

赤穂市地先養殖漁場におけるノリ芽流失調査 (1993年)

草加耕司・泉川晃一

Investigation of Reduced Number of Nori *Porphyra* spp. Thallus
in Ako Waters (1993)

Koji KUSAKA and Koichi IZUMIKAWA

キーワード：ノリ流失，バリカン症，1993年

平成2年度(1990年)漁期に、兵庫県赤穂市千種川河口沖の浮き流し養殖漁場において、本張り直後のノリ葉体が流失する現象がみられた¹⁾。流失は程度の差はあるものの平成3年、4年²⁾と連続してみられ、当漁場ではやむなく最も良質のノリが生産できる河口付近の漁場を回避して養殖を続けている。

そこで、当養殖漁場におけるノリ芽流失の原因を究明し、その対策を検討する目的で水温・塩分などの環境調査と養殖試験及び2、3の室内実験を実施したので報告する。

材料と方法

1. 現地調査 調査は1993年11月30日から12月15日に、図1に示した兵庫県赤穂市地先海域の岡山県日生町漁業協同組合ノリ養殖漁場(以下、漁場とする)で実施した。同漁場内には20枚張りの浮き流しノリ養殖セットが34セット設置されていた。調査点、項目別の調査工程を表1に示した。

表1 調査点，調査項目別調査工程

定点	調査項目	月/日	11/30	12/3	12/7	12/15
	自記式水温・塩分計による連続測定		○	—	—	○
			設置			撤収
St. 1	水質調査		○	○	○	○
	現地観察		○	○	○	○
	ノリ網のサンプリング		○	○	○	○
St. 2	現地観察		○	○	○	○
	ノリ網のサンプリング		○	○	○	○
St. 3	培養水採水				○	○
	周辺セットの流失状況調査			○		

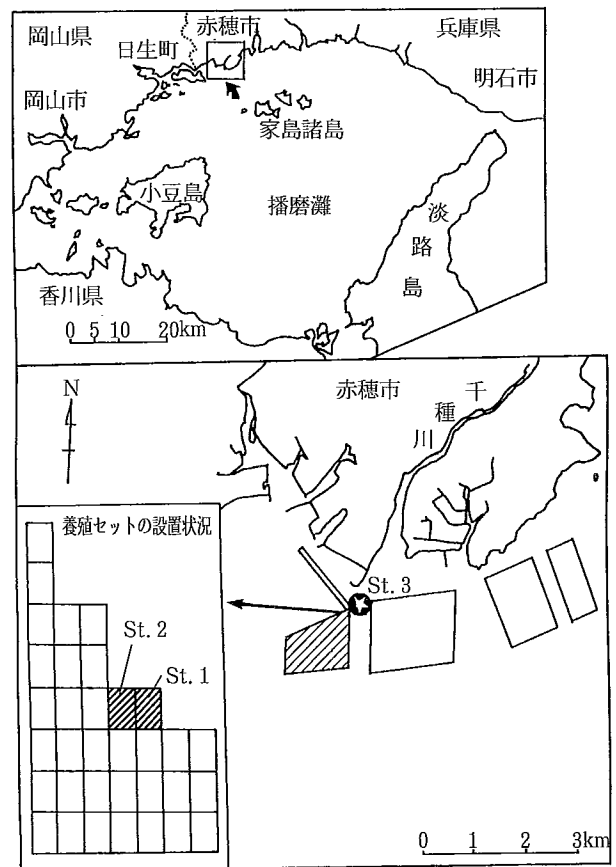


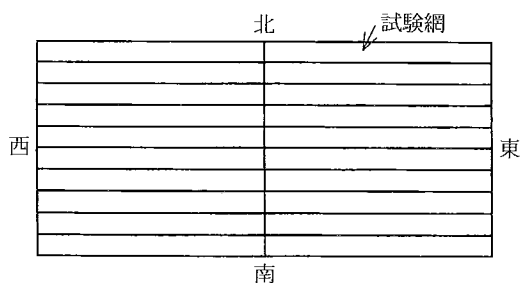
図1 調査実施場所

1) 漁場環境調査 St. 1の表層に自記式水温・塩分計を設置し、20分間毎の水温・塩分を記録した。水温・塩分計は11月30日に設置し、12月15日に撤収した。また、現地調査時にSt. 1の表層及び-50cm層の水温、塩分、pH、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、溶存態無機窒素(DIN)を測定した。

2) 養殖試験 11月30日にSt. 1及びSt. 2のノリ養殖セットに各1枚ずつ試験網を張り込み、ノリの成育状況、及び流失状況を12月15日まで調査した。試験網は'93年10月に岡山市久々井地先で育苗し、冷凍保存したナラワ

スサビノリ *Porphyra yezoensis* の冷凍網を用いた。

試験網及び試験区の設置状況を図2に示した。今年度はノリ芽流失の原因として考えられる河川水、カモ類による食害及び魚類による食害のうち、最も影響の大きい要因を探索することを目的として試験区を設定した。試験区はSt. 1が表層張り、-25cm、-50cm沈設とし、ノリ網の縁辺部2か所の海面上から1.5mの高さに22×16×5mmのフェライト磁石を設置した。St. 1の-25と-50cm沈設区は、試験開始から12月7日まで沈設して葉体を伸長させた後、表層張りにして流失状況を観察した。St. 2は表層張り、-25cm、-50cm沈設のほか、表層張りのノリ網の上に目合い80mmと25mmの漁網及びノリ網の下に25mmの漁網と6mmのもじ網（以下、80mmを大網、25mmを中網、6mmを小網とする）をそれぞれ設置した。なお、沈設は河川水の影響を、磁石及びノリ網の上部を覆う網はカモ類の食害、ノリ網の下部を覆う網は魚類による食害の排除を目的とした試験区である。



養殖セット内での試験網の位置

●磁石 ●磁石 ●水温・塩分計

表層張り	-25cm	-50cm	-25cm
------	-------	-------	-------

定点1における試験区の設定

-50cm	-25cm	上網	表層	下網
-------	-------	----	----	----

定点2における試験区の設定

図2 試験区の設置状況

試験網張り込み後の現地観察では、船上からの目視によってそれぞれの試験区のノリの着生状況及び生育状況を観察した後、1試験区につき2節の網糸を切り取り、海水とともにポリエチレン袋に入れて実験室に持ち帰った。実験室では顕微鏡等によりノリの病障害状況を確認し、平均葉長、ノリ芽の着生数を測定した。

3) 周辺セットの流失状況調査 12月3日に漁場内の養殖セットにおけるノリ芽の流失状況を船上からの目視

により調査し、流失の状況をかなりの流失(30~60%流失)、わずかな流失(0~30%流失)、及び流失なしの3段階に区分した。

2. 室内培養実験 実験に供した葉体は、養殖試験に用いたものと同じナラワスサビノリで、網糸のまま解凍した後、3日間前培養した。培養は1lの枝付きフラスコで弱い通気を与え、培養条件は特に断りのない限り20℃、3,000lux、10時間の明期とした。傷害度はエリスロシン直染法により30個体について観察し、葉体面積の30%以上が染色された個体を傷害個体とみなした。

1) 千種川の河川水をベースに作製したASP6の人工海水と通常のASP6を、それぞれ河川水と蒸留水で5段階に希釈した培養液中でノリ葉体を2~24時間培養して傷害度を調べた。河川水は'93年1月19日に赤穂市の千種川下流で採水したものである。

2) 暗期の6時間のみ5段階に希釈したASP6の人工海水でノリ葉体を培養し、更にその期間に5℃の降温条件を与えて傷害度を調べた。培養日数は1日と4日とし、明期には上述の培養条件とした。すなわち4日培養区は塩分・水温の条件の変化を4回反復して与えたことになる。これらの培養条件は、過去の調査結果に基づいて、夜間に低塩分・低水温の影響を受けやすい千種川河口域の環境を再現しようとしたものである。

3) '93年12月7日と15日に、漁場よりも更に河口寄りのSt. 3の表層で採水した海水でノリ葉体を3日間培養し、人工海水と比較した。

結 果

1. 漁場環境 調査期間中の虫明観測所における気象概況を表2に示した。調査期間中の天候は短い周期で変わった。11月30日から12月3日にかけては、曇りがちなが穏やかな天候で気温は高めであった。4~5日は冬型の気圧配置で北西の季節風が強く、気温は低めであった。6~9日は高気圧に覆われ穏やかであったが、10日は低気圧の通過で南西の風が強く、11日は冬型の気圧配置となった。13~14日にも低気圧が通過し、その後冬型の気圧配置となった。降水量は12月1日に6mm、10日に12mm、14日に8mm観測され、これらの日には県北でも10~20mmの降雨があった。漁期当初から調査期間までの降水量は平年よりかなり多かった³⁾。

St. 1の表層における水温・塩分の経時変化を図3に示した。調査期間中の水温は11~16℃の範囲で推移し、塩分は23~30の範囲で推移した。最低塩分は12月2日の18時40分に23.88を観測し、20分間の較差も5.56を記録

表2 虫明における調査期間の気象概況

月/日	気 温 (°C)			風 速 (m/s)				降水量 (mm)
	平 均	最 高	最 低	平 均	最 大	風 向	最 多	
11/25	6.3	10.2	2.2	0.8	2	S	SW	1
26	8.7	12.3	3.7	0.8	2	NNW	NNW	
27	11.2	15.3	8.1	1	3	WSW	WNW	
28	8.9	12.4	0.8	1.7	3	WNW	WNW	
29	5.7	10	0.2	0.8	2	W	W	
30	11.6	15.2	7.7	1	2	E	ENE	6
12/1	13.2	16.4	7.1	0.8	2	N	N	
2	9.9	14.3	6.1	0.8	3	SSW	N	
3	11.7	16.1	8.6	0.6	2	NW	NW	
4	6.2	9.4	1.1	1.8	4	WSW	W	
5	6.8	12.2	2.6	1.5	3	WNW	WNW	1
6	6.4	11.3	1	1.3	3	SW	WNW	
7	6.3	12	-0.1	0.9	2	NNW	N	
8	7.7	13.1	4.6	1.2	3	SSW	N	
9	6.8	13.1	1.7	0.8	5	S	SSW	
10	8.2	9.9	5	1.3	4	WNW	SW	12
11	8.3	11.2	3.2	1.5	3	W	W	
12	5	11.1	0.6	0.6	2	S	N	
13	6.8	10.2	1.4	0.5	1	NW	NNW	
14	7.6	11.7	1.5	1.3	3	WNW	WNW	
15	4.9	10.6	0.9	1	2	NNW	NW	8

した。1日の水温の最大較差は、12月12日に2.7°Cを記録した。今回の調査結果は、過去に行った2~4年度の調査^{1,2)}時よりも全般に塩分が低く、また河川水の影響と考えられる水温・塩分の低下の頻度が高かった。

調査期間における1日のうちで27以下の低塩分を記録した頻度と月齢を図4に示した。なお、11月30日と12月15日は半日の観測のみの結果である。16日間の調査日のうち27以下の低塩分を3回観測したのは2日、2回は6

日、1回は5日、0回は3日であった。1日のうちで低塩分を観測した時刻は、3回の低塩分を観測した2日を除いたすべてが、干潮時の前後から上げ潮時にかけてであった。また1回のみ観測された日における低塩分の時刻は、すべてが22時から9時の干潮時であった。これらのことから、千種川河口域の低塩分は潮汐と密接な関係があり、深夜から明け方に最干潮を向かえる冬季の潮汐では、これらの時刻に河川水の影響を受けやすいことがわかった。一方、今回の調査結果では月齢と低塩分の関係は明らかでなかった。

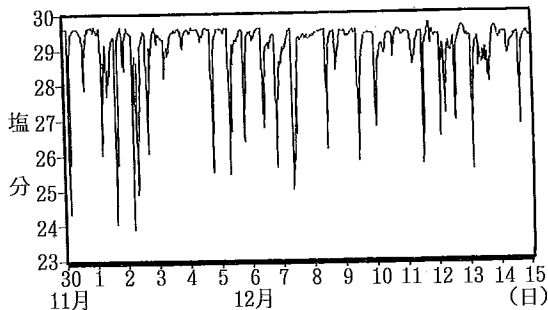
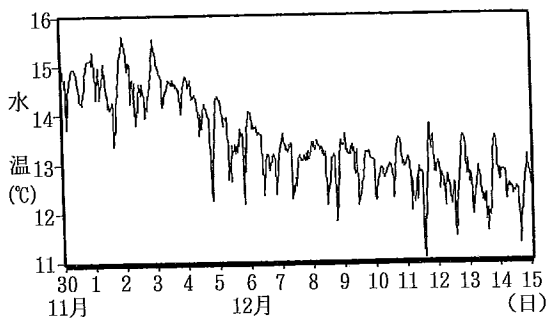


図3 St. 1における水温・塩分の経時変化

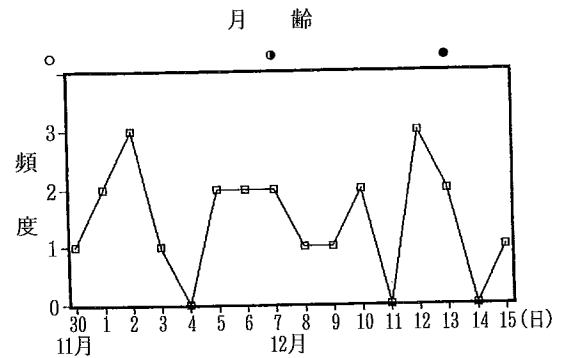


図4 低塩分(27以下)の頻度と月齢

現地調査時の水質測定結果を表3に示した。塩分が28.65~29.53と低めであり、DINが8.03~19.65と高めであった。その他の項目でも特に異常な測定値はみられなかった。また、表層と-50cmでも特に大きな差はみられなかった。

表3 現地調査時の水質

月/日	定点	採水層	水温 (°C)	塩分	pH	NH ₄ -N ($\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$)	DIN ($\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$)
11/30	1	表層	15.0	29.48	8.06	1.58	15.68
	1	-50cm	15.0	29.53	8.05	1.35	19.65
12/3	1	表層	14.9	29.45	7.99	2.29	17.86
	1	-50cm	14.9	29.50	7.99	1.81	19.21
12/7	1	表層	13.8	28.67	8.11	1.54	17.64
	1	-50cm	14.2	28.65	8.12	1.59	18.27
	3	表層	13.6	29.17	8.13	0.72	15.31
12/15	1	表層	12.8	29.43	8.16	1.56	12.73
	1	-50cm	12.9	29.48	8.17	1.49	8.03
	3	表層	12.7	29.29	8.16	2.24	17.59

2. 養殖試験 St. 1とSt. 2における葉長の平均値の推移をそれぞれ図5と6に示した。試験開始時の葉長は16.0 mmであった。St. 1, 2ともに海表面に張り込んだ表層区やノリ網の上下を漁網などで覆う区では、12月3日に著しい流失が認められ、その後の成長もみられなかった。これらの区の12月15日における葉長は11.7~18.1mmであった。St. 1と2の-25cm区では、わずかながら成長がみられ、12月15日におけるSt. 2の葉長は26.9mmであった。St. 1と2の-50cm区では12月7日まで順調に成長し、それぞれ78.4mmと62.8mmとなったが、その後表層張りにしたSt. 1は顕著な流失が認められ、12月15日には表層区と同様の11.7mmとなった。また、St. 2でもSt. 1ほどではないが流失がみられて28.0mmとなった。

以上のように、ノリ網を漁網などで覆う方法や磁石の設置は全く効果がなく、沈設が唯一の対策であることが再確認された。しかし、沈設のまま養殖を続行すれば乾海苔の品質が悪化することから、今回は沈設してある程度伸長さしてから表層張りにする方法を試みたが、効果はみられなかった。

St. 1とSt. 2におけるノリ芽の付着数の変化をそれぞれ図7と8に示した。ノリ芽の付着数は、網糸に着生する親芽の付着密度で示した。試験開始時の付着数は5.6

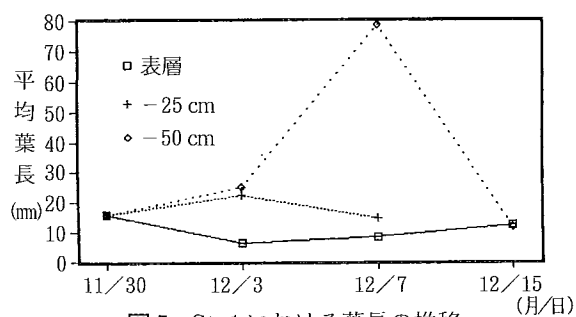


図5 St. 1における葉長の推移

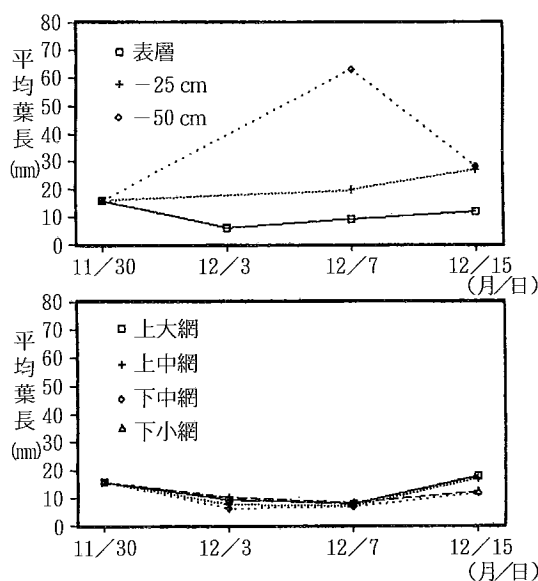


図6 St. 2における葉長の推移

個体/mmであった。St. 1における付着数は、3日後の12月3日には表層区と-25cm区で半減した。12月7日には表層区が0.9個体/mm、-25cm区が2.0個体/mm、-50mm区が1.8個体/mmとなり、沈設した区でもかなりのノリ芽が脱落していることがわかった。St. 2における付着数は、漁網で覆った区の減少が表層区よりも激しく、これらの区では12月3日に0.8~1.4個体/mmと急減した。この原因として網の擦れによる脱落が考えられた。

12月7日調査時のSt. 1におけるさく葉標本の写真を図9に示した。表層区では明らかな芽数の減少が認められ、残存した葉体はバリカン症様の症状がみられた。-25cm区でも表層区ほど顕著でないがバリカン症様の症状がみられた。当漁場におけるノリ芽の流失は、基部からの芽の脱落と葉体の下部における切断が複合した結果によるものと判明した。

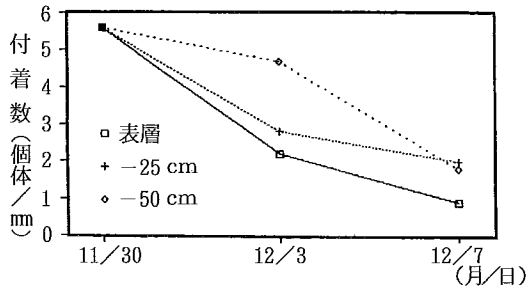


図7 St. 1における付着数の変化

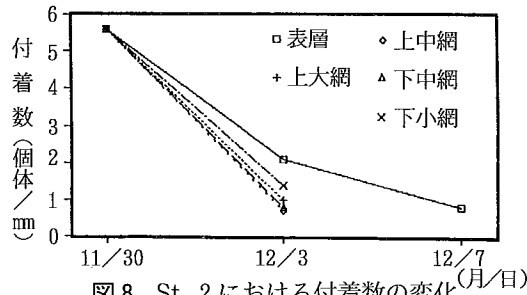


図8 St. 2における付着数の変化

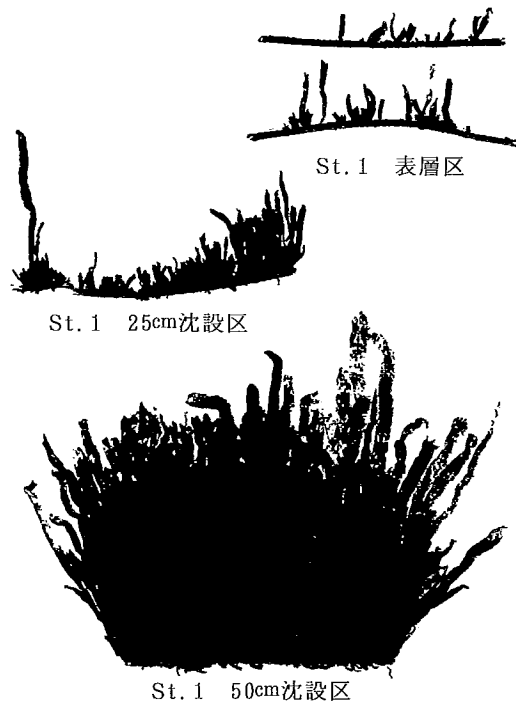


図9 12月7日の調査時におけるさく葉標本

3. 周辺セットの流失状況 周辺セットのノリ芽の流失状況を図10に示した。漁場内には34の養殖セットが設置されていたが、流失が認められたのは、漁場内でも千種川の河口近くに位置する14セットであった。これらのセットのほとんどが30~50cm沈設されていた。ノリ網内での流失の状況は、網の全面が流失しているものや中央部のみが流失しているもの、及び円形に流失しているものなど様々であった。

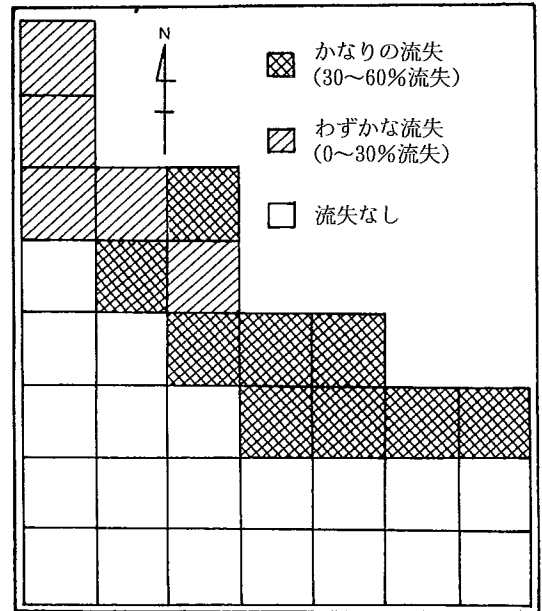


図10 周辺セットの流失状況

4. 室内培養実験

1) 低塩分の影響試験 希釈した培養液で2~24時間培養した葉体の傷害個体率を図11に、希釈した培養液の塩分濃度を表4に示した。千種川の河川水の水質は、塩分1.55, pH 7.38, NH₄-N 4.25 μg/l, DIN 87.25 μg/l, PO₄-P 0.42 μg/lであった。河川水ベースでは淡水の24時間区で50%の個体に傷害が認められたが、淡水の2及び6時間区や1/3海水より塩分の高い区ではほとんど影響がみられなかった。ASP 6では淡水の24時間区における93%を最高に、淡水の6時間区や1/3海水の24時間区で傷害が顕著になった。

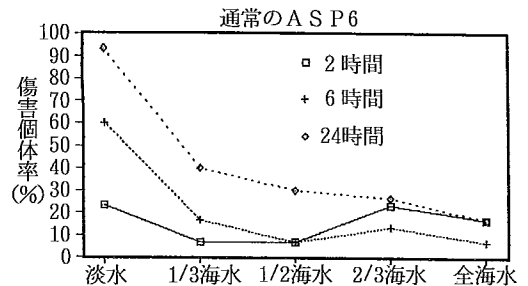
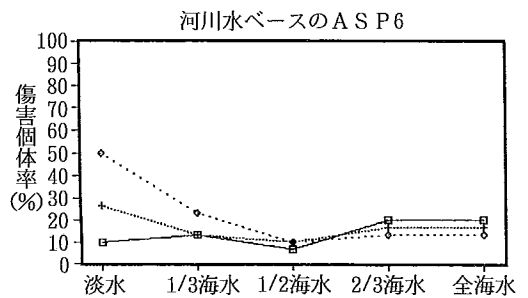


図11 各希釈培養液における傷害個体率

これらの結果から、ノリ葉体は幼葉であっても1/2海水以上の塩分なら24時間の浸漬でもほとんど影響なく、淡水でも2時間程度なら傷害を受けないことがわかった。また、千種川の河川水はノリ葉体になら悪影響を及ぼさず、通常的人工海水と比較しても、差は認められなかった。

2) 低塩分と低水温の影響試験 - 5℃の条件を与えた希釈培養液で培養した葉体の傷害個体率を図12に示した。淡水区のみで顕著な影響がみられた。また、1日と4日の培養でもほぼ同様の結果となり、低塩分・低水温の条件を毎日繰り返し与えても、ノリへの影響が高まるものではなかった。

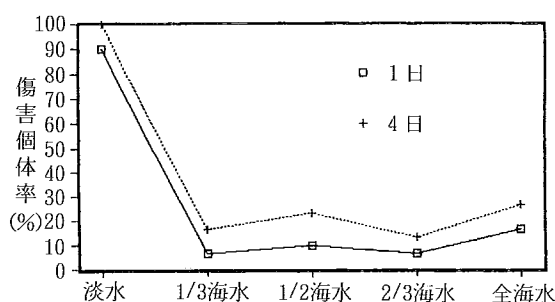


図12 - 5℃の条件を与えた希釈培養液における傷害個体率

3) 現地の海水での培養試験 12月7日にSt. 3で採水した海水で培養した葉体の傷害個体率は13%, 15日の海水は10%, 人工海水では17%であり、明瞭な差はみられなかった。これらの結果から、千種川河口付近の海水がノリ葉体に直接悪影響を及ぼしているとは考えられなかった。

考 察

今回行った養殖試験では、沈設した試験区のみでノリは成長し、表層張りにした区はいずれも流失した。また、水温・塩分の連続測定結果から、流失の被害が顕著な漁場付近では、干潮時に河川水の影響を強く受けていることがうかがえた。これらのことから、当漁場におけるノリ芽の流失の主因は、カモ類や魚類による食害ではなく、千種川の河川水が関与したものであることが明らかになった。

しかし、河川水や河口域の海水を用いた室内実験でもノリに対する悪影響は認められず、また低塩分及び低水温の反復条件を与えた実験でも現場で観測される環境変動の範囲内では影響がみられなかった。有馬ら⁴⁾はバリカン症の発生原因として、生理障害よりもむしろ物理的な要因を想定し、密度の異なる水塊が成層した界面に生じる内部波の関与を指摘している。ノリ芽流失には河川水が関与していることは明かとなったが、その詳細な発生機構は依然として不明であり、今後は物理的な要因を想定した室内実験及び現場でそれらの作用をとらえ、実証するための調査法も検討する必要がある。

5年度の養殖において当漁場の流失被害が多かった原因としては、11月中旬から12月の降水量が平年より多かったことがあげられる。流失の対策として30~50cmの沈設があるが、今回の養殖試験では沈設区でも一部に流失がみられ、5年度のように降雨の多い年にはこれらの対策も確かなものではない。更に有効な対策の検討も急務である。

要 約

1. 赤穂市地先養殖漁場におけるノリ芽流失の原因を究明し、その対策を検討する目的で環境調査と養殖試験及び2, 3の室内実験を実施した。
2. 養殖漁場内の水温・塩分の連続測定結果から、河川水の影響による塩分の低下は、ほとんどが干潮時前後に観測され、特に深夜から明け方に最干潮をむかえる冬季には、この時刻に低塩分化する傾向がうかがえた。
3. 養殖試験ではカモ類や魚類による食害の有無を明らかにするため、ノリ網の上下を数種の漁網で覆う区や磁石を設置した区を設けたが、海表面に張り込んだ区ではいずれも芽の流失がみられた。しかし、水深25~50cmに沈設した区では順調に成長した。これらのことから、ノリ芽の流失の主因は食害ではなく、千種川の河川水が関与したものであることが再確認された。
4. 同養殖漁場内の34の養殖セットうち、河口近くに位置する14セットで流失が認められた。
5. 低塩分や低水温の条件を与えた室内実験では、現場

表4 希釈した培養液の塩分濃度

培 養 液	淡 水	1 / 3 海水	1 / 2 海水	2 / 3 海水	全 海 水
A S P 6 (蒸留水ベース)	0.03	10.57	15.44	19.97	30.03
" (河川水ベース)	1.55	11.3	16.56	21.62	31.55

で観測される環境変動の範囲内においては、ノリ葉体に傷害を与えるような影響はみられなかった。

6. 千種川の河川水をベースに作製した人工海水や河口域の海水でノリを室内培養した結果、悪影響はみられなかった。

文 献

- 1) 草加耕司, 1991: 赤穂市地先でみられたノリ芽の流失について, 南西海ブロック藻類研究会誌, 11, 10-17
- 2) 草加耕司・泉川晃一, 1993: 赤穂市地先漁場におけるノリ芽の流失について-II, 南西海ブロック藻類研究会誌, 13, 19-26
- 3) 草加耕司, 1994: 平成5年度ノリ養殖概況, 岡山水試報, 9, 146-148
- 4) 有馬郷司・吉川浩二・吉田吾郎・高木儀昌・内山祐三, 1994: ノリ葉体の内部波中の動きについて, 南西海ブロック藻類研究会誌, 14, 14-16