

第27回麻布環境科学研究会 一般講演13

環境水の変化を溶存元素の挙動から捉える試み

山内 美穂¹, 嶋田 英作²¹アイ・トリート有限会社, ²麻布大・環境政策・生物環境

1. はじめに

水資源問題は今世紀の重要な課題であり、わが国でも水環境の保全や修復について関心は高く、その場合水質の評価が問題となる。水質は水体ごとで異なるが、物理化学的・生物的要因により変化する。また水質は人間活動により大きな影響を受ける。

水環境改善の第一歩として、水質の挙動や流域における負荷量の把握が重要な位置を占めている。現在、河川の調査及び評価手法として、①環境基準との比較②負荷源調査(図)③流域内のフレーム整理等がある。これらの手法では多大な労力や費用を必要とする点や、微細な水質変化を知るのは困難である等の問題点が挙げられる。

そこで、水質を構成する要因である溶存元素(無機イオン)に着目し、河川水など環境水でのそれらの挙動について調査した。無機イオンは、そのほとんどはどんな環境水にも同時に存在していることか

ら、湖水や河川水のイオン濃度をICP-MSなどで複数同時に測定・解析し、水質の変化が見られるかどうか、また変化している場合、どのイオンに起因の可能性があるかについて検討した。

2. 材料と方法

材料は、洞爺湖の湖水(北海道)と、境川の河川水(東京都・神奈川県)である。

洞爺湖は貧栄養湖であり、外部からの影響があればその影響は反映しやすい側面をもつと考えられる湖である。2000年3月有珠山が噴火し、火山灰の一部は洞爺湖に降下または流入した。湖水は、噴火前後定点で鉛直方向に表層から120mの深度まで9ポイントで採水し、各深度の水中の元素はICP-MS(ELAN6000)を用いて検量線法で測定した¹⁾。

境川は、小規模河川で周辺の環境影響を受けやすいと考えられる。境川の河川水は、源流および町田市街の入り口(宮前橋)と出口(鶴間橋)付近の3地点で3年間、月1回採水し、溶存元素を測定した。元素の測定は、試料中の濃度が1mg/L以上の総イオン濃度、陽イオン5種(Na, Ca, Mg, K, NH₄)、陰イオン5種(H₂PO₄, Cl, NO₂, NO₃, SO₄)は、イオンクロマトグラフ(LC-10ADVP)を用い、検量線法で測定した。また、濃度が1mg/L未満の金属イオン17種(Ba, Li, Rb, Zn, V, Ni, Mn, Cr, Mo, Sn, W, Pb, U, Co, Cd, Se, As)は、ICP-MS(ICPM-8500)を用いて検量線法で測定した³⁾⁴⁾。

得られた値は、FisherのPLSD法で統計的に処理を行い、有意差を検定した。洞爺湖水ではまず各深度を他の全ての深度と比較し、つぎに深度間に現れる有意差の有無を噴火前後で比較した。また、境川河

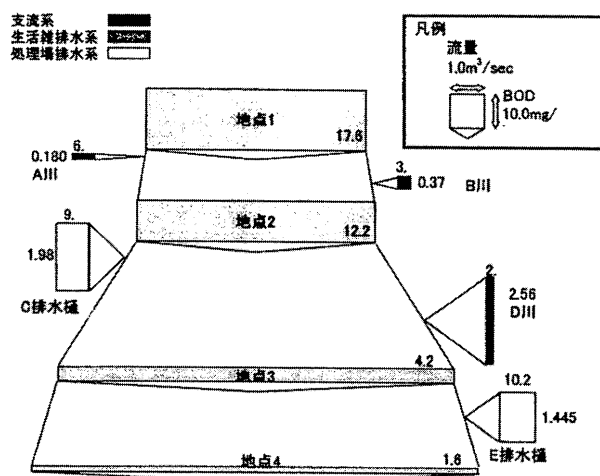


図. 河川の流入流量及びBOD濃度

川水でははじめに宮前と鶴間について比較し、つぎに源流と宮前および源流と鶴間について有意差の有無を比べることにより宮前・鶴間2地点間の比較を行い各種イオンの挙動について検討した。

3. 結果と考察

洞爺湖水の場合は、有珠山噴火前の1999年12月より、噴火後の2000年6月の方が全イオンの総量が若干増加した。測定したイオンの全組合せ中、MgとKの組合せでは、噴火前において深度10mと100mとの間の有意差が噴火後に消失した。逆に噴火前における深度40mと120m及び60mと120mとの間の有意差が噴火後に現れ、噴火前後で有意差の違いが生じていた。さらに測定値も合わせて検討すると、水深度100m、120mの深層部に攪乱が起きていることと、有意差の起因となったイオンがKであることが考えられた¹⁾²⁾。

境川河川水の場合、各イオンの濃度は宮前より下流の鶴間で低い傾向があった。またMgとCa、Vは鶴間がより高い濃度を示し、量的変化が大きい傾向を示したが、2地点には有意差はみられなかった。宮前と鶴間2地点の総イオン濃度、陽イオン濃度の総量、陰イオンの総量を用いた解析では有意水準5%以下で有意差が認められず、2地点の違いは確認できなかった。そこで、複数のイオンの組合せを用いて源流と宮前、源流と鶴間を比較すると、測定月によっては有意差が一致しない事から、2地点間におけるイオンの挙動の差異が観察された(表4、5)。濃度1mg/L以上のイオンではNa、CaとSO₄イオン³⁾

が、また、濃度1mg/L未満の金属イオンの組合せではMn・Ni・Vが変動するイオン(起因となるイオン)⁴⁾であった(表6、7)。

以上より、時期の違いや地点間での水質変化が確認しにくい場合においても、水質の変化が確認でき、また有意差の起因となるイオンの組合せを検出できた。本手法の有効性が示された。

4. まとめ

水質を構成する溶存元素(無機イオン)は、その多くは栄養素(栄養塩類や必須微量元素など)であり、どんな環境水にも含まれている。イオン個々の量の増減ばかりでなく、複数の組合せ(イオン組成)を用いて解析することにより、場所間の違いおよび時系列的にイオンの変動を知ることは、水質の評価につながり、ひいては水環境の保全や修復の手掛かりになることが示唆された。

現在、北海道の天塩川について、源流から河口まで数箇所の採水地点を設定し、溶存イオンの変動を地点別また経年的に調査中である(天塩川プロジェクト、森が養うサケの稚魚)。

5. 参考文献

- 1) 嶋田ら、有珠山噴火に伴う環境と生物資源の変動に関する学際的プロジェクト研究(2001)
- 2) 嶋田ら、札幌大臨海医学紀要6(2005)
- 3) 富岡・永島、卒業論文(2004、環境政策学科・生物環境研究室)
- 4) 山内、卒業論文(2005、健康環境科学科・生物環境研究室)

表1. 境川3地点の陽イオン濃度年平均値

	源流		宮前		鶴間	
	年平均 (mg/L)	標準 偏差	年平均 (mg/L)	標準 偏差	年平均 (mg/L)	標準 偏差
Na	4.9	0.3	33.7	6.0	33.3	8.5
NH ₄	0.0	0.0	1.7	0.7	0.5	0.5
K	0.1	0.2	3.8	0.6	3.3	0.5
Mg	1.8	0.3	6.9	0.6	8.0	1.2
Ca	4.5	0.8	30.8	3.4	31.2	2.5

表2. 境川3地点の陰イオン濃度年平均値

	源流		宮前		鶴間	
	年平均 (mg/L)	標準 偏差	年平均 (mg/L)	標準 偏差	年平均 (mg/L)	標準 偏差
H ₂ PO ₄	0.0	0.0	1.7	0.9	1.1	1.1
Cl	3.0	0.3	35.3	7.9	35.3	10.4
NO ₂	0.0	0.0	0.8	0.5	0.4	0.2
NO ₃	6.2	1.4	20.2	4.0	18.7	3.5
SO ₄	9.3	2.0	52.3	10.9	43.9	11.2

表3. 境川3地点の金属イオン濃度年平均値

	源流		宮前		鶴間	
	年平均 (mg/L)	標準 偏差	年平均 (mg/L)	標準 偏差	年平均 (mg/L)	標準 偏差
Zn	0.0	0.0	17.5	8.5	10.1	3.9
V	0.6	0.2	3.3	0.5	4.5	0.5
Mn	0.1	0.0	2.0	1.3	1.1	0.5
Ni	0.1	0.1	2.9	0.8	2.2	0.4
Cr	0.1	0.0	1.4	0.4	1.0	0.1
Mo	0.2	0.1	1.1	0.1	1.0	0.1
Sn	0.1	0.0	0.6	0.0	0.5	0.0
W	0.2	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
Cd	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0
Pb	0.0	0.0	0.5	0.1	0.4	0.1
U	0.1	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0
Co	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
Ba	3.7	1.0	7.1	1.0	5.6	0.9
Li	1.9	0.3	3.0	0.5	2.9	0.6
Rb	0.3	0.1	3.3	0.6	2.6	0.4
As	0.0	0.0	0.6	0.1	0.5	0.1
Se	0.0	0.0	6.9	0.3	6.2	0.3

表4. 陰イオン5種の組合せ(H₂PO₄、Cl、NO₂、NO₃、SO₄)

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
源流-宮前	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
源流-鶴間	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表5. 陽イオン5種の組合せ(Na、NH₄、K、Ca、Mg)

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
源流-宮前	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
源流-鶴間	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表6. V、Mn、Niの組合せ

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
源流-宮前	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
源流-鶴間	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表7. Mn、Niの組合せ

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
源流-宮前	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
源流-鶴間	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○: 有意水準5%以下で現れた有意差 ■: 宮前と鶴間の違い