

不稔性アオサ量産実践事業

漁場環境科 田島健司・織田純生

はじめに

海面での魚類養殖が環境に及ぼす影響について、「養殖ガイドライン1996：全国かん水養魚協会」は、魚に摂取された栄養成分（窒素・リン・有機炭素）のうち、魚体に蓄積され、最終的に取り上げられる割合は窒素、リンで25%、炭素は20%に過ぎず、摂餌された量の75～80%は尿や糞として排泄され、海水中に溶存または底泥に堆積していくと記している。また、摂餌されずに小割外に散逸する餌は投餌量の3～20%に達するとも言われている。これらを考慮すると、実際の負荷が漁場の浄化力の範囲内にあるうちはよいとしても、浄化力を超える負荷が毎年繰り返されるような漁場では、水質の過栄養化と赤潮の頻発、底質の有機汚染に伴う貧酸素水塊の発生等による漁場生産力の低下、いわゆる自家汚染が顕在化するようになる。

給餌養殖では負荷をゼロにすることは不可能であるので、餌の改良や飼育技術の改善を通じて環境への影響を可能な限り低くする努力が必要である。それには、負荷の発生を減らすための技術開発、負荷の発生に見合った浄化力の維持、さらには漁場環境を適正に管理するための浄化力の強化といった技術開発が必要である。

海藻と魚類の組み合わせ養殖、あるいは収容密度を低くして海域の自浄作用をうまく利用し、漁場の生産力の回復を図っていく環境調和型養殖の取り組みは、負荷と浄化のバランスをいかに維持していくか、あるいは海域特性に見合った環境バランスをいかに創りあげていくかを重視した、これからの養殖のあり方の一方向を示すものである。

1973年長崎県大村湾で発見されたアナアオサの不稔性変異種（以下、不稔性アオサ）は、当時からアワビやウニの餌料、あるいは富栄養化海域の窒素、リンの除去などに幅広い利用が可能であると指摘されていた。その後、クロアワビ稚貝の越冬用餌料へ

の応用や生物と海藻を混養して生産性の高い養殖を目指したフィードバック養殖（調和養殖）の研究を通じて、不稔性アオサの優れた環境浄化能力とともに餌料添加物としての効用などが明らかにされてきた。環境調和型養殖への移行が現在の課題となった今日、不稔性アオサと漁場の浄化、養殖魚の健康増進、肉質の改善など、不稔性アオサの潜在的効用に関心が寄せられるようになっている。

不稔性アオサによる溶存態窒素の回収については、「水産用水基準」におけるノリ養殖漁場の溶存態窒素濃度（DIN=0.1ppm）を指標として、現在の浦ノ内湾の漁場環境（DIN）を、このレベルまで低減させるのに除去しなければならない窒素量とそれに必要な不稔性アオサの養殖規模等の試算が既に示されている（平成5・6年度「環境浄化技術開発試験」高知県水産試験場）。本事業では、この試算に基づき、浦ノ内湾の養殖漁場において不稔性アオサを養殖し、試算の妥当性を検証するとともに魚類養殖に起因する窒素等の汚染負荷を軽減する環境調和型魚類養殖システムの構築に向けた取り組みを行った。

事業の目的

養殖漁場の浄化対策、漁場容量などに関する調査研究の総括と再検討を行うとともに、養殖漁業者自らによる不稔性アオサの量産実践による海域浄化への取り組みを指導し、環境と調和のとれた養殖による漁場の適正管理を推進することを目的に事業を実施する。

事業実施地域の概要

事業実施地域：高知県浦ノ内湾

浦の内湾は高知県のほぼ中央に位置し、海水面積10km²、周長50km、奥行8.8km、最大幅2.2kmの細長い陥落湾で、湾内は非常に静穏な海域となっている。

平成7年度の主な漁業種類別経営体数は魚類養殖47、真珠・真珠母貝養殖8、採貝184（宇佐漁協分を含む）、刺網38で、漁業種類別の生産量は魚類養殖305トン、ブリ類種苗養殖269千尾（107トン相当、タイ類種苗養殖5,863千尾（70トン相当）、アサリ415トン（宇佐漁協分を含む）、アサリ以外の貝類35.8トン、カニ類15.5トン、エビ類15.3トン、魚類11.6トンで、単位面積当たりの生産性は県下沿岸漁業平均の約8倍と非常に高い。

湾内では、昭和30年代から真珠養殖やハマチ養殖が盛んに行われているが、湾億部より湾口部が浅いという地形的な条件もあって、昭和40年代に入ると赤潮が頻発し、夏季には大規模な貧酸素水塊が発生するなど、漁業被害だけでなく環境アメニティの問題が強く指摘されるようになってきた。そのため深浦漁協では、魚類養殖に起因する汚染の軽減を図るため、昭和53年に養殖筏の位置、設置数を制限するとともに、1月から6月までは養魚を行わないという取り決めも行っている。その結果、一時は年間1,400トン近くあった魚類養殖生産量も近年では600～800トンに抑えられるようになっている。しかし、最近の都市近郊型海洋レジャーの著しい需要増にともない、浦の内湾の浄化が更に求められる状況となっている。

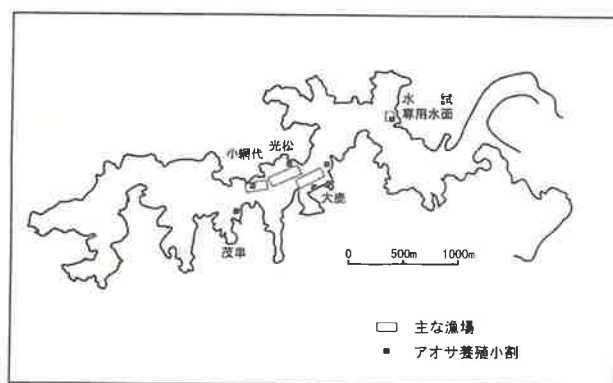


図.1 浦ノ内湾の養殖漁場

事業実績の概要

1. 検討委員会開催事業

(1) 事業主体：高知県

(2) 検討委員会による検討事項

① 不稔性アオサによる養殖負荷物質回収モデルに関する検討

② 関係者の意識改革・意識醸成に対する指導

(3) 検討委員会の構成 委員計10名

学識経験者（大学教授） 3名

漁業者代表（漁協組合長・理事） 5名

行政関係者 2名

検討委員名簿

氏名	所属・役職
大野正夫	高知大学海洋生物教育センター教授
木村晴保	高知大学農学部教授
西島敏隆	高知大学農学部教授
福本茂明	深浦漁業協同組合長
中内福実	深浦漁業協同組合理事
中平長明	深浦漁業協同組合理事
森田安英	深浦漁業協同組合理事
森田真晴	深浦漁業協同組合理事
市川 厚	須崎市役所水産課長
黒川成爾	高知県中央漁業指導所長

敬称略・順不同

(4) 検討委員会の開催実績

第1回検討委員会（平成9年1月17日）

第2回検討委員会（平成9年3月4日）

第3回検討委員会（平成9年3月26日）

(5) 検討委員会での協議内容

〔第1回検討委員会〕

主な議題と質疑

① 平成8年度の事業計画並びに進捗状況

□アオサで回収する窒素1.7トンは、葉体重量ではどれ位か（大野委員）……湿重量で約800トン。

□リンについての試算はどうか（黒川委員）……情報不足で試算にまでは至っていない。

□平成8年度のアオサ量産が順調でなかった理由は（福本委員）……決定的な理由は分からないが、気象条件、付着生物の着生が大きな要因であったと考えている。生産を安定させるため、回収方法を間引き式からバッチ式に変更したい。

□養殖に伴う負荷の削減については、「養殖方法の改善」についても試算してみたらどうか。②養殖生産量と湾内窒素現存量の関係は重要な現象。更に検討する必要がある（木村委員）……①②とも検討してみたい。

□①アオサの給餌効果は大きい、成長が悪いのはどうしてか（福本委員）。②飼料効率が良くなるのに、成長が悪くなる理由はどうしてか（木村委員）……アオサを添加することで「喰い」が悪くなる。そのため投餌量が減少し、成長が悪くなる。しかし、餌が少ないと無駄な摂餌がない分、転換効率が向上する。今後は重量志向でなく、「良い環境、質の高い魚」という方向での戦略的な販売を目指すべきと考える。投餌量の軽減は生産経費削減による経営収支の改善というメリットもある。

□平成8年は、環境が平年と違うという印象を受けるが、全国状況はどうか（事務局）……全国的に海藻の繁殖が悪い。久通のカジメ群落も消滅した（大野委員）。

□浄化対策は、組合が主導していくという姿勢が重要と考えている（市川委員）……同感

〔第2回検討委員会〕

主な議題と質疑

① 平成8年度事業の進捗状況

② マダイ及びカンパチへの不稔性アオサの添加効果について

資料説明と内容確認を主としたため、特記録事項なし。

〔第3回検討委員会〕

主な議題と質疑

① 平成8年度事業実績と今後の対応

② 本事業に関連する浄化対策事業について

□全員参加を求めて取り組んできたが、平成8年

度は組合員の積極性という点で問題が残った。種藻の配布が順番であったため、意欲が削がれた面があったかも知れない。種藻の配布は一斉に行い、みんなが同時に養殖に取りかかることを考える必要がある（福本委員）……平成9年度は養殖方法を“間引き式”から“全回収式”に変更するのに伴い、種藻の配布を4月中旬、当初に半数以上の組合員に配布したい。

□不稔性アオサの生理生態について、さらに詳細な情報を蓄積する必要がある。特に成長速度（大野委員）……成長速度、密度効果、回収速度、淡水への抵抗性、栄養塩吸収速度等について、実験の必要性は感じている。

2. 調査・解析・指導事業

環境調和型魚類養殖への脱皮を図ることにより、漁場環境を保全しつつ魚類養殖をはじめとする湾内の漁業を活性化する方策を探ることを目的として下記の事業に取り組んだ。

(1) 不稔性アオサの量産技術指導

不稔性アオサの量産に関する技術情報を提供することにより、養殖業者が不稔性アオサ養殖を安定して行えるように支援するとともに、養殖を開始するのに必要な種藻の提供を行った。また、養殖の過程で生じた問題点については、適宜解決に取り組んだ。

種藻は、水温上昇期の4月以降も増殖が不調であったため、配布は遅れ気味であったが、5月から少しずつ養殖業者（35名：実経営体数の92%）配布していった。しかし、配布した種藻も増殖率は低く、7月以降も増えた藻体を種藻の追加配布に回すという状態が続いたため、実質的な回収が行えたのは秋～初冬の短期間だけであった。収穫量は水洗・乾燥後の重量で約100kgであった。量産が不調であった大きな理由に付着生物の藻体への着性が考えられた。付着生物はカンザシゴカイ類、フジツボ類、カキが主な種類で、特にカンザシゴカイは時期を選ばず着生し、藻体が白く見えるほどの増殖状態であった。フジツボ、カキは高

水温期に周期的に発生する例が多かった。通常、不稔性アオサは網底付近を漂っているが、付着生物が着性した藻体は重くなって小割網の底に溜まり、そこでヨコエビの食害を受けたり、海水の流通が滞ることによる枯死・流出などで減少していった。平成7年度にも付着生物による被害があったことから、付着生物の着性を防止し、増殖率を確保する方策について具体的な検討が必要であると考えられる。

養殖の過程で明らかになった問題点と技術的課題は次のとおりであった。

(□：問題点、⇒技術的課題)

□不稔性アオサが小割網のなかで均等に散らばらず養殖面積が有効に利用されない。

⇒小割網の構造（十文字中仕切網、仕立て方：縮結の取り方）と筏の大きさに応じた小割網の寸法、並びに張り方

□小割網の交換作業は重労働である。

⇒小割網の交換時期と方法

⇒作業の省力化

□付着生物が着生すると、一定の成長が確保できない。

⇒藻体の洗浄方法と付着生物の除去方法

⇒藻体の回収作業のローテーション

□炎天下での攪拌作業や回収は労働強度が高くなりがちである。

⇒作業の省力化

(2) 養殖漁業周辺環境調査

平成8年4月～10月の浦ノ内湾内の環境は以下のとおりであった。

表. 2 浦ノ内湾の環境（平成8年度と平年値）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
透明度(m)							
H8	5.6	2.1	3.7	2.9	3.3	3.0	3.1
平年値	3.5	3.1	2.7	2.4	2.6	2.9	3.8
対平年比	1.60	0.68	1.37	1.21	1.30	1.03	0.82
水温(°C)							
H8	16.3	19.5	24.8	25.0	31.0	28.8	25.4
平年値	17.2	21.3	24.4	27.8	29.3	27.8	24.1
平年値との差	-1.1	-1.8	+0.4	-2.8	+1.7	+1.0	+1.3

以下に続く

塩分(‰)							
H8	33.3	27.1	31.2	27.5	32.5	32.0	32.5
平年値	28.7	27.5	26.5	26.3	28.1	27.9	29.3
平年値との差	+4.6	-0.4	+4.7	+1.2	+4.4	+4.1	+3.2
DIN(μgat/l)							
H8	1.5	2.0	2.1	7.2	1.2	1.4	0.6
平年値	4.4	3.4	4.2	9.0	3.1	3.9	4.6
対平年比	0.34	0.59	0.50	0.80	0.39	0.36	0.13
PO ₄ -P(μgat/l)							
H8	0.06	0.09	0.05	0.10	0.10	0.18	0.20
平年値	0.22	0.15	0.17	0.22	0.26	0.38	0.42
対平年比	0.27	0.60	0.29	0.45	0.40	0.47	0.48

表. 3 須崎地方の気候（平成8年度値と平年値）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
気温(°C)							
H8	12.1	18.6	22.4	26.0	26.7	23.2	18.6
平年値	14.6	18.5	21.9	25.8	26.5	23.7	18.5
日照(積算時間)							
H8	206	171	63	169	173	135	152
平年値	183	162	117	168	191	163	188
対平年比	1.13	1.06	0.53	1.01	0.90	0.83	0.81
降水量(mm)							
H8	108	262	296	149	180	166	112
平年値	259	253	399	299	325	311	171
対平年比	0.42	1.04	0.74	0.50	0.55	0.53	0.66

(平年値は1982～1996年までの月別平均値)

(高知地方気象台 高知県気象月報を基に作成)

平成8年4月～10月の湾内平均透明度は、平年値に比較して0.1～1.0m高く、植物プランクトン発生量は平年に比べると少なかったと推定される。水温は、5月は平年値より1.8℃低く、逆に8～10月は1.0～1.7℃高かった。平成8年度は平年に比べて春は低水温、夏～秋は高水温で推移したと考えられる。浦ノ内湾の塩分は降水量の影響を強く受けるため、降水量が平年並みであった5月は塩分も平年値に近かったものの、降水量が平年に比べて少なかった月は、湾内の塩分も平年より高めに推移した。4～10月の栄養塩濃度は、DINで0.6～7.2μgat/l、PO₄-Pで0.15～0.42μgat/lであり、対平年比でDIN：13～80%、PO₄-P：27～60%と例年にない低い値であった。湾内の透明度が平年より高かったのも、低い栄養塩濃度が植物プランクトンの増殖を抑制した結果であると推察された。日照時間は、4～5月は平年より

長く、7月は平年並みであったが、6・8～10月は曇天日が多く、日照時間は平年の53～90%と少なかった。

このように、平成8年4～10月の環境条件は平年との違いが大きかった。このことが藻類一般の増殖に影響し、不稔性アオサの増殖が不調に終わった要因のひとつになったのではないかと考えられる。本年の場合、不稔性アオサの養殖量は少なく、栄養塩類吸収による環境浄化への寄与は低かったと考えられる。

(3) 餌料添加物としての不稔性アオサの効果

回収した不稔性アオサの用途開発が漁業者のアオサ養殖に対する意欲の増進に必要な点から、不稔性アオサの養魚用餌料添加物としての効果について、マダイ当歳魚（中間種苗用）とカンパチ1年魚を用いて養殖業者との共同飼育試験を行った。本試験は不稔性アオサの添加効果を漁業者自らが確認し、今度の普及を促進するという意味合いから、試験は全て養殖業者の施設・養殖魚を用いて行い、試験方法も全て養殖業者の判断するところに従って実施した。

ハマチ・ブリでは、不稔性アオサの添加効果として、餌料転換効率の向上、過剰脂肪の低減、体色の明化などが確認されている。過剰脂肪の低減は増重に対しては逆効果との意見もあるが、養殖魚の品質の向上という点では好ましいものである。また、餌料転換効率の向上は投与された餌料成分の魚体への転換（＝蓄積）がより高率でなされていることを示しており、環境に対する負荷の軽減に直接結びついているという点で高く評価できる。一方、体色の明化は商品価値の向上に利点があるとともに、養殖魚の体質改善（耐病性の向上等）と何らかの関係があると期待されている。

カンパチ1年魚

カンパチ1年魚（6,000尾、1小割）に8月から12月までの5ヶ月間、不稔性アオサを外割で1%展着させたモイストペレットを断続的に与え、摂餌嗜好性、成長、生残、健康状態等の観察を行っ

た。深浦漁協では1経営体当たりの小割数を制限しているため、試験区に隣接する別経営体の同じ種苗に由来するカンパチを対照区として比較した。試験終了後の体成分と体表色は表4のとおりであった。

試験終了時の不稔性アオサ投与区と対照区では、魚体の水分含量、蛋白質含量はほぼ同じであったが、体重と脂肪含量は投与区が若干高かった。試験開始時には不稔性アオサ投与による成長率の低下が心配されたが、不稔性アオサ1%の添加でも摂餌嗜好性は変わらず、成長遅延などは認められないことが確認できた。しかし、期待された肉質の変化は明瞭には確認できなかった。体表の色（鰓蓋上の黄色帯）では、色度の差は小さかったが、明度の差は大きく、NBS単位は8.82（＝大いに違う）となり、肉眼でもその色の違いを識別することができた。

飼育期間中のへい死は両区ともほとんどなく、健康状態は良好に維持されていたと考えられた。しかし、投与区のカンパチは対照区に比べて粘液が非常に多く、体色も明瞭であったことなどを総合すると、健康状態は通常にもまして良かったと推測された。

マダイ1年魚（深浦漁協 大鹿漁場）

マダイ1年魚（20,000尾）に不稔性アオサ乾燥粉末0.4～1%を展着したドライペレット（DP）を8月から10月末まで約3ヶ月間手撒きで与えた結果について、飼育した養殖業者は次のように評価している。

- ① 魚の厚みがない感じ。腹厚くない。
- ② 特に肩のあたりがスッと細っているように見える。他の人も同じ意見。
- ③ 色は変わらない感じ（子供は良いという）。
- ④ 他の人はこれに肉が付けば、220～30gはでるという。

（注：10月上旬での試験魚は200g、同じ漁場でのトビは240g、他の業者の平均サイズは約200g）

- ⑤ 当年魚に投与するにはもったいない気がする。
(2年魚の出荷前にやればうまい魚ができそう)
- ⑥ 今年はイリドウイルスがでなかったのが、添加効果が分からなかったのが、残念。
(注：不稔性アオサの添加による耐病性の向上を強く期待している。これは、カンパチの試験に取り組んだ養殖業者も同意見であった)
- ⑦ 買う人は体長を言わず、グラム数を言うが、

内蔵などはきっと良いと思う。できたら、春に他の魚と(販売先での死亡率が)同じかを聞いてみたい。

(飼育日誌から転載。ほぼ原文のまま)

以下のように、不稔性アオサの添加効果についての養殖業者の受け取り方は好意的であり、今後の利用拡大と普及に向け一定の成果を得ることができたと考えられる。

表. 4 カンパチ1年魚に対する不稔性アオサの添加効果

区 分	不稔性アオサ添加区	対 照 区
体長(cm)	39.5~42.2 (41.4±1.1)	35.9~37.1 (36.4±0.6)
体重(g)	1,048~1,530 (1,381±194)	991~1,100 (1,035±55)
可食部水分(%)	72.1~75.5 (72.3±0.2)	72.0~72.5 (72.3±0.3)
" 蛋白質(%)	24.25~24.6 (24.4±0.2)	24.0~24.6 (24.3±0.3)
" 脂質(%)	3.2~4.0 (3.5±0.5)	3.2~3.3 (3.3±0.1)
鰓蓋骨上の黄色帯		
CIE表色系 色度	Y 30.83~35.61 (33.57±2.41)	26.63~35.87 (30.60±4.36)
	x. 0.380~0.402 (0.386±0.012)	0.351~0.395 (0.375±0.019)
	y. 0.370~0.409 (0.392±0.017)	0.354~0.394 (0.377±0.016)
Lab表色系 明度	L 61.61~65.93 (64.44±1.87)	58.25~66.27 (61.62±3.56)
	a. -2.22~2.30 (0.38±1.86)	0.67~2.10 (1.51±0.58)
	b. 21.10~39.30 (30.86±7.09)	13.64~29.81 (22.58±6.81)
NBS単位	8.82 (6.0~12.0は"大いに違う"を意味する)	

()内は平均値±標準偏差

参考資料（第2回検討会提出資料の一部）

不稔性アオサの特徴

- 九州大村湾で発見されたアナアオサの突然変異株で、周年繁殖。
- 天然のアオサと成分を比較すると……………

	不稔性アオサ	天然アオサ
粗たんぱく質	20.1%	22.1%
全窒素	3.2	3.5
粗脂肪	1.7%	0.6%
炭水化物	46.0%	39.1%
全繊維質	4.2%	4.3%
粗灰分	31.8%	18.7%
ビタミンA	3,810IU/100 g	500IU/100 g
ビタミンB	0.31mg/100 g	0.07mg/100 g
ビタミンB ₂	0.71mg/100 g	0.48mg/100 g
ビタミンC	71mg/100 g	10mg/100 g
リン (P)	157mg/100 g	80mg/100 g
鉄 (Fe)	31.0mg/100 g	5.3mg/100 g
カルシウム (Ca)	697mg/100 g	950mg/100 g
ナトリウム (Na)	6.59%	2.70%
カリウム (K)	3.99%	0.60%

不稔性アオサは、摂餌促進、成長促進効果のあるジメチルプロビオテチン (DMPT) も含有。

不稔性アオサの生理・生態的な特徴

- ① 低水温には弱い、高水温には比較的強い。至適水温は15～25℃。
- ② 乾燥には弱い。2時間も干出すると枯死。
- ③ 淡水には比較的強い。
- ④ 暗状態での生存力は強いが、光が強すぎると【日焼け】により白化する。
- ⑤ 不稔性アオサは、天然のアオサに比べてカンザシゴカイ等が着きやすい。
(葉体上にビブリオ菌等が少なく、シュウドモナス等の通性好気性菌が多い)
- ⑥ 付着生物の付いた葉は沈みやすく、生長が鈍る。
- ⑦ 葉にヨコエビが着くと生長が妨げられ、ひどい場合には食害で消失する。

不稔性アオサの養殖方法

- ☐ 仕切を入れた浅い小割網で養殖が可能。
- ☐ 夏場は直射日光が強いので日除けをする方がよい。
- ☐ 生産を上げるためには、付着生物の着生を防止することがまず第一。
付着物は増えだすと手に負えなくなるので、それらが大きくなる前に除去する必要がある。……除去は洗浄で、OK。1週間を目途にこまめに行いたい。
- ☐ 生産を上げるためには、アオサ網は養殖小割にできるだけ近く張る方がよい。
- ☐ 回収は“間引き式”より“全回収式”が良い。……種藻は回収後再配布
- ☐ 小割網はアオサにとって特殊な環境。……栽培はこまめな世話と気配り！

不稔性アオサによる窒素回収の試算

■ 養殖生産量と浦ノ内湾の環境との関係

湾内の魚類養殖生産量（トン）と湾内の溶存態窒素平均濃度（ppm）の関係

$$Y = 0.00008X + 0.065 \quad \text{但し} \quad Y: \text{浦ノ内湾の溶存態窒素平均濃度 (ppm)}$$

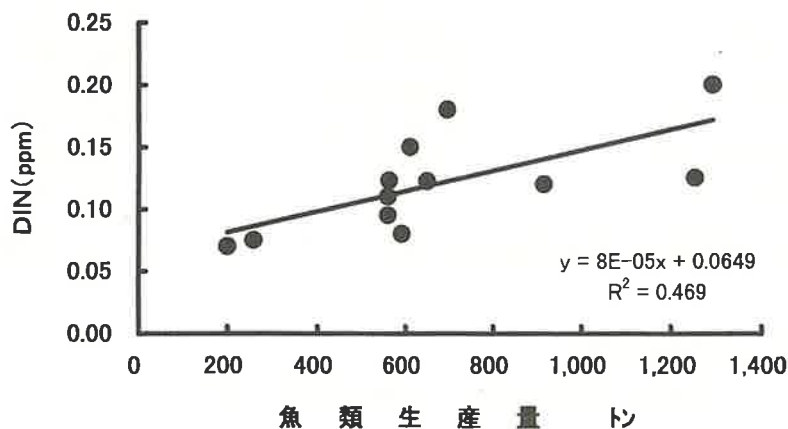
X : 魚類養殖生産量（トン）

例えば……

養殖生産量=500トン $\Rightarrow$ 湾内の溶存態窒素濃度=0.11ppm

〃 =600トン $\Rightarrow$ 〃 =0.12ppm と推測できる。

浦ノ内湾の生産量と夏季の平均DIN濃度



■ 溶存態窒素濃度から求めた窒素回収試算の一例

- ☐ 水産用水基準に示されるノリ漁場の溶存態窒素濃度は0.1ppm。
 - ☐ 養殖生産量=500トンなら湾内のDIN=0.11ppmなので……0.11ppm-0.1ppm=0.01ppm
 - ☐ 養殖生産量=600トンなら湾内のDIN=0.12ppmなので……0.12ppm-0.1ppm=0.02ppm
- 従って……

生産量 500トンなら0.01ppm

〃 600トンなら0.02ppm

これだけの窒素が除去できれば、湾内のDINは水産用水基準をクリアーできる。

ここで、湾内の窒素現存量と不稔性アオサによる窒素除去可能量は……

- ☐ 浦ノ内湾の容積: 82,162,300 m^3 $\Rightarrow$ DIN0.01~0.02ppm=窒素0.85~1.7トン。
- ☐ 不稔性アオサは、生葉で月7~8 kg/m^2 (=乾燥葉で750g) に増殖。
 $\Rightarrow$ 窒素量換算: 0.024 $\text{kg}/\text{m}^2/\text{月}$
- ☐ 養殖に必要な面積=窒素1.7トン $\div$ 12ヶ月 $\div$ 0.024 $\text{kg}/\text{m}^2 \div 5,900\text{m}^2$
 $\Rightarrow$ 養殖筏の面積とほぼ同じ

このことは、養殖筏とほぼ同じ面積で不稔性アオサが養殖できれば、浦ノ内湾のDINは水産用水基準のレベルにまで浄化可能であることを示している。

■ 養殖の負荷率から回収必要量を推定すると……

□ 養殖による負荷率

増肉係数6.4（生餌換算）、餌の窒素含量2.4%とした場合、負荷率は生産量の12～13（平均12.7）%
（平成7年度養殖ガイドライン）

□ 増肉係数は改善される方向に進みつつある。

⇒ 窒素に関する負荷率（量）は生産量の10%を目標に技術改善を！

□ 負荷された窒素のうち、

3分の1は海底に蓄積し、3分の2は海水中に懸濁・溶存して存在する。DINはそのうち60%に相当する。

⇒ 藻類を利用して回収可能な窒素量≒20トン

今後に求められること

負荷される窒素は、溶存態＋懸濁態として環境中に存在する。従って、負荷物質の回収は両者を対象として実施されなければならない。

- (1) 不稔性アオサ等で回収可能な窒素は極力回収する。
- (2) 湾内の漁船漁業の生産量を過去の水準にまで戻す努力をすること。
- (3) 地ガキ・アサリなど貝類ならびに藻類の生産維持を図ること。
- (4) 底泥への負荷削減技術開発を進め、底泥汚染の進行防止と底質改善を図ること。