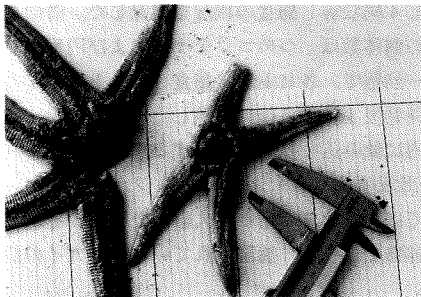


宮津湾のヒトデ類 3 種 によるトリガイの捕食 とトリガイ種苗の放流 について

トリガイの増殖に関する研究—VI

内 野 憲
辻 秀 二
道 家 章 生
井 谷 匡 志
船 田 秀之助



放流したトリガイの種苗がヒトデ類によって捕食されるので、放流海域の宮津湾で貝桁曳網によって採集したスナヒトデ、ヒトデ、モミジガイのそれぞれの腕長とトリガイの殻長との関係を主に検討した。スナヒトデ（腕長 8~16 cm）、ヒトデ（腕長 11 cm）、モミジガイ（腕長 6 cm）のそれぞれが捕食するトリガイの最大殻長は 46 mm, 60 mm, 16 mm であった。放流後の捕食を少なくするためには、スナヒトデとヒトデによる食害が少ない10月以降に種苗を放流し、その殻長は 50 mm 以上であることが望ましい。また、宮津湾口と湾奥西部海域はヒトデ類による食害の大きいことが判った。

特に内湾に生息するヒトデ類は水産用有用二枚貝を捕食し、時にはその地域の漁業に大きな被害をもたらしたり（相良, 1975）、放流直後の二枚貝種苗の減耗を大きくしたりする（高見ほか, 1981；有馬, 1973）。トリガイ, *Fulvia mutica*, 種苗（殻長 23~41 mm）を放流した場合にも、ヒトデ類などの捕食による減耗の大きいことが推察され（内野ほか, 1990）、漁獲サイズにいたるまでの生き残り数を向上させる上で、ヒトデ類によるトリガイ種苗の食害は大

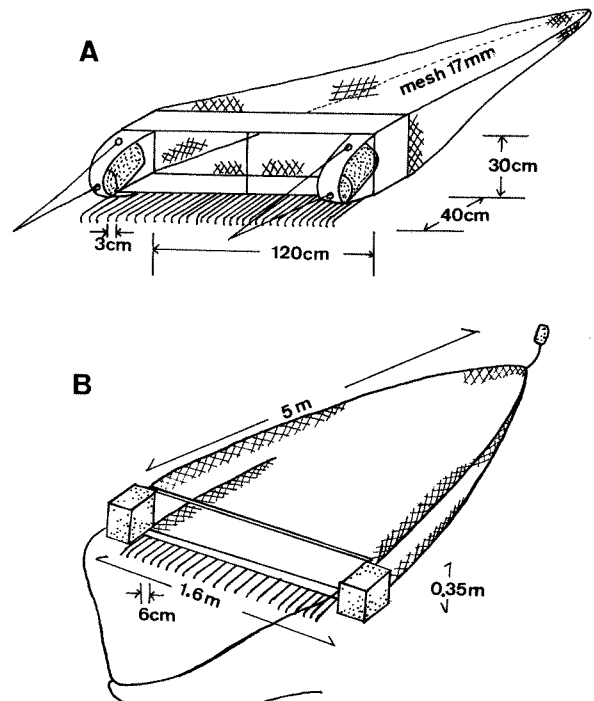


Fig. 1. Beam trawl for collecting cockles. A: Experimental beam trawl, B: Beam trawl commercially used.

Table 1. Sampling records of the starfish in four surveys A, B, C and D conducted in 1981-1990.

	Sampling Date	Sampling gear	Number of Sampling Sites	Number of Sampling
A	May 1981	G ₁	49	49
	May 1982	G ₁	46	46
B	May 1985~March 1986	G ₂	12	132
C	Every March and June 1988~1990	G ₂	17	102
D	June~September 1990	G ₂	8	8

G₁: Experimental beam trawl; G₂: Beam trawl commercially used

きな課題である。

宮津湾におけるこの調査では、トリガイを捕食するスナヒトデ, *Luidia quinaria*; ヒトデ, *Asterias amurensis*; モミジガイ, *Astropecten scoparius* (内野ほか, 1990) の分布域およびその出現数の季節的な変化を明らかにし、トリガイ種苗の放流場所と放流時期について検討した。さらに、各ヒトデが捕食しやすいトリガイの殻長を捕食実験などから推測し、適正な放流サイズを提案した。

材料と方法

ヒトデ類の分布調査 ヒトデ類の採集は調査用具桁網とトリガイ桁網 (Fig. 1) を使用して、1981年から1990年にかけて、4調査 (調査: A, B, C, D) 行なわれた (Table 1)。総曳網回数は337回であった。調査ごとの曳網場所は、調査 (A) については Fig. 2 に、調査 (B), (C) は Fig. 3 にそれぞれ示した。調査 (D) は宮津湾一円である。調査 (A), (B), (C) では、貝桁網の曳網時間は各調査とも10分間で、入網した各ヒトデの個体数を計数した。調査 (D) では、入網した各ヒトデの腕長を測定した。

捕食試験および調査 1989年の4, 5, 6月と1990年の5, 6, 7, 8, 9月に、殻長 16~62 mm の人工生産したトリガイ

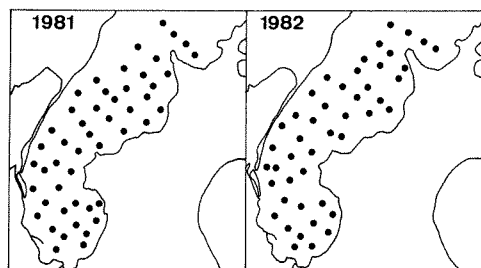


Fig. 2. Map showing sampling sites in the Miyazu Bay in survey A.

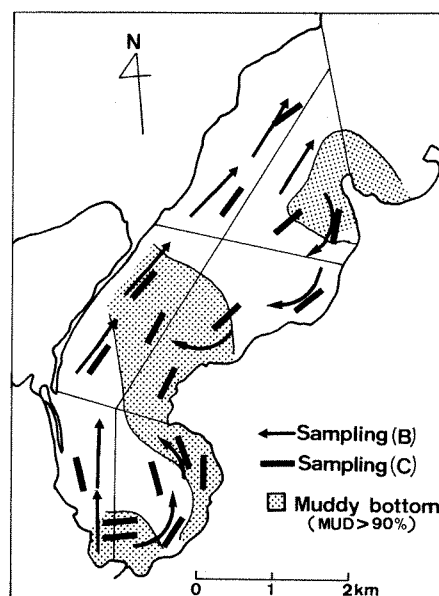


Fig. 3. Map showing sampling sites in the Miyazu Bay in surveys B and C.

種苗を細砂の入ったコンテナ (縦 50 cm, 横 80 cm, 高さ 20 cm) および円形ポリタル (内径, 高さとも 48 cm) の中に潜砂させ、その中にスナヒトデ, ヒトデ, モミジガイを 1 尾ないし 4 尾収容し捕食の状況を記録した。潜砂させたトリガイの個体数は一つのコンテナおよび円形ポリタルあたり 5~25 個で、各ヒトデに捕食されたトリガイの個体数は実験開始後 3~12 日後に計数した。

餌を消化管内に飲み込む摂餌生態をするために消化管内にトリガイが出現するスナヒトデとモミジガイ (向井, 1981) については、トリガイ桁網に入網した個体のそれぞれの消化管内容物を調査し、捕食されていたトリガイの殻長を測定した。

結果

1. ヒトデ類3種のそれぞれの分布域と出現個体数の年および月変化

調査(A)による採集点ごとのヒトデ類の採集個体数を Fig. 4 に取りまとめた。調査(B)は1985年の5月から翌年の3月にかけて、継続して毎月トリガイ桁網曳を実施したもので、ヒトデ類3種の出現状況を月別に示すことができた (Fig. 5)。年毎の出現個体数の変化は Table 2 に取りまとめたように、調査(C)の1988年から1990年の毎3月と6月に17採集点で得た資料から比較検討された。

以下に、これらの結果にもとずき、種別に分布出現状況を述べる。

スナヒトデは、泥地域である湾奥に多く分布する傾向を示しながらも湾全域にわたって分布していた (Fig. 4)。季

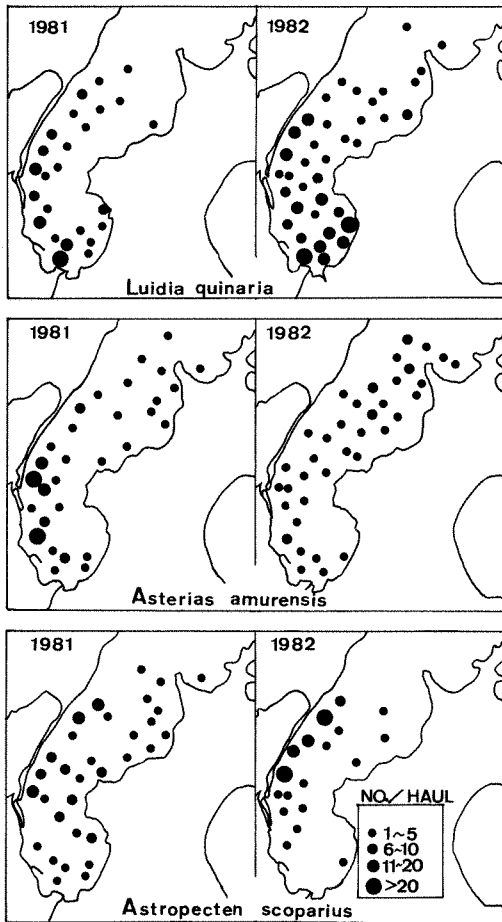


Fig. 4. Geographic distribution of starfishes in number per haul in May 1981 and 1986.

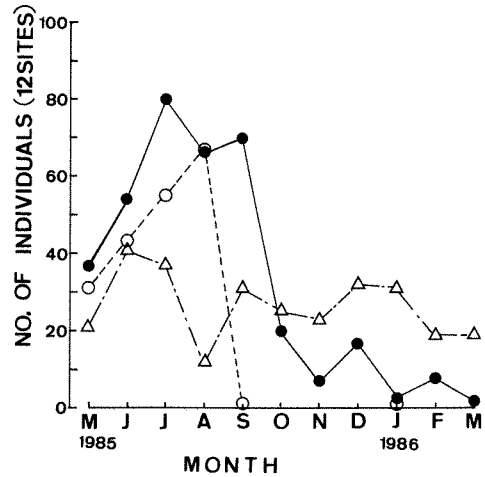


Fig. 5. Monthly changes in number of starfishes caught by beam trawl commercially used in the Miyazu Bay from May 1985 to March 1986.

Table 2. Number starfishes caught by experimental beam trawlings in every March and June in 1988-1990.

Date	<i>Luidia quinaria</i>	<i>Asterias amurensis</i>	<i>Astropecten scoparius</i>
28 March 1988	45	0	54
24 March 1989	164	4	39
20 March 1990	52	28	70
14 June 1988	673	18	36
7 June 1989	178	24	20
13 June 1990	89	22	18

節的には各月とも入網したが、5月から9月の入網が多く(一曳網あたり5.2尾)、7月の入網量が最も多かった(一曳網あたり6.7尾)。本種は3種類のヒトデ類の中では一番多く入網したが、入網量の年による変動は3月と比較すると一曳網あたり2.6~9.6尾、6月では変動が大きく5.6~39.6尾の範囲であった。

ヒトデは、砂地域である宮津湾の湾口域および湾奥西部域に多く分布していた (Fig. 4)。季節的には5月から8月に多く入網し、8月の入網量が最大であった(一曳網あたり3.9尾)。3月調査での年毎の入網尾数は一曳網あたり0~1.6尾、6月調査では差はあまりなく1.1~1.4尾の範囲であった。

モミジガイは、砂地域である宮津湾の北西部域に多く分布していた (Fig. 4)。入網量の季節的变化は他の2種と比べて少なく、ほぼ周年にわたって一曳網あたり0.7尾から2.4

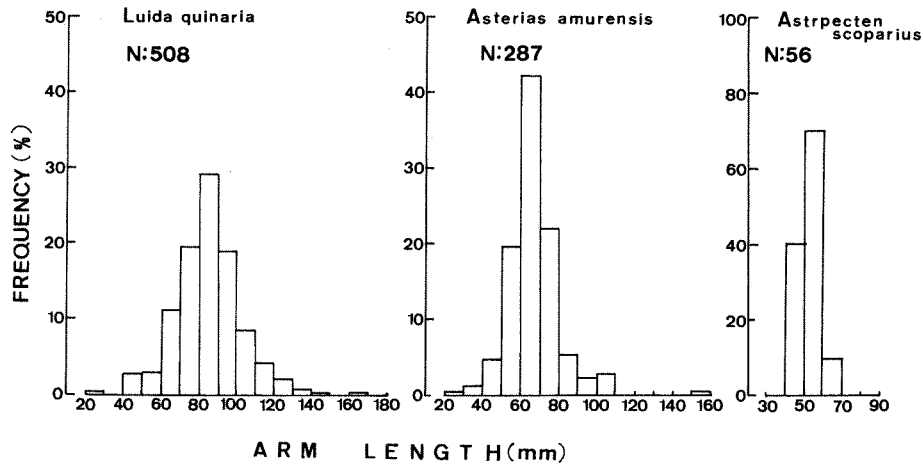


Fig. 6. Size frequency distributions of starfishes caught by beam trawl commercially used in the Miyazu Bay from June to September in 1990.

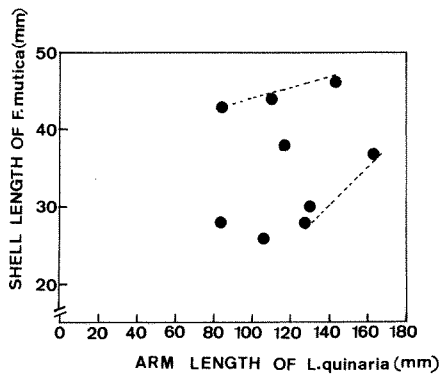


Fig. 7. Relationships between arm length of *L. quinaria* and shell length of *F. mutica* which were fed and observed in stomach of *L. quinaria*.

尾の採集量であった。また、年による入網尾数の変動は3月調査で一曳網あたり2.3~4.1尾、6月調査で1.1~2.1尾の範囲であった。

2. 採集した3種のヒトデの腕長組成と捕食されたトリガイの殻長

(1) 各ヒトデの腕長組成

調査(D)で宮津湾一円から採集したスナヒトデ、ヒトデ、モミジガイの腕長組成をFig. 6に示した。スナヒトデの腕長は3~18cmの範囲、多かったのは8~11cmのもので全体の68%を占めた。腕長2~11cmのヒトデはその84%が5~8cmの腕長の個体で、3種の中で中間の大きさであった。モミジガイはその90%が腕長4~6cmの個体で、計測個体数が少ないためか腕長範囲にばらつきがなく4~7cmに限られた。

(2) スナヒトデのトリガイ捕食

調査(C)と(D)で採集したスナヒトデ577個体のうち1.6%の消化管内からトリガイを確認した。月別には3月の3.8%と6月の4.6%が高く、7月から9月にかけては0~0.4%と低かった。

今回の全調査(A)~(D)で貝桁網に入網したスナヒトデには、その消化管内から殻長が計測出来る状態のトリガイを捕食したものが認められた。そのスナヒトデの個体数は9尾で、Fig. 7に示すようにスナヒトデの腕長と食べられていたトリガイの殻長の関係を知ることができた。Fig. 7によると、腕長8.4~16.3cmのスナヒトデは殻長26~46mmのトリガイを捕食していたが、腕長が小さいものほど捕食するトリガイの殻長は小さくなる傾向を示した。

捕食実験では、腕長11cmのスナヒトデは殻長38mmのトリガイを一日あたり1個、殻長24mmのものを3個捕食した(Table 3)。

(3) ヒトデのトリガイ捕食

殻長25mm~60mmのトリガイに対して腕長11cmのヒトデを使った捕食試験では、腕長11cmのヒトデにとって捕食しやすいと思われた小型の貝を特に選択することもなく、50mm、60mmのトリガイをも捕食した(Table 3)。また、殻長21mmと28mmのトリガイに対して腕長7cmと11cmのヒトデを使用した試験では、いずれの試験でもその捕食個体数は0.2個で、トリガイの大きさの差はないものと思われた。

殻長36~39mmのトリガイに対して腕長6~11cmのヒトデを使った5、8、9の捕食試験では、ヒトデの一日あたりの捕食個体数は0.3~0.5個(平均0.4個)であった。

(4) モミジガイのトリガイ捕食

調査(C)と(D)で採集した腕長6cmのモミジガイ

Table 3. Experiments of predation using three species of starfish for cockles.

	Predator		Duration		Stocked cockle		No. of cockle fed (one predator day ⁻¹)
	Arm length (cm)	Numbers	Date	(Days)	Mean shell length(mm)	No. of ind.	
<i>L. quinaria</i>	11	1	1~4 Aug. 1990	(3)	38	20	1
	11	1	4~7 Aug. 1990	(3)	24	20	3
<i>A. amurensis</i>	11	1	2~11 May 1990	(9)	(25 33 44 60)	(5 5 5 5)	0.9
	11	1	23 July~1 Aug. 1990	(9)	(37 45 50)	(4 4 4)	0.3
	11	1	10~15 Aug. 1990	(5)	21	20	0.2
	7	1	16~28 Aug. 1990	(12)	21	15	0.2
	11	1	14~19 Sep. 1990	(5)	28	5	0.2
	7	1	14~19 Sep. 1990	(5)	28	5	0.2
	6~11	4	24~29 May 1989	(5)	36	20	0.5
	11	1	4~7 Aug. 1990	(3)	38	20	0.3
<i>A. scoparius</i>	6~11	2	1~11 Sep. 1989	(10)	39	15	0.3
	6	1	20~24 May 1989	(4)	35	20	0
	6	2	24~31 July 1989	(7)	16	25	1.8
	6	1	23 Apr.~2 May 1990	(9)	43	10	0
	6	1	24 Apr.~2 May 1990	(9)	23	10	0

の消化管内からは、殻長 10 mm のトリガイが認められ、3 種のヒトデ類の中で最も小型の本種は稚貝を捕食する傾向にあるものと推察された。

腕長 6 cm のモミジガイを使った捕食試験では、その対象として殻長 16 mm から 43 mm の比較的小型のトリガイを用いた。Table 3 に示すように、モミジガイは殻長 16 mm のトリガイ種苗のみを捕食した。

考察

宮津湾におけるスナヒトデ、ヒトデ、モミジガイの分布実態とトリガイ種苗捕食実態についてのいくつかの知見を得ることができたので、トリガイ種苗放流の今後のあり方に関係する 3 つの点 (放流サイズ、放流時期、放流場所) について検討する。

まず、ヒトデ類が捕食するトリガイ種苗のサイズについて検討する。

Fig. 7 に示したように、腕長 8.4~16.3 cm のスナヒトデは殻長 26~46 mm の種苗を捕食していた。また、捕食試験では種苗の大きさによって捕食個体数に差がみられ、腕長 11 cm のものは殻長 24 mm のトリガイ種苗を一日あたり 3 個捕食したが、殻長 38 mm 種苗では一日あたりの

捕食個体数は 1 個であった。宮津湾に分布するスナヒトデの多くが腕長 8~11 cm の範囲の個体であったことから、この腕長をもつスナヒトデが殻長 46 mm 以下のトリガイ種苗を多く捕食しているものと考えられる。

腕長 11 cm のヒトデは、トリガイ種苗のサイズが殻長 25~60 mm の範囲内では殻の大きさに関わりなくトリガイ種苗を捕食した。本種の場合、胃を反転させて体外で消化吸収するため (向井, 1981)、捕食対象生物のサイズに対する選択性はスナヒトデなどのように強いものとは考えられない。ヒトデがほとんど捕食しない二枚貝類の大きさは、アカガイ、*Scapharca Broughtonii*、では殻長 50 mm (中村ほか, 1976)、ミルクガイ、*Tresus keanae*、では殻長 46 mm (高見・河本, 1988) である。腕長 7~9 cm のヒトデが一日に捕食したアカガイの個数は殻長 2 cm のもので 4.3 個、殻長 3.5 cm のもので 1 個 (高見ほか, 1977) との報告がある。宮津湾に出現するヒトデはその 84% が腕長 11 cm 以下のものである。したがって、今回の調査結果とこれらの報告を考慮すると、ヒトデが捕食するトリガイ種苗は小型貝の方が捕食されやすい傾向はあるものの、殻長 20 mm 前後から殻長 50 mm 前後の範囲内であれば、サイズに対する選択性の差はないものと推測される。

腕長 6 cm のモミジガイは殻長 16 mm のみの種苗を捕

食した。モミジガイ類の他の貝に対する捕食についての報告をみても（藤本，1953；土肥，1974），殻長 16 mm 以上の物を捕食した例はない。モミジガイ類の場合，管足がヒトデのように吸盤を形成していないため，スナヒトデ同様，餌を口より飲みこむ。そのため，口径より大きい種苗を捕食することが出来ないものと考えられる。したがって，モミジガイによる捕食減耗に関するかぎり，トリガイ種苗の適正放流サイズは殻長 16 mm 以上と推察される。

以上の検討結果を整理すると，ヒトデ類 3 種による捕食減耗の少ないトリガイ種苗のサイズは殻長 50 mm 以上であると推察される。

次に，ヒトデ類が殻長 40 mm 前後のトリガイ種苗にあたえる捕食圧の季節変化について検討する。ここでは便宜的に，捕食圧とは，調査 (B) によるヒトデ類の月別出現尾数と捕食試験から明らかにされた各ヒトデが一日に捕食する殻長 40 mm 前後のトリガイ種苗個体数の積と考えよう。ただし，トリガイの中間育成技術が殻長 20 mm 前後までの量産技術を種苗生産と一連のものとして確立しているため，ここでは，殻長 16 mm 以上の種苗を捕食しなかったモミジガイは除き，スナヒトデとヒトデの捕食圧について検討する。

スナヒトデの一曳網あたり入網量は Fig. 5 に示したように 7 月を最高に (6.7 尾)，5～9 月が多く，それらスナヒトデの殻長 38 mm の種苗捕食個体数は一日あたり 1 個である。したがって，スナヒトデの捕食圧の季節変化は，5～9 月の間は 3.6～6.7，10月～翌年 3 月のそれは 0.6～1.7 の範囲で推移したと評価した。

ヒトデは 8 月を最高に (一曳網あたり 5.6 尾)，5～8 月に多く入網し (月平均 49.5 尾)，この間における殻長 36～39 mm 種苗の捕食個体数は一日あたり平均 0.4 個であった。したがって，この期間のヒトデの捕食圧は 1.0～2.2，9 月以降では 0.1 以下で推移したと計算できた。

両種の捕食圧を加えた殻長 40 mm 前後のトリガイ種苗に対する捕食圧の推移を Fig. 8 に示した。同図によれば，宮津湾における殻長 40 mm 前後のトリガイ種苗に対するヒトデ類の捕食圧は 5 月 (捕食圧 4.1)～9 月 (捕食圧 5.8)，特に 7 月 (捕食圧 8.5) と 8 月 (捕食圧 7.7) が高いと考えられる。したがって，殻長 40 mm 前後のトリガイ種苗の放流時期としては捕食圧が低くなる 10 月以後が適当であろうと判断される。なお，5～9 月の期間の平均捕食圧は 6.4，10月～翌年 3 月のそれは 0.8 である。

最後に，ヒトデ類の分布域から判断されるトリガイ種苗の放流適地について検討する。この場合も，前述した理由から，モミジガイは除外して検討する。スナヒトデとヒトデが多く分布する海域は調査 (A) から，宮津湾の湾口域

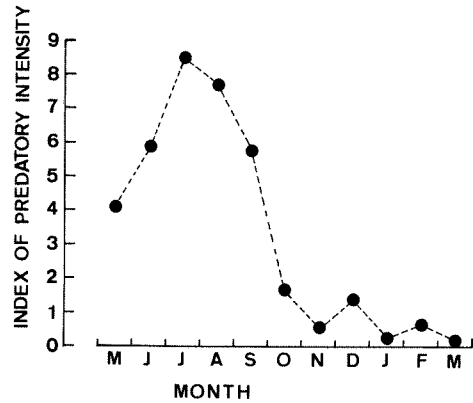


Fig. 8. Monthly changes in index of predatory intensity, which is given as follows; (catch of *L. quinaria* and *A. amurensis* per haul) × (number of cockles having about 4 cm shell length fed with both the starfishes in a given time).

と湾奥西部域と推察される。したがって，これらの海域はトリガイ種苗の放流場所としては避ける必要がある。ただし，放流適地については，他の要素，例えば，種苗の成長面からの適地判断やヒトデ類の移動についても考慮されなければならない。特に，ヒトデの移動については，ヒトデの移動が一分間に 10～40 cm (有馬，1973)，11～12 cm (高見ほか，1977) と早いこと，餌に対する蠕集行動が活発でアカガイ放流 27 日後のヒトデの分布密度は放流前の 30 倍となり放流種苗のほとんどが減耗した (高見ほか，1981) との報告がある。ヒトデの索餌行動は放流適地を判断するうえで非常に重要な今後の課題である。

以上，トリガイ種苗を捕食するヒトデ類のうち，宮津湾に多く分布するスナヒトデ，ヒトデ，モミジガイの分布実態とトリガイ種苗捕食実態からトリガイ種苗放流の今後のあり方について検討してきた。その結果，種苗の放流サイズは殻長 50 mm 以上が望ましいこと，殻長 40 mm 前後の種苗の放流時期としてはスナヒトデとヒトデの捕食圧が高い 7～8 月を避け，10 月以後が適当であること，ヒトデの移動という問題はあるもののトリガイ種苗の放流場所としては宮津湾の湾口域と湾奥西部域を避けることが望ましいことを提起した。

トリガイ種苗を捕食する生物はここでとりあげた種以外にも，殻長 66 mm の種苗を捕食したイシガニ，*Charybdis japonica*，殻長 16 mm の種苗を捕食したシャコ，*Squilla oratoria*，殻長 35 mm の種苗を捕食したマダコ，*Octopus vulgaris*，殻長 25 mm の種苗を捕食したクロダイ，*Acanthopagrus schlegeli* などが存在する (未発表)。したがって，それら各種の分布実態や捕食実態も今後検討される必要があるが，

本報での検討結果はスナヒトデとヒトデを積極的に駆除することとあわせ、今後のトリガイ種苗放流の実施にあたって、重要な情報を提供できたものと思う。

本報は過去に海洋センターが実施した諸調査結果も活用している。それらの調査にたづさわった各位に敬意を表する。

文献

- 有馬健二. 1973a. ホタテガイ漁場の漁場造成について。放流貝の移動とヒトデ類の駆除。北水試月報, **30** (1): 9-24.
- 有用健二. 1973b. 石灰等によるヒトデ類の駆除について。北水試月報, **30** (11): 1-13.
- 有馬健二・浜谷進司・宮川洋一. 1972. ヒトデ類の二枚貝捕食行動について。北水試研報, **14**: 63-69.
- 土肥昭夫. 1974. ヒトデ (*genus Astropecten*) の摂餌生態 (予報). 1. キサゴ, *umbohium costatum* (KIENER), のヒトデに対する逃避行動。ベントス研会誌, (7/8): 31-42.
- 藤本 武. 1953. 鹿島灘有用貝類の増殖に関する基礎研究—Ⅳ. 鹿島灘産ヒラモジガイ, *Astropecten latespinosus Meissner* の食性について。昭和28年度茨城水試報, 122-127.
- 向井 宏. 1981. 小田和湾におけるヒトデ類の分布と生活様式。ベントス研会誌, (21/22): 15-27.
- 中村雅人・岩本哲二・陣之内征龍・高見東洋・富山 昭・桃山和夫・井上 泰. 1976. アカガイの増養殖に関する研究。山口内海水試昭和50年度指定調査研究総合助成事業報告書, 1-26.
- 相良順一郎. 1975. 東京湾におけるヒトデの異常発生—I. ベントス研会誌, (9/10): 41-45.
- 高見東洋・岩本哲二・中村達夫・井上 泰. 1977. アカガイの増養殖に関する研究。山口内海水試昭和51年度指定調査研究総合助成事業報告書, 1-30.
- 高見東洋・井上 泰・岩本哲二・桃山和夫・中村達夫・吉岡貞範. 1981. アカガイの増殖に関する研究。山口内海水試昭和55年度指定調査研究総合助成事業報告書, 1-21.
- 高見東洋・河本良彦. 1988. ミルクガイの増養殖に関する研究—Ⅴ. カプセルを用いた種苗放流について。山口内海水試報, 1-10.
- 内野 憲・辻 秀二・道家章生・葭矢 護・松田秀之助. 1990. トリガイ種苗の食害による減耗と捕食種 (予報)。京都海洋センター研報, **13**: 17-20.

Synopsis

On Starfishes Predation to Cockle, *Fulvia mutica*, and its Cultural Fisheries in Miyazu Bay

Ken UCHINO, Syuuji TUJI, Akio DOUKE,
Masasi ITANI and Hidenosuke FUNADA

This paper deals with the starfishes predation to cockle, *Fulvia mutica*, in consideration of its cultural fisheries in the Miyazu Bay. Basing on the catch data of starfishes and cockles collected by shell-beam trawlings on every opportunity during the period from 1981 to 1990, it was found that *Luidia quinaria* (8-11 cm arm length) were commonly caught from May to September, *Asteras amurensis* (5-8 cm arm length) from May to August and *Astropecten scoparius* (4-6 cm arm length) through all months, respectively. The size of cockles observed in the stomach of *L. quinaria* of 24-46 cm arm length was about 4 cm in the length and the shell length fed with starfish was approximately proportional to the arm length of starfish.

From the experimental predations in tank, it was observed that *A. amurensis* and *A. scoparius* fed on cockles of less than 6 cm shell length and of less than 1.6 cm shell length, respectively. Considering the amount of each starfish catch per haul by month, *L. quinaria* and *A. amurensis* were predacious to cockles in July and August.

In order to effective recruitment of juvenile cockles (hatchery reared) to stock in the Miyazu Bay, it was suggested that rather large cockles (5 cm shell length) should be released after October.