

事例 NO.7 エアレーション（八朗湖）

湖沼名 八朗湖

【概要】

間欠式空気揚水筒は、人工的に湖水の底層へ空気を間欠的に送り、空気弾として一気に噴出させる装置で、水域全体をゆっくり循環させ、底層の貧酸素を解消し、底泥からの窒素・リン等の栄養塩の溶出を抑制することでアオコの発生を抑制する。図1に示す八朗湖西部承水路に平成6年と8年に1基ずつ設置した。装置の概略図と仕様をそれぞれ図3、表1に示す。

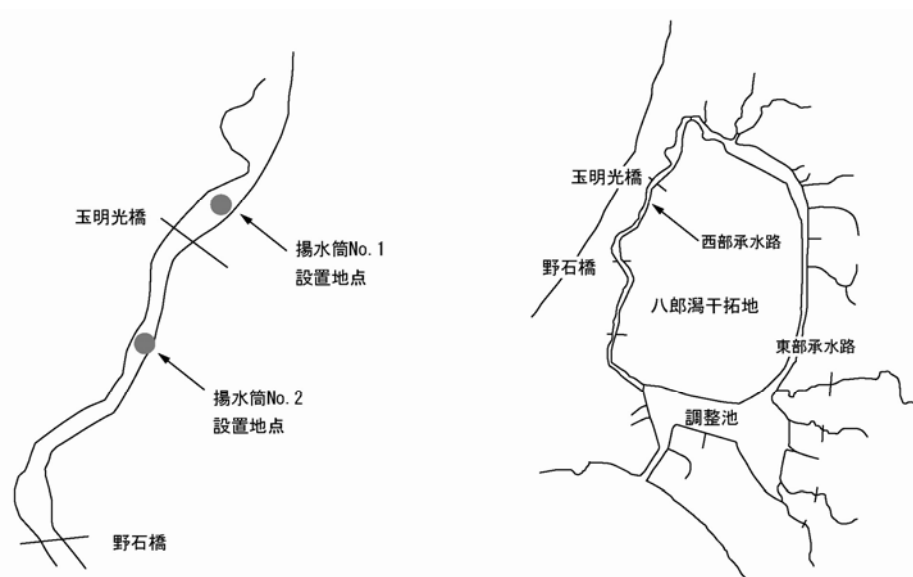


図1 西部承水路の設置位置

図2 八朗湖

表1 間欠式空気揚水筒の仕様

	揚水筒No. 1	揚水筒No. 2
設置時期	平成6年11月	平成8年10月
揚水能力	17,160m ³ /日	
空気室容量	0.1 m ³	
空気圧縮機	7.5kW、0.84 m ³ /分、9.5kgf	
材質	FRP、耐衝撃塩ビ	

【効果】

(1) 水のかくはん

平成6～12年度の水質、底質調査結果から設置地点では明らかなかくはん効果が認められ、水平距離約100m以内の水域で、かくはんによる水質の平均化が認められた。

(2) 底層の酸素欠乏の解消

気泡による溶存酸素濃度の増加は小さいものの、水路に横方向の流れがある場合、上層に移動した底部の窒素やリンの濃度の高い水が流れにより移動するため、窒素やリンの供給源になっている可能性が指摘されている。このため、当該地区では平成18年度以降稼働を停止し、平成20年度には撤去が予定されているが、上記以外の場合では効果的な漁場改善となり得るとも考えられる。

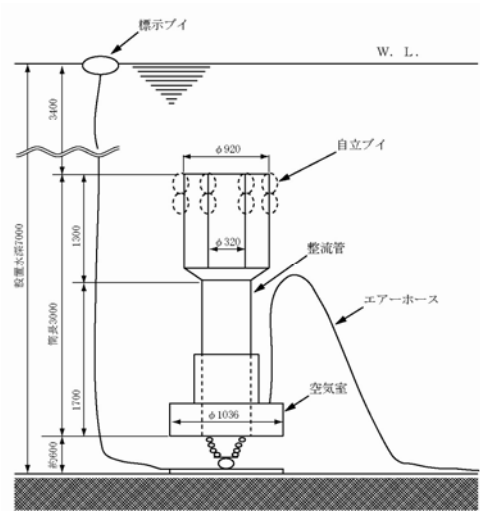


図3 揚水筒外形図

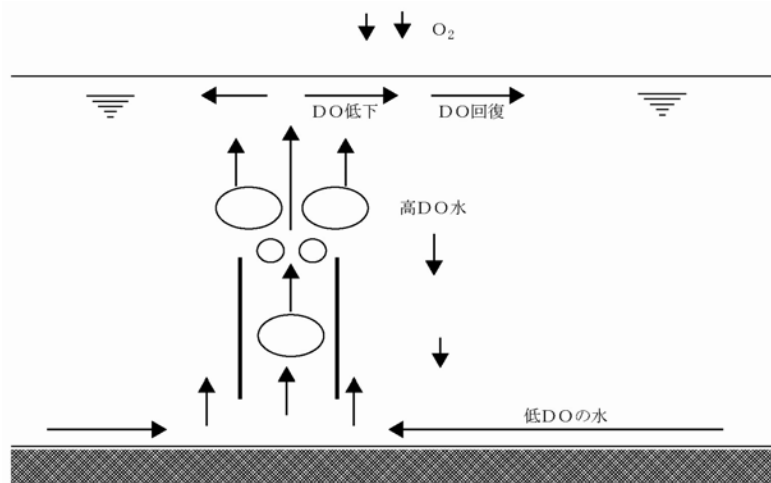


図4 揚水筒のイメージ

参考資料等

- ・秋田県（1993）：時と豊かに暮らす秋田あきた21総合計画 第2期実施計画、258
- ・佐藤信也他（2000）：間欠式空気揚水筒周辺の水質・底質調査（平成6～12年度）、秋田県環境センター年報第28号、79-94
- ・秋田県八郎湖環境対策室資料

事例 NO. 8 エアレーション（宍道湖）

湖沼名 宍道湖（佐田川；宍道湖北岸）

【概要】

平成 18 年に宍道湖北岸の佐田川（図 1）に酸素供給機を設置した。装置の概要図を図 2 に示す。

連続酸素供給機は、ポンプでくみ上げた底層の貧酸素水に陸上にある酸素発生装置内で発生させた酸素を溶かし込んだ後、再び底層へ送り込む装置で、これにより貧酸素水塊を解消し有用二枚貝等の生息環境の改善を図る。



図 1 酸素供給装置の設置位置

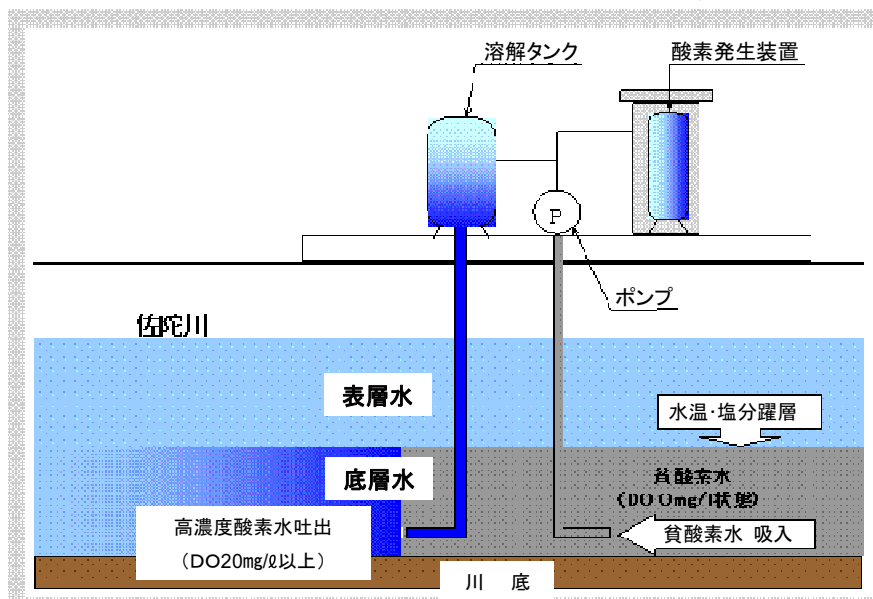


図 2 酸素供給装置の概要図

【効果】

酸素供給機の直上ではある程度の溶存酸素濃度の上昇効果が見られたものの、調査域において極端な貧酸素化が起きなかったことや常に流れが生じていたため、際立った効果は見られなかったが、閉鎖性の強い水域では水質及び底質に一定の改善効果があることが確認されている。

事例 NO. 9 覆砂（琵琶湖）

湖沼名 琵琶湖

【概要】

琵琶湖南湖の北東岸に位置する赤野井湾は、直線化された2本の川が流れ込む浅い入江で、ヘドロの堆積が進み、漁業が衰退するだけでなく、アオコの発生源であることが指摘されるなど、南湖の水質にも悪影響をおよぼしている水域と考えられた（図1）。そこで滋賀県では、堆積したヘドロを浚渫除去するとともに、シジミなどの水産資源の増殖と水質浄化機能を期待して覆砂事業を実施した。

覆砂事業は、平成4年度（1992年）から平成10年度（1998年）にかけて赤野井湾奥部の7つの区画（合計約18ヘクタール）で順次実施された（図2）。計画上、ヘドロ浚渫の深さは30cm、覆砂の厚さは20cmであった。

【効果】

事業完了から5年を経た平成15年（2003年）の調査によると、覆砂層は竣工時の厚さを保っており、砂の流失はなかったが、流入河川に近い区画（H8工区）では新たな泥の堆積が見られた。貝類は、覆砂区外ではヒメタニシとシジミ類の生息がわずかに認められただけであったのに対して、覆砂区内ではシジミ類が311～2607個体/m²と多く、イシガイ科の二枚貝（タテボシガイ、ドブガイ）も採集された。魚類については、その後の調査も含めて覆砂区内では砂地を好むモロコのなかが比較的多く採集される傾向が認められた。

平成16年（2004年）に沈水植物の繁茂が見られるようになり、その後増加傾向にある。また、泥の堆積も流入河川付近の岸沿いを中心に引き続き進行していると考えられた。

なお、事業との因果関係は明らかでないが、近年、赤野井湾内を含めて南湖東岸では大規模なアオコの発生は見られていない。

参考資料等

- ・幡野真隆・孝橋賢一・太田豊三(2004)赤野井湾漁場の水・底質モニタリング調査. 226-227p.
平成15年度滋賀県水産試験場事業報告。



図1 赤野井湾位置図



図2 赤野井湾で施工された浚渫覆砂工区の配置と各面積

事例 NO. 11 二枚貝種苗放流（宍道湖）

湖沼名 宍道湖

【宍道湖におけるヤマトシジミの天然採苗】

ヤマトシジミの天然採苗方法は島根県水産試験場三刀屋内水面分場において平成元年に考案され、宍道湖での天然採苗が可能であることを実証した。平成4年以降は宍道湖漁協が実施主体となり、天然採苗、稚貝放流を継続的に実施している。

【実施方法】

採苗施設の設置場所は宍道湖湖心部付近としている（図1）。宍道湖の湖心に近い部分でもヤマトシジミの浮遊幼生は多く出現するが、底質のヘドロ化や貧酸素水の影響で死滅してしまう

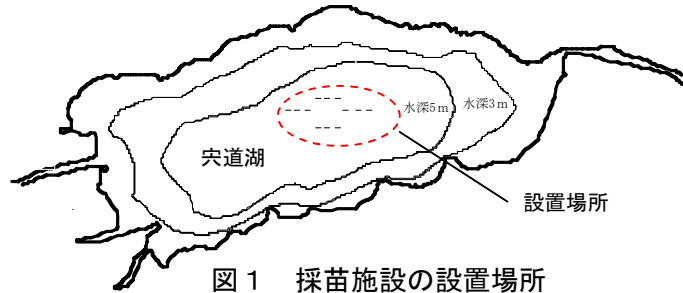


図1 採苗施設の設置場所

環境にある。そこで採苗器により着底前の稚貝を採取確保することにより、資源の有効活用を図る目的も有している。

採苗器の設置は宍道湖漁協蛸組合が行っており、設置の期間は毎年6月下旬から4ヶ月程度で、ヤマトシジミや付着生物、汚れ具合等の状況に応じて取り上げ期日を決定している（図2）。取り上げた採苗器は地区ごとに港に持ち帰り、選別後に各地先に放流している。



図2 採苗器の取り上げ

宍道湖において現在使用されている施設は、採苗器（外ネット：タマネギ袋目合1.5～2mm、付着器：ナイロンネット目合14～15mm）を長さ5.5m（水深により調整）のロープに約50～60cm間隔で6個取り付けたものを、長さ60mのロープ（12mm）に31列ぶらさげる形でセットしている（図3）。ロープには浮子（φ30cm）を10個取り付け、施設はアンカー（8kg）2本で固定している。この施設を宍道湖湖心部付近の東西南北4個所に計16施設、採苗器総数3,000個を設置している。

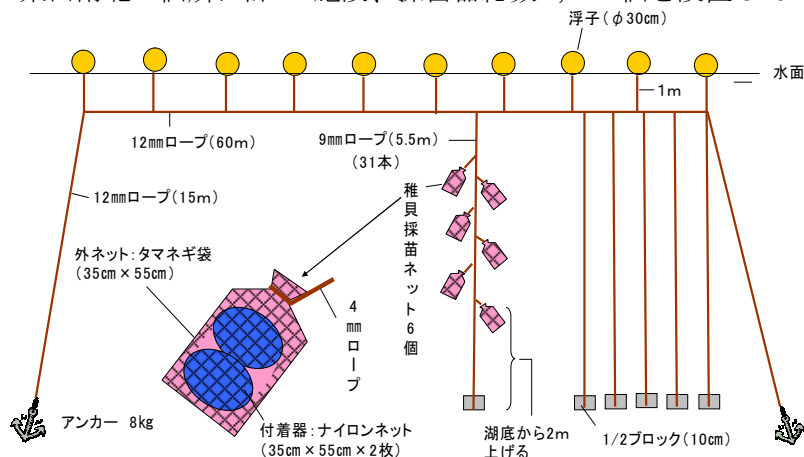


図3 採苗器の設置方法

事例 NO. 12 ヨシ帯造成（琵琶湖）

湖沼名 琵琶湖

【概要】

滋賀県では、ヨシ群落の持つ多面的機能を保全する目的から、①ヨシを守る、②ヨシを育てる、③ヨシを活用する、の3つを柱とする「滋賀県琵琶湖のヨシ群落の保全に関する条例」を平成4年（1992年）に制定し、「ヨシ群落保全基本計画」を定めて河港課、自然環境保全課、水産課などがヨシ群落の保全管理、造成にあたっている。

条例制定後の滋賀県によるヨシ群落の造成は、当初は自然環境保全課によるものが主であったが、平成8年（1996年）以降は水産課による漁場整備を目的とした「水ヨシ」の造成が大きな面積を占めている。

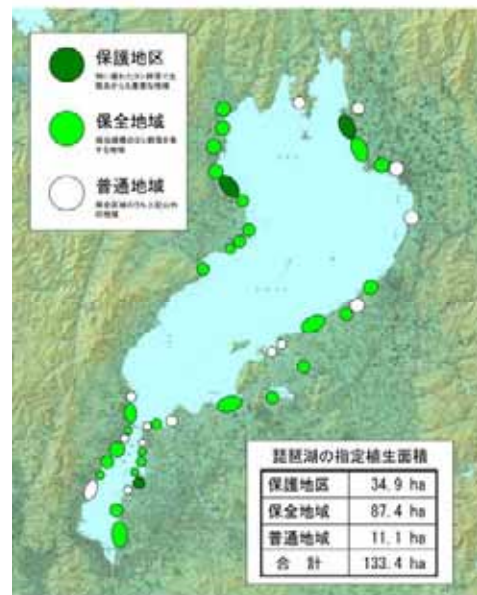


図1 琵琶湖における指定植生位置

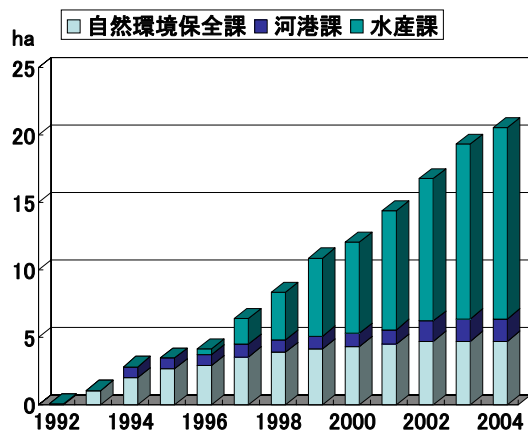


図2 ヨシ群落保全条例施行後に滋賀県が造成したヨシ群落の累計面積



図3 魚類の増殖場として造成されたヨシ群落。地盤は基準水位より低く設定されている。

【効果】

造成されたヨシ群落では、1ヘクタールあたり0.3億～1.7億粒の天然魚の産卵があったことが推定されている。また、ニゴロブナの標識種苗放流試験の結果から、仔稚魚の保護育成効果は天然ヨシ群落と同等であることが確かめられている。

参考資料等

- ・滋賀県(2003)葦－淡海の原風景を守る－(ヨシ群落保全条例のあらまし)
- ・磯田能年(2007)造成ヨシ帯における漁場生産力の把握. 20pp. 平成18年度滋賀県水産試験場事業報告

事例 NO. 13 多様な植生帯の創出（諏訪湖）

湖沼名 諏訪湖

【概要】

生態系の持つ自然浄化機能を活用することで、浚渫やコンクリート護岸化によって水生植物帯がほとんど失われた湖岸の自然を再生（修復）して多様な生態系を創出し、水生植物帯による自然浄化機能の回復を図る。

「諏訪湖の水辺整備マスタープラン」（平成7年3月制定）に基づき、湖岸をテーマ別に8ゾーンに設定し水辺整備を実施している。整備そのものは陸上を主体とするものであり抽水植物の植栽が主であるが、湖岸前面での沈水・浮葉植物の復活も見られている。



図1 「諏訪湖の水辺整備マスタープラン」パンフレット抜粋

【効果】

湖岸整備によって多様な生物が定着・回復しつつある。浄化施策に基づく水質の改善傾向と相俟って、湖岸及び水中の水生植物の増加、ユスリカなどの底生動物や動物プランクトンの出現種の変化などが観察されており、湖内生態系が回復の方向に向けて変化していることを示す事象が増加している。

参考資料等

- ・長野県 <http://www.pref.nagano.jp/xdoboku/suwaken/suwako/suwako-2.htm>
- ・長野県 <http://www.pref.nagano.jp/kankyo/mizutaiki/suishitu/kosho/suwa/s-panf.pdf>
- ・長野県（諏訪建設事務所）パンフレット「諏訪湖の水辺整備」「諏訪湖の水辺」
- ・長野県水産試験場諏訪支場（2001）平成12年度漁場環境修復推進調査報告書（人工なぎさの生物育成機能調査）. pp. 57.
- ・沖野外輝夫・花里孝幸編（2005）アオコが消えた諏訪湖. 信濃毎日新聞社. pp. 319.
- ・長野県水産試験場諏訪支場調査資料

事例 NO. 14 (3)-1 モニタリング (小川原湖)

【二枚貝種苗放流した場合の着底稚貝の確認】

ヤマトシジミ *Corbicula japonica* の稚貝の殻長は 0.2mm 程度で非常に小さく、採取した底質ごと顕微鏡で観察する方法では、砂礫と稚貝の判別に非常に時間がかかる。

着底稚貝を定期的に採取し、継続的モニタリングを実施するためには、採取した着底稚貝と底質を分離する方法を用いて、効率的な計数を行う必要がある。

そこで、砂礫と貝の比重差を利用して底質から貝を分離する方法を用いて、小川原湖におけるヤマトシジミの着底稚貝を採取し、分離後、計数した。ヤマトシジミ稚貝は、図 2 に示すように、確認された。

【実施手順】

- ①塩化亜鉛 ($ZnCl_2$) 85% の溶液を調整した。
- ② $\phi 30mm$ のシリンジを用いて、深さ 10mm の底質を採取した底質を 0.25mm の篩にかけ、着底後 1 年以上経過した稚貝を取り除いて、0.041mm の篩の上に残った底質を試料とした。
- ③0.041mm の篩の下にタオル等を置き水分を除去し、塩化亜鉛 85% 溶液の入ったバットに移し、攪拌した。
- ④上澄み液をシャーレに移し、投影機 (Nikon PROFILE PROJECTOR V-12) を用い倍率 50 倍で観察した。



図 1 投影機 (Nikon PROFILE PROJECTOR V-12 ; 青森県内水面試験場)



図 2 観察されたヤマトシジミの稚貝

参考資料

- ・ 二枚貝増殖研究会報 (1971) 底質から小さな二枚貝を分離する方法

事例 NO. 15 (3)-1 モニタリング (琵琶湖)

【水草異常繁茂の改善・抑制効果確認のための水草種類及び密度測定(水草の簡易採集)】

水草の直接的な調査方法は、方形枠を用いた刈り取り法が一般的で正確とされているが、沈水植物では潜水作業をとまうために特別な技術が必要とし、時間的・経済的負担も大きい。船上から操作する箱形の採集器具なども市販されているが、高価で、容量が小さく精度上の問題が大きいことから、新たな器具を考案した。器具の構造は、長さ 2m のステンズ製鎖に長さ 10cm の押しバネ (外径 14mm, 線径 1.4mm) を 25cm 間隔に 8 個取りつけただけのもので、スプリングチェーンと名付けた。このチェーンをロープの先につけて船上からなるべく遠くに投げ入れ、ゆっくり引き上げることによって水草の茎や葉がスプリングにはまり込み、多いときには 1 投で 1kg (湿潤重量) 以上の水草が回収された。

【器具の評価】

水草密度の異なる 5 つの水域で潜水枠取り法 (1m 方形枠 1 回) とスプリングチェーン法 (3 投) の採集結果を比較したところ、採集された水草種類のべ数は後者のほうが多く、定性性は優れていると考えられた。全種合計の採集重量を水域ごとに比較すると、水域によって両者の比率は異なったが、特に水草密度の低い水域でばらつきが大きかった。これは植被率の低さに原因があると考えられ、広い範囲を複数回無作為に探査している後者のほうが正確である可能性がある。以上のことから、スプリングチェーン法は水草の簡易なモニタリング手法として、定量性の点においても十分に実用的と考えられた。



図 1 スプリングチェーン (上) と水草採集状況 (下)

	潜水枠取り(1m)					スプリングチェーン(3投)					スプリングチェーン/潜水枠取り				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ササバモ	312.0					173.5		2.5			30.2	55.6%	●		●
オオカナダモ	0.5	13.3	6.3	35.9	386.0		1.4	5.4	2.2	209.4	○	10.5%	85.7%	6.1%	54.2%
コカナダモ										2.6					●
クロモ	84.0	10.5	24.4	5.5	8.7	28.8	0.7	9.8		11.2	34.3%	6.7%	40.2%	○	128.7%
シャジクモ	134.0					64.7		0.2			48.3%	●			
センニンモ	1.2	8.0	12.3	3.1	0.8	0.9	0.2	22.7	0.5	3.8	75.0%	2.5%	184.6%	16.1%	475.0%
オオトリゲモ						0.7					●				
ホザキノフサモ	0.4					1.6					400.0%				
マツモ		1.7		0.3	32.5	12.7		2.7		59.8	●	○		○	184.0%
糸状藻類	31.8	25.9	1.6	2.0		16.2	3.9	7.5			50.9%	15.1%	468.8%	○	
水草合計	532.1	33.5	43.0	44.8	428.0	282.9	2.5	43.1	2.7	317.0	53.2%	7.5%	100.2%	6.0%	74.1%

○: 潜水枠取りでのみ採集された種
●: スプリングチェーンでのみ採集された種

図 2 異なる水草密度 5 水域で行った潜水枠取りとスプリングチェーン採集結果の比較

事例 NO. 16 (3)-1 モニタリング (琵琶湖)

【水草異常繁茂の改善・抑制を確認するための水草密度の分布の把握 (魚群探知機による水草密度の連続観測)】

ある水域の水草現存量を正確に知るためには水域全体の水草密度の分布を把握する必要があるが、湖沼の沿岸域は環境構造が複雑なため、採集調査でその詳細を明らかにすることは困難である。そこで、GPS機能付きの魚群探知機 (GPS魚探) を使った水草密度の連続観測手法を考案した。

【使用機器】

使用したGPS魚探は小型小出力の機種で、200kHz 専用機と 200kHz/50kHz 併用機の2台を同時に使い、後者は50kHz機能のみに設定した。音響探査の結果は位置情報とともにそれぞれのメモリーカードに記録され、パソコン上で専用ソフトを用いることによってエコー画像の再生や湖底までの水深 (Depth)、湖底突起物までの水深 (Top of Bottom Depth) などの数値化が可能で、数値をテキストファイルとして出力できる。



図1 調査に用いたGPS魚探

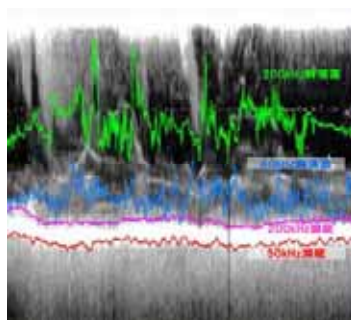


図2 2台の魚探で観測した音響データの位相比較(背景は200kHzの魚探画像)

【データの処理と水草密度の推定】

出力された数値は、表計算ソフトを使って単位の換算などを施したのち、200kHzの湖底までの水深 (200D) を湖底深度として、湖底突起物までの水深との差 (200D-200TBD および 200D-50TBD) をそれぞれ 200kHz 群落高 および 50kHz 群落高とした。200kHz 群落高に対して 50kHz 群落高は小さく、その比率はスプリングチェーン (前頁参照) で採集された水草量を 200kHz 群落高で割った値 (鉛直密度指数) とおおむね正の相関があると考えられた。そこで、200kHz 群落高を水草の群落高とし、50kHz 群落高の比率から鉛直密度指数を求めて面積あたりの水草密度を推定した。

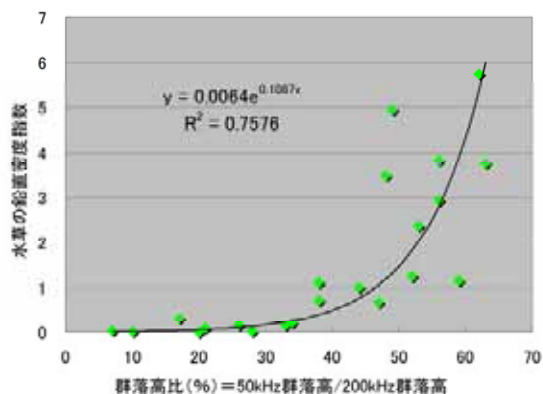


図3 2台の魚探で観測した水草群落高の比率

事例 NO. 17 (3)-1 モニタリング (琵琶湖)

【底質の分布 (水平・垂直) を確認するための採取方法 (小型コアサンプラー製作)】

さまざまな環境要因が複雑に交わる琵琶湖沿岸のシジミ漁場において、底質の分布や湖底耕うんなどの人為的作用が底質におよぼす影響を明らかにするためには、数多くの地点で底質を採取し、比較する必要がある。しかし、底質の調査に用いられる採泥器の多くは泥質底を対象としたものであり、基本的に砂地であるシジミ漁場の調査には向いていない。そこで、砂の柱状採取が可能で、昇降装置のない小型調査船でも効率的に作業ができる小型のコアサンプラーを製作した。

柱状採取のための透明チューブは、砂が崩れ落ちにくいように細く、かつ衝撃にも耐えられるように内径 11mm (肉厚 1mm) のポリカーボネイトパイプを用いた。チューブの長さは約 25cm とし、先端を 45 度に切断した。チューブを取り付けるサンプラーは、上部に逆止弁を装着した塩ビパイプを中心にして、おもりとキャッチャー、着底までキャッチャーを保持する自動解放装置、それらを

組み込んだシャーシーからなり、総重量は約 9.7kg (水中重量約 7.1kg) であった。

採取にあたっては、サンプラーをほぼ自由落下させ、チューブを湖底に貫入させるとともに着底の衝撃でキャッチャーが開放されるようにした。引き上げ時には、塩ビパイプとチューブ内の水が逆止弁とキャッチャー下部のスポンジ片によって外の水や空気と遮断されるため、チューブ内の底質 (コア) が少量の砂であっても船上まで保持された。



図3 数十メートル間隔で連続的に採取したコアサンプルの例

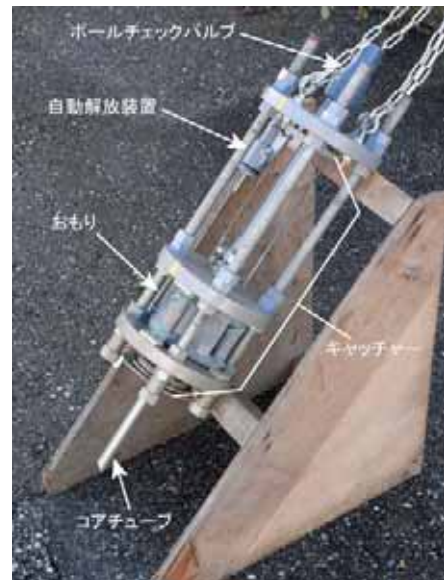


図1 シジミ漁場の底質調査用に製作した小型コアサンプラー

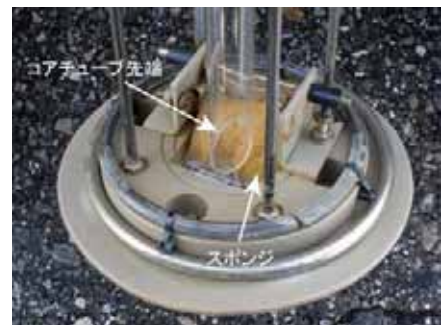


図2 引き上げ時のコアチューブとキャッチャーの位置

事例 NO. 18 (3)-1 モニタリング (琵琶湖)

【湖底耕耘による軟泥厚さを確認するための貫入深度確認 (湖底貫入計 1 : 軟泥用)】

富栄養化の進んだ湖沼では、有機物に富んだ懸濁物の沈殿による底質の悪化が問題になり、水草 (沈水植物) の異常繁茂はそれを助長している可能性がある。オオカナダモが異常繁茂していた琵琶湖西の湖では、湖底耕うんの実施とともに水草がほぼ消滅したことから、底泥の質だけではなく、その分布にも変化が現れることが予想され、全湖的な底泥分布の調査が必要になった。しかし、湖底の泥の分布を調べる標準的な方法が見当たらないことから、泥の厚さを能率的かつ客観的に評価する方法として、簡易な器具 (湖底貫入計 1) を試作した。



図 1 底泥分布調査用に製作した湖底貫入計 1

この貫入計は、貫入棒と着底板および巻き取り装置からなり、貫入棒は直径 9mm、長さ 80cm のステンレス製丸棒で、先端を 45 度の円錐状に削った。着底板は直径 86mm、厚さ 1.5mm の真鍮製円板に戸車を取り付け、貫入棒に沿って抵抗なく動くようにした。巻き取り装置は PET 樹脂 (パウチフィルム) でつくったゼンマイと逆転防止機構を備え、貫入棒の上部に固定して着底板とのあいだをナイロン線をつないだ。巻き取り装置のさらに上部に重さ約 1kg のメッセンジャーを装着し、総重量約 1.6kg とした。

測定にあたっては、着底板を貫入棒の先端まで移動させた状態でゆっくりと水中に降ろし、着底板が着底した後は着底板を除く自重 (水中重量約 1.2kg) で貫入棒を鉛直に貫入させ、すぐに引き上げて着底板が移動した距離を測って底泥厚 (貫入深度) とした。

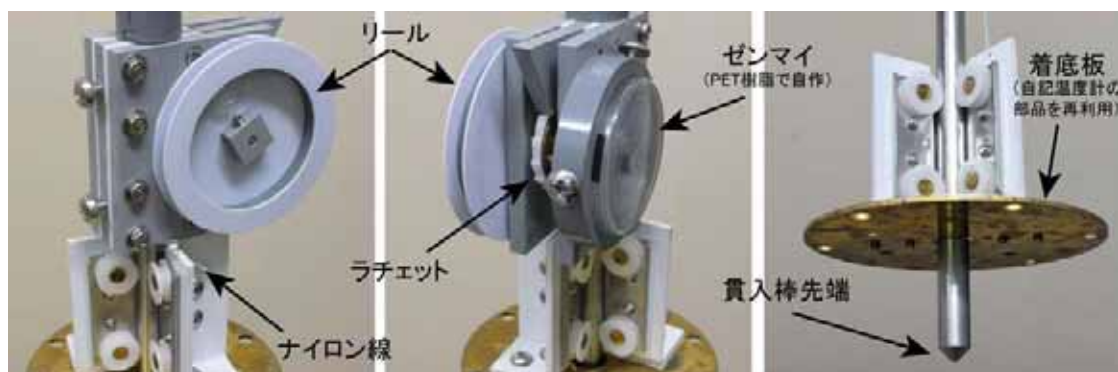


図 2 湖底貫入計 1 (軟泥用) の「巻き取り装置」と「着底板」

事例 NO. 19 (3)-1 モニタリング (宍道湖)

【底質硬度の改善を確認するための貫入深度確認 (湖底貫入計 2 : 湖底硬度用)】

シジミの漁場では、何らかの理由で作業頻度が低下した場合に底質の硬化が進み、シジミの潜砂行動が妨げられる可能性が指摘されている。土壌の硬さを評価する方法として土木分野で用いられている貫入抵抗の測定機器がいくつかあるが、これらはすべて陸上用であるため、ごく浅い水域を除いて湖底の調査には用いることができない。そこで、水深にかかわらず、船上から底質硬化の有無を評価できる方法として、貫入抵抗が一定以下の底質が湖底表層にどの程度存在するかを測定するための簡易な器具 (湖底貫入計 2) を試作した。



図 1 湖底硬度調査用に製作した湖底貫入計 2

【構造】

この貫入計は、中央部におもりを装着した貫入棒と着底後に貫入棒の自立を助ける円筒部 (ランチャー) からなり、貫入棒は直径 9mm、長さ 80cm のステンレス製丸棒で、コーンペネトロメーターに準じて先端を 30 度の円錐状に削った。貫入棒の重量はおもりを含めて約 7.5kg (水中重量約 6.5kg) とし、計算上、先端の貫入力 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ (抵抗値としてはシジミの潜砂行動に支障がない低い値) になるように設定した。

【測定方法】

測定にあたっては、ランチャーの自由沈降速度を超えない速度で貫入棒をゆっくり湖底に降ろし、ロープが完全にたるんだことを確認してから引き上げた。貫入深度は、貫入棒の上部に取り付けた指示板がランチャーによって押し上げられた距離として読みとった。



図 2 湖底貫入計 2 (湖底硬度用) の貫入棒とランチャーの接触部分

事例 NO. 20 (3)-1 モニタリング (宍道湖)

【底泥除去の改善を確認するための湖底硬度（貫入深度）確認】

シジミ漁業では季節的に獲れる時期・場所が異なることが知られており、季節的な漁場形成要因を把握することは、漁獲効率の向上や、適切な資源管理にとって非常に重要である。シジミの季節的な生息深度と底質環境（硬度や温度等）の関係を調査するため、水深にかかわらず船上から湖底硬度の評価できる方法として簡易な器具を試作した。

湖底耕うんの調査では、この硬度計を使用し耕うん前の硬度と耕うん後の硬度を比較することにより底泥除去効果の指標とした。

硬度計は貫入棒と湖底面ストッパーおよびスケールからなり、貫入棒は直径 14 mm（先端を円錐状に削った）、長さ 40 cm のステンレス製丸棒で、ステンレスコーティングした鉄パイプの先端に装着した。鉄パイプには錘ストッパーをネジ止めし、そこから 50 cm の位置に印をつけ、錘落下位置とした。

湖底面ストッパーは 125 mm × 150 mm、厚さ 2 mm のステンレス製の板（中央に貫入棒の通る穴を開けた）で、塩ビパイプに連結したステンレス製の支柱（直径 6 mm、長さ 2 m）に装着し、鉄パイプの中に挿入した。湖底面ストッパーを貫入棒の先端まで移動した状態で、スケールが「0」を表示するように塩ビパイプ等の長さを調整した。全体の長さは 4.5 m で、長さは調査水域の水深と調査船の喫水から決めた。また、水中での作業性を考え、浮子により浮力の調整を行った。

測定にあたっては、湖底面ストッパーを貫入棒の先端まで移動させた状態で硬度計を船側から下ろし、湖底面ストッパーを湖底に静かに設置する。自重による貫入深度を測定し、次に 3 kg の錘を 50 cm の高さから落下させ、錘落下後の深度を測定する。



図 1 湖底硬度調査用に製作した硬度計

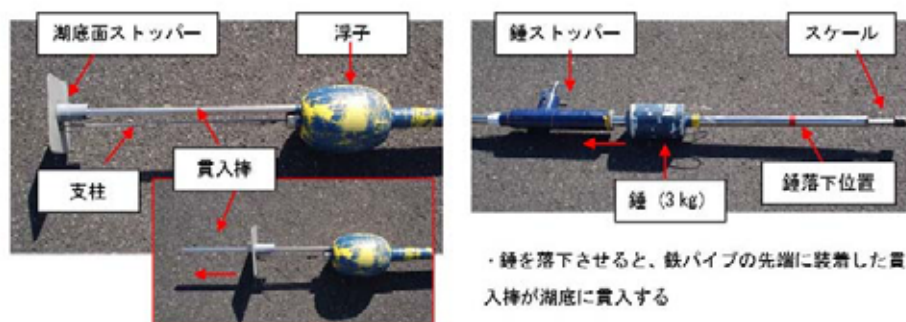


図 2 硬度計の貫入棒・湖底面ストッパー・スケール