

マガキガイStrombus luhuanusの捕食者回避行動

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	樋口, 真理可 古屋野, 太一 伊藤, 篤 和田, 哲
巻/号	52巻3号
掲載ページ	p. 251-258
発行年月	2004年9月

マガキガイ *Strombus luhuanus* の捕食者回避行動

樋口真理可¹・古屋野太一²・伊藤 篤³・和田 哲^{3*}

Predator Avoidance of the Conch Snail *Strombus luhuanus*

Marika HIGUCHI¹, Taichi KOYANO², Atsushi ITO³ and Satoshi WADA^{3*}

Abstract: Predator avoidance of the conch snail, *Strombus luhuanus*, and the effect of development of morphological defense on behavioral defense were studied. *S. luhuanus* shows ontogenetic change in the thickness of shell lip, and two types of conchs, the thin type and the thick type, were used in the experiments. Predatory hermit crab, *Dardanus pedunculatus*, preferred conchs with thin shell to those with thick shell. Conchs actively jumped and released mucus when attacked by the predator. However, *S. luhuanus* did not change their behavior under chemical and/or visual stimulus of the predatory hermit crab or conspecific mucus. When subjected to a crushed conspecific stimulus, conchs buried deeper into the sand than under controlled condition. Shell thickness did not seem to affect the predatory avoidance behavior. These antipredatory tactics in *S. luhuanus* might be effective to increase the fitness in the condition of high density of this species and various potential predators in the field.

Key words: *Strombus luhuanus*; Antipredatory behavior; Inducible response; Conch

多くの腹足類は、行動的防御 (Phillips 1977, 1978; Schmitt 1981) や、形態的防御 (Vermeij 1976; Palmer 1979) によって捕食者から身を守る。行動的防御は、遠くにいる捕食者や傷ついた同種個体から漂ってくる化学物質を感知して被食の危険を低減する回避行動と、捕食者の接触に反応してすばやく動いたり飛んだりする逃避行動に大別される。例えば、エヒメボタル *Olivella biplicata* は、捕食者であるヒトデの一種から漂ってくる化学物質に反応して砂に潜る回避行動をとり、ヒトデと接触するとすばやく向きを変えてその場から逃げる逃避行動をとる (Phillips 1977)。また、貝殻の肥厚や開口部の歪曲、殻表面の突起などの形態は、貝殻を割る捕食者に対して有効な防御手段である (Palmer 1979; Schmitt 1981)。一般に、形態的防御形質が発達した種は、発達していない種に比べるとあまり行動的防御をおこなわない傾向が知られている

(Schmitt 1981; Watanabe 1983)。例えばKurihara (2003) は、貝殻が厚く形態的防御が発達しているアラスジケマンガイ *Gafrarium tumidum* と貝殻が薄いヒメアサリ *Ruditapes variegatus* を比較して、前者は後者に比べると潜砂速度が遅いことを報告している。

一方、いくつかの種では、貝殻形態において成長に伴う変化や様々な環境条件による種内変異がある。ヨーロッパマイガイ *Mytilus edulis* (Reimer and Tedengren 1996) や *Littorina obtusata* (Trussell 1996) では、捕食者に由来する刺激によって防御に適した形態が可塑的に発達することが実験的に確かめられている。しかし、著者らが知る限りでは、同一種における形態的防御の発達、種間比較で認められる傾向と同様に、行動的防御の低下をもたらすかどうかを検証した研究は少ない (例えば Ichinose 2002)。

マガキガイ *Strombus luhuanus* はスイショウガイ科

2004年4月14日受付：2004年8月7日受理。

¹ 高知大学理学部 (Faculty of Science, Kochi University, Akebono-cho, Kochi 780-8520, Japan)。

² 高知大学大学院農学研究科 (Graduate School of Agriculture, Kochi University, Monobe, Nankoku, Kochi 783-8502, Japan)。

³ 高知大学海洋生物教育研究センター (Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho, Tosa, Kochi 781-1164, Japan)。

* 対応著者 (現所属：熊本大学合津マリンステーション。Aitsu Marine Station, Kumamoto University, Aitsu, Matsushima-cho, Kami-Amakusa, Kumamoto 861-6102, Japan). E-mail: wadas@sci.kumamoto-u.ac.jp

の巻貝であり、高知県や沖縄県では水産資源として利用されている。本種の貝殻は殻長の伸張の停止とともに、外唇部下方がU字型に切れ込み、外唇部全体が肥厚するという特徴的な貝殻成長様式を示す (Fig. 1)。また、本種では繁殖期に砂地に集中分布することや (Wada et al. 1983; Catterall and Poiner 1983)、大型個体よりも小型個体の方が高頻度で潜砂していること (Catterall and Poiner 1987) が知られている。同属のピンクガイ *S. gigas* では若齢個体の捕食者防御に関する研究がおこなわれているが (Ray and Stoner 1995; Delgado et al. 2002)、マガキガイでは捕食者防御に関する研究はおこなわれていない。しかし、高知県浦ノ内湾では潜水観察によってソメンヤドカリ *Dardanus pedunculatus* が本種の捕食者であることが示唆されており (古屋野, 個人的観察), 本種の潜砂行動や外唇部の肥厚は有効な捕食者防御手段であることが推察される。

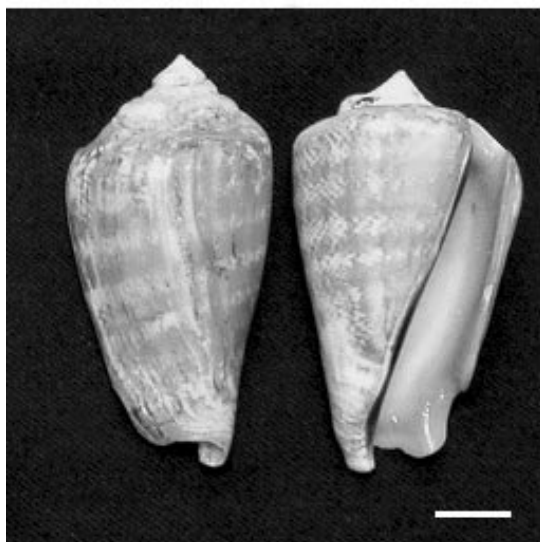
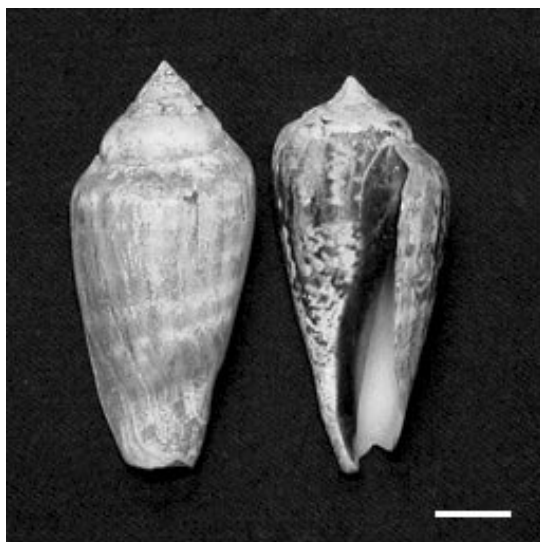


Fig. 1. The thin type (upper photo) and the thick type (lower photo) of conch, *Strombus luhuanus*. Scale bars represent 1 cm.

そこで本研究では、マガキガイとソメンヤドカリを用いて、ソメンヤドカリがマガキガイを捕食することを確認し、外唇部の薄い個体と厚い個体で被食率の違いを比較した。さらに、捕食者回避行動を引き起こす要因を特定するために、捕食者、つぶした同種個体、そして本種が捕食者に襲われたときに発する粘液に対する本種の行動的反応を観察した。最後に、これらの実験結果を外唇部の厚さの異なる個体間で比較することにより、形態的防御の違いが捕食者防御行動に及ぼす影響について考察した。

材料および方法

ソメンヤドカリによる捕食実験

ソメンヤドカリによるマガキガイの捕食を確認し、マガキガイの貝殻外唇部の厚さがヤドカリの捕食頻度に与える影響を検証するために2003年9月から10月にかけて室内実験をおこなった。材料のソメンヤドカリは高知県土佐湾中央部に位置する浦ノ内湾沿岸域で採集し、マガキガイは高知県西端に位置する沖ノ島沿岸域と浦ノ内湾内 (宇佐町周辺) で採集した。沖ノ島で採集した個体は、外唇部の厚さを基準として、厚いタイプ (1.2–2.6 mm, 平均2.18 mm)、薄いタイプ (0.2–0.6 mm, 平均0.43 mm) に分けた。これらの個体の殻長、殻幅はほぼ同じだった。浦ノ内湾で採集した個体は薄いタイプに該当した。

マガキガイは実験をおこなうまで浦ノ内湾の採集地で採取した砂泥を厚さ3 cm程度に敷いた屋外水槽に入れて、天然海水による流水条件下で飼育した。飼育中に特に餌は与えていないが、マガキガイは底質の有機物を摂餌していた。ソメンヤドカリ4個体は実験開始まで餌を与えず、マガキガイと同様に別の屋外水槽で飼育した。

実験では底質を何も入れていない屋外小型水槽 (34 × 53 × 28 cm) にソメンヤドカリ2個体と、外唇部の厚いタイプと薄いタイプのマガキガイを5個体ずつ入れ、流水条件下で5日間飼育した。その後、マガキガイの状態を(1)貝殻が割られて捕食された、(2)貝殻が部分的に割られたが生存していた、(3)貝殻は割られていないが死亡した、(4)貝殻が割られず生存していた、の4項目に区分して記録した。この実験は5セット繰り返し、4個体のソメンヤドカリは、2個体を組にして、1セットごとに交代で実験に用いた。統計解析では、同一水槽における各タイプの死亡個体数をWilcoxonの符号順位検定によって片側検定した。

捕食者回避行動実験

マガキガイの捕食者回避行動を引き起こす要因を調

べるために、2003年9月から10月にかけて屋外水槽条件下で観察時間と要因の異なる4種類の実験を実施した。上述の捕食実験と同様に各実験につき、沖ノ島産で外唇部が厚いタイプ（殻長、殻幅、外唇部の厚さの各平均値=46.6, 27.7, 1.9 mm）、薄いタイプ（45.0, 24.1, 0.5 mm）、浦ノ内産で外唇部が薄いタイプ（48.9, 25.7, 0.4 mm）の3タイプを各10個体用いて、実験中の特徴的な行動と、貝殻が砂に埋まっている程度（埋没度）を記録した。貝殻の埋没度は、実験個体が潜砂行動をおこなった結果を反映する。本研究では、砂上、部分埋没、完全埋没の3つに区分して記録した。ここで、砂上とはマガキガイが砂の表面にいて足部や眼が観察できる状態を指し、部分埋没とは、マガキガイが砂中に潜って貝殻が埋没しているが、その一部は砂上に露出した状態である。そして完全埋没は、貝殻が完全に砂の中に埋没するまでマガキガイが深く潜砂した状態である。

以下の実験に関する統計解析では、同一個体をコントロール条件と実験条件で観察し、砂上においたマガキガイが部分埋没するまでの時間と完全埋没するまでの時間を比較した。最初に、操作要因の影響を検証するために産地・タイプを区別せずに検定をおこなった後で、採集地と外唇部のタイプの影響を考察するために産地・タイプ別に分け、あらためて操作要因の影響を検証した。全ての実験はWilcoxonの符号順位検定によって両側検定した。

(1) 8時間行動観察

ソメンヤドカリの有無と、つぶした同種個体の有無による本種の行動を比較した。止水条件の屋外小型水槽（34×53×28 cm）に、浦ノ内湾沿岸域の海底から採取してきた砂を約8 cmの厚さで敷き、マガキガイ1個体を入れた。その直後に、針金とナイロン紐で作ったかご（15×15×15 cm）に入れたソメンヤドカリ1個体を入れて、その後のマガキガイの行動を10分間隔で観察した。観察時間は10:00から18:00までの8時間とした。この実験と同一の個体を用いたコントロール条件では、何も入っていないかごを水槽に入れて、同様に10分間隔で8時間の観察をおこなった。この実験には3タイプのマガキガイ各10個体を用いた。実験に用いたソメンヤドカリは実験期間を通して餌を与えなかった。

さらに、つぶしたマガキガイ1個体をかごに入れた条件とコントロール条件で、ヤドカリを入れた実験と同様の手順で観察をおこなった。この実験でも3タイプのマガキガイ各10個体を用いた。

(2) 30分間行動観察

上述した捕食実験によって、ヤドカリが接触したマガキガイは粘液を放出することが観察され、また8時間行動観察において、マガキガイはつぶした同種個体の存在によって回避行動を示し、さらにほとんどの個体が実験開始30分後には回避行動を終了した（結果参照）。そこで、つぶした同種個体と同種個体の粘液に由来する化学物質に対する本種の行動を比較するために、8時間観察と同様の水槽条件で30分間の行動観察をおこなった。つぶした同種個体を海水に入れてよく混ぜて抽出液を作り、マガキガイ1個体を入れた水槽に投入した。そして貝殻の埋没度を、1分間隔で30分間記録した。また、同一個体を用いたコントロール条件での観察も同様の手順でおこなった。

次に、実験には使わない個体を海水から取り出して粘液を採取し、それを海水に混ぜた水溶液を用いて、同様の手順で実験をおこなった。これらの実験でも3タイプのマガキガイ各10個体を用いた。

結 果

ソメンヤドカリによる捕食実験

ソメンヤドカリは積極的にマガキガイを捕食し、貝殻が割られて死亡した個体数には外唇部が厚いタイプと薄いタイプの間で有意差が認められた（Wilcoxonの符号順位検定、 $n=5$, $T=0$, $P<0.05$ ）。外唇部の厚いタイプの2個体は貝殻が割られておらずに死亡していたが、軟体部をヤドカリが摂食した形跡はなく、貝殻が割られていた個体はいなかった。薄いタイプでは、25個体中、16個体が貝殻を割られて捕食され、5個体は生存していたものの部分的に貝殻を割られた。またマガキガイでは、ソメンヤドカリに捕まりそうになった外唇部の薄いタイプの個体が足で底質を蹴って激しく飛び跳ねる逃避行動や、粘液の放出が観察された。ソメンヤドカリでは、鋏脚に付着したマガキガイの粘液をはがそうと鋏脚と歩脚をすりあわせる行動や、外唇部の厚い個体をはさんでも割ることができず、しばらくすると離してしまう行動が観察された。

捕食者回避行動実験

(1) 8時間行動観察

全個体で解析をおこなった結果、ソメンヤドカリをかごに入れた条件とコントロール条件では、砂上から部分埋没に至るまでの時間（Wilcoxonの符号順位検定、 $n=30$, $T=212.5$, $P>0.05$ ）と完全埋没に至るまでの時間（Wilcoxonの符号順位検定、 $n=30$, $T=181$, $P>0.05$ ）でともに有意差は認められなかった。産地・タイプ別で解析した場合にも、部分埋没までの

時間、完全埋没までの時間ともに浦ノ内産の外唇部の薄いタイプ、沖ノ島産の外唇部の薄いタイプ、厚いタイプのすべてで差がなかった (Wilcoxon の符号順位検定, $n = 10$, $T \geq 11$, $P > 0.05$) (Fig. 2)。

一方、つぶした同種個体を入れたときは、コントロール条件に比べて完全埋没までの時間が有意に短かった (Wilcoxon の符号順位検定, $n = 30$, $T = 105.5$, $P < 0.01$)。産地・タイプ別に解析すると、沖ノ島産の貝殻の厚いタイプで完全埋没に至るまでの時間に有意差が認められた (Wilcoxon の符号順位検定, $n = 10$, $T = 3$,

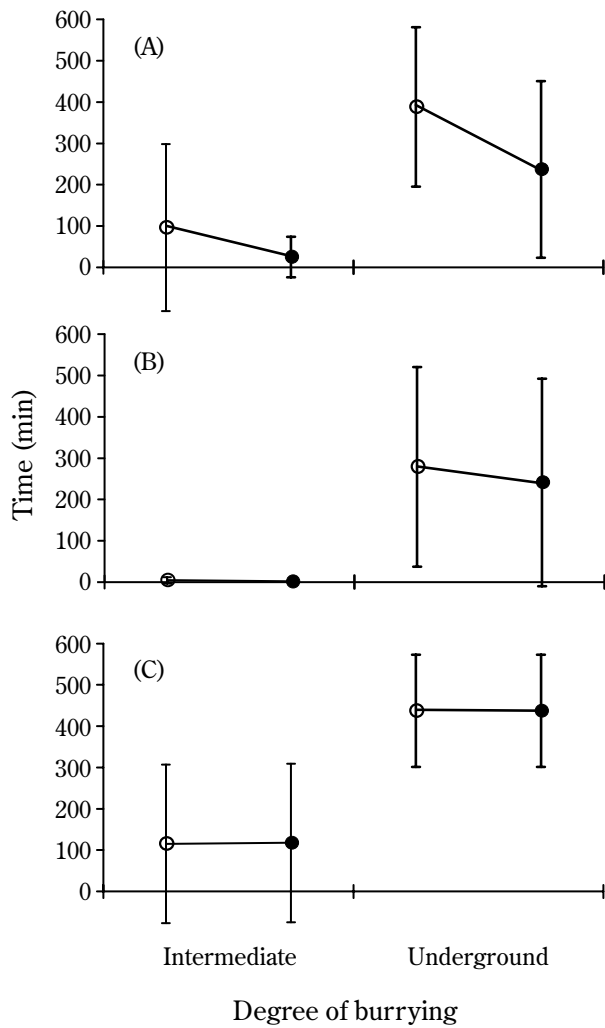


Fig. 2. The means of time from the beginning of observation to the time when conch burrows into the substrate. Observation of every 10 minutes for 8 hours between controlled condition (unshaded circles) and experimental condition (solid circles: predatory hermit crab stimulus). “Intermediate” means that only part of the conch shell is covered and “Underground” indicates that the whole shell is totally covered by the substrate. Graphs A, B and C are the results of the experiments of the conch from Uranouchi Inlet, thin shell lip from Okinoshima, and thick shell lip from Okinoshima, respectively. Vertical bars indicate the SD of the mean.

$P < 0.01$) (Fig. 3)。浦ノ内産と沖ノ島産の薄いタイプでは完全埋没までの時間に有意差が認められなかったが (Wilcoxon の符号順位検定, $n = 10$, $T \geq 16.5$, $P > 0.05$)、厚いタイプと同様に時間が短くなる傾向にあった。部分埋没までの時間はサンプル全体でも (Wilcoxon の符号順位検定, $n = 30$, $T = 182$, $P > 0.05$) 産地・タイプ別でも有意差は認められなかった (Wilcoxon の符号順位検定, $n = 10$, $T \geq 10.5$, $P > 0.05$)。

(2) 30分間行動観察

粘液を入れた条件とコントロール条件で、完全埋没までの時間に違いは認められなかった (Wilcoxon の

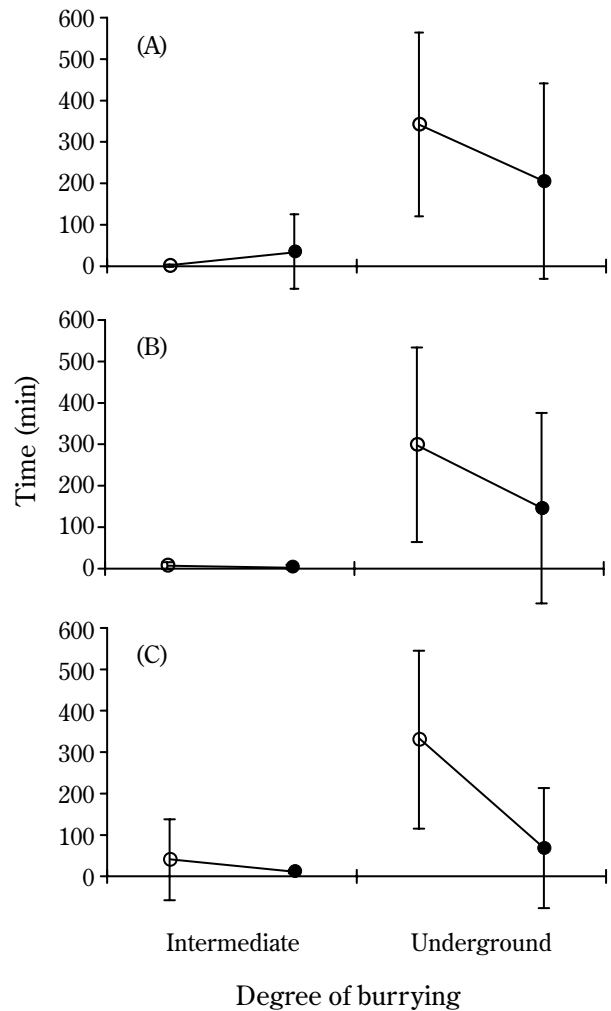


Fig. 3. The means of time from the beginning of observation to the time when conch burrows into the substrate. Observation of every 10 minutes for 8 hours between controlled condition (unshaded circles) and experimental condition (solid circles: crushed conspecific stimulus). The definitions of “Intermediate” and “Underground” are given in figure 1. The captions for Graphs A, B and C also follow those given in figure 1. Vertical bars indicate the SD of the mean.

符号順位検定, $n=30$, $T=202$, $P>0.05$)。産地・タイプ別に解析した場合でも、浦ノ内産、沖ノ島産の薄いタイプ、沖ノ島産の厚いタイプの全てで差がなく、一貫した傾向もみられなかった (Wilcoxon の符号順位検定, $n=10$, $T\geq 20$, $P>0.05$) (Fig. 4)。また、粘液を入れたときと入れなかったときで、部分埋没までの時間にも違いはみられなかった (Wilcoxon の符号順位検定, $n=30$, $T=203.5$, $P>0.05$)。産地・タイプ別に解析した場合でも、差はみられなかった (Wilcoxon の符号順位検定, $n=10$, $T\geq 20$, $P>0.05$)。

つぶした同種個体の抽出液を入れたときは、コントロール条件に比べて完全埋没に至るまでの時間が有意に短くなった (Wilcoxon の符号順位検定, $n=30$, $T=86$, $P<0.01$)。さらに、つぶした同種個体の抽出

液を入れたときには、潜砂行動中に、吻をつかって貝殻の背中に砂をかける行動が観察された。産地・タイプ別では、浦ノ内産の個体では完全埋没までの時間に有意差が認められ (Wilcoxon の符号順位検定, $n=10$, $T=8$, $P<0.05$)、沖ノ島産の薄いタイプ、沖ノ島産の厚いタイプの個体では行動の傾向は一致していたが有意差は認められなかった (Wilcoxon の符号順位検定, $n=10$, $T\geq 10$, $P>0.05$) (Fig. 5)。部分埋没までの時間は、つぶした同種個体の抽出液をいれたときに有意に長くなった (Wilcoxon の符号順位検定, $n=30$, $T=101$, $P<0.01$)。しかし産地・タイプ別に解析した場合には違いはみられなかった (Wilcoxon の符号順位検定, $n=10$, $T\geq 9$, $P>0.05$)。

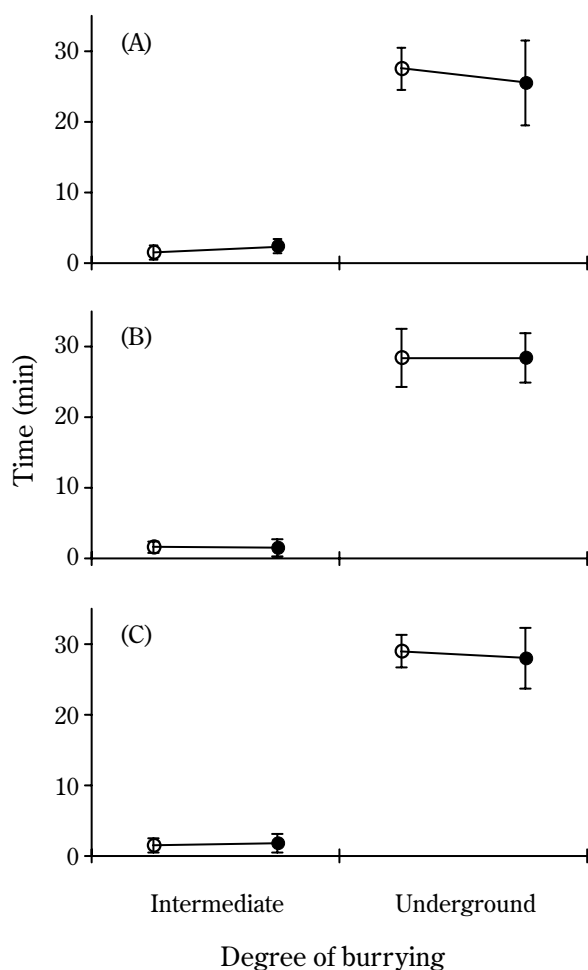


Fig. 4. The means of time from the beginning of observation to the time when conch burrows into the substrate. Observation of every minute for 30 minutes between controlled condition (unshaded circles) and experimental condition (solid circles: conspecific mucus stimulus). The definitions of “Intermediate” and “Underground” are given in figure 1. The captions for Graphs A, B and C also follow those given in figure 1. Vertical bars indicate the SD of the mean.

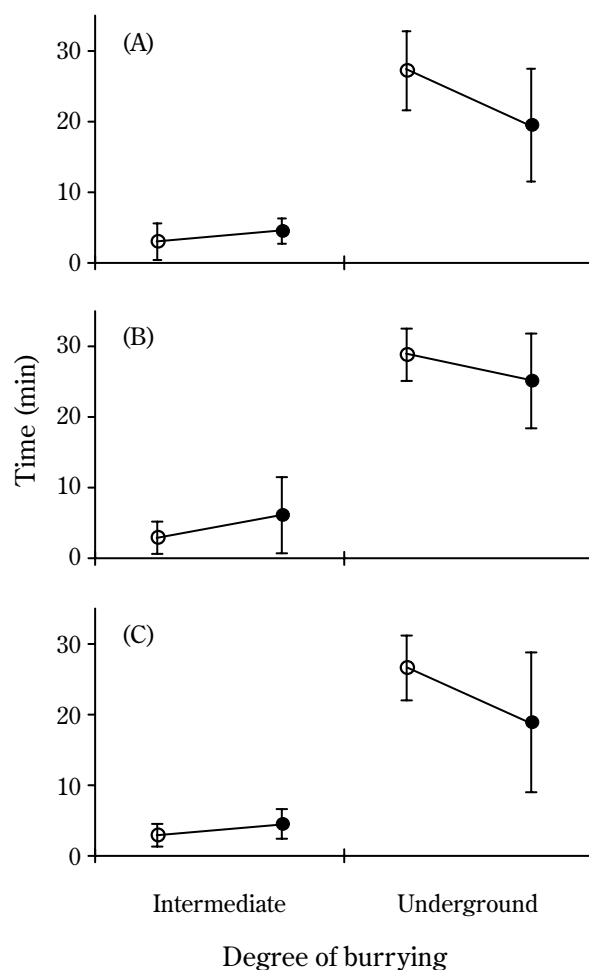


Fig. 4. The means of time from the beginning of observation to the time when conch burrows into the substrate. Observation of every minute for 30 minutes between controlled condition (unshaded circles) and experimental condition (solid circles: crushed conspecific stimulus). The definitions of “Intermediate” and “Underground” are given in figure 1. The captions for Graphs A, B and C also follow those given in figure 1. Vertical bars indicate the SD of the mean.

考 察

本研究の結果、マガキガイは捕食者であるソメンヤドカリには明瞭な反応はみせず、つぶした同種個体に反応して貝殻が完全に埋没するほど砂中に潜った。傷ついた同種個体の体液に反応して回避行動を起こす生物は数多く知られている。例えば、ウニの一種 *Diadema antillarum* はつぶれた同種個体の体液に反応してすばやく下流に移動する (Snyder and Snyder 1970)。イソギンチャクの一種 *Anthopleura elegantissima* は傷つけられた同種個体の放つ化学物質に対して特徴的な収縮反応を示す (Howe and Sheikh 1975)。またヨーロッパタマキビ *Littorina littorea* は、つぶれた同種個体から放たれる化学物質に反応して岩の裂け目に移動する (Hadlock 1980)。一方、マガキガイと同属のピンクガイ (Delgado et al. 2002) と *S. maculatus* (Field 1977) では捕食者に由来する化学物質に反応して捕食者回避行動を起こすと報告されている。同様に捕食者に由来する化学物質に反応して回避行動を行う生物として、ハチマキクボガイ *Tegula funebris* (Geller 1982)、ホンヤドカリ *Pagurus filholi* (Mima et al. 2003)、ウニの一種 *Strongylocentrotus purpuratus* (Phillips 1978) が知られている。

マガキガイが捕食者のソメンヤドカリに反応しなかった理由はいくつか考えられる。一つは、野外でも本種とソメンヤドカリが同所的に生息していることが多いため、ソメンヤドカリがいるだけで回避行動をとるのは過剰な反応であり、摂餌効率や繁殖成功度を大きく低下させてしまうのかもしれない。また、本種は浮遊幼生期を持つため、本種のメタ個体群全体においてはソメンヤドカリが生息している地域は少なくソメンヤドカリが重大な捕食者ではない可能性も考えられる。本種の捕食者としてはマダコやブダイも報告されており (小坂 2001)、予備実験でイシダタミヤドカリとオイランヤドカリもマガキガイを捕食したことから (樋口, 未発表データ)、マガキガイの捕食者が多様であることが示唆される。さらに、本種が砂地に集中分布する点 (Wada et al. 1983) もまた理由として挙げられる。他の同種個体との距離が短かければ、周囲の同種個体が捕食されたときに捕食回避行動をとることが有効な防御手段として機能すると考えられるからである。以上のように、同種個体が集中分布していて、さらに多様な捕食者が同所的に生息する状況では、各捕食者に由来する化学物質に反応して回避行動をとるよりも、傷ついた同種個体に由来する化学物質に反応する方が適応的なものかもしれない。最後に、本種が同種個体を摂餌した捕食者には反応する可能性もある。例

えば、潮下帯に生息する巻貝 *Tegula funebris* は、同種個体を摂餌した捕食者に由来する化学物質に特異的に反応する (Jacobsen and Stabell 2004)。本研究の8時間行動観察実験でマガキガイが捕食者のソメンヤドカリに反応しなかったのは、ソメンヤドカリが実験期間を通してマガキガイを摂餌していなかったからかもしれない。

マガキガイは、人や捕食者によって捕らえられ軟体部を刺激されたり貝殻をつかまれたときに粘液を分泌した。この粘液が、殻を割っているソメンヤドカリの鋏脚に付き、ソメンヤドカリがそれを取ろうとして、貝殻を割ることを一時中断して鋏脚と歩脚をすり合わせているところが観察された。カラマツガイ科の一種 *Trimusculus reticulatus* が分泌する粘液は、ヒトデ *Pisaster ochraceus* による捕食を困難にする効果がある (Rice 1985)。マガキガイの粘液にも捕食を妨げる効果があるのかもしれない。また、ソメンヤドカリが接触したマガキガイが足で底質を蹴って激しく飛び跳ねる逃避行動も観察された。粘液分泌と逃避行動は、捕食者に捕われそうになった個体にとって有効な防御手段だろう。しかし同種個体の粘液に反応して防御行動を示すことはなかったため、本種は同種個体の分泌した粘液から捕食の危険を察知することはできないと考えられる。また、本実験で用いた粘液抽出液の濃度が低すぎた可能性もある。残念なことに本実験では濃度を設定しなかったため、今後の課題として残される。

貝殻をもつ腹足類は、貝殻の重厚化や殻口の縦長化など捕食者に対する形態的防御を進化させてきた (Vermeij 1976; Hughes and Elnor 1979; Palmer 1979)。頑丈な貝殻は破壊されにくく、狭い殻口部はカニやヤドカリがはさみを差し入れるのを防ぐと考えられる。本研究のソメンヤドカリによる捕食実験で、外唇部の薄い個体のみが殻を割られ捕食されたことや、厚い個体は一度捕らえられてもしばらくして離されたことから、マガキガイの厚い殻は、捕食者防御に適した形態と考えられる。一方、外唇部の薄い個体で活発な逃避行動が見られたことから、薄い個体は形態的な防御能力は低い、逃避行動の能力は高いのかもしれない。

しかし8時間観察実験において、外唇部の厚い個体はつぶした同種個体があったときに完全埋没するまでの時間が有意に短かった。形態的防御と行動的防御の発達度合いの種間比較では、一般に両者に負の相関関係がみられるが (例えば Vermeij 1973; Schmitt 1981; Watanabe 1983)、本研究の結果は、本種では形態的防御力の高い個体でも回避行動を行うことを示唆する。ホンヤドカリ *Pagurus filholi* でも形態的防御力の高い貝殻を背負った個体も防御力の低い貝殻を背負った個体と同じように行動的防御をおこなう (Mima et al.

2003)。本種と同属のピンクガイでも、捕食圧にさらされた若齢個体は貝殻の肥厚とともに潜砂頻度が高くなることが報告されている (Delgado et al. 2002)。一方、長期的な成長に伴う行動様式の変化は多くの種で報告されており (例えば Catterall and Poiner 1987)、捕食者回避行動もまた個体の成長に伴って変化することが幾つかの種で知られている。例えば Ichinose (2002) は、スクミリンゴガイ *Pomacea canaliculata* を用いた室内実験で、3日齢個体の抽出液に対して、15日齢よりも若い個体は回避行動を示したが、30日齢及び60日齢の個体は回避行動を示さなかったことや、回避行動様式が体サイズによって異なり、小型個体は水中を避けて這い上がるが、大型個体は底質に潜ることを報告している。本種では体サイズの異なる個体間における生息場所の違いが観察されている (古屋野, 未発表)。また砂地では小型個体の方が大型個体よりも高頻度で潜砂する (Catterall and Poiner 1987)。本種も成長して形態的防御力が発達すると、行動的防御をあまりみせなくなるのかもしれないが、この点についてはまだ検証されていない。海産無脊椎動物の同一種内における形態的防御と行動的防御の関係を詳細に検証するためには、さらに多くの研究が必要である。

要 約

高知県浦ノ内湾及び沖ノ島周辺で採集されたマガキガイの捕食者防御行動について室内実験をおこなった。本種は成長に伴い貝殻外唇部が肥厚するので、外唇部が厚さと防御行動の關係に着目した。ほぼ同一サイズの個体を用いた室内実験の結果、捕食者であるソメンヤドカリは外唇部の薄い個体を選択的に捕食したが、外唇部の肥厚によって捕食者防御行動に対する明瞭な影響は認められなかった。また、本種の行動に対する同一水槽内のソメンヤドカリの影響は認められなかった。ソメンヤドカリに捕らえられたマガキガイは多量の粘液を分泌したが、粘液の有無による本種の行動においても有意な違いは認められなかった。一方、つぶしたマガキガイが入った水槽では、コントロール条件に比べて本種が有意に早く完全埋没 (自分の貝殻が底質表面から見えなくなるまで潜砂した状態) に至った。

謝 辞

調査に協力して下さった高知大学海洋生物教育研究センターの井本善次技官と、いくつかの文献を紹介して下さった西海区水産研究所石垣支所の栗原健夫博士に心より感謝いたします。

文 献

- Catterall, C. P. and I. R. Poiner (1983) Age and sex-dependent patterns of aggregation in the tropical gastropod *Strombus luhuanus*. *Mar. Biol.*, **77**, 171-182.
- Catterall, C. P. and I. R. Poiner (1987) The potential impact of human gathering on shellfish populations, with reference to some NE Australian intertidal flats. *Oikos*, **50**, 114-122.
- Delgado, G. A., R. A. Glazer and N. J. Stewart (2002) Predator-induced behavioral and morphological plasticity in the tropical marine gastropod *Strombus gigas*. *Biol. Bull.*, **203**, 112-120.
- Field, L. H. (1977) An experimental analysis of the escape response of the gastropod *Strombus maculatus*. *Pac. Sci.*, **31**, 1-11.
- Geller, J. B. (1982) Chemically mediated avoidance response of a gastropod, *Tegula funebris* (A. Adams), to a predatory crab, *Cancer antennarius* (Stimpson). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **65**, 19-28.
- Hadlock, E. P. (1980) Alarm responses of the intertidal snail *Littorina littorea* (L.) to predation by the crab *Carcinus maenas* (L.). *Biol. Bull.*, **159**, 269-279.
- Himmelman, J. H. and C. Legault (1993) Relation between escape behaviour of benthic marine invertebrates and the risk of predation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **170**, 55-74.
- Howe, N. R. and Y. M. Sheikh (1975) Anthopleurine: a sea anemone alarm pheromone. *Science*, **189**, 386-388.
- Hughes, R. N. and R. W. Elner (1979) Tactics of a predator, *Carcinus maenas*, and morphological responses of the prey, *Nucella lapillus*. *J. Anim. Ecol.*, **48**, 65-78.
- Ichinose, K. (2002) Influence of age and body size on alarm responses in a freshwater snail *Pomacea canaliculata*. *J. Chem. Ecol.*, **28**, 2017-2028.
- Jacobsen, H. P. and O. B. Stabell (2004) Antipredator behaviour mediated by chemical cues: the role of conspecific alarm signalling and predator labelling in the avoidance response of a marine gastropod. *Oikos*, **104**, 43-50.
- Kurihara, T. (2003) Adaptations of subtropical Venus clams to predation and desiccation: endurance of *Gafrarium tumidum* and avoidance of *Ruditapes variegatus*. *Mar. Biol.*, **143**, 1117-1125.
- Margorin, A. R. (1964) A running response of *Acmaea* to seastars. *Ecology*, **45**, 191-193.
- Mima, A., S. Wada and S. Goshima (2003) Antipredator defence of the hermit crab *Pagurus filholi* induced by predatory crabs. *Oikos*, **102**, 104-110.
- Palmer, A. R. (1979) Fish predation and the evolution of gastropod shell sculpture: experimental and geographic evidence. *Evolution*, **33**, 697-713.
- Phillips, D. W. (1977) Avoidance and escape responses of the gastropod mollusc *Olivella biplicata* (Sowerby) to predatory asteroids. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **28**, 77-86.
- Phillips, D. W. (1978) Chemical mediation of invertebrate

- defensive behaviors and the ability to distinguish between foraging and inactive predators. *Mar. Biol.*, **49**, 237-243.
- Ray, M. and A. W. Stoner (1995) Predation on a tropical spinose gastropod: the role of shell morphology. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **187**, 207-222.
- Reimer, O. and M. Tedengren (1996) Phenotypic improvement of morphological defences in the mussel *Mytilus edulis* induced by exposure to the predator *Asterias rubens*. *Oikos*, **75**, 383-390.
- Rice, S. H. (1985) An anti-predator chemical defense of the marine pulmonate gastropod *Trimusculus reticulatus* (Sowerby). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **93**, 83-89.
- Schmitt, R. J. (1981) Contrasting anti-predator defenses of sympatric marine gastropods (Family Trochidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **54**, 251-263.
- Snyder, N. F. R. and H. A. Snyder (1970) Alarm response of *Diadema antillarum*. *Science*, **168**, 276-278.
- Thompson, T. E. (1960) Defensive adaptations in opisthobranchs. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **39**, 123-134.
- Trussell, G. C. (1996) Phenotypic plasticity in an intertidal snail: the role of a common crab predator. *Evolution*, **50**, 448-454.
- Vermeij, G. J. (1973) Morphological patterns in high-intertidal gastropods: adaptive strategies and their limitations. *Mar. Biol.*, **20**, 319-346.
- Vermeij, G. J. (1976) Interoceanic differences in vulnerability of shelled prey to crab predation. *Nature*, **260**, 135-136.
- Wada, K., R. Fukao, T. Kuwamura, M. Nishida and Y. Yanagisawa (1983) Distribution and growth of the gastropod *Strombus luhuanus* at Shirahama, Japan. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **28**, 417-432.
- Watanabe, J. M. (1983) Anti-predator defenses of three kelp forest gastropods: contrasting adaptations of closely-related prey species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **71**, 257-270.