

有明海北東部漁場で発生したタイラギの斃死－II

川原逸朗*¹・伊藤史郎・筑紫康博*²
相島 昇*²・北村 等*³

Mortality of Pen-Shells, *Atrina pectinata* in Northeast Part Fishery of Ariake Sound－II

Itsuro KAWAHARA*¹, Shiro ITO, Yasuhiro CHIKUSHI*²,
Noboru AISHIMA*², and Hitoshi KITAMURA*³

In order to clarify the cause of mortality in pen-shells, *Atrina pectinata*, we measured monthly bottom water temperatures, mud rates, AVSs and ILs from December 1999 to October 2000, on fishing grounds where mortality occurred (the northeastern fishing ground) and on those where mortality never occurred (the improved fishing ground). Simultaneously, we examined changes in shell length, body-mass factor of soft tissue and amount of glycogen in the adductor muscle of pen-shells from both grounds in year classes 1999~2002. Mortality on the northeastern fishing grounds roughly occurred in two phases : the first phase occurred between June and July (22~23°C) when water temperature was above 20°C, and the second in November when water temperature decreased below 20°C. The mud rate, AVS and IL measurements from the bottom sediment survey indicated no signs of environmental degradation in the northeastern fishing ground. Differences in shell length growth, body-mass factor of soft tissue and amount of glycogen in the adductor muscle were smaller when compared between fishing grounds than between year classes. Hence, pen-shells on the northeastern fishing ground showed no signs of slow growth, weight loss or glycogen deficiency prior to death.

はじめに

有明海湾奥部の佐賀・福岡県海域におけるタイラギ *Atrina pectinata* 資源の減少原因の一つとしては、湾奥北西部海域における底質の細粒化による生息漁場の縮小が考えられる¹⁾。このような生息漁場の縮小に伴う資源の漸減に加え、2000年以降には大量斃死が発生しており、現在タイラギ漁は過去に例をみないような深刻な状況に陥っている。

このため、有明沿岸の関係4県と西海区水産研究所、養殖研究所、長崎大学水産学部および水産大学校が斃死の原因究明に向け、斃死が発生した漁場のタイラギと非発生漁場のタイラギの違いについて、病理や生理、生態学的な検討を行うとともに、環境調査等を共同で行ってきた。前報²⁾では、同一年級群の定期的な生残状況の観察結果から明らかになった大量斃死の発生経過を中心に報告した。

本報告では、2000年2月から2003年12月にかけて、斃死発生漁場と非発生漁場のタイラギの殻長、軟体部肥満度と生理活性の指標として閉殻筋中のグリコーゲン含量の季節変化を明らかにし、漁場環境や大量斃死の発生時期等の観察結果をもとに、大量斃死とタイラギの成長やグリコーゲン含量との関わりについて考察した。

さらに、今まで行ってきた大量斃死原因解明のための共同調査について取りまとめるとともに、残された問題点について整理した。

材料および方法

調査定点

調査定点を図1に示す。前報²⁾で大量斃死(以下、立枯れ斃死とする)の発生が明らかになった北東部漁場の福岡県大牟田市沖(以下、Sta. Gとする)を立枯れ斃死発生漁場の定点とした。一方、佐賀県がタイラギ育成のために、1996年から2000年にかけて佐賀県太良町沖に覆砂

*¹現佐賀県農林水産商工本部水産課

*²福岡県水産海洋技術センター有明海研究所

*³長崎大学水産学部

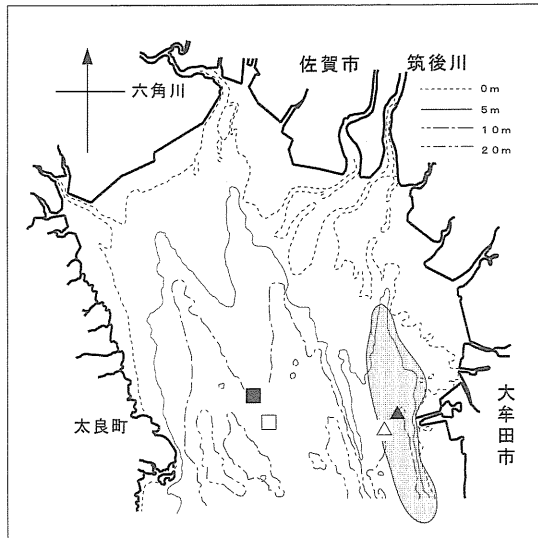


図1 タイラギ調査地点

■, 佐賀県造成漁場；▲, Sta. G；□, 佐賀県浅海定線調査点 (Sta.11)；△, 福岡県浅海定線調査点 (L 7)；■, 北東部漁場。

して造成した漁場（以下、造成漁場とする）を非発生漁場の定点とした。両調査点の水深は、ほぼ同じ約10mであった。

各年級群の発生状況と立枯れ斃死発生時期

2001, 2002年に発生した年級群について調査を行った。各年級群の調査は、加入年の10月から開始した。各調査点の調査はヘルメット式潜士によって行い、前報²⁾で示した方法により生息密度の測定、立枯れ斃死の発生の有無を観察した。生息密度の測定は、原則として海底に100mロープを張り、そのロープに沿って移動し、5ヶ所で50cmの枠取りを行い枠内の生息数を計数した。生息密度は5ヶ所の生息数の平均値で示した。なお、各年級群の発生状況（生息密度）は加入年の翌年2月に調査した。

漁場環境

漁場環境調査は底層の水温と底質について行った。調査地点の底層の水温は、佐賀県有明水産振興センター、福岡県水産海洋技術センター有明海研究所が、朔の大潮の満潮時に測定した値（浅海定線調査、佐賀県Sta. 11、福岡県L 7）を参考にした（図1）。

底質調査は、泥分、酸揮発性硫化物（以下AVSとする）、強熱減量（以下ILとする）の3項目について行った。底質調査は1999年12月から2000年10月まで毎月1回の頻度で行った。採泥は、ヘルメット式潜士によりステンレス製箱型採泥器（15×15×10cm）を用いて行い、底泥

の表層から5cmまでを採取した。採取した泥は2mmの篩いを用い貝殻等を取り除いた後、分析に供した。泥分は粒径63 μ m未満の粒子の重量比で算出した。AVSは検知管（ガステック）を用いて測定し、ILは貝殻成分の減量をさけるため550 $^{\circ}$ C、1時間処理で測定した。

各年級群の成長とグリコーゲン含量

1999, 2000, 2001, 2002年に発生した年級群について調査を行った。各年級群の調査は、加入年の10月から翌年の11月までの1年間とし、原則として毎月1回行った。タイラギの測定は、各調査点とも毎回10から30個体について行った。採取した個体は、実験室に持ち帰り、殻長、軟体部重量および閉殻筋重量を測定した。殻長と軟体部重量との関係から、軟体部肥満度を推定した。軟体部肥満度は、(軟体部重量, g) / (殻長, mm)³ × 10⁴により算出した。

殻長等の測定に用いた個体のうち6個体について閉殻筋のグリコーゲン含量を測定した。グリコーゲン含量の測定はアンスロン法で行った。

結果および考察

各年級群の発生状況と立枯れ斃死発生時期

1999～2002年級群の生息密度と各年級群の立枯れ斃死発生時期を表1に示す。なお、1999, 2000年級群については前報²⁾の調査結果を引用した。生息密度は、2001年級群はSta. Gでは2000年級群と同程度であったが、造成漁場は4ヶ年の調査で最も低い値であった。また、Sta. G周辺海域の北東部漁場の生息密度は、造成漁場と同様に4ヶ年の調査で最も低い値であった（2002年5月、有明4県タイラギ担当者会議資料）。これらのことから、2001年級群の発生量は著しく少なかったものと思われる。2002年級群の生息密度は1999年級群ほどは高くないものの、2000年級群に比べ高かった。これらのことから、各年級群の発生量は、1999年級群は著しく多い、2000年級群は中程度、2001年級群は著しく少ない、2002年級群は多い、と推察された。

造成漁場では各年級群とも立枯れ斃死は発生しなかった。一方、Sta. Gにおける立枯れ斃死発生時期は、年によって若干異なり、特に、2002年級群は北東部漁場では7月上旬から8月にかけて立枯れ斃死がみられたが、Sta. Gは9月中旬から立枯れ斃死が発生し11月末までみられた。なお、2001年級群は、発生量が著しく少なかったこともあり、明らかな立枯れ斃死を確認することはできなかった。

表1 各年級群の生息密度と立枯れ斃死発生時期

発生年級群	生息密度 (個/m ²)*		立枯れ斃死発生時期	
	Sta. G	造成漁場	Sta. G	造成漁場
1999年	75	58**	2000年7月上旬～8月下旬	無
2000年	4	3***	2001年6月上旬～8月下旬	無
2001年	6	1以下 (0.03)	未確認	無
2002年	18	9	2003年9月中旬～11月下旬	無

*発生年の翌年2月の値, **2000年4月の値, ***2001年3月の値.

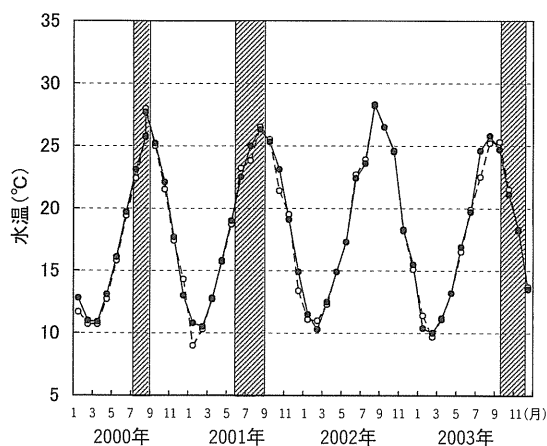


図2 佐賀, 福岡県浅海定線調査における底層の水温の季節変化と北東部漁場におけるタイラギ立枯れ斃死発生時期

○, 佐賀県浅海定線調査点 (Sta. 11); ●, 福岡県浅海定線調査点 (L 7); ▨, タイラギ立枯れ斃死発生時期 (Sta. G).

漁場環境

水温の季節変化を図2に示す。造成場とSta. G周辺の浅海定線調査の値は、いずれも同様な季節変化を示した。立枯れ斃死の発生時期と水温との関係性をみると、20℃を超える6月から7月の22～23℃前後で立枯れ斃死が発生している。また、2002年級群は2003年9月中旬に斃死が発生し、その時期の水温は25℃前後であった。しかし、2003年のSta. G周辺の北東部漁場では7月上旬から斃死が発生した。2000年、2001年も同様に水温22～23℃前後で立枯れ斃死が発生している。このように、立枯れ斃死は水温22～23℃前後の昇温期に発生していることがうかがわれる。また、松井³⁾は、2000年の立枯れ斃死において、9月頃に終息した後、11月頃に再び立枯れ斃死の発生を確認している。さらに、2003年12月から5年ぶりに漁獲が解禁になった漁場の一部では11月上旬から立枯れ斃死の発生を確認した(未発表)。このため、6～7月の昇温期とは別に、11月頃の降温期(水温20℃

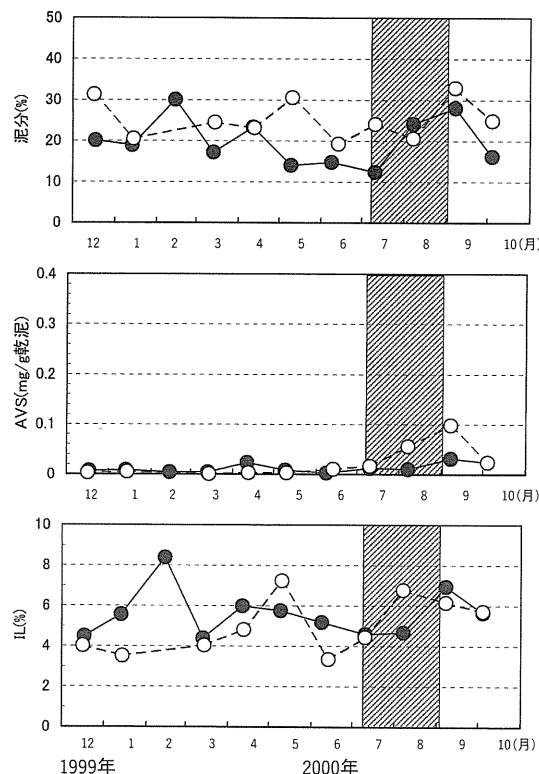


図3 北東部漁場および佐賀県造成漁場における底質の泥分, AVS, ILの季節変化と北東部漁場におけるタイラギ立枯れ斃死発生時期

○, 佐賀県造成漁場; ●, Sta. G; ▨, タイラギ立枯れ斃死発生時期 (Sta. G).

を下回る時期)にも立枯れ斃死が発生している可能性が示唆された。さらに、立枯れ斃死発生後の拡大は、昇温期は急速に、降温期は緩やかに進行するものと思われた。

泥分, AVS, ILの季節変化を図3に示す。泥分は、Sta. Gは約10～30%の範囲で、造成場は約20～30%の範囲で推移した。AVSは、造成漁場で8, 9月に高まる傾向にあったが、それらを除くと、Sta. G, 造成漁場ともに0.001～0.031mg/g乾泥の低い値で推移した。ILはSta. G, 造成漁場ともに3.52～8.39の値で推移した。

泥分, AVS, ILの値から両漁場の底泥は砂泥質である

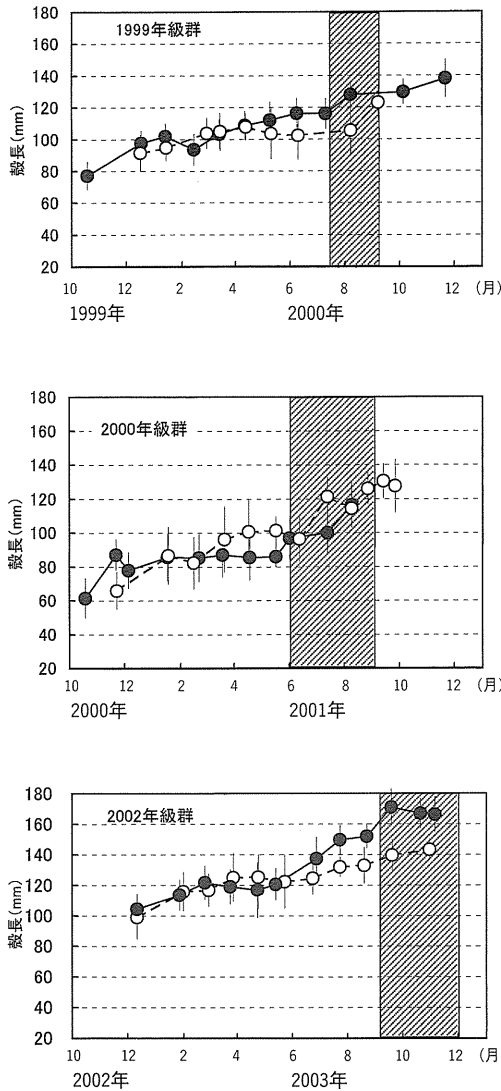


図4 北東部漁場および佐賀県造成漁場におけるタイラギの殻長の推移と北東部漁場におけるタイラギ立枯れ斃死発生時期
○, 佐賀県造成漁場；●, Sta. G；■, タイラギ立枯れ斃死発生時期 (Sta. G).

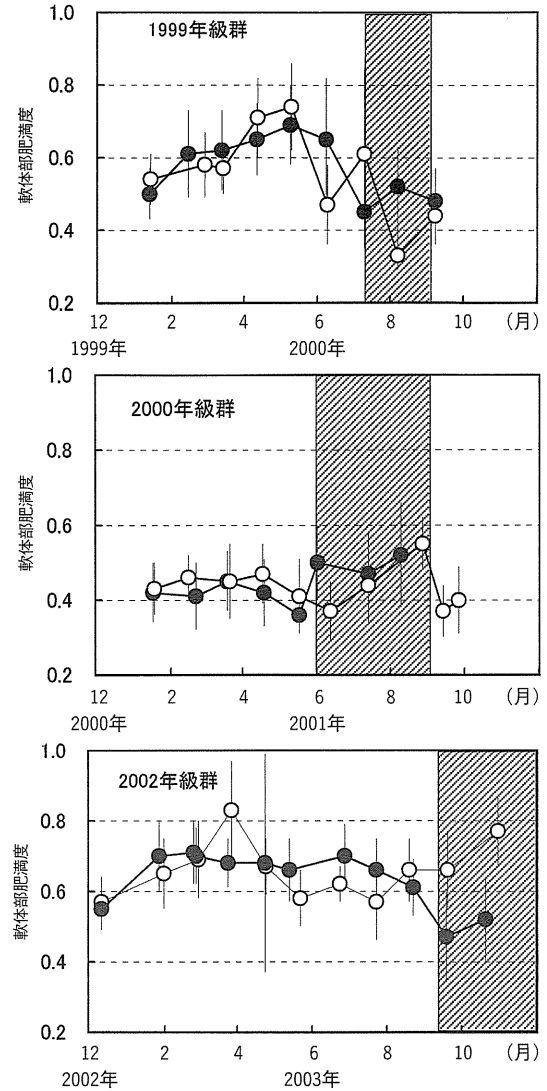


図5 北東部漁場および佐賀県造成漁場におけるタイラギの軟体部肥満度の推移と北東部漁場におけるタイラギ立枯れ斃死発生時期
○, 佐賀県造成漁場；●, Sta. G；■, タイラギ立枯れ斃死発生時期 (Sta. G).

ことがうかがわれる。また、これらの底質環境データからは、Sta. Gで特に生息環境の悪化を示すような値はみられておらず、今回のような底質調査から北東部漁場の立枯れ斃死原因を究明するのは困難と考えられる。

殻長および軟体部肥満度

造成場とSta. Gの1999, 2000, 2002年級群の殻長および軟体部肥満度の季節変化を図4, 5に示す。なお、2001年級群は発生量が著しく少なかったことから、継続的な測定はできなかった。

殻長の推移をみてみると、各年級群とも受精後約1年を経過した9月頃には130mmを超える成長を示した。しかし、各年級群を比較すると2002年級群の成長は他の2

つの年級群に比べ良く、生まれた年によって成長の推移が若干異なる傾向がみられた。これに対して、Sta. Gと造成漁場の両個体群間には、立枯れ斃死が発生するまでに年級群でみられたほどの差は認められなかった。

同様のことがSta. Gと造成漁場の両個体群間の軟体部肥満度についても言える。1999年級群は1月から5月、2002年級群は3月から4月にかけて高まる傾向がみられたが、2000年級群はこのような高まりはみられず、殻長と同様に年級群間による差がみられた。

このように、立枯れ斃死が発生するまでにSta. Gの個体群が造成漁場の群に比べ著しく成長が悪く（殻長の伸びがみられない）、痩せているといったようなことは、殻

長および軟体部肥満度の推移からは認められなかった。

グリコーゲン含量

造成漁場とSta. Gの1999, 2000, 2001, 2002年級群の閉殻筋グリコーゲン含量の季節変化を図6に示す。1999, 2001, 2002年級群は造成漁場とSta. Gの両年級群とも1, 2月から4, 5月にかけてグリコーゲン含量が増加し, その後7, 8月にかけて急激に減少した。2000年級群は5, 6月から9月にかけて減少する傾向はみられたが, 他の年級群に比べ1月から4, 5月にかけてのグリコーゲン含量の蓄積は少なかった。このように, 年級群間でグリコーゲン含量の推移に差がみられた。一方, 立枯れ斃死が発生したSta. Gと非発生域の造成漁場の両個体群間では年級群間でみられたような差は認められなかった。マガキでは性成熟に伴いグリコーゲン含量が低下することが知られている⁴⁾が, 今回調査対象のタイラギの産卵盛期は8月頃であった²⁾ことから, 7月から9月にかけてのグリコーゲン含量の急激な低下は性成熟に伴うものと推察される。一般に貝類の閉殻筋中のグリコーゲン含量は, 貝類の生理状態の指標となることが知られている。今回明らかになったタイラギ閉殻筋中のグリコーゲン含量の推移とSta. Gの立枯れ斃死時期との関係をもとに, 性成熟に伴うと思われるグリコーゲン含量の低下時期や産卵期後のグリコーゲン含量の低い時期に立枯れ斃死が発生していることがうかがわれる。しかし, 造成漁場の個体群は, このようなグリコーゲン含量の低い時期においても立枯れ斃死は発生しておらず, グリコーゲン含量の推移からは立枯れ斃死の原因解明を行うのは困難と思われる。なお, 前述した殻長および軟体部肥満度やグリコーゲン含量の推移が年級群によって

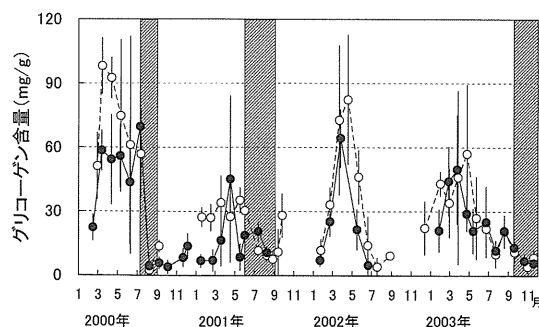


図6 北東部漁場および佐賀県造成漁場におけるタイラギ閉殻筋のグリコーゲン含量の推移と北東部漁場におけるタイラギ立枯れ斃死発生時期
○, 佐賀県造成漁場; ●, Sta. G; ▨, タイラギ立枯れ斃死発生時期 (Sta. G)。

大きく異なっていた。これは, アコヤガイで報告⁵⁾されているように, 各年級群の生育環境, 特に餌料環境に起因するものと思われる。この点については, 今後, 各研究機関で行われている餌料環境に関する調査結果をもとに考察する必要がある。

共同調査の成果と今後の課題

近年有明海における諸種の環境変化が指摘されているが, そのなかでも貧酸素水塊の発生による底生生物への影響が危惧されている。北東部漁場のタイラギの立枯れ斃死についても貧酸素が主因ではないかと想定された。このため, 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所では, 北東部漁場における底層の酸素濃度を連続観察してきた。この調査の結果, 酸素飽和度40%以下の貧酸素の発生を確認している^{6,7)}。同様な調査を熊本県水産研究センターが北東部漁場の一部である熊本県荒尾市地先で行っている。そこで, 2000年から2003年までの立枯れ斃死と貧酸素の発生時期との関係 (図7) をみてみると, 立枯れ斃死の発生時期は年によって異なり, さらに大きく分けると夏季前後と秋季以降の2回発生しているようである。また, 斃死初認時期と貧酸素の発生時期が一致しないことから, 貧酸素によって立枯れ斃死が発生しているとは考えにくい。なお, 2002年は荒尾市沖も含めて斃死が確認されていない。これは, 前述した各年級群の発生状況調査の結果から, 2001年級群の発生量が著しく少なかったため, 群として観察できなかったものと思われる。また, 2001年は秋季の斃死が観察されていない。これも前年の発生量, すなわち生息量の問題で, 6月に発生した立枯れ斃死により夏までに生息量が減少し, 見かけ上, 秋季に斃死が観察されなかったものと推察され

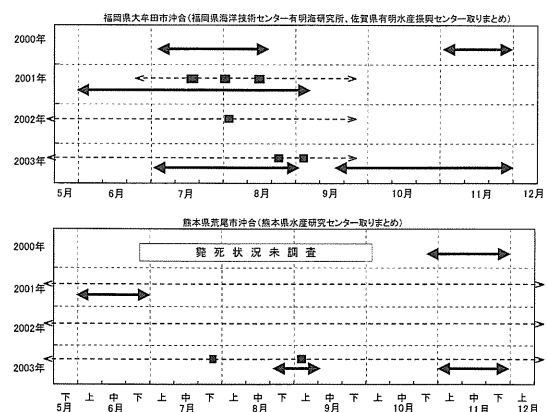


図7 北東部漁場における立枯れ斃死と貧酸素 (酸素飽和度40%以下) の発生
◀→ 立枯れ斃死発生時期; ■, 貧酸素発生時期;
->->, 溶存酸素測定期間。

る。

これまで行ってきた調査の過程で、養殖研究所が病理学的検査を行ったが、Sta. Gを含む北東部漁場のタイラギについて組織学的検査から病原体の感染を示す病理学的な変化は認められなかった⁹⁾。ただ、Sta. Gを含む北東部漁場のタイラギには、造成漁場のタイラギに比べ条虫幼生の寄生数が著しく多いことが認められた⁹⁾。タイラギには閉殻筋、外套膜、腎臓の3ヶ所にそれぞれ異なる3種が寄生していることが明らかになった¹⁰⁾。さらに、近年有明海にみられるようになったナルトビエイがこれら条虫の終宿主であり、感染時期が秋季であることも明らかになった^{9,11)}。しかし室内実験の結果(養殖研究所、未発表)、現時点では条虫が立枯れ斃死の直接的な原因であるとは確認されていない。

このように、今回報告した環境調査やタイラギの生育調査も含めこれまでの調査、研究では、立枯れ斃死の原因を特定するまでには至っていない。しかし、Sta. Gと造成漁場の2000年級群、2001年級群について酸素飽和度約40%の低酸素条件下における酸素消費量の経月変化をみてみると、Sta. Gのタイラギの酸素消費量は、酸素飽和度100%のときに比べ約60~70%に低下し有意差が認められたが、造成漁場のタイラギは同様の実験において酸素消費量の低下は認められなかった^{12,13)}。これらの結果から、Sta. G(北東部漁場)のタイラギは、造成漁場のタイラギと比較して、低酸素環境下で酸素消費量を維持する機能に何らかの障害が起きていたものと考えられた。さらに、2001年級群については着底後まもない稚貝でも酸素消費量の低下を確認しており¹³⁾、このような機能障害が生活史の初期に生じていることが示唆された。

北東部漁場における立枯れ斃死の原因については、現時点では明らかにすることができていない。しかし、環境調査を含めた様々な調査、研究により、いままで不明であったタイラギの生育や生理に関する基礎的な知見が得られ、さらに漁場における斃死状況の正確な情報を得ることができた。このような結果をもとに、今後、立枯れ斃死の原因解明に向けた新たな調査、研究を行う必要がある。具体的には、漁場におけるタイラギの生育状況や水質を中心とした環境モニタリングを強化し、斃死発生と水温、塩分、溶存酸素などの環境条件との関わりについてデータの蓄積を図る必要がある。病理に関しては、前野ら¹⁴⁾の研究により、腎臓および外套膜の組織と血リンパの形状に異常が認められており、これらの点を中心に再度病理学的な検討を行う必要がある。条虫に関し

ては、北東部漁場のタイラギには寄生数が非常に多いことから、諸器官に機能障害が生じている可能性も否定できない。この点についても生理機能の面から再検討する必要がある。また、水産大学校(山元憲一)では鰓換水量を指標とした水温、塩分、溶存酸素に対するタイラギの応答について研究がなされている。この手法を用いて、酸素消費量の実験^{12,13)}と同様に漁場間のタイラギに水温、塩分、溶存酸素に対する応答に差があるか否かを調査し、仮に差があるならば何に起因するのかを明らかにする必要がある。このような調査、研究をもとに、立枯れ斃死を引き起こす要因、そして拡大させる要因を今後明らかにしたい。

文 献

- 1) 伊藤史郎(2001):タイラギ資源の変動.平成13年度日本水産学会九州支部例会講演要旨集.
- 2) 川原逸朗・伊藤史郎(2003):2000,2001年夏季に有明海北東部漁場で発生したタイラギの斃死-I発生状況.佐有水研報,(21),7-13.
- 3) 松井繁明(2002):有明海北東部漁場におけるタイラギの資源変動.福岡水技セ研報,(12),29-35.
- 4) 秦 正弘(1995):グリコーゲンとガラクトーゲンの代謝,「カキ・ホタテ・アワビ」(野村正監修),恒星社厚生閣,東京,145-163.
- 5) 四宮陽一・岩永俊介・河野啓介・山口知也(1999):養殖アコヤガイの糖代謝酵素活性および体成分の季節変化.*Nippon Suisan Gakkaishi*, 65(2),294-299.
- 6) 筑紫康博・松井繁明(2003):有明海における貧酸素水塊の分布と発生要因.福岡水技セ研報,(13),103-110.
- 7) 松井繁明・筑紫康博(2003):有明海北東部漁場における貧酸素水塊の発生.福岡水技セ研報,(13),111-117.
- 8) 熊谷 明・良永知義・松井繁明・筑紫康博・川原逸朗・伊藤史郎(2002):有明海北東部漁場におけるタイラギの斃死3.病理学的検査と条虫幼生の寄生.2002年度日本水産学会講演要旨集.
- 9) 川原逸朗・伊藤史郎・松井繁明・筑紫康博・那須博史・平山泉・白石晃一・城内智行・北村 等(2002):有明海北東部漁場におけるタイラギの斃死2.成長とグリコーゲン含量の推移.2002年度日本水産学会講演要旨集.
- 10) 松山知正・釜石 隆・良永知義・川原逸朗・伊藤史郎・松井繁明・筑紫康博(2002):有明海北東部漁場におけるタイラギの斃死4.条虫の分類学的位置.2002年度日本水産学会講演要旨集.
- 11) 松山知正・釜石 隆・大迫典久・堤 信幸・良永知義・那須博史・平山 泉・川原逸朗・伊藤史郎・松井繁明・筑紫康博

- (2003)：有明海のタイラギに寄生する糸虫幼虫の終宿主特定，2003年度日本水産学会講演要旨集。
- 12) 石松 惇・吉田智恵子・川原逸朗・伊藤史郎・松井繁明・筑紫康博 (2002)：有明海北東部漁場におけるタイラギの斃死 5．低酸素水中の酸素消費量の比較，2002年度日本水産学会講演要旨集。
- 13) 吉田智恵子 (2003)：寄生糸虫がタイラギの低酸素耐性に及ぼす影響について，長崎大学大学院生産科学研究科博士前期課程終了論文，pp33。
- 14) 前野幸男・塚本達也・渡邊康憲 (2004)：有明海におけるタイラギの大量死の病理学的解析，西海区水産研究所主要研究成果集，7，14-15。