

## 採苗開始時の環境がノリ養殖の生産性に及ぼす影響

横尾一成・川村嘉応

### Effects of Environment at the Starting of Nori Seeding Collection on the Productivity of Nori Culture

Kazunari YOKOO and Yoshio KAWAMURA

#### まえがき

ノリ養殖では種を網に付着させる行為を「採苗」と称し、特に有明海ではこの採苗は「野外採苗」として養殖漁場で行われている。そのため、採苗時期の気象海況、特に水温、塩分はその年の生産に大きな影響を及ぼす。従来から採苗はノリ養殖の開始日となるため、条件を整えなるべく早くするように決定され、過去、10月上旬の大潮時がその適期とされていた。しかし、2005年度のノリ養殖は採苗時の高水温によってノリ芽に傷害が見られ、生産に大きな影響を及ぼした<sup>1)</sup>。このことから、佐賀県では、2007年以降、採苗時期を1潮流遅らせ、10月中下旬にすることによって、採苗をより環境の良い条件で実施し、高水温による採苗時期のノリ芽の傷害を防ぐ取組を行っている。

本報では、有明海佐賀県海域のノリ養殖について、採苗日を遅らせる取組（以下、「取組」と略す）が、養殖ノリの生産にどのような影響を及ぼしたのかを、「取組」前後の12年間における有明海佐賀県海域の東部地区の生産状況をもとに評価した。

#### 材料および方法

本報で検討した養殖年度は、「取組」を開始した2007年度の前後12年間となる2001～2012年度とし、「取組」前を2001～2006年度、「取組」後を2007～2012年度とした。検討を行った地区は図1に示す有明海佐賀県漁場の東部地区とし、生産状況についても東部地区に該当する有明海漁協の諸富町支所、早津江支所、大詫間支所、南川副支所、広江支所、東与賀町支所の計6支所を対象とした。

#### 1) 気象・海況

各養殖年度の気象・海況は、各年度の養殖開始日を0日目とした養殖経過日数で、秋芽網期は60日目まで、冷凍網期は90日目までで検討した。気象データは佐賀地方気象台佐賀局の気温、全天日射量とし、海況データは図1に示す早津江観測タワーの昼間満潮時における水温、比重とした。

#### 2) ノリの芽付き数

ノリ芽の網糸への付着数（芽付き数）は、採苗日から5～7日後に図1に示す東部地区ノリ養殖漁場の30～50地点からノリ網糸を採取し、ノリ網糸の中心部2cmを蛍光顕微鏡下で観察し、100倍視野（直径2.2mm）内の

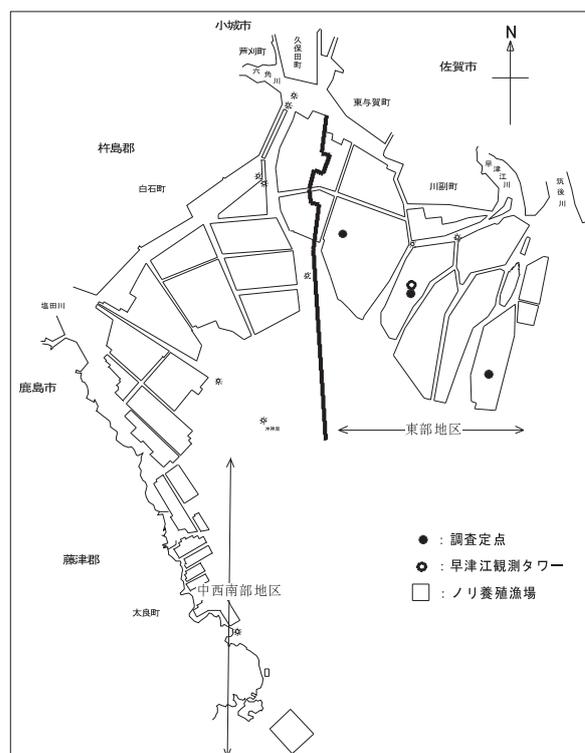


図1 ノリ養殖漁場および調査・観測位置図

芽付き数を計数し、その平均値とした。

### 3) ノリの生長

ノリの生長は週2回の頻度で東部地区ノリ養殖漁場の8~21点からノリ葉体を採取し、調べた。葉長の測定は採取地点毎の最大葉長を測定し、全地点の平均値を求めた。なお、葉長を測定した期間は採苗日から30日程度までとした。「取組」前後の葉長の比較は統計ソフト(エクセル統計2012)を用い、ロジスティック曲線にあてはめた生長曲線で行った。

### 4) アカグサレ病の発生状況

アカグサレ病の発生状況は3)に用いたノリ葉体を光学顕微鏡で観察し、アカグサレ菌の感染の有無と症状を調べた。病気の発生状況は確認地点率(感染が確認される調査地点を全調査地点数で除して算出)と被害度(表1)を用いた。

### 5) 生産状況

ノリの生産状況について、生産量は東部地区乾海苔共販実績による共販枚数とし、品質は各付け等級を入札金額の高低で大まかに分けた高品質等級(重, 軽, ○, 黒等級を含む特~3等), 低品質等級(クモリ, 別等級)とその他の等級の比率を求め、評価した。

## 結 果

東部地区における各年度の養殖概況を表2に示す。2007年度以降の採苗日は「取組」前と比較して平均10日間遅くなっていた。一方、漁期の終了日は「取組」前と比較して平均7日間遅くなっており、養殖期間は平均5日間短くなっていた。秋芽網期の養殖期間は平均2日間長く、冷凍網期は平均8日間短くなっていた。

表1 顕微鏡観察による病害評価

判断基準	調査地点数	指数
認められない	n <sub>0</sub>	0
観察した葉体のうち、いずれかに病斑3mm未満の寄生が確認される。	n <sub>1</sub>	1
観察した葉体のうち、いずれかに病斑3mm以上の寄生が確認される。	n <sub>2</sub>	2
上記に加え、観察した葉体すべてに寄生が確認される。	n <sub>3</sub>	3
上記に加え、病斑の癒合が確認される。	n <sub>4</sub>	4
観察した葉体のうち、いずれかに病斑(死斑も含む)の面積が30%以上に達する。	n <sub>5</sub>	5

※被害度の算出

$$\text{被害度} = \frac{(n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3 + n_4 \times 4 + n_5 \times 5)}{(n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5) \times 5}$$

表2 東部地区の各養殖年度における生産概況

養殖年度	採苗日	網撤去完了日	秋芽網期(日間) (A)	冷凍網出庫日	網撤去完了日	冷凍網期(日間) (B)	養殖期間(日間) (A+B)
2001	10/4	12/19	76	12/23	3/18	85	161
2002	10/7	12/8	62	12/12	4/10	119	181
2003	10/9	11/29	51	12/3	4/5	124	175
2004	10/11	12/4	54	12/9	4/11	123	177
2005	10/7	12/20	74	12/24	4/10	107	181
2006	10/8	12/12	65	12/15	4/6	112	177
2007	10/25	12/28	64	1/3	4/9	97	161
2008	10/15	12/28	74	1/5	4/13	98	172
2009	10/18	12/23	66	12/26	4/13	108	174
2010	10/23	12/26	64	1/2	4/16	104	168
2011	10/13	12/14	62	12/20	4/8	110	172
2012	10/16	12/20	65	12/24	4/10	107	172
'01-'06	10/8	12/10	64	12/14	4/5	112	175
'07-'12	10/18	12/23	66	12/29	4/12	104	170

## 1) 気象・海況

「取組」前後の各6年間を平均した気温、全天日射量、水温および比重の変動を図2に示す。

秋芽網期の気温は養殖期間を通して「取組」前に比べ「取組」後が約1.9℃低かった。冷凍網期の気温は養殖期間を通して「取組」後が約0.3℃高く、大きな差はみられなかったが、養殖期間の前半では1.0℃低く、後半

では1.6℃高いなど、時期的な変動が大きかった。秋芽網期の全天日射量は養殖期間を通して「取組」後が約1.45MJ/m<sup>2</sup>低かった。特に育苗期といわれるノリが肉眼視され始める10日目までは2.29MJ/m<sup>2</sup>とかなり低かった。冷凍網期の全天日射量は、養殖期間を通して「取組」後が約0.98MJ/m<sup>2</sup>高かった。ただし、冷凍出庫から20日目まではほとんど差が無かった。採苗日の水温は

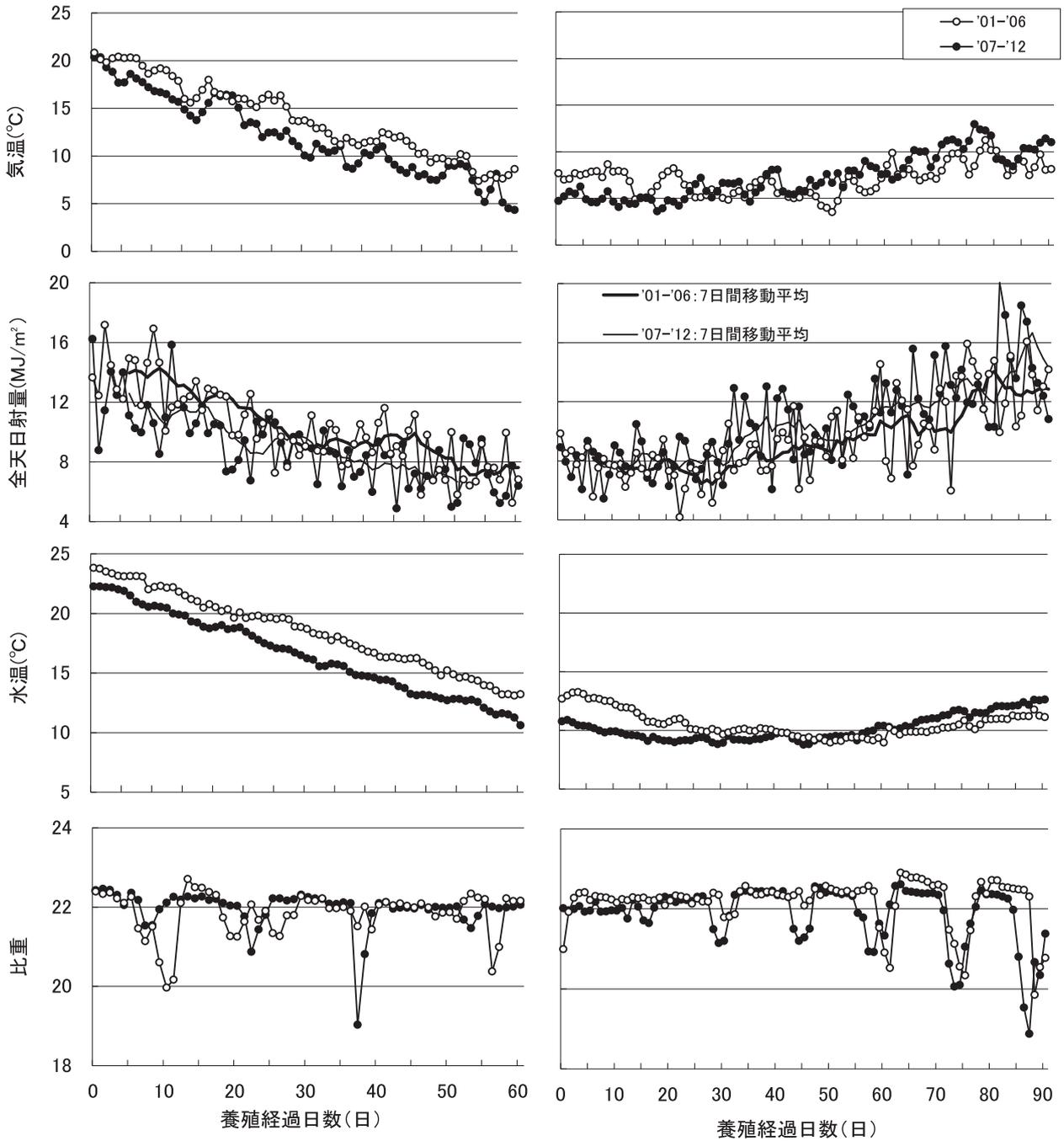


図2 取組前後における気象・海況  
取組前：'01-'06，取組後：'07-'12  
左：秋芽網期，右：冷凍網期

「取組」前が平均 23.8℃, 「取組」後が平均 22.3℃であった。秋芽網期の水温は養殖期間を通して「取組」後が約 2℃低かった。冷凍網期の水温は養殖期間を通して「取組」後が約 0.3℃低く, 大きな違いはみられなかったが, 養殖期間の前半では 1.4℃低く, 後半では 0.8℃高いなど, 時期的な変動が大きかった。比重は秋芽網期および冷凍網期の両期において「取組」前後で大きな差はみられなかった。

## 2) ノリの芽付き数

各養殖年度の平均芽付き数を図 3 に示す。100 倍視野あたりの芽付き数は「取組」前が 10.8~18.0 個, 「取組」後が 16.0~31.4 個となっており, 「取組」によって平均

10.6 個増加していた。

## 3) ノリの生長

「取組」前後のノリの生長曲線を図 4 に示す。採苗日から 30 日目までのノリの葉長は「取組」前が 146.2 mm, 「取組」後が 128.5 mm となっており, 「取組」によって明らかに生長が鈍くなっていた。

## 4) 病害発生状況

各養殖年度のアカグサレ病発生状況について秋芽網期を図 5 に, 冷凍網期を図 6 に示す。秋芽網期の発生状況は本格的な摘採が始まる 30 日目で比較すると, 「取組」前の 2003, 2004 年度と「取組」後の 2008, 2011 年度で地点率が 60% 以上, 被害度が 20% 以上となり, その他の

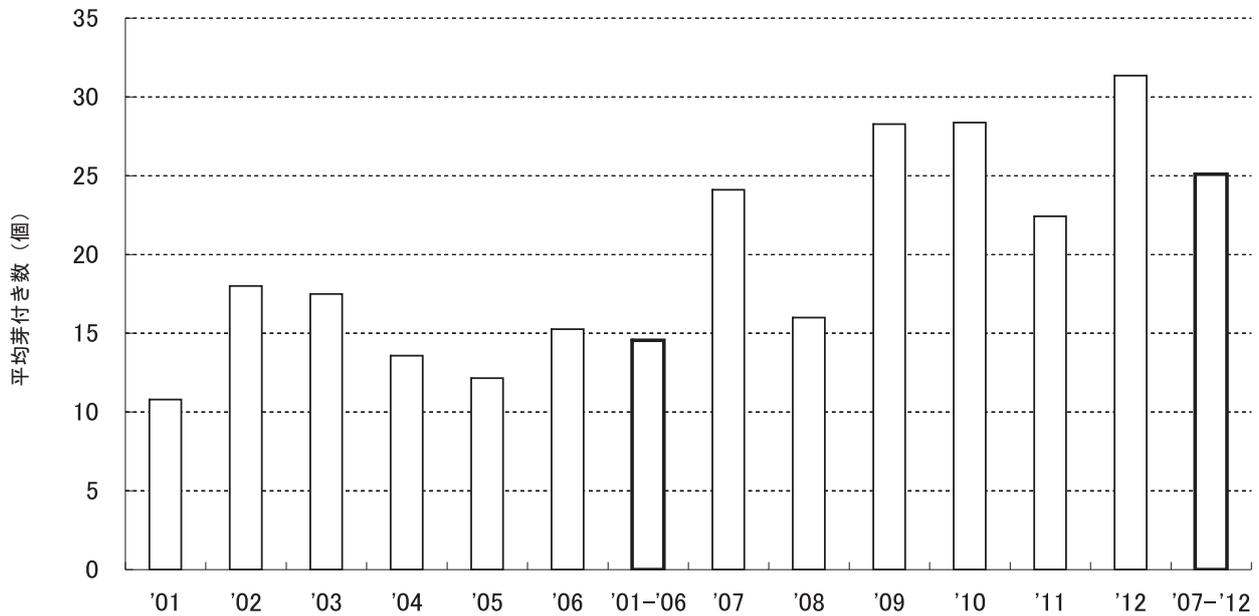


図3 各養殖年度の平均芽付き数

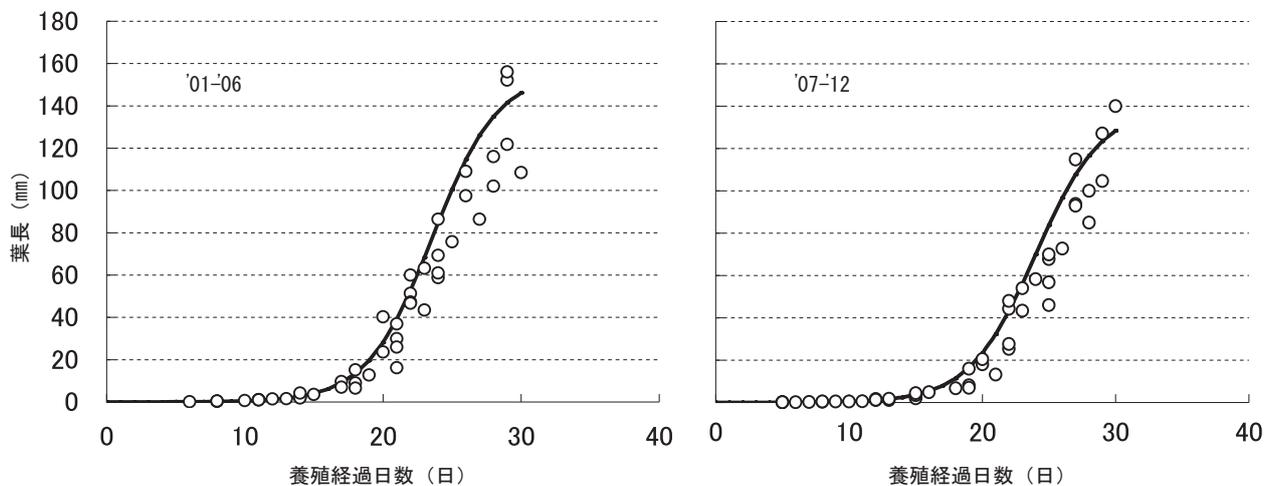


図4 ノリの生長曲線  
左：取組前 右：取組後

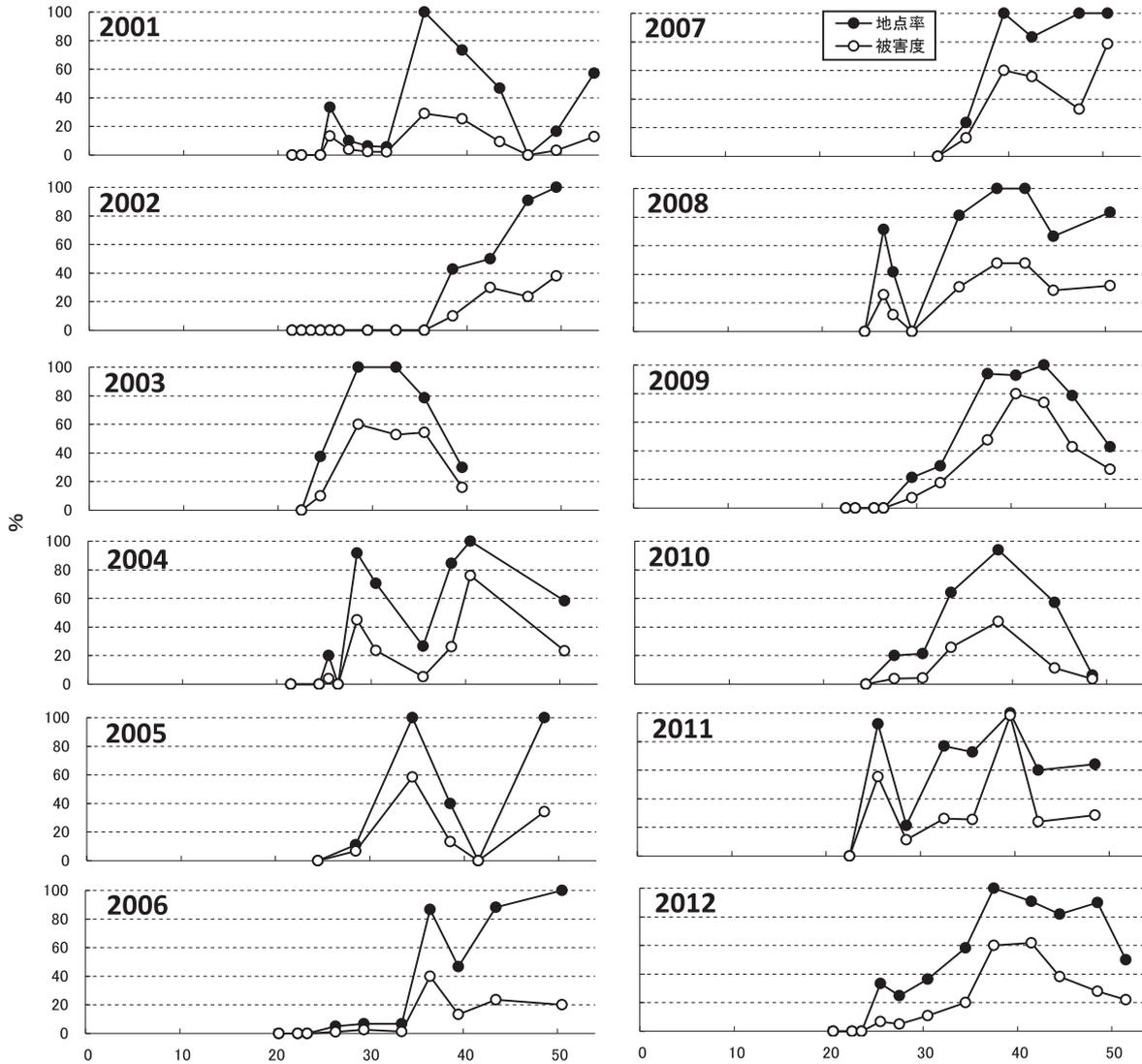


図5 秋芽網期のアカグサレ病発生状況  
左：取組前 右：取組後

年に比べ、高い値となった。冷凍網期の発生状況は「取組」前の2004、2005、2006年度と「取組」後の2008、2011、2012年度で漁期終盤に地点率および被害度が増加したが、本格的な摘採が始まる10日目ではいずれの年も低かった。アカグサレ病発生状況は秋芽網期、冷凍網期において「取組」前後で明らかな違いはみられなかった。

### 5) 生産状況

乾海苔共販実績の生産枚数を図7に示した。秋芽網期の生産枚数は「取組」前が1.2～4.6億枚で平均3.3億枚、「取組」後が2.1～4.4億枚で平均3.6億枚と約9.1%増加している。これを養殖日あたりの生産枚数で見ると「取組」前が平均495万枚、「取組」後が平均543万枚と約9.7%増加している。

一方、冷凍網期の生産枚数は「取組」前が5.4～9.6億

枚で平均7.9億枚、「取組」後が8.0～9.6億枚で平均9.1億枚と約15.2%増加している。これを養殖日あたりの生産枚数で見ると「取組」前が平均707万枚、「取組」後が平均872万枚と約23.3%増加している。

共販実績の等級各付け比率を図8、9に示した。秋芽網期の高品質等級の割合は「取組」前が24.7～50.7%で平均36.9%、「取組」後が25.5～63.3%で平均45.3%と平均値と比較すると8.4%増加している。一方、低品質等級の割合は「取組」前が13.6～23.5%で平均16.2%、「取組」後が10.2～20.2%で平均15.4%と平均値と比較すると0.8%減少している。冷凍網期の高品質等級の割合は「取組」前が20.1～49.9%で平均39.1%、「取組」後が32.1～49.5%で平均39.6%と平均値と比較すると0.5%増加している。一方、低品質等級の割合

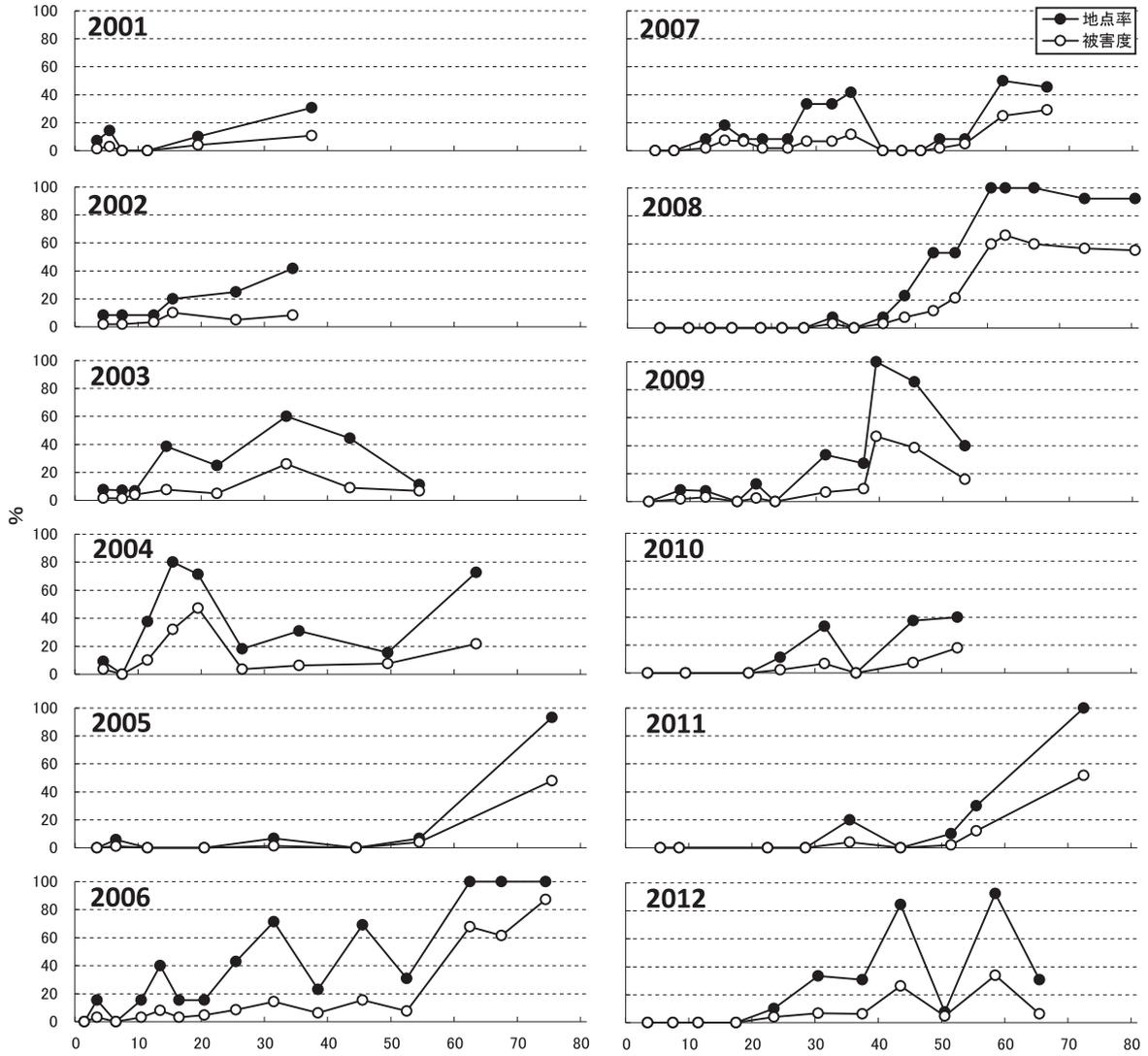


図6 冷凍網期のアカグサレ病発生状況  
左：取組前 右：取組後

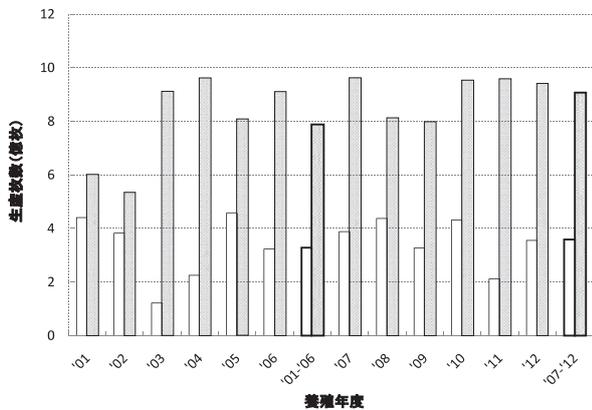


図7 各養殖年度の生産枚数  
□秋芽網期 □冷凍網期

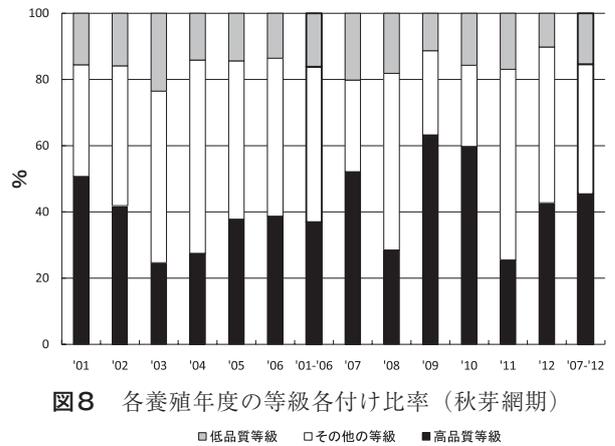


図8 各養殖年度の等級各付け比率（秋芽網期）

□低品質等級 □その他の等級 ■高品質等級

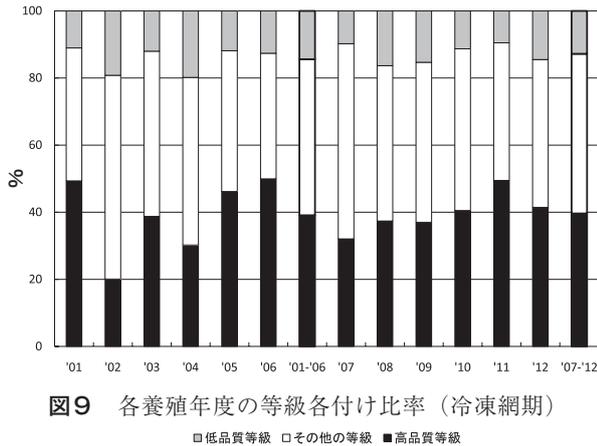


図9 各養殖年度の等級各付け比率（冷凍網期）

■低品質等級 □その他の等級 ■高品質等級

は「取組」前が11.0~19.8%で平均14.4%、「取組」後が9.5~16.3%で平均12.8%と平均値と比較すると1.6%減少している。

## 考 察

佐賀県有明海のノリ養殖は採苗時期の水温上昇が生産に大きな影響を及ぼしているとの考えから、その対策として2007年度から採苗日を1潮汐遅らせる取組を行っている。本報では、その「取組」の生産への影響を気象海況、生長性、芽付き、病害（アカグサレ病）および各付け等級の4項目を総合的に検討し、生産量、品質から秋芽網期、冷凍網期のそれぞれへの影響を考察した。なお、生産への影響が大きい色落ち被害については、主な原因が珪藻赤潮であり、その発生機構については気象海況などの様々な要因が複雑に関係しているため、「取組」による影響評価が難しく、検討項目に入れていない。そのため、本報では、赤潮発生の少ない東部地区<sup>2)</sup>の結果をもとに検討した。検討した12年間における東部地区の乾海苔共販に出品された色落ち等級（A2~A7等級）の比率は平均で全体の1.2%であった。

採苗日は、その年の潮汐、水温予測を元にカキ殻糸状体の成熟調整に必要な7~10日間前に決定される。しかし、気象予報から採苗日の海況を予測することは難しく、「取組」前の2001~2006年度では必ずしも最適な条件で実施されていない。一方、「取組」後の2007~2012年度は適水温<sup>3)</sup>で実施できており、芽付き数の増加や異形芽率の低下がみられた。このことから採苗をより環境条件の良い時期に実施するという目的は達成されていた。

秋芽網期は「取組」によって全天日射量、水温が低下し、ノリ芽の生長が遅くなっている<sup>4)</sup>が、芽付き数が増えたこと<sup>5)</sup>やその後の生残が良かったこと<sup>6)</sup>によって生

産量が増加したと推測された。芽付き数については、採苗時に付着する殻胞子以外に単胞子発芽体（二次芽）による増加もありうる。二次芽の放出条件は葉長のサイズとその時の水温が重要である<sup>7)</sup>が、「取組」後にその最適な条件、つまり放出適温とされる18℃前後の期間が長くなっており、二次芽の付着数が増加していると考えられる。また、ノリの収量には葉長とともに葉幅比が小さいことが重要であり<sup>5)</sup>、育苗時期の高水温によって葉体が細葉となる傾向があること<sup>6)</sup>から「取組」によって葉幅が広がったことも生産量が増加した要因の一つと考えられる。

一方、毎年、秋芽網期で大きな被害を及ぼしているアカグサレ病については、この病気の対策の最も効果的な方法は干出による乾燥<sup>8)</sup>であるが、「取組」によって芽付き数が増加し、密植傾向となったことや養殖期の気温が約2℃低下したことが乾燥の妨げになり、対策の効果を低下させている可能性が考えられた。アカグサレ病は感染すると感染部分が赤く変色し品質を低下させる<sup>9)</sup>ため、乾海苔製品の等級割合としては高品質等級が減り、低品質等級が増える。アカグサレ病の発生状況については発生の拡大、重症化が早かったと考えられる年が「取組」前の2003、2004年度と「取組」後の2008、2011年度とそれぞれ2ヵ年あり、いずれの年も共通して低品質等級の比率がやや高く、高品質等級の比率が低いなど、「取組」前後で大きな違いはみられていない。これらのことは、アカグサレ対策の効果を下げる以上に水温の低下によって病勢が衰えた<sup>9,10)</sup>ことがより生産の安定に寄与しているためと推測された。

また、秋芽網期の品質については高品質等級の増加が顕著であった。この理由としては、まず二次芽が長い期間付着し続けることによって、葉長が不揃いになることで摘採回数を重ねても若い葉体が摘採の対象となり、品質が向上したと考えられた。さらにもう一つの理由としては乾海苔の色調の変化が考えられた。品質を評価する等級各付けは検査員による視覚検査であるため見た目を重視する傾向<sup>11)</sup>がある。支柱式養殖の乾海苔は、干出によって強い日射量を受け、赤みが強くなるといわれており、等級各付けにおいて黒みが強いものより低く評価される。すなわち採苗が遅くなり全天日射量が低下することによって「取組」後の乾海苔は黒みが強くなったのではないかと推測された。ただし、この色調については気象海況との関係など更なる検討が必要である。

次に冷凍網期は「取組」によって生産枚数が約15.2%、さらに養殖日あたりも約23.3%増加しており、養殖期

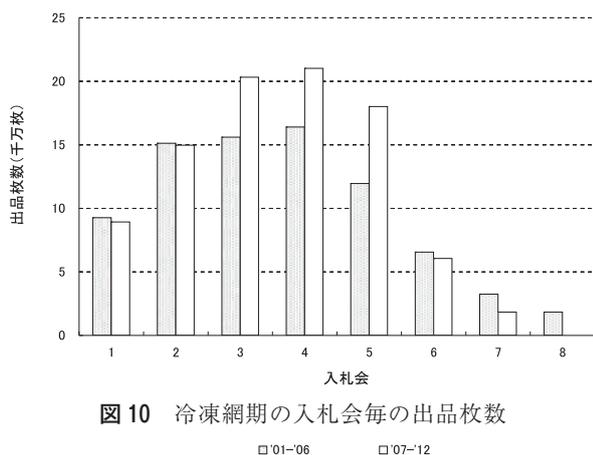


図 10 冷凍網期の入札会毎の出品枚数

□ 01-06 □ 07-12

間が7日間短くなったにもかかわらず、著しく生産性が上がっている。冷凍網期の気象海況は漁期の前後半で極端な違いがみられ、漁期後半の水温、全日射量が生長性において明らかに良い条件<sup>4)</sup>となっている。入札会毎の枚数をみても図 10 に示すように漁期後半の入札 3~5 回目の出品枚数が「取組」後に増加している。

冷凍網期の生産に大きな影響を与える病害の一つにスミノリ病があるが、この病気は日射量、水温が低い年に発生が多い傾向がある<sup>12)</sup>。気象海況は「取組」後にスミノリ病のリスクが高まったと考えられるが、低品質等級の比率は変化がみられず、スミノリ対策である酸処理技術が適切に実施されているためと推測された。また、漁期後半の生産性の向上は秋芽網期でも考察した芽付き数の増加とともに協業の普及によって生産性があがったこと<sup>13)</sup>もその助力となっていると考えられる。

以上、採苗日を遅らせる「取組」は、生産期間が5日間短くなっているにもかかわらず、芽付きの多さで生産性を上げるなど安定生産の有効な方法であることが明らかとなった。しかし、一方で、芽付きの多さは、秋芽網期でのアカグサレ病のリスクを高めていると考えられたことから、芽付き数は、少なくとも 2007 年度以降の平均である顕微鏡 100 倍視野あたり 25 個未満が適切ではないかと思われた。芽付き数を調整するためには、殻胞子の元であるカキ殻糸状体の取扱が重要であり、使用する枚数の調整や網から外すタイミングを適切にすることが必要である。また、冷凍網期については漁期後半がその年の生産に大きく寄与していることから、この時期の生産をいかに安定させるかが重要となる。検討した 12 年間は漁期後半に大型珪藻の発生件数が少なく、また発生時期が遅いため、大きな色落ち被害は出ていないが、過去、この時期の大型珪藻の発生による色落ちは多々あり、大きな被害を及ぼしている<sup>2,14)</sup>。

採苗日を遅らせることについては、現在、1 潮汐を目安としているが、その期限については幼芽期の生長や二次芽の放出に影響を及ぼすこと<sup>4,7)</sup>や冷凍網期後半の色落ちのリスクを考慮すると、10 月下旬までとするのが妥当ではないかと考えられる。

また、本報では評価の難しさから色落ちの影響について検討していないが、佐賀県ノリ養殖における採苗日や冷凍出庫日などのスケジュールを検討する場合は色落ち被害の大きい西南部地区の赤潮発生状況を踏まえた検討が必要であることは言うまでもない。そのためには、赤潮の発生機構などの基礎研究の推進が望まれる。

## 文 献

- 1) 川村嘉応・久野勝利 (2006) : 高水温年における採苗日決定に関する考察-平成 17 年を事例として-。海苔と海藻, (71), 1-8.
- 2) 松原賢・吉田幸史・首藤俊雄 (2011) : 有明海佐賀県海域におけるノリ漁期の植物プランクトンの出現動向 (1989-2010)。佐有水研報, (25), 21-35.
- 3) 三根崇幸・横尾一成・川村嘉応 (2007) : 高水温条件下におけるノリの殻胞子放出。佐有水研報, (23), 1-3.
- 4) 山内幸児 (1974) : ノリ幼芽の生長におよぼす温度の影響-I 温度条件とノリ芽の初期生長および形態について。日水誌, 40(5), 439-446.
- 5) 吉田忠生・桜井保雄・黒木宗尚 (1964) : 養殖アサキサノリの着生密度・生長と収量について。東北水研報, (24), 88-101.
- 6) 三根崇幸・横尾一成・川村嘉応 (2013) : 高水温がノリ幼芽の生長に及ぼす影響。佐有水研報, (26), 83-88.
- 7) 川村嘉応・山下康夫 (1990) : 養殖場におけるナラワスサビノリの単胞子の放出について。佐有水試研報, (12), 97-100.
- 8) 藤田雄二・右田清治 (1980) : あかぐされ病罹病のり葉体の乾燥および冷凍保存による病原菌 *Pythium porphyrae* の死滅について。長崎大学研報, 49, 11-16.
- 9) 新崎盛敏 (1947) : アサキサノリの腐敗病に関する研究。日水誌, 13(3), 74-90.
- 10) 横尾一成・川村嘉応 (2013) : 各地のアカグサレ菌株の形態・生長比較と遺伝的差異。佐有水研報, (26), 73-82.
- 11) 工藤盛徳 (2009) : 乾海苔検査合理化に向けての取り組み。海藻資源, (20), 30-46.
- 12) 川村嘉応 (1994) : 養殖ノリのスミノリ病に関する研究。佐有水研報, (16), 29-98.
- 13) 山下宗利 (2005) : 有明海におけるのり養殖協業化の進展 佐賀大学有明海総合研究プロジェクト成果報告集, (1), 41-48.

- 14) 首藤俊雄・松原 賢・久野勝利 (2009) : 有明海の栄養塩環境とノリ養殖. 海洋と生物, 181, 168-170.