

## 有明海区河口域漁場におけるノリ葉体の消失原因について

兒玉 昂幸・白石 日出人・瀧上 哲  
(有明海研究所)

福岡県有明海区の河口域漁場では、ノリ網に付着したノリ葉体が数日で消失する現象が以前から発生しており、生産性の低い漁場となっている。しかし、河口域漁場は栄養塩が豊富にあり、ノリの色落ちが起きにくいいため、原因を特定し有効な対策を講ずれば、ノリの生産性を向上させることができると考えられた。そこで、ノリ葉体消失の原因と考えられる低塩分海水による影響と藻食性動物の食害について検討を行ったところ、現場においてカモの摂食を確認し、消化管からもノリが見られた。また、カモの侵入を防ぐための囲い網を設置したノリ網では、消失は発生しないことが確認された。以上のことから、ノリ葉体消失はカモ類による食害が原因であり、カモ類のうち特にオナガガモとヒドリガモによる影響が大きいことが明らかとなった。

キーワード：有明海，ノリ葉体消失，カモ，食害，低塩分

福岡県有明海区の河口域漁場では、ノリ網に付着したノリ葉体 *Pyropia yezoensis* が数日で消失し、ノリの生産が困難になる現象（以下、「ノリ葉体の消失」とする）が以前から発生している。<sup>1)</sup> そのため、被害が発生する河口域漁場では、ノリ葉体の消失による生産量の低下や被害を嫌うためそもそも生産を行わないなど、生産性の低い漁場となっている。しかし、河口域漁場は栄養塩が豊富にあり、ノリの色落ちが起きにくいいため、ノリ葉体の消失原因を特定し、その防止策を確立することができれば、河口域漁場におけるノリの生産性を向上させることができると考えられる。

ノリ葉体の消失は、有明海区のみならず、山口県、大分県、千葉県、愛知県、三重県など全国のノリ生産地でも発生しており、バリカン症という名称で呼ばれている。

主な原因としては、河川から流れ込む河川水による影響とカモやクロダイ *Acanthopagrus schlegelii*、ボラ *Mugil cephalus* などの藻食性動物による食害の2つが考えられている。<sup>1-13)</sup>

そこで、本研究では、ノリ葉体の消失原因を解明し、河口域漁場の生産性を向上させることを目的として、低塩分海水による影響と藻食性動物による食害の2つの要因について検証を行った。

### 方 法

#### 1. ノリ葉体の消失状況の把握

2010年11月22日～2011年2月1日にかけて、図1に示す

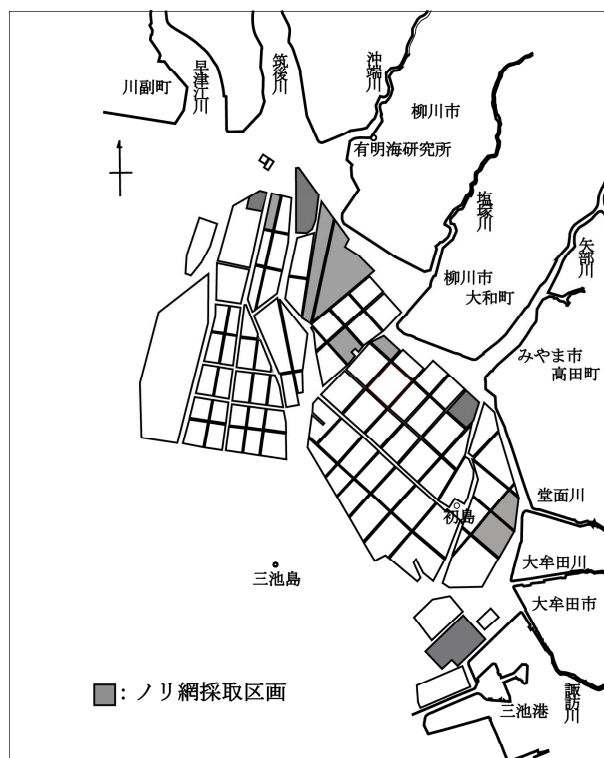


図1 2010年度にノリ網を採取したノリ養殖区画の位置

ノリ養殖区画の12の小間（区画内の縦36m、横18mの養殖区画であり、ノリ網を2枚つなげたものを1列とし、最大5列張り込むことができる）において、ノリ葉体の消失が発生した網と消失が発生していない網からそれぞれ10cm程の網糸を採取した。採取したサンプルは現場の海水で満たした容器に入れて持ち帰り、ノリ葉体の消失

発生網の1cm 当たりの葉体数と葉長が大きい個体上位20個体の葉長を測定した。また、落射型蛍光顕微鏡 (Nikon ECLIPSE i50) で100倍視野における二次芽数 (ある程度生長したノリから無性生殖によって放出された単胞子から生長した葉体) と芽いたみの程度を5視野観察し、その平均をとった。芽いたみの程度は、励起光を青色光 (EX450-490) に設定して観察を行い、黄色に蛍光発色する細胞、もしくは死細胞が確認された葉体を芽いたみを起こした二次芽とし、100倍視野中の二次芽全個体に対する割合が0%~10%までを「なし」、10%~24%までを「軽度」、25%~49%までを「中度」、50%以上を「重度」とした。

## 2. 低塩分海水による影響

有明海区のノリ養殖は大きく秋芽生産期 (11月中旬~12月中旬) と冷凍生産期 (12月下旬~3月) に分けられる。ノリ葉体の消失は葉長が3cm 程度になった頃から発生し始め、秋芽生産期と冷凍生産期の初回摘採前に大きな被害をもたらす傾向にある。そこで、葉長5cm 未満と秋芽・冷凍生産期の初回摘採前の大きさである葉長5cm 以上のノリを使用して低塩分海水による影響を調べた。

実験は、2011年1月15日~4月16日の間に行った。実験には、葉長5cm 未満のノリとして2010年度漁期の11月16日に、葉長5cm 以上のノリとして同じく11月22日に、現場でノリ網ごと採取したものを使用した。採取したノリは現場の海水で満たした容器に入れて持ち帰り、水分を除いた後、野外で30分ほど乾燥し、実験に使用するまで-30℃で保管した。保管していたノリは、SWM-III 改変培地に入れ、18℃、8000lux の環境で2日間通気培養し、冷凍による損傷から回復させた後に使用した。

葉長5cm 未満と5cm 以上のノリ葉体をそれぞれ約30個体選別 (5cm 未満:  $31.3 \pm 7.6$ mm, 5cm 以上:  $96.4 \pm 27.9$ mm) し、ノリ網に付着させたまま流速100cm / s に設定した小型回流水槽 (西日本流体技研 標準型パソタン PT-70SS) で6日間培養した。培養液の塩分は0, 14, 現場海水 (塩分29.4) とし、塩分14は2日ごとに測定して水道水で調整した (塩分13.9~14.1)。実験期間中は2日ごとに残存個体数、葉長、個体中の死細胞の割合、100倍視野中の障害のある二次芽個体の割合を求めた。死細胞は顕微鏡の観察によって、細胞内構造が壊れて細胞全体が薄ピンク色に変色したものを死細胞とした。障害のある二次芽個体は、励起光を青色光 (EX450-490) に設定した落射型蛍光顕微鏡で観察を行い、全細胞の50%以上が黄色の蛍光で観察されたもの、もしくは、50%以上が死細胞となったものとした。残存個体数は実験開始時の個体数と消失個体数 (網糸から外れたものと葉長が1

cm 以下となったもの) との差とした。実験中の葉長を実験開始時の葉長で除したものを葉長増減率とした。

なお、培養時の環境は、水温、日射量を自然条件とし、ノリ葉体の消失が発生し始める葉長3cm の時期と被害が大きくなる秋芽・冷凍生産期の初回摘採前の干出時間に相当する2, 4時間の干出 (ノリ網を空中に露出させ、乾燥させること) を与えた。干出は日中に風通しの良い日間で網糸の端をロープに留めて吊す方法で行った。

## 3. 藻食性動物による食害

### (1) 目視によるカモの摂食確認

秋芽生産期と冷凍生産期間の漁場から全てのノリ網が撤去された期間を選んでノリ網を張り、カモによるノリ葉体の摂食行動を観察した。2010年度は2010年12月21日に、2011年度は2011年12月13日にノリ網2枚を張り出した。2010年度は11:00~17:00, 2011年度は13:00~翌日8:00の間、張り込んだノリ網から約30m離れたななつはぜ観測塔 (図2) から目視による観察を行い、2011年度は30分毎にカモの飛来数を計数し、時間帯毎の飛来数の推移を調べた。ノリ網は、各年度に野外で採苗・育苗したノリ網を-30℃で冷凍保管していたものを使用した。日中の観察には双眼鏡を、夜間の観察には暗視双眼鏡を使用した。

観察終了後もノリ網を3日間漁場に放置し、消失の発生状況を調べた。



図2 ななつはぜ観測塔及び各実験区位置

また、観察中にカモが摂食を行っていた箇所や放置後にノリ葉体の消失した箇所からノリ網を10cm程度採取し、1と同様に落射型蛍光顕微鏡で100倍視野中の二次芽数と芽いたみの程度を観察した。

観察期間中の表層の水温、塩分については、ななつはぜ観測塔に設置された自動観測装置により30分毎に測定した。

## (2) 藻食性動物の消化管内容物調査

ノリを食害するとされているカモ類、ボラ類、クロダイについて、<sup>3-4, 12, 13)</sup> 2011年度漁期(2011年10月～2012年4月)と2012年度漁期(2012年10月～2013年4月)に消化管内容物調査を行った。カモ類の対象は、有明海で多く観察される、オナガガモ *Anas acuta*、ヒドリガモ *Anas penelope*、マガモ *Anas platyrhynchos*、カルガモ *Anas poecilorhyncha*、コガモ *Anas crecca*の5種とした。2011年度はこれら5種を秋芽生産期中の11月18日～29日と冷凍生産期中の1月2日～18日にかけてそれぞれ合計で30羽ずつ、2012年度はオナガガモ、ヒドリガモの2種を秋芽生産期中の12月13日と冷凍生産期中の1月3日～2月15日にかけてそれぞれ合計で30羽ずつ捕獲した。捕獲したカモからは消化管を取り出し、分析まで-30℃で冷凍保管した。

ボラ類は2012年12月14日～2013年2月5日、クロダイは2012年11月27日～2013年2月27日にかけてノリ養殖漁場付近で捕獲した。なお、クロダイは福岡県海域で漁獲されなかったため、長崎県のノリ養殖漁場付近で漁獲された個体を調べた。捕獲した個体からは消化管を取り出し、分析まで-30℃で冷凍保存した。

取り出したカモ類と魚類の消化管は株式会社日本海洋生物研究所に冷凍して送付し、消化管内容物の種の同定と種毎の湿重量の測定を行った。分析した個体内、同定可能な消化管内容物が見られたものを摂食個体、同定不可能なほど消化された消化物や消化補助のための砂粒・貝殻片のみが確認されたものは空胃個体とし、同定された消化物の湿重量の70%以上を占めていたものをその個体における主要な摂食物とした。

## (3) カモ侵入防止試験

2010年度～2012年度の漁期中に小間の周辺にカモ類の侵入を防ぐ「囲い網」を施してノリを養殖し、ノリ葉体の消失が発生するかを観察した。囲い網は株式会社第一製網で作成し、小間の側面のみを囲うもの(以下、周囲囲い)と側面と上方を囲うもの(以下、全囲い)の2種類を目合い10cmの網で作成した。周囲囲いでは、縦4m×横44mの網を2枚、縦4m×横18mの網を2枚使用した。全囲いでは、周囲囲いの4枚に加え、縦3.6m×横44mの網5枚で上方を囲うようにした(図3)。



図3 全囲い実施小間

各実験区の実施場所を図2に示す。実験はノリ養殖を営む漁業者に協力を依頼した。2010年度は3カ所(実験区1-1・2, 実験区2), 2011年度は2カ所(実験区3, 4), 2012年度は1カ所(実験区5)に実験区を設け、実験区1-1は2011年1月4日～1月24日、実験区1-2は2011年1月5日～2月8日、実験区2は2011年1月3日～2月8日、実験区3は2011年12月26日～2012年2月8日、実験区4は2011年12月25日～2012年3月17日、実験区5は2012年11月12日～12月11日、2012年12月26日～2013年3月4日にノリ養殖を営む漁業者に協力を依頼して実験を行った。実験区1～4は隣り合う3小間で対照区、周囲囲い、全囲いをそれぞれ1小間ずつ設定し、実験区5は対照区1小間と周囲囲い1小間を隣り合う2小間で実施した。各実験区で使用するノリ網は、漁業者が所有するノリ網の内、品種、採苗日・場所、育苗期間・場所、冷凍入庫日が同一のものとした。なお、実験区4と実験区5では、囲い網の河口側と沖合側に入出口として、それぞれ3.6mの隙間を開けた状態で実験を行った。小間内におけるノリの消失率は、観察時に小間の模式図に目視で消失範囲を書き写し、その面積を求めることで算出した。

試験中は囲い網の河口側にワイパー式小型メモリー水温塩分計(アレック電子株式会社 COMPACT-CTW ACTW-CMP)を表層に設置し、水温、塩分を10分毎に測定した。また、囲い網によるノリ葉体の消失防止効果が、網の抵抗によって表層の海水がかき混ぜられ、表層の塩分が上昇した結果でないことを確認するため、2011年度は、2011年12月20日～12月31日の間、囲い網の内側8mの位置にも小型メモリー水温塩分計(アレック電子株式会社 COMPACT-CT ACT-HR)を表層に設置し、網によって囲い網の内外で表層の塩分差が生じるかを検討した。

## 結 果

### 1. ノリ葉体の消失状況の把握

2010年度漁期中におけるノリ葉体の消失が発生したノリ網の観察結果を表1に示す。

消失が発生したノリ網（図4）では、図5のように、葉体がまばらについてはいるが、網地が見える状態にあり、残存した葉体には直線的に切断された個体が確認された。消失した部位の二次芽数は100倍視野中の平均178個体であり、芽いたみの程度はなし～軽度が91.7%を占めていた。また、消失した部位に残存していた個体の平均葉長は6.0mm、1cm当たりの葉体数は43.2個体であり、同じ網の消失していない部位の平均葉長51.8mm、1cm当たりの葉体数148.3個体と比較すると、葉長は13.3%、葉体数は28.4%だった。

### 2. 低塩分海水による影響

葉長5cm未満と葉長5cm以上のノリ葉体を各塩分・干出条件で培養した場合の残存率と葉長増減率、二次芽障害率の結果を図6～10に示す。

実験終了時の残存率・葉長増減率は、葉長5cm未満で、

残存率：86.2～96.9%、葉長増減率：81.2～115.5%、5cm以上で、残存率：89.3～96.4%、葉長増減率：89.9～100.6%であった。

ノリ個体中の死細胞の割合は、塩分0では、培養4日目には全条件で葉体全体の細胞が枯死し、塩分14では、培養6日目には干出2時間で1～4割、干出4時間で4～8割の死細胞が観察された。

また、二次芽障害率は干出2時間、4時間ともに、塩分が低いほど高くなり、塩分0では、干出2時間、4時間ともに培養4日目で97%以上の二次芽で障害が見られ、塩分14では、培養終了時の障害率は、干出2時間で19.4%、干出4時間で53.8%であった。

### 3. 藻食性動物による食害

#### （1）目視によるカモの摂食確認

2010年12月21日に張り出したノリ網の観察では、カモは16時頃から現れ、17時までには6羽確認された。カモは直接ノリ網の上には降り立たず、船通しに降りた後、ノリ網に泳いで接近し、ノリを摂食する姿が確認された。摂食の仕方は、図11のように海水に浸かっているノリ網の上方からノリをついばむか、図12のように干出し始め

表1 ノリ葉体の消失発生網の観察結果

	平均葉長 (mm)	葉体数 (1cm当たり)	二次芽数 (100倍視野)	芽いたみ (100倍視野)
消失発生網	6.0±0.7	43.2個体	178個体	なし：66.7% 軽度：25.0% 中度：0.0% 重度：8.3%
対照区	51.8±28.8	148.3個体	-	-

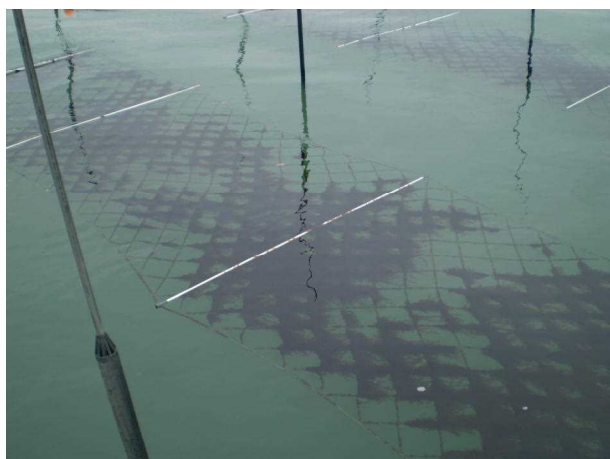


図4 ノリ葉体の消失発生網



図5 まばらに付いたノリ葉体

ノリ葉体の消失原因について

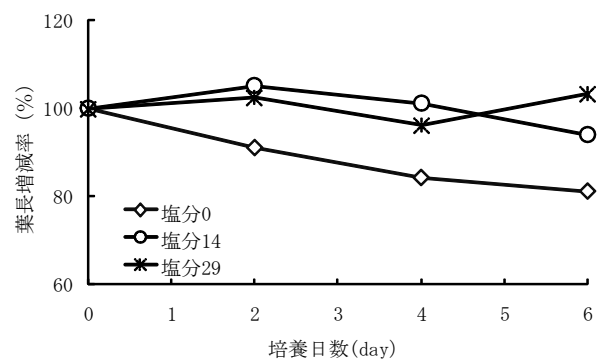
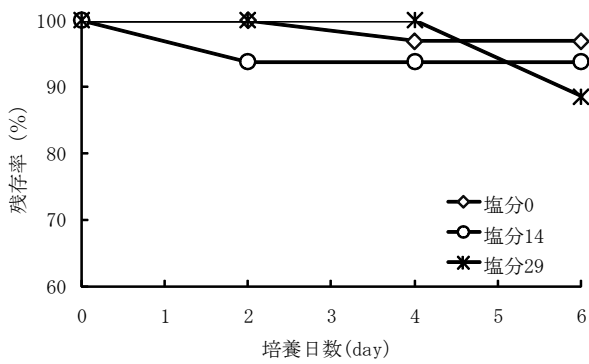
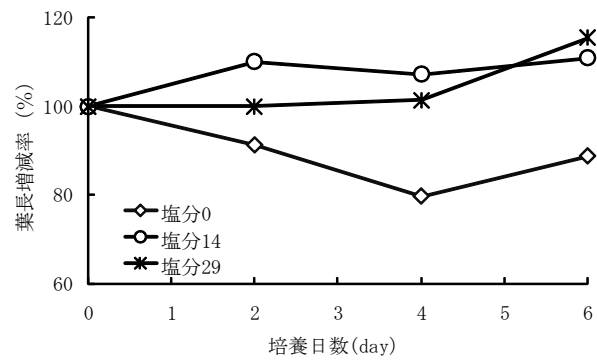
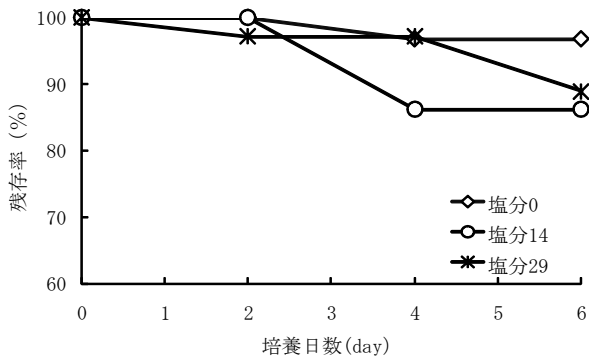


図6 葉長5cm未満の塩分別残存率

上：干出2時間 下：干出4時間

図8 葉長5cm未満の塩分別葉長増減率

上：干出2時間 下：干出4時間

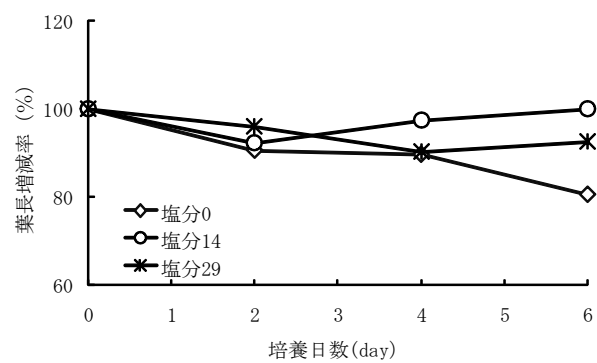
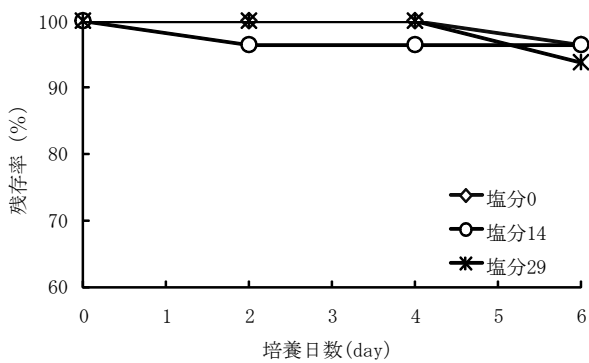
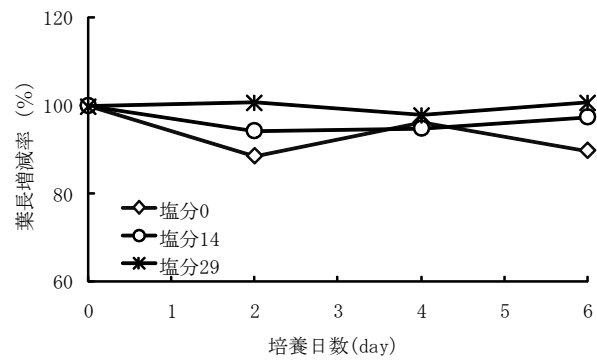
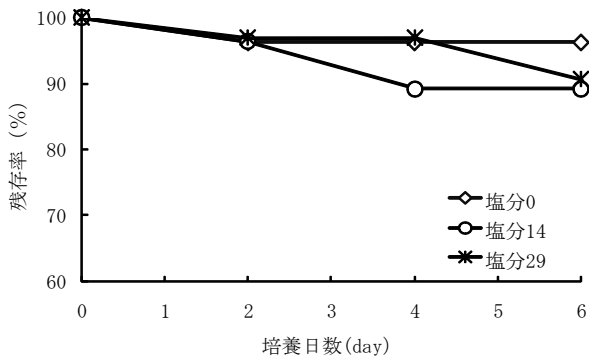


図7 葉長5cm以上の塩分別残存率

上：干出2時間 下：干出4時間

図9 葉長5cm未満の塩分別葉長増減率

上：干出2時間 下：干出4時間

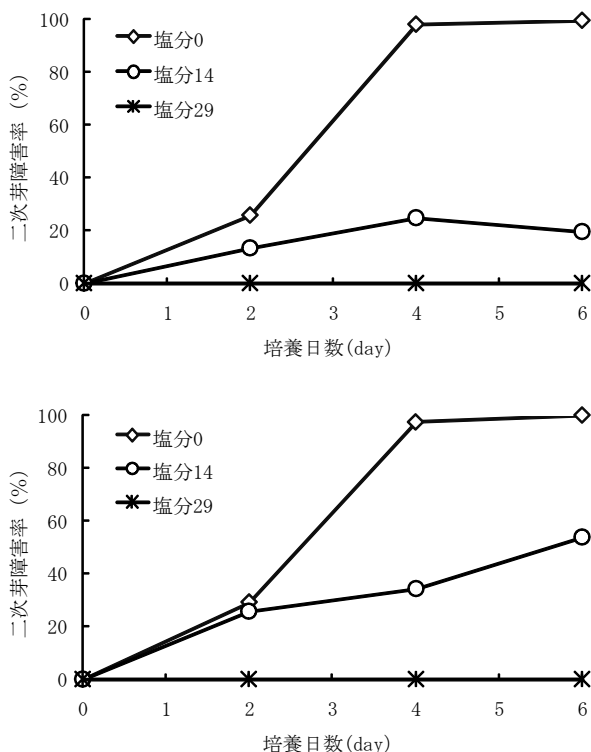


図10 各塩分における二次芽の障害率  
上：干出2時間 下：干出4時間

たノリ網の下に潜り込み、垂れ下がったノリに首を伸ばしてついでむかの2通りが確認された。なお、観察されたカモは全てヒドリガモであった。

カモが摂食した部位から網糸を採取し観察したところ、直線的に切断された葉体が見られた。また、100倍視野中の二次芽数は平均48個体であり、芽いたみの程度は軽度だった。このノリ網を24日まで放置したところ、網面積の24.5%で消失が発生した。消失発生部位には直線的に切断された葉体が見られ、100倍視野中の二次芽数は平均57.7個体、芽いたみの程度は軽度と、21日に採取したカモ摂食部位と同じ状態であった。なお、21日～24日にかけてノリ網が海水に浸漬していた時間の塩分は23.4～30.7、水温は12.0～13.5℃だった。

2011年12月13日に張り出したノリ網に対する時間帯毎のカモの飛来数の推移を図13に示す。カモは15:00からノリ網に飛来し始め、飛来と同時にノリの摂食が確認された。16:30～18:30にかけて、カモは9～11羽で推移し、摂食部位のノリ葉体が減少していく様子が確認された。完全に暗くなった19:00以降、カモの数は急激に増加し、21:00には44羽と最大になった。その後、個体数は減少し、23:30には9羽となった。カモによるノリの摂食は23:00まで観察されたが、23:30以降は確認され



図11 ノリ網上方からの摂食



図12 ノリ網下方からの摂食

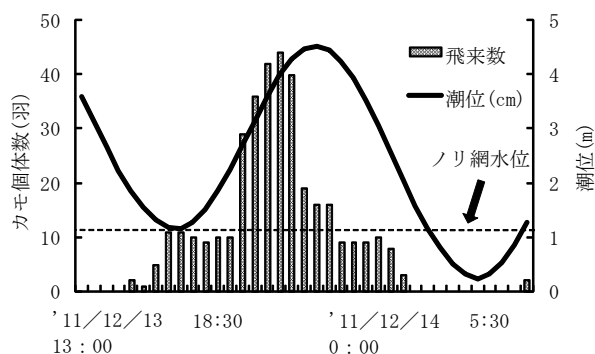


図13 時間帯毎のカモ飛来数

ず、カモはノリ網が干出する直前の14日2:30には全羽いなくなった。ノリ網は14日7:00に浸漬し、この時点でノリ網全体で消失が発生していた。また、このとき、カモが再び飛来し、ノリを摂食する様子が確認された。なお、日中に確認できたカモは全てヒドリガモであり、19:00以降、種は不明だった。

消失した部位を観察したところ、直線的に切断された葉体が見られ、100倍視野中の二次芽数は平均34個体であり、芽いたみの程度は重度であった。しかし、実験開始前に採取しておいたノリ網を検鏡したところ、100倍

視野中の二次芽数は平均41個体、芽いたみの程度は重度と、二次芽数と芽いたみの程度に差は見られなかった。

なお、観察中にノリ網が海水に浸漬していた時間の塩分は20.0～29.8、水温は11.9～14.4℃であり、干出時間は約3時間30分（3：00～6：30）であった。

## （2）藻食性動物の消化管内容物調査

2011年度と2012年度におけるカモ類の消化管内容物の調査結果を表2に示す。

各年度に捕獲されたカモ類はそれぞれ57羽と45羽であり、オナガガモが約半数を占め、次いでヒドリガモ、マガモの順であった。この内、空胃でなかったのは、2011年度で41羽、71.9%、2012年度で28羽、62.2%だった。

本調査でアマノリ属葉体を主要な摂食物としていたのは、マガモ、カルガモ、ヒドリガモ、オナガガモ、ヨシガモの5種であり、この内、ヒドリガモはノリ摂食個体の割合が89.5%と高かった。また、オナガガモでも摂食個体の割合が57.6%と半数を超えており、この2種は最大摂食量も、ヒドリガモ：71.7g、オナガガモ：58.0gと、他の種よりも多かった。

食道から砂嚢にかけて摘出されたアマノリ属葉体の形状はしっかりと保たれていた。摘出された葉体は図14のように直線的に切断された大きな葉片と付着器が残った小さな葉体が混ざっており、葉体の付着器には、図15に示すように、ノリ網表面の樹脂と思われる緑色の色素が付着していた。腸から摘出されたアマノリ属葉体は、消化が進みかなり脆くなっていたが、比較的形状が保たれている黒色の消化物と、更に消化が進んで細かい細胞片となった濃い緑色のペースト状の消化物（図16）が見られた。

アマノリ属葉体の他に主要な摂食物として多く確認されたのはイネ科やマメ科の陸生植物の種子であり、カルガモとオナガガモで種子を多く摂食した個体が見られた。

図17に2011年度～2012年度に捕獲されたカモの内、摂食個体が捕獲された場所を示す。

アマノリ属葉体を摂食していたカモ類はノリの消失が頻発する区画内で多く捕獲されていた。

クロダイは15尾、ボラ類は18尾漁獲され、漁獲された

表2 消化管内容物の調査結果

		オナガガモ	ヒドリガモ	マガモ	カルガモ	コガモ	ヨシガモ	総数
捕獲数	2011年度	26	15	7	4	4	1	57
	2012年度	26	10	5	3	-	1	45
	合計	52	25	12	7	4	2	102
空胃個体数	2011年度	5	4	3	1	3	0	16
	2012年度	14	2	1	0	-	0	17
	合計	19	6	4	1	3	0	33
全摂食個体数	2011年度	21	11	4	3	1	1	41
	2012年度	12	8	4	3	-	1	28
	合計	33	19	8	6	1	2	69
アマノリ属摂食個体数	2011年度	15	10	0	1	0	1	27
	2012年度	4	7	3	0	-	1	15
	合計	19	17	3	1	-	2	42
	摂食量(g)	0.4～58.0	1.0～71.7	0.5～6.3	4.3	0.0	0.1～29.4	-
種子摂食個体数	2011年度	5	0	2	2	1	0	10
	2012年度	7	1	1	3	-	0	12
	合計	12	1	3	5	1	0	22
	摂食量(g)	2.0～75.0	3.0	0.8～5.0	13.5～79.9	0.0	-	-

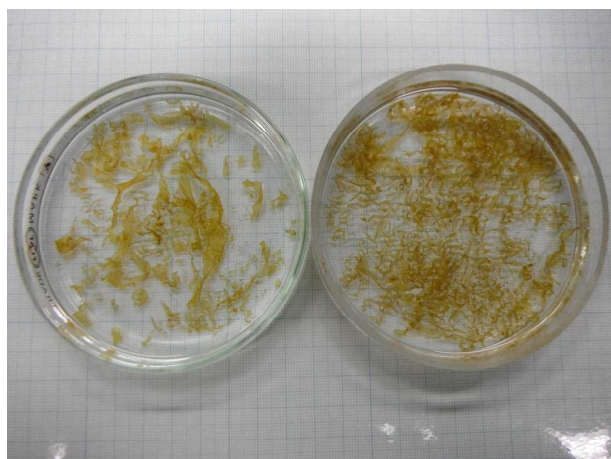


図14 摘出されたアマノリ属葉体



図15 アマノリ属葉体の付着器に付いたノリ網樹脂



図16 消化されたアマノリ属葉体



図17 摂食個体の捕獲位置

ボラ類は全てメナダ *Liza haematocheilus*であった。メナダの消化管内容物は全て黒色の底泥であり、ノリは見られなかった。また、クロダイは15尾中1尾でアマノリ属葉体が確認されたが、この個体の消化管内容物の6.0%を占めるのみであった。

### (3) カモ侵入防止試験

2010年度から2012年度の各実験区における結果を表3に示す。

2010年度の試験における対照区の消失率は、実験区1-1で46.2%，実験区1-2で26.7%，実験区2で17.7%であった。2011年度の試験では、対照区の消失率は、実験区

3で17.7%，実験区4で100.0%であった。実験区1～3では、囲い網を施した小間で消失は発生しなかったが、実験区4では囲い網の出入り口付近で小規模な消失が確認され、全囲いで7.1%，周囲囲いで9.2%の消失が発生した。2012年度の実験区5の実験では、秋芽生産期で対照区の13.1%，冷凍生産期で対照区の3.4%で消失が発生したが、囲い網実施小間では、秋芽生産期、冷凍生産期ともに消失は発生しなかった。

各実験区における試験期間中のノリ網が海水に浸漬していた時間の塩分は、実験区1-1：15.3～29.3，実験区1-2：16.5～29.3，実験区2：17.0～29.3，実験区3：3.3～29.2，実験区4：11.2～29.1，実験区5・秋芽生産期：12.8～28.9，実験区5・冷凍生産期：14.3～30.2であった。

また、図18にノリ網が海水に浸漬している時間の囲い網の内外における塩分変化を示す。

設置期間の塩分は、外側：20.4～28.4，内側：20.3～28.9であり、内外で有意な塩分差は見られなかった。

## 考 察

### 1. 低塩分海水による影響

低塩分海水を使用した室内培養では、塩分0，塩分14ともに、ノリ網からのノリ葉体の著しい脱落は見られなかった。一部の葉体で先端部分が崩れてちぎれたことによる葉長の減少は見られたが、ノリ葉体の消失発生網のような著しい減少や直線的な切断面は認められなかった。一方、干出時間が長くなるほど二次芽やノリ葉体は障害を強く受ける傾向が見られた。

低塩分海水による影響を調べた報告はいくつかあり、切田<sup>14)</sup>は、淡水で培養した場合は72時間でノリ幼体(顕微鏡サイズのノリ)は死滅し、干出時間を4時間とした場合は6日間で健全率は10%程度まで低下するとしている。また、干出前に比重1.005～1.010(塩分8.0～14.1)の低塩分海水に浸かって乾燥するとノリ幼体の障害率は極めて大きくなり、3cm～5cmの葉体でも乾燥前に淡水に浸かると死滅すると報告している。半田<sup>13)</sup>は淡水で培養したノリを屋外で2時間乾燥させたものを振とう器で強振するといった試験を数日繰り返した結果、ノリの脱落は5%未満だったと報告しており、瀬古ら<sup>7, 9-10)</sup>も低塩分影響下でバリカン症は発生しなかったと報告している。今回の試験結果はこれらの報告と一致した。

2010年度漁期に観察したノリ葉体の消失発生部位における特徴は、葉体の減少、直線的な切断個体の存在、正常な二次芽の着生であった。しかし、室内培養の結果か



表3 各実験区におけるノリ葉体の消失率

年度	実験区	生産期	消失率 (%)		
			全囲い	周囲囲い	対照区
2010	実験区1-1	冷凍	0.0	0.0	46.2
	実験区1-2	冷凍	0.0	0.0	26.7
	実験区2	冷凍	0.0	0.0	17.7
2011	実験区3	冷凍	0.0	0.0	17.7
	実験区4	冷凍	7.1	9.2	100.0
2012	実験区5	秋芽	—	0.0	13.1
		冷凍	—	0.0	3.4

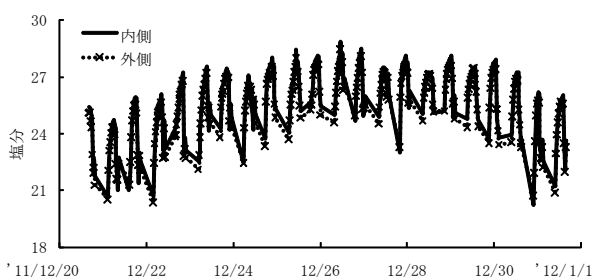


図18 囲い網内外の塩分

ら、ノリ葉体が脱落するほどの影響を低塩分海水から受けていた場合、葉体や二次芽にもその影響が現れると考えられるため、これらの場所で低塩分海水の影響によってノリ葉体の消失が発生したとは考えにくい。また、2010年度～2012年度に実施した囲い網によるカモ侵入防止試験では、いずれの実験区でも、囲い網の出入り口を開けていた実験区4を除けば、囲い網を施した小間では消失は全く発生していない。唯一発生した実験区4も対照区は小間全体が消失したが、囲い網区では約10%程度と被害は軽く、発生した箇所も出入り口付近のみだった。また、囲い網内外の塩分測定結果から、囲い網によって海水が攪拌され、塩分が上昇することはないことが明らかとなっている。

以上のことから、低塩分海水はノリ葉体の消失原因ではないと考えられた。

## 2. 藻食性動物による食害

クロダイやメナダは、消化管内容物調査でほとんどノリが見られなかったことから、ノリ葉体の消失の主要原因である可能性は低いと考えられた。

一方で、ヒドリガモやオナガガモなどの消化管からは多くのアマノリ属葉体が観察された。消化管から摘出されたアマノリ属葉体の付着器にはノリ網表面の樹脂が見られており、カモ類の消化管から摘出されたアマノリ属葉体は養殖されていたスサビノリであると考えられた。

2010年度の目視による観測塔からの観察で、カモが摂

食したノリ網と3日間放置後の消失発生部位のノリ網を比較すると、両標本とも直線的に切断され葉体が認められた。また、二次芽数や芽いたみの程度に差は見られず、低塩分海水の影響は認められなかった。2011年度の観察でも、カモが摂食した後のノリ網には直接的に切断された葉体が見られ、張り出す前のノリ網と比較して二次芽数や芽いたみの程度に差は見られなかった。以上のことから、2010年度、2011年度の観測塔で発生した消失はカモの摂食によるものであると考えられた。

また、囲い網によるカモ侵入防止試験では、囲い網区ではノリ葉体の消失は発生せず、囲い網によってカモの侵入を防いだため消失が発生しなかったと考えられた。

実験区4では囲い網区でも唯一消失が発生したが、消失は囲い網の出入り口付近のみであり、小間の中では消失は発生しなかった。観測塔からの観察で、カモは小間の中の支柱や吊り網などの障害物を警戒し、一度小間近くの船通しに降り立ち、泳いで近づいてくることが確認されている。このことから実験区4の結果は、ノリ葉体の消失がカモの摂食によることを強く支持するものと考えられた。

有明海区では例年7～8種類のカモが見られるが、その内、2007年から毎年見られるのは、オナガガモ、ヒドリガモ、マガモ、コガモ、カルガモの5種類であり、この5種類の内、ノリの摂食を確認できたのは、オナガガモ、ヒドリガモ、マガモ、カルガモであった。

図19に、公益財団法人日本野鳥の会筑後支部によるガン・カモ調査での、この4種類の2007年から2012年までの福岡県有明海区における飛来数を示す。ガン・カモ調査は1月に定点で1日しか行われないため、飛来数は過小評価となっている可能性があるが、最も飛来数が多いのはオナガガモであり、数千羽程度、次に多いのがヒドリガモであり、数千～数百羽程度飛来する傾向にあった。

次に、ノリを多く摂食していたヒドリガモとオナガガモにおける秋芽生産期と冷凍生産期にノリと陸生植物種子を主要な摂食食物としていた個体の割合を図20に示す。

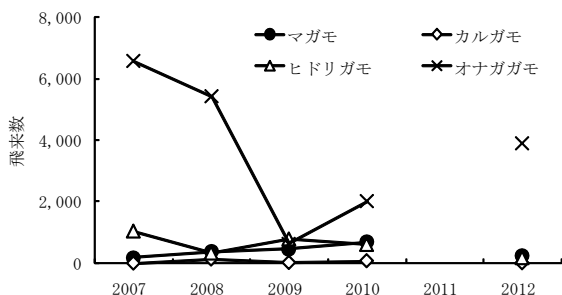


図19 2011年を除く2007年～2012年のカモ飛来数

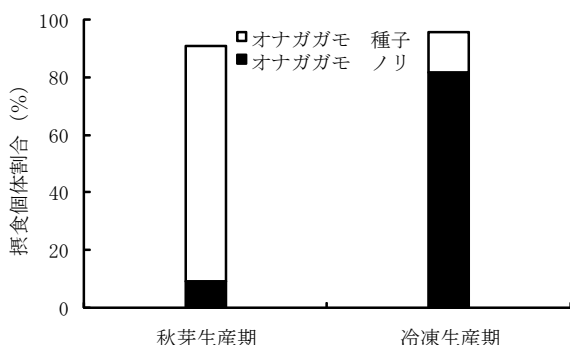
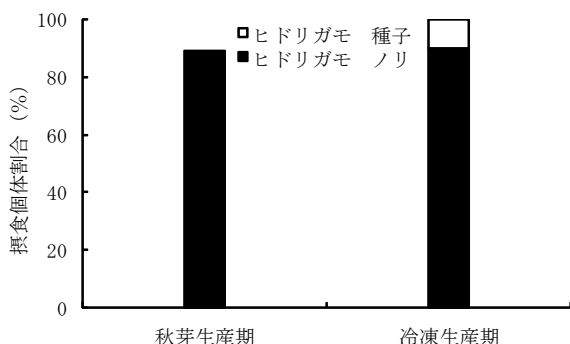


図20 秋芽・冷凍生産期における摂食個体の割合  
上：ヒドリガモ 下：オナガガモ

ヒドリガモは、秋芽生産期、冷凍生産期ともにノリの摂食個体が90%前後と高く、漁期を通して好んで摂食する傾向が見られた。一方、オナガガモは、ノリの摂食個体が秋芽生産期で9.1%、冷凍生産期で81.8%と大きな差が認められた。秋芽生産期にオナガガモが摂食していたのはイネ科の種子であり、冷凍生産期が始まる12月頃から陸上の餌が少なくなり、ノリ葉体を摂食するようになると考えられた。

坂本<sup>1)</sup>はノリの消失は秋芽生産期と冷凍生産期の両方で発生するが、特に問題となるのは冷凍生産期からだとしている。これは、秋芽生産期はヒドリガモが主に摂食を行うが、冷凍生産期からは数が多いオナガガモもノリを摂食するようになり、被害が急増するためと考えられた。

以上のことから、有明海区におけるノリ葉体消失の原因はカモによる食害であり、特にオナガガモとヒドリガモの被害が大きいと考えられた。

鳥類による食害は農業ではよく知られており、対策としては、囲い網やテグスなどの侵入防止策と爆音器や忌避剤などによる追い払い策が行われている。<sup>15)</sup> 今回の試験では、囲い網による侵入防止策によりカモによる食害を完全に防ぐことが可能であったが、消失が発生するノリ網全てに囲い網のような侵入防止策を実施するには多大なコストと手間を必要とし、また、囲い網をしていないノリ網に被害を及ぼすことも考えられる。そのため、囲い網のみで消失被害を防ぐのは現実的ではなく、爆音器などで漁場全体の被害を軽減するのが妥当であると考えられる。

2010年度、2011年度の観測塔からの観察では、カモは15時～16時頃から飛来し、摂食し始めたが、これがカモの生態によるものか、潮位などの自然条件の影響によるものか、現時点では明らかではない。

今後は、カモの行動生態に応じた効果的な追い払い策や低コストで簡便な侵入防止策などの検討を行っていく必要がある。

## 謝 辞

本研究を行うに当たり、囲い網の作成に協力いただいた第一製網株式会社の方々及びに囲い網の試験に協力いただいた川口漁協協同組合 古賀国平氏、龍議治氏、山口高義氏、有明漁協協同組合研究会の方々からお礼を申し上げる。また、カモを捕獲していただいた江口栄治氏に深謝する。

## 文 献

- 1) 坂本聡志. 筑後川河口域漁場におけるノリ芽流失の現状と対策. 私達の海苔研究 1993 ; 42 : 25-30.
- 2) 中村昭一. バリカン症発生の防止に取り組んで. 私達の海苔研究 1999 ; 48 : 50-59
- 3) 伊藤龍星, 片野晋二郎, 平澤敬一, 田森祐茂, 福岡和光. 浅海増養殖に関する研究 (9) ノリ養殖バリカン症対策試験. 平成16年度大分県海洋水産研究センター事業報告, 大分県農林水産研究センター水産試験場, 大分. 2006 ; 196-198.
- 4) 伊藤龍星, 林 享次, 中川彩子, 寺脇和信, 高木儀昌, 森口朗彦. ボラによるノリ芽の食害とバリカン症. 海苔と海藻 2008 ; 75 : 1-3.

- 5) 千葉県水産試験場. 6. のり養殖新技術開発試験事業. 平成12年度業務年報, 千葉県水産試験場, 千葉. 2001 ; 29.
- 6) 小倉眞互. ボラによるのり芽の食害. 私達の海苔研究 1998 ; 47 : 7-13.
- 7) 瀬古準之助, 中西捨吉. 塩素量の変化と干出がノリ葉体に及ぼす影響について-IV (昭和51年度室内培養試験). 昭和51年度三重県伊勢湾水産試験場事業報告, 三重県伊勢湾水産試験場, 三重. 1978 ; 72-77.
- 8) 瀬古準之助, 萩田健二. 昭和51年度桑名地区ノリ漁場調査 (バリカン症追跡調査) - I. 昭和51年度三重県伊勢湾水産試験場事業報告, 三重県伊勢湾水産試験場, 三重. 1978 ; 101-108.
- 9) 瀬古準之助. 塩素量の変化と干出がノリ葉体に及ぼす影響について VI. 昭和52年度三重県伊勢湾水産試験場事業報告, 三重県伊勢湾水産試験場, 三重. 1979 ; 1-9.
- 10) 瀬古準之助. 塩素量の変化と干出がノリ葉体に及ぼす影響について VII. 昭和52年度三重県伊勢湾水産試験場事業報告, 三重県伊勢湾水産試験場, 三重. 1979 ; 9-12.
- 11) 瀬古準之助, 萩田健二, 梅村庄三. 昭和52年度桑名ノリ漁場調査. 昭和52年度三重県伊勢湾水産試験場事業報告, 三重県伊勢湾水産試験場, 三重. 1979 ; 12-18. 12) 太田幸吉. ノリ芽流失を斬る-かもがノリを食う-. 私達の海苔研究 2000 ; 49 : 42-49.
- 13) 半田亮司. のり芽の流失を考える-かもがのりを食う-. 海苔と海藻 1999 ; 59 : 5-10.
- 14) 切田正憲. 有明海におけるノリ生産の安定化に関する研究. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 1993 ; 3 : 25-34
- 15) 野生鳥獣被害防止マニュアル-鳥類編-作成委員. 野生鳥獣被害防止マニュアル-鳥類編-, 農林水産省生産局農林振興課環境保全型農業対策室, 東京 ; 29-48-2

