

裏磐梯五色沼湖沼群の湖水の化学的な成分に 関する調査結果（第2報）

國井芳彦・渡邊稔（福島県環境センター）・
佐久間智彦（公益財団法人福島県保健衛生協会）

要 旨

裏磐梯五色沼湖沼群の水質の現況を把握するため、2011年と2012年に調査を実施し、千葉ら（1986年）が実施した1985年の調査結果と比較し考察した。各湖沼のイオン当量の占める割合は、1985年調査と同様の傾向であったが、全体的にイオン成分は減少傾向であり、特に銅沼^{あかぬま}及びもうせん沼では、1985年に比べ硫酸イオンや金属成分が半減していた。

I. はじめに

1888年の磐梯山の噴火により長瀬川とその支流が堰き止められるなどしてできた五色沼湖沼群の水質は、火山活動に由来し金属成分を豊富に含んだ硫酸酸性の水や磐梯山の深層地下水などから構成され、沼ごとに微妙に異なったものとなっている。いくつかの沼では、金属成分を含む酸性水が中和される過程で生成するケイ酸アルミニウムの微細粒子（アロフェン）により青白色の美しい水色を呈し、湖内や周囲の多様な植生と相まって独特の美しい景色が楽しめるなど、本県を代表する景勝地とされている。しかし近年、外来植物の侵入や水色変化の指摘など、五色沼湖沼群をとりまく環境の変化が懸念されている。

生態系や水質に関する本格的な調査は1980年代半ばを境に激減していることから、福島大学、福島県等の関係機関が2011年に「裏磐梯の湖沼環境を考える会議」を設置し、水辺生態系や水質の現状や変化の有無を明らかにす

るため、連携して調査を行うこととした。

本報は、國井ら（2012）が2011年11月に実施した1回目の調査と2012年6月の2回目の調査で、湖水の化学的成分に関する調査の結果をまとめたものである。

II. 調査内容

1. 調査年月日

- 1回目：2011年11月14日
（銅沼の3地点は11月8日）
2回目：2012年6月19日
（銅沼等の3地点は6月15日）

2. 調査地点

銅沼^{るりぬま}、瑠璃沼^{あおぬま}、青沼^{べんでんぬま}、弁天沼（以上『銅沼系』）、もうせん沼^{やろくぬま}、弥六沼^{やなぎぬま}、柳沼^{いしくらぬま}、石倉沼（以上『柳沼系』）、竜沼^{ぬま}、深泥沼^{みどろぬま}、毘沙門沼^{びしやもんぬま}（以上『竜沼系』）及び赤沼^{あかぬま}（12湖沼）。

また、このほか銅沼の北にある無名の沼、及び裏磐梯スキー場ゲレンデ内湧水（最も湧水量の多い場所）等でも採水を行った。さらに参考地点として

五色沼湖沼群からの流水が合流する長瀬川直下でも追加して調査を行った。

12湖沼では原則として、それぞれの流入水と流出水を採取することとしたが、植生や底泥等により流入水（又は流出水）の採水が困難な地点は、流入地点（又は流出地点）付近の湖沼内の水を採取した。また、表流水の流入が確認できない銅沼、赤沼、流入地点付近への到達が著しく困難な瑠璃沼、もうせん沼は沼の中央部又は流出地点付近の1箇所とした。総調査地点数は、7湖沼×2地点、5湖沼×1地点、追加地点6地点の計25地点とした。



図1. 採水の様子（銅沼）



図2. 採水の様子（もうせん沼）

3. 調査機関

現地調査・採水：福島県水・大気環境課，
 県会津地方振興局，県環境センター
 分析：県環境センター，公益財団法人
 福島県保健衛生協会

4. 分析項目及び測定方法

表1のとおり。なお、分析項目のうち、大腸菌群数とクロロフィル a は原則として各湖沼の1地点（流出側）とした。

表1 調査項目ごとの測定方法

調査項目	測定方法	単位
pH	昭和46年環境庁告示第58号(JIS K0102 12.1 3°32電極法)	-
EC	JIS K0102 13 電気伝導度計	m S / cm
COD	昭和46年環境庁告示第58号(JIS K0102 17 5mL5分消化法)	mg / L
大腸菌群数	昭和46年環境庁告示第58号(最確数による定数法)	MFC/100mL
全窒素	昭和46年環境庁告示第58号(JIS K0102 48.2 高圧紫外光法)	mg / L
全磷	昭和46年環境庁告示第58号(JIS K0102 48.3 1°2472ニ酸銀法)	mg / L
クロロフィル a	上水試験方法 23	µg / L
DO	昭和46年環境庁告示第58号(JIS K0102 02 上水試験法)	mg / L
溶解性窒素	JIS K0102 14.2	mg / L
酸度	上水試験方法 14.1	CaCO ₃ mg/L
汚濁度	上水試験方法 14.2	CaCO ₃ mg/L
TOC	JIS K0102 22 蒸餾器比色外挿式TOC自動計測法	mg / L
Fe	※2 JIS K0102 53.4 10P発光分光分析法	mg / L
Mn	※2 JIS K0102 58.4 10P発光分光分析法	mg / L
Al	※2 JIS K0102 58.4 10P発光分光分析法	mg / L
Zn	※2 JIS K0102 53.3 10P発光分光分析法	mg / L
K	※2 JIS K0101 44.3.1 457°の青紫外光法	mg / L
Na ⁺	※2 JIS K0102 48.2 イオンクロマトグラフ法	mg / L
Ca ²⁺	※2 JIS K0102 48.2 イオンクロマトグラフ法	mg / L
Mg ²⁺	※2 JIS K0102 53.3 10P発光分光分析法	mg / L
NH ₄ ⁺	※2 JIS K0102 42.2 インドフェノール青紫外光法	mg / L
F ⁻	※2 JIS K0102 34.2 イオンクロマトグラフ法	mg / L
SO ₄ ²⁻	※2 JIS K0102 41.2 イオンクロマトグラフ法	mg / L
NO ₃ ⁻	※2 JIS K0102 48.2.5 イオンクロマトグラフ法	mg / L
NO ₂ ⁻	※2 JIS K0102 48.1.2 イオンクロマトグラフ法	mg / L
Cl ⁻	※2 JIS K0102 38.3 イオンクロマトグラフ法	mg / L
HCO ₃ ⁻	※2 衛生試験法 4.3.18 (2) 中和滴定法	mg / L

※1 JISでは「日本工業規格」を示す。
 ※2 全金属分析は、0.45µmのメメンフィルターに透過したものを試料として分析した。

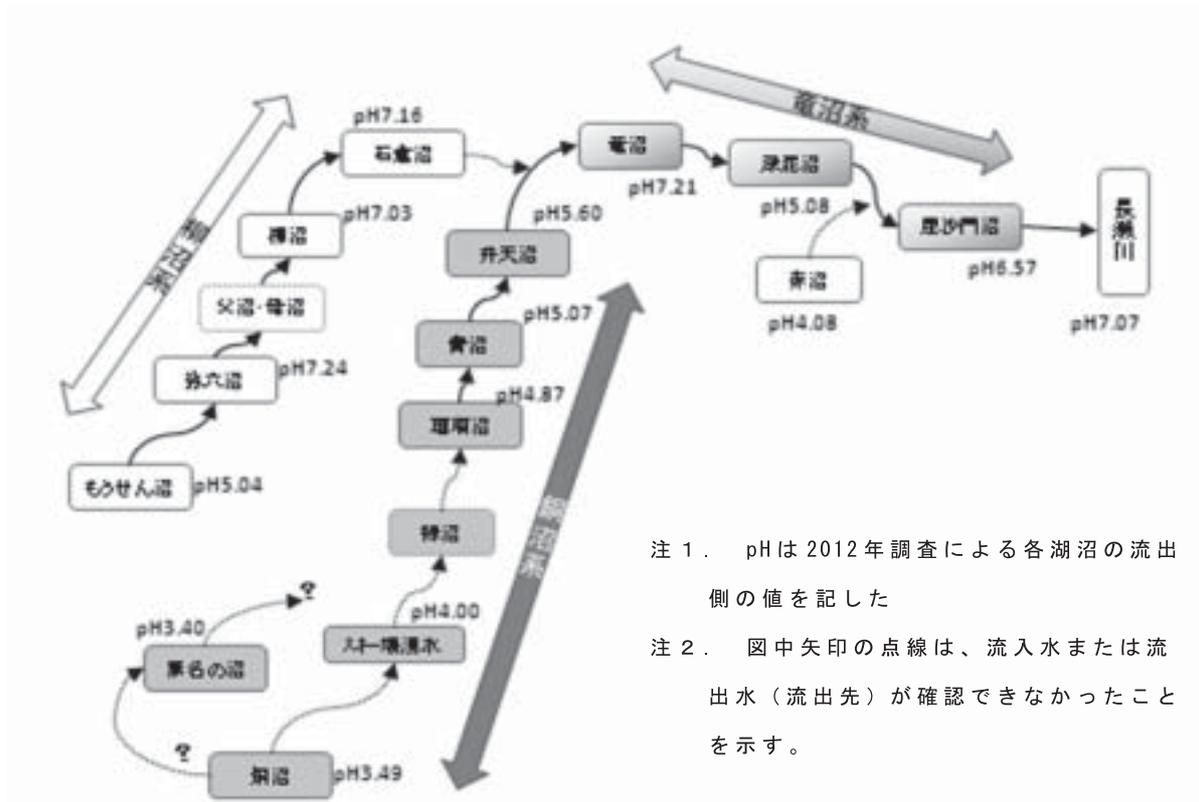


図3. 五色沼湖沼群の系統図とpH

Ⅲ. 結果と考察

調査の結果は、別表「平成24年度結果一覧表」のとおり、五色沼湖沼群の水系は、千葉ら（1986）によると、銅沼→スキー場湧水→緑沼→瑠璃沼→青沼→弁天沼の系列（以下[銅沼系]）と、もうせん沼→弥六沼→父沼→母沼→柳沼→石倉沼の系列（以下[柳沼系]）があり、これらが合流して、竜沼→深泥沼→毘沙門沼（以下[竜沼系]）と流下して長瀬川に流入し

ているとされており、1985年に今回とほぼ同様の詳細な調査を行い上記の水系別に考察を加えている（以下「1985年調査」とする）。

今回の結果も各水系に分け、1985年調査との比較を行い、考察した。なお、7つの沼では流入水と流出水の両方を調査したが、その結果を見ると（表2）、柳沼はpH及び各項目ともに流入・流出の濃度差がほとんどなく、同じ水質のもの

表2. 流入水（流入部）と流出水（流出部）の水質の比較

湖沼名	pH		EC(mS/cm)		流入・流出で変動の大きかった金属成分・イオン成分(mg/L) (注)
	流入	流出	流入	流出	
青沼	4.75	5.07	1.080	1.046	Fe 0.06→0.02, Al 2.22→0.66
弁天沼	5.87	5.60	1.010	0.984	Fe<0.01→0.06, Al 0.16→0.27
弥六沼	7.22	7.24	0.378	0.383	F 0.6 → 0.22
柳沼	6.98	7.03	0.441	0.431	—
竜沼	6.89	7.21	0.449	0.438	—
深泥沼	7.21	5.08	0.442	0.734	Fe 0.02→0.42, Al 0.02→0.34 Na 30.4→46.2, Ca 44.1→78.4 蒸発残留物 303→610
毘沙門沼	6.76	6.57	0.487	0.595	Mn 0.28→0.62

(注) 流入水と流出水で概ね50%以上の濃度変動があった項目を記した。

考えられた。青沼では、pHが4.75→5.07、竜沼では、6.89→7.21と上昇した。一方、深泥沼では、pHが7.21→5.08と低下し、鉄やアルミニウム、イオン成分濃度が上昇し、蒸発残留物も大幅に増加し、明らかな水質変動が認められ、今回採水した流入水（表流水）以外の流入水または湧水の存在が示唆された。他の3つの沼（弁天沼、弥六沼、毘沙門沼）ではpHの変動は0.1~0.2程度であったが、50%以上の増減を示す項目がいくつか見られた。1985年調査は各沼の流出口で調査を行っているので、以下本報で今回の結果と1985年調査結果を比較する際は、流出水（流出部）の結果を用いることとした。

1. 調査項目ごとの結果と考察

pHの結果を図4に示す。多くの湖沼で1985年調査と比較すると、上昇していた。銅沼系では、pHはすべて酸性を示し、銅沼の3.49から流下に伴いpHが上昇し、弁天沼（流出水）では5.60を示した。柳沼系のもうせん沼では、1985年調査と比較するとpHが4.26から5.04

（2011年調査では5.95）へ上昇し、弥六沼、柳沼は中性を示し、変化はみられなかった。

銅沼系と柳沼系が合流した後の竜沼系ではpHは中性を示し、1985年調査とほぼ同程度の値であった。深泥沼（流出部）で7.32から5.08と低下しているが、採水地点のわずかな違いや湧水その他の流入水、降水量などが湖水pHに影響を及ぼしている可能性があり、沼内部を詳細に調査することで湧水などの影響の有無が確認できると考えられた。赤沼は酸性を示し、大きな変化は見られなかった。

各湖沼のイオン当量濃度で、陽イオンの占める割合は「 $Ca^{2+} > Na^{+} > (=) Mg^{2+}$ 」、陰イオンの占める割合は「 $SO_4^{2-} > Cl^{-} > HCO_3^{-}$ 」の順となっており、1985年調査と同様の傾向であった。1985年調査と比較すると、銅沼系、柳沼系及び赤沼で硫酸イオンの減少がみられた。特に銅沼ともうせん沼では硫酸イオンの他に、Caイオン、Mgイオンでも著しい減少がみられた。他のイオン成分は多少の増減はあ

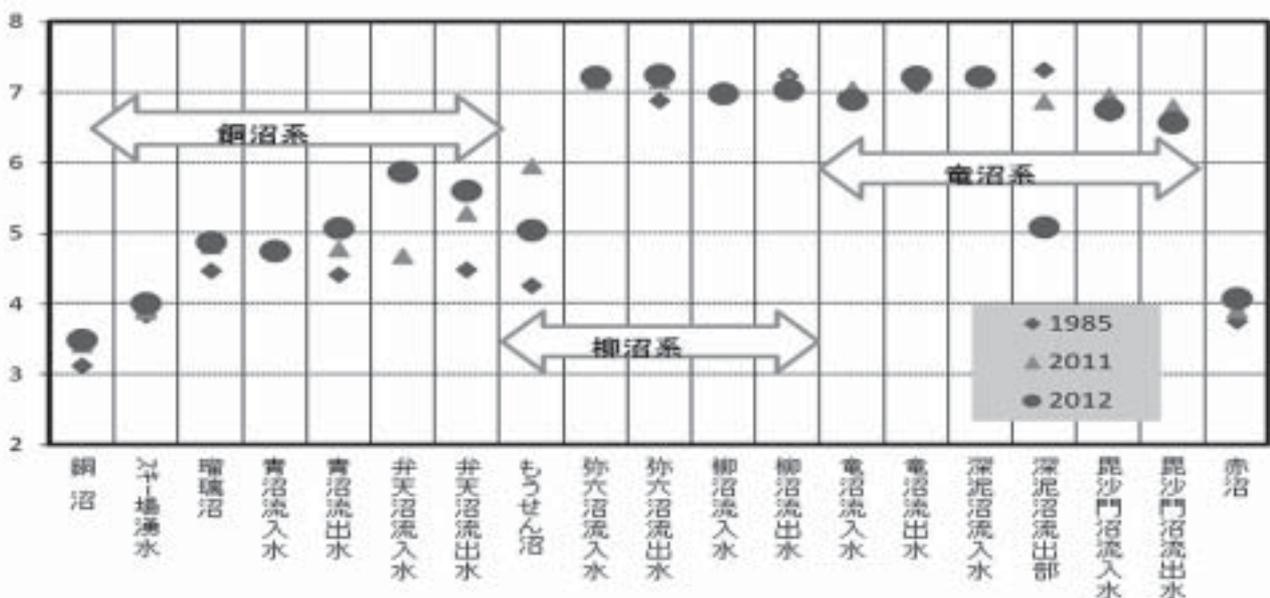


図4. 各調査地点のpH値

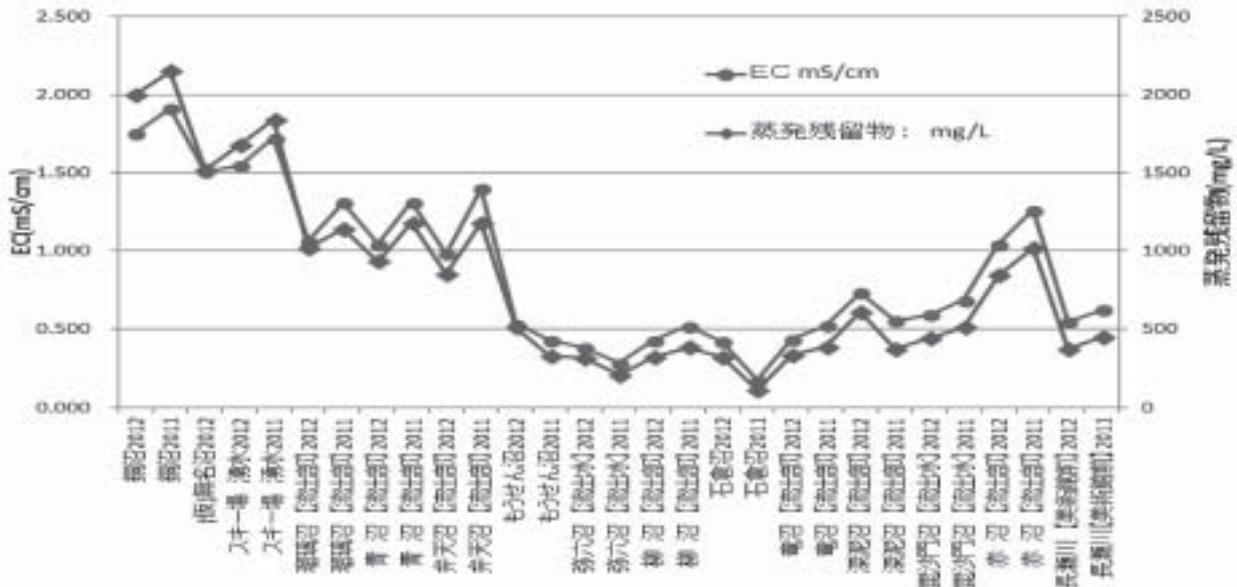


図 5.各調査地点の EC と蒸発残留物

るものの変動幅は小さかった。

EC は、銅沼系と赤沼で 1 mS/cm 以上と高く、柳沼系及び竜沼系は低い値であった。蒸発残留物も同様に銅沼系と赤沼で 1000 mg/L 以上と高い値を示した（図 5）。

TOC は、柳沼系は 1.0 mg/L 前後であったのに対し、銅沼系及び竜沼系では 0.5 mg/L 程度以下であった。COD も同様の傾向がみられた。

大腸菌群数は、石倉沼で最大値 7,900 MPN/100mL（2011 年は毘沙門沼が 3,300 MPN/100mL）を示し、次いで柳沼及び毘沙門沼が 1,000 MPN/100mL 以上であった。各水系とも概ね流下に伴い増加していた。

全窒素は、銅沼で 0.24 mg/L（2011 年は 0.18 mg/L）と最大値を示し、次いで赤沼が 0.21 mg/L（2011 年は <0.05 mg/L）、弁天沼が 0.18 mg/L（2011 年は 0.06 mg/L）であり、その他の地点では 0.10 mg/L 以下であった。

全リンは、2011 年は柳沼、石倉沼が 0.020 mg/L 以上だったが、2012 年調査で

はいずれも 0.010 mg/L 以下だった。

2011 年（11 月）にクロロフィル a が、低い値を示した銅沼及び赤沼を除き、2012 年（6 月）の結果は 2011 年（11 月）の結果に比べて顕著に低い値を示し、調査時期の差が認められた。2011 年の最高値は柳沼の 85.91 $\mu\text{g/L}$ でこれに次ぐ石倉沼の 67.95 $\mu\text{g/L}$ であったのが、2012 年の結果ではそれぞれ 1.61, 1.05 $\mu\text{g/L}$ となっていた。なお、これらの項目は、1985 年調査では行われていないため、データの比較はできない。

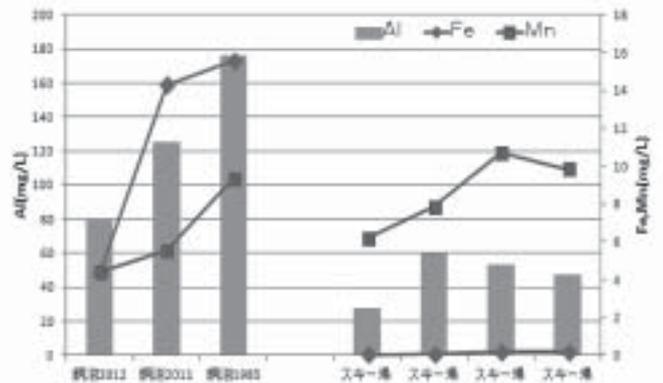


図 6.銅沼とスキー場湧水の金属成分濃度

2.水系ごとの結果と考察

銅沼系は銅沼の pH 3.42 が最低で、弁天沼の 5.28 が最高であった。スキー場湧水（pH3.89）を含め、銅沼系すべてで酸性であった。1985年調査と比較すると、上昇傾向（銅沼，瑠璃沼及び青沼で 0.4 程度，弁天沼で 0.8）にあるが，1.0 以上上昇した地点はなかった。金属成分は，1985年調査と比較すると著しい減少傾向が認められた。特に銅沼で 1985年と 2012年結果をそれぞれ比較すると、アルミニウムが 176 mg/L から 80 mg/L へ，マンガンが 9.3 mg/L から 4.4 mg/L へ，鉄が 5.5 mg/L から 4.3 mg/L と半減若しくはそれ以上の減少が認められた（図 6）。各イオン成分は，1985年と比べ，硫酸イオンが減少しており，特に銅沼では，おおよそ半減し，陽イオンも減少傾向であった（図 7）。また，瑠璃沼，青沼及び弁天沼のイオン当量を図 9～11 に示す。

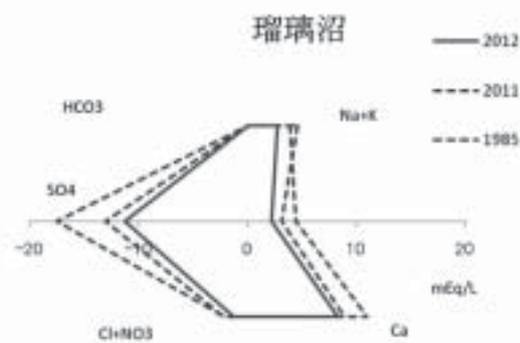


図 9. 瑠璃沼のヘキサゲイグラム

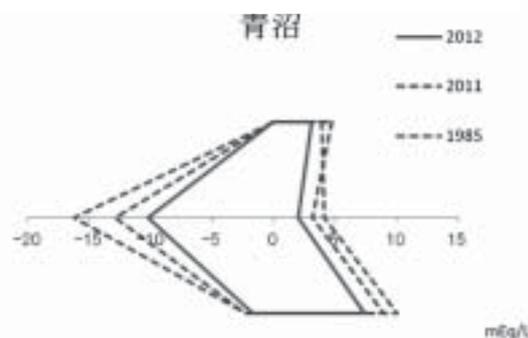


図 10. 青沼のヘキサゲイグラム

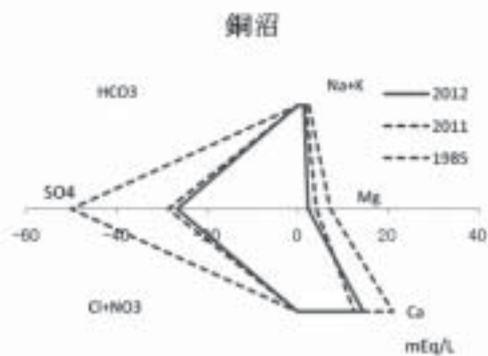


図 7. 銅沼のヘキサゲイグラム

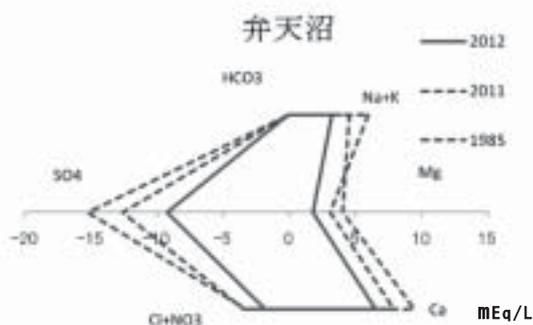


図 11. 弁天沼のヘキサゲイグラム

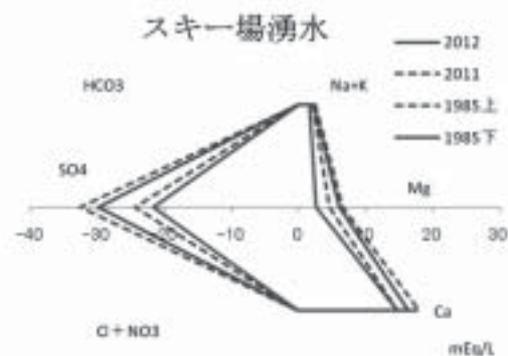


図 8. スキー場湧水のヘキサゲイグラム

千葉ら（1986）は，瑠璃沼，青沼及び弁天沼の流下の順に Na イオン及び Cl イオンが増大し，Ca イオン及び硫酸イオンの減少傾向が認められることを報告しているが，今回の調査でも同様の傾向が認められた（図 7～12）。また，Na イオン当量と Cl イオン当量の相関を図 13 に示す。

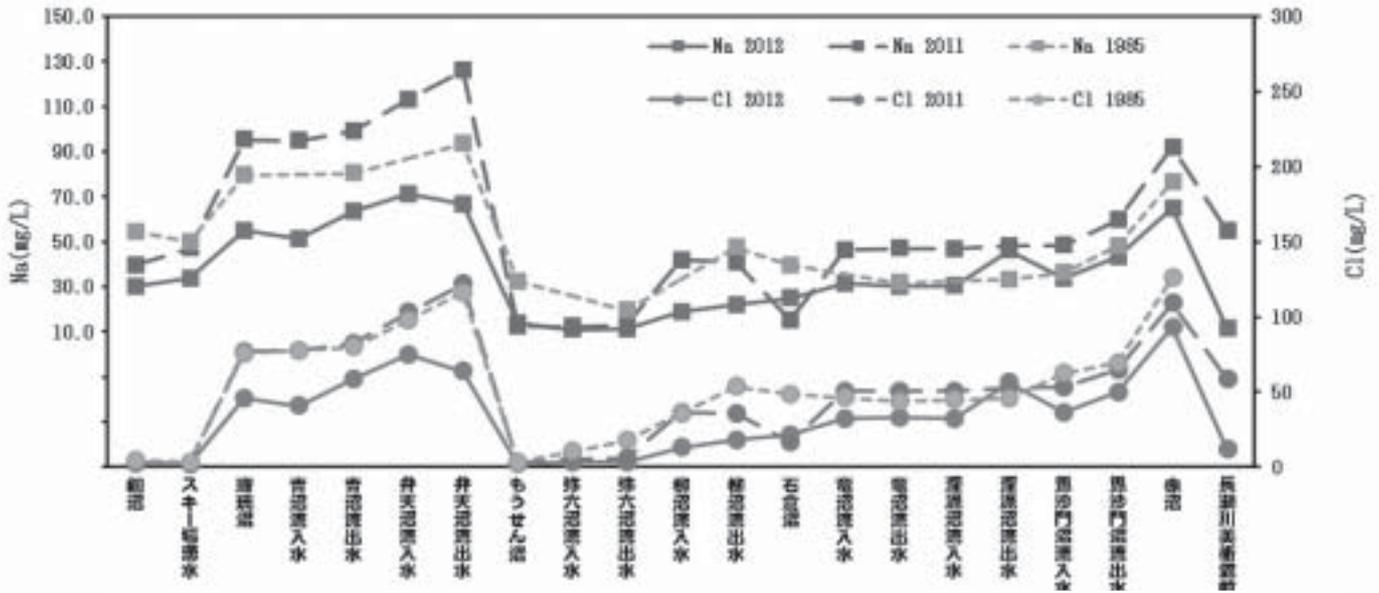


図 12. 各調査地点の Na イオンおよび Cl イオン濃度

「銅沼とスキー場湧水」及び「もうせん沼」は Cl イオン当量が低いにもかかわらず、Na イオン当量が高くなっている。千葉ら（1986 年）は、これ以外の湖沼の水質は、Na イオン当量と Cl イオン当量との正の高い相関から同一起源と推定し、流下に伴って、Na イオンと Cl イオンの増加が認められることなどから、「Na+Cl 型地下水」の混入の可能性も推定しており、今回の調査結果も、その推定結果と類似するものであった。

瑠璃沼の水質については、スキー場湧水は緑沼（今回未確認）を経て、瑠璃沼に至るとされる。千葉ら（1986）は、瑠璃沼とスキー場湧水との溶解性金属、イオン濃度比を検討している。2012 年、2011 年調査でこの比を計算したところ、1985 年調査と同様の傾向を示した（表 3）。瑠璃沼の水質を 1985 年調査と比較すると、鉄が 75～85% 減少し、マンガン及びアルミニウムが半減していた。

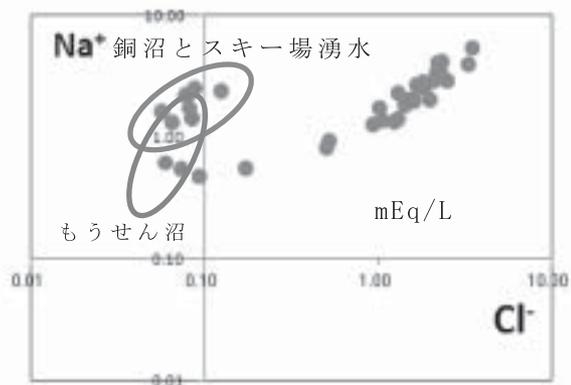


図 13. Na イオン当量と Cl イオン当量の相関

瑠璃沼、青沼及び弁天沼と比較すると、瑠璃沼、青沼及び弁天沼の流下の順に Na イオン及び Cl イオンが増加し、Ca イオン及び硫酸イオン濃度の減少傾向が認められ、千葉ら（1986）と同様の傾向が認められた（図 13）。

赤沼の pH は 3.91 で、銅沼に次いで強い酸性を示した。表流水の流入は確認できず、沼内の湧水等に起因する水質であると考えられる。鉄及びアルミニウムは、1985 年調査に比べてそれぞれ 62%、60% 減少（2012 年調査比）し、マンガ

表 3. 銅沼, スキー場湧水および瑠璃沼の金属・イオン成分

金属・イオン成分	銅沼			スキー場湧水			瑠璃沼			(瑠璃沼)/(銅沼)比			(瑠璃沼)/(湧水)比		
	(mg/L)	1985年	2011年	2012年	1985年*1	2011年*2	2012年	1985年	2011年*2	2012年	1985年	2011年	2012年	1985年	2011年
Fe	15.56	14.3	4.39	0.18	0.08	0.03	0.67	0.17	0.11	0.04	0.01	0.03	3.72	2.13	3.67
Mn	9.34	5.52	4.4	9.83	7.84	6.2	4.47	2.45	1.83	0.48	0.44	0.42	0.45	0.31	0.30
Al	176	125	80.1	47.5	60.2	27.8	6.55	3.32	1.68	0.04	0.03	0.02	0.14	0.06	0.06
Na ⁺	54.5	39.7	30.1	47.5	47.1	33.9	79.5	95.3	55.0	1.46	2.40	1.83	1.67	2.02	1.62
K ⁺	3.6	3.2	2.7	7.9	6.5	5.6	14.9	15.7	10.7	4.14	4.91	3.96	1.89	2.42	1.91
Ca ²⁺	420	250	290	329	297	296	219	178	165	0.52	0.71	0.57	0.67	0.60	0.56
Mg ²⁺	87.0	49.1	27.0	74.5	56.6	31.4	53.8	37.4	26.6	0.62	0.76	0.99	0.72	0.66	0.85
SO ₄ ²⁻	2411	1380	1280	1431	1170	1040	840	627	542	0.35	0.45	0.42	0.59	0.54	0.52
Cl ⁻	4.4	2.9	2.3	2.9	2.7	2.0	75.5	77.0	45.7	17.2	26.6	19.9	26.0	28.5	22.9

*1: 1985年データは、千葉(1986)を加工して作成。湧水は1985年データ『湧水(下)』を使用。

*2: 2011年の金属成分は、試料をろ過せずに分析した結果で、1985年と2012年の金属成分は、試料をろ過(0.45 μm)したものを分析した結果である。

ンは2012調査比で40%減少し、2011年比では17%増加していた。2012年調査結果を1985年調査と比較すると、Mgイオン、Caイオンが20%程度低下し、硫酸イオン、Clイオンがそれぞれ31%、26%低下していた(図14)。

柳沼系(もうせん沼、弥六沼、柳沼、石倉沼)は、石倉沼が2012年調査で2011年調査時に比べ、その沼の面積が大幅に

増大していた。降雨の多い時期などは、その沼の形状が大きく変化するものと考えられた。しかし、前回に引き続き、今回も流出地点は確認できなかった。もうせん沼は酸性を、弥六沼、柳沼、石倉沼は中性を示した。1985年調査と比較すると、もうせん沼のpHが上昇していた(1985年pH4.26, 2011年pH5.95, 2012年pH5.04)。もうせん沼は他の柳沼系の

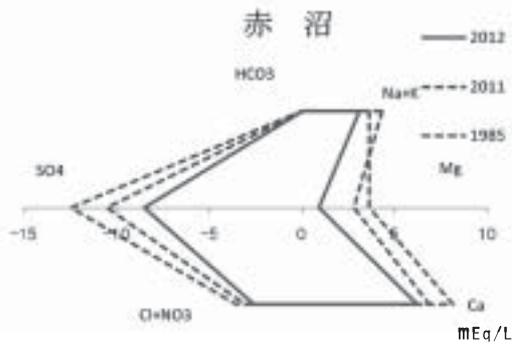


図 14. 赤沼のヘキサゲイグラム

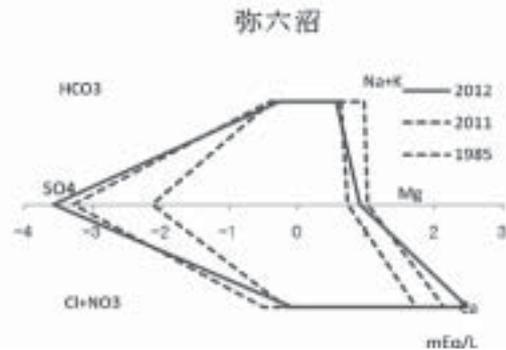


図 16. 弥六沼のヘキサゲイグラム

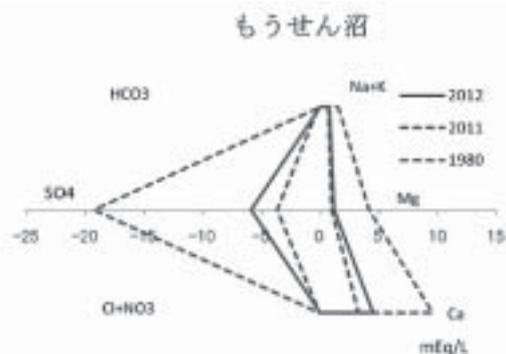


図 15. もうせん沼のヘキサゲイグラム

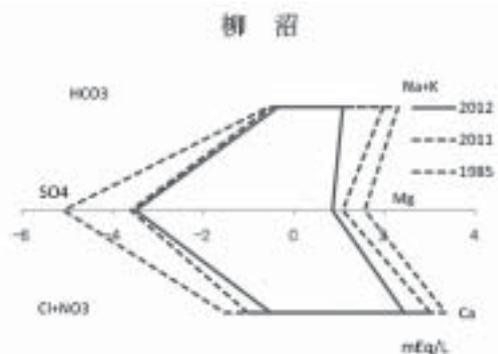


図 17. 柳沼のヘキサゲイグラム

沼と比較して、鉄、マンガン、アルミニウムが高い値を示したが、1985年調査と比較すると鉄・マンガン・アルミニウムとも70~90%の顕著な低下が認められた。

弥六沼、柳沼でも1985年調査と比較可能なすべての陽イオン、陰イオンで減少が認められた(図15~17)。特にもうせん沼では、主成分となる硫酸イオン、Caイオン、Mgイオンに著しい減少が認められた(図15)。弥六沼から柳沼にかけてNaイオン、Kイオン、Clイオンの上昇が認められた。これは1985年調査でも認められ「Na-Cl型地下水」の流入とされている(図12)。

石倉沼は全体的にイオン濃度が低く、EC及び蒸発残留物も調査地点中最低だった。千葉(1986)が指摘した「低濃度地下水又は表流水」の影響を強く受けている可能性が推測された。しかし、2011年度調査と比較して陽イオン(Na, K, Ca, Mg)濃度が1.6~2.8倍に上昇し、硫酸イオン濃度は36 mg/Lから161 mg/Lと4.3倍に上昇していた(図18)。これらの変化は降雨の影響だけでは説明できないと考えられた。

竜沼系(竜沼、深泥沼、毘沙門沼)のpHは、竜沼、深泥沼及び毘沙門沼はいずれも中性を示し、1985年調査と比較して、深泥沼を除き大きな変化は認められなかった。深泥沼は、1985年、2011年はそれぞれ7.32、6.87であったのが、2012年は5.08に低下していた。金属類に関しては、1985年調査と2011年、2012年調査結果に、特徴的な増減は認められなかった。各イオン成分に関しても、1985年調査と2011年、2012年調査結果に、特徴的な増減は認められなかった(図19~

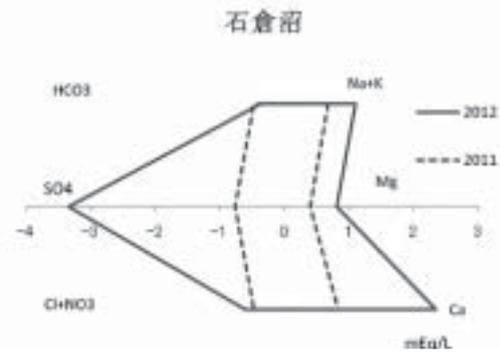


図 18. 石倉沼のヘキサゲイグラム

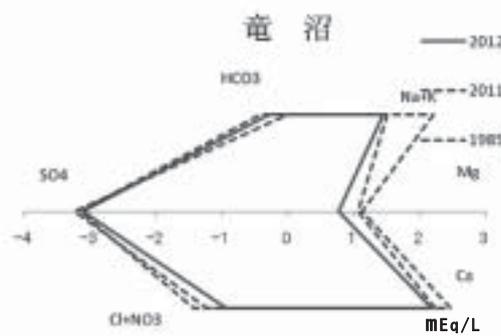


図 19. 竜沼のヘキサゲイグラム

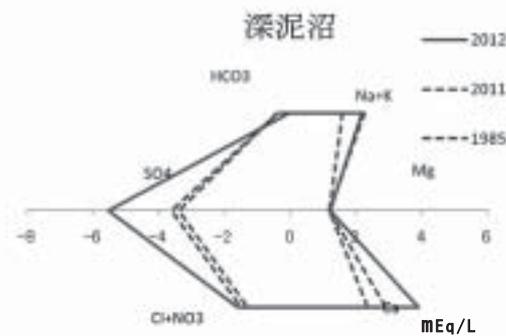


図 20. 深泥沼のヘキサゲイグラム

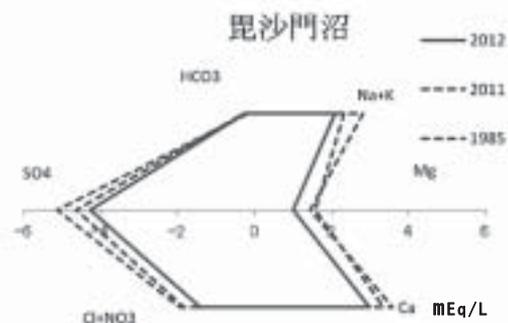


図 21. 毘沙門沼のヘキサゲイグラム

表 4. 竜沼, 深泥沼および毘沙門沼の金属・イオン成分

	2012年調査					2011年調査					1985年調査				
	竜沼	深泥沼	毘沙門沼	深泥沼 ／ 竜沼	毘沙門沼 ／ 深泥沼	竜沼	深泥沼	毘沙門沼	深泥沼 ／ 竜沼	毘沙門沼 ／ 深泥沼	竜沼	深泥沼	毘沙門沼	深泥沼 ／ 竜沼	毘沙門沼 ／ 深泥沼
pH	7.21	5.08	6.57	—	—	7.25	6.87	6.79	—	—	7.09	7.32	6.53	—	—
Fe mg/L	0.01	0.42	<0.01	42.0	0.02	0.35	0.31	0.13	0.89	0.42	0.04	0.19	0.05	4.75	0.26
Mn mg/L	0.27	1.23	0.62	4.56	0.50	0.42	0.47	0.83	1.12	1.77	0.48	0.43	1.38	0.90	3.21
Na ⁺ mg/L	30.1	46.2	43.3	1.53	0.94	47.1	48.1	59.7	1.02	1.24	31.7	33.3	48.3	1.05	1.45
K ⁺ mg/L	5.3	7.3	7.6	1.38	1.04	6.2	6.4	8.6	1.03	1.34	5.2	5.5	8.1	1.06	1.47
Ca ²⁺ mg/L	43.7	78.4	59.8	1.79	0.76	49.4	58.2	71.6	1.18	1.23	44.7	47.2	67.0	1.06	1.42
Mg ²⁺ mg/L	9.3	14.7	12.2	1.58	0.83	13.7	14.6	17.6	1.07	1.21	13.0	14.3	19.2	1.10	1.34
SO ₄ ²⁻ mg/L	149	266	205	1.79	0.77	151	173	223	1.15	1.29	155	163	246	1.05	1.51
Cl ⁻ mg/L	32.9	56.3	49.8	1.71	0.88	50.6	52.7	64.9	1.04	1.23	43.7	45.8	69.3	1.05	1.51
HCO ₃ ⁻ mg/L	16.3	1.3	13	0.08	10.0	23.0	18.4	14.2	0.80	0.77	21.9	20.3	9.3	0.93	0.46

21). 2011年調査では、竜沼から毘沙門沼への流下に伴って、陽イオン、陰イオンなどの項目で若干の濃度上昇が認められ、2012年調査では、竜沼から深泥沼間で濃度上昇が認められた（表4）。また、深泥沼と竜沼、毘沙門沼と深泥沼の各成分の濃度比でみると竜沼と深泥沼の濃度比は、2012年調査では1.4~4.5倍に上昇している項目があった。2011年調査では深泥沼と毘沙門沼の濃度比で類似の傾向を示し、金属成分の供給源として深泥沼に着目する必要があると、深泥沼内部での詳細な調査の必要性が考えられた。また、深泥沼から毘沙門沼に至る流程で赤沼の湖水の流入の可能性や、毘沙門沼湖内からの地下湧水などの影響等についても検討する必要があると思われた。

IV. まとめ

1. 今回の調査（2012年6月）では、前回2011年11月調査時点と湖沼の様相が異なる沼として、特に石倉沼があげられた。石倉沼は前回調査時と比べて大幅に水位が上昇し水量が増えているにも関わらず、陽イオン、硫酸イオンが増加し、降雨の影響だけでは説明できないと考えられた。調査時期によって水質が変化する可能性もあり、異なる時期での調査も重要であると考えられた。

2. 深泥沼や、毘沙門沼など湖内の湧水の存在が示唆される湖沼については、その湧水の影響を確認するため、深度別や調査地点を増やすなどして詳細な調査が必要であると考えられた。

3. 湖水の化学的成分を1985年調査と2011年、2012年調査で比較すると、いくつかの地点で溶解性金属や各種イオンに増減が認められた。特に、銅沼やもうせん沼など上流の地点で硫酸イオンが大幅に低下しており、五色沼湖沼群の長期的な水質を観測していくうえで、上流の湖沼の水質観測が重要であると考えられた。

引用文献

- 千葉茂・朝倉誠司・松本仁志（1986）裏磐梯五色沼の水質とその成因について、福島大学教育学部論集理科報告（38），19-29。
 國井芳彦・鈴木仁・佐久間智彦・林王克明（2012）裏磐梯五色沼湖沼群の湖水の化学的な成分に関する調査結果，裏磐梯五色沼湖沼群の環境調査中間報告書，51-60。

裏磐梯五色沼湖沼群の湖水の化学的な成分に関する調査結果（第2報）

調査項目ごとの測定方法と結果の表示方法（裏磐梯五色沼湖沼群環境調査 第2回目）H24. 6. 15及びH24. 6. 19

【福島県環境センター】

調査項目	測定方法	単位	測定結果の表示方法		
			定量下限値	表示した最小桁数	「水質測定計画」との相違点
pH	昭和46年環境庁告示第59号 (JIS 12.1 ガラス電極法)	—	—	小数点以下2桁	※1 大腸菌群数、全窒素及び全燐については水質測定計画と同じ。 ※2 ECも単位(mS、 μ S)が異なるだけで水質測定計画と同じ。 ※3 pH及びクロロフィルaは、水質測定計画よりも一桁下まで(小数点以下2桁目まで)表示することとし、有効数字桁数は考慮しないこととした。 ※4 DO及びCODは水質測定計画で報告下限とされている0.5mg/L未満の値でも、結果をそのまま表記した。同様にクロロフィルaも1 μ g/L未満の値も表記した。
EC	JIS 13 電気伝導度計	mS/cm	—	小数点以下3桁 (4桁目を切り捨て)	
COD	昭和46年環境庁告示第59号 (JIS 17 KMnO4による酸素消費量)	mg/L	(0.0)	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
大腸菌群数	〃 (最確数による定量法)	MPN/100mL	(0)	—	
全窒素	〃 (JIS 45.2 紫外吸光度法)	mg/L	0.05	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
全燐	〃 (JIS 46.3.1 ヘルオキソ二硫酸ナトリウム分解法)	mg/L	0.003	小数点以下3桁 (4桁目を切り捨て)	
クロロフィルa	上水試験方法 27	μ g/L	(0.00)	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
DO	昭和46年環境庁告示第59号 (JIS 32 よう素滴定法)	mg/L	(0.0)	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	

※ JISとは「日本工業規格 K0102 工場排水試験方法」を示す。

※ 水質測定計画とは「平成24年度水質測定計画(福島県)」を示す。

【(財)福島県保健衛生協会】

調査項目	測定方法	単位	測定結果の表示方法		備考
			定量下限値	表示した最小桁数	
蒸発残留物	JIS K0102 14.2	mg/L	1	整数3桁(小数点以下を切り捨て)	0.45 μ mのメンブランフィルターにてろ過したものを試料とした。
酸度	上水試験方法 14.3	mgCaCO ₃ /L	0.0	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
アルカリ度	上水試験方法 14.2	mgCaCO ₃ /L	0.0	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
TOC	JIS K0102 22 燃烧酸化—赤外線式TOC自動計測法	mg/L	0.2	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
Fe	JIS K0102 57.4 ICP発光分光分析法	mg/L	0.01	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
Mn	JIS K0102 56.4 ICP発光分光分析法	mg/L	0.01	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
Al	JIS K0102 58.4 ICP発光分光分析法	mg/L	0.01	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
Zn	JIS K0102 53.3 ICP発光分光分析法	mg/L	0.01	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
Si	JIS K0101 44.3.1 モリブデン青吸光度法	mgSiO ₂ /L	0.2	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
Na ⁺	JIS K0102 48.3 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.1	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
K ⁺	JIS K0102 49.3 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.1	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
Ca ²⁺	JIS K0102 50.4 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.1	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
Mg ²⁺	JIS K0102 51.4 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.1	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
NH ₄ ⁺	JIS K0102 42.5 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.1	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
F ⁻	JIS K0102 34.3 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.01	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
SO ₄ ²⁻	JIS K0102 41.3 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.1	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
NO ₃ ⁻	JIS K0102 43.2.5 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.01	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
NO ₂ ⁻	JIS K0102 43.1.2 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.01	小数点以下2桁 (3桁目を切り捨て)	
Cl ⁻	JIS K0102 35.3 イオンクロマトグラフ法	mg/L	0.1	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	
HCO ₃ ⁻	衛生試験法 4.1.10) (2) 中和滴定法	mg/L	0.0	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)	