

大阪府温泉資源保護に係る検討委員会 報告書

平成20年2月4日

## 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会報告書の内容にかかる補足説明

標記の報告書について、計算式や標準曲線等から導かれる数値や計算経過についての補足説明および数値等の訂正を本文の段落ごとに行う。

### 1 報告書 13 ページ「(2) 現況の影響水位推定」の数値計算に関する補足説明

#### ○ (本文)

代表的井戸の現況揚湯量での影響圏 800 m における影響水位を計算してみた。  
大阪市の代表例として、透水係数の比較的大きい大阪市 7 (地図番号 15 大阪市此花区) を取り上げてみた。この井戸の帯水層常数は、

#### ◎ (説明)

影響水位は、 $s$  : スモールエスで表す。

この影響水位の計算のための揚水試験は、本来、揚水井と離れた箇所に設置した観測井の複数孔の井戸で実施するべきものである。しかし、大阪府域の温泉のような深井戸の場合は、費用・時間の制限から揚水と観測を一本の井戸 (掘削された温泉井) で行う場合が一般的である。

#### ○ (本文)

$T$ 、 $4.84 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$

$S$ 、1.11?

$r/B$ 、 $0.115$

影響距離( $r$ 、以下これを用いる)  $800 \text{ m}$

揚湯量( $Q$ 、)  $0.77 \text{ m}^2/\text{min}$

揚湯継続時間( $t$ 、以下これを用いる)  $5.18 \times 10^5 \text{ min}$

#### ◎ (説明)

以上は、掘削された温泉井での揚湯試験で得られた値と計画量等で、ハンタッシューヤコブの非平衡式による影響水位( $s$ )の算出のための諸元となる。ここで、 $T$ は透水量係数、 $S$ は、貯留係数である。 $t$ は年間揚湯継続時間を分に換算したもの。

なお、貯留係数は 1 以上にはならないため、疑問符を付した (次段で詳述)。

また、「揚湯量( $Q$ 、)  $0.77 \text{ m}^2/\text{min}$ 」は  $0.77 \text{ m}^3/\text{min}$  の誤りである。

#### ○ (本文)

$S=4Tt/r^2(1/u)$ から

$1/u=4Tt/r^2S$

$=4 \times 4.84 \times 10^{-2} \times 5.18 \times 10^5 / 1.11 \times 6.4 \times 10^5$

$=0.14$

$r/B=0.115$  は算出されるが、 $W(u, r/B)$ は  $S$ が大きすぎるために算出できないが、推定値として 0.015を得る。

## ◎ (説明)

「S が大きすぎるために算出できない」とは、貯留係数は 1 以上にはならないので  $W(u,r/B)$  を直接計算できないということである。

貯留係数とは、揚水試験などで汲み上げられた総水量を帯水層中にできる水位低下体積で割ったものである。帯水層は「水と砂や礫など」から構成されており、そこから揚水される水量は砂や礫の体積分だけ少ないから、比である貯留係数は 1 以上にはならない。1 以上のデータは、大きな漏水や絞り出しなどによって多量の水が帯水層以外から補給されていることを示している。

不圧地下水の場合は帯水層の有効空隙率に等しくなるが、被圧地下水では水位低下体積にあたるものが水圧低下量になるので不圧地下水の場合の数分の一ないし数十分の一、場合によると数千分の一にまで小さくなる。すなわち、S の値はふつう自由水で 0.01~0.35、被圧水で  $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-3}$  のオーダーを持っている。

そこで、この地域での被圧帯水層での S は 0.3 以下であることを考慮し、仮に  $S=0.3$  を代入すると、

$$\begin{aligned} 1/u &= 4Tt / r^2 S \\ &= 4 \times 4.84 \times 10^{-2} \times 5.18 \times 10^5 / 0.3 \times 6.4 \times 10^5 \\ &= 0.518 \quad \text{となる。} \end{aligned}$$

$1/u=0.5$  前後の場合の  $W(u,r/B) \cdot 1/u$  の Walton の漏水補給のある場合の標準曲線から、 $W(u,r/B)=0.05$  を推定値としたのである。

なお、本文中下線部の 0.015、および次の段落の 0.005 は、0.05 の誤りである。

## ○ (本文)

$$\begin{aligned} s &= 0.0796 \times Q \times W(u,r/B) / T \\ &= 0.0796 \times 0.77 \times \underline{0.005} / 4.84 \times 10^{-2} \\ &= 0.063 \text{m} \end{aligned}$$

つまり、現況では透水量係数の大きい井戸で、揚湯量が比較的大きいものでは、800 m 離れたところへは最大 10 cm 程度の水位降下の影響を与えているということが分かる。

## ◎ (説明)

$W(u,r/B) = 0.05$  を出すにあたり、S の値は自由水で 0.01~0.35 であるが、0.3 以下として高い方の値を採用し、現計算は誤差を考慮して最大 6cm~10cm としている。

しかし、揚水している大阪層群最下部の深度からすれば、非常に高い圧力を受けているので、最近では S の値が  $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-3}$  のオーダーが現実的であると考えられ、「最大 6cm~10cm」は「最少 6cm~10cm」と考えるのが妥当である。

2 報告書「(3) 影響圏 800m のところで水位降下量を 0.1m に保つための揚湯量の計算」中、15 ページ 1 行目から 15 ページ 6 行目までにに関する訂正

## ○ (本文)

$$\begin{aligned} Q &= s T / 0.0796 W(\underline{1/u}, r/B) \\ &= 0.1 \times 1.45 \times 10^{-4} / 0.0796 \times \underline{1 \times 10^{-4}} \end{aligned}$$

=0.170 m<sup>3</sup>/min

この場合も、日量3, 000 m<sup>3</sup>もの大きな揚湯量でも相互干渉はあまり生じないとの結論である。安全側にはやはり透水量係数の大きいものを基準にすべきであろうか。

◎ (訂正と説明)

W(1/u, r/B)は、W(u, r/B)である。また、「0.0796×1×10<sup>-4</sup>」は「0.0796×1.14」の誤りであるため、計算結果は =0.170m<sup>3</sup>/min ではなく、=0.00016 m<sup>3</sup>/min となる。

したがって、「この場合も、日量3, 000 m<sup>3</sup>もの大きな揚湯量・・・すべきであろうか。」ではなく、「この場合は、日量 0.23 m<sup>3</sup>と非常に少ない揚湯量でも相互干渉が生じる危険があるとの結論である。」と訂正する。

3 その他の正誤表

上記訂正以外の字句、単位の誤りは下表のとおりである。

ページ等	誤	正
P 1 24 行目	動力設置許可申請時	動力 <u>装置</u> 設置許可申請時
P 3 10 行目	帯水層ほど透水量係数が・・・	帯水層ほど <u>小さい</u> 透水量係数が・・・
P4 2 行目	経済省産業技術・・・	経済 <u>産業</u> 省産業技術・・・
P4 28 行目	表 2	表 3
P5 10 行目	工業用水 <u>規制法</u>	工業用水法
P7 14 行目	150 <u>em</u> /L	150 <u>me</u> /L
P14 14 行目	=・・・/0.0796× <u>0.3</u> =0.417	=・・・/0.0796× <u>0.32</u> =0.404
P15 19 行目	W( <u>1/u</u> ,r/B)	W( <u>u</u> ,r/B)
P16 7 行目		
P16 4 行目	= <u>4.91</u> ×10 <sup>-3</sup>	= <u>4.98</u> ×10 <sup>-3</sup>
P16 27 行目	かなり <u>大きい</u> 揚湯量・・・ <u>は生じない</u>	かなり <u>少ない</u> 揚湯量・・・ <u>が生じる</u>
P17 17 行目	=7.25× <u>10<sup>3</sup></u> ×7.06・・・	=7.25× <u>10<sup>-3</sup></u> ×7.06・・・
P20 11 行目	現在の <u>検討</u> 事項	現在の <u>協議</u> 事項
P20 12 行目	計画揚湯 <u>塵</u> による	計画揚湯 <u>量</u> による
P21 21 行目	2 段又は 3 段 <u>堀</u> であり	2 段又は 3 段 <u>掘</u> であり
P22 3 行目	規制の <u>法</u> が厳しく	規制の <u>方</u> が厳しく
P23 14 行目	漏水 <u>計数</u>	漏水 <u>係数</u>
P23 30 行目	<u>収支</u>	<u>支出</u>
P24 2 行目		

# 目 次

1	揚湯試験結果の概要	2
2	長期測水結果の概要	3
3	温泉水の水質の概要	3
4	影響圏距離に関する非平衡理論での再検討	1 2
5	漏水係数から漏水量の予測	1 7
6	大阪市内における温泉水の賦存状況	1 7
7	協議事項の変更に関する検討委員会の意見	1 8
8	大阪府環境審議会温泉部会協議事項の改正	2 3
9	今後に残された課題	2 3
	(1) 温泉水の水収支	
	(2) 帯水層常数の再検討	
	(3) 温泉保護のための観測井の設置等	
	(4) 水圧低下時等の温泉災害予防に関する検討の実施	

## 資料－1

図1～図15 表1～表3

## 資料－2

検討委員会議事概要（第1回～第6回）

## 参 考

委員名簿 設置要綱

## はじめに

大阪府下には 160 本以上の温泉井戸が掘削されていて、その大半は銭湯や保養施設の源泉として常時揚湯されている。さらに、毎年数本から 10 数本の新設井が付け加わっているため、温泉井の密度や揚湯量は増加している。従来、このような新設井の設置に当たっては、温泉法に基づき大阪府環境審議会温泉部会で審議され、掘削許可と動力装置許可が行われているが、その基準は井戸相互の干渉を避けるという意味で影響圏内の掘削が規制されているだけである。その影響圏の推測による相互の井戸掘削制限距離は、この推測時期が平野地下の温泉掘削が始まった時期だったために、もっぱら平衡式による 10 cm 単位の影響の有無が問題にされた。しかし、近年のような数多くの井戸の分布と揚湯量の増加という状況からは、温泉水自体の枯渇が懸念される事態となってきた。つまり、一般にこのような深層に賦存する地下水の揚水分は、その 8 割は横方向からの涵養によって補給され、1 割が上方からの強制的な漏水でもたらされ、最後の 1 割が水圧低下などの地下水障害に繋がるとされている。温泉の場合は、一般の地下水と違って、地下深所の熱源を通ってきた熱水に浅いところから浸透した地下水が混ざって温泉水が形成されるところから、上からの漏水以外にも横方向からの涵養であっても、温泉の泉質を薄める作用を及ぼすことになる。そこで、大阪府における温泉水の水質の特徴と起源、温泉水の流動経路及び水質の経年変化を検討するために水質調査を実施した。温泉水を賦存している大阪地下水盆の帯水層の性状の把握、揚水による影響圏の広がりや上部からの漏水、または半加圧層からの絞り出しの状況について量的な検討を行うための揚水試験等も実施した。

また、大阪府健康福祉部環境衛生課が保有する、温泉井戸の掘削申請時と動力設置許可申請時の揚湯試験結果や掘削時の地質柱状図を用いて非平衡理論での帯水層常数の再計算を行い、さらに、海岸部の干潮状況の温泉井戸の実水位への影響を約 3 ヶ月間にわたって調査した。

これらの調査結果をもとに、大阪府の温泉の現状を分析し、今後の温泉行政の指針を検討するために標記の検討委員会が専門家によって組織され、平成 19 年 1 月から同年 7 月まで計 6 回の委員会が開催された。この報告書はその討論の結果をまとめたものであり、行政的指針への提言として、現在施行されている温泉掘削に関わる許可条件の基準になっている協議事項の改訂についても論述する。

## 1 揚湯試験結果の概要

揚湯試験は大阪府温泉揚湯調査業務として、平成17年6月30日から平成17年11月30日まで実施された。業務の内容は①5カ所の揚湯試験と②比較測定として温泉井戸の長期測水1カ所、③それらのデータを基にして既存データ再解析（追加解析含む）を行った。具体的作業等は以下のとおりである。

### (1) 揚湯試験

#### (ア) 調査場所の選定

調査場所の選定にあたっては、対象となる源泉の所有者・使用者・利用者の理解と協力が得られ、それぞれの使用・営業等に支障のないように十分調整を行ったうえで決定した仕様書記載の選定基準に基づき、大阪平野北部・中央部および泉北地域より地質条件を考慮して下記の5カ所を選定し、調査を行った。

- ① 施設A（地図番号51 茨木市南安威：北部・大阪層群最下部）
- ② 施設B（地図番号52 摂津市鳥飼：北部・大阪層群下部）
- ③ 施設C（地図番号53 大阪市大正区：中部・大阪層群最下部）
- ④ 施設D（地図番号54 東大阪市古箕輪：中部・大阪層群最下部）
- ⑤ 施設E（地図番号36 堺市浜寺船尾町：泉北・大阪層群最下部）

なお、上記源泉以外に数カ所の源泉の調査を実施したが、孔内の温泉水面（動水位）付近よりの発泡等の事由により、本件において必要となるデータの収集が出来なかったため、最終的に上記5源泉となっている。

#### (イ) 揚湯試験

選定した5源泉において、委託仕様書の手順に従って揚湯試験を行った。

各源泉ともに営業中の施設で利用しているため、揚湯ポンプの停止時間に制限があり、回復試験を十分に行うことが出来ないものもあったが、概ね必要となるデータ収集は行えている。

調査の結果から、揚湯試験結果を表-1に、帯水層常数のまとめを図-1に示す。いずれの源泉も掘削直後に計測された測定結果とは、程度の差はあるものの差違が生じており、その原因について考察する必要がある。

### (2) データ解析

前述した5カ所の揚湯試験結果を用いて、透水量係数・貯留係数・透水係数等の算出を行った。また、比湧出量を算定して透水量係数との相関につい

て検討した解析については非平衡式でハタッシュ・ヤコブの式を用い、計算式による方法と、標準曲線による方法の両方で算出した。

また、平野部の温泉データ（地質柱状図、揚湯試験結果等）について、その全てを解析し、比湧出量と透水量係数を計算し、その関係について検討した。

各源泉については、温泉の湧出位置（ストレーナー位置）を基盤岩・大阪層群最下部層・大阪層群下部層・大阪層群上部層に分類、タイプ分けした

今回実施した揚湯試験結果では、比湧出量と透水量係数に明瞭な相関関係は見られなかったが、透水量係数のみをみると、地層タイプ別に一定のグループ分けができ、より深部の帯水層ほど透水量係数が見られた（図-2、3）。

## 2 長期測水結果の概要

### (1) 調査場所の選定

長期測水を行う源泉の選定にあたっては、もっとも条件の良いものとして下記の源泉を選定した。

○ 施設F（地図番号60 大阪市此花区）

掘削深度1、000m ストレーナーの位置861.75m～983.41m

自然水位 GL-18m

### (2) 長期測水

対象源泉において、自動水位計（測定精度10cm）を設置し、自動測定するとともに、数日にわたり、触診式水位計により手動測定を行った。測定の結果、対象源泉の自然水位はGL-18.4m～19.1mの約70cmの間で上下を繰り返しており、その周期は大阪港の実潮位の変化に一致する。

また、潮位変化との比で約1/3の水位変化が観測され、地下水位の変動としては異常ともいえるほど大きい。これにより、大阪層群深部の温泉帯水層中の圧力変化は、少なくとも湾岸部においては潮位変化による圧力変化と密接な関係があると言える。

さらに、自動水位計を測定精度1cmのものに換装し約3ヶ月間にわたりデータを収集した結果、同様の傾向が見られた（図-4）。

## 3 温泉水の水質の概要

平成15年度に大阪府と大阪市大との共同事業として、大阪府下50カ所の温



泉水の水質調査を実施することにより、温泉水の水質の特徴と起源を求めるとともに、平成 17・18 年に経済省産業技術総合研究所の協力のもとで希ガスの調査を実施することにより、温泉水の流動経路を推定した。また、掘削時などに事業者が行った水質分析と、平成 17・18 年度に大阪府が行った揚湯試験時等の水質分析などの結果を合わせて、水質の経年変化とその原因について検討を行った。

#### (1) 水質分析結果

以下に、水質分析の結果を概説する。ここでは、分析方法は省略した。

##### ア) 採水地点と帯水層の地質

平成 15 年の調査は、稼働中の井戸を対象として現況調査を行ったものである。温泉を利用している業者にアンケートを実施し、協力を要請した。協力が得られた施設へ出向いての現地調査は平成 15 年 8～10 月にかけて行った。試料採取地点は図 5 に示した。図 5 の採水地点は採水している深度が大阪層群であるか、基盤岩であるかを示した。同一地点の 2 ケ所の井戸から採水したもの 2 地点も含めて 52 試料であった。全ての井戸は日常的に利用されていた。井戸の採水位置と地質を表 2 に示した。図と表によれば、新生代の堆積物が厚く分布する大阪平野では大阪層群の堆積物中の帯水層から採水している井戸が多い。平野の周辺部には露出している基盤岩から採取している場所もあるが、そうでない場合でも基盤岩まで掘り下げている井戸が多く見られる。また、特に大阪市内を中心とした大阪平野中央部では大深度掘削により大阪層群の下位にある基盤の花コウ岩から採水している井戸がある。

##### イ) 水質分析の結果

水質分析は現地において採水時に水温・pH と電気伝導度、アルカリ度を測定した。また、室内で、陽イオンはナトリウム・カリウム・カルシウム・マグネシウム、陰イオンはフッ化物・塩化物・臭化物・硝酸・リン酸・硫酸の各イオンを定量した。また、ケイ酸・ホウ酸・全鉄を定量した。水の酸素と水素の安定同位体比も分析した。同位体分析は岡山大学固体地球研究センターの日下部実教授の研究室で行った。分析結果は表 2 にまとめた。(電気伝導度は示していない。)

### ① 主成分組成の特徴

大阪府の温泉は主成分組成からは大きく二つに分けることができる。重曹泉と塩化物泉である。一部には塩化物と重曹（あるいは遊離二酸化炭素）を伴うタイプのものもある。しかし、これらの2種は一般的には塩化物イオン濃度が20me/L以下のものと50me/L以上のものに、明瞭に区別できることが多い。すなわち、全く異なった起源を持つ温泉水が複数存在している。

比較的低濃度の重曹泉の多くはアルカリ度が2~5me/Lの範囲にあるが、それより低いものもある。これらには基盤岩中に帯水するものもあるが、大部分は大阪層群中にある。図6に大阪平野中央部（図5の測線A-B）の地質断面にストレーナー深度と水質を示した。この地域では、工業用水規制法などにより500~600mより浅い深度での取水を禁止されている場所が多いことから、それより深い深度で採水を行っている。この図から、海成粘土層を含む上部大阪層群と淡水成層である下部大阪層群の中央部付近から採水しているものには重炭酸ナトリウムを主成分とする単純温泉が多いことがわかる。堆積物中に停滞している天水起源の地下水は粘土鉱物とのイオン交換反応によりナトリウムを濃縮することがある。4の地下水は花コウ岩に帯水しているが、破碎帯が粘土化しているのが掘削時に観察されている。このタイプの地下水は、一般的には、堆積物や岩石中で時間をかけて反応し、重炭酸ナトリウムを地下水中に溶存させたと考えてよい。一方、北部と南部の基盤岩に帯水している温泉水にはアルカリ度が10me/Lを超えるものが6点ある（2、3\*、5、43、47、49、50）。本調査では分析していないが、この中には遊離二酸化炭素を含む炭酸泉もある。二酸化炭素は、一般的には地下深部から上昇してきたガス成分だと考えられるので、これらの温泉水には部分的にそのような地下深部からの物質の供給があると考えてよい。

もうひとつのタイプは塩化物泉である。図5の7・50を除くスティフダイヤグラムを塗りつぶしたものがそのタイプに分類できるものである。これらは水質の上からは塩化ナトリウム泉が多いが、府域南部の基盤岩から採水しているものにはアルカリ度が高い場合がしばしばある（たとえば、41・46・46\*・48など）。これらは、遊離二酸化炭素も高い炭酸泉でもある。

また、図2に示されるように、大阪層群最下部や基盤岩に到達する深度で取水しているものに塩化ナトリウムを主成分とする塩化物泉が多く見られる。塩化物泉も、酸素と水素の安定同位体比から2種に分類することができる。

このことは後述する。

## ② 水 温

取水深度と採水時の水温の関係を図 7 に示した。採水地点まで配管を通して流すこともあるので、実際の水温はこれより高いかも知れない。また、取水深度は掘削時の記録に見られるストレーナー深度の中央値とした。ストレーナー位置全体から均等に揚湯しているとは考えにくいので、水温と深度との関係は掘削時の坑内計測などと比べると、正確さに欠けることはやむを得ない。

この図から、府下全域でおおむね取水深度が 250m を超えると 25°C 以上の水温が得られ、温泉法にしたがった単純温泉の定義は満たすことがわかる。それより深くても水温が低い井戸は基盤岩から採取しているものだけである。大阪平野の中央部の大阪層群中に掘削したものは基盤岩から得ているものより水温が高い傾向がある。地温勾配は 3.6° /100m 以上あり、一般に知られている日本全域の地温勾配 2.5~3° /100m に比べても大きい。

## ③ 酸素と水素の安定同位体比

水の酸素と水素の安定同位体比は起源を推定するためのトレーサーとして有効である。これらは、標準平均海水 (Standard Mean Ocean Water、SMOW と略称) の酸素 ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) と水素 (D/H) の値を標準値として、その千分偏差で表現する。たとえば、酸素については次のような計算により求められる。

$$\delta^{18}\text{O} (\text{‰}) = \{ (^{18}\text{O}/^{16}\text{O}_{\text{sample}}) / (^{18}\text{O}/^{16}\text{O}_{\text{SMOW}}) - 1 \} \times 1000$$

府下の温泉水の分析結果をもとに、酸素と水素の安定同位体比の関係をプロットしたものが図 8 である。世界各地で採取された降水を起源とする陸水は全て同じ直線上に乗ることが知られている (図の天水線)。大阪府で採取された河川水や浅層地下水も同一直線にプロットされている (上杉、2004)。この図にプロットされる温泉水は大きく 3 種にわけることができる。すなわち、天水線上にあるもの、海水と天水との混合線上にあるもの、それ以外のものである。天水線上にプロットされるものが多いが、それらの位置は河川水や浅層地下水に比べると軽い同位体に富んでいる。そのことは、これらの温泉

水の涵養源が浅層地下水よりも高い大阪府を取り囲む山地にあることを示している。また、明らかに海水と天水の混合線の上にプロットされるものは大阪府北部の丹波層群の堆積岩や大阪層群の堆積物を湧出母岩としているものが多い。以上の2群から外れるものは花コウ岩や流紋岩を母岩としており、ほとんどが府南部に見られる。

図9に塩化物イオンと酸素・水素の安定同位体比の関係を示した。もしも、海水が地中に閉じ込められて変質をしなければ、塩化物イオン濃度と同位体組成は保存される。周辺の地下水と混合することはあり得るので、閉じ込められた海水は、純粋な海水と地下水の組成を単純に混合したものとなる。その組成の範囲は図中の塗りつぶした三角形である。2枚の図のどちらでも、三角形の部分にプロットされる温泉水は、その起源の一部が海水であると推定できる。塩化物イオン濃度が低いために、判断のしにくい試料の場合にも明瞭な関係を得ることができる場合がある。この図によれば、高槻市や茨木市周辺の基盤岩や大阪層群中の塩化物イオン濃度が5~150mg/Lの範囲にある塩化物泉や重曹泉に海水が混入したことが明らかなるものがある。これらの多くは内陸部にある（たとえば、9・10など）ことから、現在の海水が混入しているとは考えにくい。上部大阪層群には海進時の堆積物が多数あるので、いずれの時期かの海水が取り残されたと考えられる。

天水と海水のいずれにも分類できない温泉水は、水素同位体比に特徴がある。塩化物イオン濃度と酸素同位体比は海水-天水の混合線の範囲か、その近くにプロットされる。しかし、水素同位体比は塩化物イオン濃度が変化してもあまり変化せず、天水とほぼ同じ範囲にある。これに分類される温泉水は、府南部の基盤岩から湧出する遊離二酸化炭素を含む塩化物泉に特徴的に見られるが、大阪湾岸の基盤に到達する深度で取水されている2泉も明らかにこのグループに属する。また、大阪層群最下部と基盤岩から採取している温泉水もそうである。このことはすなわち、大阪平野の基盤岩付近の温泉水は、府南部の温泉水と起源が同じであることを意味している。

#### ④ ヘリウム同位体

$^3\text{He}$  はヘリウムの安定同位体であり、地球生成以来新たに付加されていない。 $^4\text{He}$  は、ヘリウムのもっとも量が多い安定同位体であるが、ウランやトリウムの放射壊変に伴って生成するため、地球生成以来地球内部で付加・蓄積され

てきた。ウラン・トリウムは、特に地殻、中でも大陸地殻に濃縮しているため、地殻に起源を持つヘリウム同位体比 ( $^3\text{He}/^4\text{He}$ ) は、マントル起源のそれよりも小さい。また、マントルの部分熔融で発生するマグマ中の同位体比はマントルそのものの値よりは小さいが、地殻起源物質よりは大きい。また、大気を起源とするヘリウムは、さらに同位体比が小さくなる。このような同位体比の違いを用いて、地下水中のガスの起源を推定することにより、流動経路をある程度推定することが可能である。

平成 17・18 年度にわたり、図 10 に示した井戸で希ガス分析用の試料を採取した。同時に水質分析用試料も採取し、分析を行った。

この時の水質分析結果は表 4 に示す。採水を行った井戸は、平成 15 年度に協力が得られた業者の中から選択した。府下の温泉水には、マグマ起源とされる有馬温泉に近いヘリウム同位体比を持つものがある。特に、大阪平野西部の深い井戸から採取している強食塩泉の同位体比が高い。このことは、天水の涵養が少ないために、大気に由来する成分の混入が少なく、地下深部に由来する熱水の寄与率が高いことで説明できる。ヘリウム同位体比から推定した涵養地域からの温泉水の浸透経路は図 10 に示した。平野周辺部の山地が涵養源になっていることは想像に難くない。上町台地の降水の大部分は大阪平野東部を涵養しており、上町断層で境される大阪平野西部の涵養源とはなっていない。大阪平野西部の温泉水には周辺で降った雨を涵養源の一部としているが、水量の豊富な涵養源が近くにはないことを示している。

#### ⑤ 泉質の経年変化

温泉水は自然湧出しているものでなければ、循環速度の遅い深層地下水であることが多い。そのため、揚湯量の増加によって泉質が変化することは珍しいことではない。しかし、経済的利益の面からは泉質が悪化することは望ましいことではないので、泉質の変化の有無やその原因を把握しておくことは重要である。

調査した温泉水のうち、塩化物イオン濃度が記録上 10me/L 以上含まれていた源泉の分析時期と塩化物イオン濃度の関係を示した (図 11)。源泉の掘削時期は 1990 年前後が多いため、多くの分析データはその頃以後のものである。中には濃度が増加しているものもあるが、ほとんどの温泉水は掘削時以降に濃度が減少している。一般的には掘削時に高濃度であったものほど減少が著

しい傾向がある。また、図 12 に図 11 で示したのと同じ試料の塩化物イオン濃度とアルカリ度の関係を示した。府南部の高濃度塩泉は複雑な変化をするものもあるが、大部分の温泉水で、塩化物イオンとアルカリ度の減少は同時に起こっていることがわかる。図 13 には図 11・12 に示した塩化物泉とそれ以外の温泉水に分けて水温の経年変化を示した。前述したように水温は、測定方法の問題から坑内温度より低く見積もっている可能性はあるが、多くの温泉で水温低下が見られる。特に、水温低下は図 12 (a) に示した塩化物泉の方に顕著である。これらの観察事実は、塩化物イオンに富む温泉水は周辺の希薄な地下水によって希釈されていることを示している。図 12 (b) に示したその他の温泉では、高温のものほど温度低下が著しい傾向がある。すなわち、おおざっぱには塩化物イオン濃度や温度が高いといった温泉の水質としてより優れているものほど変化が大きいといえる。

図 13 にその他の温泉とした試料のアルカリ度の経年変化を示した。全体的に見ればアルカリ度の変化はそれほど大きくない。大阪層群中から取水しているものに限れば、アルカリ度は増加している。大阪層群中から取水している温泉には図 12 (b) で見られるような温度低下も起こっている。これらのことは、温泉水よりは低温の水が混入していることを示す。低温の水のアルカリ度の方が高いことから、堆積物中の間隙水の絞り出しが起こっている可能性がある。

平成 17・18 年度の調査時の分析値は平成 15 年度の結果と大きく違うものではなかった。したがって、2〜3 年程度で水質劣化が見えるほどの速度では、ここに上げたような経年変化が起こっているわけではないとは言える。しかし、一日以内で作業を終える揚水試験のような短時間で、水質変化が観察された井戸もあった。このことは、上下の帯水層（あるいは難透水層）から井戸に沿った垂直方向の漏水の可能性を示唆するものである。

## (2) 考 察

### ① 泉質の区分

大阪府下には第四紀に活動した火山は全く知られていない。そのため、いわゆる火山性温泉は存在しない。上述の結果からは府下の温泉には次の起源を持つものがあると推定される。1) 堆積物や岩石の裂かに帯水する滞留時間の長い深層地下水。希薄な重炭酸ナトリウム型の水質である。大阪層群

下部に帯水する場合は温度も期待できる。2) 化石海水を含む地下水。大阪府北部の基盤岩や大阪層群下部などに帯水する。温度は高くないことが多い、重炭酸ナトリウムやカルシウムイオンに富む場合もある。3) 特異な酸素・水素同位体比を持つ高濃度塩水を含む。府の南部と大阪層群最下部およびその下位の基盤岩中に存在する。4) 遊離二酸化炭素を含む重炭酸イオンに富むタイプの温泉水。府の北部と南部の基盤岩の中に帯水している。これに分類できるものには3)に分類される高濃度塩水もある。遊離二酸化炭素は気体なので、それが周辺の地下水に溶け込むと重炭酸イオンに富むタイプになるのであろう。現時点では、高濃度塩水の塩化物イオンと二酸化炭素の起源が同じであるかどうかはわからない。

## ② 高濃度塩水の起源

特異な酸素・水素安定同位体比を持つ高濃度塩水はきわめて特殊な温泉水である可能性がある。これらの温泉水の溶存成分 (Na-K-Ca) から温泉水が経験した温度を推定すると、大阪層群下部やその下位の基盤岩から取水しているものは高温を示す (表 3)。取水温度は最高でも 50°C 以下であるが、Na-K-Ca 温度計で推定した温度では 70°C を超えるものが多く、最高では 90°C になる。この推定温度から、大阪平野の基盤岩付近には高温で岩石と反応して水質を獲得した温泉水があることを示している。

酸素・水素同位体比が天水線や海水-天水混合線から大きく外れて、重酸素に富む高塩濃度の温泉水は、日本では有馬型塩水として知られている (Sakai and Matsubaya, 1977 など)。有馬温泉を典型としているが、大阪南部の石仏鉱泉も、低温であるが、これに分類される (松葉谷他, 1974)。兵庫県南部の内陸部や滋賀県の 2 温泉などにも水質がよく似たものがある (Masuda et al., 1985)。有馬温泉は明らかに 200°C 以上の高温で岩石と反応しているが (Masuda et al., 1986)、その他の温泉も同様な起源を持つ可能性が高い。

有馬の熱水は  $^3\text{He}/^4\text{He}$  同位体比が  $9 \times 10^{-6}$  と高い値を持つことが知られており、マントル由来であると考えられている (たとえば Sano and Wakita, 1985)。森川他 (2003) は神戸市街地に掘削された 700~1500m の温泉水中の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  同位体比が大気より高く、最大では  $7.7 \times 10^{-6}$  と有馬温泉に近い値を示すことを報告している。彼らは、この同位体組成が、有馬型熱水に伴うガス成分が周辺の岩石中の放射壊変による  $^4\text{He}$  により希釈された結果であると説明して

いる。また、石仏も同様に高いヘリウム同位体比を持つ（高橋他、2003）。今回行った調査で得られた結果でも、上町台地より西側の大阪平野の温泉水には、神戸の温泉水のヘリウム同位体比に匹敵するものがある。したがって、同様な熱源が平野の地下深部にあると考えられる。有馬型温泉水はしばしば遊離二酸化炭素や重炭酸イオンを高濃度に含む。有馬と石仏の遊離二酸化炭素の $\delta^{13}\text{C}$ は $-6\sim-3\text{‰}$ で、マントル起源と考えられている（高橋他、2003）。

大阪平野深部の基盤岩付近に存在する温泉水は、酸素・水素安定同位体比からは有馬型塩水に分類されるものである。熱源もマグマあるいはマントルに由来する可能性がある。このことは大阪平野の地温勾配が高いこととも整合的である。大阪湾周辺部の平野最下部や基盤の花コウ岩中には広範囲にこのタイプの温泉水が存在するのかも知れない。しかし、有馬温泉で沸騰する高温泉が噴き出しているのとは異なり、大阪平野では盆地の最下部にとどまっている。このことは湧出経路となる断層が堆積物中では湧出通路とはならないというだけでなく、温度がそれほど高くないために浮力による熱水の上昇が起こらないことにもよっているであろう。

### (3) 結 論

大阪府下における温泉水は起源から3あるいは4種に分類できる。そのうち、化石海水的なものは、堆積盆に閉じ込められた移動しない地下水である。したがって、揚水すればそのうち枯渇する。滞留時間の長い重曹タイプの深層地下水は滞留時間を考慮して利用している間は枯渇することはない。また、基盤岩と反応した高温の履歴を持つ温泉水は、化石海水とは異なり、全くなってしまうことはないかも知れない。ただし、大阪府下では、地熱地帯のように上昇流を伴う速度の大きい熱水循環が期待できないので、揚湯量が増加すると水質悪化はまぬがれない。

本調査では、多くの源泉で、周辺の低温の地下水の流入が認められた。これにより、強食塩泉が単純温泉になったケースもある。多くの場合、水質劣化の原因は、重曹型の希薄な地下水の混入であり、難透水層からの絞り出しにより、揚湯量の不足を補っていると判断される。一部を除き、多くの源泉における泉質の変化は、即時経済的なダメージを与えるには至っていないが、近い将来において広範囲での水質劣化が起こる可能性が高い。温泉水を保全し、長い将来にわたって、より多くの市民が温泉文化を楽しむためには、掘



削制限や揚湯量規制などの見直しによる早急な対策をとる必要がある。

本調査で、2～3年の時間経過では、明確な水質変化が観測されなかった井戸がある一方で、短時間の揚湯試験で水質変化が観察されることがあった。単発的な調査では、水質の経年変化が読み取りにくい。また、漏水などの個別井戸の問題が、周辺井戸にまで影響を与えるような帯水層の減圧伝播を引き起こすようなものであるのかどうかを評価することも難しい。したがって、今回行ったような一斉調査を数年おきに行う、あるいは、規模を小さくして毎年継続して行い、5～10年の期間で、府域全体の変化が評価できる調査システムを確立する必要がある。この調査結果に基づいて、適正揚湯量や掘削距離規制などを、適宜変更する科学的根拠を設定できる。このことにより、温泉資源を長期にわたり有効利用するという観点からの、温泉保護が行えるものである。

#### 4 影響圏距離に関する非平衡理論での再検討

既存温泉井戸の揚湯試験結果を用いて、現在温泉部会で「協議事項」として規制されている「距離規制」とその他、今後必要と思われる項目について検討した。

##### (1) 既存井の揚湯試験解析による帯水層常数の算定

既存井の揚湯試験結果をハンタッシュ・ヤコブの図解法で解析して、漏水性帯水層の帯水層常数を算出した。その結果、例えば大阪市4（地図番号55 大阪市北区）では、以下のような結果が得られた。

	図解法	簡易式
透水量係数 (T、以下これを用いる)	$2.15 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$	$2.07 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{min}$
貯留係数 (S、以下これを用いる)	26.46 ?	2.44 ?
漏水係数 ( $k' / b'$ 、以下これを用いる)	$1.32 \text{ min}^{-1}$	$0.137 \text{ min}^{-1}$

これらの値を簡易式で算出したものと比較すると多少の違いがあるが、同じような方法で大阪市27（地図番号25 大阪市城東区）では、

	図解法	簡易式
T、	$1.00 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$	$1.65 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$
S、	0.64	13.0 ?
$k' / b'$ ,	$0.64 \text{ min}^{-1}$	$0.492 \text{ min}^{-1}$

ここではかなり良い一致を示している。いずれの場合にも、Sが1以上になっ

ていることなど、揚湯試験時の井戸内外水位の食い違いなど井戸効率などの問題が存在することが疑われる。この貯留係数の問題は将来温泉水を含む大阪地下水盆の水収支計算を行う際に大きな障害となるので、この貯留係数が大きくなる原因について検討しておく必要がある。

とは言え、ここではとりあえず簡易式の結果を用いて以下の検討を行う。

## (2) 現況の影響水位推定

代表的井戸の現況揚湯量での影響圏 800 m における影響水位を計算してみた。大阪市の代表例として、透水係数の比較的大きい大阪市 7 (地図番号 1 5 大阪市此花区) を取り上げてみた。この井戸の帯水層常数は、

$$T、\quad 4.84 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$$

$$S、\quad 1.11 ?$$

$$r/B、\quad 0.115$$

$$\text{影響距離 (r、以下これを用いる)} \quad 800 \text{ m}$$

$$\text{揚湯量 (Q、)} \quad 0.77 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{揚湯継続時間 (t、以下これを用いる)} \quad 5.18 \times 10^5 \text{ min}$$

$$S=4Tt/r^2(1/u) \text{ から}$$

$$1/u=4Tt/ r^2S$$

$$=4 \times 4.84 \times 10^{-2} \times 5.18 \times 10^5 / \times 1.11 \times 6.4 \times 10^5$$

$$=0.14$$

$r/B=0.115$  は算出されるが、 $W(u, r/B)$  は  $S$  が大きすぎるために算出できないが、推定値として 0.015 を得る。

$$s=0.0796 \times Q \times W(u, r/B) / T$$

$$=0.0796 \times 0.77 \times 0.005 / 4.84 \times 10^{-2}$$

$$=0.063 \text{ m}$$

つまり、現況では透水量係数の大きい井戸で、揚湯量が比較的大きいものでは、800 m 離れたところへは最大 10 cm 程度の水位降下の影響を与えていると言うことが分かる。

## (3) 影響圏 800 m のところで水位降下量を 0.1 m に保つための揚湯量の計算 計算の条件として揚湯時間は連続一年間とすると、

大阪市の透水量係数が大きいところの場合、  
大阪市 30（地図番号 33 大阪市住吉区（最下部））

$$T=1.03 \times 10^{-1} \text{m}^2/\text{min}$$

$$S=0.267$$

$$r/B=0.019$$

$$r=800 \text{ m}$$

$$s=0.1 \text{ m}$$

$$1/u=4Tt/r^2S$$

$$=4 \times 1.03 \times 10^{-1} \times 518000 / (800)^2 \times 0.267$$

$$=1.25$$

$r/B=0.019$  とセットでハンタッシュ・ヤコブ図解法のグラフより、 $W(u, r/B)=0.32$  を得る。

$$Q=sT/0.0796 W(u, r/B)$$

$$=0.1 \times 1.03 \times 10^{-1} / 0.0796 \times 0.3$$

$$=0.417 \text{ m}^3/\text{min}$$

この場合は、かなり大きな揚湯量でも相互干渉はあまり生じないとの結論ではある。

では、 $T$  の小さいケースではどうであろうか。

大阪市 39（地図番号 56 大阪市中心区（基盤））、

$$T=1.45 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{min}$$

$$S=0.123$$

$$r/B=0.33$$

$$r=800 \text{ m}$$

$$s=0.1 \text{ m}$$

$$1/u=4Tt/r^2S$$

$$=4 \times 1.45 \times 10^{-4} \times 518000 / (800)^2 \times 0.123$$

$$=4.05$$

$r/B=0.33$  とセットでハンタッシュ・ヤコブ図解法のグラフより、 $W(u, r/B)=1.14$  を得る。

$$\begin{aligned}
Q &= sT/0.0796 W(1/u, r/B) \\
&= 0.1 \times 1.45 \times 10^{-4} / 0.0796 \times 1 \times 10^{-4} \\
&= 0.170 \text{ m}^3/\text{min}
\end{aligned}$$

この場合も、日量 3、000m<sup>3</sup> もの大きな揚湯量でも相互干渉はあまり生じないとの結論である。安全側にはやはり透水量係数の大きいものを基準にすべきであろうか。

**【大阪府の場合】**

T の大きいものとして、大阪府 23（地図番号 5 7 吹田市江坂町（最下部））

$$T = 6.98 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$$

$$S = 3.02 \times 10^{-2}$$

$$r/B = 0.01$$

$$r = 800 \text{ m}$$

$$s = 0.1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
1/u &= 4Tt/r^2S \\
&= 4 \times 6.98 \times 10^{-2} \times 518000 / (800)^2 \times 3.02 \times 10^{-2} \\
&= 7.48
\end{aligned}$$

r/B=0.01 とセットでハンタッシュ・ヤコブ図解法のグラフより、W(u, r/B)=1.82 を得る。

$$\begin{aligned}
Q &= sT/0.0796 W(1/u, r/B) \\
&= 0.1 \times 6.98 \times 10^{-2} / 0.0796 \times 1.82 \\
&= 0.048 \text{ m}^3/\text{min}
\end{aligned}$$

この場合は、かなり少ない揚湯量でも相互干渉が生じる危険があるとの結論である。

**【大阪府の基盤を除く T 値の小さいものの場合】**

大阪府 17（地図番号 7 豊中市新千里（最下部））

$$T = 3.55 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{min}$$

$$S = 0.234$$

$$r/B = 0.059$$

$$r = 800 \text{ m}$$

$$s=0.1 \text{ m}$$

$$1/u=4Tt/r^2S$$

$$=4 \times 3.55 \times 10^{-4} \times 525600 / (800)^2 \times 0.234$$

$$=4.91 \times 10^{-3}$$

$r/B=0.06$  とセットでハンタッシュ・ヤコブ図解法のグラフより、 $W(u, r/B) < 0.0001$  を得る。

$$Q=sT/0.0796 W(1/u, r/B)$$

$$>0.1 \times 3.55 \times 10^{-4} / 0.0796 \times 1 \times 10^{-4}$$

$$>0.446 \text{ m}^3/\text{min}$$

この場合は、かなり大きな揚湯量でも相互干渉はあまり生じないとの結論である。安全側にはやはり透水量係数の大きいものを基準にすべきであろうか。

#### 【堺・東大阪の場合】

$T$  の大きいものとして、堺・東大阪9（地図番号58 堺市伏尾（下部））

$$T=5.52 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{min}$$

$$S=0.756$$

$$r/B=0.0756$$

$$r=800 \text{ m}$$

$$s=0.1 \text{ m}$$

$$1/u=4Tt/r^2S$$

$$=4 \times 5.52 \times 10^{-2} \times 518000 / (800)^2 \times 0.756$$

$$=0.236$$

$r/B=0.077$  とセットでハンタッシュ・ヤコブ図解法のグラフより、 $W(u, r/B) = 38$  を得る。

$$Q=sT/0.0796 W(u, r/B)$$

$$\doteq 0.1 \times 5.52 \times 10^{-2} / 0.0796 \times 38$$

$$\doteq 0.0018 \text{ m}^3/\text{min}$$

この場合は、かなり大きい揚湯量でも相互干渉は生じないとの結論である。

## 【堺・東大阪の基盤を除く T 値の小さいものの場合】

堺・東大阪 7 (地図番号 3 6 堺市浜寺船尾 (最下部))

この場合も同様に、かなり大きな揚湯量でも相互干渉はあまり生じないとの結論である。安全側にはやはり透水量係数の大きいものを基準にすべきであろうか。

## 5 漏水係数から漏水量の予測

さらに、大阪市で漏水の多いと思われる  $r/B$  の大きいもので検討すると、次のようになる。

大阪市 8 (地図番号 5 9 大阪市此花区) の場合、

T、  $7.25 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{min}$

不圧地下水と被圧地下水位の水頭差 ( $H-h$ 、以下これを用いる)、  $7.6 \text{ m}$

$r/B$ 、  $0.84$

$r$ 、  $0.051 \text{ m}$

Q、  $0.65 \text{ m}^3/\text{min}$

ここに、

$$\begin{aligned} k' / b' &= T(r/B)^2 / r^2 \\ &= 7.25 \times 10^{-3} \times 7.06 \times 10^{-1} / 2.6 \times 10^{-3} \\ &= 1.97 \text{ min}^{-1} \end{aligned}$$

漏水量  $Q_c / A_c = 7.6 \times 1.97$

$$= 14.9 \text{ m}/\text{min}$$

$A_c = 100 \text{ m}^2$  とすると、

$$Q_c = 1490 \text{ m}^3/\text{min}$$

これは常時揚湯量をはるかに超える量であり、想定した影響範囲が大きすぎるのか、あるいは計算された漏水計数が大きすぎるためかと思われるが、いずれにしてもかなりの漏水が生じていることは間違いないものと思われる。他の井戸での計算でも同様な問題が伺われる。

## 6 大阪市内における温泉水の賦存状況

### (1) 井戸の設置年と水位との関係

今回のデータ解析作業に用いられた既存の温泉井掘削時の自然水位から、大阪市内における掘削年次とその時の自然水位の相関を取ったところ、温泉

井汲み上げによる相互干渉による水位低下を来たしているとの予測に反して、逆に大阪市東部などでは上昇傾向にあることが分かった。このことは、地盤沈下を引き起こした地下水の大量揚水の結果としての水圧低下の回復が遅れている為に現在なお水位回復途上にある現象なのか、あるいは温泉水胚胎帯水層への強制涵養が進んでいるのか、いくつかの解釈が成り立つ。このことから、現況では温泉水の過剰揚湯が水位には直接現れていないということになる。ただし、水量は周辺から涵養されて確保されているとしても、先述したように、水質には希釈による明らかな影響が現れている。その大部分は、周辺地層からの漏水によるものであり、揚湯過剰による帯水層の水圧減少が、上位の難透水層を含む地層に伝播している可能性が高い。

## (2) 地域による温泉水の賦存状況の相違

大阪府下に湧出する温泉水は、大部分が天水起源の地下水と考えられる。そのため、大阪平野地下において温泉水がどのように存在するかは、基盤岩の作る地形ならびにそれを埋積している地層の堆積状況に依存している。大阪平野でこれまで掘削された多くの学術ボーリング並びに温泉ボーリングにより、大阪平野地下の基盤地形は、上町台地西縁をほぼ南北に走る上町断層を境として、東西で大きく異なることがわかっている。すなわち上町断層より西では、基盤岩上面は大阪湾中心部に向かって北・東・南の3方向から緩く傾斜している。これに対し、大和川より北で上町断層より東側の地域では、基盤岩上面は、上町台地側から生駒山脈側へ向かって大きく傾いている。

このため平野を埋積し地下水の帯水層となっている、大阪層群を始めとする鮮新統および更新統は、上町断層の西側では緩やかに大阪湾に向かって傾斜するが、東側では生駒山脈に向かって東南東に傾き層厚も増加する。

このような平野地下の地形・地質の状況を見る限り、大阪平野では上町断層を境に、その東西で温泉水の挙動が大きく異なると考えられる。

## 7 協議事項の変更に関する検討委員会の意見

大阪府環境審議会温泉部会では温泉掘削許可申請および動力装置設置許可申請審査に際して、以下のような基準を設け、協議事項としている。

- 1) 温泉井掘削制限距離を 800 m 程度とする。
- 2) ストレーナー部の内径は、200 mm 以下とする。

- 3) ストレーナー部の総延長は 150 m 以内とし、その上限と下限の幅は概ね 300 m 以内とする。
- 4) 動力装置については、段階揚水試験、連続揚水試験の結果を用いて揚水量を決め、動水位から求められている全揚程を考慮し、揚水ポンプの性能に見合った出力で答申する。
- 5) 上記の制限をした考えの基準に合わないものについては、個々に審議し、理由の明白なものについては、考慮する。

このような協議事項に付いて、今回の検討委員会では揚湯試験結果やその解析結果を踏まえて、以下のような議論がなされた。

#### (1) 800m規制の論点

##### 1) 距離制限の強化

- ① メリット      ・ 確認が容易でわかりやすい。
- ② 問題点        ・ 温泉の恩恵享受者が減少する。

##### 2) 距離×深度（影響量の観点）

- ① メリット      ・ 異なる帯水層からの取水で制限距離を維持できる。  
                  ※温泉の恩恵享受者の減少を阻止
- ② 問題点        ・ 帯水層データの不足から、現状では規制根拠の明確化は困難である。  
                  ・ 許可後の取水深度の規制確認の難しさと強制力の担保に問題が残る。

##### 3) 距離×揚湯量（影響量の観点）

- ① メリット      ・ 揚湯量の規制で制限距離を維持できる  
                  ※温泉の恩恵享受者の減少を阻止
- ② 問題点        ・ 掘削許可と揚湯量の同時規制を可能とするための法的整合及び根拠データの蓄積と整理が必要である。  
                  ・ 個別案件への揚湯量規制は周辺井戸との影響評価も必要と考えられ、審査内容の複雑化や長期化が予想される。  
                  ・ 許可後の揚湯量の規制確認の難しさと強制力の担保に問題が残る。



## (2) ストレーナー部の内径基準の論点

この問題に関する新たな資料はないので、特に問題となる項目ではない。

## (3) ストレーナーの総延長、上下限の幅の基準の論点

強化するとすれば、取水する帯水層を特定した上で、上下限の幅を制限することが考えられるが、個々の井戸での帯水層区分がまだ不明確な段階であるので、次の機会に考慮することにしてはどうか。とくに、大阪層群下部に主要なストレーナーを設置しようとする計画に付いては、漏水による水温・水質の劣化に結びつく危険があるので注意が必要である。

## (4) 動力装置設定方法の基準の論点

揚湯量の報告を求めることとセットで検討すればよいのではないかと。とくに、現在の検討事項でも要求している揚湯試験結果によるポンプの選定の際に、揚湯試験結果を非平衡式で解析し、計画揚湯量による 800 m 影響圏での影響水位を算出することを要求したら良いと思われる。とくに、大阪層群下部に主採水層を持つ井戸に付いては、漏水係数などの算出を要求し、漏水量を試算することを指導してはどうだろうか。

## (5) 温泉部会協議事項についての意見概要

以上のことを考慮しつつ、協議事項の改訂に関しての意見をまとめると次のようになる。

### 【800m距離規制の基準について】

(ア) 水平面での距離規制だけではなく、深度も含めた立体的な規制はどうか。

水平距離の規制は目に見えることから、その遵守の確認も行いやすいこれに対し、垂直面での規制（深度）については、その確認方法と強制力に疑問が残る。

(イ) 細かく帯水層毎に区切った場所毎の厳密な距離規制はどうか。

必要なデータの量・精度等から現時点では実質的には無理な手法である。

(ウ) 地域によって規制範囲を決める手法はどうか。

府内を数個のエリアに区分し、その中で一番厳しい値にあわせた基準作りが必要である例えばエリア分けは地盤沈下防止に関する規制の区分程度が妥当だと思われる。

(エ) 距離ではなく、用途に応じたくみ上げ規制量での規制はどうか。

用途毎に異なった規制が必要で、複雑になりすぎることから望ましくない。

(オ) 距離×揚湯量の規制はどうか。

単純に距離の規制を強化すると、温泉の恩恵を受けられる人が減り望ましくない。揚湯量を規制してでも多くの人に利用していただくことを考えるべきである。

単純に距離の規制を強化するなら、むしろ使用量や用途の規制の方が望ましい。但し、掘削申請時の予定用とはあくまでも参考事項であることから、掘削申請段階での用途規制は、法の枠を超えることとなるので、慎重な対応が必要である。

結論的には、現段階では協議事項を変更するのではなく、先の計算に準拠すれば、許容できる相互干渉の値を0.1m程度とすれば、揚湯量を500 l/min程度に抑えることと、漏水量を少なくするために基盤岩からの揚湯を除いて、水位降下量を10 m程度に抑えることを指導することが望ましいのではないかと。

現状でも揚湯量が500 l/min以上の井戸はほとんど無いし、水位降下量も基盤岩からのものを除くとほとんど10 m以内である。これらに関する指導は温泉掘削申請時に行えるのではないだろうか。

#### 【ストレーナー部の内径200mm以下の基準について】

(ア) この規定は、制定当時の水中ポンプのサイズを考えての規制であると思うがどうか。

大阪での掘削はほとんどが2段又は3段掘であり、上部が300mm程度の口径であることから、自動的に最下部（ストレーナー部）は200mmより小さくなり、問題はないと思われる。

また、ポンプの設置位置は最上部になることから、ポンプの大きさを考慮する必要はないと思われる。

#### 【ストレーナーの総延長は150m以内、上下限の幅は300m以内の基準について】

(ア) 他府県の状況も含め問題点等はどうか。

大阪で掘削実績のある業者にとっては、全く問題ないと思われるが、実績のない業者の場合、少しでも広く取りたいと考えるのが通常である。

規制のない他府県での施工の場合は、できるだけストレーナーを長く取った形で施工する。

総延長と上下限の幅を比較した場合、総延長の規制の法が厳しく感じられる。

ストレーナーを長く切ると水質も悪くなるし、水温も低下することから、厳しくした方が帯水層保護が図られる。

結論的に、現段階では従前の基準を変更する理由も無いが、掘削申請時に、できるだけ大阪層群下部を避けるように指導することが必要ではないか。

#### 【動力装置の設定方法の基準について】

(ア) 揚湯試験等の結果を元に検討を行うことは問題ないと思われるが、ポンプ更新の際の届け出項目については、そのチェック等どう考えていくのか。

ポンプ更新時のチェックについては、徹底できていないのが現状である。

更新時の法的手続きがないこと及び部会の協議事項としての位置づけとしてはなじまないのではと思われる。

(イ) 揚湯量の規制導入を検討した場合、一定の報告を求めることとなることが想定されることから、それとセットで考えればどうか。

結論的には、動力装置申請時の揚湯試験結果によるポンプの選定の際に、揚湯試験結果を非平衡式で解析し、計画揚湯量による 800 m 影響圏での影響水位を算出することを要求したら良いと思われる。とくに、大阪層群下部および最下部に主採水層を持つ井戸については、漏水係数などの算出を要求し、漏水量をも試算することを指導してはどうだろうか。

#### 【その他の意見】

地下水を取水する取水口断面積の合計（複数の井戸がある場合は総計）が 6 平方センチメートル超の場合、揚湯量等の測定と報告義務が新たに課せられるとの話（大阪府生活環境の保全等に関する条例の改正）があるが、うまくリレーションすれば、揚湯量の把握が可能となる情報収集ができる可能性がある。揚湯量の概算見積もりが可能になれば、温泉水の流量に関するモデル化を行うことができる。これにより、より正確な揚湯可能量の推定と、掘削距離制限の設定を行うことを提案したい。

## 8 大阪府環境審議会温泉部会協議事項の改正

調査結果の検討等を踏まえ、現在の協議事項については次のように取り扱うことが適切であると思料される

- (1) 800mの距離規制の基準について  
当面、維持する。
- (2) ストレーナー部の内径及び総延長の基準について  
当面、維持する
- (3) 動力装置についての基準  
揚湯量の上限を500リットル/分とする旨を追記する。
- (4) その他

動力装置許可申請時において次の追加書類の提出を求める。

- ・ 揚湯試験結果を非平衡式を用いて解析を行い、計画揚湯量時における800m圏域での影響水位を算出した結果。
- ・ 大阪層群下部・最下部に主な取水層を設けている場合は、漏水計数を算出した結果及び漏水量を算出した結果。
- ・ また、ポンプの更新に当たっては、その都度、更新するポンプの機種等を届け出させることが望ましい。

## 9 今後に残された課題

### (1) 温泉水の水収支

先に記したように、現状では大阪地下水盆の中での温泉水の過剰揚湯による障害は判然としない。つまり、過剰揚湯による水圧低下や水質の劣化が若干の疑いはあるものの、はっきりした現象として認識されるには至っていない。とは言え、温泉井戸の増加はかなりのスピードで進んでいるので、いつまでもそのことによる過剰揚湯が生じないとは保障されない。それでは、どの程度までの開発なら許容されるのかをあらかじめ見当を付けておかなければならない訳であるが、そのためには現況でどの程度の温泉水が汲み上げられていて、その後の涵養はどのように生じるのかを見極めなければならない。温泉水の水収支が必要になるわけである。これを計算するためには、もちろん入れ物である地下水盆の大きさを含む形状と性質が明らかにならなければならないのと同時に、家計簿の収支と同様に収支（汲み上げ量）と収入（涵養量）および財布の中身（貯留量）が明らかにならなければならない。今回の調査で、地下地質構造や

帯水層常数などを含む地下水盆の性状はかなり明らかになったので、これに温泉水を含む揚水量（収支）を入れ、貯留量の変化から涵養量と赤字（水位低下量）を推定し、どこまでの赤字なら許容できるかを決めていかなければならない。この作業を行うには一定地域の全揚水量の把握が必要で、平成20年1月から実施される大阪府生活環境の保全等に関する条例の改正による揚水量の報告義務化がこの条件を満足させてくれるものと思われる。したがって、温泉水を含む水収支計算はこれを待ってこれを実施していく必要があると思われる。

## （2）帯水層常数の再検討

影響圏や漏水量の計算の際に問題になった貯留係数の誤算は、水収支はじめ多くの水計算の際の障害になる。そもそも貯留係数とは不圧地下水、被圧地下水いずれの場合も水位低下を来たした体積に対して揚水された全水量の比であり、これが1以上にはなり得ないのは当然のことであり、被圧地下水の場合には、実質的には弾性係数に似た数値となるので、大きくとも $10^{-2}$ オーダー以下であるべきで、温泉井戸のこの値は異常である。このことを今後調査検討しておく必要があり、現在のままでは水収支計算に齟齬を来たす可能性がある。

## （3）温泉保護のための観測井の設置等

温泉ばかりではないが、大阪地下水盆の地下水の状況を常時把握しておくためには、先に記した地質構造の違う場所ごとに長期測水の観測ステーションを設置しておくことが望まれる。浅い地下水の観測ステーションとしては地盤沈下観測井に付置されている地下水観測井セットがあるので、これが利用できる。温泉井に関するものは新たに設置することが望まれる。

また、温泉泉質の悪化や複数帯水層の相互干渉を予防するために、水質の継続観測を続ける必要がある。概ね5年（5～10年）の期間内での変動を捕まえることが望ましい。そのために、期間内合計で議論に十分な数の井戸が確保できるように、毎年数地点を選んで、水質調査を継続することが望ましい。

## （4）水圧低下時等の温泉災害予防に関する検討の実施

先の東京都内での温泉井からのガス噴出による爆発事故の事例を引くまでも無く、大阪地下水盆の井戸からも引火性のガスが少量とはいえ検出されている。とくに、温泉井からは水溶性のガスが温泉水と同時に汲み上げられているので、

その対策には万全を尽くすべきであろう。ちなみに、温泉水に含まれる水溶性のガスは、水圧低下に伴い急激にガス化して噴出する性格があるので、今後、温泉帯水層の水圧減に伴う広域でのガス化には注意しておく必要がある。

## 文献

- Masuda H., Sakai H., Chiba H., and Tsurumaki M., 1985, Geochemical characteristics of Na-Ca-Cl-HCO<sub>3</sub> type waters in Arima and its vicinity in the western Kinki district, Japan. *Geochem. J.*, **19**, 149-162.
- Masuda H., Sakai H., Chiba H., Matsuhisa Y. and Nakamura T. , 1986, Stable isotopic and mineralogical studies of hydrothermal alteration at Arima Spa, Southwest Japan. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **50**, 19-28.
- 松葉谷治・酒井均・鶴巻道二, 1974, 有馬地域の温泉, 鉱泉の水素と酸素の同位体比について。岡山大学温泉研究所報告, 43, 15-28.
- 森川徳敏・風早康平・長尾敬介・安原正也・稲村明彦・高橋正明・角野浩史・大和田道子, 2003, ヘリウム同位体比を用いた神戸市街地深層地下水の循環・滞留に関する研究 (講演要旨)。2003 年度地球惑星科学合同大会, H060-009。
- N. Morikawa, K. Kazahaya, H. Masuda, M. Ohwada, A. Nakama, K. Nagao and H. Sumino (2007) Relationship between Geological Structure and Helium Isotopes in Deep Groundwater from the Osaka Basin; An Application to Deep Ground water Hydrology. *Geochemical J.* (in review)
- Sakai H. and Matsubaya, 1977, Stable isotopic studies of Japanese geothermal systems. *Geothermics*. **5**, 97-124.
- Sano Y and Wakita H. , 1985, Geographical distribution of He<sup>3</sup>/He<sup>4</sup> ratios in Japan: implications for arc tectonics and incipient magmatism. *J. Geophys. Res.*, **90**, 8729-8741.
- 高橋浩・森川徳敏・稲村明彦・高橋正明・風早康平・安原正也・Ridchie B. E. ・大和田道子・中村俊夫・佐藤努, 2003, 有馬型深部上昇熱水についての同位体地球化学的考察 (講演要旨)。2003 年度地球惑星科学合同大会、H060-008。
- 内山美恵子・三田村宗樹・吉川周作、2001、大阪平野中央部、上町断層の変位速度と基盤ブロックの運動。地質雑、**107**、228-236。
- 上杉健司、2004、松本盆地および大阪平野の広域地下水流動経路の推定。平成 15 年度信州大学工学部卒業論文。Pp. 125.

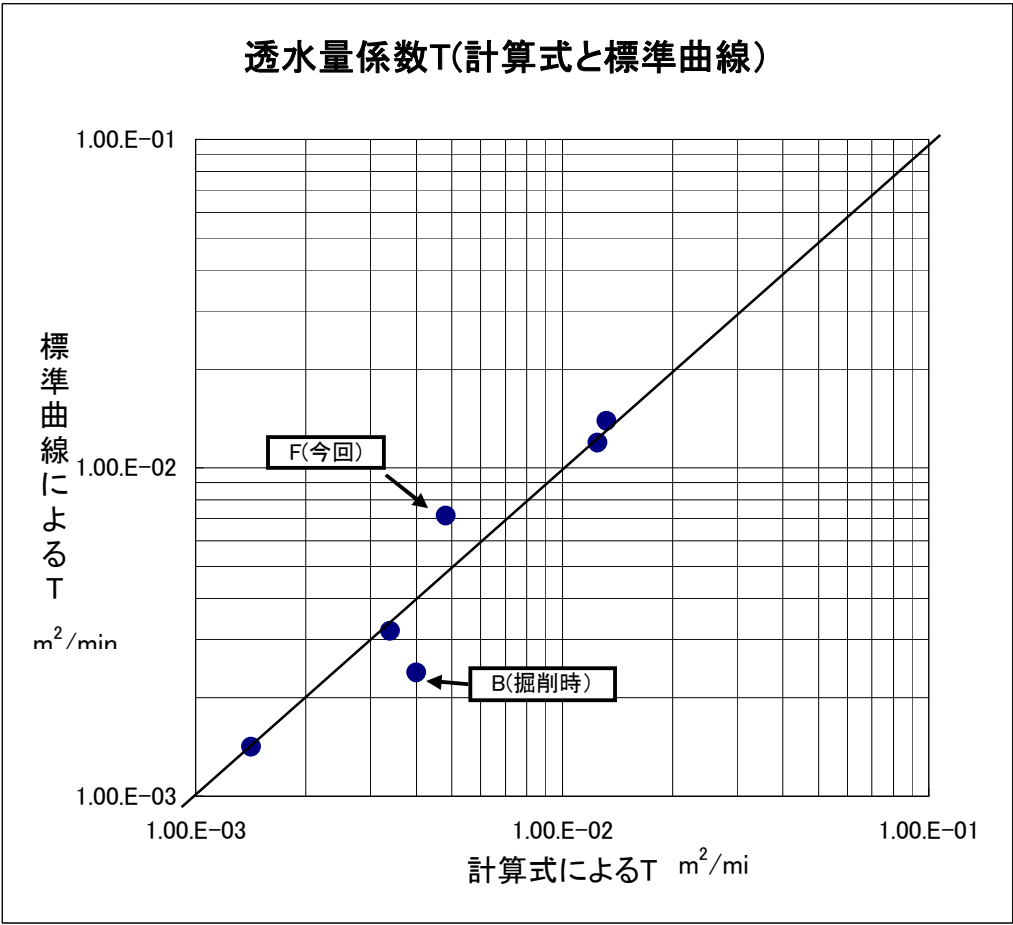


図-1 計算式と標準曲線法による透水量係数の対比

ハンタッシュ・ヤコブの解析法は標準曲線法が精度がよく帯水層常数を計算するのに用いられるが、簡略法として近似計算式を用いて計算する方法もある。既存の揚湯試験結果を効率よく解析する為に計算式を持ちいることが可能かどうかを検討した結果、良い近似を得たので、既存揚湯試験結果の解析は近似計算式を用いた。



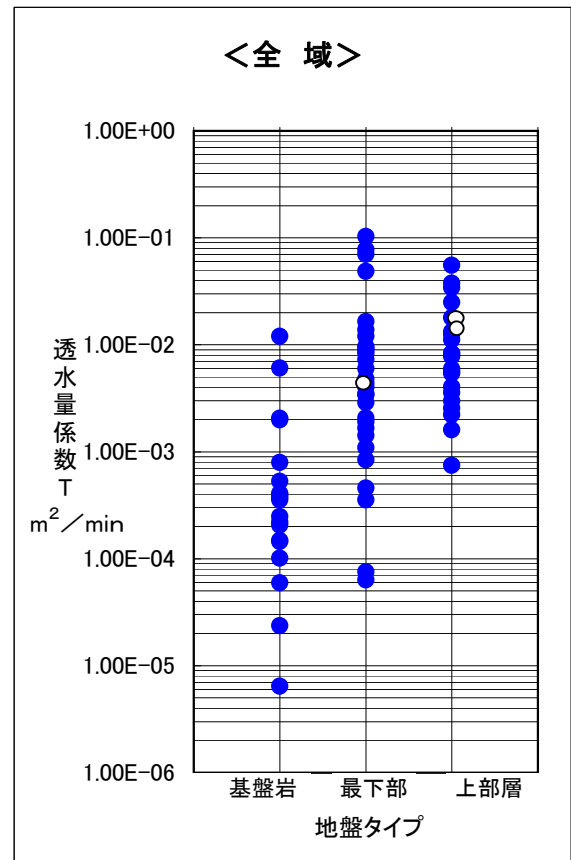
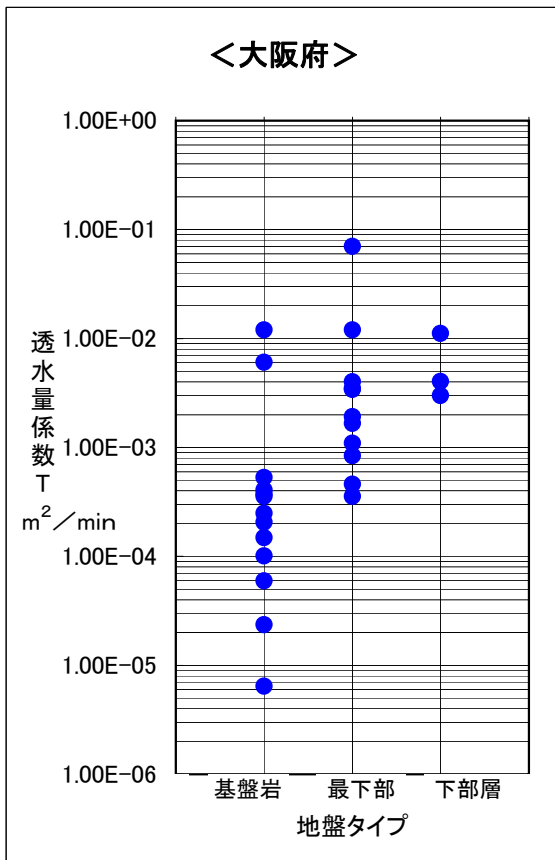
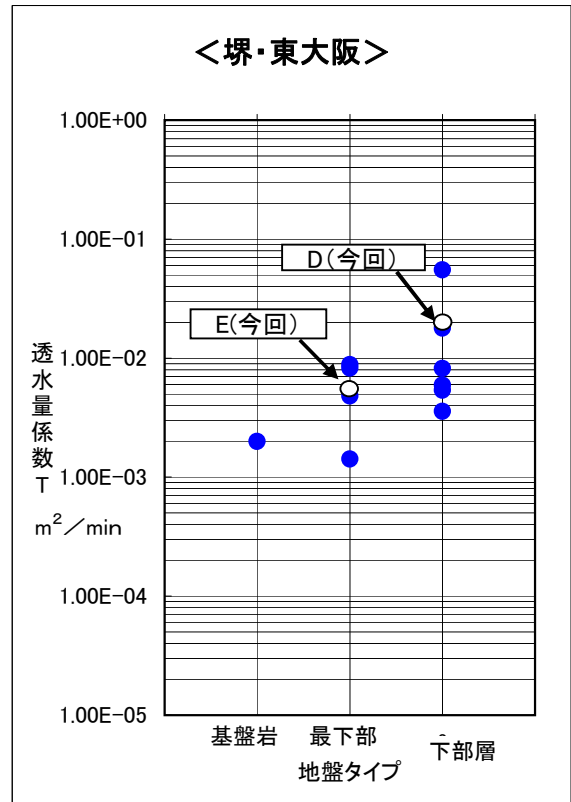
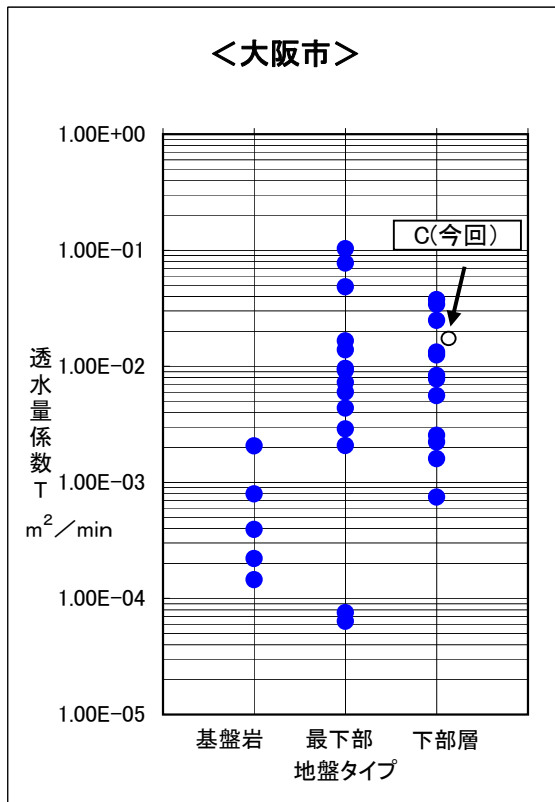
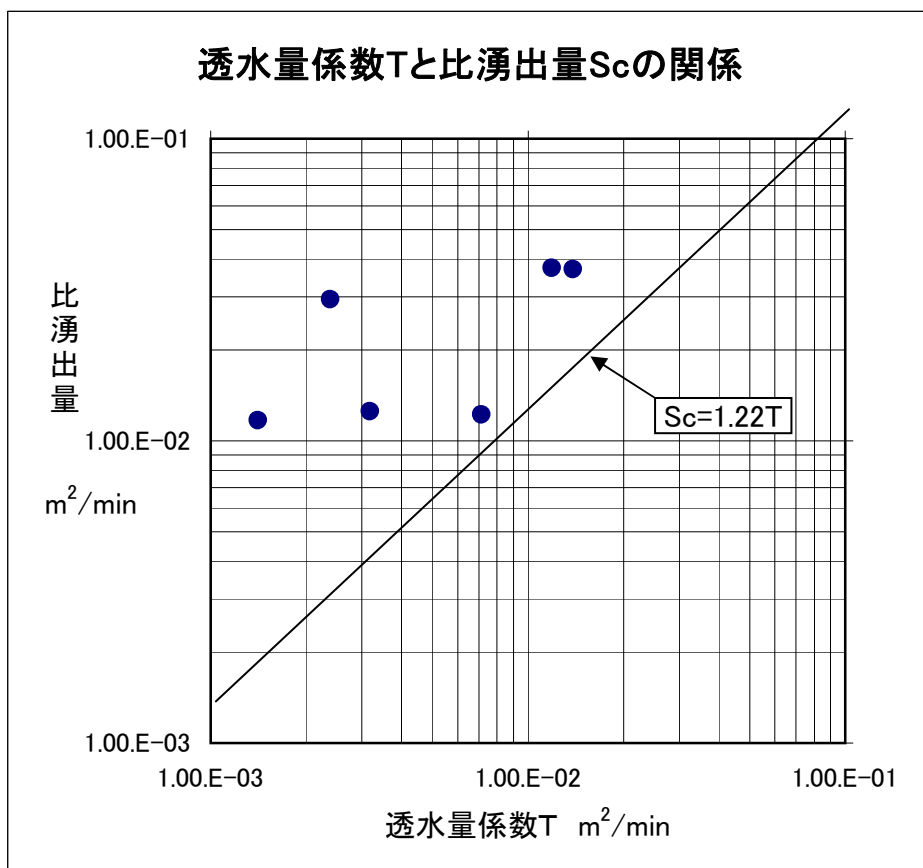


図-2 地域別、帯水層別透水量係数(T)分布

地域別にも帯水層別にもかなり大きい開きが認められる。特に基盤岩にストレーナーを持つ井戸のばらつきが大きい。



※透水量係数は標準曲線による

地点	名称	条件	揚水量Q ℓ/min	透水量係数T m <sup>2</sup> /min	比湧出量Sc m <sup>2</sup> /min
堺・東大阪	施設F	掘削時	600	1.41.E-03	1.17.E-02
		今回	330	7.14.E-03	1.22.E-02
大阪市	施設C	掘削時	550	1.19.E-02	3.73.E-02
		今回	500	1.39.E-02	3.70.E-02
大阪府	施設B	掘削時	500	2.38.E-03	2.94.E-02
大阪府	施設A	掘削時	400	3.18.E-03	1.25.E-02

大阪府	施設B	今回	350	—	
堺・東大阪	施設D	掘削時	480	—	
		今回	330	—	
大阪府	施設A	今回	300	—	

図-3 透水量係数(T)と比湧出量(Sc)の関係

理想的にはこの2者は $Sc = 1.22T$ の関係にあるが、ここでは水位降下に対する湧出量の比(Sc)の方が大きく、漏水量が多いことが疑われる。

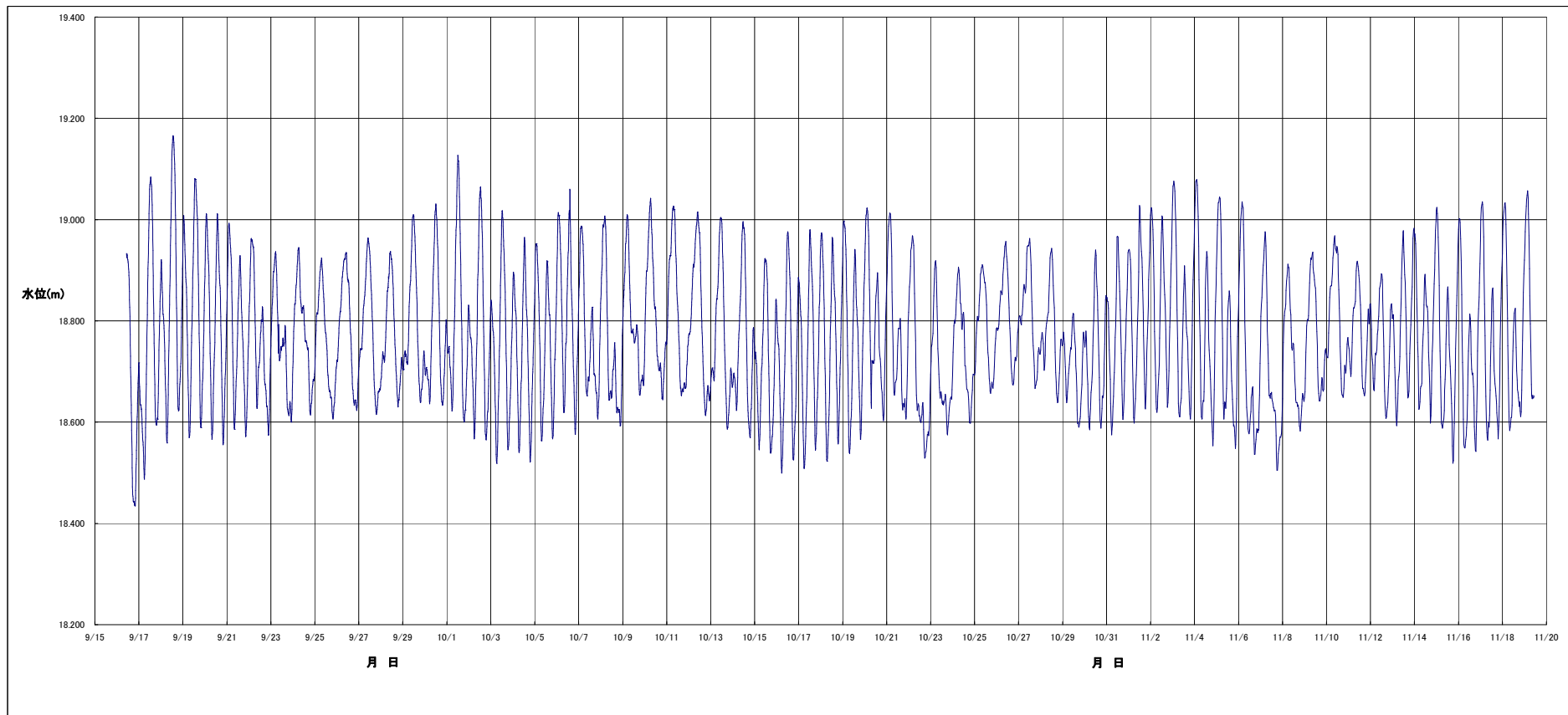
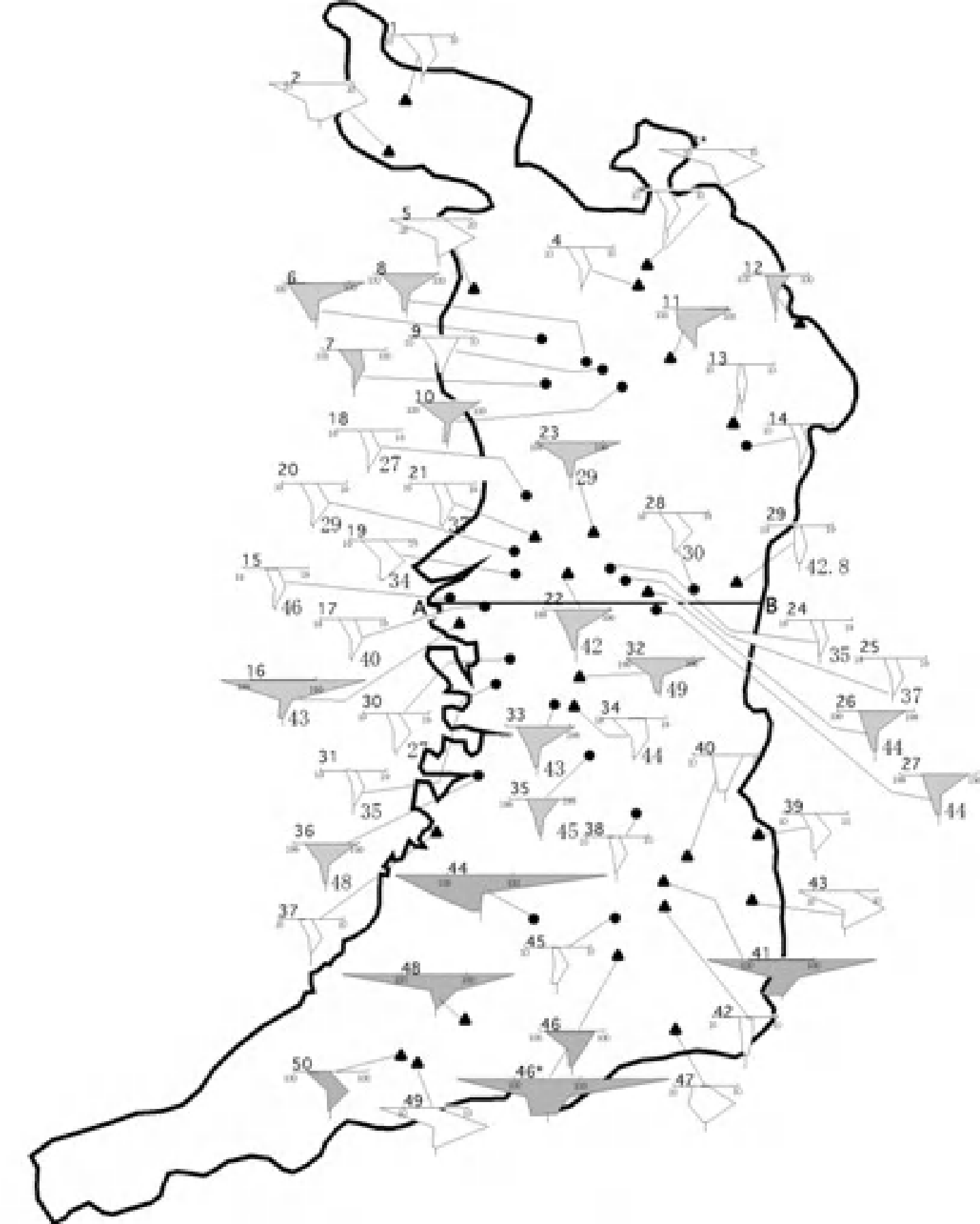


図-4 湾岸部における感潮水位変化 (応用地質株式会社, 2007)



左肩の数字は試料番号（表1・2に対応）  
 右下の数字は採取時の水温（℃）  
 ●は大阪層群堆積物中の帯水層から、▲は基盤岩中あるいは大阪層群最下部と基盤岩の両方から採水している。  
 A-Bは図2の測線。

横軸の数字はmg/L  
 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$   
 $\text{Ca}^{2+}$   
 $\text{Mg}^{2+}$   
 $\text{Cl}^-$   
 $\text{HCO}_3^-$   
 $\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$

図5 大阪府下の温泉の採水地点と水質

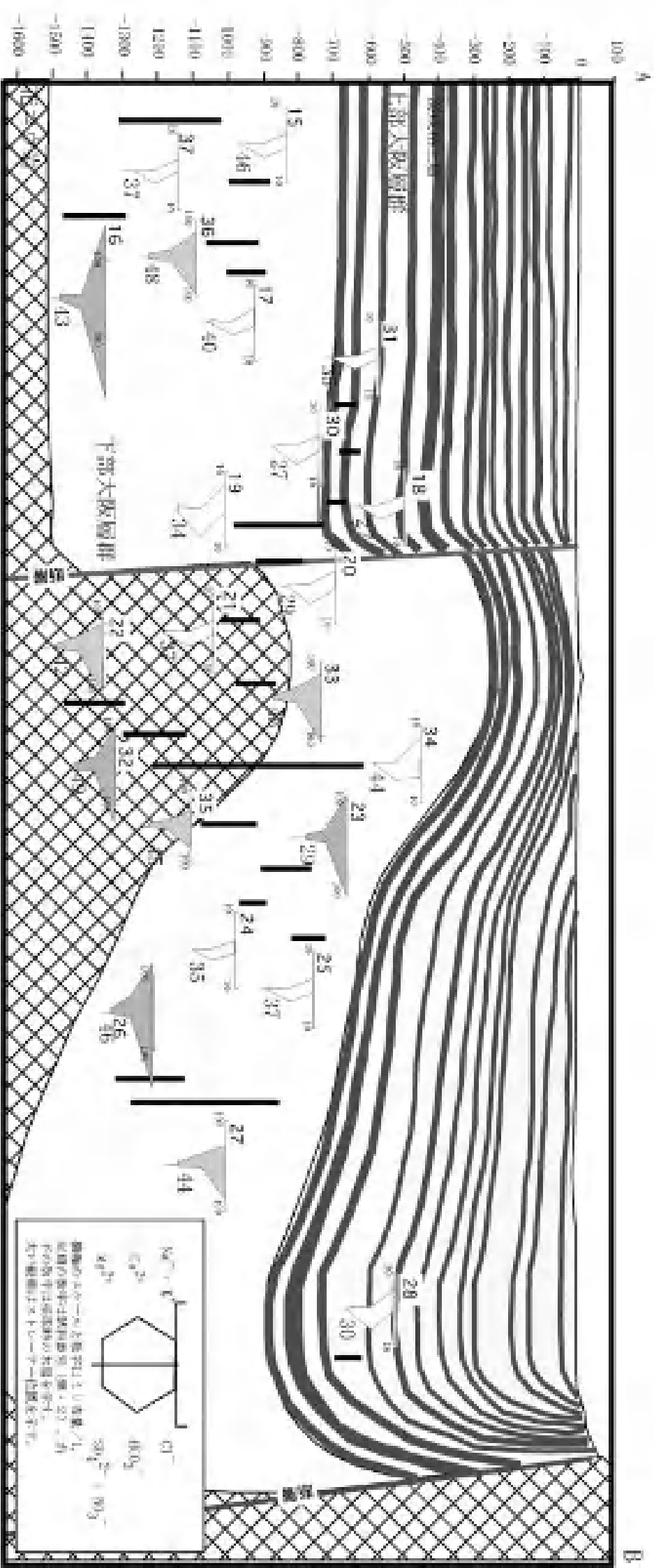


図6 大阪平野中央部の温泉水の取水深度と水質との関係 (地質断面は図5の測線A-Bに沿ったもの、内山他、2001による)

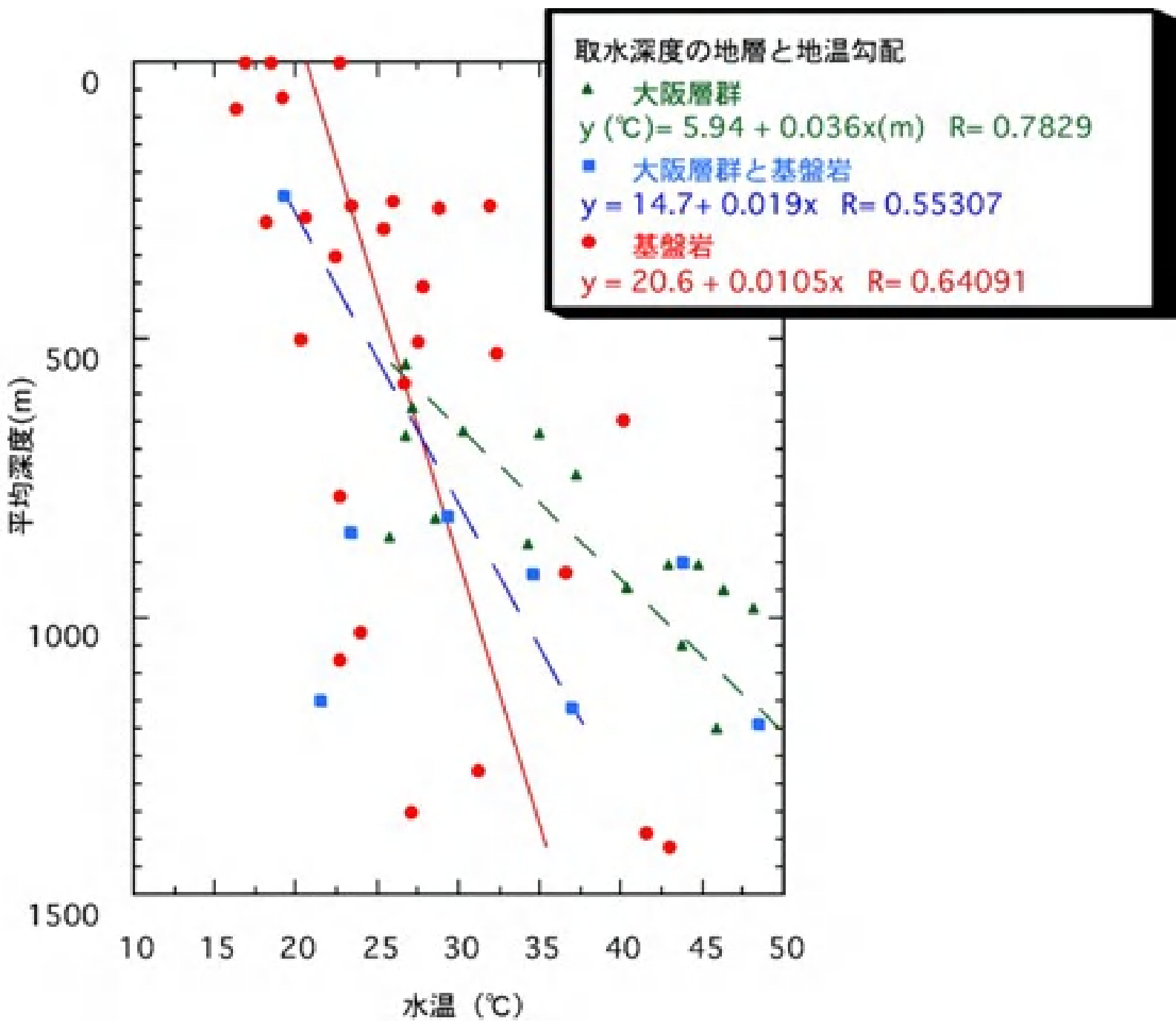


図7 取水深度と水温との関係  
 (深度はストレーナー位置の中央値。)

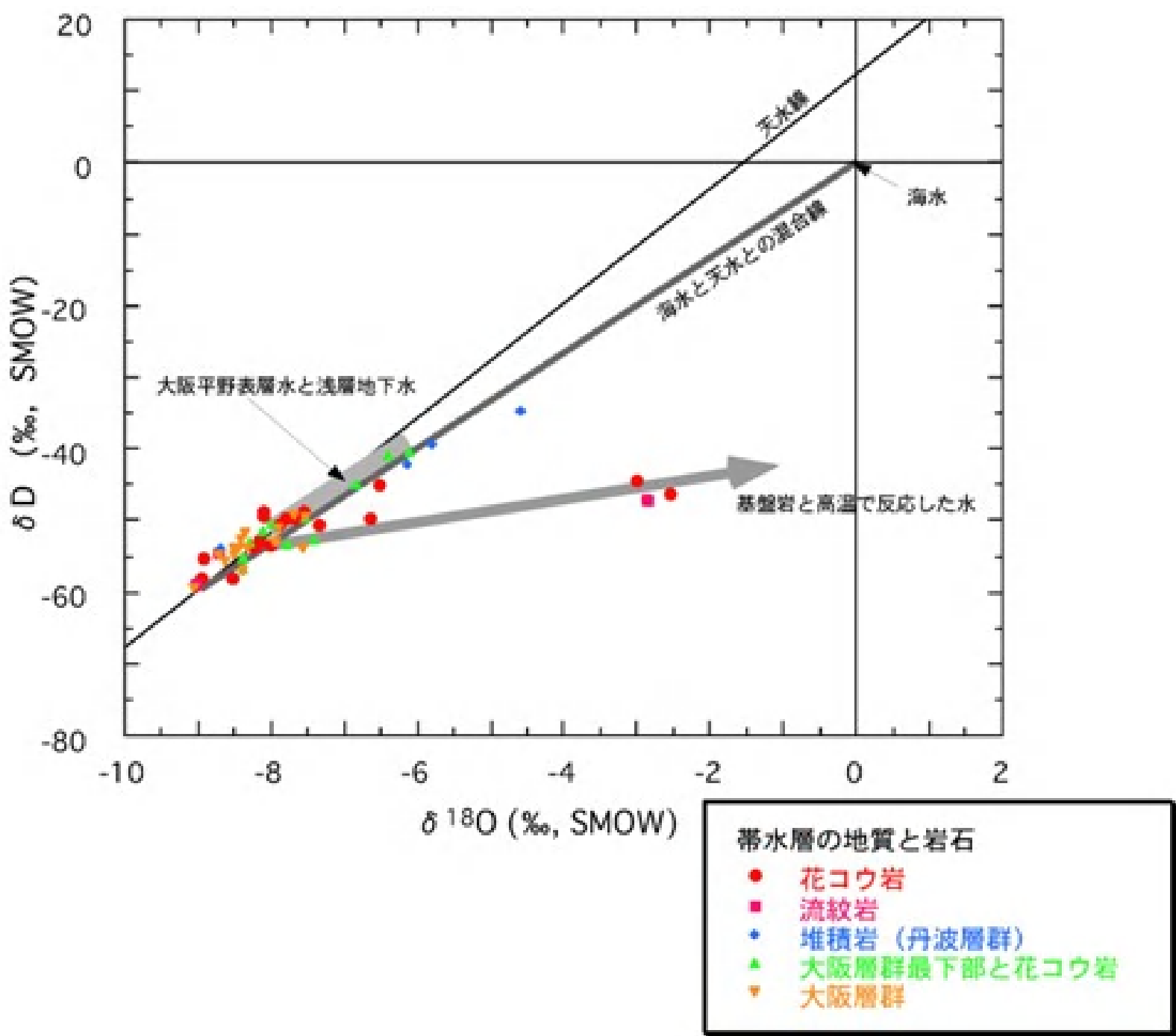


図8 温泉水の酸素と水素の安定同位体比の関係  
 表層水と浅層地下水の分析値は上杉(2004) による

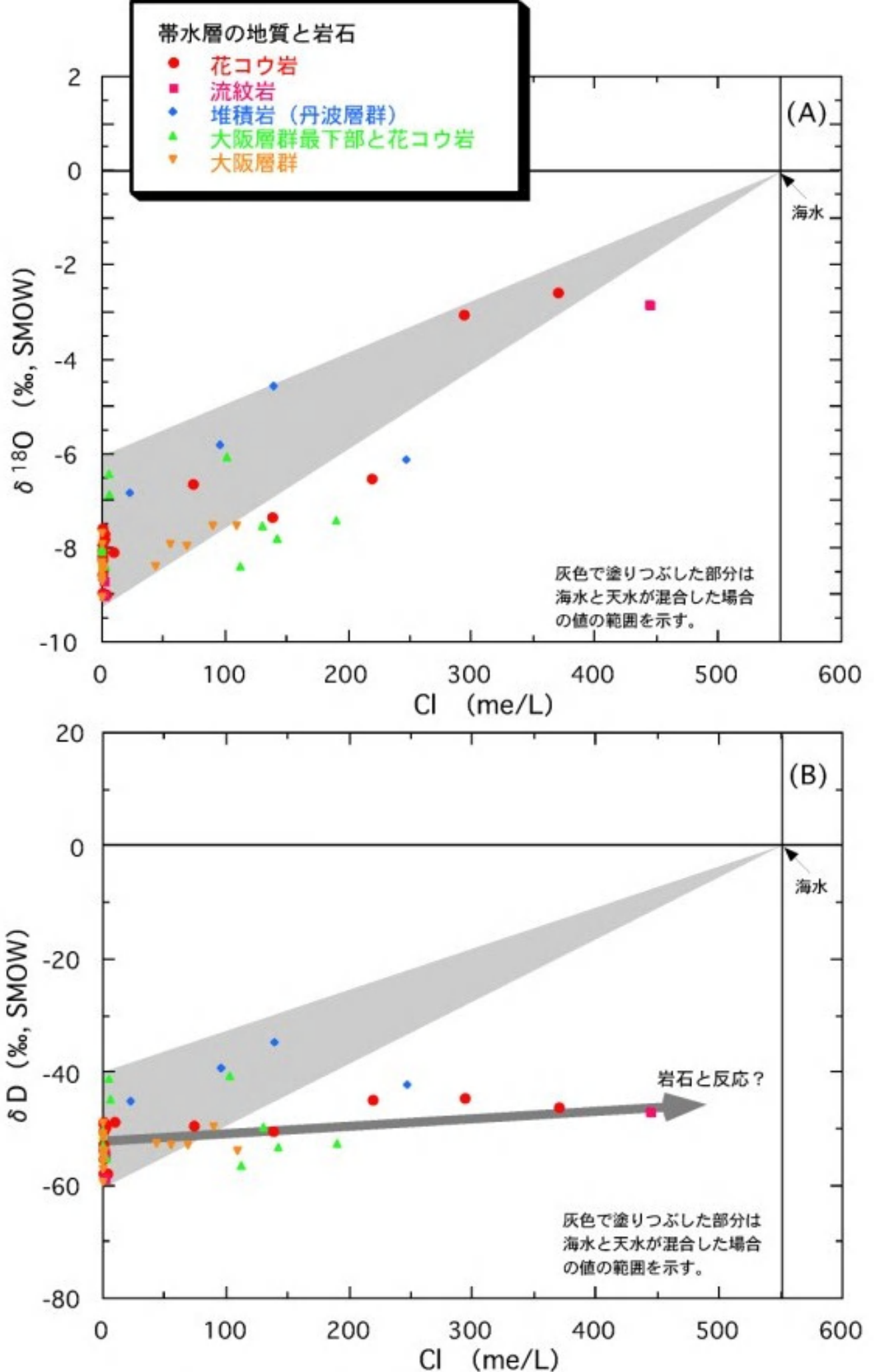


図9 塩化物イオン濃度と水の安定同位体比の関係

(A) 塩化物イオン濃度と酸素同位体比との関係

(B) 塩化物イオン濃度と水素同位体比との関係



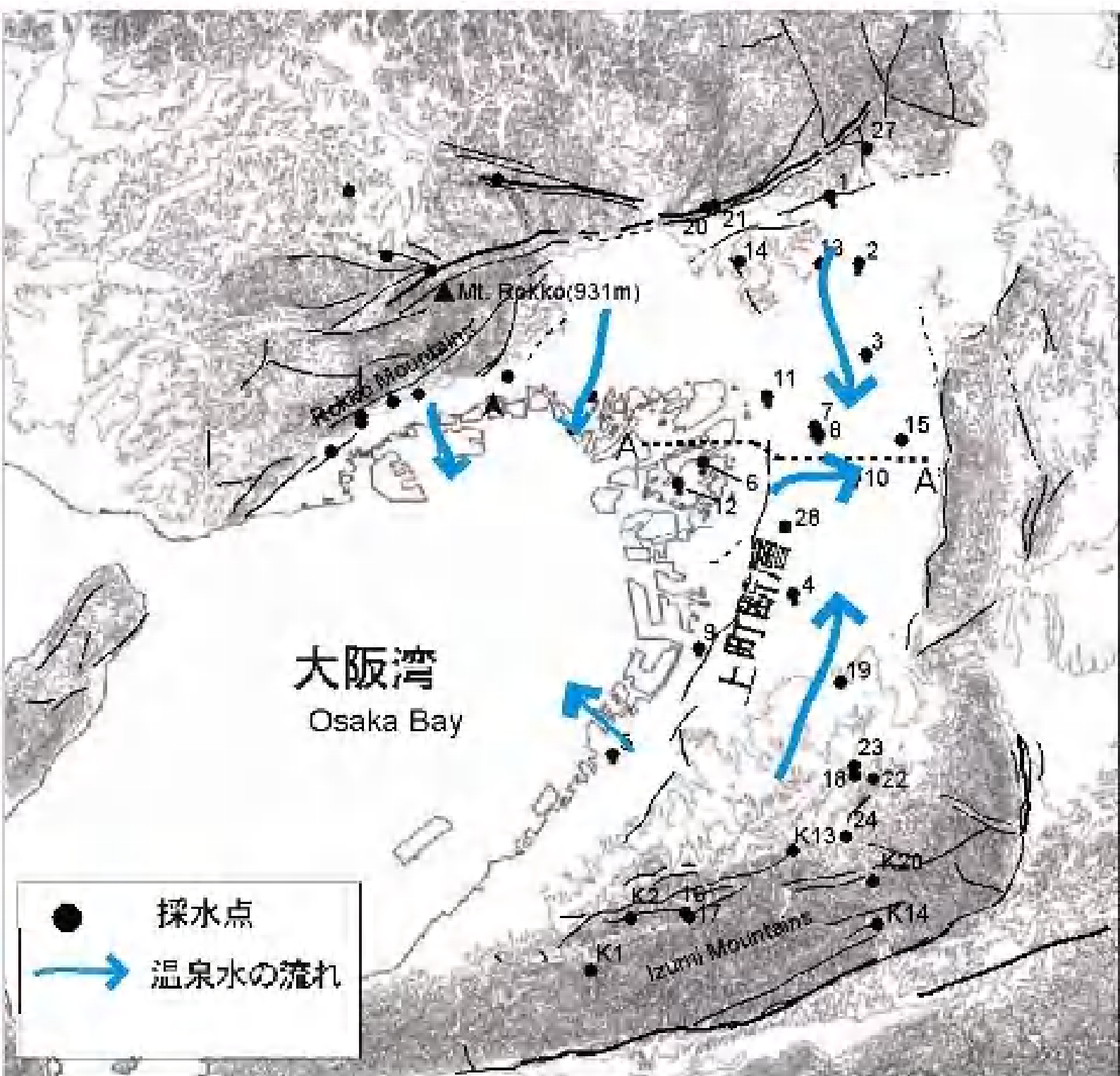


図10 温泉水の涵養と流動経路（森川原図，未公表）

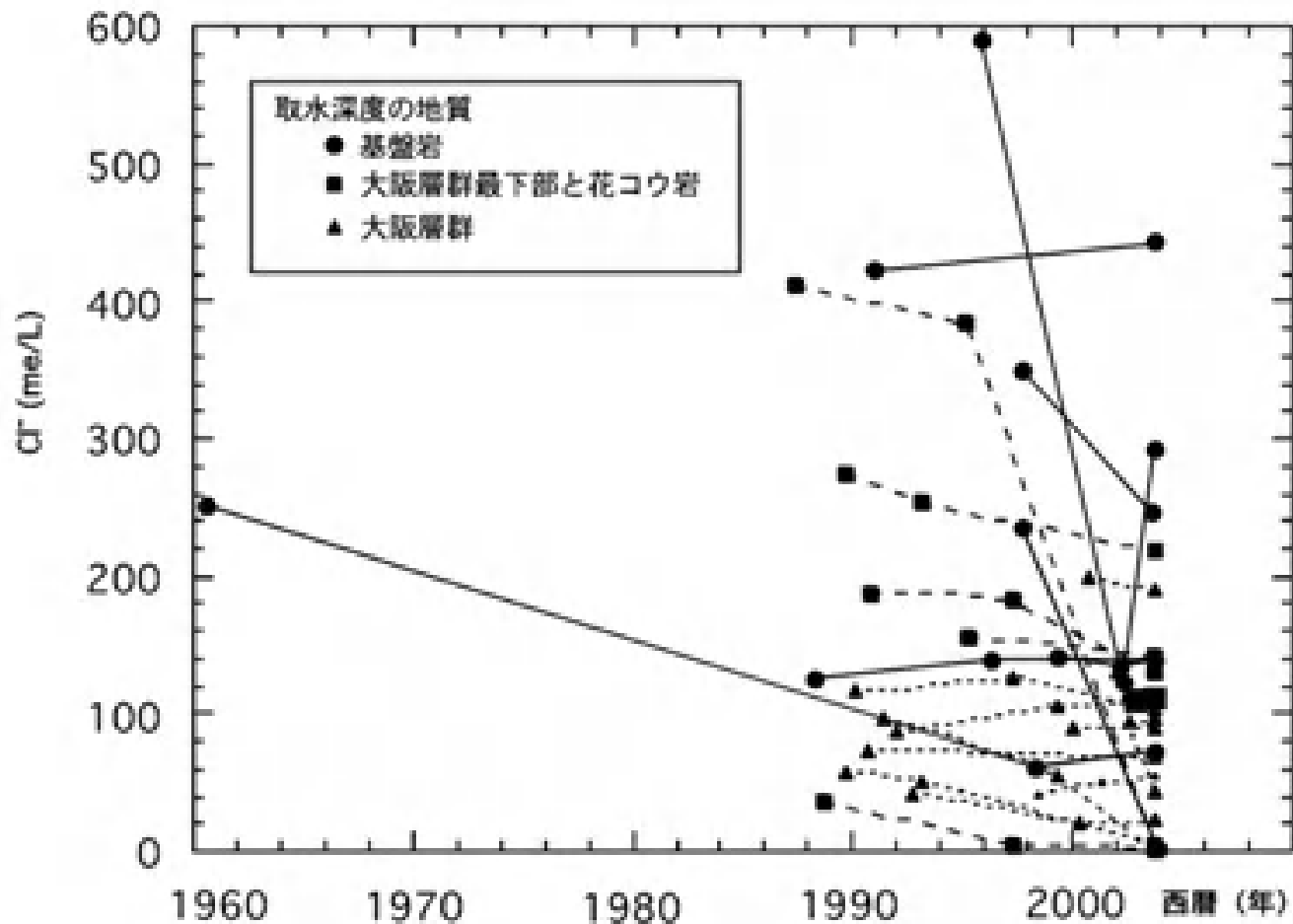


図11 温泉水の塩化物イオン濃度の経年変化

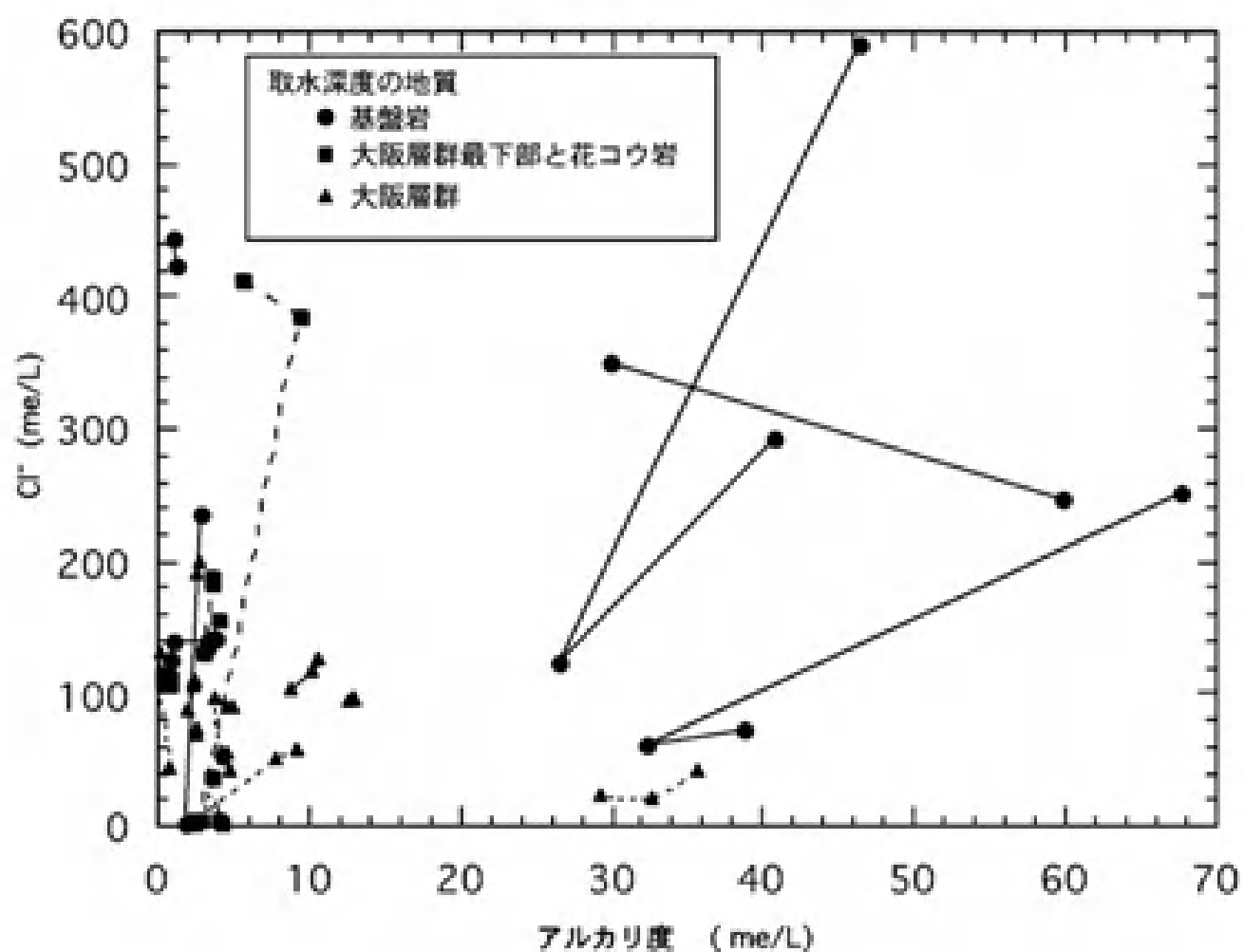


図12 同一井戸の塩化物イオンとアルカリ度の変化

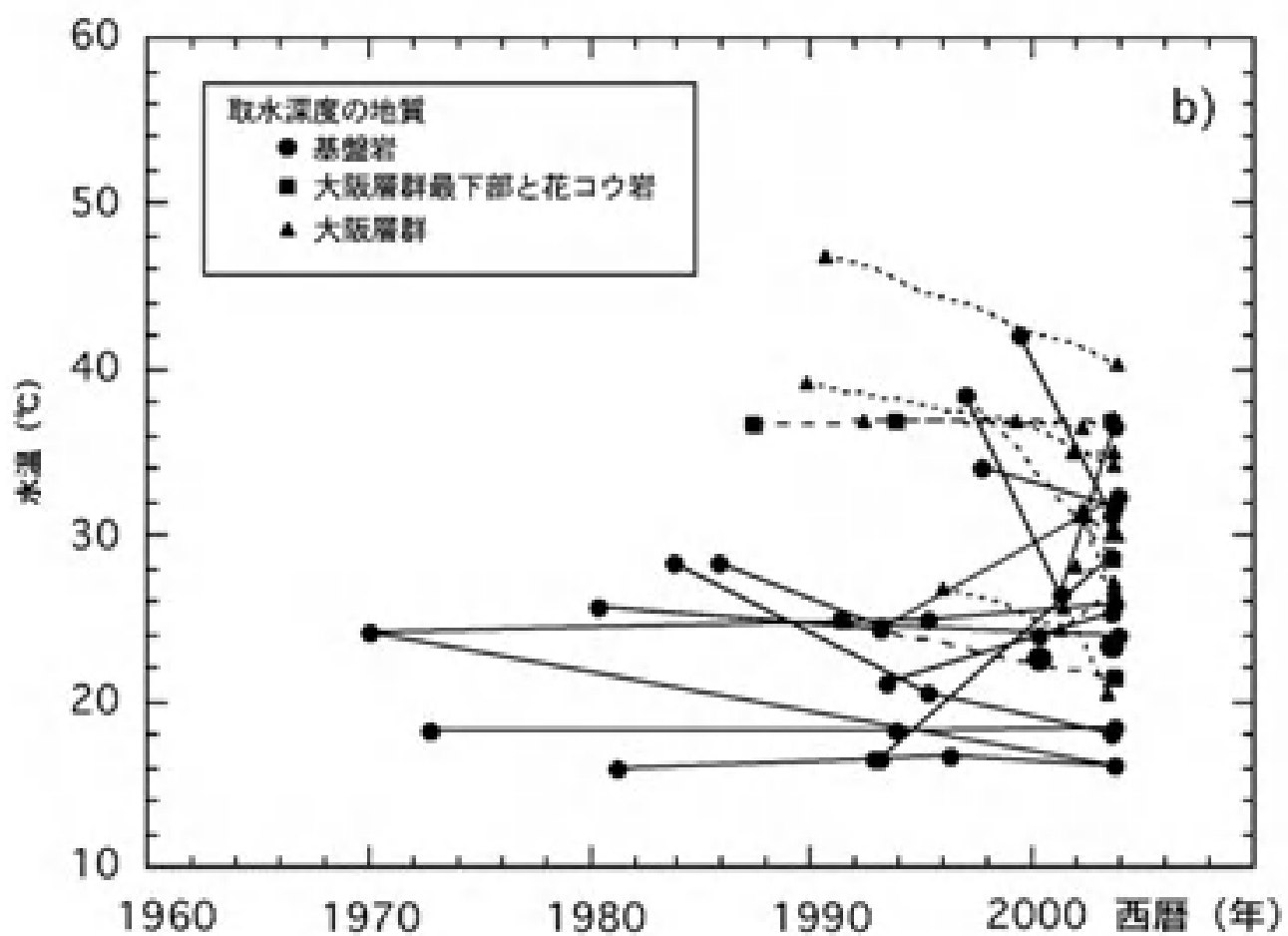
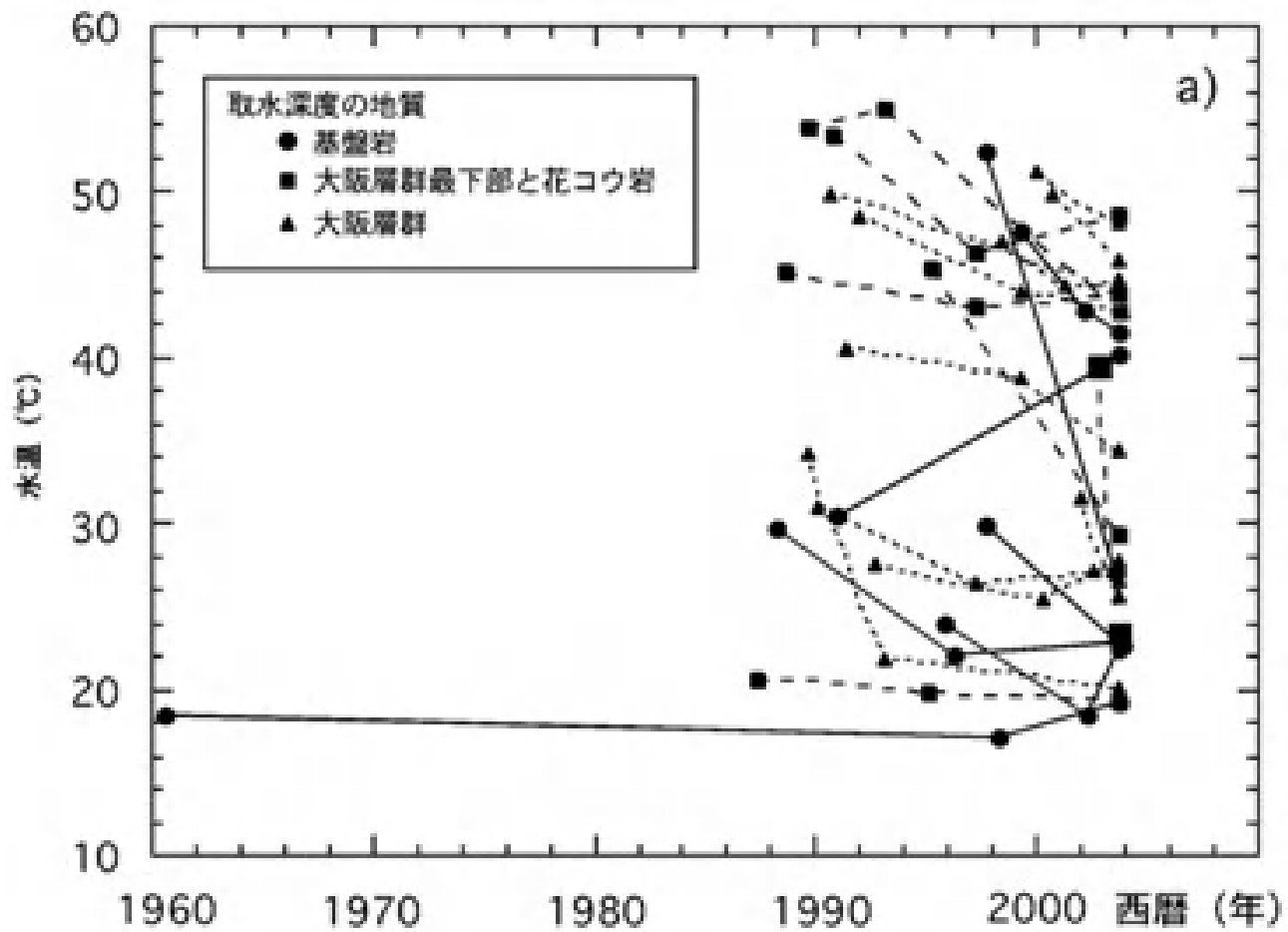


図13 温泉水の温度の経年変化

a) (上) : 塩化物泉

b) (下) : 重曹型単純温泉

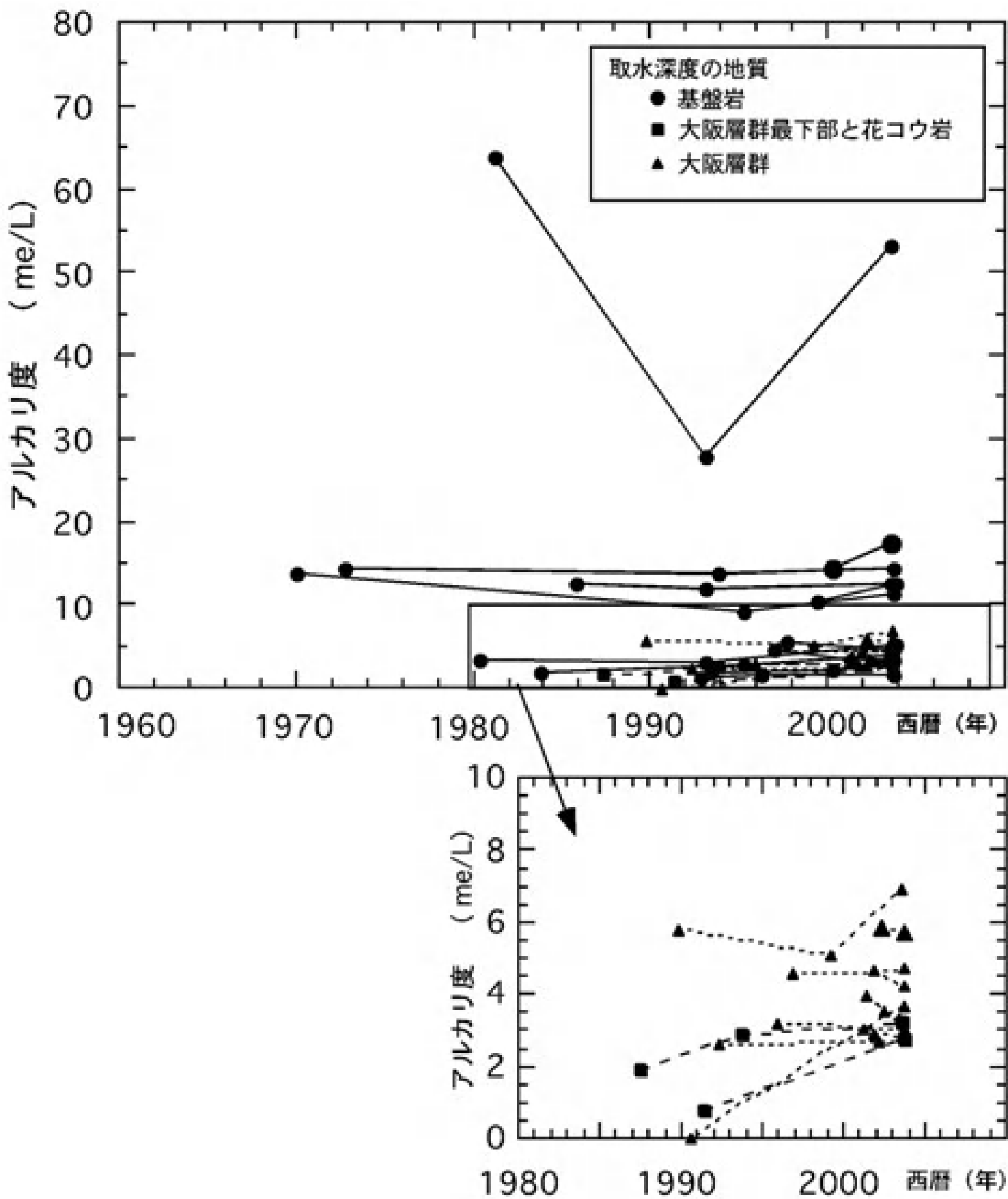
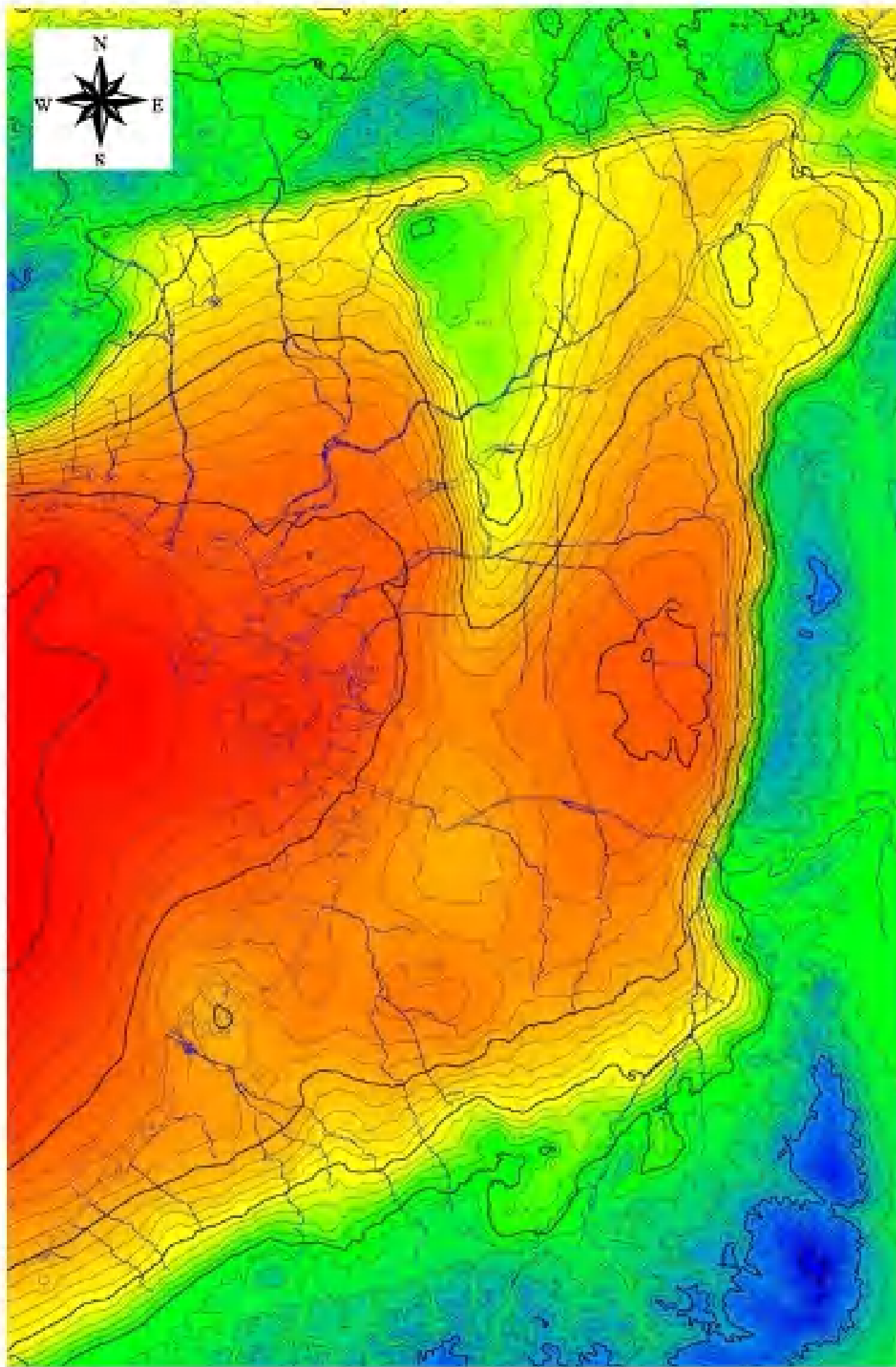


図14 塩化物泉を除く温泉水中のアルカリ度の経年変化  
 拡大図は大阪層群中にのみストレーナーのあるもの



基盤岩標高(m)

-2100 -1600 -1100 -500 -100 400 900

図 1 5 大阪平野地下の基盤岩の深度 (大阪府 2 0 0 5)

表-1 揚湯試験結果から計算された帯水層常数

標準曲線による

計算結果(施設F)

堺・東大阪市-7

地点番号	ハンタッシュ・ヤコブ			口径φ (mm)	揚水量 (ℓ/min)	ストレーナー全長(m)	透水係数※ k(cm/sec)	備考
	透水量係数T (m <sup>2</sup> /min)	貯留係数S	k' / b'					
7	1.41 × 10 <sup>-3</sup>	1.81 × 10 <sup>0</sup>	2.03 × 10 <sup>-1</sup>	100	600	82.5	2.85E-05	施設F・掘削時
7	7.14 × 10 <sup>-3</sup>	1.01 × 10 <sup>0</sup>	2.57 × 10 <sup>-3</sup>	100	330	82.5	1.44E-04	施設F・今回調査

計算結果(施設D)

堺・東大阪市-15

地点番号	ハンタッシュ・ヤコブ			口径φ (mm)	揚水量 (ℓ/min)	ストレーナー全長(m)	透水係数※ k(cm/sec)	備考
	透水量係数T (m <sup>2</sup> /min)	貯留係数S	k' / b'					
15	解析不能	解析不能	解析不能	100	480	55.0	解析不能	施設D・掘削時
15	解析不能	解析不能	解析不能	100	330	55.0	解析不能	施設D・今回調査

計算結果(施設C)

大阪市-21

地点番号	ハンタッシュ・ヤコブ			口径φ (mm)	揚水量 (ℓ)	ストレーナー全長(m)	透水係数※ k(cm/sec)	備考
	透水量係数T (m <sup>2</sup> /min)	貯留係数S	k' / b'					
21	1.19 × 10 <sup>-2</sup>	6.40 × 10 <sup>0</sup>	4.78 × 10 <sup>-2</sup>	100	550	32.7	6.07E-04	施設C・掘削時
21	1.39 × 10 <sup>-2</sup>	2.87 × 10 <sup>0</sup>	5.57 × 10 <sup>-2</sup>	100	500	32.7	7.09E-04	施設C・今回調査

計算結果(施設B)

大阪府-31

地点番号	ハンタッシュ・ヤコブ			口径φ (mm)	揚水量(ℓ /min)	ストレーナー全長(m)	透水係数※ k(cm/sec)	備考
	透水量係数T (m <sup>2</sup> /min)	貯留係数S	k' / b'					
31	2.38 × 10 <sup>-3</sup>	2.17 × 10 <sup>1</sup>	3.43 × 10 <sup>-1</sup>	100	500	55.0	7.21E-05	施設B・掘削時
31	解析不能	解析不能	解析不能	100	350	55.0	解析不能	施設B・今回調査

計算結果(施設A)

大阪府-追加

地点番号	ハンタッシュ・ヤコブ			口径φ (mm)	揚水量(ℓ /min)	ストレーナー全長(m)	透水係数※ k(cm/sec)	備考
	透水量係数T (m <sup>2</sup> /min)	貯留係数S	k' / b'					
追加	3.18 × 10 <sup>-3</sup>	3.57 × 10 <sup>0</sup>	5.09 × 10 <sup>-2</sup>	100	400	43.6	4.38E-05	施設A・掘削時
追加	解析不能	解析不能	解析不能	100	300	43.6	解析不能	施設A・今回

表2 試料採取井戸のストレーナー位置と地質

No.	ストレーナー深度(m)	採水位置の母岩と特徴
1	225-291	流紋岩 <sup>+</sup>
2	自噴	花コウ岩 <sup>*</sup>
3	275-300	花コウ岩 <sup>*</sup>
3*	1200-1348	片麻岩(破碎帯含む) <sup>+</sup>
4	250-351	花コウ岩(部分的に亀裂, 粘土化) <sup>+</sup>
5	202, 301(自噴)	丹波層群 <sup>*</sup>
6	706-739, 769,-857	丹波層群(砂泥互層・チャート・ホルンフェルス) <sup>+</sup>
7	324-483	砂泥互層 <sup>+</sup>
8	508-646	大阪層群 <sup>*</sup>
9	650-700	大阪層群(変塩基性岩を含む) <sup>*</sup>
10	813-951	大阪層群(変塩基性岩を含む) <sup>*</sup>
11	714-750, 860-984	大阪層群下部と花コウ岩(776m 以深) <sup>+</sup>
12	741-972	砂泥互層 <sup>+</sup>
13	63, 100	花コウ岩(断層破碎帯含む) <sup>+</sup>
14	1050-1250	大阪層群砂泥層と基盤岩(1120m 以深) <sup>+</sup>
15	900-1000	大阪層群下部 <sup>+</sup>
16	1330-1500	大阪層群と基盤岩 <sup>*</sup>
17	885-1008	大阪層群 <sup>*</sup>
18	645-700	大阪層群 <sup>+</sup>
19	750-840, 890-985	大阪層群下部 <sup>+</sup>
20	744-898	大阪層群下部 <sup>+</sup>
21	844-994	砂質化された風化花コウ岩 <sup>+</sup>
22	1278-1500	基盤岩 <sup>+</sup>
23	746-889	大阪層群下部と基盤岩(856m 以深) <sup>+</sup>
24	907-935	大阪層群下部 <sup>+</sup>
25	690-800	大阪層群下部 <sup>+</sup>
26	1108-1295	大阪層群最下部 <sup>+</sup>
27	851-1250	大阪層群下部 <sup>+</sup>
28	639-694	大阪層群上部 <sup>+</sup>
29	不明	花コウ岩 <sup>*</sup>
30	608-635	大阪層群下部 <sup>+</sup>
31	639-694	大阪層群下部 <sup>+</sup>
32	1097-1291	大阪層群下部と基盤岩(1260m 以深) <sup>+</sup>
33	840-972	大阪層群下部 <sup>+</sup>
34	606-1200	大阪層群下部と基盤岩 <sup>+</sup>
35	810-1003	大阪層群下部 <sup>+</sup>
36	909-1062	大阪層群下部 <sup>+</sup>
37	1025-1300	大阪層群下部と基盤岩(1065m 以深) <sup>+</sup>
38	488-603	大阪層群 <sup>*</sup>
39	415-500, -634	花コウ岩 <sup>+</sup>
40	126-358	砂泥互層と花コウ閃緑岩(185m 以深) <sup>+</sup>
41	297-402	安山岩 <sup>+</sup>
42	966-1189	花コウ岩 <sup>+</sup>
43	847-1205	花コウ岩(閃緑岩質含む) <sup>+</sup>
44	594-696	凝灰岩 <sup>+</sup>
45	250-306	大阪層群 <sup>*</sup>
46	125	花コウ岩 <sup>*</sup>
46*	不明	花コウ岩 <sup>+</sup>
47	自噴	花コウ岩 <sup>*</sup>
48	1067-1187, 1358-1635	泉南流紋岩 <sup>+</sup>
49	225-291	和泉層群 <sup>*</sup>
50	275, 250	泉南流紋岩 <sup>*</sup>

<sup>+</sup>: 大阪府が保存する温泉掘削時の記載;

<sup>\*</sup>: 地質図(市原他, 1991)より推定。

表3 大阪府下の温泉水の化学組成

No.	1	2	3	3*	4	5	6	7	8	9	10
2003年											
採水月日	9月11日	9月11日	8月12日	8月12日	8月12日	9月11日	9月11日	8月28日	8月28日	8月28日	8月28日
泉温(℃)	31.8	18.4	18.1	31.2	25.3	25.9	22.7	27.7	26.6	20.2	27.4
Na-K-Ca 温度(℃)							73.7	27.7	67.5		27.4
pH	6.7	6.2	9.8	9.1	9.4	9.6	8.4	7.1	6.7	6.5	7.1
陰イオン(me/L)											
アルカリ度	4.500	14.40	3.848	12.59	3.024	11.400	3.140	29.30	10.44	2.249	8.800
F <sup>-</sup>	0.665	0.091	0.372	1.880	0.970	1.123	nd.	0.047	nd.	0.014	0.014
Cl <sup>-</sup>	2.111	9.058	0.214	0.526	0.166	1.817	139.444	21.92	96.54	5.458	102.9
Br <sup>-</sup>	0.005	0.012	nd.	0.003	nd.	0.004	0.123	0.021	0.090	0.008	0.061
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.010	0.014	nd.	nd.	nd.	0.025	0.010	0.010	0.008	nd.	0.008
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.016	nd.	nd.	nd.
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.025	0.009	0.009	0.038	0.061	0.020	nd.	nd.	nd.	0.033	0.004
陽イオン(me/L)											
Na <sup>+</sup>	6.193	15.31	3.455	15.34	4.191	14.17	84.38	45.24	78.84	5.342	86.31
K <sup>+</sup>	0.060	0.295	0.042	0.067	0.037	0.056	0.414	0.500	4.440	0.150	2.146
Ca <sup>2+</sup>	1.110	4.570	0.046	0.079	0.062	0.093	48.50	1.755	1.968	1.595	6.636
Mg <sup>2+</sup>	0.128	3.460	0.866	0.008	nd.	0.050	15.60	2.114	0.688	0.966	12.40
Fe <sup>2+</sup>	0.057	0.090	nd.	nd.	nd.	nd.	0.065	0.008	0.073	0.077	0.076
非解離成分(mg/L)											
SiO <sub>2</sub>	13.2	15.6	31.4	22.8	5.8	71.2	25.6	110.9	22.2	46.2	56.2
BO <sub>3</sub>	2.70	9.27	0.22	52.33	0.47	6.55	1.48	43.31	1.74	0.12	0.13
水の安定同位体比(‰, SMOW)											
δ <sup>18</sup> O	-9.04	-8.10	-7.91	-8.95	-8.04	-7.81	-4.58	-6.84	-5.81	-6.45	-6.09
δD	-58.9	-48.7	-50.4	-55.2	-53.3	-49.4	-34.7	-45.1	-39.3	-41.2	-40.9



No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
採水月日	9月24日	9月24日	9月24日	9月24日	8月26日	10月2日	8月27日	8月26日	8月27日	10月2日
泉温(℃)	23.3	25.7	16.2	21.5	46.3	42.9	40.3	26.8	34.2	28.6
Na-K-Ca 温度(℃)	69.9	53.4			42.9					
pH	7.2	6.3	7.7	9.3	8.4	6.2	8.1	7.4	7.9	7.6
陰イオン(me/L)										
アルカリ度	0.448	0.759	1.388	2.750	4.140	17.80	3.640	3.149	6.888	4.739
F <sup>-</sup>	nd.	0.032	0.015	0.021	0.019	nd.	0.017	0.013	nd.	0.012
Cl <sup>-</sup>	111.5	43.5	0.232	0.105	1.031	218.1	0.464	0.467	0.450	0.160
Br <sup>-</sup>	0.151	0.062	nd.	nd.	0.004	0.246	0.003	nd.	0.003	nd.
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.010	0.022	0.067	0.014	0.016	0.017	nd.	0.010	0.391	0.010
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	nd.	nd.	nd.	nd.	0.045	nd.	0.052	0.513	0.129	0.073
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	nd.	0.080	0.343	0.028	0.014	nd.	0.011	0.030	0.008	0.014
陽イオン(me/L)										
Na <sup>+</sup>	57.64	28.42	0.580	2.916	5.205	202.3	3.754	2.917	6.575	4.242
K <sup>+</sup>	0.345	0.104	0.033	0.013	0.071	2.060	0.047	0.148	0.113	0.051
Ca <sup>2+</sup>	53.297	15.408	1.379	0.049	0.138	9.313	0.126	0.381	0.673	0.243
Mg <sup>2+</sup>	1.918	0.879	0.120	nd.	0.108	11.342	0.108	0.472	0.381	0.472
Fe <sup>2+</sup>	0.015	nd.	nd.	nd.	0.002	0.031	0.002	nd.	0.014	0.006
非解離成分(mg/L)										
SiO <sub>2</sub>	56.4	51.8	45.3	43.4	52.2	60.3	85.5	55.8	58.6	63.2
BO <sub>3</sub>	0.20	0.11	11.1	0.08	0.22	0.30	48.1	2.38	2.38	39.4
水の安定同位体比(‰, SMOW)										
δ <sup>18</sup> O	-8.39	-8.41	-8.11	-8.00	-8.44	-6.53	-8.32	-8.50	-8.63	-8.50
δD	-56.6	-52.6	-49.1	-50.5	-53.8	-44.8	-53.9	-54.9	-55.8	-53.9

No.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
採水月日	8月26日	8月26日	8月26日	10月2日	10月2日	9月5日	9月5日	9月5日	9月5日	10月2日
泉温(℃)	36.5	41.5	29.3	34.5	37.2	45.9	43.8	30.3	42.8	27.2
Na-K-Ca 温度(℃)		38.0	77.7			79.3	86.9			
pH	8.0	6.9	7.3	7.6	7.5	7.0	7.3	7.6	7.7	7.0
陰イオン(me/L)										
アルカリ度	3.296	3.460	3.648	2.532	2.771	2.584	2.700	5.728	1.800	4.237
F <sup>-</sup>	0.012	n.d.	n.d.	0.014	0.014	n.d.	n.d.	0.020	0.015	0.017
Cl <sup>-</sup>	0.133	138.4	142.3	0.142	0.083	190.6	68.53	0.123	0.300	0.150
Br <sup>-</sup>	0.003	0.167	0.185	n.d.	n.d.	0.262	0.084	n.d.	n.d.	0.003
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.015	0.008	0.010	0.011	n.d.	0.009	0.009	0.010	0.053	n.d.
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.103	n.d.	n.d.	0.043	0.047	n.d.	n.d.	0.069	n.d.	0.183
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.009	0.004	n.d.	0.010	0.008	0.016	0.006	0.007	0.335	0.006
陽イオン(me/L)										
Na <sup>+</sup>	3.103	99.53	108.0	2.552	2.822	127.0	38.86	4.930	0.980	2.365
K <sup>+</sup>	0.060	1.815	0.718	0.038	0.062	1.625	0.503	0.162	0.069	0.299
Ca <sup>2+</sup>	0.195	23.73	26.60	0.168	0.097	51.84	22.92	0.628	1.160	0.462
Mg <sup>2+</sup>	0.153	15.336	8.327	0.056	0.084	14.711	5.864	0.493	0.430	0.522
Fe <sup>2+</sup>	n.d.	0.030	0.032	0.001	0.002	0.023	0.008	0.015	n.d.	0.011
非解離成分(mg/L)										
SiO <sub>2</sub>	58.5	27.1	37.0	48.2	18.5	49.2	49.3	51.5	18.5	20.7
BO <sub>3</sub>	5.11	57.7	0.40	0.79	0.08	0.21	1.21	0.32	0.10	6.38
水の安定同位体比(‰, SMOW)										
δ <sup>18</sup> O	-8.17	-7.35	-7.80	-8.31	-8.39	-7.43	-7.97	-9.05	-7.60	-8.72
δD	-52.7	-50.4	-53.4	-52.9	-57.1	-52.7	-53.1	-59.5	-49.0	-54.8

No.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
採水月日	8月27日	8月27日	10月23日	8月27日	9月4日	9月4日	8月11日	9月4日	10月23日	9月17日
泉温(℃)	35.0	48.5	42.9	43.7	44.7	48.2	36.9	26.7	32.3	19.2
Na-K-Ca 温度(℃)		77.2	86.1		90.5	70.3				
pH	8.1	7.2	6.6	7.8	7.4	6.9	8.3	8.0	7.5	6.7
陰イオン(me/L)										
アルカリ度	2.825	2.944	2.333	4.128	4.576	4.560	3.248	3.008	5.060	2.850
F <sup>-</sup>	0.016	n.d.	n.d.	0.015	n.d.	n.d.	0.014	0.012	0.052	0.015
Cl <sup>-</sup>	0.273	130.704	109.350	3.274	55.652	89.415	0.211	0.747	0.163	5.581
Br <sup>-</sup>	n.d.	0.148	0.113	0.007	0.061	0.094	n.d.	0.003	n.d.	0.008
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.012	0.010	0.007	0.010	0.007	0.010	n.d.	0.064	0.007	0.009
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.087	n.d.	n.d.	0.035	n.d.	n.d.	0.021	0.032	n.d.	n.d.
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.014	n.d.	n.d.	0.011	0.004	0.003	0.015	0.008	0.012	0.566
陽イオン(me/L)										
Na <sup>+</sup>	2.858	96.750	66.008	6.898	40.678	62.876	3.094	2.106	4.013	3.895
K <sup>+</sup>	0.030	0.931	1.005	0.118	0.448	1.671	0.057	0.043	0.085	0.077
Ca <sup>2+</sup>	0.060	24.844	32.894	0.515	15.461	19.291	0.369	1.159	0.711	2.998
Mg <sup>2+</sup>	0.190	7.563	8.193	0.232	3.647	6.672	0.012	0.539	0.464	2.378
Fe <sup>2+</sup>	0.001	0.017	0.024	0.003	0.009	0.095	0.001	0.001	0.003	0.400
非解離成分(mg/L)										
SiO <sub>2</sub>	110.7	31.5	88.9	43.1	45.7	102.9	79.0	79.0	13.1	18.3
BO <sub>3</sub>	3.44	0.99	59.04	2.06	1.08	25.30	75.59	0.29	0.19	0.25
水の安定同位体比(‰, SMOW)										
δ <sup>18</sup> O	-8.37	-7.55	-7.55	-8.39	-7.94	-7.55	-8.10	-7.92	-8.55	-6.85
δD	-51.6	-49.7	-54.0	-55.2	-52.9	-49.6	-51.3	-51.0	-57.9	-44.8

No.	41	42	43	44	45	46	46*	47	48	49	50
採水日	9月17日	10月23日	10月23日	9月4日	9月17日	9月17日	9月17日	9月17日	8月11日	8月11日	8月11日
泉温(℃)	22.4	22.6	23.9	40.1	20.5	19.1	22.6	16.8	27.0	23.3	28.8
Na-K-Ca 温度(℃)22.4			88.2		38.8	26.8		77.8			
pH	7.0	7.1	7.8	6.7	6.2	6.2	6.1	6.3	6.9	8.2	7.4
陰イオン(me/L)											
アルカリ度	40.050	1.878	12.410	0.940	3.290	38.738	37.852	9.438	59.739	17.480	53.213
F <sup>-</sup>	nd.	0.015	0.126	nd.	0.012	nd.	nd.	0.092	nd.	0.199	0.429
Cl <sup>-</sup>	292.991	2.036	3.317	444.096	0.322	73.055	369.069	0.621	246.853	0.153	2.076
Br <sup>-</sup>	0.307	0.003	0.006	nd.	0.002	0.081	0.464	0.003	0.411	nd.	0.007
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	nd.	0.118	nd.	nd.	0.006	nd.	nd.	0.010	0.123	nd.	nd.
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.150	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.012	nd.	0.036	nd.	nd.
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.049	0.493	0.002	nd.	0.091	0.050	0.005	0.038	0.032	0.492	0.232
陽イオン(me/L)											
Na <sup>+</sup>	228.658	1.787	15.217	247.160	1.108	80.358	278.777	4.032	282.350	17.330	51.624
K <sup>+</sup>	1.925	0.047	0.086	1.285	0.049	0.502	2.752	0.022	2.344	0.168	0.621
Ca <sup>2+</sup>	30.842	1.529	0.200	150.602	0.914	15.522	57.671	5.496	6.730	0.249	0.808
Mg <sup>2+</sup>	57.270	1.049	0.244	29.795	1.770	11.893	51.386	0.949	1.203	0.099	0.344
Fe <sup>2+</sup>	0.924	nd.	0.001	0.114	0.148	0.120	0.026	0.038	0.068	0.001	nd.
非解離成分(mg/L)											
SiO <sub>2</sub>	21.5	23.0	61.0	50.0	43.1	46.1	38.7	45.5	28.8	40.1	50.2
BO <sub>3</sub>	0.08	0.09	0.18	14.41	0.19	0.10	0.08	2.07	0.38	10.08	0.54
水の安定同位体比(‰, SMOW)											
δ <sup>18</sup> O	-3.03	-7.68	-8.97	-2.86	-7.69	-6.65	-2.56	-8.25	-6.13	-8.68	-8.73
δD	-44.4	-49.5	-58.0	-47.0	-49.2	-49.5	-46.2	-53.6	-42.0	-53.8	-54.7

nd.: 検出されず。

	17	19	24	35	45	51	64	65	66
2005年									
採水月日	8月3日	10月12日	8月3日	8月3日	8月3日	8月3日	8月3日	8月3日	8月3日
水温(℃)									
(mS/cm(18℃))									
pH									
陰イオン(me/L)									
アルカリ度	3.95	5.37	2.55	4.65	2.80	8.95	1.45	5.05	7.90
F <sup>-</sup>	0.012	0.014	0.009	0.016	0.010	0.008	0.012	0.036	0.011
Cl <sup>-</sup>	0.48	13.33	0.24	52.70	0.10	55.03	0.13	25.18	20.81
Br <sup>-</sup>	n.d.	0.010	n.d.	0.049	n.d.	0.041	n.d.	0.019	0.016
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	0.056	n.d.	0.044	n.d.	0.046	0.038	0.038	n.d.	0.038
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.002	n.d.	0.001	n.d.	0.001	0.001	0.001	n.d.	0.001
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.040	n.d.	0.039	0.036	0.043	0.038	0.054	0.038	0.037
陽イオン(me/L)									
Na <sup>+</sup>	4.19	16.83	2.52	39.52	2.66	47.26	0.79	20.62	23.51
K <sup>+</sup>	0.053	0.510	0.045	0.564	0.064	0.409	0.039	0.181	0.489
Ca <sup>2+</sup>	0.14	1.35	0.16	15.31	0.12	7.85	0.40	9.47	4.13
Mg <sup>2+</sup>	0.02	0.61	0.08	3.36	0.08	6.00	0.41	0.41	1.63

	T-1-1	T-1-2	T-1-3	T-2-1	T-2-2	T-2-3	T-3-1	T-3-2	T-3-3
	9月11日	9月13日	9月13日	9月18日	9月19日	9月20日	10月8日	10月20日	10月20日
(℃)									
(mS/cm(18℃))									
pH									
陰イオン(me/L)									
アルカリ度	4.63	4.63	4.55	2.77	2.77	2.77	19.32	19.58	19.60
F <sup>-</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.090	0.091	0.145
Cl <sup>-</sup>	88.99	88.83	89.05	72.51	71.60	70.50	223.68	222.69	262.63
Br <sup>-</sup>	0.070	0.074	0.069	0.072	0.073	0.072	0.188	0.181	0.180
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	n.d.	n.d.	n.d.	0.040	0.039	0.040	n.d.	n.d.	0.378
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	0.001	0.001	0.001	n.d.	n.d.	0.012
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.035	0.036	n.d.	0.039	0.041	0.036	n.d.	0.406	0.450
陽イオン(me/L)									
Na <sup>+</sup>	64.47	64.64	64.93	43.89	43.41	43.43	191.49	198.47	190.49
K <sup>+</sup>	1.852	1.861	1.892	0.741	0.749	0.761	3.287	3.261	3.212
Ca <sup>2+</sup>	19.23	18.13	18.13	24.27	24.17	23.66	9.45	9.47	9.77
Mg <sup>2+</sup>	8.24	6.31	6.41	6.51	6.51	7.23	10.48	10.50	10.48

T-1-1～T-1-3 29

T-2-1～T-2-3 27

T-3-1～T-3-3 16

No.	4	10	32	38	40	41	42	46	48	54
2006 年										
採水月日	11月8日	11月6日	11月8日	11月6日	11月7日	11月6日	11月7日	11月7日	11月6日	11月6日
泉温(°C)	18.9	27.7	48.1	23.6	21.1	19.4	24.3	17.6	26.3	42.6
pH	9.48	6.73	6.96	8.34	6.08	6.4	8.18	6.33	6.9	8
陰イオン(me/L)										
アルカリ度	2.88	9.48	18.34	3.17	34.12	53.53	2.15	37.21	45.47	5.76
F <sup>-</sup>	0.99	0.01	0	0	0	0.25	0.01	0.01	0.3	0.02
Cl <sup>-</sup>	0.15	106.22	144.64	0.12	477.53	348.48	2.03	74.04	366.91	1.22
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0
Br <sup>-</sup>	0	0.1	0.16	0	0.42	0.29	0	0.07	0.53	0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0	0	0	0.03	0.37	0	0	0	0	0.01
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.07	0	0	0.01	0.07	0.02	0.68	0.04	0.01	0
陽イオン(me/L)										
Mg <sup>2+</sup>	0.05	13.02	12.45	0.35	86.8	71.71	0.96	13.73	2.31	0.16
Ca <sup>2+</sup>	0.08	7.69	35.18	0.92	129.69	41.44	2.01	19.26	9.36	0.34
Na <sup>+</sup>	3.87	98.28	112.65	2.03	312.6	290.64	1.93	83.15	399.9	6.82
K <sup>+</sup>	0.01	1.87	1.69	0.04	2.15	2.76	0.06	0.63	3.49	0.04
Fe <sup>2+</sup>	0	0.13	0.18	0.01	1.81	1	0.06	0.14	0.12	0
非解離成分(mg/L)										
SiO <sub>2</sub>	25.11	84.06	49.43	35.16	31.66	86.8	41.55	68.97	23.74	46.1

No.	7	62	63	64	48'	62'
採水年月日	11月6日	11月7日	11月8日	11月8日	11月6日	11月7日
泉温(°C)	25.1	19.9	28.3	32.7	21.4	24.7
pH	7.1	8.5	7.6	8.0	7.0	8.6
陰イオン(me/L)						
アルカリ度	29.57	33.22	4.76	4.32	102.8	47
F <sup>-</sup>	0.05	1.66	0.01	0.03	0.06	1.47
Cl <sup>-</sup>	19.21	14.57	3.85	0.14	4.74	24.98
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	0	0	0	0	0	0
Br <sup>-</sup>	0.01	0.01	0	0	0	0.02
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.02	0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0	0	0.04	0.07	0.04	0
陽イオン(me/L)						
Mg <sup>2+</sup>	1.91	0.2	1.57	1.16	0.76	0.12
Ca <sup>2+</sup>	1.88	0.36	2.47	1.35	1.57	0.32
Na <sup>+</sup>	45.74	48.55	4.66	1.93	101.75	73.21
K <sup>+</sup>	0.56	0.48	0.27	0.17	1.52	0.37
Fe <sup>2+</sup>	0.02	0	0.03	0.01	0.01	0
非解離成分(mg/L)						
SiO <sub>2</sub>	60.4	20.34	99.19	92.92	17.83	18.03



表3の採水地点



## 第1回 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会 議事概要

日 時：平成19年1月11日（木）

午前9時30分～12時

場 所：以和貴荘 2階会議室ハーモニー

- 検討委員会の設置に係る事項について
  - ・ 検討委員会設置の目的の説明と委員長の選出を行った。
  - ・ 今後の開催回数、進め方の確認等を行い、大阪府における最近の調査結果を基とした温泉の現状等を把握し、統一的なスタートラインの設定を行った。
  
- 温泉行政に係るこれまでの経緯等について
  - 1 温泉部会の協議事項の変遷についての説明  
平成2年度に実施した「近距離温泉影響調査」の結果に基づき、平成3年度第1回の温泉部会（当時は温泉審議会）において、泉源間の制限距離800mの規定が設けられ、その後種々の項目追加が行われてきた。
  - 2 近距離温泉影響調査結果の説明  
試験結果から、タイスの非平衡式を用いて、周辺泉源に1mの水位低下をもたらす影響圏としての距離を設定した。
  - 3 最近の新規掘削等の状況についての説明  
源泉数は平成2年時に比べ約3倍の169となっており、また、用途の多様化に伴い、毎年20件程度の新規掘削申請がなされている状況にある。
  
- 最近の調査結果について
  - 1 平成15年度に大阪府と大阪市大が協力して実施した既存温泉の水質調査結果について  
多くの泉源で周辺の低温の地下水の流入が推定できる状況があり、また、多くの泉源での泉質の変化は、即時経済的なダメージを与えるには至っていないが、近い将来において周辺の地下水の混入が増加する可能性が認められた。
  - 2 平成18年度から実施した「既存温泉の揚湯試験」結果等について  
府内5カ所において揚湯試験を実施するとともに未利用温泉における水位変動試験（潮位変動等）等を実施した結果について、今後解析・検討を行っていく。
  - 3 産業技術総合研究所等の調査結果について  
温泉水中の溶存化学成分（溶存イオン、ガス）の分析により、大阪平野及び周辺地域での地域的特徴を明らかにし、その結果から温泉水の流動状態の推定を行うことを目的として実施しているが、検体数の問題からまとめには至っていない状況である。
  
- 国の動向等について  
国においては、温泉資源の保護対策及び温泉の成分に係る情報提供のあり方等について、中央環境審議会自然環境部会温泉小委員会で報告書を取りまとめ中である。

## 第2回 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会 議事概要

日 時：平成19年2月26日（月）

午前9時30分～12時

場 所：以和貴荘 2階会議室ハーモニー

### 1 800m規制の論点

#### (1) 距離制限の強化

- ① メリット      ・ 確認が容易でわかりやすい
- ② 問題点        ・ 温泉の恩恵享受者が減少する

#### (2) 距離×深度（影響量の観点）

- ① メリット      ・ 異なる帯水層からの取水で制限距離を維持できる  
                    ※温泉の恩恵享受者の減少を阻止
- ② 問題点        ・ 帯水層データの不足から、現状では規制根拠の明確化は困難である  
                    ・ 許可後の取水深度の規制確認の難しさと強制力の担保に問題が残る

#### (3) 距離×揚湯量（影響量の観点）

- ① メリット      ・ 揚湯量の規制で制限距離を維持できる  
                    ※温泉の恩恵享受者の減少を阻止
- ② 問題点        ・ 掘削許可と揚湯量の同時規制を可能とするための法的整合及び根拠データの蓄積と整理が必要である  
                    ・ 個別案件への揚湯猟奇性は周辺井戸との影響評価も必要と考えられ、審査内容の複雑化や長期化が予想される  
                    ・ 許可後の揚湯量の規制確認の難しさと強制力の担保に問題が残る

### 2 ストレーナ部の内径基準の論点

特に問題となる項目はないのでは

### 3 ストレーナの総延長、上下限の幅の基準の論点

強化するとすれば、上下限の幅ではないか

### 4 動力装置設定方法の基準の論点

揚湯量の報告を求めることとセットで検討すればよいのでは

## 温泉部会協議事項改正についての意見概要

### 【800m距離規制の基準について】

- 水平面での距離規制だけではなく、深度も含めた立体的な規制はどうか
  - 水平距離の規制は目に見えることから、その遵守の確認も行いやすい。これに対し、垂直面での規制（深度）については、その確認方法と強制力に疑問が残る。
- 細かく帯水層毎に区切った場所毎の厳密な距離規制はどうか
  - 必要なデータの量・精度等から実質的には無理な手法である。
- 地域によって規制範囲を決める手法はどうか
  - 府内を数個のエリアに区分し、その中で一番厳しい値にあわせた基準作りが必要である。例えばエリア分けは地盤沈下防止に関する規制の区分程度が妥当だと思われる。
- 距離ではなく、用途に応じたくみ上げ規制量での規制はどうか
  - 用途毎に異なった規制が必要で、複雑になりすぎることから望ましくない。
- 距離×揚湯量の規制はどうか
  - 単純に距離の規制を強化すると、温泉の恩恵を受けられる人が減り望ましくない。揚湯量を規制してでも多くの人に利用していただくことを考えるべきである。
  - 単純に距離の規制を強化するなら、むしろ使用量や用途の規制の方が望ましい。（但し、掘削新生児の予定用とはあくまでも参考事項であることから、掘削申請段階での用途規制は、法の枠を超えることとなるので、慎重な対応が必要）

### 【ストレーナ部の内径200mm以下の基準について】

- この来では、当時の水中ポンプのサイズを考えての規制であると思うがどうか
  - 大阪での掘削はほとんどが2段又は3段掘りであり、上部が300mm程度の口径であることから、自動的に最下部（ストレーナ部）は200mmより小さくなり、問題はないと思われる。
  - また、ポンプの設置位置は最上部になることから、ポンプの大きさを考慮する必要はないと思われる。

### 【ストレーナの総延長は150m以内、上下限の幅は300m以内の基準について】

- 他府県の状況も含め問題点等はどうか
  - 大阪で掘削実績のある業者にとっては、全く問題ないと思われるが、実績のない業者の場合、少しでも広く取りたいと考えるのが通常である。
  - 規制のない他府県での施工の場合は、できるだけストレーナを長く取った形で施工する。
  - 総延長と上下限の幅を比較した場合、総延長の規制の法が厳しく感じられる。
  - ストレーナを長く切ると水質も悪くなるし、水温も低下することから、厳しくした方が帯水層保護が図られると思料する。

#### 【動力装置の設定方法の基準について】

- 揚湯試験等の結果を元に検討を行うことは問題ないと思われるが、ポンプ更新の際の届け出項目については、そのチェック等どう考えていくのか
  - ポンプ更新時のチェックについては、徹底できていないのが現状である。
  - 更新時の法的手続きがないこと及び部会の協議事項としての位置づけとしてはなじまないのではと思料される。
  - 揚湯量の規制導入を検討した場合、一定の報告を求めることとなることが想定されることから、それとセットで考えればどうか。

#### 【その他の意見】

- 地下水を取水する取水口断面積の合計（複数の井戸がある場合は総計）が6平方センチメートル超の場合、揚湯量等の測定と報告義務が新たに課せられるとの話（大阪府生活環境の保全等に関する条例の改正）があるが、うまくリレーションすれば、揚湯量の把握が可能となる。情報収集をお願いします。

### 第3回 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会 議事概要

日 時：平成19年3月20日（火）

午後3時～5時

場 所：以和貴荘 2階会議室ハーモニー

- 温泉揚湯量に係る規制についての議論
  - ・ 現在はポンプ能力（KW 数）についての規制となっており、実際に揚湯している量を規制しているわけではない点が問題。
  - ・ しかしながら、ポイント毎に水位や揚程が異なることや機種によって能力が異なること等から、一律に規制をかけることは強引。
  - ・ 故に、当面の対応と、今後の予想の両面をみるなど、色々なことを想定して検討することが必要。
  
- 揚湯試験及び水質試験結果から考えられるポイント
  - ・ 試算した結果は参考値であるが、800mの距離で10cmの水位降下が見られる水量は500L/分が目安（透水量係数が大きいところ）。
  - ・ 水質面では、不透水槽からの絞り出しが起こっていることが強く示唆。
  - ・ 不透水槽からの絞り出しの結果は、800m圏内での異なる帯水層からの取水は良くないことの根拠。
  
- 総量規制の考え方へのポイント
  - ・ 総量規制の観点からいえば、工業用水の規制が必要だが、当面は温泉に限って検討
  - ・ 全体の涵養量から水収支を考えて検討することは重要だが、作業量と時間が膨大
  - ・ とりあえず、簡易な試算とその検証を行い、現実近づけるという手法の提案
  
- 次回の検討事項
  - ・ 簡易な水収支の算出方法との検討を中心に進める

## 第4回 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会 議事概要

日 時：平成19年4月25日（水）

午後2時～4時

場 所：以和貴荘 2階会議室ハーモニー

- 水位降下量からの規制することの可能性についての議論
  - ・ 取水規制の方法として、量での規制は難しいので水位降下量でサンプル的（大阪市内の試算）に解析を行ったが、もう少しきめ細やかな水収支のようなことと水質結果の観点からの解析が必要
  - ・ 大阪市内という限定された地域だけでも、上町台地の東側と西側では層の状況も異なること等から地理的な分布も考慮に入れて検討する必要がある。
  - ・ 上層部の水を引き込んでることにより水量が確保されている（これにより水位降下が小さい）とした場合、これを良しとするのかどうか等、相対的にどこまで許容するのか、また、温泉部会としてどこまでを仕事とするのかを考慮する必要がある。
  - ・ データの再分析を行っていただき、水量面での問題をクリアにすることが必要
- 水質面から見た規制の考え方
  - ・ 水質の面からすると、かなり広範囲に影響が及ぶ可能性が高く、仮に上層部の水の引き込みにより水量が確保（漏水）されているとすると、必ず水温低下が起こる。
  - ・ 現在の大阪層群下部層から取水している泉質については、単純温泉が圧倒的に多く、これ以上の泉質変化は起こりにくいことから、水温低下の観点でみるべきである。
  - ・ 今後、揚湯量をいうには、水温を含む水質低下を招く揚湯量というのとはどのようなものかについて検討する必要がある（簡単ではないが）
- 協議事項の確認
  - ・ 距離規制は少なくとも800m、ストレーナの内径はそのまま、総延長と上下限の幅は要検討、動力装置の項目については文言を要検討としたい。
- 次回の進め方
  - ・ 揚湯試験データ等の再分析を行った結果を検討する。
  - ・ 水質等の既存データを見直した結果を検討する。
  - ・ 地域の線引きを行っておく。
- 最終回に向けてのイメージ
  - ・ 現段階で、改訂が可能な事項について協議事項の改訂を行う方向
  - ・ 第2段階で、さらなる詳細な解析結果をもとに、長期的な規制についての協議事項改正を行う。

## 第5回 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会 議事概要

日 時：平成19年6月18日（月）

午後2時～4時

場 所：以和貴荘 2階会議室ハーモニー

### ○ 大阪市内を検討地域として区分した場合の結果

- ・ 上町台地（実際には上町断層）を境にして大阪西部と東部に分けて検討を行った。

#### （大阪西部地域について）

- ・ 揚水量が急激に増加しており、言い換えれば、開発の速度がかなり速い。
- ・ 取水区分としては、大阪層群下部からの取水が増加しており、基盤等についてはそれほどでもない。
- ・ 自然推移の変動については、水圧が戻ってきているとはいえない状況である。
- ・ 掘削時の温度変化については何ともいえない状況。

#### （大阪東部地域について）

- ・ 開発の速度が遅く、揚湯量は大きくは増えていない。
- ・ 取水区分としては、大阪層群最下部層からの取水が多い。
- ・ 自然水位の変動については、上昇している傾向が見られる。
- ・ 掘削時の温度変化については、何とも言いにくいですが、下がっているようにも見える。

#### （その他）

- ・ 大阪市内での施設単位での最大揚湯量は700L/分ですが、この場合の800m影響圏での水位降下量は2cm程度しかない。（非平衡式で計算した場合。過去は平衡式で計算しており、これで行くと1m）

### ○ 揚湯試験時の水質変化とこれまでの水質データの経年変化の結果について

- ・ 水温の変動については、その揚湯経路の問題等から、これで確定的な話をするのは難しいが、事実として水温低下の井戸があると言うこと。
- ・ 水温低下の事実を見ながら、アルカリ度の変化を見ていくと、濃度が低い井戸で、アルカリ度が上がっているものが見られる。これは、難透水性の地層からの地下水の絞り出しの可能性を示唆している。
- ・ 個々の事例を総合的に見た場合、泉質が悪化している場合もあるし、良くなっている場合も、変わっていない場合もある。
- ・ しかしながら、泉質や泉温が劣化している井戸も半分とは言わないもののあることから注意が必要であり、慌てて対応する緊急性はないものの、実際に劣化している現状を踏まえ、身長に対応する方向で検討することが必要である。
- ・ 阪神大震災前と後の水質の比較をしたことになるが、地震の影響は考慮に入れる必要性はないと考えられる。



○ 報告書の作成方法等について

- ・ 本検討委員会の報告書を作成する中で、既存の協議事項の改正点についてふれていただくと共に、今後の道しるべ的な内容の提案を結論的な部分で入れていただく方向で作成する。
- ・ 今回の委員会では、現在ある情報を元に報告書を作成することとなるが、今後集まってくる、或いは集めるべき情報を集約して、次のステップへの足がかりとする。たとえば、現在三田村先生の教室で大阪府との協定に基づき実施していただいている詳細な分析結果や来年度以降入手できる実揚湯量のデータとかが追加になる。また、できれば、将来の見直しを視野に入れた継続的な水質調査なども対象とすることを考えていくべきである。

○ その他の事項

- ・ 本委員会が出す報告書や使用したデータ等の情報公開等については、できるだけオープンにした方がいいのではと考えられる。

○ 次回に向けての作業等

- ・ 熊井委員長が作成した報告書の項目だし事項について、各委員が分担し作成を行った上で、次回の検討委員会（最終回）を開催する。

## 第6回 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会 議事概要

日 時：平成19年7月26日（木）

午前9時20分～11時

場 所：以和貴荘 2階会議室ハーモニー

### ○ 検討委員会の報告書について

- ・ 報告書における調査地点の特定（企業情報の取り扱い）、他機関の未公表資料、章立て、文言の統一等について検討を行った。

（調査地点の特定について）

- ・ 事業者の協力を得て調査した結果であることから、事業者名が特定できない形でのとりまとめが必要である。
- ・ また、本報告書が学術的に利用できるようにすることにより、大阪府の独自調査以外で大阪の資源保護のための知見や解析が蓄積される可能性があることから、全く利用できないような形はとるべきでない。
- ・ 以上のことから、事業者名は特定できないが、学術的に一定利用できるような表記の方法をとることとする。

（他機関の未公表資料の取り扱いについて）

- ・（独立行政法人）産業総合技術研究所の未公表データ等を使用していることについて、使用承諾が得られる場合は使用する。使用承諾については、委員の方で手配することとする。
- ・ なお、データ使用の承諾が得られない場合は、得られる範疇のみで図表等の作成を行うこととする。

（章立て及び文言の統一について）

- ・ 報告書の内容については、各委員等がパート分けして作成することから、章立てや文言の統一については、事務局で行い、各委員の確認を受けた上で報告書とする。

（その他）

- ・ 委員の時間の都合もあり、報告書としてしまうと後で修正が利かないので報告書案として、あくまでも協議事項改正の参考資料として温泉部会に提示する形で対応する。なお、報告書としては、データや解析結果、他機関の資料等の使用の諾否等が確定した時点で修正を行い、8月末以降に報告書として作成する。

### ○ 温泉部会の協議事項改正に向けての提案について

- ・ 調査結果の検討等を踏まえ、現在の協議事項については次のように取り扱うことが適切であると提案する

（1）800mの距離規制の基準について

当面、維持する。

（2）ストレーナ部の内径及び総延長の基準について

当面、維持する

（3）動力装置についての基準

揚湯量の上限を500L/分とする旨を追記する。

(4) その他

動力装置許可申請時において次の追加書類の提出を求める。

- ・ 揚湯試験結果を非平衡式を用いて解析を行い、計画揚湯量時における800m圏域での影響水位を算出した結果。
- ・ 大阪層群下部・最下部に主な取水層を設けている場合は、漏水計数を算出した結果及び漏水量を算出した結果。

揚水試験の方法等についても明示する。

「動力装置の更新時には、その都度、更新するポンプの機種等を届け出させることが望ましい」との事項については、協議事項にはなじまないが、今後の規制に向け文言の削除は行わない

○ 今後のスケジュールについて

- ・ 検討委員会は今回で終了し、今後報告書案の作成等を行っていく。
- ・ 作成した報告書案は、温泉部会協議事項の改正に係る部分もあることから、部会における協議事項改正のための参考資料として案の形式で提案することとする。  
なお、本検討委員会の所掌事務ではないが、協議事項は温泉部会で2回程度検討していただき、来年度から施行する予定で進めていただく。
- ・ 本検討委員会の成果品としての報告書は、データや解析結果、他機関の資料等の使用の諾否等が確定した時点で修正を行い、8月末以降に報告書として作成する。

## 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会

### 委員名簿（順不同）

氏 名	所 属	専 門 分 野
熊 井 久 雄	大阪市立大学理学部 名誉教授	第四紀学(水理地質学)
益 田 晴 恵	大阪市立大学大学院理学研究科 教授	地 球 化 学
樽 野 博 幸	大阪市立自然史博物館 学芸課長	地 質 学(古生物学)

### 事務局（大阪府健康福祉部環境衛生課）

課 長	辻 精一郎
課長補佐	宗 芳 和
主 査	倉 持 隆
主 査	上澤 行成
主 事	竹上 信二

## 大阪府温泉資源保護に係る検討委員会設置要綱

### (目的)

第1条 大阪府内の温泉の状況について、既存資料及び水質調査結果並びに揚湯試験結果等をもとに検討を行い、今後の大阪府内の温泉資源保護のための施策を推進するための基礎資料を作成する。

### (組織)

第2条 委員会は、大阪府環境審議会温泉部会の委員及び専門委員の中から健康福祉部長が委嘱する地質学の専門家3名の委員により組織する。

- 2 委員会に委員長を置き、委員長は委員の互選により定める。
- 3 委員会の事務局は大阪府健康福祉部環境衛生課に置く。

### (会議)

第3条 委員会の会議は、委員長が招集し、委員長がその議長となる。

- 2 委員会は、これに属する委員の二分の一以上が出席しなければ会議を開くことができない。
- 3 委員長に事故あるときは、委員会に属する委員のうちから、あらかじめ委員長の指名する者がその職務を代理する。

### (庶務)

第4条 委員会の庶務は事務局において処理する。

### (謝礼金)

第5条 委員の謝礼金の額は、日額一万七 hundred 円とする。

### (費用弁償)

第6条 委員の費用弁償の額は、職員の旅費に関する条例（昭和40年大阪府条例第37号）による9級の職務にある者のうち部長の職務に準ずる者以外の者の額相当額とする。ただし、同条例第2条第1項第1号に規定する内国旅行の日当は、同条別表第1の定額（指定職等の職務にある者以外の者）により支給する。

- 2 前項の費用弁償の支給についての路程は、住所地の市町村から起算することとし、日当は、距離の遠近にかかわらず全額を支給する。

### (必要事項)

第7条 この要綱に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、別途定める。

### 附 則

この要綱は、平成18年12月14日から施行する。