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　漁場環境指標に関する調査

前年度の全漁場調査データを使用して，底泥硫化物量と底生生物現存量の関係を解析検討した。また，養殖漁場における底質と底生生物の詳細な分布状況を把握するため，二木島および礫浦において養殖筏を中心に約250m間隔で底質および底生生物を採取した（図１）。底生生物はエクマンバージ採泥器（20cm×20cm）を用いて採泥し，0.5mm目合いの篩上に残ったものを中性ホルマリンで固定して持ち帰り，更に１mm目合いで篩ったものを試料とした。底質用試料は同上エクマンバージ採泥器に外径50mm，内径46mm，長さ220mmのアクリル管を装着した横山式コアーサンプラーで採取し，コアー上部の直上水の溶存酸素量をウィンクラー法で，表層１cmの底泥を0.5mm目合いの篩を通した後，AVS (Acid Volatile Sulfide) を検知管法で，CODをアルカリ法で，90℃24時間乾燥後 TOC および TNをヤナコMT 700CN コーダーで，TPを過硫酸カリウム分解後Strickland & Parsons (1972) の方法で測定した。なお，調査日は下記のとおりである。

二木島；平成11年８月４日

礫　浦；平成11年８月５日

2　環境指標簡便測定手法の開発

漁場環境指標として最適と考えているAVSの測定において，底泥試料の採取は漁業者自身で行い，分析は外部委託することを想定して下記の項目について検討した。なお，試料は二木島，尾鷲，礫浦で適宜採取したものを用い，AVSは検知管法によって測定した。

1) 採取方法の検討

エクマンバージ採泥器を改良した横山式コアーサンプラーによる採泥を行い，コアーの表層１cm部分と採泥器内のコアー外周に残った底泥の表層１cm部分を採取し，それぞれを0.5mmメッシュの篩を通した後 AVS を３回ずつ測定し，それらの値を比較した。

2) 前処理の検討

上記と同様にコアーサンプラーおよびエクマンバージ採泥器で採取した底泥を，大きなゴミを取り除いただけのものと0.5mmメッシュの篩を通したものに分け，AVSをそれぞれ３回ずつ測定し，それらの値を比較した。

3) 試料保存方法の検討

底泥を１mmメッシュで濾過しただけのものとそれに酢酸亜鉛１％ (W/WW) 添加したものとに分け，それぞれを３～５週間冷蔵（6.3℃）および冷凍（　18℃）保存し，その間のAVS値の変化を調べた。

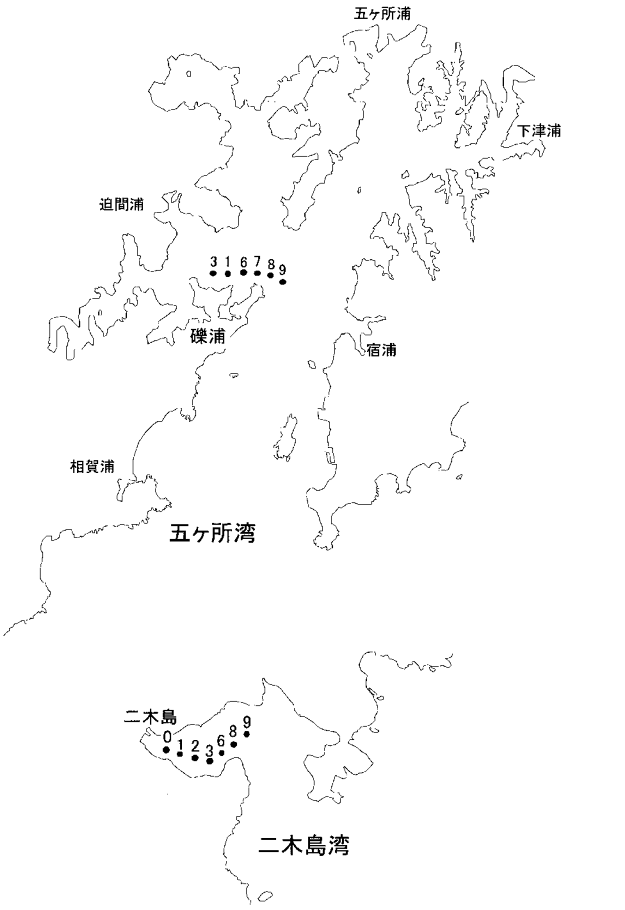

図１　底生生物調査地点

結果および考察

1　漁場環境指標に関する調査

底生生物は堆積する有機物を摂餌して物質循環を促進し，底質環境維持に大きな役割を果たしていることから，底生生物の漁場環境指標としての有効性について検討した。底生生物調査には多大な労力と専門的知識が必要であり，底生生物を指標として直接利用するのは実用的でない。そこで，測定が容易で有機物汚染の指標である底泥のAVSと底生生物の関係を検討した。1998年夏季の漁場一斉調査におけるAVSと底生生物の関係を図２に示す。全体的には底生生物はAVS値が小さいと現存量が多く，AVS値が大きくなるに従って現存量が少なくなり，AVS値が1.5mg/g以上では底生生物が生存できなくなることが明らかになった。

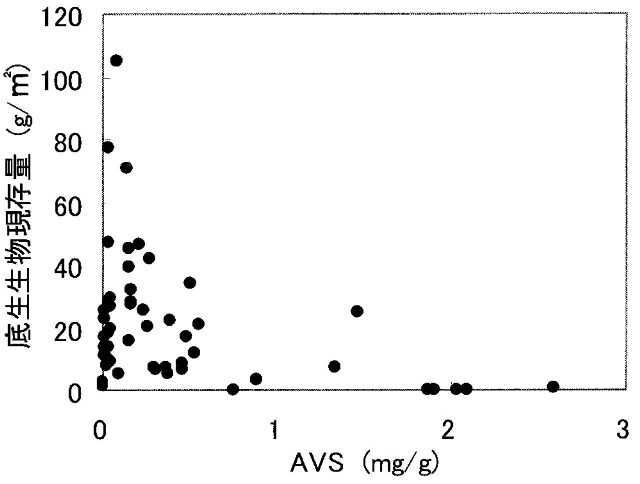

図２　底質の硫化物濃度と底生生物現存量の関係

底生生物による有機物分解速度は明らかでないが，イトゴカイ100gは３g•C/m²•dayの有機物を分解することが報告されている（堤 1995)。また，魚類養殖漁場の有機物沈積速度はおおよそ0.9g•C/m²・dayであることから（田中 1977)，30g/m²のイトゴカイが存在すれば負荷される有機物が遅滞なく分解されることになる。他の底生生物もイトゴカイとほぼ同等の有機物分解速度を有するとすると，図２のAVSと底生生物現存量の関係（AVS 0.1mg/g未満のデータを除外 y= 12.54Ln(x)+9.09）から，AVSが0.2mg/g以下であれば計算上底生生物の働きによって漁場環境は悪化することなく保持されることになる。

図２を詳細に見ると底生生物現存量はAVSが０mg/g近くでは著しく少なく，AVSが0.1mg/g前後で最も多くなるように見える。このことは底生生物はある程度の有機物負荷がないと増殖できず，魚類養殖による有機物負荷が適当な範囲内にあれば底生生物は増殖して漁場の生物相を豊かにする可能性を示唆している。そこで比較的汚染度の低い二木島漁場と汚染が進行した礫浦漁場において，養殖筏を中心にした250m間隔でサンプリングを行い，魚類養殖が底生生物の分布に与える影響について検討した。

二木島では海底直上のDOは５mg/ℓ以上存在し，漁場環境は良好に保たれていた。養殖筏直下と筏から離れた地点の底質にはTP以外それほど差はなく，魚類養殖の底質への影響はTPが蓄積される傾向にある以外明瞭でなかった（表１)。一方，礫浦では養殖筏から500m以内の地点の海底直上ではほとんど無酸素状態にあり，特

表１　二木島および礫浦漁場における底質および底生生物調査結果

漁場	St.	個体数 /0.04m²	湿重量 g/0.04m²	種類数 /0.04m²	DO mg/l	TOC mg/g	TN mg/g	TP mg/g	COD mg/g	AVS mg/g	泥分 %
二木島	0	333	0.775	27	5.1	8.3	1.07	0.72	10.0	0.08	27.7
	1(筏)	452	1.945	42	5.4	9.6	1.51	3.34	16.3	0.11	14.9
	2(筏)	279	1.048	37	5.6	7.3	1.07	1.90	10.9	0.04	16.5
	3(筏)	346	1.472	40	6.1	5.4	0.93	2.75	5.9	0.02	12.4
	6	71	0.411	26	6.0	9.0	1.21	0.60	10.7	0.03	24.1
	8	82	0.323	35	5.9	7.0	0.99	0.47	10.4	0.03	21.0
	9	65	0.290	34	5.8	8.0	1.14	0.49	10.0	0.08	28.5
礫浦	3(筏)	0	0	0	0.9	39.0	5.42	6.81	44.6	1.45	26.6
	1(筏)	3	0.003	2	0	19.7	2.82	4.12	31.9	0.68	21.5
	6	25	0.782	16	0.6	28.1	4.16	2.93	54.9	1.28	35.9
	7	201	1.504	49	0.4	6.0	1.08	1.03	6.7	0.04	7.8
	8	78	0.226	24	2.4	3.0	0.77	0.22	0.5	0.002	0.8
	9	300	1.426	47	3.5	4.2	0.81	0.30	1.8	0.02	4.8

に養殖筏から250m以内の地点の底質は筏から離れた地点に比べてTOC，TN，TP，CODが著しく高く，底生生物が少なくなっており，魚類養殖の影響が筏直下で大きいことが示された（表1）。

AVSと底生生物の分布を詳細に見ると，図3に示すようにAVSは両漁場で濃度に大きな差があり，二木島では湾奥部および水深の深い地点（St.9）で相対的に高くなっていたが，礫浦では養殖筏直下で高く筏から離れると極端に低くなっていた。一方，底生生物現存量は二木島では筏直下で多く筏から離れるほど少なかったが，礫浦では筏直下ではほとんど出現せず筏から離れた地点で多かった。筏直下のAVSは二木島では0.1mg/g以下であったのに対し，礫浦では0.7〜1.5mg/gあり，海底の汚染度の差が底生生物の現存量に表れたものと考えられる。すなわち，魚類養殖は底質を汚染する可能性もあるが，適切な漁場利用を図ることによって漁場の利用価値を高める可能性があり，その指標となるAVSが0.1mg/gを超えない範囲に保つことが望ましいと言える。

2　環境指標簡便測定手法の開発

漁場環境指標として底生生物との関係から導かれた硫化物を利用できることが示された。そこで，硫化物の測定を簡便化するため，底泥の採取方法，試料の前処理および保存方法について検討を行った。

1) 採取方法の検討

底泥のAVSの分布は鉛直的に変動するため，底泥を攪乱しないコアーサンプラーで採泥するのが望ましいが，エクマンバージ採泥器を使用した方が採泥時の煩雑さを避けることができる。そこで，コアーサンプラーとエクマンバージ採泥器による採取試料のAVS値についてt検定による有意差の検定を行った。表2に示すようにコアーおよびエクマンバージ採取試料のAVSをそれぞれ3回測定しその差異を検定したところ，エクマンバージ試料の方が高めになることが多かったものの，10試料中9試料が危険率1％以下で，1試料が危険率5％で有意な差は認められなかった。このことから，AVS測定値に与える底泥採取方法の差異は無視できるものであり，エクマンバージ採泥器を用いた採泥は可能であると考えられる。

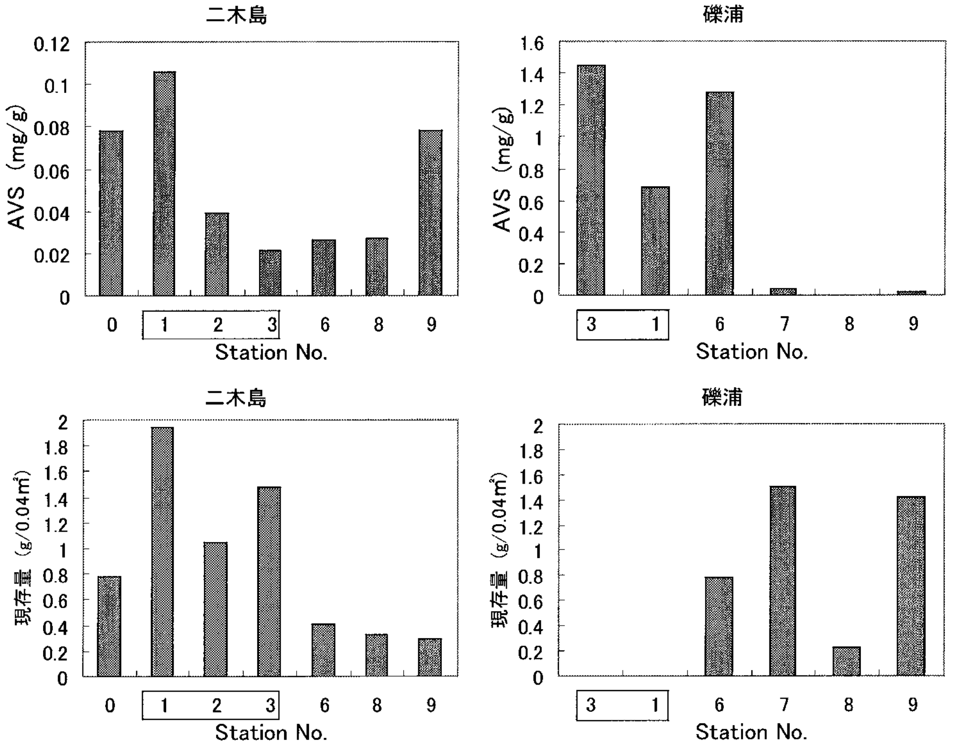

図3　二木島と礫浦における硫化物と底生生物分布状況
□内の測点は養殖筏設置地点

表２　コアー試料とエクマンバージ試料によるAVS測定値の比較

試料＼測定	コアーサンプラー 1	2	3	エクマンバージ 1	2	3	t検定による有意差
1	0.374	0.360	0.334	0.472	0.465	0.494	△
2	0.329	0.274	0.280	0.301	0.346	0.324	×
3	0.466	0.574	0.602	0.542	0.550	0.533	×
4	0.517	0.487	0.457	0.533	0.572	0.532	×
5	0.538	0.551	0.514	0.514	0.554	0.539	×
6	0.323	0.334	0.362	0.390	0.394	0.364	×
7	0.273	0.302	0.293	0.264	0.271	0.299	×
8	0.532	0.561	0.503	0.542	0.527	0.503	×
9	0.457	0.486	0.460	0.565	0.540	0.517	×
10	0.481	0.507	0.522	0.518	0.575	0.535	×

△；危険率 5％以下で有意差なし　　×；危険率 1％以下で有意差なし

2) 前処理の検討

検知管法で底泥のAVSを測定するに際しては，試料を均一化するため0.5mmメッシュの篩を通して分析に供するのが一般的であるが，漁業者にとっては煩雑な作業である。そこで，この前処理の必要性を検討するため，採取した底泥を0.5mmメッシュの篩で濾過したものと無処理のもののAVS値についてｔ検定による有意差の検定を行った。

表３に示すように0.5mmメッシュ濾過した試料と無処理の試料のAVSをそれぞれ３回測定しその差異を検定したところ，全体的に無処理の方が高めになっていたものの，10試料中９試料が危険率１％以下で，１試料が危険率５％で有意な差は認められなかった。このことから，濾過による試料の均一性の効果はそれほど大きくなく，採取した底泥は大きなゴミを除きそのまま測定試料として使用することが可能であると考えられる。

3) 保存方法

底泥をそのまま室内に放置しておくと硫化物が揮発あるいは酸化分解して減少するので，採泥後速やかに分析するのが望ましい。しかし，分析を外部委託する場合は底泥を保存しておく必要がある。そこで，底泥試料を保存するに際して，酢酸亜鉛の添加効果および冷蔵，冷凍がAVS値に与える影響について検討した。

図４にAVSが約0.5mg/gの底泥に酢酸亜鉛を底泥湿重当たり１％添加した試料と無添加の試料を市販冷蔵庫の冷蔵室および冷凍室に３～４週間保存した時のAVS値の変化を示す。無処理試料を冷蔵保存した場合，AVSは１週間後には元の80％台に減少し，その後急速に減少して２週間後には50％以下，３週間後には20％以下にまで減少した。また同試料を冷凍保存した場合，AVSは２週間後には若干減少したものの95％前後存在していたが，４週間後には60％近くに減少したものが見られた。

表３　0.5mmメッシュ濾過試料と無処理試料のAVS測定値の比較

試料＼測定	無処理 1	2	3	0.5mmﾒｯｼｭ処理 1	2	3	t検定による有意差
1	0.374	0.360	0.334	0.323	0.334	0.362	×
2	0.472	0.465	0.494	0.390	0.394	0.364	△
3	0.329	0.274	0.280	0.273	0.302	0.293	×
4	0.301	0.346	0.324	0.264	0.271	0.299	×
5	0.466	0.574	0.602	0.532	0.561	0.503	×
6	0.542	0.550	0.533	0.542	0.527	0.503	×
7	0.517	0.487	0.457	0.457	0.486	0.460	×
8	0.533	0.572	0.532	0.565	0.540	0.517	×
9	0.538	0.551	0.514	0.481	0.507	0.522	×
10	0.514	0.554	0.539	0.518	0.575	0.535	×

△；危険率 5％以下で有意差なし　　×；危険率 1％以下で有意差なし

一方，酢酸亜鉛添加試料を冷蔵保存した場合，AVSは２週間後までほとんど変化せず，３週間後に元の90％前後に減少した。同試料を冷凍保存した場合，AVSは４週間後まで減少せず若干増加した。この増加原因については不明である。

図５にはAVSが約1.2mg/g，0.6mg/g，0.05mg/gと異なる底泥を無処理または酢酸亜鉛添加して冷蔵および冷凍保存した結果を示す。AVSが著しく少ない底泥では変化が小さかったものの，全体として図４とほぼ同様の傾向が認められた。

これらのことから採取した底泥の保存には酢酸亜鉛を湿泥当たり１％添加して攪拌し，冷蔵保存する方法が実用的であるといえる。

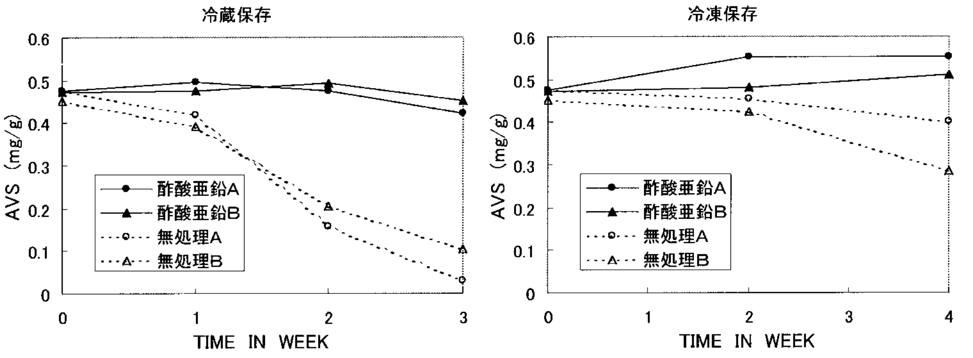

図４　底泥の保存手法の検討（１）

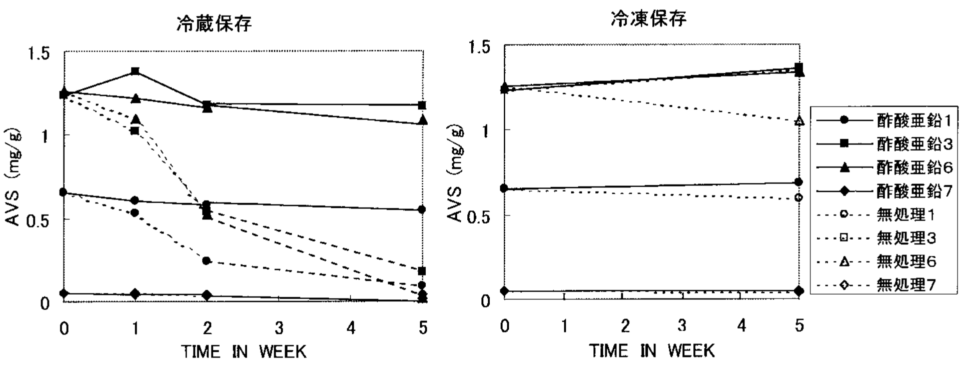

図５　底泥保存手法の検討（２）