

タイラギ殻形状からみた斃死と資源変動

伊藤 輝昭・吉田 幹英・金澤 孝弘・内藤 剛・岩渕 光伸
(有明海研究所)

Relationship Shell-shape with Mortality and Resources change of the Pen-shell (*Atrina pectinata japonica*) in Northeast part of Ariake sea

Teruaki ITO, Mikihide YOSHIDA, Takahiro KANAZAWA, Tuyoshi NAITO and Mitunobu IWABUCHI
(Ariakekai Laboratory)

タイラギ(有明海には、地元で「ケン」と呼称されるリシケタイラギと「ズベ」と呼称されるタイラギの2種が主に生息している。本報告では、価格及び資源量の面からタイラギ資源の中でもっとも重要なリシケタイラギを対象にし、特に注釈しない限り、タイラギとはリシケタイラギを指すこととする。)は有明海の重要な二枚貝資源であり、晩秋から春にかけて漁獲され、特に水深5~12mの漁場で行われる潜水器漁業は、冬の風物詩となっていた。有明海のタイラギは、資源の変動が大きく、約6~8年周期¹⁾で増減を繰り返していたが、1999年以降は資源が回復することなく、'03年に185t(殻付き重量)が漁獲されたものの、ほぼ禁漁状態が今日まで続いている。

近年、タイラギ資源が減少した主な理由として、松井²⁾は、夏季を中心に発生する「立ち枯れ」と称される大量斃死を挙げ、さらにその原因として、従来、有明海では発生しないとされていた貧酸素水塊の発生^{3,4)}を挙げている。しかし、山元ら⁵⁾は酸素飽和度が40%までは鰓切片のほふく速度に変化がないことを報告し、秋本ら⁶⁾は室内試験による致死酸素飽和度を調べた結果、有明海に発生する貧酸素水塊が直接の原因となって直ちに大量斃死が起こるとは考えにくいと報告している。他にも資源減少要因として、ナルトビエイの食害⁷⁾や底質の泥化(細粒化)、条虫⁸⁾の寄生、疾病⁹⁾等が考えられるが、現在のところどれも約1ヵ月程度の極めて短期間に発生するタイラギの大量斃死を十分に説明できていない。

著者らも、タイラギ大量斃死の原因を明らかにするために種々の取り組みを行っているが、その過程で、図1に示したように、大量斃死が観察される潜水器漁場と斃死が起こらないと考えられる干潟のタイラギとの間に、

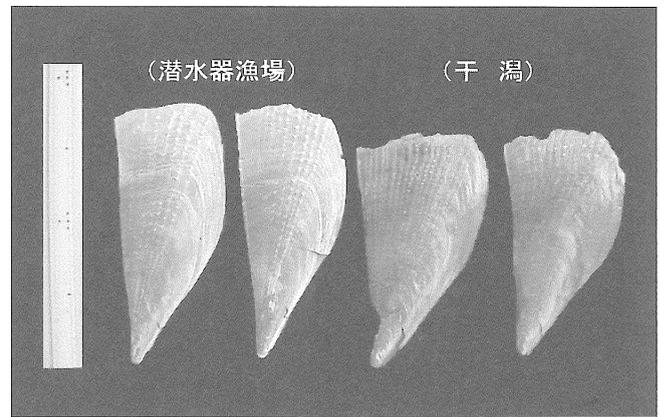


図1 潜水器漁場と干潟で採取されたタイラギの形状

殻形状に差があることが示唆されたため、生息場所が異なるタイラギの殻形状と斃死との関係ならびに経年的な資源の変動との関係について調べ、いくつかの知見を得たので報告する。

方 法

1. 場所別殻形状

調査は、図2に示した有明海福岡県地先で、毎年、稚貝の発生が確認されるものの大量斃死が発生する大牟田市地先のノリ養殖区画「有区34号」付近の潜水器漁場(以下「潜水器漁場」と記す)と、その直近で漁業者などから斃死の報告がなされたことがない「有区38号」付近の干潟(以下「38号干潟」と記す)、ならびに6~7月にしばしば「立ち枯れ斃死」の報告が研究所に寄せられる「有区4号」付近の干潟(以下「4号干潟」と記す)を選定して行った。

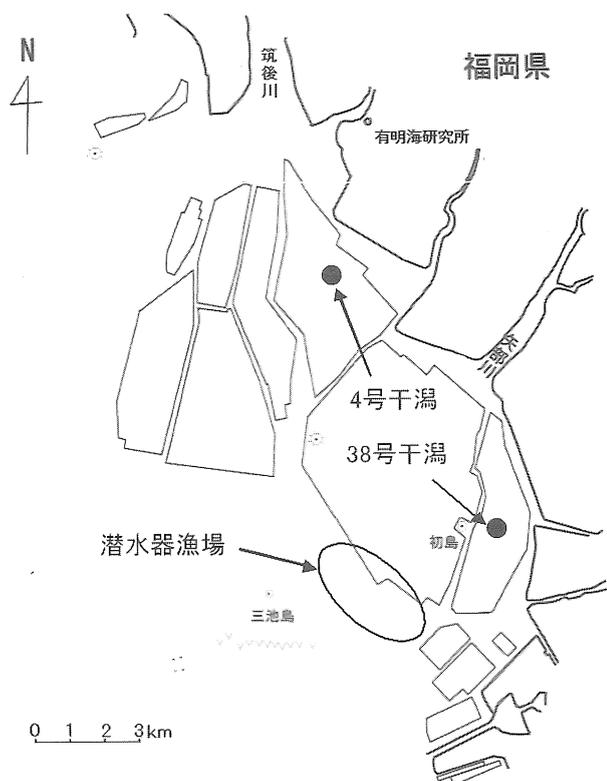


図2 調査場所

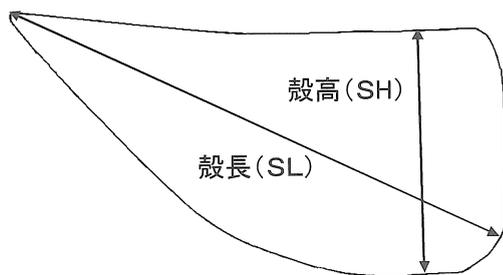


図3 測定部位

それぞれの場所で、'05年5月から'05年6月にかけてタイラギを採取し、殻長、殻高を測定し、殻長と殻高の比(以下SL/SHと記す)を比較した。なお、4号干潟では、6月22日の調査で浮上して斃死もしくは衰弱し、潜水器漁場でみられるような「立ち枯れ」状態の個体がみられたので、通常の採取貝と区分して測定した。

殻長と殻高の測定は、図3に示したように田中ら¹⁰⁾の方法に準拠した。殻長や殻高ならびにSL/SHについては、資料の値が単一群から構成される場合は単純平均値を用い、複数の群から構成されることが明らかな場合は最尤法による正規分布曲線をあてはめて平均値と分散を推定した。これらの正規分布曲線は佐野¹¹⁾のMicrosoft Excelのsolver機能を用いたモデルシートを使用して解析した。また、タイラギの殻長と殻高の比が成長に伴って変

化するものかどうかを調べるため、殻長区分ごとのSL/SHを比較した。

冒頭に述べたように、本報告では全て「ケン」と呼ばれるリシケタイラギのみを対象にしたが、調査の過程で明らかとなった殻の形状の差異が、種の違いによるものか、または「ズベ」(タイラギ)とのハイブリッド生成によるものかを確認するために、タイラギ、リシケタイラギの塩基配列データベース(DDBJ)を参照してミトコンドリアDNA COI領域を増幅するプライマーを作成し、各漁場のサンプル5個体の塩基配列を読み、採取された個体がリシケタイラギであるか否かを判定した。

2. 年別殻形状

SL/SHが経年的に変化するものかどうかを確かめるため、'57年以降で、報告書や生データとして残っている資料^{12)~23)}からSL/SHを求めた。生データが残っている場合は、個々のデータのSL/SHの平均を用い、平均殻長と平均殻高のみが記載されている場合は、SL/SH=平均殻長/平均殻高とした。'99年以前の資料は、ほとんどがタイラギ漁期前(9~10月)の資源量調査と漁獲物の測定データである。用いたSL/SHについては、漁獲の主群である1歳プラスの群の数値を用いたが、'99年度以降については漁獲がないため、調査の過程で潜水器漁場から採取された試料からSL/SHを求めた。過去の資料の中で、報告がない年については、漁場が農林水産大臣管轄でほぼ同じ資源を漁獲していると考えられる佐賀県の報告書に記載されているデータ^{24)~25)}を参照した。

次に、上記によって求めたSL/SHと有明海福岡県地先のタイラギ漁獲量とを対比し関係を調べた。なお、漁獲量については、九州農政局発行の福岡県農林水産統計を用いた。

結果及び考察

1. 場所別殻形状

潜水器漁場、38号干潟、4号干潟ならびに4号干潟で浮上し衰弱していた個体の殻長組成を図4に示した。潜水器漁場では、平均殻長 107.6 ± 12.3 mm、38号干潟では 127.8 ± 19.0 mm、4号干潟では'04年生まれの0歳群と考えられる個体が 111.9 ± 16.5 mm、'03年生まれの1歳群と考えられる個体が 164.9 ± 15.6 mmであった。4号干潟で採取された浮上貝は、平均殻長 151.4 ± 28.8 mmであった。潜水器漁場は、0歳のほぼ単一年級群と考えられ、38号干潟及び4号干潟の浮上貝は殻長の範囲から考えて0歳と1歳の個体が混在していると考えられたが、十分な組成への分離ができなかったために一群として表記した。

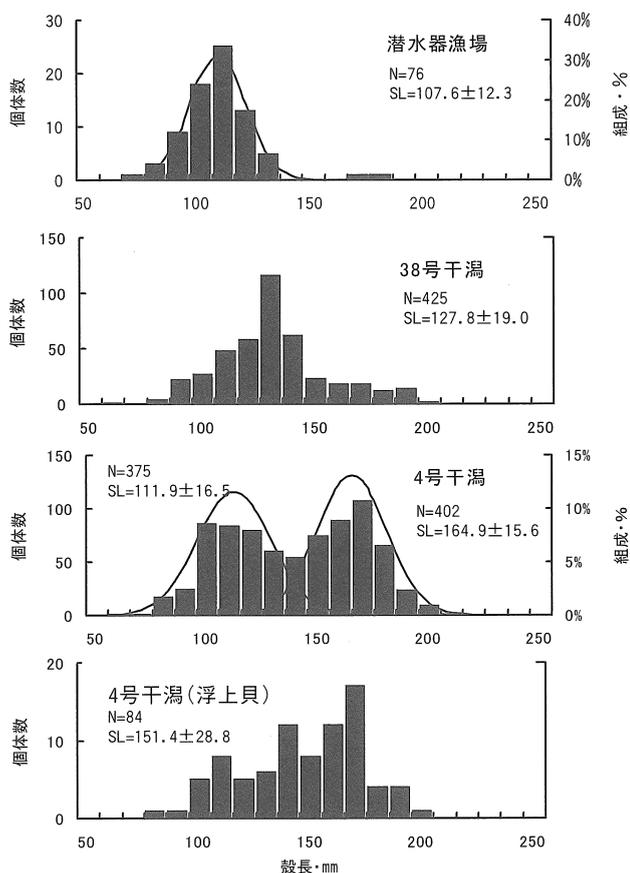


図4 場所別殻長組成

表1 採取地間のSL/SH平均のt検定結果

	潜水器漁場	38号干潟	4号干潟	4号干潟(浮上貝)
潜水器漁場	—	○	○	×
38号干潟	—	—	○	○
4号干潟	—	—	—	○

※ ○：5%の危険率で有意差が認められるもの

×：有意差が認められないもの

潜水器漁場では、'04年6月から'03年生まれ群の大量斃死が始まり、7月までには漁場からタイラギがほぼ消失したが、その結果として'04年生まれの単一年級群しか出現しなかったものと考えられた。

次にSL/SHをみると、潜水器漁場は、 $\overline{SL/SH}=2.473 \pm 0.174$ 、38号干潟は、 $\overline{SL/SH}=2.275 \pm 0.142$ 、4号干潟は、 $\overline{SL/SH}=2.391 \pm 0.149$ 、4号干潟の浮上貝は、 $\overline{SL/SH}=2.492 \pm 0.139$ で潜水器漁場の個体と同様の数値を示した。それぞれについてt検定を行った結果、表1に示したとおり、潜水器漁場と4号干潟(浮上貝)とのSL/SHの平均値に有意差がみられなかった以外は、どの組み合わせにおいても5%の危険率で有意差が見られた。

SL/SHが大きく異なる潜水器漁場、38号干潟、4号干潟、4号干潟浮上貝について、種に固有なミトコンドリアDNAの塩基配列を調べた結果、いずれもリシケタイラギの塩基配列と一致した。ミトコンドリアDNAの塩基配列は母系を継承するため、父系がタイラギ(ズベ)やハボウキの交雑雑種の場合も一致するが、有明海における両種の資源量は極めて少ないため、各漁場間でみられたSL/SHの差は、種が異なることによって生じたのではないと判断される。

採取地毎の殻長と殻高の関係を図5に示した。それぞれに殻長と殻高との関係には強い相関が認められ、採取地ごとのSL/SHとほぼ同様の値を示した。採取地ごとに殻長と殻高との間に強い相関があり、異なる係数を持つことから、タイラギは生息場所に応じた殻形状を持つことが示唆された。

試料数が少なかった潜水器漁場と4号干潟の浮上貝以外の4号干潟と38号干潟の殻長区分毎のSL/SHを図6に示した。どちらの干潟ともほぼフラットな直線で表され、殻長が大きくなるにつれてSL/SHが変化する傾向は認められず、タイラギのSL/SHは、成長に伴って変化しないことが示唆された。38号と4号干潟で採取された個体の中には、どちらの干潟とも0歳と1歳の年級群を含んでいたが、SL/SHの組成は一つの正規分布の中に含まれていた。このことは、'03年発生群と'04年発生群が同じSL/SHを持っていたためだと推察された。

古賀²⁵⁾は、'86年から'89年にかけて佐賀県漁場(農林水産大臣管轄区としての福岡県漁場も含む)のタイラギのSL/SHを調べ、年変動はあるものの平均で、ケン2.27(2.20~2.36)、ズベ2.11(2.09~2.12)であったことを報告し、種の分布や殻形状に差が生じる要因として底質を挙げている。福岡県有明水試の'56~'57年の報告^{10)~18)}をみても、古賀が報告したケンの値とほぼ一致している。更に古い記録では、渡辺²⁶⁾が'31年に有明海福岡県地先でタイラギの養殖試験を行い、供試したタイラギのSL/SHが殻長10cm程度から20cm程度までに育つ間に大きく変化しなかったことと、 $\overline{SL/SH}=1.964 \sim 2.250$ であったことを報告している。これらのことから、福岡県地先有明海のタイラギは、底質により多少の変化はあっても、SL/SH=2.2前後を示す形状であったことが推察されるが、著者が測定したタイラギで近い値を示したのは38号干潟で採取されたタイラギだけであり、その他の場所では、 $\overline{SL/SH}=2.391 \sim 2.472$ とかなり上回る数値を示した。特に、夏場を中心として大量斃死がみられる潜水器漁場の個体と、斃死は起こらないと考えられている干潟でありながら、潜水器漁場と同様に夏場を中心としてしばしば浮上斃死の情報が漁業者から寄せられる4号干潟で、浮上し

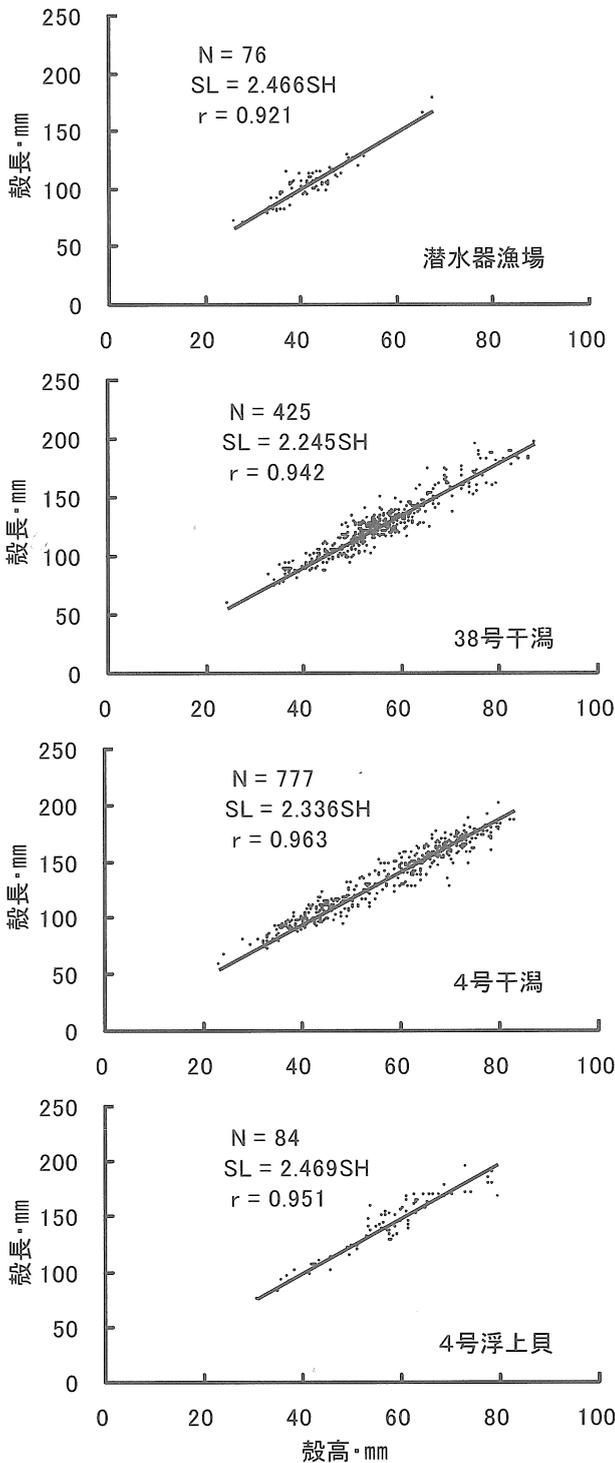


図5 場所別殻長と殻高の関係

衰弱している個体のSL/SHはほぼ同様の $\overline{SL/SH}=2.473\sim 2.492$ を示し、これまでに報告がないほどの細長い形状を示した。このように、斃死個体がほとんどみられない38号干潟のSL/SHが潜水器漁場の個体や4号干潟の個体と比べて小さな数値であったことから、タイラギの斃死と

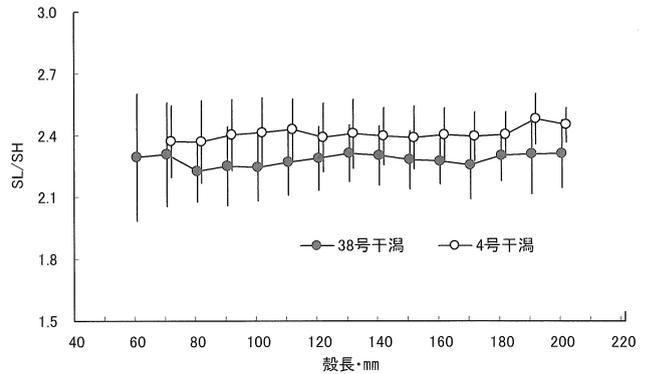


図6 38号干潟と4号干潟の殻長区分別SL/SH

SL/SHには何らかの関係があり、斃死する個体は、SL/SHが大きい即ち殻が細長い傾向があることが推察された。

2. 年別殻形状

図7に'94~'98年度に漁獲されたタイラギの殻長組成とSH/SH組成を示した。タイラギが漁獲されたのは、各年度とも12月から翌年の3月までであり、この時期は低水温のためタイラギの成長を無視することができる。漁獲物であるため、福岡県漁業調整規則で規制される殻長150mm以下の個体はほとんど出現していない。'94年度は明らかに1歳と2歳以上の年級群で構成されていたが、'95年度には2歳以上の年級群の割合が極めて低くなり、'96~'98年度はほぼ1歳群のみで構成されていた。

1歳群の平均殻長をみると、'94年度と'95年度が $165.1\pm 13.0\text{mm}$, $167.8\pm 14.1\text{mm}$ であるのに対し、'96年度と'97年度は $185.1\pm 13.7\text{mm}$, $187.1\pm 18.1\text{mm}$ と'94年度、'95年度の平均殻長を大きく上回っていた。'98年度は $174.0\pm 14.6\text{mm}$ と'96年度、'97年度を下回った。このように年によって同じ1歳群でも殻長に差があることが明らかであった。5カ年間で平均殻長が小さかった'94年度は漁獲量が95tと不漁であり、平均殻長が大きかった'96年度、'97年度は1392~1490tと豊漁であったこと、平均殻長が再び小さくなった'98年度は525トンと漁獲量も減少していることから、漁獲の主群である1歳群の平均殻長と漁獲量には何らかの関係が示唆される。殻長が大きくなれば1個体の体重も大きくなり、その分、漁獲量が増えたとも考えられるが、平均殻長の差が約20mmであるのに対し漁獲量の差は十数倍とはるかに大きく、殻長の差が漁獲量の差に直接結びついているとは考えられない。沖合で潜水器漁業により漁獲されるタイラギの分布は均一ではなく、比較的狭い範囲にパッチ状に形成されるため、これらを漁獲する潜水器漁業の資源に対する漁獲圧は強く、漁獲量の変化を資源量の変化と見なすこと

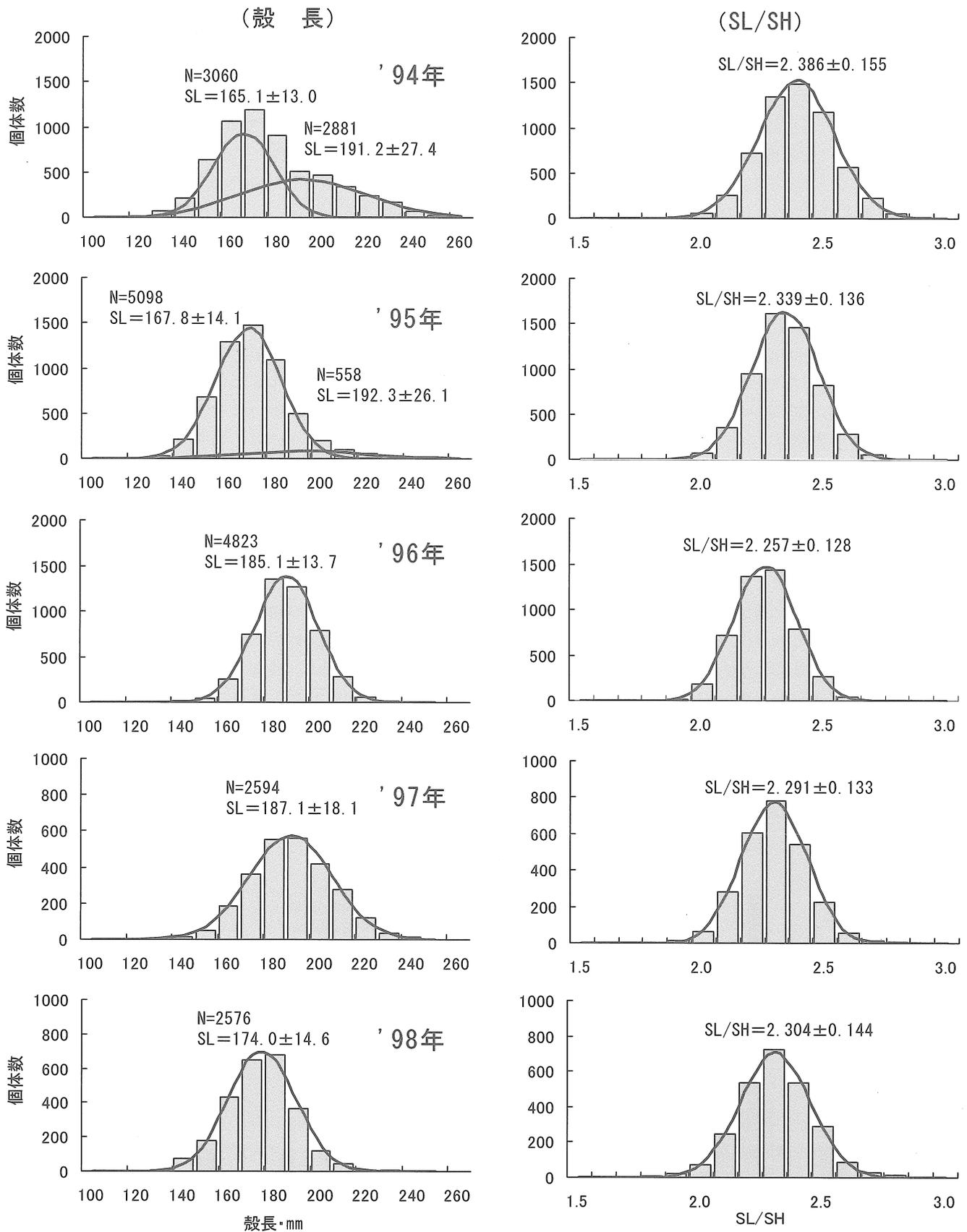


図7 '94～'98年度漁期中に漁獲されたタイラギの殻長組成とSL/SH

ができる。その意味で、資源量（資源個体数）とタイラギ殻長の大小（成長の良否）とに何らかの関係があると推察される。

次に、SL/SHをみると、殻長組成では2年級群以上がみられた'94年度、'95年度も含め全ての年度が一つの正規分布を示した。'94年度と'95年度は、それぞれSL/SH=2.386±0.155, 2.339±0.136と5カ年の中で大きな値を示し、逆に'96年度と'97年度はSL/SH=2.257±0.128, 2.291±0.133と小さくなった。'98年度はSL/SH=2.304±0.144と再び大きな値を示した。前述した平均殻長と漁獲量との対比と同様にみると、漁獲量の少なかった'94年度と'95年度はSL/SHが大きくなり、逆に漁獲量の多かった'96年度と'97年度はSL/SHが小さくなった。また、漁獲量が減少した'98年度は、SL/SHは再び大きくなった。このことから、SL/SHも殻長と同様に資源量、資源個体数と関係があると推察される。

'51年以降のタイラギ漁獲量と漁獲されたタイラギのSL/SHを図8に示した。過去に漁獲されたタイラギのSL/SHは、2.07~2.46の間で変動していた。場所別殻形状の項で、タイラギの殻形状は生息場所に応じたSL/SHとなると推察されたが、発生年によっても変化することが推察される。場所別殻形状の項で述べた潜水器漁場や4号干潟の浮上衰弱貝でみられた $\overline{SL/SH}=2.473\sim 2.492$ という値は、最近になって特異的に現れたのではなく、'93年や'99年、更に遠い過去にも出現していたことが窺える。

漁獲量と対比してみると、'94~'98年度の漁獲物およびSL/SHの項で調べた結果と同様に、SL/SHが2.2前後の値で推移する年は豊漁となる傾向がみられ、逆に2.3以上になる年には不漁となる傾向がみられる。前述したと

おり、漁獲量の変化を資源量の変化と見なすと、SL/SHが大きくなる年は資源量が少なく、逆に小さくなる年は資源量が多くなると考えられる。これは、場所別殻形状の項で、SL/SHの大小と斃死について関係があることが示唆されたが、SL/SHが大きいかつ漁獲量が少なかった'94年度などには、漁場での斃死が起こっていた可能性も示唆される。つまり、SL/SHが大きくなる年は、漁獲に至る途中で斃死が起こったために漁獲量が少なくなり、逆にSL/SHが小さい年は、斃死が少なかったために結果として好漁となったのではないかと考えられる。現在、タイラギ資源の回復を目指す上で最も障害となっているのは、漁場で夏場を中心として発生する広範囲な大量斃死である。つまり、毎年、量の多少はあるが、タイラギ稚貝の着底が確認されるにも関わらず、夏場に斃死が起こり漁獲に結びつかない状態が続いている。これらの大量斃死が報告されたのは、松井³⁾や川原ら²⁷⁾によるものが初めてであるが、小規模で局所的なタイラギ斃死については、入江²⁸⁾の報告がある他、突発的な現象として所内報告や漁業者からの情報事績に多く残されている。入江は斃死原因をPolydoraの寄生を挙げ、その他の斃死原因としては、ほとんどが降雨による海水比重の低下を挙げている。これらの斃死が発生した時のタイラギのSL/SHは不明だが、全滅ではなく、一部の斃死に止まっていることを考えると、生息するタイラギの内、SL/SHが大きき個体が斃死した可能性は否定できない。つまり、SL/SHが大きく斃死しやすい性質を持ったタイラギが、寄生虫や塩分低下などのストレスに耐えきれず斃死が起こったのではないかということが推察される。

38号干潟と潜水器漁場に特徴的にみられるようなSL/S

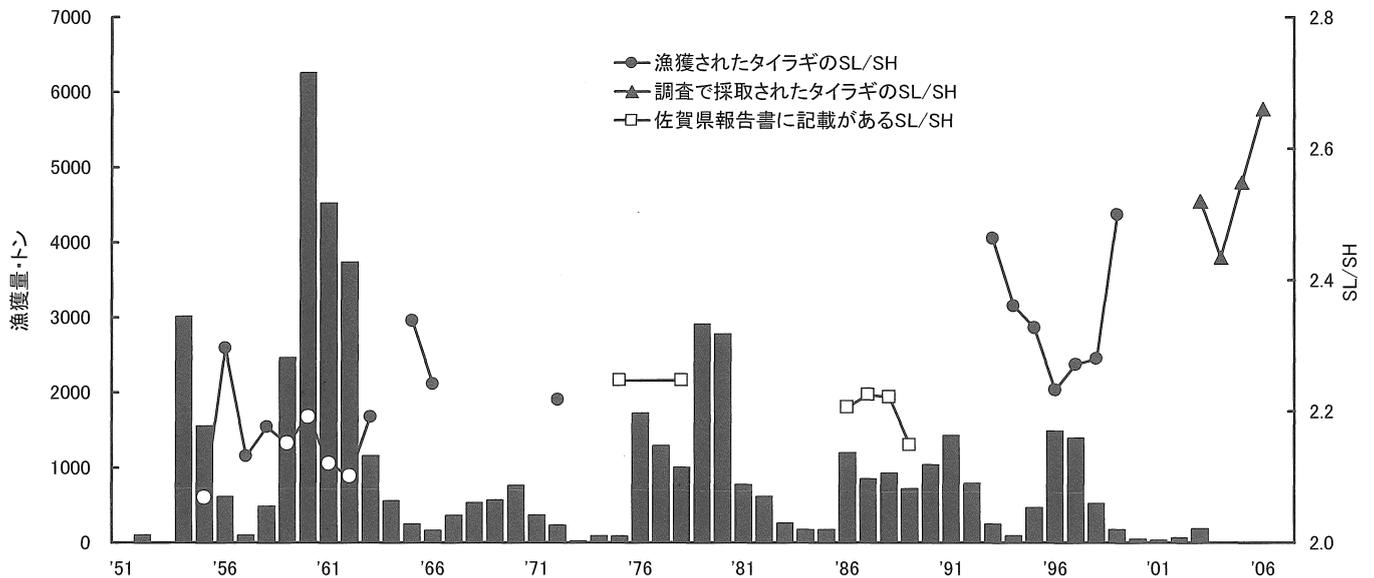


図8 タイラギ漁獲量とSL/SHの推移

要 約

Hの差が何によってもたらされるのかは、現時点では明らかではないが、タイラギの斃死要因や資源変動要因とSL/SHは密接な関係があるものと考えられ、また、成長とも関係があることが示唆された。

これまで、タイラギの好不漁は6～8年周期で起こっている¹⁾と考えられているが、同時に殻形状の変化も同様の周期で起こっている可能性がある。しかし、夏場を中心とした大量斃死が明らかになった'99年以降は、漁獲に至らない0歳の資料しかないが、いずれもSL/SH=2.4以上の細長い個体しか出現していない。松井²⁾は、'00年夏季のタイラギ資源の減少について、6～8年周期の資源変動とは違う特異的なものであると報告しているが、'99年以降のSL/SHについても同様に特異的であると言える。'99年以降は、これまで、周期的にSL/SHを変化させていた要因が、SL/SHを大きくする方向で潜水器漁場に継続して存在していることが考えられる。また、場所別殻形状の項で述べたように、成長に伴って殻形状が変化しないことを考えると、タイラギ稚貝の着底当初からSL/SHを大きくする要因が存在している可能性が高い。これは、その要因が潜水器漁場に常在している可能性を示唆している。

松井²⁾は、タイラギの斃死に伴う資源の減少について、夏季の貧酸素水塊の発生による水質環境の悪化や産卵等で弱ったタイラギの餌料量が少なかったことが生存に影響している可能性を挙げており、また、秋本ら²⁹⁾は、底層水だけでなく底泥中の餌料もタイラギの成長に重要であることを報告しているが、餌料とタイラギの成長、生残について調べた知見は見あたらない。干潟と潜水器漁場のタイラギについては、摂餌可能な時間が干潟は干出するため短く、潜水器漁場のものより成長に差が生じるが、餌料量の差でSL/SHのような殻形状にも差が生じるかについては今後の検証が必要である。柳ら³⁰⁾は、有明海海面変動振幅の減少が、干潟からの泥粒子の巻き上がりの減少を引き起こすと報告しており、このことは干潟から潜水器漁場への餌料の供給量が変化していることを示唆している。餌料は、タイラギの斃死要因及び資源変動を解明していく上で重要な要素になると考えられ、今後、餌料量だけでなく、餌料の種類なども含めた質についてもSL/SHとの関係を中心として検討する必要がある。

タイラギ資源の回復及び潜水器漁業の復活のために、SL/SHが何によって決定されるか、また、殻を細長くする要因と大量斃死との関係を明らかにすることを目標に、今後の研究を進めていきたい。

- 1) 生息場所によってタイラギの殻長と殻高の比(SL/SH)には有意差があり、潜水器漁場では、SL/SHが干潟よりも大きな値を示した。
- 2) 斃死がみられる海域のSL/SHは、斃死がみられない海域に比べて大きく、SL/SHと斃死との間に関係があることが示唆された。
- 3) タイラギのSL/SHは、生息場所の違いだけでなく、発生年によっても変化した。
- 4) 斃死が起これないと考えられている干潟でも、場所によっては斃死があると考えられ、その斃死は潜水器漁場における斃死と同じ機序で起こって可能性が示唆された。
- 5) 殻の形状(SL/SH)とタイラギ資源変動に相関が示唆され、SL/SHが大きいと資源量は少なく、小さいと資源量は多くなることが示唆された。
- 6) '00年以降報告された「立ち枯れ斃死」は過去にも起こっていた可能性が示唆され、それが資源量の変動と関係していることが示唆された。
- 7) '99年度以降の潜水器漁場では、SL/SHが大きなタイプしか出現せず、特異的な現象であることが推察された。
- 8) タイラギ大量斃死の原因及び資源変動要因解明のために、殻形状の差が生じる要因、とりわけ有明海におけるタイラギの餌料に関する検討が重要であると示唆された。

文 献

- 1) 山下康夫：有明海産タイラギに関する研究－I 漁獲量変動の周期性について。佐水試研報, 7, 85-88(1980)
- 2) 松井繁明：有明海北東部漁場におけるタイラギの資源変動。福岡水海技センター研報, 12, 29-35(2002)
- 3) 松井繁明・筑紫康博：有明海北東部漁場における貧酸素水塊の発生。福岡水海技センター研報, 13, 111-117(2003)
- 4) 筑紫康博・松井繁明：有明海における貧酸素水塊の分布と発生要因。福岡水海技センター研報, 13, 103-110(2003)
- 5) 山元憲一・田中実・田中直樹・神蘭真人・秋本恒基：マガキ、クマサルポー、タイラギの鰓のほふく速度に及ぼす低酸素と水温の影響。水産増殖, 41巻4号, 435-438(1993)
- 6) 秋本恒基・林宗徳・岩淵光伸・山元憲一：リシケタ

- イラギの致死酸素飽和度. 水産増殖, 52(2), 199-200(2004)
- 7) 川原逸郎・伊藤史郎・山口敦子: 有明海のタイラギ資源に及ぼすナルトビエイの影響. 佐賀有明水試研報, 22, 29-33(204)
- 8) 川原逸郎・伊藤史郎: タイラギ閉殻筋に寄生する条虫 *Tylocephalum* sp. の寄生特性. 佐賀有明水試研報, 22, 25-28(2004)
- 9) 前野幸男・塚本達也・渡辺康憲: 有明海におけるタイラギ大量斃死の病理学的解析. 西海区水産研究所主要研究成果集, 7, 14-15(2004)
- 10) 田中二良・大島泰雄: 東京湾走水地先を中心としたタイラギの生産について, 水産増殖, 6(2), (1958)
- 11) 佐野二郎: MS-Excelを用いた年齢組成推定手法. 福岡水海技センター研報, 14, 77-85(2004)
- 12) 力武秀夫・大津航: 大牟田地先におけるタイラギの生育度と分布の概況. 昭和31年度福岡県有明水試事業報告, 1, 1-14(1956)
- 13) 松尾新一・力武秀夫: 有明海福岡県地先におけるタイラギの生育度と分布の概況. 昭和32年度福岡県有明水試事業報告, 1, 1-14(1957)
- 14) 力武秀夫・松尾新一: 有明海福岡県地先におけるタイラギの発生, 生育度調査, 1-16, (1958)
- 15) 力武秀夫: タイラギ発生調査. 昭和34年度福岡県有明水試事業報告, 104-105(1959)
- 16) 力武秀夫・松尾新一: 福岡県地先有明海におけるタイラギ生息分布調査. 昭和35年度福岡県有明水試事業報告, 162-163(1960)
- 17) 渡辺昭二: 福岡県地先有明海におけるタイラギ生息分布調査. 昭和36年度福岡県有明水試事業報告, 144-146(1961)
- 18) 渡辺昭二: 福岡県地先有明海におけるタイラギ生息分布調査. 昭和37年度福岡県有明水試事業報告, 189-192(1962)
- 19) 研究課: 福岡県地先有明海におけるタイラギ生息分布調査. 昭和38年度福岡県有明水試事業報告, 62-63(1963)
- 20) 研究課: 福岡県地先有明海におけるタイラギ生息分布調査. 昭和40年度福岡県有明水試事業報告, 234-236(1965)
- 21) 研究課: 福岡県地先有明海におけるタイラギ生息分布調査. 昭和41年度福岡県有明水試事業報告, 182-184(1966)
- 22) 研究課: 有明海湾奥部におけるタイラギ生息分布調査. 昭和47年度福岡県有明水試事業報告, 73-75(1972)
- 23) 石田祐幸: '94~'98年度漁獲タイラギの殻長データ, 私信
- 24) 山下康夫・小野原隆幸: 有明海産タイラギに関する研究-Ⅲ, 7, 95-109(1980)
- 25) 古賀秀昭: 有明海産タイラギに関する研究-VI. 佐賀有明水試研報, 14, 9-24(1992)
- 26) 渡辺一: 有明海に於けるタイラギの養殖に就いて. 養殖会誌, 8巻4,5号, 39-47(1938)
- 27) 川原逸郎・伊藤史郎: 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. 佐賀有明水試研報, 21, 7-13(2003)
- 28) 入江章・秋本恒基・福永剛: 1991年度冬季にみられた有明海大牟田地先におけるタイラギ斃死の原因, 福岡水海技センター研報, 1, 165-169(1993)
- 29) 秋本恒基・相島昇・林宗徳・渡辺祐介: 有明海におけるタイラギ生息分布と環境の関係. 福岡水海技センター研報, 2, 79-83(1994)
- 30) 秋本恒基・林宗徳・相島昇・佐野二郎・二島賢二・渡辺祐介: 造州漁場におけるタイラギの着底と成長. 福岡水海技センター研報, 4, 45-52(1995)
- 31) 柳哲雄・塚本秀史: 有明海における潮汐振幅の経年変動. 海の研究, 13(3), 295-300(2004)