

学 位 論 文 題 名

チヂミボラ *Nucella freycineti* (Deshayes)

個体群の生産生態学的研究

学位論文内容の要旨

チヂミボラ *Nucella freycineti* (Deshayes) は新腹足目アクキガイ科に属し、東北以北の潮間帯の岩礁域、潮だまり、イガイベツトに普通に見られ、フジツボ類やイガイ類などを捕食する肉食性巻貝である。チヂミボラ個体群は捕食者として潮間帯定在性濾過食者へ大きな捕食圧を与えることにより、潮間帯特有の底生生物帯状分布の下限を制約する生物的要因となっていると考えられ、潮間帯および潮下帯上部における底生生物群集の構造と機能に大きく関与している主要種群の一つとして注目される。このように潮間帯において重要な生態的地位を占めるチヂミボラ個体群の動態は、潮間帯における底生生物群集を中心とする物質循環や底生生物の群集形成機構の解明には欠かすことのできない重要な課題となろう。これに対して、北方海域に生息するチヂミボラの生態学的研究、特に生産生態に焦点をあて、その生活史を検討した研究は極めて乏しいのが現状である。そこで、チヂミボラ的生活史を生産生物学的手法を用いることにより研究を行った。

本研究はチヂミボラの 1) 生殖周期、2) 成長、3) 個体のエネルギー収支、4) 個体群動態、および、それぞれの結果に基づいて、5) チヂミボラ個体群のエネルギー収支を明らかにし、6) その生活環をまとめ、チヂミボラの潮間帯底生生物群集に与える影響についての考察を加えた 6 部より成り立っている。

チヂミボラは雌雄異体で、精巣と卵巣は一年を周期として産卵成熟を繰り返している。また、この 2 つの周期には数カ月のずれが見られる。しかし、雄は精子を貯留しておく器官として貯精囊を持ち、その発達過程は卵巣と同調した年周期を示している。性成熟サイズは雄で 15mm、雌で 19mm であった。産卵期は 4 月下旬から 6 月上旬であった。交尾は 10 月から産卵期初期の 4 月までの 7 カ月間観察された。そして、最も頻繁に交尾が観察されたのは 12 月で全観察数の 6 割近くを占めていた。成熟雌 5 mm~10mm の大きさの地物付着性の卵嚢を産出し、その内部に稚仔となる発生卵とその栄養源となる栄養卵を含んでいた。その卵の含有比は発生卵 1 個当たり栄養卵が約 1 個

であった。以上より、チヂミボラは大きめの卵嚢内に比較的大きい少しの発生卵と栄養卵を含んでいることが示された。

成長は殻と軟体部に分け検討した。殻成長は殻表面に明確な年齢形質が観察されなかったので、殻内部に形成された年齢形質を軟X線を使用する事により検討した。この年齢形質は年1回2月に形成されることが示された。そして、この年齢査定法を使用する事により年4回、潮間帯に設置した15地点内の全チヂミボラの年齢を検討し、各齢の個体の各季節の平均殻長を求めた。また、1987年12月から1991年9月まで前述とは異なる定点70地点より求めた殻長頻度分布を各季節の各齢の平均殻長を基にしてHardingの正規確率紙を使用する事で各年級群に分け、殻成長の検討を行った。その結果、殻成長はBertalanffyの修正式によく当てはまり、以下の様に表すことができた。

$$Lt = 44.66 (1 - \exp(0.158(t/12 + 0.267) + 0.011 \sin(2\pi(t/12 - 0.634))))$$

ただし、Ltは月齢tの殻長を示す。この式により性成熟サイズを年齢に直すと雄で2.5齢、雌で3.5齢と示された。また、年齢査定の結果10齢以上の個体も観察された。体構成部位の重量変化は生殖線、中腸腺、足、内蔵、蓋と殻に分け検討した。各部はそれぞれ明確な季節変化を示し、組織学的検討による生殖腺発達過程と同様に雌雄で明確な差が見られた。個体のエネルギー収支として摂食量、呼吸量、代謝排出量、成長量と再生産量を求め、これにより未消化排出物を推定した。野外において最もよく摂食していた餌種はムラサキインコガイ *Septifer virgatus* で全体の餌の約6割近くを示した。室内でムラサキインコガイをチヂミボラに与えて摂食量の検討をした。その結果、夏期に最も摂食活動が高く、1月と2月はほとんど摂食活動が見られなかった。チヂミボラは潮間帯に生息するため空気中と水中において呼吸量の検討をした。呼吸は一般に標準呼吸、活動呼吸と特異動的作用による増加分の3項目に分けて考えることができる。ここでは室内での呼吸を標準呼吸とし活動呼吸と特異動的作用による増加分を推定することにより、野外での呼吸量を検討した。その結果、呼吸量は温度と体重に高い相関関係を示し、同化量の約70%を占めていた。代謝排出量は粘液とアンモニア態窒素について検討した。小型個体では同化量に占める粘液の割合が高いが、小型個体から大型個体までの平均代謝排出量は同化量の約10%であった。各体部位は全体的に高水温期に著しいエネルギーの蓄積をし、低水温期と繁殖物質放出期に著しい消費を行っていた。繁殖努力は高齢雌個体においても非常に低い値を示しており、雄では雌の半分近い値を示した。また、残存繁殖価の最大価は高齢で見られた。

個体群動態は1987年から1991年にかけて調査を行った。1987年から1988年にかけて密度は低下傾向にあったが、その後、1991年までは安定傾向にあった。そして、年齢構成は調査期間を通して大きな変化がなく、チヂミボラ個体群は安定年齢分布をしている。また、各年級群の死亡率に有

意な差は見られず、各齢での死亡率が一定であることが示された。

最後に、生存曲線法で生産量を求め、チヂミボラ個体群のエネルギー収支を検討すると、以下の様に表すことができる。チヂミボラ個体群は平均 $88.76\text{kcal}/\text{m}^2/\text{yr}$ のエネルギーを摂取し、約70%の $62.06\text{kcal}/\text{m}^2/\text{yr}$ を同化していた。そして、同化エネルギーは約50%の $43.50\text{kcal}/\text{m}^2/\text{yr}$ を呼吸に、約4%の $3.55\text{kcal}/\text{m}^2/\text{yr}$ を粘液に、約4%の $3.50\text{kcal}/\text{m}^2/\text{yr}$ をアンモニア態窒素に、そして約13%の $11.51\text{kcal}/\text{m}^2/\text{yr}$ を生産に用いていることが示された。またP/B比は0.65と低い値を示した。

チヂミボラ個体群において若齢時の体の生産性は非常に高い値を示した。また、寿命が長く、高齢で体成長量が低下し再生産量が増加したため、残存繁殖価の最大値が高齢で見られたと考えられる。そして、チヂミボラは孵出サイズの分散を小さくし、少ない稚仔に多くのエネルギーを均等に与える繁殖様式により、繁殖のエネルギーを効率よく利用していると考えられる。

チヂミボラはムラサキインコガイの現存量の10~20%を摂食しており、チヂミボラの捕食は群集現存量に及ぼす影響は大きいとは言えない。しかし、餌種の殻が固着性動物の着底基質となったり、優占種を主に摂食することで下位の種の競争を排除する機能があると考えられる。これらのことを考え合わせるとチヂミボラは群集内において重要な位置を占めていると考えられる。

今後、群集内のチヂミボラの餌種や同じ生態的地位を占める競争種との種間関係と、それら相互のエネルギーの流れを解明することにより潮間帯底生生物の群集形成過程を明らかにし、群集内での捕食者の役割を解明する事が残された課題と言えよう。

学位論文審査の要旨

主査	教授	中尾	繁
副査	教授	箕田	嵩
副査	教授	山崎	文雄
副査	助教授	五嶋	聖治

本研究は潮間帯岩礁域マクロベントス群集の構造と機能に大きく関与する主要種群の一つである肉食性巻貝、チヂミボラを対象種として、先ず(1)繁殖と成長様式を明らかにし、次いで(2)個体の呼吸、代謝排泄、生産の諸項目に示される食物摂取を中軸とするエネルギー配分について検討した。さらに(3)時空間分布、年齢構造、死亡など個体群動態に関する諸項目を明らかにし、以上

の結果から(4)チヂミボラ個体群のエネルギー収支表を作成した。最後に(5)この種的生活環をまとめ、チヂミボラの潮間帯マクロベントス群集構造への関与について考察している。

(1) 精巣と卵巣の成熟は数カ月のずれをもつ一年周期を示し、雄の貯精嚢は卵巣と同調した発達過程を示す。性成熟サイズは雄で殻長15mm、雌で19mmであり交尾のピークは12月、産卵は4月下旬から6月上旬で、5mm~10mmの卵嚢内にその長さに比例する卵数を発生卵1に対して栄養卵1の割合で産出する。

(2) 殻内部に形成される形質が年齢形質として有効であることを軟X線使用で明らかにし、各齢の各季節の平均殻長と正規確率紙法による年齢群分けから、殻成長は次に示す Bertalanffy の修正式に適合するとした。

$L_t = 44.66 (1 - \exp(-0.158 (t/12 + 0.267) + 0.011 \sin(2\pi(t/12 - 0.634))))$ ただし、 L_t は月齢 t の殻長である。これから、性成熟は雄で2.5齢、雌で3.5齢とされ、殻長と体構成部位との関係から、各項目の生殖腺、中腸腺、足、内蔵、蓋および殻の重量変化を求めた結果、それぞれ明確な季節的变化を示した。

(3) 実験により、各齢毎の年間の摂取量、呼吸量、代謝排泄量（アンモニア態窒素量と粘液分泌量）および体構成部位と生殖物質生産量をそれぞれエネルギーとして求め、各齢の個体の年間エネルギー収支を明らかにした。各齢の雌雄とも呼吸量が同化エネルギーの約70%、体構成部位と生殖物質の生産量が約20%および代謝排泄量が10%を占めており、生殖物質の生産では雌雄の差が大きく、高齢個体ほどそれが顕著であった。

(4) この種は周年集中分布を示し、個体数密度は1988年2月の24.9個体/m²から1990年4月の8.7個体/m²まで低下して、その後は1991年9月まで安定傾向を示した。年齢構成は複雑であるが、各齢の占める割合は一定で安定年齢分布を示し、平均死亡率は年間53%と見積もられた。

(5) 生残曲線法からチヂミボラ個体群の生産量を検討し、個体のエネルギー配分から年間88.8 kcal/m²/yrのエネルギーが個体群に取り込まれ、約70%の62.1kcal/m²/yrが同化に回されている。このうち、70%の43.5kcal/m²/yrが呼吸、約11.6%の7.1kcal/m²/yrがアンモニア態窒素と粘液としてそれぞれ体外に排出され、生産に配分されるのは18.4%の11.5kcal/m²/yrであった。回転率（P/B比）は0.65である。

(6) 野外におけるチヂミボラ個体群のムラサキインコガイ摂食量は10~20%と見積もられた。この研究ではムラサキインコガイを含む他の餌種や同じ生態的地位にある競争種との種間関係とそれら相互のエネルギーの流れを解明するまでに至ってはならず、潮間帯岩礁域マクロベントス群集の構造と機能に果たすチヂミボラの役割を明らかにする課題が残されているが、チヂミボ

ラ的生活環を提示し、その生物生産過程を個体群のエネルギーの流れとして物質収支の面から明らかにした点で極めて貴重な知見を提供している。よって審査員一同は博士の学位を授与されるに価すると判定した。