

北陸新幹線（敦賀・新大阪間）  
令和5年度 地下水検討委員会

報告書

令和6年8月

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

北陸新幹線建設局



## はじめに

北陸新幹線（敦賀・新大阪間）令和5年度地下水検討委員会（以下、「委員会」という）は、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 北陸新幹線建設局の事業である北陸新幹線事業（以下、「本事業」という）による地下水への影響を把握し、駅・ルートを検討に活用することを目的に実施する調査に対して、第三者的な立場から指導・助言する機関として令和5年に設置されたものです。

委員会は、令和5年度に3回にわたって開催され、京都市内で採取した地下水の成分分析結果から、京都市内の地下水流動について検討を行いました。

本報告書は、令和5年度の地下水成分分析調査・検討結果等についてとりまとめたものです。

北陸新幹線（敦賀・新大阪間）令和5年度地下水検討委員会

# 北陸新幹線（敦賀・新大阪間）地下水検討委員会 委員名簿

## 【委員】

- 市川 温 京都大学大学院 経営管理 研究部 兼 工学研究科都市社会工学専攻 教授  
乾 徹 大阪大学大学院工学研究科 地球総合工学専攻 教授  
岸田 潔 京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻 教授  
北田 奈緒子 (一財) GRI 財団 業務執行理事 兼 研究開発部門 部門長  
○楠見 晴重 関西大学 環境都市工学部都市システム工学科 教授  
徳永 朋祥 東京大学大学院 新領域創成科学研究科環境システム学専攻 教授  
(○：委員長) (五十音順、敬称略)

## 【オブザーバー】

- 北出 徹也 国土交通省 大臣官房参事官 (新幹線建設担当)

## 【事務局】

- 独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

# 目次

1. 委員会の背景と目的	1
1.1 委員会の背景	1
1.2 委員会の目的	3
2. 採水箇所 of 整理	5
3. 成分分析項目・手法	9
4. 成分分析結果	11
4.1 成分分析結果と酸素安定同位体比結果	11
4.2 北部山岳地域と京都盆地	15
4.3 京都盆地地域の解析による地下水流向とイオン分析の重ね合わせ	20
4.4 京都盆地地域の安定同位体比による考察	23
4.5 京都盆地地域のヘキサダイアグラムと安定同位体比による考察	27
4.6 トリリニアダイアグラムによる考察	37
4.7 既往文献との整合性	39
4.8 全含有量分析	40
5. 解析及び成分分析結果に基づく考察	42
5.1 南北の広域的な流れについて	42
5.2 桃山丘陵付近の東西の流れについて	42
5.3 その他の含有物・既往文献との整合	42
5.4 まとめ	44
5.4.1 北部山岳地域と京都盆地地域について	44
5.4.2 京都盆地地域の南北の広域的な流れについて	44
5.4.3 桃山丘陵からの東西の流れについて	45

## 1. 委員会の背景と目的

### 1.1 委員会の背景

北陸新幹線（敦賀・新大阪間）は、敦賀駅、小浜市（東小浜）附近、京都駅、京田辺市（松井山手）附近、新大阪駅に駅を設置するルートとされている（図 1.1 参照）。

本事業は京都市内及び周辺地域の地下水環境を保全しつつ、適切かつ円滑に実施する必要があるが、京都駅の位置や施工法、地下水への影響など施工上の課題が多く存在し、環境影響評価手続きにおいて駅・ルートを公表する前に、施工上の課題を解決できる実現可能な駅・ルートの検討が必要である。さらに、「北陸新幹線の工程・事業費管理に関する検証委員会報告書」

（令和 3 年 6 月）において、工期・事業費の精度の向上のため、認可前調査等の拡充が求められている。そこで、本委員会では、本事業が地下水に与える影響を把握し、駅・ルートの検討に活用することを目的として、京都市内の地下水の採取とその成分分析を実施した。

本委員会における検討フローを図 1.2 に示す。なお、検討時に成分分析結果の比較対象とした「三次元浸透流解析」の結果とは、令和元年 10 月から令和 4 年 3 月までの間に 9 回にわたり開催した、北陸新幹線（敦賀・新大阪間）京都市周辺域に係る地下水検討委員会（以下、「周辺域委員会」）で検討を行った地下水流動の解析・検討結果を指す。また、本報告書では、京都市北区～京田辺市付近を「京都盆地地域」と言い、京都市右京区・左京区の北部を「北部山岳地域」と言う。

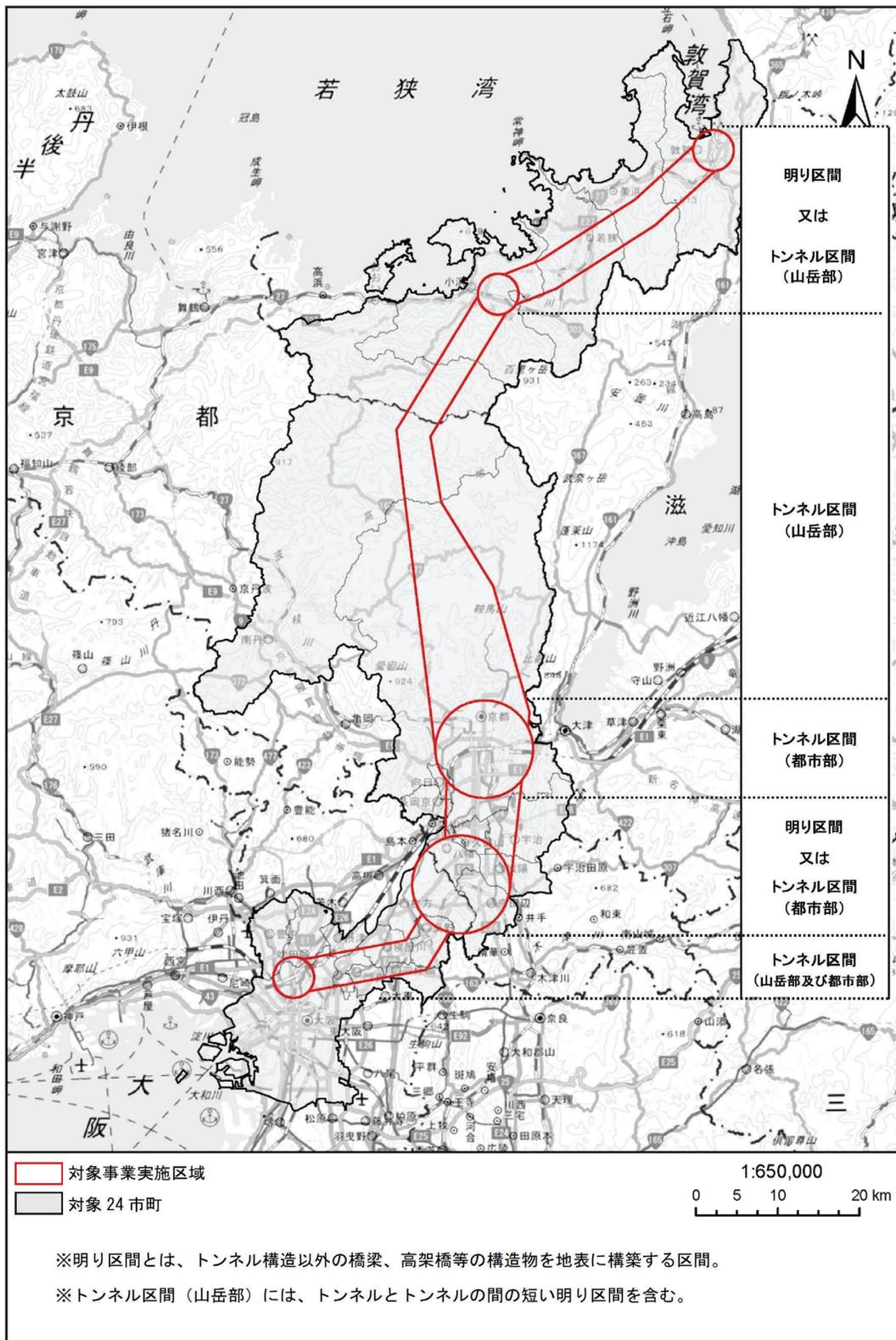


図 1.1 対象事業実施区域（敦賀・新大阪間）

出典：北陸新幹線（敦賀・新大阪間）環境影響評価方法書  
 （独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構、2019 年 11 月発行）

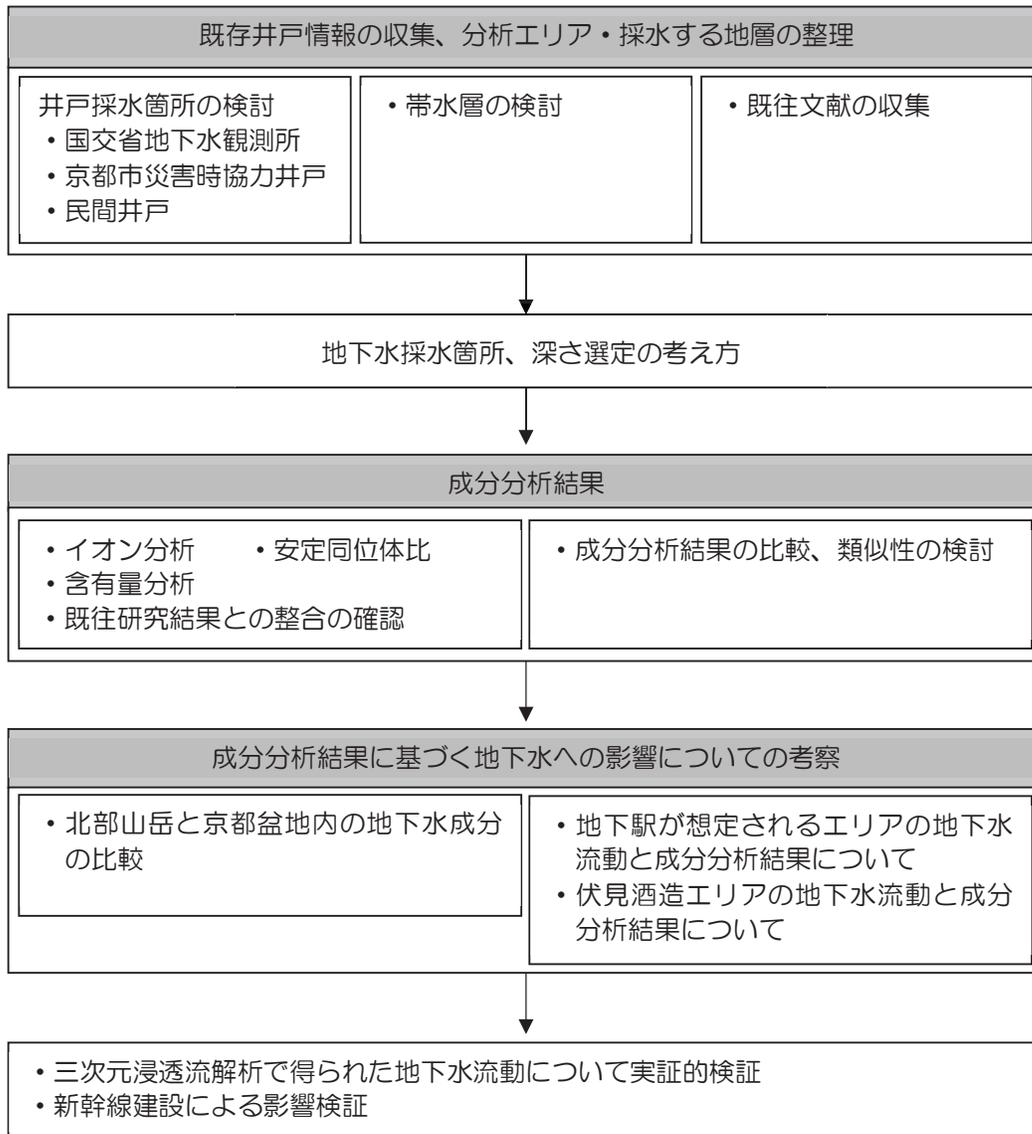


図 1.2 令和 5 年度委員会検討フロー

## 1.2 委員会の目的

本委員会では、京都市内及び周辺地域の地下水流動について、水質の観点から検証することで本事業が地下水位等へ与える影響をより詳細に予測することを目的している。その中でも「1. 北部山岳地域と京都盆地地域の関係性」「2. 京都盆地地域における南北の広域的な地下水の流れ」「3. 桃山丘陵から伏見酒造エリアへの東西の地下水の流れ」の3点に焦点を当て、調査・検討を行った。

京都盆地地域の地下水流動について、既往研究(参考文献 B19\_地下水要覧編集委員会(1988)、B21\_山本(1994)等)にて北北東から南南西に向けた大きな流れの存在が考察されており、周辺域委員会の解析結果では既往研究と同様の結果が得られている(図 1.3)。本調査では、地下水成分の観点からもその広域的な流向を確認することとし、「1. 北部山岳地域と京都盆地地域の関係性」を検証するとともに、後述する京都盆地地域の各帯水層と伏見酒造エリア付近の地下水の関連性についてより詳細なデータを収集する。また、新幹線建設の影響を可能な限り正確に検討するため、「2. 京都盆地地域における南北の広域的な地下水の流れ」および「3. 桃山丘陵から伏見酒造エリアへの東西の地下水の流れ」についても検討を行うこととした。

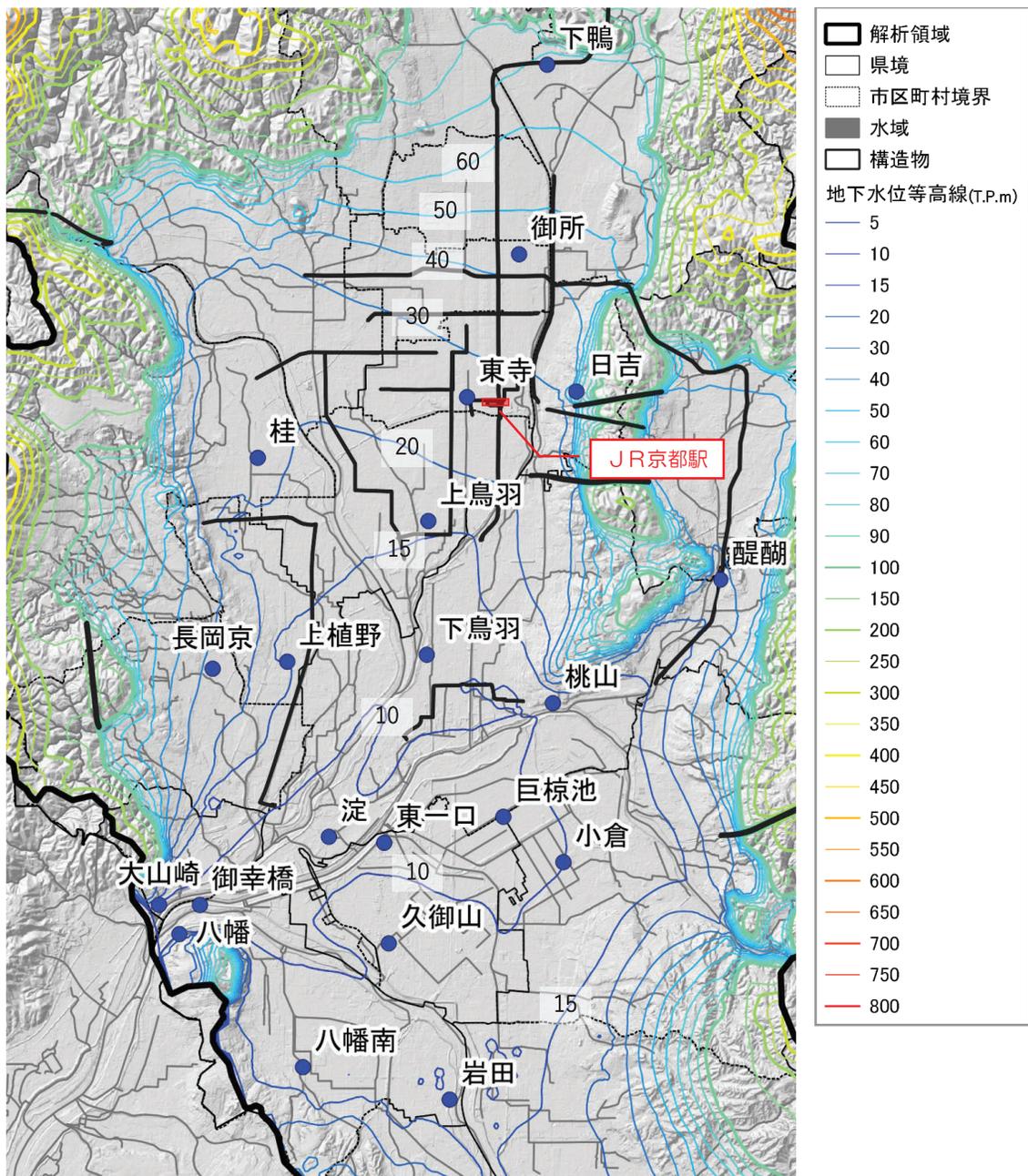


図 1.3 周辺域委員会で解析した京都盆地一帯の地下水位分布図

出典：周辺域委員会資料（第7回）

## 2. 採水箇所の整理

本調査の調査エリア 12 箇所の概要を図 2.1 に示す。前述の通り、既往研究や周辺域委員会の検討結果より、京都盆地一帯の広域的な地下水の流れの場として、概ね北北東から南南西に向かう流れが推定されているが、本事業では、京都盆地地域にシールドトンネル、地下駅および立坑等の鉄道施設（トンネルや地下駅）を設置することを想定している。そのため、周辺域委員会で検討した三次元浸透流解析の結果と併せて、地下水流動に本事業がどのような影響を及ぼす可能性があるのかを、水質の観点から検証することとした。

本調査では、北部山岳地域（エリア①及び②）と京都盆地地域（エリア③～⑫）を調査エリアとして選定した。京都駅近傍に地下駅が設置されることで、北部山岳地域から扇状地先端部に供給されている浅層地下水の流動が阻害される可能性があることから、扇状地先端部と想定される京都駅南側の賀茂川右岸付近を調査対象としている（エリア⑦等）。また、京都盆地の東西縁辺部には断層が存在するとされており、京都盆地地域の地下水流動を検討する際に、周辺の山岳部を起源にもつ地下水と断層の関連性を加味する必要があることから、京都盆地北東部に位置する東山付近の花折断層や、伏見酒造エリアや桃山丘陵起源と関係すると考えられる桃山断層破碎帯に注目し、調査エリアを設定した（エリア③・⑩等）。

表 2.1 に京都盆地地域で新幹線構造物の施工・設置が想定される深度と帯水層の関係を示す。表に示す通り、Ma9 層を境として上部に不圧地下水（Dg1）、下部には被圧地下水（Dg2）が位置している。京都盆地地域では Dg1（下）層から採水する井戸が多い傾向があることを踏まえ、Dg1（下）層を広域的に調査する際の主要な採水地点とした。また、施工範囲を考慮し、当該箇所を含む深度での流動が想定される Dg2 層についても調査対象とした。更に、扇状地先端部に供給されている浅層地下水への影響を把握するために Dg1（上）層も調査対象とした。

表 2.2 に新幹線構造物の施工・設置が想定されている Dg1（上・下）層および Dg2 層にストレーナーが位置する井戸情報を整理し、採水地点を選定した。表右列に記載している採水層④・⑤は Dg1（上）層・（下）層、採水層⑥は Dg2 層に概ね対応しており、実際に採水した帯水層を記載している。

各調査エリア・帯水層の成分分析結果（ヘキサダイアグラム等）を比較し、京都盆地地域の地下水流動を検討するにあたり、調査エリア内の地下水と関連性が高いと考えられる河川についても調査対象とした（表 2.3）。採水地点を選定した 8 箇所の河川水については同時期に、一斉に採水することとした。清滝川（桂川支流）上流域（河川水 A）と京都盆地内の関連性を検証するため、山岳部と盆地内との間に位置する清滝川中下流域（河川水 E・G）の河川水を採水した。京都盆地地域では鴨川の上中下流域（河川水 B・C・D）から採水した。伏見地区一帯の地下水は、桃山丘陵起源に加え宇治川を起源とする水が混在している可能性があるため、宇治川（河川水 F）を調査対象とした。京都北部・西側に調査地点が集中していることから、京都盆地に直接流れこむ高野川上流（河川水 H）からも採水し、地下水・河川水の成分分析結果を比較することとした。

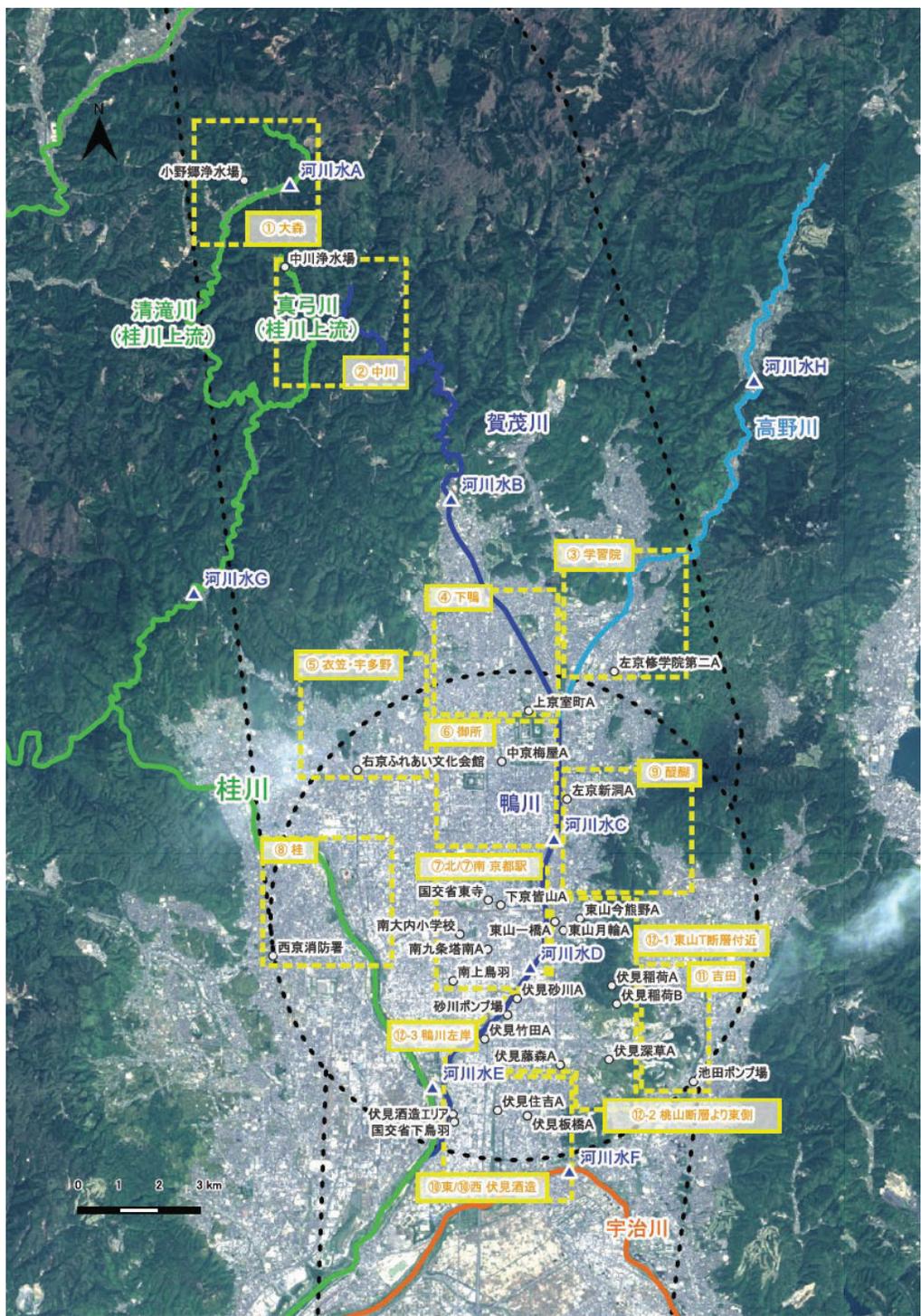
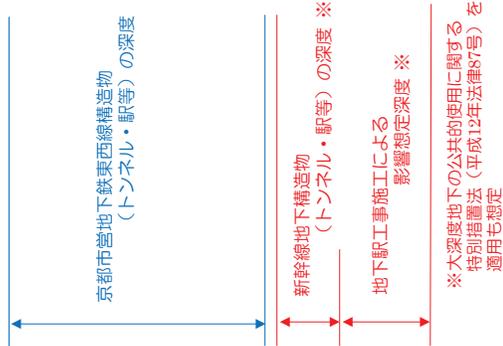


図 2.1 地下水調査エリア及び河川水採水地点 位置図

出典：「地理院タイル空中写真（国土交通省国土地理院）」に採水エリア他を追加して作成

表 2.1 成分分析の対象となる地下水採水地点と帯水層

地質時代	地層区分	特徴	水理地質構造区分 (帯水層区分)	三次元透流 解析の地層モ デル区分	
完新世 (沖積世)	表層被覆	市街地部では、表層は建物、コンクリート・アスファルトにより被覆されており、直下の自然地盤とは異なる性質を有する。 表土(自然地盤)	難透水層 帯水層 (浅層地下水)	S層 (建物用地、道 路、鉄道、その他 の用地) S層 (自然地盤)	
	沖積相当層 (軟弱層)	陸地の粘土・砂・砂礫などで構成される。三川合流部に向かって層厚が厚くなる。扇状地堆積物とは区分し、比較的細粒な地層である。	帯水層 (浅層地下水)	A層	
更新世 (洪積世)	扇状地堆積物	盆地の北側の緩傾斜地に主に分布する。河川が周辺の山地から供給した砂礫を主体とする堆積物からなる。	帯水層 (浅層地下水)	Dg1層(上)	
		段丘堆積物	低位・中位・高位の3つに大きく区分されるが、いずれも粗粒な砂礫層を主体とする。扇状地が段丘化したものも含まれる。	帯水層 (深層地下水)	Dc1層 Dg1層(下)
	大阪層群	砂礫層	砂・礫主体で、一部で淡水性のシルト・粘土層を含む。	難透水層	Ma9相当層
		Ma9相当層	海成粘土が主体。京都盆地内概ね一様に分布するが、山科盆地や丘陵部では分布しない。	帯水層 (深層地下水)	Dg2層
		砂礫層	砂・礫主体で、一部で淡水性のシルト・粘土層を含む。	難透水層	Ma6相当層
		Ma6相当層	海成粘土が主体。京都盆地内概ね一様に分布する。	帯水層 (深層地下水)	Dg3層
		砂礫層	砂・礫主体で、一部で淡水性のシルト・粘土層を含む。	難透水層	Ma5相当層
		Ma5相当層	海成粘土が主体。京都盆地内概ね一様に分布する。	帯水層 (深層地下水)	Dg4層
		砂礫層	砂・礫主体で、一部で淡水性のシルト・粘土層を含む。	難透水層	Ma4相当層
		Ma4相当層	海成粘土が主体。京都盆地内概ね一様に分布するが、下位は一部消失する。	帯水層 (深層地下水)	Dg5層
		砂礫層	砂・礫主体で、一部で淡水性のシルト・粘土層を含む。	難透水層	Ma3相当層
		Ma3相当層	海成粘土が主体。京都盆地内概ね一様に分布するが、下位は一部消失する。	帯水層 (深層地下水)	Dg6層
砂礫層	砂・礫主体で、一部で淡水性のシルト・粘土層を含む。巨椋池干拓地で実施されたKD-0では層厚50程度の粘性土を確認。	難透水層 (深層地下水)	Base層		
中生代 ～ 古生代	基盤層	頁岩・砂岩・チャートなどから構成される丹波層群と花崗岩類からなる。盆地の水理基盤となっている。	難透水層		



出典：周辺域委員会資料（第6回）に一部加筆

表 2.2 対象地の地層区分と分布範囲、地層モデル区分等の一覧

井戸水エリア	把握対象	分析面設定のために考慮した地下水流向	地層	採水井戸名称	ストレーパー深さ (GL-m, 個数)	Ms9 上面深さ (GL-m)	採水層②	採水層③	採水層④
北部山岳区間	①大森	溝淵川(桂川支流)上流域の地下水成分を把握し、京都盆地地域との地下水成分との関連性・類似性を把握	—	基盤岩(丹波群層)	8~47 (1)	-	—	—	—
	②中川	—	—	—	24~44 (4)	-	—	—	—
	③藤野駅	高野川や付近の基岩地帯から透過した地下水成分と、117①京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	北北東→南南西	Dd1 (下)	15~57 (5)	95	④	⑤	⑥
	④下鴨	阿波川や付近の基岩地帯から透過した地下水成分と、117②京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	北北東→南南西	Dd1 (下)	34~78 (2)	86	④	⑤	⑥
	⑤衣笠・宇多野	衣笠、宇多野から透過した地下水成分と、117③桂川流域の地下水成分との関連性・類似性の把握	北北東→南南西	Dd1 (下)	76~91 (1)	49	④	⑤	⑥
	⑥御所	御所から透過した地下水成分と、117④京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	北北東→南南西	Dd1 (下)	41~85 (4)	86	④	⑤	⑥
	⑦北ノ町 京都駅	京都駅周辺による、駅北側と駅南側の地下水成分の把握・京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	北北東→南南西	【駅北】Dd1 (下) Dd2	53~65	72	④	⑤	⑥
	⑧桂	—	北北東→南南西	【駅南】Dd1 (上) Dd2 (下)	77~152 (6)	68	④	⑤	⑥
	⑨醍醐	117⑤桂川中流域から透過した地下水成分と、117⑥伏見流域の地下水成分との関連性・類似性の把握	北西→南東	Dd1 (下)	40~60 (七ア)	82	④	⑤	⑥
	⑩東ノ⑩西 伏見高瀬	117⑦山崎や山崎盆地の地下水成分と、117⑧伏見高瀬の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	Dd1 (下)	16~18	70	④	⑤	⑥
京都盆地地域	⑪西田	117⑨桂川下流域から透過した地下水成分と、117⑩伏見高瀬の地下水成分との関連性・類似性の把握	北西→南東	【駅北】Dd1 (下) Dd2	26~106 (6)	74	④	⑤	⑥
	⑫-1 東山1新藤村付近	東山の新藤村付近からの地下水成分と、117⑪京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	Dd1 (下)	21~58 (2)	63	④	⑤	⑥
	⑫-2 林山新藤より真側	林山丘陵の新藤村付近からの地下水成分と、117⑫伏見高瀬の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	Dd1 (下)	43	急変層	④	⑤	⑥
	⑬-1 東山1新藤村付近	東山の急傾斜帯から透過した地下水成分と、117⑬京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	【標準層川 西】Dd1 (下)、Dd2	~60	37	④	⑤	⑥
	⑬-2 林山新藤より真側	林山丘陵の急傾斜帯から透過した地下水成分と、117⑭京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	【標準層川 東】Dd2	37~49	33	④	⑤	⑥
	⑭-1 東山1新藤村付近	東山の急傾斜帯から透過した地下水成分と、117⑮京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	Dd1 (下)	50~89 (2)	45	④	⑤	⑥
	⑭-2 林山新藤より真側	林山丘陵の急傾斜帯から透過した地下水成分と、117⑯京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	Dd1 (下)	40~56 (3)	51	④	⑤	⑥
	⑮-1 東山1新藤村付近	東山の急傾斜帯から透過した地下水成分と、117⑰京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	Dd1 (下)	~60	74	④	⑤	⑥
	⑮-2 林山新藤より真側	林山丘陵の急傾斜帯から透過した地下水成分と、117⑱京都盆地の地下水成分との関連性・類似性の把握	東→西	基盤岩・新藤破砕帯からの水	40~47	急変層	急変層	急変層	急変層
	⑯-3 鴨川左岸	京都駅と伏見高瀬エリアの中間地帯の地下水成分と、双方の地下水成分との関連性・類似性の把握	北北東→南南西	基盤岩・新藤破砕帯からの水	0~12	急変層・極浅	極浅	極浅	極浅

表 2.3 成分分析の対象となる河川水の採水地点

河川水観測地点		把握対象
北部山岳区間	A 溝淵川 上流 (桂川上流)	エリア①②の地下水成分の補充
	B 眞茂川 (鴨川上流)	エリア④の地下水成分の補充
	G 溝淵川 中流 (桂川上流)	北部山岳と京都盆地地域の地下水成分の関連性についての補充
	H 高野川 上流 (鴨川上流)	北部山岳と京都盆地地域の地下水成分の関連性についての補充
京都盆地	C 鴨川 中流	エリア⑥の地下水成分の補充
	D 鴨川 下流	エリア⑦の地下水成分の補充
	E 桂川 中～下流	エリア⑧⑨の地下水成分の補充
	F 宇治川 (山科川との合流地点)	エリア⑩⑪の地下水成分の補充

### 3. 成分分析項目・手法

本調査では地下水・河川水について下記項目を調査・分析の対象とした。項目の選定には、地下水調査の基本的な指針である「地下水調査および観測指針（案）：建設省河川局監修、（財）国土開発技術センター，1993，p. 206」を参考とした。指針によると、水文地質学的調査の場合、通常の地下水に含まれる主要な化学成分を選定する。すなわち、ナトリウムイオン（Na<sup>+</sup>）、カリウムイオン（K<sup>+</sup>）、カルシウムイオン（Ca<sup>2+</sup>）、マグネシウムイオン

（Mg<sup>2+</sup>）、塩素イオン（Cl<sup>-</sup> マイナス）、重炭酸イオン（HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>）、硫酸イオン（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）等の主要成分と、電気伝導度（EC）、鉄（Fe）、マンガン（Mn）、硝酸イオン（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>）が選定される。

なお、上記指針では水温・pHが測定項目とされていないが、既往文献の多くで採水時に測定していることに加えて、地質調査標準示方書（独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構，令和3年，p. 60）でも測定項目としていることから、本調査でも測定することとした。

#### (1) 試料採水時の簡易測定

簡易計測項目は以下の3項目である。

- ・水温
- ・pH
- ・電気伝導度（EC）

#### (2) イオン分析

計測するイオンは以下の主要8項目である。本調査では、周辺域委員会の三次元浸透流解析をもとに、同一流跡線上で採水した地下水のヘキサダイアグラムの形状を比較し、類似性等を検討した。また、イオンの組成をトリリニアダイアグラムに示し、地下水成分のグループ化を行った。

- ・ナトリウムイオン Na<sup>+</sup>
- ・カリウムイオン K<sup>+</sup>
- ・カルシウムイオン Ca<sup>2+</sup>
- ・マグネシウムイオン Mg<sup>2+</sup>
- ・塩化物イオン Cl<sup>-</sup>
- ・重炭酸イオン HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- ・硫酸イオン SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- ・硝酸イオン NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

#### (3) 全含有量分析

計測する項目は以下の2項目である。

- ・鉄 Fe
- ・マンガン Mn

#### (4) 安定同位体比

計測する安定同位体比は以下の2項目である。

- ・水素安定同位体比 ( $\delta D$ )
- ・酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}O$ )

降水の安定同位体比  $\delta$  は、降雨時の気温、地形的な効果、標高、季節などの要因で変化する。その中でも、標高が高い地点ほど同位体比の低い（軽い）値、低い地点ほど同位体比の高い（重い）値を示す高度効果が、京都盆地地域を調査した既往研究（参考文献 A01\_鈴木・薮崎（2019）, A02\_薮崎ほか（2014）, B02\_柏谷ほか（2019）など）で報告されていることから、安定同位体を分析項目として選定した。

## 4. 成分分析結果

### 4.1 成分分析結果と酸素安定同位体比結果

図 3.1 に周辺域委員会で予測・検討した地下水コンター図と成分分析結果（ヘキサダイアグラム）を、図 3.2 に地下水コンター図と酸素安定同位体比の結果をまとめた。巻末資料第 1 章に水質調査結果の一覧をまとめた。

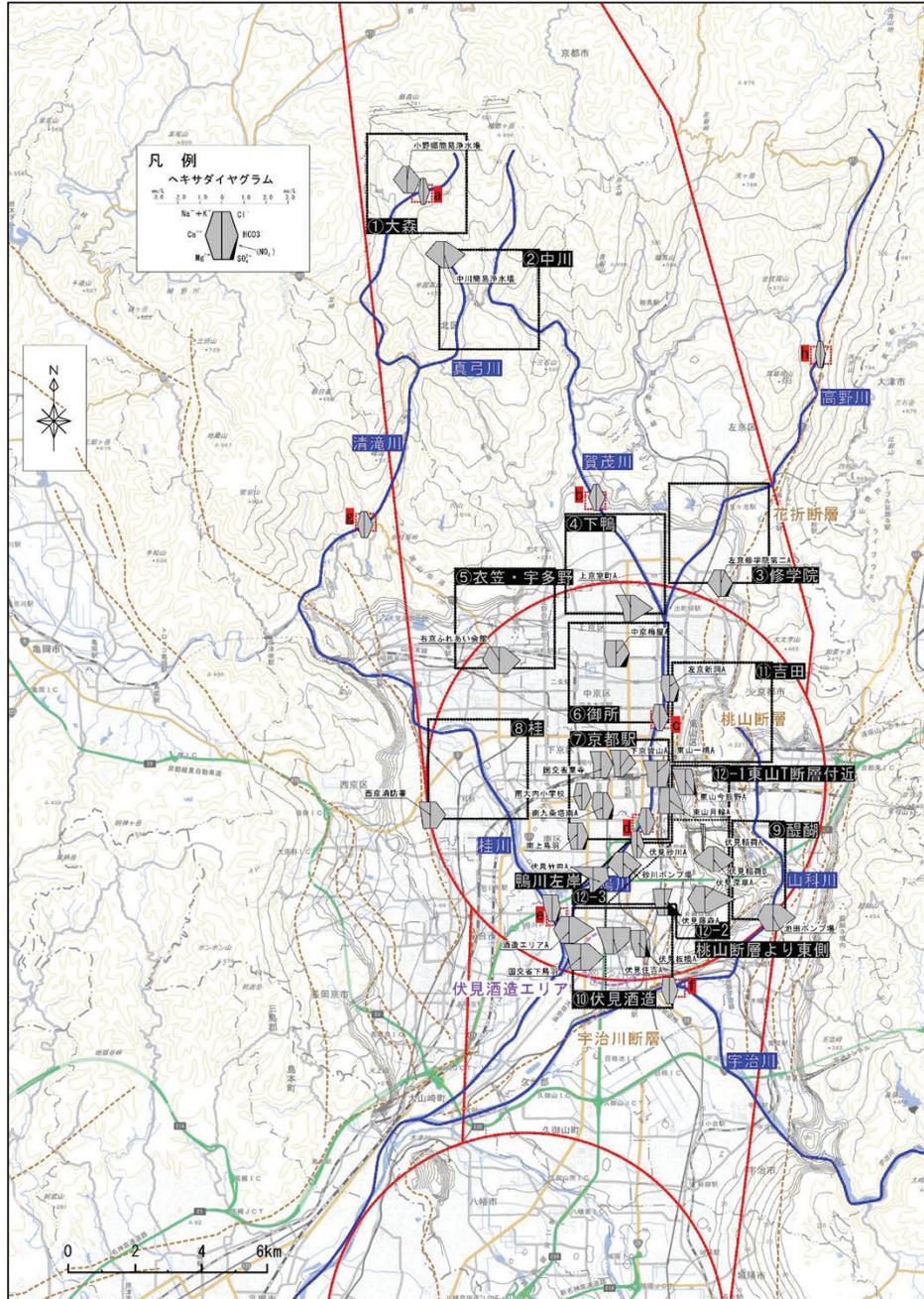


図 3.1 各採水地点のイオン分析（ヘキサダイアグラム）結果

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点のイオン分析結果等を追記して掲載

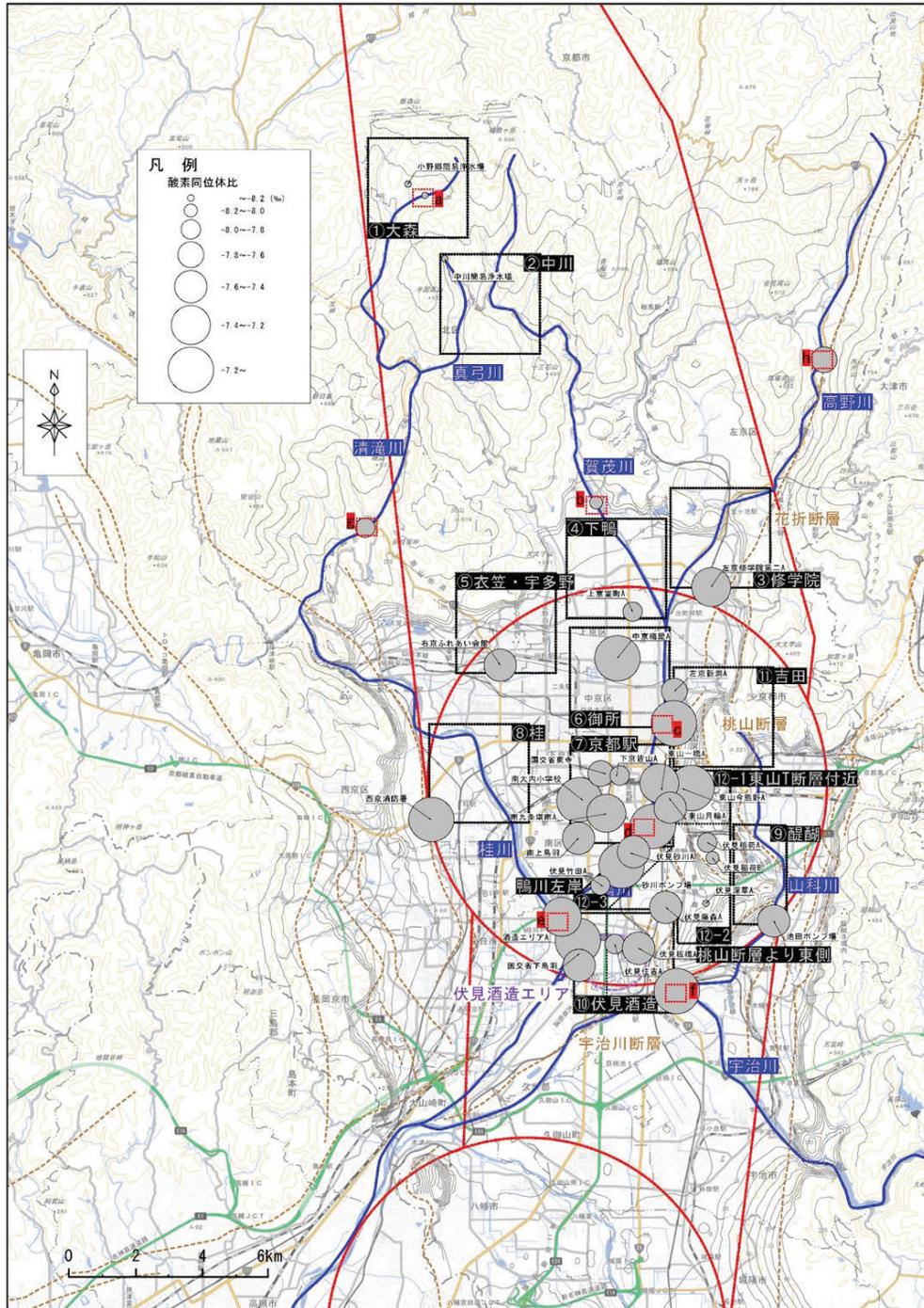


図 3.2 各採水地点の酸素安定同位体比結果

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の酸素同位体比結果等を追記して掲載

図 3.3 では、京都全域のヘキサダイアグラムを Na 型と Ca 型に分類している。溶存成分の高低をそれぞれ 3 グループに分類し、Na 型については暖色系でグループ 1~3、Ca 型は寒色系でグループ 4~6 に区分した。溶存成分の高低については、相対的な濃度分布をもとに次のように設定した。

- ・概ね 1 程度のものを中
- ・明らかに 1 より大きいものを高
- ・明らかに 1 より小さいものを低

柏谷（2019）で示された京都駅付近の安定同位体比の値は-7.8~-7.6 であり、本調査の結果、下京皆山 A（⑦北）で得られた値-7.83 がその範囲に収まっている。このことから、-7.8~-7.6 を基準として、各地点の数値の大小や関係性を考察することとした。



グループ1: Na-HCO <sub>3</sub> 型、溶存成分高い
グループ2: Na-HCO <sub>3</sub> 型、溶存成分中程度
グループ3: Na-HCO <sub>3</sub> 型、溶存成分低め
グループ4: Ca-HCO <sub>3</sub> 型、溶存成分高い
グループ5: Ca-HCO <sub>3</sub> 型、溶存成分中程度
グループ6: Ca-HCO <sub>3</sub> 型、溶存成分低め

図 3.3 イオン分析結果の分類

## 4.2 北部山岳地域と京都盆地

### (1) 考察に当たっての着目点

周辺域委員会にて地下水の三次元浸透流解析を実施し、北部山岳地域から京都盆地地域一帯の地下水流動をモデル化した。京都盆地の西側を経由するルートでは、京都盆地地域で地下水位の低下は殆ど発生しないものの、北部山岳地域（西側）の山岳トンネル区間で、ルート沿いの尾根部砂岩分布域を中心に、5m 以上地下水位低下が生じる可能性が予測された（図 3.4.1；河川位置については図 3.1 参照）。

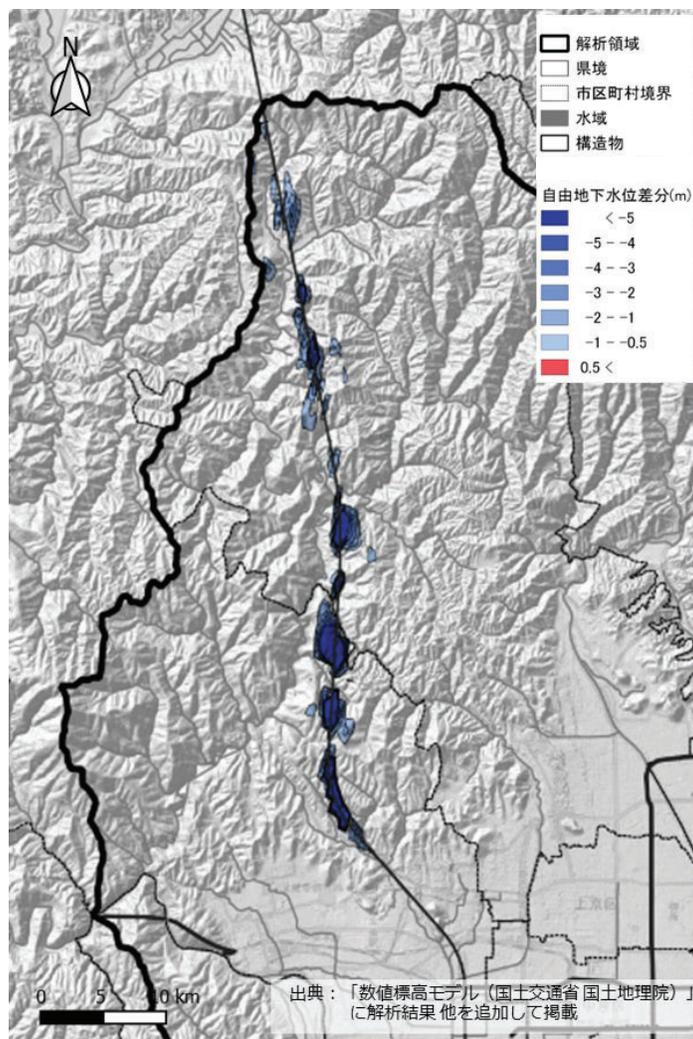


図 3.4.1 影響解析結果（解析ルート①：西～京都駅（八条通）～東）

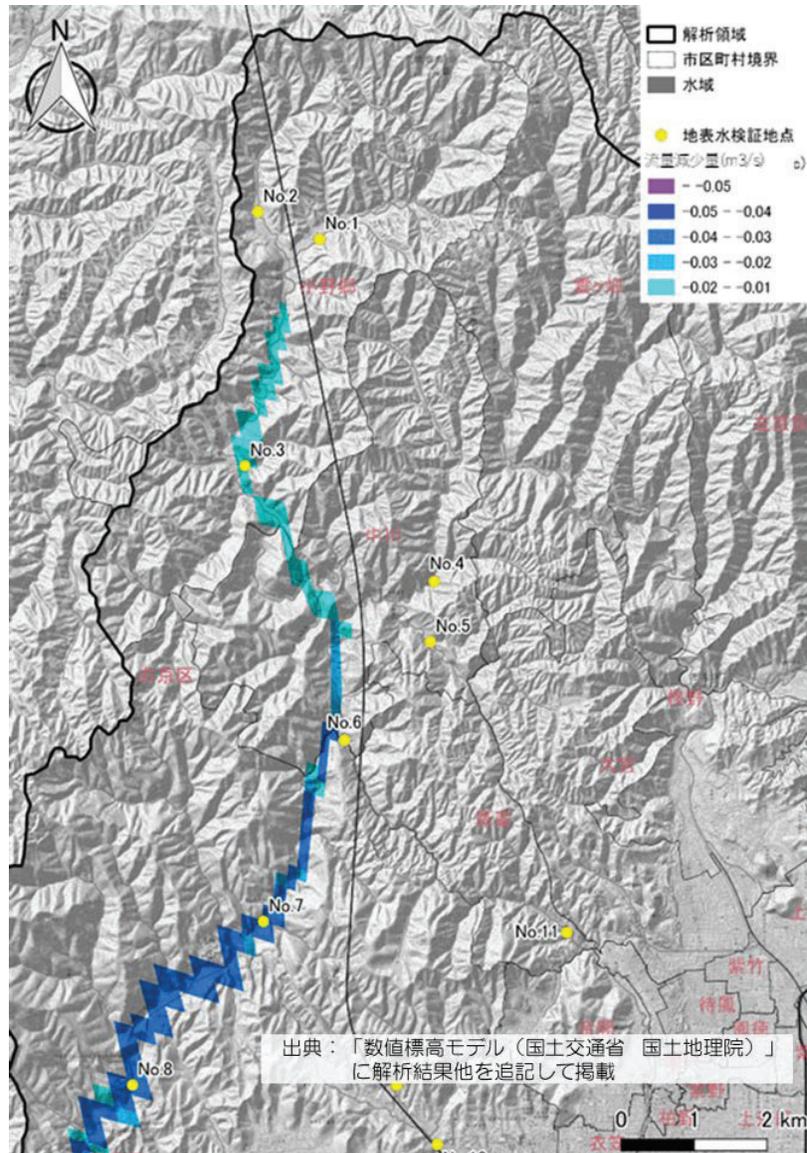
出典：周辺域委員会資料（第7回）

他方、山岳トンネル・斜坑の設置を想定している北部山岳地域について、降水・蒸発散・地下浸透・地表流出を加味した再現解析を実施したところ、下流域の計算流量減少率が、北部山岳地域・清滝川（上流域）の減少率よりも小さいという結果が得られた（図 3.4.2；河川位置については図 3.1 参照）。

このことから、北部山岳地域の地下水位低下が京都盆地地域の地下水・河川流量に与える影響は軽微であると予測された。

下流域の計算流量減少率が上流域の値よりも小さくなった要因として、下流域の方が上流域よりも広い集水域を持つことに加え、上流域の地下水が中下流域で河川に湧出している可能性が想定された。他にも、北部山岳地域と京都盆地地域の地下水の流れを考えた際、京都盆地内の御所や京都駅付近に流れ込む賀茂川に、清滝川から流域界を超えて地下水が流れ込んでいる可能性なども想定された。

今年度は、北部山岳地域と京都盆地地域の地下水の関連性についてさらに詳細に検討することを目的として、地下水・河川水の成分分析を行う。具体的には、清滝川（上流域）地下水の賀茂川流域への流動の有無に関して検討する。



地点 番号	計算流量 (m³/s)		
	現況	予測	減少率 (%)
No.1	0.2714	0.2705	0.360
No.2	0.0066	0.0065	0.995
No.3	0.0073	0.0073	1.063
No.4	0.1771	0.1767	0.227
No.5	0.3331	0.3325	0.198
No.6	0.1208	0.1172	3.015
No.7	1.3043	1.2737	2.344
No.8	1.9124	1.8774	1.831
No.9	0.0083	0.0078	6.210
No.10	0.1305	0.1268	2.905
No.11	0.0827	0.0826	0.137

図 3.4.2 北部山岳地域（西側）と京都盆地地域の桂川流域の影響解析)

出典：周辺域委員会資料（第8回）に一部追記

(2) 結果の考察

図 3.1 及び図 3.3 より、北部山岳地域（エリア①・②・⑤）は  $\text{Ca-HCO}_3$  型（以下「Ca 型」という）、京都盆地地域は  $\text{Na-HCO}_3$  型（以下「Na 型」という）に大きく分類できる。また、図 3.2 より、北部山岳地域（エリア①・②）は同位体比が小さい一方で、京都盆地地域は同位体比が大きく、涵養標高が高い水ほど酸素安定同位体比が小さい高度効果が結果に反映されている。

周辺域委員会の解析結果からは、北部山岳地域（清滝川周辺）の地下水位低下が、京都盆地地域（賀茂川流域）に及ぼす影響は軽微であると予測された。また、2つの河川の流域界を越えるような地下水の動きは明確に確認されなかった。今年度の調査結果で図 3.5 に示す地点の地下水成分が、次の2つの条件を同時に満たす場合、清滝川上流域地下水と賀茂川河川水の関連性は小さく、清滝川上流域の地下水は賀茂川の流域にあまり流れ込んでいないと推察される。

条件 1：「清滝川上流のエリア①の地下水」、「真弓川上流のエリア②の地下水」及び「清滝川と真弓川が合流後の河川水 G」全ての水質が類似していること。

条件 2：「清滝川上流のエリア①の地下水」、「真弓川上流のエリア②の地下水」の水質が類似している且つ「賀茂川の河川水 B」の水質が異なっていること。

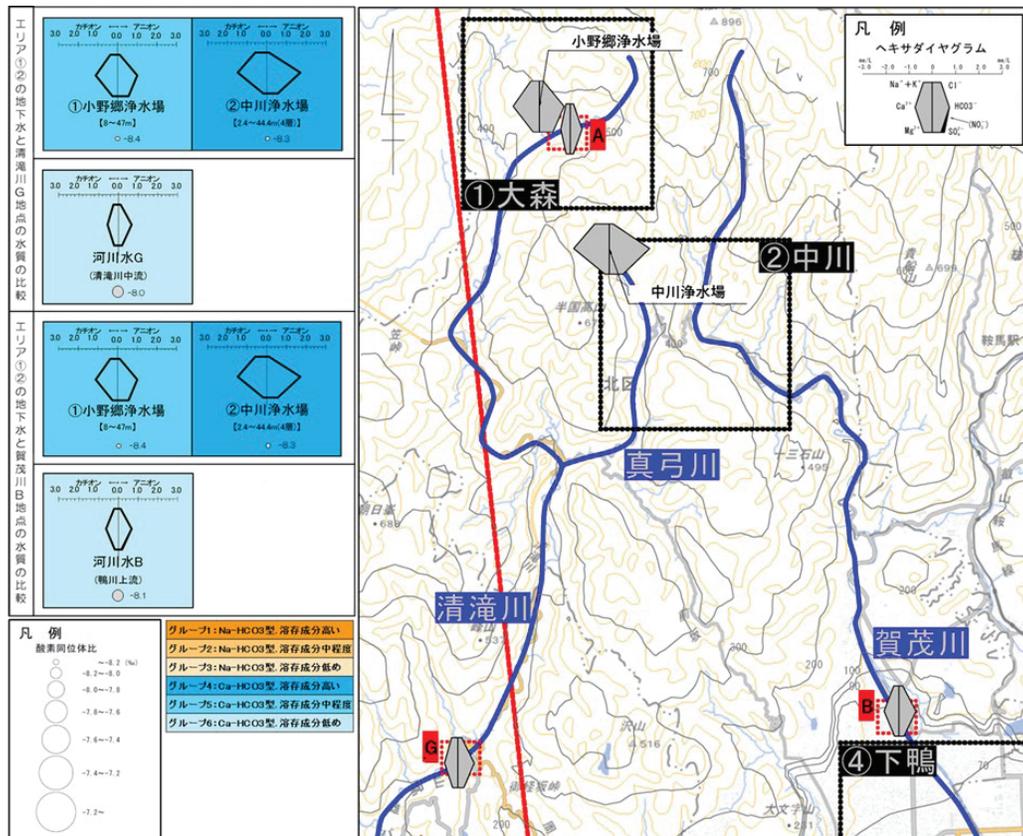


図 3.5 北部山岳地域の地下水と河川水の比較

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

なお、条件 1 を満たす場合、清滝川（上流域）の地下水は、清滝川中下流域で河川に湧出していることが、成分分析の結果から推察される。

成分分析で得られたヘキサダイアグラムの形を比較したところ、次のような結果が得られた。

- ▶ エリア①②の地下水と河川水「G」の水質は、  
溶存成分の高低はあるものの Ca 型で類似・・・条件 1 を満たす
- ▶ エリア①②の地下水と河川水「B」の水質は、  
溶存成分の高低はあるものの Ca 型で類似・・・条件 2 を満たさない

成分分析の結果は条件 1 を満たしており、「清滝川（上流域）の地下水は、清滝川中下流域で河川に湧出している」という前年度の検討結果と整合していた。一方で、条件 1 と 2 の両方を同時に満たさないことから、北部山岳地域（清滝川上流域）の地下水が賀茂川流域に流れ込んでいないことを明確に示す結果ではなかった。



流跡線解析の結果、京都盆地北部や北東部からの地下水は、京都駅付近を流下し鴨川へ流出している。また、この流跡線付近のヘキサダイアグラムの形状について、京都駅付近の北ではNa型、京都駅付近の南ではCa型であった。

図 3.7 の鴨川左岸エリアでは、流跡線上流のヘキサダイアグラムと型方が一致していない。一方で、伏見区竹田付近と鴨川左岸において下部の帯水層で流跡とダイアグラムの型が一致している。解析では京都駅付近から流れる地下水と桃山丘陵から流れる地下水が鴨川へ流出するような結果となっているが、ヘキサダイアグラム（下京皆山 A・伏見住吉 A・下鳥羽観測所）からは鴨川を挟んで上流下流にも同じ型が存在している。なお、流跡線が描画されていない範囲にも地下水の流れは存在していることに留意する必要がある。

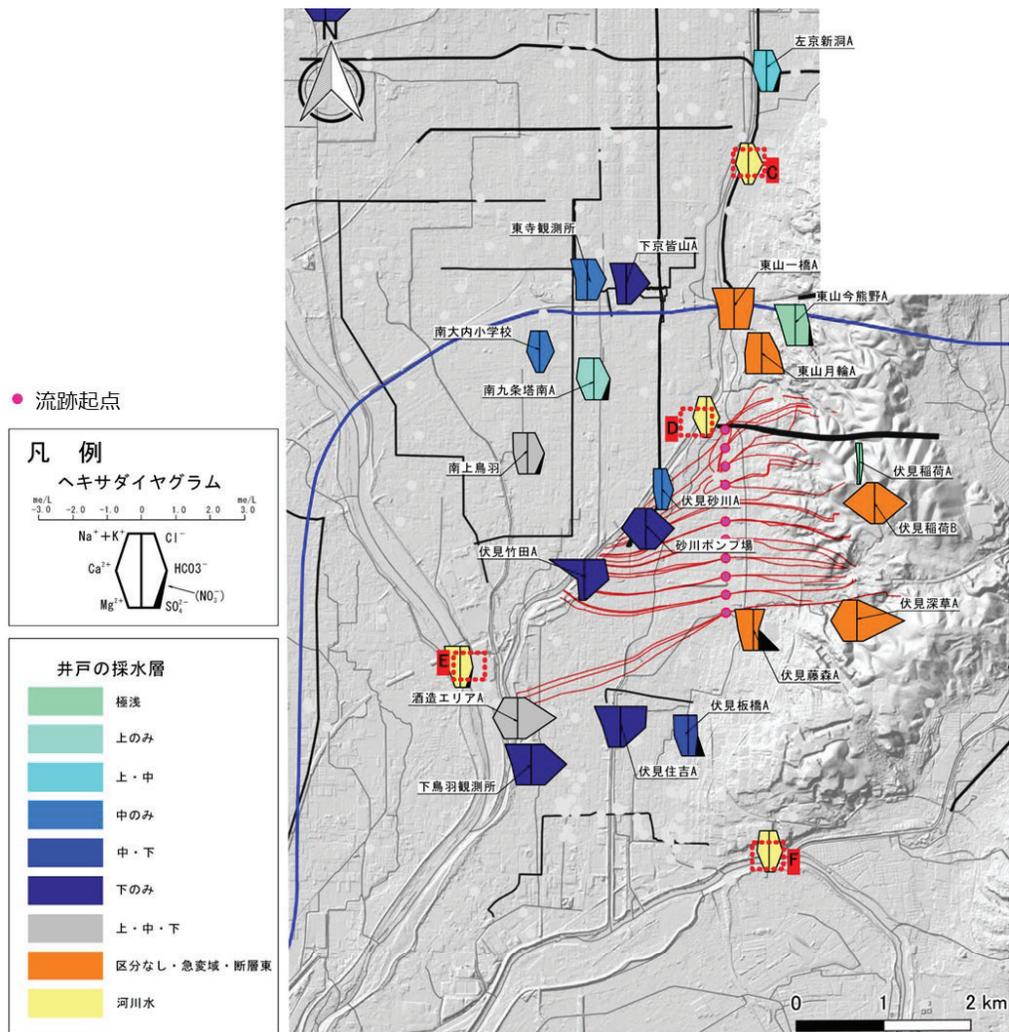


図 3.7 流跡線とヘキサダイアグラム（鴨川左岸付近）

出典：「数値標高モデル（国土交通省 国土地理院）」に周辺域委員会の流跡線解析結果と成分分析結果を追加して掲載。

図 3.8 では伏見酒造エリアの酒造井戸等の地下水揚水の影響があることに配慮し、酒造井戸に流跡起点を設定し、流向の上流側と下流側へ解析を行った。その結果、桃山丘陵から西側に向けて酒造エリアに地下水が直接流れこむことが考えられる。ヘキサダイアグラムは伏見藤森 A・伏見板橋 A が同帯水層で同じ型、伏見住吉 A・下鳥羽観測所が同帯水層で同じ型であった。なお、流跡線が描画されていない範囲にも地下水の流れは存在していることに留意する必要がある。

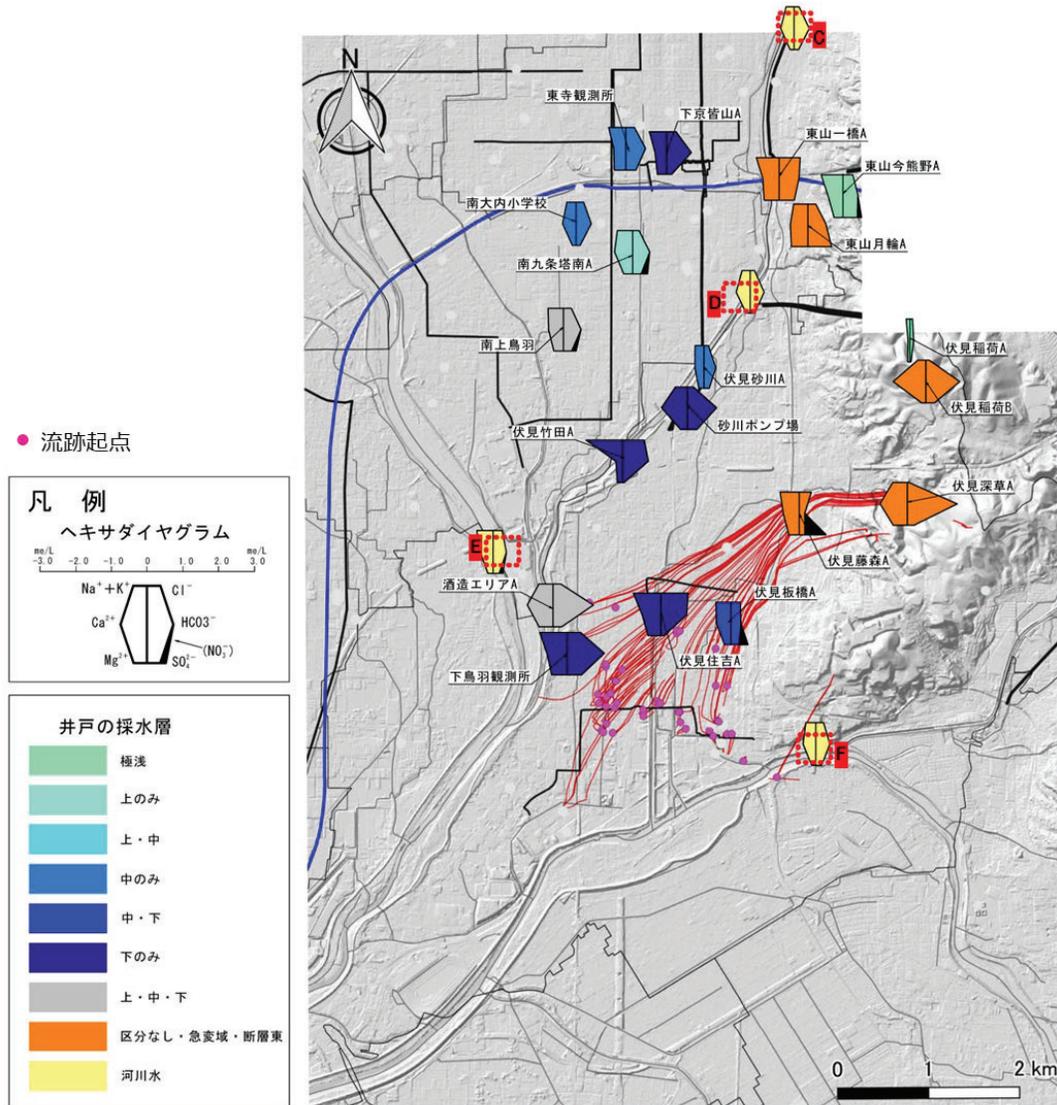


図 3.8 流跡線とヘキサダイアグラム（伏見酒造エリア付近）

出典：「数値標高モデル（国土交通省 国土地理院）」に周辺域委員会の流跡線解析結果と成分分析結果を追加して掲載。

#### 4.4 京都盆地地域の安定同位体比による考察

(1) 北部山岳地域と京都盆地地域の全地点について

図 3.9 は、図 3.2 に記載した酸素安定同位体 ( $\delta^{18}\text{O}$ )・水素安定同位体 ( $\delta\text{D}$ ) の比をプロットしたデルタダイアグラムである。河川水を除いた地下水のみの各地点のデータから、ピンク色で着色した回帰直線が描ける。 $y(\delta\text{D}) = 6.44x(\delta^{18}\text{O}) - 0.18$  で  $R^2$  は 0.95 であった。Craig の天水線  $y(\delta\text{D}) = 8x(\delta^{18}\text{O}) + 10$  と比べて傾きが小さい。また、河川の下流部地点 C・D・F がこの回帰直線上に位置していることから、下流部の河川水と井戸水とが互いに影響していることが推測される。

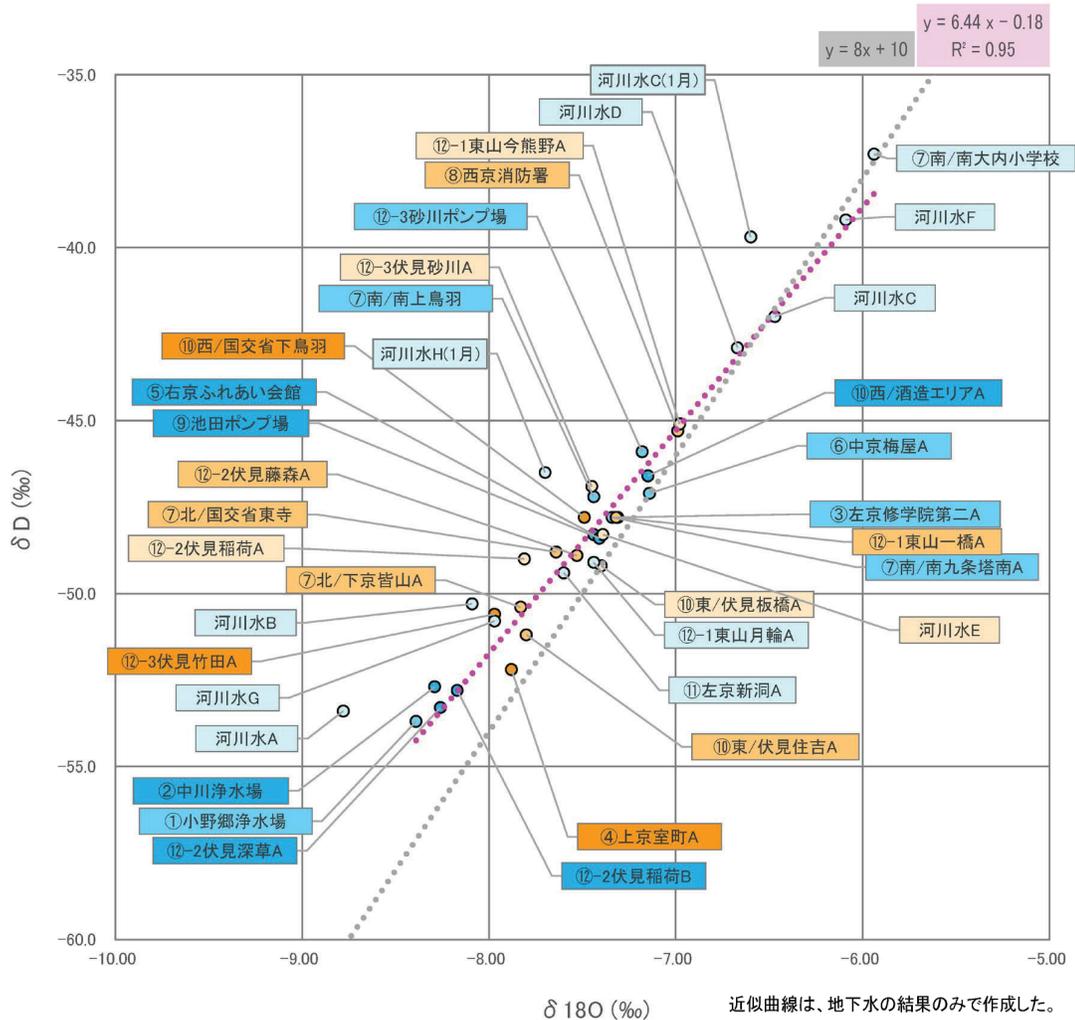


図 3.9 成分分析結果のデルタダイアグラム

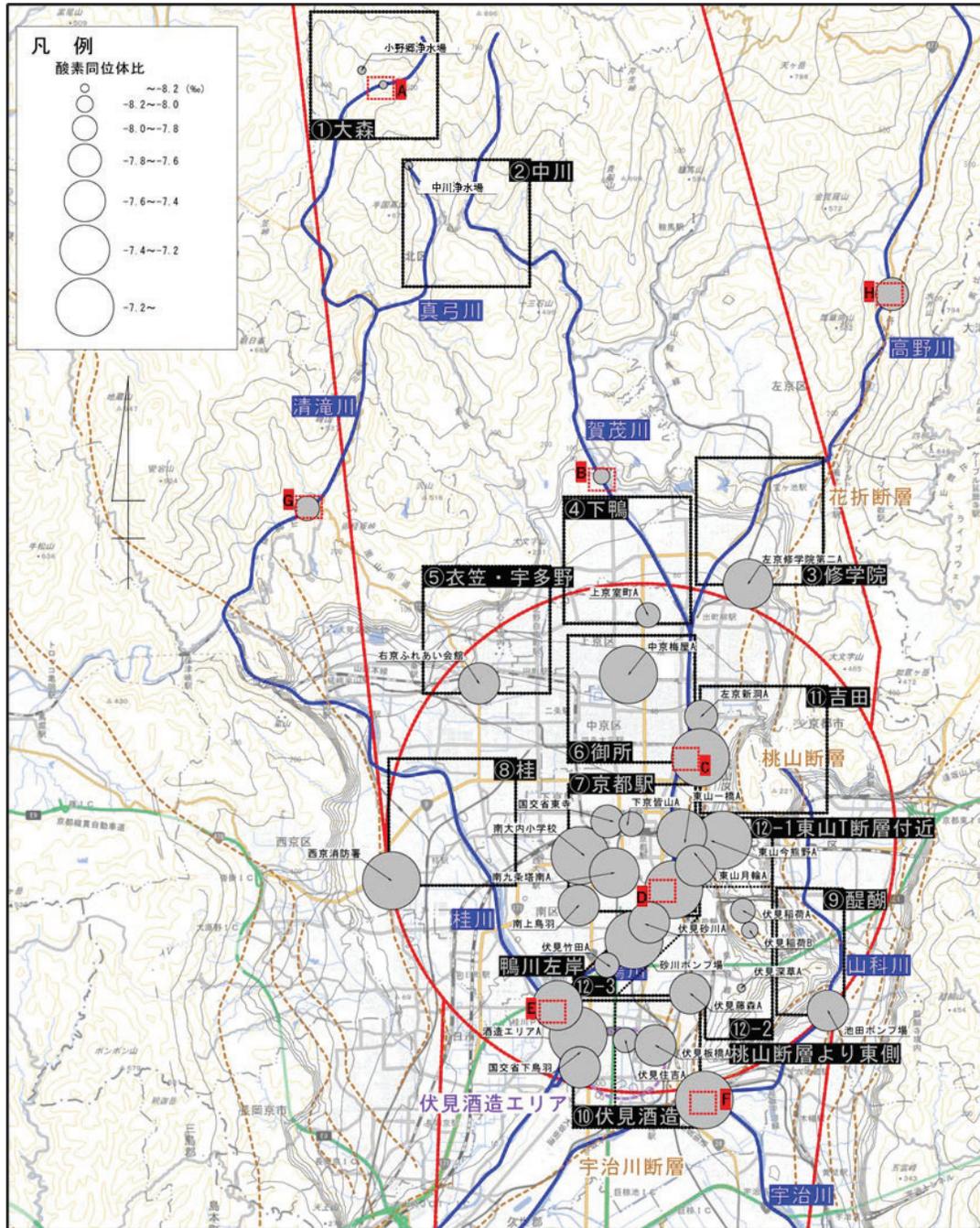


図 3.2 再掲 各採水地点の酸素安定同位体比結果

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

(2) 南北の広域的な流れについて

京都盆地地域の北北東→南南西の主方向の地下水の流れとして、図 3.10 で着色した「④上京室町 A⇒⑦北/下京皆山 A⇒⑫-3 伏見竹田 A⇒⑩東/伏見住吉 A⇒⑩西/国交省下鳥羽」の安定同位体比に注目した。水素安定同位体の値に注目すると、上流側の上京室町 A が最も同位体比が小さい（涵養標高が高い）。中流域の下京皆山 A・伏見竹田 A・伏見住吉 A の同位体比は中程度、下流側の国交省下鳥羽は同位体比が大きい（涵養標高が低い）。このことから、近隣の河川水の影響もあることが推察される。

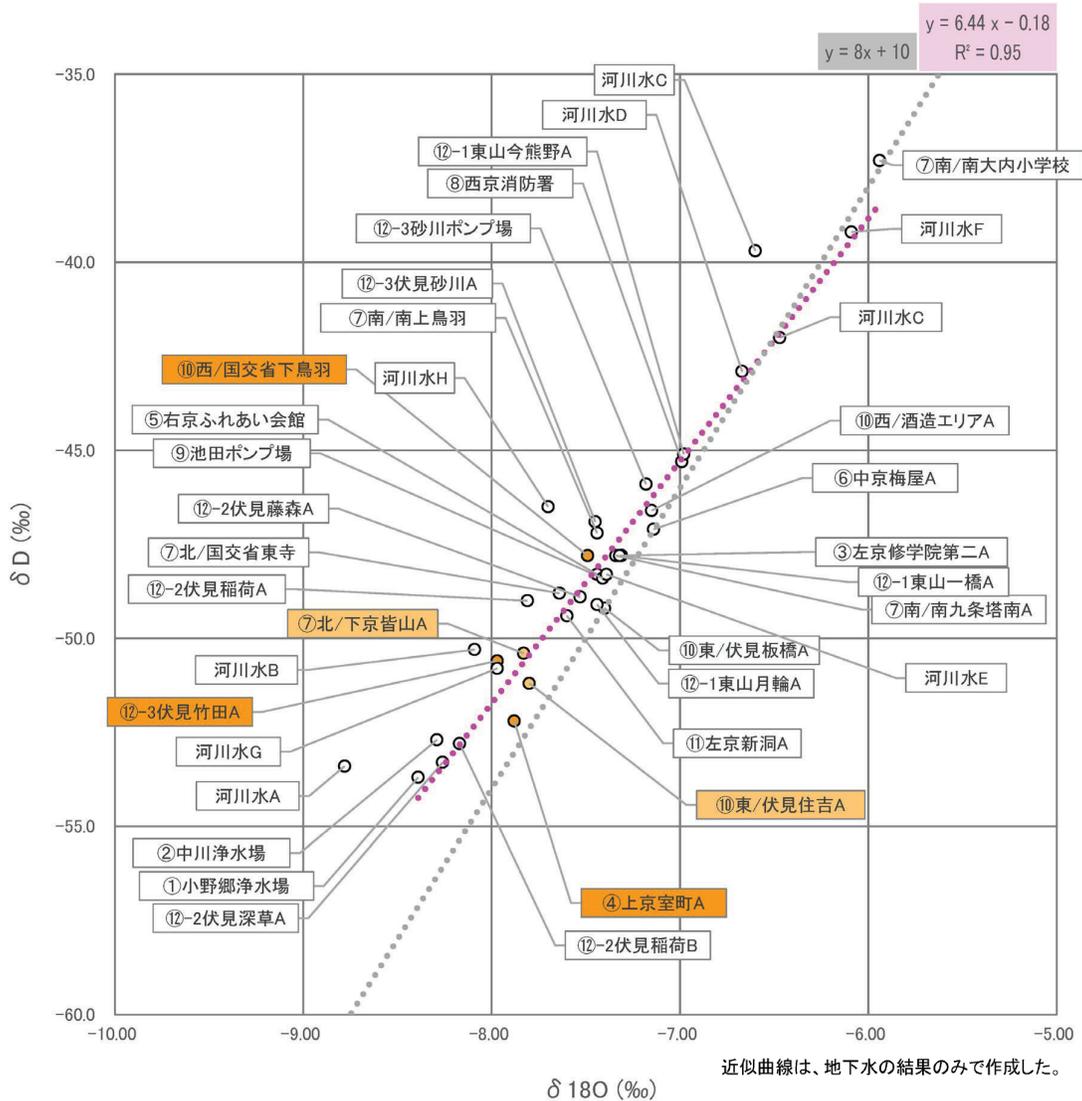


図 3.10 成分分析結果のデルタダイアグラム  
 (京都盆地地域の北北東→南南西の主方向の地下水の流れに焦点を当てた採水地点を着色)

(3) 桃山丘陵付近の東西の流れについて

京都盆地地域の東西方向の流れとして、図 3.11 で着色した「⑫-2 伏見深草 A⇒⑫-2 東伏見藤森 A⇒⑩東/伏見住吉 A⇒⑩西/酒造エリア A」の安定同位体比に注目した。上流側かつ桃山断層より東に位置する伏見深草 A は、同位体比が小さい（涵養標高が高い）。桃山断層の急変域に位置する伏見藤森 A や、京都盆地地域の伏見住吉 A は同位体比が中程度で、断層東側よりは涵養標高が低い。さらに、酒造エリア A は同位体比が大きく（涵養標高が最も低く）、近隣の鴨川の河川水の影響もあることが推察される。

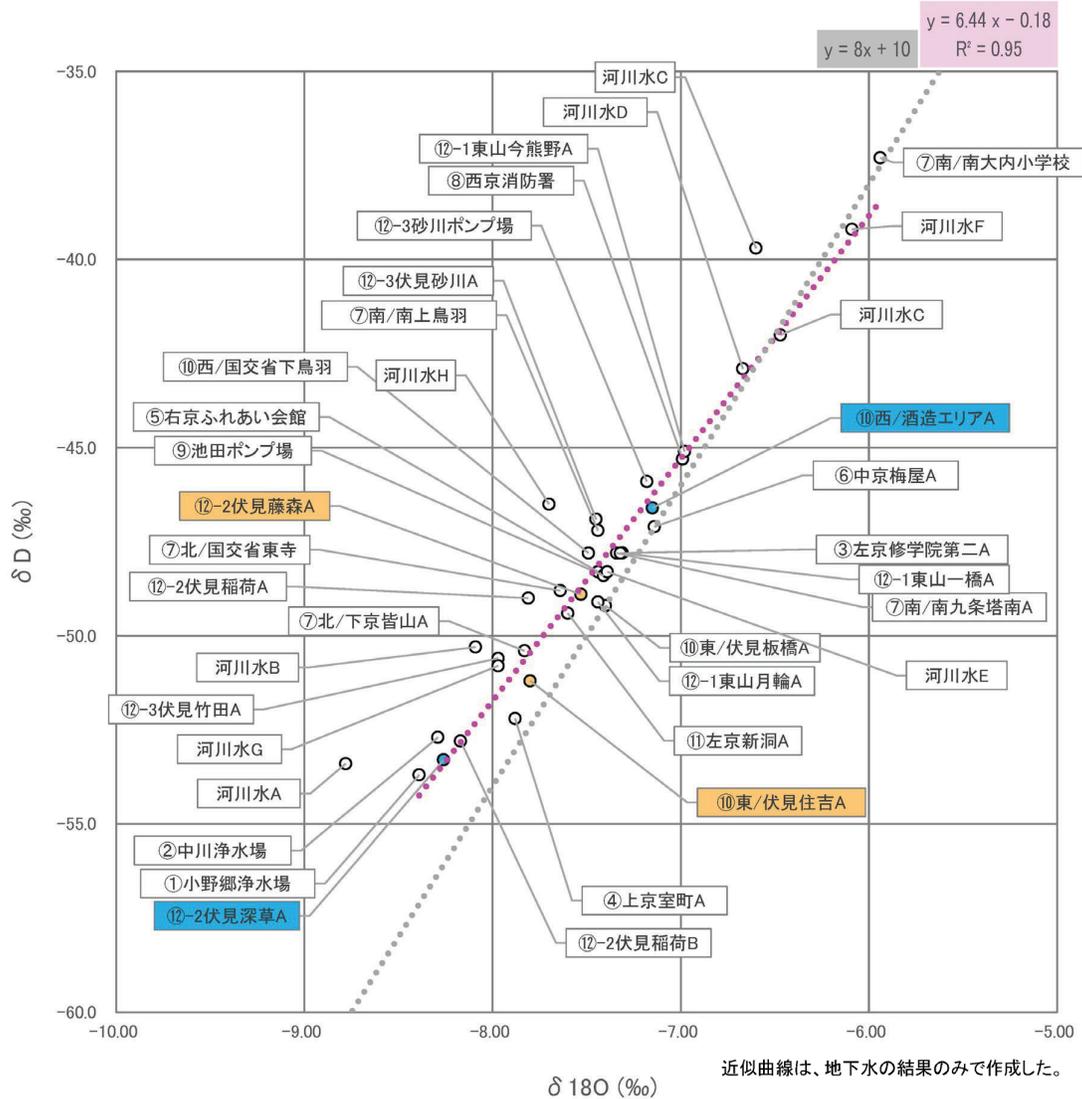


図 3.11 成分分析結果のデルタダイアグラム  
(京都盆地地域の東西方向の流れに関連する採水地点に着色)

## 4.5 京都盆地地域のヘキサダイアグラムと安定同位体比による考察

### (1) 南北の広域的な流れについて

周辺域委員会の地下水コンター図から読み取れる流向を前提とし、図 3.12～図 3.18 で帯水層ごとのヘキサダイアグラムと安定同位体比をまとめた。

図 3.12 において、赤枠で囲っている「⑦北/下京皆山 A⇒⑫・3 伏見竹田 A⇒⑩東/伏見住吉 A⇒⑩西/国交省下鳥羽」に注目すると、下層（Dg2 層）のヘキサダイアグラムは Na 型で類似しており、酸素安定同位体比も -7.49～-7.97 の範囲に収まっている。このことから、京都駅から伏見酒造エリアにかけて、下層の地下水には関連性があることが推察される。

図 3.13 において、赤枠で囲っている「⑫・1 東山月輪⇒⑦南/南大内小学校⇒⑦南/南九条塔南⇒⑦南/南上鳥羽⇒⑫・3 砂川ポンプ場」に注目すると、ヘキサダイアグラムは Ca 型で類似している一方で、⑦南/南大内小学校で採水した地下水の安定同位体比が突出している。また、⑫・1 東山月輪 A と⑩東/伏見住吉 A などではヘキサダイアグラムの型が明確に異なっていることから、流向や水質に関する関連性を読み取ることができない。

図 3.14 において、「⑤右京ふれあい会館⇒⑩西/酒造エリア A」に注目するとヘキサダイアグラムは Ca 型で類似しているが、安定同位体比が異なるため、明確な流向、関連性を断定することはできない。

地下水の流れの想定

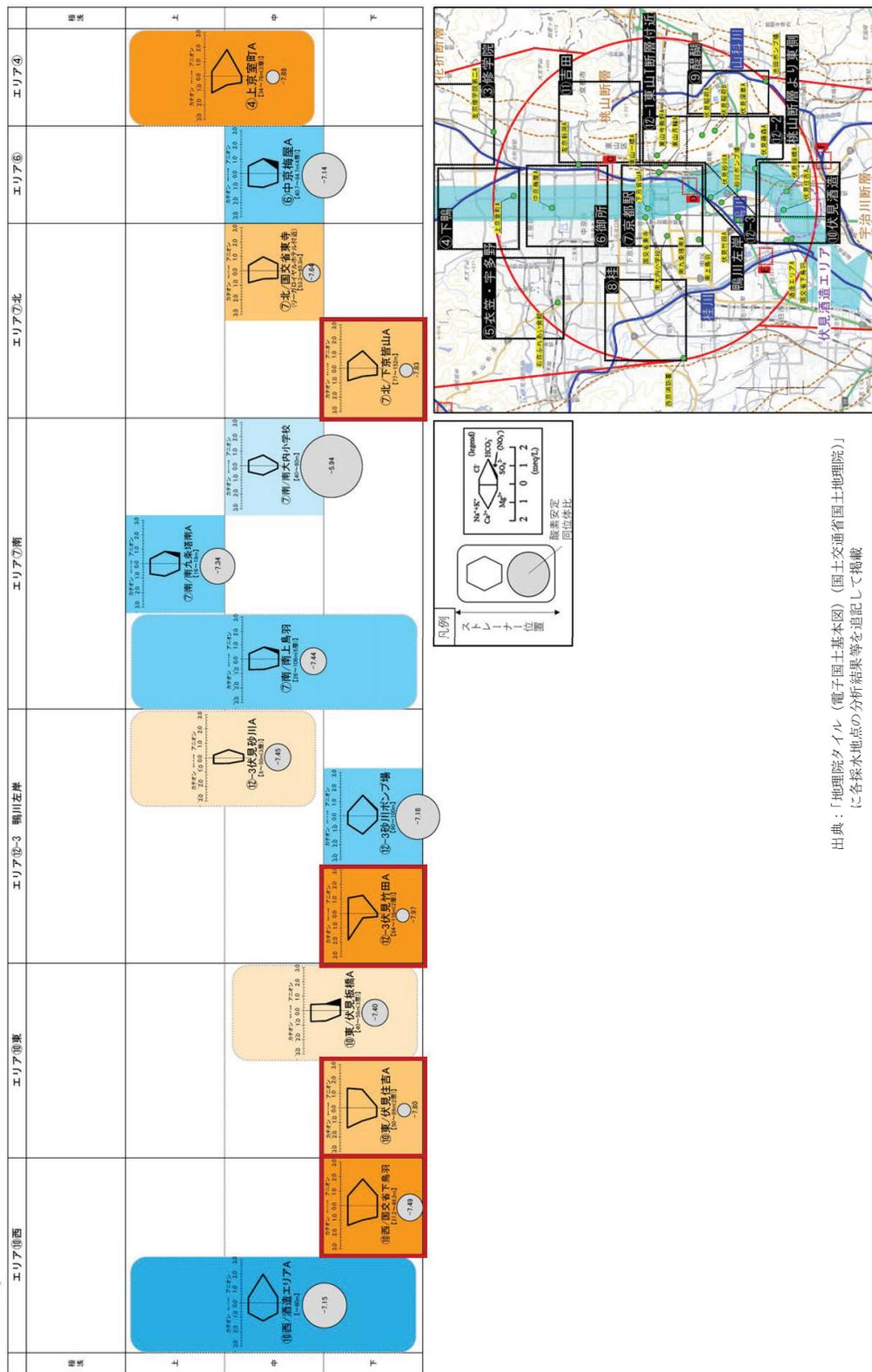
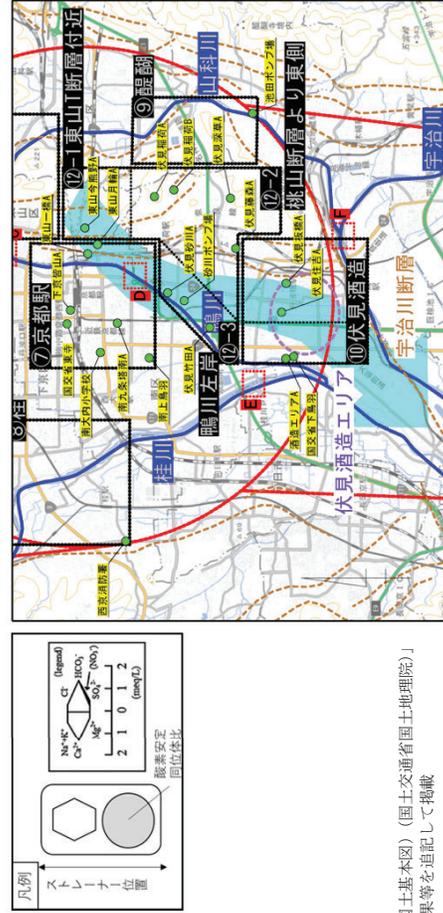
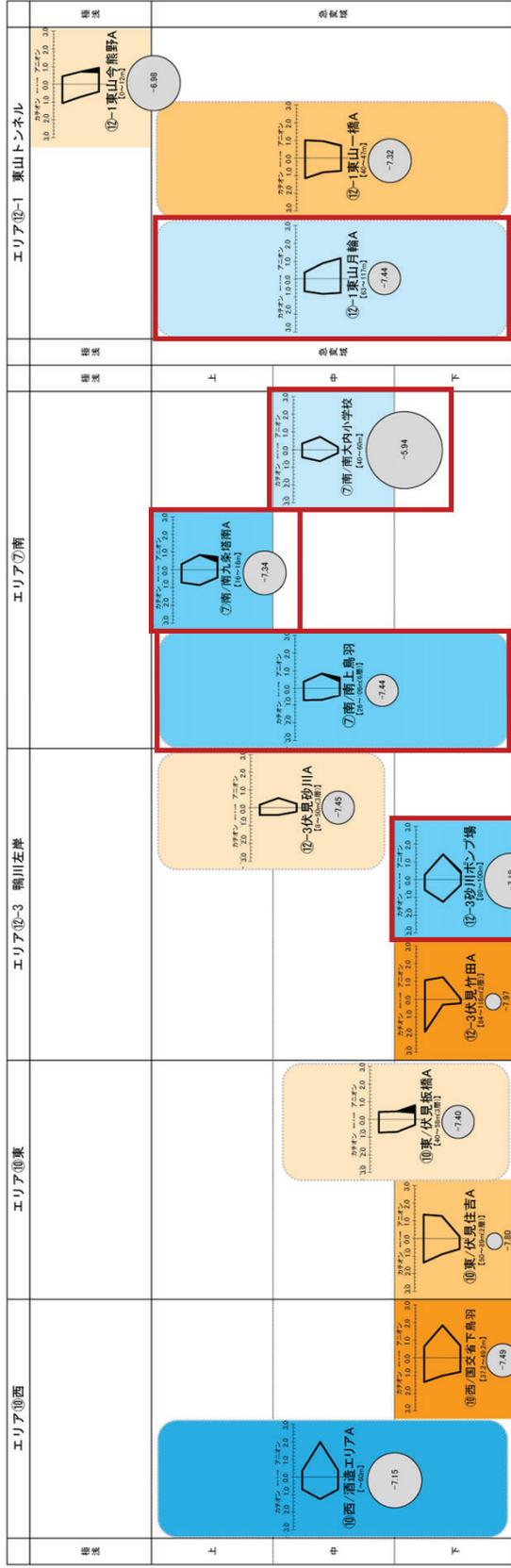


図 3.12 帯水層ごとの地下水流向とへキサダイグラム・安定同位体の比較（盆地北部へ京都駅～伏見酒造エリア）

地下水の流れの想定



出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

図 3.13 帯水層ごとの地下水流向とへキサダイアグラム・安定同位体の比較（桃山断層～伏見区鴨川左岸～伏見酒造エリア）

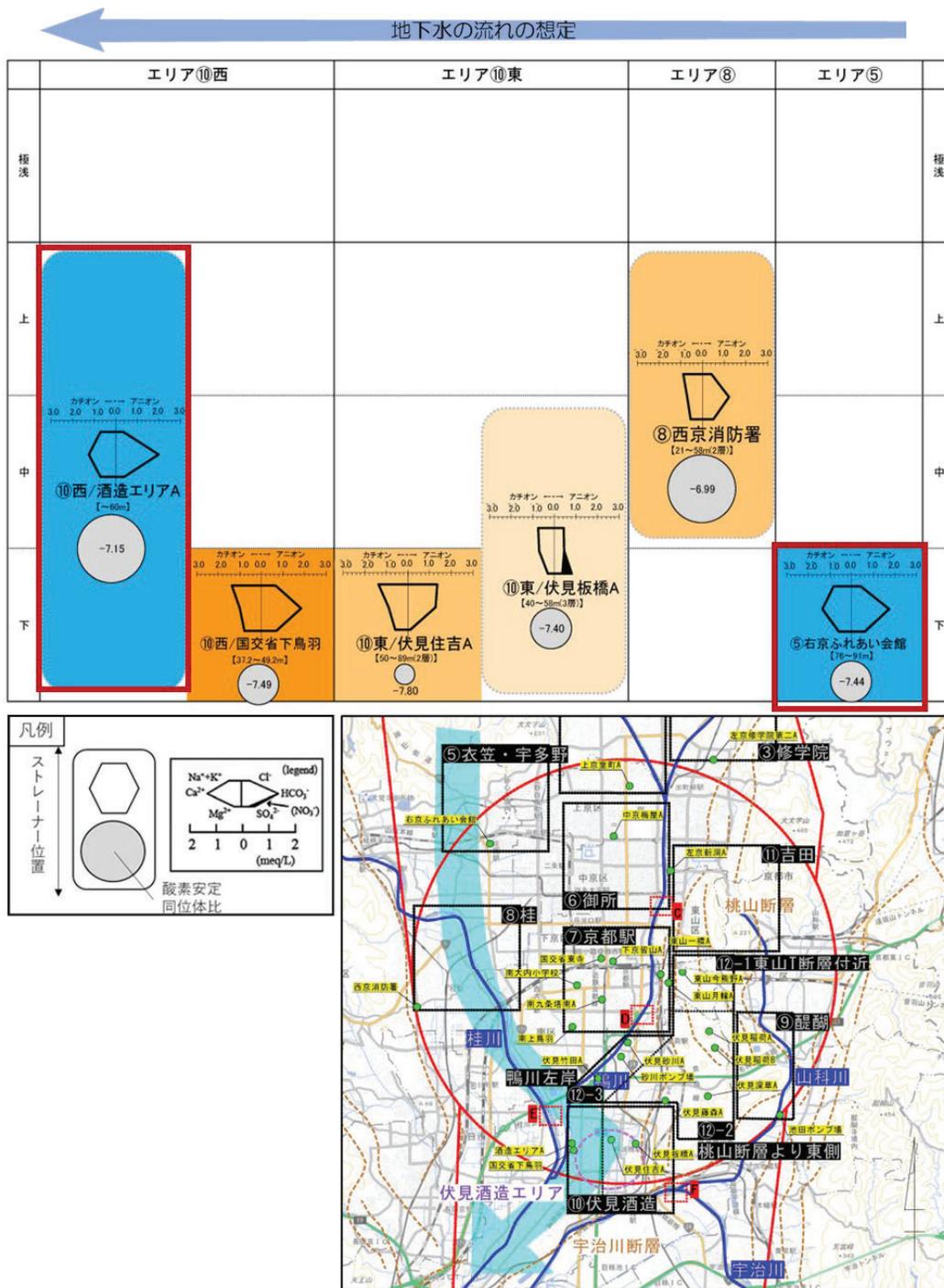


図 3.14 帯水層ごとの地下水流向とヘキサダイアグラム・安定同位体の比較

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

(2) 桃山丘陵付近の東西の流れについて

図 3.15 において、赤枠で囲った「⑫-2 伏見藤森 A⇒⑩東/伏見板橋 A⇒⑩東/伏見住吉 A⇒⑩西/国交省下鳥羽」に着目すると、下記 2 点について読み取れる。

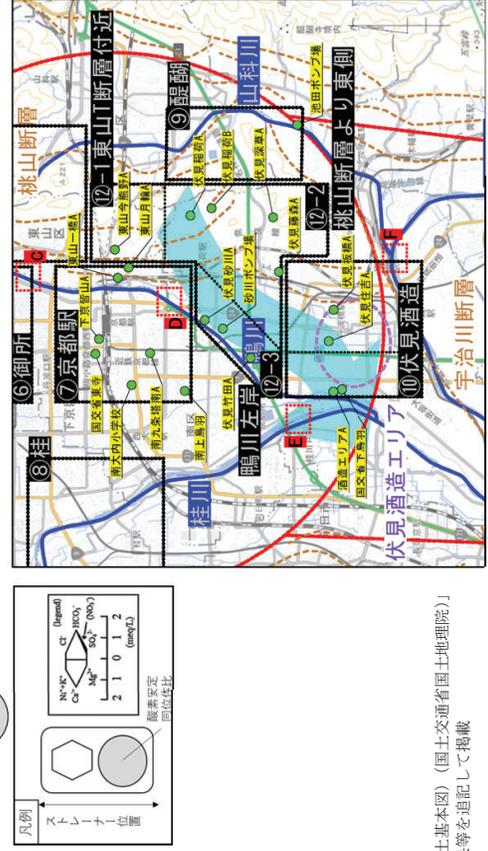
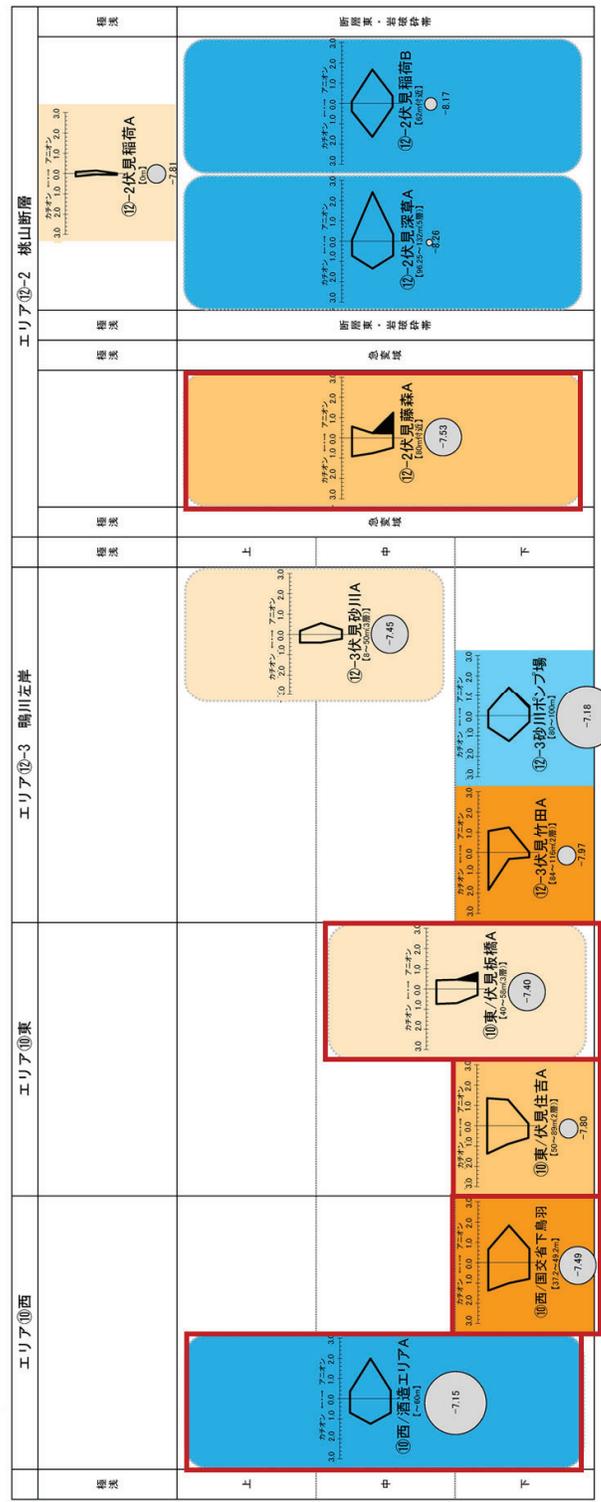
- ・ヘキサダイアグラムは Na 型で類似しているが、⑫-2 伏見藤森 A と⑩東/伏見板橋 A のヘキサダイアグラムの形状が明確に異なる。
- ・伏見住吉 A の安定同位体比が小さい

そのため、明確な流向、関連性を判断することができなかった。

既往文献（参考文献 A10\_小西他（1960）、B19\_地下水要覧編集委員会(1988)、B21\_山本（1994）等）では、桃山丘陵を発して東から西へ流れる地下水は、岩破碎帯から急変域を通り、(Dg2 層よりも) 深い層へ潜り込んでいることが示唆されているが、本調査では Dg2 層よりも深い帯水層で、採水・分析していないため、そのことを断定することは出来なかった。下層 (Dg2 層) のみを取水する井戸水は、急変域や Dg1 層で検出される硝酸が含まれておらず Na 型である。

図 3.16 において、赤枠で囲った「⑨池田ポンプ場⇒⑩西/酒造エリア A」に注目すると、ヘキサダイアグラムは Ca 型で類似している。しかし、池田ポンプ場の安定同位体比が小さいことから、明確な流向、関連性は判断できない。

↓ 地下水の流れの想定



出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

図 3.15 帯水層ごとの地下水流向とへキサダイアグラム・安定同位体の比較（桃山断層～伏見区鴨川左岸～伏見酒造エリア）

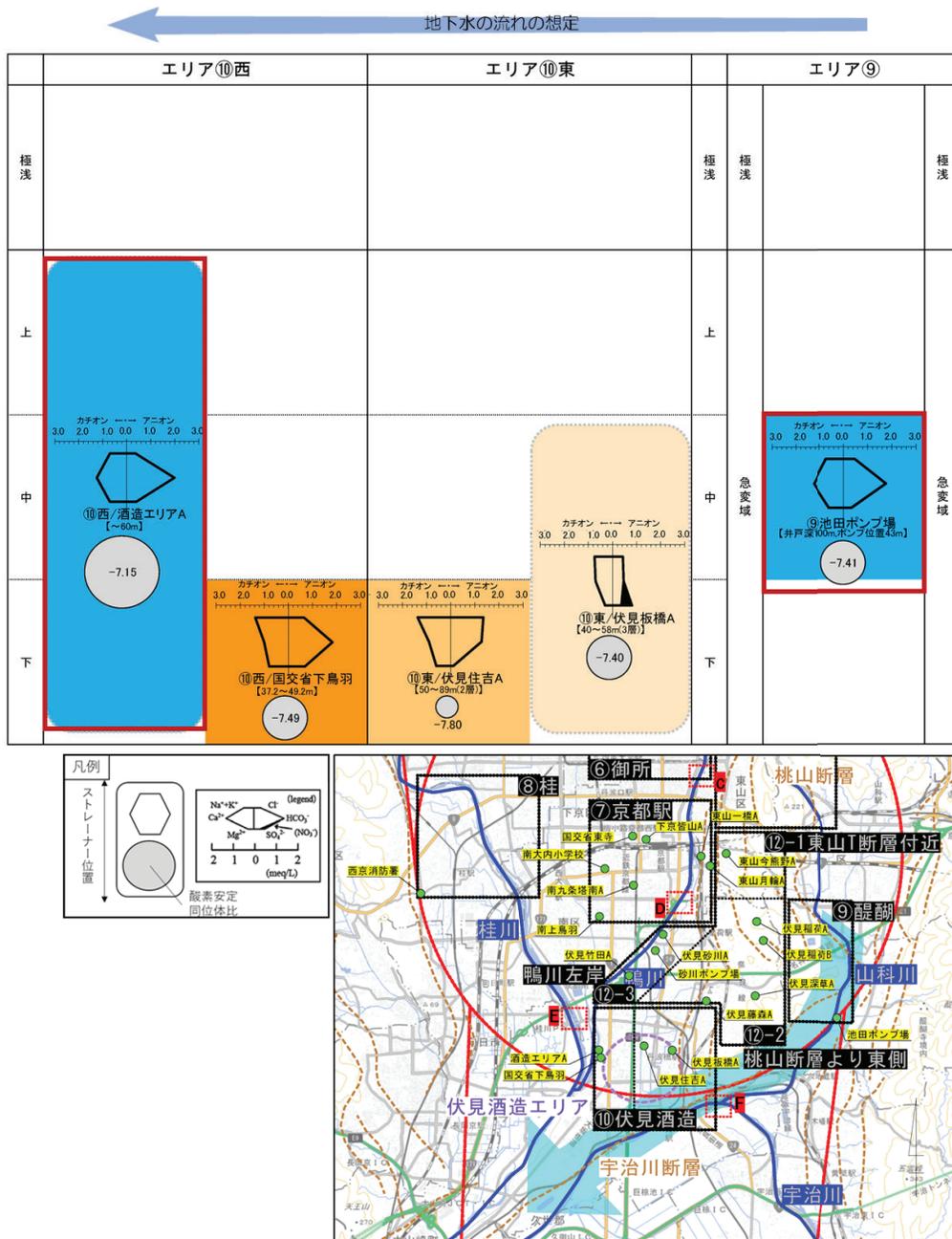


図 3.16 帯水層ごとの地下水流向とヘキサダイアグラム・安定同位体の比較

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

(3) その他の地下水流動について

図 3.17 の「③修学院第二A⇒⑥中京梅屋」に注目すると、ヘキサダイアグラムはCa型で類似しており、安定同位体比も概ね同じ値を示す。このことから、「③修学院第二A」から「⑥中京梅屋」方向の地下水の流向が推察される。一方で、図 3.18 の「⑪左京新洞A⇒⑥中京梅屋A」に注目すると、ヘキサダイアグラムはCa型で類似しているが、⑪左京新洞の安定同位体比が小さいことから、明確な流向、関連性を判断することができない。

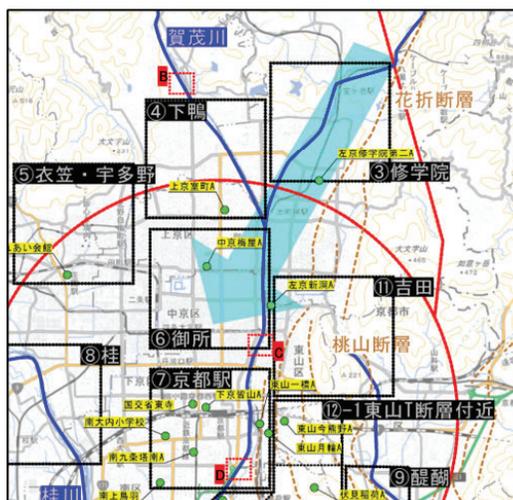
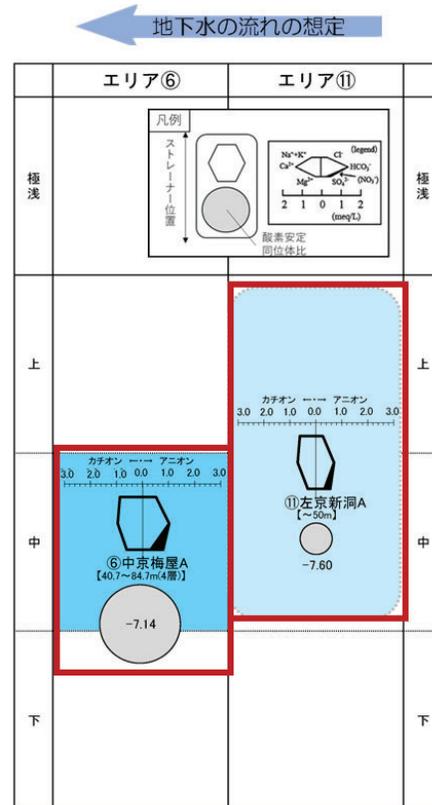
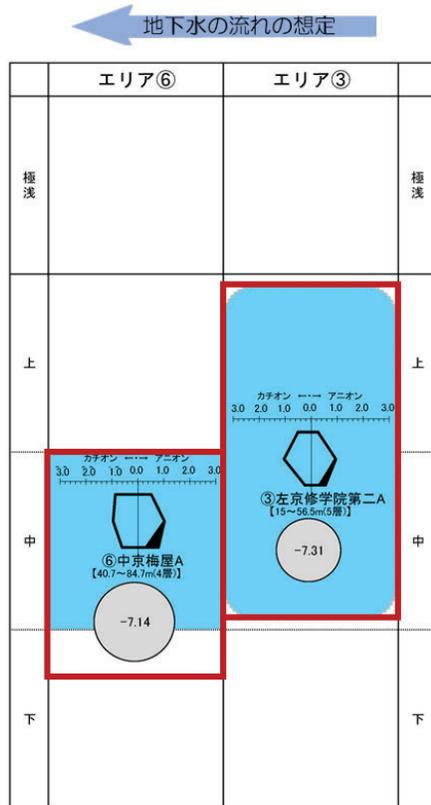


図 3.17 帯水層ごとの地下水流向とヘキサダイアグラム・安定同位体の比較

図 3.18 帯水層ごとの地下水流向とヘキサダイアグラム・安定同位体の比較

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

(4) 成分分析結果と酸素安定同位比の分布について前頁までに述べた成分分析結果と酸素安定同位比の分布を図 3.19、図 3.20 にまとめる。

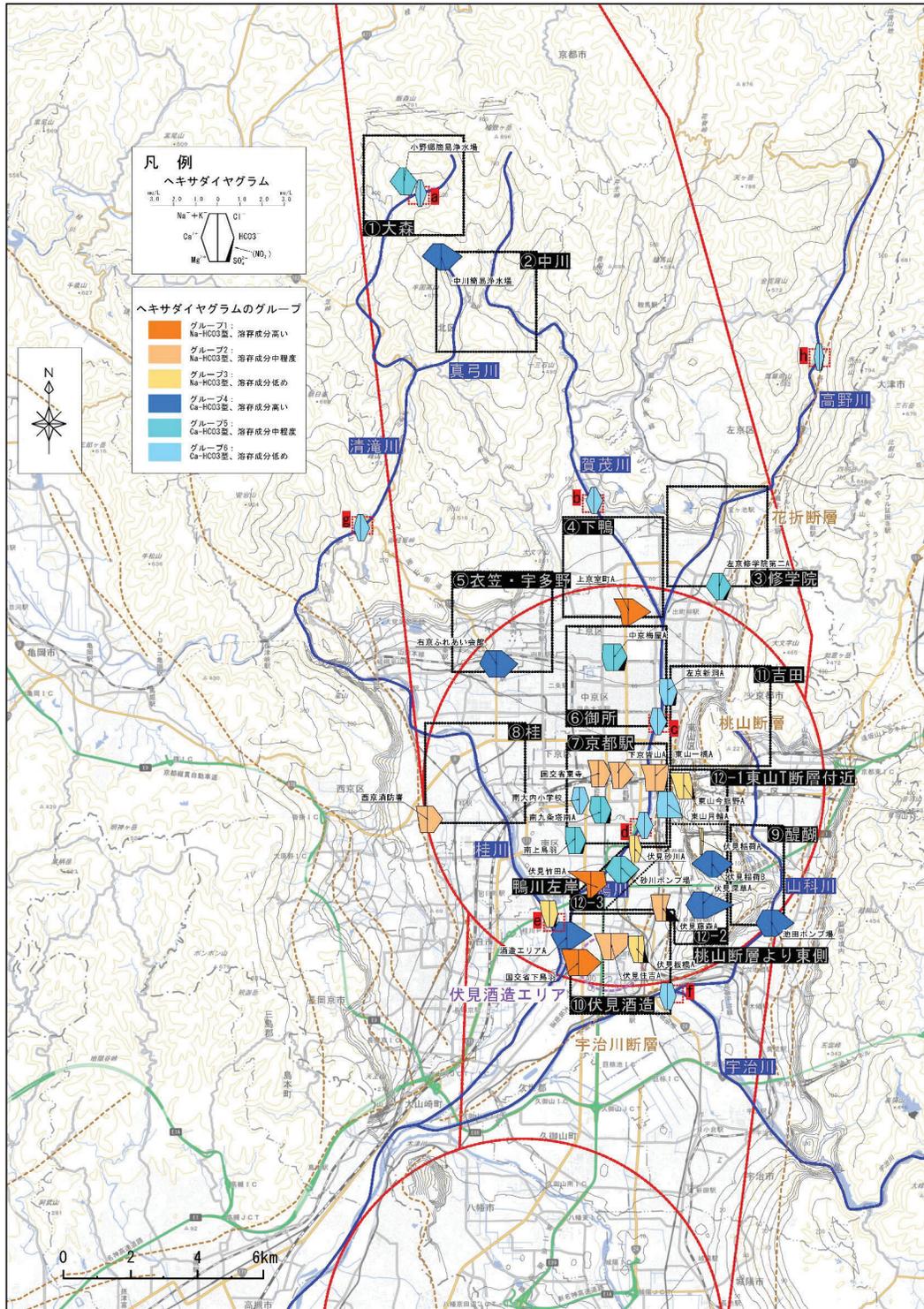


図 3.19 各採水地点のイオン分析（ヘキサダイアグラム）と溶存成分に基づくグループ分け

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

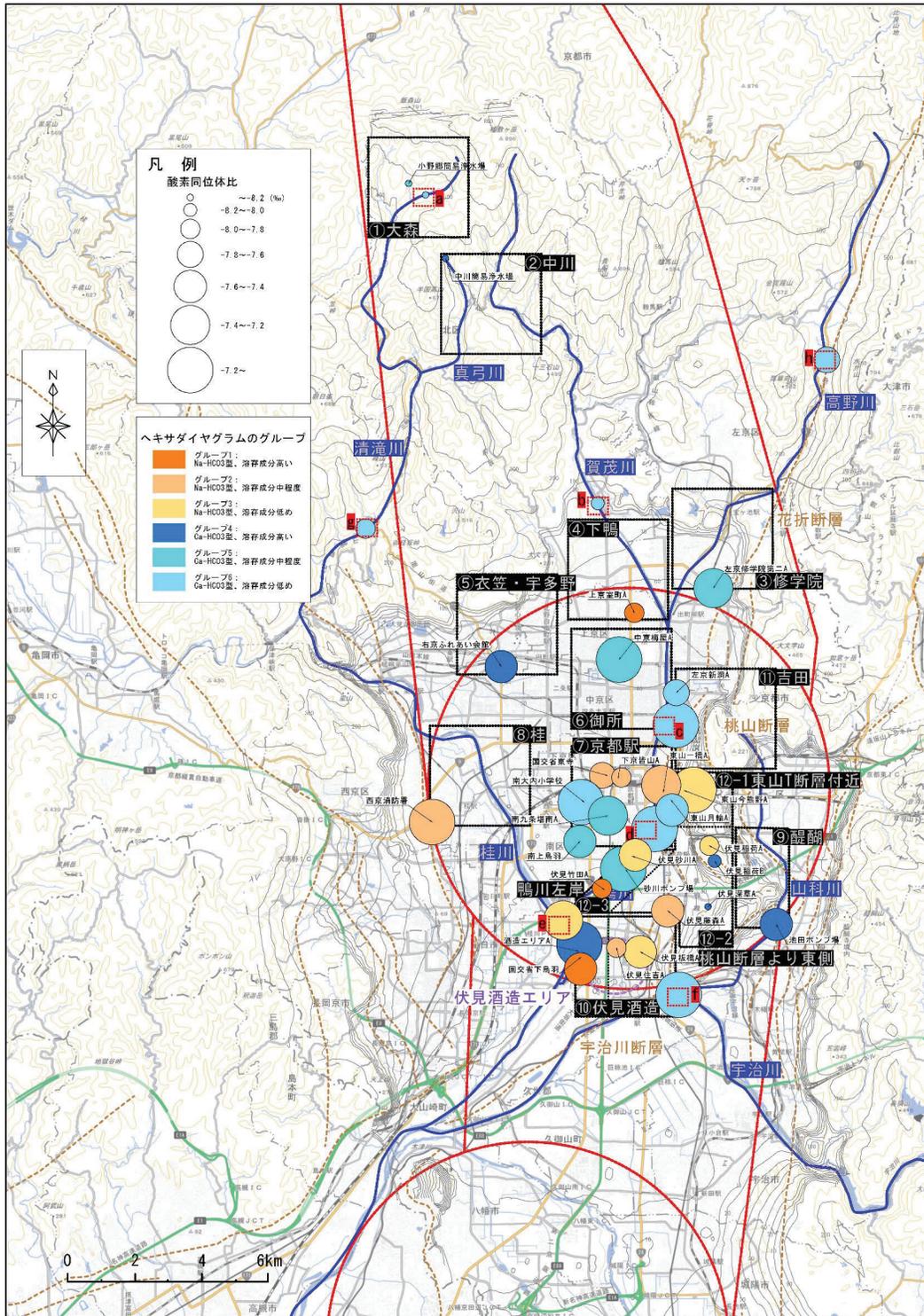


図 3.20 各採水地点の酸素安定同位体比と溶存成分に基づくグループ分け

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

## 4.6 トリリニアダイアグラムによる考察

図 3.21 は、図 3.3 ヘキサダイアグラムの Ca, Na 型の分類基準をもとにプロットしたトリリニアダイアグラムである。採水地点については表 3.1 に記載した。トリリニアダイアグラムは、ヘキサダイアグラムの「分析資料 1 サンプル毎に作成されるため、多地点の比較検討ににくい」という欠点を改良し、同一の図に多地点の資料をプロットすることが可能である。ただし、地下水の流向を図から断定出来ない点に留意が必要である。

トリリニアダイアグラムでは、一般的に下記の I ~IV の水質に分類する。

- I 型：炭酸カルシウム型 = 浅層地下水
- II 型：炭酸ナトリウム型 = 深層地下水
- III 型：非炭酸カルシウム型 = 化石塩水の混入
- IV 型：非炭酸ナトリウム型 = 海水の混入

エリア I（炭酸カルシウム型）半数以上のデータがプロットされていることから、比較的流動性をもつ滞留時間の短い地下水が多いことが推察される。また、エリア I に Ca 型が集中していることや、左下の陽イオンに注目すると、Ca 濃度が高いエリアに寒色系、Na 濃度が高いエリアに暖色系がプロットされており、図 3.9 の色分けと矛盾していないことが確認できる。

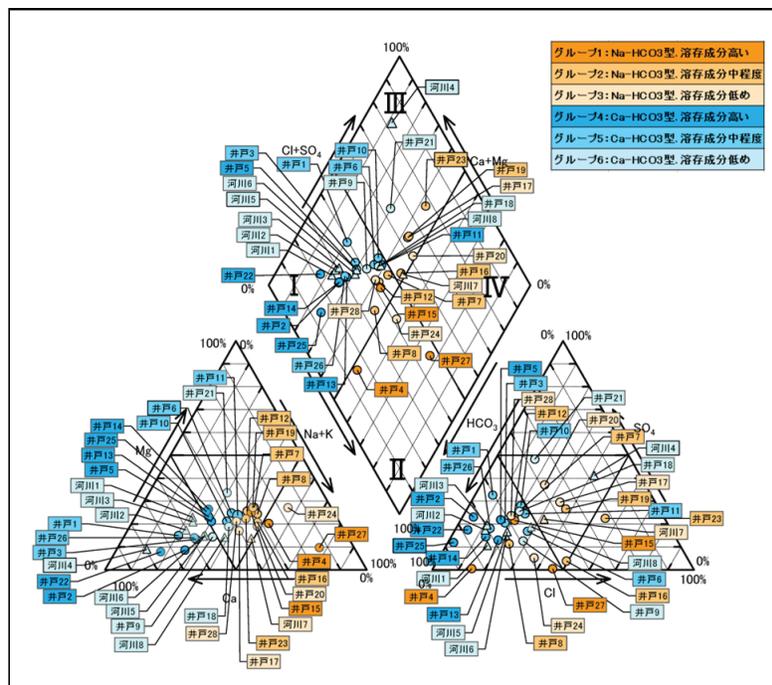


図 3.21 成分分析結果をもとにしたトリリニアダイアグラム  
(ヘキサダイアグラム型に基づく塗分け)

図 3.22 は、表 2.1 で記載した井戸のストレーナー位置をもとに、該当する帯水層ごとに色分けし、作成したトリリニアダイアグラムである。浅い帯水層から取水している井戸水は、その大部分が菱形の I 型にプロットされる。右下の陰イオンの三角形に注目すると、重炭酸  $\text{HCO}_3^-$  が多いことが分かる。

また、図 3.21、図 3.22 とともに、左下陽イオンの三角形で Mg 濃度が低い。右下陰イオンの三角形では、 $\text{HCO}_3^-$ 濃度が高いことに加えて、 $\text{SO}_4^{2-}$ と  $\text{Cl}^-$ の濃度が低く、京都盆地の地下水は軟水に近い、バランスの良い濃度であることが読みとれる。

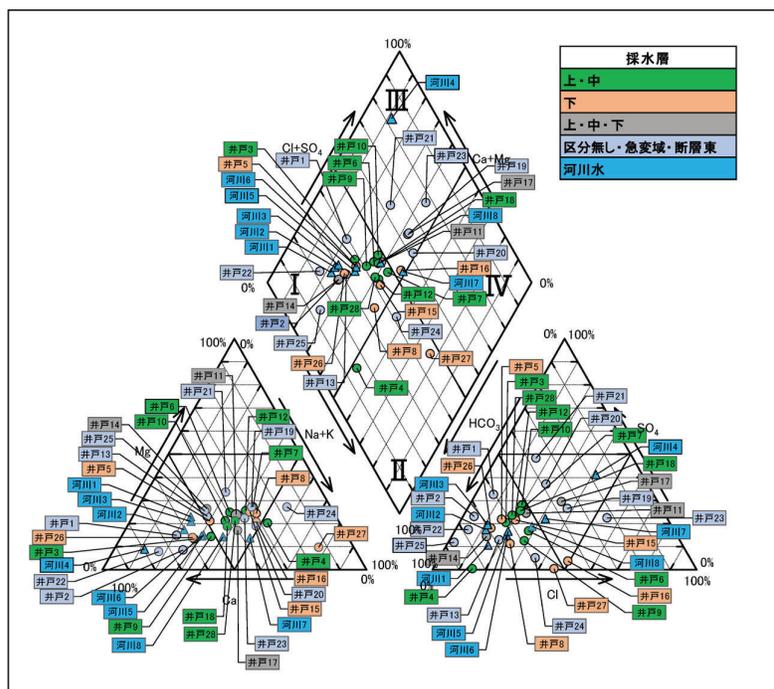


図 3.22 成分分析結果をもとにしたトリニアダイアグラム (採水層に基づく塗分け)

表 3.1 採水地点および地下水のスクリーン深度一覧

種類	区分	番号	検体名	エリア	井戸深度(m)	スクリーン深度(m(層))
地下水	北部山岳	井戸1	小野郷浄水場	①	47	8~47(1)
		井戸2	中川浄水場	②	44.4	2.4~44.4(4)
		井戸3	左京修学院第二A	③	60	15~56.5(5)
		井戸4	上京室町A	④	100	34~78.0(2)
		井戸5	右京ふれあい会館	⑤	94	76~91(1)
		井戸6	中京梅屋A	⑥	100	40.7~84.7(4)
		井戸7	国交省東寺	⑦北	65.3	53.3~65.3
		井戸8	下京皆山A	⑦北	155	77~152
		井戸9	南大内小学校	⑦南	60	40~60
		井戸10	南九条塔南A	⑦南	18	16~18
		井戸11	南上鳥羽	⑦南	110	26~106(6)
	京都盆地	井戸12	西京消防署	⑧	60	21~58(2)
		井戸13	池田ポンプ場	⑨	100	43程度以浅
		井戸14	酒造エリアA	⑩西	60	~60
		井戸15	国交省下鳥羽	⑩西	49.2	37.2~49.2
		井戸16	伏見住吉A	⑩東	100	50~89(2)
		井戸17	伏見板橋A	⑩東	60	40~58(3)
		井戸18	左京新洞A	⑪	50	~50
		井戸19	東山一橋A	⑫-1	57	40~47
		井戸20	東山今熊野A	⑫-1	12	0~12
		井戸21	東山月輪A	⑫-1	125	63~117
		井戸22	伏見稲荷B	⑫-2	62	62付近
		井戸23	伏見藤森A	⑫-2	100程度	80付近
		井戸24	伏見稲荷A	⑫-2	0	0
		井戸25	伏見深草A	⑫-2	134	96.25~132(5)
		井戸26	砂川ポンプ場	⑫-3	100	80~100
		井戸27	伏見竹田A	⑫-3	120	84~116(2)
		井戸28	伏見砂川A	⑫-3	50	8~50(3)
種類	区分	番号	検体名	所在地	河川名	
河川水	北部山岳	河川1	河川水A	北区大森東町	一級河川 淀川水系 桂川支流 清滝川	
		河川2	河川水B	北区上賀茂中嶋河原町	一級河川 淀川水系 賀茂川	
		河川3	河川水G	右京区梅ヶ畑高雄町	一級河川 淀川水系 桂川支流 清滝川	
		河川4	河川水H	左京区大原戸寺町	一級河川 淀川水系 鴨川支流 高野川	
	京都盆地	河川5	河川水C	下京区天王町	一級河川 淀川水系 鴨川	
		河川6	河川水D	南区東九条柳下町	一級河川 淀川水系 鴨川	
		河川7	河川水E	南区上鳥羽塔ノ森柳原	一級河川 淀川水系 桂川	
		河川8	河川水F	伏見区向島吹田河原町	一級河川 淀川水系 宇治川	

#### 4.7 既往文献との整合性

城南宮及び藤森神社の分析結果について参考文献 A02\_藪崎ほか (2014) と本調査の値を比較する (図 3.23)。城南宮のヘキサダイアグラムは、既往文献 (菊水若水) と本調査 (⑫-3 伏見竹田 A) で類似した Na 型を示す。同様に、藤森神社のヘキサダイアグラムについても既往文献 (不二の水) と本調査 (⑫-2 伏見藤森 A) で Na 型を示す。藤森神社での本調査の分析結果で、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の値がやや大きいことについては、植木への除草剤の散布といった人為的な影響が反映されていると考察できる。本調査と既往文献を比較した結果、分析結果の整合が確認された。このことから、既往研究で採水された 2014 年頃から、採水位置周辺の土地利用や、経年変化による水質の変化が無いことが推察される。

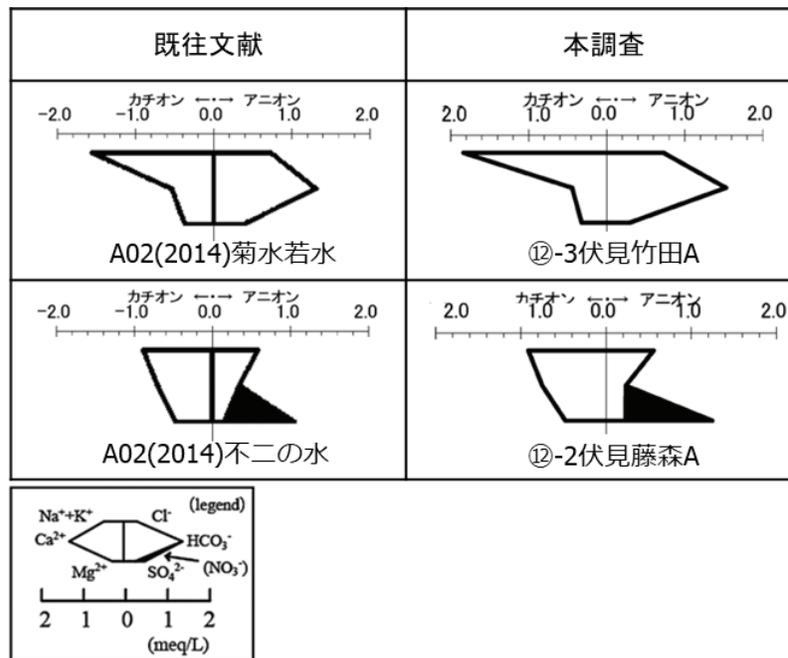


図 3.23 既往文献と成分分析結果の比較図

※出典：A02\_藪崎志穂ほか (2014) 名水を訪ねて (104) 京都盆地とその周辺地域の名水. 地下水学会誌 第 56 巻第 1 号, pp. 53-65,

## 4.8 全含有量分析

### (1) マンガン含有量分析

マンガン (Mn) の分布量を図 3.24 に示す。⑩伏見酒造エリアで Mn およびその化合物が多く検出された。伏見地区の西側で Mn の含有量が高いことは、参考文献 A04 堀池 (1994) でも論じられている。また、Mn は深い帯水層、または断層域で多く検出されている。

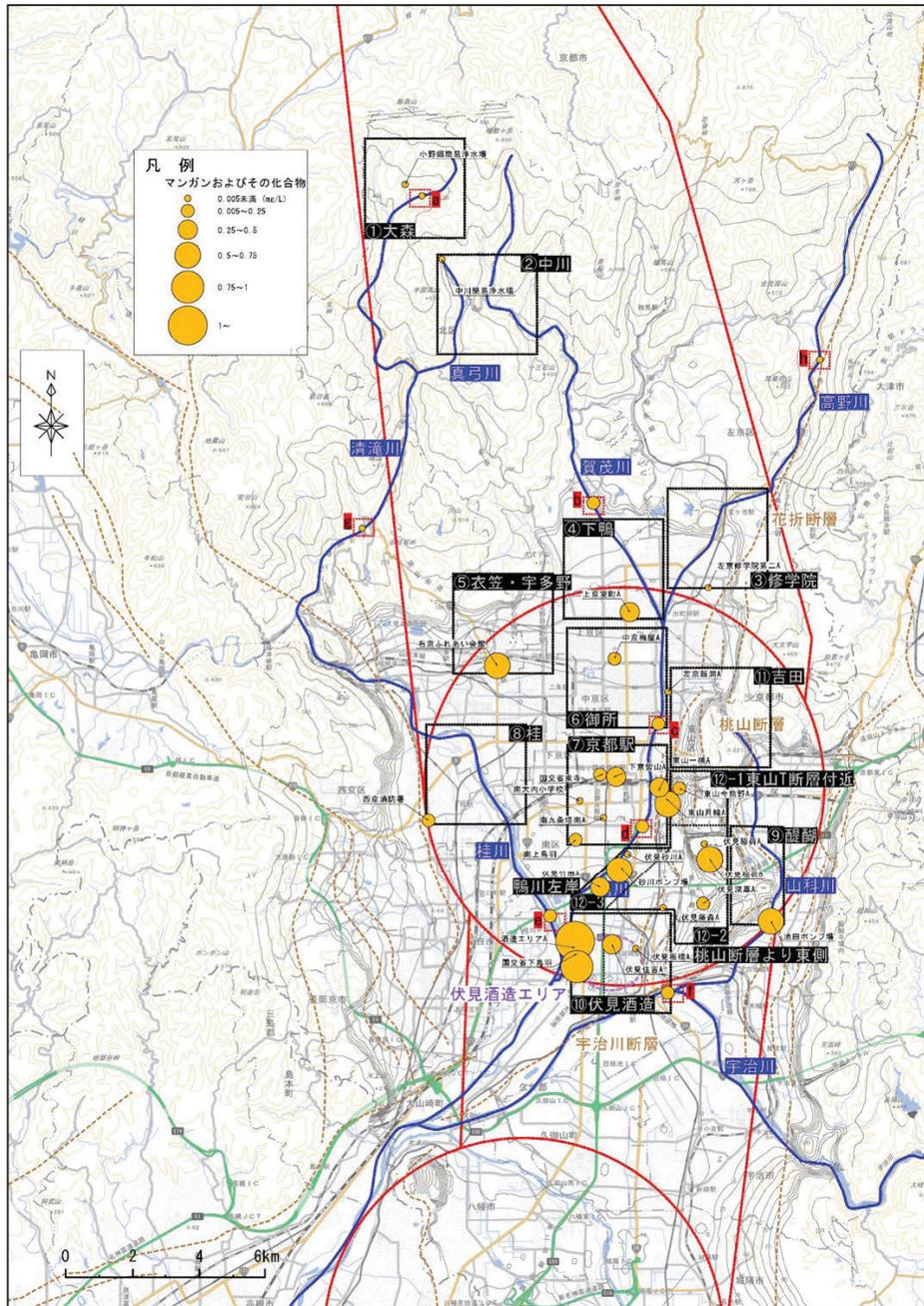


図 3.24 出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

(2) 鉄含有量分析

鉄 (Fe) の分布量を図 3.25 に示す。⑩伏見酒造エリアで、Fe およびその化合物が多く検出された。⑩西/国交省下鳥羽で Fe 含有量が多いことは、水位観測用井戸であることから水の揚水量が少なく、且つ金属製のストレーナーが酸化していることが影響している可能性が高い。Fe 含有量をもとに地下水の流向や関連性を示すことはできなかった。

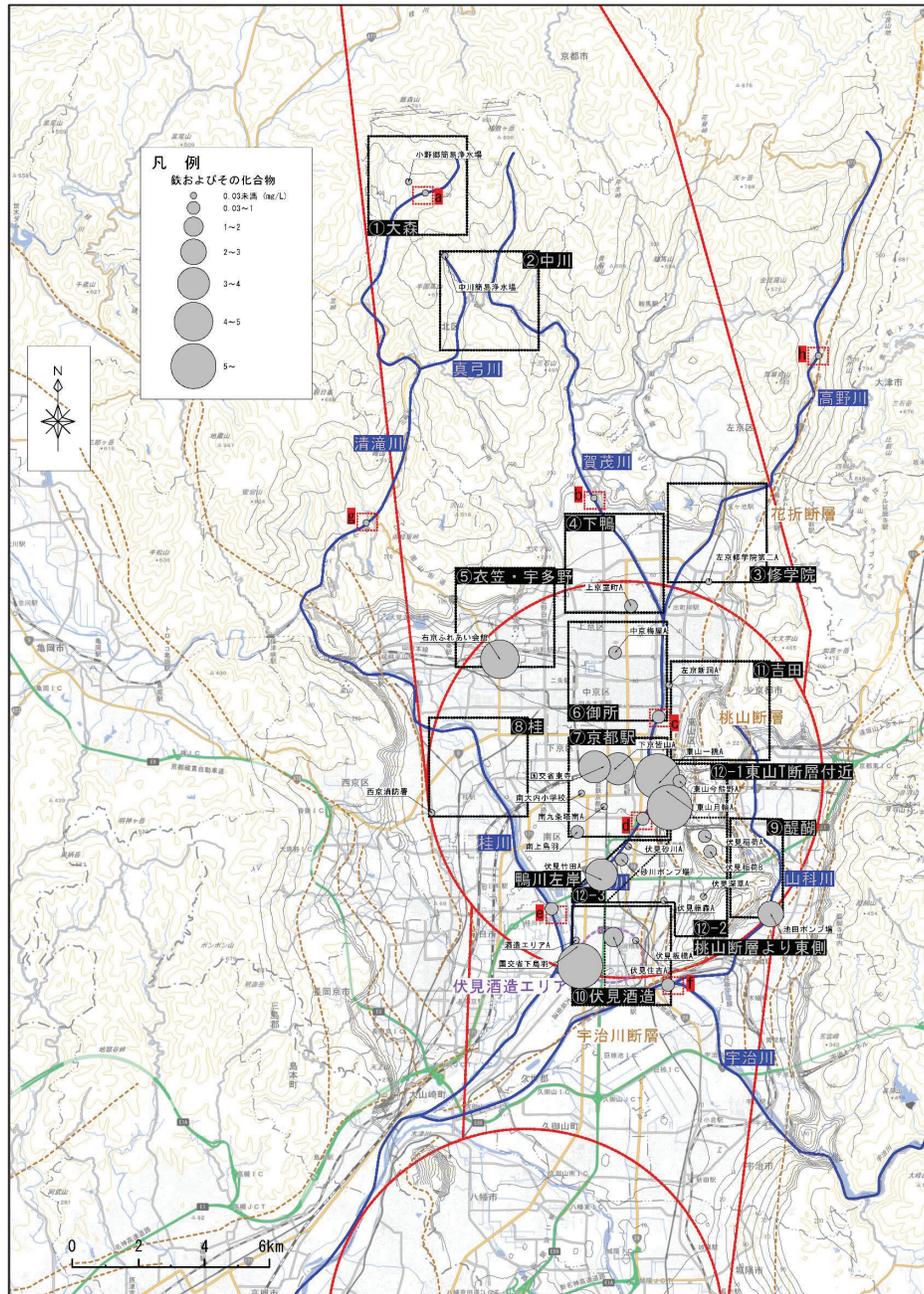


図 3.25 地下水・河川水の鉄含有量分布図

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

## 5. 解析及び成分分析結果に基づく考察

### 5.1 南北の広域的な流れについて

地下水成分分析及び地下水の主成分・酸素同位体比分析結果から、盆地北部から京都駅付近を経て伏見酒造エリアに至る地帯で、Dg2 層の Na 主成分が多い傾向がみられるという関連性を見出すことができた。一方、Dg1 (上)、Dg1 (下) 層の主成分は Ca であり、表流水の影響を受けている可能性があるため、明確な流向関連性を判断することはできなかった。また、デルタダイアグラムの分析結果からも同様の傾向が見られた。

周辺の三次元地質構造に着目すると、連続的な難透水層である Ma9 層が広がっている。京都盆地の北縁部で Dg2 層に浸透した地下水は、酸素同位体比の小さい地下水として、京都駅や伏見酒造エリアに到達している可能性がある。これは、浸透流解析の結果をもとに考察された「流跡線が京都盆地地域の北北東→南南西への大きな流向で場を形成している」とことと整合している。しかし、鴨川付近で湧出するという考察内容とは整合しない。

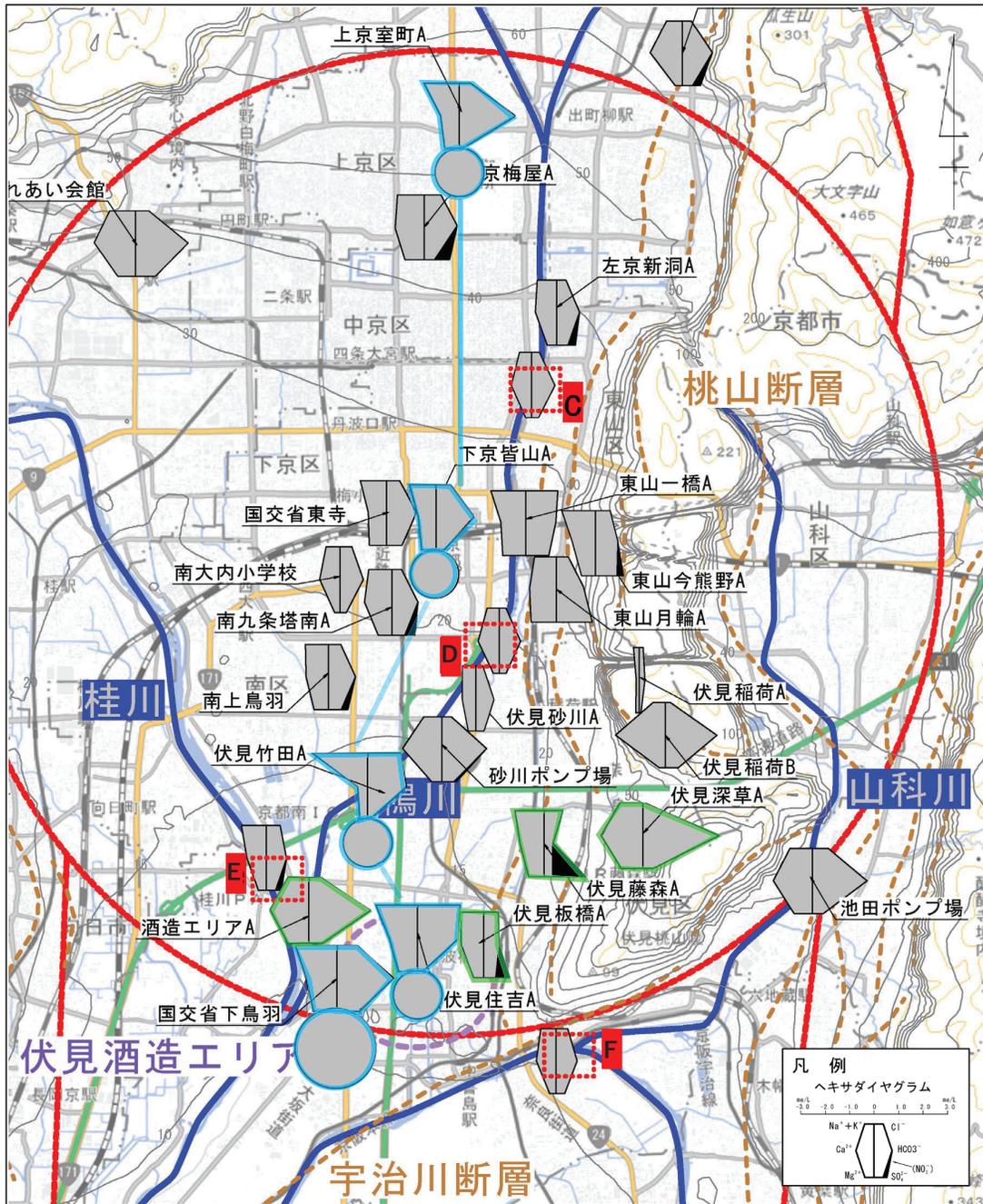
### 5.2 桃山丘陵付近の東西の流れについて

桃山丘陵付近の地下水主成分と酸素同位体比分析結果から、桃山断層の急変域の東西で異なる傾向がみられた。東側では、Dg1 から岩盤層の Ca 主成分が多い傾向であり、西側の伏見酒造エリアを含む地域では、Dg2 層を中心に Na 主成分が多い傾向にある。

本調査では Dg2 層以深で採水していないことから断定には至らなかったが、既往研究で示唆されているような、桃山丘陵の断層急変部東側から Dg2 層以深を経由し、伏見酒造エリアに流れ込むような地下水の流れによって、伏見酒造エリアの比較的深い取水層をもつ井戸水では、Na を主成分に持つ地点が多いという結果に影響した可能性が考えられる。このことは、周辺域委員会の浸透流解析から得られた、桃山丘陵から西側へ流れる地下水が、鴨川で湧出するという流跡線結果と整合しない。

### 5.3 その他の含有物・既往文献との整合

- ・既往文献と同地点（城南宮、藤森神社）での成分分析結果を比較したところ、経年の土地利用変化に伴う水質変化は見られなかった。
- ・Mn 含有量分布については、酸素同位体比と類似した傾向を示す箇所が見られたが、明確な傾向を把握することはできなかった。



南北の広域的な流れ  
 桃山丘陵付近の東西の流れ

図4 解析及び成分分析結果をもとに推定した地下水流向

出典：「地理院タイル（電子国土基本図）（国土交通省国土地理院）」  
 に各採水地点の分析結果等を追記して掲載

## 5.4 まとめ

前述までの検討結果に基づき、京都市及びその周辺域を対象とした成分分析結果に係る本委員会の技術的助言を、以下のとおり総括する。

### 5.4.1 北部山岳地域と京都盆地地域について

解析	成分分析
<ul style="list-style-type: none"> <li>清滝川（上流域）の計算流量減少率に対し、清滝川（下流域）の減少率が比較的小さい。そのため、清滝川（上流域）の地下水位低下が、清滝川（下流域）の河川水の流量へ及ぼす影響は軽微であることが予測された。</li> <li>清滝川（上流域）の地下水は、清滝川中下流域で河川に湧出していると考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>清滝川（上流域）における地下水の水質と、清滝川中下流域（河川水）の水質は Ca 型で類似している。</li> <li>清滝川（上流域）における地下水の水質と、賀茂川（河川水）の水質は Ca 型で類似している。</li> </ul>

- 解析結果から北部山岳地域（清滝川上流）から流動し、清滝川中下流域で河川に湧出する地下水の流れが推定された。成分分析結果からは清滝川（上流域）の地下水と清滝川中下流域（河川水）の水質が Ca 型で類似しているという結果が得られ、これは解析結果と整合している。
- 成分分析結果から北部山岳地域（清滝川上流域）の地下水が、賀茂川流域に流れ込んでいないことを検証することはできなかった。

### 5.4.2 京都盆地地域の南北の広域的な流れについて

解析	成分分析
<ul style="list-style-type: none"> <li>計算値による地下水コンター図から、北北東から南南西へ大きな流向で場を形成していると考えられる。</li> <li>流跡線解析では伏見区竹田付近の鴨川で地下水が湧出していると考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dg2 層は Na 主成分が多く、酸素安定同位体比が近似した値であり、盆地北部～京都駅～伏見酒造エリアへ地下水の流向を形成していると考えられる。</li> <li>Dg1（上）、Dg1（下）の主成分は Ca と類似しているが、明確な流向関連性は見られなかった。</li> </ul>

- 解析結果から北部山岳地域から京都盆地地域にかけて、北北東から南南西方向の地下水流動があることをモデル化した。成分分析結果から Dg2 層の地下水が北北東から南南西の大きな流向で場を形成していることが推測され、これは解析結果と整合している。

- 一方、成分分析結果からは Dg1（上）、Dg1（下）層の地下水流動が検証できず、流跡線解析の結果から推定された、「伏見区竹田付近で鴨川に湧出する地下水の存在」について検証することはできなかった。

#### 5.4.3 桃山丘陵からの東西の流れについて

解析	成分分析
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計算値による地下水コンター図及び流跡線解析から、桃山丘陵から伏見酒造エリアへの東西の流向を形成していると考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 成分分析の結果から、解析で示されるような東西方向の流向は明確に見られなかった。これは桃山断層による急変域が影響していると考えられる。</li> </ul>

- 解析結果から推定された「桃山丘陵から伏見酒造エリアへの東西の流向を形成している」地下水の存在について、成分分析結果から検証することができなかった。

## 【巻末資料】

1. 成分分析結果の数値表 .....	1
2. 参考文献.....	4

1. 成分分析結果の数値表

表 1-1 及び 1-2 に簡易水質、イオン分析、含有量分析、同位体分析の数値結果を示す。

表 1-1 成分分析の結果 (井戸採水エリア①~⑩)

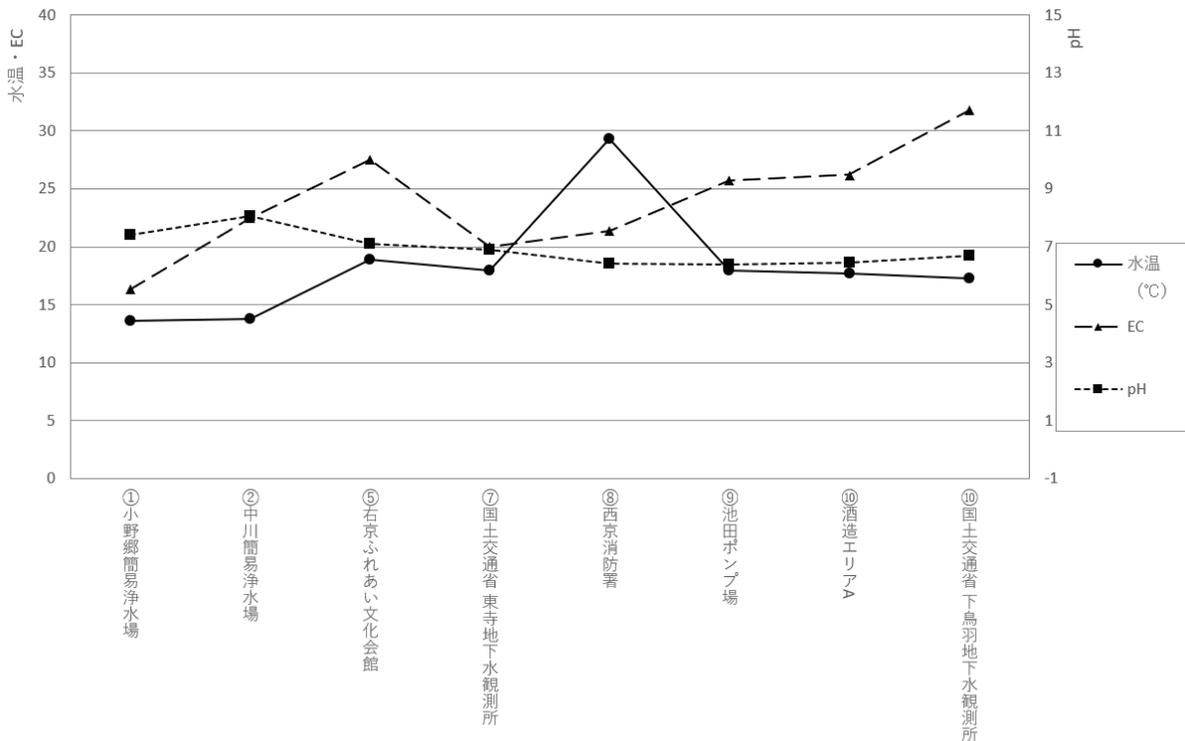
No	エリア	検体名	検体の種類	採水日	採水時間	気温 (°C)	水温 (°C)	簡易水質			イオン分析							マンガン分析		同位体分析		
								pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	ナトリウム イオン Na <sup>+</sup> (meq/L)	カリウム イオン K <sup>+</sup> (meq/L)	カルシウム イオン Ca <sup>2+</sup> (meq/L)	マグネシウム イオン Mg <sup>2+</sup> (meq/L)	亜硝酸イオン NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> C1 <sup>-</sup> (meq/L)	硫酸 イオン SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (meq/L)	硝酸 イオン NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meq/L)	鉄及びその 化合物 (mg/L)	マンガン及び その化合物 (mg/L)	δ <sup>18</sup> O	δ D	
01	①大森	小野郷浄水場	地下水	R5.8.2	11:07	33.4	13.6	7.43	36	-	0.326	0.026	1.088	0.255	0.113	1.0	0.541	0.006	0.09未満	0.005未満	-8.4	-53.7
02	②中川	中川浄水場	地下水	R5.8.2	10:09	33.6	13.7	8.05	22.5	-	0.565	0.038	1.487	0.197	0.099	1.705	0.541	0.002	0.03未満	0.005未満	-8.3	-52.7
03	③修学院	左京修学院第二A	地下水	R5.11.9	13:49	23.3	19.0	6.65	18.25	8.7	0.435	0.069	1.048	0.238	0.288	0.944	0.312	0.242	0.09未満	0.005未満	-7.3	-47.8
04	④下鴨	上京壹町A	地下水	R5.11.21	10:11	16.5	18.8	7.48	21.2	0.0	1.13	0.018	0.599	0.444	0.322	1.836	0.01	0.005	1	0.45	-7.9	-52.2
05	⑤衣笠・宇多野	右京ふれあい会館	地下水	R5.9.21	16:14	30.5	18.9	7.1	27.5	-	0.783	0.049	1.347	0.564	0.42	1.737	0.604	0.002	4.1	0.59	-7.4	-48.3
06	⑥御所	中京梅屋A	地下水	R5.11.10	9:12	25.7	22.6	6.98	24.4	5.0	0.783	0.082	0.948	0.6	0.519	1.024	0.312	0.484	0.19	0.006	-7.1	-47.1
07	⑦京都駅	国土交通省東寺 (地下水観測所)	地下水	R5.8.23	10:32	31.7	18	6.9	20	-	0.783	0.028	0.549	0.51	0.389	0.97	0.5	0.002	3.5	0.22	-7.6	-48.8
08	⑦京都駅	下京皆山A	地下水	R5.11.14	13:36	15.7	19.1	7.03	19.35	0.0	0.826	0.028	0.549	0.452	0.437	1.198	0.208	0.002	3.6	0.33	-7.8	-50.4
09	⑦京都駅	南大内小学校	地下水	R5.12.14	13:32	16	13.5	7.72	12.9	10.3	0.383	0.043	0.649	0.181	0.353	0.731	0.156	0.002	0.09未満	0.005未満	-5.9	-37.3
10	⑦京都駅	南九条塔南A	地下水	R5.12.16	10:54	18.5	19.8	6.42	20.1	3.3	0.652	0.059	0.848	0.419	0.324	0.852	0.458	0.274	0.03未満	0.005未満	-7.3	-47.8
11	⑦京都駅	南上鳥羽	地下水	R5.12.25	13:30	9.9	19	6.66	19.76	0.0	0.696	0.028	0.699	0.444	0.375	0.844	0.396	0.21	0.07	0.022	-7.4	-47.2
12	⑧桂	西京消防署	地下水	R5.8.22	14:39	34	29.3	6.43	21.4	-	0.826	0.054	0.699	0.543	0.42	1.226	0.5	0.003	0.03未満	0.18	-7.0	-45.3
13	⑨醍醐	池田ポンプ場	地下水	R5.8.3	14:23	36.5	18	6.4	25.7	-	0.652	0.066	1.248	0.592	0.5	1.754	0.333	0.002	2.7	0.62	-7.4	-48.4
14	⑩伏見酒造	酒造エリアA	地下水	R5.8.3	9:55	36.8	17.7	6.47	26.2	-	0.565	0.13	1.248	0.699	0.364	1.983	0.396	0.002	0.03未満	3.2	-7.2	-46.6
15	⑩伏見酒造	国土交通省下鳥羽 (地下水観測所)	地下水	R5.8.21	10:31	35	17.3	6.71	31.8	-	1.304	0.064	0.998	0.789	0.657	1.836	0.687	0.002	7.0	0.91	-7.5	-47.8
16	⑩伏見酒造	伏見住吉A	地下水	R5.10.31	11:06	20.1	17.7	6.96	30	0.0	1.304	0.066	0.898	0.592	1.357	1.287	0.104	0.004	1.3	0.42	-7.8	-51.2
17	⑩伏見酒造	伏見板橋A	地下水	R5.11.3	11:09	21.7	17.7	5.72	18.95	3.58	0.652	0.09	0.699	0.296	0.432	0.462	0.375	0.435	0.09未満	0.005未満	-7.4	-49.2
18	⑩吉田	左京新洞A	地下水	R5.11.3	14:11	25.5	18.8	6.46	17.35	6.57	0.565	0.046	0.699	0.304	0.288	0.703	0.333	0.226	0.03未満	0.005未満	-7.6	-49.4

表1-2 成分分析の結果(井戸採水エリア㊸、河川水)

No	エリア	検体名	検体の種類	採水日	採水時間	気温 (℃)	水温 (℃)	簡易水質			イオン分析										マンガン分析		同位体分析	
								pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	ナトリウム イオン Na <sup>+</sup>	カリウム イオン K <sup>+</sup>	カルシウム イオン Ca <sup>2+</sup>	マグネシウム イオン Mg <sup>2+</sup>	塩化物イオン Cl <sup>-</sup>	硫酸根イオン H03-	硝酸 イオン NO3-	亜硝酸 イオン NO2-	鉄及びその 化合物 (mg/L)	マンガン及び その化合物 (mg/L)	δ <sup>18</sup> O	δ D		
19	㊸-1東山1断層付近	東山一橋A	地下水	R5.11.10	13:01	18.6	17.1	6.28	29.9	0.0	1.087	0.056	0.798	0.724	1.007	0.952	0.708	0.002	11	0.43	-7.32	-47.8		
20	㊸-1東山1断層付近	東山今熊野A	地下水	R5.12.16	14:15	16.1	17.5	6.45	22	3.13	1	0.056	0.699	0.411	0.451	0.711	0.687	0.242	0.3	0.069	-6.98	-45.1		
21	㊸-1東山1断層付近	東山月輪A	地下水	R5.12.19	11:07	20.5	17	6.26	26.1	0	0.652	0.041	0.848	0.781	0.364	0.885	1.166	0.002	6.3	0.56	-7.44	-49.1		
22	㊸-2株山断層より東側	伏見稲荷B	地下水	R5.12.19	14:56	8.7	15.8	7.63	20.5	0	0.365	0.018	1.647	0.173	0.104	1.672	0.375	0.002	0.11	0.74	-8.17	-52.8		
23	㊸-2株山断層より東側	伏見藤森A	地下水	R5.12.20	13:39	11.1	14.9	5.78	26.6	8.02	0.826	0.087	0.749	0.477	0.559	0.231	0.229	1.016	0.03未満	0.005未満	-7.53	-48.9		
24	㊸-2株山断層より東側	伏見稲荷A	地下水	R5.12.24	12:00	5.2	4.4	6.04	3.21	8.9	0.126	0.01	0.04	0.066	0.087	0.141	0.012	0.003	0.03	0.005未満	-7.81	-4.9		
25	㊸-2株山断層より東側	伏見深草A	地下水	R5.12.25	8:25	2.8	18.9	7.44	24.5	5.12	0.696	0.026	1.347	0.707	0.062	2.409	0.333	0.002	0.03未満	0.009	-8.26	-53.3		
26	㊸-3鴨川左岸	砂川ポンプ場	地下水	R5.12.6	14:12	16.3	19.5	6.83	20.7	9.5	0.478	0.087	1.248	0.296	0.271	1.428	0.375	0.082	0.09	0.71	-7.18	-45.9		
27	㊸-3鴨川左岸	伏見竹田A	地下水	R5.12.14	15:53	16	18.5	6.86	25.4	0	1.783	0.046	0.314	0.23	1.061	1.246	0.01	0.002	3.2	0.29	-7.97	-50.6		
28	㊸-3鴨川左岸	伏見砂川A	地下水	R5.12.19	13:22	12.4	18	6.81	10.52	0.49	0.361	0.038	0.394	0.214	0.178	0.582	0.229	0.005	0.03未満	0.005未満	-7.45	-46.9		
29	清瀬川上流 (桂川上流)	河川水A	河川水	R5.10.13	11:05	17.6	13.9	8.04	7.2	-	0.139	0.01	0.374	0.156	0.099	0.462	0.067	0.027	0.03未満	0.005未満	-8.8	-53.4		
30	賀茂川 (鴨川上流)	河川水B	河川水	R5.10.13	12:59	24.9	18.4	8.45	10.11	-	0.2	0.02	0.599	0.173	0.107	0.664	0.162	0.032	0.03未満	0.006	-8.1	-50.3		
31	鴨川中流	河川水C	河川水	R5.10.13	15:12	26.1	22.7	8.54	12.15	-	0.326	0.041	0.649	0.181	0.228	0.716	0.167	0.023	0.07	0.01	-6.5	-42		
32	鴨川下流	河川水D	河川水	R5.10.13	16:12	24.2	23.4	9.19	12.21	-	0.317	0.038	0.649	0.173	0.214	0.667	0.177	0.023	0.05	0.007	-6.7	-42.9		
33	桂川中～下流	河川水E	河川水	R5.10.14	9:43	20.8	20.1	7.38	16.9	-	0.696	0.092	0.599	0.222	0.446	0.651	0.312	0.161	0.05	0.009	-7.4	-48.3		
34	宇治川 (山科川との合流地点)	河川水F	河川水	R5.10.14	11:46	23.5	21	7.8	13.47	-	0.435	0.054	0.599	0.181	0.344	0.643	0.229	0.021	0.07	0.01	-6.1	-39.2		
35	清瀬川 (桂川上流)	河川水G	河川水	R5.10.13	11:57	21.7	16.2	8.09	10.12	-	0.209	0.018	0.549	0.206	0.107	0.664	0.187	0.018	0.03未満	0.005未満	-8	-50.8		
36	橋山丘陵西 (鴨川上流 鹿瀬付近)	河川水H	河川水	R6.1.23	12:52	4.6	8.6	8.26	7.59	-	0.165	0.015	0.354	0.14	0.135	0.331	0.135	0.056	0.03未満	0.005未満	-7.7	-46.5		

試料採水時の簡易測定項目（水温、pH、電気伝導度 EC）について、一部突出した値を持つ地点を図 1 にまとめる。調査地点⑧\_西京消防署では水温が 30 度近くになっているが、これは採水地点（タンク）が日光にあっていたことで水温が上昇したと判断した。調査地点⑩\_国土交通省下鳥羽（地下水観測所）などの EC が高い値を示すことについては、ストレーナーが金属（鉄）製であることが推測され、そのことが測定値に影響している可能性が高いと判断した。

図 1 地下水の簡易測定結果抜粋



## 2. 参考文献

「A+数字」で示した文献は、採水地点等の座標情報が判明していることから、採水地点の選定や成分分析結果との比較に用いた。「B+数字」で示した文献は地下水の流動傾向などを考察する際の参考資料とした。

- 【A01】\_鈴木康久, 藪崎志穂(2019).「千年の都・京都」の水-役割と水源-, 日本水文科学会誌, 第49巻, 第1号, 51-59.
- 【A02】\_藪崎志穂, 河野忠, 鈴木康久(2014). 名水を訪ねて(104) 京都盆地とその周辺地域の名水, 地下水学会誌, 第56巻, 第1号, 53-65.
- 【A03】\_向井浩, 治田隆宏, 田中里志(2009). 井水の化学成分に基づく京都盆地北部市街域の地下水系の解析, 地球科学, 第43巻, 第2号, 45-57.
- 【A04】\_堀池昭(1994). 名水を訪ねて(26) 京都・伏見の御香水と酒造り, 地下水学会誌, 第36巻, 第3号, 315-325.
- 【A05】\_BATUER, A., 栗津慎吾, 城戸由能, 中北英一(2012). 気候変動による京都盆地水系地下水環境への影響評価, 土木学会論文集 B1(水工学), 第68巻, 第4号, 577-582.
- 【A06】\_栗津慎吾, 城戸由能, BATUER, A., 中北英一(2011). 京都盆地水系における表流水-地下水間の水・物質収支に関する観測調査と解析, 京都大学防災研究所年報, 第54巻, 第B号, 457-464.
- 【A07】\_BATUER, A., 城戸由能, 栗津進吾, 中北英一(2010). 京都盆地水系における地下水水質の空間特性の解析とその経年変化, 京都大学防災研究所年報, 第53巻, 第B号, 463-494.
- 【A08】\_田中幸夫, 城戸由能, 中北英一(2009). 京都盆地水系を対象とした地下水流動および水質解析, 京都大学防災研究所年報, 第52巻, 第B号, 607-624.
- 【A09】\_国土交通省土地・水資源局国土調査課(2001). 平成12年度京都地域地下水マップ<sup>®</sup> 作製調査業務報告書, 国土交通省, 173.
- 【A10】\_小西泰次郎, 村下敏夫, 武居由之, 後藤隼次(1960). 京都市工業用地下水源調査報告-淀川水系地域調査第6報-, 地質調査所月報, 第11巻, 第2号, 101-116.
- 【B01】\_向井浩(2021). 微量成分から見た京都盆地と近江盆地の地下水, 海洋化学研究, 第34巻, 第2号, 111-115.
- 【B02】\_柏谷公希, 文田了介, 小池克明(2019). 複数の地球化学的指標と地球統計学による京都盆地鴨川-高野川周辺の地下水-表流水交流状態の推定, 地下水学会誌, 第61巻, 第1号, 21-34.
- 【B03】\_向井浩(2017). 京都盆地の地下水流動状況(特集琵琶湖淀川水系における地下水資源の持続可能な利用を目指して), 環境技術, 第46巻, 5月号, 248-253.
- 【B04】\_山本駿(2016). 大阪層群の分布を考慮した京都盆地の地質構造を「リング」と地下水流動解析, 情報地質, 第27巻, 第2号, 64-65.
- 【B05】\_京都の地下水は4分類 大学教授らが調査. 京都新聞. 2014-06-08. 京都新聞ウェブ外.
- 【B06】\_藪崎志穂, 島野安雄, 鈴木裕一(2016). 関東地方、福島市、松本市並びに京都市で採取し

た降水安定同位体の長期変動の特徴—気候変動に伴う同位体比の変化と今後の予測—,日本地下水学会誌,第46巻,第2号,139-155.

- 【B07】\_北岡貴文,楠見晴重,寺田道直,中村真,増田徳兵衛,(2013).京都市伏見区域における現場計測による地下水性状の把握と3次元浸透流解析,応用地質,第54巻,第1号,16-24.
- 【B08】\_河野忠(2012).「名所図会」を用いた京都盆地における水環境の復元,科学研究費助成事業(科学研究費補助金)研究成果報告書
- 【B09】\_藪崎志穂,河野忠(2012).京都盆地で採取した標高別降水の安定同位体比,地球環境研究,第14巻,23-30.
- 【B10】\_藪崎志穂,河野忠,原美登里,鈴木康久(2011).京都盆地の地下水、湧水および降水の安定同位体分布特性(演旨),地球惑星科学連合 2011 年合同大会予稿集(ホースターセッション),2011,AHW024-P01.
- 【B11】\_藪崎志穂(2011).都市および山地部における硝酸態窒素濃度—京都盆地、筑波山を例にして—(演旨),地球惑星科学連合 2011 年合同大会予稿集(ホースターセッション),2011,AHW026-P03.
- 【B12】\_北岡貴文,楠見晴重,中村真(2011).京都盆地における複数の揚水井が地下水性状に及ぼす影響と3次元揚水シミュレーション解析,地盤工学ジャーナル,第6巻,第2号,371-381.
- 【B13】\_楠見晴重(2011).古都に眠る千年の地下水脈—悠久の雅を支える地下水—,日本音響学会誌,第67巻,第2号,87-92.
- 【B14】\_北岡貴文,楠見晴重,中村真(2010).京都市伏見地域における地下水保全に伴う地下構造物施工の影響に関する3次元シミュレーション解析,地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム2010 論文集,83-88.
- 【B15】\_向井浩(2008).月例卓話化学成分から見た京都市街域の地下水,海洋化学研究所編,15-19.
- 【B16】\_田中幸雄,城戸由能,川久保愛太,中北英一(2007).京都盆地水系における地下水および河川の流動解析(第20回(2007年度)水文・水資源学会総会・研究発表会セッションID.24),水文・水資源学会,第20巻,24.
- 【B17】\_米田稔(2001).地下水と地表水・海水との相互作用 2.河川水と地下水—京都盆地桂川周辺での解析例—2.河川水と地下水—京都盆地桂川周辺での解析例—,地下水学会誌,第43巻,第2号,89-100.
- 【B18】\_楠見晴重,西牧晋志,富留宮直(1995).技術報告.京都府南山城地方における地下水資源の利用実態に関する研究,地下水学会誌,第37巻,第1号,55-67.
- 【B19】\_地下水要覧編集委員会(1988).地下水要覧 3.京都盆地,株式会社山海堂,全1069ページ,711-720.
- 【B20】\_伏見醸友会(1980).伏見酒(1)伏見醸友会誌第9号,伏見醸友会編集委員,全150ページ.
- 【B21】\_山本荘毅(1994).京都の地下水 3,月刊「水」,第36巻,第1号,84-87.
- 【B22】\_パブリック「大手筋幹線(その1)公共下水道工事(京都市下水道局、ワタ・岡野共同企業体)
- 【B23】\_大手筋幹線工事に関する研究成果(楠見委員長提供)

- 【B24】\_京都市交通局・(株)甲田工業所.東西線地下水位観測業務委託(その 8)観測業務(その 1~その 8)総合解析報告書
- 【B25】\_京都市交通事業振興公社(1999).京都市高速鉄道東西線建設史.京都市交通局京都高速鉄道株式会社