ノリ養殖の高度化に関する調査

岩渕　光伸・小谷　正幸・藤井　直幹・渕上　哲

平成８年度のノリ養殖は，育苗期はほぼ順調に推移したものの，秋芽生産期における著しい高水温によって赤腐れ病が猛威をふるい，昭和60年以来の大不作に見舞われた。

冷凍生産では，１月下旬に珪藻プランクトンの増殖にともなう栄養塩量の減少によって色落ちが発生し，２月20日には網の撤去が行われた。しかし３月５日から３期作が開始されて約40％の漁場で網が張り込まれ，降雨による栄養塩量の一時的な回復によって品質的にも良いものが生産された。３期作の生産を加えた冷凍生産枚数はほぼ平年並みとなった。

一方全国的な不作のために平均単価は昨年より高くなり，最終的な生産金額は172億円余りと昨年を上回った。

方法および資料

１．気象・海況調査

図１に示した19点について，９月から翌年３月まで週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殿量である。無機三態窒素量は既報[1]の方法により測定した。プランクトン沈殿量は図１の奇数点およびB点の９定点について既報[2]の方法により測定した。

気象資料は農水省九州農試（筑後市羽犬塚）資料を用いた。

２．ノリ生長・病害調査

図１に示した19定点について，海況調査に合わせてノリを採集し，葉長，芽付き，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。

３．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。

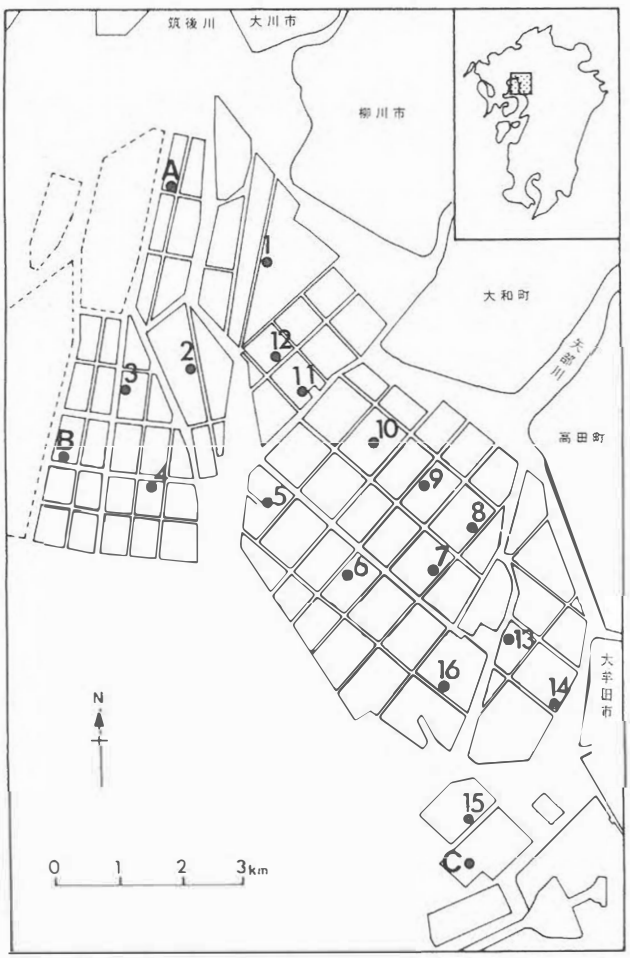

図１　ノリ養殖漁場と調査定点

結果および考察

１．気象・海況調査

１）漁期前

気温：月平均気温は，７月26.7℃，８月27.6℃，９月23.5℃といずれの月も平年並みであった。

日照時間：７月，９月は平年よりも多くなった。８月は平年よりもやや少なかった。

降水量：７月から９月までの合計は421mmと平年の約60％にとどまった。

水温：月平均水温は，７月25.8℃，８月27.6℃，９月25.8℃といずれの月も平年並みであった。

比重：月平均比重は，７月は21.4と平年よりやや低めとなったが，８月９月はいずれも23.0と平年並みからやや高めとなった。

栄養塩量：大潮時の調査では，７月は平均8.8μg at/*l* と少なかったが，８月は19.8μg at/*l* と平年を上回り，９月は10.2μg at/*l* とほぼ平年並みであった。

２）秋芽生産

水温，比重，栄養塩量，プランクトン沈殿量の推移を図２と図３に示した。

水温：10月１日は22℃台で平年よりやや低めであったが，その後は上旬いっぱい平年並みで推移した。育苗期の10月中旬は平年並み，10月下旬は平年より約１℃高めで推移した。11月は中旬まで平年より約１～２℃高めで推移し，下旬には平年並みで推移した。

比重：育苗期の10月はほぼ平年並みで推移した。11月に入ると２日から６日にかけて22台に低下したが，その後は平年並みであった。

栄養塩量：採苗前９月26日には11μg at/*l* と少なめであったが，採苗後から10月中旬までは15μg at/*l* 以上で推移した。10月30日と11月１日には平均６μg at/*l* 台に低下した。11月14日以降は栄養塩も回復した。

プランクトン：10月８日には珪藻プランクトン（*Coscinodiscus* spp.）が確認され，21日より増殖が始まり，30日には平均1.6ml/100*l* とピークになった。11月14日以降は減少した。

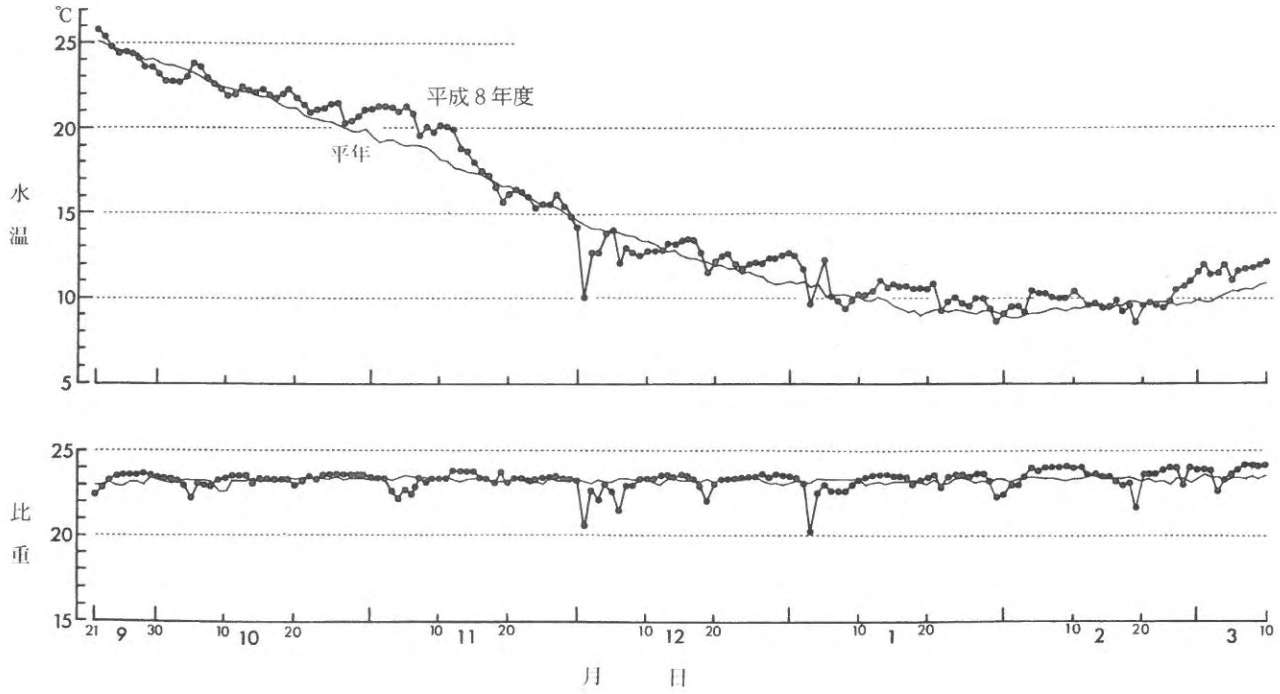

図２　平成８年度ノリ漁期における水温と比重の推移（大牟田昼間満潮時）

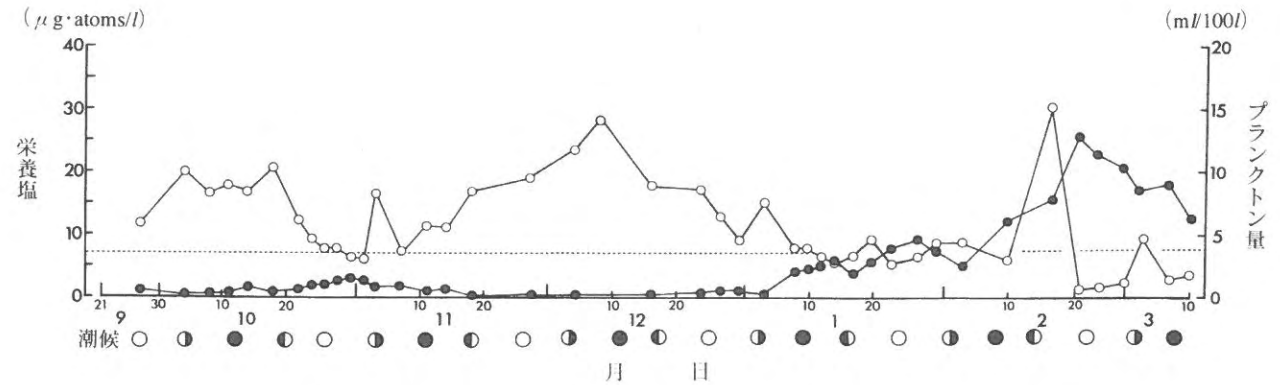

図３　平成８年度ノリ漁期における栄養塩濃度（○）とプランクトン量（●）の推移

3）冷凍生産

水温：冷凍出庫日の12月3日は12℃台と平年より約2℃低めであった。しかしその後は12月いっぱい12～13℃台の横ばい状態が続いたため，12月下旬には逆に平年より2℃ほど高めとなった。1月上旬には寒波の影響で平年並みとなったが，中旬は再び平年より高めとなった。1月下旬から2月上旬にかけては10℃前後で平年よりやや高めに推移した。

3期作出庫日の3月5日には11℃台前半と平年より約1℃高めとなり，中旬から下旬にかけても約1℃から2℃ほど高めに推移した。

比重：冷凍網出庫の12月上旬は22台と低めであったが，中旬から下旬にかけては平年並みで推移した。1月上旬は降雨により一時的に低下したが，中旬以降は23以上の平年並みからやや高めで推移した。

3期作出庫の3月上旬には24前後と平年並みからやや高めであったが，中旬には22台から23台とやや低下した。下旬には再び24台で推移した。

栄養塩量：12月中旬までは十分量であったが，下旬以降は減少傾向となり，1月12日には色落ちの指標である平均7 μg at/l を下回った。その後も2月中旬まで7 μg at/l 前後で推移したが，21日には0.8μg at/l に低下した。3月に入ると小潮時には7 μg at/l を上回り大潮時には3 μg at/l 前後に低下した。

プランクトン：12月上中旬は増殖は見られなかったが，12月27日には珪藻プランクトン（*Coscinodiscus* spp.）が確認され，2月下旬にかけて *Rhyzosolenia* spp.，*Ditylum* spp.，*Nitzschia* spp. と優占種を変えながらプランクトン量は漸増し2月21日にはピークとなった。3月に入ると減少したが，21日には再び増加が見られた。

2．養殖経過

1）秋芽生産

採苗は10月1日（出港は9月30日正午）から開始された。ラッカサンの撤収は採苗当日から2日に集中し，3日にはほぼ完了した。網洗いは採苗直後の3日から始まった。網数を半分とする大割展開は7日，3枚とする本展開は10日から部分的に開始された。冷凍入庫は23日から一部で開始され，24日から本格化，28日にはほぼ完了した。摘採は早い人で28日から開始されたが，全般的には30日より始まった。多くの網は1回摘採ののち高張り管理が行われたが，あかぐされ病により生産不能となった。生産見込みのない網の自主撤去と張り替えは11月7日頃から始まったが，張り込まれた網数は少なかった。すべての網の撤収は一斉撤去日の20日までには完了した。

2）冷凍生産

冷凍網の出庫は12月3日午前5時から開始され，4日にはほぼ完了した。低水温の影響で生長がやや遅れたため，摘採は早い人で11日から，全般的には13日から始まった。12月中にほぼ3回の摘採が行われた。

1月末までに5～6回の摘採が行われたものの，1月下旬から始まった色落ちのため，2月上旬には沖の漁場より網の撤収が開始された。2月20日までにすべての網の撤去が行われた。冷凍網の摘採回数は概ね8～9回であった。

支柱の中間撤去が2月21日より25日にかけて行われ，約4割の支柱が撤去された。

3期作の冷凍網張り込みは3月5日から行われた。網の張り込みは全漁場の約4割強であった。摘採は14日頃から始まった。21日には再び色落ちが始まり，2回目の摘採ののち撤去が開始された。3月31日までに網の撤去が完了した。

3．ノリの生長，病害

1）秋芽生産

採苗時の芽付きは，網糸1 cmあたり35個以上の網が2日目で50%をしめており，非常にあつめと評価された。二次芽は10月7日から確認され，着生量は次第に増加した。

芽イタミは10月12･13日の干出時の降雨，ならびに15日の風により一部重症のものが見られ，芽の流失を来した。

最大葉長の平均は10月21日で平均30mm，最大60mmと平年を上回り，また冷凍入庫が採苗後23日令で開始されたことから，生長は順調であった。

アオノリは10月8日に初認されたが，着生量は非常に少なく，漁期前に行われたアオノリ駆除の効果と考えられた。付着珪藻は10月17日より多数付着し，芽付きの厚い網では一部ドタグサレ症状を呈して芽の流失が見られた。潮口の22日より汚れは減少した。

葉体の色調は11月初旬に沖合漁場の網で色調のやや低下したものが認められたが，色落ちまでは至らなかった。

あかぐされ病は10月24日にせいどまりで初認されたのち，30日には全19調査点で確認され，うち7調査点では大量感染状態であった。その後，小潮と高水温，降雨が重なったため，猛烈な勢いで病勢は拡大し，11月3日には8調査点で葉体の流失が確認され，かつてないほどの大被害となった。

壺状菌は11月11日にひゃっかん，よりあわせで初認された。14日にはななつはぜ，20号でも確認されたが，初期的感染であった。

2）冷凍生産

冷凍のもどりは一部不良の網も見られ芽の流失もあったが，全般的には平年並みであった。その後の生長は，低水温であったために平年よりも遅れた。

12月6日に細菌の着生と原形質吐出が確認されたが，潮が大きくなる8日には軽微になった。

壺状菌は12月11日に19調査点中4点で軽微に認められたのち，感染数は次第に増加して12月24日には一部で肉眼視された。12月30日には大牟田地先を除く全点で肉眼視され，1月中旬には岸よりの漁場で葉体の色調低下や製品の品質低下が目立つようになった。しかし，昨年一昨年に比較して菌の感染速度は緩慢であり，品質低下被害の発生も遅れた。特に大牟田地先では，他漁場に比較して軽症で推移した。3期作では再冷網で重症のものが見られた。

あかぐされは12月16日に軽微に認められたが，12月中は軽症で推移した。しかし1月3日には低張りの網で重症のものが認められ，その後の病勢は大潮時には軽微になり，小潮時には拡大した。2月には管理不足の網で葉体の流失が見られた。3期作では管理不足の網で重症のものが見られた。

葉体の色調は，冷凍網生産期を通じてやや不良であった。しかし，製品の色調はほぼ良好であった。

3期作における冷凍もどりは，12月の出庫時よりも良好であった。また3月中の生長は良好であった。

4．共　販

結果を**表1**に示した。

1）秋芽生産

総共販枚数は1.1億枚（昨年比39%，過去5年平均比34%）となり，昭和60年以来の不作となった。品質もあかぐされ病のため悪く，平均単価も12.69円（昨年比−0.29円，過去5年平均比−1.6円）と低調であった。

表1　平成8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	11.19	11.28	12.26	1.11	1.25	2.8	2.22	3.28	3.31
	大和大牟田	11.15	11.28	12.22	1.7	1.21	2.4	2.18	3.27	3.31
柳川大川高田大牟田海区合計	枚数	36,282,000	1,969,800	102,148,400	124,666,500	91,029,700	91,291,200	50,547,500	53,261,400	406,800
	単価	13.73	8.27	27.02	13.82	12.10	9.97	8.23	8.56	6.28
	金額	498,191,998	16,291,374	2,759,956,261	1,722,517,522	1,101,823,935	910,673,332	416,245,789	455,656,616	2,556,729
	累	36,282,000	38,251,800	140,400,200	265,066,700	356,096,400	447,387,600	497,935,100	551,196,500	551,603,300
		13.73	13.45	23.32	18.85	17.13	15.67	14.91	14.30	14.29
	計	498,191,998	514,,483,372	3,274,439,633	4,996,957,155	6,098,781,090	7,009,454,422	7,425,700,211	7,881,356,827	7,883,913,556
大和高田	枚数	49,654,700	15,989,000	97,324,700	144,343,200	109,198,400	106,325,500	37,222,100	58,486,400	5,319,200
	単価	13.30	8.68	22.89	13.95	11.52	9.51	6.78	7.27	3.70
	金額	660,261,095	138,709,568	2,227,917,037	2,013,036,669	1,257,875,945	1,011,076,807	252,313,857	425,443,310	19,683,599
	累	49,654,700	65,643,700	162,968,400	307,311,600	416,510,000	522,835,500	560,057,600	618,544,000	623,863,200
		13.30	12.17	18.57	16.40	15.12	13.98	13.50	12.91	12.83
	計	660,261,095	798,970,663	3,026,887,700	5,039,924,369	6,297,800,314	7,308,877,121	7,561,190,978	7,986,634,288	8,006,317,887
大牟田海区合計	枚数	8,287,000	2,190,900	14,515,000	18,902,500	15,992,900	15,675,900	14,329,300	10,057,700	284,500
	単価	14.11	9.42	22.24	15.25	12.90	12.13	7.19	7.09	5.74
	金額	116,959,466	20,636,845	322,829,611	288,282,377	206,342,858	190,130,599	103,007,637	71,351,385	1,633,947
	累	8,287,000	10,477,900	24,992,900	43,895,400	59,888,300	75,564,200	89,893,500	99,951,200	100,235,700
		14.11	13.13	18.42	17.06	15.95	15.16	13.89	13.20	13.18
	計	116,959,466	137,596,311	460,425,922	748,708,299	955,051,157	1,145,181,756	1,248,189,393	1,319,540,778	1,321,174,725
海区合計	枚数	94,223,700	20,149,700	213,988,100	287,912,200	216,221,000	213,292,600	102,098,900	121,805,500	6,010,500
	単価	13.54	8.72	24.82	13.98	11.87	9.90	7.56	7.82	3.97
	金額	1,275,412,559	175,637,787	5,310,702,909	4,023,836,568	2,566,042,738	2,111,880,738	771,567,283	952,451,311	23,874,275
	累	94,223,700	114,373,400	328,361,500	616,273,700	832,494,700	1,045,787,300	1,147,886,200	1,269,691,700	1,275,702,200
		13.54	12.69	20.59	17.50	16.04	14.79	14.14	13.54	13.49
	計	1,275,412,559	1,451,050,346	6,761,753,255	10,785,589,823	13,351,632,561	15,463,513,299	16,235,080,582	17,187,531,893	17,211,406,168
前年度	枚数	232,295,400	296,027,500	553,536,600	845,538,700	1,101,397,300	1,341,751,600	1,470,386,800	1,489,015,000	
	単価	14.29	12.98	15.16	13.66	12.56	11.47	10.89	10.82	
	金額	3,318,403,371	3,841,190,992	8,392,040,559	11,551,600,403	13,837,261,986	15,388,029,789	16,010,372,174	16,103,984,325	

このため総金額は14.5億円（昨年比38%，過去5年平均比30%）となり，昭和50年以降で最低となった。

2）冷凍生産

第3回共販（冷凍初回）は数量2.1億枚となった。品質的にも良く，また全国的な不作傾向もあって，平均単価は24.82円と平成5年度以来3年ぶりの高水準となった。その後も第5回共販まで10円台を維持した。3期作は第8・9回共販で総枚数1.3億枚，金額9.8億円，単価7.64円であった。

3期作を含めた冷凍生産の総共販枚数は11.6億枚（昨年比97%，過去5年平均比100%）と平年並みとなり，平均単価が13.56円（昨年比＋3.28円，過去5年平均比＋2.17円）と高水準となった結果，共販金額は157.6億円（昨年比128%，過去5年平均比119%）と平年を上回るものとなった。

3）平成8年度総生産

総共販枚数は12.8億枚（昨年比86%，過去5年平均比85%）と秋芽生産の減産分を冷凍生産で挽回することはできず，12億枚台は平成2年度以来の低水準であった。総共販金額は172.1億円（昨年比107%，過去5年平均比95%）と昨年を上回ったものの平年並には届かなかった。平均単価は13.49円（昨年比＋2.68円，過去5年平均比＋1.44円）とこの2年間の低水準傾向からは脱し，秋芽生産の不作が相場を回復させることとなった。

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・介類研究会報第6号，水産庁西海区水産研究所(1989)

地域先端技術共同研究開発促進事業
－ＤＮＡ解析等によるアマノリ品種の識別技術の開発－

渕上　哲・岩渕　光伸

近年，ノリ養殖業界では生産の安定化を図るため，病害耐性や高品質などの形質を持った品種の開発が望まれている。その一方で，養殖現場においては非常に多くの品種名が存在しているが，系統や品種特性が明らかになっているものは数少ない。また最近は，バイオテクノロジーの応用による品種改良が盛んに行われており，新たに開発された品種の特性を的確に評価するためには，これら既存の品種の整理を行い，それぞれの品種特性を把握しておく必要がある。そのためには各品種を確実に識別することが必要であるが，アマノリ類の場合，葉体の形態は極めて単純であり，また，環境による変異も大きいため，外部形態での分類は困難である。そこで，魚類や高等植物の分野では研究が進んでいるDNA多型の解析をアマノリ類に応用して，確実に品種を識別する技術の開発が望まれている。

そこで，本年度はまず葉体からの効率の良いDNA抽出法について検討を行った。アマノリ類の葉体からDNAを抽出する方法としては，主にプロトプラスト法及びCTAB法が用いられているが，本年度は，超遠心機を用いずに純度の高いDNAを抽出することが可能とされる[1]プロトプラスト法について検討した。

材料及び方法

１．核DNAの抽出

①野外養殖葉体からの抽出

試料には福岡１号，ＦＡ８９，ＨＡの３種を用いた。野外養殖葉体は，1996年10月1日に柳川沖で採苗し，25日間養殖したものを-20℃で冷凍保存しておき，実験に供した。

核DNAの抽出法は図１に示した。抽出したDNAは，アガロースゲルを用いた電気泳動を行って，その質および収量を確認した。収量の確認は，λDNAを濃度マーカーとしてバンド濃淡の比較により行った。泳動バッファーは１×TAEを用い，泳動条件は５０Ｖ，１時間とした。さらに，RNase処理（100μg/ml，37℃，１～３時間）を行い，泳動像の変化を調べた。

②室内培養葉体からの抽出

試料には福岡１号，ＦＡ８９，ＨＡの３種を用いた。室内培養葉体は，ビーカー内において殻胞子をクレモナ糸に付着させ，1Lの枝付きフラスコを用いて，ESS培地中で通気培養したものを用いた。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。培養期間は，福岡１号が36日間，ＦＡ８９が57日間，ＨＡが46日間であった。

核DNAの抽出法は図１に示した。抽出したDNAは，野外養殖葉体と同様に電気泳動を行って，その質および収量を確認した。さらに，RNase処理を行って泳動像の変化を調べた。

２．葉緑体DNAの抽出

試料には福岡１号，ＦＡ８９，ＨＡの３種を用い，それぞれ野外養殖葉体について検討した。野外養殖葉体は，核DNAの抽出に用いたものと同じ試料を用いた。

葉緑体DNAの抽出法は図２に示した。抽出したDNAは，核DNAと同様にアガロースゲルを用いた電気泳動を行って，その質および収量を確認した。さらに，RNase処理を行って泳動像の変化を調べた。

結　　果

１．核DNAの抽出

①野外養殖葉体からの抽出

実験の結果，全ての試料からDNAが得られた。電気泳動の結果は図３に示した。福岡１号において泳動像の乱れがみられたが，ＦＡ８９およびＨＡではみられなかった。また，全ての試料において泳動像がスメアになっており，DNAの断片化がみられた。さらに，低分子側には大量のRNAが確認されたが，図４に示すように，RNase処理を行った後にはほぼ消滅した。

DNA抽出量は表１に示した。葉体1g当たりのDNA抽出量はＨＡが2.1μgで最も多く，次いで福岡１号が0.9μg，ＦＡ８９が最も少なく0.2μgであった。

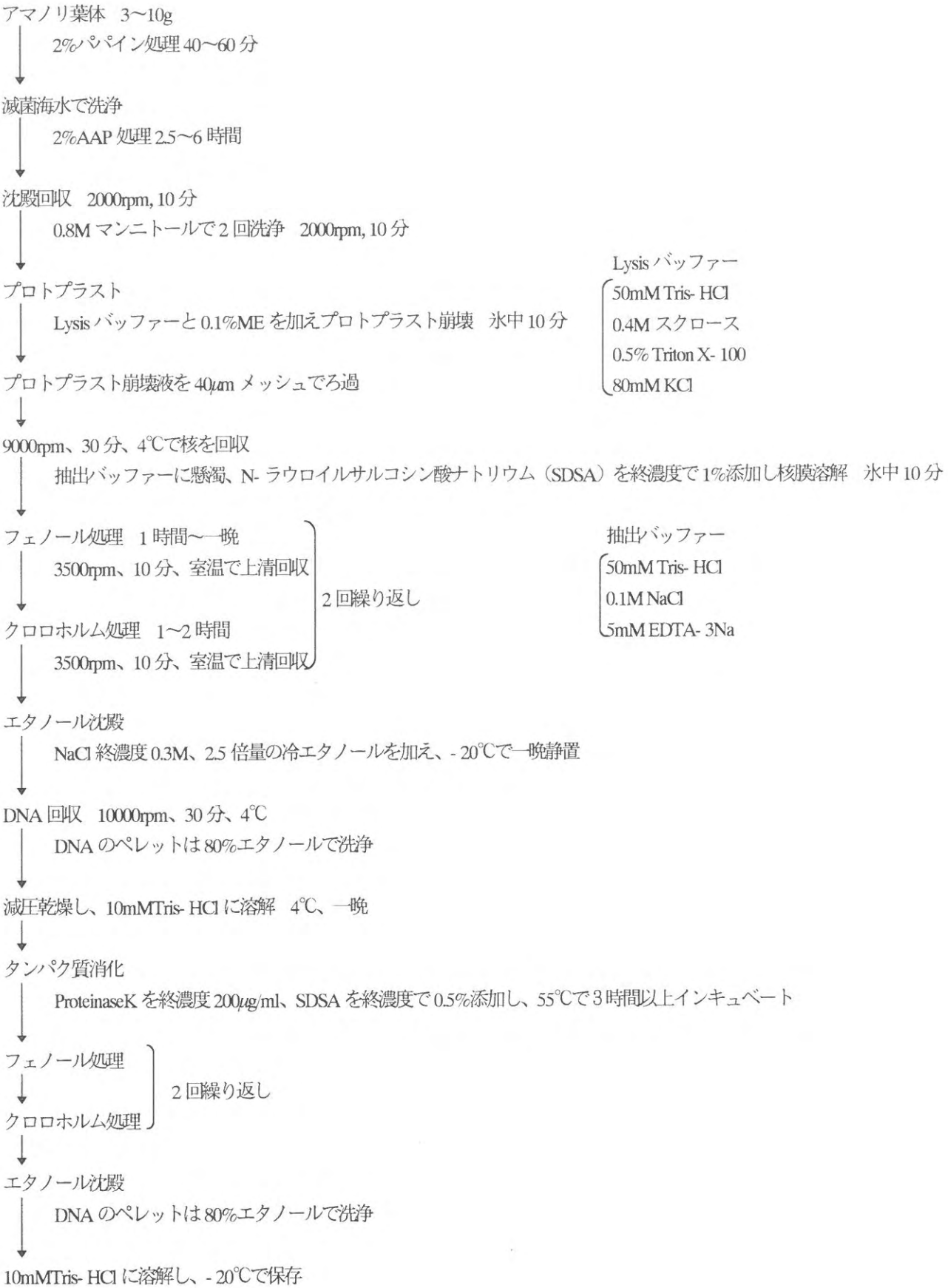
アマノリ葉体　3〜10g
2%パパイン処理 40〜60 分
滅菌海水で洗浄
2%AAP 処理 2.5〜6 時間
沈殿回収　2000rpm, 10 分
0.8M マンニトールで 2 回洗浄　2000rpm, 10 分
プロトプラスト
Lysis バッファーと 0.1%ME を加えプロトプラスト崩壊　氷中 10 分
プロトプラスト崩壊液を 40μm メッシュでろ過
Lysis バッファー
50mM Tris- HCl
0.4M スクロース
0.5% Triton X- 100
80mM KCl
9000rpm、30 分、4℃で核を回収
抽出バッファーに懸濁、N- ラウロイルサルコシン酸ナトリウム（SDSA）を終濃度で 1%添加し核膜溶解　氷中 10 分
フェノール処理　1 時間〜一晩
3500rpm、10 分、室温で上清回収
クロロホルム処理　1〜2 時間
3500rpm、10 分、室温で上清回収
2 回繰り返し
抽出バッファー
50mM Tris- HCl
0.1M NaCl
5mM EDTA- 3Na
エタノール沈殿
NaCl 終濃度 0.3M、2.5 倍量の冷エタノールを加え、- 20℃で一晩静置
DNA 回収　10000rpm、30 分、4℃
DNA のペレットは 80%エタノールで洗浄
減圧乾燥し、10mMTris- HCl に溶解　4℃、一晩
タンパク質消化
ProteinaseK を終濃度 200μg/ml、SDSA を終濃度で 0.5%添加し、55℃で 3 時間以上インキュベート
フェノール処理
クロロホルム処理
2 回繰り返し
エタノール沈殿
DNA のペレットは 80%エタノールで洗浄
10mMTris- HCl に溶解し、- 20℃で保存

図 1　核ＤＮＡの抽出法

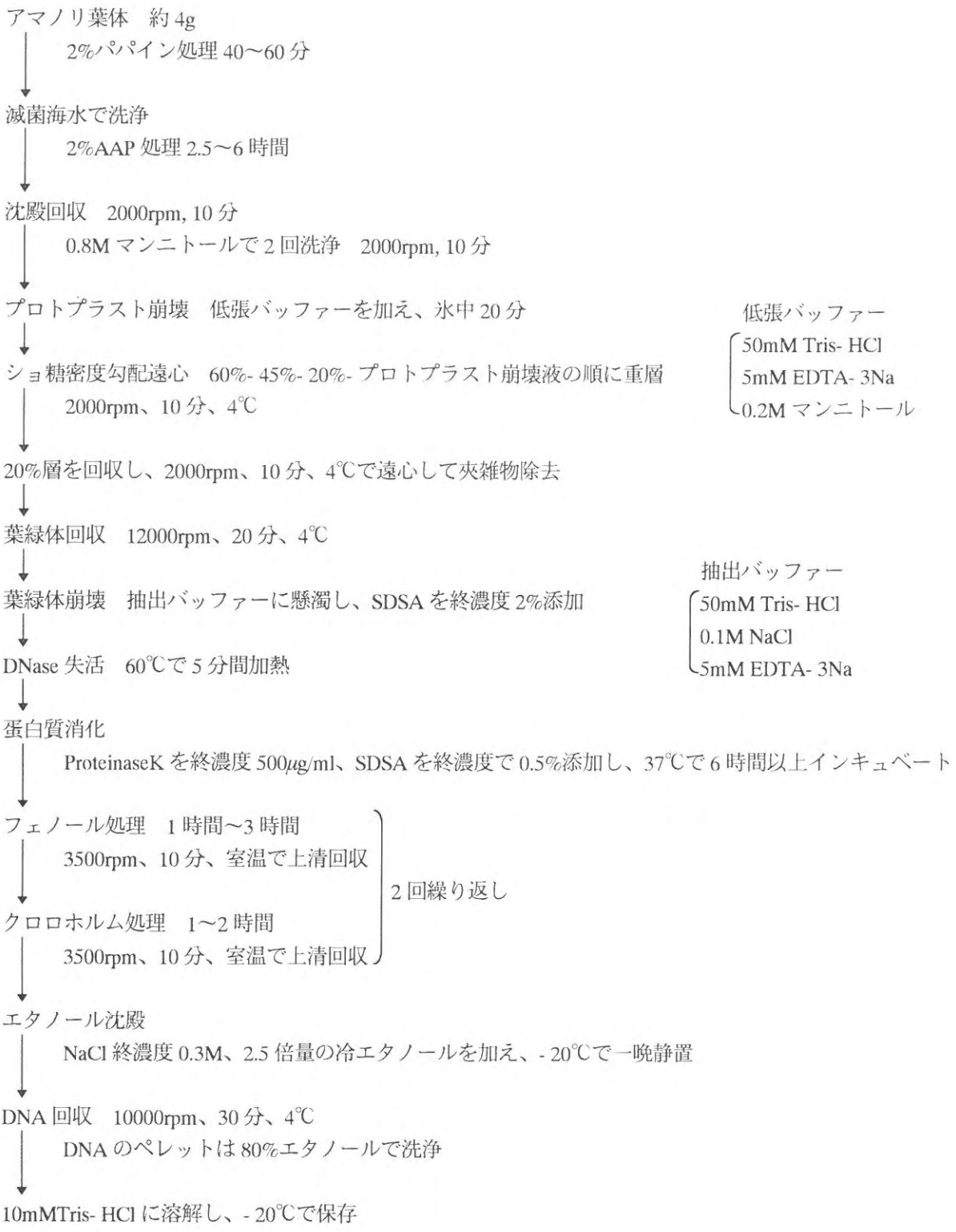

図 2　葉緑体ＤＮＡの抽出法

② 室内培養葉体からの抽出

実験の結果，全ての試料から DNA が得られた。電気泳動の結果は図 5 に示した。HA において泳動像の乱れがみられたが，福岡 1 号および FA 8 9 ではみられなかった。また，全ての試料において泳動像がスメアになっており，DNA の断片化がみられた。さらに，低分子側には大量の RNA が確認されたが，図 6 に示すように，RNase 処理を行った後にはほぼ消滅した。

DNA 抽出量は表 2 に示した。葉体1g当たりの DNA 抽出量は，HA が最も多く16.2μg，次いで福岡 1 号が

表1　野外養殖葉体からの核DNA抽出量

品　種	サンプル量（g）	DNA量（μg）	葉体1g当りのDNA抽出量（μg／g）
福岡1号	9.1	8.0	0.9
FA89	10.3	2.0	0.2
HA	9.4	20.0	2.1

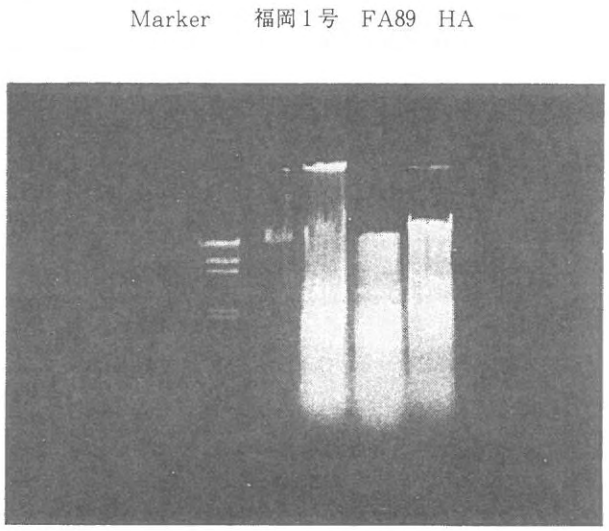

図3　野外養殖葉体の核DNA（RNase処理前）

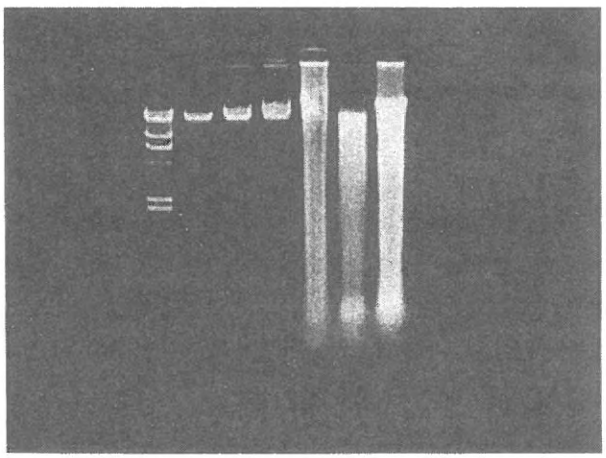

図4　野外養殖葉体の核DNA（RNase処理後）

7.4μg，FA89は最も少なく0.1μgであった。

2．葉緑体DNAの抽出

実験の結果，全ての試料からDNAが得られた。電気泳動の結果は図7に示した。全ての試料において泳動像の乱れがみられたが，DNAの切断はほとんどみられなかった。また，低分子側に比較的多くのRNAが確認されたが，図8に示すように，RNase処理を行った後にはほぼ消滅した。

表2　室内培養葉体からの核DNA抽出量

品　種	サンプル量（g）	DNA量（μg）	葉体1g当りのDNA抽出量（μg／g）
福岡1号	3.4	25.0	7.4
FA89	7.3	1.0	0.1
HA	3.1	50.0	16.2

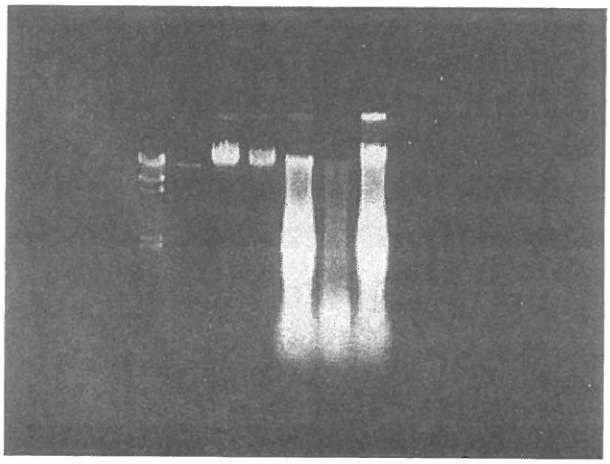

図5　室内培養葉体の核DNA（RNase処理前）

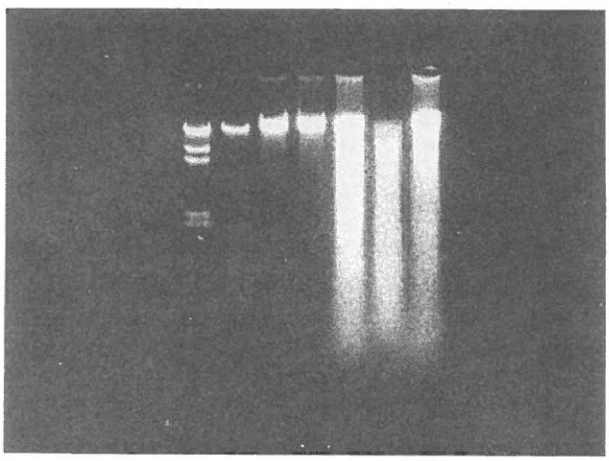

図6　室内培養葉体の核DNA（RNase処理後）

表3　野外養殖葉体からの葉緑体DNA抽出量

品　種	サンプル量（g）	DNA量（μg）	葉体1g当りのDNA抽出量（μg／g）
福岡1号	4.5	4.0	0.9
FA89	4.4	4.0	0.9
HA	4.1	4.0	1.0

DNA抽出量は表3に示した。葉体1g当たりのDNA抽出量は，HAが最も多く1.0μg，福岡1号および

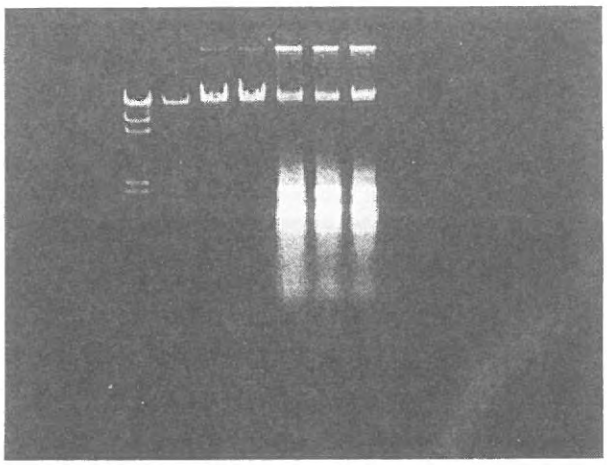

図7　野外養殖葉体の葉緑体DNA（RNase処理前）

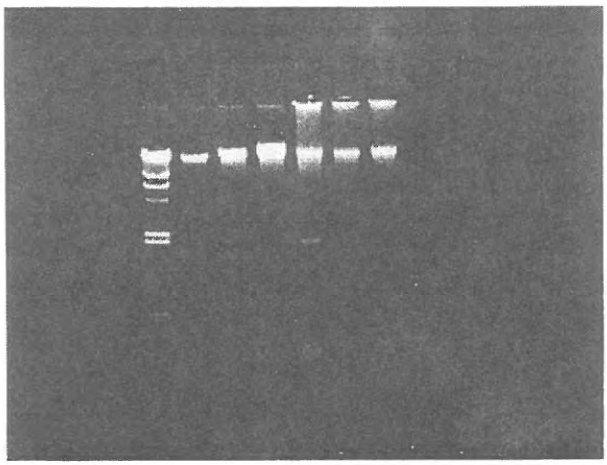

図8　野外養殖葉体の葉緑体DNA（RNase処理後）

FA８９は0.9μgであった。

考　　察

今回行った実験では，全試料からDNAを抽出することができたが，核DNAは全体的に断片化が目立ち，収量も品種や抽出日によって大きなばらつきがみられた。断片化の原因として，今回用いたプロトプラスト法はCTAB法に比べて，操作の手順が多いことに加えて抽出に時間がかかるため，物理的な切断やヌクレアーゼのコンタミネーションが発生しやすいことが考えられた。これは操作を極力慎重に行い，操作手順を可能な限り簡略化することで，ある程度まで防止できると考えられる。

収量については，野外養殖葉体に比べて室内培養葉体の方が，また，品種別にはHA，福岡１号，FA８９の順に葉体1g当たりの収量が多い傾向がみられたが，これは各試料間におけるプロトプラストの回収率および核の回収率の違いが原因と考えられる。

一方，葉緑体DNAにおいては切断はほとんどみられなかったが，これは葉緑体DNAのゲノムサイズが核DNAに比べて小さいことで[1]物理的に切断されにくかったためではないかと考えられる。しかし，葉緑体DNAは全ての試料において，多糖類等の夾雑物の混入が原因と思われる泳動像の乱れが観察され，核DNAに比べて純度が低いことが示唆された。RAPD法による分析等に用いる場合は，超遠心機による精製を行う必要があるかも知れない。さらに，葉緑体DNAの抽出量は葉体1g当たり0.9～1.0μgと少なく，収量を上げるためには，効率の良い葉緑体の回収方法の検討が必要であると考えられる。

なお，今回の実験では大量のRNAの混入がみられたため，RNase処理を行ったが，100μg/ml，37℃，1～3時間の条件では完全に消化することができなかった。処理条件の再検討が必要と思われる。

また，今回行った方法では，核DNAおよび葉緑体DNAとも，抽出に２日以上かかり操作手順も複雑なため，同時に大量の試料を処理するのは困難である。品種識別技術の実用化のためには，抽出法の簡略化とシステム化を進める必要があるだろう。さらに，今後は糸状体からのDNA抽出技術も確立したい。

文　　献

１）岡内正典・水上　譲：遺伝子研究の現状と応用への展望，月刊海洋，27，683－692(1995)

水産業関係地域重要新技術開発促進事業

－ノリ養殖生産管理技術に関する研究－

小谷　正幸・岩渕　光伸・藤井　直幹・渕上　哲

この事業はノリ養殖において，秋芽網生産の阻害因子であるあかぐされ病について，疫学的手法によりその動態を追究し，さらに蛍光抗体法を用いて海水中の菌の検出技術の開発を行い，これを用いて菌の動態をあわせて追究する。海水中の菌の動態を精査することにより，養殖管理による被害軽減策を検討する。これら生産阻害因子の動態を把握することで漁場管理の再検討を行う。

事業実施は平成８年度から10年度までの３ヶ年である。

本年度は，過去のあかぐされ病による病害の発生機序について整理するとともに，本年度漁期におけるあかぐされ病の動態及びモノクローナル抗体を用いたあかぐされ菌遊走子量の漁場における変動について調査検討を行った。

１．最近の有明海福岡県地先のノリ養殖におけるあかぐされ病

有明海福岡県地先で行われているノリ養殖はすべて支柱式であり，狭隘な漁場を行使して養殖をしているため，密植の度合いは国内で最も高い。このため水温の高い秋芽網生産期にはあかぐされ病等の病害は，いったん発生すると，蔓延の速度が大きいため，すみやかに漁場全域に拡大し，大きな被害となることが多い。

有明海福岡県地先のあかぐされ病についてはすでに山下[1]，半田[2]らの知見がある。ここでは昭和60年度から平成８年度までの12年間の有明海福岡県地先におけるノリ生産と病害について整理し，あかぐされ病による病害の発生機序を整理した。

資　　料

生産量は福岡県柳川大川漁連，大和高田漁連および大牟田漁連の共販結果を用いた。

ノリの病害は昭和60年度から平成８年度までの福岡県水産海洋技術センター事業報告によった。

水温と比重は福岡県水産海洋技術センター有明海研究所のデータを用いた。

結果および考察

１）生産量の推移と病害の発生状況

表１に昭和60年度から平成８年度までのノリ生産の推移を示した。

総生産数量は昭和60年度から平成２年度までは増加し，平成３年度から７年度までほぼ15億枚と横ばいし，８年度に12.8億枚に減少した。

有明海福岡県地先のノリ生産は11月の秋芽網生産期と12月以降の冷凍網生産期に大別される。11月の秋芽網生産期と12月からの冷凍網生産期の間には１週間程度ノリ網の撤去期間が設定されている。

秋芽網生産は年変動が大きく，1.1億枚から5.4億枚までの開きがあった。冷凍網生産は昭和60年度から63年度までは９億枚，平成元年以降は10億枚を上回った。

昭和60年度から平成８年度までの秋芽網生産のなかで３億枚を下回った年度は６回あり，ノリ葉体の流失といった大きな被害をもたらした病害は６回で，全てあかぐされ病であった。

昭和60年度から平成８年度までの冷凍網生産のなかで，11億枚を下回った年度は６回みられたが，生産終了の原因はこのうち５回が栄養塩低下による色落ちであり，１回があかぐされ病であった。

あかぐされ病は秋芽網生産，冷凍網生産ともにみられたがその被害は秋芽網生産期で大きく，冷凍網生産期では必ずしも大きくないことが再確認された。

２）秋芽網生産期におけるあかぐされ病の発生状況

昭和60年度から平成８年度までの採苗日，冷凍入庫開始日，あかぐされ菌の初認日，あかぐされ病の経過等を表２に示した。

採苗日は10月はじめの１日から５日に集中していた。冷凍入庫は早い年度では10月23日から始まり，遅い年度でも29日には開始された。摘採は生長の良かった平成８年度には10月29日から始まり，遅い年度でも11月４日には開始された。

あかぐされ菌の初認は平成８年が最も早く，10月24日に菌が検出されており，遅くても11月４日には菌が検出

された。あかぐされ菌の初認は潮候でみると，大潮（旧暦の１日または16日）や小潮（旧暦の７日または23日）の潮候との関連は認められなかった。あかぐされ菌の初認は冷凍入庫が開始された日から摘採が開始される日までの間に初認された。

秋芽網生産期では病害菌の早期発見を目的として，漁場に19調査点を設定し，週に２回の頻度で調査を実施している。あかぐされ菌は研究所の調査で検出されるよりも，むしろ漁業者から研究所持ち込みによる検鏡により菌が確認され，その後調査点で検出，次第に漁場全域に広がるパターンが多かった。

漁場調査で複数の調査地点で顕微鏡（150倍）１視野あたり１コ以上の菌の感染が認められた日を菌の多数感染日と定義した。この菌の多数感染日をみると，平成８年は10月30日と最も早く，この年以外では11月上旬に集中していた。菌の多数感染日の旧暦は７日前後と23日前後であり，潮候は小潮にあたっていた。

あかぐされ菌は初認後，潮汐が小潮に向かうにつれて漁場全域に拡大するとともに，菌の感染数も増加し，小潮時期に被害となることが確認された。

あかぐされ菌の初認日と秋芽生産の作柄の関係をみると，菌の初認が早いと不作，または菌の初認が遅いと豊作といった関係は認められなかった。またあかぐされ菌の多数感染日と秋芽生産の作柄の関係をみると，菌の多数感染日が早いと不作，または遅いと豊作といった関係は必ずしもみられないが，平成５年度と８年度に限った場合，菌の多数感染日が早いと不作となる結果がみられた。

次に秋芽生産初期の11月上旬の海況と秋芽生産期の作柄の関係をみると，水温が高いと不作，低いと豊作の関係が認められた。また比重は高いと豊作，低いと不作の関係が認められた。

また気象条件として，あかぐされ菌の多数感染状態がみられる小潮時期に霧または降雨に見舞われた場合，被害が急性に拡大することが認められた。

以上のあかぐされ病の疫学的調査結果からあかぐされ

表１　有明海福岡県地先におけるノリの生産数量と病害

年度	総生産量	秋芽生産		冷凍生産	
	（億枚）	生産量（億枚）	主な病害※1	生産量（億枚）	主な病害※2
昭和60	10.2	1.2	あかぐされ病	8.9	色落ち
61	12.0	3.0	－	9.0	色落ち
62	10.9	1.6	あかぐされ病	9.2	色落ち
63	12.9	3.9	－	9.0	あかぐされ病
平成元年	13.5	1.8	あかぐされ・壺状菌病	11.6	－
2	12.8	2.6	あかぐされ病	10.2	色落ち
3	15.1	3.8	－	11.3	－
4	14.6	3.0	－	11.6	－
5	15.4	2.0	あかぐされ病	11.3	－
6	15.2	5.4	－	9.8	色落ち
7	14.9	3.0	－	11.9	－
8	12.8	1.1	あかぐされ病	11.6	－

※１秋芽生産期で生産数量が３億枚を下回った年についてノリ葉体の流失の原因となった病害を記載した。
※２冷凍生産期で生産数量が11億枚を下回った年について生産終了の原因となった病害を記載した。

表２　秋芽生産の作柄と海況及び生産状況

年度	秋芽生産※1の作柄	採苗（月日）	冷凍入庫開始（月日）	摘採開始（月日）	あかぐされ病 菌の初認（月日）	（旧暦）	菌の多数感染※2（月日）	（旧暦）	11月上旬の海況 水温※3（偏差／標準偏差）	比重※3（偏差／標準偏差）	生産状況
昭和60	不作	10.01	10.26	11.06	11.03	21	11.07	25	1.2	-0.2	11月７日の濃霧によりほぼ全域生産不能
61	平年作	10.03	10.28	11.04	10.28	25	11.10	09	-0.9	1.1	
62	不作	10.04	10.30	11.02	11.01	10	11.12	21	0.4	-0.4	11月２，３日の降雨により一時被害
63	豊作	10.01	10.25	10.29	10.29	19	11.04	25	-0.6	0.9	
平成元年	不作	10.01	10.25	10.31	10.27	28	11.09	11	1.2	-0.5	11月５日から被害　５割生産不能
2	平年作	10.04	10.28	11.03	10.31	13	11.10	23	0.8	0.4	
3	豊作	10.05	10.28	11.03	11.01	25	11.11	06	-0.9	0.5	
4	平年作	10.01	10.25	10.31	10.29	04	11.02	08	-0.4	0.2	
5	不作	10.01	10.24	10.28	10.25	11	11.07	24	0.3	-0.9	11月７日の降雨により被害
6	豊作	10.05	10.29	11.05	11.04	02	11.11	09	-0.4	2.2	
7	平年作	10.05	10.28	11.03	10.31	08	11.02	10	-1.4	-0.5	
8	不作	10.01	10.23	10.29	10.24	13	10.30	19	1.7	-0.2	

※１　秋芽生産の作柄は，生産量が3.5億枚以上を豊作に，2.1～3.4億枚を平年作および2.0億枚以下を不作とした。
※２　あかぐされ菌の多数感染は，漁場調査のなかの複数の調査地点で顕微鏡（150倍）１視野当たり１コ以上の菌の感染が認められた月日をさす。
※３　水温及び比重は，大牟田地先の昼間満潮時のデータを用いて，過去30年間の統計値から算出した標準偏差で当該年度の偏差を除した値である。

病の病害発生機序は図1のとおりに整理された。

2．平成8年度漁期におけるあかぐされ病の動態

支柱式養殖法である福岡県有明海区では，あかぐされ病の被害を最小限に抑えるためには漁業者による徹底した網管理（網の水位調節によるノリ葉体の干出）が必要不可欠である。当研究所では，定期的に漁場の網とノリ葉体の十分な観察を行うことにより，定期的あるいは緊急に情報を伝達し，被害防止につとめている。

ここでは，8年度漁期に漁場及び顕微鏡下で得られたあかぐされ病の病状推移についてまとめた。

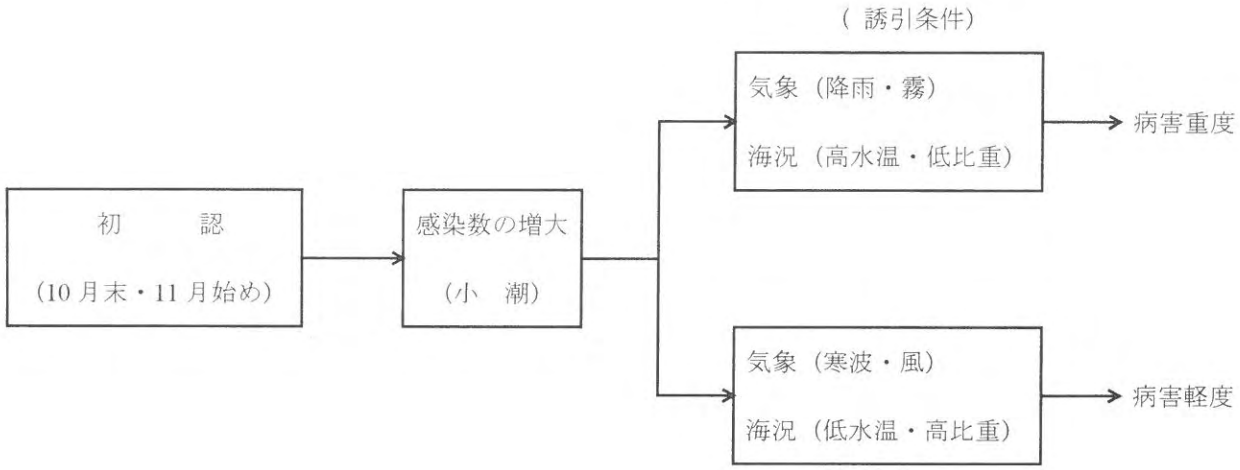

図1　あかぐされ病による病害発生機序

方　法

図2に示した19点について，10月から3月まで週に1～3回の頻度で昼間満潮時にあかぐされ病の調査と水温，比重等の測定を行った。海上ではノリ原藻の病状の肉眼的観察を行うとともに原藻を持ち帰り，顕微鏡下で病状評価を行った。病状評価は，半田[3]の方法に従った。

結果及び考察

漁期中の水温，比重，栄養塩及びプランクトン沈殿量の推移を図3に示した。

1）秋芽網生産期のあかぐされ病の動態

10月1日から採苗が開始され，採苗後数日間の水温は22℃台と平年より低めで推移したが，育苗期の10月中旬は平年並み，10月下旬は平年より約1℃高めで推移した。秋芽生産期の11月は中旬まで平年より約1～2℃高めで推移し，下旬には平年並みで推移した。

比重は，育苗期の10月はほぼ平年並みで推移した。11月に入ると降雨が小潮に重なったため2日から6日にかけて22台に低下したが，その後は平年並みであった。

表3に秋芽網生産期の10月下旬から11月中旬までの調

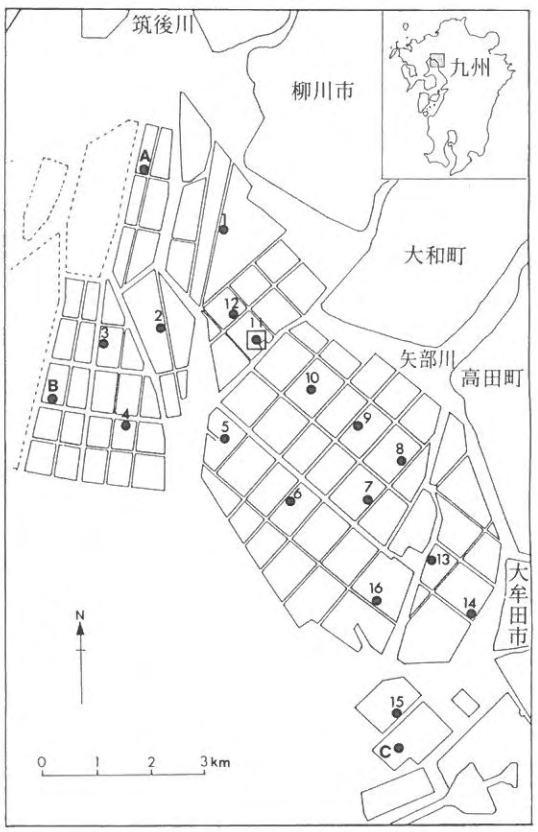

図2　ノリ養殖漁場と調査定点

表３　漁場調査点におけるあかぐされ病の病状評価の推移

月 日		10.21	24	26	28	30	11.1	3	5	7	11	14	18
St.	1	−	−	−	±	+++	V	V	網撤去				
	2	−	−	±	±	++	++++	V	網撤去				
	3	−	−	−	±	++++	++++	V	V	V	網撤去		
	4	−	−	±	±	±	++++	V	V	網撤去			
	5	−	−	−	−	±	+++	+++	++++	− ++++	−	−	網撤去
	6	−	−	−	−	±	+++	++++	V	V	−	−	網あり
	7	−	−	−	±	+	±	++	+++	− +++	+	網撤去	
	8	−	−	±	−	±	±	++	++++	± +++	−	網撤去	
	9	−	−	−	−	±	++	++++	++++	−	−	−	網あり
	10	−	−	±	±	+	±	+++	+++	欠	−	網撤去	
	11	−	−	±	−	++	+++++	V	V	V	−	−	網撤去
	12	−	−	−	−	++	+++++	V	V	網撤去			
	13	−	−	−	−	++++	V	V	++++	−	−	−	網撤去
	14	−	−	−	−	+	++	++	+++	− +++	−	−	網撤去
	15	−	−	−	−	±	+++	+++	++++	− +++	−	−	網撤去
	16	−	−	−	−	+++	+++	++++	++++	± +++	++	−	網撤去
	A	−	−	−	−	±	+++++	V	V	V	−	網撤去	
	B	−	+	±	−	±	+++++	++++	++++	− +++	−	網撤去	
	C	−	−	欠	−	±	++	+++	+++	± +++	±	−	網撤去

±　　：感染数１個検出の150倍視野数20個以上
＋　　：感染数１個検出の150倍視野数10個以上
＋＋　　：感染数１個検出の150倍視野数１個以上
＋＋＋　：150倍視野中の感染１個以上
＋＋＋＋　：150倍視野中の感染５個以上
＋＋＋＋＋：150倍視野中の感染10個以上
V　　：ノリ芽の流失
＋＋＋　：枯死したあかぐされ菌

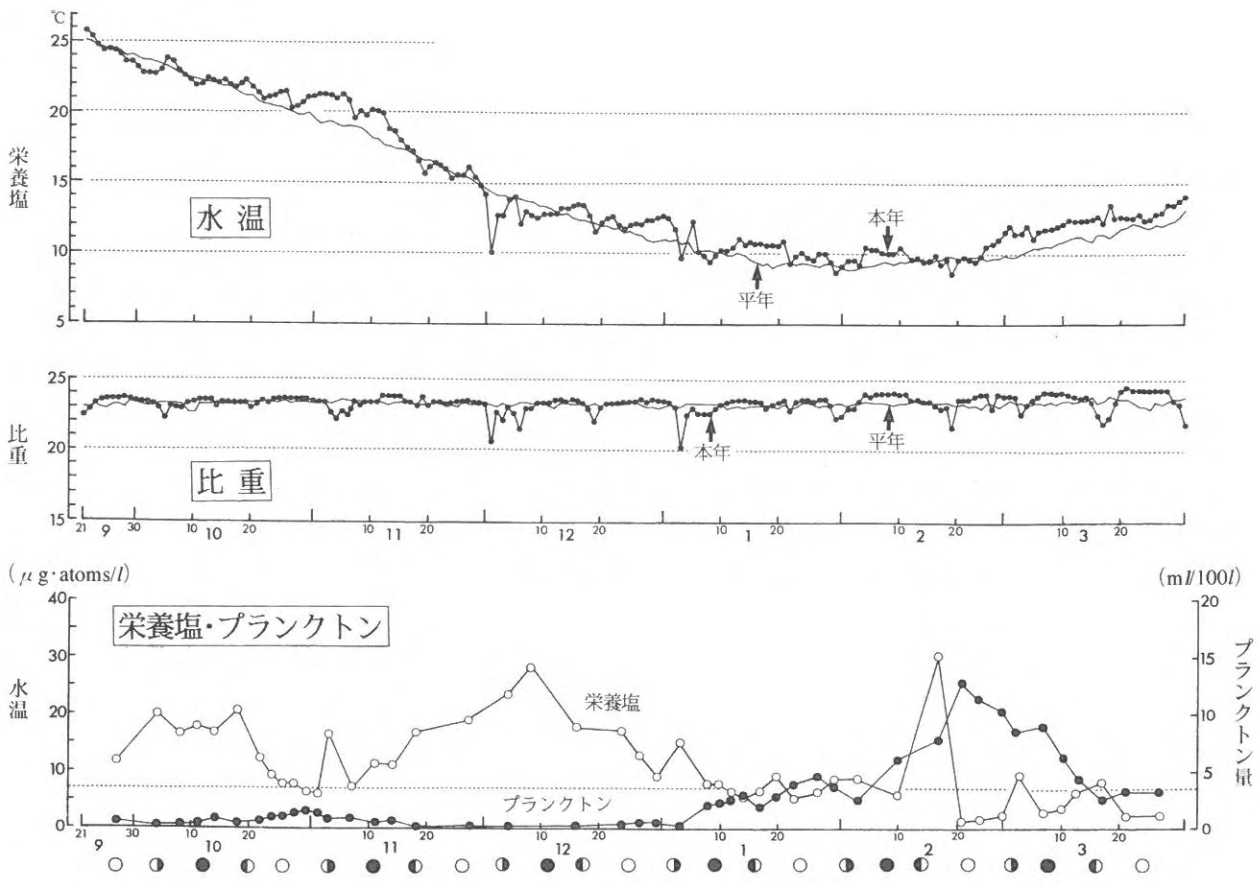

図３　平成８年度ノリ漁期における水温，比重，栄養塩及プランクトン沈殿量の推移

査点におけるあかぐされ病の病状の推移を示した。

あかぐされ病は，10月24日に調査点Bで初認され，その後徐々に感染域が拡大した。10月30日には全19調査点で確認され，うち７調査点では大量感染状態であった。その後，高水温と降雨が小潮（11月３日）に重なったため，猛烈な勢いで病勢は拡大した。11月３日には８調査点で葉体の流失が確認され，その後の生産ができない網が多く，秋芽網では過去12年間例がないほどの大被害となった。網の高張り管理と大潮に向かったことにより，あかぐされ菌は干出により枯死したものが多く，11月７日以降菌の感染は弱まった。しかし，ノリ葉体の流失が大きかったことからその後の生産はほとんど見込めず順次網が撤去され，11月20日には全ノリ網の撤去が完了した。

秋芽網生産の共販枚数は，１億1400万枚（前年比39%，過去５年平均比34%），共販金額14億5100万円（前年比38%，過去５年平均比30%），平均単価12.69円（前年比－0.29円，過去５年平均比－1.6円）であった。

２）冷凍網生産期のあかぐされ病の動態

冷凍網の出庫は12月３日から開始され，順調に生産が行われた。１月初旬からプランクトンの増殖が始まり，栄養塩の低下に伴って１月下旬から葉体の色落ちが認められたため，２月20日までに網の一斉撤去を行い，３月５日から３期作を実施した。

水温は，出庫時は，12℃台と平年より低めであったが，その後は12月中12～13℃台の横ばい状態が続いたため，12月下旬には平年より２℃程度高めとなった。１月下旬から２月上旬にかけては10℃前後で平年より高めに推移した。３期作出庫日は11℃台前半と平年より約１℃高めとなり，中旬から下旬にかけても約１℃から２℃程度高めに推移した。

比重は，12月上旬は22台と低めであったが，中旬から下旬にかけてはほぼ平年並みで推移した。１月上旬は降雨により一時的に低下したが，中旬以降は23以上の平年並みからやや高めで推移した。３月上旬には24前後と平年並みからやや高めであったが中旬には22台から23台とやや低下した。下旬には再び平年よりやや高めの24台で推移した。

あかぐされ病は12月16日に軽微に認められたが，12月中は軽症で推移した。しかし，１月３日には張り込み水位が低い網で重症のものが認められ，その後の病徴は大潮時には軽微になり，小潮時には拡大した。２月には管理不足の網で葉体の流失が見られた。３月５日から開始された３期作では管理不足の網で重症のものがみられた。冷凍網生産期では，秋芽網生産期にみられた全域にわたる大規模なあかぐされ病被害は発生せず，その被害は張り込み水位や葉体の伸ばし過ぎなどの不適切な管理方法に起因するものと推察された。

３）８年度漁期から得られた今後の管理方策

秋芽生産期の大規模な被害は，１章図１で示した病害発生機序に合致した。誘引条件として気象では降雨，海況では著しい高水温が関与したと考えられた。

本年のような気象，海況のもとで赤ぐされ病の被害を最小限に防ぐには網の水位調節によるノリ葉体の干出操作では難しく，網を一旦冷凍入庫し，海水中のあかぐされ菌数の減少を確認後小潮期を避け網を出庫することが必要であると考えられた。このためには，あかぐされ菌の早期発見と定量技術の確立が不可欠である。

３．モノクローナル抗体を用いたあかぐされ菌遊走子量の漁場における変動

三重大の天野ら[4]は，蛍光抗体による海水中のあかぐされ菌の識別法を開発しており，この手法を用いて漁場の海水中のあかぐされ菌の変動を調査した。

方　　法

１）予備試験

当研究所の試験網漁場（図１のSt.11）から採取したノリ葉体からあかぐされ菌を分離，培養した菌株から遊走子を発芽させ，天野らの方法をもとにモノクローナル抗体及び二次抗体（FITC標識抗マウス免疫グロブリン（IgG＋IgM）ウサギ抗体（ダコジャパン社製））を用いてその発光状態を観察した。検出手順は以下に示すとおりである。

（あかぐされ菌の検出手順）

海水１Ｌを振とう後40μｍのナイロンメッシュで濾過。

↓

濾液を３μｍメンブランフィルター（ADVANTEC）で吸引濾過しフィルター上に菌糸と遊走子を集める。この際，約10m*l*海水をフィルター上に残す。

↓

フィルターをこの海水でよくピペッティング後，40m*l*半海水と上記10m*l*海水とフィルターを100m*l*三角フラスコに入れ，18℃，24時間（８時間以上）培養。

↓

海水及びフィルターをよくピペッティング後，遠心分離（500xg，５分）。10m*l*スピッツ管使用

↓

沈澱をPBS(－)・T_{WEEN}で洗浄・遠心分離（500xg，5分）。約1ml残して遠心を繰り返す。2回。

↓

5mlのPBS(－)に100μlのモノクローナル抗体を加えて1時間反応。

（スピッツ管を寝かせてロータリーシェーカー使用）

↓

反応後PBS(－)・T_{WEEN}で洗浄・遠心分離（500xg，5分）。3回。

↓

2次抗体をPBS(－)で50倍希釈したもの5ml中で1時間反応。（スピッツ管を寝かせてロータリーシェーカー使用。この時光は当てない。）

↓

反応後PBS(－)・T_{WEEN}で洗浄・遠心分離（500xg，5分）。5回。

↓

上から静かに液をとり正確にスピッツ管に底の1mlを残す。

↓

ピペッティング後その一部（100μl）を血球算定板を使い，蛍光顕微鏡（Bフィルター）でカウント後，1l当たりの菌数に換算する。

2）海水中の遊走子量の変動

調査地点として，当研究所の試験網漁場で11月1日から3月7日まで合計20回の海水を採取し，予備試験と同様の方法によりモノクローナル抗体を用いてあかぐされ菌の遊走子数を計測した。

海水は，試験網から3～4m手前の地点の表層水を3L採取し，分析時にはよくふった後1Lを使用した。また，採水時に試験網のノリ原藻の病害状況を肉眼的に観察するとともに原藻を持ち帰り，顕微鏡下であかぐされ病の評価を行った。

結果及び考察

1）予備試験

試験に使用した菌株から得られた遊走子で十分発光し，検鏡が可能であった。このことから，あかぐされ菌遊走子の検出が可能であると思われた。しかしながら，遊走子の発芽管は十分に伸長していないものも認められ，今後培養方法の検討が必要であると考えられた。

2）海水中の遊走子量の変動

遊走子は十分発光し，検鏡が可能であった。

調査点におけるあかぐされ菌遊走子量とノリ葉体のあかぐされ病の病状の推移を図4に示した。

採取された海水からは1L当たり153～8,300個の遊走子が検出された。

調査が開始された秋芽生産期の11月1日は，遊走子量は4,250個と多く，ノリ葉体は既に大量感染状態であっ

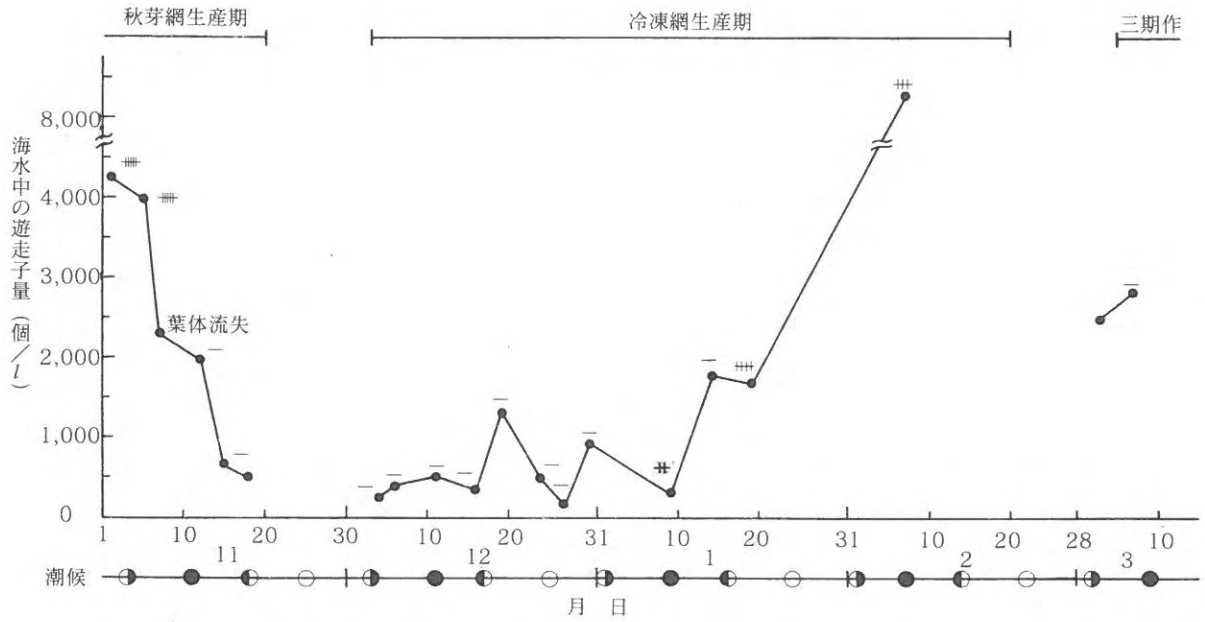

図4　あかぐされ菌遊走子量と病状の推移

た。このため，遊走子量のピークはこれ以前に発生していたのではないかと推察された。その後，11月3日にはノリ葉体は根元をわずかに残し流失し，遊走子量は漸減した。

冷凍網生産期は，2週間網がなかったことと水温の降下と相まって，出庫直後は遊走子量は少なく，1月初旬までは増減を繰り返しながらも比較的低いレベルで推移した。ノリ葉体への感染も12月中は認められず，1月3日に初期感染を確認した。その後徐々に感染は進行したが摘採と大潮により，干出が十分に行われたことから9日にはあかぐされ菌は枯死していた。14日にはあかぐされ菌が増加し，17日には感染が認められ，20日には大量感染状態であった。その後病勢は弱まったが感染状態は網撤去まで継続した。遊走子量も2月7日には8,300個と増大した。

3期作生産は，3月5日から開始されたが，その前後の3日と7日には遊走子量はいずれも2,000個以上確認された。

潮候と遊走子量の関係をみると遊走子量は小潮前後に増加し，大潮前後に減少する傾向が認められた。

秋芽網生産期から冷凍網生産期の間に行われる網の一斉撤去は，水温の降下と相乗的に作用し，海水中のあかぐされ菌の増大を抑制する効果があるのではないかと推測された。

水温の降下した冷凍網生産期でも常に遊走子は海水中に存在し増大も認められるため，水温の高い秋芽網生産期ほどの病勢の急速な勢いはないとしても網の干出操作及び摘採を適切に行わなければ，大量感染の危険性は十分にあると考えられた。

今回は，あかぐされ病大量感染時からの調査であったためあかぐされ菌遊走子の早期発見が行えなかった。来年度は遊走子の早期発見とその消長について精査する必要がある。

文　　献

1）山下輝昌：海況変動によるノリ病害の疫学的研究，沿岸環境変動予察方法についての研究報告，219－228水産庁，西海区水研，福岡県有明水産試験場，佐賀県有明水産試験場（1979）

2）半田亮司・山下輝昌：有明海福岡県地先のノリ養殖における秋芽生産の変動要因について，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第1号225－232（1993）

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）

4）H.Amano，K.Sakaguchi，M.Maegawa，and H.Noda:The use of monoclonal antibody for the detection of fungal parasite，Pythium sp.，the causative organism of red rot disease，in seawater from Porphyra cultivation farms. Fisheries Sci.，62，556－560（1996）

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

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，うまみ，色調などの品質面ならびに低塩分耐性等，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，本事業では色素変異体を用いた交雑技術の開発，養殖品種を用いた低塩分耐性株の作出を行い，高品質品種作出技術を開発することを目的とした。

方　　法

1．色素変異体を用いた交雑試験

地先海水＋ESS培地で通気培養した25日令のナラワ赤芽，40日令のナラワ緑芽の葉体縁辺部をそれぞれ5mm角に切り取り，1枚ずつ抱き合わせ100μmのミュラーガーゼで挟み固定した後2lビーカーで通気培養（100ml/min）を行い成熟化を待った。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，両品種の葉体切片を栄養補強海水を入れたシャーレ，およびカキ殻上に移した。

上記と同じ材料の葉体の縁辺部をメスを用いてそれぞれ1mm四方の大きさに切り出し，1枚ずつ抱き合わせアガロース濃度を3.6%に調整したSWM－Ⅲ改変培地を重層したシャーレ中で静置培養を行った（サンプル数58），培地には抗生物質ペニシリンGカリウム（濃度0.01mg/ml）を添加した。培養条件は温度18℃，照度白色蛍光灯下5000lux，日長周期11L：13Dとした。ゲル中で成熟化が確認された後，両品種の葉体切片を栄養補強海水を入れたシャーレに移した。

2．交雑種作出のための供試品種の特性把握

ナラワ赤芽，ナラワ緑芽の葉体を試料としてポリアクリルアミドゲル電気泳動法によりアイソザイム分析を行った。

水分を除いた葉体に葉体湿重量の4倍量の0.2Mショ糖溶液を加え乳鉢ですりつぶし，遠心分離後得た上清を分子画10,000のセントリカットで濃縮し，泳動用試料とした。7.5%の分離ゲルに10μlの試料を添加しBPBをマーカーとして150V・20mAで約3時間泳動後，ゲルの染色を行った。

3．低塩分耐性株の作出

低塩分条件下で個体選抜を行ったふくおか1号，オオバグリーンの選抜株（低塩分耐性株）を用いて低塩分培地で培養試験を行った。

培養海水はジャマリン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（塩分は20～22）を用い，1l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。試験の対照区としてふくおか1号元株とオオバグリーン元株を同じ条件下で培養試験を行った。

採苗後30日目，両品種の選抜株と元株の高生長を示した上位5個体の最大葉長，最大葉幅を測定した。

結　　果

1．色素変異体を用いた交雑試験

シャーレに移した7枚のナラワ赤芽の母藻から14個体，6枚のナラワ緑芽の母藻から114個体の糸状体を得た。カキ殻上に移した11枚のナラワ赤芽の母藻から5個体，11枚のナラワ緑芽の母藻からは糸状体を得ることは出来なかった。シャーレ中の114個体の結果，カキ殻上に移したナラワ赤芽の母藻から得た5個体のうち1糸状体は親株と色調が異なった。この糸状体は交雑体であると考えられた。

2．交雑種作出のための供試品種の特性把握

ゲルの染色の結果を図1に示した。ナラワ赤芽はGDHで移動度が早く酵素活性も高かった。ナラワ緑芽はADH，MDHで移動度が早く酵素活性も高かった。MEはナラワ赤芽，ナラワ緑芽で移動度に差は見られなかったが酵素活性はナラワ緑芽の方が高かった。

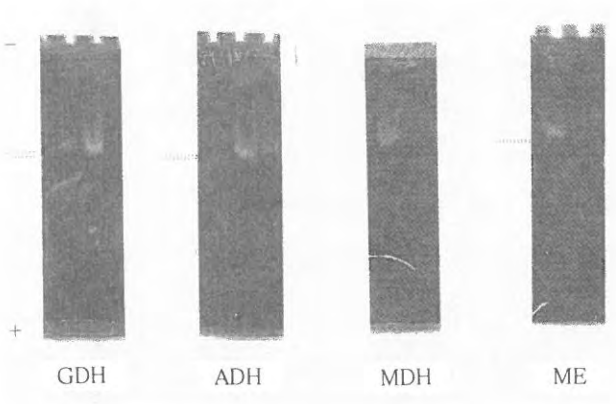

図1　アイソザイム泳動像（右:ナラワ赤芽，左:ナラワ緑芽）

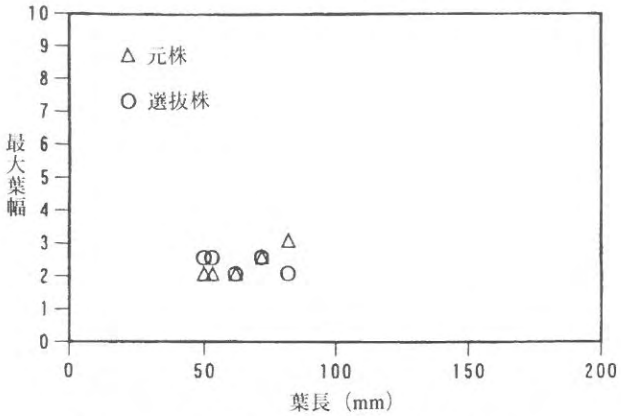

図2　ふくおか1号元株と選抜株の葉体サイズ

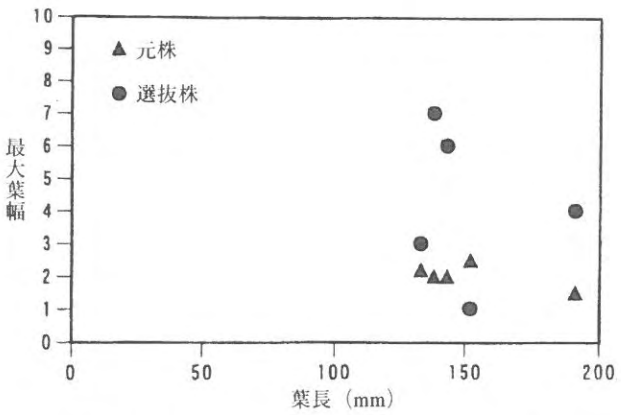

図3　オオバグリーン元株と選抜株の葉体サイズ

3．低塩分耐性株の作出

図2にふくおか1号の選抜株と元株の葉長を示した。選抜株と元株間では顕著な差は見られなかった。図3にオオバグリーンの選抜株と元株の葉長を示した。選抜株は最大葉幅の平均が4.2mmと元株の2.0mmの約2倍であり，選抜効果が認められた。

以上の結果から，既に選抜が行われた現在の養殖品種の中に低塩分条件下で選抜可能な品種が存在することが明らかになり，低塩分耐性株が作出されたことが示された。

考　　察

ミュラーガーゼで葉体を固定すること，アガロースゲル中で葉体を培養することにより他家受精が起きる確率を高め，三浦らが行った手法よりもより効率的に交雑個体を作出することを目的として上記の試験を行った。成熟した葉体切片をシャーレ，カキ殻上に移す時期の見極めで得られる糸状体の数は決定されるため，そのタイミングが重要であると考えられた。今回の実験で得られた結果よりアイソザイムはアマノリ類の品種判別に有効な方法であり，交雑個体の確認にも利用可能であると考えられた。既に選抜が行われた現在の養殖品種の中に低塩分条件下で選抜可能な品種が存在することが明らかになり，低塩分耐性株が作出されたことが示された。

今後の課題

・色素変異体を材料にした効率的交雑技術の検討。
・養殖品種を用いた交雑種の作出
・養殖品種における低塩分耐性株の選抜。

要　　約

1．133個体の糸状体を得た中で，親株と色調が異なる糸状体は1個体であった。この糸状体は交雑個体であると考えられた。

2．ナラワ赤芽とナラワ緑芽で，移動度，活性が異なる4酵素を検出した。

3．ふくおか1号は選抜株と元株を比較した結果，両者間に顕著な差は見られなかった。オオバグリーンは選抜株では元株よりも葉幅が広くなり，選抜効果が認められた。この結果から低塩分耐性株の作出が可能な品種の存在が示唆された。

文　　献

J. F. Wendel(1983)
Electrophretic analysis of genetic variation in wild and ultivated Camellia japonica L.
藤井・岩渕(1995)
平成6年度新品種作出基礎技術開発事業報告書
藤井・岩渕(1996)
平成7年度新品種作出基礎技術開発事業報告書

有明海沿岸漁業総合振興対策事業

小谷正幸・岩渕光伸・藤井直幹・渕上　哲・山本千裕・山下輝昌

福岡県有明海区においては，10月から３月にかけて支柱式によるノリ養殖業が盛んに行われ，全国有数の生産地となっている。養殖技術の向上により，近年，生産数量は15億枚前後と安定してきているが，ここ数年の平均単価の低迷により生産金額は160億円前後で頭打ち状態であり，漁家経営が圧迫されてきている。

漁業免許面積は，昭和58年以降4,015ha（22,210.5小間：小間はノリ養殖区画の単位で，広さは20間×10間）と変化していないが，漁業免許内沖側は地盤の低下等により水深が深すぎるため，現行の支柱式養殖が行えない，または，支柱の打ち込み作業が非常に困難である漁場があり，海区全体として漁場価値が低下している。

また，他種漁業との調整問題や沖側は水深が深いこと等から現在の漁場の沖側に支柱式養殖漁場を拡大することは非常に困難である。

また，労働条件は10月下旬から２月にかけて行われる夜間の摘採作業に代表されるように非常に厳しい。特に，漁期前の８月から９月の猛暑の中行われる支柱の打ち込み作業及び漁期終了後行われる撤去作業は，過酷である。

今回実施した調査は，現行の免許漁場内で，水深が深いため支柱式養殖漁場としての価値が低下している沖側漁場において，支柱式養殖方式の生産性・作業性を維持しつつ，労働負担が軽く，低コストで当海区に適した新支柱式養殖方式（支柱の少数化）の開発を目的として，養殖導入試験を実施した。

養殖施設の設置及び試験網の管理は，有明海漁業協同組合連合会に委託し，調査は有明海研究所が実施した。

方　　法

１．施設の概要

(1)　設計経過

支柱の材質及び形状（長さ及び地盤に埋設する深さ）を決定するため，支柱に作用する荷重について検討した。

潮流により常時ノリ網に作用する荷重は，網当たり65kg，ノリ網１枚に働く波力は149kgであり，杭に作用する荷重は通常時1.1トン，波浪時1.7トンが求められ，杭にかかる外力は定常ではないために全荷重を支柱１本で耐えるように設計した。　その結果，ノリ網10枚を支えるには長さ21m，外径318.5mmの鋼製支柱を４角に配置し，7.5m根入れすることとした。

(2)　試験位置

施設は，図１に示したとおり，試験区Ａ，試験区Ｂを設け，Ａ区には１基，Ｂ区には隣り合わせに２基（Ｂ－１，Ｂ－２）の計３基を設置した。また，沖側の支柱式養殖漁場を対照区とした。

支柱設置作業は，工事船を用いて表１のとおり実施された。支柱打ち込み作業はＡ区は一日半，Ｂ区は二日半それぞれ要した。工事船の曳航，固定から支柱打ち込み作業，撤去，曳航まで全体工事は五日半を要した。

図１　施設設置位置

表１　支柱設置工事実施状況

区域　数量	10月28日	10月29日	10月30日	10月31日	11月１日	11月２日
準備　１式	曳航セット PM		曳航セット PM			
A区　１基		支柱設置 AM PM	支柱設置 AM			
B区　２基				支柱設置 AM PM	支柱設置 AM PM	支柱設置 AM
撤収　１式						撤収 曳航 PM

(3)　施設の概要

図２に支柱式養殖と新支柱式養殖方式の支柱，網，ノリ網等の配置状況を示した。　支柱式養殖は，漁場の深さに応じて長さ８～13m，外径45～57mmのFRP支柱を地盤に約１～1.5m打ち込み，網の方向に11本，６列の計66本を用いる。ノリ網を２枚繋いだものを１列として計５列を，支柱から伸ばした吊り綱によりノリ網を潮汐に応じて浮動させて養殖を行う。

新支柱式養殖方式では，４本の鋼製支柱（長さ21m，外径318.5mm，肉厚10.3mm）及び４本のFRP支柱（長さ20m，外径148.0mm，肉厚9.0mm）で５列のノリ網を支える。ノリ網を浮動させるため，小間の両端と中央部に地盤高＋1.5mから＋6.0m（海図基本水準面）の位置に綱で繋いだ補助支柱（FRP製，長さ4.5m，外径40mm）を６本ずつ設置し，補助支柱に通したリングにノリ網固定用セットロープを繋いだ。

従来の支柱式養殖方法では，吊り綱の長さの調節により干潮時に２時間程度の網の干出を行うが，新支柱式養殖方式では，ノリ網の最低位置は地盤高＋1.5mであるため，干潮水位の小さい潮汐時期には干出しない，また，ノリ網の自重により＋1.5mよりも網が下がるため干出しにくい点が大きな相違点である。

新支柱式養殖施設の概要を図３に示した。試験区A，B共に地盤高は－6.5mであり，各支柱は図２に示した間隔・位置により地盤下7.5m，及び6.5m打ち込んだ。四角の鋼製支柱上部には安全対策として標識灯を設置した。

補助支柱及びセットロープの設置は，B区には平成８年11月14日，A区には平成８年11月27日に行った。

当海区のノリ養殖は，10月から11月まで行われる秋芽網生産期と12月以降に行われる冷凍網生産期とに分けられる。

ノリ網の張り込みは，冷凍網生産期に支柱式養殖と同時期の12月３日に試験区B－２，12月４日に試験区A，B－１で行った。試験区の設置位置によりノリ網はA区は５列張り（10枚），B区は４列張り（８枚）とした。

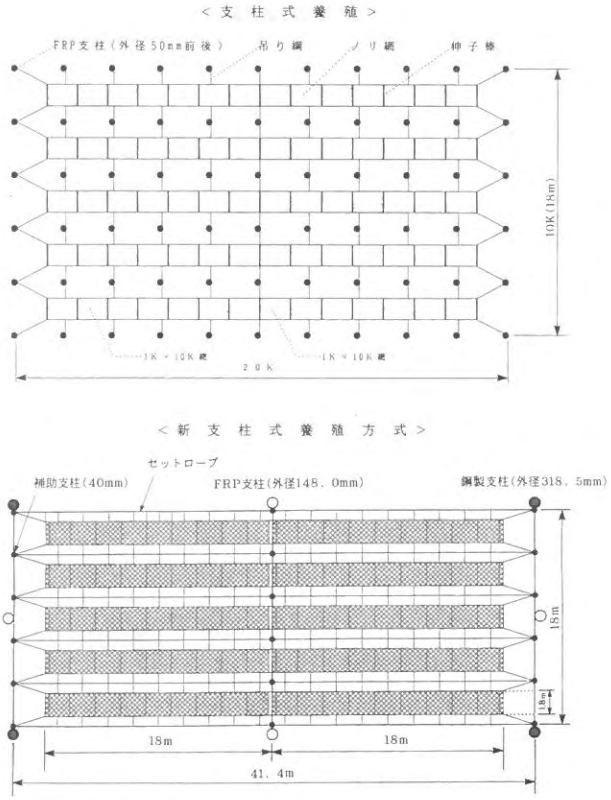

図２　新支柱式養殖方式と支柱式養殖の１小間の支柱，ノリ網等の配置

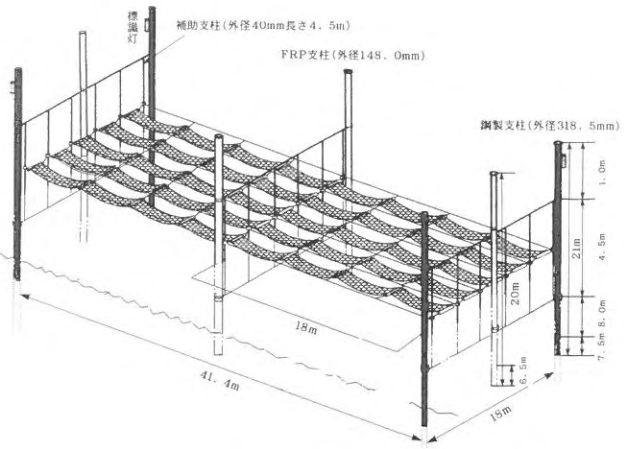

図３　新支柱式養殖方式模式図

２．養殖調査

ノリ網張り込み後，週２回ないし１回試験区及び対照区でのノリ葉体の観察を行い，成育状況等の調査を実施した。

3．生産調査

有明海漁業協同組合連合会より委託された3名の研究連合会会員が試験区の養殖試験を実施し，摘採回数ごとの生産枚数，等級，平均単価を記録した。これに基づき海区平均との生産性を比較した。

結果及び考察

1．養殖調査

(1) 生育状況

生長及びノリ葉体の形状：海水の交換がよいこととノリ網が干出しないことから成育状況は順調でかつ伸びがよく，形状も葉体に縮れやくびれも少なく，1月中旬以降は葉面は平滑で質・量ともに対照区に勝った。

(2) 色

ノリ原藻の色について，色彩式差計を用いて明度（明度：色の明るさを示し，値が小さいほど色が濃い）の測定を行い，その推移を**図4**に示した。

試験区A，B－1区とも対照区に比べて，明度は小さく色は濃かった。1月以降プランクトンの増殖が認められており，海水中の栄養塩（窒素量）が若干低レベルで推移している状況であった。

(3) 原藻のかたさ

ノリ原藻の硬さを耐針圧法（ノリ葉体に針が貫通するときの針の重さを測定する方法）により測定し，その推移を**図5**に示した。

ノリ原藻の硬さは，試験区の方が対照区及び漁場9点平均に比べてややわらかく，質的評価として良好であった。

2．生産調査

(1) 生産枚数及び生産金額

各試験区の共販回数ごとの生産枚数，平均単価を**表2**に，生産枚数の比較を**図6**に，生産金額の比較を**図7**にそれぞれ示した。

支柱式養殖は，網が干潮時に干出されるため1日のうちで2時間程度は生長が抑制されるため，本方式の方が生長がよいと考えらた。A試験区では第4回摘採前に病害により多少のノリ葉体の流失が見られた。

共販回数別網当たり生産枚数は，試験区A，B－2では，第1回は海区平均と同程度，第2回は海区平均を上回った。試験区B－1では摘採間隔を長めにしたことから，第1回，第2回共販とも1回摘採量ずつの出荷枚数となり海区平均を下回った。試験区全体では，海区平均を第1回では若干下回ったものの，第2回は同程度，第3回，第4回とも上回り，4回平均では試験区が上回る結果となった。

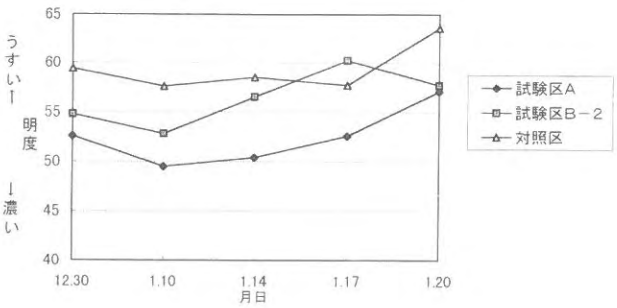

図4　試験区及び対照区の明度の推移

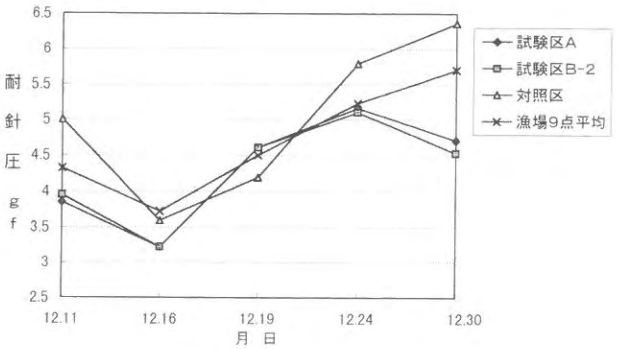

図5　ノリ原藻の硬さの推移

表2　各試験区の共販回数別生産枚数と平均単価

共販回数		第1回	第2回	第3回	第4回
試験区	A	500　450 20.60　20.60	800　560 14.99　13.60	670　700 9.59　11.69	1,080 11.99
	B-1	750 21.20	750 13.89	875　1,000 13.60　13.10	1,125 11.59
	B-2	500　450 29.90　18.90	1,000　750 17.86　16.00	1,125 12.09	1,000 12.79
	平均	883 22.24	1,286 15.51	1,457 12.19	1,068 12.10
海区平均		1,012 24.81	1,361 13.98	1,022 11.87	1,008 9.90

上段：生産枚数（枚／網）
下段：平均単価（円／枚）

摘採間隔を適切に行えば，新支柱式養殖方式では網当たりの生産枚数は支柱式養殖に比べて上がると考えられた。

また，生産金額は，試験区平均で第1回では海区平均を下回ったものの，第2回以降上回り，4回平均でも上回った。

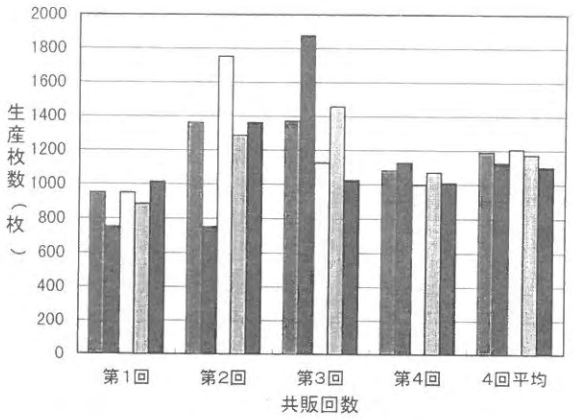

図6　共販回数別生産枚数

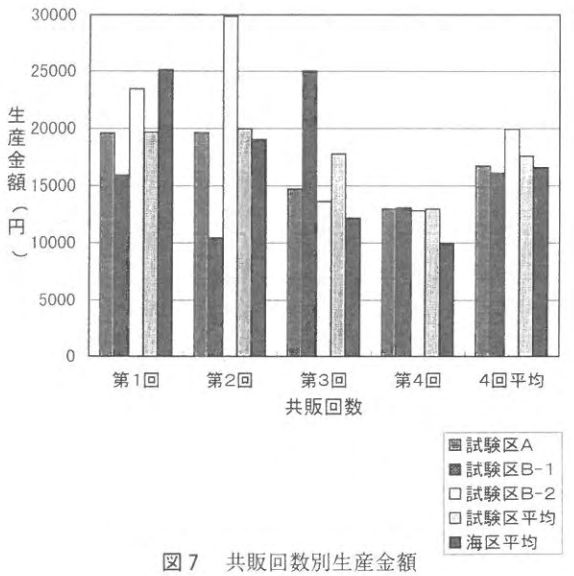

図7　共販回数別生産金額

(2)　製品の質

各試験区とも**表1**で示したとおり製品は小穴があいたものが多く，共販平均単価を若干下回ったものが多かった。製品は総じて色が黒く光沢があったが，表面は第3回摘採までは多少がさつきがあったが，第4回摘採以降は平滑となってきた。製品に小穴があく原因として，ノリ原藻が硬いことがあげられるが，原藻自体は従来養殖の原藻よりやわらかかったことから，製品製造時における原藻切断時の大きさ，乾燥方法の改善により，高品質製品製造の可能性はあると考えられる。

また，製品の硬さ（やわらかさ）については，官能的には支柱式養殖と比べて遜色なく，同程度であった。

3．施設の強度・問題点

四角に設置した鋼製支柱は潮流及波浪に対して十分な強度があり，セットロープ及びノリ網の負荷に対しても安定しており，曲り，傾き等はみられていない。

一方，鋼製支柱の中央部に設置したFRP支柱は，その特性から潮流，波浪に対して多少の揺れを生じるが，十分な復元性があるため，漁期終了時点での変形，損傷は確認されていない。

1月初旬に数日間にわたる大きな波浪を受けたが，支柱，セットロープ，ノリ網に被害はなかった。

また，潮汐による網の上下浮動はスムーズであった。B－2試験区で網の両端を浮動用支柱から綱を用いて固定し，網の干出を試みたが，両端は干潮時に干出するが，中央部は網の重量により完全には干出しなかった。このため，セットロープ及び網支え綱に珪藻等の汚れが多量に付着し，ノリ原藻摘採時にその汚れがノリ原藻に混入する可能性があり，製品の質低下につながる危険性がある。この点については管理方法を考案することにより対応できるものと思われた。

4．養殖時の作業性等

養殖時の作業性は，従来の支柱式養殖と比べて遜色なく，スムーズであった。支柱式養殖では，潮汐に応じて数日おきにノリ網の干出のため網の水位調節を行うが，新支柱式養殖ではノリ網両端の最下点水位を1.5m（A区は1.8m）としたため定期的な水位調節は行わなかった。ノリ原藻の摘採は，支柱式養殖法と同様に行ったが，試験区Aは網が5列張りであったためノリ網を支える綱が若干短く，ノリ摘み機上で網が張りすぎることから作業に若干の支障を来したため，B試験区と同様の長さにする等の改善が必要である。活性処理時にも同様の支障を来した。

5．新支柱式養殖方式の成果と課題

(1)　環境

沖側の漁場であるため海水の交換がよく，水温・比重ともに安定した環境にあり，河口域漁場に見られるような淡水の一時的な大量流入によるノリ原藻の流失がない等好環境にある。一方，波浪は受けやすいといえる。

また，新支柱式養殖では，ノリ網がほとんど干出しないため，ノリ原藻は常に生長状態にあり，支柱式養殖に比べ高成長が期待できる。干出時にノリ原藻の乾燥過多による死細胞が発生せず，これによる製品の質低下の要因が除かれる。

(2)　生育状況

生長は支柱式養殖に比べて伸び，色ともに同程度もしくは好結果となった。

病害については，ノリ網がほとんど干出がとれないた

め，赤ぐされ病に感染した場合，支柱式養殖に比べてなおりにくく，活性処理での対応が必要となる。

(3) 製品の品質

支柱式養殖においては，網の干出によりノリ原藻が乾燥することから製品の色が若干赤みを帯びるため，入札業者の色に関しての評価が多少低い傾向にある。

新支柱式養殖では，網の干出がほとんどないことから各試験区とも製品は，色が黒く，光沢のある製品が製造され，色に関する改善が示唆された。

一方，支柱式養殖の特徴といわれる，「やわらさ」「味がよい」点については，官能的には同等の製品が製造された。製品に穴があきやすい傾向が見られた点は，製造方法の工夫により，改善が可能と考えられる。

(4) 労働及び作業条件

支柱式養殖ではノリ網の干出を行うため，潮汐に応じて数日おきに網の水位調節を行っているが，この作業が削減できた。

また，ノリ網が上下に浮動可能であるため，瀬戸内海域等で使用されている１人用の摘採船を使用すれば，現在２人で行っている摘採も１人で行うことも可能であると考えられる。

特に改善の図られる点は，夏場の炎天下での支柱の打ち込み作業や漁期終了後の支柱撤去作業が削減でき，従事者の漁期における労働負担の軽減と養殖労働期間の短縮により，引退年齢の引き上げや兼業（他種漁業又は漁業以外）収入の増加も見込まれるものと考えられる。

(5) 施設の強度及び経費

施設の設置対象域となる深所域は，潮の流れが速く，波浪を受けやすい環境にあるが，新支柱式養殖施設の強度及び耐久性については問題はなく，支柱は長期間使用可能であると考えられた。

経費については，支柱及び打ち込み費は別途と考えると，セットロープ及びノリ網浮動用の補助支柱が必要経費（約21万円）となり，現在の深所での支柱式養殖方式との経費（約98万円：13m支柱66本分）比べて，初期投資がかなりおさえられる。

６．新支柱養殖方式による展望と課題

新支柱式養殖方式は，ノリ網が無干出となる浮き流し式養殖の利点と漁場の一定面積で最大の網を収容することができる支柱式養殖方式の利点とを兼ね備えた養殖方法と考えられた。また，深所漁場において十分な成果が得られたことから，将来的に新支柱式養殖方式を深所域に展開することにより，漁場の再生や生産性の低い漁場の再整理が図られる。加えて，労働負担の軽減等により，経営体の協業化への推進力となり，今後のノリ養殖業に新たな展望が開けるものと考えられる。

施設の設置については，支柱の原材料費，打ち込み費用の検討が今後の大きな課題である。

海面養殖業高度化推進対策事業

－有明海ノリ養殖業活性化促進事業－

岩渕　光伸・藤井　直幹

本県有明海におけるノリ生産額は約180億円にもおよび，単一漁業としては本県最大であるばかりでなく，全国的にみてもノリの主産地として重要な地位を占めている。

ところが養殖に要する経費は年々増加する一方で，ノリの価格はノリ養殖が盛んになった昭和30年代と変わっていないだけでなく，有明海における支柱養殖特有の過酷な労働体系が後継者の参入を拒み，経営体数は減少の一途をたどっている。

本事業ではこのような状況を打開しノリ養殖業が抱える問題点を解決するため，生産コストの低減ならびに労働条件の改善を目指した方策を検討するものである。当研究所では品質の向上を図るための乾燥加工条件の改善を目指した調査と指導，ならびにコストの削減，労働の軽減および漁村環境の改善を図るための加工排水処理技術の開発について検討を加えた。

1．ノリ加工の乾燥技術改善

方　　法

品質の高い製品ができなくて困っているという生産者の要請に基づき，図1に示した乾燥加工小屋内外の10～15点程度の乾球温度，湿球温度，相対湿度，絶対湿度等を調査する事によって，乾燥条件の不良箇所および乾燥小屋の構造上の欠陥を明らかにし，乾燥加工工程の改善を図った。なお絶対湿度は，湿り空気線図から求めた。

結　　果

漁期中多くの調査依頼があったが，実際に調査を行えたのは11件であった。これらの乾燥場の調査依頼理由と調査結果，および改善策についてまとめたのが表1である。

調査依頼理由としては，製品がくもるというものが最も多く9件であり，残りの2件が割れるというものであっ

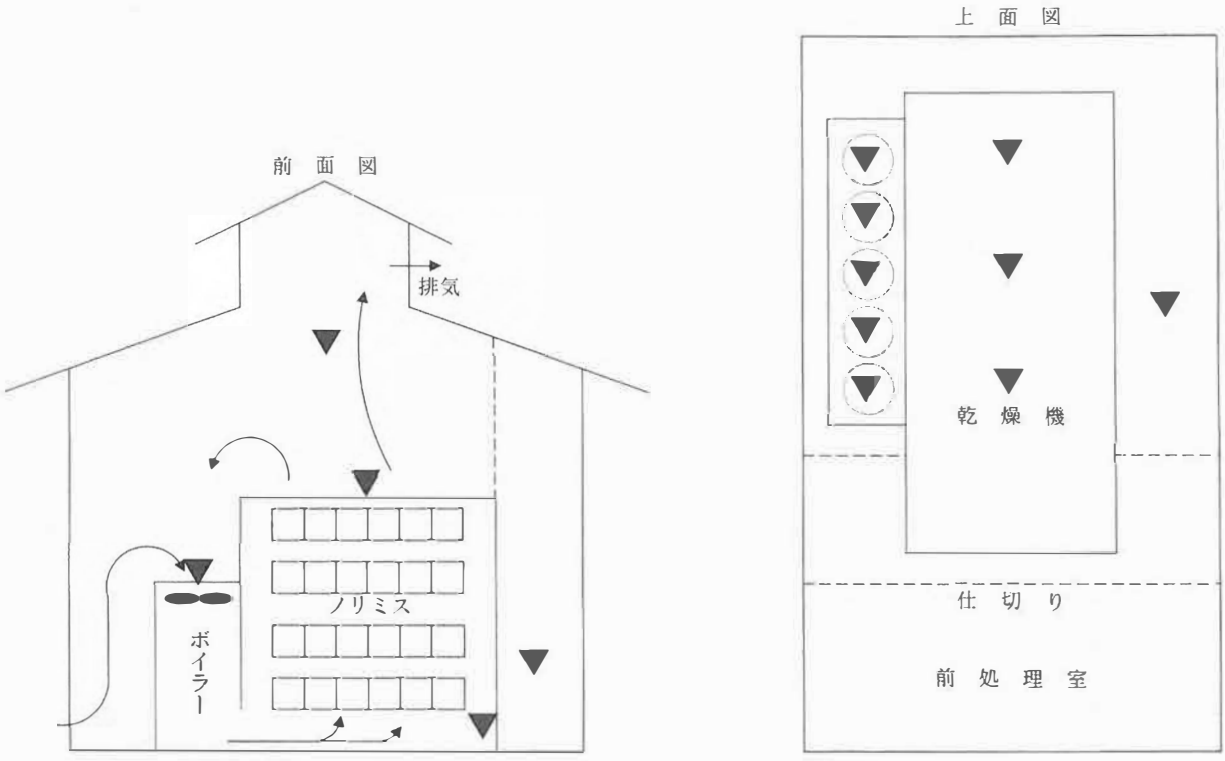

図1　乾燥加工小屋の温湿度測定位置（▼印）矢印は風の流れ

た。調査の結果くもるという加工場のうち7件が乾球温度，湿球温度，絶対湿度が高すぎるものであり，改善策としては排気の強化，外気の取り入れと乾燥温度を下げることが考えられた。またくもる加工場のうち残りの2件については，温度，湿度ともに低く，くもる理由が明らかでなく今後の検討課題であった。

割れるという加工場の2件は，絶対湿度が低く，すきま風の抑制，結束室や前処理室と乾燥室との仕切りを設置することを指導した。

調査後，直ちに改善を試みたのは4件で，全ての加工場でくもりの解消や低減など品質の向上が認められた。

表1　加工場調査結果と改善策案

依頼理由	件数	調　査　結　果	改　善　策　案
くもる	7	温度・湿球温度 絶対湿度が高い	排気の強化・外気の取り入れ 2次空気の抑制
	2	（絶対湿度が低い）	（外気の抑制）
割れる	2	絶対湿度が低い	すきま風の抑制 結束室・前処理室との仕切りを設置 ミスの取り替え

2．原藻貯留海水排水の処理技術開発

方　　法

孔径が異なるセルロース製のろ材を多段使用した排水ろ過設備の試作品を使用し，原藻貯留海水排水と，ろ過水の水質（pH，COD，塩分），流量を調べその浄化能力を検討した。

結　　果

ろ過前後で排水のpH，塩分に変化は見られず塩分は23～24，pHは8.2～8.5であった。CODの1時間毎の変化を図2に示した。排水の実験開始前のCODは8.94mg/l，実験を終了した2時間後は2.0mg/lであった。また，ろ水のCODは実験開始直後は3.61mg/l，実験終了直前は1.55mg/lであった。流量の1時間毎の変化を図3に示した。実験開始直後は1080l/hであったが実験終了直前にはノリの細片が目詰まりし936l/hとなった。ろ過前後で塩分，pHは変化しなかった。CODはろ過前と比較すると約20%に減少した。SSは除去できたがフィコシアニン，フィコエリスリン等ノリの色素タンパクを完全に除去できなかった。聞き取り調査の結果，漁期を通じて使用，廃棄される海水の量は漁家1軒あたり120～180 m^3と推定された。

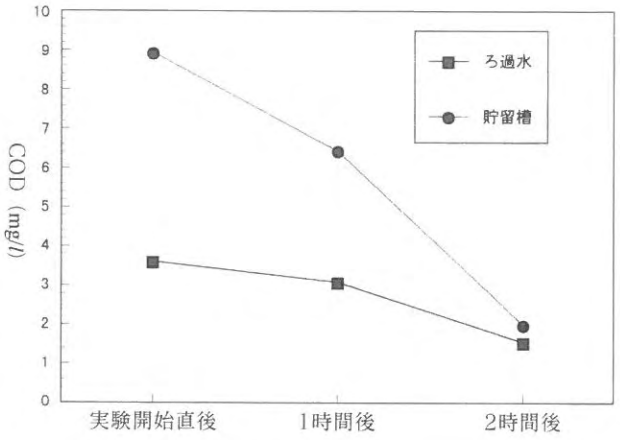

図2　ろ過水，貯留槽排水の1時間毎のCODの変化

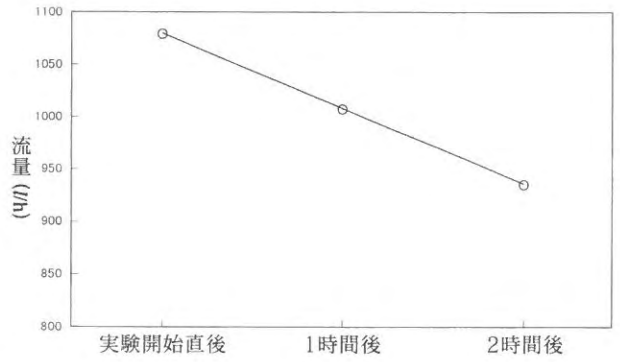

図3　ろ過設備の1時間毎の流量の変化

今後の課題

セラミック又は天然石のろ材でSSを除去，活性炭でノリの色素を除去する方式で試験を行う。ろ過試験の成果から，ろ材の容量を決定しコストの試算を行う予定である。

3．加工排水の浄化技術開発

目　　的

加工排水の浄化技術を開発し，水道使用量の軽減を図る（生産コストの低減）。

方　　法

加工排水の塩分，COD，pHを調べ排水量については聞き取り調査を行った。

結　　果

排水の塩分は4前後，CODは7～11mg/l，pHは7.5前後であった。漁期を通じて使用，廃棄される上水道水の量は漁家1軒あたり1000～1600m^{3}と推定された。

4．排水実態調査

目　　的

ノリ加工場からの排水がクリークに与える影響を把握する。

方　　法

柳川市内のクリークに調査点を5地点設け，ノリ漁期前から漁期中にかけて，定期的にクリーク水の塩分，COD，pHを調べた。

結　　果

クリークの塩分の変化を**図4**に示した。漁期前の塩分は平均0.24であった。塩分は漁期が進むにつれて上昇し，漁期終盤は最大で3.7平均で2.4となった。

CODの変化を**図5**に示した。漁期前のCODは平均6.4mg/lであった。漁期前半には変化が見られなかったが1月にはいると上昇し，最大で10.6mg/l平均で9.4mg/lとなった。pHについては変化は見られなかった。

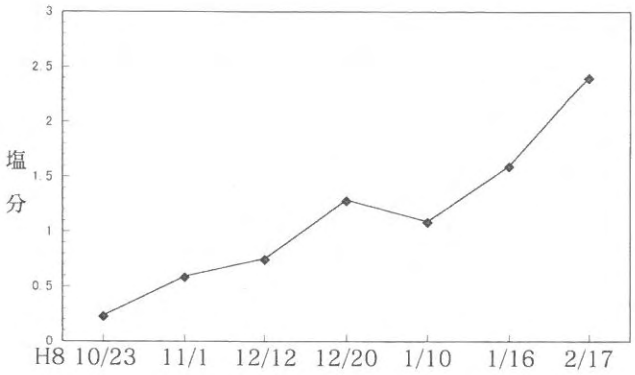

図4　クリーク水の塩分変化

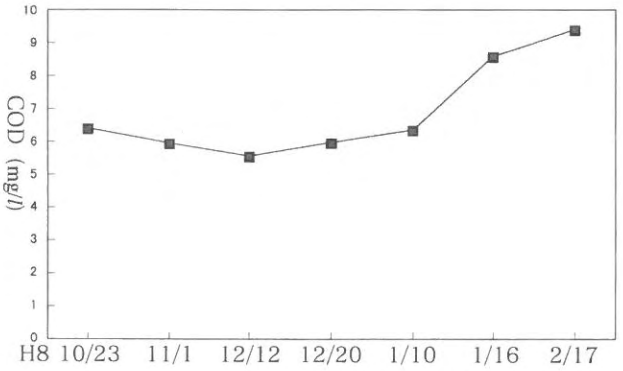

図5　クリーク水のCOD変化

エツ資源増殖技術開発事業

松田　正彦・石田　祐幸・上田　拓・林　宗徳

1．卵稚仔調査

方　　法

平成８年５月から９月にかけて筑後川における６定点において，ネット曳きによる卵稚仔の定量採集調査を行った。

結果及び考察

エツの産卵盛期は６月中旬から７月上旬にかけてという知見が得られているが，本年はこの時期に調査予定日の天候不順等により調査できなかった。このためこの産卵盛期をはずした調査結果から総産卵量は３億８千万粒と見積もられたが，産卵盛期後のエツ稚魚の出現量や水資源公団の調査結果を加えて平成８年度の総産卵量を推定すれば，前年並みの２０億粒前後であったと考えられる。

表１　過去５年間の推定産卵量

年	推定産卵量（量）
平成４年	２，２４１×１０^{6}
平成５年	２，５４２×１０^{6}
平成６年	５１９×１０^{6}
平成７年	２，５８７×１０^{6}
平成８年	２，０００×１０^{6}

2．海域におけるエツ生態調査

方　　法

海域におけるさまざまな漁業種類でエツが混獲されるが，これらのエツを調査することにより海域における移動生態について明らかにすることを目的とした。図１に示したように筑後川河口部においてしげ網による採集を７月末から１２月まで，大牟田沖において竹羽瀬網による調査を８月に，佐賀県太良町の竹羽瀬網による調査を９月，１２月，３月に，大牟田沖におけるえび三重流しさし網による調査を９月，１０月に行った。

結果及び考察

それぞれの漁法で採集されたエツの体長組成を図２に示した。しげ網では７月と８月には150～200mm，９月に約100mmのエツが採集されその後，１０月末まで同一群と考えられるエツが採集され続け，多少の成長が見られたが，１１月の調査ではそれまで採集されていたエツよりさらに小さいものが出現した。

大牟田沖の竹羽瀬調査では８月に250～300mmの大型

図１　調査点および漁法

群が主体であった。

太良町の竹羽瀬調査では９月～１１月に200～250mm，１２月には100～300mm，３月は100～150mmと200～300mmのエツが採集された。大牟田沖のえび三重流しさし網では９月，１０月にほぼ200～250mmのエツが採集された。

しげ網で９月以降採集されたエツは当歳魚と考えられ，太良町の竹羽瀬に当歳魚と考えられるエツが出現したのは１２月であったことから９月以降当歳魚が海域へ出て，

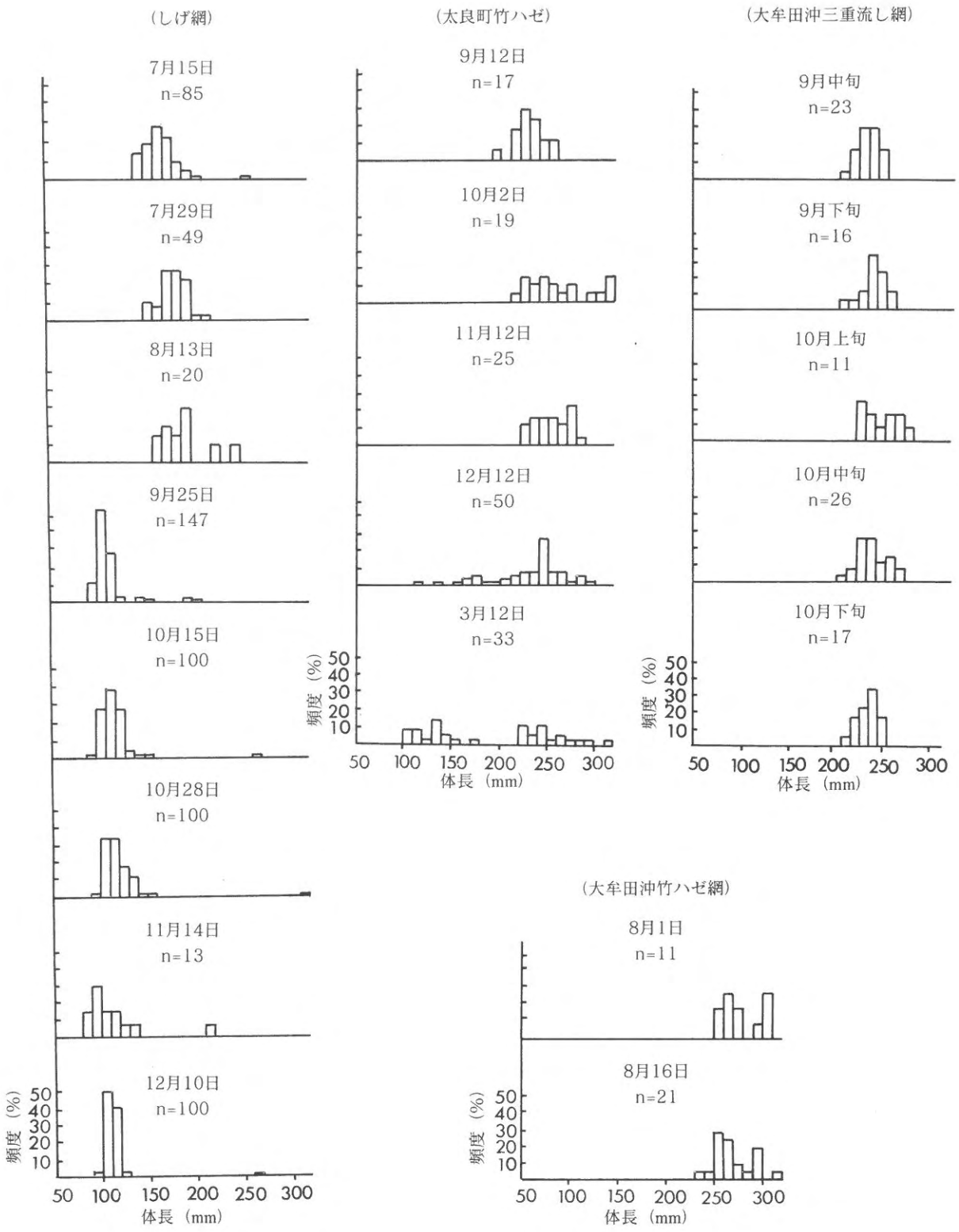

図2　採集されたエツの体長組成

１２月には太良町沿岸まで生息域を拡大していることが推定された。今後は，現在までの調査の継続と固定式さし網等その他の漁業による採集も加え，当歳魚については春以降の分布，移動について調査し，１歳魚，２歳魚，３歳魚については現在までの採集量が少ないことから，採集場所を広げるとともに採集量を増やす必要があると考えられる。

アサリ資源培養管理適正化方式策定事業

上田　拓・石田祐幸・松田正彦

有明海福岡県地先は，全国的に有数なアサリの生産地である。しかしながら，近年アサリの漁獲量は減少傾向にあり，また豊凶の差が激しく漁獲は非常に不安定である。

過去２カ年の試験によって，小型の稚貝を採集する技術は確立することができ，得られた稚貝を陸上施設等で保護育成する事により，急激な環境変化や害敵による減耗を押さえ安定的に種苗を供給することが可能であると思われる。

一方，稚貝が着底する時期や場所についてはまだまだ不明な点が多く，効率的な天然稚貝の収集を行うためにもこの点を明らかにしておく必要があると考えられる。よって本年度は浮遊幼生や稚貝の分布状況について調査，検討を行った。

方　　法

４月にアサリが生息可能と思われる底質の漁場全域においてじょれんを用いた枠取り調査を行い，得られた資料を持ち帰り測定を行った。　アサリの産卵時期である５，６，10月に，全域において北原式プランクトンネットの垂直曳きにより，二枚貝浮遊幼生の水平分布について調査を行った。

結果および考察

４月11日に行った全域調査の結果を図１に示す。平成７年の春生まれ群は一部の漁場で確認された。しかしながらほとんどの主要漁場では生息密度は低く，秋生まれ群は確認できなかった。資源的にも非常に低レベルであった。

二枚貝浮遊幼生の水平分布について図２に示す。この時期には，本海域で資源量の多いマガキ，ホトトギスガイ，サルボウ，コケガラスガイの浮遊幼生は少ない[1]ので，大部分がアサリ幼生だと考えられる。５，６月にはほぼ全域で分布が見られた。10月の調査時には，浅海域において集中的な分布が見られた。稚貝の生息場所と浮遊幼生の分布には相関関係は見られなかった。

稚貝の採集を効率的に行うためには，生殖線の成熟状況調査や浮遊幼生調査を行い，着底時期を予測し着底稚貝調査を行う必要があると考えられる。

また外部形態により二枚貝浮遊幼生を同定することは困難であるが，蛍光抗体法や，酵素抗体法等の生化学的方法を用いることにより大量のサンプルを迅速に処理することが可能である。

文　　献

１）吉田　裕：貝類種苗学，北隆館，東京，101－190（1964）

図１　平成８年４月11日アサリ資源量調査
（34号は４/18に再調査した）

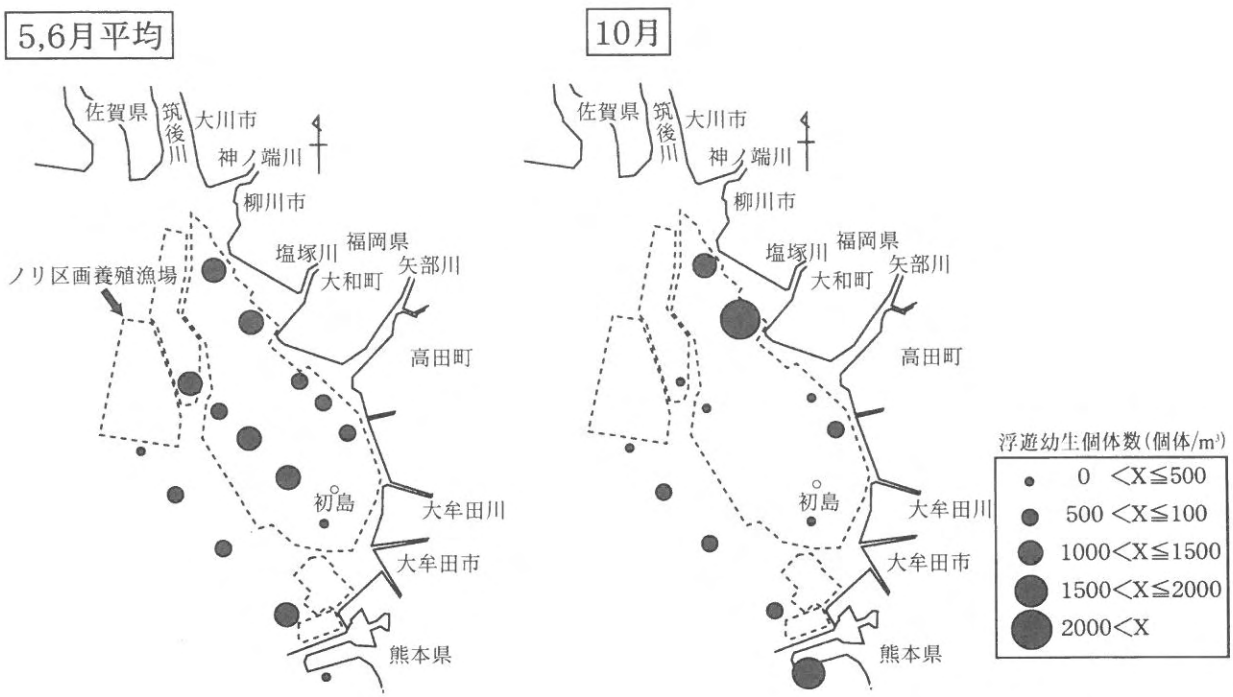

図2　二枚貝浮遊幼生の水平分布

資源管理型漁業推進総合対策事業

－重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査（クルマエビ）－

上田　拓・松田正彦・石田祐幸

有明海においてクルマエビは漁業対象種として重要であり，有明海を共有する佐賀，福岡，熊本，長崎の各県が独自に栽培漁業を展開している。しかしながら有明海におけるクルマエビの生態及び漁業実体に関する知見は，あまり明らかにされていなかった。本調査では，これらの4県が統一手法を用いて調査を行い，将来の共同放流事業等を含む有明海全域での栽培漁業を展開するための基礎的事項を明らかにすることを目的とした。

方　　法

1．漁獲実態調査

標本船調査

げんしき網業者6名，三重流刺網業者5名に操業日誌の記帳を依頼し，漁場利用状況やCPUE（1日1隻あたりの漁獲量）等について調査した。

2．生態環境調査

1）干潟調査

大牟田海水浴場において，パルスエビかき器を用い月1～2回,周年調査を行った。また，7月中旬と8月下旬にクルマエビが生息可能と思われる底質の干潟全域で調査を行った。またその際に，クルマエビを採取した地点で表層5cmをコアサンプリングした後，篩い分け法で中央粒径値を，検知管法で全硫化物量をそれぞれ測定した。

2）体長測定調査

月1～2回の頻度でクルマエビを買い取り，体長等に関する測定を行った。

3．放流効果調査

金線標識放流追跡調査

大牟田市の陸上水槽において中間育成した種苗105,769尾（平均体長37.0mm），及び，長崎県松浦市の中間育成場にて中間育成した種苗162,412尾（平均体長38.9mm）に，Northwest Marine Technology社製のBinary Coded Wire Tag（22金製のため一般には金線標識と呼ばれている。）を装着後，大牟田地先の海水浴場において7月16～26日にかけて直接放流した。

放流後，同海水浴場において月2回の頻度でパルスエビかき器と小網と呼ばれる手押し網を用いて干潟域での追跡調査を行った。9～10月には海水浴場沖合いにおいて月2回の頻度で三重流し網を用いて試験操業を行った。また9月より月2回の頻度で筑後中部魚市場と大牟田魚市場において買い取り調査を行い，合計3860個体を買い取った。

得られた個体については標識確認のため，計測後すべて軟X線撮影を行った。

結果および考察

1．漁獲実態調査

標本船調査

月別の漁獲量とCPUEについて図1に示した。水温が上昇する4月より漁獲が始まり，水温上昇と共に漁獲量とCPUEは共に増加し9月をピークとして，減少に転じ11月でほぼ漁期は終了した。特に例年に比べると，6～7月の漁獲は少なかった。

漁場別漁獲量の推移について図2に示した。まず地盤高が-3m以浅の浅い漁場である8での漁獲が始まり，8月を過ぎるとやや沖合いで水深のある3，7，12での漁獲が増えていくいる様子がうかがえる。これは，浅いノリ漁場で成長したエビが，成長に伴い次第に沖合いへ生息場所を変えていったためだと考えられる。

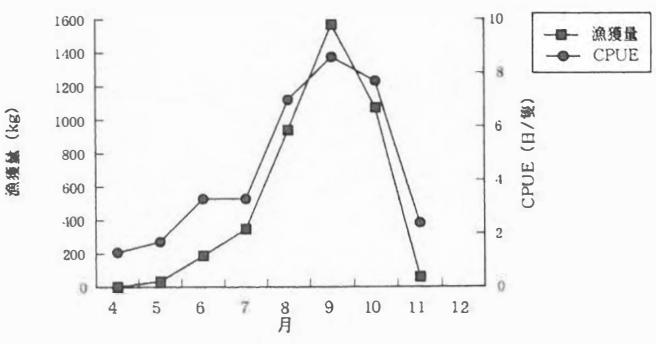

図1　漁獲量及びCPUEの推移

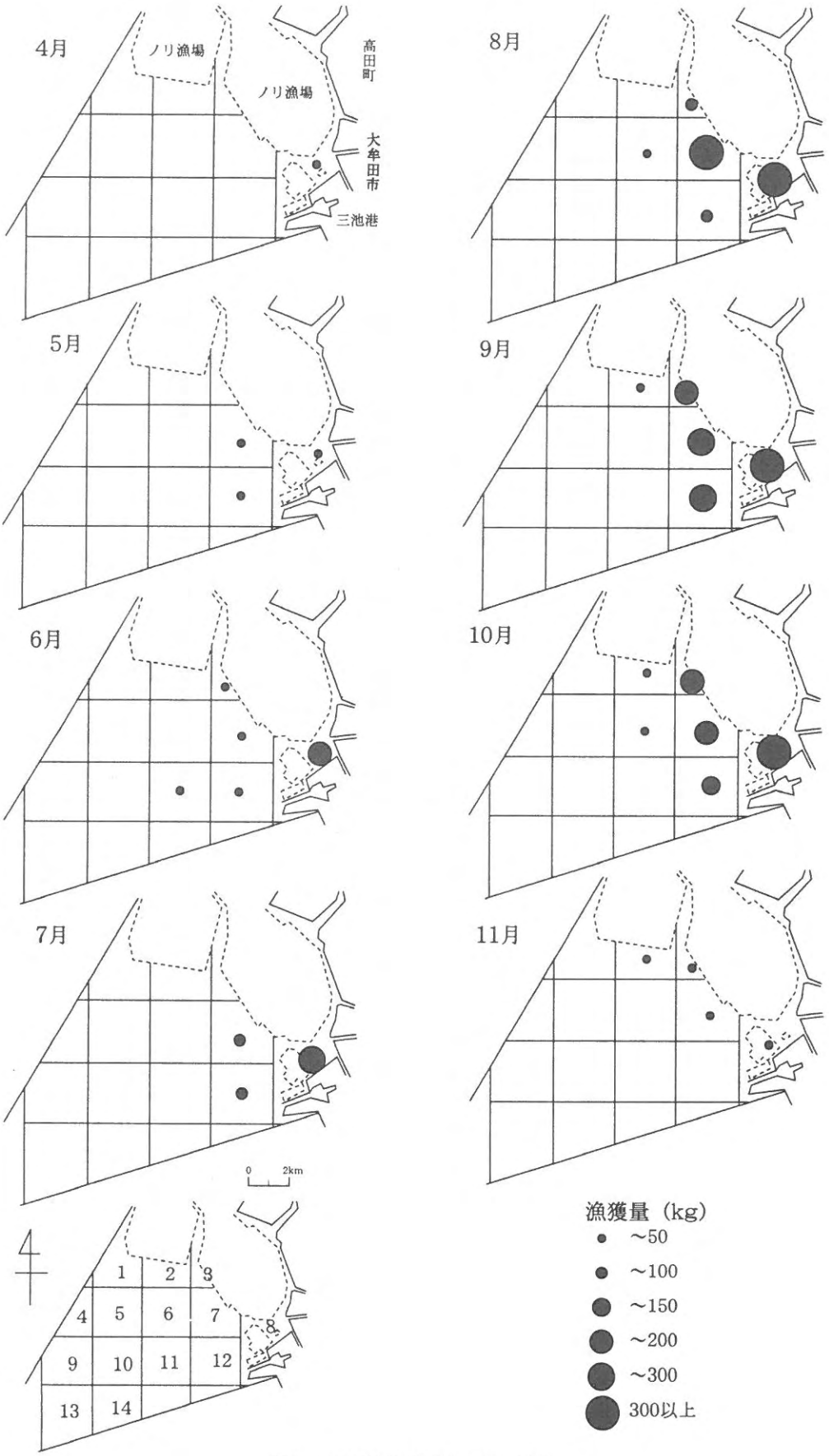

図2　1996年度漁場別漁獲量の推移

2．生態環境調査

1）干潟調査

干潟環境調査

全域パルス調査区域において，稚エビが採捕された地点の中央粒径値及び全硫化物量の分布について図3に示した。中央粒径値が0.6の砂質から3.4と比較的粒径の細かい泥質の所まで幅広い底質での分布が見られ，その中でも中央粒径値が0.5～2.0までの砂泥質の所での出現が多く，全硫化物量は，0.05mg/g乾泥以下の所での分布がほとんどであった。しかしながら0.3mg/g乾泥を越える，比較的悪条件の場所でも生息が見られた。

以上のように，稚エビは中央粒径値が1前後の砂泥質で，あまり汚れていない底質の所に選択的に生息していると推察された。

干潟生物調査

定点調査の結果について図4に示す。4～6月にかけて，20～100mmの越冬群が見られた。第一回放流が行われる以前の6月18日と7月4日には，例年の同時期にはあまり見られない30mm以下の稚エビも見られた。7月17日と8月16日の種苗放流直後に最も高密度の生息が見られ，放流種苗の干潟域への定着が確認された。7月下旬から10月下旬にかけて20mm前後の着底直後と思われる天然稚エビが採補され，この海域における本年度の天然群の着底は7月下旬から10月下旬であったと推測される。また成長に伴い沖合いへ移動分散していく様子がうかがわれた。

2）精密測定調査

稚エビ生息調査

福岡の漁獲物の体長組成の推移を図5に示した。5～8月にかけて見かけ上，モードが小さくなってい

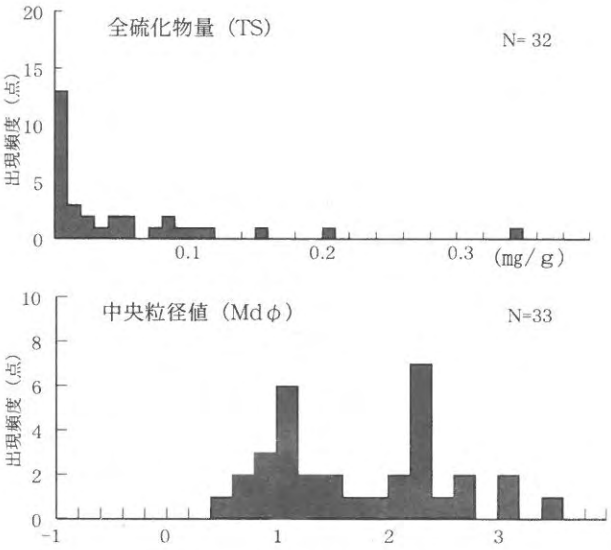

図3　稚エビの生息地点の底質

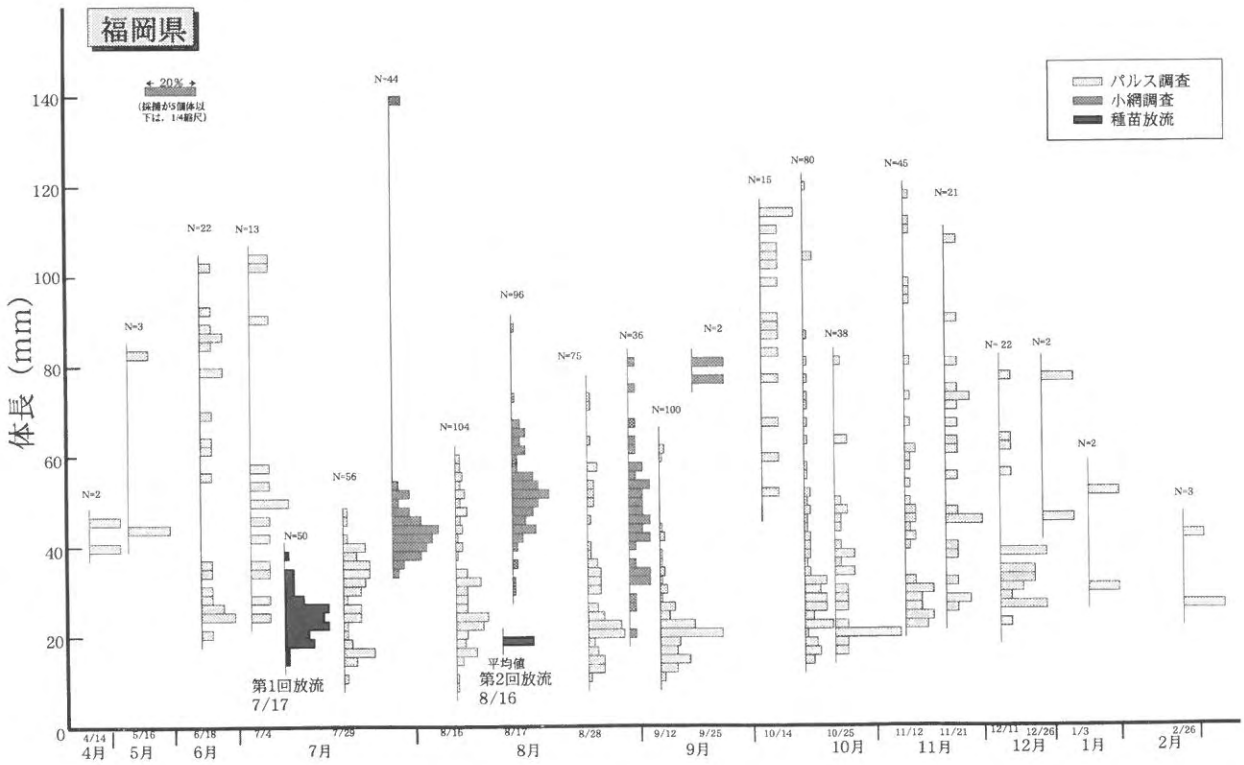

図4　干潟調査で採捕されたクルマエビ体長組成

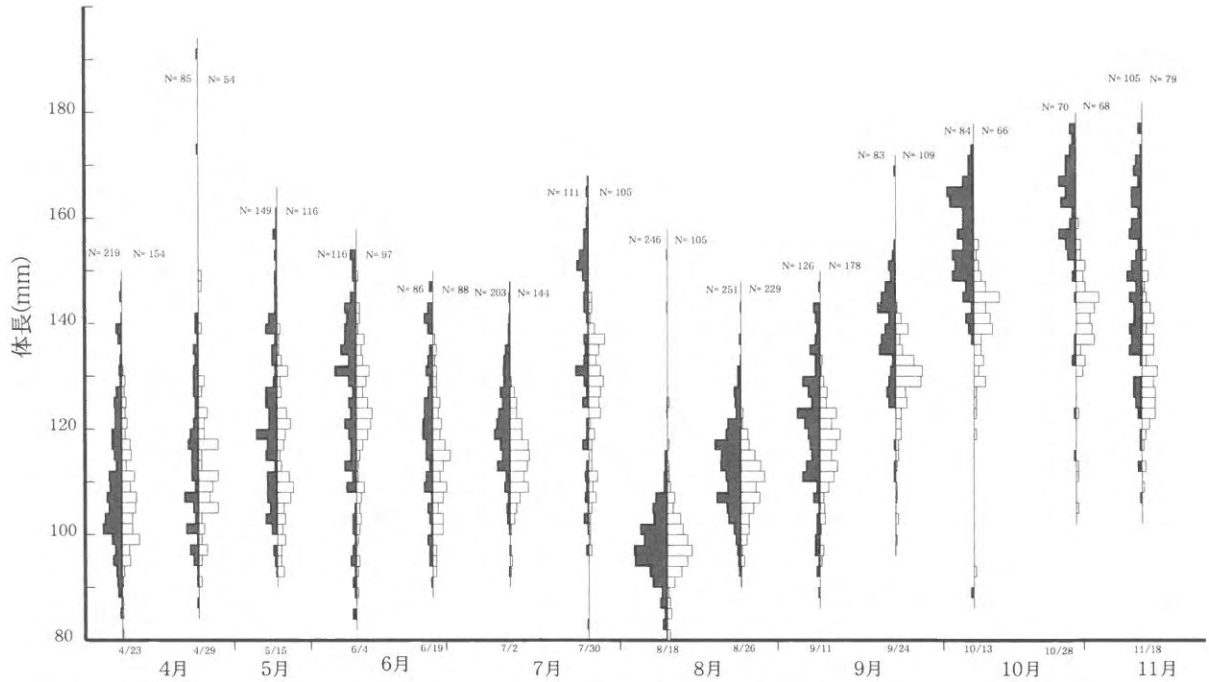

図5　買い取り調査によるクルマエビ体長組成

る。これは成長に伴って，大型の個体が産卵のために他の海域に移動していくためだと考えられる。それ以降は次第に成長に伴ってモードが高くなっていく傾向が見られた。また，8月頃より90mm前後の個体が漁獲され始めるが，これは早期放流群が加入しているものと考えられる。11月に100mm前後の個体が漁獲されているが，これは今年生まれの天然群であると考えられる。

3．放流効果調査

金線標識放流追跡調査

放流場所である大牟田海水浴場周辺で27個体，漁獲物からは4個体の採捕に止まった。最長では放流57日後に採捕された。

採捕された個体の体長について**図6**に示す。採捕個体が少なく信頼性はやや低いが，日間成長量は1.6mmと，前年予備調査として約2万尾の金線標識放流を行って得られた日間成長量1.3mmを上回っていた。

採捕個体が少なく，放流効果を求めるにはいたらなかった。その原因としては，標識装着後に囲い網において馴致後，放流を行う予定であったが，台風の接近により囲い網を撤去しなければならなかったため種苗性が低くかったことや，買い取り調査時期の天然群の資源量が，放流尾数に比べ多かったことが考えられる。

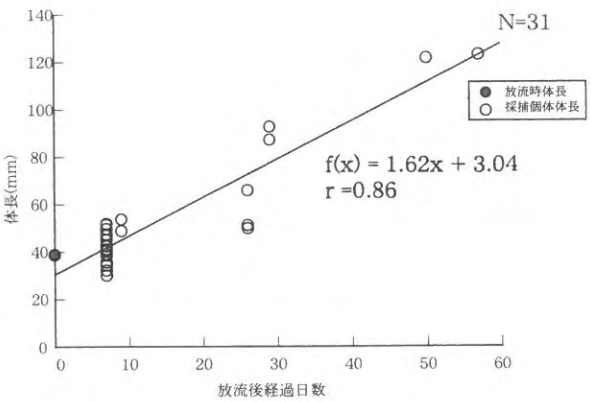

図6　採捕時の体長及び成長予測

来年度以降は，4県が協力して標識放流個体を増やし，囲い網による馴致を行うことにより標識種苗の資源添加量を増やす必要があると思われる。また，京都府が行っている外部から認識可能な尾肢カット標識を併用し，買い取り量を増やさずに調査尾数を増やすなどの，調査効率を向上させる工夫が考えられる。