

金沢市犀川河口の伐採を受ける水辺林に生息する陸ガニ類の保全

柳井清治（石川県立大学）

石川県

目的

金沢市郊外犀川河口にある普正寺の森は、多くの市民が訪れる重要なリクレーションの場である。しかし 2015 年に河道拡幅のため、水際の森林を伐採する計画が県から発表された。この森にはアカテガニなど多くの陸ガニ類が生息しており、これらのカニ類は夏になると水際に降りて幼生(ゾエア)を海に放出することが知られている。水際森林の伐採はこの行動に重大な影響を及ぼし、ひいてはその生息数の激減が懸念されている。また海で成長した幼生(メガロパ)が森に回帰する際にも、水際の森林の状態が影響を及ぼす。そこでこの森に生息する陸ガニの生態を解明するとともに、陸ガニ類への影響を考慮した森林保全の在り方を提言する

調査地

本研究の調査は、石川県金沢市を流れる犀川最下流部と左岸に隣接する普正寺の森で行った(図 1a)。犀川は幹川流路延長約 35 km、流域面積約 256km² の二級河川であり、河口から約 3.7km 上流までが感潮区間となっている(石川県 2005)。普正寺の森は石川県金沢市普正寺町に位置する健民海浜公園の通称である。普正寺の森は犀川河口の砂丘地にあり、およそ 47ha の森は主にアカマツ、ニセアカシア、エノキなどで構成されている(図 1b、写真 1)。林縁部である犀川の河岸沿いでは、オニグルミ、ニセアカシア、ハンノキなども見られる。森林内には地下水をポンプでくみ上げた人工的な小川と池が存在しており、小川の幅は

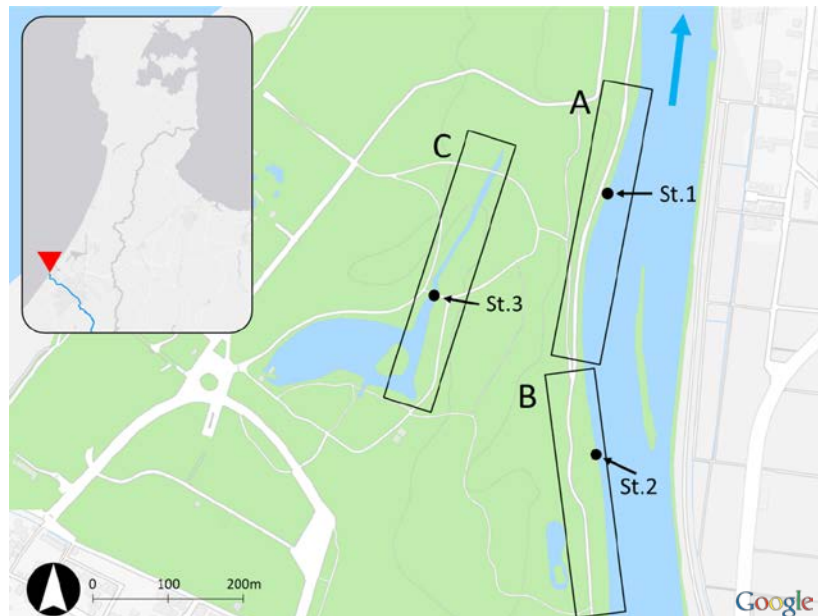


図 1a 調査対象地 Area: A~C は個体数密度調査の調査エリア。St.1~St.3 はプランクトンネットによる放仔行動調査地点



図 1b 調査対象地周辺の主な樹種分布

約 3m、水深は約 15cm で流速は遅く、河床には大きな角礫が点在している。小川が流れ込む池は周囲が 600m ほどの大きさである。また、森林内には湧水が溜まった池も存在しており、湧水池に隣接した河岸は湿地となっている(図 1b)。

調査結果

A. 普正寺の森における陸ガニ類の生態調査

アカテガニ(写真 2) およびクロベンケイガニ(写真 3) の成体とアカテガニ類未成体の各調査エリアにおける個体数密度を図 2a に示す。アカテガニ成体では、調査を開始した 5 月上旬には少ないながらもすでに調査エリア C でアカテガニ成体の活動が確認された。その後、6 月中旬ごろまでは、ほとんどの個体が調査エリア C で確認された。7 月上旬になると調査エリア A において多くの個体が確認されるようになり、8 月中旬まで高い値を示した。

一方で、それまで高い値を示していた調査エリア C では、調査エリア A とは逆に 7 月中旬になると確認される個体が減少し、8 月中旬まで低い値を示した。その後、9 月上旬になると、調査エリア A では再び確認される個体が減少し、調査エリア C では増加した。調査エリア B では調査期間を通して低い値を示し続けた。10 月中旬にはすべての調査エリアにおいてほとんど確認されなくなった。



写真 1 調査対象地の水辺の森林



写真 2 普正寺の森に生息するアカテガニ



写真 3 普正寺の森に生息するクロベンケイガニ

クロベンケイガニ成体は、調査を開始した5月上旬には見られず、5月下旬になると初めて活動が確認された。アカテガニ成体と同様に6月中旬以降は個体数が増加し、個体数は9月中旬まで高い値を示していたが、10月中旬にはほとんど確認されなくなった。アカテガニ成体とは対照的に調査エリアBで多くの個体が確認され、また調査エリアBと比較して少ないものの、調査期間を通して調査エリアAおよび調査エリアCにおいても個体が確認され続けた。

アカテガニ類未成体は、5月下旬になると初めて活動が確認され、2種の成体と同様に6月中旬以降は個体数が増加した。しかし、2種の成体とは異なり、個体数は9月中旬にはすでに減少を示した。アカテガニ類未成体では、調査エリアCで多くの個体が確認されたが、調査期間を通して調査エリアAおよび調査エリアBにおいてはほとんど見られなかった。

各調査エリアにおけるアカテガニ成体、クロベンケイガニ成体およびアカテガニ類未成体の個体数密度と湿度を図2bに示す。調査エリアAの湿度は、他の調査エリアに比べ低い傾向にあり、80%を下回る日も多く見られた。この調査エリアでは、主にアカテガニ成体が確認され、7月上旬から8月中旬にかけて特に高い値を示した。また、少ないながらも調査期間を通してクロベンケイガニ成体が確認された。湿度がおよそ80%を下回るとアカテガニ成体、クロベンケイガニ成体およびアカテガニ類

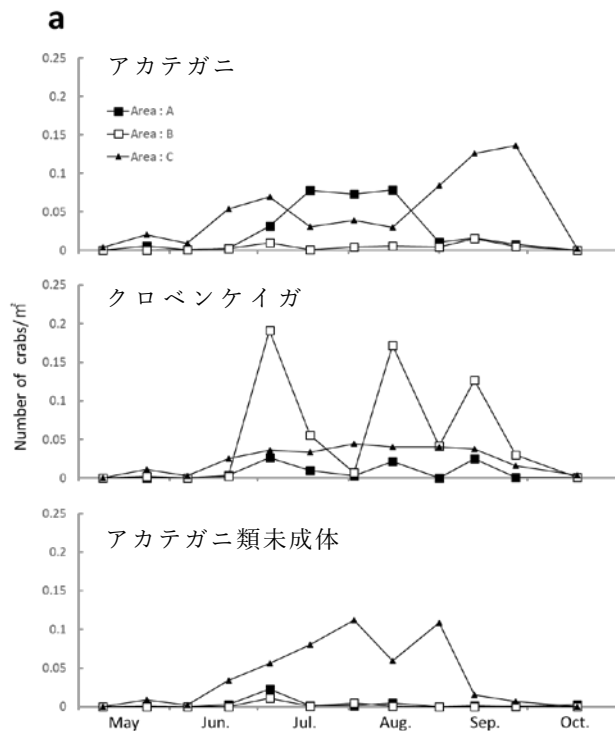


図2a アカテガニ成体、クロベンケイガニ成体、アカテガニ類未成体の各調査エリアにおける個体数密度

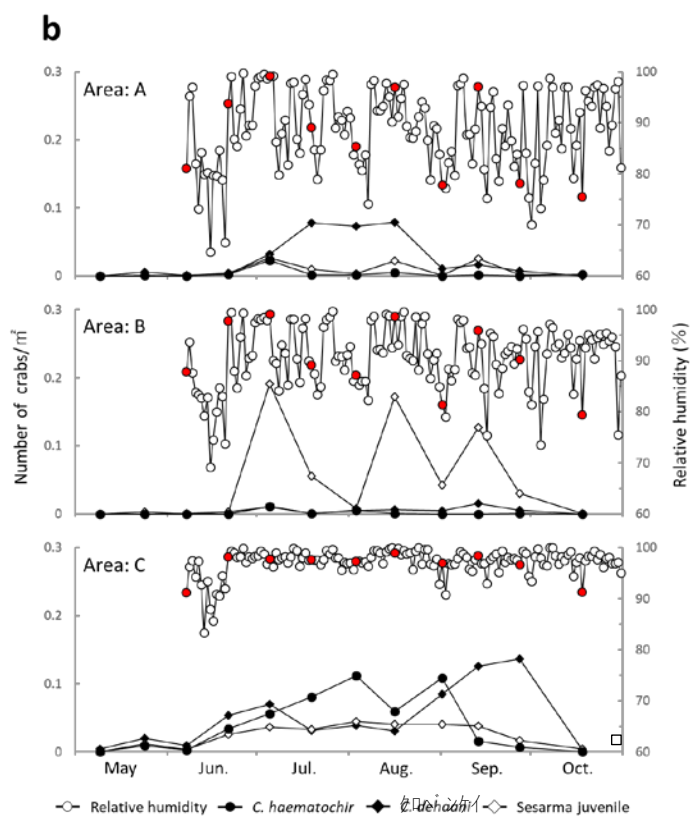


図2b 調査エリアA~Cにおけるアカテガニ成体、クロベンケイガニ成体、アカテガニ類未成体の個体数密度と湿度

未成体ともに活動がほとんど見られなくなった。調査エリア B の湿度は、調査エリア A よりは高い傾向にあり、80%を下回る日はほとんど見られなかった。この調査エリアで確認される個体は主にクロベンケイガニ成体であり、アカテガニ成体やアカテガニ類未成体はほとんど確認されなかった。クロベンケイガニ成体の活動量は、湿度がおよそ 90%を下回ると低下が見られた。調査エリア C の湿度は他の調査エリアに比べ高く、90%を下回る日はほとんど見られなかった。アカテガニ類未成体は、この調査エリアでほとんどが確認され、クロベンケイガニ成体も調査期間を通してほぼ一定の個体数が見られた。アカテガニ成体は活動が見られなくなった 10 月中旬の直前にこの調査エリアで最も高い個体数を示した。

B. 放仔活動

アカテガニ類は 6 月頃から交尾を始め産卵し、7 月中旬頃から孵化した幼生を海に放つ行動（放仔）を行うようになる。午後 6 時頃から多くの幼生を腹に抱えた雌ガニ(写真 4)が、水辺に集まり放仔を伺う行動を見せる(写真 5)。放仔は月齢に同調すると言われる(橋本 1965; 矢部・岸 2001)が、潮位変化が少ない日本海側では同調性が見られないとい



写真 4 腹に幼生を多く抱えたアカテガニ雌



写真 5 水辺に放仔のために集まったアカテガニ類



写真 6 プランクトンネットでゾエアを捕獲



写真 7 水中でゾエアを放仔するアカテガニ



写真8 水中に放出されたゾエア



写真9 ゾエア幼生の顕微鏡拡大図（大きさは約0.2 mm）

う報告もある(北見・本間 1981)。そうした放仔行動の条件について、月齢や気象条件などから明らかにする。また放出されたゾエアをプランクトンネットで捕獲し(写真8)、その密度を比較した。また放仔行動と河岸形態について明らかにした(写真9)。

各調査地点において採集されたアカテガニ類ゾエアの個体数密度を図3に示す。いずれの調査地点においても、調査を開始した7月上旬にはすでにゾエアが確認されており、その後いくつかのピークが見られたのち、9月下旬までゾエアが確認された。St.1およびSt.2では、確認されるゾエアの数が大潮の日に多く、小潮の日に少ないという規則性が見られた。

大潮で確認されるゾエアの数が増加する傾向は満月、新月ともに見られた。しかし、St.1では見られた7月および9月下旬の大潮でのピークがSt.2では現れなかった。St.3では、St.1およびSt.2で見られたような月齢との関連性は見られなかった。また、St.1およびSt.2と比較して確認されたゾエアの数は極めて少なかった。

各調査日の水温と塩分濃度は、St.1およびSt.2ではほとんど差が見られなかった。調査期間中、St.1では水温は19.1~26.3℃、塩分濃度は0.00~0.06%の間で変動し、St.2では19.1~26.3℃、0.00~0.07%の間で変動した。St.3は地下水をくみ上げているため、塩分濃度は調査期間を通して0.00%であった。水温は流末がない半閉鎖水域となっているため、河川であるSt.1およびSt.2に比べて高く、20.8~30.7℃の間で調査期間中変動した。

C. メガロパの着岸環境

川や海に放出された幼生(ゾエア)は汽水または海水に浮遊し、そこに生息する動物プランクトンを摂食し成長する。申請者らはすでに室内でゾエアを飼育し、メガロパや稚ガニまで飼育することに成功している。一般にメガロパの着底に関する研究では、野外でのメガロパの採集が困難または不可能であることが多いため、人工基質を使用したコレクターが用いられてきた(小林 2006)。まず普正寺の森に隣接した河岸で、異なる基質を設置し、

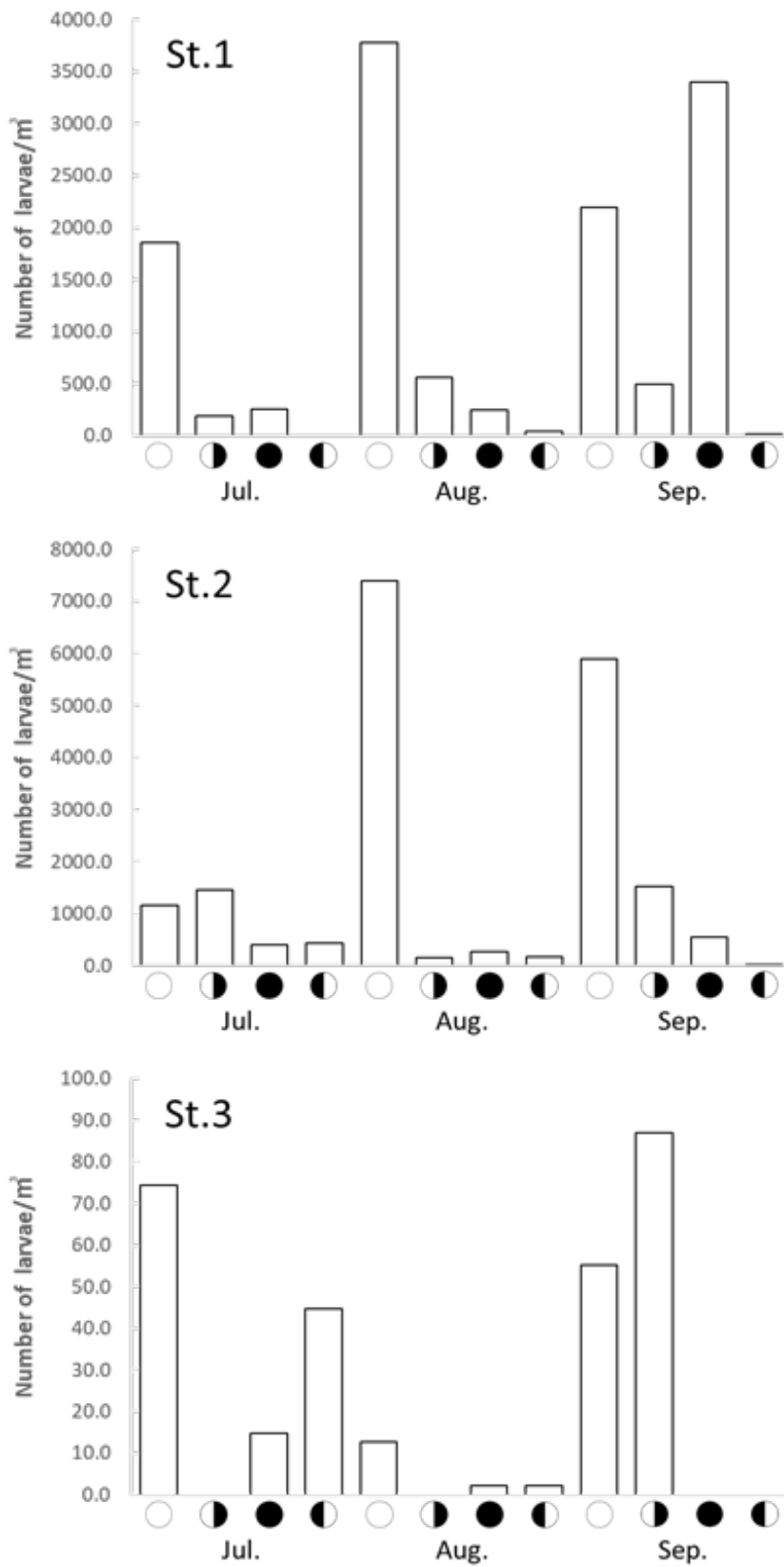


図3. St.1~St.3において採集されたゾエアの個体数密度と月齢の関係

そこに回帰してくるメガロパの着底量を調査した。この際、ゾエア期と同様に種の違いは外見では判断できないので、DNA解析を行い種ごとの特性を判定した。

着底量調査法

着底量調査は犀川最下流部の左岸で秋季8月から11月にかけて行った(図4)。調査場所はアカテガニが多く生息する Zone1 に3カ所(地点①, ②, ③), 湿地が多くクロベンケイガニが優占する Zone2 に3カ所(地点④, ⑤, ⑥), そして右岸側の植生が乏しく人工化された河岸 Zone3 に3カ所とした(地点⑦, ⑧, ⑨)。調査は週一回、3種類(人工マットタイプI、人工マットタイプII、コンクリート板)の人工基質(30.0 cm×30.0 cm)を用いた(図5)。人工マットタイプIはポリエチレン製であり、約1.0cmの高さの葉状の小さな突起に表面を覆われ、突起の間には小さな隙間が多数存在する。人工マットタイプIIはナイロン製であり、約0.5cm長さの糸状の突起で密に表面が覆われている。コンクリート板は30.0 cm×30.0 cmの正方形のコンクリート製の板であり、厚みは約3.5 cmである。人工マットタイプIおよび人工マットタイプIIはコンクリート板の上に結束バンドを用い固定した。

設置地点は各2ヶ所、設置は回収日の1~3日前に行った。持ち帰ったマットからブラシを用い洗い流した後、ろ紙を用い付着物を採集した。ろ紙は75%アルコールで固定し、サンプルとした。サンプルから、実体顕微鏡を用いメガロパの個体数をそれぞれカウントし、結果は2ヶ所の平均値で示すこととした。回収日は大潮、小潮になるように設定した。回収は20時頃に行ったがこの時間帯は、20時から21時の間にメガロパの遡上が始まるとの報告に基づき設定した。

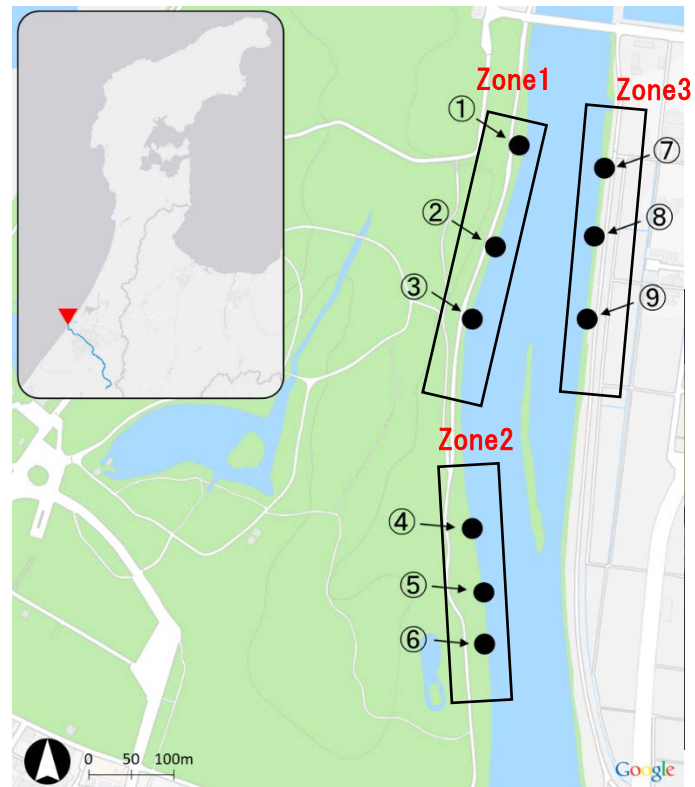


図4 人工基質を設置してメガロパを捕獲した地点

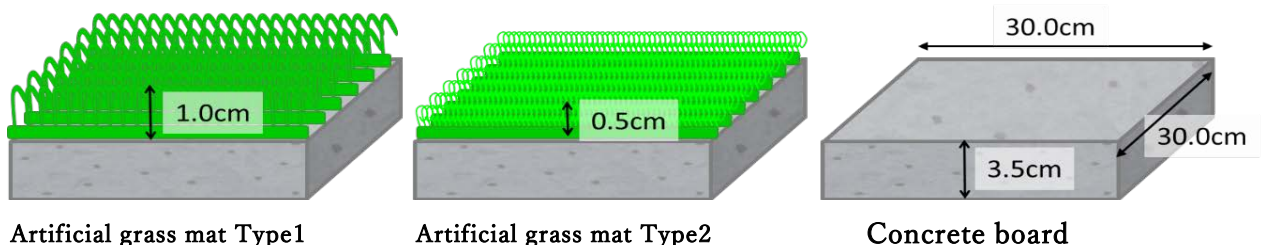


図5 メガロパの着底量調査に用いた3タイプの基質(左から人工マットタイプI、人工マットタイプII、コンクリート板)

調査結果

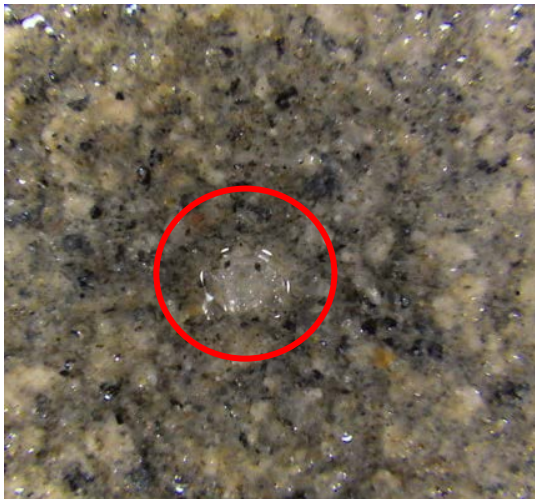


写真 10 コンクリート基質上に着底したメガロパ（図中丸の中）



写真 11 顕微鏡で観察したメガロパ(体長約 1 mm)

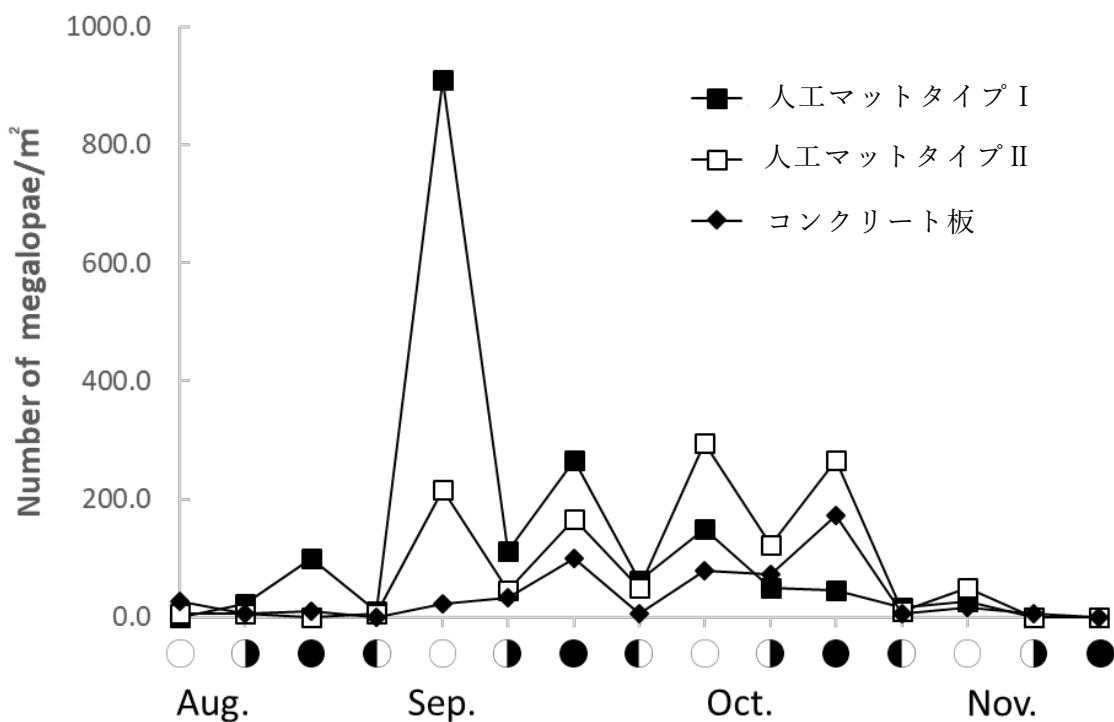


図 6 それぞれの基質で捕獲されたメガロパの数(人工マットタイプ I、人工マットタイプ II、コンクリート板) 月齢はそれぞれの個体数の下に示した

調査日別の各人工基質への着底量の推移を図 6 に示した。アカテガニ類メガロパの着底は調査を開始した 8 月中旬にはすでに始まっており (写真 10、11)、9 月から 10 月にかけて増加したのち、11 月下旬には見られなくなった。着底量と月齢周期には明瞭な関係が見られ、いずれの人工基質においても大潮でピークを示した。また、大潮での着底量の増加は新月および満月のいずれにおいても見られた。各基質間での着底量は、人工マットタイプ I および人工マットタイプ II で多い傾向が見られた。

今回の調査では、降雨による増水の影響により調査を実施できない日が多かった

め、月齢と着底量の関係が見られなかった。調査を開始した8月上旬ではすべての地点において着底が見られず、8月中旬以降、最初の着底が見られた。この結果は前年に同地で行った着底量調査の結果と同じであることから、犀川におけるアカテガニ類の着底行動は例年8月中旬ごろから始まると推定される。

DNA 解析による種ごとの着底時期・場所の違い

これらのメガロパはアカテガニ類3種が混合していると考えられる。しかしメガロパ

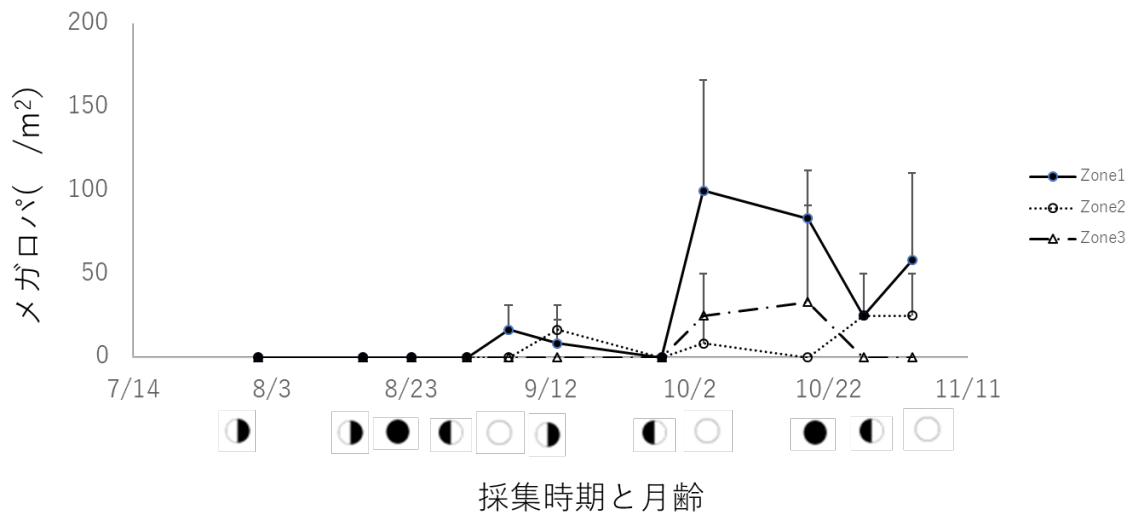


図7 DNA 解析により明らかになったアカテガニの地点ごとの回帰数

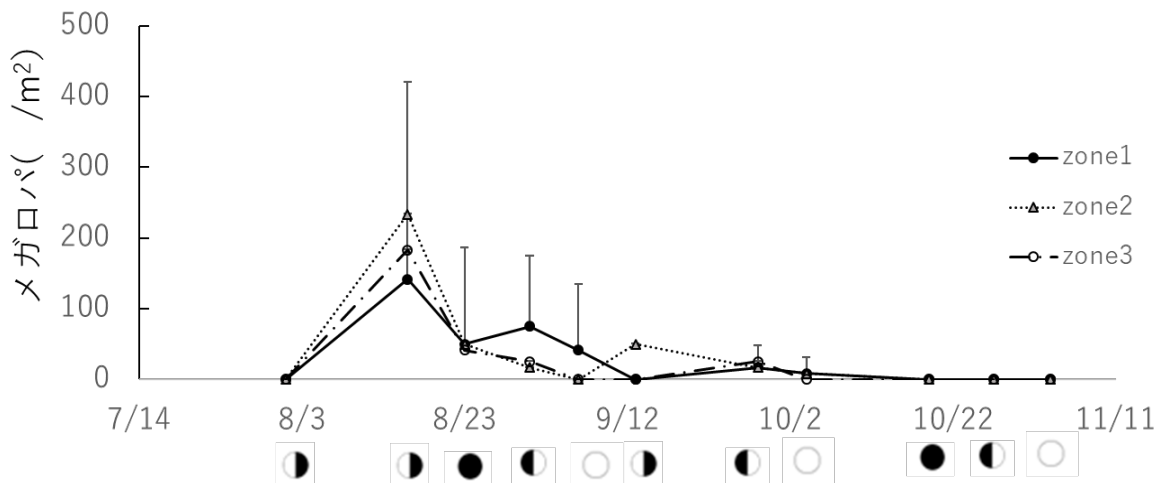


図8 DNA 解析により明らかになったクロベンケイガニの地点ごとの回帰数

は外見では区別ができないため、DNA 分析を行い、種ごとの着底時期、着底場所そして潮汐の影響を明らかにした。

DNA 分析の手法に関してはここでは簡単に述べる。まずエタノールで保存されているメガロパを一個体ずつ分解・精製して、DNA を抽出した。次に PCR 法により DNA を甲

殻類のユニバーサルプライマーを用いて増幅した。次にシーケンスのための PCR 産物の精製を行い、DNA シーケンス受託サービスに委託した。これらの結果は、Sequence Scanner Software2 を用い塩基性配列の信頼性の確認を行い、信頼性の高い塩基配列は Nucleotide Blast で検索して、相動性が最も高い種をメガロパの同定結果とした。

着底時期の種間の比較

DNA 解析の結果、同定されたのはアカテガニとクロベンケイガニの 2 種であり、ベンケイガニは確認されなかった。図 7、8 より、アカテガニ及びクロベンケイガニ両種のメガロパが着底する時期は、8 月中旬から 8 月下旬まではクロベンケイガニのみ、9 月上旬から 10 月上旬はアカテガニ及びクロベンケイガニ両種、そして 10 月の中旬から 11 月の中旬まではアカテガニのメガロパのみという結果になった。着底場所の種間の比較ではアカテガニのメガロパは、アカテガニ成体が優占している地点 (zone 1) を選択して回帰する傾向があり (図 9)、クロベンケイガニのメガロパは、zone 間で着底した個体数に大きな差はなかった (図 10)。最後に潮汐の影響については、アカテガニのメガロパは大潮の日に集中して回帰する傾向があり、クロベンケイガニのメガロパは潮汐による影響は見られなかった。

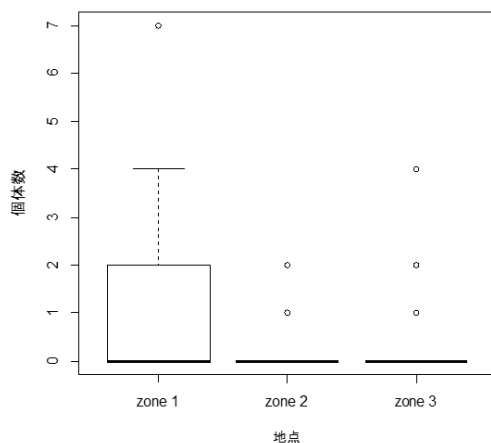


図 9 アカテガニの地点別着底数

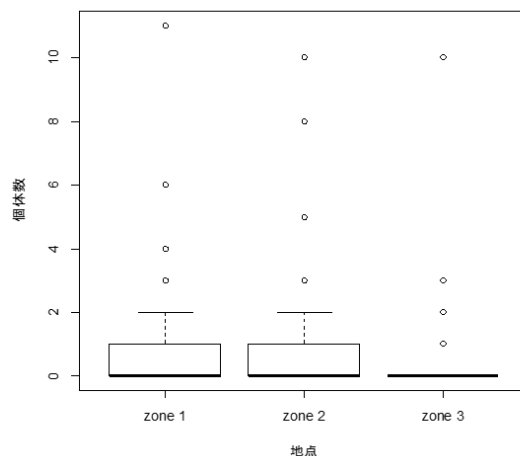


図 10 クロベンケイガニの地点別着底数

D. 稚ガニの生息場

メガロパが着底し、稚ガニになる段階で必要となるのが隠れ場である。通常はヨシなど抽水植物の根系などに隠れて生息することが知られている。植生の種類や根の形態など、稚ガニにとって好ましい生息場の環境条件を明らかにした。

底質環境別の稚ガニの個体数密度調査

犀川最下流部の左岸において稚ガニの個体数密度調査を行った。まず汀線付近の 3 種類の底質環境 (抽水植物、砂、コンクリート) における稚ガニの個体数密度を比較した (写真 13A)。コンクリートでは、25cm×25cm 方形枠を利用し、枠内の稚ガニを計数した。抽水植物および砂では、野外での目視確認が困難であったため、移植ゴテを用い 15cm×15cm 程度の表層をサンプルとして持ち帰った。持ち帰ったサンプルをバットの中に洗い流し、稚ガニを計数した。

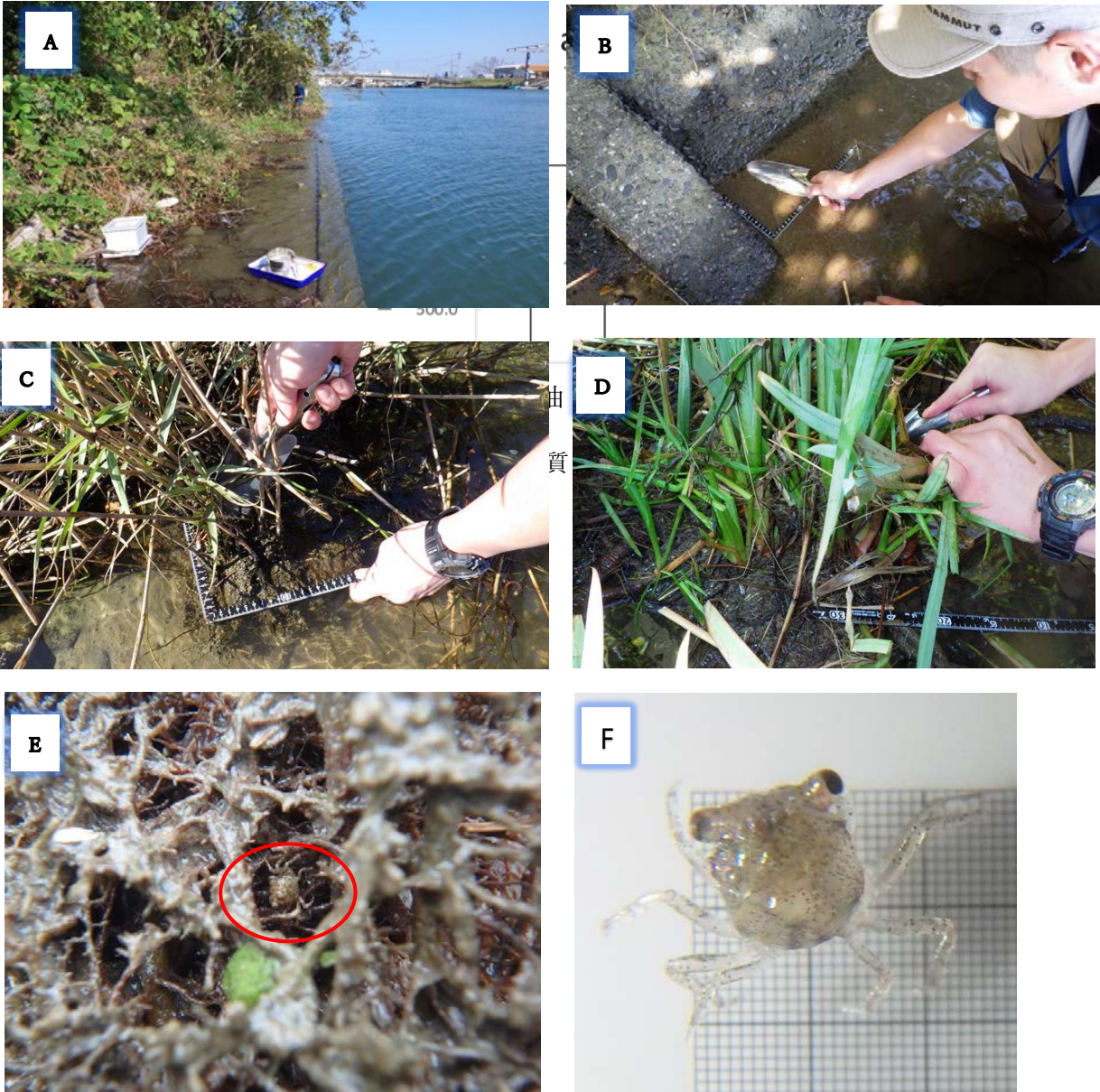


写真 13 稚ガニの生息場調査。A)水辺抽水植物群の調査場所、B)コンクリート、C)ヨシの根系、D)ガマ類の根系、E)ヨシの根系に潜む稚ガニ（図中赤丸内）、F)選別された稚ガニ（サイズ 1.5 mm）

さらに植生の影響に関して、抽水植物の種およびその状態による 4 種類の底質環境(ヨシ茎 *Phragmites australis* (Stalk)、ヨシ根 *Phragmites australis* (Root)、ガマ属 *Typhaceae* sp.、ヤナギタデ *Persicaria hydropiper*)で稚ガニの個体数密度を比較した。ヨシ(茎)は根が露出しておらず、地上に茎のみが出ている状態であり、ヨシ(根)は根が地上に露出した状態のものである。稚ガニの計数は、上記と同様に行った。いずれの調査も当年の稚ガニが定着していると予想される 11 月に行った。

調査結果

汀線付近の 3 種類の底質環境（抽水植物、砂、コンクリート）における稚ガニの個体数密度を図 11 に示す。稚ガニの個体数密度が最も高かったのは抽水植物であり、平均

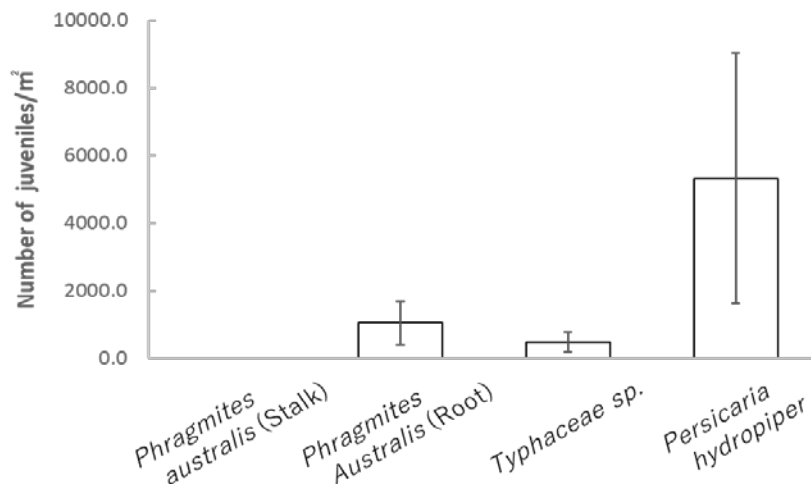


図 12 抽水植物タイプごとの稚ガニの生息密度(左からヨシ *Phragmites australis* (茎)、ヨシ *Phragmites Australis* (根系)、ガマ類 *Typhaceae* sp.、ヤナギタデ *Persicaria hydropiper*)

個体数密度は 1846.6 個体/m²であった。コンクリートでは 25.6 個体/m²であり、砂では稚ガニの生息が確認されなかった。各底質環境における稚ガニの個体数密度には有意な差が認められた。また、コンクリートにおいて稚ガニが確認されたのは、劣化によって生じた割れ目などの隙間であった。

抽水植物の種およびその状態による 4 種類の底質環境での稚ガニの個体数密度を図 12 に示す。稚ガニの生息が確認されたのはヨシ類 *P. australis* (Root)、ガマ類 *Typhaceae* sp. および *P. hydropiper* であった。最も高い個体数密度を示したのは、ヤナギタデ *P. hydropiper* であった。

底質選択実験

稚ガニによる底質の選択実験は円形のプラスチック製容器(H=14cm、直径=34cm)を用

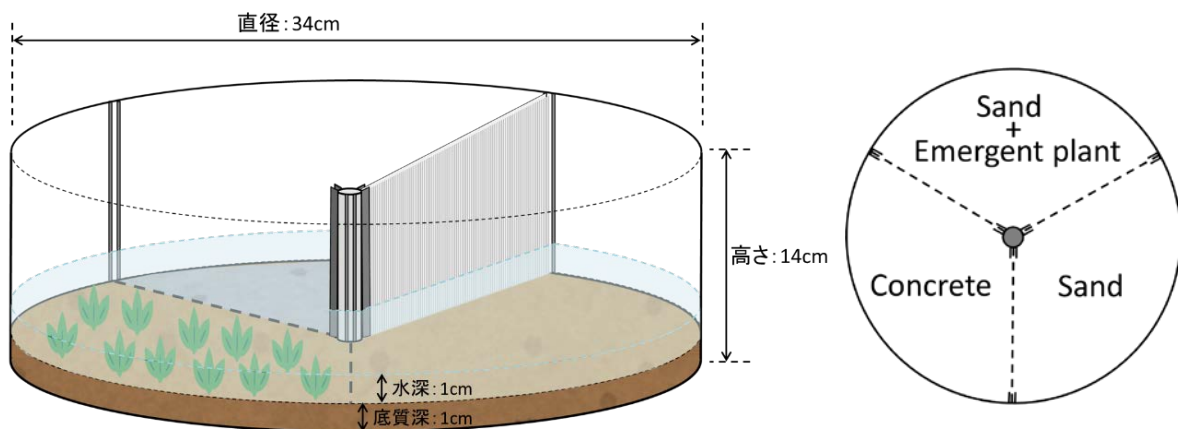


図 13 稚ガニの底質選択実験. 左: タンクの立体図; 右: 平面図. タンクは 3 つの底質に分けられた; 砂、コンクリート、そして砂と抽水植物)

いて行った(図 13). 容器の中央には塩パイプ(直径=18mm)が固定されており, このパイプと容器の壁の間に仕切りを挿入することによって, 3つの等しい区画に分割された. 各区画にはそれぞれ異なる 3 種類の底質(砂 + 抽水植物, 砂, コンクリート)が入れられた. 実験に用いた砂および抽水植物は犀川河口において採集し, 抽水植物にはヨシの根を使用した. Sandの底質深は1cmとし, 抽水植物の被度は約50%とした. 容器内には脱塩素した水道水が入れられ, 水深は1cmとした. 各区画にはそれぞれ3匹ずつ稚ガニが入れられ, 実験開始時に仕切りを取り外し稚ガニの移動を可能にした. 実験開始24h後の再び仕切り挿入し, 各区間の稚ガニを計数した. 同様の実験を3回行った.

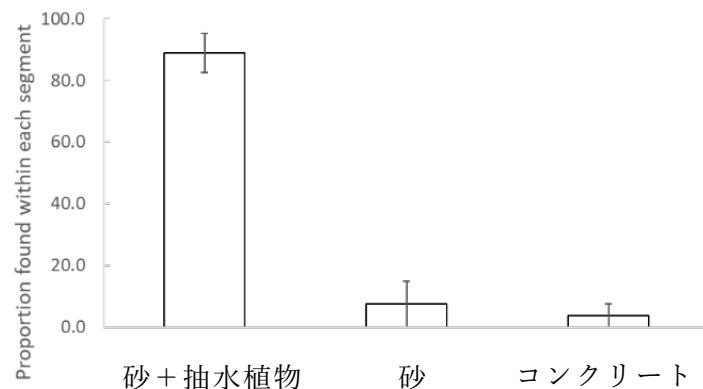


図 14 稚ガニによる底質の選択実験結果

3種類の底質の選択率を図14に示す. それぞれの底質が

選択された割合は砂 + 抽水

植物では88.9%、砂では7.4%、コンクリートでは3.7%となった. 最も多く選択された底質は砂 + 抽水植物であり、各底質の選択率には有意な差が認められた.

E. アカテガニ類の生態に配慮した森林の保全策の検討

上記4つの調査結果を踏まえ、アカテガニ類が必要とする水際の植生形態の解明と、それに基づく保全策を提案する. この際単に保護だけではなく、都市の近郊という立地的特長を生かした、活用法についても提案を行った.

1) 普正寺の森におけるアカテガニ類の生態と分布(調査Aより)

石川県金沢市犀川河口に隣接する普正寺の森における、アカテガニ類の活動期間は5月上旬ごろから10月中旬ごろまでであった. アカテガニ成体は、冬眠場所として森林内を流れる人工の小川と池の周辺を利用し、繁殖期である7月から9月にかけては犀川河岸へと移動していることが明らかとなった. 繁殖期の移動距離は200mにも及び、様々な障害物を乗り越えて移動する. しかし林内に何らかの人工的な障壁が築かれるとそうした移動ができなくなる事態も予想されるため、移動を確保するように配慮を行う必要がある. 一方、クロベンケイガニ成体は、犀川河岸に存在する湿地周辺に1年を通して主な生息場として利用しており、季節的な分布状況の変動は見られなかった. 河畔に近い湿地(図1a,Bゾーン)はクロベンケイガニの重要な生息地であり、仮に治水工事でこの場所が失われるとクロベンケイガニの個体群に大きく影響を与えると感られる. 河動拡幅のためにこの場所が失われる場合、何らかの代替措置が必要になってくる.

2) 放仔行動(調査Bより)

調査におけるアカテガニ類の放仔行動の期間は7月上旬ごろから9月下旬ごろまでであ

る。確認されるゾエアの数は大潮の日に多く、小潮の日に少ないという規則性が見られた。大潮で確認されるゾエアの数が増加する傾向は満月、新月ともに見られた。調査を始める前は、これほど多くのアカテガニ類が岸辺に下りて放仔するとは予測しておらず、河岸の樹木の根を伝いながら放仔する様子が極めて興味深かった(写真5, 7)。親ガニが安全に河岸に下りて放仔できる緩やかな斜面と、水辺林の根系や下層植生の多様な構造は極めて重要である。工事の際には極力こうした構造を残すことが望ましい。

3) メガロパの回帰(調査Cより)

アカテガニ類メガロパの回帰・着底行動は8月中旬から11月下旬ごろまで行われることが明らかとなった。この森ではアカテガニ類の放仔行動は7月初旬ごろから始まるため、放仔されたゾエアが河口域で成長しメガロパへと発達して回帰するまでに約1か月を要する。アカテガニ類メガロパの着底量と月齢周期には明瞭な関係が見られ、大潮でピークを示した。またアカテガニとクロベンケイガニではメガロパの回帰期間が異なることがDNA分析から明らかになった。クロベンケイガニのメガロパでは8月中旬には着底が見られるが、アカテガニではクロベンケイガニよりも1か月後から着底が見られ始め、11月くらいまで続く。また、クロベンケイガニのメガロパはアカテガニの成体が優占している場所へも着底が見られた。そして3タイプの基質での比較では人工マットタイプIが最も多く、次いで人工マットタイプIIという結果となった。時期によってタイプIは8~9月、それ以降はタイプIIが好まれた。いずれにしてもメガロパが着底するためにはメガロパの隠れる場所の多い複雑な構造が必要であり、一般的に見られる人工化された連節ブロックが連続するような河岸は好ましくない。河岸の法面が切り取られる場合は、こうした構造を残すまたは人工的に設置することが望ましい。

4) 稚ガニの生息場(調査Dより)

図11に示すように、抽水植物群落でのアカテガニ類の稚ガニの個体数密度は非常に高い値となった。アカテガニ類は基本的には巣穴を掘りその中で冬眠を行うが、甲幅1cm程度までの稚ガニでは、巣穴を掘らずに石や岩の下などの僅かな隙間に数十匹が集まり冬眠している。そのため、抽水植物群落が非常に高い値となったのは、これらが冬眠場所として稚ガニに利用されていたためであると考えられる。また同じ抽水植物内においても、その形態により密度に大きな違いがみられた(図12)。根系が複雑な構造を持つ、ヤナギタデのような植物が好まれたが、時期によっても違いがみられる。単一種類だ



写真14 アカテガニを用いた環境教育で先進的な取り組みを行っている、神奈川県三浦半島の小網代の森

けでなく、多様な種類の抽水植物の保全または導入が望ましい。

5) まとめ

近年の急速な都市化や気候変動により災害は多発傾向にあるため、河道拡幅や護岸工事は防災上やむを得ない場合もある。しかしながら、そうした時に正しい知見に基づいて、生態系と防災の調和を図ることは重要である。本研究において、河岸付近の抽水植物群落はアカテガニ類メガロパの着底場所、及び稚ガニの生息場として利用される重要な環境であることが明らかとなった。今後、アカテガニ類の生息が確認されている場所において、河川改修を行う際には、特に河岸付近の抽水植物群落に関して慎重な取り扱いが必要であると思われる。

視点を変えれば、金沢という都市近郊でこれほど多くのアカテガニが生息している場所は全国でも例が少ない。アカテガニを環境教育の題材として活動を行っている神奈川県三浦半島の小網代の森は横浜市から電車で約一時間かかる。しかし普正寺の森は30分以内で来ることができ、利便性が極めて高い。夏の満月の夜に川岸に集まり、体を震わせて子供を川や海に放つ様子は自然の神秘を感じさせてくれる行動である。身近にこれほど容易に観察できる場所はない。だが小網代の森のように観察路は整備されていないため、子供達が観察するには難しい。そこでこの河道拡幅工事を契機としてアカテガニの生態を観察できるような河岸として整備することも検討したらよいと思われる。水際に安全な観察路を設置し、アカテガニが放仔に降りられるような河岸スロープとし、メガロパや稚ガニが生息可能な抽水植物や多様な基質を配置することが重要である。そうすることで、金沢市の新しい環境教育の場として活用の幅が広がると考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、石川県立大学大学院修士課程村上隆也君、および環境科学科3年松本岳大君には多大なご尽力を頂いた。また石川県健民海浜公園管理事務所各位には調査にご理解とご配慮いただいた。記して謝意を表す。

参考文献

- 橋本碩, 1965. 河川流域に生息するアカテガニの放卵. 動物学雑誌 74, 82-87
- 北見健彦, 本間義治, 1981. 佐渡島(日本海)におけるアカテガニの習性. 甲殻類の研究 113-123.
- 小林哲, 2006. 河川感潮域におけるモクズガ *Eriocheir japonica*(de Haan)の着底場所と生育場所の環境条件. 応用生態工学 8, 133-146.
- 矢部和弘, 岸由二, 2001. 小網代におけるアカテガニの放仔活動の時間特性. 慶應義塾大学日吉紀要. 自然科学 75-82.