12. 四国地方における稀少種「シオマネキ」の生息環境特性

Characteristics of inhabitable environment of fiddler crabs (Genus *Uca*) in the Shikoku area

宇野 宏司*・中野 晋**

Koji UNO, Susumu NAKANO

ABSTRACT; Fiddler crabs, *Uca arcuata* and *Uca lactea lactea*, are both listed as very rare species in the Red Data Book published by the Environmental Agency of Japan. We have been studying the influence of physical conditions, such as sediment properties and tidal flow, on the active individual densities of fiddler crabs, in particular, inhabiting the Sumiyoshi tidal flat in the mouth of Yoshino River. Furthermore, we carried out similar field observations of the habitat distribution of Genus *Uca* in the Shikoku area. In this paper, the influence of grain size distribution of tidal flat sediment and weather factors, such as precipitation, on the number of active individuals were examined by the neural network analysis method.

KEYWORDS; fiddler crabs(Genus *Uca*), neural network analysis, Shikoku area

1. はじめに

日本三大河川の吉野川、最後の清流といわれる四万十川をはじめ、四国地方を流れるいくつかの河川感潮域では、シオマネキ (*Uca arcuata*) やハクセンシオマネキ (*Uca lactea lactea*) の生息が確認されている。これらの生物は環境庁編「日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック」(1991) に稀少種として記載されており、現在その保全が強く望まれているところである。一方で、これらの生活舞台となる沿岸域空間は人間活動の盛んな場とも重なり、その利用はますます高度化、多様化してきている。今後「開発」するにせよ、「保全」するにせよ、空間の物理的・化学的特性の変化が生態系に与える影響を量的に把握することが重要である。

筆者らは河口干潟や沿岸域の環境を考察する上での一つの指標として、*Uca* 属の生息環境特性に着目し、1993 年度より徳島県内の吉野川(住吉干潟)、勝浦川、那賀川を中心に現地観測を行ってきた。1997 年度からはより広域的な分布特性を把握することを目的に、隣接する他県においても生息確認調査を行なっている。本研究では、各河川における底質の粒度分布特性について、これを細粒分、粗粒分の中央粒径、幾何標準偏差および全体に占める細粒分の割合といった 5 つのパラメータで評価し、観測時の気温や日照時間などの気象条件とあわせて、*Uca* 属の活動個体数に対する影響についてニューラルネットワークを用いて検討した。

* ; 徳島大学大学院工学研究科建設工学専攻 Dept. of Civil Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokushima, ** ; 徳島大学工学部建設工学科 Dept. of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Tokushima

図-1 調査地点

2. 調査概要

現地観測の目的は *Uca* 属の生息数とその環境要因を調べることにある。調査地点を図-1に、主な河川の諸情報を表-1に示す。このうち、徳島県内を流れる吉野川、勝浦川、那賀川においては、1m四方の固定式コドラートを設置し、*Uca* 属の活動期にあたる4月～10月に生息数調査を実施した。その他の河川では年1～2回ほどの観測であるため、*Uca* 属の生息が確認された地点に1m四方のランダムコドラートを設けて調査を行なった。いずれの河川においても、*Uca* 属の活動個体数が最大となるといわれている大潮の干潮時に調査を実施したが、天候などの理由により観測日が前後したこともある。

調査項目は、コドラート内の *Uca* 属の活動個体数密度（種別・雌雄別・サイズ別）、巣穴数、気温、土温である。干潮時の調査のため、水温および電気伝導度の測定は、ほとんどのコドラート内で実施できなかった。またコドラート内の表層の底質を採取し、実験室に持ち帰って含水率、含泥率を求めた。粒度分析は、持ち帰ったサンプルをいったん炉乾燥させた後、水ぶるいにより2mm以上の粒子と2mm以下の粒子にわけ、細粒分についてはレーザー粒度分析装置を用いてさらに細かく分析した。また、各地方気象台で刊行されている気象月報より、*Uca* 属の活動個体数に大きな影響を及ぼすと考えられる観測日の日照時間および観測日前3日間の合計降水量を調べた。

表-1 主な河川の諸情報

項目	河口からの距離 (km)	生息干潟面積 (m ²)	狭部水路幅 (m)	M2潮 (m)	シオマネキ	ハクセンシオマネキ
吉野川	2.0-2.8	30000	480	0.85	○	○
那賀川	1.8-2.0	900	440	0.85	○	○
勝浦川	1.8-2.3	1200	120	0.85	○	○
蛸瀬川	0.6	50	40	1.02		○
竹島川	2.5	800	80	1.02	○	○
四万十川	1.6	18	140	1.02	○	
本津川	0.4-0.8	30000	120	1.29		○

図-2 干潟底質の粒度分布

3. 底質粒度の代表値

シオマネキをはじめとするスナガニ科のカニは、干出時に干潟表面の砂泥から有機物を摂食するデトリタス食性であり、いずれの種も底質選好性を持っている。したがって、種ごとの活動個体数を把握するにあたっては底質特性を考慮することが重要である。しかし、干潟底質の粒度分布は、洪水末期や平常時に堆積する細粒分と、洪水最盛期の高せん断応力状態で堆積する粗粒分が重合して堆積するため、複数のピークを持つことが多く、代表値の選択が難しい。そこで、干潟の粒度分布が式(1)で表現されると仮定した。

$$p(D)dD = \alpha p_1(D)dD + (1-\alpha)p_2(D)dD \quad (1)$$

ここで、 p_1, p_2 は細粒分、粗粒分の確率密度、 α は全体に占める細粒分の割合である。 p_1, p_2 がそれぞれ対数正規分布に従うものと仮定すると式(1)は次式(2)のようになる。

$$p(D)dD = \alpha \frac{1}{\log \sigma_{g1} \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(\log D - \log D_1)^2}{2 \log^2 \sigma_{g1}} \right\} d(\log D) \\ + (1-\alpha) \frac{1}{\log \sigma_{g2} \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(\log D - \log D_2)^2}{2 \log^2 \sigma_{g2}} \right\} d(\log D) \quad (2)$$

ここで D_1, D_2 は細粒分、粗粒分の中央粒径、 σ_{g1}, σ_{g2} はそれぞれの幾何標準偏差である。この式では粒径の代表量である $D_1, D_2, \sigma_{g1}, \sigma_{g2}$ のほかに α が未知定数となっている。そこで測定された粒度分布との自乗誤差が最小となるように、これら5つの量を決定した(表-2)。図-2に測定値と近似結果を比較した例を示す。このように式(2)でいずれの河川においても、底質の粒度分布をおおむね表現することができた。ここで、吉野川 A、勝浦川 B、四万十川 A はシオマネキのみ、吉野川 J、那賀川 F、本津川 C はハクセンシオマネキのみ生息密度が卓越する領域である。シオマネキとハクセンシオマネキでは、好ましい底質環境が異なり、前者は複数のピークをもつなだらかな粒度分布となる泥質を好むのに対し、後者は粒径 $300 \mu\text{m}$ 以上の粒子でほぼ構成される砂泥質を好むようである。

表-2 底質粒度の代表値

	α	$D_1(\mu\text{m})$	σ_{g1}	$D_2(\mu\text{m})$	σ_{g2}
吉野川 A	0.523	25.8	3.9	338.0	1.8
吉野川 J	0.363	47.5	4.4	164.0	1.6
勝浦川 B	0.795	68.0	4.4	457.0	1.9
那賀川 F	0.493	437.0	6.5	265.0	1.8
四万十川 A	0.808	21.4	5.1	439.0	2.0
本津川 C	0.248	130.0	3.0	1070.0	1.6

図-3 *Uca* 属の活動個体数と底質特性・気象条件

4. ニューラルネットワーク BP 法による *Uca* 属の生息環境特性の検討

図-3 は、吉野川住吉干潟におけるシオマネキの活動個体数密度と含泥率、観測時気温、観測日前 3 日間の合計降水量を示したものである。一般に *Uca* 属の活動個体数密度とこれら底質特性・気象条件との関係は複合的であり、地域によってもばらつきがある。そこで、非線形多変量解析の代表的手法であるニューラルネットワークのバックプロパゲーション法を用いて *Uca* 属の活動個体数密度と底質特性・気象条件との関係を考察することにした。

4.1 ネットワークの構築

高知県南西部、香川県内の河川は観測回数が少なく十分なデータが得られていないので、各地域全体のデータを用いてネットワークを構築した。使用したデータは 1998 年および 1999 年の観測データである。動作関数には式 (3) で示されるシグモイド関数を用いた。

$$f(y) = 1/[1 + \exp(-ay)] \quad (3)$$

ここに、 y は中間層 (22 層) に集まる重み付けされた説明変数の総和である。非線形性の強いデータ特性を考慮して、シグモイド関数の勾配 a は 5 とした。ネットワーク構築に必要な学習回数はいずれも 1000 回とした。入力層 (説明変数) には、底質

図-4 ニューラルネットワークによる活動個体数の把握

図-5 底質特性に対する感度解析

特性として $D_1, D_2, \sigma_{g1}, \sigma_{g2}, \alpha$, 気象条件として観測時の気温, 土温, 観測日前 3 日間の合計降水量, 干潮時刻からの偏差 (分単位), 大潮からの偏差 (日単位) を選び, 出力層 (目的変数) にシオマネキおよびハクセンシオマネキの活動個体数密度を用いた. 図-4 に示されるように, いずれの河川においてもネットワークの適合性が確認できた.

4.2 底質特性に対する感度分析

何らかの自然的あるいは人為的インパクトによって与えられる生物への影響を定量的に評価する一つの手段として, ある説明変数だけを変化させた場合に目的変数がどのように変化するかを調べる感度分析がある. これにより *Uca* 属の活動個体数がどのように変化するかを調べた. このとき変化させない説明変数の代表値には, それぞれの河川である一定量以上の活動が認められた場合のデータを平均して用いた. 図-5 は, 徳島県 (吉野川), 香川県, 高知県南西部における D_1, D_2, α に対する感度分析の結果である. 細粒分の割合 α について, シオマネキはその値が 0.7 以上, ハクセンシオマネキは 0.2~0.4 付近で活動個体数が増加する. 細粒分の中央粒径 D_1 について, シオマネキは $100\mu\text{m}$ 以下の底質の存在が活動個体数に大きく影響するようである. 実際, 図-2 に示したようにシオマネキの生息が確認された地点の底質の粒度分布はいずれも $100\mu\text{m}$ 以下に小さなピークが存在しており, このことがシオマネキ生息の重要な条件になっていると考えられる. また, 粗粒分の中央粒径 D_2 については砂質を選好するハクセンシオマネキに対する影響が大きい. 特に $500\mu\text{m}$ 以下となると, ハクセンシオマネキの生息は困難なようである.

図-6 気象条件に対する感度分析

4.3 気象条件に対する感度分析

活動個体数密度からハビタット全体の生息数を正確に知るためには、底質特性のみならず他の要因が活動個体数密度におよぼす影響についても検討しなければならない。特に *Uca* 属は潮間帯の生物であり、潮汐の影響を考慮する必要がある。図-6にシオマネキについての気象条件に対する感度分析の結果を示す。いずれの河川においても、直前の降水量が少ないほど、日照時間が長いほど、あるいは気温が高いほど活動個体数が増加するといった生物にとってごく当たり前の生理現象が再現できている。干潮時刻からの偏差が各河川で異なるが、それぞれのハビタットでの干出時間に違いがあるためである。干潮時刻および大潮から離れるにしたがって活動個体数は鈍くなるようである。気温の変動に対する影響も大きく、シオマネキの場合30~35℃前後で活動量が増えている。これらのことから、比較的活動が活発な夏季においても、気象条件によって活動個体数が変化しやすいということを考慮した上でハビタット全体の生息数を考察することが必要である。ここではシオマネキの結果のみを示したが、ハクセンシオマネキについてもほぼ同様の結果が得られた。

5. まとめ

本研究では、底質の粒度特性や気象条件の変化が *Uca* 属に与える影響を定量的に評価し、その影響度が地域によって異なることを明らかにした。水辺環境の保全にあたっては、ハビタットそのものの保全が大事であるということと言うまでもないが、そこに棲む生物と物理・化学的環境との関係を知り、間接的な影響によって生物が消滅する危険性を予知して適当な対策をとることも重要である。また、これらの影響度は地域によって異なるため、それぞれの河川において継続的なモニタリングを行ない、必要がある。

参考文献；和田恵次ほか：日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状，WWF Japan Science Report vol.3, 182p, 1996. .