

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7年度のノリ養殖の経過をみると、育苗期に珪藻プランクトンの増殖による栄養塩の低下がみられたため、網の展開を見合わせたり、網を河口漁場へ避難する作業が一部で行われた。しかし珪藻プランクトンの増殖は短期間に終わり、ノリの色落ちまでにはいかなかったため、冷凍入庫までの作業は平年のペースで行われた。

秋芽生産期にはあかぐされ病が平年の規模でみられたが、冷凍生産は順調に経過し、とくに後半に珪藻プランクトンが増殖したものの、ノリの色落ちまでにはいかなかった。

漁期を通してみると、生産枚数は史上第4位の14.9億枚であったが、平均単価は昨年に続いて10円台と振るわなかったため、金額は161億円にとどまった。

方法および資料

1. 海況調査

図1に示した19点について、10月から翌年3月まで週あたり1～2回昼間満潮時に調査した。調査項目は水温、比重、無機三態窒素量（栄養塩量）およびプランクトン沈でん量である。無機三態窒素量の分析は既報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定点のうち奇数点と定点Bの8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

農林水産省九州農業試験場（羽犬塚）資料を用いた。

3. 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、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. 海況

水温：採苗当日の10月5日は23℃台と平年なみであった。育苗期の10月中下旬には平年より約1℃高めに推移した。秋芽生産期の11月は上旬が17℃、中旬が16℃台と平年より1℃低め、下旬は平年なみで推移した。

12月2日の冷凍網出庫日には13℃台と平年なみであった。中旬には11℃台と平年より1℃低め、下旬には寒冬傾向が強まり、10℃を割り、平年より2℃低めであった。1月には平年よりやや低めの9℃台で推移し、1月末に7℃台に降下し、2月上旬まで平年より2℃低めに推移した。2月下旬以降9℃台と平年よりやや低めに推移し

た。

比重：採苗当日は20.8と低く、その後も10月17日（19.7）には20を割るなど、大潮で23台、小潮で21台の低い状態が11月中旬まで推移した。11月下旬には23台を維持した。

12月から2月までの降水量が合計45ミリと平年の24%と少なかったため、12月以降は23以上の平年より高めで推移した（図2）。

栄養塩：採苗前の10月2日には $37 \mu\text{g atoms/L}$ （以下マイクロという）であった。9日にけい藻プランクトン（コシノデイスカス）の増殖が認められ、プランクトン量は13日と15日にそれぞれ平均2.2と平均2.8cc/100L（以下ccという）とピークになった。17日には平均0.5ccと減少した。栄養塩はプランクトンの増殖とともに減少し、13日と15日はそれぞれ平均8マイクロまで低下した。10月17日には16.7マイクロに回復し、その後は1月まで

平均10マイクロ以上で推移した。

2月5日にけい藻プランクトン（スケルトネマ、リゾソレニア）の初期的増殖が認められ19日の大潮に向かい徐々に増加した。したがって栄養塩はプランクトンの増殖とともに減少したが、色落ちの指標である7マイクロを割らないまま推移した（図3）。

2. 養殖概況

秋芽生産：採苗は10月5日（午前6時出港）から開始、採苗作業は5日で完了した。ラッカサンの撤収は採苗当日から始まり、6日～8日に集中、10日には完了した。採苗時の網数を半分とする大割展開は12日から部分的に開始された。

栄養塩が低下したため、13日から沖の漁場の種網は河口の漁場へ移動された。小潮の15日頃から網の汚れが目

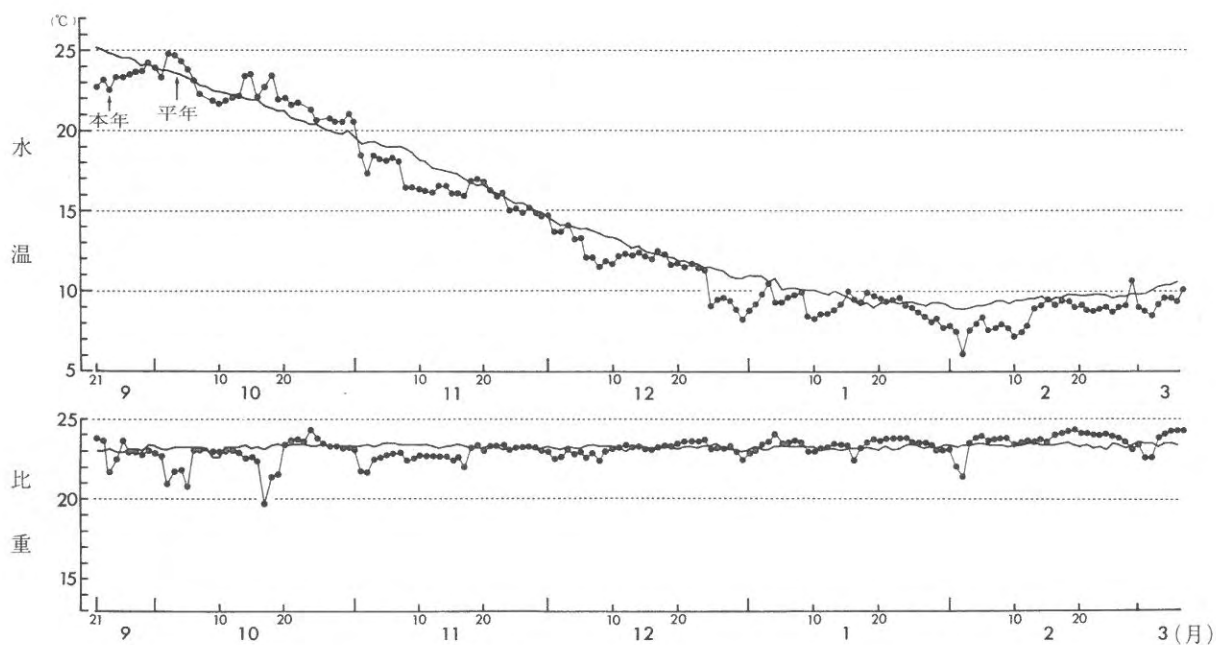


図2 平成7年度ノリ漁期における水温と比重の推移（大牟田昼間満潮時）

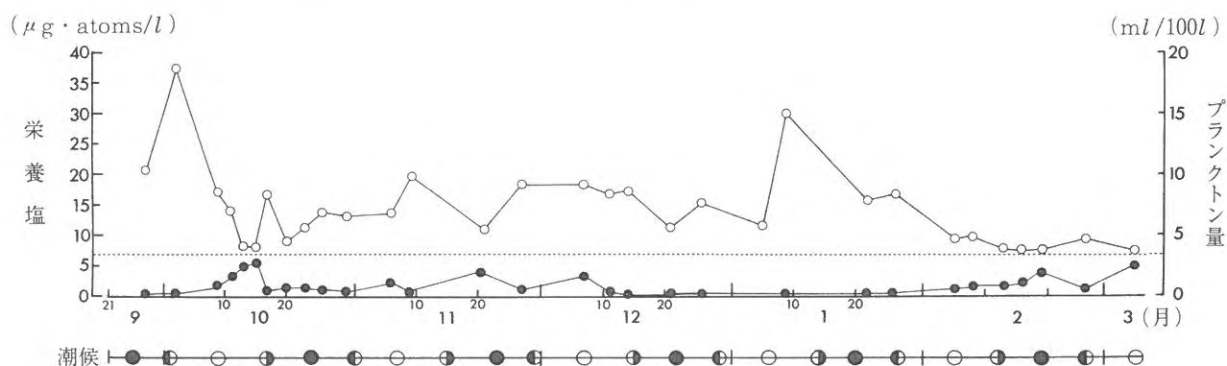


図3 平成7年度ノリ漁期における栄養塩（無機三態窒素○）濃度とプランクトン量（●）の推移

立ったため、網洗いが精力的に実施された。

栄養塩の回復により、18日から3枚とする本展開が開
始された。

冷凍入庫は28日から始まり、11月2日には完了した。
摘採は3日から始まり、2回目の摘採は10日から始まっ
た。秋芽はおおむね3～4回摘採した。網の撤収は21日
から始まり、25日には完了した。

冷凍生産：冷凍網の出庫は12月2日午前6時から開始さ
れ、3日はほぼ完了した。活性処理は4日頃から始まっ
たが、寒波到来による時化で見合わせた小間もあった。
摘採は8日から始まり、年内に3～4回行われた。

2月中旬にけい藻プランクトンの増殖により、色落ち
の心配から、網の自主撤去が始まった。冷凍網の摘採は
7～8回であった。

2月下旬には岸よりの漁場で冷凍網の出庫が始まった。
行使率は約2割であった。

3月7日には網が完全に撤去された。支柱撤収は3月
5日から始まり、13日にはほぼ完了した。

3. ノリの生長および病害

秋芽生産：採苗時の芽つきは網糸1cmあたり、21～70
コの網が全体の60%をしめており、平年よりややあつめ
であった。採苗時期は小潮から大潮に向かうシオグチで
あり、昼間に干出となる潮汐であったため、芽の枯死が
心配されたが、枯死はみられなかった。

最大葉長をみると、10月17日に平均1.9mm、23日平
均11.5mmであり、また採苗後満23日令に冷凍入庫が開
始されたことから、生長は良好であった。

二次芽は採苗直後から認められたが、着生量は少なか
った。10月23日頃から多い着生がみられた。

けい藻プランクトン増殖により、栄養塩は10月13日と
15日に8マイクロまで低下したが、色落ちはみられなか
った。

アオノリは11日に初認され、17日の大和高田地区のノ
リ芽検診では16%の網糸でみられ、30日の19点調査では
11点(58%)にみられたが、昨年に比べて着生量は少な
かった。

芽の流失は10月26日頃から、せいどまり、たかつ、有
区8号、24号、25号、29号および32号と広範囲にみられ
た。芽の流失部位は網では中央部であり、流失はとくに
網糸の交差している部位に多かった。また流失は芽つき
があつく、低く吊りの網に多い傾向であった。葉体には
細菌の着生が確認され、これによる障害とも考えられた。
この芽の流失は11月6日頃には消滅した。

さらに芽の流失は11月9日に有区36号で網の端と網の
中央部でみられた。ノリ葉体にはばさつきが認められ、
河川水による低比重が原因と考えられた。

11月7日～8日と11月21日～22日には強風により、沖
の漁場の一部で芽の流失がみられた。

11月9日頃から親芽は正常であるのに対し、下芽(二
次芽)が極度にちじれる症状(異形)が、漁場全域で確
認された。この原因として10月中下旬の高水温、低比重
および育苗期の栄養塩不足などの気象海況的ストレスが
考えられた。

あかぐされ病は10月31日に有区8号で初認された。11
月2日には18調査点中10点(うち8点で肉眼視)と広範
囲に認められた。摘採が早めに行われたため6日の大潮
時には19調査点中14点で認められたが、病勢は小康状態
であった。しかし13日の小潮峠前から病勢は再び拡大し、
被害となった。

壺状菌病は11月2日の調査で農区のエドなかつ、にし
のつおよび有区42号で初認された。11月13日の調査では
ほぼ全域でみられたが、秋芽生産期では壺状菌による被害
はほとんどなかった。

11月中旬から成熟(果胞子)によりノリの葉先が白く
なる現象が例年になく多くみられた。

冷凍生産：冷凍のもどりは例年になく良好であった。出
庫直後に成熟(果胞子)によりノリの葉先が白くなる現
象がみられたが、摘採後は消失した。

出庫後細菌の着生は認められなかった。

初回摘採と2回目摘採時に多くの製品が割れたり、く
もったりした。冷凍初回共販のくもり(黒、別を含む)
の頻度は柳川大川共販(12月22日)で28%(去年同期は
19%)、大和高田共販で47%(同19%)および大牟田共
販で42%(同15%)であった。この原因はノリの葉体が
近年ではまれにみるほどやわらかかったため、加工時に
葉体温度の上昇による細胞の変形が原因と考えられた。

3回目摘採以降はノリの葉体も硬くなったため、この製
品のくもりは解消した。

壺状菌は出庫直後の12月4日(出庫は12月2日)には
すでに19調査点中5点に軽微に認められた。初回摘採の
終わる14日にはほぼ全域に認められ、農区の一部では肉
眼視された。22日には農区と柳川と大和地先の岸より
(19調査点中10点)で肉眼視され、農区のにしのつでは
とくに感染が多かった。1月にはほぼ全域で肉眼視され、
岸よりの漁場では感染は進行し、生長不良や色調の低下
の原因となった。いっぽう沖の漁場では摘採サイズに生
長した網では肉眼視されるものの、摘採後は目で見えな

いといったいわゆる小康状態が続いた。2月には沖の漁場でも感染数は増加し、一部では製品低下の原因となった。

あかぐされ菌は12月4日には農区と柳川地先のいずれも岸よりで軽微に認められた。小潮過ぎの18日、1月4日および18日にはそれぞれ19調査点の1/2、1/3および1/2の調査点に軽微に認められた。2月中旬には19調査点の1/2の調査点にみられ、一部では重傷の網もみられた。

4. 共販結果

結果を表1に示した。

文 献

- 1) 半田亮司：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）

表1 平成7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. 16	11. 28		12. 22	1. 8	1. 23	2. 6	2. 20	3. 15
大和大牟田		11. 20	12. 2	12. 15	12. 25	1. 12	1. 27	2. 10	2. 24	3. 18
柳川大川	枚数	89,917,200	47,062,700		100,627,100	123,346,500	112,518,900	103,457,500	70,692,200	14,248,900
	単価	12.57	8.08		17.97	11.21	9.18	7.15	5.08	4.65
	金額	1,130,582,427	380,493,369		1,808,004,532	1,382,459,003	1,033,418,887	740,235,264	358,981,582	66,234,252
大川	累	89,917,200	136,979,900		237,607,000	360,953,500	473,472,400	576,929,900	647,622,100	661,871,000
	単価	12.57	11.03		13.97	13.03	12.11	11.22	10.55	10.43
	計	1,130,582,427	1,511,075,796		3,319,080,328	4,701,539,331	5,734,958,218	6,475,193,482	6,834,175,064	6,900,409,316
大和	枚数	122,331,700	13,637,100	61,749,100	76,077,400	150,045,500	124,589,300	120,147,600	45,614,300	3,042,500
	単価	14.97	8.44	20.81	14.06	10.26	8.62	5.79	4.25	6.50
	金額	1,831,004,034	115,138,854	1,285,265,244	1,070,008,400	1,538,989,229	1,074,177,325	695,056,236	193,774,266	19,773,920
高田	累	122,331,700	135,968,800	197,717,900	273,795,300	423,840,800	548,430,100	668,577,700	714,192,000	717,234,500
	単価	14.97	14.31	16.34	15.71	13.78	12.61	11.38	10.93	10.91
	計	1,831,004,034	1,946,142,888	3,231,408,132	4,301,416,532	5,840,405,761	6,914,583,086	7,609,639,322	7,803,413,588	7,823,187,508
大牟田	枚数	20,046,500	3,032,300	9,646,900	9,408,600	18,610,100	18,750,400	16,749,200	12,328,700	1,336,800
	単価	17.80	8.96	24.07	16.52	12.79	9.50	6.89	5.64	5.69
	金額	356,816,910	27,155,398	232,172,269	155,399,122	238,111,612	178,065,371	115,476,303	69,586,537	7,603,979
牟田	累	20,046,500	23,078,800	32,725,700	42,134,300	60,744,400	79,494,800	96,244,000	108,572,700	109,909,500
	単価	17.80	16.64	18.83	18.31	16.62	14.94	13.54	12.64	12.56
	計	356,816,910	383,972,308	616,144,577	771,543,699	1,009,655,311	1,187,720,682	1,303,196,985	1,372,783,522	1,380,387,501
海	枚数	232,295,400	63,732,100	71,396,000	186,113,100	292,002,100	255,858,600	240,354,300	128,635,200	18,628,200
区	単価	14.29	8.20	21.25	16.30	10.82	8.93	6.45	4.84	5.03
	金額	3,318,403,371	522,787,621	1,517,437,513	3,033,412,054	3,159,559,844	2,285,661,583	1,550,767,803	622,342,385	93,612,151
合	累	232,295,400	296,027,500	367,423,500	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	14.58	15.16	13.66	12.56	11.47	10.89	10.82
計	計	3,318,403,371	3,841,190,992	5,358,628,505	8,392,040,559	11,551,600,403	13,837,261,986	15,388,029,789	16,010,372,174	16,103,984,325
海	枚数(比)	0.69	0.55		0.78	0.86	0.86	0.93	0.97	0.98
前	単価(差)	0.54	1.24		1.64	1.14	1.23	0.84	0.62	0.55
年	金額(比)	0.72	0.61		0.87	0.94	0.95	1.00	1.03	1.03
比										
海	枚数(枚)	336,588,100	536,681,700		710,049,900	986,060,800	1,287,631,800	1,444,590,200	1,518,998,700	1,518,998,700
前	単価(円)	13.74	11.73		13.52	12.52	11.33	10.63	10.27	10.27
年	金額(円)	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	15,594,587,239
度										

防護柵によるノリ芽の流失対策試験

小谷 正幸・半田 亮司・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き潮時の比重の低下との複合作用と考えられている。

昨年度に引き続き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、水資源対策公団及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7年11月27日に川口漁協漁場（農区212号）の筑後川河口に対面する11小間の上側に防護柵が設置された。防護柵は流れに対して垂直に4列となるようFRP支柱が約1間間隔に建て込まれた（図1、2）。攪拌を助長するための古網は今年度は取り付なかった。

2. 流況調査

平成8年2月7日の大潮（潮間差4.25m）の引き潮時に防護柵の外側と内側の調査点において、流速と塩分の層別鉛直分布を調べた。

3. ノリ芽流失調査

平成7年12月19日船上から淡水防護柵下流側のノリ網について目視調査を行った。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

ノリの養殖水位となる表層で、防護柵の外側に対する内側の流速の比率は0.44～1.13であり、満潮30分後から2時間後までの比率は0.44～0.87と防護柵による緩流効果が認められた。また、2時間30分後と3時間後の比率は約1.1と防護柵の緩流効果は認められなかった。

昨年度と本年度の結果から、河口部漁場の表層におい

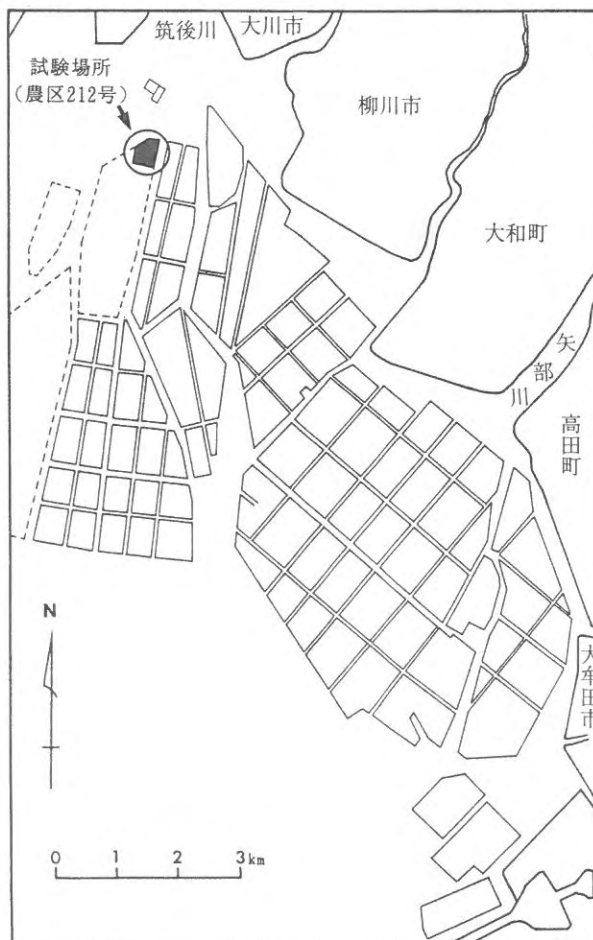


図1 福岡県有明海区のノリ養殖漁場と試験場所

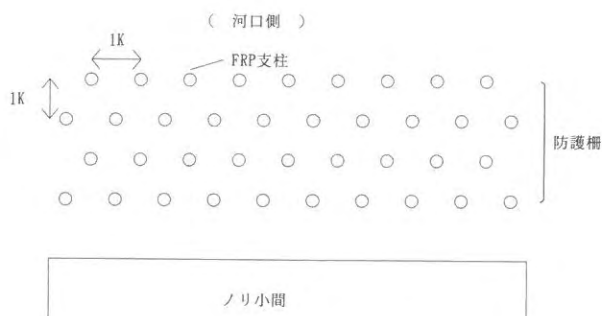


図2 防護柵の配置

て流速が最大となり、塩分低下率が大きくなる満潮1時間30分後から2時間後に緩流効果が特に大きかった（表

1)。

塩 分

表層の塩分が高かったため、防護柵による比重低下抑制効果は確認できなかった(表2)。

表1 大潮(平成8年2月7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						
	11 : 30	12 : 00	12 : 30	13 : 00	13 : 30	14 : 00	
	(満潮30分後)						
外側	0	14.7	24.1	56.5	44.3	38.9	42.7
	1	6.7	22.8	30.8	34.4	31.4	31.8
	2	8.2	21.2	17.5	18.0	18.3	(23.1)
	3	4.4	22.8	(17.4)	(8.4)	(7.9)	
		(5.3)	(9.3)				
水深 (m)	3.4	3.2	3.0	2.7	2.3	1.7	
内側	0	6.4	21.0	34.6	29.3	35.5	46.3
	1	6.5	23.5	38.3	31.5	33.0	29.8
	2	11.5	28.1	21.1	22.9	(24.4)	(26.3)
	3	16.3	(11.2)	(17.4)	(17.6)		
		(10.0)					
水深 (m)	3.2	2.9	2.8	2.5	2.1	1.5	
比率	0	0.44	0.87	0.61	0.66	1.13	1.08
	1	0.97	1.03	1.24	0.92	1.05	0.94
	2	1.40	1.33	1.21	1.27		
	3	3.70					

流速の単位はcm/秒、()は低層の流速

表2 大潮(平成8年2月7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						
	11 : 30 (満潮30分後)	12 : 00	12 : 30	13 : 00	13 : 30	14 : 00	
外側	0.0	28.0	27.7	27.3	26.8	26.3	26.5
	0.5	28.0	27.8	27.4	27.0	27.3	26.5
	1.0	28.1	27.9	28.3	28.9	27.7	26.6
	1.5	28.4	28.4	29.8	29.3	28.1	26.6
	2.0	28.6	29.1	29.9	29.4	28.1	
	2.5	28.9	29.8	29.9	29.3		
3.0	28.9	29.8	29.9				
内側	0.0	28.1	27.9	27.1	26.8	26.6	26.6
	0.5	28.2	27.9	27.1	28.9	27.2	26.6
	1.0	28.6	28.0	27.8	29.4	27.5	26.6
	1.5	28.7	28.8	28.5	29.4	28.0	
	2.0	28.7	29.5	30.0	29.5		
	2.5	28.8	29.6	30.0			
3.0	28.5						

2. ノリ芽流失調査

目視調査

86小間で48小間で芽の流失が確認された(流失小間割合56%)。

小間毎の芽の流失割合は、ほとんど5%程度であり、10%以上の流失が認められる小間はなかった(図3)。



【流失割合】 5<: 5%未満、5=5%、5<: 5%を超える、10>: 10%未満
※図中の□は、小間を表し、斜線は小間をネットで囲ってあるものを示す。

図3 ノリ芽流失目視調査結果

網の流失部位は、小口、網のつなぎ目及びミミの部分でみられ、中央部が流失したものは見られなかった。

芽の流失部は、葉体の根元部をわずかに残し、裁断された状態のものが多かったため、カモ等の生物による食害とも考えられる状態であった。

聞き取り調査

防護柵の設置されていなかった秋芽網生産期には、大潮通しの両側の小間の一部で、網の両端が最大1間、耳の部分で最大30cm流失した網が見られたとのことであったが、防護柵設置後の冷凍網生産期では目視調査の結果と同様なミミ部分の小規模な流失に止まっていた。

考 察

ノリ芽流失の主な原因は強い流れと大きな比重低下といわれている。

昨年度及び今年度の試験結果から淡水防護柵による引き潮時における表層の緩流効果が認められた。特に、塩分低下率が大きくなる満潮1時間30分後から2時間後における表層水の緩流効果が大きかったことから、防護柵によりノリ葉体が直接的に接する低比重海水の絶対量が減少しノリ葉体の流出を防止していると考えられた。

今後は、河川流量増加時や降水時における防護柵による比重低下抑制効果と生物によるノリ芽の食害について明らかにする必要がある。

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－Ⅳ－

岩渕 光伸・小谷 正幸

ノリのプロトプラストは容易に葉体再生することが明らかになり、体細胞変異をノリの育種に利用することが可能となった。養殖されているノリ葉体を顕微鏡で観察すると、葉体細胞中に色素変異細胞が認められる個体を高い頻度で観察できる。したがって、色素変異以外の、肉眼視できない体細胞変異が高率で起きていても不思議はない。したがって、いかに効率よく有用な変異を発見し、抽出できるかが育種成功の鍵を握っている。

我々は平成5年度にノリのプロトプラストを低塩分ストレスを加えた中で育て、低塩分ストレス下でも生長した葉体を選抜、自家受精させることにより糸状体を分離した。昨年はその糸状体を高塩分条件で培養したのち、放出された殻胞子を低塩分条件下で培養して、子世代においても低塩分耐性が存在することを確認した。本年は、さらに1年間糸状体期を経過した株における低塩分耐性の検定と、その株を高塩分条件で育成したときの特性について調査した。

また色調で選抜した葉体の後代検定を行い、色調による選抜の有効性と遺伝的安定性を検討した。

次に昨年の試験結果から、紫外線はノリのプロトプラストに対する変異誘発効果を有することが強く示唆されたが、それを確認するために、変異が誘発されていると考えられる個体の後代検定を行った。

I 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

平成5年度に2回の選抜によって作出した低塩分耐性株の低塩分耐性特性が、長期間の培養によって消失しないか確認するため、培養試験を行った。

材料および方法

(1) 低塩分耐性株の後代検定

平成5年に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回の選抜を行った後、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。温度25℃、照度1,000luxの条件で16カ月の培養の後、低温処理によって放出した殻胞子をクレモナ糸に付着させた。

5/10(実用塩分15.4)、6/10(実用塩分19.0)に希釈した海水を基本にしてESS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。6/10希釈海水培地で培養した葉体は、培養開始後40日目にさく葉標本を作成して葉長上位25個体の葉長を測定した。また5/10希釈海水培地で培養した葉体は、培養開始後42日目で培養を終了、さく葉標本を作成して葉長上位25個体の葉長葉幅を測定した。

(2) 色調選抜株の後代検定

昨年度は福岡1号を元株として、色彩色差計を用いたLab表色系によるa値の測定結果を指標に、2回の選抜を行った。選抜した葉体(a値:9.94)から果胞子付けを行いカキ殻培養したものと、元株である福岡1号の糸状体をカキ殻培養したものからそれぞれ殻胞子をクレモナ糸に採苗し、ESS改変培地を用いて1L枝付きフラスコで通気培養した。培養温度は18℃、照度は4,000lux(白色蛍光灯)、明暗周期11L13Dとした。培養開始後44日目(最終換水後2日目)に色彩色差計でそれぞれの葉体のa値を測定した。測定は各25個体とした。

結果および考察

(1) 低塩分耐性株の後代検定

希釈海水で作成した培地における低塩分耐性株の葉長上位25個体の葉長は、図1に示したような度数分布を示した。その平均は、6/10希釈海水で258.4mm、5/10希釈海水においても197.4mmであった。葉体の形態は、図2に示したように5/10希釈海水で培養したものに多くのくびれが認められるものの、この培地は既存品種が生長できない塩分濃度であることから、低塩分耐性の存在を否定するものではない。

平成6年度に行った同様の検定では、6/10希釈海水における培養43日目の平均葉長は248.2mm、5/10希釈

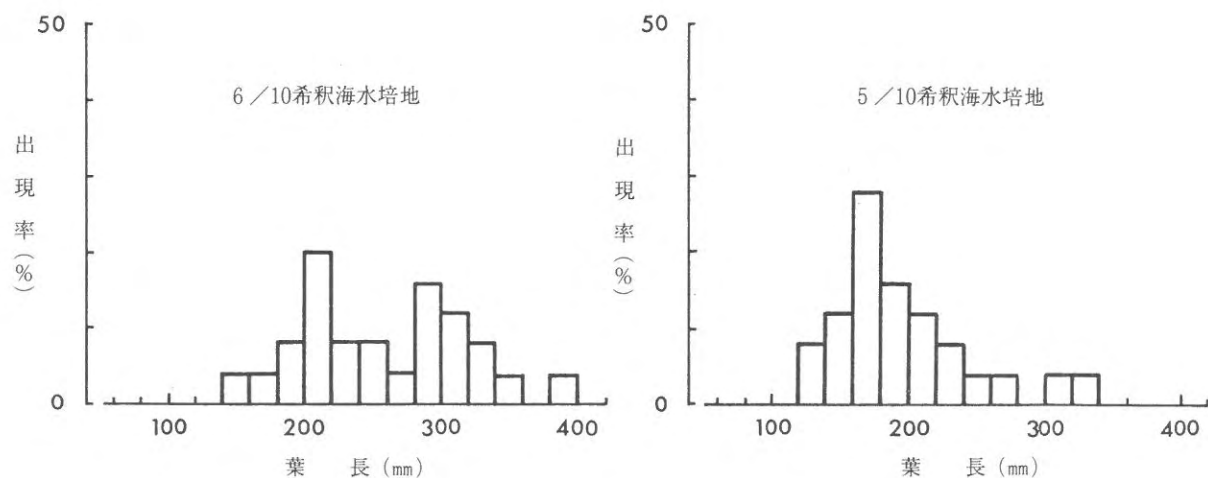


図1 6/10および5/10希釈海水培地における低塩分耐性株の葉長

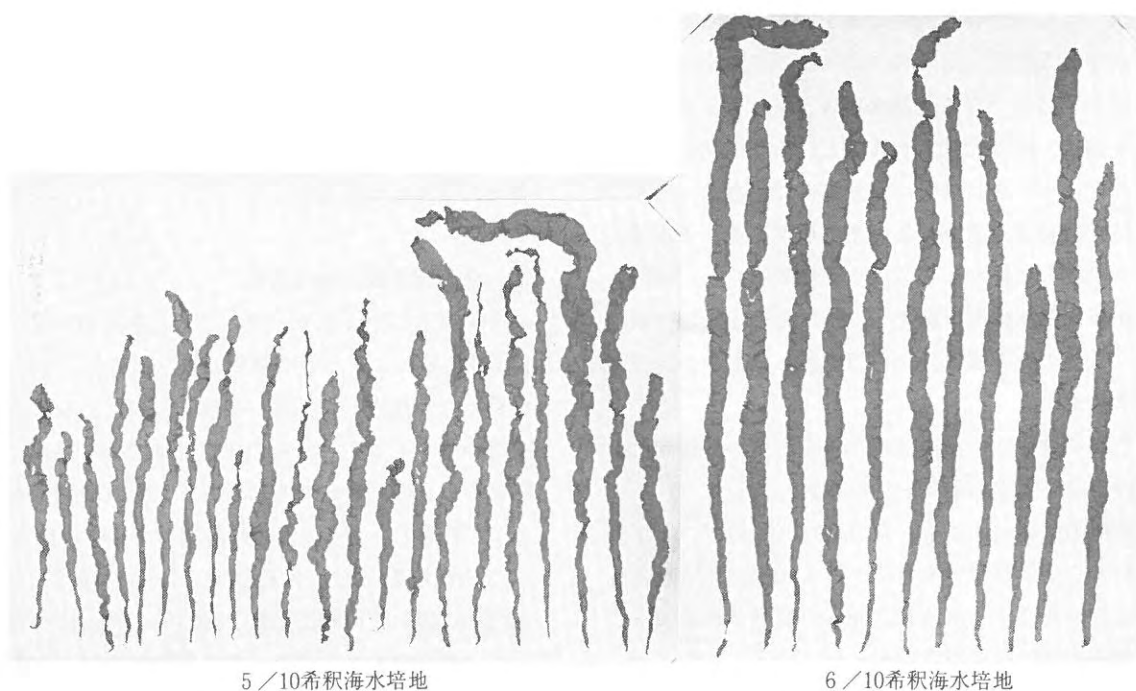


図2 5/10希釈海水培地および6/10希釈海水培地における低塩分耐性株の生長

海水における培養41日目の平均葉長は192.9mmであり、今回の結果はこれとほぼ同程度の生長であった。

これらのことから、低塩分耐性特性は16カ月間の糸状体期を経過した後も遺伝的特性として保存され、安定的な特性であると判断された。

(2) 色調選抜株の後代検定

福岡1号と色調選抜株のa値の度数分布を図3に示した。福岡1号のa値の最大値は+10.00、最小値は+5.85、平均は+7.85、色調選抜株のa値の最大値は+11.79、最小値は+9.55、平均は+10.32となり、a値の平均は

有意な差が認められた。この結果、プロトプラスト再生系により得られたa値が大きいという特性は、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確認された。

2. 作出株の特性評価

低塩分耐性株が実用的な品種として有明海で養殖されるためには、低塩分でない条件下でも既存の品種と同等の生長や色調を示すことが要求される。そこで、通常の塩分濃度の培地における生長を調べた。

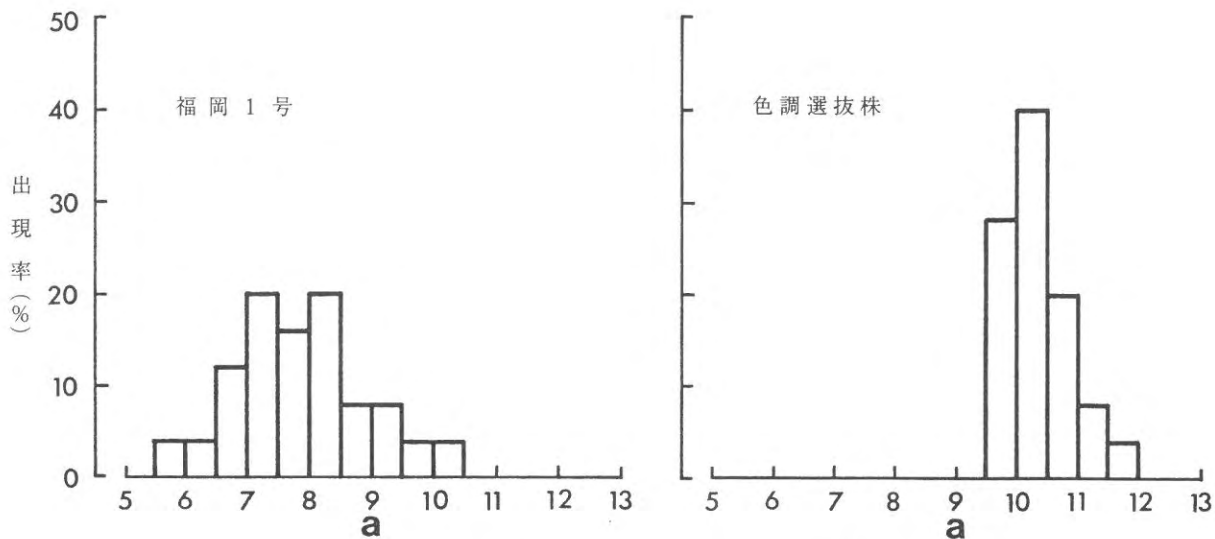


図3 色調選抜株と福岡1号の色彩色差計によるa値測定結果

材料および方法

前記と同様に、低塩分耐性株の糸状体から放出された殻胞子をクレモナ糸に付着させ、培養試験に供した。対照品種として福岡1号を用いた。福岡1号はカキ殻中で培養した糸状体から低温処理によって殻胞子を放出させて、同様にクレモナ糸に付着させた。培地は有明海で採取した海水（実用塩分32.0）で作成したESS改変培地を用いた。培養条件は温度18℃、照度8,000lux、明暗周期11L13Dとし、1Lの枝付きフラスコで通気培養を行った。換水は1週間ごとに行った。

培養開始後22日目に幼芽をクレモナ糸からはずし、生長の良いもの上位50個体を選抜して、引き続き培養を続けた。培養32日目に葉長、葉幅を測定し、葉幅の大きい方から上位10個体はさらに培養を続けた。培養47日目に10個体の色調を色彩色差計で、かたさを耐針圧によって測定した。

結果および考察

培養32日目における低塩分耐性株、福岡1号それぞれ50個体の葉長、葉幅、葉長葉幅比の度数分布を図4に示した。葉長は、どちらも最低が70mm台、最大が180mm以上、平均が110mm台となり差は認められなかった。葉幅は低塩分耐性株の方が小さな値を示し、葉長葉幅比平均は福岡1号が8.8に対し低塩分耐性株が11.8と差が認められた。

培養47日目における耐針圧によるかたさの測定結果を表1、色彩色差計による色調の測定結果を表2に示した。

かたさについては低塩分耐性株の方が福岡1号に比べてややかための傾向を示した。色調は、L値及びb値では大きな差は無かったものの、a値で低塩分耐性株の方が高めとなり、やや赤味が強いことが明らかとなった。

以上の結果から、低塩分耐性株は通常の塩分中でも生長に関しては福岡1号に劣らないが、かたさ、色の点ではやや劣ることが判明した。今後は、低塩分耐性特性はそのまま、やわらかく色の良い系統の育成が必要である。

II 変異体作出技術開発

1. 変異体の作出と選抜

(1) 紫外線照射による変異誘発の有効性

1枚のプロトプラスト再生葉体から単離したプロトプラストに紫外線を照射した昨年の実験で、紫外線を照射したプロトプラストから再生した葉体群の形態的なばらつきが未照射の再生葉体群より大きいことを示した。これは紫外線が変異誘発効果を有することを示唆していると考えられたが、その証明は行っていない。そこで、紫外線照射によって生じた形態異常個体からプロトプラストを単離し、その再生個体の形態を調べた。

材料および方法

(1) 紫外線照射による変異誘発試験

94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、通気培養によって葉体に再生させた。50日間培養後、葉長220mm葉幅22mmの一葉体を選抜しプロトプラストを単離した。プ

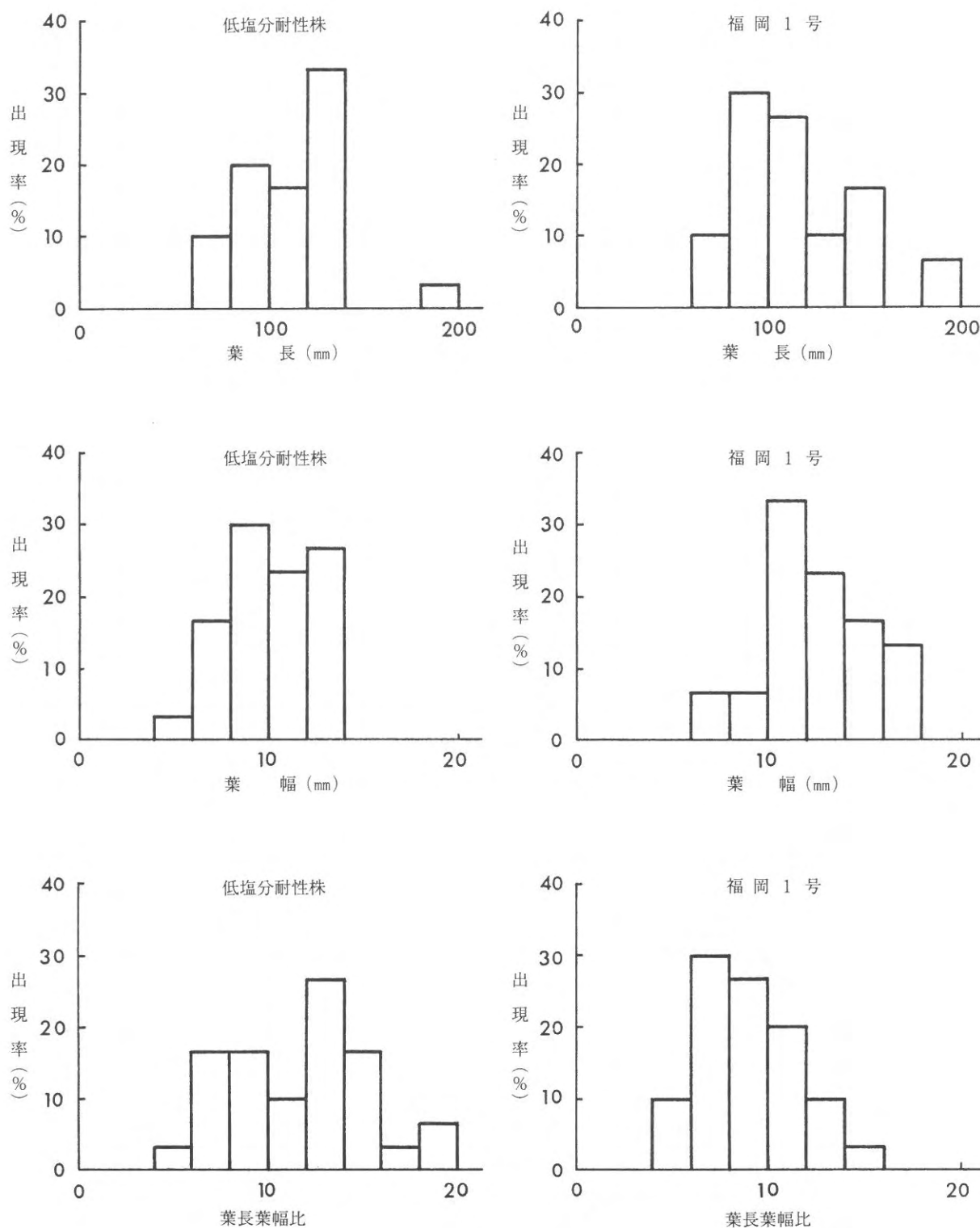


図4 低塩分耐性株と福岡1号の通常の塩分濃度の海水培地における生長比較

表1 低塩分耐性株と福岡1号の耐針圧測定結果

品 種	耐 針 圧
低 塩 分 耐 性 株	3.54g
福 岡 1 号	2.98g

表2 低塩分耐性株と福岡1号の色調測定結果

品 種	L	a	b
低塩分耐性株	59.0	6.94	16.31
福 岡 1 号	62.1	4.80	16.73

ロトプラストをアガロース培地に約3,000, 5,000, 10,000個/mlの3段階の密度に調整して包埋後、密度約3,000個/mlの試験区を除いた2試験区のプロトプラストに強度0.3mW/cm²の紫外線を90秒間照射した。5日間暗処理の後、3試験区の生残個体密度を計数した。その結果、5,000個/ml試験区が未照射区の3,000個/ml試験区の生残密度に近かったため、この2試験区を通気培養に移した。培養条件は温度18℃、照度8,000lux、明暗周期11L13Dとした。通気培養開始後17日目に培養個体数を1試験区当たり50個体に調整し、28日目に培養を終了した。

(2) 後代検定

紫外線照射区の再生葉体中出现した葉長43mm葉幅14mmの葉体からプロトプラストを単離した。単離したプロトプラストは通気培養によって葉体に再生させた。培養条件は、上記と同様とし培養32日目に葉長と葉幅を測定した。

結果および考察

(1) 紫外線照射による変異誘発試験

紫外線照射区と未照射区における再生葉体の葉長および葉長葉幅比の度数分布を図5に示した。葉長は紫外線照射区が未照射区に比較してかなり小さく、照射区では葉長50mm以下の個体が60%を占め、未照射区の4%とは大きな差異が生じた。葉長葉幅比に関しても、10以下の個体の割合が紫外線照射区では54%に対し、未照射区では僅か4%と違いが認められた。

図6には紫外線照射区と未照射区における再生葉体を示した。未照射区の再生葉体はすべてが細葉の似通った形態を示している。それに対して、照射区の再生葉体は、未照射区と同様の細葉を示している葉体が多い中で、極めて幅の大きな葉体も多数認められる。

実験に使用したプロトプラストは確実にクローンであることから、それから再生した葉体は、未照射区の再生葉体のように似通った形態を示す。葉長に関しては、そ

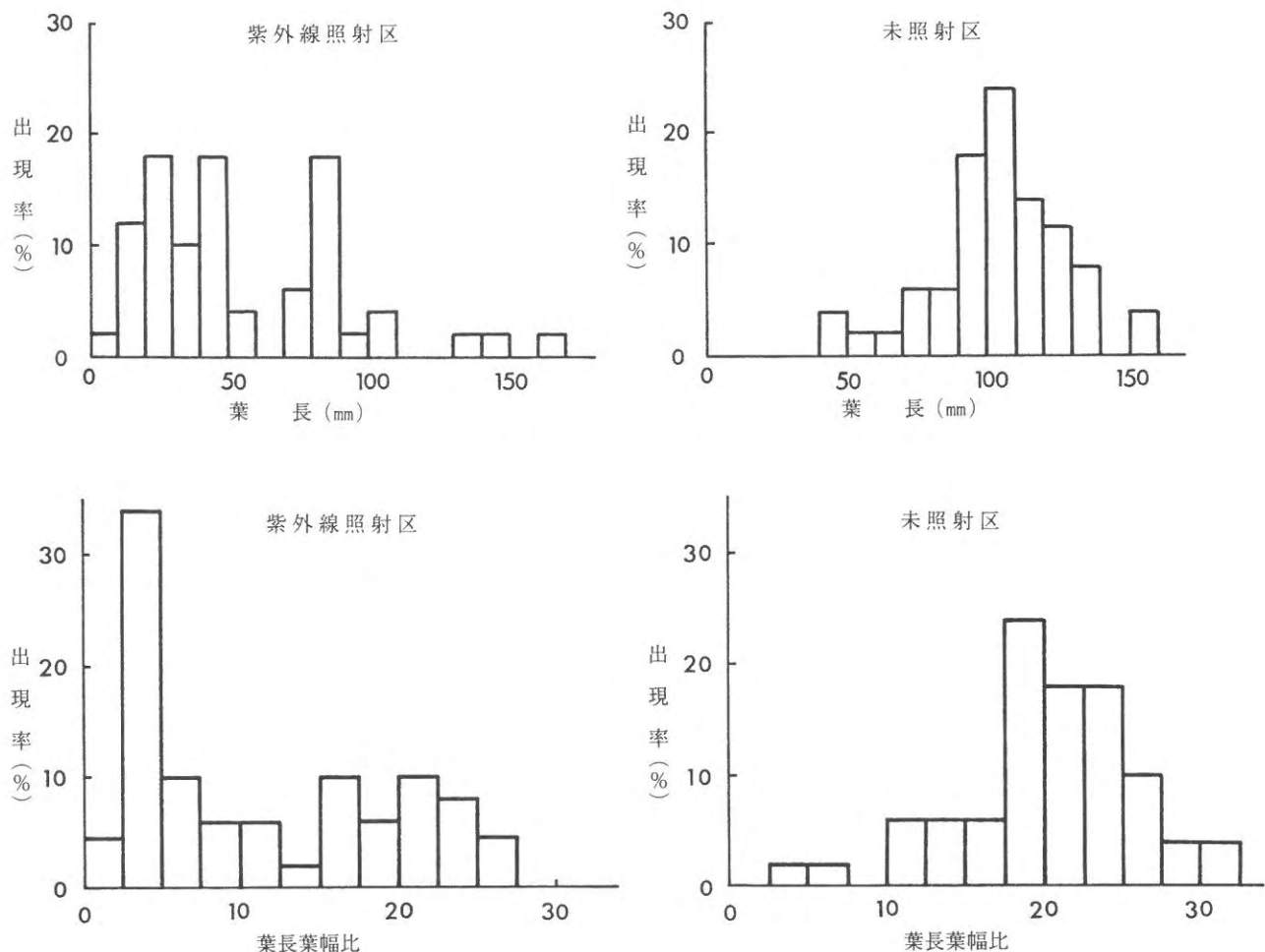


図5 紫外線照射区と未照射区のプロトプラスト再生葉体の葉長と葉長葉幅比

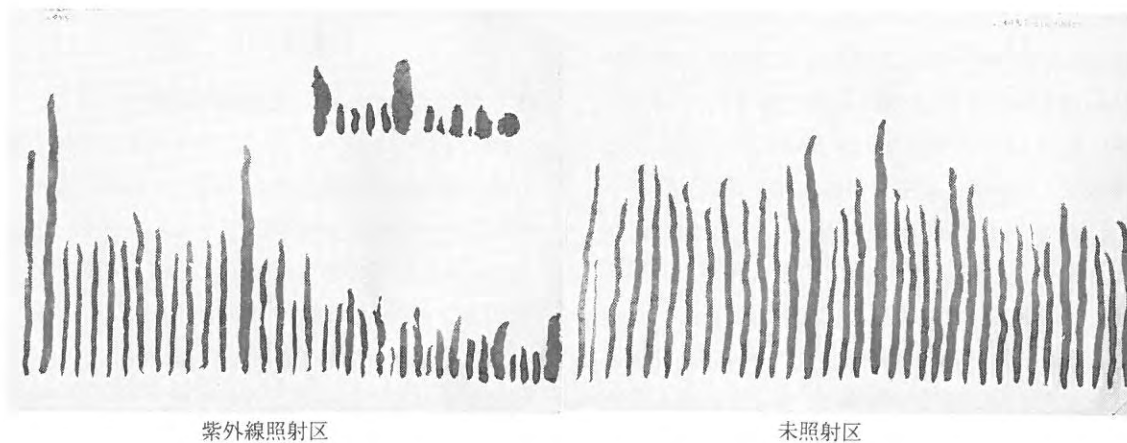


図6 紫外線照射区と未照射区のプロトプラスト再生葉体

それぞれのプロトプラストが再生途中に単胞子化する時期によって差が生じるが、形態的な差は大きくならないはずである。したがって、紫外線照射区で生じた葉幅が広い葉体は、突然変異体である可能性が高い。そこで葉幅の広い葉体を一個体選び、プロトプラストを単離培養して後代検定を行った。

なお、紫外線照射区の再生葉体の生長が未照射区に比較して悪いのは、未照射区のプロトプラストが培養開始後すぐに再生を開始するのに対し、照射区のプロトプラストは、紫外線によって損傷したDNAの修復に時間とエネルギーを要し、DNA修復後に再生を開始するためであろうと考えられた。

2) 後代検定

培養32日目における葉長上位50個体の葉長、葉長葉幅比度数分布を図7に示した。すべての個体が葉長80mm

以下、葉長葉幅比7.5以下であった。また図8に示したように、再生葉体の形態は親である紫外線照射区の葉幅が広い葉体に似通っていた。このことから、プロトプラスト単離に使用した葉体は、遺伝特性として広葉型になる性質を持っていたと判断される。したがって、今回の試験では紫外線照射区で認められた広葉型葉体の一個体について検定を行っただけであるが、その他の広葉型の葉体も突然変異によって形態的な変化が生じた可能性が大きいと考えられる。広葉型の葉体は多数認められたことから、紫外線はプロトプラストの突然変異誘発に極めて有効であると言えよう。

Ⅲ 実用化試験

1 野外養殖試験

プロトプラスト再生系を利用して選抜した系統（以降選抜株と呼ぶ）について、野外養殖を行い、既存品種と

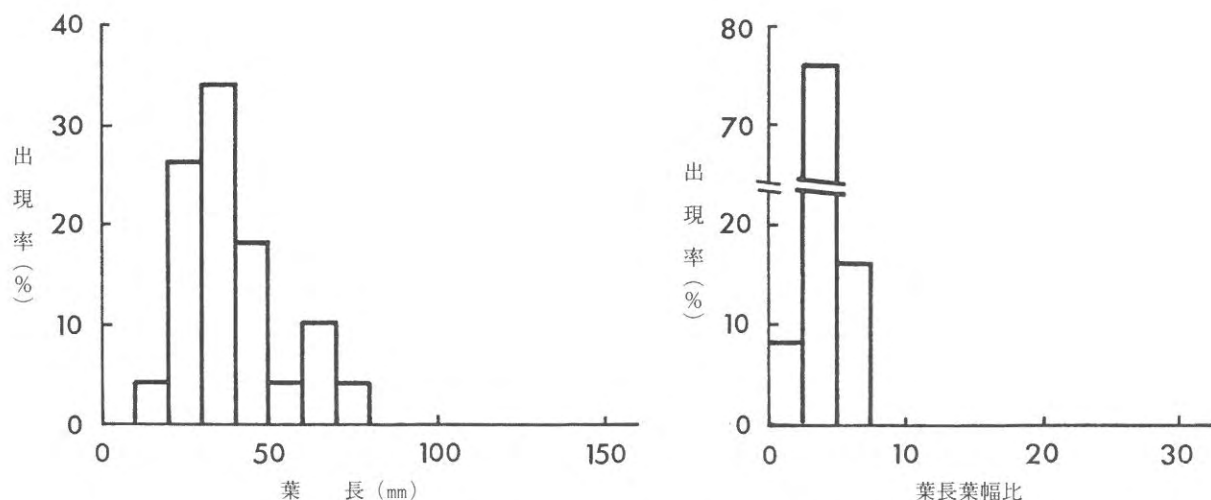


図7 広葉型の葉体から単離したプロトプラスト再生葉体の葉長と葉長葉幅比



図8 広葉型葉体から単離したプロトプラスト再生葉体

の生産性の違いを検討した。

材料および方法

生長の良さを指標にプロトプラスト再生系を利用して選抜を行った株から、自家受精によって糸状体を分離した。平成7年の3月より他の品種と同様、カキ殻に糸状体を移植し、培養を行った。平成7年10月5日に野外採苗を行い、通常の養殖作業ののち10月31日に冷凍入庫を行った。12月2日に冷凍網の出庫を行い、12月12日の初回摘みの生産枚数と等級を福岡1号と比較した。

結果および考察

選抜株および福岡1号の生産枚数、等級を表3に示した。等級は差が認められなかったが、生産枚数では大きな差が生じた。特に今年度の場合、福岡1号は冷凍出庫

表3 生長選抜株および福岡1号の冷凍初回摘みの生産枚数および等級

	生産枚数	等級
生長選抜株	3,600	＜3
福岡1号	2,900	＜3

後に葉体の成熟化が顕著となり、生長が遅れたために生産枚数に大きな差が生じたものと考えられた。

室内培養における生長の良さを指標に選抜した株が、海域においても良好な生長を示したことは、室内培養によって得られた葉体が示した特性は、ある程度海域でも期待できるということである。海域での養殖は多くの環境要因が複雑に作用するため、室内培養で認められた特性がそのまま養殖現場でも発現することに大きな期待はできないが、実用的な品種の開発には多くの試行が重要であろう。

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・岩渕 光伸・藤井 直幹

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年度までの三カ年である。

これまでノリのアミノ酸の分析方法の検討と製品の評価を行い、また硬さの指標としてテクスチャーの分析方法の検討と製品の評価を行った。平成7年度ではアミノ酸とテクスチャーについて支柱式養殖と浮き流し式養殖の違い、また摘採時刻による違いなどの追究を行い、事業のまとめとして生産管理技術を検討したので報告する。

I 遊離アミノ酸分析

1. 平成7年度福岡有明産乾ノリ製品

これまで遊離アミノ酸（以下アミノ酸という）の定量条件の検討のなかで、試料を30℃の蒸留水に浸漬、振とう後に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¹⁾、食味官能試験の結果から溶出量が多いほど「うまさ」として感じられることが明らかになった²⁾。

そこで遊離アミノ酸の溶出条件を食味の評価として2分間に、また含有量の評価として30分間に設定した。

本年度では一人の漁家に依頼し、海況条件に合わせて養殖管理され、加工された乾ノリを冷凍生産期に連続してサンプリングし、アミノ酸溶出量の推移を追跡した。

また平成5年度および6年度に続いて平成7年度の製品を材料として、乾ノリのアミノ酸溶出量を分析し、共販回ごとの推移と等級による差異を調べた。

材料および方法

(1) 養殖漁家で連続サンプリングした製品

柳川市の漁家に依頼し、柳川地先の農区の通称「せいどまり」、有区3号および有区4号で養殖され、漁家の所有する加工場で乾燥された製品を材料とした。この材料は平成7年12月2日に集団管理により漁場一斉に出庫され、通常の昼間2時間程度の干出で養殖された。摘採後加工された製品は分析に供するまでデシケーターで保存した。

分析方法是乾ノリ製品はほぼ0.05 gを切り取り、正確

に秤量後分析に供した。

アミノ酸の溶出方法は、100mL容三角フラスコに蒸留水50mLを準備し、このなかに乾ノリを入れ、30℃恒温振とうした。アミノ酸の定量にはこの蒸留水浸漬2分後と30分後の溶出液を60μmメッシュのミューラーガーゼで二重におおった駒込ピペットを用いて一定量採取し、ニンヒドリン比色法によりグルタミン酸を指標として定量した。

(2) 共販の製品

材料は柳川大川共販の平成7年11月16日（秋芽1回）、11月28日（秋芽2回）、12月22日（冷凍1回）、平成8年1月8日（冷凍2回）、1月23日（冷凍3回）、2月5日（冷凍4回）および2月20日（冷凍5回）に出荷された製品のうち、本等級、別等級およびカ等級（枯葉入り）である。

アミノ酸の分析は上述のとおりである。

結果および考察

(1) 養殖漁家で連続サンプリングした製品

アミノ酸の分析結果を図1および表1に示した。

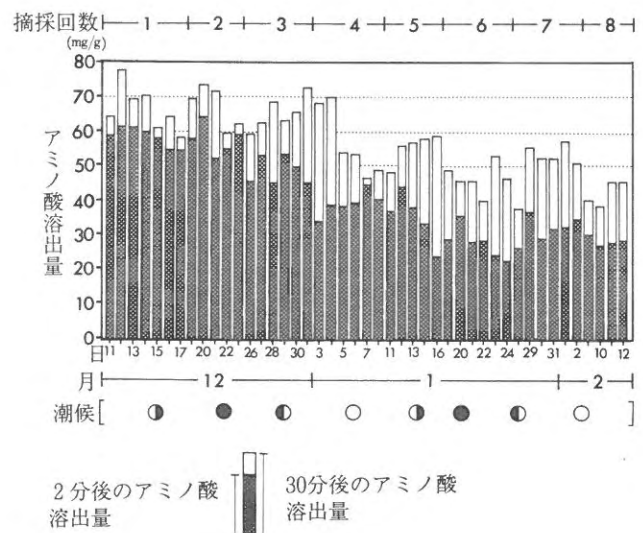


図1 平成7年度冷凍生産期に同一漁家により柳川地先で養殖されたノリ製品のアミノ酸溶出量の推移

表1 平成7年度冷凍生産期に同一漁家により養殖された乾ノリ製品のアミノ酸溶出量の推移

摘採月日		摘採回数	アミノ酸溶出量		
			2分後 (A)	30分後 (B)	割 合 (A／B)
12	11	1	58.2	63.8	0.91
	12		60.9	77.4	0.79
	13		60.4	68.9	0.88
	14		59.4	70.1	0.85
	15		57.7	61.0	0.95
	16		54.4	64.2	0.85
	17		54.0	58.2	0.93
		平 均	57.9	66.2	0.88
	19	2	57.6	69.4	0.83
	20		63.9	73.2	0.87
	21		51.7	71.6	0.72
	22		54.6	59.2	0.92
	23		58.8	61.9	0.95
		平 均	57.3	67.1	0.86
	26	3	45.2	59.0	0.77
	27		52.9	62.2	0.85
	28		44.9	68.4	0.66
	29		53.1	63.2	0.84
	30		49.6	65.6	0.76
	31		44.8	72.6	0.62
		平 均	48.4	65.2	0.75
1	3	4	33.8	68.3	0.49
	4		38.7	69.6	0.56
	5		38.4	53.8	0.71
	6		39.2	53.3	0.74
	7		44.6	46.7	0.96
	8		40.3	48.8	0.83
		平 均	39.2	56.8	0.71
	11	5	36.9	48.5	0.76
	12		44.1	56.2	0.78
	13		38.1	57.1	0.67
	15		33.4	58.3	0.57
	16		23.9	59.1	0.40
		平 均	35.3	55.8	0.64
	19	6	28.9	49.2	0.59
	20		35.7	45.9	0.78
	21		28.4	46.2	0.61
	22		28.6	40.3	0.71
	23		24.6	53.1	0.46
	24		22.7	47.0	0.48
		平 均	28.2	47.0	0.61
	27	7	26.7	38.3	0.70
29		36.8	55.8	0.66	
30		29.3	53.0	0.55	
31		32.2	52.6	0.61	
2	1		32.7	57.6	0.57
	2		35.0	51.3	0.68
		平 均	32.1	51.4	0.63
	9	8	30.6	40.6	0.75
	10		27.4	38.9	0.70
	11		28.3	45.9	0.62
	12		28.9	46.0	0.63
		平 均	28.8	42.9	0.68
		総 平 均	41.6	57.1	0.72

摘採は12月11日から始まり、平成8年2月12日まで合計45回であった。摘採回数としては網あたり8回であった。

食味の指標とした蒸留水で溶出2分後のアミノ酸量（以下2分後のアミノ酸量という）は、12月12日の60.9mg/gが最大であり、平成8年1月24日の22.7mg/gが最小であった。2分後のアミノ酸の推移は経時的な減少が認められ、2分後のアミノ酸量は摘採回数が進むほど減少した。

また含有量の指標とした蒸留水で溶出30分後のアミノ酸量（以下30分後のアミノ酸量という）は、2分後のアミノ酸量と同様に、12月12日の77.4mg/gが最大であり、平成8年1月27日の38.3mg/gが最小であった。この推移も経時的に減少することが認められた。

30分後のアミノ酸量に対する2分後のアミノ酸量の割合は1回目摘採の平均が0.88であり、摘採が進むにつれて減少し、8回目摘採では平均が0.68と最低となった。溶出速度は摘採回数の少ないほど、つまり若い芽ほど大きく、老化した芽ほど小さい傾向が認められた。

有明海では潮の干満差が大きいため、一般に干潮時のノリ葉体の乾燥の度合いは大潮に大きく、小潮に小さいが、今回の調査では、この潮候と2分後および30分後のアミノ酸量と間には有意な関係は認められなかった。

(2) 共販の製品

アミノ酸の分析結果を表2に示した。全試料数は65であった。

乾ノリ試料の2分後のアミノ酸量をみると、測定範囲は5.7mg/g～50.1mg/gであった。共販回別にみると、秋芽生産期では1回に平均38.7mg/gと多く、2回には平均13.6mg/gと減少した。また冷凍生産期では1回に平均45.9mg/gと多く、その後減少し、4回には平均18.8mg/gと最低となった。等級別にみると、秋芽2回では同じ本等級の上位に多く、別等級に少ない傾向もみられたが、これら除くと、本等級と別等級およびカ（枯葉入り）等級の間および同じ等級のなかで上位と下位の間には明かな違いは認められなかった。

いっぽう乾ノリ試料の30分後のアミノ酸量の推移をみると、測定範囲は19.3mg/g～67.2mg/gであった。共販回別にみると、秋芽生産期では1回に平均54.4mg/gであり、2回には平均41.3mg/gと減少した。冷凍生産期では1回に平均60.9mg/gと多かった。その後は減少し、4回目に平均43.2mg/gと最低になった。また等級別には秋芽2回の別等級と冷凍3回の別等級に少なかったが、これらを除くと本等級と別等級およびカ（枯葉入

表2 平成7年度柳川大川共販に出荷された
乾ノリ製品のアミノ酸溶出量

共販月日	等 級	アミノ酸溶出量 (mg/g)				
		2分後 (A)	30分後 (B)	割 合 (A／B)		
11. 16 (秋芽 1 回)	本 1	46.2	52.5	0.88		
		45.6	53.7	0.85		
		36.0	65.0	0.55		
		50.1	57.5	0.87		
		39.8	58.6	0.68		
		39.6	52.7	0.75		
	別 2	42.0	61.6	0.68		
		35.3	50.9	0.69		
		34.0	59.4	0.57		
		34.5	51.7	0.67		
		20.1	38.6	0.52		
		41.0	50.1	0.82		
	平 均	38.7	54.4	0.71		
11. 28 (秋芽 2 回)	本 3	28.5	58.1	0.49		
		22.4	54.9	0.41		
		10.7	53.1	0.20		
		11.2	46.5	0.24		
	別 3	14.3	49.9	0.29		
		8.1	29.6	0.27		
		6.7	19.3	0.35		
		14.9	29.0	0.51		
	平 均	5.7	31.2	0.18		
		13.6	41.3	0.33		
		12. 22 (冷凍 1 回)	本 1	48.3	59.2	0.82
				50.0	62.2	0.80
53.8	67.2			0.80		
47.2	62.5			0.76		
39.6	57.3			0.69		
42.1	64.4			0.65		
別 2	46.5		54.1	0.86		
	48.2		62.8	0.77		
	44.9		61.0	0.74		
	43.2		60.1	0.72		
	40.7		59.2	0.69		
	45.9		60.9	0.75		
平 均	45.9		60.9	0.75		
1. 8 (冷凍 2 回)	本 2	32.9	62.1	0.53		
		31.9	63.2	0.50		
		38.5	60.4	0.64		
		29.6	58.3	0.51		
		25.6	57.1	0.45		
		32.1	52.7	0.61		
	カ 4	27.8	46.1	0.60		
		25.4	51.9	0.49		
		26.5	54.7	0.48		
		22.6	40.2	0.56		
		29.3	54.7	0.54		
		39.7	59.4	0.67		
1. 23 (冷凍 3 回)	本 2	29.2	55.9	0.52		
		27.1	57.3	0.47		
		22.1	43.1	0.51		
		28.7	56.5	0.51		
		19.3	46.5	0.42		
		28.4	46.1	0.62		
	カ 4	24.5	40.4	0.61		
		24.8	49.1	0.51		
		16.5	27.7	0.60		
		26.0	48.2	0.54		
		29.6	51.7	0.57		
		31.2	53.9	0.58		
2. 5 (冷凍 4 回)	本 3	26.6	48.2	0.55		
		29.9	47.2	0.63		
		26.2	49.6	0.53		
		23.6	42.2	0.56		
		28.5	47.2	0.60		
		22.6	44.3	0.51		
	平 均	27.3	48.0	0.57		
		29.7	52.1	0.57		
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
				28.1	49.9	0.39
				19.8	43.2	0.43
平 均	18.8		43.2	0.43		
	51.2		51.2	0.58		
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
	2. 20 (冷凍 5 回)		本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	
		2. 20 (冷凍 5 回)	本 4	52.1	42.7	0.57
				42.7	28.1	0.34
28.1				49.9	0.39	
19.8				43.2	0.43	
平 均			18.8	43.2	0.43	
			51.2	51.2	0.58	

0.55であったが、その後は減少傾向にあった。

表3 平成7年度瀬戸内H県産の乾ノリ製品のアミノ酸溶出量

共 販 日	場 所	等 級	アミノ酸溶出量 (mg/g)		
			2分後 (A)	30分後 (B)	割 合 (A/B)
平成7年12月16日	A	新特	30.6	62.2	0.49
同	H	新重特	31.8	53.3	0.60
同	H	新3	33.1	59.4	0.56
		平 均	31.8	58.3	0.55
平成7年12月26日	M	特	23.8	48.3	0.49
平成8年1月8日	A	特	34.8	62.0	0.56
同	A	黒1	32.5	58.4	0.56
同	A	黒5	24.2	50.3	0.48
同	H	3	25.9	53.9	0.48
同	H	黒3	24.2	55.5	0.44
同	H	黒4	25.7	48.5	0.53
同	T	黒1	28.4	58.6	0.48
同	T	黒3	27.4	43.3	0.63
同	H2	黒1	30.1	47.9	0.63
同	H2	黒2	35.0	54.3	0.64
同	E	黒3	18.2	47.5	0.38
同	B	黒3	20.3	48.1	0.42
		平 均	27.2	52.4	0.52
平成8年1月22日	E	特	19.5	51.3	0.38
同	A	3	28.5	51.7	0.55
		平 均	24.0	51.5	0.47
平成8年2月22日	E	1	15.3	43.1	0.35
同	K	2	29.6	59.8	0.49
同	H	4	17.8	50.3	0.35
		平 均	20.9	51.1	0.40
		総平均	26.7	52.9	0.50

(2) 平成7年度の瀬戸内H県産と福岡県産の乾ノリ製品のアミノ酸溶出量の比較

平成7年度の瀬戸内H県産の乾ノリ製品のアミノ酸分析結果とこの事業でえられた福岡県産のアミノ酸分析結果を表4に整理した。

初回摘採と2回目摘採が集荷された瀬戸内H県産の12月16日では2分後のアミノ酸量は平均31.8mg/gであった。これに対し福岡県産において養殖経歴としては同じ時期の12月下旬の冷凍1回共販では年度および場所による差はみられるものの、平均値は41.2～57.8mg/gであり、瀬戸内H県産よりも10～20mg/g上回っていた。

いっぽう、瀬戸内H県産の12月16日の30分後のアミノ酸量は平均58.3mg/gであった。これに対し福岡県産の冷凍1回共販では56.5～66.6mg/gであり、瀬戸内H県産と比べて、同じかまたはやや多い程度であり、2分後のアミノ酸溶出量ほどの差はみられなかった。

このため30分後のアミノ酸量に対する2分後のアミノ

表4 産地別のアミノ酸溶出量の比較

産 地	年 度	月 日	試料数	アミノ酸溶出量 (mg/g)*3		
				2分後 (A)	30分後 (B)	割 合 (A/B)
瀬戸内H県	平成7	12. 16	3	31.8	58.3	0.55
		12. 26	1	23.8	48.3	0.49
		1. 8	12	27.2	52.4	0.52
		1. 22	2	24.0	51.5	0.47
		2. 22	3	20.9	51.1	0.41
福岡県柳川大川 共販	平成7	12. 22	11	45.9	60.9	0.75
		1. 8	10	29.3	54.7	0.54
		1. 23	10	26.0	48.2	0.54
		2. 5	8	27.3	48.0	0.57
		2. 20	4	18.8	43.2	0.44
福岡県柳川地先 *1	平成7	12. 22	8	57.8	66.6	0.87
		1. 8	14	47.8	64.4	0.74
		1. 23	10	35.4	51.6	0.69
		2. 5	9	29.8	49.9	0.60
		2. 20	4	28.8	42.9	0.67
福岡県柳川大川 共販	平成6	12. 26	7	46.0	62.7	0.73
		1. 13	8	33.7	62.3	0.54
		1. 28	11	27.0	51.2	0.53
		2. 11	9	20.2	33.7	0.60
福岡県大和高田 共販	平成6	12. 24	9	50.2	62.7	0.80
		1. 11	10	38.4	56.0	0.69
		1. 26	9	35.2	52.8	0.67
		2. 9	10	28.3	41.8	0.68
福岡県大牟田 共販	平成6	12. 24	10	44.0	64.9	0.68
		1. 11	10	41.0	63.7	0.64
		1. 26	12	33.8	48.5	0.70
		2. 9	16	30.5	41.6	0.73
福岡県柳川大川 共販 *2	平成5	1. 10	19	41.2	56.5	0.73
		1. 10	19	30.4	49.6	0.61
		1. 25	19	31.1	44.4	0.70
		2. 8	15	31.4	46.9	0.67
		2. 22	12	27.9	48.9	0.57
福岡県大牟田 共販	平成5	3. 4	11	26.3	41.9	0.63
		12. 24	23	47.8	56.5	0.85
		1. 13	27	35.9	50.2	0.72
		1. 28	22	34.8	49.6	0.70
		2. 11	17	30.8	45.1	0.68
		2. 25	14	20.2	40.2	0.50
		3. 7	14	22.6	35.1	0.64

*1 共販の検査期間で集計した。

*2 1月10日の共販では年内生産と年明け生産とで区別した

*3 アミノ酸溶出量はすべて平均値でしめた

酸量の割合は、瀬戸内H県産では12月16日では0.55と低くかったが、同時期の福岡県産では0.68～0.87と高く、支柱式の福岡有明産と浮き流し式の瀬戸内H県産とでは溶出速度は大きく違うことが明らかになった。

その後の2分後のアミノ酸量の推移をみると、瀬戸内H県産に比べてと福岡県産の方がやや多い傾向で推移したが、漁期末では量産地の差はあまりなかった。

30分後のアミノ酸量の推移は瀬戸内H県産に比べて福岡県産の方がやや多いかまたは同じ程度で推移した。

瀬戸内H県産と福岡県産とでは、含有量の指標とした30分後のアミノ酸量では大きな違いは認められなかったが、食味の指標とした2分後のアミノ酸量は、とくに冷凍生産の初期において、瀬戸内H県産に比べて、福岡県産の方が明らかに多いことが分かった。

吉江ら⁴⁾はアミノ酸の測定をおこない、アミノ酸と乾ノリの価格、生産地、時期との間には相関関係がみられなかったと報告しているが、そこで用いられた分析はエタノールによる抽出であり、これは含有量での比較をしめすものにはかならない。今回の試験でも、含有量の指標とした30分後のアミノ酸量は両産地間で大きな違いはなかった。しかし食味の指標とした2分後のアミノ酸量では明かな差が認められたことから、食味として違いを比較する方法としては、従来のアルコール抽出法よりも、今回の試験で用いた蒸留水による溶出法の方が優れていると考えられた。

3. 遊離アミノ酸量と養殖・加工条件の関係

(1) 遊離アミノ酸量と養殖水位の関係

福岡有明ノリは全て支柱式で養殖されている。支柱式養殖は干潮時に網が干出し、ノリ葉体が乾燥することが特徴である。この干出の有無がノリのうまさを左右すると指摘されている⁵⁾。

そこで養殖水位のちがいによるアミノ酸溶出量の変化を調査した。

材料および方法

材料となるノリ葉体は採苗から冷凍入庫まで同じ条件で養殖した冷凍網を用い、平成7年12月2日に冷凍出庫し、福岡県有明海研究所の試験地で養殖された。

試験は養殖水位を昼間2時間程度の干出時間となる水位を標準試験区とし、この標準試験区より30cm高い水位を高張り試験区として設定した。なおこの高張り試験区の干出時間は3～4時間である。

調査は平成7年12月7日から28日まで行い、採集したノリは水道水で洗浄後、風乾した。

アミノ酸の定量は前述のとおりである。

結果および考察

結果を表5に示した。

2分後のアミノ酸量の推移をみると、高張り区と標準区ともに、12月7日から28日の調査期間のなかで初期に

表5 養殖水位のちがいによるアミノ酸溶出量の推移

調 査 日	アミノ酸溶出量 (mg/g)					
	2分後			30分後		
	高張り (A)	標準 (B)	比率 (A/B)	高張り (C)	標準 (D)	比率 (C/D)
平成7年12月7日	63.0	58.5	1.08	77.1	70.9	1.09
11日	64.5	60.0	1.08	68.6	56.7	1.21
14日	40.0	40.3	0.99	51.1	57.6	0.89
18日	38.4	44.3	0.87	46.2	56.1	0.82
22日	46.8	42.5	1.10	63.2	55.9	1.13
28日	46.3	38.1	1.22	62.5	66.5	0.94

多く、以後減少する傾向にあった。高張り区と標準区とを比較すると、2分後のアミノ酸溶出量は調査日によっては高張り区にいくぶん多いようにもみられるが、高張り区と標準区とで大きな差は認め難かった。

いっぽう30分後のアミノ酸溶出量の推移をみると、高張り区と標準区ともに、12月7日から28日の調査期間のなかで初期に多く、以後漸減する傾向にあった。高張り区と標準区とを比較すると、30分後のアミノ酸溶出量は両試験区の間に大きな差はなかった。

福岡有明では全て支柱式であり、この養殖の特徴に干出があげられる。一般に、干出時間は短いほど収量が多くなる反面、病害に汚染されやすいため、品質が低下する傾向にある。そこで、この相反する収量と品質とを維持するために、干出時間は昼間2時間程度がよいとされる。今回の試験結果から、食味の指標としての2分後のアミノ酸量および含有量の指標としての30分後のアミノ酸量はともに、標準区に比べて、必ずしも高張り区で多くなかった。この結果から養殖水位は通常の管理の指標とされる昼間2時間程度でよく、必ずしも干出時間を多く取る必要はないと考えられた。

(2) 遊離アミノ酸量と摘採時刻の関係

一般に、ノリ製品の光沢度は昼間の摘採に比べて夜間に摘採された方が高い。この原因として夜間摘採したノリは、加工の段階で温度の上昇に対して、ノリの細胞の変化が少ないためである⁶⁾。

昨年度ではノリ原藻を18時間程度大型水槽に貯留し、人工的な夜間状態を作出することにより、貯留条件がアミノ酸量に及ぼす影響を試験した。この実験ではアミノ酸量は、昼間に摘採した直後の原藻の方が18時間程度貯留した後の原藻よりも多かった²⁾。

そこでアミノ酸量は摘採時刻のちがいによって変化することが示唆されたため、今回は養殖されているノリを対象に採集時刻のちがいによるアミノ酸量の変化を調査

した。

材料および方法

平成8年1月11日および16日に、図2に示した柳川地先の7調査点で、ノリを採集した。調査時刻は1月11日に午前10時と午後4時、16日に午前6時と午後3時である。7調査点全ての採集に要する時間はおよそ30分である。潮汐は11日では干潮が午前5時58分と午後6時18分、満潮が午後0時12分であり、調査は満潮をはさんでその前後である。また16日では満潮が午前4時59分と午後5時3分、干潮が午前11時2分と午後11時36分であり、調査は干潮をはさんでその前後である。採集したノリはすみやかに水道水で洗浄し、風乾した。

アミノ酸溶出の方法は前述のとおりである。

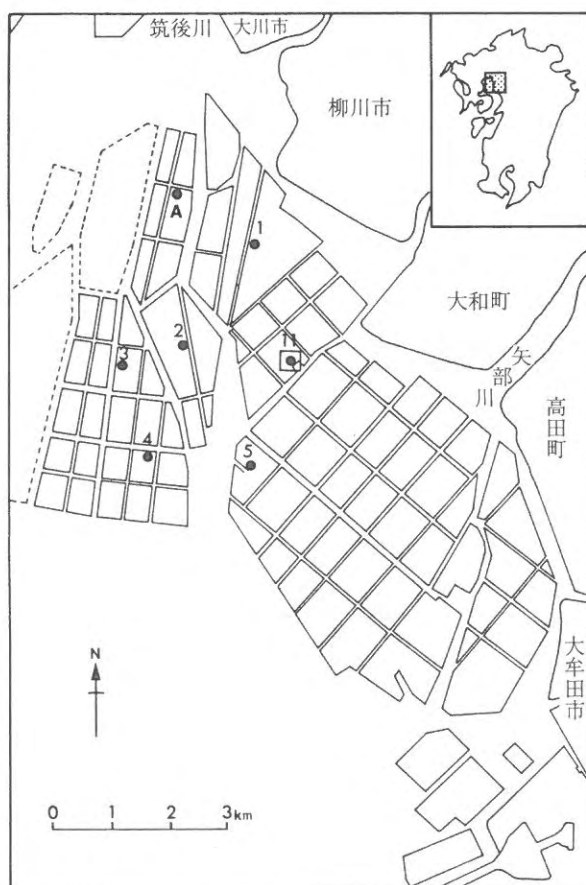


図2 有明海福岡県地先におけるノリ養殖漁場と調査点

結果および考察

結果を表6に示した。

食味の指標とした2分後のアミノ酸量をみると、平成8年1月11日調査の午前10時では20.3~27.7mg/gであ

表6 採集時刻のちがいのよるアミノ酸溶出量の変化

		(mg/g)			
アミノ酸溶出量	調査点	平成8年1月11日		平成8年1月16日	
		午前10時	午後4時	午前6時	午後3時
2分後	1	23.5	27.0	19.6	30.3
	2	24.1	20.1	15.8	23.8
	3	21.6	29.6	17.0	30.9
	4	20.3	36.3	24.3	35.1
	5	23.8	30.3	26.5	29.3
	11	25.8	32.6	27.3	33.5
	A	27.7	26.7	20.3	20.4
平均		23.8	28.9	21.5	29.0
30分後	1	45.2	48.8	43.9	50.8
	2	38.3	54.1	30.6	44.1
	3	41.6	56.1	44.7	46.9
	4	37.1	51.9	43.5	48.5
	5	31.4	47.8	45.5	47.5
	11	39.8	49.3	38.0	46.2
	A	39.8	39.0	37.9	41.4
平均		39.0	49.6	40.6	46.5

り、平均は23.8mg/gであった。いっぽう午後4時では26.7~36.3mg/gであり、平均は28.9mg/gであった。午前10時と午後4時とを比べると、2分後のアミノ酸量は午後4時の方が多い傾向にあった。また1月16日調査の午前6時では19.6~27.3mg/gであり、平均は21.5mg/gであった。いっぽう午後3時では20.4~35.1mg/gであり、平均は29.0mg/gであった。午前6時と午後3時とを比べると2分後のアミノ酸量は午後3時の方が多い傾向にあった。

含有量の指標とした30分後の溶出量をみると、平成8年1月11日調査の午前10時では平均で39.0mg/gであり、いっぽう午後4時では平均で49.6mg/gと、2分後のアミノ酸量は午後4時の方が多い傾向にあった。また1月16日の午前6時では平均で40.6mg/gであり、いっぽう午後3時では平均で46.5mg/gと、30分後のアミノ酸量は午後3時の方が多い傾向にあった。

調査時刻で比較すると、2分後のアミノ酸溶出量および30分後のアミノ酸溶出量ともに、午前6時と午前10時に少なく、午後3時と午後4時に多い傾向がみられた。とくに午前10時は日の出からおよそ3時間経過していたにもかかわらず、午前6時と比べてアミノ酸溶出量は大差なかった。

また潮候からみて、1月11日では満潮前と満潮後の調査であり、この間ノリ葉体は海水に浸漬していた。いっぽう1月16日では干潮前と干潮後の調査であり、この間

ノリ葉体は2時間程度干出した。しかし11日の調査と16日の調査いずれにおいても2分後および30分後のアミノ酸溶出量は午後の時間帯の方が多い傾向にあった。このことからアミノ酸溶出量の日変化のなかでは、干出の影響は少なく、むしろ光周期の及ぼす影響の方が大きいように考えられた。

大房⁶⁾らは室内培養下において、アルコール可溶性遊離アミノ酸量の日周変化をみた結果、遊離アミノ酸の含有百分率は明期中に増加し、明記終了時に最大となり、暗期には減少しつづけたことをみているが、今回の養殖ノリを対象にして、蒸留水浸漬によるアミノ酸溶出量を追究した結果と符合した。

そこで現行ではノリの光沢の程度を高め、またより黒いノリをとるために、摘採時刻は夜明け前に集中して行われているが、今回の結果から、ノリの「うまさ」を高めるための養殖管理として、摘採時刻は昼間、なかでも午後3時頃がよいと考えられた。

(3) 遊離アミノ酸量と加工条件の関係

平成5年度におこなったアミノ酸量に及ぼす加工条件の検討のなかで、ノリの葉体温度を10℃、20℃および30℃に制御して乾燥したノリを材料として遊離アミノ酸量の溶出を試験した結果、異なった温度であってもアミノ酸量の違いは認められなかった¹⁾。

また平成6年度におこなった試験では、製品のアミノ酸量と漁場調査でえられた試料のアミノ酸量を比較すると、アミノ酸量は同じ時期の製品と漁場調査でえられた試料とではほぼ同じであることが認められた²⁾。

これらの結果から加工工程のなかでのアミノ酸溶出量の影響は少ないと推察された。

そこでここでは漁業者に依頼して、加工前の原藻とその原藻から加工された製品を材料としてアミノ酸量を比較した。

材料および方法

柳川市と大和町の漁業者6人に依頼して、平成8年1月10日と16日に、加工前の原藻と同じ原藻から加工した製品をサンプリングした。加工乾燥機の製造会社は重複はあるものの、4社であった。

加工前の原藻は水道水で洗浄後、風乾した。

アミノ酸の定量は前述の方法によった。

結果および考察

結果を表7に示した。

2分後のアミノ酸量をみると、原藻の方が製品よりい

表7 原藻と同じ原藻から加工された製品のアミノ酸溶出量

(mg/g)				
アミノ酸溶	生産者	原 藻 (A)	製 品 (B)	比 率 (B/A)
2分後	A	42.6	36.8	0.86
	B	38.4	33.2	0.86
	C	28.1	27.8	0.99
	D	31.2	33.7	1.08
	E	39.8	35.3	0.89
	F	36.3	31.6	0.87
30分後	A	58.7	62.0	1.06
	B	55.8	56.0	1.00
	C	49.8	45.4	0.91
	D	58.7	45.5	0.78
	E	55.4	53.6	0.97
	F	48.3	46.9	0.97

くぶん多いようにもみられたが、総じて、原藻と製品とでは大きな違いは認め難かった。同様に30分後のアミノ酸溶出量も原藻の方が製品よりわずかに多いようにもみられたが、その差はきわめて小さかった。また製品(1)に対する原藻の比率は、2分後のアミノ酸量で0.86～1.08であり、30分後のアミノ酸量で0.78～1.06と変動の幅は小さかった。

今回の結果から、現在行われている原藻の貯留、細断、水洗い、乾燥といった一連の行程のなかでアミノ酸の含有量の損失はほとんどなく、また加工行程がアミノ酸の溶出速度に影響をあたえないと考えられた。

II テクスチャー分析

1. 平成7年度福岡有明産乾ノリ製品

昨年度はノリ製品のテクスチャーを硬さを指標として測定した。

昨年度の測定結果から、本県有明海産乾ノリの硬さは本等級、別等級ともに秋芽網、冷凍網とも1回目摘採製品が最も軟らかく2回目以降硬くなることが数値的に示され、焼きノリについても同様であった。また、焼きノリは摘採回数によらず乾ノリより軟らかく、摘採回数が少ないほど乾ノリの硬さに対する焼きノリの硬さの比が小さくなることが認められた。

平成6年度に続いて平成7年度の製品を材料として乾ノリの硬さを測定し、共販回ごとの推移と年度による差異を調べた。

材料および方法

材料は、I-1-2)で用いた本県柳川大川共販に出

荷された〇漁協の平成7年度本等級乾ノリ製品の秋芽網1～2回、冷凍網1～5回の共販回数別硬さをテクスチュロメーター（全研製，GTX-2-1N，プランジャー：フラット2mmV型）を用いて測定し、昨年度結果との比較を行った。

製品の硬さについては、昨年度得られた測定方法²⁾に基づき、ノリ小片（2cm×1cm）に1枚当たり0.06mlの蒸留水を両面に塗布して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圧縮回数1回目の値を測定した。

結果および考察

平成7年度及び平成6年度本等級製品の硬さの平均値を表8に示した。

平成7年度製品は平成6年度製品と同様に秋芽生産期、冷凍生産期ともに経時的に硬くなる傾向が認められた。

平成7年度製品の硬さの範囲は1.91～3.07kgで、平成6年度製品の硬さの範囲は1.28～2.65kgであった。両年度を比較すると秋芽生産期、冷凍生産期とも初回共販に出荷された製品は、平成7年度の方が硬かった。また、両年度に共通して秋芽生産期2回目共販に出荷された製品が年度生産の中で最も硬くなることが認められた。

2. 平成7年度瀬戸内海H県産乾ノリ製品

福岡県の支柱式養殖と異なる浮き流し養殖産地である瀬戸内海H県産乾ノリ製品の硬さを測定した。

また、養殖方法の違いによる乾ノリ製品の硬さについて、6年度及び7年度の福岡有明海産冷凍生産期製品との比較を行った。

材料および方法

I-2で用いた試料を用いて、前述の方法により硬さの測定を行った。

結果および考察

(1) 平成7年度瀬戸内海H県産乾ノリ製品

共販日ごとの硬さの平均値を表9に示した。

H県産乾ノリ製品も福岡有明海産製品と同様に経時的に硬くなった。硬さの範囲は1.72～3.11kgであった。

原藻の摘採が進むと生産される製品が硬くなる傾向は、浮き流し式養殖においても支柱式養殖と同様に認められ、養殖方法によらず乾ノリ製品について共通するものと考えられた。

表9 瀬戸内海H県産乾ノリ製品の共販日別硬さ

単位：kg					
共販月日	12月16日	12月26日	1月8日	1月22日	2月2日
平成7年度	1.75	*1.72	2.25	2.81	3.11

注：共販2回目は1試料の測定値

(2) 平成7年度瀬戸内海H県産と平成6年度及び7年度福岡県産の乾ノリ製品の硬さの比較

平成7年度瀬戸内海H県産乾ノリと本事業で得られた平成6年度及び7年度福岡有明海産の乾ノリ製品の冷凍網生産期共販回数別硬さの推移を図3に示した。

H県共販では、1回目に出荷数量が少なく2回目に初摘採と2回目摘採が出荷されたことから、2回目共販の12月6日を1回目共販とし、以下2回目～5回目とした。

最も軟らかかったのは、平成6年度福岡有明海産1回目共販製品であった。7年度製品については、1回目共販ではH県製品の方がわずかに軟らかかったが、摘採の進んだ4回目、5回目ではH県製品の方が硬くなることが認められた。また、福岡有明海産製品の平成6年度及び平成7年度を合わせた硬さの範囲は1.28～2.64kgであり、H県産製品は1.72～3.11kgであった。

一般に、製品の硬さは浮き流し式養殖製品に比べて支柱式養殖製品の方が軟らかいと言われているが、今回の

表8 柳川大川共販乾ノリ製品の共販回数別硬さ

単位：kg							
	秋芽1回	秋芽2回	冷凍1回	冷凍2回	冷凍3回	冷凍4回	冷凍5回
月 日	11月20日	12月3日	12月26日	1月13日	1月28日	2月11日	
平成6年度	1.38	2.65	1.28	2.34	2.32	2.57	
月 日	11月16日	11月28日	12月22日	1月8日	1月23日	2月6日	2月20日
平成7年度	2.08	3.07	1.91	2.23	2.64	2.31	2.55

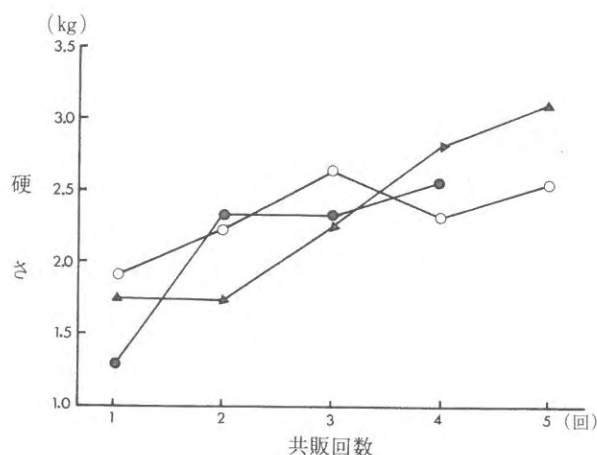


図3 乾ノリ製品の冷凍網生産期共販回数別硬さ

- ：平成7年度福岡有明海産
- ：平成6年度福岡有明海産
- ▲：平成7年度瀬戸内海日県産

結果から、冷凍網生産期における乾ノリ製品の硬さは摘採初期には養殖方法によらず軟らかいが、摘採終期には浮き流し式養殖製品は支柱式養殖製品に比べてかなり硬くなる傾向が認められた。

3. 乾ノリの硬さと養殖水位との関係

支柱式養殖において、ノリ網の干出時間による乾ノリ製品の硬さについて調査した。

材料および方法

I-3で設定した干出時間2時間区（張り込み水位1.6m試験区）と3時間区（張り込み水位1.9m試験区）の1回目摘採と2回目摘採により得られた乾ノリ製品の硬さと原料となった原藻のそれぞれの硬さについて測定を行った。

乾ノリの硬さについては前述の方法により測定した。また、ノリ葉体の硬さについては、75mmほし針に2.6mm、3mmナットを組み合わせ針の重さを調節し、海水を満たしたシャーレの水面下に伸展、固定したノリ葉体の面の5カ所すべてを針が貫通するときの重さを求めた。1サンプル当たりノリ5葉体の測定を行いその平均値（耐針圧）を用いた。

結果および考察

結果を表10に示した。

耐針圧は1回目摘採、2回目摘採時とも干出時間3時間区の方が2時間区より小さく、ノリ葉体はわずかにや

表10 養殖水位による葉体の耐針圧と製品の硬さ

摘採年月日	試験区	耐針圧 (g)	硬さ (kg)
7. 12. 12 (冷凍網1回芽)	高張り	1.91	1.85
	標準	2.17	1.70
7. 12. 20 (冷凍網2回芽)	高張り	3.74	2.21
	標準	4.48	2.41

わらかかったが、製品の硬さは1回目摘採製品、2回目摘採製品とも両試験区間で有意な差は認められなかった。

本県の支柱式養殖では昼間2～3時間程度の干出であれば、製品自体の硬さに大きな差異は生じないと考えられた。

一般に、養殖過程では張り込み水位を高くすることによってノリ原藻が硬くなることは知られているが、本試験の干出時間が張り込み水位で設定したため、干出時間はひとつの目安であり、相対的な干出の時間差を示したことになり、張り込み水位差（30cm）については今後検討が必要であると考えられた。

III 遊離アミノ酸量とテクスチャーの関係

これまでの試験により、食味の評価とした2分後のアミノ酸量は乾ノリ製品および漁場でえられたノリ試料ともに、秋芽生産および冷凍生産の初期に多いことが明らかとなった。また乾ノリ製品の硬さをしめすテクスチャーの値は秋芽生産および冷凍生産の初期に小さくなる、つまりやわらかいことが明らかになった。

ここでは、平成6年度および平成7年度の柳川大川共販の乾ノリ製品について、アミノ酸溶出量とテクスチャーの関係を調べた。

材料および方法

材料は平成6年度および平成7年度の柳川大川共販に出荷された乾ノリ製品を材料として、前述の方法で分析されたアミノ酸溶出量とテクスチャーのデータを用いた。

結果および考察

図4および図5に、それぞれ平成6年度および平成7年度の柳川大川共販の乾ノリ製品の2分後のアミノ酸量とテクスチャーの関係を示した。

この結果から乾ノリ製品の2分後のアミノ酸量とテクスチャーの間には、1%の危険率で負の相関関係が認められた。

また表11および表12に、平成6年度および平成7年度

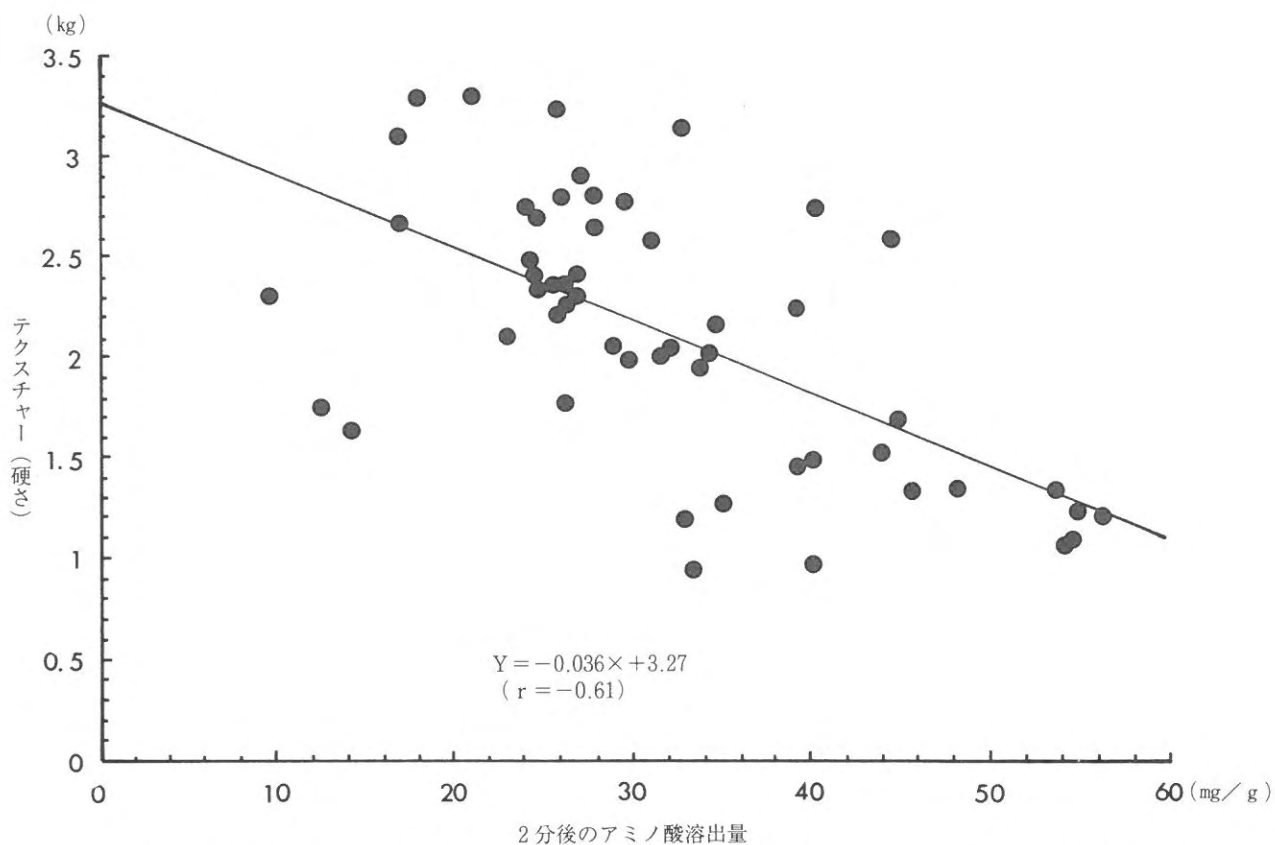


図4 平成6年度柳川大川共販に出荷された製品の2分後のアミノ酸溶出量とテクスチャー（硬さ）の関係

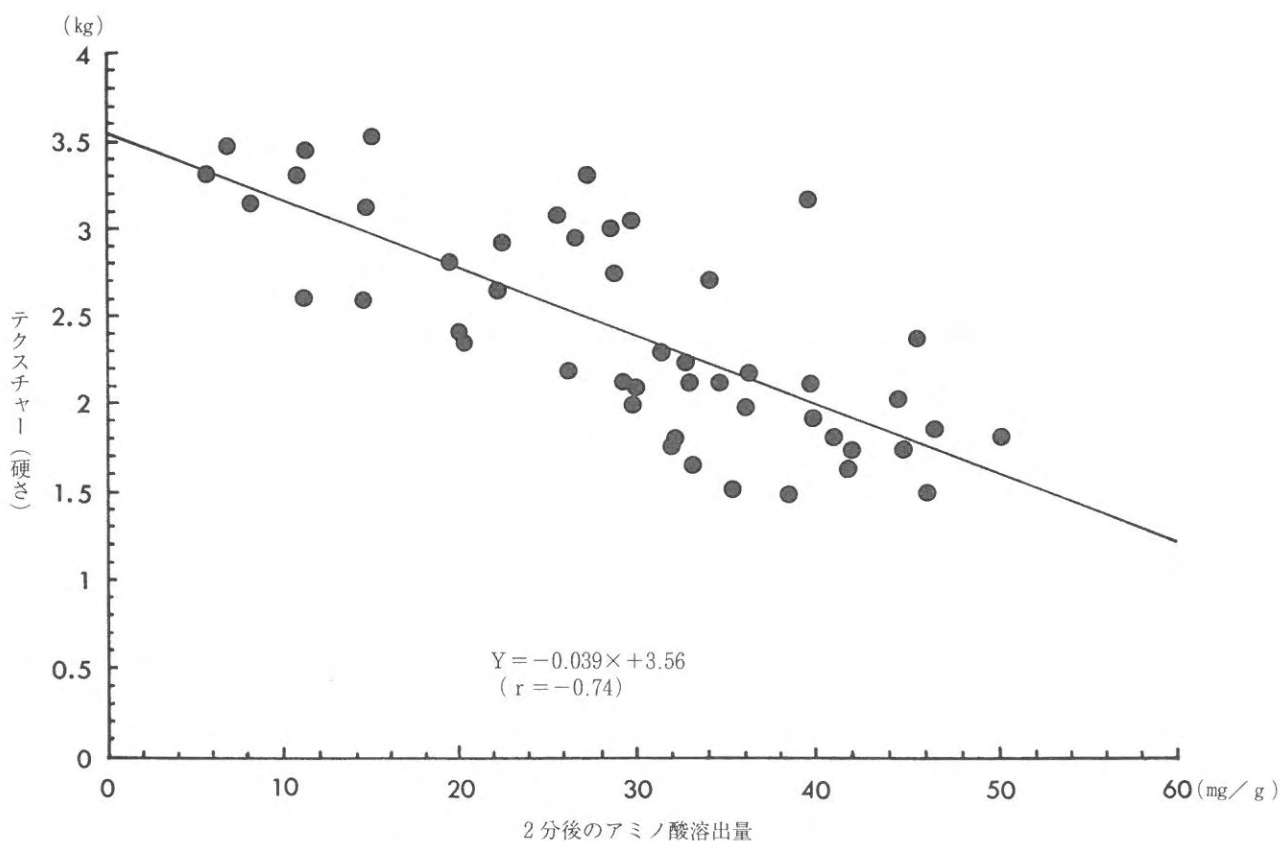


図5 平成7年度柳川大川共販に出荷された製品の2分後のアミノ酸溶出量とテクスチャー（硬さ）の関係

表11 平成6年度柳川大川共販に出荷された製品の2分後のアミノ酸溶出量、30分後のアミノ酸溶出量及びテクスチャー（硬さ）の間の相関関係

	2分後のアミノ酸	30分後のアミノ酸
30分後のアミノ酸	0.62*	—
テクスチャー（硬さ）	-0.61*	-0.16

試料数：54

※1%危険率で有意

表12 平成7年度柳川大川共販に出荷された製品の2分後のアミノ酸溶出量、30分後のアミノ酸溶出量及びテクスチャー（硬さ）の間の相関関係

	2分後のアミノ酸	30分後のアミノ酸
30分後のアミノ酸	0.75*	—
テクスチャー（硬さ）	-0.74*	-0.56*

試料数：49

※1%危険率で有意

の柳川大川共販の乾ノリ製品について、2分後のアミノ酸量、30分後のアミノ酸量およびテクスチャーの相関係数を示した。

2分後のアミノ酸量と30分後のアミノ酸量の関係は、平成6年度および平成7年度ともに1%の危険率で正の相関関係が認められた。この結果は一般的にアミノ酸の溶出量はその含有量が多いほど初期的な溶出も多いことを示すように思われる。しかし平成5年度から平成7年度まで福岡有明の共販に出荷された製品を分析した結果から、蒸留水中で溶出するアミノ酸量の経時的な変化は試料により異なり、含有するアミノ酸量は同程度であっても、浸漬後1～2分間で含有量のほぼ100%溶出する試料もあれば、30分程度経過しないと全てを溶出しない試料も認められた。つまりアミノ酸の溶出量はその含有量が多いほど初期的な溶出も多いとは必ずしもいえないことも明らかになった。

つぎに、アミノ酸溶出量とテクスチャーの関係をみると、2分後のアミノ酸量とテクスチャーの間には、平成6年度および平成7年度ともに、1%危険率で負の相関関係が認められた。いっぽう30分後のアミノ酸量は平成7年度では1%危険率で負の相関関係が認められたが、平成6年度では相関関係が認められなかった。

この結果からアミノ酸の含有量とノリの硬さの間には関係はないと判断された。

ところで2分後のアミノ酸量はテクスチャー小さいほど、つまりノリの硬さがやわらかいほど多かったことから、ノリのアミノ酸の溶出速度を制御する因子として、ノリの硬さが大きく関与していると考えられた。

一般に福岡有明では同一の網での摘採回数が進むほど（ノリ葉体が老化するほど）製品は硬くなるが、この硬さは「かたい」という食味にとってマイナスの作用に加えて、含有する遊離アミノ酸がすみやかに溶出できない作用を有しており、硬さはノリの食味にとって相乗的に阻害する因子であると結論された。

IV うまさの数値化の検討

乾ノリ製品に対して行われている検査は、色、光沢および成形の度合いなどが評価基準とされており、味や硬さは評価の対象にはなっていない。

そこで食味の指標とした2分後のアミノ酸量とテクスチュロメーターによる硬さのデータをもちいて、平成6年度と平成7年度の柳川大川共販の乾ノリを対象にうまさの数値化を試算した。

方 法

材料は平成6年度と平成7年度の柳川大川共販の乾ノリを対象とし、食味の評価として2分後のアミノ酸量は分析の最大値である65.0mg/gを5点、最小値である5.7mg/gを0点となるように比例配分した。またテクスチュロメーターをもちいた硬さ（数値が小さいほどやわらかい）については最大値の3.53kgを0点、最小値の0.90kgを5点となるように比例配分した。

結果および考察

平成6年度柳川大川共販の数値化の試算結果を表13に示した。秋芽生産1回共販では2分後のアミノ酸量、硬さおよびこの両者の合算それぞれに高得点の試料がみられた。しかし秋芽生産2回目にはいずれも得点は低くなった。

一方、冷凍生産は1回共販に2分後のアミノ酸量、硬さおよびこの両者の合算それぞれに高得点が多く、共販回が進むにつれて、いずれも得点が低くなった。

平成7年度柳川大川共販の数値化の試算結果を表14に示した。平成7年度も平成6年度の推移に類似しており、秋芽生産および冷凍生産の1回共販に、2分後のアミノ酸量、硬さおよびこの両者の合算それぞれに高得点の試料がおおく、秋芽生産、冷凍生産ともに共販が進むにつれて、得点は低くなった。

表13 平成6年度柳川大川共販に出荷された乾ノリの2分後のアミノ酸溶出量の評価（満点：5）
分布、硬さの評価（満点：5）および両者を合算した評価（満点：10）分布の推移

共 販 月 日	試 料 数	2分後のアミノ酸溶出量の評 価階級分布	硬さの評価階級分布	2分後のアミノ酸量溶出量と 硬さを合算した評価階級分布
		0～1～2～3～4～5	0～1～2～3～4～5	0～2～4～6～8～10
秋芽1回（11月2日）	11	0 1 5 3 2	0 2 2 1 6	0 2 2 5 2
秋芽2回（12月3日）	8	0 8 0 0 0	1 3 4 0 0	0 7 1 0 0
冷凍1回（12月26日）	7	0 0 3 1 3	0 0 0 2 5	0 0 0 4 3
冷凍2回（1月13日）	8	0 1 6 1 0	2 3 2 1 0	1 2 4 1 0
冷凍3回（1月28日）	11	0 7 4 0 0	1 1 8 1 0	1 4 6 0 0
冷凍4回（2月11日）	9	5 3 1 0 0	1 2 3 3 0	1 4 4 0 0
合 計	54	5 20 19 5 5	5 11 19 8 11	3 19 17 10 5

表14 平成7年度柳川大川共販に出荷された乾ノリの2分後のアミノ酸溶出量の評価（満点：5）
分布、硬さの評価（満点：5）および両者を合算した評価（満点：10）分布の推移

共 販 月 日	試 料 数	2分後のアミノ酸溶出量の評 価階級分布	硬さの評価階級分布	2分後のアミノ酸量溶出量と 硬さを合算した評価階級分布
		0～1～2～3～4～5	0～1～2～3～4～5	0～2～4～6～8～10
秋芽1回（11月16日）	12	0 1 6 5 0	1 1 4 6 0	0 3 4 5 0
秋芽2回（11月28日）	9	7 2 0 0 0	6 3 0 0 0	6 3 0 0 0
冷凍1回（12月22日）	7	0 0 3 4 0	0 0 3 4 0	0 0 3 4 0
冷凍2回（1月8日）	6	0 1 5 0 0	2 0 1 3 0	0 2 3 1 0
冷凍3回（1月23日）	6	0 4 2 0 0	1 3 2 0 0	0 4 2 0 0
冷凍4回（2月5日）	5	0 2 3 0 0	0 1 4 0 0	0 1 4 0 0
冷凍5回（2月20日）	4	2 1 1 0 0	1 1 2 0 0	1 2 1 0 0
合 計	49	9 11 20 9 0	11 9 16 13 0	7 15 17 10 0

一般に福岡有明における共販では、平均単価は秋芽生産と冷凍生産のいずれも第1回に高く、共販が進むにつれて平均単価は減少するが、今回の数値化の試算結果もこれと同じ傾向が認められた。

今回の数値化の試算はアミノ酸溶出量と硬さの程度を単純に比例配分したものであり、柳川大川共販の乾ノリ製品についての「うまさ」をしめす指標であるが、今後はいろいろな産地の製品をもちいて分析値の範囲を把握

し、これに官能検査を加味した再検討を行い、客観的な評価基準としたい。

V 平成5年度、6年度および7年度事業のまとめ

1. 品質評価基準の検討

(1) 遊離アミノ酸の分析方法の検討

ノリの呈味成分のなかで遊離アミノ酸（以下アミノ酸量という）は味の主体であるとされており、アミノ酸に

ついて産地間の比較は複数の報告がある。これらの分析はいずれもアルコールをもちいた抽出であり、アミノ酸の含有量での比較に過ぎない。

そこで「食べてうまい」といった食味としては、ノリを口に含んだときにすみやかに溶出するアミノ酸量の多少が大切な要素であると考えられるため、一定温度で蒸留水に浸漬して溶出するアミノ酸量の経時変化を追究した。

30℃で振とうした場合、アミノ酸の溶出量は時間とともに増加し、とくに浸漬後5分までの変化が大きく、30分を経過するとほぼ一定になった。この30分後のアミノ酸量は熱エタノールにより抽出したアミノ酸量と比較すると、蒸留水での溶出の方が約10%少ない程度であった。

この試験結果から、食味を評価するための指標として30℃蒸留水浸漬時間を2分後に、また含有量を評価するための指標として30分後に決定した。

またカテゴリー尺度法により官能検査した結果、官能評価値と2分後のアミノ酸量との間には正の相関関係(R: 0.855, 5%危険率で有意)が認められた。

(2) 製品のアミノ酸分析

これら2分後および30分後の指標をもちいて平成5年度、6年度および平成7年度について福岡有明の共販の製品を分析した結果、蒸留水浸漬2分後のアミノ酸量は5.7~65.0mg/gの範囲であり、30分後のアミノ酸量は14.2~77.5mg/gの範囲であった。

経時的に推移をみると、2分後のアミノ酸量は秋芽生産および冷凍生産のいずれも第1回に多く、第2回以降には減少した。いっぽう30分後のアミノ酸量は秋芽生産と冷凍生産の第1回に多く、第2回以降に減少する傾向がみられたが、減少の程度は2分後のアミノ酸量に比べてゆるやかであった。

等級別にみると、2分後のアミノ酸量は共販時期によっては本等級の上位に多く、下位および別等級に少ない傾向もみられたが、全ての共販に共通した傾向ではなく、総じていえば等級による大きな違いはないと判断された。

また平成7年度に養殖漁家に依頼して冷凍生産期に連続してほぼ毎日製品をサンプリングしてアミノ酸を分析した結果、2分後および30分後のアミノ酸はいずれも摘採回数が増すごとに減少した。また30分後のアミノ酸量に対する2分後のアミノ酸量の割合は摘採回数が増すごとに減少した。つまりアミノ酸の溶出速度は若い芽ほど大きく、老化した芽ほど小さかった。

(3) 製品の硬さ(テクスチャー)

乾ノリの硬さはテクスチュローメーターをもちいて測

定した。平成6年度と7年度の柳川大川共販の製品を測定結果、硬さの範囲は1.28~3.07kg/gであり、秋芽生産期、冷凍生産期ともに経時的に硬くなる傾向が認められた。等級別にみると、本等級に比べて別等級が硬い傾向がみられた。

(4) 製品のアミノ酸量と硬さの関係

平成6年度と7年度の柳川大川共販の製品について、2分後のアミノ酸量と硬さの間には有意な負の相関関係が認められた。いっぽう30分後のアミノ酸量と硬さの間には有意な負の相関関係は認められなかった。

2分後のアミノ酸量はテクスチャーが小さいほど、つまりノリの硬さがやわらかいほど多かったことから、ノリのアミノ酸の溶出速度を制御する因子として、ノリの硬さが大きく関与していると考えられた。

一般に福岡有明では同一の網での摘採回数が進むほど(ノリ葉体が老化するほど)製品は硬くなるが、この硬さは「かたい」という食味にとってマイナスの作用に加えて、含有する遊離アミノ酸がすみやかに溶出させない作用もあわせて有しており、硬さはノリの食味にとって相乗的に阻害する因子であると考えられた。

(5) 評価基準の検討

平成6年度と7年度の柳川大川共販の製品について、2分後のアミノ酸量と硬さの測定結果をもちいて、数値化の試算した。平成6年度と7年度ともに、秋芽生産および冷凍生産の1回共販に、高得点の試料がおおく、秋芽生産、冷凍生産ともに共販が進むにつれて、得点は低くなった。

一般に福岡有明における共販では、平均単価は秋芽生産と冷凍生産のいずれも第1回に高く、共販が進むにつれて平均単価は減少するが、今回の数値化の試算結果もこれと同じ傾向が認められた。

今後はいろいろな産地の製品をもちいて分析値の範囲を握し、これに官能検査を加味した再検討を行い、客観的な評価基準としたい。

(6) 迅速・簡易な測定法の検討

平成5年度の柳川大川共販の製品について、光沢計による0度と30度の反射率、色彩色差計による明度と彩度、水中剥離時間、および蒸留水浸漬後の溶出液の色素量(波長560nmの吸光度)と同溶出液の有機物量(波長280nmの紫外吸光度)の測定値と2分後のアミノ酸量と間の相関をみたが、いずれも有意な相関は認められなかった。

今回の試験ではアミノ酸量の迅速・簡易な測定法を見出せなかったが、測定法非破壊分析法である近・遠赤外

吸光度法などの検討が必要と思われた。

2. 養殖・加工条件と品質の関係

(1) 環境条件

平成5年度と6年度の漁期について、漁場調査でえられた原藻のアミノ酸量と水温、比重、DIN（無機3態窒素量）およびDIP（無機りん酸態りん量）の関係を調べた結果、平成8年1月末にプランクトンの増殖により、DINとDIPの急激な減少に伴い、含有量の指標とした30分後のアミノ酸量は著しく低下し、2分後のアミノ酸量も低下した。これ以外の漁期ではアミノ酸量と水温などとの間には有意な関係は認められなかった。また漁場条件として岸より漁場は沖合い漁場に比べて、水温と比重が低くDINとDIPは多いが、2分後および30分後のアミノ酸量は岸より漁場と沖合い漁場とで、明かな違いはみられなかった。これらの結果から、水温、比重が常態的に推移したなかで、水温は9℃以上、比重は20以上、DINは10 μ g at/l以上およびDIPは1 μ g at/l以上であれば、これらの環境因子は2分後および30分後のアミノ酸量にとくに影響を与えないと考えられた。

(2) 養殖条件

福岡有明の養殖はすべて支柱式であり、養殖水位はノリの収量や質を大きく左右している。このため養殖水位がアミノ酸量および硬さに与える影響をみるために、昼間の干出時間を2時間とした標準区と水位が高めの昼間3～4時間とした試験区を設定して養殖した。この結果、2分後および30分後のアミノ酸量および硬さは標準区と試験区とで大きな差はなかった。このため養殖水位は通常の管理の指標とされる昼間2時間程度の干出でよく、食味の向上を図るために必ずしも通常以上の干出時間をとる必要はないと考えられた。

福岡有明では乾ノリ製品の光沢度と黒みを上げるために、秋芽生産および冷凍生産のいずれも早い時期には夜間の摘採がおこなわれているが、摘採時刻とアミノ酸量を調べた結果、2分後および30分後のアミノ酸量は早朝には少なく、昼間の3時頃に多い結果であった。

福岡有明では冷凍生産の安定を図るために、11月下旬に秋芽網を漁場から全て撤収し、12月上旬に新しく冷凍網を一斉に張り替えている。この漁場行使、つまり網の張り替えとアミノ酸量および硬さをみると、平成5年度、6年度および7年度の福岡有明の乾ノリ製品の2分後のアミノ酸量は秋芽生産と冷凍生産のいずれも第1回にもっとも多く、硬さも同様に秋芽生産と冷凍生産のいずれも第1回にもっともやわらかかったことから、食味を向上

させるには替え網が有効であると判断された。また漁場調査でも原藻の2分後のアミノ酸量は秋芽初回摘採時と冷凍初回摘採時に多く、さらに平成6年度の冷凍生産期で試験的に替え網をした原藻の2分後のアミノ酸量は初回摘採時に多かったことも、替え網による食味の向上を支援した結果である。

(3)加工条件

漁場での摘採から1枚の乾ノリ製品になるまでの過程で、材料には貯留、細断、淡水浸漬、抄製および加温といった負荷がかかるため、この間のアミノ酸量の減耗を調査した。平成5年度にはノリの葉体温度を10～30℃まで制御して乾燥したが、この温度差による2分後および30分後のアミノ酸量の違いは認められなかった。平成7年度に摘採後の原藻と加工後の製品について分析した結果、2分後および30分後のアミノ酸量には違いは認められなかった。ところで平成6年度に原藻を18時間貯留した試験では、貯留により2分後および30分後のアミノ酸量は減少する傾向がみられた。

これらの試験結果から、通常の数時間程度の貯留であれば、加工によるアミノ酸量の減耗はほとんどないと判断された。

3. 食味を高めるための生産管理技術の検討

これまで得られた知見のなかから、食味を高めるための生産管理技術を検討した。

食味の評価とした2分後のアミノ酸量は秋芽生産期と冷凍生産期の早い時期に多く、また硬さも秋芽生産期と冷凍生産期の早い時期やわらかいことが明らかになったが、これは秋芽生産から冷凍生産に移行する過程で、すべての秋芽網が漁場から撤収され、一斉に冷凍網に切り替えられたためであり、試験的に冷凍生産期に新しく網を張り替えた場合も2分後のアミノ酸量は多い結果であったことなどから、食味を高めるには新しい冷凍網に張り替えることが重要な意味をもつことが明らかになった。

福岡有明では冷凍生産は12月から翌年の3月までであり、冷凍期間中は通常では網の張り替えはほとんどおこなわれずに同一網から7回～9回も摘採されている。乾ノリ製品の2分後のアミノ酸量は摘採回数が増すほど減少し、さらに硬さも硬くなることから、すべて支柱式養殖である福岡有明の乾ノリは摘採回数が進むにつれて、浮き流し式の乾ノリとの違いがなくなることも明らかになった。そこで支柱式養殖にとって食味としての優位性保つためには、環境条件として水温は9℃以上、比重は20以上、DINは10 μ g at/l以上およびDIPは1 μ g at/l以上

で、また網の干出時間を通常の昼間2時間に管理する養殖条件であれば、1月および2月に網を張り替えることで技術的には可能になると考えられる。しかしこの替え網の実施にあたっては、網を張り替えることによる収量の低下を補う分だけの単価がえられるかどうかが課題である。

文 献

- 1) 半田亮司, 藤井直幹, 岩渕光伸, 福永 剛: ノリの品質特性評価と生産管理技術に関する研究, 平成5年度水産業関係地域重要新技術開発促進事業報告書, 1-20 (1994).
- 2) 半田亮司, 小谷正幸, 藤井直幹, 岩渕光伸: ノリの品質特性評価と生産管理技術に関する研究, 平成6年度水産業関係地域重要新技術開発促進事業報告書, 1-25 (1995).
- 3) 斉藤宗勝, 荒木 繁, 桜井武麿, 大房 剛: 乾海苔における光合成色素含量および全窒素・全遊離アミノ酸・全遊離糖含量の時期的変動と産地間の相違, 日水誌, 41, 365-370 (1974).
- 4) 吉江由美子, 鈴木 健, 白井隆明, 平野敏行: 生産地ならびに価格の異なる乾のりの遊離アミノ酸および脂肪酸組成, 日水誌, 59, 1769-1775 (1993).
- 5) 野田宏行, 岩田静昌: 新編・海苔製品向上の手引き, 全国海苔介類漁業協同組合連合会 (1983).
- 6) 大房 剛, 荒木 繁, 桜井武麿, 斉藤宗勝: アマノリの日周期変化に関する生理的研究-Ⅱ, 室内培養下の藻体にみられた生長および2, 3の成分含有量について, 日水誌, 43, 251-524 (1977).

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によって従来から行われてきた。これによって生長のよい品種が選抜され、収量の増大が図られてきた。その反面、うまみ、色調などの品質面ならびに耐病性等、生長以外の特性を対象とした品種の選抜、改良は現在まで事例は少ない。本事業は現在養殖に使用されている品種と色素変異体を用いて低塩分耐性株の選抜、交雑技術を確立し、高品質品種作出のための技術開発を行うことを目的とした。

方 法

1. 色素変異体を用いた交雑試験

交雑による新品種作出を行うため色素変異体のナラワ赤芽とナラワ緑芽を用いて交雑試験を行った。

(1) 地先海水+ESS培地で通気培養した25日令の葉体縁辺部をそれぞれ1 cm角に切り取り300ml フラスコで通気培養(100ml/min)を行い交雑を試みた。培養海水には地先海水+ESS培地を用いた。果胞子の放出を確認した後、カキ殻に果胞子をまきつけた。

(2) 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1 cm角に切り取り、1枚ずつ抱き合わせ2 mmメッシュのナイロン製の網で挟み固定した後2 l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、葉体切片をシャーレに移し、静置培養を行い果胞子の落下を待った。

2. 葉体切片培養試験

交雑に必要な未受精の造果器を得るために葉体切片をアガロースゲル中で培養した。

地先海水+ESS培地で通気培養した25日令のナラワ赤芽、40日令のナラワ緑芽を検鏡し、成熟が見られない葉体の縁辺部をメスを用いて1 mm四方の大きさに切り出し、アガロース濃度を4段階(1.2 2.4 3.6 4.8%)に調整したSWM-Ⅲ改変培地(3倍補強)に包埋後、静置培養を行った。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。

3. 成熟葉片のプロトプラスト化による未受精造果器の摘出試験

方法-2で得られたアガロースゲル中の成熟、未受精の葉片を定法に従ってプロトプラスト化した。

4. 低塩分耐性株の培養試験

平成6年度、低塩分条件下で培養を行った際、最大葉長を示した個体を選抜して自家受精させたふくおか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。対照区としてふくおか1号とオオバグリーンを同じ条件下で培養試験を行った。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(塩分は20~22)を用い、1 lフラスコで通気培養(100ml/min)を行った。培養条件は温度18℃、照度白色蛍光灯下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。各品種の葉長、葉幅を採苗後30日目に測定した。

5. 交雑確認手法(アイソザイム分析)

ナラワ赤芽、ナラワ緑芽の葉体を試料として水平式デンブングル泳動法により、糸状体、葉体につい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。アイソザイムの検出は「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)」の処方を参照した。染色は水平式デンブングル泳動法で行ったものについてはSOD, SDH, ESTの3酵素について行った。ポリアクリルアミドゲル電気泳動法で行ったものについてはG6PD, ADHの2酵素について行った。

結 果

1. 色素変異体を用いた交雑試験

(1) ナラワ赤芽を母藻とする糸状体は73個体得られた。糸状体の色調から、ナラワ赤芽の自殖によると判断され

糸状体が37個体、ナラワ緑芽の自殖によると判断される糸状体が36個体であり、明らかに交雑が起こったと判断される野生色の糸状体は得られなかった。

ナラワ緑芽を母藻とする糸状体は60個体得られた。糸状体の色調から、60個体全てナラワ緑芽の自殖によって生じた糸状体であると判断された。

以上の結果から通気培養による交雑法だけでは交雑が起こる確率は非常に低いと判断された。

(2) 両品種の母藻から糸状体を得た。7枚ずつ計14枚のシャーレに分け培養を行っている。交雑の確認は行っていない。

2. 葉体切片培養試験

培養開始1週間後の検鏡結果を図1に示した。培養開始1週間後、細胞が成熟化した葉体切片、成熟化の後精子を放出した葉体切片、単胞子化した葉体切片、変化の見られない葉体切片がアガロース濃度1.2%、2.4%、3.6%、4.8%それぞれの段階の試験区で得られた。1.2%、2.4%、3.6%の3濃度のゲルは高い割合で精子の放出がみられた。4.8%のゲルは成熟化しただけで精子の放出は抑えられていた。

精子を放出した葉体切片はゲル中で受精し果胞子を生じるため1.2%、2.4%、3.6%の3濃度のゲル中の葉体切片は高い割合で受精すると判断された。4.8%のゲルは

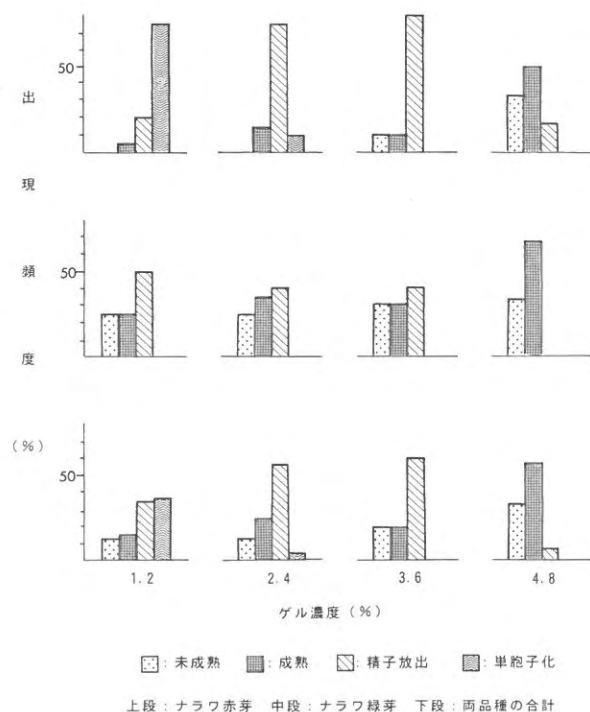


図1 ゲル濃度別アガロースゲル培養試験の結果

精子放出の割合が低いので多数の未受精造果器が存在すると判断された。以上、ゲル濃度と成熟に関係はなかった。ゲル濃度が高い、すなわちゲルが固いと精子放出が抑制されるという結果が得られた。

3. 成熟葉片のプロトプラスト化による未受精造果器の摘出試験

材料とした葉片が硬かったため、プロトプラスト化を行う際にパパイン処理の時間を30分から60分に変更することにより効率的にプロトプラストを得ることができた。得られたプロトプラストの中から未受精の造果器のピックアップを試みたが造果器、単胞子、栄養細胞との区別ができず、ピックアップは不可能であった。

4. 低塩分耐性株の培養試験

両品種の培養開始後30日の葉長を図2、葉長葉幅比を図3、葉体を図4、5に示した。ふくおか1号と低塩分選抜ふくおか1号について葉長、葉長葉幅比で比較を行った。葉長、葉長葉幅比ともに両者に差はなく、選抜効果は得られなかった。

オオバグリーンと低塩分選抜オオバグリーンも同様に比較を行った。葉長は低塩分選抜オオバグリーンがオオ

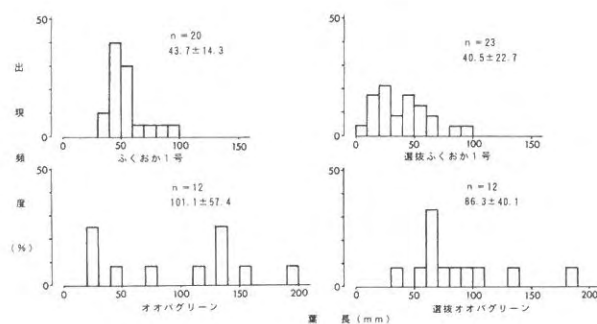


図2 培養開始後30日目における葉長組成

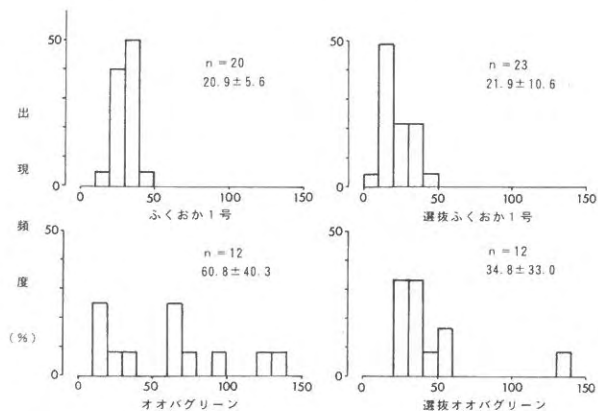


図3 培養開始後30日目における葉長葉幅比

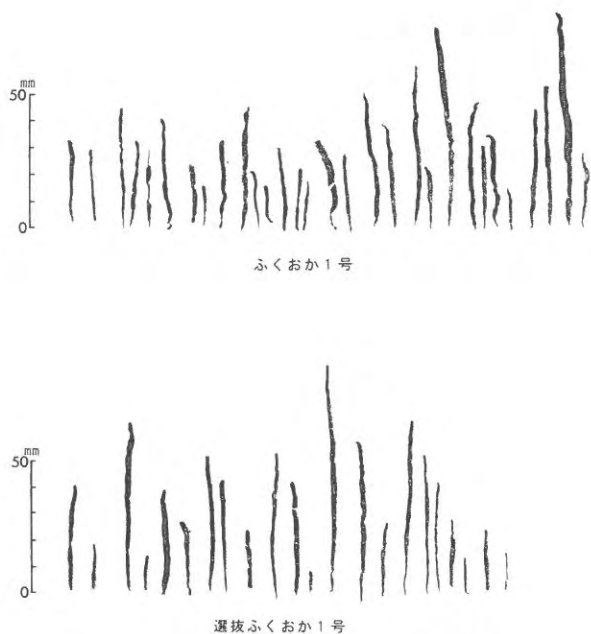


図4 培養開始後30日目における葉体



図5 培養開始後30日目における葉体

バグリーンを下回るという結果が得られた。葉長葉幅比は低塩分選抜オオバグリーンがオオバグリーンを下回る、いいかえると葉幅が大きいという結果が得られた。図5に示すようにオオバグリーンは極細葉であるが選抜株は異なった形態となった。以上の結果から、ふくおか1号では選抜の効果はない、オオバグリーンでは選抜の効果があると考えられた。

5. 交雑確認手法（アイソザイム分析）

水平式デンブengel泳動法により分析を行った3酵素についてはナラワ赤芽、ナラワ緑芽でSOD、SDH、で共通なバンドを1本検出したがESTでは検出されなかった。得られたバンドの移動度は同程度と判断されたが泳動像の鮮明さに欠けた。

ポリアクリルアミドゲル電気泳動法により分析を行った2酵素についてはADHで糸状体にそれぞれ2本、葉体にそれぞれ1本バンドが検出された。G6PDではバンドは検出されなかった。

考 察

交雑により得られた糸状体の交雑確認は、色調による判別に頼るしかなく、糸状体の生長を待たないと判別ができない。今後、より効率的な交雑方法を考えなければならない。

葉体切片培養試験からはアガロース濃度1.2～3.6%の3段階の濃度では成熟後、精子を放出するという結果が得られた。この結果から、これらの濃度では造果器は受精するため交雑に利用はできないと判断された。アガロース濃度4.8%は成熟後、精子の放出を抑制する結果が得られた。この結果から、4.8%またはそれ以上の濃度の固いゲルでは未受精造果器を得ることができると判断された。今後の課題は確実な交雑のための精子の受精能をなくす技術等の開発である。

葉体切片のプロトプラスト化は成功したが栄養細胞、単孢子、造果器の判別法に課題が残った。

低塩分耐性株はふくおか1号は選抜効果がみられなかった。オオバグリーンの選抜株は高生長を示してはいないが1回の選抜で選抜効果がみられた。なぜオオバグリーンの方だけで選抜効果が見られたのかその理由は分からなかった。

アイソザイムについてはポリアクリルアミド電気泳動法は得られたバンドに歪みはみられなかったが泳動像がうすく注入する試料の量、濃度に再検討が必要である。2種類の電気泳動法を比較すると水平式デンブengel泳

動法よりもポリアクリルアミドゲル電気泳動法の方が得られるバンドに歪みが少なく解析に適していると判断された。

要 約

1. 色素変異体を用いた交雑試験

通常の通気培養による交雑法では交雑が起こる確率は非常に低いと判断された。

2. 葉体切片培養試験

アガロースゲル中で葉体切片は生長し成熟した。特にゲル濃度4.8%では精子の放出が見られず未受精造果器を含む葉体切片が得られた。

3. 成熟葉片のプロトプラスト化による未受精造果器の摘出試験

プロトプラストを得ることはできたが造果器、栄養細胞、単孢子との区別が出来ず未受精造果器の摘出はでき

なかった。

4. 低塩分耐性株の培養試験

平成6年度低塩分培地で選抜を行ったオオバグリーンで低塩分耐性の選抜効果が見られた。

5. 交雑確認手法（アイソザイム分析）

水平式デンプンゲル泳動法とポリアクリルアミド泳動法を行った。解析にはポリアクリルアミド泳動法の方が適していると判断された。試料の調整法に検討の必要がある。

文 献

- 三浦・藤尾・須藤（1978）Jap.J. Phycol.26：139-143.
藤尾・尾庭・湯沢・高橋（1989）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：42-56