

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3報）

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年から2013年にかけて調査を実施し、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。各湖沼水等における陽イオンや陰イオン等の成分割合は、1985年調査と同様の傾向であったが、全体的に各成分の含有量は減少傾向にあった。特に銅沼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顕著に減少していた。

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、環境センター等(2011年)が2011年11月に実施した1回目の調査、2012年6月の2回目の調査及び2013年8月の3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)
- 3回目：2013年8月27日
(銅沼等の3地点は8月26日)

2. 調査地点

銅沼、瑠璃沼、青沼、弁天沼
(以上『銅沼系』)、もうせん沼、弥六沼、
柳沼、石倉沼(以上『柳沼系』)、竜沼、
深泥沼、毘沙門沼(以上『竜沼系』)及
び赤沼(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。

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, 公益財団法人福島県保健衛生協会, 福島大学

分析: 福島県環境センター, 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

別表のとおり。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。

III. 結果と考察

調査の結果は、別紙「平成 25 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(2013年調査)の結果は前半を五色沼湖沼群全域の水質について、1985年、2011年及び2012年の各調査結果との比較を行った。なお、採水地点名を省略する場合は、別表の地点番号(No.1~No.22)を使用した。

1. 湖沼水の主要成分について

蒸発残留物(mg/L)およびそれに類似した項目である成分含有量総和(mg/L)イオン当量総和(meq/L), 電気伝導率 EC および水質の基礎的項目である pH について各項目間の相関係数(R 値)を調べ、水質中の主要成分を十分補足しているか調べてみた。

表 1 主要項目間の相関 2013 年

2013年					
	pH	蒸発残留物	イオン当量	含有量総和	EC
pH	1				
蒸発残留物	-0.7962	1			
イオン当量	-0.8010	0.9938	1		
含有量総和	-0.8078	0.9983	0.9978	1	
EC	-0.8519	0.9826	0.9814	0.9865	1

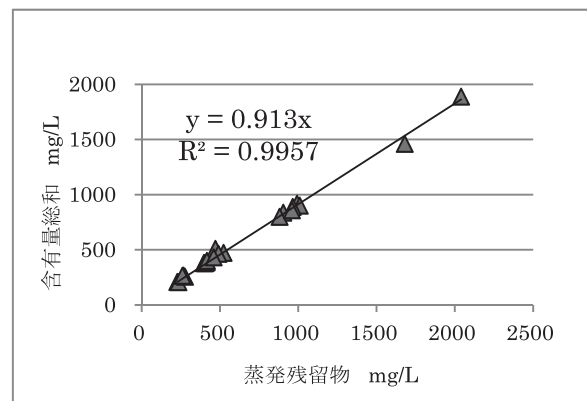


図 1 主要項目間の相関 2013 年

蒸発残留物，含有量総和，イオン当量総和いずれの間においても高い相関を示している．蒸発残留物と各成分の含有量総和との関係を図1に示した．ECと蒸発残留物，含有量総和，イオン当量総和の間にも高い相関が見られるが二次曲線で近似すると更に相関が高くなる．2011年，2012年も同様であった．

主要成分の含有量(mg/L)を地点毎に比較した(図2)．調査地点を標高の高い順，左から右に配列した．最も標高の高い所に位置している銅沼の成分含有量総和にほぼ等しい蒸発残留物が2040 mg/L(別表)と調査地点の中で最大だった．成分中，含有量が最大の成分は硫酸イオンで各成分含有量の総和に硫酸イオンが占める割合が最も高い地点で約70%(銅沼)．最小地点は約50%(弥六沼流出地点)であった．上流部地点は各成分とも濃度が高く，それ以外の地点では大きな違いはなかった．

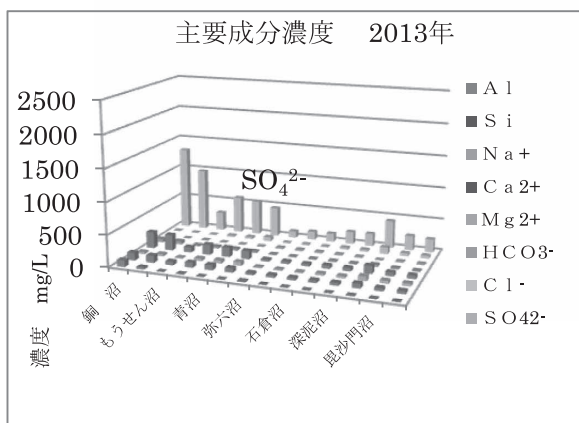


図2 主要成分濃度 2013年

成分含有量総和が最大の地点(銅沼)では，硫酸イオン以外にカルシウムイオンやマグネシウムイオンの陽イオン成分とAl, Fe, Mnの金属成分およびケイ酸SiO₂が多かった2011年2012年の結果も同様

であった．

1985年の千葉らの調査結果では，湖沼群全体の成分含有量について上流部から下流部にかけての増減傾向はほぼ同じであるが，銅沼ともうせん沼では硫酸イオンを始めとする各成分量の低下が顕著であった(図3)．

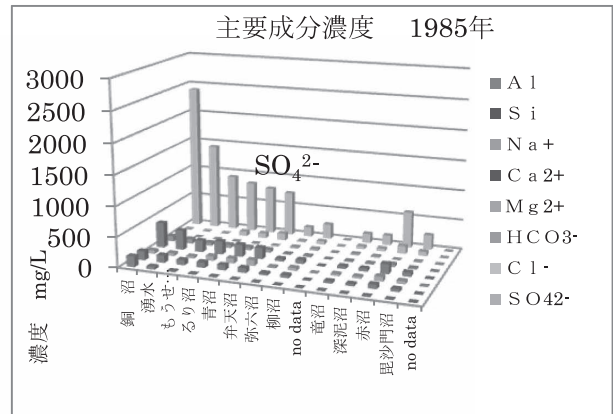


図3 主要成分濃度 1985年

2. 主要成分間の相関

千葉らが主要成分としていた硫酸イオン濃度，カルシウムイオン濃度について相関を調べると1985年調査と同じような結果となった(図4)．

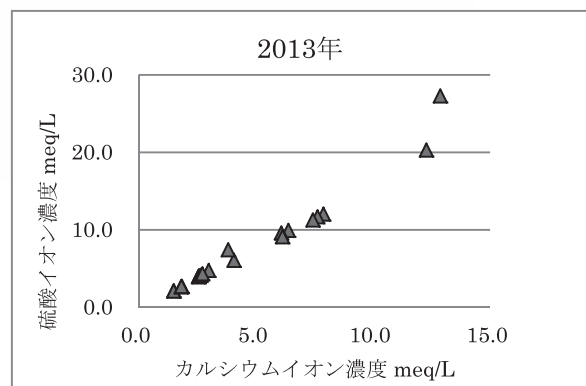


図4 硫酸イオン濃度とカルシウムイオン濃度との関係

銅沼を除いたデータでは，図4で[硫酸イオン濃度(meq/L)]=1.61×[カルシウム

イオン濃度(meq/L)-0.276 ($R^2=0.996$) が成り立つ。硫酸イオン濃度とマグネシウムイオン濃度との間にも同様な一定の関係が成立した。

硫酸イオンは多くの2価イオンと塩を生成するので、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、およびAl, Fe, Mnの金属成分を合計したイオン当量濃度(meq/L)と硫酸イオン当量濃度(meq/L)との相関を調べてみた(図5)。

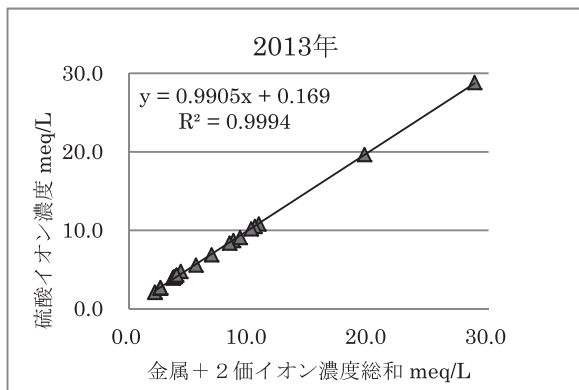


図5 硫酸イオン濃度と金属+2価イオン濃度との関係

五色沼湖沼群全域ではほぼ1対1の関係が成り立っている。この強い相関は、1985年、2011年、2012年の結果でも同様であった。

以上のことから、五色沼湖沼群の硫酸イオンはカルシウムイオン、マグネシウムイオン、アルミニウムイオン等とイオン結合もしくは硫酸塩の状態が存在しているものと思われる。スキー場湧水より下流部の地点になると2価イオンはカルシウムイオンやマグネシウムイオンが多数を占めるので図4の結果になったと考えられる。

3. 各調査項目の結果と考察

3.1 pH

pHの結果を図6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(No.1)の3.44から下流部へ下るにつれpHが上昇し、弁天沼(流出水, No.8)では5.46を示した。柳沼系のもうせん沼(No.7)では、1985年調査と比較するとpHが4.26から5.31(2011年調査:5.95, 2012年調査:5.04)へ上昇し、弥六沼(No.11), 柳沼(No.13)は中性を示し、大きな変動はみられなかった。

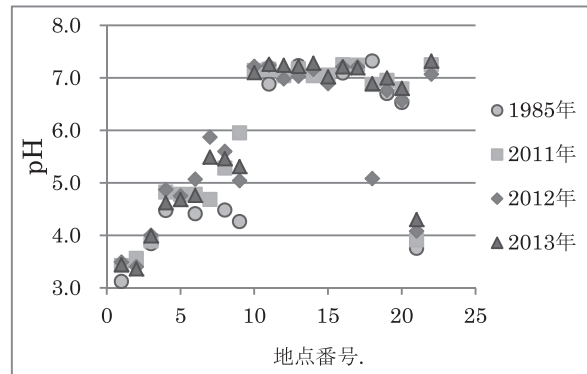


図6 各調査地点のpH値

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, No.18)で7.32から6.89と低下していた。赤沼(No.21)は近くの沼と異なり、酸性を呈しているが、pH3.75から3.91(2011年), 4.08(2012年), 4.30(2013年)と上昇傾向が続いている。

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、カルシウムイオン、マグネシウム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るものの変動幅は小さかった。

3.2 EC(電気伝導率)

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。

2011年、2012年調査時の結果と比べると全般に低下した地点が多かった。特に銅沼直下の沼(No. 2)は2012年調査の約半分に低下し、2011年の値に近くなっていた。雨水等で湖沼水が希釈されたためと思われる。1985年当時との比較はデータがなかったのでできなかった。

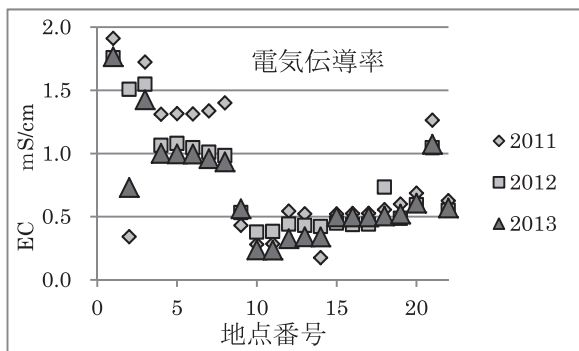


図7 電気伝導率 EC

3.3 DO(溶存酸素)

もうせん沼と赤沼が他の地点より溶存酸素濃度が低いこと以外は目立った変化はない(図8)。もうせん沼と赤沼は降水時以外に水の流入・流出が明らかでない沼である。周囲からの水の出入りの少ない孤立した沼であるため可能性がある。そのため、低酸素状態にあると思われる。2011年、2012年調査と比較すると変動がみられるが何によるかは不明である。

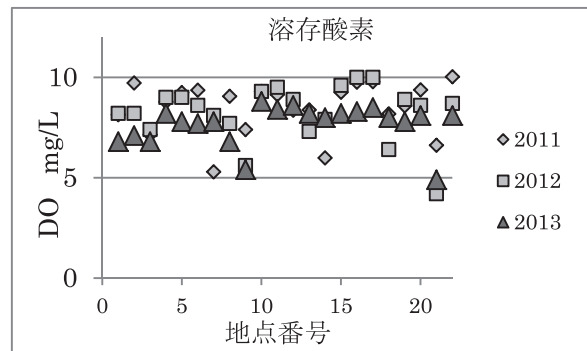


図8 溶存酸素

3.4 CODとTOC

CODおよびTOCはいずれも有機物指標に用いられるものである。柳沼系の沼が、CODが2 mg/L前後と比較的高めである。それ以外の地点は1前後となっている。しかし、赤沼は例外で2011年から上昇し4.3となった(図9)。

CODと同様に柳沼系の沼が比較的高めである(図10)。また、TOC値は常にCOD値を超えない範囲で推移していた。

この二つの項目の比COD/TOCをとると銅沼系の一部と赤沼(No.21)を除いた大部分のCOD/TOC値は1.6前後となった(図11)

2012年は2013年と同様な傾向だが、2011年は全体的に高めで推移していた。

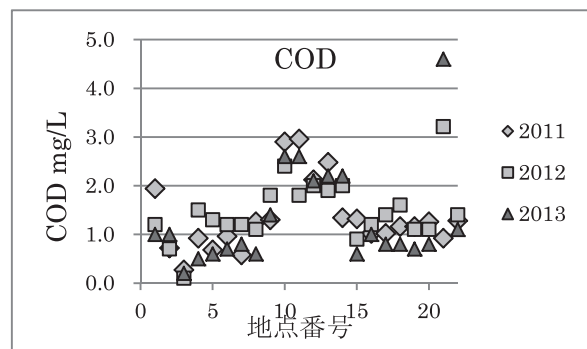


図9 COD

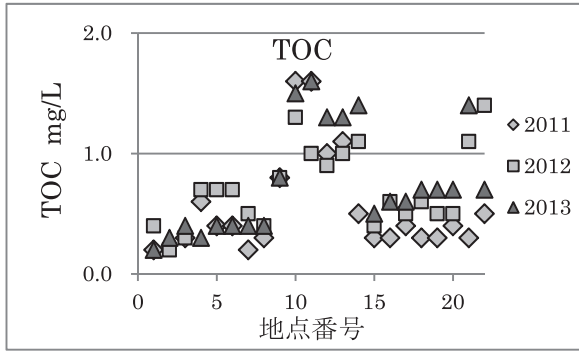


図 10 TOC

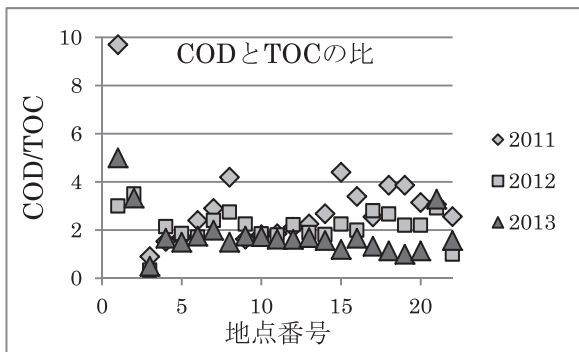


図 11 COD と TOC の関係

3.5 T-P, T-N およびクロロフィル a

全リン(T-P)は定量下限未満となった地点が弁天沼流出地点(No.8)のみであった。2013年は0.003未満から0.019 mg/Lと比較的低値であった(図12)。調査時期により、多少の変動がみられたが、季節的なものか経年的な傾向なのかはわからなかった。2011年からの3ヶ年の結果では、柳沼系の地点が比較的高めに出た。

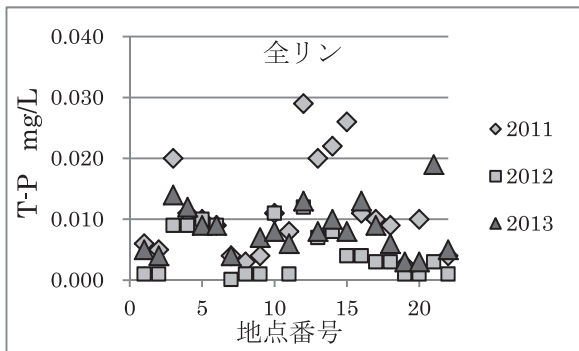


図 12 全リン

全窒素(T-N)は、銅沼系湖沼と赤沼(No.21)で比較的高くなる傾向にある。概ね、2013年は2012年、2013年に比べて低めであった。

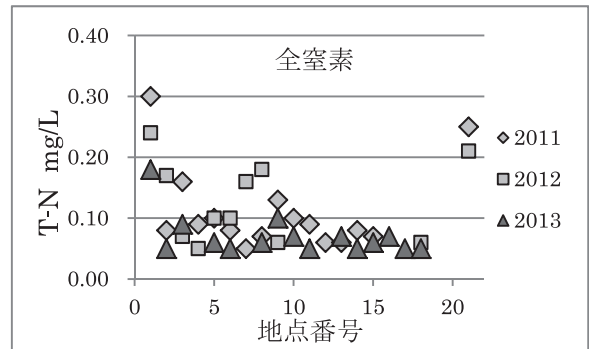


図 13 全窒素

クロロフィル a 濃度は、瑠璃沼(No.4)を除き、銅沼系の湖沼では比較的低めで、柳沼系、竜沼系の竜沼流入・流出水(No.15, No.16)および深泥沼流出水(No.18)および赤沼(No.21)で高めである。また、毘沙門沼流入・流出水(No.19, No.20)では低めとなっている(図14)。

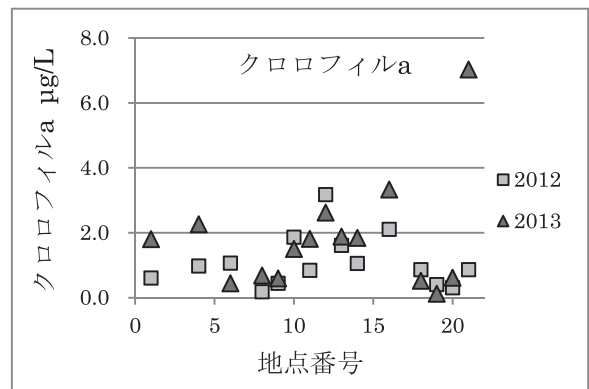


図 14 クロロフィル a

クロロフィル a は全リン(T-P)濃度および全窒素(T-N)濃度と相関が高く、その関係を表す式⁴⁾が知られている。今回の調査結果に適用すると、全リンとの間では関係式 $\log[\text{クロロフィル濃度}]$

($\mu\text{g/L}$) $=1.83\log[\text{T-P 濃度}(\text{mg/L})]+3.615$ を満足し、相関がみられた(図 15)。また、全窒素との間には相関はなかった。

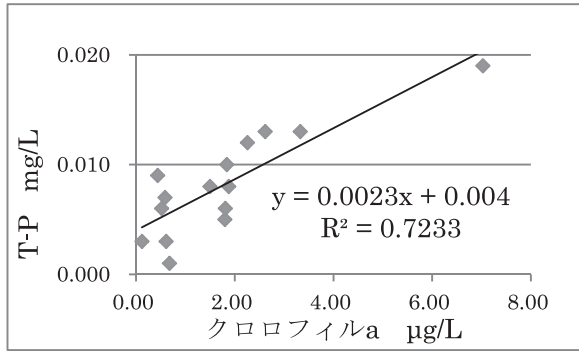


図 15 クロロフィル a と全リン

3.6 大腸菌群数

銅沼系では低めで、柳沼系および竜沼系で多い傾向にある。毘沙門沼流入水(No.19)が 2013 年の最大値である 330MPN/100 mL を示し、全般に低めであったが、毘沙門沼流出水が合流する直下の長瀬川(No.22)が環境基準である、1000MPN/100 mL を超える 1,300MPN/100 mL となった(図 16)。

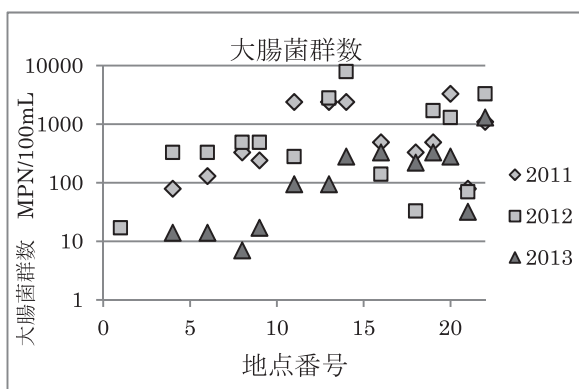


図 16 大腸菌群数

2011 年、2012 年の調査はそれぞれ 11 月、6 月の調査であり、調査年時による違いが、季節変化を示すものかはわからない。なお、赤沼(No.21) の大腸菌群数

が少ないのは pH が低いことと関連がある可能性があるため、大腸菌群数と pH の関係(図 17)を調べた。

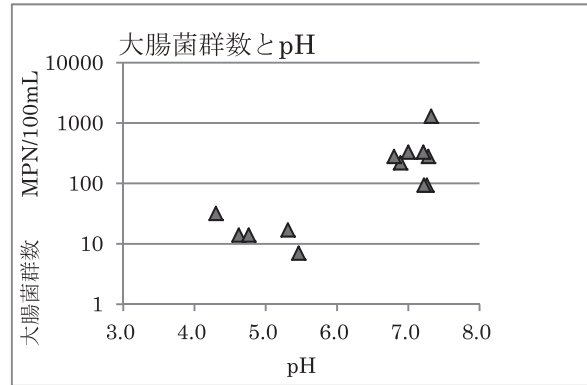


図 17 大腸菌群数と pH (2013 年)

大腸菌群数が高いグループと低いグループそれぞれ中性、弱酸性側に 2 分された。対象を 2011 年から 2013 年までの 3 年分を使用して大腸菌群数と pH の傾向は図 18 のとおり。菌数の分布が広い範囲に分布し、低 pH になるほど菌数の最大値が小さくなる。

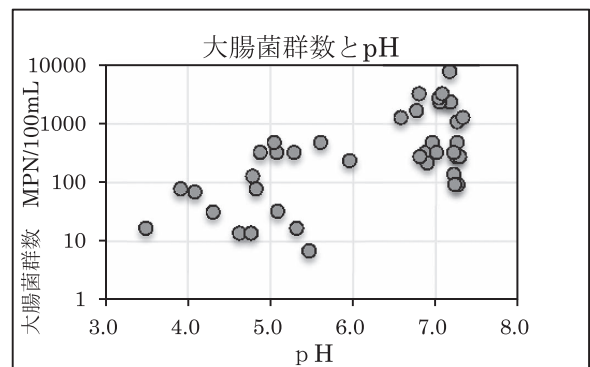


図 18 大腸菌群数と pH (1998 年～2011 年)

五色沼湖沼群の下流部に位置している毘沙門沼は「福島県水質測定計画」で水質の定期モニタリングを行なっている地点である。1998 年(平成 10 年)から 2011 年(平成 23 年)にかけて毘沙門沼湖心にお

ける pH と大腸菌群数の関係は図 19 に示した、五色沼湖沼群全域と同じような相関がみられた。1,000MPN/100 mL を上回るのは pH6.6 前後である。五色沼湖沼群下流の猪苗代湖も近年、pH 上昇とともに大腸菌群試験で検出されることが増え、1000MPN/100 mL を超えるのは pH が 6.5 を超えるようになってきてからである 7)。

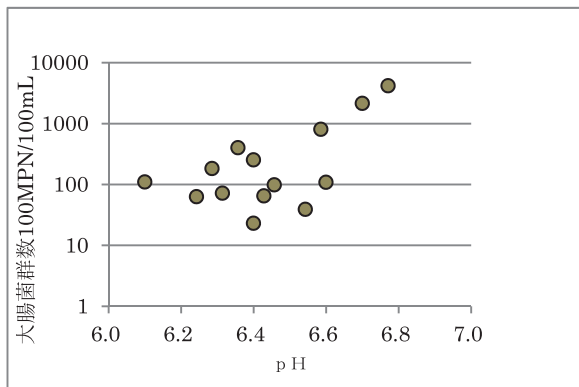


図 19 昆沙門沼における pH と大腸菌群数(1998 年～2011 年)

3.7 アルカリ度および酸度

アルカリ度の最大値は柳沼系の柳沼流出水地点(No.13)で 16.6 mg/L だった。

2011 年からの最近 3 ヶ年の中では、低値であった(図 20)。2011 年の結果では、最大値を示した地点は 2013 年と同様、柳沼流出水地点で最大値は 22.3 mg/L と 2013 年の約 1.3 倍であった。

酸度については、銅沼系の地点は他の流路より、酸度が高い(図 21)。銅沼系、柳沼系、竜沼系の 3 つの流路いずれとも流入水、流出水の出入りが明確ではない赤沼は下流部にありながら近くの地点より酸度は高く 34.2 mg/L あった。銅沼系や柳沼系のもうせん沼より高い。同じ流路の中でも上流側より下流側に酸度の高い地点がいくつか見られる。これは、表

流水以外に伏流水の流れがあって、上流の塩類濃度の高い水が流下しているためだと考えられる。

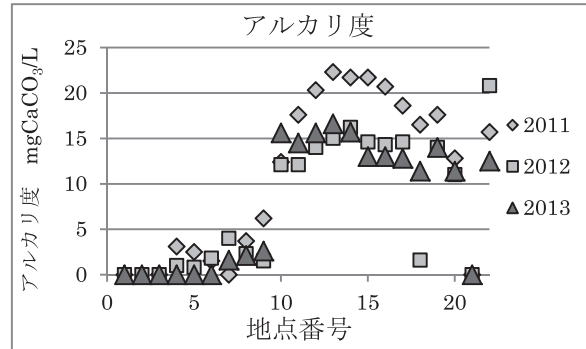


図 20 アルカリ度

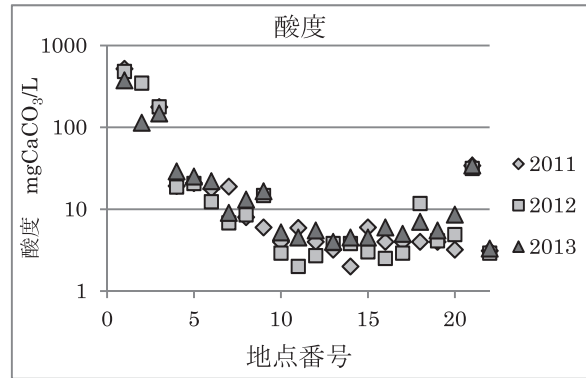


図 21 酸度

また、五色沼湖沼群は銅沼の約 pH3 から柳沼系の pH7 と幅広い分布を示している。主要成分であるカルシウムやマグネシウムの硫酸塩濃度(=カルシウムイオン+マグネシウムイオン+硫酸イオン)は最大地点(銅沼:1,600 mg/L)と最小地点(弥六沼流入水:141 mg/L)で約 11 倍程度の違いでしかない。降水や降水由来の EC の希薄な地下水で希釈されたとすれば、pH を 3 から 7 まで上げるには約 1,000 倍の希釈が必要である。この主要成分濃度の希釈率から上流部から下流域までに湖沼水が流下する間に、何らかのアルカリ水との混入があると考えられる。

3.8 金属成分

酸度とアルミニウム濃度は相関が高い(図22). 鉄やマンガンなどの金属成分も同様である.

アルミニウムなどの金属成分は pH の低い銅沼系の湖沼および赤沼(No.21)に多く含まれている. とりわけ, 最も酸度の高い銅沼(No.1)が最も高濃度である(図23).

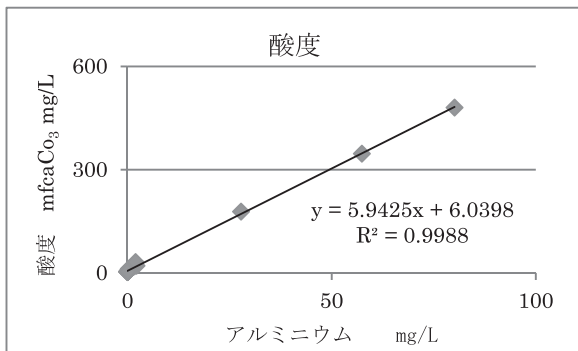


図22 酸度とアルミニウム濃度

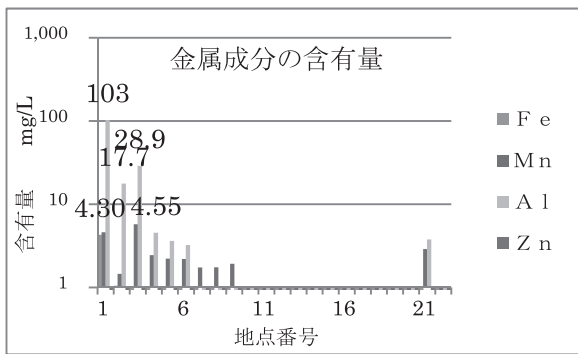


図23 金属成分の含有量

五色沼湖沼群では, アルミニウムは金属の中で最も含有量(mg/L)が多い成分であり, 溶存態アルミニウムは銅沼では約92%を占める. 以下, スキー場湧水(No.3)83%, 瑠璃沼流出水(No.4)83%, 青沼流出水(No.6)59%, 弁天沼流出水(No.8)25%と続く. 溶存態アルミニウムの含有量は銅沼と比較するとスキー場湧

水31%, 瑠璃沼流出水6.4%, 青沼流出水4.9%, 弁天沼流出水2.5%と減少した.

金属成分の溶存態が占める割合を図24に示した. 鉄はアルミニウムと異なり溶存態の割合は低く, 銅沼では61%, 瑠璃沼71%青沼流出水17%となっていた(図24). マンガンは地点別の傾向は特になかった. 亜鉛は含有量が少ないが低pHでは溶存態の割合が高く, pH5を超える地点では全アルミニウムも含め, 検出下限未満となった.

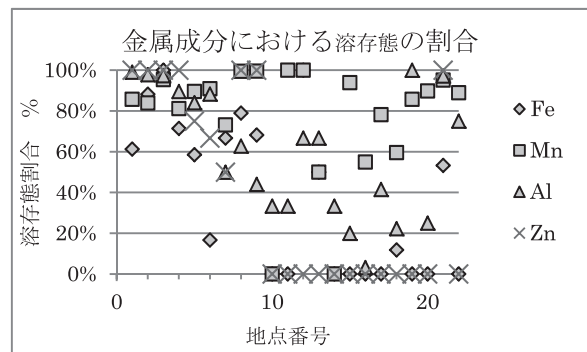


図24 金属成分中の溶存態の割合

3.9 ケイ酸

ケイ素をケイ酸 SiO_2 として求めた(図25). 上流部および銅沼系で高く, 柳沼系および竜沼系ではほぼ一定で33 mg/Lから55 mg/Lの範囲で分布していた. No.2の地点では, 2012年調査時と比べると半減しており, ケイ酸以外の成分も半分から1/3に低下しているため降水成分等低濃度の水で希釈された可能性が高い. 赤沼は下流部にあってもケイ酸含有量が高いのはpHとの関連があると思われる. No.2を除いてpHとケイ酸との相関を調べた(図26). 比較的高い相関が得られた. 2011年, 2012年調査も同様傾向を示した. 1985年の千葉らの結果を使用しても同様結果が得られた.

アロフェンはケイ酸を成分の一つとしているため、アロフェン生成に pH が何らかの影響を及ぼす可能性が考えられる。

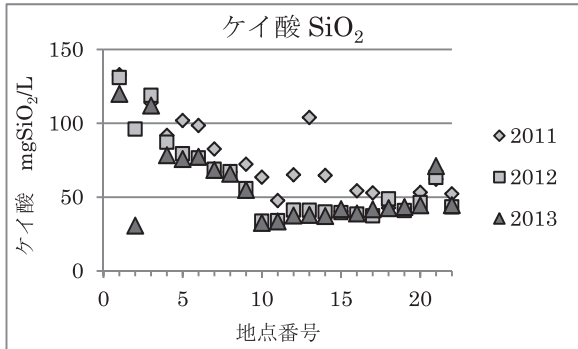


図 25 ケイ酸

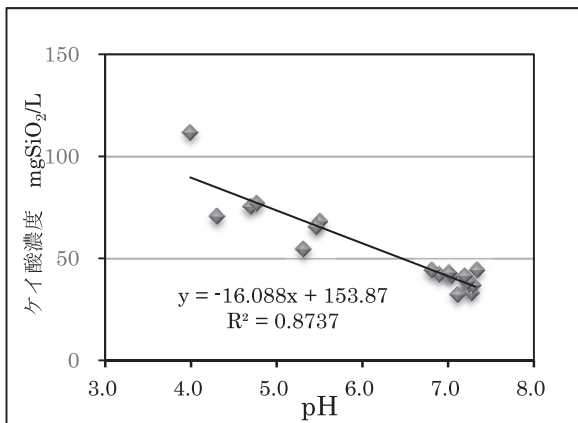


図 26 ケイ酸濃度と pH

3.10 その他の成分

千葉らの報告(1986年)では、NaCl型地下水の存在に言及している。ナトリウムイオン濃度(meq/L)と塩化物イオン濃度(meq/L)との間に1対1の割合で流下方向に増加している。上流部の銅沼には塩化物イオンが2.9 mg/L程度と降水によると思われる極くわずかしが存在してない。今回(2013年)の調査結果も、その推定結果と類似するものである。

図 27 において、イオン当量比で塩化物イオン濃度とナトリウムイオン濃度との

間に上流部の地点を除いて、1対1の割合で増減していることがわかる。上流部は塩化物イオンに乏しく、ナトリウムイオンのほとんどは NaCl の形態で存在し得ない。

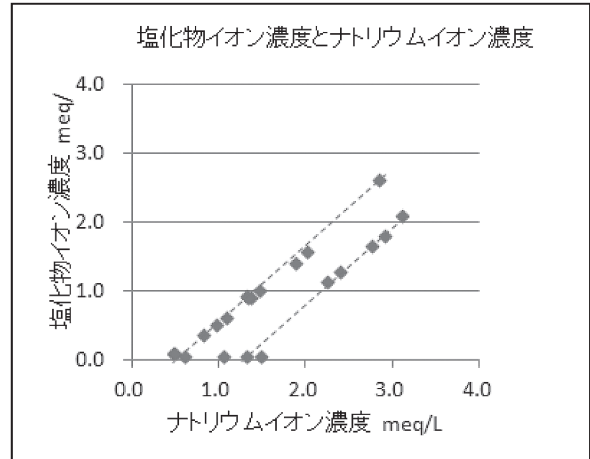


図 27 塩化物イオンとナトリウムイオン濃度(1)

二本の線は左下から柳沼系、連続して直ぐ上が竜沼系そして右側の線が銅沼系である(図 28)。また、点線の下方から上方に向かってそれぞれ流下方向の地点がプロットされている。つまり、流下方向とは逆の NaCl の濃度勾配があることになるものではないかと推測される。

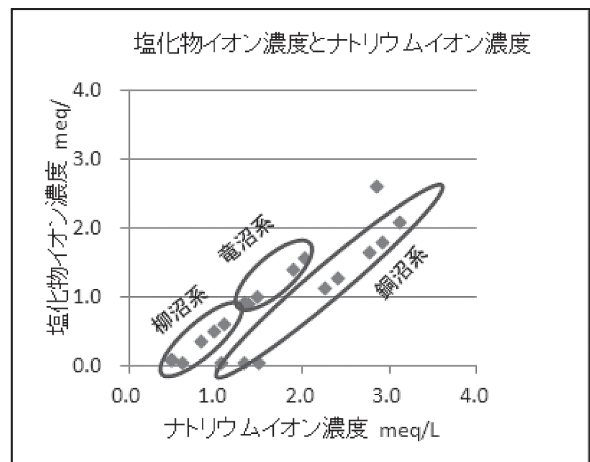


図 28 塩化物イオンとナトリウムイオン濃度(2)

次に、炭酸水素イオンはpHと相関が高い成分で、五色沼湖沼群では弥六沼流入水から出現する。弥六沼流入水が入る上流方向にもうせん沼から弥六沼に至る流路のどこかにアルカリ性の高い成分の水が合流してくるものと思われる。磐梯山周辺には炭酸水素塩の温泉がいくつか点在しており、温泉水との関連も考えられる。五色沼湖沼群の水質を考える上では、今後、調査を行なう必要があると思われる。

最後に、フッ素(F)イオン、硝酸イオンおよび亜硝酸イオン、アンモニアイオンおよびカリウムイオンは含有量が少なく、他の成分や調査項目と特別な相関が認められなかった。

IV. まとめ

千葉らの1985年調査を参考に2011年と2012年に「裏磐梯の湖沼環境を考える会議」の会員機関等で実施した調査データから、裏磐梯五色沼湖沼群の水質について考察した。

裏磐梯五色沼湖沼群に共通する特徴として、主成分は硫酸カルシウム及び硫酸マグネシウムの硫酸塩であり、硫酸イオンとカルシウムイオンおよびマグネシウムイオンとは一定の比率で存在する。

銅沼のpHの高低により下流部の湖沼等の硫酸イオンやカルシウムイオン及びマグネシウムイオン等の濃度が減少または増大する傾向にある。

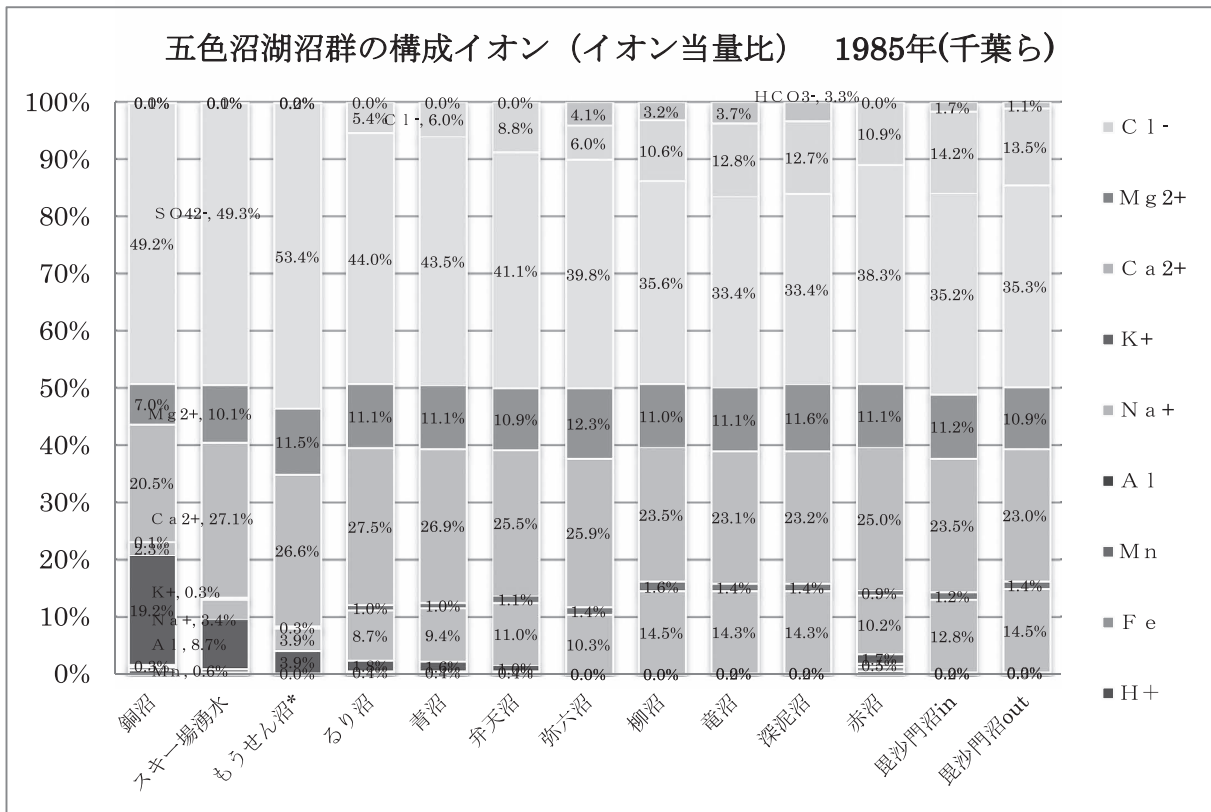
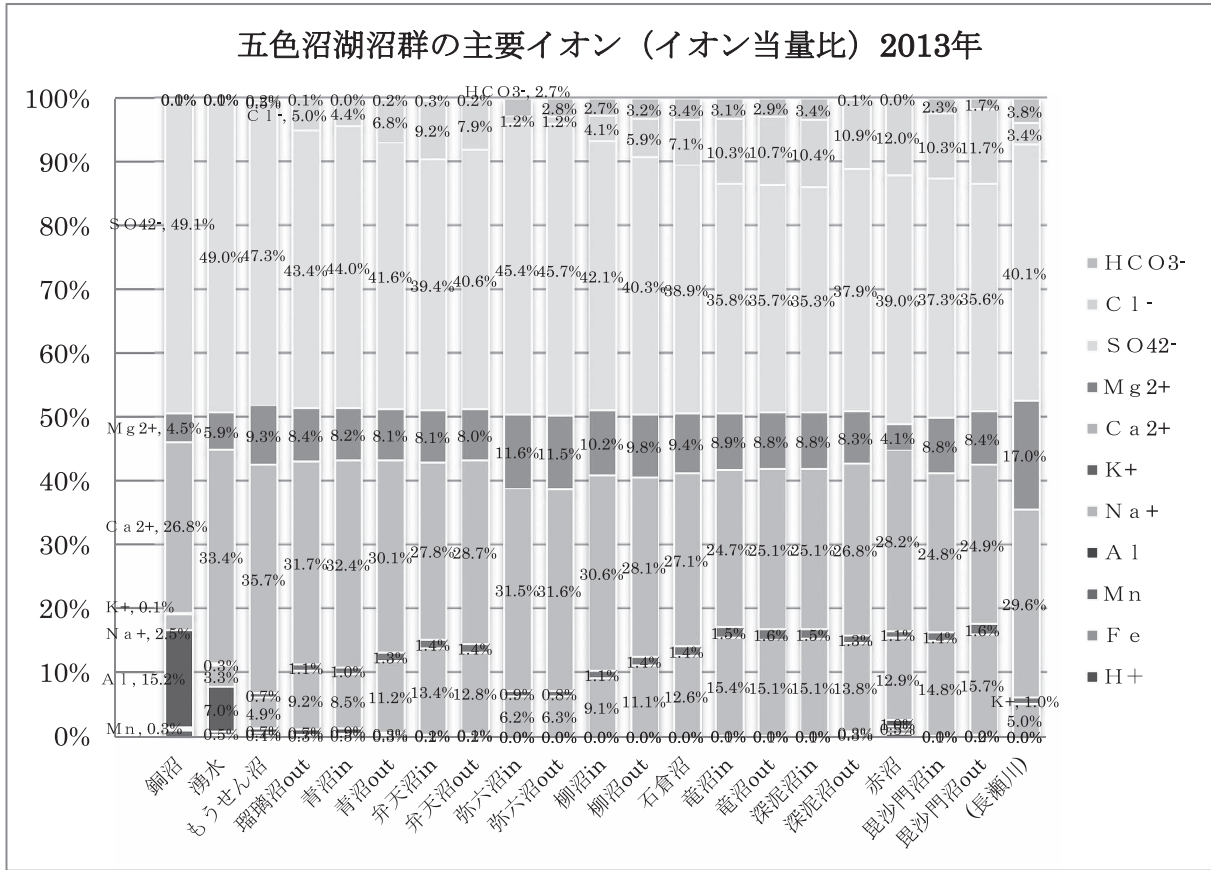
裏磐梯湖沼群の水質はpH 3程度から7までと幅広く分布しており、2011年、2

012年の調査では1985年調査時より五色沼湖沼群全域が若干、pHが高くなっている。銅沼の主要成分濃度も1985年調査時の約半分程度、もうせん沼においては5分の1にまで顕著に減少していた。

安達太良山からの酸性物質供給量が一時期より減少し、下流河川の酸度減少、pH上昇を引き起こしている⁵⁾が同じようなことが磐梯山でも生じていて、猪苗代湖への硫酸塩負荷量の減少をもたらすなど下流水質に影響を及ぼしている可能性がある。

引用文献

- 1) 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.
- 2) 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成分に関する調査結果、裏磐梯五色沼湖沼群の環境調査報告書, 26-37.
- 3) 國井芳彦・渡邊 稔・佐久間智彦 (2013) 裏磐梯五色沼湖沼群の湖水の化学的成分に関する調査結果(第2報)、裏磐梯五色沼湖沼群の環境調査報告書, 26-35.
- 4) Sakamoto, M. (1966) Primary production by phytoplankton community in some Japanese-lakes and its dependence on lake depth. Arch. Hydrobiol., 62, 1-28.
- 5) 渡邊 稔・國井芳彦・渡辺俊次 (2012) 流入河川が猪苗代湖に及ぼす影響について、全国環境研会誌, 37, 51-57.



付表1 データ一覧表 (H25)

柳沼系	竜沼系	竜沼系	竜沼系	竜沼系	竜沼系	竜沼系	21	22
14	15	16	17	18	19	20		
いしくらぬま 石倉沼	たつぬま 竜沼		みどろぬま 深泥沼		びしゃもんぬま 毘沙門沼		あかぬま 赤沼	長瀬川
	流入水	流出部	流入水	流出部	流入水	流出水		美術館前
2013/8/27	2013/8/27	2013/8/27	2013/8/27	2013/8/27	2013/8/27	2013/8/27	2013/8/27	
11:24	11:25	13:50	14:10	14:10	13:29	11:26	15:00	11:11
くもり	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	くもり	くもり	晴れ	くもり
19.9	21.0	21.0	20.0	18.8	19.0	23.7	19.9	22.6
21.5	20.0	20.0	19.1	19.5	18.5	21.5	17.5	21.6
無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	赤褐色
透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
北東岸(流入の対角側)の岸から採取。柳沼側の遊歩道から入る	弁天沼→竜沼の川が一筋になった箇所にて採取。流量多い。	流出地点(川のように開始した所)で採取。泥濁要注意	竜沼→深泥沼への川で採取。水量が多く泥濁のため流量測定不可。	流出地点(川のように開始した所)で採取。泥濁要注意	探勝路の橋の上から上流側流心の水をハケツ+ロープで採取	流出水を流心部で直接採取	昨年より水位が上昇していたため、湖の南側からバケツで採取。	
N37° 39'08.14"	N37° 39'12.84"	N37° 39'16.56"	N37° 39'15.48"	N37° 39'16.50"	N37° 39'11.64"	N37° 39'10.56"	N37° 39'13.24"	N37° 39'12.06"
E140° 04'08.29"	E140° 04'33.12"	E140° 04'37.62"	E140° 04'40.62"	E140° 04'46.68"	E140° 05'3.06"	E140° 05'27.54"	E140° 04'49.97"	E140° 05'43.68"
0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
	欠測		欠測		0.427	0.717		0.484
標高833m	流測大		流測大				微濁	
7.28	7.02	7.21	7.19	6.89	7.00	6.80	4.30	7.32
0.340	0.498	0.499	0.498	0.506	0.521	0.608	1.074	0.570
2.2	0.6	1.0	0.8	0.8	0.7	0.8	4.6	1.1
280		330		220	330	280	32	1300
0.08	0	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.25	<0.05
0.010	0.008	0.013	0.009	0.006	0.003	0.003	0.019	0.005
1.84		3.33		0.52	0.12	0.61	7.03	
8	8.2	8.3	8.5	8	7.8	8.1	4.9	8.1
260	398	406	399	415	417	490	959	460
4.5	4.5	6.0	5.0	7.0	5.5	8.6	34.2	3.3
15.7	13.0	13.0	12.8	11.4	14.0	11.4	0.0	12.5
1.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	1.4	0.7
<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.89	<0.01
0.02	0.13	0.55	0.24	0.34	0.07	0.07	1.67	0.09
<0.01	0.46	0.45	0.43	0.56	0.36	0.79	2.90	0.64
0.01	0.49	0.82	0.55	0.94	0.42	0.88	3.05	0.72
0.01	0.02	0.03	0.17	0.02	0.05	0.02	3.77	0.06
0.03	0.10	0.94	0.41	0.09	0.05	0.08	3.88	0.08
<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
37.2	41.9	39.0	41.8	42.5	43.3	44.5	71.0	44.6
16.8	31.6	31.1	30.9	31.7	33.5	43.7	69.0	41.2
3.8	6.1	6.2	6.1	6.1	6.2	8.1	9.9	7.6
36.6	51.6	51.6	51.1	51.5	53.1	59.9	123	54.6
9.6	13.4	13.5	13.5	13.9	14.5	16.1	33.0	15.0
0.07	0.10	0.06	0.10	<0.05	0.09	0.05	0.24	0.06
0.25	0.26	0.25	0.27	0.26	0.27	0.25	0.45	0.24
129	191	192	189	195	198	229	437	208
0.03	0.19	0.14	0.18	0.07	0.05	<0.01	<0.01	0.03
<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
11.1	28.6	28.8	28.4	30.2	32.8	46.4	105	43.5
19.0	15.8	15.8	15.8	13.9	17.1	13.9	0.0	15.2

付表 2 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3回目) H25.8.26 及び H25.8.27

【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、全窒素及び全磷については水質測定計画と同じ。 ※2 ECも単位(mS、μS)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1μg/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)	
全磷	〃 (JIS 46.3.1 ベルオキソニ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	μg/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25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 μm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	mgCaCO3/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	mgCaCO3/L	0.0	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)		
TOC	JIS K0102 22 燃焼酸化一赤外線式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	mgSiO2/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 42.2 インドフェノール青吸光度法	mg/L	0.05	小数点以下2桁 (3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 ⁻	鉱泉分析法指針 7-30 中和滴定法	mg/L	0.0	小数点以下1桁 (2桁目を切り捨て)		
T-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)		懸濁分は酸添加による分解を行い、試料中の全量を測定した。
T-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)		
T-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)		
T-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)		