

富山湾のヤツデヒトデについて (予報)

藤田大介*・瀬戸陽一*
(1998年3月12日受理)

On a sea star *Coscinasterias acutispina* (Asteroidea, Asteriidae)
in Toyama Bay (Preliminary report)

Daisuke FUJITA · Youichi SETO

Abstract

Coscinasterias acutispina is a fissiparous multiarmed sea star of Asteriidae, which has been known as a major predator of released juvenile abalones and turban shells in many parts of Japan. However, ecological informations have been quite limited; only predation, fission and parasites have been previously reported for this overrayed sea star. Survey of the literature revealed that *C. acutispina* is distributed in shallow waters of six of nine coastal cities and towns of Toyama Prefecture, namely, Asahi, Nyuuzen, Uozu, Namerikawa, Takaoka and Himi. At the two ends, Asahi and Himi, they were recorded blooming in mussel beds near tides on concrete blocks. The sea star usually clings to stony substrata off Namerikawa, while it crawls on top of *Gelidium* turf in April to May. Two parasites, a gastropod *Apicalia habeii* and a crustacean *Myriocladus okadai* are known from populations in Uozu. In Uozu and Namerikawa, the sea star preyed on released or caged juvenile abalones and turban shells. Ray numbers of Uozu samples varied from four to nine, among which eight and nine were dominant; seventy-two percent of samples were in the process of regeneration. Ray lengths were in the range of 17-54 mm. Culture experiments demonstrated that fission occurred once or twice a year and the regenerating sea stars fed on juvenile turban shells. Larger sea stars ate more juvenile shells than smaller ones; their predation activity was higher in summer than in winter.

Key words: abalone, Asteriidae, *Coscinasterias acutispina*, fission, predation, sea star, Toyama Bay, turban shells

ヤツデヒトデ *Coscinasterias acutispina* (Stimpson) はキヒトデ科に属する多腕性のヒトデで、有性生殖 (Mortensen 1921) のほかに無性生殖 (分裂) により繁殖し (Yamaji 1950), 国内ではアワビやサザエの放流種苗を盛んに捕食する害敵生物として知られている (中村 1976, 伊藤 1987, 二島ら 1989, 藤井 1993, 天真 1997)。富山県においても, 1979年からエゾアワビ

* 富山県水産試験場 (Toyama Prefectural Fisheries Research Institute, Namerikawa, Toyama 936-8536, Japan)

Nordotis discus hannnai (以下, 単にアワビという), 1980年からサザエ*Turbo cornutus*の種苗放流が各地で行われており, サザエについては, 1989年以降, 県産の人工種苗を用いて放流試験を実施してきた。今後, 放流貝の生残率を高めるためには, 他県の場合と同様, ヤツデヒトデの影響は無視できないと考えられるが, このヒトデに関する生態学的知見は極めて乏しい。著者らは, 今後の研究の基礎資料とするために, 富山湾産ヤツデヒトデに関するこれまでの断片的な知見をとりまとめたほか, 1996年12月から1997年12月にかけて食害試験を実施したので結果を報告する。

材 料 と 方 法

分布と生息状況 1997年までに公表された富山県の海洋生物・水産関係の論文, 事業報告書, 年報及び調査資料 (未発表も含む) の中からヤツデヒトデに関する内容を抽出し, 沿岸市町別に

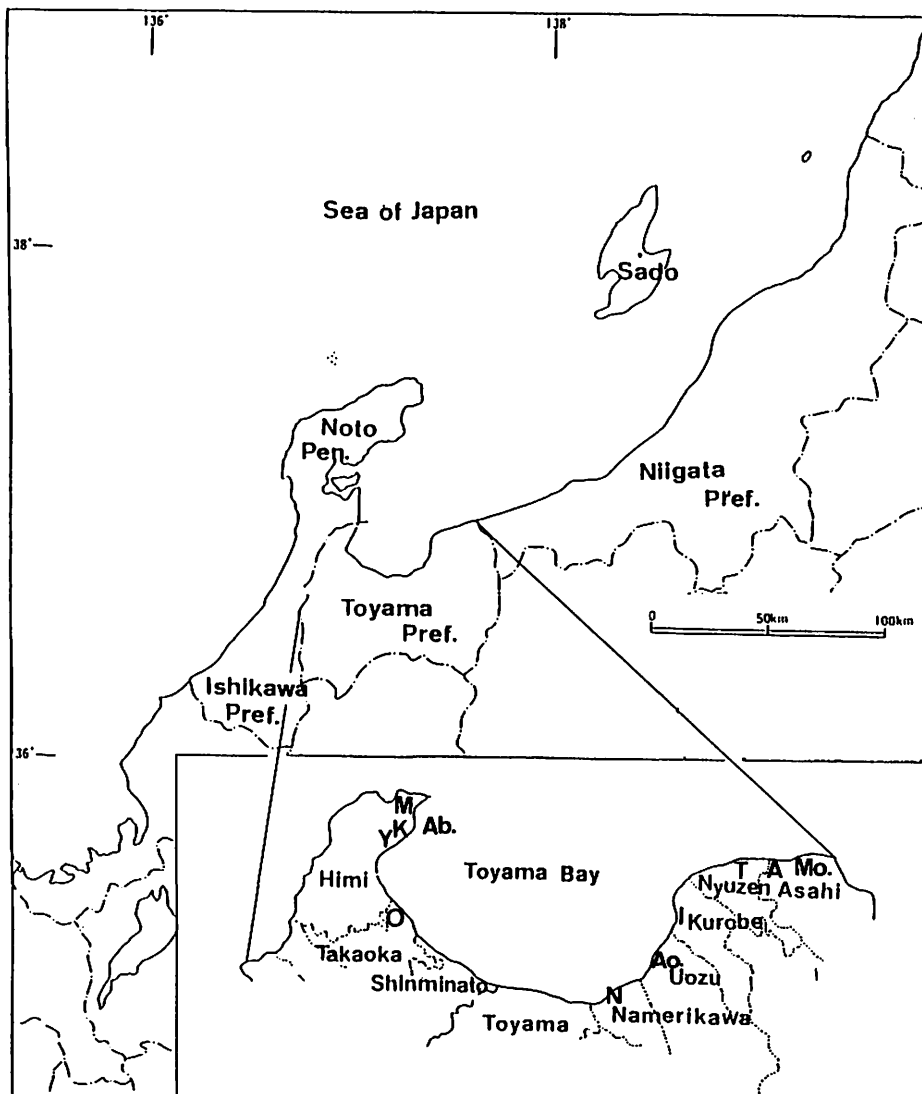


Fig. 1 Map showing location of Toyama Prefecture and coastal cities and towns in the prefecture. M : Mera, Ab : Abugashima, K : Kozakai, Y : Yabuta, O : Ohta, N : nakagawara, Ao : Aoshima, I : Ikuji, T : Tanaka, A : Akagawa, Mo : Motoyashiki.

まとめた。沿岸市町の位置はFig. 1に示した。

腕数・腕長 ヤツデヒトデは1996年12月に魚津市青島海岸で概ね10m×10mの範囲から採集し、最大腕長を測定した後、腕の総数と健全腕数（再生中とみなされた短い腕を除いたもの）を調べた。なお、再生腕の確認は実体顕微鏡下で実施した。

食害試験 ヤツデヒトデは、腕数・腕長を調査した個体のほか、朝日町赤川で採集し水産試験場の屋外流水水槽で飼育していた個体を若干加えて実施した。サザエは県栽培漁業センター産の稚貝で、1996年12月に実施した殻高別の食害試験では殻高3～5mm（1996年生まれ）、約15mm及び20mm（以上、1995年生まれ）の3群、1997年4月から12月にかけて実施した月別食害試験では約15mm（12月当時）の群を用いた。実験はコンクリートタンク内に垂下した網カゴの中にポリプロピレン製のカゴ（23×30×10cm）を並べ、腕長や腕数で分けたヤツデヒトデ（1～6個体）とサザエ（5～10個体）を適宜組み合わせ入れて、1週間に捕食された稚貝の数を調べた。なお、実験期間中、一部のヤツデヒトデが分裂して増えたが、カゴ内のヒトデの数は調整せず、そのまま実験を続けた。

結 果

分布と生息状況 富山湾で最初にヤツデヒトデが分布することを報告したのはHayashi（1938）で、産地として、和倉（石川県七尾市）とともに虻が島（氷見市）を挙げた。小松（1991）は、近年までに報告された富山湾産ヒトデの種類をとりまとめ、温暖系のヒトデの1種として本種を取り上げている。現在、ヤツデヒトデは、朝日町、入善町、魚津市、滑川市、高岡市及び氷見市の沿岸で分布が確認されている（Table 1）。以下、各地先毎に出現状況の概要を述べる。

朝日町では、1978年7月、宮崎漁港内のイガイ *Mutilus sp.* 群集で大量のヤツデヒトデが発生した（加野 私信）。1987年に宮崎沖の離れ岩「中の島」と元屋敷海岸で有用貝類の分布調査が行われた（浜田・藤田 1993）が、その際には本種は全く認められなかった。しかし、猛暑を記録した1994年の夏、元屋敷海岸の離岸堤（約100mの波消しブロック）のイガイ群集に大量のヤツデヒトデが出現した（藤田 1994b）。発生状況をFig. 2に示したが、密度は20～30個体/m²に達し、同時に肉食性巻貝の1種イボニシ *Thais clavigera* も大量に出現していた。ヤツデヒトデとイボニシはイガイを盛んに捕食しており、脱落した貝殻やその破片が離岸堤直下に散乱していた。ヤツデヒトデは、いずれも腕長3cm前後の個体で、同じ年に発生した群と考えられたが、成長や年齢に関する知見が全くなく、発生時期などは推定できなかった。この場所では、翌年以降、特に大量のヤツデヒトデは認められておらず、年内に離岸堤を離れて分散したものと思われる。このほか、朝日町では、1997年8月、赤川地先の潜堤（投石）でも大量のヤツデヒトデが認められた（藤田 未発表）。ここでは、元屋敷海岸の場合と異なり、腕長2～6cmの個体が混在していたことから、同一時期に発生したものではないと考えられた。この潜堤ではアワビの天然稚貝が発生しており、種苗放流も行われてきたが、漁獲物への資源添加は確認されておらず、ヤツデヒトデによる稚貝の食害が懸念された。

入善町田中地先では、県東部で唯一、サザエ増殖用のコンクリートブロック（稚貝着底礁、奈

Table 1. Records of occurrence of sea star *Coscinasterias auctispina* in shallow waters of Toyama Bay.

City/Town	Locality	Comments on habit	Reference
Asahi	Motoyashiki	Bloomed on concrete blocks in an episodic hot summer of 1994 and damaged mussel beds. See Fig. 2.	Fujita (1994a)
	Akagawa	Abundant in piled stones where seedlings of abalone had been released.	Fujita (unpubl. data)
Nyuuzen	Tanaka	Common on artificial reefs settled for stock enhancement of turban shells.	Fujita (unpubl. data)
Kurobe	Ikuji	No record.	Fujita (1996)
Uozu	Aoshima	Only one sample collected in a line transect. of 100m long.	Fujita (1990)
		Preyed on the released juvenile turban shells <i>Turbo cornutus</i> . See Fig. 3.	Fujita (1992)
		As a host of a parasitic gastropod, <i>Apicalia habei</i> .	Takayama (1992)
		As a host of a parasitic crustacean, <i>Myriocladus okadai</i> .	Kano (pers. com.)
Namerikawa	Nakagawara	Invaded into abalone/turban shell-culture tanks settled at the depth of 8m and fed on juvenile shells. See Fig. 4.	Fujita (1994b)
		Usually, the sea star clings to stony substrata, but crawls on top of <i>Gelidium</i> turf from April to May. See Fig. 5.	Fujita (unpubl. data)
Toyama		No record	Nunomura & Nambu (1981)
Shinminato		No record	No reference
Takaoka	Ohta	Common in seaweed beds. Samples were preserved in Toyama City Museum.	Fujita (unpubl. data) Nunomura (pers. com.)
Himi	Abugashima	First record in Toyama Bay, which appeared in a monograph of sea stars.	Hayashi (1938)
	Kozakai	Bloomed on mussel beds of waterbreak (concrete blocks) in an anonymous year.	Kano (pers. com.)
	Yabuta	Only one sample collected in a line transect of 100m long.	Nakura & Takamatsu (1974)
	Mera	Only one sample collected in a line transect. of 100m long.	Nakura & Takamatsu (1974)

倉・高松 1984) が投入されている。ヤツデヒトデは、この礁で1996~97年に春と秋の2回ずつ行われた調査で、毎回出現している(藤田 未発表)。

魚津市では、1988年8月に青島地先の距岸0~100mの範囲で10m間隔の動物採集調査が行われたが、この調査では距岸70m(水深3m)で1個体が採集されたに過ぎなかった(藤田 1989)。青島地先では、1987年以降、浅海底に布設される刺網の漁獲物が継続的に観察されており、1989年11月~1990年3月及び1991年1月~1992年5月にヤツデヒトデの羅網が著しく多かったという(加野 私信)。実際、1989年12月と1990年9月にこの地先で放流されたサザエの稚貝(それぞれ19,000個体と1,700個体、いずれも殻高約16mm)が翌年の再捕時に殆ど回収できなかったことから、



Fig. 2 Blooming of *Coscinasterias acutispina* near tides on concrete blocks off Motoyashiki, Asahi Town in an episodic hot summer of 1994, damaging mussel beds.



Fig. 3 *Coscinasterias acutispina* appeared in boulders off Aoshima, Uozu City where juvenile turban shells *Turbo cornutus* were released. One is shown preying on a released turban shell.

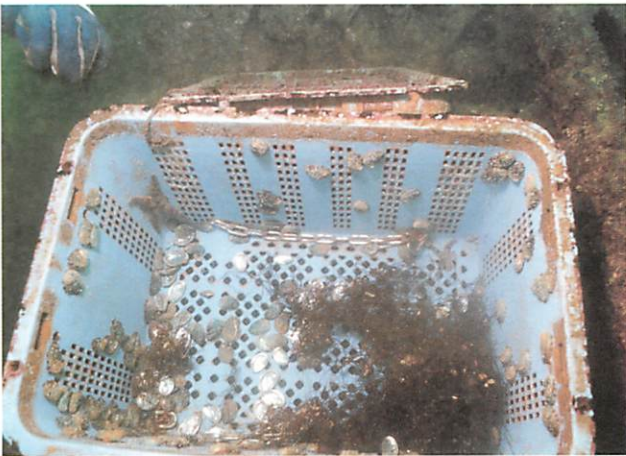


Fig. 4 *Coscinasterias acutispina* invaded the tank of abalone *Nordotis discus hannai* cultured at the bottom off Nakagawara, Namerikawa City.

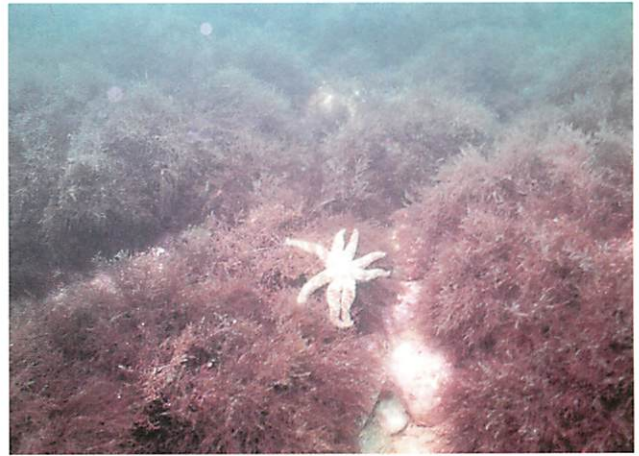


Fig. 5 *Coscinasterias acutispina* crawling on top of *Gelidium* turf, off Nakagawara, Namerikawa City. The sea star's crawling on algal turfs is common in April and May, while it clings to stony substrata in other seasons.

1991年5月に、殻高24mmのサザエ稚貝950個体を網で被ったコンテナ（50×40×30cm）に入れて水深4mの転石地帯で育成する実験が行われた（藤田 1992）。翌日、ほとんどの稚貝がカゴから這い出していたが、カゴの上にはヤツデヒトデ1個体が移動していた。24日後には放流地点の周辺でヤツデヒトデが集まり、稚貝を捕食していたのが観察され（Fig. 3）、以後は生貝が確認されなかった。

このほか、高山 (1991) は、魚津産のヤツデヒトデに、腹足類 (中腹足目、ハナゴウナ科) の 1 種、ヤツデヒトデヤドリニナ *Apicalia habeii* (Warren) が寄生していることを報じた。また、加野 (私信) によれば、やはり魚津産のヤツデヒトデの中に、囊胸類 (キンチャクムシ目、シダムシ科) の 1 種、オカダシダムシ *Myriocladus okadai* が寄生した個体が見つまっているという。

滑川市中川原地先では、水深 7 m の F R P 礁に固定されたプラスチック製蓋付きコンテナ (50×40×30cm) でサザエとアワビの育成試験が行われたが、コンテナ内部にヤツデヒトデが侵入し、稚貝が捕食された (藤田 1994c)。サザエは 1992 年 9 月に殻高 21mm の稚貝 (県栽培漁業センター産)、アワビは 1992 年 11 月に殻長 30mm の稚貝 (同) を用い、各コンテナに 500 個体ずつ収容し、月 1 回飽食量の海藻を与えて 1 年間の予定で飼育を続けていた。アワビのコンテナには 5 月以降毎月、サザエのコンテナには 7 月にヤツデヒトデが侵入し (Fig. 4)、特に、アワビのコンテナでは毎月除去しても繰り返し侵入が認められた。この結果、飼育開始 1 年後の生残率は、アワビで 0%、サザエでは 12.5% であった (藤田 1994c)。なお、中川原地先では海岸から水深 10m 付近まで大規模なテングサ群落が広がっており (藤田 1994a)、1992 年以降ほぼ毎月実施している潜水観察では、毎年 4～5 月に限り、水深 6 m 付近でテングサの上を這っていたり腕を広げたりしているヤツデヒトデが必ず認められた (Fig. 5)。ヤツデヒトデは、普通、岩石質の硬い基質に固着しており、何か意味のある行動と考えられるが、理由は明らかではない。同様の行動は、イトマキヒトデ *Asterina pectinifera* でも認められた。

高岡市雨晴地先でも、ヤツデヒトデは浅所のテングサ群落を中心に普通に生息しており (藤田未発表)、富山市科学文化センターにも標本が残されているが、この海域の調査例は少なく、生態に関する知見も殆どない。

氷見市沿岸では、薮田と女良 (奈倉・高松 1984) で行われたライントランセクト調査の際に確認されているが、出現個体数は多くない。なお、年は不詳であるが、氷見市小境地先の離岸堤に発達したイガイ群集でも、ヤツデヒトデが大発生したことがある (加野 私信)。

腕数・再生状況調査 魚津市青島で 1995 年 12 月に採集したヤツデヒトデ 32 個体の腕長組成を Fig. 6 に示した。腕長は 17～54mm で、平均±標準偏差は 35.6 ± 9.8 mm であった。

各調査個体の総腕数と健全腕数を腕長順に並べ、Fig. 7 に示した。総腕数は 4～9 腕 (5 腕を除く) の場合が認められ、このうち、8 腕、9 腕、7 腕の個体の占める割合が多く (それぞれ 47%、31%、13%)、合計 91% であったが、4 腕と 6 腕はそれぞれ 2 例と 1 例しか認められなかった。4 腕及び 6 腕の個体は、分裂 (無性生殖) 直後、すなわち、再生腕が形成される前の個体である可能性もある。

全ての腕が健全腕とみなされた個体 (以下、非再生個体という) は、4 腕の 1 個体を除き、8 腕または 9 腕の個体だけに認められ、それぞれ同数腕の個体に占める割合は 40% 及び 27% であった。非再生個体のうち、最小個体及び最大個体の腕長は、それぞれ 29mm、44mm であった。一方、再生が起きている個体の割合は 72% と高く、調査した腕長の範囲で広く認められた。

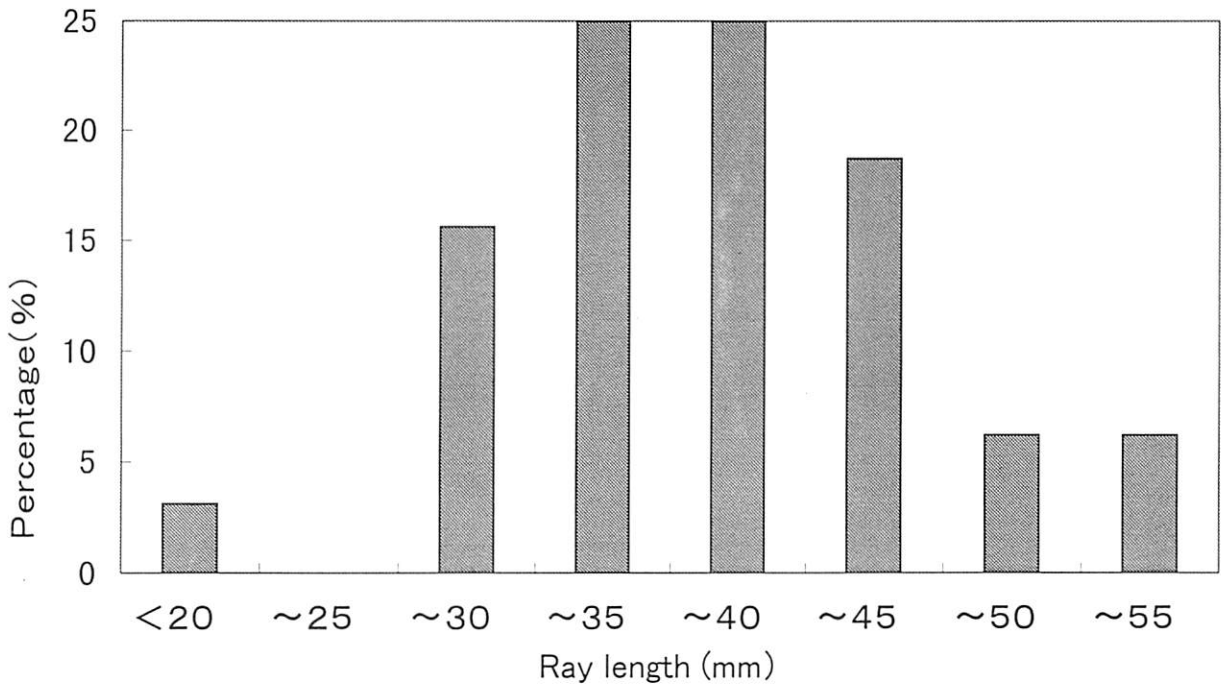


Fig. 6 The ray length composition of *Coscinasterias acutispina* collected from boulders off Aoshima, Uozu City.

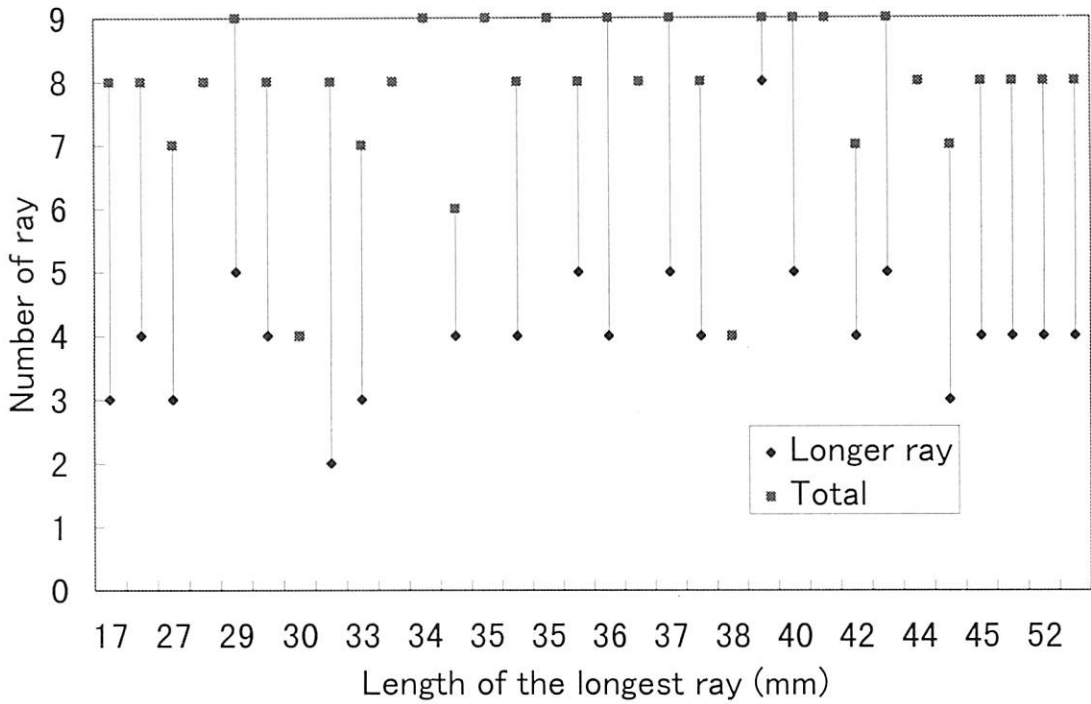


Fig. 7 Relation between total ray number and number of longer (not recently regenerated) rays of *Coscinasterias acutispina* collected from boulders off Aoshima, Uozu City.

食害試験 12月に実施したサザエ稚貝殻高別食害試験の結果をTable 2に示した。表ではサザエの殻高別にデータを配列してあるが、ここでは、実際に試験を行った順、すなわち、殻高15mm、4mm及び20mmの順に述べる。

殻高15mmの稚貝を用いた試験では、腕が再生過程にある小型個体（腕長17mmと27mm）であまり捕食されなかったが、それ以外では、腕が再生過程にあるもの（腕長30~35mm, 41~45mm）も含め、一週間以内にはほぼ全数が捕食された。特に、大型のヤツデヒトデ（腕長54mm）は2日以内に全数を捕食したため、新たに稚貝を加えたところ、再び旺盛な捕食が認められ、1週間で合計14個体が餌食となった。ヤツデヒトデは、稚貝をカゴに収容すると直ちに追跡を始め、腕の管足で複数の稚貝を捕らえることが観察された。稚貝は1個体ずつ捕食されたが、一度管足に捕まった個体は逃げることができず、最終的には全て捕食された。このほか、試験設定中にちぎれた腕（1本）に稚貝を与えてみたところ、口が形成されていないので捕食はなかったが、稚貝を執拗に追いかけたり、囲んだりする行動が認められた。

Table 2. Predation of juvenile turban shells *Turbo cornutus* by sea stars *Coscinasterias acutisupina* of various length and number of rays in preliminary experiments conducted in December of 1996.

Length of ray (mm)	No. of ray	No. of sea star	Shell height (mm)	No. of shell subjected to predation	No. of predated shell						
					1	2	3	4	7	(days)	Total
30	8	1	4	10	8	2	-	-	-	-	10
			15	5	0	1	1	0	3	5	
			20	5	1	-	-	-	-	1	
44	8	1	4	10	10	-	-	-	-	-	10
			15	5	0	2	0	1	2	5	
			20	5	1	-	-	-	-	1	
58	8	1	4	10	10	-	-	-	-	-	10
			15	5	4	1	-	-	-	5	
				10*	-	-	4	3	2	9	
			20	5	1	-	-	-	-	1	
17	3	1	15	1	0	0	0	1	0	1	
27	4	1	4	5	3	1	1	-	-	5	
			15	1	0	0	0	0	0	0	
30-35	4	6	4	10	10	-	-	-	-	-	10
			15	10	0	1	0	3	5	9	
			20	5	1	1	-	-	-	2	
41-45	4	4	4	10	10	-	-	-	-	-	10
			15	5	0	1	1	3	-	5	
			20	10	1	1	-	-	-	2	

*Ten shells were added after five shells were predated in two days.

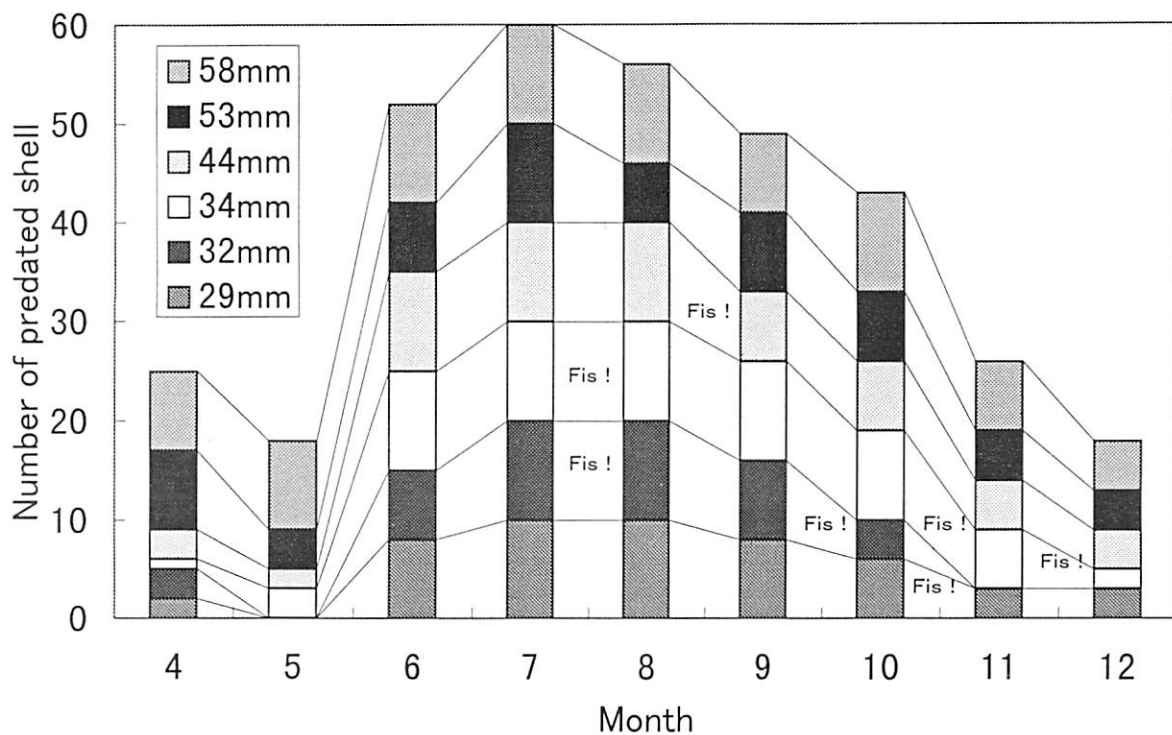


Fig. 8 Monthly data of predation on juvenile turban shells *Turbo cornutus* by six different sizes of sea star *Coscinasterias acutispina*. Ten shells (of SH 15mm) were given to each sea star every month. 'Fis!' shows the timing of fission.

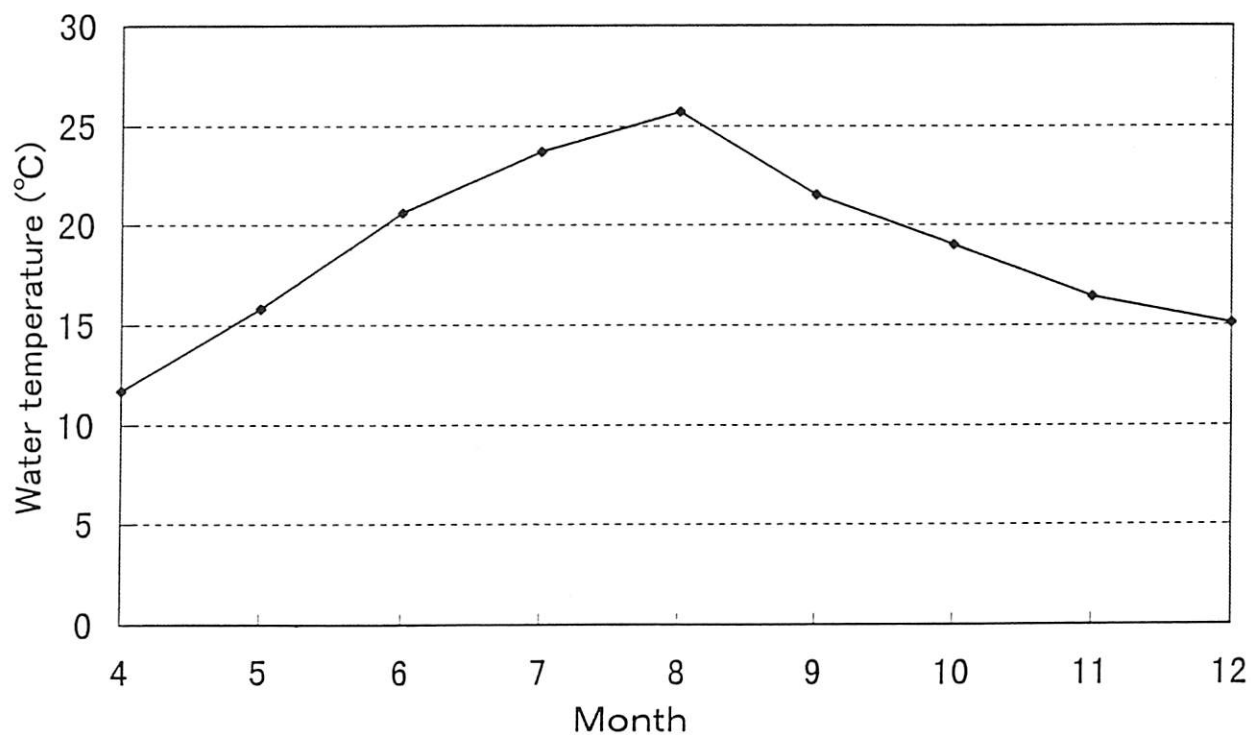


Fig. 9

殻高4mmの稚貝を用いた試験では、各試験区の供試個体を5個体から10個体に増やして実施したが、いずれも3日以内に全数個体が捕食された。しかし、殻高20mmの稚貝を用いた試験（供試個体は5個体）では、1週間を経過しても1~2個体が捕食されただけであった。

4~12月に実施したヤツデヒトデの腕長別食害試験の結果をFig. 8に、毎月の飼育開始時の水温をFig. 9に示した。ヤツデヒトデの捕食は、夏に盛んになり、7月には6個体すべてが7日以内に全個体を捕食した。実験期間中、腕長53mmと58mmの2個体を除く4個体（腕長29~44mm）は7~11月に分裂が起こり、それぞれが2個体に分かれた。腕長32mmの個体は8月と10月の2回、同じく腕長34mmの個体は8月と11~12月の2回分裂し、同一個体が年内に複数回分裂することが明らかとなった。

考 察

今回の調査の結果、ヤツデヒトデは富山県沿岸に広く分布し、少なくとも、朝日町、入善町、魚津市、滑川市、高岡市及び氷見市の沿岸に分布していることが判明した。これら6市町の沿岸には大規模な藻場が発達しており（藤田 1994a）、いずれもサザエやアワビの漁場となっている（藤田 1998）。一方、残りの沿岸3市町のうち、黒部市では生地海岸（藤田 1996）、富山市では浜黒崎海岸（布村・南部 1981）で海岸動物に関する調査が行われているにもかかわらず、ヤツデヒトデは見つかっていない。新湊市沿岸については天然の藻場がなく、海岸動物の調査例もないが、近年、離岸堤設置域を中心にサザエの漁獲量が急増している（藤田 1998）。また、富山湾内では、朝日町、魚津市及び氷見市でヤツデヒトデが大発生したと考えられる現象が認められており、そのうちの朝日町（2回）と氷見市の場合は、コンクリート基質（漁港護岸や離岸堤）に着生したイガイとの関係が示唆されている。以上のことから、今後、ヤツデヒトデの分布に関しては、人工海岸も含め、未確認区域での発見に努めるとともに、既報告域についても、垂直分布、底質、植生、イガイなど他の動物との関係、稚ヒトデ出現区域など、詳細に調べる必要がある。

ヤツデヒトデの腕長・腕数調査の結果、腕数には相当の変異があり、長短の腕が混在する個体（再生中の個体）の占める割合が70%以上を占め、無性生殖が盛んに起こっていることが示唆された。食害試験の飼育中でも、腕長50mmを越える2個体を除き、4個体で無性生殖が起こり、そのうちの2個体は飼育期間内に2回の分裂が確認された。今後、腕長分布や腕数変異について個体数を増やして調査するとともに、無性生殖の季節性の有無、有性生殖時期との関連を明らかにする必要がある。

これまでのサザエやアワビの放流試験、海中育成試験及び陸上飼育試験の結果から、ヤツデヒトデは、富山県沿岸においても放流貝の生残に影響を与えていることが判明した。放流貝については、魚類、タコ、カニなど、他の捕食生物も相当数を捕食すると予想されるが、カゴによる海中育成中の個体が侵入したヤツデヒトデによって壊滅的な被害を受けたことから、ヤツデヒトデの影響は無視できないと考えられる。しかし、これまでのところ、ヤツデヒトデによる天然稚貝の捕食は確認されておらず、今後は、放流貝の活力や放流方法と併せて、ヤツデヒトデの捕食の実態を明らかにすることが必要であろう。なお、太平洋側の和歌山県ではヤツデヒトデの摂餌活性が夏季に低下するとされている（木村 1995）が、富山湾産の個体は、少なくとも陸上試験の

結果から判断する限り、このような夏季の摂餌低下は認めらず、むしろ冬季よりも捕食が盛んであった。ヤツデヒトデの摂餌低下時期はサザエの放流適期と判断されることもあり、今後、富山湾でも海中でのヤツデヒトデの摂餌活動の季節変化を確かめることが必要である。このほか、ヤツデヒトデに及ぼす捕食生物の影響、あるいは、寄生生物がヤツデヒトデの生殖や摂餌活性に与える影響についても、調べておく必要がある。

要 約

富山湾産のヤツデヒトデについて既往知見を整理し、腕の数、長さとも再生状況を調べたほか、サザエ稚貝を用いた捕食試験を実施した。ヤツデヒトデは、朝日町、入善町、魚津市、滑川市、高岡市及び氷見市の沿岸で分布が確認されている。このうち、朝日町と氷見市では離岸堤のイガイ群集で大発生した事例がある。通常、このヒトデは岩石基質に付着しているが、滑川市のテングサ群落では、例年4～5月にマクサの藻体上を這う。また、魚津産個体では、2種の寄生生物、ヤツデヒトデヤドリニナとオカダシダムシが見ついている。魚津及び滑川沿岸では、サザエやアワビの放流稚貝あるいは海底でカゴ飼育した稚貝が、ヤツデヒトデの食害を受けた。魚津産個体の腕長と腕数を調べた結果、腕長は17～54mm、腕数は4～9腕の範囲にあり、8腕と9腕とで78%を占めたが、72%の個体が分裂後の腕の再生過程にあった。分裂は、調査範囲ではサイズに関係なく認められ、飼育試験では同一個体が年内に2回分裂する例も見られた。ヤツデヒトデは、腕の再生過程にあるものも含め、サザエ稚貝を盛んに捕食した。捕食は、小型個体よりも大型個体で、冬季よりも夏季に盛んであった。

謝 辞

富山大学の小松美英子教授、富山市科学文化センターの布村昇副館長、魚津水族館の加野泰男博士には、文献や標本の所在について御教示いただいた。小松教授には本論文の校閲もしていただいた。ここに厚くお礼を申し上げる。

文 献

- 藤井明彦 1993. 各種海産動物によるサザエ稚貝の捕食. 水産増殖: 39, 123-128.
藤田大介 1989. 資源添加技術開発. p.104-111, 昭和63年度地域特産種増殖技術開発事業報告書 (巻貝グループ). 富山県水産試験場.
藤田大介 1992. 資源添加技術開発 p.7-14, 平成3年度地域特産種増殖技術開発事業報告書 (巻貝グループ). 富山県水産試験場.
藤田大介 1994a. 富山の海藻 pp.1-30, 富山の藻類 (藤田・濱田・渡辺編). 富山県水産試験場.
藤田大介 1994b. 1994年の夏に富山湾浅海域で見られた猛暑の影響. 富水試だより, 61: 16-19.
藤田大介 1994c. 滑川市地先造成漁場等調査. 平成5年度富山県水産試験場年報: 79-81.
藤田大介 1996. 黒部市生地沿岸の海藻, サザエ及びキタムラサキウニ. 富山水試研報, 8: 11-20.

- 藤田大介 1998. アワビとサザエとイワガキと. 富水試だより, 70:9-6.
- 二島賢二・伊藤輝昭・恵崎 撰 1989. 有用動物の栽培漁業化に関する研究-II -クロアワビ種苗の放流方法について-. 福岡水試報, 15:33-45.
- 浜田征雄・藤田大介 1993. 富山県朝日町宮崎の岩礁地帯における有用貝類の垂直分布 (短報). 富山水試研報, 4:61-65.
- Hayashi, R. Sea-stars of Toyama Bay. Bull. Biol. Soc. Jap., 8:111-119.
- 伊藤輝昭 1987. クロアワビの放流技術に関する問題点. 西海区ブロック浅海開発会議藻類・介類研究会報, 4:57-64.
- 木村 創 1995. 資源添加技術開発. pp.9-15, 平成6年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書 (巻貝類グループ). 和歌山県水産増殖試験場.
- 小松美英子 1991. 富山湾のヒトデ類. pp.113-120, 富山の自然と文化(後藤克己編). 富山大学.
- Mortensen, T. 1921. Studies of the development and larval forms of Echinoderms. pp.192-193. G. E. C. Gad., Copenhagen.
- 奈倉 昇・高松賢二郎 1984. 昭和57年度大規模増殖場造成事業調査報告書 (氷見地区・サザエ). 50pp. 富山県水産試験場.
- 布村 昇・南部久男 1981. 富山市浜黒崎海岸における海岸動物相. 富山市科学文化センター研究報告, 3:25-37.
- 中村達夫 1976. 山口県におけるアワビ種苗生産と放流. pp.274-282, つくり育てる漁業 (資源協会編). 農林統計協会. 東京.
- 高山茂樹 1992. 富山湾産棘皮動物に寄生する腹足類2種. 魚津水族館年報, 2:25-28.
- 天真正勝 1997. メガイアワビ稚貝の食害試験. 平成7年度徳島県水産試験場事業報告書:68.
- Yamaji, I. 1950. Autotomy and regeneration in Japanese sea-stars and ophiurans. I. Observation on a sea star, *Coscinasterias acutispina* Stimpson and four species of ophiurans. Annot. Zool. Jap., 23:175-186.