

愛知県のノリ養殖漁場 11 ヶ所における生産性の経年変化

川村耕平・日比野学・山本有司

(2025 年 11 月 4 日受付, 2026 年 1 月 29 日受理)

Long-term changes in the productivity of 11 nori farming areas within the bays of Aichi Prefecture

KAWAMURA Kohei*1, HIBINO Manabu*2, and YAMAMOTO Yuji*1

Abstract: To determine the productivity of nori (*Pyropia yezoensis*) farms in Aichi Prefecture, we investigated changes in dried nori production per units from FY1999 to FY2024. Productivity from November to December declined in all 11 analyzed farming sites, with significant declines observed in six sites. The decline in production was attributed to prolonged high water temperatures for nori farming in autumn. From January to April, productivity declined at four sites along the east coast of the Ise Bay and four sites around the mouth of Mikawa Bay, with significant declines observed on two sites. In particular, productivity was highly unstable on the four sites around the mouth of Mikawa Bay, where the deterioration of dried nori was attributed to nutrient depletion, which contributed to declining and/or unstable productivity trends. However, on three farms in the north-western part of Mikawa Bay, where nutrients are relatively abundant, productivity increased from January to April, which compensated for the decline in productivity from November to December. To ensure stable and prolonged production after January, it is crucial that the essential nutrients for growth and quality maintenance do not become depleted. Therefore, to ensure the productivity of nori farms throughout the farming period under recent climate fluctuations, it is important to improve the nutrient environment within the bay area.

キーワード; ノリ養殖, 生産性, 漁期, 経年変化

愛知県における乾ノリの生産枚数は, 2001 年度, 2002 年度は 7 億枚を超えていたが, 2024 年度には約 2.2 億枚にまで減少している (図 1)。ノリ養殖は海上で行われることから環境の影響を強く受けるが, 養殖手法の技術改良により増産や品質向上が図られてきた。しかし, 近年では, 技術改良のみでは対応しきれない環境変化として水温^{1, 2)}, 栄養塩類^{1, 3, 4)}及び魚類等の食害^{5, 6)}の影響が指摘されている。気候変動等による長期的あるいは

段階的な気温上昇に伴い,⁷⁾三河湾の水温は上昇傾向で, 特に秋季の水温降下の遅延が顕著であり,⁸⁾高水温障害を回避するために生産期間の短縮や,¹⁾魚類の活性向上による食害の長期化が指摘されている。⁵⁾加えて, 陸域からの負荷の削減⁹⁾や河川からの栄養塩類の流入の減少¹⁰⁾により, 三河湾内のノリ生産に必要な栄養塩類の濃度が著しく低下している。¹¹⁾愛知県ではこれまでに, 乾ノリの色調と海域の栄養塩類との関係など質的な側面につ

*1 愛知県水産試験場漁業生産研究所 (Marin Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan)

*2 愛知県農業水産局水産課 (Fisheries Administration Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Aichi Prefectural Government, Naka-ku, Nagoya, Aichi 460-8501, Japan)

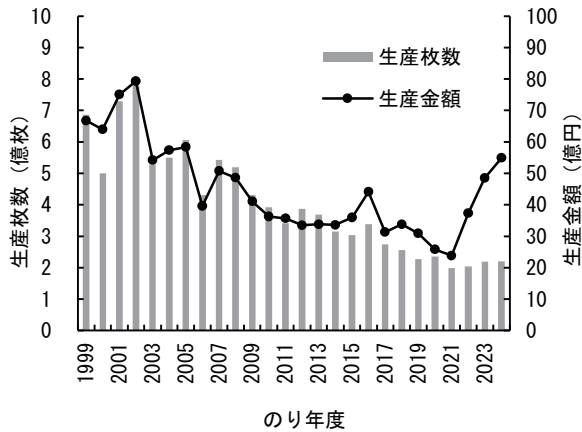


図1 愛知県におけるノリの生産枚数と生産金額の推移

いて調査されてきたが、¹²⁾量的な側面となる生産枚数と環境要因の関係は、三河湾の一部の漁場での検討にとどまっている。⁴⁾愛知県においては、良質なノリが生産できる栄養塩類の濃度の目安については、溶存態無機窒素濃度 (DIN) が 100 $\mu\text{g/L}$ 、溶存態無機リン濃度 (DIP) が 10 $\mu\text{g/L}$ であるとされているが、¹³⁾近年特に漁期後半においてこの水準を下回ることが多くなっている。¹⁴⁾これらのノリ養殖にとって不利な環境要因が、複合的にノリの生産に影響を及ぼしていると推測される。

これらのノリ養殖に影響を与える環境要因のうち、栄養塩環境については愛知県漁業協同組合連合会からの要望により、愛知県では2017年以降秋季から冬季にかけて三河湾2カ所の流域下水道において県の総量規制基準の範囲内 (リン: 1mg/L 以下) で栄養塩 (リン) 増加運転を実施してきており、¹⁵⁾2022年以降では排水濃度を国の規制値 (窒素: 20mg/L 以下, リン: 2mg/L 以下) 上限まで緩和して窒素も含めた増加運転を実施してきた。これらの人為的な栄養塩供給による海域の生物生産力を回復させる取組は、今後さらに拡大させる必要性が指摘されており (<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/550095.pdf>, 2025年9月3日), ノリ養殖の生産性に与える効果を把握していくことが必要である。

適切な漁場管理を計画的に実施するためには、ノリ漁場の生産に関する経年的な傾向を把握して、ノリ生産への環境変化の影響を検討することが極めて重要である。その場合、単純な生産枚数だけでは経営体数や養殖規模の変動の影響を受けるために正確な評価が困難であることから、投入した努力量に対しての乾ノリの生産枚数を検討することが望ましい。ノリ養殖においては、生産性の指標として1冊当たりの乾ノリ生産枚数 (ノリ養殖網1枚を設置できる養殖規模を1冊とする。) が一般的に用

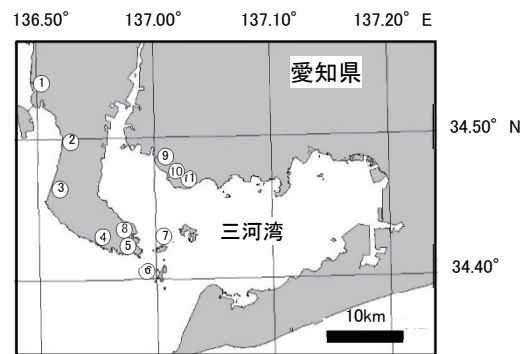
いられているが、^{4, 16)}本県海域において養殖海域ごとに長期にわたりかつ漁期を通じて生産性に見られる変化や傾向について詳細に明らかにした事例はない。

そこで本研究では、ノリ漁場における生産性の長期的な変化の傾向を漁場別に明らかにして、ノリ養殖と環境要因との関係や必要な養殖生産のあり方について考察した。

材料及び方法

愛知県内11ヶ所のノリ漁場 (図2) を対象とした。地理的な配置関係から、これらの漁場を伊勢湾東部 (鬼崎, 小鈴谷, 野間, 豊浜), 三河湾湾口部 (師崎, 篠島, 日間賀島, 大井), 三河湾北西部 (味沢, 一色, 衣崎) の3海域に区分した。

ノリ生産の長期間に渡る傾向を把握するために、漁期、主生産期、生産性及び生産速度について経年変化を解析した。



- | 伊勢湾東部 | 三河湾湾口部 | 三河湾北西部 |
|-------|--------|--------|
| ①鬼崎 | ⑤師崎 | ⑨味沢 |
| ②小鈴谷 | ⑥篠島 | ⑩一色 |
| ③野間 | ⑦日間賀島 | ⑪衣崎 |
| ④豊浜 | ⑧大井 | |

図2 調査漁場

1 漁期及び主生産期日数

(1) 漁期

本研究では、ノリ年度 (7月~翌年6月) を採用した。ノリ網の張り込み日 (数日に分けて張り込んだ場合は最初の日) から当該年度の当該漁場における出荷終了日までを漁期と定義した。水温上昇^{1, 7, 8)}による漁期の遅れや海域の栄養塩の欠乏による色落ち^{1, 3)}による生産の打ち切りが発生した場合、漁期の変動に伴って生産性が変動すると考えられる。ノリ網の張り込み日については、知多農林水産事務所及び西三河農林水産事務所が毎年度実施しているノリ養殖業者への聞き取り調査の記録を参照した。また、乾ノリは、漁業者による収穫・乾燥工程後、通常3日ほどかかる各漁協による集荷と品質検査を

経てから愛知県漁業協同組合連合会が主催する乾海苔共同販売（以下、共販）に出荷されることから、出荷がなされた最後の共販日の3日前が出荷終了日となる。また、最初の共販日までの生産期間については、ノリ網の張り込み日から1回次共販日の3日前となる。漁期の経年変化を明らかにするため、フリー統計ソフト「R（version 4.4.2）」の trend パッケージを用いて、ノンパラメトリックのトレンド検定である Mann-Kendall test を行った。また、Mann-Kendall test により有意な傾向が確認された場合には傾き（sen's slope）を算出し、1年当たりの変化量を推定した。また、漁期の不安定性についても調べるため、平均値が異なる指標の相対的なばらつきを示す変動係数 CV を算出した。

(2) 共販回次毎の1日1柵当たりの乾ノリ生産枚数

共販回次毎の1柵当たりの乾ノリ生産枚数は、共販の実績を基に愛知県がとりまとめている「のり養殖生産高調査」の1999年度～2024年度のデータ¹⁷⁾を用いて、共販の各回次における漁場ごとの生産枚数を行使柵数（図3）で除することで求めた。(1)と同様に年10回程度開催される共販において、前の共販日の2日前から共販日の3日前までを各共販回次の生産期間として整理した。1柵当たりの乾ノリ生産枚数を各回次に係る生産期間で除して、共販回次毎の1日1柵当たりの乾ノリ生産枚数を求めた。ただし、第1回共販の場合は張り込み日からの日数で除した。

(3) 主生産期

ノリの摘採開始や生産終了時期は、漁場の特性だけでなく漁業者の手法や判断によって差が生じるため、漁期に加えて、生産の開始直後や後片付けの期間を除いた生産が軌道に乗っている期間についても解析が必要と考え

られた。そこで、1の(2)で求めた1日・1柵当たりの乾ノリ生産枚数の累計が各年度の10%～90%となる期間、すなわち各年度生産量の80%を占める期間を各年度漁期における主生産期と定義した。主生産期の日数の経年変化を明らかにするため、1の(1)と同様にトレンド検定を行い、変動係数を算出した。

2 生産性

生産性（1柵当たりの生産枚数）は、一般的に漁期を通してのものとして算出されるが、水温及び栄養塩の変動など環境要因の影響を知る上では、上昇、下降の水温の変動期間など、任意の期間で区切って算出することができる。¹⁶⁾愛知県のノリ生産は、育苗期にそのまま生産に入る秋芽網生産期（10～12月）と、育苗後に種網として一旦冷凍保管された冷蔵網に交換して行う冷蔵網生産期（1～4月）に分けられる。このような各生産期に応じた生産性の変動を把握するため、解析期間を秋芽網の張り込み日から12月31日までを年内生産、1月1日から冷蔵網の出荷終了日までを年明け生産と定義した。なお、年度毎に各共販回次の開催日は異なっているため、基準を揃えるために共販の回次ではなく日付で期間を区切ることにした。1の(2)で算出した漁場ごとの1日・1柵当たりの乾ノリ生産枚数を、年内生産、年明け生産および漁期全体の各期間について累計して各生産性を算定した。1の(1)と同様にトレンド検定を行い、変動係数を算出した。

3 生産速度

ノリ漁場の生産力を評価する指標として、漁期の長短の影響を除いた、漁期1日当たりの投入努力量に対する乾ノリ生産枚数をノリの生産速度と定義した。

2で算出した年内生産及び年明け生産及び漁期全体の

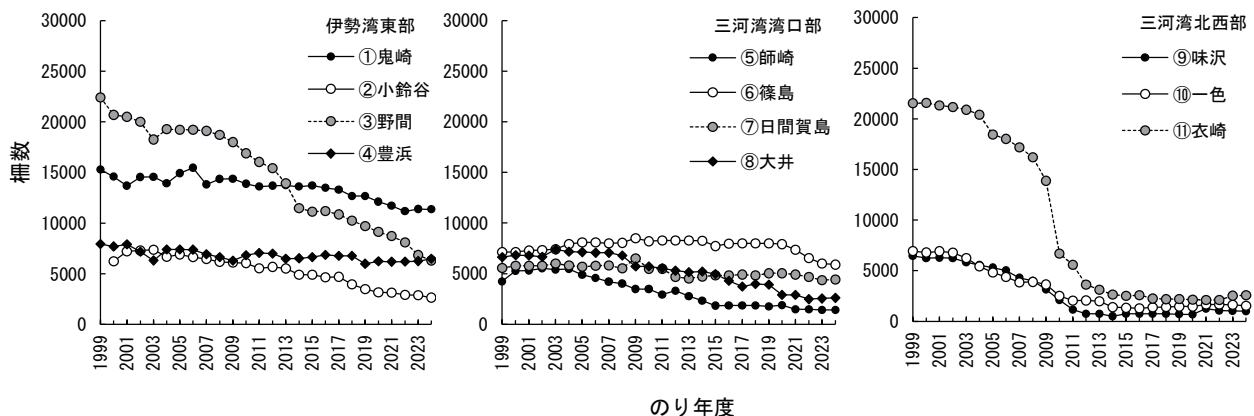


図3 柵数の推移

生産性をそれぞれ、各期間の日数で除して、各期間の生産速度を算出した。生産速度の経年変化を明らかにするため、1の(1)と同様にトレンド検定を行った。

結 果

1 漁期及び主生産期日数

漁期(張り込み日～出荷終了日)及び主生産期(10%≤1 冊当たりの生産枚数の累計値≤90%となる期間)の経年変化について、伊勢湾東部の4漁場(図4a)、三河湾湾口部の4漁場(図4b)及び三河湾北西部の3漁場(図4c)について、それぞれ図示した。また、漁期日数の経年変化について、トレンド検定(Mann-Kendall test)の結果を表1に示し、変動係数については図5に示した。同様に主生産期のトレンド検定の結果を表2に示し、変動係数については図6に示した。

伊勢湾東部の4漁場の漁期日数について、鬼崎の年内生産では有意に減少し(表1, $\tau=-0.643$, $p<0.001$), 年明け生産では有意ではなかったが増加傾向を示し(表1, $\tau=0.041$, $p=0.802$), 漁期全体としては有意に減少した(表1, $\tau=-0.421$, $p<0.01$)。小鈴谷は年内生産, 年明け生産及び漁期全体の全てにおいて有意ではなかったが, 減少傾向を示した(表1, $\tau=-0.192$, $p=0.208$; $\tau=-0.287$, $p=0.055$; $\tau=-0.271$, $p=0.064$)。野間は年内生産, 年明け生産及び漁期全体の全てにおいて有意ではなかったが, 減少傾向を示した(表1, $\tau=-0.178$, $p=0.222$; $\tau=-0.259$, $p=0.078$; $\tau=-0.208$, $p=0.150$)。豊浜は年内生産, 年明け生産及び漁期全体の全てにおいて有意に減少した(表1, $\tau=-0.529$, $p<0.001$; $\tau=-0.306$, $p<0.05$; $\tau=-0.495$, $p<0.01$)。

主生産期日数については、鬼崎は年内生産では有意ではなかったが減少傾向を示し(表2, $\tau=-0.210$, $p=0.144$), 年明け生産では有意ではなかったが増加傾向を示し(表2, $\tau=0.097$, $p=0.507$), 主生産期全体としては有意ではなかったが減少傾向を示した(表2, $\tau=-0.101$, $p=0.492$)。小鈴谷は年内生産では有意に減少し(表2, $\tau=-0.338$, $p<0.05$), 年明け生産では有意ではなかったが減少傾向を示し(表2, $\tau=-0.128$, $p=0.397$), 主生産期全体では有意に減少した(表2, $\tau=-0.311$, $p<0.05$)。野間は年内生産, 年明け生産及び主生産期全体の全てにおいて有意ではなかったが, 減少傾向を示した(表2, $\tau=-0.232$, $p=0.110$; $\tau=-0.016$, $p=0.929$; $\tau=-0.252$, $p=0.080$)。豊浜は年内生産では有意に減少し(表2, $\tau=-0.483$, $p<0.01$), 年明け生産は有意ではなかったが減少傾向を示し(表2, $\tau=-0.225$, $p=0.117$), 主生産期全体では有意に減少した(表2, $\tau=-0.399$, $p<0.01$)。

伊勢湾東部の4漁場については、年度により張り込み

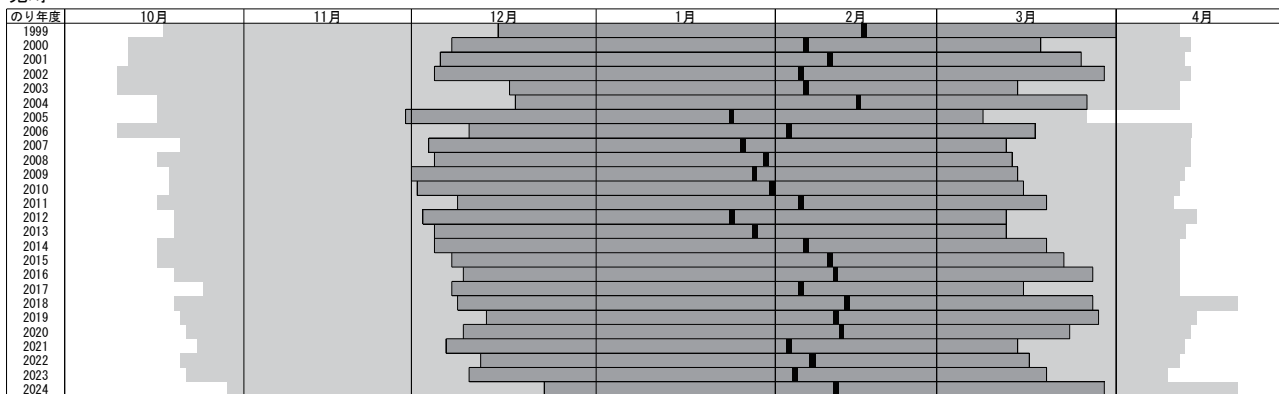
日は前後しているものの、10月中旬頃に張り込みを行っていたが、2007年度頃から10月下旬になった(図4a)。年内生産の漁期日数が有意に減少していた鬼崎及び豊浜は、それぞれ1年当たり0.440日及び0.500日分張り込み日が遅れていた(表1)。主生産期の開始もそれに伴い12月上旬頃から12月中下旬頃になった(図4a)。年内生産の主生産期日数が有意に減少していた小鈴谷及び豊浜は、それぞれ1年当たり0.360日及び0.375日分主生産期の開始が遅れていた(表2)。一方で、主生産期の終了に変化はなく、鬼崎及び豊浜では3月中下旬頃、小鈴谷及び野間では3月上中旬頃で推移していた(図4a)。

三河湾湾口部の4漁場の漁期日数について、師崎の年内生産では有意に減少し(表1, $\tau=-0.500$, $p<0.01$), 年明け生産では有意ではなかったが減少傾向を示し(表1, $\tau=-0.211$, $p=0.144$), 漁期全体としては有意に減少した(表1, $\tau=-0.288$, $p<0.05$)。篠島は年内生産では有意に減少し(表1, $\tau=-0.477$, $p<0.01$), 年明け生産及び漁期全体では有意ではなかったが減少傾向を示した(表1, $\tau=-0.236$, $p=0.098$; $\tau=-0.244$, $p=0.085$)。日間賀島は年内生産では有意に減少し(表1, $\tau=-0.401$, $p<0.01$), 年明け生産及び漁期全体では有意ではなかったが減少傾向を示した(表1, $\tau=-0.071$, $p=0.627$; $\tau=-0.115$, $p=0.426$)。大井は年内生産では有意に減少し(表1, $\tau=-0.375$, $p<0.05$), 年明け生産及び漁期全体では有意ではなかったが減少傾向を示した(表1, $\tau=-0.130$, $p=0.366$; $\tau=-0.176$, $p=0.217$)。

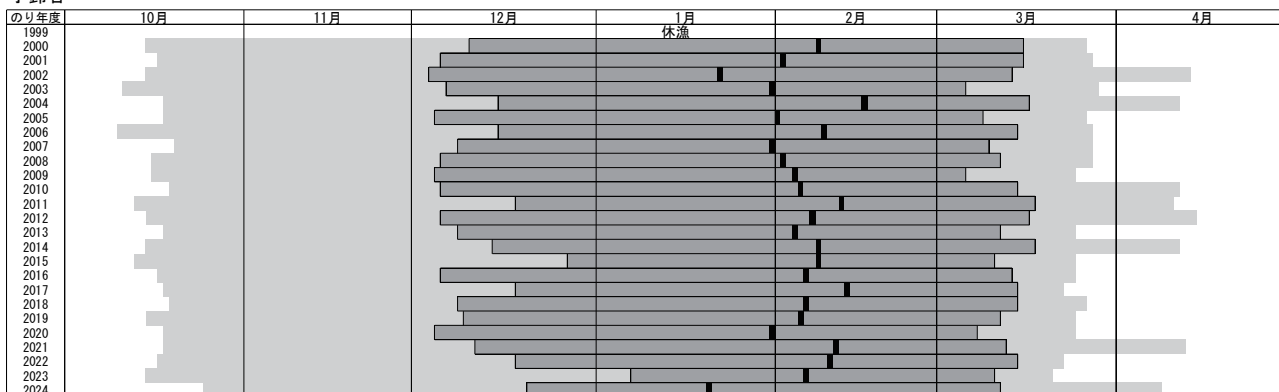
主生産期日数については、師崎は年内生産では有意ではなかったが減少傾向を示し(表2, $\tau=-0.199$, $p=0.174$), 年明け生産では有意ではなかったが増加傾向を示し(表2, $\tau=0.006$, $p=0.982$), 主生産期全体としては有意ではなかったが減少傾向を示した(表2, $\tau=-0.081$, $p=0.581$)。篠島は年内生産では有意に減少し(表2, $\tau=-0.567$, $p<0.001$), 年明け生産では一定の傾向はなく横ばいであり、主生産期全体では有意ではないが減少傾向を示した(表2, $\tau=-0.003$, $p=1.000$; $\tau=-0.168$, $p=0.242$)。日間賀島は年内生産, 年明け生産及び漁期全体の全てにおいて有意ではなかったが, 減少傾向を示した(表2, $\tau=-0.201$, $p=0.172$; $\tau=-0.053$, $p=0.724$; $\tau=-0.108$, $p=0.453$)。大井は年内生産では有意に減少し(表2, $\tau=-0.360$, $p<0.05$), 年明け生産及び主生産期全体では有意ではなかったが減少傾向を示した(表2, $\tau=-0.016$, $p=0.930$; $\tau=-0.152$, $p=0.289$)。

三河湾湾口部の4漁場について、年度により張り込み日は前後しているものの、2003年度までは10月上旬頃

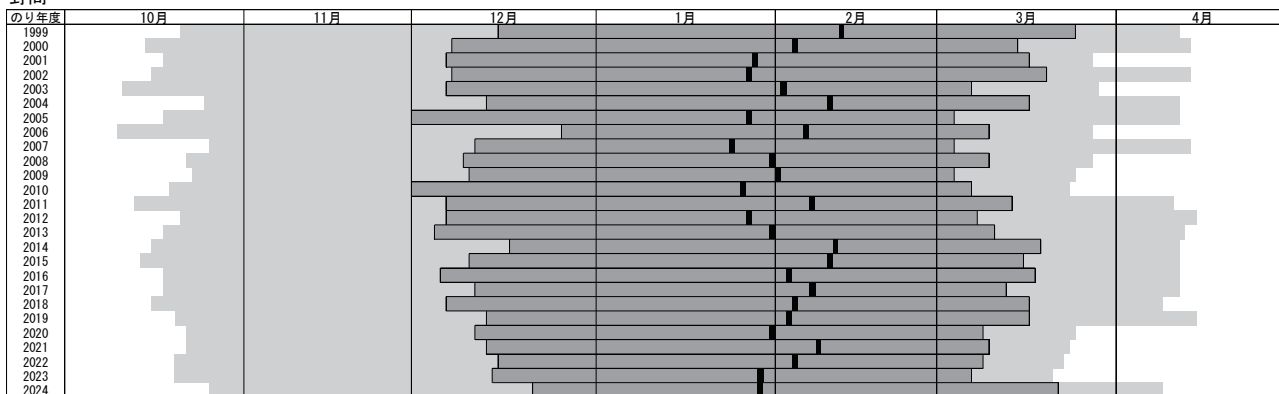
鬼崎



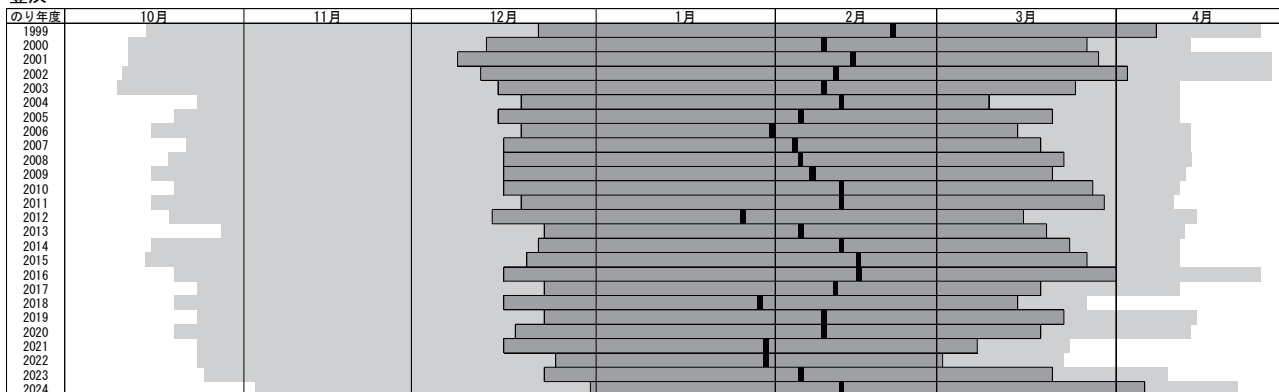
小鈴谷



野間



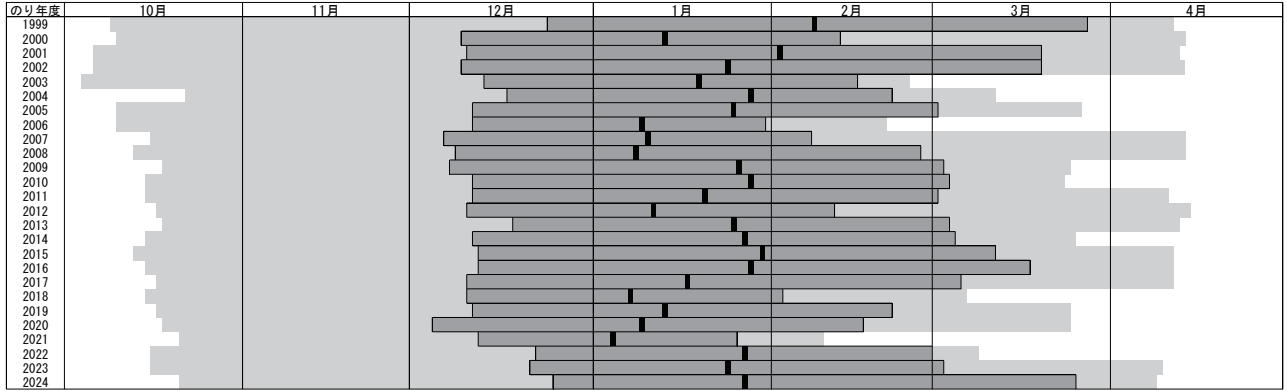
豊浜



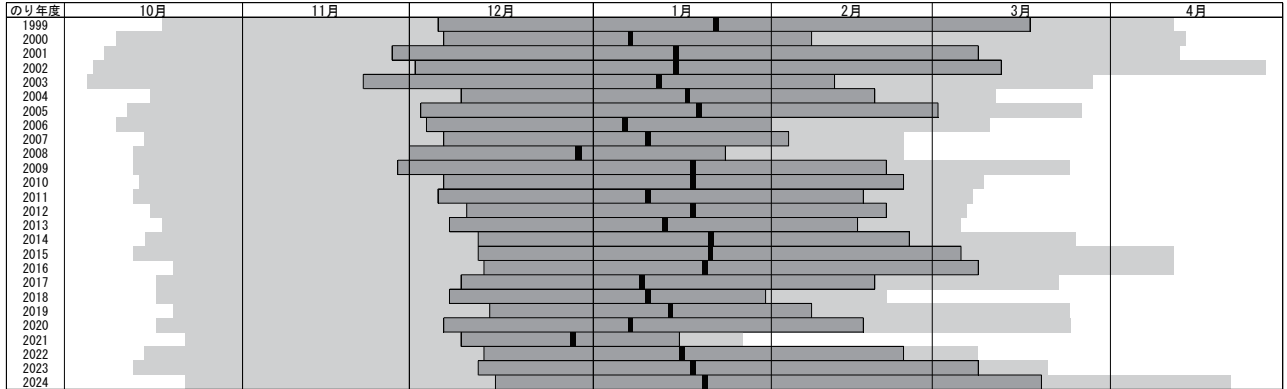
漁期（張り込み日～出荷終了日）
 主生産期（10.0% ≤ 1欄当たりの生産枚数の累計 ≤ 90.0%）
 1欄当たりの生産枚数が50.0%に達した日

図 4a 漁期および主生産期の推移（伊勢湾東部）

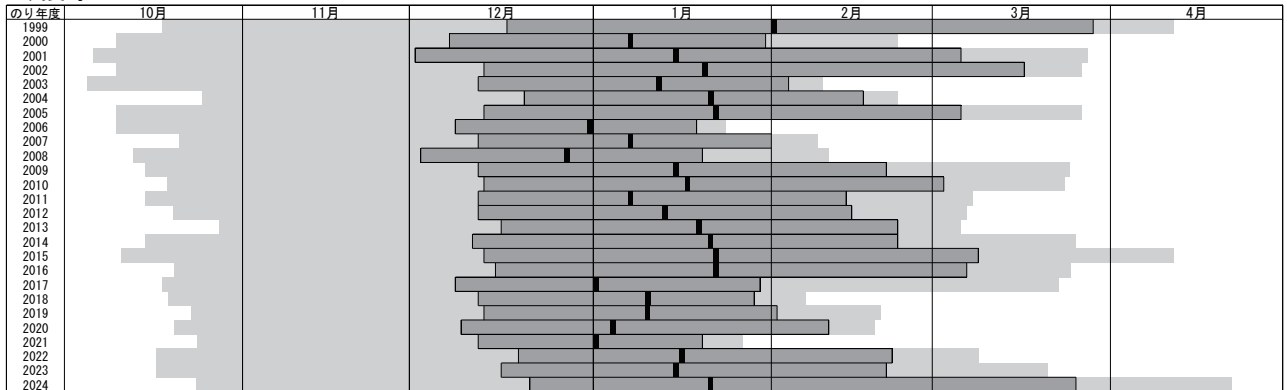
師崎



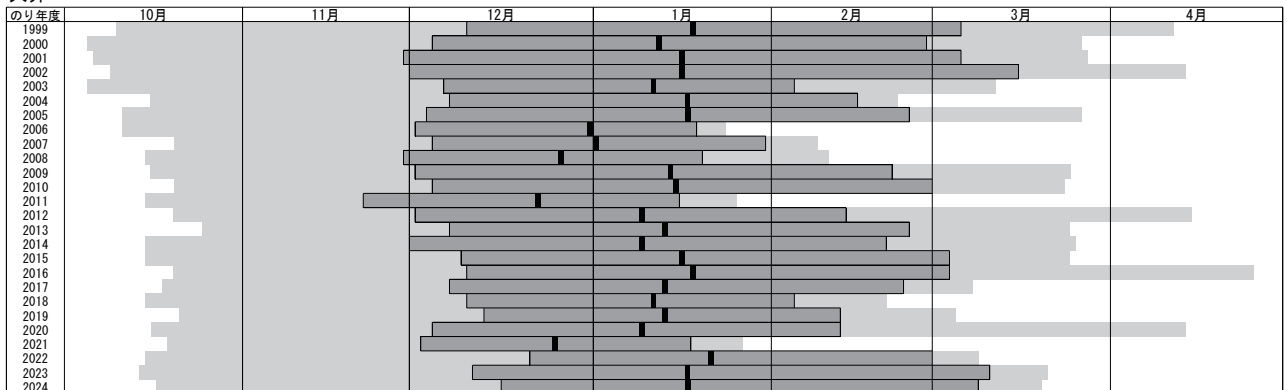
篠島



日間賀島



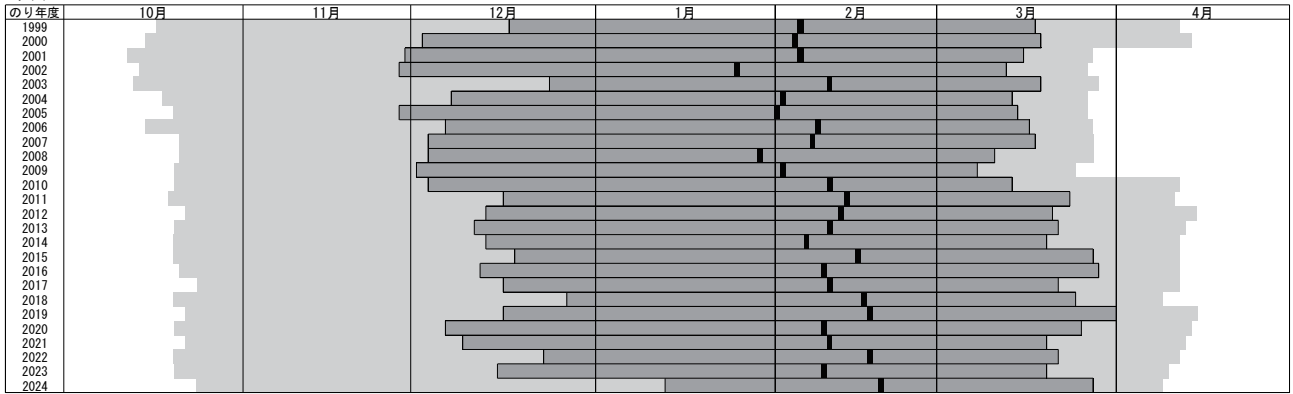
大井



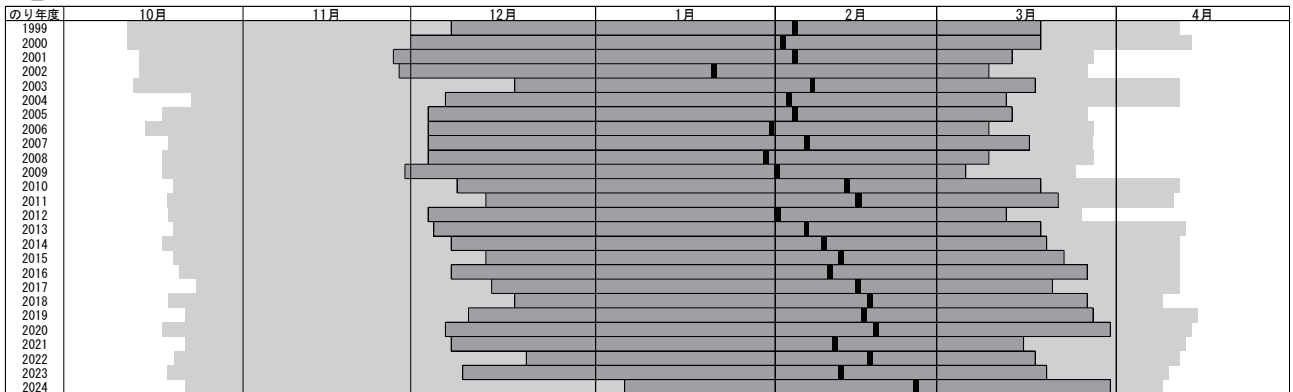
漁期 (張り込み日～出荷終了日)
 主生産期 (10.0% ≤ 1欄当たりの生産枚数の累計 ≤ 90.0%)
 1欄当たりの生産枚数が50.0%に達した日

図 4b 漁期および主生産期の推移 (三河湾湾口部)

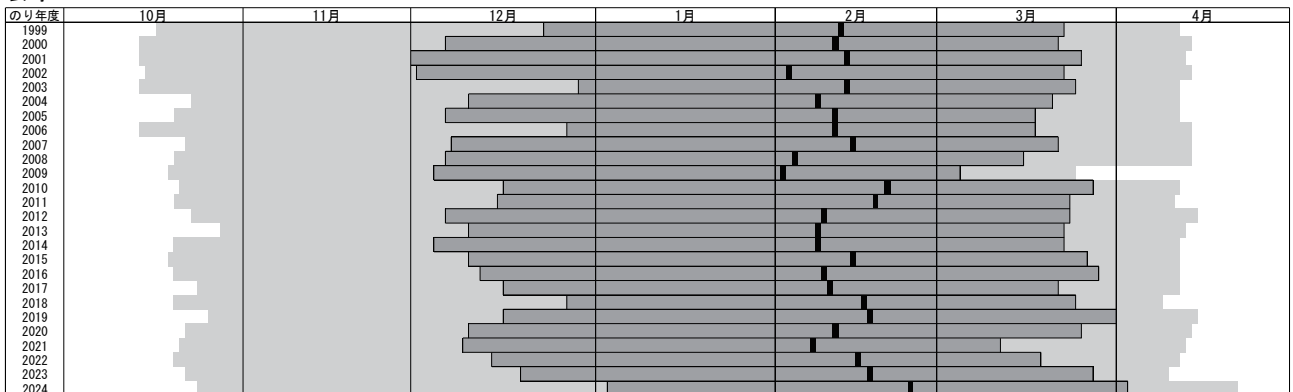
味沢



一色



衣崎



漁期（張り込み日～出荷終了日）
 主生産期（10.0% ≤ 1棚当たりの生産枚数の累計 ≤ 90.0%）
 1棚当たりの生産枚数が50.0%に達した日

図 4c 漁期および主生産期の推移（三河湾北西部）

に張り込みを行っていたものが、2021 年度以降は 10 月下旬頃になった（図 4b）。年内生産の漁期日数は 4 漁場全てで有意に減少しており、それぞれ 1 年当たり 0.357 日～0.500 日分張り込み日が遅れる傾向にあり（表 1）、主生産期の開始もそれに伴い 12 月上旬頃から 12 月中旬頃になった（図 4b）。また、年内生産の主生産期日数が有意に減少していた篠島及び大井は、それぞれ 1 年当たり 0.500 日及び 0.400 日分主生産期の開始が遅れていたが（表 2）、主生産期の終了は変動が大きく 1 月中旬頃から 3 月下旬頃までばらついていた（図 4b）。

三河湾北西部の 3 漁場の漁期日数は、味沢は年内生産

では有意に減少し（表 1, $\tau=-0.531, p<0.001$ ）、年明け生産及び漁期全体では有意ではなかったが増加傾向を示した（表 1, $\tau=0.254, p=0.082$; $\tau=0.088, p=0.550$ ）。一色は年内生産では有意に減少し（表 1, $\tau=-0.556, p<0.001$ ）、年明け生産及び漁期全体としては有意ではなかったが増加傾向を示した（表 1, $\tau=0.183, p=0.222$; $\tau=0.019, p=0.912$ ）。衣崎は年内生産では有意に減少し（表 1, $\tau=-0.445, p<0.01$ ）、年明け生産では有意ではなかったが減少傾向を示し（表 1, $\tau=-0.038, p=0.819$ ）、漁期全体としては有意に減少した（表 1, $\tau=-0.310, p<0.05$ ）。

主生産期日数については、味沢は年内生産では有意に

減少し (表 2, $\tau=-0.399, p<0.01$), 年明け生産では有意に増加し (表 2, $\tau=0.359, p<0.05$), 主生産期全体としては有意ではなかったが減少傾向を示した (表 2, $\tau=-0.197, p=0.176$)。一色は年内生産では有意に減少し (表 2, $\tau=-0.482, p<0.01$), 年明け生産では有意に増加し (表 2, $\tau=0.412, p<0.01$), 主生産期全体としては有意ではなかったが減少傾向を示した (表 2, $\tau=-0.085, p=0.564$)。衣崎は年内生産では有意ではなかったが減少傾向を示し (表 2, $\tau=-0.272, p=0.060$), 年明け生産では有意ではなかったが増加傾向を示し (表 2, $\tau=0.221, p=0.127$), 主生産期全体としては有意ではなかったが減少傾向を示した (表 2, $\tau=-0.106, p=0.466$)。

三河湾北西部の 3 漁場は, 年により張り込み日は前後しているものの, 10 月中旬頃に張り込みを行っていたものが, 2007 年度頃からは 10 月下旬頃に遅れていた (図

4c)。年内生産の漁期日数は 3 漁場全てで有意に減少しており, それぞれ 1 年当たり 0.267 日~0.333 日分張り込み日が遅れる傾向にあった (表 1)。主生産期の開始もそれに伴い 12 月上旬頃から 12 月中下旬頃に遅れていた (図 4c)。年内生産の主生産期日数が有意に減少していた味沢及び一色について, それぞれ 1 年当たり 0.750 日及び 0.526 日分主生産期の開始が遅れていた (表 2)。主生産期の終了は遅れる傾向にあり, 以前は 3 月中旬頃であったが 2010 年以降は 3 月下旬頃になった (図 4c)。年明け生産の主生産期日数が有意に増加していた味沢及び一色は, それぞれ 1 年当たり 0.353 日及び 0.500 日分主生産期の終了が遅れていた (表 2)。

漁期日数の変動係数は, 年内生産においては全ての漁場で 0.1 未満であった。年明け生産においては, 三河湾湾口部の 4 漁場は他の漁場と比較して突出して高く, 師

表 1 漁期日数のトレンド検定

海域	St.	漁場	漁期日数 (年内)			漁期日数 (年明け)			漁期日数 (合計)		
			τ	p value	sen' s slope	τ	p value	sen' s slope	τ	p value	sen' s slope
伊勢湾 東部	①	鬼崎	-0.643	0.000 **	-0.440	0.041	0.802	-	-0.421	0.004 **	-0.368
	②	小鈴谷	-0.192	0.208	-	-0.287	0.055	-	-0.271	0.064	-
	③	野間	-0.178	0.222	-	-0.259	0.078	-	-0.208	0.150	-
	④	豊浜	-0.529	0.000 **	-0.500	-0.306	0.037 *	-0.222	-0.495	0.001 **	-0.875
三河湾 湾口部	⑤	師崎	-0.500	0.001 **	-0.417	-0.211	0.144	-	-0.288	0.042 *	-0.667
	⑥	篠島	-0.477	0.001 **	-0.400	-0.236	0.098	-	-0.244	0.085	-
	⑦	日間賀島	-0.401	0.005 **	-0.500	-0.071	0.627	-	-0.115	0.426	-
	⑧	大井	-0.375	0.010 *	-0.357	-0.130	0.366	-	-0.176	0.217	-
三河湾 北西部	⑨	味沢	-0.531	0.000 **	-0.267	0.254	0.082	-	0.088	0.550	-
	⑩	一色	-0.556	0.000 **	-0.333	0.183	0.222	-	0.019	0.912	-
	⑪	衣崎	-0.445	0.002 **	-0.313	-0.038	0.819	-	-0.310	0.035 *	-0.250

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

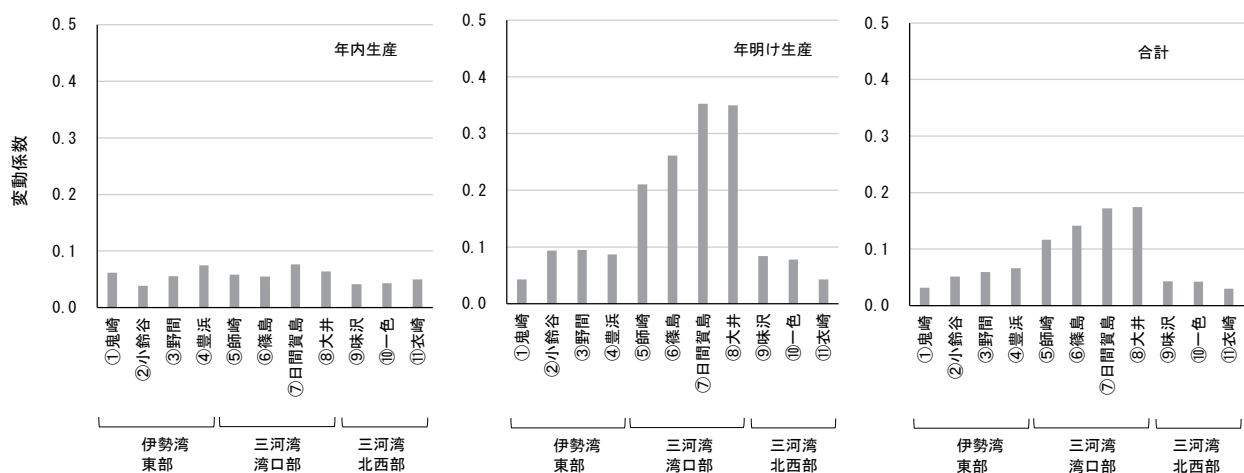


図 5 漁期日数の変動係数

表2 主生産期日数のトレンド検定

海域	St.	漁場	主生産期日数 (年内)			主生産期日数 (年明け)			主生産期日数 (合計)		
			τ	p value	sen' s slope	τ	p value	sen' s slope	τ	p value	sen' s slope
伊勢湾 東部	①	鬼崎	-0.210	0.144	-	0.097	0.507	-	-0.101	0.492	-
	②	小鈴谷	-0.338	0.022 *	-0.360	-0.128	0.397	-	-0.311	0.035 *	-0.387
	③	野間	-0.232	0.110	-	-0.016	0.929	-	-0.252	0.080	-
	④	豊浜	-0.483	0.001 **	-0.375	-0.225	0.117	-	-0.399	0.005 **	-0.750
三河湾 湾口部	⑤	師崎	-0.199	0.174	-	0.006	0.982	-	-0.081	0.581	-
	⑥	篠島	-0.567	0.000 **	-0.500	-0.003	1.000	-	-0.168	0.242	-
	⑦	日間賀島	-0.201	0.172	-	-0.053	0.724	-	-0.108	0.453	-
	⑧	大井	-0.360	0.012 *	-0.400	-0.016	0.930	-	-0.152	0.289	-
三河湾 北西部	⑨	味沢	-0.399	0.005 **	-0.750	0.359	0.012 *	0.353	-0.197	0.176	-
	⑩	一色	-0.482	0.001 **	-0.526	0.412	0.004 **	0.500	-0.085	0.564	-
	⑪	衣崎	-0.272	0.060	-	0.221	0.127	-	-0.106	0.466	-

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

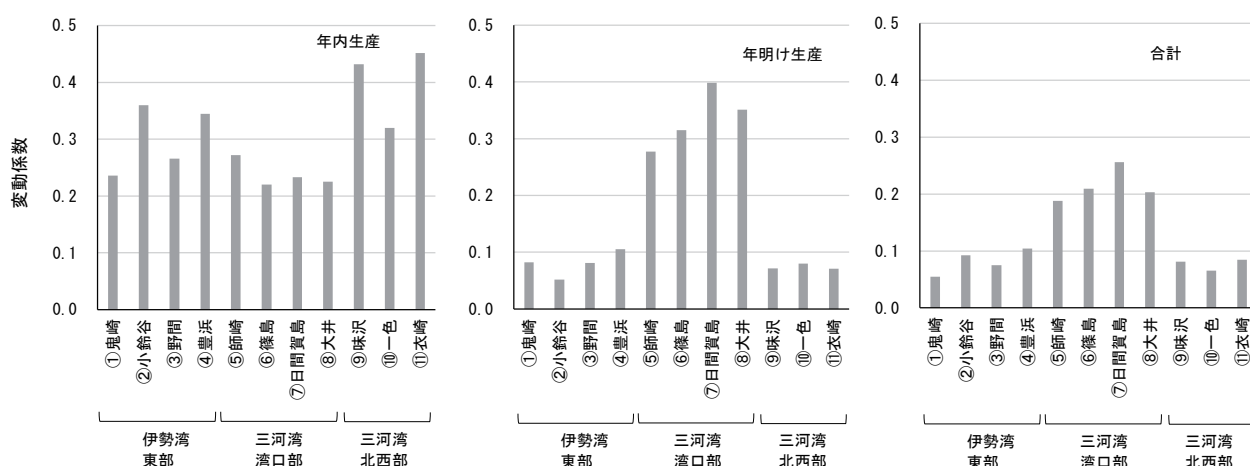


図6 主生産期日数の変動係数

崎及び篠島が0.2を上回り、日間賀島及び大井が0.3を上回った。漁期全体でも三河湾湾口部の4漁場が高く、0.1を上回った(図5)。

主生産期日数の変動係数は、年内生産においては全ての漁場で0.2を上回り、伊勢湾東部の小鈴谷、豊浜及び三河湾北西部の味沢、一色及び衣崎では0.3を上回った。年明け生産においては、三河湾湾口部の4漁場が突出して高く、師崎が0.2を上回り、篠島、日間賀島及び大井が0.3を上回った。主生産期全体でも三河湾湾口部の4漁場が高く、篠島、日間賀島及び大井は0.2を上回った(図6)。

2 生産性の経年変化

(1) 年内生産

年内生産における生産性の経年変化を図7に示した。また、生産性のトレンド検定(Mann-Kendall test)の結果を

表3、生産性の変動係数を図8にそれぞれ示した。1999年度~2024年度における年内生産の生産性は、程度の差はあるものの解析した11漁場全てで低下傾向であり(図7、表3)、そのうち6漁場で有意に低下していた(表3, $p < 0.05$)。変動係数は小鈴谷(0.482)が突出して高く、他漁場では0.3前後であった(図8)。

伊勢湾東部の4漁場について、鬼崎では2013年までは年内の生産性が2,000枚を超える年度があったが(図7)、2024年度では1,000枚程度まで低下していた。年度ごとの増減が大きく統計的には有意ではないが、生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau = -0.175$, $p = 0.217$)。小鈴谷では年内の生産性が1,000枚を切る年度が多く、特に2023年度は生産性が極めて低い値を示しており(図7)、生産性は28.9枚/年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau = -0.380$, $p < 0.01$)。野間では年内の生産性が1,000枚を下回る年度が多く(図7)、有意な傾向は確認できな

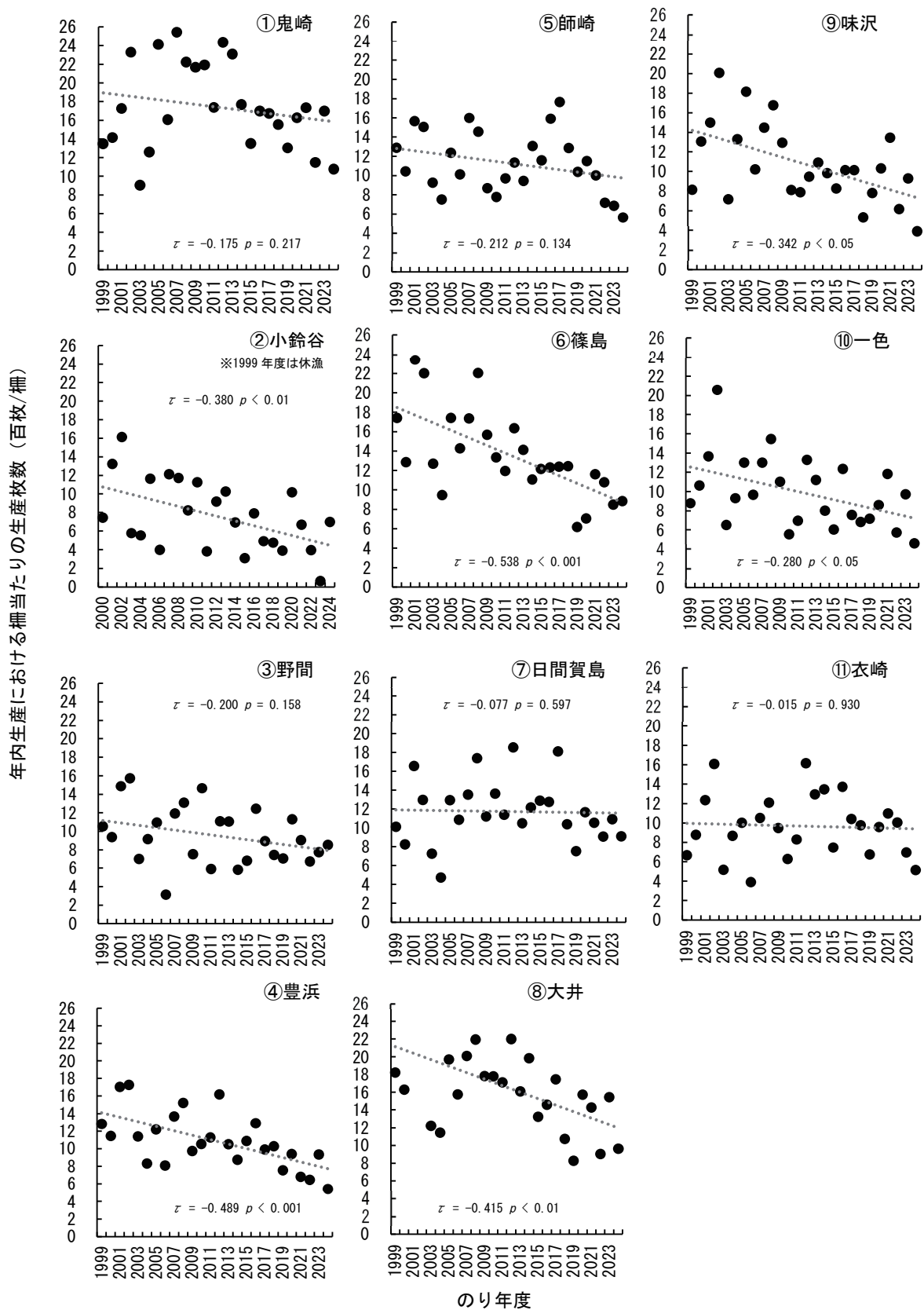


図7 年内生産における生産性の経年変化

つたが生産性は低下傾向を示した (表 3, $\tau=-0.200$, $p=0.158$)。豊浜では 2012 年度までは年内の生産性が 1,500 枚を超える年度があったが、2019 年度以降は 1,000 枚を下回るまで低下しており (図 7)、生産性は

表3 生産性のトレンド検定

海域	St.	漁場	生産性（年内）			生産性（年明け）			生産性（漁期全体）		
			τ	p value	sen' s slope	τ	p value	sen' s slope	τ	p value	sen' s slope
伊勢湾 東部	①	鬼崎	-0.175	0.217	-	-0.058	0.692	-	-0.175	0.217	-
	②	小鈴谷	-0.380	0.008 **	-28.9	-0.173	0.234	-	-0.340	0.018 *	-48.9
	③	野間	-0.200	0.158	-	-0.206	0.146	-	-0.274	0.052	-
	④	豊浜	-0.489	0.000 **	-25.2	-0.415	0.003 **	-72.3	-0.458	0.001 **	-104.5
三河湾 湾口部	⑤	師崎	-0.212	0.134	-	-0.169	0.234	-	-0.188	0.186	-
	⑥	篠島	-0.538	0.000 **	-38.8	-0.286	0.043 *	-46.4	-0.366	0.009 **	-87.0
	⑦	日間賀島	-0.077	0.597	-	-0.049	0.741	-	-0.065	0.659	-
	⑧	大井	-0.415	0.003 **	-40.0	-0.206	0.146	-	-0.274	0.052	-
三河湾 北西部	⑨	味沢	-0.342	0.015 *	-26.4	0.366	0.009 **	33.6	0.077	0.597	-
	⑩	一色	-0.280	0.047 *	-18.1	0.200	0.158	-	0.028	0.860	-
	⑪	衣崎	-0.015	0.930	-	0.243	0.086	-	0.200	0.158	-

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

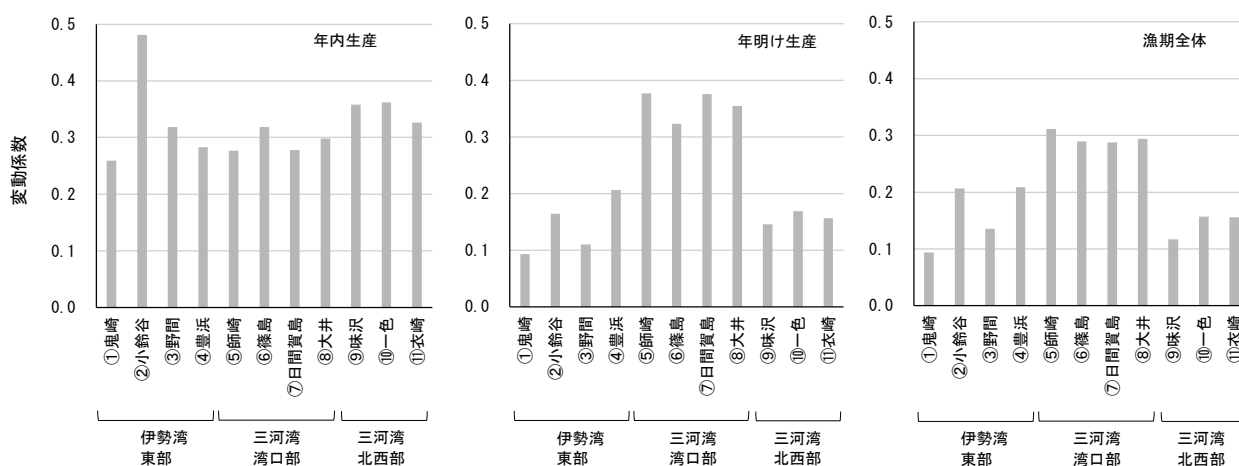


図8 生産性の変動係数

25.2 枚／年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.489$, $p<0.001$)。

三河湾湾口部の4漁場について、師崎では2017年度までは年内の生産性が1,500枚を超える年度があったが、2022年度以降では1,000枚を下回り(図7)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.212$, $p=0.134$)。篠島では2008年度までは年内の生産性が2,000枚を超える年度があったが、2019年度以降では1,000枚を下回る年度が多くなり(図7)、生産性は38.8枚／年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.538$, $p<0.001$)。日間賀島では年内の生産性が1,500枚を超える年度があったが、1,000枚前後であることが多く(図7)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.077$, $p=0.597$)。大井では2012年度までは年内の生産性が2,000枚を超える年度があったが、2019年度以降では1,000枚を下回る年度が多くなり(図7)、生産性は40.0枚／年の割合で有意に低下していた(表3,

$\tau=-0.415$, $p<0.01$)。

三河湾北西部の3漁場について、味沢では2002年度は年内の生産性が2,000枚を超えたが、2018年度以降では1,000枚を下回る年度が多くなり(図7)、生産性は26.4枚／年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.342$, $p<0.05$)。一色も味沢と同様の傾向を示し、生産性は18.1枚／年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.280$, $p<0.05$)。衣崎では2012年度までは年内の生産性が1,500枚を超える年度もあったが、2023年度以降は1,000枚を下回り(図7)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.015$, $p=0.930$)。

(2) 年明け生産

年明け生産における生産性の経年変化を図9に示した。また、生産性のトレンド検定(Mann-Kendall test)の結果を表3、生産性の変動係数を図8に示した。1999年度～2024年度における年明け生産の生産性は、伊勢湾東部

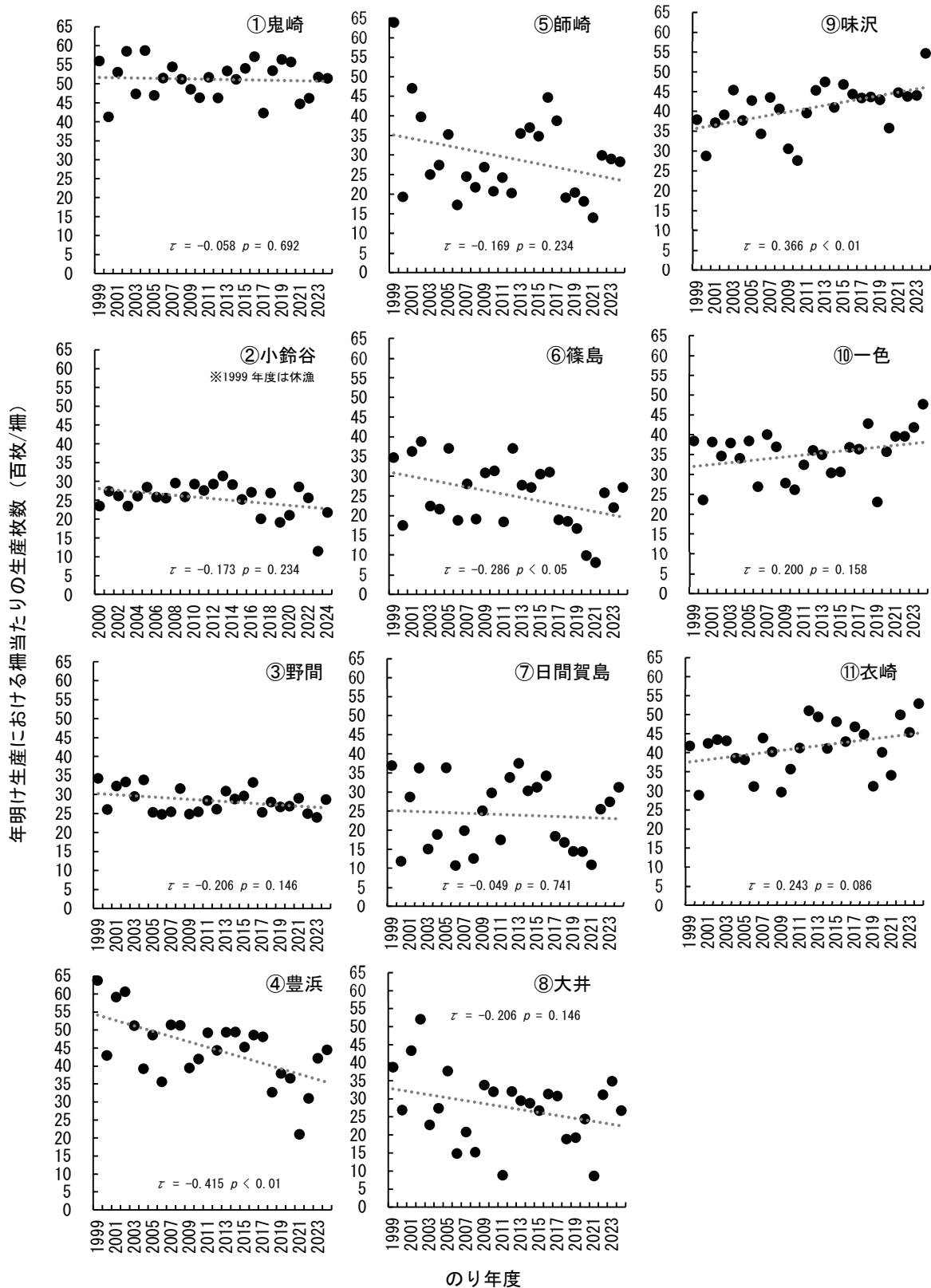


図9 年明け生産における生産性の経年変化

の4漁場及び三河湾湾口部の4漁場では低下傾向であり(図9), そのうち2漁場で有意に低下していた(表3, $p < 0.05$)。一方で, 三河湾北西部の3漁場では増加傾向で

あり, 1漁場で有意に増加していた(表3, $p < 0.01$)。変動係数は湾口部の4漁場が突出して高く, 0.3を超えていた(図8)。

伊勢湾東部の4漁場について、鬼崎では年明けの生産性は5,000枚前後で推移しており(図9)、減少幅は小さく有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.058$, $p=0.692$)。小鈴谷及び野間では年明けの生産性は3,000枚前後で推移しており、減少幅は小さく有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.173$, $p=0.234$; $\tau=-0.206$, $p=0.146$)。豊浜では年明けの生産性は2008年までは5,000枚を超える年度があったが、その後は低下傾向で、特に2021年度は2,500枚を下回っており(図9)、生産性は72.3枚/年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.415$, $p<0.01$)。

三河湾湾口部の4漁場について、師崎では年明けの生産性は1999年度には6,000枚を超えたが、年度ごとの増減が大きく(図9)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.169$, $p=0.234$)。篠島では年明けの生産性は2012年度までは3,500枚を超える年度があったが、2020年度及び2021年度は1,000枚を下回り(図9)、生産性は46.4枚/年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.286$, $p<0.05$)。日間賀島では年明けの生産性は2013年度までは3,500枚を超える年度があったが、増減が大きく2017年度から2021年度までは2,000枚を下回り(図9)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.049$, $p=0.741$)。大井では年明けの生産性は5,000枚を超える年度があったが、増減が大きく2021年度は1,000枚を下回り(図9)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.206$, $p=0.146$)。

三河湾北西部の3漁場について、味沢では年明けの生産性は2011年度までは4,000枚を下回ることが多かったが、2012年度以降は、2020年度を除いて4,000枚を上回り、2024年度は5,000枚を超えており(図9)、生産性は33.6枚/年の割合で有意に増加していた(表3, $\tau=0.366$, $p<0.01$)。一色では年明けの生産性は4,000枚を下回る年度が多かったが、2023年度は4,000枚を上回り、2024年度は4,500枚を超えており(図9)、有意ではなかったが生産性は増加傾向を示した(表3, $\tau=0.200$, $p=0.158$)。衣崎では年明けの生産性は2011年までは4,500枚を下回っていたが、2012年度以降は4,500枚を上回る年度が多く、2024年度は5,000枚を超えており(図9)、有意ではなかったが生産性は増加傾向を示した(表3, $\tau=0.243$, $p=0.086$)。

(3) 漁期全体

漁期全体における生産性の経年変化を図10に示した。また、生産性のトレンド検定(Mann-Kendall test)の結

果を表3、生産性の変動係数を図8に示した。1999年度～2024年度における漁期全体の生産性は、伊勢湾東部の4漁場及び三河湾湾口部の4漁場では低下傾向であり(図10)、そのうち3漁場で有意に低下していた(表3, $p<0.05$)。一方で、三河湾北西部の3漁場では、有意ではないが増加傾向であった(表3)。変動係数は湾口部の4漁場が突出して高く、0.3前後であり、小鈴谷及び豊浜についても0.2を超えた(図8)。

伊勢湾東部の4漁場について、鬼崎では漁期全体の生産性は7,000枚前後で推移しており(図10)、減少幅は小さく有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.175$, $p=0.217$)。小鈴谷では漁期全体の生産性は2013年までは4,000枚を超える年度があったが、その後は低下傾向で、特に2023年度は1,500枚を下回っており(図10)、生産性は48.9枚/年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.340$, $p<0.05$)。野間では漁期全体の生産性は3,500枚前後で推移しており(図10)、減少幅は小さく有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.274$, $p=0.052$)。豊浜では漁期全体の生産性は2002年までは7,000枚を超える年度があったが、その後は低下傾向で、特に2021年度は3,000枚を下回っており(図10)、生産性は104.5枚/年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.458$, $p<0.01$)。

三河湾湾口部の4漁場について、師崎では漁期全体の生産性は1999年度には7,000枚を超えたが、年度ごとの増減が大きく(図10)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.188$, $p=0.186$)。篠島では漁期全体の生産性は2002年度には6,000枚を超えたが、2020年度及び2021年度は2,000枚を下回り(図10)、生産性は87.0枚/年の割合で有意に低下していた(表3, $\tau=-0.366$, $p<0.01$)。日間賀島では漁期全体の生産性は2012年度には5,000枚を超えたが、増減が大きく2018年度から2021年度までは3,000枚を下回り(図10)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.065$, $p=0.659$)。大井では漁期全体の生産性は2002年度には8,000枚を超えたが、増減が大きく2018年度、2019年度及び2021年度は3,000枚を下回り(図10)、有意ではなかったが生産性は低下傾向を示した(表3, $\tau=-0.274$, $p=0.052$)。

三河湾北西部の3漁場について、味沢では漁期全体の生産性は5,000枚前後で推移しており、増加幅は小さく有意ではなかったが生産性は増加傾向を示した(表3, $\tau=0.077$, $p=0.597$)。一色では漁期全体の生産性は4,500枚前後で推移しており、増加幅は小さく有意ではなかったが生産性は増加傾向を示した(表3, $\tau=0.028$, $p=0.860$)。

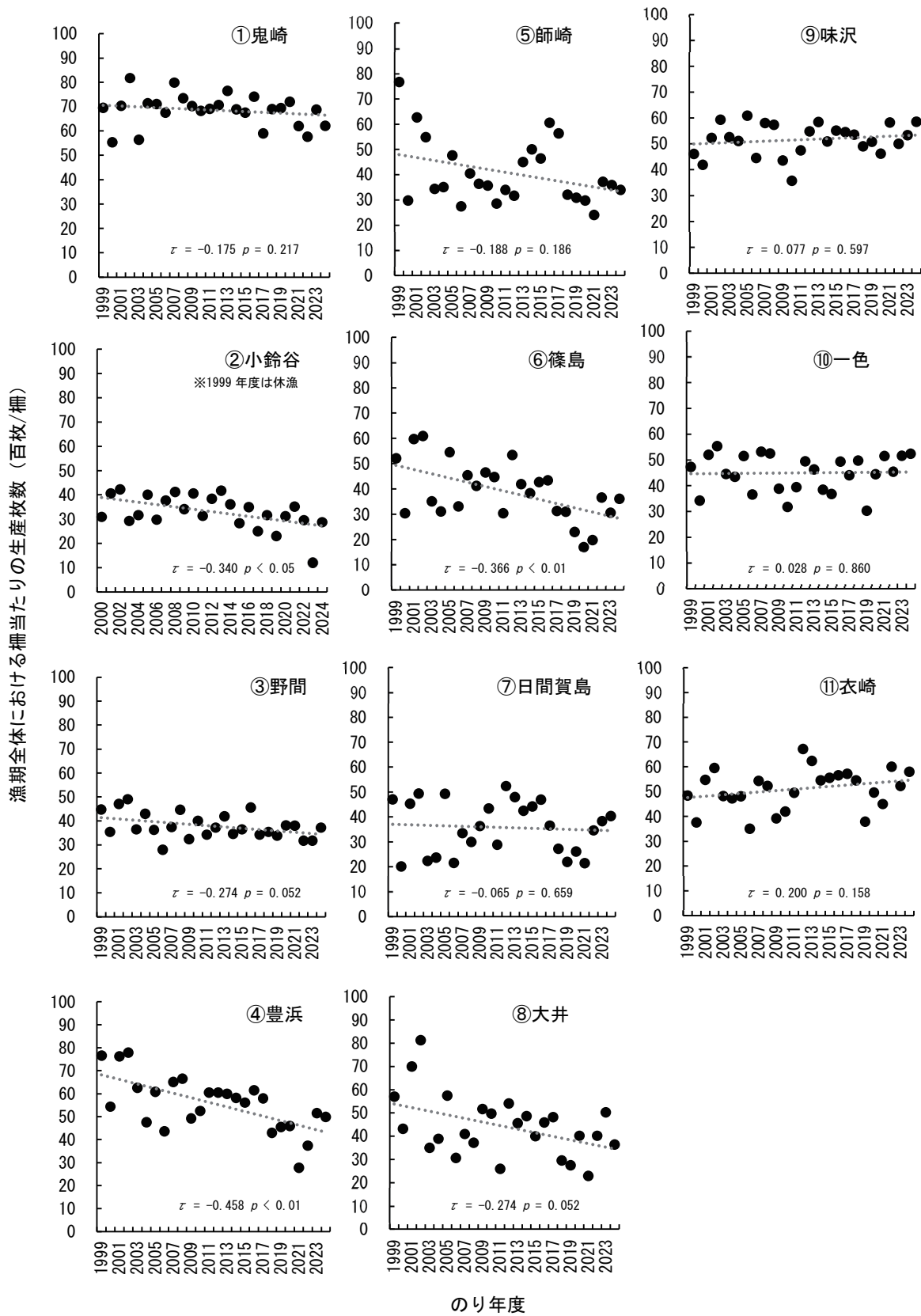


図10 漁期全体における生産性の経年変化

衣崎では漁期全体の生産性は5,000枚前後で推移しており、増加幅は小さく有意ではなかったが生産性は増加傾

向を示した(表3, $\tau=0.200$, $p=0.158$)。

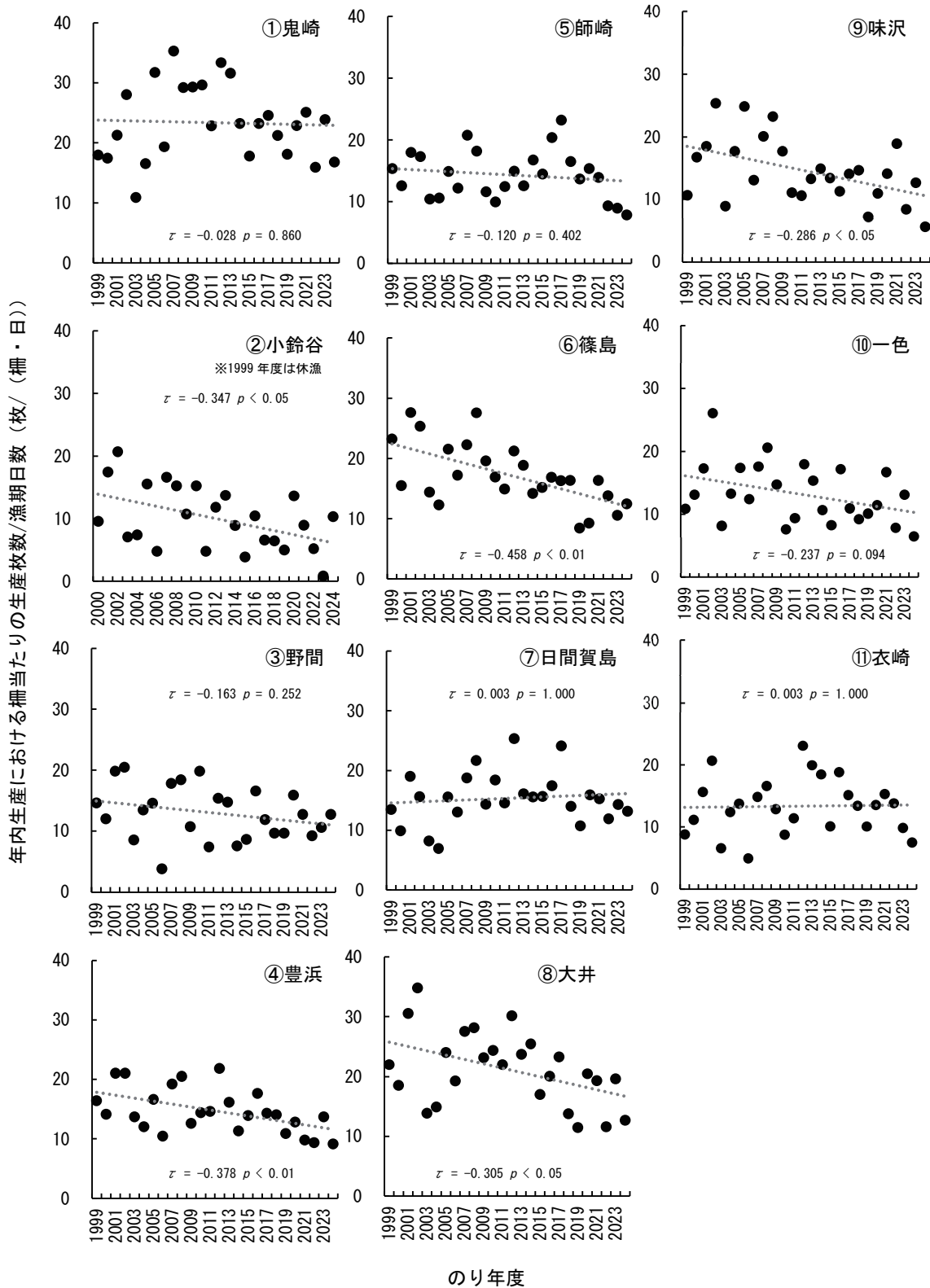


図 11 年内生産における生産速度の経年変化

3 生産速度の経年変化

生産速度のトレンド検定 (Mann-Kendall test) の結果を図 11~13, 表 4 に示した。1999 年度~2024 年度における年内生産の生産速度は, 解析した 11 漁場のうち 9 漁場で低下傾向であり, そのうち 5 漁場で有意に低下して

いた (図 11, 表 4, $p < 0.05$)。年明け生産の生産速度は, 伊勢湾東部及び三河湾湾口部の 8 漁場では低下傾向であり, 1 漁場で有意に低下していた (図 12, 表 4, $p < 0.01$)。三河湾北西部の 3 漁場では有意ではなかったが, 増加傾向を示した (図 12, 表 4)。漁期全体の生産速度は, 伊勢

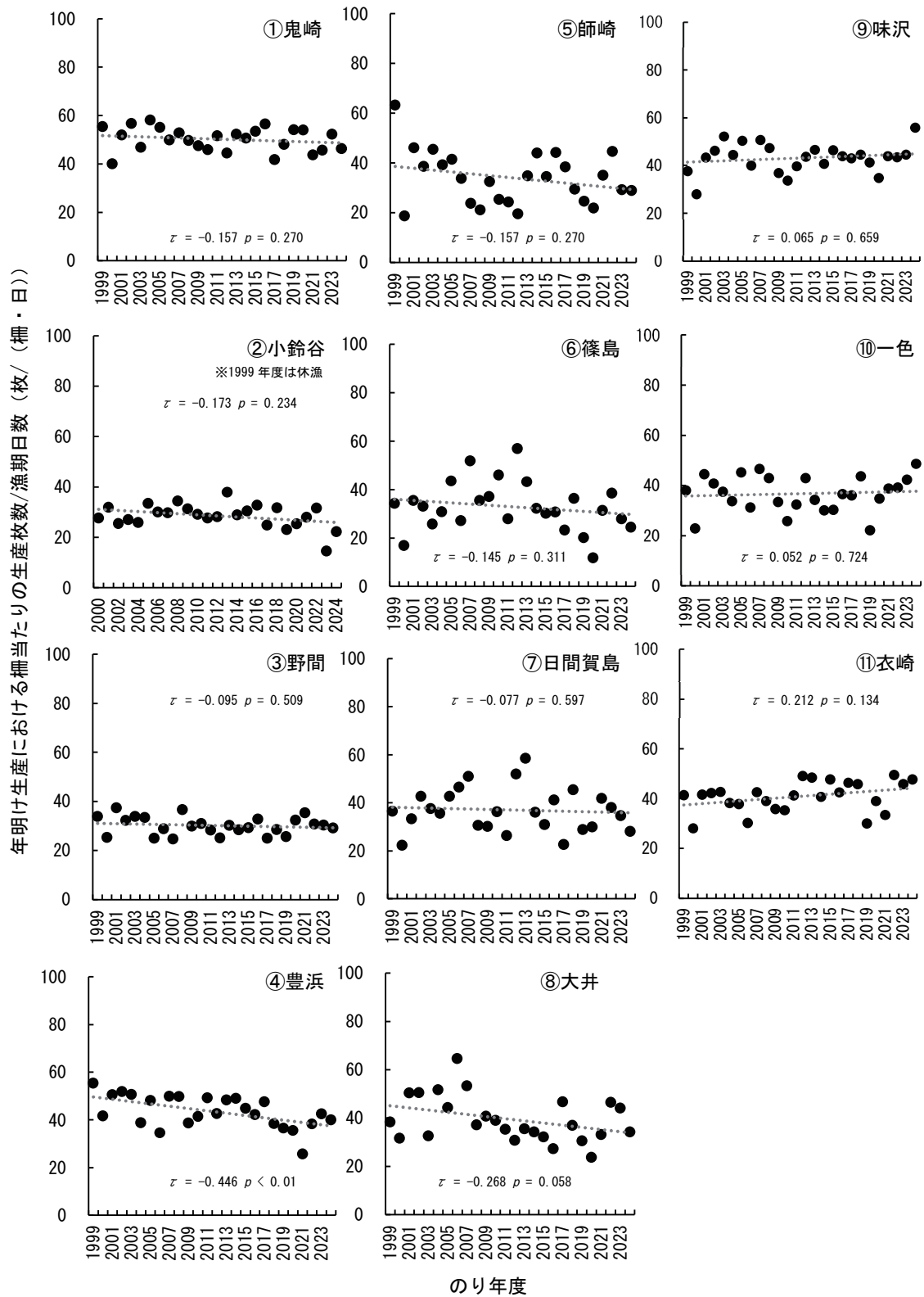


図 12 年明け生産における生産速度の経年変化

湾東部及び三河湾湾口部の 8 漁場では低下傾向であり、4 漁場で有意に低下していた (図 13, 表 4, $p < 0.05$)。三河湾北西部の 2 漁場では増加傾向を示し、1 漁場では低下傾向を示した (図 13, 表 4)。

伊勢湾東部について、鬼崎は年内生産、年明け生産及び漁期全体全て有意ではなかったが、低下傾向を示した (図 11~13, 表 4, $\tau = -0.028$, $p = 0.860$; $\tau = -0.157$, $p = 0.270$; $\tau = -0.126$, $p = 0.378$)。小鈴谷は年内生産では有

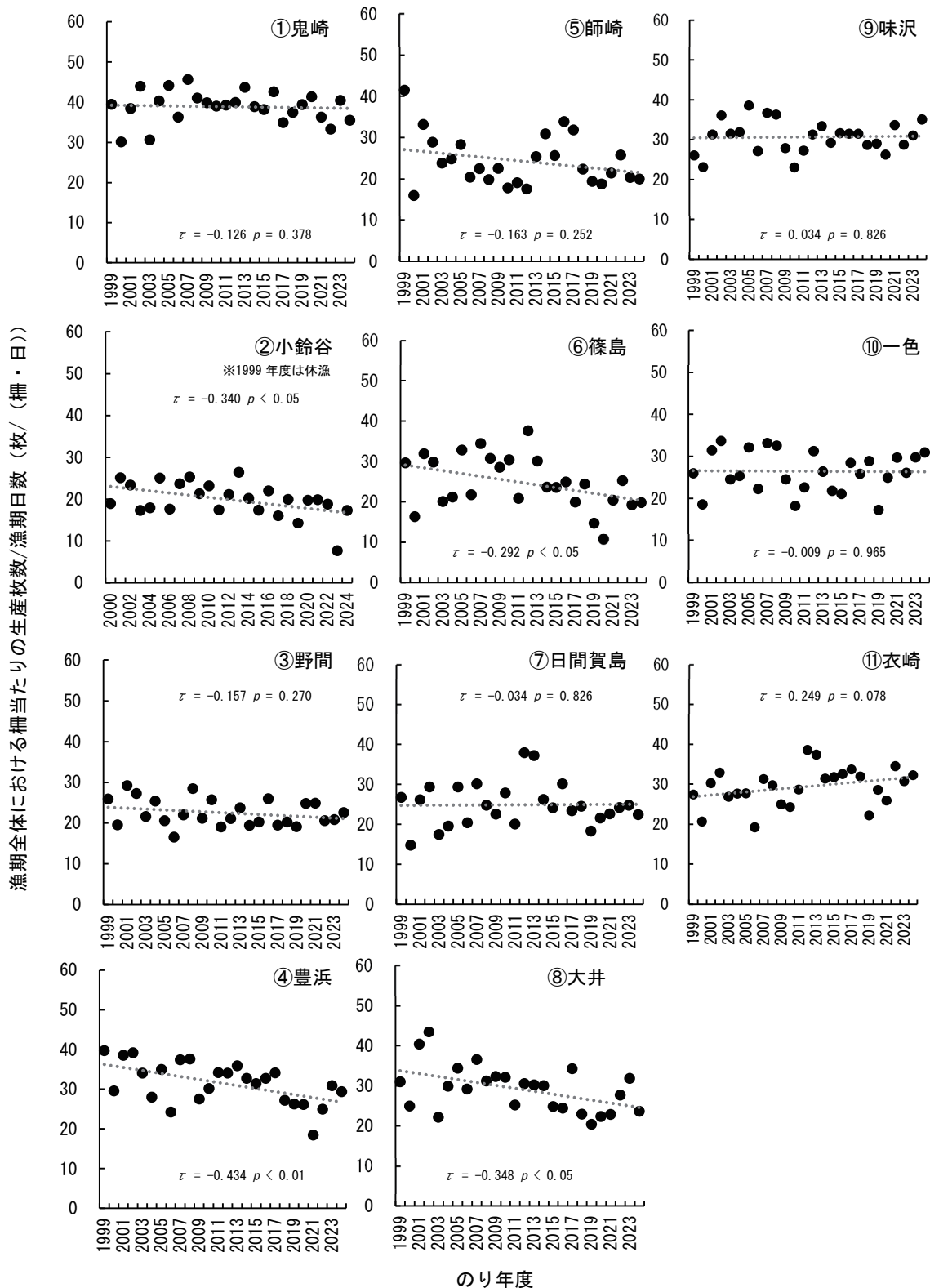


図 13 漁期全体における生産速度の経年変化

意に低下し (図 11, 表 4, $\tau = -0.347$, $p < 0.05$), 年明け生産では有意ではなかったが低下傾向を示し (図 12, 表 4, $\tau = -0.173$, $p = 0.234$), 漁期全体では有意に低下した (図 13, 表 4, $\tau = -0.340$, $p < 0.05$)。野間は年内生産、

年明け生産及び漁期全体全て有意ではなかったが低下傾向を示した (図 11~13, 表 4, $\tau = -0.163$, $p = 0.252$; $\tau = -0.095$, $p = 0.509$; $\tau = -0.157$, $p = 0.270$)。豊浜は年内生産、年明け生産及び漁期全体全て有意に低下していた (図 11

表4 生産速度のトレンド検定

海域	St.	漁場	生産速度 (年内)			生産速度 (年明け)			生産速度 (漁期全体)		
			τ	p value	sen' s slope	τ	p value	sen' s slope	τ	p value	sen' s slope
伊勢湾 東部	①	鬼崎	-0.028	0.860	-	-0.157	0.270	-	-0.126	0.378	-
	②	小鈴谷	-0.347	0.016 *	-0.342	-0.173	0.234	-	-0.340	0.018 *	-0.241
	③	野間	-0.163	0.252	-	-0.095	0.509	-	-0.157	0.270	-
	④	豊浜	-0.378	0.007 **	-0.228	-0.446	0.002 **	-0.501	-0.434	0.002 **	-0.404
三河湾 湾口部	⑤	師崎	-0.120	0.402	-	-0.157	0.270	-	-0.163	0.252	-
	⑥	篠島	-0.458	0.001 **	-0.445	-0.145	0.311	-	-0.292	0.038 *	-0.419
	⑦	日間賀島	0.003	1.000	-	-0.077	0.597	-	-0.034	0.826	-
	⑧	大井	-0.305	0.031 *	-0.393	-0.268	0.058	-	-0.348	0.014 *	-0.394
三河湾 北西部	⑨	味沢	-0.286	0.043 *	-0.309	0.065	0.659	-	0.034	0.826	-
	⑩	一色	-0.237	0.094	-	0.052	0.724	-	-0.009	0.965	-
	⑪	衣崎	0.003	1.000	-	0.212	0.134	-	0.249	0.078	-

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

~13, 表4, $\tau=-0.378$, $p<0.01$; $\tau=-0.446$, $p<0.01$; $\tau=-0.434$, $p<0.01$ 。

三河湾湾口部について、師崎は年内生産、年明け生産及び漁期全体全て有意ではなかったが、低下傾向を示した(図11~13, 表4, $\tau=-0.120$, $p=0.402$; $\tau=-0.157$, $p=0.270$; $\tau=-0.163$, $p=0.252$)。篠島は年内生産では有意に低下し(図11, 表4, $\tau=-0.458$, $p<0.01$)、年明け生産では有意ではなかったが低下傾向を示し(図12, 表4, $\tau=-0.145$, $p=0.311$)、漁期全体では有意に低下した(図13, 表4, $\tau=-0.292$, $p<0.05$)。日間賀島は年内生産では一定の傾向はなく横ばいであり(図11, 表4, $\tau=0.003$, $p=1.000$)、年明け生産及び漁期全体では有意ではなかったが低下傾向を示した(図12, 13, 表4, $\tau=-0.077$, $p=0.597$; $\tau=-0.034$, $p=0.826$)。大井は年内生産では有意に低下し(図11, 表5, $\tau=-0.305$, $p<0.05$)、年明け生産では有意ではなかったが低下傾向を示した(図12, 表4, $\tau=-0.268$, $p=0.058$)。漁期全体では有意に低下した(図13, 表4, $\tau=-0.348$, $p<0.05$)。

三河湾北西部について、味沢は年内生産では有意に低下し(図11, 表4, $\tau=-0.286$, $p<0.05$)、年明け生産及び漁期全体では有意ではなかったが増加傾向を示した(図12, 13, 表4, $\tau=0.065$, $p=0.659$; $\tau=0.034$, $p=0.826$)。一色は年内生産では有意ではなかったが低下傾向を示し(図11, 表4, $\tau=-0.237$, $p=0.094$)、年明け生産では有意ではなかったが増加傾向を示し(図12, 表4, $\tau=0.052$, $p=0.724$)、漁期全体では有意ではなかったが低下傾向を示した(図13, 表4, $\tau=-0.009$, $p=0.965$)。衣崎は年内生産では一定の傾向はなく横ばいであり(図11, 表4, $\tau=0.003$, $p=1.000$)、年明け生産及び漁期全体全て有意ではなかったが増加傾向を示した(図12, 13, 表4,

$\tau=0.212$, $p=0.134$; $\tau=0.249$, $p=0.078$)。

考 察

1 年内生産

年内生産の生産性は、程度の差はあるものの解析した11漁場全てで低下傾向が認められ(図7)、そのうち6漁場で有意であった(表3, $p<0.05$)。水温23℃以上でノリ網の張り込みを行って水温降下が遅れた場合に、ノリ葉状態の異常形態や生長不良が発生することが知られている。¹⁸⁾ このため、愛知県では水温23℃未満を目安としてノリ養殖を開始することを推奨している。¹³⁾ 一方で、三河湾の海況自動観測ブイの観測結果から、秋季の水温が上昇傾向であることが指摘されている。⁸⁾ このため、年内生産の生産性の低下は、秋季の水温降下の遅延^{1, 8)} にもともなう漁期及び主生産期の開始の遅れによると考えられた(図4a~c, 表1, 2)。一方、水温降下の遅延は、それ自体がノリの生産に悪影響を及ぼすだけではなく、副次的な要因として魚類による食害を増大させている可能性が指摘されている。⁵⁾ ノリの食害の主要な要因の一つとされているクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* のノリの摂餌率は水温13℃で半減する⁶⁾ とされており、水温降下の早い漁場では、魚類による食害の程度が低いことが聞き取り調査の結果からも指摘されている。⁵⁾

また、栄養塩については、幼芽期のリン欠乏による生長の鈍化や異常芽率の増加が報告されており、¹⁹⁾ 三河湾北西部の漁場においては、10月における海域のリン酸態リン濃度と年内の柵当たりの乾ノリ生産枚数には有意な正の相関が認められており、⁴⁾ 生長に適した栄養塩濃度での健全な育苗は、その後の生産性を決定する重要な要因の一つであると考えられる。そのため、近年の三河湾

内の栄養塩類の濃度の低下¹¹⁾や、河川の栄養塩類の濃度の低下¹⁰⁾による河川からの供給量の減少が、年内生産に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

漁期の長短の影響を除いた生産速度についても、11漁場中9漁場で低下傾向であり、そのうち5漁場では有意であった(表4, $p < 0.05$)ことから、近年の秋季の水温降下の遅延^{1, 8)}による魚類の食害圧の継続や、秋季の海域の栄養塩濃度の低下¹²⁾により、相乗的に生産性が低下している可能性が考えられた。今後は年内の生産性と水温及び栄養塩類との関係を複合的に解析し、近年の秋季の水温降下の遅延^{1, 8)}や幼芽期の栄養塩欠乏等の影響⁹⁾を評価していく必要がある。

年内生産における生産性の変動係数は、小鈴谷を除き全体的に0.3前後の漁場が多く、年明け生産に比べて、生産性が不安定であると考えられた(図8)。愛知県においては、張り込み開始時の水温が23℃未満、かつ育苗17日間までに20℃未満となることを目安としているが、¹³⁾秋季の水温降下の遅延^{1, 8)}や異常気象等による不確実性により、適切な張り込み日を予測することがますます難しくなっている。高水温帯での張り込みは高温障害や芽落ちリスクの増大を招くため、^{13, 18)}生産性のさらなる不安定化を招く。近年の水温状況を踏まえると、生産性の向上や安定化には、水温23℃未満での張り込みを徹底するとともに、異常気象等の不確実性に対応した水温降下予測技術の開発や高水温に適した種苗の開発¹⁾等も重要な課題であると考えられる。

2 年明け生産

年明け生産の生産性には、伊勢湾東部の4漁場及び三河湾湾口部の4漁場では低下傾向が認められ(図9)、そのうち2漁場で有意であった(表3, $p < 0.05$)。生産速度についても、伊勢湾東部の4漁場及び三河湾湾口部の4漁場ともに減少傾向が認められ、そのうち1漁場で有意であった(表4, $p < 0.01$)。また、三河湾湾口部の4漁場では変動係数も高く(図8)、三河湾湾口部の生産性が不安定であると考えられ、年明け生産における漁期(図5)及び主生産期(図6)の日数の不均一さに対応していると考えられた。年明け以降の水温はノリ生産にとって好適な15℃以下²⁰⁾まで低下しており生長に障害は無く、水温の低下により魚類の食害圧も低下している。⁵⁾また、年明け以降にヒドリガモ *Mareca penelope* によるノリの食害が増加することが報告されているが、⁵⁾ヒドリガモは周辺にため池や河口域のある湾内の漁場で多く、湾口部の漁場では被害が少ないとされており、⁵⁾水温や食害が豊浜や湾口部漁場の生産性の低下や不安定さを生じさ

せる主たる要因とは考えにくい。三河湾湾口部の4漁場の生産性が特に低かった2018年度～2021年度(図9)については、地区の普及指導員による聞き取り調査で、漁期中で必要な栄養塩濃度を大幅に下回り、色落ちの発生により終漁したことが確認されているが(知多農林水産事務所、私信)、この期間は黒潮大蛇行期に合致し、漁期も短くなっている傾向が確認された(図4b)。この主な要因としては海域の栄養塩濃度の低下が考えられ、近年海域の栄養塩濃度の低下は湾口付近において特に顕著であり、²¹⁾陸域からの負荷量削減等に加え、⁹⁾黒潮大蛇行期に生じた渥美外海での栄養塩濃度の低下により、²²⁾外海水由来の栄養塩供給も減少したと考えられる。一方で、三河湾北西部では年明けの生産性は増加傾向で(図9)、そのうち1漁場では有意に増加しているなど(表3, $p < 0.01$)、それ以外の海域とは異なる傾向を示していた。また、生産速度についても、年明け生産においては有意ではないが増加傾向であった(表4)。三河湾北西部の漁場における柵数は2005年度から2011年度にかけて大きく減少しており、2012年度以降はほぼ横ばいを保っている(図3)。このため、漁業者は漁場内でより環境や作業性の良い場所を選択して養殖施設を設置できるようになっており、生産性の向上に一定の影響を及ぼしている可能性がある。しかし、程度の差はあるものの伊勢湾東部及び三河湾湾口部においても柵数は同様に減少傾向にあることや(図3)、2012年度以降の柵数はほぼ横ばいであるにもかかわらず生産性の改善傾向が続いていることから、三河湾北西部の生産性の向上は柵数の減少だけではなく、他の要因がこの差異をもたらしていると考えられる。この要因としては栄養塩環境の差が考えられ、三河湾における栄養塩類の濃度は全湾的に減少傾向にあるものの、¹²⁾三河湾北西部は比較的栄養塩類の濃度が高い。²¹⁾また、愛知県では2017年以降秋季から冬季にかけて三河湾2カ所の広域流域下水道において栄養塩(リン)増加運転を実施し、¹⁵⁾さらに2022年以降は窒素も含めた増加運転を実施しており(<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/550095.pdf>, 2025年9月3日)、この取組により全リン濃度など栄養塩類が若干増加している。¹⁴⁾三河湾北西部は、栄養塩増加運転を実施している矢作川浄化センターに隣接し、生産性が有意に増加した味沢は中でもその直近にあたる。特に栄養塩増加運転が開始された2017年度以降、年明け生産における味沢の生産性は、他の地区よりも安定して増加している(図9)。中島ほか²³⁾は、乾ノリ製品の窒素安定同位体比を漁場ごとに解析し、下水処理場由来と推測される栄養塩の波及が矢作川浄化センター近傍ほど顕著であり、季節的にも

年明け生産においてその寄与が高くなっている可能性を示唆している。これらのことから、三河湾北西部の漁場においては栄養塩環境の改善が生産性の向上に貢献していると考えられる。

3 漁期全体

漁期全体の生産性には、伊勢湾東部の4漁場及び三河湾湾口部の4漁場では低下傾向が認められ(図10)、そのうち3漁場で有意であった(表3, $p < 0.05$)。生産速度についても、伊勢湾東部の4漁場及び三河湾湾口部の4漁場ともに減少傾向が認められ(図13)、そのうち4漁場で有意であった(表4, $p < 0.05$)。また、三河湾湾口部の4漁場では変動係数も高く(図8)、生産性が不安定であったが、漁期(図5)及び主生産期(図6)日数の不均一さによる影響があったと考えられた。漁期全体の生産性は年内生産における水温降下の遅延^{1, 8)}及びそれに伴う魚類の食害の長期化に加えて、漁期全体における海域の栄養塩類の低下^{1, 2)}に伴う色落ちにより相乗的に生産性が低下している可能性が考えられた。一方で、三河湾北西部の3漁場では、漁期全体の生産性は有意ではないが増加傾向が認められた(図10)。三河湾北西部の3漁場では、年内の生産性は3漁場全てで低下傾向が認められたが(図7)、年明けの生産性の増加(図9)により年内の低下を補うことができたため、漁期全体としての生産性が維持されていたと考えられる(図10)。今後、環境要因がノリ養殖の生産性に及ぼす影響を検討するにあたっては、漁期全体の解析のみでは環境要因と生産性との関係が明瞭に判断できない可能性が考えられる。本研究のように生産期間を区分して解析することで、生産実態とその変動要因についてより詳細な検討が可能になると考えられた。

4 必要な養殖生産のあり方

本研究では、愛知県内の11漁場において、年内生産、年明け生産及び漁期全体のそれぞれについて1柵当たりの乾ノリ生産枚数を生産性と定義して、経年変化を明らかにした。年内の生産性低下に関する課題として、温暖化といった地球規模の気候変動に由来する秋季の水温降下の遅延が挙げられるが、今後も水温は上昇傾向にあると予測されていることから、^{2, 4)}年内の生産性の早急な回復は困難と考えられる。このため、年内生産においては、漁場の水温降下予測に基づく適正な養殖管理や、高水温耐性種苗¹⁾及び高収穫性種苗の開発、防除網等による食害対策^{2, 5)}等の対応により生産性低下の抑制が必要と考えられる。一方、年明けの生産性向上に関する課題とし

て、特に三河湾湾口部のように色落ちの発生により生産性が不安定あるいは低下(図8, 図9)している漁場について、栄養塩対策が必要であり、生産のベースとなる湾域全体の栄養塩濃度の改善が急務である。三河湾北西部では、漁場に隣接する矢作川浄化センターにおいて栄養塩増加運転を実施しており、^{1, 5)}栄養塩類の濃度が比較的高く、^{2, 1)}年明け生産の生産性(図9)が増加したことで、秋季の水温降下の遅延^{1, 8)}にともなう生産性の低下(図7)を補っていた。増加運転等の人為的な栄養塩供給による海域の生物生産力を回復させる取組は、水温上昇等の気候変動下におけるノリ生産においても不可欠と考えられ、今後さらに拡大させる必要がある(https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/550095.pdf, 2025年9月3日)。近年は全国的な乾ノリ生産枚数の減少により(https://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/attach/pdf/norimeguji-6.pdf, 2025年10月27日)、2016年度以降は全共販を通して平均単価が上昇し、漁期終盤の3~4月開催共販においても平均単価が10円/枚を上回る年度が増えており、全体的に生産性が低下している一方で生産者の収益性は高くなっている(図14)。この傾向が今後も続くかは不明なことから、年内の生産性低下を補うためにも、年明け生産における生産性の維持と漁期の延長が重要な課題であると考えられる。これには、年明けに集中して増産するため、就労者の確保により行使柵数を増やすとともに、協業化や委託加工による分業など生産体制の見直しが必要であると考えられる。

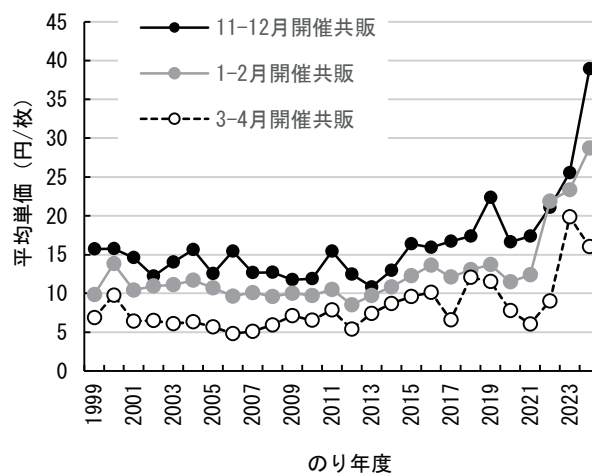


図14 愛知県におけるノリの平均単価(円/枚)の推移

5 今後の課題

本研究では、生産性の経年変化に及ぼす環境要因については既存の報告に基づき考察したが、今後は生産性に

及ぼす水温や栄養塩類等の環境要因の影響を統計的に解析し、定量化していく必要がある。また、本研究で定義した生産性はノリ養殖における生産枚数という量的な観点に着目した指標であるが、水中の栄養塩類に対するノリ葉体の色調の変化は数日単位で起こるため、¹⁾⁹⁾生産枚数よりもより短期間で海域の栄養塩濃度に対して反応すると考えられる。従って、乾ノリの色調¹⁾²⁾や乾ノリ等級の構成割合²⁾⁶⁾など質的な観点についてもあわせて分析を行うことで、環境の変化への対応や養殖技術の向上に資することができると考えられる。

要 約

愛知県のノリ養殖漁場における生産性を明らかにすることを目的として、1 柵当たりの生産枚数の経年変化について調査した。1999 年度～2024 年度における年内生産の生産性は、解析した 11 漁場の全てで低下傾向であり、そのうち 6 漁場で有意な低下傾向が認められた。年内生産の生産性の低下は、主に秋季の水温降下の遅延にともなう年内の漁期の短縮化であると考えられた。年明け生産の生産性は、伊勢湾東部の 4 漁場及び三河湾湾口部の 4 漁場では低下傾向であり、そのうち 2 漁場で有意な低下傾向が認められた。また、変動係数は三河湾湾口部の 4 漁場が突出して高く、栄養塩類の枯渇に伴う色落ちの発生により、生産性が低下傾向あるいは不安定となったと考えられた。一方で、栄養塩類が比較的豊富な三河湾北西部の漁場については、年明け生産の生産性の増加が年内生産の生産性の低下を補っていた。今後も水温は上昇傾向にあると予測されていることから、年内の生産性の低下解消は困難なので、漁期全体としての生産性を確保していくためには、年明け生産の生産性を向上させることが重要であり、早急に栄養塩環境の改善が必要である。

謝 辞

本稿を改善するにあたり査読者には有益な御助言を賜った。また、本研究の実施には、愛知県漁業協同組合連合会及び県水産業普及指導員の歴代担当者に御助言いただいた。ここに記して各位に感謝申し上げる。

文 献

- 1) 岩出将英・山本有司 (2014) 東海におけるノリ養殖の現状と課題. 日水誌, 80 (5), 824.
- 2) 松村眞作・藤澤邦康・篠原基之・杉野博之 (2003) 岡山県における水温とノリの秋芽網生産量の関係. 岡山水試報, 18, 16-23.
- 3) 多田邦尚・藤原宗弘・本城凡夫 (2010) 瀬戸内海の

- 水質環境とノリ養殖. 分析化学, 59 (11), 945-955.
- 4) 川村耕平 (2023) 西尾市沿岸域におけるノリの秋芽網生産とリン酸態リン濃度の関係. 愛知水試研報, 28, 32-34.
- 5) 中島広人・成田正裕 (2025) 聞き取り調査による愛知県内の養殖ノリ食害の発生傾向の把握と損失枚数の試算. 愛知水試研報, 30, 20-28.
- 6) 草加耕司 (2007) クロダイによる養殖ノリの摂餌試験. 岡山水試報, 22, 15-17.
- 7) 気象庁 (2024) 気象変動監視レポート 2023, pp99.
- 8) 二ノ方圭介・高須雄二・湯口真実・天野禎也 (2017) 海況自動観測ブイデータを利用した三河湾東部 (渥美湾) における水温, 塩分, 溶存酸素の変動の解析. 愛知水試研報, 22, 22-28.
- 9) 蒲原 聡 (2023) アサリ湧く豊かな伊勢湾・三河湾に. 愛知水試研報, 28, 47-60.
- 10) 青山裕晃 (2020) 矢作川・豊川中流域の栄養塩濃度の低下. 愛知水試研報, 25, 22-24.
- 11) 蒲原 聡・高須雄二・湯口真実・美馬紀子・天野禎也 (2018) 三河湾における栄養塩の低下. 愛知水試研報, 23, 30-32.
- 12) 蒲原 聡・高須雄二・湯口真実・美馬紀子・天野禎也 (2020) 2018 年度ノリ漁期において伊勢・三河湾で生産された乾海苔の黒み度への漁場の栄養塩類の影響. 愛知水試研報, 25, 1-8.
- 13) 愛知県水産試験場 (2004) ノリ養殖テキスト, pp80.
- 14) 柘植朝太郎・二ノ方圭介・河住大雅・大澤 博・石田俊朗 (2024) 三河湾における窒素・リン濃度および相互比の長期的変化とアサリ, ノリ漁業との関係. 愛知水試研報, 29, 30-46.
- 15) 蒲原 聡・高須雄二・湯口真実・美馬紀子・天野禎也・石田俊朗・宮脇 大・鈴木智博 (2019) 2017 年から 2018 年の三河湾における 2 ヶ所の広域流域下水道の冬季リン管理運転が湾奥部の水質に与えた影響. 愛知水試研報, 24, 1-13.
- 16) 林 俊裕 (2010) 生産性から見た千葉県における近年ののり養殖生産量減少の特徴について. 千葉水総研報, 5, 31-34.
- 17) 愛知県 (2000-2025) のり養殖生産高調査.
- 18) 島田裕至 (2014) 高温耐性. アマノリ養殖品種の特性, 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所, 51-56.
- 19) 小池美紀・淵上 哲 (2013) 溶存態無機リン欠乏がササビノリ (*Pyropia yezoensis*) に及ぼす影響. 福岡水海技セ研報, 23, 33-42.

- 20) 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.
- 21) 青山裕晃・蒲原 聡 (2021) 伊勢・三河湾の年代別栄養物質濃度の水平分布について. 愛知水試研報, 27, 37-40.
- 22) 黒田伸郎・曾根亮太・中野哲規・中村元彦 (2023) 渥美外海における栄養塩の動態. 愛知水試研報, 28, 8-19.
- 23) 中島広人・西本篤史・谷川万寿夫・日比野学 (2023) 三河湾西部で生産された乾海苔の窒素安定同位体比の特徴－栄養塩供給源の推定に関する予察的検討－. 愛知水試研報, 28, 38-40.
- 24) 気象庁 (2025) 日本の気候変動 2025, pp86.
- 25) 中島広人・成田正裕 (2024) 愛知県の手荒れ海苔養殖漁場における食害対策の手法とその現状. 愛知水試研報, 29, 53-55.
- 26) 川村耕平 (2022) 2014 年度-2018 年度漁期に西尾市沿岸域で生産された乾ノリの等級区分の構成割合について. 愛知水試研報, 27, 34-36.