

沿岸域の水理地質環境

Hydrogeological environment in the coastal area

井川怜欧^{1*}・町田 功¹・小野昌彦¹・平野智章¹・丸井敦尚¹・内田洋平¹・吉岡真弓¹・
シュレスタ ガウラブ¹・クラウディア ハートヴィッグ¹・村中康秀²・神谷貴文²・
渡邊雅之²

Reo Ikawa^{1*}, Isao Machida¹, Masahiko Ono¹, Tomoaki Hirano¹, Atsunao Marui¹, Youhei
Uchida¹, Mayumi Yoshioka¹, Shrestha Gaurav¹, Claudia Hartwig¹, Yasuhide Muranaka²,
Takafumi Kamitani², and Masayuki Watanabe²

Abstract: Hydrogeological signals such as temperature, dissolved ion concentrations, gases, isotopes and the fluctuation of groundwater level can be one of the powerful indicators to detect concealed faults. In order to check their effectiveness, we should understand the regional hydrogeological setting at first. Therefore, field work and a bibliographic survey were carried out in the following three study areas.

Ishikari Plain: we focused on Teine and Hassamu areas, in the western region of the plain because it has been known since 1970 that the distribution of Cl⁻ in groundwater is high in this region, which possibly suggests the existence of a concealed fault. The dataset retrieved from the bibliographic survey suggested that the high Cl⁻ was caused by saltwater intrusion in the Teine area. The origin of high Cl⁻ in the Hassamu area, however, is still unknown.

In the coastal area of Suruga Bay: a total of 218 water samples were collected from springs, wells and rivers. The samples were analyzed for major dissolved ions, stable oxygen and hydrogen isotope ratios, minor elements and radon concentration. As a result, a high Cl⁻ in groundwater in the coastal area and a high V around Mt. Fuji were recognized. In respect of the indicator of faults, high groundwater temperature and ²²²Rn are detected on the right bank of the Fuji River.

Osaka Plain: hydrogeologic knowledge was summarized by previous reports and papers for the future field survey in Osaka Plain.

Keywords: coastal area, fault, hydrogeology

要旨

地下水の水温、溶存イオン濃度、溶存ガス、同位体、水頭変化などの水文地質学的なシグナルが、伏在断層を見出すための指標になることは十分に考えられる。これらの指標の有効性を確認するためには、まずは対象地域の水文地質の理解が必要である。このために本年度は主に3つの地域で野外調査と文献調査を実施した。

石狩平野: 1970年より手稲から発寒周辺にて、Cl⁻濃度が高い地下水が帯状に分布することが知られており、伏在断層が存在する可能性が指摘されていた。そこで過去数十年の文献を用いてデータセットを整備

し、改めてこのCl⁻濃度分布の原因について考察を行った。その結果、手稲周辺の高Cl⁻は塩水浸入が原因であることが明らかになったが、発寒周辺の高Cl⁻については依然として原因が不明であった。発寒については詳細な調査が必要である。

駿河湾沿岸域: 地下水、湧水、河川水を対象に218地点で採水調査を実施した。採水した試料は、主要溶存イオン、酸素・水素安定同位体比、微量元素およびラドン濃度について分析を行った。本地域では、沿岸域にて高いCl⁻濃度、富士山周辺で特有の高いV濃度が認められた。断層との関連について、富士川右岸側にて水温および²²²Rn濃度の高い地下水が認められた。

* Correspondence

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門 地下水研究グループ (AIST, Geological Survey of Japan, Institute for Georesources and Environment, Groundwater Research Group)

² 静岡県環境衛生科学研究所 (Shizuoka Institute of Environment and Hygiene, Department of Environment Science)

大阪平野：来年度の調査のため既存文献の整理をおこない、水文地質情報を整理した。

1. はじめに

沿岸域は人間活動の主要な場であり、地下水利用の盛んな地域である。産業発展に伴って地下水利用が増えるにつれ、地下水の過剰揚水に伴う地盤沈下や塩水化など、沿岸域における地下水問題が日本各地で報告されてきた。これらの地下水問題を解消もしくは未然に防ぎ、沿岸域の地下水資源を持続的に活用するためには、3次元の水循環を意識した地下水環境の評価が重要である。

一方で、沿岸域の地下に断層が存在する場合に地下水環境はより複雑となることが予想される。断層周辺においては、断層面や断層破砕帯の性状によって遮水壁や水みちなどの相反する役割を果たす可能性があり、かつ深層からの物質供給も想定される。加えて、伏在断層の有無を判断することは、沿岸域都市防災という面でも重要である。

このように沿岸域の水文地質を知ることは、資源のみならず防災に関しても重要であり、解析の際には広域地下水流動を念頭に、時空間的な変化を考慮することが必要である。そこで地下水研究グループでは、日本各地の沿岸域に存在する堆積平野を対象に、地下水情報の整備を進めるための調査・研究を行ってきた。平成 25 年度は、石狩平野（北海道）および駿河湾沿岸域（静岡県、山梨県）、大阪平野（大阪府）の3地域を対象とし調査・研究を行った。

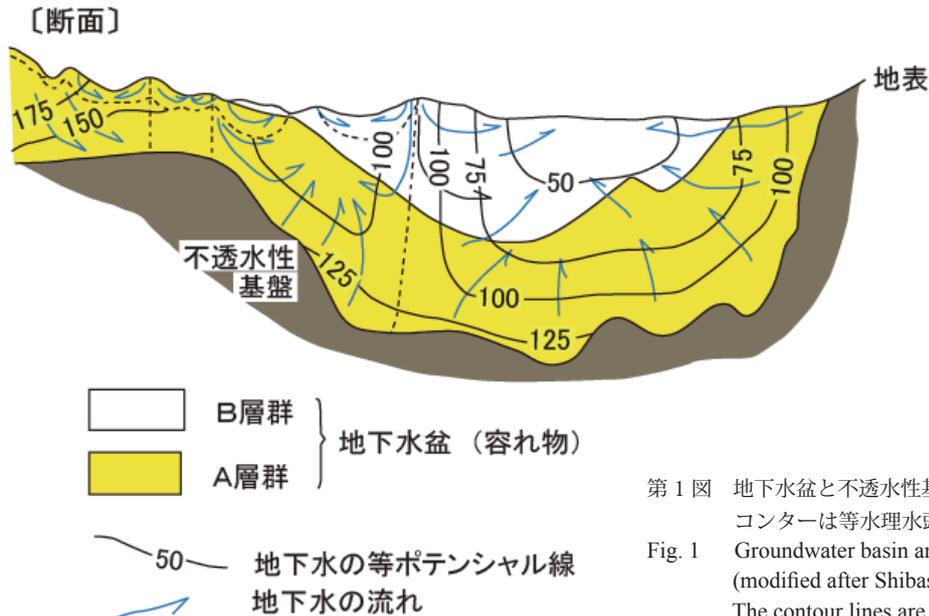
2. 石狩平野

石狩平野では地下水水質と断層の関連を検討するために、地下水流動場について再検討した。2.1 節で、まず既存の研究報告から明らかになっている石狩平野の地下水流動場の概要を述べ、2.2 節で本テーマを遂行するために石狩平野を調査地域とした理由を述べる。

2.1 石狩平野の概要

石狩平野の地下水の巨視的な流れ（地下水流動）は、不透水基盤と地下水盆と呼ばれる概念によって説明される。不透水基盤は地下水が極めて動きにくくなる地層、地下水盆は、その上位に位置する、地下水が胚胎される帯水層と難透水層全体を指す（第 1 図）。石狩平野では鮮新統が不透水基盤、洪積統と完新統が地下水盆を形成し（参考：第 1 表）、さらに地下水盆は難透水層によって、上から浅部帯水層（U 層）、中部帯水層群（M 層）、深部帯水層群（L 層）という3つの帯水層に区分される（山口，1970）。この分布は深見・高清水（2008）によって第 2 図のようにあらわされている。U 層は不圧帯水層で、内陸砂丘である紅葉山砂丘から海側で発達する。M 層は主にウルム氷期の堆積物であり、深度 100m よりも浅い部分に分布し、札幌市中心部の扇状地の帯水層に水理的につらなる。L 層は前期から中期更新世の堆積物であり、深度 100m よりも深い部分に分布する。

なお、M 層と L 層はほぼ国道 231 号を境に、その東西で異なった特徴を示している（松下・小原，1985）。国道 231 号の西側では、深度 80～100m



第 1 図 地下水盆と不透水性基盤（柴崎，2004 一部変更）
 コンターは等水頭線。

Fig. 1 Groundwater basin and hydraulic basement
 (modified after Shibasaki, 2004)
 The contour lines are equipotential lines.

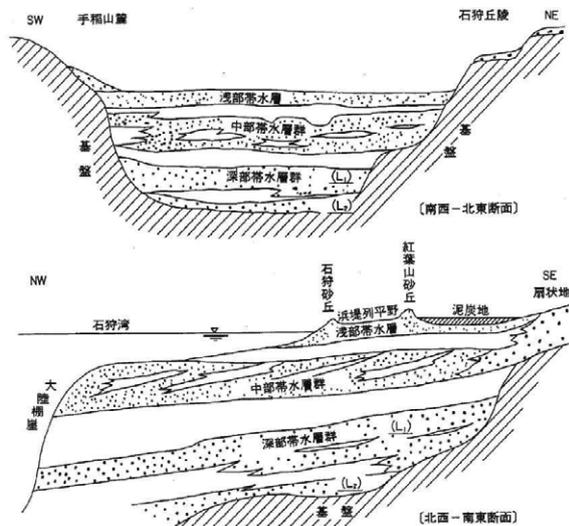
第 1 表 石狩低地帯の新第三紀鮮新世および第四紀の層序 (吉田ほか, 2007 による編集)
 Table1 Stratigraphy of Quaternary and Pliocene layers in the Ishikari and Yufutsu plains
 (edited by Yoshida et al., 2007).

地質時代		札幌	江別	千歳	苫小牧	
第四紀	完新世	完新統	完新統	完新統	完新統	
	更新世	後期	段丘・扇状地堆積物 支笏火山噴出物	段丘・扇状地堆積物 支笏火山噴出物	段丘・扇状地堆積物 支笏火山噴出物	段丘・扇状地堆積物 支笏火山噴出物
		中期	野幌層上部 野幌層下部	野幌層上部 野幌層下部	東千歳層	上部～中部更新統 (本郷層・厚真層・ 早来層)
		前期	材木沢層	裏の沢層		
新第三紀	鮮新世	西野層・当別層	当別層	清真布層・荷菜層	下部更新統 + 鮮新統	

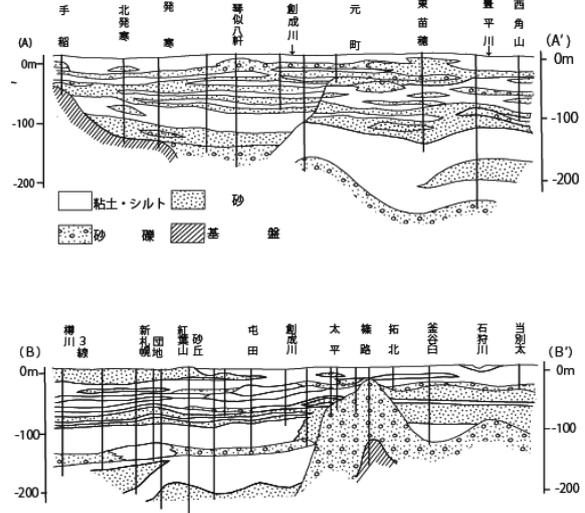
にある粘土・シルト質(加圧層)が広い範囲に分布し、M層とL層を分離しているのに対し、東側ではM層～L層の区分は西側より不明瞭となっている。松下・小原(1985)による断面図(第3図上)では、創成川と元町の間には不整合がみられるが、これが東西の帯水層構造の違いの要因の1つになっていると推定される。また、その他の特徴として、第3図下では、かつての茨戸油田の周辺である、篠路にて砂礫層の高まりがみられる。これは材木沢層に相当し(山口, 1970)、「篠路潜丘」と呼ばれている。

不透水基盤中の地下水について、仮に、鮮新統以下の地下水が、石狩平野スケールの地下水流動系の一部になっているのであれば、地下水盆地よりも水理水頭が高くなるはずである。しかし、柴田・秋田(2004)がまとめた温泉情報によれば、むしろ水理水頭が地下

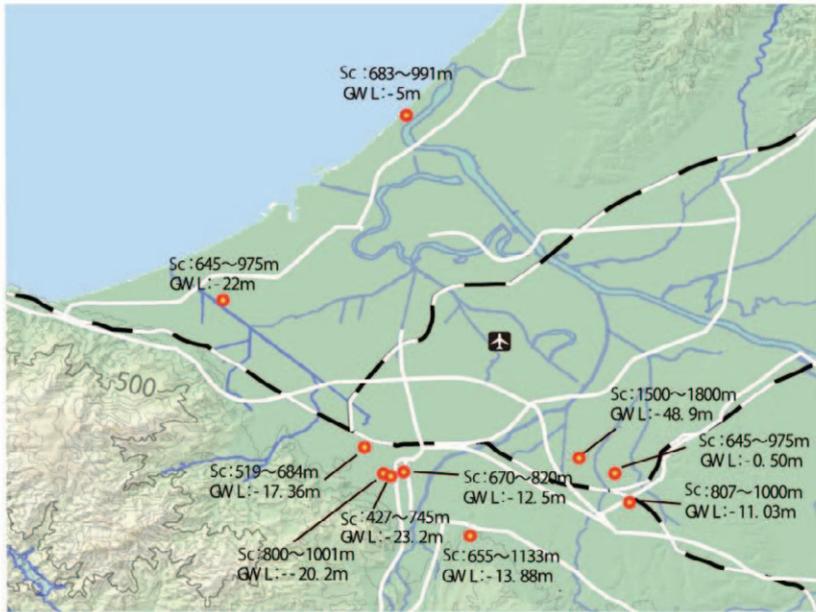
水盆地よりも低い地点がほとんどである(第4図)。したがって、第4図で示された鮮新統内の地下水の多くは平野スケールでの地下水流動系の一部とはなっていないと考えられる。一方、若浜(1990)および松波ほか(2007)は、北海道立地質研究所に設置されている観測井GSH-3と、そこから76.5m離れたGSH-1を用いた地熱水の生産試験をおこなっている。この結果によれば、西野層からの揚水時には材木沢層の水位に応答が認められなかったことや、西野層の透水係数は地下水盆地のそれよりも極めて小さかったことが述べられている。また、西野層から得られた地下水の水質は、地下水盆地から得られたものとは性状が異なっていた。若浜はこの結果について「化学組成, T.S.M(全溶存固形物), 色度の点で上部層のそれと全く異なっているため、(西野層内は)独立した貯留層であ



第 2 図 石狩平野の地下水盆地と帯水層構造 (深見・高清水, 2008)
 Fig. 2 Groundwater basin and aquifer system in Ishikari Plain (Fukami and Takashimizu, 2008)



第 3 図 石狩平野の水文地質断面図 (松下・小原, 1985)
 Fig. 3 Hydrogeologic profiles in the Ishikari Plain (Matsushita and Kohara, 1985)



第 4 図 鮮新統内の水理水頭 (柴田・秋田, 2004 より作成)

Sc : スクリーン深度、GWL : 水理水頭。

Fig. 4 Hydraulic potential in Pliocene (from Shibata and Akita, 2004)
Sc: screen depth, GWL: hydraulic head

ると考えられる」と述べている (カッコ内は著者による付記)。なお、GSH-1 の西野層のスクリーン位置からは Cl 濃度が極端に高い、1,686mg/L の食塩泉が得られている。この地点では、西野層上部付近で徐々に停滞性の地下水に移っていくようである。

2.2 手稲区地下に存在する高 Cl 濃度地下水

山口 (1970) は、石狩平野湾岸部の地下水を精力的に調査し、北発寒から手稲地区の新川に沿った領域では、周辺よりも Cl 濃度が著しく高い領域が帯状に存在することを明らかにした (第 5 図)。その水質は NaHCO₃ 型という、イオン交換の進んだ地下水である。この地域では M 層、L 層とも連続性が良く、水平に堆積した帯水層を形成している。当時の M 層、L 層の水理水頭は浅層のそれよりも高かったため (後述)、Cl を多量に含んだ地表水が直上から混入したとは考えられない。この現象について山口 (1970) は、Cl が化石水体由来である可能性を述べ、そして「もしこれが当別層 (鮮新統) から誘導されたものであるとすると、異常帯の直下近くに当別層と材木沢層とがそれぞれ透水層で相接した、不整合面または断層の存在が考えられる」と述べている。

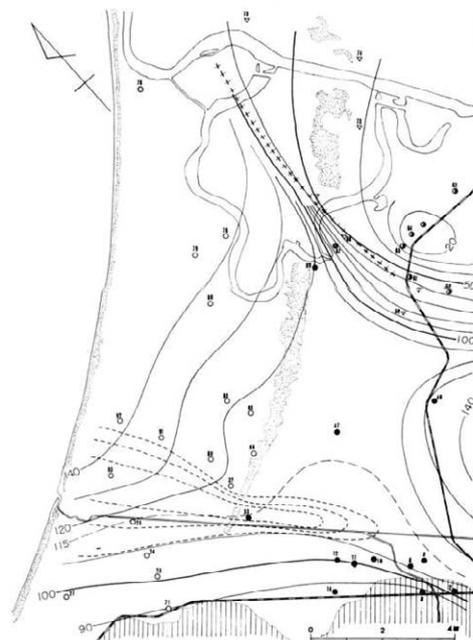
前節で述べたように、鮮新統には Cl の高い地下水が存在している地点が実際に見出されているので、山口 (1970) の仮説はありえることである。ここで一

昨年度調査した地下水の酸素・水素安定同位体比の調査結果をみると (内田ほか, 2012)、本地域の M 層、L 層には軽い地下水が分布している (第 6 図)。特に山口 B が示した同位体比は同位体の高度効果や温度効果のみでは説明がつかないほど軽いため、両者の効果が合わさったもの、すなわち、氷期に手稲山地 (地質年代: 後期中新統から鮮新統) の高標高域で涵養された水があらわれたものと推定される。これらの事実は、鮮新統からの地下水の流出を示唆するものであり、高 Cl 地下水の存在と関係している可能性もある。

一方、産総研の 3 次元地質構造図 (吉田ほか, 2007) によれば、新川周辺の地下 100m 深は下部更新統 (材木沢層) の上面深度に近いものの、鮮新統上面深度からは離れている。したがって、材木沢層内に帯状の断層が存在する可能性があるが、柱状図からは確認できない (山口, 1970)。

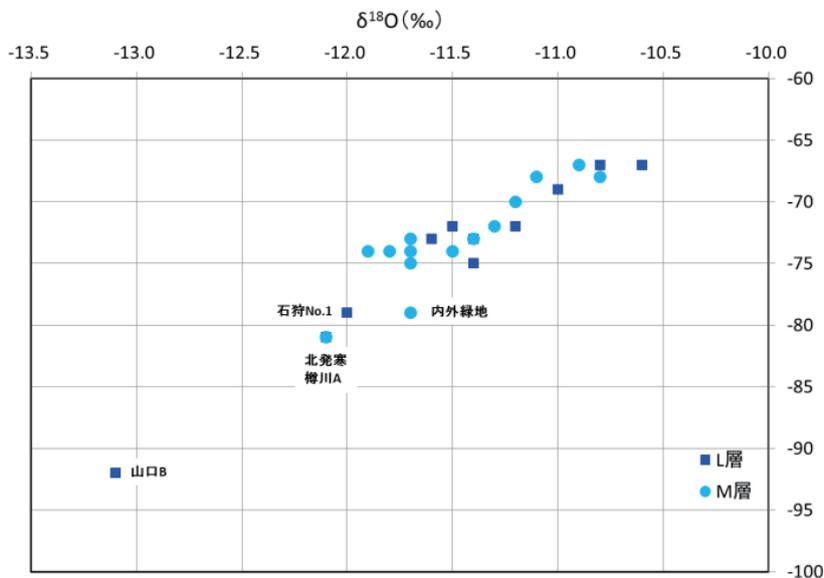
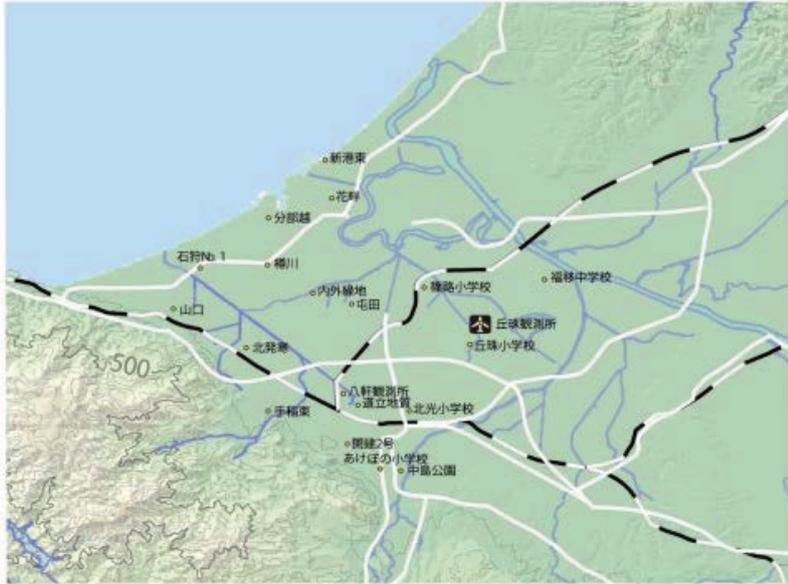
2.3 水理水頭の経年変化

高 Cl 地下水の帯状分布については山口 (1970) 以降、研究例はない。一方、今日までに数多くの地下



第 5 図 手稲から発寒にかけて帯状に分布する高 Cl- 濃度地下水 (山口, 1970)

Fig. 5 Zonal distribution of high Cl- groundwater around Teine and Hassamu distinct (Yamaguchi, 1970)



第6図 観測井から得られた地下水の水素・酸素安定同位体比 (内田ほか, 2012)
 δD が -77‰ 以下のものは石狩平野の西部に集中し、M層、L層両方で認められる。
 Fig. 6 Hydrogen and oxygen stable isotope ratios in groundwater taken from observation wells (Uchida et al., 2012).
 The δD lighter than -77‰ are found in both Middle and Lower Aquifers only at western region of Ishikari Plain.

水調査が行われており、これらのデータを再整理することにより、なんらかの手がかりが得られる可能性がある。そこで、まずは水理水頭分布図を描き、地下水の流動方向を明らかにすることにした。ただし、既存のデータを用いて水理水頭分布図の作成を行う場合は、数年間にわたって調査された水位データを扱うことになる。このような作業では、その経年変化に注意を払う必要がある。

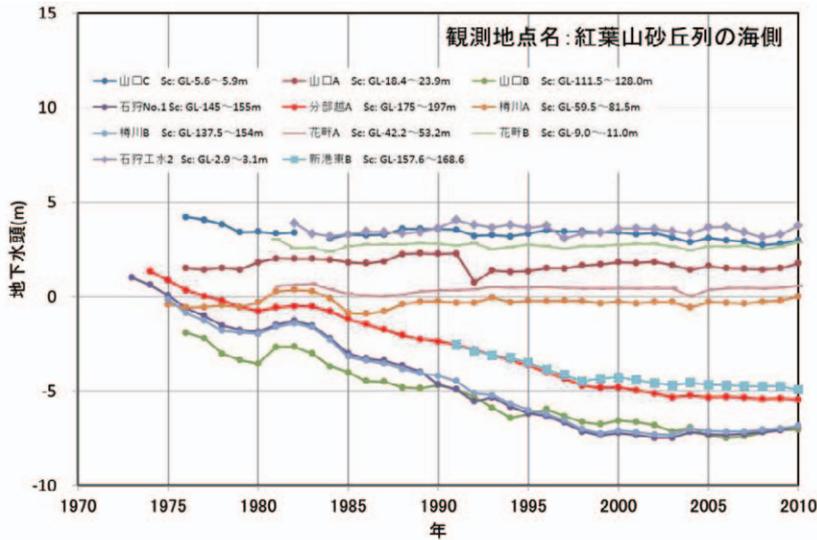
水理水頭の経年変化については、過去の記録から現在までの変化を辿ることができる。例えば、山口

(1965) は札幌市中心部の地下水位は1927年から1965年頃の間最大2m弱低下したと報告しており、これは揚水等により、水理水頭が低下したことを示唆するものである。一方、被圧地下水については、齋藤ほか(1951)は天然ガス埋蔵量のための地下水調査を実施している。この報告では(調査地点を特定できないものの)、調査した井戸の80%が深さ40~55mのものであり、「何れも自然湧水」と述べられている。したがって、当時、M層の地下水は広範囲で被圧され、その水頭は地表面以上であったことがわかる。また、同時代の河田(1958)は、手稲駅より北東に1.5km、深度35.64mからの自噴を報告しており(地盤標高4.39m)、両者は整合的である。これらの自噴帯は、1960年代後半にはその姿を消し(松下・小原, 1985)、1970年頃にはU層の地下水位は地表から-1.5~-3.0m程度となり、深度100~150mのL層に胚胎される地下水の水理水頭は、それよりも1~3m程度高かったとされている(山口, 1970)。以上の文献から、自然状態において、石狩平野低地部に涵養された地下水は(下方向には移動できず)

横方向に流動し、河川や海に流出していたことが推論される。1970年以降の水理水頭については深見・高清水(2008)が報告しているが、1970~2000年にかけてM層とL層の水理水頭は一部の期間を除いて連続的に低下している。以上より、石狩平野の水理水頭の一部は少なくとも1920年代から2000年頃まで、低下傾向にあったことは明らかである。

2.4 水理水頭分布図

水理水頭分布図を描くために、山口ほか(1964)、



第 7 図 水理水頭変化. 石狩湾近傍の観測井の例. データは国土交通省の水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>), 地下水位年表 (建設省河川局) による.

Fig. 7 Temporal changes in hydraulic potentials at the observation wells locate around Ishikari Bay. The data are from Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.

山口ほか (1965), 山口 (1970), 山口ほか (1973), 小原 (1992), 広田ほか (1996) より水位データを抽出した. 前節で述べたように, 水理水頭分布図を描くためには, 測定年が近い水位データのみを用いる必要があるが, その抽出幅を狭めると, 用いるデータが少なすぎてコンター図を描けないという問題がある. そこでここでは 1977 ~ 1984 年と, 2000 年に観測されたデータを用いて 2 つの水理水頭分布図を作成することにした. 1977 ~ 1984 年を選んだ理由は, 1981 年に水理水頭が一時的に上昇しているためである. この水位上昇により, この 7 年間に測定された水位データに及ぼす, L 層の連続的な水頭低下の影響はかなり打ち消される (第 7 図). また, 水理水頭分布図を描く際, いくつかの仮定を用いているため, 下記にまとめる.

1) 自噴地下水については自噴高が記されているものと記されていないものがある. 自噴高のデータがないものについては, 地表面 = 水理水頭とした. なぜなら, 山口 (1970), 山口 (1973) によれば自噴地下水の水理水頭は地表面近傍であることが示唆されており, 自噴高の記された, いくつかのデータもそれを裏付けているためである.

2) 帯水層を判断するために, 深見・高清水 (2008) の帯水層断面図を参考に下記の手順で分類をおこなった.

- ・スクリーンの下端が 10m 以浅のものは U 層および不圧帯水層からの取水と考えられるため, 解析から

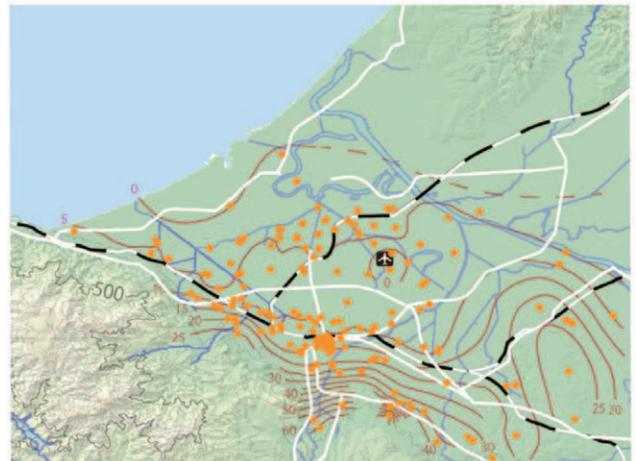
除外した.

- ・スクリーン幅が広く, 帯水層が判断できないものは解析から除外した.

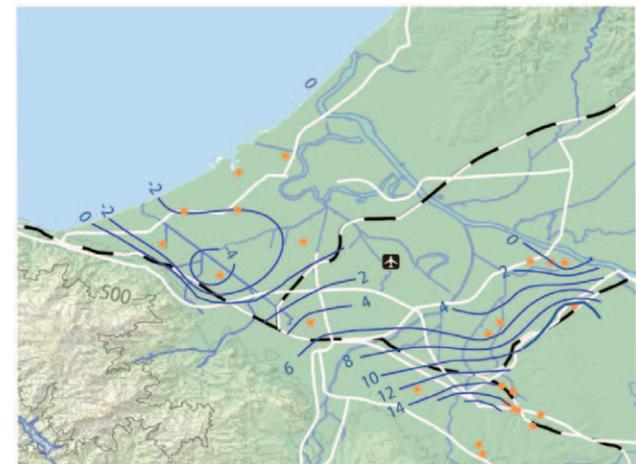
- ・M 層の最深部は -85m である. そこでスクリーンの上端が 30m 以深で且つ下端が 80m 以浅の井戸の地下水は M 層から採取されるものとした.

- ・スクリーンの上端が 90m 以下の井戸については L 層に分類したが, スクリーン深度があまりにも深いものもある. そのため, スクリーン深度の下端が 200m 深までのもののみを用いた.

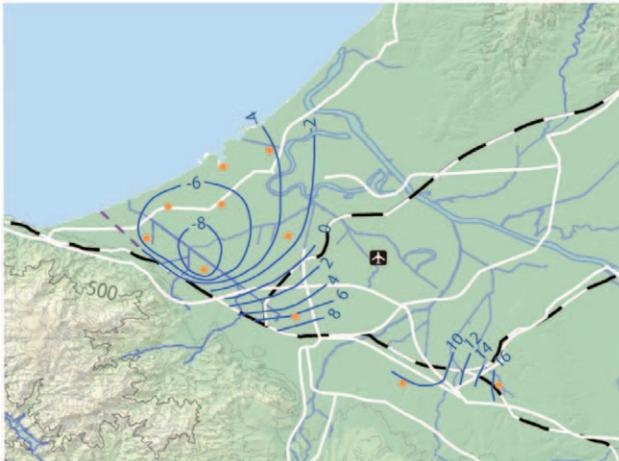
- ・M 層と L 層はほぼ石狩街道 (国



第 8-1 図 M 層の水理水頭分布図. 単位は m. コンターは 5m 間隔.
Fig. 8-1 Distribution of hydraulic potential in Middle Aquifer system. The unit is "m". The intervals of the contour lines are 5m



第 8-2 図 L 層の水理水頭分布図 (1977 ~ 1984 年のデータを使用) 単位は m. コンターは 2m 間隔.
Fig. 8-2 Distribution of hydraulic potential in Lower Aquifer system (from 1977 to 1984). The unit is "m". The intervals of the contour lines are 2m.



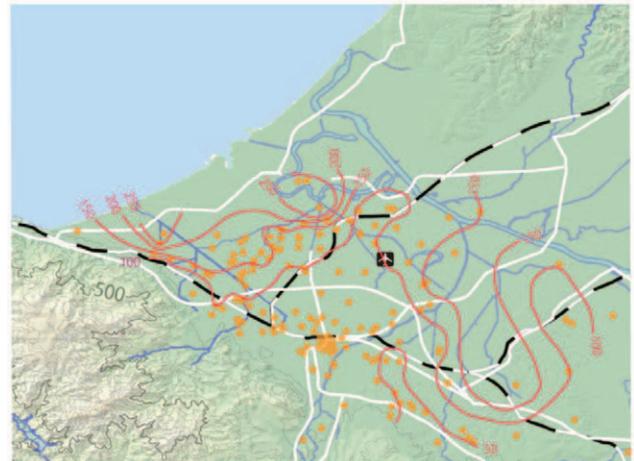
第 8-3 図 L 層の水理水頭分布図 (2000 年のデータを使用)
単位は m. コンターは 2m 間隔.
Fig. 8-3 Distribution of hydraulic potential in Lower Aquifer system (in 2000). The unit is “m”. The intervals of the contour lines are 2m.

道 231 号) を境に, その東西で異なった特徴を示すことが知られているが (松下・小原, 1985), ひとまず, これを考慮せずにコンター図を作成することにした.

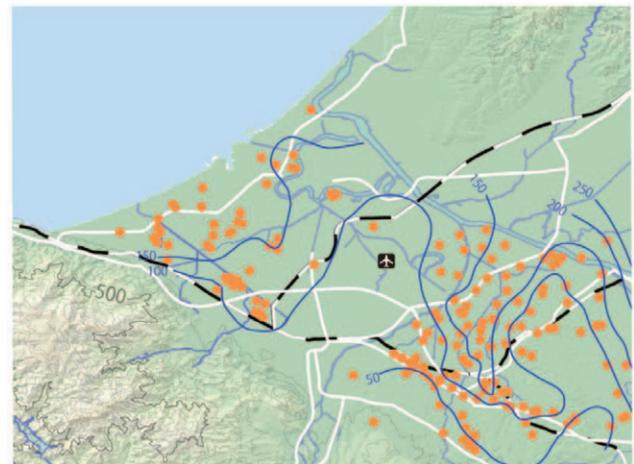
- ・上記以外のケースでは, 周辺情報等を勘案し, 帯水層を決定した.

M 層の水理水頭分布を示したものが第 8-1 図である. 涵養域とされている豊平川扇状地や発寒扇状地, そして標高が高い野幌森林公園や手稲山地沿いで水理水頭が高い. 概して, 扇状地や丘陵から石狩湾に向かう地下水流動が確認されるが, 函館本線周辺までは動水勾配が大きく, それよりも北側では小さくなる. これは扇状地が果たす M 層への地下水涵養域機能が極めて高いことによるためと思われる. すなわち, 比較狭い範囲で集中的に涵養された地下水が, 空間的に広がりつつ流動するために, 涵養源から離れるにつれて急激に水理水頭を失った結果と考えられる. その他の特徴として, 手稲山地に沿いでも, 発寒から手稲に向かって徐々に水理水頭が低くなっている. これは扇状地と比べこの区間で手稲山地から M 層への涵養が小さいことを示唆するものである. また丘珠空港の南東で 10m の等水理水頭線が南東側に凸になっていることは, 一帯の揚水の影響が表れていると考えられる. 同様に, 石狩湾で 0m の等値線が樽川付近の内陸まで入り込んでおり, 揚水の影響が認められる.

1977 ~ 1984 年の L 層の水理水頭分布を描いたものが第 8-2 図である. L 層では南東から北西に向かう地下水の流れが認められる. 最も水理水頭が高いの



第 9-1 図 M 層の地下水の HCO₃⁻ 濃度
単位は mg/L. コンターは 50mg/L.
Fig. 9-1 Distribution of HCO₃⁻ concentration of groundwater in Middle Aquifer system. The unit is “mg/L”. The intervals of the contour lines are 50mg/L.



第 9-2 図 L 層の地下水の HCO₃⁻ 濃度.
単位は mg/L. コンターは 50mg/L.
Fig. 9-2 Distribution of HCO₃⁻ concentration of groundwater in Lower Aquifer system. The unit is “mg/L”. The intervals of the contour lines are 50mg/L.

は清田区である. M 層と比較すると全ての領域で水理水頭は低く, 札幌市周辺では +6m 程度と思われる. 手稲周辺で低水理水頭の目玉構造があり, 揚水の影響が明確に認められる. 一方, 2000 年の L 層の水理水頭分布を描いたものが第 8-3 図である. 札幌市周辺の水理水頭は 1977 ~ 1984 年と比較してやや上昇しているが, 手稲周辺の水理水頭は約 -4m 低下しており, 水理水頭が海水面以下の領域が石狩湾の全域に広がっている.

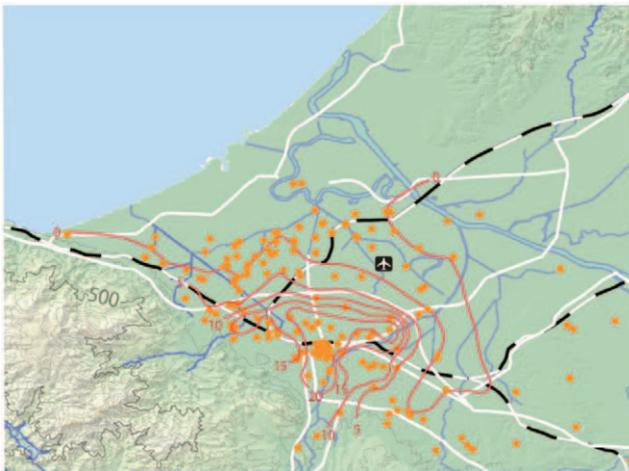
2.5 陰イオン濃度の分布

既存のデータを用いて, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻ 濃度の分布図を描いた. このとき, 帯水層の区分については

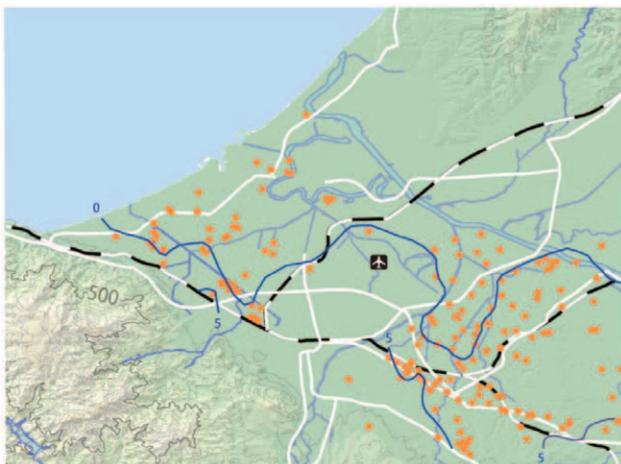
前節の通りとし、濃度が定量限界以下（“微量”）と表示されているものは 0mg/L とした。

2.5.1 HCO₃⁻ 濃度分布（第 9-1 図，第 9-2 図）

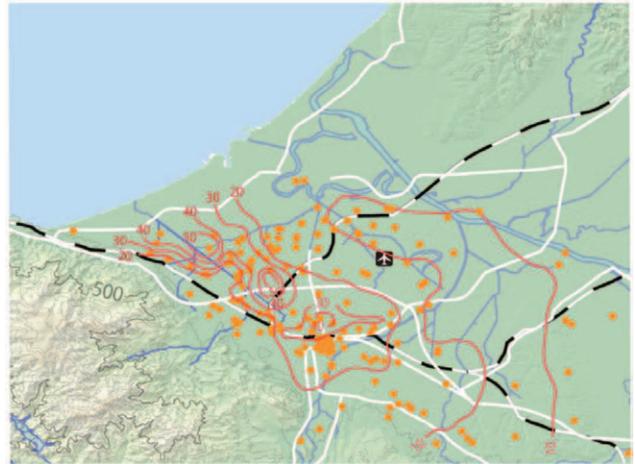
ここで用いている HCO₃⁻ 濃度は、アルカリ度から単純換算されたものである。HCO₃⁻ 濃度は、しばしば地下水の滞留時間の指標として用いられる。水理水頭の分布を考慮すると、扇状地から低 HCO₃⁻ 濃度の地下水が低地部の M 層に流れ込み、豊平川扇状地から篠路付近まで舌状に広がる 100mg/L 以下の領域を形成していると考えられる。濃度は石狩湾に近づくにつれて上昇するが、これは滞留時間の増加によるものだろう。一方、L 層についても同様の傾向が認められる。田中ほか（2008）は豊平川扇状地扇頂から扇央にかけて深層への地下水涵養が生じていると述べているが、HCO₃⁻ 濃度分布はこれに整合的である。また、M 層の茨戸周辺にて茨戸油田の付随水の影響と思われる



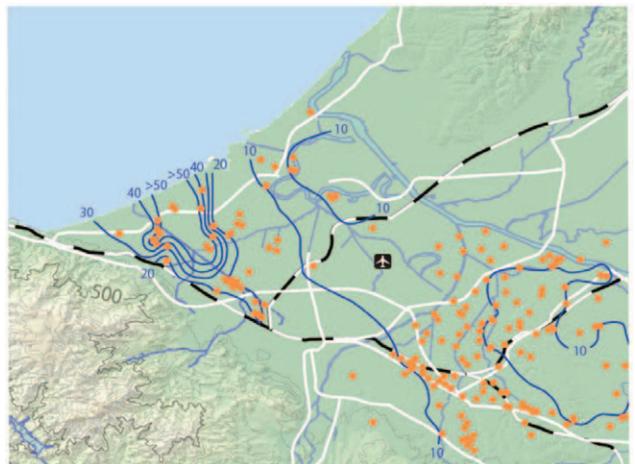
第 10-1 図 M 層の地下水の SO₄²⁻ 濃度。
単位は mg/L。コンターは 5mg/L。
Fig. 10-1 Distribution of SO₄²⁻ concentration of groundwater in Middle Aquifer system. The unit is “mg/L”.
The intervals of the contour lines are 5mg/L.



第 10-2 図 L 層の地下水の SO₄²⁻ 濃度。
単位は mg/L。コンターは 5mg/L。
Fig. 10-2 Distribution of SO₄²⁻ concentration of groundwater in Lower Aquifer system. The unit is “mg/L”.
The intervals of the contour lines are 5mg/L.



第 11-1 図 M 層の地下水の Cl⁻ 濃度
単位は mg/L。コンターは 10mg/L。
Fig. 11-1 Distribution of Cl⁻ concentration of groundwater in Middle Aquifer system. The unit is “mg/L”.
The intervals of the contour lines are 10mg/L.



第 11-2 図 L 層の地下水の Cl⁻ 濃度
単位は mg/L。コンターは 10mg/L。
Fig. 11-2 Distribution of Cl⁻ concentration of groundwater in Lower Aquifer system. The unit is “mg/L”.
The intervals of the contour lines are 10mg/L.
250mg/L のコンターがあらわれているが、L 層には見られない。これは付随水の影響が局所的であることと、M 層と L 層の調査地点がわずかに異なることによるとと思われる。このように、HCO₃⁻ 濃度の分布は地下水流動方向と調和的であると判断される。

2.5.2 SO₄²⁻ 濃度（第 10-1 図，第 10-2 図）

被圧帯水層内では、地下水の滞留時間が長くなると還元が進み、主に微生物活動によって SO₄²⁻ が消費される。M 層の SO₄²⁻ 濃度分布では、豊平川扇状地にて 20mg/L 以上であり、これが札幌自動車道付近まで移動する間に 5mg/L 前後まで低下し、学園都市線の西側ではほぼ 0 になることが示されており、SO₄²⁻ が還元によって減少していく様子がはっきりと表れ

ている。L層についてもデータは少ないものの、同様に学園都市線の西側ではほぼ0になる。このように SO_4^{2-} 濃度の分布も HCO_3^- と同様、地下水流動方向と調和的であると判断される。

2.5.3 Cl濃度分布 (第11-1図, 第11-2図)

M層, L層ともにCl濃度は, 10mg/L内外の領域が大半を占め, とともに新川に沿って高濃度の領域が認められる。M層では40mg/L以上の領域が八軒, 札幌市街地にスポット状に存在しているが, 手稲を除き, M層の水理水頭は大部分で海水準よりも高いため, これらの高Clは塩水侵入によって引き起こされたとは考えにくい。この形成要因について山口(1970)は, L層に分布する高Clの地下水が押し出されたためと考えている。

L層では50mg/L以上の高Cl領域が手稲にみられ, これは水理水頭分布図にてもっとも揚水が盛んにおこなわれている地域(水理水頭が低い地域)と一致することから, 塩水侵入によるものと考えられる。しかし, 高Cl領域は, 新川に沿って八軒まで延びており, この部分は塩水侵入では説明しにくい。火山地域などでは, 列状の高濃度領域は亀裂を意味することがあるので, 山口(1970)が言及した, 埋没化石谷, 不透水基盤から押し出された化石水, そして新川周辺に位置する工場からの廃水などの可能性も合わせて, 詳細な調査を行う必要があるだろう。

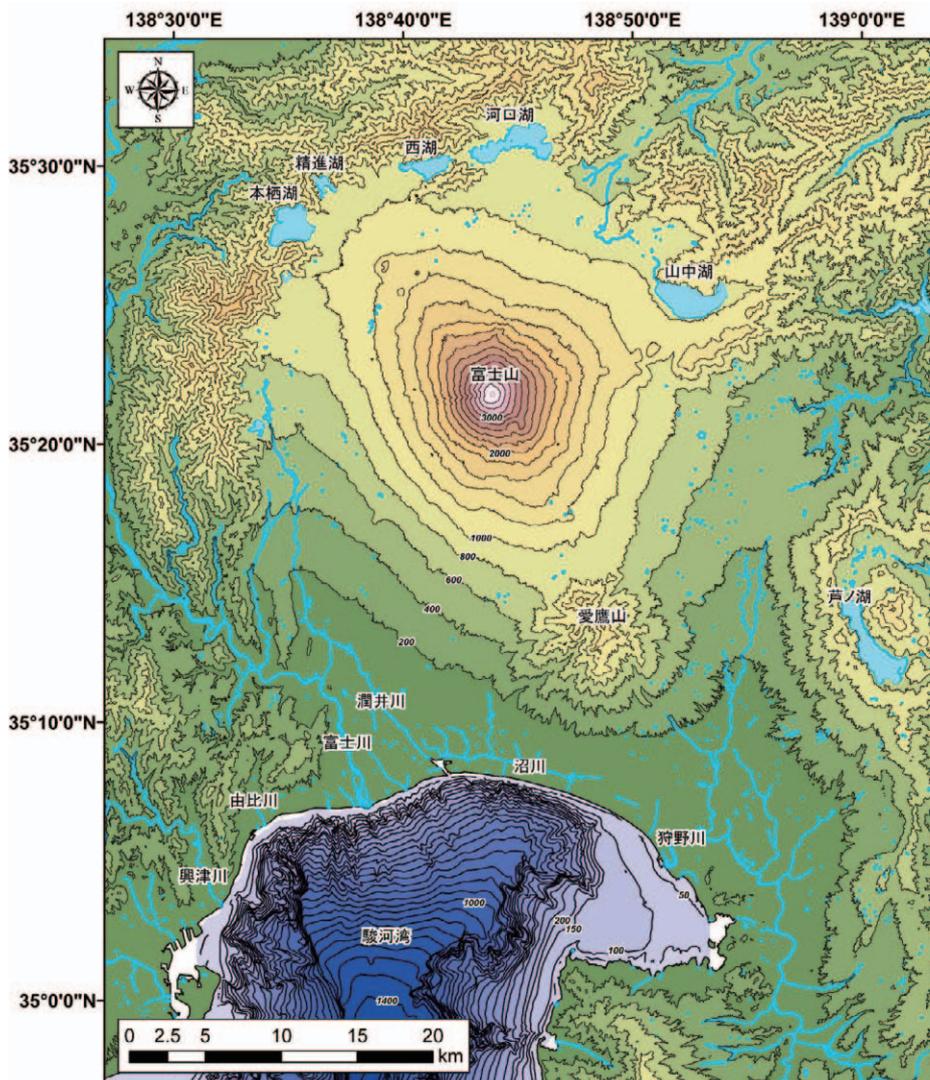
3. 駿河湾沿岸域

3.1 地域概要

第12図に研究地域の地形および主要水系を示す。

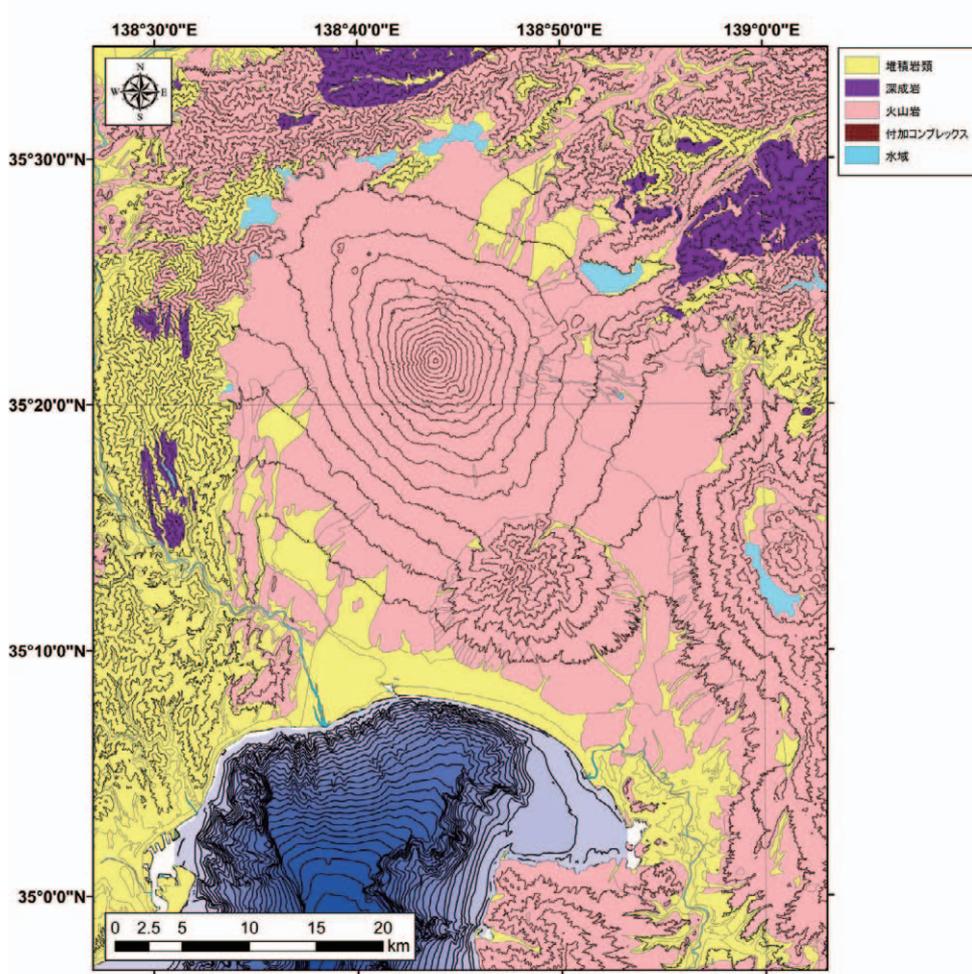
本研究の対象である駿河湾沿岸域は, 富士山(標高3,776m)の南麓地域と, 駿河湾(最大水深2,500m)の湾奥部とが接している。そのため, 富士山頂から駿河湾海底に向けて急勾配な地形を有する国内でも特徴的な沿岸域である。沿岸域には富士川, 沼川, 狩野川などの1級河川が分布し, それぞれが駿河湾へと流入する。駿河湾沿岸域を含む富士山周辺地域には忍野八海, 柿田川湧水群, 小浜池, 白糸の滝, 湧玉池など数多くの湧水地が存在している。

第13図に富士山周辺における表層地質図, 第14図に富士山周辺の地質の概念的断面図を示す。富士山周辺は時代の異なる富士火山噴出物に広く覆われている。富士山南麓の海岸平野では, 砂礫層や溶岩から構成される複数の帯水層が存在するとされる(村下, 1977; 村下, 1982)。中でも新富士火山噴出物は透水性が高く主要な帯水層とされ, 上



第12図 研究対象地域の地形図と主要水系(地形および水系データは国土地理院(2013), 海底地形データはテラ株式会社(2003)のデータを基にGISで作成)

Fig. 12 Topographic map and major drainage system in study area. (topographic data from GSI(2013) and submarine topography from Tera Corp(2003))

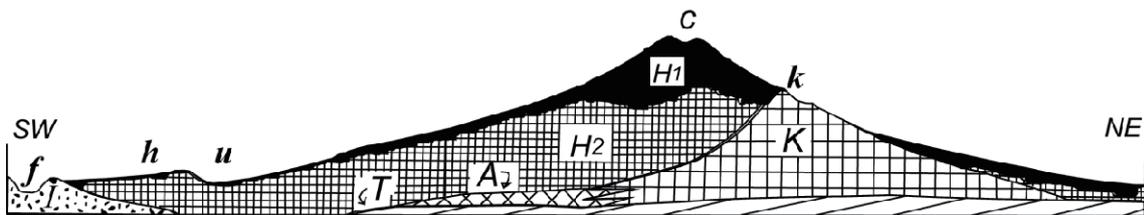


第 13 図 富士山周辺地域の表層地質図

(産業技術総合研究所 (2012) : 20 万分の 1 シームレス地質図より作成)

Fig. 13 Surface geological map around Mt. Fuji area

(data from Seamless Digital Geological Map of Japan(1:2000,000), AIST(2012),)



富士山の構造を示す概念的断面図

H₁ 狭義の富士火山, H₂ 古富士火山, K 小御嶽火山, A 愛鷹火山
北西麓, I 岩淵火山群噴出物及び別所礫層, T 基盤第三紀層, C 富士山頂, f 富士川, h 星山丘陵, k 小御嶽, u 潤井川

第 14 図 富士山における地質構造の概念図 (津屋, 1940 に加筆・修正)

Fig. 14 Conceptual model of geological configuration at Mt. Fuji(modified from Tsuya, 1940).

記の湧水地 (柿田川湧水, 湧玉池, 白糸の滝) は新富士旧期溶岩流の末端に位置することが分かっている。

3.2 地下水流動系および滞留時間

第 15 図に蔵田 (1967) の日本水理地質図を基に GIS 上で作成した地下水面図を示す。地下水面の形状は概ね地形に沿った形を示し、地下水は富士山西麓

では南西～南方向、東麓では南東～南方向へ流動し、駿河湾の方面に向かうと考えられる。落合 (1969) は富士山東麓地域の水収支計算を行い、約 12 万 m³/日の地下水が駿河湾へ流出すると推定した。一方、富士山北麓では富士五湖周辺へ向かう地下水流動が確認できる。西湖における湖底湧水の存在 (丸井ほか, 1995) を踏まえると、北麓の地下水は湖において一

部湧出していると思われる。

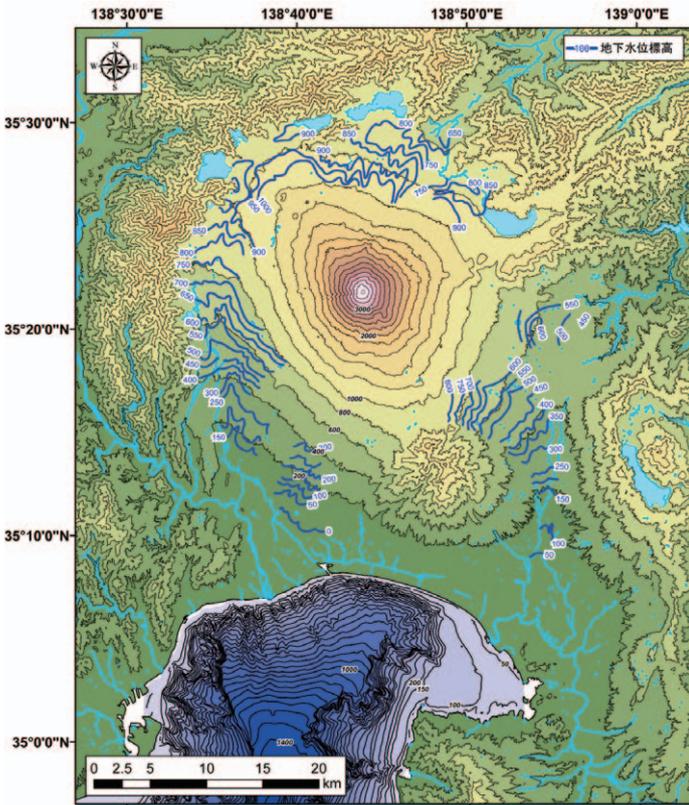
富士山周辺地域における地下水の滞留時間に関する研究は数多く報告されている（例えば吉岡ほか，1993；馬原ほか，1993；浅井・辻村，2010；Tosaki et al., 2011）。吉岡ほか（1993）は富士山南東部に位置する三島市およびその周辺地域を対象に，水質や同位体などの地化学分析の結果から，富士山系や愛鷹山系などの複数の異なる地下水系が存在し，調査地域の上流部には滞留時間30年前後の浅層地下水が存在していることを明らかにした。馬原ほか（1993）は三島溶岩流内の地下水を対象に地下水年代評価を行い約10年という結論を得ている。Tosaki et al.（2011）は，地下水中の $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ と1960年代のBomb pulseの痕跡から富士山周辺に存在する地下水の滞留時間を30年前後と推定した。浅井・辻村（2010）は，若い地下水の年代を評価するCFCsを本地域に適用したが，水試料中のCFCs濃度が高く，地域内の工場由来と思われるCFCsの付加により，地下水年代の推定が困難なことを報告した。

3.3 沿岸域における地下水の塩水化

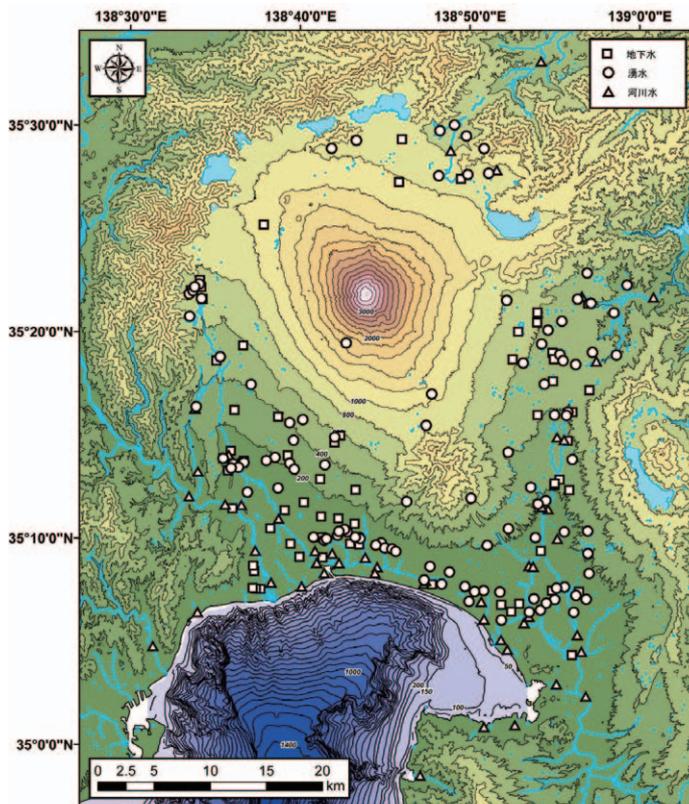
駿河湾沿岸域の中でも富士市や富士宮市にまたがる岳南地域においては，パルプ・製紙などの工業の発展に伴う地下水の利用と共に，地下水の塩水化が発生した。塩水化に関する調査は1950年代には既にはじまっており（蔵田ほか，1956），1960年には田子の浦港周辺の深井戸にて塩水化が確認されている（村下・岸，1967）。また，Ikeda（1989）は岳南地域での研究をとりまとめ，地下水の過剰揚水による地下水位低下とそれに伴う帯水層への塩水浸入について述べた。

3.4 現地調査および室内分析

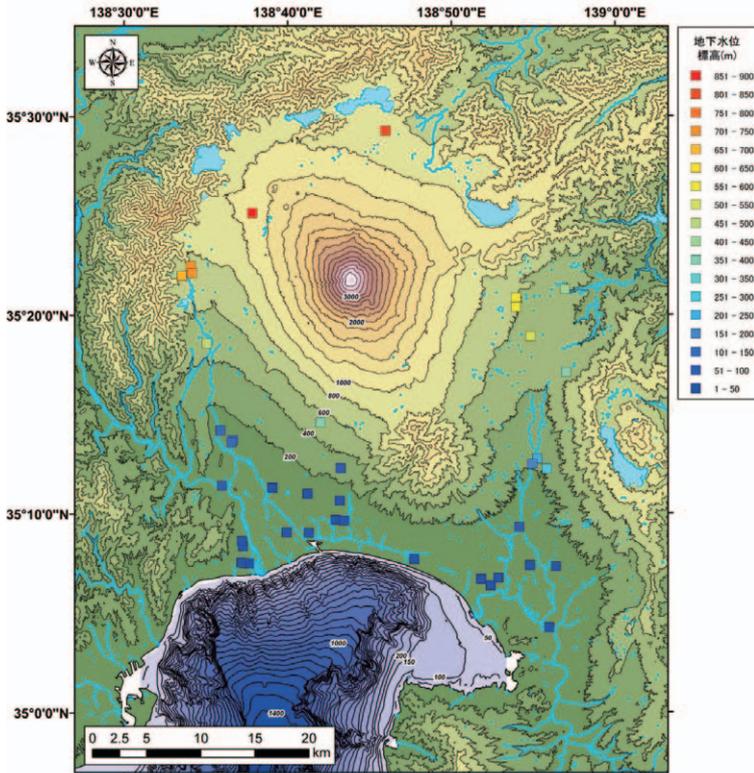
駿河湾沿岸域における現在の水質状況を把握するため，2013年11月～12月に採水調査を行った。第16図に採水調査地点の分布図を示す。本調査は富士山周辺地域の地下水流動を考慮し，駿河湾沿岸域を含む富士山周辺地域に分布する地下水（地下水位観測井，水道水源井）や湧水，河川水を対象とした。地下水位観測井では地下水位を測定した後，ベラーを井戸のスクリーン区間の中央深度に下ろして採水した。水道水源では既設の採水用蛇口から採水した。湧水は湧出口で採水する形を基本とし，一部では湧出口の近傍もしくは湧水が流下した場所で採水した。河川水は富士山周辺に分布する主要河川を対象とし，上流から下流



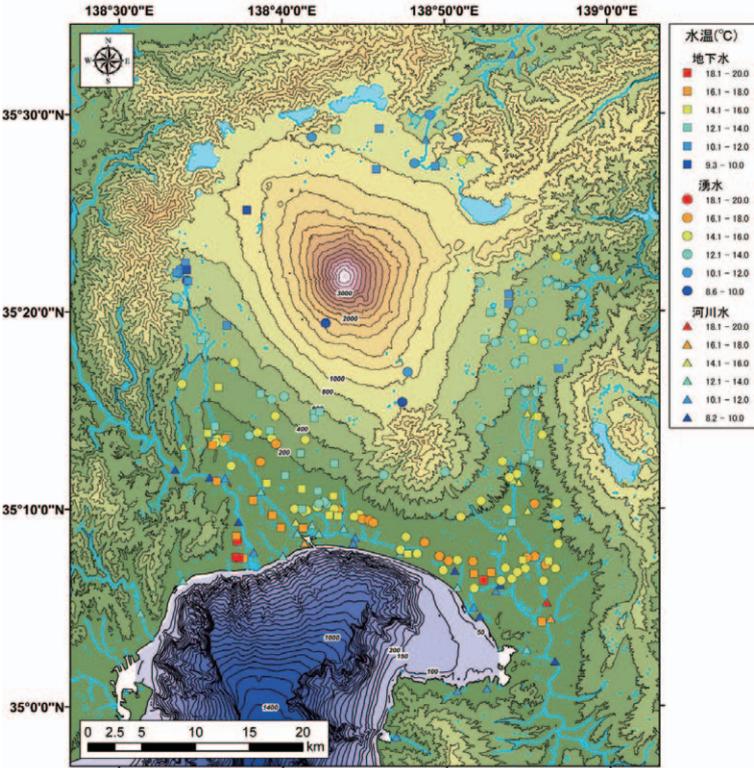
第15図 富士山および周辺地域における地下水面図
 (日本水理地質図「富士山域」(蔵田, 1967)を基にGISで作成)
 Fig. 15 Groundwater table around Mt. Fuji
 (data from Kurata, 1967 in Hydrogeological map “Mt. Fuji”)



第16図 富士山周辺地域の採水地点
 (地下水65地点, 湧水105地点, 河川水48地点)
 Fig. 16 Sampling points around Mt. Fuji
 (65 for groundwater, 105 for spring water and 48 for river water)



第 17 図 富士山周辺地域における水理水頭分布標高
(2013 年 11 月~12 月)
Fig. 17 Distribution map of groundwater head elevation during
November to December, 2013



第 18 図 地下水、湧水、河川水の水温の平面分布図
Fig. 18 Distribution map of water temperature in groundwater,
spring water and river water

に向けて複数地点で採水した。

現地では水温、電気伝導度、pH、ORP、DOを測定し、分析項目ごとにボトルに採水した。採水した水は、主要溶存イオン (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-)、酸素・水素安定同位体比、微量元素、 ^{222}Rn 濃度について分析を行った。主要溶存イオン7項目 (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) は、0.45 μm のフィルターを用いて濾過した後にイオンクロマトグラフィー (ICS5000, DIONEX 社製) により測定した。 HCO_3^- はアルカリ度からの単純換算とし、pH4.8 アルカリ度滴定法により測定した。酸素・水素安定同位体比は同位体比測定装置 (L2120-i, PICARRO 社製) により測定した。 ^{222}Rn 濃度は半導体検出器型ラドン濃度測定器および周辺機器 (RAD7・RAD H2O, DurrIDGE 社製) により測定した。現地における測定結果および分析結果を第2表、第3表、第4表に示す。なお現地調査結果の内、EC・pHについては測定機器ごとに得られた値がわずかに異なっていたことに留意する必要がある、今後の検討課題である。

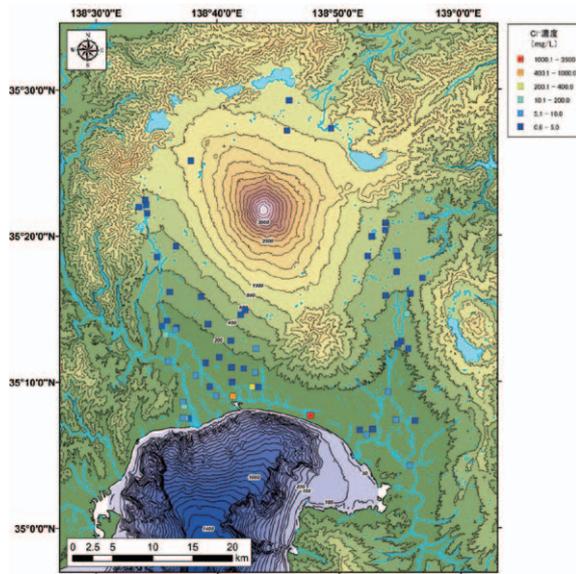
3.5 現地調査結果

3.5.1 水理水頭

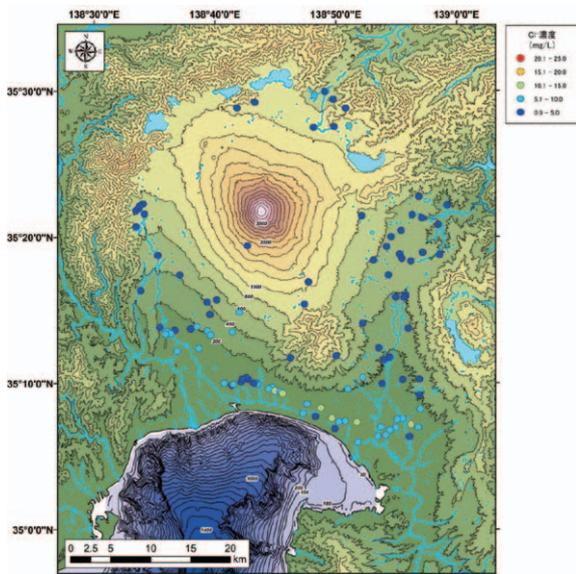
第 17 図に観測井において測定された水理水頭を示す。今年度の調査では観測井 40 地点 (井戸深度 7~250m) において水理水頭の測定を行ったが、井戸のスクリーン区間が幅広く設けられていることやマルチスクリーン構造の井戸があったため、測定された水頭には異なる帯水層の水位情報が混在していると考えられる。そのため、本地域における概略的な水理水頭分布を確認するための参考値とした。水頭測定の結果、水理水頭内陸部で高く、沿岸域で低い傾向が認められた。また、沿岸域における水理水頭はいずれの地点も海面標高 (0m) より高い状況が確認された。

3.5.2 水温

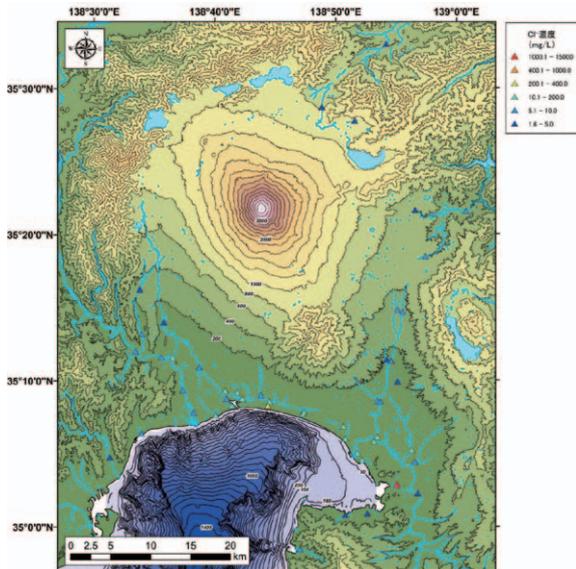
現地で測定した水温の分布図を第 18 図に示す。水温は、全体として高標高域で低く低標高域ほど高い傾向を示した。地下水と湧水は概ね同じ水温を示しているが、富士川や狩野川などの河川水は、相対的に低い水温を示していることから、気温の影響を受けていると考えられる。富士川の右岸側および狩野川の右岸側の地下水においては、水温 18℃以上となる地点が確認された。



第 19-1 図 地下水中の Cl⁻ 濃度の平面分布図
Fig. 19-1 Distribution map of chloride concentration in groundwater.



第 19-2 図 湧水中の Cl⁻ 濃度の平面分布図
Fig. 19-2 Distribution map of chloride concentration in groundwater.



第 19-3 図 河川水中の Cl⁻ 濃度の平面分布図
Fig. 19-3 Distribution map of chloride concentration in river water.

3.5.3 Cl⁻ 濃度

第 19-1 図, 第 19-2 図, 第 19-3 図に地下水, 湧水, 河川水中の Cl⁻ 濃度の平面分布図を示す。地下水中の Cl⁻ 濃度は大半が 10mg/L 以下であった。富士山南麓の 3 地点において水道水質の基準値である Cl⁻ 濃度 200mg/L (厚生労働省, 2013) を超えていることが確認された。これらの井戸の一部は, 過去に研究が行われた地下水塩水化地域 (村下・岸, 1967) であり, 過去に浸入した塩水の影響や現海水の影響などが要因と考えられる。湧水については, 全地点で 15mg/L 以下と低い値を示し, 地下水のような高い Cl⁻ 濃度の地点は確認されなかった。河川水は 2 地点において Cl⁻ 濃度が 1,000mg/L より高いことが確認された。これらの 2 地点に関しては, 採水場所が放水路であることなどの現場状況を踏まえると, 潮位の高い時期に放水路内に浸入して残存した海水が影響したものと考えられる。

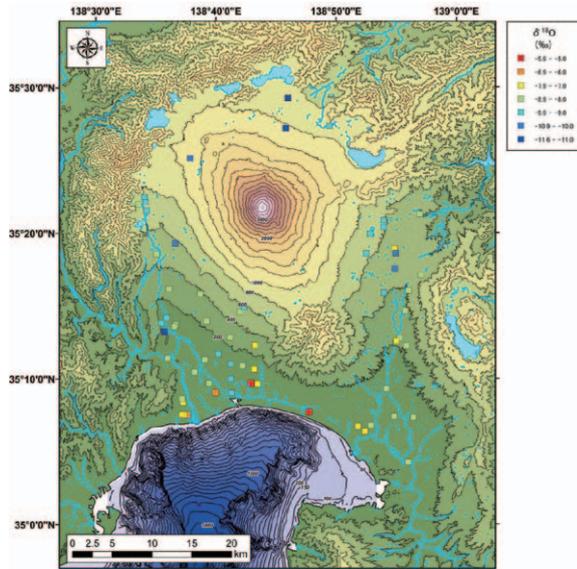
3.5.4 酸素・水素安定同位体比

第 20-1 図, 第 20-2 図, 第 20-3 図に地下水, 湧水, 河川水の酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) の平面分布, 同じく第 21-1 図, 第 21-2 図, 第 21-3 図に水素安定同位体比 (δD) の平面分布を示す。 $\delta^{18}\text{O}$ と δD は富士山北麓の地下水や湧水で軽い値を示し, 南麓の沿岸域で相対的に重い値を示している。沿岸域において $\delta^{18}\text{O}$: -5.6‰ を示す地下水が確認されたが, この地点は Cl⁻ 濃度 (第 19-1 図) が周囲に比べて高い地点に相当する。

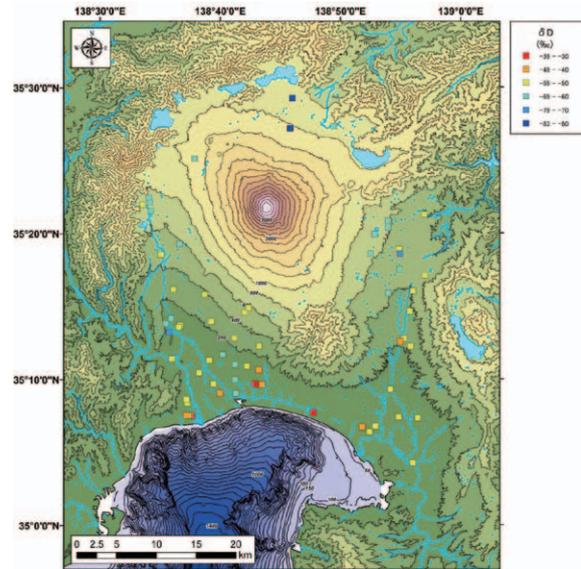
3.5.5 微量元素

第 22-1 図, 第 22-2 図, 第 22-3 図に地下水, 湧水, 河川水中のバナジウム (V) 濃度の平面分布図を示す。富士山周辺地域の分布する地下水や湧水に関しては V 濃度が高いことが報告されている (興水ほか, 1998)。また, 同地域に流れる河川水にもその影響が表れている (興水・京谷, 2002)。

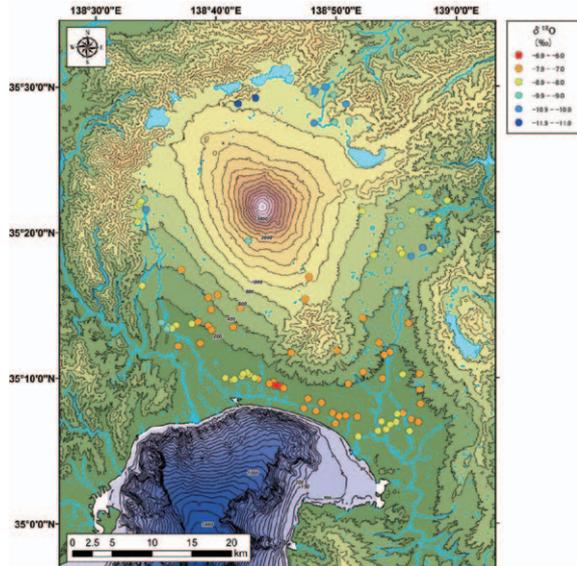
本調査の結果, 地下水中の V 濃度は, 富士山の北麓, 東麓, 南麓でそれぞれ 80 $\mu\text{g/L}$ 以上の地点が確認された。湧水は北麓において最も高く, 次いで東麓で高い傾向が認められた。河川水は全体的に低濃度であったが, 潤井川と富士川を繋ぐ放水路において高い値が認められた。



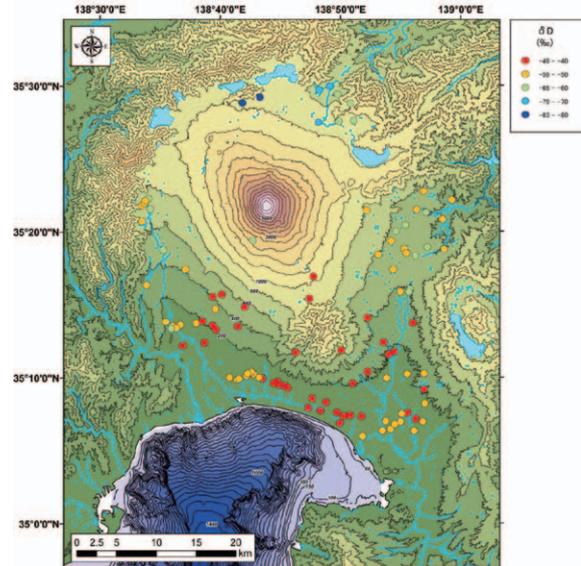
第 20-1 図 地下水の $\delta^{18}\text{O}$ の平面分布図
Fig. 20-1 Distribution map of oxygen stable isotope ratio in groundwater.



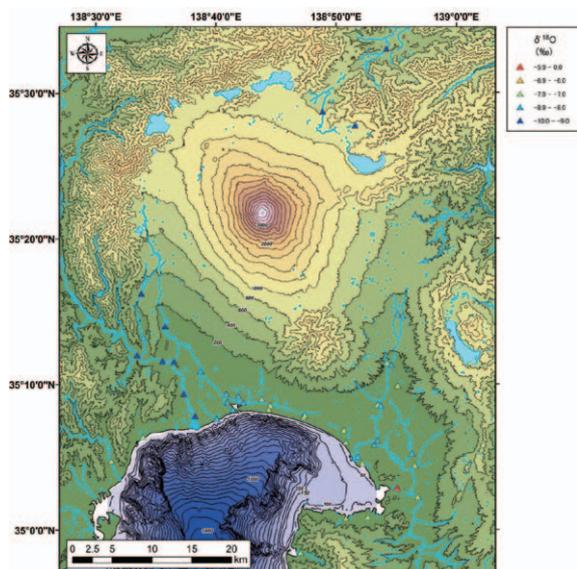
第 21-1 図 地下水の δD の平面分布図
Fig. 21-1 Distribution map of hydrogen stable isotope ratio in groundwater.



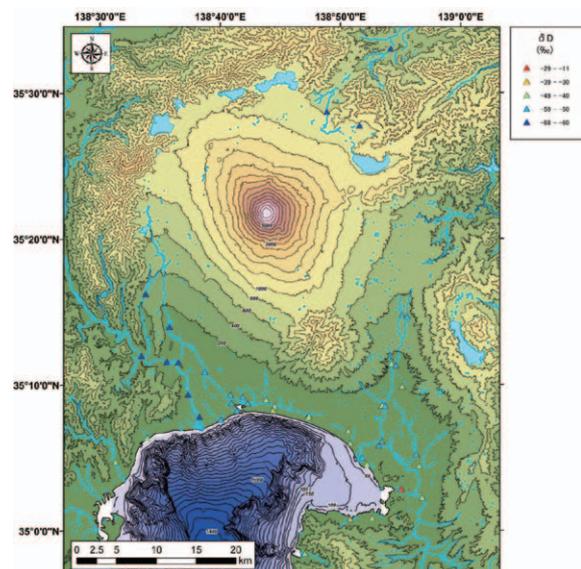
第 20-2 図 湧水の $\delta^{18}\text{O}$ の平面分布図
Fig. 20-2 Distribution map of oxygen stable isotope ratio in spring water.



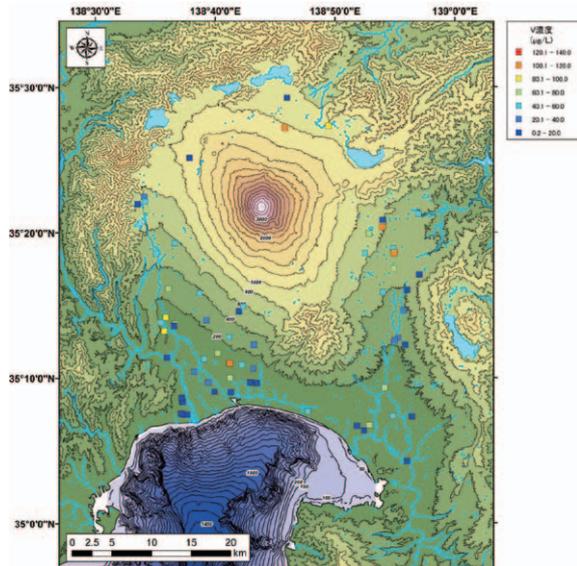
第 21-2 図 湧水の δD の平面分布図
Fig. 21-2 Distribution map of hydrogen stable isotope ratio in groundwater.



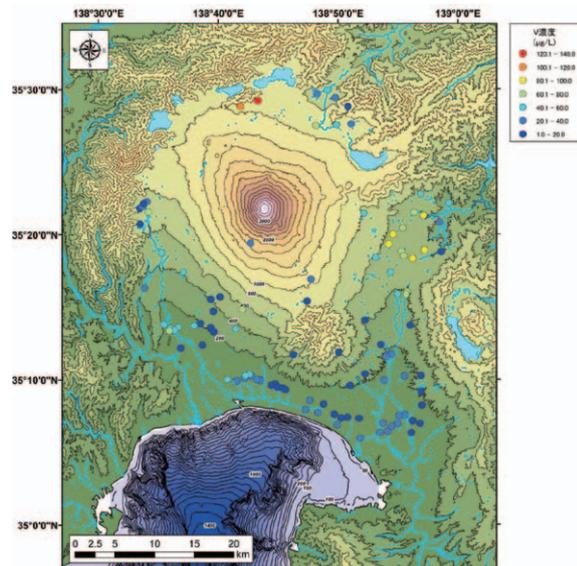
第 20-3 図 河川水の $\delta^{18}\text{O}$ の平面分布図
Fig. 20-3 Distribution map of oxygen stable isotope ratio in river water.



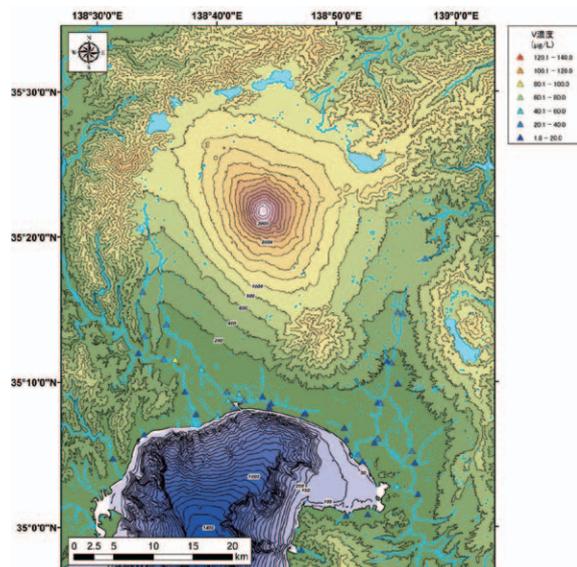
第 21-3 図 河川水の δD の平面分布図
Fig. 21-3 Distribution map of hydrogen stable isotope ratio in river water.



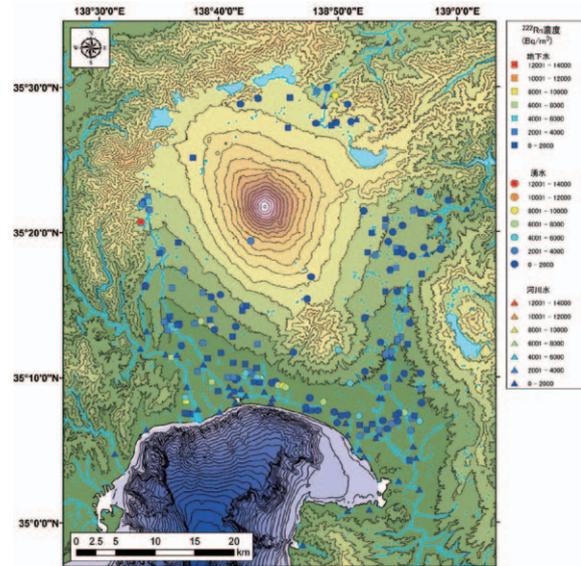
第 22-1 図 地下水中の V 濃度の平面分布図
Fig. 22-1 Distribution map of vanadium concentration in groundwater.



第 22-2 図 湧水中の V 濃度の平面分布図
Fig. 22-2 Distribution map of vanadium concentration in spring water.



第 22-3 図 河川水中の V 濃度の平面分布図
Fig. 22-3 Distribution map of vanadium concentration in river water.



第 23 図 ^{222}Rn 濃度の平面分布図
(採水地点 218 地点の内、湧水 81 地点および河川水 17 地点は、産総研 (2014) のデータより引用)
Fig. 23 Distribution map of radon concentration in sampled water.
(data of 81 for spring water and 17 for river water are from AIST(2014))

3.5.6 ^{222}Rn 濃度

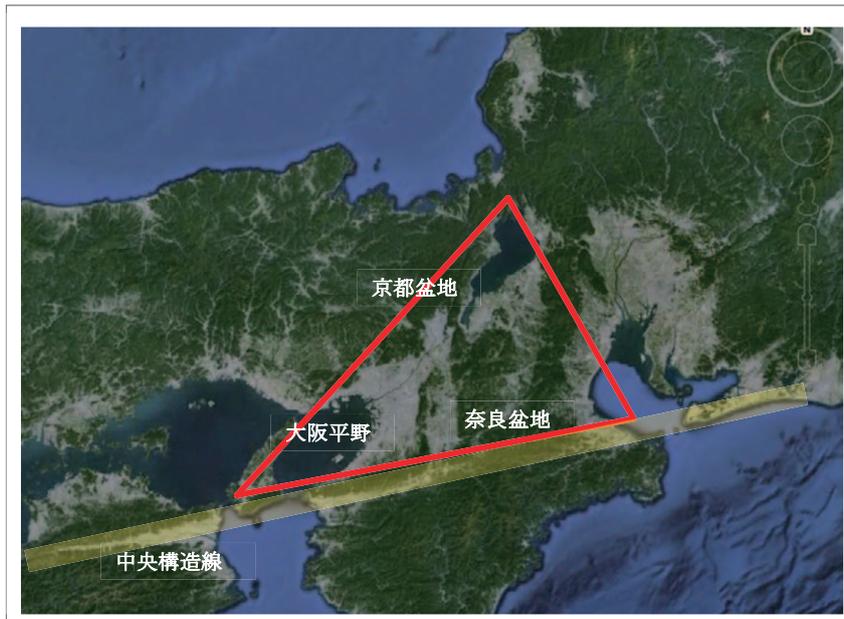
第 23 図に ^{222}Rn 濃度の平面分布図を示す。一部の湧水および河川水の ^{222}Rn 濃度については、産総研 (2014) より引用した。本地域における ^{222}Rn 濃度は内陸部の湧水で $12,321\text{Bq/m}^3$ の最大値を示し、平均 $1,965\text{Bq/m}^3$ であった。波多江・長谷川 (1999) は IM 泉効計を用いて静岡県内の地下水中の ^{222}Rn 濃度を測定しており、富士市内における地下水は $1.4 \sim 1.8\text{Bq/L}$ ($=1,400 \sim 1,800\text{Bq/m}^3$)、富士宮市における湧水は 4.4Bq/L ($4,400\text{Bq/m}^3$) と報告している。保健物理学会 (2004) によれば、IM 泉効計による測定方法は、液体シンチレーションカウンターや本研究で用いた機器による測定方法に比べ、高い ^{222}Rn 濃度を示すとされる。しかしながら、このことを踏まえても本調査で得られた ^{222}Rn 濃度は同程度の範囲に分布し、整合的な結果であることが分かった。

地域的にみると、富士川の右岸側に位置する地下水で $8,983\text{Bq/m}^3$ と高い ^{222}Rn 濃度を示した。この地点は水温も 19.6°C と周囲に比べて高い。現時点では富士川河口断層帯との直接的な関連は不明であるが、今後より詳細な調査が必要と考えられる。

4. 大阪平野

4.1 はじめに

大阪平野の面積はおおよそ 1900km^2 で、国土の約 0.5% を占める。関東平野、十勝平野、石狩平野に続



第 24 図 近畿三角帯：中央構造線の北側に位置する低地帯 (Google Earth に作図)
 Fig. 24 The Kinki Triangle: low land area located at northern part of the Median Line
 (map from Google Earth)

いてわが国第 4 位の大きさを誇るが、複合平野の見方によっては、越後平野や濃尾平野よりも小さいといわれることもある。ここにわが国の総人口の 6.5% にあたる約 800 万人が集中し、国内第 3 位の大都市を形成している。地下水をはじめとする、一人当たりの天然資源量は必ずしも多いとは言えず、経済活動を支えるにはその有効な利用と保全が求められる。

東京を始めとする世界の大都市は、その成長期に地下水を資源として利用してきた (正井, 1987)。その後ソウル市 (清溪川復元事業, 2005) などのように、水環境を保護することで生活に潤いをもたらすような活動が行われ、地下水は水環境を評価する因子としての役割を果たすようになってきた (高村・丸井, 2014)。そして現在、吉岡 (2014) にあるように地下水をエネルギー源として活用する動きが始まった。実際には、地中熱利用のほか、被圧帯水層の圧力を利用した水頭差発電などが挙げられる。このように多くの人々を抱え、その環境を守りながら経済活動を支援する上で、地下水の水位や水質などをはじめとした水文環境情報は大変重要なものと考えられる。

4.2 大阪平野の地形

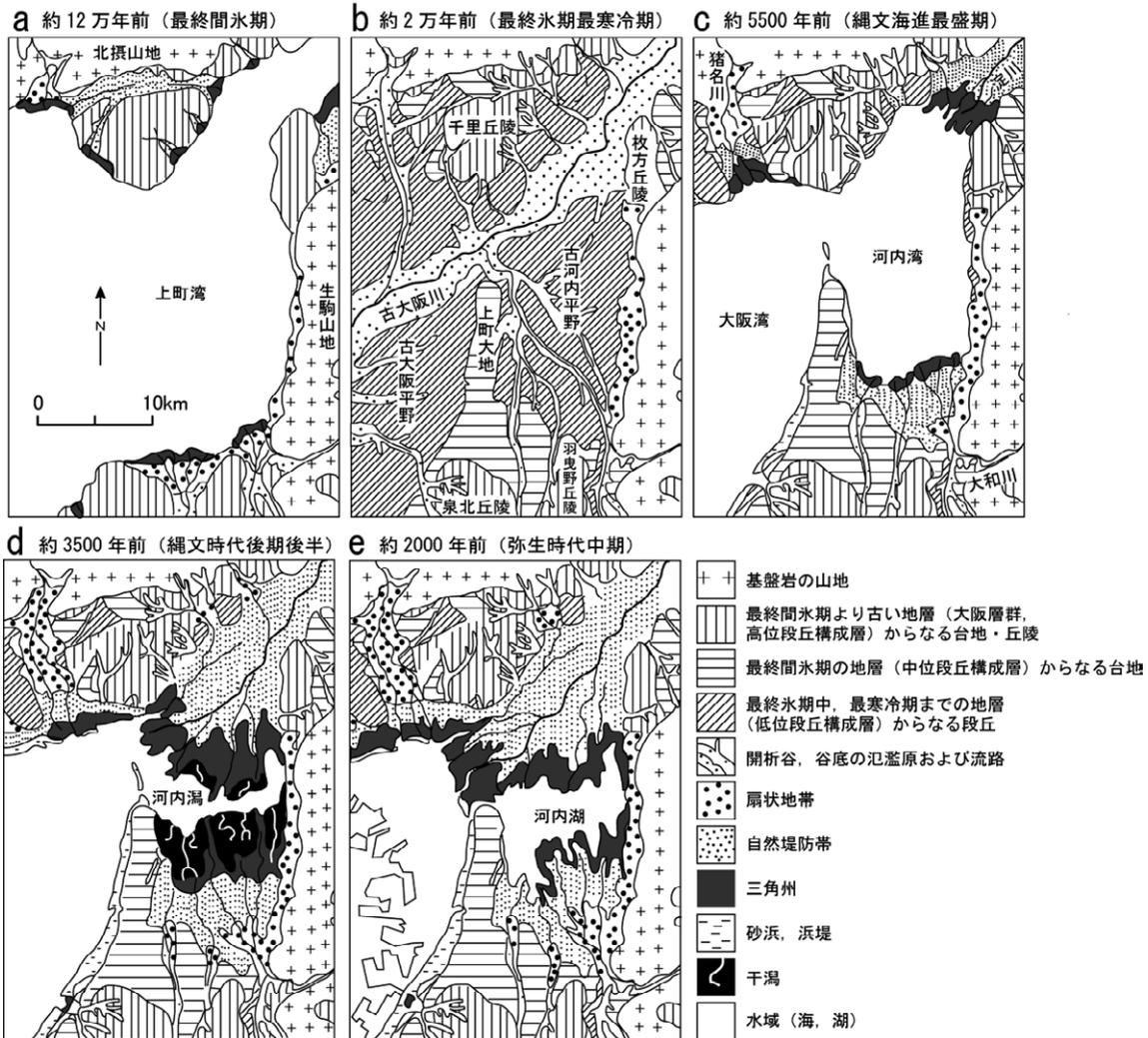
大阪平野の地形・地質を語るとき、近畿三角帯 (第 24 図) の存在を避けて通ることはできない。中央構造線の北側に位置するこの低地帯には鮮新世から更新

統の地質が堆積しており、山地と低地の境界は高角度の断層で仕切られているのが一般である。この地域は東西の圧縮による基軸褶曲にともなう断層地塊とみなされている。大阪平野の大阪層群は、最深で海面下 1,000m に達するが、西の六甲山地には海拔 900m の台地面がある、また琵琶湖地域には 800m 以上の古琵琶湖層が堆積していて、東西で約 2,000m におよぶ高度差があり、第四紀における地殻変動の大きさが伺える (日本の地質「近畿地方」編集委員会, 1987)。本来、大阪平野を議論するとき、地形学的・地質学的には京都盆地や奈良盆地と共に

理解する必要がある。

大阪平野の南は和泉山脈、また南東は金剛山地、東は生駒山地によって区切られている。金剛山地・生駒山地を地塁、和泉山脈を傾動地塊として、これらの山地は断層で形成されている。和泉山脈隆起の開始は堆積相の変化から鮮新世末期と推定される (大田ほか, 2004)。これら山地と海岸との間には、未固結の大阪層群によって形成される丘陵地・段丘・沖積低地が存在する。大和川以南では、平野およびその周辺の段丘面は氷河性の海水準変動によって形成されたと考えられ、高位・中位・低位の 3 面に区分されている。このうち中位面の段丘堆積層は、上野台地に模式的に分布し天王子付近を模式地とする上野層に相当し、上野層に挟まれる粘土層は最終間氷期に堆積した Ma12 とされている (古谷, 1978)。

最終間氷期 (12 万年前) に現在の陸海域は同時に堆積している (第 25 図)。この時期、上町海と呼ばれる海域が現在の大阪湾と大阪平野の全域に広がっており、上町海は生駒山地に接していた。その後、約 2 万年前には、現大阪湾は陸化し海岸線が紀伊水道まで後退する古大阪平野と呼ばれる時代を迎える、この時、古大阪川は遠く瀬戸内まで流下しており、上町台地が形成されていた。さらに縄文海進を迎えた 6500 年前には、上町台地と現大阪平野の南部を残し、再び海水が浸入してくる。この時の海水準は現在よりも 2m 高かったと推定されており、内湾は河内湾と呼ばれ、河



第 25 図 大阪平野の変遷（太田ほか（2004）に加筆）
 Fig. 25 Topographical and geological transition of Osaka Plain.(modified from Ohta et al.(2002))

内湾は生駒山地にまで達していた。約 3500 年前には河内湾は姿を消し、小規模な河内潟と呼ばれる干潟が形成された。その後 2000 年前には河内湖と呼ばれる汽水湖が形成されていた。河内湖の時代には淀川とは完全に水の連続性が途絶えた。

その後 1700 年前までの穏やかな水位上昇によって河内湾は徐々に面積を増したが、時代と共に治水や耕作が進み次第に陸化した。1704 年には上野台地南部が東西に掘削されて、大和川が直接大阪湾に流れ込むようになり、ほぼ現在の河内低地となった。江戸時代からの埋め立てにより海岸部は少し西に移ったが、明治以降に大きな変化は見られない。

4.3 大阪平野の地質

近畿地方の主な盆地や低地帯には新第三紀の鮮新（約 500 万年前から 258 万年前まで）から第四紀である更新統（258 万年前から 1 万年前まで）が分布

する。大阪層群や古琵琶湖層群はその典型であり、近畿三角帯から瀬戸内の広い範囲で見られる。大阪層群は、大阪平野（大阪盆地）・淡路島・京都盆地・奈良盆地・播磨盆地に見られ、おもに未固結の粘土・シルト・砂・礫からなる。この層群の下半分は陸水成の砂礫・シルトからなり、上半分は 12 層の海成粘土層とそこに狭在する陸成の砂礫・シルト層の互層となっている。全体の層厚は 300～400m であり、低地部では 1,000m に達すると報告されている。大阪平野の大阪層群は、南部地域において、上位より泉北累層、国分累層、泉南累層の順で堆積している。一方北部では、茨木累層、千里山累層の順で堆積している。また、新関西国際空港の建設に先行して行われた海域の地質調査では、大阪湾の海底下には層厚 400m の大阪層群が確認されている（中世古, 1984）。

上町断層は、平野北部の豊中市から大阪市内の上町台地の西の端を通り、大阪府南部の岸和田市にまで続

く南北約 40km の断層（帯）である。断層の東側が西側に乗り上げることで、千里丘陵や上町台地を形成したとされている。一つの断層ではなく、豊中市から吹田市までは佛念寺山断層と呼ばれ、その南の大阪市内の上町断層の本体を経て、さらに南の長居断層、大阪市を南にぬけて、和泉市や岸和田市にかけての坂本断層、久米田池断層へと続く。このほかの雁行した断層や褶曲も含めて上町断層帯とも呼ぶ。最新活動時期は、約 28,000 年前～約 9,000 年前と考えられる。平均活動間隔が 8,000 年程度と推測されることから、現在では大きな被害が予想されている（地震調査推進本部, 2012）。

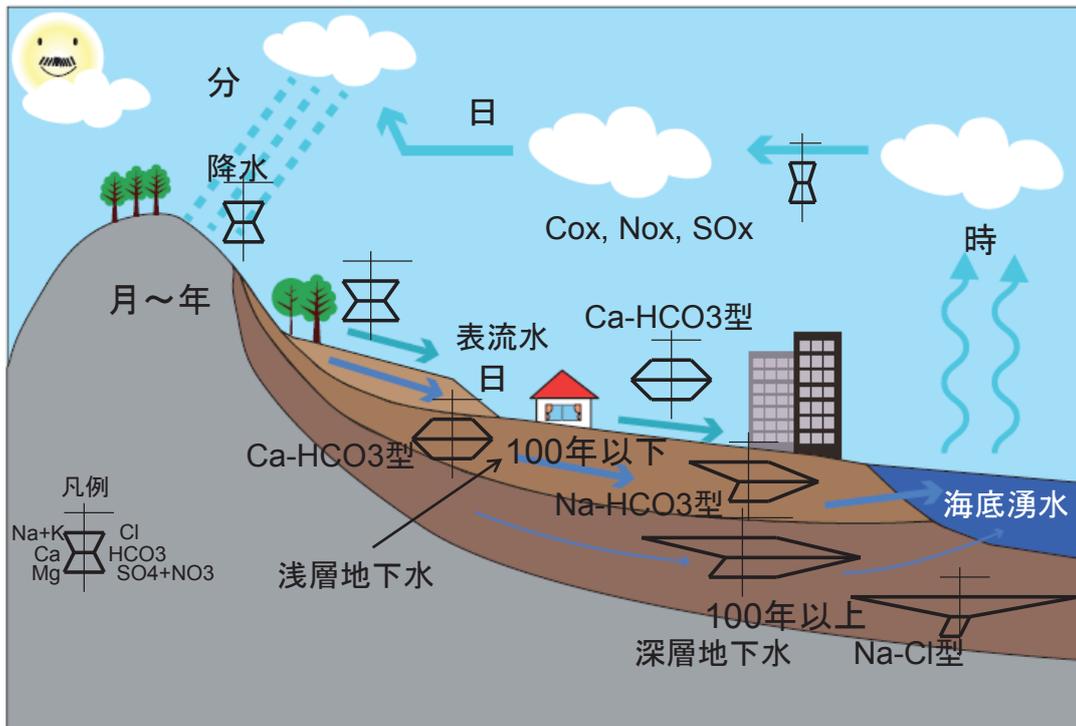
4.4 大阪平野の水文環境

大阪平野を横切る代表的な河川として、淀川と大和川が挙げられる。淀川は琵琶湖に端を発する 1 級河川で、75.1km の流路長と 8.528km² の流域面積を持つ。一方、大和川は生駒山脈より流下する 1 級河川で、68.0km の流路長と 1,070km² の流域面積を有する。江戸時代まで、大和川は石川と合流し上町台地の北側で淀川と合流していた。そのため、洪水が頻発していたが、1704 年に上町台地を横切る水路が完成し、直接大阪湾へ流下するようになった。とりわけ大都市の水源となってきた淀川は、常に問題を抱えている。江

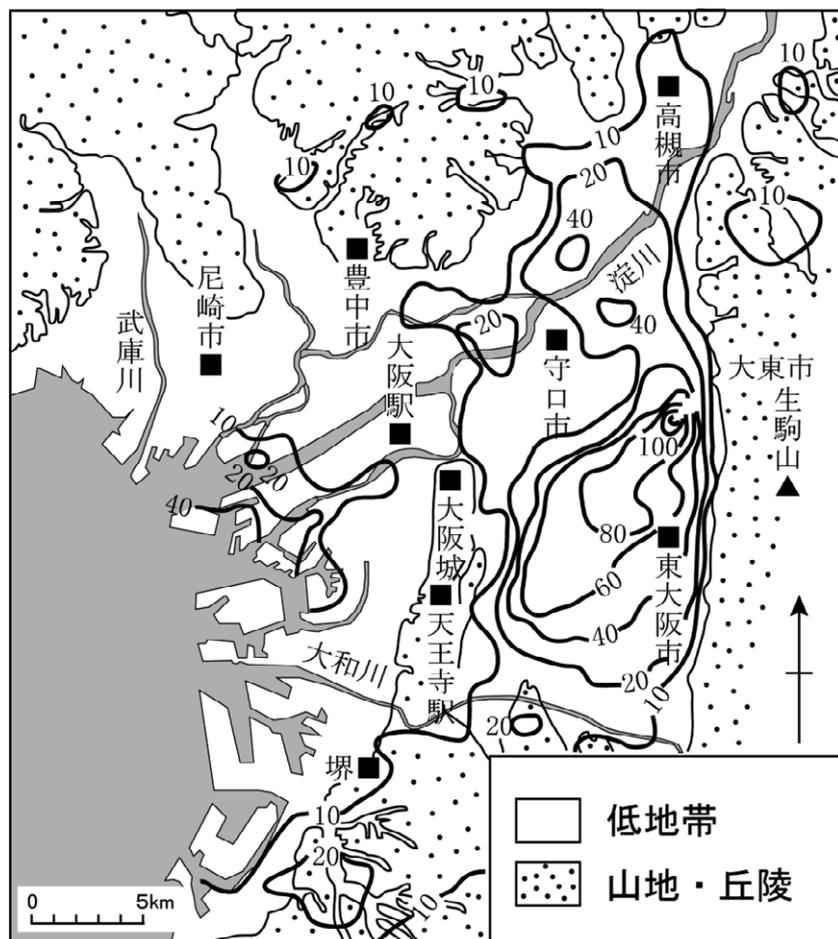
戸時代末期（1800 年代中頃）から明治時代にかけては、水系伝染病であるコレラが流行した。その後高度経済成長期といわれた 1960 年代にかけては、水俣病やイタイイタイ病が横行し、この時代の淀川・大和川の水質は劣悪であったことが益田（2011）によって示されている。河川水質は 1970 年代より次第に回復に向かっているが、生活排水の影響を受けて塩分濃度がいまだに高いことや、近年では重金属汚染（ヒ素・カドミウム・鉛・クロム・リンなど）が問題視されていることも報告されている。

大阪平野を構成する地質のうち、鮮新統にはほとんど帯水層が認められていない。中新統においても 100m³/日程度の揚水実績しかなく（笠間・鶴巻, 1970）、主要な帯水層は第四紀層に限られる。地下水障害の典型として、塩水化と地盤沈下が上げられるが、塩水化の典型地として、村下（1982）は大阪・和歌山・尼崎・西宮・神戸・明石などを列挙している。これとは別に大阪平野内陸においても高塩分濃度地下水の存在が指摘されている。東大阪地区においては、2,500mg/l（鶴巻, 1967）や京都盆地・奈良盆地でも 100～250 mg/l（小西ほか, 1960）であり、関東平野（林, 2003 および Marui and Seki, 2003）と類似した結果を得ている。

大阪平野の地下水の涵養域とされる周辺の山麓部に



第 26 図 水の循環の概念図（滞留時間と水質、地質の関連）
 Fig. 26 Conceptual diagram of water cycle
 (relationships between residence time, water quality and geology)



第 27 図 大阪平野の累積地盤沈下量 (1964-1999 年) (環境省 (2002) に加筆)
 Fig. 27 Distribution map of the cumulative sedimentation quantity in Osaka Plain during 1964 to 1999.(modified from Ministry of the Environment(2002))

は微高地が広がっており、農地であることが多い。これらの地域では 10m 以浅の井戸で浅層地下水を利用していることが多く、近年ではその水質にゴルフ場や農業の影響が見られる (益田, 2011)。この地域の地下水は涵養されてからの時間が小さいこともあり、 $\text{Ca} - \text{HCO}_3$ (カルシウム-炭酸水素) 型である (第 26 図; 丸井, 2014)。大和川の水質には富栄養化が見られたが、平野中央部の浅層地下水は (流動距離が大きくなるにつれて) $\text{Na} - \text{HCO}_3$ (ナトリウム-重炭酸) 型になる。水質は地域に依存するところが大きく、近隣の土地利用にその水質は影響されると言える。また、深度 200 ~ 300m の地下水は飲用であったり工業用に使われていることが多いが、これらの酸素・水素同位体組成を調査した益田 (2011) によれば、その涵養域は山地よりも山麓部であることがわかっている。

近代に入り低地部では地下水のくみ上げを原因とする地盤沈下が見られた (第 27 図)。環境省 (2002)

によれば、西大阪地域では 1885 (明治 18) 年から水準測量が行われており、昭和初頭までの間の沈下速度は 0.8cm/年程度であったが、1928 年ごろから産業の発達に伴って沈下速度は増加し、1943 年ごろまでには 5 ~ 8cm/年と増加し、所によっては 20cm/年を記録していたことがわかっている。その後、1943 ~ 1949 年の間は戦争に伴って一時的に沈下が収まったが、1950 年以降沈下は再燃し、1961 年には北区茶屋町で 25cm/年を記録した。このため、大阪市は 1954 年から工業用水道の給水を始め、1959 年には揚水規制を開始した結果、1962 年ごろには地下水位は上昇に転じていたことが記録されている。2000 年の段階で 70km² を超える地域が“0 (ゼロ)メートル地帯”として確認されている。このような地域では台風時に高潮の被害が多く、防波堤のかさ上げや排水設備の充実が繰

り返された。東大阪 (河内平野) 地域では、少し遅れて 1967 年に沈下速度は最大となり、同年東大阪市で 20cm/年の沈下を記録した。ただ、その後の沈下は鈍化し、1979 年以降は 1cm/年程度である。最近では地下水位が上昇しているものの、新たな問題として、地震時の液状化の危険や建設工事の困難さ、建物の浮上や漏水対策などが挙げられている。

5. 結論

平成 25 年度は、石狩平野および駿河湾沿岸域を対象に、地下水情報の収集を行った。以下に本研究の結論を述べる。

<石狩平野>

石狩平野の M 層、L 層の水理水頭分布図を描き、扇状地や丘陵地から概して石狩湾に向かう地下水流動を明らかにした。 HCO_3^- や SO_4^{2-} 濃度の分布も、水理水頭から得られる流動方向を支持している。Cl⁻ 濃度

については、10mg/L 以下の地域が大部分だが、手稲から発寒にかけて高 Cl 濃度領域の帯状分布が存在する。水理水頭分布から判断すると、手稲近傍に現れる高 Cl 地下水は過剰揚水による塩水侵入による可能性が高いが、発寒周辺の高 Cl 領域を塩水侵入で説明しようとする、透水性の高い地層で埋められた埋没谷のようなものの存在が必要になる。

<駿河湾沿岸域>

駿河湾沿岸域では、既往文献調査から富士山を含めた概略的な地下水流動系について取りまとめを行った。また、富士山周辺地域において採水調査を実施し、地化学分析を行った。その結果、沿岸域において Cl 濃度の高い地下水が確認され、既往研究で報告された塩水化地域と重なる結果となった。また、富士山周辺において濃度が高いとされる水中の V 濃度を調査した結果、富士山の北麓、東麓、南麓において高い傾向が認められた。富士川右岸側の地下水では、周囲に比べて高い水温・高い ^{222}Rn 濃度が確認され、断層との関係性が示唆される。次年度はより深部の地下水も含めて調査を実施することで、現況の水質状況を明らかにすると共に、過去の水質変遷を含めて沿岸域の地下水環境を評価する計画である。

<大阪平野>

来年度以降の本格的な調査に備え、基本的な文献調査をおこなった。

文献

浅井和由・辻村真貴 (2010) トレーサーを用いた若い地下水の年代推定法—火山地域の湧水への CFCs 年代推定法の適用—, 日本水文学会誌, 39 (3), 67-78.

深見浩司・高清水康博 (2008) 石狩湾岸地域の地下水モニタリング, 平成 20 年北海道立地質研究所調査研究成果報告会報告資料集, 29-32.

古谷正和 (1978) 大阪平野西部の上部更新統, 地質学雑誌, 14, 341-358.

波多江一郎・長谷川罔彦 (1999) 静岡県における地下水のラドン濃度. 長田文化堂, 62, 118p.

林 武司 (2003) 関東平野中央部に見られる低酸素水素同位体比・高 Cl 濃度地下水帯の三次元的分

布と成因, 日本水文学会誌, 33(2), 53-70.

広田知保・和田信彦二・小原常弘・村山泰司・深見浩司・丸谷薫 (1996) 北海道の地下水 資源石狩低地主部. 地下資源調査所調査研究報告第 27 号, 北海道立地下資源調査所, 91p.

保健物理学会 (2004) 水中ラドンに関する専門研究会活動報告書, 113p.

Ikeda K. (1989) Chemical evolution of groundwater quality in the southern foot of Mount Fuji, Bulletin of the Geological Survey Japan, 40, 331-404.

笠間太郎・鶴巻道二 (1970) 六甲山周辺の断層破砕帯と地下水, 神戸市水道局, 19p.

河田 英 (1958) 手稲町字手稲の地下水. 地下資源調査所報告, 19, 23-26.

建設省河川局 (1985-2003) 地下水位年表

小西泰次郎・村下敏夫・武居由之・後藤隼人 (1960) 京都市工業用地下水調査報告, 地質調査所月報, 11, 101-116.

輿水達司・酒井陽一・戸村健児・大下一政 (1998) 地球環境変化の健康への影響—地球科学より—, 地球環境, 2 (2), 215-220.

輿水達司・京谷智裕 (2002) バナジウム濃度を指標とした富士川及び相模川水系河川水中多元素の地球化学的挙動. 陸水学雑誌, 63, 113-124.

小原常弘 (1992) 地質系統と水理定数・水質 - 北海道の畑作振興地下水調査から. 地下資源調査所調査研究報告, 24, 99p.

蔵田延男・森 和雄・尾崎次男 (1956) 静岡県岳南地域工業用水源地域調査報告東海地域調査第 8 報, 地質調査所月報, 17 (6), 237-260.

蔵田延男 (1967) 日本水理地質図「富士山域」, 地質調査所.

馬原保典・五十嵐敏文・田中靖治 (1993) 三島溶岩流内の年代について, 地下水学会誌, 35, 201-215.

高村弘樹・丸井敦尚 (2014) 東京の水環境, 地学雑誌, 122, 182-188.

Marui. A and Seki. H (2003) Deep Groundwater in the Kanto Plain, J. Japanese Assoc. Hydrological Sciences, 33(3), 149-160.

丸井敦尚・安原正也・河野 忠・佐藤芳徳・垣内正久・桧山哲哉・鈴木裕一・北川光雄 (1995) 富士山北麓西湖の水質と湖底湧水. ハイドロロジー,

- 25(1), 1-12.
- 松波武雄・川森博史・藤本和徳・高橋徹哉 (2007) 札幌市街北部の地下流体について. 北海道立地質研究所報告, 78, 157-161.
- 松下勝秀・小原常弘 (1985) 北海道主要地下水区各説, 北海道の地質と資源IV 北海道の水資源 - 地下水を中心として -. 北海道立地下資源調査所, 16-88.
- 益田晴恵 (2011) 都市の水資源と地下水の未来, 京都大学学術出版会, 249p.
- 村下敏夫・岸 和男 (1967) 地下水の塩水化についての研究 - 第 1 報 熔岩帯水層の水理地質学的性質 -. 地質調査所月報, 18 (6), 379-392.
- 村下敏夫 (1977) 静岡県富士市における地下水の塩水化. 工業用水, 225, 30-42.
- 村下敏夫 (1982) 本邦における地下水の塩水化. 地質調査所月報, 33 (10), 479-530.
- 中世古幸次郎 (1984) : 関西国際空港地盤地質調査, 防災科学研究所報告, 285p.
- 日本の地質「近畿地方」編集委員会 (1987) 日本の地質 6 近畿地方, 共立出版, 297p.
- 落合敏郎 (1969) 三島溶岩流中の岩罅地下水に関する研究 - 溶岩流断面における地下水の流速分布と間ゲキ率ならびに地下水流動量の算定 -. 日本地下水学会会誌, 16-17, 7-16.
- 太田陽子・成瀬敏郎・田中眞吾・岡田篤正 (2004) 日本の地形 6 近畿・四国・中国, 東京大学出版会, 583p.
- 齋藤昌之・土居繁雄・西村雅吉・中澤次郎・矢崎晴貫・常世俊晴 (1951) 北海道天然瓦斯調査報告. 北海道地下資源調査報告, 59p.
- 産業技術総合研究所 (2014) 平成 25 年度「海域地質環境調査確証技術開発」成果報告書, 402p.
- 柴崎達雄 (2004) 農を守って水を守る新しい地下水の社会学. 築地書館, 145p.
- 柴田智郎・秋田藤夫 (2004) 札幌市とその周辺地域における温泉資源の現状. 北海道立地質研究所報告, 75, 27-31.
- 正井泰夫 (1987) 「城下町東京」原書房, 東京, 217p.
- 丸井敦尚 (2014) : 首都圏の深層地下水, 地学雑誌, 123, 2 172-181.
- 田中雅基・吉田晃啓・西村弘之 (2008) 豊平川の底水管理に向けた伏没現象解明への取り組み - 扇状地における地表水と地下水の交流について -, 国土交通省北海道開発局第 52 回 (平成 20 年度) 北海道開発技術研究発表会, 技 -04.
- テラ株式会社 (2003) 駿河湾北部海底地形 SHAPE データ.
- Tosaki Y, Tase N, Sasa K, Takahashi T, and Nagashima Y. (2011) Estimation of groundwater residence time using the ^{36}Cl bomb pulse. *Groundwater*, 49 (6), 891-902.
- 鶴巻道二 (1967) : 東大阪地域の地下水の水質 (その 2) 塩素イオンの分布, 日本地下水学会誌, 27, 1-16.
- 津屋弘達 (1940) 富士火山の地質学的並びに岩石学的研究, 地学雑誌, 52, 347-361.
- 内田洋平・町田功・井川怜欧・吉岡真弓・越谷賢・丸井敦尚・丸谷薫・徳永貴大・利部慎・嶋田 純 (2012) 堆積平野の水理地質環境. 平成 23 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 121-134.
- 若浜 洋 (1990) 研究庁舎における地熱水生産試験結果の定量解析 (第 1 報). 地下資源調査所報告, 62, 85-99.
- 山口久之助 (1965) 札幌の地下水. 地下水技術, 7, 10-18.
- 山口久之助・小山内 熙・佐藤 巖・二間瀬 洌・小原常弘・早川福利・横山英二 (1965) 札幌周辺の地盤と地下水. 北海道立地下資源調査所, 北海道水理地質図別冊, 8, 72p.
- 山口久之助 (1970) 石狩湾岸低地の地下構造と地下水. 地下資源調査所報告, 41, 1-33.
- 山口久之助・小原常弘・佐藤巖 (1973) 石狩湾新港地域地下水調査報告 [1] 深層地下水の水質について. 北海道立地下資源調査所, 22p.
- 吉田邦一・吉見雅行・鈴木晴彦・森野道夫・滝沢文教・関口春子・堀川晴央 (2007) 長周期地震動計算のための石狩平野および勇払平野の 3 次元堆積盆地構造モデル. 活断層・古地震研究報告, 7, 1-29.
- 吉岡真弓 (2014) 東京における水の熱エネルギー利用, 地学雑誌, 123, 2014 年 8 月出版予定
- 吉岡龍馬・北岡豪一・小泉尚嗣 (1993) 同位体組成から推定される地下水の流動系について - 三島市及びその周辺地域を例にして -, 地下水学会誌,

35, 271-285.

ホームページ

清溪川復元事業 (2005)

http://www.nikkenren.com/archives/doboku/archive/kaiyokyo/report/korea/korea_report_5-.pdf#search='%E3%82%BD%E3%82%A6%E3%83%AB+%E5%B7%9D+%E5%BE%A9%E6%B4%BB+%E7%92%B0%E5%A2%83'

2014 年 3 月 29 日閲覧

地震調査推進本部 (2012)

http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/katsudan-so/f080_uemachi.htm

2014 年 3 月 30 日閲覧

環境省 (2002) : 全国地盤環境調査ディレクトリ

国土地理院 (2013) 基盤地図情報サイト, 2013 年 4 月 5 日閲覧.

<http://www.gsi.go.jp/kiban/>

国土交通省 (2014) 水文水質データベース, 2014 年 3 月 14 日閲覧.

<http://www1.river.go.jp/>

厚生労働省 (2013) 水道水質基準 (塩素イオン), 2013 年 10 月 27 日閲覧

<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/konkyo0303.html>

産業技術総合研究所地質調査総合センター (編) (2012) 20 万分の 1 日本シームレス地質 図データベース (2012 年 7 月 3 日版), 産業技術総合研究所研究情報公開データベース DB084. 2013 年 8 月 16 日閲覧.

<https://gbank.gsj.jp/seamless/>

第 2-1 表 現地調査結果および水素・酸素安定同位体比分析結果 (湧水その 1)

Table 2-1 Result of field sampling and hydrogen and oxygen stable isotope ratios (spring water, part1)

番号	北緯 (度表示)	東経 (度表示)	種類	採水日時	天候	水温	pH (HORIBA)	pH (Yokogawa)	EC (HORIBA)	EC (Yokogawa)	ORP (HORIBA)	DO (HORIBA)	$\delta^{18}\text{O}$	δD
						℃			μ S/cm	μ S/cm				
1	35.371668	138.567238	湧水	2013/11/11	曇	10.3	6.95		97.7		256	9.2	-9.1	-60
2	35.363733	138.557280	湧水	2013/11/11	曇	12.3	7.19		69		226	9.6	-8.7	-56
3	35.345637	138.557819	湧水	2013/11/11	曇	12.3	7.56		96.8		211	8.06	-8.3	-53
4	35.323740	138.711050	湧水	2013/11/28	曇	8.6	7.90	7.9	42.4	69.2	250	8.88	-9.5	-61
5	35.312763	138.587559	湧水	2013/11/11	曇	12.6	6.94		127.8		127.2	8.81	-9.4	-61
6	35.261948	138.668391	湧水	2013/11/11	曇	13.9	7.32		129.2		239	8.54	-7.6	-49
7	35.259432	138.655524	湧水	2013/11/11	晴	14	7.58		163.1		231	9.17	-7.6	-49
8	35.245497	138.659250	湧水	2013/11/11	晴	14.8	7.02		144.8		239	9.07	-7.7	-50
9	35.230975	138.590512	湧水	2013/11/12	晴	14	7.41		138.4		178.1	8.33	-9.1	-59
10	35.231743	138.641265	湧水	2013/11/12	晴	15.6	7.13		168.5		203	7.09	-7.6	-49
11	35.227610	138.610790	湧水	2013/11/12	晴	14	7.24		129.2		206	8.78	-8.7	-57
12	35.226503	138.600319	湧水	2013/11/12	晴	14.2	7.26		133.1		211	8.72	-9.0	-59
13	35.223776	138.605487	湧水	2013/11/12	曇	14.4	7.22		140.8		208	8.63	-8.9	-57
14	35.223092	138.598228	湧水	2013/11/12	晴	15.1	7.42		175.1		162.5	6.91	-9.3	-62
15	35.227039	138.655426	湧水	2013/11/12	晴	15.8	7.01		177.9		210	8.43	-7.5	-48
16	35.229077	138.632643	湧水	2013/11/12	晴	13.8	7.46		148		199.2	8.76	-8.5	-56
17	35.247970	138.699740	湧水	2013/11/14	晴	12.2	7.40		156.7		212	2.72	-7.4	-46
18	35.225510	138.690020	湧水	2013/11/14	晴	14.1	7.12		214		236	4.45	-7.3	-45
19	35.206832	138.644140	湧水	2013/11/12	不明	17.3	6.52		210		212	8.52	-7.4	-47
20	35.195813	138.769896	湧水	2013/11/13	晴	12.6	8.39		120.9		153.4	10.25	-7.2	-47
21	35.171339	138.711753	湧水	2013/11/13	晴	13.7	7.9		94.3		196.5	6.73	-8.4	-55
22	35.166929	138.723373	湧水	2013/11/13	晴	14.9	7.46		148.6		204	8.48	-8.0	-52
23	35.165852	138.724177	湧水	2013/11/13	不明	16.8	7.17		208.8		199.2	8.22	-7.4	-47
24	35.164646	138.688987	湧水	2013/11/13	晴	14.8	7.36		168.7		205	7.3	-8.3	-52
25	35.162302	138.744885	湧水	2013/11/13	晴	16	8.73		155.3		110.6	8.28	-7.2	-46
26	35.160553	138.739728	湧水	2013/11/8	晴	15.7	8.39		155.1		247	8.23	-7.3	-46
27	35.158163	138.748395	湧水	2013/11/13	晴	17.5	6.99		282		177.4	7.11	-6.9	-45
28	35.157519	138.755190	湧水	2013/11/13	晴	16.4	7.7		253		165.5	9.12	-6.9	-45
29	35.155463	138.758938	湧水	2013/11/13	晴	17.5	6.84		256		175.5	7.43	-7.2	-45
30	35.322458	138.902485	湧水	2013/11/6	晴	13.1	7.55		160.1		280	7.62	-9.3	-59
31	35.313841	138.920260	湧水	2013/11/6	晴	13.9	7.72		213.6		238	2.95	-8.7	-56
32	35.307179	138.884266	湧水	2013/11/6	晴	13.8	6.85		167.8		203	8.55	-8.1	-50
33	35.305812	138.935610	湧水	2013/11/5	晴	13.1	8.52		170.8		291	4.32	-10.1	-67
34	35.267398	138.927794	湧水	2013/11/6	晴	13.2	7.87		166.4		188.4	7.55	-9.6	-63
35	35.264701	138.926502	湧水	2013/11/6	晴	13.1	7.96		150.3		167.5	7.27	-9.6	-62
36	35.265065	138.914675	湧水	2013/11/6	晴	13.3	7.55		136.2		208	8.92	-9.1	-58
37	35.229194	138.931859	湧水	2013/11/6	晴	14.7	7.56		99.5		200	10.97	-7.8	-48
38	35.235213	138.869168	湧水	2013/11/6	晴	13.5	7.68		65.6		246	6.47	-7.3	-44
39	35.207000	138.891297	湧水	2013/11/6	晴	15.1	6.98		102.5		252	8.61	-7.7	-47
40	35.196122	138.905895	湧水	2013/11/6	晴	14.8	7.08		126.5		187.6	8.74	-7.8	-48
41	35.193557	138.898331	湧水	2013/11/6	晴	14.6	7.13		121.7		215	9.49	-7.8	-48
42	35.166146	138.895583	湧水	2013/11/8	晴	14.7	8.32		90.3		194.8	9.12	-7.9	-50
43	35.171353	138.946559	湧水	2013/11/8	晴	14.3	8.2		86.3		103.8	9.69	-7.9	-50
44	35.107740	138.900256	湧水	2013/11/7	曇	15.3	7.35		183.8		197.8	7.85	-8.8	-56
45	35.198327	138.832822	湧水	2013/11/8	晴	12.5	7.04		48.1		226	9.82	-7.9	-49
46	35.173430	138.869182	湧水	2013/11/8	晴	15	6.88		113.5		208	9.42	-7.7	-48
47	35.116919	138.893895	湧水	2013/11/7	雨	15.4	7.1		142.4		204	7.61	-8.3	-53
48	35.379600	138.947337	湧水	2013/11/5	晴	14.4	7.66		134.3		250	8.56	-8.4	-54
49	35.369706	138.986372	湧水	2013/11/5	晴	13.9	7.79		130.5		222	9.72	-8.1	-52
50	35.355162	138.950911	湧水	2013/11/5	晴	13	7.92		140.5		230	7.82	-9.4	-62
51	35.347437	138.973558	湧水	2013/11/5	晴	13.5	7.31		196.2		245	7.5	-8.4	-54
52	35.313196	138.975748	湧水	2013/11/5	晴	13.3	7.47		128.5		268	9.29	-8.2	-52
53	35.143396	138.792565	湧水	2013/11/8	晴	15.6	8.21		132.9		214	7.04	-7.3	-46
54	35.138730	138.811404	湧水	2013/11/13	晴	17	7.37		238		178.2	7.68	-7.2	-45
55	35.129066	138.803759	湧水	2013/11/8	晴	15.3	8.6		88.3		248	8.27	-7.8	-48
56	35.127152	138.826669	湧水	2013/11/8	晴	16.4	7.89		210.8		260	7.05	-7.1	-44
57	35.123707	138.844898	湧水	2013/11/8	晴	15.5	8.3		136.7		224	7.99	-7.4	-47
58	35.122418	138.860741	湧水	2013/11/7	晴	16.3	7.45		210.5		191.7	7.64	-7.2	-46
59	35.114991	138.830548	湧水	2013/11/13	晴	15	8.63		79.5		181.3	8.49	-7.8	-49
60	35.099857	138.862109	湧水	2013/11/7	晴	15.7	7.79		138.1		193.7	7.7	-8.3	-52

第 2-2 表 現地調査結果および水素・酸素安定同位体比分析結果（湧水その 2）

Table 2-2 Result of field sampling and hydrogen and oxygen stable isotope ratios (spring water, part2)

番号	北緯 (度表示)	東経 (度表示)	種類	採水日時	天候	水温	pH (HORIBA)	pH (Yokogawa)	EC (HORIBA)	EC (Yokogawa)	ORP (HORIBA)	DO (HORIBA)	$\delta^{18}\text{O}$	δD
						℃			$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{S/cm}$	mV	mg/L	‰	‰
61	35.170763	138.923842	湧水	2013/11/8	晴	16.3	7.26		107.6		16.8	6.81	-8.0	-51
62	35.153250	138.946720	湧水	2013/11/8	晴	14.4	7.12		129.4		136.5	9.5	-7.7	-49
63	35.137150	138.947841	湧水	2013/11/8	晴	15.2	7.43		167		138.3	9.65	-7.8	-50
64	35.126311	138.923752	湧水	2013/11/7	曇	17.8	6.97		217		69.7	4.27	-7.6	-48
65	35.119546	138.934910	湧水	2013/11/7	晴	16.3	7.25		326		108.3	6.27	-7.7	-49
66	35.116318	138.944831	湧水	2013/11/7	雨	16	7.15		199.4		235	8.6	-7.8	-50
67	35.116350	138.914320	湧水	2013/11/7	雨	15.8	7.19		173.2		180.3	7.68	-8.4	-53
68	35.113339	138.905928	湧水	2013/11/7	雨	15.4	7		177.9		183.3	8.2	-8.6	-55
69	35.105876	138.932680	湧水	2013/11/7	晴	15.6	8.03		102.5		146.3	9.31	-8.1	-51
70	35.358571	138.937953	湧水	2013/11/5	晴	13.3	7.59		138.9		241	9.45	-8.8	-56
71	35.357920	138.868310	湧水	2013/11/19	晴	13.1	8.18	8.14	150	150.3	206	8.17	-8.8	-57
72	35.333666	138.908695	湧水	2013/11/5	晴	12.1	8.1		160		232	8.47	-9.8	-64
73	35.340828	138.922212	湧水	2013/11/5	晴	12.2	8.29		128.7		261	7.86	-9.7	-63
74	35.366261	138.561158	湧水	2013/11/11	曇	11.6	6.99		57.6		200	9.32	-8.7	-57
75	35.222117	138.660034	湧水	2013/11/12	晴	16.1	7.51		190.8		209	8.61	-7.3	-47
76	35.369414	138.562674	湧水	2013/11/11	曇	11	7.32		89.1		192.4	8.75	-8.8	-58
77	35.203587	138.614199	湧水	2013/11/12	晴	15.7	7.65		176.3		231	9.09	-7.5	-47
78	35.359977	138.569347	湧水	2013/11/11	曇	9.9	7.1		114.1		224	9.52	-10.0	-67
79	35.272667	138.563998	湧水	2013/11/12	晴	15	7.82		155.5		161.2	9.15	-8.7	-57
80	35.165756	138.691407	湧水	2013/11/13	晴	14.9	7.31		170.7		196.8	8.56	-8.2	-52
81	35.166985	138.719487	湧水	2013/11/13	晴	14.2	7.4		109.9		191.1	9.25	-8.2	-53
82	35.173277	138.708924	湧水	2013/11/13	晴	13.4	7.71		89.1		175.7	9.81	-8.7	-56
83	35.168574	138.702143	湧水	2013/11/13	晴	14.5	7.38		135.1		171.1	9.3	-8.4	-55
84	35.122936	138.836014	湧水	2013/11/8	晴	16.3	8.64		222		250	9.94	-7.2	-46
85	35.290621	138.617900	湧水	2013/11/11	晴	15.2	6.9		178.8		150.2	6.95	-7.7	-50
86	35.167091	138.678745	湧水	2013/11/12	晴	15	7.53		166.8		216	6.95	-8.1	-52
87	35.257120	138.789120	湧水	2013/11/27	不明	9.7	7.45	6.92	46.6	66.7	247	2.75	-7.4	-46
88	35.171820	138.703596	湧水	2013/11/13	晴	14	7.5		118.2		156.9	9.33	-8.5	-55
89	35.132337	138.786712	湧水	2013/11/8	晴	15.8	8.53		117.5		237	7.53	-7.5	-47
90	35.315473	138.952130	湧水	2013/11/5	晴	12.5	8.57		166.2		249	5.96	-10.1	-67
91	35.308974	138.923350	湧水	2013/11/6	晴	14.1	7.88		226		217	6.37	-8.6	-55
92	35.290174	138.904863	湧水	2013/11/6	晴	12.7	7.72		117.8		220	10	-9.2	-59
93	35.282390	138.794520	湧水	2013/11/27	不明	11.5	8.00	8.22	76.9	115.9	231	9.13	-7.9	-49
94	35.106217	138.889216	湧水	2013/11/7	雨(曇)	15.2	6.95		139.9		162.4	8.82	-8.4	-53
95	35.160142	138.848564	湧水	2013/11/8	晴	15.6	6.57		175.6		231	9.29	-7.2	-46
96	35.125403	138.915913	湧水	2013/11/7	晴	16.3	6.9		178.8		183.7	7.78	-8.3	-53
97	35.480920	138.697100	湧水	2013/10/29	曇	11.3	8.60		97.9		-6	9.87	-11.6	-81
98	35.487150	138.721550	湧水	2013/10/29	曇	13.3	8.47		141.7		-135	8.73	-11.9	-83
99	35.494750	138.803490	湧水	2013/10/29	曇	12.6	7.88		166.8		-10	8.01	-10.0	-70
100	35.490450	138.829440	湧水	2013/10/29	雨	13	8.17		151.6		191	8.33	-9.6	-67
101	35.499540	138.817860	湧水	2013/10/29	雨	11.2	7.60		150.6		-94	8.37	-10.6	-74
102	35.458680	138.802210	湧水	2013/10/29	雨	10.7	8.02		96.3		-60	9.65	-10.8	-75
103	35.480300	138.846690	湧水	2013/10/29	雨	11.4	7.47		137.1		81	10.87	-10.0	-68
104	35.459540	138.830680	湧水	2013/10/29	雨	12.5	7.17		167.4		-78	6.18	-9.4	-63
105	35.460360	138.851360	湧水	2013/10/29	雨	14.1	7.14		159.6		113	7.62	-9.0	-60

第 2-3 表 現地調査結果および水素・酸素安定同位体比分析結果 (地下水)

Table 2-3 Result of field sampling and hydrogen and oxygen stable isotope ratios (groundwater)

番号	北緯 (度表示)	東経 (度表示)	種類	採水日時	天候	水温	pH (HORIBA)	pH (Yokogawa)	EC (HORIBA)	EC (Yokogawa)	ORP (HORIBA)	DO (HORIBA)	$\delta^{18}\text{O}$	δD
						℃			μ S/cm	μ S/cm				
106	35.139890	138.620410	地下水	2013/11/11	晴	19.6	7.30		423		228	4.09	-7.9	-51
107	35.125410	138.626670	地下水	2013/11/11	晴	16.6	8.87		71.1		158	1.64	-6.3	-39
108	35.125710	138.622050	地下水	2013/11/11	晴	18.4	9.22		202.5		-3	0.71	-7.8	-50
109	35.126360	138.618940	地下水	2013/11/11	晴	18.8	8.76		110.8		27	0.74	-7.0	-44
110	35.144310	138.619560	地下水	2013/11/11	晴	17.6	7.59		194		-32	2.65	-8.5	-55
111	35.190700	138.599480	地下水	2013/11/11	晴	16.5	7.54		195.8		152	2.73	-8.5	-56
112	35.161900	138.714530	地下水	2013/11/12	曇	14.9	8.43		2023		7	1.25	-5.4	-36
113	35.161300	138.723180	地下水	2013/11/12	曇	15.1	8.98		142.6		170	1.51	-7.4	-48
114	35.178020	138.718860	地下水	2013/11/12	晴	15.6	8.45		176		190	4.96	-7.5	-47
115	35.205290	138.719740	地下水	2013/11/12	晴	12.6	7.73		176.7		213	2.85	-7.8	-50
116	35.151360	138.664740	地下水	2013/11/14	晴	16.6	7.79		185		-92.6	1.44	-6.8	-45
117	35.150870	138.687290	地下水	2013/11/14	晴	17.1	9.15		1929		-249	0.78	-9.2	-60
118	35.183960	138.686140	地下水	2013/11/14	晴	14.6	7.72		194.6		198	2.3	-9.7	-63
119	35.188940	138.650330	地下水	2013/11/14	晴	14.6	7.88		127.6		-31.4	3.86	-8.5	-55
120	35.243620	138.699300	地下水	2013/11/14	晴	13	9.71		83.4		133	1.04	-8.2	-52
121	35.229050	138.610540	地下水	2013/11/15	雨	13.9	7.37		131.8		319	4.71	-8.6	-57
122	35.227060	138.609040	地下水	2013/11/15	雨	16.1	8.39		165.5		130.7	0.98	-8.8	-57
123	35.237080	138.597860	地下水	2013/11/15	雨	13.6	7.45		118.8		225	5.56	-9.2	-60
124	35.309860	138.583960	地下水	2013/11/15	雨	12.4	7.16		97.5		252	1.21	-8.5	-54
125	35.112180	138.861900	地下水	2013/11/18	晴	17.8	8.57	9.17	89.3		101	1.47	-7.5	-47
126	35.106660	138.871620	地下水	2013/11/18	晴	18.4	7.85	8.98	187.6		35	0.99	-7.9	-50
127	35.113100	138.879460	地下水	2013/11/18	晴	17	8.57	9.44	129.3	118	91	2.11	-8.0	-50
128	35.071390	138.930600	地下水	2013/11/18	晴	17.5	8.30	8.25	212	137.4	174	1.82	-8.2	-51
129	35.128930	138.794090	地下水	2013/11/18	晴	15.8	8.39	8.84	848	838	-127	1.19	-5.1	-32
130	35.128930	138.794090	地下水	2013/11/18	晴	18.3	9.74	10.12	69.1	70.5	-311	0.12	-7.6	-47
131	35.355010	138.948110	地下水	2013/11/19	晴	13.3	7.39	7.21	303	238	204	6.34	-8.0	-50
132	35.348090	138.898320	地下水	2013/11/19	晴	11.5	7.88	8.86	166	127.7	40	1.13	-9.6	-61
133	35.339800	138.897990	地下水	2013/11/19	晴	11.3	7.96	8.13	255	144.5	141	5.87	-9.3	-60
134	35.315460	138.912890	地下水	2013/11/19	晴	14.4	6.86	7.35	212	202.1	163	5.25	-7.9	-50
135	35.285100	138.948860	地下水	2013/11/19	晴	11	8.36	9.06	155.4	76.4	145	3.3	-8.5	-52
136	35.123520	138.911550	地下水	2013/11/20	晴	14.1	7.66	7.67	207	168.1	196	5.56	-8.6	-55
137	35.122480	138.937670	地下水	2013/11/20	晴	15	9.20	9.77	232	88.6	108	0.93	-8.2	-52
138	35.155430	138.900710	地下水	2013/11/20	晴	14	7.95	7.95	170.9	165.6	157	5.2	-8.8	-57
139	35.204550	138.928790	地下水	2013/11/20	晴	13.3	8.96	9.54	61.5	58.3	110	1.36	-8.0	-50
140	35.212890	138.919360	地下水	2013/11/20	晴	12.3	8.09	8.04	167.4	179.5	161	6.33	-8.7	-55
141	35.208510	138.914270	地下水	2013/11/20	晴	12.1	7.86	7.82	145.2	146.7	199	8.06	-8.7	-55
142	35.209940	138.914540	地下水	2013/12/11	晴	13.9	7.98	7.68	76.3	106.2	302	8.61	-7.6	-49
143	35.419440	138.630360	地下水	2013/11/25	曇	9.9	8.41	9.1	80.8	76.5	226	1.04	-10.0	-67
144	35.488130	138.766030	地下水	2013/11/25	曇	10.5	8.43	8.93	72.5	94.5	177	1.2	-11.6	-83
145	35.453660	138.763010	地下水	2013/11/25	曇	10.8	8.42	8.42	55.1	83.8	156	7.11	-11.6	-82
146	35.455950	138.823850	地下水	2013/11/25	曇	11.2	7.40	8.04	135.4	153.2	192	6.33	-9.3	-63
147	35.161880	138.656190	地下水	2013/11/26	晴	16.5	7.75	7.28	130.4	169.1	-99	6.33	-8.3	-55
148	35.174480	138.636480	地下水	2013/11/26	晴	16.4	7.62	8.27	153.5	192	194	4.93	-8.1	-54
149	35.195460	138.669210	地下水	2013/11/26	晴	13.4	7.98	8.51	83.3	115.8	166	8.33	-9.5	-62
150	35.214060	138.685190	地下水	2013/11/26	晴	13.7	8.24	8.64	64.8	89.8	212	9	-8.8	-57
151	35.249030	138.705000	地下水	2013/11/26	晴	13.2	8.25	8.45	56.4	79.8	186	8.63	-9.1	-59
152	35.182380	138.702960	地下水	2013/11/26	晴	13.8	7.81	8.65	65.6	91.1	174	9.38	-8.7	-57
153	35.167050	138.686370	地下水	2013/11/26	晴	13.2	8.23	8.59	100.4	140.6	205	7.5	-9.5	-63
154	35.359590	138.570390	地下水	2013/11/26	晴	10.5	8.29	8.01	77.1	114.6	216	10.03	-9.9	-67
155	35.321960	138.610100	地下水	2013/11/26	晴	11.7	8.73	8.9	56.5	66.6	195	10.56	-10.4	-69
156	35.269980	138.601380	地下水	2013/11/26	晴	14.1	7.65	7.95	105.1	123.4	228	9.42	-8.9	-58
157	35.264470	138.644060	地下水	2013/11/26	晴	13.4	8.23	8.52	72.4	97.2	141	9.52	-8.5	-55
158	35.233150	138.653650	地下水	2013/11/26	晴	13.8	7.52	8.49	124.2	135.8	180	7.78	-8.5	-57
159	35.230860	138.590350	地下水	2013/11/26	晴	14.2	7.35	7.88	129	155.6	213	8.28	-9.2	-61
160	35.221090	138.595190	地下水	2013/11/26	晴	17.3	7.59	8.04	290	382	209	3.23	-11.0	-74
161	35.332520	138.879380	地下水	2013/11/27	晴	12.6	8.21	8.26	102.6	149.5	140	10.1	-9.5	-63
162	35.292420	138.913340	地下水	2013/11/27	晴	12.6	8.06	8.35	138.4	200.8	206	6.16	-10.2	-67
163	35.310180	138.914220	地下水	2013/11/27	晴	12.2	8.15	8.6	232	227	180	4.14	-10.6	-72
164	35.244370	138.927560	地下水	2013/11/27	晴	14.2	7.77	8.11	182	231	198	6.05	-8.7	-55
165	35.267360	138.932050	地下水	2013/11/27	晴	13.6	7.59	8.13	111.8	144.9	232	7.67	-8.3	-53
166	35.265290	138.898060	地下水	2013/11/27	晴	12.8	7.75	8.5	100.5	144.7	209	7.34	-9.6	-63
167	35.310100	138.873980	地下水	2013/11/27	晴	12.2	8.48	8.57	61.2	89.4	216	9.51	-9.5	-63
168	35.366520	138.558770	地下水	2013/11/28	晴	11.3	7.40	7.1	76.6	103.4	250	5.71	-8.8	-57
169	35.374850	138.567740	地下水	2013/11/28	晴	10.3	7.03	7.32	82.5	101.8	227	6.26	-9.0	-60
170	35.369210	138.568950	地下水	2013/11/28	晴	9.3	7.13	7.37	103.7	114.5	230	7.1	-9.7	-65

第 2-4 表 現地調査結果および水素・酸素安定同位体比分析結果 (河川水)
Table 2-4 Result of field sampling and hydrogen and oxygen stable isotope ratios (river water)

番号	北緯 (度表示)	東経 (度表示)	種類	採水日時	天候	水温 ℃	pH (HORIBA)	pH (Yokogawa)	EC (HORIBA)	EC (Yokogawa)	ORP (HORIBA)	DO (HORIBA)	$\delta^{18}O$ ‰	δD ‰
									μ S/cm	μ S/cm	mV	mg/L		
171	35.550500	138.903000	河川水	2013/11/9	曇	12.0		7.96		158.5	131.5	10.38	-10.0	-68
172	35.478700	138.814000	河川水	2013/11/9	曇	11.9		8.03		154.6	89.4	10.09	-9.4	-63
173	35.462900	138.859000	河川水	2013/11/9	曇	13		8.76		144	100.5	10.77	-9.9	-67
174	35.360700	138.942000	河川水	2013/11/9	曇	13.5		7.89		145.9	132.8	10.01	-8.8	-57
175	35.359600	139.012000	河川水	2013/11/9	曇	14.2		8.07		178.5	110.6	10.37	-8.5	-55
176	35.308200	138.956000	河川水	2013/11/9	曇	14.9		7.89		210.5	136.5	8.94	-8.2	-52
177	35.247300	138.917000	河川水	2013/11/9	曇	14.7		7.97		226	137.5	9.82	-8.4	-54
178	35.245000	138.924000	河川水	2013/11/9	曇	14.5		8.14		225	141.2	9.72	-8.6	-55
179	35.189100	138.908000	河川水	2013/11/10	曇	14.3		7.76		184.8	159.4	10.13	-8.3	-54
180	35.190900	138.902000	河川水	2013/11/10	曇	14.5		7.58		125.2	163.9	9.69	-7.7	-48
181	35.143400	138.889000	河川水	2013/11/10	曇	15.7		7.52		102.2	87.6	9.63	-7.6	-47
182	35.142900	138.893000	河川水	2013/11/10	曇	15		7.96		171.7	98.5	10.23	-8.1	-52
183	35.165100	138.917000	河川水	2013/11/10	曇	15.3		7.55		124	155.3	9.33	-7.6	-48
184	35.074100	138.940000	河川水	2013/11/10	曇	16.4		7.47		178.6	70.2	9.43	-7.8	-48
185	35.087600	138.936000	河川水	2013/11/10	曇	18.3		7.81		229	107	9.25	-8.0	-51
186	35.079640	138.521620	河川水	2013/11/13	晴	12.4		8.44		150	193	6.78	-7.5	-46
187	35.106760	138.565090	河川水	2013/11/13	晴	13		8.4		224	211	6.82	-7.2	-44
188	35.220280	138.565800	河川水	2013/11/13	晴	14.6		7.7		112.1	293	5.77	-8.9	-59
189	35.271120	138.562850	河川水	2013/11/13	晴	12.1		7.99		108.7	264	6.18	-9.0	-60
190	35.146420	138.681750	河川水	2013/11/14	晴	12.9		7.5		166.7	217	11.02	-8.8	-59
191	35.182240	138.644540	河川水	2013/11/14	晴	13.5		7.37		172.2	229	10.47	-8.8	-59
192	35.233590	138.595890	河川水	2013/11/14	晴	12.4		7.73		122.3	216	10.64	-9.2	-61
193	35.156080	138.680060	河川水	2013/11/14	晴	15.8		8.56		238	147	12.38	-8.0	-53
194	34.974500	138.782170	河川水	2013/12/11	曇	11.7	8.10	8.17	76.2	111.5	243	10.85	-7.3	-46
195	35.013640	138.844660	河川水	2013/12/11	曇	10.9	7.89	7.6	56.9	84.2	235	10.38	-7.6	-47
196	35.015120	138.874580	河川水	2013/12/11	曇	10.4	8.07	7.87	53.1	80.1	194	10.25	-7.8	-48
197	35.047825	138.915361	河川水	2013/12/11	曇	12.5	7.62	7.89	290	397	49	9.99	-1.7	-11
198	35.038011	138.943853	河川水	2013/12/12	晴	8.2	7.82	7.62	62.5	100.9	314	11.5	-7.8	-47
199	35.097450	138.884180	河川水	2013/12/12	晴	11.3	7.75	7.97	148.7	182	151	8.15	-8.2	-51
200	35.102610	138.888740	河川水	2013/12/12	晴	9.9	7.83	8.2	204	349	192	8.63	-8.5	-53
201	35.076160	138.867570	河川水	2013/12/12	晴	9.3	7.74	7.52	348	544	-323	3.71	-7.9	-49
202	35.083880	138.861550	河川水	2013/12/12	晴	11.2	7.74	8.13	207	293	155	9.93	-8.3	-51
203	35.100430	138.845010	河川水	2013/12/12	晴	12.2	8.53	9.13	209	304	131	8.84	-7.3	-46
204	35.114510	138.842450	河川水	2013/12/12	晴	9	8.15	7.67	162.1	249	195	8	-7.2	-45
205	35.129510	138.786210	河川水	2013/12/12	晴	13	8.17	7.62	174	228	152	6.33	-7.7	-47
206	35.131430	138.788080	河川水	2013/12/12	晴	11.2	7.70	7.61	153.3	226	47	4.5	-7.4	-47
207	35.142820	138.740770	河川水	2013/12/12	晴	11.3	7.56	7.52	372	505	146	6.5	-7.5	-47
208	35.138140	138.738520	河川水	2013/12/12	晴	10.8	7.59	7.68	815	1195	150	6.62	-7.2	-45
209	35.150500	138.729050	河川水	2013/12/12	晴	12.3	7.78	7.79	191	229	121	6.58	-7.5	-47
210	35.146310	138.703400	河川水	2013/12/12	晴	12.6	7.57	7.64	550	824	150	6.58	-8.5	-53
211	35.153870	138.696800	河川水	2013/12/12	晴	12.9	7.90	8.41	226	257	168	8.3	-8.3	-53
212	35.138340	138.689120	河川水	2013/12/12	晴	16.5	7.68	7.37	441	528	123	7.01	-8.8	-57
213	35.127340	138.667030	河川水	2013/12/12	晴	12.9	7.48	7.52	356	455	176	7.37	-8.9	-58
214	35.193260	138.608140	河川水	2013/12/13	晴	10.5	9.15	9.47	177.8	263	173	7.55	-9.7	-65
215	35.200400	138.557030	河川水	2013/12/13	晴	8.8	8.78	8.82	143.9	218.6	196	8.83	-9.3	-61
216	35.193680	138.592200	河川水	2013/12/13	晴	9.7	8.45	8.48	109	168.1	205	11.7	-9.1	-60
217	35.156200	138.621610	河川水	2013/12/13	晴	9.6	8.46	8.52	119.4	184.3	204	11.92	-9.3	-61
218	35.130600	138.637144	河川水	2013/12/13	晴	10.3	8.27	8.29	131.5	191.9	161	11.58	-9.1	-60

第 3-1 表 主要溶存イオンの分析結果 (湧水その 1)
Table 3-1 Result of chemical analysis for major ions (spring water, part1)

番号	HCO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ⁻	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Σ anion	Σ cation	イオン バランス
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L			
1	34.2	0.0	3.8			2.7	6.5	0.1		5.7		1.2	2.1	8.9	0.9	0.90	2.8
2	22.7		1.0			1.9	7.4			2.6		0.3	1.0	7.9	0.6	0.60	1.3
3	36.9		1.2			2.1	8.8			3.6		0.1	1.8	11.8	0.9	0.9	2.5
4	31.2		0.9			0.8	1.0	0.1		2.6		0.9	2.1	6.4	0.6	0.6	4.9
5	44.1	0.0	4.7	0.4		5.3	9.1	0.2	0.0	8.6		1.8	3.2	10.3	1.1	1.2	2.2
6	53.3		4.0			6.6	3.6			4.7		0.5	3.6	14.5	1.2	1.2	3.3
7	50.6		3.9			20.0	8.2			5.2		0.8	5.2	17.7	1.4	1.6	4.3
8	53.1		3.4			8.7	9.2	0.1		5.2		2.2	4.0	15.6	1.3	1.40	3.5
9	56.5	0.1	3.9			6.3	6.7	0.4		8.5		1.7	2.9	12.8	1.3	1.3	0.0
10	47.1	0.0	5.3			13.8	16.1			6.5		2.7	3.4	17.7	1.5	1.52	1.3
11	48.7	0.1	5.0			5.9	7.2			7.3		2.1	2.7	11.7	1.2	1.2	0.1
12	51.7	0.1	5.2			5.6	4.7			7.8		2.0	2.4	12.2	1.2	1.2	0.7
13	48.6	0.1	8.5			5.6	5.6			8.0		2.2	2.7	12.4	1.2	1.3	0.2
14	58.3	0.1	7.0			5.2	16.2			14.7		1.8	3.1	13.0	1.6	1.6	0.4
15	36.2		5.7			17.3	21.6			6.1		3.1	3.3	18.3	1.5	1.54	1.8
16	54.1	0.0	3.0			5.1	12.8	0.3		6.8		1.7	4.1	13.5	1.3	1.4	0.7
17	54.6	0.1	6.0			10.6	6.5	0.1		5.5		2.1	5.8	13.5	1.4	1.5	2.5
18	64.4	0.0	7.4	0.2		22.5	9.6	0.2		9.3		6.1	6.4	16.9	1.8	1.9	2.6
19	38.6		6.7			22.0	28.0			7.1		3.8	4.4	21.4	1.8	1.84	2.3
20	62.4		4.2			1.4	0.6			5.6		0.9	2.9	13.4	1.2	1.2	0.0
21	37.0	0.0	3.0			3.0	4.6	0.1		6.1		1.6	1.9	7.7	0.8	0.8	0.0
22	41.9	0.0	5.8			11.7	11.7			6.9		2.7	3.8	12.4	1.3	1.3	1.0
23	51.7	0.0	7.8			22.3	19.5			8.0		3.7	6.6	18.3	1.8	1.9	1.9
24	13.7	0.1	5.0			10.3	9.2			8.7		2.5	3.8	14.8	0.7	1.5	34.7
25	32.6		6.4			31.6	4.7			7.7		1.2	4.5	12.8	1.3	1.4	2.0
26	39.3		5.1			24.5	13.8	0.1		6.3		1.3	4.5	17.0	1.5	1.5	2.0
27	32.6		10.1			80.7	7.7			10.4		4.2	10.4	17.7	2.3	2.3	0.8
28	56.3		9.4			48.9	7.3			9.1		1.9	9.3	20.4	2.1	2.2	2.6
29	39.5		12.7			58.2	7.6			9.4		2.0	10.1	18.3	2.1	2.2	2.5
30	67.0	0.2	1.9			2.4	12.4	0.5		8.2		0.2	4.2	13.5	1.5	1.4	-3.1
31	91.6	0.1	4.3			3.5	13.0	0.4		10.5		0.3	6.9	19.5	2.0	2.01	1.0
32	78.8	0.1	2.7			4.1	3.9	0.2		7.2		0.2	3.1	11.8	1.5	1.2	-13.5
33	70.4	0.2	2.0			0.5	16.5	0.4	0.0	11.6		1.7	4.2	14.4	1.6	1.6	0.8
34	69.1	0.2	2.2			1.7	12.6	0.4		4.4		0.1	1.7	8.7	1.5	0.8	-32.4
35	63.4	0.1	1.9			1.4	10.8	0.4		7.8		1.4	4.7	13.3	1.4	1.4	2.6
36	61.9	0.1	2.0			2.1	5.4	0.2		6.6		1.6	5.0	12.3	1.2	1.4	5.0
37	42.8		3.0			1.8	1.3			4.1		0.5	2.6	9.4	0.8	0.87	1.9
38	27.9		3.1			0.9	0.6			3.2		0.3	1.8	5.2	0.6	0.6	-1.3
39	41.9		4.0			2.5	0.8			4.1		0.3	4.3	8.1	0.9	0.95	4.9
40	49.5	0.0	4.4			3.4	4.9	0.2		6.8		1.4	3.2	11.0	1.1	1.1	2.3
41	49.3	0.0	4.1			2.8	3.9	0.1		6.5		1.3	3.1	10.6	1.1	1.1	2.3
42	40.4		3.0			0.6	2.6	0.2		5.9		0.9	1.6	7.9	0.8	0.8	-0.7
43	41.3		2.9			0.8	1.1	0.1		4.3		0.8	2.0	8.6	0.8	0.8	0.3
44	58.3	0.1	8.8			2.4	15.4	0.1		11.2		2.2	5.3	14.2	1.6	1.7	3.8
45	19.3		2.2			1.9	1.1			3.6		0.1	0.2	3.1	0.4	0.34	-12.6
46	48.6		5.1			2.9	1.0			4.6		0.9	4.1	9.8	1.0	1.1	2.1
47	50.3	0.0	6.0			3.3	7.2	0.2		7.8		2.0	4.0	11.4	1.2	1.3	3.5
48	63.5	0.1	1.8			2.4	3.3	0.2		5.1		1.3	4.6	13.2	1.2	1.3	3.6
49	63.1	0.1	2.4			1.2	2.4	0.2		5.7		1.4	5.0	11.6	1.2	1.3	3.8
50	57.4	0.1	3.4			2.0	8.7	0.5		8.3		1.4	4.5	11.7	1.3	1.4	3.3
51	90.5	0.1	3.8			5.9	6.2	0.2		8.2		0.2	5.8	17.4	1.8	1.7	-3.3
52	58.8		2.5			2.2	3.9	0.9		4.5		1.0	3.0	14.3	1.2	1.2	0.5
53	52.5		5.3			10.2	0.7	0.1		6.7		1.1	4.4	10.7	1.2	1.2	1.2
54	46.4		13.7			48.9	5.7			11.6		4.7	7.7	17.8	2.1	2.2	2.4
55	42.2		5.0			0.5	2.3	0.2		7.3		1.0	1.7	7.1	0.9	0.8	-3.0
56	66.9	0.0	10.9			28.2	0.6	0.2		8.4		0.1	10.8	13.9	1.9	1.96	2.2
57	65.2		5.3			3.3	1.1	0.2		7.4		1.3	5.5	11.5	1.3	1.4	3.1
58	78.8		11.4			13.8	2.3	0.4		9.6		0.2	7.9	16.6	1.9	1.9	0.4
59	40.7	0.0	2.6			0.3	1.1	0.2		6.1		0.9	2.0	6.1	0.8	0.8	-1.0
60	53.4	0.0	5.6			2.4	6.1	0.2		8.0		1.6	3.5	11.5	1.2	1.3	2.0

第 3-2 表 主要溶存イオンの分析結果 (湧水その 2)

Table 3-2 Result of chemical analysis for major ions (spring water, part2)

番号	HCO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ⁻	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Σ anion	Σ cation	イオン バランス
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L			
61	52.5		2.7			0.7	1.7	0.1		6.2		1.2	2.0	10.6	1.0	1.0	0.7
62	54.6		4.2			3.2	8.8	0.2		5.2		1.0	4.0	14.9	1.3	1.3	2.8
63	60.3		6.4			10.9	4.7	0.1		6.5		1.3	5.1	16.5	1.4	1.6	4.0
64	106.9	0.0	7.1			4.2	7.2	0.2		11.2		0.2	6.4	22.8	2.2	2.2	-0.2
65	136.0		10.2		12.8	9.9	16.3	0.1		11.0		0.2	12.8	36.3	3.2	3.4	2.9
66	59.6		10.0			16.9	8.2	0.1		7.3		1.3	6.5	19.7	1.7	1.9	4.8
67	60.1	0.1	6.4			3.3	13.6	0.2		9.4		1.8	5.3	14.8	1.5	1.6	3.9
68	60.5	0.1	6.2			2.6	15.9	0.2		9.8		1.9	5.4	14.8	1.6	1.7	3.5
69	40.2		4.0			3.7	1.8	0.1		5.5		1.2	1.9	9.5	0.9	0.9	1.6
70	65.5	0.1	1.7			3.5	3.5	0.4		5.4		1.5	5.5	12.8	1.3	1.4	4.2
71	77.7	0.1	1.4			3.5	3.4	0.2		6.1		1.5	5.2	14.7	1.5	1.47	0.7
72	65.7	0.2	1.5			2.0	14.6	0.5		8.6		0.2	4.5	12.3	1.48	1.37	-4.0
73	55.0	0.1	2.0			1.7	8.4	0.3		6.4		1.2	5.2	10.3	1.2	1.3	3.4
74	29.1		2.3			3.0	4.4			3.6		0.9	1.5	8.3	0.7	0.72	2.7
75	34.3		5.7			24.1	32.7			6.0		4.7	4.8	21.6	1.8	1.9	1.9
76	34.3		3.2			2.9	5.1	0.1		4.7		1.2	1.9	9.0	0.8	0.84	2.1
77	79.2	0.0	5.8			8.7	1.4			6.9		1.3	4.2	19.1	1.6	1.6	0.0
78	40.8	0.1	3.6			3.3	8.8	0.3	0.0	7.7		1.4	3.0	9.0	1.0	1.1	2.3
79	61.3	0.1	4.5			6.6	8.3	0.1		8.4		1.8	3.7	14.4	1.4	1.4	0.7
80	58.2	0.0	5.6			10.5	11.1	0.1		9.2		2.6	4.4	14.9	1.5	1.58	2.0
81	38.4	0.0	4.1			5.3	6.2			6.4		2.1	2.4	8.8	1.0	1.0	0.7
82	36.7	0.0	2.3			2.5	4.3	0.1		6.0		1.2	1.7	7.3	0.8	0.8	-0.1
83	43.3	0.0	3.3			8.8	10.5			6.9		2.1	2.8	12.1	1.2	1.2	1.2
84	62.7		9.8			38.1	2.3		0.0	8.6		1.4	8.5	17.1	2.0	1.97	0.1
85	75.1	0.0	2.5	0.1		15.2	3.4	0.2		5.6		2.2	4.4	19.5	1.6	1.64	0.5
86	63.4	0.1	5.8			8.8	7.4	0.2		8.7		2.6	4.3	14.8	1.5	1.5	1.1
87	20.1		2.0			2.2	1.8			2.3		0.3	0.2	6.8	0.5	0.46	0.6
88	41.9	0.0	3.0			6.3	7.5	0.1		6.5		1.6	2.5	10.4	1.0	1.1	1.0
89	48.9		5.9			5.6	1.5	0.2		7.4		0.9	3.0	10.0	1.1	1.1	0.0
90	66.1	0.2	1.8			0.4	16.2	0.6		13.4		2.0	2.3	14.0	1.5	1.5	0.6
91	95.7	0.1	4.1			2.6	17.3	0.4		10.1		0.2	7.3	21.7	2.1	2.14	0.7
92	57.6	0.1	1.3			1.7	2.4	0.2		5.8		1.4	4.1	10.8	1.1	1.2	4.2
93	54.2		1.9			1.0	1.2			3.7		1.3	4.2	10.4	1.0	1.1	4.0
94	49.8	0.0	5.9			3.2	7.2	0.2		7.7		2.0	4.1	11.4	1.2	1.3	4.1
95	78.6		7.2			5.6	1.0			9.5		0.3	6.2	13.0	1.6	1.58	-0.6
96	60.6	0.1	6.7			3.9	13.5	0.1		9.6		1.9	5.3	15.3	1.5	1.7	4.4
97	41.9	0.3	1.0			0.9	6.3	0.4	0.0	7.3		0.9	1.7	6.7	0.9	0.8	-4.1
98	60.8	0.5	3.2	0.0		1.5	13.8	0.4		14.4		1.2	4.3	8.8	1.4	1.5	0.7
99	64.1	0.1	6.3			6.1	16.3	0.2		8.8		1.5	6.1	15.8	1.7	1.7	1.2
100	71.7	0.2	2.3			4.1	8.7	0.1		8.6		0.9	4.9	14.6	1.5	1.5	1.3
101	59.4	0.2	4.1			4.9	6.4	0.3		7.3		1.6	4.3	12.2	1.3	1.3	0.2
102	48.2	0.3	1.0			0.9	3.0	0.3		5.6		1.1	2.9	8.7	0.9	0.9	1.3
103	79.1	0.1	1.0			3.1	2.8	0.0		3.8		0.6	6.1	17.0	1.4	1.5	3.5
104	58.2	0.1	3.1			9.1	6.2	0.3		6.1		1.7	7.3	18.4	1.3	1.8	15.9
105	39.0	0.1	6.0			19.7	10.3	0.2		5.6		3.2	4.6	16.3	1.4	1.5	6.0

第 3-3 表 主要溶存イオンの分析結果 (地下水)
Table 3-3 Result of chemical analysis for major ions (groundwater)

番号	HCO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ⁻	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Σ anion	Σ cation	イオン バランス
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L			
106	178.5		13.0			7.8	26.9			14.1		3.5	8.6	57.9	4.0	4.3	4.0
107	23.9	0.0	3.1				0.5			2.7	0.0	1.1	0.1	6.9	0.5	0.5	0.9
108	65.3		28.3				0.5			22.0	0.1	2.0	8.0	5.8	1.9	2.0	2.4
109	61.2		7.4			0.7	5.2			7.3	0.2	1.6	2.8	16.1	1.3	1.4	2.7
110	71.5	0.0	8.2			7.1	15.6			10.0		2.1	6.1	20.1	1.8	2.0	4.1
111	85.1	0.0	5.2			2.8	16.7	0.1		8.8		2.3	5.4	23.8	1.9	2.1	3.6
112	30.1		347.0				4.1			164.5		4.4	9.3	25.1	10.4	9.29	-5.4
113	48.9		3.8			3.0	0.6			6.1		1.2	2.4	9.1	1.0	1.0	-1.0
114	38.3	0.0	6.9			27.7	9.4			7.4		2.0	4.7	14.9	1.5	1.5	1.3
115	55.7		5.5			11.0	14.6			8.0		3.4	5.2	14.5	1.5	1.6	1.4
116	82.2	0.0	5.6			1.1	9.8			23.7		2.6	1.8	10.7	1.7	1.8	1.6
117	34.5		586.9				52.8			345.9		7.9	30.6	33.5	18.2	19.5	3.4
118	60.2	0.1	1.6			0.4	5.7	0.2		9.0		0.9	3.4	9.2	1.2	1.2	-0.4
119	45.9	0.1	3.0			3.9	6.0			6.8		1.2	2.1	9.2	1.0	0.95	-3.6
120	37.0	0.1	4.3							7.1	0.1	2.0	1.5	6.3	0.7	0.80	4.6
121	51.7	0.1	3.1			5.6	7.5			7.2		1.8	2.5	11.7	1.2	1.15	-1.5
122	75.8	0.1	6.7			0.5	4.3			8.5		1.2	2.4	18.9	1.5	1.55	0.4
123	53.5	0.1	2.4			6.1	4.3	0.2		7.0		1.8	3.0	11.1	1.1	1.16	0.5
124	37.6	0.1	2.5			3.8	3.8	0.2		5.5		1.3	1.7	7.3	0.8	0.8	-3.7
125	38.9		4.6				0.1			7.5		1.3	0.5	6.6	0.8	0.73	-2.6
126	90.1	0.0	8.7			0.1	1.9			13.3		4.1	6.3	10.9	1.8	1.75	-0.3
127	51.0	0.0	4.0			0.2	4.0	0.1		8.4		1.3	1.3	9.9	1.0	1.00	-1.7
128	61.3	0.1	5.5				0.7	0.7		13.3		2.2	1.8	7.7	1.2	1.17	-1.4
129	59.8		3419.1		15.2		368.0			1807.2	2.8	40.6	247.3	197.7	105.1	110.3	2.4
130	27.7	0.0	0.7							1.4		0.2	0.0	3.1	0.5	0.22	-36.4
131	103.6	0.1	6.4			5.4	5.7	0.1		11.7		2.3	7.8	18.3	2.1	2.1	1.1
132	68.5	0.1	2.2			1.0	0.1			6.1		1.4	3.7	10.0	1.2	1.11	-4.3
133	65.8	0.1	1.5			2.1	9.3	0.2		6.4		1.3	5.3	12.2	1.4	1.36	0.1
134	78.0	0.1	5.5			5.3	6.8	0.2		8.8		2.7	5.8	16.3	1.7	1.7	2.2
135	34.8	0.0	1.6			0.3	0.7			4.1		1.1	1.0	6.4	0.6	0.61	-2.0
136	58.6	0.1	5.5	0.5		3.3	12.3	0.1		9.3		1.9	4.0	14.3	1.4	1.50	2.0
137	41.3	0.0	4.0				0.1			11.6		1.3	0.5	4.2	0.8	0.78	-0.7
138	58.5	0.1	5.2			2.3	13.4	0.1		9.5		1.9	3.8	13.2	1.4	1.44	0.4
139	28.8		3.0							5.6		0.9	0.4	6.2	0.6	0.61	4.7
140	58.3	0.1	4.8			2.4	11.8	0.1		8.6		1.5	2.9	13.6	1.4	1.33	-1.9
141	42.1	0.1	6.6			2.7	4.0			6.6		1.8	1.6	9.4	1.0	0.9	-3.4
142	47.6		2.9			1.7	2.1			4.7		0.9	1.6	10.5	0.9	0.89	-2.4
143	23.5	0.2	3.9			0.1	5.3		0.0	4.5	0.1	0.8	1.0	6.7	0.6	0.6	1.8
144	51.1	0.3	0.8				0.0			10.4		2.1	1.2	5.9	0.9	0.9	1.4
145	36.1	0.3	0.6			0.6	1.2	0.5		4.9		1.1	1.8	6.7	0.7	0.7	3.9
146	69.0	0.1	2.7			4.6	4.2	0.4		6.4		1.6	5.4	15.2	1.4	1.5	4.6
147	57.0		4.3			7.5	13.3	0.2		9.7		1.8	4.7	14.6	1.5	1.6	4.3
148	56.7		6.6			13.2	15.7	0.3		9.5		1.8	6.1	16.5	1.7	1.8	3.6
149	57.0	0.1	1.2			0.5	3.9	0.3		9.1		0.9	3.2	9.4	1.1	1.2	3.7
150	41.2		1.5			1.7	2.4	0.3		6.0		0.9	2.0	8.0	0.8	0.9	2.9
151	38.3		1.1			0.8	2.0	0.3		5.0		0.8	2.3	6.5	0.7	0.8	2.1
152	38.6		1.9			1.3	4.1	0.3		6.4		1.0	2.3	7.2	0.8	0.9	3.2
153	60.7	0.1	2.3			0.5	8.9	0.4		10.8		1.3	4.0	11.1	1.3	1.4	4.5
154	39.9	0.1	3.5			3.3	8.9	0.3		7.9		1.3	3.2	8.9	1.0	1.1	4.0
155	35.6	0.1	0.6			0.6	0.5	0.3		5.4		0.2	1.9	5.2	0.6	0.7	1.4
156	51.5		2.6			4.6	3.1	0.3		7.3		1.6	3.2	10.9	1.1	1.2	4.7
157	38.7		2.0			1.7	4.8	0.3		5.3		1.5	3.1	7.1	0.8	0.9	3.0
158	44.4		1.5			0.3	19.4	0.3		7.1		1.1	4.0	12.4	1.2	1.3	3.9
159	54.3		3.4			6.3	6.1	0.2	0.0	8.8		1.7	3.1	12.5	1.2	1.3	3.5
160	79.7		21.9			1.6	71.0	0.2		41.6		2.0	9.5	19.0	3.4	3.6	2.3
161	58.4		1.3			1.5	13.2	0.3		7.6		1.2	4.9	12.5	1.3	1.4	3.4
162	73.3		3.6			1.1	20.8	0.3		11.0		1.8	5.6	18.3	1.8	1.9	3.9
163	80.4		3.7			0.5	27.4	0.4		15.2		2.1	5.2	20.5	2.0	2.2	3.7
164	60.2		10.9			0.2	27.3	0.1		11.7		2.7	5.0	19.5	1.9	2.0	2.7
165	55.0		3.0			2.5	4.1	0.1		6.3		1.3	3.3	12.4	1.1	1.2	3.9
166	56.7		2.7			1.1	9.6	0.2		9.7		1.3	3.3	12.1	1.2	1.3	4.0
167	39.8		0.8			1.4	1.1	0.3		5.3		0.9	2.1	7.2	0.7	0.8	3.9
168	28.8		2.3			3.0	4.3			3.6		0.9	1.6	8.5	0.7	0.73	4.3
169	33.2	0.0	3.0			2.8	5.9	0.1		5.3		1.1	1.2	8.2	0.8	0.8	-2.2
170	37.2		3.9			2.9	7.9	0.2		6.9		1.3	2.8	9.1	0.9	1.0	4.2

第 3-4 表 主要溶存イオンの分析結果 (河川水)
Table 3-4 Result of chemical analysis for major ions (river water)

番号	HCO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ⁻	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Σ anion	Σ cation	イオン バランス
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L			
171	59.8	0.1	4.3	0.3		4.8	8.6	0.3	0.0	7.2	0.0	1.5	5.0	14.1	1.4	1.5	3.4
172	66.5	0.1	3.3	0.2		3.9	4.6	0.4		6.0		1.7	5.5	14.3	1.4	1.5	4.3
173	80.3	0.0	1.6	0.4		3.6	3.8	0.2		5.4	0.1	1.4	6.8	16.7	1.5	1.7	4.9
174	60.3	0.2	2.2			4.0	4.9	0.3		6.0		1.5	3.0	13.5	1.2	1.2	-0.5
175	71.0	0.1	6.5			3.3	7.0	0.3		9.2		1.7	5.6	16.1	1.6	1.7	4.7
176	82.8	0.1	7.3			5.7	9.1	0.3		10.1		2.5	4.5	19.5	1.9	1.9	-0.2
177	76.3	0.1	6.6			6.8	19.5	0.5		16.3	0.0	3.5	6.2	16.7	2.0	2.2	4.5
178	76.8	0.1	10.0	0.5		6.8	14.8	0.2		13.5	0.2	3.0	6.4	19.0	2.0	2.2	4.3
179	58.4	0.1	7.0			3.8	17.5	0.3		11.3	0.0	2.2	5.0	14.9	1.6	1.7	3.6
180	49.3		4.2			3.5	4.2	0.2		6.5		1.3	3.5	10.8	1.1	1.1	3.1
181	32.3		5.3	0.3		4.4	3.5	0.1		6.0	0.2	1.4	2.2	7.6	0.8	0.9	2.1
182	43.0	0.1	6.9			4.6	13.1	0.3		10.5		1.8	3.0	13.4	1.3	1.4	6.3
183	46.3		4.5	0.2		2.4	5.4	0.1		6.3	0.2	1.1	3.1	11.1	1.0	1.1	3.6
184	63.9		8.6	0.5		5.0	6.8	0.0		9.0	0.1	1.5	5.1	15.2	1.5	1.6	3.1
185	56.2	0.1	13.6			8.6	25.5		0.0	11.9		1.9	6.8	15.9	2.0	1.9	-1.0
186	46.8	0.0	4.6			3.2	20.7			6.4		0.6	1.9	19.4	1.4	1.4	1.5
187	75.5	0.1	6.9			3.9	28.6			12.7	0.0	1.0	3.5	25.7	2.1	2.2	1.6
188	45.8	0.0	8.6			4.2	8.2	0.1		10.1	0.0	1.5	2.6	11.0	1.2	1.2	0.3
189	40.8	0.0	3.1			3.2	7.6	0.2		6.7	0.1	1.3	2.3	9.7	1.0	1.0	1.3
190	52.0	0.1	5.7			6.7	17.3	0.2		9.7		1.9	5.4	11.8	1.5	1.51	0.6
191	53.5	0.1	5.4			7.3	17.4	0.3		9.9		2.2	5.7	12.4	1.5	1.58	2.0
192	43.9	0.1	4.2			5.2	7.9			8.0		1.6	1.7	10.2	1.1	1.04	-2.2
193	79.8	0.1	12.1			9.1	16.9	0.5		16.2		3.2	6.1	18.5	2.2	2.22	1.1
194	23.4	0.0	5.4			1.9	16.7		0.0	6.2		0.7	1.1	9.1	0.9	0.83	-4.9
195	28.6		4.3			4.7	2.2			4.3		0.5	1.3	6.4	0.7	0.62	-6.6
196	30.1		3.4	0.1		2.5	2.3			4.6		0.9	1.0	6.0	0.7	0.60	-5.9
197	130.0		14863.2		36.6		1869.3			7968.3		263.5	639.0	220.4	460.2	417.46	-4.9
198	30.5		4.3			1.5	7.2			7.4		1.1	0.6	9.5	0.8	0.9	4.8
199	46.3		10.6			3.2	13.6			11.8	0.1	1.8	1.3	12.6	1.4	1.31	-3.2
200	59.5		16.7			5.0	21.8			16.3	0.2	2.7	1.5	17.9	2.0	1.81	-4.4
201	110.1	0.1	74.9			27.6	36.5	2.6		55.0		7.3	7.2	20.2	5.2	4.19	-10.8
202	50.6	0.1	38.7			4.6	19.0	0.2	0.0	27.3		2.4	5.0	13.4	2.4	2.33	-1.4
203	83.6	0.1	29.3			17.5	11.4	0.3		24.8		2.5	6.1	20.9	2.7	2.7	-0.5
204	79.9	0.0	13.6			17.1	5.9	0.3		14.0		3.3	5.6	16.9	2.1	2.00	-2.4
205	58.1		25.1			5.8	6.4	0.1		20.1	0.6	2.2	2.1	12.0	1.9	1.74	-4.3
206	70.9	0.0	16.6			14.8	4.8			13.0		2.2	5.9	17.5	2.0	1.99	0.4
207	85.1		80.2			16.0	18.7	0.3		49.0	2.0	6.2	6.7	20.0	4.3	3.96	-4.3
208	86.9		284.4			12.8	41.7			147.2		8.5	17.1	27.9	10.5	9.44	-5.4
209	85.1		7.9	0.6		7.0	5.0			10.3	0.1	1.9	3.4	19.5	1.8	1.76	-2.4
210	64.5		167.1	2.3		9.2	49.9			98.5	0.8	5.1	8.4	24.5	7.0	6.38	-4.6
211	76.8		15.9			9.8	12.7	0.7		15.5	0.2	2.8	4.5	18.5	2.2	2.1	-2.3
212	73.2		23.2	1.8		58.6	57.1	2.4		22.0	16.9	25.1	5.2	17.8	4.1	3.9	-3.0
213	88.5		25.2	1.4		5.3	84.4	0.8		24.5	4.2	3.7	18.5	18.5	4.1	3.9	-2.5
214	65.5		13.2			2.5	43.2	0.2		21.8		1.8	6.5	14.0	2.4	2.2	-3.3
215	65.5		8.0			2.1	21.6			9.0	0.1	1.5	2.3	23.5	1.8	1.8	0.4
216	52.2		7.5			3.4	12.9			9.1	0.0	1.4	2.4	15.1	1.4	1.4	-0.2
217	56.5		8.6			3.4	15.8			10.1		1.4	2.7	16.6	1.6	1.5	-0.6
218	61.9		9.7			3.4	17.3			10.4		1.5	2.7	18.8	1.7	1.7	-1.5

沿岸域の水理地質環境

第 4-1 表 微量元素および 222Rn 濃度の分析結果 (湧水その 1)

Table 4-1 Result for chemical analysis for minor elements and radon concentration (spring water, part1)

番号	B	Al	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Co	Cu	Zn	As	Se	Sr	Cd	Pb	²²² Rn	S.D.
	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	Bq/m ³	Bq/m ³
1	16.15		29.38	0.10		0.68		0.02	0.85		0.40	0.21	23.96			2190*	682
2	1.40	3.65	1.03	0.06	0.02	13.22		0.01	0.31		0.03	0.16	19.59			5455*	1588
3	2.83	12.48	2.08	0.08	0.15	8.20		0.02	0.02		0.36	0.27	13.32			12321*	2058
4	4.92	1.45	21.16	0.07				0.01	0.09		0.15	0.05	23.97			2648*	799
5	30.29	7.11	42.86	0.13	0.13	6.44		0.02	1.28		0.46	0.19	34.51			3030*	301
6	0.22	2264.67	8.92	0.60	30.98	1162.69	7.81	0.78	4.92	2.68	0.12	0.22	60.98	0.02	0.73	-	-
7	2.31	558.20	6.63	0.16	11.88	344.25	2.33	0.30	1.61	0.68	0.11	0.55	68.53		0.05	468	68
8	10.28	7.77	14.89	0.15	0.07	9.50		0.03	2.27	1.26	0.24	0.22	69.42			2658*	352
9	19.64	2.03	51.50	0.17	0.51	8.04		0.02	0.75		0.49	0.21	44.21			3820*	516
10	13.18	30.52	8.88	0.04	0.38	18.63		0.04	6.38		0.29	0.19	78.38			7749*	1052
11	14.33	3.25	48.24	2.54	0.03	3.17		0.05	1.03		0.50	0.16	41.19			3410*	664
12	15.13	1.90	55.60	0.28		2.40		0.03	0.99		0.55	0.17	42.16			4002*	713
13	16.03		49.56	1.34		1.23		0.03	0.87		0.60	0.21	41.82			4156*	352
14	41.88	0.50	73.43	0.19		1.64		0.02	1.14		0.85	0.23	43.17			4572*	1375
15	9.11		11.68	0.08		2.09		0.04	1.62		0.12	0.18	110.80			7637*	1610
16	12.81	5.02	40.95	0.19	0.00	4.30		0.02	0.41		0.52	0.20	39.59			2787*	733
17	14.02	15.59	66.24	0.33	6.89	57.23	0.33	0.06	0.58	20.71	0.11	0.11	49.27			2457*	548
18	27.71	12.50	45.23	0.56	0.56	13.99	0.10	0.06	1.28	2.08	0.13	0.12	84.35			1278*	497
19	16.45	163.88	13.02	0.13	3.03	95.33	0.63	0.12	1.78	1.17	0.12	0.21	116.05			2515*	302
20	5.02	107.34	5.86	0.06	1.77	51.57	0.25	0.05	0.38	0.00	0.02	0.06	56.75			273	173
21	16.09	9.54	37.55	0.11	0.13	6.60		0.02	0.98		0.62	0.18	25.74			2814*	383
22	18.81	4.44	32.46	0.12	0.06	4.50		0.03	0.83	0.22	0.49	0.20	44.65			6640*	1479
23	18.78	1.24	20.92	0.16		3.05		0.04	0.84	0.37	0.39	0.18	74.68			6231*	1750
24	22.06	0.69	43.39	0.46	0.11	5.69	0.73	0.12	0.76	0.20	0.57	0.24	55.51			1854*	362
25	6.47	5.57	14.04	0.15	0.03	5.95		0.02	0.17	0.07	0.06	0.14	67.87			1348*	262
26	6.21	4.85	17.49	0.16	0.08	3.50	0.03	0.03	0.15		0.16	0.16	76.80			709*	169
27	7.65	38.20	7.79	0.12	0.77	55.64	0.32	0.06	0.36	7.41	0.04	0.38	129.80	0.01	0.27	6951*	865
28	5.11	4.39	9.70	0.18	0.30	6.84	0.01	0.04	0.22	0.26	0.03	0.14	106.14			9957*	1106
29	5.93	47.69	7.31	0.15	1.68	37.68	0.24	0.07	0.35	0.65	0.02	0.39	97.56			7409*	615
30	21.45	34.43	86.86	0.77	0.60	28.25	0.18	0.05	0.64		0.82	0.32	34.94			1691*	599
31	19.71	3.77	66.16	0.57		4.79	0.04	0.04	0.66		0.56	0.43	51.46			786*	504
32	11.71	2.37	42.93	0.55	0.02	4.72		0.03	0.54		0.26	0.20	59.52			3433*	264
33	34.09	10.36	97.18	0.76		2.67	0.06	0.03	0.42		1.55	0.96	32.02			835*	199
34	25.25	3.27	67.47	0.61		2.55		0.03	0.75		0.71	0.25	41.62			5011*	913
35	21.35	3.67	67.27	0.60	0.18	2.03		0.02	0.68		0.62	0.25	38.23			4025*	951
36	12.21	6.74	51.86	0.53		4.55		0.02	0.72		0.47	0.20	39.13			1967*	369
37	5.08	0.50	2.86	0.07		1.22		0.02	0.25		0.06	0.06	33.43			1717	264
38	3.50	136.03	2.90	0.01	2.33	75.65	0.36	0.06	0.43		0.04	0.02	27.80			67	135
39	4.03	400.86	4.76	0.29	8.20	212.04	1.34	0.18	0.76	0.05	0.07	0.11	36.19		0.03	1918	567
40	16.03	3.09	21.88	0.24	0.03	3.24		0.02	0.78		0.23	0.12	50.14			3394*	779
41	15.89	1.81	21.85	0.25	0.00	1.26		0.02	0.48		0.23	0.11	48.55			2810*	1394
42	9.28	53.25	30.36	0.27	0.67	19.29	0.06	0.03	0.31		0.39	0.11	23.18			1615*	365
43	7.66	4.50	15.56	0.12		1.03		0.01	0.10		0.31	0.07	30.42			1361*	367
44	22.91	11.76	37.96	0.39	0.28	8.70	0.17	0.09	2.45	4.16	0.61	0.25	55.37		0.13	1487*	194
45	4.92	3.33	3.90			1.12		0.01	0.14		0.13	0.05	16.31			5460*	1081
46	5.57	31.07	7.52	0.09	0.51	22.93	0.05	0.03	0.13		0.07	0.11	41.60			1248*	418
47	18.30	28.75	32.12	4.90	0.03	9.61		0.03	0.84		0.45	0.18	46.00			1839*	448
48	8.04	1.60	51.38	1.16		2.14		0.02	0.20		0.41	0.14	42.45			1813*	534
49	7.71	458.84	45.29	0.76	8.57	340.62	2.42	0.30	1.09		0.33	0.14	44.48		0.06	140	118
50	24.78	21.50	85.29	1.02	0.16	12.67	0.03	0.03	0.32		0.88	0.23	33.10			2422*	346
51	12.13	39.81	39.95	0.71	1.00	37.36	0.24	0.06	0.70		0.33	0.23	65.03			1389*	641
52	7.72	9.72	16.80	0.24	0.20	8.50	0.02	0.05	0.39		0.37	0.13	41.54	0.06		994	452
53	7.60	3.76	20.20	0.12		1.41		0.02	0.14		0.18	0.09	49.81			1074*	433
54	10.76	1.11	14.59	0.16		2.98	0.09	0.08	0.33	0.20	0.17	0.16	98.58			7328*	1922
55	12.18	5.99	27.83	0.20		0.66		0.01	0.15		0.38	0.11	29.29			1268*	366
56	5.48	1.71	15.63	0.28		2.46	0.02	0.02	0.17		0.18	0.19	91.14			1344*	114
57	7.38	2.52	19.52	0.26		1.66		0.02	0.18		0.20	0.11	60.57			384	118
58	7.55	3.42	18.06	0.29	2.84	6.98	0.05	0.05	0.49		0.19	0.21	90.67			5792*	931
59	8.79	3.65	31.81	0.24		0.29		0.01	0.10		0.36	0.08	31.24			844*	272
60	18.00	2.57	29.10	0.66		0.94		0.02	0.29		0.56	0.19	46.44			3659*	587

*:産総研(2014)

第 4-2 表 微量元素および ²²²Rn 濃度の分析結果 (湧水その 2)

Table 4-2 Result for chemical analysis for minor elements and radon concentration (spring water, part2)

番号	B	Al	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Co	Cu	Zn	As	Se	Sr	Cd	Pb	²²² Rn	S.D.	
	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	Bq/m ³	Bq/m ³	
61	11.67	128.16	21.20	0.16	4.85	116.48	0.66	0.13	0.64		0.83	0.10	37.39		0.01	1939	420	
62	8.80	364.83	11.39	0.18	17.59	268.00	1.66	0.22	0.76		0.30	0.16	53.01		0.07	2367	642	
63	8.34	7.32	12.60	0.13	1.15	10.85	0.04	0.03	0.15		0.40	0.19	61.11			1285*	204	
64	12.35	0.33	23.40	0.15		3.86	0.00	0.04	0.34		0.74	0.64	91.30			6501*	928	
65	11.08	0.09	14.06	0.15	0.02	4.80	0.16	0.08	0.32		0.56	0.45	122.23			2997*	1054	
66	9.16	1.90	12.08	0.13	0.05	4.01	0.01	0.04	0.19		0.52	0.26	69.82			5654*	398	
67	20.25	10.08	30.63	0.29	0.23	6.32	0.04	0.04	1.00	1.08	0.56	0.24	56.66			1958*	516	
68	21.50	72.07	35.03	0.34	8.59	51.48	0.34	0.06	1.29	0.32	0.62	0.31	56.18		0.09	2519*	678	
69	11.24	2.65	18.99	0.19		0.60		0.02	0.15		0.98	0.16	28.96			3842*	1038	
70	9.17	93.80	67.60	1.10	3.93	87.55	0.48	0.09	0.84		0.42	0.18	45.13			2227*	602	
71	8.88	9.51	53.44	0.71	0.76	16.35	0.2	0.04	0.96	0.72	0.37	0.27	44.86			1205*	291	
72	28.16	69.79	87.84	0.98	2.15	50.28	0.36	0.06	0.83		0.79	0.29	35.52			1012*	258	
73	18.66	8.15	69.00	0.85	0.14	6.50		0.02	0.29		0.51	0.19	30.34			1693*	591	
74	5.40	4991.28	21.97	2.31	115.89	4838.80	31.78	2.33	17.94	19.46	1.00	0.13	21.88	0.06	8.80	2298*	433	
75	12.63	6.73	15.65	0.10	0.10	6.96	0.14	0.05	1.59	0.68	0.16	0.23	121.29			685	342	
76	12.75	3.77	18.32	0.16	0.05	2.48	0.19	0.03	0.99	0.01	0.29	0.20	23.29			1982*	515	
77	2.61	153.71	17.75	0.07	2.17	91.58	0.54	0.08	0.37		0.15	0.31	71.07			949*	229	
78	30.19	8.09	64.13	0.15	0.03	4.14		0.02	0.93		0.74	0.21	28.17			2616*	513	
79	20.83	136.13	31.65	0.15	1.73	70.64	0.30	0.06	0.77	0.46	0.27	0.20	47.97			545	173	
80	20.67	1.49	37.67	0.64		2.56		0.05	0.86	0.32	0.49	0.24	53.30			1703*	447	
81	17.74	2.16	36.48	0.13		1.88		0.02	0.67		0.61	0.18	31.53			4736*	763	
82	15.94	25.65	42.66	0.17	0.37	14.85		0.02	0.60	0.33	0.62	0.16	22.12		0.02	2944*	870	
83	17.66	12.00	39.62	0.57	0.19	7.49	0.01	0.03	0.87	0.27	0.54	0.19	43.59			5432*	497	
84	6.42	0.85	17.98	0.24		3.01	0.03	0.03	0.18		0.19	0.16	102.40			1482*	690	
85	9.51	21.54	40.03	0.31	5.77	33.78	0.14	0.07	0.36		0.12	0.12	79.39			2946*	932	
86	19.76	0.16	46.97	0.38		2.23		0.30	1.03		0.44	0.20	55.75			3301*	331	
87	4.55		1.10		0.93	1.60	0.50	0.03	2.51	10.02	0.01	0.06	26.99	0.01		1025*	337	
88	17.15	28.93	43.26	0.20	0.40	16.20	0.01	0.03	0.56		0.51	0.17	34.13			5797*	670	
89	8.77	5.38	23.09	0.13	0.06	1.85		0.02	1.02		0.20	0.09	39.18		0.05	1108*	248	
90	30.75	10.92	93.51	0.55		2.25		0.02	0.39	0.05	0.88	0.33	33.18			994*	326	
91	19.01	3.56	60.76	0.57	0.19	5.45	0.11	0.04	0.79		0.64	0.38	54.57			1236*	196	
92	9.35	2.55	51.69	0.69		1.65		0.02	0.29		0.46	0.18	34.46			1765*	611	
93	6.97	0.04	20.26	0.06				0.02	0.20		0.06	0.06	40.00			625	211	
94	18.91	1.99	32.63	2.72	0.02	2.34		0.03	1.00		0.47	0.19	46.97		0.29	2001*	397	
95	7.04	7.29	1.37	0.01	0.32	16.99	0.06	0.04	0.22		0.11	0.17	102.80			4249*	551	
96	19.23	2051.37	27.62	0.65	11.91	854.79	5.57	0.48	4.79	11.44	0.63	0.21	60.16		0.75	1715*	850	
97	21.55	5.82	104.49	0.57	0.08	10.83		0.06	1.07	8.95	2.94	1.96	19.15	0.06	0.26	546	194	
98	63.99	4.69	138.95	0.38	0.23	11.94		0.02	0.65	29.79	2.63	0.41	25.91	0.02	0.10	238	205	
99	31.43	1.30	26.86	0.23	0.05	7.99		0.06	1.05	1.38	0.64	0.26	32.12	0.04	0.04	3302	589	
100	22.13	0.45	32.18	0.75	0.10	7.25		0.02	0.62	16.71	0.63	0.21	28.86	0.01	0.01	8577	377	
101	16.51	2.29	59.96	0.50	0.01	5.65		0.03	1.30	0.66	0.83	0.24	35.32			1432	560	
102	9.71	3.66	63.78	0.54	0.02	3.90		0.01	0.35	2.07	0.76	0.23	24.43			550	368	
103	3.62	1.48	17.15	0.51	0.03	6.28		0.03	0.56	9.64	0.16	0.13	29.72	0.01		1396	186	
104	8.80	6.18	49.47	0.61	0.03	6.57		0.03	0.45	0.12	0.48	0.17	49.15			1153	199	
105	11.26	8.03	25.33	0.15	0.08	6.03	0.04	0.06	8.70	5.92	0.36	0.18	56.08	0.01		603	261	
																		*産総研(2014)

第 4-3 表 微量元素および ²²²Rn 濃度の分析結果 (地下水)

Table 4-3 Result for chemical analysis for minor elements and radon concentration (groundwater)

番号	B	Al	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Co	Cu	Zn	As	Se	Sr	Cd	Pb	²²² Rn	S.D.
	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	Bq/m ³	Bq/m ³
106	40.91	0.49	6.47	2.10	0.06	5.07	0.73	0.13	0.68	9.43	0.60	1.90	164.74	0.02	0.01	8983	994
107	9.05	1.66	0.20	0.09	0.21	0.60	0.33	0.05	0.98	12.36	0.34	0.10	21.22	0.01	N.D.	79	105
108	31.52	0.81	0.65	0.14	0.29	0.13	0.17	0.03	0.64	4.37	0.24	0.07	21.39	0.01	N.D.	509	283
109	19.16	0.00	1.84	0.08	0.16	13.92	0.33	0.43	0.60	4.19	0.40	0.15	66.93	0.00	N.D.	187	121
110	84.18	N.D.	1.64	0.07	10.37	2.64	0.64	0.05	0.36	0.90	0.14	0.30	116.40	0.00	N.D.	4722	659
111	22.06	N.D.	17.59	0.15	11.92	1.51	0.34	0.06	0.63	1.02	0.75	0.22	85.58	0.00	N.D.	7414	736
112	80.50	N.D.	5.03	1.36	98.28	1.43	0.23	0.09	4.72	13.80	2.18	0.36	138.05	0.00	N.D.	264	330
113	6.74	N.D.	19.10	0.16	0.12	23.62	0.49	0.50	0.10	0.23	0.20	0.16	43.11	0.00	N.D.	610	380
114	13.52	7.22	29.34	0.35	7.61	1.93	0.27	0.82	0.18	3.92	0.20	0.18	79.51	0.00	0.02	102	91
115	18.67	N.D.	36.65	0.16	7.40	2.69	0.16	0.51	0.19	1.78	0.45	0.27	53.77	0.00	N.D.	2011	159
116	32.23	N.D.	0.80	0.05	8.01	94.02	0.78	0.04	0.68	0.85	0.37	0.06	39.63	0.01	0.00	1647	304
117	59.33	N.D.	13.54	3.21	15.52	1.69	0.89	0.09	10.20	3.51	5.59	0.56	120.15	0.00	0.00	177	204
118	44.62	6.60	107.36	0.67	0.23	0.82	0.47	0.36	0.99	6.84	0.84	0.28	31.42	0.00	0.02	476	69
119	15.14	0.67	47.40	0.23	0.29	285.00	2.31	0.53	0.30	0.86	0.47	0.24	27.64	0.00	0.01	1339	657
120	10.55	1.75	0.23	0.03	3.67	4.35	0.22	0.22	0.33	N.D.	0.05	0.04	38.60	0.00	N.D.	280	269
121	14.80	5.87	78.87	0.63	6.09	1.62	0.33	0.76	0.90	4.34	0.64	0.21	45.89	0.00	0.05	1927	335
122	15.01	N.D.	16.45	0.10	9.99	21.35	0.25	0.88	0.30	0.49	0.48	0.09	40.88	0.00	N.D.	310	222
123	17.33	1.97	94.67	0.49	5.98	1.12	0.12	0.66	1.17	N.D.	0.72	0.22	42.72	0.00	N.D.	1439	738
124	13.53	2.85	52.13	0.22	3.97	0.41	0.37	0.46	0.18	15.23	0.31	0.23	29.84	0.01	N.D.	254	167
125	9.12	N.D.	0.27	0.03	3.74	0.90	0.07	0.28	0.19	N.D.	0.09	0.06	33.27	0.00	N.D.	28	56
126	15.06	0.82	0.94	0.08	0.82	10.79	0.29	0.04	0.40	N.D.	0.12	0.13	103.57	0.00	N.D.	213	187
127	13.53	0.22	64.65	0.12	2.56	255.70	2.30	0.62	0.25	N.D.	0.46	0.25	41.22	0.00	0.04	66	131
128	32.89	2.04	6.82	0.05	4.37	0.45	0.05	0.51	0.42	N.D.	2.22	0.09	31.00	0.00	N.D.	522	281
129	505.51	N.D.	51.17	7.57	160.87	N.D.	N.D.	1.19	134.79	N.D.	28.07	17.52	1909.17	0.40	0.80	125	144
130	3.56	0.06	0.54	0.10	4.20	0.21	0.06	0.16	3.03	3.70	0.16	0.01	20.40	0.00	N.D.	125	144
131	13.20	N.D.	42.91	0.38	9.00	7.25	0.17	0.89	0.32	0.88	0.25	0.45	99.87	0.00	N.D.	1565	282
132	8.32	N.D.	0.51	0.04	5.38	1.15	0.08	0.40	0.26	8.10	0.09	0.03	44.16	0.00	N.D.	148	156
133	18.46	2.65	107.12	1.09	6.25	1.60	0.22	0.68	0.33	1.95	0.55	0.30	43.75	0.00	N.D.	2372	457
134	17.69	5.47	58.56	0.45	8.14	3.65	0.19	0.52	1.35	0.19	0.37	0.26	56.93	0.00	N.D.	2620	317
135	7.13	N.D.	4.53	0.05	1.23	100.33	0.86	0.35	0.13	24.90	0.20	0.06	25.11	0.00	N.D.	1438	341
136	19.39	7.65	49.07	0.54	7.34	2.01	0.40	0.77	0.83	37.74	0.65	0.26	60.52	0.02	0.00	1399	382
137	7.30	3.86	0.30	0.04	1.25	N.D.	0.05	0.11	0.34	0.32	0.07	0.10	43.88	0.00	N.D.	74	86
138	20.75	1.57	61.94	0.57	7.05	2.69	0.28	0.77	0.27	1.39	0.67	0.27	54.99	0.00	0.00	3151	554
139	5.04	1.52	0.24	0.02	14.77	N.D.	0.07	0.22	0.15	3.65	0.05	0.01	49.15	0.00	N.D.	128	167
140	16.63	0.63	29.90	0.09	6.87	3.07	0.22	0.43	0.33	0.19	0.48	0.18	53.26	0.00	N.D.	3320	924
141	18.30	2.11	53.73	0.39	4.84	3.27	0.13	0.51	0.48	0.23	0.54	0.18	38.65	0.00	N.D.	2438	978
142	7.72	2.90	20.54	0.27	0.35	1.01	0.17	0.58	0.23	58.26	0.36	0.10	42.65	0.09	N.D.	3181	522
143	7.16	N.D.	0.35	0.03	0.66	3.58	0.51	0.33	0.23	40.92	0.05	0.05	25.25	0.01	0.00	171	155
144	14.79	N.D.	1.24	0.02	11.07	3.60	0.17	0.25	0.62	6.10	0.04	0.13	36.37	0.00	N.D.	415	242
145	8.26	1.92	113.26	0.71	3.49	N.D.	0.31	0.40	0.70	11.26	0.64	0.18	24.09	0.00	0.02	387	351
146	9.19	2.86	87.35	1.17	0.17	0.49	0.12	0.75	0.42	0.58	0.57	0.21	51.17	0.00	N.D.	477	178
147	24.42		38.33	0.27			0.21	0.03	0.51	0.49	0.72	0.31	49.19		0.01	6349	1450
148	14.78	0.82	31.02	0.22	0.03		0.47	0.04	0.37	0.43	1.04	0.35	61.83			3704	491
149	14.43	4.33	62.44	0.37	0.14	1.56	0.03	0.02	0.35		0.75	0.19	28.17			1638	450
150	14.44	4.45	57.03	0.34				0.01	0.90		0.83	0.15	24.77			1907	993
151	13.88	5.63	56.19	0.33	0.01			0.02	0.12		0.77	0.16	19.16			606	142
152	18.40	5.47	55.58	0.22				0.01	0.28	1.06	0.84	0.18	24.38			1365	256
153	19.48	3.02	69.43	0.36			0.10	0.02	0.25	0.36	0.94	0.22	36.84			2638	392
154	30.72		60.87	0.17			0.08	0.02	2.47	5.66	1.25	0.23	27.54		0.12	2738	478
155	8.52	7.04	56.96	0.21				0.01	0.46	0.39	0.66	0.10	12.79		0.24	476	272
156	14.27	0.49	61.87	0.29			0.02	0.03	1.29		0.81	0.14	35.56			2070	652
157	13.07	1.68	52.07	0.25	0.23	18.70	0.15	0.01	0.22	1.38	0.84	0.14	22.08			2014	240
158	19.73	2.26	39.22	0.14	0.02		0.13	0.02	0.13	0.35	0.86	0.12	19.55		0.01	1203	638
159	21.80	0.24	58.36	0.20				0.03	1.18	1.00	0.79	0.23	42.34			2340	863
160	113.13	0.76	88.74	0.22			0.24	0.03	1.45	5.88	1.87	0.29	59.75			3434	528
161	28.82	3.59	69.01	0.70			0.81	0.02	0.23	0.31	0.65	0.24	33.89			1486	508
162	28.88	28.74	75.31	0.88	4.74	355.17	2.38	0.05	0.40	4.22	0.73	0.29	44.83			3372	1096
163	44.46	5.05	105.12	0.63	0.04	0.73	0.10	0.03	0.38	0.73	1.04	0.31	53.10			1299	289
164	26.29	2.01	20.96	0.22	0.15	5.59	0.29	0.03	0.36	0.76	1.52	0.15	60.29			3916	441
165	10.66	0.37	18.32	0.17	0.16		0.07	0.02	0.14	2.03	0.52	0.11	45.34			3703	1365
166	17.86	4.06	52.42	0.44			0.05	0.02	0.28		0.69	0.22	37.12			1543	391
167	7.65	6.85	59.60	0.45				0.01	0.13		0.49	0.14	16.54			1015	517
168	9.59	11.12	9.14	0.07	0.15	1.81	0.03	0.02	1.03	4.03	0.22	0.15	20.30		0.36	2437	308
169	15.61	14.36	25.25	0.10	0.50	10.45	0.05	0.02	1.55	2.25	0.47	0.17	21.07		0.63	3053	301
170	21.21	45.75	42.76	0.12	0.79	22.31	0.06	0.03	3.64		0.69	0.19	24.19		1.50	4028	674

第 4-4 表 微量元素および ^{222}Rn 濃度の分析結果 (河川水)

Table 4-4 Result for chemical analysis for minor elements and radon concentration (river water)

番号	B	Al	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Co	Cu	Zn	As	Se	Sr	Cd	Pb	^{222}Rn	S.D.
	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	Bq/m ³	Bq/m ³
171	17.83	63.14	42.81	0.76	2.78	55.50	0.39	0.09	1.53	1.07	2.11	1.71	39.08	0.02		250	346
172	7.68	73.10	52.63	0.78	7.40	107.93	0.60	0.07	0.94	0.27	0.48	0.26	42.62	0.01		498	154
173	5.75	75.76	43.75	0.60	181.98	489.07	3.17	0.20	1.10	3.22	0.54	0.20	54.69	0.01		698	467
174	10.05	84.54	63.86	1.07	1.48	57.96	0.32	0.07	0.54		0.43	0.19	45.68			260	173
175	13.90	211.83	46.75	0.70	4.60	145.04	1.00	0.26	1.65	0.28	0.55	0.16	41.86			196	130
176	20.16	128.83	29.86	0.30	11.44	189.87	1.31	0.11	2.35	3.87	0.47	0.23	55.30		0.01	120	107
177	22.48	664.43	37.99	0.59	13.39	922.12	6.61	0.59	5.69	7.31	0.46	0.19	55.83	0.01	0.09	260	211
178	32.79	106.97	36.39	0.50	4.94	111.72	0.90	0.14	3.33	8.17	0.43	0.20	54.69	0.01	0.30	119	106
179	22.84	119.37	30.90	0.35	3.09	87.04	0.64	0.08	1.76	3.38	0.49	0.17	48.22			159	254
180	14.21	39.39	19.28	0.21	1.30	27.11	0.11	0.03	0.78	0.36	0.17	0.11	46.08			809	388
181	8.87	507.06	5.48	0.76	14.47	381.30	2.45	0.31	1.84	21.36	0.14	0.07	35.28	0.02	34.63	163	76
182	19.61	124.24	27.24	0.31	3.51	82.05	0.75	0.07	1.76	3.97	0.39	0.15	46.14		0.03	190	154
183	8.69	446.61	11.41	0.19	30.15	342.85	2.18	0.21	1.76	2.25	0.29	0.09	37.68	0.01	0.22	459	143
184	21.16	194.97	7.08	0.17	78.86	560.02	3.52	0.22	1.36	2.09	0.40	0.14	52.17		0.11	523	254
185	24.22	256.18	23.00	0.39	22.53	263.72	4.56	0.17	4.55	14.22	0.45	0.15	49.89	0.02	2.40	524	445
186	32.23	82.42	2.35	0.13	2.25	104.28	0.80	0.15	0.74	3.86	0.26	0.19	55.27		0.08	487*	232
187	31.20	81.93	6.64	0.24	4.24	35.43	0.28	0.09	0.85	1.65	0.79	0.16	60.27			75*	100
188	22.91	758.52	31.23	0.29	12.13	489.32	3.02	0.28	2.25	2.95	0.54	0.17	35.53	0.01	0.28	1346	155
189	21.23	196.43	32.29	0.15	5.86	134.09	0.81	0.11	1.20	1.14	0.47	0.17	27.90		0.08	67	45
190	23.91	128.47	42.31	0.53	6.39	223.23	2.28	0.29	1.56	6.51	0.56	0.20	39.95		0.07	573*	160
191	25.18	89.68	45.28	0.56	3.40	71.75	1.29	0.14	1.80	6.80	0.58	0.21	41.65		0.09	511	124
192	21.15	157.94	35.36	0.18	4.10	97.06	0.67	0.11	1.71	9.92	0.38	0.15	31.42		0.17	167	111
193	39.97	38.11	23.72	0.22	51.03	222.57	2.38	0.20	2.47	8.54	0.55	0.20	61.71	0.01	0.11	1142*	372
194	8.10	26.62	1.81	0.13	0.67	9.16		0.08	0.39	4.68	0.54	0.52	48.67	0.03	0.04	167	112
195	5.64	67.00	2.11	0.09	9.92	93.84	0.27	0.08	1.42	15.15	0.16	0.08	41.31	0.01	0.32	388*	230
196	7.13	12.10	5.40	0.13	1.03	6.41		0.03	0.22	3.04	0.27	0.08	36.69		0.06	111*	91
197	1559.15	69.94	42.00	46.91	17.41	299.57	6.90	1.17	1873.19	47.17	216.97	85.01	4962.25	0.09	0.38	180*	69
198	18.42	9.71	3.99	0.40	4.24	33.17	0.14	0.05	14.05	12.48	1.11	0.60	35.78	0.01	0.06	243	136
199	25.04	51.63	18.24	0.46	58.67	98.74	3.48	0.27	4.45	16.53	0.92	0.22	43.29	0.01	0.21	496	200
200	31.01	84.94	27.42	2.05	7.17	28.70	1.32	1.05	3.48	32.72	0.69	0.40	54.05	0.01	0.12	317	111
201	63.48	79.74	12.11	0.57	136.30	567.43	4.33	0.83	5.38	99.21	1.53	0.74	87.17	0.02	0.47	296*	104
202	34.50	58.87	20.41	0.77	11.09	78.80	1.65	0.14	2.44	10.01	0.88	0.41	53.62	0.01	0.23	403*	103
203	19.95	97.23	16.92	3.65	13.44	130.95	7.36	2.52	6.66	137.89	0.71	0.31	89.99	0.01	0.55	405*	224
204	21.73	34.44	7.38	0.15	81.31	464.80	2.96	0.13	2.68	77.96	0.35	0.35	72.98	0.01	0.31	345	250
205	21.51	58.25	20.60	0.40	36.00	334.41	2.37	0.17	2.11	65.44	0.55	0.19	49.98	0.01	0.41	537*	123
206	22.33	36.70	12.68	0.26	85.22	886.16	5.38	0.21	1.33	29.94	0.54	0.25	74.97	0.01	0.17	542	234
207	52.72	62.03	18.23	0.59	117.65	396.57	3.30	0.30	3.09	45.34	0.89	0.55	90.53	0.01	0.29	86	58
208	71.47	74.42	18.56	1.55	151.05	477.18	3.45	0.73	6.63	28.44	2.31	1.85	196.17	0.01	0.34	528*	245
209	15.09	199.57	15.18	0.25	45.80	522.98	3.20	0.19	2.06	36.32	0.37	0.22	69.14	0.01	0.17	522	226
210	71.46	132.39	37.43	1.11	25.94	136.86	1.61	0.22	7.41	27.89	1.66	1.41	128.07	0.01	0.24	616*	415
211	31.13	33.80	44.68	0.96	10.46	77.26	0.84	0.22	1.67	13.56	0.80	0.36	70.32	0.01	0.16	1020*	291
212	44.25	91.75	36.29	0.66	63.83	192.43	1.80	0.15	4.58	31.67	1.20	0.39	63.71	0.06	0.82	790	402
213	71.68	96.71	42.13	0.74	21.59	75.92	5.90	0.21	2.74	37.54	0.93	0.48	59.27	0.04	0.42	712*	144
214	81.26	17.97	83.65	0.37	0.54	10.72	0.33	0.05	1.72	15.93	1.46	0.55	53.01	0.01	0.18	0	0
215	55.47	27.55	2.15	0.18	1.88	25.80	0.35	0.10	1.63	20.88	0.91	0.32	78.57	0.01	0.28	276	238
216	34.55	22.77	21.04	0.14	1.09	11.21	0.06	0.05	0.86	2.40	0.61	0.24	46.50		0.04	100	82
217	39.66	33.36	18.92	0.19	2.24	24.59	0.12	0.07	1.01	12.93	0.78	0.30	57.07	0.01	0.64	226	151
218	38.12	31.82	18.33	0.18	1.74	14.10	0.13	0.07	0.89	6.94	0.73	0.32	58.93		0.03	529*	49

*産総研(2014)