

サルボウの採苗とその育成に関する研究

日下部 台次郎

広島大学水畜産学部水産学科

Studies on the Culture of the Artificial Seeds of the Ark Shell *Anadara subcrenata* (LISCHKE)

Daijirô KUSAKABE

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry,
Hiroshima University, Fukuyama

(Plates 1~3; Text-figs. 1~21; Tables 1~29)

(I) 緒言・研究の目的	183
(II) 生態・研究史	186
(III) 中海の性状	192
(IV) 仔虫の出現時期	195
(V) 仔虫の水平分布	196
(VI) 仔虫の垂直分布と稚貝の附着層	202
(VII) 人工採苗	208
(VIII) 種苗の育成	210
(IX) 人工採取種苗の養殖例	213
(X) サルボウ養殖に関する今後の問題	221
(XI) 二枚貝人工採苗の理論とその応用	223
(XII) Summary in English	225
(XIII) 参考文献	236

(I) 緒言・研究の目的

サルボウは水産上、一般にはモガイと呼ばれ、分布の極めて広い、内湾性の二枚貝で、産業的にも重要な貝類である。漢字では猿頬又は螂蛄と書く。本種の動物学上の位置は次の如く、Mollusca—Pelecypoda—Prionodesmacea—Taxodonta—Arcidae—*Anadara* リウキユウサルボウ属の1種で、学名 *Anadara subcrenata* (LISCHKE) である。日本沿海の *Anadara* に属する種類は黒田(1930)によると、化石6種、現生種11種(朝鮮・台湾の種類を除く)であるが、吉良(1946)は14種を挙げている。波部(1951)によると、現生種は9種である。

サルボウの近縁で産業的に主要なものは次の3種である。

<i>Anadara granosa bisenensis</i> S. & R.	ハイガイ
<i>A. broughtonii</i> (SCHRENCK)	アカガイ
<i>A. nipponensis</i> (PILSBRY)	マルサルボウ

金丸(1930)の日本貝類学史によると、今より248年前、既にアカガイとサルボウは区別さ

Table 1. Prefectural production of the ark shell.

Unit : 1000Kan (=3750kg)

Prefecture	Chiba	Tokyo	Osaka	Hyôgo	Okayama	Hiroshima	Oita	Fukuoka	Saga
1955 Jan.	—	83	5	1	44	11	—	—	55
// Feb.	—	69	18	—	42	3	—	—	48
// Mar.	—	85	28	—	82	—	—	—	88
// Apr.	—	140	26	—	—	—	—	—	128
// May	—	48	13	—	—	—	—	—	37
// Jun.	—	18	—	—	—	—	—	—	70
// Jul.	—	2	—	—	—	—	—	—	8
// Aug.	—	—	2	—	—	—	—	—	7
// Sept.	—	40	2	—	—	—	—	—	14
// Oct.	3	38	10	—	16	10	—	1	22
// Nov.	6	46	11	—	15	25	—	—	22
// Dec.	7	47	41	—	92	18	—	8	30
Total	16	616	156	1	291	67	—	9	529
1956 Jan.	3	32	17	—	104	35	—	77	28
// Feb.	1	26	48	—	106	17	—	92	65
// Mar.	2	25	50	—	123	6	—	268	51
// Apr.	4	50	7	—	51	—	—	667	82
// May	5	44	8	—	—	—	—	670	143
// Jun.	1	4	8	—	—	—	—	502	107
// Jul.	2	—	—	—	—	—	—	609	100
// Aug.	2	58	1	—	—	—	—	638	31
// Sept.	185	151	5	—	5	—	—	275	22
// Oct.	9	124	18	—	5	—	—	291	84
// Nov.	73	101	23	2	9	2	—	273	101
// Dec.	70	133	143	2	97	29	—	302	91
Total	357	748	328	4	500	89	—	4,664	905
1957 Jan.	111	75	80	21	70	17	2	239	118
// Feb.	177	76	115	24	85	5	41	145	130
// Mar.	217	92	84	20	83	—	30	243	458
// Apr.	46	81	45	1	75	—	5	289	470
// May	103	191	35	1	—	—	—	525	272
// Jun.	161	215	17	—	—	—	—	455	245
// Jul.	100	181	4	—	—	—	—	317	123
// Aug.	89	194	2	—	—	—	—	475	26
// Sept.	42	231	—	—	—	—	—	291	13
// Oct.	162	252	125	—	3	8	—	154	23
// Nov.	231	261	124	—	6	20	—	130	55
// Dec.	148	258	113	—	72	35	—	169	70
Total	1,587	2,107	744	67	394	85	78	3,432	2,003
1958 Jan.	168	260	68	3	69	13	41	202	85
// Feb.	349	218	66	6	83	23	20	190	85
// Mar.	421	249	118	6	74	25	32	238	144
// Apr.	2,971	524	347	11	131	15	25	1,993	820
// May	3,400	546	383	1	—	3	—	2,436	2,329
// Jun.	2,161	479	299	—	—	—	—	2,503	472
// Jul.	2,446	499	95	—	—	—	—	1,466	418
// Aug.	2,151	539	14	—	—	—	—	2,167	57
// Sept.	1,382	2,520	1	—	—	—	—	1,652	87
// Oct.	1,749	4,124	—	—	1	93	—	710	236
// Nov.	929	1,643	53	—	24	43	—	728	939
// Dec.	897	1,668	99	—	402	126	—	1,352	1,138
Total	19,024	13,269	1,543	27	784	341	118	15,637	6,810

Source: Statistical Monthly News of Fisheries by Statistics and Survey Division of Ministry

Naga-saki	Kuma-moto	Shimane	Others	Total
—	—	19	2	220
14	—	8	3	205
—	—	9	2	294
—	—	28	5	327
—	—	—	3	101
—	—	—	1	89
—	—	—	1	11
—	—	6	1	16
—	—	45	2	103
—	—	51	4	155
9	—	98	5	237
9	—	160	4	416
32	—	424	33	2,174
18	—	95	5	414
17	—	64	5	441
14	—	38	6	583
1	—	18	4	884
—	—	3	4	877
1	—	—	2	625
2	—	—	1	714
8	—	—	3	741
—	—	16	—	659
—	—	25	2	558
5	—	58	—	647
18	—	70	6	961
84	—	387	38	8,104
8	—	41	6	788
4	—	25	3	830
3	—	16	6	1,252
5	17	14	5	1,053
3	—	7	2	1,139
2	—	—	3	1,098
1	—	—	3	729
6	—	—	2	794
—	—	15	3	595
3	—	23	3	756
—	—	15	4	846
8	—	54	4	931
43	17	210	44	10,811
1	—	48	7	965
—	—	37	5	1,082
—	—	16	4	1,327
—	—	12	4	6,853
3	10	2	4	9,117
6	9	—	4	5,933
13	11	—	4	4,952
2	20	17	4	4,971
4	17	27	3	5,693
—	—	81	5	6,999
—	—	63	4	4,426
—	—	105	5	5,792
29	67	408	53	58,110

of Agriculture and Forestry, Japan.

れ、寺島良安は、和漢三才図会に、“猿類一名馬ノ甲蚶之小者而自此一種也殻円厚溝亦深粗”と述べている。更に、藤川三溪著、水産図解には、蚶（アカガイ）・螂蛄（サルボウ）・老伏（ハイガイ）・藻蛤（モガイ）の4種を区別しているという。

1. 方言：一各地夫々、呼称を異にするのを以て見ても、その分布が広く、産業的にも重要な点がかがえる。

コアカ又はサルボウ 東京湾

チンミ・チミ・ホンチンミ 伊勢湾・三河湾・大阪湾

モゲエ・モガイ（藻貝）岡山・広島

ミロクガイ・ウバガイ（味六貝）九州

アカガイ（赤貝・魁蛤）中海・佐渡

チガイ（血貝）京都久美浜湾

ピジョゲ（Ⅱ丕洲・雀蛤）・シャゴマク

（州丕吟・雀庫莫）朝鮮

モウガ（毛蛤）・モウガズ（毛蛤子）

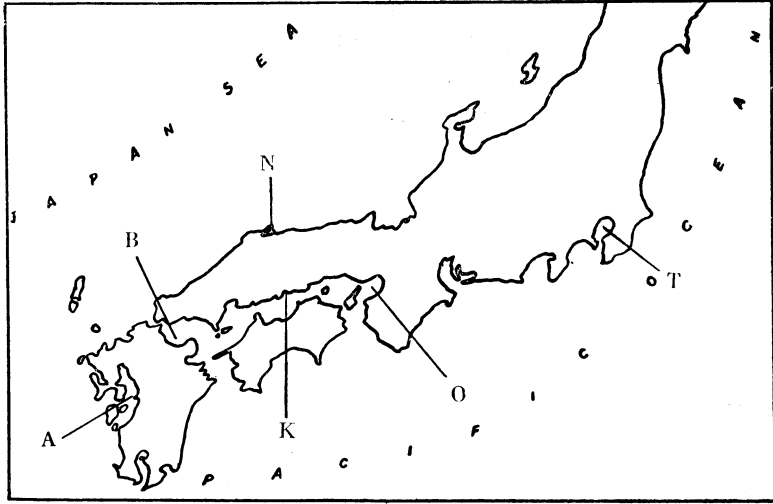
関東州

麻蚶子・毛蚶・藻魚 中共

2. 分布：一サルボウは *Anadara* 属中、最も分布範囲の広い種類で、その分布は太平洋沿岸では青森県以南、日本海沿岸では新潟県以南で、沖縄、台湾、朝鮮、中共等にも及ぶ。我国に於ける主要な産地は東京湾・大阪湾・笠岡湾・有明海・豊前海・中海等である(Text-fig. 1 参照)。

3. 産額：一サルボウは天然発生による豊凶の差の極めて大きな種類で、我国では500万貫前後の生産が普通であるが、Table 1 府県別生産額に見るように、1955年、218万貫なのに、1958年には5811万貫を示し近年稀な生産を挙げている。其産地は、農林統計によると、東京、千葉、福岡、佐賀、島根、大阪を主とし、岡山、広島、兵庫、大分、長崎、熊本等の諸県である。

4. 研究の目的：一サルボウは後に述べるように、その仔虫は浮游期を経て、他物に附着す



Text-fig. 1. Principal production centers of the ark shell.

T: Tokyo Bay ; O: Osaka Bay ; K: Kasaoka Bay ;
 A: Ariake Bay ; B: Buzen Bay ; N: Nakanoumi.

るので、人工採苗が可能であることが、試験の結果判った。時恰も今期事変中であり、国家的食糧増産の要望により急速にサルボウの人工採苗を産業化し、その種苗を全国に配給して増産を計るべく企図された。1942年之が産業化試験に関する経費予算の成立を見たので、主として筆者が之を担当して研究に従った。本稿はその研究を基にし、その後筆者の行った研究を総括し取纏めたものである。本稿を草するに当り、終始御懇篤な御指導を頂いた藤森三郎技師に、共に協力研究に従った川尻稔、田中小治郎、徳永英松、故畑久三の諸氏に、又取纏について種々御助言を賜った内田恵太郎、田内森三郎、花岡資、大島泰雄の諸先生に謝意を表す。なお、水野復一郎氏から参考資料を頂き、図版の浄書は遠部卓氏の 労 を煩した。以上の方々に厚く感謝の意を表す。

(II) 生 態 ・ 研 究 史

1. 形態：一貝殻は、ほぼ四辺形をなし膨れ、殻頂から左右両殻を結ぶ蝶番線に、垂直の方向に走る30条前後(29~32)の放射肋がある。(Plate 1, Fig. 1 参照)。特に、左殻片の殻頂に近い放射肋には著しい顆粒状の結節がある。肋幅は肋間溝とはほぼ等しい。殻の表面は褐色の有毛殻皮を被っているが、その殻皮は脱落し易く、老成貝では部分的に剥れている場合が多い。なお *Scapharca* の貝の特徴の一つとして右殻は左殻より小形であるが、サルボウではこの点が頗る明瞭で、腹縁部で右殻は左殻の内側に喰い違っている。

放射肋の数が、アカガイでは42~43、ハイガイでは17~18であるから、その数でサルボウはこれらの二種と容易に区別される。マルサルボウはサルボウと放射肋の数がほぼ等しいので、これでは区別できないが、前者は殻頂が蝶番線の中央から膨れ、両殻は丸く膨れ、整形で、顕著な有毛殻皮をもつが、サルボウでは殻頂が蝶番線の中央からやや前端部に片寄りて膨れ、両殻は脹らみが少く、後部が伸びて形がゆがみ不整形であることから、区別ができる。またサルボウは剥身として、アカガイ(特に罐詰として)の名称のもとに販売される

が、外套膜の縁辺に放射肋と同数の凹凸があるので、その数を算えて、真のアカガイと容易に区別することができる。サルボウの老成したものは殻長7.5cm; 殻高6.0cm; 殻幅5.5cmに及ぶものがある。

2. 棲息場所:—サルボウの棲息地は一般に内湾の浅海で、アマモ *Zostera marina* の繁茂する比較的波静かな海域で、その底質は泥又は砂泥であるが、特に流れの早い溝筋に多く棲息する。サルボウはアサリやハマグリのように、水管を持っていないので、地表に近く足の基部から分泌する足糸で砂粒に固着し、浅く埋って棲息している。垂直分布は、干潮時少し露出する所から水深10mの所に及ぶが、普通には水深1~7mである。

棲息場所の海水塩分条件は、かなり広いようであるが、 σ_{15} 24以上になると夏期産卵期に、養成貝の20~30%程度斃死することがあるし、島根県中海では、浮游仔虫の分布が、 σ_{15} 18~22のところが多いことから考えて、この範囲の塩分条件が、その棲息に適していると考えられる。

3. 産卵期:一場所によりまた年により多少の変化はあるが、藤森(1929)、田中(1954)が述べているように、産卵期は、7月上旬~9月中旬で、その盛期は7月中旬~8月下旬である。産卵は海底の水温が、次第に上昇して25°C前後になった時に開始され、その盛期は27°C前後に当る。1955年夏、笠岡湾に於て調査した所によると、サルボウの天然放卵は朔又は望の大潮1~3日前の沿岸水温の急上昇により起り、大潮毎に数回産卵が行なわれることが判った。従って予め産卵を予知することができる。

4. 発生:一本種は雌雄異体で、卵巣は美しい朱色、精巣は乳白色を呈する。人工受精が困難であるので、水温を上昇して産卵誘発によって放卵したものについて観察した経過は次のようである。1947年7月20日6時、島根県中海の荒島村地先、水深5.5mから、桁網により採取した親貝は、個々に木綿袋に入れ、海水に湿して蒸発熱を利用し温度を下げ、注意して内海区水産研究所笠岡支所に持ち帰った。これを硝子水槽(直径23cm; 深さ11.5cm; 容積5L; 水温26.8°C; Cl 15.39%)に17^h36^m収容した。海水に収容後31分、18^h07^mに放卵を開始、13分間連続放卵し、18^h20^m中止、休止2分の後再び放卵し5分間連続し、18^h27^m終了した。鹹度を下げ、温度を上昇して産卵誘発による放卵実験は、その後数年繰返し行ったが、大体同様な経過で、3~5分間連続放卵し、2~3分休止し、再び放卵し、20分前後で産卵を終る。母貝は殻を平時より稍広く開け、噴水口から1mm前後の太さで10~12cmの高さに卵を噴出する。精虫もまた同様に、細い筋をなして噴出する。卵は淡紅色で、体外に出ると吸水して球形となり、その直径は50~60 μ である。1回の産卵数は250~300万である(母貝の大き40×34×28mm)。精虫は頗る活発で全長36~38 μ である。発生の速さは水温によって相違するが、その経過はTable 2の通りである。(Plate 1, Figs. 2~5 参照)。

即ち水温26~27°Cでは、受精後17~18時間で貝殻完成し、D状のVeligerはVelumにより活発に游泳する。IMAI, T. & HATANAKA, M. (1949)の方法により培養した *Monas* sp. を与えて、飼育すると、Umboを下にし上から見ると右廻りに旋回しながら、上昇し、水面に達するとVelumを引き込み、自重で下降し、また再び、Velumを出し上昇し、これを繰返して泳いでいる。このようにして4~5日すると、殻に黄色の色素を生じサルボウの仔虫としての特色があらわれる。この時期に発育の段階に於ける一危期があり、著しく歩減りを生ずる。この危期を脱した仔虫は受精後一週間でUmboが脹らみ、Umbo stageとな

Table 2. Early development of *Anadara subcrenata* (LISCHKE).

After Fertilization		Developmental stage
Hours	Minutes	
0	10	First polar body extruded.
0	15	Second polar body extruded.
0	30	First cleavage.
0	50	Second cleavage.
2	0	Morula stage.
4	0	Embryo begins to rotate.
4	30	Gastrula stage.
5	30	Lively rotation.
6	30	Trochophore stage.
11	30	Shell developing.
14	30	Shell incomplete.
16	0	Abnormal larval swimming.
17	30	Shell complete, normal larval swimming.

Remarks: Shell length ♀ 33.2m.m. ♂ 29.6m.m.
 Water temp. 27.5~25.6°C; σ_{15} 20.18
 Fertilized at 12^h30^m, 13th Sept. 1955.

り、2週間で Full-grown stage となる。その大きさは殻長290 μ 、殻高 210 μ である。この附着時期に達した仔虫は吉田(1937)も記しているように、次の特徴により他の貝と容易に識別することができる (Plate 1, Figs. 5~6 参照)。

- (1) 大きさは殻長 280~300 μ ；殻高 200~220 μ 。
- (2) 殻は一様に黄色，特別な色彩や斑点がない。
- (3) 殻は著しく前後に長く，殻頂部は大きく膨れ，前縁は後縁に比してやや鋭く弧形を呈しているが，その差は僅かである。
- (4) 蝶番には微小な欠刻がある。
- (5) 殻頂を中心として10条内外の同心線があり，線間隔は広い。
- (6) 前後の肉柱は明瞭である。
- (7) 軟体部の前端には **Velum** があり，その後方に口及び鰓が明瞭に認められる。

附着時期に達した仔虫は **Velum** が次第に退化し，体重が増して，底層に多く分布するようになり，ついに附着生活に移る。初めは足を伸長して，体を匍匐前進させ，附着物（木・竹・石・海藻等）の表面を這い廻り，附着場所を撰び，足糸を分泌して附着する。

5. 稚 貝：一附着生活に入った稚貝は原殻と異り，成貝と同様の炭酸石灰を主成分とする灰白色の貝殻を分泌して稚貝となる。附着後の貝殻の成長は極めて速かで，初め殻高に比較して殻長が甚しく大きかったのが，殻高ののびが早く，その比が次第に縮って行く。放射

肋は殻長0.4mm前後から明瞭となり、次第にその数が増加して、殻長1mm前後になると約30条を数えることができ、明らかにサルボウの稚貝と判るようになる(Plate 1, Fig. 8 参照)。稚貝は附着物から離れて地上に下りても、初めは土中に潜入せず、石塊や死貝殻に附着して生活する。この稚貝期には成長するに従い、自ら足糸を切って移動し、凹所に密集する性質がある。殻長2~3mmの稚貝を、附着物から無理に離すと盛に這い廻り、やがて静止し、一分間前後で足糸を分泌して附着する。静止してから間もなくスポイトで強い水流を送っても、稚貝は離れることがない(日下部・北森1949)。

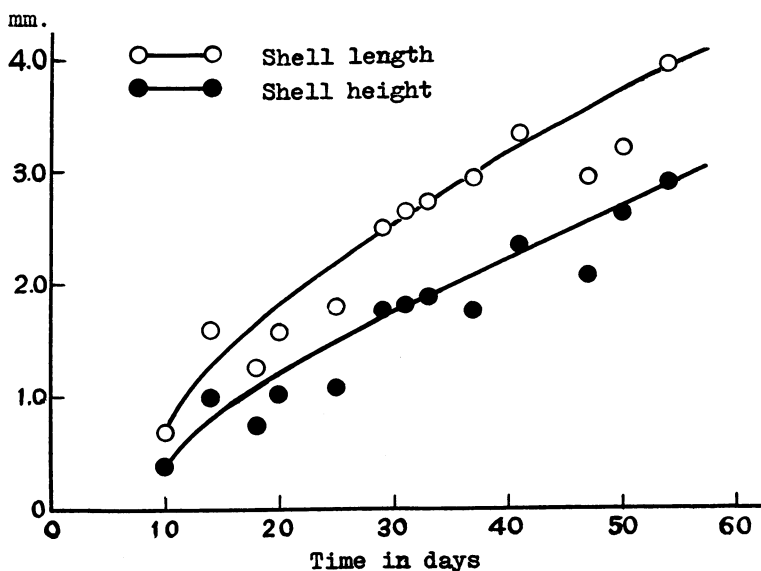
土中に潜入して幼貝の生活に移るときの大きさは、殻長10~15mmで附着生活に入ってから3~6ヶ月後である。土中に潜入しても、泥中の砂粒等の固形物に足糸で附着している。この生活に移ると殻幅は次第に脹らみ、稚貝期を脱したことが判断できる。なお、成貝は余り移動しないが、風波又は水質の悪変等、環境条件が悪化すると移動することがある。

6. 成長：—サルボウは満2ヶ年で、親貝となり、その寿命は10年余である。その成長の一例を示すと、次のようになる。

1943年8月3日、海況観測の結果、多数の Full-grown veliger の出現を見たので、翌4日、棕柕製採苗器を金網籠(縦45cm; 横60cm; 高さ75cm, 0.2m³)に入れ、採苗し、附着した稚貝を、隔日毎にとりあげ測定した。Table 3 及び Text-fig. 2 に示す様に、附着後10日で、殻長0.8mm; 20日で1.6mm; 30日で2.5mm; 40日で3mm; 50日で3.5mm; 60日で4mmに達した。

普通の採苗器で採取したものは、潮通の良い関係かこれよりやや速かで、附着後2ヶ月で5~8mmに達する。また附着器から脱落して、土中生活に移る大きさは10~15mmであるが、附着場所が強固で安定したところに附着しているものは、殻長20mmになっても離脱しない場合があり、不安定の場合はこれより小さくとも離脱する。

成長は5~6月、水温18~23°Cの時季が、最も良好であり、年間の成長を示すと、満1年



Text-fig. 2. Growth of artificially collected spat.

Table 3. Growth of artificially collected spat.

Date of Measuring	Shell length mm			Shell height mm		
	Maximum	Minimum	Average	Maximum	Minimum	Average
Aug. 13	0.99	0.35	0.68	0.54	0.19	0.38
" 17	2.00	1.10	1.58	1.40	0.60	0.98
" 21	2.20	0.39	1.25	1.60	0.23	0.73
" 23	2.10	1.10	1.56	1.60	0.70	1.01
" 28	2.90	1.00	1.78	1.90	0.40	1.06
Sept. 1	3.80	1.50	2.50	2.60	1.00	1.75
" 3	4.70	1.30	2.65	3.40	0.90	1.80
" 5	4.50	1.70	2.73	3.20	1.10	1.87
" 9	4.90	1.80	2.93	3.70	1.10	1.75
" 13	6.00	1.60	3.33	4.30	1.10	2.35
" 19	5.40	1.90	2.95	4.10	1.10	2.06
" 22	6.30	1.90	3.20	4.90	1.10	2.62
" 26	7.40	1.80	3.96	5.90	1.00	2.90

Remarks: Spat attached to the collector on August 4, 1943.

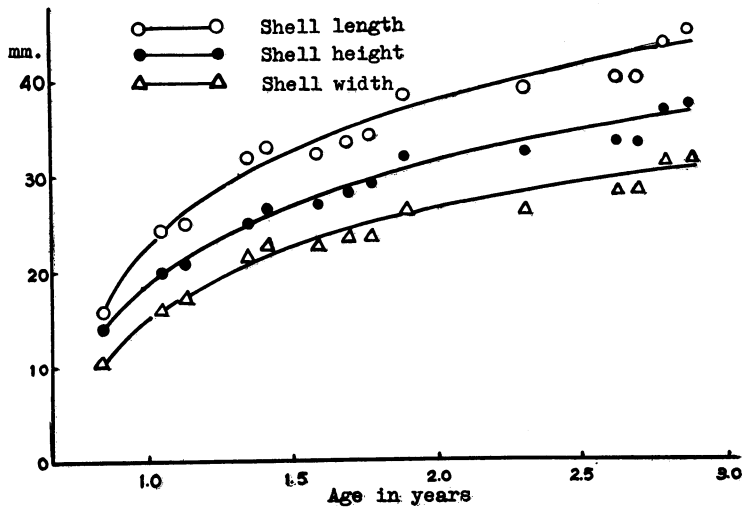
Table 4. Growth of the ark shell during "seed" and adult stages.

Date of Measuring	Shell measurements mm			
	Age in months	Shell length	Shell height	Shell width
'44 Jun. 3	10.0	15.8	14.0	10.3
" Aug. 17	12.5	24.1	19.9	16.1
" Sept. 20	13.5	25.0	20.7	17.0
" Dec. 4	16.0	31.9	25.1	21.6
" Dec. 31	17.0	33.0	26.3	22.6
'45 Mar. 5	20.0	32.4	26.9	22.4
" Apr. 12	21.5	33.5	28.1	23.3
" May 10	22.0	34.1	29.0	23.3
" Jun. 28	23.0	38.4	32.1	26.2
" Nov. 26	28.0	39.1	32.5	26.1
'46 Mar. 19	32.5	40.2	33.4	28.2
" Apr. 16	33.5	40.2	33.3	28.4
" May 17	34.5	43.9	36.6	31.2
" Jun. 19	35.5	45.3	37.4	31.6

Remarks: Spat attached to the collector on August 4, 1943.

で殻長 23 mm; 1.5 年で 32 mm; 2 年で 37 mm; 2.5 年で 42 mm; 3 年で 46 mm; となる (Table 4, 及び Text-fig. 3 参照)。

7. 研究史:—サルボウは Veliger から Spat に移る際、足糸で他物に附着する性質があるので、人工的に採苗が可能であると考えた人は少なかった。最初にこれに着目して研究を行ったのは、当時福岡県水産試験場有明海出張所に勤務中の藤森三郎技師である。福岡県水産試験場報告 (1917~1927) によると、大正 5 年から大正 10 年まで継続し、更に大正 14 年から昭和 3 年までサルボウの自然発生の多い干潟に、棕櫚皮又は粗朶の採苗器を設置し試験した。その結果採苗が可能であることを確かめたが、附着数少く経済的に成功するに至らなかった。佐賀県水産試験場報告 (1916~1925) によると、大正 6 年から大正 13 年まで姉帯定助技師が、岡山県水産試験場報告 (1921~1923) によると、建部豪技師が採苗試験を行っているが、何れも前同様、経済的に成功するに至らなかった。以上は何れも干潟に於け



Text-fig. 3. Growth of the ark shell during "seed" and adult stages.

る採苗であるが、有明海ではコケガラス（方言カラスガイ）*Modiolus metcalfei* (HANLEY) 又はスゴカイ *Diopatra neapolitana* DELLE CHIAJE 等を天然の Collector として、相当量の自然発生を見るので、これにヒントを得て試験が行われたのである。

一方、中海においてはサルボウ（方言アカガイ）の天然種苗採取の際、オゴノリ (*Gracilaria*) 等に多数附着したものがとれるので、(375 gr のオゴノリに1359粒サルボウが附着していた例がある。Jan. 20, 1951日下部調) 当業者の中で、人工採苗を試みたものがあったが、やはり成功するに至らなかった。1934~35年9月、当時朝鮮総督府水産試験場に在職中の、吉田裕技師はサルボウ浮游仔虫研究の為、中海に來り、竹の支柱に稚貝の多数附着するのを目撃して採苗の可能なるに気が付き、島根県水産課の永川保雄技師に注意した。永川技師は棕櫚皮を竹に巻き、建設試験して、1937年に人工採苗の可能なることを立証した。其後、中海水産会会長吉村清馬技師も人工採苗の有望なものに着目し、島根県水産課の藤田四郎技師に勧めて、1939年夏、赤汐調査を兼ねて、農林省水産講習所学生、島森正次、豊福敏隆の両氏を招き、人工採苗の試験をした。藤田・島森・豊福(1940)によると、A、馬潟沖、B、大海崎沖、C、大根島地先、D、論田沖、E、安来沖の5地点に於て、棕櫚皮、松の小枝、粗朶（ウラジロ）、藁等を建設試験した。その結果、附着良好の地点は、親貝が多数養殖してある地区を離れた場所であり、特に大根島の南部東側のC点に附着が良く、水深7.9mの所で底から1~2mの所であった。稚貝の成長度は附着後7~10日で、2mm、20日で4mmの大きとなり、脱落は5mm以上のもので、1mm以下では脱落の徴候なく、3mmになるとやや目立って脱落する等の多くの点が明かとなった。

農林省水産試験場笠岡分場では、水野復一郎技師が中海の藻貝採苗調査を行い、その結果頗る有望なることを確めたので、1940年、前記中海水産会と連絡して、棕櫚皮等を用いて採苗試験を行い、ますます経済的に有望なことを知った。農林省水産試験場浅海養殖主任の藤森三郎技師は本事業確立のため、徹底的に研究の必要を唱道し、春日信市場長と図り、1941年、島根県能義郡荒島村に民家を借り、荒島試験地を設け、笠岡分場勤務の水野復一郎・田

中小治郎・徳永英松の諸氏が採苗期間中、荒島に出張研究を行った。更に藤森技師は本研究を一層強化促進するため諸般の企画を行ったが、その理由とするところは——サルボウの養育適地は全国に亘り頗る広大であるが、これに放養すべき種苗の供給は極めて少量である。人工採苗法によって、中海の利用を図るならば、種苗を大量に生産し得る見込充分である。しかも中海以外には現在見込地がない。従って中海は我国における唯一のサルボウ採苗地で、正に水産増殖上国宝的存在というべきである。よって、この適地を全面的に開発して採苗を行い、これを全国に配給してサルボウの大増産を企図すべきである。なお、将来は完全利用のために、本事業は国家管理のもとに行う必要がある。国家はこの方針の下に本研究の促進を計るべきだ——というにあった。その結果、1942年に、サルボウ採苗産業化試験に関する経費予算の成立を見るに至った。

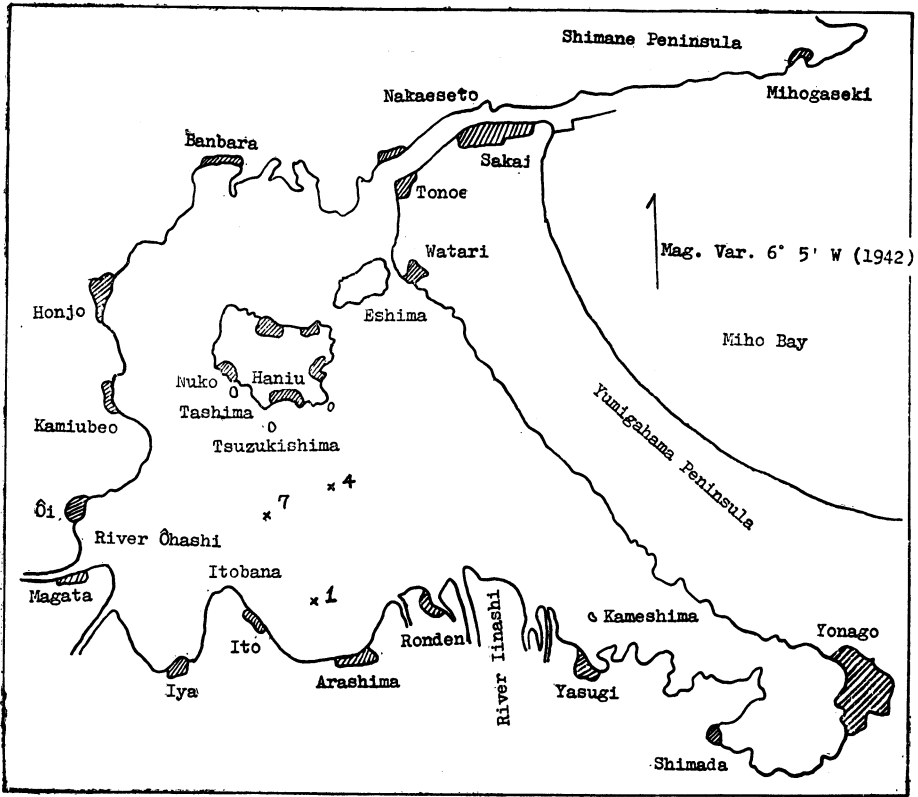
筆者は藤森技師の指導の下に1942年夏、100余日、中海に出張して、前記、田中・徳永氏等と共に研究に従事したが、3ヶ月の後、笠岡分場に転勤して以来、更に本研究に没頭し、採苗方法より進んで採苗したものの移殖、養育方法の研究に及び、1945年に至り、遂に1943年大量採苗のものが育成採取されて、経済的に人工採苗が完成した。なお、この間1944年には川尻稔技師が、1945年には故畑久三氏が研究に参加された。その後、笠岡市神島内漁業協同組合長、伊藤文吉氏等の努力によって、大量の種苗養殖が実を結び、神島内、横島、笠岡、深安、福山、田尻等の漁業協同組合地先、笠岡湾に於て、毎年50万貫3,000万円の生産を挙ぐる産業に成長した。今日の成果を挙ぐるに至るまでには、中海赤貝種苗組合の努力並に島根県水産試験場中海分場の指導の賜であるが、更に産業化創始時代に米沢政雄氏・水産興業及び第一水産工業会社が払った犠牲も少くなかったことを見落すことは出来ない。

(III) 中海の性状

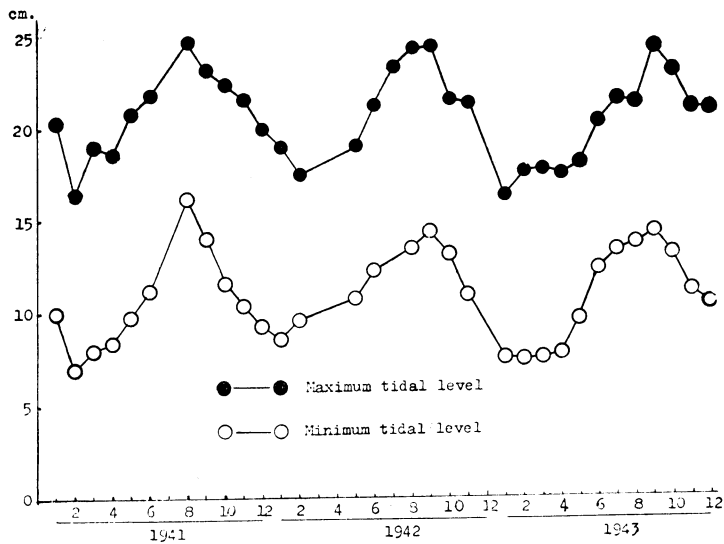
中海は Text-fig. 4 の如く、島根半島と弓ヶ浜半島とで抱れた湖のような内海で、周囲8.5 km、面積 152km² で、中央北部に大根島と江島とがある。幅 200~400m、長さ 7km、深さ 7m の中江瀬戸で美保湾に通じている。水深は浅く、平均4.6mで2m以浅が約1/4、2~8mが全面積の3/4を占めている。注入河川の中、大橋川・意宇川・飯梨川は常時流入するが、伯田川・吉田川・田瀬川は降雨時のみ流入する。日本海が干満の差が30cm内外である関係上、潮汐による水の交流は少く、気圧・風向・風力に左右される場合が多い。宍道湖の淡水は大橋川により表層流をなして大根島の南を東に流れ、江島と大根島との間を通して中江瀬戸から外海に出る。又大根島の西及び北を通して中江瀬戸から外海に出る流れもある。鹹度の高い外海の水は底流をなして、本庄地先を通り、大橋川口に至る。

中海は豊原(1938)が述べているように、夏と冬とでは水位の高さが異り、Table 5, Text-fig. 5 に示すように、冬になると日本海の気圧が高くなり、従って水位が夏より30cm以上も低下するので、水位差が大きくなり、宍道湖の淡水が多量に流入して表層30~60cmは淡水で覆れて特異の状態になることがある。夏になると5・6月頃から気圧の低下に伴い、日本海の水位が次第に高くなり、従って外海から鹹度の高い水が中海に流入して、水深2.7~4mの所に鹹度の著しい躍層が出来る(Text-fig. 14 参照)。風が吹きつづいた荒天の後には水深が浅い関係上、上下層が攪拌されて、鹹度が一樣になることがある。

水温は気温の影響が強く作用して、冬期1~2月には表層2~5°C、底層3~8°C、夏期8月



Text-fig. 4. Nakanoumi.



Text-fig. 5. Monthly maximum and minimum tidal levels of the Nakanoumi. Data by courtesy of the Arashima Tidal Station.

Table 5. Monthly maximum and minimum tidal levels of the Nakanoumi.
(Data by courtesy of the Arashima Tidal Station)

Year : month	Maximum tidal level			Minimum tidal level		
	Day	Time h.	Level cm	Day	Time h.	Level cm
1941 : Jan.	20	11	20.3	26	11	10.0
// Feb.	22	14	16.4	13	13	7.0
// Mar.	12	2	19.0	29	1	8.0
// Apr.	15	17	18.6	8	9	8.4
// May	29	17	20.8	16	4	9.8
// Jun.	12	17	21.8	15	3	11.2
// Aug.	25	18	24.7	22	23	16.2
// Sept.	5	16	23.2	16	19	14.0
// Oct.	13	5	22.4	27	17	11.6
// Nov.	20	4	21.6	10	15	10.4
// Dec.	10	7	20.0	21	15	9.3
1942 : Jan.	30	4	19.0	3	14	8.6
// Feb.	19	19	17.5	14	11	9.6
// May	31	17	19.1	23	6	10.8
// Jun.	15	16	21.3	3	2	12.3
// Jul.	18	17	23.4	1	1	15.0
// Aug.	6	11	24.4	28	3	13.5
// Sept.	22	15	24.5	5	20	14.4
// Oct.	22	15	21.6	7	21	13.2
// Nov.	25	5	21.4	10	12	11.0
1943 : Jan.	31	1	16.4	13	17	7.6
// Feb.	7	6	17.7	16	9	7.5
// Mar.	1	16	17.8	31	9	7.6
// Apr.	8	18	17.6	6	12	7.8
// May	25	19	18.2	22	1	9.7
// Jun.	4	16	20.4	8	0	12.4
// Jul.	31	16	21.7	19	0	13.4
// Aug.	30	15	21.5	21	3	13.8
// Sept.	21	7	24.5	14	23	14.4
// Oct.	4	6	23.2	13	23	13.2
// Nov.	7	2	21.2	28	11	11.2
// Dec.	8	3	21.1	11	11	10.5

には表層・底層共に28~30°Cである。

海水 σ_{15} は冬期・夏期共に表層10~15であるが、底層は20~23である。6~7月に降雨が多いに係らず鹹度が高くなる理由は、前記の如く気圧による水位の上昇のため、外海水の侵入によるのであろう。梅雨期が短く、早魃の年は降雨の少いに係らず沿岸の鹹度は低く、同地特産のオオオゴノリ *Gracilaria gigas* HARV. は大繁茂して増産され、“日照草”の異名を持っているが、これは気圧が高いために水位が下降し、従って水位差が大きく、宍道湖の淡水が流下して中海沿岸の鹹度を低下せしめることに起因するものと考えられる。

水質は硅酸塩・磷酸塩共に、東京湾の2~3倍もあり、前者は5~10 mg/L、後者は600~900 mg/m³以上に及び可溶性有機物も5 mg/L以上あり、富栄養湖の性状が濃厚である。従って、浮游生物は比較的多く、大部分は硅藻で、普通浅海に出現する種類 (*Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Coscinodiscus*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Pleurosigma*, etc.)と変りないが、ときにはDinoflagellata等の異常繁殖により、赤潮現象を起すこと屢々である。中江瀬戸の境港口に、築堤を設けて、漂砂により港口の埋没するのを防いだのに係らず、年々港口が浅くなり、中海に流入する外海水の疎通を害し、近年急速に中海が

汽水化の傾向強く、その Plankton の組成を変えつつあることは渋谷(1955)が記している通りである。

底質は島根水試(1936), 中野・水野・矢野(1929), 太田(1951)の記すように大部分が死介殻を交えた、青黒い軟泥の腐植土で、船で竹を建てると5尺(1.5m)位は容易に入りこむ。特に大根島より南は各川口・意東鼻等の流れの早い特定の所を除いて、距岸 50~100m 位より沖合は全く、泥率 100%で、一様に 2~3m の泥で覆れている。軟泥は灰青色の層の上に、黒褐色の薄い層があり、陸岸に近くなるほど一般に黒色度合が強く、特に米子湾の底質の悪化が著しい。夏期には底層水に酸素の含有が少く、場所により皆無の地域を生じ、宮地(1946)も述べているように無生物地帯としての死圏が現れるのは、この腐植土の分解によると解される。

有名な赤汐は栄養に富んだ海水に培養された Plankton が、夏期の高温により大繁殖しこれが死滅することによって、水質を悪化し高温による腐植土の分解と相俟って、全く無酸素状態の水塊を形成する。これが移動通過するときには底棲生物を死滅せしめ、養殖場のサルボウ(方言アカガイ)に大きな被害を与えるばかりでなく、エビ・ハゼ・ウナギ・ボラ・タコ等の水族までも斃死させる。

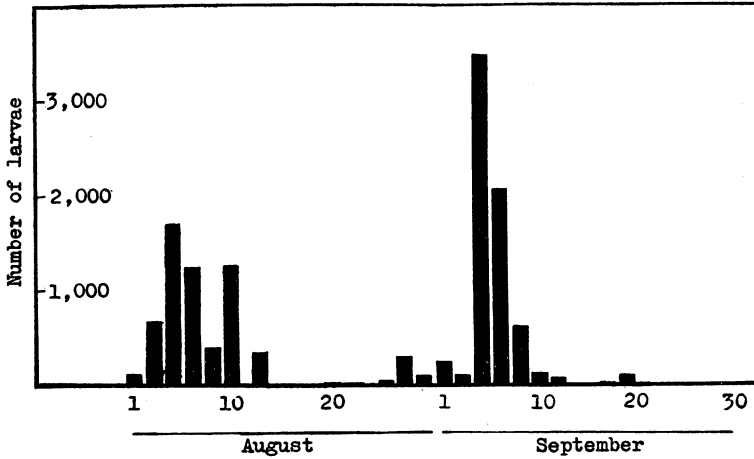
筆者が1942年8月中旬に経験した赤汐は、主として *Ceratium tripos* の繁殖によるもので、2日程静穏な日がつづき、これが死滅して水色は褐色を帯び粘調となり、下層に次第に沈澱して、採苗器に用いた棕櫚の表面が綿で覆ったような状態となった。ついで、この Plankton の死骸は1~2日で腐敗して真黒くなり、これが更に剝脱して Collector の棕櫚は海底から7尺(2.12m)の間は全く洗い清められたようになった。Text-fig. 13 の8月5日建、8月19日採のサルボウの附着層が、少しく異状を呈しているのは、赤汐によりサルボウが移動してその影響を示すものである。赤汐の根源地は中海の奥の米子湾であり、境港の築堤後、毎年境港の口に漂砂が堆積し、中海の水の交流が益々阻害されて一層赤汐の発生頻度が多くなり、更にその被害を大きくして今日に至っている。

(IV) 仔虫の出現時期

人工的に採苗するにはサルボウ仔虫の出現時期を明かにして、採苗時期を予知する必要がある。この目的の下に調査を行った。場所は荒島湾の中央、水深5.5m の所である。(Text-fig. 4, Station I参照)。

1. 調査の方法：—1943年7月10日から9月30日までの間、隔日毎に Plankton-net を海底から表面まで垂直に曳き、1回毎に Plankton をコップに集め、これを3回繰り返す、合計したものを試料とした。なお、別に hand-pump で、海底から表面まで60cm 毎に、各層の水 30L を吸み上げ、net で濾過して Plankton を採集した。試料は何れも4%の formalin で固定して持ち帰り、静かにかきまわして浮游した硅藻等を捨て、沈澱した浮游仔虫のみをスポイトで罫線スライドガラスの上にとり、前述のような umbo-stage 及び full-grown stage の Veliger を算えた。

2. 調査の結果：—それによると、Table 6 及び Text-fig. 6 のように、2回の大きな山があることが判った。Pump 採集による試料によって見ても、この2回の山は垂直曳の試料と全く一致している。その後、例年8月初旬と9月初旬の2回の附着の盛期があり、8月初旬のものは数としては9月初旬のものに劣るけれども、その成長の速かなことと、ホトトギス



Text-fig. 6. Frequency of appearance of ark shell larvae.

Table 6. Frequency of appearance of ark shell larvae.

Date of collection 1943	Number of larvae	
	Net sample	Pump sample
Jul. 21	0	0
" 26	0	3
Aug. 1	125	19
" 3	674	—
" 4	1,705	—
" 5	1,251	93
" 7	398	—
" 10	1,270	—
" 13	341	132
" 17	5	20
" 19	7	0
" 21	15	0
" 23	5	4
" 26	51	—
" 28	298	61
" 30	109	—
Sept. 1	231	265
" 3	111	—
" 5	3,465	—
" 7	2,057	642
" 9	616	—
" 11	123	—
" 13	80	83
" 15	7	—
" 17	36	—
" 19	101	35
" 22	0	1
" 24	7	—
" 27	0	—
" 29	0	1

Table 7. Spat attached to a 1.52 m long "Waramabushi" collector hauled up in September, 1943.

Shell length mm	Number of collected spat
9.0~3.5	5,300
3.5~2.5	6,299
2.5~1.5	11,600
1.5>	8,898
Total	32,097

(*Brachidontes*) と混じて附着することなく、純粹に採苗することができて種苗として優秀のものである。附着の盛期は3~4日の間であって、1943年に於ては8月は3日から5日までの期間、9月は5日から7日までの期間であった。そして多量の採苗器を投入して、頗る成績良く附着し、産業的に人工採苗は成功した。即ち、9月19日に取り揚げた採苗器ワラマブシ5尺(1.52m)の間に、附着したサルボウの数は、Table 7の通り合計32,097粒であった。

その後、サルボウの採苗にはこの方法を採用し、畑(1948)、太田(1953)もこれを行い、当業者もこれによって、的確に採苗することができるようになった。

(V) 仔虫の水平分布

産業的にサルボウの人工採苗を行うには、採苗場を設定するためにその仔虫の分布密度及

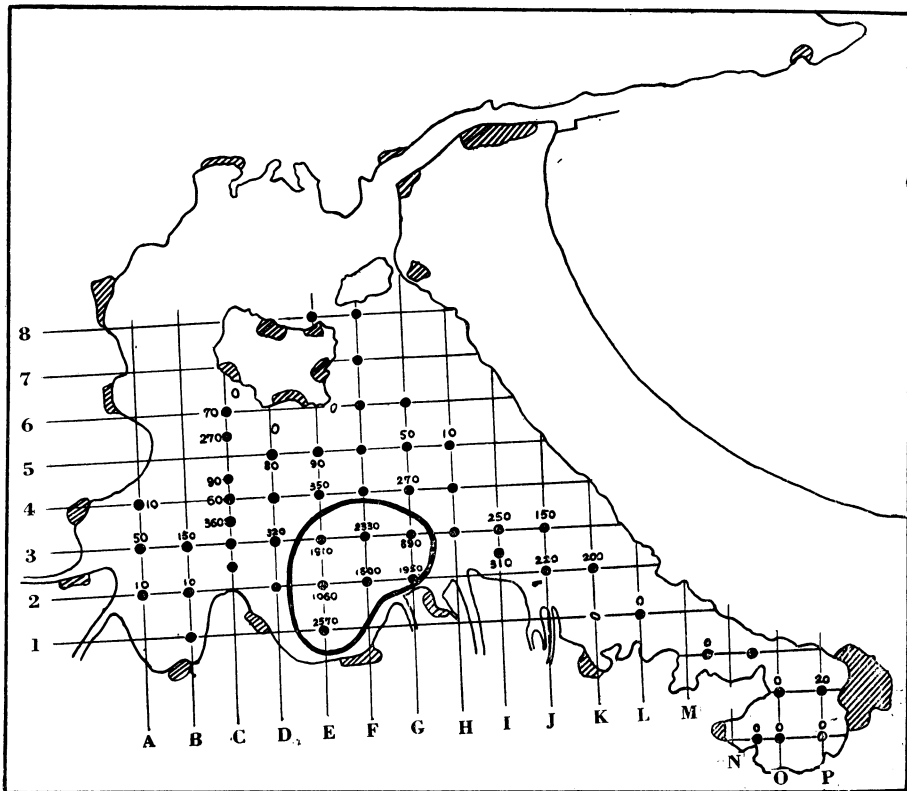
び範囲を知ることが必要である。1942年に中海に於ける仔虫の分布を調査した。

1. 調査期間：—7月19日から10月1日まで、附着器を次の如く4回建設して、稚貝の附着数によりその分布を推定した。

Table 8. Spat survey by the test rope method in 1942.

Division	Rope set	Rope taken up	Duration of hanging
July set, August up	July 19~21	Aug. 5~7	17 days
“, September up	“ “	Sept. 7~9	50 “
August set, “	Aug. 5~7	“ “	33 “
September set, October up	Sept. 7~9	“ 29~Oct. 1	22 “

2. 調査の方法：—調査地点は60ヶ所、意東鼻を基点Cとし、意東鼻と大根島の入江部落との見通線（南北の線）を基準線（C線）として、中海を1,090m 毎に碁盤目に区切り、その区切点に竹を立て、調査地点とした。C線上は間繩により1,090m 毎にC2, C3, C4等を求め、この点から、東又は西に船を航走し、秒時計により航走距離を測って竹を建て、縦列、横列に従って交叉点を上記の如く命名した。海中に建てた、この竹（真竹、周20~25cm、長10~12m）から直径5mmの棕櫚繩に煉瓦を重石として垂下した。一定期間の

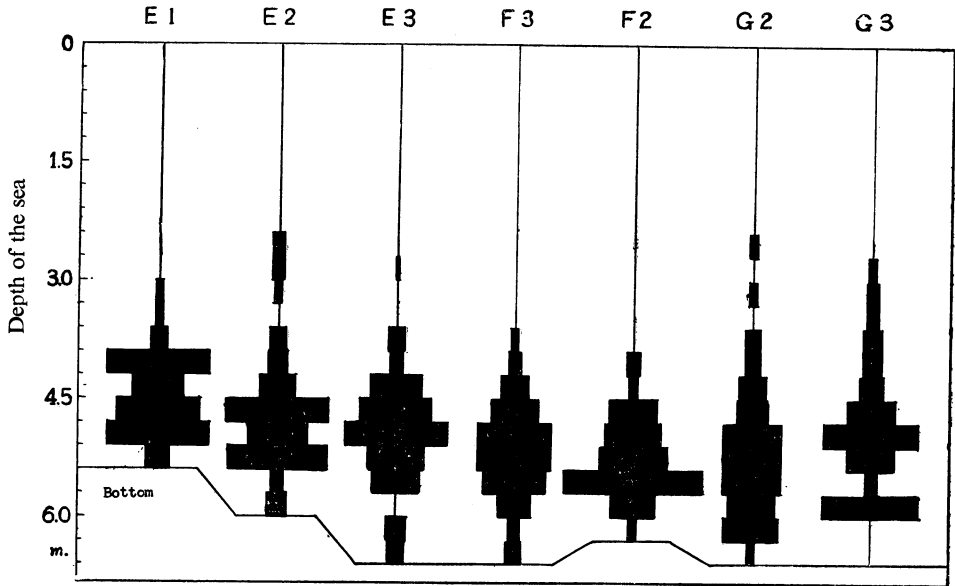


Text-fig. 7. Map of the best area for collecting spat in "July set and August up."

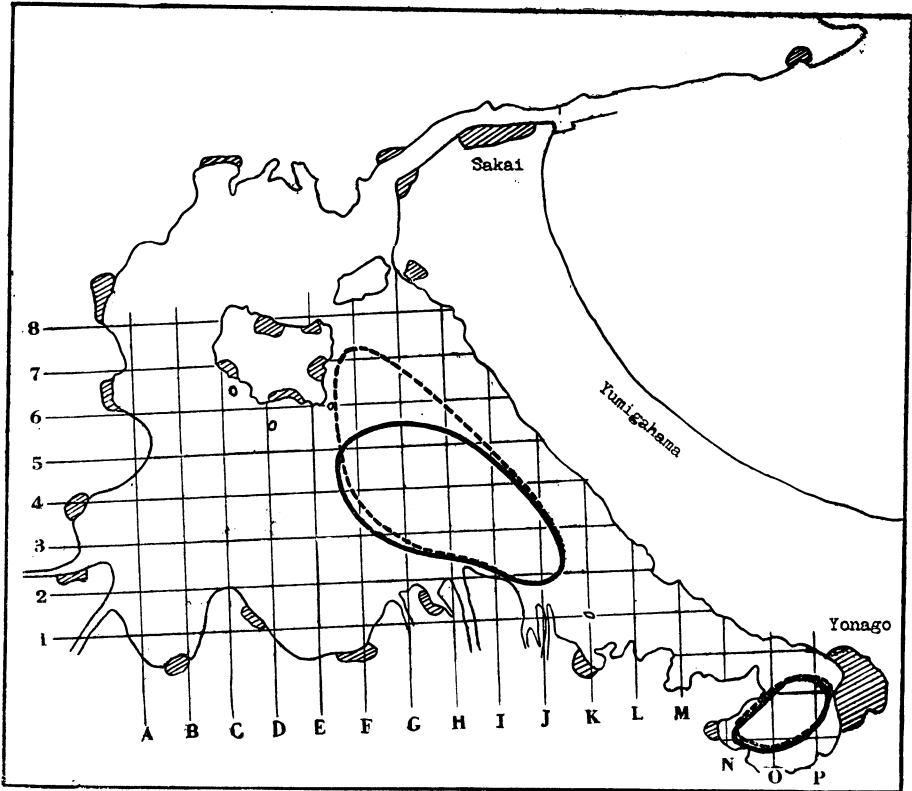
Table 9. Number of ark shell spat attached to a test rope in summer, 1942.

Station	A3	A3	A4	B1	B2	B3	C3	C3,4	C4	C4,5	C5	C5,6	C6	D2	D3
July set, August up	1	5	1	0	1	15	—	36	6	9	9	27	7	—	32
July set, September up	3	—	1	—	4	1	—	33	—	—	—	—	9	—	64
August set, September up	—	—	—	—	—	—	2	8	—	—	—	—	—	—	—
September set, October up	—	—	71	0	9	—	166	276	473	135	571	774	720	219	283
Station	DE5	D5	E1	E2	E3	E4	E5	E8	F2	F3	F4	F5	F6	F7	G2
July set, August up	—	8	257	106	191	35	—	—	180	233	—	—	—	18	195
“ , September up	—	19	36	31	—	—	58	—	52	2	360	352	—	99	—
August set, “	242	365	29	19	—	—	—	—	7	34	130	534	27	170	41
September set, October up	306	649	98	—	—	494	561	19	—	525	207	558	157	57	675
Station	FG3	G3	G4	G5	G6	H3	H4	H5	I2	I3	I4	J2	J3	K2	L1
July set, August up	—	89	27	5	—	—	—	1	31	25	—	22	15	20	0
“ , September up	—	192	93	424	—	—	—	237	—	355	—	509	—	—	—
August set, “	—	125	146	426	142	—	—	209	156	396	95	249	—	—	—
September set, October up	119	203	262	453	—	218	321	158	228	116	71	78	—	—	44
Station	M2	N2	N4'	O3'	O4'	P3'	P4'								
July set, August up	0	—	0	0	0	2	0								
“ , September up	20	—	521	1,356	342	1,762	80								
August set, “	28	13	310	161	68	217	16								
September set, October up	62	—	33	34	32	10	21								

Note : Numbers in the table should be multiplied by 10.



Text-fig. 8. Attachment of spat by depths in "July set and August up."



Text-fig. 9. Map of the best area for collecting spat in "July set and September up."
(Broken Line: "August set and September up.")

Table 10. Number of spat attached to a test rope in "July set and August up."

Station	E1	E2	E3	F3	F2	G2	G3
Total	257	106	191	233	180	195	89
Depth m							
0.3	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0
0.9	0	0	0	0	0	0	0
1.2	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0
1.8	0	0	0	0	0	0	0
2.1	0	0	0	0	0	0	0
2.4	0	0	1	1	0	0	0
2.7	1	3	0	1	0	3	0
3.0	1	3	1	3	1	0	2
3.3	4	2	0	3	1	3	3
3.6	6	0	0	5	3	1	3
3.9	10	4	7	3	0	9	4
4.2	66	5	5	7	4	9	4
4.5	31	10	25	17	3	13	5
4.8	55	28	35	30	23	15	11
5.1	67	16	50	46	26	30	21
5.4	16	27	27	46	31	29	11
5.7	—	3	23	38	63	29	3
6.0	—	5	0	19	21	24	21
6.3	—	—	9	6	4	27	0
6.6	—	—	7	8	—	3	1

Numbers in the table should be multiplied by 10.

のをその地点に於ける附着数とした。各調査地点に於けるサルボウの調査実数は Table 9 の通りで、之を10倍した数が其地点の附着数となる。

3. 結 果:—7月建~8月採では、棕栲繩1本に、2,570粒附着したところ E1 を最高とし、1,000個以上の場所は6地点で、その他の場所は著しく附着が少なかった。1,000粒以上附着した場所を、経済的採苗可能区域とすると、このような場所は荒島地先に600 h.a. を占めている。その附着の状況を図示すると Text-figs. 7, 8, Table 10 の通りである。

7月建~9月採のものは米子湾内の、17,620粒附着した地点 P3' を最高として、1,000粒以上附着した地点は9地点で、亀島・江島・波入・論田の4地点を結ぶ大根島南東方、及び米子湾に、合計 1,500 h.a. を占める広大な区域が経済的採苗可能区域である。特に米子湾内は1万粒以上附着した地点2個所の他、何れも附着濃厚で、極めて多量の仔虫の分布を見ることが判った。その附着状況は Text-figs. 9, 10, Table 11, の通りである。

8月建~9月採では最高5,350粒(渡・論田の中間 F5)、1,000粒以上は16地点で、米子湾及び飯梨川尻から続島を見通す線以東、弓ヶ浜一帯の面積2,000 h.a. に亘り採苗区域のあることが判った。

9月建~10月採では田島地先 C5.6 の7,740粒を最高として、1,000粒以上附着した地点は27地点あり、亀島から江島見通線、及び意東鼻・入江見通線の間、中海中央部全面に亘り、面積3,000 h.a. の採苗区域のあることが判った。其状況は Text-fig. 11 の通りである。

以上を総合すると、仔虫の分布は早期は荒島地先に多いが、時期の移るに従い仔虫数も増

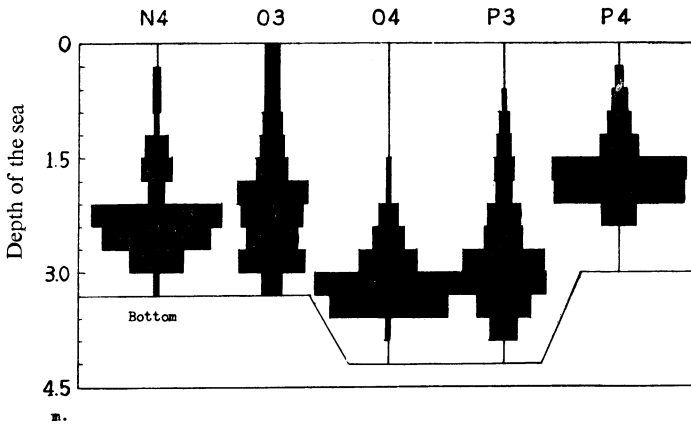
Table 11. Number of spat attached to a test rope in "July set and September up." (Yonago Bay)

Station	N4'	O3'	O4'	P3'	P4'
Total	521	1,356	342	1,762	80
Depth of the sea (m)					
0.3	2	47	0	0	0
0.6	8	62	0	6	2
0.9	11	51	0	22	3
1.2	7	66	0	45	5
1.5	32	75	1	63	8
1.8	43	112	2	87	28
2.1	19	238	5	76	27
2.4	177	212	17	163	7
2.7	144	192	27	169	0
3.0	74	232	52	376	0
3.3	4	69	130	392	—
3.6	—	—	106	244	—
3.9	—	—	2	114	—
4.2	—	—	0	5	—

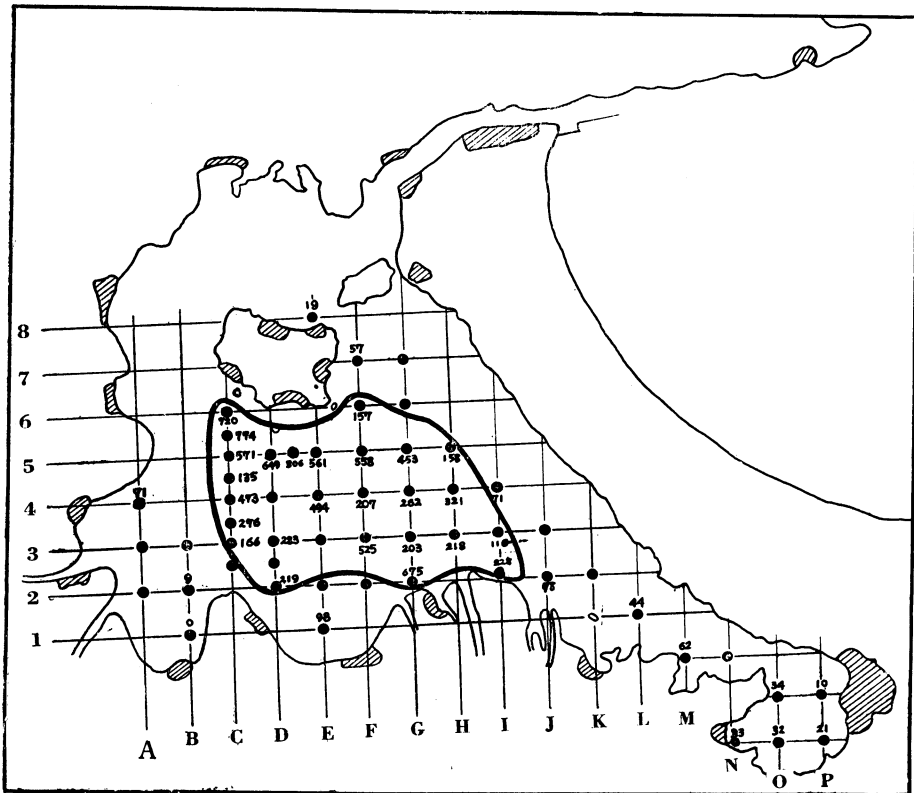
Numbers in the table should be multiplied by 10.

後、棕栲繩を採り上げて附着したサルボウの数及び大きさを調査した。即ち、棕栲繩は底から30cm 毎に切り、その中から平均と思われるところを3cm 宛2個切りとり、1つを調査用に他の1つを標本用とした。附着実数を

10倍して30cm 間の附着数とし、合計したも



Text-fig. 10. Attachment of spat by depths in "July set and September up."



Text-fig. 11. Map of the best area for collecting spat in "September set and October up."

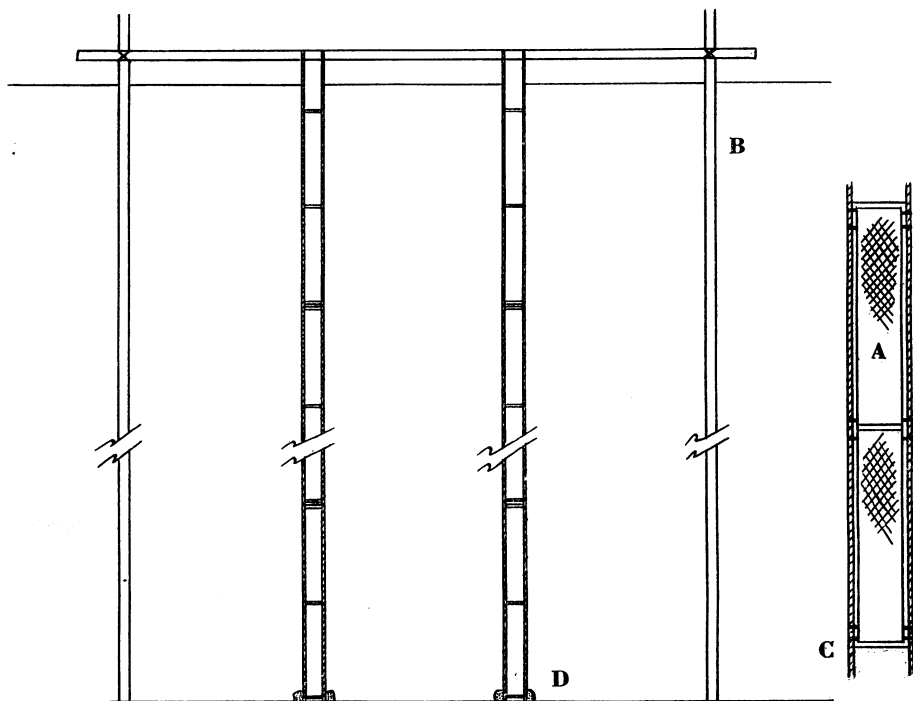
加し、東の方、弓ヶ浜・米子湾方面に多くなり、更に時期が移ると大根島寄りに増加することが判った。従来、種苗の産地として知られた亀島地先・弓ヶ浜寄りの所に、現在も仔虫が多く分布し、赤汐のため斃死して天然種苗として発育することはないが、人工採苗すれば多

量のサルボウの種苗を得られると考えられる。特に、7月19日に建て込み、10月5日に採り揚げた論田地先 G3 の竹、周 18cm、長さ 1.8m の間に、サルボウ 10,201粒附着し、その重量 3,712gr、容積 4,931cc を採取し、経済的にも充分採算可能なることが明かとなった。1,000粒以上附着する区域は 4,000h.a. に亘る広大なもので、時期的に多少の濃淡はあるが、何れも経済的に採苗区域として使用し得ることが判った。現在養殖場として使用している意東鼻・入江見通線以西の、親貝のいる区域での人工採苗は海況の異常のある特別な年を除いて、殆ど不可能で、仔虫は潮流により次第に東の方へ流れ、弓ヶ浜・米子湾方面に累積して、著しく濃密に分布することが普通であると考えられる。

(VI) 仔虫の垂直分布と稚貝の附着層

人工採苗するには採苗器を建設する深さを知る必要がある。水深によって稚貝の附着率がどの様に変化するかを1942年に調べた。場所は渡島の南方1.5kmの Station 4 と、意東部落と続島との中間 Station 7 の2地点である。

1. 調査の方法：—2枚のうすい板の間に、棕梠皮をはさみ、Text-fig. 12のように縁取りした枠で、幅 9cm、長さ 90cm の採苗用枠を作り、これを6枚、縄で連結して水面近く設置した梁から垂下した。その建設状況は Text-fig. 12 のようである。採苗器は1週間毎に2個建設し、1枚を2週間毎に、他の1つを4週間毎にとりあげて調査した。そして底から30cm 毎に切り、その面積 270cm² の中、サルボウの附着の平均の所 3cm² を2ヶ所切りと

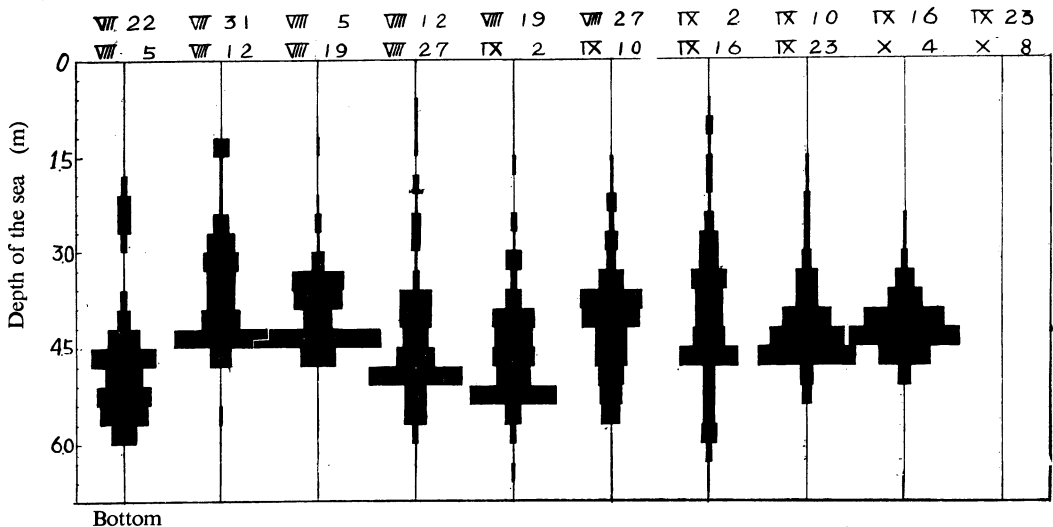


Text-fig. 12. The state of hanging collector for examination in Station 4.

A : Hemp-palm collector ; B : Bamboo pole ; C : Rope ; D : Stone weight.

Table 12. Number of spat attached to a hemp-palm collector at Station 4. (Multiply the numbers in the table by 30.)

Set day	July		August				September				October	
	22	31	5	12	19	27	2	10	16	23	4	
Up day	August				September				October			
	5	12	19	27	2	10	16	23	4	8	13	
Depth of the sea (m)	Total	87	76	413	632	571	684	501	782	308	0	0
	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.9	0	0	0	7	0	0	5	3	0	0	0
	1.2	0	0	1	5	0	0	7	1	0	0	0
	1.5	0	4	4	4	0	0	6	2	0	0	0
	1.8	0	1	0	0	4	8	12	6	0	0	0
	2.1	2	1	0	15	3	8	12	7	0	0	0
	2.4	3	1	3	6	3	19	5	12	0	0	0
	2.7	3	4	6	19	10	15	17	13	3	0	0
	3.0	1	6	4	17	7	26	31	15	1	0	0
	3.3	0	8	15	5	26	19	30	17	6	0	0
	3.6	0	7	66	14	9	57	58	52	20	0	0
	3.9	2	7	63	62	26	132	44	64	34	0	0
	4.2	3	9	38	65	77	121	45	116	76	0	0
	4.5	9	22	162	50	68	68	48	189	107	0	0
	4.8	17	5	47	73	65	65	88	234	48	0	0
	5.1	12	0	1	185	60	56	22	28	12	0	0
	5.4	15	0	1	42	154	49	20	23	1	0	0
	5.7	13	1	1	43	31	38	20	0	0	0	0
6.0	7	0	1	15	12	1	22	0	0	0	0	
6.3	0	0	0	2	2	1	9	0	0	0	0	
6.6	0	0	0	3	4	1	0	0	0	0	0	
6.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

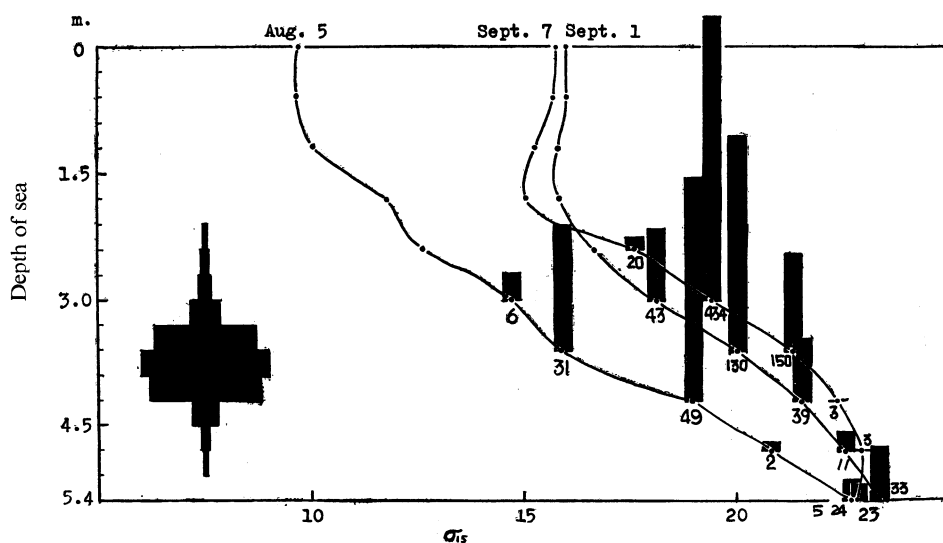


Text-fig. 13. Attachment of spat at Station 4 in summer, 1942: by depths.

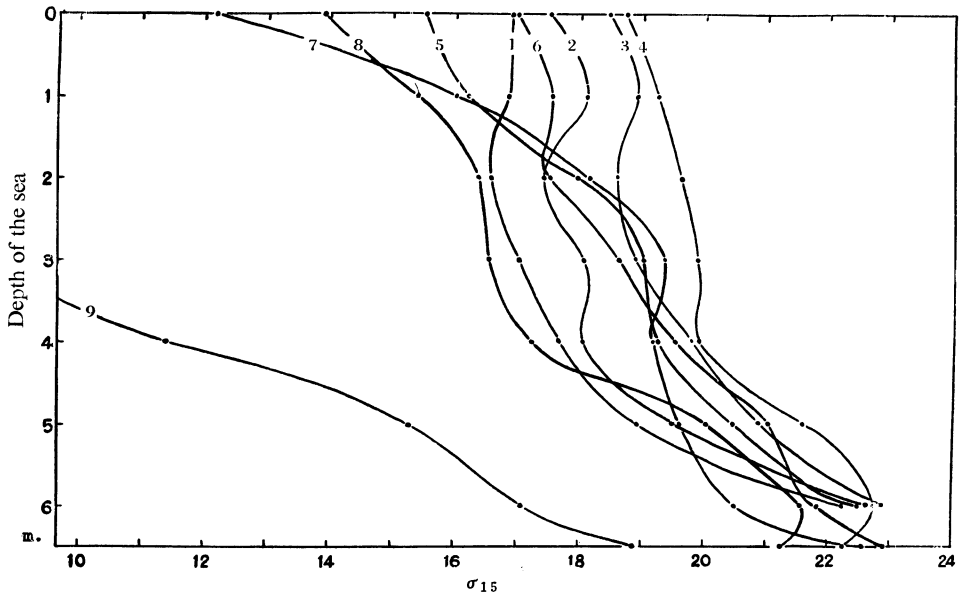
り、1つを計数用、他の1つを標本用とした。3cm²に切り取った棕櫚皮の両面に附着したサルボウの数と大きさを調査し、調査実数を30倍して、その水層の附着数とした。その調査した結果は Table 12, Text-fig. 13 の通りである。調査地点 Station 4 及び 7 の中、後者は

Table 13. Relation among spat attachment layer, swimming layer of larvae and σ_{15} of sea water.

Depth m	Jul. 29 set Aug. 17 up	Aug. 5		Sept. 1		Sept. 7	
	Attached spat	σ_{15}	Number of larvae	σ_{15}	Number of larvae	σ_{15}	Number of larvae
0.0	0	9.70	0	16.07	0	15.77	0
0.3	0	—	—	—	—	—	—
0.6	0	9.67	0	16.04	0	15.70	4
0.9	0	—	—	—	—	—	—
1.2	0	10.08	0	15.79	0	15.27	1
1.5	0	—	—	—	—	—	—
1.8	0	11.78	0	15.84	0	15.07	4
2.1	0	—	—	—	—	—	—
2.4	0	12.58	0	16.66	0	17.59	20
2.7	17	—	—	—	—	—	—
3.0	33	14.72	6	18.09	43	19.43	434
3.3	81	—	—	—	—	—	—
3.6	275	15.87	31	20.03	130	21.33	150
3.9	345	—	—	—	—	—	—
4.2	302	18.94	49	21.50	39	22.33	3
4.5	66	—	—	—	—	—	—
4.8	18	20.81	2	22.55	11	22.94	3
5.1	4	—	—	—	—	—	—
5.4	4	22.71	5	23.37	33	22.83	24



Text-fig. 14. Relation among spat attachment layer, swimming layer of larvae and σ_{15} of sea water.



Text-fig. 15. Vertical distribution of σ_{15} at Station 7 in summer, 1942: by 10-day periods.

Table 14. Mean water temperature and σ_{15} at Station 7 in summer, 1942.

10-day period			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Month			Early July	Middle July	Late July	Early Aug.	Middle Aug.	Late Aug.	Early Sept.	Middle Sept.	Late Sept.
Water temperature	Depth of sea	0	26.8	30.3	31.4	31.3	29.4	29.1	27.6	26.6	21.5
		1	26.8	30.3	31.4	31.3	29.4	29.2	27.8	27.1	21.6
		2	26.4	30.3	31.2	31.3	29.6	29.4	28.0	26.9	21.5
		3	26.3	29.9	30.8	31.2	29.6	29.3	28.0	27.1	21.9
		4	26.0	29.4	30.8	30.8	29.6	29.8	28.0	27.1	22.4
		5	25.3	28.7	29.7	30.2	30.0	30.3	28.0	27.7	23.3
		6	24.1	27.7	28.3	29.8	29.1	30.1	27.8	27.1	24.6
	Bottom	—	—	—	29.5	—	30.0	27.9	27.0	25.2	
σ_{15}	Depth of sea	0	16.91	17.51	18.43	18.72	15.49	16.97	12.17	13.93	4.77
		1	16.89	18.11	18.89	19.25	16.19	17.55	16.01	15.38	5.77
		2	16.56	17.42	18.60	19.65	17.96	17.48	18.15	16.37	6.20
		3	17.02	18.08	18.92	19.91	19.01	18.63	19.38	16.53	8.09
		4	17.67	18.08	19.82	19.93	19.27	19.47	19.24	17.24	11.41
		5	18.93	19.51	20.89	21.59	20.46	21.05	19.45	20.06	15.32
		6	22.23	22.63	22.88	22.74	22.56	21.82	20.49	21.58	17.10
	Bottom	—	—	—	22.24	—	22.88	22.57	21.25	18.87	

Table 及び Text-fig. を省略した。

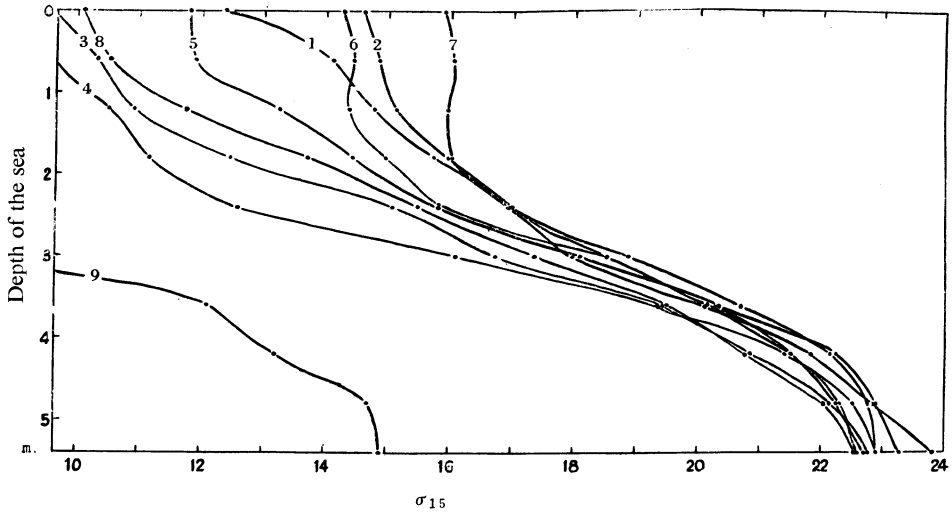
即ち, Station 4, 7月22日建, 8月5日採では4.5m から5.7m まで1.5m の間に全体の78%が附着しており, 7月31日建, 8月12日採では, 3.3m から4.5m までの1.5m の間に全体の77%が附着してゐる. 9月23日建, 10月8日採及び10月4日建, 10月13日採はどれも全く附着してない. このように, 附着の幅や水深が異なるのは何故であるかを, 1943年に調査した. 海底から60cm 毎に hand-pump で 30L の海水を汲みあげて, その中に含れる仔虫数を算え, 且, その水層の σ_{15} と対比して見た. すると, Table 15及び Text-fig. 16 に示す

Table 15. Mean water temperature and σ_{15} at Station 1 in summer, 1943.

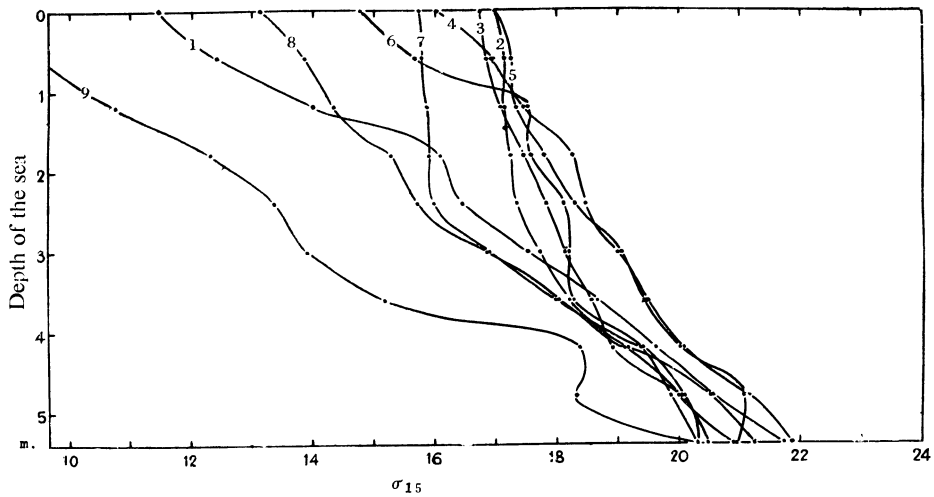
10-day period			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Month			Early July	Middle July	Late July	Early Aug.	Middle Aug.	Late Aug.	Early Sept.	Middle Sept.	Late Sept.
Water temperature	Depth of sea (m)	0	27.3	28.6	28.2	30.1	28.4	29.9	28.4	26.8	22.6
		0.6	27.2	28.7	28.0	29.7	28.6	29.8	28.5	27.1	22.0
		1.2	26.9	28.9	28.0	29.9	29.1	29.9	28.6	27.3	22.0
		1.8	26.3	28.8	28.0	30.0	29.1	30.1	28.6	27.7	22.2
		2.4	25.6	28.1	27.9	29.8	29.1	30.1	28.9	28.0	22.4
		3.0	25.0	27.2	27.8	28.8	29.0	29.6	29.1	28.2	23.1
		3.6	24.6	26.4	27.2	27.8	28.3	29.2	29.0	28.2	24.1
		4.2	24.0	25.0	26.8	27.0	27.4	28.5	28.6	28.0	24.6
		4.8	23.6	24.2	25.9	25.8	26.5	27.6	28.0	27.6	24.8
		5.4	23.0	24.0	24.9	25.4	26.3	27.2	27.4	27.3	25.2
σ_{15}	Depth of sea (m)	0	12.42	14.59	09.59	09.89	11.81	14.28	15.91	10.09	04.42
		0.6	14.10	14.84	10.31	09.95	11.90	14.42	16.03	10.51	04.36
		1.2	14.78	15.12	10.91	10.50	13.23	14.35	15.96	11.76	04.59
		1.8	15.72	15.95	12.45	11.17	14.42	14.96	16.00	13.69	04.81
		2.4	16.94	16.95	15.07	12.59	15.81	15.82	16.92	14.57	05.05
		3.0	17.97	18.89	16.72	16.10	18.10	18.53	18.56	17.38	07.58
		3.6	20.12	20.69	19.43	19.39	20.34	20.14	20.32	19.49	12.11
		4.2	21.82	22.15	20.83	21.41	22.25	21.51	21.53	20.81	13.20
		4.8	22.85	22.78	22.15	22.52	22.87	22.24	22.28	22.05	14.69
		5.4	23.82	22.90	22.77	22.89	23.28	22.76	22.63	22.52	14.89

Table 16. Mean water temperature and σ_{15} at Station 1 in 1944.

10-day period			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Month			Early July	Middle July	Late July	Early Aug.	Middle Aug.	Late Aug.	Early Sept.	Middle Sept.	Early Oct.
Water temperature	Depth of sea (m)	0	26.4	27.8	28.2	29.4	30.6	28.6	29.7	25.4	20.7
		0.6	26.5	27.8	28.1	29.5	30.6	28.6	29.2	25.6	20.6
		1.2	26.8	27.6	28.1	29.6	30.7	28.8	29.1	25.8	21.9
		1.8	26.7	27.6	28.2	29.8	30.6	28.9	29.0	25.9	22.0
		2.4	26.4	27.6	28.1	29.8	30.7	29.2	29.0	26.0	22.9
		3.0	26.1	27.4	28.1	29.7	30.2	29.2	29.2	26.2	23.2
		3.6	25.7	27.2	28.0	29.4	30.0	29.2	29.2	26.6	23.6
		4.2	25.5	26.8	27.9	28.9	29.7	29.3	29.1	27.1	24.5
		4.8	25.0	26.0	27.5	28.4	29.5	29.4	29.0	27.2	24.5
		5.2	24.9	25.8	27.4	28.4	29.4	29.4	28.6	27.4	24.9
σ_{15}	Depth of sea (m)	0	11.45	16.98	16.73	16.01	16.98	14.78	15.71	13.12	9.59
		0.6	12.41	17.14	16.85	16.93	17.25	15.63	15.76	13.85	9.58
		1.2	14.00	17.13	17.10	17.47	17.33	17.51	15.85	14.33	10.75
		1.8	16.10	17.23	17.47	18.27	17.80	17.56	15.88	15.27	12.31
		2.4	16.43	17.34	17.81	18.45	18.29	18.10	15.97	15.70	13.36
		3.0	17.51	17.72	18.13	19.00	19.02	18.18	16.87	16.86	13.90
		3.6	18.66	18.21	18.58	19.48	19.45	18.27	17.97	17.99	15.16
		4.2	19.61	19.16	18.93	20.10	20.04	19.38	19.12	19.39	18.38
		4.8	20.56	20.52	20.05	21.17	21.08	19.88	19.98	20.06	18.32
		5.2	21.74	21.22	20.46	21.85	20.94	20.28	20.91	20.28	20.31



Text-fig. 16. Vertical distribution of σ_{15} at Station 1 in summer, 1943: by 10-day periods.



Text-fig. 17. Vertical distribution of σ_{15} at Station 1 in summer, 1944: by 10-day periods.

ように、仔虫の游泳層は海水鹹度に支配されて、主として、 σ_{15} 20 を中心として 18 から 22 の範囲に浮游している。その時の稚貝の附着層も全くこれと相関を持っていて、7 月 30 日建、8 月 17 日採の棕櫚繩には Table 15 の如く、仔虫の游泳層と全く一致して稚貝が附着している。9 月の稚貝附着層も又仔虫の游泳層と全く一致している。その後、畑 (1946)、太田 (1948) もこの事実を確認している。

1942~1944年3ヶ年間の、中海の夏期の海況(隔日に、2尺(60cm)毎垂直的に、各水層の海水水温並に比重を観測した)を示せば、Tables 14~16, Text-figs. 15~17 の通りである。即ち、低気圧が度々来て降雨多き年は、外海水の侵入多く、底層の鹹度は高く、海水鹹度の躍層が顕著に現われ、サルボウが大発生して人工採苗に好適の海況を呈する。1943 年の海況はその好例である。之に反して、1944 年の海況は干天続きの高気圧の年で、降雨が

少いに係らず、外海水の侵入少いので、底層の鹹度は低く、海水鹹度の躍層の発達も少く、サルボウの発生少い上に、仔虫は垂直的に広く分布して、人工採苗に不適當の年であった。この3ヶ年の海況を対比して、極めて興味深いものがある。

(VII) 人 工 採 苗

中海では表層に淡い海水を湛え、底から高鹹度の海水が圧迫して、仔虫の好適な鹹度が狭い範囲になる程仔虫は狭い範囲に集る。この点、中海は採苗に最も恵れた条件を備えている。海況を観測して、毎年この σ_{15} と仔虫の游泳層との関係を調査し、最も確実な經濟的附着層の幅を75cmとして採苗器を作り、水深3.6~4.8mの間に於て適確に採苗することに成功している。

なお、8月に於ける採苗層と9月に於ける採苗層とは、底層の鹹度の上昇の程度に差があるので、採苗器垂下の水深が30~60cm異なる。

1. 採苗器の考案：一稚貝が多く集って附着する場所は物の凹んだ所である。即ち棕栢繩であれば、撚り合してできる凹所に多く集る。このことは附着が安定のためか、外敵生物より身を隠すためか、又は水の渦流が起きて餌料が多く集るためと解釈してよいか、その理由は詳かでないが、とにかく凹所に密集するという現象が認められる。棕栢皮に、特に良く附着することが判ったので、初め棕栢皮を幅3cm長さ15cmに切り、これをコールドール染藁繩1.5mの間に15cm間隔にはさんだものを5~6本束ねて垂下したところ、割合に良く採苗することができた。時局は資材及び労力の窮屈な時代であったので、次に筆者はワラマブシ式採苗器を考案し、これが産業的に用いられるようになった。即ち撚繩機を用い、極細荷造繩(直径0.5cm, 1玉7.5kg)を更に2子に撚繩する際、12cmに切った稲藁を挿入して瓶掃除のような形のものをつくった。この長さ1.8mのものを輪形にし、これを3本結束して1房の採苗器とした。このような採苗器を考案した狙いとする点は次のようであった。

1. 附着が良好で、外敵生物には網目によって保護されながら、渦流により餌料が多く運搬され、その上に附着が安定するもの。
2. 取投が便利で、輸送の場合、湿気を保有して、その上衝撃に耐え稚貝を保護するもの。
(春に採取される微小の天然種苗は、半分位稚貝が混入しているほうが湿り気を保有し、衝撃にも耐え、輸送の成績が良いといわれている)。
3. 原材料としての資材が豊富且安価で、中海の現地で容易に手に入るもの。

藁や藁繩はそのままでは腐敗して使用に耐えないので、その防腐にはコールドールを軽く塗布することによりその目的を達した。コールドールの附着した大量のワラマブシはその乾燥に相当の広い面積を要し、そのコールドールの蒸発瓦斯又は雨天の際流失した油は、附近の農作物に被害を与え、損害の補償をすることがしばしばである。漁夫は衣類を汚し、洗濯等に困却し、多量の採苗器の取扱には甚だ困却した。朝鮮事變の終息後、針金の価格も下落し、その上、籐の原料であるシダ繊維の輸入も増し、これらが容易に手に入るようになったので、更にシダマブシ式採苗器を考案した。最初、58房の採苗器を作り1952年夏、採苗試験した処、ワラマブシより2~3倍附着率がよく、値段も安く生産する見込が立つに至った。ただシダマブシはかさばり、輸送費を多く要するので、現地で製作出来るよう努力した結果、

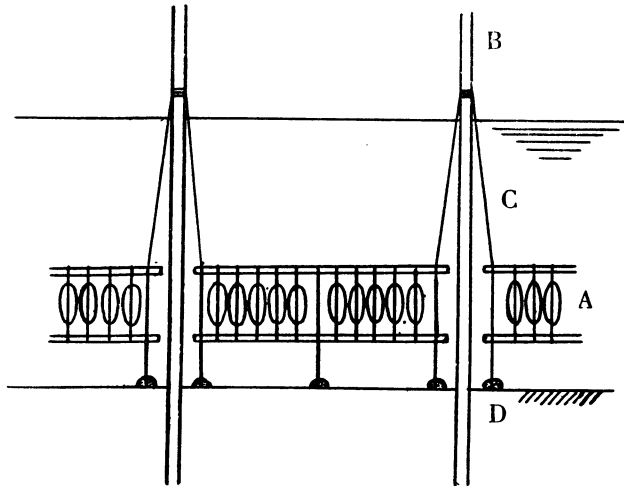
タワシ製造機を購入し、中海で多量に生産するようにした。即ちシダ繊維を12cmに切り、これを17~19番の亜鉛引鉄線2本の間に撚り合したものである。附着層の関係から、長さ75cm5本を結束して1房とする(Plate 2, Fig. 9 シダマブシ参照)。ワラマブシからシダマブシに変わってから、更に色々都合のよい点が現われた。これを列挙すると、次の通りである。

1. サルボウ仔虫の附着率が良くなった。ワラマブシに比して2~3倍附着率が良好で、長さ75cm5本1房で、5~10万粒採苗することができる。
2. ワラマブシのようにコールタール汚染の難がなく、軽量で取扱が容易となったので、仕事の能率が昇るようになった。
3. ワラマブシは乾燥しているのので、容易に沈まず、多量の沈子を要したが、シダマブシは針金の重量により直ちに沈み、海中で動揺しないよう僅かな沈子で、事が足りるようになった。
4. 軽量になったので、竹杭、沈子、藁縄等の資材が少なくて済み、資材の節約となった。
5. 軽量となったので、運搬費の節約となった。輸送用トラックに2倍の量を積み、附着率の上昇と共に、数倍の種苗を運搬することができる。

このように好成績のため、シダマブシ式採苗器は1954年より全面的に採用され、ワラマブシは僅かとなった。しかし、シダ繊維の輸入難から資材の不足を来した年には、やむなくワラマブシを相当量使用している。

なお、SCHUSTER, W. H. (1952)によると、Indonesiaの汽水区域Tambaksで養殖する*Chanos*のFry-larvaを採集する漁具“Lure-line”は全くシダマブシと同じ形のものである。

2. 採苗の方法:一産業的に人工採苗するには、海中に採苗棚を作り、これから前記採苗器を多数垂下して仔虫を附着せしめる。現在使用している採苗の状況はText-fig. 18の通りである。棚は竹杭(真竹又は孟宗竹長さ10m, 周24~27cm)を4.5m間隔に16本を1列に建て1棚とし、杭の間に、30cm間隔に採苗器10本を垂下した横竹(長さ3.9m, 周1.8cm)をつり下げる。棚の間隔は18mで、5棚毎に30mの船通しを開け、縦に棚と棚との間に



Text-fig. 18. The state of hanging "Shida-mabushi" collectors.

A: "Shida-mabushi" collector ; B: Bamboo pole ; C: Rope ; D: Stone weight.

180m の船通しを開ける。その 1 区劃の面積は 4 h.a. で採苗器 10房 × 15 × 5 = 750 房で占めている。採苗器を垂下する時期には予め海況観測を行い、その年の海水 σ_{15} の垂直的分布状態を調べ、更に成熟期仔虫の出現状態並に垂直的分布状態を調査し、附着層に適合する深さに垂下する。成熟期仔虫が多量に出現したなら、毎日試験的に採苗器を垂下し、前日垂下した採苗器をとりあげ、拡大鏡で附着の数量を調査する。附着数の急激な上昇が初ったなら、附着の山は 3~4 日で終るから、この期を失せず昼夜の別なく、1 斉に採苗器の建込をする。中海は夏期海軟風の影響強く、晴天ならば毎日 11 時から 17 時頃まで風波が高く、海上作業は困難である。それゆえ、朝夕の海面の静かな時か、夜間波静かな時に建込をする。

1 房当りの採苗数並に大きさの最近の状況を広島水試(1953)及び岡山水指(1953)により示すと Tables 17~18 の通りである。即ち、1952年10月4日広島県へ移殖のワラマブシの

Table 17. Size distribution of the spat on a "Wara-mabushi" collector immediately before transplantation to seed culture ground.

Mesh-size mm	8	7	6	5	4	3	2	1	1>	Total	Transplant
Number of spat	0	6	30	660	972	3,117	5,226	13,572	73,932	97,515	Oct. 4, 1952
Percentage	—	—	—	0.7	1.0	3.2	5.4	13.9	75.8	100%	

Source: Hiroshima Fisheries Experimental Station.

Table 18. Size distribution of the spat on a "Shida-mabushi" collector immediately before transplantation to seed culture ground.

Mesh-size mm	10	7	5	3	2	1	0.5	0.25	Total	Transplant
Number of spat	0	73	1,606	8,083	20,711	19,183	11,246	53	60,955	Oct. 3, 1953
Percentage	0	0.1	2.6	13.3	34.0	31.5	18.5	0.1	100%	
Number of spat	0	1,261	5,168	6,538	7,658	3,471	104	0	24,227	Nov. 10, 1953
Percentage	0	5.2	21.3	27.0	31.7	14.3	0.4	0	100%	

Source: Okayama Fisheries Experimental Station.

種苗は、殻幅 2mm 以下が 90% を占め、その附着数は平均 57,515 粒で、岡山水指調のものも同様の大きさで、附着数は $61,046 \pm 18,648$ 粒であった。岡山水指(1954)によると、1953 年 10 月 3 日移殖のものは、殻幅 1~3mm のものが、79% で、附着数は 60,955 粒であった。又 11 月 10 日移殖のものは殻幅、2~5mm のものが 80% で、附着数は 24,227 粒であった。1953 年 8 月 30 日建、10 月 27 日移殖の種苗 648 粒を測定し 1m.n 毎に 10 階級に別ち計算すると、殻長は 4.58 ± 1.73 mm で、2~6mm が 79%、殻高は 3.78 ± 1.59 mm であった。

(VIII) 種苗の育成

中海で人工採苗した種苗を、そのまま採苗場に置けば附着後 1 ヶ月で、殻長 2~3mm になり、3 ヶ月後には 5~10mm 成長し、11 月には脱落する。その時の大きさは殻長 10~15mm である。即ち、7 月下旬乃至 8 月上旬附着したものは 3 ヶ月後、11 月には脱落するが、9 月上旬乃至中旬に附着したものは、水温の低下のため成長が遅れ、4~5 ヶ月後、春先に脱落する。しかし採苗器からの脱落は風波等により、この大きさに達しない小型のものでも脱落する。しかし、このように地盤に落してしまつては、赤汐の被害や台風の虞があり、確実に豊富に種苗が得られないので、脱落しない以前に、安全な場所へ移して、保護する必要がある。

その方法は、殻長2~5mmの脱落する前に取りあげ、9月下旬乃至10月中旬、汽車や自動車
で安全な場所、主として、岡山・広島両県下へ移すのである。

1. 輸 送：一輸送は汽車の場合は鮮魚運搬用の有蓋貨車又は冷凍車を用い、15吨積貨車
に、1~1.5吨の氷を用いる。このように、氷を用いた場合、取揚後4~5日を要しても安全
で、時間的には、全国どこへでも輸送が可能である。岡山・広島等の近県は勿論、最近
は九州迄も貨物自動車により、取りあげ後直ちに積み込み、夜行で運び海に入れる。最
も早い場合は、朝とりあげて、夕方には海に入れることができる。自動車は取揚地から
移殖地まで、途中積み換える必要もなく運搬することができるので、経済的にも時間
的にも有利である。しかしながら、採苗器をバラ積すると運搬中に附着硅藻が発酵
して発熱し、風に吹かれて乾燥して、自ら足糸を切って、脱落する種苗が極めて多
い。大体60~70%が脱落する。広島水試(1953)によると、木箱に入れたものは、
バラ積みのものより脱落率は小さく、又自動車の後の方より、前の方のものが、
脱落率が少いのは、動揺が関係するためであろう。輸送の関係で、バラ積みにし
覆をして、貨物自動車で運搬するのが、普通であるがトラック1台でワラマブシは
700~800房、シダマブシは1,300~1,500房を運ぶ。その稚貝の数は大約2,000~
6,000万粒である。

2. 育 成 場 (苗 場)：—9月下旬から翌年3~4月までの間、稚貝を保護育成する場
所、即ち育成場(苗場)の撰定条件は次のようである。

1. 冬期比較的静穏で、西北の季節風の余り強烈でない場所。又台風時に風波の強く
当る所は避ける。
2. 干潮線から30~60cm位までの、大干潮時に干出する場所。又は大干潮時水深
30~60cmの所。
3. 底質砂泥地にして硬く、余り深く踏み込まず、軟くとも足のくるぶしを没せざ
る所。土壌の KMnO_4 消費量30mg/L以下の所で、腐植土の過多な所は避ける。
4. 潮流が比較的良く交換する所。大潮の上げ汐時に20m/min以上の流速のある
所。
5. 人家に近く管理に便利で、又地盤に落ちた種苗の採取に便利な所。

以上の条件を兼ね備えた水道又は島蔭のような所を良しとする。風波の難のない
静穏なところ、流れが相当にあることが最も必要な条件である。

3. 育 成 の 方 法：一育成の方法は、大干潮線附近に棚を作り、これに採苗器を架
けて養成するのである。普通、大干潮線附近に2mの竹杭を1.2m間隔に、地上70~
90cmを残して打ち込み、地上60~75cm位の所を横竹で連結して棚を作る。棚の長
さは15~18mで、棚間は2.7mである。即ち、1区劃0.5areで各区劃の間には、
4~5mの潮通しを付ければ理想的である。棚1.2mの間に、ワラマブシ採苗器は
3房、シダマブシ採苗器は5房を同じ間隔で掛け、その上を周15~18cmの真竹の
二つ割にしたもので押えて結着する。

運搬の衝撃により脱落した稚貝を、採苗器を垂下した附近の干潟に、 1m^2 1.5~3万粒
の厚蒔にして置けば、一夜の中に、附近の貝殻や小石に附着し又採苗器に再び附着
してしまう。この際、地盤より稍高いところへ這い上る性質があるので、採苗器は
なるべく海底に近く設置する方がよい。潮流及び風波の激しい所では、苗場の周
囲を、竹又は木の粗朶を高さ60cm位密に立て込んで、風波を静穏にするよう
に処置することが絶対に必要である。このように周囲を粗朶で囲うことは、種
苗の流失を防ぎ又他人や害敵生物の侵入することを防ぐから、管理のためにも
是非必要である。種苗は移殖後、非常に速かに成長して、大きいもの

から順次脱落し地上に下り、初めは地表に貝殻を露出しているが、次第に土中に潜入して成貝の生活に入る。10月移植したものは、翌年3~4月頃となれば大部分が採苗器から離脱して、土中生活に入り、殻長12~15mmとなり、濃密の所は30cm平方に1,200~1,500粒、普通500~600粒、重量1粒0.4gr、1L 2,000~3,000粒となる。1L切柵1,000~1,500粒の大きさ(殻長12.9~10.3mm)となれば、既に完全な種貝であるから、適時に数回間引くように取りあげて、本養殖場へ蒔き出しをする。この時の歩留は、中海から移植したものの約10~20%である。即ち、この間の歩減の原因は主として、自然死亡と魚類、蟹類の食害とによるもので、この歩減を如何に少なくするかが、今後残された課題である。

その被害を与えるものは主として次のものである。

キンクロハジロ	<i>Aythya fuligula</i>
スズカモ	<i>Aythya marila mariloides</i>
クロダイ	<i>Mylio macrocephalus</i>
スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>
ウナギ	<i>Anguilla japonica</i>
マダコ	<i>Octopus vulgare</i>
イイダコ	<i>Octopus ocellatus</i>
テナガダコ	<i>Octopus minor variabilis</i>
イシガニ	<i>Charybdis japonica</i>
ガザミ	<i>Portunus trituberculatus</i>
ヒシガニ	<i>Lambrus validus</i>
アカニシ	<i>Rapana thomasi</i>
レイシ	<i>Purpura bronni</i>
ゴマフダマ	<i>Natica maculosa</i>
ヒトデ	<i>Asterias amurensis versicolor</i>
イトマキヒトデ	<i>Asterina pectinifera</i>
サンショウウニ	<i>Temnopleurus toreumaticus</i>

1943年秋、採苗器を籠(0.2m² 縦45cm、横60cm、深さ75cm、1.5cm目の竹籠で囲んだもの)の中へ収容して、保護した試験によると、4月26日に、1L切柵2,181粒のもの、最大10.3L、最小5.8L、平均6.9Lを得た。即ち、0.2m²の籠から5~7L、総数15,000粒の種苗が完全に養成された。

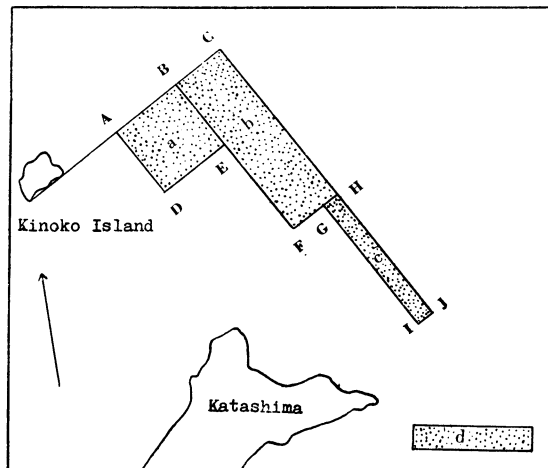
1L切柵1,650粒位、殻長の10mmの種苗を1are9万粒位の割合で、本田に蒔付して養殖すると、1ケ年の後殻長32mmの大きさに成長し、販売する大きさとなる。このときの歩留は30~40%である。1L盛柵70粒以上の大きさを販売に供すると、残り半数は翌年、1~2月頃、発生後満2年半、殻長42mm(盛柵1L40粒)となり、全部販売することができる。成長の速な場合は、大部分を1ケ年で採り上げ、資金の運転を早くする。最近は大部分1ケ年養殖の上採取し、次年度には採り残しのものが約2割、3年貝として採取される。1~3月採取のものは、農産罐詰工場の原料不足の時期に当るので、加工原料として歓迎され、味付罐詰として製造されている。

(IX) 人工採取種苗の養殖例

1. 1951年採取種苗の養殖成績：一笠岡市神島内 漁業協同組合では、1951年7月29日～31日に、ワラマブシ採苗器2,126房を中海荒島村地先、水深5.4～6m のところに建込んで採苗した。そして、9月27日及び10月1日に、2,080房をとりあげ(亡失46房, 2.6%)貨物自動車4台で輸送し、岡山県下の自己漁場に移殖した。又、この自己採苗の外に、地元漁業組合が採苗したもの、681房を購入して移殖した。自己採苗分1房当り88・41円、購入分113・41円であった。第1回輸送はトラック2台で行ったが、9月28日着の採苗器1,000房から540L、2,550千粒の稚貝が脱落した。第2回、10月2日着はトラック2台で、採苗器1,080房から810L、3,735千粒の稚貝が脱落した。第3回10月14日着購入分は、トラック1台581房で、脱落稚貝810L、2,925千粒であった。1房当り、夫々2,550粒、3,458粒、4,570粒で、時期がおくれる程種苗は大きくなり、脱落量も多くなる。

中間育成場は横島の瀬戸、弁天島、片島の小高丸、州の丸の前、州の丸の後、汐早、下浦及び西浦の8ヶ所で、脱落稚貝は特に、潮流の早い風波の難の少ない、下浦、西浦及び汐早へ地蒔して育成した。他の採苗器は大潮及び小潮の干潮線間の干潟に、地盤から60cm位の架棚を作り、これに密に架けて育成した。架棚は25mのもの4棚宛、横島の水産研究所前及び弁天島に建設し、その後、密なる所を間引して、購入種苗を含めて片島へ場所を拡張して育成した。

種苗は育成して大きくなったものから、順次とりあげて本養殖場へ蒔出した。その数量はTable 19の通り、合計27,074Lで、その粒数は33,867千粒と計算された。蒔付まで総計



Text-fig. 19. Culture ground for raising artificial seeds from spat collected in 1951.

Line of unobstructed view.

A. B. C : South of Kinoko and Shōgahana of Katashima.

C. H. J : Chūgokuya of Seto and Tenjinyama.

F. G. H : End of Nishiura and a pine-tree of Kotakamaru.

B. E. F : Top of Mt. Myōjin and a west telegraph pole of Seto.

G. I : First telegraph pole of Seto and last pole.

Culture ground area.

a : 333 ares ; b : 583 ares ; c : 130 ares ; d : 150 ares.

Table 19. Culture of artificial seeds from the spat collected in 1951.

Culture ground	Number of collectors	Cultured seeds (L)	Size of seeds no. per 1.8 L	Number of cultured seeds	Number of seeds per collector
Seto	638	6,516	2,950	9,588,900	15,077
Bentenjima	678	7,220	2,950	9,757,400	14,391
Kotakamaru	610	1,800	2,800	2,806,000	4,600
Sunomaruato	156	900	2,300	1,154,000	7,397
Sunomarumae	681	5,382	2,100	6,323,200	9,285
Siohaya	⊕	918	2,500	472,000	⊕1,660,000 = 360L
Nishiura	⊕	2,808	2,050	1,875,800	⊕4,625,000 = 990L
Shimoura	⊕	1,530	2,800	1,890,000	⊕2,925,000 = 810L
Total	2,761	27,074		33,867,290	

Remarks: ⊕ Spat detached from collectors during transport.

Table 20. Growth of artificial seeds raised from spat collected in 1951.

Culture ground			East of Kinoko	Toishibana
Date				
1952	Apr.	26	2,370	2,300
"	May	28	1,470	1,420
"	July	24	724	1,290
"	June	24	330	780
"	Aug.	20	190	320
"	Sept.	7	152	210
"	Oct.	24	137	168
"	Nov.	23	110	140
"	Dec.	22	108	132
1953	Jan.	12	124	135

Remarks: Number of seeds per 1.8L ("Kiri-masu").

515,237円を要し、1,000粒当たり15・20円に相当する。養殖場は Text-fig.19の通りで、木の子養殖場1,050 ares, 砥石鼻養殖場 150 ares 合計12 h. a. である。その成長は Table 20 に示すように、極めて順調で、1952年11月15日、試験的に29貫を採取し、本格的には Table 21 の通り12月18日より翌年5月1日まで、53回人員966人で29,193貫をとりあげた。その収支は Table 22 に示す通り、本養殖場蒔付終了までの経費467,440円 (a + b) に対して、収入は1,710,015円で、取揚諸費・剝身

費及び技術員給 (c + d + e) を引き去り、純益225,028円を得た。しかし、本年は蒔付稀薄の感あり、成貝取揚に困難して残留貝あり、撰別して小型のもの、1,192貫を再び養殖場へ戻したので、約10%2,900貫の残留貝があるものと予想された。これを翌1953年に於て取揚したところ、延人員218人で、5,087.6貫、279,818円の収入を加えることができた。即ち、第1年目の取揚量の約20%が残留貝として、第2年目に採取されたのである。そのため、純益は439,446円となり、採苗器2,761房から合計33,088.6貫を取り揚げたことになる。1房当り11貫984匁を取り揚げて、159円の収入を得たのである。養殖面積は木の子東及び砥石鼻の両養殖場、合計12 h.a. で、第1年目に、29,193貫を取り揚げたから、10 ares 当り243貫275匁、12,164円 (貫当り50円替) の収入である。

2. 1952年採取種苗の養殖成績：—1952年には採苗器の投入を7月25日に初め、9月11日まで8回に亘り、約1万房を採苗した。その詳細は島根水試中海分場(1952)によると、浮游仔虫出現の山は7月中旬、8月上旬、下旬、9月上・中旬の4回現われ、特に9月上・中旬に最も濃密に出現した。9月20日には Full-grown stage の仔虫が最も多く、5mの垂直曳1回で

Table 21. Harvest of marketable size clam during 1952-53 from the spat collected in 1951.
Unit: Kan (=3.75kg)

Date	Number of persons	Maximum Kan	Average Kan	Variation (\pm) Kan	Harvest Kan
Nov. 15	1	29.0	29.0	—	29.0
Dec. 18	10	56.4	29.6	9.16	296.0
" 22	16	89.5	48.2	12.91	771.8
" 26	10	57.3	36.8	8.07	367.9
" 27	11	81.0	50.6	10.22	557.5
" 30	15	128.5	52.7	21.63	790.6
Jan. 3	8	54.7	39.3	9.78	314.2
" 5	20	87.0	61.5	17.80	1,229.2
" 9	17	60.8	30.3	10.56	515.0
" 11	19	84.1	56.9	13.10	1,080.2
" 18	18	72.2	48.7	12.85	877.2
" 21	16	90.1	40.2	14.10	642.9
" 23	17	59.7	38.5	12.00	654.2
" 25	20	94.6	40.0	13.85	800.8
" 26	19	49.1	33.3	7.55	633.4
" 31	9	60.0	28.3	14.76	254.5
Feb. 1	37	78.5	35.3	14.29	1,306.9
" 2	33	60.3	30.9	10.91	1,018.1
" 3	40	49.9	20.5	10.89	818.9
" 4	42	—	35.3	—	1,483.8
" 5	42	—	40.9	—	1,717.2
" 18	37	41.0	22.8	6.40	849.1
" 19	36	38.7	22.4	7.32	805.1
" 20	31	45.5	23.9	7.86	742.3
" 23	14	29.5	16.0	6.76	224.2
" 24	49	—	44.7	—	2,189.9
" 28	22	38.4	19.1	7.36	420.2
Mar. 2	19	32.6	20.0	6.46	380.2
" 3	14	27.4	17.9	7.44	250.4
" 4	15	33.8	18.6	7.15	279.6
" 5	11	32.7	23.3	5.81	256.0
" 6	16	32.8	20.2	5.86	323.6
" 7	25	61.8	31.7	9.01	792.9
" 8	22	26.7	15.2	5.97	335.4
" 10	10	36.4	27.2	3.92	272.0
" 11	9	23.5	13.9	6.29	125.2
" 12	6	14.8	11.6	2.27	69.6
" 13	7	26.1	19.1	—	133.9
" 16	13	19.1	11.5	4.09	150.0
" 17	16	20.0	9.7	—	155.2
" 18	22	22.3	11.4	—	246.7
" 19	10	19.1	13.1	—	130.9
" 20	4	18.5	13.4	—	53.5
" 21	14	16.2	8.6	—	120.6
" 22	8	14.0	8.3	—	66.6
" 23	12	19.8	12.7	—	152.7
" 24	9	20.3	12.4	—	111.6
" 25	5	15.2	11.8	—	59.2
" 31	6	—	4.4	—	26.3
Apr. 2	15	—	9.0	—	134.6
" 3	6	—	32.2	—	193.4
" 4	6	—	14.0	—	84.1
" 6	10	—	46.8	—	468.3
" 8	14	—	35.4	—	495.5
" 9	22	—	45.6	—	979.8
May 1	11	—	38.1	—	42.0
Unknown	—	—	—	—	535.3
Total	966	—	—	—	29,193.2

Table 22. Balance sheet of income and expenditure in culturing the spat collected in 1951 to marketable size clam.

Division	Amount of money (Yen)	Remarks
I. Expenditure	1,484,987	(100%)
a. Cost of collecting spat	328,174	(22.1%)
Materials of spat collecting	85,770	Straw bamboo and coal tar
Wages for employees	46,080	Manufacturing collectors, their setting and hawling-up
Charterage	24,650	Transport of materials, construction and hawling-up of collectors
Warehouse charges, etc.	10,661	
Cost of purchasing spat	77,300	Cost of purchasing additional spat
Travelling expenses and sundries	11,743	
Fishing charge	5,000	
Freight	66,970	4 auto-trucks, etc.
b. Cost of culture	139,266	(9.4%)
Materials	12,630	Bamboo and rope
Wages for employees and charterage	95,720	
Expenses of travelling and communication	21,826	
Cost of implements	9,090	
c. Harvesting cost	640,377	(63.1%)
Cost of watching	5,000	
Wages for harvesting	544,537	
Cost of implements	3,190	
Cost of acknowledgement	87,650	
d. Cost of processing	280,870	(18.9%)
Cost of shucking	192,580	
Cost of fuel	63,300	
Cost of receptacles	21,175	
Hire of implements	3,815	
e. Salary of technicians and watching cost	96,300	(5.8%)
II. Total income	1,710,015	
Sales of intact clam	42,495	864 Kan (intact clam)
Sales of shucked clam	1,667,520	5,351 Kan (clam meat)
III. Clear profit	225,028	
(Additional profit from left-over clam	214,418)	

595個を算えるに至った。従って附着も極めて良好で、岡山県水指(1953)によれば調査18房の中、最低34,065粒、最高119,556粒、平均66,027粒附着し極めて好成績であった。採苗器の取揚げ及び輸送は9月29日、30日、10月2、5、7、18日及び25日の7回に亘り、総計9,166房を移殖した。この内訳は自己採苗が3,928房、地元組合採苗5,238房である。今年から中海赤貝種苗組合と共同経営により、移殖後の養殖を担当することとなり、今後、種苗を充分確保することが出来るようになった。

種苗の育成場は弁天、片島の州の前、汐早、西浦、鳶の巣、景浦及び金敷の7ヶ所で、12月

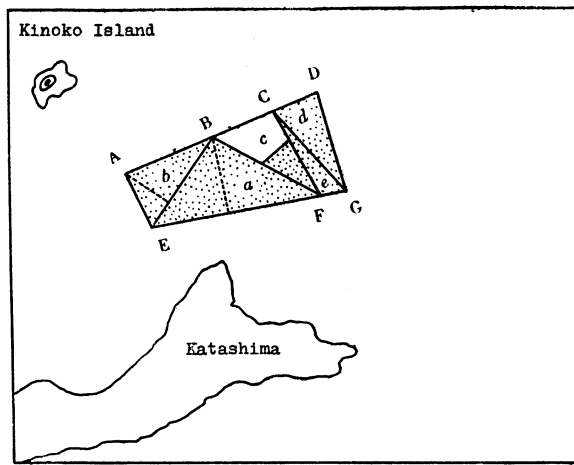
Table 23. Culture of artificial seeds from spat collected in 1952.

Date of harvesting	Culture ground	Size of seeds (no. per 1.8L)	Amount of harvest (×1.8L)	Number of cultured seeds (×1,000)	Date of harvesting	Culture ground	Size of seeds (no. per 1.8L)	Amount of harvest (×1.8L)	Number of cultured seeds (×1,000)
Dec. 20	A	4,500	1,100	4,950	Jul. 2	B	600	400	240
" 21	A	"	400	1,800	" 3	"	650	340	221
" 22	A	"	10	45	" "	"	1,000	190	191
" 29	E	3,600	400	1,440	" 4	"	650	340	221
" 30	A,D	1,700	900	1,530	" 5	"	"	400	260
Jan. 1	D, E	2,660	500	1,330	" 6	"	600	300	180
" 7	C	6,000	70	420	" "	"	700	130	91
" 11	B	1,100	430	473	" 7	F	900	340	306
" 13	B, D	1,900	700	930	" 8	B	600	400	240
" 20	B	2,840	100	284	" "	C	550	450	28
Mar. 3	A, B	2,800	210	588	" 9	B	"	250	138
" 4	B	2,880	278	800	" "	D	510	100	51
" 5	B	2,800	167	450	" "	A	470	250	※118
" 6	A, D	4,000	198	790	" 10	B	550	240	132
" 7	A	"	62	248	" "	D	510	"	122
" 17	C, D	4,300	253	1,088	" "	A	520	110	※ 57
" 18	B, C	4,600	126	578	" 11	B	550	150	83
" 19	"	4,000	223	929	" "	D	510	400	204
" 20	"	10,000	48	408	" "	A	490	224	※110
" 27	E	"	141	1,411	" 12	B	550	150	83
" 30	"	8,500	287	2,420	" "	A	510	210	107
Apr. 12	A, E	7,200	268	1,460	" "	"	470	115	※ 54
" 13	"	6,500	485	3,154	" 13	B	600	60	36
" 14	A, D, E	4,600	281	1,230	" "	D	510	300	153
" 15	"	"	739	3,400	" 17	"	410	350	144
" 26	B	2,400	1,300	3,120	" 18	"	525	220	116
" 27	B, E	3,700	850	1,765	" 20	B	410	250	103
" 28	A	1,500	700	1,050	" 22	"	430	390	168
May 14	A, B	"	1,100	1,370	" 23	"	400	350	140
Jun. 23	B	530	350	186	" "	G	500	100	50
" 24	"	1,000	150	150	" 24	B	430	350	151
" "	"	530	300	159	" 25	F	670	270	181
" 25	"	650	470	306	" 26	B	350	100	35
" 26	"	"	400	260	" "	B, D	420	200	84
" 27	"	50	250	163	" 27	"	"	390	164
" 28	"	650	340	221	" 28	"	380	320	122
" 29	"	"	370	231	" 29	B	"	240	91
" 30	"	"	420	273	" 30	"	"	400	152
Total								24,843	46,486

Remarks: A: Benten B: Shiohaya.
 C: Sunomae D: Tobinosu.
 E: Nishiura F: Kageura.
 G: Kanashiki

※ Transplanted to Furue adult culture ground;
 all other seeds to Kinokoshima-higashi culture ground.

20日より翌年7月30日まで、Table 23 のように、248・431石を取り揚げ、その蒔出粒数は46,486千粒と計算された。その蒔付場所はText-fig. 20の通り、片島東方に781ares, 古江地先14ares, 合計795aresである。本田蒔付後のサルボウの成長は極めて順調で、Table 24の通り、前年より成長速かで、6月末に、1升切柵600粒のものが、11月23日の調査では、片島で131粒、古江で113粒となり、12月30日には前者は122粒、後者は105粒となり、驚く



Text-fig. 20. Culture ground for raising artificial seeds from spat collected in 1952.

Line of unobstructed view.

A. B. C. D : End of Kamenokubi and end of Shiogahana.

A. E : Two pine-trees of Nishiura and shrine-entrance of Katashima.

D. G : End of Myōjin and a telegraph pole of Seto.

G. E : North of Yokoshima and end of Shiogahana.

Culture ground area.

a : 333 ares ; b : 152 ares ; c : 80 ares ; d : 141 ares ; e : 75 ares ;

Total : 781 ares.

Table 24. Growth of artificial seeds raised from spat collected in 1952.

Date (1953)	Culture ground	Kinokoshima	Furue
Mar. 6		4,000	
Jul. 9		600	470
// 25		405	380
Aug. 24		305	230
Sept. 22		210	175
Oct. 27		175	150
Nov. 23		131	113
Dec. 30		122	105

Remarks: Number of seeds per 1.8L ("Kiri-masu").

程成長良好であった。

取揚は昨年の採取日当, 平均 600 円を標準として, 採取量が多くても賃金は甚しく多くなならないような係数を算出して発表し, 採取能力差による賃金の差を少なくする等, 採取に対して改善を行った。また中海で使用される桁網を導入して採取を初めたこともその一つである。即ち, 中海からソリコ舟3隻と漁夫3人とを傭入れ, 桁網による採取方法を組合員に教え, 従来の貝鋤簾のように, 干潮時だけしか取揚が出来ない不便をなくし, 養殖場を沖合へ拡張して深所を利用する準備をした, 桁網によるサル

ボウの採取は貝鋤簾より遥かに能率的で, 貝鋤簾で採取した跡の残り少ない漁場に, 後さらえとしてこれを使用し, 1日1隻平均75貫のサルボウを採取することが出来た。

取揚は12月17日に試験的に19貫を揚げ, 18日より本格的採取を行い, Table 25 の通り, 4月5日までに67回1,166人で68,832貫を取揚げた。そして12車(30,500貫)を島根県に殻付のまま移出版売し, 35,843貫を剥身し, 主として, 罐詰会社へ販売した。その収支の内訳は神島内漁業協同組合の報告によると Tables 28 及び 29 の通り, 蒔時までの費用986,126円を投資して, 4,436,124円の収入を挙げ採取賃その他の支出総計2,450,139円を引き去り

1,985,985 円の純益を挙げた。剝身加工処理による利益 277,063 円を加えると、実に、2,263,048 円の利益を挙げる好成績を納めた。10 ares 当りの生産は昨年より成績よく、866 貫55,824円と云う驚異的好成績を示した。

古江養殖場は大型種苗であったことと、養殖期間の短いため成績稍悪く、その詳細は次の通りである。即ち Table 25※印に見るように、7月9日から12日までの4日間に、弁天育成場から、1升520~470粒の大型種苗、6・985石(概数338,265粒)を取揚げて蒔付した。7ヶ月の後、翌年2月10日より21日まで6回に人員34人で、942・9貫を取り揚げた。1升500匁として18・86石を採取したこととなり、1升120粒と計算すると、226,320粒となり、歩留67%となる。10 ares 当りに計算すると709貫である。(Tables 20 及び 24の成長度は切柵の粒数、取揚げは盛柵の粒数で計算。商習慣による)

Table 28 及び Table 29は本組合の累年養殖成績を総括したものであるが、これを検討すると、この事業の成績に就て示唆に富む色々な問題を窺うことが出来るだろう。即ち、移殖房数が増加するに従い、1房当りの取揚粒数が少なくなり、また収穫貫数が少なくなって来る傾向が見られる点である。このことは海苔、牡蛎其他養殖場に於て屢々見られる現象であって、漁場の生産力としての余力があるかどうか、放養総量をどの程度に止むべきか、漁場

Table 25. Harvest of marketable size clam during 1953-54 from the spat collected in 1952.

Date	Number of persons	Harvested weight (Kan)	Date	Number of persons	Harvested weight (Kan)
Dec. 17	1	19.0	Feb. 1	15	639.1
" 18	12	356.6	" 3	10	515.4
" 19	11	941.2	" 7	12	520.8
" 21	18	2,230.8	" 8	13	504.8
" 22	21	3,140.4	" 9	18	787.9
" 23	11	1,920.8	" 10	25	1,351.5
" 25	22	2,306.7	" 11	31	1,060.2
" 26	10	735.6	" 12	29	956.7
" 27	18	2,252.8	" 13	3	175.4
" 28	19	1,649.5	" 14	3	186.3
" 29	20	1,629.9	" 15	3	139.6
			" 16	4	56.8
Jan. 4	14	1,362.1	" 17	19	776.8
" 6	10	856.5	" 18	23	724.2
" 7	10	837.7	" 19	28	742.8
" 8	23	2,517.2	" 20	26	638.3
" 9	25	3,073.9	" 21	20	441.8
" 10	30	2,548.0	" 22	19	488.7
" 11	3	203.8	" 23	19	591.4
" 12	31	1,568.0	" 24	19	577.2
" 13	17	1,302.0	" 25	19	506.7
" 14	35	2,701.7	" 26	19	369.5
" 15	4	297.9	" 27	15	252.5
" 16	3	231.1	" 28	7	300.5
" 18	3	257.4			
" 19	27	4,087.0	Mar. 1	16	193.7
" 20	32	3,198.9	" 2	19	324.0
" 21	23	1,707.9	" 3	19	211.9
" 22	33	2,548.7	" 4	16	194.2
" 23	34	1,548.7	" 6	11	127.4
" 24	36	1,113.1	" 7	12	102.0
" 26	10	506.1	" 8	12	158.3
" 27	31	2,146.0			
" 30	10	342.6	Apr. 4	16	480.3
" 31	24	1,408.2	" 5	15	187.4
			Total	1,166	68,832.3

Table 26. Income and expenditure in culturing the spat collected in 1952 to marketable size clam.

Division	Amount of money (Yen)	Remarks
1. Expenditure	2,450,139	
Costs of collecting spat and culture	986,126	
Harvesting cost	749,258	
Carriage and packing charges	300,299	
Charterage and salary	260,799	
Miscellany	153,657	
2. Income	4,436,124	
Sales of intact clam	2,477,100	To Shimane Pref. 30,500 Kan
"	23,134	Local 381 "
"	1,935,890	For shucking 35,198 "
3. Clear profit	1,985,985	

Table 27. Income and expenditure of shucking in 1953.

Division	Amount of Money (Yen)	Remarks
1. Expenditure	2,578,062	
Clam cultured by the Co-operative	1,935,890	Intact clam 35,198 Kan
Clam purchased from others	35,480	" 645 Kan
Wages of shucking	290,565	
Fuel	113,873	
Carriage implements and brokerage	57,979	
Salary and hire of implements	101,275	
Miscellany	43,000	
2. Total income	2,855,125	Meat weight: 22.6% of intact clam
3. Clear profit	277,063	

Table 28. Comparative table of collected spat and cultured seeds in consecutive years.

Year of spat collecting	Number of collectors	Number of collected spat per collector	Total number of collected spat ($\times 1,000$)	Volume of cultured seeds (Koku)	Total number of cultured seeds ($\times 1,000$)	Number of cultured seeds per collector
1950	1,131	15,000	16,965	49.95	15,254	13,487
1951	2,761	20,000	55,220	150.45	33,867	12,270
1952	9,166	15,000	137,490	248.43	46,486	5,072
1953	15,115	31,000	466,364	1,280.75	377,580	24,980
1954	23,953	2,740	65,660	649.33	65,786	2,746
1955	17,226	17,000	292,842	488.26	28,865	1,676
1956	14,833	33,560	507,795	689.20	230,199	15,519

1 Koku = 180 L.

Table 29. Comparative table of harvested weight and gross receipts in consecutive years.

Year of spat collecting	Weight of harvested clam (Kan)	Gross receipts (Yen)	Weight of harvested clam per collector (Kan)	Weight of clam left over (estimated) (Kan)	Area of culture ground (Tsubo)	Remarks
1950	17,660	959,825	19.0	2,900	6,000	New shells
1951	33,088	1,431,636	11.6	8,400	40,000	New 29,193 Kan Old 3,895 //
1952	68,832	4,506,125	14.4	80,000	23,840	New shells
1953	99,331	3,644,635	7.7	100,000	113,646	New 36,000 Kan Old 63,331 //
1954	268,863	8,380,087	18.9	100,000	28,250	New 188,863 // Old 80,000 //
1955	273,564	11,836,450	7.5	100,000	10,910	New 19,000 // Old 254,564 //
1956	207,572	6,631,106	13.3	100,000	88,300	New 98,000 // Old 77,800 // // 31,772 //

1 Tsubo = 3.306m²

の老廃を如何にして防ぐかは今後の研究問題であろう。

(X) サルボウの養殖に関する今後の問題

以上、サルボウの養殖について、主として、中海の種苗を使った例を中心として、これを一応集約的に行うことが出来ることを述べた。しかし、この養殖を各地の沿岸に広く、普及させるためには、今後なお調査・研究せねばならぬ面を多く残している。次にこれらの点を要約して述べよう。

1. 採苗に関して: 一現在、採苗を大規模に実施している水域は中海のみであり従来、各地でサルボウの人工採苗を試みているが、成功した例は甚だ少ない。最近、佐賀水試有明海分場(1952~55)、山口内海水試(1959)、岡山水試(1959, 未刊)、大阪水試(1959)によると、中海以外の瀬戸内海及び九州有明海に於てサルボウの人工採苗が成功して、経済的に可能なことが示唆されたが、このような地域が東京湾その他にも求められると思われる。現在はサルボウの養殖種苗は中海産のもののみで賄ない得るとしても、養殖が広く行われるようになるとき、果してその需要に応じ得るかどうかという問題と関連して、この点の調査が行われることが望まれる。

一方、中海でも人工採苗を今よりもっと確実に行うことができるように、また、採苗数を従来より一層増加させるために、技術的に、又経営上、多くの配慮が払われねばならぬだろう。採苗場所の拡張や、単位面積当りの水面におかれる採苗器の限度についての調査もその一例である。中海では根拠地である意東(東出雲町)から遠くはなるが、仔虫の分布が多い東の方へ採苗場を拡張すべきであろう。また、1954年には6万房の採苗に対して約330haの面積を使用した。柵の間隔18m、50柵毎に90mの汐通し、180mの船通しというような、疎開採苗が必要かどうか。勿論、汐通し、船通しを広く開けることは、潮流の疎通を良くし、種苗の附着を平均化することを目的として行われたのであるが、別に採苗器の設置によって、これに蝸集する、ボラ・クロダイ・スズキ・ウナギ等の魚類を漁獲する罟刺網・延縄

等の漁業に対する配慮もあつただろう。ただ、この採苗器の密度がこの水域に適當のものであるかが今後の問題として残される。

2. 中間育成に関して：一種苗を移植して後、養殖場に蒔付けるまでの間には、かなりの歩減がある。移植成績が挙げられぬ場合には、この歩減が関係していることが多いようである。広島水試(1953~54)、岡山水指(1953~54)によっても、殻長2mm以下の微小稚貝を移植した場合には歩減が甚しいことが判る。移植は時期的に、稚貝が3mm以上に成長した9月下旬~10月下旬の頃、行われるのが適當と考えられるのであるが、中間育成技術については、移植地の環境と関連して更に充分な研究が望まれる。なお、今後の対策の一つとして、中海の外海水の疎通の良い、赤汐に影響されぬ地域が相当あるから、これらの地域で中間育成を行い、育成種苗として移出することが考えられる。

3. 養殖適地に関して：一岡山水試(1922~28)、愛知水試(1926~31)、佐賀水試(1951)大阪水試(1959)によって、報告されているように、サルボウの自然棲息地は全国的にかなり広い範囲に亘っていると考えられる。棲息量が稀でない水域では、種苗の移植を行う可能性が一応考えられるけれども、この点を的確に判断することは今のところ難しい。現在、岡山県下で養殖場として、成績を挙げている処は嘗ての調査(浅海適地調査)でサルボウの棲息が確認されていた処であるが、移植成績の良、不良は環境条件の判定のみでなく、移植方法、移植後の管理等の如何によって左右されるので、これだけの資料では判定の基礎にはならない。

従来、各地でサルボウの移植試験が行われたことは、次の各県水産試験場の報告書に見ることができるが、その試験結果は余り香しいものではない。愛知(1926~29; 1938~40)、静岡(1926~29)、宮城(1927~28)、秋田(1922)、福井(1924~25; 1930)、岡山(1926~38)、広島(1923~24)、山口(1902~03)、徳島(1904~08; 1926~27)、大分(1932~33)、熊本(1936~37)、北海道(1936~37)、東京(1929~32)、富山(1932~34)、福岡(1935~36)、長崎(1912)、鹿児島(1938)、石川(1920)、京都(1922)。従来サルボウの移植については、少くとも次の2つの考え方がある。1つは藤森(1929)が試みたように、移植種苗を母貝として、その自然繁殖を想定して行う場合であり、他は養成を目的として種苗を移植する場合である。前者の場合も、後者の多くの場合と同様、成功した例を聞かない。前者と後者の場合とでは、それに必要な条件が必ずしも一致しないであろうが、いずれにしても、移植適地の認定のために単に主観又は経験による見当ではなく、必要な予備知識を持つことが必要である。

4. 養殖場の沖への拡張に関して：一従来サルボウの養殖場は大干潮線附近から3~4mの浅海で行われていたが、本文で述べたように、これを沖方に拡張することができる。この場合、他漁業との関係は別問題として、採取コストの問題は漁具を従来の長柄の貝鋤簾から桁曳に転換させることで解決できる。従前の比較的浅い場所と、沖合の深い場所とで生産量(貝の成長・歩留り)がどのように違うかは今後の研究課題となろう。また、従来浅い場所が環境上、不適當であっても沖方の深い場所に適地が求められる場合もあろう。このような点に留意する必要がある。

5. 管理に関して：一従来、サルボウの種苗を移植して、養殖成績の不良の場合は、養殖適地の撰定を誤ったのを別として、その管理の不充分の場合が極めて多い。移植事業が補助金等の援助で行われる場合は特に、その管理がおろそかになり、放任されている場合が多

い。その管理に熱意を起させる一つの方法として、貝の成長を測定させて興味を起させることである。筆者はこの方法を勧めて管理の成績を挙げている。即ち、養殖場の各地から毎月、貝を採取して、1升罎又は茶碗等の特定の容器に切罎で測り、その容器内の貝の数を算えて記録させる。Tables 20及び24のように、時期が移るに従い、その数は少なくなり、1升切罎120~130粒になれば、販売に供せられる大きさとなる。特に、春から夏にかけては、その成長が速かで、4月中旬1升切罎3,000粒のサルボウが5月に1,500粒、6月に750粒、7月に350粒というように、急激に数が減る。歩減を度外視すれば、それだけ、海に放養されているサルボウが増量している訳で、当業者にはその利益が単純に明かとなるからである。素人にはこのような簡単な測定方法により貝類養殖の興味を起させ、管理に力を入れる様指導する必要がある。

6. 共同経営に関して：一従前の例によると、島根県側の業者が種苗を提供して、岡山・広島・佐賀の諸県の業者が養殖を担当し、生産したサルボウの水揚高を5:5又は6:4に歩合分けして、経営が行われている。この場合養殖成績が良い時には、種苗提供側に有利となり、成績が悪い時には反対に不利となる傾向がある。養殖成績の如何によって、利益配分が合理的であるかどうかが問題なのである。歩合は初めの契約によって、話合で決められる場合が多いけれども、養殖成績が安定すればともかく、養殖場の環境によって、それが区々であるので支障が起きる。将来サルボウの養殖が全国的に普及すると、この経営様式がそのまま続くかどうかは疑問であるが、共同経営はそれが、種苗提供業者と養殖業者の相互の理解の上に行われるならば、今のところ、サルボウ養殖技術の進歩の上にも、又その普及の上にも合理的な一型式であると考えられる。

(XI) 二枚貝人工採苗の理論とその応用

二枚貝の人工採苗は前述したように、浮游仔虫の形態並に生態を明かにし、特に、その成熟仔虫の出現時期と附着層とを詳かにすることが必要である。二枚貝の成熟仔虫はその附着に対して、生態的に共通の性質を持っているので、貝類人工採苗の理論は、次の3段階に要約することが出来る。

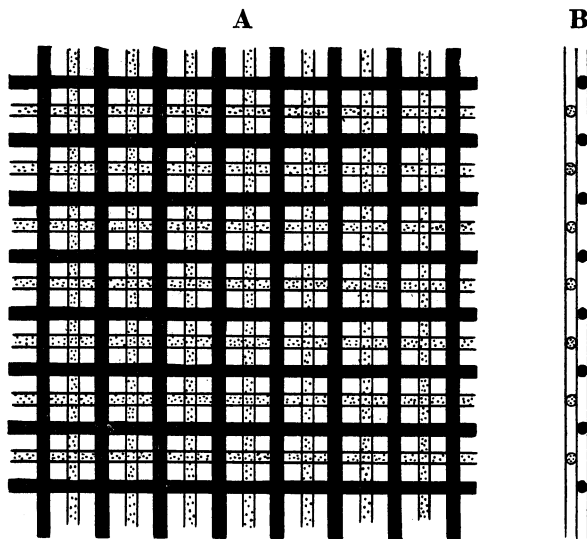
1. 採苗器は流れの疎通の良い水路が生ずる様に配置し、仔虫が採苗器に速かに辿り着くようにする。
2. 仔虫は採苗器の表面の凹所又は凸所の陰（一種の凹所）に、撰択附着する性質があるから、採苗器は仔虫の好む大きさの凹所の多いものを用いる。
3. 附着した仔虫が稚貝に成長するまでの間、他の動物の食害に依り、歩減するから、生残率が高くなるよう保護育成する。

以上の点を更に詳細に説明すると、次の通りである。

1. 附着時期に達した成熟仔虫は、足を出して游泳するようになる(Plate 3, fig. 15 参照)。これら仔虫を硝子水槽に飼育して、よく観察すると、足を左右に大きく動かして、恰も附着物を探しているが如き動作をしながら游泳する。足には無数の繊毛がはえていて、これが一種の感覚器官で、水路の流水中で、波動又は流れの緩急を感知して、自らの游泳力に加えて、足を舵とし、流れを利用して水路の縁辺の附着物に、速かに辿り着く。それゆえ、採苗器を柵立てて、流れの緩急が生ずるように配置すれば、仔虫が採苗器に辿り着く上に於

て極めて有効な手段となる。このことは、各地の牡蛎採苗場に於て、経験的に採苗上有効な手段であることを知り、一般に流れを阻害しないよう、水路を設けて採苗器を設置して、採苗成績を挙げている。しかし新しい漁場又は筏で採苗する場合は、未だこの理論を知らず、潮の疎通を阻害し、乱雑に採苗器を設置している現場を見ることがある。これらは流を妨げないよう採苗器の設置配列に注意し、有効に採苗できるようにしなければならない。

- 仔虫は採苗器に辿り着いた後、附着物の上を足を以て匍匐前進しながら、自分の附着する最良の場所を探し廻り、若し適当な所がなければ、離れて泳ぎ、再び次の場所に於て、同様に這いながら慎重に附着場所を探す (Plate 3, fig. 16 参照)。採苗器を海中につけて、24 時間経って取り揚げ、附着間もない牡蛎仔虫の附着している場所を、詳細に観察すると、仔虫が附着している場所は必ず凹所である (Plate 3, fig. 18 参照)。一般に貝類仔虫が自ら撰んで附着する場所は、凹所又は凸所の陰 (一種の凹所) であって、貝類仔虫ばかりでなく *Balanus* の cypris も同様である。これら仔虫又は幼虫が凹所を撰んで附着するということは附着動物に共通の性質のようである。附着間もない牡蛎仔虫の附着している凹所を、paraffin で型をとり、micrometer で測定した結果は深さ 0.4~1.8 mm, 幅 1.2~4 mm である。仔虫が附着に際して、凹所を撰ぶ理由については、光線の関係か、渦流に依って餌料が集る関係か、外敵から身を護る為か、明かでないが、凹所は物陰で安静であることが附着行為を行うに便利である為と考えられる。牡蛎や帆立貝の採苗器として賞用される板屋貝、赤皿貝、帆立貝、又アコヤガイの採苗に賞用される杉の葉などは、かかる凹所が多いのに依るのであろう。それゆえ人工採苗器にはその表面に、このような大きさの凹所又は凹所の出来る凸所を作る必要がある。その最も理想的の形として、細目のモヂアミを 2 枚又は 3 枚、上下左右、半目每ずらしてミシン縫いした Text-fig. 19 に示す様な重ね網式採苗器を考案した。之を採苗器として用いる時は網目毎に凹所が出来て、2 枚合せの場合は反対側の網の裏側に多数の仔虫の附着を見る。このことは Plate 3, figs. 19, 20



Text-fig. 21. Double-net collector.

A : Ground plane ; B : Side view.

- に示す様に、帆立貝（木下，1958試験）、赤皿貝（小寺，1958試験）、サルボウ（日下部，1957～59試験）、ホトトギスガイ（日下部，1958～59試験）、アコヤガイ（太田1958）の採苗試験に於て実証され、之がアコヤガイの採苗に用いられ実用の段階に這入るに至っている。サルボウ採苗の1例を示すと、ビニロン糸4本撚り網目4mmのモヂアミ2枚合せて10cm平方に殻長4～5mmの稚貝2,263粒（1米平方226,300粒）の附着を見た。仔虫は動揺する不安定の採苗器には附着を嫌う性質があるので、この重ね網式採苗器を用いる場合、海中で甚しく動揺しないよう重石をつけ、流れに平行に設置する注意が必要である。
3. 仔虫は採苗器に附着後、急速に成長し母貝と同じ炭酸石灰を含む固い丈夫な殻を分泌する。しかしその成長過程に於て、自然に死亡し、又は他の動物（魚類、蟹類）の餌となり、被害を受け歩減りする。斃死や食害を防ぎ生残率を高くすることは、人工採苗上最も必要なことである。即ち他動物の食害を防止するような構造又は手段は、人工採苗上育成ということが必要な所以である。稚貝は養殖種苗として適当の大きさまで育成し、初めて運搬移植に際して歩減りの少ない、丈夫な養殖に適する商業的種苗になるのである。サルボウの人工採苗に於てシダマブシ採苗器が好成績を納めているのは、附着材として良いばかりでなく、仔虫の集積するような構造であり、これが又、網目のような役目をして外敵生物の食害を防ぎ、保護育成の効果があるためと解される。重ね網式採苗器では網目毎に多数の凹所を構成して、良き採苗器であるばかりでなく、網目で外敵生物の食害を防ぎ、保護するという働があり育成を兼ねた採苗器である点に特長がある。そのために一層顕著に採苗の成績を発揮するものと考えられる。

(XII) SUMMARY

(1) INTRODUCTION

(i) During the last war, propagation of ark shell (*Anadara subcrenata* (LISCHKE)) culture was planned as a part of the national program for increasing food production. The plan consisted in exploiting those potential culture grounds for this clam which were found in various parts of the country by planting them with the seed clam collected by artificial methods. Since methods of collecting ark shell seed on a large scale had not been known by that time, national research fund was defrayed in 1942 for the development of such methods. And I was engaged in this project as the researcher in charge.

(ii) This paper presents the results of the research carried out under this project, together with the results of the studies which I have done thereafter. I wish to extend my sincere gratitude to Mr. S. FUJIMORI, Dr. K. UCHIDA, Dr. M. TAUCHI, Dr. T. HANAOKA and Dr. Y. ÔSHIMA for their kind advice, and to Mr. F. MIZUNO, Mr. M. KAWAJIRI, Mr. K. TANAKA, Mr. H. TOKUNAGA and the late Mr. K. HATA who were engaged in the research with me.

(2) ECOLOGICAL STUDIES

(i) The ark shell, called "sarubo" or "mogai" in Japanese, is a bivalve inhabiting the bottom of calm bays and is widely distributed along the coasts of our country. Its annual production amounts to about 18,000 metric tons, and its principal production

centers are Tôkyô Bay, Ôsaka Bay, Kasaoka Bay, Ariake Bay and the Nakanoumi.

(ii) This clam usually inhabits those shallow waters of a well-protected bay which are comparatively calm and whose bottom is composed of mud or sandy mud. It lives best in the depths of 1 to 7 m and buries itself shallow in the bottom, attaching itself to the sand or sandy mud by its byssus. The optimum range of specific gravity (σ_{15}) of sea water is from about 18 to about 22.

(iii) The breeding season is between early July and middle September, with the peak from middle July to the end of August. The spawning begins when the water temperature on the bottom rises to about 25°C, and reaches its peak at about 27°C. The spawning occurs with the rapid rise of water temperature one to three days before the spring tide, so that, we can forecast its occurrence.

(iv) The development of this species was traced by artificial fertilization. Spawning was induced artificially. The egg is 50 to 60 μ in diameter and the spermatozoon, 36 to 38 μ in total length. At 26–27°C, the larval shell is completed and a larva becomes a D-form veliger in 16 to 17 hours after fertilization; one week after, the larva attains the umbo stage, when the shell becomes yellow; two weeks after fertilization, the larva becomes a full-grown veliger 280 to 300 μ in length and 200 to 220 μ in height, and is ready to settle. The shell has such a characteristic appearance at this stage, being very long, yellow in color, inflated in the umbonal region, and thick and robust, that we can easily distinguish a full-grown veliger of this species from those of other clams.

(v) The full-grown veliger creeps over the surface of a substratum by extending and contracting its foot until it finds a suitable spot, where it attaches itself with the byssus which it secretes. Upon settlement the larva becomes the young. The shell that is secreted thereafter differs from the prodissoconch, being greyish-white and composed mainly of calcium carbonate like the shell of the adult. The radiating ribs characteristic of the shell of this species become distinct when the shell attains a length of about 4mm, and about 30 of them are recognizable on a shell reaching a length of about 1 mm.

(vi) At the shell lengths of 10 to 15 mm, i. e., 3 to 6 months after settlement, the young detaches itself from the substratum and creeps into the bottom of the sea, where it lives for the rest of the life. Even after it has crept into the bottom mud, it attaches itself to such solid material as sand grains by means of its byssus.

(vii) According to the measurements made on alternate days after attachment, the shell length reaches 0.8mm in ten days, 1.6mm in twenty days, 2.5mm in thirty days, 3mm in forty days, 3.5mm in fifty days and 4mm in sixty days. The best season for the growth is May and June, when water temperature ranges from 18° to 23°C. The shell length reaches 23mm at the age of one year, 32mm at one and a half year, 37mm at two years, 42mm at two and a half years and 46mm at three years.

(3) THE HYDROLOGICAL PROPERTIES OF THE NAKANOUMI

(i) The Nakanoumi is a lagoon enclosed by the Shimane Peninsula and the Yumigahama Peninsula, measuring 8.5km in circumference and 152 km² in area. Two islands, Daikon-jima and E-jima, are in the northern part of it. It communicates

with the sea (Miho Bay) by a channel called Nakae-seto which is 200 to 400 m in width, 7 km in length and 7 m in depth. It is shallow with the average water depth of 4.6 m: it is not deeper than 2 m in its one-fourth, and is 2 to 8 m deep in the other three-fourths. Three rivers, namely, the Ôhashi, the Iu and the Iinashi, pour into it in all seasons. The exchange of water with the outside is seldom effected by the tide, but is influenced chiefly by the atmospheric pressure and the direction and velocity of the wind, because the range of tide is very small (less than 30 cm) in the Japan Sea. In winter, when the water level of the Japan Sea falls because of high atmospheric pressure, the fresh water of Lake Shinji flows into the lagoon to lower the salinity of its surface layer. In summer, atmospheric pressure is low and sea level rises in the Japan Sea, from which the sea water of high salinity flows into the bottom of the Nakanoumi to form a sharp discontinuity of salinity at the depths of 3.6 to 4.8 m. Since water is shallow, it sometimes occurs after a heavy storm that the upper and the lower layer of water intermingle to make the salinity uniform throughout the depths. The water temperature is much influenced by the air temperature: it is 2° to 5°C in the surface and 3° to 5°C on the bottom in winter (January and February), and is 28° to 30°C at all depths in summer (August). The specific gravity of the water (σ_{15}) is 10 to 15 in the surface and 20 to 23 on the bottom both in summer and in winter. In June and July salinity rises in spite of much rainfall, owing to the influx of the sea water of high salinity. In a droughty year salinity is low in spite of little precipitation, because the high atmospheric pressure which prevails in such a year lowers the sea level and prompts the fresh water to flow down from Lake Shinji.

(ii) The water of the Nakanoumi contains twice or thrice as much silicate and nitrate as that of Tôkyô Bay. The concentration of silicate ranges from 5 to 10 mg/L, and that of nitrate from 600 to more than 900 mg/m³. Soluble organic matter is present in the concentrations over 5 mg/L. Thus the Nakanoumi has the properties of an eutrophic lake. Consequently, planktonic diatoms are comparatively abundant; the species represented are those which are common in shallow seas, and belong to such genera as *Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Coscinodiscus*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Pleurosigma*, etc. It is not seldom that red tide is caused by the heavy growth of dinoflagellates or other planktonic organisms. There has been tendency that fine drifted sand deposits in the strait of Nakaeseto. Though a long embankment has been built in order to protect the entrance of Sakai-minato (the harbor situated in the strait) from being blocked by depositing sand, deposition of sand proceeds at such a rate that the harbor entrance has become shallower year by year and the inflow of sea water into the Nakanoumi has been hindered increasingly. As a result, the trend for the Nakanoumi to become brackish has been accelerated in recent years, and the plankton community has been changing correspondingly.

(iii) The bottom consists, in the main, of more or less blackish soft mud, rich in humus and mingled by dead shells. It is so soft that one can easily thrust a bamboo-pole to a depth of several feet. The mud is greyish blue underneath, and is overlain by a thin, blackish brown layer. Generally, it becomes increasingly blackish toward the shore.

Mud is more blackened in Yonago Bay than in other parts of the lagoon. In summer, the water of the bottom layer contains little, and in some places no, oxygen.

(iv) The famous "red tide" is brought about when the plankton organisms which have been nourished by the nutrient-rich sea water multiply into great numbers owing to the high summer temperatures. Death of these organisms, coupled with the rapid decomposition of humus due to high temperatures, produces a water mass devoid of dissolved oxygen. When this water mass moves about, it kills benthic animals and occasions heavy damage not only to the ark shell on culture grounds but also to such aquatic resources as eel, sea bass (*Lateolabrax*), octopus, blue crab, etc. The red tide that I witnessed in the middle of August, 1942 was caused by the heavy growth of *Ceratium tripos*. Red tide usually originates in Yonago Bay. Since the aforementioned embankment was constructed, red tide has been occurring more frequently in the Nakanoumi than before, because the exchange of water with the open sea has been more limited.

(4) SEASON OF OCCURRENCE OF ARK SHELL LARVAE

If one attempts to collect the ark shell spat by artificial method, he should first find out in what season the free-swimming larvae of this species occur, and thus become able to foresee the time suitable for spat collection. Observations were therefore conducted at Station 1 in the center of Ara-shima Bay (water depth 5.5m) in the summer of 1943.

The observation covered the period from July 10 to September 30, 1943. During the period the plankton was collected every other day with both the plankton net and the hand pump. The plankton net was hauled vertically from the bottom to the surface three times and the catches were combined. In the collection with the hand pump, 30 L of water was drawn up from different depths of the water column at 60 cm intervals and filtered through a plankton net to recover plankton. The plankton samples were fixed in 4% formalin. After taken back to the laboratory, each sample was stirred gently, the diatoms that floated up were discarded, the material settling on the bottom of the vessel was transferred onto a ruled counting plate, and the ark shell larvae of umbo and full-grown stages were counted. The results indicated that there were two major peaks of the occurrence of the ark shell larvae: the concentration of larvae reached a maximum during August 4-7, gradually decreased thereafter, and attained another maximum during September 5-7.

(5) HORIZONTAL DISTRIBUTION OF ARK SHELL LARVAE

For the purpose of investigating the horizontal distribution of ark shell larvae, the Nakanoumi was divided into series of squares like a chess-board. The dividing lines were 1,090m apart. Itohana was designated the base point, and the line passing this and Nyûkô Village on the island of Daikon-jima, the base line. At each crossing of the dividing lines a bamboo-pole was set up, from which a "test rope" (i.e., a rope of hemp palm 5 mm in diameter) was suspended with a brick attached to its lower end as a sinker. After one or two months, the test rope was taken up and the number and size of the attaching ark shell spat were examined in the following manner. The rope

was cut off at every 30 cm starting from its lower end. Within each 30 cm section a portion showing the average spat attachment was selected, and two 3-cm pieces were cut off from this portion, one for examination and the other for preservation as the specimen. The spat attaching to the 3-cm piece were counted and their number was multiplied by 10 to obtain the number of spat attaching to the 30 cm section. The latter was added up to give the number of spat attaching to an entire test rope. It was assumed that artificial spat collection can be conducted with profit in those waters where more than 1,000 spat attach to a test rope. Examination of the test ropes hung in July and taken up in August showed that such waters lay near Ara-shima and covered an area of 600 ha. The test ropes hung in July and taken up in September indicated that such waters lay south by east of Daikon-jima (bounded by the lines connecting Kame-shima, E-jima, Hanyu and Ronde) and in Yonago Bay, covering an area of 1,500 ha. Those hung in August and taken up in September indicated that the waters suitable for profitable spat collection extended from the line passing Tsuzuki-jima and the mouth of Iinashi River eastwards to Yumigahama and also in Yonago Bay, a total area of 2,000 ha. The test ropes hung in September and taken up in October showed that such waters measured 3,000 ha in area and covered all over the central part of the Nakanoumi (between the line passing Kame-shima and E-jima and the line passing Itohana and Nyûkô).

Putting these data together, ark shell larvae were densely distributed chiefly in Ara-shima Bay in the earlier part of the season; with the progress of the season, they became more abundant and the center of their distribution were shifted eastwards to be found along Yumigahama and in Yonago Bay; as the season advanced further, they were found in abundance near Daikon-jima. The data indicated also that spat collection could have been conducted profitably over an area of 4,000 ha. It was indicated by these findings that the ark shell larvae of advanced stages were not abundant in the west of the Itohana—Nyûkô line where the adult of this species were relatively abundant (this part of the Nakanoumi is now utilized as the culture ground of adult ark shell), and that the larvae were carried by tidal currents and accumulated in high densities in the vicinity of Yumigahama and in Yonago Bay where the parent stock was scarce.

(6) RELATION BETWEEN VERTICAL DISTRIBUTION OF LARVAE AND ATTACHMENT LAYER OF SPAT

One can not collect spat successfully without knowing the proper depth at which his spat collectors are to be placed. In the summer of 1942 we investigated into how the attachment of ark shell spat varies according to the depth. The investigation took place at St. 4, 1.5 km south of Watari-jima, and at St. 7, halfway between Ito Village and Tsuzuki-jima.

The spat collector employed in this investigation was a series of six oblong screens of hemp palm fibre connected lengthwise. Each screen consisted of a sheet of hemp palm fibres stretched on a wooden frame 3 cm thick and measuring 9 × 90 cm inside.

Two collectors were hung in the sea every week, one being taken up after two weeks and the other after four weeks. When taken up, the collector was cut off at 30 cm in-

tervals starting from its lower end, and two 3×3 cm portions showing average spat attachment were cut off from each 30cm section, one for examination and the other for preservation. The number and size of the spat attaching to either side of a 3×3 cm piece were examined, and the former was multiplied by 30 to obtain the number of the spat attaching to the 30 cm section (Text-fig. 12).

This investigation revealed that in the collector suspended during July 22-August 5, 78% of the spat were concentrated within the 1.5m wide zone corresponding to water depths 4.5-5.7m, while 77% of the attaching spat were concentrated within the 1.5m wide zone corresponding to water depths 3.3-4.5m in the collector suspended during July 31-August 12 (Text-fig. 13).

In 1943 we investigated into why the width and level of the attachment zone vary like this. 30 L of sea water were drawn up with a hand pump from different depths of the water column at 60cm intervals, the number of the ark shell larvae contained in the water was determined, and this was correlated to the specific gravity (σ_{15}) of the sea water. The results indicated that the ark shell larvae of advanced stages mostly occurred in the layer of the specific gravities of about 1.020 within the range of 1.018-1.022, and that the level of such water layer perfectly coincided with the level of the zone of concentrated attachment observed on the spat collector (Text-fig. 14).

If atmospheric pressure is relatively low and it is rainy in the summer, relatively large volume of sea water flows into the Nakanoumi, where a marked discontinuous layer of salinity is developed. In such a year (e.g., 1943) the ark shell larvae are concentrated within a narrow zone, and, consequently, artificial spat collection is very successful. On the contrary, if it is dry in the summer with high atmospheric pressures, discontinuous layer of salinity does not develop and salinity remains low in the Nakanoumi. In such a year (e.g., 1944) artificial spat collection is not very successful (Text-figs. 16~17).

(7) ARTIFICIAL COLLECTING OF SPAT

In the Nakanoumi the upper layer is occupied by much diluted sea water, and the saline sea water of the bottom pushes upwards against it, creating inbetween a zone with salinities suited to ark shell larvae. The narrower is this zone, the more densely are the larvae concentrated within it.

After the aforementioned investigations were carried out, it became a practice to locate the discontinuous layer of salinity prior to the spat collecting season, to forecast the probable depth of the attachment zone of spat from the vertical distribution of specific gravity, and to set out the spat collectors in conformity with such information. This practice almost eliminated the chances of failure, and made it possible to collect the spat with economic profit. In the succeeding years the relationship between the swimming layer of larvae and the vertical distribution of specific gravity was further investigated, and it was found that, from practical point of view, the width of the attachment zone may be regarded as 75 cm. The spat collector 75 cm in length was therefore designed. The collector of this type, suspended at the depths of 3.6-4.8 m, has ever since been used very successfully.

(8) NEW TYPES OF SPAT COLLECTOR

- (i) The ark shell larva swims about moving its foot and searching for an attachment

surface. When it arrives at an attachment surface, the presence of which it detects from the changes in current velocity, it crawls over it and attaches itself to a safe spot. The larvae tend to attach collectively to the hollows of a surface, for example, the furrows between the strands of a rope. The reason why they preferably attach to hollows is not clearly understood. Some of the tentative explanations are that attachment may be securer in the hollows than on other parts of a surface, that in a hollow the larvae may be hidden better from enemies, or that food particles may be gathered near the hollows owing to eddy currents.

Taking advantage of the tendency for the spat to gather in hollows, I devised the spat collector of Wara-mabushi type, which were made of rice straw, the easily obtainable material. This collector was put into practical use. It consisted of a two-stranded rice straw rope bearing the "bristles", 6 cm long, of rice straw around it. This bristled rope, reminiscent of a bottle brush without a handle, was prepared by placing pieces of rice straw cut to 12 cm between and across the entire lengths of two fine rice straw ropes when the latter were twisted together into a rope with a rope-making machine. The bristled rope was cut into the pieces 1.8 m long, and each piece was looped. Three loops were tied together to make up a "bunch" and used as a collector. The collectors were stained with coal tar before use, in order to prevent their decay in the sea. However, a large number of collectors coated with wet coal tar proved to be a problem, because they required a large space for drying and were very embarrassing to handle.

In order to remove this difficulty, I devised the collector of Shida-mabushi type. It was of the same structure as its predecessor, the Wara-mabushi collector, but was made of # 19 galvanized wires and 12 cm long palm fibres instead of rice straw strands and 12 cm long rice straw. The advantages of this collector are:

- (a) It collects twice or thrice as many spat as the Wara-mabushi collector.
- (b) It is light and convenient for handling.
- (c) It sinks in the water when a small sinker is attached. As the weight of the collector including the sinker is small, supporting material such as piles and rope is much saved.
- (d) As it is light, the shipping cost of spat is cut down. As an example, 1,500 collectors ("bunches") attached by 60 million spat were transported from Shimane Prefecture to Okayama Prefecture on a single truck.

(ii) Method of spat collection

Bamboo poles 10 m long are set up 4.5 m apart in the spat collecting area, and a cross piece, which is a bamboo pole about 4 m long and to which ten bunches of Shida-mabushi collectors have been fastened at equal intervals, is suspended horizontally from and between two neighboring poles with ropes.

The collectors are lowered to the depth which has been determined in advance by examining the vertical distribution of the specific gravity of sea water as well as that of the ark shell larvae of advanced stages.

At the beginning of the season, a few collectors are suspended every day for trials; they are taken up on the next day and the number of the attaching spat is examined. Once the attaching spat rapidly increase in number, all the collectors are set out as

quickly as possible; the work is continued day and night, since the peak of attachment lasts for only 3 or 4 days. The collectors with which spat were collected in the summer of 1953 were attached by an average of 97,515 spat per collector. 90% of the spat were below 2 mm in shell length, when they were shipped for the nursery beds in Okayama and Hiroshima Prefectures.

(9) CULTURE OF SEED

(i) If the spat are left in the Nakanoumi as they are attached to the collector, they grow to the shell lengths of 2–3 mm in one month and to 5–10 mm in three months, and then detach themselves from the collector in November. Once they are detached from the collector and fall to the sea bottom, their recovery is not assured, because they may be damaged by red tide or washed away by storms. In order to prevent such loss, the spat are removed to safer places before their detachment from collectors, and raised there under proper protection until they grow to the size usable as the seed. In practice, the collectors carrying the spat 2–3 mm in shell length are shipped to the seed culture grounds in Okayama and Hiroshima Prefectures by rail or truck after September. If the spat are transported by truck, as is usually done in recent years, 60–70% of them fall off from collectors during the transport.

Culture grounds for the ark shell seed are chosen from among such places where the following conditions are fulfilled:

(a) The weather is comparatively calm during the winter, the northwesterly wind (i.e., the monsoon) being not very strong.

(b) The sea floor is either about 30–60 cm above the mean low water level to be exposed during the low waters of spring tide, or about 30–60 cm below mean low water springs.

(c) The bottom is composed of sandy mud and is hard enough to allow a man to walk about without stepping deep into it. The KMnO_4 consumption of the bottom sediment is below 20 mg/L.

(d) Good circulation of the water is provided by tidal currents, and the velocity of the flood current exceeds 20 m/min.

(e) The site is not far from a village or town, and is convenient for the caretaker's frequent visits and for the recovery of the spat that have fallen to the sea floor.

(ii) Method of seed culture

On the seed culture ground, which is usually a part of the tidal flat of the level of the low water springs, racks of bamboo poles 60 cm high are set up. The spat collectors attached by spat are hung over the top of the rack. The spat that have fallen off from collectors during transportation are sown on the tidal flat between the racks and nearby at the rate of 15,–30,000 spat per m^2 . In one night they attach themselves either to the dead shells and gravels scattering on the tidal flat or to the spat collectors hanging from the racks, exhibiting a tendency of crawling up to a level a little above the sea floor. When a storm is expected, a fence of twigs 60 cm high is set up around the culture ground; the fence serves as a wind and wave break.

Transferred to a favorable habitat, the spat grow rapidly and, when they reach a certain size, detach themselves from the substrata one by one to begin their life in the mud. At the beginning, the young ark shell live partially buried in the mud, so that part of their shell remains exposed. Gradually they move downwards, until they are completely buried in the mud.

The spat transferred to a seed culture ground mostly grow to young clams 12–15 mm in shell length by next March or April, when their population density is 5,500–6,600 per m² of the sea floor in average, with the maximum of 13,200–16,500 per m², and 2,000–3,000 of them fill a liter measure. The young ark shell can be used as the seed when they attain the shell lengths from 10.3 to 12.9 mm. At this size 1,100–1,700 clams fill a liter measure. After the clams reach nearly this size, they are harvested to be used as the seed. The harvesting is done on several suitable occasions; each time the clams are taken up in such a way that their density is evened all over the culture ground. The seed are sown on the culture ground for adult clam at the rate of 100,000 per are. 10–20% of the spat transferred to a seed culture ground in October of the previous year are recovered as the seed. The major part of the loss is ascribable to such predators as sea bass (*Lateolabrax japonicus*), eel, octopus, blue carb, drills, starfishes, etc. Yet another important enemy of the young ark shell is the bivalve *Brachidontes*, which suffocates the clam by secreting a thick mass of byssus over the bottom. Methods to protect young ark shell from these enemies should be found out through the studies in the future.

(iii) Culture of adult ark shell

The seed clam, 10 mm in shell length, that are sown on the culture ground grow to a shell length of 32 mm in one year, and is ready to be marketed. 30–40% of the seed survive to attain this size. When the clams grow rapidly on the culture ground, they are harvested within one year after they are transplanted as the seed. The meat of the ark shell is marketed raw, or canned after properly seasoned.

In Kasaoka Bay, Okayama Prefecture, 500,000 kan (1,875 metric tons) of the ark shell (shell included) worth 30 million yen are produced annually by the culture method described above. The Kōnoshimauchi Fishermen's Co-operative, which is the most active producer in this area, has been producing this clam at the rate of 886 kan (3.25 metric tons) or 55,824 yen from each 10 ares of the culture ground per year.

(10) PROBLEMS OF ARK SHELL CULTURE IN FUTURE

As was described in the foregoing sections, the ark shell can be cultured intensively on a commercial scale by using the spat collected in the Nakanoumi. However, many problems must be solved through future studies for the culture of this clam to be practised in many localities along our coasts. Some of these problems follow.

(i) Spat collection: Considerations should be made from both technical and economic point of view, so that the spat may be collected more surely and abundantly. For example, scientific investigations are needed to determine whether spat collecting area can be further extended in the Nakanoumi and to find out the maximum number of the collectors that can be placed profitably in a unit area of spat collecting ground. Since the density of ark shell larvae is higher in the east of the present spat collecting

area than in the present area, it seems advisable to extend spat collecting area in that direction, although the proposed area is farther from Ito Village, the base of the operation, than the presently utilized area.

(ii) Possibility of seed culture in the Nakamoumi: At present, the ark shell spat collected in the Nakanoumi are transported to Okayama and Hiroshima Prefectures and raised there to the size usable as the seed. There are such areas in the Nakanoumi which are free from the harmful effects of the red tide and where the exchange of water is good owing to tidal currents. It may be possible to raise spat to the size of seed in these areas.

(iii) Culture ground for adult ark shell: Commercial culture of the ark shell may be unsuccessful in the waters inhabited by a natural population of this species. Success or failure of the ark shell culture depends not only on the natural conditions of the culture ground but also on the method of transplanting the seed and on the care with which the clams are tended during the culture period. The seed of the ark shell are transplanted for either of the two different purposes: in some cases, they are expected to establish and reproduce themselves in the transplanted area, so that their offspring may be harvested after reaching the marketable size; in other cases, the clams sown as the seed are harvested when they reach the marketable size and their natural breeding is not taken into account. Although ark shell seed have been transplanted to many localities, success has not been reported in many cases. A plan for the transplantation of seed should be based on adequate scientific knowledge concerning the ark shell culture, and not on subjective judgement or mere experience.

(iv) Offshore extension of culture ground: The possibility of extending the culture ground offshore should be investigated. One of the disadvantages of an offshore culture ground, as compared with the present ground, would be that the clam can not be harvested with the inexpensive hand dredge owing to the greater water depths. However, cost of harvesting may be cut down considerably by using the dredge that can be pulled by a boat. It is necessary to study the growth rate and the survival rate of the ark shell in the offshore waters and to estimate how much production of this clam can be expected from a unit area.

(v) Careful tending: Success or failure of the culture of an aquatic animal largely depends on whether the animal is tended with sufficient care or not. It is therefore very important to guide the culturists in such a way that they take more interest in shellfish culture and take better care of their clam. One of the suggested methods is to have each culturist make it a practice to count, every month, the number of the clam necessary to fill a vessel of a fixed capacity. By doing so, he can tell whether his clams are growing or not, since the decrease in the number means the increase in the size of the clam. Moreover, this practice will induce him to take more interest in the clam on the culture ground and to tend them with better care.

(vi) Joint operation: The commercial culture of the ark shell is now operated jointly by the culturists in Shimane Prefecture, who take charge of spat collecting, and those in Okayama, Hiroshima or Saga Prefecture, who take charge of the latter phases of the culture. The proceeds from the sale of the clam of marketable size are divided

between the two parties in the ratio of 5 to 5 or 6 to 4. This type of operation, as long as it is based on the common consent of the concerned parties, can be regarded, at present, as one of the rational systems of managing the commercial culture of the ark shell, either from the viewpoint of the progress of the techniques or from that of the propagation of the culture method.

(11) PRINCIPLES FOR ARTIFICIAL COLLECTING OF BIVALVE SPAT AND THEIR APPLICATION

In order to collect bivalve spat successfully, it is necessary to make clear the morphology and ecology of the planktonic larvae, especially the season of appearance of the full-grown larva and the depth of the attaching layer. Since the attaching behaviors of the full-grown larvae of various bivalves generally have a common feature, the same principles of spat collecting apply successfully to many species. These principles may be summarized as below:

i) The collectors should be arranged to each other in such a way that the passage of water is relatively free between them, so that the larvae, being carried by the water current, may arrive at the collector quickly.

ii) The surface of the collector should be provided with numerous hollows of appropriate size, since the larvae tend to attach to the hollows or the spots sheltered by protrusions on the surface of the collector.

iii) The spat should be raised under adequate protection from predatory enemies until they attain the size usable as the seed. Otherwise, their survival rate is very low.

The items mentioned above are explained further in detail.

(i) The full-grown larvae, which are ready for attachment, swim protruding their foot from the shell. These larvae, as observed in table aquaria, swim with their foot vibrating to the right and left as if searching for proper spots for attachment. The foot, being covered all over with numberless cilia, serves as a kind of sense-organ to perceive the water current. While swimming by its own force with its foot as a rudder and by taking advantage of the water current, the larva finds its way toward the periphery of the water path and finally arrives at the collector. Therefore, the collectors should be arranged in such a way that the circulation of the water is not hindered, in order to collect spat efficiently.

(ii) The larva, after attaching to the collector, seeks for the best spot for its settlement by crawling about with its foot. If no proper spot can be found, it detaches itself and swims to another attachment surface, where it again searches for a spot suitable for settlement scrupulously. Observation of the oyster spat, soon after its attachment on the collector suspended in the sea for 24 hours, reveals infallibly that it is the concave spots where the larvae attach.

As a whole, it is in the hollow or behind the protrusion that shellfish larvae prefer to attach, and this is also the case in the cypris larva of *Balanus*.

These hollows, when cast in paraffin, measure 0.4–1.8 mm in depth and 1.2–4.0 mm in width. The shell of *Pecten albicans* is provided with numerous depressions, and this may be the reason why the shell of this scallop is preferably used as the collector of

the oyster spat.

Therefore, I devised the "double-net collector", which has an ideal structure full of hollows. It is made of the two or three sheets of nettings of fine mesh, which are placed one over another and sewed together into a sheet. The size of the mesh is about 6 mm as stretched. When one netting is placed over another, the meshes of the former is shifted by half a mesh from those of the latter, so that each knot of one netting falls in the center of a mesh of another netting. With this collector, bivalve spat can be collected in abundance. For example, an average of 2,263 ark shell spat of 2 mm in shell length attached to each 10 × 10 cm area of this collector. It has been shown also that this collector can be used practically for collecting the spat of the pearl oyster, *Pinctada martensii*.

(iii) The spat grow rapidly after attaching to the collector, secreting a hard shell containing calcium carbonate. During the growth, however, they reduce in number owing to their own death and the attack by predators (fishes and crabs). It is most important in the production of bivalve seed to raise the survival rate of the spat by preventing such death and attack. The double-net collector, with its numerous hollows formed by staggered meshes, not only serves as a good collector, but also has a superb advantage in protecting the spat from predatory enemies, and moreover is quite suitable for the culture of juveniles. So that, it may be called an appropriate collector for shellfish culture.

(XIII) 参 考 文 献

- AMEMIYA, I. 1928. Journ. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo, 9(5).
 ———— 1928. Jap. Journ. Zool. 2(1).
 愛知水試. 1926~31. 大正15年~昭和6年業務概報.
 ———— 1927~32. 昭和2~7年業務概報. 1937~42. 昭和13~15年業務報告.
 秋田水試. 1922. 大正11年事業報告.
 石川水試. 1930. 大正9年業務報告.
 千葉水試内湾分場. 1925. 大正15年千葉水試内湾分場事業報告.
 関東州水試. 1932. 昭和6~7年事業報告.
 COLE, H. A. 1938. Journ. Mar. Biol. Assoc. 22(2).
 CAHN, A. R. 1951. Natural Resources Section, Report No. 146.
 藤田四郎・島森・豊福. 1940. 採苗試験報告. 島根県水産会刊.
 藤森三郎. 1929. 福岡水試報告.
 福岡水試. 1912~18. 大正元~3年事業報告.
 ———— 1916~21, 25~26. 大正5~10年. 大正14~昭和元年業務功程.
 ———— 1935~38. 昭和10~13年事業報告.
 福岡有明水試. 1959. 昭和32年事業報告.
 福井水試. 1930. 昭和5年事業報告, 1(4).
 GALTISOFF, P. S. 1938. Biol. Bull. 74(3)
 ———— 1938. Ibid., 75(2).
 林 満 作. 1930. 浅海利用研究会報, No. 11.

- 林 満 作. 1930. 浅海利用研究会報, No. 13.
———. 1931. 水産, **19** (2~6).
畑中正吉・佐藤隆平・今井丈夫. 1943. 日本水産学会誌, **11** (5~6).
畑久三. 1948. 同誌, **13** (6).
波部忠重. 1951. 日本産貝類概説, 斧足綱 (1).
広島水試. 1926~30. 水試報告, **3**~**5**.
———. 1953. 適地調査及び技術的研究報告.
———. 1953. 水試だより, No. 32.
———. 1954. 同上, No. 36.
———. 1955. 同上, No. 39.
———. 1956. 昭和30年水試報告, **17** (2).
堀 重 蔵. 1926. 水講試験報告, **22** (1).
北海道水試. 1936~37. 試験報告.
HOPKINS, A. E. 1935. *Ecology*, **16** (1).
IRVING, A. F. 1921. *Bull. U. S. Bur. Fish.* **38**.
鴨脚七郎・大島養市. 1938. 養貝読本. 杉山書店刊.
IMAI, T. & HATANAKA, M. 1949. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 4th Ser. (Biology)*, **18** (3).
IMAI, T., HATANAKA, M., SATO, R., SAKAI, S., YUKI, R. 1950. *Tohoku Jour. Agr. Res.*, **1** (1).
IMAI, T., HATANAKA, M., SATO, R., SAKAI, S. 1953. *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ., D-4*.
KELLOG, J. 1901. *Bull. U. S. Fish Comm.*, **19**.
児島養貝合資会社. 1903. 伏老藻貝養殖事業方法書.
金丸但馬. 1930. ヴィナス, **1** (6).
黒田徳米. 1930. ヴィナス, **2** (1).
梶川豊明・佐野茂・早栗操. 1953. 日本水産学会誌, **19** (4).
倉茂英次郎. 1941. 水産学会報, **8** (3~4).
吉良哲明. 1946. 貝類総論.
木下虎一郎. 1949. ホタテ貝の増殖に関する研究. 北方出版社刊.
小林新二郎・結城了伍. 1950. 動物学雑誌, **59** (2~3).
小林新二郎・渡部哲光. 1959. 真珠の研究. 技報堂刊.
勝間弘治. 1952. 瀬戸内海の漁業, **30** (1).
川口四郎・岩田四郎外2氏. 1953. 調査報告.
日下部台次郎・北森良之介. 1949. 日本水産学会誌, **14** (5).
日下部台次郎. 1953. 水産界, No. 819~820.
———. 1954. 水産増殖叢書, No. 6.
神島内漁業協同組合. 1951~54. 人工採苗藻貝成績報告, 第1報~第6報.
———. 1959. 人工採苗藻貝養殖成績一覧表綴.
熊本水試. 1936~37. 昭和11~12年事業報告.
京都水講. 1922. 大正11年事業報告.
鹿児島水産会. 1938. 会報.
LEBOUR, M. V. 1938. *Jour. Mar. Biol. Assoc.*, **23** (1).
MCMILLIN, C. 1924. *U. S. Dept. Fish.*
村地四郎・古川哲三. 1958. 水産増殖, **6** (2).

- 村田懋磨. 1936. 鮮満動物通鑑. 目白書院刊.
- 宮村光武. 1957. 水産増殖, 3 (4).
- 宮城水試. 1927~30. 昭和2~3年業務功程.
- 農商務省. 1894. 水産事項特別調査.
- 長崎水試. 1912. 大正元年~2年事業報告.
- NELSON, T. C. 1924. *Biol. Bull.*, 46 (3).
- 1928. *Ibid.*, 55 (3).
- 中野宗治・水野復一郎・矢野滝雄. 1929. 中海赤潮調査復命書.
- 新野弘. 1949. 水産研究会報, No. 2.
- ORTON, J. H. 1926. *Jour. Mar. Biol. Assoc.*, 14 (1).
- 岡山水試. 1918~28. 大正7~昭和2年業務報告.
- 1928~32. 昭和3~7年業務報告.
- 1923~33. 大正11年~昭和8年業務報告.
- 1916~25, 37~38. 大正5~14年, 昭和12~13年業務報告.
- 1938. 昭和13年業務報告.
- 大阪府水試. 1959. 昭和32年業務報告.
- 大分水試. 1932~33. 昭和6~7年事業報告.
- 小野寺元雄. 1929. 浅海利用研究会報, No. 9.
- PRYTHERCH, H. C. 1928. *Bull. U. S. Bur. Fish.*, 44.
- 1928. *Bull. Bur. Fish.*, 46, Doc. No. 1054.
- RYDER, J. 1889. *American Naturalist*, 23.
- 佐賀水試. 1925. 大正14年業務報告.
- 1951. 昭和26年業務報告.
- 佐賀有明海分場. 1952~55. 昭和28~31年業務報告.
- 佐賀水試有明海出張所. 1946. 佐賀県有明海に於ける藻貝の養殖.
- 須田皖次・松平康雄. 1931. 海洋時報, 3 (1).
- 佐藤忠勇. 1948. 水産研究会報, 創刊号.
- 水産事情調査所. 1951. 岡山県養殖漁村の実態調査.
- 静岡水試. 1926. 大正15~昭和3年事業報告.
- 島根水試. 1901~02, 1908~12. 明治34~35年, 41~45年事業報告.
- 1923~26. 大正12~15年事業報告.
- 1936. 昭和9年事業報告.
- 島根水試中海分場. 1948. 試験報告.
- 1952~53. 昭和26~27年事業報告.
- 1955. 中海プランクトン図集.
- 1958. 昭和22~32年事業報告.
- STAFFORD, J. 1912. *Contr. Canad. Biol.* 1906-10.
- SPARCK, R. 1928. *Rept. Dan. Biol. Stat.* 34.
- SCHAEFER, M. B. 1938. *Ecology*, 19 (4).
- SCHUSTER, W. H. 1952. *I. P. F. C. Special Publications*, No. 1.
- 徳島水試. 1901~08, 26~27. 明治34~41年, 昭和元~2年事業報告.
- 鳥取水試. 1950~52. 試験報告, 18~19.
- 東京水試. 1931~32. 事業報告, 2~3.

- 富山水講. 1932~34. 昭和7~9年事業報告.
- 豊原義一. 1938. 海と空, 18.
- 田中弥太郎. 1954. 日本水産学会誌, 19 (12).
- . 1956. 西海区水研有明海研究報告, No. 3.
- WEYMOUTH, F. W. H. C. MCMILLIN. & HOLMES, H. B. 1925. Bull. Bur. Fish., 41.
- 山口水試. 1902~03, 17~18. 明治35~36年, 大正5~6年事業報告.
- . 1917~18. 大正6~7年事業報告.
- 山口内海水試. 1959. 山口内海水試研究報告, 10 (1).
- 結城了伍・小林新二郎. 1950. 真珠の研究, 1 (2)
- 山本護太郎. 1952. 動物学雑誌, 61.
- 山城隆文. 1959. 水産増殖, 6 (3).
- 吉田裕. 1937. ヴィナス, 7 (1).
- . 1952. 日本海水研創立三周年記念論文集.
- . 1953. 下関水講研究報告, 3 (1).
- 横田滝雄. 1935. 養殖会誌, 5 (9~10).

EXPLANATION OF PLATES 1-3

Plate 1

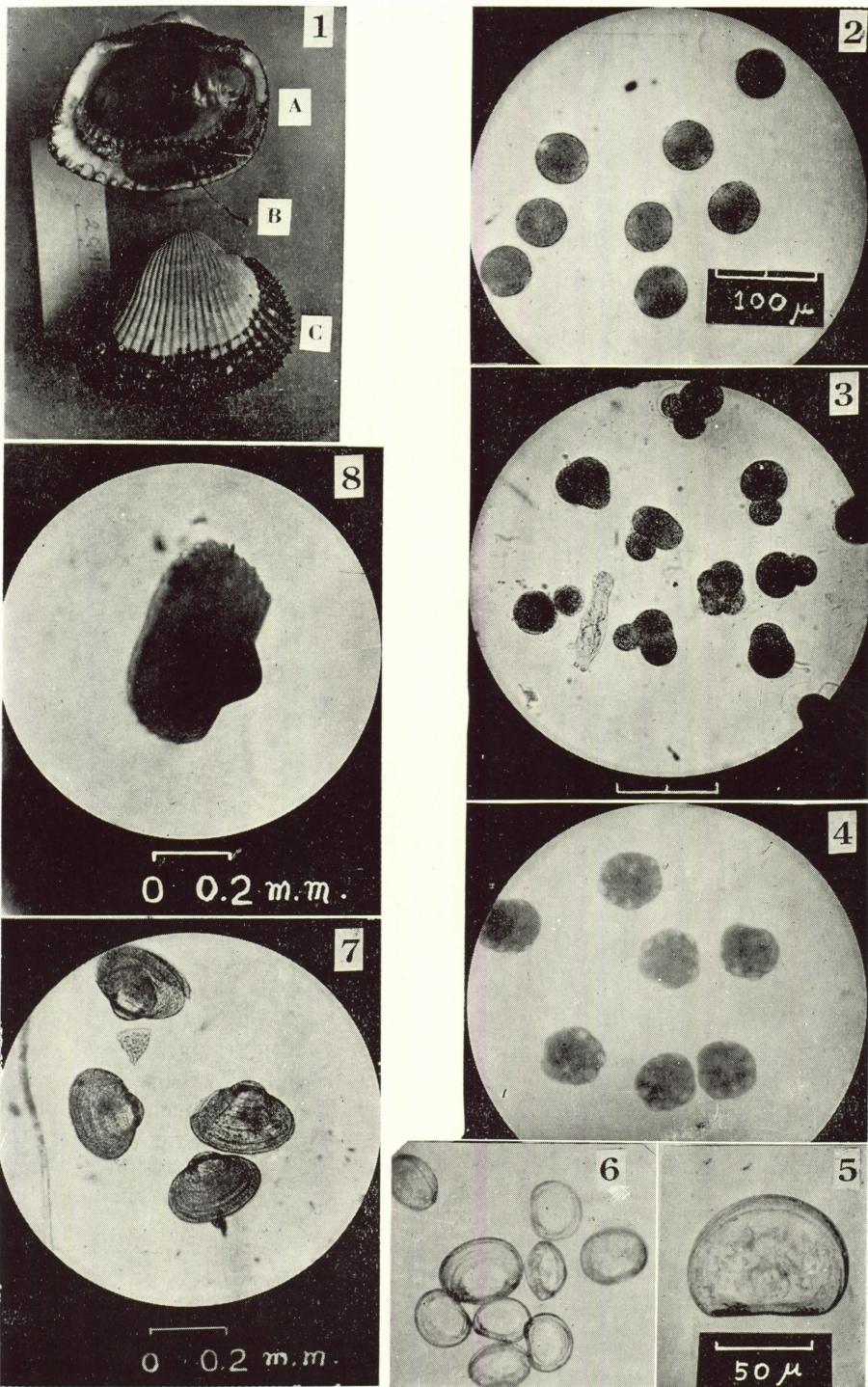
1. Ark shell, *Anadara subcrenata* (LISCHKE).
A : Right shell valve removed.
B : Byssus
C : External appearance.
2. Fertilized eggs : first polar body extruded.
3. 1st and 2nd cleavage.
4. Morula stage.
5. D-form larva.
6. Umbo stage larva.
7. Full-grown stage larvae.
8. A young shell attached to the collector.

Plate 2

9. A "Shida-mabushi" collector.
10. A heap of "Shida-mabushi" collectors.
11. State of hanging collectors in a boat.
12. Artificial spat attached to "Shida-mabushi" collectors.
13. Same as above.
14. Artificial spat attached to hemp-palm collectors.

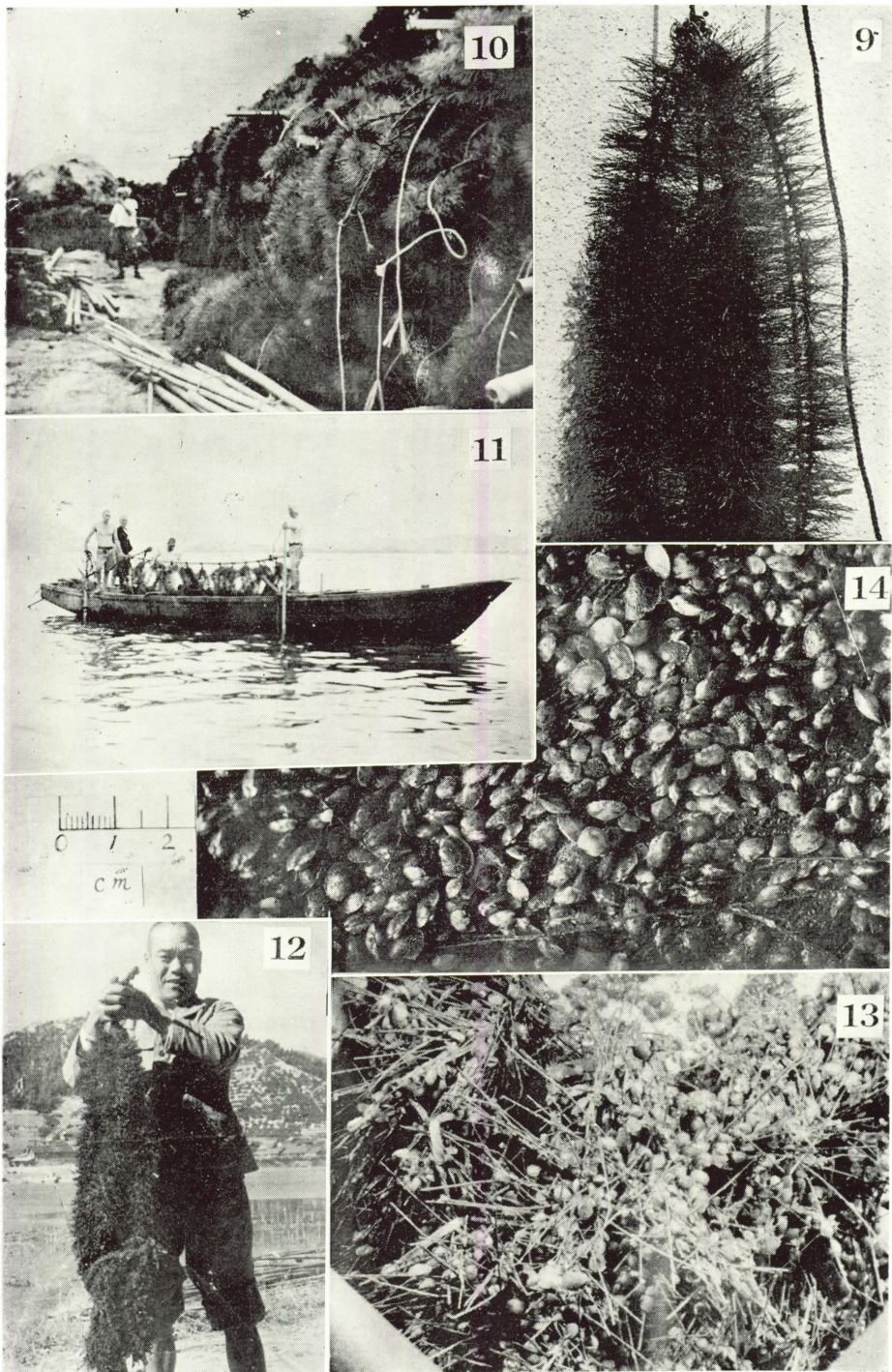
Plate 3

15. Swimming larva of *Brachidontes senhousia*.
A. Velum ; B. Foot.
16. Full-grown larva of *Brachidontes senhousia*. C. Foot.
17. Attached larva and spat of the oyster (*Ostrea gigas*), 24 hours after setting the collector.
18. Attached oyster spat at the radial groove of the shell of *Pecten albicans*.
19. State of attached *Brachidontes* on the double-net collector.
20. State of attached ark shell spat on the double-net collector.



KUSAKABE : Culture of *Anadara subcrenata*





KUSAKABE : Culture of *Anadara subcrenata*



