

氏 名(本籍)	佐 藤 和 加
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	農 博 第 3 7 7 号
学位授与年月日	昭 和 63 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専攻	東北大学大学院農学研究科 (博士課程) 水産学専攻
学位論文題目	日本産穿孔性多毛類 <i>Polydora</i> 属の種，生活史，浸蝕状況に関する研究
論文審査委員 (主 査)	
	教授 野村 正
	教授 川崎 健
	教授 西澤 敏

# 論文内容要旨

増養殖が盛んに行われている今日、有用魚介類を能率よく生産するために、害敵を防除・駆除することは必要不可欠である。環形動物スピオ科の *Polydora* 属は、多くの海産貝類の貝殻へ穿孔する多毛類として古くから知られている。近年、ホタテガイ、トコブシ、タイラギ、アコヤガイなどの重要な水産増養殖対象生物に *Polydora* が穿孔し、石灰代謝異常、商品価値の低下、成長阻害、または斃死など、*Polydora* による被害が報告されている。そのため *Polydora* の防除・駆除が求められているが、効果的な方法がなく、残された問題も多い。生態防除という観点から *Polydora* の防除・駆除を考える場合、対象となる *Polydora* の貝殻への定着・穿孔を阻止するためには、対象種の生活史、生態に関する知見は欠くことができないと考えられる。しかし、日本の穿孔性 *Polydora* については分類も未だ整理されていない。また、穿孔性の *Polydora* については被穿孔貝の侵蝕状況の調査が主で、穿孔種そのものの生活史、生態学的特徴などについて研究されたものはほとんどない。そこで、本研究は、水産学上防除の対象となる *Polydora* について、その種、生活史、侵蝕状況を中心に総合的に検討し、防除の基礎的知見を得ることを目的とした。

## 1. 日本産穿孔性多毛類の種類と分布

(1) 北海道オホーツク海沿岸猿払、音標、雄武、紋別、湧別、佐呂間、常呂、能取湖、網走、知床半島東部標津、野付、厚岸、本州陸奥湾、宮城県岩井崎、長面浦、雄勝、竹ノ浦、鮎川、万石浦、松島、蒲生、広島県地御前、長崎県九十九島、宮崎県青島からホタテガイ、マガキ、エゾアワビ、アコヤガイなどを中心に貝類を採集し、貝殻に穿孔していた多毛類を抽出した。同定した結果、それらの多毛類はすべてスピオ科に含まれる *Polydora* 属と *Boccardia* 属に属していた。形態的特徴、生態的特徴、軟X線写真による孔道の形態的特徴から1新種を発見し、*Polydora variegata* Imajima et Sato : 和名マダラスピオと命名し発表した (Fig. 1)。その他、*P. concharum* の1新亜種、*P. websteri* の新亜種と考えられる個体が発見された。*P. concharum*、*P. convexa* は日本での生息が初めて確認された新記録種である。

(2) *P. variegata*、*P. websteri*、*P. concharum*、*P. convexa* は主分布域を異にしているが、いずれも主に砂泥底に生息する貝類に穿孔がみられたのに対し、*P. websteri* の亜種、*B. hamata* は、垂下養殖貝類、およびコシダカガンガラなどの潮間帯に生息する貝類に穿孔がみられた (Table 1)。

## 2. *Polydora* 属によるホタテガイの侵蝕状況

(1) *Polydora* は、ホタテガイ左殻には多く穿孔していたが、右殻にはほとんど穿孔せず、ホタテガイ1個体あたり多くても数個体が穿孔しているのみであった。左殻は多数穿孔されると、貝殻表面が剥離し、貝殻内表面は穿孔跡に沿って隆起・着色するのが観察された (Fig. 2)。*Polydora* の穿孔・貫通によりホタテガイが貝殻内表面に分泌した貝殻物質・有機物質の隆起面積の、全貝殻面積に対する割合を、プラスチック板で作成した5mm×5mmのメッシュにより測定し、被侵蝕度として示した。北海道、東北地方沿岸の17漁場のホタテガイの被侵蝕度、軟X線写真による貝殻内部の穿孔状況を調査した結果、5つの漁場のホタテガイで *Polydora* の侵蝕が大きいこと

が明らかになった (Table 2)。それぞれの漁場のホタテガイに対する大きな侵蝕の原因種は、猿払では *P. concharum* の亜種、網走湾では *P. variegata*、標津・野付では *P. convexa*・

*P. concharum*、陸奥湾久栗坂では *P. variegata*・*P. convexa* であることがわかった。

(2) *Polydora* の種類ごとに孔道の形態に特徴がみられ、軟 X 線写真を用いて内部の孔道の形態解析から種を判別する可能性が示された (Fig. 3)。孔道の出入り口を矢印で図中に示した。

(3) ホタテガイ、マガキの貝殻に穿孔していた *Polydora* の孔道の内表面、および貝殻内表面に現われた *Polydora* の穿孔・貫通を示す隆起部・着色部の微細構造を、走査型電子顕微鏡を用いて観察した。その結果、貝殻の葉状層、光輝層に形成された孔道の内表面には、従来の報告にない、管状構造とは異なる渦巻き状の小孔が多数存在していた。また、隆起部・着色部では、葉状構造は屈曲し、光輝構造の管状構造と思われるものは特徴的に変化していた。

### 3. 網走海域に生息する *Polydora* 属の生態学的特徴

(1) 網走海域のホタテガイ貝殻左殻には、*P. variegata*、*P. concharum* の亜種、*P. websteri*、*P. concharum*、*P. convexa* が1年を通してそれぞれ60%、20%、15%、3%、2%の頻度で穿孔していた。網走湾内には、左殻一枚あたり平均162個体と優占種 *P. variegata* を中心に多数の *Polydora* が穿孔していたが、網走湾外では左殻一枚あたり平均8個体と、*P. variegata* が少数穿孔しているのみであった。4種の穿孔部位を比較するとそれぞれに特徴がみられ、*P. variegata* は成長障害輪に、*P. websteri* は成長障害輪間と成長障害輪に、*P. convexa* はランダムに、*P. concharum* の亜種は殻頂に近い耳の基部周辺に蝟集して穿孔していた (Fig. 4)。

(2) 新種であり、この海域のホタテガイにとって最も問題となる *P. variegata* は流水期に形成されると思われる成長障害輪に沿って規則正しく穿孔していた。そこで、網走海域のホタテガイに形成された成長障害輪 (Fig. 5) ごとに *P. variegata* の体幅組成を調べた (Fig. 6)。その結果、1983年流水期後に左殻縁辺に幼若個体の穿孔がみられ、その縁辺は以後 R 4 (放流して3年後の冬に形成された障害輪) になるが、その R 4 に沿って4月以降1つのコホートの成長が認められた。同時に、他の成長障害輪にも別のコホートの成長がみられた。その他、生殖母細胞含有個体の体幅組成 (Fig. 7)、生殖母細胞含有個体・卵嚢保有個体の頻度変化 (Fig. 8)、卵母細胞径の頻度分布 (Fig. 9)、卵母細胞径の頻度分布のモード数、卵嚢の発育段階と卵母細胞の大きさの関係、卵嚢の発育段階別頻度、卵嚢のカプセル数と1カプセルの卵数を、1982年から1986年にかけて調べ、また、幼生の室内飼育実験を行い、生活史を明らかにした。

*P. variegata* の17剛毛節浮遊幼生は、流水期下にホタテガイの縁辺に定着し、穿孔すると考えられる。雌雄異体で、水温の高くなる8月-10月に産卵期のピークがみられ、雌は孔道の中に卵嚢を産み付ける。寿命は貝殻に穿孔してから2年半以上と思われ、0+群は第5剛毛節体幅0.8 mm以上の個体が産卵期に1回、平均620の卵を産むと推定される。1+群では、ほとんどすべての個体が1回平均2600の卵を2回以上産むと推定される。卵嚢内では、3剛毛節幼生まで発育し、その後泳出する。3剛毛節幼生期から17剛毛節幼生期になるまでに、約2ヶ月以上を要すると考えられる。

従来、*Polydora* の寿命は長くて1年といわれてきたが、*P. variegata* のそれは2倍以上であっ

た。

(3) *P. variegata*, *P. websteri*, *P. concharum* の亜種, *P. concharum*, *P. convexa* は, それぞれ定着・穿孔部位, 定着期, 産卵期, 浮遊幼生期, 寿命などを異にしながらホタテガイ左殻に生息していることが明らかになった (Table 3)。

#### 4. 被穿孔貝に対する *Polydora* 属の影響の考察 (網走湾のホタテガイに対する *Polydora* 属の影響)

(1) 左殻表面の剥離・欠損, 内表面の隆起・着色, 半乾燥状態での悪臭など生貝の商品価値の低下がみられた。

(2) 貝殻物質の分泌による内面隆起, 着色, 葉状構造の屈曲など異常な貝殻形成はみられたが, 殻高の成長, または軟体部重量の増加に対する直接の抑制はみられなかった。

(3) 閉殻筋付着部の穿孔・貫通の結果, 閉殻筋付着部が *Polydora* の孔道を介して外部環境にさらされたり, 貝殻が破損しても修復が不可能であり, しかも穿孔による化学物質の閉殻筋付着部への直接的な影響が考えられ, ホタテガイにとって致命的な影響を与える可能性が考えられた。

(4) 網走湾の放流ホタテガイに対する *Polydora* 属の影響を考慮し, 防除法を案出した。ホタテガイを放流して最初の流水期に *Polydora variegata* が縁辺に定着すると, ホタテガイ放流後2年までの間に閉殻筋付着部と *P. variegata* の拡大した孔道が重なり (Fig. 10), 穿孔・貫通によってホタテガイを斃死させる可能性, 放流後2年までの間に *P. variegata* は1+群となり, 繁殖力が大になる, 放流後2年までの間に *P. variegata* の穿孔により商品価値が低下することから, 防除法として, ホタテガイ放流後最初の流水期の *P. variegata* の定着を防ぐこと, ホタテガイ放流後2年で漁獲することが考えられる。

#### 5. 総 括

日本産穿孔性多毛類 *Polydora* 属の種を整理し, 1新種, 1新亜種, そして新亜種と思われる個体を発見し, また新しく2種の生息を確認した。増養殖貝類にとって防除・駆除の対象となる4種について生活史の大部分を明らかにした。*Polydora* 属によるホタテガイの侵蝕状況を被侵蝕度, 軟X線写真, 電子顕微鏡写真を用いて把握し, *Polydora* 属の与える影響について明らかにした。網走海域において最も防除が必要な *P. variegata* の生態学的特性と, 増殖ホタテガイの生物学的特性両面から, 防除法を考案した。

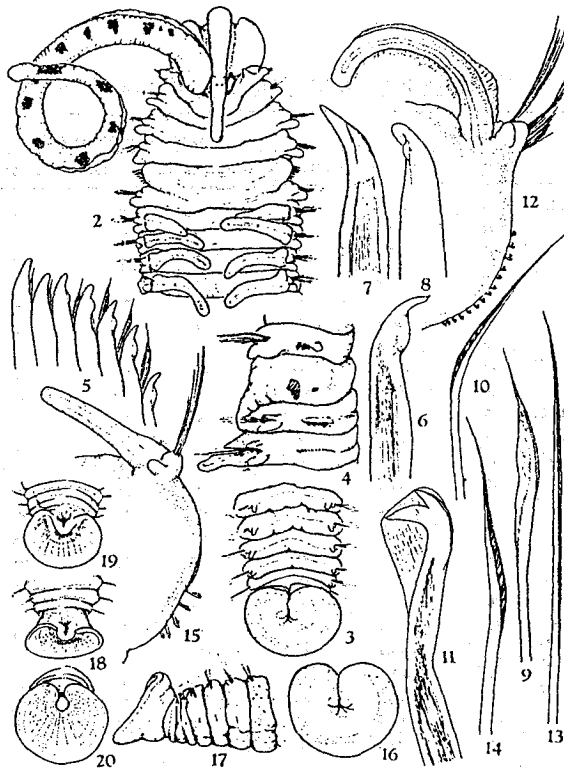


Fig 1. *Polydora variegata* sp. nov. 2, anterior end, omitted right palpus, in dorsal view.  $\times 26$ ; 3, posterior end, in dorsal view,  $\times 33$ ; 4, setigers 4 to 7, showing the 5th modified segment, in lateral view,  $\times 33$ ; 5, fascicle of modified spines and pennonated setae from setiger 5,  $\times 190$ ; 6, 7, heavy modified spines with lateral flange, in different views,  $\times 530$ ; 8, worn modified spine,  $\times 530$ ; 9, pennonated companion seta of setiger 5,  $\times 530$ ; 10, winged capillary neuroseta of setiger 5,  $\times 530$ ; 11, bidentate hooded hook from setiger 10,  $\times 770$ ; 12, 10th setiger, in posterior view,  $\times 77$ ; 13, superior winged capillary seta of setiger 10,  $\times 580$ ; 14, inferior winged capillary seta of same setiger,  $\times 580$ ; 15, 40th setiger, in posterior view,  $\times 76$ ; 16, pygidium, in posterior view,  $\times 38$ ; 17, the same, in lateral view,  $\times 33$ . 18-20. Pygidia of paratypes of *P. wehsereri*, in dorsal (18), dorso-posterior (19), posterior (20) views,  $\times 33$ .

Table 2. Shell area infested with *Polydora* species obtained from 18 sampling stations.

Sampling st.	Date	No. of shells examined	Age	S.H. (mm)	Infested area (%)	No. of shells penetrated
Sarufutsu*	'82 10. 2	5	6-	143.2	18.6 $\pm$ 7.8	5 / 5
Otohibe	'84 5. 13	27	4,5	122.8	3.3 $\pm$ 2.7	11 / 27
Omu	'84 5. 13	13	5	128.6	7.4 $\pm$ 5.5	13 / 13
Monbetsu	'83 8. 11	20	4	102.0	2.5 $\pm$ 2.8	9 / 20
Yubetsu	'83 8. 11	20	4	119.4	1.5 $\pm$ 1.5	5 / 20
Saroma	'83 8. 12	20	4	118.9	5.8 $\pm$ 7.7	10 / 20
Iokoro	'83 8. 12	20	4	124.3	2.3 $\pm$ 1.6	10 / 20
Lake Notoro*	'83 8. 12	20	3	111.4	2.2 $\pm$ 4.0	1 / 20
Abashiri C	'83 10. 20	20	5	114.5	37.5 $\pm$ 10.8	20 / 20
Abashiri B	'83 8. 9	20	4	105.2	38.0 $\pm$ 8.9	20 / 20
Shibetsu*	'84 5. 14	15	6-	143.3	43.1 $\pm$ 29.4	5 / 15
Shibetsu	'84 5. 14	15	5	118.6	16.0 $\pm$ 8.6	8 / 15
Notsuke*	'84 5. 14	15	?	171.5	19.0 $\pm$ 14.9	9 / 15
Akkeshi Bay	'84 5.	16	5,6	126.8	2.7 $\pm$ 4.5	2 / 16
Hiranae	'84 5. 19	20	4	119.3	7.5 $\pm$ 7.4	10 / 20
Kukurizaka	'84 7.	16	4,5	106.4	35.2 $\pm$ 8.1	16 / 16
Misawa*	'84 6.	8	4	110.2	7.4 $\pm$ 2.9	5 / 8
Iwazaki*	'84 5.	8	3,4	108.3	8.0 $\pm$ 7.0	8 / 8
Ogatsu**	'84 7.	10	3	107.9	1.5 $\pm$ 1.6	0 / 10

\* Natural

\*\* Hanging culture

Table 1. Number of Polydora and Boccardia species per one shell.

Sampling st.	Host shell	No. of shells examined	S.H. (mm)	Number of worms per shell*1						
				<u>P. variigata</u>	<u>P. websteri</u>	<u>P. concharum</u>	<u>P. convexa</u>	<u>P. websteri</u> subsp.	<u>P. concharum</u> subsp.	<u>B. banata</u>
Sarufutsu	<u>Palinomegion yessoensis</u> *2	5	143.2	+	+	+	+	+	+++	-
Utoshibe	"	27	122.8	++	-	-	-	-	+	-
Omu	"	13	128.6	+	+	-	-	-	+	-
Monbetsu	"	20	102.0	+	+	-	+	-	+	-
Tubetsu	"	20	119.4	+	+	-	-	-	+	-
Saroma	"	20	118.9	++	+	-	+	-	+	-
Iokoro	"	20	124.3	+	+	-	-	-	-	-
Lake Notoro	"	*2 20	111.4	++	++	-	+	-	+	-
Adashiri Bay	"	20	105.2	+++	++	+	+	-	++	-
	<u>Ictonailica lanthostomoides</u>	5	44.1	-	++	-	-	-	-	-
	<u>Fusitriton oregonensis</u>	5	91.7	-	-	-	-	-	++	-
Shibetsu	<u>Palinonecten yessoensis</u> *2	15	143.3	+	+	++	+++	-	-	-
Wotsuke	"	*2 15	171.5	++	+	+++	+++	-	-	-
Akkeshi Bay	"	*2 16	126.8	-	+	-	+	-	+	-
Lake Akkeshi	<u>Crassostrea gigas</u> *2	5	-	-	-	-	-	-	-	+
HiranaI	<u>Palinonecten yessoensis</u>	20	119.3	+	++	-	+	-	-	-
Asamushi	<u>Crassostrea gigas</u> *2	10	76.5	-	-	-	-	-	-	+
	<u>Omhallus rusticus</u> *2	20	23.6	-	-	-	-	+	-	-
Kukurizaka	<u>Palinonecten yessoensis</u>	16	106.4	++	+	-	++	-	-	-
Misawa	"	*2 8	110.2	+	+	-	-	-	+	-
Iwazaki	"	*2 8	108.3	++	-	+	-	-	-	-
Ogatsu	"	*3 10	107.9	-	-	-	-	+	-	-
Magazura-Ura	<u>Crassostrea gigas</u> *2	20	105.8	-	-	-	-	+	-	+
Takeoura	<u>Crassostrea gigas</u> *3	20	115.9	-	-	-	-	+	-	-
Mangoku-Ura	"	20	83.2	-	-	-	-	-	-	-
Matsushima	"	20	110.0	-	-	-	-	-	-	-
Gamo	"	2	74.0	-	-	-	-	-	-	-
Moune Bay	<u>Haliotis discus hannai</u>	3	105.0	-	-	-	-	+	-	-
Ayukawa	<u>Omhallus rusticus</u> *2	10	24.0	-	-	-	-	+	-	-
Matsukawaura	<u>Crassostrea gigas</u> *2	2	56.0	-	-	+	+	+	-	-
Kujukuto	<u>Pinclada fucata</u> *3	20	68.4	-	-	-	-	++	-	-
Aoshima	<u>Chlorostoma avirostroma</u>	20	18.5	-	-	-	-	+	-	-
	<u>turdinatum</u> *2									
Jigozen	<u>Crassostrea gigas</u> *3	10	93.1	-	-	-	-	+	-	-

\*1 - : no worms; +, <10 worms. ++, <50 worms. +++, <100 worms. + + + +, ≥100 worms.

\*2 Natural

\*3 Hanging culture

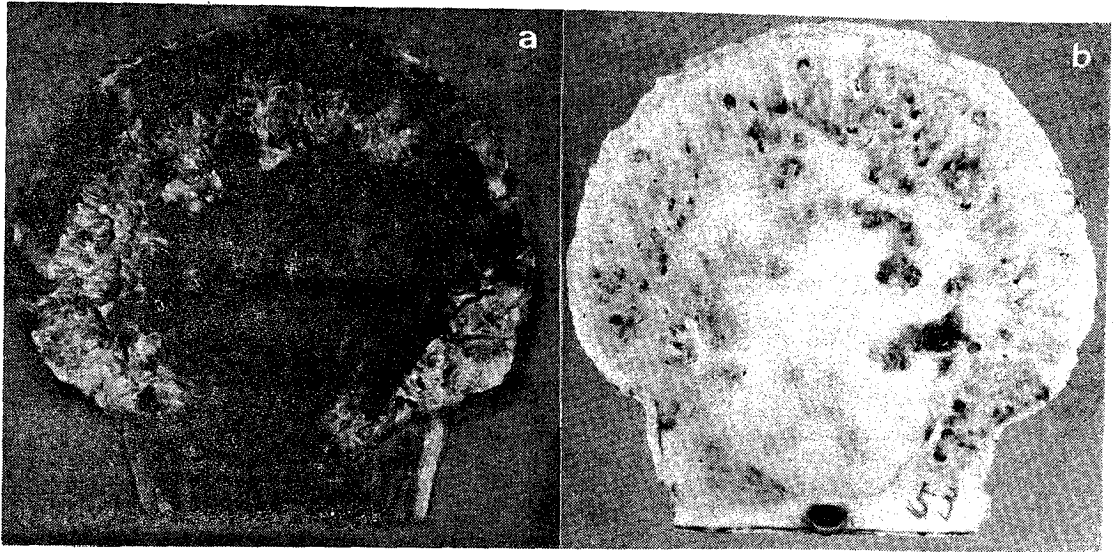


Fig. 2. Left valve of the scallop infested with Polydora spp. at Abashiri Bay. a, Outer surface. b, Inner surface.

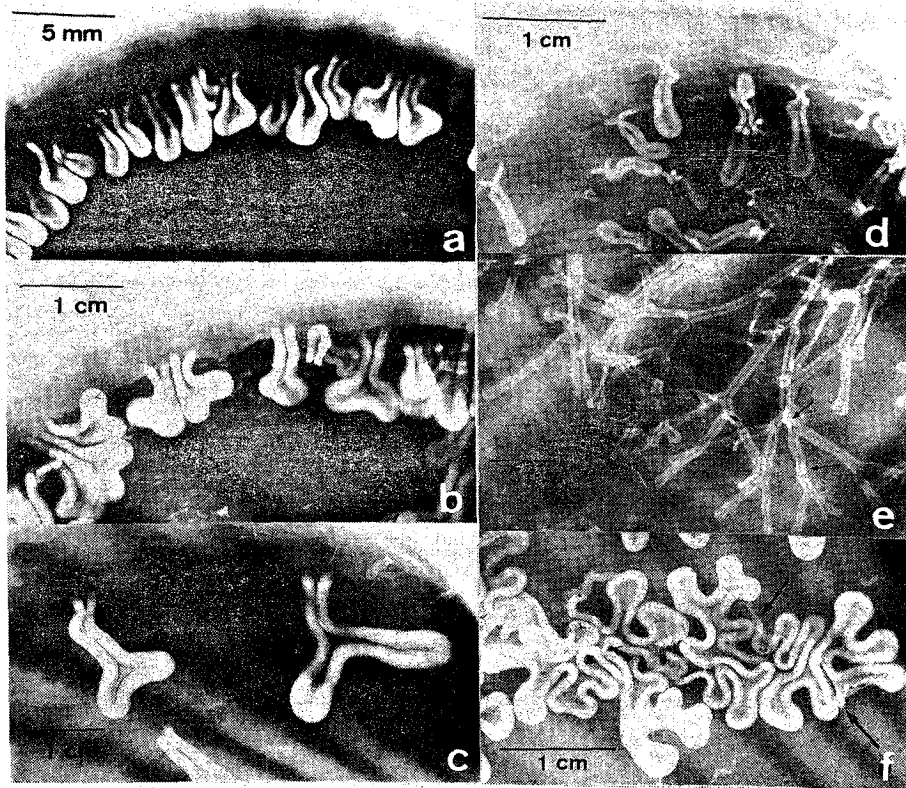


Fig. 3. Soft X-ray photographs of the burrows of Polydora spp.  
 a-c, Polydora variegata. d, Polydora websteri. e, Polydora concharum  
 subsp. f, Polydora convexa.

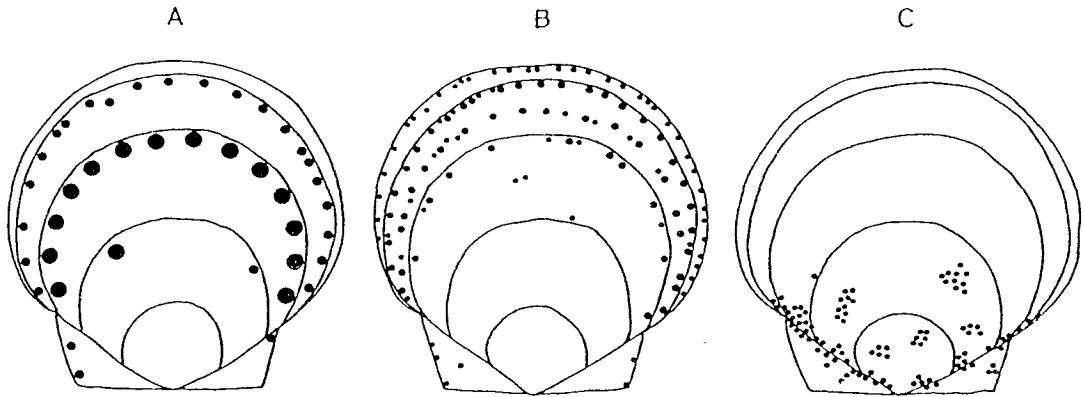


Fig. 4. Comparison of boring regions in three species of Polydora in Abashiri Bay. A, Polydora variegata. B, Polydora websteri. C, Polydora concharum subsp.

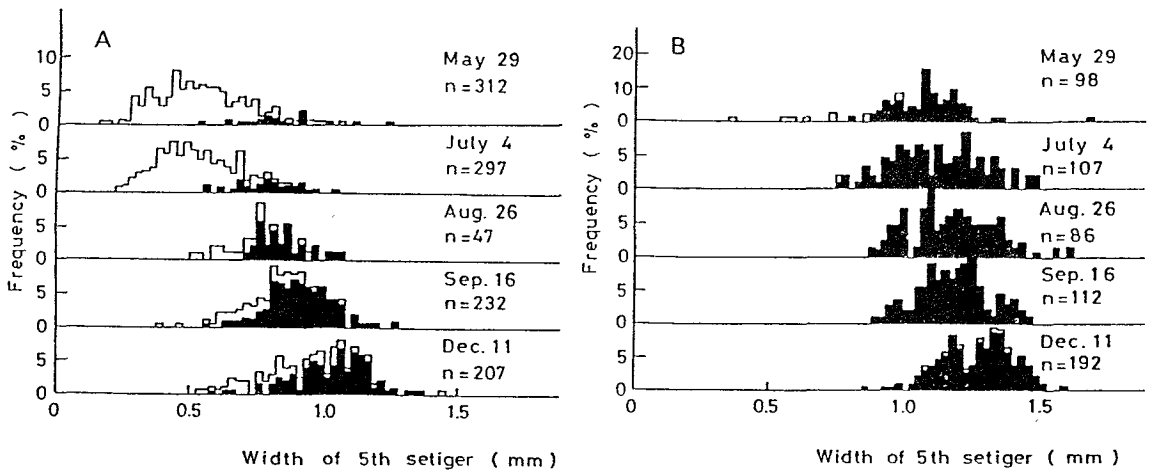


Fig. 7. Polydora variegata. Size-frequency distributions of two year-class boring into the left valves of the scallop in Abashiri Bay, May to Dec. 1986. ■, Animals containing gametocytes. A, 0-year-olds (1986-year-class). B, 1-year-olds (1985-year-class).



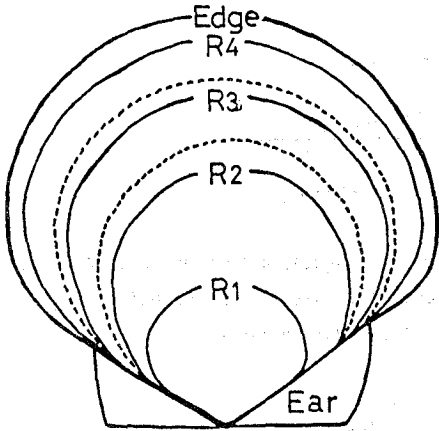


Fig. 5. Growth-inhibition ring of scallop collected from Abashiri waters. Solid line, strong growth-inhibition ring. Broken line, weak growth-inhibition ring.

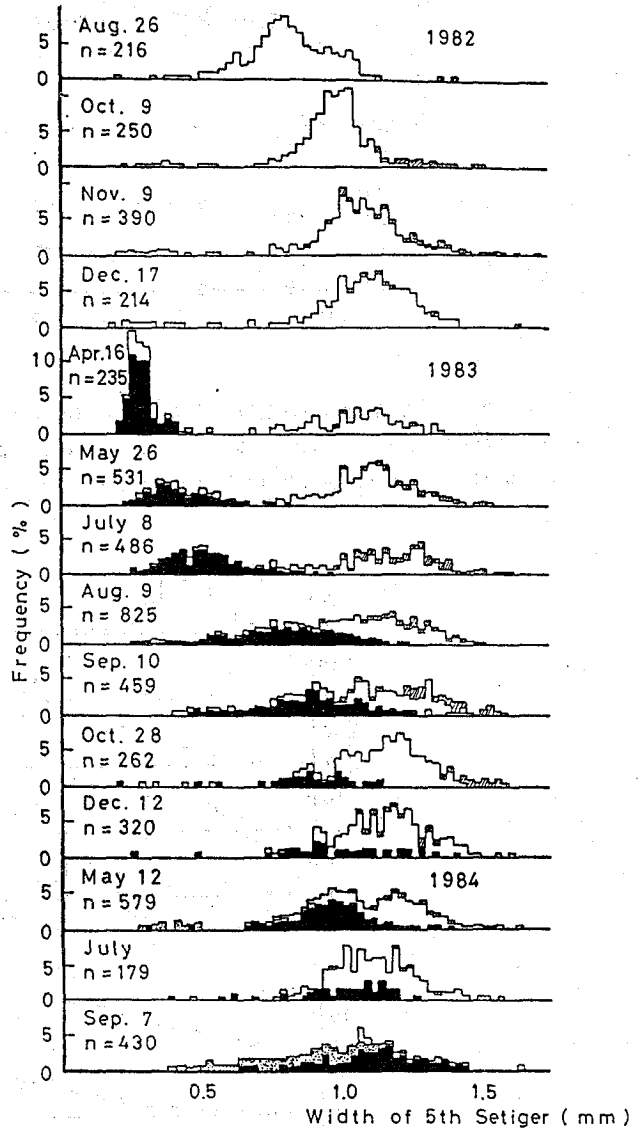


Fig. 6. *Polydora variegata*. Size-frequency distributions of the population boring into the left valves of the scallop at Area B in Abashiri Bay, Aug. 1982 to Sep. 1984. ▨, Animals boring around R2. □, Animals boring around R3. ■, Animals boring around R4. ▩, Animals boring around R5.

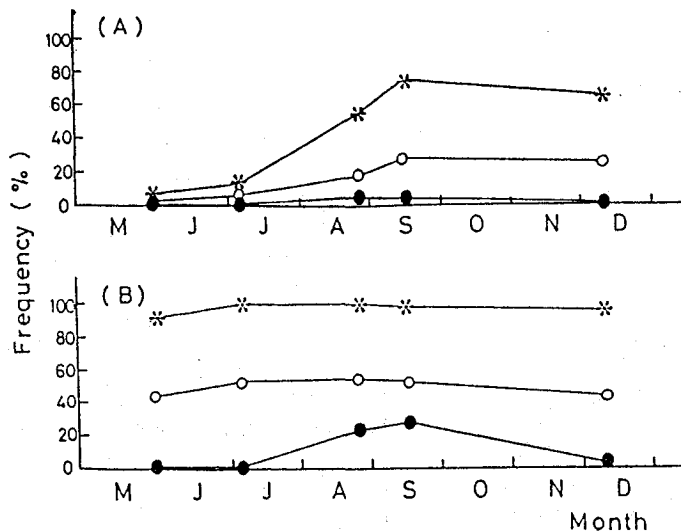


Fig. 8. *Polydora variegata*. Changes in the proportion of sexually mature animals in Abashiri Bay, May to Dec. 1986. ○, Females. ✱, Females + males. ●, Brooding females. A, 0-year-olds (1986-year-class). B, 1-year-olds (1985-year-class).

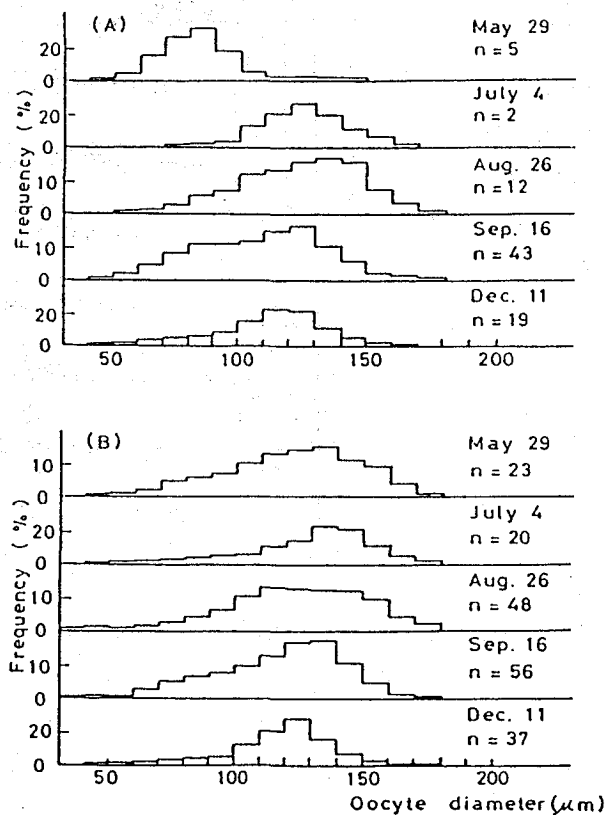


Fig. 9. *Polydora variegata*. Size-frequency distributions of oocytes in the coelom, May to Dec. 1986. A, 0-year-olds (1986-year-class). B, 1-year-olds (1985-year-class).

Table 3. Comparison of biological characters among five species of *Polydora* in Abashiri waters.

Items	<i>P. variegata</i>	<i>P. hebsleri</i>	<i>P. concharum</i>	<i>P. concharum</i> subsp.	<i>P. convexa</i>
Body size	Length 1.5-3.5mm Width 0.2-1.6mm Segments 15-130	Length 1-11mm Width 0.2-0.8mm Segments 18-80	Length 1-15mm Width 0.2-1.2mm Segments 20-160	Length 1-8mm Width 0.2-0.7mm Segments 18-90	Length 1-12mm Width 0.2-0.9mm Segments 20-155
Burrow morphology					
Asexual reproduction	-	-	-	+	-
Regeneration	+	+	+	+	-
New mud-tube formation	-	+	+	+	-
Hatch-out period	Sep. - Nov.	May - June Oct. - Nov.	Sep. - Oct.		
Settling period	Jan. - Apr.	July Dec. - Apr.			
Settling region	Edge of left valve	Edge of left valve	Randomly	Patchily, near base of ear	Randomly
Spawning period	Aug. - Oct.	May - June, Dec.	Aug. - Oct.		Sep.
No. of batches per spawning season	0-year-olds 1 1-year-olds 2 -	1 -			
Brood size	0-year-olds 620 1-year-olds 2574 -	500 -			
Diameter of ovo	150-160 μm	120 μm	150-160 μm		130-140 μm
Planktonic stage	3-setiger larva	3-setiger larva	3-setiger larva		
Hatch-out size	320 μm	230 μm			
Life span	2 years -	1 year			

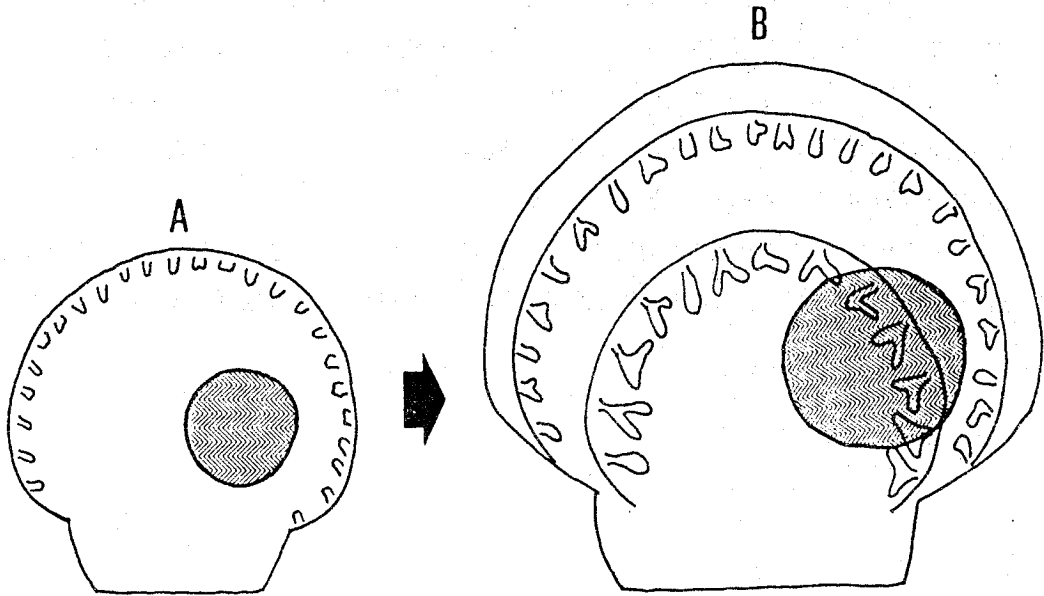


Fig. 10. Schematic diagram of the inner surface of the left valve showing relationship between the infested region by *Polydora variegata* and the place of attachment of adductor muscle. A, Left valve of a 1-year-old scallop indicating the settlement of *Polydora variegata* on the edge of the shell in winter. B, Left valve of a 3-year-old scallop 1.5 years after A.

## 審査結果の要旨

環形動物、多毛類スピオ科のポリドラは海産有用貝類の貝殻に穿孔し、被害を与えることから、防除・駆除がのぞまれているけれどもいまだ有効な方策がない。また、ポリドラは分類学上整理も充分でなく、生態学的、生理学的な知見も乏しいといっても過言ではない。

著者は防除の対象となるポリドラ属について種の同定、生活史および各種貝類への侵蝕状況を北日本を中心に、全国にわたって採取、調査して、ポリドラ生態学上の基礎的知見の蓄積を行った。

採取したスピオ科材料の形態特徴、生態的特徴を明らかにし、併せて軟X線写真による孔道の形態の特徴から分類する手法を加えて一新種を発見、今島（国立博物館）とともに *Polydora variegata* Imajima et Sato として記載発表した。このほか一新亜種と日本で初めて生息が確認された新記録種も見出している。

水産上防除の駆除の対象となるポリドラ属4種について、幼生の室内飼育実験も加えてそれらの生活史の概要を把握し、ポリドラのホタテガイの侵蝕状況を被侵蝕度、軟X線および走査電顕を用いて明らかにし、従来の報告の管状構造とは異なる多数の渦巻き状小穴を発見した。さらに北海道網走湾におけるホタテガイのポリドラ防除法の一つとしてホタテガイ放流後、最初の流水期の *P. variegata* の定着を防ぐことなどを提案した。

以上のように、ポリドラ属の新種発見とともにポリドラ生物学上に数々の新知見を加えたこととなり、審査委員一同は、これを評価し農学博士の学位を授与するに充分値するものと判定した。