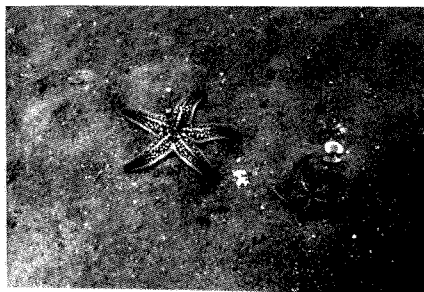


ヒトデ類によるアサリの捕食生態

井上太郎
葭矢護
井谷匡志
道家章夫



トゲモジガイ、イトマキヒトデおよびヒトデのアサリに対する捕食生態を水槽実験により観察を行った結果から、イトマキヒトデはアサリを捕食せず、トゲモジガイではアサリの大きさによる捕食の選択性および砂の厚さによる選択性がみられ、ヒトデでは砂の粒径および砂の厚さによって捕食圧が変化する傾向がみられた。以上のことから、ヒトデ類の捕食生態からみた、アサリの漁場造成手法を検討すると、砂の粒径に関しては、その場所に生息するヒトデ類の種類によって粒径を検討する必要がある。一方、砂の厚さに関しては、トゲモジガイおよび腕長 100 mm 以上のヒトデでも表面から 70 mm 以上で深の餌は利用できないため、造成場の砂の厚さは 70 mm 以上あれば、ヒトデ類のアサリに対する捕食を抑制することが可能であると考えられた。

著者らは、舞鶴湾におけるアサリ *Ruditapes philippinarum* の資源管理策を検討するために、本種の生物学的知見を集積しており、前報では舞鶴湾浅海域においてアサリを捕食している生物種類について報告し、本漁場ではヒトデ類がアサリの捕食生物として重要な位置を占めていることを報告した(井上ら, 1998)。

本報では、舞鶴湾浅海域における主要なヒトデ類であるトゲモジガイ *Astropecten polyacanthus*、イトマキヒトデ *Asterina pectinifera* およびヒトデ *Asterias amurensis* のアサリに対する捕食生態を水槽実験により観察したので、その結果について報告する。

材料および方法

京都府立海洋センター内の野外水槽で本実験を行った。ヒトデ類が逃げ出さないようにネットを張ったプラスチック容器 (230 mm × 300 mm × 105 mm) (Fig. 1) に砂を敷き、ヒトデ類 1 個体とアサリ 10 個体を入れた後に、この容器を流水中の水槽に水面から 300 mm 程度沈め (Fig. 2)、これを定期的に取り上げて、ヒトデ類によるアサリの捕食状況について観察した。

なお、引き上げ時において容器内にアサリの死殻があった場合には、その個数の生貝を容器内に追加し、常時ヒトデ類 1 個体に対して生貝 10 個体が容器内に入るように設定した。また、ヒトデ類の食害と自然減耗とを区別するため、アサリ 10 個体のみを入れた対照区を設定し、定期的に観察した。

実験に用いたヒトデ類とアサリは、舞鶴湾白浜漁場または京都府立海洋センター地先 (栗田湾) で採取したもので

あり、実験期間中における水槽の水温については、棒状水温計で測定した。

アサリの大きさ、生息場所の砂の粒径および厚みが、ヒトデ類のアサリに対する捕食行動にどのような影響を与えるのかについて調べるために、次の3種類の実験を行っ



Fig. 1. The plastic receptacle for culturing Manila Clams and starfish.

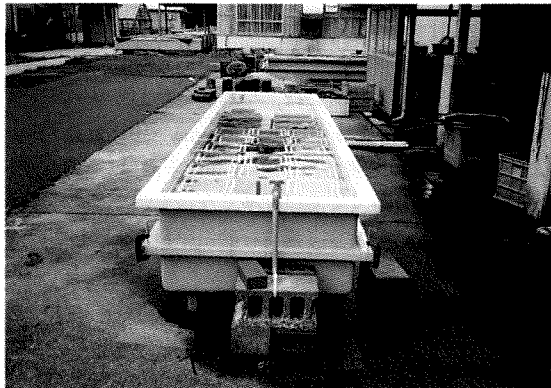


Fig. 2. The tank for receiving the plastic receptacles.

た。

実験1 アサリの大きさがヒトデ類の捕食行動に与える影響を調べるために、平均殻長 10.1 mm と 19.4 mm のサイズの異なるアサリを対象に捕食実験を行った (Table 1)。実験に供したヒトデ類については、トゲモミジガイでは、5本の平均腕長が 74.3~79.0 mm と 19.0~23.3 mm の2種類に分けて4個体を使用して実験を行った。平均腕長は、ヒトデ類の口の中心から各腕の先端までの長さを5本計測し、腕長を平均した。同様にして、イトマキヒトデでは、平均腕長が 50.7~55.6 mm と 27.0~29.8 mm の2種類、4個体、また、ヒトデでは、平均腕長が 50.1~51.1 mm と 22.7~24.5 mm の2種類、4個体を使用して実験を行った。

なお、すべての容器には、粒径 0.5 mm 前後の砂を、厚さが 40 mm になるように敷いてヒトデ類のアサリに対する捕食状況を観察した。実験期間は、1996年7月6日から7月20日までの22日間であった。

実験2 アサリの大きさと生息場所における砂の粒径が、ヒトデ類の捕食行動に与える影響を調べるために、平均殻長 11.1 mm と 21.9 mm の2種類のアサリを使用するとともに、粒径が 0.5 mm 未満、0.5~1.0 mm、1.0~2.0 mm および 2.0~5.0 mm、以上4種類の砂を使用して実験を行った (Table 2)。これら4種類の砂を、容器内に厚さ 40 mm になるように敷いて観察を行った。実験期間は、1996年10月15日から10月24日までの9日間であった。

実験3 アサリの大きさ、生息場所の砂の粒径および厚みが、ヒトデ類の捕食行動に与える影響を調べるために、平均殻長 10.5 mm と 25.4 mm の2種類のアサリを対象に、粒径が 0.5 mm 未満、0.5~1.0 mm、1.0~2.0 mm および 2.0~5.0 mm、以上4種類の砂を使用して、これらの砂を厚さ 30 mm と 60 mm になるように容器内に敷いて観察を行った (Table 3)。

Table 1. Changes in number of individual of Manila Clam preyed upon by starfishes per day.

Species	Predator Arm length Min-Max (mm)	Manila Clam Shell length Mean ± SD (mm)	
		10.1 ± 1.48	19.4 ± 2.35
<i>Astropecten polyacanthus</i>	74.3-79.0	1.6	0.0
〃	19.0-23.3	0.9	0.0
<i>Asterina pectinifera</i>	50.7-55.6	0.0	0.0
〃	27.0-29.8	0.0	0.0
<i>Asterias amurensis</i>	30.1-51.1	0.1	0.1
〃	22.7-24.5	0.7	1.3

SD: standard deviation

Table 2. Changes in number of individual of manila Clam preyed upon by sterfishes per day on the difference of the particle diameter of 40 mm depth of sand in which manila Clam dig.

Predator		Manila Clam							
Species	Arm length Min-Max (mm)	Shell length Mean±SD (mm) 11.1±1.28				Shell length Mean±SD (mm) 21.9±2.73			
		Particle diameter of sand (mm)				Particle diameter of sand (mm)			
		-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-5.0	-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-5.0
<i>Astropecten polyacanthus</i>	58.7-74.7	3.8	1.7	0.1	1.0				
〃	27.1-35.7	0.6	0.6	0.3	0.0				
<i>Asterias amurensis</i>	41.9-48.8	1.2	3.8	4.0	4.2	1.9	2.4	1.9	2.2
〃	26.3-31.0	0.7	3.0	2.4	3.1	1.4	1.0	0.7	1.2

SD: standard deviation

実験期間は、平均腕長 63.6~67.9 mm のトゲモミジガイを対象にした実験では、1997年6月2日から6月17日までの15日間、平均腕長 47.5~56.0 mm のヒトデを対象にした実験では、1997年5月13日から5月29日までの16日間および平均腕長 54.3~65.1 mm のヒトデを対象にした実験では、1997年6月18日から7月4日までの16日間であった。

結果

全ての実験期間中において、対照区ではアサリの死貝は観察されなかった。

実験1 実験結果を Table 1 に示した。トゲモミジガイでは、22日間の実験期間中に、平均腕長 74.3~79.0 mm のグループの個体は、平均殻長 10.1 mm のアサリを1.6個体/日捕食したが、平均殻長 19.4 mm のアサリを捕食することはなかった。平均腕長 19.0~23.3 mm のグループの個体は、平均殻長 10.1 mm のアサリを0.9個体/日捕食したが、平均殻長 19.4 mm のものを捕食することはなかった。

ヒトデでは、平均腕長 50.1~51.1 mm のグループの個体は、平均殻長 10.1 mm および 19.4 mm のアサリを各0.1個体/日捕食した。平均腕長 22.7~24.5 mm のグループの個体は、平均殻長 10.1 mm のアサリを0.7個体/日、また、平均殻長 19.4 mm のアサリを1.3個体/日捕食した。

一方、イトマキヒトデでは、平均腕長 50.7~55.6 mm および 27.0~29.8 mm の両グループの個体とも、平均殻長 10.1 mm および 19.4 mm のアサリを捕食しなかった。

なお、実験期間中における水槽の水温は、21.2~22.2°C であった。

実験2 実験結果を Table 2 に示した。実験1の結果から、イトマキヒトデは平均殻長 10.1 mm と 19.4 mm のアサリを捕食しなかったこと、また、平均腕長 74.3~79.0 mm および平均腕長 19.0~23.3 mm のトゲモミジガイとも平均殻長 19.4 mm のアサリを捕食しなかったことが明らかになったので、イトマキヒトデの実験区とトゲモミジガイに対する平均殻長 20 mm サイズのアサリを対象とした実験区は、本実験の対象から除外した。

トゲモミジガイの場合には、平均腕長が大型のグループの捕食量は、砂の粒径が 1.0~2.0 mm で0.1個体/日、0.5~1.0 mm で1.7個体/日、0.5 mm 未満で3.8個体/日と、砂の粒径が小さくなるほど多くなっていて、砂の粒径が、本種のアサリに対する捕食行動に影響を及ぼしていることがうかがえた。

ヒトデでは、砂の粒径が 0.5 mm 未満の場合には、平均腕長 41.9~48.8 mm および平均腕長 26.3~31.0 mm の両グループの個体における平均殻長 11.1 mm のアサリに対する1日当たりの捕食量は、他の粒径の場合と比較して少なく、トゲモミジガイの場合とは異なる結果となった。

一方、平均殻長 21.9 mm のアサリに対しては、砂の粒径の違いによる捕食量の差は、平均腕長 41.9~48.8 mm および 26.3~31.0 mm のヒトデとも明確ではなく、比較的に大型である平均腕長 41.9~48.8 mm のヒトデの方が、平均腕長 26.3~31.0 mm のヒトデと比較してより多くのアサリを捕食していた。

なお、実験期間中における水槽の水温は、21.2~22.2°C であった。

実験3 実験結果を Table 3 に示した。イトマキヒトデの実験区とトゲモミジガイの殻長 20 mm サイズのアサリに対する実験区は、実験2と同様に、実験1においてアサ

Table 3. Changes in number of individual of manila Clam preyed upon by starfishes per day on the difference of the particle diameter and the depth of sand in which manila Clam dig.

Species	Predator		Manila Clam		The depth of sand (mm)						Experimental period		
	Arm length Min-Max (mm)		Shell length Mean \pm SD (mm)		30			60					
					Particle diameter of sand (mm)		Particle diameter of sand (mm)		Particle diameter of sand (mm)				
<i>Astropecten polyacanthus</i>	63.6-67.9	(a)	10.5 \pm 1.33		-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-5.0	-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-5.0	*1
<i>Asterias amurensis</i>	54.3-65.1	(b)	10.5 \pm 1.33		2.9	3.4	2.4	2.7	1.7	0.7	2.1	2.5	*2
〃	47.5-56.0	(c)	25.4 \pm 1.13		0.9	0.4	0.1	1.0	0.9	0.7	0.0	0.4	*3
(a) + (b) + (c)					1.0	1.2	1.4	2.1	1.4	1.2	1.4	1.3	
					4.8	5.0	3.9	5.8	4.0	2.6	3.5	4.2	

SD: standard deviation

*1 Jun. 2-17, 1997 (15 days)

*2 Jun. 18-July. 4, 1997 (16 days)

*3 May 13-29, 1997 (16 days)

りが捕食されなかったことから、本実験の対象からは除外した。

平均腕長 63.6~67.9 mm のトゲモミジガイでは、平均殻長 10.5 mm のアサリに対する捕食量は、砂の厚みおよび粒径の変化によって差が認められた。すなわち、砂の厚みが 60 mm の場合には、砂の厚みが 30 mm の場合と比較すると全体的に捕食量は減少し、特に、粒径が 0.5 mm 未満の場合では、2.9個体/日が1.7個体/日と41.1%、粒径が 0.5~1.0 mm の場合では、3.4個体/日が0.7個体/日と、79.4%も1日当たりの捕食量は減少した。

ヒトデでは、砂の厚みの変化によるアサリに対する捕食量の差は、トゲモミジガイの場合と比較すると顕著ではなかった。しかし、砂の粒径が 2.0~5.0 mm の場合には、砂の厚みが 60 mm あるとヒトデの捕食量は減少した。1日当たりの捕食量は、砂の厚みが 30 mm の場合と比較して、平均腕長 54.3~65.1 mm のグループの個体では、平均殻長 10.5 mm のアサリに対して1.0個体/日が0.4個体/日と60.0%、腕長 47.5~56.0 mm の個体では、平均殻長 25.4 mm のアサリに対して、2.1個体/日が1.3個体/日と38.1%減少していた。

なお、実験期間中における水槽の水温は、16.4~21.9°C であった。

考察

杉山 (1993) によると、殻長 20~30 mm サイズのアサリに対するイトマキヒトデの捕食行動を観察した結果では、攻撃を受けた貝は、全て何らかの理由で砂泥の上に出てきたものであり、潜砂中の貝で捕食されたものはなかったと報告している。また、有馬ら (1974) も、本種は砂を掘る行動は全く行わないと報告している。イトマキヒトデは、今回の実験 (Table 1) でもアサリを全く捕食しなかった。本種の行動を水槽実験で観察した結果では、イトマキヒトデはプラスチック容器に收容した砂に接するよりも、容器の側面に接している場合の方が多かった。また、本種では、潜砂する行動および砂を掘る行動は実験期間中には観察されなかった。

以上のことから、イトマキヒトデのアサリに対する捕食圧は低く、本種のアサリの捕食生物としての重要性は低いと考えられる。

トゲモミジガイは、実験 1 において殻長 10 mm サイズのアサリを捕食したものの、比較的に大型の殻長 20 mm サイズのアサリを捕食することはなく、本種においてはアサリの大きさによって捕食に選択性の働くことがわかった。実験期間中の観察結果では、トゲモミジガイは、アサ

りを口より胃内に取り込んで消化吸収しているところが観察されたことから、本種が捕食できるアサリの大きさは、本種の口の大きさに左右されると考えられる。つまり、トゲモジガイが、比較的に大型の殻長 20 mm サイズのアサリを捕食せず、10 mm サイズのアサリのみを捕食した理由は、本種の口のサイズが小さく、大型の餌を取り込めなかった結果であると推察される。

また、トゲモジガイは、全ての観察時において砂中に潜砂しており、今回の実験で用いたイトマキヒトデやヒトデと比較すると潜砂能力に優れていることから、本種は潜砂または砂を掘ってアサリを捕食するものと考えられる。しかし、トゲモジガイのアサリに対する捕食量は、Table 3 に示したとおり、砂の厚みが 60 mm の場合には、30 mm の場合と比較して全体的に減少していることから、本種の餌生物に対する捕食能力は、砂の厚みによっても制限を受けていると考えられた。なお、トゲモジガイのアサリに対する捕食量は、砂の粒径によっても影響を受けると考えられるが、今回の実験ではこの理由を明らかにすることはできなかった。

ヒトデは、今回の実験で用いた全てのアサリを捕食していたが、本種では、トゲモジガイのように砂中に潜砂しているところは観察されなかった。このことから、本種は砂に潜砂している生貝を掘り起こした上で、胃を反転させてアサリを捕食しているものと考えられる。すなわち、ヒトデにおいては、本種の砂を掘り起こす能力が、アサリに対する捕食量を左右していると考えられる。

ヒトデのアサリに対する捕食量は、砂の粒径が 2.0 mm 未満の場合には、砂の厚みによる変化は少ないが、粒径がそれ以上となり、かつ砂の厚みが増加すると、本種のアサリに対する捕食量は大幅に低下した (Table 3)。これは、ヒトデの砂を掘り起こす行動が、砂の粒径が 2.0 mm 以上と粗くなり、また、その厚みも 30 mm から 60 mm に増すことによって制限されたことにより、ヒトデのアサリに対する捕食量が小さくなったものと推察された。

最後に、アサリ資源の安定生産を図る手法として漁場造成が考えられるが、舞鶴湾白浜地先において、アサリの主要な捕食生物であるトゲモジガイとヒトデの捕食生態からみた漁場造成手法について、今回の実験結果や従前のヒトデ類に関する知見も参考にして検討してみた。

砂の粒径に限れば、トゲモジガイでは、砂の粒径が 1.0 mm 未満の場合には、殻長で 10 mm サイズというアサリ幼貝に対する捕食量が増加する傾向がみられることから、造成用の砂には粒径 1.0 mm 以上のものを使用する必要がある。しかし、ヒトデの場合では、アサリ幼貝に対する捕食量は、砂の粒径が 0.5 mm 未満の場合に小さくなるなど、ヒトデ類の種類によって捕食を抑える砂の粒径は異なっており、その場所に生息するヒトデ類の種類および出現数によって造成用の砂の粒径を検討する必要があると考えられる。

ただし、舞鶴湾の白浜地先においては、トゲモジガイとヒトデが混在していることから、両種による捕食を最小限にする造成手法を検討する必要がある。砂の粒径のほか厚みについても考慮に入れた漁場造成の手法については、Table 3 の結果から、相対的にヒトデ類のアサリに対する捕食量が小さくなる粒径が 0.5~1.0 mm の砂を用いて、厚さが 60 mm になるように造成するのが効果的であると考えられる。

さらに、有馬ら (1974) によると、ヒトデの捕食できる砂の深さは、腕長 100 mm 以上のヒトデでも、砂の表面から最大で 70 mm までであったと報告していることから、砂の厚さは 70 mm 以上であればより確実にヒトデ類のアサリに対する捕食を抑制することが可能であると考えられた。

終わりにあたり、本研究を進めるのに際して多大な御協力をいただいた舞鶴漁業協同組合職員各位および同組合所属のアサリ組合員各位に感謝します。

参考文献

- 有馬健二・浜谷進司・宮川洋一. 1974. ヒトデ類の二枚貝捕食行動について. 北水試報, **14**: 63-69.
- 井上太郎・葭矢護・井谷匡志・道家章生・辻秀二. 1998. 舞鶴湾における肉食性生物の分布. 京都府立海洋センター研究報告, **20**: 69-74.
- 杉山元彦. 1993. アサリ分布域制限要因に関する 2, 3 の知見, 平成 5 年度日本水産工学会学術講演会講演論文集. 日本水産工学会: 41-42.

Synopsis

Feeding Behavior of the Starfishes to the Manila Clam

Taro INOUE, Mamoru YOSHIYA, Masashi ITANI and Akio DOUKE

This paper deals with the predation of starfishes (*Asterina pectinifera*, *Asterias amurensis* and *Astropecten polyacanthus*) to Manila Clam, *Ruditapes philippinarum* (10 mm, 20 mm and 25 mm size in shell length) in the experimental tank. We observed that *A. pectinifera* didn't feed on Manila Clam and *A. polyacanthus* only fed on that of 10 mm size in shell length. On the other hand, *A. amurensis* fed on the individuals with shell length less than 25 mm. The starfishes had some different forms of predation to Manila Clam because of the difference of the depth and the particle diameter of sand in which Manila Clam dig.