

三河湾の人工干潟域に優占する4種の二枚貝類に対する スナヒトデ (*Ludia quinaria*) の捕食選好性

武田和也

Predator-prey relationships between the asteroid *Ludia quinaria*
and four dominant bivalves on an artificial tidal flat in Mikawa Bay

TAKEDA Kazuya *

Abstract : A series of laboratory experiments was used to examine the predator-prey relationships between the asteroid *Ludia quinaria* and four dominant bivalves, *Ruditapes philippinarum*, *Macra chinensis*, *Macra veneriformis* and *Scapharca subcrenata*, in an artificial tidal flat in Mikawa Bay. Fry of *Ruditapes philippinarum* with a shell length between 5.0 and 10.0mm and adults with a shell length between 13.4 and 30.5mm were not preyed on by the asteroid. In cases where the shell lengths of the prey were between 1/5 and 1/3 of the arm length of the asteroid, *L. quinaria* preferred *Macra veneriformis* to *Macra chinensis*. *Scapharca subcrenata* were not preyed on at all possibly because their hard shell is able to seal up firmly against the asteroid. Although healthy *Ruditapes philippinarum* were not preyed on by the asteroid, predation of individuals with partly damaged shells was observed. This finding illustrates that care must be taken not to damage the shells of seed specimens of *Ruditapes philippinarum* when they are released into the sea.

キーワード; スナヒトデ, アサリ, バカガイ, シオフキガイ, サルボウガイ, 稚貝放流

三河湾においては、愛知県及び国土交通省中部地方整備局により中山水道航路浚渫砂を使用した干潟・浅場造成事業が実施され、1998年から2004年の間に合計39カ所、約620haの干潟・浅場が造成された。著者らは、2002年10月から2年間にわたって、その一つである蒲都市西浦町地先の人工干潟域（以下 西浦人工干潟域）に分布する底生動物の出現動向について把握するための継続的な調査を実施してきた。^{1,2)} 調査開始時点ではアサリ、バカガイ、シオフキガイ、サルボウガイ等の二枚貝が多く出現していたが、次第にこれら二枚貝が減少する傾向が認められた。その原因の一つとして造成後4年目に大量に発生したスナヒトデによる捕食の可能性が指摘されている。スナヒトデが大量発生した例は、他の海域においても報告があり、³⁻⁷⁾ その胃内容物について調査が行われた結果、スナヒトデは餌生物に対する嗜好性の幅が広く、その場に生息している自分より小さな底生動物を捕食すると考えられている。しかし、実際に二枚貝類に対する

捕食実験を行った例はないため、西浦人工干潟域に出現する主要な二枚貝（優占4種）に対するスナヒトデの捕食選好性について、室内実験を行った。

材料及び方法

実験には、西浦人工干潟域（1999年造成、12ha、図1）において、2004年11月10日に採集したバカガイ（*Macra chinensis*）、シオフキガイ（*Macra veneriformis*）、サルボウガイ（*Scapharca subcrenata*）及びスナヒトデ（*Ludia quinaria*）を使用した。アサリ（*Ruditapes philippinarum*）については、西浦の人工干潟域において必要数を確保できなかったため、翌日の11月11日に、三河湾の豊川河口域に位置する六条潟（図1）において採集したものをを用いた。2004年11月11日より2005年1月14日の間に、捕食対象種を変えた次の4種類の捕食実験を行った。実験1ではアサリ稚貝、実験2ではアサリ成貝、実験3ではバカガイ、シオフキガイ、サルボウガイ、実

* 愛知県水産試験場 (Aichi Fisheries Research Institute, Miya, Gamagori, Aichi 443-0021, Japan)

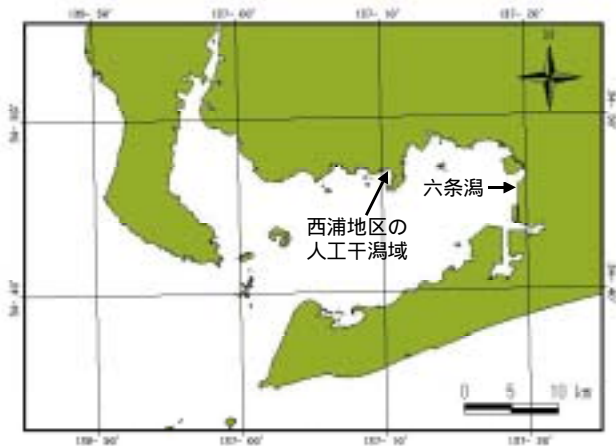


図1 実験に使用した生物の採集地点

験4では閉殻できないアサリ成貝をそれぞれ捕食対象とした。各実験においては、500Wのチタンヒーター入り水槽（縦40cm×横60cm×深さ12cm）に湯浴して、水温20に設定した縦30cm×横42cm×深さ13cmの水槽に、西浦人工干潟域の造成に用いられたのと同じ中山水道掘削砂（中央粒径0.16mm）を5cm厚に入れ、海水を毎分0.5L程度で掛け流しにした（図2）。ここに捕食対象とする二枚貝を入れ、全個体が潜砂したことを確認してからスナヒトデを入れ、実験を開始した。各実験は最低15日間は継続し、各捕食対象種の生残率が定常に達したと思われる日をもって実験を終了した。

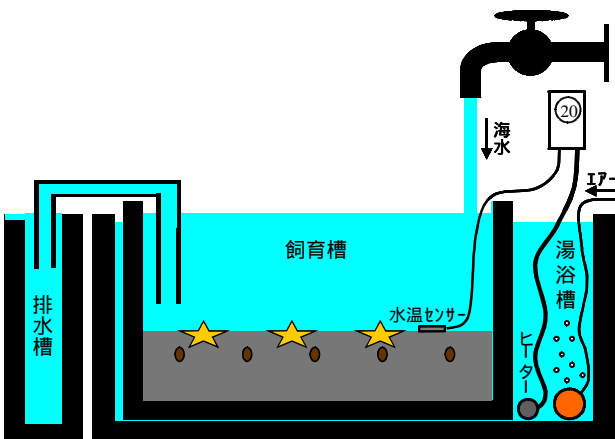


図2 捕食実験の概念図

実験1(アサリ稚貝に対する捕食実験)

スナヒトデによる二枚貝類の捕食に関して、北海道の根室海峡中央部に位置する野付半島の沿岸域において調査された結果²⁾によると、スナヒトデ胃中の二枚貝（ホッキガイ、バカガイ）の殻長組成は、天然のものと類似しており、殻長2mm台の小型の個体を中心に13mm台までの個体であったと報告されている。そこで、六条潟におい

て採集したアサリの中から最小のものを選別したが、2mm台の個体は見つからなかったため、5.0～10.0mmの20個体を実験に供試した。供試個体の殻長は、5.0, 5.2, 7.0, 7.2, 7.2, 7.8, 8.1, 8.2, 8.4, 8.5, 8.5, 8.6, 9.2, 9.4, 9.5, 9.5, 9.8, 9.9, 10.0, 10.0mmである。スナヒトデの供試個体は、腕長80, 87, 90mmの3個体（平均85.7mm）である。アサリ殻長の、スナヒトデ腕長に対する割合（以下 対腕長率）は、最小個体で5.6～6.3%、最大個体で11.1～12.5%であった。実験継続期間は34日であり、図3に示す頻度で捕食個体数を測定し、生残率を求めた。

実験2(アサリ成貝に対する捕食実験)

アサリ成貝の供試個体は殻長13.4, 14.8, 18.1, 21.0, 24.9, 30.5mmの6個体である。スナヒトデは、実験1と同じ3個体を引き続き供試した。アサリの対腕長率は、最小個体で14.9～16.8%、最大個体で33.9～38.1%であった。実験継続期間は15日であり、図4に示す頻度で捕食個体数を測定し、生残率を求めた。

実験3(バカガイ、シオフキガイ、サルボウガイに対する捕食実験)

バカガイ10個体（殻長26.4, 26.9, 27.0, 27.1, 27.3, 27.4, 27.6, 27.6, 28.1, 28.1mm）、シオフキガイ10個体（殻長24.5, 24.6, 25.0, 25.7, 26.1, 26.6, 26.8, 27.2, 27.7, 28.4mm）、サルボウガイ10個体（殻長15.5, 16.8, 18.7, 19.6, 20.1, 21.9, 22.7, 24.6, 24.6, 25.4mm）を供試した。スナヒトデの供試個体は、腕長78, 80, 87, 94, 96mmの5個体（平均87.0mm）である。バカガイの対腕長率は、最小個体で27.5～29.3%、最大個体で33.8～36.0%、シオフキガイの対腕長率は、最小個体で25.5～29.6%、最大個体で31.4～36.4%、サルボウガイの対腕長率は、最小個体で16.1～19.9%、最大個体で26.5～32.6%であった。実験継続期間は30日であり、図5に示す頻度で捕食個体数を測定し、生残率を求めた。

実験4(閉殻できないアサリ成貝に対する捕食実験)

アサリの供試個体は、人為的に殻の前部（斧足のある側）を欠損させた5個体（20.3, 21.0, 22.4, 24.9, 26.3mm）、後部（水管のある側）を欠損させた5個体（18.5, 20.3, 22.8, 26.3, 34.7mm）、および欠損がないことを確認した対照群の10個体（16.9, 17.7, 18.4, 18.7, 18.7, 18.9, 19.2, 19.9, 20.6, 21.9mm）である。欠損個体は、殻の前部もしくは後部をヤスリで削って欠損させ、密閉できないようにした。欠損部分は殻長の3%程度で、幅0.5～1.0mm、

長さ5mm程度の隙間ができるようにした。スナヒトデの供試個体は、腕長77, 82, 90, 92, 95mmの5個体（平均87.2mm）である。欠損群アサリの対腕長率は、最小個体で19.5～24.0%，最大個体は36.5～45.1%，対照群アサリの対腕長率は、最小個体で17.8～21.9%，最大個体は23.1～28.4%であった。実験継続期間は22日であり、図6に示す頻度で捕食個体数を測定し、生残率を求めた。

結 果

実験1(アサリ稚貝に対する捕食実験)

結果を図3に示す。実験開始後8日目に生残個体を確認したところ、1個体が確認できず、生残率は95%となった。しかし、へい死した開殻個体も見つからなかったことから、供試個体が小型であるために水槽から流出したものと推定された。その後は実験終了まで、スナヒトデによりアサリ稚貝が捕食されることはなく、最終的な生残率は95%であった。

実験2(アサリ成貝に対する捕食実験)

結果を図4に示す。実験開始から15日間、供試したアサリ成貝は全く捕食されず、生残率は100%であった。

実験3(バカガイ, シオフキガイ, サルボウガイに対する捕食実験)

スナヒトデは二枚貝を胃内に入れても、その後に吐き出す場合があったため、砂面もしくは砂中に開殻した殻が確認された時点をもって捕食されたとみなした。結果を図5に示す。バカガイは実験開始の翌日から、シオフキガイは3～5日後から捕食され始めた。バカガイよりもシオフキガイの方が捕食され始めた時期は遅かったが、その後の被食率はシオフキガイの方が高く、シオフキガイは9日目、バカガイは12日目で生残率は0%となった。なお、スナヒトデに捕食された二枚貝の殻長の順には規則性がなく、特定のサイズを選択的に捕食してはいなかった。サルボウガイは20日目くらいから活力低下のため砂面上に露出して潜砂できなくなる個体が多くなったが、開殻した殻は確認されず、実験を終了した30日後における生残率は100%であった。

実験4(閉殻できないアサリ成貝に対する捕食実験)

実験3同様、砂面もしくは砂中に開殻した殻が確認された時点をもって捕食されたとみなした。結果を図6に示す。対照群は5日目に1個体が捕食された以外は全個体が生残し、生残率は90%であった。これに対し、欠損群は実験開始の翌日から捕食され始め、実験終了時には前

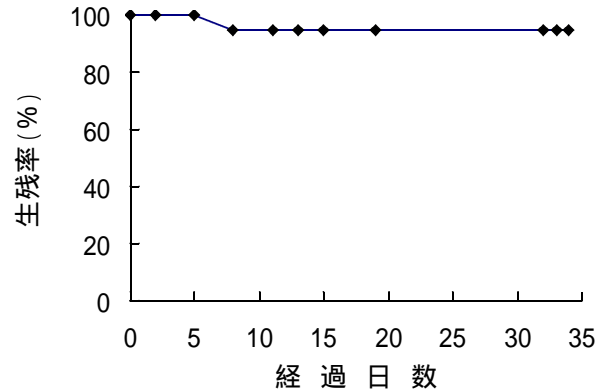


図3 スナヒトデによる捕食実験における小型アサリ稚貝(殻長5.0～10.0mm)の生残率の推移

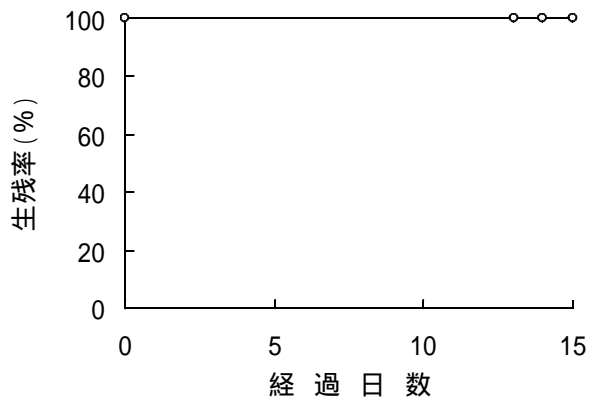


図4 スナヒトデによる捕食実験におけるアサリ成貝(殻長13.4～30.5mm)の生残率の推移

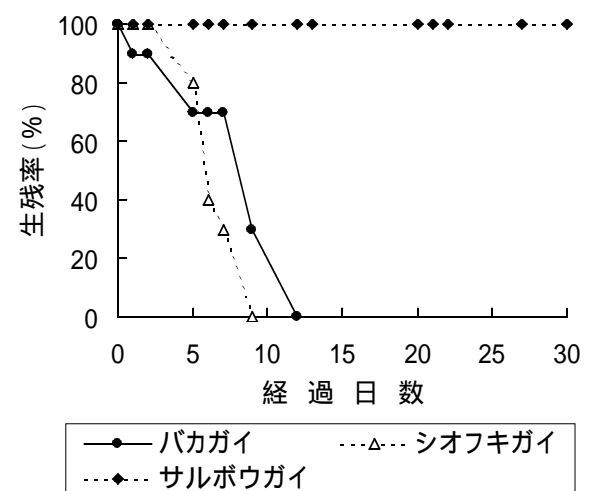


図5 スナヒトデによる捕食実験におけるバカガイ(殻長26.4～28.1mm)、シオフキガイ(殻長24.5～28.4mm)、サルボウガイ(殻長15.5～25.4mm)の生残率の推移

部欠損群,後部欠損群を合わせた生残率は30%であった。実験開始7日目には,腕長95mmのスナヒトデが,供試個体中最大の34.7mmのアサリ(後部欠損)を捕食した。なお,欠損部位は前部でも後部でも被食率に差はなかった。また,スナヒトデに捕食された欠損群アサリの殻長の順には規則性がなく,特定のサイズを選択的に捕食してはいなかった。

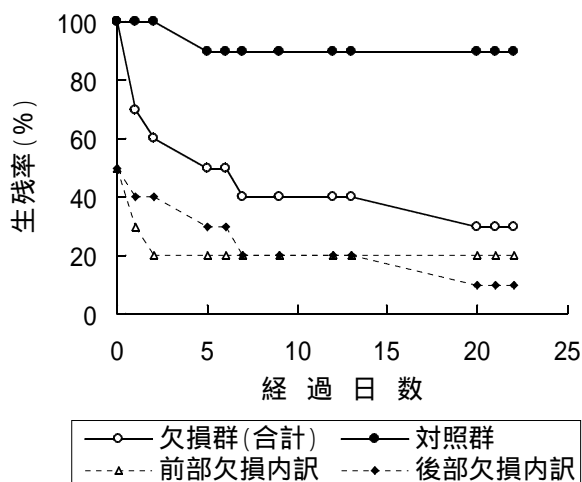


図6 スナヒトデによる捕食実験における閉殻できないアサリ成員(殻長18.5~34.7mm)の生残率の推移

考 察

(1)スナヒトデによる二枚貝の捕食選好性

スナヒトデの胃内容物中に出現した二枚貝としては,野付半島の地先においては,ホッキガイ,バカガイ,オオミゾガイ,フリソデガイ,³⁾伊勢湾においては,*Scapharca* sp.(アカガイ,サルボウガイの類),ホトギスガイ,チヂミウメノハナガイ,*Fulvia* sp.(トリガイの類),チヨノハナガイ,サクラガイ,⁷⁾東シナ海から黄海においては,チヨノハナガイ,マルクルマメガイ⁵⁾が確認されている。二枚貝以外では,腹足類,クモヒトデ,甲殻類,多毛類,魚類(死魚と思われる)なども報告されており,^{3,5,7)}スナヒトデは餌生物に対する嗜好性の幅が広い。西浦人工干潟域においても,腕長95mmのスナヒトデの胃内に,殻長30.8mmのバカガイ1個体を確認している。しかし,アサリを捕食するという報告事例はなく,現場海域においても確認していない。一方,スナヒトデが捕食する二枚貝の殻長サイズに関する野付半島地先における調査によると,腕長35~110mm(モードは65~70mm)のスナヒトデの胃中における二枚貝の殻長組成は,天然のものと同様であり,2mm台の小型の個体を中心であるが,約13mmのホッキガイ,9mm台のバカガ

イなど,比較的大型の個体も捕食していたと報告されている。³⁾東シナ海から黄海にかけての調査では,スナヒトデ(腕長は不明)の胃内容物の組成は調査点により大きく異なるが,約10mmのチヨノハナガイや,5mm前後のマメクルマメガイが大半を占めたと報告されている。⁵⁾また,実験4において,腕長95mmのスナヒトデが,供試個体中最大の34.7mmのアサリ(後部欠損)を捕食したことを確認した。これらのことから,スナヒトデによる捕食が確認された二枚貝の対腕長率の下限値は1.8~5.7%,上限値は36.5~37.1%であるので,捕食可能な二枚貝の対腕長率の範囲は,狭く見積もって5.7~36.5%と推察される。

今回の室内実験におけるスナヒトデの腕長および二枚貝の殻長の範囲内では,バカガイやシオフキガイはスナヒトデに捕食されやすいが,アサリとサルボウガイは捕食されないことが分かった。バカガイとシオフキガイは分類学的には同属異種で,共に殻が薄く,形態的にも似ているが,バカガイがシオフキガイよりも被食率が低かったのは,運動能力による逃避行動に差が現れたためと考えられる。サルボウガイは,バカガイおよびシオフキガイと比較して殻が厚く,堅固に閉殻するため,たとえスナヒトデの胃内に入れられたとしても殻を密閉し,殻内へのスナヒトデの消化液の侵入を許さないために,スナヒトデは捕食を諦めて吐き出すものと思われる。Ganmanee *et al.* (2003)⁷⁾は,伊勢湾において季節毎に4回の底生生物調査を行い,合計973個体のスナヒトデの胃内から2096個体の生物を分類し,2個体の*Scapharca* sp.を確認している。しかし,その*Scapharca* sp.が消化され,餌生物となっていたかどうかは不明である。また,彼らの4回の調査のうち*Scapharca* sp.が確認されたのは,1997年6月の1回のみで,この時は湾の中央部から西部にかけて貧酸素水塊が発達していたことから,*Scapharca* sp.が極度の衰弱状態にあったために捕食された可能性もある。アサリについては稚貝(殻長5.0~10.0mm),成貝(14.8~30.5mm)共に,サルボウガイと同程度に捕食されにくいようであったが,殻に傷が付き,閉殻できないアサリ成員は捕食されることが確認された。特に,スナヒトデは非常に柔軟な口器を持ち,腕長(95mm)の36.5%の殻長(34.7mm)を持つ大型のアサリでも,閉殻できなければ捕食可能であることが分かった。

三河湾の豊川河口域に広がる六条潟においては例年,大量のアサリ稚貝が発生する。アサリ資源の有効活用を図るため,この海域のアサリ稚貝を種仔として県内の漁場に運搬して放流を行っており,2003年は3,300t,2004年は2,900tのアサリ稚貝が県内漁場に広く移植放流され

た。今回の室内実験の結果、採捕、運搬、放流時に殻に傷が付くと、捕食生物の影響により生残率を大きく低下させる可能性があることが分かったので、移植放流する場合の稚貝の扱いには十分な注意が必要である。

(2)西浦人工干潟域におけるスナヒトデの影響

今回行った室内実験結果が実海域にも適用できると仮定して、西浦人工干潟域における二枚貝類の出現個体数密度にどのような影響を与えた可能性があるかを考察する。我々は、2002年10月より2004年9月まで2年間にわたり、西浦人工干潟域において水流噴射式桁網（幅60cm、高さ20cm、網長6m、網目幅8.3mm）による大型埋在動物の調査を実施した。¹⁾ 調査結果の詳細については別に報告する予定である。その調査を開始した2002年10月以降スナヒトデの出現個体数密度は1曳網（66m²）あたり数個体程度であったが、2003年12月に突如として大量に発生し、調査を実施したいずれの定線（L.1：D.L.+0.5m、L.2：D.L.-0.4m、L.3：D.L.-1.6m）においても、1曳網あたり約40個体程度の高密度で出現した（図7）。その後L.2、L.3においては2004年3月まで比較的高密度で推移したが、L.1においては出現個体数密度が早期に減少した。このことから、スナヒトデは干潮時に干出するような場所をあまり好まないようであった。この一時的なスナヒトデの大量発生の要因は現在のところ不明であるが、Ganmanee *et al.* (2003)⁸⁾ が指摘しているように、湾内のスナヒトデ発生量の変動には貧酸素水塊が関与している可能性がある。一方、二枚貝類出現個体数密度はスナヒトデの出現個体数密度が急増した2003年12月の11

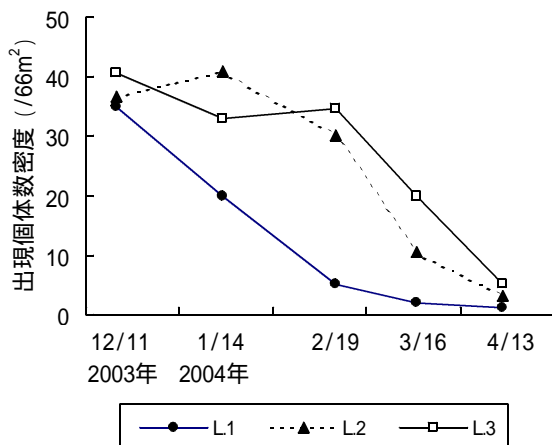


図7 西浦人工干潟域における水流噴射式桁網によるスナヒトデの1曳網あたり出現個体数密度の推移
各調査定線における地盤高は、L.1：D.L.+0.5m、L.2：D.L.-0.4m、L.3：D.L.-1.6m 程度である。

ヵ月前にあたる2003年1月には既に減少傾向にあり、スナヒトデが二枚貝類減少の直接の原因であるとは考えられない。しかし、二枚貝類4種の出現個体数密度は、その後2004年9月に至るまで増加の傾向は認められず、出現個体数密度が回復しない要因に関しては、スナヒトデの大量発生が関与している可能性がある。西浦人工干潟域においては、水流噴射式桁網による調査を実施した期間中においては、各年の秋季に、殻長10~20mm程度の二枚貝類4種の稚貝の新規加入がみとめられた。2003年においても、バカガイとシオフキガイは10月に、アサリとサルボウガイは11月に、それぞれ新規加入が認められたが、1~3ヵ月の間にこれらのコホートは急速に減少した。この着底稚貝減少の時期は、スナヒトデが大発生し始めた時期と重なっている。今回の実験により、この4種のうち、アサリ、サルボウガイの稚貝の減少にはスナヒトデは関与していないと考えられるが、バカガイ、シオフキガイの稚貝の減少にはスナヒトデの関わった可能性も捨てきれない。西浦人工干潟域においては、スナヒトデ以外にもツメタガイ、キセワタガイなど、二枚貝を捕食する生物が増加する傾向にあったため、今後、スナヒトデ以外の減耗要因についても探る必要がある。

要 約

- ・西浦人工干潟域に優占する上位4種の二枚貝類の減少原因を明らかにするため、干潟域に一時的に大量発生したスナヒトデによる捕食実験を行った。
- ・スナヒトデ(77~96mm)に捕食された各二枚貝の殻長(18.4~34.7mm)の順に規則性はなく、この腕長および殻長の範囲においては、スナヒトデは餌とする二枚貝を大きさで選択しているわけではなかった。
- ・腕長の5分の1から3分の1程度の二枚貝の場合、シオフキガイが最も捕食されやすく、次にバカガイが捕食されやすかった。
- ・サルボウガイは全く捕食されなかったが、これは硬い殻により堅固に密閉できるためと考えられた。
- ・アサリ稚貝(殻長5.0~10.0mm)およびアサリ成貝(殻長13.4~30.5mm)はスナヒトデには捕食されなかった。
- ・傷付いて殻に欠損のあるアサリはスナヒトデに捕食されるため、稚貝移植のための採捕、運搬、放流時には注意が必要である。
- ・アサリのように全国の内湾において一般的に存在する二枚貝が、餌生物に対する選好性の幅が広いスナヒトデの胃内容物として、これまで報告がなかった理由が明らかになった。

謝 辞

本稿のご高閲ならびに貴重なご助言を頂いた，東京大学 海洋研究所の小松輝久 助教授ならびに，愛知県水産試験場 漁業生産研究所長の鈴木輝明 博士に，厚くお礼を申し上げます。また，調査に際してご協力いただいた漁場環境研究部の関係者，スナヒトデに関して貴重な情報を提供していただいた西三河農林水産事務所の平井 玲 技師，文献の収集に際してご協力いただいた徳島県 農林水産部 水産課の岡崎孝博 技術主任に深謝いたします。

文 献

- 1) 武田和也・石田基雄・石田俊朗・家田喜一(2004)人工干潟・浅場の水質浄化機能定量化手法確立試験。平成15年度水産試験場業務報告，愛知県水産試験場，70-72.
- 2) 武田和也・家田喜一・石田俊朗・石田基雄(2005)三河湾の人工干潟域に出現した大型表在動物相。愛知水試研報，11，25-35.
- 3) 高丸禮好・佐藤一雄(1983)ヒトデ類による二枚貝の捕食 - とくにエゾスナヒトデによるホッキガイとバカガイの捕食。北水試月報，40，127-139.
- 4) 岡崎孝博・渡辺健一・山添喜教(1997)平成7年夏季のスナヒトデの大量発生とその後のモニタリング結果について。第3回瀬戸内海資源海洋研究会報告，23-30.
- 5) 小菅丈治・山田陽巳・時村宗春(1998)黄海にスナヒトデが大量に生息すること。西水研ニュース，93，1998. 4，11-14.
- 6) Ganmanee, M., T. Narita and H. Sekiguchi(2003) Long-term investigation of spatio-temporal variations in faunal composition and species richness of megabenthos in Ise bay, central Japan. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 60, 1071-1083.
- 7) Ganmanee, M., T. Narita, S. Iida and H. Sekiguchi (2003) Feeding habits of asteroids *Ludia quinaria* and *Asteropecten scoparius*, in Ise bay, central Japan. *Fish. Sci.*, 69, 1121-1134.
- 8) Ganmanee, M., T. Narita, and H. Sekiguchi(2003) Some aspects of populatuon dynamics of the asteroid, *Ludia quinaria* in Ise Bay, central Japan. *Benthos. Res.*, 58, 31-42.