

学 位 論 文 題 名

ブドウガイ *Haloa japonica*(PILSBRY) の繁殖形質  
の個体群内変異に関する生態学的研究

学位論文内容の要旨

古典的な最適繁殖投資理論の予測に反して、生物の稚仔(卵・新生児・種子など)の大きさは、しばしば同一の個体群内においても幅広い変異を示す。特に海産無脊椎動物に関しては、集団内レベルで生じる卵サイズ変異の維持機構や、その適応的意義についての研究がほとんどない。本研究では、函館湾西岸の葛登支岬潮間帯に生息するブドウガイを対象に、まず生活史と成長、繁殖の季節性を明らかにした上で、特に繁殖形質の個体群内変異のパターンと産卵個体の性質が繁殖形質に及ぼす影響、更に産卵個体のサイズと繁殖スケジュールの関係を明らかにし、本種の繁殖形質の個体群内変異の維持プロセスとその適応的意義について論じた。

1. ブドウガイの生活史

ブドウガイの生活史特性として生活環と成長、繁殖の季節性について調査を行い、加えて成長の季節性を規定する要因として餌海藻動態の重要性について検討を行った。

ブドウガイが産み出す卵塊のうち、発生段階初期のものは4月末から7月中旬の間に見いだされ、最も高密度なのは5月中旬であった。このことは、ブドウガイの産卵期が4月下旬から7月中旬であり、そのピークが5月中旬であることを示唆している。また、ブドウガイは葛登支岬潮間帯に周年にわたって見いだされたが、産卵期の後半に大型個体の消滅と小型個体の出現が起こった。このことは、葛登支岬に生息するブドウガイが年間1世代の1年生の生活史を持ち、世代交代の時期が晩夏であることを示唆している。

ブドウガイの成長の季節性を殻高と湿重量の月別の平均値の推移を基に検討した結果、殻高の増大は主に8月から9月、湿重量(軟体部重量)の増大は産卵期前の2月から4月にかけて起こっていることが明らかになった。湿重量の増加する時期は、ブドウガイの餌海藻であるエゾヒトエグサのスプリングブルームの時期と一致しており、両者の間の因果関係は餌海藻を操作した野外実験によって支持された。

## 2. 繁殖形質の個体群内変異パターン

ブドウガイの卵塊に含まれる卵のサイズと数の変異を野外調査と室内実験で調べ、そこで見いだされた卵サイズの変異が稚仔の性質に与える影響を調べた。

野外で見いだされた卵塊に含まれる卵のサイズは、卵塊間で有意な変異を示し、卵数についても幅広い変異が見いだされた。卵サイズと卵数は、産卵期の初期から後期にかけて共に減少する傾向がある。また、定常条件下で産み出された卵塊についても、卵サイズの有意な卵塊間変異が見いだされた。

卵サイズと稚仔の性質の関係を、卵発生時間、孵出幼生サイズ、幼生の飢餓条件下における生存時間について調べた結果、大型の卵からは長い発生時間を経て大型の幼生が生まれ、その幼生の飢餓条件下での生存時間は小さい卵に由来する幼生に比べて長いことが示された。これらの結果は、大型卵に由来する幼生ほど適応度が高いことを示唆している。

## 3. 産卵個体のサイズと齢が及ぼす繁殖形質への影響

産卵個体のサイズと産卵開始からの日数(齢)が及ぼす卵サイズと卵数の変異への影響を調べるために、産卵個体を個別に分離した飼育産卵実験を実験室環境の定常条件で行った。

その結果、産卵個体当たりの産卵回数は $4.21 \pm 0.12$ 回 ( $n=19$ )で、産み出された卵塊間には有意な卵サイズ変異が見いだされた。また、卵塊ごとの平均卵サイズは、産卵個体のサイズと正の相関を、齢とは負の相関を示した。また、卵数と産卵個体の齢の間にも負の相関が見いだされた。更に、同一個体が産んだ最初と最後の卵塊の間では、最初の卵塊のほうが卵サイズ・卵数とも有意

に大きい値を取っていることが示された。

ここで示された産卵個体の齢と卵サイズ・卵数の間に見られる有意な相関関係は、過去に植物や昆虫、多毛類で報告されている変異の傾向と同様のものである。検討の結果、この傾向は産卵個体の死亡リスクを考慮に入れたBegon & Parker(1986)の最適繁殖投資モデルによって理解出来ることが示された。ブドウガイは産卵個体が生存している確率の高い産卵開始直後の産卵に、より多くの繁殖投資資源を配分していると考えられる。

#### 4. 野外の繁殖形質変異に及ぼす、産卵スケジュールと餌環境変動の影響

産卵個体のサイズと齢に依存した卵サイズと卵数の変異を、野外で見いだされる卵サイズ・卵数の季節変動と結びつけるために、産卵個体の体サイズと繁殖スケジュールの関係を野外ケージ実験で調べた。加えて、餌海藻の季節変動と卵サイズ、卵数変異の関係を検討するため、実験室条件下で餌条件の操作を行い、産み出される卵サイズと卵数の比較を行った。

その結果、野外ケージでの産卵は、野外観察の結果とほぼ同じ4月上旬から7月上旬まで続き、産卵盛期は4月下旬から5月上旬であることが示された。また、卵サイズ、卵数の季節変動パターンは野外観察同様、季節的な減少傾向を示した。また、室内実験の結果同様、卵塊ごとの平均卵サイズは、産卵個体のサイズと正の相関を、齢とは負の相関を示した。更に、産卵個体のサイズと産卵開始日との間には有意な負の相関が見いだされた。この結果は、小型個体の産卵開始が大型個体に比べて遅れる傾向があることを意味する。

餌を操作した室内実験の結果、餌を半分に制限したブドウガイの卵塊当たりの卵数は、餌を十分に与えたブドウガイの約半分になった。しかし、卵サイズに関しては有意な差は見いだされなかった。

これらの結果を総合して検討したところ、野外で観察されるブドウガイの卵サイズと卵数の季節的な減少傾向には、産卵個体の加齢に依存した変異と、体サイズに依存する変異(小型卵を産む小型個体の産卵の遅れ)の両方が含まれることが示唆された。また、卵数の変動については、この2つのプロセスに加え、餌環境の季節的な変動が重要なプロセスとなっていると考えられた。

## 5. 産卵個体の性質と繁殖形質の間の相関関係の、後鰓類全般における普遍性

ブドウガイで見られる様な産卵個体の齢と卵サイズ、卵数の間の負の相関関係は、後鰓類の別の種でも断片的な報告がある。しかし、この傾向は後鰓類全般で必ずしも普遍的ではない。ブドウガイに見られる繁殖形質の変異が、Begon & Parkerの最適繁殖投資モデルによって説明できると仮定すると、後鰓類の繁殖投資様式は、種ごとの生活様式に依存して異なったものになることが予想される。その中でも特に重要になるのは、利用する餌の時空間変動と、寿命に占める産卵期間の長さである。

これまで得られている後鰓類の生活史に関する情報を検討した結果、後鰓類の種間の繁殖投資様式の違いは、利用する餌の時空間変動や寿命に占める産卵期間の長さといった特徴によって説明できることが支持された。この予測の妥当性は、本研究のような情報をより幅広い種で明らかにすることによって検証することが出来る。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 中 尾 繁

副 査 教 授 尼 岡 邦 夫

副 査 助 教 授 五 嶋 聖 治

学 位 論 文 題 名

## ブドウガイ *Haloa japonica*(PILSBRY) の繁殖形質 の個体群内変異に関する生態学的研究

本研究は後鰓類ブドウガイの個体群における繁殖形質（卵数や卵サイズ）変異の発生・維持機構と、その適応的意義を論じたものである。野外調査と野外ケージ実験、および室内飼育実験から得られた結果は以下のようである。

- 1) 本種の産卵期は4月下旬から7月中旬、盛期は5月中旬で、個体の産卵回数は約4回である。軟体部重量の増大は2月から4月で、餌海藻の増大と一致する。
- 2) 卵塊に含まれる卵サイズと数は、卵塊ごとに異なり、また、産卵期の遅いものほど減少傾向を示した。大型卵に由来する幼生ほど適応度が高い。
- 3) 親サイズは卵塊の卵サイズに正の、親の齢は負の相関を示し、親の齢は卵数とも負の相関を示した。同一親の生む卵は最初のものが卵数、卵サイズとも最も大きい。
- 4) 生活史の繁殖スケジュールと親サイズの関係から、野外と室内実験の両方で  
1) ~3) の結果が支持され、また、餌量が多いほど産卵数が多いが、卵サイズと餌量とは関係がない。

ブドウガイは親個体が生存している確率の高い産卵初期に、より多い繁殖投資資源を配布していると考えられる。餌の利用可能な時空間分布と寿命に占める産卵期間の長さで特徴づけられる生活様式と、親の性質が繁殖形質の変異を生ずると考えられ、そのような繁殖投資様式はBegon and Parker(1986)の最適繁殖投資モデルで説明できるとしている。

本研究は生態学的な興味ある新知見を提供するとともに、この結果は今後裁

培漁業における種苗生産にも応用できる可能性がある。よって、審査員一同は、本研究が学位（水産学博士）に該当すると判定した。