

# 小川原湖の塩分躍層形成位置の上昇と水質変化について

八戸高専 学生会員 ○松尾 悠佑 八戸高専 学生会員 小泉 祐二  
 八戸高専 学生会員 小田 洋輔 八戸高専 正 会 員 藤原 広和

## 1.はじめに

小川原湖は、青森県陸奥湾南東の太平洋に面した湖面積 63.2 km<sup>2</sup>、湖容量 714×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>、湖岸総延長 67.4 km、平均水深約 11m の汽水湖であり、湖北東部の高瀬川より海水が供給される（図-1 参照）。2002 年頃から、小川原湖は塩分躍層の形成位置が上昇傾向にあり、湖内の貧酸素水塊の体積が増加している。同時に、上層と下層の接する面積が大きくなり、混合しやすくなっていると考えられる。貧酸素水塊は、長年かけて堆積した底泥から溶出される硫化水素や、窒素・リンなどの栄養塩類が多量に溶け込んでおり、それらが混合によって下層から上層に上がってくる<sup>1)</sup>。これにより、魚介類の生息・湖の富栄養化に影響を与える。本研究では、塩分躍層と水質の関係を明らかにするため、各水質データの鉛直分布・経年変化から塩分躍層位置の上昇と水質変化について比較・検討した。



図-1 小川湖概略図

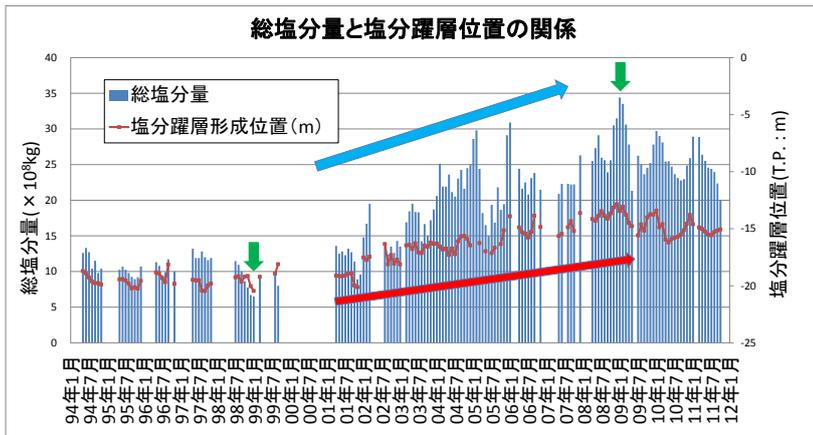


図-2 総塩分量と塩分躍層位置の経年変化

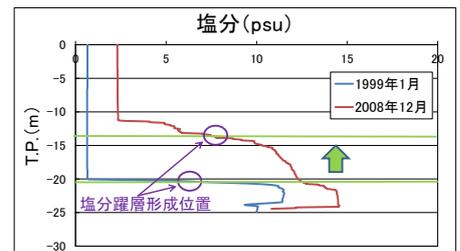


図-3 塩分躍層の形成位置

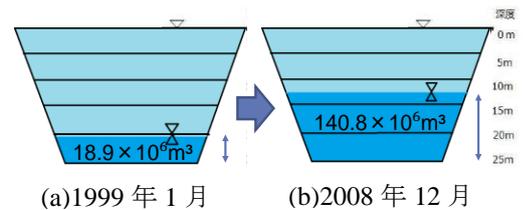


図-4 貧酸素水塊の体積

## 2.調査方法

図-1 に示す最深部において、多成分水質計（ALEC 社 AAQ1183-PT）を用い、0.1m 間隔で水温、塩分等の鉛直分布の測定を行った。また、同時に表層水を採水し、COD、SS 等を手分析により測定した。この他に、国土交通省高瀬川河川事務所で測定した塩分データも使用した。

## 3.結果および考察

(1) 総塩分量と塩分躍層位置 図-2 に 1994～2011 年の総塩分量の推移と塩分躍層位置の経年変化を示す。図-3 に塩分の鉛直分布における塩分躍層の形成位置を示す。塩分躍層位置は、塩分の最小値と最大値の平均値に相当する T.P.と定義する。2002 年頃から総塩分量・塩分躍層の形成位置のどちらも上昇傾向にある。総塩分量の推移から、1991 年 1 月の最小値(6.3×10<sup>8</sup>kg)から 2009 年 1 月の最大値(34.4×10<sup>8</sup>kg)まで約 5.5 倍も増加している。塩分躍層位置は、1999 年 1 月は T.P.-20.46m であったが、2008 年 12 月には T.P.-12.38m まで上昇している。近年は傾きが緩やかになっている。小川原湖の湖底形状はすり鉢型で、躍層位置が上昇するにつれ、その水深での湖の面積が増加していく

ためと考えられる。図-4に1999年1月と2008年12月の塩分躍層以下の貧酸素水塊の体積を示す。1999年は塩分躍層の形成位置がT.P.-20.46mで、貧酸素水塊の体積が $18.9 \times 10^6 \text{m}^3$ 、湖容量の約2.7%を占めている。2008年は塩分躍層の形成位置がT.P.-13.24mで、貧酸素水塊の体積が $140.8 \times 10^6 \text{m}^3$ 、湖容量の約19.8%を占めている。1999年から貧酸素水塊の容量は7.3倍になっている。2011年10月における塩分躍層の形成位置はT.P.-14.79mで、貧酸素水塊の体積は $102.7 \times 10^6 \text{m}^3$ 、湖容量の約14.5%であった。

### (2) 上層と下層の密度変化 図-5に2002～

2011年の小川原湖の上層と下層の密度の変化を示す。2002年から2011年にかけて、下層の密度は下降傾向、上層の密度は上昇傾向にある。上層と下層の密度差が小さくなっていることから、混合が起りやすくなると考えられる。図-6に小川原湖内の夏季・冬季の塩分躍層位置の上昇に伴う混合の変化の模式図を示す。夏季の小川原湖は、水温躍層・塩分躍層によって三層構造になる。冬季はほぼ塩分躍層のみで、二層構造である。(a)の塩分躍層位置が低い場合(黄線)から(b)の高い場合(赤線)になると、上層と下層の接する面積が大きくなることで、混合が起りやすくなると考えられる。混合により、底泥から溶出される硫化水素や栄養塩が、今後下層から上層に運ばれ、湖内全体の水質悪化につながると考えられる。

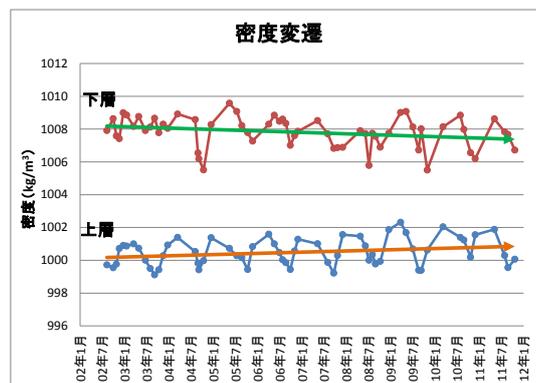


図-5 上層と下層の密度の変化

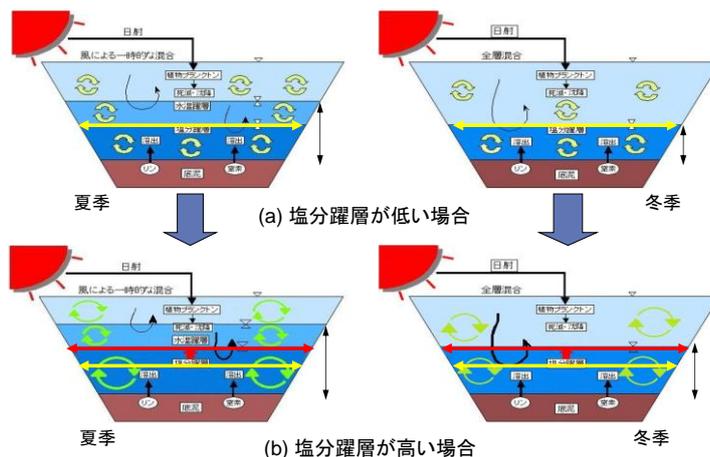


図-6 塩分躍層の上昇に伴う混合の変化の模式図

### (3) 水質の鉛直分布 図-7に2009～2011年のCODの鉛直分布を示す。こ

れらを比較すると下層では2009年から2011年にかけてCODが増加している。CODが急激に増加し始める深度を見ると、塩分躍層の上昇に伴い、その深度も上昇している。2011年のCOD最大値を示した10月(97.7mg/L)は、2009年10月(47.1mg/L)の約2.1倍にもなっている。

### 4. おわりに

本研究より得られた主な知見は以下の通りである。(1)塩分躍層位置の経年変化より、2002年より躍層位置の変化は上昇傾向にあったが、近年ではその傾きが緩やかになっている。(2)CODの鉛直分布より、下層のCODが年々増加している。(3)上層と下層の密度差が小さくなっていることから、混合が起りやすくなっていると考えられる。(4)1998年の湖容量の2.7%を貧酸素水塊が占めているところに比べて、現在では19.8%を占めている。今後も、塩分躍層の経年変化の傾きが緩やかになってきてはいるが、上昇傾向にあることには変わりはない。今後、下層の硫化水素・栄養塩類が上層に上がってくることで小川原湖に住む魚介類の生息域は少なくなっていくと考えられる。

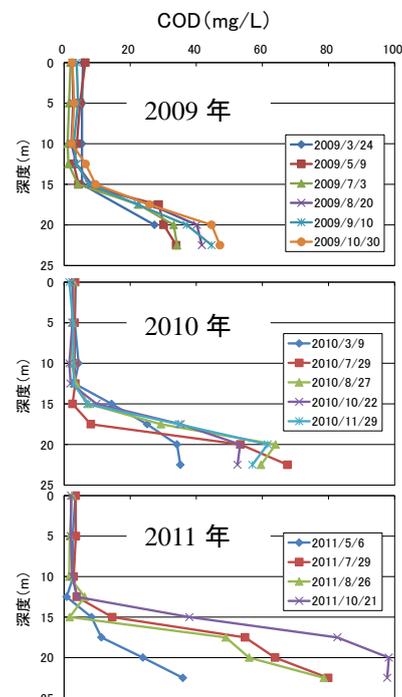


図-7 CODの鉛直分布

最後に国土交通省高瀬川河川事務所からは貴重なデータをご提供いただいた。ここに記し、謝意を表します。

### 参考文献

1) 笹嶋ら：小川原湖の密度躍層付近における流動混合の構造について、水工学論文集，第53巻，pp.1279-1284，2009