

第6章 結果の考察と今後の課題

飯島 明子・和田 恵次

今回の調査では、北海道から南西諸島までの全国 155 ヶ所の干潟で 14 動物門 1667 種もの底生動物（魚類を含む）が記録された。これまでも干潟の生物相を調べた研究は数多いが、これほど多くの調査地における全国規模での調査は、わが国では初めての試みである。

この調査の詳しい解析、および今後の調査のためには、調査手法の限界を正しく把握する必要がある。本章では先に調査手法及び同定体制等に関する問題点を述べた後、結果の考察及び今後の課題に触れる。

調査手法の問題点

今回の調査では、全国 145 ヶ所（当初の予定）の干潟の底生動物の分布状況を 3 年間で調べるため、篩を用いた定量的な方法ではなく、より簡便な半定量的調査方法を採用した。そのため、通常は篩を用いて採集する小型の生物、特に微小貝や小型多毛類、端脚類、小型等脚類などの採集効率は、調査責任者によって大きく異なることとなった。従ってこれらの小型生物については、今回の調査結果だけによる全国的な比較検討はやや困難だと思われる。また調査開始当初は、付着生物は調査対象に含めないことになっていたが、調査者によっては護岸やカキ礁の付着生物も記録し、別の調査者は全く記録しないなど、調査者間のばらつきが大きかった。このため付着生物に関しては、今回の調査結果の一部では相互に比較可能であるが、全国的に比較検討することはできない。

今回干潟部分の調査では、調査者 2 名が 10 分間底質を掘り返して採集するという手法をとったため、調査者によって掘り返し回数は大きく異なってしまった。また掘り返しの深さは 20 cm であり、大型の多毛類（例えばタマシキゴカイやスゴカイイソメ、ツバサゴカイなど）や深く巣穴を掘る甲殻類（例えばハサミシャコエビ、アナジャコ、ニホンスナモグリ、スナガニなど）は採集が困難であり、実際に生息していた密度に比して採集できた個体数は少なかったと推測される。その一方で今回の手法は、定量採取により底質を掘り取って篩うよりも上記以外の大型生物（例えば二枚貝類）の採集効率は良く、底質表面の巣穴・棲管・糞塊による生息状況の把握という点でも優れているという利点があった（飯島, 2004）。今後類似の調査を行う時には、今回の調査手法の長所と短所を検討し、目的に応じた使い分けをすることが望ましい。

同定体制に関する問題点

今回の調査では、23 名の分類専門家が標本の同定に当たった。当初の予定では調査責任者が現場で同定できた種以外はすべて同定責任者に送付することになっていたが、フジツボ類では現場での

同定結果に分類担当者から疑問が寄せられた。また、調査責任者が 1 種であると判断して 1 ポイントにつき 1 個体しか同定責任者に送付しなかった生物に、同所的に出現する複数種が含まれていたことが、後から判明した場合もあった（例えば多毛類チロリ *Glycera nicobarica* と和名のない *Glycera macintoshi*, 等脚類フナムシ *Ligia exotica* とキタフナムシ *Ligia cinerascens* など）。今後類似の調査を行う場合は、調査者各自が当該分類群の同定に習熟しているものでなければ、「疑わしきは分類担当者に任せる」という原則で同定依頼するよう、注意が必要である。

2002 年 4 月から 2004 年 9 月にかけて得られた標本の同定結果がすべて揃ったのは 2006 年 5 月であった。最も同定に時間と労力のかかる分類群は、連続切片を作成して光学顕微鏡下で検鏡する必要のある刺胞動物門・扁形動物門・紐形動物門であった。また種数が多く未記載種の多い多毛類も、同定に長時間必要だった。調査開始当初の予想を大きく超える 1667 種もの生物が出現し、同定に時間がかかったこと自体はやむを得ない。しかし少ない専門家に大量の標本が集中し、分類担当者に大きな負担をかける結果となってしまったことは、反省すべき点である。今後このような調査をするためには、ある程度の分類ができる人材の育成や、標本の簡単な仕分けを行う人員の雇用も併せて考える必要がある。

標本の固定方法・保存方法は、分類群ごとに全く異なる。しかし 1 回の調査で多くの分類群が出現したため、調査現場では分類群ごとに固定方法を変えることが困難だった。特に身体の柔らかい刺胞動物門・扁形動物門・紐形動物門では、固定方法が適していなかったため標本が破損するなどして詳しい同定ができなかった標本が多数出現した。今回のような調査における標本の固定・保存方法は、今後の重要な検討課題である。

同定結果を受けて総出現種リストを作成するまでの情報の流れは、各分類担当者から同定責任者へ同定結果が送られ、同定責任者から調査責任者へ同定結果が伝えられ、調査責任者がその同定結果を個票に反映させ、個票を集計者に送るといったものだった。このため総出現種リストは個票から作成しなければならず、多くの時間と労力が費やされた。同定結果等の整理と情報の流れについては、今後類似の調査をする場合、時間と労力の軽減、及びミスの累積を最小限に抑えるために、最初から結果のまとめ方を見越して各分類担当者に出現種リストの整理を依頼しておく等の工夫をすることが望ましい。

分類学的検討の必要性

今回の調査で出現した種の中には、未記載種や分類学的再検討をすべき種が多数含まれており、今後研究を進める必要がある。特に、海綿動物門・刺胞動物門・扁形動物門・紐形動物門・環形動物門・節足動物門軟甲綱端脚目・等脚目では、分類学的検討が必要な種が多く出現し、今後の詳細な研究が待たれる。

干潟底生動物の全国的な分布状況

全調査地域の中で北海道・九州・沖縄の3地域は、狭義の干潟生物（第4章参照）において他の地域に出現しない特有の生物が多く見られたという点で特筆できる。北海道は親潮を含む亜寒帯循環流の影響が強く、千島列島等との共通種が多数見られた。九州は、過去における大陸との接続と分断の歴史により、有明海を中心として大陸性の遺存種が多く生息していた。琉球列島は、日本列島の中では亜熱帯循環流の最も上流に当たるため南方系の種が多く生息していた。

一方で、沖縄・九州からさらに北の地域まで広く分布する種も多数出現した。亜熱帯循環流（黒潮）は、琉球列島の北側を東進し、トカラ海峡を経て九州・四国沖・紀伊半島沖を通り、房総半島から東へ流去するが、その影響は仙台湾近辺まで及ぶ。また黒潮から分岐する対馬暖流は、日本海を北上し、津軽海峡を通過して太平洋岸へ出、道東と三陸海岸にも影響を及ぼす。沖縄及び九州から道東に至るまでの間に共通する底生動物が多いことは、幼生の移送経路としての黒潮・対馬暖流の重要性を示すものである。

南北に長い日本列島では、地域により気温・沿岸水温の差が著しく、夏の高温や冬の低温、あるいは年間を通しての積算温度の差などが、干潟底生動物の分布北限・南限を決定する大きな要因と考えられる。同時に、浮遊幼生期の有無やその長さにより、海流による幼生の移送可能な距離が異なることも、各種の分布域を規定しているかもしれない。黒潮の流軸における最高速度を毎秒2 mとすると、種子島から房総半島までは2週間程度で到達可能である。従って数週間の浮遊幼生期を持つ種の場合、九州で生まれた幼生が仙台湾まで着くこともあり得るが、2、3日の短い浮遊幼生期しか持たない種の場合は、途中でいくつもの中継地点の個体群を経由しつつ世代を重ねなければ、東北や北海道までは分布することができないはずである。そのため、特に浮遊期間の短い広域分布種にとって、分布域南端から北端までの間の中継地の干潟の存在は、非常に重要な意味を持つと考えられる（風呂田, 2000; Kojima et al., 2005）。

今回、沖縄・九州から北にかけて広域に出現した種の中で、多くの種において、最南端の出現地域から最北端の出現地域までの間に、全く出現が見られなかった広い空白地域が存在した（例えばイボウミニナ、オカミミガイ、ハマグリ、ユムシ、ムロミスナウミナナフシ、トリウミアカイソモドキなど）。これは上記の中継地点の欠如という面で、憂慮すべき事態である。黒潮・対馬暖流の上流地域で個体群が衰退すると、下流の地域個体群は上流域からの幼生供給を受けられなくなると考えられる。海流による他地域からの幼生供給によって成立している地域個体群であれば、新規加入が途絶えることにより地域的絶滅の危機にさらされるだろう。地域個体群のみで再生産が可能な種であれば、即座に地域的絶滅の危機にさらされることはないが、洪水等により地域個体群に打撃があった場合、他地域からの幼生供給による個体群の回復は望めず、長期的に見れば危機的状況にあると言える。また他地域からの幼生供給がないために、個体群内の遺伝的多様性が減少することも懸念される。

塩性湿地・マングローブ湿地及び干潟底生動物の危機と今後の課題

今回の調査結果により、塩性湿地・マングローブ湿地の底生動物の危機的状況が全国的に示された。塩性湿地自体が埋め立てや護岸によって消失している場所が多い他、河川からの土砂供給の減少によって崩壊・退縮を続ける塩性湿地も存在するなど、生息場所の減少と質の低下が底生動物の危機を招いていると考えられる。

干潟についても過去のデータとの比較により、かつてはいたが現在は見られない種が相当数にのぼることが判明した。今回の調査結果のまとめでは、これらの種について詳しい解析を行うことはできなかったが、今後詳細な解析が必要とされる。また、1ヶ所の調査地につき1回のみ調査なので、出現しなかった種が調査の年に偶然少なかったのか、あるいは地域的に絶滅したのかは、今回の調査だけでは断定できない。これらの詳細について確かめるためには、今後の継続的なモニタリング調査が必要である。

干潟および塩性湿地の生物多様性の保全に向けて必要なことは、まずこれ以上の埋立・護岸を避け、仮に埋立・護岸を行う場合においても事前に適切なアセスメントを実施し、生物多様性保全の観点から十分な配慮を行うことである。そのためには、重要湿地500はもとより、現存する干潟や塩性湿地・マングローブ湿地の重要性を国、自治体、事業者を含めさまざまな関係者に繰り返し周知徹底するほか、特に生物多様性保全上重要な地域については埋立・護岸に対する法規制の強化又は導入について検討することも必要であろう。

今回の調査終了後にも、調査対象となった干潟で埋立・護岸工事が行われたために干潟の大半が消失し、調査時点で生息していた底生動物の生存が危ぶまれる事例も生じている。また、今回の調査では、埋立や護岸だけではなく、河川上流からの土砂供給が絶たれたことにより、干潟や塩性湿地・マングローブ湿地が退縮・消失した例も確認することができた。一方で、沖縄では農地開発による赤土流入によって、干潟の泥質化やサンゴ礁のサンゴの死滅など沿岸生態系に悪影響が生じている。河川からの土砂流入の回復、あるいは赤土流出防止に向けてどのような取り組みが可能か、河川生態学・環境工学・砂防学などとの学際的連携により、今後検討をさらに進めることも必要である。

現存する干潟を守ることが最重要課題であるが、同時に、消失した干潟を回復する試みも必要である。特に広域分布種が出現しなかった空白地域において干潟や塩性湿地を回復させれば、幼生供給の中継地点としての意義が大きいと思われる。ただし人工干潟に関しては過去に失敗例も多く、造成するのであれば工法と造成場所については細心の検討が必要である。特に過去に干潟が形成されなかった海岸や埋立地先端に造成した人工干潟では、急に深くなる海底へ底質が流れ落ちる・潮流によって底質が流失するなどの問題が頻繁に起き、毎年砂を供給しなければならず、生物多様性も極めて低いという失敗例が多い。このような場所の場合は、むしろ埋立地を干潟に戻すことを積極的に検討すべきである。ただし人工潟湖では、底質の流失も起きず生物多様性も周囲の自然干潟

とほぼ同様になるなどの例も見られるため、今後事例研究を重ね、適用できる場所に造成することも検討すべきであろう。

干潟の機能と生物多様性に関する地元住民への普及教育活動も、今後の重要な課題の1つである。干潟の観察会や清掃活動など、地元住民による長い活動の歴史を持つ地域も存在するが、干潟生態系の機能や生物多様性保全の意義については、まだ一般に広く浸透しているとはいえない。一般向け書籍・新聞・テレビ・インターネット等あらゆるメディアを用いて、「自然保護」に特に関心のない人々にも浸透するよう、広く干潟生態系の機能や生物多様性についての普及活動を行う必要がある。また、干潟生物観察指導の専門家を育成し、そうした専門家が収入を得られる仕組みを作っていくことが、より良質の普及教育活動に繋がり、地域住民による自覚的な干潟環境の保全に繋がるのではないだろうか。

参考文献

- 風呂田利夫, 2000. 内湾の貝類, 絶滅と保全 ～ 東京湾ウミナ類の衰退からの考察. 月刊海洋, 号外, 20: 74-82.
- 飯島明子・木下今日子・中山聖子・安達宏之・風呂田利夫, 2004. 三番瀬の干潟におけるマクロベントス分布調査方法の比較. 千葉生物誌, 53: 21-27
- Kojima, S., S. Kamimura, A. Iijima, T. Kimura, K. Mori, I. Hayashi and T. Furota, 2005. Phylogeography of the endangered tideland snail *Batillaria zonalis* in the Japanese and Ryukyu Islands. Ecol. Res., 20: 686-694.