

不稔性アオサ量産実践事業

漁場環境科 谷口道子 広田仁志

はじめに

浦の内湾は図1に示すように、土佐湾に面し、水面積約10km²、周長50km、奥行8.8km、最大幅2.2kmの極端に細長い形状の陥落湾である。土佐湾に面した部分は細長い半島で遮られ、静穏な海域として、真珠養殖やハマチ養殖が盛んに行われてきた。しかし、湾口は狭く浅い（幅0.4km、水深2～4m）ため、海水交流が妨げられ、貧酸素水、赤潮等が発生するなど種々の問題が生じ改善を迫られている。

このため、一時は年間1,400t近くあった年間養殖量も最近では600～800tの間に抑えられ、1月から6月までは漁場を休ませるなどの措置が取られている。

平成4年度の主な漁業経営体数は魚類養殖47、真珠養殖10、採貝（宇佐漁協分を含む）227、刺網36であり、魚類養殖560t、アサリ511t（宇佐漁協分

を含む）、カキ2.9t、カニ9.5t、エビ類1.5t、魚類24.5tと近年環境が悪化したと云われつつも、非常に高い生産性を維持している。今後適正な漁場管理と漁場環境改善策が講じられれば、浦の内湾は将来にわたって優秀な生産基地として存続、発展することが可能であると考えられる。

不稔性アオサについては溶存窒素回収による漁場改善効果と魚類、動物に対する栄養補助餌料の効果が報告されている。平成3、4年度に、中央漁業指導所において浦の内湾での生育の可能性が検討され、明るい見通しが得られた。平成5、6年度には、水産庁委託事業「藻類利用調査事業、環境浄化技術開発調査」により基礎的研究がなされた。

その結果の概要は次の通りである。

1 不稔性アオサは浮小割筏を用いておよそ1ヶ月間に1m²あたり脱水重量で4kg、乾燥重量で0.8kg、

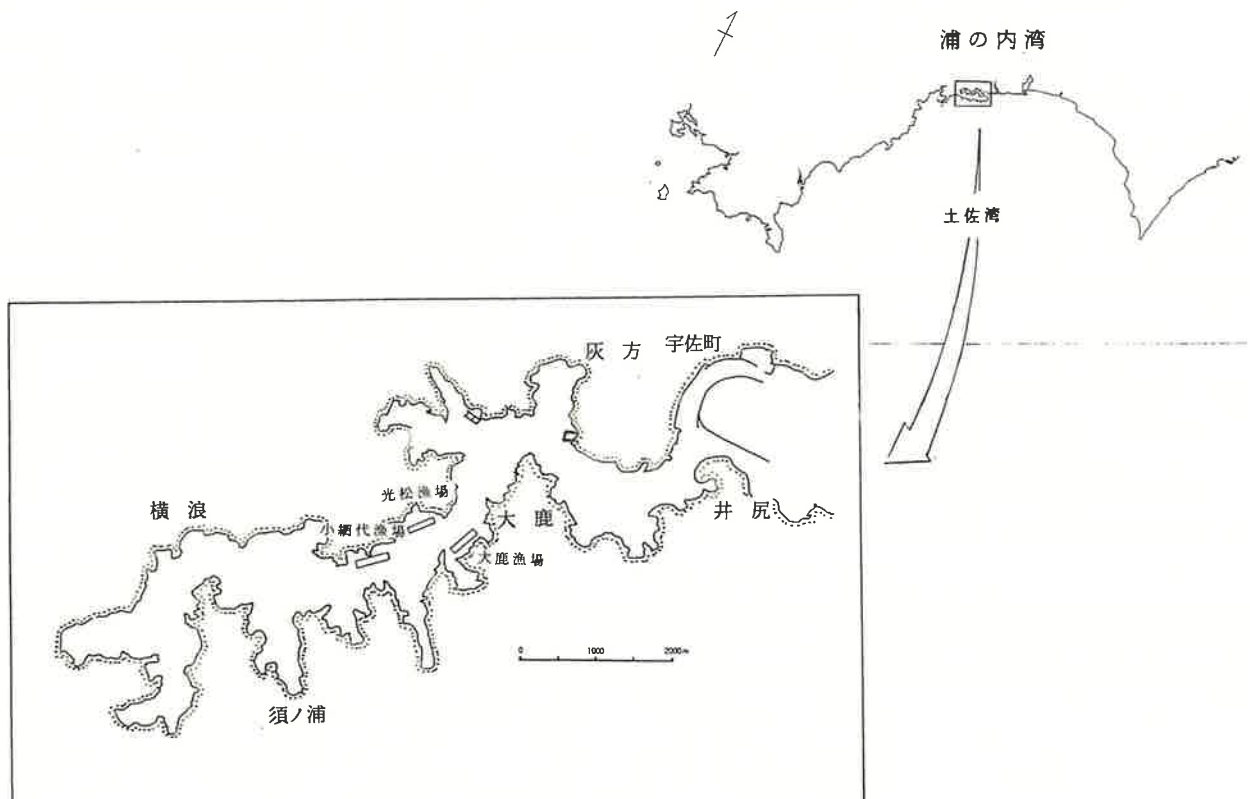


図1 浦の内湾魚類養殖漁場ならびに地ガキ垂下筏設置場所

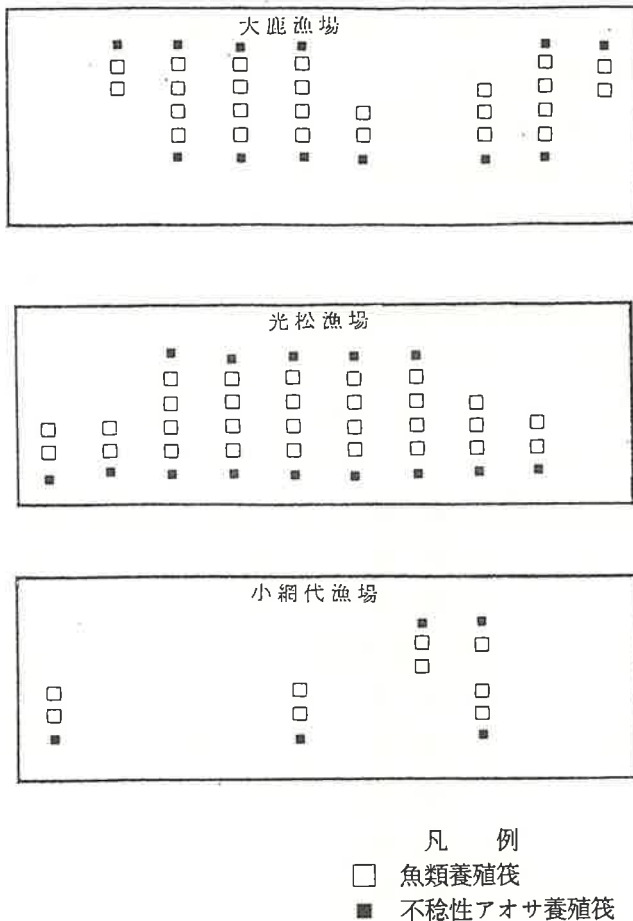


図2 養殖筏配置図

窒素量で0.024kgのオーダーで生産できた。

2 不稔性アオサは乾燥、暗条件に弱く、海辺に打ち上げられたり、海底に沈んだ場合には生存、繁殖が困難なことが明らかになった。

3 色の濃いアオサを得る方法として養殖小割網の半分の面積に遮光ネットを掛ける方法が実用的であった。

4 不稔性アオサの成分は乾燥重量20%、蛋白質19、炭水化物46、脂質2%であった。窒素量は乾燥重量の3%であった。色調の濃い藻体は窒素含有量が高くなる傾向が認められた。ミネラル、ビタミン、脂肪酸等は天然のアオサとほぼ同じであったが、蛋白質、Caが約半分、VA、VB₁、VB₂、P、Fe、Na、Kが3～6倍であった。Mgは最も豊富とされているアマノリを遙かにしのぐ高い値であった。食物繊維は31%であり、アオノリ、アマノリと同様の

高い値であった。

摂餌促進、成長促進効果のあるジメチルプロピオテチン (DMPT) が多く含まれていた。

5 浦の内湾をモデルとした不稔性アオサによる窒素回収について試算したところ、回収すべき窒素量のうち、溶存窒素については1.7から8 tである。不稔性アオサはおよそ1ヶ月間に1 m²あたり窒素量で0.024kgのオーダーで生産できる可能性が考えられたので、養殖筏とほぼ同じ面積の規模で不稔性アオサの養殖を行えば、1.7 t回収でき、D I Nに関する水産用水基準を達成できる計算になった。

また、8 tの窒素を回収するには28,000 m²で養殖する必要がある。魚類養殖漁場周辺の浮き小割筏式で6,400 m² (魚類養殖筏面積と同面積)、残りの約22,000 m²を干潟養殖とすれば 漁場利用計画上も無理のない規模である。

このように、不稔性アオサは天然アオサと異なり、周年にわたり量産することができ、一定の限定された装置、施設の中でしか増殖できないため、異常繁殖による公害のおそれもなく、溶存無機窒素 (D I N) の捕捉、回収の手段として実用性が高いことが示された。

そこで、給餌型魚類養殖と環境との調和の可能性を探るべく、浦の内湾で魚類養殖漁業を営む組合員を中心に地元である深浦漁業協同組合 (以下深浦漁協と称す) と共同研究を進めることとし、不稔性アオサ量産実践事業を実施することにした。

本事業の主な内容は (1)不稔性アオサによる窒素回収モデル検討会の開催 (試算の妥当性の検討) (2)不稔性アオサ量産技術の開発と実践 (3)効果を判定するための環境調査 (4)回収指針の作成とその有効性の検討等である。

本年度は、不稔性アオサの小割網筏を魚類養殖業者全員が設置する事を目標に、量産技術の開発、問題点の把握を行った。また、不稔性アオサによる窒素回収モデル検討会ならびに漁業者検討会を開催し、事業計画、目標の妥当性、計画の具体化について検討を重ねた。

なお本事業の一部は水産庁補助事業栽培漁業事業

化総合推進事業（養殖漁場適正配置モデル実証事業）
によった。

不稔性アオサによる窒素回収モデル 検討会の開催

以下に示すような内容で検討会を開催した。本

年度は初年度でもあり、事業の全体構想の可否、既存データの検討、今後検討すべき課題などについて討議がなされた。

1 検討委員会の開催

(1) 検討委員の構成

次表に示すとおりである。

平成7年度養殖漁場適正配置モデル実証事業検討委員名簿

氏 名	所 属	役 職 名
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	代表理事組合長
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
佐竹 稔	須崎市水産課	課 長
黒川成爾	高知県中央漁業指導所	所 長
石田善久	高知県水産試験場	場 長

(2) 開催日時

第一回検討委員会 平成8年1月23日

第二回検討委員会 平成8年2月19日

(3) 第一回検討委員会の議題

ア 養殖漁場適正配置モデル実証事業計画

イ 不稔性アオサ養殖試験結果の要約ならびに
量産実践事業進捗状況

ウ 浦の内湾をモデルとして試算した不稔性ア
オサによる窒素回収

(4) 第二回検討委員会の議題

ア 第1回検討委員会で出された検討課題につ
いての説明

① 溶存無機態窒素（D I N）と再溶出の関
係

② 浦の内湾のD I Nの年変動について

③ 浦の内湾の海水交換率について

④ ムラサキウニの餌料としての利用の可
能性について

⑤ 魚類養殖業者の学習会の結果について

イ 量産実践事業進捗状況

ウ 平成8年度事業の進め方について

不稔性アオサ量産技術の開発と実践

1 事業の目的と性格

深浦漁協、魚類養殖業者と共同して不稔性アオサ
量産技術開発試験を実施し、浦の内湾の溶存窒素の
回収を図る。

この事業の成否は量産化、企業化にかかっている。
官民一体となり、お互いの得意な部分を生かして共
同研究を行い、実用化のための問題解決や、条件整

備を進める。

また、この事業によって、環境調和型魚類養殖漁業への脱皮を図り、浦の内湾の環境を保全しつつ魚類養殖漁業をはじめ各種漁業を活性化する道を探る。

2 量産の目標（乾燥重量）

(1) 量産技術開発試験：3～12 t

(2) 浄化を目的とした場合：

試算1（DINの現状値から）：60 t

試算2（魚類養殖 500t、DTNの負荷量から）
：260 t

試算3（魚類養殖500t、一部ドライペレット使用、DINの負荷量から）：100 t

（参考 マダイの栄養剤として利用すると3万尾の養殖規模で年間 1～2 t 必要）

3 量産化のスケジュール

H 7 年度 （4 m小割網生簀 1 個 ×40名）
640㎡：乾燥重量で3 t

H 8 年度 （4 m小割網生簀 1 個 ×40名）
640㎡：乾燥重量で3 t

H 9 年度 （4 m小割網生簀 4 個 ×40名）
2,560㎡：乾燥重量で12 t

4 事業の進捗状況

(1) 組織作り

漁場毎に4グループに分け、それぞれのグループの世話役として深浦漁業協同組合理事の中から中内福実、森田定直、中平長明、森田正晴の4氏を選出し、依頼した。

深浦漁協組合長、グループ長、組合職員、組合員で構成される漁業者検討会を開催し、事業の進め方について、具体化を図った。

漁業者検討会の開催日時

第一回：平成7年4月20日

第二回：平成7年4月22日

第三回：平成7年5月17日

第四回：平成7年12月8日

第五回：平成8年1月23日

(2) 施設の準備

小割網用網地を各自2枚分ずつ配布し、各自が仕立てた。なお、事業の途中で十文字中仕切り網、エ

ンビパイプ製底枠、遮光ネット、攪拌棒を追加配布した。

(3) 種海藻配布

平成7年4月から水産試験場専用水面において、不稔性アオサの量産作業を開始し、グループの代表4名に配布する種海藻を用意した。6月21日から種海藻の配布を開始し、10月16日に配布を終了した。

(4) 養殖の経過とアオサ回収

末尾に付した不稔性アオサ量産実践事業記録に明らかなように、収穫量に個人差が大きく、殆ど生産できなかった事例が5割近くあった。漁業者がノリ養殖に不慣れなこともあり、安定した生産が得られるまでに相当の日時を要した。また、8月中は猛暑のため光傷害が生じ、種海藻に有害プランクトンが繁殖し、種海藻が溶解、消失する現象が続出した。

9月上旬から不稔性アオサの状態が回復し、種海藻の配布を再開した。

平成7年10月16日から大鹿漁場、小網代・茂串漁場、光松漁場の順に回収を開始した。回収は養殖業者が籠に入れておき、回収担当者が船で回収して回ることになっていたが、うまく実施できない場合もあった。

水洗、脱水、乾燥は専用の担当者と漁協職員の協力で行い、おおむね順調に行われた。

製品の色調は遮光ネット使用により良好であり、昨年までの問題点であった色の薄い製品はできなくなった。

付着生物については食用として利用するには問題であるが、魚類、畜産の栄養剤用にはむしろ好都合であり、事業化に際しての問題は生じない見通しである。

10月中旬から12月上旬までの約1ヶ月半で乾燥重量で約150kg収穫した。この量は本事業で当初設定した目標値の約半分、DINから試算した目標値の約4分の1である。

本年度の場合アオサ用養殖小割網の張り方に問題があり、養殖小割網の一部の面積しか生産に利用されていない事例が多かった。量産化に向けて、技術、意識の向上が課題として挙げられる。また、施設、

作業の合理化などについても、改善点が明確化された。

5 量産のために残された課題

- (1) 単位面積当たりの増産方法（4 m角網を用いての網に張り方、張る場所）
- (2) 養殖規模の拡大方法（施設、網の形状、漁場、8 m角網、浮き流し網、長方形網等）
- (3) マダイ栄養剤としての使用試験

検討委員会ならびに、漁業者検討会に
提出した資料

- 1 浦の内湾をモデルとして計算した不稔性アオサによる窒素回収（検討会提出資料1）

- 2 浦の内湾における魚類養殖と水産漁獲物との窒素収支試算例（検討会提出資料2-1、2-2）
- 3 養殖漁業、浦の内湾に関する窒素収支について（これまでの調査の要約）（検討会提出資料3）
- 4 深浦漁協における主養魚種の漁獲量の推移（検討会提出資料4）
- 5 浦の内湾中央部、夏期における環境の推移（透明度、DO、DIN）（検討会提出資料5）
- 6 浦の内湾中央部夏期における環境の推移（DIP、T-S、m-COD）（検討会提出資料6）
- 7 アオサ利用に関する情報（検討会提出資料7）
- 8 不稔性アオサ量産実践事業記録（検討会提出資料8）

浦の内湾をモデルとして試算した不稔性アオサによる窒素回収

高知県水産試験場

溶存無機態窒素量(DIN)に関する試算 DINの水産用水基準値0.1ppmを安定的に維持するには、給餌型魚類養殖を500 t 続ける前提でDINを、0.02ppm下げる必要がある。これは窒素量1.7 tに相当する。(図1)

溶存全窒素量(DTN)に関する試算

DTNの浦の内湾の最近の値は0.18~0.28ppmである。DTNの環境基準値は定められていないが、T-Nの基準値0.2ppmを準用すると平均で0.03ppm減少させれば良い。これは窒素2.6 tに相当する。(図2)

海水中の全窒素量(T-N)に関する試算 T-Nの平成5年度の値は0.27ppmであり、T-Nの基準値0.2ppmを達成するには0.07ppm減少させれば良い。これは窒素6 tに相当する。

浦の内湾における魚類養殖の窒素収支からの試算

(1) 全窒素量(T-N) ハマチ養殖生産量500 tの条件下で、年間18~72 tの窒素を回収する手段を講じれば、汚染の進行はとめられる計算である。(参考資料3 参照)

(2) 溶存窒素(DTN) 浦の内湾の海水中の窒素は、負荷された窒素の内、約3分の1は湾外へ移送され、約3分の2が懸濁物および堆積物として湾内に留まる。

ハマチ養殖から負荷される溶存物質は与えた餌の約12%と計算されている。浦の内湾で養殖されるハマチ500 tからは約12 tの溶存態窒素が負荷される。

この内3分の1が湾外へ移送されるので、残りの8 tを回収すれば良い計算になる。

不稔性アオサによる窒素回収 回収すべき窒素量を要約すると、DINに関しては1.7 t、DTNに関しては2.6 t、T-Nに関しては6 t、魚類養殖の窒素負荷のうち溶存窒素に関する試算からは8 t、全窒素負荷量に関する試算からは18~72 tとなる。

不稔性アオサは溶存窒素回収に即効性がある。懸濁性窒素に関しては逆に成長阻害を被る等弱い側面があるので、貝類の垂下養殖等別の方策によって回収する事を考える必要がある。また、残餌、排泄物等については、別途試験を実施している「養魚堆積物適正処理技術開発試験」などで処理することが適当である。

溶存窒素として回収すべき量は、1.7~8 tである。不稔性アオサを6,400㎡で養殖すれば、年間1.8 tの窒素が回収できる計算である。魚類養殖500 t生産するのにほぼ6,000㎡の小割筏の面積が使用されている。したがって、浦の内湾では、養殖筏とほぼ同じ面積の規模で不稔性アオサの養殖を行えば、DINに関する水産用水基準を達成できる計算になる。

また、8 tの窒素を回収するには、28,000㎡で養殖する必要がある。魚類養殖漁場周辺の浮き小割筏式で6,400㎡(魚類養殖筏面積と同面積)、残りの約22,000㎡を干潟養殖とすれば漁場利用計画上も無理のない規模である。

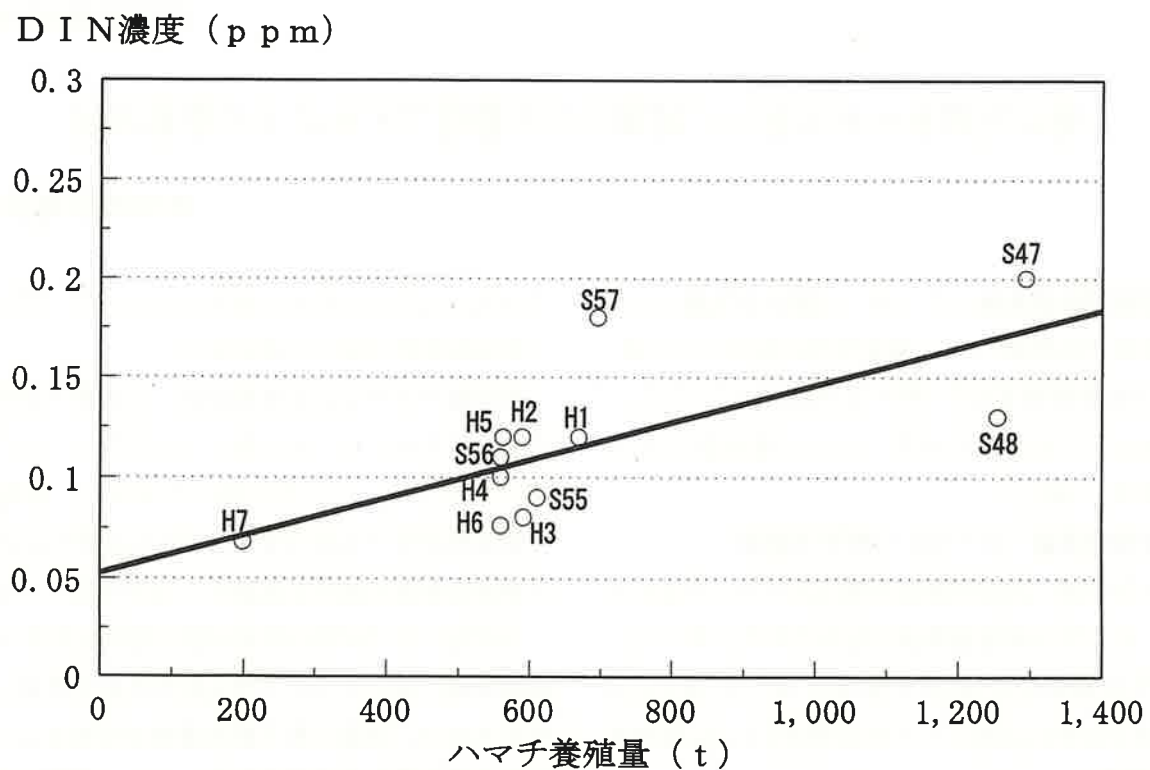


図1 ハマチ養殖量とD I Nの関係
(数値は浦の内湾全体の夏期の平均値)

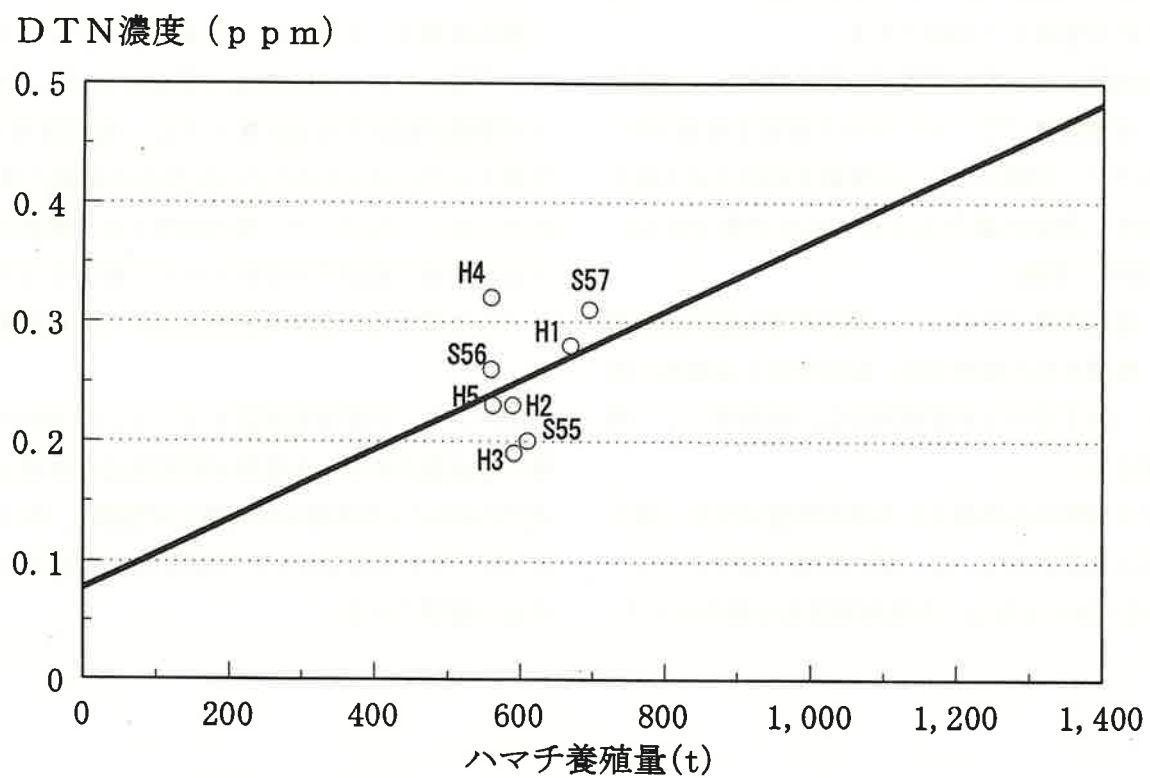


図2 ハマチ養殖量とD T Nの関係
(数値は浦の内湾全体の夏期の平均値)

浦の内湾における魚類養殖と水産漁獲物等との窒素収支試算例(その1)

1 魚類養殖からの負荷量試算の前提条件

(1) 魚類養殖量 500 t

(2) 餌からの窒素負荷量見積もり

(試算A) 窒素負荷見積もりを「与えた餌の20%」とする。

(試算B) 窒素負荷見積もりを「与えた餌の60%」とする。

(試算C) 窒素負荷見積もりを「与えた餌の80%」とする。

注1 過去の調査の結果、与えた餌に対する窒素負荷は6.2~31% (水槽実験等より)、36~77% (胃内容物、餌の逸散等より)、70~93% (年間飼料効率より) と大きなばらつきが見られる。

注2 餌はイワシとし、増肉係数8、イワシの窒素量を5.6%とする。

(試算D) 生産量1 tにつき窒素負荷を100kgと見積もる。

注1 平成6年度養殖ガイドラインより (生理的負荷率75%、餌の逸散率30%、総合で82.5%)

注2 増肉係数1.6 (湿重量換算6.4)、えさの窒素量2.4%とする。

(3) 養殖期間は5月から翌年1月までの9カ月とする。

(4) 海水交流により、浦の内湾の海水は1カ月に2分の1に希釈される。

(5) 負荷量の3分の1は底泥上に沈降して蓄積され、3分の2は海水中に懸濁、溶存し、海水交換によって希釈される。

2 魚類養殖からの窒素負荷試算例

試算例	負荷率	年間負荷量	海水交換による希釈を計算に入れた 年間負荷量
試算A	与えた餌の20%	窒素 45 t (イワシ800 t分)	窒素 18.3 t $(45/3) + (45/3 \times 2/9) \times 0.9896 = 18.3$
試算B	与えた餌の60%	窒素 134 t (イワシ2,400 t分)	窒素 54.5 t $(134/3) + (134/3 \times 2/9) \times 0.9896 = 54.5$
試算C	与えた餌の80%	窒素 179 t (イワシ3,200 t分)	窒素 72.8 t $(179/3) + (179/3 \times 2/9) \times 0.9896 = 72.8$
試算D	窒素100kg/t生産量	窒素 50 t	窒素 20.4 $(50/3) + (50/3 \times 2/9) \times 0.9896 = 20.4$

3 現在の水産漁獲物による年間窒素回収量

水産漁獲物	生産量 (t)	窒素量 (t)
アサリ (殻付き)	750	4.0
カキ (むき身)	4	0.06
魚類	10	0.1
エビ類	2	0.03
カニ類	8	0.03
ノリ	0	0
計		4

5 浦の内湾のプランクトンの窒素現存量

季節	プランクトン窒素量 (t)
夏	36 (透明度 1~2m)
冬	10 (透明度 3~5m)

4 過去豊漁時の水産漁獲物の年間漁獲量とそれによる年間窒素回収量

水産漁獲物	生産量 (t)	窒素量 (t)
アサリ (殻付き)	2800	14.9
カキ (むき身)	4	0.06
魚類	10	0.1
エビ類	10	0.16
カニ類	14	0.13
ノリ (乾燥重量)	5	0.15
計		15

6 今後の方策 (案)

- (1) 増肉係数1.6 (湿重換算6.4) を目標値として定め、魚類養殖からの窒素負荷を出来る限り小さく抑制する。(試算Dが採用できるようにする)
- (2) 水産漁獲物については、過去豊漁時の漁獲量を復元するよう条件整備を図る。
- (3) 不稔性アオサ養殖により溶存窒素の回収、カキの垂下養殖、地ガキ増殖により懸濁性窒素の回収を促進する。
 目標 不稔性アオサ養殖 50 t
 (乾燥重量、窒素1.5 t)
 カキ 400 t
 (むき身換算、窒素6 t)
- (4) 魚類養殖生産量を窒素収支のバランスの範囲内に収め、わずかに回収超過の状態を維持する。これによって、プランクトン増殖に費やされる窒素を制限し、夏の透明度をたかめる。

浦の内湾における魚類養殖と水産漁獲物等との窒素収支試算例(その 2)

1 魚類養殖からの負荷量試算の前提条件

- (1) 魚類養殖量 500 t
- (2) 餌からの窒素負荷量見積もり
- (試算 A) 窒素負荷見積もりを「与えた餌の20%」とする。
- (試算 B) 窒素負荷見積もりを「与えた餌の60%」とする。
- (試算 C) 窒素負荷見積もりを「与えた餌の80%」とする。
- (試算 D) 生産量 1 t につき窒素負荷を100kgと見積もる。

注 1 過去の調査の結果、与えた餌に対する窒素負荷は

- 6.2~31% (水槽実験等より)
- 36~77% (胃内容物、餌の逸散等より)
- 70~93% (年間飼料効率より)

と大きなばらつきが見られる。

注 2 餌はイワシとし、増肉係数 8、イワシの窒素量を5.6%とする。

注 3 試算 D は平成 6 年度養殖ガイドラインに基づく。

- 生理的負荷率 75 %
- 餌の逸散率 30 %
- 総合負荷率 82.5 %

増肉係数1.6 (湿重量換算6.4)、餌の窒素量2.4%とされている。

- (3) 養殖期間は 5 月から翌年 1 月までの 9 カ月とする。
- (4) 海水交流により、浦の内湾の海水は 1 カ月に 2 分の 1 もしくは 3 分の 1 に希釈される。

ア. 1 カ月間に 2 分の 1 に希釈されるとした場合の負荷量

(1 カ月間の海水中への負荷量を m、2 カ月間の海水中への負荷量を M₂、9 カ月間の海水中への負荷量を M₉ とする。)

$$M_1 = 1/2 m$$

$$M_2 = 1/2 (M_1 + m) = 1/2 (1/2 m + m)$$

$$M_3 = 1/2 (M_2 + m) = 1/2 \{1/2 (1/2 m + m) + m\}$$

$$M_9 = 1/2 (1/2 \times M_8 + m) = 2m \{1/2 - (1/2)^{10}\} = 0.998m$$

イ. 1 カ月間に 3 分の 1 に希釈されるとした場合の 9 カ月間の負荷量

$$M_9 = 1/3 (1/3 \times M_8 + m) = 3/2 m \{1/3 - (1/3)^{10}\} = 0.5$$

- (5) 負荷量の 3 分の 1 は底泥上に沈降して蓄積され、3 分の 2 は海水中に懸濁、溶存し、海水交換によって希釈される。

2 魚類養殖からの窒素負荷試算例

表1 魚類養殖からの窒素負荷試算例

試算例	負荷率	年間負荷量	海水交換による希釈を計算に入れた 年間負荷量
試算A	与えた餌の20%	窒素 45 t (イワシ800 t分)	窒素 18.3または16.7 t $(45/3) + (45 \times 2/3 \times 1/9) \times 0.998 = 18.3$ $(45/3) + (45 \times 2/3 \times 1/9) \times 0.5 = 16.7$
試算B	与えた餌の60%	窒素 134 t (イワシ2,400 t分)	窒素 54.5または49.7 t $(134/3) + (134 \times 2/3 \times 1/9) \times 0.998 = 54.6$ $(134/3) + (134 \times 2/3 \times 1/9) \times 0.5 = 49.7$
試算C	与えた餌の80%	窒素 179 t (イワシ3,200 t分)	窒素 72.9または66.4 t $(179/3) + (179 \times 2/3 \times 1/9) \times 0.998 = 72.9$ $(179/3) + (179 \times 2/3 \times 1/9) \times 0.5 = 66.4$
試算D	窒素100kg/t生産量	窒素 50 t	窒素 20.3または18.6 t $(50/3) + (50 \times 2/3 \times 1/9) \times 0.9896 = 20.3$ $(50/3) + (50 \times 2/3 \times 1/9) \times 0.5 = 18.6$

3 現在の水産漁獲物による年間窒素回収量

表2 現在の水産漁獲物による年間窒素回収量

水産漁獲物	生産量 (t)	窒素量 (t)
アサリ (殻付き)	750	4.0
カキ (むき身)	4	0.06
魚類	10	0.1
エビ類	2	0.03
カニ類	8	0.03
ノリ	0	0
計		4

4 過去豊漁時の水産漁獲物の年間漁獲量とそれによる年間窒素回収量

表3 過去豊漁時の水産漁獲物の年間漁獲量とそれによる年間窒素回収量

水産漁獲物	生産量 (t)	窒素量 (t)
アサリ (殻付き)	2,800	14.9
カキ (むき身)	4	0.06
魚類	10	0.1
エビ類	10	0.16
カニ類	14	0.13
ノリ (乾燥重量)	5	0.15
計		15

5 浦の内湾のプランクトンの窒素現存量

表4 浦の内湾のプランクトンの窒素現存量

季節	プランクトン窒素量 (t)
夏	36 (透明度 1~2m)
冬	10 (透明度 3~5m)

6 漁場適正管理の基本方針(案)

- (1) 増肉係数1.6(湿重換算6.4)を目標値として定め、魚類養殖からの窒素負荷を出来る限り小さく抑制する。(試算Dが採用できるようにする)
- (2) 不稔性アオサ養殖により溶存無機窒素(DIN)を回収することにより、赤潮の発生回数、発生期間の縮小を図り、カキなどの生物が夏期にも生息できる環境にする。
- (3) カキの垂下養殖、地ガキ増殖を推進することにより懸濁性有機物の回収を促進し、全窒素の減少を図る。

目標 不稔性アオサ養殖 50 t
(乾燥重量、窒素 1.5 t)

カキ 400 t
(むき身換算、窒素 6 t)

- (4) アサリ、カニ類、エビ類等の増殖場造成、養魚堆積物捕捉浄化装置の開発により、堆積性有機物の回収を促進し、全窒素の減少を図る。
- (5) 魚類養殖生産量を窒素収支のバランスの範囲内に収め、わずかでも窒素回収超過の状態にする。これによって、赤潮発生、貧酸素水塊発生の減少など漁場環境の改善を図る。

養殖漁業、浦の内湾に関する窒素収支について
(これまでの調査の要約)

1. 給餌と負荷率

- (1) 餌の散逸率(残餌率)は与えた餌の3～20%
- (2) 糞は与えた餌の5～10%
- (3) 生理学的負荷率(糞や尿、鰓からの排泄)は与えた餌の75%
- (4) 全体としての負荷率は6.2～93%

ただし、最近の常識的な認識としては60～80%が主流

平成6年度養殖ガイドライン尾形の総説によれば生理的負荷率75%、餌の平均的散逸率30%ととして全体の負荷率は82.5%

2. 餌の種類と負荷率

表1 餌の種類と負荷率

餌の種類	負 荷 率	
	与えた餌に対する (%)	ハマチ生産量に対する (窒素kg/t生産量)
ミンチ肉	7.7	10.5～21.0
解凍餌	4.2	10.5～21.0
冷凍餌	3.6	10.5～21.0
モイストペレット	4.2	10.5～18.7
シングルモイストペレット		6.9～12.1
ドライペレット		5.6～12.1

3. 増肉係数(飼料効率)と負荷率の間には直線的 関係

(養殖ガイドライン49ページ参照)

負荷率を下げるには増肉係数を下げるのが最も重要であり、そのための増肉係数目標値が定められた。

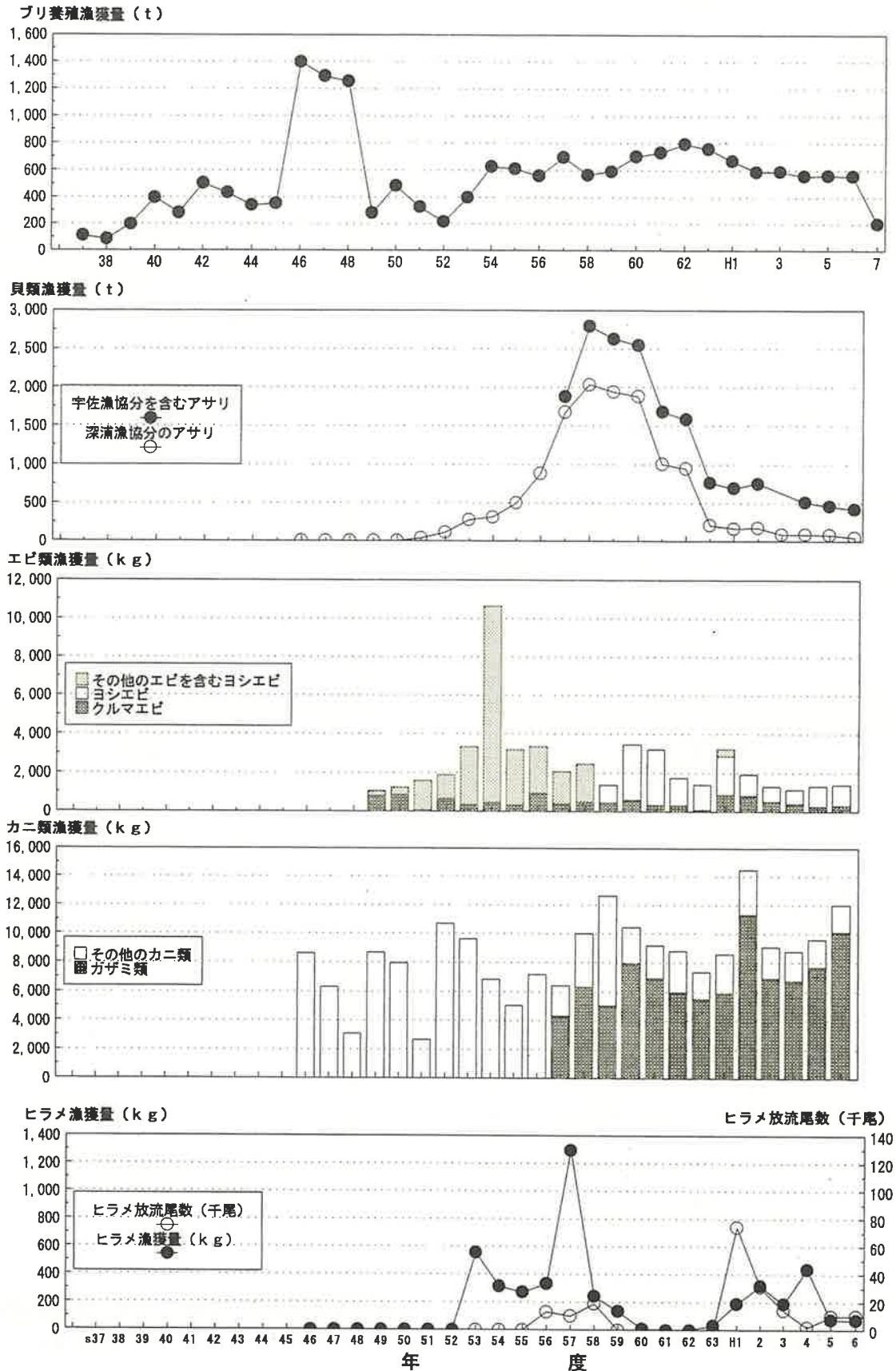
4. 浦の内湾における魚類養殖、陸域からの窒素孵化量試算

表 浦の内湾における魚類養殖、陸域からの窒素負荷量試算

事業名	魚類養殖からの 窒素負荷量(kg/年)	陸域からの* 窒素負荷量(kg/年)	合計 (kg/年)	魚類養殖の負荷率 (%)
S60、61年度 赤根対策技術開発事業	223,182 (養殖量600t) (年間給餌量から試算) (負荷率は与えた餌の80%)	49,438 (浦の内地区からの流入分 のみを試算基礎)	272,620	81.9
H元年度 浦の内湾浄化研究 調査事業 (四電技術コンサルタント)	160,126 (養殖量47万尾) (8月の給餌量から試算) (負荷率は与えた餌の45%)	44,165 (浦の内地区からの流入分 のみを試算基礎) (原報告で14,417)	204,291	78.4
H4年度 浦の内湾浄化対策協議会	160,235	81,030 (浦の内、宇佐地区からの 流入分を含む)	241,265	66.4
H7年度 魚類養殖適正配置 モデル実施事業	50,000 (養殖量500t) (負荷率は窒素100kg/生産量t)	49,438 (浦の内地区からの流入分 のみを試算基礎)	99,438	50.3

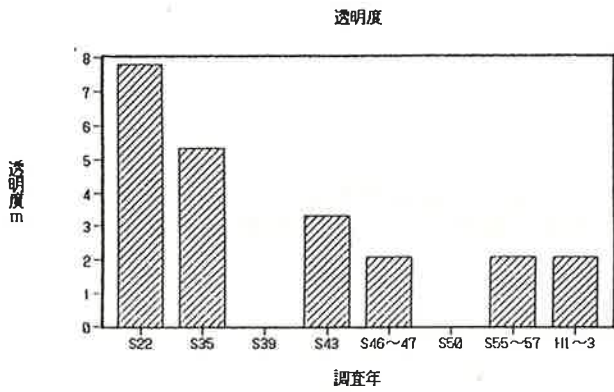
*: 陸域からの窒素負荷の内訳は、山林5.9、生活排水1.6、果樹園1.2、その他1.3%。

(検討会提出資料 4)

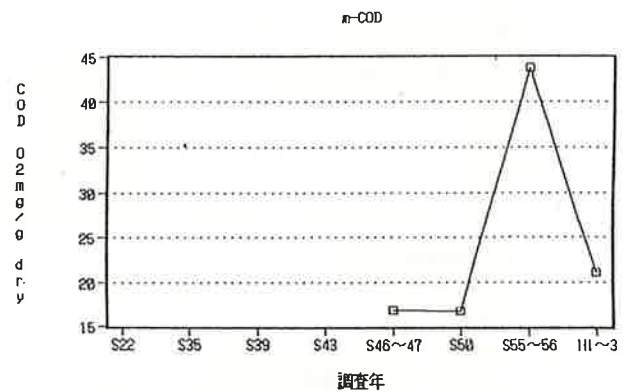
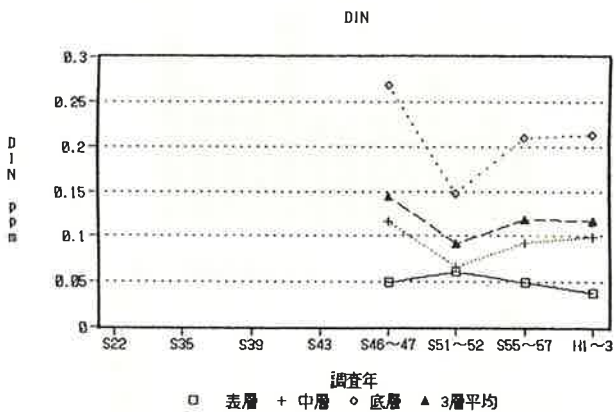
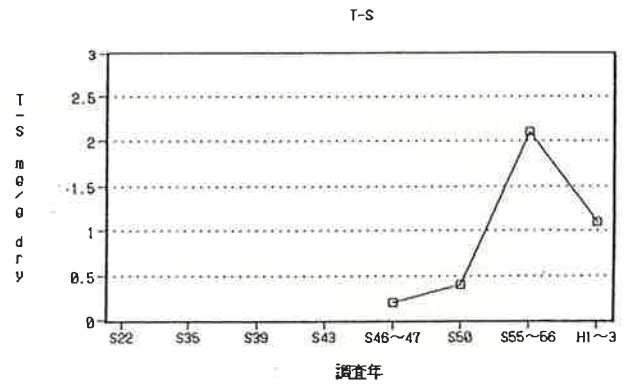
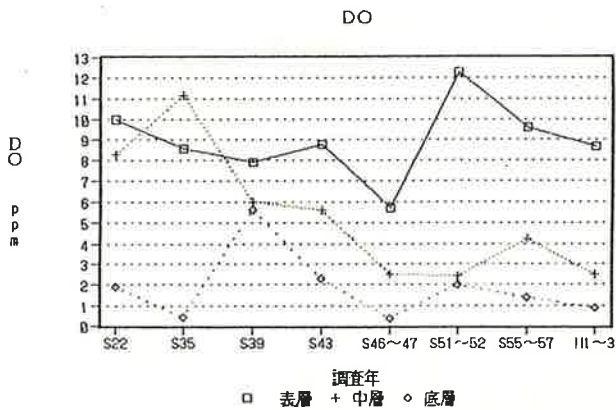
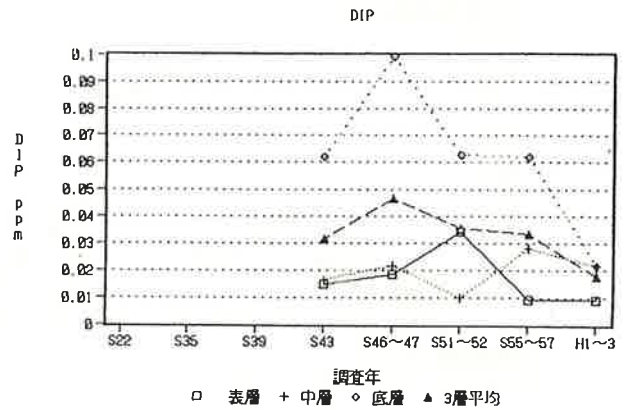


浦の内湾における主要魚種の漁獲量の推移

(検討会提出資料 5)



(検討会提出資料 6)



浦の内湾中央部、夏期における環境の推移
(透明度、DO、DIN)

浦の内湾中央部、夏期における環境の推移
(DIP、T-S、m-COD)

(検討会提出資料7)

アオサ利用に関する情報

高知県水産試験場

1. 栄養成分分析

ア. 色調の濃い物は窒素含有量が高くなる傾向が認められた。

イ. ほとんどのミネラル、ビタミン、脂肪酸等は天然のアオサとほぼ同じ含有量であったが、蛋白質、Caは天然アオサの約半分、VA、VB₁、VB₂、P、Fe、Na、Kは3～6倍であった。Mgは最も豊富とされているアマノリを遥かにしのぐ高い値であった。

ウ. 食物繊維は31%であり、アオノリ、アマノリと同様の高い値であった。

エ. 摂餌促進、成長促進効果のあるジメチルプロピオテチン(DMPT)が多く含まれていた。
(甲子園大学、中島教授)

2. 栄養食、飼料添加物

(1) 魚類の飼育結果

ア. マダイ稚魚の活力(耐貧酸素、耐干出)増加(広大、中川教授)

イ. ハマチの体色改善

ハマチの体色改善結果

実験区	明るさ (L)	赤色 (a)	黄色 (b)
0%	46.4	- 3.63	11.0
5%添加区	46.7	- 6.43	13.1
10%添加区	55.5	-13.7	20.7

ウ. ハマチ当年魚の連鎖球菌症被害減少(高知水試、増殖科)

エ. カンパチ2年魚の連鎖球菌症被害減少(宮崎県東臼杵農林水産局、清水水産 普及員)

(2) ニワトリ(高知県畜産試験場)

ア. 卵黄の黄色を増強する目的でパプリカ(赤

とうがらしの1種、輸入品800～600円/kg)を使用している。

イ. パプリカの代用品として赤シシトウを使用した。使いすぎるとトウガラシの味がでるため、他の物を探している。

ウ. 平成6年度の試験でアオサと赤シシトウ併用区で良好な結果が得られた。平成7年度も試験を継続中。

エ. 土佐ジロー用必要量(県内)年間1～5t
オ. 乾燥、粉碎して餌に混ぜるが、粉碎機は赤シシトウ用が使える。

2. 食品、食品添加物

(1) K物産

ア. 業界でオニアオサと呼んでいる。

イ. 愛知県では砂干し品が出荷されているが、下級品。

ウ. 水洗、自然乾燥または冷風乾燥(26～27℃)が必須条件。

冷風乾燥機: 300～400万円、700～800万円(5ヶ年リース有り、2坪、300kg/日処理)。

エ. 平成6年度水試試作品は色が薄い: 300～400円/kg、粉末加工品1,000円/kg。上級品は1,500円/kg程度。運送費30円/kg。

オ. 小石、砂、金属は選別機で除去できるが、ヒシ、カサネカンザシ等は比重が軽いため選別困難。

カ. スジアオノリの経験に照らすと、漁業者は水洗、乾燥までを行い、製品化と販売はノリ販売業者にまかすとよいのでは。

(2) K蒲鉾

ア. アオサを補助材料として、月10kgほど利用している。800円/kg。

イ. スジアオノリ(桜川、四万十川産)は年間

90kg使用。

- ウ. 土佐ジロー関連商品がヒットしているので、須崎特産品をノリを主体に開発したい。健康食品などのイメージアップになるようなキャッチフレーズがあれば、なお、好都合。
- エ. 合成着色料の代替品になればよい。
- オ. テンプラ、スマキ、蒲鉾用に利用の可能性有り。スマキ生産量：月産80万本。テンプラ試作品については、香り、味を好む人とそうでない人に分かれた。テンプラには使いやす

いが香りが少なくなる。

(3) その他

- ア. 餅、オカキ、ワラビモチに入れて好評。
- イ. コンニャクではアオサ入りが市販されている。
- ウ. 「アオサ入りごま塩ふりかけ」は卵黄顆粒を加える必要がある。
- エ. 健康補助食品としての粒剤化が検討されている。

3. 美容食品への利用

小網代・茂串地区

167

不稔性了才サ量産実践事業収穫記録(11月)

大鹿地区

光松地区

小網代・茂串地区

氏名	月日	11月6日	11月13日	11月17日	11月27日	月計
		収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	
1		5kg	0kg	kg	14kg	19kg
2		10	—	15	—	25
3		10	—	15	—	25
4		—	—	20	17.0	37
5		—	—	20	21.5	41.5
6		—	10		13.5	23.5
7						
8		7	5		19.5	31.5
9		7	6.6		12.0	25.6
10		7	6.6		16.5	30.1
11		7	6.6		13.5	27.1
12		10	5		22.0	37.0
13		— 5	0		0	— 5
14		—10	5		5.0	0
15						
食 用					38.5	38.5
合 計		33	44.8	70	116.0	263.8
肥 料 用						
種 用		15				15
合 計		48	44.8	70	154.5	317.3
備 考		317.3 ÷ 12 = 26.4				累計 657.3kg 累計(乾燥重量) kg

氏名	月日	11月1日	11月9日	11月15日	11月22日	11月29日	月計
		収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	
16		5kg	0kg	10kg	0kg	0kg	15kg
17		15	10	5	0	0	30
18		15	0	0	0	12	27
19		15	0	0	0	0	15
20							
21		10	0	0	0	3	13
22		10	0	0	0	5	15
23		5-15	0	0	0	0	-10
24							
25		15	0	0	0	0	15
26		0	0	10	0	0	10
27		15	15	0	20.5	7	57.5
28		10	3	10	12.2	4	39.2
29		5	0	0	8.2	8	21.2
30		15	0	0	16.5	8	39.5
食 用 合 計 計 種 用	食 用						
	合 計	105	28	35	57.4	47	272.4
	計						
備 考	種 用	15					15
	合 計	120	28	35	57.4	47	287.4
備 考		340.4÷12=20.0					累計 287.4kg
							累計 (乾燥重量) kg

氏名	月日	11月3日	11月10日	11月17日	11月24日	月計
		収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	
31		0kg	0kg	0kg	0kg	0kg
32		0	0	10	12	22
33		5	10	5	10	30
34		0	0	0	5.5	5.5
35		5	5	5	9.0	24
36		5	0	5	13.5	23.5
37		5	5	5	9	24
38		0	0	—10	0	—10
39		0	0	0	0	0
40		0	0	0	0	0
食 用						
合 計		20	20	20	59	109
肥 料 用						
種 用				10		10
合 計		20	20	20	59	119
備 考		119 ÷ 6 = 19.8				累計 104kg 累計(乾燥重量) kg
3地区累計		1,048.7kg		乾燥重量		122kg

不稔性アオサ量産実践事業収穫記録(12月)

大 鹿 地 区

氏名	月日	12月4日	12月11日	12月18日	12月25日	月 計
氏名	月日	収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	月 計
1		0kg	11kg	15kg	7kg	33kg
2		13	12	—	11	36
3		16	8	—	10	34
4		2	6	8	7	23
5		6	10	14	7	37
6		0	14		11	25
7						
8		10	14.5	8	7	39.5
9		8	10	6	4	28
10		8	10	6	4	28
11		11	10	6	4	31
12		15	13.5	14	15	57.5
13		6	0	0	0	6
14		4	7	13	8	32
15						
食 用						
合 計		99	106	90	95	390
肥 料 用						
種 用			20			20
合 計		99	126	90	95	410
備 考						累計 1,067.3kg 累計 (乾燥重量) kg

光 松 地 区

氏名	月日	12月6日	12月14日	12月20日	12月27日	月 計
氏名	月日	収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	月 計
16		17kg	20kg	17.5kg	8kg	62.5kg
17		8	9	11	4	32
18		17	14	11	7	49
19		8	9	11	4	32
20						
21		7	0	0	0	7
22		6.5	0	0	0	6.5
23		0	0	0	0	0
24						
25		—	—14	0	0	—14
26		0	0	0	0	
27		18	19	11	10	58
28		7	12	15	0	34
29		12.5	0	9	8	29.5
30		10	14	10.5	8	42.5
食 用						
合 計		111	83	96	49	339
肥 料 用						
種 用			14—14			0
合 計		111	83	96	49	339
備 考						累計 626.4kg 累計 (乾燥重量) kg

小網代・茂串地区

氏名	月日	12月1日	12月8日	12月15日	12月22日	月 計
氏名	月日	収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	月 計
31		0kg		0kg	8kg	8kg
32		18	中止	12	8	38
33		18	15	18	0	51
34		11	7	20—12	14	40
35		13	14	17—8	13	49
36		0	9.5	7	0	16.5
37		14	12	6	14	46
38		15	8	0	13	36
39		—5	5.5	0	0	0.5
40		0	5	0	9.5	14.5
食 用						
合 計		84	76	80	79.5	319.5
肥 料 用						
種 用		20—20		—20		—20
合 計		84	76	60	79.5	299.5
備 考						累計 403.5kg 累計 (乾燥重量) 46.8kg
3 地区累計			2,097.2kg	乾燥重量		243kg

不稔性了オサ量産実践事業収穫記録 (1月)

大鹿地区

光松地区

小網代・茂串地区

氏名	月日	1月8日	1月16日	1月29日	月日	月計
		収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	
1		7.0kg	6.5kg	3.0kg		16.5kg
2		6.0	6.5	8.0		20.5
3		9.0	2.5	0		11.5
4		7.0	1.5	2.0		10.5
5		6.0	8.0	0		14.0
6		11.0	4.0	2.0		17.0
7		14.0	6.0	4.0		24.0
8		17.0	11.0	0		9.0
9		17.0	11.0	0		9.0
10				4.5		14.5
11		8.0	14.0	7.0		29.0
12		0	0	0		0
13		5.0	4.0	0		9.0
食 用						
合 計		90.0	64.0	30.5		184.5
備 考						累計 1,251.8kg 累計 (乾燥重量) kg

氏名	月日	1月10日	1月17日	1月31日	月日	月計
		収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	
14		11.5kg	8.0kg	0 kg		19.5kg
15		11.5	13.0	4.5		29.0
16		8.0	7.0	3.5		18.5
17		8.0	9.0	0		17.0
18		8.0	5.0	0		13.0
19		14.0	0	0		14.0
20		0	0	0		0
21		5.0	0	0		5.0
22		14.0	6.0	0		20.0
23		19.0	5.0	0		24.0
24		20.0	0	0		20.0
25		15.0	6.0	3.5		24.5
食 用						
合 計		134.0	59.0	11.5		204.5
備 考						累計 830.9kg 累計 (乾燥重量) kg

氏名	月日	1月12日	1月19日	1月31日	月日	月計
		収量・質	収量・質	収量・質	収量・質	
26		11.5kg	6.5kg	0 kg		18.0kg
27		15.5	4.0	0		19.5
28		11.5	4.5	0		16.0
29		7.5	0	0		7.5
30		8.0	6.0	0		14.0
31		6.0	4.5	0		10.5
32		5.5	6.0	0		11.5
33		4.0	6.0	0		10.0
34		9.5	0	0		9.5
35		5.0	4.5	0		9.5
食 用						
合 計		84.0	42.0	0		126.0
備 考						累計 529.5kg 累計 (乾燥重量) kg
3地区累計		2,612.2kg	乾燥重量			kg