

北海道南西部の砂質海岸に生息する端脚類、
Haustorioides japonicus (Dogielinotidae)
の生態学的研究

学位論文内容の要旨

本研究は砂質海岸に生息する底生性端脚類、*Haustorioides japonicus* の分布・生活史および繁殖生態を明らかにすることを目的として行われた。1970年から1989年までの期間、北海道全域にわたる分布調査が実施された。個体群構造の季節変化・寿命・繁殖期・抱卵数の調査は、岩内町大浜・瀬棚町三本杉海岸・函館市大森浜・伊達市有珠の4砂浜海岸で、2年から5年の定期採集により行われた。また、函館大森浜の潮間帯にベルトトランセクトを設け、低潮時から高潮時にわたる本種の微細分布を調べ、生産量とエネルギー収支を求めた。さらに飼育観察から発生・成長・産卵回数・食性を明らかにした。

北海道の砂質海岸では、ナミノリソコエビ科端脚類は *Haustorioides* 属2種のみが出現した。*H. japonicus* の分布域は岩内付近と室蘭市鷺別崎を結ぶ線の南側、渡島半島に限られていた。一方、*H. munsterhjelmi* は稚内・斜里・根室・鶴川付近で出現した。*H. japonicus* は *H. munsterhjelmi* より南方域に分布し、分布域は重複しない。両種とも出現する海岸は地形的に砂の供給量が多く、1年を通して比較的安定した砂質海岸である。

H. japonicus の生息域は潮間帯と潮下帯であるが、潮間帯における滞在期間は各調査地点で異なった。瀬棚では周年にわたり出現したが、岩内では12月ないし1月から2月、函館では11月ないし12月から5月までの期間出現しない。伊達では周年出現した年と、12月から2月まで消失した年があった。最大密度が観察された地点は、満潮時が近づくにつれて高潮亜帯側に移動し、干潮時には低潮亜帯側に移動してた。本種は寄せ波時に砂中に潜り、引き波時に頭部を出して腹部を潮上帯側に定位させる。この定位は波が運んでくる餌を捕捉する摂餌行動と関係しているものと推察された。口器の形態的特徴・消化管内容物と糞の観察から、雑食性であると判定された。

本種の塩分に対する24時間後の半数致死濃度（TL_m）は2～4.5‰であった。100%生残す

る塩分濃度の下限は12.5‰であり、塩分耐性は広い。乾燥耐性の実験で、本種は25℃と30℃の恒温器中でそれぞれ90分と75分生残し、同じ潮間帯に生息する近縁なフクロエビ類2種よりも、生残時間は1.5～1.7倍長かった。基板・腹節側板の発達がよく、外骨格が厚いことによるものと考えられる。

岩内・瀬棚・伊達では、繁殖期は1年に2度、春と夏に観察され、春季の産卵は越冬個体群によるもので、夏季の産卵は春に産卵され個体群によるものである。夏に誕生し越年した長期世代で寿命は約275～290日、春に誕生した短期世代で約75～90日であった。短期世代の産卵から成熟までの積算水温は1,200℃と推定された。函館での夏季の産卵は越冬個体群によるものであった。

雌は通常1回の産卵後、20日程度で死亡することが明らかとなった。個体群の産卵は半月周期で観察され、そのピークは繁殖期に4～5回であった。この周期的産卵は配偶子の放出時期を一定時期に合わせ、受精の機会を促進していると推察された。抱卵数は長期世代で64～91個、短期世代で9～25個であり、他の端脚類の長期世代に比べ抱卵数は非常に多い。繁殖は既知の砂中生活型端脚類の多くが、産卵数の少ないK-戦略であるのに対し、多産的繁殖様式r-戦略をとっていた。

産卵は脱皮直後に起こり、産出された卵は育房内でノープリウス幼期まで抱卵される。卵は灰青色を呈し、大きさは $300 \times 250 \mu\text{m}$ 、水温23℃のとき受精後24時間で胚盤形成期に達し、40時間で尾部溝が形成され、50時間で背器ができた。95時間後に赤色の眼色素が現れ、付属肢の分化はより顕著となり、触角が形成された。155時間後に孵化した。孵化直後の幼体の体長は1.35mmであった。産卵から孵化直前までの卵減耗率は17.7～39.3%であった。孵化後、成体になるまでの1日あたりの平均成長は、伊達の短期世代で雄 $54 \mu\text{m}$ ・雌 $61 \mu\text{m}$ 、函館の長期世代では雄 $22 \mu\text{m}$ ・雌 $29 \mu\text{m}$ であった。

本種では脱皮ごとに、触角節数と第5胸肢末端節での剛毛数の増加が観察され、函館の成体では第1触角は11～12節、第2触角は13～15節となる。剛毛数は雄で40～58本、雌で26～30本であり、脱皮間隔は水温21℃のとき、雌で13～14日・雄で15～17日毎であった。

函館で調査した1971～1975年の5年間の月平均生息個体数は $5,690 \pm 1,380/\text{m}^2$ で、変動係数は0.24であり年変動が小さな端脚類と考えられる。繁殖期における幼体の密度は指数関数的に増加し、月間の個体1日あたりの増加率は0.05であった。また、減少率も指数関数的で密度と経過時間には高い負の相関関係が認められた ($r = -0.861 \sim -0.990$)。産卵数に対する繁殖期直前までの成体の生残率は函館の長期世代で0.6～1.9%であった。増殖ポテンシャルを生命表の起点にしたとき生残率は0.85%、平均寿命は1.27年と計算された。生残曲線は調査したいずれの年も逆

J型をなし、*H. japonicus* は多産多死亡型である。

5年間の平均現存量の変動は $5.2 \sim 9.3 \text{ dry-g/m}^2$ 、生産量は $28.0 \sim 52.9 \text{ dry-g/m}^2$ であった。年間生産量の81~90%は潮間帯に出現してから、潮下帯に移動する11月までの5ヶ月間になされていた。平均現存量に対する生産量の割合を意味する回転率（P/B比）は4.0~5.7で、5年間の平均P/B比は 5.18 ± 0.65 で安定した値である（C.V. = 0.13）。この比は1年の生活史をもつ他の端脚類の値（1.9~4.5）よりやや高いが、寿命の短い海産動物のP/B比を5.0と仮定したSanders（1956）の値とほぼ一致していた。熱量は灰分を除いた1 g乾燥重量あたり4.9~5.8 Kcalで、成長にともない増加する傾向があった。

H. japonicus の月別エネルギー利用量の変化は、水温の高い夏季から秋季、特に8月に高く、水温の低い冬季から春季、特に1月に低い。これは特に水温と関係の強い成長量と呼吸量の影響を受けていたことによるものであろう。函館大森浜における本種の同化量は $269.7 \sim 507.0 \text{ Kcal/m}^2/\text{year}$ でエネルギー利用分配の比率から、呼吸量は同化量の62.5%であり、成長量・脱皮量・再生産量の割合はそれぞれ30.8%、5.9%、0.7%となった。成長効率は26.8~32.1%、生産効率は34.1~38.8%で、これまでに知られている端脚類の値とほぼ一致した。再生産効率は1.7~2.6%で淡水種や陸生種より小さい。

学位論文審査の要旨

主査	教授	箕田	嵩
副査	教授	尼岡	邦夫
副査	教授	中尾	繁

本研究は北太平洋沿岸の開放性砂浜質海岸に特有に分布する端脚類、Dogielinotidae（ナミノリソコエビ科）に注目し、北海道南西部の岩内、瀬棚、函館、伊達の4砂質海岸の潮間帯において、生活史、繁殖生態、生産量、エネルギー収支の推定をおこない、北方沿岸域の生物生産の特性を明らかにしようとしたものである。

調査は1970年から1989年までの20年にわたって北海道全域の砂質海岸で行い、*Haustorioides japonicus* と *H. munsterhjelmi* の2種を見だし、両種とも出現域は砂の供給量が多く、周年安定した砂質海岸に分布するが、前種は対島暖流の影響が大きい北海道南西部渡島半島を分布

の北限とし、親潮域に分布する後種とは重複することなく、生態的隔離があることを明らかにした。

H. japonicus は中砂から極粗砂までの潮間帯に広く分布し、砂中への潜入深度は1.5cmに達する。また、乾燥耐性は10℃で2時間、30℃で75分間生残することを実験的に明らかにし、この強い乾燥耐性は他の甲殻類に比べて、厚い外骨格と基板・側板の発達によるとし、潮間帯生物の生態的研究に新しい視点を与えたものである。

潮間帯での出現期間は、瀬棚では周年にわたるが、函館、岩内では冬季間は出現しない。一方、伊達では冬季間に小数個体出現した年（1980年）と12月から2月までの期間まったく出現しない年（1987-88年）とがあり、地域によって異なる。周年にわたる個体群構造の観察から、岩内、瀬棚、伊達では繁殖期は1年に2度、春と夏に観察され、春季産卵は越冬群によるもので、夏季産卵は春に生まれた個体群によることを明らかにし、長期世代と短期世代があることを明らかにしている。しかし、函館では6月から7月の期間に越冬群による1度の産卵が認められたのみで、短期世代群は認められなかった。個体群の産卵ピークは潮汐が最も小さい半月の時で1繁殖期に4-5回あり、雌は1度の産卵後20日程度で死亡する。産卵数は長期世代では64-91個、短期世代では9-25個で、他の砂中生活型端脚類の産卵数に比べてはるかに多く、開放性砂浜域という環境に生残するために多産的繁殖戦略をとる種であると述べている。

飼育により発生観察を詳細に行い、産卵は脱皮直後になされ、受精卵は育房内で卵発生し、ノープリウス期を育房内で過ごす。育房内からの孵出には155時間を要し、その間の減耗率は高く17-39%に達する。雌雄の判別は約8回の脱皮後に可能となり、雄では第2口脚と第5胸脚末端節の剛毛数の著しい増加で特徴づけられることを見いだした。

函館大森浜における1971-1975年の5年間にわたる観察では、個体数の経年変動は0.24であり、低い。また、産卵数から求めた繁殖期直前の成体に達するまでの平均生残率は1.13%であるが、卵から孵化直後の若令期の死亡率が78.8%と著しく高いことが明らかにされた。現存量は個体あたりの重量が大きい10月に最も高く、産卵直前の6月に最も低いことを個体群動態から明らかにしている。

大森浜における個体群動態から、生産量を試算し、5年間の平均生産量は $42.3 \pm 9.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ （千重量）であり、平均現存量の $8.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ からP/B比5.2を求め、1年の生活史をもつ他の端脚類と比較して、この種はやや高く、生産性に優れ、開放性砂浜海岸においては重要な生物生産者であろうと考えている。

個体群のエネルギー収支から、呼吸によって消費される量は同化量の約62.5%であり、成長量

は30.8%，再生産量は0.7%であることを明らかにしている。

これらの成果は従来研究の少ない砂質海岸の生物生産のひとつのかたちを明らかにしたもので、沿岸域における低次生物生産の研究に大きく寄与するものであり、審査員一同は本論文提出者が博士（水産学）の学位を受ける資格があると認定した。