

## 近年のノリ養殖環境と生産枚数の関係

古賀 まりの・徳田 眞孝・藤井 直幹  
 (有明海研究所)

福岡県有明海区におけるノリ養殖の採苗日は従来 10 月 1 日を基準としていたが、2007 年度以降、水温にあわせ 10 月中旬以降に行われるようになった。そのため、秋芽網生産は水温の低い期間に行われることになり、水温と正の相関関係にあるアカグサレ病の病勢が弱まる傾向がみられた。また、秋芽網生産初期におけるアカグサレ病の病勢と秋芽網生産枚数は負の相関関係があり、秋芽網生産初期のアカグサレ病の病勢が秋芽網生産枚数に影響を及ぼすことが明らかとなった。

12 月以降は水温が 16℃未満（アカグサレ病の病勢が弱まる水温）となり、2 月以降は植物プランクトンの増殖により栄養塩が大きく低下する傾向にあることから、水温と栄養塩の条件において、ノリ養殖の効率的な生産適期は 12～1 月と推察された。

2007 年度以降、秋芽網から冷凍網への一斉張り替えは以前の 11 月中旬～12 月上旬より 3 週間程度遅れて、12 月上～下旬に行われているが、この時期に網の張り替えを行うことにより、養殖適期である 12～1 月が網の張り替え期間または張り替え後の網あたり生産枚数が少ない冷凍 1 回次の生産にあたるため、1 月の生産枚数が少ないことがわかった。また、この期間に網の張り替えを行わない場合を試算した結果、高品質なノリの生産枚数が増加すると推察された。

キーワード：福岡県有明海，ノリ養殖，アカグサレ病，水温，漁場環境，漁場利用

福岡県有明海区では、秋芽網生産、冷凍網生産の 2 期作体制でノリ養殖が行われている。漁場での採苗によりノリ養殖が開始され、ノリ芽を育てる育苗、替え網となる冷凍網の入庫、秋芽網生産の各作業が連続して行われる。その後、1 週間程度の休漁期間において冷凍網を張り込み、冷凍網生産が行われる。2006 年以前の採苗は、10 月 1 日を基準に行わ

れていたが、2005 年度に採苗時の高水温により採苗作業が長期化したこと、2006 年度に育苗期の高水温によりノリ芽が障害を受けたこと等から、2007 年度以降、水温が十分に低下した 10 月中旬以降に行われるようになった（図 1）。一方で 2007 年度以降も、従来どおり、アカグサレ病等の病害対策として秋芽網を一斉に撤去し、1 週間程度の休漁期間において

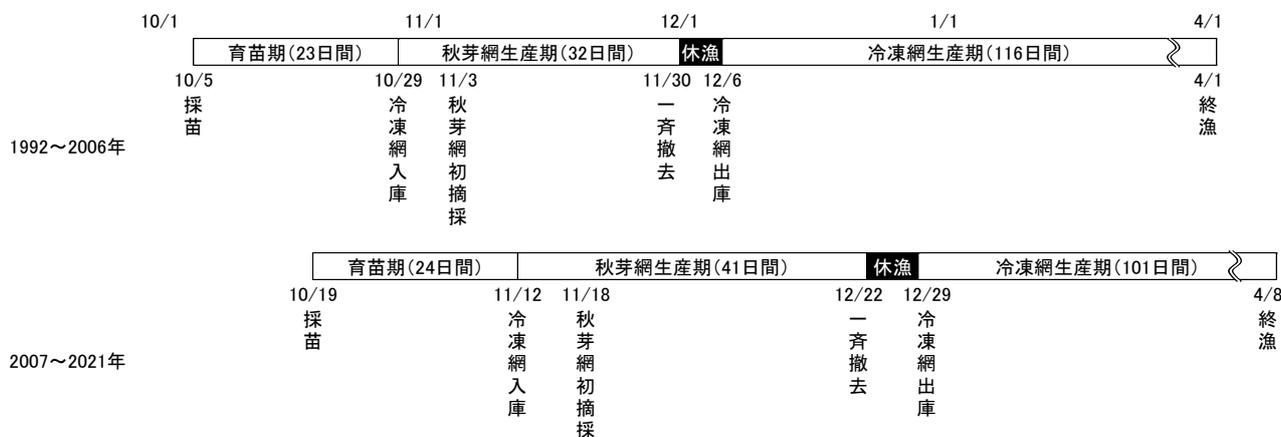


図1 ノリ養殖スケジュールの変化

冷凍網を張り込む漁場利用が行われている。

また、福岡県有明海区では、ノリ養殖経営体数が減少する一方で一経営体が利用する柵数は拡大しており<sup>1, 2)</sup>、一経営体における網の張り替え作業に要する時間が増加している。現在では、秋芽網の撤去作業は2週間程かかり、1週間程休漁期間があることから、最長で3週間程網が漁場に張られていない状態となっている。

本報では、近年のノリ養殖環境に適応した効率的な漁場利用を検討するため、秋芽網生産期のアカグサレ病の病勢と水温及び秋芽網生産枚数の関係を解析した。また、秋芽網の撤去、休漁期間、冷凍網の出庫の一連の流れを網の張り替えと定義し、ノリ養殖期の生産枚数と漁場環境の関係から12～1月に網の張り替えを行わない漁場利用による生産枚数増加効果を試算した。

## 方 法

### 1. 秋芽網生産期におけるアカグサレ病の病勢

アカグサレ病の重症度（軽度，中度，重度）は，2003～2021年度の秋芽網生産期における，本県ノリ養殖漁場内で週2回程の頻度で実施されている19点調査（図2）のノリ葉状態データを用い，既報の方法<sup>3)</sup>を参考に，表1の通り評価した。また，次式によりアカグサレ病指数を算出し，漁場全体でのアカグサレ病の病勢を評価した。

#### アカグサレ病指数

$$\frac{\text{重度の地点数} \times 3 + \text{中度の地点数} \times 2 + \text{軽度の地点数} \times 1}{\text{調査地点数}}$$

アカグサレ病の病勢は水温等の環境要因によって経時変化する（図3）ため，アカグサレ病指数の経時変化における極大値（ピーク値）を抽出し，極大時のアカグサレ病指数と水温の関係，また，極大時のアカグサレ病指数と秋芽網生産枚数の関係を解析した。水温は福岡県大牟田市地先（図2）の昼間満潮時観測値（以後，水温と表記する）を使用した。

### 2. 秋芽網生産期の水温と生産枚数の推移

1992～2021年度における採苗時の水温基調（採苗開始日から5日後までの平均水温），秋芽網生産開始時の水温基調（冷凍網入庫開始日から摘採開始5

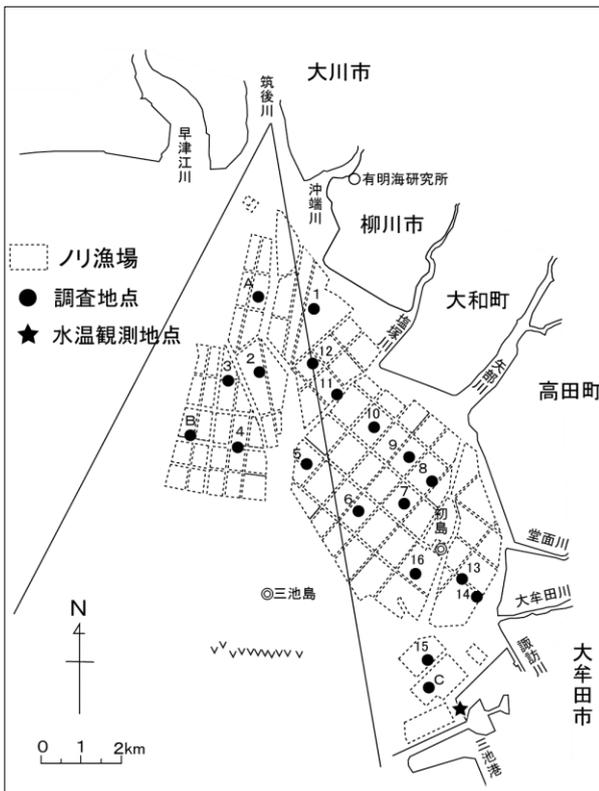
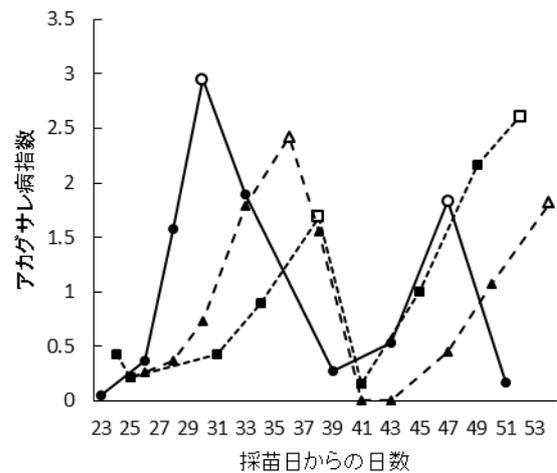


図2 19点調査地点

表1 アカグサレ病重症度評価基準

アカグサレ病重症度	視野直径0.07mmで顕微鏡観察した際の感染箇所数
軽度	20視野に1個以内
中度	2～19視野に1個
重度	1視野に1個以上



●— 2003年度 ---■--- 2011年度 -▲- 2015年度

図3 アカグサレ病指数の経時変化  
(2003～2021年度における秋芽網生産枚数下位3年，極大値を白マーカーで示す)

日後までの平均水温)の推移を、10月1日を基準に採苗を行っていた1992～2006年度と10月中旬以降に採苗を行っている2007～2021年度で比較した。

また、同期間における秋芽網生産枚数と総生産枚数に占める割合の推移を両期間で比較した。

### 3. ノリ養殖期の生産枚数と漁場環境

2017～2020年度において、2017年度は50人、2018年度は70人、2019年は37人、2020年度は20人のノリ養殖漁業者(福岡県有明海区研究連合会員)が、任意の漁場における摘採日、摘採回次、網あたり生産枚数の記録を行い<sup>4)</sup>、そのデータを集計した。漁業者は各自の利用漁場をおおよそ5～10日程度かけて摘採を行うため、5～10日に1度程度の頻度でデータが記録された。各月1～15日を上期、16～31日を下期とし、月上下期毎のデータ数の合計をその年の調査対象者の人数で除し、月上下期毎の摘採回数について、1人あたりの平均値を算出した。ここで、摘採回数はある期間に摘採が行われた回数を指すのに対し、摘採回次はその網で行われた何回目の摘採であるか、いわゆる1番摘み、2番摘みの番号を指すものとし、網あたり生産枚数の平均値を、摘採回次毎に集計した。

福岡県有明海区では、生産されたノリの大半は共販で販売されるため、共販で販売された枚数を生産枚数とし、共販毎の生産枚数を集計した。共販は、ノリ生産期である11～4月に、2週間に1回の頻度で行われており、共販日の前2週間に摘採、加工されたノリが共販に出荷、販売されるため、生産日と摘採、加工日には最大で2週間の差が生じるが、今回は共販日をその共販で販売されたノリの生産日とした。また、出品した共販で入札されず、次回以降の共販に再出品され、生産日と摘採、加工日に2週間以上の差があるノリも存在するが、全体の0.01%未満の枚数であるため、除外した。ノリ養殖経営体数の減少による利用柵数の減少が生産枚数に与える影響を除くため、共販毎の生産枚数をその年の利用柵数で除し、共販毎の柵あたり生産枚数を算出した。利用柵数は福岡有明海漁業協同組合連合会の「のり自営業者配分及び資格者調査」を用いた。2007～2021年度における共販毎の柵あたり生産枚数

の平均値を、上述の聞き取り調査と同様に月上下期毎に算出した。ここで、前述の摘採回次毎の網あたりの生産枚数は、その時点で漁場に張り込まれているノリ網1枚あたりの数値であるのに対し、共販毎の柵あたり生産枚数は漁期毎の調査による利用柵数あたりの数値である。すなわち、網の撤去が行われた場合、網数は減少するが、柵数は漁期中一定であり、今回、網と柵は区別して表記した。

漁場環境データについては、共販日前2週間の水温、無機三態窒素量(以下栄養塩)、プランクトン沈殿量の平均値をその共販で販売されたノリが生育した環境データとして月上下期毎に集計した。なお、栄養塩とプランクトン沈殿量は、19点調査結果を使用した。

### 4. 近年のノリ養殖環境に適応した漁場利用の検討

1992～2021年度の10～3月において、ノリの殻胞子放出に不適である水温24℃以上の期間<sup>5,6)</sup>、アカグサレ病被害拡大の目安である16℃以上の期間<sup>7)</sup>、19点調査により色落ちが確認された期間、漁期終了後の期間、採苗開始日、冷凍出庫開始日を整理した。

次に2007～2021年度におけるA等級、六、七等のノリの生産割合を月上下期毎に整理した。A等級は色落ちノリに付けられる等級である。六、七等は低品質なノリに付けられる等級で、品質低下の理由は色落ちやアカグサレ病等の病害の重症化等である。

## 結 果

### 1. 秋芽網生産期におけるアカグサレ病の病勢

2003～2021年度の秋芽網生産期において、アカグサレ病指数が極大値を示した回数を表2に示した。極大値が3回以上であったのは2009、2014年度の2か年度のみであったため、1、2回目の極大値について、水温や秋芽網生産枚数との関係を分析した。

極大時のアカグサレ病指数と水温の関係を図4に示した。アカグサレ病指数の1回目の極大値と水温には有意な正の相関が見られた( $r=0.49, p=0.03$ )<sup>8)</sup>が、2回目の極大値とは相関が見られなかった( $r=0.35, p=0.15$ )<sup>9)</sup>。

表2 アカグサレ病指数極大値の個数

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
極大値の個数	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2

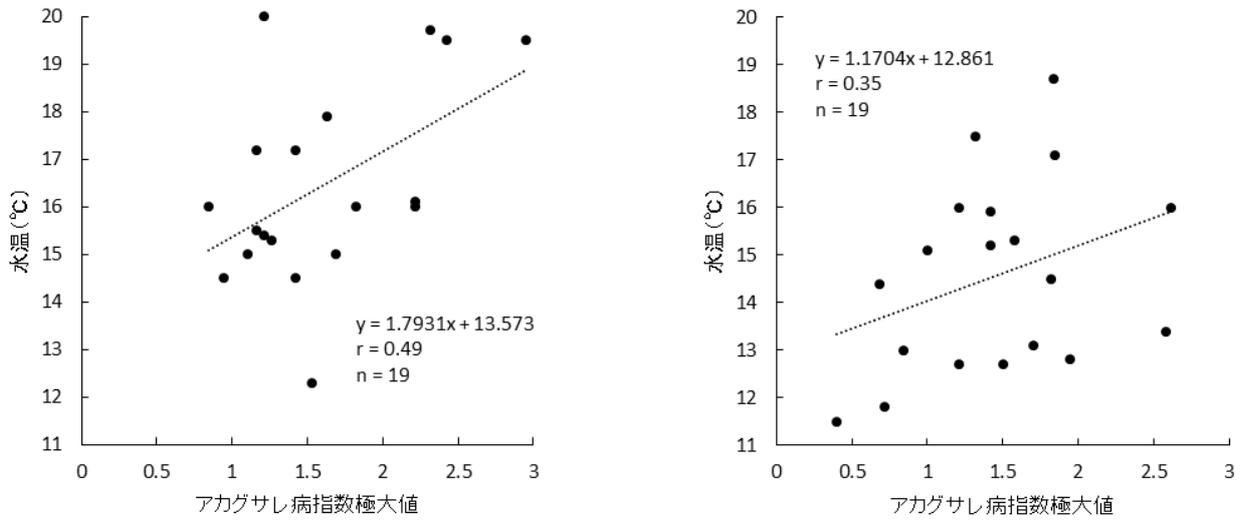


図4 水温とアカグサレ病指数  
(左は1回目, 右は2回目の極大値)

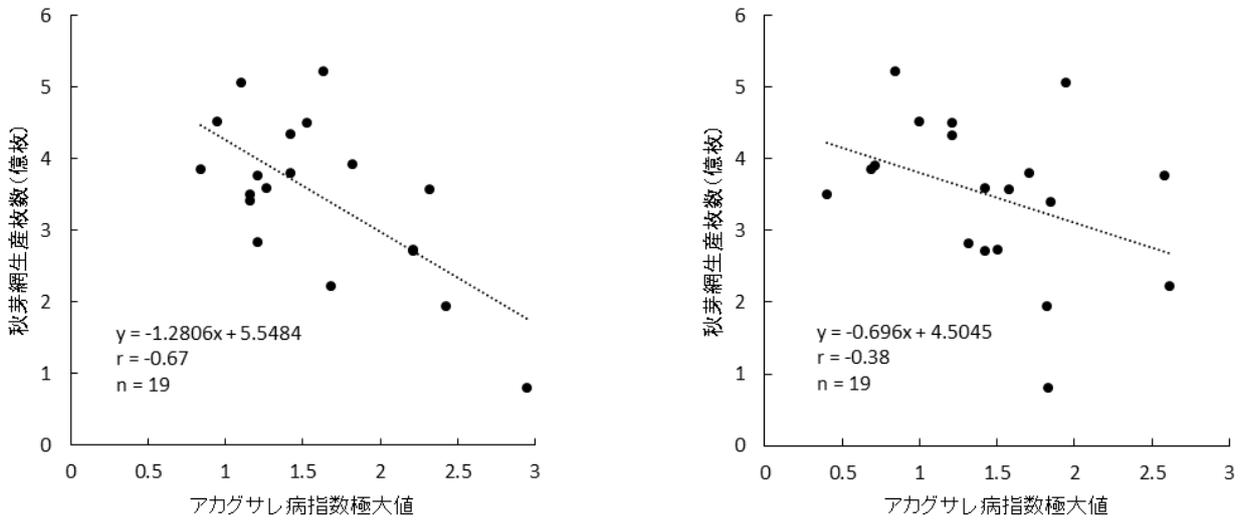


図5 秋芽網生産枚数とアカグサレ病指数  
(左は1回目, 右は2回目の極大値)

次に、アカグサレ病指数と秋芽網生産枚数の関係を図5に示した。アカグサレ病指数の1回目の極大値と秋芽網生産枚数には有意な負の相関が見られた ( $r=-0.67, p<0.01$ ) が、2回目の極大値とは相関が見られなかった ( $r=-0.38, p=0.11$ )。

## 2. 秋芽網生産期の水温と生産枚数の推移

1992～2021年度における採苗時の水温基調、秋芽網生産開始時の水温基調の推移を図6に示した。採苗を10月1日基準に行った1992～2006年度と採苗を10月中旬以降に行った2007～2021年度で採苗時の水温基調と秋芽網生産開始時の水温基調を比較するといずれも2007～2021年度で有意に低かった(順

に  $t(28)=5.74, p<0.01$ ;  $t(28)=5.21, p<0.01$ )。

次に、秋芽網生産枚数と総生産枚数に占める割合の推移を図7に示した。両期間で秋芽網生産枚数の平均値を比較すると、有意差は見られなかったものの、2007～2021年度で多い傾向が見られた ( $t(28)=1.95, p=0.06$ )。また、両期間で秋芽網生産枚数が総生産枚数に占める割合を比較すると、2007～2021年度で有意に高い結果となった ( $t(28)=2.51, p=0.02$ )。

## 3. ノリ養殖期の生産枚数と漁場環境

2017～2020年度における月上下期毎の任意の漁場数の1人あたり摘採回数(平均値)を、図8に示し

た。秋芽網生産期においては、11月下期または12月上期が最多であり、その後網の張り替えに向けて減少した。冷凍網生産期においては、1月下期に最多となり、その後漁期終了に向けて減少した。

次に、摘採回次毎の網あたり生産枚数の平均値を、図9に示した。ただし、延べ1,834個のデータのうち、秋芽網生産期の5回次の摘採、冷凍網生産期の10,11回次の摘採のデータはそれぞれ5,9,1個であったため、網あたり生産枚数の集計を行わなかった。秋芽網生産期と冷凍網生産期共に、1~3回次では摘採回次ごとに網あたり生産枚数が増加し、3~9回次では横ばいから微増で推移した。

2007~2021年度における、共販毎の柵あたり生産枚数、水温、栄養塩、プランクトン沈殿量の、月上

下期毎平均値の推移を図10に示した。ただし、2007~2021年度の15漁期のうち、4月上期の共販は9回、下期は6回のみであったため、4月上下期の集計は行わなかった。共販毎の柵あたり生産枚数は、11月下期~12月下期にかけて増加し、1月上期に減少した。その後再び増加し、2月上下期にかけてピークとなり、3月下期にかけて減少した。水温は、11月下期~1月上期にかけて急速に低下した後、2月上期にかけて緩やかに低下し、その後3月下期にかけて緩やかに上昇した。栄養塩とプランクトン沈殿量は、11月下期~12月下期までほぼ横ばいで推移し、1月上期以降プランクトン沈殿量が増加するのに伴い栄養塩が減少した。

#### 4. 近年のノリ養殖環境に適応した漁場利用の検討

1992~2021年度の10~3月において、水温24℃以上の期間、水温16℃以上の期間、19点調査により色落ちが確認された期間、漁期終了後の期間、採苗開始日、冷凍出庫開始日を図11に示した。アカグサレ病被害が拡大しにくい水温である16℃未満に水温が低下したのは11月13日~12月8日で、平均は11月28日であった。冷凍網生産期において、色落ちが開始した時期は、12月上期が1回、1月上期が3回、1月下期が8回、2月上期が8回、2月下期が1回、3月上期が4回、3月下期が1回、色落ちが発生しなかったのは4か年であった。冷凍網生産期においては、2021年を除き、色落ちが発生すると漁期終了まで色落ちが継続し、2月上期には30年間の内半数以上の年度で色落ちが発生していた。また、1992~2006年度の採苗開始日は10月1~13日で、平均は

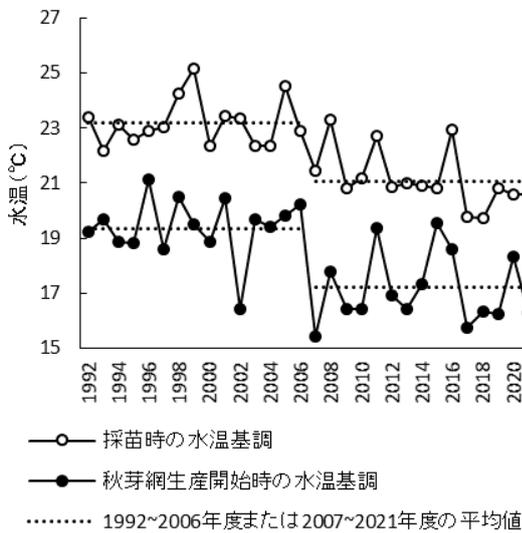


図6 採苗時・秋芽網生産開始時の水温の推移

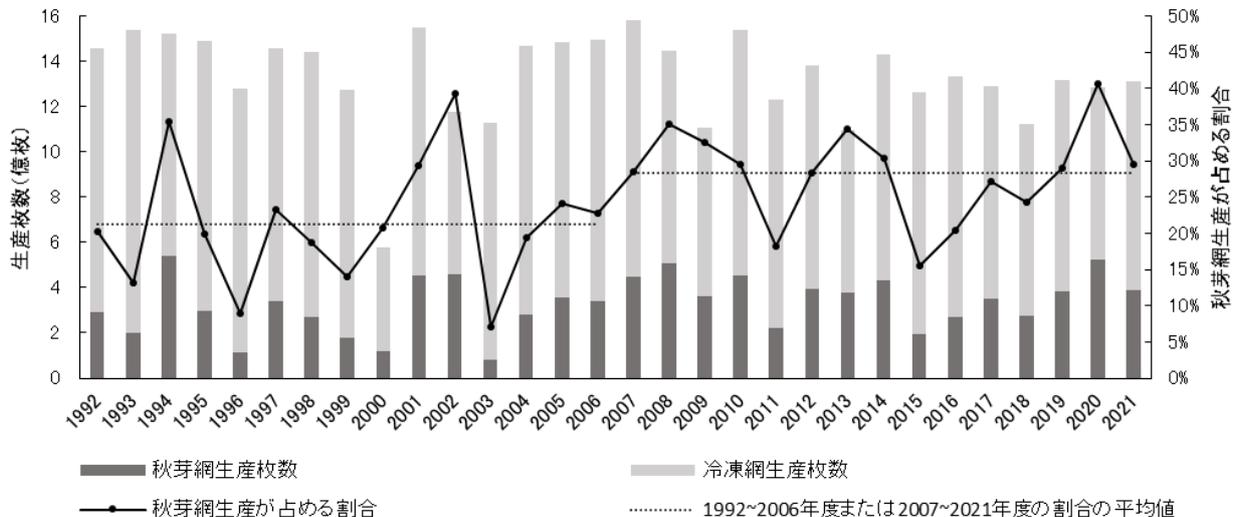


図7 秋芽網生産枚数・割合の推移

10月5日であり、冷凍網出庫開始日は12月2～15日で、平均は12月6日であった。それに対して、2007～2021年度の採苗開始日は10月14～27日で、平均は10月19日であり、冷凍網出庫開始日は12月20日～1月9日で、平均は12月29日であった。

次に、2007～2021年度におけるA等級、六、七等

のノリの生産割合を、月上下期毎に整理し、図12に示した。A等級は11月上旬～1月下旬にかけてほとんど生産されないが、2月上旬～3月下旬にかけて次第に増加していた。六、七等のノリは、11月下旬～12月下旬にかけて増加し、1月に減少した後、2月上旬以降再び増加していた。

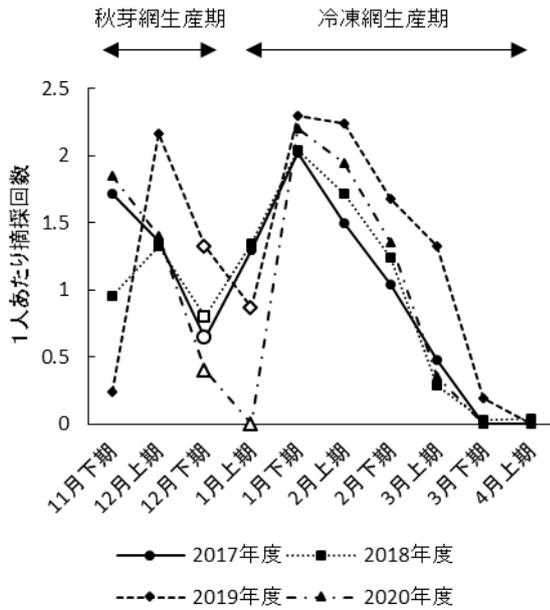


図8 摘採回数の推移

(網の張り替えが行われた期を白マーカーで示す)

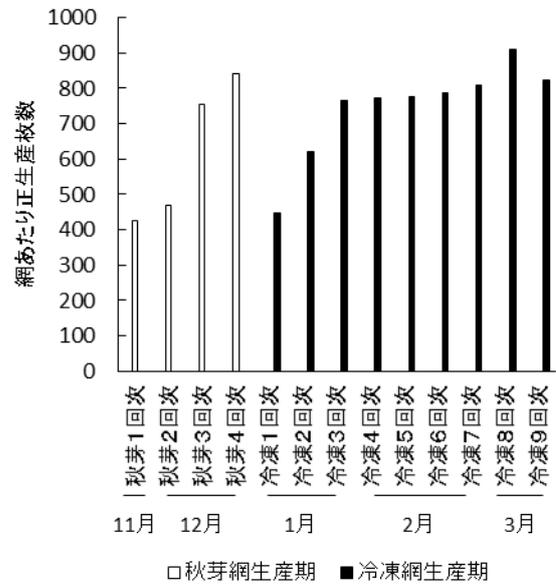


図9 摘採回次毎の網あたり生産枚数

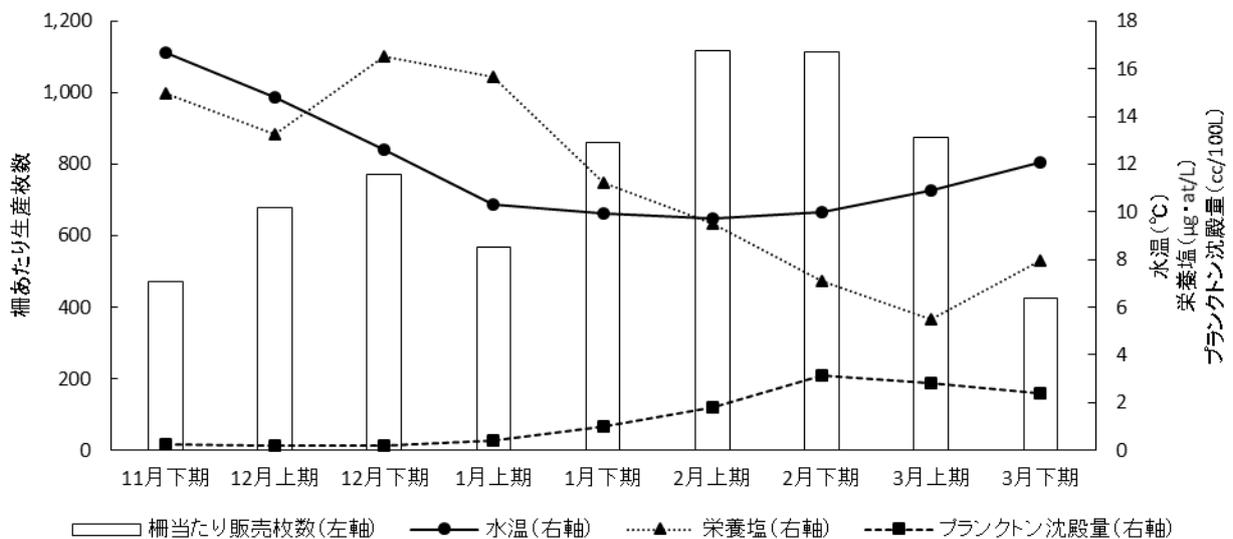


図10 籠あたり生産枚数と海況の月上下期別推移

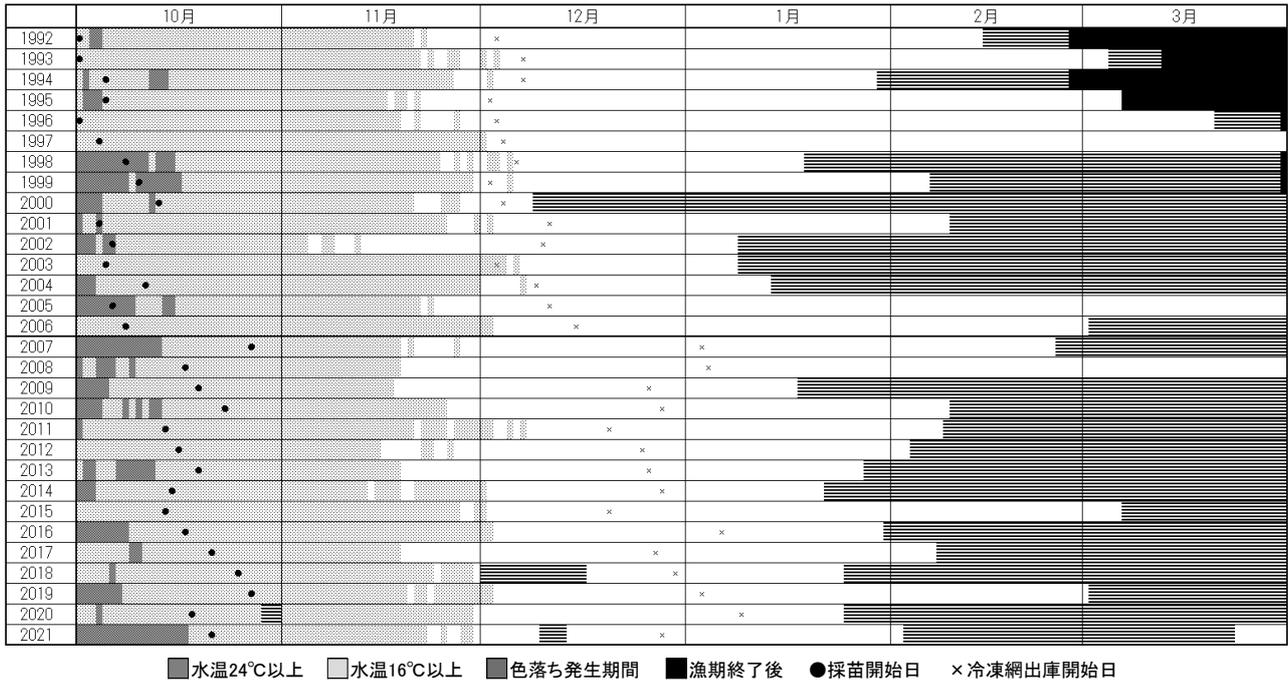


図11 年別ノリ漁期中の水溫区分，色落ち発生期間と養殖スケジュールの関係

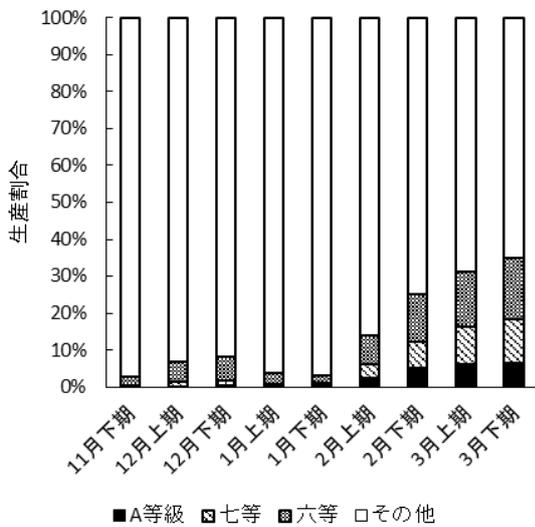


図12 低品質なノリの月上下期別生産割合

考 察

1. 秋芽網生産期におけるアカグサレ病の病勢

アカグサレ病指数の1回目の極大値と水溫に有意な正の相関が見られた。アカグサレ病の菌糸は水溫10～20℃の範囲で水溫が高いほど生長が早く，遊走子放出までの所要時間が短く，遊走子の放出量が多くなる<sup>8)</sup>とされており，1回目の極大時の水溫は

12.3～20.0℃，平均16.5℃であった。よって，この時期の水溫がアカグサレ病菌の感染速度に与える影響は大きかったものとみられる。それに対し2回目の極大値と水溫には相関が見られなかったが，これは，水溫が11.5～18.7℃，平均14.6℃と1回目の極大時より低下しており，水溫がアカグサレ病菌の感染速度に与える影響が小さかったためと推察された。

アカグサレ病指数の1回目の極大値と秋芽網生産枚数に有意な負の相関が見られた。このことは，秋芽網生産期初期のアカグサレ病の病勢がその後の秋芽網生産全体に影響を及ぼすことを示している。それに対し2回目の極大値と秋芽網生産枚数には相関が見られなかったが，これは2回目の極大時から秋芽網一斉撤去期限までの期間が4～32日間，平均13日間と生産期間が短く，この時点でのアカグサレ病の病勢が秋芽網生産枚数に与える影響が小さかったためと推察された。

また，これは，佐賀県海域での秋芽網生産期において，平均水溫が高いほど生産枚数が少なく，アカグサレ病の被害度が大きいほど生産枚数が少ないという既存報告<sup>9)</sup>と同様の結果であった。

2. 秋芽網生産期の水溫と生産枚数の推移

2007～2021年度は秋芽網生産期の水溫が低下し，

アカグサレ病による被害が抑えられたため、1992～2006年度と比較すると秋芽網生産枚数が増加したと推察された。秋芽網を一斉に撤去し、1週間程度の休漁期間において冷凍網を張り込む漁場利用は、高水温の中で秋芽網生産を行い、アカグサレ病の被害が甚大であった時代に考案されたものであり、現在のように水温が十分に低下しアカグサレ病が蔓延しにくい状況で秋芽網生産を行うのであれば、アカグサレ病対策としての網の一斉張り替えの必要性は低いと考えられる。

### 3. ノリ養殖期の生産枚数と漁場環境

2017～2020年度における月上下期毎の任意の漁場で摘採が行われた回数の推移(図8)では、秋芽網生産においては11月下旬～12月上旬に最も多く摘採が行われるが、12月以降には秋芽網の一斉撤去に向けて網の撤去が開始されるため、漁場内の網の枚数が減少し、摘採回数が減少していた。冷凍網生産期においては1月下旬に最も多く摘採が行われるが、2月以降は色落ちが発生した漁場から網の撤去が開始されるために、漁場内の網の枚数が徐々に減少し、それに伴って摘採回数も減少していた。

摘採回数の増加に伴い回次毎の網あたり生産枚数が増加(図9)したのは、摘採回数を重ねるほどにノリ葉状体の葉厚と葉幅が増す<sup>10)</sup>ためである。網あたり生産枚数が増加したことで、秋芽網生産期開始後の11月下旬～12月下旬にかけて、また、冷凍網生産期開始後の1月上旬～2月上旬にかけて、共販毎の柵あたり生産枚数は増加していた。秋芽網生産および冷凍網生産の3回次の摘採以降、回次毎の網あたり生産枚数は横ばいから微増で推移していた(図9)のに対し、1月上旬と3月上下期の共販毎の柵あたり生産枚数が減少していた(図10)のは、網の撤去が開始され、漁場に張り込まれている網の枚数が減少し、摘採回数が減少したためである。すなわち、秋芽網生産期と冷凍網生産期の終盤で柵あたり生産枚数が減少するのは、網あたり生産枚数の減少によるものではなく、漁場内の網の枚数の減少によるものである。

2007～2021年度において、共販毎の柵あたり生産枚数が多いのは2月上下期である(図10)。これは、水温が10℃前後まで低下しアカグサレ病が蔓延しにくい環境で、冷凍網出庫後に摘採回数を重ね、網あたり生産枚数が増加しているためである。1月上下期は網の張り替えの影響で柵あたりの生産枚数

が少ないが、2月上下期と同様に水温が10℃前後まで低下しアカグサレ病が蔓延しにくい環境である。

そのため、網の張り替えを行わず、摘採回数を重ね網あたり生産枚数が増加した網で生産を行うと、生産枚数の増加が見込まれ、更に、2月上下期に生産されるノリよりも栄養塩が多い環境で生育するため、多くの高品質なノリが生産可能になると考えられる。

### 4. 近年のノリ養殖環境に適応した漁場利用の検討

12月上旬以降の水温はアカグサレ病被害が拡大しにくい水温16℃未満まで低下すること、また2月上旬には30年間のうち半数以上の年度で色落ちが発生していることから、ノリを最も効率的に生産できる適期は12～1月である。一方、2006年度以前は10月上旬～中旬に採苗を行っていたのに対し、2007年度以降は10月中～下旬に行うようになったため、秋芽網生産は開始時期が遅れ、生産期間も伸びた。よって、2006年度以前は12月上旬～中旬に冷凍網出庫を行っていたのに対し、2007年度以降は12月下旬～1月上旬に行うようになった。秋芽網の撤去は冷凍網出庫の3週間程前から開始されるため、12～1月には網の張り替え作業や張り替え後の網あたり生産枚数が少ない冷凍1回次の生産が行われ、1月の生産枚数は少なくなっている。

ここで、12～1月に網の張り替えを行わなかった場合の1月までの生産枚数増加効果について検討した。図10に示すとおり、1月上下期の生産水温は2月上下期とさほど変わらずアカグサレ病が蔓延しにくい時期であること、また、図12に示す通り、1月は2月と比較し低品質なノリの生産割合が低く、色落ちによるノリ網の撤去が行われにくいため、2月まで色落ちの発生がない漁期の2月と同等の生産効率かつ同等の枚数の網で生産可能と考えられる。仮に、2月の柵あたり生産枚数の平均値を1月の柵あたり生産枚数とすると、1月の柵あたりの生産枚数は1,431枚/柵から2,232枚/柵に増加し、1月までの柵あたり生産枚数が年間の柵あたり生産枚数に占める割合は、49%から60%に増加する。つまり色落ちが発生しにくい1月までの生産枚数が増加することで、色落ちしていない高品質なノリが増産され、収入の安定化が期待できる。色落ちノリの市場価値は低く、2007～2021年度における色落ち等級のA等級を除くノリの平均単価は11.3円/枚であるのに対し、A等級のノリの平均単価は6.25円/枚であり、

この単価差は生産金額に大きく影響を及ぼす。

以上のことから、2007年以降、水温低下後に採苗を行うようになったことで、秋芽網生産期が水温の低い時期に移行し、アカグサレ病の甚大な被害が抑えられるようになったため、アカグサレ病対策としての秋芽網から冷凍網への一斉張り替えは、その必要性が低くなったものと考えられた。

また、近年のノリ養殖の経営の大規模化により、一経営体における高品質なノリの生産に適した時期の網の張り替え作業に要する時間が増加しているため、網の一斉張り替え等、近年の養殖環境に合わせたより最適な漁場利用について、今後検討していく必要がある。また、これによって、色落ちしていない高品質なノリの安定供給が期待でき、産地規模の底上げに寄与できるものと考えられる。

## 文 献

- 1) 中原秀人, 篠原満寿美. 福岡県有明海におけるノリ養殖の個人経営体と協業の生産効率. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2021 ; 31 : 55-61.
- 2) 篠原満寿美, 中原秀人. 福岡県有明海におけるノリ養殖の協業動向と展開方向. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2019 ; 29 : 49-56.
- 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 1989 ; 6 : 35-36.
- 4) 塩塚覚. 生産性を上げる摘み方とは～摘採間隔, 残す葉長との関係～. 私たちの海苔研究 2022 ; 69 : 18-28.
- 5) 阿部昇. ノリの種苗生産及び育苗管理に関する研究. 福岡県有明水産試験場臨時研究報告 1986 ; 1-78.
- 6) 三根崇幸, 横尾一成, 川村嘉応. 高水温条件下におけるノリの殻胞子放出. 佐賀有明水産振興センター研究報告 2007 ; 23 : 1-3.
- 7) 川村嘉応. 新・海苔ブック 技術編 2 海苔産業情報センター. 福岡. 2017.
- 8) 桜井保雄, 秋山和夫, 佐藤重勝. ノリあかぐされ病菌の遊走子の形成・放出について. 東北区水産研究所研究報告 1974 ; 33 : 119-127.
- 9) 藤武史行, 久野勝利, 伊賀田邦義. 有明海奥部の佐賀県ノリ養殖場におけるアカグサレ病および壺状菌病の発生. 佐賀有明水産振興センター研究報告 2009 ; 24 : 57-66.
- 10) 増田裕二, 山田秀樹, 横尾一成, 川村嘉応. 摘採回数異なるノリ葉体の厚さおよび自由水, 含水率の変化. 佐賀県有明海水産振興センター研究報告 2014 ; 27 : 55-59.