神奈川県における湧水の分布・水質特性に関する地理学的研究

西崎弘人^{*1}·宮下雄次^{*2}·小寺浩二^{*3}

Geographical study on spring water distribution and water quality characteristics in Kanagawa Prefecture

by

Hiroto NISHIZAKI^{*1}, Yuji MIYASHITA^{*2}, and Koji KODERA^{*3}

Abstract

The purpose of this study is to understand the characteristics of the spring distribution in Kanagawa Prefecture, examine the factors shaping spring water quality using the data of main dissolved components, which will contribute to spring water conservation.

The survey collected water sample from 128 springs locations, being selected based on interviews with local governments and other sources, in the prefecture. Additionally, water samples were taken multiple times from the 18 springs to investigate and seasonal changes in water temperature and other parameters.

The spring in Kanagawa Prefecture are regionally classified into four areas, i.e. the Hakone/Minami-Ashigara region in the western part of the Ashigara Plain, the Hadano Basin, the cliff line of the Sagamihara Hills, and the yato region in the eastern part of Yokohama. Spring water was classified into three categories based on the condition of the outlet: channeled type, natural spring type, and others. In this report, water quality was considered only for natural spring types.

Our analysis of the amount and quality of natural spring type spring water, revealed that the amount of spring water from hilly or mountainous areas is higher, and is lower in the eastern part of the prefecture. Electrical conductivity was around 300 μ S/cm for the Sagamihara Hills and Hadano spring waters, and 100-300 μ S/cm for the Minami-Ashigara spring waters, showing similar trends in each region. A fixed-point survey conducted at 18 locations found that water temperature of all channeled type and some natural spring types fluctuated seasonally, and it is assumed that the main cause of variation was the outside temperature or the accompanying change in underground temperature.

The water quality composition of the spring differs depending on the surface geology of gushing point, and most of the water was classified into $Ca-HCO_3$ type. It has become clear that relatively good water quality is maintained in andesitic rocks in mountainous areas, green tuff areas, and in plain areas around Minamiashigara City, Hadano Basin, and inland areas of Kawasaki City. On the other hand, we assumed that water quality of most of the spring water from the Shimosueyoshi Loam and some of the spring water from the Musashino Loam, Tama Loam, and Tachikawa Loam is affected human pollution, air borne salt, and atmospheric components.

1. はじめに

湧水とは、「地下水が台地の崖の下や谷間などから湧 き出ているもの」であり、人類が初めて触れた地下水の ひとつと考えられる(日本地下水学会・井田、2009)。 湧水は、生きていく上で水が欠かせない我々にとって河 川や湖沼と並び貴重な水源であり、古くから密接な関わ りがあり、人間生活の中で重要な役割を果たしてきた。 近代水道の整備に伴い、一般家庭においてはその存在価

*1 渋谷区立笹塚中学校 〒 151-0073 東京都渋谷区笹塚 3 丁目 10-1
前 法政大学 通信教育部 文学部地理学科 〒 102-8160 東京都千代田区富士見 2 丁目 17-1
*2 神奈川県温泉地学研究所 〒 250-0031 神奈川県小田原市入生田 586
*3 法政大学 文学部地理学科 〒 102-8160 東京都千代田区富士見 2 丁目 17-1
論文,神奈川県温泉地学研究所報告,第 55 巻, 15-34, 2023



図1 神奈川県地形区分・区域図(国土交通省土地・水資源局国土調査データより作成)。 Fig. 1 Kanagawa Prefecture topographical zone map.

値は低下したかもしれないが、湧水は生活用水の他、農 業用水や工業用水として利用され、今なお貴重な水源で あることに変わりはない。

特に都市域では、湧水が河川に流れ込むことで水量が 確保され、希釈効果により河川水質が適切に保たれるこ とで生物多様性を維持し、災害時における水源の確保の ほか、人々の憩いの場の創出、水辺空間によるヒートア イランド対策の観点からも、湧水の保全は望ましいと言 える。国レベルでも平成18年4月7日に閣議決定され た第3次環境基本計画において、「湧水の把握件数」を 環境保全上健全な水循環の確保の指標と位置付けるな ど、湧水保全の諸政策が行われている一方で、近年の日 本における「湧水」は、「名水」という言葉に代表され るような、おいしい、めぐみの水といった抽象的なイメー ジが広まり、飲める・飲めない、おいしい・おいしくな いといった短絡的な基準が重視され、単なる「水汲み場」 と化している湧水が、全国で多数見受けられる。

研究対象としては歴史も古く、その涵養域や水質組成 など、科学的な見地からの研究も盛んに行われてきた(例 えば、新井ほか、1987a; 新井ほか、1987b など)。首都 圏では、東京都で国分寺崖線沿いに多数分布する湧水に ついて盛んに研究が行われ(対馬ほか、2008 など)、千 葉県や埼玉県では台地面からの湧水研究が盛んである (篠村、2004; 大野ほか、2005 など)。また、環境省(庁) が指定した名水百選(1985 年選定)、平成の名水百選 (2007 年選定)にも多くの湧水が選定されており、島野 (1998) や藪崎・島野(2009)ではそれら全名水の水質 特性を明らかにしている。

一方神奈川県では、近代水道整備が日本で3番目に実施された秦野市、水源の地下水依存度が高く湧き水の街 と知られる座間市や、水の郷百選にも選ばれ、その豊富 な湧水を水源にする形でフィルム製造会社などの大企業 が進出した南足柄市、開港当初、船舶に積み込む水とし て湧き水が用いられた横浜山の手地区など、多くの湧水 を抱えている。これら著名な湧水を、1996年に当時の 神奈川県環境部水質保全課が、リーフレット「かながわ の湧水」を作成して紹介を行ったほか、学術的な研究対 象としては、特定地域の湧水特性をまとめたもの(西村 ほか、2005;加藤ほか、2008)がある。更には『名水を 科学する』(日本地下水学会編)シリーズでは、秦野盆



図2 神奈川県標高及び年降水量分布図(標高:数値地図 50 m メッシュ標高データより作成、降水量:気象庁データより作成)。

Fig. 2 An elevation and annual precipitation distribution map in Kanagawa prefecture.

地湧水群など一部の湧水が取り上げられている。

しかし、近年、県内の湧水情報を一元的に調査した事 例はなく、神奈川県が定期的に実施する公共用水域及び 地下水の水質測定結果においても、湧水の取り扱いは数 地点に過ぎない。湧水の水質は、流域における人間活動 と密接に関わっている(篠村、2004)ものの、多くの 湧水に関する論文が、「報告書的」なものであることが 多く(成宮ほか、2007)、湧水水質の形成要因にまで踏 み込んだ研究は、特に神奈川県では不足していると言わ ざるを得ない。

本研究では地理学的な見地から、神奈川県内の湧水を 浅層地下水水質の指標としてとらえ、第一に、分布の 特徴を把握し、第二に、湧水量や電気伝導度(EC)、pH や RpH に加え、主要溶存成分の分析により明らかになっ た水質組成の特徴等から、県内の湧水水質形成要因につ いて検討し、湧水保全に寄与することを目的とした。

2. 地域概要

2.1. 地形・地質

神奈川県は関東平野の南西部に位置し、谷戸の発達す

る多摩丘陵や下末吉台地、および沿岸地域の広がる東部、 平坦な相模原台地の両側を相模川、境川が流れ平野の広 がる中央部、丹沢や箱根など山地に加え扇状地の足柄平 野や、秦野盆地、大磯丘陵を抱える西部の、大きく3地 域に区分され(図1)、最高地点は丹沢蛭ヶ岳の1673 m である(図2)。

神奈川県の表層地質を、国土交通省土地分類基本調査 20万分の1土地分類基本調査(神奈川)GISデータよ り作成した表層地質図(図3)に示した。中央部及び東 部の台地では多摩、下末吉、武蔵野各ローム層に覆われ ている。三浦半島部は砂岩や泥岩が主体となっている。 西部は丹沢山地周辺が緑色凝灰岩を中心に、石英閃緑岩 など深成岩で構成され、箱根は安山岩質岩石を中心とし た火山岩をはじめ、早川沿いに一部凝灰角礫岩が見られ る。大磯丘陵は多摩ローム、秦野盆地は武蔵野、立川各 ロームが広がっている。足柄平野は礫主体だが大雄山沿 いに武蔵野ロームが広がっている。

2.2. 気候

神奈川県は、北西部に丹沢や箱根の山地が位置し、東



図3 神奈川県表層地質図(国土交通省土地・水資源局国土調査データより作成)。 Fig. 3 Kanagawa Prefecture surface geological map.



図 4 神奈川県 1997 年土地利用図(国土数値情報土地利用細分メッシュより作成)。 Fig. 4 Kanagawa Prefecture land use map at 1997.



図5 調査地点分布図。

Fig. 5 A distribution map of sampling point.

側に関東平野、南側で相模湾に面しており、比較的温暖 で雨量が多い太平洋側気候となっている。気象庁の地域 気象観測所のうち気温の観測を行っている5地点(海 老名・横浜・辻堂・小田原・三浦)における1991~ 2020年の月別平年値(辻堂のみ1992~2020年の平均 値)では、月平年気温の最高温度と最低温度の差は最大 で12月の2℃、最小で4月の0.5℃となり、4月から 6月にかけてその差は小さくなる傾向にあった。

一方、県内11地点における地域気象観測所におけ る年降水量平年値(1991~2020年、ただし辻堂の み1992~2020年における平均値)は、最大が箱根の 3561.3 mm、最少が辻堂の1529.5 mm、11地点の算術 平均値は1923.8 mm、中央値は1730.8 mm であった。 国土交通省による国土数値情報3次メッシュ平年降水量 データを用いた、等降水量線を図2に示した。神奈川県 エリアにおける年降水量分布は、箱根・丹沢エリアの県 南西部が多雨地域となっている。これは、標高が高く雨 の降りやすい地形的特徴に加え、海に近く相模湾・駿河 湾からの湿った海風が影響しやすい地理的特徴によるものと考えられる。一方、三浦・辻堂・平塚など相模湾に面する地域で1600 mm 以下であった。

2.3. 土地利用

国土交通省による国土数値情報を用いて作成した 1997年における土地利用分類図を図4に示した。神奈 川県における土地利用は農地も見られるが、大部分が建 物用地と森林であった。地域的には相模川以東に建物用 地が集中し、三浦半島中央部では森林、三浦市周辺は農 地が広がっていた。一方、相模川以西では相模川沿いや 秦野盆地、足柄平野において建物用地が集中して分布し ていたが、丹沢山地周辺では森林、建物用地周辺部では 農用地が分布していた。なお、箱根周辺では荒地に区分 されるエリアも見られた。

表1 調査地点及び現地測定結果。

Table 1 Samplig points and field measurement results.

		定点	緯度	経度	標高	表層地質	湧出形態	採水年月日	湧出量	水温	Е.С.	pН	RpH	RpH-pH
番号	涌水名		(deg)	(deg)	(m)			(YYMMDD)	(L/sec)	°C	uS/cm	·	·	
1	四ツ谷通水		35 40214	139 48748	25	泥	白鉄通出	091129	0.441	16.9	305	6.4	7.6	1.2
	王王の森泉		35 38922	139 48857	40	武蔵野ローム	白鉄涌出	091106	0.777	16.2	389	6.6	7.7	1.2
- 2	小龙公周涌水		35, 36861	139 51388	27	泥屑	白伏涌出	090426	0.150	12.0	425	8.2	8.2	0.0
	桐蔭受周上涌水		35.56467	139 52049	30		白伏涌出	090426	0.100	14.1	354	6.8	8.0	1.2
- 4	11回陸于国上伤小 		25 56425	120 52045	20	//⊑	白鉄涌山	090420	0.050	19.1	225	6.0	7.0	1.2
			35.30423	139. 52057		신다.	白松汤山	090416	0.140	10.0	000	7.4	7.9	1.0
- 6	尸塚公園汚小		35.38712	139.52459	33	北唐	白松걩田	090426	0.043	13.2	238	(.4 c.7	7.0	0.4
	権現録の関本		35.56876	139.52991	34	砂岩・泥岩丘暦	自然閉出	090426	0.033	15.0	288	6.7	7.9	1.2
8	北八朔公園石湧水		35. 53444	139.53424	36	多摩ローム	自然)周田	090426	0.966	13.6	403	6.7	8.2	1.5
9	北八朔公園湧水		35.53401	139.53438	35	多陸ローム	目然湧出	090426	8.280	12.3	69	7.1	7.6	0.5
10	今宿東公園の湧水		35.48285	139.53992	70	多摩ローム	自然湧出	090906	1.050	15.2	201	6.7	7.8	1.1
11	舞岡谷戸の湧水		35.39836	139.54674	31	多摩ローム	自然湧出	090305	0.013	15.1	230	6.7	7.4	0.7
12	白根不動湧水	定点	35.48219	139.54801	40	泥	自然湧出	090426	0.613	15.6	290	7.2	8.0	0.8
13	老馬鍛冶山不動尊の霊水	定点	35.56378	139.56352	27	泥	自然湧出	090426	0.173	16.8	240	7.0	8.0	1.0
14	林光寺の湧水		35.51032	139.57310	32	下末吉ローム	導水	090418	0.103	15.2	269	6.2	7.4	1.2
15	昇龍橋湧水	定点	35.34869	139.58255	42	泥	自然湧出	090418	0.773	16.8	1,330	6.9	8.5	1.6
16	昇龍橋上湧水		35.34778	139.58362	47	砂岩・泥岩互層	自然湧出	090418	1.400	14.9	1,090	6.9	8.3	1.4
17	菊水観音の霊水		35.44317	139.59088	27	泥	自然涌出	091129	0.010	14.3	467	7.5	7.9	0.4
18	日の出通水	定占	35 44221	139 62624	1	泥	這水	090305	0.143	15.9	340	6.8	7.8	1.0
19	最初山涌水(鉄道山涌水)	AL AN	35 45354	139 62643	6	泥	道水	091128	0.249	17.3	429	7.4	7.8	0.4
20	相告台ハイツ下の通水		35 41852	130 63653	8	か些,泥型五属	白鉄涌出	091106	0.118	16.0	400	7.1	7.4	0.3
20	国地の雷自	今古	05.4100Z	139.03033	0	10/11-16/14	白癬涌山	091100	0.110	16.5	976	6 A	7.9	1.4
	打越り並水	疋昂	35.43437	139.03030	24		白然傍山	090525	0.298	10.0	370	0.4	1.0	1.4
22	日福不動學の滝		35.41900	139.64089	5	泥磨	自然湧出	090816	0.503	20.5	380	7.8	8.0	0.2
23	根岸線トンネル湧水		35. 43354	139.64516	19	泥	日然馮田	091106	0.200	16.4	374	7.6	7.7	0.1
24	元町厳島神社湧水		35.43923	139.64694	4		導水	091106	0.056	11.6	191	7.2	7.6	0.4
25	元町厳島神社路地裏		35.43951	139.64739	3	_	導水	091106		15.0	554	7.4	7.9	0.5
26	山手の湧水(ジェラール水園	蟚敷)	35.44008	139.65069	5	—	導水	091106	0.381	17.0	489	6.8	7.8	1.0
27	宝蔵院延命水		35.50612	139.65657	17	下末吉ローム	自然湧出	090418	0.037	15.8	253	6.6	7.8	1.2
28	岸谷湧水	定点	35.49579	139.66034	23	下末吉ローム	自然湧出	090305	0.018	15.2	310	6.6	7.8	1.2
29	ワシン坂の清水		35.43237	139.66276	15	_	自然湧出	090621	0.083	16.9	423	7.2	8.0	0.8
30	早野中の谷湧水地		35, 57539	139.51945	50	多摩ローム	自然湧出	091101	0.123	15.0	176	7.1	7.4	0.3
31	岡本大郎涌水		35 60861	139 55860	58	多座ローム	自伏通出	091101	0.025	16_1	151	7.5	7.6	0.1
32	トムまれ公司通水地		35,60076	139 56445	51		白鉄涌出	091101	0.160	15.0	168	7.1	7.4	0.3
- 22	シュレビッカン1957年		25 60505	120 50097	49	「大士士ロート	白然通田	001101	0.040	17.1	212	6.0	7.6	0.0
	称クロ金圏汚小地		35.00505	100 61040	92		白始汤山	091101	0.049	17.1	212	0.0	7.0	0.0
- 34	八本称地份小地 支払去日時よっ本区 しゅ		35. 50169	139.01348			白然傍山	091101	0.096	17.0	301	0.0	7.1	0.6
35	高津市氏健康の縦湧水地	a 75 L	35.57870	139.62029	33	「木古ローム	日然湖田	091101	0.063	16.5	305	7.0	1.4	0.4
36	子安の里 関根御瀧へ動學の	の霊水	35.24604	139.59929	27	砂岩・泥岩・凝灰岩互層		090524	0.429	14.8	525	7.8	8.2	0.4
37	走水水源		35.26256	139.72309	7	砂岩・泥岩互層	導水	090523	-	17.5	401	7.8	8.2	0.4
38	速水の滝の井戸		35.26288	139.72992	14	砂岩・泥岩互層	導水	090628	0.850	15.8	661	7.8	8.3	0.5
39	小坂小学校の自噴井戸		35.34377	139.54111	18	泥	自然湧出	091106	0.116	14.8	661	7.6	7.8	0.2
40	銭洗水		35.32619	139.54230	71	砂岩・泥岩互層	導水	090305	0.128	7.9	300	7.8	7.9	0.1
41	甘露の井		35.33409	139.54723	31	泥	自然湧出	090418	0.023	14.4	306	7.0	7.9	0.9
42	大刀洗水		35.32497	139.58592	49	砂岩・泥岩互層	自然湧出	090305	0.130	14.3	230	7.9	8.3	0.4
43	木間様の霊水 (菊名の湧水)	定点	35, 17053	139.64678	21	砂岩・泥岩互層	自然湧出	090524	10.560	15.6	355	7.4	7.6	0.2
44	带井涌水手前	//	35 52575	139 20940	313	緑色凝灰岩	自然涌出	090627	0.097	13.4	91	7.3	7.6	0.3
45	营共通水	定占	35 52433	139 21078	312		白伏涌出	090523	0.433	14.0	106	7.4	7.6	0.0
46	加工協和	AE ATT	25 52400	120 24754	924	お花照りーム	道家	090020	0.455	12.0	100	6.5	7.4	0.2
40	「「「「」」「「」」「「」」「「」」「「」」「」」「「」」「「」」「」」「「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」「」」」「」」」「」」」「」」」「」」」「」」「」」」「」」「」」」「」」「」」」「」」」「」」」「」」」「」」」「」」」		25.50555	100.05549	204	小胡昭ローム	守小	001001	0.001	10.0	109	7.0	7.4	0.9
47	伯芸地の汚水	~ F	35. 56196	139.20043	215	武殿野ローム		091031	0.220	13.8	122	7.0	7.0	0.0
48	甲野种性の傷水	疋黒	35. 58310	139.25941	100	<u></u>	- 导不	090523	0.515	14. 5	238	7.0	7.9	0.9
	雲居守の湧水		35.57993	139.26143	239	池岩	自然湧出	091031	0.015	16.2	103	7.0	7.6	0.6
50	女龍へ動の消水		35. 59035	139.29987	130	泥岩	自然湧出	091031	0.750	13.9	149	7.3	7.8	0.5
51	谷津川水場		35, 59066	139.30004	131	泥岩	目然湧出	091031		14.7	247	6, 8	7.6	0.8
52	神澤弁財天湧水		35.56520	139.32146	79	立川ローム	自然湧出	090305	0.022	8.3	250	7.6	7.6	0.0
53	橫山丘陵緑地公園湧水		35.56282	139.35624	104	武蔵野ローム	自然湧出	091031	1.050	16.2	305	7.0	7.9	0.9
54	道保川公園湧水		35.54833	139.37304	84	武蔵野ローム	自然湧出	090719	1.452	16.2	287	6.9	8.2	1.3
55	有鹿谷の霊水		35.50852	139.38807	55	武蔵野ローム	自然湧出	090719	4.073	16.2	392	6.9	7.9	1.0
56	泉の森		35.48224	139.44183	59	武蔵野ローム	自然湧出	090621	59.400	18.0	280	7.0	8.0	1.0
57	相模川湧水		35.48070	139.38306	27	泥	自然湧出	091108	_	18.0	233	7.2	7.7	0.5
58	番神水	定点	35.48829	139.39470	40	武蔵野ローム	自然湧出	090305	2.000	21.0	310 (270)	7.0	7.8	0.8
59	給鹿の泉		35, 48604	139.39541	40	武蔵野ローム	自然湧出	090719	0,985	20.2	368	7.1	8.3	1.2
60	龍源院湧水	定点	35, 48569	139, 39560	44	武蔵野ローム	自然通出	090523	4, 446	19.5	359	7.0	8.0	1.0
61	袖共可通水	/s=/110	35 47938	130 30756	31	武蔵野ローム	白伏涌出	090621	5 250	17 1	330	6.7	7.7	1.0
62	相下南涌水		35,47760	130, 30833	40	武蔵野ローム	白鉄涌山	001108	0.200	17.1	270	6.6	7.5	0.0
69	心思去涌来		35 40507	120 20074	-40 E0	_ 山岡町ローム	白然汤山	00100	1 600	17.0	210	6.0	1.0 0.1	1.9
03	心石寸傍小		35, 48507	139.39874	00	多摩ローム	自然傍山	090816	1.000	17.8	321	0.8	8.1	1.3
04	位尸山公園・わさみりの位		35.48799	139.40499	60	多摩ローム		090829	0.291	19.1	489	7.9	8.3	0.4
65	· 弗二水源淠水		35.48969	139.41206	55	死	- 导水	091031		16.5	383	7.0	7.9	0.9
66	第二水源脇の湧水		35. 49137	139.41234	58	泥	<u>日然湧出</u>	091031	3.097	16.4	396	6.9	7.8	0.9
67	庁沢川護岸から湧き出す湧 れ	ĸ	35.48305	139.41965	48	泥	目然湧出	091031	-	16.8	348	6.6	7.8	1.2
68	いっぺい窪湧水		35.47087	139.42029	56	武蔵野ローム	自然湧出	091108	0.900	17.7	245	6.9	7.8	0.9
69	大下湧水		35.47126	139.42048	54	武蔵野ローム	自然湧出	091108	0.170	17.6	271	6.9	7.8	0.9
70	城山公園橫湧水		35.43694	139.41804	26	武蔵野ローム	自然湧出	091115	4.106	16.7	401	6.8	7.8	1.0
71	城山公園湧水		35.43665	139.41841	25	武蔵野ローム	自然湧出	091115	15.225	16.8	336	6.8	7.9	1.1
72	亀島自然公園湧水		35. 47037	139. 41348	39	泥	自然湧出	090621	15.360	16.9	367	6.8	7.8	1.0
73	打戻少年の森湧水		35, 39309	139, 42546	31	泥	自然涌出	090628	5,000	17.0	334	7.2	7.6	0.4
74	石川色子構湧水		35, 36954	139. 46337	38	下末吉ローム	自然通出	091129	0.025	18.0	290	6.4	7.8	1.4
75	石川色子通水	定占	35 36953	139 46386	38	下末吉ローム	自然涌出	090426	0.621	17.0	411	7.0	7.9	0.9
76	両宣韻いの本通水	<u>vr</u> 1//	35 35000	139 /86/9	40		白鉄涌山	001106	0.400	16.9	202	6.9	7.7	0.0
77	<u> 日田心(1971年</u>) 新林 小 間 通 水		35 39090	130 /0321	10	1/6 动型,泥型石屋	白然汤田	001106	0.450	14.7		7.9	7.7	0.5
- 11	1/177ム圏(防小) 合山(急報)		25.27504	120 20200	19	□□石 化石互置 計読取 □ 0	ロが傍田 道表	000594	0.410	14. (200	1.4	1.1	U. Ə
- 18	ゴロ豚地		35. 57884	139.38709	1.10	10.1敗町ローム シュム お ロロロ		090524	0.007	<u>41.8</u>	100	/ 0.0	/ 0.0	
	ヘリ代得小		35, 50960	139.20732	448	林巴焼火石 シューション		090305	0.260	12.2	84	1.0	1.6	0.0
80	温川龍		35, 52185	139.27628	212	标巴碇伙岩	ての他	091031	46.800	13.8	158	7.6	7.8	0.2

表1(続き)

Table 1 (Continued)

			緯度	経度	標高	表層地質	湧出形態	採水年月日	湧出量	水温	Е.С.	pН	RpH	RpH-pH
番号	湧水名	定点	(deg)	(deg)	(m)			(YYMMDD)	(L/sec)	°C	µS/cm			
81	勝楽寺の湧水		35.52219	139.29030	102	砂岩・黒色頁岩互層	導水	091031		14.4	229	6.9	7.9	1.0
82	飯山名水		35.47164	139.30936	67	礫	導水	090305	0.040	13.7	149	7.0	7.7	0.7
83	子之神神社湧水		35.45007	139.35147	29	泥	自然湧出	091031	2.625	16.6	368.0	6.9	7.9	1.0
84	妻田薬師の湧水		35.46550	139.35421	29	立川ローム	導水	091031		17.6	284	6.9	7.9	1.0
85	屋際の湧水		35.47157	139.35443	29	泥	導水	090627	0.633	17.0	346	7.1	8.0	0.9
86	二重の瀧		35.43422	139.23712	771	緑色凝灰岩	自然湧出	090922		12.4	125	7.4	7.5	0.1
87	神泉		35.43152	139.23879	672	緑色凝灰岩	導水	090922		14.7	139	7.2	7.6	0.4
88	日向渓谷の泉		35.43694	139.25381	395	緑色凝灰岩	導水	091107	0.272	12.3	121	7.2	7.6	0.4
89	不老水	定点	35.33750	139.28784	96	多摩ローム	導水	090524	0.316	16.0	503	6.9	7.8	0.9
90	弁天池		35.33114	139.30158	24	泥	その他	091106	_	15.0	448	7.0	7.6	0.6
91	万田貝塚の里公園湧水		35.32889	139.30719	28	泥	自然湧出	091106	0.045	17.6	496	7.2	7.9	0.7
92	たんじょう池		35.33571	139.32618	5	泥	その他	091106		14.9	1,400	8.7	8.7	0.0
93	净徳院湧水		35, 37889	139, 16486	179	武蔵野ローム	自然湧出	090517	0.242	14.8	198	7.0	7.8	0.8
94	若竹の泉		35, 36586	139, 17444	184	武蔵野ローム	導水	090809	0.116	17.9	230	7.6	8.1	0.5
95	音神の泉		35, 42350	139.17712	468	绿色凝灰岩	道水	090506	_	13.2	114	7.8	7.8	0.0
96	葛華の泉	定点	35, 42069	139. 18673	437	绿色凝灰岩	道水	090506	_	13.8	103	7.2	7.6	0.4
97	どうめいの泉	7527111	35. 36741	139. 20444	131	礫	道水	090809	0.088	16.6	323	7.7	8.1	0.4
98	護摩屋敷の水		35 43238	139 20906	704		道水	090506		12.0	95	7.2	7.6	0.4
- 99	まいまいの泉		35 36758	139 21712	109	立川ローム	道水	090809	0.039	16.8	300	7.5	8.0	0.5
100	小籐川涌水		35 36796	139 21746	111	立川ローム	白伏涌出	090809	1 980	17.5	316	7.5	7.9	0.4
101	今泉通水池(今泉名水松公園	罰)	35.36756	139 22303	98	磁	自然通出	091107	38.500	16.8	308	8.5	8.5	0.0
102	引法の清水	定占	35 36917	139 22849	88	磁	白鉄涌出	090517	1 317	16.0	335	7.6	8.0	0.4
103	河百町涌水	AL /IN	35, 36965	139 23476	70	磁	白鉄涌出	091115	4 779	17.0	397	7.1	8.0	0.9
104	磁阜油社通水 (人力日告)	完占	35, 33691	139,23403	70	下末古ローム	白鉄涌出	090628	6.840	16.3	300	7.3	7.9	0.6
105	獅子窪の通き水	AL AN	35, 33300	139, 16881	124	水口口 ム	白鉄涌出	091107	0.040	15.0	278	7.1	7.7	0.6
107	漸水の盗と思達水	定占	35, 35135	139,06513	156	一 一 一 一 一 単	道水	090517	0.037	14.0	210	7.6	7.0	0.0
107	直杉の水		25, 29245	120.06077	210		白鉄涌山	000524	0.240	14.6	162	7.6	7.6	0.0
110	合大郎白妹周の涌水		25 22179	120,05010	210	岸線推動物	白张涌山	090324	0. 540	19.0	205	7.6	7.0	0.0
116	並且於王讷通水		25.22007	120, 09011	194	+ 遊照日二)	白然汤山	000517	0.770	14.9	144	7.0	7.0	0.5
110	」 服 局 井 八 把 伤 小		25. 22007	139.00011	124	武蔵野ローム	日 公 伤 山 道 北	090517	2.112	14.2	144	7.5	7.0	0.0
190	信/工作门地派/但(見) 法士德田地特洲	学店	25 21140	139.10203	47	武蔵野ローム		090517	0.008	14.0	164	1.0	0.1	0.3
120	你了地游涌去	龙泉	25 20426	139.10203	47	武蔵野ローム	白癬涌山	090517	9 400	14.9	240	0.0	7.0	0.1
122	世丁地廠供小		35.29430	139.10402	100	武蔵野ローム	白癬涌山	090517	2.400	15.0	199	7.0	7.6	0.3
120	御獄仲払の御仲小		35. 20214	139.11063	141	武殿町ローム	白始汤山	091107	5, 120	15.0	100	7.0	7.0	0.5
120	林と小の公園傍小		35.20900	139.12509	40	印彩	白姑汤山	090823	0.159	15.9	200	7.0	7.7	0.5
129	いすみの汚水		35.28825	139.12545	33	一 代代	白始透山	091107	1.050	15.3	238	1.2	- 1.1	0.5
131	大石女池		35.29170	139, 13029	Z4	一	日然得田	090823	2.401	17.8	164	7.0	7.9	0.4
134	人間思いの承		35.21436	139.10772	548	<u>単全 </u>	<u> </u>	091107	0.027	10.7	80	7.Z	1.4	0.2
130	22. 印水 白癬土		35.26843	139.16134	12	(株)		090524	0.003	17.4	346	7.0	8.0	1.0
139	白鑑水		35.17828	139.09717	570	安田岩賀岩石	その他	091107	0.050	9.8	80	6.6	7.3	0.7
140	日鑑水源流		35.17788	139.09730	571	安田宕賀宕石	日然凋出	091107	0,056	13.4	65	6.3	7.0	0.7
141	公時伸往の神泉		35.27987	139.00241	719		- 導水	090824	_	14.0	100	7.5		
142	十条の滝		35. 23529	139.04975	583	安田宕賀宕石	目然湧出	090824		21.0	306	7.9		
143	す母の泉		35.25206	139.05146	454	女山岩質岩石	- 得水	090524	0.151	17.0	578	6.9	7.6	0.7
144	加元の泉		35.23599	139.07306	368	<u>一 碇</u> 庆角礫岩	- 導水	090517	0.059	12.8	79	7.2	7.4	0.2
145	姫の水		35.23516	139.07561	337	<u>一 碇</u> 伙角礫岩	- 導水	090517	0.070	14.0	75	7.2	7.4	0.2
146	玉廉の瀧		35. 22957	139.09334	244	一	<u>日然</u>)出	090824		15.0	94	7.6		
149	命之泉		35.21567	138.98007	1032	安山岩質岩石	目然湧出	090824		12.0	71	8.0		
181	銘水酒匂		35.27274	139.16198	10	礫	導水	090524	0.014	16.8	233	7.6	7.8	0.2

3. 研究方法

3.1. 調査地点

湧水の湧出形態は東京都環境局(2004)や座間市地 下水保全連絡協議会(2008)に記載される台地の崖の 前面から湧出するタイプの崖線型と、台地面上の馬蹄型 や凹地形などの台地系を呈する所から湧出するタイプの 谷頭型に主に分類されているが、日本自然保護協会が 2009年に行った参加型プロジェクト、自然しらべ2009 「湧き水さがし」では、湧水の見つけやすい地点として、 上記2分類のほかに、扇状地、火山の山麓、山・峡谷、 石灰岩地域に見られる湧水など、より細分化した形態が 挙げられている。

本研究では、名水百選に選定されている秦野盆地湧水 群や、水の郷百選に選ばれ湧き水の豊かな南足柄市、日 量 41100 m³ (座間市地下水保全連絡協議会・座間市、 2008)の水量を汲み上げるなど、市の水源における地 下水依存度が高く、多くの湧水で知られる座間市、開港 当初に船舶積載用水源に重用された横浜山の手地域の湧 水などを中心に調査を行った。加えて、名水を科学する (日本地下水学会編)シリーズなどの書物、環境省が設 置し、全国の都道府県・市区町村を対象に平成17年度 に実施した「湧水保全に関するアンケート調査」の調査 結果を、市区町村別の湧水把握件数についてまとめてあ る湧水ポータルサイトや、名水大全と言った湧水や名水 に関する著名なWebサイト及び各自治体への聞き取り 調査をもとに、湧水の地点整理を行い計128地点で採 水調査を行った(表1及び図5)。

3.2. 調査方法

収集した湧水地点情報をもとに、現地調査を 2009 年 3月~11月に実施した。現地測定項目(測定機器)は、 水温(WT;缶付き棒温度計および HANNA 社製 check temp)、気温(AT;棒状温度計)、pH・RpH(比色法)、 WT・pH・EC・TDS(HANNA 社製 pH 計(Combo 1))、 湧水量である。なお、RpH は試料を十分に攪拌し大気 曝気した後に比色法により計測した。また、湧水量は計 量カップを用いた容積法もしくは、断面積に流速を乗ず る流速法のいずれかにより、それぞれ5回以上測定し、 最大値と最小値を除いた値で平均値化した。

湧水は 100 mL もしくは 250 mL のポリ瓶に採水し、 水質分析用試料として用いた。また、湧水地点の写真を 撮影するほか、周辺住民に湧水の利用方法や、歴史的な 意義、由来などの聞き取りを行った。

採取した水試料を実験室にて pH 4.8 アルカリ度法に より、HCO₃⁻濃度を測定した。主要溶存成分濃度は、 試料を 0.45 μ m メンブランフィルタで濾過し、DIONEX 社製イオンクロマトグラフ(Anion は AQ、Cation は DX300)により、主要無機イオン(Na⁺、K⁺、Ca²⁺、 Mg²⁺、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻)を定量した。また SiO₂ (シリカ)濃度は日立製作所社製 Supectrophotometer/ U-2900を用いて、モリブデン青法にて H₂SiO₃(メタケ イ酸)濃度を測定し、SiO₂ 濃度に換算した。

また、調査した 128 地点中 18 地点(図5中緑色地点) において、その水温・水質の季節変動を見るために、定 点による繰り返し観測を行った。定点観測地点を選定す るにあたっては、空間分布を考慮し偏らないようにした ほか、歴史的な湧水や、その地域を代表し固有名称がつ けられている湧水などから選定した。

4. 結果

4.1. 神奈川県における湧水の湧出形態と分布

調査は 128 地点(図 5) で行ったが、事前の情報では 湧水とされていながら、実際には沢水を導水していると みられるものや、井戸からポンプ等によって地下水を汲 み上げているとみられるものなど、湧水に該当しないと 推察される地点が見られた。また、水汲み場や湧水モニュ メントなど施設化され、湧出口を直接確認できない湧水 も多数見受けられた。そこで本研究では、調査した地点 を湧出口が施設化された導水型(図 5 中 \blacksquare 印、39 地点、 写真 1 に例示)と、特に施設等を設けずに湧出口が自 然状態で確認できる自然湧出型(図 5 中 \blacksquare 印、計 85 地 点、写真 2 に例示)と分類した。また、それらのどちら にも属さないと考えられるもの(湧水池など)をその他 (図 5 中 \blacksquare 印、4 地点)とした。

自然湧出型の湧水は、横浜や川崎に広がる台地の谷戸 と呼ばれる地域、相模川左岸に広がる相模原台地沿い崖 線、箱根山麓に多く分布する一方、導水型の湧水は秦



写真1 自然湧出型湧水(獅子窪の湧き水(No.105), 2009 年 11 月撮影)。

Photo. 1 Natural type spring (Shishikubo Spring (No.105), photographed in November 2009).



写真2 導水型湧水(葛葉の泉(No.96), 2009 年 5 月撮 影)。

Photo. 2 Conduction type spring (Kuzuha no Izumi (No.96), photographed in May 2009).

野盆地や箱根カルデラ内をはじめ、県内各地で見られ た。各湧水地点の表層地質を、図3に示した20万分の 1土地分類基本調査(神奈川)表層地質図から判読した。 表1に、湧水番号、名称、採水年月日、緯度経度標高、 表層地質、湧出形態及び現地測定項目を示した。

4.2. 湧水量、EC、pH、RpH 及び主要溶存成分濃度

調査した 128 地点において採取した試料について、 3.2. 章に記載した項目について分析を行い、水質分析結 果を表2に示した。なお、導水型の地点では湧水以外 の水が用いられている可能性や、湧出する地点から導水



図 6 現地調査結果 (湧水量)。 Fig. 6 Distribution of spring water outflow



図7 現地調査結果 (EC)。 Fig. 7 Distribution of EC of spring water.

表2 水質分析結果(太字は自然湧水型地点を示す)。

Table 2 Water quality analysis result (Bold letters indicate natural spring type).

		C1 ⁻	HCO ₃	NO ₃	S042-	Na^+	K^+	${\rm Mg}^{2^+}$	Ca^{2+}	SiO_2
番号	湧水名	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	四ツ谷湧水	10.21	26.25	35.33	28.92	14.84	1.31	7.62	17.91	17.50
	天王の森泉	21.99	51.67	44.70	17.92	10.73	0.94	15.83	27.37	30.31
3	小雀公園凋水	6.92	140.25	3.91	32.36	11.78	1.03	14.25	52.67	28.50
-4-5	彻底子园上侽小 坦兹学園下通北	10.97	72.00	2.80	10.83	12.00	5.62	14.35	32.13	34.04
6 6	· 們麼子風「傍小 百麼小團通★	10.39	21.17	22.03	20.32	10.80	0.00	0.10	29.01	44.50
7	海田協の涌水	14 29	46.75	13 72	40.85	8.92	2.06	12 49	22 28	59 55
	北八朔公園右通水	9 21	121 39	1 38	38.98	10 19	0.42	20 25	39.17	22.93
- 9	北八朔公園涌水	0.83	21.33	0.83	5, 05	1. 53	0.44	0.70	7.65	10.42
10	今宿東公園の湧水	9.00	41.83	12.44	4.70	6.16	0.25	7.52	11.19	24.70
11	舞岡谷戸の湧水	9.61	34.45	5.19	38.87	8.64	0.63	9.26	19.80	53.70
12	白根不動湧水	9.67	68.08	15.36	18.02	11.58	0.59	10.07	26.73	33.12
13	老馬鍛冶山不動尊の霊水	6.36	50.03	3.58	28.15	9.95	0.13	9.63	18.01	43.31
14	林光寺の湧水	9.53	47.57	18.32	24.11	7.93	0.36	12.73	23.73	52.24
15	昇龍橋湧水	11.66	273.95		461.31	25.84	4.22	64.80	196.63	57.01
16	昇龍橋上湧水	10.19	201.77	0.42	350.57	17.82	3.85	45.71	156.80	52.12
17	匊水観音の臺水	15.39	69.72	2.65	78.08	10.72	2.14	19.88	28.08	39.93
18	日の田冴小	19.27	50.98	20.87	34.20	10.77	2.08	12.99	20.84	46.04
- 19	1市市田傍小 (鉄垣田傍小) 相岸台ハイツ下の涌水	16.49	57 41	20.63	40.00	20.70	1.51	10.20	21.00	24.43
20	打越の電息	16.29	44 29	34 02	41 21	22.93	0.93	11 01	21.22	42 85
22	白滝不動尊の滝	14.69	38. 55	15.36	46.66	20.74	1. 55	10.11	21.12	15.46
23	根岸線トンネル湧水	15.82	39.37	14.69	61.48	18.60	2.18	9.78	23.97	25.20
24	元町厳島神社湧水	7.16	30.35	3.37	14.92	6.90	1.41	3.73	15.45	15.16
25	元町厳島神社路地裏	31.25	92.68	13.63	71.15	20.55	1.86	19.85	42.68	24.46
26	山手の湧水 (ジェラール水屋敷)	16.95	95.14	14.92	46.33	19.91	3.42	14.09	38.42	27.31
27	宝蔵院延命水	12.35	55.77	10.74	26.74	13.16	0.71	13.01	12.97	48.31
28	岸谷湧水	19.32	52.49	35.64	17.31	11.05	0.61	13.94	19.52	52.97
	ワシン坂の清水	22.24	63.98	14.94	45.08	25.17	0.97	13.86	25.09	54.78
30	早野中の谷湖水地	10.44	27.07	3.14	12.70	8.53	1.18	5.29	7.60	28.97
- 31	回今へ即次不	5.44	33.63	1.41	8.90	5.32	0.45	5.58	8.46	20.00
- 32	このもり行戸傍小地	15 55	45.03	5 21	4,73	7.07	0.07	0,00	12 00	23, 61
34	な実緑地通水地	15.00	31 17	65 42	30.07	15.09	0.44	15 68	20.09	20.27
35	高津市民健康の姦通水地	9, 43	35. 27	28.56	28.96	14.06	4. 26	10.67	14.93	23. 08
36	子安の里 関根御瀧不動尊の霊水	21.19	127.95	5.44	38.55	13.52	2.77	6.69	69.08	59.39
37	走水水源	24.86	81.20	11.09	25.41	22.17	1.00	16.28	21.13	53.35
38	速水の滝の井戸	27.31	178.80	23.88	31.03	29.81	1.81	27.42	53.42	54.16
39	小坂小学校の自噴井戸	17.28	159.12	_	70.32	12.24	2.08	15.09	77.52	28.31
40	銭洗水	38.88	51.67	1.29	15.20	15.83	1.77	7.33	30.90	55.16
	甘露の井	12.23	61.52	7.37	27.39	12.82	3.01	9.91	28.71	61.12
42	大川沈水	13.00	157.48	0.26	35.00	12.42	2.58	16.30	49.17	05.78
40	小町塚の並小 (米石の傍小)	29.13	27 07	29.24	3 50	10.09 0.27	0.10	0.94	20.03	37 80
45	带井通水	1.40	27.07	0.63	3.84	7 50	0.10	1 90	5 36	44 39
46	観音寺の清泉	2, 68	14.76	7.76	4.77	5. 71	0.49	2.10	5.37	18,46
47	清雲庵の湧水	3.04	21.33	5.39	6.00	6.08	0.48	2.32	6.37	20.12
48	中野神社の湧水	4.82	59.05	7.60	6.55	6.29	0.65	9.22	18.29	48.78
49	雲居寺の湧水	3.90	15.58	4.26	7.40	7.02	0.80	1.92	4.55	21.46
50	女瀧不動の清水	2.47	35.27	3.52	8.17	5.24	0.58	3.76	12.58	14.89
51	谷津川水場	5.92	48.39	11.46	16.16	8.38	1.08	7.30	17.05	20.81
52	一种澤升財大湖水	7.95	44.29	24.95	23.69	7.73	0.44	8.94	22.61	33.04
53	<u>候山丘陵椋地公園凋水</u>	10.02	64.80	20.07	10.00	6.68	0.62	10.73	23.41	27.81
55	担保川公園 得小 ち曲公の 景小	10.09	64 80	18.07	10.87	0.50	0.00	16.27	22.08	54.35
<u> </u>	有肥谷の壶小	9.15	59.87	19.27	6.20	9.00	0.73	10.57	23 51	51.47
57	相構川通水	5.10	68.08	7 14	19.87	9.02	1 84	8.06	24.28	21.35
58	番神水	8.42	95.96	9.06	15.82	10.35	0.80	14.79	27.88	58, 59
59	鈴鹿の泉	7.32	100.06	8.60	13.80	10.03	0.84	15.56	29.40	54.82
_60	龍源院湧水	8.25	<u>94.</u> 32	<u>11.50</u>	<u>15.39</u>	9.71	0.84	<u>15.</u> 19	28.95	<u>59.</u> 20
61	神井戸湧水	8.91	66.44	19.26	17.77	9.25	0.60	12.04	22.64	56.58
62	根下南湧水	11.98	63.16	26.30	19.84	12.29	1.17	12.06	23.10	28.27
63	心岩寺湧水	7.60	55.77	14.94	16.42	8.71	0.70	12.37	22.53	28.93
64	谷戸山公園・わきみずの谷	3.45	141.89	8.44		50.99	14.19	6.45	15.29	37.77
65	第二水源溝水	13.94	75.46	27.67	19.54	8.60	1.24	14.29	31.65	30.16
66	第二水源脇の湧水 黄辺川業出ふと遥を山子深土	15.25	73.00	26.15	20.89	8.35	0.95	14.37	32.04	31.31
- 10 - 60	「TIN川曖斤かり傍さ口う 傍不 いっぺい窪涌せ	14. (1	62 24		13.08	1.10	0.90	10.09	20.01 22 F1	31.27
69	大下通水	13 07	59.87	25.86	13 54	8 25	1 99	12 39	26.60	33.08
70	城山公園横湧水	16.54	58.23	31.28	33.30	8.66	0.71	14.51	30.22	32.16
	AN ALCOHOLD MANAGEMENT C		= -							

表2 (続き)

Table 2 (Continued)

		C1 ⁻	HCO ₃	NO ₃	S04 ²⁻	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	SiO_2
番号	湧水名	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
71	城山公園湧水	13.19	63.16	16.62	18.27	8.66	0.68	12.44	24.54	32.39
72	亀島自然公園湧水	10.67	70.54	26.44	17.21	8.35	0.66	13.21	28.17	57.39
73	打戻少年の森湧水	9.78	43.47	28.06	44.06	11.06	0.79	13.18	23.63	36.35
74	石川色子横湧水	10.90	54.13	2.20	27.00	11.01	0.65	7.86	22.81	14.31
75	石川色子湧水	12.06	100.88	2.80	42.98	12.60	0.67	10.57	50.52	25.54
76	西富憩いの森湧水	13.04	50.85	28.42	18.23	11.11	0.50	11.54	19.10	27.31
77	新林公園湧水	12.30	54.95	4.99	14.34	12.13	1.69	7.56	18.06	22.62
78	宮山緑地	6.95	50.85	17.74	16.97	7.19	2.02	4.64	16.52	10.42
79	ズサ沢湧水	2.27	30.35	3.85	7.51	4.12	0.05	2.17	13.57	28.62
80	塩川瀧	2.23	39.37	5.03	6.81	7.33	0.27	2.44	12.74	14.43
81	勝楽寺の湧水	2.29	36.91	4.61	26.79	5.98	0.84	4.55	19.99	16.73
82	飯山名水	4.27	50.03	5.26	7.40	6.43	0.56	6.13	16.98	47.28
83	子之神神社湧水	8.08	79.56	16.32	20.36	9.18	1.21	12.33	32.36	32.20
84	妻田楽師の湧水	6.06	50.85	12.27	26.66	8.59	1.12	9.12	21.36	21.35
85	<u> 産除の</u> 病の 満 素 の 満 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、	7.55	68.90	22.96	28.20	8.67	1.00	12.14	31.70	48.70
- 86	<u></u> 地 白	2.05	24.61	3.00	4.08	3.40	0.18	1.75	8.15	11.85
- 81	仲永	2.61	31.99	4.97	3.24	3.48	0.38	3.58	8.95	14.96
- 88	ロークレス マンチャー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2. 29	49 20	0.80	3.00	0.34	0.50	2.11	8.90	15.35
- 00	小七小	21.00	40.39	53.00	43.03	10.41	1.47	17.33	20.05	40.77
01	万田目伝の田公園通水	11 05	141 07	0.08	21.26	23.28	5 10	10.63	46 43	36.04
92	たんじょう池	313_03	143 54	0.00	7 08	209.07	7 35	3.86	6 38	0.65
93	净德院通水	3.08	51 67	9.77	8 04	6.96	0.58	6.33	16.33	46.89
94	若竹の泉	3. 88	54.95	6.70	6.58	7.48	0.96	6.66	18.67	57.55
95	音神の泉	2,05	27.07	4.72	5.13	3. 07	0, 39	3.12	10.10	31.81
96	葛葉の泉	2.06	22.15	4.07	3.80	3.68	0.22	2.51	8.70	25.12
97	どうめいの泉	6.97	69.72	18.84	15.56	7.10	0.81	9.32	30.13	42.04
98	護摩屋敷の水	1.78	27.07	2.87	1.72	3.10	0.20	2.87	8.03	27.31
99	まいまいの泉	5.92	62.34	16.49	13.68	6.69	0.70	8.40	27.99	39.20
100	小籐川湧水	6.80	51.67	17.98	16.96	7.56	1.29	8.91	28.22	41.93
101	今泉湧水池(今泉名水桜公園)	5.85	76.28	11.14	14.65	6.79	0.83	8.19	29.70	19.62
_102	弘法の清水	6.83	91.04	13.68	15.92	6.95	0.66	9.80	36.60	34.16
_103	河原町湧水	21.76	76.28	18.23	23.95	13.13	0.93	10.52	33.42	22.54
104	厳島神社湧水(ムクリ堂)	15.83	76.28	44.82	27.40	12.30	1.71	14.17	38.48	57.08
105	獅子種の湧き水	5.88	44.29	16.21	22.82	8.56	0.68	7.36	23.56	33.27
107	酒水の庵と岩清水	2.65	52.49	2.01	16.68	10.41	0.09	3.92	22.91	29.35
110	同形の小	2.70	51.07	0.40 2.14	12 66	6 76	0.30	0.90	9.37	11 00
116	※自会王洲通小	4.00	41.83	3.14	6 10	5.26	1 02	3.80	10.59	/0.30
110	清左衛門地獄池(笛)	2.00	27.89	0.41	2 25	4.62	1.02	1 98	7 72	43.81
120	清左衛門地獄池 清左衛門地獄池	3 25	46.75	2 93	3 74	5.77	1.50	4 41	14 30	54 74
122	帝子 地藏 通水	5, 95	69.72	6. 28	12.57	8.70	0.68	7.29	20.69	49.93
126	御嶽神社の御神水	3, 97	31, 17	2. 22	4.68	6.24	0, 40	3, 19	8, 86	23.43
128	森と水の公園湧水	4.62	47.57	9.98	11.62	6.70	0.97	7.24	16.76	34.81
129	いずみの湧水	5.19	44.29	12.29	15.37	6.69	0.94	7.48	17.41	34.12
131	八乙女池	3.44	39.37	3.29	4.13	5.43	1.13	3.47	11.46	28.77
134	太閤憩いの泉	3.09	18.86	3.67	0.83	3.77	0.50	1.83	5.11	16.66
136	延命水	12.78	71.36	20.02	17.62	16.54	3.91	10.59	24.79	64.24
_139	自鑑水	3.71	13.94	0.60	0.57	2.59	1.15	1.53	2.22	5.42
140	自鑑水源流	3.71	9.84	2.37	0.49	2.94	0.48	1.09	1.86	10.27
141	公時神社の神泉	2.13	22.97	1.13	11.29	3.72	0.34	1.73	11.45	
142	十条の滝	10.21	56.59	1.61	50.07	19.67	2.78	9.42	23.75	
143	市 世 の 泉 山 二 の 皂	53.42	31.99	5.03	133.83	18.22	2.50	12.79	58.07	66.43
144	加元の泉	2.59	18.04	1.55	1.78	4.51	1.21	1.51	3.67	44.78
140	「「「「「」」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」	<u> </u>	19.08	2.33	2.10	3.93 8.76	1 25	1.21	5.40	41.20
1/0	<u> 本</u> 康ジ(肥 合) 身	0.00 9.76	18 86	2.30	1 00	3 60	0.47	1.70	4 94	
19	₩ ₩~ 水 総水洒存	2.10 8 09	60.60	12 69	8.98	0,78	2 16	6 75	18 22	41 69
101	全調杏地占 最大値	313 03	273 95	83 60	461 31	209.07	14 19	64 80	196 63	77 51
	全調查地点 最小值	0. 83	9.84	0. 08	0. 49	1. 53	0, 04	0.70	1, 86	0.65
	全調查地点 平均值	12.58	60.12	13.66	26.49	12. 11	1. 34	9.66	24. 59	35.67
	自然湧出型地点 最大值	29.13	273.95	65.42	461.31	25.84	5.63	64.80	196.63	70.24
	自然湧出型地点 最小值	0.83	9.84	0.08	0.49	1.53	0.04	0.70	1.86	10.27
	自然湧出型地点平均值	10.10	62.51	14.35	29.70	10.51	1.18	10.69	26.27	35.81



図8 現地調査結果 (pH)。 Fig. 8 Distribution of pH of spring water.

される過程において、外気温の影響や水質の変化等が生 じている可能性があることから、以下の主要溶存成分の 濃度分布や組成比・空間分布などの考察は、湧出地点が 確認できる自然湧出型についてのみ実施した。この為、 表2には、全測定地点の最大・最小・平均値とともに、 自然湧出型地点のみの最大・最小・平均値を併せて記載 した。

調査した 128 地点中、自然湧出型に分類された 85 調 査地点における湧水量を図6に示した。なお、図6~8 では、背景図として図3に示した表層地質図と、図2 で用いた数値標高データから作成した地形陰影図を用い た。自然湧出型湧水における湧水量は最小 0.01 L/sec、 最大 59.4 L/sec で、平均値 3.35 L/sec であった。北部 から南部にかけての明確な地下水流動が確認されている 相模原台地、丹沢山地から伏流水が湧出する秦野盆地、 箱根外輪山の伏流水が湧き出す南足柄周辺など、湧水地 点の背後に広い涵養域を持つと考えられる地点で湧出量 が多くなる傾向が見られた。一方、谷戸からの湧水が大 部分を占める横浜、川崎地では、湧水量が 0.5 L/sec 未 満の小規模な湧水が多かった。これらの要因として、大 半が谷戸からの湧水であり、集水域が小さいことや地形 の起伏が小さいことに加え、都市化等による雨水の地下 水涵養率の低下が影響している可能性が考えられた。

湧水中の EC は、最小 65 μS/cm、最大 1330 μS/cm、 平均は 304 μS/cm で、大部分が 200 ~ 300 μS/cm に集 中していた(図 7)。多くの湧水が集中する相模原台地 では同程度の EC 値を示し、各湧水が同様の帯水層に属 していると考えられた。一方、南足柄における湧水は 100 ~ 300 μS/cm に集中し、全体的に低い傾向であった。 一般的に EC は地質の影響に加えて、地下水の滞留時間 に比例して値が大きくなることが知られている。これら の地域では、箱根山や大雄山といった急斜面から湧き出 るため、帯水層の地質が異なる影響に加えて、涵養され てから湧出するまでが比較的短時間であることが推測さ れた。

一方、EC が 400 µS/cm を超える地点は主に県東部に 集中しており、滞留時間の長さや人為的な汚染など地表 からの影響が大きいことなどが推察された。

湧水の pH (図 8) は、最小 6.3、最大 8.5、算術平均 は 7.1 であった。 pH が中性の 6.8 ~ 7.2 に集中する傾 向が強いが、7.6 付近の弱アルカリ性を示す湧水も多く 見受けられた。また、相模原台地周辺は大部分が 6.9 ~ 7.1、横浜・川崎地域では 6.6 前後のものが多かったが、 山の手地域ではバラつきが見られた。一方、秦野盆地周



図 9 a 湧水のシュティフダイヤグラム (県東部地域)。 Fig. 9a Stiff diagram of spring water quality (eastern region of the prefecture).

辺や、南足柄、箱根周辺の湧水では pH 値が高くなる傾向が見られた。

自然湧出型湧水85地点における湧水中の主要溶存成分及びSiO2濃度を、地域ごとにシュティフダイヤグラム及びプロットのカラーチャートに示した(図9a~9c)。

神奈川県東部(図9a)では、横浜山の手地域など下 末吉ロームから湧出する湧水でCa²⁺に加え、Mg²⁺の濃 度が他の地域と比べて高い傾向が見られた。これは、横 浜の丘陵(台地)の形成が、基本的に海成層によるもの であるという先行研究(加藤ほか、2008;奥村、1981) と整合している。多摩ロームからの湧水は大部分がCa-HCO₃型を示していたが、戸塚公園湧水湧水(No.6)、 今宿東公園湧水(No.10)のように、下末吉ロームから の湧水と同様の傾向を示す湧水も見られた。SO₄²⁻濃度、 Cl⁻濃度は特に沿岸域で高く、生活雑排水や海塩などに 由来する可能性のほか、京浜工業地帯からの工業排煙に 含まれる SOx 成分など、大気由来成分の影響などが考 えられる。一方、昇竜橋湧水(No.15)及び、昇竜橋上 湧水(No.16)はCa-SO₄型に加え非常に高い EC を示



図9b 湧水のシュティフダイヤグラム(県央部地域)。 Fig. 9b Stiff diagram of spring water quality (central area of the prefecture).

して、他の湧水とは大きく異なる傾向を示した。

神奈川県中央部(図9b)の湧水は、ほぼ全域で典型 的な Ca-HCO₃ 型を示し、Mg²⁺ 濃度もやや高い傾向を 示した。また、NO₃⁻濃度も環境基準値以下ではあるが、 多くの地点で検出されていた。一方、津久井湖を望む小 高い山から流れ出る小規模な湧水である雲居寺の湧水 (No.49)は、主要溶存成分濃度が低く他の湧水とは異 なる Na-HCO₃ 型の水質組成を示した。

神奈川県西部(図9c)では山地から扇状地、盆地、 低地まで多様な地形が分布しており、それぞれに分布 する湧水の水質組成も多様であった。秦野盆地の湧水 (No.93, No.100~103)は武蔵野ロームや立川ロームか ら湧出し、神奈川県中央部の湧水と同様のCa-HCO₃型 を示していた。一方、南足柄における湧水(No.110, 116, 120, 122, 126, 128, 129, 131)は武蔵野ロームから 湧出し、秦野盆地の湧水と同じCa-HCO₃型の水質組成 であったが、秦野盆地における湧水よりも溶存物質濃度 が低い傾向が見られた。一方、緑色凝灰岩に覆われる荒 井湧水(No.45)、荒井手前湧水(No.44)や、安山岩質 岩石に覆われる玉簾の瀧(No.146)ではNa⁺、K⁺など



図9c 湧水のシュティフダイヤグラム (県西部地域)。 Fig. 9c Stiff diagram of spring water quality (western part of the prefecture).

のアルカリ金属の濃度が高く、それぞれ湧出に至るまで の地層を構成する岩石に由来するものと推察された。

4.3.季節変化

一般的に、地下水の水温や水質は年間を通してほぼ一 定である。しかし湧水の場合、地表に湧出する湧出口付 近において、降水や気温、地温等の影響を受けることで、 季節変化や経年変化を示す可能性が考えられる。そこ で、図5中で緑色のブロットで示した18地点において、 2009年3月~同年11月までの8か月間、延べ149回 水温、電気伝導度、pH及びRpHの定点測定を行い季 節変動について検討を行った(表3)。

定点調査を行った18地点中、13地点については湧出 地点が確認できたことから自然湧出型に分類した。一方、 後述する5地点(No.18,48,89,96,107)では、湧出地 点が確認できなかったことから導水型に分類した。導水 型5定点地点における湧出口の状況は下記に示すとおり である。

日の出湧水 (No.18) は、横浜日の出町にあり、開港 当初から重用された歴史的湧水であるが、付近の丘陵か ら地下の金属製パイプを通じて導水されており、湧き出 し口が不明であった。

中野神社の湧水 (No.48) は、中野神社や津久井湖近 くにあり、かつては生活用水として利用されていたよう であったが、現在は利用者を見ることはほとんどなかっ た。湧水周辺はコンクリート製のタンクで覆われ、湧き 出し口が不明確なため導水型と設定した。

不老水 (No.89) は、500 年以上枯れたことがないと言 われ、平塚の名刹・心岩寺にある著名な湧水であるが、 パイプで導水され湧出地点が不明であったことから導水 型に分類した。

葛葉の泉 (No.96) は、秦野北部丹沢山麓に位置する 水汲み場型の施設で、一見すると湧水施設とみることも できるが、実際はすぐ裏手の沢から導水していた。

洒水の岩清水 (No.107) は、名水百選にも選定された 関東有数の名瀑、洒水の滝近くに設置されている水汲み 場型の湧水であった。

調査を行った 2009 年 3 月から 12 月までの各湧水の 水温及び気象庁アメダス観測地点(横浜・海老名・小田 原)における日平均気温を図10に示した。図中におい て自然湧出型を実線で、導水型を点線で示し、地点ご とにつないでプロットした。全ての導水型の湧水で水 温の変動がみられ、特に洒水の岩清水(No.107)では、 19.5~12.3℃と大きな変動幅を示した。また、自然湧 出型に分類した湧水のうち、白根不動湧水 (No.12)、老 馬鍛冶山不動尊の霊水 (No.13)、荒井湧水 (No.45)、番 神水(No.58)、石川色子湧水(No.75)、清左衛門地獄 池 (No.120) においても、湧水温の変動が見られた。湧 水温の変動が見られたこれらの地点では、荒井湧水 (No.45)を除き、日平均気温と同様の夏季に温度が高く なる季節変動をしていることから、変動の主たる要因は 外気温、もしくはそれに伴う地中温度の変化であると推 察された。

また、導水型の湧水のうち洒水の岩清水 (No.107) で は、導水過程での外気温や地中温度の影響によるとみ られる大きな変動が見られた。なお、自然湧出型では、 厳島神社湧水 (ムクリ堂) (No.104) や、水間様の霊水 (No.43) のようにほとんど変動が見られないものもある 一方で、荒井湧水 (No.45) や石川色子湧水 (No.75) の ように変動が見られるものも見られた。

湧水中の電気伝導度は、水温に比べ全地点で変動が小 さく、降水量の変化に対応するような大きな季節変化は 見られなかった(図11)。なお、昇竜橋湧水(No.15)は 電気伝導度が1,000 μS/cm を超えていたため、右上目盛 で表示した。定点測定を行った18 地点の湧水中、電気

表3 水質分析結果(定点調査地点)。

Table 3 Water quality analysis result table at fixed observation points.

No.	名称	年月日	湧出量	W. T.	E. C.	pН	RpH	No.	名称	年月日	湧出量	W. T.	Е.С.	pН	RpH
		YYYYMMDD	L/sec	°C	µS/cm					YYYYMMDD	L/sec	°C	µS/cm		
	×	20090426	0.613	15.6	290	7.2	8.0			20090523	4.446	19.5	359	7.0	8.0
	阓	20090523	0.701	16.2	327	7.4	8.0			20090621	4.521	19.5	369	6.8	7.7
12	働	20090627	1.575	16.6	338	7.2	8.0			20090627	4.521	19.5	374	7.0	8.2
	東	20090802	0.820	16.6	340	7.2	8.0			20090705	-	19.5	372	7.0	8.2
	Ť	20090829	0.435	17.1	354	7.5	8.0			20090712	-	19.5	373	6.8	8.1
		20091128	0.700	17.0	355	7.2	8.0		×	20090719	-	19.6	385	6.9	8.2
	×	20090426	0.173	16.8	240	7.0	8.0		湧	20090723	_	19.7	367	7.1	8.1
	쁿	20090523	0.057	17.6	268	7.3	8.0	60		20090802	_	19.6	369	6.9	8.0
	£0	20090621	0.111	17.2	280	7.1	7.8		信派	20090809	-	19.6	373	7.3	8.2
	動	20090627	0.154	17.1	270	7.1	7.9		-1100	20090816	-	19.6	378	6.9	8.1
13	Æ	20090712	0.078	17.5	292	7.1	7.9			20090823	-	19.7	381	6.9	8.1
	T 4ª	20090802	0.055	17.8	290	7.3	7.8			20090829	-	19.6	372	6.9	8.1
	鍛	20090816	0.081	17.6	302	7.3	7.9			20090906	-	19.7	371	6.9	8.1
	副	20090829	0.035	18.4	309	7.3	8.0			20091010	-	20.0	373	6.9	7.8
	Ψ¥P	20091128	0.054	16.7	290	7.1	7.8			20091128	5.040	19.9	390	6.8	8.0
		20090418	0.773	16.8	1,330	6.9	8.5			20090426	0.621	17.0	411	7.0	7.9
		20090523	0.953	16.7	1,510	7.0	8.2		¥	20090524	0.770	17.1	338	7.0	7.9
	勇力	20090621	0.946	16.7	1,540	7.1	8.1		贾	20090628	0.526	17.0	391	7.1	8.1
15	播	20090628	0.986	16.8	1,530	7.0	8.2	75	- ∽1	20090802	0.609	17.5	392	7.1	8.0
	100	20090802	1.025	16.7	1,610	7.2	8.0		Ш	20090816	0.850	18.7	469	7.0	8.2
	ШŢ	20090906	0, 797	16.6	1,620	7.2	8.0		Ŕ	20090906	0.797	17.8	371	7.2	7.9
		20091128	0.815	16.6	1,554	6.8	8.0			20091129	0.417	18.2	377	7.0	8.0
		20090305	0.143	15.9	340	6.8	7.8			20090524	0.316	16.0	503	6.9	7.8
		20090418	0.892	16.9	337	6.8	8.0			20090628	0.354	16.0	500	6.9	7.9
	急水	20090523	1.076	17.5	381	6.9	8.0		¥	20090723	0.342	16.1	507	6.7	8.0
18	日送	20090627	1 393	17.7	380	6.9	8.0	89	杓	20090823	0.290	16.2	525	6.7	7.9
	6	20090802	1.095	18.3	387	6.9	7.9		K	20091010	0.318	16.2	512	6.8	7.6
	Ξ	20090906	0.896	18.2	389	7.0	8.0			20091129	0.110	16.1	522	6.6	7.6
		20090300	1 083	16.9	397	6.8	7.8			20091125	0.110	13.8	103	7.2	7.6
		20091128	0.208	16.5	376	6.4	7.8			20090517	0.920	12.0	112	7.4	7.7
		20090323	0.230	16.7	384	6.7	7.8			20090517	0.225	12.9	100	7.4	7.6
	.=2	20090021	0.200	16.9	274	6.7	7.0			20090524	0.249	19.0	111	7.4	7.5
	制	20090627	0.303	16.0	202	0.1 c 0	7.0		泉	20090621	0.201	13.0	111	7.4	7.6
21	ē	20090712	0.209	10.0	200	0.0	7.9	96	第の	20090028	0.120	14.0	110	7.4	7.0
	」類	20090802	0.227	16.9	389	0.8	7.9		惹	20090705	0.144	14.0	114	7.4	7.5
	-14-	20090816	0.211	17.0	392	(.1	8.0			20090719	0.173	14.6	113	<u> </u>	1.1
		20090906	0.182	16.9	390	6.9	7.9			20090723	0.177	14.2	111	7.3	7.6
		20091128	0.185	16.5	404	6.6	7.7			20090823	0.181	14.3	123	7.4	7.8
		20090305	0.018	15.2	310	6.6	7.8			20091129	0.293	12.4	109	7.4	7.5
		20090418	0.018	16.4	310	6.8	8.0			20090517	1.317	16.0	335	7.6	8.0
		20090523	0.021	16.4	351	6.6	8.0			20090524	1.121	16.0	330	7.7	8.0
	×	20090621	0.022	16.3	362	6.8	7.9			20090621	1.252	16.1	339	7.6	8.0
28	픬	20090627	0.022	16.8	358	6.7	7.9		×	20090628	1.250	16.0	336	7.6	8.0
	主	20090712	0.023	16.5	364	6.7	7.9		造	20090705	1.176	16.1	342	7.6	8.0
	200	20090802	0.020	17.0	370	6.8	7.9	102	9	20090719	1.220	16.1	338	7.6	8.1
		20090816	0.020	17.8	383	6.7	8.1		17 W	20090723	1.167	16.0	338	7.6	8.2
		20090906	0.020	17.0	364	6.8	7.9		112 /	20090809	1.162	16.1	348	7.7	8.2
		20091128	0.019	15.3	353	6.6	7.8			20090823	1.157	16.2	351	7.7	8.1
	ΧΟ	20090524	10.560	15.6	355	7.4	7.6			20091010	1.196	16.0	347	7.6	7.9
	電電	20090628	10.500	15.5	360	7.3	7.8			20091129	1.227	16.0	349	7.4	7.9
43	縁ら	20090802	7.560	15.5	363	7.3	7.8			20090628	6.840	16.3	300	7.3	7.9
	制制	20090906	5.950	15.5	369	7.4	7.9		Y	20090705	6.360	16.3	442	7.2	8.1
	K O	20091129	6.160	15.5	388	7.2	7.7		東道	20090719	4.410	16.2	435	7.2	8.2
		20090627	0.714	15.6	93	7.4	7.8	104	Ψ.	20090723	5.145	16.2	432	7.1	7.9
	長	20090723	0.239	13.8	112	7.2	7.7	101	群々	20090809	4.059	16.4	441	7.3	8.2
45	生	20090829	0.337	14.1	112	7.4	7.7		識し	20090823	4.320	16.3	449	7.2	8.2
	荒	20091010	0.204	13.8	113	7.3	7.6			20091010	4.455	16.2	446	7.2	7.9
		20091128	0.120	13.2	100	7.2	7.5			20091129	4.480	16.0	448	7.0	7.9
	×	20090523	0.515	14.5	238	7.0	7.9			20090517	0.037	14.0	211	7.6	7.9
	湧	20090627	0.476	14.8	238	7.0	8.0		水	20090524	0.195	15.0	211	7.6	7.8
10	ē	20090723	0.452	14.7	240	6.9	8.0		淵	20090613	0.095	16.6	220	7.5	7.9
40	奉	20090829	0.458	14.8	244	7.1	8.1	107	-R -N	20090705	0.196	17.0	221	7.6	8.0
	重	20091010	0.504	14.5	246	6.8	7.8	107	渔	20090719	0.171	19.5	220	7.7	8.0
	Ŧ	20091128	0.408	14.2	237	6.8	8.0		6 6	20090723	0.163	17.5	219	7.7	8.0
-		20090305	2,000	21.0	310	7.0	7.8		超力	20090823	0.299	17.3	229	7.7	7.9
		20090517	3.134	21.5	363	7.2	8.0			20091129	0.124	12.3	218	7.3	7.8
		20090523	3.300	21.8	362	7.2	8.0			20090517	_	14.9	164	8.0	8.1
		20090621	3.302	21.7	367	7.2	8.0			20090524	-	14.9	167	8.0	8.0
	Ķ	20090627	3.556	22.2	367	7.0	8.0			20090613	_	15.0	169	7.9	7.9
58	を	20090705	3.736	22.3	376	7.0	8.1		퓠	20090628	_	14.9	168	7.7	7.6
	wa	20090712	3.202	22.2	380	7.0	8.0		也湖.	20090705	_	14.9	169	7.9	8.0
		20090719	2.819	22.3	378	7.1	8.2	120	围	20090719	-	15.2	168	7.9	8.0
		20090823	1.790	22.3	396	7.1	8.1		衛	20090723	_	14.8	164	7.7	7.9
		20091128	2, 340	22.0	393	6.8	8.1		基	20090809	_	15.3	181	7.8	7.9
			5.010	55.0	550	0.0	k		萍	20090823	_	14.9	179	7.8	8.0
										20091010	_	14.5	173	7.8	7.9
										20091129	_	14.2	171	7.4	7.8
												- x• W	* • *		



図10 定点観測結果(水温)。

Fig. 10 Seasonal changes in spring water temperature at fixed observation points.



図11 定点観測結果(EC)。

Fig. 10 Seasonal changes in EC of spring water at fixed observation points.

伝導度の変動係数は、最小が中野神社の湧水 (No.48)の 1.4%、最大が石川色子湧水 (No.75)の9.6%、平均が4.4% であり、5%以上の変動係数を示す地点は、18地点中8 地点であった。なお、厳島神社湧水 (No.104)における 電気伝導度測定値の変動係数については、6月28日に おける測定値が他の測定値と比べて大きく異なっていた ことから、これを異常値として除外した結果である。変 動係数が5%以上あった湧水は、自然湧出型は13地点 中7地点あったのに対し、導水型は5地点中1地点で あり、自然湧出型の方が、湧水中の電気伝導度の変動係 数が大きくなる傾向が見られた。

5. 考察

湧水中の主要溶存成分について、相関行列を用いた検 討を行ったほか、表層地質との関係について考察を行っ た。

5.1. 水質の相関

自然湧出型湧水 85 地点における地理情報 3 項目(緯 度・経度・標高)及び水質情報 13 項目(水温・電気伝 導度・pH・RpH・RpH-pH・陽イオン4成分(Na⁺・ K⁺・Mg²⁺・Ca²⁺)・陰イオン4成分(HCO₃⁻・Cl⁻・ NO₃⁻・SO₄²⁻))を用いて相関行列を算出した(表 4)。

表4 自然湧出型湧水における相関行列。

Table 4 Correlation matrix for natural spring type.

	緯度	経度	標高	水温	E. C.	pН	RpH	RpH-pH	HC03	C1-	NO_3^{-}	S04 ²⁻	Na^+	K^{+}	Mg^{2+}	Ca ²⁺
緯度	1															
経度	0.448	1												0.9 ≦		
標高	-0.306	-0. 584	1											0.7 ≦ a	and <0.9	
水温	-0.004	0.114	-0.283	1										0.4 ≦ a	and <0.7	
E. C.	-0.084	0. 405	-0.339	0.226	1									-0.4 ≦	i and $<$	0.4
pН	-0.360	-0.371	0.274	-0.167	-0.134	1								-0.7 ≦	i and $<$	-0.4
RpH	-0.114	0.030	-0.306	0.186	0.484	0.330	1							-0.9 ≦	i and $<$	-0.7
RpH-pH	0.206	0.306	-0.280	0.307	0.402	-0.796	0.308	1								
HCO3-	-0.122	0. 238	-0. 275	0.134	0.845	0.060	0.660	0.311	1							
C1-	-0.015	0. 627	-0. 422	0.206	0.413	-0. 258	0.057	0.273	0.189	1						
NO_3^{-}	0.160	0. 284	-0. 287	0.192	0.246	-0.387	-0.218	0.229	-0.142	0.537	1					
S04 ²⁻	-0.120	0. 272	-0.125	0.047	0.882	-0.069	0.382	0.307	0.737	0.149	-0.051	1				
Na⁺	-0.140	0.449	-0. 272	0.303	0.623	-0.031	0.184	0.149	0.446	0.546	0.184	0.509	1			
K⁺	-0.156	0. 232	-0.176	0.089	0.523	0.064	0.227	0.094	0.495	0.317	-0.072	0.482	0. 532	1		
Mg^{2+}	0.020	0. 432	-0.325	0.182	0.938	-0.211	0.501	0.499	0.831	0.364	0.266	0.895	0.514	0.474	1	
Ca ²⁺	-0.157	0. 264	-0.221	0.087	0.941	-0. 022	0.532	0.328	0.909	0. 221	0.009	0.929	0.478	0.516	0.920	1

表5 表層地質別平均溶存成分濃度。

Table 5 Average dissolved component concentration by surface geology.

表層地質	地点数	Е.С.	pН	C1 ⁻	HCO ₃	NO ₃	${\rm SO_4}^{2-}$	Na^+	K^+	${\rm Mg}^{2^+}$	Ca^{2+}	SiO_2
		µS/cm		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
立川ローム	2	283	7.55	7.37	47.98	21.47	20.32	7.65	0.86	8.93	25.41	37.49
武蔵野ローム	19	284	7.02	9.63	63.28	18.23	13.76	8.29	0.85	10.98	22.83	43.52
下末吉ローム	8	308	6.78	13.87	56.49	24.44	25.24	12.04	1.19	11.85	24.03	33.63
多摩ローム	9	223	6.98	7.31	45.29	7.48	17.02	7.10	0.60	8.24	16.39	27.41
緑色凝灰岩	4	121	7.43	1.88	32.60	2.37	4.11	9.64	0.17	1.35	6.58	32.71
安山岩質岩石	3	147	7.39	5.56	28.43	2.13	17.19	8.74	1.24	4.03	9.98	10.27
砂岩・泥岩互層	6	438	7.20	15.83	93.64	11.54	82.57	14.65	2.35	16.87	50.03	48.58
泥	19	416	6.99	12.13	81.85	17.20	54.32	13.54	1.88	14.88	38.60	36.84
崖線堆積物	1	205	7.60	3.11	50.85	3.14	13.66	6.76	0.39	3.11	20.69	11.08
凝灰角礫岩	1	94	7.63	8.08	23.79	1.95	2.28	8.76	1.35	1.76	5.37	—
泥岩	3	166	7.03	4.10	33.08	6.41	10.58	6.88	0.82	4.33	11.39	19.05
泥層	3	348	7.80	13.63	69.99	13.77	31.04	14.47	0.99	11.18	29.39	29.79
礫	6	280	7.53	7.95	62.47	11.43	14.27	7.62	0.91	7.78	24.22	29.00

その結果、主要溶存成分間では SO4²⁻が Mg²⁺ や Ca²⁺ との相関が良く、Ca²⁺は HCO3⁻とも高い相関を示した。 地理的要因では、Cl⁻は緯度と弱い負の傾向、経度と正 の相関、標高と負の相関がみられ、湧水中の塩化物イオ ン濃度が南東平野部へ行くほど高く、北西山間部へ行く ほど低くなる傾向があることが示された。

湧水中の塩化物イオンの供給源として代表的なものと して、生活排水等の人為起源及び風送塩類による自然起 源が挙げられる。塩化物イオンと他の陰イオンとの相関 では、硫酸イオン(相関係数0.149)や重炭酸イオン(同 0.189)と比べ、窒素肥料等による畑地への施肥や、し 尿等に含まれるアンモニアの硝化等に主に由来する硝酸 イオンとの相関(0.537)が高いことから、人為由来に よる非海塩性塩化物イオン(nss-Cl⁻)が湧水の水質形 成に関与している可能性が考えられる。

5.2. 表層地質と主溶存成分濃度との関係

各湧水における水質組成と表層地質との関係を明らか にするため、それぞれの湧水の水質組成を湧出箇所の表 層地質によって凡例分けし、トリリニヤダイヤグラムに プロットした(図12)。図12には、湧出箇所の表層地 質別に平均成分濃度組成を計算した結果(表5)を基に 作成したシュティフダイヤグラムを併せて示した。

図12トリリニアダイヤグラム中央ひし形のキーダ



図 12 湧水のトリリニアダイヤグラム及び湧水地点の表層地質。 Fig. 12 Trilinear diagram of water quality in springs and surface geology at spring points.

イヤグラムでは、緑色凝灰岩から湧出する湧水の一部 (No.44, 108)を除き、 I 型のアルカリ土類炭酸塩型、 III型のアルカリ土類非炭酸塩型、及び I 型とIII型の中間 の V 型にプロットされた。下末吉ローム層の湧水であ る No.34 は、キーダイヤグラム上でIII型の最も頂点付 近にプロットされ、硝酸イオン濃度も調査地点中二番目 に高い濃度であった。一般にIII型の領域にプロットされ るのは火山性の地下水の他、硝酸性窒素など地表由来の 物質により汚染された地下水などとされており(宮下、 2004 など)、No.34 の水質形成には地表由来の汚染物質 の影響が大きいことが推察された。

また、図12に示したトリリニアダイヤグラム上にお いて、神奈川県における自然湧水の水質組成は、湧出箇 所の表層地質毎に近い領域にプロットされる傾向がある ことが明らかとなった。特に主に地質由来成分の違いを 示すと考えられる陽イオンの三角ダイヤグラム(図12 左下)では、ローム層からの湧水を中心に地質ごとにま とまってプロットされる傾向が見られた。 一方、武蔵野ロームからの湧水は、相模原台地周辺の 湧水(グループA)と箱根山麓の湧水(グループB)に 区分され、それぞれの水質組成は陽イオンの三角ダイヤ グラム上でも異なる領域にプロットされた(図13)。湧 水中の主要溶存成分濃度の平均値から作成したシュテフ ダイヤグラムを比較すると、相模原台地における武蔵野 ローム層から湧出する湧水で構成されるグループAの 湧水の方が、ダイヤグラムの面積が大きく、より溶存成 分濃度が高い傾向があることが示された。これは、箱根 山麓部に位置するグループBの湧水に比べて、相模原 台地に位置するグループAの湧水の方が、涵養されて から湧出するまでの流動時間が長い、もしくは地質から の溶出量が多い可能性が推察された。

さらに、図12に示した各表層地質ごとの平均濃度に よるシュティフダイヤグラムを比較すると、各ローム 層におけるシュティフダイヤグラムの形状はいずれも Ca-HCO₃型で類似する一方、濃度を示すシュティフダ イヤグラムの大きさについては、他のローム層と比べて



図 13 武蔵野ローム地域における湧水分布と陽イオン の三角ダイヤグラムとの関係。

Fig. 13 Relationship between spring distribution and cation triangle diagram of spring water quality in the Musashino loam area.

多摩ローム層におけるもの方が小さく、硝酸イオン濃度 も低い傾向が見られた。多摩ローム層は、横浜・川崎市 西部の多摩丘陵や座間丘陵、大磯丘陵などに分布し、武 蔵野ローム層や下末吉ローム層が分布する相模原台地や 下末吉台地の土地利用が建物用地でほぼ占められている のに対し、森林やその他の農用地など、建物用地以外の 土地利用も比較的多く分布していた。このことから、多 摩ローム層では、降水等の地表からの涵養が多く、人為 活動由来の負荷が相対的に少ないと推察され、それによ り湧水中の溶存成分濃度が低いと考えられた。

一方、表層地質が泥や砂岩・泥岩互層からの湧水では、 他の湧水に比べて、電気伝導度や溶存イオン濃度が高い 傾向が見られた。これらの湧水の湧出箇所は、建物用地 が多く分布する沖積低地や、臨海部が多い三浦半島など に位置していることから、人為活動由来成分や、海塩由 来成分の影響により、塩化物イオン濃度などが高くなっ たためであると推察された。

6. まとめ

本研究を通じ、以下のことが明らかとなった。

神奈川県内の湧水分布は足柄平野西部の箱根・南足柄 地域、秦野盆地、相模原台地崖線部、横浜など東部谷戸 部の主に4地域に集中し、本調査では128地点の湧水 を確認し、湧水量や水質の測定を行った。

調査を行った湧水は、湧出口の整備状況から、湧出口 が水汲み場や湧水モニュメントなど施設化された導水型 39 地点と、特に施設等を設けずに湧出口が自然状態の まま保全されている自然湧出型 85 地点、湧水池などそ の他 4 地点に分類することが出来た。

自然湧出型の湧水を対象に湧水量や水質の解析を行 い、湧水量は、背後に広い涵養域を持つ南足柄、秦野、 相模原平野の湧水で多く、谷戸からの湧水が多くみられ る東部横浜・川崎地域では少ないことが明らかとなった。 電気伝導度は相模原台地や秦野の湧水で 300 µS/cm 前 後、南足柄の湧水で 100 ~ 300 µS/cm と、地域ごとに 似通った傾向を示した。pH は相模原台地でほぼ中性、 横浜・川崎地域では低く、秦野や南足柄では高い傾向が 認められた。

18 地点で実施した定点調査では、水温は全導水型と、 一部の自然湧出型湧水で変化が見られ、主たる変動の要 因は外気温、もしくはそれに伴う地中温度の変化による ものと推察された。一方、湧水中の電気伝導度は、水温 に比べ全地点で変動が小さく、降水量の変化に呼応する ような大きな季節変化は見られなかった

湧水の水質組成は、表層地質ごとに類似する傾向を示 し、大部分は Ca-HCO₃ 型に区分された。また、横浜山 の手地域など下末吉ロームから湧出する湧水で Ca²⁺ に 加え、Mg²⁺の濃度が高いなどの傾向が見られた。一方、 沿岸域では SO₄^{2−}濃度や Cl[−]濃度が高く、生活雑排水や 海塩などに由来する可能性が考えられるほか、京浜工業 地帯からの工業排煙に含まれる SOx 成分など、大気由 来成分の影響が推察された。

地理的情報を加えた水質の相関から、湧水中の塩化物 イオン濃度が南東平野部へ行くほど高く、北西山間部へ 行くほど低くなる傾向があることが示された。また平野 部の塩化物イオン濃度は硝酸イオン濃度と最も相関が良 く、非海塩性塩化物イオンは生活雑排水など人間活動由 来成分であることが示唆された。一方、風送塩の影響は ほとんど定量できなかったが、三浦半島南部にある湧水 では、塩化物イオン組成はほぼ海塩由来成分比と一致し、 風送塩による影響が示された。

各表層地質ごとの平均成分濃度の関係から、武蔵野 ローム層からの湧水は、陽イオン組成比から相模原台地 で湧出するグループと箱根山麓に湧出するグループに分 けられ、相模原台地から湧出する湧水の方が、より溶存 成分濃度が高い傾向にあり、地形的な特徴から、涵養さ れてから湧出するまでの流動時間が長く、地質からの溶 出量が多かったためと推察された。

また、多摩ローム層が分布する地域は、立川・武蔵野・ 下末吉各ローム層と比べて、森林やその他の農用地など、 建物用地以外の土地利用が比較的多いことから、降水等 の地表からの涵養が多く、人為活動由来の負荷が相対的 に少なく、それにより湧水中の溶存成分濃度の値が低く なっていると推察された。

一方、表層地質が泥や砂岩・泥岩互層にある湧水では、 他と比べて、電気伝導度や溶存イオン濃度が高い傾向が 見られた。これは泥や砂岩・泥岩互層は、建物用地が多 く分布する沖積低地や、臨海部が多い三浦半島などに位 置し、人為活動由来成分や、海塩由来成分の影響が多く、 塩化物イオン濃度などが高くなったものと推察された。

謝辞

本研究を完成させるにあたり、多くの方にご協力頂き ました。筆頭著者が所属していた法政大学文学部地理学 科の先生及び学生には、調査研究の実施にあたり、協力、 ご助言、ご指導をいただいた。また、藤沢市、座間市、 大井町など各自治体の役所の方には、湧水地点に関する 情報収集にご協力いただいた。更に、個人所有地にある 湧水に関しては、所有者の方にご協力頂き、許可を頂く ことで調査を行うことが可能となったほか、湧水には多 くの一般市民の方が訪れており、調査を通じ多くの興味 深い話を伺うことが出来た。お世話になった皆様に、記 して心より御礼申し上げます。

本論文は、筆頭著者による平成21年度法政大学通信 教育部文学部地理学科卒業論文を改稿したものである。

参考文献

- 新井正・藤原寿和・舟田昭子・雨宮優・植田芳明・岡田 浩美・長沼信夫(1987a)東京の台地部における湧 水の現状,地理学評論,60,7,481-484.
- 新井正・藤原寿和・舟田昭子・雨宮優・植田芳明・岡田 浩美・長沼信夫(1987b)東京における河川環境と 湧水,地域研究,28,2,1-16.

神奈川県環境部水質保全課(1996)「かながわの湧水」.

- 神奈川県環境部大気水質課「公共用水域及び地下水の水 質測定結果」.
- 加藤良昭・下村光一郎・飯塚貞男 (2008) 横浜市内の湧 水特性,横浜市環境科学研究所報, 32, 33-39.

- 宮下雄次(2004)神奈川県内における硝酸性窒素汚染 地下水の水質-窒素安定同位体比と土地利用との 関係-,神奈川県温泉地学研究所報告,36,25-42.
- 成宮博之・中山大地・松山洋(2007)数理統計学的手 法に基づく東京都の湧水の分類,水利科学,295, 43-56.
- 日本地下水学会編(1994)『名水を科学する』,技報堂出版, 88-97.
- 日本地下水学会編(1999)『続名水を科学する』,技報 堂出版, 69-75.
- 日本地下水学会編(2009)『新・名水を科学する』,技 報堂出版, 293p.
- 日本地下水学会・井田徹治(2009)『見えない巨大水脈 地下水の化学』, 講談社, 87-136.
- 西村和彦・千田千代子・岩渕美香・丸山朝子・柾一成・ 酒井泰(2005)「川崎市の湧水とその水質特性」, 川崎市公害研究所年報, 32, 97-102.
- 大野博雄・寺園淳子・丁長梅(2005)首都圏都市化 台地の湧水水質の特徴とその要因,地下水技術, 47,12,8-22.
- 奥村清 (1981) 『神奈川自然の歴史』, コロナ社, 135-137.
- 島野安雄 (1998) 地下水水質化学の基礎 10. 名水の水質, 地下水学会誌, 40, 3, 329-345.
- 篠村善徳(2004)下総台地における GIS を用いた土地 利用データと湧水水質との関係について,環境情報 科学.別冊,環境情報科学論文,18,399-402.
- 中央環境審議会総合政策部会(2006)「第三次環境基本 計画」.
- 対馬孝治・中祢顕治・土橋享子・竹内陽子・齋藤真理・ 本間君枝・松永義徳・小倉紀雄(2008) 真姿の池 湧水の28年間(1975-2002年)の水質変動,地下 水学会誌,50,1,3-16.
- 藪崎志穂・島野安雄(2009)平成の名水百選の水質特性, 地下水学会誌,51,2,127-139.
- 座間市地下水保全連絡協議会(2008)「湧水ざまップ」.