

## 2.3 宍道湖での取組

### (1) 事前準備

#### (1)-1 現状と経緯の把握

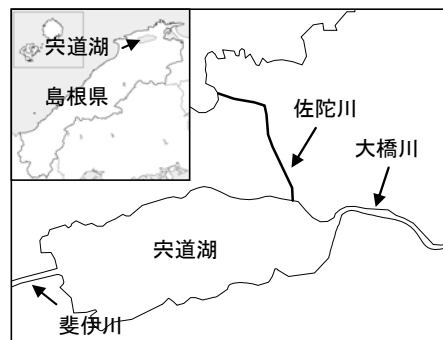
宍道湖におけるヤマトシジミの漁獲量はシジミ需要の拡大と漁法の改善などによる漁獲強度の増大により昭和48年には19,234トンまで急増しましたが、乱獲による資源の減少傾向が見えはじめていました。昭和50年代には資源保護のため宍道湖漁協覬組合で自主的に漁獲量の制限を行うようになり、現在は漁獲量制限のほか、1日当たりの操業時間や週休3日制、採捕漁具の規制などの取組みを行っています。宍道湖におけるシジミ漁獲量は全国1位であり、全国のシジミ漁獲量の内55%（平成17年）を占めていますが、平成15、18年と大量へい死が発生し、その影響による資源の回復が遅れ、それにあわせて漁獲制限を強化し資源管理に努めています。

一方、その基盤となるシジミ漁場については、有機物の堆積等による漁場環境の悪化が起こり、その機能を失いつつある水域もあります。一度、漁場としての機能を失うと、漁場を再生させることは困難であり、持続的な漁業を行うためには、資源管理だけでなく、底質の改善等を通じた適切な漁場環境の改善も重要となってきました。

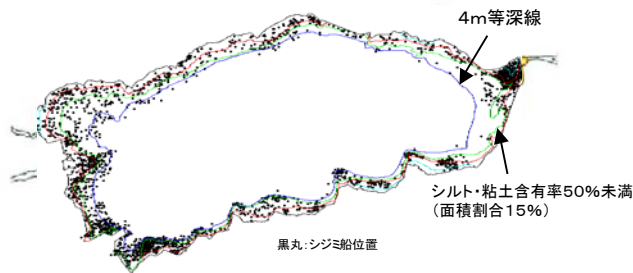
#### (1)-2 湖沼漁場悪化の要因の特定

シジミ漁場の悪化の要因として、有機物の堆積による底質の悪化及び高水温期（6～9月）を中心に水深4m以深の湖底で発生する貧酸素水が考えられます。宍道湖は斐伊川水系の最下流部にあるため（図Ⅲ.2.3-1）上流側の流域全体の有機物が流れ込み湖底に堆積しています。一方、更に下流側にある塩湖である中海からは高塩分水が流れ込み塩分躍層が形成され、高水温期（6～9月）を中心に水深4m以深の湖底で貧酸素化が起こります。さらに、水深4m

以浅でも有機物の堆積により底質の細粒化が起こった場所ではヤマトシジミの生息が制限され、シジミの漁獲（ジョレンによる湖底かくはん）が行われなくなり、有機物の堆積が進むという悪循環に陥っています（図Ⅲ.2.3-2）。また、有機物の堆積は宍道湖から流れ出る大橋川や佐陀川でも見られます。大橋川や佐陀川は冬場におけるシジミの漁場となっていますが、夏場の貧酸素化によりシジミが大量へい死し、漁場価値が低下することがあります。



図Ⅲ.2.3-1 宍道湖位置図



図Ⅲ.2.3-2 宍道湖の漁場特性

### (1)-3 湖沼の漁場改善の方向性の決定

漁場悪化の要因とされる有機物を除去し細粒化の改善及び酸素供給による貧酸素水の解消を図り、ヤマトシジミの生息場としての適正化を図ることが漁場の拡大、生産量の増大につながると考えました。平成 18 年度は、宍道湖に接続し、閉鎖性が強く夏季に貧酸素化の影響を受けやすい河川において、川底泥のかくはんによる底質改善と酸素供給による貧酸素水塊の解消を図ることとしました。また、平成 19、20 年度は、湖内において湖底に堆積した泥をかくはん・除去し、漁場荒廃の抑止と改善を図ることとしました。

### (1)-4 湖沼の改善目標の設定

#### i) 宍道湖に接続する河川における改善目標

- ・ 酸素供給による貧酸素化の解消
- ・ 川底泥のかくはん・除去による底質の改善
- ・ 夏季を中心とした貧酸素期のシジミの生残率の向上

#### ii) 湖内における改善目標

- ・ 湖底泥のかくはん・除去による有機物を多く含む浮泥の解消
- ・ 湖底泥のかくはん・除去による泥含率の減少
- ・ 湖底泥のかくはん・除去による硫化水素発生の抑制
- ・ 湖底泥のかくはん・除去による貧酸素化の抑制
- ・ 底質改善に伴うシジミ生息密度の増加

## (2) 改善計画の策定と技術の導入

### 【宍道湖に接続する河川における酸素供給と川底耕うん】

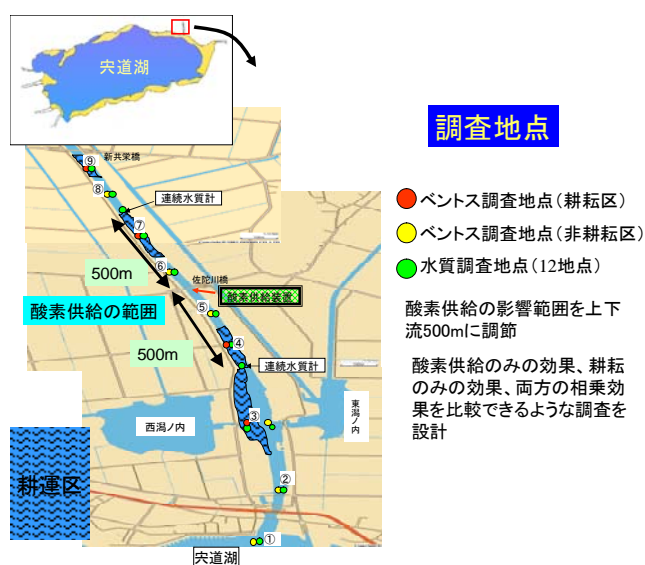
#### (2)-1 湖沼の漁場改善技術の選定

湖沼漁場の保全・修復に関する既往の知見をもとに、平成 18 年度は高濃度酸素水供給装置による酸素供給と海底耕うん作業機を用いた川底耕うんを併用することとしました。

#### (2)-2 湖沼の漁場改善計画の策定

改善技術を導入し、効果を検証する場所として佐陀川を選定しました。

佐陀川は宍道湖北岸に位置し、これまで夏季の宍道湖の時化時期にシジミ漁場として利用されています。しかし、夏場の高水温期に



図Ⅲ. 2. 3-3 佐陀川調査範囲

おける貧酸素化や川底に堆積する泥質の影響によりヤマトシジミの生息密度の減少が見られていることから、利用度の低下による漁場の荒廃が進むことが懸念されており、酸素供給と川底耕うんを実施することとしました。

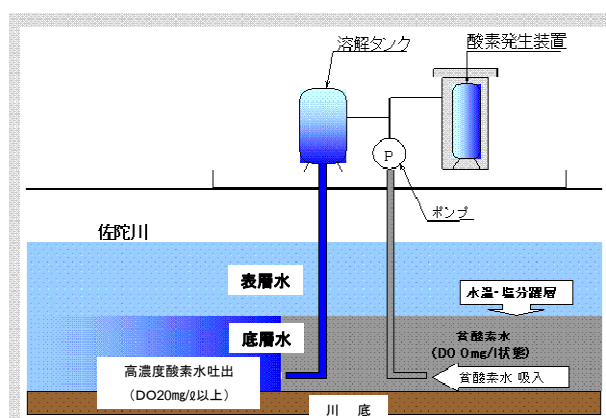
調査範囲は佐陀川の宍道湖側入り口から新共栄橋までとし、調査範囲のほぼ中央に位置する佐陀川橋下に酸素供給機を設置しました(図Ⅲ.2.3-3)。試験区は酸素供給の影響範囲内ということと潮汐の影響により下流側(日本海側)から宍道湖に向かっての流れも発生することから酸素供給装置の上下流500mとし、酸素供給のみの効果、川底耕うんのみの効果、双方併用時の比較ができるように試験区を設定しました。

酸素供給機による酸素供給期間は、当初計画では、7月～9月までの各月前半で実施する予定でしたが、7月豪雨の影響を受け8月22日～10月11日までの連続供給により行いました。川底耕うんは7月1・2日の2日間実施し、耕うん前と約4ヶ月経過後に底質の改善効果を検証しました。また、シジミを中心とした生物モニタリング調査と、それに併せた水質環境調査および連続水質計による調査を毎月実施しました。

## (2)-3 湖沼の漁場改善技術の導入

### i) 酸素供給装置

酸素発生装置及び酸素溶解タンクを佐陀川橋下に設置し、吐出装置を水深2.5mの川底に設置しました(図Ⅲ.2.2-4)。ポンプを使って底層の貧酸素水をくみ上げ、陸上にある酸素発生装置内でできた酸素を溶かし込んだ後、再び底層へ送り込む仕組みとなっています。



図Ⅲ.2.3-4 酸素供給装置

装置の仕様は揚水ポンプが15kW、酸素発生装置の酸素発生量が3.0 m<sup>3</sup>/時間、酸素溶解タンクからの吐出量は70～78 m<sup>3</sup>/時間となっています。

### ii) 川底耕うん機器

川底耕うんには海底耕うん作業機(サブマリントラクター 小型船用プロトタイプ: 図Ⅲ.2.3-5)を使用しました。専用台船(長さ5m、幅4m、台船高さ50cm、喫水最大25cm)に積



図Ⅲ.2.3-5 川底耕うん機器

み込んだコンプレッサーから耕うん作業機に空気を送り、泥土用キャタピラー走行により実験区内の川底耕うんを行いました。2日間で35,000 m<sup>2</sup>を耕うんしました。

## 【湖内における湖底耕うん】

### (2)-1 湖沼の漁場改善技術の選定

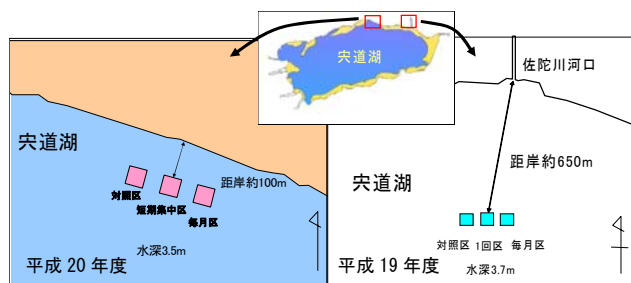
佐陀川において実施したマリントラクター型の耕うん機は規模が大きく、経費が多くなる欠点があり、湖内で漁業者が周年的に湖底耕うんに用いるのは無理があります。一方、従来から漁業者が一般的に行っているマンガ曳きによる湖底耕うんについては、その効果の検証がされていないのが現状でした。このため、平成19、20年度は漁業者自らが実施可能であるマンガ曳きによる湖底耕うんを実施することとしました。

### (2)-2 湖沼の漁場改善計画の策定

既往知見の整理や聞き取りなどから、改善技術を導入し効果を検証する場所として、平成19年度は佐陀川沖、平成20年度は長江沖を選定しました。

佐陀川河口沖合はやや砂地の傾向が強い底質となっていますが、シジミの生息密度が低く、漁場利用度が減少し、漁場としての機能が失われつつある水域となっており湖底耕うんを実施することとしました。平成20年度には底質の異なる場所での耕うんおよび耕うん方法（頻度、間隔）による効果を検証するため、湖岸からシルト・粘土層が広がっている長江沖合で湖底耕うんを実施することとしました。

平成19年度は試験区の1辺が50mの正方形の区画を3つ設定しました。試験区は平成18年度調査結果から、耕うんの実施頻度を高めた場合の効果を把握する「毎月1回耕うんする区」、1回の耕うんの効果の持続性を把握する「試験当初に1回だけ耕うんする区」、耕うんを実施しなかつた場合の状況を把握する「何もしない対照区」としました。また、各区画の間は耕うんの影響が出ないように30m離して設置しました。



図Ⅲ. 2. 3-6 長江沖試験区と佐陀川沖試験区

平成20年度は、前年度に毎月耕うん区において、耕うんの効果として夏季のシジミ稚貝の生残率を向上させることが示唆されたため、「試験当初に1回だけ耕うんする区」、を「夏季に集中的に耕うんする区」に変更して実施しました。また、各試験区間の相互の影響を除くため、さらに間隔を50mに広げました（図Ⅲ. 2. 3-6）。

試験は月の月上旬に湖底耕うんを行い、下旬にモニタリング調査を実施することを基本に行いました。湖底耕うんは宍道湖漁協所属のシジミ漁業者が、生物および水質モニタリ

グ調査については島根県水産技術センターが担当しました。

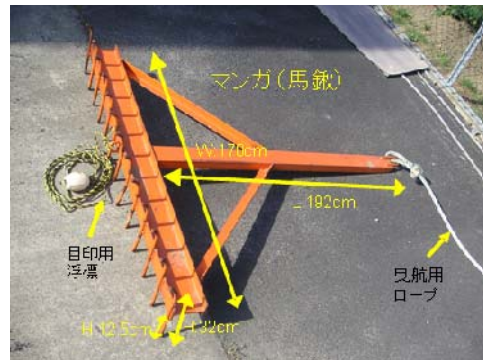
### (2)-3 湖沼の漁場改善技術の導入

湖底耕うんに用いたマンガは、鉄製で長さ 192 cm、幅 170 cm、爪の長さは 12.5 cm となっています (図Ⅲ. 2. 3-7)。耕うんは宍道湖古江蜆会の組合員が担当しました。組合員を 4 名ずつ 7 班に分け、1 回の耕うんを 3 班で行いました。

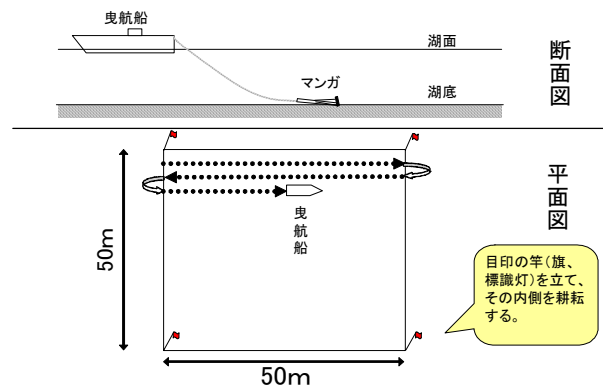
マンガ曳はシジミ漁船 (0.8~1 t) で行い、各船が時速 2~3 ノットの速さで試験区に立てた目印の旗竿の内側を 10 往復しました。曳航中は

マンガの先端部に取り付けた浮を見て、マンガの位置を確認します (図Ⅲ. 2. 3-8)。

平成 19 年度は 6 月から 11 月まで、月 1 回耕うんを行いました。平成 20 年度は 5 月から 10 月まで月 1 回の耕うんを行い、短期集中耕うん区では 7・8 月は月 3 回の耕うんを行いました (図Ⅲ. 2. 3-9)。



図Ⅲ. 2. 3-7 湖底耕うんに使用したマンガ



図Ⅲ. 2. 3-8 湖底耕うんの模式図



図Ⅲ. 2. 3-9 湖底耕うんの様子

### (3) 効果検証

#### 【宍道湖に接続する河川における酸素供給と川底耕うん】

##### (3)-1 モニタリング

漁場改善技術の導入がヤマトシジミの生息環境に与える影響を把握するため、水質、生物、底質の面から検証を行いました。

##### i) 水質調査

水質調査では貧酸素水塊の発生状況を把握するため溶存酸素量を指標としました。そのほか生息環境を把握するため水温、塩分、pH、ORPを測定しました。

定期観測では多項目水質計を用い川底直上の水温、塩分、溶存酸素、pHを計測し、ポータブルORP計を用い

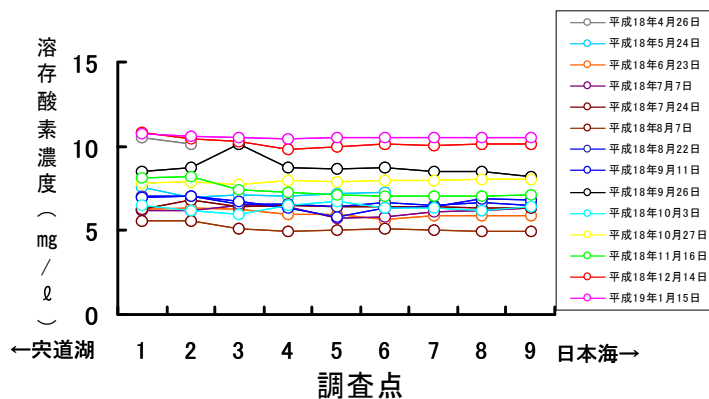
てORPを計測しました。また、連続観測では酸素発生装置から上流へ500m、下流へ500m離れた場所に、多項目連続水質計を川底から50cm上になるように設置し、30分間隔で湖底直上の水温、塩分、溶存酸素を計測しました。

調査期間中は宍道湖から日本海側へ向けた流れが卓越しており、溶存酸素は宍道湖側で高く徐々に漸減し、酸素供給機（調査点5と6の中間点）を挟んで僅かに上昇し、日本海側に向けて再び漸減する傾向が見られました（図Ⅲ.2.3-10）。水質定期観測、水質連続観測において極端な貧酸素化は観測されませんでした。

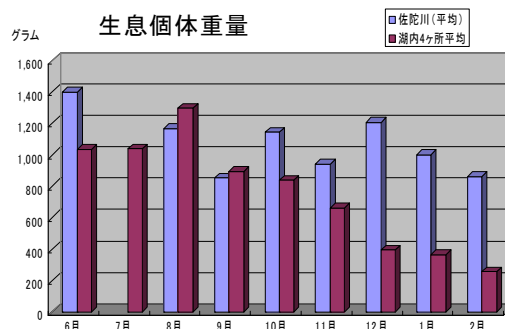
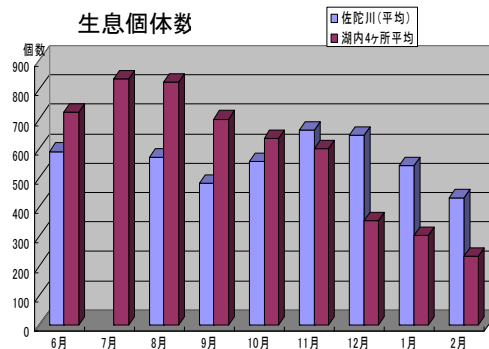
##### ii) 生物調査

ヤマトシジミの生息密度、へい死率、殻長組成、健康度の変化を生息環境改善の指標とし、対照区との比較を行いました。試料には、スミス・マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積：0.05m<sup>2</sup>）により採取した底泥から8mm目合いおよび0.5mm目合いのフルイで選別したヤマトシジミを用いました。

健康度はヤマトシジミ体内のコハク酸などの有機酸の変化を示すもので、生息環境の悪化に伴い有機酸が増加する（健康度は低下する）ことを利用し指標としました。



図Ⅲ.2.3-10 観測日毎の調査地点の溶存酸素



図Ⅲ.2.3-11 佐陀川と湖内の生息個体数、生息個体重量

健康度の分析には採集後直ちにヤマトシジミの体腔液を採取し、一定量を5%TCA入りのサンプルビンに投入したものを試料としました。有機酸の分析と健康度の評価については学習院女子大学環境教育センターで行われました。

平成18年6月以降の殻長組成の推移を見ると殻長10mm以下の小型貝が中心で春から秋にかけての成長が見られましたが、耕うん区と対照区の違いは見られませんでした。貧酸素化が生じなかったためか、順調な生育が見られ、生息個体数では11月、生息個体重量では10月以降に佐陀川が湖内を上回っていました(図Ⅲ.2.3-11)。また、健康度は耕うん区、対照区いずれも、5~6月はやや良でしたが、秋以降は良好に推移しました(表Ⅲ.2.3-1)。

表Ⅲ.2.3-1 シジミ健康度の推移

	St1	St2	St3耕	St3対	St4耕	St5	St6	St7耕	St8	St9耕
平成18年4月26日				A			A			
平成18年5月26日	A	B		C	B	B	B			
平成18年6月23日	A	B		A	B	A	B	B	C	B
平成18年7月24日	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A
平成18年9月26日	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
平成18年10月27日	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
平成18年11月16日	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
平成18年12月14日	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

A	良好
B	やや良
C	やや不良
D	不良
E	かなり不良

※品川—学習院女子大学(2001~):に基づき、シジミ体(腔)液中の代謝産物(コハク酸・プロピオン酸含量)により、シジミの健康度を5段階で表示した。

### iii) 底質調査

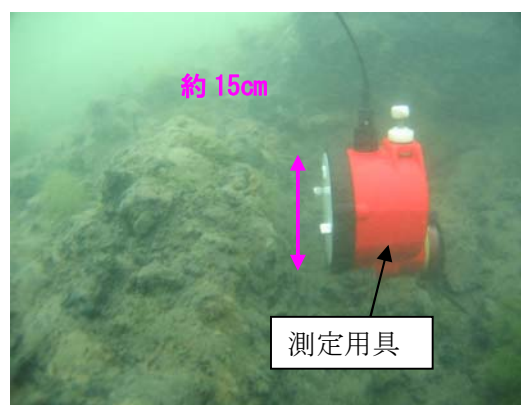
耕うん区および対照区において耕うん前後に、潜水士が柱状採泥器(φ30mm)を用いて採泥し、川底の堆積状況(酸化還元)についての性状観察を行うとともに、土壤硬度計による貫入抵抗を測定し、耕うんによる酸化層の増加および河床を柔らかくする効果の持続性を検証しました(図Ⅲ.2.3-12)。

底質の悪化の指標として酸化還元電位(ORP)を用い、対照区との比較を行いました。

ORPはエクマンバージ型採泥器(採泥面積:0.02m<sup>2</sup>)を用いて採泥した試料について現地でもORP計を用いて測定しました。

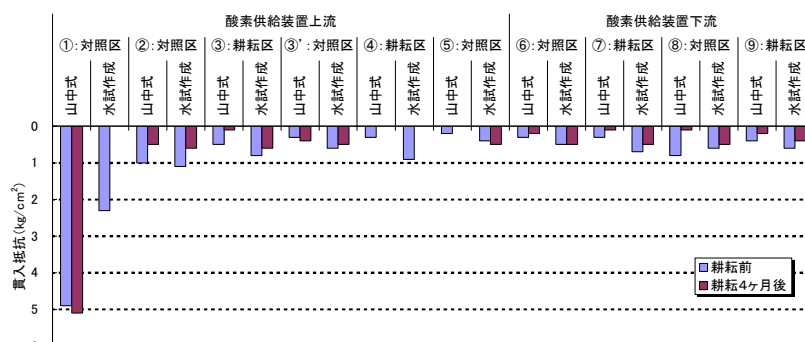
耕うん4ヶ月後の調査では、佐陀川内の耕うん区では耕うん前より酸化層が厚くなる傾向がみられましたが、宍道湖内の耕うん区では酸化層が減少していました。

また、湖底硬度の指標として貫入抵抗値を用い対照区との比較を行いました。各点における貫入抵抗値の変化量を比較すると、耕うんを行っていない対照区の一部で耕うん前よ

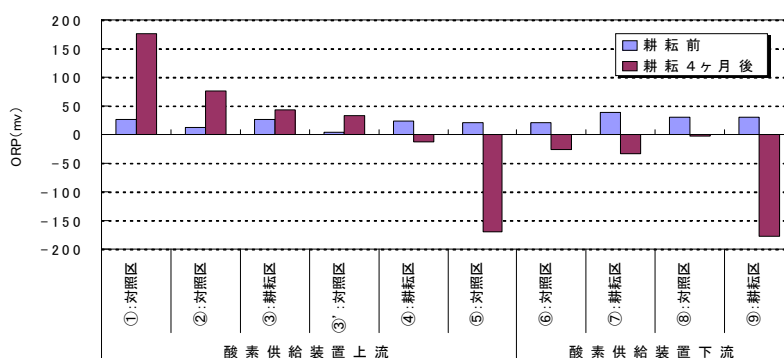


図Ⅲ.2.3-12 耕うん直後の状況

り川底の土壤がやや硬くなっていること、耕うん区と対照区の貫入抵抗値の変化量の平均値の比較において耕うん区の方が対照区より若干河床の土壤が柔らかくなる傾向がみられました（図Ⅲ. 2. 3-13）。また ORP が好氣的な状態を示す正の値は宍道湖内の数箇所のみであり、その他は底質が嫌氣的な状態を示す負の値を示しました（図Ⅲ. 2. 3-14）。



図Ⅲ. 2. 3-13 耕うん直と耕うん後の貫入抵抗



図Ⅲ. 2. 3-14 耕うん直と耕うん後の酸化還元電位状況

### (3)-2 評価

底質調査の結果から、以下の状況が確認されました。

- i) 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、際だった溶存酸素濃度の改善効果を確認するには至りませんでした。
- ii) 耕うんによる土壤の軟化保持についてはある程度の効果が示唆されましたが、明確な改善効果は見られませんでした。また、目視等による酸化層の判別と酸化還元電位の測定結果では、明らかな耕転による化学的改善効果は認められませんでした。
- iii) 宍道湖内と比較して、稚貝・成貝とも生息密度は低かったものの順調な成長が見られました。

このような状況から、漁場改善の効果を明確化することが出来ませんでした。その原因としては、試験期間中に台風通過に伴う出水があり、これにより長期間試験区において淡水化が進んだことや、流出水量が多くなったことにより、貧酸素化が明確に起こらなか



ったことが考えられます。

一方、佐陀川の底質はシルト分が中心で、シジミ生息条件としては粒度が細かすぎると判断されたことや、殻貝が非常に多いということから、漁場の老朽化が進んでいることも推定され、引き続き、当漁場のモニタリングによる状況の把握が必要と考えられました。

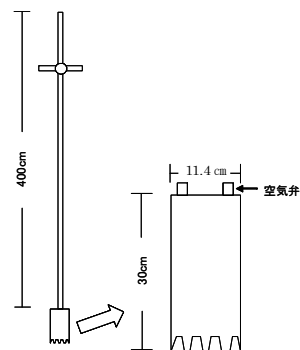
## 【湖内における湖底耕うん】

### (3)-1 モニタリング

漁場改善技術の導入がヤマトシジミの生息環境に与える影響を把握するため、底質、生物、水質の面からモニタリング調査を行い、その効果を検証しました。

#### i) 底質調査

底質の悪化の指標として酸化還元電位 (ORP)、有機物量、硫化物量を用い、対照区との比較を行いました。試料には耕うんに用いたマンガのツメの長さ 15 cm を基準にして、柱状採泥器を用いて採取した泥を、湖底面表層から 5 cm ずつ上層 (0~5 cm)、中層 (5~10 cm)、下層 (10~15 cm) の 3 等分に切断したものを使用しました。



図Ⅲ. 2. 3-15 採泥の様子と柱状採泥器の模式図

採泥器は島根県水産技術センターで作成したもので、円筒形の泥採取部分と杖の部分からなり、材質はステンレス製で、重量は 33.5kg、先端の泥採取部分の直径は 11.4 cm で長さが 30cm、杖の部分の長さが 4m となっています (図Ⅲ. 2. 3-15)。

ORP はポータブル ORP 計を用いて計測し、有機物量の変化は COD および強熱減量を計測し推定しました。COD・強熱減量・全硫化物の分析は底質調査方法 (S63. 9/8 付環水管第 127 号) に準拠して行いました。

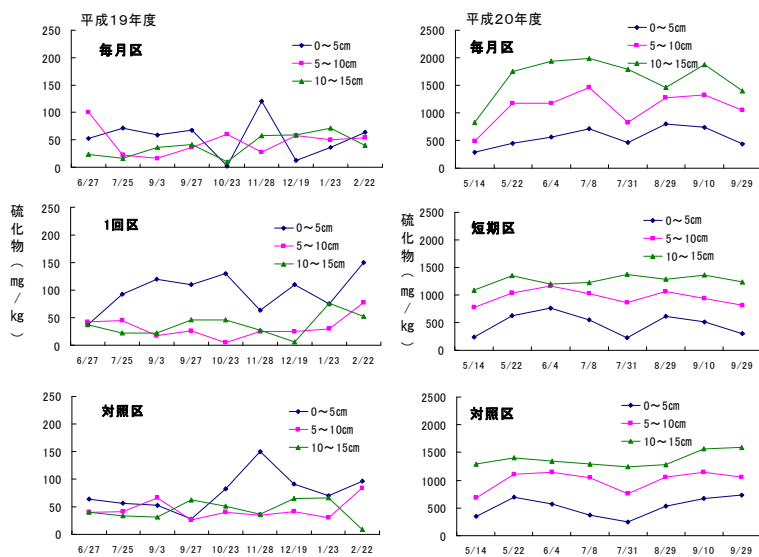
また、シジミの生息を制限している底質の細粒化を把握するため、粒度組成分析・湖底硬度の測定を実施しました。粒度組成の分析も柱状採泥器で採取した泥を試料とし、JIS A 1204(2000)に準拠して実施しました。湖底硬度の測定には、島根県水産技術センターで考案、作成したステンレス製の細い棒状の機器を用いて観測しました。仕組みは直径 12 mm、長さ 40 cm のステンレス製の棒を湖底に静かに設置し、3 kg の錘を 50 cm の高さから落下させ、湖底に貫入した深さを測定し湖底の硬さの指標としました (図Ⅲ. 2. 3-16)。



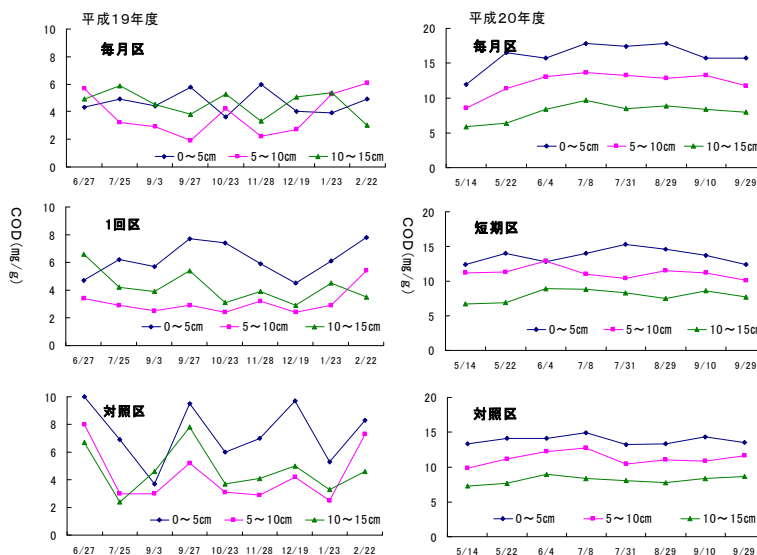
図Ⅲ. 2. 3-16 湖底硬度測定の様子

全硫化物量について試験区ごとに初期値と比較すると、平成 19 年度の結果では、毎月区は中層で耕うん後一旦減少し、それ以降は増加の傾向が見られ、上層、下層は横ばいの傾

向が見られました。一回区は上層で耕うん後増加し、中、下層はほぼ横ばいもしくは低下する傾向が見られました。対照区は11月の特異点を除き、ほぼ横ばいで推移する傾向が見られました。これより、一度の耕うんでは全硫化物量が上がってしまうが、継続的に行うことで全硫化物量の増加を抑制する傾向が示唆されました。平成20年度の結果では、3試験区とも上、中、下層で全硫化物量が同様に増加する傾向が見られましたが、毎月耕うんすると増減の幅は大きくなり、夏季(7、8月)に短期集中的に行うとその幅は小さくなる傾向が示唆されました。しかしながら、これらの結果からは全硫化水素の抑制効果について明確に確認するには至りませんでした(図III.2.3-17)。



図III.2.3-17 各試験区における硫化物の変化



図III.2.3-18 各試験区におけるCODの変化

CODについて、平成19年度の結果では、毎月区は上層が横ばいで推移し、中層、下層は6月から9月にかけて減少傾向が見られました。1回区は上層で6月から9月にかけて増加傾向にあり、中層、下層は、毎月区と同様に減少傾向が見られましたが、9月以降は増加に転じています。対照区は各層ともに変動が大きく、季節的な変化傾向は見い出せませんでした。

耕うん後のCODの値が中層や下層において減少傾向となったことは、耕うんの影響が、マンガのツメの長さである15cmの深度までおよんでいたことが確認されました。また、上層において季節的な変化がほとんど無かったことに関しては、耕うんにより、下層から上層へ移動させられた有機物を多く含む湖底泥が湖水中に懸濁し、試験区外へ移送された可

能性が示唆されました。これより、COD からみた有機物の除去効果は、毎月区において最も長期間にわたって認められました。

平成 20 年度の結果では、各試験区ともに同様な増減の傾向を示していますが、毎月区で値が高く、ここでも毎月耕うんすると増減の幅は大きくなり、夏季に短期集中的に行うとその幅は小さくなる傾向が示唆されました（図 III. 2. 3-18）。

強熱減量について、平成 19 年度の結果では、毎月区は中層、下層で 6 月から 9 月にかけて減少傾向が見られましたが、上層ではほとんど変化は見られませんでした。1 回区は上層で 9 月から 11 月にかけて増加傾向にありましたが、12 月には急減しています。中層、下層は毎月区と同様に減少傾向が見られましたが、減少の程度は毎月区に比べ緩やかとなっています。対照区では各層ともに 6 月から 7 月に一度急減しましたが、その後は 9 月までは増加傾向を示しました。

これより強熱減量からみた有機物の除去効果は、毎月区において最も顕著に、また長期間にわたって認められました（図 III. 2. 3-19）。

粒度組成について、平成 19 年度は毎月区の中層および下層で夏季～秋季にかけてシルト・粘土が減少し、細砂、中砂への変化が確認されました。また、上層において季節的な変化がほとんど無かったことに関しては、耕うんにより、下層から上層へ移動させられた湖底泥が湖水中に懸濁し、試験区外へ移送された可能性が示唆されました。平成 20 年度の試験区の底質はシルトと極細砂が 90% を占め、

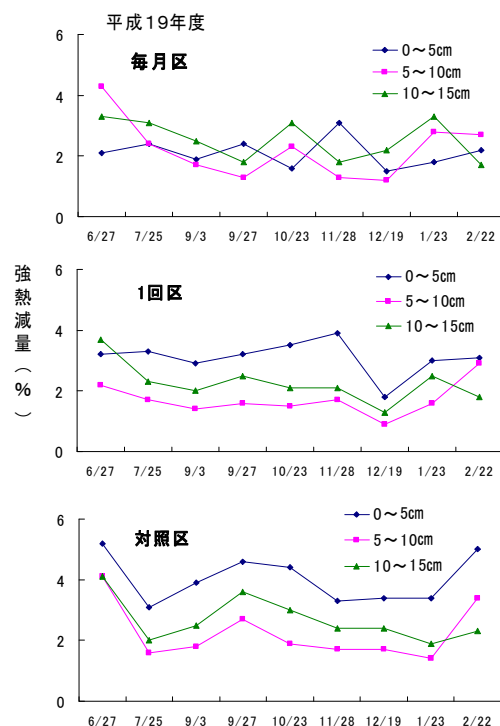


図 III. 2. 3-19 各試験区における強熱減量の変化

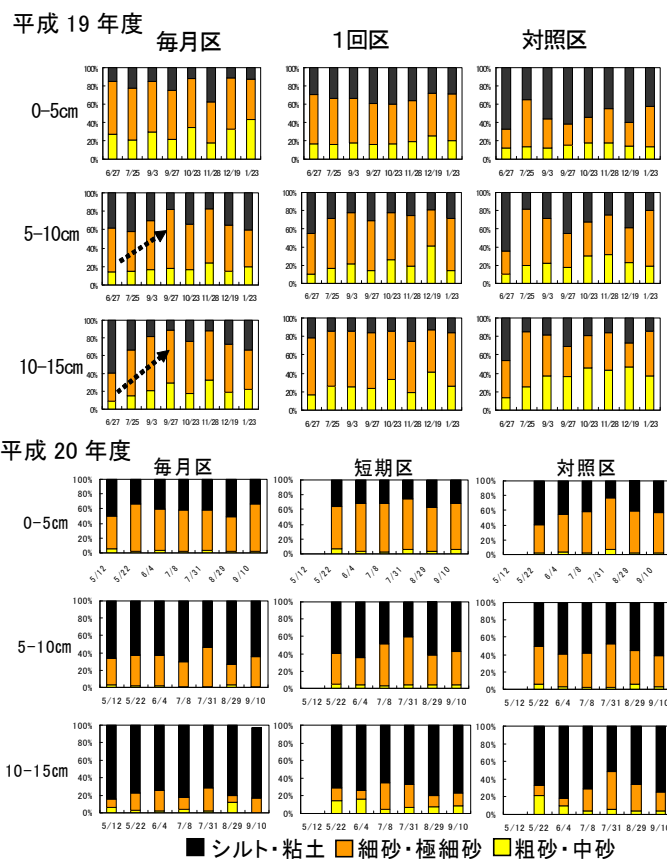
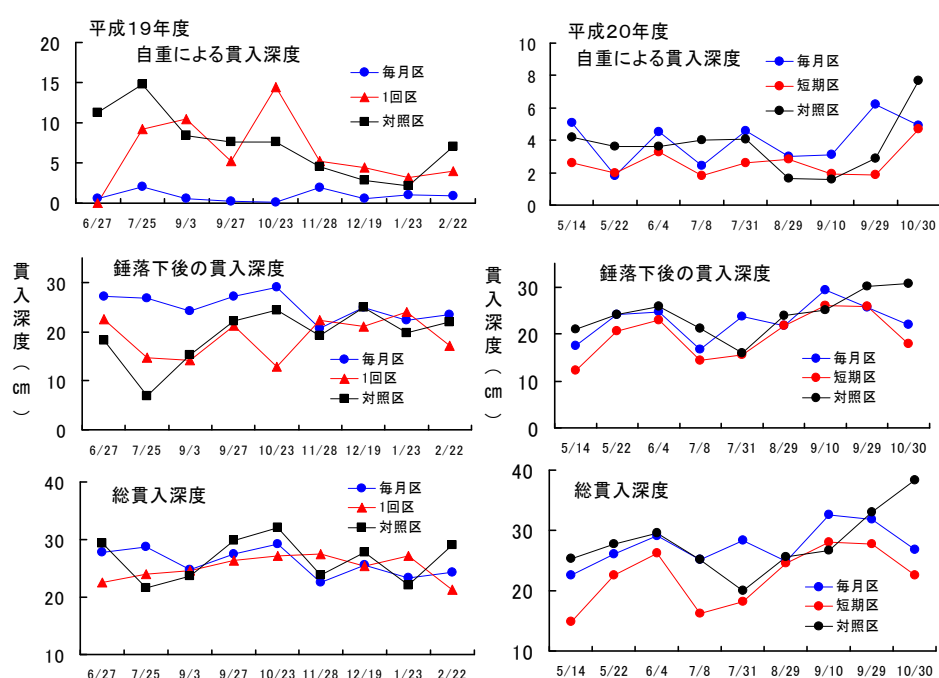


図 III. 2. 3-20 各試験区における粒度組成の変化

ほぼ同じような粒度組成でかなりの厚さ堆積しています。このような場所では、耕うんにより下層から上層へ底泥が移動されるものの、全体の粒度組成は変わらないものと思われます（図Ⅲ. 2. 3-20）。

湖底の硬度について、平成 19 年度は毎月区において、測定機器の自重だけではほとんど貫入しなかったのに対し、1 回区の耕うん 1 ヶ月目以降や対照区では自重による貫入が見られたことから、耕うんすることにより湖底表面のシルト・粘土が除去された可能性が示唆されました。平成 20 年度では各試験区とも自重による貫入深度は同様な傾向を示しており、シルト、粘土がかなりの厚さで堆積しているような場所では、耕うんにより湖底表面のシルト、粘土を除去しきれないことが示唆されました（図Ⅲ. 2. 3-21）。

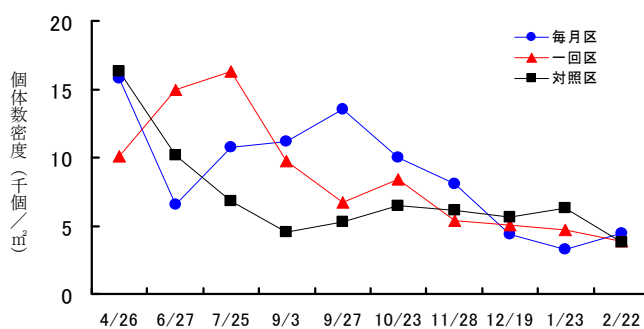


図Ⅲ. 2. 3-21 各試験区における貫入深度

## ii) 生物調査

平成 18 年度調査と同じくスミスマッキンタイヤ型採泥器による調査を行いました。なお、平成 20 年度はヤマトシジミの健康度の分析は実施しませんでした。

シジミ生息密度について、平成 19 年度は毎月耕うん区において、夏から秋にかけて小型貝を中心とした個体数密度の増加がみられました。同じ期間において 1 回区、対照区において個体数密度が減少していること

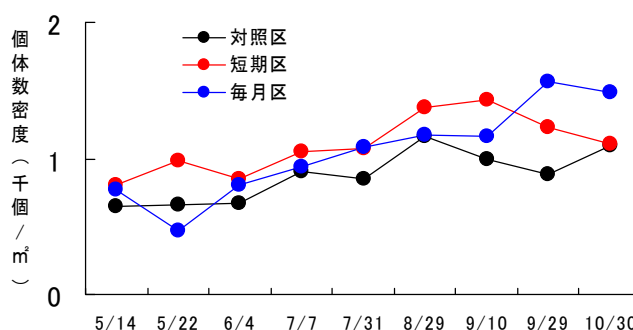


図Ⅲ. 2. 3-22 平成 19 年度 小型貝も含めた個体数密度

から、耕うんによって夏季のシジミ稚貝の生残率を向上させた可能性が示唆されました(図Ⅲ. 2. 3-22)。また、殻長組成を見ても平成 19 年度は毎月区では 6 月から 10 月までは殻長組成の形が安定しており、減耗が少なく小型貝の加入も順調でした。1 回区および対照区では、春先に多かった小型貝が急激に減少するなど、不安定な殻長組成の変化がみられました。これからも夏季におけるヤマトシジミ稚貝の生息環境として毎月区が優れていた可能性が示唆されました。

平成 20 年度は小型貝も含めた生息密度では各試験区間での差は見られませんでした。殻長 12mm 以上の大型個体の生息状況について、短期区で耕うんを行っていた 8 月下旬まで増加傾向が見られました。また、毎月区については漸次増加傾向を示しました(図Ⅲ. 2. 3-23)。

湖内全域における殻長組成を見ると、通常 4 月から 7 月ごろは 5 mm 以下の稚貝が 7 割程度を占めていますが、平成 20 年度の各試験区では 2~3 割と低くなっていました。各試験区とも同様な殻長組成の推移を示しており、9 月上旬で小型貝のモードが 5 mm 程度、大型貝のモードが 12 mm 程度となっていました。



図Ⅲ. 2. 3-23 平成 20 年度 大型貝の個体数密度

健康度について、平成 19 年度は耕うん開始時の 6 月では耕うんした試験区で良好だったのに対し、対照区ではやや不良でした。7 月は試験区に貧酸素水塊が進入した形跡があり、すべての試験区でやや不良でした。これより、湖底耕うんしていても外圍からの貧酸素水の侵入が起これば、シジミの健康度に対して耕うんの直接的な改善効果は無いと判断されました。9 月から 12 月にかけては良好に推移しましたが、1 月から 2 月はかなり不良となりました(表Ⅲ. 2. 3-2)。この時期は湖底耕うんを休止していること、貧酸素水の進入も見られなかったことからヤマトシジミについて何らかの生息環境の悪化が生じていたことが示唆されました。

表Ⅲ. 2. 3-2 シジミ健康度の推移

採取日	毎月区	1回区	対照区
6月27日	A	A	C
7月25日	C	C	C
9月3日	A	A	A
9月27日	B	B	B
10月23日	A	A	A
11月28日	A	A	A
12月19日	A	A	A
1月23日	E	E	E
2月22日	E	E	E

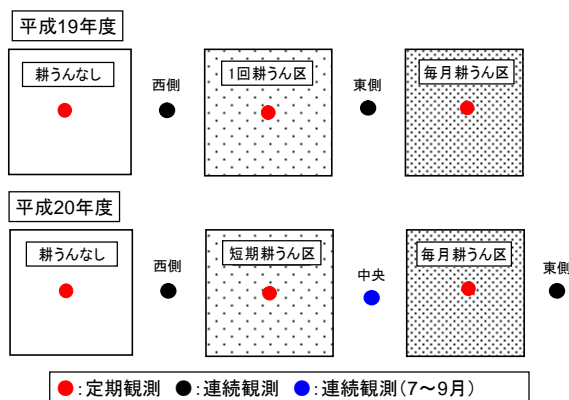
  

A	良好
B	やや良
C	やや不良
D	不良
E	かなり不良

へい死率について、平成19年度は耕うんを行った6月から11月までは各試験区ともに大きなへい死は見られませんでした。11月28日以降にへいし率の上昇が見られ、特に毎月区においてその傾向が顕著に現れました。これについては宍道湖全域においても試験区と同様に11、12月とへい死率が上昇する傾向を示しました。平成20年度は8月下旬に毎月区でへい死が高かったものの、特に大きなへい死は見られませんでした。

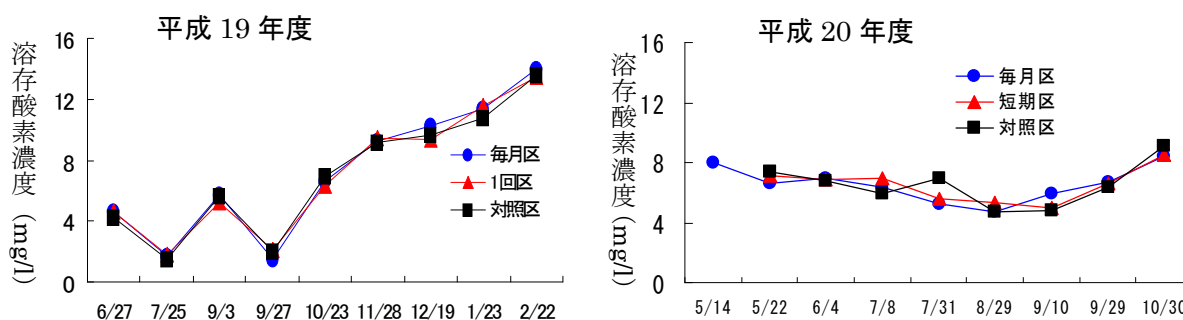
### iii) 水質調査

定期観測は平成18年度調査と同様に多項目水質計、ポータブルORP計を用い、各試験区の中央で観測を実施しました。連続観測では、試験区全体の水質変化を把握するため、平成19年度は試験区と試験区間の底層に多項目連続水質計を1基ずつ計2基を設置し、調査期間中1時間間隔で湖底直上の水温、塩分、溶存酸素を計測しました。平成20年度は湖底環境が悪化しやすい7~9月に多項目水質モニター1基を毎月耕うん区と短期耕うん区の間に設置し、pH、ORP、濁度についても連続観測を行いました(図Ⅲ.2.3-24)。



図Ⅲ.2.3-24 定期観測と連続観測の位置

平成19、20年度とも水質の定期観測および連続観測で検証した結果、試験区間での水温、塩分、溶存酸素濃度については各試験区での相違は認められませんでした(図Ⅲ.2.3-25)。



図Ⅲ.2.3-25 各試験区における溶存酸素の変化

### (3)-2 評価

#### i) 耕うんによる底質の変化

マンガによる湖底耕うんの効果について、底質のシルト、粘土含有率が低い湖底では、毎月1回の頻度で耕うんを行うことにより、有機物を多く含む浮泥がある程度解消され、また、泥から砂へと粒度組成が改善されることも示唆されました。一方、シルト、粘土含

有率の高い底質が厚く堆積しているような湖底では、耕うんの効果がおよぶ範囲が深さ15cm程度であることを考慮するとマンガによる耕うんだけでは有機物の解消は難しく、毎月1回の耕うん頻度ではかえって硫化物量を増加させる傾向も見られました。

マンガによる耕うんは漁業者が比較的簡単に導入出来る技術であります、底質によってその効果が左右されるため、導入するには前もって湖底の底質の分析をしておくことが必要と考えられました。

## ii) 耕うんによる生息密度の変化

平成19年度は耕うん区において、夏から秋にかけて小型貝を中心とした個体密度の増加が見られ、平成20年度は大型貝の個体密度の増加が見られたことから、耕うんによるシジミ生息密度の増加の可能性が示唆されました。

## iii) 耕うんによる水質の変化

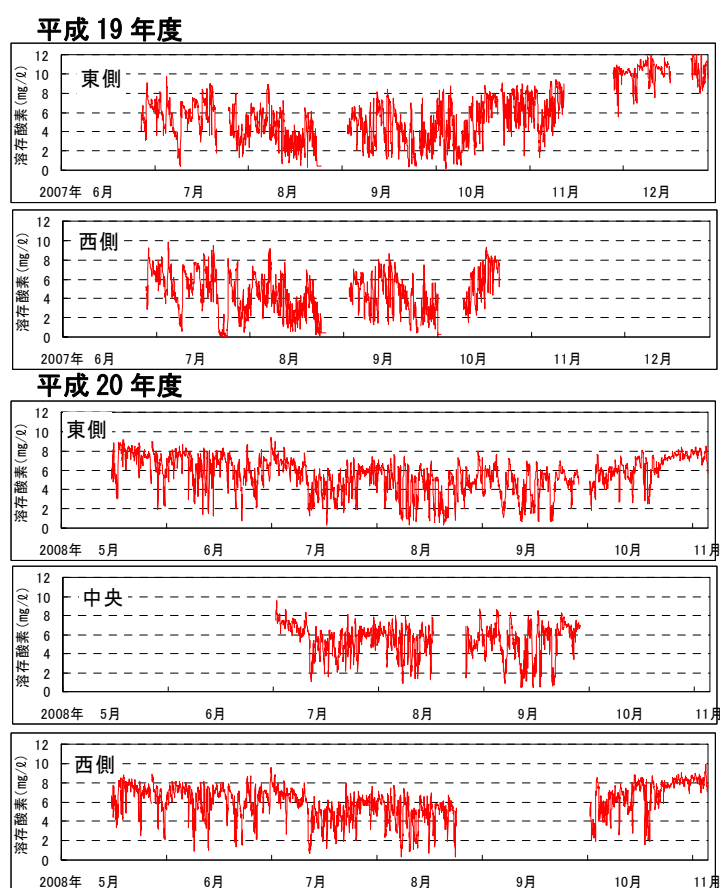
連続観測の結果から、塩分や溶存酸素が短時間で大きく変動しており、これは試験区底層の水質が潮汐・気圧・風浪などの影響により試験区外の水塊の移入によって変動する可能性を示唆するもので、耕うんが水質に与える影響は確認されませんでした(図Ⅲ.2.3-26)。

## (4) フィードバック

### (4)-1 央道湖に接続する河川における酸素供給と川底耕うん

7月の豪雨の影響もあり改善効果を明確に確認するには至りませんでした、川底の底質は細粒化しており、漁場の悪化が非常に進んでいることがわかりました。このため、貧酸素水の

発生、底質悪化を防止するという改善の方向性は当初どおりとして良いと考えます。一方、今回採用した技術は、機械の導入が必要であり、継続的に行っていくためには、もう少し簡便な方法を用いる必要があります。このため、フィードバックでは「B:改善手法の見直し」に戻り、効果的な漁場改善技術の選定について再考することになります。



図Ⅲ.2.3-26 連続観測による溶存酸素の変化



具体的には、マンガを用いた川底耕は川の中での操船が難しいため、マンガにかわるものとしてツメを間引きしたジョレンを用いる方法があります。既に湖底清掃等で利用されていますが、この方法を用い、耕うんの頻度と効果をモニタリングしながら、簡便でより効果的な川底耕うん方法を確立することが、冬場の漁場維持につながるものと考えます。

#### (4)-2 湖内における湖底耕うん

湖底の浮泥の除去により、シジミの生息環境を改善する手法として、マンガによる湖底耕うんが適当な手法であることが確認されました。しかしながら、漁場の悪化状況等に応じ、耕うん機器の選定や耕うんの頻度等を変えるなど、きめ細かな対応が必要であることも示唆されました。このため、フィードバックでは、「A：対策の規模、時期などの検討」に戻り、適切な耕うん機器の選定、耕うん頻度、耕うん実施時期等について再考することになります。

具体的には、先ず湖内の低利用漁場や既に耕うんを行っている場所の位置と底質を聞き取りや既往知見、実際のサンプリングにより確認することが必要となります。その中からシルト、粘土含有率が比較的低い場所を選定し、月1回程度の頻度でマンガによる耕うんを実施し、湖底硬度の変化等の効果をモニタリングしながら徐々に実施範囲を拡大させることが望ましいと思われます。また、粘土含有率が高い場所においては、覆砂による砂質の供給や、浮泥の除去効果の高い噴流式マンガ等の導入の検討も必要と思われます。

加えて、水深によっては夏場の貧酸素水の影響を受けることがあるため、水質の定期観測を行い、貧酸素水が発生した場合は耕うんを控えるなどの対策も必要となりますし、母貝場や稚貝着底場として禁漁、休漁区に設定している場所では、産卵期には耕うんを控える等、時期によっても耕うんの頻度を変えていく必要があります。

こうした取組みは湖全体で考えていく必要がありますし、このような活動の継続が漁場の維持拡大につながるものと考えます。