Sagitta crassa の形態変化について*, **, ***

弘 田 礼 一 郎****

On the Morphological Variation of *Sagitta crassa*

Reiichiro HIROTA

Abstract: The present paper dealt with the seasonal variation of *Sagitta crassa* on the basis of the appearance of the collarette, and dealt with the effect of the water temperature and the chlorinity of the sea water that have the important effect upon such variation. The materials for this study were collected from November ('54) to March ('58) at one station (St. 22), from December ('54) to February ('55) at 20 stations and from November ('55) to October ('56) at 6 stations in the neighbouring sea of Mukaishima (Inland Sea of Japan).

In the case of the study, the collarette of *S. crassa* is distinguished four classes as shown in Fig. 2 according to the degree of the distribution. Accordingly, the collarette of type form of *S. crassa* is A class and the collarette of *f. naikaiensis* is D class.

S. crassa occurred neighbouring sea of Mukaishima has three main spawning seasons (February~March, May~July and November~December) in which the generation alternates. In two generations that the individuals mainly spawn from May to July and from November to December, the collarette of *S. crassa* is D class or C class of low degree. But in the generation that the individuals mainly spawn from February to March, the collarette is able to develop into C, B and A class in order. In that case, the collarette of *S. crassa* comes into C class from December to January, into B class from January to February and into A class on and after February.

The water temperature has the important effect upon the development of the collarette mentioned above. The occurring of the individuals that the collarette developed into A and B class is limited in the case of the water temperature dropped under 11.5°C, and the rate of the occurring is raised when the water temperature has dropped under 9.5°C. In other hand, the individuals that the collarette has developed into C class rarely occur even if the water temperature has risen upper 20°C, but the rate of the occurring is raised when the water temperature has dropped under 11.5°C and into C class within 17.4~18.6‰.

The chlorinity of sea water has the important effect upon the development of the collarette of *S. crassa*, too. The collarette develops into A class when the chlorinity of sea water is within 17.5~17.8‰, into B class within 17.4~18.1‰ and into C class within 17.4~18.6‰.

Thus, the collarette of *S. crassa* develops when the water temperature and the chlorinity are confined within fixed limits.

1. まえがき

Sagitta crassa は瀬戸内海中央部では最も普通にみられる毛顎類の1種である。時岡^{1,2,3,4)}は、本種に type form と forma *naikaiensis*

の2型があり、さらにそれら2型間には体の大きさや泡状組織の分布程度につき多くの移行型があることを報告した。門⁵⁾は、この両型は季節型で type form が冬型、*f. naikaiensis* が夏型であるとみなし、村上^{6),7),8)}も、採集による調査と飼育実験の結果から、やはり水温による多型であると報告している。既に時岡⁹⁾により指摘せられたように、毛顎類の分類には近縁種間の詳しい比較研究や環境の変化に伴う変異の研究が非常に重要である。筆者もこの見地に従い、*S. crassa* の型につき形態学的ならびに生態学的比較研究を行っている。冬期の個体における泡状組織の分布程

* 1959年10月22日受理。

** この報告の要旨は日本海洋学会昭和32年度秋期大会(京都)において発表されたが、なお一部のstation (St. 22)における調査は1958年3月まで続けられたので、その結果を追加して報告する。

*** 向島臨海実験所業績 No. 63.

**** 広島大学理学部附属向島臨海実験所
Mukaishima Marine Biological Station, Faculty of Science, Hiroshima University.

度や纖毛環の形態的変異については既に簡単に報告した(門・弘田¹⁰⁾)が、泡状組織の分布程度は時岡^{3,4)}も記述しているごとく、典型的な type form と *f. naikaiensis* とで全く対象的な著しい差異を示すにもかかわらず、その間に多くの変異があり両型は全く連続するという複雑な状態である。この複雑な変異を示す泡状組織の分布程度

にもとづき両型間の相互関係を詳細に検討し、さらにその変異を誘起すると考えられる諸種の要因を究明することは、本類の分類学にも貢献する所が多いであろう。本報告では泡状組織の分布程度にもとづいて *S. crassa* の季節的な変異を考察し、さらにこの変異を誘起する重要な要因として認められた水温および塩素量について論述する。

Fig. 1. The map showing collecting stations in the vicinity of Mukaishima.

2. 材料の採集および観察方法

研究材料の採集と海況の調査は、向島臨海実験所沖の 1 station (St. 22) では 1954 年 11 月より 1958 年 3 月にわたって毎月 2~3 回ずつ、向島近海の 20 stations においては 1954 年 12 月 16 日、1955 年 1 月 19 日および 2 月 17 日の 3 回、また St. 8, 13, 17, 20, 28, 30 の 6 stations では 1955 年 11 月より 1956 年 10 月にかけてほぼ毎月 1 回行われた (Fig. 1 参照)。使用ネットは XX13 (129 目/吋) の篩絹製で上部口径は 300mm である。曳網はいずれの場合も垂直に 2 回行い、毎回得られた全個体を調査の対象とした。

S. crassa の泡状組織は type form とされている個体においては体の全長にわたって分布するが、*f. naikaiensis* とされている個体では頸部のみ僅かに分布するにすぎない。しかし、冬期にはこの両極端間に種々の程度の分布を示す個体が出

現する。その変異は連続的であり劃然とした type に分けることはむづかしい。ここでは一応前報告(門・弘田¹⁰⁾)に従い *S. crassa* の泡状組織の分布程度をつぎの 4 つの段階に分ける (Fig. 2 参照)。

A: 体全体にわたって分布するもの

B: 後鰭まで分布するがそれより後部には認められぬもの

C: 前鰭まで分布するもの

D: 頸部だけに分布するもの

すなわち、type form の泡状組織が A, *f. naikaiensis* のものが D にあたり、両型間の移行型がもつ泡状組織が B および C に区別されるわけである。村上⁸⁾はこの移行型の泡状組織をさらに 7 段階 ($I_1, I_2, \dots, I_7$) に細分している。彼の $I_1 \sim I_3$ は筆者の C に、 $I_4 \sim I_7$ は B に相当するものである。なお、以下の記述においては上述の各段階に相当する泡状組織をもつ個体をそれぞれ A, B, C, D 個体と称する。

Fig. 2. Classification of collarette of *S. crassa* according to its development. CL: Collarette ($\times 6$)

成熟度については前報告¹⁰⁾と同様 PIERCE¹¹⁾の stage に従った。

3. 調査結果

A) St. 22 における採集個体

St. 22 において採集された個体の数量を、D 個体および A+B+C 個体に大別して、採集時の水温および塩素量と共に Fig. 3 に示した。全調査期間を通じ、採集された個体の泡状組織の状況は季節により著しい特異性を示している。すなわち、毎年 4~11 月の間に採集された個体は例外なくすべて D 個体のみからなり、他方 A, B, C, の各個体は 12~3 月の間に限って採集されてい

Fig. 3. Changes of chlorinity, water temperature and catch of *S. crassa* with each type of collarette at St. 22 from November '54 to March '58.

Table 1. Every-ten-day catches of *S. crassa* with each type of collarette in four winters at St. 22.

Year		'54-'55				'55-'56				'56-'57				'57-'58			
Type of collarette		D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	A
Month	Dec.	F	90			45				78				289			
		S	82			33				65				169	2		
		L	—	—	—	21				117				119			
	Jan.	F	20			45	2			60				81	3		
		S	18	1		26	2			81				65	41		4
		L	40	1		57	1			29				56			
	Feb.	F	15	3		43	2			14				51			
		S	30	6	3	10				20				34	8		
		L	19	7	2	36	2			13				31			
	Mar.	F	7		1	9	1			30				31	1		
		S	3			9				29				20			
		L	12			13	2			15				23			

F: First decade, S: Second decade, L: Last decade

Table 2. Catches of *S. crassa* classified by body length, maturity and type of collarette at St. 22 from December '54 to March '55.

Body length (mm)			<5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
Stage of maturity			1	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
'54	Dec. 5	Type of collarette	D	78	5 4	2 1								
	Dec. 13		D	43	16 1 1	12 1 5	2 1							
'55	Jan. 10		D	14			4	2						
	Jan. 17		D C	11	3	3	1		1					
	Jan. 25		D C	29	11	1								
	Feb. 6		D C	8	6	1	1			1	1			
	Feb. 18		D C B	19	6 2	2 2 1 2		1			1		1	
	Feb. 25		D C B A	16	2	1 1 1	1	1	2 1		1		1 1	3 1
	Mar. 6		D C B A	5	1	1							1	1
	Mar. 15		D	1		1	1							
	Mar. 31		D	12										

る。しかし、12~3月に得られた個体でも泡状組織の発達状態は様でなく、Table 1に示したように年によつて非常に異つている。そのうち A, B, C, D 全段階の泡状組織をもつ個体が得られた1954年12月~1955年3月の採集個体につき、更に詳細に分析した結果を Table 2に示した。表により明らかな如く、1954年12月にはすべての成熟度を示すD個体がみられるが、泡状組織が増大した個体は全くみられない。1955年1月になるとD個体は未熟体のみで成熟体は全くみられなくなり、同時に未熟なC個体が現われる。2月に進むとC個体に加えて B, Aの各個体が現われると共に、これら3種類の個体の大型のものには成熟したものがみられるようになる。3月初旬には大型の成熟した A および B 個体が僅かに残存する以外は小型の未熟な D 個体しかみられず、3

月中旬以降は再び D 個体のみとなる。

B) 向島近海 20 stations における採集個体 St. 1, 2, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 の 20 stations において1954年12月16日、1955年1月19日、2月17日の3回採集を行つた。Table 3に各 station において採集された個体の数を泡状組織の段階別に示し、Table 4に採集時の水温および塩素量を示した。1954年12月16日の採集においては、得られた個体の殆んど全てがD個体で、他のものは僅かに St. 8, 13, 33 の 3 stations においてC個体が1個体ずつ、計3個体みられたにすぎない。D 個体はあらゆる成熟度を示すが、C 個体はいずれも stage 1 の未熟体である。1955年1月19日の採集では、D 個体の外に C 個体および B 個体得られている。C 個体の採集点も 12 月には 3

Table 3. Individual numbers of *S. crassa* collected at twenty stations in the vicinity of Mukaishima and classified by type of collarette and maturity.

Month	Type of collarette	Stage of maturity	Station																			
			1	2	8	10	11	12	13	14	15	16	22	26	27	29	30	31	32	33	34	35
Dec. 16, '54	D	1 2 3	100 4 9	293 3 8	151 4 5	223 1 4	206 2 10	250 1 3	147 6	73 3 2	127 4	— — —	121 5 11	— — —	— — —	232 6	203	138 3 5	473 2 3	319 4 6	— — —	— — —
	C	1 2 3	— — —	— — —	1 — —	— — —	— — —	— — —	1 — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	1 — —	— — —	— — —
Jan. 19, '55	D	1 2 3	64 1 1	50 1 1	67 3 1	95 2	107 2	— — —	127 2	25 2	48	101 3	31 2	49 1	71 2	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
	C	1 2 3	1 — —	— — —	— — —	3 1	2 — —	— — —	86 17	16 5	— — —	— — —	1 1	7 3	4 3	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
	B	1 2 3	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	7 3	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	1 — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Feb. 17, '55	D	1 2 3	— — —	50 7	— — —	51 8	— — —	123 —	23	19	10	14 3	20 1	28 8	— — —	17	39	— — —	40 — —	— — —	45 — —	11 1
	C	1 2 3	— — —	2 2	— — —	7 2	— — —	55 23 1	5 4	1 2 2	5	2	3 1	7 2	— — —	11 4	11 6	— — —	12 5 2	— — —	27 22 2	2 8 1
	B	1 2 3	— — —	— — —	— — —	1 12 6	— — —	9 40 8	1 4 1	5	7	— — —	— — —	2 6 1	— — —	2 4	1 18	— — —	8 27 3	— — —	4 20 11	2 10 1
	A	1 2 3	— — —	— — —	— — —	9 4	— — —	16 16	10 2	13 2	10	— — —	— — —	1 — —	— — —	4 3	8 1	— — —	22 18	— — —	17 14	5

—: No research

stations にすぎなかつたものが、1月には 8 stations とふえ、更に St. 13, 27 の 2 stations では B 個体が採集されている。D 個体には少数の成熟したものがみられるが、C 個体および B 個体はいずれも stage 1 または 2 の未熟体である。1955 年 2 月 17 日の結果では、前 2 回に比して C 個体および B 個体が増加すると共に、今までみられなかつた A 個体が採集されている。また地域的にも少数の station を除き、いずれの海域にも泡状組織が全身に分布している A 個体が認められる。これら A, B, C 各個体にはいずれも成熟体が含まれるが、D 個体は全て未熟体 (stage

1 または 2) で完全に成熟したものは全くみられない。

C) St. 8, 13, 17, 20, 28, 30 における採集個体

ここには上掲の 6 stations において 1955 年 11⁺ 月～1956 年 10 月の間に採集された個体の調査結果について述べる。Table 5 には各 station 毎に得られた個体数を泡状組織の段階別に示し、あわせて採集時の水温および塩素量を付記した。泡状組織が増大した個体 (A, B, C の各個体) の出現状況は station により可成り相違することが認められる。すなわち、St. 20 では A, B, C 個

Table 4. Water temperature and chlorinity measured three times from December '54 to February '55 at twenty stations in the vicinity of Mukaishima.

Station	Dec. 16, '54		Jan. 19, '55		Feb. 17, '55		Station	Dec. 16, '54		Jan. 19, '55		Feb. 17, '55	
	W.T. (°C)	Cl. (‰)	W.T. (°C)	Cl. (‰)	W.T. (°C)	Cl. (‰)		W.T. (°C)	Cl. (‰)	W.T. (°C)	Cl. (‰)	W.T. (°C)	Cl. (‰)
1	14.1	17.24	11.1	17.68	—	—	22	13.5	17.18	10.5	17.59	9.5	17.67
2	13.6	16.61	11.0	17.63	9.5	17.66	26	—	—	9.8	17.51	9.5	17.72
8	14.2	17.14	10.6	17.63	—	—	27	—	—	10.2	17.55	—	—
10	13.5	17.13	10.2	17.57	9.0	17.77	29	14.2	17.03	—	—	9.0	17.66
11	14.0	17.01	10.5	17.62	—	—	30	14.0	16.91	—	—	8.9	17.59
12	13.5	16.88	—	—	8.5	17.60	31	14.0	16.91	—	—	—	—
13	13.1	16.88	9.5	17.41	8.9	17.61	32	14.5	16.94	—	—	9.2	17.72
14	13.8	16.98	9.7	17.48	9.0	17.59	33	14.2	16.91	—	—	—	—
15	13.4	16.99	10.3	17.50	9.4	17.70	34	—	—	—	—	8.8	17.61
16	—	—	10.5	17.70	9.8	17.91	35	—	—	—	—	9.2	17.67

—: not measured

Table 5. Water temperature, chlorinity and catches of *S. crassa* with each type of collarette at six stations in the vicinity of Mukaishima from November '55 to October '56.

Station	Date	Type of collarette				W.T. (°C)	Cl. (‰)	Station	Date	Type of collarette				W.T. (°C)	Cl. (‰)
		D	C	B	A					D	C	B	A		
8	Dec. 8	126	4			15.4	18.28	20	Dec. 23	36				14.2	18.10
	Jan. 24	35				14.0	18.06		Jan. 20	51				11.7	18.16
	Feb. 13	42	1			11.7	18.13		Feb. 21	26				9.8	18.48
	Mar. 13	16	2		2	9.8	18.54		Mar. 10	8				9.1	18.47
	Apr. 27	95				13.7	18.61		Apr. 27	19				13.3	18.43
	May 28	110	10			16.6	17.74		May 28	17				15.8	17.61
	July 3	235	5			20.3	18.26		July 3	137				20.3	17.56
	Aug. 29	597				25.2	17.90		Aug. 5	143				25.2	18.15
13	Oct. 14	193				25.2	18.36	28	Sept. 4	106				25.5	17.71
		50				22.8	17.79		Oct. 14	52				23.0	17.72
	Dec. 8	262	13			14.0	18.01		Nov. 15	45				18.0	17.99
	Jan. 24	57				12.8	17.90		Dec. 23	21				12.8	18.18
	Jan. 17	68	28	4		10.3	18.09		Jan. 20	30		1		11.2	18.01
	Feb. 13	41	15	1		8.7	18.54		Feb. 21	48				8.8	18.61
	Mar. 15	24	14	2		8.9	18.60		Mar. 10	5				9.1	18.45
	Apr. 27	120				14.0	18.24		Apr. 27	16				14.2	18.43
17	May 28	84				16.8	17.45	30	May 28	2				17.2	17.18
	July 3	127				20.6	18.04		July 3	44				21.3	16.84
	Sept. 29	150				26.4	17.74		Sept. 29	18				27.1	17.78
	Oct. 14	125				26.2	17.49		Oct. 14	176				26.9	17.22
		81				22.6	17.56			82				21.5	17.42
	Nov. 28	131				16.8	18.22		Dec. 24	86	3			13.8	18.03
	Dec. 23	68				14.0	18.22		Jan. 17	106	100	12	1	10.6	18.08
	Jan. 20	67	4			11.7	18.14		Feb. 13	43	13			9.3	18.33
	Feb. 21	57				9.6	18.50		Mar. 15	36	18			8.5	18.58
	Mar. 10	12				9.1	18.48		Apr. 27	217				13.5	18.40
	Apr. 27	116				13.7	18.26		May 28	153				16.5	17.59
	May 28	16				16.4	17.46		July 3	344				19.8	18.32
	July 3	232	3			20.5	17.53		Sept. 29	623				25.3	17.96
	Sept. 29	249				25.6	17.64		Oct. 14	218	2			25.6	17.96
	Oct. 14	364				25.7	17.48			192				22.8	17.86
		61				22.8	17.64								

Table 6. Relations among the body length, the maturity and the type of collarette of *S. crassa* in the vicinity of Mukaishima.

		Stage of maturity	Body length (mm)													
			< 5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Type of collarette	D	Stage 1	12939	1125	341	130	37	19	7							
		2	882	709	499	262	62	19	2	5	2					
		3		51	211	187	121	30	2	2	2					
	C	1		88	79	61	43	46	42	20	14					
		2		2	30	25	21	20	42	55	47	22	2			
		3					5	13	15	7	7	5	2			
	B	1		1	7	7	11	6	2	5	1	1				
		2				4	4	10	5	17	66	52	17	3		
		3							1	2	10	12	11			
	A	1														
		2						1	1	4	19	45	39	9		
		3									6	8	24	23	5	2

体は周年認められず、また St. 17, 28 の 2 stations でもそれらの個体は極めて稀であり、St. 28 では 1 月に B 個体が僅かに 1 個体、St. 17 でも 1 月に C 個体が 4 個体採集されたにすぎない。これに対し、St. 8, 13, 30 の 3 stations では、12~3 月に泡状組織の増大が起つた個体が可成り多数採集されている。しかし、St. 13, 30 の 2 stations の結果を前年の結果 (Table 3) と比較すると、いずれも出現した個体の泡状組織の増大の程度が前年に比べて極めて悪いことが判る。なお、St. 8 では 5 月と 7 月はじめ、St. 17 では 7 月はじめ、また St. 30 では 9 月はじめに C 個体が若干採集されている。もつともこれらの C 個体は、冬期に採集される C 個体に比較して泡状組織の増大の程度が少々低い。

最後に以上の各項で取扱つた全採集個体について、泡状組織の段階別にみた各個体の体長の相異を Table 6 に示した。それぞれの個体の体長は、D 個体 13mm 以下、C 個体 5~15mm、B 個体 5~16mm、A 個体 9~18mm であるが、stage 3 の完全な成熟体の体長は、D 個体 5~13mm (5~10mm が特に多い)、C 個体 8~15mm、B 個体 10~15mm、A 個体 12~18mm である。

4. 考 察

A) 季節的变化

a) 世代数 *S. crassa* が年間に繰返す世代

について、村上⁸⁾は笠岡湾(瀬戸内海)における調査結果から、横島水道では $\frac{1}{3}$ 年を 1 世代とする 3 つの世代、すなわち 2~7 月、7~11 月、11~2 月の 3 世代と、 $\frac{2}{3}$ 年を 1 世代とする 7~2 月の 1 世代が併存し、年間 4 世代が存在すること、さらに湾口部では 2~5 月、5~11 月、11~2 月の 3 世代を繰返すものと、2~7 月、7~2 月の 2 世代を繰返すものと 2 つの cycle が併存することを推定している。また瀬戸内海の他の海域における世代の交代も、多少時期的なずれはあつてもこの湾口部にみられる状況に等しいと述べている。今回の調査結果をこの村上の所論と比較する意味で、

Fig. 4. The fluctuation of the catch of *S. crassa* in each stage of maturity collected at St. 22 from November '54 to March '58.

Fig. 5. Individual numbers of *S. crassa* in each stage of maturity collected at six stations in the vicinity of Mukaishima from November '55 to October '56.

Fig. 4 に St. 22 における採集個体の成熟度別の数量を示し、また向島近海の St. 8, 13, 17, 20, 28, 30 の 6 stations で 1956 年 11 月より 1 年間にわたって採集された個体についても、各 station 別に成熟度別の個体数を Fig. 5 に示した。St. 22 においては、stage 3 (成熟) と stage 1 (全く未熟) の個体の採集数から考えて、2~3 月、5~7 月、11~12 月の 3 回の主産卵期があると考えられる。向島近海の 6 stations での結果は月 1 回の採集のため適確な資料とはいえないが、やはり 2~3 月、5~7 月、11 月に産卵の多い時期があるようである。従つてこれらの主産卵期にまたがった 3 世代の存在は事実であろう。しかし村上⁸⁾のいう 2~7~2 月の長期世代については、今のところ追証しうるような資料は得られていない。いずれにせよ年間 3 回の産卵盛期があり、3 回の世代の交代が起つていることは間違いない。

b) 泡状組織 *S. crassa* の泡状組織の分布状態が季節的に著しい相異を示すことはこれまでにも認められており^{5,6,7,8)}、特に村上⁸⁾は笠岡湾に出現する個体について泡状組織の変化の様子を詳細に報告している。向島近海に出現する個体における変化の状況もほぼこれに等しいが、冬期に起る泡状組織の増大の程度や時期について可成りの相異も認められる。既述の如く、St. 22 における採集では、4~11 月に得られた個体は全て D 個体である。このことは、この期間に出現する個体の属する世代、すなわち 5~7 月および 11~12 月に

主産卵期をもつ 2 つの世代においては、泡状組織が D の段階に止つて増大しないことを示している。他方、12~3 月に得られた個体において、A, B, C 各段階の泡状組織をもつものがみられることは、2~3 月に主産卵期をもつ世代において泡状組織の増大が起ることを示している。しかし、時に '55~'56 年の向島近海 6 stations での採集結果 (Table 5) にみられるように、5 月 (St. 8), 7 月 (St. 8, 17), 9 月 (St. 30) にも少々増大の程度の低い C 個体が現れることもある。このような個体の出現は村上⁸⁾によつても報告されているが、その出現例は比較的少く、いずれも例外的なものとして取扱われている。いずれにせよこのような個体の出現は、軽度の泡状組織の増大は冬期以外の世代においても起り得ることを示すものといえよう。これに対し、冬期には顕著な泡状組織の増大が認められる。ただ、村上⁸⁾が笠岡湾で調査した結果では、11 月下旬から 12 月にかけて筆者の C 個体が出現しはじめ、12 月下旬から 1 月にかけて泡状組織が完全に全身をおおう筆者の A 個体が出現しているが、向島近海の出現状況はこれよりも時期的に相当遅く、'54~'55 年冬期に St. 22 (Table 2) および他の station (Table 3) でみられたように、12 月から 1 月にかけて未熟な C 個体が出現しはじめ、以後生長が進むにつれて次第に泡状組織の増大の程度も進み、1 月から 2 月にかけて B 個体、2 月以降に A 個体が現れるようになる。また向島近海では、'55 年 12 月以降の St. 22 における採集結果 (Table 1) や、'55~'56 年の向島近海 6 stations の採集結果 (Table 5) にみられるように、年により或は海域により泡状組織の増大が完全に A 段階に達しない場合、さらには増大が全く起らぬ場合もある。このように泡状組織の増大の起る時期が他の海域と異つたり、増大の程度が年により或は海域により相異なる原因については後に詳しく述べる。

B) 泡状組織の増大と水温との関係

門⁵⁾は *S. crassa* の 2 型は季節的な型で、冬期は低温のため生殖腺の成熟が遅れて大型の type form となり、夏期は体長が小さいうちに成熟し

て小型の *f. naikaiensis* となるという考えにもとずき、この両型が水温による多型であると報告した。その後村上^{6,7,8)} もこれを認め、さらに詳しい水温との関係を調査報告している。筆者も水温の低下が泡状組織の増大に影響を与えることを認め、さらに、'54 年 12 月から '55 年 2 月にかけて毎月 1 回向島近海の 20 stations で行われた採集結果にもとずいて、泡状組織の増大した個体の出現と水温との関係について報告した¹²⁾。この 20 stations において得られた結果では、泡状組織の増大した個体の出現する水温の範囲は、それぞれ C 個体 8.5~14.9°C, B 個体 8.5~10.5°C, A 個体 8.5~9.8°C であった。また St. 22 における '54~'58 年の結果では、C 個体 8.8~13.1°C, B 個体 9.5~10.7°C, A 個体 9.9~10.3°C の範囲で出現している。'55~'56 年における向島近海の 6 stations では、C 個体 8.5~21.3°C, B 個体 8.7~11.2°C, A 個体 9.0~10.6°C の範囲であった。なお D 個体は調査の対象となつた採集ではいずれの場合にも採集されており、採集時の水温の範囲は

8.5~27.5°C であった。ここでこれら全ての採集で得られた個体のうち泡状組織の増大が起つたものについて、採集時の水温と泡状組織の段階との関係を示せば Fig. 6 のようになり、これらの結果から次のようなことが推察される。すなわち、A 個体は水温が 11°C 以下の場合に限って出現し、特に 9.5°C 以下の場合にその出現数が多くなっている。B 個体の出現状況もほぼこれに近く、11.5°C 以下の水温でのみ出現し、やはり 9.5°C 以下の場合に出現数が多くなるが、A 個体に比べて少々高温時の出現個体が多い。C 個体はこれら二者に比べて非常に高温 (20°C 以上) でも出現することがあるが、その出現例は少なく、普通には 12 月以降の水温がほぼ 15°C に低下した頃から出現しはじめ、11.5°C 以下の水温でその出現数が多くなる。このように泡状組織の増大は、C 個体までは可成りの高温でも起ることがあるが、その例は比較的稀で、一般には冬期水温の低下に従つて順次 C, B, A の段階に達する増大が起るのが普通である。このような泡状組織の増大した個体と水温との関係は、村上⁸⁾ が調査した笠岡湾や瀬戸内海の他の海域での出現状況にもほぼあてはめることができる。従つて水温の低下が早い時期に起る笠岡湾のような海域においては、泡状組織の増大した個体が早い時期に出現し、水温の低下の起る時期の遅い向島近海のような海域では、その出現が比較的遅くなるという傾向が現れるのは当然である。

C) 泡状組織の増大と塩素量との関係

塩素量 (塩度) が *S. crassa* の 2 型 (type form と *f. naikaiensis*) の地理的分布に関与していることは、既に時岡^{3,4)} や村上^{6,8)} により指摘されているが、塩素量が *S. crassa* の形態的変異、特に泡状組織の増大に関係を持つことについては、まだ十分な検討が加えられておらず、僅かに村上⁸⁾ が大阪湾における出現状況から、type form, *f. naikaiensis* および両者の中間型の 3 者について、塩素量の適域を簡単に考察しているにすぎない。以下、今回の採集の結果にもとずいて、*S. crassa* の泡状組織の増大と塩素量の関係を考察する。

Fig. 6. Interrelation between the water temperature and the catch of *S. crassa* with each type of collarette in the vicinity of Mukaishima.

St. 22 において '54 年 11 月より '58 年 3 月にわたって採集された結果では、冬期にみられる *S. crassa* の泡状組織の増大の状況は、Table 1 に示されたように年により非常に異っている。すなわち、'54~'55 年には 1 月から 2 月にかけて泡状組織の増大が次第に進み、順次 C, B, A の各段階に達した個体が出現しているのに対し、'55~'56 年には泡状組織の増大は C の段階で止まり、B, A の段階に達した個体の出現は全くみられない。さらに '56~'57 年には泡状組織の増大が起つた個体は全く出現せず、得られた個体は全て D 個体であつた。また '57~'58 年には 1 月に B 個体が得られているが、他の時期には増大が B の段階以上に進んだ個体はみられていない。このように泡状組織の増大の程度が年によつて著しく変化する原因として、まず前項で述べた水温との関係が注目されるが、Fig. 7 に示すように、水温の変化は年によつて目立つた差異を示さず、いずれも

泡状組織の増大が A の段階に至るために必要と考えられる水温の低下が起つている。これに対して、塩素量の変化には年によつて相当の差異が認められ、各年の塩素量と出現した個体の泡状組織の増大の程度とをあわせ考えると、塩素量の変化が泡状組織の増大に対して重要な影響を与えるものと推測される。St. 22 における塩素量の年変化は、Fig. 3 にも示されたように、夏期には低くまた比較的上下の変動が多いが、11 月以降には比較的安定した状況で徐々に高まり、3~4 月に最高の値を示すようになる。従つて *S. crassa* の泡状組織の増大が顕著に現われる冬期 4 カ月 (12~3 月) は、1 年を通じて塩素量が比較的高い時期に相当する。しかし、この時期だけの塩素量を年毎に比較すれば、Fig. 7 にみられるように極めて顕著な差異があり、この塩素量の変化と *S. crassa* の泡状組織の増大との間には極めて密接な関係が認められる。すなわち、'54~'55 年の塩素量は他の 3 年に比して著しく低く、最高でも 17.9‰ にすぎないが、これは泡状組織の増大に関しては最も好適な範囲のようで、順次 C, B, A の各段階に達した個体が出現している。これに対し、泡状組織の増大が C の段階で止つてい '55~'56 年、および全く泡状組織の増大のみられなかつた '56~'57 年の塩素量は、いずれも 18‰ を超える高い値を示しており、このような著しい塩素量の増加が泡状組織の増大を妨げる原因となつていように思われる。また '57~'58 年に、塩素量が比較的低い 18‰ 以下を示している 1 月だけに B 個体がみられることも、この考察の妥当なことを裏付けるものといえよう。さらに、塩素量が 18‰ を超えた 2 月以降に、1 月に一度出現していた B 個体が姿を消したことは、高い塩素量は泡状組織の増大を妨げるばかりでなく、既に泡状組織が可成り増大した個体の生存にも或程度の支障を与えることを示すものではなからうか。以上考察したような塩素量と泡状組織との関係は向島近海の他の station においても認められ、塩素量が 18‰ に達しなかつた '54~'55 年の冬期に得られた個体 (Table 3 および 4 参照) では泡状組織の増大が極

Fig. 7. Changes of water temperature and chlorinity in four winters at St. 22.

めて顕著で、多くの A 個体が採集されているのに
対し、塩素量が 18.0‰ を超えた '55~'56 年冬期
に得られた個体 (Table 5 参照) では泡状組織の
増大の程度が悪く、A 個体もごく少数採集され
たにすぎない。ここでこれら全ての採集によつて得
られた個体のうち泡状組織の増大が起つたものにつ
いて、採集時の塩素量と泡状組織の段階との関
係を示せば Fig. 8 のようになる。A 個体は塩素
量が $17.5\sim 17.8\text{‰}$ である場合に主に出現してお

Fig. 8. Interrelation between the chlorinity and the catch of *S. crassa* with each type of collarette in the vicinity of Mukaishima.

り、一応この範囲の塩素量が *S. crassa* の泡状組織を増大させる最適のものとみなすことができる。B 個体の出現範囲もほぼこれに等しいが、A 個体よりは少々適域が広範囲 ($17.4\sim 18.1\text{‰}$) にわたるようである。C 個体ではさらに出現域が広範囲 ($17.4\sim 18.6\text{‰}$) になっている。なお D 個体は調査の対象となつた採集ではいずれの場合にも採集されており、採集時の塩素量の範囲は $16.6\sim 18.8\text{‰}$ であつた。このように *S. crassa* において泡状組織の増大が起るためには、棲息する海域の塩素量が一定の範囲内にあることが必要とされるわけであり、その範囲は泡状組織の増大の程度の低いもので広く、次第に増大が進むにつれて特定の範囲に限定されてくる。ただ、今回調査された海域においては、冬期 4 カ月 (12~3 月) の間

の塩素量が比較的高く、特に泡状組織の増大が顕著となる 1 月以降の塩素量が全て 17.4‰ 以上を示していたことから、上に述べた出現適域の下限については、さらに塩素量の低い海域での調査研究が必要である。

なお、冬期に出現する C 個体および B 個体が多く未成熟体で、成熟体の少いこと (Fig. 6 および 8 参照) は、これら B, C の段階の泡状組織をもつ個体は、環境が泡状組織の増大に対して好適な場合には、さらに増大が進んで A の段階となつた後に成熟するが、水温や塩素量などの条件が泡状組織の増大に適当でない場合に限つて、C 或は B の段階に止つて成熟することを示しているように考えられる。

5. 要 約

(1) 1954 年 11 月から 1958 年 3 月にかけて毎月 2~3 回向島臨海実験所沖の 1 station で、1954 年 12 月 16 日、1955 年 1 月 19 日および 2 月 17 日の 3 回向島近海の 20 stations で、また 1955 年 11 月から 1956 年 10 月にかけてほぼ毎月 1 回向島近海の 6 stations で採集された *S. crassa* について、泡状組織の分布程度にもとづいた季節的な変異を述べ、さらにこの変異を誘起する重要な要因として認められた水温および塩素量について考察した。

(2) *S. crassa* の泡状組織は、その分布程度により A, B, C, D の 4 段階に区別した (Fig. 2 参照)。

(3) 向島近海で採集される *S. crassa* には年 3 回 (2~3 月, 5~7 月, 11~12 月) の主産卵期があり、3 回の世代の交代を行つている。このうち 5~7 月および 11~12 月に主産卵期をもつ二つの世代においては、泡状組織は殆んどすべての個体で頸部にのみ分布する D 段階であるが、稀に僅かに増大して程度の低い C 段階に達することもある。2~3 月に主産卵期をもつ世代においては、順次 C, B, A の各段階に至る著しい泡状組織の増大が認められるが、その増大の程度は、棲息海域の水温や塩素量によつて左右される。

(4) 泡状組織の増大には水温が重大な影響をもち、泡状組織が A 段階まで増大した個体の出現は水温が 11°C 以下、B 段階の個体の出現は 11.5°C 以下に低下する冬期のみに限られ、さらにいずれも水温の低下が 9.5°C 以下に達した場合にその出現数が極めて多くなる。泡状組織が C 段階の個体も主として冬期に出現するが、これは稀に 20°C 以上の高温でも出現することがある。しかしその出現数が多くなるのはやはり水温が 11.5°C 以下に低下した場合である。

(5) 塩素量もまた泡状組織の増大に密接な関係を有する。すなわち A 段階への増大は塩素量が $17.5\sim 17.8\text{‰}$ 、B 段階への増大は $17.4\sim 18.1\text{‰}$ 、C 段階への増大は $17.4\sim 18.6\text{‰}$ の範囲にある時に主として進行する。

(6) このように *S. crassa* における泡状組織の増大が起るためには、棲息海域の水温および塩素量が一定の範囲にあることが必要である。いずれの場合も泡状組織の増大の程度が低い程その範囲が広く、増大の程度が進むにつれて特定の範囲に限定されるようになる。

文 献

- (1) TOKIOKA, T., 1938:
A new chaetognath (*Sagittia crassa* n. sp.) from Ise Bay. Zool. Mag., 50, 349-352.
- (2) —, 1939:
Three new chaetognaths from Japanese waters. Mem. Imp. Marine Obs. 7, 129-140.
- (3) —, 1940:
The chaetognath fauna of the waters of western Japan. Rec. Oceanogr. Wks. Japan, 12, 1-22.
- (4) 時岡隆, 1940:
日本動物分類, 毛顎動物門, 三省堂, 東京, 69-73.
- (5) KADO, Y., 1954:
Notes on the seasonal variation of *Sagittia crassa*. Annot. Zool. Japon., 27, 52-55.
- (6) 村上彰男, 1957:
内湾・内海に於ける浮游性毛顎類の出現 (I) 東京湾及び瀬戸内海中西部海域に於ける出現状況. 水産学集成, 東大出版会, 東京, 357-384.
- (7) —, 1957:
低塩分浮游性毛顎類の指標種としての価値. 日本プランクトン研究連絡会報, 第5号, 8-10.
- (8) —, 1959:
瀬戸内海産浮游性毛顎類に関する海洋生物学的研究. 内水研究報告, 第12号, 1-186.
- (9) TOKIOKA, T., 1952:
Chaetognaths of the Indo-Pacific. Annot. Zool. Japon., 25, 307-316.
- (10) KADO, Y. and R. HIROTA, 1957:
Further studies on the seasonal variation of *Sagittia crassa*. Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 1, 17, 131-136.
- (11) PIERCE, E.L., 1951:
The chaetognath fauna of the west coast of Florida. Biol. Bull., 100, 206-228.
- (12) 弘田礼一郎, 1956:
Sagittia crassa に於ける 2-type の中間型とその分布について. 動雑, 65, 114.
- (13) —, 1958:
向島近海に於けるマントヤムシの出現状況. 動雑, 67, 55.