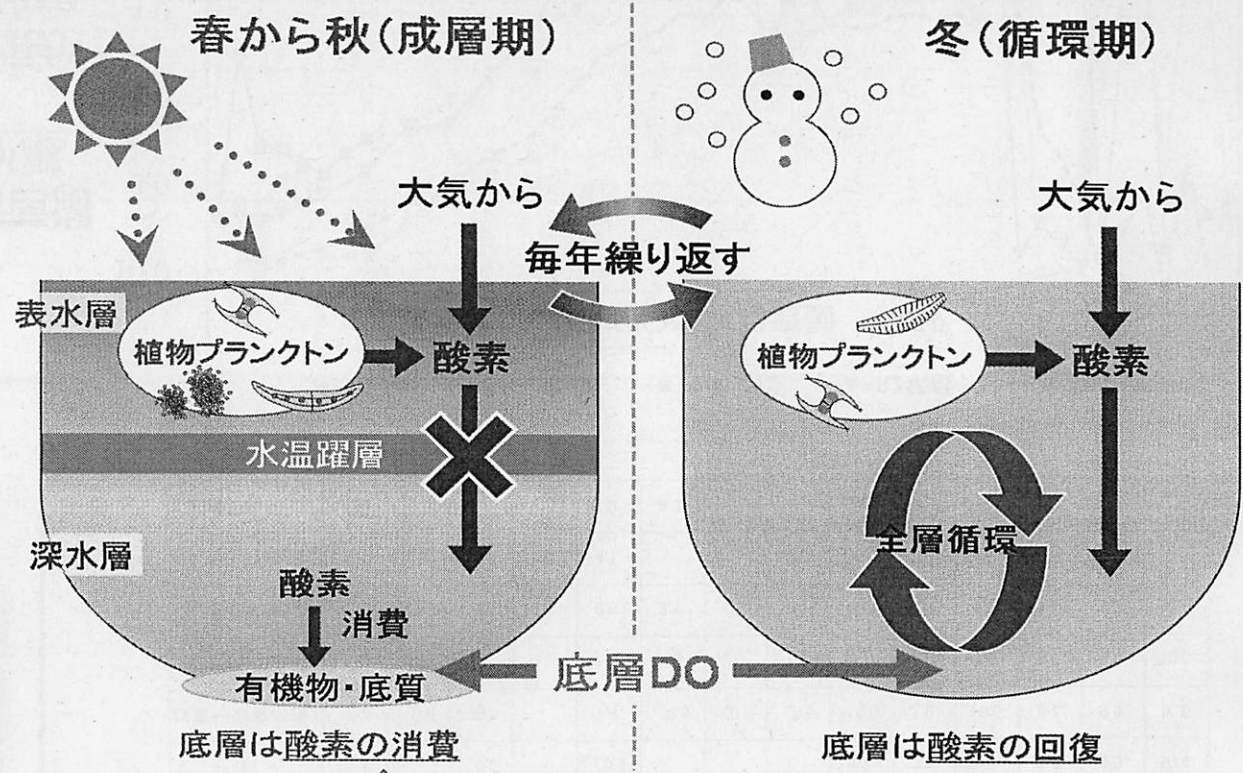
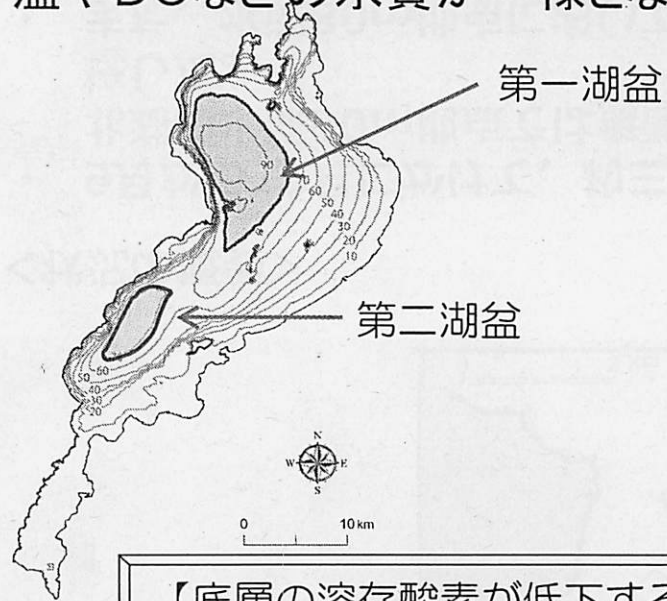


# 琵琶湖北湖の全層循環について(概要)

琵琶湖・気候変動対策特別委員会資料  
令和3年(2021年)2月8日(月)  
琵琶湖環境部琵琶湖保全再生課

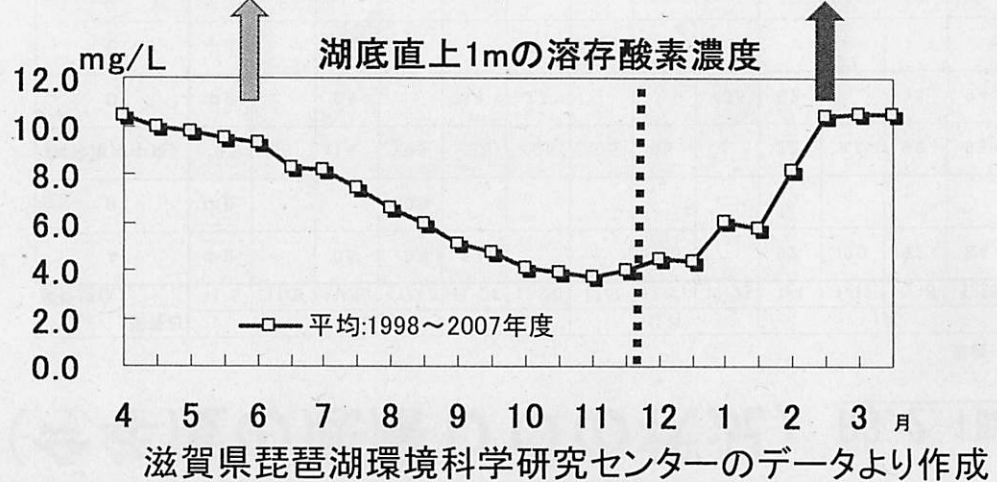
全層循環とは、春から秋に北湖に形成された水温躍層(温かい上層の水と冷たい下層の水が対流しない状況)が、冬の水温低下と季節風の影響により鉛直方向の混合が進み、表層から底層まで水温やDOなどの水質が一様となる現象



【底層の溶存酸素が低下すると…】

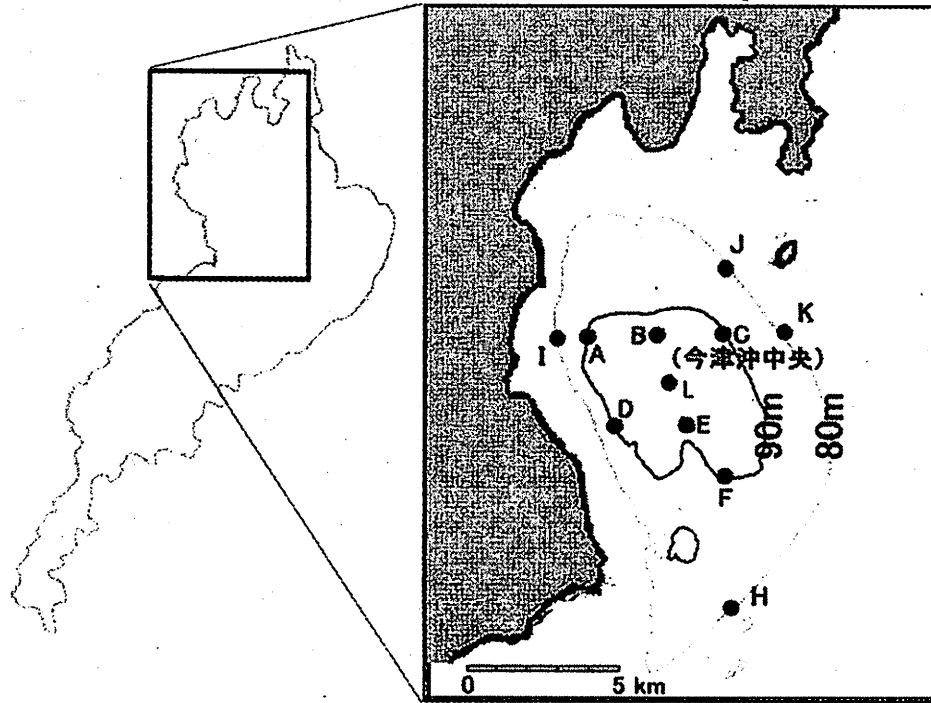
底層の溶存酸素低下

- 堆積物からりんなど溶出 → 水質の悪化 → 琵琶湖の富栄養化
- 底生生物 深層の魚の減少 → 生態系への影響 固有種の絶滅 → 生物多様性の低下



# 琵琶湖北湖の全層循環について(今年度の底層DOの状況) R3.2.1時点

## <主な調査地点>

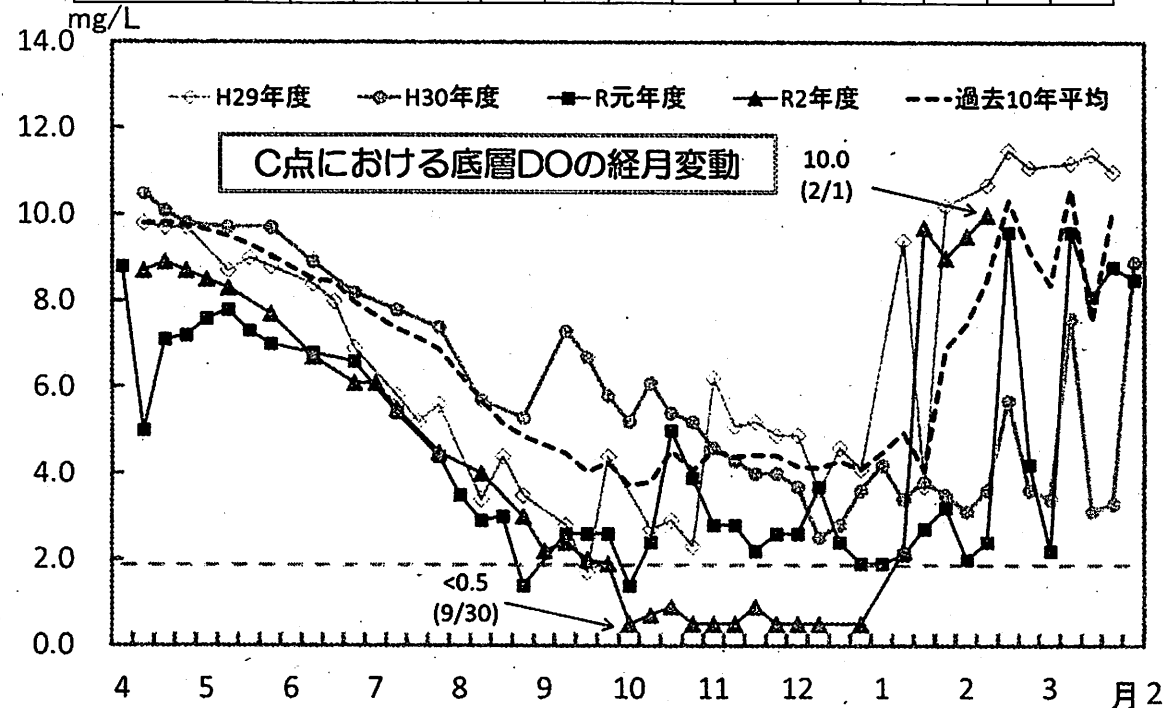


単位:mg/L

調査日	11月					12月			1月			2月		
	11/5	11/9	11/16	11/17	11/24	11/30	12/7	12/21	12/22	1/4	1/12	1/18	1/26	2/1
A	中止		0.5	<0.5	2.7			<0.5		9.2	10.0	9.2	8.4	9.9
B	中止			<0.5										
C(今津沖中央)	<0.5	0.9	1.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5		2.2	9.7	9.0	9.5	10.0
D	中止		2.4		3.8	2.7			<0.5	6.2		9.5	9.4	9.8
E	中止		<0.5											
F	中止		<0.5		<0.5				1.2		9.5	9.4	9.5	10.4
L(第一湖盆中央)	<0.5	<0.5	<0.5		1.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.9	10.0	8.7	9.5	10.0
K(水深約80m)	1.2	3.0		0.8	1.0	1.8	2.0	1.2		0.5	9.6	9.7	9.5	10.5
H(水深約80m)	2.2	2.8	1.5	1.6	0.6	2.1	<0.5		0.7	0.8	2.6	8.5	9.2	10.0
I(水深約80m)	3.2	1.6		1.0	4.1			<0.5						
J(水深約80m)	4.9	2.7	4.4		1.0	3.7			2.0					

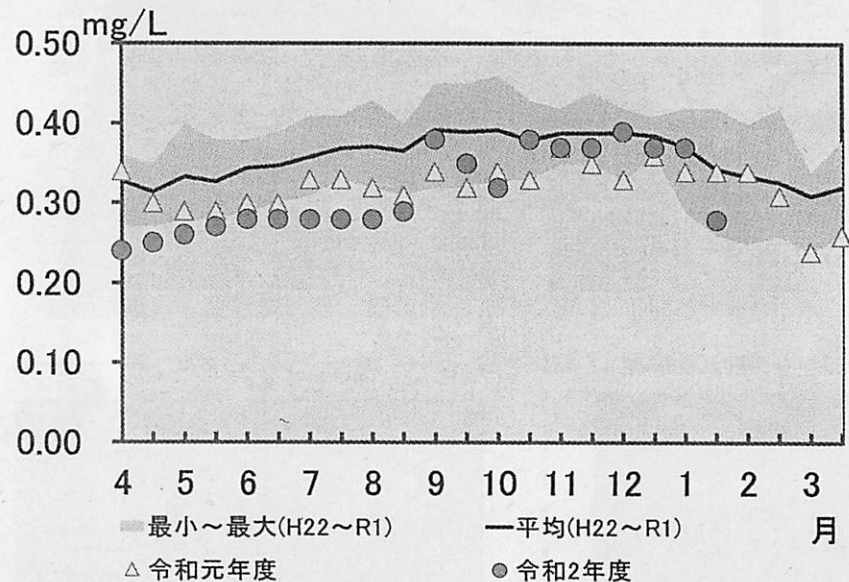
## <状況の概要>

- 9月から12月にかけて、約三か月間、琵琶湖北湖の水深90m地点では無酸素の状態が継続した。
- また、水深80m地点においては、10月頃から底層DOが2mg/Lを下回る貧酸素の状態となり、12月には無酸素状態となった。
- 2月1日の調査で、3年ぶりに全層循環が確認された。

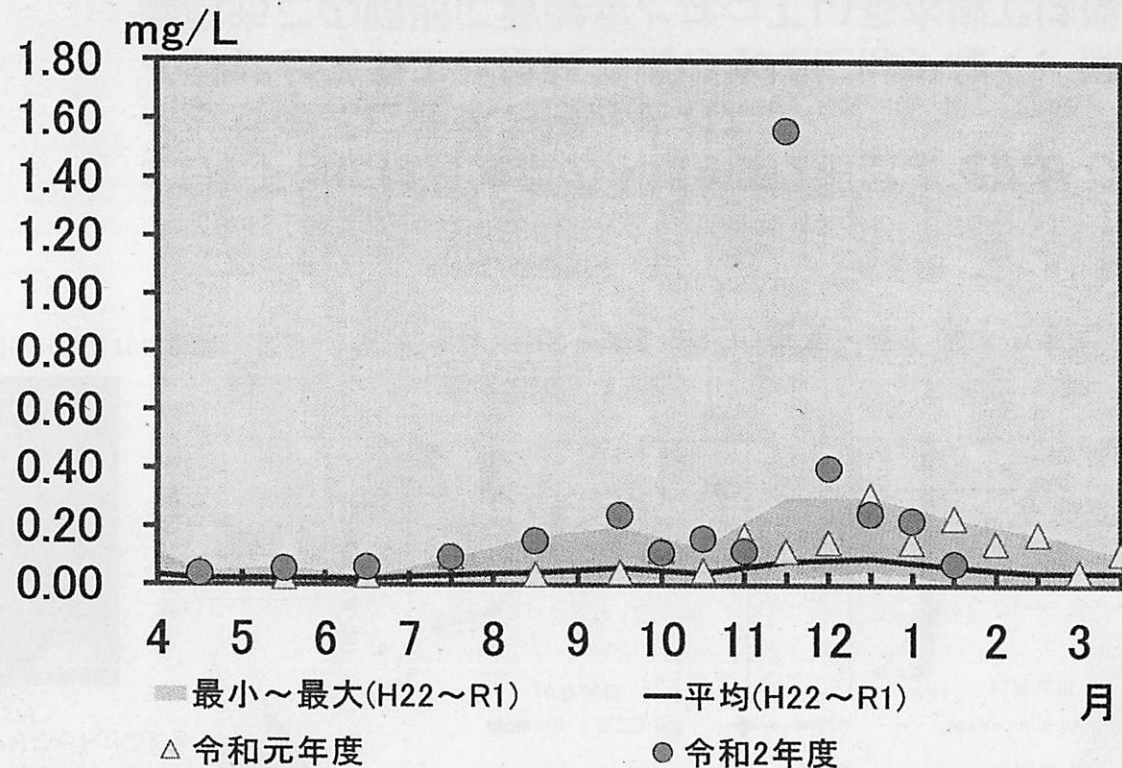


# 琵琶湖北湖の全層循環について(水質への影響)

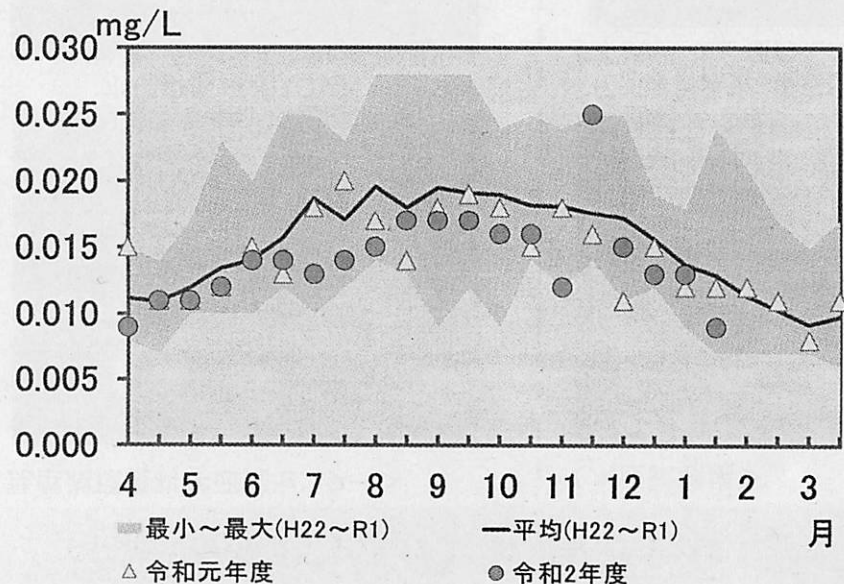
全窒素の経月変動(今津沖中央(C)底上1m)



全マンガンの経月変動(今津沖中央(C)底上1m)



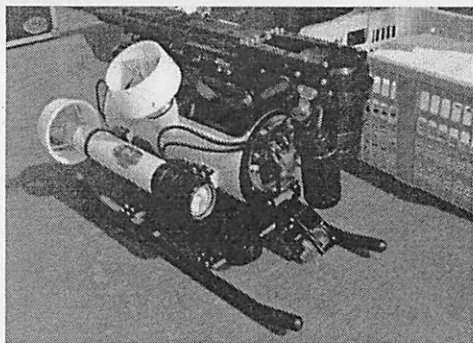
全りんの経月変動(今津沖中央(C)底上1m)



- 今津沖中央(C点)の底層では、無酸素状態が2カ月間継続したことにより、底質からのマンガンの溶出量が大幅に増加したが、その後例年並みの値に低下した。
- また12月7日の調査で砒素が検出されたが、令和3年1月18日の調査では不検出となった。

# 琵琶湖北湖の全層循環について(底生生物への影響)

<琵琶湖環境科学研究センター>

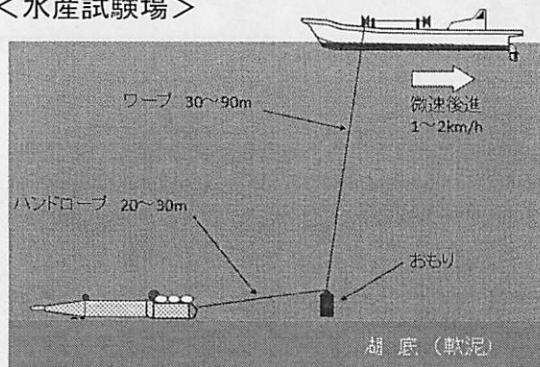


水中ロボット(ROV)



第2湖盆でのイサザ死亡個体 (12月3日)

<水産試験場>



ビデオカメラを装着した「そりネット」によるイサザ・エビ類のモニタリング

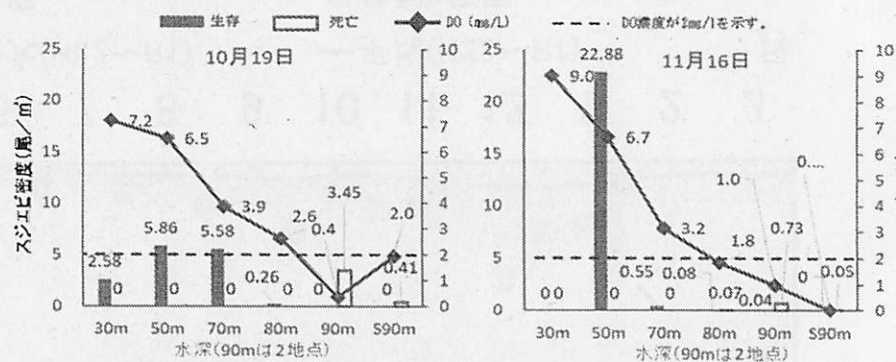
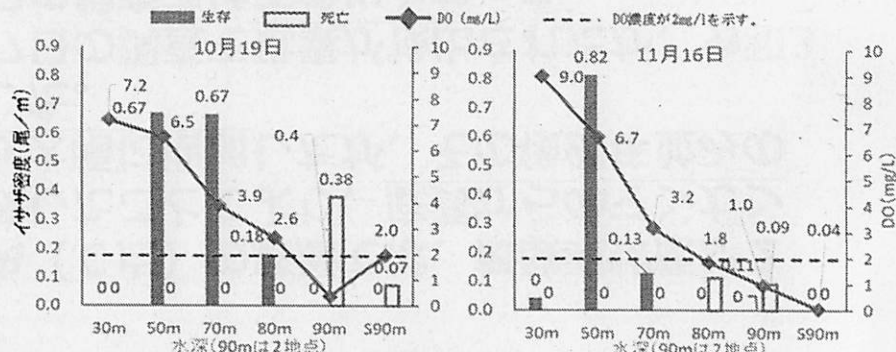


水深90mでのイサザの死亡個体 (10月19日)

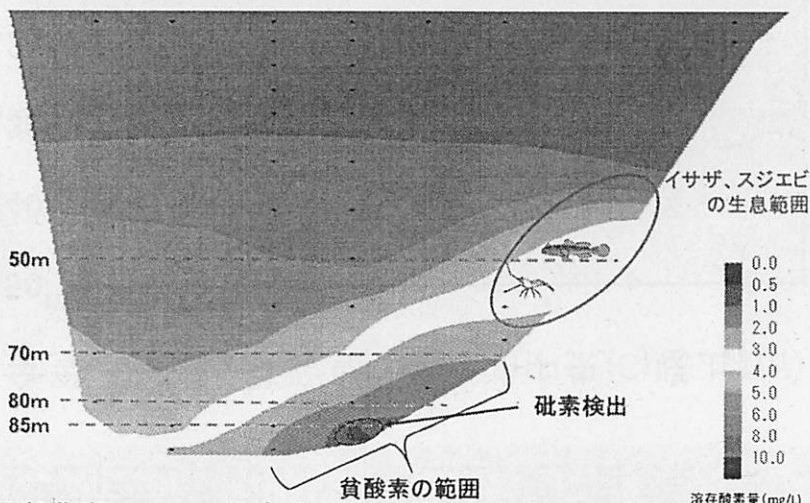
イサザ

スジエビ

イサザ死亡個体



イサザとスジエビの生存・死亡個体の密度



琵琶湖北湖のDOの鉛直分布等の状況(11月24日時点)

- 11月下旬には貧酸素の水域が第2湖盆まで広がり、イサザの死亡個体も確認された。
- イサザとスジエビは貧酸素の水域には少なく、漁業者もこの時期に貧酸素となっている水域では操業していないことから、貧酸素や砒素による漁業への影響はなかった。

# 琵琶湖北湖の全層循環について(全層循環後の底生生物の状況)

水深90mの第一湖盆で確認されたイサザ(1月14日)

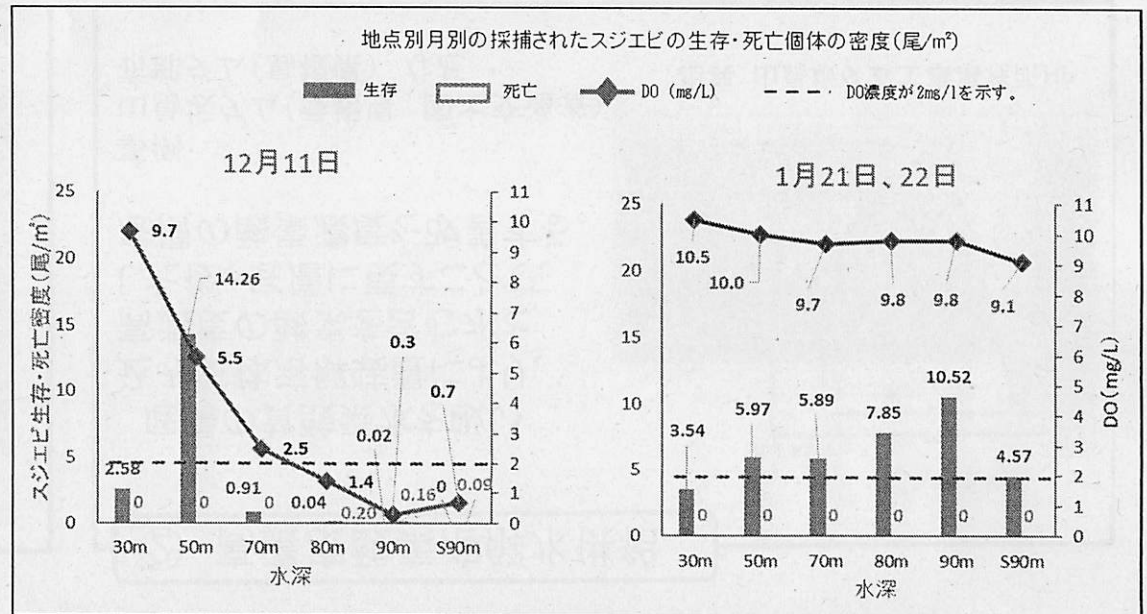
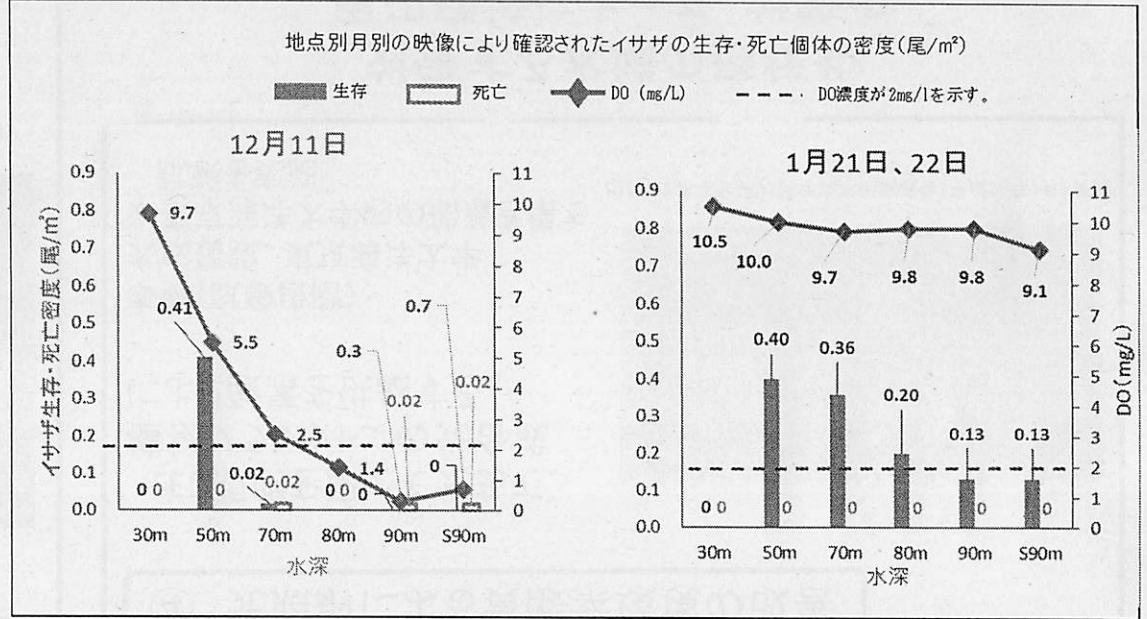
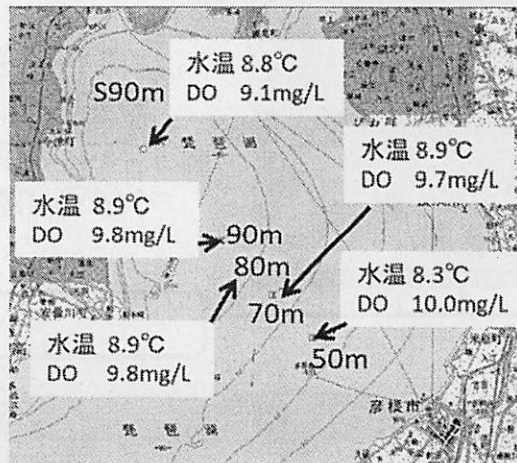


水中ロボット (ROV) による撮影

イサザ、スジエビの確認個体数(1月21日、22日)

	イサザ(映像確認)		スジエビ(採捕数)	
	生存	死亡	生存	死亡
50m	14	0	209	0
70m	24	0	389	0
80m	11	0	424	0
90m	7	0	563	0
S90m	7	0	242	0

調査地点



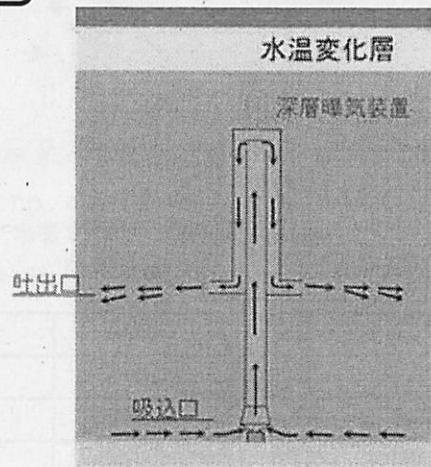
イサザとスジエビの生存・死亡個体の密度

# 琵琶湖北湖の全層循環について(底層DO改善対策事例)

## ① 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た後、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

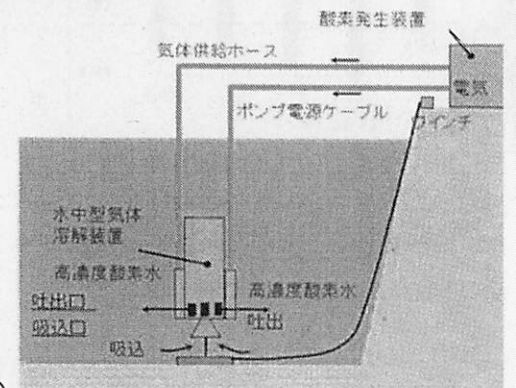


出典:山鳥坂ダム工事事務所HP

## ② 高濃度酸素溶解水供給

底層の貧酸素水を吸い込み気体溶解装置により、高濃度の酸素を含む水とした後、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)  
布部ダム(島根県) など

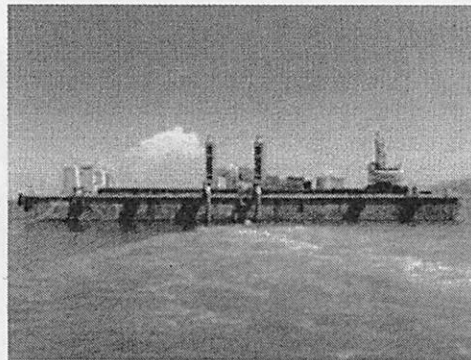


出典:山鳥坂ダム工事事務所HP

## ③ 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。



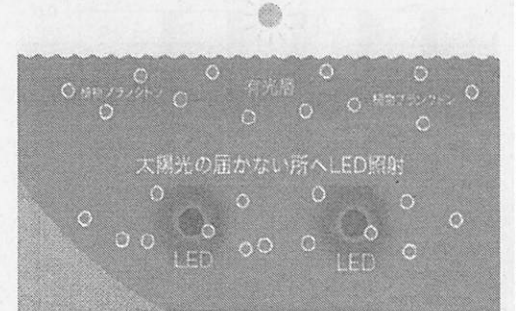
出典:株式会社ワイビーエムHP

事例: 諫早湾(長崎県)。諫早市小長井町漁協) など

## ④ 光照射による貧酸素環境の改善

LED照明を用いて光あて、植物プランクトンの光合成により酸素を供給する。

事例(試験段階):  
大成建設、東京海洋大学  
※東京海洋大学内の船着き場で試験を実施

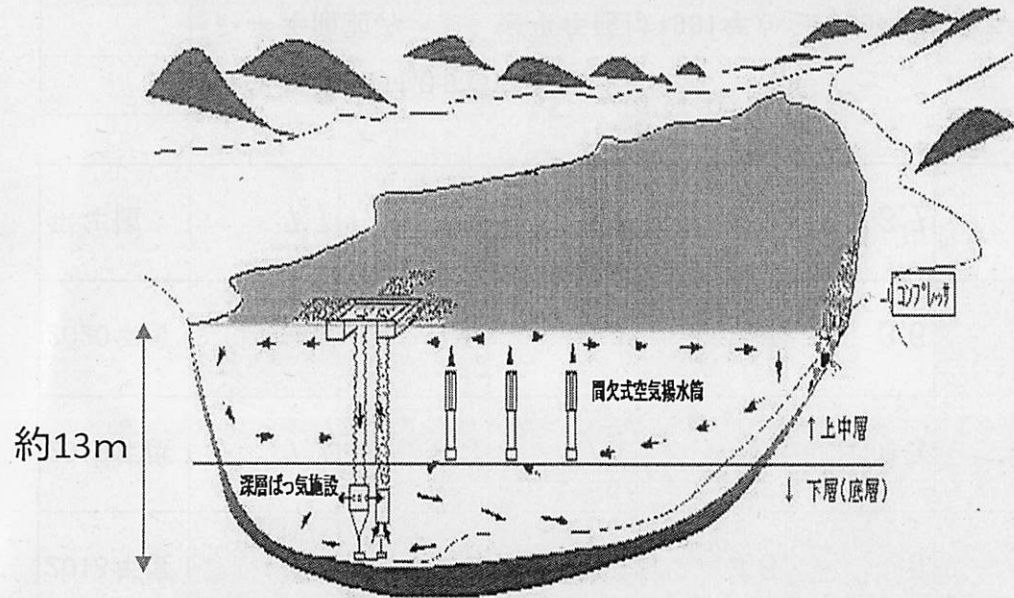


出典:土木学会第71回年次学術講演会(平成28年9月)資料

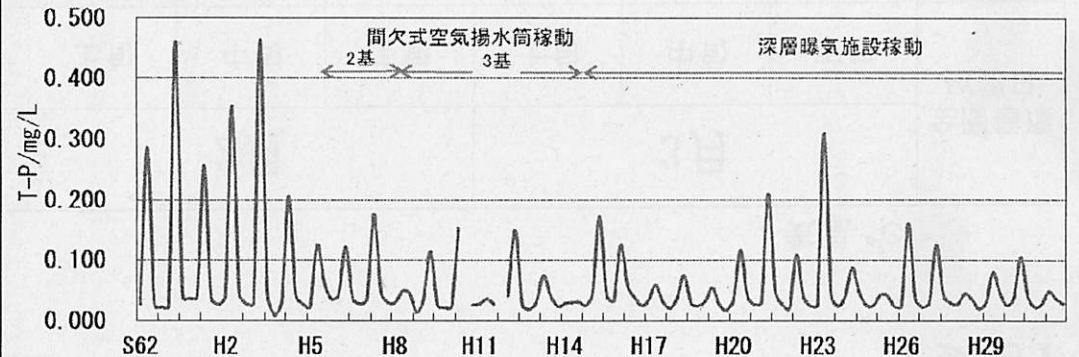
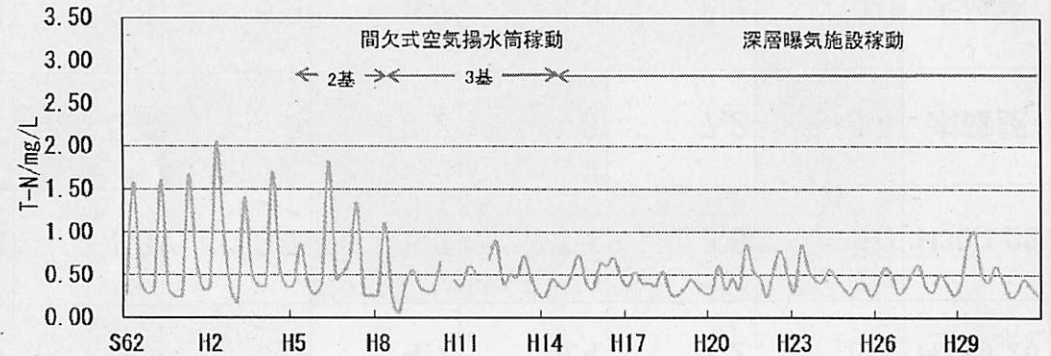
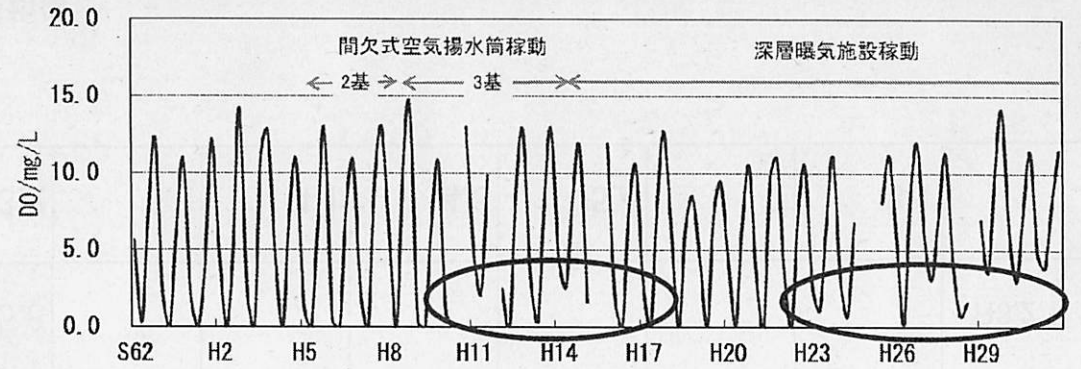
対策する水域の形状や  
周辺環境によって、対策の  
効果や費用は大きく異なる!

# 琵琶湖北湖の全層循環について(余呉湖水質改善対策)

[間欠式空気揚水筒と深層ばっ気施設の概念]



[余呉湖最深地点底層のDO、全窒素・全りん経年変化]



## ◆琵琶湖の水質改善対策の課題 (余呉湖との比較)

- 水質改善すべき水量、面積が桁違いに大きい
- 要対策水深では、約8倍の水圧を受ける
- 電源のある陸から要対策水域まで遠い など

	面積	最大水深	貯水量
琵琶湖	670.25km <sup>2</sup> 北湖: 617.75km <sup>2</sup> 南湖: 52.50km <sup>2</sup>	103.58m	275億m <sup>3</sup> 北湖: 273億m <sup>3</sup> 南湖: 2億m <sup>3</sup>
余呉湖	1.97km <sup>2</sup>	13m	0.147億m <sup>3</sup>

## 全層循環と平均気温(彦根)の関係

気温:°C

	12月			1月			2月			3月			全層循環 確認日
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
2016年度	9.3	6	6.9	6.4	2.9	2.6	3.5	3.3	4.7	5.4	7.2	8.1	H29.1.26
2017年度	6.5	4.1	4.6	4.3	4.4	1.3	1.3	3.7	5.2	7.4	8.8	10	H30.1.22
2018年度	10.1	7.1	5.8	4.6	5	4.1	5.4	5	7.2	8	7.2	9.4	未確認
2019年度	7.7	8.3	7.1	7.2	6.3	7.4	3.8	6.9	6.7	8.5	8.7	10	未確認
2020年度	8.9	5.5	5.1	2.4	3.6	5.8							R3.2.1
平年値	7.7	6.1	5.1	4.1	3.7	3.2	3.2	4.1	4.6	5.4	7	8.1	

…平年値よりも0.5°C以上低い

…平年値並み ※平年値は1981年から2010年の30年平均値

…平年値よりも0.5°C以上高い