

浅海養殖生産性の生物学的研究

III アサリ (*Venerupis philippinarum*) の水中懸垂飼育に就いて*

古川 厚・久岡 実

Biological Study On Shallow Water Production III.

On the basket culture of "Asari" *Venerupis semidecussata*.

Atsushi FURUKAWA and Minoru HISAOKA

"Asari" *Venerupis semidecussata* is one of the most widely distributed burrowing bivalves species in Japan. It is necessary for the propagation of the clam to know whether the nature of bottom has any influence, direct or indirect, upon its growth.

Clams in bamboo basket, hung in the three layers (upper, middle, lower layer) of estuarine sea water (as in Fig. 1) to avoid the direct effect of the bottom mud, had grown almost normally for 25 days from Sept. 25 to Oct. 20, 1953. During this period, chlorinity and temperature changed only a little, affecting no noticeable effect on clams growth.

Although no recognizable correlation was found except between the density of clams and the increase in breadth of their shells as shown in Table B-2--Table B-6, it is generally observed that their growth is better in the lower density, and it may be concluded that the food supply is one of the primary factor for their growth. Analysis of the increase of soft part dry weight (Table C-1--Table C-6) and content of organic-N and glycogen in their soft part leads to the same conclusion. More barnacles attach to the clams in their lower density, as shown in Table A-2 and Plate I.

目 次

は し が き

A 飼育経過の概要

- i) 飼育方法並びに環境調査に就いて
- ii) 飼育中の珪藻類の附着
- iii) 取り揚げ時の個体数及びフツツボの附着
- iv) 気象並びに水温、塩分濃度
- v) 浮泥量に就いて

B 外部形態の成長

- i) 測定法
- ii) 実験結果
- iii) 考察

C 乾物量よりの変化

- i) 測定法
- ii) 実験結果
- iii) 考察

D 肉質部中の窒素及び Glycogen 量よりの変化

*本報告は日本水産学会中国四国支部大会 (1955年) で発表した。

内海区水産研究所業績第56号

- i) 実験方法
- ii) 実験結果
- iii) 考察
- E 摘要
- F 参考文献

はしがき

アサリの成長が棲息地の底質に直接影響されるか否かの問題は可成以前から色々考察されてきた所であり、現在でも干潟調査には必ず底質調査が附随しているといっても過言ではない。勿論最近の底質調査が直接アサル等干潟生物の成長と機能的因果性を示すものとして行われているとは限らず、若干よりゆるい結びつきを想定し、何等かの指標とする事を考えている場合がある。多くの報告によれば、Burrowing Speciesの成長、増肉と底質との関係は全く無関係ではない。亦特異な研究例として竹内はアサリの貝殻の変異と底質との関係を見ており、その結果として両者間には可成の関係のある事を認めている。しかしこれ等の場合においても、底質はその場所の地形・潮流・及び浮游物質等の総合結果として考えられ、従って Burrowing Species にとって底質は所謂“棲み家”として基本的な意味をもつものか、或は単に地形・潮流等の総合現象として示される底質が、これ等生物の成長と現象的に関係するものであって、より本質的には、その様な底質を構成する原因となる潮流・浮游物が重要であるかを知る事は、これ等 Burrowing Species の問題、特に適地の問題を論ずる際必要な事と考える。倉茂はアサリの適性条件として、地盤の安定性と、その地盤に近接する海水中の浮游物が重要である事を推論しているが、彼の場合には被害を受ける面から考察している。D. M. PRATT は *Callocardia morrhua* の成長とか分布は底質と相関をもつ様であるが、本質的には、その場所の流速と餌料をあぐべきだろうと云っている。これに対し、E. F. SWAN は *Mya arenaria* を使用しての箱試験では底質は直接この種の成長に関係すると云っている。

吾々はアサリを水中に懸垂し、Bed としての所謂底質がアサリの棲息、成長にとって基本的な意義を有するか否かを検討し、更に水中の浮游物のみを餌料源として飼育した場合、如何なる結果を示すかを試験したので報告する。

なお報告に入るに先だち、本試験実施計画より取り纏めに到る間常に種々御指導を添うした花岡資所長並びに数値分析の点で特に懇切なる御指導を受けた福田嘉男資源部長に対し厚く感謝の意を表す。なお測定その他で増殖科員の協力を受けた事に対し厚く謝意を表す。

A 飼育経過の概要

i) 飼育方法並びに環境調査に就いて

本試験では、外部形態の変化(殻長、殻高、殻巾の成長、或は重量増加)；乾物量の変化；肉質部の窒素含量及び Glycogen 量の変化；環境条件(水温、塩分、浮泥量)を測定した。これ等の測定方法及び結果については順次報告する各項で詳述することとし、先ず飼育方法について述べる。

内海区水産研究所前の海中(大潮時水深1.5m)に直径1尺、高さ5寸の円筒形綿素糸籠(金属網、染色綿糸はアサリに対する影響の有無が不明なため使用しなかった)を最干潮時海底に接しない様65cm、間隔で3個連結し、これを4尺×4尺の竹筏に大略1尺間隔で9連垂下した。飼育密度は a...10個体、b...50個体、c...100個体の3段階とし、Fig. A-1 の如き配置で、1953年9月25日より10月20日まで25日間飼育した。使用に供したアサリは実験筏から50m程はなれた干潟で採集したもので、試験当初の殻長は21~25mmのものである。

飼育中の水温は最高最低寒暖計を上層(0m)、中層(65cm)、下層(130cm)の位置に下げ、10月1日より20日迄、毎日10時に測温した。これとは別に現場より約50m程岸よりにある定点で常法に従った定時(10時)観測も実施した。

浮泥量を知るために直径2.8cmの試験管を口が各層の籠底部に位置する様にして9連垂下した (Fig. A-1)。なお測定は5日目毎に行った。

ii) 飼育中の硅藻類の附着

籠は垂下後10日目頃より網目をふさぐ程度の硅藻類 (Sp. は不検) が発生し、徐々にその量を増加し、15~18日目頃最高に達したが、それ以後は先端より流失し取り揚げ時には網目が判然とする程度となった。外観的附着程度は下層に行くに従って少ない様であった。

iii) 取り上げ時の個体数及びフジツボの附着

20日目頃から網の切れたものが出、10月20日試験終了時には可成の個体が失われていた。

(Table. A-1)

Basket Group.		Initial	End	Dead	Loss	Water layer
Line	Density	No.	No.	No.	No.	
1	a	10	7	3	—	S.
1	b	50	36	4	10	B.
1	c	100	87	5	8	M.
2	a	10	7	1	2	M.
2	b	50	39	6	5	S.
2	c	100	92	2	6	B.
3	a	10	7	—	3	B.
3	b	50	37	9	4	M.
3	c	100	84	10	6	S.
4	a	10	10	—	—	M.
4	b	50	46	4	—	S.
4	c	100	46	2	52	B.
5	a	10	8	1	1	B.
5	b	50	46	4	—	M.
5	c	100	90	5	5	S.
6	a	10	7	3	—	S.
6	b	50	27	—	23	B.
6	c	100	86	7	7	M.
7	a	10	—	—	—	B.
7	b	50	45	5	—	M.
7	c	100	84	2	14	S.
8	a	10	9	1	—	S.
8	b	50	9	1	40	M.
8	c	100	89	6	5	B.
9	a	10	7	3	—	M.
9	b	50	44	6	—	S.
9	c	100	64	2	34	B.

Table. A-1 Change of the number of animal during the experiment.

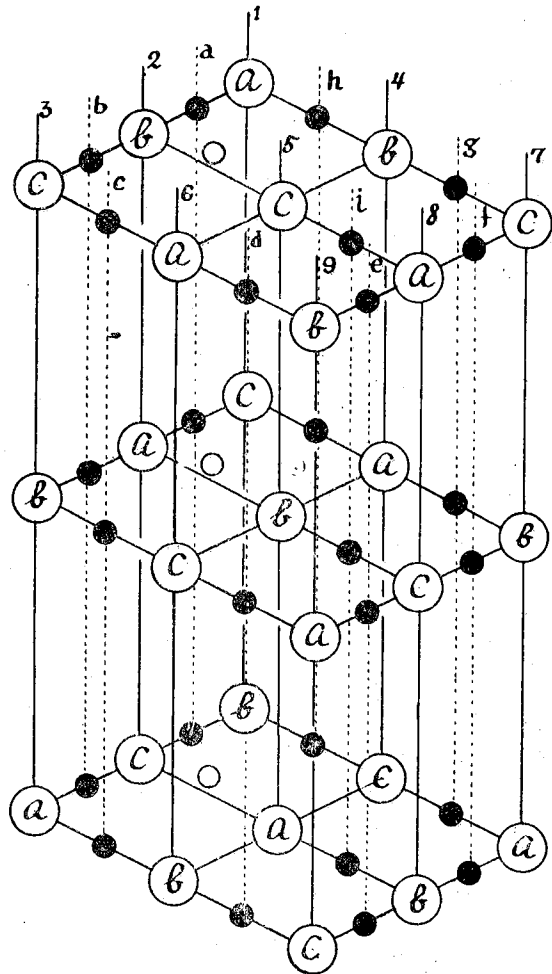


Fig. A-1 Outline of the design of the experiment. a, b, c, indicate the clam density; 10, 50, 100 individual per basket. ● Test-tube to make a collection of suspended matter. ○ Thermometer.

試験期間中フジツボの附着が顕著であった。(Plate. 1~3) この附着とアサリの密度、水層との関係を見るために、試験終了後取り揚げた各 Group 毎のアサリについて附着したままの重量測定値から、フジツボを可及的完全に除去したアサリのみをひいた値が0.2g*以上の差異を有する個体数の、その属する Group の生残個体に対する百分率を計算すると Table A-2 の様になった。詳細な数値分析はしなかったが、傾向として次の様に言えるのではなからうか。即ち棲息密度とフジツボ附着との関係は、密度 c の Group では各水層にわたって極めて附着は少なく、附着層を若干はずれたと思わ

Water Layer	Clam Density		
	a	b	c
Surface	50.00	26.83	0
	33.33	0	0
	50.00	67.34	0
Middle	37.50	84.21	2.30
	40.00	47.83	26.14
	37.50	42.22	2.22
Bottom	28.57	0	6.52
	37.50	3.70	0
	—	0	0

Table. A—2 Percentage of clams attached with barnacle.

Date	Water Temp. °C	Air Temp. °C	Cl. %	Clouds Form	Clouds Amount	Wind Dir.	Wind Vel.
IX 25	22.2	22.2	17.06	r	10	NE	2
26	22.2	22.8	15.89	bc	4	SW	1
27	23.2	23.2	17.32	b	1	N	1
28	22.2	21.6	16.78	.bc	1	—	0
29	17.4	19.0	14.81	rm	10	N	1
30	22.2	22.4	16.69	om	10	—	0
X 1	23.3	24.0	17.36	c	10	N	1
2	23.5	23.4	17.41	b	1	N	1
3	21.0	17.5	17.32	c	8	N	1
4	23.2	21.5	17.46	bc	8	N	1
5	23.0	22.0	17.46	bc	0	N	1
6	23.0	21.5	17.41	bc	0	N	1
7	22.5	21.5	17.32	c	9	N	1
8	22.2	18.0	17.17	c	10	N	1
9	23.5	21.4	17.07	c	10	—	—
10	22.5	20.0	17.17	bc	2	—	—
11	21.5	18.9	17.19	bc	5	—	—
12	20.3	16.0	17.07	c	10	N	0~1
13	21.5	18.0	17.22	bc	3	—	—
14	20.3	16.3	17.12	bc	4	NNW	1
15	20.3	17.5	17.24	b	1	N	1
16	20.3	17.5	17.14	dm	0	N	1
17	19.0	19.5	17.12	bc	7	N	1
18	20.8	20.5	17.32	bm	1	N	1
19	20.5	20.5	17.22	bm	0	NNW	0~1
20	21.5	19.5	17.27	bcm	6	NW	1

Table. A 3 Several culture conditions during the period of experiment.

れる上層と下層とは** アサリ密度の小さい Group 程フジツボの附着は著しい。濃密附着層と考えられる中層においては、密度 a, b の間では区別つけにくい。水層別附着率は密度の大きい c Group では中層が多く、a, b では大差がない様である。以上の事から a Group に見られる附着率は大体最高と考えられるのではなかろうか。アサリ密度とフジツボの附着との関係が何故に生ずるかは、今の所説明出来ないが、興味ある今後の問題であろう。

iv) 気象並びに水温、塩分

10時の定時観測の結果は Table. A—3、及びその一部を Fig. A—2 に示した。気象関係中特に飼育上関係が大きいと考えられるのは、降雨及び風力であろう。降雨は飼育場所が比較的狭い港内であるため、直接表層塩分に関係するであろうし、風力は飼育籠に振動を与えると云う点で、アサリのころがりによる異状成育の原因を与えはしないかと言う懸念による。

降雨日は試験中極めて少なく、9月25日一日と言ってもよい。風力も極めて小さく、特に北風に対しては地形上本試験地は比較的安全である事を考えれば、さしたる障害を与えるものとも考えられない。塩分は大体 Cl—17%以上で最も低い9月29日ですら Cl—14.81%である。この程度であれば、アサリ生育には無関係と考えて良いであろう。

現場水温については Fig. A—2 に示した。最高水温を層別に見ると、大体中層、下層は一致しており、10月27日の 23.1°C が最低で7日の 25.5°C が最高である。これに対し表層は大体 2~3°C 高くなっている。最低水温は3層ともに大体一致している。なお直接本報告には関係のない事であるが、10時の定時観測時の水温が最低水温に可成一致する事は、今後この地方の養殖場調査に何等かの暗示を与えるものではなかろうか。

以上の如き上層と中下層との最高水温の差異がアサリの成長、肥大に如何なる

*0.2g以上の差異はフジツボの附着程度を概略示したものであり、それ以下の重量差は測定精度を考慮すれば余り意味がないものと考えられる。0.2g以下の差異を示したものでもフジツボの附着の見られる場合があり、Plate 3~6上段左より3個目程度が境界である。

**Table. A—2 及びその後の附着生物の試験でフジツボの濃密附着層は大体50cm位の水深が予想される。

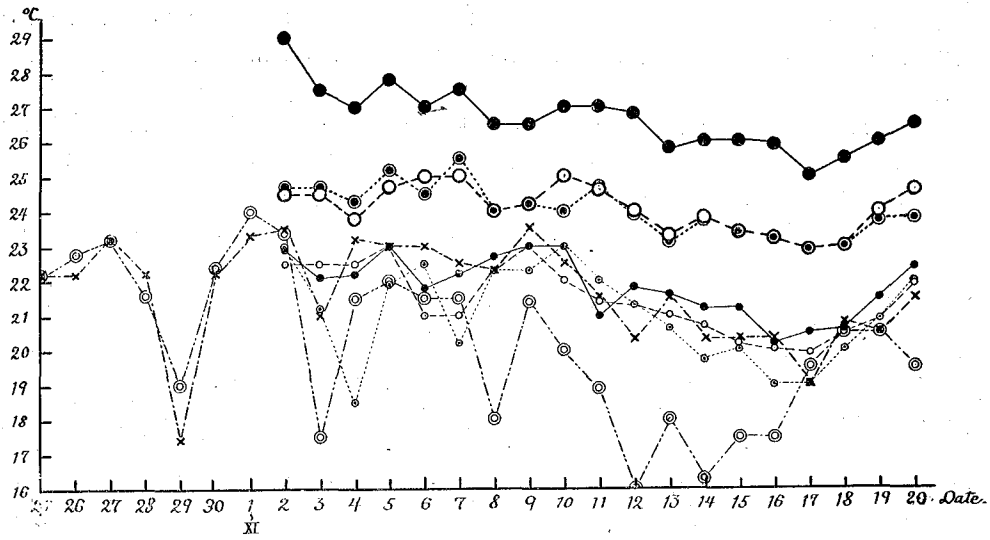


Fig. A-2 Daily variation of the water and air temperature (°C)
 ● Upper water layer ; large mark...Max. Temp, small...Min. Temp.
 ○ Middle water layer ; " "
 ⊙ Lower water layer ; " "
 × Upper water layer (10.00 A.M.)
 ⊙ Air temperature °C (10.00 A.M.)

関係を示すかは、爾後の分析にまたざるを得ないわけである。

v) 浮泥量に就いて

浮泥量を測定項目に採用した理由は、何等かこの量が成長に関係するのではないかと言う事からであつて、餌料量の指標に出来れば便利であると考えたからである。

貝類の餌料研究は可成り古くから行われ、現在でも盛んに行われている。^{*} しかし貝類の野外における餌料問題に関しては推測の程度を出ない。この原因の一端は、水中における餌料量の問題、特に水中の Micro-suspended-matter の問題が未開である事が挙げられるであろう。最近花岡、村上、菱田、N.G. JERLOV 等による光学的研究、D.L. FOX、古川等による特殊濾過による研究、H.W. HARVEY 等による水中有機物の微量迅速定量法の発達により、この面も急速に解決される事が期待されるが、例え測定方法の進歩があつたとしても、なお餌料の量的関係、有効餌料の決定等については、測定技術上の諸問題とは若干性質を異にした所謂調査上の多くの吟味(例えば Suspended-matter の分布の問題等)が残るであろう。

試験管懸垂による水中浮泥採集の方法には多くの問題がある事は周知の所であり、特に周囲の事情を直接

^{*}最近の研究は次の如く大別出来るようである。

- a : 吸水量の問題及びこれに及ぼす粒子の置並びに量の関係。
 例—C. B. JORGENSEN (1949, 1952, 1953), D. L. FOX (1954), K. P. RAO (1953, 1954). etc.
- b : 解剖的な Feeding Habit の研究。
 例—G. E. MACGINITIE (1939, 1945, 1947), C. M. YONGE (1948), G. OWEN (1953). etc.
- c : 消化酵素を中心とした研究。
 例—橋本芳郎 (1945, 1953, 1956), K. M. WILBER (1950), W. C. GEORGE (1952) etc. 極めて多い。
- d : 無機塩類の吸収—Shell-formation に関して。
 例—堀口、等 (1954), 辻井、等 (1954), H. H. HASKIN (1954), W. T. POTTS (1954), K. M. WILBER (1952), A. A. HIRATA (1953), L. H. JOBREY (1953), G. BEVALANDER (1948) etc.

量的に反映しない場合もあると言われている。*しかし本方法は極めて簡単であり、且つ本方法による測定値と貝類の成長との関係についての報告は極めて少ないので、今回の試験に採用し、貝類の成長との関係を若干考察し本方法が何の程度迄使用にたえるかを吟味したわけである。

採集した浮泥はホルマリン固定後、遠心分離し(4000回転1分)、沈澱管に移し24時間静置後沈澱量を測定し、cc. で示した。次にこれを東洋濾紙 No. 5 A で濾過、100°C で恒量とし、乾物量として瓦で示した。更にこの乾物の窒素量を Micro. Kjeldahl 法で測定したが、全資料については出来なかった。

先ず沈澱量について見ると、採集用試験管の筏における位置を夫々 A (a, b 連よりなる), B (c, d), C (e, f), D (g, h) とし、数値分析に際しては、10月20日の試料以外は中央の i 連は除外した。

Table. A-4 は調査回毎の各 Group の平均値を cc. で示したものであり、Table. A-5 はそれ等の分析結果

Date Layer Group	30-IX-'53			5-X-'53			10-X-'53			15-X-'53			20-X-'53		
	Sur-face	Mi-ddle	Bo-ttom	Sur-face	Mi-ddle	Bo-ttom	Sur-face	Mi-ddle	Bo-ttom	Sur-face	Mi-ddle	Bo-ttom	Sur-face	Mi-ddle	Bo-ttom
A	0.83	1.05	1.00	1.68	1.68	1.70	1.30	1.48	1.65	1.68	1.90	1.85	1.05	1.55	2.00
B	0.85	1.08	1.15	1.53	1.58	1.90	1.60	1.35	1.45	1.55	2.30	2.13	1.78	1.80	2.20
C	0.80	1.08	1.08	1.53	1.63	1.78	1.35	1.56	1.60	1.90	1.75	2.50	1.80	2.03	1.53
D	0.85	1.13	1.10	1.45	1.80	1.75	1.33	1.75	1.68	1.40	1.80	1.73	1.50	2.05	2.40
r	1.10	1.20	0.45	1.80	2.20	1.85	1.15	1.90	1.60	1.60	2.20	1.90	1.50	2.30	2.50
Total mean	0.86	1.09	1.01	1.57	1.73	1.79	1.37	1.58	1.59	1.63	1.97	2.03	1.52	1.90	2.09

Table. A-4 Results of the suspended matter (volume of its precipitate c. c.) owing to different water layer.

Source of variation	30-IX-'53				5-X-'53				10-X-'53	
	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value	Sum of squares	Degrees of freedom
Layer	0.3333	2	0.1666	11.03**	0.2258	2	0.1129	11.88**	0.1702	2
Position	0.0194	3	0.0065		0.0053	3	0.0018		0.0508	3
Interaction	0.0134	6	0.0022		0.1475	6	0.0246		0.3023	6
Error	0.1812	12	0.0151		0.1138	12	0.0095		0.2290	12
Total	0.5474	23			0.4924	23			0.7523	23

Source of variation	15-X-'53				20-X-'53						
	Mean square	"F" value	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value	Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value
Layer	0.0851	4.46*	0.7515	2	0.3757	3.27		2.9439	14	0.2103	3.06
Position	0.0169		0.6187	3	0.2062			0.5498	8	0.0687	
Interaction	0.0504		0.7310	6	0.1218			3.4937	22		
Error	0.0191		1.3737	12	0.1148						
Total			3.4749	23							

Table. A-5

である。なお水層別は S (上層), M (中層), L (下層) で示した。両表から沈澱量の傾向は、その位置による差異は見られず、水層による差異がむしろ顕著である。この傾向は特に10月10日迄の前期に強い。層別差

*口頭発表に際し、この点に関し広島大学江草助教授より懇切な御教示を得た。

異では一般に表層が少なく、中下層には大差が見られない。調査期毎の各層に現われた量的傾向は、10月15日を頂点としている (Fig. A-3)。この傾向は珪藻類の繁殖と関係があるように考えられる。

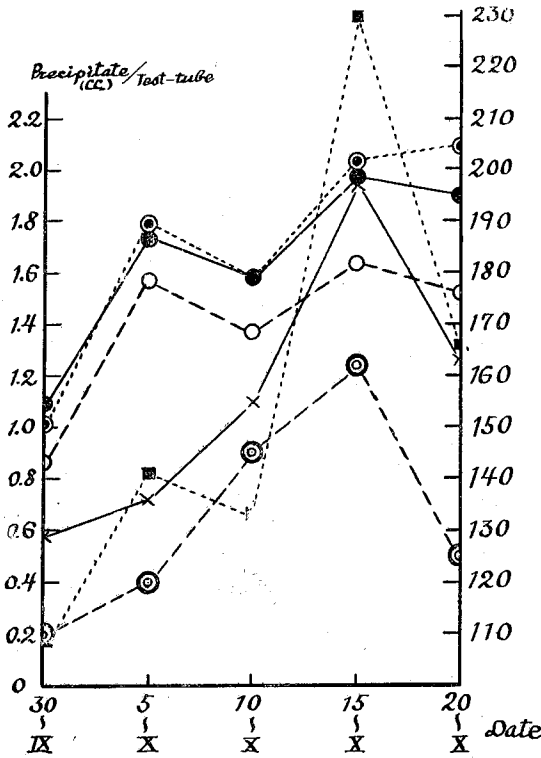


Fig. A-3 Variation of the amount of suspended matter expressed by the volume of material precipitated in cubic centimeters (the left hand scale) : ○ upper water layer, ● middle water layer, ⊙ lower water layer ; and the weight of the dry matter (mg.) per test tube (the right hand scale) : ⊙ per upper, × middle, and ■ lower water layer.

乾物量では、沈澱量と同様に整理した結果、数値分析では筏の位置、水層差は著しくなかった。この場合の誤差項は比較的大きく、同一の位置においても各試験管間の差が大きい。水層毎に一括した平均値を見ると (Fig. A-3) 大体中層は上層より常に多く、これに対し、下層は可成りの変化を示している。この点については、すでに述べた沈澱量の傾向を考慮すると、上層と中層とは大体質的には同一の浮泥であって、下層では9月30日、10月10日は大体前二者と類似した組成であるが、他の調査期では若干組成上の差異が予想される。今単位沈澱量当りの乾物量の層毎の平均値を図示すると Fig. A-4 の様になり、下層では時に無機物が多く入り込むのではないかと考えられる。即ち海底の影響が可成り予想出来る。

浮泥の窒素量は更に明瞭に以上の関係をあらわす事が期待されるが、前述の如くかなりの欠測があったので今回はこれについて詳細にわたり触れる事をせず各水層についての平均値のみを Fig. A-5 に示した。本図からは沈澱量、乾物量で期待した下層に対する底の影響は余りあらわれていないように考えられるが、

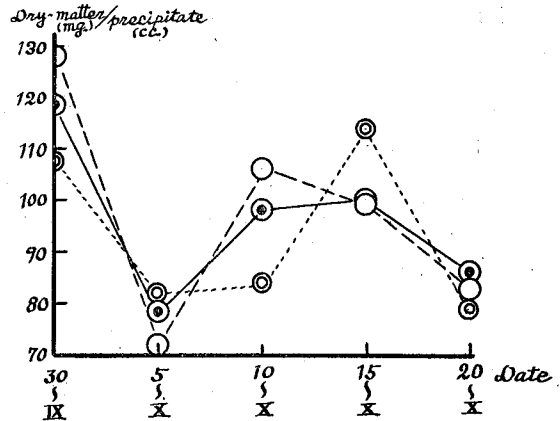


Fig. A-4 Variation of the amount of the suspended matter expressed by dry-matter (mg.) per volume of precipitate (cc.) ; ○ upper, ⊙ middle and ⊙ lower water layer.

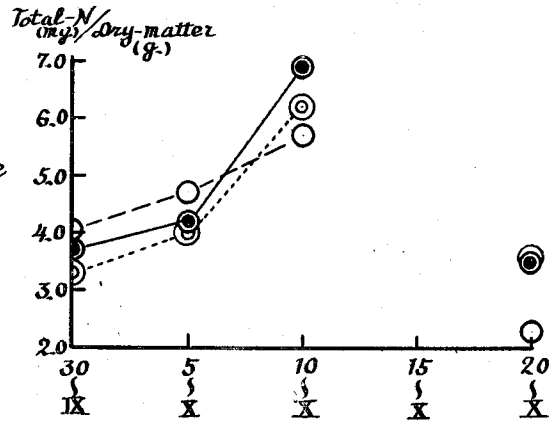


Fig. A-5 Variation of the content of organic-N in units dry suspended matter (g.) ; ○ upper, ⊙ middle and ⊙ lower water layer.

最も顕著にあらわれるのではないかと考えられる10月15日が不幸にして欠測しているので今の所何とも言えず、試験管による浮泥採集方法についての質的關係はなお今後の問題である。

B: 外部形態の成長

前述の方法に従って飼育した各 Basket-Group のアサリが外部形態上如何なる成長差を生じたかについて若干の吟味をした。

i) 測定法

殻長、殻高、殻巾は何れも $\frac{1}{2}$ mm 游尺づきキャリパーを使用し、重量は充分外に附着している水分をガーゼでふきとった後、感量0.1gの天秤で測定した。

ii) 実験結果

実験開始時並びに終了時の group 毎平均測定値は一括して Table. B-1 に示した。

Layer	Basket	Date	Initial Size (25-IX-53)				End Size (20-X-53)			
			Shell-length (mm)	Shell-height (mm)	Shell-breadth (mm)	Weight (g)	Shell-length (mm)	Shell-height (mm)	Shell-breadth (mm)	Total weight (g)
surface	1-a		23.8±0.36	17.7±0.30	12.0±0.26	3.2±0.13	25.5±0.47	18.7±0.71	13.2±0.37	4.2±0.25
	2-b		23.5±0.16	17.4±0.14	11.8±0.13	3.1±0.07	24.7±0.17	18.5±0.13	12.6±0.13	3.9±0.08
	3-c		24.0±0.12	17.8±0.09	12.1±0.07	3.3±0.05	25.2±0.15	18.8±0.11	12.8±0.09	4.2±0.06
	4-b		24.3±0.21	18.0±0.16	12.2±0.12	3.5±0.09	25.4±0.21	19.1±0.18	13.1±0.13	4.3±0.11
	5-c		23.5±0.13	17.3±0.10	11.8±0.07	3.3±0.05	24.6±0.15	18.6±0.11	12.7±0.08	4.0±0.02
	6-a		23.2±0.28	17.3±0.15	11.8±0.24	3.2±0.12	24.8±0.22	18.9±0.31	12.8±0.28	4.0±0.14
	7-c		24.1±0.17	18.1±0.13	12.4±0.10	3.6±0.07	25.4±0.19	19.1±0.14	13.1±0.13	4.4±0.09
	8-a		23.8±0.41	17.1±0.17	11.3±0.13	2.9±0.10	25.6±0.27	19.0±0.27	12.9±0.18	4.1±0.18
	9-b		23.1±0.17	17.3±0.14	11.5±0.12	3.0±0.07	24.8±0.20	18.8±0.16	12.5±0.12	3.9±0.10
Middle	1-c		24.4±0.13	18.2±0.10	12.4±0.09	3.6±0.08	24.7±0.12	18.7±0.10	12.8±0.10	4.0±0.08
	2-a		23.7±0.39	17.7±0.31	12.0±0.21	3.3±0.13	24.8±0.27	18.9±0.30	13.2±0.14	4.0±0.14
	3-b		23.7±0.16	17.6±0.14	12.1±0.11	3.5±0.08	25.2±0.21	19.0±0.16	13.0±0.14	4.3±0.11
	4-a		23.1±0.34	17.5±0.23	11.8±0.18	3.1±0.13	24.8±0.49	19.5±0.40	13.1±0.19	4.1±0.21
	5-b		23.0±0.17	17.2±0.12	11.7±0.10	3.2±0.07	24.5±0.17	19.0±0.16	12.7±0.12	3.9±0.09
	6-c		23.2±0.13	17.3±0.10	11.7±0.08	3.0±0.05	24.5±0.13	18.4±0.11	12.5±0.08	3.8±0.06
	7-b		23.8±0.21	17.6±0.16	12.2±0.11	3.3±0.07	25.0±0.24	19.1±0.18	13.0±0.13	4.2±0.11
	8-c		23.5±0.13	17.6±0.10	11.9±0.09	3.3±0.06	24.8±0.14	18.9±0.12	12.8±0.09	4.1±0.07
	9-a		22.8±0.26	17.5±0.21	11.6±0.27	3.1±0.13	24.5±0.38	18.8±0.30	12.7±0.23	3.7±0.22
Bottom	1-b		24.0±0.15	17.8±0.13	12.0±0.11	3.4±0.07	25.1±0.18	19.0±0.16	13.0±0.13	4.2±0.10
	2-c		23.4±0.10	17.4±0.09	11.7±0.07	3.2±0.05	24.9±0.14	18.9±0.13	12.8±0.10	4.1±0.07
	3-a		23.4±0.43	17.4±0.35	11.5±0.21	2.9±0.18	25.0±0.52	18.9±0.46	12.9±0.41	4.0±0.25
	4-c		23.5±0.10	17.5±0.09	11.9±0.07	3.2±0.05	24.8±0.16	18.8±0.13	12.9±0.16	4.0±0.12
	5-a		23.1±0.32	17.3±0.27	11.7±0.22	3.2±0.12	24.2±0.33	18.6±0.31	12.8±0.32	4.0±0.17
	6-b		24.6±0.25	18.2±0.19	12.4±0.15	3.7±0.10	25.8±0.35	19.5±0.26	13.3±0.21	4.6±0.18
	7-a		23.0±0.30	17.2±0.19	11.8±0.15	3.1±0.10	—	—	—	—
	8-b		22.8±0.14	17.1±0.11	11.3±0.11	3.1±0.06	24.3±0.64	18.3±0.42	12.4±0.29	3.7±0.30
	9-c		23.1±0.13	17.4±0.06	11.8±0.06	3.3±0.03	24.3±0.15	18.3±0.11	12.4±0.09	3.8±0.05

Table. B-1 Summary of average size of clams.

殻長成長ついて述べる。ここで言う成長とは試験開始時の各籠(27個)毎の個体について測定した値の平均値と終了後のそれとの差である。籠当りの個体密度、飼育層を要因として分析した結果は Table. B-2 の如くなった。試験当初の Group 毎測定値間にも差異があり、この差がその後の成長に対して関係しないとは言いきれないが、今回は一応初めの差異はその後の成長には無関係であると考えた。分析結果は何れも有意な差は見られないが、傾向としては、棲息密度と成長との間には逆の関係があるように考えられる。(Table. B-6)。これに対し、飼育層間には明瞭な傾向は見られない。

殻高成長では、前の殻長と同様の分析をした結果、Table. B-3 の如くなり、大体の傾向は殻長の場合に類似している。即ち分析結果は有意差は認められないが、飼育密度と成長との間には逆の関係があるように考えられる (Table. B-6)。

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value
Density	0.5341	2	0.2670 ₅	3.2622
Layer	0.0763	2	0.0381 ₅	0.4660
Interaction	0.3592	4	0.0898	1.0969
Error	1.4734	18	0.0818	
Total	2.4430	26		

Table. B-2 Analysis of variance for growth (shell-length) of clams throughout the experimental period owing to different culture conditions.

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value
Density	0.6275	2	0.3137 ₅	3.501
Layer	0.0230	2	0.0115	
Interaction	0.3259	4	0.0815	
Error	1.6133	18	0.0896	
Total	2.5897	26		

Table. B-3 Analysis of variance for growth (shell-height) of clams throughout the experiment owing to different culture conditions.

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value
Density	0.9756	2	0.4878	12.54
Layer	0.0689	2	0.0344 ₅	
Interaction	0.0222	4	0.0056	
Error	0.7000	18	0.0389	
Total	1.7667	26		

Table. B-4 Analysis of variance for growth (shell-breadth) of clams throughout the experiment owing to different culture conditions.

殻巾成長の分析結果は Table. B-4 に示した。飼育層別には差異は見られないが、飼育密度と成長との関係はかなり顕著な差異が認められる。飼育層別には有意差が認められないので、全層にわたって、10個 Group, 50個 Group, 100個 Group の成長平均値を求めると、1.25mm, 0.93mm, 0.79mm となり棲息密度の小さいもの程成長が良い。

重量増加から見た分析結果は Table. B-5 に表示した。飼育層別・密度別には差が見られないが、この場合も密度とは逆の関係が予想されないでもない (Table. B-6)。

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value
Density	0.0941	2	0.0470 ₅	
Layer	0.0986	2	0.0493	
Interaction	0.0370	4	0.0082 ₅	
Error	0.5600	18	0.0311	
Total	0.7897	26		

Table. B-5 Analysis of variance for growth (weight) of clams throughout the experiment owing to different culture conditions.

iii) 考 察

以上の実験結果の分析から、殻巾を除く外部形態上の成長・増重には、飼育層間にも密度間にも有意差は見られないが、密度差による平均成長の差異の傾向は予想される。若し、仮にこれ等の成長が普通の棲息状態の場合と比較してかなり小さなものであるとすれば、アサリは底土に埋れている事がかなり必要な事であると言ふべきであろう。即ち、底土は「棲み家」としてと同時に、その餌料は水中に懸濁

Layer	Density			Shell-length (m m)			Shell-height (m m)			Shell-breadth (m m)			Weight (g)		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Surface	1.70	1.33	1.20	1.50	1.23	1.10	1.27	0.90	0.77	1.00	0.83	0.80			
Middle	1.50	1.40	0.96	1.50	1.56	0.97	1.20	0.90	0.70	0.77	0.80	0.63			
Bottom	1.33	1.30	1.33	1.40	1.23	1.23	1.27	1.00	0.90	0.83	0.77	0.73			
Total	1.51	1.33	1.16	1.47	1.34	1.10	1.25	0.93	0.79	0.87	0.80	0.72			

Table. B-6 Average increase in shell-length, -height, -breadth and total weight.

しているものでは充分でなく、表土又はその直上に存在する浮泥をも摂取する事が必要不可欠なものであると言う事になるであろう。吾々は色々の都合で干潟中の試験を行う事が出来なかったので直ちに両者の比較をする事は出来ないが、相良は吾々と大体同様の規模による干潟上の籠試験を報告している。この報告中アサリ小 (Shell-length 20~21mm) を使用した棲息密度の差による成長度の比較が、吾々の場合と類似している。勿論、密度の段階では両者それぞれ相異しているが、相良は 113日間の飼育期間中 1日平均殻長成長は棲息密度10個、20個、40個* についてそれぞれ 78.2 μ 、64.8 μ 、73.5 μ であり、1日当り平均重量増加は 29.9mg、25.4mg、30.7mg であったとしている。吾々の場合を Table. B-6 の Total mean から1日当りの平均殻長成長及び重量増加量を密度毎に計算すると、棲息密度10個、50個、100個の順にそれぞれ 60.4 μ 、53.2 μ 、46.4 μ ; 34.8mg、32.0mg、28.8mg となり、棲息密度10個の成長の場合は相良の例と大差ないが、50個、100個になると若干成長は悪いように考えられる。勿論100個については相良は実験していないので、何とも言えないし、飼育場所の問題、飼育日数の点も考える必要があるので、この比較のみで直ちに云々する事は出来ないにしても、棲息密度を小さくすれば、水中懸垂によってもアサリはかなりの成長をするものと考えられる。重量増加量について両者を比較すると逆に吾々の方が優っているが、測定にはかなりの誤差を伴う (測定方法の若干の相異によっても) 事を考慮すれば、これだけで結論する事は出来ないものと考えられる。なおこの辺の考察は次の報告で再び行う予定である。

次に殻高・殻高・殻巾のそれぞれの比を密度毎に Table. B-6 の Total mean より計算すると、Table. B-7 の如くなる。これ等の結果からも密度の小さいものの殻巾成長が大きい事が予想される。殻巾成長が

Rate	Density		
	a	b	c
H/L	0.97	1.01	0.95
B/L	0.83	0.70	0.68
B/H	0.85	0.69	0.72

Table. B-7 Relation between the each ratio of H. L. B. and culture density.

他の成長に比して大きい事は、所謂“だるま型”への移向と考えられるのであるが、本試験においては、それが密度の小さいものに現れている傾向が見られ、一般的な常識と相反するように考えられる。強いて考えれば、密度の小さい場合、前述した如くフジツボが多く附着した結果かも知れないがこの点は今後の問題であろう。

なお前項で述べた上層・中下層の最高水温差は、以上の成長・増重の考察結果よりすれば大きな影響を与えるものとは考えられない。

C. 乾物量よりの考察

B項において外部形態について若干考察を行なったが、更に乾物量について考えて見よう。最近の報告によれば、貝類は水中の溶存無機塩を直接体内に蓄積し、貝殻の構成に役立たせる事が出来るようである。貝殻形成が肉質部の衰弱と全く独立に営まれるか否かは不明であるが少なくとも貝殻形成と肉質部の増大に役立つ営養源は必ずしも一致しているとは限らず、むしろ相異していると見た方が良く考えられる。この意味で成長・増重を論ずる際貝殻の部分と肉質部とは一応区別して考える事が合理的であると同時に、実際の養殖業においても、所謂“身入り”と言って肉質部の実質の増加を、貝殻のそれから区別して考えている場合が多い。

*相良の使用した籠の面積は1尺×1尺である。

i) 測定法

大ききのそろった、試験当初材料全体から5個一組として4組 Random に抽出し、更に試験終了時に各籠より、これ亦 Random に5個抽出した。これ等何れも5個一組の試料アサリについてそれぞれ外部形態を常法に従って計測し、その後、各組毎に蒸溜水100ccを入れた300cc容ビーカーに投入し、湯煎上で開口するまで煮た（所要時間は大体七分）。冷却後肉質部を可及的完全に殻よりはがし、水を良く切り、秤量管に入れ105°Cで恒量とし、これを肉質部の乾物量とした。従って、所謂“剥身”から乾物としたものとは若干相違する。貝殻は蒸溜水で良く洗浄し、前同様105°Cで恒量とした。

ii) 実験結果

以上の方法により測定した結果は Table. C-1 に一括した。貝殻の増重は試験終了時の値から初めの4

Date	Initial Value (25-IX-'53)				End Value (20-X-'53)											
					Surface											
Basket No.	A	B	C	D	1-a	2-b	3-c	4-b	5-c	6-a	7-c	8-a	9-b	1-c	2-a	
Mean Length	(mm) 22.9	23.7	22.7	23.4	25.5	25.4	24.8	25.4	24.6	24.7	25.6	25.8	25.6	25.4	24.7	
Mean Height	(mm) 17.2	17.3	16.8	16.8	19.5	19.0	19.0	19.2	18.4	18.9	19.4	19.4	19.1	19.2	19.4	
Mean Breadth	(mm) 11.7	11.4	11.5	11.2	13.3	12.8	12.9	13.1	12.6	12.6	13.3	13.0	12.7	13.0	13.0	
Total Weight	(g) 14.5	14.7	14.1	14.2	22.7	19.9	20.8	21.5	19.3	19.9	23.7	21.9	21.6	21.6	20.9	
Total Dry Shell Weight	(g) 7.87	7.93	8.06	7.72	11.08	9.67	10.55	10.93	10.36	10.08	12.95	10.23	9.21	10.18	10.55	
Total Dry Muscl Weight	(g) 0.44	0.47	0.42	0.43	1.10	1.19	1.03	1.21	0.78	1.02	1.19	1.19	0.97	0.96	1.18	

Date	End Value (20-X-'53)															
	Middle						Bottom									
Basket No.	3-b	4-a	5-b	6-c	7-b	8-c	9-a	1-b	2-c	3-a	4-c	5-a	6-b	7-a	8-b	9-c
Mean Length	24.9	25.2	25.0	25.4	25.5	25.2	24.4	25.8	24.2	24.8	25.2	23.6	25.7	—	24.6	23.8
Mean Height	19.2	19.7	19.0	18.8	19.2	19.4	19.0	19.6	18.3	18.8	18.8	18.2	19.3	—	18.6	18.2
Mean Breadth	13.2	13.1	13.4	12.5	12.9	12.6	12.7	13.3	12.4	12.4	12.7	12.2	12.8	—	12.4	12.0
Total Weight	22.2	21.9	21.9	20.5	21.7	20.8	20.4	23.8	19.4	19.7	20.9	18.4	21.4	—	20.4	18.8
Total Dry Shell Weight	11.55	10.93	10.95	8.44	10.79	10.45	9.76	12.24	10.19	10.01	10.78	8.95	10.27	—	10.25	9.53
Total Dry Muscl Weight	1.15	1.15	1.13	1.00	1.11	1.07	1.14	1.19	0.97	1.06	1.14	1.00	1.18	—	1.03	0.87

Table. C-1 Summary of the data, total weight, dry shell weight and dry muscles weight per five clams selected randomly from each baskets.

Group (Table. C-1 の A, B, C, D) の平均値 7.90g を差引いたもので示す事にする。この点若干の危惧がないでもないが、今の所これ以外に方法が考えられない。数値分析の際 Error としては、当初の分散が

あるわけであるから、この点を考慮すれば、通常考えている場合よりは大きくなる。以上の事柄にもとづき求めた値は Table. C-2 に飼育層・密度別に一括して表示した。なお表中の** はそれぞれの Group 中の

	a	b	c
Surface	3.18	1.77	2.65
	2.18	3.03	2.46
	2.33	1.31	5.05**
Middle	2.65	3.65	2.29
	3.03	3.05	0.54**
	1.86	2.89	2.55
Bottom	2.11	4.34**	2.29
	1.05	2.37	2.88
	—	2.35	1.63

Table. C-2 Increase of shell weight.

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	"F" value
Between class variation	3.8543	8	0.4818	1.51
Within class variation	4.4609	14	0.3186	
Total	8.3152	22		

Table. C-4 Analysis of variance for increase (shell weight) owing to different culture conditions.

他の値に対して、そのよって来た原因は不明であるが、異常と考えられるので、一応除外して考える事にした。かくして得られる各Groupの平均増加量は Table. C-3 に示した。密度50個の b-Group を除けば、大体表層が増加量は大きいようにも考えられるが、分析の結果、平均値間に有意差は見られなかった (Table. C-4)。

各 Group を一緒に丸めた全平均を求めるとその増加量は2.39gとなる。この値は飼育前の平均重量に対して大体30%の増加である。干潟での貝殻増加について直接今回の結果と比較し得る資料がないので何んとも言えないが、かなりの増重と考えてよいのではなかろうか。

外部形態の成長において、棲息密度と殻長、殻高及び殻巾成長との間には、明瞭ではないが若干逆の関係があるように思われたが、貝殻の増重にはそのような傾向は見られない (Table. C-3, C-4)。勿論両者間には標本数、抽出誤差等多くの点で考慮すべきものがあり、両者を同一精度のもとに、直ちに関連づける事は危険があるが、殻重の増加量を試験期間中の棲息密度別平均値で見ると、a Group=2.22g, b Group=2.53g, c Group=2.42g となりかなりの増加を示す。外部形態上の成長及び殻重の増加から、貝殻形成に必要とされる塩類はかなり豊富に存在していたものと考えられる。なお、殻巾成長の顕著な所謂“だるま型”²⁹⁾の発現について花岡・島津は東京湾産バカガイの研究報告で、外套膜の伸長速度に比例して貝殻の拡張も行われるから、その速度が大きければ、殻巾の比率を減じ、小さければ貝殻の厚味だけを増し、殻巾の比率を増すものと考えられると言っている。吾々はすでに密度小なる Group の殻巾の成長比率が他の密度大なる Group のそれに比して大きい事を指摘したと同時に外部形態に見られる各部位の成長も密度に逆比例する事を見た。従って“だるま型”発現についての花岡・島津の考察結果とは逆の関係にあり、その原因については明らかではないが、前述したフジツボ附着の多少がその原因の一つと考えられるのではなかろうか。仮りにこれが一つの原因として考えられるとしても今の所その機構については全く不明であり、このような種類間の相互関係について究明される必要があるものと考えられる。

何れにしても貝殻形成の面より推測すれば、水中懸垂飼育によってもアサリはかなり正常な代謝をする事が考えられ、水中には貝殻形成に必要な塩類はかなり豊富に存在する事が考えられる。

次に肉質部の増加量について、貝殻の増加量と全く同様に処理して Table. C-5 を得た。この際試験当初の乾燥重量は0.44g/5個とした。各 Group の分散は均斉とは言えない。従って平均値の検定は行わなかったが、Table. C-5 より、密度の小さい Group における分散は比較的小さく、大きな密度の場合は大きい傾向が感じられる。これは籠の位置とは無関係に棲息密度の小さい場合は、フジツボの附着が多いにも拘

Layer	Surface						Middle						Bottom					
				Mean	u ²				Mean	u ²				Mean	u ²			
a	0.66	0.58	0.75	0.66	0.0072	0.74	0.71	0.70	0.72	0.0002	0.62	0.56	—	0.59	0.0028			
b	0.75	0.77	0.53	0.68	0.0177	0.71	0.69	0.67	0.69	0.0004	0.75	0.74	0.59	0.69	0.0077			
c	0.59	0.34	0.75	0.56	0.0427	0.52	0.56	0.63	0.57	0.0031	0.53	0.70	0.43	0.55	0.0186			

Table. C-5 Increase of dry muscles weight owing to different culture conditions.

らず、かなり均等に餌料摂取が行われ、密度の大なる場合は籠の位置、及び同一籠中でもそれぞれの個体差の影響が、密度の小さいものに比して拡大されるのではなからうか。

すでに成長の項でも述べたように、全重量の場合でも密度の大小と成長のそれとは逆の関係にあるに反して、貝殻のみの重量増加には試験の範囲内ではそれ程顕著な差異も傾向も見られなかった事を考えれば、高密度の場合の肉質部増加を維持するには、水中に懸垂している餌料量は貝殻形成のための塩類程充分ではないと考えるべきであろう。なお水層別に顕著な差の見られない事は、浮泥量の所で見た差異によっては大した影響を受けないのではないかと考える。

¹⁸⁾ 富安等はアサリの肥満度 (D) を $D = \frac{\text{乾燥・肉重量}}{\text{全重量}} \times 100$ で定義している。しかしこの値をもって所謂“身入り”の程度を示すには若干の考慮を必要とするであろう。吾々はすでに貝殻形成と肉質部の肥大とは必ずしも同一の機作によるものではなく、それ等に必要とされる餌料源はむしろ異なっていると考えられる事を述べた。従って肥満度を定義した上式では、仮りに乾燥肉重量が一定であり、肉質部の含水量が亦一定であったとしても貝殻そのものの重量変化があり、しかもこの変化が或る場合には肉質部とはかなり独立に生ずるとすれば、“身入り”の概念を適確には現わし得ないであろう。現実には含水量も一定ではなく、カキ等では所謂“水ガキ”と言って透明な、水分90%以上のものもある。養殖上重要な事は“身入り”の問題で、これはかなり多面的な内容をもっているようで、養殖生産物の良否の基準として考えられている。その内容は単に含水率の問題、乾燥肉重量に対する殻重量の比、或は富安等の肥満度、等の個々では必ずしも表現し得ないものではあるが、それぞれは少なくとも、1つの内容ではあり得る。吾々は今直ちに“身入り”の問題を云々するつもりはなく、唯、懸垂飼育の結果如何なる変化が起るかを考えているわけである。しかしこの場合においても相互に独立な変化を生じ得る可能性の考えられる事項を混合して考察する事は得られた結果の判断を混乱させる危惧があるので、一応乾燥肉重量に対する貝殻重量の比を求めこれ等の値が試験の前後で如何なる変化を来たすかを吟味した。なお計算にあたっては Table. C-1 の値を使用し、

$K = \frac{\text{Total Dry Muscles Weight}}{\text{Total Dry Shell Weight}} \times 100$ を求め、Table. C-6 のような結果を得た。全体的に見れば試験当初

Date	Initial Value (25-IX-'53)												
Sample	A	B	C	D	Mean								
	5.59	5.93	5.21	5.57	5.58								
Date	End Value (20-X-'53)												
Layer	Surface				Midde				Bottom		Total		
	Mean				Mean				Mean	Mean			
a	9.93	10.12	11.63	10.56	11.18	10.52	10.29	10.66	10.59	11.17	—	10.88	10.70
b	12.34	11.07	10.53	11.31	9.96	10.32	11.68	10.65	9.72	11.49	10.08	10.43	10.80
c	9.76	7.53	9.19	8.83	9.43	11.85	10.24	10.51	9.52	10.61	9.13	9.75	9.70
Total Mean	10.23				10.61				10.35		10.30		

Table. C-6 The difference of Kvalue by the different culture conditions. $K = \frac{\text{Total dry muscles weight}}{\text{Total dry shell weight}} \times 100$

に比較して終了時のそれはかなり大きくなっている。即ち終了時では乾物肉質部が貝殻の重量に比して相対的に大きくなっている。さきに吾々は肉質部の増重に寄与する餌料量は貝殻構成に必要なそれに比較して少ない事を推定したが、今回の分析では必ずしもそうとばかり考えられないような結果となったが、秋期産卵前の肉質部充実期にある事及び肉質部の変化が、貝殻のそれよりも現われ易い事等を考慮すれば、この値のみで直ちに肉質部増加に必要な餌料量が充分であったとは断定出来ない。この事は高密度の値が若干小さい事からも言える所で、なお今後の問題であろう。

D. 肉質部中の窒素及び Glycogen 量よりの考察

貝類の肉質部の各成分についての研究は決して少なくない。しかしこれ等の多くは、所謂利用加工原料としての観点から行われたものが多く、貝類の生理の立場、養殖上の見地からの研究は、余り多いとは思われない。関根・酒井¹⁹⁾は垂下カキの Glycogen 集積量と水深との関係を研究した中で、水流の良い中層が底層に比して、その含有量は優っている事を指摘し、足利はアコヤガイの生体各部に見られる Glycogen²⁰⁾の量を測定し、夏期には特に減少し、その減少の大部分は貝柱の含有量の変化に依っていると云っている。更に彼は、組織別・年令別に依る成分の差異、季節的変化をも詳細に検討している。倉茂は朝鮮産アサリ肉成分の季節的変化²¹⁾、特に産卵との関係を追究し、鈴木は冬期・春期のアサリ・エキスの研究を行っている²²⁾。更に富安等²³⁾は有明湾産アサリ体成分の季節的変化を二年間にわたって調査している。

吾々は窒素・Glycogen 含有量は一応アサリの代謝を反映するものと考え、水中懸垂飼育のアサリに就いて、肉質部中のこれ等が、棲育環境に依って如何なる差異を示すかを検討した。

i) 実験方法

C項で述べた肉質乾物を試料とし、それから一定量を秤量して、一部は Micro-Kjeldahl法に依り全窒素を、他の一部で右田等²⁴⁾の方法に従って Glycogen 量を測定した。但しすでに述べた如く、使用した肉質部は煮熟したものである。尚ほ測定値は乾物 1g 中の mg 数で示した。

ii) 実験結果

得られた結果は全窒素、Glycogen にわけて夫々 Table. D-1, Table. D-2 に表示した。全窒素、Glycogen 量に就いても試験当初の各 Group の値は必ずしも均一でなく、従って分析に際しては、通常の場合より大きな Error を見込まなければならないであろう。

Initial Value (25—XI—'53)													
Sample	A	B	C	D	Mean								
	121.9	113.9	114.6	116.8									
End Value (20—X—'53)													
Layer	Surface				Middle				Bottom				
				Mean				Mean				Mean	
Density	a	105.2	109.1	108.5	107.6	94.9	103.5	107.4	101.9	102.5	113.6	—	108.1
	b	107.0	108.7	105.8	107.2	108.3	116.1	115.1	113.2	107.9	125.8	113.1	115.6
	c	104.9	108.1	106.9	106.6	100.8	115.7	113.7	110.1	109.8	105.6	110.0	108.5

Table. D-1 Data of organic-N (mg) per dry muscles (1g.)

Initial Value (25—XI—'53)					
Sample	A	B	C	D	Mean
	63.2	67.4	67.7	67.2	

End Value (20—X'53)												
Loyer	Surface				Middle				Bottom			
				Mean				Mean				Mean
Density												
a	95.0	107.4	74.8	92.4	73.3	77.9	91.9	81.0	73.0	79.2	—	76.1
b	83.8	70.3	112.3	88.8	110.9	100.6	105.5	105.7	70.5	77.8	65.8	71.4
c	103.0	68.8	81.6	84.5	84.4	93.3	85.1	87.6	106.5	66.5	98.5	90.5

Table. D—2 Data of glycogen (mg) per dry muscles (lg.)

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	'F' value
Between class variation	370.03	8	46.2538	1.54
Within class variation	510.41	17	30.0241	
Total	880.44	25		

Table. D—3 Analysis of variance for content of organic-N owing to the different culture conditions.

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	'F' value
Between class variation	2276.53	8	284.566	1.45
Within class variation	3336.29	17	196.252	
Total	5612.82	25		

Table. D—4 Analysis of variance for content of glycogen in unit dry muscles owing to the different culture conditions.

分析結果は Table. D—3, D—4 に表示した。

iii) 考 察

数値分析の結果、全窒素、Glycogen量とも有意差は認められない。全窒素に就いて全平均値を求めると、108.8mg/1g. dry matter となり粗蛋白にすると680mg/1g. dry matter 即ち68%の含有率になる。仮りに当初4組の平均値を求めると、窒素含量は116.8mg/1g. dry matter, 粗蛋白で730mg/1g. dry matter となる。この結果から25日間の飼育で窒素含有量は若干低下したことが考えられる。若し富安等¹⁸⁾の分析結果と比較することが許されるとすれば、同氏等の結果も10月頃の粗蛋白含量は65~73%であるので、吾々の場合も大体異常な値とは考えられない。従って水中懸垂飼育に依り窒素代謝が特に変化したとは考えられないのではなからうか。試験当初と終了時とでは若干の隔りが見られるが、この点に関しては Glycogen の消長と関連づけて考察する必要があるので後に再び触れることにする。

Glycogen の全体平均値は乾物肉質部の8.7%である。この値は分析前処理から考えると可成大きな値のように考えられる。富安等に依れば10月では大体2.35~2.52%の全炭水化物含有率を示し、この季節は一年中で最低の値を示したと報告している。亦同じ報告中で粗蛋白質並びに全炭水化物はともに季節的に大きな変化を示し、互に相反した変化をするとともに、全炭水化物は彼等の言う肥満度と略々同一傾向の変化を示し、産卵前後の肥満の変化は全炭水化物の変化によるものと言っている。^{20,21)}足利もアコヤガイの Glycogen 含量に就いて、季節的变化が大きく、夏よりも冬に著しく多く、亦幼貝は老貝よりも多いことを報告している。²⁵⁾関根・立野・今村はカキの Glycogen は産卵のためのエネルギー源であり、その消長は従って産卵に依

り影響されると言っている。更に畑中²⁶⁾はカキに就いて、Glycogen含有量は性の成熟に伴って著しく減少し、且つこれは成熟に要する物質又はエネルギーとして消費されるものと思われると報告している。

吾々は今回性殖巢の観察は充分に行わなかったが、少なくとも産卵後のものとは考えられないし、広島地方でのアサリの産卵期については広島県水試²⁷⁾の組織学的な詳細な報告があり、それによれば、産卵は10月末である。安田等²⁸⁾の研究結果からもこの点は推測し得る。

以上の諸報告を総合すれば、肥満の原因は主として炭水化物の蓄積に依存し、窒素含量と炭水化物量の相対的關係は逆の關係があり、炭水化物量の消長は産卵に關係する。吾々の試験結果も以上の事柄と大体一致しているように考えられる。特に Glycogen 量が顕著である点と、乾物肉質部と貝殻の比が試験終了時に大きくなっている点等を考えると、水中懸垂飼育により可成の肥満を招来し得る可能性も考えられる。これ等の考察からアサリは正常な代謝を営んだと言ふことが言えるであろう。

E. 摘 要

アサリの成長が棲息地の底質に直接影響されるか否かを明らかにすることは、適地調査の上に重要であると同時に、仮に底質をはなれて成育するものとすれば、底質直上の各種調査が極めて困難な現在、アサリの成長に及ぼす環境要因の研究にも多くの便宜を提供するであろう。

吾々は今回アサリを水中に懸垂し、所謂底質の影響を取り除き、水中の懸濁物のみにより普通干潟に棲息しているものと同様に成育するか否かを試験した。

試験は1953年9月25日から10月20日迄の25日間で、その間、水温、塩分、浮泥量等について調査し、アサリについては、外部形態の成長、増重等を生のもの及び乾物について吟味したと同時に、窒素量、Glycogenの測定を行い、他の研究者の報告と対比することに依り、水中懸垂飼育の際の代謝について若干の考察を行った。その結果は大略次の通りである。

試験期間中の海水塩分はclで17%前後を示し、アサリの棲息に対して不適とは考えられなかった。水温は表層と中下層で若干(2~3°C)の差を示したが、外部形態の成長等から考えて大した影響はなかった。

飼育中に見られたフツツボの附着については、なほ今後の問題であるが、附着がアサリの飼育密度に可成の關係をもつことは興味ある所であろう。

アサリの飼育密度と成長との關係は大体逆の關係が見られたが、飼育密度を小さくすれば、懸垂飼育でもアサリは可成の成長を示し、底土は必ずしも不可欠なものではなく、今回餌料量の指標として実施した試験管による浮泥量の測定は必ずしも成功とは考えられないにしても、餌料の多少がより本質的なものと考えられた。

貝殻の増重には飼育密度は余り關係なく、成長の点を考えあわせると、貝殻形式は飼育密度に關係せず、唯々密度が小さいものは殻が比較的大きかった。これ等の点からすれば貝殻形成に必要と考えられる海水中の塩類は可成豊富なものと考えてよいのではなからうか、これに反し肉質部の増加は密度により影響される傾向があり、この点肉質部の形成に役立つ餌料量は、貝殻形成に役立つ塩類ほど豊富ではなく、この点が生産の限界を現定するのではなからうか。従って今後貝類生産の研究には有効餌料量の調査研究が必要であり、かりに干潟に棲息しているアサリ、ハマグリについても、従来の如く干出時の調査に終始せず、冠水時の問題解決が、これ等貝類の生産を向上せしめる上により重要なことであろう。

水中懸垂飼育のアサリが正常な代謝を営むか否かを決定するためには、呼吸量その他室内実験で使用される方法はほとんど使用出来ないで、肉質部の窒素量、Glycogen量の変化を測定して、従来の資料と対比し、大略の推定を行った。その結果、代謝に異状があったとは考えられなかった。

参 考 文 献

- 1) 竹内 秀男: アサリの介殻の変異と底質との關係。養殖会誌, Vol. 6 No. 4. 1936.
- 2) 倉茂英次郎: アサリの適性条件としての干潟の地盤並に土質の変動。海洋学会誌, Vol. 3. No. 2

1943.

- 3) D. M. PRATT : ABUNDANCE AND GROWTH OF *Venus mercenaria* AND *Calloccaridia morhuana* IN RELATION TO THE CHARACTER OF BOTTOM SEDIMENTS. Jour. Mar. Vol. 12, No. 1, 1953.
- 4) E. F. SWAN : THE GROWTH OF THE CLAM *mya arenaria* AS AFFECTED BY THE SUBSTRATUM. Ecology, Vol. 33. No. 4, 1952.
- 5) 倉茂英次郎 : アサリの生活力に及ぼす環境要素変動の影響 (VI—VII)。海洋学会誌, Vol. 1. pp. 28~43, 123~132, 1942.
- 6) 花岡 資, 村上 彰男 : 内湾における水中照度。内水研報告, No. 6, 1954.
- 7) 菱田 耕造 : 海水の濁りに関する研究。海洋学会誌, Vol. 9, No. 3~4, 1953.
- 8) N. G. JERLOV : OPTICAL STUDIES OCEAN WATER. Rep. Swedish Deep Sea Exp. Vol. III, Physics & Chem. No. 1, 1951.
- 9) D. L. FOX, J. D. ISAACS & E. R. CORCORAN : MARINE LEPTOPEL, ITS RECOVERY, MEASUREMENT AND DISTRIBUTION. Jour. Mar. Res. Vol. 11, No. 1, 1952.
E. D. GOLDBERG, M. BAKER & D. L. FOX : MICROFILTRATION IN OCEANOGRAPHIC RESEARCH; I: Jour. Mar. Res., Vol. 11, No. 2, 1952.
D. L. FOX, OPPENHEIMER & J. S. KITTREDGE : MICROFILTRATION IN OCEANOGRAPHIC RESEARCH; II: Jour. Mar. Res., Vol. 12, No. 2, 1953.
- 10) 古川 厚, 小笠原義光, 久岡 実, 野上 和彦 : 海水中の懸濁質に関する研究。(II) 浅海有機懸濁質の一測定法 日水会誌, Vol. 22, No. 4, 1956.
- 11) H. W. HARVEY : MICRO-DETERMINATION OF NITROGEN IN ORGANIC MATTER WITHOUT DISTILLATION: Analyst. 76, 1952.
- 12) 相良順一郎 : アサリ, ハマガリの棲息密度と生長との関係並びに相互間の影響について。日水会誌, Vol. 18, No. 6, 1952.
- 13) L. R. POMEROY & H. H. HASKIN : THE UPTAKE AND UTILIZATION OF PHOSPHATE IONS FROM SEA WATER BY THE AMERICAN OYSTER, *Crassostrea virginica* (Gmel). Biol. Bull. Vol. 107, No. 1, 1954.
- 14) W. T. W. POTTS : THE INORGANIC COMPOSITION OF THE BLOOD OF *mytilus edulis* AND *Anononta cygnea*. Jour. Exp. Biol., Vol. 31, No. 3, 1954.
- 15) K. M. WILBUR & L. JODREY : STUDIES ON SHELL FORMATION. (I), Biol. Bull. Vol. 103, 1952.
- 16) 堀口 吉重, 外5名 : 放射性同位元素によるアコヤガイ及びイケテフガイの生化学的研究 (I)。日水会誌, Vol. 20, No. 2, 1954.
- 17) 辻井 禎, 外4名 : 貝殻及び真珠形成機序の RADIO-AUTOGRAPHY による研究, 特に Ca^{45} 及び P^{32} の分布について。日水会誌, Vol. 20, No. 2, 1954.
- 18) 富安・豊水・実藤 : アサリ体成分の季節的变化について。九大農学部学芸雑誌, Vol. 12, No. 3, 1952.
- 19) 関根・酒井 : 懸垂式牡蠣身入れ方法における水深度と GLYCOGEN 集積量, 日農芸化学会誌, Vol. 5, 1929.
- 20) 足利 千枝 : アコヤガイの生化学的研究 (II—III) : 日農芸化学会誌, Vol. 23, 1949.
- 21) — : アコヤガイの生化学的研究 (IV—V) ; 日農芸化学会誌, Vol. 24, 1951.
- 22) 倉茂英次郎 : 朝鮮産アサリの生体並びに肉成分の季節的消長と産卵期, 朝水, 1943.
- 23) 鈴木 友二 : 冬期におけるアサリエキス分 (I—II), 薬学雑誌, Vol. 71, 1951.
- 24) 右田 正男, 花岡 資, 都筑 清 : 植物性養魚人工飼料試験, 第1報 : 水試報告, No. 8, 1937.

- 25) 関根 秀郎, 立野, 今村: 牡蠣成分の季節的変移, 日農芸化学会誌, Vol. 5, 1929.
 26) 畑中 正吉: 牡蠣体各部の一般組成について, 日水会誌, Vol. 9, No. 1, 1940.
 27) 広島県水試: アサリの産卵時期について, 水試だより, No. 35, 1954.
 28) 安田治三郎, 浜井生 三, 堀田 秀之: アサリの産卵期について. 日水会誌, Vol. 20, No. 4, 1954.
 29) 花岡 資・島津忠秀: 東京湾産バカガイの形態変異と成長, 日水会誌, Vol. 15, No 7, 1949.

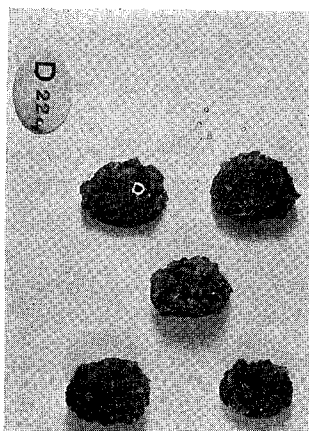


Plate. 1—a
 Density.....10
 Layer.....Upper

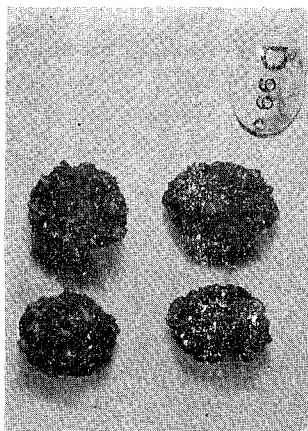


Plate. 1—d
 Density.....10
 Layer.....middle

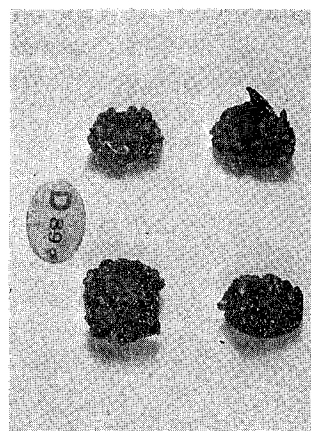


Plate. 1—c
 Density.....10.
 Layer.....Lower

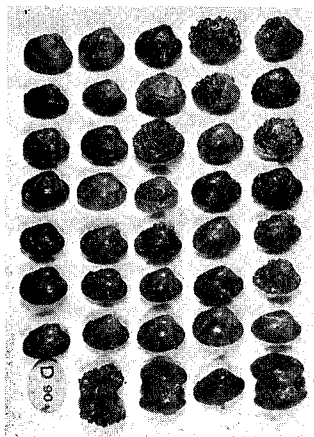


Plate. 2—a
 Density.....50
 Layer.....Upper

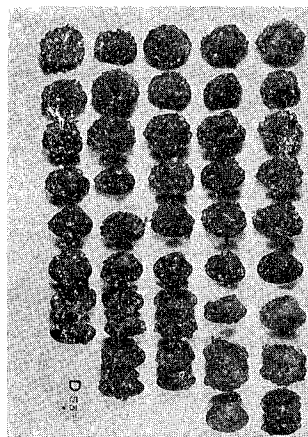


Plate. 2—d
 Density.....50
 Layer.....middle

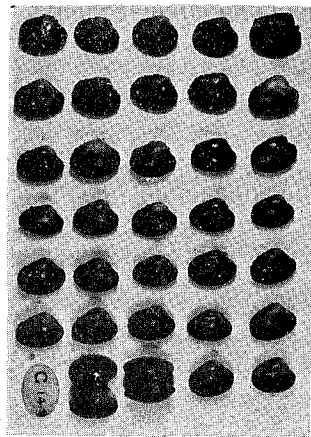


Plate. 2—c
 Density.....50
 Layer.....Lower

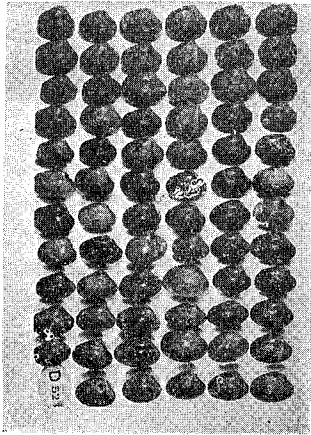


Plate. 3—a

Density.....100

Layer.....Upper

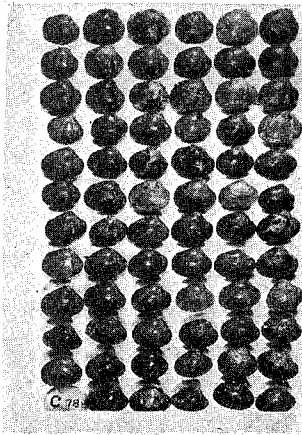


Plate. 3—b

Density.....100

Layer.....middle

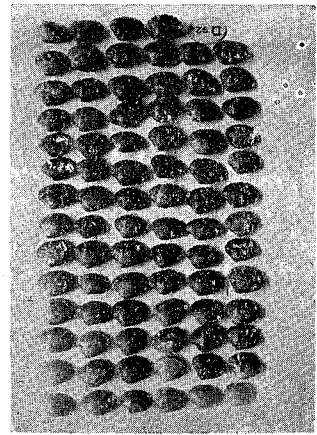


Plate. 3—c

Density.....100

Layer.....Lower