

全層循環未完了に係る対策に向けた検討について

1 琵琶湖北湖の底層DOの状況

(1) 昨年度までの状況

琵琶湖北湖今津沖の第一湖盆では、例年2月上旬から中旬頃に全層循環が確認され、表層から湖底まで水温と溶存酸素量(DO)が一様になるが、平成30年度、令和元年度には2年続けて全層循環が完了せず(全層循環未完了)、春先までに湖底に酸素が十分に供給されなかった。

令和2年8月頃からは、湖底のDO(底層DO)が、生物への影響が見られる目安である2mg/L未滿となる地点が見られるようになった。

その後、水深約90mの湖底近くでは10月から12月の約3か月間、ほぼ無酸素の状態が続く(図1)、この間、湖底の泥(底泥)からの栄養塩(りん)や金属(砒素、マンガン)の溶出、イサザ等の生物の死がいの発見等、無酸素状態が続いたことによる影響も確認された。

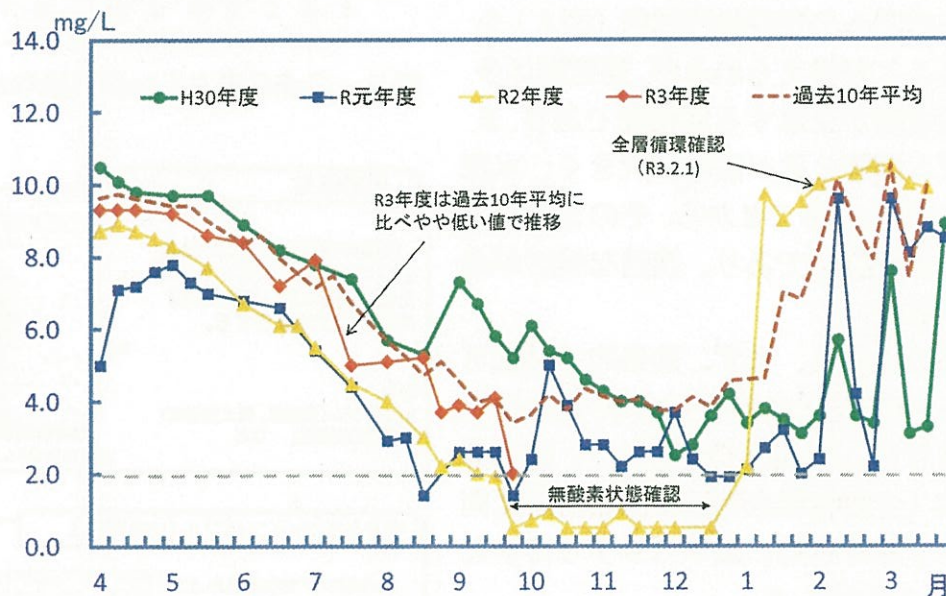


図1 C点(今津沖中央)の底層DO経月変動

(2) 今年度の状況

令和3年度の底層DOは、令和元年度や令和2年度ほどではないが、過去10年平均と比べるとやや低めに推移している。(図1)

そのような中、8月30日(月)に実施した水質調査において、水深約90mの1地点(L地点。図2)で、今年初めて底層DOが2mg/Lを下回った。

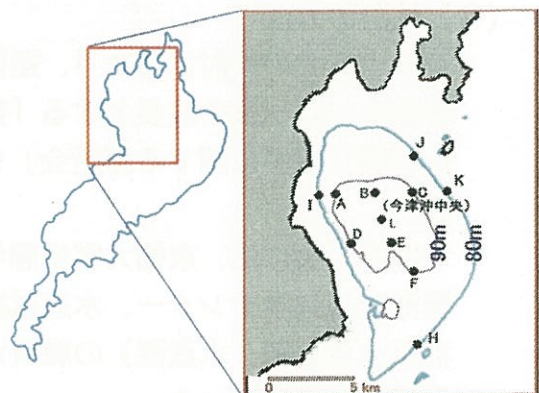


図2 調査地点

現時点で底生生物への影響は見られず、水質の変化も確認されていない(図3)が、底層DO等の調査頻度を月2回から月4回に増やすなど、より詳細なモニタリングを進める。

2 対策に向けた検討

(1) 検討の基本的な考え方

「全層循環未完了」は、気候変動に伴い今後も発生することが懸念されることから、琵琶湖北湖の底層DOの低下によって生じる水質や生態系への影響を可能な限り低減させるため、将来も見据えた対策の検討が重要である。

対策の例として、ダム湖等で適用されている底層への酸素供給技術(図4)を用いることが考えられるが、琵琶湖は多くの固有種が生息する古代湖であり、また、ダム湖等と比べ面積が大きく、水深も90m以上あることから、そのまま利用することは困難であり、慎重な検討が必要である。

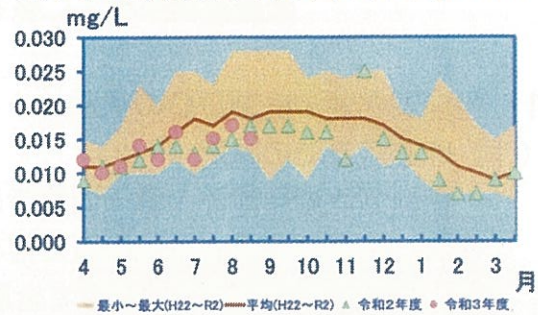
このことから、まず、効果的で実現可能な対策の実現に向けて必要な知見をどのように積み重ねていくのか、検討の道すじ(全層循環未完了に係る対策に向けたシナリオ(案)。以下「シナリオ」という。)を整理した。

(2) 検討の方法

シナリオの検討にあたり、琵琶湖環境科学センター長を座長とする「琵琶湖全層循環未完了に関する懇話会」を設置した。

同懇話会には、京大大学生態学研究センター、国立環境研究所琵琶湖分室、琵琶湖環境科学センター、水産試験場の研究者や県の行政部局(環境政策課、琵琶湖保全再生課、水産課)の職員が参加し、令和3年2月から3月にかけて、計3回意見交換を行った。

全りんの経月変動(今津沖中央(C)底上1m)



全マンガンの経月変動(今津沖中央(C)底上1m)

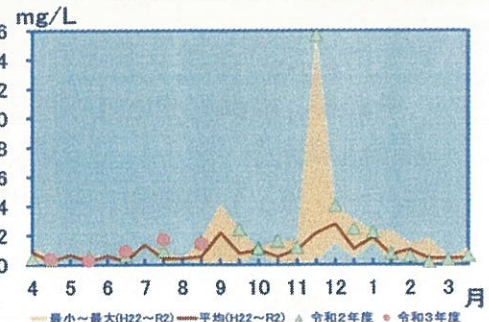


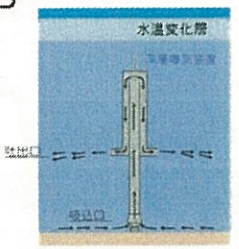
図3 C点の底上1mの主要な水質の状況

深層曝気

底層の貧酸素水を吸い込み装置の中で空気と混ぜ合わせ後、底層に戻すことで底層の酸素濃度を改善する。

事例: 山鳥坂ダム(愛媛県、国土交通省) 余呉湖(滋賀県) など

出典: 山鳥坂ダム工事事務所HP



ウルトラファインバブル(UFB)噴出

水中ポンプで水を汲み上げ装置内に噴射し、酸素を含むUFBと攪拌混合させた水を底層に戻す。

UFBは、浮力が働かないほど小さな気泡であるため、水中に漂い続け、気泡中の酸素が底層の水の溶解することで、底層に酸素を供給する。

出典: 株式会社ワイビーエムHP

事例: 諫早湾(長崎県)、諫早市小長井町漁協) など




図4 ダム湖等における対策の例

3 検討結果（シナリオの概要）

今回検討したシナリオの概要を（図5）に示す。

令和2年度の状況を踏まえると、全層循環未完了により対策が必要と考えられる琵琶湖の水環境への影響は、次の2つと考えられる。

- A 溶存酸素量の低下による底生生物資源量の減少
- B 溶出した栄養塩による表層の富栄養化

これら2つの影響は、いずれも底層DOの低下により生じることから、シナリオの検討に当たっては、対策（適応策）の目標を「溶存酸素量が減少した湖底における溶存酸素量の回復」とし、具体の対策を検討するために必要となる知見を洗い出し、それぞれの関係性を整理することとした。（図5 グループ1）

効果的で実現可能な対策のためには、対象となる水環境への影響をさらに絞り込み、それに対する影響評価をもとに、底層DOを回復すべき範囲や濃度、実施する時期を絞り込むことが必要である。このような考えのもと、A、Bの2つの影響ごとのシナリオの大きな流れを次のとおりとした。

A 溶存酸素量の低下による底生生物資源量の減少

「①底生生物の生息場の特性・資源量の把握」と「②底層DO低下の特性の把握」の知見を重ね合わせ、対策の対象となる代表的な底生生物を選定し、その生物に影響が現れる底層DOの低下範囲を特定したうえで、どのレベルまでDOを回復させれば良いのか評価する。

B 溶出した栄養塩による表層の富栄養化

「②底層DO低下の特性の把握」と「③底泥からの溶出特性の把握」の知見を重ね合わせ、その上で、栄養塩の溶出の視点で影響が現れる底層DOの低下範囲を特定したうえで、どのレベルまでDOを回復させれば良いのか評価する。

また、過去の温暖期（現在より気温が高いとされる時代）が現在の生物の行動にも何らかの影響を与えている可能性や、対策の実施に伴う底泥の人為的なかく乱により生態系への予期せぬ影響が生じる可能性についての指摘があった。

その他、対策を実施する場合の費用対効果解析なども今後、検討の対象となり得るとして整理した。（図5 グループ2）

今後、今回検討したシナリオを念頭に置き、それぞれがモニタリングや調査研究を進め、必要な知見の収集に努め、将来の具体的な対策の検討につなげていくこととした。

全層循環未完了に係る対策に向けたシナリオの概要

＜対策（適応策）の目標＞ 溶存酸素量が減少した湖底における溶存酸素量の回復
 グループ1: 具体的な対策を検討するために必要となる知見とそれぞれの関係性 グループ2: 対策を実施する上で検討の対象となり得る事項

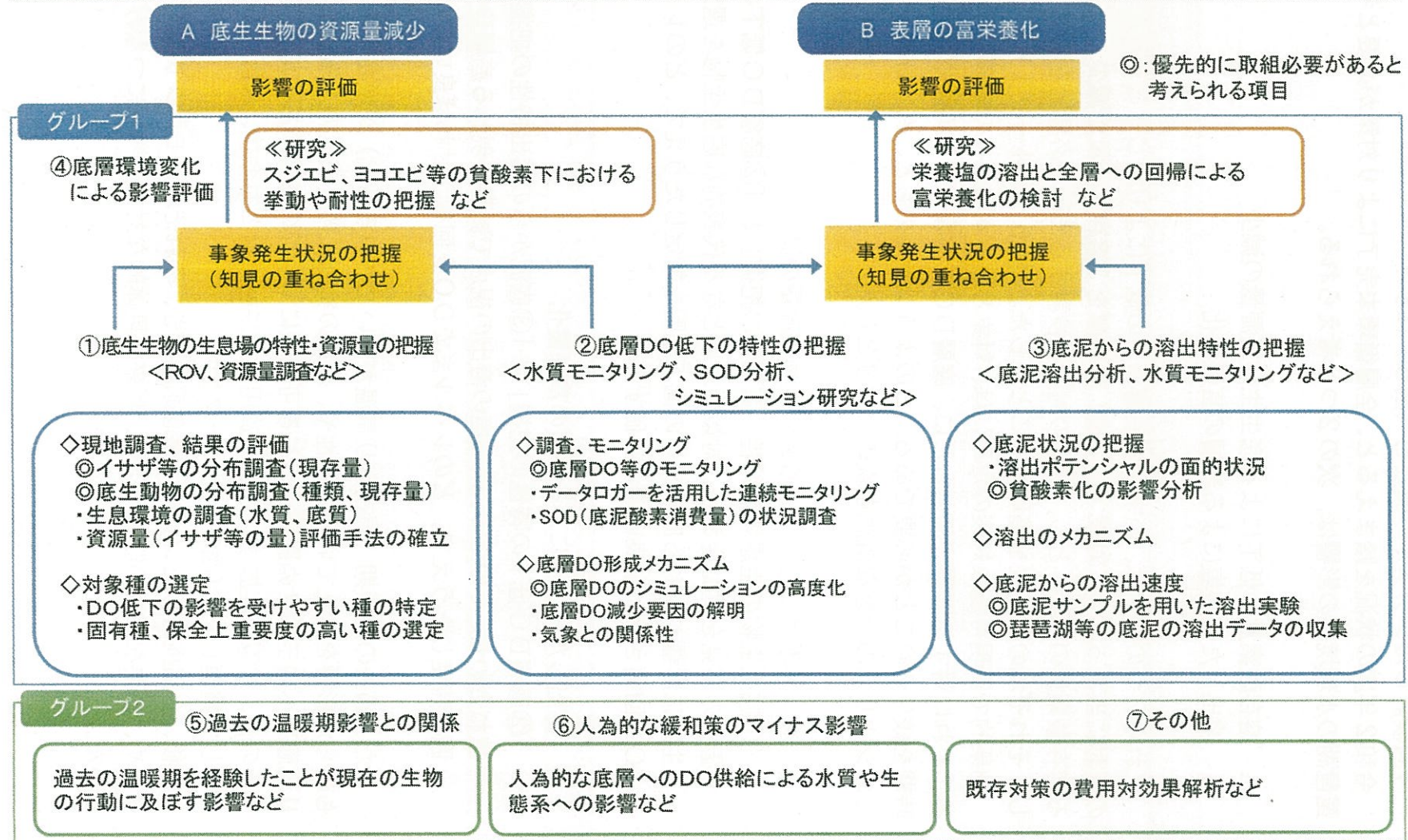


図5 全層循環未完了に係る対策に向けたシナリオの概要