イセエビフィロゾマの飼育に関する研究—I^{*1} 形態について

井 上 正 昭

(1977 年 11 月 19 日受理)

Studies on the Cultured Phyllosoma Larvae of the Japanese Spiny Lobster, *Panulirus japonicus*—I Morphology of the Phyllosoma

Masaaki INOUE^{*2}

The phyllosoma larvae of Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*, was successfully reared in the laboratory up to the last stage of 29.6 mm in body length, fed on the nauplii and adults of *Artemia salina*, adults of *Sagitta* spp. and fish fries of several species, and it took 253 day after hatching.

The developmental state of appendages in each molt of these reared larvae was not always regular. After several molts, the larvae reached the size of next stage. Consequently, each instar did not mean a new stage.

It is not clear whether above mentioned developmental stages were caused only by the unfavorable rearing conditions or whether they actually occur under natural sea conditions as well.

According to the development of appendages and body proportions observed in 112 specimens obtained for this study, phyllosoma larvae of *Panulirus japonicus* were divided into 11 stages. The characteristics of each stage are described.

In 1963, the author reported that the phyllosoma could be divided into 14 stages since the author assumed that Form E of Panulid phyllosoma named by OSHIMA would be the same phyllosoma of *Panulirus japonicus* compared with the specimens obtained in artificially reared larvae. However it was clarified in the present study that this form of phyllosoma is not of *Panulirus japonicus* but of some other species. Accordingly, the author wishes to correct the number of phyllosoma stages given in his former report.

イセエビ属 *Panulirus* の初期生活史、特にフィロゾマ幼生に関する研究には、大別して二つの方向がある。

その一つは、自然採集によつてその各 stage の形態と変態の過程を追跡しようとするもので、他の一つは、幼生の飼育によつてそれらを知ると同時にイセエビ増殖の手段にしようとするものであり、これまでに多くの研究者によつてその採集および飼育が行われた。

しかし、前者の場合には、その初期はともかくとして、後期においては、採集が容易でなく、種別に各期の幼生を揃えることが非常に困難であり特に種類数の多い分布域では、的確にその経過を追跡する事ができない。

一方、飼育についても、餌料、飼育環境など未知の事柄が多く、フィロゾマを初期から変態期まで飼育した例

はない。

著者は、1956 年以來 '72 年まで¹⁾、アルテミヤ *Artemia salina* と、これに各種の仔魚、ヤムシ、ウエの卵塊、魚貝肉の細片などを添加投与して、1971~'72 年によく最終期と考えられる、フィロゾマまでの飼育に成功した²⁾。

ここでは、上記の飼育によつて得られたフィロゾマの標本から、その形態について述べ、同時に著者ら³⁾が 1963 年に発表した報文中に誤った解釈をした部分のことが判明したので、その訂正を行うものである。

なお、本研究における 1966~'71 年の研究費は、その 1/2 を国費^{*3}により、1959~'60 年には、その一部を朝日科学奨励金によつた。

^{*1} 神奈川県水産試験場業績

^{*2} 神奈川県水産試験場 (Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station, Misaki, Miura-shi, Kanagawa, Japan).

^{*3} 水産庁における指定研究による。

材料および方法

飼育に使ったフィロゾマ幼生は、三浦半島南端の城ヶ島地先で漁獲した抱卵エビの中から、ふ化直前の卵を持った親エビを選別し、0.5 mm 目のサラン製ネットを張った 0.5 m×0.5 m、深さ 0.6 m の生簀に収容してふ化させたものである。その中から所定尾数を飼育水槽に移して飼育した。

使用した餌料は、年度によつて異なるが、第1期から体長 5~6 mm (第5期) までは、アルテミヤのノウブリアス (n) あるいはノウブリアスと体長 3~4 mm の成体型 (A) とを 1:1 の割合に混合 (nA) して与えた。なおその投餌密度は常に 4 個体/ml⁴) 以上を保つように調整した。また 1965~'70 年には上記の外に採集した仔魚の 50~300 個体/日・飼育水槽、を上記のアルテミヤに添加投与し、'71 年には、フィロゾマの体長が 5 mm 程度に成長した後、ネット採集したヤムシと魚類の仔魚とを 50~500 個体/日・水槽、添加し、体長 10~13 mm になつたふ化 137 日経過後から、人工受精によつて得たスズキの仔魚、151 日経過後からは同じ方法によつて得たマコガレイ仔魚の 3,000~5,000 個体/日・水槽、を上記のアルテミヤに添加投与した。

なお、上記のふ化仔魚は、いずれもシオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* を餌料にして飼育しながら使用し、その体長はスズキ *Lateolabrax japonicus* では 4.5~7.5 mm、マコガレイ *Limanda yokohamae* では 4.0~9.5 mm であつた。

飼育には、1956~'64 年までは循環式⁹⁾ または止水方式をとつたが、'65 年以後には Fig. 1 に示す回転流水式の装置を用いた。

この飼育水槽は、0.5 m³/12 時間を注水した時に、水槽内の流速が 2~4 cm/sec になるように製作した。

飼育水は、経験的に除菌海水による飼育の成績がよいことから、1956~'64 年には 75°C に加温処理した海水を使用し、'65 年以後においては Fig. 1 に示す装置を組立てて、汙過、加温、殺菌、曝気の順に処理した海水を使用し、餌料も除菌海水で洗浄して投与した。

海水の塩分については、特別な調整を行わなかつたが、その範囲は、塩分 31~34‰ の範囲であつた。

水温は、1956~'59 年には 25°C、'70 年以後には 26~27°C になるように温度調節を行つた。

なお、測定、形態観察はすべて生体を用いた。

結 果

上記の飼育過程における観察では、脱皮ごとにその形態は必ずしも変化しない。特に止水、循環方法で、しかもアルテミヤのノウブリアス単独で飼育したフィロゾマは 2 回脱皮以後においてその傾向が強いので、instar に関係なく、第 1, 2 触角、眼柄、第 2 小顎、第 1, 2 顎脚の形態、第 3 歩脚特に外肢の発達、第 4, 5 歩脚の出現とその伸長および形態の変化、各顎脚と歩脚における基節棘の有無、腹部とその附属器官の発達、頭甲幅と胸部幅との比などを指標として、形態によつて類別した。

その結果、今回の飼育におけるイセエビのフィロゾマ

Fig. 1. Scheme of the apparatus used for culturing the larvae of *Panulirus japonicus*.

FW: Filtrate. A: Airation and heating. P: Pnmp. U: Ultraviolet rays irradiation. Oa: Outlet of air. I: Inlet of fresh sea-water. Cm: Culture medium. Op: Outlet of sea water pit. Ow: Outlet of sea-water overflowed. ←: The arrow show the direction of jet and round-running of sea-water (diameter of jet: 0.5~0.8 mm).

Fig. 2. Development of Antennule, Antenna and Eye in larval stages of *Panulirus japonicus*.
A-2-II: Larval stages.

は 11 期に類別することができ*, その各期の主要な器官の形態が Fig. 2~4 で, 各期の形態的特徴は次のようになる。

第 1 期 (Fig. 5) ふ化直後の第 1 期の頭甲は西洋ナン型で, その長さとの比は $1:0.870$ である。胸部は頭甲より幅はせまく, $1:0.635$ で, 胸部後方の凹みは頭

著ではないが, 第 3 歩脚の基部より腹部の基線が少々内側にある。

第 1 触角は, その基部に 1 分節が観察されるが第 2 触角には分節がない。その長さは, 第 1 触角に比較して短い。

また, 眼柄は分離せず, 第 2 小顎には 4 本の小棘を有

* 詳細については続報で報告する。

Fig. 3. Development of Maxilla, first and second Maxillipedes in larval stages of *Panulirus japonicus*. M-4-11: Larval stages.

し、第1顎脚は第2小顎の基部に脹みとして認められ、第2顎脚には、座節と長節の区分がなく、外肢、基節棘ともに認められないが、第3顎脚には3対の遊泳棘毛のある外肢および基節棘を具える。

第1, 2歩脚はほぼ完成しているが、第3歩脚の外肢は突起状で関節の区分がなく未完成である。なお、第1・2歩脚の外肢には1分節があつてその先端側には各々5対の遊泳棘毛がある。

腹部は細くて短く、腹肢、関節および尾脚などは、その痕跡も認められず、その長さは体長の約1/6である。

第2期 (Fig. 6) この期の特徴は、Fig. 2, A-2に示すように短い眼柄が分離する。頭甲は第1期に比較して細長く、長さとの比は、 $1:0.780$ で、頭甲幅と胸幅との比は $1:0.676$ で胸部の伸長率がやや大きい。

第2小顎、第1~3顎脚および第1, 2歩脚は相対的に成長するのみで目立つた変化はないが (Fig. 6)、第3顎脚、第1・2歩脚の遊泳棘毛は各々3, 6, 6対に増加する。なお、節による区分はないが、第3歩脚の外肢は伸長し (Fig. 4, Ab-2)、第1期の2~2.5倍となつて肉眼的にも第1期との区別ができる。

Fig. 4. Development of Abdomen and Pereiopods in larval stages of *Panulirus japonicus*.
Ab-2-11: Larval stages.

腹部 (Fig. 4-Ab-2) は僅かに伸長するのみで変化は見られない。

第3期 (Fig. 7) 触角 (Fig. 2, A-3) は、第1・2ともに変化せず、第1触角外鞭の起源も認められない。

頭甲の長さとの比は $1:0.720$ で、胸幅とは $1:0.825$ で、頭甲幅と胸幅との差は更に縮小する。

第2小顎、第2~3顎脚および第1~2歩脚は伸長するのみで目立つ変化はないが、第2顎脚、第1~2歩

脚の遊泳棘毛は各々4, 7, 7対に増加する。なお、第3顎脚の基節棘はそれを欠く個体がある。第3歩脚 (Fig. 4, Ab-3) の外肢は伸長と同時に節で区分され、1分節とその先端側に3~4対の遊泳棘毛が出現する。また、一つの特徴として第4歩脚が腹部に接してその基部に突起状に出現する (Fig. 4, Ab-3)。腹部は僅かに伸長するのみで変化は見られない。

第4期 (Fig. 8) 頭甲の長さとの比は $1:0.603$ で

Fig. 5. First stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

更に細長く変化し、頭甲幅と胸幅とは $1:0.993$ ではほぼ同幅となり、触角は第1触角の中央部内側が僅かに突出して、外鞭の出現する徴候が見られるが (Fig. 2, A-4), 分節は認められない。第2触角にも変化は見られない。

第2小顎、第1~3顎脚は、第1~3歩脚とともに形態の変化はないが、第3顎脚と第1~3歩脚の遊泳棘毛は更に増加する。しかしその対の数はこの期頃から不規則となる。

第4歩脚は伸長し、腹部の基部から左右外側へ移動し、腹部の1/2乃至腹部より僅かに長くなり、外肢が突起状に認められる (Fig. 4, Ab-4)。しかし外肢の認められない個体、あるいは皮下にその痕跡のある個体が合せて20%程度存在する。

第5歩脚は、第4歩脚の出現したと同じように腹部に接するようにその基部両端に突起状に現われるが、その長さは極めて短い (Fig. 4, Ab-4)。

基節棘は第3顎脚、第1~3歩脚に在るが第3顎脚にそれを欠く個体が僅かにある。第2顎脚、第4歩脚には基節棘は認められない。腹部は伸長するのみで変化しない。

第5期 (Fig. 8) 頭甲の長さとの比は $1:0.543$ で、更に細長くなり、それとともに変化し続けた頭甲後端のなす角度は更に鋭角となる。幅の比は $1:1.171$ で胸幅が頭甲幅を凌駕する。

触角は、第1、第2ともに伸長し、第1触角には外鞭が認められるが (Fig. 2, A-5), 節によつての区分はない。分節は外鞭基部およびその基部と触角基部との中間に各々出現して、第1期で既に存在した触角基部の分節と合せて3分節となる。第2触角は変化しない (Fig. 2, A-5)。

第2小顎、第1~3顎脚、第1~3歩脚には殆んど変化はないが第4歩脚は伸長し、その外肢には1分節とその先端側に遊泳棘毛を具え (Fig. 4, Ab-5), 形態的に殆んど完成する。

基節棘は、第3顎脚、第1~3歩脚以外には認められない (Fig. 9)。

第5歩脚は突起状で、腹部も伸長するのみで共に形態的な変化はない。

第6期 (Fig. 10) 頭甲の幅はその長さの約1/2で、 $1:0.514$ となり、頭甲幅と胸幅との比は $1:1.360$ で、更にそれらの幅の差は大きくなる。なお、この期の特徴として額角が出現する。

触角は、第1触角において更に1分節が出現して4分節となり、その外鞭は少々伸長するが、節によつての区分はない。第2触角は変化しない (Fig. 2, A-6)。

第2小顎、第1~3顎脚、第1~4歩脚はともに相対的に成長するのみで形態的な変化はないが、基節棘は突起状に変化して棘としては認め難くなる。第5歩脚は僅かに伸長してコマ状となる外は形態の変化はない

Fig. 6. Second stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

(Fig. 4, Ab-6)。

腹部も伸長するのみで腹肢、尾脚、尾節および関節は皮下にも認められない。

胸部後方の凹みは、左右の第4歩脚基部を結ぶ線が腹部の約1/2の位置にあつて少々凹みが顕著となる。

第7期 (Fig. 11) 第1触角は伸長するのみで変化しないが、第2触角はその中間より少々先端側と基部に各1分節が出現する。

頭甲の長さとの比は $1:0.485$ で、最小値を示し、胸幅との比は $1:1.574$ で胸幅は頭甲幅の約1.6倍となる。

第2小顎、第1~3顎脚および第1~4歩脚は伸長するのみで形態的な変化はない。

第6期において突起状に変化した第3顎脚および第1

~3歩脚の基節棘は共に消失してその痕跡も認められなくなる。

胸部後方の凹みは、左右の第4歩脚基部を結ぶ線と腹部後端がほぼ一致して顕著となる。

腹部は、大部分の個体に変化は見られないが、痕跡状に皮下に関節、尾脚の認められる個体がある。

第8期 (Fig. 12) 第1触角は、その外鞭が節によって区分され、僅かに伸長する外は目立つた形態変化はしない。しかし、第2触角には更に1分節が出現して3分節となるが (Fig. 2, A-8) 4分節の個体が若干ある。これらは分節と同時に伸長して第1触角とほぼ同じ長さとなる。

頭甲の長さとの比は $1:0.488$ で、第7期まで小さかった幅の伸長率は増大へと変化する。頭甲と胸部との

Fig. 7. Third of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

幅の比は $1:1.625$ で、胸部幅の比は最大値を示す。

第2小顎は、形態に変化が生じ始める (Fig. 3, M-8)。

第1顎脚は伸長するのみで形態変化はしない。第2顎脚には外肢の出現する徴候が見られるが、分節は認められない (Fig. 3, M-8)。

第3顎脚および第1~4歩脚もまた伸長するのみで目立つた変化はない。しかし少数の個体では第5歩脚が伸長して基節の区分が認められる。

腹部は、その中央部がくびれて後半の幅が広くなり尾脚が出現する (Fig. 4, Ab-8)。その内外葉の区分は不

完全ではあるが切れ込みによって認められる。しかし、関節、腹肢は少数の個体に出現し、大部分は皮下にそれらの痕跡らしいものが認められる。

第9期 (Fig. 13) 第1触角は伸長するのみで形態的な変化はないが第2触角はその長さにおいて第1触角を凌駕し、鞭状部の基部に分節が生じ、合計4分節となる (Fig. 2, A-9)。

頭甲長と幅の比は $1:0.519$ で長さの伸長率の高かつた第8期までとは逆にこの期から幅の伸長率が高くなり、頭甲はその外縁と胸部の外縁が交叉する第3顎脚の基部において角張り、頭甲後端の角度も増大し始める。

Fig. 8. Fourth stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

Fig. 9. Fifth stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

Fig. 10. Sixth stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

Fig. 11. Seventh stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

Fig. 12. Eighth stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

Fig. 13. Ninth stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

Fig. 14. Tenth stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

Fig. 15. Eleventh stage of *Panulirus japonicus* phyllosoma in ventral view.

第6期で出現した額角には目立つた変化はない。頭甲と胸部の幅の比は $1:1.555$ で、第8期に比較して胸部の幅の比が小さくなる。

第2小顎には外肢の伸長が認められ、その外縁に列毛を有する (Fig. 3, M-9)。

第1顎脚は僅かに伸長するのみで形態の変化はない。第2顎脚には基節棘が突起状に現われ、また第8期で徴候の見られた位置に突起状の外肢が出現するが節による区分および分節は見られない (Fig. 3, M-9)。しかし極少数の個体では基節棘、外肢ともにそれらを欠くものがある。

第1~4歩脚は第3顎脚とともに形態の変化はないが、第5歩脚は伸長して4節に分節し、その長さは腹部と同じか稀々短い。しかしその長さが腹部の約 $1/2$ で、基節のみの個体が少数見られる。

腹部は、尾節、尾脚がほぼ完成する。腹肢は、その起源が1~4節の各左右下端に出現し、外葉と内葉との区分が認められる (Fig. 4, Ab-9)。

第10期 (Fig. 14) 第1触角は、その外鞭の伸長する外は形態的变化は殆んどない。第2触角はその鞭状部の伸長が顕著で、第1触角の約2倍となり、鞭状部には小棘の発達が目立つ。

頭甲の長さとは幅は $1:0.524$ で、頭甲幅と胸幅との比は $1:1.479$ となり、第9期に比較して胸部との幅の比が更に小さくなる。

第2小顎の形態は変化し、第1顎脚は伸長するとともに外肢が突起状に出現する (Fig. 3, M-10)。

第2顎脚は、外肢が伸長し、一つの節とその先端側に3対の遊泳棘毛が出現する。また外肢基部に節が生じ、座節と長節とが区分されて分節となり、形態的にはほぼ完成する。しかし基節棘は突起状で変化しない。

第3顎脚および第1~4歩脚は伸長するのみで変化はなく、第5歩脚は第9期と同じように腹部と同じか稀々短いが、1分節が生じて合計5分節となり、指節も認められ、ほぼ完成する (Fig. 4, Ab-10)。

腹部は関節によつて区分され、尾節、尾脚は完成し、尾脚内外両葉と尾節の両側縁には各々一つの棘を有する。

腹肢は伸長して内外葉が明瞭となり、大部分の個体の内葉には不明瞭ではあるが *appendix interna* が認められ、腹肢の方向が後向きであつたり、体中線に対して直角方向に拡げた状態であつたりすることから、腹肢とその内外葉の関節はこの期にほぼ完成する。

第11期 (Fig. 15) 触角は、第1触角外鞭の伸長と第2触角鞭状部の伸長以外には変化はない。

頭甲の長さとは幅の比は $1:0.567$ で、第10期より更に幅の比は増大する。頭甲幅と胸幅との比は $1:1.316$

で逆に小さくなる。それに伴つて頭甲後端の角度は拡大し、胸部外縁と交叉する頭甲外縁部は第10期に比較して更に角ばる。

第2小顎は、その外肢外縁の列毛が更に密となり、第1顎脚は伸長してその外肢先端が第2小顎の外肢縁を越える (Fig. 3, M-11)。

第3顎脚は、基節棘が明瞭となり、外肢も発達して6~7対の遊泳肢毛を具える。

第3顎脚および第1~4歩脚には顕著な変化は見られない。第5歩脚も腹部と同程度に稀々長くなるのみで殆んど変化しない。

腹部は更に発達し、屈伸運動が観察されるから機能的にもほぼ完成する。

以上の結果を取りまとめると Table 1 となる。

論 議

飼育によつて得たフィロゾマの形態の発達変化は、ある体長で変化するはずの幾つかの付属器官のうち、不特定なある付属器官において発達変化の不充分な個体があり、発現の仕方によつて生ずる。また付属器官のみならず、体長においても何回かの脱皮を繰返して次期の体長に達するが、付属器官および形態の発達変化によつて仕分けした結果では11のstageに分けられ、各stageの形態について特徴を述べた。

ところで、多くの研究にあるstageの決め方は、あるstage (N) から次のstage (N+1) への形態変化が一回の脱皮によつて起ることを前提として採集物を形態の変化によつて仕分けした結果であり、JOHNSON⁹⁾は、自然採集した *Panulirus interruptus* のフィロゾマについて、その形態の発達変化から11のstageを経過するとしたが、その中期以後の各期における体長の範囲は、当飼育による各期の体長範囲と同じようになり大きい。P. *inflatus*¹¹⁾ についても同様である。

なお本研究では、形態変化の遅れた個体は各期の体長範囲のうち、小さい側に片よる傾向がある。すなわち第3期以後において、一回の脱皮では体長の伸び、形態変化ともに次第に不充分となり、次期の形態へ変化するまでに何回かの脱皮を繰返すようになる。同時に各期に相当する体長の範囲が拡大するので、自然域においても各期の体長範囲のうちで小さい側の個体は、各期の特徴としての形態が十分に発達変化していない可能性が考えられる。しかし初期の第1~3期ではinstarごとの体長と形態の発達変化はほぼ一定する。したがって本研究の範囲では、飼育による特殊な環境によつて起る現象なのか、自然域において普通にあり得る現象なのかを確かめることはできなかったが、自然域においてもstageとinstarとはこれらの点で一致しない疑いがある。

Table 1. Summary of certain distinguishing characteristics

		1	2	3	4
Antennule (1a)	Segment	1 seg.			
	Exopodit	indicated			
Antenna (2a)	Segment				
	Flagellum Comparison*1	1a > 2a			
Eye		no stalk	stalk—elongate		
Cephalon	Form	pear-like	— become slender —		
	Angle of distal end	(degrees) 143	123	111	104
	Width/Length	0.870	0.780	0.720	0.603
Maxilla	2	four setae at distal end			
Maxillipede	1	cupola			
	2	isch. mer. unsegment			
	3	about comp. coxa spine			
Thorax	Form	not clear concavity at distal end — develop —			
	Thorax/Cepalon in width	0.635	0.676	0.825	0.993 $\approx$ 1/1
Pereiopod	1	about comp. coxa spine			complete
	2	about comp. coxa spine			complete
	3	ex. bud, coxa spine			complete
	4	wanting			ex. bud
	5	wanting			bud
Abdomen	Form	slender and short — slowly elongate —			
	Segment	wanting			
	Pleopod	wanting			
	Uropod	wanting			
	Telson	wanting			

*1; the length of antennule and antenna, *2; the point of intersection of cephalon contour and thorax contour, ex; exopod, maxi;

of phyllosoma stages in panulirus japonicus

Stage						
5	6	7	8	9	10	11
3 seg. 2 ped. bud	4 seg. 3 ped.					
		2 seg. 1 ped.	3 seg. 2 ped.	4 seg. 3 ped.		
			1a $\approx$ 2a	— elongate —————→ 1a < 2a		
				— slowly elongate —————→		
	rostrum →		become wider	angular*2		
84 0.543	84 0.514	104 0.485	106 0.488	108 0.519	108 0.519	110 0.567
row of hair						
	bud				ex. bud	exceed on the distal end ex. of 2maxi.
			ex. indicated	ex. bud coxa sp. bud	ex. seg. isch. mer. seg	complete
		coxa spine disappear				complete
		→ concavity maximum				
1.171	1.360	1.574	1.625	1.555	1.479	1.316
		coxa spine disappear				
		coxa spine disappear				
		coxa spine disappear				
about comp.	complete					
		coxa seg.		4 sg.	about comp.	complete
			be constricted	elongate		
			visible under skin	appear		} both form and function complete
			visible under skin	cleft buds	elongate biramus	
			biramus	about comp.	bir. comp. with outer sp.	
			budding	about comp.	comp. with outer sp.	

maxilla, seg; segment, ped; peduncle, isch; ischium, mer; merus, fla; flagellum, sp; spine.

著者ら³⁾は、1963年に6回脱皮後の体長4.3mmまでのフィロゾマの飼育結果について報告し、大島⁹⁾のForm-Eをイセエビのフィロゾマであると仮定したが、このForm Eは当研究による胸幅と頭甲幅との比、第6~7期以後における第3顎脚、第1~3歩脚の基節棘の消失などの形態変化および後期における第2触角の長さから検討すると、これはイセエビではなく、他の種のフィロゾマであると判断されるので、このことについての1963年の記載³⁾を訂正する。村野⁸⁾も天然採集による後期フィロゾマの5formについて記載し、大島のForm Eはイセエビのフィロゾマではないことを指適している。この飼育結果からは、むしろ大島のForm-Fがイセエビフィロゾマに近似する。しかし村野のForm Aとともに、その頭甲後端は楕円であるが当研究によつて得た平均体長16.8mmの第9期以後のフィロゾマは、頭甲の外縁と胸部の外縁とが交叉する部分で頭甲は角ばり、また相対的に頭甲幅が狭いために、頭甲の長さとの比、胸部と頭甲との幅の比は、上記のForm A・Fよりかなり小さい。したがつてForm A・Fを直にイセエビフィロゾマと決めるにはなお疑問が残る。

イセエビ属のフィロゾマの期数については、*Panulirus argus*についてLEWIS¹⁴⁾、*P. interruptus*についてJOHNSON⁹⁾、*P. pencillatus*についてPRASAD and TOMPI¹²⁾、*P. cygnus*についてGEORGE¹³⁾、*P. japonicus*について村野⁷⁾が、採集によつて得た標本からそれぞれ11期であるとし、また飼育によつて得た第1~3期までの各体長と大島が天然採集によつて得たForm-Eをイセエビフィロゾマと仮定して野中ら⁵⁾が13期とし、著者ら³⁾は、6回脱皮後までの標本を使つて14期とした。

ところで、これまでにイセエビ属のフィロゾマを飼育してプエルルスに変態させ、最終期のフィロゾマを直接に確認した記録はない。また、当研究においても果し得なかつたが、イセエビ属の採集標本を扱つた上述の研究著者らは、形態の特徴と付属器官の発達変化を指標として採集物を類別した結果において、同種に分類された標本の最大型の体長とそれの付属器官の形状ならびにそれらとプエルルスの体長・体形・付属器官の形状との関係、および既に知られている種のフィロゾマと対比することによつて推測し、最終期の体長は、採集物中の最大型、または期数との関係においてその最大型を求めて、体長30mm前後であるとしている。

道津ら¹⁰⁾は、採集した最終期のウチワエビ*Ibacus ciliatus*とオオバウチワエビ*I. novemdentatus*を飼育して、ほふく幼生に変態させた。これら2種は、変態に際して、頭甲は口を中心に収縮し、ウチワエビでは体長において約20%、頭甲で約15%収縮したとしている。なおその報文中のFig. 1およびFig. 12から求める

と、道津らが指摘しているように、腹長では逆に約38%伸長することになる。

イセエビのプエルルスでは、著者の採集した28尾の体長は19.2~21.4mm、平均20.1mmで、体形、特に頭甲は五角筒状で、その長さは約8mmであり、腹長は12mm前後である。これらは、イセエビ属の他の種のプエルルス⁹⁾と極端に変わらない。

したがつて、上記のウチワエビ属と同じように、変態に際して伸縮があればフィロゾマの体形から察して頭甲長は収縮し、腹長では伸長すると考えられる。これらのことは、上述の研究著らにおいて体長30mm前後をフィロゾマの最終期としたことの根拠の一つとなつていと推測される。

なお、続報で詳細に報告するが、当研究によつて得た結果では、期数と体長・腹長との関係は、ともにBrooksの法則のうち $(1/L) \cdot (dL/dN) = \alpha$ が成り立ち、 $L = \beta e^{\alpha N}$ に適合するので、12期を想定してその体長および腹長を試算すると、体長は約40mm、腹長では13mmとなる。

体長については、税所¹⁵⁾によつて*Panulirus* α および γ として各々体長43.5mm、38.1mmのフィロゾマが採集されているので、これらのプエルルスの体長は不明ではあるが、現知識においては、体長によつて最終期の大きさは説明しがたい。

腹長では、プエルルスの腹長と同じか、やや大きい値となるが、変態が生活様式の変化することへの形態の適応と考えると、ウチワエビと同じように変態に際して腹部が発達伸長することは、イセエビにおけるプエルルスの生態からすると十分に推測できる。このように考えると、イセエビのフィロゾマについては12期はあり得ないことになる。

次に、イセエビ属に関する上記研究著者の記載と当研究とにおいて各Stageの体長・付属器官の発達経緯を比較すると、種の異なることによる若干の違いはあるとしても、基本的には相違しない。そのうち、当研究で得た体長29.6mmの標本における付属器官、特にその腹部は、最終期とされている諸記載のそれらとよく一致するので、上記の研究著らによる諸記載に習うと、当研究で得た体長29.6mmのフィロゾマは、プエルルスに変態する最終期と考えられる。

しかも、この標本は、腹部の屈伸運動と尾脚の開閉が観察されることから機能的に腹部はほぼ完成しているといえる。

以上のことを総合すると、イセエビのフィロゾマ期は11期に分けるのが至当であろう。

謝 辞

1956~'72 年の長い期間に至つて終始有益なご教示と激励を賜わり、本報告の校閲を戴いた東京大学大島泰雄名誉教授・平野礼次郎教授に哀 心 から お礼申し上げます。

また、論議を通じて貴重な情報を提供された静岡水試野中忠分場長とこの研究期間において、飼育に使つた餌料の採集、餌料としての仔魚の飼育などフィロゾマの飼育に関して協力を得た今井利為ならびに小林良雄、土屋久男、戸田久仁男、田内 大、近山通正、池田武男、五十嵐正明、小川万次、高橋玄宣、加藤紀子、佐々木良、山口喜行の諸氏に対し、記して謝意を表する次第である。

要 旨

1956~'72 年の期間に、アルテミヤとそれに採集した各種の仔魚、ヤムシ、人工受精によつて得たスズキ、マコガレイの仔魚などを添加して餌料とし、イセエビのフィロゾマ幼生を飼育し次の結果を得た。

1) 飼育によつて得たフィロゾマの形態変化は、ある体長で変化するはずの幾つかの付属器官のうち、不特定なある部分についてその発達変化が不十分であつたり、また体長においても何回かの脱皮を繰り返して次期の体長に達するなど必ずしも規則正しくない。特に3回脱皮以後においてその傾向が強い。このことが飼育による特殊な環境によつて生じたものであるかは明らかでないが、程度の差はあるとしても instar と stage とは自然域においても一致しない疑いがある。

2) 飼育によつて得た 112 標本について、第 1・2 触角、第 2 小顎、第 1~3 顎脚、第 3 歩脚外肢の発達、第 4・5 歩脚の出現とその発達変化、基節棘の消長、腹部における関節、腹肢、尾節、尾脚などの出現発達および頭甲の長さとの比、頭甲幅と胸幅の比などを指標にすると 11 期に分類することができる。各 stage の特徴を Fig. 2~15 と Table 1 に示した。

3) 著者ら³⁾は 1963 年において、大島の Form E をイセエビのフィロゾマと仮定し、飼育によつて得た初期フィロゾマの体長と Form E の体長とからその期数を 14 期としたが、この飼育によつて得た標本によると

Form E はイセエビではなく、他の種のフィロゾマであることが判つたので、このことについて訂正する。

4) 大島の Form F がイセエビのフィロゾマに近似するが、体長の該当する各 stage の形態について検討すると村野²⁾の Form A とともに Form F を直にイセエビフィロゾマとすることにはなお疑問が残る。

5) この飼育によつて得た 29.6 mm のフィロゾマは、他の種についての記載などから最終期と考えられる。したがつてイセエビのフィロゾマは 11 期に分けることができる。

参 考 文 献

- 1) 神奈川県水産試験場：神奈川県水試報告，資料 No. 36, 99, 120, 146, (1967-'70).
- 2) 神奈川県水産試験場：神奈川県水試報告，資料 No. 189 (1972).
- 3) M. INOUE, and M. NONAKA: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **29**, 211-219 (1963).
- 4) 井上正昭：日水誌，**31**, 902-906 (1965).
- 5) 野中 忠・大島泰雄・平野礼次郎：水産増殖，**5**(13), 13-15 (1958).
- 6) 大島泰雄：水産学会報，**9**, 36-44 (1942).
- 7) M. MURANO: *Bull. Plankton. Japan. Commemoration Number of Dr. Y. MATSUE*, 129-137 (1967).
- 8) M. MURANO: *Publ. Seto Mas. Biol. Lab.*, **XIX**(1), 17-25 (1971).
- 9) M.W. JOHNSON: *Proc. Calif. Acad. Sci.* **4**, 29(1), 1-19 (1956).
- 10) M. W. JOHNSON: *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. of Calif.*, **7**(6) 413-462 (1960).
- 11) M. W. JOHNSON: *Scripps Inst. Oceanogr. Univ. of Calif., Crustaceana*, **10**, Part 1, 31-47 (1966).
- 12) R. R. PRASAD and P. R. S. TAMPI: *Proc. Nat. Inst. Sci. India.*, **23 B**, 48-67 (1957).
- 13) R. W. GEORGE: *Jour. of Roy. Soc. of West. Australia*, **45**(4), 100-110 (1962).
- 14) J. W. LEWIS: *Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean*, **1**, 89-103 (1951).
- 15) 税所俊郎：鹿児島大学，水産学部紀要，**15**, 177-239 (1966).
- 16) 道津喜衛・田中於菟彦・庄島洋一・妹尾邦義：長崎大学，水産学部研究報告，**21**, 195-221 (1966).