

# 水深別水質調査と新指標（底層 D0）のモニタリング・評価手法の構築

環境監視部門 公共用水域係、生物圏係、化学環境係

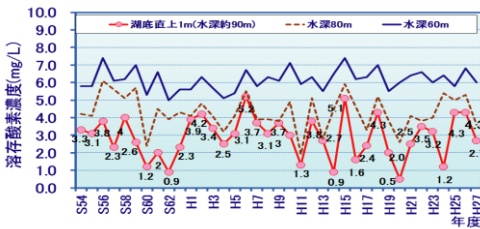
## 1. 目的

水質汚濁防止法の規定による公共用水域水質測定計画に基づき、水深別水質調査を実施し、琵琶湖水質の長期変動や水環境の変化に対する水質面からの関連性を把握する。

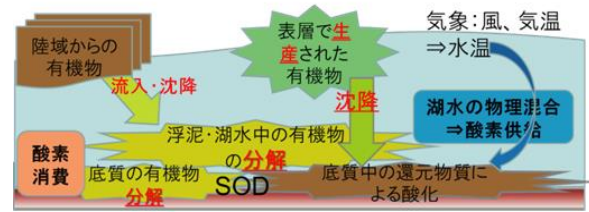
また、北湖第一湖盆底層 D0（溶存酸素）の年最低値については、平成 12 年以降 4 年に 1 回の頻度で底層生物の生息に影響があるとされている貧酸素状態になっていたことを確認している。こうしたことも背景に、国において平成 28 年 3 月に湖沼と海域における底層 D0 の環境基準値が設定されたことから、底層 D0 の実態・変動要因を考慮した効率的なモニタリング手法の確立や評価手法について検討する。

### 【現状における課題】

(近年の低酸素化状況)



(底層 D0 値のみでは、数値変動の要因が不明確)



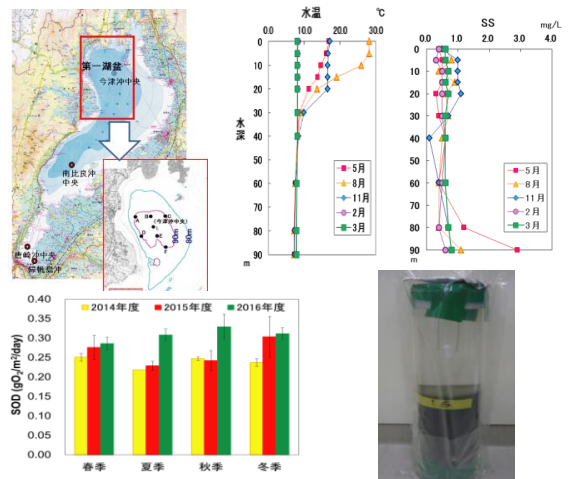
### 【課題解決に向けた対応】

#### 1 水深別の水質を調査し、琵琶湖水質の鉛直分布を継続的に監視

- 水深別水質の継続的な監視
- 琵琶湖水質の長期変動や種々の水環境の変化に対する水質面からの関連性を把握

#### 2 底層D0のモニタリング・評価手法の構築

- 底層でのD0が低下しやすい北湖の第一湖盆におけるD0や水温の鉛直分布を継続して把握
- 底質の酸素消費量 (SOD)等の詳細把握調査



## 2. 研究内容と結果

### 【サブテーマ① 琵琶湖水深別調査】

琵琶湖水深別調査は、公共用水域水質測定計画等に基づき水深別の水質を調査し、琵琶湖水質の鉛直分布の監視を継続して行った。

平成 29 年度の今津沖中央定点（17B）における水温、DO、P-TOC、T-P の鉛直分布の経日変化を図 1 に示す。水温は、春季から夏季にかけて表層水温が上昇し水深 10 m から 20 m に水温躍層が形成され、また、11 月以降は表層水温が低下し水温躍層が衰退沈降したことが確認された。

P-TOC は、6 月から 7 月にかけて表層から水深 20 m に増加が確認され、秋季および冬季には減少した。6 月～7 月の増加は、大型緑藻（スタウラストルム）の増加によるものと考えられた。T-P は、7 月から 12 月まで底層で高い値を示し、10 月に発生した台風 21 号による影響を受けた直後は全層で高い値が示された。

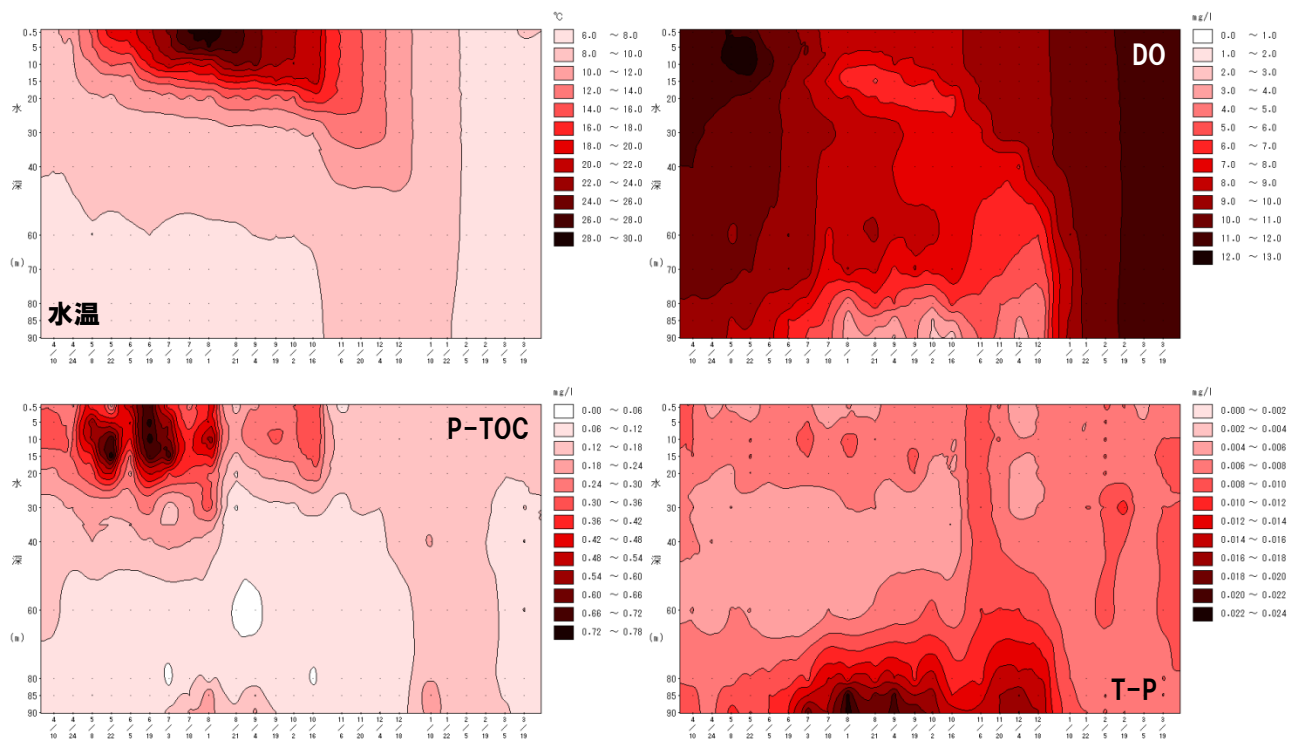


図 1 17B における水温、DO、P-TOC、T-P の鉛直分布の経日変化

平成 29 年 10 月 20 日から 23 日にかけて襲来した台風 21 号による湖水への影響を把握するため、追加調査を行った。台風 21 号は、襲来した季節としては遅く、県全域に記録的な降水量と暴風をもたらした。

17B における水温の鉛直分布について、台風直後に実施した追加調査では、台風前と比較して表層から水深 15 m までの水温の低下と、水深 40 m から 60 m までの水温の上昇を確認した（図 2）。また、地点別にみると、東岸（C 点=17B）では水温躍層が残存しているが、中央部（L 点）から西岸（D 点）にかけては表層水温が大きく下がっており、水温躍層が大きく崩れていた（図 3）。

このことから、台風 21 号の暴風により湖水が攪乱されて中層、底層部の湖水がかなり揺り動かされたことが推察された。

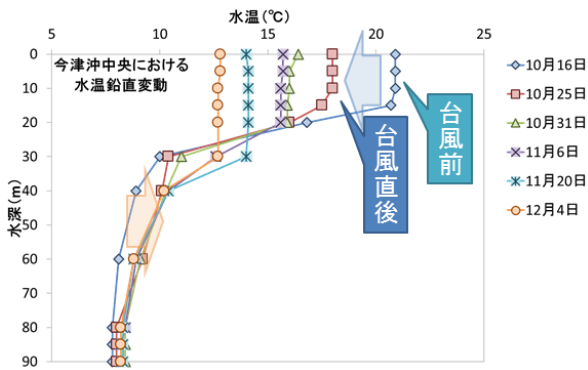


図2 17Bにおける水温の鉛直変動

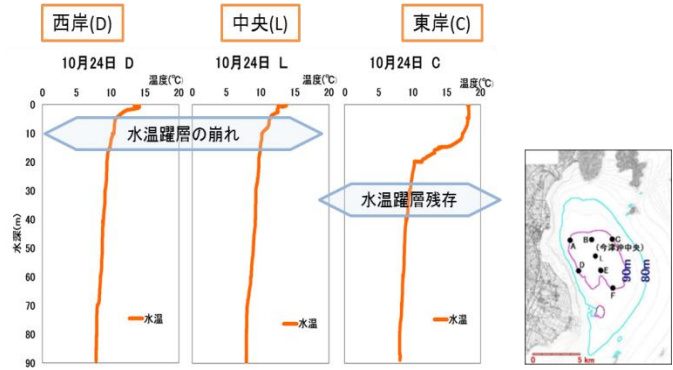


図3 第一湖盆調査地点における水温の状況

【サブテーマ② 底層 D0 のモニタリング・評価手法の構築】

(1) 北湖深水層底層 D0 調査

北湖深水層底層 D0 調査は、北湖で底層 D0 が低下する第一湖盆において、D0 や水温の鉛直分布および底層 D0 の平面分布を把握するために実施した。

平成 29 年度における C 点 (=17B) の底層 D0 の経月変動を図 4 に示す。C 点の底層 D0 は、4 月から 5 月にかけて過年度（平成 19～28 年度）最低値付近で推移し、6 月以降は過年度最低値を下回る値を観測した。8 月に台風 5 号が通過した後、一時的に回復したが、再び低下し、9 月 11 日には最低値である 1.7 mg/L まで低下した。その直後、台風 18 号が通過し、一時的に回復し、10 月下旬には台風 21 号が通過し、大幅な回復が見られ、その後は過年度平均値程度で推移した。平成 30 年 1 月 22 日の調査時に過去 10 年では最も早い時期に全層循環を確認した。

6 月以降に観測された急激な底層 D0 の低下は、平成 28 年度に大型緑藻（ミクラステリアス・ハーディイ）が、また 6 月から 7 月にかけても大型緑藻（スタウラストルム）が増加し、これらが底層に沈降して底層で分解される際に酸素が消費されたためと考えられた。

8 月、9 月、10 月と 3 回みられた底層 D0 の回復は、それぞれ台風 5 号、台風 18 号、台風 21 号の暴風による影響で攪乱され、深水層の湖水が中層の D0 が高い湖水と混合したためと考えられた（図 5）。

過去 10 年で最も早い時期での平成 29 年度の全層循環は、台風 21 号により湖水が大きく攪乱され底層水温が上昇したこと、寒冬により表層水温の低下が早かったことによるものと考えられた。

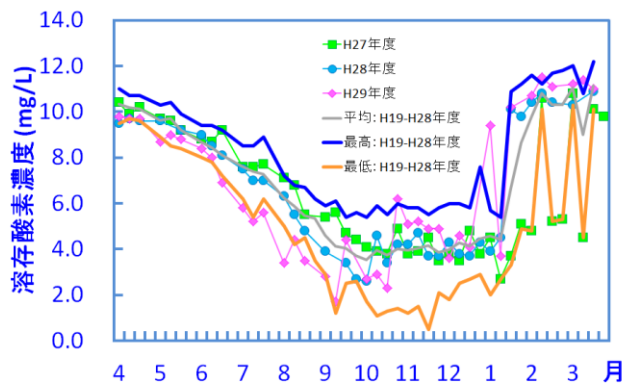


図4 17Bにおける底層 D0（湖底直上 1 m）の経月変化

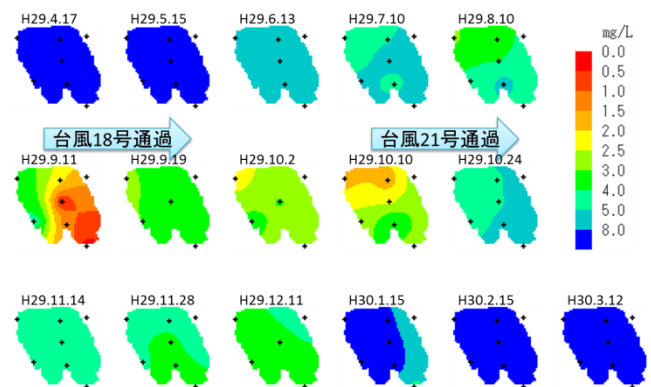


図5 平成 29 年度における第一湖盆の D0 平面分布の変動

これまでに蓄積した北湖深水層底層 D0 調査の結果をもとにデータを解析し、調査地点数や調査回数に関する検討を行った。その結果、5月から8月まで北湖第一湖盆7地点で月1回実施していた調査については、7地点のうち2地点（B点とE点）を除いた5地点を琵琶湖水深別調査の際に調査することで監視が可能であると判断でき、平成30年度に検討結果を試行することとした。

(2) 底質の酸素消費量（SOD）等の詳細把握調査

底層 D0 の低下を招く大きな要因の一つである底泥酸素消費量（SOD）について、北湖第一湖盆の今津沖中央定点（C点）および湖盆中央（L点）で4回/年（5月、8月、10月、2月）調査を行うとともに、南比良沖中央定点（12B）および安曇川沖中央定点（15B）で1回/年（11月）調査を実施した。

平成29年度におけるSODの測定結果を図6に、SODの経時変化および年間平均値を図7に示す。2017年度におけるSODの年間平均値は、C点では0.33 gO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/day、L点では0.34 gO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/dayであった。SODの年間平均値は、平成27年度までは0.25 gO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/day前後で推移していたが、平成28年度は0.31 gO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/day、平成29年度は0.34 gO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/dayと上昇していることがわかった（図7）。また、C点、L点の年間平均値と比べて、12BのSODは高く、15BのSODは低い値となった。

C点とL点におけるSODの地点間の差について、春季と夏季には統計的に差があると認められ、秋季および冬季には有意差は認められなかった。

C点とL点におけるSODの季節変動について、C点ではどの季節も統計的な有意差は認められなかった。L点では春季と他の季節（夏季・秋季・冬季）との間に有意差があると認められ、夏季と冬季の間にも有意差があると認められた。

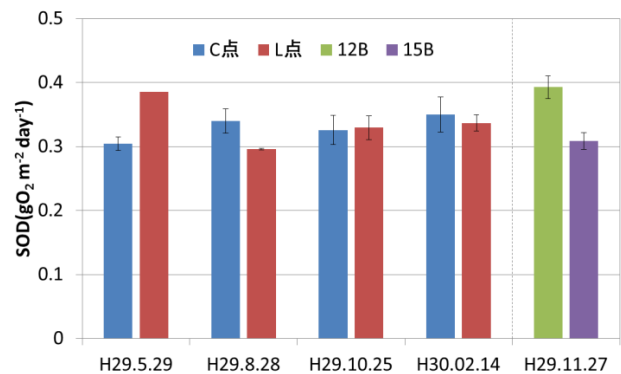
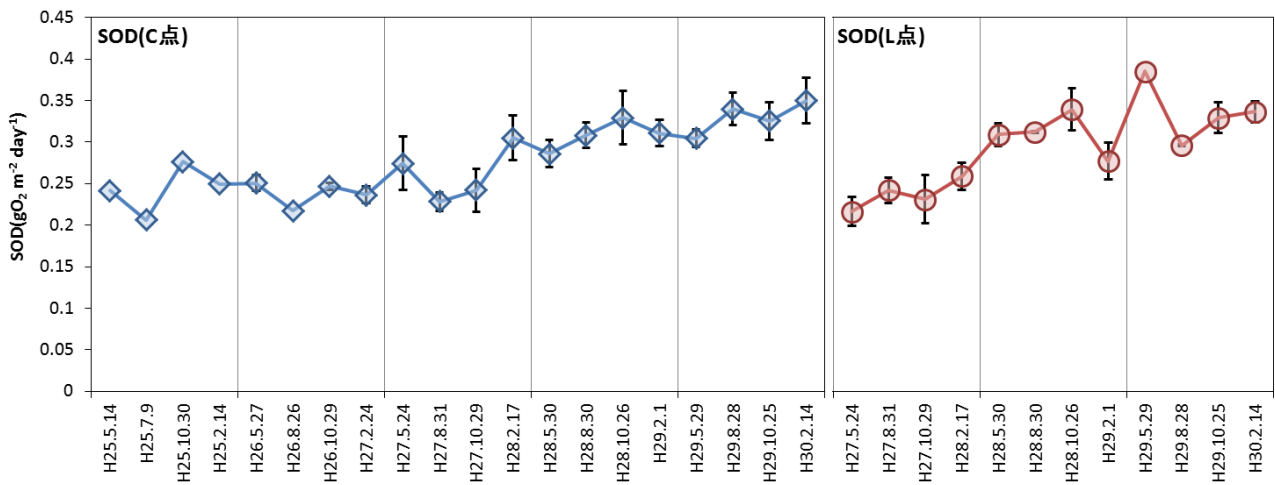


図6 平成29年度におけるSOD測定結果  
（エラーバーはn=3のときの標準偏差を示す）



SOD 年平均値	0.24	0.24	0.26	0.31	0.33	0.24	0.31	0.34
----------	------	------	------	------	------	------	------	------

図7 C点およびL点におけるSODの経時変化と年間平均値

SODの測定とあわせて、底泥に含有される成分（TC・TN・TP・Mn・Fe・As）の分析を実施した。結果を図8に示す。北湖第一湖盆の2地点（C点・L点）および15Bについてはおおむね同様の組成であると推察されたが、12Bに関しては他の地点と比較して、TP・Feが2割から3割程度高いことやMnが1/10程度低いことなどから、底泥成分の組成が異なっていることが示唆された。

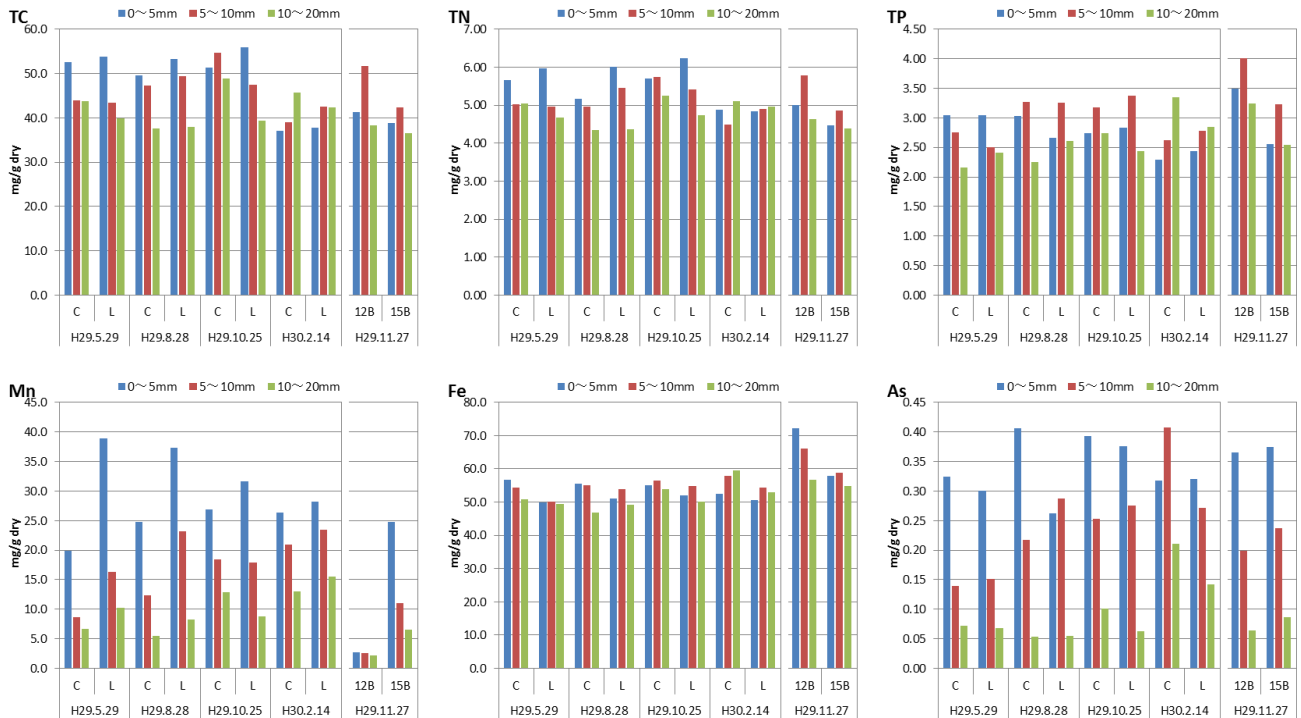


図8 平成29年度における底泥成分分析結果

### 3. まとめ

- 琵琶湖水深別調査では、公共用水域水質測定計画等に基づき水深別の水質を調査し、琵琶湖水質の鉛直分布の監視を継続して行った。また、追加調査を行い台風21号の影響を把握した。
- 北湖深水層底層D0調査では、北湖第一湖盆で2.0 mg/Lを下回る貧酸素状態を確認し、平成30年1月22日の調査時に過去10年では最も早い時期に全層循環を確認した。
- 琵琶湖水深別調査や北湖深水層底層D0調査の結果は、環境審議会に報告し、各種環境保全施策の検討・評価に活用されるほか、全層循環を確認した際には資料提供が行われた。
- 底層D0調査の効率化（調査地点・回数の削減）について検討を行った。その結果をもとに平成30年度は調査の効率化を試行する。
- SOD等詳細把握調査は北湖第一湖盆で4回/年、北湖（12B・15B）で1回/年実施した。平成30年度におけるSODの年間平均値（C点・L点）は0.34 gO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/dayであり、平成28年度から上昇傾向がみられた。また、12Bで高いSODを観測した。
- 底泥成分分析結果から、12Bは他の調査地点と比較して底泥成分の組成が異なっていることが示唆された。