

神奈川県愛甲郡域での湧水水質とその変動

Variation in Spring Water Quality in the Aikou-gun Region of Kanagawa Prefecture, JAPAN

高橋 正太^{※1}

根本 泰雄^{※2}

キーワード：湧水，自然湧水，水質，季節変動，経年変化，丹沢山地

要旨：

本研究の目的は、神奈川県愛甲郡域での湧水の水質がどのような季節変動や経年変化を起こしているかを明らかにすることである。そこで、当該地域にて7地点を選定し、湧水の水温、水量、pH、RpH、2価鉄量、全鉄量、全硬度の測定を2011年10月から行っている。本論では、約1ヶ月サンプリングで測定を行った2011年10月から2012年11月までの測定値に基づき報告する。測定の結果、2ヶ月より短い周期での変動が生じている可能性があることが明らかとなり、1ヶ月サンプリングではサンプリング間隔として長過ぎることが判明した。さらに、調査地点別に適切なサンプリング間隔を求めて本測定を行うことが重要であることも判明した。

Abstract:

The purpose of this study was to clarify short-term seasonal variation and long-term annual trends in the physicochemical parameters of spring water in the Aikou-gun region of Kanagawa Prefecture, Japan. We measured temperature, rate of water flow, pH, RpH, divalent and total iron ion concentrations, and total water hardness at seven sites at about one-month intervals between October 2011 and November 2012. Our preliminary results showed that the measured parameters exhibited a fluctuation period of less than two months. Consequently, our findings illustrate the importance of sampling interval in investigations of this measurement of water physicochemical parameters. In addition, it may be required that we determine appropriate a valid sampling interval for each site in our study area.

※1 TAKAHASHI, Shota 桜美林大学大学院国際学研究科国際協力専攻

※2 NEMOTO, Hiroo 桜美林大学自然科学系

1. はじめに

本研究の目的は、丹沢山地の東縁部（一部は相模川と中津川とに挟まれた台地）に位置する神奈川県愛甲郡域のうち（図1）、主として神奈川県丹沢山地に位置する湧水（自然湧水）の水質が、年間を通してどの様に変動しているのか、特に、季節変動をしているのか、もしくはしていないのかを明らかにすることである。さらに、経年変化の有無を明らかにすることも目的である。そのため、調査を2011年度に開始し、2013年度も継続して実施している。なお、本論は、2011年度および2012年度前半に得た測定値を通しての考察を速報的に行うことが目的である。

学問的に湧水の定義は存在しないが、（公社）日本地下水学会の解説に依れば次の様に説明される。

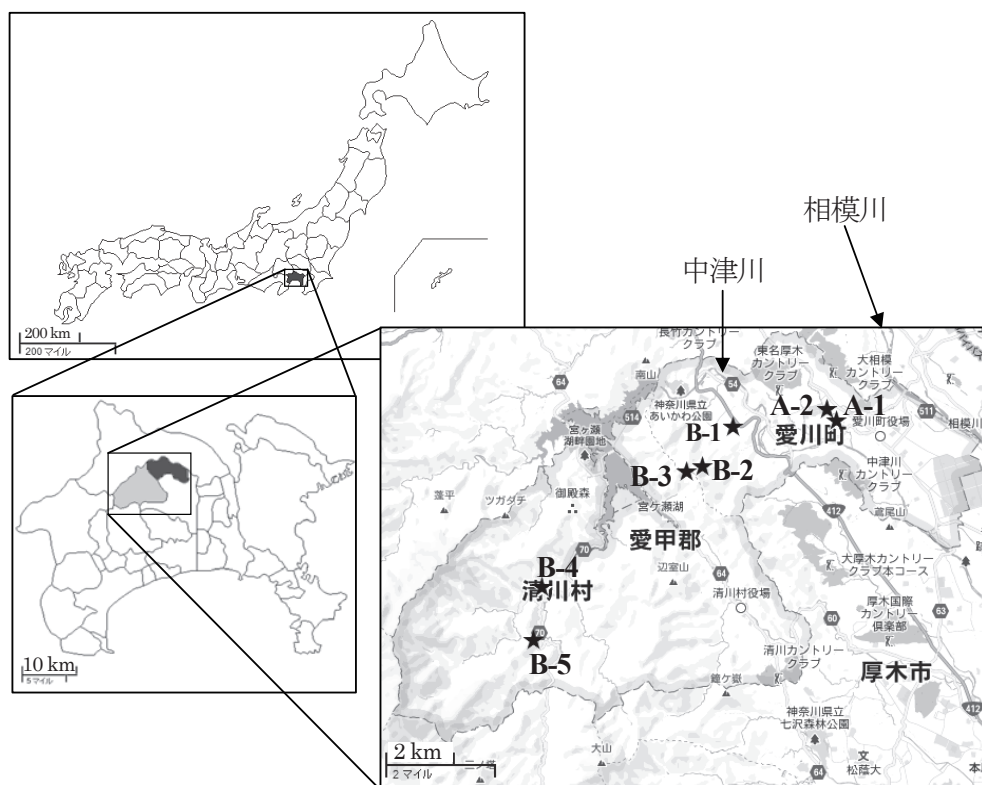


図1 本研究での自然湧水調査地点

右下図中の★が自然湧水調査地点を示す。上図の塗り潰されている県が神奈川県、左下図の塗り潰されている市区町村が愛甲郡、愛甲郡のうち、東に位置する町村が愛川町、西に位置する町村が清川村を意味している。（右下図は Google map に加筆）

『湧水は地下水に含まれる。通常、地質条件が整い、地下水が自然に地上へ湧き出してくる現象が湧出であり、その水を湧水と呼ぶ。』（(公社)日本地下水学会, 2013)。

本論では、動力を用いて湧出させている地下水と明瞭に区別するため、湧水を自然湧水と表記する。

自然湧水は、地下水の自然湧出によるものであることから、その水質は地下水位や水質の季節変動や経年変化の影響を受けると考えられる。これは、地下水位や地下水の水質は、降水量の影響や近隣での地下水利用の影響を受けるからである（(公社)日本地下水学会, 2013）。よって、自然湧水の水質の季節変動や経年変化は地域性が極めて大きく、その要因を地域性に基づく事柄と普遍的な事柄とに区別して考えるためには、経時的に観測された各地のデータが必要となる。そのため、自然湧水の調査が古くから各地で行われている。例えば、湧き水サーベイ関西（2006；2007；2009）は、関西地方の自然湧水の水質を報告しており、自然湧水の水質は周囲の地質に依存していることを明らかにしている。これは、地質環境が自然湧水の水質に与える普遍的な要因の一つであることを示している。しかしながら、湧き水サーベイ関西（2006；2007；2009）は、水質の季節変動や経年変化に関しては触れていない。すなわち、自然湧水の水質に対する土壌環境の変化や降水量の変化と地質環境との関係は不明である。坂上他（1984）は、千葉県にある自然教育園内の自然湧水の水質を3ヶ月おきに調査し、pHの値の変動などから水質が季節変動していることを報告している。しかしながら、サンプリング間隔が約3ヶ月であることから、水質の変動幅が季節による有意な変動であるのかが明確とはいえない。また、値の変動幅のうち、地域によらない普遍的な現象である事柄と調査地点での地域特性による事柄とが判別されてはいない。

そこで、これまでに経時的に自然湧水の水質が調査されていない自然湧水を対象として、経時的にその水質の調査を行った。調査地点として、神奈川県愛甲郡域での自然湧水を選定した。本地域での自然湧水に関する調査と関連する調査として、上水道用浄水所ごとの水質検査の報告が（愛甲郡）愛川町から公表されている（例えば、愛川町, 2013）。しかしながら、自然湧水としての季節変動を確認できるデータとはなっていない。なぜなら、愛川町による湧出直後の原水検査は、概ね1年に1回の検査だからである。また、経年変化の概略を見ることはできるかも知れないが、概ね1年に1回の検査であることから、粗い傾向しか見ることができない可能性が高い。

2. 調査地点と周囲の地形・地質

調査地点として、丹沢山地に大部分が含まれている神奈川県愛甲郡域のうち、愛川町内にて5地点、清川村内にて2地点を選定した（図1）。なお、愛甲郡はこの2町村から構成されている。愛川町内の5地点のうち3地点は、訪れた誰でもが自己使用量の範囲内であれば自然湧水を汲むことが可能な地点であり、残りの2地点は私有地内に位置して

いる。清川村内の2地点は、訪れた誰でもが自己使用量の範囲内であれば自然湧水を汲むことが可能な地点である。以下、調査地域の概要と調査地点ごとの詳細を記す。

(1) 調査地域の概要

丹沢山地は南部フォッサマグナの中核的な部分をしめている（例えば、天野他、2007）。島弧－島弧多重衝突説（天野、1986；Amano, 1991）に基づけば、丹沢山地は丹沢地塊に属し、主として水中熔岩・水中火山碎屑岩類から構成されている。これはかつて古伊豆－小笠原弧に所属していて、フィリピン海プレートの沈み込みに伴ってユーラシアプレートないしは北米プレートに衝突付加した火山弧の断片であると考えられている。また、本研究での調査地点のうち、西側5地点のうち東側の3地点（図1のB-1～B-3）は藤ノ木－愛川構造線と青野原－煤ヶ谷構造線とで挟まれた地域に位置していることから、大田他（1986）に基づけば、丹沢東縁部地域に属していることになる。また、西側5地点のうち西側の2地点（図1のB-4～B-5）は青野原－煤ヶ谷構造線より西側の地域に位置していることから、大田他（1986）に基づけば、丹沢東部地域に属していることになる。よって、これら5地点の調査地点での基盤岩は火山岩類もしくは火山碎屑岩類であると考えられる。東側2地点（図1のA-1～A-2）は、相模川と中津川とに挟まれた中津原台地の中津川に面した段丘崖下の低位段丘面に属している。よって、これら2地点の調査地点での自然湧水は、海成もしくは非海成層を浸透してきたことが想定される（愛川町教育委員会、1979）。

(2) 調査地点ごとの地理・地形・地質

A-1 地点名 山葵田東自然湧水（以下、山葵田東と略記）（図1右下図、図2-1）（写真1）
（およそ東経 139° 18'40", 北緯 35° 31'52" 地点）

A-2 地点名 山葵田西自然湧水（以下、山葵田西と略記）（図1右下図、図2-1）（写真2）
（およそ東経 139° 18'39", 北緯 35° 31'52" 地点）

湧出地点は、神奈川県愛甲郡愛川町を通る県道54号線にある神奈川中央交通バス「下之街道」バス停のすぐ北方に位置しており、以前は山葵田として使用されていた私有地内の調査地点である。山葵田東（A-1）と山葵田西（A-2）との位置関係は、山葵田西（A-2）が山葵田東（A-1）から西方向へ直線距離にして約50m離れており、小さな尾根筋の反対側斜面に位置している。本地点での自然湧水は、愛川町町水道の水としても採水されており、すぐ東側には採水所も存在している。なお、自然湧水は崖面から自然に湧出しており、樋や桶、タンクなどを介して汲まれる形態とはなっていない。

地形的には、相模川と中津川とに挟まれる形で存在している中津原台地の西側崖線の崖下に位置し、台地の地下水が湧出していると考えられる。また、湧出地点は標高約100mである。

地質的には、地質図（20万分の1地質図幅）（独立行政法人産業技術総合研究所地質調



写真 1 山葵田東 (A-1) の湧出地点

右写真：湧出地点の概観

左写真：右写真中央 (○) にある祠の拡大 祠の西側 (左) が湧出地点

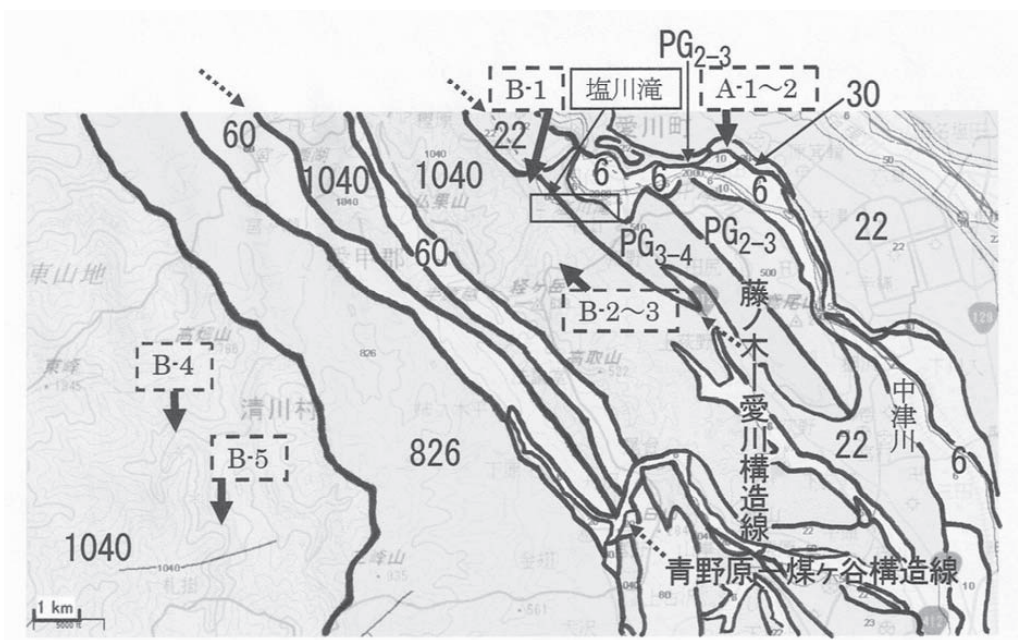


図 2-1 調査地点付近の地質 (GSJ による地質図に加筆)

太矢印の先端付近に調査地点 (A-1 ~ 2, B-1 ~ 5) が位置している。中太点線矢印で挟まれた辺りに藤ノ木-愛川構造線および青野原-煤ヶ谷構造線が存在している。

ゴシック体で記した数字は、図 2-2 および図 2-3 に示す地質を示している。また、PG2-3 は中期始新世 - 前期漸新世の付加コンプレックスの基質を、PG3-4 は後期始新世 - 前期中新世の付加コンプレックスの基質を示している。

Mac 百万年		22		6：自然堤防（含浜堤）									
地質時代		岩石区分		堆積岩類									
				非海成						海成			
新生代	第四紀	完新世	H	段丘	湖成 (2)	砂丘 (7)	氷河 (8)	H (10)			H 石灰岩 (5)		
			Q ₃₂ (22)	Q ₃ (20)					Q ₂₋₃ 石灰岩 (21)				
			Q ₂₁ (23)										
			Q ₂	Q ₂ (24)	30					Q ₁₋₂ 石灰岩 (31)			
		Q ₁	Q ₁ (40)										
	2.6 Ma	鮮新世	N ₃	N ₃ (50)					N ₂₋₃ (70)				
			中新世	N ₂	60								
				N ₁	N ₁ (80)					N ₁ 砂岩 (81)			
			23.0 Ma	新新世	PG ₄	PG ₄ (90)					PG ₂₋₄ (120)		
	PG ₃	PG ₃ (100)											
PG ₂	PG ₂ (110)												
古第三紀	始新世	PG ₁			礫岩 (131)	砂岩 (132)	泥岩 (133)	PG ₁ (130)			PG ₁ (134)		

図 2-2 図 2-1 の堆積岩類の凡例 (GSJ による地質図凡例に加筆)

Ma: 百万年

地質時代			岩石区分		火山岩類									
					非アルカリ					アルカリ				
			降下 デフラ	岩屑	珪長質			苦鉄質		珪長質			苦鉄質	
					貫入岩	火砕流								
新生代	第四紀	完新世	H	H (700)	H (711)		H (821)	H (901)	H (1001)					
		更新世	Q ₃		Q ₃ (801)	Q ₃ (822)	Q ₃ (900)	Q ₃ (1000)						
			Q ₂	Q ₂ (713)	Q ₂ (802)	Q ₂ (823)	Q ₂ (903)	Q ₂ (1010)	Q ₂ (1130)	Q ₂ (1200)				
			Q ₁	Q ₁ (714)	Q ₁ (803)	Q ₁ (824)	Q ₁ (904)	Q ₁ (1020)	Q ₁ (1140)	Q ₁ (1210)				
	新第三紀	鮮新世	N ₃	N ₃ (715)	N ₃ (804)	N ₃ (825)	N ₃ (905)	N ₃ (1030)	N ₃ (1150)	N ₃ (1220)				
		中新世	N ₂		N ₂ (805)	N ₂ (826)	N ₂ (906)	N ₂ (1040)	N ₂ (1160)	N ₂ (1230)				
			N ₁		N ₁ (806)	N ₁ (827)	N ₁ (907)	N ₁ (1050)	N ₁ (1170)	N ₁ (1240)				
			新新世	PG ₄	PG ₄ (807)	PG ₄ (828)		PG ₄ (1060)	PG ₄ (1180)	PG ₄ (1250)				
		古第三紀	始新世	PG ₃		PG ₃ (808)	PG ₃ (829)		PG ₃ (1080)					
			始新世	PG ₂		PG ₂ (809)	PG ₂ (830)		PG ₂ (1080)					
晩新世	PG ₁			PG ₁ (810)	PG ₁ (831)		PG ₁ (1090)							

1040

826

図 2-3 図 2-1 の火山岩類の凡例 (GSJ による地質図凡例に加筆)



写真2 山葵田西 (A-2) の湧出地点



写真3 塚原湧水 (B-1) の湧出地点

査総合センター（以後、GSJと略記する）によるシームレス地質図）からは、中期更新世の海成または非海成堆積岩類の砂礫互層から構成されており、上位は後期更新世の低位段丘堆積物である砂礫層で覆われている（図2-1）。両湧出地点の露頭では同じ岩相が観察され、砂礫層の下位に粒子の細かい粘土層が存在している。よって、台地地下の浅層部にある薄い粘土層を不透水層として台地崖線から湧出している自然湧水であると考えられる。

B-1 地点名 塚原水道組合自然湧水（以下、塚原湧水と略記）（図1右下図、図2-1）
（写真3）（およそ東経139°16'16"、北緯35°31'33"地点）

愛川町上水道細野配水場のすぐ北東から始まる南山林道を入り、進行方向右手の谷地形内に湧出地点は位置している。ここの自然湧水は、愛川町塚原地区にある塚原水道組合の採水地点として採水されている。なお、写真3からも解る通り、本地点での自然湧水は、パイプにより運ばれてきた水が一旦ステンレス製のタンクに溜められ、そこから不要な量がタンクから出たパイプにより放出されて汲むことができる形態となっている。

地形的には、丹沢東縁部地域に属し、標高747mの仏果山から東北東方面に開折された谷地形が形成されており、この谷は塩川滝で有名な中津川に注ぐ塩川の中程へと続いている。この谷地形の途中に湧出地点が存在している。また、湧出地点は標高約260mである。

地質的には、地質図（GSJによる20万分の1地質図幅）からは、基盤は中期中新世から後期中新世の非アルカリ苦鉄質火山岩類である安山岩・玄武岩類から構成されており、北側には中津川により形成された後期更新世の低位段丘堆積物が覆う地帯がある。東側は中期から後期中新世の海成または非海成堆積岩類および後期始新世から前期中新世の付加コンプレックスの基質が現れている。また、すぐ北東側に藤ノ木―愛川構造線が存在している（図2-1）。湧出地点上方の露頭では、火山岩類の地層の間から自然湧水が湧出している状態が観察されることから、未風化の火山岩類を不透水層として谷地形の崖から湧出している自然湧水であると考えられる。



写真4 ズザ沢東 (B-2) の自然湧水受口



写真5 ズザ沢西 (B-3) の自然湧水受口

B-2 地点名 ズザ沢東自然湧水 (以下、ズザ沢東と略記) (図1右下図, 図2-1) (写真4)
(およそ東経 139° 16'05", 北緯 35° 30'38" 地点)

B-3 地点名 ズザ沢西湧水 (以下、ズザ沢西と略記) (図1右下図, 図2-1) (写真5)
(およそ東経 139° 16'04", 北緯 35° 30'38" 地点)

南山林道を塚原湧水 (B-1) よりさらに上っていき, 進行方向右手の沢地形内に湧出地点は位置している。ズザ沢東 (B-2) がズザ沢西 (B-3) より下流側であり, 林道にはズザ沢東 (B-2) が面している。ズザ沢西 (B-3) は, 南山林道から西へ入る道 (熊沢谷林道) を約 50m 進んだ地点に位置しており, ズザ沢東 (B-2) より若干標高が高い位置に存在している。なお, ズザ沢東 (B-2) での自然湧水は樋およびパイプにより運ばれてきた水を汲む形態となっている (写真4)。また, ズザ沢西 (B-3) での自然湧水は, パイプにより運ばれてきた水がステンレス製のタンクに一旦溜まり, タンクに付けられている蛇口から水を汲む形態となっている (写真5)。

地形的には, 丹沢東縁部地域に属し, 分水嶺界に近い沢地形が形成されており, その流れは塩川滝へと続いている。この沢地形の途中に湧出地点が存在している。また, 湧出地点は標高約 440m である。

地質的には, 地質図 (GSJ による 20 万分の 1 地質図幅) からは塚原湧水 (B-1) と同様であり, 基盤は中期中新世から後期中新世の非アルカリ苦鉄質火山岩類である安山岩・玄武岩類から構成されている (図2-1)。湧出地点近傍には綺麗な露頭が存在していないが, 湧水を受けるパイプを辿ると, 表土 (土壌) と火山岩類との境界面から湧出している様に観察されることから, 基盤である火山岩類を不透水層として土壌を浸透してきた地下水が沢地形の崖から湧出している自然湧水であると考えられる。

B-4 地点名 青宇治橋脇自然湧水 (以下, 青宇治橋湧水と略記) (図1右下図, 図2-1)
(写真6) (およそ東経 139° 12'26", 北緯 35° 29'11" 地点)

宮ヶ瀬湖から県道 70 号線を南下し、宮ヶ瀬北原交差点から約 6km 進んだところに金沢キャンプ場がある。ここよりさらに数百 m 先に青宇治橋が掛かっており、この橋の先、数百 m 進んだ進行方向右手の道路に面した位置に湧水地点が存在している。なお、自然湧水は湧出地点からパイプを通り、パイプの先端で水を汲む形態となっている。

地形的には、塚原湧水 (B-1) やズザ沢東 (B-2)、ズザ沢西 (B-3) より西方に位置し、青野原―煤ヶ谷構造線より西側であり、丹沢東部地域に属する。北西には標高 1344.9m の東峰が存在し、その南東に開析された谷地形である金山沢の一つ北東にある小さい谷に位置しており、その流れは宮ヶ瀬湖上流の中津川へと続いている。この小さい谷地形の途中に湧出地点が存在している。また、湧出地点は標高約 400m である。

地質的には、地質図 (GSJ による 20 万分の 1 地質図幅) からは、基盤は中期中新世から後期中新世の非アルカリ苦鉄質火山岩類である安山岩・玄武岩類から構成されている (図 2-1)。湧出地点近傍には綺麗な露頭が存在していないため不透水層が何から構成されているかが明瞭ではないが、基盤である火山岩類を不透水層として土壌を浸透してきた地下水が谷地形の崖から湧出しているか、未風化の火山岩類を不透水層として風化火山岩類中を浸透し谷地形の崖から湧出しているかによる自然湧水であると考えられる。



写真 6 青宇治橋湧水 (B-4) の自然湧水受口



写真 7 吉田橋湧水 (B-5) の自然湧水受口

B-5 地点名 吉田橋脇自然湧水 (以下、吉田橋湧水と略記) (図 1 右下図、図 2-1) (写真 7)
(およそ東経 139° 12'58", 北緯 35° 28'20" 地点)

青宇治橋湧水 (B-4) から県道 70 号線をさらに進み、約 4km 進んだところで吉田橋を渡る。この橋を渡ってすぐの進行方向右手下に湧水地点が存在している。なお、自然湧水は湧出地点からパイプを通り、パイプの先端で水を汲む形態となっている。

地形的には、青宇治橋湧水 (B-4) と同様に丹沢東部地域に属する。南南西には標高 644m のピークを持つ山が存在し、その北北西へ開析された沢地形に位置しており、その

流れは宮ヶ瀬湖上流の中津川に注ぐ布川へと続いている。この沢地形の途中に湧出地点が存在している。また、湧出地点は標高約 470m である。

地質的には、地質図（GSJ による 20 万分の 1 地質図幅）からは、青宇治橋湧水（B-4）と同様に基盤は中期中新世から後期中新世の非アルカリ苦鉄質火山岩類である安山岩・玄武岩類から構成されている（図 2-1）。湧出地点近傍には綺麗な露頭が存在していないため不透水層が何から構成されているかが明瞭ではないが、基盤である火山岩類を不透水層として土壌を浸透してきた地下水が沢地形の崖から湧出しているか、未風化の火山岩類を不透水層として風化火山岩類中を浸透し沢地形の崖から湧出しているかによる自然湧水であると考えられる。

3. 観測

調査は 2011 年 10 月から 2013 年 12 月まで継続的に行っており、本論作成中の現在も継続中である。本論では、2011 年 10 月から 2012 年 11 月に行った 14 ヶ月間の結果を用いる。2011 年 10 月から 14 ヶ月間の調査では、サンプリング間隔を約 1 ヶ月として調査を実施した。

(1) 測定項目および測定機器

自然湧水の水質調査は、現地測定および試料を研究室へ持ち帰っての室内分析にて実施した。現地での測定項目および測定に用いた機器は次の通りである。

- ・ 調査時の天気（気象庁（1998）による気象観測の手引きを参考にして、降雨の有無と雲量別とによる天気（快晴，晴れ，曇り，薄曇りと，その他 11 種類（雪など））を、現地での目視観察により判断し記載）
- ・ 気温および水温（KOTOBUKI デジタル水温・気温計：DIGI-Meter2）
- ・ 水量（10L バケツが何秒で満たされるかをストップウォッチで計測）
- ・ pH（ケニス pH 計：エコ PH1）
- ・ RpH（（ジェックス曝気用エアーポンプ（e-AIR 4000WB）にて曝気後，エコ PH1 にて測定）
- ・ 二価鉄量（（シバタのハンディ水質計アクアブ：AQ-103）および（共立理化学研究所のパックテスト：ION SELECTIVE 2 価鉄低濃度））
- ・ 全鉄量（（シバタのハンディ水質計アクアブ：AQ-104）および（共立理化学研究所のパックテスト：ION SELECTIVE 全鉄低濃度））
- ・ 全硬度（（ハンナインスツルメンツのポータブル吸光光度計 / 全硬度 / HI 93735）および（シバタの Simple Pack 全硬度 0 ～ 200mg/L））

なお、HI 93735 を用いての測定は、2012 年 2 月から開始した。

さらに、付带的に簡便な方法による放射線量（ γ 線量）の測定も行ったが、本論では

その測定には触れない。

いずれの測定項目においても、機器の取り扱いには各々の機器に付属している取り扱い説明書に則り測定を行った。

室内分析では、桜美林大学理化学館化学実験準備室に常置されている原子吸光分析器（島津製作所：AA-6200J 100V）を用いて Na, Mg, Ca の ABS を求め、絶対検量線法によって各々の金属イオン濃度を求めた後、全硬度の算出を行った。原子吸光分析を行う際、Na および Mg の ABS を求めるときには試料を 5 倍に希釈し、Ca の ABS を求めるときには試料を希釈せずに分析を実施した。

(2) 調査地点の位置測定

調査地点の位置測定は、調査地点にて 1/25,000 地形図（上溝・厚木・青野原・大山）から読み取りを行い、あわせて Google Earth を用いて確認した。

4. 結果

各調査地点での測定値を表 1（以下、表 1-1-1 から表 1-7-2 をまとめて示す場合には表 1 と記す）に、各調査地点での測定項目別経時変化を図 3（以下、図 3-1 から図 3-6 をまとめて示す場合には図 3 と記す）にそれぞれ示す。図 3 において各測定値は、変動の様子を見やすくする目的で単純に折れ線グラフにて結んでいる。なお、図 3 の横軸は日を基準とした目盛りで等分に刻んであり、左端が 2011 年 10 月 22 日、右端が 2012 年 11 月 30 日である。

各調査地点ともに、水温の変動は気温に比べると小さく、一年間での最高水温と最低水温との差を求めると、山葵田東（A-1）では 2.0℃、山葵田西（A-2）では 4.8℃、塚原湧水（B-1）では 6.0℃、ズザ沢東（B-2）では 2.9℃、ズザ沢西（B-3）では 4.2℃、青宇治橋湧水（B-4）では 4.0℃、吉田橋湧水（B-5）では 1.2℃であった。

湧出する水量は、1 秒間に 0.1L 程度である山葵田西（A-2）のような調査地点もあれば、1 秒間に 10L 以上の湧出量がある塚原湧水（B-1）のような調査地点もあり調査地点による差が大きい。いずれの調査地点でも年間を通して湧出量には変動が見られる（表 1）。

表 1-1-1 山葵田東自然湧水（A-1：山葵田東）での測定値

観測年月日	2011年10月	2011年11月26日	2011年12月18日	2012年1月21日	2012年2月21日	2012年3月25日	2012年4月29日
観測時間	開始 終了	12時41分 13時58分	11時32分 12時24分	12時50分 13時20分	10時45分 11時30分	9時25分 10時10分	9時13分 10時30分
天気	未測定	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 終了時	未測定 17.1	未測定 15.1	未測定 9.1	未測定 15.4	未測定 15.3	未測定 25.9
水温 (°C)	開始時 終了時	未測定 15.5	未測定 14.3	未測定 14.5	未測定 15.5	未測定 14.9	未測定 15.7
水量 (sec/10L)	未測定	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可	前回に比べ多め	計測不可
pH	未測定	7.4	7.2	7.7	7.5	7.2	7.3
RpH	未測定	7.7	7.2	7.9	7.4	7.2	7.3
2価鉄量 (mg/L)	未測定	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	未測定	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	未測定	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	未測定	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	未測定	20～50の間	20～50の間	100に近い	100に近い	100と少し	50～100の間
原子吸収Na (ABS) *1	未測定	0.640	0.944	0.879	0.980	0.845	0.842
原子吸収Mg (ABS) *2	未測定	1.030	1.296	1.599	1.104	1.009	1.201
原子吸収Ca (ABS) *3	未測定	0.019	0.047	0.096	0.045	0.041	0.023
*1～*3から算出した全硬度 (mg/L)	未測定	84.0	104.7	135.3	40.1	36.0	49.5
全硬度計による全硬度 (mg/L)	未測定	未測定	未測定	未測定	145	110	165

水量の計測不可は、湧出量が極少量だったことにより容器への採水が困難であったことによる。

表 1-1-2 山葵田東自然湧水（A-1：山葵田東）での測定値（つづき）

観測年月日	2012年5月21日	2012年6月29日	2012年7月26日	2012年8月23日	2012年9月27日	2012年10月30日	2012年11月27日
観測時間	開始 終了	7時55分 9時42分	6時45分 7時22分	11時20分 11時59分	16時11分 16時38分	12時32分 13時21分	10時40分 11時15分
天気	晴れ	曇り/雨	晴れ	晴れ	曇り	曇り	晴れ
気温 (°C)	開始時 終了時	17.2 17.1	22.7 21.5	20.8 20.1	31.9 31.6	20.5 19.6	17.4 17.9
水温 (°C)	開始時 終了時	15.3 15.4	15.9 16.1	15.9 16.2	16.3 16.1	15.5 15.7	15.3 15.4
水量 (sec/10L)	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可
pH	7.7	7.4	7.5	7.7	7.3	7.6	7.5
RpH	7.5	7.4	7.4	7.6	7.3	7.5	7.3
2価鉄量 (mg/L)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.0	0.2	0.2	0.3	0.1	0.0	0.1
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	50～100の間	50～100の間	50～100の間	50～100の間	50～100の間	50～100の間	100～200の間
原子吸収Na (ABS) *1	0.764	0.821	0.792	0.723	0.783	0.756	0.823
原子吸収Mg (ABS) *2	1.172	0.915	0.972	1.090	1.079	1.066	0.927
原子吸収Ca (ABS) *3	0.030	0.020	0.017	0.015	0.041	0.033	0.021
*1～*3から算出した全硬度 (mg/L)	50.7	41.9	49.7	43.3	64.6	53.8	51.6
全硬度計による全硬度 (mg/L)	100	100	105	94	86	81	125

水量の計測不可は、湧出量が極少量だったことにより容器への採水が困難であったことによる。

表 1-2-1 山葵田西自然湧水（A-2：山葵田西）での測定値

観測年月日	2011年10月	2011年11月15日	2011年12月18日	2012年1月21日	2012年2月21日	2012年3月25日	2012年4月29日
観測時間	開始 終了	未測定 15時30分	12時35分 13時16分	13時53分 14時19分	11時49分 12時15分	10時40分 11時55分	10時45分 11時52分
天気	未測定	曇り	晴れ	曇り/晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 終了時	未測定 14.7	未測定 12.9	未測定 11.4	未測定 13.1	未測定 14.7	未測定 26.7
水温 (°C)	開始時 終了時	未測定 13.9	未測定 12.7	未測定 10.7	未測定 13.9	未測定 17.0	未測定 25.9
水量 (sec/10L)	未測定	計測不可	107	146	110	98	99
pH	未測定	6.1	6.4	6.8	7.0	6.3	6.3
RpH	未測定	6.8	7.1	7.0	7.3	7.0	7.2
2価鉄量 (mg/L)	未測定	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	未測定	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	未測定	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	未測定	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	未測定	20～50の間	100	100に近い	50～100の間	50～100の間	50～100の間
原子吸収Na (ABS) *1	未測定	0.690	0.930	0.771	0.950	0.823	0.857
原子吸収Mg (ABS) *2	未測定	0.820	1.290	1.549	1.051	1.064	1.234
原子吸収Ca (ABS) *3	未測定	0.019	0.061	0.103	0.050	0.048	0.026
*1～*3から算出した全硬度 (mg/L)	未測定	68.7	106.2	132.3	38.8	39.0	51.4
全硬度計による全硬度 (mg/L)	未測定	未測定	未測定	未測定	115	80	135

水量の計測不可は、湧出量が極少量だったことにより容器への採水が困難であったことによる。

表 1-2-2 山葵田西自然湧水 (A-2: 山葵田西) での測定値 (つづき)

観測年月日	2012年5月21日	2012年6月24日	2012年7月26日	2012年8月23日	2012年9月27日	2012年10月31日	2012年11月27日
観測時間	開始 9時15分 終了 10時00分	開始 10時08分 終了 10時40分	開始 7時55分 終了 8時45分	開始 12時55分 終了 13時51分	開始 16時54分 終了 17時50分	開始 13時04分 終了 13時51分	開始 11時24分 終了 11時59分
天気	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 20.8 終了時 20.2	開始時 23.8 終了時 23.4	開始時 23.7 終了時 23.1	開始時 30.1 終了時 30.5	開始時 20.1 終了時 19.9	開始時 16.9 終了時 16.8	開始時 17.2 終了時 17.1
水温 (°C)	開始時 15.5 終了時 15.5	開始時 15.6 終了時 15.3	開始時 15.0 終了時 14.8	開始時 15.9 終了時 16.0	開始時 15.5 終了時 14.9	開始時 14.6 終了時 14.8	開始時 12.3 終了時 12.3
水量 (sec/10L)	107	96	93	95	102	96	94
pH	6.7	6.6	6.7	7.0	6.8	6.7	6.5
RpH	7.3	7.1	7.2	7.3	7.2	7.3	7.0
2価鉄量 (mg/L)	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	50～100の間	50～100の間	50～100の間	50～100の間	50～100の間	50～100の間	50～100の間
原子吸光Na (ABS) *1	0.993	0.795	0.828	0.775	0.708	0.698	0.777
原子吸光Mg (ABS) *2	1.113	0.981	0.965	1.145	0.987	1.000	0.897
原子吸光Ca (ABS) *3	0.032	0.024	0.024	0.020	0.049	0.034	0.023
*1～*3から算出した全硬度 (mg/L)	48.3	45.9	50.9	46.7	60.5	50.7	50.2
全硬度計による全硬度 (mg/L)	105	95	110	77	94	100	89

表 1-3-1 塚原水道組合自然湧水 (B-1: 塚原湧水) での測定値

観測年月日	2011年10月22日	2011年11月20日	2011年12月17日	2012年1月27日	2012年2月21日	2012年3月21日	2012年4月24日
観測時間	開始 12時25分 終了 14時05分	開始 15時20分 終了 16時00分	開始 16時00分 終了 16時40分	開始 12時55分 終了 14時00分	開始 13時30分 終了 14時21分	開始 10時15分 終了 11時28分	開始 12時45分 終了 13時43分
天気	雨	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 20.1 終了時 17.5	開始時 16.7 終了時 15.7	開始時 6.9 終了時 4.7	開始時 2.9 終了時 1.5	開始時 9.9 終了時 6.6	開始時 11.4 終了時 11.1	開始時 19.8 終了時 19.7
水温 (°C)	開始時 13.1 終了時 13.1	開始時 13.1 終了時 13.4	開始時 12.3 終了時 12.1	開始時 9.1 終了時 9.0	開始時 10.7 終了時 10.7	開始時 15.0 終了時 14.8	開始時 14.7 終了時 14.1
水量 (sec/10L)	計測不可	計測不可	計測不可	前3回と比較して 明らかな減少	前回と比較して 増加	多量	多量
pH	7.2	7.1	7.4	7.8	7.2	7.7	7.5
RpH	7.3	6.9	7.2	7.4	7.0	7.5	7.4
2価鉄量 (mg/L)	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	0.1	0.3
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20～50の間	20～50の間	20～50の間	20～50の間	20～50の間	20～50の間	20～50の間
原子吸光Na (ABS) *1	0.655	0.570	0.526	0.552	0.687	0.677	0.602
原子吸光Mg (ABS) *2	0.218	0.280	0.248	0.527	0.360	0.305	0.312
原子吸光Ca (ABS) *3	0.021	0.022	0.090	0.134	0.069	0.074	0.045
*1～*3から算出した全硬度 (mg/L)	29.2	30.4	28.6	56.6	15.7	14.4	12.0
全硬度計による全硬度 (mg/L)	未測定	未測定	未測定	未測定	51	21	43

水量の計測不可は、水量が多量にて樋から溢れている状態を意味している。また、多量とは、水の勢いが強く、容器で受け止められない状態を意味している。

表 1-3-2 塚原水道組合自然湧水 (B-1: 塚原湧水) での測定値 (つづき)

観測年月日	2012年5月27日	2012年6月26日	2012年7月17日	2012年8月23日	2012年9月28日	2012年10月26日	2012年11月29日
観測時間	開始 8時45分 終了 9時45分	開始 13時37分 終了 14時25分	開始 10時42分 終了 11時48分	開始 14時45分 終了 15時50分	開始 13時24分 終了 14時13分	開始 15時40分 終了 16時12分	開始 12時22分 終了 13時12分
天気	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 20.9 終了時 19.7	開始時 21.0 終了時 20.7	開始時 28.5 終了時 27.8	開始時 24.9 終了時 24.7	開始時 20.7 終了時 20.9	開始時 15.7 終了時 15.7	開始時 14.3 終了時 14.3
水温 (°C)	開始時 13.1 終了時 13.0	開始時 13.1 終了時 13.3	開始時 13.9 終了時 13.9	開始時 14.7 終了時 14.7	開始時 14.3 終了時 14.8	開始時 13.7 終了時 13.4	開始時 12.1 終了時 12.3
水量 (sec/10L)	多量	計測不可	計測不可	計測不可	極端に少ない	計測不可	計測不能
pH	7.6	7.4	7.7	7.5	7.2	7.6	7.5
RpH	7.4	7.3	7.6	7.4	7.4	7.5	7.3
2価鉄量 (mg/L)	0.3	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20～50の間	20～50の間	50～100の間	20～50の間	20～50の間	20～50の間	20～50の間
原子吸光Na (ABS) *1	0.555	0.619	0.600	0.571	0.468	0.533	0.561
原子吸光Mg (ABS) *2	0.345	0.289	0.268	0.384	0.345	0.289	0.268
原子吸光Ca (ABS) *3	0.051	0.042	0.035	0.028	0.038	0.056	0.038
*1～*3から算出した全硬度 (mg/L)	16.5	14.8	17.8	15.5	20.9	18.7	16.1
全硬度計による全硬度 (mg/L)	57	56	46	42	38	12	8

水量の計測不可は、水量が多量にて樋から溢れている状態を意味している。また、多量とは、水の勢いが強く、容器で受け止められない状態を意味している。

表 1-4-1 スズ沢東自然湧水 (B-2: スズ沢東) での測定値

観測年月日	2011年10月22日	2011年11月20日	2011年12月17日		2012年2月27日	2012年3月21日	2012年4月24日
観測時間	開始 14時46分 終了 15時31分	開始 14時27分 終了 15時10分	開始 14時00分 終了 15時49分		開始 14時25分 終了 15時05分	開始 12時36分 終了 13時35分	開始 13時50分 終了 14時40分
天気	雨	晴れ	晴れ		晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 19.5 終了時 18.7	開始時 16.7 終了時 14.4	開始時 4.1 終了時 3.3		開始時 4.0 終了時 3.9	開始時 12.3 終了時 11.0	開始時 21.3 終了時 20.5
水温 (°C)	開始時 13.3 終了時 13.3	開始時 12.8 終了時 12.9	開始時 12.3 終了時 12.3		開始時 12.1 終了時 12.0	開始時 13.3 終了時 12.1	開始時 14.3 終了時 14.2
水量 (sec/10L)		249	52, 122, 182			104, 43, -	39, 153, -
左樋, 右樋, その他の順に記載			66, 91, -				50, 106, -
pH	7.2	6.9	7.3		7.4	7.3	7.3
RpH	7.2	6.8	7.1		6.4	7.2	7.3
2価鉄量 (mg/L)	0.0	0.0	0.2		0.0	0.0	0.1
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0.0~0.1の間	0	0		0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.1	0.2	0.4		0.0	0.1	0.1
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0		0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20~50の間	20~50の間	50		20~50の間	20~50の間	20~50の間
原子吸収Na (ABS) *1	0.581	0.430	0.554		0.630	0.509	0.455
原子吸収Mg (ABS) *2	0.260	0.331	0.300		0.368	0.359	0.359
原子吸収Ca (ABS) *3	0.014	0.016	0.069		0.052	0.051	0.030
*1~*3から算出した全硬度 (mg/L)	27.0	31.9	29.8		13.7	13.2	12.2
全硬度計による全硬度 (mg/L)	未測定	未測定	未測定		51	48	66

1月は積雪および路面凍結のため調査不可

表 1-4-2 スズ沢東自然湧水 (B-2: スズ沢東) での測定値 (つづき)

観測年月日	2012年5月27日	2012年6月24日	2012年7月23日	2012年8月26日	2012年9月27日	2012年10月26日	2012年11月30日
観測時間	開始 10時17分 終了 11時15分	開始 14時37分 終了 13時32分	開始 12時20分 終了 13時30分	開始 13時45分 終了 14時28分	開始 14時06分 終了 15時05分	開始 14時50分 終了 15時25分	開始 12時41分 終了 13時06分
天気	晴れ	曇り	曇り	晴れ	曇り	晴れ	曇り
気温 (°C)	開始時 24.5 終了時 25.9	開始時 23.9 終了時 24.7	開始時 28.3 終了時 25.7	開始時 28.9 終了時 28.2	開始時 20.6 終了時 18.6	開始時 14.7 終了時 14.2	開始時 9.1 終了時 9.1
水温 (°C)	開始時 13.1 終了時 13.1	開始時 13.8 終了時 13.8	開始時 14.9 終了時 14.9	開始時 13.4 終了時 13.4	開始時 13.8 終了時 13.8	開始時 12.8 終了時 12.8	開始時 12.6 終了時 12.6
水量 (sec/10L)		58, 91, -	60, 52, -	67, 60, -	61, 170, -	85, 96, -	63, 72, -
左樋, 右樋, その他の順に記載							64, 197, -
pH	7.4	7.2	7.6	7.4	7.4	7.5	7.4
RpH	7.3	7.1	7.7	7.6	7.5	7.5	6.5
2価鉄量 (mg/L)	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.1	0.3	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20~50の間	20~50の間	20~50の間	未測定	20~50の間	10~20の間	20~50の間
原子吸収Na (ABS) *1	0.510	0.501	0.608	0.483	0.457	0.466	0.472
原子吸収Mg (ABS) *2	0.367	0.310	0.314	0.452	0.315	0.330	0.301
原子吸収Ca (ABS) *3	0.039	0.024	0.024	0.022	0.032	0.041	0.029
*1~*3から算出した全硬度 (mg/L)	15.6	12.6	17.6	17.2	17.8	18.3	16.4
全硬度計による全硬度 (mg/L)	45	35	53	43	38	10	40

表 1-5-1 スズ沢西自然湧水 (B-3: スズ沢西) での測定値

観測年月日	2011年10月22日	2011年11月20日	2011年12月17日		2012年2月27日	2012年3月21日	2012年4月24日
観測時間	開始 15時49分 終了 16時24分	開始 13時39分 終了 14時19分	開始 14時00分 終了 15時01分		開始 13時31分 終了 14時20分	開始 11時35分 終了 12時30分	開始 12時45分 終了 13時43分
天気	雨	晴れ	晴れ		雪のち晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 18.7 終了時 16.5	開始時 16.4 終了時 15.9	開始時 7.5 終了時 6.5		開始時 4.7 終了時 3.5	開始時 8.0 終了時 8.4	開始時 21.8 終了時 21.2
水温 (°C)	開始時 13.1 終了時 13.1	開始時 13.9 終了時 13.1	開始時 12.3 終了時 12.1		開始時 11.4 終了時 11.4	開始時 10.1 終了時 11.0	開始時 13.1 終了時 12.3
水量 (sec/10L)		41	46	35		41	55
pH	6.9	6.8	7.2		7.5	7.2	7.3
RpH	6.9	6.6	7.0		7.2	7.1	7.2
2価鉄量 (mg/L)	0.2	0.0	0.0		0.0	0.0	0.2
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0		0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.3	0.2	0.0		0.0	0.0	0.1
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0		0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20~50の間	20~50の間	20~50の間		20くらい	20くらい	20~50の間
原子吸収Na (ABS) *1	0.514	0.430	0.448		0.550	0.484	0.444
原子吸収Mg (ABS) *2	0.295	0.377	0.318		0.343	0.368	0.353
原子吸収Ca (ABS) *3	0.015	0.015	0.059		0.044	0.045	0.027
*1~*3から算出した全硬度 (mg/L)	28.9	35.2	29.8		11.7	12.7	11.5
全硬度計による全硬度 (mg/L)	未測定	未測定	未測定		39	27	43

1月は積雪および路面凍結のため調査不可

表 1-5-2 ズザ沢西自然湧水 (B-3: ズザ沢西) での測定値 (つづき)

観測年月日	2012年5月27日	2012年6月24日	2012年7月17日	2012年8月26日	2012年9月27日	2012年10月26日	2012年11月30日
観測時間	11時33分 終了 12時48分	13時20分 14時35分	12時00分 12時55分	14時36分 15時15分	13時04分 14時02分	13時55分 14時43分	12時14分 12時38分
天気	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	曇り
気温 (°C)	開始時 20.1 終了時 20.3	22.7 21.5	29.1 29.3	24.7 24.7	20.6 16.7	15.7 14.5	8.2 8.3
水温 (°C)	開始時 12.5 終了時 12.3	13.1 13.3	14.3 13.9	13.5 13.5	13.2 13.7	13.9 13.7	12.1 12.1
水量 (sec/10L)	42	61	100	39	38	55	32
pH	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.5	7.3
RpH	7.2	7.2	7.4	7.3	7.5	7.4	6.8
2価鉄量 (mg/L)	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.2
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20くらい	20くらい	20~50の間	未測定	20~50の間	20~50の間	10~20の間
原子吸光Na (ABS) *1	0.472	0.406	0.578	0.520	0.504	0.557	0.509
原子吸光Mg (ABS) *2	0.386	0.278	0.314	0.477	0.348	0.360	0.338
原子吸光Ca (ABS) *3	0.035	0.018	0.016	0.018	0.033	0.035	0.025
*1~*3から算出した全硬度 (mg/L)	15.8	9.9	15.7	17.5	19.9	18.8	17.8
全硬度計による全硬度 (mg/L)	63	41	45	40	25	39	41

表 1-6-1 青宇治橋脇自然湧水 (B-4: 青宇治橋湧水) での測定値

観測年月日	2011年10月26日	2011年11月20日	2011年12月17日			2012年3月29日	2012年4月28日
観測時間	9時45分 終了 10時36分	11時00分 11時57分	11時49分 12時40分			13時00分 13時50分	10時55分 11時45分
天気	晴れ	晴れ	晴れ			晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 15.1 終了時 15.5	21.7 20.4	9.3 8.8			13.9 13.5	22.8 21.4
水温 (°C)	開始時 12.7 終了時 12.6	13.3 13.5	11.7 11.3			12.3 11.9	12.9 12.3
水量 (sec/10L)	計測不可	計測不可	計測不可	1月は積雪および路面凍結のため調査不可	2月は積雪および路面凍結のため調査不可	前回までより少なめ	前々回までより多め
pH	7.4	7.0	7.4			7.3	7.4
RpH	7.6	6.9	7.1			7.2	7.3
2価鉄量 (mg/L)	0.0	0.0	0.0			0.1	0.0
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0			0	0
全鉄量 (mg/L)	0.1	0.2	0.0			0.0	0.0
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0			0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20	20	20~50の間			20~50の間	20~50の間
原子吸光Na (ABS) *1	0.505	0.355	0.424			0.528	0.374
原子吸光Mg (ABS) *2	0.358	0.455	0.468			0.451	0.511
原子吸光Ca (ABS) *3	0.017	0.015	0.044			0.032	0.018
*1~*3から算出した全硬度 (mg/L)	31.1	39.1	39.4			14.0	17.8
全硬度計による全硬度 (mg/L)	未測定	未測定	未測定			35	38

水量の計測不可は、樋が多数あることから物理的に計測することが困難であることによる。

表 1-6-2 青宇治橋脇自然湧水 (B-4: 青宇治橋湧水) での測定値 (つづき)

観測年月日	2012年5月26日	2012年6月16日	2012年7月24日	2012年8月26日	2012年9月28日	2012年10月26日	2012年11月29日
観測時間	10時57分 終了 12時10分	12時28分 13時08分	12時45分 13時27分	12時05分 13時00分	11時53分 12時30分	11時28分 12時17分	10時57分 11時19分
天気	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	雨	晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 23.0 終了時 21.9	19.5 18.9	28.9 29.1	30.6 30.9	18.9 18.8	18.3 18.5	15.9 16.0
水温 (°C)	開始時 13.2 終了時 13.3	13.5 13.2	14.2 14.1	15.3 14.6	13.3 13.4	12.7 12.6	12.3 12.2
水量 (sec/10L)	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可	計測不可
pH	7.5	7.4	7.4	7.5	7.4	7.7	7.3
RpH	7.4	7.3	7.3	7.5	7.3	7.6	7.3
2価鉄量 (mg/L)	0.0	0.2	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0
バックテストによる2価鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20~50の間	20~50の間	20~50の間	未測定	10~20の間	20~50の間	20~50の間
原子吸光Na (ABS) *1	0.407	0.421	0.402	0.361	0.369	0.371	0.424
原子吸光Mg (ABS) *2	0.444	0.396	0.432	0.521	0.377	0.426	0.360
原子吸光Ca (ABS) *3	0.026	0.016	0.015	0.014	0.037	0.024	0.020
*1~*3から算出した全硬度 (mg/L)	16.9	15.4	21.6	18.6	22.6	20.1	18.2
全硬度計による全硬度 (mg/L)	29	32	35	47	22	27	—

水量の計測不可は、樋が多数あることから物理的に計測することが困難であることによる。また、2012年11月29日の全硬度計による測定値が“—”となっているのは、現地で測定エラーが表記されたことによる。

表 1-7-1 吉田橋脇自然湧水（B-5：吉田橋湧水）での測定値

観測年月日	2011年10月23日	2011年11月20日	2011年12月17日			2012年3月29日	2012年4月28日
観測時間	11時33分	10時00分	10時25分			11時25分	9時55分
終了	12時18分	10時50分	11時30分			12時40分	10時35分
天気	晴れ	晴れ	晴れ			晴れ	晴れ
気温 (°C)	開始時 21.3	16.7	3.1			8.5	18.6
終了時	18.3	16.3	3.5			8.7	17.5
水温 (°C)	開始時 12.5	12.6	12.3			12.3	12.4
終了時	12.1	13.1	12.1			12.1	12.2
水量 (sec/10L)							
左樋、右樋の順に記載	6, 13	18, 8	16, 8			15, 9	23, 16
pH	7.7	6.8	7.5	1月は積雪および路面凍結のため調査不可	2月は積雪および路面凍結のため調査不可	7.6	7.7
RpH	7.8	6.6	7.2			7.3	7.4
二価鉄量 (mg/L)	0.3	0.2	0.0			0.0	0.0
バックテストによる二価鉄量 (mg/L)	0	0	0			0	0
全鉄量 (mg/L)	0.6	0.2	0.0			0.1	0.1
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0			0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	20～50の間の50寄り	20	50			20～50の間	20～50の間
原子吸光Na (ABS) *1	0.444	0.425	0.388			0.390	0.490
原子吸光Mg (ABS) *2	0.381	0.495	0.518			0.488	0.581
原子吸光Ca (ABS) *3	0.016	0.016	0.053			0.040	0.020
*1～*3から算出した全硬度 (mg/L)	34.1	42.4	44.6			16.5	21.2
全硬度計による全硬度 (mg/L)	未測定	未測定	未測定			32	28

表 1-7-2 吉田橋脇自然湧水（B-5：吉田橋湧水）での測定値（つづき）

観測年月日	2012年5月26日	2012年6月26日	2012年7月24日	2012年8月26日	2012年9月28日	2012年10月26日	2012年11月29日
観測時間	9時35分	11時00分	11時40分	10時50分	10時41分	10時14分	10時00分
終了	10時40分	12時05分	12時25分	11時40分	11時51分	11時11分	10時43分
天気	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	雨	晴れ	曇り
気温 (°C)	開始時 17.9	18.2	27.4	29.1	17.8	14.1	9.9
終了時	17.6	18.7	25.9	25.5	17.6	14.7	9.7
水温 (°C)	開始時 12.3	12.3	13.3	12.5	12.9	12.7	12.3
終了時	12.3	12.5	13.2	12.7	12.7	12.3	12.7
水量 (sec/10L)							
左樋、右樋の順に記載	19, 42	16, 8	14, 7	117, 95	31, 93	24, 34	14, 16
pH	7.7	7.7	7.6	7.7	7.6	7.8	7.5
RpH	7.5	7.5	7.5	7.6	7.5	7.7	7.4
二価鉄量 (mg/L)	0.1	0.1	0.7	0.8	0.0	0.0	0.2
バックテストによる二価鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
全鉄量 (mg/L)	0.4	0.2	0.3	0.5	0.1	0.0	0.1
バックテストによる全鉄量 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
バックテストによる硬度 (mg/L)	50～100の間	20～50の間	10～20の間	未測定	20～50の間	20～50の間	10～20の間
原子吸光Na (ABS) *1	0.411	0.423	0.432	0.401	0.350	0.430	0.422
原子吸光Mg (ABS) *2	0.568	0.432	0.492	0.633	0.457	0.482	0.418
原子吸光Ca (ABS) *3	0.031	0.017	0.015	0.020	0.024	0.029	0.025
*1～*3から算出した全硬度 (mg/L)	23.4	17.4	24.6	24.6	24.3	23.8	22.5
全硬度計による全硬度 (mg/L)	58	45	47	36	62	30	16

pH は、山葵田西 (A-2) を除くと、いずれの調査地点でも年間を通して 7.5 付近を中心としてほぼ ± 0.5 の範囲で変動している (表 1) (図 3-1)。山葵田西 (A-2) は他の調査地点より pH が低く、6.0 から 7.0 の間で変動している (表 1) (図 3-1)。

RpH は pH と異なり、いずれの調査地点でも年間を通して 7.3 付近を中心としてほぼ ± 0.5 の範囲で変動している (表 1) (図 3-2)。

二価鉄量は、水道水質基準「鉄及びその化合物：鉄の量に関して、0.3mg/L 以下であること」である 0.3 mg/L (水質基準に関する省令, 2011 最終改正) を超える値である 0.4 mg/L をときおり超える値を示す調査地点が存在するが、おおむね 0.0 mg/L から 0.2 mg/L の値で変動しており (表 1) (図 3-3)、いわゆる金気臭を感じることはいずれの調査地点でもなかった。

全鉄量も、水道水質基準「鉄及びその化合物：鉄の量に関して、0.3mg/L 以下であること」である 0.3 mg/L (水質基準に関する省令, 2011 最終改正) を超える値である 0.4 mg/L

をときおり超える値を示す調査地点が存在するが、おおむね 0.0 mg/L から 0.4 mg/L の値で変動している（表 1）（図 3-4）。

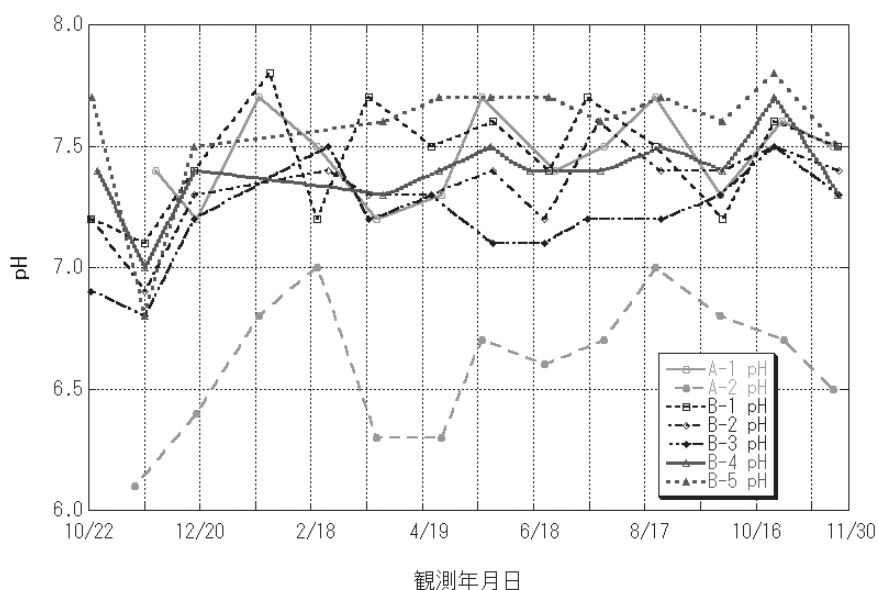


図 3-1 観測地点別 pH の変動

横軸は日による目盛りで等分に刻んであり、左端が 2011 年 10 月 22 日、右端が 2012 年 11 月 30 日である。

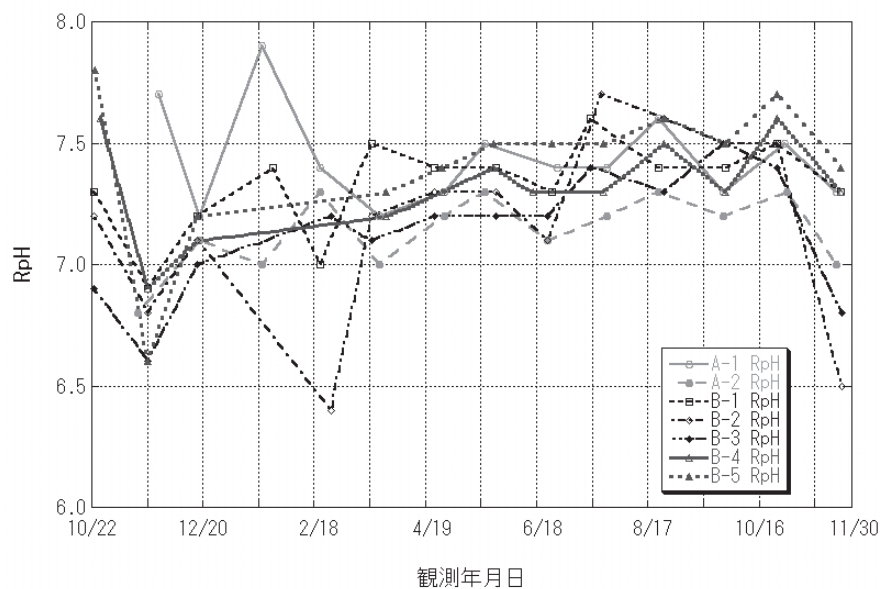


図 3-2 観測地点別 RpH の変動

横軸は日による目盛りで等分に刻んであり、左端が 2011 年 10 月 22 日、右端が 2012 年 11 月 30 日である。

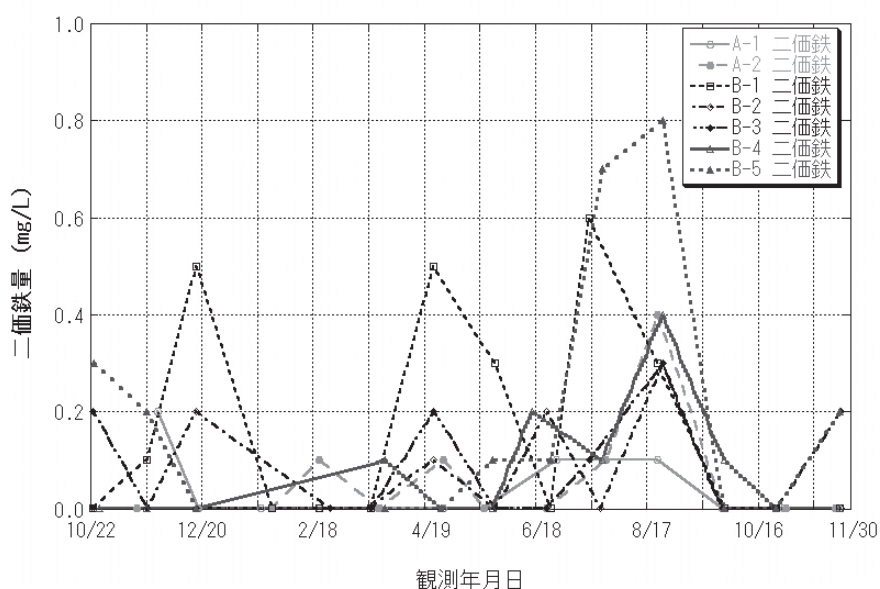


図 3-3 観測地点別二価鉄量の変動

横軸は日による目盛りで等分に刻んであり、左端が2011年10月22日、右端が2012年11月30日である。

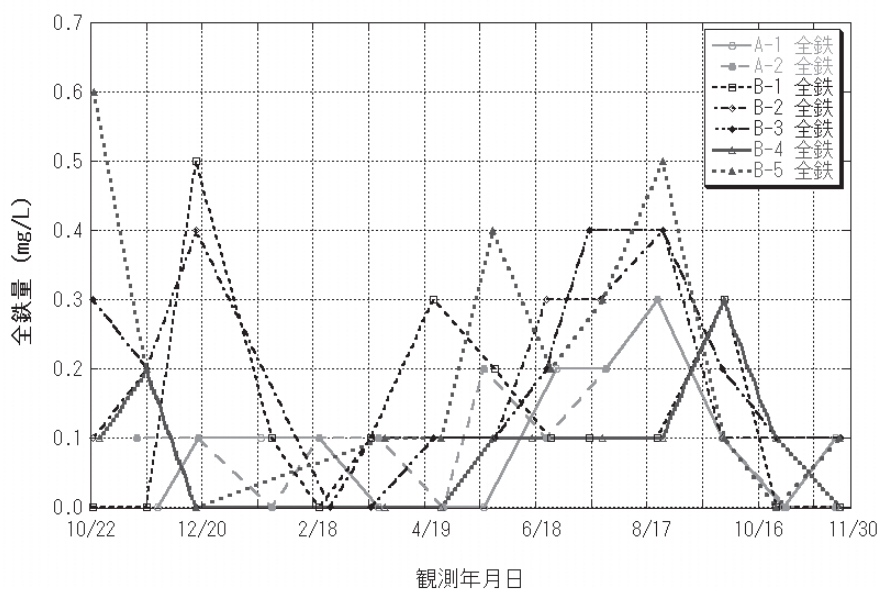


図 3-4 観測地点別全鉄量の変動

横軸は日による目盛りで等分に刻んであり、左端が2011年10月22日、右端が2012年11月30日である。

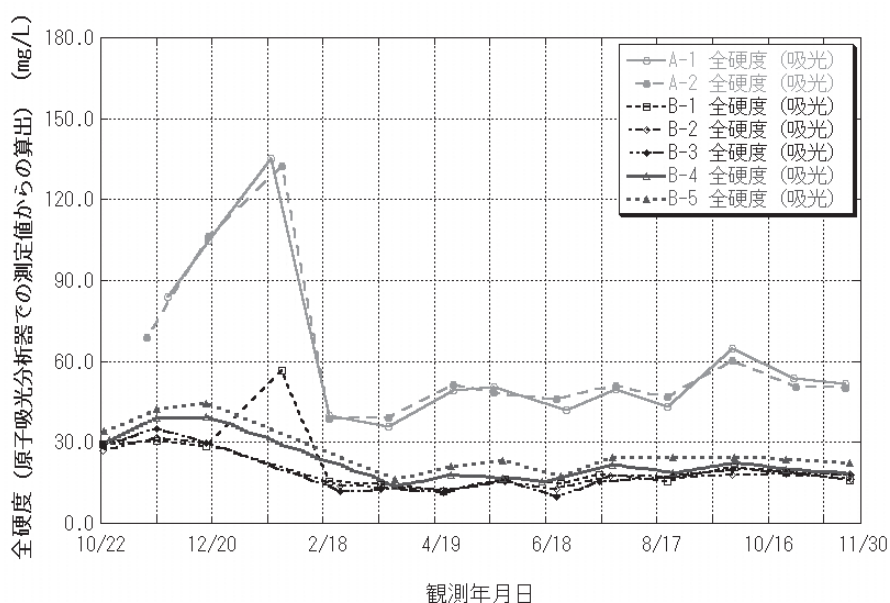


図 3-5 観測地点別の原子吸光分析器での測定値から算出した全硬度の変動

横軸は日による目盛りで等分に刻んであり、左端が2011年10月22日、右端が2012年11月30日である。

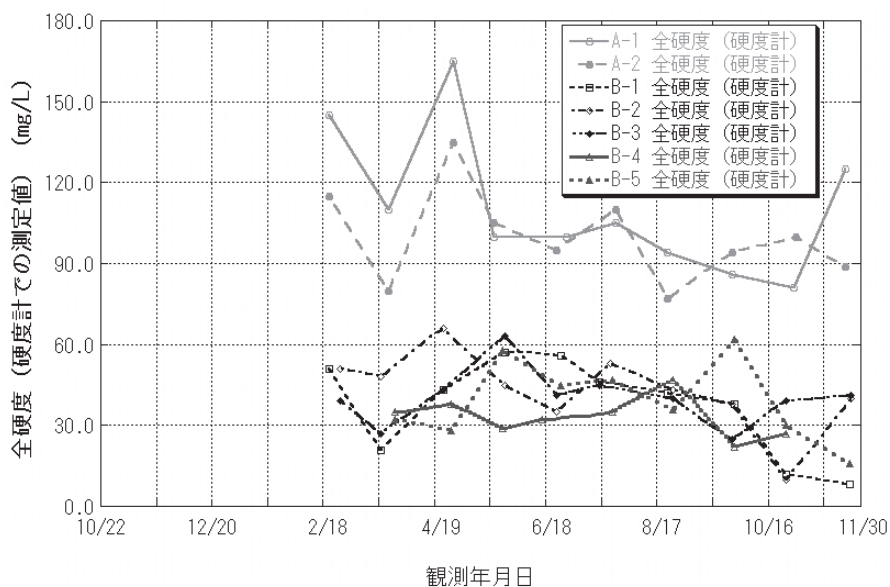


図 3-6 観測地点別の硬度計で測定された全硬度の変動

横軸は日による目盛りで等分に刻んであり、左端が2011年10月22日、右端が2012年11月30日である。

Ca, Mg, Na の各イオンを対象として原子吸光分析器での測定値から算出した全硬度（以後、全硬度（吸光）と略記する）は、山葵田東（A-1）と山葵田西（A-2）との値が他の 5 地点での値より全測定期間を通して有意に高い（表 1）（図 3-5）。また、各調査地点ともに、11 月から 2 月ごろの値がその他の期間より高めの傾向を見せている。この 11 月から 2 月ごろの値を除くと、各調査地点ともにほぼ横這いの値の高低が激しくない変動の様相を見せている（図 3-5）。

全硬度計を用いて測定した全硬度（以降、全硬度（硬度計）と略記する）は、全硬度（吸光）と同様に山葵田東（A-1）と山葵田西（A-2）との値が他の 5 地点での値より全測定期間を通して有意に高い（表 1）（図 3-6）。2012 年 2 月以降の測定値しかないが、全硬度（吸光）より変動幅が大きく、また短期間に変動を繰り返している（図 3-6）。

5. 考察

（1）水温

測定期間の 14 ヶ月間を通して、もっとも水温差があった塚原湧水（B-1）でも最高水温と最低水温との差は 6.0℃であり、いずれの調査地点でも自然湧水の水温の変動幅は気温の変動幅に比べて小さいことが判明した（表 1）。しかしながら、各調査地点での変動幅を比較すると、大きく異なる調査地点が存在した。

例えば、地形および周囲の露頭調査からは、同じ帯水層か極近傍に存在する帯水層同士から湧出していると考えられる山葵田東（A-1）と山葵田西（A-2）とであるが、水温の変動幅は大きく異なっており、前者は 2.0℃、後者は 4.9℃であった。山葵田東（A-1）は湧出地点だけでなく、その背後の涵養域も林地となっており、地面へ直射日光が届かない様相を呈している（写真 1）。一方、山葵田西（A-2）は湧出地点およびその周辺は直射日光が当たる立地であり、その背後の涵養域も草地となっているものの地面まで直射日光が当たる箇所が多い立地である（写真 2）。この陽当たりの差が、山葵田東（A-1）と山葵田西（A-2）との自然湧水の水温の変動幅となって現れた可能性が考えられる。よって検証のためには、観測域での日射量や地温の変化も測定する必要があると考えられる。

山葵田東（A-1）と山葵田西（A-2）とは人工物を介さない自然湧水であるが、その他の 5 地点はパイプや樋、タンクなどのいずれかを通して採水される形態となっている。こうした介在物の設置箇所や設置方法が水温差となって現れている可能性も考えられる。例えば、青宇治橋湧水（B-4）と吉田橋湧水（B-5）とを比較すると、いずれもパイプを介して水が汲める形態であるが（写真 6, 7）、湧出地点でのパイプの埋設等の設置方法が異なることにより水温差が生じている可能性も考えられる。仮に、吉田橋湧水のパイプはほぼ陽に当たらず、さらに湧出地点でのパイプの埋設深度が深い、すなわち地中に自然湧水をパイプへ導いており、逆に青宇治橋湧水のパイプは地表に出た自然湧水をパイプに導いているとするなら、気温変動の影響を水温が受ける環境が異なることになり、

水温差の説明が可能となる。いずれにせよ、いずれの調査地点でも調査のためにパイプ等を掘り出すことが出来ないため、これらの人工物の影響を確かめるためには、湧出地点での水温を直接測定する必要がある。しかしながら、堰堤の反対側に湧出地点が存在する調査地点などもあり（ズザ沢西（B-3））、確認は難しいと考えられる。

以上から、自然湧水の水温変動を観測するためには、湧出地点での観測方法を統一する必要があることが判明した。例えば、まさに地中から湧出している地点で、地表に出た直後の新鮮な自然湧水で測定するなどの方法が考えられる。

(2) 水量

水道の蛇口から水が出るように湧出しており滅多に採水に来る人がいない自然湧水の場合には測定が容易であるが、一般市民が同時に何名も汲めるようになっている調査地点での測定は困難を極めた。例えば、ズザ沢東（B-2）やズザ沢西（B-3）では、複数のパイプが存在しており、汲む人によっては葉っぱや細かい土などを濾すためにガーゼ等をパイプの先端に括り付けて採水するため、他のパイプの水量が変化することが生じるからである。

また、湧出地点から採水箇所までの間を人工物が介している場合、途中経路での漏水も多く、採水箇所での水量測定では、自然湧水の水量測定に大きな誤差が含まれると考えられる。ただし、山葵田西（A-2）での測定から、水量は有意に変動していることが確認できたことから（表 1-2-1, 1-2-2）、降水量との関係を調べられると考えられる調査地点では、本調査時には降水量との関係を探るデータとして用いることとした。また、その他の調査地点では、本調査において水量の変動量は目安と考え、降水との関係を探るための周辺データとして用いることにした。

(3) pH, RpH

測定に用いた pH 計は分解能が 0.1pH であり精度が $\pm 0.1\text{pH}$ である。よって、いずれの調査地点でも pH および RpH は有意に変動していると解釈可能である。

まず pH の変動を概観すると、14 ヶ月間を通しての変動幅は全調査地点ともに中央値からおおむね $\pm 0.5\text{pH}$ である点は共通しているものの、山葵田西（A-2）とその他の調査地点との pH とが大きく異なっていることが読み取れる（図 3-1）。しかしながら、その周期は、山葵田西（A-2）とズザ沢西（B-3）とが長周期（冬季と夏季とに pH が高くなり、春季と秋季とに pH が低くなる）と読み取れるのに対して、その他の 5 地点では短周期での変動となっており、1 ヶ月サンプリングではサンプリング幅が粗いために変動の特徴が見いだせていないと考えられる。

次に RpH の変動を概観すると、14 ヶ月を通しての変動幅はズザ沢東（B-2）を除けば中央値からおおむね $\pm 0.5\text{pH}$ である（図 3-2）。ズザ沢東（B-2）の変動幅はその他の調査地点より大きく、6.4 から 7.7 と有意に 1 以上の差が観測されている（表 1-4-1, 1-4-2）。pH の変動が 6.9 から 7.6 であることを考えると、溶存している炭酸ガスの量の変動が他

の調査地点より大きい可能性がある。

各調査地点での pH と RpH とを比較すると、山葵田西 (A-2) を除けば、測定日より pH より RpH の方が若干高い値を示す場合と若干低い値を示す場合とがあるが、おおきく両者の値が変化しているとは読み取れない。一方、山葵田西 (A-2) の pH と RpH とを比較すると、全ての測定日において pH より RpH が有意に高い値となっている (図 3-1, 3-2) (表 1-2-1, 1-2-2)。このことから、山葵田西 (A-2) の自然湧水の炭酸ガス含有量が他調査地点での含有量より多く、有機物の影響を他調査地点と比して強く受けている可能性が示唆され、涵養域の土壤環境を反映している可能性が考えられる (日本水道協会, 1996)。このことは、pH と RpH とを調べることで、土壤環境を知る普遍的な観測手法が得られる可能性を示しているとも考えられる。あわせて COD などの有機物の量を測定し (高橋他, 1997)、山葵田東 (A-1) および山葵田西 (A-2) での有機物の量がその他の調査地点と比較して高いか低いかを検討すべきとも考えられる。よって、各調査地点ともに涵養域での土壤厚や土壤環境を調査する必要があることを示唆するデータであるとも解釈できる。

山葵田東 (A-1) と山葵田西 (A-2) との pH および RpH との比較を通して考えるならば、帯水層および不透水層の構成が異なることも考えられる。あるいは、両自然湧水ともに極浅い帯水層からの地下水湧出であり、表土である土壤による影響の強弱の違いを示している可能性もある。よって、今後、涵養域の植生等も調査する必要があると考えられる。

(4) 二価鉄量, 全鉄量

調査にあたり、対象としている自然湧水からいわゆる金気臭や金気味を感じることは無かったものの、水道水の水質基準に関する省令で定められている「鉄及びその化合物：鉄の量に関して、0.3mg/L 以下であること」である 0.3 mg/L を超える測定値 (水質基準に関する省令, 2011 最終改正) を全鉄量にて塚原湧水 (B-1)、ズザ沢東 (B-2)、ズザ沢西 (B-3)、吉田橋湧水 (B-5) において観測した (図 3-3) (表 1-3-1, 1-3-2, 1-4-1, 1-4-2, 1-5-1, 1-5-2, 1-7-1, 1-7-2)。いずれの調査地点も湧出地点から採水地点まで人工物を介している地点である。同様に人工物を介している青宇治橋湧水 (B-4) でも二価鉄量が 0.3mg/L を超える測定日が存在している (図 3-3) (表 1-6-1, 1-6-2)。一方で、湧出地点から採水地点まで人工物を介していない山葵田東 (A-1) と山葵田西 (A-2) とでは、全鉄量も二価鉄量も 0.3mg/L を超える測定日は存在していない。

山葵田東 (A-1) と山葵田西 (A-2) とが中津原台地の地下水を源とし、その他の自然湧水は火山岩類の中を浸透している影響であるのか、水量とも依存する可能性があるがパイプや桶、ステンレスタンクを通っているかないかの影響であるのか、得られたデータだけでは判別できない。どちらの影響であるのか、もしくは両者の影響であるのか、地層および導水に用いている人工物から鉄分がどのように溶出するのかを調べる必要があることを示唆する結果である。

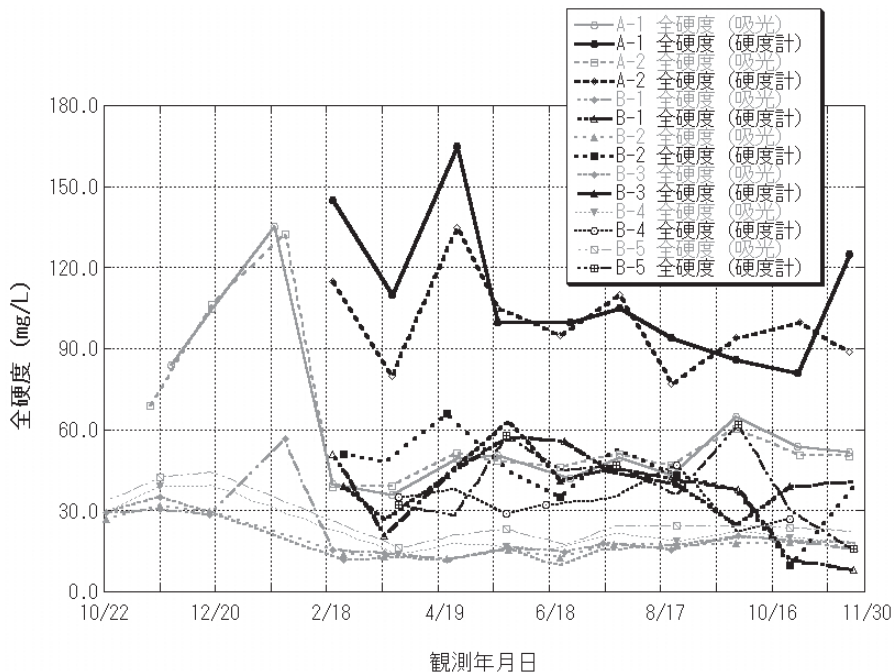


図4 観測地点別の原子吸光分析器での測定値から算出した全硬度と硬度計で測定された全硬度との変動の比較

横軸は日による目盛りで等分に刻んであり、左端が2011年10月22日、右端が2012年11月30日である。

(5) 全硬度

全硬度は、全硬度（吸光）と全硬度（硬度計）とを用いて測定した。全硬度（吸光）の測定値は、いずれの調査地点でも冬季に若干高くなる傾向が見られるものの、14ヶ月間を通して激しく値が上下する様相は呈していない（図3-5）。また、山葵田東（A-1）および山葵田西（A-2）の値は、その他の5地点と比して硬い傾向を示した。特に、山葵田東（A-1）と山葵田西（A-2）との値は冬季に100 mg/L前後であり、全硬度100 mg/L以下が軟水であることを考えると（WHO, 2011）、時に硬水となることが判明した。

全硬度（硬度計）の測定値は、いずれの調査地点でも14ヶ月間を通して値が上下し、その変動の様相に規則性を見ることができない（図3-5）。ただし、測定を開始した時期が2012年2月からであり、季節変動に関して解釈を加えるには時期尚早である。ところで全硬度（吸光）と同様、山葵田東（A-1）および山葵田西（A-2）の値は、その他の5地点と比して硬い傾向を示した。全硬度（硬度計）の値も、山葵田東と山葵田西との値は100 mg/Lを超える測定日もあり、全硬度100 mg/L以上が硬水であることを考えると、全硬度（硬度計）からも時には硬水となることが判明した。

山葵田東（A-1）と山葵田西（A-2）との全硬度が他調査地点の全硬度と異なる理由として、

浸透してくる地質の違いが考えられる。愛甲郡域にとらわれず、山葵田東（A-1）や山葵田西（A-2）と同じ台地の地下水が湧出している地点での自然湧水の測定を行う必要性があることを示唆している結果である。

全硬度（吸光）と全硬度（硬度計）とを比較すると、ほぼ全期間において全硬度（吸光）の値が全硬度（硬度計）の値をいずれの調査地点でも下回っている（図 4）。全硬度は、主に Ca や Mg の陽イオン等の種々の溶解性多価金属イオンにより生ずることを考えると（WHO, 2011）、Ca, Mg, Na だけから算出している全硬度（吸光）が全硬度（硬度計）より低いことから、その他の金属イオンが存在していることも考えられる。よって、どのような金属イオンが溶け込んでいるのか、詳細な分析を行う必要性があることを示唆する結果である。

全硬度の変動の要因として Na の変動に注目すると、天気の変動要因となっている可能性が読み取れる（表 1）。例えば、太平洋を横断して丹沢山地に到達した台風の影響を考えると、雨水に海塩粒子が普段の雨水より多く取り込まれていることから、自然湧水の供給源となる雨水に溶存する Na^+ 量が多くなり、その影響が自然湧水にも生じている可能性が考えられる。例えば、海から 80km 離れた地域での台風による塩害が報告されており（藤井他, 2006）、調査地点での雨水中の Na^+ 量の変動と自然湧水中の Na^+ 量の変動との相関関係を求めることで要因の一つを明らかにできると考えられる。仮に、 Na^+ 量の多い降水があつてから例えば 10 日後に自然湧水中の Na^+ 量が増加する観測結果を得たとするなら、降雨が海水の影響を受ける地域では Na^+ が地下水浸透率（地下水流動）のトレーサーとして使える道を開くことになるかも知れない。

その他の全硬度変動の要因、特に秋季に全硬度が高くなる要因として、土壌の季節変化が考えられる。試みに純水（全硬度が 0 mg/L）を落ち葉の層（層厚約 50 cm）の中へ浸透させてみたところ、5 日掛けて採水した浸透水では全硬度が 71 mg/L となっていた。よって、涵養域での土壌の状態を調査することは、全硬度の変動要因を知るためにも必要なことと考えられる。

6. まとめ

神奈川県愛甲郡域のうち、主として神奈川県丹沢山地に位置する湧水（自然湧水）の水質が、年間を通してどの様に変動しているのかを調査した。調査した地点は 7 地点である。調査した項目は、水温、水量、pH、RpH、2 価鉄量、全鉄量、全硬度である。調査は 2011 年度に開始し、2013 年度も継続して実施している。調査期間で得られた測定値のうち、2011 年度および 2012 年度前半に得た測定値を通して考察を行った。その結果、以下のことが判明した。

- ・ 水温の変動幅は小さいが、湧出地点から採水地点に自然湧水を導出するための人工物が存在している調査地点もあり、こうした調査地点では人工物が水温に影響を与えて

いる可能性がある。

- ・ 水量は有意に変動しているが、水温と同様、水量の測定値は人工物の影響を受けている可能性がある。
- ・ pH, R_pHともに年間を通して有意に変動しているが、季節による変動をしているように見える調査地点と、より短周期の変動をしている調査地点とが存在している。そのため、実際の変動を見るためには、1ヶ月サンプリングではサンプリング間隔が長すぎる可能性が高い。また、溶存する炭酸ガスの量が調査地点により異なる可能性が高いことから、同時にCODなども測定する必要がある。
- ・ 2価鉄量、全鉄量ともに複雑は変動の様相を見せている。また、水温や水量と同様、人工物の影響を受けている可能性がある。
- ・ 全硬度は、秋季に高くなる傾向がある可能性が高い。台風などによる海塩の影響や落ち葉による土壤環境の変化を反映している可能性が考えられる。

以上から、本調査に向けては、適切なサンプリング間隔をまずは得ることが求められる。また、涵養域の土壤調査、土壤環境の変化や表土の層厚などの調査が必要となることも判明した。さらに、涵養域での有機物が降水に与える影響や、降水中のNa⁺量と自然湧水中のNa⁺量との相関を調べるのが課題であると判明した。例えば、pHとR_pHとの関係が自然湧水に与える土壤環境変動の指標となる可能性や、降水中のNa⁺量と自然湧水中のNa⁺量とに正の相関が認められるならば、Na⁺がトレーサーとして使える可能性を示せることとなり、普遍的な自然湧水調査法の一つを提供できる可能性も見いだせた。

謝辞

室内分析において、桜美林大学理化学館化学実験準備室に出入りしている教職員、学生の手を煩わせました。特に、桜美林大学自然科学系の秀島武敏教授、片谷教孝教授、西村美紀枝博士のお世話になりました。野外の測定では、観測地（本論では山葵田東および山葵田西が該当地）への立ち入り、湧水調査を快く許可して下さった成井家の皆様に多大なる御協力をして頂きました。最後となりますが、匿名査読者から頂いた意見は、本論を修正する上で大変に有益でした。以上の方々へ、ここに記して深謝します。

参考文献

- 愛川町教育委員会・愛川町郷土誌編纂委員会，愛川町郷土誌資料編 自然（1），96pp，愛川町，1979.
- 愛川町，愛川町水質検査計画，2013. (http://www.town.aikawa.kanagawa.jp/info/plan_suisitsu.html Retrieved on 31 December 2013)

- 天野一男・高橋治之・立川孝志・横山健治・横田千秋・菊池 純, 足柄層群の地質－伊豆微小大陸の衝突テクトニクスー, 北村 信教授記念地質学論文集, 7-29, 1986.
- AMANO, K., Multiple collision tectonics of the South Fossa Magna in central Japan, *Modern Geol.*, 15, 315-329, 1991.
- 天野一男・松原典孝・田切美智雄, 富士山の基盤：丹沢山地の地質－衝突付加した古海洋性島弧－, 富士火山, 山梨県環境科学研究所, 59-68, 2007.
- (公社) 日本地下水学会, よくある質問, 2013. (http://homepage3.nifty.com/jagh_torikichi/faq/faq_ans.htm Retrieved on 31 December 2013)
- 藤井弘志・小田九二夫・柴田康志・森 静香・今川彰教・安藤 豊, 2004 年台風 15 号の特徴と山形県における潮風害の実態 (栽培), 日本作物学会紀事, 75, 4, 459-464, 2006.
- 気象庁, 気象観測の手引き, 58-60, 84pp, 気象庁, 東京, 1998. (気象庁の web site にても閲覧可能：http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kansoku_guide/tebiki.pdf Retrieved on 31 December 2013)
- 厚生労働省, 水質基準に関する省令 (平成 15 年 5 月 30 日厚生労働省令第 101 号), 最終改正：平成 23 年 1 月 28 日厚生労働省令第 11 号, 2011.
- 日本水道協会, 水道用語辞典, 日本水道協会, 633-634, 1996.
- 太田英将・石黒 均・岩橋 悟・新妻信明, 丹沢山地東部の地質, 静岡大学地球科学研究報告, 12, 153-189, 1986.
- 坂上寛一・瀬戸義正・久居宜夫, 自然教育園内水域における水質の季節変化, 自然教育園報告, 15, 3-11, 1984.
- (独法) 産業技術総合研究所地質調査総合センター, シームレス地質図, 地質図表示システム地質図 Navi, 2013. (<https://gbank.gsj.jp/geonavi/> Retrieved on 31 December 2013)
- 高橋 裕・久保田昌治・蟻川芳子・門馬 晋・綿拔邦彦・和田 攻・内藤幸穂・平野 喬 編, 水の百科事典, 丸善, 東京, 878pp, 1997.
- 湧き水サーベイ関西, 湧き水めぐり 1, 207pp, 東方出版, 大阪, 2006.
- 湧き水サーベイ関西, 湧き水めぐり 2, 228pp, 東方出版, 大阪, 2007.
- 湧き水サーベイ関西, 湧き水めぐり 3, 194pp, 東方出版, 大阪, 2009.
- WHO, 飲料水水質ガイドライン 第 4 版, 国立保険医療科学院, 229-230, 2011.

補遺

本論の著者は, いずれも地質学, 地下水学, 水文学に関して非専門家です. そのため, 測定方法を含め, 測定値の解析方法や解釈が不十分である可能性が高いと考えられます. しかしながら, 測定値を事実として公にしておく必要があると考え本論を記した次第です. 事実の誤認や記述の不十分な点に関して, 専門家からの御助言を頂ければ幸いです.