

た。しかし、より詳細な個体群動態の様相は水田によって異なっており、秋の次世代密度が非常に高く100匹/㎡を超える水田（九州では普通；Wada et al., 2004）と、それほど密度が高くない水田があった。密度があまり増加しなかった2枚の水田では、農家が貝の捕殺を熱心に行っており、繁殖可能な貝の多くが除去されたために次世代の貝密度が低減したと考えられた。しかし、密度が低くなると、密度効果によって成長率が増大する（Tanaka et al., 1999）ため、9月の調査では次世代密度が低い水田のほうが殻高10mmを越える貝は多かった。このサイズの貝は越冬率が高いため、防除を行うことにより、かえって翌年の越冬後の貝密度を高めてしまっているという可能性がある。この可能性については今後詳細な調査により確かめる必要がある。

おわりに

奈良におけるスクミリンゴガイの調査は昨年（2004年）始まったばかりで、まだ明確な結論を導き出せる段階ではない。しかし、今までの断片的な調査からも、いくつか興味深い事柄が示唆された。これらの確認のために、今後も調査を継続したい。まず、分布に関しては、今後の分布域の拡大に注意するべきである。同時に、奈良市の水田において、貝が一般に（防除されていなくても）低密度であるかどうかを再確認し、それが事実ならばその原因を特定する必要がある。個体群動態についても継続して調査し、奈良市における一般的な様相と、人手による除去の影響を見極めたい。これらの知見は、奈良盆地におけるスクミリンゴガイ問題の解決に重要なだけでなく、他地域における新たな被害回避技術を開発するうえでも役立つであろう。

引用文献

- Carlsson, N. O. L., Bronmark, C. and Hansson, L.-A. 2004. Invading herbivory: the golden apple snail alters ecosystem functioning in Asian wetlands. *Ecology* 85: 1575-1580.
- 日本生態学会（編）2002. 外来種ハンドブック. 地人書館, 東京, 390pp.
- 菫蒲信一郎 1996. スクミリンゴガイの生態と防除. *植物防疫* 50: 211-217.
- Tanaka, K., Watanabe, T., Higuchi, H., Miyamoto, K., Yusa, Y., Kiyonaga, T., H. Kiyota, H., Suzuki, Y. and Wada, T. 1999. Density-dependent growth and reproduction of the apple snail, *Pomacea canaliculata*: a density manipulation experiment in a paddy field. *Res. Popul. Ecol.* 41: 253-262.
- 和田 節 1997. スクミリンゴガイの生態と防除. *農業技術* 52: 504-507.
- Wada, T., Ichinose, K., Yusa, Y. and Sugiura, N. 2004. Decrease in density of the apple snail *Pomacea canaliculata* (Lamarck) (Gastropoda: Ampullariidae) in paddy fields after crop rotation with soybean, and its population growth during the crop season. *Appl. Entomol. Zool.* 39: 367-372.
- Yusa, Y., Sugiura, N. and Wada, T. 2005. Predatory potential of freshwater animals on an invasive agricultural pest, the apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae), in southern Japan. *Biol. Invasions* (in press).
- Yusa, Y and Wada, T. 2002. Current status of the apple snail *Pomacea canaliculata* in Japan. T. Wada, Y. Yusa & R. C. Joshi eds., *Proceedings of the Special Working Group on the Golden Apple Snail (Pomacea spp.)*, KONARC, Japan, p. 74-79.

大和川集水域におけるカプトエビ・カイエビ類の分布と生態

Mark J. Grygier (滋賀県立琵琶湖博物館)

水田にはカプトエビ・カイエビ類などの甲殻類が生息している。本稿では、まずこれらの種類と奈良県における研究史を紹介する。そして、これらの関西、全国の分布を紹介するとともに、その生態についても解説する。

水田にすむエビ・大形鰓脚類

水田にすむエビの仲間は、大形鰓脚類と呼ばれる。「脚」という字が名前に用いられているが、この脚は歩くために用いられるわけではなく、泳ぎ、餌を集めるために用いられる。大形鰓脚類は大きく3つのグループに分けることができる。そのひとつがハウネンエビである。水中では背中側を下にして泳ぎ、その体長は約2.5cm程度になる。雌雄は別で、雌は卵の袋を持っている。ハウネンエビは小さな植物プランクトンや動物プランクトンを食料にしている。

カプトエビ類も水田でふつうに見られる大形鰓脚類である。日本にはアメリカカプトエビ、アジアカプトエビ、ヨーロッパカプトエビの3種が生息する。すべて外来種であると考えられており、日本で初めて報告されたのは1916年（大正時代）である。奈良県にはアメリカカプトエビとアジアカプトエビのみが生息している。カプトエビはハウネンエビよりも大きく、約3.5cm程度の胴体と長い尾を持っている。アジアカプトエビは雌雄が別であるが、アメリカカプトエビでは雌雄同体である。水中を泳ぐこともあるが、多くの場合は水田の底を這っており、水田に棲む小さい動物をほとんど何でも食べる。

大形鰓脚類のもう一つのグループとして、カイエビ類がいる。二枚貝に似た殻を持っているが、外側の殻をはずせば、中にはハウネンエビと同じ体のつくりを観察することができる。日本の水田にはカイエビ、トゲカイエ

ビ、タマカイエビ、ヒメカイエビ属の最低4種が生息する。カイエビとトゲカイエビにはたくさんの成長線があり、脱皮するたびに成長線が1本ずつ増えていく。ヒメカイエビ属は分類学的には問題がある。かつて、その成長線の数の違いから、ヒメカイエビ属は2種（ミスジヒメカイエビ、ムスジヒメカイエビ）が記載されていたが、これらを同種とする研究者や、さらにもう1種いるとする研究者もおり、意見が分かれている。しかし、記載された当時の標本が残っておらず、今後分類学的な検討が必要である。卵から孵化した直後のカイエビ類の幼生はノープリウスと呼ばれ、その体長は約0.2mm程度のものであるが、脱皮を繰り返すうちに脚の数が増えていく。卵や幼生の形は種類によってそれぞれ異なる。

水田に棲む大形鯉脚類以外の甲殻類の代表として、アメリカザリガニが挙げられる。アメリカザリガニは雑食性で、大形鯉脚類他を捕食する。また、小さなカイミジンコ類やケンミジンコ類もいて、これらはカイエビ類の幼生を食べるため、その天敵となる。

大形鯉脚類の元々の生息場所

ハウネンエビ、カプトエビ、カイエビなどの大形鯉脚類は、現在は水田に生息しているが、今から約100年前に、ハウネンエビと2種類のヒメカイエビが発見された場所には水田以外の環境も含まれている。1ヵ所は神奈川県藤沢市の鶴沼（くげぬま）海岸近くの雨水でできた浅い池、もう1ヵ所は栃木県日光の赤沼という大雨のあとにできた池である。このような降水や融雪により水が時々集まり池となるところ、氾濫原の一時的な池などが大形鯉脚類の元々の生息環境であった。砂漠では大形鯉脚類の多様性が高く、その種類数も多い。砂漠環境は普段降水が少ないが、降水がある場合には大雨となることがある。その後に数週間程度残る池沼ができ、これらの大形鯉脚類がよく発生する。このような池沼は短期間で干上り消滅し、成体は死んでしまうが、卵は乾燥に耐え生き残る。生活史は非常に短く、1～3週間以内で卵から次の卵までのサイクルが完結する。日本に生息するヤマトウスヒメカイエビは、今まで水田からの記録がまったくなく、日光の赤沼、群馬県赤城山の血の池にある台風で一時的にできた池、青森県むつ市の融雪時にできた池の3ヵ所のみから記録がある。滋賀県で筆者らが行った調査でも、天然の池からの大形鯉脚類の記録はない。また筆者らは、浜松市の遠州浜の砂丘の中にできた池からヒメカイエビとハウネンエビを記録したが、筆者が知るかぎりこれが近畿地方から一番近くにある天然の産地であると考えられる。

大和川集水域（奈良盆地）の大形鯉脚類

奈良県における過去の大形鯉脚類の研究では、京都大学の野野益三氏の1927年の論文に、カイエビを大和郡山から採集したという記録がある。その後、カイエビ化

石を研究していた地質学者である広島大学の楠見久氏が、その分類・生態を理解するため、現生カイエビ類の研究を行った。彼は1950年代に広島県、滋賀県草津、兵庫県篠山、奈良県大和郡山の4ヵ所でいくつかの調査を行った。それによると、奈良盆地ではカイエビの雌雄の体長と体高を比較すると、他の地域のものとは異なり雌が雄よりだいぶ大きいことがわかった。併せて水田の水温とpH、酸素および二酸化炭素濃度、カイエビ類の餌になる藻類のリスト、捕食者のリスト、他の生物のリストを作成した。また、大和郡山でトゲカイエビを3週間毎日採集し、その成長過程を調べたところ、1日に平均0.3mmくらい成長していることがわかった。脱皮の頻度は10日間に8～9回、すなわちほぼ毎日脱皮することがわかった。このような研究業績の存在はカイエビ類研究者の間でも長らく知られていなかった。

現在の奈良盆地での大型鯉脚類の分布は、この2年間のプロジェクトYの調査で採集されたサンプルが元になっている。それらのサンプルの同定は筆者と篠川貴司氏が行った。カプトエビ類に関しては、採集されたほとんどの地点はアジアカプトエビで、奈良市内の数ヵ所からのみアメリカカプトエビが見つかる。筆者自身の調査でも、アジアカプトエビが多いものの、奈良盆地南部でもアメリカカプトエビが見つかった。

カイエビ類は、トゲカイエビが広く分布しているが、カイエビは発見されなかった。琵琶湖博物館の標本から1ヵ所カイエビが見つかったが、標高490mのところの標本であり、大和川水系のものか不明である。しかし、カイエビの最近の標本はこの1点のみで、現在は奈良県にカイエビは少なくなっているようである。前述した上野氏および楠見氏はカイエビを大和郡山から採集しているが、現在の和歌山にはカイエビは生息しておらず、トゲカイエビのみが生息するようである。ヒメカイエビ類は数ヵ所で見つかる。ヒメカイエビ属はその発生が一番早く、滋賀県の例では田植えの前に成体になり、他のカイエビ類が大きくなって見つかるようになるまでにいなくなった。滋賀県の調査では100名程度の市民が参加したが、他のカイエビ類が大きくなるまで待たために、ヒメカイエビ属の記録が少なくなった。奈良県でも同様のことが考えられるため、田植え前とその2週間後の2度調査を行う必要がある。また、奈良県のヒメカイエビ類はミスジヒメカイエビと思われるものばかりであるが、分類学的な問題がまだ残っているため、ヒメカイエビの1種としておく。

ハウネンエビも奈良盆地には広く分布しているようである。

滋賀県における大形鯉脚類の分布

滋賀県では筆者らが5年間にわたって水田の大形鯉脚類の調査を行っている（最初の2年間の結果：Grygier et al., 2002）。滋賀県内ではカイエビ、ハウネンエビ、

タマカイエビが広く分布している。トゲカイエビ、アメリカカブトエビの分布は南湖の周りだけである。また、アジアカブトエビは2ヵ所だけである。このように滋賀県ではアメリカカブトエビが多く、アジアカブトエビはまれで、奈良県の分布様式とは異なっている。今後アメリカカブトエビよりアジアカブトエビの分布が広がるかどうか、モニタリングをしていこうと考えている。また、ヒメカイエビがいるのはほとんど大津市内の建物の間に残っている水田である。宅地造成などでこのような水田はなくなってしまう可能性が高いため、滋賀県ではヒメカイエビを希少種としてレッドデータブックに登録した。

全国分布

全国的なホウネンエビの分布に関しては、山田(1999)により報告されている。筆者の調査では、山田(1999)の産地に加え、岐阜県と長野県にも分布していることがわかっている。また、台湾にも1ヵ所および中国にも生息していることがわかっている。過去の文献ではインドにも分布していることになっているが、最近別種であることがわかった。

カブトエビの全国分布については片山・高橋が1980年に初めて県単位の分布図を作成した。これを元に、井口(2003)がその後のデータを付け加えた新しい分布図を発表したが、最近ではさらにヨーロッパカブトエビが長野県で、アメリカカブトエビが茨城県で発見されている。また、アジアカブトエビも滋賀県および奈良県を含めた各地にいることがわかっている。データの更新と分布図の再作成が必要である。

アメリカカブトエビはおそらく外来種で、アメリカが原産地とされている。しかし最近、アメリカに生息しているカブトエビ類は1種だけではなく2-3種以上いることがわかってきた。特にメキシコの北部には系統的には少なくとも6種類もいることがわかっている。日本とくに滋賀県産のアメリカカブトエビがどの種類に該当するか、という疑問を解くために、日本の12ヵ所から採集したカブトエビが分子系統学的に分析されている。奈良県産のカブトエビも含まれている。日本産のアメリカカブトエビと北米産のアメリカカブトエビとの間には細かな違いが観察されているものの、今のところまだ答えはでない。アジアカブトエビに関しては、DNA分析の結果、日本には2種類の遺伝子型がいるということがわかってきた(原稿執筆中)。大阪と奈良産のアジアカブトエビは香川と福岡産のアジアカブトエビとは違っていて、アジアまたはアフリカ、あるいはそれら両方の大陸の2ヵ所から日本に入ったことが明らかになった。残念ながらアジアやアフリカ大陸のサンプルが手に入っていないため、それ以上詳しいことは不明である。

文献の記録および筆者の調査結果に基づくと、カイエビとトゲカイエビの全国分布にはふたつのパターンがあ

る。カイエビは本州の北部から近畿および徳島にも分布していることがわかった。また、トゲカイエビは岐阜県の西部から九州、さらに昨年の調査で山口県と愛媛県の西部にも分布することが明らかとなった。タマカイエビはほぼカイエビと同じ分布をし、ヒメカイエビ属は栃木県から九州の北部、熊本県まで分布していることがわかっている。しかし、ヒメカイエビ属には分類学上の問題があるため、もし数種類がいた場合、それぞれがどのように分布しているのか不明である。また、カイエビは韓国での記録があるが、日本の西部には大きな空白の地域があり、分布域としてみた場合に日本と韓国とはつながっていない。もし韓国の個体群が本当に同じ種であれば、近畿地方の日本海側や中国地方にも分布するはずであり、韓国のもは違う種類ではないかと考えられる。

生態と生活史

滋賀県の調査では、大形鯉脚類の生態も同時に調査を行った(Grygier et al., 2002)。琵琶湖博物館の「フィールドレポーター」調査と「水田の生き物調査」の「はしかけ」グループに参加した市民のデータを収集する際に、種類の調査だけではなく、様々な調査項目を付け加えた。特にこれらの大形鯉脚類がランダムに共存するか、何らかの生態学的な関係があるかどうかを知るために、同じ水田に共存する大形鯉脚類について調査を行った。2001年から2003年の3年間の調査では、1つの水田に5種までいっしょに棲んでいることがあった。また、2001年から2003年のデータと、1999年および2000年のデータも併せて詳細に分析すると、カイエビとホウネンエビは分布を分けていて、反対にタマカイエビとカイエビがよく共存していることがわかった。また、ホウネンエビ、アメリカカブトエビ、トゲカイエビ3種について、2種ずつの共存は統計的に有意であることがわかった。

また、この調査で取り扱った生態学的なテーマとして、昔からある水路にコンクリートを使っていない水田と、圃場整備した水田では大形鯉脚類の生態にどのような違いがあるか検討を行った。圃場整備されているかどうか、排水路と用水路が分かれているかどうか、出ていく水が次の水田に入るか排水路に入るかなどの項目を検討した。最初の2年間の結果では、圃場整備に関してはほとんどの種類が同じであったが、トゲカイエビとヒメカイエビ属は圃場整備していない水田に多く見られた。特にヒメカイエビ属は圃場整備された水田では全く見つからなかった。しかし、最近では圃場整備したところからも何ヵ所か見ついている。最近の3年間のデータでは、ホウネンエビは圃場整備した水田に有意に見つかったが、トゲカイエビは水がひとつの水田から別の水田に入るような水田においてランダムよりやや高頻度で見つかった。

滋賀県は琵琶湖があるため、田植えは梅雨を待つことなく早く行われる。ほとんどの地域では4月下旬から5月初旬の連休頃に田植えをして、中干しはだいたい6月

20日前後になる。この間に大形鯉脚類が発生する。他の地方では事情は異なり、岡山県でカイミジンコを研究されている大久保一郎氏によれば、岡山県で田植えはもっと遅く、滋賀県より約2ヶ月遅い7月初旬のところもある。岡山県では中干しの後再度水を入れ、1ヶ月以上で水位を保つので、年に2度トゲカイエビなどが発生する。楠見氏が奈良県で研究を行ったときは、まず4月に金魚の池にカイエビ類が発生したと報告されている。その後、5月から6月中旬まで苗代に発生し、その後、田植えの後からずっと長く生息して、ほぼ8月まで残ったとある。苗代のカイエビ類は水田のものとは、その生息期間が少しオーバーラップしているが、水田に発生したカイエビ類は農薬により殺されたとある。苗代でのその生活史は約40日間あったが、水田ではもっと短かった。また、楠見氏は奈良県の土を広島に持って帰り、カイエビ類の飼育実験を行った。その結果、11月までトゲカイエビが生息した。これらのことより、この種はだいたい4月から11月まで見られることがわかる。おそらく人間が入ってくる以前は、これらのカイエビ類の分布は狭かったが、その生息期間は長かったと考えられる。

このことは筆者の調査でも検証された。琵琶湖博物館近くの水田で、稲刈り後に台風など来て水がたまるところから、最近4年間の調査で9月中旬から11月はじめまでにトゲカイエビ、タマカイエビ、カイエビ、ホウネンエビが発見された。そのうちの1ヵ所では、初めて見つけたのは11月23日で、1月中旬ぐらいまで生息した。

卵が孵化するのは春・夏だけではなく、特にカイエビの卵は冬にも、氷があるときにも少しであるが孵化することができるようである。9月に孵化したものは、水槽での飼育下において約半年間も生き延びた。

引用文献

- Grygier, M. J., Kusuoka, Y., Ida, M. & Lake Biwa Museum Field Reporters 2002. Distributional survey of large branchiopods of rice paddies in Shiga Prefecture, Japan: a Lake Biwa Museum project based on lay amateur participation. *Hydrobiologia* 486: 133-146.
- 井口 巖 2003. 埼玉県に生息するカプトエビ類の分布. 埼玉県立自然博物館研究報 (21-22) : 49-52.
- 片山寛之・高橋史樹 1980. カプトエビ ー日本への侵入と生態. 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦 (編). 日本の淡水生物ー侵略と攪乱の生態学. 東海大学出版会. 東京. 133-146.
- 楠見 久 1961. 化石カイエビ類の研究 ー特に現生カイエビ類を考慮してー. 広島大学地学研究報告 (7) : 1-88, Pls. I-IX.
- Uéno, M. 1927. The freshwater Branchiopoda of Japan I. *Memoirs of the College of Science, Kyoto Imperial University, Series B.* 2(5): 259-311, Pls. XXI-XXXI.
- 山田千恵 1999. ホウネンエビの生活ー特に世代数および発育に伴う体色の変化についてー. *南紀生物* : 41 (2) : 149-154.

甲虫から見た河川環境

初宿成彦 (大阪市立自然史博物館)

甲虫は世界から37万種が知られている。地球上でこれまでに記録されている全生物種は約150万種であるから、約4分の1は甲虫ということになる。日本国内だけでも甲虫の種数は約9,000種の記録があるが、実際の数は1万5千種ほどになると推定されており、日本の甲虫は種数にして、まだ60%しかわかっていないことになる。

このような莫大な種数は、他の昆虫類が同様に持つ飛翔能力に加え、固い外骨格を発達させたことにより、地球上のあらゆる環境に適応することができたためであると考えられる。

今回のシンポジウムのテーマである河川環境にも、甲虫は多く生息している。これらの種を、1. 水中の甲虫、2. 陸上 (河川敷) の甲虫にわけて、以下に紹介していきたい。

1. 水中の甲虫

1-1. ゲンゴロウ科

水の中そのものにすむ甲虫として、まず思い浮かぶのはゲンゴロウ類である。世界から約4千種、日本からも

133種が知られている (森・北山, 2002)。多くは池や沼などの止水にすむ種であるが、なかには山地の清流を好んで生息するものがある。キボシゲンゴロウ *Allopachria flavomaculatus* やキボシツブゲンゴロウ *Japanolaccophilus nipponensis* はこのようななかまで、いずれも近畿に産する種類であるが、記録は非常に少なく、特にキボシツブゲンゴロウは環境省のレッドデータブックで準絶滅危惧種に指定されている。

また流れのある河川そのものではないが、山地の溪流わきの水たまりや落ち葉の下などに生息するクロマメゲンゴロウのなかまも、河川と関わりのあるゲンゴロウ類といえる。近畿にはクロマメゲンゴロウ *Platanbus nakanei* のほか、ホソクロマメゲンゴロウ *P. optatus*、コクロマメゲンゴロウ *P. insolitus*、サワダマメゲンゴロウ *P. sawadai* が分布している。

一方、下流域にも河川を好んで生息するゲンゴロウがいる。セスジゲンゴロウ *Copelatus* のなかまでである。といっても、これらは河川本体ではなく、河川敷の水たまりや石・ゴミの下などに生息している。大阪府からはこ