

## 富士五湖湖水中のバナジウム濃度の季節変化

吉澤一家 有泉和紀<sup>\*1</sup> 望月映希<sup>\*2</sup>

## Seasonal Change of Vanadium Concentration in Fuji Five Lakes

Kazuya YOSHIKAWA, Kazunori ARIIZUMI and Eiki MOCHIZUKI

キーワード: 富士五湖, バナジウム, 季節変化

富士五湖を構成する湖沼群には、常時流出及び流入する河川はほとんどなく、水収支には湧水や湖底からの滲出の寄与が大きいことが推測されている。

いっぽうで、富士五湖周辺は富士山の火山活動による玄武岩質の噴出物やそれを起源とする堆積岩類が厚く分布していることが知られている。さらにこのような地質を浸透した地下水には、バナジウムが高濃度で含まれており、この地域の地下水や湧水もこの傾向があることが指摘されている<sup>1, 2)</sup>。

これらのことから、富士五湖の湖水に含まれるバナジウム濃度を観察することは、湖水とそれに流入する地下水の係わりを推察する手がかりになると考えられる。

そこで本研究では、第一段階として富士五湖湖水に含まれるバナジウム濃度の経月変化を測定した。

## 測定方法

試料は 2005 年 2 月から 2009 年 3 月まで、原則として毎月 1 回、Fig.1 に示した各地点で表層水を採取した。

さらに西湖、山中湖、精進湖の各湖心では、鉛直分布を調べるため、下層の湖水を採水して分析に供した。

分析は前報<sup>3)</sup>と同様に試料の採取後、メンブランフィルター(孔径 0.45  $\mu\text{m}$ )でろ過し、硝酸酸性で分解及び濃縮後に電気加熱原子吸光光度計でバナジウム濃度を測定した。

## 結果と考察

## 1 バナジウム濃度の平均値

全期間を通じて、各湖沼の湖心部(本栖湖、西湖、精進湖はそれぞれ M1, S1, SH1, 河口湖と山中湖は K2, Y2)でのバナジウム濃度の平均値は、本栖湖: 1.2 ( $\mu\text{g/L}$ )、西湖 3.9 ( $\mu\text{g/L}$ )、河口湖: 1.9 ( $\mu\text{g/L}$ )、山中湖: 3.2 ( $\mu\text{g/L}$ )、精進湖: 2.0 ( $\mu\text{g/L}$ )で、西湖と山中湖で高濃度であった。奥水らは 2000 年に<sup>4)</sup>、岡部らは 1977 年から 1979 年にかけて 6 回<sup>5)</sup>、各湖沼のバナジウム濃度を測定しているが、今回得られた結果と一致する結果であり、この傾向は長期的に安定しているものと考えられた。

## 2 バナジウム濃度の水平分布

各測定地点のバナジウム濃度の経月変化を Fig.2 に示した。精進湖以外の湖沼では複数地点で測定したが、本栖湖、河口湖、山中湖では地点間の差は見られなかった。これに対して西湖では湖心と湖西部での濃度変化に差が見られ、流入水の水系が異なる可能性が示唆された。

## 3 バナジウム濃度の季節変化

Fig. 2 から河口湖、山中湖、精進湖の湖容積の比較

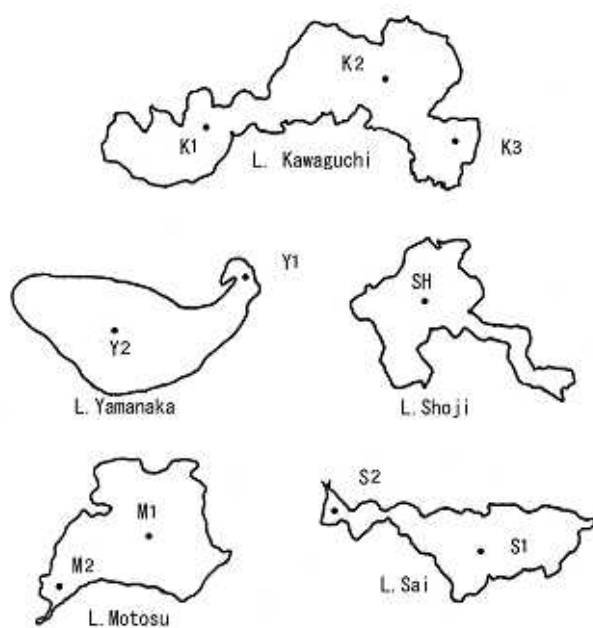


Fig. 1 Sampling Site

\*1 現 大気水質保全課 \*2 現 峡東福祉保健事務所

的小さな湖では、降水量の多い6~9月にバナジウム濃度が上昇し、冬季(11~3月)には低下するという季節変化を示した。これに対して湖容積が最大の本栖湖では2005年と2006年にバナジウム濃度が上昇する月が見られたが、それ以後は大きな季節変化は見られなかった。本栖湖に次いで容積が多い西湖では、容積の小さい3湖と類似した傾向を示したが、その変化は3湖ほど顕著ではなかった。

小林らは1999年9月から一年間、河口湖北岸の表層水についてバナジウム濃度を測定し、濃度変動があることを報告しており<sup>4)</sup>、本結果と一致した。

#### 4 バナジウム濃度と降水量及び湖水水位の関係

バナジウム濃度は6~9月の降水量が多い期間に上昇する傾向が見られたため、降水量と関係が深いと考えられた。そのため Fig. 3 には各湖沼の湖心部表層水中のバナジウム濃度と降水量及び湖水水位の経月変化を示した。図中の降水量には、バナジウム濃度測定日の先行2週間の降水量和を、山中湖については山中湖アメダスのデータから、他の4湖については河口湖測候所のデータから算出した値を用いた。また水位については、各湖の基準水位からの水位差の月平均値を用いた。

本栖湖、西湖では表層バナジウム濃度と降水量の経月変化からは相関が見られなかったが、他の3湖は降水量の増加と表層バナジウム濃度の上昇が一致する場合が見られ、特に河口湖と山中湖ではこの傾向が強かった。

さらにこの関係を明確にするために、各項目間の相関係数を求めたのが Table 1 である。ここでは測定日の先行2週間の降水量をさらに前後の1週間ごとに2分して、直前1週間の降水量を1week、その前の1週間の降水量を2weekとして解析に用いた。表中で\*を付した相関係数は、有意に相関が認められたことを表す(危険率5%)。同表から、河口湖では2weekの降水量との相関が高く、降水から流入までの期間がおよそ2週間程度の時間差があると考えられた。精進湖ではさらに期間が短く1weekの降水量との相関が高かった。一方西湖は水位変動との相関が高く、降水の影響が表層水に及ぶまでに長期間を要することが明らかとなった。これらの湖に対して、本栖湖では測定期間の当初では降水に伴って表層バナジウム濃度が上昇する時も見られたが、それ以降は相関が見られなかったため、有意な相関が認められなかった。また山中湖は Fig. 3 で降水量の増加とバナジウム濃度の上昇が一致する月が多く見られたものの、一方で2007年11月、2008年4月のよ

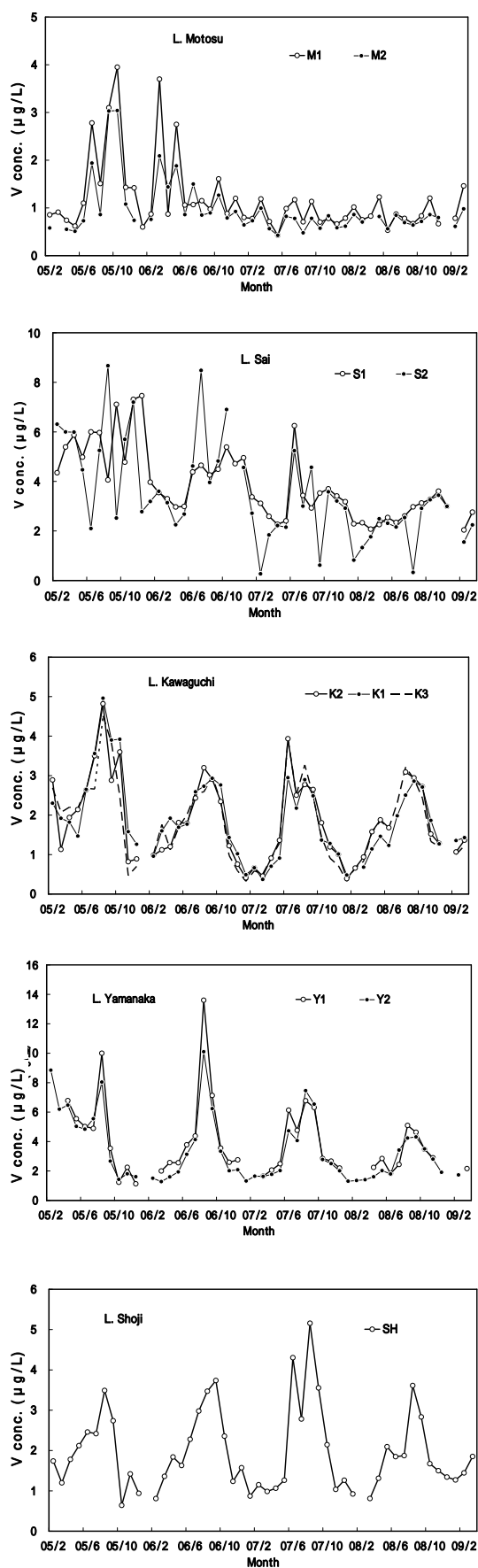


Fig. 2 Monthly changes of V conc. in each lake

うに降水量が多くても濃度が上昇しない場合があったため、全体として有意な相関が見られなくなったものと考えられた。

### 5 バナジウム濃度の垂直分布

垂直方向にバナジウム濃度を測定した西湖, 山中湖, 精進湖の3湖の湖心部についてバナジウム濃度の垂直分布を Fig. 4 に示した。同図では測定値の同じ月ごとの平均値(2, 3月 は n=5, 他の月は n=4)を用いた。

西湖については, 2月~6月にかけては, 水深 4m 付近の濃度が高く, 8月~12月では水深 8m の濃度が高い結果が得られ, 季節によりバナジウム濃度が高い流入水が入る水深が異なることが明らかとなった。これは流入水の水温はほぼ一定であるが, 湖水の水温分布に季節変化があり, 夏季以降はより水温が低い下層へと流入するものと考えられた。山中湖と精進湖ではともに8月に高濃度のピークとなったが, 山中湖では表層での濃度が高く, 精進湖では水深 2m で高濃度であり, 異なる分布を示した。しかし, いずれの湖でも湖底近くでの濃度は高くなく, バナジウムを含む降水に伴う流入水は, 湖岸の比較的浅い(表層~水深 4m 程度)水深に流入しているものと考えられた。

湖水のバナジウム濃度に影響を与える原因として, 化石燃料の燃焼による降下物の影響が考えられるが, 小林ら<sup>2)</sup>, 及び岡部ら<sup>3)</sup>により, この地域の降水中のバナジウム濃度は 0.1(μg/L)未満であることが確認されており, 降下物による影響はないものと考えられた。

奥水は湖水のバナジウム濃度は, 玄武岩質の富士山北麓地域の地下水のバナジウム濃度の 1/10 以下であることから, 富士山北麓地域外から流入する地下水, あるいは表層水の寄与が大きいことを推察している<sup>6)</sup>。一方で, 富士山北麓地域の地下水のバナジウム濃度は季節変動がないことが確認されている<sup>2)</sup>ことから, 湖水のバナジウム濃度の変動は, 流入するバナジウム濃度が高い富士山北麓地域由来の表流水・地下水量と, 他の地下水及び表流水量の割合変動に起因するものと考えられた。

したがって, 本研究で得られたデータと, 各湖の流入水域ごとの集水面積から推定される流入水量の比較を行えば, それぞれの湖に流入する水系の寄与率が推測できるものと考えられ, 今後精査していく予定である。

### ま と め

富士五湖は流入する河川がほとんどなく, その涵養は伏流水などによっており, 水収支を推定することが難しい。一方で, これら湖沼の集水域の一部である富士北

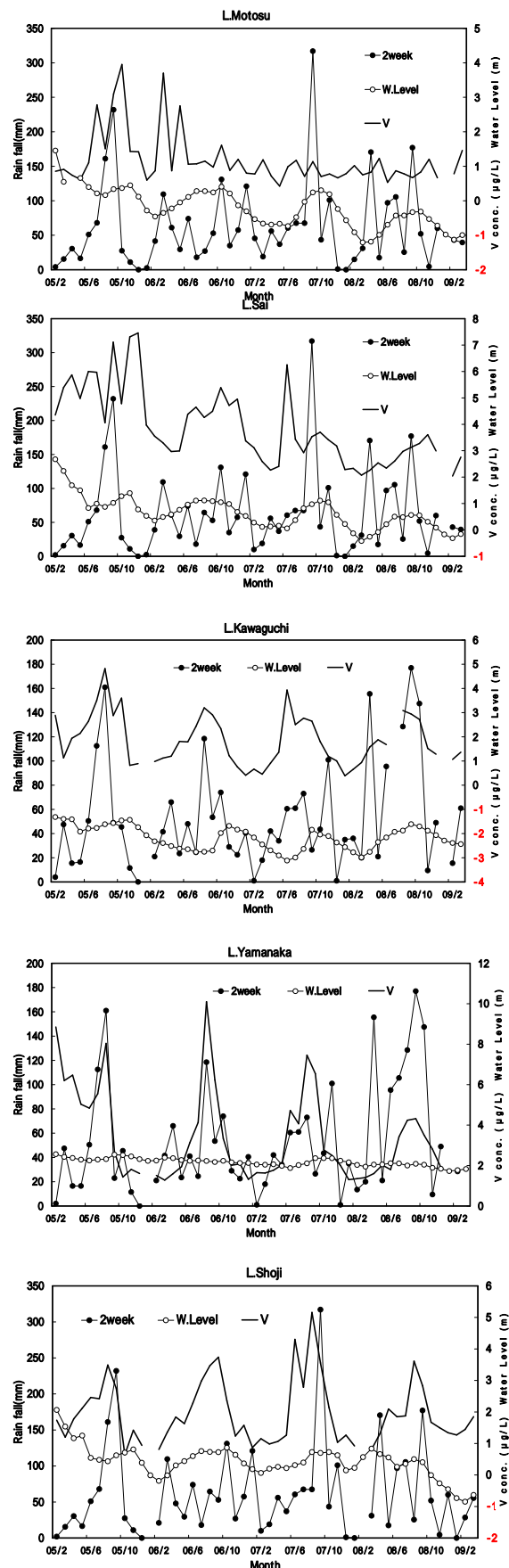


Fig. 3 Monthly changes of V conc., rain fall and water level in each lake( 05/02 ~ 09/03)

麓地域の地下水はバナジウムを高濃度で含むことが知られており、湖水に含まれるバナジウム濃度を測定することにより、富士北麓地域からの流入水と、他の集水域からの流入水の寄与率を推定できるものと考えられた。

本研究ではそのための基礎データを得るため、各湖でのバナジウム濃度の変動を明らかにすることを目的とした。その結果、次の諸点が明らかとなった。

- 1) 各湖沼の湖心部でのバナジウム濃度の平均値は、本栖湖: 1.2(μg/L)、西湖 3.9(μg/L)、河口湖: 1.9(μg/L)、山中湖: 3.2(μg/L)、精進湖: 2.0(μg/L)で、西湖と山中湖で高濃度であった。
- 2) 西湖を除く 4 湖では、バナジウム濃度の水平分布に差は見られなかったが、西湖では湖心部と湖西部で濃度変動に差が見られた。
- 3) 河口湖、山中湖、精進湖の湖容積の 3 湖では、降水量の多い 6~9 月にバナジウム濃度が上昇し、冬季(11~3 月)には低下するという季節変化を示した。
- 4) 表層水のバナジウム濃度と降水量及び湖水水位との相関係数は、河口湖では 2 週間前の降水量と、精進湖では 1 週間前の降水量との相関が高かった。一方西湖は水位変動との相関が高く、降水の影響が表層水に及ぶまでに長期間を要すると推察された。
- 5) バナジウム濃度の垂直分布は湖底近くでは高くなく、湖岸の比較的浅い(表層~水深 4m 程度)水深から流入しているものと考えられた。

### 参考文献

- 1) 小林浩, 大沼正行, 輿水達司: 山梨県内の地下水及び有水中のリン及びバナジウム濃度. 山梨衛公研年報, **43**, 5~8 (1999)
- 2) 小林浩, 輿水達司: 地下水・湧水中のリンおよびバナジウム濃度関係を基に推定された河川水における人為的影響によるリン濃度. 日本地下水学会誌, **47**, 97~115 (2005)
- 3) 吉澤一家ら: 富士五湖湖水中のバナジウム濃度の経月変化. 日本陸水学会甲信越支部会報, **32**, 61~62 (2006)
- 4) 輿水達司, 小林浩: 富士山北麓地域の地下水・湖水中の微量元素の挙動. 第9回環境地質学シンポジウム講演論文集, 291~296 (2000)
- 5) 岡部史郎ら: 富士山周辺の湧水および湖沼水の地球化学的研究(1). 東海大学紀要海洋学部, **14**, 81~105 (1981)

Table 1 Correlation coefficient between V conc. and Rain fall, water level

Lake	Rain(1week)	Rain(2week)	Water level
L.Motosu	0.27	0.07	0.23
L.Sai	0	0.01	0.61*
L.Kawaguchi	0.37	0.41*	0.17
L.Yamanaka	0.23	0.23	0.27
L.Shoji	0.37*	0.23	0.22

\* shows significant correlation (5%)

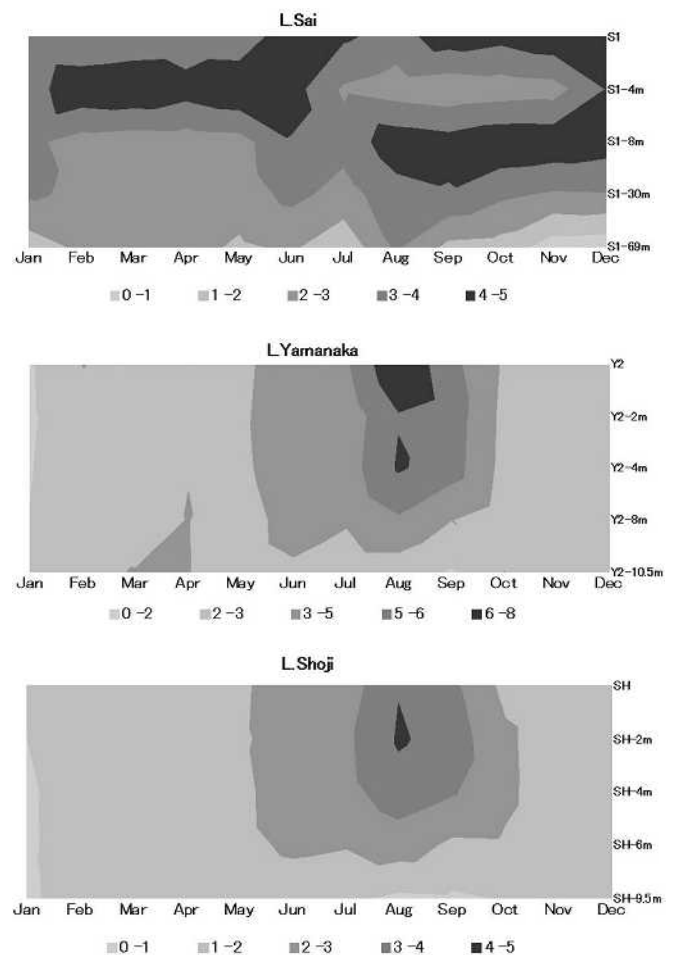


Fig. 4 Vertical distribution of V conc. in each lake

- 6) Koshimizu S. et al: Geochemical behavior of trace vanadium in the spring, ground water at the foot of Mt. Fuji, central Japan. Groundwater Updates edited by Sato K. and Iwasa Y. (Springer) 171~176 (2000)