

B-28

小川原湖における栄養塩等の分布について

八戸工業高等専門学校 建設環境工学科

○豊巻 信吾
矢口 淳一
藤原 広和

1. はじめに

小川原湖は青森県東南の太平洋岸に位置し、広さでは我国第11番目、平均水深約11m、最大水深25mの汽水湖である。小川原湖への流入河川の主なものは、高瀬川（七戸川）、砂土路川、土場川、姉沼川などで、湖の西南部ないし南部から流入している。流出河川は高瀬川で、湖の東北端から約7kmで太平洋に注ぐ。潮汐によって、海面水位が湖水位より高くなる時期には、海水が高瀬川を通して湖に逆流することがあり、小川原湖の水質や生物に大きな特色を与えている。小川原湖に関しては湖全体の水質調査は近年ほとんどおこなわれておらず、本研究では小川原湖全域の水質特性を把握するために、小川原湖の有機物と栄養塩等の水質調査を2002年夏期から2003年夏期にかけて実施し、小川原湖の栄養状態等について考察した。表-1に小川原湖の諸元¹⁾、図-1に小川原湖の位置を示した。

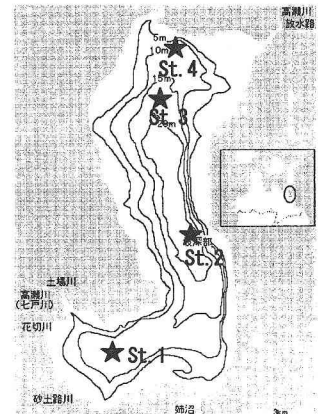


図-1 小川原湖地図

2. 調査方法

(1) 調査方法 現地調査は、2002年8月から2003年8月まで計9回、湖内8～21地点において行った。図-1に典型的な観測地点としてSt. 1～4を示した。St. 1は湖の南西部、St. 2は湖心、St. 3は国土交通省小川原湖総合観測所、St. 4は湖の北部である。但し2003年1月、3月については寒冷のため湖心についてのみの調査を行った。現地において透明度、及び多項目水質計（ALEC ACL1183-PDK及びALEC AAQ1183-PT）を使用して水温、塩分、pH、電気伝導度、濁度、クロロフィルa濃度を測定した。溶存酸素（DO）については3回しか測定できなかった。採水した表層水は、速やかに研究室に持ち帰り、COD、全窒素、全リンの測定を行った。

表-1 小川原湖の緒元¹⁾

湖面積	63.2 (km ²)
湖容量	714×10 ⁶ (m ³)
湖岸延長	67.4 (km)
平均水深	約11 (m)
最大水深	25 (m)
年間流入量 (H1～H10平均)	695×10 ⁶ (m ³)

(2) 分析方法 全窒素濃度はアルカリ性下でペルオキシ2硫酸カリウムで分解した後、硝酸性窒素濃度をHach分析計（DR/2010）で測定した²⁾。全リン濃度はペルオキシ2硫酸カリウムで分解した後、無機態リンをHach分析計で測定した²⁾。また、クロロフィルa濃度は100%エタノール抽出後上澄み液についてUNESCO法³⁾で分析し、多項目水質計データを補正した。

3. 結果および考察

(1) 近年の水質変化 図-2に小川原湖の過去11年間のCOD変化を示した。プロットされている点は、小川原湖総合観測所（St. 3）のCOD75%値である。この地点の環境基準は3mg/L（A類型）で、COD値が環境基準を越えている年もいくつか見られる。

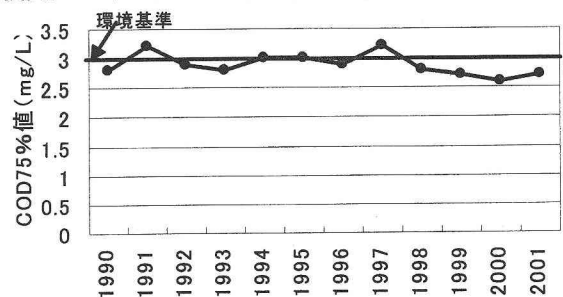


図-2 過去10年間のCODの変化

(2) 鉛直分布 図-3に湖心（St. 2）におけ

る水温の鉛直分布を示した。図-3には1999年8月27日に藤原ら⁴⁾によって行われたデータも合わせて示した。調査を始めた2002年8月には、温度躍層が発達して水深7m付近と18m付近に躍層が形成され、塩分の鉛直分布で説明するように下層の塩水層を含め3層の構造となっていた。10月には水深15mまで約15℃の一定温度となり、12月には逆列水温成層が形成され、1～3月もそのままだったが4月には逆列水温成層が解消し、6月には2002年の夏期と同様10mと18m付近に躍層が形成されまた3層の構造となった。深水層は観測期間を通じて7～8℃でほぼ一定だった。図-3より小川原湖は6～8月、12～3月が湖水停滞期で、4月、10月が循環期であると考えられる。

図-4には湖心における塩分の鉛直分布を示した。塩分の鉛直分布は観測期間を通じてほとんど変化はなく、水深15m付近まで0.5～1.5‰の範囲で、15～20m付近に塩分躍層があり水深20m付近から急激に増加している。この付近に、淡塩水境界面が形成されていると考えられる。高瀬川を遡上した海水中の塩分の大部分は、20mより深い深水層に貯留される。

図-5には湖心におけるD.O.の鉛直分布を示した。藤原ら⁴⁾と比較すると、6月28日と8月1日の調査結果は類似したD.O.の鉛直分布を示しており、D.O.濃度は水深5m付近で最大となり水深15m付近まで次第に低下し、15m以下から急激に減少している。一方4月28日のD.O.分布では水深3m付近で最大となり、水深15m付近まではほぼ一定で、水深15m付近の淡塩水境界面から急激に減少し水深20m以下の塩水層では0.5mg/L以下でほぼ無酸素状態になっている。塩水層は水の交換による酸素の供給がないので、常にほぼ無酸素状態になっていると考えられる。いずれの観測期間でも表層直下の5m付近でD.O.濃度が最大となったのは、この付近で藻類の増殖によって光合成が盛んに行われているためである。

(3) 水平分布 図-6に図-1に示した4つの観測地点における表層水COD濃度の季節変化を示した。1月、3月の観測では寒冷のため湖心しかデータは得られなかった。4つの観測地点とも夏期から冬期にかけてCODはしだいに減少し、春先から増加している。特に湖の中心部のSt.2(湖心)とSt.3(観測所)では、4月のCOD濃度が最大となった。しかし、6月には湖

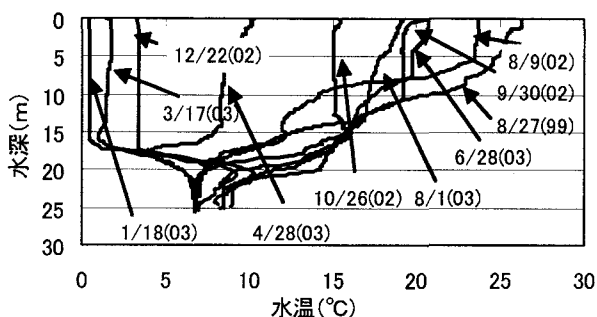


図-3 湖心における水温の鉛直分布

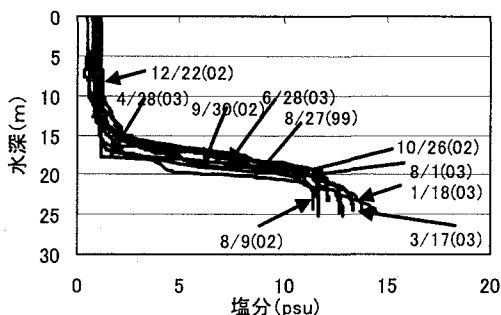


図-4 湖心における塩分の鉛直分布

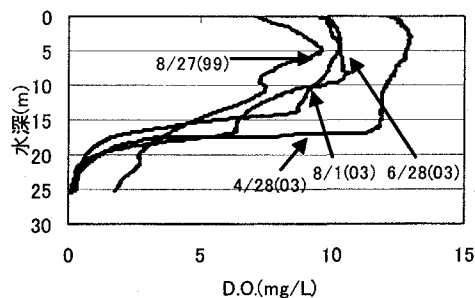


図-5 湖心におけるD.O.の鉛直分布

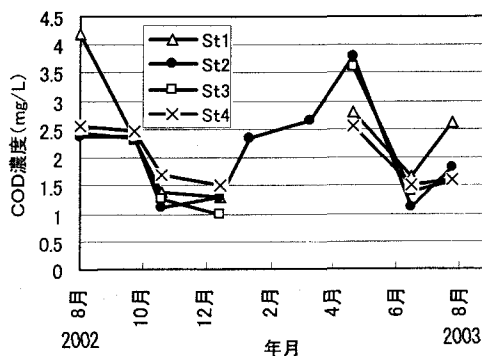


図-6 CODの水平分布

全域でCOD濃度が低下している。この原因は、観測日前3日間降雨量5mm/hr以下の雨が断続的に降ったためだと考えられる。また、湖南西部のSt.1では河川からの栄養分の流入によって夏期にCOD濃度は顕著に増加している。同様の傾向は透明度でも見られ2002年8月の透明度は0.99mしかなかった。図-7には4点におけるクロロフィルa濃度の水平分布を示した。CODの水平分布と同様に夏期から冬期にかけてしだいに減少し、春先に増加している。湖南西部のSt.1では2002年、2003年とも夏期が最大で、それ以外の観測点St.2、St.3、St.4では4月が最大となっている。従って小川原湖では夏期に湖南西部で、春の循環期に湖の中心部で藻類の増殖が活発でCOD濃度が増加した事が知られた。

表-2 に全ての観測地点における表層水の各水質項目の平均値を示した。ただし、1月、3月は湖心のデータである。透明度については、夏期から冬期にかけて上昇しているが12月でも3mを超える観測地点はなかった。また、表層の全窒素、全リン濃度はかなり高く、観測期間の平均値でそれぞれ0.76 (mg/L)、0.076 (mg/L) であった。全窒素、全リン濃度については明確な季節変動は見られなかった。またクロロフィルa濃度は3.6~15.1 (mg/L) の範囲で、2002年8月9日と2003年4月28日の平均値が高く、COD分布と一致していた。

また、表層の全窒素、全リン濃度はかなり高く、観測期間の平均値でそれぞれ0.76 (mg/L)、0.076 (mg/L) であった。全窒素、全リン濃度については明確な季節変動は見られなかった。またクロロフィルa濃度は3.6~15.1 (mg/L) の範囲で、2002年8月9日と2003年4月28日の平均値が高く、COD分布と一致していた。

4. まとめ

2002年8月から2003年8月の約1年間かけて実施した小川原湖の水質調査の結果、以下のことがわかった。

- (1) 水温とDOの鉛直分布から、小川原湖は6~8月、12~3月が湖水停滞期で、4月、10月が湖水循環期であると考えられる。また水深20m付近の深水層では、DOは0.5mg/L以下でほぼ無酸素状態になっている。
- (2) CODとクロロフィルa濃度の水平分布は、湖の南西部では夏期に最大で、湖の中心部では4月に最大となっている。小川原湖では、夏期に湖南西部で、春の循環期に湖の中心部で藻類の増殖が活発でCOD濃度が増加した。

(参考文献)

- 1) 国土交通省高瀬川総合開発工事事務所ホームページ：小川原湖の概要 <http://www.thr.mlit.go.jp/takase/2-2-2.html>
- 2) ハック社：多項目迅速水質分析計DR/2010取扱説明書、第4版、セントラル科学(株)、p513~663、1996
- 3) 西條八束、三田村緒佐武：新編湖沼調査法、p189~191、講談社サイエンティフィック、1995
- 4) 藤原広和、豊島卓也、高杉奨、杉田尚男、矢口淳一：小川原湖の夏季における水質分布特性について、八戸工業高等専門学校紀要、第37号、p67~71、2002

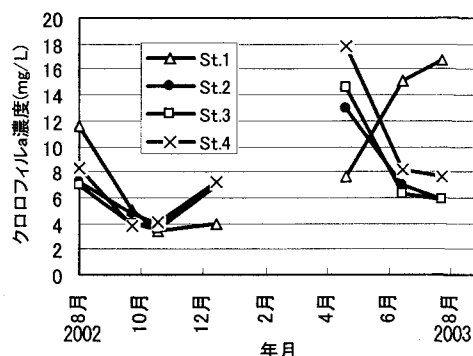


図-7 クロロフィルa濃度の水平分布

表-2 表層水の各水質項目平均値

観測日	透明度 (m)	COD (mg/L)	全窒素 (mg/L)	全リン (mg/L)	クロロフィルa (μg/L)	N/P
2002/8/9	0.99	2.70	0.55	0.067	7.0	8.21
9/30	2.11	2.17	1.02	0.062	4.4	16.45
10/26	2.10	1.42	0.44	0.100	3.6	4.40
12/22	2.41	1.28	0.80	0.065	6.0	12.27
2003/1/18	—	2.34	0.60	0.046	—	13.04
3/17	1.50	2.67	0.70	0.085	—	8.24
4/28	1.12	3.11	0.74	0.123	15.1	6.00
6/28	1.28	1.44	0.36	0.010	9.61	36.25
8/1	1.88	2.00	1.65	0.125	10.3	13.20
平均値	1.67	2.12	0.76	0.076	10	