

魚類養殖場環境保全調査事業

西村 昭史・井上 美佐

目 的

本県の魚類養殖漁場において漁場の悪化を防止し、将来にわたって養殖可能な漁場環境を維持していくために必要な底質環境基準を設定して、漁場管理の適正化を図る。

方 法

1 漁場環境指標の検討

養殖漁場環境指標としてAVSの適用範囲を明らかにするため、AVSとその他の環境指標項目、養殖生産量および漁場地形との関係について解析した。地形については下記のとおり湾口相対距離と湾形状単純度を考慮した開放度（Z）（日本水産資源保護協会 1988）を算出して地形の指標とした。ただし、複数の枝湾を擁し、それぞれの枝湾に独立して漁場がある場合は本湾の値に枝湾の値を乗じて算出した。

$$Z = \frac{W^2}{A+W^2} + \frac{2\sqrt{\pi A}}{L+W}$$

W；湾口幅
A；湾面積
L；湾岸線長

2 魚類養殖漁場の類型化

平成10年度の夏季の全漁場調査における底質および海底直上DOデータを用いて、標準化ユークリッド平方距離ウォード法によるクラスター解析によって漁場の階層区分を行い、これを基に県下の魚類養殖漁場の類型化を試みた。

3 漁場環境指標測定マニュアル

底質のAVSについて、平成11年度の試験結果に基づき試料採取および測定手法のマニュアルを作成した。

結果および考察

1 漁場環境指標の検討

前年度までの調査結果から底質のAVSが魚類養殖漁場の環境指標として有効であり、AVSの基準値を0.2mg/g、極限值を1.5mg/gとすることを提示したが、AVSと養殖環境容量との関係は明らかでない。表1および図1に示すように湾面積当たりの養殖生産量と環境指標項

目には単純な相関関係は認められない。魚類養殖による海底への有機物負荷は明らかであるが、有機物の漁場への蓄積は有機物の負荷量と分解速度のバランスの結果として現れ、養殖量とは直接関係しない。分解速度は酸素供給速度、すなわち漁場の海水交換速度に大きく影響される。海水交換速度は地形の影響を大きく受けるから、地形の指標である開放度と漁場環境との関連を解析した。各湾の開放度を表2に示す。

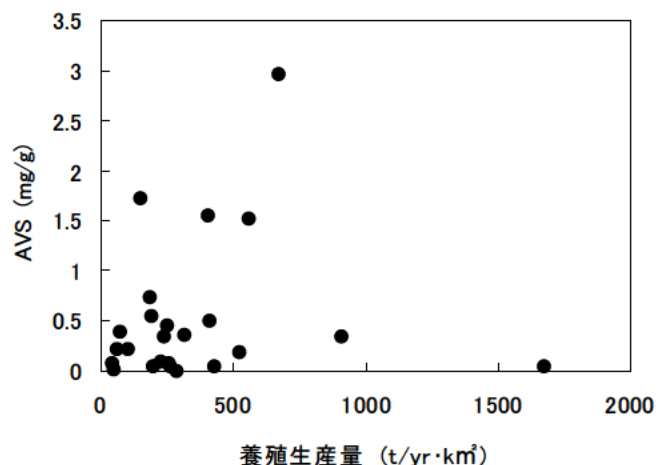


図1 魚類養殖生産量と底質のAVSの関係

AVSをはじめ環境指標項目と開放度には片対数近似で明確な相関が認められ（表1、図2）、DOを除き開放度が低いほど環境指標項目の値が高くなる。このことは漁場環境容量が湾の形状によって規定されることを示唆し、閉鎖的な漁場では養殖生産量がわずかであってもAVSが基準値を大きく上回ってしまうのは避けられないことになる。ちなみに図2からAVS基準値0.2mg/g以下を維持している漁場の開放度は1以上と算定され、本県24漁場中6漁場がその条件を満たしているにすぎない。

一方、養殖生産量と開放度には明瞭な相関が認められず（図3）、漁場環境に見合った漁場利用がなされていないことが分かる。開放度の大きい漁場は波浪等の影響も大きくなると推定されるので、開放度が大きいからと

表1 魚類養殖漁場における養殖生産量および開放度と環境指標項目の相関係数

	TOC	TN	TP	COD	AVS	MC	DO	底生生物
養殖生産量 (t/yr・km ²)	0.12	0.17	0.27	0.25	0.26	0.15	0.14	0.05
開放度	0.76	0.76	0.67	0.89	0.75	0.51	0.87	0.48

 ; P<0.01 ; P<0.05

表2 各湾および枝湾の形状と開放度

湾名	湾面積 km ²	湾岸線長 km	湾口幅 km	開放度	補正 開放度
五ヶ所湾	19.995	71.26	2.62	0.470	
五ヶ所浦	1.376	6.25	1.00	0.994	0.468
下津浦	0.743	8.55	0.37	0.498	0.234
宿浦	0.161	2.52	0.36	0.940	0.442
迫間・礫浦	2.608	16.22	0.85	0.552	0.260
相賀浦	0.509	1.75	0.97	1.579	0.742
贊湾	9.548	15.42	3.10	1.093	
阿曾浦	1.605	4.21	1.50	1.370	1.498
神前湾	8.883	19.35	2.26	0.854	
奈屋浦	1.458	5.00	0.96	1.105	0.944
神前浦	2.971	9.84	1.60	0.997	0.851
方座湾	2.883	15.58	0.70	0.515	
古和湾	2.706	13.80	0.69	0.552	
錦湾	2.555	7.58	2.11	1.220	
桂城湾	9.332	14.20	5.33	1.307	
尾鷲湾	18.266	30.70	2.61	0.726	
引本	2.774	9.61	0.56	0.682	0.496
須賀利	1.214	5.71	1.40	1.167	0.848
尾鷲・大曾根	5.530	7.87	2.30	1.309	0.951
九鬼湾	0.966	5.34	0.49	0.797	
賀田湾	12.030	23.96	2.73	0.843	
三木浦	0.665	4.66	0.63	0.920	0.776
古江・曾根	2.136	6.19	1.02	1.046	0.882
二木島湾	1.981	7.08	0.84	0.893	

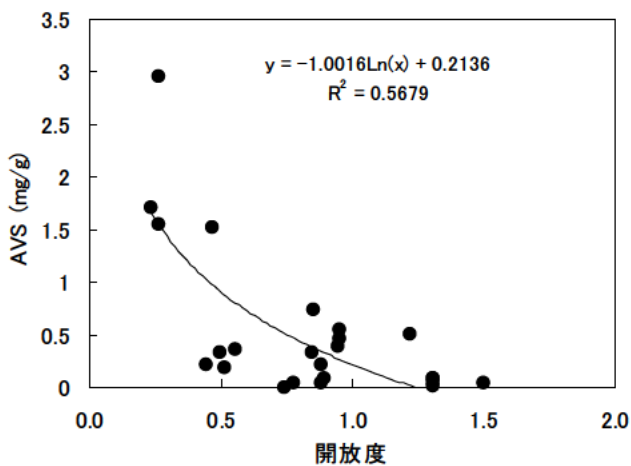


図2 湾の開放度と底質のAVSの関係

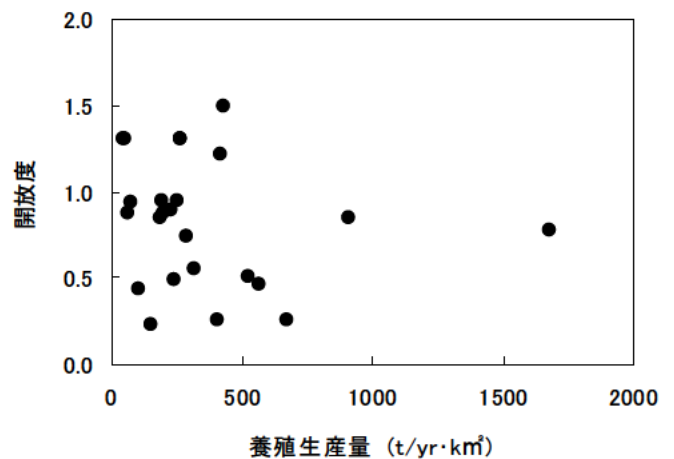


図3 魚類養殖生産量と湾の開放度の関係

いって一概に生産量を増加させることはできないだろうが、少なくとも開放度の小さい漁場では養殖量を削減するなど汚染負荷軽減に努める必要がある。しかし、現状では漁場環境容量に見合う養殖生産量を算定できる手法はなく、AVSをモニタリングしながら漁場環境が改善されるよう漁場利用を図っていくほかないと思われる。このような状況を考慮すると、全ての漁場に画一的な同一AVS基準値を適用することは現実的でなく、既存産業として経済的側面を考慮すれば、漁場毎に達成可能な目標値を設定する必要がある。

2 魚類養殖漁場の類型化

魚類養殖漁場を持続的に利用していくためには漁場環境容量に見合った漁場行使を行う必要があり、それぞれの漁場毎に漁場特性と経済条件を考慮したAVS基準値(目標値)を設定すべきであるとした。しかしながら全ての漁場において独自の目標値を提示することは多大な労力を要し、現実的には困難である。当面の方策として養殖漁場を類型化して類型毎にAVSの目標値を設定し、漁場利用計画を策定するのが現実的であろう。

そこで魚類養殖場を環境特性に応じて類型化するため、クラスター解析によって漁場を階層区分してみた。図4に示すように地理的に近い漁場同士が同じクラスターに

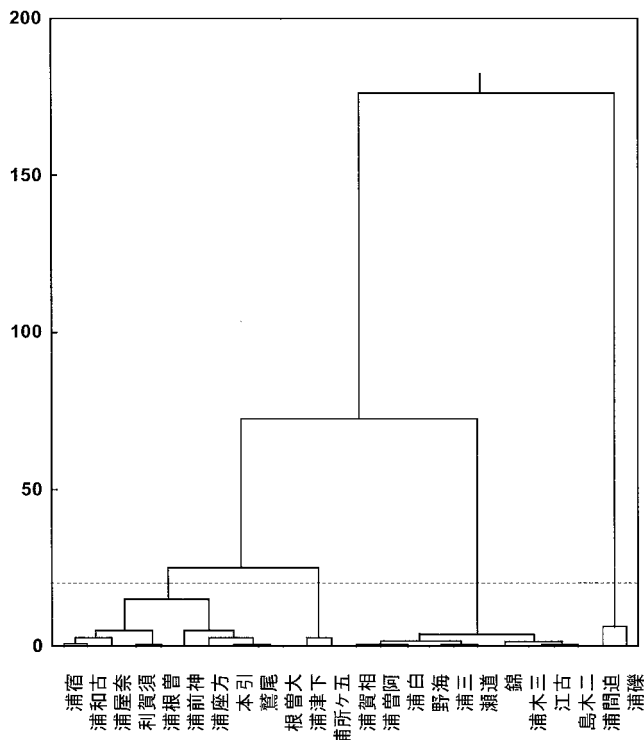


図4 魚類養殖漁場のクラスター解析結果

区分される傾向にあり、これらを更に集約すると、閉鎖性が強く赤潮が頻発する五ヶ所湾迫間浦地域、真珠養殖と共存する五ヶ所湾奥部地域、県魚類養殖漁場の中核をなす南島尾鷲湾地域、外海に面して開放的な桂城湾賀田湾地域の4クラスターに区分される(図4)。各クラスターにおける開放度の平均値は上記順にそれぞれ0.260, 0.351, 0.743, 1.124で、各クラスターの漁場環境特性がよく反映されている。五ヶ所湾内の6漁場が4クラスター全てに分かれているのは地形の複雑さと養殖形態の相違によるものと思われる、一つの湾においてもAVS基準値を統一することの困難さがうかがえる。

クラスター解析では4クラスターに区分されたが、これに地理的位置および魚類養殖実態を考慮して、県下の魚類養殖漁場を下記の3類型に区分した(図5)。

- A型; 海水交換が悪く、底質悪化が著しい漁場(相賀浦を除く五ヶ所湾)。
- B型; 養殖量が多く、やや底質悪化が認められる漁場(奈屋浦~錦、尾鷲湾)。
- C型; 海水交換がよく、底質が比較的良好な漁場(相賀浦、阿曾浦、桂城湾、賀田湾、二木島)。

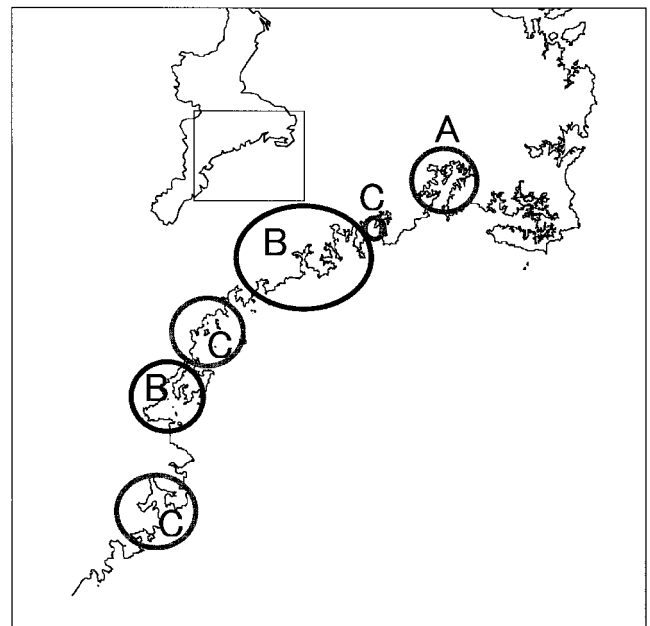


図5 魚類養殖漁場類型

それぞれの漁場類型における漁場環境管理について以下のように提案したい。

A型漁場は地形的条件から海水交換が悪く、養殖量を大幅に削減しない限り底質改善が困難、あるいは養殖量を削減しても顕著な底質改善効果が現れない可能性のあ

る漁場で、冬季には漁場を空けるなど漁場利用を抜本的に再検討する必要がある。底質のAVSは夏秋季に1.5mg/gを越えないことを当面の目標とする。

B型漁場では養殖密度の引き下げや生餌の使用制限などによって海底への汚染負荷を低減させ、漁場の持続的利用を実現すべき漁場である。底質のAVSは0.2mg/g以内を目標とする。

C型漁場では養殖量を増大する余地はあるが、当面は現状以下にとどめ、更に配合飼料の使用比率を高めて、良好環境を売り物にブランド化を目指すのが最善である。底質のAVSは現状以下に保つよう努める。

3 養殖漁場環境指標測定マニュアル

測定項目；底質のAVS（酸揮発性硫化物態硫黄）

分析方法；検知管法

測定時期；8月下旬～9月上旬（底層の環境が最も悪化する時期）

測定場所；養殖筏周辺

環境基準；最適基準はAVSが0.2mg/g以内（底生生物増殖至適範囲）

極限基準はAVSが1.5mg/gを上回らないこと（底生生物生存限界）

1) 採取準備品

- ①エクマンバージ採泥器（測定地点の水深以上のロープを取り付け）
- ②バット（40cm×30cm程度）
- ③スプーン大
- ④ビニール袋（測点数以上）
- ⑤酢酸亜鉛試薬
- ⑥保冷ボックス（氷入り）

以上を用意する。

2) 採取手順

- ①養殖漁場を代表する地点を数カ所選定し、標識を付けておく。測定地点は変更しないことを原則とする。
- ②測定地点に船を固定し、エクマンバージ採泥器によって底泥を採取する。この際採泥器に異物が咬み、水とともに底泥が流失するようならやり直す。
- ③採泥器内の底泥の層が崩れないよう注意深くバットに底泥を取り出す。
- ④ゴミが入らないよう底泥の表層1cmをスプーンで削ぐように採取してビニール袋に入れ、できるだけ空気

を入れないように密封し、保冷ボックスに入れて持ち帰る。

- ⑤残りの底泥中に底生生物が生存しているかを確認する。
- ⑥持ち帰った底泥にできるだけ早く酢酸亜鉛の粉末を1%（湿泥100gに対し1gの割合）添加し、よく攪拌した後冷蔵庫に保存する。
- ⑦保存試料をそのまま分析委託に出すか、水産技術センターの実験室を借りてAVSを分析する。

3) 分析必要品

- ①ヘドロテック－S 201L, 201H
- ②反応管およびゴム管
- ③18N硫酸溶液
- ④アスピレーターまたは吸引ポンプ
- ⑤電子天秤（0.01gまで測定できるもの）
- ⑥乾燥機
- ⑦デシケーター

⑧秤量皿

⑨葉耳

4) 分析手順

- ①試料を0.1～1gを精密に計り取り、反応管に蒸留水とともに流し込む。
- ②検知管を取り付け、18N硫酸を反応管に注入口から約1ml加え、検知管の反応がなくなるまで吸引する。
- ③検知管の反応値を読みとる。
- ④同一試料を3回以上測定し、その平均値をAVS測定値とする。
- ⑤秤量皿の風袋重量を測定した後、AVSを測定した残りの底泥を10～50g程度を秤量皿に入れ、精密に重量を測定する。
- ⑥採集試料の数だけ①～⑤を繰り返す。
- ⑦重量測定後秤量皿ごと乾燥器に入れ、90℃で24時間乾燥させる。
- ⑧乾燥後秤量皿をデシケーターに移し室温まで冷却する。
- ⑨秤量皿の重量を精密に測定する。

5) AVS測定値の計算

$$\text{AVS (mg/g)} = \frac{\text{検知管測定値} \div \text{測定試料湿重量}}{\frac{(\text{乾燥後秤量皿重量} - \text{秤量皿風袋重量})}{(\text{乾燥前秤量皿重量} - \text{秤量皿風袋重量})}}$$