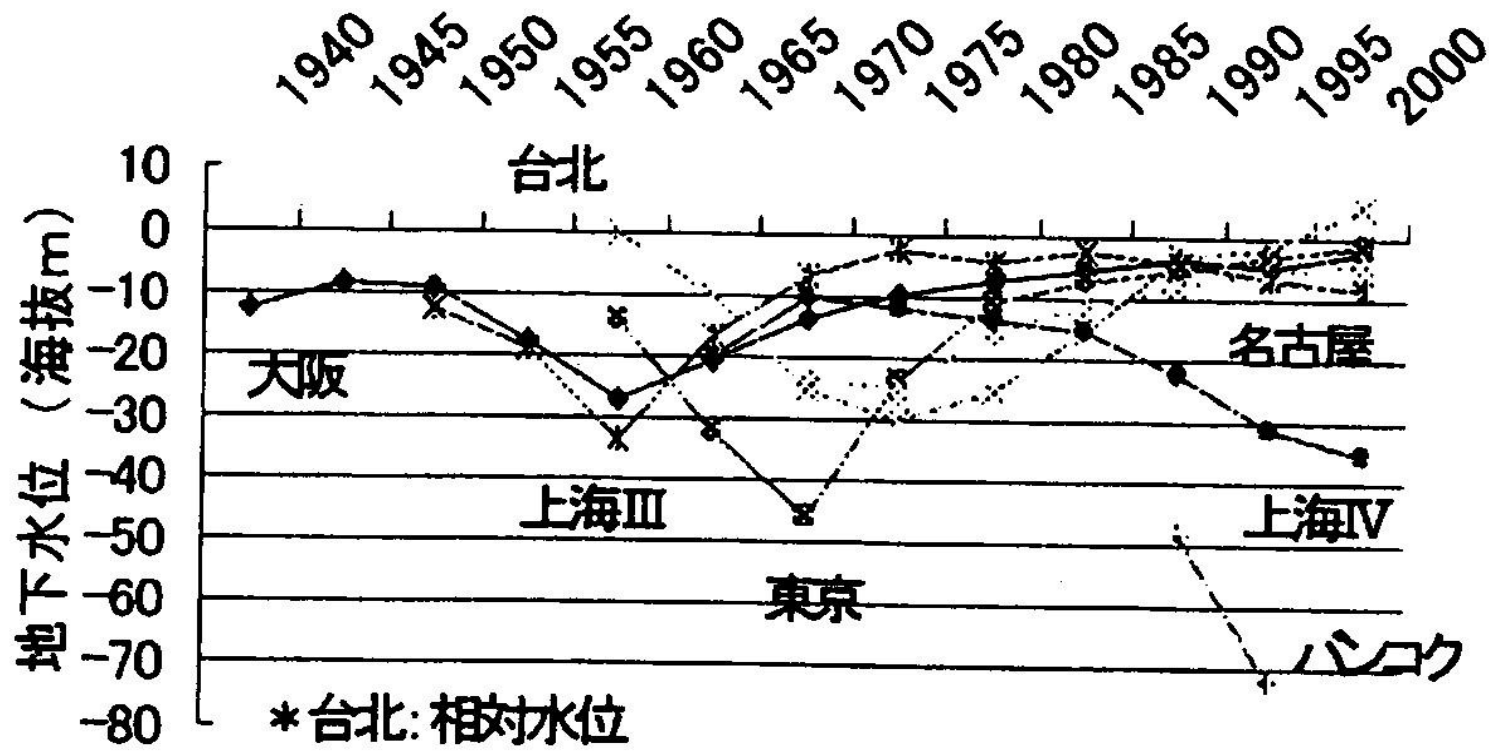


図 9 地層表示データウィンドウの例、表示データとして必要なものを選択できる。  
 Fig. 9 Sample output of the select window of the log data.

“いどじびき”の  
 活用



アジア大都市の地下水位経年変化比較図

# アジアの諸都市の地下水環境

## P2-4FS 都市の地下環境に残る人間活動の影響

- **東南アジアの大都市**(人口集中地域)は大河川の沖積平野とデルタ地域である
- 深い基盤の谷に堆積した厚い粘土・砂礫層の互層に胎胚する地下水で基礎データはある程度データベース化されている
- 都市の発展に伴う過剰揚水による地下水災害の発生とその揚水規制対策がされて成功している地域と不成功地域が発生
- 過去から現在までの地下水流動変化(水位変動記録、揚水量記録の収集)と現在の地下水流動状態の調査(現地調査)から自然状態の地下水流動に加えて**人間活動の影響の履歴(過剰揚水→揚水規制→水位回復?)**が見える??