

## アマモの草体密度がガザミ稚ガニの生残と成長におよぼす影響

山木克則・林文慶・中村華子・秋元清治

The effects of eelgrass density on survival rate of young swimming crabs and their growth

Katsunori YAMAKI\*, Boon Keng LIM\*, Hanako NAKAMURA\* and Seiji AKIMOTO\*\*

### Abstract

A series of laboratory experiments was conducted in order to investigate the effects of eelgrass density on survival rate as well as growth of *Portunus trituberculatus* which is known to spend most of its young stages in the eelgrass bed. Three water tanks were used in the experiments. The water tanks were prepared with different eelgrass densities; no eelgrass, 125 shoots/m<sup>2</sup> and 250 shoots/m<sup>2</sup>. 120 individuals of the young swimming crabs were cultivated in each of these water tanks for a period of 30 days. After 30 days of cultivation, the survival rate of the crabs in the water tank without eelgrass was 7.5%, whereas the rates were 19 and 14 % in the tanks with lower and higher eelgrass densities, respectively. Gross weight of the crabs was found to be greater in the tank with higher eelgrass density. It was also observed that the crabs burrowed in sand occupied bigger portion in the gross weight. It was clearly shown that the crabs burrowed in sand with higher eelgrass density were bigger and heavier than the rest. Based upon these observation and results, it was strongly implied that the eelgrass bed has a positive effect on cannibalization prevention as well as the growth of the young swimming crabs.

### 緒言

アマモ場は、海水・底質の浄化機能、消波機能をはじめ、海洋の循環系にも関係する高い一次生産性と生物多様性を持つことから、健全な沿岸環境と生態系を維持する上で特に重要な場である<sup>1)</sup>。我が国における水産有用種であるマダイ、クロダイ、ヒラメ、スズキ、イサキ、アイゴ、メバル、メジナなどの稚仔魚の繁殖・保護の場としてもアマモ場・藻場が重要である事は以前からよく知られてきた<sup>2)</sup>。しかしながら、高度経済成長期以降急速に拡大した沿岸開発や、都市部の人口増加による水質汚濁や富栄養化がアマモ場・藻場の消失を引き起こしただけでなく、沿岸水産資源を育む多くの場が減少してしまった<sup>3, 4)</sup>。そこで近年、水産動植物の増殖、育成環境の保全等を目的として漁業者が中心となった自然再生の取組みが全国各地で行われるようになり、地域における自然再生への意識の向上やルールづくりがなされ、一部では適切な資源管理や新技術による自然回復の兆しが見えてきた<sup>5)</sup>。しかし、有用種の増殖・保護等、水産資源の回復と呼べるレベルには至っていない。このような背景から、現在再生しつつあるアマモ場を水産資源の増殖・保護に積極的に活用することが期待される。

本研究では、アマモ場で生活史の一時期を過ごす多くの水生生物のうち、代表的な生物として水産上の有用種であるガザミ *Portunus trituberculatus* を選定した。ガ

ザミは、メガロパ幼生以降になると高頻度で共食いをすることが知られており<sup>6)</sup>、如何にして共食いを抑えるかが中間育成および放流の効率を高める鍵となる。これまでのガザミの中間育成における共食い防止策では、人工産卵藻キンランやノリ網等の人工物をシェルターとして用いる<sup>7, 8)</sup>ことが多く、アマモ草体自体についての効果についての知見は少ない。本報告では、室内実験によりアマモの有無や生育密度の違いによるガザミの生残と成長への影響について検討した。

### 材料と方法

ガザミの稚ガニは、静岡県温水利用研究センターにて2009年7月24日から種苗生産を行い、同センター内で21日間飼育した脱皮令C2（平均甲幅7.1mm）をキンランに付着させ、活魚トラックにより神奈川県葉山町の実験場まで運搬した。稚ガニの到着後、アマモ *Zostera marina*の密度が異なる3実験区（アマモ無し、アマモ125シュート/m<sup>2</sup>、アマモ250シュート/m<sup>2</sup>）の水槽に稚ガニを120個体ずつ収容した。実験水槽（幅60×長さ140×深さ49cm）は、底面に川砂（d<sub>50</sub>=0.27mm）を厚み10cmに敷き、砂濾過した300Lの自然海水を満たし、常時、エアレーションを行った。海水は1週間毎に約半量を交換し、冷却用クーラーにより水温を22±1℃に維持した。光条件はメタルハライドランプにより水面下

2010.02.05 受理 神水セ業績No.09-005

脚注\* 鹿島建設(株)技術研究所 葉山水域環境実験場 〒240-0111 神奈川県三浦郡葉山町一色2400

\*\* 環境農政部 水産課

の光量子量を $70 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、明暗周期を12L:12Dとした。実験に用いたアマモは、2008年6月に神奈川県葉山町真名瀬漁港において採取した種子を用いて実験室内で種苗生産<sup>9)</sup>した。アマモは、種苗生産用の育苗ポット容器(直径10cm, 高さ9cm)のまま所定の密度になるように水槽内の砂中に均一に植付けた。アマモ密度は、葉山町真名瀬漁港のアマモ場の現地調査<sup>10)</sup>結果に基づき、アマモ生育密度の高い地点と低い地点のデータを参考にして決定した。実験開始時のアマモ草体は葉身が $45 \pm 15\text{cm}$ であった。投餌は、ミンチ状のオキアミを1日間隔で与えた。投餌量は、試験開始から9日目までは各水槽に5gずつ、その後は試験終了まで29gずつとした。残餌は次回投餌の前にサイホンで回収した。30日後の昼間に全実験区の稚ガニについて、アマモ葉状部へ付着していた個体と砂中に潜砂していた個体を回収し、個体数、重量、甲幅を計測した。なお、本稿では稚ガニのアマモ葉状部につかまっている状態を「付着」、砂中に潜っている状態を「潜砂」と定義し、その状態にある稚ガニを付着稚ガニおよび潜砂稚ガニと表した。

アマモ密度と稚ガニ重量は、Mann-Whitney's U-testにより有意差の有無を検定した。また、危険率が $P < 0.01$ の場合に有意な差があるとした。

## 結 果

Fig. 1に各実験区における稚ガニの生残率を示す。アマモ無し区では稚ガニは全て潜砂しており、生残率は7.5% (9個体生残)であった。アマモ密度125シュート/ $\text{m}^2$ では生残率19.2% (23個体生残)のうちアマモ葉状部に付着していた稚ガニは1.7% (2個体生残)であり、同250シュート/ $\text{m}^2$ では生残率14.2% (17個体生残)のうち5.0% (6個体)がアマモ葉状部に付着していた。

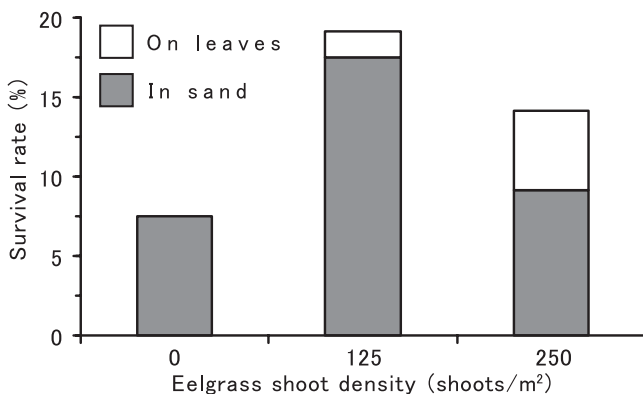


Fig.1 Relationship between eelgrass shoot densities and survival rates of young swimming crabs. Young swimming crabs on the leaves (open) and burrowed in sand (dark).

Fig. 2に各実験区における $1 \text{m}^2$ 当たりの稚ガニの総重量を示す。アマモ無し区では $10.9 \text{g}/\text{m}^2$ 、アマモ密度125シュート/ $\text{m}^2$ および250シュート/ $\text{m}^2$ のアマモ葉状部への付着稚ガニと潜砂稚ガニの総重量はそれぞれ $31.9 \text{g}/\text{m}^2$ 、 $46.8 \text{g}/\text{m}^2$ であった。

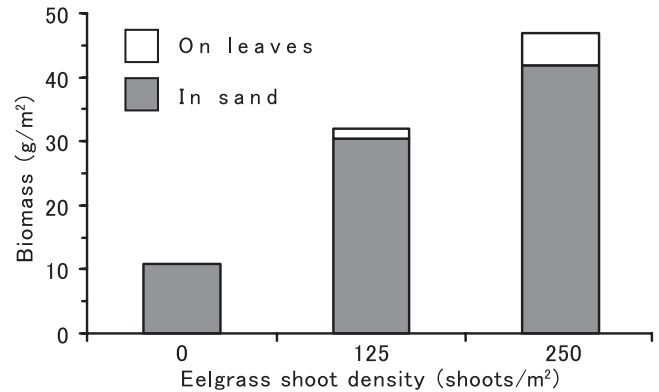


Fig.2 Relationship between eelgrass shoot densities and biomass (total fresh body weight per  $\text{m}^2$ ) of young swimming crabs. Young swimming crabs on the leaf (open) and burrowed in sand (dark).

Fig. 3に各実験区におけるアマモ葉状部への付着および潜砂稚ガニの1個体当たりの平均重量を示す。アマモ無し区および125シュート/ $\text{m}^2$ における潜砂稚ガニの重量は $1.0 \sim 1.2 \text{g}$ であり、125シュート/ $\text{m}^2$ と250シュート/ $\text{m}^2$ のアマモ葉状部の稚ガニの重量は $0.63 \sim 0.68 \text{g}$ であった。これに対し、250シュート/ $\text{m}^2$ の潜砂稚ガニの重量は $3.2 \text{g}$ であった。他実験区と比較して3倍以上の重量差が見られ、全ての実験区に対し有意に大きい結果となった ( $P < 0.01$ )。

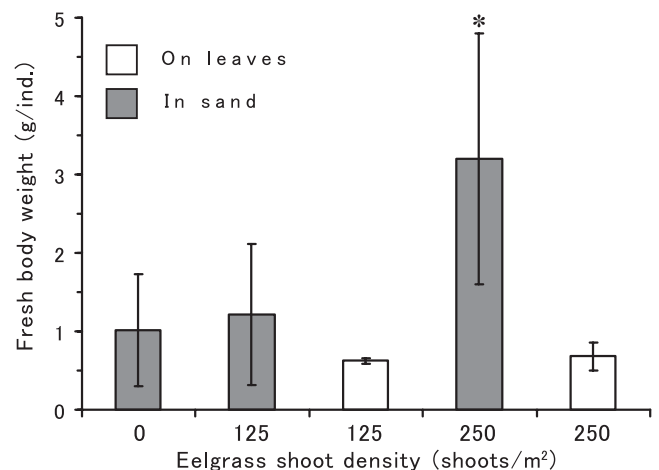


Fig.3 Relationship between eelgrass shoot densities and individual fresh body weight (mean  $\pm$  SD). \* indicates significant differences with other shoot densities at  $P < 0.01$ .

Fig. 4に今回の実験で回収した稚ガニの全個体における体重と甲幅の関係を示す。重量と甲幅の関係は次の近似式で表せた ( $R^2=0.99$ )。

$$W=8.12E^{-5} \cdot L^{2.91}$$

W: 重量 (g), L: 甲幅 (mm)

この近似式は、山口内海水試<sup>11)</sup>、八塚<sup>12)</sup>らの報告におけるガザミの稚ガニの体重と甲幅の計測結果に概ね一致した。

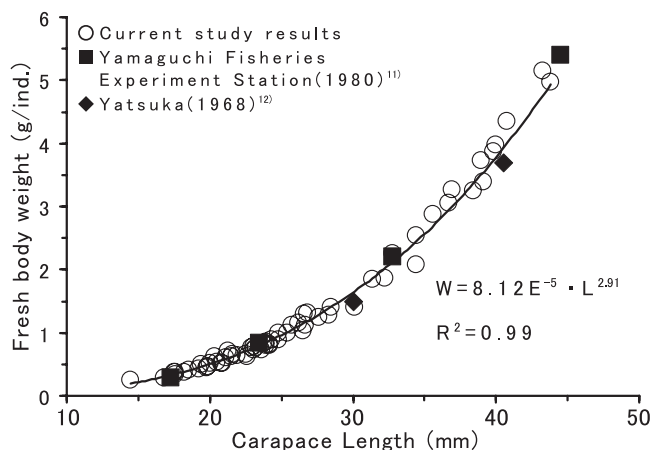


Fig.4 Relationship between carapace lengths and individual fresh body weights. Correlation curve was determined by current study results.

## 考 察

本研究は、アマモ草体がガザミ稚ガニの生残と成長に及ぼす効果を短期間で評価するために、温度、塩分、光量、餌生物、流れなどの環境条件を一定にし、アマモ草体の密度のみを変えた水槽を用いた室内実験を試みた。天然アマモ場の場合、上記環境条件の他に海象条件や稚ガニを捕食する生物、葉上付着動物やそれらの季節変動などを考慮する必要があり、アマモ草体の効果について十分な評価が難しいと考えられた。

今回の実験結果において稚ガニの生残率は、アマモが存在する実験区では、アマモの無い実験区に比べて2倍以上高い値であった。また、アマモの密度を変えた2つの実験区において、葉状部への付着稚ガニの生残数は、低密度の125シュート/m<sup>2</sup>に対して高密度の250シュート/m<sup>2</sup>の方が3倍の値であった (Fig. 1)。このことは、密集したアマモ草体を作り出した場が稚ガニの成育場として効果的に利用されており、共食いの軽減につながったものと考えられた。一方、潜砂稚ガニの生残率は、アマモ密度が低い実験区のほうが高い値となった。この原因として、アマモの高密度の実験区では、水槽内の底砂に一樣にアマモが密に植付けられているために地下茎と根が密集した状態であり、稚ガニが十分に潜砂できずに共食いが起きたと考えられる。著者らの天然アマモ場の

観察では、アマモの密度が高い場所では、網目状に地下茎が海底の砂上に盛り上がる様に繁茂しており、潜砂性の魚類や甲殻類はアマモ場内部ではなく、外縁部の砂泥質の所に潜砂していることが多かった。田端他<sup>6)</sup>は稚ガニの共食い現象では、底砂の有無は関係ないとしているが、今回の実験結果は稚ガニの潜砂行動が生残に有意に影響しているものと考えられた。今回の結果では、稚ガニの総重量はアマモの密度が高い程大きくなり、特に潜砂稚ガニの総重量が占める割合が高かった (Fig. 2)。さらに、稚ガニ1個体当たりの平均重量は、葉状部への付着稚ガニよりも潜砂稚ガニの方が大きく、特にアマモ高密度実験区 (250シュート/m<sup>2</sup>) における潜砂稚ガニでは1個体当たりの平均重量は他実験区に対して有意に大きい結果となった (Fig. 3)。山崎<sup>13)</sup>によると初期の稚ガニは水中の藻や懸垂物に付着する習性をもつが、徐々に砂中へ潜砂する習性が発達し始めC3以降でほとんどの稚ガニは海底基質に潜砂するという観察結果がある。これより、今回の実験結果におけるアマモの葉状部へ付着していた稚ガニと潜砂していた稚ガニの重量差は脱皮令による潜砂習性に関係するものと考えられた。また今回の実験に用いたアマモは、室内で種苗生産したアマモを用いているため自然界のガザミ稚ガニが主に摂餌する甲殻類、橈脚類を中心とした葉上付着動物が存在しないことが付着稚ガニの成長に影響したと考えられた。今後、アマモ葉上の付着動物群と稚ガニの成長について検討が必要であることを示唆している。アマモ場を活用した中間育成の事例として、浜中他<sup>8)</sup>はアマモ場に囲い網を設け、その中にガザミ種苗の隠れ家としてのシェルター材を投入し、22~23日飼育したところ (C1からC4, C5までの成長に相当)、稚ガニの生残率は22.7% (1983年)、39.8% (1984年) と良好であったことを報告している。浜中他の研究は、天然アマモ場へ人工的なシェルターを設置している実験であるため、アマモ自体の効果については明確にされていない。今後、自然再生したアマモ場の活用を図る上でも、ガザミ稚ガニの育成場としての評価を行う必要がある。特に、今回の実験結果を踏まえ、成長に伴うアマモ草体への依存度、外敵に対するアマモの隠れ場機能、葉上付着動物の影響などを評価し、アマモ場の規模に対する放流尾数、サイズ、放流時期などの放流技術の改善につなげて行くことが期待される。

本研究では、客観性のある情報の収集を可能とするために、干渉条件をできるだけ排除した非常にシンプルな実験系を設計し、実験に供した。現在のところ取得データは質・量ともに限定的であるが、統計的な有意差検定の結果はアマモ場が重要な機能を有していることを示唆している。今後、繰り返し実験によりデータの蓄積を図ると共に、実環境下での知見も加味した検討を加えていく予定である。

### 摘 要

1. アマモの存在によるガザミ稚ガニの生残および成長に関する室内実験を行った。アマモの生育密度が異なる3実験区（アマモ無し，アマモ125シュート/m<sup>2</sup>，アマモ250シュート/m<sup>2</sup>）の水槽に稚ガニを120個体ずつ収容し，30日間飼育を行った。
2. 稚ガニの生残率は，アマモの無い実験区では7.5%であったのに対し，アマモのある実験区では14-19%と高く，この相違はアマモの存在が共食いを抑制しているものと考えられた。
3. 稚ガニ1個体当たりの平均重量は，葉状部に付着していた稚ガニよりも潜砂していた稚ガニの方が大きく，特にアマモ高密度実験区の250シュート/m<sup>2</sup>における潜砂していた稚ガニでは他実験区に対して有意に大きい結果となった。
4. 以上の結果より，アマモの分布がガザミの生残や成長に有効であることが示された。

### 謝 辞

本研究を進めるにあたり稚ガニの調達および搬入に御協力をいただいた葉山町漁業協同組合長の飯田實氏，三橋直吉氏，矢嶋宏氏，橋本一孝氏，神奈川県水産技術センター主任研究員工藤孝浩氏，NPOスクーバミュージアム顧問三富龍一氏に深く感謝いたします。また，本論文を投稿するにあたり御指導ならびに御校閲をいただいた鹿島技術研究所主席研究員後藤雅史博士，北里大学名誉教授小河久朗博士に深く感謝いたします。

### 引用文献

- 1) Heck KL, Hays G, Orth RJ (2003) : Critical evaluation of the nursery role hypothesis for seagrass meadows. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **253**, 123-136.
- 2) 大島泰雄 (1954) : 藻場と稚魚の繁殖保護について. 日本水産学会編, 水産学の概要, 日本学術振興会, 東京, 128-181.
- 3) 斉藤雄之助 (1979) : 沿岸海域藻場調査 瀬戸内海関係海域藻場分布調査報告. 南西海区水産研究所, 375-413.
- 4) Komatsu T (1997) : Long-term changes in the *Zostera* bed area in the Seto Inland Sea (Japan), especially along the coast of the Okayama Prefecture. *Oceanol. Acta.*, **20**, 209-216.
- 5) 社団法人全国豊かな海づくり推進協会 (2008) : 漁協等実践活動助成事業報告書平成19年度, 34-38.
- 6) 田畑和男・勝谷邦夫 (1973) : ガザミ稚ガニ二期における共喰い現象について. *栽培技研*, **2**, 27-32.
- 7) 社団法人全国豊かな海づくり推進協会 (2009) : 平成20年度栽培漁業技術実証試験結果報告書, 34-38.
- 8) 浜中雄一・桑原昭彦・村岡忠司 (1985) : アマモ場を利用したガザミの中間育成方法について. *栽培技研*, **14**, 27-37.
- 9) Yamaki K and Ogawa H (2009) : Characterization of germination and seedling production of *Zostera marina* and *Z. caulescens*. *Coast. Mar. Sci.*, **33**, 46-53.
- 10) 山木克則・新保裕美・田中昌宏・三富龍一・小川久朗 (2006) : アマモ場拡大の実態把握と種苗移植による新規群落形成の試み. *海岸工学論文集*, **53**, 1006-1010.
- 11) 山口県内海水産試験場 (1980) : 昭54放流技術開発西部ガザミ班報告, 1-24.
- 12) 八塚剛 (1968) : ガザミ養成の基礎知識 (I). *養殖*, **10**, 108-112.
- 13) 山崎哲男 (1974) : ガザミのMegalopaおよび稚ガニ初期の, 光性, 付着性および潜砂能力について. *栽培技研*, **3**, 19-25.