

琵琶湖北湖の底層溶存酸素等の現状について

琵琶湖北湖の底層溶存酸素（底層DO）について、12月7日（月）の水質調査で、今津沖の第一湖盆の水深70m地点および比良沖の第二湖盆において、底生生物への影響が懸念される「2mg/L」を下回ったことを確認しました。

また、長期間にわたって無酸素状態が継続する、第一湖盆の今津沖中央（C点：水深90m地点）の底層（湖底から1m上）において、栄養塩類（全りん）や金属の底質からの溶出が確認され、そのうち砒素^{*}について、平成21年度の観測開始以降2度目の検出（0.015mg/L）をしました。

※ 環境基準値は、人が利用する公共用水域において0.01mg/Lが設定されている。

琵琶湖の湖底において、貧酸素の範囲が第一湖盆の水深70m地点付近および第二湖盆まで拡大したことは、今まで観測したことがなく、今後の底生生物への影響も懸念されます。

1. 調査結果

(1) 底層溶存酸素量について（別紙1，2参照）

調査日：令和2年12月7日（月）

調査機関：琵琶湖環境科学研究センター

調査地点：第一湖盆水深70m～90m地点および第二湖盆

底層DOが2mg/Lを下回った地点：5地点

《第一湖盆》

水深90m地点（C点、L点）：<0.5 mg/L

水深80m地点（H点）：<0.5 mg/L

水深70m地点（R点）：1.6 mg/L

《第二湖盆》

水深75m地点（Ie-1点）：1.8 mg/L

※ 別紙1の調査結果一覧の「琵琶湖環境科学研究センター総合解析部門」、「水産試験場」および「京都大学生態学研究センター」のデータについては、参考値です。

※ 第二湖盆の調査について、京都大学生態学研究センターに協力いただいております。

(2) 今津沖中央（C点）における底層の水質（栄養塩類と金属）について

（図1～図3参照）

調査日：令和2年11月24日（火）

調査機関：琵琶湖環境科学研究センター

- ・ 底層DOの低下（図1）により底質から溶出されやすいとされるマンガンについて、今津沖中央（C点：水深90m地点）の底層において昭和54年の調査開始以来、最高の1.57mg/Lとなった。（図3）

※これまでの最高値0.705mg/L（昭和60年10月2日）

- ・ 同日には、栄養塩類（全りん）等の増加や水深85m以深のみで砒素の検出（0.009～0.015mg/L）も確認されており、無酸素状態の継続による影響が表れていると考えられる。

※前回の砒素の検出0.005mg/L（平成21年6月15日）

(3) 湖底の生物について

調査日：令和2年11月16日（月）

調査機関：水産試験場

- ・ ビデオカメラを装着した「そりネット」による調査（図4）で、底層DOが2mg/Lを下回った第一湖盆の水深80m地点でイサザやスジエビの死亡個体を確認した（図6）。
- ・ しかし、イサザやスジエビは11月16日現在で水深50mを中心に分布しており、水深70m以深には少ない（図6）。

調査日：令和2年12月3日（木）

調査機関：琵琶湖環境科学研究センター

- ・ ROV（水中ロボット）を用いた湖底調査において、第一湖盆の水深約90mに加えて、第二湖盆の水深75mにおいても酸素低下とともにイサザやヨコエビ等の死亡個体を確認した。（図8）

2. 現状の評価と今後の対応

<現状の評価>

(1) 底層溶存酸素量について

- ・ 既に第一湖盆の水深70m地点では底層DOが2mg/Lを下回っており、貧酸素の範囲が水深70m地点付近および第二湖盆湖底付近まで広がっている状況を確認した。これは、過去に観測されたことがない状況である。
- ・ 今後の気象条件にもよるが、底層DOが2mg/Lを下回る範囲がさらに広がる可能性がある。

(2) 今津沖中央（C点）における底層の水質（栄養塩類と金属）について

- ・ 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ている。
- ・ また砒素も検出されたが、検出は水深85mより深い水域に限られており、それよりも浅い水域では検出されていない。

(3) その他

- ・ 現在底引き網の漁業者は水深60m付近で操業しており、現時点で北湖底層における貧酸素およびこれに伴う水質悪化による水産物への影響はない。（下記、「★漁業への影響について★」を参照）
- ・ なお、今後、水温が低下し、上層の水域から酸素が供給されれば溶出した砒素は再び湖底に沈降し、水深85m以深の砒素の濃度は低下していくと考えられる。

<今後の対応>

- ・ 琵琶湖環境科学研究センターでは、底層DOの調査を水深 60m 地点付近も含めた範囲に拡大して実施しており、これを継続する。また、京都大学生態学研究センターに、第二湖盆の底層DOの調査協力を引き続き求めていく。
- ・ 底泥からの栄養塩や砒素等の金属の溶出状況や、水深毎の濃度分布の変化を監視するため、引き続き、月2回の水質調査を継続する。
- ・ 水産試験場では、月1回、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を実施する。

★漁業への影響について★

- 深い水域の湖底に生息する水産資源はイサザとスジエビのみ。
- 水産試験場の調査結果では、問題となっている水深 70mより深い水域にはイサザとスジエビは少ない (図6)。
- さらに今年のイサザの資源レベルは高く (図7)、貧酸素によるイサザの資源量(琵琶湖にいる量)への影響は限定的。
- 現在底引き網の漁業者は水深 60m付近で操業しており、問題となっている深い水域では操業していない。
- 砒素が検出されたのは生きた魚介類がない最深部の一部の水域



現時点で貧酸素や砒素の漁業への影響はない

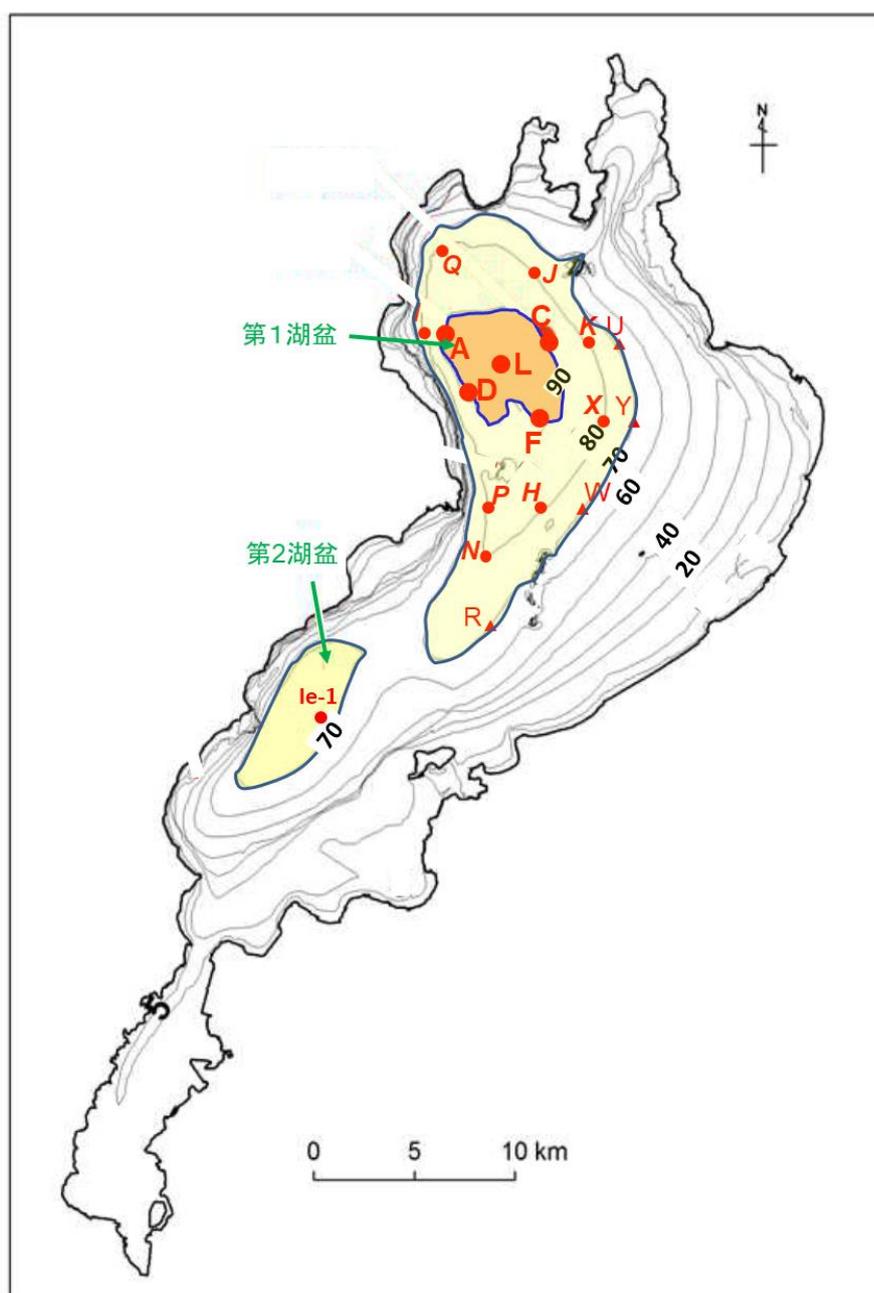
【参考】

北湖では、例年春季から初冬にかけて水温躍層が形成され、上層と下層の水の対流がなくなるため、底層DOが低下し、晩秋に最も低くなります。その後、冬の水温低下と季節風の影響により、水深の浅いところから徐々に循環が起こり、表層から底層で水温やDOなどの水質が一様となります。北湖今津沖の第一湖盆（水深約90m地点）では、例年2月上旬から中旬にかけて、全層循環が確認されていますが、平成30年度は昭和54年度の調査開始以降初めて全層循環が確認できず、令和元年度も2年連続全層循環が確認できませんでした。

1. 調査地点および測定結果

詳細の調査結果は、別紙1および別紙2のとおりです。

薄い黄色の範囲は、貧酸素（2mg/Lを下回った）水域を示しています。



2. 【速報】C点（水深 90m）の底層DO経月変動（令和2年12月7日時点）

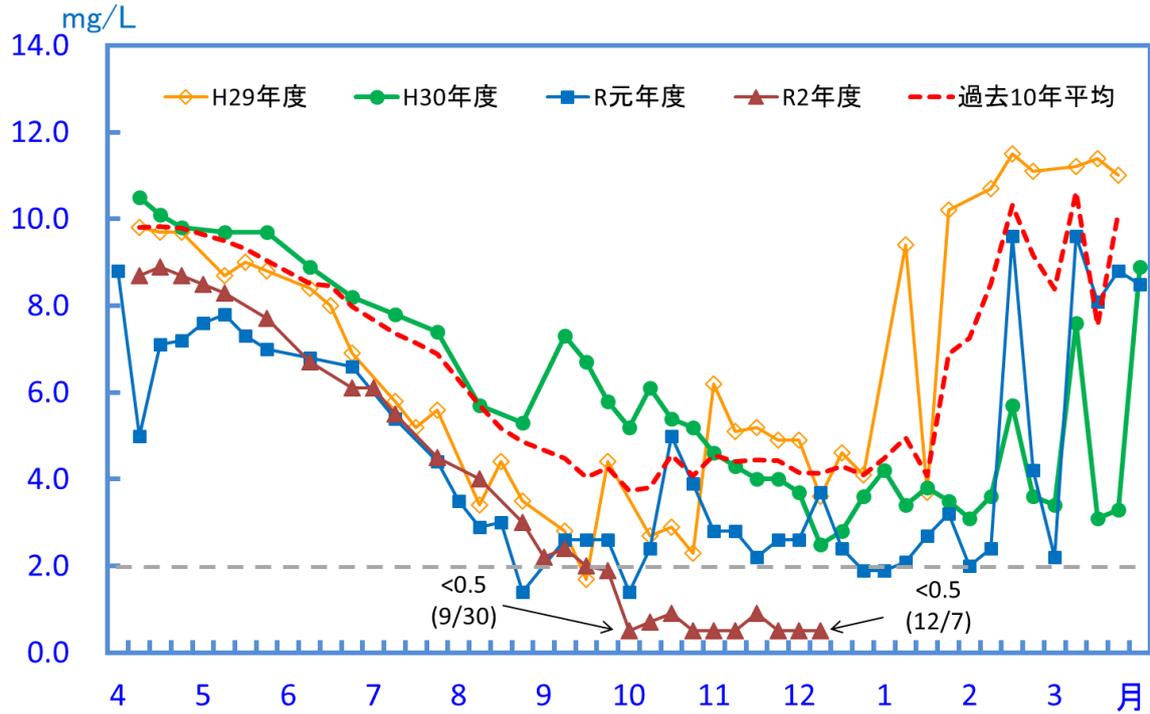


図1 C点の底層DO経月変動

3. 琵琶湖北湖のDOの鉛直分布等の状況（11月24日時点）

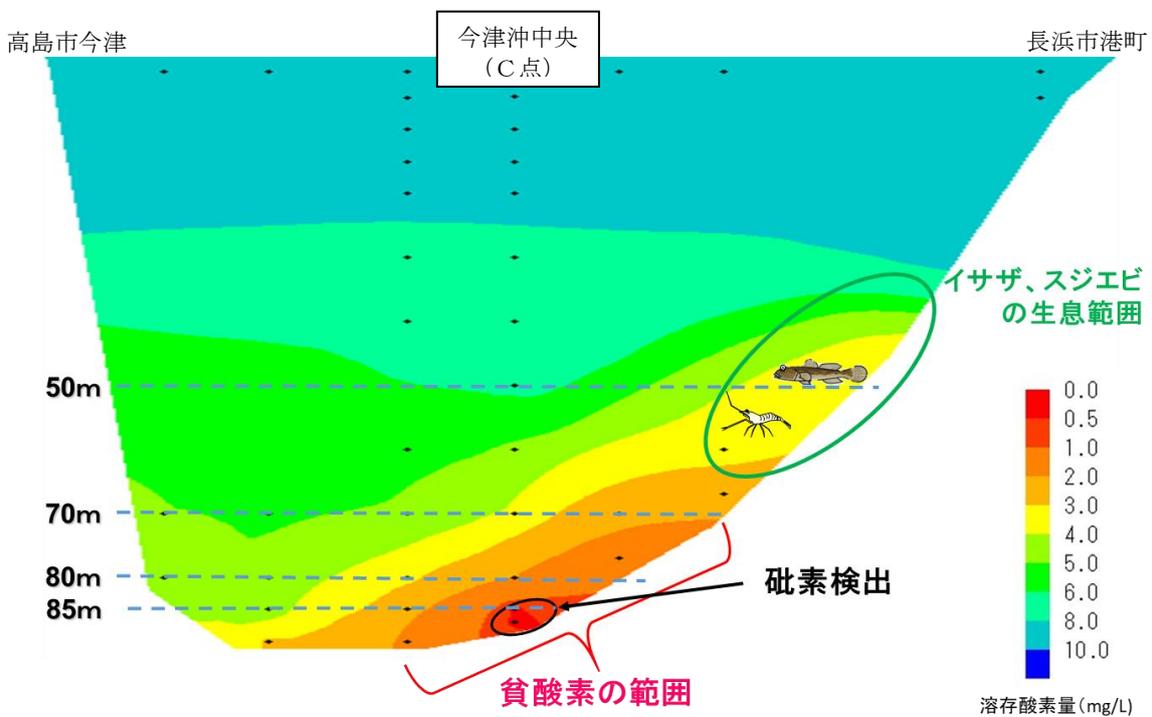
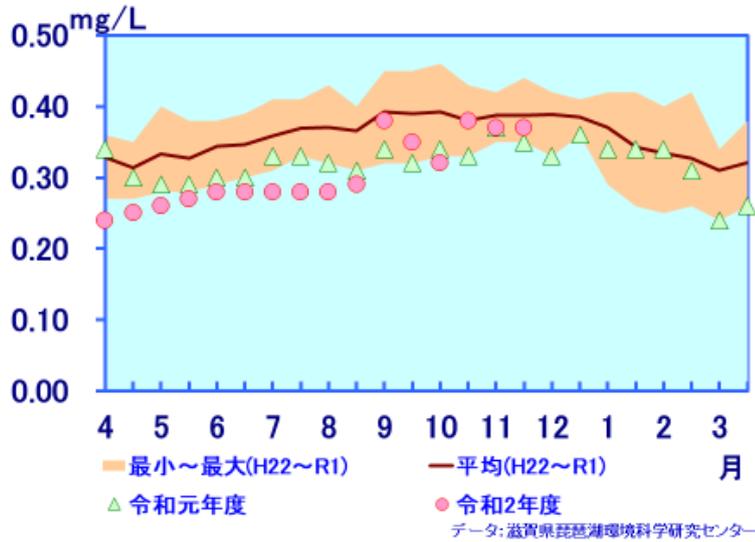


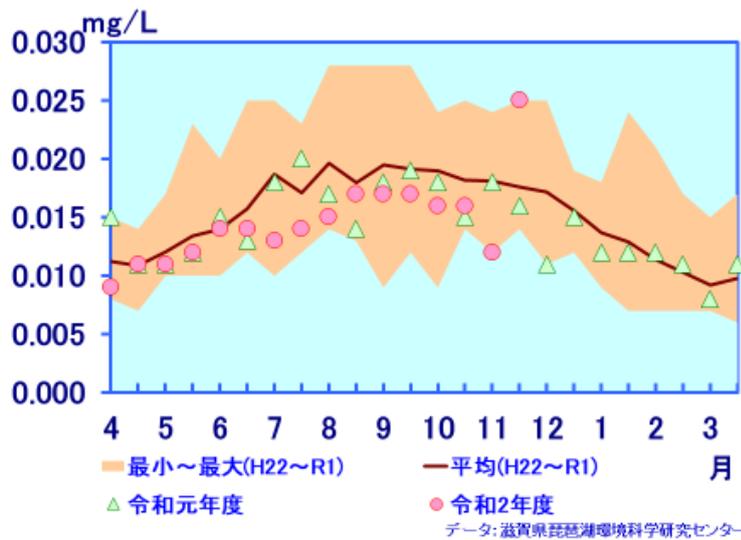
図2 琵琶湖北湖のDOの鉛直分布等の状況

4. 水質のデータ

全窒素の経月変動(今津沖中央(C)底上1m)



全りんものの経月変動(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)

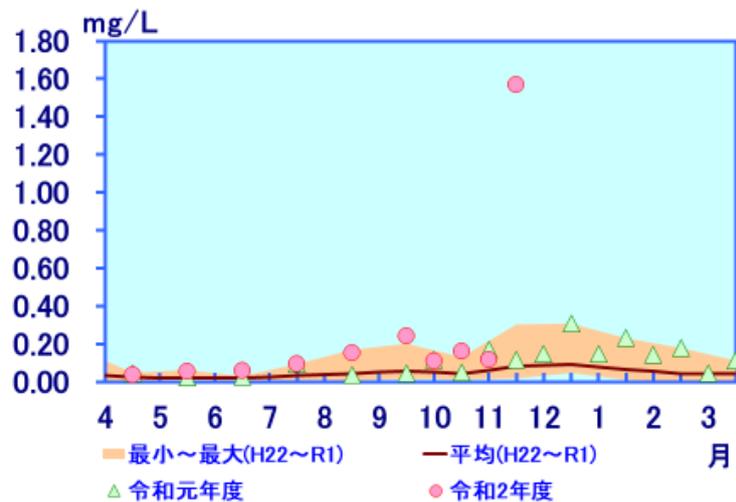
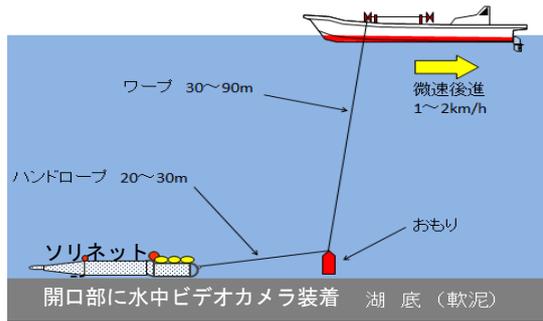


図3 今津沖中央(C点)底上1mの主要な水質の状況

5. 水産試験場によるイサザ・スジエビの生息状況調査



イサザ死亡個体

図4 そりネットの曳網方法。開口部に取り付けた水中ビデオカメラにより網から逃避する魚類も計数し、生息密度も把握できる。

図5 ソリネットのビデオカメラで確認した水深90mの低酸素水域でのイサザの死亡個体（10月19日）

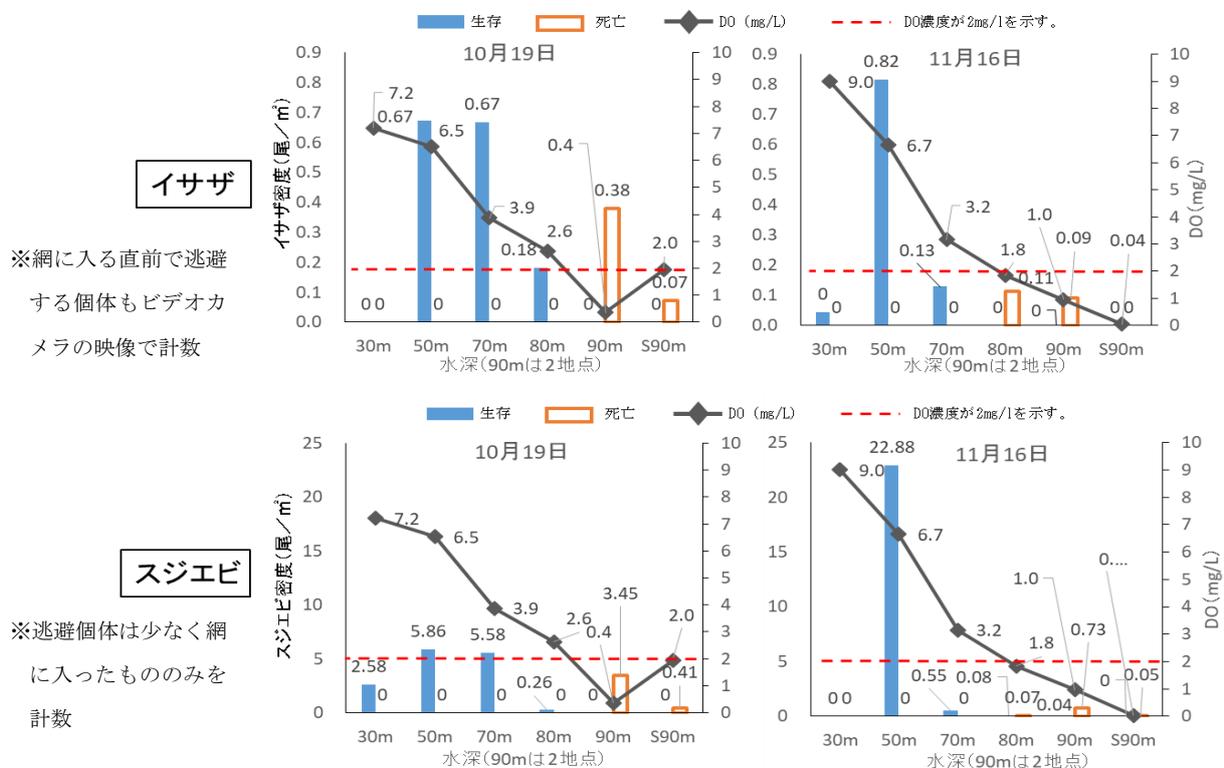


図6 令和2年10月、11月にソリネットにより確認したイサザとスジエビの生存・死亡個体の密度

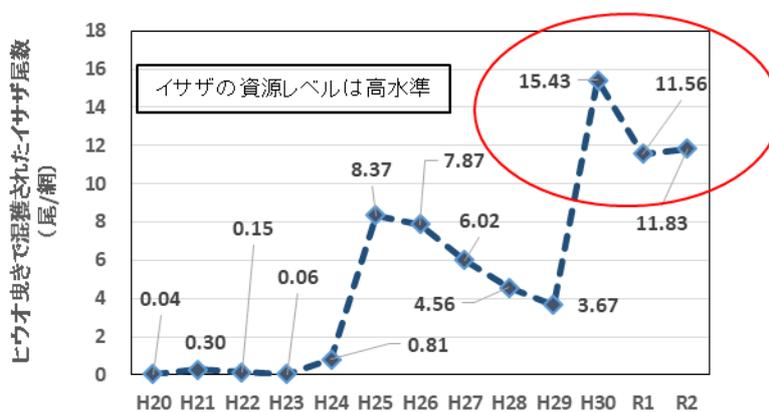


図7 アユ仔魚（ヒウオ）生息状況調査で混獲されたイサザの1曳網当たりの混獲尾数（R2年は途中経過）。平成30年以降は高水準で推移している。

6. 水中ロボット（ROV）の調査結果



水中ロボット（ROV）



第二湖盆イサザの死亡個体

図8 ROV（水中ロボット）を用いた湖底調査（12月3日）
（琵琶湖環境科学研究センター）

令和2年度 北湖水深50m以深底層DO測定結果一覧表

※5～8月の頻度は、C,Lを月2回、A,D,Fを月1回

調査実施機関	地点	水深	頻度	4/7	4/13	4/16	4/17	4/21	4/27	5/11	5/14	5/21	5/25	5/28	6/8	6/11	6/15	6/22	6/29	7/6	7/9	7/13	7/20	7/27	7/30	8/3	8/6	8/17	8/25	8/27	8/28	9/1	9/8	9/9	9/14	9/17	9/28	9/30
センター 環境監視部門	A	約90m	月2※	8.7			8.6		9.4									7.1	6.5				5.1			2.6		2.4	1.2			2.8	1.2		1.5			1.6
	B	約90m	月2※	8.8			8.7		8.5											6.7			4.7			2.5		2.1	1.4			1.2			2.1			<0.5
	C	約90m	月4※	8.7			8.9	8.7	8.5	8.3									6.1	6.1	5.5		4.5			4.0		3.0	2.2			2.4	2.0		1.9			<0.5
	D	約90m	月2※	9.3			8.6		9.1										7.6	6.4			5.2			3.3		3.1	2.7			2.8	3.1		1.6			2.0
	E	約90m	月2※	9.0			8.7		8.6											6.1			4.4			4.7		1.4	2.4			2.6	2.2		1.4			<0.5
	F	約90m	月2※	9.2			8.8		8.6											5.5			4.5			2.7		2.2	2.6			1.6	1.3		2.2			<0.5
	L	約90m	月4※	9.0			8.7	9.0	8.6	8.7									6.6	6.6	5.8		4.2			3.1		1.6	1.9			1.2	0.9		0.6			<0.5
	K	約80m	月1※	9.8			9.3		8.4											5.1	6.2		3.6			4.9		3.4	3.8						4.5			2.1
	H	約80m	月1※						8.8											6.6										4.0			3.3					1.8
	I	約80m	月1※						9.7											6.9										5.3								4.1
	J	約80m	月1※						9.5											6.8										3.0								3.0
	M	約60m	月1※				10.7		10.1											7.8										5.0								5.3
	15B	約60m	月1	10.4							8.8																					6.1						
12B	約60m	月2	10.2				9.4			8.8								8.1													6.6							
センター 総合解析部門 ※参考値	HY90	約90m	月1										7.8																									1.0
	N4	約90m	月1										8.0																									<0.5
	N6	約100m	月1										7.8																									2.4
	Ie	約75m	月1										8.5																									3.6
	WN50	約50m	月1										9.4																									6.8
	C	約90m	月1									8.2														3.1												
水産試験場 ※参考値	S90	約90m	月2		8.6				8.7	8.5			7.7				6.7		6.1				5.5					1.7			2.7					1.2		1.8
	A90	約90m	月1										8.3						6.1											1.4							1.4	
	St.4	約75m	月2		9.0				8.9	8.7				8.0			7.2		7.1				6.1		4.9				4.4		4.5				4.4		3.2	

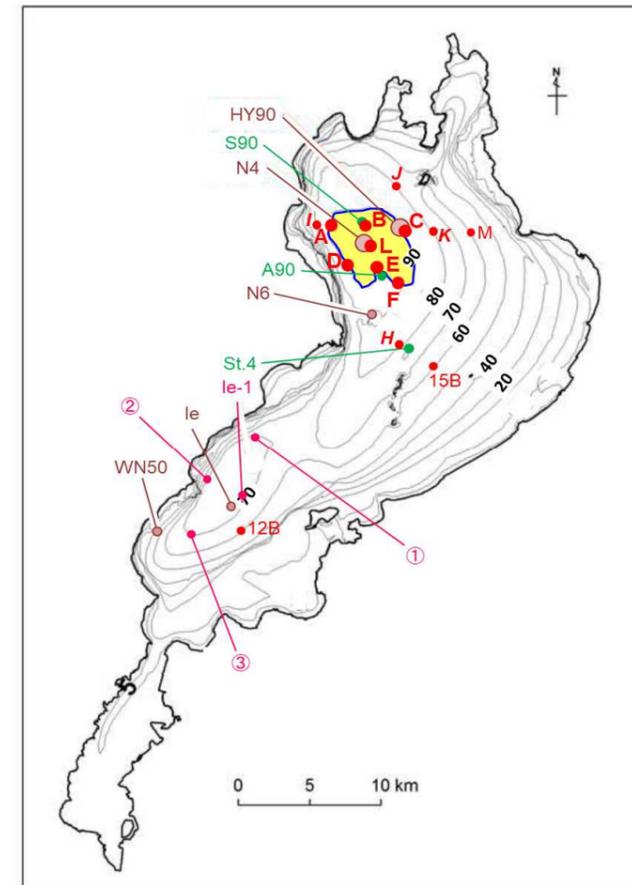
県以外の機関	地点	水深	頻度	4/3	5/11	6/3	6/17	6/29	7/2	7/3	7/16	7/20	8/3	8/5	8/6	8/25	9/9	9/11	9/15	9/23																
京都大学	Ie-1	約75m	月2	10.1					8.5				8.1		7.5		7.5	6.8	8.0	6.8	6.1				7.0	5.9	4.9	4.1					4.5	4.2	3.6	3.7

調査実施機関	地点	水深	頻度	10/5	10/6	10/8	10/12	10/19	10/22	10/26	10/27	11/5	11/6	11/9	11/12	11/16	11/17	11/19	11/24	11/27	11/30	12/3	12/7
センター 環境監視部門	A	約90m	月2※		0.5		0.6	<0.5			0.6					0.5	<0.5		2.7				
	B	約90m	月2※				<0.5				<0.5					<0.5	<0.5						
	C	約90m	月4※		0.7		0.9	<0.5			<0.5	<0.5	0.9			1.6	<0.5		<0.5		<0.5		<0.5
	D	約90m	月2※		1.2		1.2	1.2			0.9					2.4			3.8		2.7		
	E	約90m	月2※				<0.5				0.6					<0.5							
	F	約90m	月2※		<0.5		0.6	<0.5			<0.5					<0.5			<0.5				
	L	約90m	月4※		<0.5		<0.5	<0.5			<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5			1.8		<0.5		<0.5
	K	約80m	月1※		3.8		2.5	2.0			1.4	1.2	3.0			0.8	1.0	1.8					2.0
	H	約80m	月1※		2.9		1.7	1.6			1.2	2.2	2.8			1.5	1.6	0.6	2.1				<0.5
	I	約80m	月1※				2.5				3.6	3.2	1.6			1.0	4.1						
	J	約80m	月1※				4.0				1.1	4.9	2.7			4.4		1.0	3.7				
	M	約60m	月1※				4.5				4.1						3.9						
	15B	約60m	月1					4.6															3.1
12B	約60m	月2	5.9				4.2											4.9				2.2	
センター 総合解析部門 ※参考値	HY90	約90m	月1									<0.5											1.0
	N4	約90m	月1									<0.5						<0.5					<0.5
	N6	約100m	月1									0.5											0.9※
	Ie	約75m	月1									2.5	3.6					2.2					2.2
	WN50	約50m	月1									6.8	6.6										4.6
	C	約90m	月1					<0.5															
水産試験場 ※参考値	S90	約90m	月2				1.7			0.9						<0.5							<0.5
	A90	約90m	月1							<0.5													0.7
	St.4	約75m	月2				2.3			2.2					1.4								1.3

県以外の機関	地点	水深	頻度	10/7	10/8	10/20	10/21	10/26	11/2	11/12	11/13	11/16	11/17	11/18	11/25	12/1	12/9						
京都大学 ※参考値	Ie-1	約75m	月2	3.0	2.8		3.1	3.4	3.1			2.7	3.0	3.1		2.6	2.2	2.9				2.4	2.7
	①	約70m	月2※									2.8			5.1			1.9				2.4	2.5
	②	約70m	月2※									4.3			4.8			4.0				4.3	4.5
	③	約70m	月2※									5.2			3.0			3.7				4.2	5.1

*11月以降、①②は月2回、③は測定可能な場合のみ実施

別紙1



琵琶湖環境科学研究センター研究報告書第10号の図に地点を追加加工

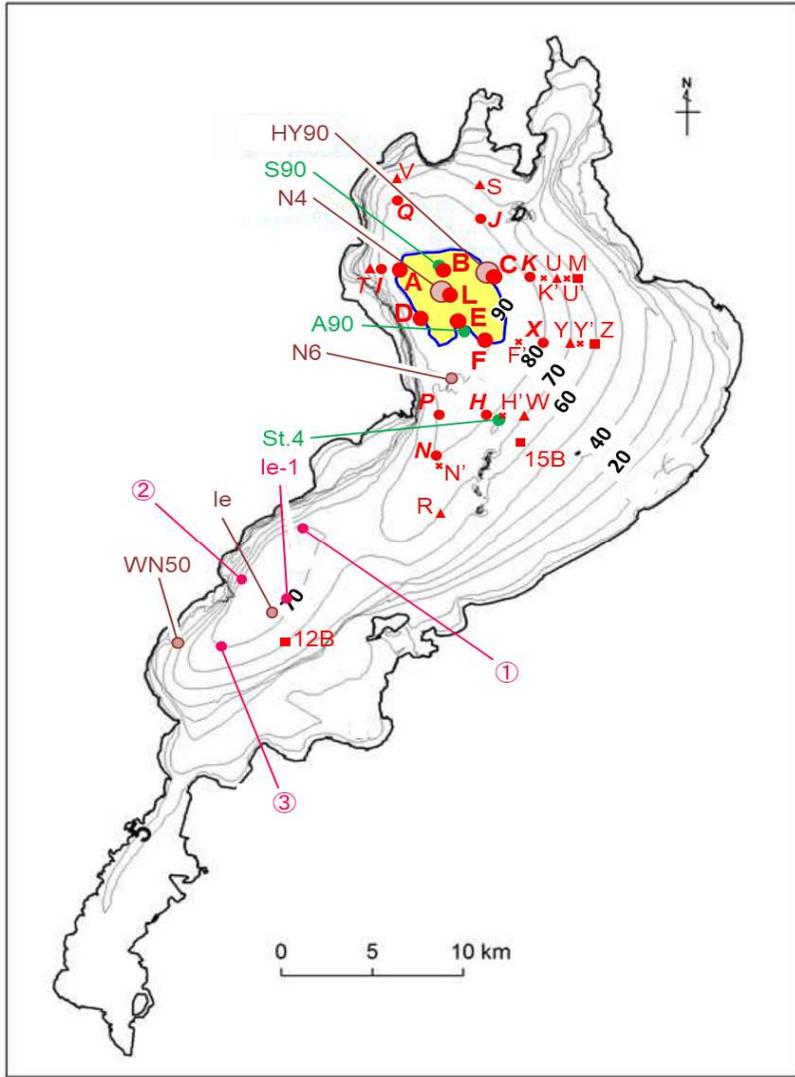
令和2年度 北湖底層DO臨時重点調査測定結果(11月16日、11月17日)
 追加調査測定結果(11月24日、30日、12月7日)

別紙2

調査実施機関	地点	水深	11/16	11/17	11/24	11/30	12/7	
センター 環境監視部門	A	約90m	0.5	<0.5	2.7			
	B		<0.5					
	C		1.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
	D		2.4		3.8	2.7		
	E		<0.5					
	F		<0.5		<0.5			
	L		<0.5		1.8	<0.5	<0.5	
	F'	85m		0.5				
	K	約80m		0.8	1.0	1.8	2.0	
	H		1.5	1.6	0.6	2.1	<0.5	
	I			1.0	4.1			
	J		4.4		1.0	3.7		
	N		2.2		0.7	1.9	2.8	
	P		1.7			3.7		
	Q		2.0			2.5		
	X			1.2				
	N'	78m		1.8				
	H'	76m			2.1			
	K'	73m			1.4			
	R	約70m		3.0		2.0	2.5	1.6
	S			5.6				
	T				4.4			
	U				1.7	2.0	3.6	3.0
	V				4.1			
W				2.9	3.3	3.8	2.8	
Y				1.9	4.5	3.1		
Y'	65m			2.6				
U'	63m			3.3				
M	約60m			3.9				
Z				5.3				

	地点	水深	11/16	11/17	11/25	12/1	12/7
第二湖盆※	le-1	約75m		2.6	2.9	2.4	1.8
	①	約70m	5.1		1.9	2.4	4.3

※11/16～12/1は京都大学の調査データ、12/7はセンター環境監視部門が実施



琵琶湖環境科学研究センター研究報告書第10号の図に地点を追加加工