

# ノリ養殖高度化に関する調査

半田 亮司・岩渕 光伸・福永 剛・藤井 直幹

平成5年度のノリ養殖の特徴として、夏季の異常気象が影響して、比重が年内まで低く推移したため、秋芽生産期にはあかぐされ病の大きい被害がみられた。冷凍期に冷凍出庫後のノリの色もどりは悪かったが、冷凍生産そのものは良好であった。

漁期を通してみると、生産枚数は15.4億枚、史上最高であり、金額は196億円と平成3年度、昭和53年度について史上3位の成績であった。

## 方法および資料

### 1. 海況調査

図1に示した16点について、10月から翌年3月まで週あたり1～2回昼間満潮時に調査した。調査項目は水温、比重、無機三態窒素量（栄養塩量）およびプランクトン沈でん量である。無機三態窒素量の分析はブランルーベ社製（Traacs 800）の自動分析器を用いて、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NH}_4\text{-N}$ の合計を無機三態窒素量とした。プランクトン沈でん量は既報<sup>1)</sup>の方法により16定点のうち奇数点の8定点について調査した。水温および比重については自動観測記録で得られたデータを補完的に使用した。

### 2. 気象資料

福岡管区気象台刊行の気象月報九州農試（羽犬塚）資料を用いた。

### 3. ノリ生長、病害調査

図1に示した16定点について、海況調査に合わせてノリを採集し、芽長、芽つき、色調および病害程度について観察した。病状評価については既報<sup>2)</sup>の方法に従った。

### 4. ノリ生産統計

柳川大川、大和高田および大牟田共販漁連の共販結果をノリ生産統計として用いた。

## 結果および考察

### 1. 気象・海況

#### 1) 漁期前の気象の特徴

気温は6月下旬から平年を下回り、7月、8月、9月の月平均はそれぞれ平年より1.9℃、2.2℃、1.8℃低めに



図1 福岡県有明海におけるノリ養殖漁場および調査定点  
(□: 自動観測塔)

推移し、昭和29年と55年以来の記録的な冷夏であった。

降水量は6月から9月まで合計で1730mmと平年より60%多かった。

日照時間は7月から8月まで平年の71%と低かった。

#### 2) 採苗期～秋芽生産期（10・11月）

調査結果を図2と図3に示した。

水温は採苗日（10月1日）に22.5℃（大牟田）と平年より1℃低めで、10月上旬まで平年より1、2℃低めに推移した。中下旬は平年なみであった。11月上旬は20℃の横ばい状態が続き、平年より3℃程度高くなった。下旬に一時平年を割った。

夏季の多雨の影響により、採苗日の比重は22.5と大潮にしては低かった。6日から8日にかけて降雨があり、9日には19まで低下した。その後11月下旬まで大潮で一時的に23台まで上がったが、おおむね22の低い状態で推移し、とくに11月下旬の21日には降雨があり、22日には19.7に低下した。

漁場内でのプランクトンの発生はなく、栄養塩（窒素量）は $17\mu\text{g at}/\text{l}$ 以上で推移した。

### 3) 冷凍生産期（12月～3月上旬）

水温は暖冬傾向のため12月と1月は平年より1、2℃高めに推移した。2月以降平年なみであった。

比重は12月は21～22台と平年よりやや低めで推移した。1月以降は22～23台と平年なみに回復した。

プランクトンは2月に増殖の兆候が認められ、3月に大発生した。種類は2月は*Coscinodiscus* spp. 3月は*Ch-*

*aetoceros* spp.が優占的にみられた。栄養塩は2月まで $10\mu\text{g at}/\text{l}$ を維持していたが、3月には $10\mu\text{g at}/\text{l}$ を割った。

## 2. 養殖作業

### 1) 採苗期～秋芽生産期

支柱建ては9月中旬から本格的に始まり、作業は順調に経過し、9月24日には完了した。

採苗は10月1日（出港時刻午前6時）から開始、網の張り込みは採苗当日に完了した。ラッカサンの撤収は採苗当日から一部で始まり、4日にはほぼ終了した。網洗いは4日から開始された。網の展開は半分に分る作業が7日から部分的に始まり、本展開は13日から始まった。

冷凍入庫前に一部で人工干出操作も行われたが、低比重のため、干出過多による芽いたみの懸念から網の低く張り管理が多かった。

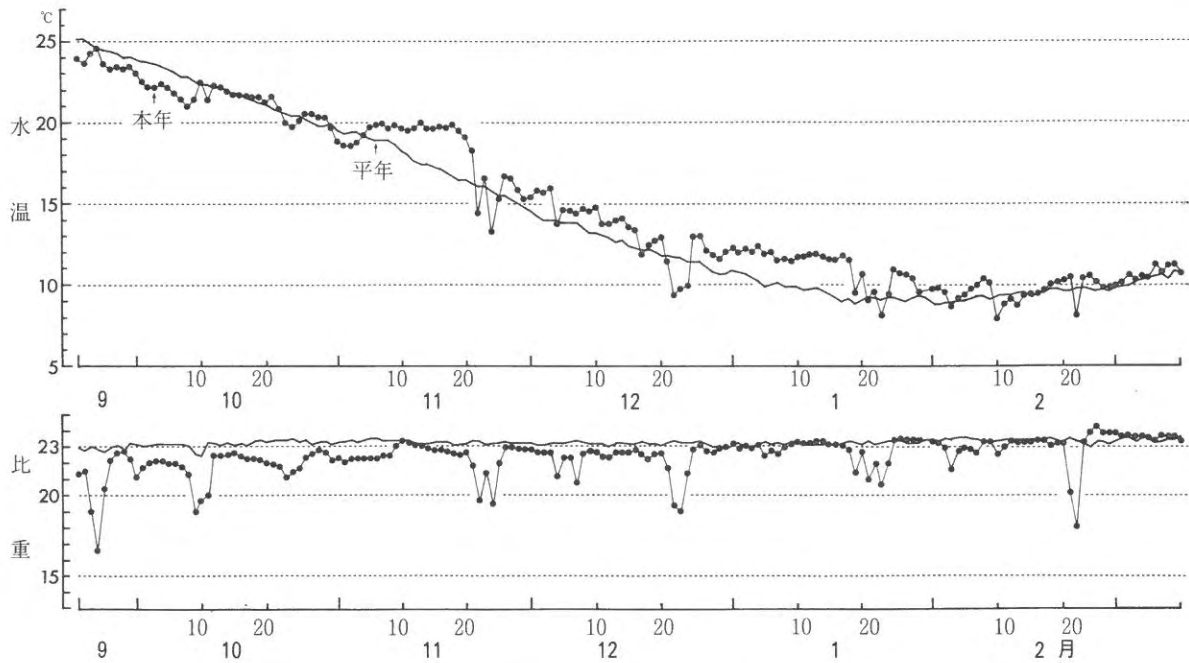


図2 平成5年度ノリ漁期における比重と水温の推移（大牟田昼間満潮時）

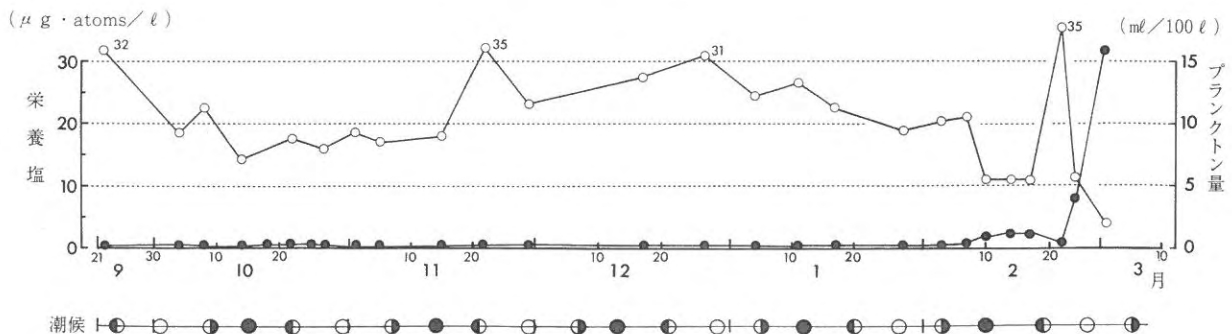


図3 平成5年度ノリ漁期における栄養塩（無機三態窒素○）濃度とプランクトン量（●）の推移

冷凍入庫は採苗からの期間が過去最も短かった平成3年と同様に早く、一部で24日から始まり、25日から本格的となった。あかぐされ病の発生をみたこともあって、作業は急ピッチで進み28日には完了した。

摘採は28日から始まり、11月4日にはほぼ1回目が終わった。

あかぐされ病の急速なまん延のため2回目摘採は5日～7日に集中してハタキが行われた。

生産量は初回と2回をあわせて小間あたり3,000～5,000枚であった。

あかぐされ対策として5日以降2.7m～3.0mの網の高張り管理が強化された。しかし7日の降雨によるあかぐされ病の被害は大きく、このため11日以降岸よりの漁場を中心に全体の約4割で網の張り替えが行われた。

3回目の摘採は12日から再開された。また張り替えられた網からは17日から摘採が始まった。あかぐされ病の進展のため19日からハタキ摘採と網の高張り管理が強化された。

11月29日までに網の一斉撤去が完了した。

## 2) 冷凍生産期

冷凍網の出庫(12月5日の組合長会で決定)12月7日(午前6時出港)から始まり、筑後川河口漁場を除いて、8日には完了した。筑後川河口漁場では比重の低下によるノリ芽の流出の懸念から網の張り込みが見合わされていたが、13日までは網は張り込まれた。

12月15日から摘採が始まり、年内に2～3回摘採された。

1月の上半にあかぐされ病と壺状菌病のため、一部で網の張り替えが行われた。

2月中旬から網の整理出庫が行われた。

3月初めに色落ちが発生したため、網の撤収が始まった。

支柱撤去は3月17日から始まり、竹は22日まで、FRPは30日までの予定であったが、23日には完了した。

## 3. のりの生長など

### 1) 採苗期～秋芽生産期

芽つきは採苗当日に「適正」が49%をしめ、2日には「適正」が55%、「あつめ」が38%と、順調な採苗状況であり、全般的には「ややあつめ」と評価された。

葉長は最大をみると18日に1.4cm、21日に4.4cmと生長はきわめて良好であった。

二次芽は6日にみられ、12日から増加した。

芽いたみは採苗直後からみられたが、全体的には軽症で経過した。

アオノリの着生は6日に初認された。12日の潮口から、部分的な枯死もみられ、全体的に着生量は少ない状況であった。

冷凍入庫前の葉体にリクモフォラ等の付着珪藻が平年に比べて多くみられた。

あかぐされ菌は25日に初認された。同日の調査ですでに複数の調査点で肉眼視された。菌の分布は柳川大川地区と河口漁場に多かった。

菌の初認時期が過去最も早かったこと、低比重および高水温といった海況の不調、冷凍入庫時の網の重ね張りとは低比重に起因する干出不足といった管理、さらに29日には低気圧の通過にともなう降雨もあり、あかぐされ病は漁場全域に急性に拡大し、とくに柳川大川地区および河口漁場では菌の大量感染状態を呈し、一部では葉体の流失の網も認められた。このため一部では網の張り替えもみられた。

30、31日には北風が卓越したこともあって、病勢は一時的に小康状態となった。

その後潮汐が小潮(7日峠)に向かうにつれて、あかぐされ病の勢力は急速に大きくなり、11月4日には漁場全域で菌の再感染がみられ、7日には低気圧の通過にともなう降雨により葉体流失などの被害が続出し、とくに岸よりの漁場で被害は激甚であった。このため全体の約4割が生産不能に陥った。

あかぐされ病は14日の大潮峠を過ぎてしばらくの間は小康状態であったが、18日から再び感染が始まり、22日には漁場全域で検鏡的に感染状態となり、被害が散見された。

壺状菌は11月8日に初認された。初認後しばらくの間、病勢は緩慢であったが、11月19日頃から農区、柳川大川地区の一部で生長不良の被害がみられた。22日の調査では大和高田と大牟田地区の河口漁場にまで菌の分布が確認された。

### 2) 冷凍生産期

冷凍網はノリのもどりが全般に悪く、一部では出庫直後に網の張り替えも行われた。

12月15日頃から摘採は始まったが、出庫時のもどりの悪い網では白化した死細胞群による枯葉の混入した製品がみられた。2回目摘採からは枯葉混入の製品は減少した。

12月末までは病害もほとんどなく、生長は順調であった。

1月始めの小潮時には河口漁場であかぐされ病、壺状菌病の進行がみられたため、一部で網の張り替えも行わ

れたが、全般的には、順調に生長した。

3月はじめに沖合いの漁場から色落ちが発生した。

#### 4. 共販

結果を表1に示した。

第1回共販（柳川大川11月16日，大和高田・大牟田19日）の製品は4，5等が中心であり，あかぐされ病のため別系統も多くみられた。

秋芽生産は2億枚（対前年比69%，対過去5年平均比67%），31.7億円（同72%，67%）であり，平均単価は15.68円であった。

冷凍生産初回入札は大和高田・大牟田共販は12月24日に実施されたが，同月21日の柳川大川共販は数量がまもらなかったため中止された。

冷凍生産は13.3億枚と史上最高であった。金額は164億円で，平均単価は12.33円であった。

平成5年度の生産は15.35億枚と史上最高，金額は196.1億円と史上3位，平均単価は12.77円であった。

## 文 献

- 1) 半田亮司：有明海湾奥における植物プランクトンの季節的消長，福岡県有明水試研究業務報告,93-97（1986）
- 2) 半田亮司：ノリ病害データの指数化について，西海区ブロック藻類・貝類研究会報第6号，水産庁西海区水産研究所（1989）

表1 平成5年度ノリ共販実績

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回
柳川大川(年月日)	5.11.16	5.12.03	6. 1.10	6. 1.10	6. 1.25	6. 2. 8	6. 2.22	6. 3. 4	6. 3.15
大和 大 牟 田	5.11.19	5.12.03	5.12.24	6. 1.13	6. 1.28	6. 2.11	6. 2.25	6. 3. 7	6. 3.18
枚数(枚)	52,688,800	24,104,000	93,591,400	79,455,000	92,759,600	92,579,200	95,727,400	38,716,400	59,819,700
単価(円)	13.11	11.40	19.00	14.95	12.18	10.89	9.02	7.57	5.92
川 金額(円)	690,670,939	274,897,739	1,778,651,790	1,188,093,871	1,129,804,695	1,007,739,289	863,409,600	292,987,384	353,905,874
大 累	52,688,800	76,792,800	170,384,200	249,839,200	342,598,800	435,178,000	530,905,400	569,621,800	629,441,500
川 計	13.11	12.57	16.11	15.74	14.78	13.95	13.06	12.69	12.04
枚数(枚)	81,392,000	26,150,600	74,678,700	180,135,600	121,460,800	113,048,500	113,390,300	47,310,700	36,476,600
大 単価(円)	17.58	13.83	24.84	14.69	11.96	9.95	8.52	6.72	5.25
和 金額(円)	1,430,905,407	361,698,257	1,854,658,140	2,646,949,103	1,452,308,442	1,125,055,746	966,476,350	317,783,101	191,436,069
高 累	81,392,000	107,542,600	182,221,300	362,356,900	483,817,700	596,866,200	710,256,500	757,567,200	794,043,800
田 計	17.58	16.67	20.02	17.37	16.01	14.86	13.85	13.41	13.03
枚数(枚)	13,353,100	4,793,100	11,909,700	23,916,600	16,046,800	15,714,200	13,872,400	3,983,900	8,140,700
大 単価(円)	25.58	15.57	28.17	15.50	12.34	10.61	9.13	7.13	5.08
牟 田 金額(円)	341,619,911	74,636,005	335,475,483	370,593,651	198,063,471	166,805,984	126,616,814	28,395,183	41,368,164
累	13,353,100	18,146,200	30,055,900	53,972,500	70,019,300	85,733,500	99,605,900	103,589,800	111,730,500
計	25.58	22.94	25.01	20.79	18.86	17.35	16.20	15.85	15.07
枚数(枚)	341,619,911	416,255,916	751,731,399	1,122,325,050	1,320,388,521	1,487,194,505	1,613,811,319	1,642,206,502	1,683,574,666
海 金額(枚)	147,433,900	55,047,700	180,179,800	283,507,200	230,267,200	221,341,900	222,990,100	90,011,000	104,437,000
区 単価(円)	16.71	12.92	22.03	14.83	12.07	10.39	8.77	7.10	5.62
合 金額(円)	2,463,196,257	711,232,001	3,968,785,413	4,205,636,625	2,780,176,608	2,299,601,019	1,956,502,764	639,165,668	586,710,107
計 累	147,433,900	202,481,600	382,661,400	666,168,600	896,435,800	1,177,777,700	1,340,767,800	1,430,778,800	1,535,215,800
計 単価(円)	16.71	15.68	18.67	17.04	15.76	14.70	13.71	13.30	12.77
計 金額(円)	2,463,196,257	3,174,428,258	7,143,213,671	11,348,850,296	14,129,026,904	16,428,627,923	18,385,130,687	19,024,296,355	19,611,006,462
前 枚数(比)	0.60	0.69	0.74	0.82	0.89	0.90	0.93	0.98	1.05
海 単価(差)	+0.86	+0.74	-0.10	+0.51	+0.54	+0.64	+0.72	+0.35	-0.17
区 比 金額(比)	0.63	0.72	0.74	0.85	0.92	0.94	0.98	1.01	1.04
前 枚数(枚)	245,763,300	293,737,700	516,469,500	811,700,700	1,006,329,100	1,240,004,700	1,445,384,400	1,456,282,200	1,456,282,200
海 単価(円)	15.85	14.94	18.77	16.53	15.23	14.06	13.00	12.94	12.94
区 度 金額(円)	3,894,308,595	4,388,297,763	9,694,372,309	13,417,445,509	15,326,894,694	17,434,881,591	18,784,505,502	18,851,370,134	18,851,370,134



# 地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業

## ノリのプロトプラスト種苗の利用による地域に適合した新品種の開発—II—

岩淵 光伸・藤井 直幹

昨年度までの研究によって、ノリのプロトプラストは陸上植物の培養細胞に比較して各種薬剤に対する感受性が低いことが判明した<sup>1,2)</sup>。このためノリの場合、陸上植物で数多く作出されている薬剤耐性株、特に抗生物質耐性株の作出はかなり難しいものと考えられた。しかし除草剤の成分であるN-フォスフォノメチルグリシンについては感受性が認められた。そこで今年度は、N-フォスフォノグリシン耐性株の作出試験を行った。また今年度も陸上植物で薬剤耐性株が作出されている薬剤のうち、抗生物質を除いたものについてノリプロトプラストの感受性を調べた。

種々のストレスを与えながらプロトプラストを葉体に再生させ、その中で生長が優れた個体を選抜すれば、そのストレスに対して抵抗性が強い株を開発することが可能であると考えられる。そこで有明海での要望が大きい低塩分ストレスについて、そのスクリーニングに適した塩分濃度を検討し、生長の優れた個体を選抜したので報告する。また再生個体中に色素変異体が発見され、分離に成功したので併せて報告する。さらに、紫外線を照射することによって積極的に突然変異を誘発し、生長や色調に優れた個体やストレス耐性を有する個体を作成することが可能かどうか、検討を加えた。

### プロトプラスト再生スクリーニング系の開発

#### 1 プロトプラストの培養ストレスに対する感受性の検討

ノリのプロトプラスト再生系を利用して薬剤耐性株、環境ストレス耐性株を効率良く作出するためには、適切な強度のストレスをノリのプロトプラストに与えなければならない。すなわち、ストレスが弱すぎると多くの個体が生残してしまい、耐性を獲得した個体のみをスクリーニングすることができない。また逆にストレスが強すぎる場合には、耐性を獲得した個体さえも死滅してしまい、やはりスクリーニングは不可能となる。つまり、ストレス耐性を獲得した個体のみが生き残り、ストレス耐性を獲得していない個体は死滅するストレス強度を明らかにすることが、ストレス耐性株の効率的な作出には不可欠

である。そこで効率的なストレス耐性株のスクリーニング系を開発するために、各種ストレスに対するノリプロトプラストの感受性を検討した。

### 材料および方法

#### プロトプラストの単離と培養

プロトプラストを単離するための母藻となるノリ葉体は、1993年10月1日に採苗後、有明海柳川市地先の試験漁場で養殖し、10月30日に冷凍保存したスサビノリ葉体を用いた。酵素処理を行う24時間以上に葉体を20℃の滅菌海水中で解凍し、傷みが少ない個体を選別して実験に供した。プロトプラスト単離のための酵素処理は、まず1.0%パパイイン溶液で30分間振とうし、滅菌海水でよく洗浄した後、0.1%アルカリヘミセルラーゼ溶液で2～3時間振とうして行った。

単離したプロトプラストは常法にしたがって洗浄し、アガロース1.2%を含むSWM-Ⅲ改変培地と混和させ、シャーレ中に広げた。供試する濃度の薬剤を含むSWM-Ⅲ培地を別に作成し、固化したアガロース培地上に重ねた。培地に添加する抗生物質はペニシリンGカリウムのみ（濃度0.01mg/ml）とした。また培養には底面にグリッドがあるカウントシャーレを用い、生残再生個体の計数はあらかじめ印を付けておいたグリッド中の個体数で求めた。培養は、温度20℃、照度2000lx.、日長周期10L14Dでおこなった。

通気培養（ビーズ培養）の場合には、シャーレ中に一旦アガロース培地を広げ、十分に固化した後アガロース培地をシャーレからはがして、1lのESS培地に浮遊させ、枝付きフラスコで通気培養した。

#### (1) 薬物に対する感受性の検討

##### 1) アミノ酸アナログに対する感受性の検討

フルオロフェニルアラニンのアナログであるp-フルオロフェニルアラニンと、トリプトファンのアナログであるN-メチル-L-トリプトファンのノリプロトプラストに対する感受性を検討し、再生に及ぼす影響について調査した。

a p-フルオロフェニルアラニン

p-フルオロフェニルアラニン濃度を0, 1, 10, 100, 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の5段階に調整した液体培地10mlを重層してプロトプラストを培養し、生残率と再生形態を調べた。各濃度毎に2枚のシャーレで培養を行い、生残率はそれぞれの生残率を平均して求めた。

b N-メチル-L-トリプトファン

N-メチル-L-トリプトファン濃度を0, 1, 10, 100, 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の5段階に調整した液体培地10mlを重層してプロトプラストを培養し、生残率と再生形態を調べた。各濃度毎に2枚のシャーレで培養を行い、生残率はそれぞれの生残率を平均して求めた。

2) 核酸塩基アナログに対する感受性の検討

アザグアニン及びアザウラシルのプロトプラストに対する感受性を調べた。

a アザグアニン

実験1

アザグアニン濃度を0, 1, 10, 100, 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ に調整した液体培地10mlを重層してプロトプラストを培養し、生残率と再生形態を調べた。各濃度毎に2枚のシャーレで培養を行い、生残率はそれぞれの生残率を平均して求めた。

b アザウラシル

実験1

アザウラシル濃度を0, 1, 10, 100, 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ に調整した液体培地10mlを重層してプロトプラストを培養し、生残率を調べた。

実験2

アザウラシル濃度を0, 100, 200, 300, 400, 500  $\mu\text{g}/\text{ml}$ に調整した液体培地10mlを重層してプロトプラストを培養し、生残率を調べた。

(2) 環境ストレスに対する感受性の検討

1) 低塩分に対する感受性の検討

平成3・4年度に行った低塩分感受性試験では、低塩分に調整した液体培地をアガロース培地上に重ねて静置培養した。しかし液体培地の塩分濃度を極めて低く設定しても、ノリのプロトプラストは高い生残・分裂率を示したため、スクリーニング系として利用できないことが明らかとなった<sup>1,2)</sup>。そこでビーズ培養法によってプロトプラストを葉体に再生させ、生長過程で低塩分ストレスを付加し、葉体の生長度でスクリーニングすることによって低塩分耐性を獲得した系統が作出できるのではな

いかと考えた。そこでまず今年度は、アガロースビーズ培養によるスクリーニングに適した培地の塩分濃度を検討した。

実験1

93年度に養殖したスサビノリ(品種名 福岡1号)を材料にプロトプラストを単離して、アガロース培地にプロトプラストを固定した。そのまま低塩分培地にプロトプラストをさらすと破裂するため、それを避けるために通常の塩分濃度の2層培地による静置培養を1週間行い、細胞壁を再生させた。その後蒸留水で10/10, 9/10, 8/10, 7/10, 6/10, 5/10に希釈して塩分濃度を下げた海水で作成した1lのESS培地にアガロース培地ごと浮遊させ、ゆっくりとアガロース培地が回転する程度の通気を与えて培養を行った。

実験2

93年度に養殖したアサクサノリ(品種名 有明1号)を材料にして、実験1と同様の試験を行った。

結果および考察

(1) 薬物に対する感受性の検討

1) アミノ酸アナログに対する感受性の検討

a p-フルオロフェニルアラニン

培養開始後30日目における各試験区の生残率を図1に示した。いずれの濃度においても対照区と比較して生残率に差は認められず、再生形態についても違いは認められなかった。以上の結果から、ノリのプロトプラストはp-フルオロフェニルアラニンに対して感受性ではないと考えられた。

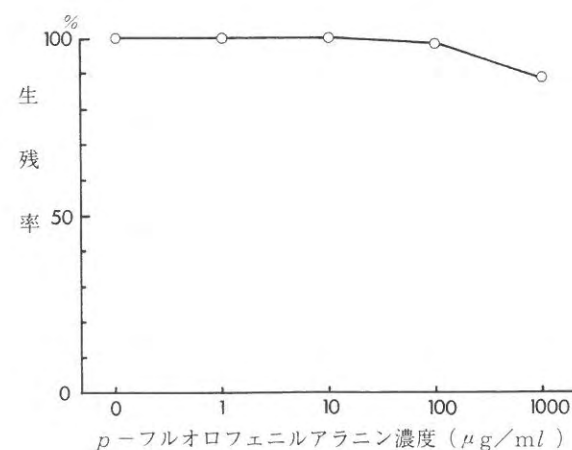


図1 p-フルオロフェニルアラニン濃度別のノリプロトプラストの生残率(培養30日目)



b N-メチル-L-トリプトファン

培養開始後30日目における各試験区の生残率を図2に示した。1, 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の低濃度区では60%程度の生残率を示し、再生形態にも対照区との差は認められなかった。100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 区では生残率は30%と低くなった。また再生形態は、生残しているすべての個体が2次芽を発生していないカルス状であった。1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 区では生残個体は全く認められなかった。以上の結果から、ノリのプロトプラストはN-メチル-L-トリプトファンに感受性であり、100~1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の濃度の間に致死濃度が存在すると考えられた。

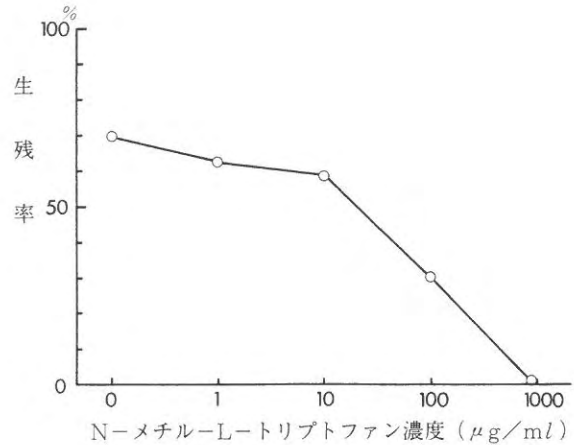


図2 N-メチル-L-トリプトファン濃度別のノリプロトプラストの生残率(培養30日目)

2) 核酸塩基アナログに対する感受性の検討

a アザグアニン

培養開始後20日目における各試験区の生残率を図3に示した。いずれの濃度においても対照区と比較して生残率に差は認められず、再生形態にも違いは認められなかった。以上の結果から、ノリのプロトプラストはアザグアニンに対して感受性がないものと考えられた。

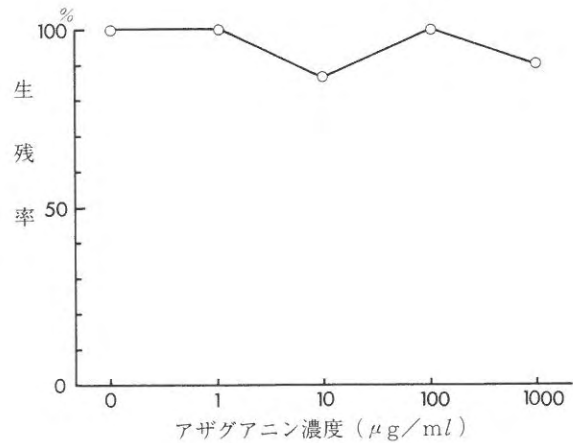


図3 アザグアニン濃度別のノリプロトプラストの生残率(培養20日目)

b アザウラシル

実験1

培養40日目における生残率を図4に示した。濃度10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ では高い生残率を示したが、100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ では5%未満の低い生残率となった。1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ では生残個体は全く見られなかった。表1には0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ と10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 試験区における再生個体の形態を2次芽の分化が見られる個体と、分化が見られない個体とに分けた場合のそれぞれの出現率を示した。10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ では再生個体のほとんどで2次芽分化が見られず、0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ とは大きな差異が認められた。このことは、アザウラシルは濃度10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ では致死的な影響を与えないが、分化機構などの生理面については何らかの影響を及ぼしていることを示唆するものである。

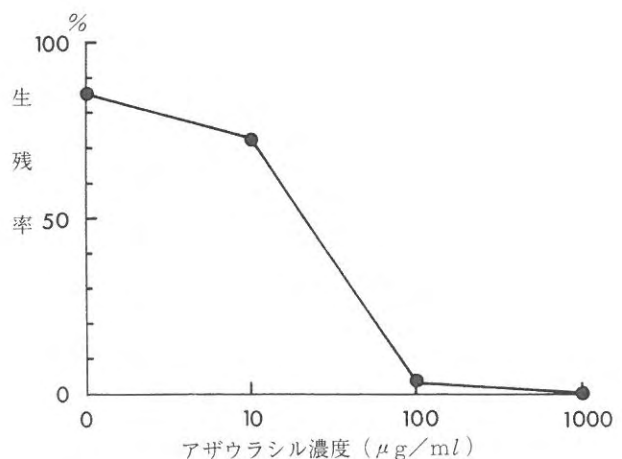


図4 アザウラシル濃度別のノリプロトプラストの生残率(培養40日目)

表1 アザウラシルを含む培地中のノリプロトプラストの再生形態

アザウラシル濃度	2次芽発芽(%)	2次芽未発芽(%)
0 $\mu\text{g}/\text{ml}$	67.9	32.1
10 $\mu\text{g}/\text{ml}$	6.4	93.6

## 実験2

培養31日目における各濃度別の生残率を図5に示した。300 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の濃度では生残個体は全く認められなかった。また100・200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の試験区で認められた生残個体の多くは2細胞ないし4細胞で、色調も薄く、良好に生長していると判断される個体は少なかった。したがって、そのまま培養を続ける事によってそれらのほとんどは死滅するものと推察された。

以上の結果から、ノリのプロトプラストはアザウラシルに感受性で、その耐性株のスクリーニングには濃度300 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ~500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ が適当であると考えられた。

また200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の試験区では、先ほど述べたようにほとんどの個体が4細胞以下であった。しかし、対照区に比べると生長は非常に悪いものの、中には細胞数を増加させている個体が確認された。これらの個体はアザウラシルに対する抵抗性が強いことも考えられるので、通気培養によって葉体に再生させ分離した。

### (2) 環境ストレスに対する感受性の検討

#### 1) 低塩分に対する感受性の検討

##### 実験1

各希釈海水の塩分濃度実測値を表2に示した。通気培養を開始して40日経過した時点における、各希釈培地別の最大葉長群10個体の葉長と葉長葉幅比の平均を表3に示した。海水を7/10以下に希釈した試験区では、8/10以上の試験区に比較して著しく生長が悪くなった。最大の生長を示したのは8/10希釈培地であった。また葉長葉幅比が最大で細葉となったのは9/10希釈培地であった。5/10希釈培地では生長が悪いだけでなく、葉体の形態に異常が認められた。すなわち、すべての個体に縮れやくびれ、細胞の多層化という現象が見られた。6/10希釈培地では、葉体に縮れ等の異常が一部認められたが、次世代のプロトプラストを作出するのに十分な生長を示した。これらのことから、低塩分耐性株の一次選抜には6/10に希釈した培地を使用するのが適していると考えられた。

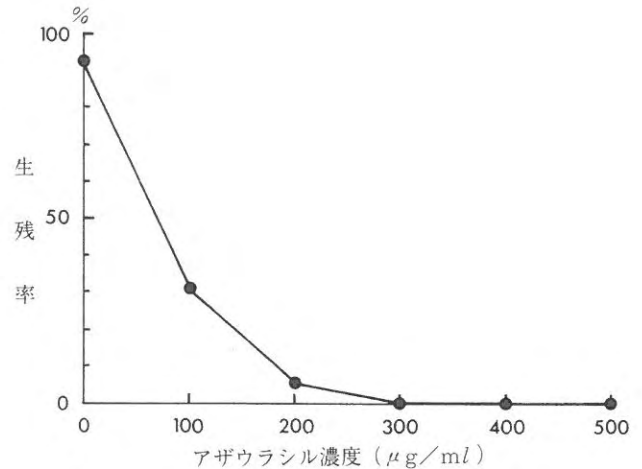


図5 アザウラシル濃度別のノリプロトプラストの生残率(培養31日目)

表2 海水希釈割合別の塩分濃度

希釈割合	塩分濃度
5 / 10	14.4
6 / 10	17.2
7 / 10	20.0
8 / 10	22.6
9 / 10	25.3
10 / 10	28.5

表3 各希釈培地におけるプロトプラスト再生葉体10個体の葉長と葉長葉幅比の平均(培養40日目)

希釈割合	葉長 (mm)	葉長葉幅比
5 / 10	3.2	3.1
6 / 10	32.1	6.3
7 / 10	48.3	12.4
8 / 10	120.3	15.6
9 / 10	118.0	20.7
10 / 10	90.3	13.7

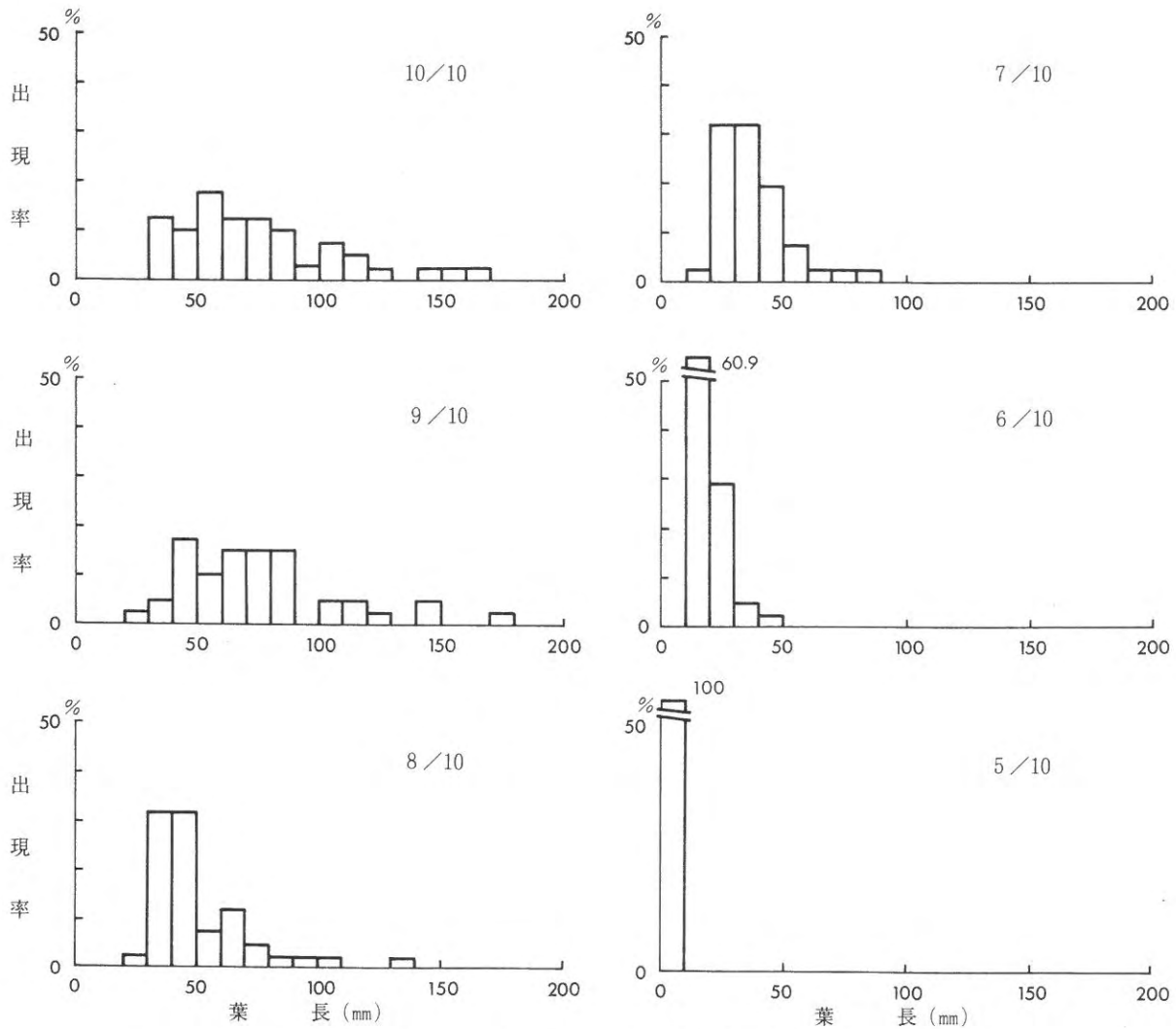


図6 海水希釈培地におけるプロトプラスト再生葉体40個体の葉長組成（培養35日目）

## 実験2

各希釈培地における培養35日目の最大葉長群40個体の葉長を図6に、葉長葉幅比を図7に示した。

塩分の低下とともに葉長は小さくなる傾向が認められた。また葉長葉幅比も低塩分ほど小さく、丸葉になる傾向が認められた。

また希釈が8/10以上の高塩分培地では、再生葉体の葉長や葉長葉幅比の個体差が大きく、低塩分培地では個体差が小さくなった。つまりストレスの強い環境下では個体間差が小さく、ストレスの弱い好環境下では個体間差が大きく表れた。

実験1と同様に5/10希釈培地では正常な葉体への再生は見られず、低塩分耐性のスクリーニングには適していなかった。6/10希釈培地では、葉長平均が20.7mmと生長は良くなかったものの、50mm前後に生長した個体も得られ、スクリーニングが可能であった。そこで6/10希釈培地中で最も生長が良かった葉体を1個体選抜して培養を継続し、フリー糸状体を作出すると同時に、プロトプラストを再単離して低塩分培地による再スクリーニングを行う予定である。

ところで今回の実験において再生した葉体の中に、明らかに他の葉体とは色調の異なる個体が複数発見された。

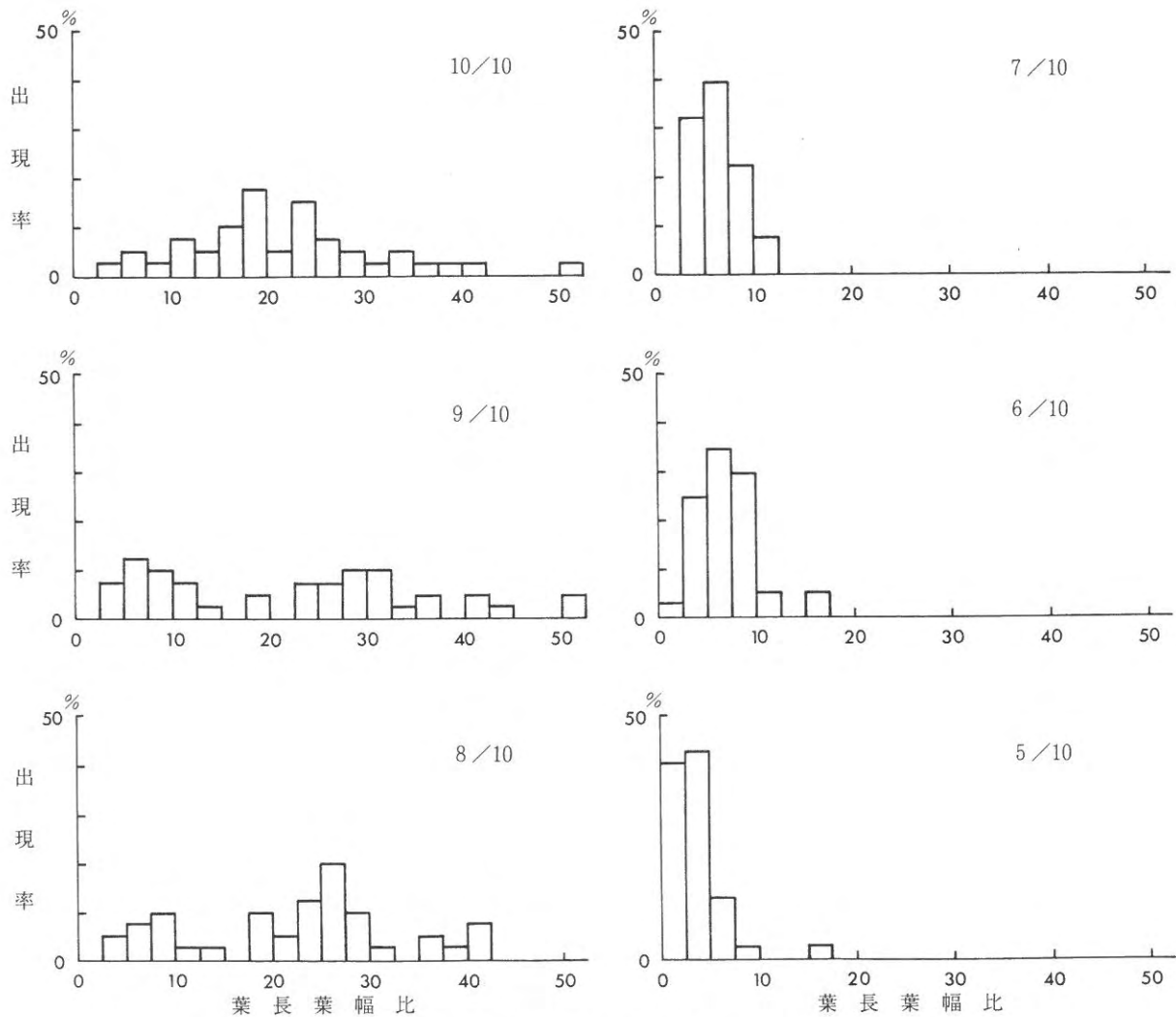


図7 海水希釈培地におけるプロトプラスト再生葉体40個体の葉長葉幅比組成（培養35日目）

その葉体の色調は赤色変異であり、色彩色差計による計測を行った。その結果を表4に示した。Lab表色系で表すと、野生色の個体に比べて、abともに数値が大きくなっており、明確に区別された。またこれら色素変異体は10/10培地で6個体見出されたが、そのうち2個体は野生色とのキメラとなっていた。また、それらの色素変異細胞はモザイク状に散在していた。この色素変異体は分離してフリー系状体を作出した。

#### 変異体作出技術開発

##### 1 変異体の作出と選抜

ノリのプロトプラストに紫外線を照射して人為的に突然変異を誘発させることを目的として、実験を行った。育種形質として、グリフォサート耐性および生長を選抜した。

表4 プロトプラストからの再生個体中に見つかった色素変異体と野生色体の色彩色差計による計測結果（L a b表色系）

	L	a	b
色素変異体 1	53.3	+13.4	+17.9
色素変異体 2	52.7	+12.7	+18.1
野生色体 1	49.2	+7.7	+12.5
野生色体 2	52.1	+7.0	+12.8

## 材料および方法

プロトプラストを単離した母藻、酵素処理法、培養法等は前記と同様である。

### 1) グリフォサート耐性株の作出試験

昨年度の試験結果から、ノリのプロトプラストはグリフォサートに感受性で、培地中の濃度150~200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ で生残個体が無くなることが分かった<sup>1)</sup>。そこで今回はグリフォサート耐性株を作出することを目的として以下の実験を行った。

#### 実験1

93年度養殖葉体を材料に通常の処理によってプロトプラストを単離した後、アガロース培地に固定した。固定したプロトプラストは1シャーレ当たり約2.5万個で、20枚のシャーレを用意した。うち10枚に対して紫外線を照射した。照射線量は0.3mW/cm<sup>2</sup>で90秒間とした。その後、紫外線未照射のものも合わせた計20枚のシャーレのアガロース培地上に、300 $\mu\text{g}/\text{ml}$ のグリフォサートを含む液体培地を重ね、暗処理で培養した。5日間暗培養した後、通常の培養条件に戻した。

#### 実験2

実験1と同様にプロトプラストを固定したシャーレを10枚用意し、うち5枚に紫外線を照射した。照射線量は実験1と同様とした。500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ のグリフォサートを含む液体培地を重ね、5日間暗培養の後、通常培養とした。

### 2) 紫外線照射による変異株作出試験

昨年度までの実験でノリのプロトプラストに適した紫外線照射量は明らかになっている<sup>1-4)</sup>。そこで単離したプロトプラストに紫外線を照射して葉体再生を図り、再生した葉体の生長や形態等の形質に紫外線未照射の再生葉体と差異が生じるかどうか調べ、紫外線による変異誘発の有効性を検討した。

#### 実験1

通常の処理によってプロトプラストを単離後、アガロース培地でシャーレに固定した。紫外線を0.3mW/cm<sup>2</sup>で90秒間照射し、液体培地を重ねて暗培養した。紫外線未照射のプロトプラストも同様に培養した。3日間暗培養の後、E S S培地での通気培養を開始した。

#### 実験2

暗培養期間を5日間としたのを除き実験1と同様に行った。

表5 グリフォサートを含む培地におけるノリプロトプラストの再生形態

	2次芽発芽(%)	2次芽未発芽(%)
紫外線照射区	87.8	12.2
紫外線未照射区	15.3	84.7

## 結果および考察

### 1) グリフォサート耐性株の作出試験

#### 実験1

紫外線照射区と未照射区の培養40日目における平均生残率は、紫外線照射区が3.7%、未照射区が4.0%と大きな差は見られなかった。昨年試験から、今回照射した紫外線量では生残率を半減させる効果が期待された。しかし紫外線照射区が生残率は、未照射区とあまり変わらず、これが紫外線照射による効果であるかどうか、明確ではない。

次に分裂個体の形態を2次芽発芽した個体とそうでない個体とに分けた場合のそれぞれの出現率を表5に示した。グリフォサートを含む培地での再生個体の形態に紫外線照射区と未照射区のものとの明らかな差が見られた。また全体的に生残個体の生長は悪く、コロニーの大きさが100 $\mu\text{m}$ 以上のものは、紫外線照射区では約25万個のプロトプラストから7個体が得られたが、未照射区では1個体も得られなかった。紫外線照射区で見つかった7個体が、グリフォサートに対して遺伝的な抵抗性を獲得しているかどうか、今後の検定が必要である。

#### 実験2

紫外線照射区、紫外線未照射区のどちらも全く生残個体が得られなかった。

### 2) 紫外線照射による変異株作出試験

#### 実験1

通気培養開始後41日目の最大生長葉体群20個体の葉長と葉長葉幅比を図8に示した。今回の実験では再生葉体の生長が悪かった。なかでも紫外線照射区の生長は著しく悪く、ほとんどの個体が20mm以下であった。

葉体の生長が悪くなった理由として、紫外線照射区ではアガロース培地中でのフリー糸状体の発生が多く見られたことから、個体再生の初期に成熟化したことが直接的な原因であると推察された。

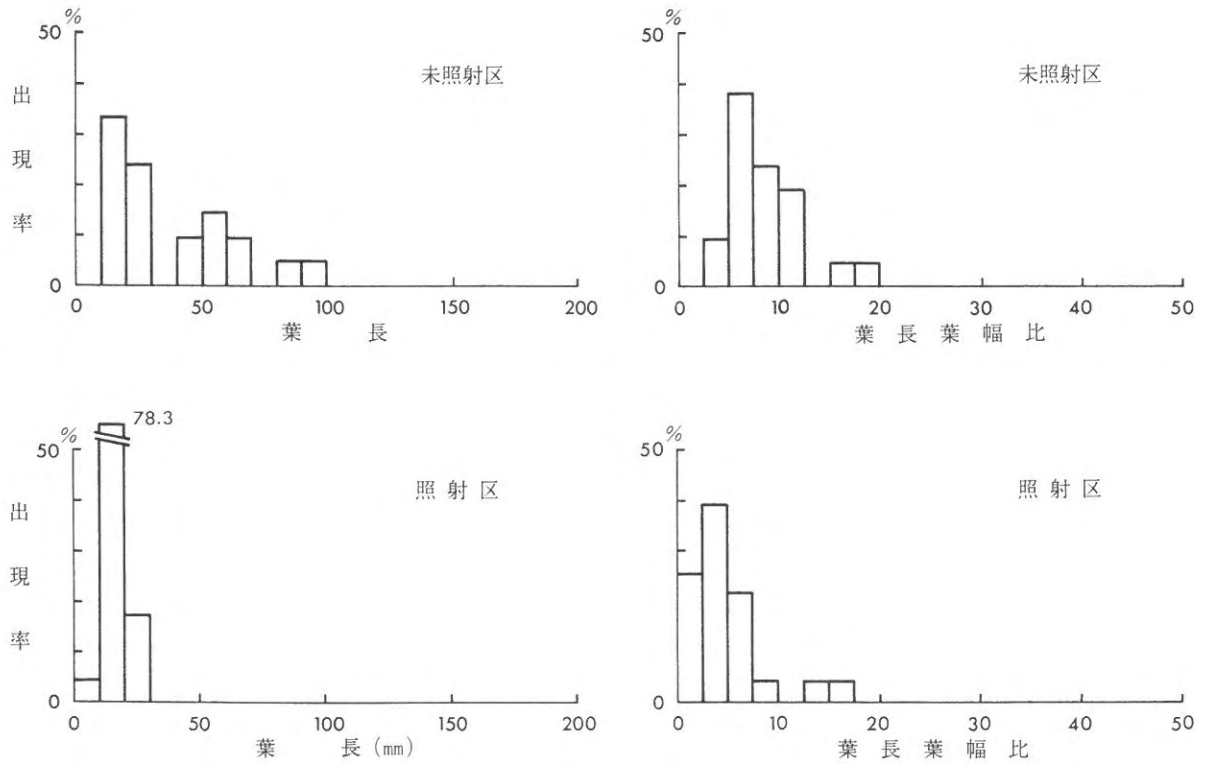


図8 紫外線照射区と未照射区のプロトプラスト再生葉体20個体の葉長および葉長葉幅比組成(培養41日目)

実験2

通気培養開始後40日目の最大生長葉体群30個体の葉長と葉長葉幅比を図9に示した。紫外線照射区の生長は非

常に良好で、葉長200mmを越える葉体が7個体認められた。葉長葉幅比も紫外線照射区の方が大きく、より細葉であった事が分かる。

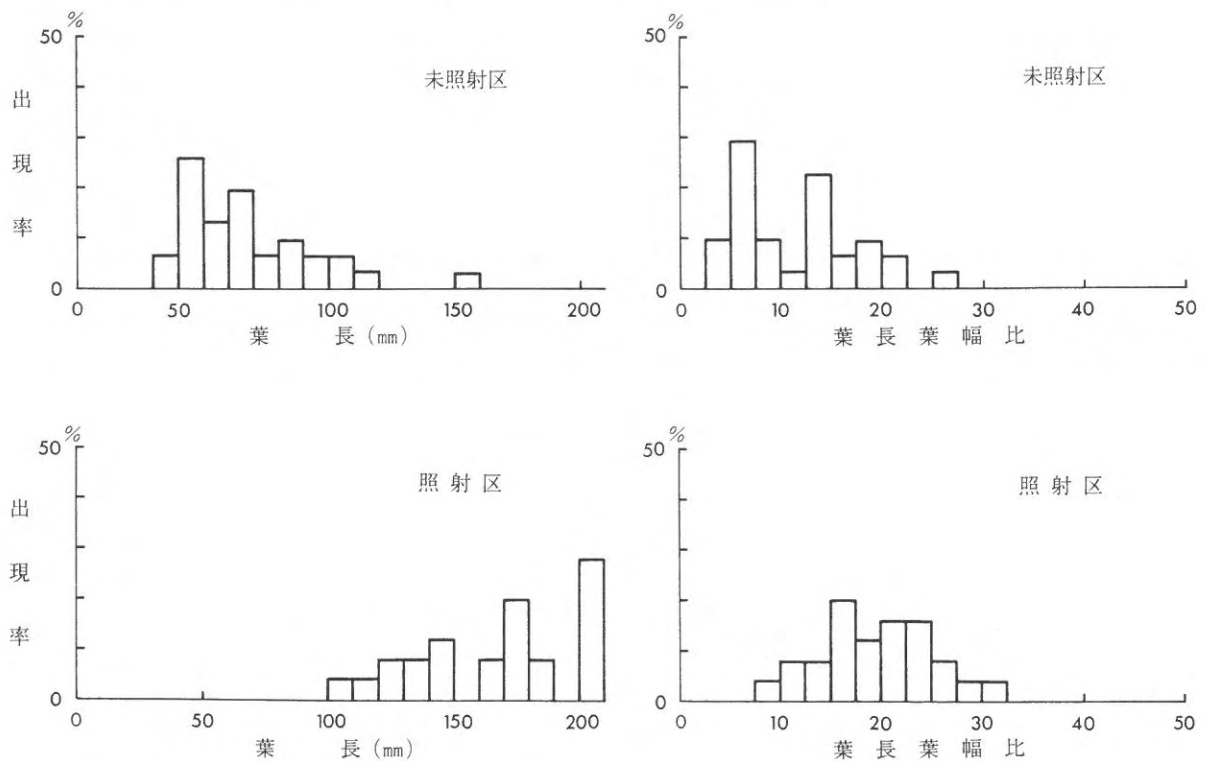


図9 紫外線照射区と未照射区のプロトプラスト再生葉体30個体の葉長および葉長葉幅比組成(培養40日目)

次に、葉体の色調を色彩色差計で測定した結果を図10に示した。紫外線照射区の葉体の方がa bの値が小さく、色調の悪いことが判明した。しかし、葉長や生長の大小と色調との関連性についてはこれまで検討されておらず、紫外線照射が直接的な原因で色調が悪化したのか、あるいは生長が優れているために色調が悪くなったのか、明らかでない。

さて今回の2度の実験では、相反する結果が得られた。すなわち1回目は紫外線未照射区の再生葉体に比べて紫外線照射区の葉体の方が著しく生長が悪く、2回目は逆に紫外線照射区の葉体の生長が優れる結果となった。こ

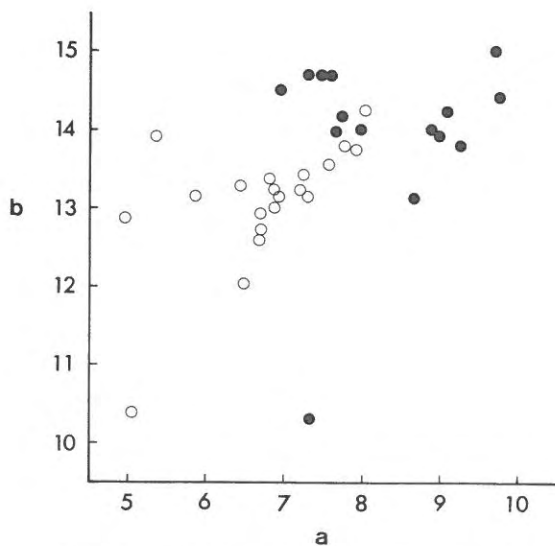


図10 プロトプラスト再生葉体のL a b表色系による色彩計測  
○：紫外線照射区 ●：未照射区

れまでに我々が行ったノリプロトプラストの通気培養では、たとえ培養フラスコが異なっても、同時に作出されたプロトプラストが材料であれば、再生葉体に今回のような大きな生長差が生じたことはない。したがって、それぞれの実験における紫外線照射区と未照射区の再生葉体の生長差は、紫外線照射の影響によるものと考えられる。つまり、紫外線照射によって突然変異が誘発された、あるいは生理的に何らかの影響を受けたと考えられるのが妥当であろう。このことを確かめるためには、次世代の葉体の形質を検定する必要がある、今後の重要な検討課題である。

## 文 献

- 1) 福岡県有明水産試験場 1993：ノリのプロトプラスト種苗の利用による地域に適合した新品種の開発 平成4年度地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業報告書
- 2) 福岡県有明水産試験場 1992：ノリのプロトプラスト種苗の利用による地域に適合した新品種の開発 平成3年度地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業報告書
- 3) 愛知県水産試験場 1992：ノリのプロトプラストを利用した育種技術による新品種開発研究 平成3年度地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業報告書
- 4) 佐賀県有明水産試験場 1992：ノリのプロトプラスト種苗の利用による地域に適合した新品種の開発 平成3年度地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業報告書





# 水産業関係地域重要新技術開発促進事業

—ノリの品質特性評価と生産管理技術に関する研究—

半田 亮司・藤井 直幹・岩渕 光伸・福永 剛

全国的に100億枚の生産水準に達している現状のなかで、今からの福岡有明のノリ養殖は、従来の量産指向から消費者ニーズにあったうまいノリの生産を目的とした技術体系に変換しなければならない。

このためノリのうまさを科学的評価することにより、うまいノリを生産するための条件を追究し、生産管理技術の開発を図ることを目的とする。

この事業は平成5年度から7年度までの三カ年間実施する計画である。

## 1. アミノ酸定量条件の検討

ノリ乾燥試料から遊離アミノ酸を抽出する方法としては一般的にエタノール抽出が用いられているが、これは総量を示す結果にはかならない。

食味としては口のなかですみやかに溶出されるアミノ酸量の多少が大きく作用していると考えられるため、試料を30℃の蒸留水中で振とうすることにより、経時的に溶出されるアミノ酸量の変化をニンヒドリン比色法で調べた。

結果は図1に示した。アミノ酸の溶出は5分後まで溶出は変化が大きく、30分でほぼ最大となった。

また同じ試料を用いて、蒸留水中で振とう30分後溶出量とエタノール抽出量を比較すると、いずれもアミノ酸量はエタノール抽出量のほうが大きかったが、エタノール抽出量を1とした場合、蒸留水中振とう30分後溶出量は0.84~0.93であり、大きな差ではなかった。

このため遊離アミノ酸の定量には30℃の蒸留水中で振とうする方法を用いることとし、振とう時間は初期的な溶出をみるために2分間および総量をみるために30分間とした。

## 2. 平成5年度ノリ製品の品質評価

### 1) アミノ酸

平成5年度に柳川大川と大牟田共販に出荷された製品のうち、秋芽1回および冷凍1回から冷凍6回までの本等級、くもり等級、別等級、カ(枯葉入

り)等級のに仕分けされたすべての製品を材料とした。

表1に結果を示した。2分後のアミノ酸溶出量をみると、柳川大川および大牟田共販ともに秋芽1回の11月16日・19日と冷凍1回の1月10日と12月24日が多く、3月

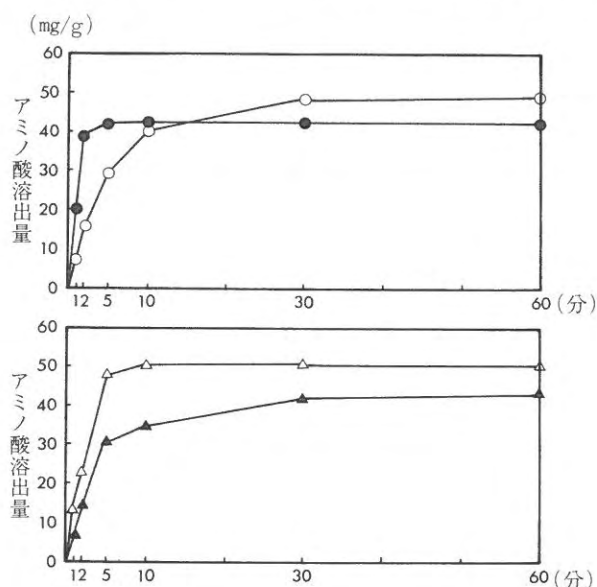


図1 蒸留水中での振とう処理によるアミノ酸溶出量の経時変化

試料は平成5年11月16日(●),平成6年1月10日(○)1月24日(△)および2月22日(▲)の柳川大川共販4等製品

表1 平成5年度柳川大川および大牟田共販に出荷された製品のアミノ酸量 (mg/g)

共 販	月 日	試料数	2分後溶出		30分後溶出	
			平均	(最大・最小)	平均	(最大・最小)
柳川大川	11月16日	17	36.8	(51.2 20.7)	41.7	(51.2 28.5)
	1月10日 (冷凍1回)	19	41.2	(54.5 30.3)	56.5	(68.0 40.7)
	1月10日 (冷凍2回)	19	30.4	(45.6 12.4)	49.6	(58.2 26.0)
	1月25日	19	31.1	(43.3 16.9)	44.1	(52.0 32.2)
	2月8日	15	31.4	(41.8 21.4)	46.9	(55.0 40.0)
	2月22日	16	27.9	(34.6 15.9)	48.9	(53.6 34.2)
	3月4日	11	26.3	(36.0 19.6)	41.9	(52.6 28.1)
大牟田	11月19日	29	41.7	(63.2 22.0)	50.3	(65.8 29.9)
	12月24日	23	47.8	(65.0 33.1)	56.5	(68.0 40.7)
	1月13日	27	35.9	(52.0 20.6)	50.2	(58.0 36.0)
	1月28日	22	34.8	(42.4 26.4)	49.6	(61.9 38.5)
	2月11日	17	30.8	(42.8 19.9)	45.1	(53.9 37.2)
	2月25日	14	20.2	(27.6 12.5)	40.2	(56.6 22.2)
	3月7日	14	22.6	(32.8 14.5)	35.1	(44.3 22.8)

に向かうにつれて減少した。30分後の溶出量も経時的には同様な傾向がみられたが、減少の割合は2分後の溶出量よりも緩慢であった。

30分後の溶出量の多い試料では2分後の溶出量も多い傾向にあったが、なかには30分後の溶出量の多いものの、2分後の溶出量は少ない試料も認められた。

大牟田共販と柳川大川共販を比較すると、アミノ酸量は2分後および30分後ともに秋芽と冷凍1回では大牟田共販の方が多かった。

等級間ではおおまかにみてアミノ酸の溶出量は本等級に多く、別・カ等級に少ない傾向にあった。

2) 炭水化物など

材料は上記アミノ酸分析に供した製品のうち柳川大川共販の製品を用いた。

炭水化物はアミノ酸分析に供した2分後および30分後の溶出液をもちいてアンスロン比色法で定量した。2分後の炭水化物量は0.1~19.0mg/gであり、30分後の炭水化物量は5.0~29.1mg/gであった。

全炭素と全窒素量はC Nコーダー分析器を用いて分析した。全炭素量は30.2~37.9%、全窒素量は38.1~7.44%であった。全窒素量は本等級に多く、別・カ等級に少ない傾向および1月25日の共販以降少なくなる傾向がみられた。

カリウム量とナトリウム量は試料を硫酸で分解後、炎光分析した。カリウム量は0.76~0.32g/g、ナトリウム

量は0.19~10.3g/gであった。カリウム量は11月16日と3月4日の試料で少なかった。

溶出液の吸光度はアミノ酸分析に供した30分後の溶出液をもちいて、遊離色素の赤色の指標として560nmと遊離有機物量の指標として220nmで測定した。560nmの吸光度は0.01~0.10であった。220の吸光度は0.28~0.62であった。

彩度は色彩色差計で測定した。彩度は3.0~9.6であり、2月8日以降高くなる（ノリの色が悪くなる）傾向がみられた。

光沢をみるためにカラーチェックマン（竹下産業株）をもちいて0度反射率と30度反射率を測定した。0度反射率は0~201、60度反射率は75~130であった。30度反射率は等級間では本等級に高く、別・カ等級に少ない傾向が認められた。

ノリがはく離する程度をみるために30℃の蒸留水中で振とうして、はく離するまでの時間を測定した。水中はく離時間は54~2671秒であった。等級の中ではカ製品のはく離時間は短かった。

3) 製品の品質測定項目間の相関係数

平成5年度柳川大川共販ノリ製品の品質測定項目間の相関係数を表2に示した。

アミノ酸の2分溶出量と30分溶出量の間には1%の危険率で有意であったが、必ずしも強い相関ではなく、試料の中には30分後の溶出量の多いのにもかかわらず、2

表2 平成5年度柳川大川共販ノリ製品の品質測定項目間の相関係数（n=116）

アミノ酸 30分溶出量	*** 0.527																			
炭水化物 2分溶出量	** 0.278	** -0.261																		
炭水化物 30分溶出量	-0.077	** -0.246	*** 0.751																	
全炭素量	0.148	*** 0.332	-0.137	-0.116																
全窒素量	*** 0.559	*** 0.536	** -0.259	*** -0.461	*** 0.489															
カリウム量	*** 0.400	*** 0.675	* -0.192	* -0.238	* 0.221	*** 0.376														
ナトリウム量	-0.046	0.057	-0.139	-0.112	-0.038	0.085	0.054													
溶出液 560mm吸光度	* 0.238	*** 0.434	* -0.233	** -0.271	** 0.153	** 0.253	*** 0.638	* 0.201												
溶出液 280mm吸光度	0.064	*** 0.322	0.120	* 0.212	* 0.183	0.116	* 0.206	-0.053	* 0.219											
彩度	*** -0.396	*** -0.375	*** 0.365	*** 0.494	-0.143	*** 0.642	*** -0.395	* -0.223	** -0.308	0.175										
0度反射率	*** 0.482	*** 0.605	* -0.183	*** -0.332	* 0.238	*** 0.518	*** 0.620	0.050	** 0.272	0.063	*** -0.667									
30度反射率	* 0.192	*** 0.336	0.102	0.091	0.111	0.044	*** 0.365	* -0.219	-0.006	0.138	-0.015	*** 0.590								
水中はくり時間	-0.106	0.007	-0.042	0.010	0.039	-0.073	0.113	** -0.304	0.096	-0.073	0.002	0.138	** 0.308							
測定項目	アミノ酸 2分溶出量	アミノ酸 30分溶出量	炭水化物 2分溶出量	炭水化物 30分溶出量	全炭素量	全窒素量	カリウム量	ナトリウム量	溶出液 560mm 吸光度	溶出液 280mm 吸光度	彩度	0度 反射率	30度 反射率	水はく 時間	中り 間					

\* 5%危険率で有意, \*\* 1%危険率で有意, \*\*\* 0.1%危険率で有意

分後の溶出量は少ない試料も認められた。このことからアミノ酸の溶出には含有量の多さが重要な因子となるが、アミノ酸含有量の多少に加えて、細胞壁のあつみなど溶出を制御する因子の存在も考えられる。

アミノ酸2分間溶出量と0.1%の危険率で有意な関係のみられた項目は全窒素量、炭水化物2分溶出量、カリウム量および0度反射率であった。

このうち0度反射率は測定時間に多くをしなため、アミノ酸の推量に有効な方法とも思われるが、これは今後検討していきたい。

### 3. 平成5年度の漁場から採集されたノリのアミノ酸量

ノリ養殖漁場調査の16定点でノリを採集し、風乾後、30℃の蒸留水中で振とうして、2分後と30分後の遊離アミノ酸量を定量した。

結果を表3に示した。アミノ酸量は2分後溶出および30分後溶出とともに、秋芽生産初期の11月14日と冷凍生産初期の12月16日に多かったが、経時的に大きな変化は認められなかった。

地理的にはアミノ酸量は12月まで岸よりの河川水の影響の強い調査点で低い傾向がみられた。

共販に出荷された製品のアミノ酸量と漁場から採集されたノリのそれとを同時期で比べると、秋芽1回と冷凍1回の共販を除いて、アミノ酸量は漁場から採集した方が多い傾向にあったものの、大きな差ではなかった。このため加工段階でのアミノ酸の減耗は小さいと考えられたが、この点については今後さらに検討していきたい。

ところで秋芽1回と冷凍1回の共販の製品のアミノ酸

量の方が漁場から採集した試料より多かった。この原因については秋芽および冷凍1回ともに摘採時刻は夜間に集中するのに対して、漁場からの採集は昼間であるため、時刻によるアミノ酸量の変化が考えられる。これも今後検討していきたい。

### 4. 加工温度の違いによるアミノ酸量

平成5年12月27日、平成6年1月5日および1月17日に試験養殖漁場で摘採されたノリを材料にした。

加工工程で細断、抄せい、脱水まで終わった時点でミスごとノリを取り出し、これを葉体温度を10℃、20℃および30℃に調節して乾燥し、アミノ酸を30℃の蒸留水中で振とうして、2分後と30分後に定量した。

アミノ酸量は20℃区で最も多かったが、10℃区および30℃区と比べてその差は顕著ではなかった。

### 5. 今後の課題

- 1) HPLC (液クロ) によるアミノ酸組成のは握およびイノシン酸等の呈味成分の分析手法の検討
- 2) 物理的性状としてノリのテクスチャー測定方法の検討
- 3) アミノ酸などの呈味成分と官能検査による食味の関係調査
- 4) アミノ酸の溶出を制御する因子の検討
- 5) 温度、塩分、栄養塩量など条件をコントロールした培養系でのアミノ酸など変化調査
- 6) アミノ酸などの日変化調査
- 7) 加工段階でのアミノ酸などの減耗調査

表3 平成5年度漁場調査で得られたノリ試料の遊離アミノ酸量 (mg/g)

調査日	2分後溶出			30分後溶出		
	平均	最大	最少	平均	最大	最少
平成5年11月14日	46.5	60.9	31.3	50.4	60.9	42.9
22日	39.3	51.4	27.0	46.8	51.3	41.0
12月16日	45.6	64.9	32.1	52.5	64.9	42.0
24日	43.9	62.4	19.8	45.9	60.7	37.7
平成6年1月4日	33.7	52.5	17.7	41.5	59.9	35.3
14日	35.7	55.5	26.4	46.5	59.3	39.0
24日	41.1	54.3	26.7	48.6	57.3	35.6
31日	41.1	51.8	24.5	50.9	69.0	39.3
2月22日	42.3	60.7	33.6	47.1	67.5	34.5



# 新品種作出基礎技術開発事業

—顕微交雑を用いたアマノリ類新品種選抜技術の開発—Ⅱ—

福永 剛・岩渕 光伸・半田 亮司・藤井 直幹

アマノリ類の品種改良は選抜育種が従来から行われてきた。このため生長のよい品種が選抜され、収量の増大が図られた。その反面、うま味、色調等の品質面ならびに耐病性の面を対象とした品種の改良は現在のところ十分には行われていない。そこで本事業では現在養殖品種として用いられている既存品種および養殖の行われていない海域で採集された自生種の特性評価を行い、優れた形質を持つ品種を抽出し、顕微交雑を行うことによって、高品質や耐病性を備えた品種を開発することを目的とした。

## 方 法

### 1 地先海水とジャマリンUの比較培養

人工海水ジャマリンU（ジャマリンラボラトリー社製）の培地の基本海水としての有効性を検討した。すなわち、基本海水として地先海水およびジャマリンUを用いたSWM-Ⅲ改変培地（表1）で葉長1cm前後のナラワ緑芽を各10枚ずつ培養し、1週間後および2週間後に生長を比較した。

表1 SWM-Ⅲ改変培地の組成

海 水	1 l
NaNO <sub>3</sub> (1.0mM)	2 m l
NaHPO <sub>4</sub> (50mM)	2 m l
FeCl <sub>3</sub> (1.0mM)	1.4m l
金属混液P I	2 m l
Tris	500mg
pH	7.5

### 2 既存品種の特性評価

顕微交雑による新品種作出を行うための基礎データを得るため、既存品種6種類についての特性評価を行った。

#### (1) 供試品種

既存品種である福岡1号、ナラワスサビノリ、オオバググリーン、ナラワ赤芽、ナラワ緑芽および対照種として佐賀8号の6品種を実験に供した。

#### (2) 培養方法

培養海水にはジャマリンUを基本海水としたSWM-Ⅲ改変培地を用い、1 lフラスコで通気培養（100ml/min）を行った。培養条件は温度18℃、照度白色蛍光灯下5000～8000lux.、日長周期11L:13Dとした。採苗基質にはクレモナ糸を用い、芽付き密度は10個/cm程度とした。培地の交換は5日～7日毎に行った。

#### (3) 生長特性

各品種の室内培養を2回行った。1回目は採苗後18日目に葉長を40日目に葉長と葉幅を測定し、2回目は採苗後15日目、20日目および29日目に葉長と葉幅を測定した。

#### (4) 二次芽放出特性

室内培養中のフラスコ内に試験糸を入れ、着生した二次芽を計数した。

#### (5) 成熟時期

培養中のノリ葉体の成熟状態を観察した。

#### (6) 色彩特性

培養後26日目の葉体の色彩を色彩色差計（ミノルタ社製）を用いて測定し、黒み、彩度を算出した。

#### (7) 温淡水溶出液の成分特性

温淡水溶出液は60日培養後の各品種の真空凍結乾燥葉体0.1gを細かく粉碎し、蒸留水100mlに入れ40℃で30分間溶出させた後、プランクトンネットを用いて葉体を除いて作製し、実験に供した。

##### 1) 色素溶出度

色素の溶出度は溶出液の560nmにおける吸光度を測定して求めた。

##### 2) 有機物溶出度

有機物の溶出度は溶出液の280nmにおける吸光度を測定して求めた。

### 3) アミノ酸総量

溶出液のアミノ酸総量はニンヒドリン比色定量法を用いて測定し、ノリ葉体乾燥重量1g当たりの量に換算した。

### 4) タンパク量

溶出液中のタンパク量はLowry法を用いて測定し、ノリ葉体乾燥重量1g当たりの量に換算した。

### 5) 全炭水化物量

溶出液中の全炭水化物量はアンソロン法を用いて測定し、ノリ葉体乾燥重量1g当たりの量に換算した。

### (8) エタノール抽出液の成分特性

前述の葉体凍乾サンプル0.1gをホモジナイズ後75%エタノールで30分間抽出したものをサンプルとした。

#### 1) アミノ酸総量

溶出液のアミノ酸総量はニンヒドリン比色定量法を用いて測定し、ノリ葉体乾燥重量1g当たりの量に換算した。

#### 2) 全炭水化物量

溶出液中の全炭水化物量はアンソロン法を用いて測定した。

### (9) アイソザイム分析

福岡1号、ナラワスサビノリ、オオバグリーン、ナラワ赤芽、ナラワ緑芽および佐賀8号の葉体ならびにナラワスサビノリ、ナラワ赤芽およびナラワ緑芽の糸状体についてCATアイソザイムの分析を行った。

## 3 野生株の採集と特性評価

### (1) 宮城県牡鹿半島周辺

天然アマノリを採集するために、平成5年3月21日から24日にかけて宮城県女川町、雄勝町、牡鹿町を探索した。アマノリ類は非常に容易に見つかり、潮間帯の上部に優占的に生息していた。採集葉体は持ち帰った後、観察時まで冷凍保存した。解凍した葉体は、葉長葉幅を測定してさく葉標本を作成し、また細胞の健全な部位から通常の酵素処理によってプロトプラストを単離し、寒天ビーズ培養によって葉体に再生させた。培養開始後36日目に葉長と葉幅を測定した。さらに培養を続け、成熟させてフリー糸状体を得た。

### (2) 鳥根県鳥根半島周辺

ウップルイノリの採集を目的として、平成5年3月11日から12日にかけて鳥根県平田市を中心とする鳥根

半島の岩場を探索した。アマノリ類は満潮時でも海面下とまらない高い帯域に着生していた。採集葉体は観察時まで冷凍保存した。解凍後の観察によって果胞子の形成が確認されたため、フリー糸状体を分離した。

### (3) 福岡県津屋崎町から岡垣町にかけての沿岸

岩場、テトラポットの飛沫帯に着生しているアマノリを採集した。

## 結果および考察

### 1 地先海水とジャマリンUの比較培養

地先海水とジャマリンUの比較培養の結果は表2に示すとおりである。1週間後ではジャマリンUと地先海水とでは生長に差異が認められなかった。しかし、2週間後では地先海水で培養したものの方が生長はやや良かった。このことからジャマリンUは地先海水と比較すると若干生長は劣るものの品種特性評価に用いる人工海水としては適当であると思われる。

表2 培地別のナラワ緑芽の生長 (mm)

	1週間後	2週間後	
ジャマリンU	葉長	19.2	49.6
	葉幅	2.1	4.8
地先海水	葉長	19.6	61.0
	葉幅	2.0	5.6

### 2 既存品種の特性評価

各品種の生長を図1(1回目)および図2(2回目)に示した。

#### (1) 生長特性

##### 1) 1回目

培養15日後では品種による大きな生長差は認められなかったが、中でもオオバグリーンの葉長が最も長かった。

また、培養40日後でもオオバグリーンの葉長が最も長く、ついでナラワ緑芽、福岡1号、ナラワスサビ、佐賀8号の順となった。ナラワ赤芽は最も葉長

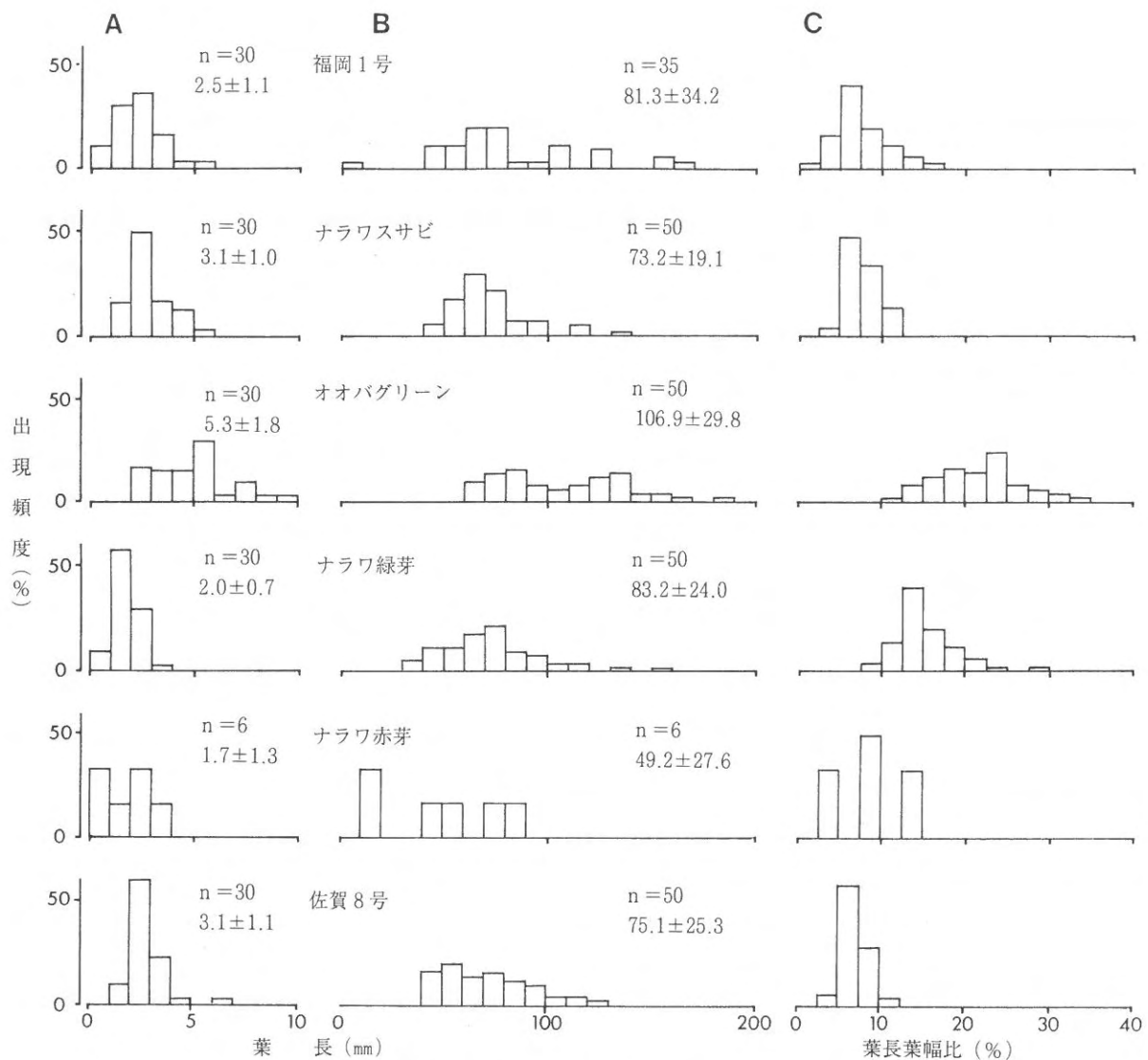


図1 各品種における培養後15日目 (A) および40日目 (B) における葉長組成ならびに培養後40日目の葉長葉幅比組成 (C)

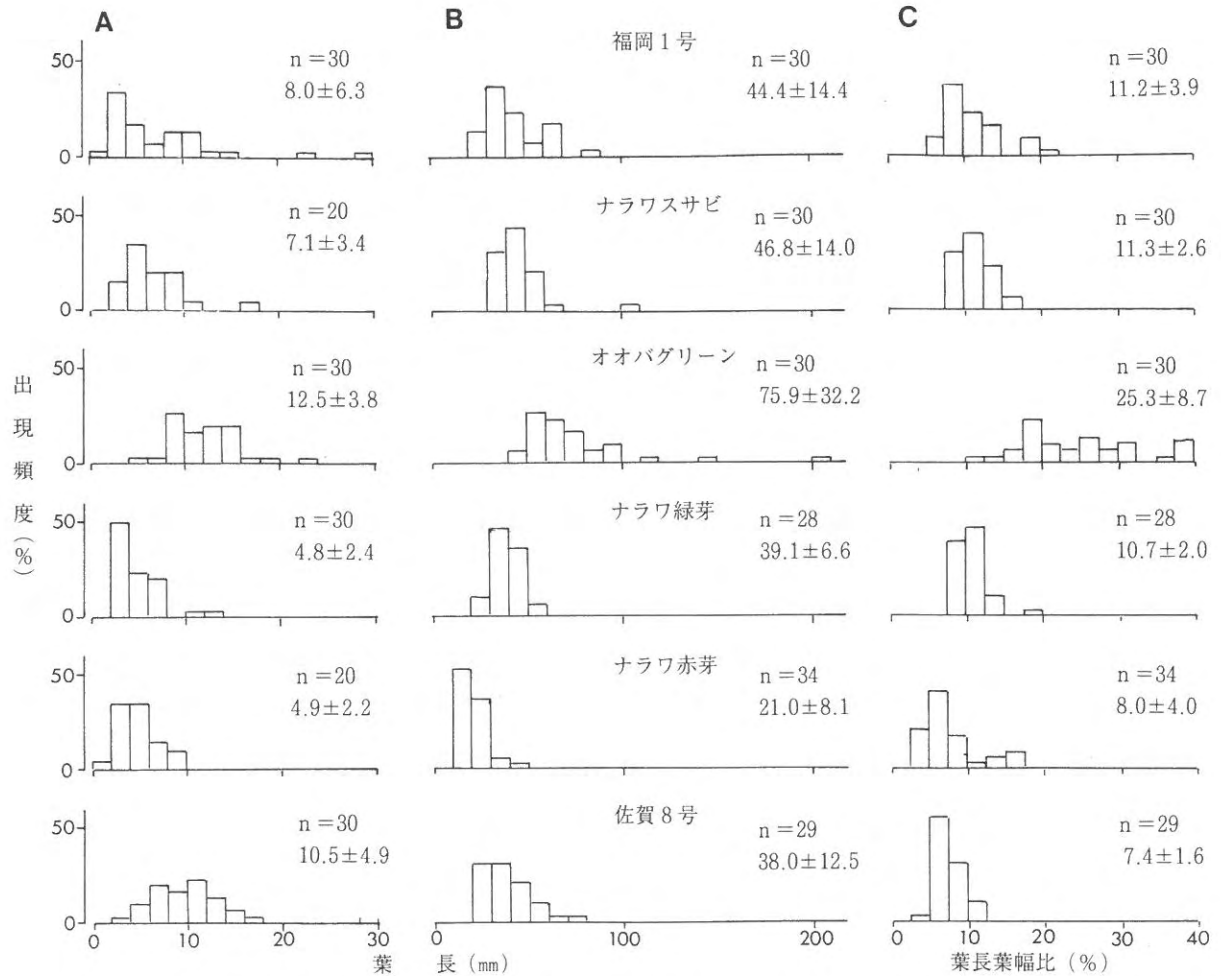


図2 各品種における培養後20日目 (A) および29日目 (B) における葉長組成ならびに培養後29日目の葉長葉幅比組成 (C)

表3 各品種の葉体における色彩特性

品 種 名	L* <sup>1</sup>	a* <sup>2</sup>	b* <sup>3</sup>	彩度* <sup>4</sup>	黒み* <sup>5</sup>
福 岡 1 号	46.0±2.1	6.5±1.1	5.1±1.0	8.3±1.4	46.7±2.1
ナ ラ ワ ス サ ビ	46.8±2.2	4.9±0.8	8.0±1.0	9.4±1.1	47.7±1.9
オ オ バ グ リ ー ン	54.7±1.9	0.6±0.3	7.2±0.2	7.2±0.2	55.2±1.9
ナ ラ ワ 緑 芽	58.2±1.6	-4.2±0.5	9.9±2.8	10.9±2.5	58.2±1.3
ナ ラ ワ 赤 芽	50.0±1.6	8.6±0.9	5.2±0.7	10.0±1.1	51.0±1.4
佐 賀 8 号	43.4±1.7	5.1±0.4	8.1±0.4	9.6±0.5	44.4±1.7

\*1 : 明度

\*2 : 色度 (正方向は赤みの強さを示す)

\*3 : 色度 (正方向は黄色みの強さを示す)

\*4 :  $a^2 + b^2$

\*5 :  $L^2 + a^2 + b^2$  (値が小さいほど黒みが強い)



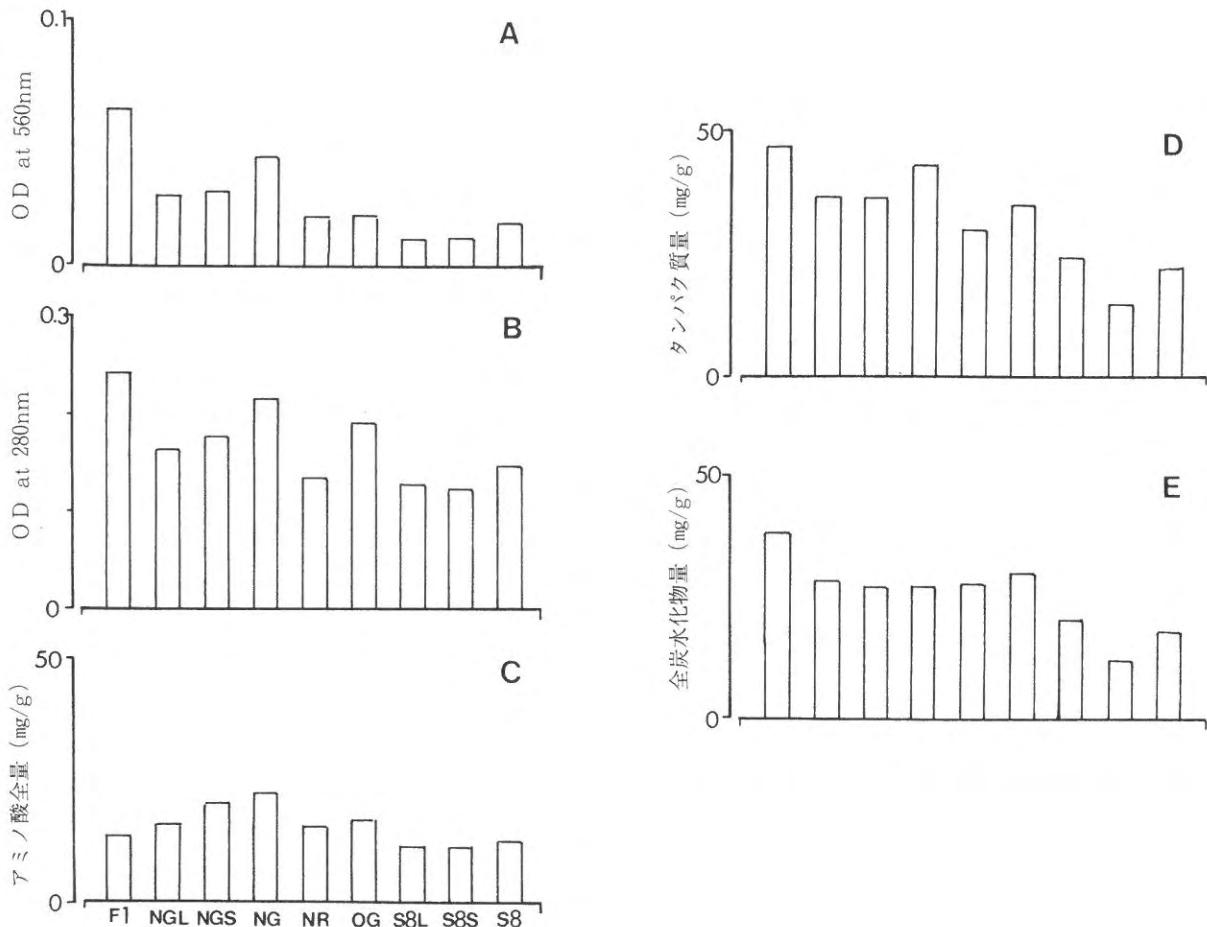


図3 各品種の温淡水溶出液(40℃, 30分)の性状

- A 遊離色素量(560nmにおける吸光度)
- B 有機物量(280nmにおける吸光度)
- C アミノ酸全量
- D タンパク質量
- E 全炭水化物量

F1;福岡1号, NG;ナラワ緑芽  
 NR;ナラワ赤芽, OG;オオバグリーン  
 S8;佐賀8号  
 S;5cm程度の葉体, L;20cm程度の葉体

が短かった。つぎに葉長葉幅比を見てみると福岡1号, ナラワスサビ, ナラワ赤芽, 佐賀8号の平均が7から8の間で比較的幅広であったが, オオバグリーンとナラワ緑芽は細葉型であった。

2) 2回目

培養20日後の時点で葉長はオオバグリーン, 佐賀8号の順で長く, 12.5mm, 10.5mmであった。しかし, 葉長葉幅比は前者で21.7, 後方で7.7とオオバグリーンが極めて細葉であり佐賀8号が比較的幅広の品種であることが明らかとなった。また, 培養29日目の測定でもほぼ同様の傾向が認められた。

(2) 二次芽放出特性

各品種の二次芽放出時期はオオバグリーンが最も早く, 放出量も多かった。

(3) 成熟時期

成熟はオオバグリーンが最も早く, 採苗後20日で認められた。ついでナラワスサビが24日目, 佐賀8号が27日目に認められた。

(4) 色彩特性

各品種における葉体の色彩特性を表3に示した。黒みは佐賀8号, 福岡1号, ナラワスサビの順に強い傾向があり, 彩度はオオバグリーンが最も強かった。

(5) 温淡水溶出液の成分特性

各品種における温淡水溶出液の成分特性を図3に示した。

1) 色素溶出度

実験に用いた5品種の中では福岡1号が最も多くの色素を遊離し, 佐賀8号が最も少なかった。

2) 有機物溶出度

有機物の溶出は色素遊離の場合とほぼ同様の傾向

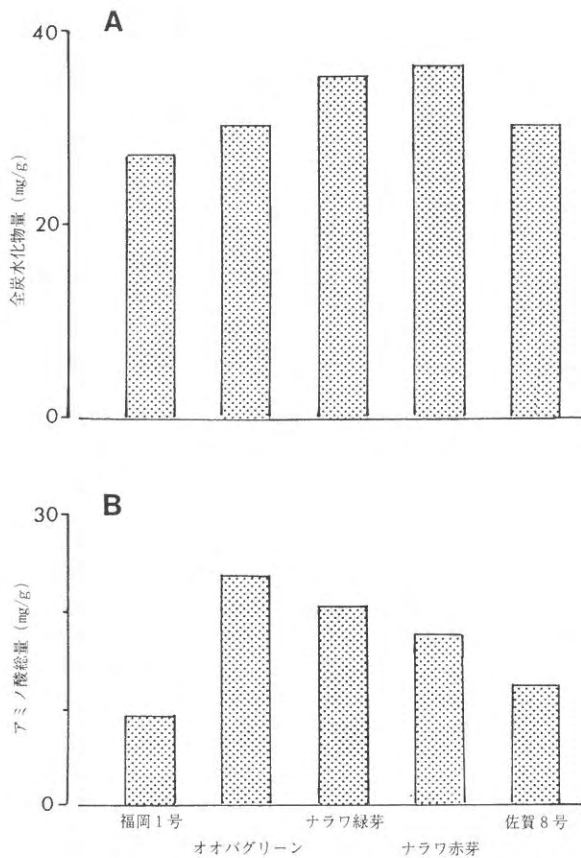


図4 培養葉体の全炭水化物(A)およびアミノ酸総量(B)

を示し、福岡1号が最も多く、佐賀8号が少なかった。

### 3) アミノ酸総量

溶出液中のアミノ酸はナラワ緑芽が最も多く16~22mg/g、ついでオオバグリーン17.0mg/gであった。また、佐賀8号が最も少なく11から13mg/gの範囲であった。

### 4) タンパク質量

タンパク質量は遊離色素量ならびに有機物量とほぼ同じ傾向を示し、福岡1号、ナラワ緑芽の順で高く、47mg/gおよび38mg/gであった。また、佐賀8号が最も少なく、20mg/gであった。

### 5) 全炭水化物量

全炭水化物量は福岡1号が最も多く38mg/gで、佐賀8号が最も少なく17mg/gであった。

### (6) エタノール抽出液の成分特性

各品種におけるエタノール抽出液の成分特性を図4に示した。

#### 1) アミノ酸総量

オオバグリーンが最も高く23.8mg/gで、ついでナラワ緑芽が20.7mg/gであった。この傾向は前述の温淡水溶出液の分析結果と一致した。

#### 2) 全炭水化物量

ナラワ赤芽が最も高く36.5mg/g、ついでナラワ緑芽が35.3mg/gであった。

### (7) アイソザイム分析

今回の分析では品種によるバンドの違いは認められなかった。

## 3 野生株の採集と特性評価

### (1) 宮城県牡鹿半島周辺

採集葉体は採集場所、形態等の点からスサビノリであると考えられた。葉長172mm葉幅93mmの葉体から単離したプロトプラストの培養36日目における葉長、葉幅の平均はそれぞれ18.7mmと14.3mmであった。これは現在養殖されている品種から単離したプロトプラストの再生葉体に比較すると、極めて生長が遅く丸葉型であった。

### (2) 鳥根県島根半島周辺

平田市伊野地区の岩場に着生していた葉体は形態、色調からウツプルイノリであると考えられた。これらの最大葉長群10個体の葉長葉幅は、それぞれ平均45.7mm、19.7mm、また葉長葉幅比の平均は3.0であった。

### (3) 福岡県津屋崎町から岡垣町にかけての沿岸

形態、雌雄細胞の生じ方、鋸歯の有無等から判断して、オニアマノリ、マルバアマノリ、アサクサノリと考えられる葉体が得られた。

# 有明海沿岸漁業総合振興対策事業

相島 昇・佐野 二郎・渡辺 裕介・秋本 恒基  
岩淵 光伸・二島 賢二・藤井 直幹

有明海における海底陥没は、20～30年前から始まり、極所的沈下のみならず干潟が大幅に減少している。このため、基幹産業であるノリ養殖業や採貝漁業に悪影響を与えている。昭和56年から埋戻し工事が行われているものの、漁場としての復旧は不十分であり、根本的な漁場改良手法の確立が求められている。また、有明海沿岸地域の振興を図るためには、水産業を核とし、地域特性を活かした地域活性化が必要である。

本事業により、平成4年度から漁場改良手法の技術的検討、貝類等の養殖化技術の開発、ノリ養殖の協業化の推進及び有明海の高度利用化に関する条件調査等を行い、有明海沿岸地域の総合的な振興計画を策定するものである。今回は、平成5年度に実施した調査結果の概要を報告する。

## 1 漁業生産基盤の整備

### (1) 造成漁場基本設計調査

#### 方 法

平成4年度に造成したモデル漁場の追跡データ及び既往知見に基づき、委託により低利用漁場での造成漁場の物理特性の検討及び基本設計を行った。

#### 結果および考察

##### a 沈下量

実証実験の調査結果と、有明粘土に用いられている各数値を用いて沈下量を算定した。覆砂厚60cmで造成した場合、10年後の沈下量は26.7cm（即時沈下17.2cm＋圧密沈下9.5cm）であり、現地盤より上に出ている覆砂高は33cmとなった。

##### b 浮泥の堆積

実証実験の結果では、浮泥の堆積はところどころに見られる程度であり、その厚さも5cm以下であった。このことから、浮泥の堆積によるアサリへの悪影響はほとんどないと考えられた。

##### c 覆砂の勾配

実証実験では、覆砂の法勾配が1：3であったものが造成後1週間で約1：10となり、現在では約1：20となっている。法勾配の変化が、覆砂高の減少を招いたと考えられるので、現在安定している法勾配1：20に設定して造成し、形状の安定を図った。

##### d 覆砂の形状

覆砂の形状には①全面に覆砂 ②クシ状に覆砂 ③ゴバン目状に覆砂の3形状が考えられる。海浜流の攪乱を小さくして、海底地形の変化を小さくするには①の全面覆砂が優れているが、中央付近が低くなり軟弱シルトが堆積する。そのため②のクシ状を採用し、波浪による検討結果から、形状寸法を決定した。

##### e 円形すべり

実証実験では、円形すべりは発生しておらず、安定していた。

##### f 水深の影響

地盤高+1.2mの大和地先でおこなった実証実験の結果から、移植アサリは天然漁場と同等の生残率であり、東京湾等他海域と同等以上の成長をすることが確認されている。又、既往知見ではアサリの成長に適する地盤高は、干出時間4～5時間以内とされており、これらから地盤高の上限を+1.70mと設定した。

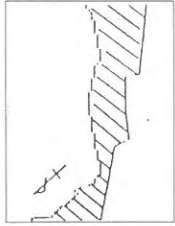
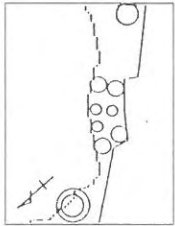

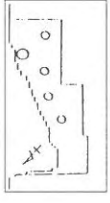
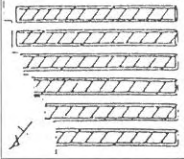

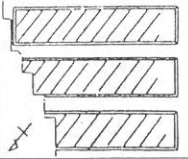
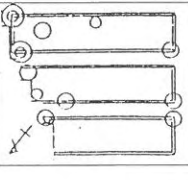
##### g 河川の影響

計画区域には、筑後川、沖端川、塩塚川、矢部川が流れ込んでおり、これら河川流により覆砂材が流出しない適地を選定した。河川流量は、平常時つまり、日降水量が大雨洪水注意報発令基準（24時間雨量100mm以上）に達しない場合の最大流量を用いた。

##### h 波浪等の影響

表1のように、波浪等により、覆砂が影響を受ける度合いを把握するために、年数回程度来襲する波を推算し、海底地形の浸食・堆積を計算した。覆砂の形状は覆砂高40cmで全面に散布するケースと、覆砂高40cmでクシ状に幅50mと、150mに散布するケースで計算した。その結果から、波浪の影響を受けやすい範囲を把握して、覆砂位置を決定した。

表 1 覆砂形状の違いによる海底地形変化

	覆砂の形状と覆砂の範囲	波浪の変形	海浜	海底	地形変化
<p>ケース 1 下段 大和町地元</p>	 斜線の範囲内を0.4m一様に覆砂	<p>水深が平衡等深海岸の形状をしている。                      波向：計算領域全域で殆どSWだった。                      波高：一部を除いて陸側に近づくにつれて小さくなっていった。</p>	 ○で囲った部分:セルの発生部分 ●で囲った部分:流れの速い部分	 ■の部分：水深の変化した部分	<p>大和町地先に比べて水深が浅いため、地形変化の範囲が大きいが、セルの発生部分、流れの速い部分での地形変化が大きい。</p>
<p>大和町地元</p>	 斜線の範囲内を0.4m一様に覆砂	<p>水深が平衡等深海岸の形状をしている。                      波向：計算領域全域で殆どSWだった。                      波高：一部を除いて陸側に近づくにつれて小さくなっていった。</p>	 ○で囲った部分:セルの発生部分 ●で囲った部分:流れの速い部分	 ■の部分：水深の変化した部分	<p>水深の浅い所で地形変化が大きい。</p>
<p>ケース 2</p>	 櫛状に40m間隔に50m幅で覆砂	<p>水深が覆砂による天端のために、球面浅瀬の役割をしている。(球面の曲率は大きい)                      波向：ばらつきがみられた。                      波高：櫛状に覆砂し水深が浅くなったため波高の高い部分、また滞すじには低い部分が見られるようになった。</p>	 ○で囲った部分:セルの発生部分 ●で囲った部分:流れの速い部分	 ■の部分：水深の変化した部分	<p>水深の浅い所で地形変化が大きい。                      覆砂の天端幅が狭いため、セルの発生部分、流速の速い部分が多く地形を変化させている。</p>
<p>ケース 3</p>	 櫛状に40m間隔に150m幅で覆砂	<p>水深が覆砂による天端のために、球面浅瀬の役割をしている。(球面の曲率は小さい)                      波向：ばらつきがみられた。                      波高：櫛状に覆砂し水深が浅くなったため波高の高い部分、また滞すじには低い部分が見られるようになった。</p>	 ○で囲った部分:セルの発生部分 ●で囲った部分:流れの速い部分	 ■の部分：水深の変化した部分	<p>水深の浅い所で地形変化が大きい。                      覆砂の天端幅が広いので、セルの発生部分、流速の速い部分が少ない。</p>

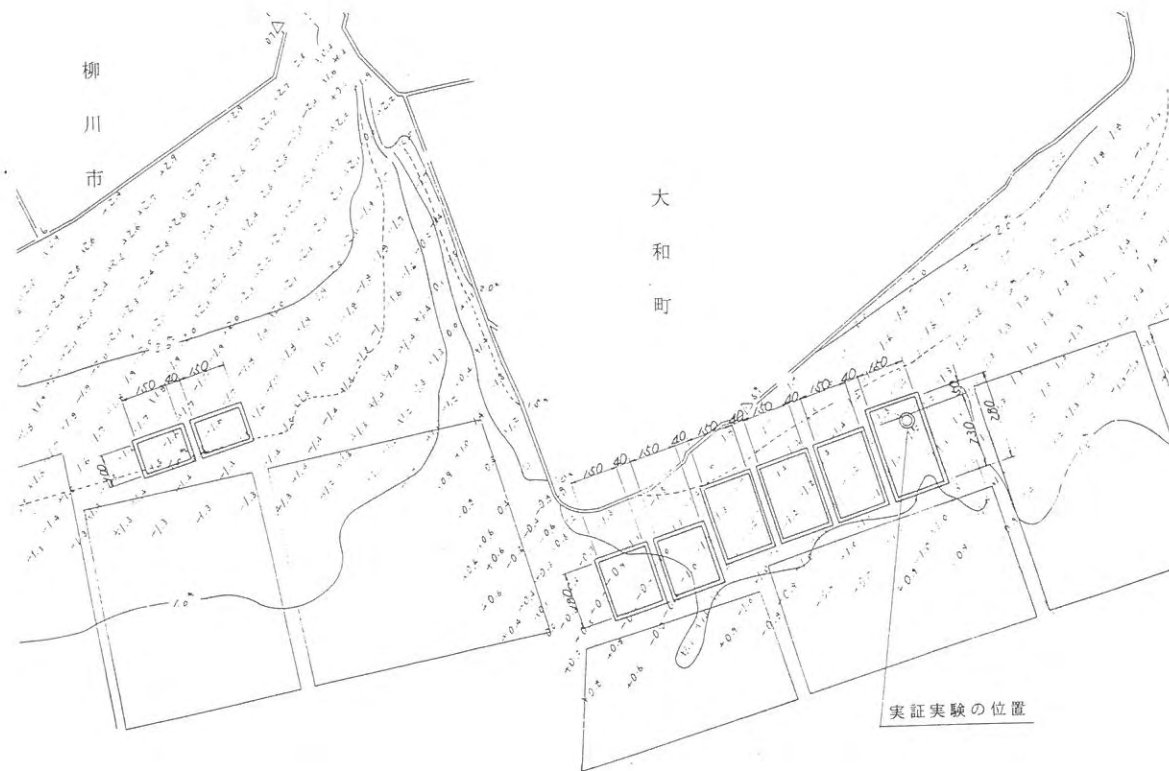


図1 覆砂計画平面図

i 覆砂形状の決定

覆砂を全面的に散布すると、中央部分にシルトが堆積する問題や、施工上の問題、工区の区分け等を考慮してクシ状に散布する形状とした。

覆砂厚は60cmとし、クシ状の形状は、図1のとおり覆砂の平坦な天端部分の幅150m、間隔40mとした。又、クシ状の長辺方向は、卓越波向のSWとした。

(2) 低利用漁場の高度利用化

1) アサリモデル漁場

現在の低利用海域（堤防とノリ小間との間）は、出水等により被泥しやすく、地盤高も高い。よって、被泥しにくい構造等を検討し、低利用漁場を高生産漁場にするために、モデル漁場を造成し、造洲の耐久性やアサリ移植効果の検討を行った。

方 法

モデル漁場は図2に示した位置に造成した。モデル漁場の砂厚変化は、砂厚計で測定し、同時に浮泥厚も測定した。底質については、柱状採泥し、表層0～1cm、1～10cmの2層に分割し、分析に供した。これら試料の粒度組成（篩分け法）、強熱減量（550℃ 2時間）、

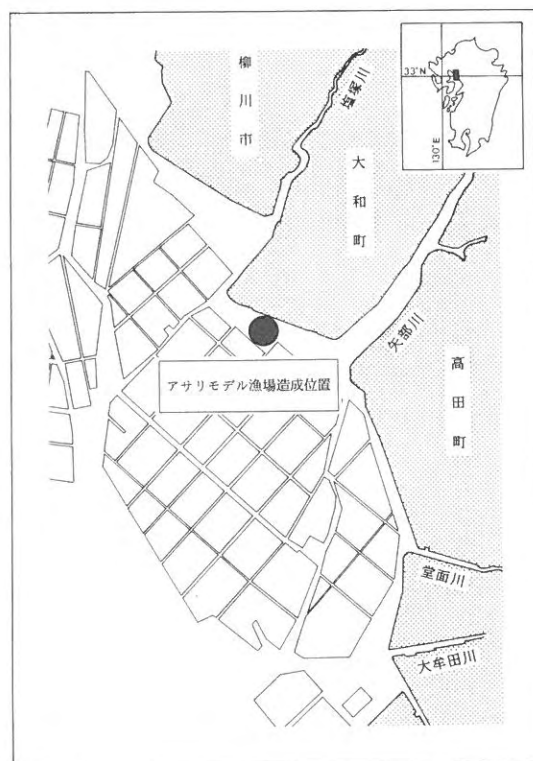


図2 アサリモデル漁場造成位置

全硫化物（検知管法）を測定した。

アサリ移植効果を検討するため、平成4年9月に有明

海福岡県地先で採捕したアサリ稚貝を約4.5 t 移植した。

アサリ生息数は、モデルA, B, C, Dとも15カ所を25×25cmの枠どり調査を行い、全個体数を測定し、生残率を求めた。そのうち、50個体を持ち帰り、殻長、殻付重量、軟体部湿肉重量、群成熟度を測定した。更に、これらから肥満度（軟体部湿肉重量÷殻長3）を計算した。

### 結果および考察

造洲の砂厚変化を図3, 図4に示したが、造成直後1週間に約20cm近い砂厚の減少があった。その後は1カ月に0~5cm程度の減少が見られた。頂部が低くなるとともに、砂厚30cm以上の区域や砂厚10cm以上の区域は周辺に広がった。浮泥の堆積は、造洲周辺部の地盤の低いところに多く堆積し、中央部の高いところは少なかった。時期的には、図5に示したようにノリ支柱の建っている10月~3月は、多く堆積する傾向があり、支柱撤去後の5月, 6月には、浮泥が減少した。出水時の覆泥は縁辺部を中心に数cm程度で大きな影響はなかった。図6に浮泥の分布を示したが幅が狭い造洲A, B, Cに比べ造洲Dは、高さも高く、幅も広いので相対的に浮泥堆積の少ない区域の比率が高かった。表2に底質の全硫化物を示したが全硫化物は、全期間通じてアサリに不適とさる0.2mg/g乾泥以下で、良好な底質を維持した。

アサリ移植試験の結果、生残率は、図7に示したとおり移植6カ月後に約80%, 12カ月後に約40%になった。特に台風による形状変化が見られた移植10カ月後から11カ月後にかけての減耗が大きかった。しかしこれは天然漁場の生残率と比べても同等以上である。

表2 アサリモデル漁場の底質の全硫化物（平均値）

		(mg/g乾泥)				
		'92.9 (造成時)	'92.10 (1カ月後)	'92.11 (2カ月後)	'93.3 (6カ月後)	'93.9 (12カ月後)
A	0~1cm	0	0.002	0.002	0.005	0.007
	1~10cm	0	0	0.002	0.001	0.013
B	0~1cm	0	0.005	0.006	0.014	0.008
	1~10cm	0	0.001	0.001	0.004	0.028
C	0~1cm	0	0.001	0.003	0.007	0.005
	1~10cm	0	0	0	0.002	0.002
D	0~1cm	0	0.001	0.001	0.005	0.017
	1~10cm	0	0	0	0.002	0.012

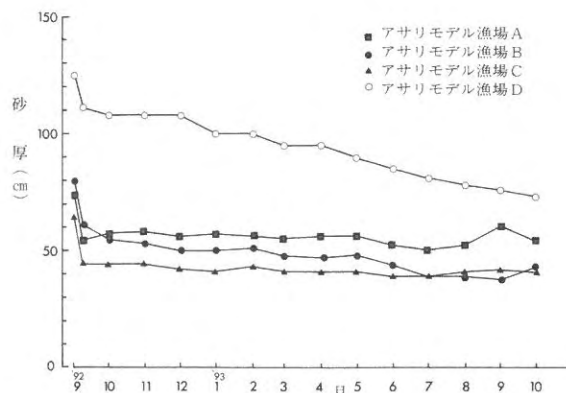


図3 アサリモデル漁場中央部の砂厚変化

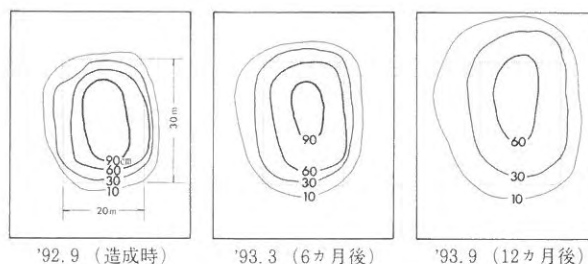


図4 アサリモデル漁場(D)の砂厚平面画図

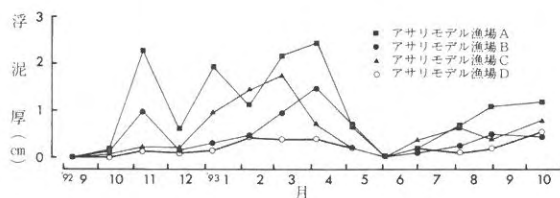


図5 アサリモデル漁場における平均浮泥厚の変化

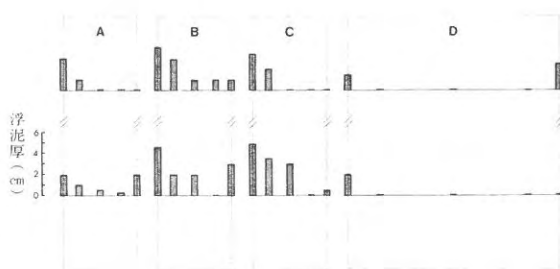


図6 アサリモデル漁場における浮泥厚の分布(造成6カ月後)

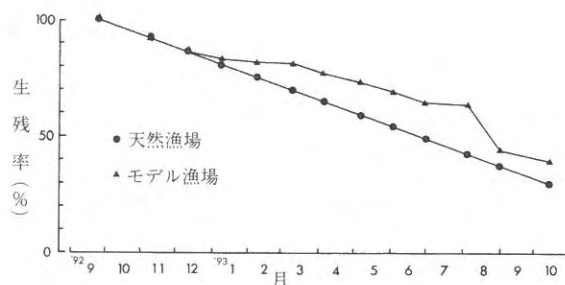


図7 アサリモデル漁場(D)における移植アサリの生残率

成長についてみると、図8に示したとおり平均殻長は、移植時25.5mmであったものが、移植6ヵ月後には28.8mm、12ヵ月後には1cm以上大きくなり、37.7mmに成長した。一方平均重量は、移植時2.9gであったものが、6ヵ月後には4.5g、12ヵ月後には約3倍の8.6gと大きく増加した。有明海の天然漁場のアサリ成長と比べるとやや劣ったが、東京湾等他海域の成長と比較するとそれ以上の成長を示した。

移植アサリの肥満度と生殖巣の変化を図9に示したが、高地盤域に移植したアサリも、生殖巣の変化から推察すると再生産に十分寄与するものと考えられ、母貝団地としての可能性もある。

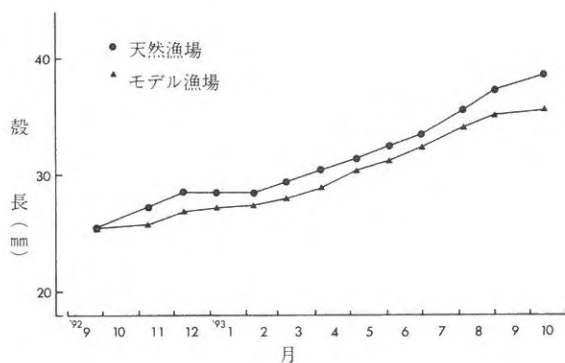


図8 アサリモデル漁場(D)におけるアサリ平均殻長の推移

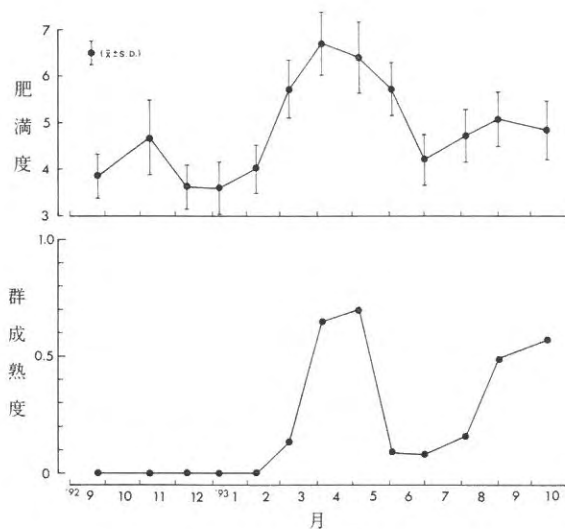


図9 アサリモデル漁場(D)における移植アサリの肥満度と群成熟度の変化

## 2) アゲマキ・ミドリシャミセンガイモデル漁場

### 方 法

有明海福岡県柳川地先に、海砂と地先の泥を混合したモデル漁場(砂1:泥1,高さ0.4m)を造成し、形状変化底質変化等について検討した。

形状変化については地盤高の変化を基準杭により求めた。底質分析項目は中央粒径値(篩分け法)、含水比(JIS)、強熱減量(550℃,2時間)、全硫化物(検知管法)とし、柱状採泥により表泥10cmの試料について分析した。また、前出アサリモデル漁場縁辺部に、砂と泥を混合した試験区を造成し、アゲマキ、ミドリシャミセンガイの移植を行って移植効果を検討した。

### 結果および考察

形状は、満ち潮時に卓越する南東の波浪の影響を受け、南東方向への砂の移動が認められた。施工1年後には最大17.5cmの侵食があったが、施工深度は平均で49.1cmであるため、底質改良の効果は維持していた。

表3 ミドリシャミセンガイ移植結果

	移植日	40日後	50日後	95日後	125日後
全長(mm)	80.4	88.1	90.5	—	—
殻長(mm)	38.0±2.8	38.8±1.7	38.7±2.6	—	—
殻高(mm)	17.7±1.3	17.9±0.9	17.6±1.4	—	—
殻厚(mm)	7.7±0.7	7.9±0.5	7.5±0.7	—	—
生 2:1区*	100%	80.0	44.8	5.6	0.6
残 1:1区	100	48.0	17.6	0.4	0
率 対照区	100	0	0	0	0

\*2:1区は砂:泥=2:1

ミドリシャミセンガイの移植経過は、表3のとおり砂:泥=2:1区で移植後40日までの生残率が80%と良好な結果であった。しかし、混合後徐々に砂が沈降し泥分と分離する傾向を示し、移植後50日以降、表層のシルト分が増加し、生残率が低下した。形状の維持と砂泥の均等混合、浮泥の堆積しない構造、施工技術の確立を検討すべきであるが、漁場造成の有効性は認められた。一方、資源水準の低下により、移植種苗の入手の問題がある。

表4 移植後のアゲマキの生残率

試 験 区	1ヵ月後	2ヵ月後	3ヵ月後
砂:泥=1:1	46.7%	40.0%	0%
砂:泥=1:2	46.7%	20.0%	0%
泥	33.3%	13.3%	0%

アゲマキの移植経過は、表4のとおり生残状況でみると、砂:泥=1:1区で移植後2ヵ月後までは良好な結

果であった。しかし移植後の底質の状況を見てみると、前述の砂泥分離と地盤の沈降傾向がみられた。アゲマキの生息条件として適当な砂と泥を混合した底質が好ましいことが移植調査から示唆された。今後はその適正な造成手法と底質の持続手法の検討が必要である。また、ミドリシャミセンガイと同様、資源水準が極度に低下しており、移植種苗確保の問題がある。

## 2 貝類等生産・流通体系の整備

### (1) 貝類養殖化試験及び集出荷体制の整備条件調査

#### 1) アサリ養殖企業化試験

### 方 法

#### a 循環濾過飼育技術

適正投餌量 試験区は、2つの供試アサリサイズ（平均殻長 $7.59 \pm 0.99$ ,  $10.31 \pm 0.88$ ）別に無投餌区、3万cells/ml区、15万cells/ml区、30万cells/ml区、60万cells/ml区の5区の計10区を設定した。

適正投餌方法 連続投餌区（約12時間投餌）、集中投餌区の2区を設定した。

水質モニタリング 試験は無投餌、無換水で飼育し、pH、 $\text{NH}_3$ 等を測定した。

#### b 天然種苗飼育技術

アサリ選別技術の開発 リン酸水素2カリウム水溶液（100%水溶液）を使用し、天然から採取してきたものからアサリ稚貝を選別する手法を検討した。

### 結果および考察

#### a 循環濾過飼育技術

適正投餌量 図10に示した餌料濃度と成長の関係から適正投餌量は15万cells/mlと判断された。

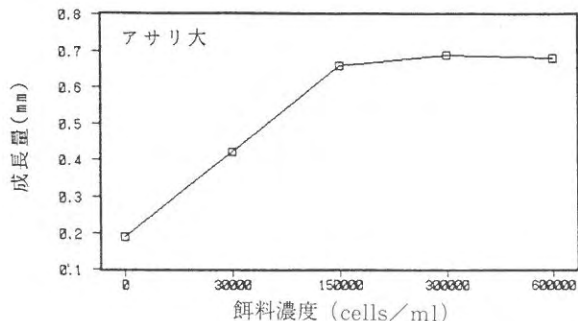


図10 餌料濃度とアサリの成長

適正投餌方法 図11に示したように集中投餌区は、連続投餌区に比べ成長が良かった。低濃度の餌料を長時間摂

餌するよりも、高濃度の餌料を短時間に摂餌するほうが成長がよいものと思われた。

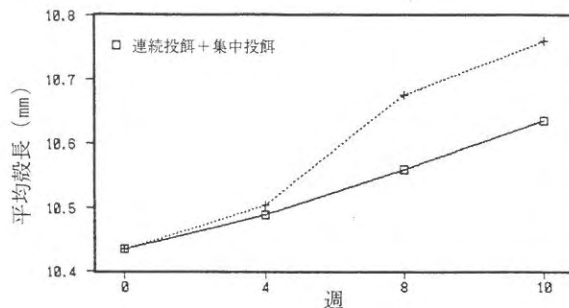


図11 投餌方法とアサリの成長

水質モニタリング 生残率の低下に伴いpHの低下、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{NH}_3$ の増加が見られた。 $\text{NH}_3$ の増加は有機物の硝化の過程であり、pH 7.6、 $\text{NO}_2$  5 PPMが換水時期の指標となる。

循環濾過飼育（有明方式）については、本調査研究により基礎的飼育技術が確立した。今後数mmサイズの天然着底初期稚貝の大量採集、大量選別技術等の検討が必要である。

#### b 天然種苗飼育技術

アサリ選別技術の開発 リン酸水素2カリウム10kgで作成した水溶液により、採取物約60kgを選別処理する事ができた（処理に要する時間は約1~1.5時間、作業人数は1人）。選別後のアサリは、ほぼ100%生貝であり、事業化を考えた大量処理も十分可能であると考えられた。

今後泥による選別方法や手選別方法との効率性、経済性を考慮した検討が必要であるが、この選別方法は、誰でも容易に短時間に処理できる点で有望な方法であると思われる。

天然種苗選別技術については、今回の試験で開発でき、5~10mmサイズの、干拓利用増養殖のための種苗は、天然種苗を利用できる技術のめどがたった。

### 2) 干拓利用増養殖化試験

未利用干拓地を漁業生産の場として利用し、新しい漁業形態としてのアサリ養殖の可能性を検討するために、試験を実施した。

### 方 法

大和干拓にアサリ陸上養殖のモデル施設を建設し、アサリ飼育試験を行った。アサリ飼育はすべて籠（43cm×28cm×13cm）で行い、試験区として底砂の有無や密



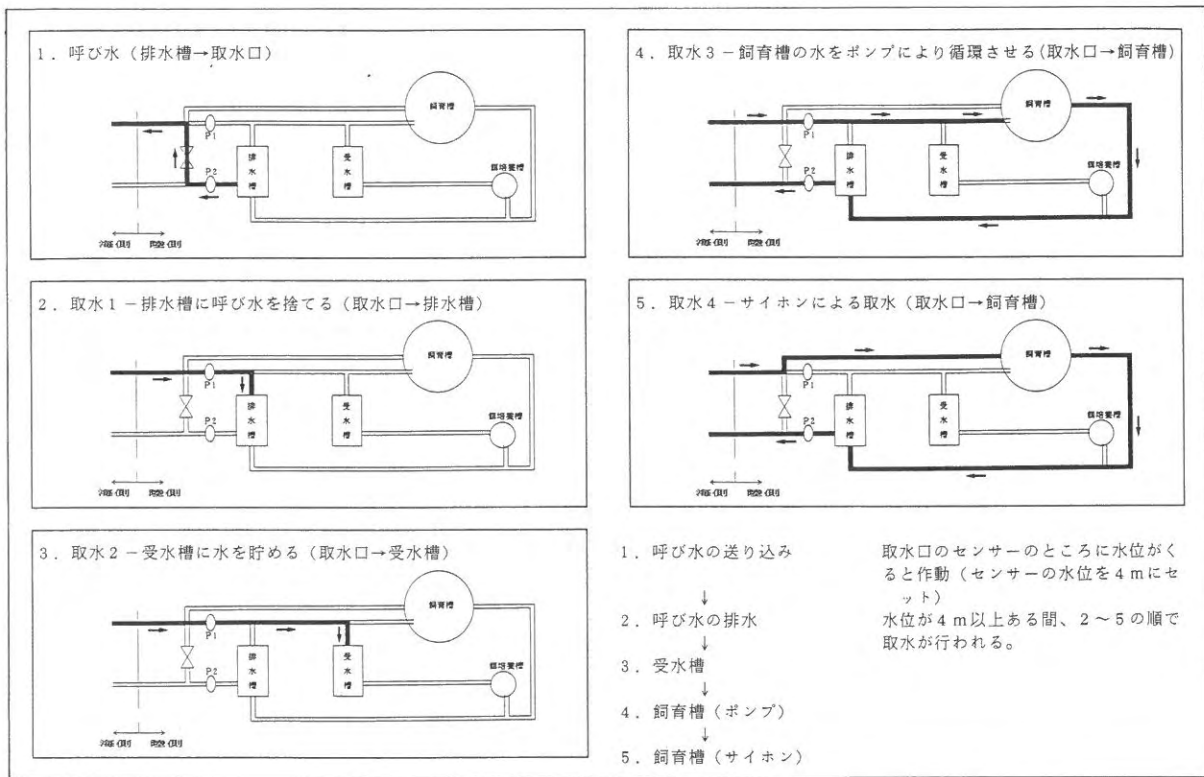


図12 海水の給排水システム

度、サイズを組合せ、更に採集試料からのアサリ選別方法として手によるものとリン酸水素2カリウムによるものとの比較を行った。

### 結果および考察

海水の給排水システムの検討 図12のとおり一定の水位でシステム作動（排水ポンプ作動（呼び水）→取水ポンプ作動（取水開始）→取水ポンプ停止（サイホンでの取水開始））するように設定し、連続運転試験を実施した。システム作動水位 取水口の地盤高が+3.6mであり、波浪等の海面の変動を考慮して作動開始水位を+4.0mにセットした。

取水ポンプ運転 水槽へのポンプによる取水は約1回転/1.5hであり、その後のサイホンによる海水の供給も考慮すると、潮位にもよるが取水ポンプ作動時間は1時間の設定で水槽1回転の海水の供給が可能であることがわかった。アサリ飼育環境調査 アサリの飼育及び餌料の培養は平成6年1月9日に開始した。飼育槽、餌料槽内の水温は、表5のとおり1～2月は10℃以下で推移し、餌料槽は1℃に下がることもあった。3月中旬以降は10℃以上に上昇した。

餌料は、1月～3月中旬までは天然珪藻類、3月中旬以降はテトラセルミス、4月以降はパプロバを与えている。

飼育試験の結果、水温の上昇（3月以降）とともに成長が見られたが4月現在、各試験区間に成長、生残率とも大きな差はなく、80～95%と高い生残率であった。

表5 飼育槽、餌料槽の水温

	1～2月	3～4月
飼育槽	5～9℃	7～19℃
餌料槽	1～9℃	6～19℃

### 3) 貝類集出荷施設基本設計調査

#### 方 法

アサリを主とする貝類の安定した供給と付加価値向上のため、委託により加工及び展示販売機能を持つ集出荷施設の整備構想及び基本設計を行った。

#### 結果および考察

表6にまとめたとおり、貝類集出荷施設計画に係る前提条件として、集出荷体制と取扱量、加工施設の性能等の整理、検討の後、各施設の概略設計を行った。また全体配置の概略図を図13に示した。

表6-1 貝類集出荷施設基本計画（計画条件の整理）

項 目	内 容
① 集出荷体制と取扱量	アサリ原材は有明沿岸漁民より、トラック入荷（漁連／各漁協） 年間入荷量は2,000 t／年（集荷能力30 t／日） 貯留保管量30 tを確保（蓄養水槽容量670 t） アサリの原材は年間を通して一定量確保
② 加工施設の性能	出荷量 5 t／日 加工出荷形態 ネット詰め／パック詰め（出荷は発砲クーラーに氷詰め） 稼働条件 販売先の条件による（365日／年）
③ 用水供給処理施設	海水／有明海よりサイホン（ポンプ）取水を行う 陸上に1,300m <sup>3</sup> の貯水槽を確保 濾過槽により砂／ゴミ等の除去 処理能力 150 t 海水を冷却して使用 設定温度 蓄養槽 15～18℃ パック詰め 4℃ 上水／公共上水の利用（周辺に整備されているものと仮定）
④ 付帯施設	入札場／レストラン／駐車場／管理休憩設等 加工場と一体的に整備
⑤ 位置／道路等基盤 ／敷地規模条件	特定せず（堤防付近陸地側に適正規模を想定）
⑥ そ の 他	電気・ガス等

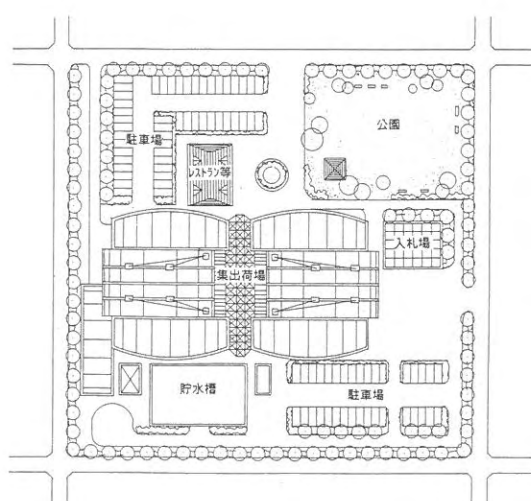


図13 貝類集出荷施設全体配置の概略図

### 3 ノリ養殖再編整備計画の策定

#### (1) ノリ養殖再編整備計画策定調査

#### 方 法

委託により、ノリ養殖再編整備計画を策定した。

#### 結果および考察

生産構造の再編成の方向と実現のための方策、需要構造の変化と流通・販売体制の再検討、産地間組織の現状と再編成のあり方について検討し、ノリ養殖再編整備計画を策定した。その要旨を表7に示した。

#### (2) ノリ加工条件モニタリング調査

#### 方 法

毎年の生産高がほぼ平均的な漁家に温湿度センサー10、

表 6-2 貝類集出荷施設基本計画（施設計画及び事業費）

項 目	内 容	
① 集出荷施設	(ア) フロー図	
	(イ) 集荷/蓄養施設	
	日平均 5 t 入荷 (最大 30 t)	
	蓄養槽については 670 t (蓄養量 30 t)	
	(ウ) 加工ライン	
	加工ライン 5 t / 日	
	加工ラインは 5 ラインと設定する (1 ライン処理能力 1.8 t / 予備機/ネット詰めライン)	
	加工機器 洗浄機, 選別器, 計量器, バック詰め機, 金属探知器等	
	付帯機器 冷却器 (4℃) ベルトコンベア等	
	(エ) 施設規模	
	加工場	R C 造 一部 2 階建て 延床面積 4,500m <sup>2</sup>
	主な施設	荷さばき場 洗浄, 選別場 加工場 管理室, 機械室等
② 用水供給処理	(ア) フロー図	
③ 付帯施設	(ア) 入札場	
	取扱量 10 t / 日	
	規模 200~300m <sup>2</sup>	
	(イ) 駐車場	
	搬入搬出のトラック	10台
	従業員用駐車場	20台
	公園/直販場等の駐車場	80台 面積 800~1,000m <sup>2</sup>
	(ウ) 直販/展示場	
	来客用	10,000人/年
	施設規模	最大 50人/日 面積 300m <sup>2</sup>
	(エ) 広場等	
	敷地面積	1,000m <sup>2</sup> 以上
	(オ) 管理/休息施設	
	施設規模	30人対応 面積 500m <sup>2</sup>
④ 事業費	総額約	11億円
	加工施設合計	900百万円
	建物	360百万円
	機械類	150百万円
	水槽等	90百万円
	給排水	150百万円
	その他設備	150百万円
	付帯施設合計	213百万円
	入札場	9百万円
	レストラン・ショールーム	53百万円
	その他	151百万円

表7 ノリ養殖再編整備計画要旨

調査・検討項目	調査・検討のねらい	調査・検討の方法	調査・検討の結果	政策課題（提案）
1. 生産構造の再編成の方向と実現のための方策	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 需要の頭打ち、構造の変化による価格の低迷と設備償却費の増大の下での経営体数の急減で、近い将来、生産縮小の危険性もある。</li> <li>* このような条件の下においても力強く発展し、わが国の生産・供給の中心地となるための方向と方策を検討する。</li> <li>* 支柱式養殖による品質追求型産地としての特質を踏まえた実現可能な生産構造再編のあり方を見い出す。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 全ノリ漁家に対するアンケート調査による問題点の抽出。</li> <li>* 中国ノリ養殖業の現地視察。</li> <li>* 上記アンケートにより経営の集団化・協業化意向の把握。</li> <li>* モデル経営の解析、推計から規模、収益、労働投入等の関係を把握</li> <li>* 全国先進協業体の事例調査。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 生産分野についての漁家が挙げた問題点は①コマの確保（借りコマ問題）②酸処理・収穫時の過重労働③海水確保④機械設備導入・償却費⑤後継者確保⑥原藻の陸揚げの順。</li> <li>* 中国の将来の生産量増大の可能性が高く、輸入圧力、価格抑制に働く</li> <li>* 約280戸（20%）が協業参加意向。うち完全協業希望が70%以上。</li> <li>* 協業化によって、設備投資負担・償却費軽減を中心に幅広い効果が上がっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 組合員資格厳正化のためのルールづくりの検討</li> <li>* ノリ製造団地の整備による効率的な生産基盤施設の整備促進。</li> <li>* 生産の質・量の確保とともに低コスト生産体制の実現を図るため、ノリ漁家経営の協業化を協力に推進する。</li> </ul>
2. 需要構造の変化と流通・販売体制の再検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 需要および流通構造の変化に対応した流通体制の再編方向を検討。</li> <li>* とりわけノリのブランド化および共販体制の合理化について検討。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ノリ商社の動向、商社機能の変化を把握。</li> <li>* 「アカツキ」を例にノリのブランド化を検討</li> <li>* 共販統合の先進事例を調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 大手商社は中国進出、メーカーブランド化を追求。今後階層分解が進む。</li> <li>* 品種ブランドは高品質の福岡有明ではメリットがない。</li> <li>* 共販統合で近代化、合理化達成。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 3 共販漁連の統合により販売力の強化と流通コストの低減を図る。</li> <li>* 地域ブランド化のため、種苗の供給を含む集团的漁場管理の確立について検討する。</li> <li>* 検査員育成など検査体制の充実。</li> </ul>
3. 産地組織の現状と再編成のあり方	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 協同組合機能と組織の現状と強化の方向</li> <li>2) 試験研究機能の現状と拡充の方向</li> <li>3) 関連産業の集積の現状と課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 上記アンケートから各種機能に対する漁家の評価を把握。</li> <li>* 26漁協組合長に対するアンケートによって合併についての考えを把握。</li> <li>* 既存文献および関係機関ヒアリングによって</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 漁協運営環境が一段と悪化している。</li> <li>* 漁協合併は「必要性が高いが時間が必要」が大勢。</li> <li>* 指導事業を抱えていることで研究機能が抑制されている側面あり。</li> <li>* 情報提供の速さ、正確さが求められている。</li> <li>* 関連産業一通り集積しているが、ノリの市場狭く、経営多角化。</li> <li>* 組織的対応は見られない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 将来的に漁業権管理、共販、購買指導体制の一元化を目指す。</li> <li>* 信用事業など共同事業化を推進し合併のメリット等の啓発を推進。</li> <li>* 漁連の強化による協業化に関する指導を含め指導事業を強化する。</li> <li>* 漁連、漁家、研究所を結ぶLAN（地域情報システム）などの構築を目指す。</li> <li>* 産地構造の変革による撤退などの防止を図る。</li> <li>* 今後の対応について検討を行う。</li> </ul>
4) 国際交流の現状と対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 今後強まると見られる国際化への主体的取組のあり方検討。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 関係機関ヒアリングにより検討。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 今後の対応について検討を行う。</li> </ul>	

風速計2カ所を乾燥機内外に設置し、冷凍1、2回摘みにおける原藻の特性評価、加工条件のモニタリング、製品の評価を行った。(12月14~27日)

原藻のかたさ、淡水浸漬処理後の光沢、色調について調査し、かたさは5葉体の耐針圧の平均より求めた。

光沢は水温18℃と30℃の淡水に30分間葉体を浸漬した後、5個体をスライドグラス上で風乾し光沢計で測定した。

原藻の色調は顕微分光光度計で測定し、430・495・565・615・680nmの5波長の吸光率の平均から求めた。

次に摘採したノリの乾燥時の葉体温度が10℃・20℃・30℃になるように加工し、製品の評価を行った。(1月5日) また毎年非常に高い生産高を上げる漁家にも機器を設置してモニタリングを行った。(1月19日)

### 結果および考察

原藻のかたさは経日的に増加する傾向が認められた。

光沢は摘採日によって変動が見られるが、ほぼ経日的に増加する傾向が認められた。

原藻の色調は摘採日による吸光率の差が認められた。

また平均的漁家の加工は湿球温度が25℃を越えない加工が行われた。加工日による加工条件の変動、加工開始時から終了時までの加工条件の変動は、極力抑えられていた。

しかし、乾燥機内部の温湿度にはムラが認められ、乾球温度は6℃前後、湿球温度は3℃前後、乾燥機後半部が高くなっていた。相対湿度も前半部と後半部で10%以上の差が認められた。

優良漁家では加工温度設定を冷凍1、2回摘みよりも3、4℃高めにしている1月19日においても、平均的漁家の冷凍1、2回摘みとはほぼ同程度の乾燥温度を示した。このことから優良漁家では極めて低温で加工ができるものと推察された。

優良漁家の乾燥機内部の温湿度のムラは小さく、前半部と後半部の乾球温度差は2℃以下、湿球温度差は約1℃であった。相対湿度においてはほとんど差は認められなかった。

平均的漁家の製品の等級格付けを依頼したが、その結果等級は2等から4等の5等級に分類された。すべてが本等級であった。

製品の色調は色彩色差計を用いて測定した。その結果彩度と等級との間に強い関連性が認められた。また、原藻の色調と製品の彩度との間にも12月27日を除いて、強い相関( $\gamma=0.67$ )を認めた。

乾燥時の葉体温度が低い方が色彩色差計による彩度、等級ともに良いことが明らかとなった。

今回のモニタリング調査結果から明らかとなった良い加工施設の条件を表8に示したが、平成5年度は海況が悪く、原藻の質の差が大きかった。このため製品の品質には加工条件よりも、原藻自体の質の差が強く現れた。原藻自体の差が小さい漁期において再度加工条件をモニタリングする必要がある。

## 4 海域の高度利用

### (1) 海域の高度利用計画策定調査

#### 方 法

委託により有明海福岡県地先の高度利用計画策定基礎調査を行った。

### 結果および考察

有明海高度利用のコンセプトは、人と自然が触れあう共生空間の形成として設定した。中心施設構想、運営形態、施設配置計画等を表9に取りまとめた。

表8 モニタリング調査の結果から明らかとなった良い加工施設の条件

良好な加工のために必要な条件	加工施設の対応法
1 低温で乾燥ができる	乾燥能力が高い乾燥機を設置して、乾燥には時間をかける 湿度の低い新鮮な空気がボイラーに取り入れられるようにする
2 温度・湿度の変動を少なくする	温度・湿度コントローラーを設置する 吸排気がスムーズに行われるよう吸排気口をつける
3 乾燥機内の温度・湿度ムラを少なくする	乾燥小屋を大きくして空気の流れに余裕を持たせ、作業室と乾燥室を分ける

表9 有明海高度利用計画

調査項目	概	要	備考 / 課題
1) 中心施設構想	①人と自然が触れ合う共生空間の実現 ②干潟＝自然の豊かさの研究・体験空間の実現 ③海と人々が織りなす生活文化の追体験空間の実現	・干潟との触れ合いの場／干潟棧橋／展望台等の整備 ・スポーツレクリエーション施設／交流イベント広場／研修宿泊施設の整備 ・干潟の生態・科学・環境の研究所の建設整備 ・干潟生態公園／干潟水族館等の整備 ・旧堤防の修景利用／干拓・郷土歴史資料館／石炭産業資料館等の整備 ・有明海産市場／シーフードレストラン等の誘致整備／食品加工供給施設等	・広大な有明海沿岸空間（海域・陸域）全体を干潟公園空間として捉える ・地域の学校・教育・研究機関等との連携のもとで地域研究・環境啓発活動への取り組み
2) 運営形態の検討	①入場利用者数の想定 ②管理・運営計画	・福岡都市圏を含む福岡西部筑後圏、佐賀県及び熊本県の近隣市町村を利用圏域と考え、小中学児童を中心に家族や職場グループの利用者を想定すると概略30万人の利用者数が推計される。 ・道路等の基盤整備、研究施設等の基本施設は公的機関が行う ・宿泊・レストラン、地場産品販売所等は民間活力の導入を図る ・水族館や資料館等の施設利用は有料とする	・干潟公園はクローズ 방식을基本としすべて体験型なのでインスタラクターを配置できるような組織を検討 ・また、地域レンタルサイクル制度等の検討
3) 施設配置計画	①地域特性に応じた施設配置の検討・提案	・大川地区は筑後川と干潟の接点環境を基本テーマとし、汽水域・クリーク生態環境を備えた干潟公園等の整備 ・柳川地区は有明研究所及びびムゴウランド等の既存施設を核に干潟研究機能学習体験施設等整備拡充 ・大和・高田地区は広大な干拓空間を利用したレクリエーション施設、干拓・産業歴史資料館／及び海産加工供給施設等の拠点としての整備 ・大牟田は石炭産業の歴史、資料館、都市レジャータウン等の連携を図る拠点とする	・具体的施設の整備内容・規模等については市町村（地元）との協議の中で定めてゆく／土地条件／道路給排水等の基盤整備条件を踏まえつつ検討する必要がある。
4) 関連施設整備事項	①周辺観光資源との一体化と交通エントランスの整備 ②沿岸産業施設	・筑後川屋形船、柳川下り等との一体化、中島市場（矢部川）との連携 ・黒崎公園の一体的修景整備／三池港からのエントランス整備等。 ・沿岸の各拠点を結ぶ周遊散策道路（サイクリング道路等）の整備 ・アサリの安定供給を目指すあさり集出荷、加工施設の整備 ・また、経営基盤や労働環境の安定化等を目指す海苔加工団地の整備	・有明沿岸道路計画／佐賀空港／等の完成は当該地区に大きなインパクトをもたらすものとして期待される ・24時間利用可能な漁港の整備が望まれる