

『地下水地盤環境に関する研究協議会
地下水水質研究委員会』

平成 18 年 11 月 22 日（水）

平成 18 年度第 1 回研究委員会 会議資料

大阪地盤における地下温度測定 データの鉛直分布について

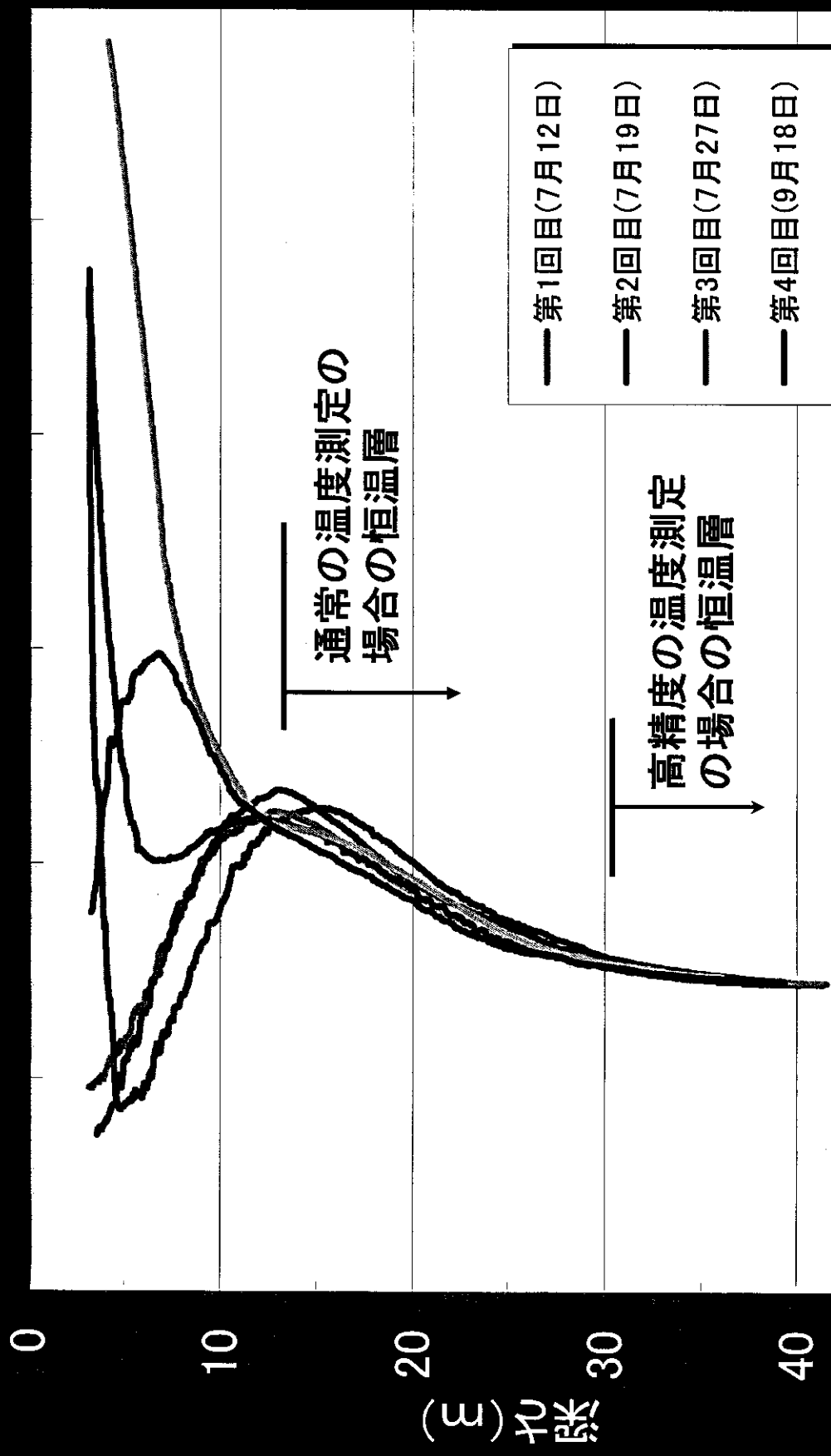
(地温鉛直分布から見た地層構造)

2006.9.5

有本 弘孝

地温(°C)

16.5 17 17.5 18 18.5 19 19.5



通常の場合の恒温層

高精度の場合の恒温層

- 第1回目(7月12日)
- 第2回目(7月19日)
- 第3回目(7月27日)
- 第4回目(9月18日)
- 第5回目(11月22日)
- 第6回目(2月8日)

岡山平野での測定事例
(高精度・高分解能温度計による測定)

なぜ地下温度の測定か？

「地下水地盤環境に関する研究協議会」

地下水水質研究委員会

委員長：吉岡龍馬

平成17年度開始 研究テーマ

「温暖化に伴う大阪平野地下水の水位・水質モニタリング」

地下水水温も水質の一部

「地下温度による大阪地域の気候温暖化に関する研究成果」としてまとめられる予定。通常10m以深の恒温層の地温分布には、温暖化の影響を表している可能性がある。

⇒地温測定の結果，

地下水流動と思われる温度分布が出現

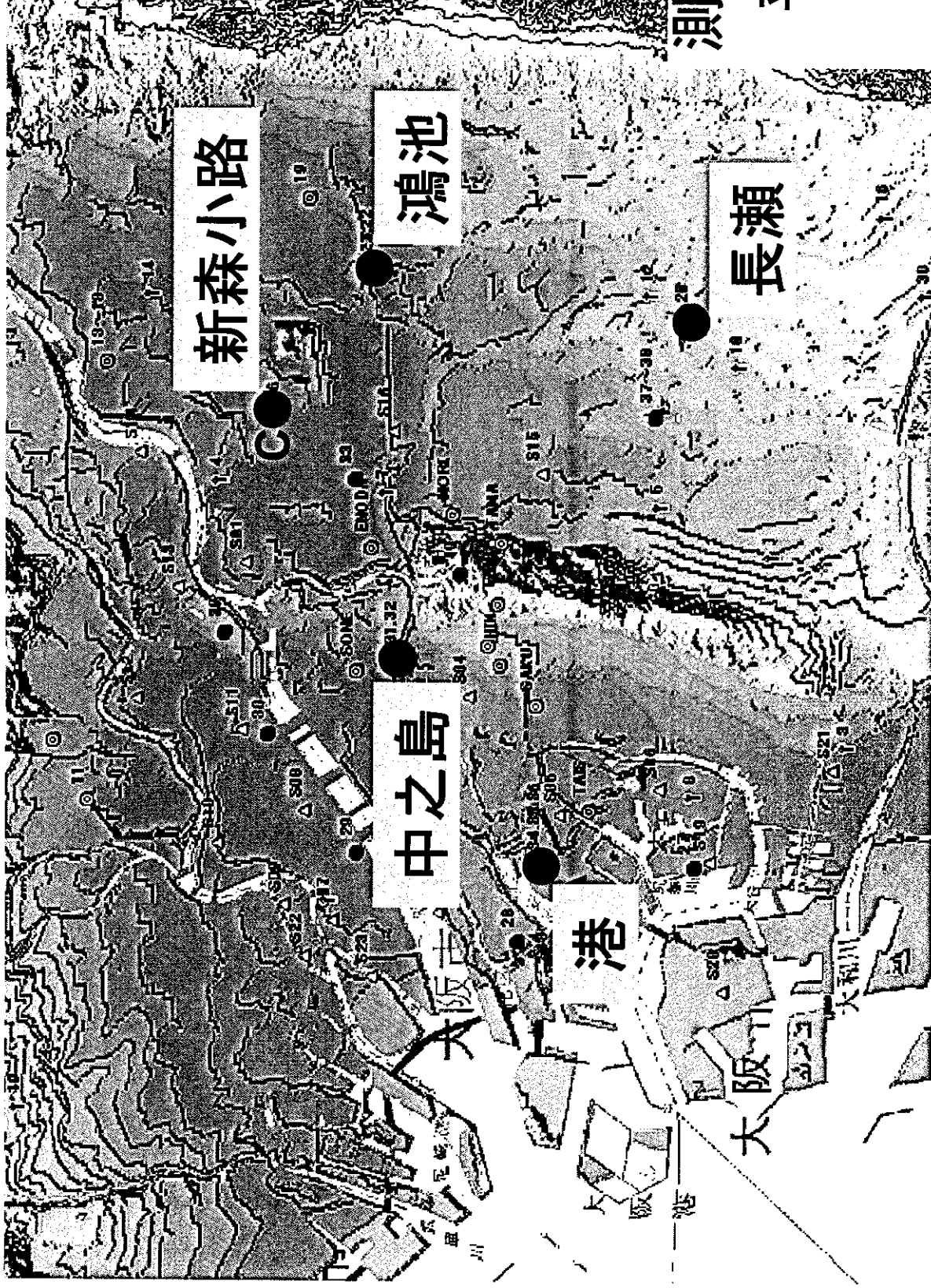
有本の係わり

協議会事務局の

一員として、現地測

定の現地立会いが

きっかけ



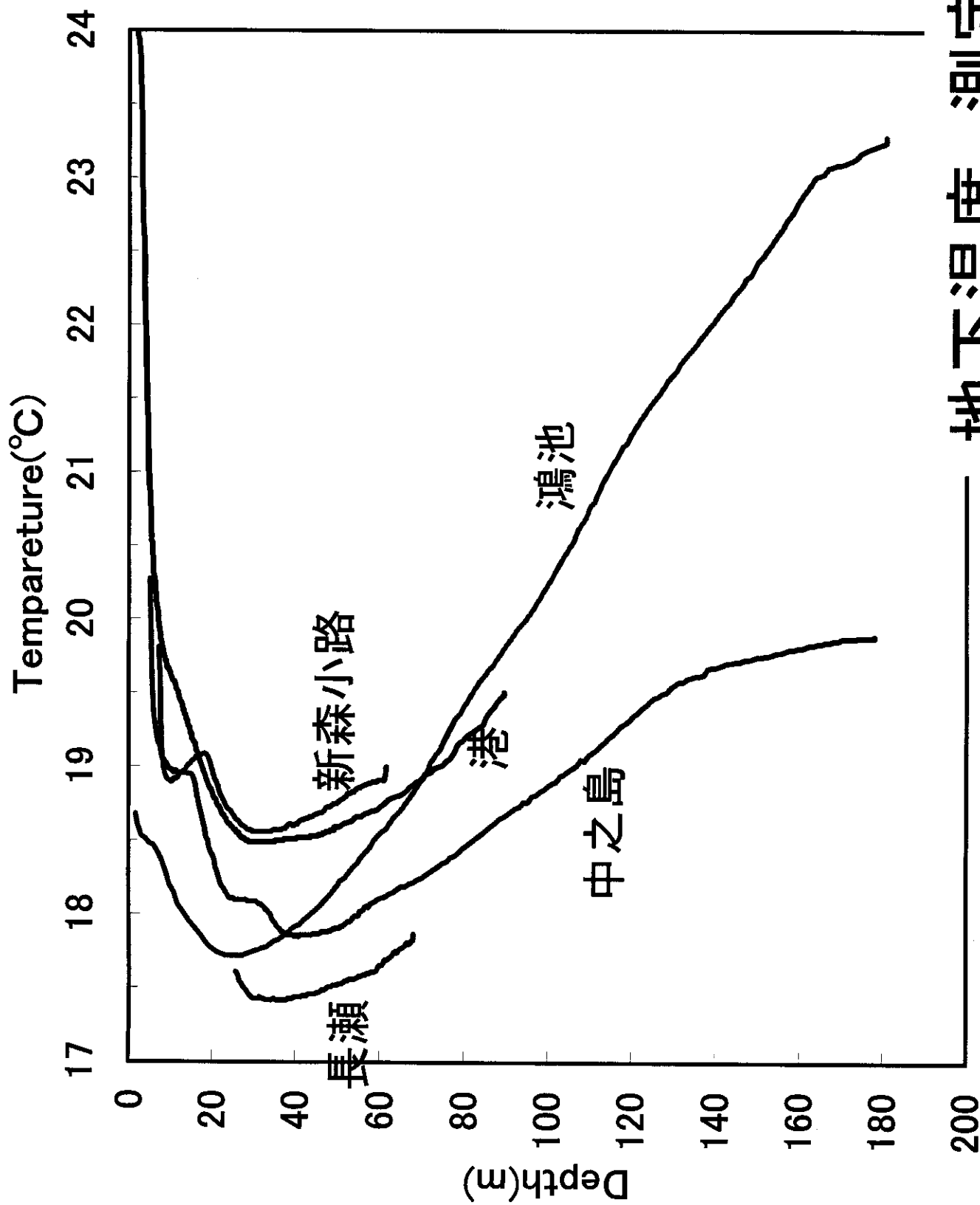
測定日:

平成17年

10月 4日

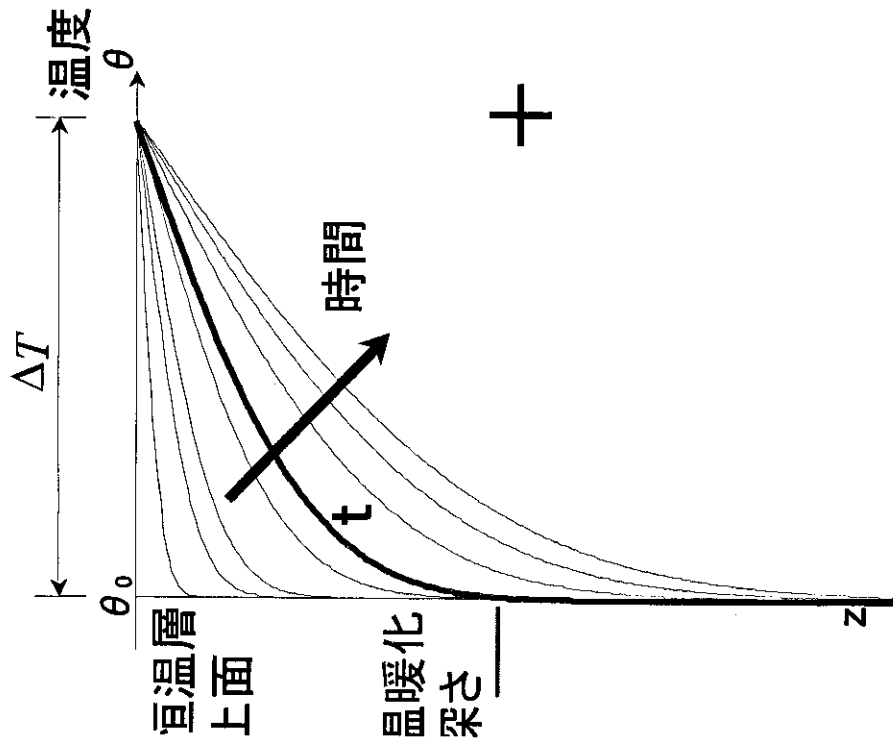
10月15日

地下水位観測井の中の水温 (地中温度)測定 位置図



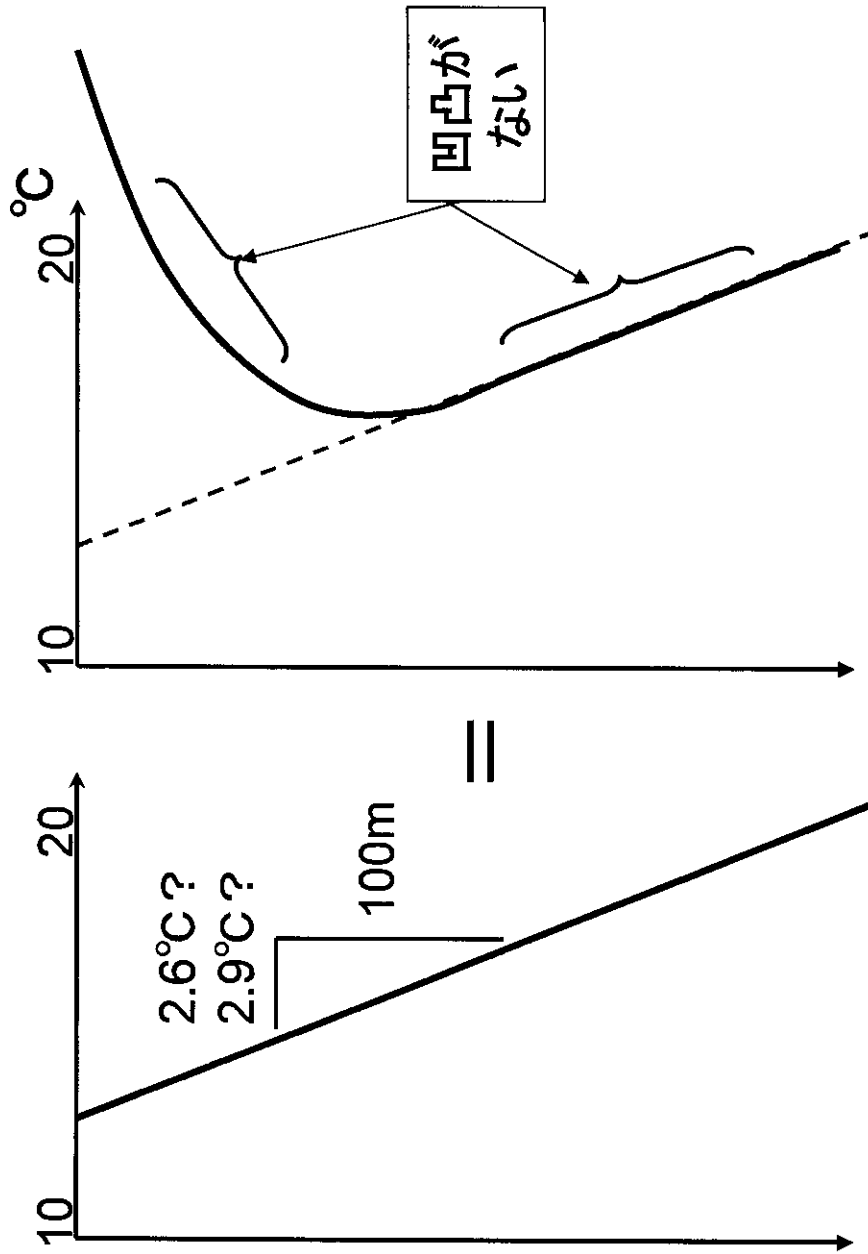
地下温度 測定結果

場の地温と異なる地下水流動がない、鉛直一次元場の熱問題を考える。



深さ

鉛直一次元熱伝導



深部からの地温勾配

t年後の地温分布

<重要>

地下水の流れが無視できる理想的な条件下では、井戸内の水温はその周囲の地温と平衡した状態にあるとみなす。

井戸内水温の鉛直分布を精度よく求めるには、

- ◆ 高精度・高分解能の計器を使用すること
- ◆ 井戸内の水を攪乱させないよう、
水温計をゆっくり降下させること

移動速度：20秒／1m

静止測定：10秒／1m毎

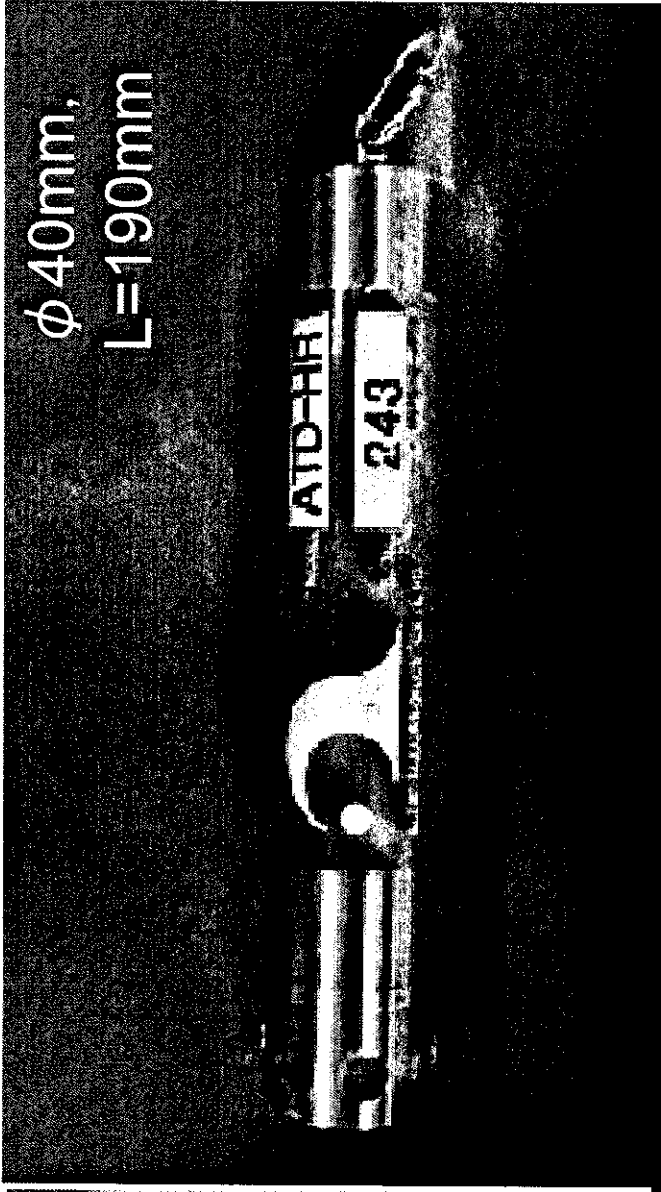
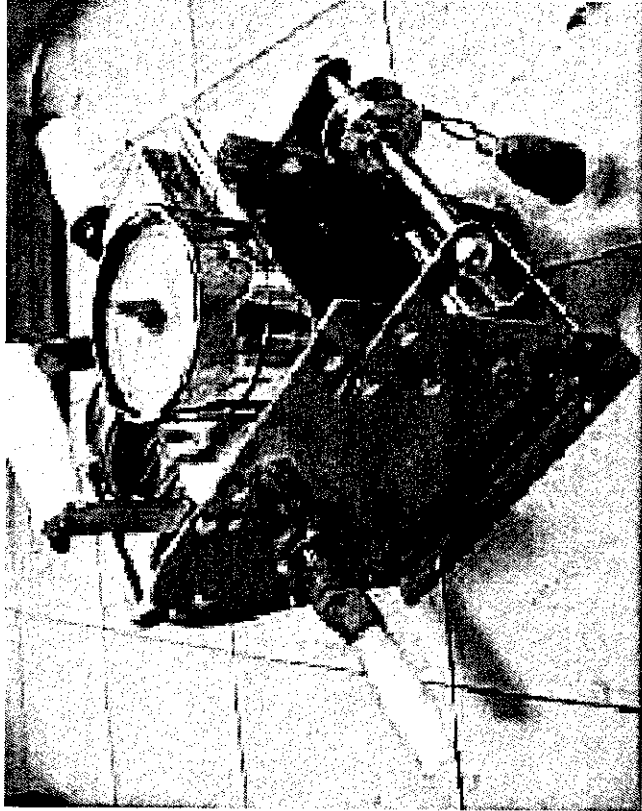
測定インターバル：1秒間隔

<井戸径>

水位観測井戸で、φ100mm

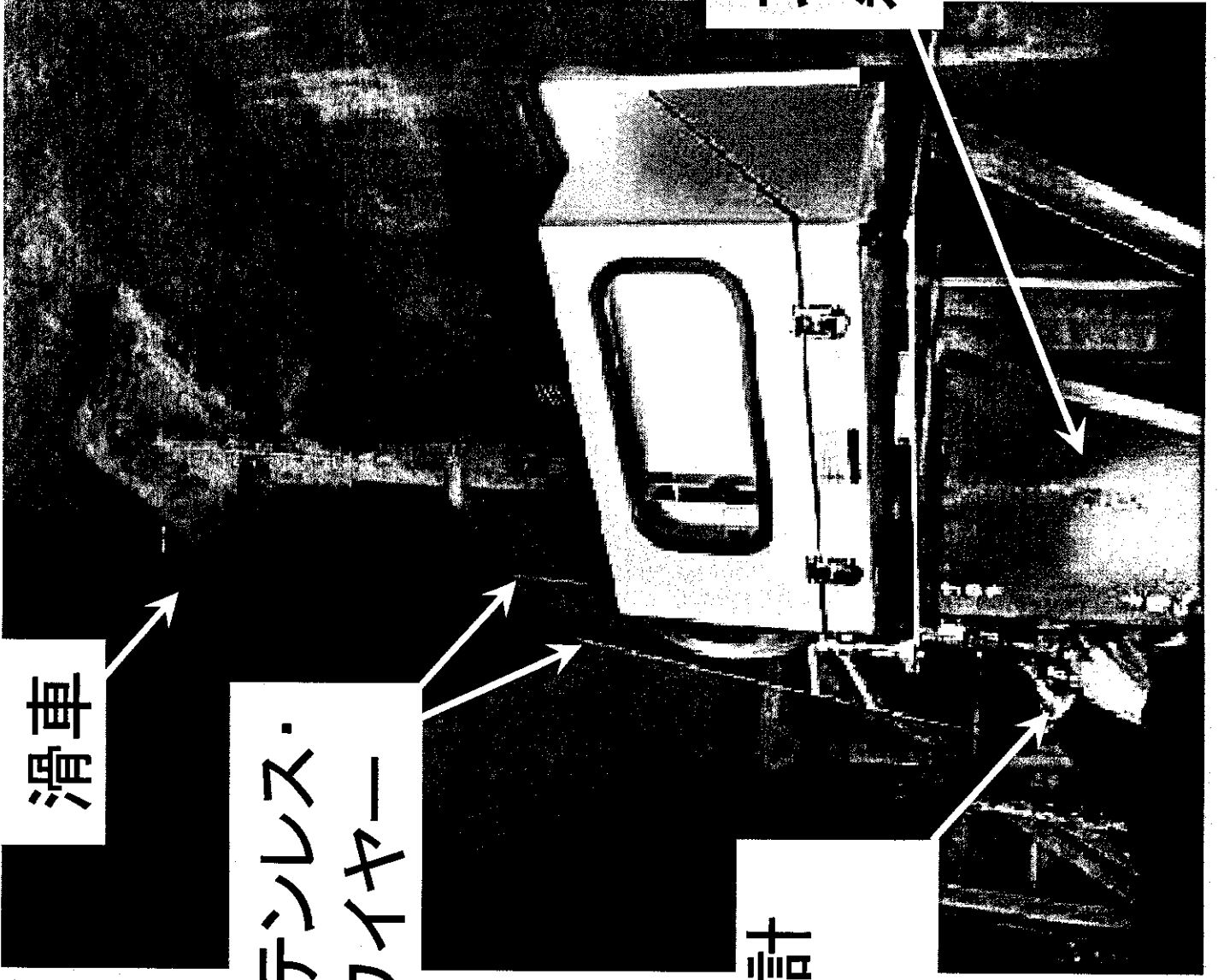
水位・沈下観測井戸で、300mm~450mm

データメモリー内蔵 水温水深計



水温 タイプ:サーミスター
 レンジ: $-5 \sim 40^{\circ}\text{C}$
 分解能: 0.001°C
 精度: $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$
(最大記録データ数: 178,439個)

水深 タイプ:半導体水圧センサー
 レンジ: 200m
 分解能: 3mm
 精度: $\pm 0.2\% \text{FS} = \pm 0.4\text{m}$



滑車

ステンレス・
ワイヤー

水温水深計
錘

地下水位
観測井

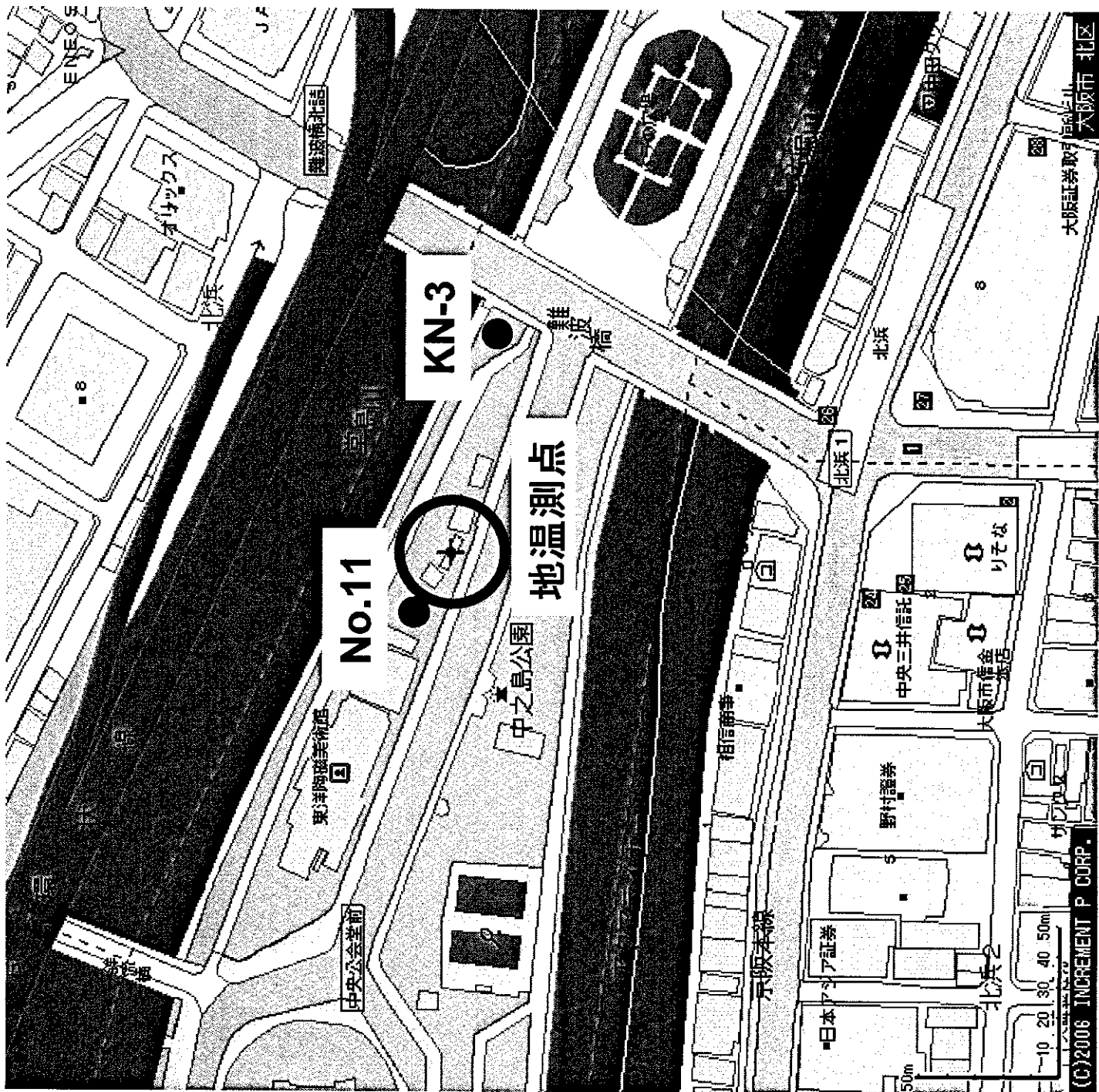
測定状況



ステンレス・
ワイヤー

巻き上げ機

測定状況



地温測点

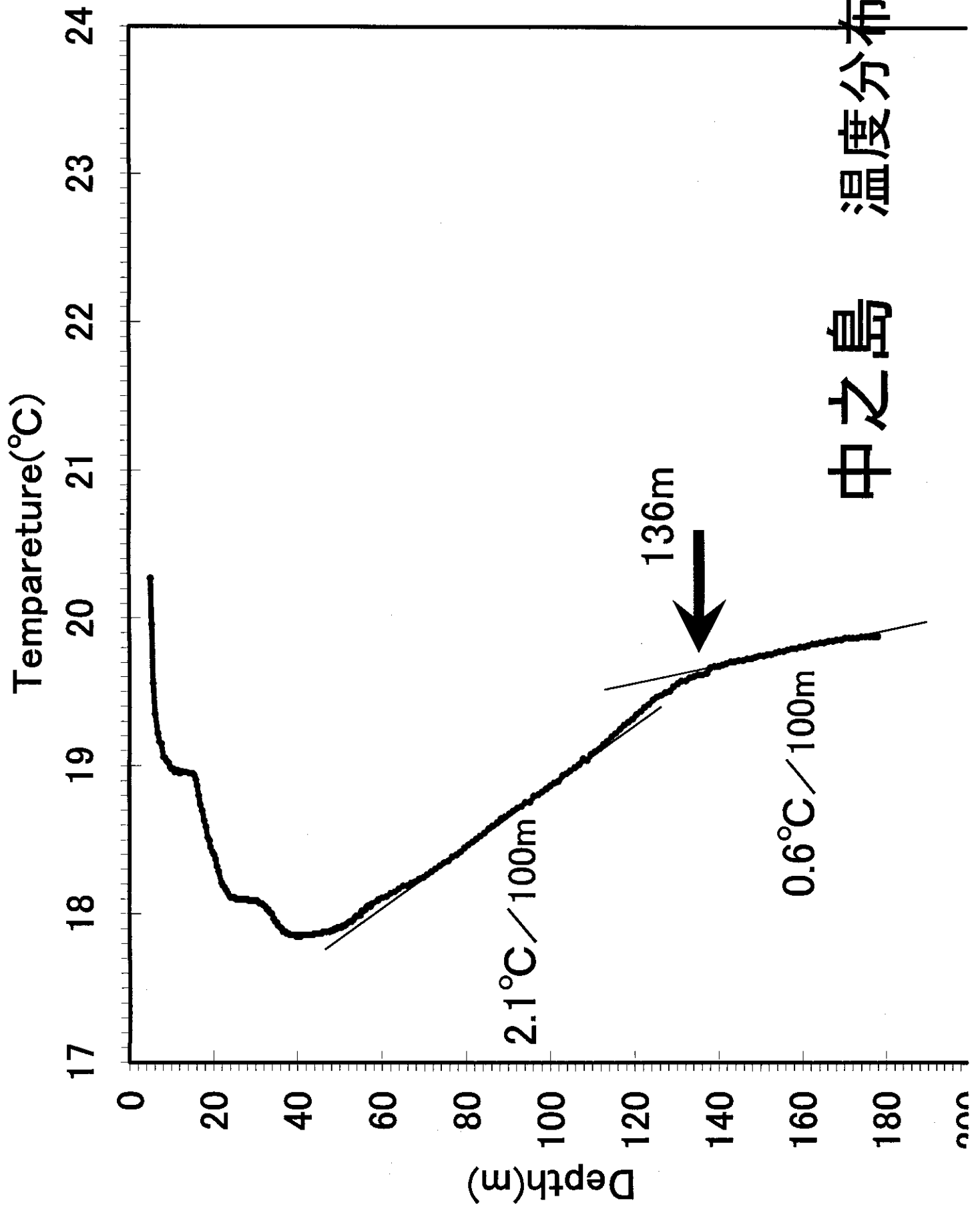
～ KN-3

(300mボーリング)

約70m離れ

中之島

測点位置図



中之島 温度分布図

No.11

KN-3

測点

Temperature(°C)

17

19

20

21

22

0

10

Ma13

20

Ma12

40

60

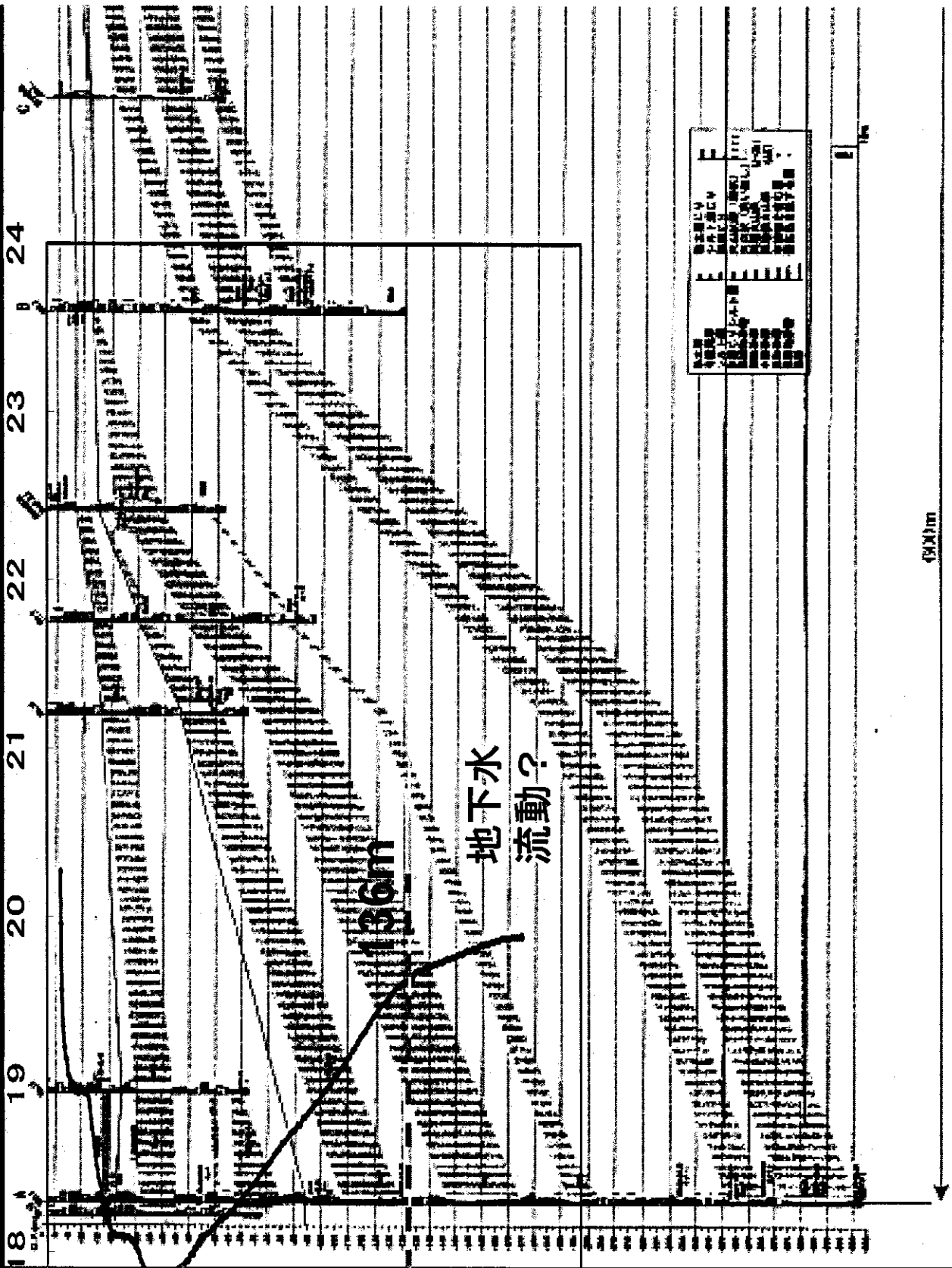
地下水
流動?

地下水
流動?

中之島 東西

(浅部)

測点



Ma40

Os
Ma9

大阪層群

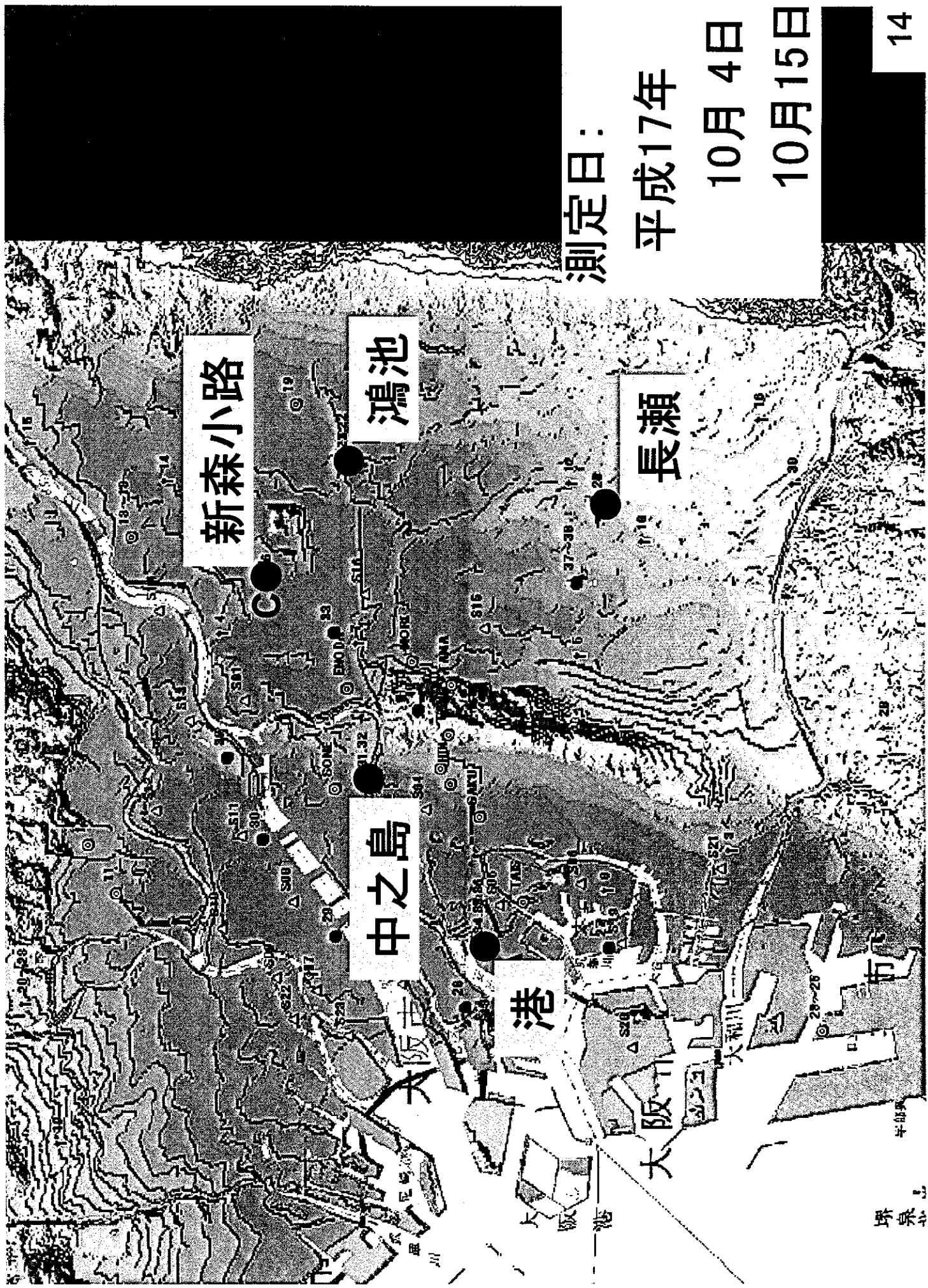
Ma6

地下水
流動?

500m

Ma40	Ma39	Ma38	Ma37	Ma36	Ma35	Ma34	Ma33	Ma32	Ma31	Ma30	Ma29	Ma28	Ma27	Ma26	Ma25	Ma24	Ma23	Ma22	Ma21	Ma20	Ma19	Ma18	Ma17	Ma16	Ma15	Ma14	Ma13	Ma12	Ma11	Ma10	Ma9	Ma8	Ma7	Ma6	Ma5	Ma4	Ma3	Ma2	Ma1	Os	Ma0
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----

中之島 東西 (深部)

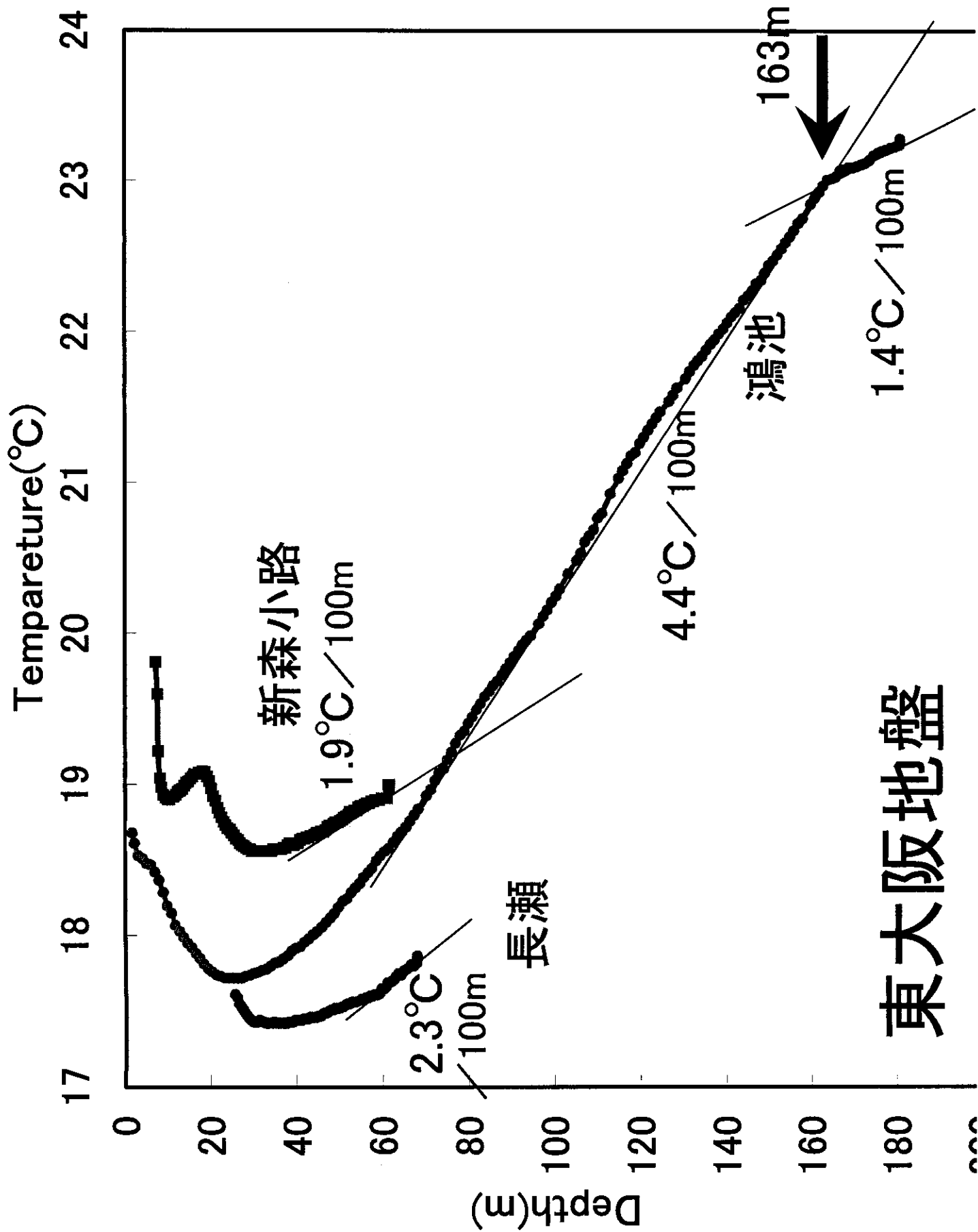


測定日:

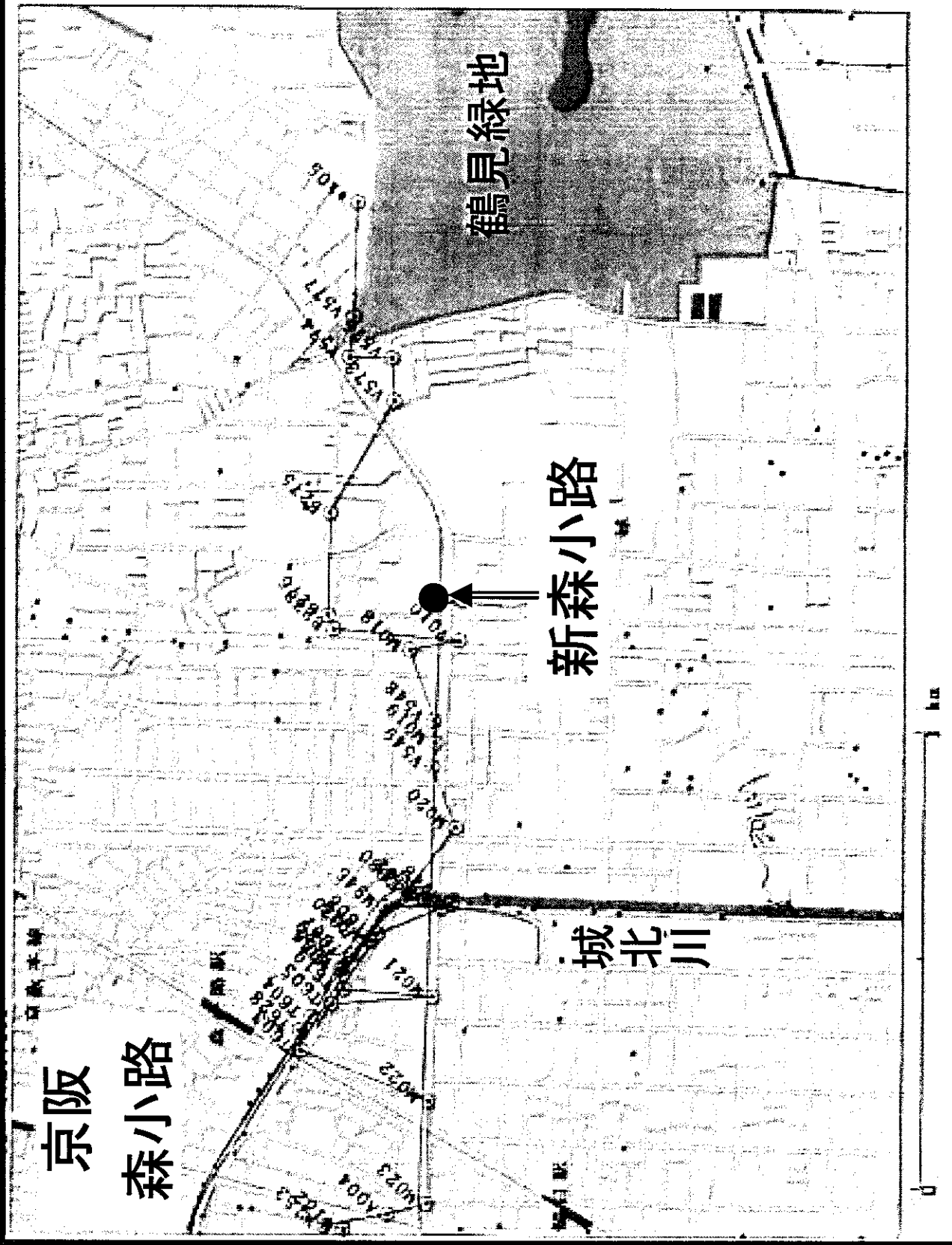
平成17年

10月4日

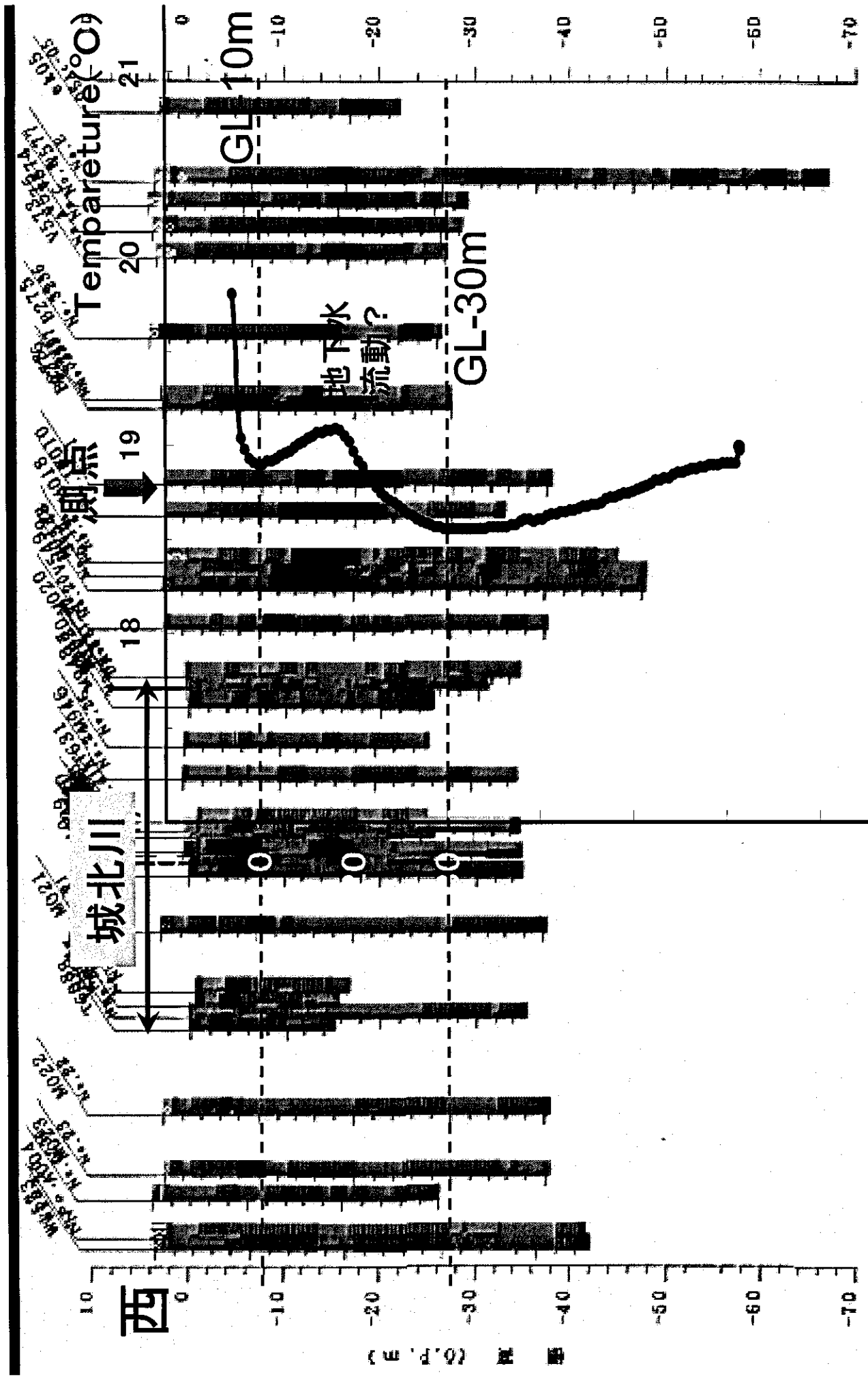
10月15日



東大阪地盤



新森小路 東西方向 Bor.位置

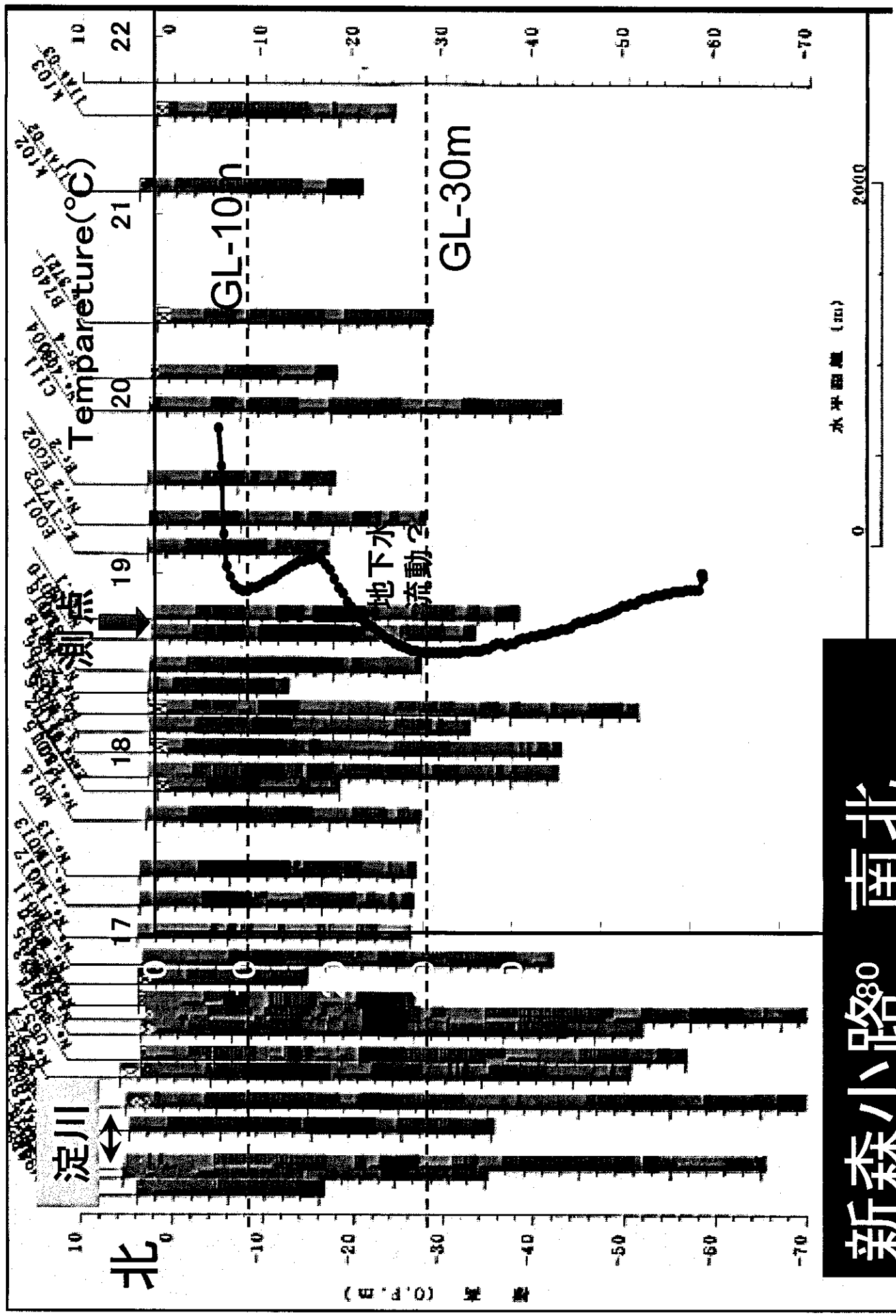


新森小路 東西

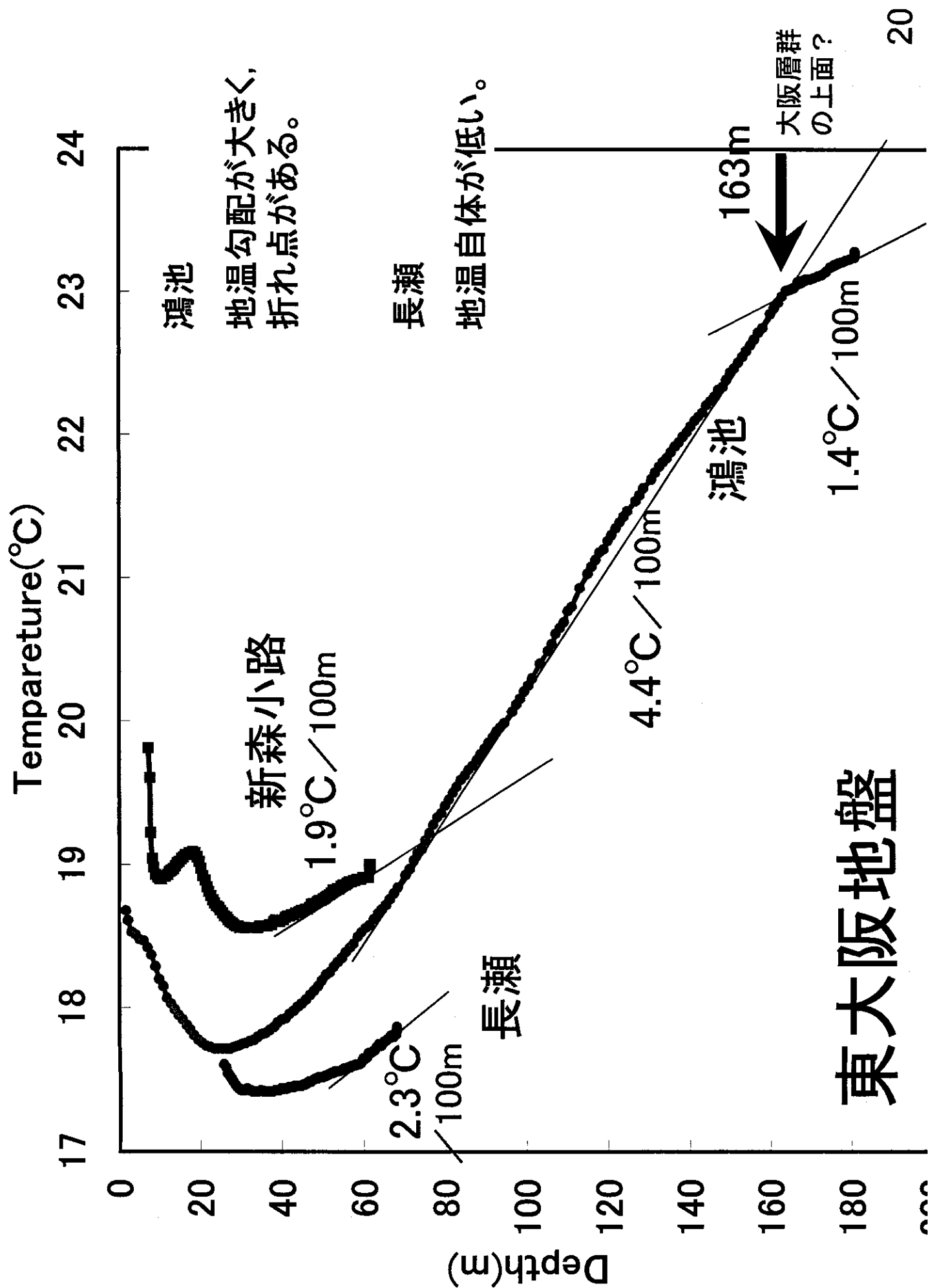
新森小路

南北





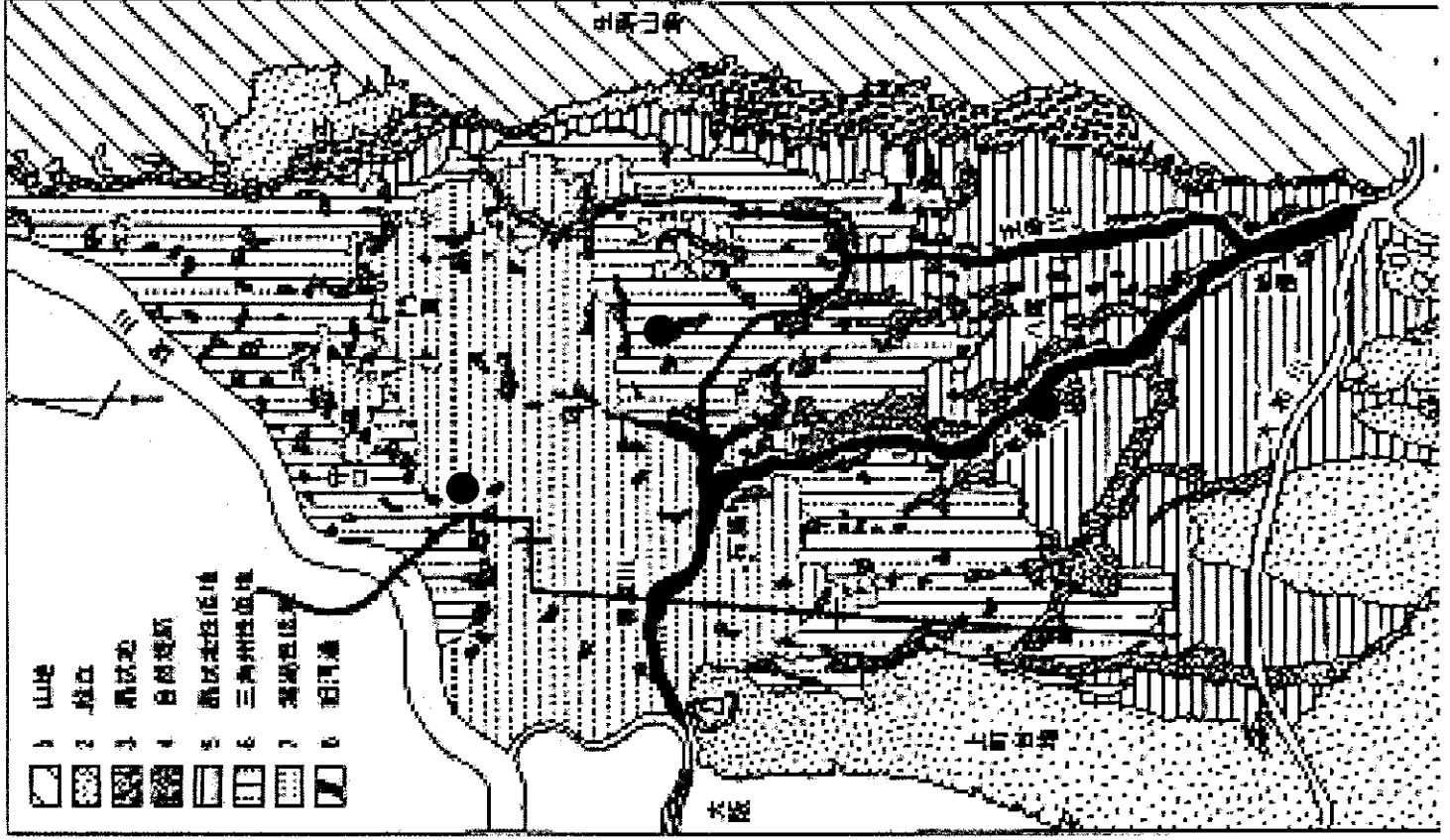
新森小路⁸⁰ 南北

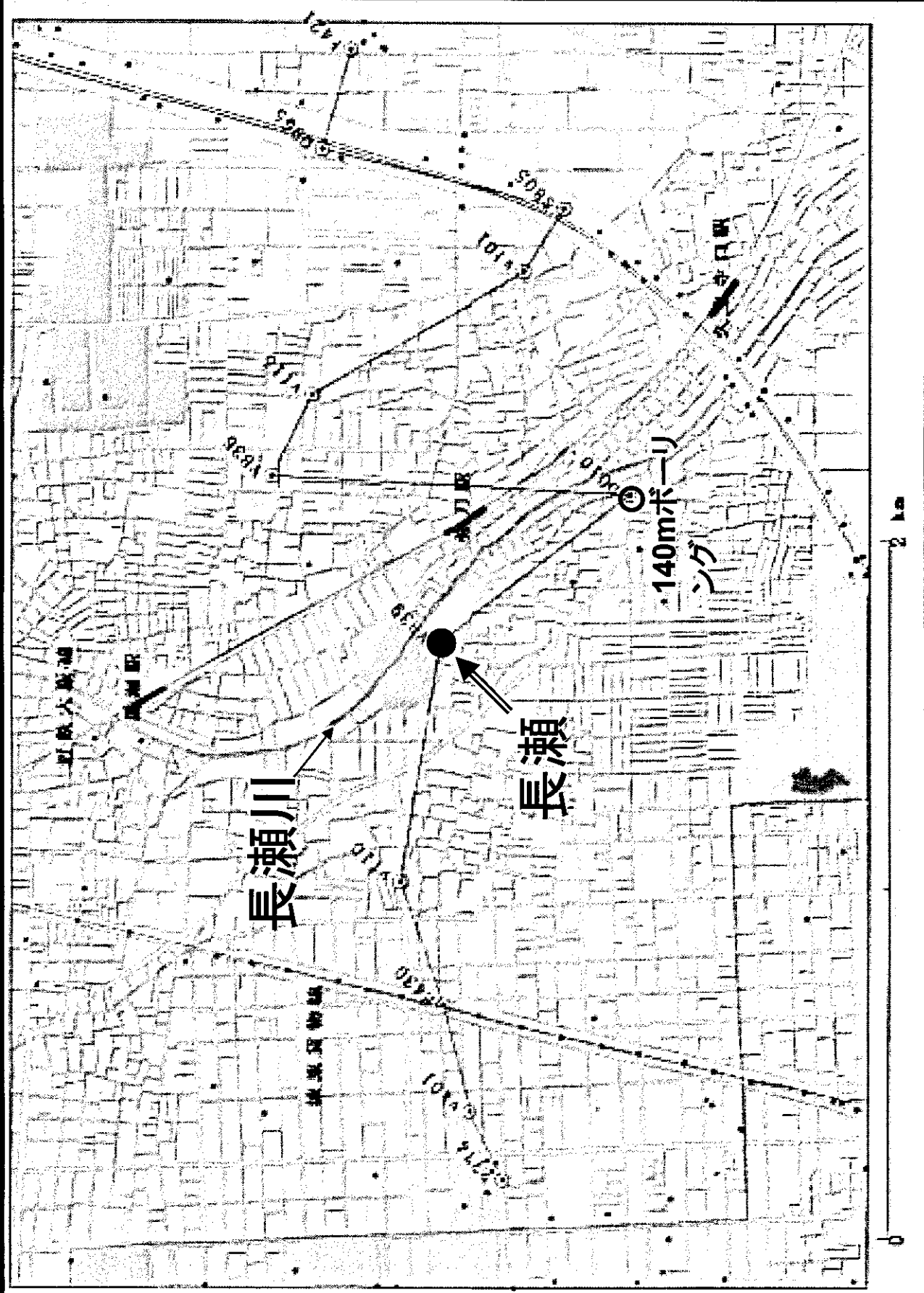


東大阪地盤

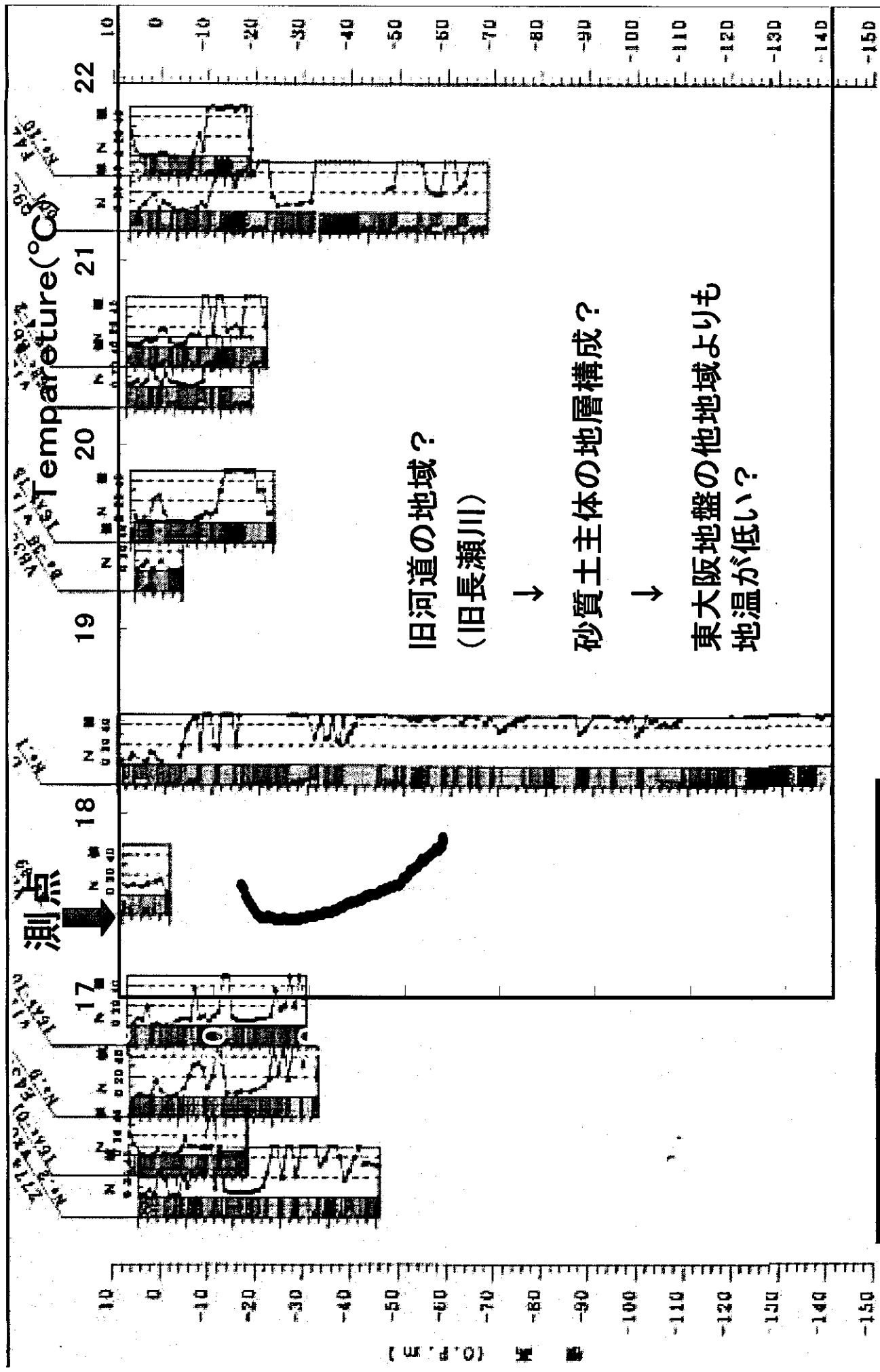
河内平野の微地形と 地温測定位置

旧河道は、大和川付け替え(1704年)
以前のものと思われる。



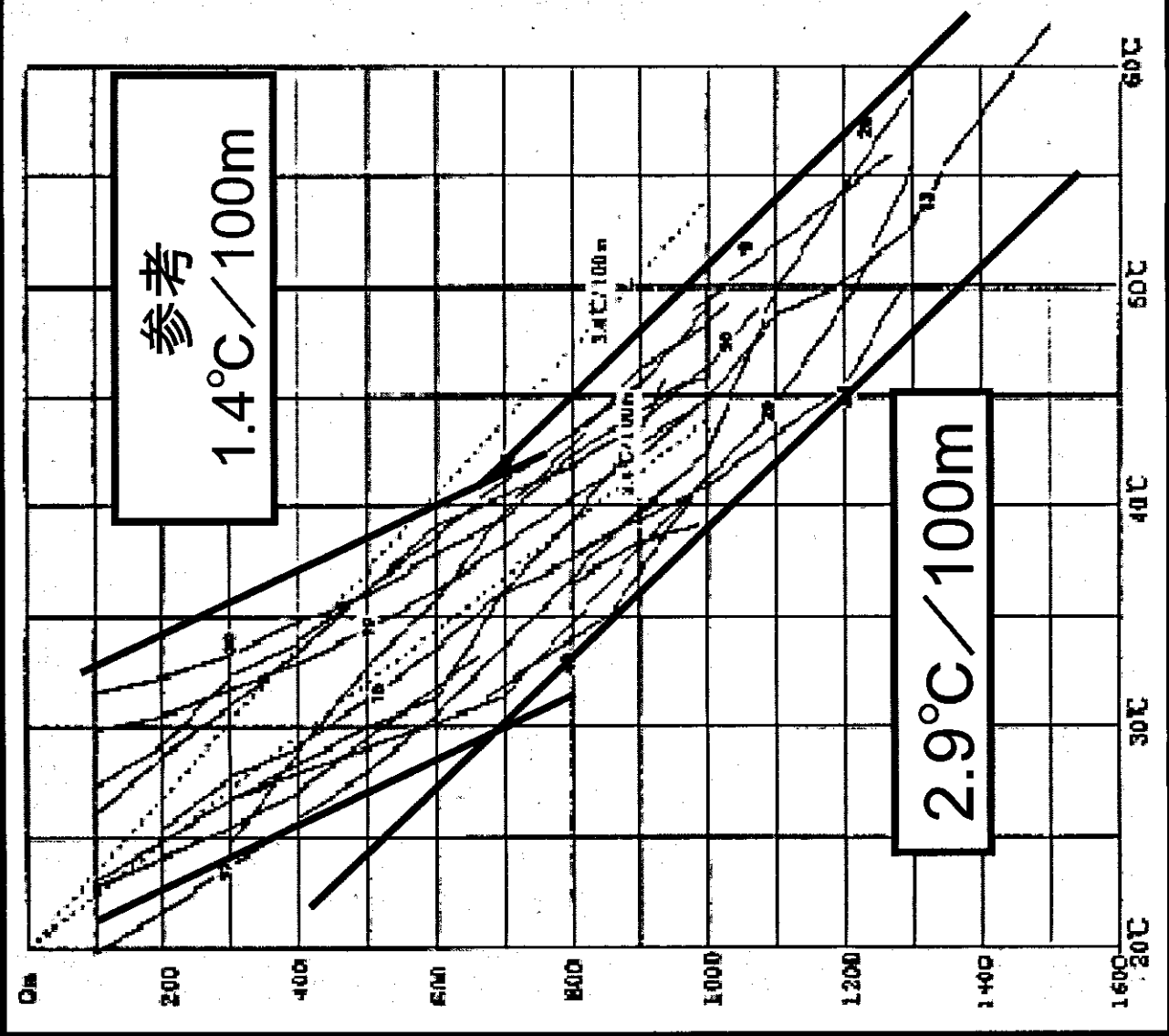


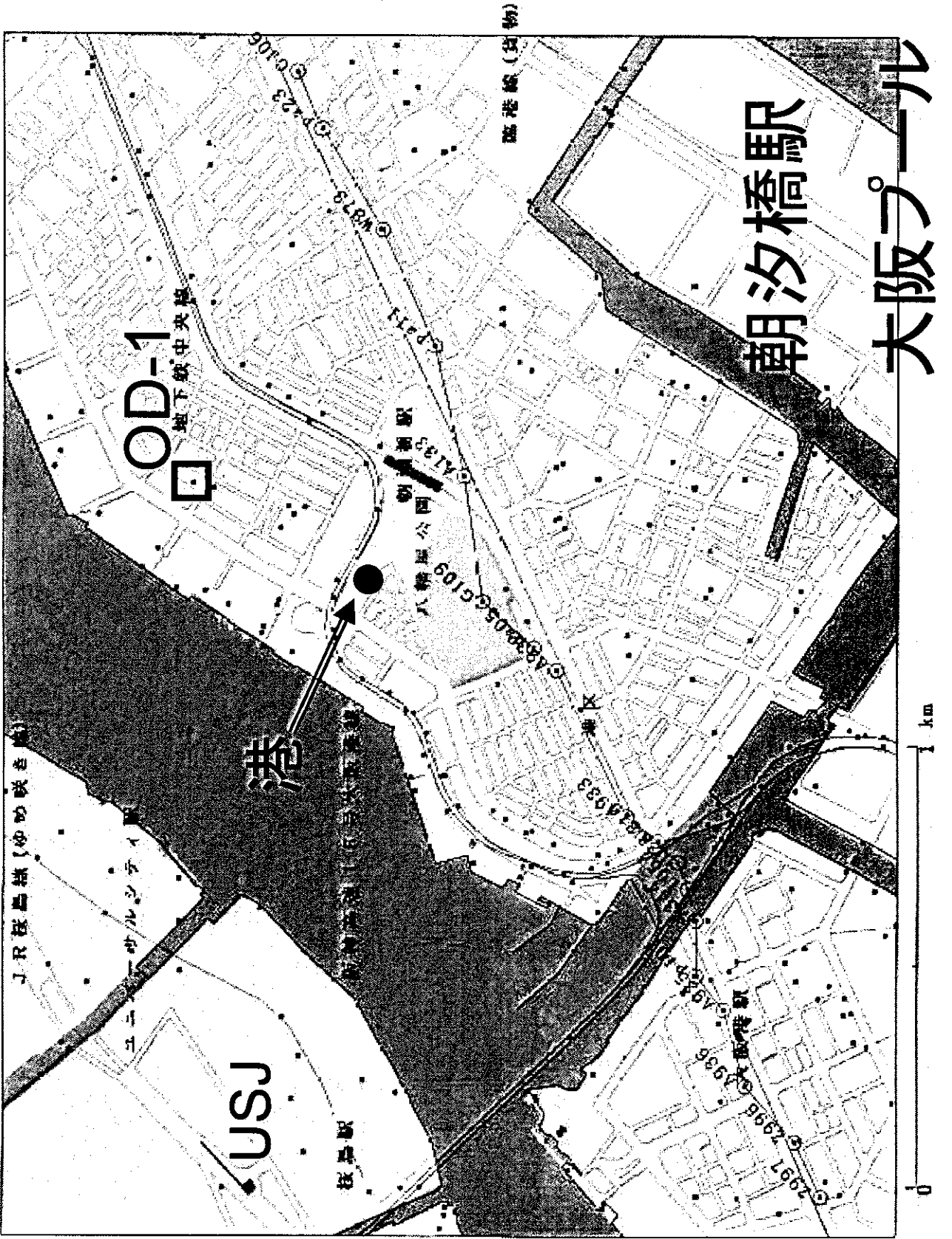
長瀬 測点位置図



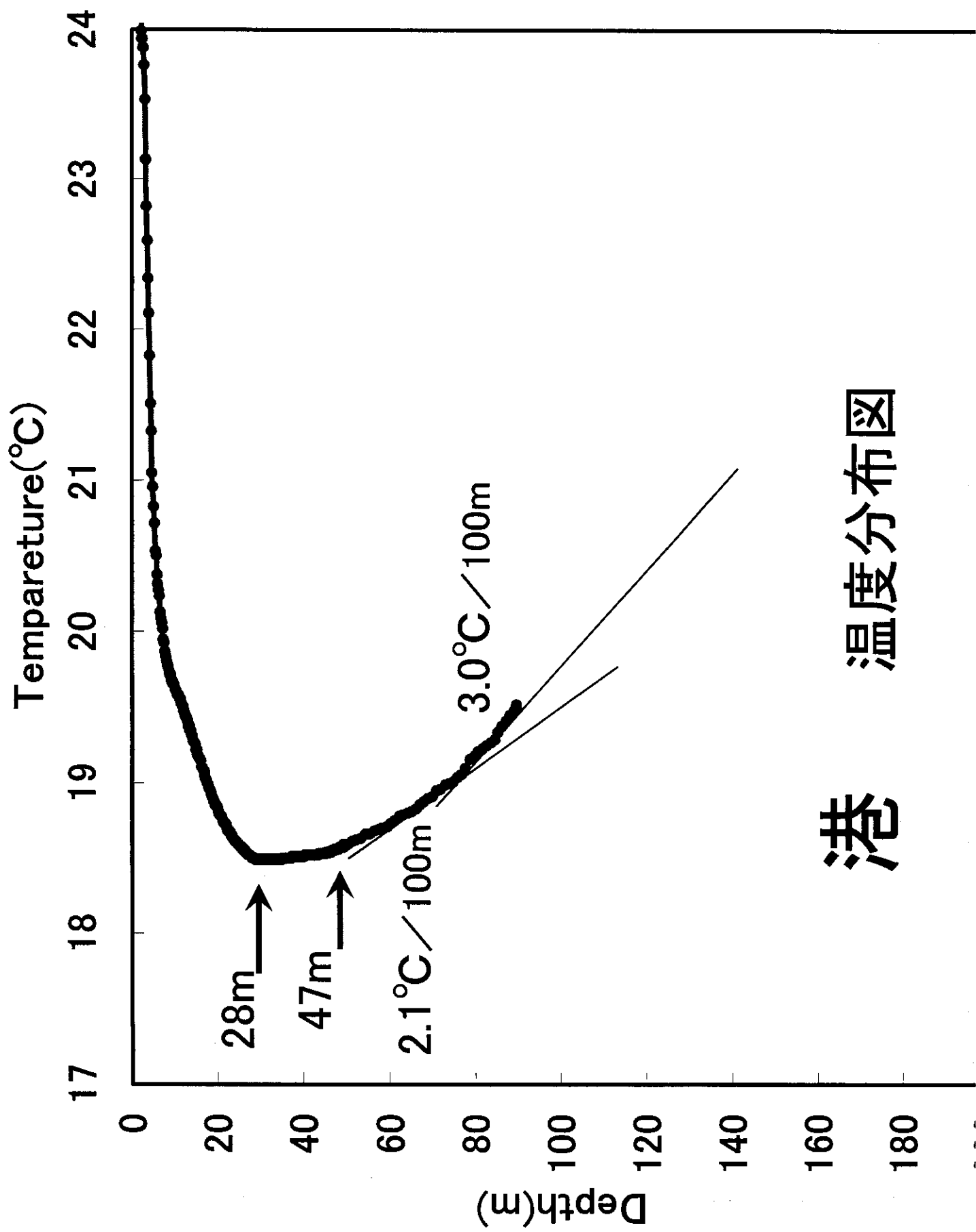
長瀬 東西

温泉ボーリング での地温分布 (石賀・佐藤・西川)

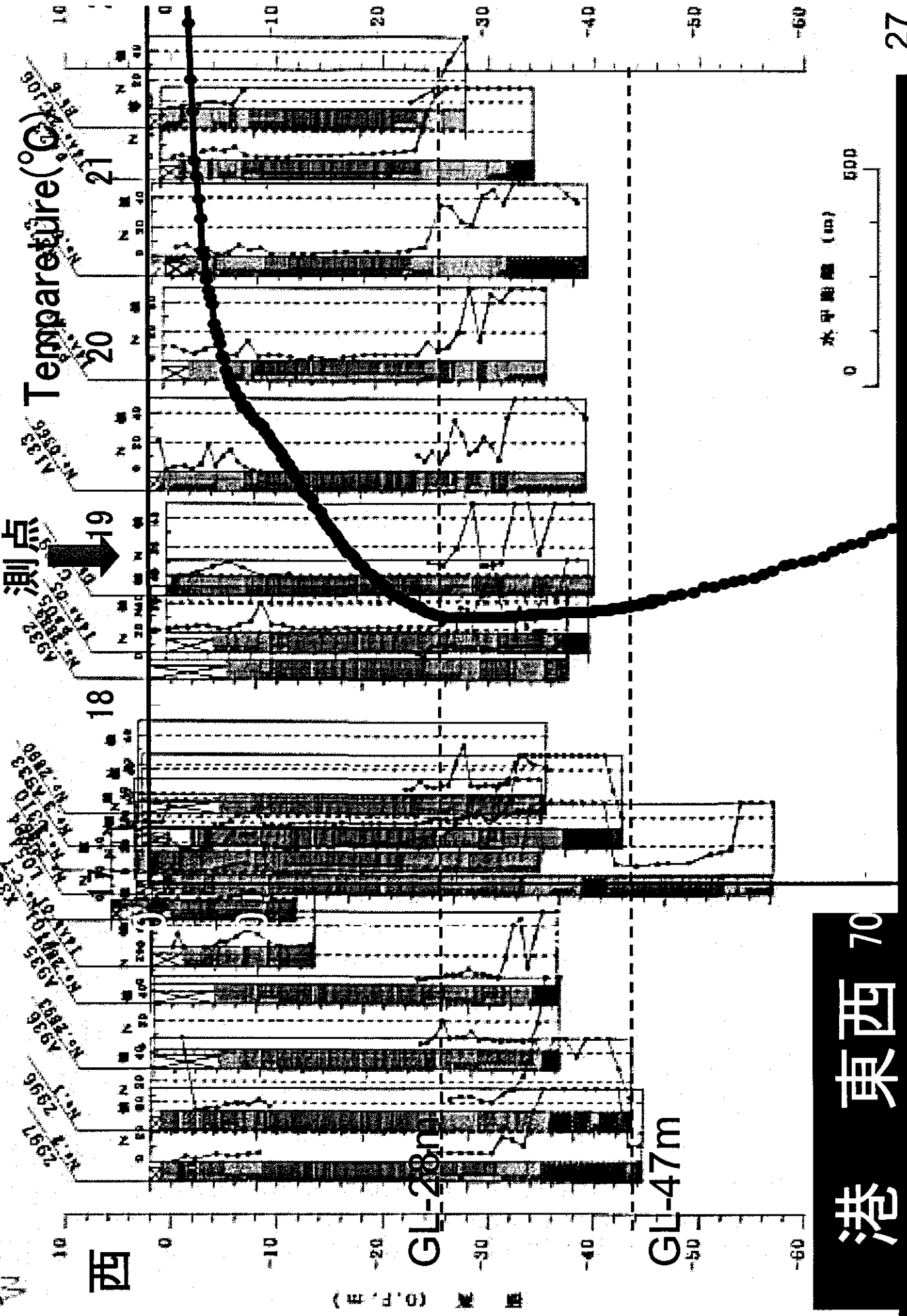


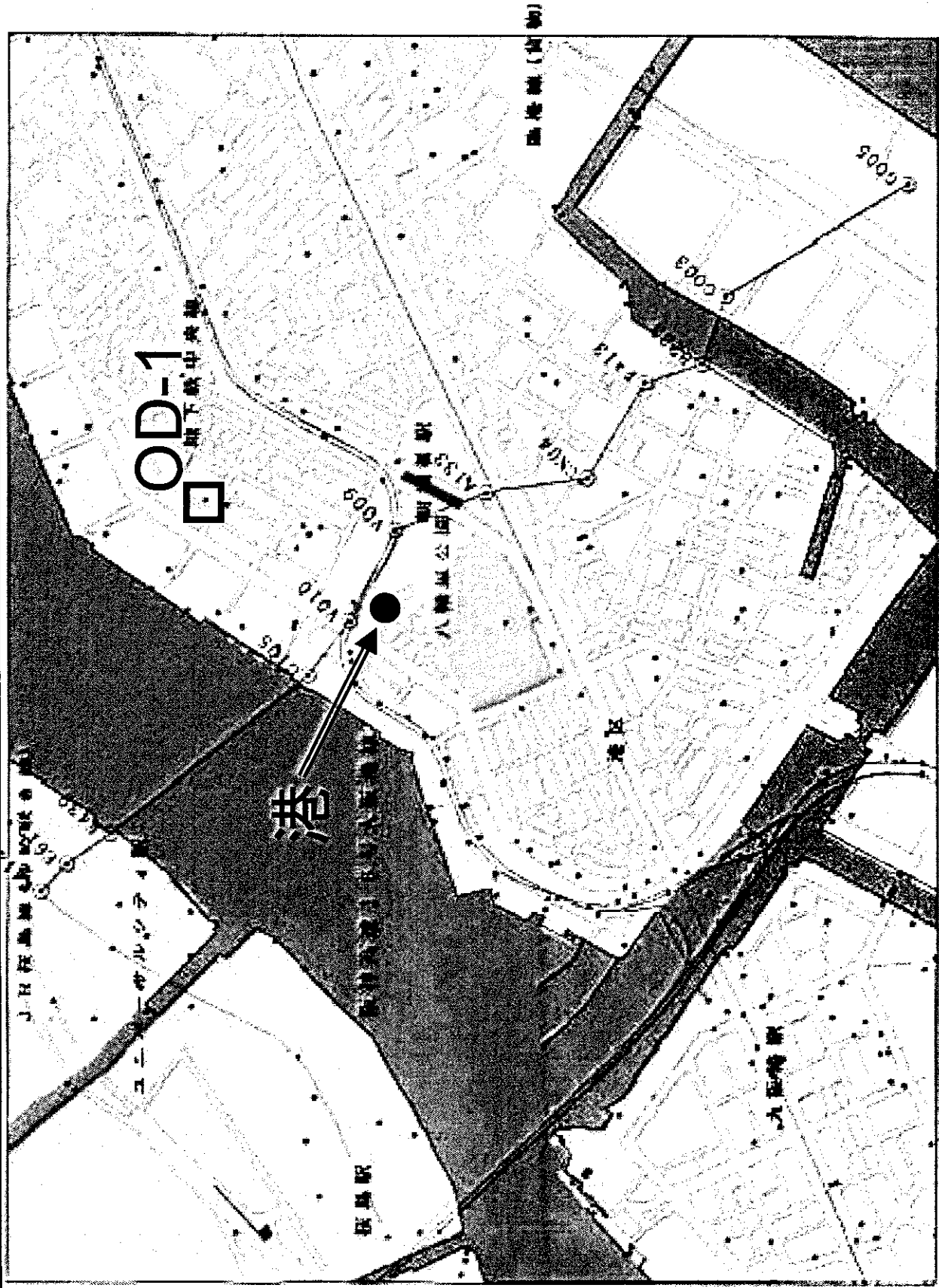


港 東西方向 Bor.位置

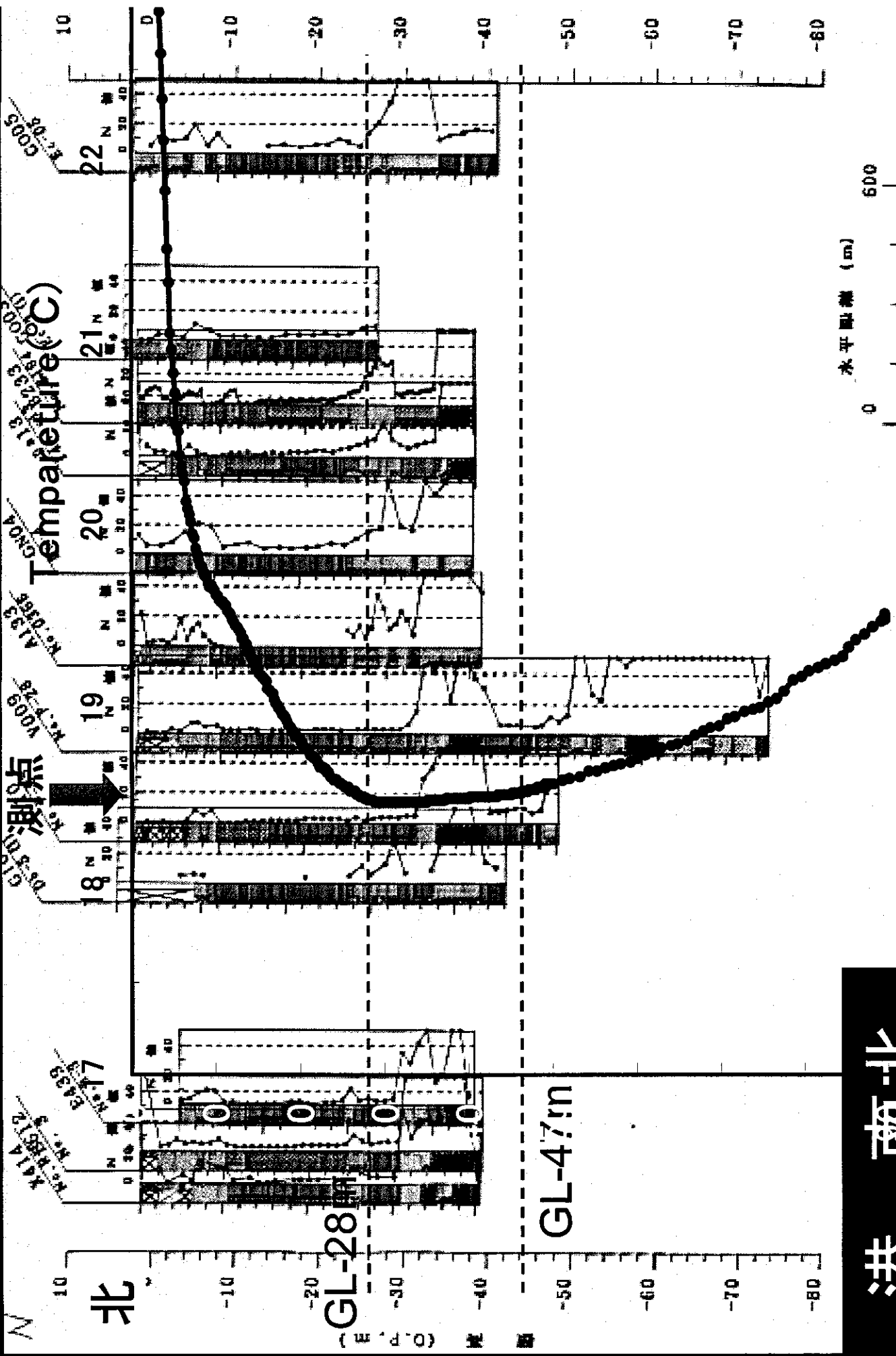


港 温度分布图





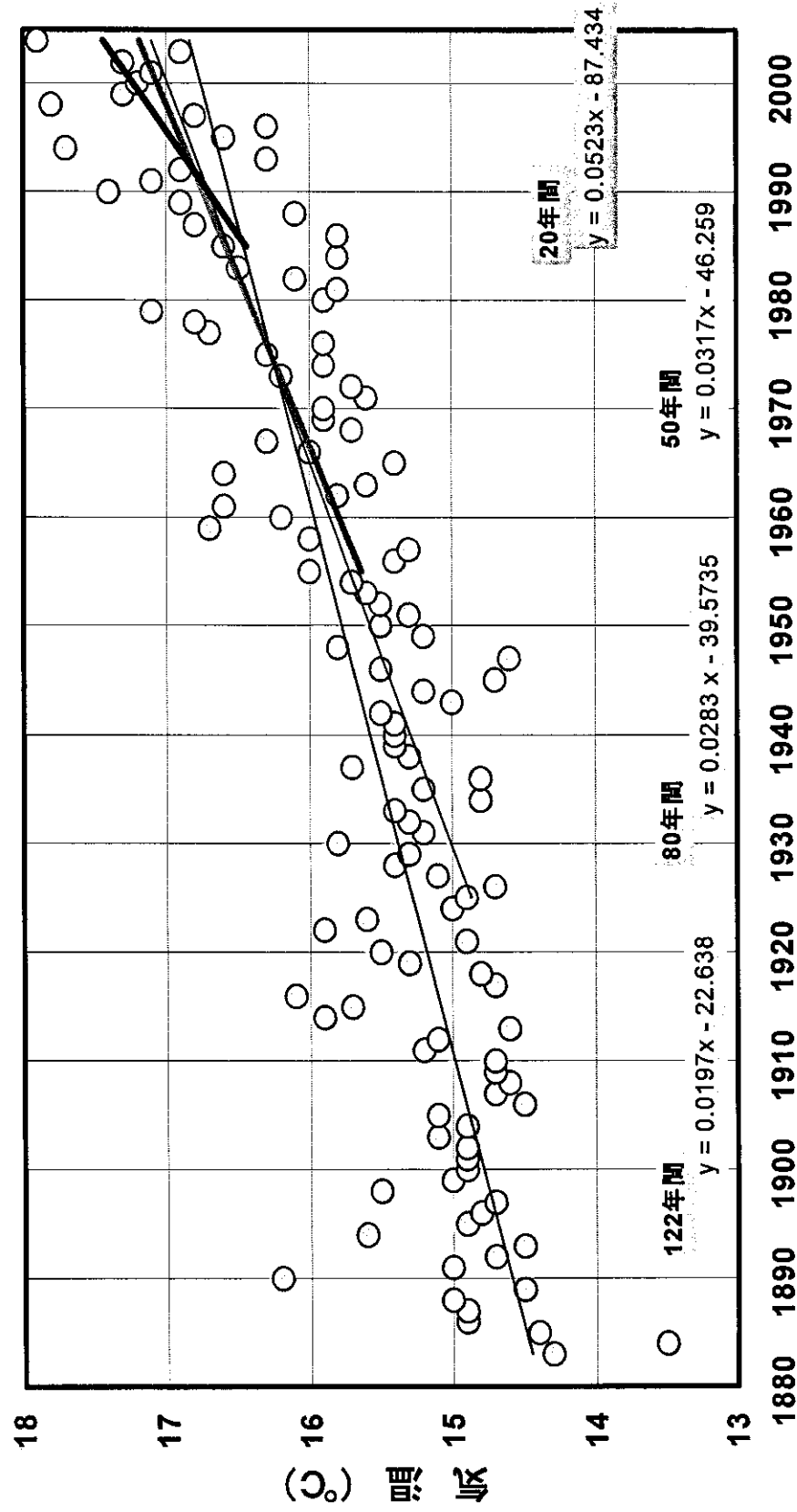
港 南北方向 Bor.位置



港南北

<参考>

大阪：年平均気温(1880~2004)



気象庁 大阪測候所

<参考>

<担当>水・大気環境局土壌環境課
地下水・地盤環境室
室長：尾川 毅

環境省

クールシティ推進事業

「地下湧水等」あるいは「地中熱」を活用するヒートアイランド対策技術の実施による地下水・地盤環境への影響を評価し、

環境への悪影響を及ぼさない実施条件を確立することにより、ヒートアイランド対策の推進に資することを目的として、平成18年度から年間の計画で実施するものである。

事業の名称	応募機関の名称
地中熱利用冷暖房システム稼働に伴う地盤環境・地下水環境への影響評価	九州大学大学院工学研究院資源システム工学部門
大阪府立国際児童文学館地中熱ヒートポンプシステム実証事業	財団法人大阪府みどり公社
地下水を活用した地表面散水の効果検証及び地下水・地盤環境への影響評価検討事業	財団法人大阪府みどり公社

都市型洪水抑制および地球温暖化によるヒートアイランド現象に関する研究

大阪工業大学 深谷文統

〈はじめに〉

従来のアスファルト舗装(密粒舗装)は雨天時の泥濘化や乾燥時の砂塵を防止する目的で発展してきた。よって舗装内には水の浸透を遮断する構造となっている。しかし、密粒舗装は路肩に設けられた施設の排水機能を越える豪雨に見舞われた場合、洪水が発生する。洪水の発生するような降雨強度 100 mm/hr を越える豪雨は年間で多数発生しており、多大な経済的損失だけでなく、人命に関わる場合もある。特に都市部においてはアスファルトの占有面積が 10~20% と高いため、豪雨による洪水被害も大きい。

また、アスファルトは土壌に比べて熱伝導性がよく、かつ熱容量が大きいため、太陽熱をよく吸収し蓄熱する。さらに舗装内には水が浸透しないため、地中水分の蒸発が無くなり、日射を受けて高温になった表面はなかなか冷却しない。

そこで、これらの問題を緩和する目的で高機能舗装の研究が進められている。その中でも高機能舗装のひとつとして透水性舗装がある。透水性舗装は路盤まで空隙率が大きく、透水係数の高い部材が用いられているため、豪雨時における洪水抑制効果に期待が持てる。また、降雨後には舗装内に水を貯留するため、舗装内水分の蒸発による温度低減効果、ならびにヒートアイランド現象緩和効果にも期待が持てる。

本研究では透水性モデル舗装において散水実験を行うことにより、透水性舗装の洪水抑制効果および蒸発量と温度を計測し密粒舗装と比較することによる透水性舗装の温度低減効果について議論を進める。

本研究で得られた知見を以下に要約する。

〈洪水抑制効果について〉

- ・降雨強度が一定である定常降雨による実験より、密粒舗装に比べ、約 60~90% の流出抑制効果がある。
- ・降雨強度が強いほど溢流発生時の舗装内貯留量は少なくなる。これは、降雨強度が強いほど舗装内に封入する空気量が多くなるためと推察される。
- ・実際の降雨を想定した非定常降雨においては、降雨波形の中で最も降雨強度の強くなるピーク降雨区間において溢流が発生する。つまり溢流発生は強い降雨に依存する。
- ・非定常降雨は溢流発生時の舗装内貯留量に顕著な差が見られない。これは弱い降雨強度による先行降雨があるため舗装内に封入する空気量が少なくなり、ピーク降雨区間にいたるまでの降雨条件が近いものになるためと推察される。
- ・降雨強度が強いほど溢流量の微分値は大きくなる。これは浸透の妨げとなる空気が封入

されるためと推察される。

- ・先行降雨により、ピーク降雨区間の中でも溢流発生箇所が異なる。これは先行降雨により舗装の浸透能が低下するためと推察される。
- ・実際に東京と大阪で発生した豪雨を透水性舗装で再現した場合、約 35～40%のピークカット効果、10～30 分の流出遅延効果、43～65%の流出抑制効果があった。

〈温度低減効果について〉

- ・夏場における透水性舗装と密粒舗装の表面温度を比較すると最大で 4℃程度、透水性舗装に温度低減効果がある。また、夜間部においても平均で 1℃の温度低減効果がある。これは透水性舗装内の水分が蒸発することによる潜熱輸送により温度が低減したと推察される。
- ・透水性舗装に散水することにより、温度低減効果は増加する。またその温度低減効果は散水から 3 日経過しても低減効果は持続している。これは透水性舗装が水分を保持する能力を有しているためと推察される。
- ・蒸発が多いほど温度の低減効果も大きくなる傾向にある。よって蒸発による潜熱輸送が温度低減効果に影響を与えていると考えられる。
- ・透水性舗装は散水が無くても舗装表面からの蒸発は常に見られた。よって舗装は大気中の水分を吸着している。
- ・温度よりも湿度の方が舗装への大気中の水分の吸着に与える影響が大きい。

平成 18 年 11 月 22 日 (水)

平成 18 年度 第 1 回 地下水水質研究委員会
議 事 次 第

1. 講 演

題 目：「地球温暖化によるヒートアイランド現象の防止および都市型洪水の
抑制に関する研究」

講 師：^{あおき}青木 ^{かずお}一男 (大阪工業大学 工学部都市デザイン学科 教授)

2. 協 議

1) 平成 18 年度地下水水質研究委員会の研究活動の現状

[研究テーマ]

- ① 水質分析データのクロスチェック
- ② 地震に伴う地下水位・水質変化の検討
- ③ 温暖化に伴う大阪平野地下水の水位・水質モニタリング

関連報告；「大阪地盤の地温鉛直分布から見た地層構造」

^{ありもと}有本 ^{ひろたか}弘孝 ((財)地域 地盤 環境 研究所 企画室)

2) 「平成 18 年度 地下水情報に関する報告書」報告事項について

3) その他

- ・平成 18 年度第 2 回地下水水質研究委員会開催等

地下水地盤環境に関する研究協議会・地下水水質研究委員会 委員名簿

(平成18年4月1日)

氏名	所属	職名	〒	住所	TEL	FAX	E-mail
委員長 吉岡 龍馬	同志社大学 文学部	嘱託	606-0014	京都市左京区岩倉西河原町35-1	075-711-2580	075-711-2587	ryuma-y@rio.odn.ne.jp
委員 青木 一男	大阪工業大学 工学部環境工学科	教授	535-8585	大阪市旭区大宮5-16-1	06-6954-4183	06-6957-2131	aoki@env.oit.ac.jp
委員 伊藤 浩子	財団法人 地域地盤環境研究所 地形地質環境グループ	研究員	550-0012	大阪市西区立売堀4-3-2	06-6539-2972	06-6578-6253	ito@geor.or.jp
委員 笈西 隆滋	大阪府環境農林水産部環境指導室化学物質 対策課 対策推進グループ (地盤環境担当)	課長補佐	540-8570	大阪市中央区大手前2-1-7 大阪赤十字会館	06-6941-0351 (内線3867)	06-6944-6714	OinishiT@mbox.pref.osaka.lg.jp
委員 沖 泰三	財団法人 日本地下水理化学研究所	主任研究員	532-0011	大阪市淀川区西中島6-5-3 サンプラザA新大阪607	06-6100-1555	06-6100-1550	tikasui@skyblue.ocn.ne.jp
委員 北岡 豪一	岡山理科大学理学部基礎理学科	教授	700-0005	岡山市理大町1-1	086-256-9686	086-256-9686	kitaoka@das.ous.ac.jp
委員 小林 正雄	大阪教育大学 教育学部	教授	582-8582	大阪府柏原市旭ヶ丘4-698-1	0729-78-3641	0729-78-3641	kobayasi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp
委員 塚本 千鶴	株式会社 応用地学研究所	係長	564-0043	大阪府吹田市南吹田1-6-4	06-6319-3630	06-6319-3645	c.tsukamoto@chigaku.co.jp
委員 鶴巻 道二	財団法人 日本地下水理化学研究所	理事	532-0011	大阪市淀川区西中島6-5-3 サンプラザA新大阪607	06-6100-1555	06-6100-1550	tikasui@skyblue.ocn.ne.jp
委員 寺尾 宏	岐阜県保健環境研究所環境科学部	主任専門 研究員	504-0838	岐阜県各務原市那加不動丘1-1	058-380-2112 2100	0583-71-5016	p76710@govt.pref.gifu.jp

(氏名の50音順)

地下水地盤環境に関する研究協議会・地下水水質研究委員会 平成18年度第1回地下水水質研究委員会(H18.11.22) 出席者名簿

(平成18年11月6日現在)

氏名	所属	職名	〒	住所	TEL	FAX	E-mail	出欠
委員長 吉岡 龍馬	同志社大学 文学部	囑託	608-0014	京都市左京区岩倉西河原町35-1	075-711-2580	075-711-2587	ryuma-y@rio.odn.ne.jp	
委員 青木 一男	大阪工業大学 工学部環境工学科	教授	535-8585	大阪市旭区大宮5-16-1	06-6954-4183	06-6957-2131	aoki@env.oit.ac.jp	
委員 伊藤 浩子	財団法人 地域地盤環境研究所 地形地質環境グループ	研究員	550-0012	大阪市西区立売堀4-3-2	06-6539-2972	06-6578-6253	ito@geor.or.jp	
委員 笈西 隆滋	大阪府環境農林水産部環境指導室化学物質 対策課 対策推進グループ (地盤環境担当)	課長補佐	540-8570	大阪市中央区大手前2-1-7 大阪赤十字会館	06-6941-0351 (内線3867)	06-6944-6714	OinishiT@mbox.pref.osaka.lg.jp	
委員 沖 森三	財団法人 日本地下水理化学研究所	主任研究員	532-0011	大阪市淀川区西中島6-5-3 ヤマテビル新大阪607	06-6100-1555	06-6100-1550	tikasui@skyblue.ocn.ne.jp	
委員 北岡 豪一	岡山理科大学理学部基礎理学科	教授	700-0005	岡山市理大町1-1	086-256-9686	086-256-9686	kitaoka@das.ous.ac.jp	
委員 小林 正雄	大阪教育大学 教育学部	教授	582-8582	大阪府柏原市旭ヶ丘4-698-1	0729-78-3641	0729-78-3641	kobayasi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp	
委員 塚本 千鶴	株式会社 応用地学研究所	係長	564-0043	大阪府吹田市南吹田1-6-4	06-6319-3630	06-6319-3645	c.tsukamoto@chigaku.co.jp	
委員 鶴巻 道二	財団法人 日本地下水理化学研究所	理事	532-0011	大阪市淀川区西中島6-5-3 ヤマテビル新大阪607	06-6100-1555	06-6100-1550	tikasui@skyblue.ocn.ne.jp	
委員 寺尾 宏	岐阜県保健環境研究所環境科学部	主任専門 研究員	504-0838	岐阜県各務原市那加不動丘1-1	058-380-2112 2100	058-371-5016	p76710@govt.pref.gifu.jp	
オブザー バー 有本 弘孝	財団法人 地域地盤環境研究所 企画室	主任研究員	550-0012	大阪市西区立売堀4-3-2	06-6539-3135	06-6578-6255	arimoto@geor.or.jp	
オブザー バー 飯田 智之	財団法人 地域地盤環境研究所 地盤解析グループ	主任研究員	550-0012	大阪市西区立売堀4-3-2	06-6539-2971	06-6578-6560	iida@geor.or.jp	
オブザー バー 小野寺 真一	広島大学大学院総合科学研究科	助教授	739-8521	東広島市鏡山11-7-1	082-424-6496	082-424-6496	sonodera@hi-roshima-u.ac.jp	
オブザー バー 谷口 真人	大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所 研究部	助教授	602-0878	京都市上京区丸太町通り河原町 西入る高島町335	075-229-6193	075-229-6150	makoto@chikyu.ac.jp	

(氏名の50音順)

5-1 観測井による地下水水質資料の収集と整理

国土交通省所管観測井位置図

本報告書に水質資料を収録したもの



表一-1 国土交通省所管水質(水位)観測井

本報告書 No.	観測井No. (建設省)	水系名	河川名	観測所名	所在地		観測井		採水方法	
					府県	市町村	地盤高	深さ(m)		
1	86-05-019-01	淀川	淀川	長居	大阪府	大阪市東住吉区西鷹台町 2-78	6.07	2.2~20.2	ポンプ式	
2	86-05-020-01	淀川	淀川	野田	大阪府	大阪市福島区吉野 5丁目 9-50	-0.84	2.2~10.2	採水器	
3	86-05-021-01	淀川	淀川	住之江	大阪府	大阪府住之江区御崎町 8-1-6	2.39	2.9~10.5	ポンプ式	
4	86-05-022-01	淀川	淀川	大宮	大阪府	大阪府旭区大宮町 4-9-16	2.49	2.7~8.7	採水器	
5	86-05-023-01	淀川	淀川	生野	大阪府	大阪府生野区林寺 6-6-7	4.19	2.2~18.2	ポンプ式	
6	86-05-027-01	淀川	淀川	新森小路	大阪府	大阪府旭区新森 6-3-13	1.36	51.2~68.2	ポンプ式	
7	86-05-046-01	淀川	淀川	鳴野	大阪府	大阪府城東区鳴野西 3-236	1.19	23.2~27.2	ポンプ式	
8	86-05-049-01	淀川	淀川	南恩加島	大阪府	大阪府大正区南恩加島 3丁目 6-11	0.82	2.9~6.9	採水器	
9	86-05-051-01	淀川	淀川	大和田	大阪府	大阪府西淀川区大和田 4-3-43	-1.54	40.1~48.6	ポンプ式	
10	86-05-052-01	淀川	淀川	加美東	大阪府	大阪府平野区加美東 5丁目 9-25	6.96	32.6~45.4	採水器	
11	86-05-024-01	淀川	淀川	鮎川	大阪府	茨木市鮎川 2-5-23	8.18	7.0~9.4	ポンプ式	
12	86-05-025-01	淀川	淀川	友井	大阪府	東大阪市友井 2-28-12	6.10	2.4~7.9	ポンプ式	
13	86-05-026-01	淀川	淀川	高槻	大阪府	高槻市道徳町 3丁目 811	8.06	7.2~14.2	ポンプ式	
14	86-05-033-01	淀川	淀川	門真	大阪府	門真市二番 757	2.45	5.1~13.1	ポンプ式	
15	86-05-048-01	淀川	淀川	点野	大阪府	寝屋川市点野 5丁目 26-1	4.37	30.2	採水器	
16	86-05-050-01	淀川	淀川	志紀	大阪府	八尾市志紀町西 2丁目 2	12.23	13.4~20.2	ポンプ式	
17	86-05-053-01	淀川	淀川	烏飼西	大阪府	摂津市烏飼西 3丁目 1-1	3.83	41.8~53.2	採水器	
18	86-05-028	淀川	猪名川	荒牧	兵庫県	伊丹市荒牧字桑田 28	34.70	56.1~64.7	ポンプ式	
19	86-05-029	淀川	猪名川	野間	兵庫県	伊丹市野間字高野 285	11.50	68.1~75.9	ポンプ式	
20	86-05-034-1	淀川	猪名川	口酒井第1	兵庫県	伊丹市口酒井官有地	9.25	84.0~90.0	ポンプ式	
21	86-05-034-2	淀川	猪名川	口酒井第2	兵庫県	伊丹市口酒井官有地	9.25	69.0~75.0	ポンプ式	
22	86-05-034-3	淀川	猪名川	口酒井第3	兵庫県	伊丹市口酒井官有地	9.25	41.0~48.5	ポンプ式	
23	86-05-034-4	淀川	猪名川	口酒井第4	兵庫県	伊丹市口酒井官有地	9.25	22.5~27.5	ポンプ式	
24	86-05-035	淀川	猪名川	北村	兵庫県	伊丹市北村官有地	15.36	2.4~11.4	ポンプ式	
25	86-05-041	淀川	猪名川	曾根	大阪府	豊中市曾根西青町 1丁目	13.00	54.0~64.8	ポンプ式	
26	86-05-042	淀川	猪名川	野畑	大阪府	豊中市向ヶ丘 3丁目 1-1	47.64	19.0	13.5~18.5	採水器
27	86-05-043	大和川	大和川	石橋	大阪府	池田市石橋 4丁目 6-1	36.18	90.0	80.6~88.6	採水器
28	86-05-031	大和川	大和川	堺北	大阪府	堺市新金岡町 317-1	16.15	12.0	2.0~12.0	採水器
29	86-05-032	大和川	大和川	堺北	大阪府	堺市陶器北 184	55.97	13.0	3.0~13.0	採水器
30	86-05-057	大和川	大和川	八尾	大阪府	八尾市太田 3-183	11.99	20.7	12.7~20.7	採水器

※ ○:これまでに取り録してきた観測井 (大阪市内) ●:1997年度から新たに収録した観測井 ◎:1998年度から新たに収録する観測井

※-1 T-P (m)

水質年表 (平成15年度) No. 1 ~ 10 イオン計算表

水系	淀川 (大阪市内)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
No.	長居	野田	住之江	大宮	生野	新森小路	鳴野	南恩加島	大和田	加美東					
観測所名															
地下水位 (m)		1.81	2.61	2.52	3.25	7.77	7.53			15.92					
採水深度 (m)															
採水年月日		H15.8.4	H15.8.1	H15.8.4	H15.8.1	H15.8.4	H15.8.1			H15.8.6					
水温 (°C)		22.5	19.9	22.4	21.2	20.5	21.3			24.5					
pH		6.9	7.6	7.6	6.19	6.9	7.0			6.8					
EC (mS/m)		40.1	303	26.4	58.3	112	103			32.5					
	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l					
Na ⁺	27.3	1.187	294.0	12.788	14.7	0.639	34.8	1.514	92.0	4.002	70.1	3.049	22.3	0.970	
K ⁺	11.1	0.284	37.4	0.957	4.1	0.105	11.5	0.294	25.4	0.650	28.3	0.724	7.2	0.183	
Ca ²⁺	52.1	2.600	28.7	1.432	34.5	1.722	56.2	2.804	51.3	2.560	45.5	2.270	22.4	1.118	
Mg ²⁺	2.8	0.234	11.0	0.905	3.5	0.286	9.7	0.795	30.6	2.518	28.9	2.378	9.4	0.771	
NH ₄ ⁺ -N	0.1	0.009	0.1	0.008	0.0	0.000	0.1	0.004	12.6	0.900	14.0	1.000	3.9	0.279	
Fe ²⁺	0.5	0.018	0.3	0.012	0.3	0.011	0.4	0.013	1.8	0.063	5.9	0.212	0.4	0.014	
Mn ²⁺	0.1	0.003	0.1	0.002	0.1	0.002	0.4	0.013	1.0	0.037	1.4	0.052	0.5	0.019	
Σ Cation		4.335		16.107		2.765		5.437		10.730		9.685		3.354	
Cl ⁻		13.7	0.386	664.0	18.729	12.1	0.341	32.8	0.925	58.7	1.656	94.2	2.657	7.1	0.200
HCO ₃ ⁻		195.0	3.196	838.0	13.733	149.0	2.442	241.0	3.950	269.0	4.408	243.0	3.982	202.0	3.310
SO ₄ ²⁻		23.4	0.487	62.3	1.297	19.8	0.412	44.6	0.929	240.0	4.997	155.0	3.227	1.2	0.025
NO ₃ ⁻ -N		3.8	0.269	0.1	0.009	1.0	0.074	6.6	0.471	0.0	0.003	0.1	0.009	0.0	0.000
Σ Anion		4.338		33.768		3.269		6.275		11.064		9.875		3.535	
ΣC/ΣA		0.999		0.477		0.846		0.866		0.970		0.981		0.949	

水質年表 (平成15年度) No.11 ~ 17, 28 ~ 30 イオン計算表

水系	淀川										大和川										
	11	12	13	14	15	16	17	28	29	30	11	12	13	14	15	16	17	28	29	30	
No.	11	12	13	14	15	16	17	28	29	30	11	12	13	14	15	16	17	28	29	30	
観測所名	鮎川	友井	高槻	門真	点野	志紀	鳥飼西	堺北	堺南	八尾											
地下水位 (m)	3.07	1.90	3.16	1.62	9.95	2.46	9.48														
採水深度 (m)																					
採水年月日	H15.8.11	H15.8.6	H15.8.11	H15.8.4	H15.8.5	H15.8.6	H15.8.11	H15.8.7	H15.8.7	H15.8.7											
水温 (°C)	17.8	19.2	18.3	19.1	21.0	20.1	18.9	21.2	20.8	17.2											
pH	6.7	6.6	6.8	7.5	7.5	6.6	7.4	6.7	7.8	6.8											
EC (mS/m)	49.2	54.3	30.7	94.9	48.2	47.0	215	42.4	34.2	33.8											
	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l
Na ⁺	22.1	0.961	57.8	2.514	16.8	0.731	140.0	6.090	69.0	3.001	35.9	1.562	152.0	6.612	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-
K ⁺	4.0	0.102	10.1	0.258	2.9	0.075	15.0	0.384	9.4	0.241	4.2	0.108	43.0	1.100	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-
Ca ²⁺	32.2	1.607	18.5	0.923	14.4	0.719	18.2	0.908	14.4	0.719	32.0	1.597	93.8	4.681	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-
Mg ²⁺	11.2	0.922	9.9	0.812	4.6	0.374	10.7	0.880	8.4	0.691	6.9	0.569	45.9	3.777	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-
NH ₄ ⁺ -N	4.2	0.301	5.3	0.376	-	0.000	0.6	0.045	-	0.000	-	0.000	6.1	0.434	0.0	0.002	0.0	0.020	0.0	0.020	1.2
Fe ²⁺	33.4	1.196	3.0	0.106	32.7	1.171	0.5	0.019	0.8	0.028	18.7	0.670	0.4	0.013	0.2	0.007	0.8	0.028	0.8	0.028	11.0
Mn ²⁺	3.8	0.137	1.6	0.057	2.7	0.099	0.1	0.004	0.7	0.026	2.6	0.093	1.3	0.047	0.7	0.025	0.0	0.001	0.0	0.001	1.1
Σ Cation	5.226	5.046	3.169	8.330	4.706	4.599	16.664	0.034	0.049	0.524											
Cl ⁻	32.9	0.928	53.9	1.520	17.6	0.496	63.6	1.794	61.9	1.746	44.9	1.266	612.0	17.262	59.1	1.667	21.7	0.612	34.9	0.984	
HCO ₃ ⁻	252.0	4.130	255.0	4.179	102.0	1.672	585.0	9.587	228.0	3.736	153.0	2.507	130.0	2.130	127.0	2.081	160.0	2.622	143.0	2.343	
SO ₄ ²⁻	0.8	0.017	0.5	0.010	23.3	0.485	0.6	0.012	1.1	0.023	47.4	0.987	4.5	0.094	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-
NO ₃ ⁻ -N	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.5	0.034	0.0	0.000	0.0	0.000	1.2	0.084	1.4	0.097	0.1	0.004	
Σ Anion	5.075	5.709	2.653	11.393	5.539	4.760	19.486	3.832	3.331	3.331											
ΣC/ΣA	1.030	0.884	1.194	0.731	0.850	0.966	0.855														

水質年表 (平成15年度) No.18 ~ 27 イオン計算表

水系	淀川 (猪名川)																			
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27										
No.	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27										
観測所名	荒牧	野間	口酒井第1	口酒井第2	口酒井第3	口酒井第4	北村	曾根	野畑	石橋										
地下水位 (m)	19.57	15.26	14.25	13.61	9.09	7.02	3.70	13.84	12.23	46.65										
採水深度 (m)	25	25	25	22	25	15	5	30	15	80										
採水年月日	H15.11.13	H15.11.13	H15.11.12	H15.11.12	H15.11.12	H15.11.12	H15.11.14	H15.11.13	H15.11.12	H15.11.14										
水温 (°C)	17.2	17.5	18.1	17.6	16.7	17.2	19.4	17.5	17.3	18.6										
pH	6.6	6.8	7.4	7.3	6.9	7.0	6.6	7.8	6.9	6.8										
EC (mS/m)	19.5	20.0	24.9	26.1	33.6	29.2	25.0	29.0	36.5	126										
	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l								
Na ⁺	21.8	0.948	17.1	0.744	17.9	0.779	15.0	0.652	29.4	1.279	30.3	1.318	25.6	1.114	14.5	0.631	20.2	0.879	72.5	3.154
K ⁺	5.7	0.146	5.3	0.136	8.9	0.228	7.4	0.189	5.2	0.133	4.4	0.113	5.3	0.136	13.8	0.353	7.1	0.182	5.6	0.143
Ca ²⁺	12.2	0.609	16.4	0.818	42.1	2.101	29.0	1.447	30.6	1.527	20.6	1.028	28.8	1.437	25.1	1.252	40.6	2.026	246.0	12.275
Mg ²⁺	4.8	0.395	7.6	0.625	14.6	1.201	9.4	0.773	13.0	1.070	10.2	0.839	5.6	0.461	14.0	1.152	18.7	1.539	38.9	3.201
NH ₄ ⁺ -N	0.8	0.054	0.8	0.056	1.3	0.096	1.2	0.083	0.5	0.033	0.3	0.021	0.0	0.001	3.3	0.237	0.5	0.039	0.0	0.001
Fe ²⁺	11.6	0.415	7.6	0.272	6.5	0.234	2.0	0.070	3.7	0.132	3.2	0.115	0.4	0.013	0.9	0.033	41.2	1.475	14.4	0.516
Mn ²⁺	0.5	0.017	0.5	0.017	1.1	0.040	0.7	0.025	2.3	0.083	0.5	0.019	0.0	0.000	0.3	0.010	1.7	0.062	2.7	0.097
Σ Cation	2.584	2.668	4.679	3.239	4.257	3.453	3.162	3.668	6.202	19.387										
Cl ⁻	28.9	0.815	23.2	0.654	15.7	0.443	18.1	0.511	19.5	0.550	31.7	0.894	15.8	0.446	9.1	0.257	14.8	0.417	498.0	14.047
HCO ₃ ⁻	90.9	1.490	105.0	1.721	238.0	3.900	146.0	2.393	168.0	2.753	108.0	1.770	99.2	1.626	195.0	3.196	223.0	3.655	181.0	2.966
SO ₄ ²⁻	6.2	0.129	8.7	0.181	1.1	0.023	5.3	0.110	38.1	0.793	30.4	0.633	38.2	0.795	0.0	0.000	37.0	0.770	10.6	0.221
NO ₃ ⁻ -N	0.0	0.001	0.0	0.000	0.0	0.001	0.0	0.001	0.0	0.001	0.0	0.001	2.6	0.184	0.0	0.001	0.0	0.002	0.0	0.001
Σ Anion	2.435	2.556	4.367	3.015	4.097	3.298	3.051	3.454	4.844	17.235										
ΣC/ΣA	1.061	1.044	1.071	1.074	1.039	1.047	1.036	1.062	1.280	1.125										

水質年表 (平成16年度) No. 1 ~ 10 イオン計算表

水系	淀川 (大阪市内)																						
	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
観測所名	長居	野田	住之江	大宮	生野	新森小路	鴨野	南恩加島	大和田	加美東													
地下水位(m)	1.92	2.69	2.69	2.60	3.45	7.74	7.60			16.03													
採水深度(m)	5	6	6	5	8	30	25			38													
採水年月日	H16.8.9	H16.8.9	H16.8.9	H16.8.9	H16.8.9	H16.8.5	H16.8.10			H16.8.10													
水温 (°C)	18.3	18.6	18.6	24.7	18.6	19.0	19.1			18.3													
pH	7.6	7.6	7.6	7.6	6.9	6.9	6.9			7.1													
EC (mS/m)	43.1	332	18.3	108	93.8					32.8													
Na ⁺	19.7	0.857	280.0	12.179	12.4	0.539	30.2	1.314	74.5	3.241	53.6	2.331								19.0	0.826		
K ⁺	6.8	0.173	29.0	0.742	2.8	0.071	10.6	0.271	20.4	0.522	20.7	0.529									6.4	0.163	
Ca ²⁺	54.8	2.735	40.5	2.021	14.3	0.714	53.2	2.655	45.9	2.290	34.0	1.697									17.9	0.893	
Mg ²⁺	2.4	0.197	13.3	1.094	1.4	0.113	12.3	1.012	32.4	2.666	27.2	2.238									9.5	0.778	
NH ₄ ⁺ -N	0.1	0.008	0.5	0.032	0.0	0.000	0.3	0.019	12.4	0.886	11.9	0.850									3.5	0.253	
Fe ²⁺	0.1	0.002	0.1	0.003	0.1	0.004	0.1	0.003	2.0	0.072	4.0	0.142									0.3	0.012	
Mn ²⁺	0.1	0.005	0.2	0.007	0.1	0.005	0.4	0.016	1.0	0.037	1.2	0.044									0.5	0.020	
Σ Cation		3.977	16.078	1.446		5.290	7.831																2.945
Cl ⁻	20.9	0.590	719.0	20.280	12.8	0.361	38.5	1.086	69.2	1.952	95.1	2.682									10.1	0.285	
HCO ₃ ⁻	211.0	3.458	763.0	12.504	67.5	1.106	252.0	4.130	325.0	5.326	220.0	3.605									222.0	3.638	
SO ₄ ²⁻	20.5	0.427	76.7	1.597	20.5	0.427	32.3	0.673	276.0	5.747	170.0	3.540									0.5	0.010	
NO ₃ ⁻ -N	1.7	0.124	0.0	0.000	1.3	0.094	7.3	0.524	0.0	0.000	0.0	0.000									0.0	0.000	
Σ Anion		4.599	34.381	1.988		6.413	13.025																3.933
Σ C/Σ A		0.865	0.468	0.727		0.825	0.746																0.749

水質年表 (平成16年度) No.11 ~ 17, 28 ~ 30 イオン計算表

水系	淀川										大和川			
	11	12	13	14	15	16	17	28	29	30	観測所名	観測所名	観測所名	観測所名
No.	11	12	13	14	15	16	17	28	29	30	観測所名	観測所名	観測所名	観測所名
観測所名	鮎川	友井	高槻	門真	点野	志紀	鳥飼西	堺北	堺南	八尾				
地下水位(m)	3.38	1.75	4.18	1.77	10.47	2.56	10.02	2.68	1.25	4.92				
採水深度(m)	8	5	10	8	25	17	47	7.00	8.00	16.70				
採水年月日	H16.8.6	H16.8.10	H16.8.6	H16.8.4	H16.8.5	H16.8.4	H16.8.6	H16.8.17	H16.8.17	H16.8.17				
水温 (°C)	17.4	17.7	17.6	18.0	18.1	18.4	18.1	19.8	26.9	17.6				
pH	6.4	6.7	6.5	7.5	7.4	6.5	7.1	6.3	7.1	6.5				
EC (mS/m)	48.0	56.6	31.8	89.7	50.4	48.8	218	42.1	19.6	37.0				
	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l
Na ⁺	17.7	0.770	13.6	0.592	62.3	2.710	143.0	6.220	-	0.000	-	0.000	-	0.000
K ⁺	3.1	0.078	2.5	0.065	7.6	0.194	33.0	0.844	-	0.000	-	0.000	-	0.000
Ca ²⁺	27.8	1.387	12.8	0.639	10.6	0.523	83.0	4.142	-	0.000	-	0.000	-	0.000
Mg ²⁺	11.4	0.938	3.6	0.297	10.0	0.823	51.4	4.229	-	0.000	-	0.000	-	0.000
NH ₄ ⁺ -N	3.8	0.274	-	0.000	-	0.000	7.3	0.518	0.0	0.001	0.0	0.020	1.4	0.103
Fe ²⁺	28.6	1.024	28.5	1.021	0.7	0.024	1.2	0.042	0.1	0.002	0.1	0.003	16.3	0.584
Mn ²⁺	3.2	0.115	2.5	0.091	1.0	0.036	1.3	0.046	0.6	0.023	0.0	0.000	1.8	0.066
Σ Cation	4.586	4.440	2.705	7.789	4.316	4.441	16.041	0.026	0.023	0.753				
Cl ⁻	33.9	0.956	20.4	0.575	71.2	2.008	709.0	19.998	62.1	1.752	4.9	0.138	45.5	1.283
HCO ₃ ⁻	277.0	4.539	129.0	2.114	247.0	4.048	159.0	2.606	120.3	1.971	102.5	1.680	156.2	2.560
SO ₄ ²⁻	0.8	0.017	23.4	0.487	0.6	0.012	3.0	0.062	-	0.000	-	0.000	-	0.000
NO ₃ ⁻ -N	0.1	0.004	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	1.3	0.091	3.8	0.268	0.0	0.001
Σ Anion	5.516	5.300	3.176	12.755	6.068	4.465	22.666	3.814	2.086	3.844				
ΣC/ΣA	0.831	0.838	0.852	0.611	0.711	0.995	0.708							

水質年表 (平成16年度) No.18 ~ 27 イオン計算表

No.	淀川 (猪名川)									
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
観測所名	荒牧	野間	口酒井第1	口酒井第2	口酒井第3	口酒井第4	北村	曾根	野畑	石橋
地下水位(m)	14.83	15.50	14.08	13.73	10.16	7.12	3.59	13.81	15.17	47.02
採水深度(m)	25.00	25.00	25.00	22.00	25.00	15.00	5.00	30.00	17.25	80.00
採水年月日	H16.11.17	H16.11.17	H16.11.16	H16.11.16	H16.11.16	H16.11.16	H16.11.18	H16.11.18	H16.11.16	H16.11.18
水温(°C)	18.1	18.1	18.2	18.0	17.4	16.9	19.5	17.5	17.5	18.9
PH	6.8	7.0	7.2	7.4	7.0	7.0	6.6	7.9	7.6	6.5
EC (mS/m)	21.30	22.20	36.50	27.50	34.90	30.70	28.40	31.50	36.20	199.00
	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l
Na ⁺	25.4	1.105	20.2	0.879	16.3	0.709	28.5	1.240	26.0	1.131
K ⁺	8.6	0.220	13.1	0.335	10.2	0.261	7.7	0.197	7.7	0.197
Ca ²⁺	14.2	0.709	61.4	3.064	33.5	1.672	24.5	1.223	38.8	1.936
Mg ²⁺	5.0	0.411	14.9	1.226	9.2	0.757	10.5	0.864	6.6	0.543
NH ₄ ⁺ -N	0.8	0.056	1.3	0.094	1.2	0.083	0.3	0.023	0.0	0.001
Fe ²⁺	9.5	0.341	4.7	0.169	1.7	0.061	3.1	0.111	0.3	0.011
Mn ²⁺	0.5	0.018	1.1	0.039	0.6	0.023	0.5	0.018	0.0	0.000
Σ Cation	2.860	3.030	5.806	3.566	4.668	3.612	3.819	4.137	5.848	38.346
Cl ⁻	35.2	0.993	13.8	0.389	18.5	0.522	32.0	0.903	16.6	0.465
HCO ₃ ⁻	47.8	0.783	219.0	3.589	130.0	2.130	75.6	1.239	75.6	1.239
SO ₄ ²⁻	12.3	0.256	2.3	0.048	5.0	0.104	40.4	0.841	44.7	0.931
NO ₃ ⁻ -N	0.0	0.001	0.0	0.001	0.0	0.001	1.9	0.138	0.0	0.001
Σ Anion	2.033	2.242	4.027	2.757	3.836	2.984	2.773	2.242	3.560	24.408
ΣC/ΣA	1.407	1.351	1.442	1.293	1.217	1.210	1.377	1.845	1.643	1.571

※ HCO₃⁻ は4.3アルカリ度×1.22 で計算したもの

「地下水情報に関する報告書」における水質資料の整理について

鶴巻 道二

1. はじめに

地下水地盤環境に関する研究協議会では1993年以降、建設省（国交省）、大阪府・市による観測井の資料を収集・整理し各年次の「地下水情報に関する報告書」を作成している。水質資料には協議会として独自に採水・分析したものもあるが、国交省所管の観測井の水質資料を収録している「地下水水質年表」（国交省河川局編・地下水技術協会発行）に依存しているところが大きい。すなわち、大阪平野に設けられている30観測井を対象とし、水質データの吟味と組成図の作成ならびに地域的、経年的変化についての検討などを水質研究委員会の作業として行なってきた。以下に「年表」資料の整理の方針と、“水質データの吟味”にあたって問題としなくてはならないと考えられる「年表」の疑問点をいくつかあげることとする。

2. 「年表」のデータの整理の方針について

「年表」の分析項目は第4回(1988年)までは表-1の左側、第5回(1989年)以降は同表の右側のようになっている。これは1989年から地下水が水質汚濁防止法の適用を受けるようになったことに対応しているものであり、項目の33までは両者共通であるが後者では重金属など9項目が追加されている。項目20までは各観測井とも年4回（2～3月、5～6月、8～9月、11～12月）の採水・分析が行なわれているが、全項目にわたる調査はそのうちの1回（多くの観測井では8月）のみ実施されている。年1回の分析表には主要な陰・陽イオンが含まれているが、SiO₂を含んでいないことが惜まれる。

このデータを年次報告書に集録するにあたって、まず項目31以降のいわゆる汚染成分の取り扱いについて考えた。地表水・地下水ならびに土壌の汚染状況の調査は、大阪府域については「生活環境の保全に関する条例」と「土壌汚染対策法」によって実施されていて、その結果は各年度の「大阪府環境白書」に集録されている。水質研究委員会には委員として大阪府の地盤環境担当者の参加を要請しているので、同担当者に「白書」の関連項目を要約して頂くこととした。これによって「年表」については、表-1の項目30までの一般水質項目を整理・集録すればよいこととなる。

多数の水質データを比較検討するには、数値情報よりも図形情報のほうがすぐれていることは言うまでもなく、多くの「図式表現法」が提案されており(鶴巻・沖、1997)、それらのうちから何れを選ぶかということが問題となる。「年表」が国交省により発行されているものであるから、同省河川局の監修によって発行されている「地下水調査法指針」（山海堂、1993）にもあげられているスティフダイアグラム（ヘキサダイアグラム、パターンダイアグラムともいう）を採用することとした。

データを解釈するにあたっては精度の良いものによらなければならない、水質に関しては

陰・陽イオンの等量値のバランスが問題となる。中性付近の水すなわちpHが5～9の範囲にあってH⁺またはOH⁻濃度が極めて小さい水では、me/lで表示された陰・陽イオンのそれぞれの合計値は一致しなければならない。この値は個々の成分の分析値の誤差によって厳密には一致しないことが多く、AWWA (American Water Works Association) では許容される範囲を次式よることとしている。

$$\Sigma \text{anions} - \Sigma \text{cations} = \pm (0.1065 + 0.0155 \Sigma \text{anions})$$

この式によるイオンバランスの許容範囲は図-1のように示されている。近年水質を扱う論文では、CBE(charge-balance error)またはIBE(ion-balance error)という欄を分析表に設けているものが目につくようになった。これらの論文・報告では $\Sigma C / \Sigma A$ が 1 ± 0.05 以内にあるデータを論議の対象としていると断っているものが多い。

以上の検討結果をふまえ、「水質年表」についての整理作業は以下のようにおこなうこととし、(1)～(3)の3点をセットとして集録することとした。

- (1) 項目30までを抜粋した表の作成(汚染成分を除外した表)。
- (2) 主要成分について、等量値(me/l)に換算した表を作成する。これを“イオン表”と称することとした。この表には ΣAnions と $\Sigma \text{Cations}$ を計算してある。
- (3) イオン表によってステイフダイヤグラムを作成し、観測井ごとに図-2に例示するように集録する。

3. いろいろな問題点

「年表」の問題点についてはすでに取り上げたことがあり(鶴巻1999:「地下水水質年表を」読む、地下水技術、41-9、p、35～48)、以下はこの報告によるところが大きい。

3-1. イオンバランス

温泉分析書では各成分のミリグラム、ミリバル(=me/l値)、ミリバル%の3つの数値があげられ、陰・陽イオン毎にそれぞれの値の合計が求められているので、イオンバランスを読み取ることができる。上記の(2)の作業の結果について数年間分をとりまとめると表-2のようになり、 1 ± 0.05 以内にあるものは43%にとどまっていて、良好な結果とは言いがたい。

3-2. 「年表」のHCO₃⁻濃度について

「年表」にはアルカリ度とは別にHCO₃⁻の項目があげられている(表1の項目番号17と26)。HCO₃⁻の分析方法は多岐にわたり、①アルカリ度から換算する方法と、②塩化ストロンチウム-塩酸滴定法(JIS K 0101 25.1)または赤外線分析法(同 25.2)によって全炭酸を求め、図-3によって3態配分する方法である。この図からわかるように中性付近(pH6～7)ではHCO₃⁻の存在比の変化が大きく、このことがHCO₃⁻の測定精度に係わると考えられる。アルカリ度の測定精度は $\pm 1\text{mg/l}$ とされているが(AWWA法)、②の方法によるHCO₃⁻の測定値は25.1法、25.2法そのものの誤差に3態配分の誤差(pH測定の精度)が加わるので、 $\pm 1\text{mg/l}$ 上回る可能性が大きいであろう。項目17(アルカリ度からの換算値)と項目26(②の2つの測値)を比較すると図-4のようになり、25.1法ではアルカリ度から求められた値の上下に分散しているのに対して、25

.2法による値はもっぱら低い値に偏っている。

アルカリ度から HCO_3^- を算出する簡単な方法に加えて、②のような高コストであって、かつ上記のような問題点を持つと考えられる方法が取り入れられているのはどうしてだろうか。権威のある教科書(半谷・小倉、1985:「水質調査法」、丸善)によれば“水中に含まれる弱酸イオンが主として炭酸水素塩である場合には、アルカリ度はそのまま炭酸水素塩量を示すと考えてよいが、……炭酸水素塩以外にホウ酸塩などの不揮発性弱酸の塩を含む場合はそれはあてはまらない”と記載されている。しかしながら温・鉱泉をのぞく普通の地下水では、炭酸水素塩以外の弱酸塩を含有することは極めて稀であり、そのようなケースを想定して②の方法を試験・分析方法として採用することは、疑問視せざるを得ない。「報告書」でもっぱら引用している近畿地区の淀川水系の観測井については、試験項目17の「pH4.3アルカリ度」では中和滴定法、項目26の「 HCO_3^- 」でも中和滴定法が採用されており、賢明な選択であると考えられる。

3-3. 採水方法と現地分析について

「年表」の巻頭には観測所一覧表があつて、これに「採水方法」の欄がある。ポンプまたは採水器をあげているケースが多いが、ポンプおよび採水器としているものもあり、少数ではあるが九州地区ではエアリフトポンプをあげている観測所もある。ポンプ揚水するのが最も望ましいが、その場合でも採水前の継続揚水時間が問題となる。たとえば揚水開始後連続的に硝酸窒素濃度を測定した結果によれば、図-5に示すように時間の経過によって濃度が低下するケースと反対に上昇するケースとが報告されている(鶴巻、1999)。前者は浅・深2層に収水管が設けられている深井戸のケースであつて、揚水開始直後には浅層部の水が揚水されることによる。後者は長期にわたり揚水を停止していた深井戸のケースであり、並行して測定された $\delta^{15}\text{N}$ 値によって、揚水停止状態では脱窒作用が進行したことによると考えられている。観測井についての水質調査は、長期の揚水停止後に実施されることが多いので前記のような井戸内での水質をさけるために、水温・電気伝導度の連続測定によって水質の安定状況をチェックしながら採水する必要がある。

4. クロスチェックについて

クロスチェックはあるグループ(たとえば「環境測定技術協会」)の構成員が、合意による参加によって実施されていることが多い。AWWAの「Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater」によれば、個々の成分についてはクロスチェックの結果があげられているが、水質分析結果のチェックはイオンバランスによる方法をはじめとして、試水の電導度の計算電導度(各成分の計算電導度の合計)の比較による方法などについてとりげている。これらの点について筆者は[改訂 地下水ハンドブック](1998)の「第9章 地下水の水質調査」において解説している。最後に筆者の見解として、イオンバランスの良好なデータが提供されるよう、理解を得ることに努めるほうが良いのではないかということをし添えたい。

参考文献

- 鶴巻道二・沖 泰三(1997)：水質の図式解釈と多変量解析（その1）、地下水技術、33-10、P.18~30。
 半谷高久・小倉紀雄(1985)：改訂2版 地下水調査法、p.242~248.丸善。
 鶴巻道二(1998)：「地下水水質年表」を読む、地下水技術、41・9、p.35~48。
 鶴巻道二(1998)：「改訂 地下水ハンドブック」、第9章 地下水の水質調査。建設産業調査会。

表-1 「地下水水質年表」の測定項目

左側；昭和63年まで、右側；平成元年以降

番号	項目	番号	項目
1	天候	1	天候
2	観水時刻 時分	2	観水時刻 時分
3	地下水水位 GL-m	3	地下水水位 GL-m
4	採水深度 GL-m	4	採水深度 GL-m
5	気温 ℃	5	気温 ℃
6	水温 ℃	6	水温 ℃
7	色	7	色
8	臭気	8	臭気
9	pH	9	pH
10	電気伝導度 μ/cm	10	電気伝導度 μ/cm
11	DO	11	DO
12	COD	12	COD
13	総窒素 mg/l	13	総窒素 mg/l
14	NO ₃ -N mg/l	14	NO ₃ -N mg/l
15	T-N mg/l	15	T-N mg/l
16	T-P mg/l	16	T-P mg/l
17	pH4.3アルカリ度 mg/l	17	pH4.3アルカリ度 mg/l
18	Cl ⁻ mg/l	18	Cl ⁻ mg/l
19	溶解性鉄 mg/l	19	溶解性鉄 mg/l
20	溶解性マンガン mg/l	20	溶解性マンガン mg/l
21	Na ⁺ mg/l	21	Na ⁺ mg/l
22	Ca ²⁺ mg/l	22	Ca ²⁺ mg/l
23	Mg ²⁺ mg/l	23	Mg ²⁺ mg/l
24	K ⁺ mg/l	24	K ⁺ mg/l
25	SO ₄ ²⁻ mg/l	25	SO ₄ ²⁻ mg/l
26	HCO ₃ ⁻ mg/l	26	HCO ₃ ⁻ mg/l
27	TOC	27	TOC
28	MBAS	28	MBAS
29	NH ₃ -N mg/l	29	NH ₃ -N mg/l
30	NO ₂ -N mg/l	30	NO ₂ -N mg/l
31	大腸菌 個/100ml	31	大腸菌 個/100ml
32	一般細菌 個/ml	32	一般細菌 個/ml
33	クロロホルム μg/l	33	クロロホルム μg/l
34	カドミウム μg/l	34	カドミウム μg/l
35	シアン μg/l	35	シアン μg/l
36	有機リン mg/l	36	有機リン mg/l
37	鉛 mg/l	37	鉛 mg/l
38	六価クロム mg/l	38	六価クロム mg/l
39	砒素 mg/l	39	砒素 mg/l
40	地下水銀 mg/l	40	地下水銀 mg/l
41	アルキル水銀 mg/l	41	アルキル水銀 mg/l
42	PCB	42	PCB
43	トリクロロエチレン μg/l	43	トリクロロエチレン μg/l
44	テトラクロロエチレン μg/l	44	テトラクロロエチレン μg/l
45	1,1,1-トリクロロエタン μg/l	45	1,1,1-トリクロロエタン μg/l

表-2 イオンバランスによる分析結果のチェック
(大阪平野の観測井について)

ΣC/ΣA	分析件数	偏差%
0.60~0.69	1	0.9
0.70~0.79	2	1.8
0.80~0.89	21	18.4
0.90~0.94	18	15.8
0.95~1.00	26	22.8
1.01~1.05	23	20.2
1.06~1.19	10	8.8
1.20~1.29	7	8.1
1.30~1.39	5	4.4
1.40~1.49		
1.50~1.59	1	0.9
合計	114	100.1

ΣC；主要陽イオンのmg/l値の合計
 ΣA；主要陰イオンのmg/l値の合計

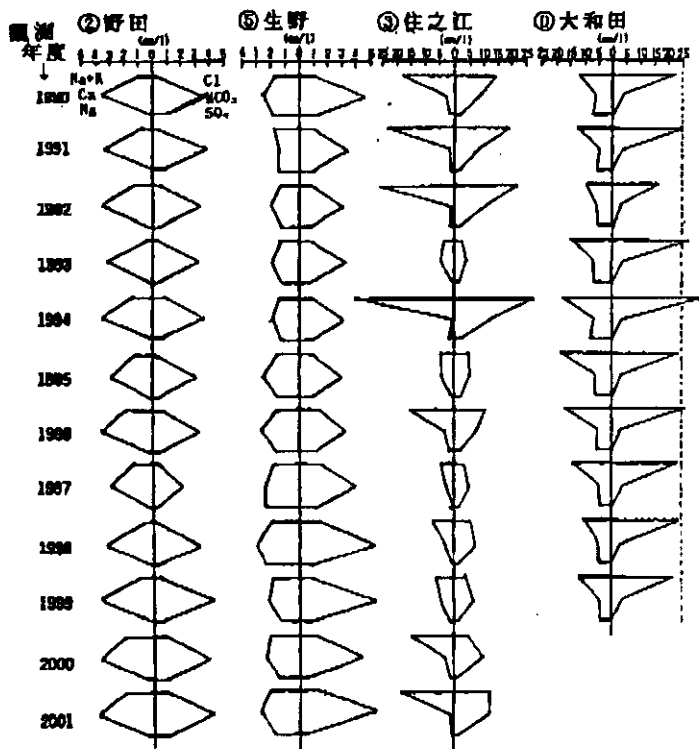


図-2 国土交通省所管の4観測井にみられる水質組成の経年変化(ステイフダイアグラムによる)

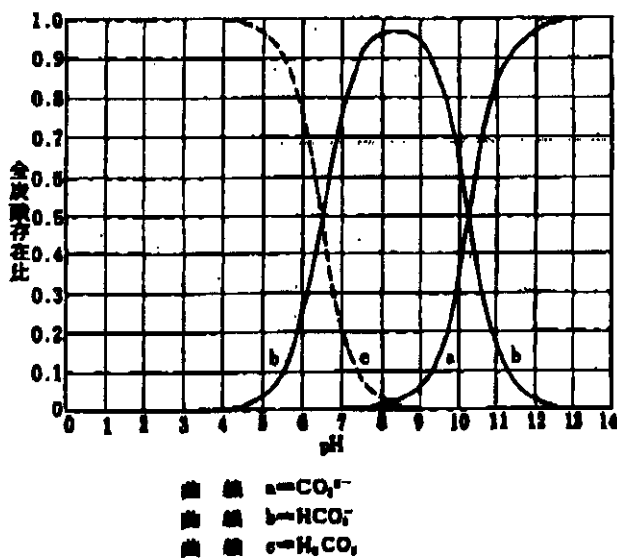


図-3 pHの変化と CO_3^{2-} ・ HCO_3^- ・ H_2CO_3 の存在比(JIS K0101による)

図3.1 陰・陽イオンのバランスをチェックするための管理図(AWWA)

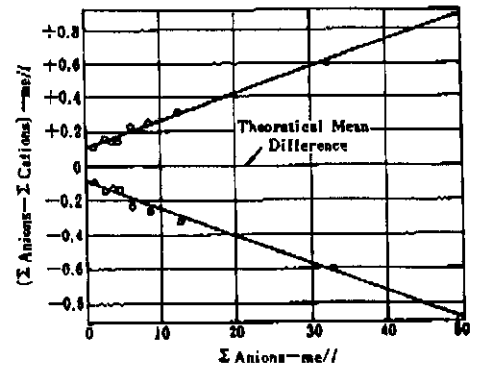


図-1

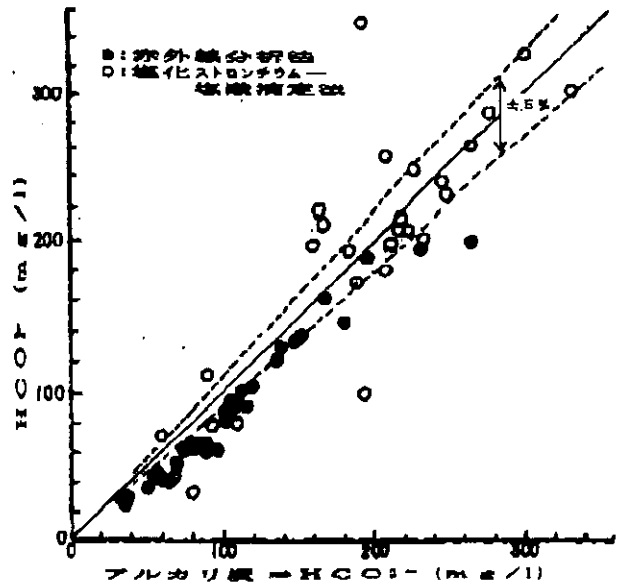
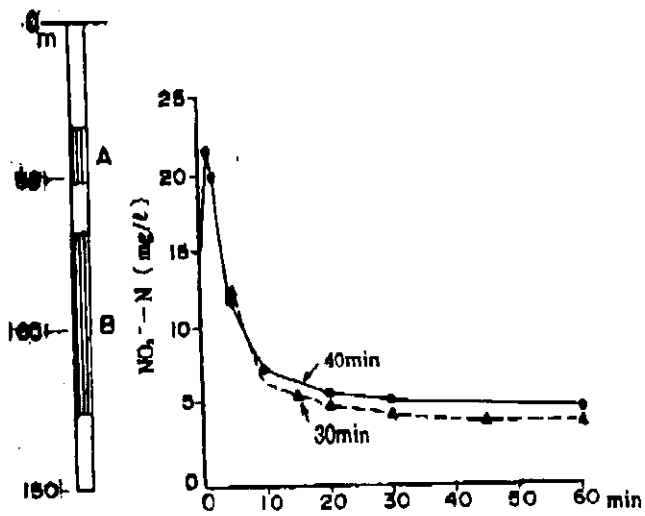
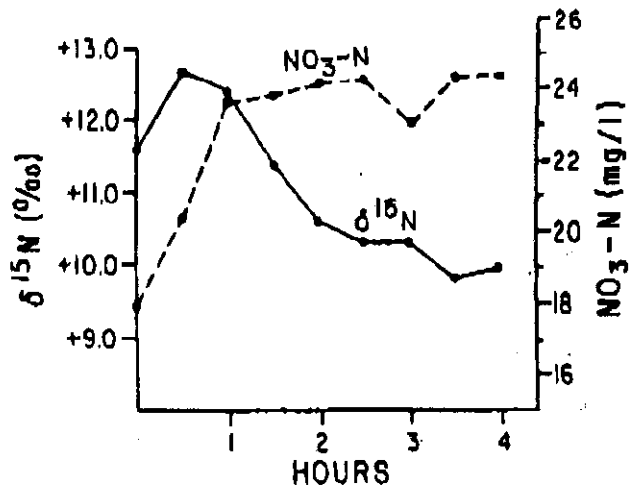


図-4 アルカリ度から求めた HCO_3^- と赤外線分析法・塩化ストロンチウム-塩酸滴定法による HCO_3^- の分析値との比較



8 揚水中断(30分、40分)後に揚水を再開した時の地下水の NO_3^- -N濃度の経時変化。図の左側に井戸深とストレーナー位置を示してある



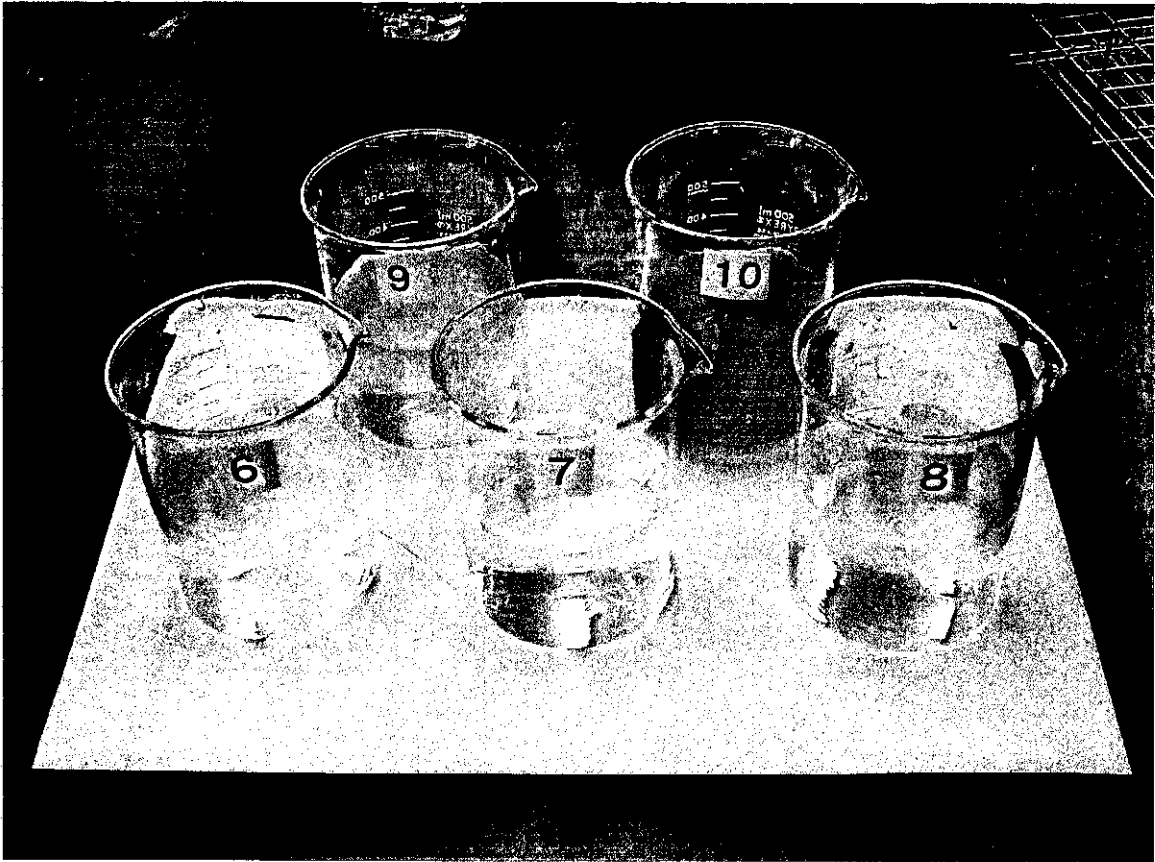
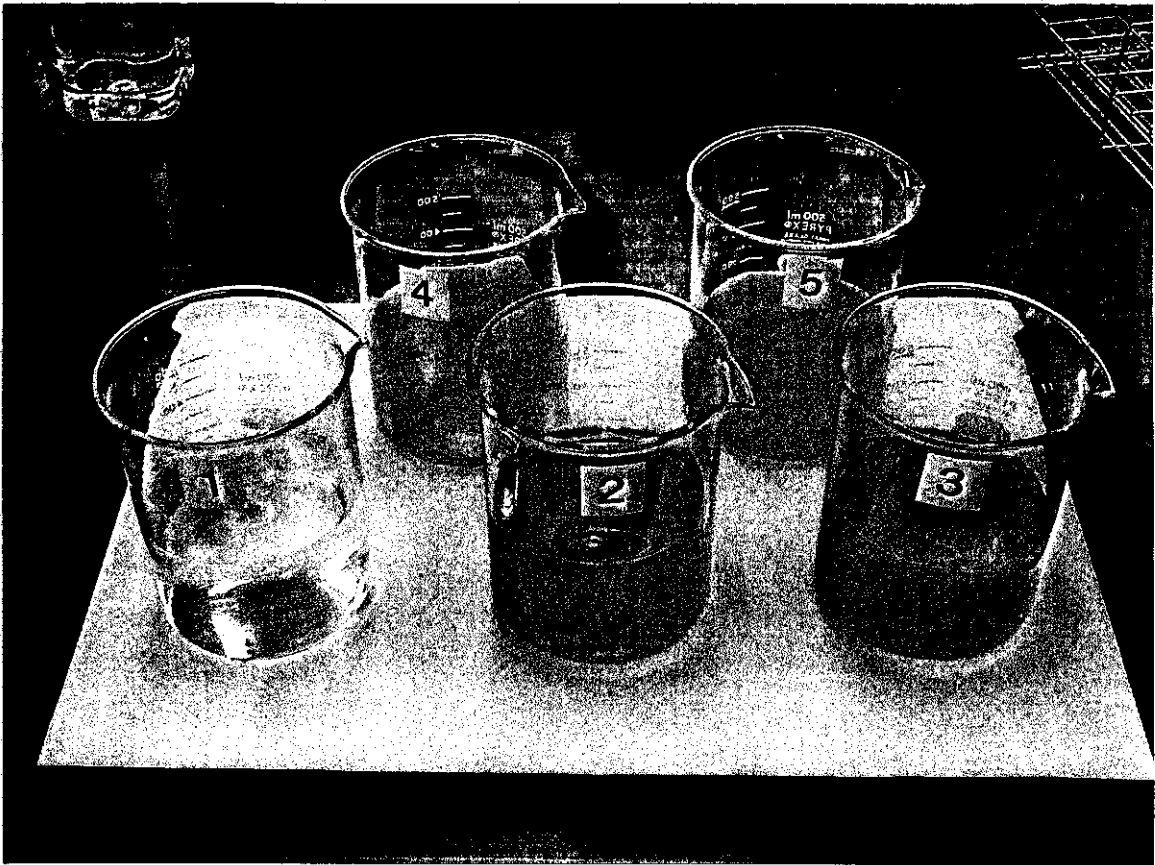
9 休止井戸の揚水を再開したときの地下水の NO_3^- -N濃度と窒素同位体組成($\delta^{15}\text{N}$)の経時変化

図-5

大阪地下水 主要成分の測定結果 (2006.11.22報告)

採取日	EC (mS/m)	pH	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	F (mg/l)	Cl (mg/l)	HCO3 (mg/l)	NO3 (mg/l)	SO4 (mg/l)	SiO2 (mg/l)	測定方法
住之江	298	7.64	549	24.7	56.2	20.3	1.8	538	638	0.1	80.1	27.0	EC:ECメータ (TOA-DKK CM-40G) pH:PHメータ (TOA-DKK HM-30R) 陽イオン:イオンクロマトグラフ法 (メトローム 761) 陰イオン:イオンクロマトグラフ法 (横河電機 IC-7000) アルカリ度:MR-BCG酸滴定法 *HCO3濃度で表示 シリカ:比色法
大宮	18	7.42	14.5	3.0	15.4	2.1	0.1	13.6	46.8	3.0	19.8	8.1	
門真	105	7.51	194	13.6	20.8	14.9	1.0	60.6	549	<0.1	0.2	24.3	
点野	57	7.16	85.4	8.3	12.4	12.4	0.3	64.9	217	0.2	0.3	24.5	
鳥飼西	239	6.89	203	28.4	87.3	77.9	0.1	61.5	130	<0.1	0.2	43.0	
口酒井1	41	7.16	15.6	7.7	42.0	15.1	0.2	15.7	219	<0.1	7.6	64.3	
口酒井2	34	7.36	13.3	7.2	32.2	10.6	0.1	24.0	143	<0.1	7.4	49.3	
口酒井3	37	6.92	24.6	4.3	29.3	13.1	0.2	18.2	146	0.2	34.5	40.6	
口酒井4	34	6.98	26.4	3.5	22.0	10.6	0.1	28.6	104	<0.1	30.1	33.8	
石橋	415	5.57	159	6.8	415	115	0.0	1342	1.5	<0.1	0.4	測定不能	

採取日	EC	pH	Na (me/l)	K (me/l)	Ca (me/l)	Mg (me/l)	F (me/l)	Cl (me/l)	HCO3 (me/l)	NO3 (me/l)	SO4 (me/l)	SiO2	tCation (me/l)	tAnion (me/l)	R(C/A)
住之江			23.886	0.631	2.804	1.668	0.094	15.183	10.450	0.007	1.667		28.99	27.40	1.058
大宮			0.630	0.077	0.769	0.169	0.006	0.384	0.767	0.213	0.413		1.65	1.78	0.924
門真			8.458	0.347	1.039	1.226	0.055	1.709	8.989	0.000	0.004		11.07	10.76	1.029
点野			3.714	0.213	0.620	1.019	0.017	1.830	3.550	0.012	0.005		5.57	5.41	1.028
鳥飼西			8.816	0.727	4.354	6.407	0.006	17.354	2.130	0.000	0.004		20.30	19.49	1.042
口酒井1	06.11.15		0.678	0.197	2.097	1.243	0.008	0.442	3.588	0.000	0.158		4.21	4.20	1.005
口酒井2	06.11.15		0.580	0.185	1.609	0.875	0.007	0.677	2.344	0.000	0.154		3.25	3.18	1.021
口酒井3	06.11.15		1.071	0.111	1.462	1.079	0.011	0.514	2.386	0.014	0.718		3.72	3.64	1.022
口酒井4	06.11.15		1.147	0.088	1.097	0.875	0.006	0.806	1.698	0.000	0.626		3.21	3.14	1.023
石橋	06.11.15		6.910	0.174	20.686	9.463	0.000	37.854	0.024	0.000	0.009		37.23	37.89	0.983



(1)住之江 (2)大宮 (3)門真 (4)点野 (5)鳥飼西
 (6)口酒井1 (7)口酒井2 (8)口酒井3 (9)口酒井4 (10)石橋
 (加-不調, 黑灰色懸濁液)