

ノリ養殖の高度化に関する調査

半田 亮司・岩渕 光伸・小谷 正幸・藤井 直幹

平成6年度のノリ養殖は、夏季の高温・少雨といった異常気象の影響が心配された。しかし漁期前には栄養塩は十分量に回復し、さらに高比重もあって、病害は軽度で経過したため、秋芽生産は過去最大の5.4億枚となった。冷凍生産は1月中旬まで良好に経過したが、1月下旬から珪藻プランクトンの増殖による栄養塩量の減少がみられたため、2月以降色落ちが発生し、これにより終漁となった。漁期を通してみると、生産枚数は15.2億枚と平成5年度について史上2位であったが、平均単価は10.27円と低調であったため、金額は156億円にとどまった。

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。無機三態窒素量は既報¹⁾の方法により、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 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²⁾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

農水省九州農試（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³⁾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用いた。



図1 ノリ養殖漁場と調査定点

結果および考察

1. 気象・海況

1) 漁期前

気温：月平均気温をみると、7月は29.4℃、8月は29.0℃であり、いずれも観測史上最高であった。9月は23.6℃で平年並みとなった。

日照時間：月合計は7、8月ともに観測史上最高であり、9月も平年よりも多かった。

降水量：6月から9月までの合計降水量は314mmであり、平均の43%と過去最低であった。

水温：月平均水温をみると、7月は27.7℃、8月は28.9

℃であり、それぞれ観測史上最高であった。9月は26.6℃であり、平年より1℃高かった。

比重：月平均比重をみると、7月は23.7、8月は24.3、9月は24.2であり、いずれも観測史上最高であった。

栄養塩量：6、7、8月の大潮調査ではそれぞれ平均4.8、3.1、3.4 $\mu\text{g at/l}$ であり、きわめて少なかった。

8月下旬には平均18 $\mu\text{g at/l}$ と上向いた。

プランクトン：8月下旬以降、増殖は認められなかった。

2) 秋芽生産

調査結果を図2と図3に示した。

水温：10月5日（採苗）は23.4℃で平年なみであった。その後23℃台が続き、12日台風通過により、13日に24.7℃まで上昇した。14日から下降し、10月下旬11月上旬は平年なみに推移した。中旬以降平年より1～2℃高めに推移した。

比重：採苗後24台の高めで推移した。

栄養塩量：採苗後10月末までは20 $\mu\text{g at/l}$ 以上を維持しており、大潮で少なく小潮で多いパターンで推移した。とくに台風通過前の10月11日に平均23.3 $\mu\text{g at/l}$ 、通過後の13日に平均29.8 $\mu\text{g at/l}$ と増加が認められた。11月に入り小潮の7日まで減少した。7日には平均12.4 $\mu\text{g at/l}$ であり、大和沖と大牟田では10 $\mu\text{g at/l}$ を割った。その後筑後川流量の増加に伴い、栄養塩量は9日から増加に転じ、25日には平均24.0 $\mu\text{g at/l}$ となった。

プランクトン：採苗後11月末まで増殖は認められなかった。

降水量：10月と11月の合計は51.4mm（平年の31.2%）と少なかった。

3) 冷凍生産

水温：12月以降1月上旬まで平年より1℃高めに推移し

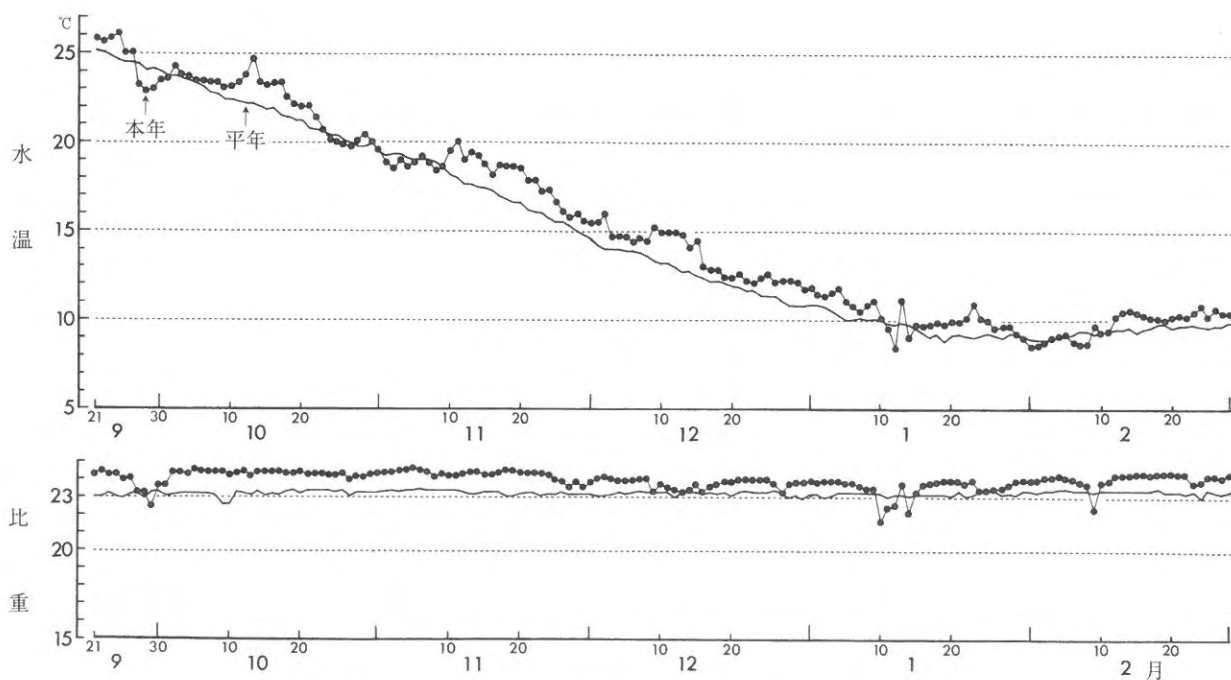


図2 平成6年度ノリ漁期における水温と比重の推移（大牟田昼間満潮時）

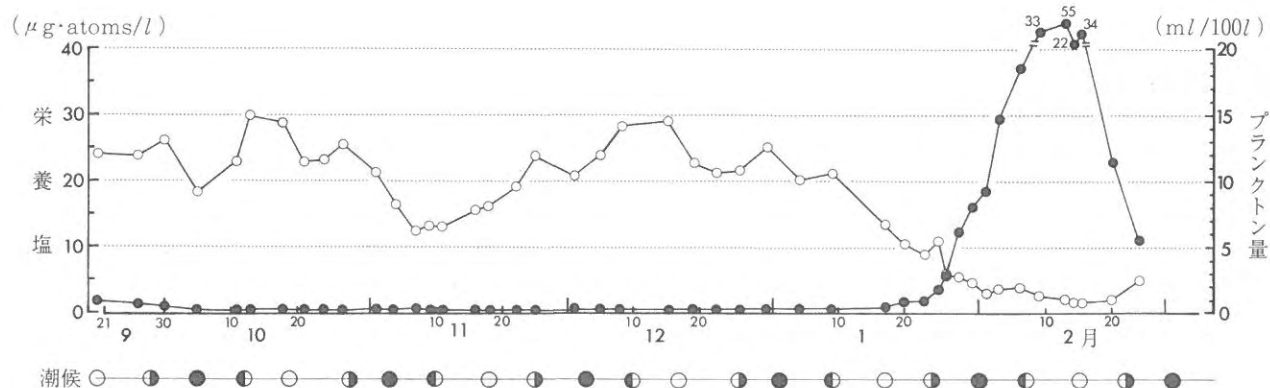


図3 平成6年度ノリ漁期における栄養塩（無機三態窒素○）濃度とプランクトン量（●）の推移

た。1月中旬に8.5℃（年最低水温）と一時的に平年を割ったが、下旬は10℃台と平年より1℃高め、2月上旬は9℃台と平年なみ、中旬は10℃台と平年より1℃高めで推移した。

比重：12月以降、1月中旬に22台の低下もみられたが、23～24台と、平年より高めで推移した。

プランクトン：1月17日に珪藻プランクトンの増殖の兆候が確認された。これ以降増殖が始まり、28日には平均6 cc/100、2月には平均10 cc/100以上で経過した。

栄養塩量：12月はじめから1月前半までは平均20 $\mu\text{g at/l}$ で推移した。1月後半から減少し26日には平均6 $\mu\text{g at/l}$ となり、2月上旬は平均3～4 $\mu\text{g at/l}$ 、中旬は平均1～2 $\mu\text{g at/l}$ で推移した。

2. 養殖経過

1) 秋芽生産

支柱建ては9月はじめから始まり、9月末には終わった。

採苗は10月5日（出港時刻午前6時）に開始された。ラッカサンの撤収はごく一部で採苗当日から始まり、おもに7、8日に集中し、10日には完了した。

小潮（峠12日）に向かう9日頃から網が汚れ始めたため、網洗いが始まった。台風29号の接近のため、11日夜半から12日昼過ぎまで強風に見舞われた。このため竹支柱約9,300本、FRP支柱約2,200本が破損、「たかつ」、「せいどまり」などの沖の漁場に被害は集中した。復旧は13日にはおおむね終わり、14日には完了した。

網の展開は18日から始まり、24日にはほぼ完了した。冷凍入庫は27日から一部で、29日には全域で始まり、11月2日には完了した。入庫期が小潮と重なったため、乾燥の過不足のないような網の水位管理がとられ、一部では人工干出といった管理操作もみられた。

摘採は11月2日から一部で、4日で全域で始まった。あかぐされ病が14日から拡大傾向となったため、被害のみられた柳川大川地先では網の高張り管理が行われた。

大潮過ぎの22日頃からあかぐされ病被害の再発と壺状菌病の被害がみられ始めたため、4～5回目の摘採と網の撤収が始まり、30日までに網の撤収は完了した。

2) 冷凍生産

冷凍生産は12月7日（出航時刻午前8時）から始まり、冷凍網は9日までに張り込まれた。ごく一部で冷凍もどりが悪かったため、網の張り替えが行われた。

摘採は15日から本格的に始まった。摘採は冷凍初回共販（12月24日と26日）までに1回～一部2回、年内まで

に2～3回、冷凍2回共販（1月11日と13日）までに3～4回、1月末までに5～6回、2月末までに7～8回行われた。

2月6日頃からノリの色落ちに伴い、網の撤収が始まり、15日には8割の網が撤去された。

2月15日頃から大牟田、大和地先で網の整理出庫が始まった。これによる漁場行使率は10%未満であった。2月末日までに網は撤収された。

3月5日から支柱撤収が開始された。撤収期間は竹が9日まで、FRPが15日までであったが、作業の進捗は早く、10日には大半が終了した。

3. ノリの生長、病害

1) 秋芽生産

採苗時の芽つきは「ふつう」の網が多かったが、なかには芽つきがきわめて「うすい」網もみられた。二次芽は18日の検診でわずかに認められた。20日には量的に多い放出が認められた。

芽いたみは通常みられる程度であり、冷凍入庫までノリの生長は良好であった。

アオノリは17日頃から一部で見え始め、24日にはほぼ全域で認められた。アオノリの着生は大牟田、大和高田で多く、柳川大川、農区で少なかった。アオノリ対策として活性処理の使用が25日から30日まで承認された。

あかぐされ病は11月2日に農区漁場で初認されたが、その後の調査で小潮峠の10日まで菌は認められなかった。11日に柳川大川と農区漁場で確認され14日には全域の感染が認められた。被害は14日頃からみられたが、地域的に差があり、柳川大川、農区および大牟田の岸寄りでは中程度、大和高田では軽度で、病害の規模は例年になく小さかった。

壺状菌は11月7日に初認された。14日には全域に拡大し、11月下旬には一部で製品低下の原因となった。

2) 冷凍生産

冷凍出庫直後にごく一部で網の張り替えもあったが、冷凍もどりは全体的には平年なみであった。

ノリの生長は12月下旬に壺状菌の寄生、単胞子や果胞子細胞の発現および日照不足などにより一時的に鈍化した。1月に入ってから生長は好転した。

壺状菌の蔓延は早く、菌の寄生は19調査点中12日には7調査点、15日には17調査点で認められた。12月下旬には寄生数がさらに増加し、1月上旬には岸よりに集中して製品低下の原因となった。1月中旬以降は一部で生長鈍化により壺状菌の被害も生じたが、全般的には小康状

態を保った。2月には色落ちと平行して病勢が拡大した。

あかぐされ菌は12月15日に在庫後初認されたが、病勢は緩慢であった。2月に比較的色彩落ちの軽かった大牟田地先で病勢が拡大した。

細菌の着生は冷凍在庫後ごく一部で軽微に認められたが、スミノリ症は認められなかった。

珪藻プランクトン (*Chaetoceros* spp.と*Rhizosolenia* spp.) の増殖の兆候が1月17日の調査で確認され、1月下旬から大規模な増殖が始まった。このためノリの色落ちは大潮期の1月30日から沖の漁場で発生し、2月上旬には全域に拡大した。

4. 緊急放流

渇水のため建設省と福佐両県の三者によるノリ用水検討会が10月12日に設置され、すき水確保、栄養塩補給の

ための緊急放流など松原・下笠ダムの不特定用水を有効に利用するための協議が継続してなされた。

1月中旬の珪藻プランクトンの増殖、栄養塩の減少に伴い、1月27日の組合長会で松原・下笠ダムからの緊急放流の要請がなされた。放流は1月28日午前9時から2月5日までの8.5日間（第1次放流・計857万トン）と2月11日午前9時から20日までの9.5日間（第2次放流・計947.3万トン）に分けて、大堰直下流量で毎秒40トン維持するように調整された。

5. 共 販

結果を表1に示した。

1) 秋芽生産

総数量は5.4億枚（昨年比2.7、過去5年平均比2.0）と史上最高であった。秋芽1回の共販の製品は初回摘採時

表1 平成6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
柳川大川	柳川大川	6. 11. 20	6. 12. 3	6. 12. 26	7. 1. 13	7. 1. 28	7. 2. 11	7. 2. 25
	大和大牟田	6. 11. 18	6. 12. 1	6. 12. 24	7. 1. 11	7. 1. 26	7. 2. 9	7. 2. 23
柳川	枚数	163,379,300	82,242,900	82,975,700	126,916,500	134,636,700	64,319,900	34,572,400
	単価	12.40	7.49	17.06	9.92	7.41	4.74	3.46
	金額	2,025,781,361	616,027,287	1,415,675,896	1,258,890,645	998,677,977	304,684,988	119,546,731
大川	累	163,379,300	245,622,200	328,597,900	455,514,400	590,151,100	654,471,000	689,043,400
	単価	12.40	10.76	12.35	11.67	10.70	10.11	9.78
	計	2,025,781,361	2,641,808,648	4,057,484,544	5,316,375,189	6,315,053,166	6,619,738,154	6,739,284,885
大和	枚数	148,042,700	103,772,700	80,062,600	130,255,500	146,614,300	77,175,100	37,213,800
	単価	14.88	8.39	20.21	9.51	7.32	4.69	3.10
	金額	2,203,076,144	926,665,121	1,618,268,205	1,238,704,803	1,073,224,483	362,243,145	115,226,790
高田	累	148,042,700	251,815,400	331,878,000	462,133,500	608,747,800	685,922,900	723,136,700
	単価	14.88	12.43	14.31	12.95	11.60	10.82	10.42
	計	2,203,076,144	3,129,741,265	4,748,009,470	5,986,714,273	7,059,938,756	7,422,181,901	7,537,408,691
大牟田	枚数	25,166,100	14,078,000	10,329,900	18,838,900	20,320,000	15,463,400	2,622,300
	単価	15.75	9.14	26.24	12.98	8.56	6.09	3.42
	金額	396,327,733	128,728,955	271,092,614	244,590,030	173,973,399	94,202,837	8,978,095
海	累	25,166,100	39,244,100	49,574,000	68,412,900	88,732,900	104,196,300	106,818,600
	単価	15.75	13.38	16.06	15.21	13.69	12.56	12.34
	計	396,327,733	525,056,688	796,149,302	1,040,739,332	1,214,712,731	1,308,915,568	1,317,893,663
区	枚数	366,588,100	200,093,600	173,368,200	276,010,900	301,571,000	156,958,400	74,408,500
	単価	13.74	8.35	19.06	9.94	7.45	4.85	3.28
	金額	4,625,185,238	1,671,421,363	3,305,036,715	2,742,185,478	2,245,875,859	761,130,970	243,751,616
合	累	336,588,100	536,681,700	710,049,900	986,060,800	1,287,631,800	1,444,590,200	1,518,998,700
	単価	13.74	11.73	13.52	12.52	11.33	10.63	10.27
	計	4,625,185,238	6,296,606,601	9,601,643,316	12,343,828,794	14,589,704,653	15,350,835,623	15,594,587,239
海	枚数(比)	2.28	2.65	1.86	1.48	1.44	1.29	1.13
	単価(差)	-2.97	-3.95	-5.14	-4.52	-4.43	-4.07	-3.45
	金額(比)	1.88	1.98	1.34	1.09	1.03	0.93	0.85
海	枚数(枚)	147,433,900	202,481,600	382,661,400	666,168,600	896,435,800	1,117,777,700	1,340,767,800
	単価(円)	16.71	15.68	18.67	17.04	15.76	14.70	13.71
	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

(前年度海区最終集計 1,535,215,800枚, 平均単価 12.77円, 19,611,006,462円)

に強風の乾燥過多による品質低下もみられたが、2回目摘採からは製品が好転した。等級は4～5等中心と良好であったが、平均単価は13.74円（昨年差－3.95，過去5年平均差－4.49）と低調であった。総金額は過去10年では平成3年に次ぐ第2位の63.0億円（昨年比2.0，過去5年平均比1.5）であった。

2) 冷凍生産

第3回（冷凍初回）共販は出庫後の期間が短かったため、1回摘採と一部2回摘採の出荷となり、数量は1.7億枚と少なかった。また秋芽生産に続いて低相場基調であり、平均19.06円と、過去10年のなかで、昭和61年、平成2年に次ぐ低い結果であった。さらに昨5年度では2月はじめの第6回共販まで10円台を維持したのに対して、本年度は1月はじめの第4回共販で平均単価は9.94円と10円を割った。

第6回共販にAおよびC系統の色落ちノリが集荷されたため、海区計で7千万枚（総出荷数量の31%）の落札されなかった製品が生じた。これらの製品は第7回共販でおおむね落札されたが、2.6百万枚は焼却処分された。

冷凍生産の総数量は9.8億枚（昨年比0.74，過去5年平均比0.85）で、平成元年以降はじめて10億枚を割った。総金額は93億円（昨年比0.57，過去5年平均比0.66）で、

過去10年のなかで昭和61年に次いで低かった。平均単価は9.47円（昨年差－2.86，過去5年平均差－2.59）と過去10年では最低であった。

3) 平成6年度総生産

数量は15.2億枚（昨年比1.0，過去5年平均比1.1）と史上2位であった。金額は156億円（昨年比0.80，過去5年平均比0.85）と過去10年のなかでは中位とふるわなかった。平均単価は10.27円（昨年差－2.50，過去5年平均差－2.56）と過去20年のなかでは昭和50年に並んで最低であった。

文 献

- 1) 半田亮司ら：ノリ養殖高度化に関する調査，福岡県水産海洋技術センター事業報告，165-169（平成5年度）
- 2) 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）
- 3) 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）

防護柵によるノリ芽流失対策試験

半田 亮司・小谷 正幸・藤井 直幹・岩渕 光伸

ノリ芽の流失は河口漁場に集中してみられ、原因は卓越する潮流の強度と引潮時の比重の低下の複合作用と考えられている。

筑後川河口漁場で防護柵を設置して、潮流強度の低下と鉛直混合による表層水の高比重化を図ることにより、ノリ芽流失の軽減試験を実施したので報告する。

なおこの事業は県水資源対策局、水資源開発公団および川口漁協の協力により実施された。

方 法

1. 防護柵設置

平成6年11月28日に農区206号川口漁協漁場の河口側に幅4間（以下Kと略する）、長さ100K（約7Kの船とおしを含む）の防護柵が設置された（図1、2）。防護

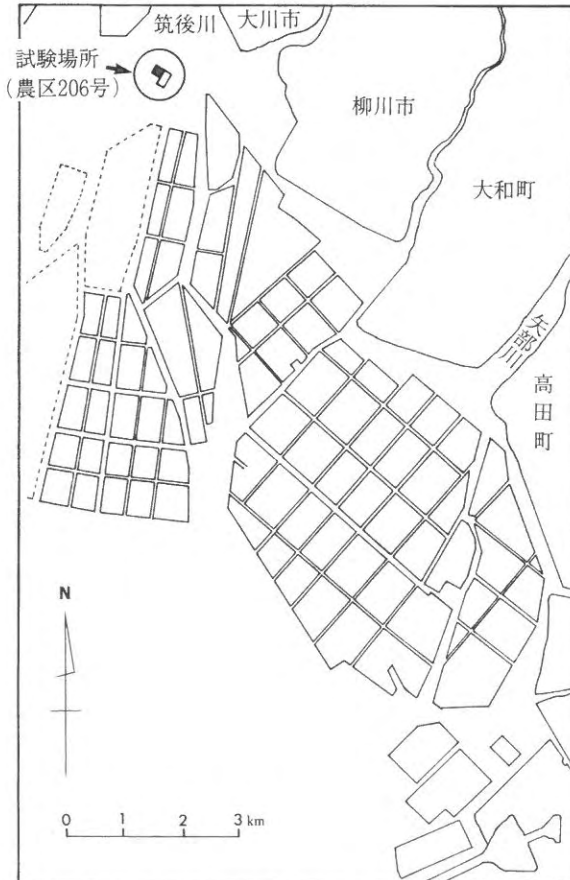


図1 福岡県有明海区のノリ養殖漁場と試験場所

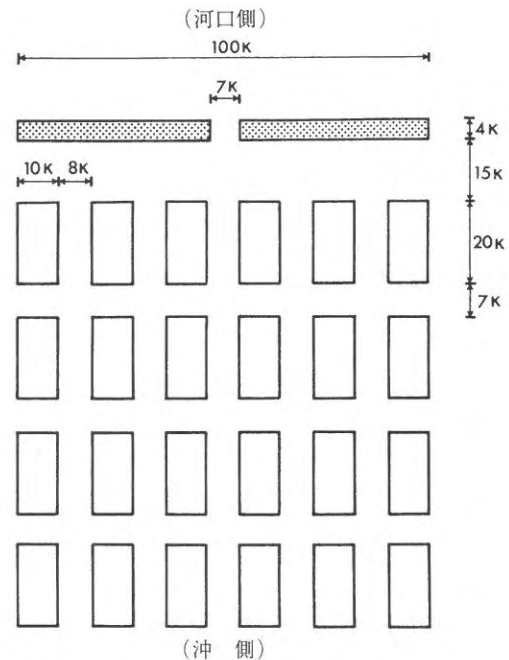


図2 防護柵(アミ部)と養殖小間(白ヌキ)の配置および規格

柵は外側2列に竹、内側3列にFRP支柱の5列を約1K間隔で建て込まれ、内側3列のFRP支柱には、鉛直混合を助長するために、それぞれ2.5m、3m、3.5mの水位に古網が取り付けられた（図3）。

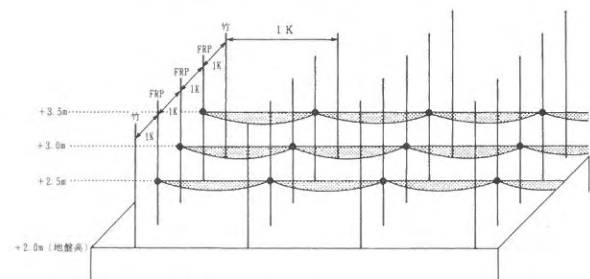


図3 防護柵の概要とFRP支柱にとりつけた古網の位置

2. 流況調査

平成7年2月16日の大潮（潮間差4.45m）と2月22日の小潮（潮間差3.39m）の引き潮時に、防護柵の外側と内側の調査点において、流速と塩分の層別の鉛直分布を調べた。

3. ノリ芽流失調査

平成7年2月10日に船上からの目視調査を行った。あわせて漁業者を対象に聞き取り調査をした。

結 果

1. 流況調査

流 速

平成7年2月16日の大潮調査では、ノリの養殖水位と異なる表層で防護柵の内側の方が外側よりも小さく、外側に対する内側の流速の比率は0.39~0.90であり、防護柵による緩流効果が認められた(表1)。2月22日の小潮も

表1 大潮(平成7年2月16日)引き潮時における防護柵の外側と内側の層別流速分布と比率

観測層 (m)		時 刻			
		1 1 : 0 0 (満潮1時間後)	1 1 : 3 0	1 2 : 0 0	1 2 : 3 0
外 側	0	2 6 . 0	2 6 . 4	2 4 . 5	4 0 . 6
	1	2 7 . 6	2 8 . 4	4 5 . 9	4 7 . 1
	2	2 0 . 2	3 1 . 6	4 9 . 1	(3 8 . 5)
	3	1 6 . 5	(2 8 . 5)	(3 1 . 4)	
	水深(m)	3 . 0	2 . 7	2 . 2	1 . 8
内 側	0	2 3 . 3	1 0 . 3	2 0 . 0	2 1 . 9
	1	1 7 . 5	3 8 . 0	4 6 . 4	2 9 . 2
	2	1 4 . 5	4 4 . 2	4 4 . 7	(4 7 . 3)
	3	1 8 . 5	(4 0 . 1)	(2 6 . 7)	
	水深(m)	3 . 0	2 . 7	2 . 3	1 . 9
比 率 (内側／外側)	0	0 . 9 0	0 . 3 9	0 . 8 2	0 . 5 4
	1	0 . 6 3	1 . 3 4	1 . 0 1	0 . 6 2
	2	0 . 7 2	1 . 4 0	0 . 9 1	(1 . 3 4)
	3	1 . 1 2	(1 . 5 5)	(0 . 8 5)	

流速の単位はcm/秒、()は底層の流速

同様に、表層の流速は防護柵の内側の方が外側よりも小さく、外側に対する内側の流速の比率は0.75~0.97であった(表2)。

表2 小潮(平成7年2月22日)引き潮時における防護柵の外側と内側の層別流速分布と比率

		時 刻				
観測層 (m)		14:00 (高潮30分後)	14:30	15:00	15:30	16:00
外 側	0	19.8	36.7	67.5	51.5	45.5
	1	21.1	27.9	48.1	45.5	(30.8)
	2	12.0	11.8	19.8	(31.9)	
	3	(7.6)	(8.9)			
	水深(m)	2.2	2.1	2.0	1.7	1.1
内 側	0	15.2	35.7	50.8	46.7	34.8
	1	18.2	26.7	44.8	47.3	(29.6)
	2	16.5	10.4	(18.8)	(37.1)	
	3	(6.4)	(9.9)			
	水深(m)	2.4	2.1	1.9	1.5	1.2
比 率 (内側/外側)	0	0.77	0.97	0.75	0.91	0.76
	1	0.86	0.96	0.93	1.04	0.96
	2	1.38	0.88	0.95	(1.16)	
	3	0.84	(1.11)			

流速の単位はcm/秒、()は底層の流速

この防護柵による表層の緩流効果は、大潮に大きく小潮に小さい傾向が認められた。1m層以下では大潮と小潮ともに防護柵による緩流効果は顕著でなかった。

塩 分

大潮と小潮の調査ともに表層の塩分が高かったこともあって、防護柵による影響は十分に認められなかった(表3、4)。

表3 大潮(平成7年2月16日)引き潮時における防護柵の外側と内側の層別塩分分布

	観測層 (m)	時 刻			
		1 1 : 0 0	1 1 : 3 0	1 2 : 0 0	1 2 : 3 0
		(満潮1時間後)			
外 側	0.0	29.9	30.1	27.3	28.3
	0.5	29.9	30.2	28.9	28.3
	1.0	29.9	30.2	29.7	28.3
	1.5	30.0	30.3	30.3	28.3
	2.0	30.8	30.5	30.4	
	2.5	31.0	30.6		
内 側	0.0	29.4	30.2	27.6	28.3
	0.5	29.8	30.2	28.3	28.3
	1.0	29.8	30.2	28.9	28.3
	1.5	29.9	30.4	30.1	28.3
	2.0	30.6	30.5	30.6	
	2.5	31.7	30.4		

単位は‰

表4 小潮(平成7年2月22日)引き潮時における防護柵の外側と内側の層別塩分分布

観測層 (m)		時 刻				
		14:00 (満潮30分後)	14:30	15:00	15:30	16:00
外 側	0.0	25.7	25.3	24.5	24.5	24.1
	0.5	25.7	25.3	25.8	24.6	24.1
	1.0	25.9	26.2	25.8	24.7	24.1
	1.5	27.4	27.9	26.7	24.7	
	2.0	28.3	28.1			
内 側	0.0	25.3	25.0	25.2	24.3	24.0
	0.5	25.3	25.1	25.2	24.3	24.0
	1.0	25.4	25.5	25.6	24.4	24.0
	1.5	25.8	26.6	26.3	24.4	
	2.0	28.2	28.2			

単位は‰

2. ノリ芽流失調査

目視調査

農区206号は24小間が設置しており、調査時点では全ての小間が行使されており、明らかな芽の流失は認められなかった。その中で詳細にみると、2小間に網の上下の一部に流失と思われる部位がみられた。

聞き取り調査

農区206号は12月7日の冷凍網一斉出庫後の11日頃から網が張られ、終漁期の2月末までに5~6回摘採された。とくに1月末に進行したノリの色落ちは他の漁場に比べて格段に遅く、2月中旬まで色のあるノリが採れた。

防護柵設置前の今年度の秋芽生産期には芽の流失によ

る被害が一部でみられた。しかし防護柵設置後の冷凍生産期では芽の流失被害はとくにみられなかった。

なお昨平成5年度は低塩分の海況であったため、芽の流失により一度も摘採のできなかった小間も生じていた。

考 察

ノリ芽の流失は河口漁場に集中しており、農区206号は福岡県有明海地先のなかでとくに被害の大きい場所である。ノリ芽の流失のメカニズムについて、すべては明らかではないが、主な原因は強い流れと大きな比重低下

がいわれている。

今回の試験でノリ芽の流失は防護柵設置後みられていないことから、防護柵はノリ芽流出に対して有効であったと評価された。調査結果からノリ芽が流失しなかった理由としては、本年は塩分が高かったという海況条件に加え、防護柵による表層の緩流効果の相乗作用と考えられた。

今後は低塩分条件下での調査結果を踏まえた上で防護柵の有用性をさらに追究することが必要である。

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－Ⅲ－

岩渕 光伸・小谷 正幸

ノリのプロトプラストに低塩分や薬剤のようなストレスを与えてスクリーニングを行った結果、それらのストレス存在下でも生残したり、あるいは良好な生長を示した個体が確認され、そのストレスに耐性の特異的な性質を備えていると考えられる個体を複数選抜することができた¹⁾。それらの個体が有していると考えられるストレスに対する耐性は、遺伝子レベルでの変異の結果獲得したものなのか、あるいは遺伝子レベルでは何らの変異も起きておらず、ただ単に適応したに過ぎないのか。これを確認するには、子世代、孫世代におけるストレス耐性の検定が必要である。そこで本年度は、昨年までに得られたストレス耐性個体の中でも、有明海福岡県沿岸域のノリ養殖業者の間で強い要望のある低塩分耐性個体について、子世代の検定を行った。

また、同じくノリ養殖現場からの要望が強い、色の優れた品種の開発がプロトプラスト再生系を利用して可能であるか検討した。

さらに昨年に引き続き、紫外線による変異誘発の有効性の確認、薬剤ストレス耐性株の検定を行ったので報告する。

作出株の特性評価と遺伝的安定性の検討

1 変異特性の遺伝的安定性の検討

これまでに我々は、生長が優れている個体、アザウラシルに抵抗性をもっている個体、グリフォサートに抵抗性をもっている個体、それに低塩分に抵抗性の個体をプロトプラスト再生系を利用して選抜した。しかし、それは単にそのようなストレスを与えた中で、生長が優れている個体を選抜したに過ぎない。前述したように、選抜した個体の特性は遺伝的な変異によって獲得されたものか、単にストレスに適応しただけのものなのか確認が必要である。また、たとえ遺伝的な変異を伴う形質の変化であっても、獲得した形質が数世代にわたる世代交代によって消失する場合も珍しくないことが、陸上植物では報告されている²⁾。したがって次の世代（子世代）でも獲得した形質が保持されていることを検定し、さらに数世代を経たのちもその形質が保持されていることを確認

して、初めて新品種が開発されたと言うことができる。ただノリの場合、フリー糸状体による種苗のクローン増殖が可能のため、糸状体期を経た子世代にその形質が存在していることを確認することが重要である。

そこで昨年度に作出した低塩分耐性株について、糸状体期を経た後も低塩分耐性を保持しているか、以下の実験で確認した。

材料および方法

昨年度プロトプラストの単離と低塩分培地における再生・選抜を2回（6/10・5/10海水希釈培地）行った系統について調査した。2回の選抜を行ったのち、自家受精によって果胞子を成熟させ、糸状体をカキ殻に穿孔させた。糸状体の培養は通常の塩分濃度のES培地を使用した。4カ月の培養ののち、生長した糸状体から放出した殻胞子をクレモナ糸に付着させた。対照には福岡1号を用い、同様に殻胞子をクレモナ糸に付着させたものを用意した。

実験1

6/10（実用塩分18.4）に希釈した海水を基本にしてES改変培地を作成し、1ℓ枝付きフラスコで通気培養した。培養温度は18℃、照度は8000lux（白色蛍光灯）、明暗周期11L13Dとした。培養開始後9日目と30日目に最大葉長群25個体の葉長を測定し、42日間で培養を終了、さく葉標本を作成して最大葉長群25個体の葉長葉幅を測定した。

実験2

6/10（実用塩分17.8～18.7）および5/10（実用塩分15.4～15.6）に希釈した海水を基本にES培地を作成し、実験1と同様に培養した。5/10に希釈した培地で培養したものは、培養開始後41日目にさく葉標本を作成し、6/10に希釈した培地で培養したものは、培養開始後43日目にさく葉標本を作成して葉長を計測した。

結果および考察

実験1

培養9日目、30日目、42日目における選抜株ならびに

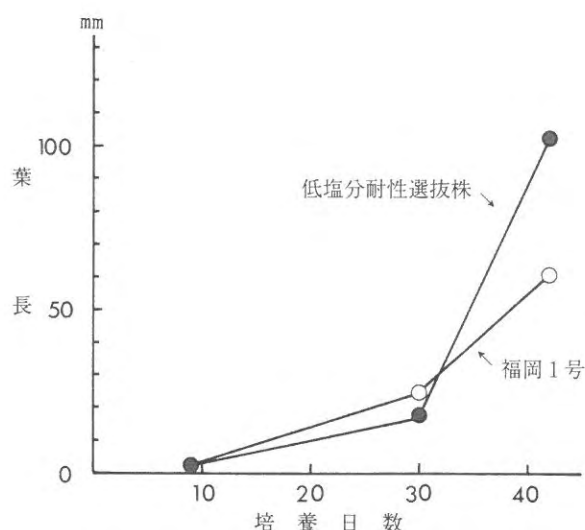


図1 6/10希釈培地における低塩分耐性選抜株と福岡1号の生長比較

福岡1号の葉長平均の推移を図1に示した。培養30日目までは顕著な差は見られず、福岡1号の方がやや生長が良かった。しかし、その後の生長には著しい違いが見られ、培養42日目における葉長平均は、選抜株で124.7 mm、福岡1号で61.0 mmと大きな差が生じた。また図2に示したように、培養42日目の葉体の葉長、葉幅、葉長葉幅比組成を見ると、福岡1号は葉幅が極端に狭くなっていることが分かる。これは、福岡1号の葉体は縮れやくびれが著しく、形態的に異常であることを示しており、6/10希釈培地の低塩分条件下では正常な生長ができないことを表している。一方、低塩分耐性選抜株の葉体は、葉体に若干のくびれ等が見られるものの、生長に関しては通常の塩分濃度の培地で培養した福岡1号と大きな差は無い。

実験2

各培地における選抜株と福岡1号の最大葉長群20個体の平均を表1に示した。5/10希釈培地、6/10希釈培地ともに選抜株の葉長の方が5～6倍大きかった。葉体の観察では、実験1と同様、選抜株でもくびれ等の形態的な異常が若干認められたが、明らかに低塩分に対する耐性を有していると考えられた。

表1 5/10希釈培地、6/10希釈培地における低塩分耐性選抜株と福岡1号の培養41日目（5/10）ならびに培養43日目（6/10）の葉長平均（mm）

5/10希釈培地		6/10希釈培地	
低塩分選抜株	福岡1号	低塩分選抜株	福岡1号
192.9±73.5	34.2±14.1	248.2±83.6	42.1±19.2

今回の実験から、低塩分培地でプロトプラストからの葉体再生と選抜を繰り返した系統の低塩分に対する耐性は、糸状体期経過後の子世代葉体にも保持されていることが明らかとなった。このことから、この系統は低塩分耐性を遺伝的な形質として獲得していると言って良いものと考えられる。しかし、実用性を考えた場合、この系統が通常の高塩分培地において既存の品種より生長が劣らないことを確認する必要がある、今後の検討課題である。

プロトプラスト再生系を利用した形質固定化技術の開発

1 プロトプラスト再生系を利用した形質の固定化

プロトプラストの単離と再生を行うことによって実用化の期待が大きい低塩分耐性系統の作出に成功したが、色調の良い品種の要望も強く、プロトプラスト再生系の利用による品種改良を試みた。また昨年度に引き続き、薬剤耐性系統の開発に関する検討も行った。

材料および方法

(1) 色調が優れた個体の開発

1) 野外養殖個体からの選抜

福岡県柳川地先で養殖され、同一のノリ網から採集したノリ葉体10個体の色調を色彩色差計で測定し、L a b表色系で表すa・bの値が大きな個体と小さな個体を選抜してプロトプラストを単離した。単離したプロトプラストは常法にしたがってアガロースビーズ培養を行い、葉体に再生させて色彩色差計で測定した。

2) 室内培養系による選抜

福岡1号の糸状体をカキ殻培養したものから、殻胞子をクレモナ糸に採苗し、室内培養39日目（最終換水後3日目）に色彩色差計を用いてL a b表色系のa値を測定した（親世代）。a値が最小の個体と最大の個体を選抜し、常法により各々プロトプラストを単離したのち、アガロースビーズ培養を行った。培養開始後55日目（最終換水後4日目）に色彩色差計で再生葉体のa値を測定した（プロトプラスト第一世代：P1）。親世代のa値が最小の葉体から再生したP1からは再度a値が最小の個体を、親世代のa値が最大の葉体から再生したP1からはa値が最大の個体を選抜してプロトプラストを単離した。アガロースビーズ培養開始後50日目（最終換水後3日目）に、色彩色差計でa値を測定した（プロトプラスト第二世代：P2）。測定は各世代とも25個体とした。

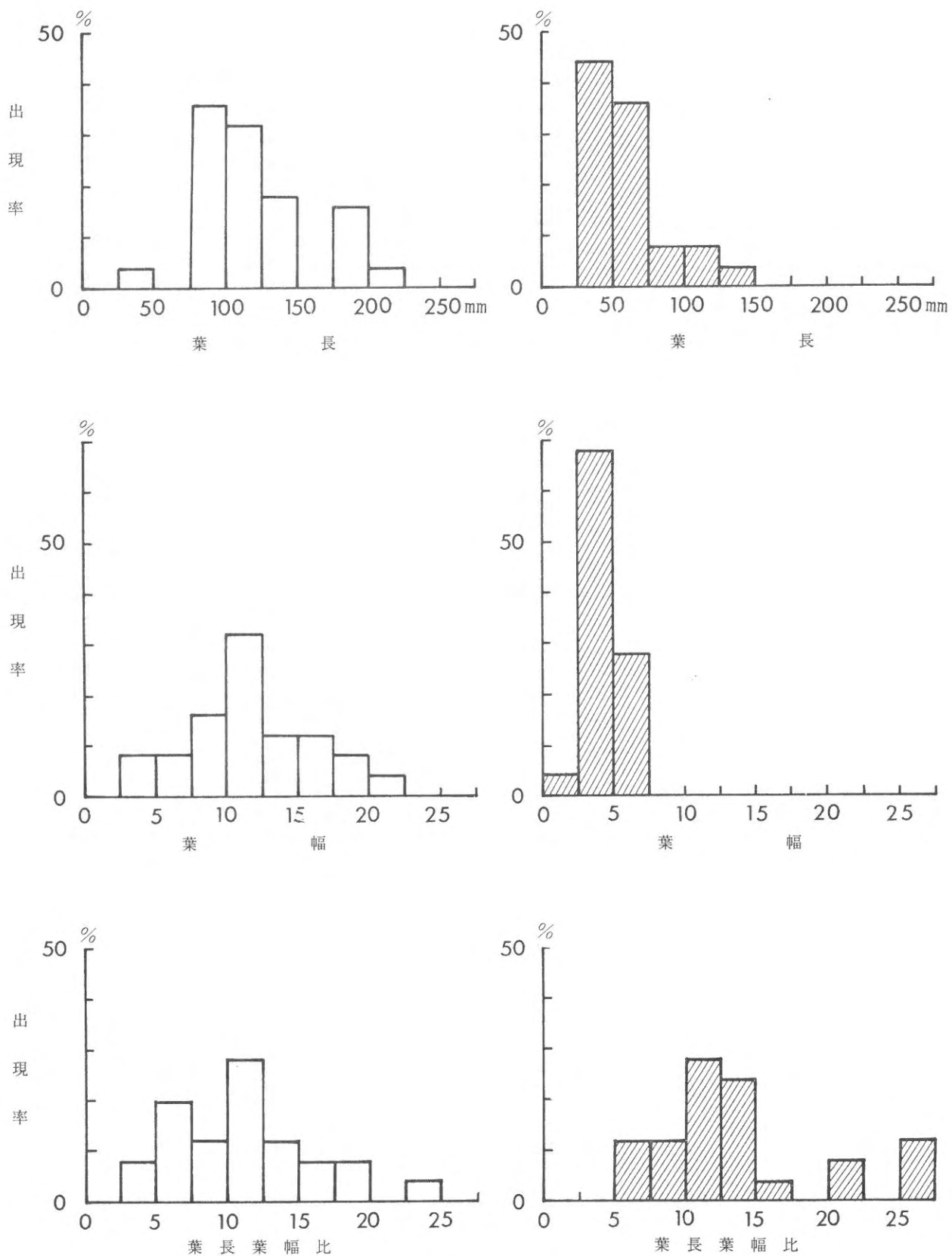


図2 6/10希釈培地における低塩分耐性選抜株と福岡1号の培養42日目の葉長、葉幅、葉長葉幅比
左:低塩分耐性選抜株 右:福岡1号

(2) アザウラシル耐性個体の選抜

昨年度の研究からノリの細胞はアザウラシルに感受性

であり、適当な濃度を選定することによってアザウラシル耐性株のスクリーニングが可能であることを示した。

すなわちアザウラシル耐性株の選抜には、濃度300~500 $\mu\text{g/ml}$ のアザウラシルを培地に添加して培養するのが適当であるという結論に達した¹⁾。しかし、濃度200 $\mu\text{g/ml}$ 区におけるプロトプラストの生残再生率は非常に低いものの、細胞分裂によってカルス様の細胞塊を形成している個体が認められた。その個体はアザウラシルに対する耐性を獲得している可能性が推察されたので、以下の実験を行った。

昨年度の選抜実験で数個体の生残が見られた200 $\mu\text{g/ml}$ 区のシャーレから、カルス様の個体をアガロース培地に包埋したまま取り上げ、1 lのE S S改変培地に浮遊させて通気培養を行った。培養は40日間行い、再生した葉体の中から最も生長の優れた葉体を1枚選び、プロトプラストを単離した。単離したプロトプラストは、常法にしたがってアガロース培地に包埋し、固化したのち、100・200・300・400 $\mu\text{g/ml}$ の濃度のアザウラシルを含む液体培地10mlを重層した。対照には、93年度の漁期中に柳川地先で養殖され、冷凍保存していた葉体を使用した。これは、昨年度アザウラシル耐性株の選抜試験に使用したのと同じ材料であり、プロトプラストをアガロース培地に固定したのち、100~400 $\mu\text{g/ml}$ 濃度のアザウラシルを含む液体培地10mlを重層した。プロトプラストの培養は温度18℃、照度2000lux、明暗周期11L 13Dで行った。生残率、細胞塊形成率の測定には、シャーレ底に刻まれている特定のグリッドに囲まれた細胞数を計数することで行った。

結果および考察

(1) 色調が優れた個体の開発

1) 野外養殖個体からの選抜

平成6年11月17日に有明海柳川市沖で摘採したノリ葉体10個体の色調を色彩色差計で測定した。測定の結果、a値の平均は+7.00となり、b値の平均は+16.99となった。最もa b値が高い個体と、a b値が低い個体からプロトプラストを単離してアガロースビーズ培養を行った。培養開始後48日目における再生葉体の色調の測定結果を図3に示した。測定は生長の良い方から上位15個体について行った。a b値が高い個体から再生した葉体のa b値の平均は、aが+5.19でbが+17.14となった。同じくa b値が低い個体から再生した葉体の平均は、aが+5.86、bが+17.84となった。すなわちその値にほとんど差は見られず、a b値を指標にした個体の選抜には失敗した。これはプロトプラストを単離した親世代で観察されたa b値の差異は、非遺伝的な要因で生じた環境変異であったことを示している。つまり海域で養殖されたノリ葉体の色調は、葉体に対する太陽光の照射具合、網糸での葉体の付着密度などの環境要因が強く影響していることを示唆するものである。

2) 室内培養系による選抜

図4に、親世代、プロトプラスト第一世代(P1)、プロトプラスト第二世代(P2)のa値の出現頻度を示した。

親世代のa値の最大値は+8.19、最小値は+3.64、平均は+5.92であった。

P1のa値の平均は、親世代のa値が最小の系統で+

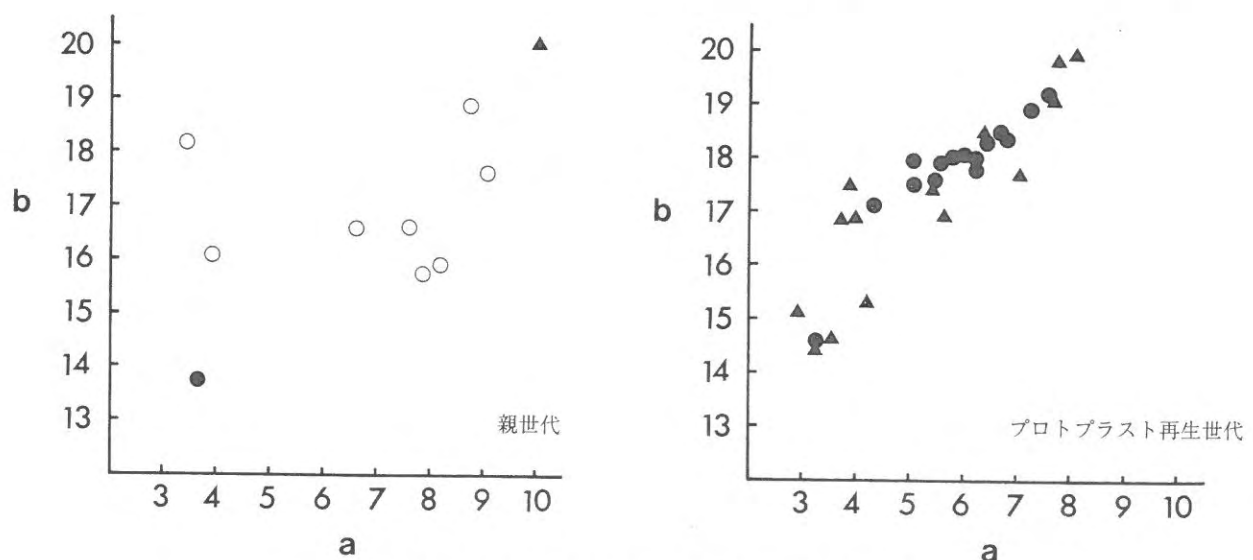


図3 養殖葉体の色調による選抜効果 ●および▲は選抜した葉体

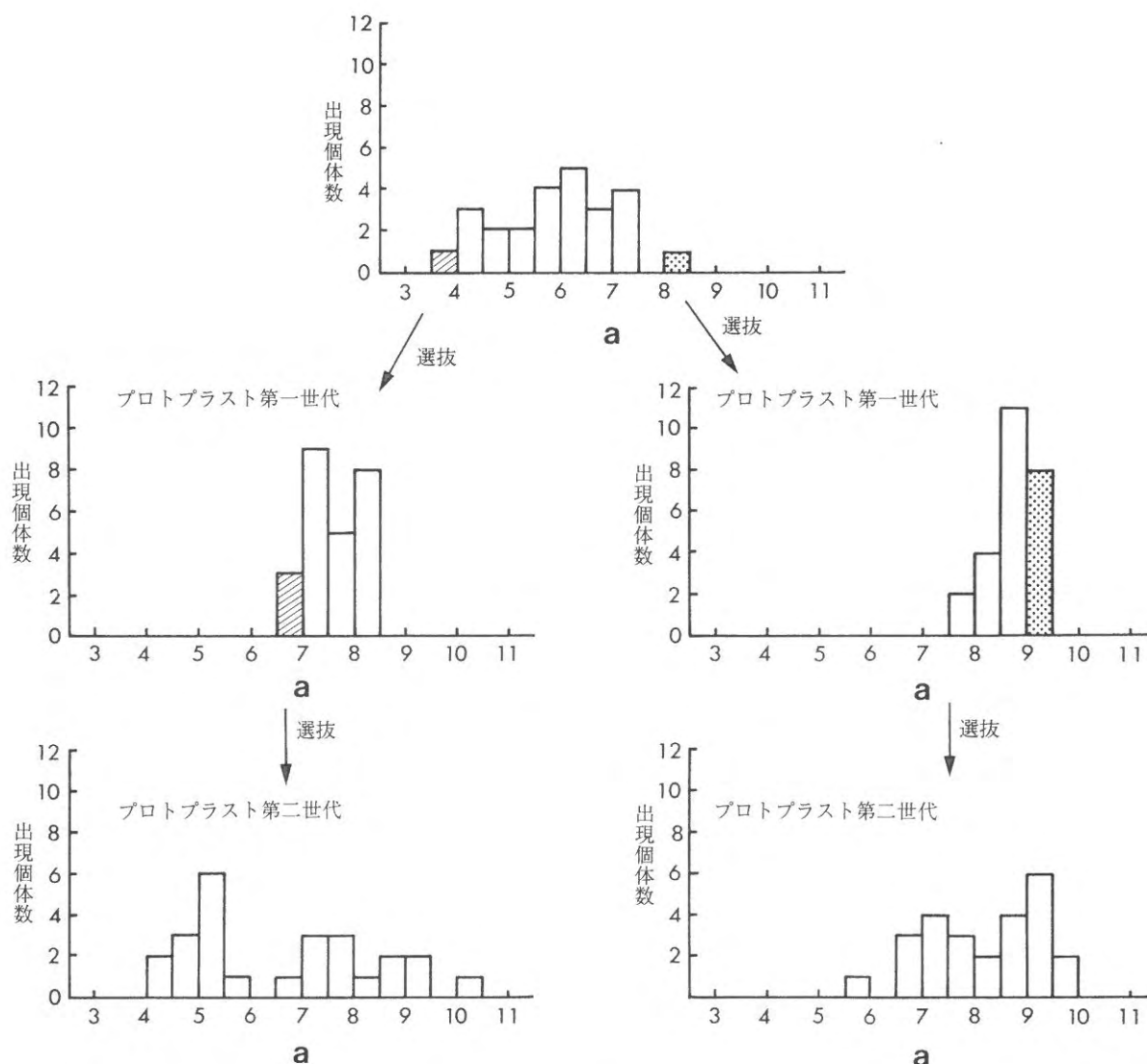


図4 室内培養葉体の色調による選抜効果

7.58, 最大の系統で+8.71を示した。P2のa値の平均は、小小系統が+6.60, 大大系統が+8.18であった。

今回、a値を指標にして選抜を行った結果、a値が小さい系統と大きい系統とに分離され、色が良い品種の開発もプロトプラスト再生系の利用によって可能であることが示された。しかし、野外養殖個体の選抜では期待された効果が得られなかったように、ノリの色調は環境変異が大きく、その変動機構は複雑で、様々な要因が関与していることが予想され、色調の良い品種の開発には次世代、次々世代の検定が不可欠である。また、肉眼的なノリの色調の善し悪しと色彩色差計の測定データの関係についても、今後さらに十分な議論がなされなければならないと考えられる。

(2) アザウラシル耐性個体の選抜

培養開始後33日目における各アザウラシル濃度別の細胞塊形成率を図5に示した。300 $\mu\text{g/ml}$ 以上では、アザ

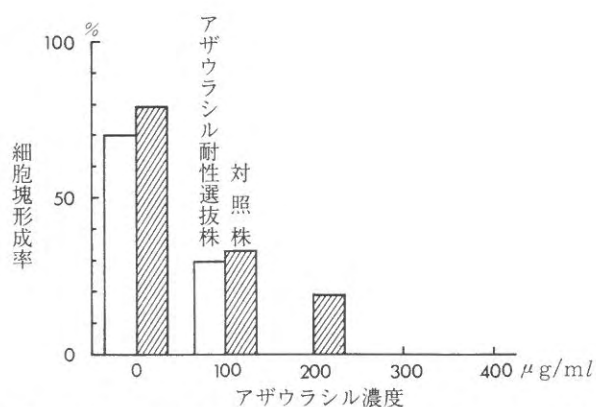


図5 アザウラシルを含む培地におけるアザウラシル耐性選抜株と対照株の細胞塊形成率(培養33日目)

ウラシル耐性選抜株、対照株いづれも生残個体は認められなかった。しかし、200 $\mu\text{g/ml}$ ではアザウラシル耐性選抜株のみ、計数のための特定のグリッド中に約20%弱の細胞塊形成率を示した。100 $\mu\text{g/ml}$ 以下では差は認め

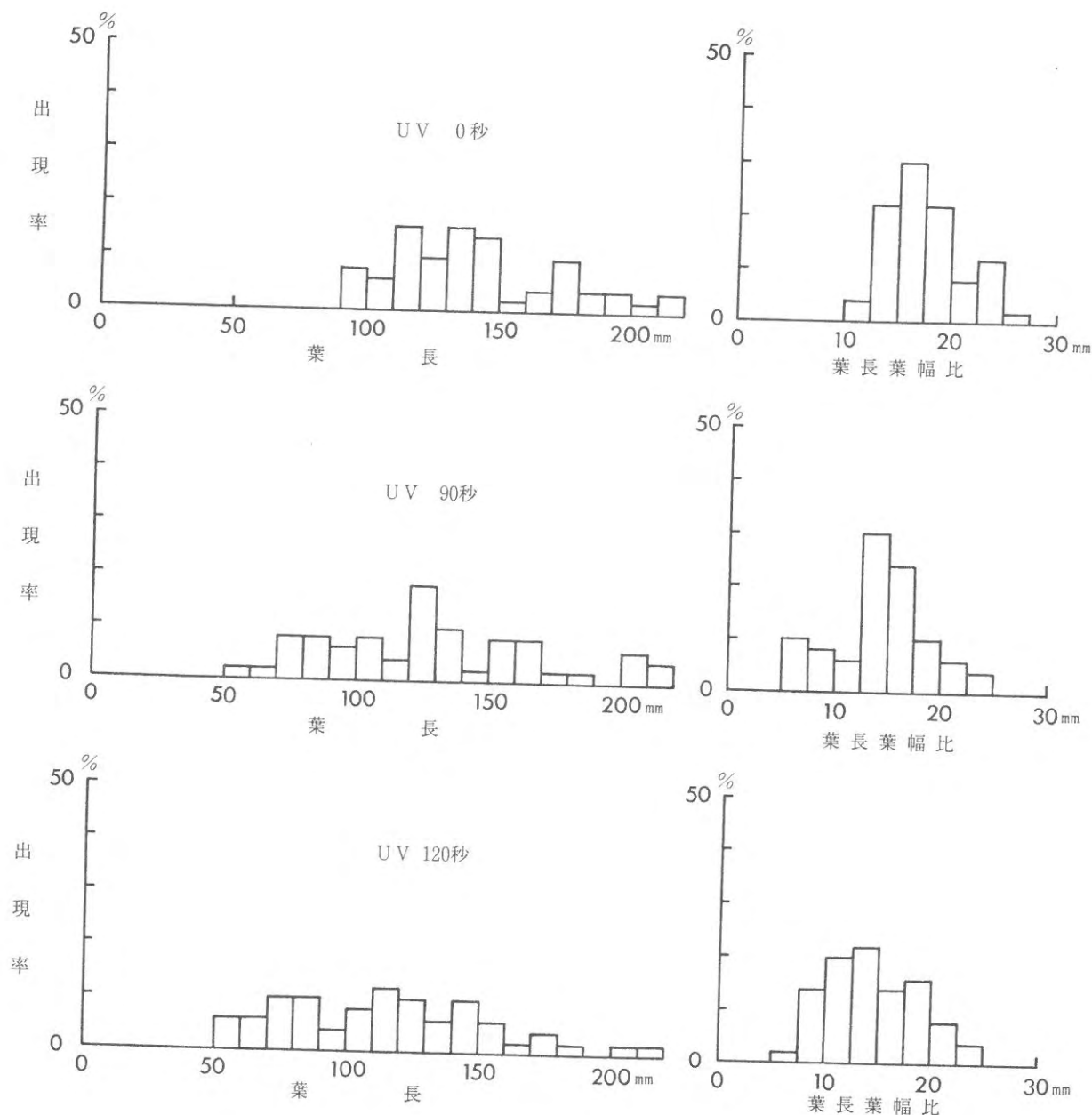


図6 紫外線照射時間別のプロトプラスト再生葉体の葉長と葉長葉幅比（培養49日目）

られなかった。また、培養を継続して4カ月を経過した後に、 $200\mu\text{g/ml}$ 区の1枚のシャーレ中に肉眼視される細胞塊の個数は、対照株が46個に対し、アザウラシル耐性選抜株は776個と、明らかに選抜株のほうが対照株に比べて細胞塊形成個体数が多かった。

今回の実験では、生残個体が全く得られない濃度 $300\mu\text{g/ml}$ 以上のアザウラシルを含む培地を使用して耐性個体を選抜したのではなく、少ないながらも生残個体得られる濃度である $200\mu\text{g/ml}$ で選抜した個体を材料にプロトプラストを単離し、対照と比較したものである。したがって、対照よりも強いアザウラシル耐性を有しているという結果が得られたものの、その系統が遺伝的な

形質として耐性を獲得していると結論づけるには、まだ疑問が残る。糸状体期を経た次世代の葉体にアザウラシル耐性が存在するかどうか、後代検定の必要がある。

変異体作出技術開発

1 変異体の作出と選抜

(1) 変異誘発に対する紫外線照射の有効性

ノリのプロトプラストに紫外線を照射して葉体に再生させた昨年の実験では、紫外線照射区の再生葉体と紫外線未照射の対照区の再生葉体の生長には常に差が認められたので、紫外線照射は何らかの影響を与えているものと推察された。しかし、生長の差が紫外線照射によって

表2 培養49日目における紫外線照射時間別のプロトプラスト再生葉体の葉長平均ならびに分散

		0sec.			90sec.			120sec.		
		葉長	葉幅	葉長葉幅比	葉長	葉幅	葉長葉幅比	葉長	葉幅	葉長葉幅比
平 均		142.8	8.2	17.6	130.0	9.2	14.5	117.7	8.4	14.4
分 散		1,181.4	1.5	13.5	1,695.2	4.5	18.5	1,658.5	7.1	18.2

変異が誘発された結果生じたものであるかどうかは明らかではなかった。これまでのところ、ノリのプロトプラストに対する紫外線照射が、変異を誘発するという確認はなされていない。その理由として、ノリ葉体は環境によって形態が変わりやすく環境変異が大きいこと、遺伝的に均一であるクローンの葉体を素材にした紫外線照射実験が行われていないことを上げることができる。そこで、確実にクローンであるプロトプラストを得るためにプロトプラストから再生した葉体1個体を材料にもう一度プロトプラストを単離して、紫外線を照射し、その再生葉体の形態を調べ、紫外線が影響を与えているか検討した。

材料および方法

平成5年度漁期に柳川地先で養殖、冷凍保存しておいた葉体を解凍して、プロトプラストを単離し、アガロースビーズ培養によって葉体に再生させた。35日間培養後、葉長34mm葉幅5mmの1葉体を選抜しプロトプラストを単離した。プロトプラストをアガロース培地に包埋後、強度0.3mW/cm²の紫外線を0秒、90秒、120秒照射した。2日間暗処理の後、通気培養に移行した。培養条件は温度18℃、照度5000lux、明暗周期11L13Dとした。培養開始後31日目に培養個体数を1試験区当たり100個体に調整し、培養開始から49日目にさく葉標本として葉長葉幅を測定した。

結果および考察

各紫外線照射時間毎の培養49日目における最大葉長群50個体の葉長と葉長葉幅比を図6に示した。葉長の平均は表2に示すように、未照射の0秒区が142.8mm、90秒照射区が130.0mm、120秒照射区が117.7mmと紫外線照射区の方が生長は劣った。葉長葉幅比は0秒区が17.6、90秒照射区が14.5、120秒照射区が14.4と未照射区と照

射区との間に差が認められた。

ところで再生した葉体はすべてクローンであるから、変異が起きていなければ葉長や葉幅に大きなばらつきは生じないものと考えられる。逆に紫外線によって変異が誘発されているならば、照射区の再生葉体の葉長や葉幅には、未照射のものより大きなばらつきが生じることが期待される。各試験区の形態のばらつきを分散で見ると、表2に示すように、葉長、葉幅、葉長葉幅比ともに紫外線照射区の方が未照射区よりも大きくなった。これは、紫外線照射区の再生葉体に遺伝変異が存在することを予想させるものであり、紫外線照射を行った再生葉体群からの選抜による育種が効果的であることを示している。また紫外線照射区の再生葉体の分散は、90秒照射区と120秒照射区との間で大きな差は見られず、紫外線が変異を誘発すると仮定しても、紫外線照射線量と変異誘発率との間に強い関連性は認められないと言える。

今回の実験では、試験区ごとの培養環境の違いを小さくするように培養を行ったが、アガロース培地中のプロトプラスト再生の初期段階における個体密度に差が生じた。このため、全試験区の培養環境が厳密に同一であったと言えず、紫外線照射によって変異が確実に誘発されていると結論づけることはできない。今後はプロトプラスト密度の異なる培養系における環境分散の大きさを明らかにするなどの検討を加え、紫外線照射による変異誘発の効果を明確にしたい。

文 献

- 1) 岩渕光伸、藤井直幹：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5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、(1994)
- 2) 西荒介：植物培養細胞の変異と選抜、第1版、講談社 東京、1985 pp57-110

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・小谷 正幸・藤井 直幹・岩渕 光伸

この事業はノリのうまさを科学的に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している。実施期間は平成5年度から7年度までである。

平成5年度ではノリのアミノ酸の分析方法の検討と製品の評価を行った。本年度ではノリの食味の化学的側面であるアミノ酸量の分析に加えて、物理的な側面であるテクスチャーの分析方法の検討を行い、製品を評価したので、概要を報告する。

1. アミノ酸分析

1) アミノ酸溶出量の経時的变化

前年度におこなった遊離アミノ酸の定量条件の検討の中で、試料を30℃に浸漬・振とう後、溶出されるアミノ酸は経時的に増加することが確認された。そこで初期的な溶出量をみるために2分間、また総量をみるために30分間の時間を設定した。

平成6年度では乾ノリ試料と焼きノリ試料をもちいて試料を30℃に浸漬・振とう後、溶出されるアミノ酸の経時变化の追試を行った。結果は図1に示したとおり、乾ノリ試料ではアミノ酸の溶出は5分後までの増加が大きく、その後30分まではわずかに増加することが再確認された。いっぽう焼きノリ試料ではアミノ酸の溶出は1分後までの増加が顕著で、その後は漸増しており、焼きノリの方が乾ノリよりも溶出速度は大きいことが認められた。

そこで焼きノリ試料を用いて、振とう処理をせずに、静置して10秒ごとの溶出を行った結果（図2）、10秒後ですでに溶出が認められたため、焼きノリ試料では溶出時間を10秒に設定した。

2) 平成6年度乾ノリ製品のアミノ酸の溶出量

平成6年度に柳川大川、大和高田および大牟田共販に出荷された製品のうち本等級、別等級、カ（枯葉入り）等級およびA（色落ち）等級に仕分けされた乾ノリ製品を材料として、アミノ酸溶出量を調べた。また同じ製品を焼きノリに加工してアミノ酸溶出量を調べた。

結果は表1に示した。乾ノリ試料の2分後のアミノ酸

溶出量をみると、三共販ともに秋芽生産期では初回の11月18・20日が多く、2回の12月1・3日には減少した。また冷凍生産期では初回の12月24・26日に三共販ともに最大となり、その後減少した。等級別には本等級の上位に多く、別等級およびカ（枯葉入り）等級には少ない傾向がみられた。とくに2月9・11日に仕分けされたA

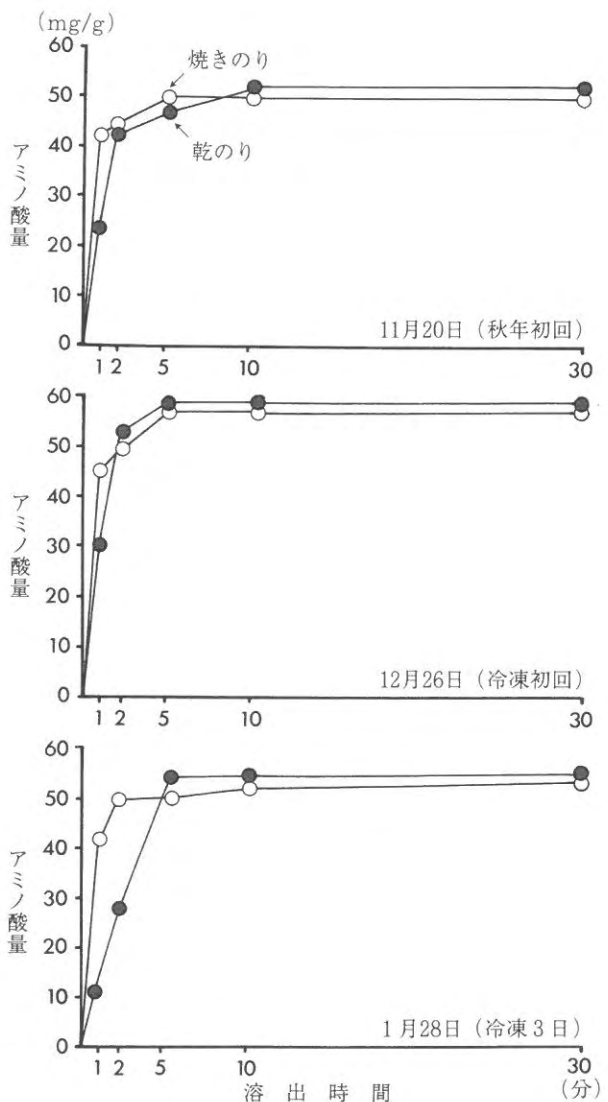


図1 アミノ酸溶出量の経時変化
30℃蒸留水中で振とう
試料は平成6年度柳川大川共販の4等製品

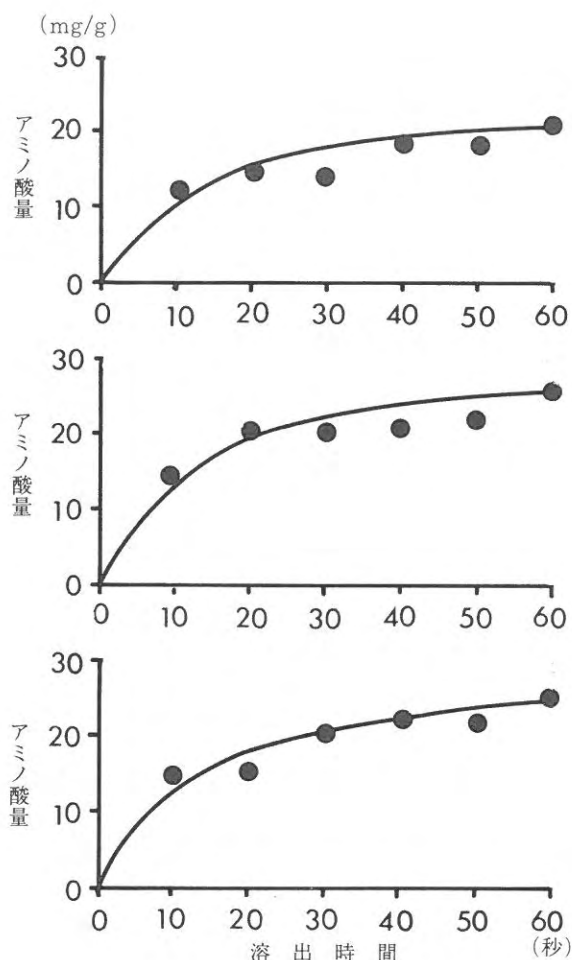


図2 焼きノリのアミノ酸溶出量の経時変化
30℃静置
試料は平成6年度柳川大川共販の4等製品

(色落ち)等級では顕著に少なかった。

いっぽう乾ノリ試料の30分後のアミノ酸溶出量は2分後の溶出量に近似していたものの、2分後と30分後の溶出量とともに秋芽生産初回の11月18・20日から2回の12月1・3日にかけてと、冷凍生産初回12月24・26日のから冷凍生産終回の2月9・11日にかけて減少したが、

減少の程度は30分後の溶出量の方が小さかった。したがって、秋芽生産と冷凍生産では共販回が進むにつれて、つまりノリの摘採回数が進むにつれて、アミノ酸の総量はあっても、すみやかに溶出されるアミノ酸量が少なくなる傾向が、昨年と同様に確認された。

ところで焼きノリ試料では30℃の蒸留水に静置して10秒後の溶出量を測定したが、結果は乾ノリ試料の2分後と30分後の溶出量に近似して、秋芽生産初回の11月18・20日から2回の12月1・3日にかけて、また冷凍生産初回12月24・26日のから冷凍生産終回の2月9・11日にかけて減少する傾向がみられた。

2) 平成6年度の漁場調査で採集されたノリ試料のアミノ酸量の溶出量

ノリ養殖漁場調査の19定点でノリを採集し、水洗い・風乾後、30℃の蒸留水に浸漬・振とうして、溶出されるアミノ酸量を測定した。

結果を表2に示した。アミノ酸溶出量は2分後、30分後の溶出量ともに秋芽生産では初期の11月2日に最も多く、終期の11月22日に少なかった。冷凍生産では初期の12月12日に最も多く、その後減少し、終期の2月3日に

表1 平成6年度柳川大川・大和高田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	生産期	月 日	試料数	乾 ノ リ				焼 き ノ リ			
				2 分 後 溶 出		30 分 後 溶 出		A/B	平 均 (最 大・最 小)		平 均 (最 大・最 小)
				平 均 A	(最 大・最 小)	平 均 B	(最 大・最 小)				
柳川大川	秋芽生産	11月20日	11	40.2	(56.3 24.1)	46.4	(59.1 27.3)	0.87	12.0	(23.7 4.3)	
		12月3日	8	26.3	(27.9 24.5)	46.0	(57.8 36.5)	0.58	9.7	(16.9 4.4)	
	冷凍生産	12月26日	7	46.0	(54.9 35.0)	62.7	(68.0 59.3)	0.73	19.9	(33.5 11.2)	
		1月13日	8	33.7	(44.6 21.0)	65.1	(81.3 53.1)	0.53	15.7	(24.0 11.8)	
		1月28日	11	27.0	(34.2 18.0)	51.4	(64.9 44.4)	0.53	12.9	(20.7 10.4)	
		2月11日	9	20.2	(34.6 9.6)	32.1	(59.5 14.2)	0.65	9.1	(22.2 2.0)	
大和高田	秋芽生産	11月18日	8	43.3	(53.2 31.6)	50.3	(55.8 38.3)	0.86	14.4	(17.9 9.6)	
		12月1日	10	33.4	(38.0 30.7)	47.0	(53.1 42.8)	0.71	13.4	(15.9 8.7)	
	冷凍生産	12月24日	9	50.2	(61.6 40.4)	62.7	(73.1 52.8)	0.88	18.1	(29.6 10.3)	
		1月11日	10	38.4	(47.2 30.6)	56.0	(71.8 43.5)	0.69	19.0	(31.6 13.2)	
		1月26日	9	35.2	(47.8 24.1)	52.8	(60.4 44.9)	0.67	18.5	(27.6 9.6)	
		2月9日	10	28.3	(47.7 9.7)	41.8	(61.0 15.5)	0.68	13.9	(27.4 2.8)	
大牟田	秋芽生産	11月18日	12	43.6	(58.5 26.0)	51.1	(65.0 39.4)	0.85	18.1	(29.1 6.4)	
		12月1日	11	32.0	(37.8 28.2)	46.5	(54.0 34.0)	0.69	15.7	(19.9 10.4)	
	冷凍生産	12月24日	10	44.0	(59.9 36.4)	64.9	(76.0 49.5)	0.68	20.9	(26.8 17.3)	
		1月11日	10	41.0	(47.0 31.6)	63.7	(77.5 48.4)	0.64	21.4	(26.5 16.1)	
		1月26日	12	33.8	(46.7 23.4)	48.5	(64.4 38.2)	0.64	19.5	(33.3 14.7)	
		2月9日	16	30.5	(54.6 9.7)	41.6	(68.2 14.2)	0.69	14.3	(23.6 3.8)	

表2 平成6年度漁場調査で得られたノリ試料のアミノ酸量 (mg/g)

生産期	調査日	2 分 後 溶 出			20 分 後 溶 出		
		平 均	(最 大 ・ 最 小)		平 均	(最 大 ・ 最 小)	
秋芽生産	11月2日	48.6	57.8	34.6	53.5	66.5	41.7
	9日	34.3	44.0	20.9	44.8	58.4	38.5
	16日	38.5	44.9	30.6	54.4	62.9	41.8
	22日	27.4	40.6	19.5	46.4	57.1	33.8
冷凍生産	12月12日	48.2	64.4	34.9	59.2	76.7	42.6
	19日	48.9	61.6	38.4	62.4	72.9	43.3
	26日	42.8	54.4	26.6	65.7	74.1	50.9
	30日	37.2	45.8	30.0	55.9	70.3	47.6
	1月4日	38.3	47.3	26.7	55.1	66.9	42.9
	17日	32.3	65.7	19.6	48.1	66.3	37.0
	23日	26.8	54.5	14.9	43.3	62.6	34.3
	30日	18.1	32.3	8.8	27.5	47.3	14.5
	2月3日	16.4	31.6	7.7	21.3	42.2	10.8

最も少なかった。2分後のアミノ酸溶出量と30分後のアミノ酸溶出量を比べると、2分後と30分後の溶出量とともに秋芽生産期の11月2日から11月22日にかけてと、冷凍生産期の12月12日から2月3日にかけて減少したが、減少の程度は30分後の溶出量の方が小さかった。したがって乾ノリ試料で認められた現象と同様に、アミノ酸の総量はあっても、すみやかに溶出されるアミノ酸量は経時的に少なくなる傾向が確認された。

地理的にはアミノ酸は2分後、30分後の溶出量ともに秋芽生産では何らかの傾向は認められなかった。いっぽう冷凍生産期では初回摘採時までは沖合い漁場で多い傾向にあった。しかし1月下旬には珪藻プランクトンの増殖により海水中の栄養塩濃度が低下したため、栄養塩濃度分布に符合して、アミノ酸は2分後、30分後の溶出量ともに沖合い漁場で少なく、河口に近い漁場で大きい傾向が認められた。

漁場調査においてアミノ酸の2分後、30分後の溶出量は経時変化は秋芽生産と冷凍生産ともに初期に大きくその後減少したが、これはあかぐされ病、壺状菌病の進展に符号する傾向が認められた。

なお共販に出荷された製品のアミノ酸溶出量の分析結果と漁場調査で採集された試料のアミノ酸量を同時期で比較すると、大きな差異はなく、むしろ冷凍生産終期では漁場調査で採集された試料のほうが少ない。この理由については今後検討したいが、いずれにしても漁場調査で採集された試料に比べて、共販に出荷された製品のアミノ酸溶出量の顕著な低下は昨年同様に認められなかったことから、加工段階でのアミノ酸の損失は軽微ではないかと考えられた。

2. テクスチャー（硬さ）について

1) テクスチュロメーターによる測定方法の検討

ノリ製品の品質を評価する際、硬さについては、明確な評価がされていない。そこで、テクスチャー（硬さ）についてテクスチュロメーター（全研製、GT X-2-1 N、プランジャー：フラット2 mm V型）を用いて、測定方法の検討を行った。

測定に際しては、乾ノリ小片（2 cm×1 cm）に1枚当たり0.06 mlの蒸留水を塗布して4枚重ねとしたものと蒸留水を塗布しない4枚重ねのものとして、それぞれテクスチュロメーターにより4回噛み操作を行い、測定を行った結果、蒸留水を塗布したものは、噛み操作回数が増えると硬さは小さくなったが、蒸留水を塗布しないものは、噛み操作回数によらず硬さはほぼ一定であった（図3）。

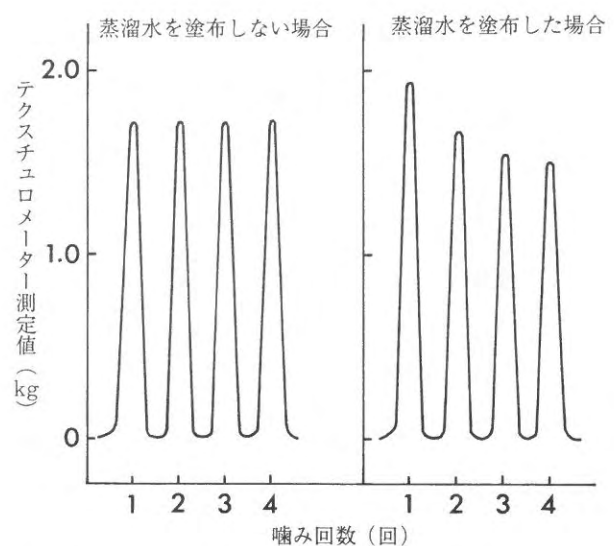


図3 蒸留水塗布の有無によるテクスチュロメータープロファイルの違い

1～4回目までの噛み操作を行うと回数が増す毎にプランジャーに試料が付着し、次の噛み操作時に試料が折り曲がったりする割合が高くなるため、1回目の測定値を硬さの指標として用いることが適当であると考えられた。

また、官能的には硬さの違いが認められる本研究所試験漁場から得られた摘採1回目～8回目の乾ノリを蒸留水を塗布したものと塗布しないものを試料としてテクスチュロメーターで1回噛み操作を行った結果、蒸留水を塗布しないものは、測定値の差異が小さかったが、蒸留水を塗布したものは測定値の差異が大きかった(図4)。

この結果、ノリ小片を蒸留水で湿らせて4枚重ねとしたものを試料として、テクスチュロメーターで噛み回数1回目の値を硬さとして測定することとした。

2) 乾ノリの共販回数別硬さ

1)で検討された測定方法により柳川大川、大和高田、大牟田の共販に出荷され製品(乾ノリ)のうち、各共販1組合を選び秋芽1～2回、冷凍1～4回の本等級、別等級、カ等級、A等級の全等級について共販時期別の硬さを測定するとともに、各共販日の1～2週間前の漁場調査で得られたノリ原藻の平均耐針圧との関係について検討を行った。

測定結果を表3に示した。

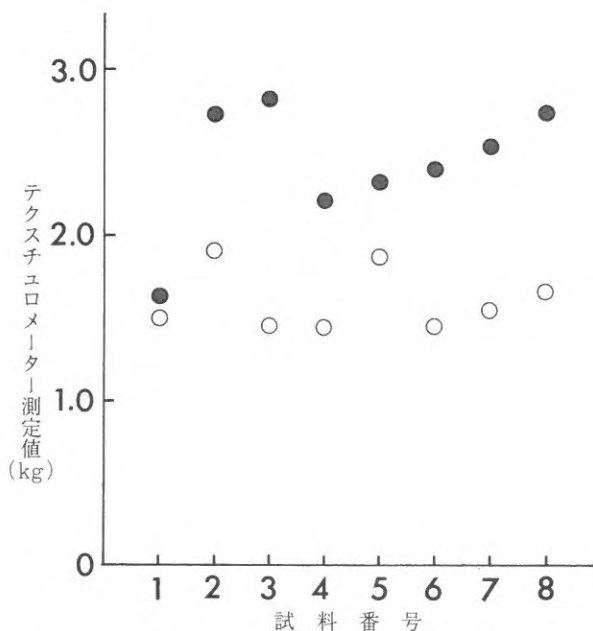


図4 蒸留水の有無によるテクスチュロメーター測定値の変動

●: 蒸留水有
○: 蒸留水無

本等級では、秋芽、冷凍とも摘採回数が増す毎に硬くなる傾向が認められ、3地区とも冷凍1回目の製品が最も軟らかかった。

別等級では、共販時期により試料がないものもあったが、全体として、本等級と同様に秋芽、冷凍とも摘採回

表3 乾ノリの共販時期別硬さとノリ原藻の耐針圧について

	等級	共販回数	第 1 回 秋芽 1 回	第 2 回 秋芽 2 回	第 3 回 冷凍 1 回	第 4 回 冷凍 2 回	第 5 回 冷凍 3 回	第 6 回 冷凍 4 回	平均
		地 区							
乾ノリの硬さ (kg)	本等級	柳 川 大 川	1.38	2.65	1.28	2.34	2.32	2.57	1.97
		大 和 高 田	1.50	1.85	1.31	1.58	1.60	1.34	1.54
		大 牟 田	1.77	2.56	1.32	1.76	1.99	1.65	1.86
		平 均	1.56	2.32	1.30	1.88	1.93	1.76	—
	別等級	柳 川 大 川	2.20	2.61	—	—	2.43	1.78	2.35
		大 和 高 田	1.79	2.55	1.46	1.99	2.19	—	2.00
		大 牟 田	1.98	2.05	0.91	1.39	2.40	2.36	2.08
		平 均	2.03	2.63	1.34	1.73	2.36	2.27	—
	カ等級	柳 川 大 川	—	—	—	3.04	2.34	—	—
		大 和 高 田	—	—	—	—	—	—	—
		大 牟 田	—	—	—	—	—	—	—
		平 均	—	—	—	—	—	—	—
	A 等級	柳 川 大 川	—	—	—	—	—	2.09	—
		大 和 高 田	—	—	—	—	—	1.41	—
		大 牟 田	—	—	—	—	—	1.83	—
		平 均	—	—	—	—	—	1.78	—
ノリ原藻の耐針圧 (g)			2.50	5.20	4.17	5.62	4.86	5.56	—

数が増す毎に硬くなる傾向が認められ、冷凍1回目が最も軟らかかった。

同共販時期でみると、本等級よりも別等級の方が硬い傾向が見られた。カ等級は柳川大川地区の冷凍2、3回目に出荷され、同本等級より冷凍2回では硬く、冷凍3回ではほぼ同じ硬さであった。A等級は3地区の冷凍4回目にそれぞれ出荷されたが、同時期の本等級と比較して平均値ではほぼ同じ硬さであった。

共販地区別・等級別にみると大和高田共販の本等級製品が、漁期を通して最も軟らかかった。

本等級、別等級とも最終共販の冷凍4回目では前回より若干軟らかくなる結果が得られたが、これは6年度冷凍漁期終期に栄養塩減少によりノリ原藻の色落ちとの関係が考えられた。製品として色落ちと認められない本等級でも軟らかくなったことは、栄養塩の減少がノリ原藻細胞に何らかの影響を与えたことが示唆された。

秋芽、冷凍とも、原藻の耐針圧が大きくなると製品の硬さも硬くなる傾向が認められた。

3) 乾ノリと焼きノリの硬さ

本研究所の試験漁場で、秋芽網、冷凍網からそれぞれ3回、5回の摘採を行い、その原藻から製造された乾ノリおよび焼きノリを試料として、秋芽網1～3回、冷凍1～5回の硬さを2)と同様に測定した。原藻の硬さについては、耐針圧を測定した。

測定結果を表4に示した。

乾ノリの硬さは、秋芽、冷凍とも摘採回数が増すほど大きくなった。焼きノリについても同様の結果が得られた。

同時期の乾ノリと焼きノリの硬さを比較するとすべて焼きノリの方が軟らかく、乾ノリの硬さに対する焼きノリの硬さの比は、0.26～0.87で、秋芽、冷凍とも摘採回数が増すほど大きくなる傾向が認められ、冷凍1回目が0.26と最も小さかった。

一般に、口の中でノリ製品を咀嚼する場合、乾ノリに比べて焼きノリの方が軟らかく感じる事が、数値的に表された。

表4 乾ノリと焼きノリの硬さ

摘採回	秋芽1回	秋芽2回	秋芽3回	冷凍1回	冷凍2回	冷凍3回	冷凍4回	冷凍5回
乾ノリ(kg) A	1.62	2.72	2.81	2.21	2.31	2.41	2.53	2.72
焼きノリ(kg) B	0.85	1.46	2.15	0.58	1.26	1.50	2.20	2.04
B/A	0.52	0.54	0.77	0.26	0.55	0.62	0.87	0.75

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—

藤井 直幹・岩渕 光伸

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。このため生長の良い品種が選抜され、収量の増大が図られた。その反面、うま味、色調などの品質面並びに低塩分耐性等、生長以外の面を対象とした品種の選抜、および改良は現在のところ行われていない。そこで本事業では現在養殖に使用されている品種、および色素変異体を用いて交雑技術を確立し、高品質品種を開発することを目的とした。

方 法

1 既存品種の特性評価

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7種類について特性評価を行った。

(1) 供試品種

ふくおか1号、佐賀8号、ナラワスサビノリ、ナラワ赤芽、ナラワ緑芽、オオバグリーン、朝鮮アサクサノリの7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改変培地を用いた。1ℓフラスコで通気培養（通気量100ml/min）を行った。培養条件は温度18℃、照度白色蛍光灯下8000lux、日長周期11L：13Dとした。採苗基質にはクレモナ糸を用い、採苗後15日目にノリ芽を採苗基質から分離、培養した。培地の交換は7日毎に行った。

(3) 生長特性

各品種の葉長を、採苗後15日目、30日目に測定した。

(4) 色彩特性

採苗後30日目の葉体の色彩を色彩色差計（ミノルタ社製）を用いて測定した。

2 低塩分耐性株の選抜

(1) 供試品種

ふくおか1号、佐賀8号、ナラワスサビノリ、ナラワ赤芽、ナラワ緑芽、オオバグリーン、朝鮮アサクサノリの7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、蒸留水を用いて7：3に希釈したSWM-Ⅲ改変培地を用いた。塩分は20～22であった。1ℓフラスコで通気培養（通気量100ml/min）を行った。培養条件は温度18℃、照度白色蛍光灯下8000lux、日長周期11L：13Dとした。採苗基質にはクレモナ糸を用い、採苗後15日目にノリ芽を採苗基質から分離、培養した。培地の交換は7日毎に行った。

(3) 生長特性

各品種の葉長を、採苗後15日目、30日目に測定した。

(4) 色彩特性

採苗後30日目の葉体の色彩を色彩色差計（ミノルタ社製）を用いて測定した。

3 色素変異体を用いた交雑手法の確立

室内培養によって得られたナラワ赤芽およびナラワ緑芽を用いて交雑試験を行った。十分生長した葉体から約1～2cm角に葉片を切り取り、それぞれの葉片1枚ずつをフラスコに入れて、成熟化を待った。両品種の成熟化が確認され、果胞子の放出が始まった時点で葉片を取り出し、シャーレ中で静置培養を行った。果胞子がシャーレ中に分離しているのを確認した後、培地ごと10枚のシャーレに分けフリー糸状体の生長を図った。

4 交雑確認手法の確立

(1) 2次元電気泳動を利用した品種の判別

ナラワ赤芽とナラワ緑芽を材料に、2次元電気泳動によるタンパク質およびポリペプチドの分析を行い、品種の判別に利用できないか検討を行った。2次元電気泳動はO' Farrellの手法を用いた。

(2) アイソザイム分析

ナラワ赤芽、ナラワ緑芽の葉体について水平式デンブング泳動法により行った。アイソザイムの染色はMDH、6PGD、G6PDの3酵素について行った。

結 果

1 既存品種の特性評価

(1) 生長特性

培養開始後15日目 (A), 平均葉長はオオバグリーンが最も長く, ナラワサビノリが最も短かった。培養開始後30日目 (B), 平均葉長はオオバグリーン, ふくおか1号, ナラワ緑芽, ナラワ赤芽, 佐賀8号, ナラワサビノリ, 朝鮮アサクサノリの順に長かった (図1)。ふくおか1号, ナラワサビノリ, ナラワ赤芽, 朝鮮アサクサノリで成熟が確認された。

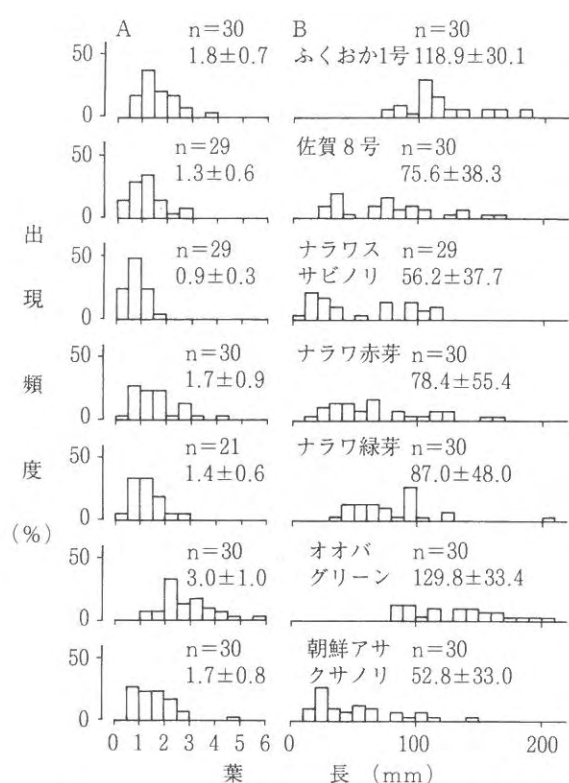


図1 各品種の培養開始後15, 30日目における葉長組成

(2) 色彩特性

明度はオオバグリーン, 彩度はふくおか1号, 黒み度はナラワ赤芽が最も高かった (表1)。

2 低塩分耐性株の選抜

(1) 生長特性

培養開始後15日目 (A), 平均葉長はナラワ赤芽が最も長く, 佐賀8号とナラワサビノリが最も短かった。ナラワ赤芽とオオバグリーンに縮れが見られた。培養開始後30日目 (B), 平均葉長はふくおか1号, ナラワ緑芽, ナラワ赤芽, 朝鮮アサクサノリ, 佐賀8号, ナラワ

表1 各品種の葉体における色彩特性

品種	L*	a*	b*	彩度**	黒み**
ふくおか1号	63.2±5.5	7.2±2.4	10.2±2.1	12.5±2.9	64.5±4.8
佐賀8号	61.7±9.3	7.5±3.5	9.4±2.9	12.1±4.2	63.1±8.2
ナラワサビノリ	64.3±8.2	6.9±3.5	8.7±2.5	11.2±3.9	65.5±7.3
ナラワ赤芽	60.9±7.3	8.5±4.1	8.9±3.5	12.3±4.9	62.4±5.9
ナラワ緑芽	72.3±5.9	-2.2±0.7	8.8±2.6	9.1±2.5	80.0±5.4
オオバグリーン	73.8±6.4	0.7±0.9	7.7±2.4	7.8±2.4	74.3±6.0
朝鮮アサクサノリ	63.1±6.3	6.4±2.4	9.9±2.2	11.8±3.0	64.3±5.4

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

サビノリ, オオバグリーンの順で長かった (図2)。ナラワ赤芽の50%に縮れが見られ, オオバグリーンはほとんどが縮れ, 多数の2次芽の放出が見られた。朝鮮アサクサノリで成熟が確認された。

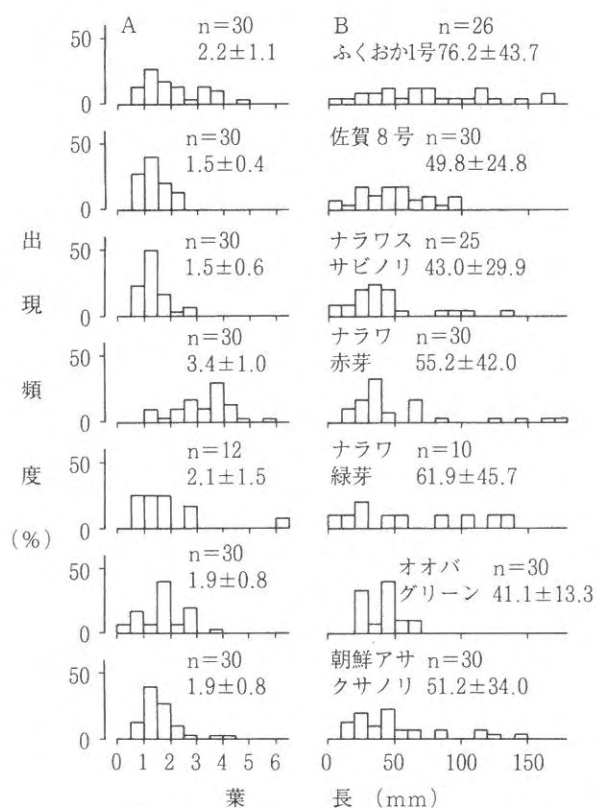


図2 低塩分培地での各品種の培養開始後15, 30日目における葉長組成

(2) 色彩特性

明度はオオバグリーン, 彩度はナラワ赤芽, 黒み度はナラワサビノリが最も高かった (表2)。

(3) 低塩分耐性株の選抜

各品種で生長が良かった個体の選抜をおこなった。

表2 低塩分培地での各品種の葉体における色彩特性

品種	L ^{*1}	a ^{*2}	b ^{*3}	彩度 ^{*4}	黒み ^{*5}
ふくおか1号	61.8±6.1	8.4±3.0	11.4±2.5	14.2±3.6	63.6±5.3
佐賀8号	73.6±7.3	5.6±3.6	9.8±3.0	11.5±4.3	74.7±6.4
ナラワサビノリ	59.3±5.2	7.0±2.6	12.2±2.3	14.2±3.0	61.1±4.3
ナラワ赤芽	65.0±5.2	11.6±3.3	13.0±2.5	17.4±3.7	67.4±4.2
ナラワ緑芽	66.8±6.0	-0.2±1.5	12.5±3.9	12.5±3.7	68.1±5.0
オオバグリーン	78.1±3.9	-0.2±0.5	7.5±1.9	7.5±1.8	78.5±3.6
朝鮮アサクサノリ	64.2±8.9	6.0±3.6	12.4±3.7	13.9±4.6	66.0±7.6

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

3 色素変異体を用いた交雑手法の確立

殻胞子からの培養を開始して42日目に葉片を切り取った。ナラワ赤芽とナラワ緑芽の葉片の同一フラスコ内での培養を開始して13日目に成熟による果胞子の放出を確認し、それぞれの葉片をシャーレに移した。翌日には多くの果胞子がシャーレの底に落下しているのが確認された。10枚のシャーレに果胞子を移し、2カ月経過後にフリー糸状体の発生数を計数した。その結果、ナラワ赤芽を母藻としたものでは1シャーレ当たり約110個の糸状体が確認できた。

4 交雑確認手法の確立

(1) 2次元電気泳動を利用した品種の判別

ナラワ赤芽を材料にした場合113個のスポットを確認することができた。また、ナラワ緑芽を材料にした場合には102個のスポットを確認することができた。それらのスポットのうち約70%はどちらにも共通だった。しかし、残された30%のスポットのうち、10個のスポットはナラワ赤芽のみで見られ、7個のスポットは、ナラワ緑芽のみで見られた。それ以外のスポットは判別が困難であった。

(2) アイソザイム分析

ナラワ赤芽とナラワ緑芽についてデンブング電気泳動法によるアイソザイムの検出を試みた。

NAD依存脱水素酵素系のMDH（Malate D.H）はそれぞれ1本のバンドが検出された。ナラワ赤芽よりもナラワ緑芽の方が移動度が遅く、異なる遺伝子座の支配を受けていると推察された。NADP依存脱水素酵素系の6PGD（6-phosphogluconate D.H）はそれぞれ1本のバンドが検出された。移動度は同程度であった。G6PD（glucose 6-phosphate D.H）はそれぞれバンドが検出されなかった。

考 察

特性評価の結果、平成5年度と同様に生長はオオバグリーンが最も良く、色彩特性は明度ではオオバグリーンが高く、佐賀8号ふくおか1号で低かった。黒み度では佐賀8号、ふくおか1号が高く、オオバグリーン、ナラワ緑芽が低かった。平成5年度と6年度を比較すると、平均葉長、色彩の数値に差が見られたが、品種間の相対的な順位には変化が見られなかった。このことから品種特性の再現性が得られたといえる。

低塩分培地で選抜を行った品種について、オオバグリーンは普通塩分の培地では平均葉長129.8±33.4mmと最も生長が良かったが、低塩分培地では最も生長が悪く平均葉長41.1±13.3mmであった。このことからオオバグリーンは低塩分耐性が低いと推察された。朝鮮アサクサノリは普通塩分の培地では平均葉長52.8±33.0mmと最も生長が悪かった。しかし低塩分培地でも平均葉長51.2±34.0mmであり低塩分の影響をほとんど受けてなく低塩分耐性が強いと推察された。ふくおか1号は普通塩分の培地では平均葉長118.9±30.1mmであった。低塩分培地では76.2±43.7mmと生長は悪くなっているが、低塩分培地で培養した品種の中では生長が最も良かった。品種ごとに、生長が良かった個体については選抜を行った。今後の課題として選抜を行った個体が低塩分耐性の形質を獲得しているか否かの確認が残った。仮に選抜を行った個体が低塩分耐性を形質として獲得し、選抜前と異なる形質が表現されるとそれは新品種と考えても差し支えないと考えられる。

色素変異体を用いた交雑試験は交雑の成否がまだ確認できない。本年度も引き続き色素変異体を用いて交雑試験を行い、交雑技術を確認しなければならない。

アイソザイムはバンドは得られたが明瞭でなく、調べたアイソザイムも3種類と少なかった。今後、明瞭なバンドが得られる泳動条件の検討および活性がある酵素の検出を行い、交雑確認技術の基礎となるデータを蓄積する。また、交雑種を作出しアイソザイムを用いて交雑の証明を行い交雑確認技術を確認する。

要 約

- 1) 交雑の材料となる既存品種7種類について特性評価を行った。生長はオオバグリーンが最も良かった。葉体の明度はオオバグリーン、彩度はふくおか1号、黒み度はナラワ赤芽が最も強かった。
- 2) 低塩分耐性株の選抜を既存品種7種類について行っ

た。生長はふくおか1号が最も良かった。オオバグリーンは生長が滞り多数の2次芽を放出した。葉体の明度はオオバグリーン、彩度はナラワ赤芽、黒み度はナラワスサビノリが最も強かった。

- 3) 色素変異体であるナラワ赤芽とナラワ緑芽を用いて交雑試験を行った。10枚のシャーレに果胞子を移した。2ヶ月後、1シャーレ当たり約110個の糸状体を確認した。
- 4) 交雑確認の手法を確立するため、色素変異体であるナラワ赤芽とナラワ緑芽を用いて2次元電気泳動およびアイソザイム分析を行った。2次元電気泳動において、品種間で異なるスポットが検出された。アイソザ

イム分析において、MDHと6PGDで酵素の活性が検出された。

文 献

- 1) 福永剛, 岩渕光伸, 半田亮司, 藤井直幹: 新品種作出基礎技術開発事業, 平成5年度福岡県水産海洋技術センター事業報告
- 2) 三浦和歌子, 藤尾芳久, 須藤俊造: Jap.J.Phycol. 26, pp.139-143 (1978)
- 3) 藤尾芳久, 尾庭きよ子, 湯沢麻美, 高橋寛爾: アイソザイムによる魚介類の集団解析. 日本水産資源保護協会, pp.42-56 (1989)

有明海沿岸漁業総合振興対策事業

相島 昇・半田 亮司・小谷 正幸・佐野 二郎
秋本 恒基・上田 拓・岩渕 光伸・藤井 直幹

有明海における海底陥没は、干潟の減少や底質の悪化を招き、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。現在まで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、漁業振興を核とし、地域特性を活かした地域振興策を講じることが必要である。

そこで本事業により、平成4年度、5年度と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検討した。今回は、その補足調査として平成6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

低利用漁場高度利用化パイロット事業

前年度までに、軟泥域に小規模に造成したモデル漁場の耐久性等を検討したが、今年度は中規模なパイロット漁場を造成し、耐久性の再検討や漁場管理方策の検討を実施した。

方 法

平成6年8月にパイロット漁場（123m×63m×0.6m）を図1に示した位置に造成した。パイロット漁場の砂厚変化は、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）、全硫化合物（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6年9月に、漁業者自ら有明海福岡県地先で採捕したアサリ稚貝を約15t移植した。またアサリ生残率を求めるため、105点の枠どり調査（25×25cm）を行い個体数を測定した。そのうち、100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、これらから身入率（軟体部湿肉重量÷殻付重量×100）を計算した。

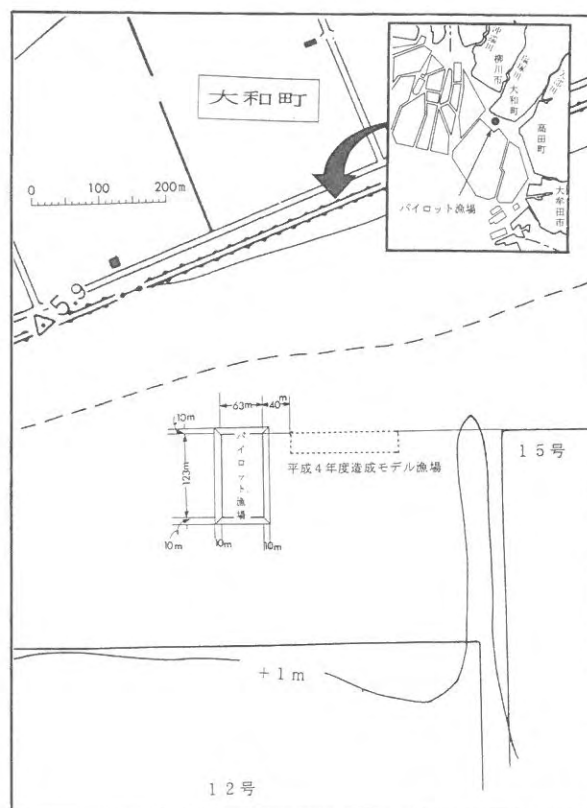


図1 パイロット漁場位置図

結果および考察

造洲の砂厚変化を図2、図3に示したが、大きな変化はなく造成時の砂厚を維持し、形状も初期の状態を保つ

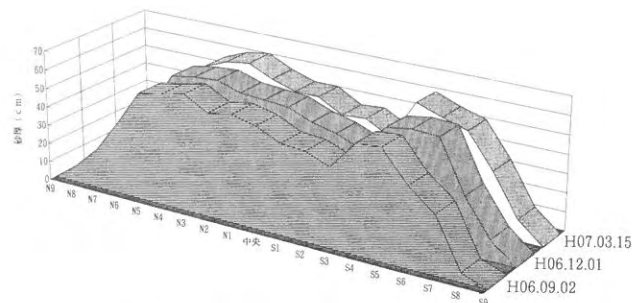


図2 パイロット漁場縦断面の砂厚変化

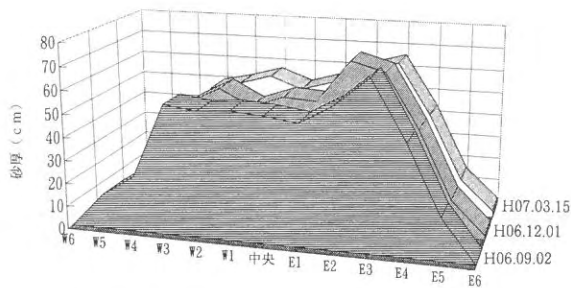


図3 パイロット漁場横断面の砂厚変化

ていた。浮泥の堆積は、造洲周辺部や、タイドプールになっている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、ノリ支柱の建っている12月は多く堆積する傾向があり、支柱撤去後の3月には、浮泥が減少した。全硫化物は、全期間通じてアサリに不適とされる0.2mg/g乾泥以下、中央粒径値も造成時とはほぼ同じ値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4に示したとおり移植4カ月後までに約60%と低くなったが、その後は約50%以上を保っていた。これは天然漁場の生残率と比

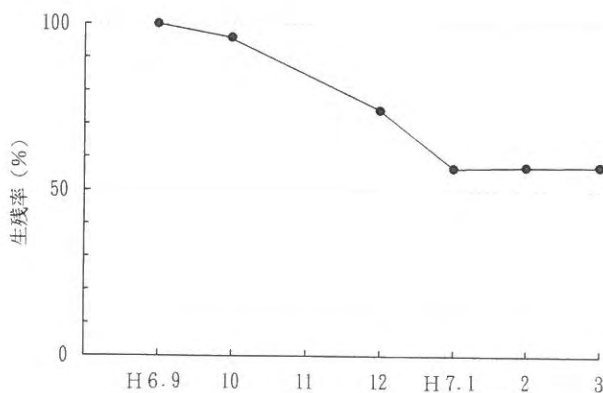


図4 パイロット漁場に移植したアサリ生残率の推移

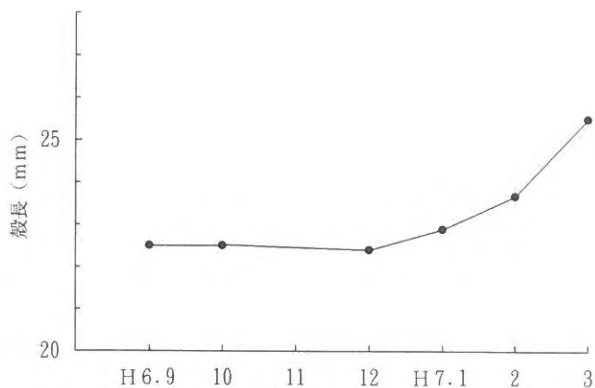


図5 パイロット漁場に移植したアサリ殻長の推移

べても同等以上である。

成長についてみると、図5に示したとおり平均殻長は、移植時22.5mmであったものが、移植6カ月後には25.5mmに成長した。一方平均重量は、身入率がプランクトンの発生した2月以降急激に大きくなるとともに、移植時2.1gであったものが、6カ月後には3.1gと大きく増加した。

一部、遊漁者への解放も含め、移植1年後の9月以降漁獲することになるが、9月の総重量は移植時の約1.5倍になると予想されアサリ移植効果は十分期待できる。

表1に低利用漁場高度利用化造成漁場漁獲モデルを示した。

表1 低利用漁場高度利用化造成漁場漁獲モデル

移植時期	9月	移植サイズ	23mm	2g
漁獲時期	翌年9月	漁獲サイズ	34mm	7g
漁獲量				
アサリ1個の重量	移植密度	生残率	造成面積	漁獲率
7g	$\times 1,000\text{個}/\text{m}^2$	$\times 0.5$	$\times 10,000\text{m}^2$	$\times 0.8 = 28,000\text{kg}$
漁獲金額				
単価	漁獲量	漁獲金額		
200円/kg	$\times 28,000\text{kg}$	$= 5,600\text{千円}$		

漁場管理のため、漁業者自ら造洲漁場の周囲を竹で囲み、さらに造洲表面をノリ網で覆い適宜監視を行った。ノリ網を張る方式は密漁対策としては有効であったが、アオノリの発生が見られ周辺海域のノリ養殖業者とのトラブルも予想され、他の有効な密漁対策を講じる必要がある。

2 貝類等生産流通体系の整備

干拓地利用増養殖化試験

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

1) アサリの成長と生残

干拓養殖施設での最適な飼育条件を求めるために、表2のように飼育条件及びアサリの大きさを変えて、飼育試験をおこなった。飼育には表3に示した仕様のかごを用いた。飼育開始から1カ月おきにアサリを回収し、その個数を計数し生残率を求めた。また回収したアサリの

表2 アサリ飼育試験区

選別方法	* ² サイズ	砂or砂なし	試験区		
			* ¹ 区分	密度	かごへの収容個数 (< > 内はm ² への換算値)
手選別区	小	砂敷き区	少	800個	<5,000個/m ² >
			普通	1,280個	<8,000個/m ² >
			多	1,920個	<12,000個/m ² >
		砂なし区	少	800個	<5,000個/m ² >
			普通	1,280個	<8,000個/m ² >
			多	1,920個	<12,000個/m ² >
	中	砂敷き区	少	400個	<2,500個/m ² >
			普通	640個	<4,000個/m ² >
			多	960個	<6,000個/m ² >
		砂なし区	少	400個	<2,500個/m ² >
			普通	640個	<4,000個/m ² >
			多	960個	<6,000個/m ² >
リン酸水素2 カリウム選別区	大	砂敷き区	普通	180個	<1,125個/m ² >
		砂なし区	普通	180個	<1,125個/m ² >
	中	砂敷き区	普通	640個	<4,000個/m ² >
		砂なし区	普通	640個	<4,000個/m ² >

* ¹ 区分	内 容	* ² サイズ	内 容
少	かごの底面積の半分に敷きつめたもの。	小	飼育開始時の平均殻長が14.37mm、平均重量が0.45gであったもの。
普通	かごの底に1段に敷きつめたもの。	中	飼育開始時の平均殻長が20.01mm、平均重量が1.03gであったもの。
多	かごの底に2段で敷きつめたもの。	大	飼育開始時の平均殻長が30.62mm、平均重量が5.55gであったもの。

表3 飼育試験に使用したかごの仕様

砂を敷いたタイプ	砂なしのタイプ
やさいかご(457mm×298mm×135mm)の内側を養殖用資材網(テトロンラッセル) T-90で4等分に区切り底に3cmの高さまで砂もれ防止のためメッシュスクリーンをはったもの。	やさいかご(457mm×298mm×135mm)の内側を養殖用資材網(テトロンラッセル) T-90で4等分に区切ったもの。

うち100個(100個未満の時は全数)を選び、その殻長、殻幅、殻付重量を計測し、成長を調べた。飼育環境として飼育槽の水温及び比重を測定した。

また、天然漁場(地盤高+0m)、高地盤域モデル漁場(地盤高+1.5m)に干拓施設に使用したものと同じかごに同じ密度でアサリを入れ、成長、生残率の比較をおこなった。

2) 適正給餌方法

干拓養殖施設での餌培養槽において、現在二枚貝の種苗生産で使用されている餌料生物であるテトラセルミス、パブロバ、及び天然海水中の珪藻類を用いて培養試験をおこなった。培養に用いる海水は給排水システムで貯水槽にためた天然海水を餌培養槽に移したあと、塩素により殺菌し、チオ硫酸ナトリウムで中和したものを利用した。また栄養塩として餌料槽海水4トンに対し硝酸カリウム800g、第2リン酸ナトリウム80g、クレワット32を40g添加した。

結果および考察

1) アサリの成長と生残

飼育アサリの殻長の推移を図6に、殻付き重量の推移を図7に示した。小サイズでは、飼育環境の違いによる成長差はあまり見られず、収容密度による差が見られた。飼育1年後には、かごに半分の密度で低密度に飼育したものでは飼育開始時に比べ殻長で10.35~11.17mm、殻

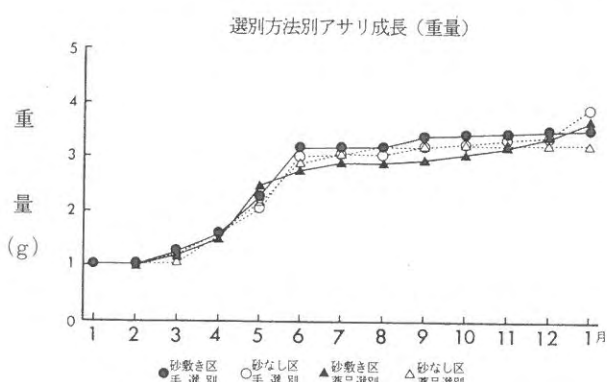
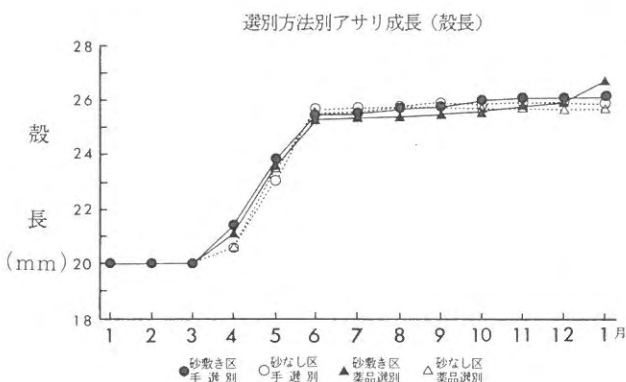
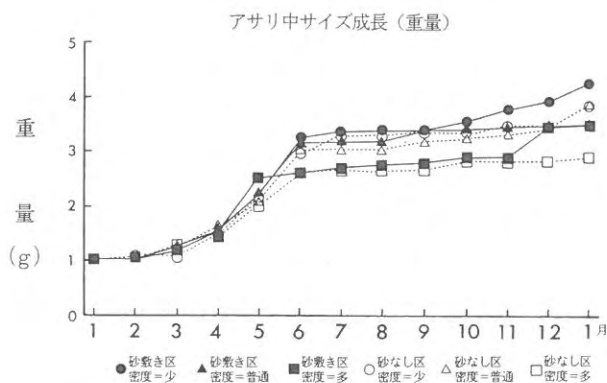
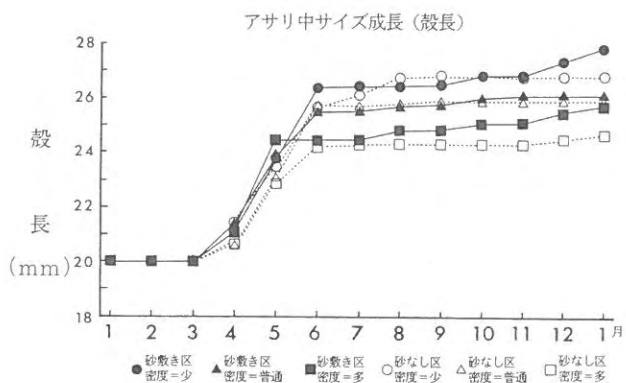
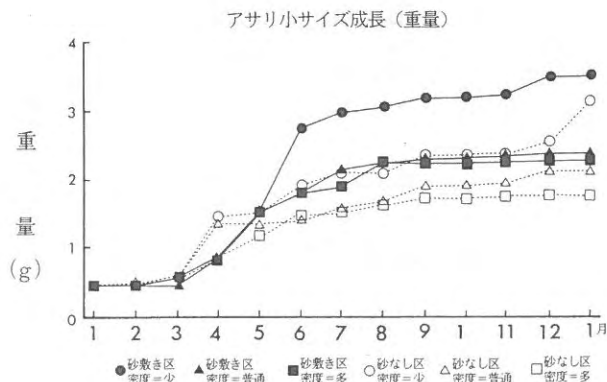
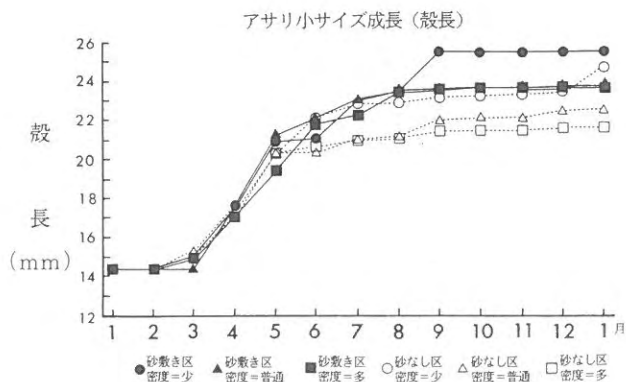


図6 アサリ殻長の推移

図7 アサリ殻付重量の推移

付重量で2.69～3.07gの成長を示したのに対し、かごに2段になるように高密度で飼育した区では殻長で7.23～9.35mm、殻付重量で1.32～1.83gの成長であった。中サイズでも同様に飼育環境の違いによる成長差より収容密度による差が見られ、低密度で飼育した区では殻長で6.79～7.86mm、殻付重量で2.81～3.23gの成長が見られたのに対し、高密度で飼育した区では殻長で4.63～5.71mm、殻付重量で1.86～2.44gの成長にとどまった。また両サイズとも砂敷き区のほうが砂なし区に比べ若干良い結果が得られた

図8に生残率の推移を示した。小サイズでは、砂敷き区よりも砂なし区のほうが生残率が高い傾向が見られた。

これは砂敷き区の方がかごの中に浮泥が堆積しやすい傾向があったため浮泥の堆積によるへい死がおこったものと考えられる。また高密度に飼育していた試験区の生残率がやや低い傾向を示したものの収容密度による差は小さかった。

中サイズでは移植後3カ月目までは全試験区とも90%以上の高い生残率であったが、以後、砂なし区の普通密度、高密度区で生残率の低下がおこった。

水温が10℃未満の3月末までは目立った成長は見られなかったが、水温の上昇とともに成長が見られた。また飼育期間中、飼育水の比重は15～22と比較的安定しており、アサリの成長、生残に影響を及ぼす範囲ではなかつ

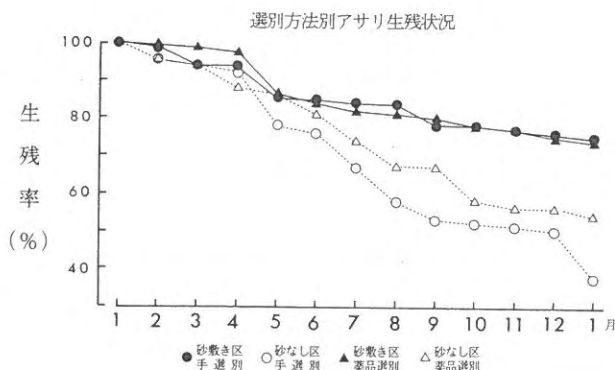
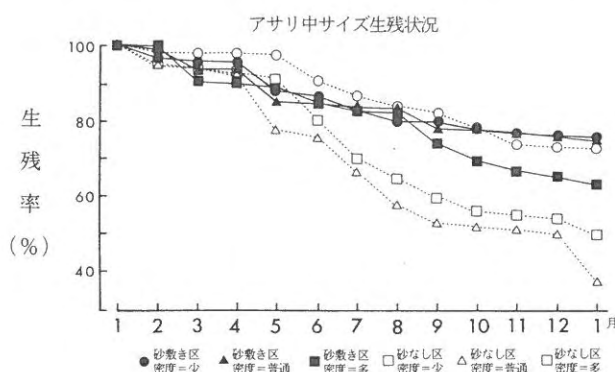
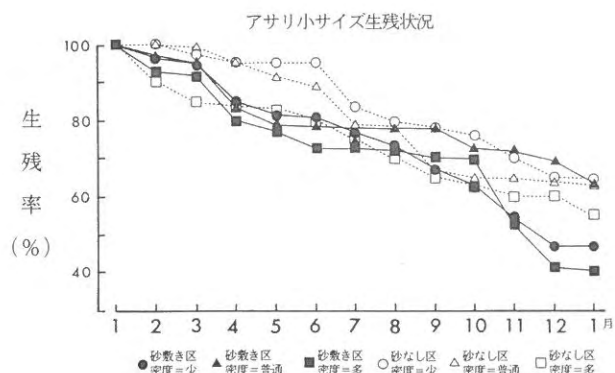


図8 アサリ生残率の推移

た。

表4にアサリの飼育環境別の成長、生残別の優劣を示した。

成長を見ると、砂の有無による違いはあまり見られず、密度による差が大きかった。生残率も収容密度による差が見られた。アサリの成長につれ、底面積に占める割合が増加する。よって今回の試験では間引きをおこなわなかったが、実際に飼育する場合、成長にあわせて常に1段になるように適時、間引きをおこなうことにより成長、生残が良くなるものと考えられる。

次に天然漁場、高地盤域に造成したモデル漁場との成長の比較を図9、図10に、生残率の比較を図11に示した。成長は天然漁場、高地盤のモデル漁場が良く、干拓施設

表4 飼育環境別アサリ成長・生残の優劣

飼育 アサリの サイズ	飼育 アサリの サイズ	砂敷き区			砂なし区		
		密度			密度		
		少ない (底面積 の半)	普通	多い	少ない	普通	多い
成長	小	◎	△	○	◎	○	△
	中	◎	○	○	◎	○	△
生残	小	△	◎	△	◎	◎	○
	中	◎	◎	○	◎	△	△

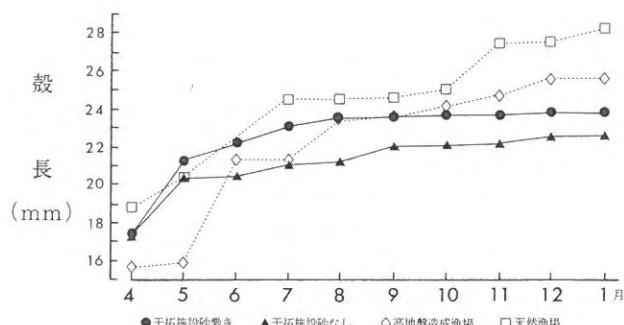


図9 養殖施設と天然漁場、高地盤造成漁場との成長(殻長)の比較

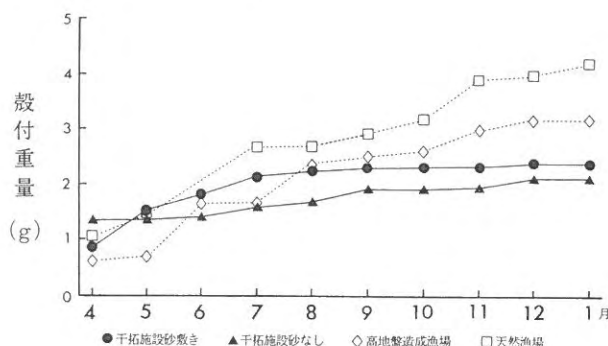


図10 養殖施設と天然漁場、高地盤造成漁場との成長(重量)の比較

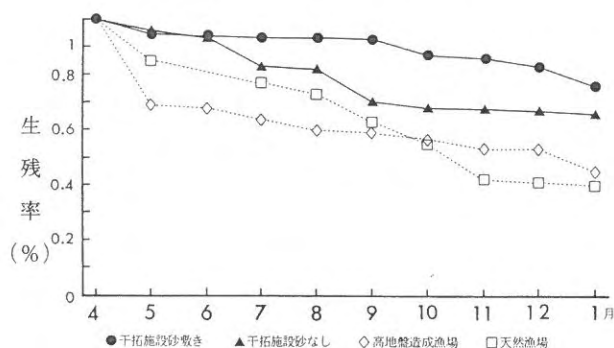


図11 養殖施設と天然漁場、高地盤造成漁場との生残率の比較

内のアサリの成長はほぼ両者の6割にとどまった。その理由として施設内のアサリは常に非干出状態であるにもかかわらず、餌料が天然漁場に比べ少なかったためと推察された。今後は天然漁場並の成長をさせるための餌供給システムを考えていく必要があると考えられる。生残率は天然漁場、高地盤域モデル漁場に比べ飼育施設内アサリは高い値を示した。両者ともかごの中にアサリを収容して飼育しており、逸散による減耗は考えられないため、飼育施設内での生残は良好であることがいえる。更に天然海域にアサリを移植する場合、アサリのへい死以外に逸散や、害敵生物による減耗が大きいことを考えると、干拓施設内でのアサリの生残は極めてよいことが示唆された。

2) 適正給餌方法

アサリ飼育槽への給餌量を図12に、餌料槽の水温と各餌料の増殖状況を表5に示した。餌料培養開始当初の餌料槽の水温が5℃未満の時期はテトラセルミスについて増殖が見られたが、パブロバについては増殖は見られなかった。またこの時期天然海水に栄養塩を添加することにより海水中に存在している珪藻（スケルトネマ）の増殖が1回認められた。5～25℃の範囲の時期はテトラセ

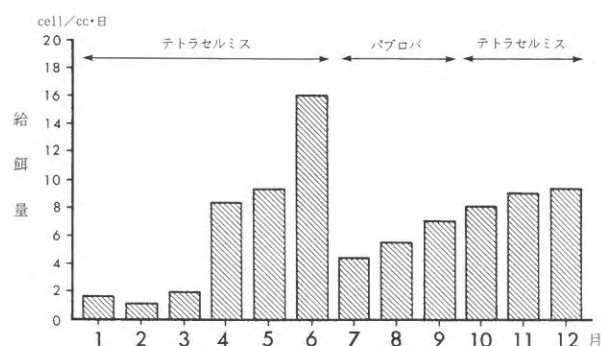


図12 アサリ飼育槽への給餌量

ルミス、パブロバの両者とも増殖は可能であり、特にテトラセルミスについては15～20℃の範囲で極めて良好な増殖が見られた。7月以降、水温が25℃を越す時期はテトラセルミスの増殖は見られず、パブロバのみ良好な増殖が見られた。しかし30℃以上になるとパブロバについてもコンスタントな増殖は見られず、増殖が見られても高密度状態になることはなかった。10月以降テトラセルミスに再度餌料系列を変更し12月まで培養したが、水温が5℃未満になる12月～1月も順調に増殖し、冬季における給餌も可能であることがわかった。テトラセルミスはパブロバと比較して大型の藻類であり、アサリの飼育は殻長がある程度大きくなったものから始めることを考えると、両者とも増殖可能な水温5～25℃の時期はテトラセルミスを餌料として与えることが効果的であると考えられる。またテトラセルミスの増殖が不可能となる水温25℃以上の時期はテトラセルミスの代替としてパブロバを利用できるが、30℃以上となる高水温期での安定した餌料培養方法について今後検討する必要がある。

3 ノリ養殖再編整備計画の策定

(1) 深所用支柱整備策定調査

本県有明海地先のノリ養殖は全て支柱式であり、支柱の材質は、耐用性・作業性の面から従来の孟宗竹から現在約9割がFRPとなっている。

しかし、深所漁場では孟宗竹が使用されている。これは、漁場の割り当てが漁協内での抽選によって行われる性格上、同一漁業者が必ずしも毎年深所漁場に当たるものではなく、漁業者の深所漁場用FRP支柱に対する購入意欲が低いことにより、メーカーから規格品が市販されていないためである。FRP支柱使用により、養殖期間中の破損等による立て直し作業が不要となること、また、孟宗竹支柱のように流出による漁場環境の悪化を招

表5 餌料槽の餌料増殖結果

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
餌料槽の水温(℃) (平均値)	1～6 (4.0)	2～10 (6.5)	6～12 (9.0)	10～19 (16.0)	14～22 (19.6)	19～26 (22.3)	26～36 (30.9)	26～35 (28.9)	20～30 (24.1)	14～23 (18.3)	9～18 (13.2)	4～14 (8.4)
餌料	テトラセルミス											
	パブロバ											
	天然海水中的珪藻											

※ …増殖なし …増殖が見られた期間 …良好な増殖期間

かないことから、深所用FRP支柱の必要性が高まっている。

本事業では、有明海漁業協同組合連合会（以下「有明漁連」という。）に調査を委託し、養殖試験により深所用FRP支柱の適性規格を検討するとともに、FRP支柱を整備した際の管理運営方法等について検討を行った。

方 法

1) 深所漁場のFRP支柱必要数量の試算

支柱建て込み状況調査

平成6年度のノリ養殖漁場全体のFRP支柱と竹支柱の建て込み状況を調査した。

深所用支柱数量の試算

ノリ養殖漁場の深浅測量を行い、深所漁場と竹支柱との建て込み状況を調査し、深所用FRP支柱必要数量を試算した。

2) 深所用FRP支柱の適正規格等についての検討

現在規格品として販売されているFRP支柱の最大のは、全長12.0mであるため、現在有明海で多く使用されている3社のFRP支柱を表6で示した5規格で特

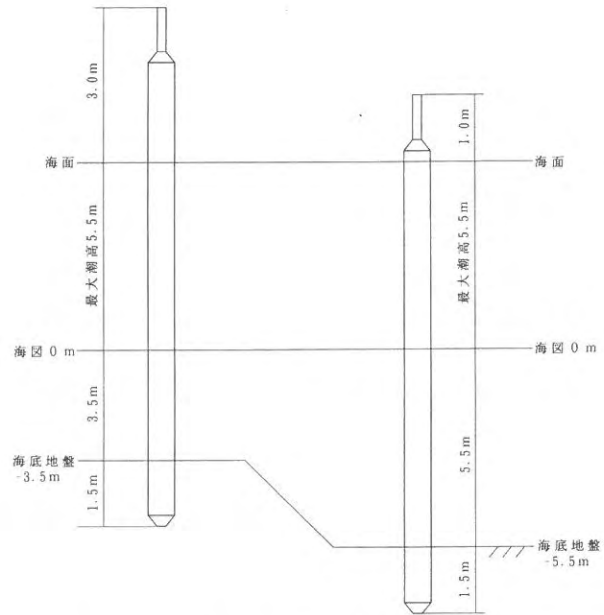


図13 FRP支柱（13.5m）建込断面模式図

性・耐流性能・耐波性能についての比較を行い、FRP支柱の適性規格（長さ・直径・形状等）について検討を行った。

結果および考察

1) 深所漁場のFRP支柱必要数量の試算

支柱建て込み状況調査

表7に示したように海域全体の6年度のFRP支柱は88.4%、竹支柱は11.6%であった。

表7 ノリ養殖支柱のFRP化率

	FRP支柱	竹支柱
ノリ養殖漁場全体	88.4%	11.6%
-3.5m以深のノリ養殖漁場	61.3%	38.7%
439小間 26,730本	277小間 17,193本	

(平成6年12月末現在)

深所用支柱数量の試算

深浅測量を行った結果、図14に示したように深所漁場の支柱の建て込み状況は、水深が深くなるほどFRP支柱の割合が低く、竹支柱の割合が高かった。

特に-3.5m（海図基本水準面を0mとする。）より深いノリ養殖漁場では、FRP支柱61.3%、竹支柱38.7%と竹支柱の割合が非常に高かった。

現在、-3.5mより深い所に建て込まれているFRP支柱は全長12mであり、満潮時にノリ網がアンテナの上部まで来るため作業性、操作性に支障を来している。

表6 試験に用いたFRP支柱の規格

メーカー名	商品名	規格	重量 (g/m)
宇部日東化成(株)	コンボーズ	52mm×13.5m (12.0+1.5)	1,200
		55mm×13.5m (12.5+1.0)	1,400
		61mm×13.5m (12.5+1.0)	1,600
九州積水工業(株)	タフボール	51mm×13.5m (12.0+1.5)	1,150
		56mm×13.5m (12.5+1.0)	1,203
日 東 電 工 (株)	ウナボール	51mm×13.5m (12.0+1.5)	
		56mm×13.5m (12.5+1.0)	

() 内は、本体長+アンテナ長。

別注文した。全長については、図13のように-3.5m以深から-5.5mまでの漁場に対応できるように13.5mとした。直径については、作業操作性の面から51mm～61mmの数種類とした。

これを用いて養殖試験を行い、孟宗竹との運搬作業性・建て込み時の操作性・干出時の網操作性・撤収時の操作

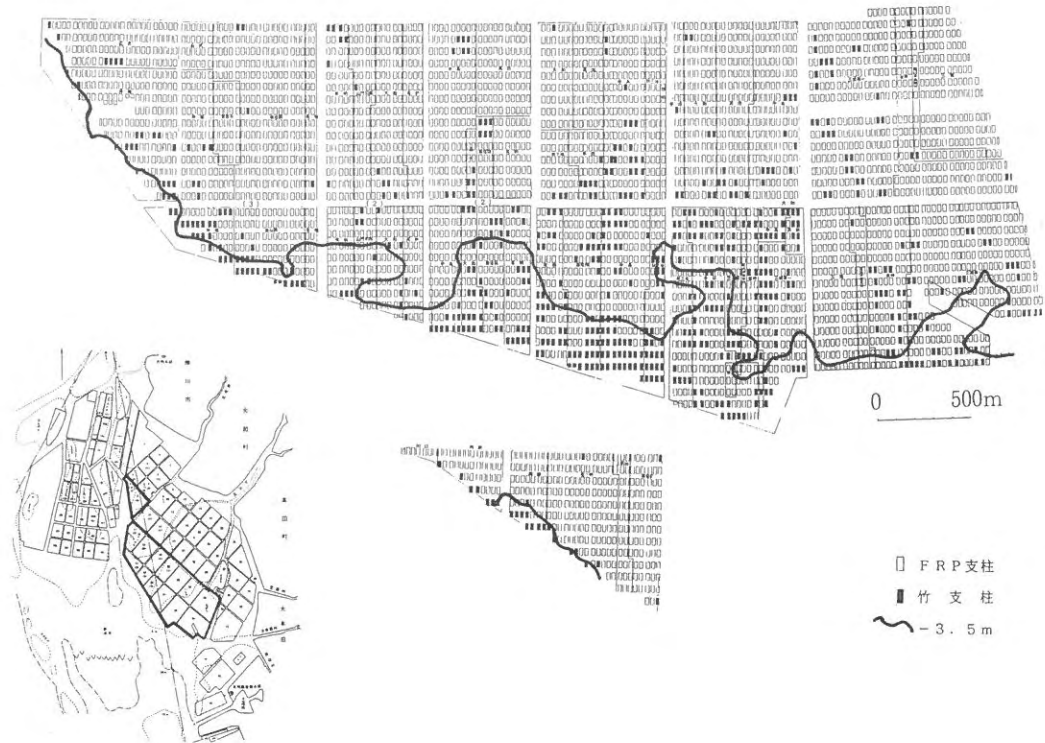


図14 ノリ養殖支柱建込状況

このことから、 -3.5m より深いノリ養殖漁場のFRP支柱必要数量は、1小間当たりの支柱使用本数が大川・柳川・大和・高田地区66本、大牟田地区55本であることから、約17,000本と推定された。

2) 深所用FRP支柱の適正規格等についての検討

運搬作業性

孟宗竹は下部が太くなるのに対して、FRP支柱は太さが均一で総重量も軽いため、作業船への積載量が大きくなり、運搬効率が高かった。

建て込み時の操作性

孟宗竹は、重心が下部の方にあり建て込みやすいが、FRP支柱は重心が中央部にあり建て込むときに持ち上げにくい。しかし、作業効率は、FRP支柱と孟宗竹とを比較すると全体重量が軽いこともあり若干FRP支柱の方が良かった。太さ別に比較すると直径61mmのFRP支柱は、重量が約20kgと従来の規格品のFRP支柱と比べて非常に重く、建て込み時の操作性は風のある場合にはあまり良くなかった。直径51mm~56mmのFRP支柱は、重量が約13kg~17kgと直径61mmのFRP支柱より35%~15%程度軽いため作業効率は良く、孟宗竹と比較すると作業量が約30%削減された。

干出時の網操作性

太さが均一であるため、孟宗竹よりFRP支柱の方が干出操作性は良かった。直径61mmのFRP支柱は、他

のFRP支柱と比べて若干作業しにくかったが特に問題はなかった。

撤収時の操作性

孟宗竹は、撤収時フジツボ等が多く付着し、重量増加が相当あり船上に引き上げるのが困難で、このため切り流しによる漁場環境の悪化を招いているが、FRP支柱は孟宗竹に比べて軽いので作業効率が高かった。

しかし、直径51mm~61mmのFRP支柱間では、直径が大きくなるほど支柱が重くなり、作業効率は低かった。

耐流性及び耐波性

孟宗竹よりFRP支柱の方が耐流性及び耐波性が高かった。また、FRP支柱の直径51mm~61mmを比較すると直径51mm~52mmの支柱は、潮の流れが速い場所では若干不安定であった。しかし、直径55mm~61mmについては特に問題はなかった。

以上の結果を表8に示した。この結果、 -3.5m から -5.5m の深所漁場は、全長13.5m、直径55mm~56mmのFRP支柱で対応できると考えられる。

また、直径55mm~56mmのFRP支柱には引っ張りを入れることで枕杭としても十分使用可能であった。

直径51mm~52mmのFRP支柱では、潮の流れが速い場所の耐流性・耐波性に問題があり、直径61mmのFRP支柱は、重量が約20kgと非常に重いので建て込み

時の操作性は劣るが、枕杭としては使用可能であった。

表8 FRP支柱規格別操作性の比較結果

商品名	規格(直径)	運搬	建て込み	干出操作	撤収	耐流性及び耐波性
コンボーズ	52mm	A	A	A	A	C
	55mm	A	A	A	A	A
	61mm	B	C	B	B	A
タフボール	51mm	A	A	A	A	C
	56mm	A	A	A	A	A
ウナボール	51mm	A	A	A	A	C
	56mm	A	A	A	A	A

A=良い B=普通 C=悪い

3) FRP支柱導入時の管理運営方法の検討

事業主体

本県有明海区ノリ養殖漁場は、有明海漁連が、漁業権を一括管理している。また、深所漁場が複数の組合に及んでいることから、支柱の一括購入、各組合の使用本数調整等の面を考えあわせると事業主体は、有明海漁連が適当であると考えられる。

管理運営の概要

有明海漁連は、深所用支柱を一括購入し、各漁協の需要に対し、支柱をリースする。また、各漁協は、深所漁場を使用する漁業者に対して支柱をリースし、漁期終了後漁協が有明海漁連へ返却するという管理運営が適当であると考えられる。

リース内容

リース期間は漁期毎とし、支柱の償却費・維持管理費等を算出し、リース料によりその費用を充当することが適当であると考えられる。

支柱保管場所

支柱の需要が広範な地域にわたるため、支柱の運搬作業等を考慮し、各地区に保管場所を造ることが適当と考えられる。

支柱のメンテナンス

製造メーカーに依頼し、漁期終了時に補修を行うことが適当と考えられる。

今後の課題としては、漁協のFRP支柱リース事業受け入れ体制がとれるよう条件整備を行うこと、また、深所用FRP支柱のリース需要本数を詳細に調査することが挙げられる。

(2) 昼間摘採システム開発試験

ノリ養殖における後継者不足の問題の一つには、夜間摘採などの苛酷な労働条件があげられる。ところで平成4年度から実施している当該事業により、室内実験的には昼間に摘採しても夜間摘採と同等の良いノリが生産可能となる技術的原理は解明されている。そこで、予備的に原藻貯留条件としてノリの量と海水の量の関係の検討したうえで、新たに考案したプール方式の貯留装置と市販されているかくはん方式の貯留装置を用いて、実証試験を行うことにより昼間摘採の実用化を検討した。

またノリの加工に使用された海水は農業用水路などに排出されるため、農業との間に摩擦が心配される。そこで海水使用量の削減を図るために、殺菌ろ過装置を用いて海水の多回使用の実用化を検討した。

方 法

1) 原藻貯留条件(原藻の量と海水の量)の検討

試験は平成6年12月12日(試験区1)、平成7年1月4日(試験区2)および同1月23日(試験区3)に行った。材料のノリは研究所管理の養殖網から昼間に採集した。養殖経歴は以下のとおりである。

試験区1:12月7日に冷凍網を張り、まだ摘採されていない。

試験区2:12月7日に冷凍網を張り、すでに3回摘採されている。

試験区3:1月13日に冷凍網を張り、まだ摘採されていない。

試験はノリ5g(湿重量)を海水容積1, 10, 25, 50, 100および150mlとした三角フラスコにいれ、一晚(約18時間)静置後、溶出した色素量を分光光度計(日立製作所U-2000)を用いて吸光度(560nm)を測定した。

2) プール式貯留装置とかくはん式貯留装置を用いた原藻貯留試験

プール式とかくはん式原藻貯留施設の整備

プール式貯留装置の仕様は図15に示したとおりである。貯留槽の容積は約5トンであり、中央に高さ63cm、一辺の長さ44cmの正8角形の回転体があり、この回転体が回転することで回転体の外側で原藻が海水中を泳ぐ状態をつくる。この回転体の側面には直径2mmの穴がいており、回転体の内部に海水が浸とうするため、ポンプでろ過・殺菌装置系へ排出される。ただし回転体の内部に浸とうした海水にはノリが混入するため、100μmのミューラーガーゼで側面外部をおおった。

かくはん式貯留装置(永松 NKC-1)の仕様は図

16に示したとおりである。貯留槽は高さ102cm、一辺の長さ50cmの正8角形であり、容積は約1トンである。かくはんは6本のアームが回転することにより行われる。貯留槽の側面には直径2mmの穴があいており、浸とうした海水は下部の水槽に回収され、ポンプで貯留槽に再注入される。試験は平成6年12月15日、平成7年1月4

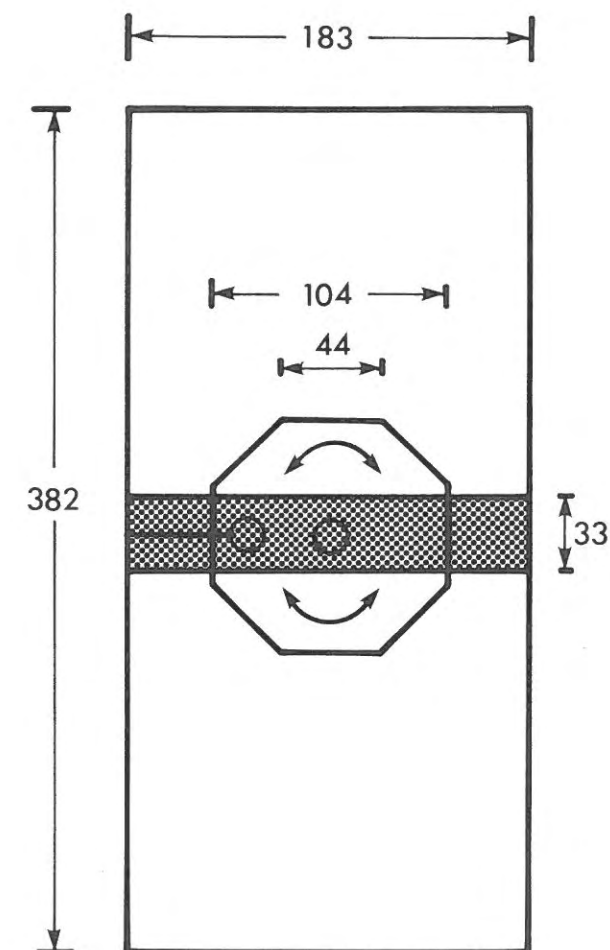


図15 プール式原藻貯留装置
単位はcm Pはポンプ
原藻は8角形の回転体の
外側に貯留される

日および同1月23日に行った。材料の原藻は研究所管理の養殖網から昼間に摘採した。対照区は昼間摘採後すみやかに板ノリに製造加工した。プール式貯留区およびかくはん式貯留区は原藻を一晩（約18時間）貯留後板ノリに製造加工した。養殖経歴は原藻貯留条件（原藻の量と海水の量）の検討の項に同じである。

ノリの性状検査項目は原藻を材料として耐針圧¹⁾、30℃温淡水処理による溶出した色素量¹⁾および同処理後のノリ乾燥試料の光沢度¹⁾（日本電色工業グロスメーターVG-10）、また製品を材料として検査員による等級づけ、色彩色差計（ミノルタ株CR-300）による明度およびノリ品質検査装置（竹下産業株SG103R）による0度反射率（竹下産業株）である。

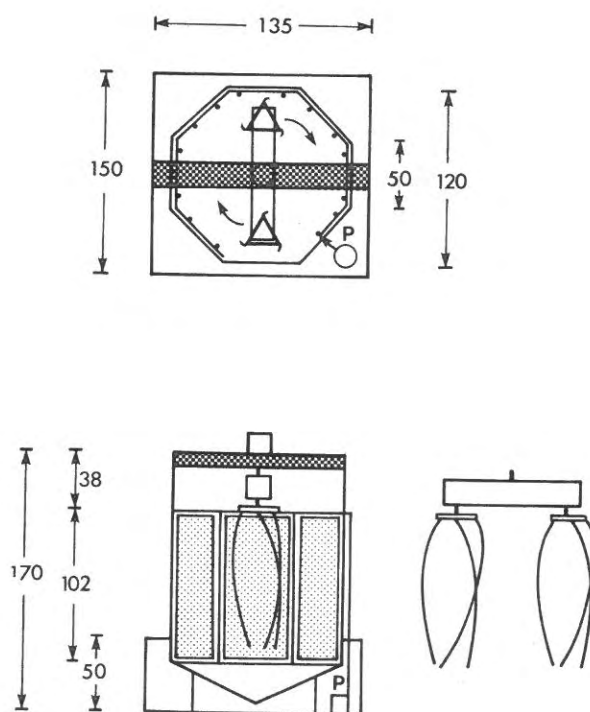


図16 かくはん式原藻貯留装置
単位はcm Pはポンプ
原藻は8角形の貯留の
なかでかくはんされる

3) 原藻貯留海水のろ過殺菌試験

試験は平成6年12月15日、平成7年1月4日および同1月23日に、プール式貯留装置とかくはん式貯留装置を用いた試験に平行して行った。試験海水は貯留前の海水、原藻をプール式貯留装置およびかくはん式貯留装置で貯留した後の海水、および図17に示したとおりプール式貯留装置で原藻貯留後の海水を砂ろ過装置で一次ろ過後、ユニチカ（株）製けまりろ過塔・殺菌塔（サニトロンステンレス製海水用SS-40S MR）でろ過殺菌した海

水である。

海水の検査項目はCOD, pH, 塩分, 溶出した色素量(吸光度560nm)および生菌数である。COD, pH, 塩分の測定はJISに準じた。溶出した色素量の測定は原藻貯留条件(原藻の量と海水の量)の検討の項に同じであり, 生菌数はZoBell 2216E培地を用いて常法により計数した。

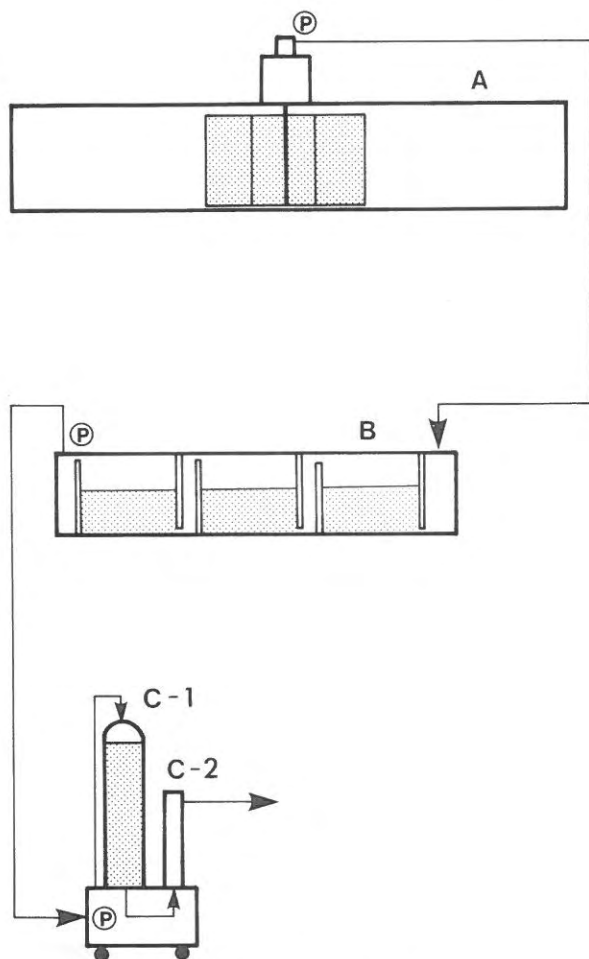


図17 海水のろ過殺菌装置
Aはプール式原藻貯留装置
Bは砂ろ過装置
C-1はユニチカ(株)製けまりろ過塔
C-2は殺菌塔

結果および考察

1) 原藻貯留条件(原藻の量と海水の量)の検討

試験結果を表9に示した。試験区1, 試験区2および試験区3ともに, 原藻の重量に対して海水の容積の小さいほど, 560nmの吸光度は大きい結果であった。とくに原藻重量: 海水容積の比が1:10と1:20の間で560nmの吸光度は1/3程度に減少した。試験区間で比べると,

560nmの吸光度は冷凍出庫直後の未摘採のノリを材料とした試験区1および試験区3の方が, すべての比率で, すでに3回摘採済みの試験区2より高かった。

この吸光度560nmで表される色素量はノリの細胞由来の色素量であり, 貯留による原藻の劣化の指標と考えられる。今回の試験結果から, 貯留中に原藻の劣化を防ぐためには, できるだけ海水の量を多く使用した方がよいが, とくに未摘採の原藻では貯留の目安として, 原藻重量1に対して海水の容積は20倍以上が必要であると考えられた。

表9 原藻貯留後に溶出した色素量(吸光度560nm)

原藻重量 (g)	海水 (mL)	比率 A : B	試験区		
			試験区1 ^{*1}	試験区2 ^{*2}	試験区3 ^{*3}
5	10	1 : 2	0.302	—	0.272
5	25	1 : 5	0.177	0.099	0.123
5	50	1 : 10	0.121	0.048	0.094
5	100	1 : 20	0.038	0.009	0.028
5	150	1 : 30	0.012	0.006	0.014

※1 平成6年12月7日に冷凍網を張り, 未摘採であり, 平成6年12月12日に採集した。

※2 平成6年12月7日に冷凍網を張り, すでに3回摘採しており, 平成7年1月4日に採集した。

※3 平成7年1月13日に冷凍網を張り, 未摘採であり, 平成7年1月23日に採集した。

2) プール式貯留装置とかくはん式貯留装置を用いた原藻貯留試験

試験結果を表10に示した。

第1回試験の12月15日ではノリと海水の割合は海水を1とした場合, プール区で11.7およびかくはん区で5.2であった。原藻についてみると, ノリの硬さの指標である耐針圧はあまり大きな差がないものの, プール区, かくはん区, 対照区の順に大きく(硬く)なった。ノリの光沢減少の指標である温淡水処理による色素量をみると, かくはん区で少なく, プール区と対照区で多かった。このため温淡水処理後の乾燥試料の光沢度もかくはん区で高く, プール区と対照区で低かった。製品についてみると, 黒さの指標である明度はかくはん区で低く(黒く), プール区と対照区で高かった。0°反射率はかくはん区で最も高く, 対照区, プール区の順であった。

第2回試験の1月5日ではノリと海水の割合は海水を1とした場合, プール区で13.6およびかくはん区で5.4であった。原藻についてみると耐針圧はあまり大きな差はないものの, プール区, かくはん区, 対照区の順に大きく(硬く)なった。温淡水処理による色素量および光

表10 プール式貯留装置およびかくはん式貯留装置を用いて貯留したノリの性状比較

試験日	貯留試験区	原		藻		製		品	
		ノリと海水の比率	耐針圧 (g)	温淡水 (30℃) 処理による		等 級	単価 (円)	色彩色差 明度	光沢度 (0°反射率)
				色素量 (560nm)	光沢度 (75°)				
6. 12. 15	プ ー ル 区* ¹	1 : 11.7	3.6	0.020	48.9	< 6	9.40	28.8	103
	かくはん区* ¹	1 : 5.2	4.0	0.013	63.5	< 5	10.90	25.8	161
	対 照 区* ²	—	4.2	0.023	45.0	○ 5	11.59	27.8	125
7. 1. 5	プ ー ル 区	1 : 13.6	5.2	0.017	69.3	< 6	8.65	27.6	122
	かくはん区	1 : 5.4	5.5	0.012	65.2	縮 6	6.60	27.5	123
	対 照 区	—	5.0	0.011	65.0	7	8.65	29.8	144
7. 1. 26	プ ー ル 区	1 : 27.2	2.4	0.021	61.5	< 3	17.71* ³	26.3	149
	かくはん区	1 : 8.9	2.4	0.023	57.5	< 3	17.71* ³	27.9	137
	対 照 区	—	2.5	0.035	39.0	< 4	12.50* ³	28.7	129

※1 プール区およびかくはん区は昼間摘採した原藻を約18時間貯留した。

※2 対照区は昼間摘採した。

※3 冷凍初回共販結果に換算した。

沢度は試験区間で大きな差は認められなかった。製品についてみると、明度はプール区とかくはん区で低く（黒く）、対照区で高かった。0°反射率は対照区で高かった。

第3回試験の1月26日ではノリと海水の割合は海水を1とした場合、プール区で27.2およびかくはん区で8.9であった。原藻についてみると耐針圧は試験区間であまり大きな差がなかった。温淡水処理による色素量は対照区で多く、プール区とかくはん区で少なかった。光沢度はプール区で高く、かくはん区、対照区の順に低くなった。製品についてみると、検査員による等級はプール区とかくはん区で上位、対照区で下位となった。明度はプール区とかくはん区で低く（黒く）、対照区で高かった。0°反射率は対照区で高かった。

夜間摘採は製品の光沢の減少を防ぐためと色の黒みを高めるために行われ、冷凍出庫直後の摘採にとくに集中して行われている。これはこの時期の共販が高値のつくためであり、また原藻がやわらかいために質的变化が大きいことも要因となっている。今回の試験のなかで、第1回試験と第3回試験の原藻は冷凍出庫後の1回目の摘採であった。このうち第1回目の試験は対照区に比べてかくはん区で良い結果をみたものの、プール区は対照区よりも悪かった。これはプール区では海水量が全容積の半分程度と少なかったこともあって、貯留中に水槽の隅で原藻がかたまり、原藻のうまく泳ぐ状態が作出できなかったために、ノリの劣化が生じたと判断された。第3回試験はプール区の海水の量をほぼ満杯状態として試験した結果、原藻の泳ぐ状態がうまく作出された。このた

め対照区に比べてプール区とかくはん区の方が結果は良かった。

今回の試験の結果から、昼間摘採した原藻よりも、これを一晩の間プール式またはかくはん式貯留装置に貯留することで、①製品の光沢度、②製品の黒さ、③原藻のやわらかさの点で品質が向上することが認められた。ところで原藻貯留装置としては、原藻貯留条件の検討結果から、市販のかくはん式貯留装置では容量に限度があるために、プール式原藻かくはん装置の方が良いと判断された。

3) 原藻貯留海水のろ過殺菌試験

試験結果を表11に示した。3回行った試験をみると、CODは貯留前の海水を1に対して、プール式貯留後では2.0～3.5、またかくはん式貯留後では2.94～4.4と増加したが、ろ過殺菌処理後は1.5～1.7まで低減した。pHは貯留前に比べてプール式貯留後およびかくはん式貯留後ともに大きな差異はなかった。塩分は貯留前に比べてプール式貯留後およびかくはん式貯留後ともに大きな差異はなかった。溶出した色素量はプール式貯留後とかくはん式貯留後では増加したが、ろ過殺菌処理後は低減した。生菌数は貯留前の海水1に対してプール式とかくはん式貯留後では17～270まで増加したが、ろ過殺菌後は0.01～1.5まで低減した。

今回の試験結果からろ過殺菌処理により、海水の数回使用は可能であろうと考えられた。

表11 貯留前，プール式貯留後，かくはん式貯留後およびろ過殺菌処理後の海水の検査結果

試験日	試験海水	COD (ppm)	pH	塩 分	色 素 量 (吸光度560nm)	生 菌 数 (cfu/mL)
6. 12. 15	貯 留 前	2.8	7.9	30.6	0.000	1.5×10^4
	プール式貯留後	9.8	7.0	31.2	0.031	4.8×10^5
	かくはん式貯留後	8.2	7.2	31.4	0.031	7.0×10^5
	ろ過殺菌処理後	4.2	7.4	31.0	0.015	9.0×10
7. 1. 5	貯 留 前 後	2.3	7.9	32.2	0.000	1.6×10^4
	プール式貯留後	4.6	7.0	32.5	0.005	2.7×10^5
	かくはん式貯留後	10.1	7.3	32.5	0.038	1.0×10^6
	ろ過殺菌処理後	3.6	7.4	32.2	0.002	1.6×10^3
7. 1. 25	貯 留 前	2.8	7.9	—	0.000	3.4×10^3
	プール式貯留後	8.2	7.0	—	0.023	7.5×10^5
	かくはん式貯留後	11.7	7.3	—	0.082	9.0×10^5
	ろ過殺菌処理後	4.7	7.3	—	0.012	5.1×10^3

文 献

- 1) 半田亮司・福永剛・池田伸義・岩渕光伸・山下輝昌：
平成3年度水産業関係地域重要新技術報告書，福岡
県水産海洋技術センター有明海研究所，福岡，1992