

13. 2006年度冬季(2007年1月～3月)の琵琶湖北湖の水質変動について

-暖冬に伴う北湖深層部における溶存酸素濃度等の変動-

岡本高弘・奥田一臣・小林博美・矢田稔・
原良平・石川俊之・中村豊久¹⁾

要約

2006年度冬季(2007年1～3月)は気温が平年よりかなり高く推移したことから、当センターが実施している水深別調査において今津沖中央定点で、例年1月下旬から2月上旬に湖水の循環が湖底に到達する時期が3月下旬まで遅れ、1979年度に現在の方法で当調査を開始して以来、循環開始時期が最も遅かったことがわかった。また、4月上旬には気温の上昇とともに表層に水温成層が形成されはじめたことから循環期間も数日程度と非常に短かったものと考えられた。同時期の琵琶湖水質の特徴としては、2～3月の表層の栄養塩類濃度が例年より低い値で推移したが、この要因として深層部からの栄養塩類の回帰が遅かったことが考えられた。深層部の溶存酸素濃度については、今津沖中央定点の湖底から1mの経月変化をみると、12月までは例年と比較して少し高い値で推移し、2～3月上旬にかけては例年よりはかなり低い値で推移した後3月下旬になって例年並みに回復した。この2～3月上旬にかけての低下要因として湖水の循環が例年より大幅に遅れたためであるものと考えられた。なお、2006年度を通した溶存酸素濃度の最低値については例年より高かった。

さらに、2～3月に実施した面的調査の結果から、深層部における溶存酸素濃度は同一水深の平面分布が一定の回復傾向を示さず、変動していることがわかった。今後は、今回のように、溶存酸素濃度が回復する期間が短い場合の底泥への影響、予測されている地球温暖化の進行によって湖底まで湖水の循環が達しない状況が生じた場合の溶存酸素濃度の低下の水準やその影響、湖水の循環や低酸素化の機構の把握とそのモニタリング手法について、早急に調査研究を進める必要があるものと考えられた。

1. はじめに

琵琶湖北湖は最大水深が103.6m、平均水深は43mあり、鉛直方向にも広がり大きい湖である。そのため、琵琶湖水質の季節的な変動は鉛直方向に不均一となり、鉛直方向の水質変動が全体の水質に大きな影響を与えている。

こうしたことから、当センターでは、1979年度から今津沖中央で、1985年度から南比良沖中央で、琵琶湖の鉛直方向の水質の実態と動態を把握するため、毎月2回、水深別調査を実施している。

2007年(1～2月)に実施したこの調査において、琵琶湖北湖今津沖中央定点で、例年この時期には解消している水温成層が80m付近に残存していることを確認した。こうしたことから、2007年3月に今津沖の通称「第一湖盆」の水深90mおよび80m等深線上において、水深方向の水温、溶存酸素濃度について面的調査を実施したので、北湖今津沖中央定点における水深別調査の結果とあわせて報告する。

2. 調査方法

2.1 琵琶湖北湖における水深別水質調査

1) 滋賀県琵琶湖環境部環境管理課(現 琵琶湖再生課)

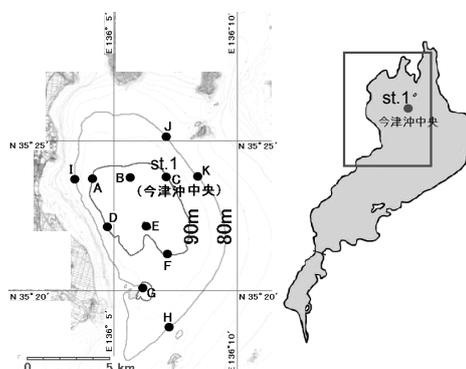


図1 調査地点

表1 調査地点座表

地点	北緯	東経
A	35° 23' 02"	136° 04' 18"
B	35° 23' 27"	136° 06' 10"
C (今津沖中央 17B)	35° 23' 41"	136° 07' 57"
D	35° 21' 56"	136° 04' 58"
E	35° 21' 46"	136° 06' 26"
F	35° 21' 01"	136° 07' 20"
G	35° 19' 59"	136° 06' 22"
H	35° 18' 55"	136° 07' 23"
I	35° 22' 59"	136° 03' 52"
J	35° 25' 14"	136° 07' 02"
K	35° 23' 32"	136° 08' 25"

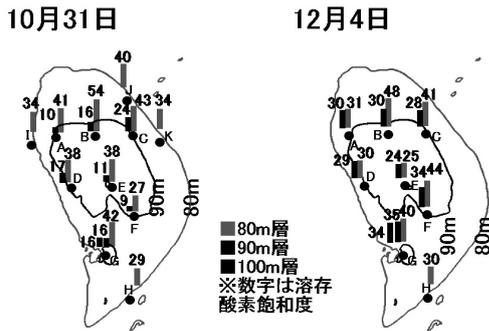


図2 北湖深層部溶存酸素飽和度分布調査 (2002年)

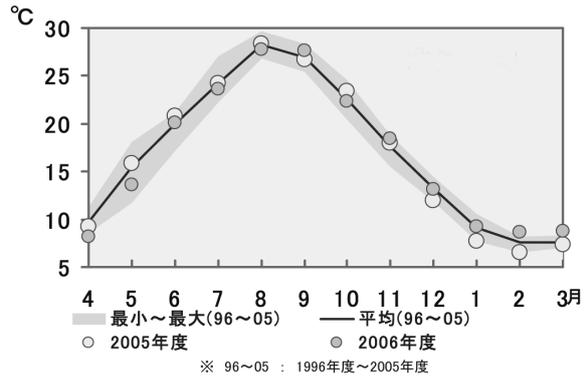


図5 北湖表層水温の経月変動 (表層平均値)

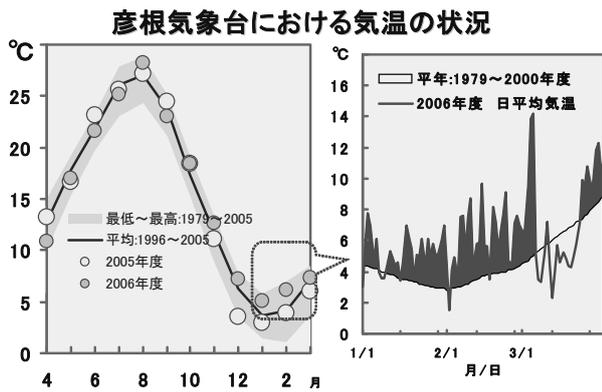


図3 月平均気温の年度比較 図4 日平均気温の年度比較
(データ：彦根地方気象台) (データ：彦根地方気象台)

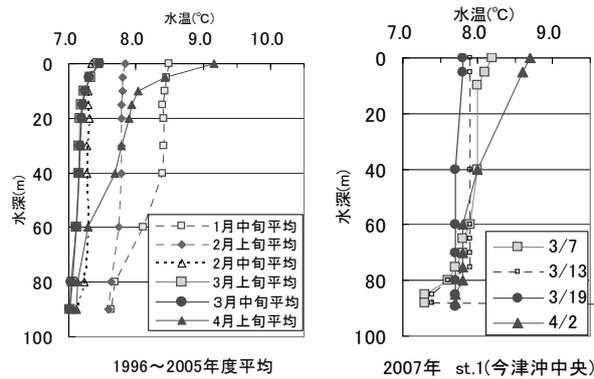


図6 今津沖中央 (St. 1) の鉛直方向の水温の状況

今回報告する水深別調査は、今津港と長浜港を結ぶ線上のほぼ中央の定点St. 1 (通称「今津沖中央:17B」、北緯35° 23' 41"、東経136° 07' 57"、水深約90m) の水深0.5m、5m、10m、15m、20m、30m、40m、60m、80m、湖底直上1mにおいて毎月2回実施したものである。水温、溶存酸素濃度および水深については、HYDOROLAB社製水質センサー(Quanta)を用いて現場測定し、その他の項目についてはバンドーン採水器で湖水を採取し、実験室に持ち帰った後分析を行っている。

2.2 北湖今津沖中央周辺における面的調査

第一湖盆周辺における面的調査は、2002年秋にSt. 1周辺の第一湖盆の深層部で溶存酸素濃度が大きく低下した際、面的な濃度分布が見られたことから(図2)(藤原ら, 2003)、今回、当エリアの水深90mおよび80m等深線上と最深部(水深100m)の11地点(図1)、(表1)において、3/7~4/2の間に計4回実施し、水深方向の水温、溶存酸素濃度を調査した。

3. 調査結果

3.1 2007年1~3月の気象の特徴

2007年1~2月の気候は、全国的に冬型の気圧配置は一時的で、気温が高く推移し記録的な暖冬となった。彦根地方気象台のデータでも、2006年12月~2007年2月の平均気

温が平年を1.7℃上回り、特に1月、2月は平年よりかなり高く推移した(図3)。3月の中旬から中旬にかけては冬型の気圧配置となり寒気の影響で、平年の平均気温および最低気温を下回る日が続いた(図4)(彦根地方気象台, 2006, 2007)。

琵琶湖北湖の表層水温は、暖冬の影響を受け2月~3月にかけて過年度より約1℃高く推移した(図5)。

3.2 今津沖中央定点 (St. 1) における水温分布の調査結果~今津沖中央における2007年の湖水の循環状況~

St. 1における水温の鉛直分布は、例年、春から秋に水温成層が形成され明確な温度勾配がみられた後、遅くとも2月中旬には表層から湖底まで一様となる(図6左)。

しかし、2007年は、水温成層が2月下旬になっても水深70m以深で明確にみられ、3月に入っても80m以深に残存していた。その後、3月19日には水温の鉛直分布がほぼ一様になった。この水温の鉛直分布の状況から、湖底まで循環したものと考えられたが、4月2日には表層付近に水温成層が形成された(図6右)。これは、1979年度に当調査を開始して以来、湖水の循環が湖底まで達した時期が最も遅く、その期間も最も短かったものと考えられた。

3.3 北湖今津沖中央(St. 1)周辺における面的調査結果

St. 1周辺の面的調査結果について、(図7)に水温の鉛直分布を、(図8)に溶存酸素濃度の鉛直分布をそれぞれ示した。3月7日の調査では、水温が水深70~80mで表層水温

より約0.5℃程度低下する層がみられ、溶存酸素濃度についても、水深70~80m付近で低下する層がみられた。そこで、3月13日には地点を水深80m等深線上まで拡大して調査した。その結果、80m等深線上の地点および西岸寄りのD地点では表層から湖底直上1mまでの水温はほぼ一様と

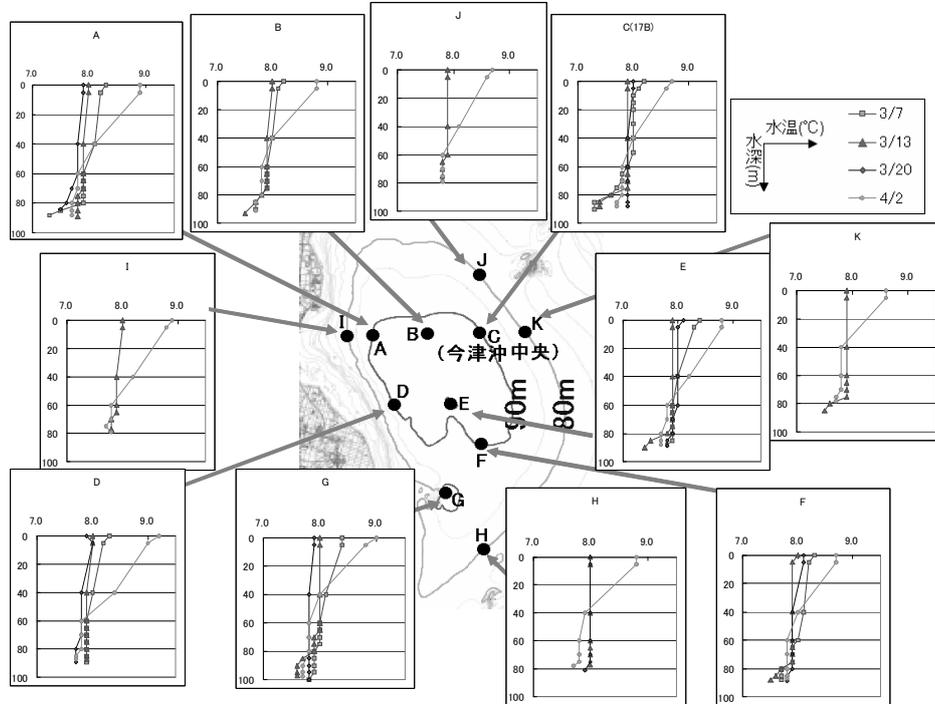


図7 St. 1周辺における水温の鉛直分布

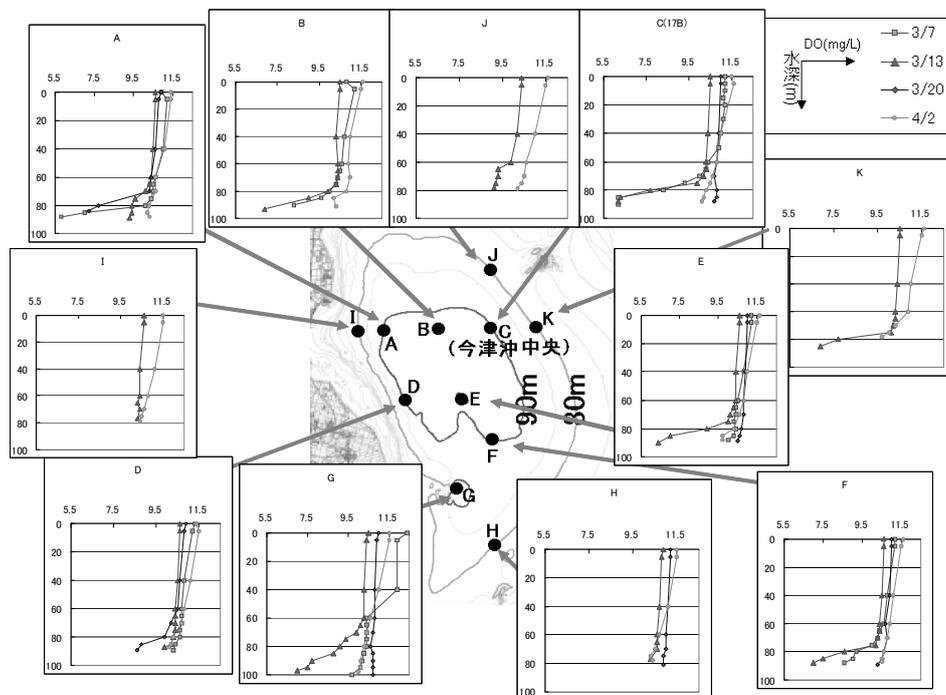


図8 St. 1周辺における溶存酸素濃度の鉛直分布

なったが、その他の地点では水深80~90mで約0.5℃程度低下する層がみられた。溶存酸素濃度についても、80~90m付近で低下する層がみられた。3月20日の調査では、水温は全地点で表層から湖底までほぼ一緒となったが、前回とは逆に西岸寄りのA、D地点の深層部において溶存酸素濃度の低下がみられた。その後、4月2日には表層部から水温上昇がみられ、深層部では水温および溶存酸素濃度ともほぼ一緒となった。

そこで、今回、調査を実施した地点の深層部における溶存酸素濃度のコンタ図を作成してみると、溶存酸素のやや低い濃度を示す部分が調査日により異なった場所に移動していることが推測された(図9)。

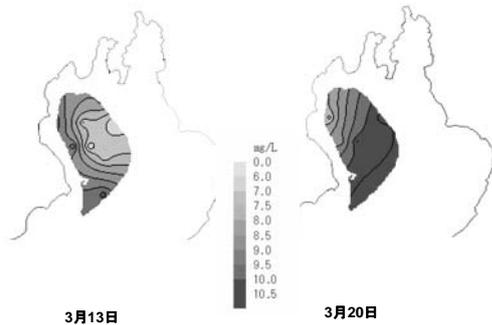


図9 北湖水深80mにおける溶存酸素濃度の平面分布の経日変化

これらの結果より、深層部における溶存酸素濃度は同一水深の平面分布が一定の回復傾向を示さず、変動していることがわかった。

3.4 北湖深層部 (St. 1) における溶存酸素濃度の経月変動

北湖深層部における溶存酸素濃度の状況について、St. 1の湖底直上1mの経月変動を(図10)に示す。通常2月上旬には湖水の循環により10mg/l以上に回復するが、

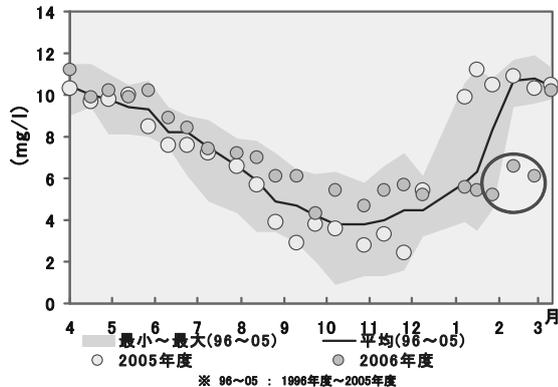


図10 St. 1の湖底から1m上における溶存酸素飽和度の変動

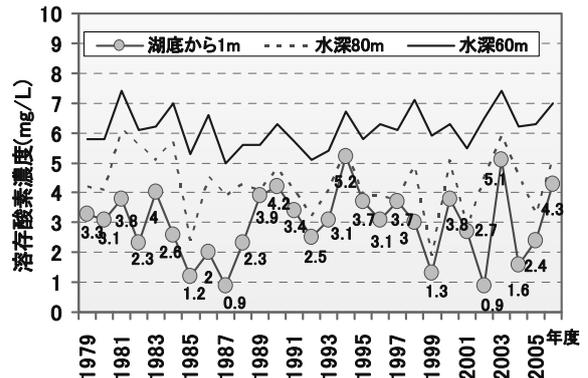


図11 St. 1深層部における溶存酸素濃度の年度最低値

2007年2~3月上旬の溶存酸素濃度は過去10年の最低値(過年度最低値)を下回る値であった。しかし、3月20日の調査時には10.7mg/lにまで回復した。

参考までに、St. 1の湖底直上1mにおける溶存酸素濃度の年度最低値の経年変動を(図11)に示す。2006年度の最低値は4.3mg/l(10月)で、年度最低値の平均値2.8mg/lより高かった。以上より、2006年度の北湖深層部の溶存酸素濃度の状況については、湖水の循環が遅れたことにより溶存酸素濃度の回復も遅れたが、年度最低値は例年より高く、大幅な溶存酸素濃度の低下はみられなかった。

3.5 水質変動の特徴

この時期にみられた北湖における水質の特徴として、国土交通省と分担して実施している北湖28地点の定期調査結果より、硝酸態窒素の2~3月の北湖表層平均値が過去10年の最低値を下回る値となった(図12)。

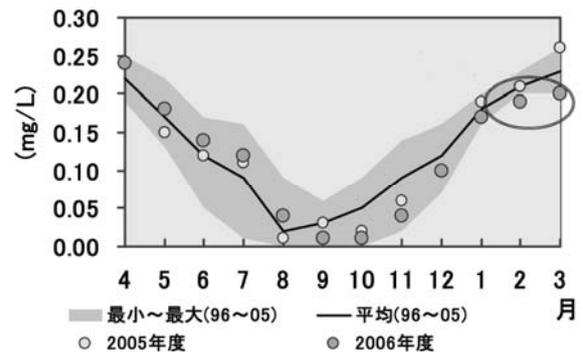


図12 北湖における硝酸態窒素の経月変動(表層平均値)

この要因として、湖水の循環が湖底に達する時期が例年より遅れたことにより、深層部から表層への栄養塩の回帰が遅れたためと考えられる。また、同時期に透明度が顕著に上昇した(図13)が、その一因としても当冬の循環状況の変化が影響しているのではないかと推察した。

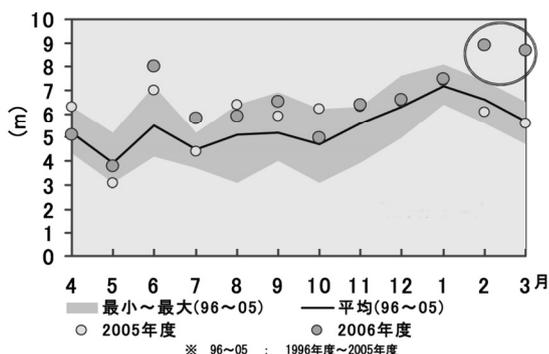


図13 北湖透明度の経月変動（表層平均値）

4. まとめ

2007年1～3月における水質変動について調査した結果、水深別調査における今津沖中央定点の水温鉛直分布から、1979年度の調査開始以来、湖水の循環が湖底に達した時期が最も遅く、循環した期間も最も短かったものと考えられた。

今津沖中央周辺における水温および溶存酸素濃度の鉛直分布の面的調査の結果から、深層部における溶存酸素濃度は同一水深の平面分布が一定の回復傾向を示さず、変動していることがわかった。

北湖深層部における溶存酸素濃度の状況は、今津沖中央定点の湖底直上1mにおける溶存酸素濃度の長期モニタリングの結果から、湖水の循環が遅れたことにより2～3月上旬にかけて過年度最低値を下回る値で推移したが、3月下旬には例年並みに回復した。なお、2006年度の年度最低値は、例年より高く、大幅な溶存酸素濃度の低下はみられなかった。

2～3月の北湖表層における水質変動の特徴として、硝酸態窒素が過年度最低値を下回る低下を示したが、この要因として、湖水の循環が湖底に達する時期が例年より遅れたことにより、深層部から表層への硝酸態窒素の回帰が遅れたことが考えられる。また、同時期に透明度が顕著に上昇したが、その一因としても当冬の循環状況の変化が影響しているのではないかと推察した。

しかしながら、秋～冬季の深層部の溶存酸素濃度が回復に至る機構や溶存酸素濃度の変動が底泥や生物等に与える影響が十分把握できていないこと、今後地球温暖化の進行により暖冬傾向が強まると湖底まで湖水の循環が起こらない可能性があることから、これらの機構を把握し深層部の溶存酸素濃度の変動とその影響をモニタリングする手法を早急に構築する必要があるものと考えられる。

備考

本稿は、2006年および2007年の滋賀県環境審議会水環境部会において説明した内容と各委員からいただいたご意見をもとに加筆修正したものである。

引用文献

- 藤原直樹・岡本高弘・内藤幹滋・一瀬諭・若林徹哉・井上健・加賀爪敏明(2003)：琵琶湖北湖深層部における溶存酸素の現状について. 日本陸水学会第68回講演大会要旨集, 68: 138.
- 藤原直樹・岡本高弘・井上健・一瀬諭・内藤幹滋・原良平・加賀爪敏明(2003)：琵琶湖深水層における溶存酸素の変動(2002年). 滋賀県立衛生環境センター所報, 38: 89-94.
- 彦根地方气象台(2006, 2007)：滋賀県気象月報, 4(2006)～3(2007).
- 小林博美・岡本高弘・奥田一臣・矢田稔・一瀬諭・古田世子・吉田美紀・原良平・青木茂・中村豊久・安藤茂伸(2006)：2006年度の琵琶湖水質について. 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター試験研究報告, 3.
- 岡本高弘・津田泰三・奥田一臣・中村忠貴・一瀬諭・古田世子・吉田美紀・青木茂・中村豊久・安藤茂伸(2005)：2005年度の琵琶湖水質について-透明度やCOD等の主な項目の調査結果から-. 滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター試験研究報告, 2. 117-124.
- 滋賀県・国土交通省近畿地方整備局(2006)：滋賀県地下水・公共用水域水質測定計画.
- 宗宮功編著(2000)：琵琶湖. その環境と水質形成. 第4章.