

学位論文題名

Taxonomic and biological studies of the genus *Sternomoera*
(Eusiridae, Gammaridea, Amphipoda) endemic to the
Japanese freshwaters

（陸水産日本固有属 *Sternomoera*（テンロウヨコエビ科、
ヨコエビ亜目、端脚目）の分類学的及び生態学的研究）

学位論文内容の要旨

日本固有の陸水産ヨコエビであるテンロウヨコエビ科 *Sternomoera* 属の分類はこれまでできわめて不十分なものであった。そこで、1989年5月から1993年5月までの間、北海道及び本州各地から集めた136集団2000個体以上の標本を用いて分類学的に再検討した。また、野外調査と室内実験を行い、生活史と繁殖行動について、いくつかの知見を得た。

1) 北海道の内陸から集めた80集団の個体は形態的にも生態的にも他の集団から区別された。この種は *Sternomoera yezoensis* (Uéno, 1933) であることが再確認された。

2) 北海道から本州の海岸沿いと本州の内陸で採集した *Sternomoera* 属は形態の変異の幅が広く、種の判別が困難であった。よって、成熟個体が得られた56集団の946個体を用いて、9つの定量形質を選びクラスター分析を行った。その結果、異なる2つのグループが認められ、それらは生態的分布と繁殖期においても異なっていた。それらのうちの1つは北海道から本州の海岸沿いに分布する新種であり、*Sternomoera rhyaca* sp. nov. と命名した。もう一方のグループは分布が本州の内陸に制限され、その形態から既知種の *S. japonica* と *S. hayamensis* が含まれていると判断した。そのグループを *S. japonica* と *S. hayamensis* の判別形質に関して検討した結果、それらの形質は中間的な集団によって連続した。したがって、*S. hayamensis* を *S. japonica* のシノニムと結論した。

3) 上記の結果から *Sternomoera* 属は、3種を含むと判断し、属の分類形質を改訂した。また、*S. rhyaca* sp. nov. の新記載及び *S. yezoensis* と *S. japonica* の再記載を行った。

4) *Sternomoera* 属の3種の検索表を作成した。*Sternomoera yezoensis* は浅い触角サイナスと第三側板の2つのくぼみから他の2種から区別された。*Sternomoera japonica* と *S. rhyaca* は非常によく類似しているが第一触角第一柄部の房の数と第一触

角の第一柄部から第三柄部の比によって区別された。

5) *Sternomoera* 属の3種の分布は異所的であった。*Sternomoera yezoensis* は北海道の内陸、*S. japonica* は本州の内陸、そして*S. rhyaca* は北海道から本州の海岸沿いに分布していた。

6) *Sternomoera yezoensis* の生活史は集団によって周年繁殖型と1年1回繁殖型という2つの異なるタイプがあることが明らかとなった。千歳の集団は年間を通して繁殖を行っていたが、北の沢の集団は1年1回繁殖であった。この2つの集団の生息場所では水温条件が異なっており、千歳は年間を通して水温の変動が小さい湧水域であり、北の沢は水温の季節変動が大きい流水域であった。同様の関係は、*S. japonica* でも知られており、この性質が内陸型に共通するものであり、そして生活史変異の原因が水温環境であることが示唆された。

7) それに対し*Sternomoera rhyaca* は野外調査の結果から2年性の生活史を持ち、冬から春にかけて繁殖を行い、成熟までに2年かかることが明らかとなった。さらに、*S. rhyaca* の特殊な性質として回遊を行っていることが判明した。成熟した雌と雄は繁殖期に淡水から海へ流下し、抱卵した雌は再度、淡水へ遡上して孵化幼体を放出していた。この行動と一致して、交尾、産卵には海水が必要であることが室内実験により確かめられた。このように幼生の成長を伴わず、交尾、産卵のためだけに海へ流下するという回遊行動は端脚類では初めての結果であり、他の甲殻類を含めてもきわめてまれなものであろう。また、このユニークな回遊行動は *S. rhyaca* が真の淡水種と真の海産種の間の中間的な状態であることを示唆した。

8) *Sternomoera* 属の繁殖行動には2つのタイプがあった。*Sternomoera japonica* と *S. rhyaca* では雄が交尾前の数週間にわたって、雌をガードした後に交尾をする "carriers" であり、*S. yezoensis* は交尾前の行動を行わず、直接交尾をする "non-mate-guarder" であった。

9) 繁殖行動の違いは、形態における2つのタイプの性的二型と関連していることが判明した。*Sternomoera yezoensis* では雄の咬脚は雌とほぼ同型だが、雄の第二腹肢は変形している。対照的に、*S. japonica*, *S. rhyaca* の雄の第二腹肢は雌と同型で、雄の咬脚は雌より大きく卵状である。後者の2種の雄の大きな咬脚はおそらく交尾前の "carriers" としてのガード行動と関連していると考えられる。

10) *Sternomoera yezoensis* の雄の第二腹肢に見られる変形は程度には差があるが、日本産の *Paramoera* 属の2種でも同様の形質が報告されていた。しかし、それら3種はその他の形質を吟味すると近縁とは考えられず、したがって、腹肢の変形はおそらく収斂であり、テンロウヨコエビ科系列において独立に3回進化したと考えられる。

11) 回遊を行う *S. rhyaca* の発見は Barnard と Barnard (1983) の "*Sternomoera* 属が姉妹群である *Paramoera* 属の海産種から由来した" という仮説を支持した。

12) *Sternomoera* 属の3種の系統は重要な判別形質の極性が決定できないという理由から次の研究の課題となった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 馬 渡 駿 介
副 査 教 授 東 正 剛
副 査 教 授 戸 田 正 憲
副 査 助 教 授 片 倉 晴 雄

学 位 論 文 題 名

Taxonomic and biological studies of the genus *Sternomoera*
(Eusiridae, Gammaridea, Amphipoda) endemic to the
Japanese freshwaters

(陸水産日本固有属 *Sternomoera* (テンロウヨコエビ科,
ヨコエビ亜目, 端脚目) の分類学的及び生態学的研究)

ヨコエビ類は海から淡水へと分布を広げて進化してきたと考えられている。テンロウヨコエビ科には多くの海産属に混じって少数の淡水産属が知られている。そのひとつで日本の淡水域にのみ生息している *Sternomoera* 属は、ヨコエビ類の淡水適応や淡水域への進化経路およびその機構の解明において、重要な研究材料としての位置を占めている。しかし、これまでのところ本属の分類は不完全であり、その生態に関する知識もきわめて限られている。本研究は、日本各地で採集調査を行い、*Sternomoera* 属を分類学的に再検討し、繁殖行動を含む生活史を明らかにすることで、ヨコエビ類の淡水適応及び、系統進化の解明に迫ることを目的としたものである。

申請者は1989年5月から1993年5月までの間、北海道及び本州各地から採集した136集団2000個体以上を用いて、まず、*Sternomoera* 属の分類学的再検討を目ざした。北海道の内陸に分布する80集団は形態的にも生態的にも他の集団から区別され、*Sternomoera yezoensis* (Uéno, 1933)であることを再確認した。いっぽう、北海道から本州の海岸沿い、および本州の内陸に分布する集団は、形態の変異幅が広く、種の判別が困難であった。そこで、成熟個体が得られた56集団を用いてクラスター分析を行った。その結果、2つのグループが区別され、それらは生態的分布と繁殖期においても互いに異なることを明かにした。それらのうち、北海道から本州の海岸沿いに分布するグループを新種と認め、*Sternomoera rhyaca* sp. nov.と命名した。分布が本州の内陸に限定されるもう一方のグループは、*S. japonica* と *S. hayamensis* の既知2種が含まれていると判断し、その形態をそれら2種の判別形質で検討した。ところが、既知2種の前記載形質は、連続的に変化するこのグループの変異幅の中に収まってしまい、弁別不可能であった。結

論として、*S. hayamensis* を *S. japonica* のシノニムとした。こうして、*Sternomoera* 属には3種が含まれることが明らかとなった。そこで、属の分類形質を改訂し、検索表を作成し、*S. rhyaca* sp. nov. を新しく記載し、さらに *S. yezoensis* と *S. japonica* を再記載した。

これら3種は生物学的にさらに詳しく調査された。まず、*Sternomoera yezoensis* は集団によって周年繁殖型と1年1回繁殖型という2つの異なる生活史を送ることが明らかになった。千歳で採集された集団は年間を通して繁殖していたが、北の沢に生息する集団は1年1回繁殖であった。この2つの生息場所では水温条件が異なっていた。すなわち、千歳は年間を通して水温の変動が小さい湧水域であり、北の沢は水温の季節変動が大きい流水域であった。このような生活史2型と生息水温条件の相違は、*S. japonica* でも知られていることから、生活史変異が内陸型に共通するものであり、その原因が水温環境の相違であることが示唆された。

一方、*Sternomoera rhyaca* は、冬から春にかけて繁殖を行い、成熟までに2年かかることが野外調査から明かになった。さらに、*S. rhyaca* は回遊を行う特殊な種であることがわかった。成熟した雌と雄は繁殖期に淡水から海へ流下し、抱卵した雌は再度、淡水へ遡上して孵化幼体を放出するのである。この行動と整合して、交尾、産卵には海水が必要であることを室内実験から解明した。交尾、産卵のためだけに海へ流下するという回遊行動は端脚類では初めての発見である。このような行動は、他の甲殻類を見渡してもきわめてまれで、ヨコエビ類の淡水適応を解明するための重要な示唆を与えるものである。

繁殖行動に関しては、*Sternomoera* 属には2つのタイプがあることを解明した。*S. japonica* と *S. rhyaca* では雄が交尾前の数週間にわたって雌をガードした後に交尾をする "carriers" であり、*S. yezoensis* は交尾前の行動を行わず、直接交尾をする "non-mate-guarder" であった。さらにこの繁殖行動と対応して、*Sternomoera* 属の示す性的二型には2つのタイプがあることが明らかになった。

以上のように、本研究は、日本各地で精力的に採集して得た膨大なデータに基づき、これまで未知であった *Sternomoera* 属の全貌を分類学的に明かにした。さらに、*S. yezoensis* の生活史変異を解明し、甲殻類でもまれな *S. rhyaca* の特異な回遊を伴う生活史を発見し、3種の繁殖行動と性的二型との関係を見いだした。これらの結果はテンロウヨコエビ科の系統進化学的研究における重要な第一歩である。特に、*S. rhyaca* の特異な回遊については、ヨコエビ亜目において、生態学的にほとんど未知の分野である海と淡水の間の進化の研究に極めて重要な示唆を与えるものであり、高く評価される。よって、審査員一同は、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるに十分な資格があるものと認定した。