

## ノリ養殖における温暖化による採苗日繰り下げ効果の検証

伊藤龍星・菅沼倫美\*

大分県農林水産研究指導センター水産研究部 北部水産グループ

### Verification of the effect of delaying the seedling collection date due to global warming in Nori culture

RYUSEI ITO AND TOMOMI SUGANUMA

Northern Fisheries Group, Fisheries Research Division

Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：繰り下げ，ノリ養殖，温暖化，採苗日，周防灘

ノリ養殖の生産工程における最初の採苗作業は、その後のノリの出来を左右する重要な工程である。特に野外人工採苗開始時の水温は、順調な殻胞子放出とその後の生長のために23℃以下で行うのがよい<sup>1,2)</sup>とされている。周防灘西部海域の大分県中津市、宇佐市沿岸では毎年、秋季から冬季にかけて支柱式ノリ養殖業が営まれており、採苗方法は、全経営体が海面に張り込んだノリ網に貝殻糸状体を装着する野外人工採苗である。このため、生産者をはじめ関係者にとって、採苗時期の水温動向は大きな関心事である。

従来、本県の採苗開始日は毎年10月1日か、10月前半の大潮を目安にするのが通例であった。しかし近年は海水温の低下が鈍くなり、2007年度漁期からは1潮、すなわち2週間程度遅らせて<sup>3)</sup>10月後半の大潮（おおむね中旬以降）を目安に採苗を行うようになり、すでに10年以上が経過した。

そこで、ノリ漁場の10月の水温や気温、比重といった環境面における近年の状況を把握するとともに、採苗日を初めて繰り下げた2007年度漁期より前の10年間と、繰り下げ後の10年間について、養殖ノリの採苗-摘採、病害発生状況や乾ノリの生産状況等を比較し、採苗日繰り下げに伴うプラス面とマイナス面について検証を行った。

### 材料と方法

**水温、気温、比重の観測** 図1に大分県のノリ養殖漁場の位置と水温、比重の観測定点を示した。観測は、豊後高田市呉

崎干拓地先端において、平日の毎朝8時30分に行った。バケツ採水で表層の水温と比重を測定し、比重は $\sigma_{15}$ に換算した。気温は大分地方気象台地域気象観測所<sup>4)</sup>の豊後高田市日平均気温データを使用した。水温と比重、気温の観測期間は1990-2016年の27年間とし、各年の採苗期である10月の観測値を上旬（1-10日）、中旬（11-20日）、下旬（21-31日）に分けて、年ごとの平均値を算出した。

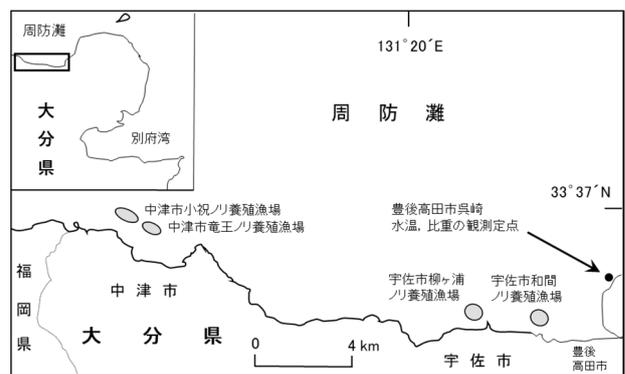


図1 大分県周防灘のノリ養殖漁場の位置と水温、比重の観測定点

**採苗日繰り下げ前後の調査対象期間** 採苗日をそれまでから1潮繰り下げた2007年の前10年間（1997-2006年）と、2007年以降の10年間（2007-2016年）の計20年間（1997-2016年）とした。

**採苗-摘採の生育状況**（芽付きの濃さ、肉眼視までの日数、初

\* 現所属：大分県福岡事務所（イオン九州株式会社 研修派遣）

**摘採までの日数** 過去の事業報告<sup>5)</sup>から、採苗日繰り下げの前後各10年間の採苗後の「芽付きの濃さ」、「肉眼視までの日数」、「初摘採までの日数」をとりまとめ、平均値を算出した。このうち、日数については、採苗開始日を0日目として数えた。また、「芽付きの濃さ」は、事業報告<sup>5)</sup>にて年度ごとに蛍光顕微鏡100倍1視野（1視野直径2.2mm）あたりの殻胞子の平均付着数を5段階評価（0-1個「薄い」、2-3個「やや薄い」、4-6個「普通」、6-8個「やや濃い」、9個以上「濃い」）しているため、各段階に-2, -1, 0, +1, +2の点数を与え、さらに「普通-やや濃い」などと評価された年度は、両者の中間の点数（この場合は0.5）を与えて、繰り下げ前後各10年間の平均値を算出した。

**病害発生状況** 当該漁場で従来から発生がみられるアカグサレ病と壺状菌病、そして近年、発生が目立つバリカン症の3つについて、過去の事業報告<sup>5)</sup>から、採苗日繰り下げ前後各10年間の採苗日から各病害発生（顕微鏡で初認）までの日数をとりまとめ、平均値を算出した。なお、従来「バリカン症」は降雨や河川水等による比重低下の影響で発生するケースが多いとされているが、<sup>8)</sup>ここでは、原因は特定されていないが症状として、「短時間にノリ芽が基部を残してバリカンで刈ったように一様に短くなる現象」を「バリカン症」として扱った。

**乾ノリ生産状況** 大分県漁業協同組合のノリ共販実績から採苗日繰り下げ前後各10年間の1経営体あたりの乾ノリ生産枚数と生産金額をとりまとめ、平均値を算出した。

**統計処理** 各項目における平均値の比較には、ウェルチのt検定（ $P < 0.05$ ）を用いた。

## 結果

**水温、気温、比重の推移** 図2には、ノリ採苗期10月の旬別の平均水温を示した。1990年以降、10月の旬別平均水温は、どの旬も上昇傾向にあった。特に上旬と下旬の近似直線の傾きはそれぞれ0.0475、0.0533と中旬の0.0238に比べて高い値を示した。ノリの採苗条件として、水温は23℃以下で行うのがよい<sup>12)</sup>とされているが、上旬の近似直線は2004年には23℃台に入り、以降上昇を続け2016年には24℃台に近づく状況となっていた。

図3には、採苗日繰り下げの前後各10年間の採苗日から60日後までの日別の平均水温を示した。繰り下げにより、日別平均水温は繰り下げ前に比べ2℃程度下がる日が多くなり、特に採苗日の水温は、繰り下げ前が23.9℃に対し、繰り下げ後は19.6℃と4.3℃低くなっていた。



図3 採苗日繰り下げ前後の日平均水温の推移

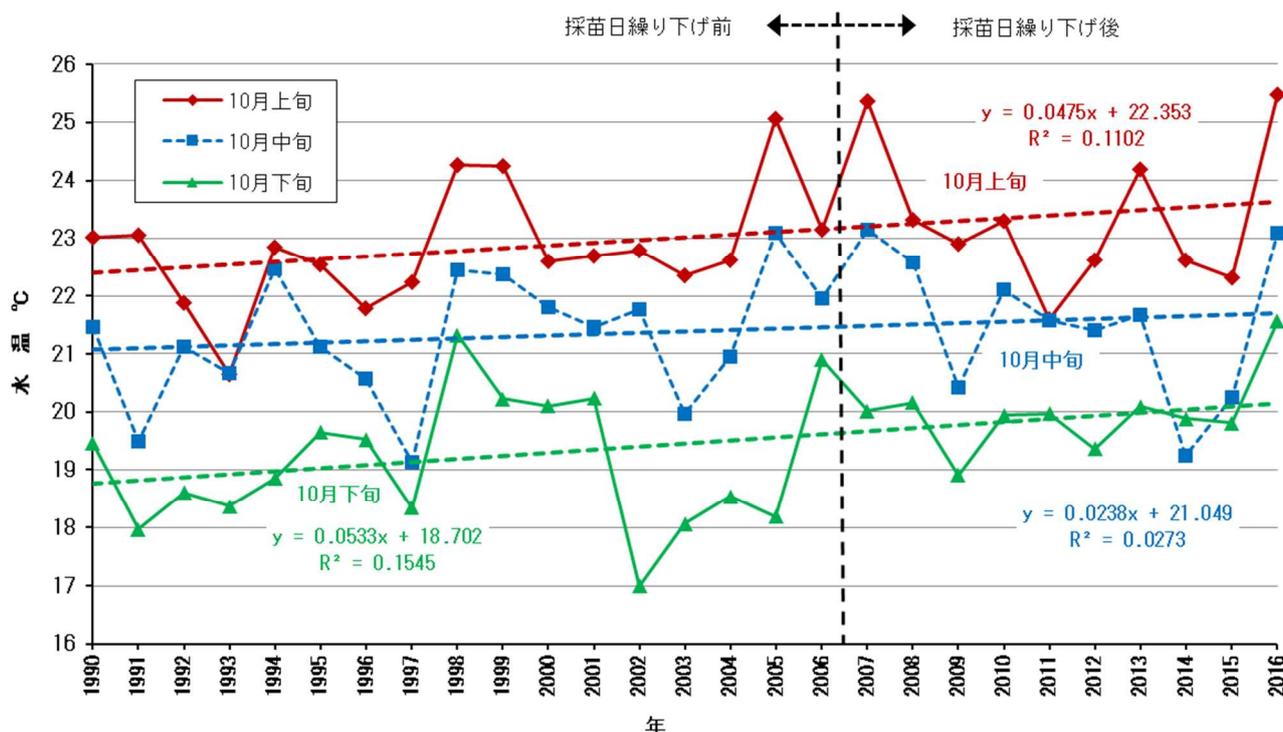


図2 定点観測におけるノリ採苗期10月の旬別平均水温の推移

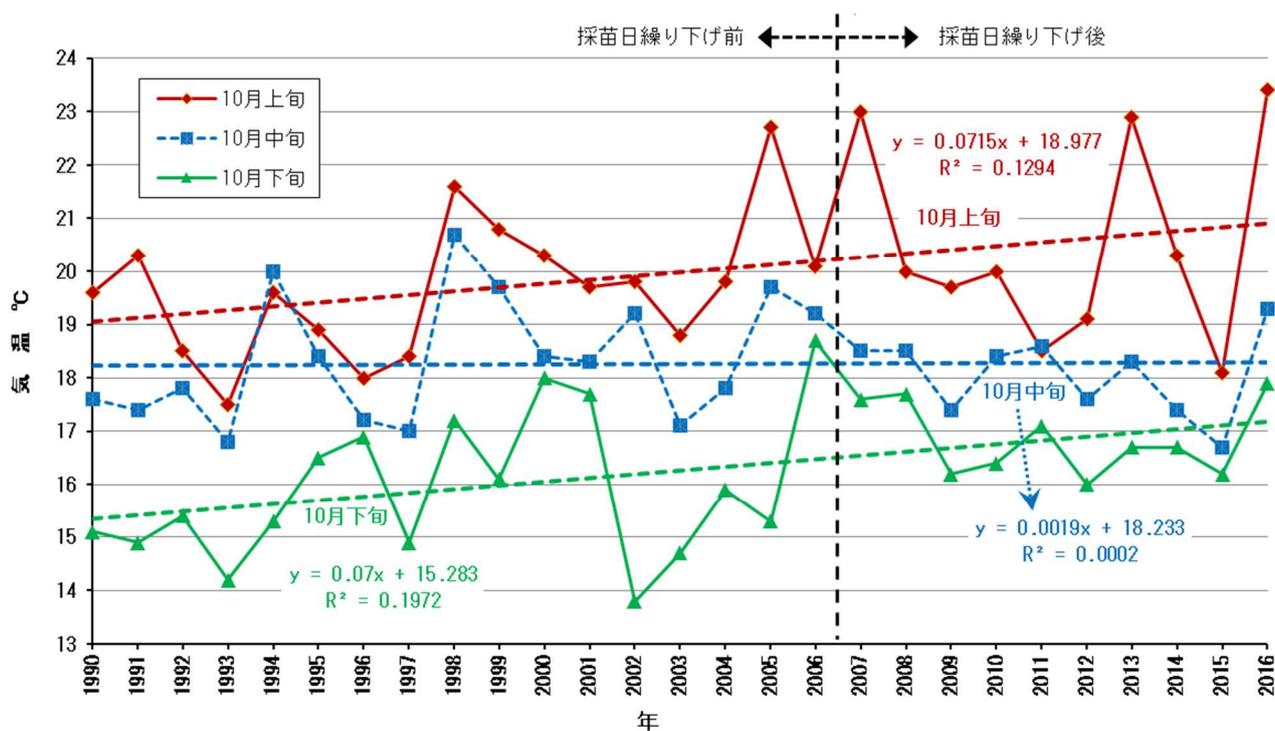


図4 豊後高田市における10月の旬別気温の推移

図4には、豊後高田市の10月の旬別の平均気温を示した。気温についても水温と同様、各旬ともに上昇傾向にあり、上旬と下旬にその傾向が強かった。また、旬別平均気温の年変動は、旬別平均水温の推移(図2)とよく一致した。

図5には、豊後高田市の10月の旬別気温と測定水温の関係を示した。各旬とも気温と水温の間には高い相関がみられ、上旬が最も高かった(R<sup>2</sup>=0.8911)。

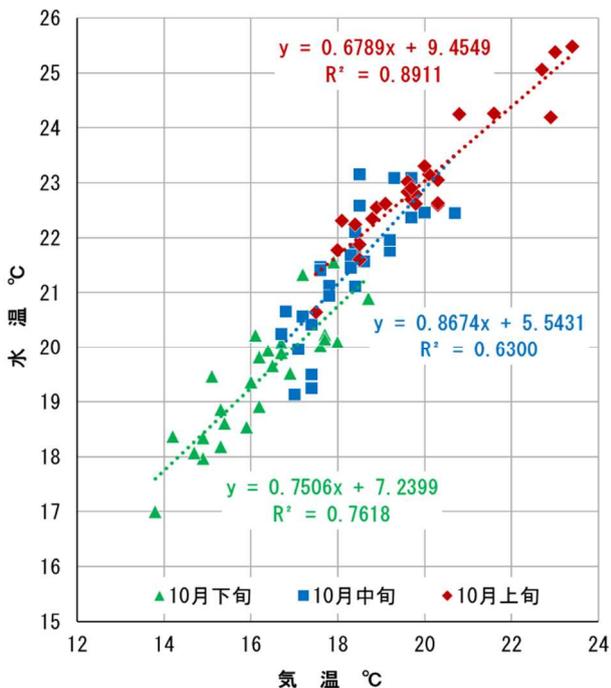


図5 豊後高田市における10月の旬別気温と水温との関係

図6には、10月の各旬別の比重の推移を示した。比重は年によっては、月を通して低比重や高比重の年はみられるものの、水温や気温でみられたような長年にわたる一定の傾向は確認できなかった。

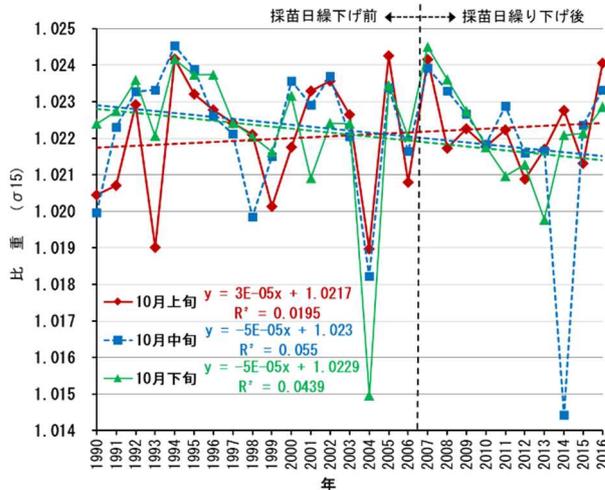


図6 定点観測における10月の旬別平均比重の推移

採苗-摘採の生育状況(芽付きの濃さ、肉眼視までの日数、初摘採までの日数) 採苗日繰り下げ前後各10年間のノリの芽付きの濃さを表1に示した。繰り下げ前が1.10に対し、繰り下げ後は1.35と0.25上昇していた。

表1 採苗日繰り下げ前後のノリの芽付きの濃さ

	採苗日繰り下げ前	採苗日繰り下げ後
ノリの芽付きの濃さ	1.10	1.35

有意差なし(P>0.05)

採苗日繰り下げ前後各10年間の肉眼視までの平均日数と、初摘採までの平均日数を表2に示した。また、当該期間中のそれぞれの日数の年別推移を図7に示した。肉眼視までの日数は、繰り下げ前が12.2日に対し、繰り下げ後は13.1日と0.9日長くなっていた。また、初摘採までの日数は、繰り下げ前が42.7日に対し、繰り下げ後は53.9日と11.2日遅くなっていた(5%有意差あり)。特に繰り下げ後の2011年は73日、2015年は68日、2016年は66日かかるなど、摘採までに多くの日数を要していた。

表2 採苗日繰り下げ前後の採苗から肉眼視までの日数、初摘採までの日数

	採苗から	採苗日繰り下げ前	採苗日繰り下げ後
肉眼視までの日数		12.2	13.1
初摘採までの日数	*	42.7	53.9

\* 有意差あり (P<0.05)

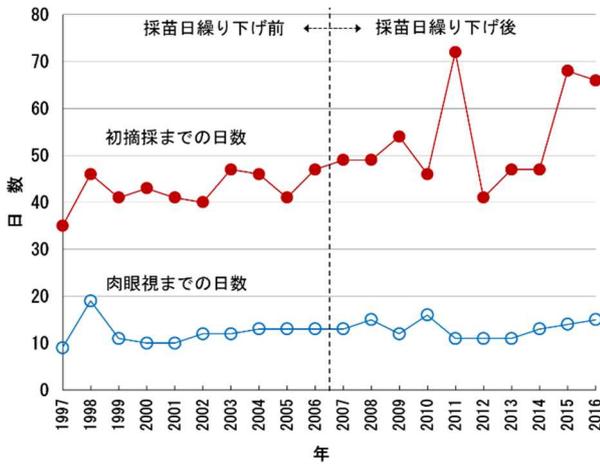


図7 採苗日繰り下げ前後の肉眼視までの日数と初摘採までの日数の推移

**病害発生状況** 採苗日繰り下げ前後各10年間のアカグサレ病、壺状菌病、バリカン症発生までの平均日数を表3に示した。また、各病害における採苗日と発生日との関係をそれぞれ図8、図9、図10に示した。

赤グサレ病は繰り下げの前後にかかわらず毎年発生していたが、発生までの日数は年によってかなり開きがあり、繰り下げ前が平均60.8日（最短34日-最長112日）に対し、繰り下げ後は同79.1日（同39日-同125日）と約20日間遅くなっていた。壺状菌病は、繰り下げ前には1997、2000、2006年の3回発生があり、発生までの日数は平均59.0日（最短47日-最長74日）であったが、繰り下げ後は発生していなかった。バリカン症は1997-1999年と2002年は発生が確認されていないが、2003年以降は毎年発生した。繰り下げ前が平均33.0日（最短28日-最長35日）に対し、繰り下げ後は同31.7日（同23日-同37日）と、期間の前後で差はなく、発生年の多くは採苗から29-36日後に集中していた。

表3 採苗日繰り下げ前後のアカグサレ病、壺状菌病、バリカン症発生までの日数

	採苗から	採苗日繰り下げ前	採苗日繰り下げ後
アカグサレ病発生までの日数		60.8	79.1
壺状菌病発生までの日数		59.0	—
バリカン症発生までの日数		33.0	31.7

—: 発生なし      有意差なし(p>0.05)

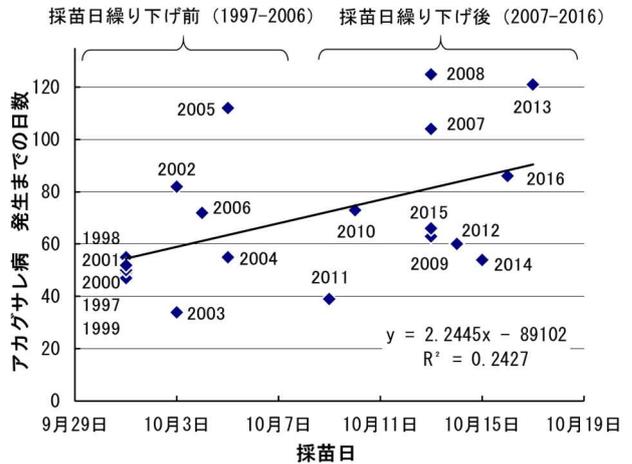


図8 採苗日の繰り下げ前後のアカグサレ病発生までの日数の関係

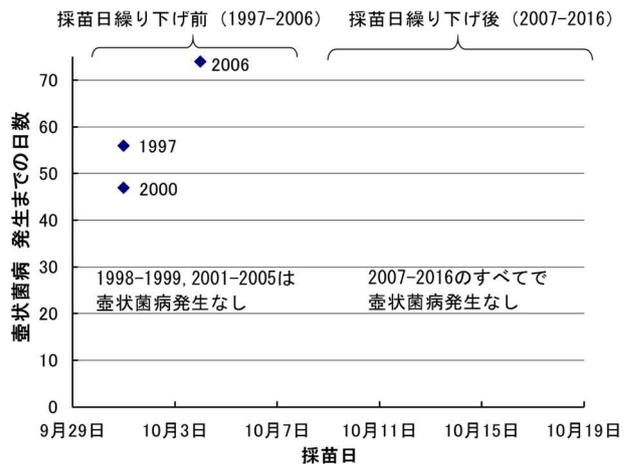


図9 採苗日の繰り下げ前後と壺状菌病発生までの日数との関係

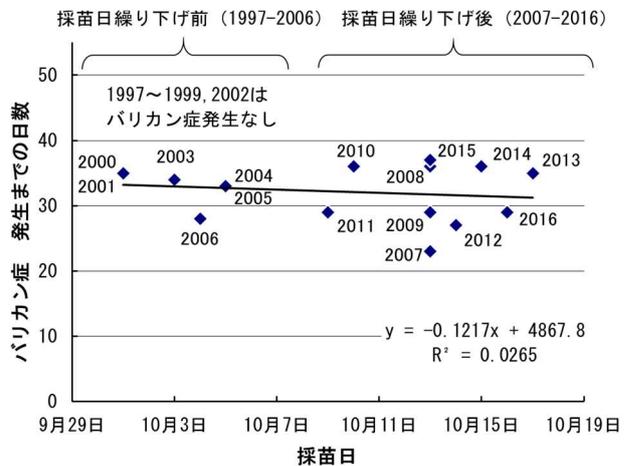


図10 採苗日の繰り下げ前後とバリカン症発生までの日数との関係

**乾ノリ生産状況** 図11には、採苗日繰り下げ前後各10年間の1経営体あたりの養殖年度(10月-翌年3月)別乾ノリ生産枚数と生産金額の推移を示した。また、表4には、繰り下げ前後各10年間の1経営体あたりの平均生産枚数と平均生産金額を示した。生産の推移をみると生産枚数は採苗日繰り下げ前の2001年度にピークがあり、生産金額はその1年前の2000年度にピークがみられたが、これは有明海で2000年12月上旬に起きた大規模な色落ち発生によるノリ不作<sup>9)</sup>と、それに伴う全国的な単価上昇<sup>10)</sup>に起因するものであった。その後、2003-2004年度は枚数、金額ともに大きく落ち込んだが、それ以降は安定し、採苗繰り下げ後の2007年度以降も上下の変動幅は比較的小さくなっていった。採苗日繰り下げ前後各10年間の平均をみると、繰り下げ前に比べて繰り下げ後は1経営体あたりの生産枚数で約42,000枚、金額で約490,000円少なくなっていた(5%有意差なし)。

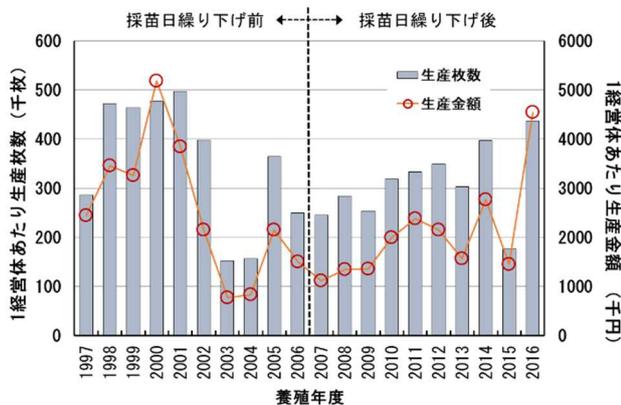


図11 採苗日繰り下げ前後の1経営体あたりの生産枚数と生産金額の推移

表4 採苗日繰り下げ前後の1経営体あたりの乾ノリ生産枚数、生産金額

1経営体あたり	採苗日繰り下げ前	採苗日繰り下げ後
生産枚数(枚)	351,986	309,596
生産金額(円)	2,558,962	2,066,203

有意差なし(P>0.05)

## 考 察

日本近海における2018年までの約100年間の海域年平均海面水温の上昇率は+1.12°C/100年と、日本の気温の上昇率(+1.21°C/100年)と同程度となっている。<sup>11)</sup> 大分県海域においてここ数十年の水温の推移をみてみると、別府湾では表層で+0.033°C/年、<sup>12)</sup> 周防灘では表層で+0.010°C/年、底層で+0.027°C/年、<sup>13)</sup> 佐伯市上浦地先では表層で+0.027°C/年、<sup>14)</sup> 豊後水道西部では表層で+0.017°C/年、50m層で+0.021°C/年<sup>15)</sup>と、すべてにおいて水温上昇が報告されている。今回の観測定点である豊後高田市においても10月上旬の水温は年々上昇を続け、2016年には近似直線は24°Cに近づくなど、もはや

10月上旬はノリの採苗には適していない状況になっていた(図2)。しかし、10月中旬であれば21-22°C台を維持しており、また、採苗日繰り下げ後の養殖経過日数ごとの水温も繰り下げ前よりも2°Cほど低く推移していることから(図3)、2007年に採苗開始を1潮繰り下げたのは妥当な判断と言えるであろう。有明海の各県も、本県と同様に2007年度から採苗日を1潮程度繰り下げているが、<sup>16,17)</sup> 本県の場合、採苗に使用する種ガキのすべてを有明海産に頼っているため、熟度を合わせる意味からも同時期に採苗日を繰り下げたのは良いタイミングであった。

当該海域の10月の気温と水温の間には高い相関がみられたが(図5)、これは同海域が広大な干潟をもち遠浅で水深も浅く、気温の影響を強く受けるためと考えられる。今回と同じ観測定点における過去13年間(1990-2002年度)のノリ養殖漁期(9-3月)の平日朝8:30の水温平均値と日平均気温の平均値との間にも高い正の相関(R=0.991)がみられていることから、<sup>18)</sup> この海域では気温の上昇が即水温上昇へつながることが明白である。今後も採苗時期の気温の変化には敏感に反応し、それに応じて採苗日を的確に設定することが重要である。

採苗時の大幅な比重低下は、殻胞子の放出阻害や、<sup>19)</sup> 着生数の減少<sup>1)</sup>といった採苗不良を引き起こすが、旬別平均比重の推移には一定の傾向がみられないことから(図6)、比重においては、採苗日の繰り下げは、採苗に悪影響を及ぼしてはいないと思われる。

ノリの芽付きは、採苗日繰り下げ後に0.25と若干ではあるが上昇した。繰り下げ前の平均水温23.9°Cに対して、繰り下げ後は19.6°Cと適水温の範囲<sup>20)</sup>で採苗を開始できていることから(図3)、殻胞子の放出が良好なため、芽付きの上昇につながったものと推定される。

採苗から肉眼視までの日数は、採苗日繰り下げの前後ではほぼ1日遅くなった(表2)。ノリ幼芽の生長適水温は、幼芽の生長につれて低下していくが、殻胞子がノリ網に付着してから2週間の生長を水温別(25,23,18°C)にみた場合、23°Cが最も良好で、18°C、25°Cの順となっていることから、<sup>21)</sup> 前述の繰り下げ後の採苗日の平均水温19.6°Cは、採苗直後の幼芽の生長にとってはやや低すぎた可能性がある。なお、採苗日繰り下げによる同様の現象は、佐賀県でも確認されている。<sup>22)</sup> 初摘採までの日数については、採苗日繰り下げ後には平均で11.2日も繰り下げ前に比べ遅くなるなど大きな差が出たが(表2)、これは前述の幼芽の水温や採苗日の繰り下げによるものではなく、後述するが、繰り下げ以前の2000年度漁期から発生するようになったバリカン症によるものである。

病害の発生について、アカグサレ病は採苗日繰り下げによって発生までの日数が長くなる傾向にあった(図8)。本病が多発する環境条件として高水温や水温の上昇傾向があげられている<sup>23)</sup>ことから、繰り下げによる水温低下が同病の発生抑制にプラスに働いていると思われる。壺状菌病は繰り下げ後の2007年以降は発生がみられていないが(図9)、1984年11月には大分県豊前海区全体の養殖網の60%以上が回復困難

となる大被害<sup>24)</sup>があり、また1990年代には6年間連続して発生(92-97年)がみられる<sup>525)</sup>など、かつては重大な病害であった。本病は夏季の室温で菌体が枯死する場合がある<sup>26)</sup>など比較的高水温に弱く、秋の水温低下が早い年、いわゆる早冷年に発生が多いとされていること<sup>18)</sup>から、近年本病の発生がないのは、採苗日繰り下げの効果ではなく、夏季の高水温や秋季の水温低下が鈍くなったためと推定される。また、生産者の減少に伴って有明海など県外からの育苗網の搬入が減少し、感染の機会が減少したことも関係していると思われる。

バリカン症は採苗日繰り下げ前後による日数の違いはほとんどなく、多くは採苗から29-36日後の発生となっていた(図10)。発生が多くみられる時期は、ノリ芽は数cm-10cm近くなり、重ね網枚数2-4枚で、間もなく冷凍入庫と単張り展開作業に入り1週間から10日後には摘採できる頃にあたるため、生産へのダメージや生産者の落胆も大きい。バリカン症は、本県では2000年以降2002年を除いて毎年発生するようになった。本症は降雨や淡水の影響によるノリ芽流出現象として認識されてきたが、<sup>8)</sup>本県での発生をみるとそれらとは無縁の場合もある。<sup>27)</sup>原因として、カモ類<sup>28)</sup>やボラ、<sup>29)</sup>また近年、他県で報告の多いクロダイ<sup>30-32)</sup>による食害などが推定され、過去には対策試験例<sup>27,33)</sup>もあるが、原因特定には至っていない。採苗日の繰り下げで採苗開始が1潮、約2週間遅れるようになったにもかかわらず、繰り下げ前後で本症発生までの日数にはほとんど差がなかった(表3、図10)ことから、本症はノリ芽が一定のサイズに達してから起こる現象とも捉えられるが、カモ類の食害を想定した場合、これまでの報告では、食害されるノリ芽の大きさはヒドリガモで葉長1-10cm<sup>34)</sup>や、葉長0.5cm以上では採食を受ける<sup>35)</sup>など幅があり、必ずしも一定のサイズに達したノリ芽が食害を受けるわけではない。一方で、淡水の影響などによる生理的、あるいは波浪等の物理的影響であれば、ノリ芽が一定のサイズになると芽が切断されるような現象が起きることになるが、現状ではそれを説明できる仮説も見当たらない。バリカン症に対しては、食害面や環境面、その他の原因も考慮しつつ、本格的な原因究明と対策が必要である。

生産枚数と生産金額は、採苗日の繰り下げによって、有意差はないが減少していることがわかった(表4)。これは採苗日が1潮下がったことや近年の漁期後半の春季初めの水温上昇<sup>36)</sup>によって、ノリ養殖漁期が繰り下げ前より1ヵ月近く短くなっていること、そしてバリカン症の発生により摘採開始時期が平均で11.2日遅くなっていることに起因すると考えられる。

以上から、採苗日繰り下げに伴うプラス面として、水温が低下した適水温下での採苗が行われているとともに、アカグサレ病の発生抑制の効果も得られていることがわかった。一方、マイナス面として、採苗日の繰り下げと漁期後半の水温上昇による漁期の短縮、繰り下げとは直接関係ないが、バリカン症発生に伴う摘採の遅れなどから、生産枚数と生産金額の減少につながっていることも判明した。

大分市の年平均気温はこの100年間(1898-2017)に1.89℃

上昇している。<sup>37)</sup>IPCCは現状の対策のまま温室効果ガスの排出が続いた場合、全国の今世紀末年平均気温は、20世紀末と比べて平均で4.5℃、<sup>38)</sup>大分市では4.1℃の上昇を予測している。<sup>39)</sup>当該海域の水温と気温の相関は非常に高いことから(図5)、<sup>18)</sup>今後の気温上昇に伴う当該海域の水温上昇は必至である。今後さらなる漁期短縮化も懸念されることから、国等の研究機関で研究開発が進められている高水温耐性品種<sup>36,40)</sup>の導入などを積極的に検討する必要がある。

## 引用文献

- 1) 安部 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.
- 2) 高水温条件下におけるノリの殻胞子放出. 三根崇幸, 横尾一成, 川村嘉応. 佐賀県有明水産振興センター研究報告2007; 23: 1-3.
- 3) 伊藤龍星, 林 亨次, 福田祐一, 田森裕茂. 浅海増養殖に関する研究(6)ノリ養殖安定対策推進事業. 平成19年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2009; 159-162.
- 4) 大分県気象月報 平成2-28年10月. 大分地方気象台, 大分. 1990-2016.
- 5) 平成8-14年度大分県海洋水産研究センター浅海研究所事業報告. 1998-2003.
- 6) 平成15-21年度大分県海洋水産研究センター事業報告. 2005-2010.
- 7) 平成22-28年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告. 2011-2017.
- 8) 安倍 昇. 「のり養殖用語辞典」第一製網株式会社 ことから製網株式会社, 熊本. 1998; 98-99.
- 9) 川村嘉応. 平成12年度佐賀県有明海のノリ養殖の不作と珪藻の大増殖. 海苔と海藻2001; 62: 1-12.
- 10) 藤井弘治. 有明海減産の影響. 海苔と海藻2001; 62: 13-16.
- 11) 気候変動監視レポート2018. 気象庁, 東京. 2019.
- 12) 野田誠, 行平真也. 別府湾における表層水温と塩分の長期変動. 大分県農林水産研究指導センター研究報告2013; 3: 7-11.
- 13) 瀬戸内海ブロック浅海定線調査観測40年成果(海況の長期変動). 瀬戸内海区水産研究所, 広島. 2015.
- 14) 行平真也. 1977~2012年における大分県佐伯湾奥の表層水温の長期変動. 大分県農林水産研究指導センター研究報告2013; 3: 1-5.
- 15) 安部洋平. 豊後水道西部海域における水温の長期変. 大分県農林水産研究指導センター研究報告(水産研究部編)2017; 6: 55-58.
- 16) 横尾一成, 川村嘉応. 採苗開始時の環境がノリ養殖の生産性に及ぼす影響. 佐明水研報2014; 27: 61-69.
- 17) 鬼頭 鈞. 有明海を主とした最近のわが国ノリ養殖の

- 変化. 海苔と海藻 2015 ; 83 : 1-8.
- 18) 伊藤龍星. 周防灘大分県海域ノリ漁場の水温, 比重の近年の動向と病害との関係. 大分県海洋水産研究センター水産試験場調査研究報告 2004 ; 5 : 23-28.
  - 19) 本田信夫. 「室内採苗の手引き」全国海苔貝類漁業協同組合連合会, 東京. 1964.
  - 20) JF 全漁連のりごよみ. 全国漁業協同組合連合会, 東京. 2008 ; 87-90.
  - 21) 三根崇幸, 横尾一成, 川村嘉応. 高水温がノリ幼芽の生長に及ぼす影響. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 2013 ; 26 : 83-88.
  - 22) 川村嘉応. 第2章ノリの生物的特徴と乾海苔の色と味 1 生長と環境. 「新海苔ブック基礎編」海苔産業情報センター, 福岡. 2017 ; 26-28.
  - 23) 秋山和夫. 1.赤ぐされ病, 水産学シリーズ 2, のりの病気, 恒星社厚生閣, 東京, 1973 ; 7-11.
  - 24) 黒の輝き—豊前海ノリ養殖の歴史—[平成 11 年度伝統的漁村文化等収集伝達事業]. 大分県宇佐両院地方振興局林業水産課, 大分. 2000 ; 58-59.
  - 25) 平成 3-7 年度大分県浅海漁業試験場事業報告. 1994-1997.
  - 26) 右田清治. 2.壺状菌病, 水産学シリーズ 2, のりの病気, 恒星社厚生閣, 東京, 1973 ; 12-20.
  - 27) 伊藤龍星, 片野晋二郎. 近年の大分ノリ不作の主原因「バリカン症」の発生と対策の検討. 平成 17 年度瀬戸内海ブロック水産業関係試験研究推進会議生産環境・漁業生産合同部会議事要録, 83-86.
  - 28) 伊藤龍星. ノリ養殖漁場に飛来したカモ類の消化管内容物. 大分県農林水産研究指導センター研究報告(水産研究部編) 2011 ; 1 : 17-22.
  - 29) 伊藤龍星, 林 亨次, 中川彩子, 寺脇利信, 高木義昌, 森口朗彦. ボラによる養殖ノリの食害とバリカン症. 海苔と海藻 2008 ; 75 : 1-3.
  - 30) 草加耕司. クロダイによる養殖ノリの摂餌試験. 岡山県水産試験場報告 2007 ; 22 : 15-17.
  - 31) 岩出将英. 東海地区今漁期の問題点と今後の対応. 海苔タイムス 2020 ; 2348 : 2-3.
  - 32) 島田裕至. 東京湾地区今漁期の問題点と今後の対応. 海苔タイムス 2020 ; 2349 : 2.
  - 33) 伊藤龍星, 片野晋二郎, 平澤敬一, 田森裕茂, 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 2006 ; 196-198.
  - 34) 武田和也, 山本有司, 岩田靖宏. 三河湾のノリ養殖 漁場周辺で越冬するカモ類の消化管内容物について. 愛知水試研究報告 2016 ; 21 : 4-6.
  - 35) 三根崇幸, 森川太郎, 増田裕二. 佐賀県ノリ養殖漁場におけるカモ類の採食が養殖ノリの短縮化に及ぼす影響. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 2019 ; 29 : 112-114.
  - 36) ノリの研究. FRA NEWS . 国立研究開発法人水産研究・教育機構. 2017 ; 53 : 1-14.
  - 37) 大分県の気候のこれまでとこれから(リーフレット). 大分地方気象台, 大分. 2018.
  - 38) 地球温暖化予測情報 第9巻. 気象庁, 東京. 2017.
  - 39) 九州・山口県の地球温暖化予測情報第2巻. 2019年5月増補版. 福岡管区気象台, 福岡. 2019.
  - 40) 三上浩司, 小林正裕, 川村嘉応, 二羽恭介. シンポジウム記録 スサビノリの持続的生産への挑戦. 日本水産学会誌 2014 ; 80 : 821-835.

