

立命館大学理工学部 学生員 ○大川雅之 正会員 藤井滋穂
京都大学工学部 正会員 宗宮 功

1、はじめに 湖の富栄養化では、窒素・リンが原因物質とされるが、琵琶湖における現況では、それら以外の水質・水理因子なども影響して COD の増加等が生じていると推測される。そこで、筆者らは富栄養化との関連が明確な有機物や N・P などに加え他の元素・イオンを含む多数の水質について琵琶湖全湖規模での継続的水質調査を実施し、それらと富栄養化との関連を検討しつつある。本報では、その調査結果中から Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Si の挙動について考察・報告する。

2、調査概要 本調査は別報¹⁾と同じ調査であり、表1に示す採水地点および採水深度で1995年度に循環期（4月、1月）、成層期（7月、10月）の計4回調査を実施した（図1参照）。分析項目は30項目と多岐にわたるが、今回注目する項目は、試料ろ液をイオンクロマトグラフ（ Cl^- , SO_4^{2-} ）、ICP（Na, Ca, Mg, Si）で分析したものである。

3、流下方向への分布特性 図2に琵琶湖北端葛籠尾崎からの流下方向（北→南）への水質変化を示す。この図は、各成分の表層水質濃度を四季の平均値で表すことにより、通年的な分布傾向を示したものである。図より Ca と Mg では変動範囲が4%以内とほぼ一定であるが、Na, Si, Cl^- , SO_4^{2-} では流下方向に増加傾向がみられ、上流端（北湖今津沖中央）に比べ下流端（瀬田川）が20%前後の増加していた。その増加は南湖でとくに顕著だが、 Cl^- と SO_4^{2-} では北湖内でも認められた。このパターンは、季節により若干異なり、年平均で増加傾向が認められた Na, Si, Cl^- , SO_4^{2-} でも、躍層のもっとも発達した7月ではほとんどその変化がなく、逆に循環期の1月と4月にはその差が顕著になっていた。図3に Na をその例として示す。

4、東西方向への分布特性 図4に北湖における東西方向（西→東）の分布傾向を示す。この図で西岸、西中央、中央、東中央、東岸の値はそれぞれ3、5、7測線¹⁾の表層値を平均したものである。図より、金属元素、陰イオンとも通年的には5%以内の変動で、分布変動は通年傾向としてほとんどみられないが、図5の Na の例に示されるように、季節的には東西で濃度変化に特徴があり、総じて4月に東西の差が少なく、7月

表1 採水地点および採水深度

測点	水深 (m)	採水深度 (m)	測点名
		0.5 10 20 30 50 底	
2B	92	●	今津沖中央
3A	23	●	外ヶ浜沖
3X	87	●	外ヶ浜沖X
3B	71	●	外ヶ浜沖中央
3Y	40	●	天野川沖Y
3C	8	●	天野川沖
5A	10	●	大津沖
5X	62	●	大津沖X
5B	72	●	大津沖中央
5Y	44	●	石寺沖Y
5C	8	●	石寺沖
7A	34	●	南比良沖
7X	73	●	南比良沖X
7B	61	●	南比良沖中央
7Y	18	●	長命寺沖Y
7C	8	●	長命寺沖
10	7	●	琵琶湖北端
11	5	●	唐崎沖中央
12	3	●	近江大橋
13	3	●	瀬田川

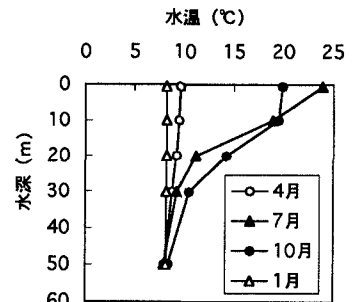


図1 水温の鉛直分布図

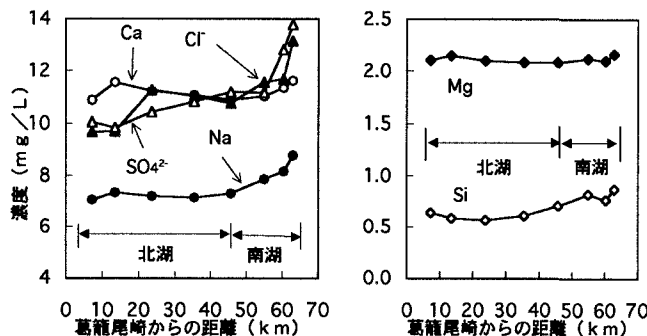


図2 流下方向分布図（表層）

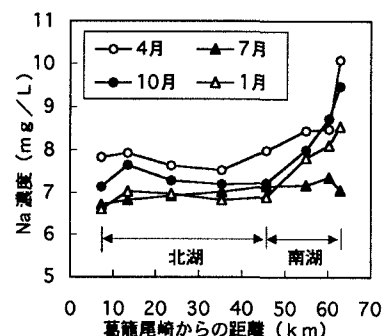


図3 Naの季節別流下方向分布図（表層）

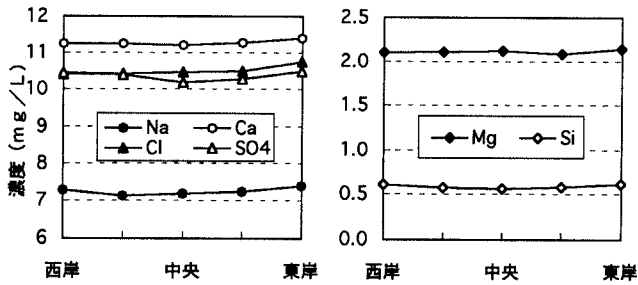


図4 東西方向分布図（表層）

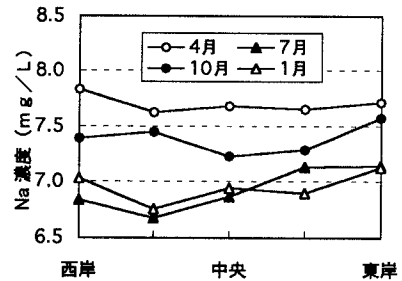


図5 Naの季節別東西方向分布図（表層）

に東岸で高くなる傾向があった。また、各水質とも東岸に比べ西岸の方が季節的に変動しやすいことが示された。

5、鉛直方向への分布特性

Na の四季別の鉛直分布グラフを図 6 に示す。この図は本調査における北湖内の水深 50m 以深の 7 測点（2B, 3X, 3B, 5X, 5B, 7X, 7B）の各水深の値を平均した結果である。躍層の形成される 7 月、10 月は躍層(10m)付近で大きく変動し、10m 層で平均 6.9mg/L、20m 層で 7.2mg/L となり、その差は約 5%である。一方、循環期の 1 月、4 月については鉛直方向にあまり変化のない分布をしており、流下方向への変化パターンと逆の傾向を示すものであった。また、他の項目については図 7 に循環期(4 月、1 月の平均値)と躍層期(7 月、10 月の平均値)とに分けてその分布傾向を示したが、Na 同様、成層期に表水層で濃度が低くなる傾向がみられた。

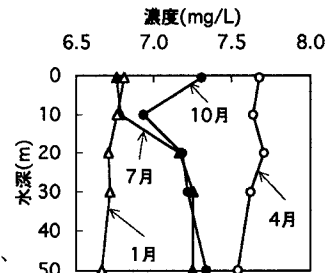


図6 Naの季節別鉛直方向分布図

6、おわりに

本報告では、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 、 Si の 3 次元的分布特性を検討した。これらは湖内での濃度変化が小さいものの、流下、鉛直、四季的な変動で無機の N や P の挙動と類似または独自の特徴を示し、詳細な富栄養化の解析の上で重要な因子になりうると思われる。以下、本報告の成果をまとめる。

- (1) 通年的に Ca, Mg の流下方向への変動は 4% 未満だが、 Na^+ 、 Si 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} は南湖で 20% 前後増大する。また、変動の大きい項目でも躍層の発達する 7 月ではあまり変動しない。
- (2) 東西方向については、通年の傾向では濃度差がないが、季節的には東岸に比べ西岸の方が変動が大きい。
- (3) 鉛直方向については、成層期と循環期でパターンが異なり、成層期には表水層で低く、深水層で高くなる傾向が、循環期には上下差がほとんどない傾向がある。

なお、本研究ではウェスコ土木技術振興基金の一部資金援助を受け、建設省琵琶湖工事事務所には高速観測船の便宜を得、調査の際には多数の立命館・京都大学の学生の協力を得たことを記し、その謝意を表す。

参考文献：1) 小林尚礼(1996)、“琵琶湖北湖における水質の現存量の算出”、第 51 会土木学会講演概要集 VII

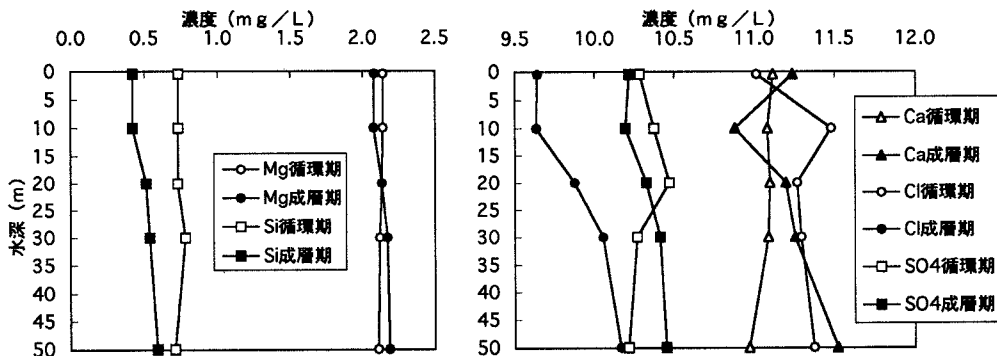


図7 成層期および循環期の鉛直方向分布図