北海道南部の砂質海岸に生息するナミノリソコエビ科端脚類の発生と生長

上 平 幸 好

函館大学生物学研究室

DEVELOPMENT AND GROWTH IN DOGIELINOTID AMPHIPODS
ON SANDY BEACHES IN SOUTHERN HOKKAIDO, JAPAN

Yukiyoshi KAMIHIRA

Biological Laboratory, Hakodate College, Hakodate 042, Japan

Abstract: This paper deals with the development and growth of two dogielinotid amphipods in southern Hokkaido, Japan. The early developmental stages of *Haustorioides japonicus* and *H. munsterhjelmi* were observed, and five clearly defined stages were recognized within the brood pouch of female by morphological characteristics. The characteristics of juveniles just after hatching were observed in detail, and compared with those of adult specimens. From these observation, it was clear that these juveniles could be identified immediately to the species level. Loss of embryos in brood pouch was about 18-41% just before hatching, and 37-56% just before release from the brood pouch of *H. japonicus*. High mortality during early development were observed between stage III and stage IV, and between stage V and stage VI.

ナミノリソコエビ科端脚類 (Dogielinotidae) の詳細な生活史を知る一環として、北海道沿岸に生息する *Haustorioides* 属の二種、*H. japonicus* と *H. munsterhjelmi* の発生と生長の観察を行った。すなわち卵発生による形態変化の記録とステージ区分、育児嚢内の卵のステージ別減耗率と各調査地での相違、孵化率の観察、孵化直後の幼体の形態記載、生息地個体群を母集団とする定期採集標本にもとづいた生長観察、脱皮回数の調査がそれである。これよりフクロエビ上目に包括されるナミノリソコエビ科端脚類の育児嚢の保護機能について考察した。

材 料 と 方 法

北海道渡島半島の砂質海岸、岩内町大浜・瀬棚町三本杉海岸・函館大森浜・伊達有珠海岸と、同半島部と胴体部の接点にある鵠川町汐見浜の計5か所で、原則として月に一度採集した標本を観察に供した（詳細は上平1990を参照）。育児嚢内の卵減耗率は産卵直後の未分割卵を抱く雌の平均体長の平均抱卵数を基準として、各発生段階にある平均抱卵数を比較することより推定した。脱皮回数の推定は室内飼育による脱皮観察と、野外で採集した標本より触角節数と胸肢末端節剛毛数のそれぞれの変化を観察することにより行った。

結 果

発生： 成体雌の脱皮後に産出された *Haustorioides japonicus* の卵は、ゼラチン状物質に包まれ卵塊をなしていた。産卵直後の卵は互いに接触面で凹み多面体をなしていたが時間の経過にともない楕円形を呈した。覆卵葉が十分に伸長して育児嚢が形成されるとゼラチン状の物質は消失し、こののち卵はばらばらになって育児嚢に保持された。野外で採集しホルマリン固定された雌850例の顕微鏡観察中、ゼラチン状物質に包まれた状態での卵が観察されたのは1例のみで、この物質はごく短時間だけ存在するようである。

卵は灰青色を呈し未受精卵の大きさは $300 \times 250 \mu\text{m}$ であった (Pl. I-1)。受精卵は受精膜の形成により区別できて、その大きさは $350 \times 250 \mu\text{m}$ である (Pl. I-2)。等黄卵で卵割は16細胞期まで等割であった (Pl. I-3/8)。水温 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ で受精後約24時間に胚盤形成期に達し (Pl. I-9), 40時間後に尾部溝が形成された (Pl. I-10)。50時間後に背器ができて (Pl. I-12), 付属肢原基も観察された (Pl. I-10/11)。95時間後に赤色の眼色素が現れ (Pl. II-17), 付属肢の分化が顕著となって触角も形成された。120時間後に背器は退化し心臓の拍動は規則的となって、腸における筋肉運動が観察された。150時間前後で特に活発な体全体の運動をするようになり受精後約155時間で孵化した。なお卵膜の破瓜は第3尾肢と尾節板付近よりおきた。

H. munsterhjelmi の発生も、卵の大きさ ($450 \times 350 \mu\text{m}$) と各ステージ間の所要時間の違いのあった他は *H. japonicus* と基本的に同じであった。

卵の生長： 卵は 兩種ともその發育における形態の特徴により5つのステージに区分できた (Fig. 1)。その各ステージの主な特徴は次のとおりである。

Fig. 1. Embryonic development of *Haustorioides japonicus*. *H. japonicus* の発生段階.

ステージⅠ. 未分割卵

ステージⅡ. 胚盤が発達し背器の原基が認められる分割卵

ステージⅢ. 尾部溝が形成され、付属肢の原基の出現

ステージⅣ. 全付属肢の節分化期

ステージⅤ. 眼原基に色素が現れ、心臓の拍動が認められる。また、背器が退化し腸の筋肉運動が観察される

ステージⅥ. 孵化後も、育房内に留まっている幼体

各発育段階にある卵の長軸と短軸の平均長を計測し Fig. 2 に示した。時間の経過 にもない卵径は増大し、長軸に対する短軸の比率は *H. japonicus* のばあい、ステージⅠから順に 1: 0.71, 1: 0.87, 1: 0.89, 1: 0.85, 1: 0.85 と変化した。*H. munsterhjelmii* では 1: 0.78, 1: 0.82, 1: 0.84, 1: 88, 1: 0.88 と変化して楕円形から僅かながら丸みを帯びた。孵化直前に卵径は最大になり、この時のサイズは *H. japonicus* で $750 \times 600 \mu\text{m}$, *H. munsterhjelmii* で $900 \times 750 \mu\text{m}$ であった。ステージⅣで少し大きな増加が観察されたが、この時期は付属肢の分化がなされるときであった。

卵の減耗: 育児嚢に産出された卵の中には全く発生しないまま崩壊したり、途中で発生が停止するもののあることを顕微鏡観察で知った。また発生が進むにつれて卵径が大きくなり、多数抱卵されていると育児嚢を形成している覆卵葉が、卵の生長のため内部より拡張され、孵化直前の卵が育児嚢より脱落することがあった。以上のような理由で、卵が育児嚢に産出さ

Fig. 2. Mean length (A) and width (B) of embryos of *Haustorioides japonicus* at each stage of development. *H. japonicus* の卵発生、各ステージにおける平均長と平均幅。

れてから孵化するまでの減耗率を調べた。抱卵数は調査時によって違いのあることが知られているので（上平 印刷中）、この観察には各調査地における産卵最盛期時の標本を用いた。

まず各ステージの卵を抱く *H. japonicus* の雌の平均体長間に、統計的に有意な差があるか否かを検定した。その結果、1%の危険率で差異は認められなかった。したがって各ステージの卵を抱いている雌は、その産卵時に同数の卵を産出したものと仮定することができた。そして、もしステージ I における平均抱卵数と他のステージの間に、統計的有意差が認められたならそれは前述の理由による減耗であるとみなした。

岩内の *H. japonicus* の第 1 世代の減耗率は、眼色素の発現によって特徴づけられるステージ V までに約 36% に達した（Table 1）。ステージ I と II との間で約 12% の大きな減耗があり、ステージ IV と V との間で約 9% の減耗が観察された。第 2 世代の減耗率は十分な資料を集められなかったので不明である。

瀬棚の第 1 世代の減耗率は、ステージ V までに約 34% に達していた（Table 2）。ステージ I と II との間で約 8% の減耗があり、ステージ III と IV との間で約 17% の大きな減耗が観察された。第 2 世代の減耗率を知るだけの資料は集めることができなかった。

函館での *H. japonicus* の減耗率を Table 3 に示した。ステージが進むにつれて抱卵数は減少しており、眼色素の発現によって特徴づけられるステージ V までの減耗は約 18% を記録して岩内や瀬棚の減耗率よりも低かった。またステージ III と IV との間に 10% の減耗があった。ステ

Table 1. Loss rate of embryos during development in *Haustorioides japonicus* of Iwanai in late-June, 1988. 岩内大浜における *H. japonicus* の卵発生での減耗率.

Stage of development	No. of females examined	Mean body length (mm) $\pm$ s. v.	Mean brood size $\pm$ s. v.	Brood size/body length ratio	Survival rate (%)	Loss rate (%)
I	11	9.40 $\pm$ 0.30	89.72 $\pm$ 8.10	9.54	100.00	0
II	10	9.45 $\pm$ 0.39	79.50 $\pm$ 10.35	8.41	88.16	11.84
III	10	9.40 $\pm$ 0.47	71.70 $\pm$ 10.87	7.63	79.98	20.02
IV	12	9.48 $\pm$ 0.26	65.67 $\pm$ 12.64	6.93	72.64	27.36
V	10	9.54 $\pm$ 0.41	58.22 $\pm$ 15.22	6.10	63.94	36.06
VI	6	9.74 $\pm$ 0.28	42.17 $\pm$ 12.25	4.33	46.11	53.89

Table 2. Loss rate of embryos during development in *Haustorioides japonicus* of Setana in late-June, 1988. 瀬棚三本杉海岸における *H. japonicus* の卵発生での減耗率.

Stage of development	No. of females examined	Mean body length (mm) $\pm$ s. v.	Mean brood size $\pm$ s. v.	Brood size/body length ratio	Survival rate (%)	Loss rate (%)
I	14	9.58 $\pm$ 0.43	85.14 $\pm$ 9.81	8.89	100.00	0
II	15	9.59 $\pm$ 0.26	78.33 $\pm$ 9.30	8.17	91.90	8.10
III	15	9.54 $\pm$ 0.17	71.73 $\pm$ 12.61	7.52	84.59	15.41
IV	16	9.55 $\pm$ 0.19	57.00 $\pm$ 11.08	5.97	67.15	32.85
V	12	9.57 $\pm$ 0.30	56.17 $\pm$ 8.93	6.87	66.03	33.97
VI	2	9.38 $\pm$ 0.53	36.00 $\pm$ 1.41	3.84	43.69	56.31

ージⅣとⅤとの間には減耗は少なく(3%), ステージⅥに移るとき25%の高い減耗が観察された。孵化した幼体が育児嚢に留まっていたステージⅥでの平均幼体数は、ステージⅠの抱卵数の63%で、減耗率は37%に達した。

伊達の第1世代の減耗率はステージⅤまでに約39%に達した。ステージⅢとⅣとの間で約12%減耗があり、ステージⅣとⅤの間で約18%の大きな減耗が観察された(Table 4)。第2世代の減耗率は、ステージⅤまでに約28%であった(Table 5)。ステージⅢとⅣとの間で約

Table 3. Loss rate of embryos during development in *Haustorioides japonicus* of Hako-date in late-June, 1980. 函館大森浜における *H. japonicus* の卵発生での減耗率.

Stage of development	No. of females examined	Mean body length (mm) $\pm$ s. v.	Mean brood size $\pm$ s. v.	Brood size/body length ratio	Survival rate (%)	Loss rate (%)
I	43	10.34 $\pm$ 0.37	88.93 $\pm$ 12.53	8.60	100.00	0
II	44	10.35 $\pm$ 0.37	87.11 $\pm$ 11.38	8.42	97.88	2.12
III	47	10.34 $\pm$ 0.36	85.02 $\pm$ 11.64	8.22	95.59	4.41
IV	49	10.35 $\pm$ 0.37	76.04 $\pm$ 8.88	7.35	85.41	14.59
V	41	10.44 $\pm$ 0.41	73.90 $\pm$ 10.28	7.08	82.26	17.74
VI	31	10.48 $\pm$ 0.54	57.03 $\pm$ 12.99	5.45	63.30	36.70

Table 4. Loss rate of embryos during development in *Haustorioides japonicus* of Usu in late-May, 1986. 伊達有珠海岸における *H. japonicus* 第1世代の卵発生での減耗率.

Stage of development	No. of females examined	Mean body length (mm) $\pm$ s. v.	Mean brood size $\pm$ s. v.	Brood size/body length ratio	Survival rate (%)	Loss rate (%)
I	28	9.07 $\pm$ 0.49	79.45 $\pm$ 12.51	8.76	100.00	0
II	29	9.06 $\pm$ 0.40	79.31 $\pm$ 15.55	8.75	99.89	0.11
III	25	9.05 $\pm$ 0.64	71.84 $\pm$ 14.16	7.94	90.64	9.36
IV	29	9.08 $\pm$ 0.51	62.89 $\pm$ 19.71	6.92	79.00	21.00
V	27	9.06 $\pm$ 0.65	48.22 $\pm$ 13.97	5.32	60.73	39.27
VI	7	8.96 $\pm$ 0.73	21.14 $\pm$ 7.36	2.35	26.82	73.18

Table 5. Loss rate of embryos during development in *Haustorioides japonicus* of Usu in mid-August, 1986. 伊達有珠海岸における *H. japonicus* の第2世代の卵発生での減耗率.

Stage of development	No. of females examined	Mean body length (mm) $\pm$ s. v.	Mean brood size $\pm$ s. v.	Brood size/body length ratio	Survival rate (%)	Loss rate (%)
I	20	6.75 $\pm$ 0.38	36.80 $\pm$ 6.53	5.45	100.00	0
II	24	6.78 $\pm$ 0.35	35.54 $\pm$ 6.58	5.24	96.15	3.85
III	24	6.75 $\pm$ 0.31	35.46 $\pm$ 6.27	5.24	96.15	3.85
IV	26	6.76 $\pm$ 0.33	33.08 $\pm$ 7.28	4.89	89.72	10.28
V	25	6.75 $\pm$ 0.38	26.32 $\pm$ 7.08	3.90	71.56	28.44
VI	10	6.96 $\pm$ 0.21	25.56 $\pm$ 7.20	3.67	67.34	32.66

6%減耗があり、ステージⅣとⅤの間で約18の大きな減耗が観察された。伊達のステージⅤまでの減耗率は両世代とも函館の観察結果よりも高かったが、岩内や瀬棚の結果とはほぼ同じであった。

H. munsterhjelmii の減耗率は眼色素が現れ孵化するまでのステージⅤで約41%であった (Table 6)。ステージⅠとⅡの間で9%、ステージⅢからⅣとなる付属肢形成時に16%の減耗が観察された。ステージⅣからⅤとなる眼色素発現期に14%の減耗があり、幼体のまま育児嚢に留まっているステージⅥまでの減耗率は約49%であった。

次に *H. japonicus* の各ステージ間の卵減耗率に、調査地点間で違いが有るかを調べた (Table 7)。岩内でステージⅠとⅡとの間に約12%の大きな減耗が記録された。しかし全調査地点のステージⅡまでの平均減耗率は低く5%であった。ステージⅡとⅢの間に5.5%の減耗があったが、伊達の第2世代では減耗がなかった。ステージⅢからⅤまでに平均10-11%の大きな減耗が観察されたが、これは付属肢原基の形成と付属肢の分化の時期であった。なおステージⅤとⅥの間でも減耗率は高かったが (19%)、雌個体の脱皮前に育児嚢から幼体の離脱が観察されているので、育児嚢に孵化幼体数が少ないことを直ちに幼体の死亡と結びつけることはできない。

孵化直後の幼体の形態： 函館大森浜の *H. japonicus* の卵径は $350 \times 250 \mu\text{m}$ であり、伊達の第1世代と第2世代の卵も大きさで違いはなかった。孵化した幼体の平均体長は1.35mmで

Table 6. Loss rate of embryos during development in *Haustorioides munsterhjelmii* of Shiomi-beach in mid-May, 1879. 鵠川汐見海岸における *H. munsterhjelmii* の卵発生での減耗率.

Stage of development	No. of females examined	Mean body length (mm) $\pm$ s. v.	Mean brood size $\pm$ s. v.	Brood size/body length ratio	Survival rate (%)	Loss rate (%)
I	14	13.50 $\pm$ 0.67	106.43 $\pm$ 19.99	7.88	100.00	0
II	12	13.50 $\pm$ 0.58	97.17 $\pm$ 19.58	7.19	91.30	8.70
III	12	13.48 $\pm$ 0.68	94.58 $\pm$ 16.41	7.02	88.87	11.13
IV	10	13.50 $\pm$ 0.75	77.27 $\pm$ 15.36	5.72	72.60	27.40
V	12	13.52 $\pm$ 0.82	62.42 $\pm$ 20.74	4.62	58.65	41.35
VI	7	13.57 $\pm$ 1.06	54.57 $\pm$ 5.77	4.02	51.27	48.73

Table 7. Less rate of eggs inter each stages of *Haustorioides japonicus* on the four sandy-beaches, Hokkaido. 北海道の砂質海岸4か所における *H. japonicus* の卵発生での各ステージ間の減耗率.

Stage	Iwanai	Setana	Hakodate	Usu-1*	Usu-2**	Mean	Mukawa***
I—II	11.84	8.10	2.11	0.11	3.85	5.20	8.70
II—III	8.18	7.31	2.29	9.25	0	5.41	2.43
III—IV	7.34	17.44	10.18	11.75	6.43	10.63	16.27
IV—V	8.70	1.12	3.15	18.27	18.16	9.88	13.95
V—VI	17.83	22.34	18.96	33.91	4.22	19.45	7.38

* 1st generation, ** 2nd generation, *** *H. munsterhjelmii*

ある。卵径の大きかった ($450 \times 350 \mu\text{m}$) *H. munsterhjelmii* の孵化直後の幼体は大きく 1.75 mm であった。両種とも第1触角は柄節を含めて6ないし7節からなり、第2触角は8ないし9節からなっていた。第1触角に鞭状副肢は存在しない。胸肢の分化は完全であるが成体に比べて基節の拡張が小さくほっそりして各節の剛毛も数少ない。腹肢の分化は不完全で分節化まで至らず彫刻模様が観察された。*H. japonicus* の第2, 第3腹節側板の下部後縁は突出していた。第1尾肢と第2尾肢の付属葉はサーベル状を呈しよく発達していたが、第3尾肢の付属葉は退化しており痕跡的である。尾節板は背面観で少し切れ込みがみられ成体のように隔合してはいなかった。側面観で尾節板の末節は隆起していない。一方、*H. munsterhjelmii* の幼体は第3節側板の下部後縁のみが少し突出していた。尾節板は背面観で成体のように少し切れ込みがあって、側面観で末端部の隆起が認められた。第3尾肢の付属葉は退化しているものの *H. japonicus* より大型であった (Fig. 3)。以上のように両種の孵化直後の幼体には、同定に必要な主要な形質が既に部分的ながら備わっており種レベルの同定は孵化直後の幼体で可能であった。

生長： 岩内で7月上旬に孵化した体長 1.35 mm の *H. japonicus* の幼体は翌春の4月下旬までに成熟して産卵を始めたが、この第1世代は300日間に雌雄それぞれ 8.43 mm, 8.11 mm まで生長した (Fig. 4)。1日あたりの生長率は雌で $24 \mu\text{m}$, 雄で $23 \mu\text{m}$ であった。一方、5月上旬に誕生して7月上旬までに成熟した第2世代は、この90日間に雌雄でそれぞれ 5.00 mm, 4.77 mm となった。1日あたりの生長率は雌で $42 \mu\text{m}$, 雄で $40 \mu\text{m}$ であった。瀬棚で4月上旬に孵化した体長 1.35 mm の幼体は、翌春の4月下旬に成熟し産卵したが、この第1世代は330日間に雌雄それぞれ 8.80 mm, 8.26 mm に達した。1日あたりの生長率は雌が $23 \mu\text{m}$ ・雄が $21 \mu\text{m}$ であった。一方、4月下旬に誕生した第2世代は95日後の7月下旬に、雌雄それぞれ 5.15 mm, 4.98 mm までに生長して、この間の生長率は雌で $40 \mu\text{m}$ ・雄で $38 \mu\text{m}$ であった。

函館で6月下旬に孵化した体長 1.35 mm の幼体は翌春の6月上旬に成熟し産卵を始めるが、この第1世代は335日間に雌雄それぞれ 9.44-10.97 mm, 8.85-9.37 mm まで生長した。生長率は1日あたり雌で $26-29 \mu\text{m}$ ・雄で $22-24 \mu\text{m}$ であった。当地で *H. japonicus* の世代交代

Fig. 3. Pleonal epimela 1-3, 3rd uropod and telson just after hatching of *Haustorioides japonicus* (A-C) and *H. munsterhjelmii* (D, E). 孵化直後の *H. japonicus* と *H. munsterhjelmii* の第1-3腹節板・第3尾肢・尾節板。

Fig. 4. Growth of *Haustorioides japonicus* on each investigation area (Hakodate, Iwanai, Setana, Date-usu) and *H. munsterhjeltmi* (Mukawa-shiomi). 各調査地点における *H. japonicus* と *H. munsterhjeltmi* の生長.

は年1世代であり第2世代の出現は観察されていない。伊達有珠で7月上旬に孵化した体長 1.35 mm の幼体は翌春の4月下旬までに成熟し産卵を始めたが、この第1世代は290日間に雌雄それぞれ 7.66 mm, 6.79 mm までなった。1日あたりの生長率は雌が $21 \mu\text{m}$ ・雄が $18 \mu\text{m}$ であった。一方、5月上旬に誕生した第2世代は7月下旬までの75日間に雌雄それぞれ 5.95 mm, 5.41 mm まで生長して、この間の生長率は雌で $61 \mu\text{m}$ ・雄で $54 \mu\text{m}$ であった。鵠川汐見で5月上旬に孵化した体長 1.50 mm の幼体は、翌春の4月上旬までの340日間に雌雄それぞれ 12.70-13.84 mm, 12.75-13.78 mm まで生長して産卵を始めたが、この第1世代は1日あたり雌雄とも $33-36 \mu\text{m}$ の生長率を記録した。当地で *H. munsterhjelmii* は年1世代であり、第2世代の出現はなかった。

野外で *H. japonicus* の孵化した幼体が成熟して産卵するまでに必要とされた日数は、今回調査した地点では伊達有珠で最も短く75日間であった。この時点で雌の体長は 5.0-6.0 mm, 雄は 5.0-5.5 mm で小型であった。これに対して第2世代の出現することがなかった函館では、産卵に至るまでに必要とされた日数は最も長く335日間であった。函館の雌は 9.9-10.9 mm, 雄 8.9-9.4 mm であり伊達有珠の第2世代の平均体長の1.6-1.8倍であった。成熟までの所要日数が長いほど体長は大きくなる傾向があった。孵化してから産卵直前までの1日あたり生長率は有珠の第2世代で最も高く雌 $61 \mu\text{m}$, 雄 $54 \mu\text{m}$ であって、函館では雌 $26-29 \mu\text{m}$, 雄 $22-24 \mu\text{m}$ で低かった。

生長を横軸に時間目盛りをとり縦軸に体の大きさをとってプロットすれば一般にS型の生長曲線が得られるが、その曲線は様々な数式で表現されてなかでも Logistic 式・Gompertz の式・von Bertalanffy の式が代表的なものである (松本 1978)。いま *H. japonicus* の生長を、Ricklefs のグラフ法によりこれらの式のあてはめの適否を比較検討した。この方法は生長曲線を変換係数を用いることにより直線化して生長曲線の係数Kを求めようとするものである。この結果 Gompertz の生長方程式 $L=e^{-be^{-kt}}$ が有効であり、それぞれの調査地における生長曲線は次式で表現できた。

$$\text{岩内の第1世代} \quad L=e^{-9.20 e^{-0.005(t-75)}}$$

$$\text{瀬棚の第1世代} \quad L=e^{-9.35 e^{-0.008(t-22)}}$$

$$\text{函館の第1世代} \quad L=e^{-11.13 e^{-0.005(t-70)}}$$

$$\text{伊達の第1世代} \quad L=e^{-7.96 e^{-0.115(t-25)}}$$

$$\text{鵠川の第1世代} \quad L=e^{-13.45 e^{-0.008(t-92)}}$$

脱皮回数：端脚類の生長には脱皮をとめない、形態は少しずつ変化するが、なかでも触角の節数の増加はよく知られている (SEXTON 1924)。Haustorioides japonicus と *H. munsterhjelmii* の生長と脱皮回数を知る目的で、触角の節数と第5胸肢末端節の剛毛数の変化を観察した (App. Table 1-5)。H. japonicus の第5胸肢末端節の剛毛数の変化のあることを見つけたのは著者である。両種とも1回の脱皮により触角の節数は第1触角あるいは第2触角で1節の増加がみられた。また第5胸肢末端節は剛毛は体長 2 mm 位の幼体と成体では不規則であったが、おおよそ1ないし2対づつ増加していた。飼育観察より函館の大森浜の *H. japonicus* は、この二つの形質により体長 9.5 mm の雄で9回の脱皮が認められた。雌は産卵し幼体を孵化させた後さらに2回の脱皮を行い、なかには8月上旬に死亡するまでに通算して13回目の脱皮した個体も25%ほどいた。脱皮間隔は水温 $20.7 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ で成体雌では13-14日間、雄

Table 8. Difference of the segments number of antenles, and the setose of 5th pereopods teminal segment of *Haustorioides japonicus* in two sampling station. 二つの調査地点における *H. japonicus* の触角の節数と第5歩脚末端節剛毛数の相違.

Sampling station	Body length (mm)	Segments of 1st antenna	segments of 2nd antenna	Setose of 5th pereopods terminal segment	Sex
Omori-beach, Hakodate	9.00±0.45	11-12	13-15	40-58	male
	10.34±0.37	11-12	13-15	26-30	female
Usu-beach, Date	7.41±0.46*	9-10	11-12	22-36	male
	7.99±0.57*	9-10	11-12	14-18	female
	5.23±0.19**	9-10	10-11	20-36	male
	5.96±0.34**	9-10	10-11	14-16	female

* 1st generation, ** 2nd generation

では15-17日間であった。第5胸肢末端節の剛毛数は繁殖期を迎えた時点で性差が明瞭に認められ、雄で40-58本、雌では26-30本であった。この剛毛数の違いは外形より雌雄を簡単に区別するときに第2顎脚の形態的差異とともに有効なものであった。

伊達の *H. japonicus* では、5月上旬に誕生して2か月半で成体に達した小型な第2世代は、雌雄とも触角節数は函館に産するものより2-3節少く、第5胸肢末端節の剛毛数も Table 8 に示したように雄は20-36本、雌は14-18本とそれぞれ函館の個体群よりも少なかった。また7月上旬に孵化して翌年4月下旬に成体になった第1世代は、第2世代よりも体長は大きい第1触角の節数と第5胸肢末端節の剛毛数は同じで、第5触角の節数は1節多かった。しかし函館に生息する個体群よりも触角の節数、第5胸肢末端節の剛毛数はいずれも少ない。脱皮回数は伊達の第1世代で7-8回、第2世代で6-7回であって函館の *H. japonicus* より1-3回少ない。*H. munsterhjelmii* では10回の脱皮が観察されたが、脱皮間隔は水温 $19.7 \pm 1.5^\circ\text{C}$ で成体雌では19-21日間、雄で22-23日間であった。

論 議

端脚類をはじめとするフクロエビ類の成体雌は、歩脚の底節付近に発達する数対の覆卵葉から形成される育児嚢を所有している。このため卵および幼体の高い保護機能が期待されるので、ナミノリソコエビ科端脚類についてこの点をまず検討した。育児嚢内の卵減耗に関しては、FISH (1975) が *Bathyporeia pilosa* で孵化直前のステージVで27%の減耗を報告した。WILLIAMS (1978) は *Talitrus saltor* のステージVで27.2%の死亡率を観察しており、この値はVLASBLOM (1969) によって調べられた *Marinogammarus marinus* の21.3%および37.3%とほぼ類似したものであったと述べている。一方、SALVAT (1967) は *B. pelagica* と *B. sarsi* で減耗のなかったことを報告している。

今回調べた *Haustorioides japonicus* で、ステージVまでに函館では18%、岩内で36%、瀬棚で34%の減耗をそれぞれ観察した。さらに伊達の第1世代で39%の減耗を、そして第2世代で28%の減耗を観察したが、これらの数値はツノヒゲソコエビ科の *Bathyporeia* spp. の減耗

率よりも概ね高かった。ナミノリソコエビ科をはじめとする大多数の端脚類では体が左右に側偏しているのに、ツノヒゲソコエビ科は背腹に圧縮された特異な形態をしており、卵径はやや大きく産卵数が少ないことが特徴的であって、この繁殖様式の違いがナミノリソコエビ科（小卵、多産）の減耗率の高さとの大きな違いとなっているように考えられた。

前述した他科端脚類の減耗率の低さは、育児嚢の存在による「保育機能＝高い生残率」と結びつけて考えられる。しかし *H. japonicus* の観察では、孵化直前のステージVまでの卵生残率は61-82%で各調査地でばらつきがあり（平均 68.9%）、この値は育児嚢をもつことから期待されるほどの高い生残率ではなかった。CROKER (1968) は *Neohaustorius schmitzii* で、また SHEADER & CHIA (1970) は *Enlimnogammarus obtusatus* と *E. finmarchicus* で、それぞれ一度放出された幼体が育児嚢に再び戻る行動を観察している。青木 (1989) はヨコエビ類に近縁なワレカラ類で「子守行動」を観察して、移動能力に劣り限られた場所をすみかとするものにおいて保護の発達する傾向のあったことを報告した。また過去の報告より広く端脚類の幼体の保護を分析して（青木 1990）、母親の保護は自由生活から基質に把握する生活に意向する方向への発達と、自由生活から寄生への生活に移行する方向への発達がみられるという。調査した *H. japonicus* と *H. munsterhjelmi* ではこれらの育児行動は観察されず、ナミノリソコエビ科端脚類の卵ならびに幼体の保育能力は育児嚢の保有にもかかわらずやや貧弱であった。

なお、一腹産卵数が少ない端脚類にあってナミノリソコエビ科の種は珍しく多産であることが特色で（上平、印刷中）、ツノヒゲソコエビ科の *Bathyporeia* をはじめとして多くの砂中生活型端脚類が少産の繁殖戦略（K-戦略）であるのに対して、*H. japonicus* と *H. munsterhjelmi* は逆方向の多産的繁殖様式、すなわち r-戦略をとっているように観察されるが、この点については孵化した幼体が繁殖期を迎えるまでの生残率を、詳細に観察したうえで論議することとし今後の研究課題としたい。

要 約

(1) 北海道南部の砂質海岸に生息していたナミノリソコエビ科端脚類の発生と生長を調べた。*Haustorioides japonicus* と *H. munsterhjelmi* の産卵は成熟した雌の覆卵葉からなる育児嚢中になされる。孵化した幼体は育児嚢から離脱したのち直ちに底生生活に入る。幼体は直達発生で全く浮游生活期がない。このため各調査地の潮間帯と亜潮間帯の浅海域で閉鎖的な生息地固体群をなしていると推察された。

(2) 二種の孵化直後の幼体は、成体と同じく腹節側板と第3尾肢で形態の相違が明瞭に認められ、種レベルでの同定が可能であった。

(3) *H. japonicus* の生長は各生息地で違いがあり、成体になるまでの生長率は伊達有珠で1日あたり 54-61 μm で最も大きく、函館で 22-29 μm で最も小さかった。早く成熟する個体ほど生長率が高く、また成体は小型であった。生長は Gompertz の方程式で表現することができた。

(4) 育児嚢内の卵はその発育における形態から5ステージに区分できた。孵化直前のステージVまでに *H. japonicus* の卵減耗率は17.7-39.3%であって、*H. munsterhjelmi* では41.4%であった。

(5) *H. japonicus* の脱皮間隔は水温 21°C で、成体雌では13-14日間、雄で15-17日間であった。飼育観察より孵化してから成体になるまでに第1世代で8-9回の脱皮がなされ、その回数は各調査地で多少の違いが認められた。また死亡するまでに最高で13回の脱皮が観察された。*H. munsterhjelmii* の脱皮間隔は水温 20°C で、成体雌では19-22日間、雄で22-23日であった。両種とも雄が雌よりもわずかながら脱皮間隔は長かった。

参 考 文 献

- 青木優和, 1989. ワレカラ類 (Amphipoda: Caprellidae) にみられる“子守行動”の意義について, 日本甲殻類学会第27回大会講演要旨 No. 8.
- , 1990. 端脚類にみられる育房を出た幼体に対する母親の保護について, 甲殻類の水産・分類・生態に関するシンポジウム報告, 第1回千葉県立中央博物館自然誌シンポジウム講演要旨.
- CROKER, R. A., 1968. Return of juveniles to the marsupium in the amphipoda *Neohaustorius schmizii* Bousfield. *Crustaceana*, 14: 215.
- FISH, J. D., 1975. Development, hatching and brood size in *Bathyporeia pilosa* and *B. pelagica* (Crustacea; Amphipoda). *J. mar. biol. Ass. U.K.* 55: 357-386.
- 上平幸好, 1990. 北海道南部の砂質海岸に生息するナミノリソコエビ科端脚類の生活史. 甲殻類の研究. No. 18, 53-70.
- (印刷中). 北海道南部の砂質海岸に生息するナミノリソコエビ科端脚類の繁殖生態. 甲殻類の研究. No. 19.
- 松本忠夫, 1978. 成長. 117-133, 松本忠夫・中村方子共著「動物の物質経法」153 pp, 北沢右三ほか編「生態学研究法講座23」, 共立出版.
- SALVAT, B., 1967. La macrofauna carcinologique endogée des sédiments meubles intertidaux, ETHOLOGIE, bionomie et cycle biologique. In FISH, J. D. (1975). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 55: 357-368.
- SEXTON, E. W., 1924. The moulting and growth-stages of Gammarus, with descriptions of normals and intersexes of *G. chevreuxi*. *Ibid.*, 8: 340-401.
- SHEADER, M. & CHIA, F. S., 1970. Development, fecundity and breeding behavior of the amphipod, *Marinogammarus obtusatus*. *Ibid.*, 50: 1079-1099.
- VLASBLOM, A. G., 1969. A study of a population of *Marinogammarus marinus* (Leach) in the Oosterschelde, Neth. *J. Sea Res.* 4: 317-338.
- WILLIAMS, J. A., 1978. The annual pattern of reproduction of *Talitridae saltator* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae). *J. Zool. Lond.* 184: 231-244.

Appendix 1A. Changes of the segmental numbers of antennules, and the setose of 5th pereopod's terminal segment of *Haustorioides japonicus* in Omori-beach, Hakodate. 函館大森浜に生息する *H. japonicus* の生長にともなう触角節数と第5 脚末端節剛毛数の変化.

Body length (mm)	Segments of 1st antenna	Segments of 2ng antenna	Setose of 5th pereopod's terminal segment
1.35	6(Ⅲ+2+i)*	8(V+2+i)*	2
1.50	6(Ⅲ+3)	8(V+3)	2
2.00	7(Ⅲ+3+i)	9(V+3+i)	6
3.50	8(Ⅲ+4+i)	10(V+4+i)	6
3.00	8(Ⅲ+4+i)	11(V+5+i)	8
3.50	9(Ⅲ+5+i)	12(V+6+i)	10
4.00	9(Ⅲ+5+i)	12(V+6+i)	12
4.50	10(Ⅲ+6+i)	12(V+6+i)	14
5.00	10(Ⅲ+6+i)	12(V+6+i)	14
5.50	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	16
6.00	11(Ⅲ+7+i)	12(V+6+i)	16
6.50	11(Ⅲ+7+i)	12(V+6+i)	18
7.00	11(Ⅲ+7+i)	13(V+7+i)	18
7.50	11(Ⅲ+7+i)	13(V+7+i)	20
8.00	11(Ⅲ+7+i)	13(V+7+i)	20
8.50	11(Ⅲ+7+i)	13(V+7+i)	42-58 male
9.00	11(Ⅲ+7+i)	15(V+9+i)	40-58 male
9.50	11(Ⅲ+8)	15(V+10)	40-48 male
9.50	11(Ⅲ+8+i)	15(V+10)	26 female
10.00	11(Ⅲ+8)	15(V+9+i)	26-28 female
10.50	12(Ⅲ+9)	15(V+10)	26-28 female
10.75	12(Ⅲ+9)	15(V+10)	28-30 female

* peduncles+large fellagelum+small fellagelum

Appendix 1B. The morphological characteristic changes revealed through the study of *Haustorioides japonicus* reared, of which hatched from ovigerous female collected from Omori-beach, Hakodate. 函館大森浜で採集した *H. japonicus* の抱卵雌より孵化した幼体飼育より明らかとなった形質の変化.

Body length (mm)	Days	Segments of 1st antenna	Segments of 2nd antenna	Setose of 5th pereopod's terminal segment
1.35	1	6(Ⅲ+3)*	8(V+2+i)*	2
1.45	3	6(Ⅲ+3)	8(V+3)	2
1.50	4	6(Ⅲ+3)	8(V+3)	2
1.75	10	7(Ⅲ+4)	9(V+3+i)	6
2.15	15	7(Ⅲ+4)	9(V+3+i)	6
2.40	20	8(Ⅲ+5)	10(V+4+i)	8
2.60	25	8(Ⅲ+5)	10(V+4+i)	8
2.80	37	8(Ⅲ+5)	11(V+5+i)	8+
3.55	45	9(Ⅲ+5+i)	11(V+5+i)	8+
4.50	63	10(Ⅲ+6+i)	12(V+6+i)	8+
	78	10(Ⅲ+6+i)	12(V+6+i)	8+
4.50	100	10(Ⅲ+6+i)	12(V+6+i)	10+

* peduncles+large flagellum+small flagellum

Appendix 2. Changes of the segmental numbers of antennules, and the setose of 5th pereopod's terminal segment of *Haustorioides japonicus* (1st generation) in Usu-beach, Date. 伊達有珠における *H. japonicus* の第1世代の生長にともなう触角節数と第5脚末端節剛毛数の変化.

Body length (mm)	Segments of 1st antenna	Segments of 2nd antenna	Setose of 5th pereopod's terminal segment
1.35	6(Ⅲ+2+i)*	8(V+2+i)*	1
2.00	7(Ⅲ+3+i)	8(V+2+i)	7
2.50	7(Ⅲ+4)	9(V+4)	7
3.00	7(Ⅲ+4)	10(V+5)	9
3.50	8(Ⅲ+5)	11(V+6)	10
4.00	8(Ⅲ+5)	11(V+6)	12
4.50	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6+i)	13
5.00	6(Ⅲ+6)	11(V+6)	14
5.50	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	16 male
6.00	9(Ⅲ+5+i)	12(V+6)	16 male
6.50	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	15-16 male
7.00	11(Ⅲ+7+i)	12(V+7)	16-17 male
7.50	10(Ⅲ+7)	12(V+7)	30 male
8.00	10(Ⅲ+7)	12(V+7)	27-30 male
8.50	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	36 male
8.75	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	40 male
5.50	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	13 female
6.00	9(Ⅲ+6)	11(V+6)	14 female
7.00	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	12-14 female
7.50	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	16 female
8.00	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	20 female
8.50	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	18-20 female
9.00	10(Ⅲ+7)	12(V+7)	22 female
9.50	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	18-22 female
10.00	10(Ⅲ+7)	12(V+7+i)	16-24 female
10.50	12(Ⅲ+9)	15(V+10)	26 female

* peduncles+large flagellum+small flagellum

Appendix 3. Changes of the segmental numbers of antennules, and the setose of 5th pereopod's terminal segment of *Haustorioides japonicus* (2nd generation) in Usu beach, Date. 伊達有珠における *H. japonicus* の第2世代の生長にともなう触角節数と第5歩脚末端剛毛数の変化.

Body length (mm)	Segments of 1st antenna	Segments of 2nd antenna	Setose of 5th pereopod's terminal segment
1.35	6(Ⅲ+2+i)*	8(V+2+i)*	1
2.00	7(Ⅲ+3+i)	8(V+2+i)	1
2.50	7(Ⅲ+3+i)	9(V+4)	5
2.75	7(Ⅲ+3+i)	9(V+3+i)	5
3.00	7(Ⅲ+4)	10(V+4+i)	6
3.25	8(Ⅲ+4+i)	9(V+4)	6
3.50	8(Ⅲ+4+i)	10(V+4+i)	7
4.00	8(Ⅲ+4+i)	10(V+5)	7
4.25	9(Ⅲ+5+i)	10(V+5)	8
4.50	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	18 male
4.75	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	19 male
5.00	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	20 male
5.25	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	24 male
5.50	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	26 male
5.75	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	28 male
6.00	10(Ⅲ+6+i)	12(V+6+i)	34 male
4.50	9(Ⅲ+5+i)	10(V+5+i)	11 female
5.00	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	11-13 female
5.25	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	11 female
5.50	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	11 female
5.75	9(Ⅲ+5+i)	11(V+6)	12 female
6.00	10(Ⅲ+6+i)	11(V+6)	15 female
6.25	10(Ⅲ+6+i)	11(V+6)	15 female
6.50	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	14-15 female
6.75	10(Ⅲ+6+i)	12(V+7)	16 female
7.00	10(Ⅲ+6+i)	12(V+6+i)	17 female

* peduncles+large flagellum+small flagellum

Appendix 4. Changes of the segmental numbers of antennules, and the setose of 5th pereopod's terminal segment of *Haustorioides munsterhjelmii* in Shiomi-beach, Mukawa. 鵜川町汐見浜における *H. munsterhjelmii* の生長にともなう触角節数と第5歩脚末端節剛毛数の変化.

Body length (mm)	Segments of 1st antenna	Segments of 2nd antenna	Setose of 5th pereopod's terminal segment
1.75	6(Ⅲ+ 3)*	9(V+ 3+ i)*	0
2.00	7(Ⅲ+ 3+ i)	11(V+ 4+ i)	1
2.50	8(Ⅲ+ 4+ i)	10(V+ 5)	1
3.00	8(Ⅲ+ 5)	10(V+ 5)	1
3.50	9(Ⅲ+ 5+ i)	11(V+ 6)	1
4.00	9(Ⅲ+ 5+ i)	11(V+ 6)	1
4.50	9(Ⅲ+ 5+ i)	11(V+ 6)	2
5.00	10(Ⅲ+ 6+ i)	12(V+ 7)	3
5.50	11(Ⅲ+ 7+ i)	12(V+ 7)	5
6.00	11(Ⅲ+ 7+ i)	13(V+ 8)	4
6.50	11(Ⅲ+ 7+ i)	13(V+ 8)	3
7.00	12(Ⅲ+ 8+ i)	14(V+ 9)	6
7.50	11(Ⅲ+ 8)	14(V+ 8+ i)	7
8.00	12(Ⅲ+ 9)	15(V+10)	8-10
8.50	12(Ⅲ+ 9)	14(V+ 9)	8
9.00	12(Ⅲ+ 9)	15(V+10)	8 male
9.50	12(Ⅲ+ 9)	14(V+ 9)	7-8 male
10.00	13(Ⅲ+ 9+ i)	15(V+10)	8 male
10.50	13(Ⅲ+10)	15(V+10)	8-12 male
11.00	13(Ⅲ+10)	15(V+10)	8-12 male
11.50	12(Ⅲ+ 9)	14(V+ 9)	6-12 male
12.00	13(Ⅲ+ 9+ i)	14(V+ 9)	12 male
12.50	13(Ⅲ+ 9+ i)	15(V+10)	11-12 male
13.00	13(Ⅲ+10)	15(V+10)	9-12 male
13.50	13(Ⅲ+10)	15(V+10)	10-12 male
14.00	14(Ⅲ+11)	16(V+11)	10-12 male
14.50	14(Ⅲ+10+ i)	15(V+10)	10-12 male
9.00	11(Ⅲ+ 8)	13(V+ 8)	5 female
9.50	12(Ⅲ+ 8+ i)	14(V+ 9)	6 female
10.00	12(Ⅲ+ 9+ i)	15(V+10)	6 female
10.50	11(Ⅲ+ 8)	14(V+ 9)	6 female
11.00	12(Ⅲ+80+ i)	14(V+ 9)	7 female
11.50	12(Ⅲ+ 9)	14(V+ 9)	7 female
12.00	12(Ⅲ+ 9)	15(V+10)	7 female
12.50	13(Ⅲ+10)	15(V+10)	7-10 female
13.00	14(Ⅲ+10+ i)	14(V+ 9)	9-10 female
13.50	14(Ⅲ+10+ i)	15(V+10)	8-10 female
14.00	14(Ⅲ+10+ i)	15(V+10)	8-12 female
14.50	14(Ⅲ+10+ i)	15(V+10)	10-12 female
15.00	14(Ⅲ+10+ i)	15(V+10)	9-12 female

* peduncles+large flagellum+small flagellum

Plate I. Development of *Haustorioides japonicus*. 1. Unfertilized egg $325 \times 225 \mu\text{m}$. 2. Fertilized egg $350 \times 250 \mu\text{m}$. 3. 2-celled stage. 4. 4-celled stage. 5. 8-celled stage. 6. 16-celled stage. 7. 16-celled stage $375 \times 325 \mu\text{m}$. 8. Germinal disc forming stage $375 \times 325 \mu\text{m}$. 9. Germinal disc forming stage $400 \times 325 \mu\text{m}$. 10. Caudal furrow forming stage $400 \times 325 \mu\text{m}$. 11. Caudal furrow forming stage $450 \times 400 \mu\text{m}$. 12. Dorsal organ forming stage $475 \times 400 \mu\text{m}$.

Plate II. Development of *Haustorioides japonicus*. 13. Dorsal organ forming stage (ventral view). 14. Dorsal organ forming stage (dorsal view). 15. Dorsal organ forming stage $525 \times 475 \mu\text{m}$. 16. Dorsal organ forming stage $550 \times 480 \mu\text{m}$. 17. Eyes pigment forming stage $600 \times 500 \mu\text{m}$. 18. Eyes pigment forming stage $600 \times 500 \mu\text{m}$. 19. Eyes pigment forming stage $650 \times 550 \mu\text{m}$. 20. Hatched juvenile. 21. Juvenile (after 24 hr) 1.35 mm.