

소라 *Turbo cornutus* SOLANDER의 增殖에 關한 研究-I

소라의 産卵과 初期發生

盧 暹*

(1976年2月25日 接受)

STUDIES ON THE PROPAGATION OF TOP SHELL-I

Spawning and early development of the
top shell, *Turbo cornutus* SOLANDER

Sum RHO*

Fertilization and early development of *turbo cornutus* was studied based on the samples which were collected in Yeosu area.

Particular emphasis was paid on induction of artificial spawning, fertilization rate, preembryonic development, the growth of the early larva and larval survival to various salinity.

Among the various methods for induction of artificial spawning which have been tested for the present study, drying by exposure to air is the most efficient, and percentage fertilization rate was 83.8-96.4%. The diameter of fertilized eggs was $0.182 \pm 0.0028mm$; and the diameter of egg membrane was $0.245 \pm 0.0093mm$. Under the temperature range of 20.6-25.4°C the larvae hatched out after 11:05-11:15 hours of fertilization. After 3.0-3.5 days of fertilization the planktonic larvae began to settle, and the settlement terminated within 5 days.

During the period of 150 days of early culturing the diameter growth of shell(M) and the diameter of shell aperture(A) was formulated as follows:

$$1972 \quad M = 0.33e^{0.02070D}$$

$$A = 0.19e^{0.02282D}$$

$$1973 \quad M = 0.32e^{0.02282D}$$

$$A = 0.16e^{0.02596D}$$

During the same period of early culturing the relative growth of shell diameter and the diameter of shell aperture was formulated as follows:

$$1972 \quad A = 0.6478 S - 0.1575$$

$$1973 \quad A = 0.5897 S - 0.0515$$

After 11 days of larval hatching 0.02-0.18% of planktonic larvae settled. After 150 days of settlement the survival rate of the early shells was 7.4-21.6%. Under the temperature range of 21.0-22.7°C the optimum salinity range for the development of egg and the planktonic larvae was 30-35‰.

* 水産振興院 麗水分院, Fisheries Research and Development Agency, Yeosu Branch.

緒 言

소라 *Turbo cornutus*의 産卵 및 발생에 대한 研究로서는 網尾(1956)의 日本國 山口縣 吉見 부근에 棲息하고 있는 自然産 소라의 性成熟의 계절적 변화 및 成長에 對한 報告를 시점으로 阿井等(1964)은 海中에서 일어나는 産卵行動과 人爲環境下에서의 관찰 結果를 綜合하여 報告한 바 있고 阿井(1965), 土屋(1969) 등은 人工産卵誘發에 의한 卵發生과 幼生の 發達經過에 對하여 比較的 詳細히 報告한 바 있다.

韓國産 有用卷貝類의 研究로서는 소라와 유사한 생태를 가진 전복에 對하여 卞(1969)의 增殖에 關한 研究와 盧等(1974, 1975)의 여수近海産 전복의 春季採苗에 關한 報告가 있을 뿐 소라의 種苗生産에 關한 資料는 찾아 볼 수 없다.

筆者는 1972年 6月 부터 1974년에 걸쳐 室內水槽에서 干出刺戟 및 水溫上昇刺戟等에 依하여 數회에 걸쳐 受精卵을 얻을 수 있었으므로 卵의 發生 및 初期幼生の 飼育過程에서 얻어진 몇가지 結果를 여기에 報告하는 바이다

끝으로 本試驗에 시종일관 助力하여 준 朴春奎, 金銀玉 諸氏와 원고를 교람하여 주신 釜山水産大學 李澤烈博士님께 감사를 드리는 바이다.

材料 및 方法

1. 産卵誘發 및 幼生飼育

試驗에 使用한 供試母貝는 1972~1974년의 5~7月 사이에 全南 麗川郡 南面 소두리, 함구미, 개도(Fig. 1) 等地에서 海女들에 依하여 採捕된 殼高 5.8~9.4cm 範圍의 것을 産卵誘發用으로 使用하였다. 運搬된 母貝는 室內에서 플라스틱製 (內徑 69cm, 길이 65cm) 圓形水槽에 30~50 尾씩을 收容한 후 미역 및 갈파래를 먹이면서 5~7일간 安定시킨후에 産卵誘發刺戟을 試圖하였다.

産卵誘發方法은 干出刺戟 水溫上昇刺戟 生殖腺刺戟等을 每日 한가지씩 번갈아 실시하였다.

먼저 간출자극은 햇볕에서 1時間씩 노출시켰고 水溫上昇刺戟方法으로서는 Fig. 2에서 보는바와같이 淸명한 날에는 온상水槽에서부터 內徑 5mm 되는 긴 비닐호스를 使用하여 日光에 依한 加溫을 시도하였고 흐린 날에는 室內에서 프로판 가스를 利用하여 加溫시킨 물

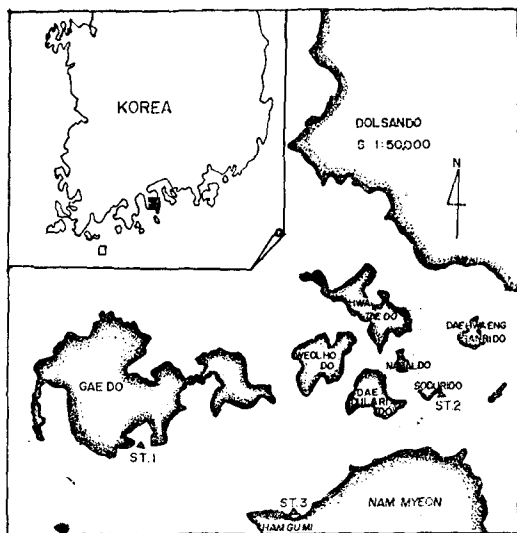


Fig. 1. Map showing the sampling station.

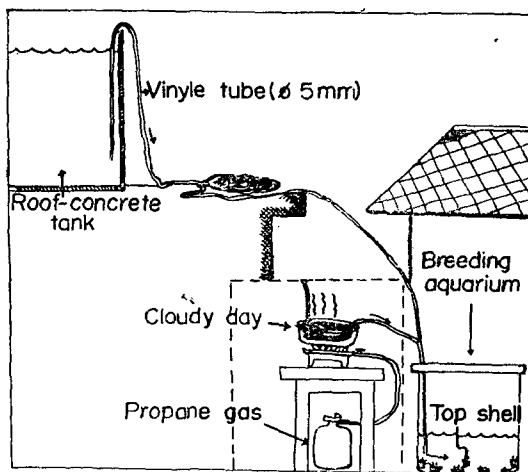


Fig. 2. Design of the stimulation of temperature systems used for the present experiment.

에 비닐호스를 침적시켜 海水가 이곳을지나는 동안 4~5時間에 水溫을 2~7°C 上昇시킨후 30분간 정상해수로 流水시키는 過程을 1日 2~3回 반복하였고 또 生殖腺 刺戟으로서는 成熟한 수컷의 生殖巢 1~2個의 精子液을 만들어 産卵槽에 첨가시켰다. 放卵 放精이 일어난것을 確認한 후에는 産卵槽의 通氣를 中斷시키고 母貝를 除去한後 卵이 底面에 沈降하기를 기다려서 上騰液을 버리는 過程을 數回반복하면서 洗卵한후 孵化槽의 底面積을 넓히기 위하여 同一한 크기의 水槽 3~4개에 分散시킨후 通氣시켰으며 孵化된 幼生은 3.7×

1. 65×0.8m의 콘크리트水槽에 옮기고 포복기 유생으로 이행할때까지 每日 飼育槽의 1/5 程度되는 濾過海水를 보충시켜 주었고 採苗器의 수하방법 및 附着幼生以後의 飼育方法은 盧等(1974)이 전복採苗에 使用하였던 方法에 準하였다.

· 孵化幼生에서 附着期幼生까지의 生殘率은 30×60×30cm되는 四角유리수조와 69×35×35cm의 플라스틱製水槽에 比較的 活力狀態가 좋게보이는 Veliger 幼生 2,000~4,000尾씩을 收容한후 11日만에 採苗器에 附着한 幼生의 全數를 計數하였다.

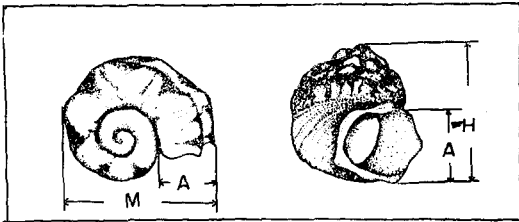


Fig. 3. Method of measurement of young top shell (left: bellow 3mm, right: over 3mm). M: Maximum shell diameter, A: Aperture diameter, H: Shell height.

소라의 크기는 通常殼高로써 表示하지만 初期幼生에 있어서는 편의상 Fig. 3. 에서와같이 3mm이내에서는 殼徑을 현미경하에서 micrometer로 測定하였고 그 이상에서는 Vernier caliper로 殼高를 測定하였다.

2. 鹽分濃度에 따른 알의發生 및 浮遊幼生の 生殘

사육수의 鹽分濃度가 알의 發生에 미치는 영향을 알기 위하여 正常海水에 淡水와 食鹽을 加하여 5~50% 범위에서 5% 간격으로 10단계의 濃度를 200ml씩 만든후 유리샤아테 (D:15.5~2.5cm)에서 제1~2分割中の 受精卵 50粒씩을 처리한후 1, 2, 12, 24, 時間經過後의 發生狀態와 生殘率을 調査하였고 同一한 方法으로 初期 Veliger幼生 20尾씩을 처리하여 1, 10, 24時間後의 狀態를 調査하였다.

卵과 幼生의 狀態 관찰은 위에서 定한 調査計劃時間에 따라 40倍 쌍안현미경하에서 全數調査하였으며 完全히 發生이 정지되었다고 인정된것과 原形質分離가 일어난것은 별도로 收容하여 관찰하였다.

結 果

1. 産卵誘發 및 放卵, 放精

산란유발용 어미소라의 殼高組成은 Fig. 4에서 보는 바와 같다. 간출자극 6回, 水溫上昇刺戟 6回, 生殖腺척가자극 5回, 모두 17回의 산란유발자극을 試圖한 結果 大量의 受精卵을 얻을수 있었던 方法은 간출자극에서 2回, 水溫上昇刺戟에서 1회 모두 3回였다.

간출자극과 水溫上昇刺戟에 依하여 放卵 또는 放精이 일어나기까지의 過程을 보면 Fig. 5와 같다. 즉 1972年 6月 23日 기온 22.2~22.4°C에서 60分間 공중노출시킨후 正常海水에 옮긴 約4時間만에 水溫 20.6°C에서 1尾의 숫컷이 放精을 시작하였고 얼마후 2~3尾

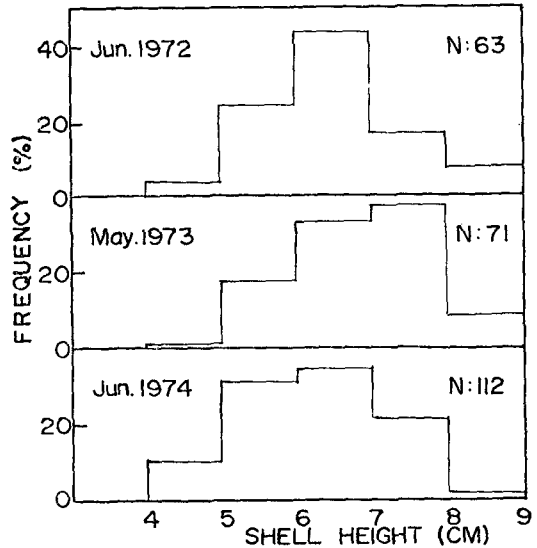


Fig. 4 Shell height composition of the top shell.

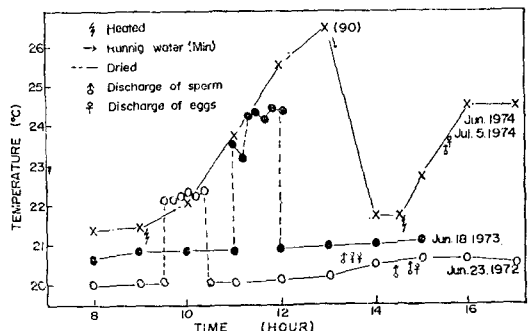


Fig. 5 Induced spawnings of *Turbo cornutus* by the various stimulation methods.

의 압수계체의 동시방란방정현상이 일어났으며, 1973년 6월 18일에는 기온 23.3~24.5°C에서 60분간 간출시킨후 正常海水로 流水시킨 1時間 17分頃 水溫 21.0°C에서 숫컷의 放精이 일어났고 곧이어 2尾의 암컷이 放卵하는것을 볼수 있었다.

74년도의 경우는 前年에 비하여 다소 늦은 7월 5日 水溫 21.4°C에서 4時間 동안 2.6°C로 加溫시킨다음 正常海水로 1時間 流水시켜 21.7°C로 下降시켰고 다시 제2차 加溫을 시작한 約1時間後 水溫이 23.8°C로 상승되면서 放卵, 放精現象이 일어났다.

水槽內에서 소라의 산란행동은 大部分 水面 가까이 기어올라와서 알과 精虫을 噴射 시켰는데 관찰중 암컷은 水面위 52cm 거리까지 噴射시키는것을 볼수 있었다(Pl. I, -A, B).

이와같은 噴射現象은 數分間隔으로 계속되어 完全히 放卵하기까지는 約30~40分間 소요되었으며 숫컷의 放精은 암컷에 비하여 더 짧은 時間間隔으로 噴射現象이 속행되어 噴射된 精虫은 차츰 水中에 확산되었고 放精이 끝나기까지의 時間은 암컷보다 길어서 約1時間程度 계속되었다.

放出直後의 알은 弱한 附着性을 가지고 있어 水槽벽

이나 其他 固形物에 붙는것을 볼수있으나 aeration 등의 水流에도 쉽게 脱落되는것을 볼수있었다.

3회에 걸쳐 産卵된 卵의 受精率은 1972년에 93.6%, 1973년에 96.4% 1974년은 83.8%로서 比較的 높은 受精率을 볼수있었다.

2. 卵割 및 初期幼生の 發生

放出된 알은 暗綠色을 띤 球形으로서 ゼ리상 卵膜을 가진 分離沈性卵이다.

受精卵의 크기는 Table 1에서와같이 卵徑 0.182±0.028mm 卵膜徑 0.245±0.0093mm로써 卵表面과 卵膜과의 사이에 圓卵腔을 가지고 있었다(Pl. I, -C).

受精後 經過時間에 따른 卵割過程을 보면 Table 2와같이 水溫 21°C에서 受精後 35分만에 제1回 卵割을 마쳤고(Pl. I, -D) 1時間27分만에 제2回 卵割을 끝내었다(Pl. I, -E) 2時間 8分後에는 먼저생긴 4개의 大割球위에 螺旋狀으로 4個의 小割球가 形成되어 제3回 卵割을 마쳤으며(Pl. I, F) 이후 桑實胚期(Pl. I, G, H)를 거쳐 8時間 33分頃에는 原鰓輪帶(protochroal girdle)위에 發生한 纖毛를 움직여 卵膜內에서 胚의 回轉運動이 始作되었다(Pl. I, -I).

Table 1. Comparison of diameter of fertilized egg in top shells, *Turbo cornutus*

Reference and Author Diameter (mm)	Present data (1972, 1973.)	Yosida (1964)	AI <i>et. al.</i> (1964)	Amio (1965)	Doya (1969)
Egg.	0.182±0.0028	—	—	0.21	—
Including egg membrane	0.245±0.0093	0.22-0.23	0.26	0.24	0.23

Table 2. Developmental stage comparison between top shells and abalonus

Reference and present data Stage	Present data		AI	Rho <i>et. al.</i>
	<i>T. cornutus</i> (Jun. 23, 1972)	<i>T. cornutus</i> (Jun. 18, 1973)	<i>T. cornutus</i> (Aug. 1964)	<i>H. discus hannai</i> (May. 1972)
Fertilized egg	0	0	0	0
First division (min.)	48	35	30	64
Second division (min.)	99	87	90	94
Fourth division (hour)	3.30	3.18	3.0	3.40
Gastrula stage (hour)	7.51	7.26	7.0	8.24
Trochophore stage (hour)	8.46	8.33	8.0	12.26
Hatched out (hour)	11.16	11.05	11.0	15.52
Shelled larvae in early creeping(day)	3.5	3.0	3.0	3-4
Formation of peristomal shell(day)	6	5.5	5	7-8
Range of water temp. (°C)	20.6-23.1	21.1-25.4	25-26	17.2-23.5

時間이 經過함에 따라 卵膜內의 胚의 回轉運動은 차츰 더 活潑해졌으며 卵膜을 뚫고 처음 孵化된 Trochophore 幼生을 볼 수 있었던것은 산란후 11시간 5분이 經過한 때였다(Pl. I, -J, K). 孵化直後의 幼生은 주로 孵化槽의 底面에서 活動하고 있고 때때로 静止하는 行動을 取하였다.

孵化後 3日째에는 頭部의 反對쪽에서 透明한 幼殼의 形成이 시작되었고 이의 內則에 內臟囊이 形成되면서 頭部가 分化하여 velum으로되어 veliger 幼生에 들어갔다(Pl. II, -A).

孵化後 22時間後에는 幼殼의 形成이 完成되어 殼徑은 $0.273 \times 0.308mm$ 로 되고 velum의 바로 밑쪽에 足의 形態가 나타났다. 그 背部에 透明한 원반상의 뚜껑(operculum)이 보였으며 內臟部는 頭部와 足部를 그 位置로 둔채 肛門과 아가미가 前方으로 移動하는 torsion이 일어났다(Pl. II, -B).

孵化後 2日 午後에는 水槽內에서의 veliger 幼生の 游泳層은 表層에서 차츰 底層으로 내려가면서 固形物의 表面을 포복하는 動作을 取하였고 外部의 충격이나 자극을 받으면 殼口쪽에 뚜껑을 막으면서 몸을 재빨리 貝殼 속으로 감추는 行動을 볼 수 있었다.

孵化後 4日째까지 匍匐生活을 하면서 소라稚貝의 成長은 胚殼(protonch)을 基點으로하여 時計方向으로 右卷 成長을 보였는데 Fig. 6에서는 附着初稚貝의 經過時間에 따른 殼徑의 成長과 縫合(suture) 및 黑斑의 形成數를 나타내었다.

胚殼을 基點으로하여 (Fig. 6-1) 貝殼의 成長에 따라 形成되는 螺層(cohort)의 境界 即 縫合은 孵化後 10일 째에 殼頂을 中心으로 1바퀴 반 程度 右卷되면서 殼徑

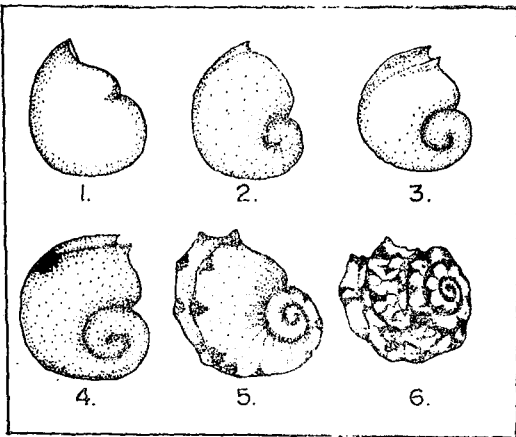


Fig. 6. Showing the formation suture and black mark according to the growth of top shell.

0.31mm로 成長하였고(Fig. 6-2), 16일後에는 殼徑 0.41mm로 되면서 거의 1, 3/4바퀴程度 右卷되었다(Fig. 6-3).

59日째에는 2바퀴를 약간 초과하여 右卷되면서 殼徑은 1.15mm로 成長하였고 殼의 背面에는 三角形에 가까운 最初의 黑色斑紋이 出現하였다(Fig. 6-4, Pl. II, -F, G)

72日後에는 殼이 2, 3/4程度 右卷되면서 殼徑 1.37mm에 達하였고 黑斑의 數는 15個로 增加되었는데 뒤에 形成된 斑紋의 色彩는 暗黃褐色을 띠고 있었다(Fig. 6-5).

孵化後 89日째에 殼은 約4回程度 右卷하였으며 殼徑 2.6mm로 成長하였고 斑紋의 數는 18個로 增加하였다(Fig. 6-6).

90日後에는 殼徑 2.664~3.154mm에 達하였으며 最終 150日後에는 殼高 5.24~6.49mm로 成長하였다.

이때까지의 稚貝의 殼頂部는 成貝에서와 같이 突出되지않고 대체로 扁平한狀態로서 成長함에 따라 새로운 螺層에 形成되는 斑紋은 처음 殼頂部에 먼저 形成된 斑紋과 不規則하게 연결된 狀態로 나타났으며 稚貝는 飼育槽內에서 연한 갈파래 및 창자파래와 미역의 幼葉을 섭이하는것이 관찰되었다(Pl. II, -1).

사육기간중 經過日數에 따른 稚貝의 成長을 보면 Fig. 7에서와같이 經過日數(D)에 따른 殼徑(S)와의 成

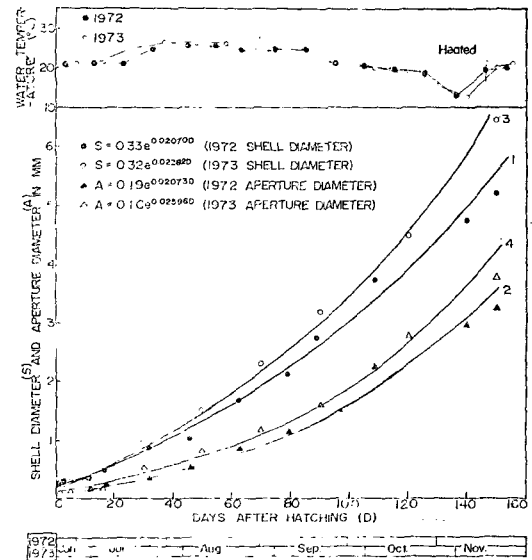


Fig. 7. Relationship between days(D) of rearing and shell diameter(S) of young top shell in the rearing aquarium,

長關係式은 1972年의 경우 $S=0.33e^{0.02070D}$, 1973年에
는 $S=0.32e^{0.02282D}$ 로 表示할 수 있었고 또 經過
日數(D)에 따른 殼口徑의 成長은 1972年의 경우
 $A=0.19e^{0.02073D}$, 1973年에는 $A=0.16e^{0.02598D}$ 의 指數
曲線式으로 各各 나타낼 수 있었다.

同期間中の 殼徑(S)와 殼口徑(A)와의 相對成長을
보면 Fig. 8에서와 같이 1972年에 있어서는 $A=0.6478$
 $S-0.1575$, 1973年의 경우 $A=0.5897$ $S-0.0515$ 의 回
歸直線式으로 表示되었다.

飼育期間中の 소라幼生の 發生段階別 生殘率을 보면
veliger 幼生에서 附着幼生으로 移行하는 부화후 11日

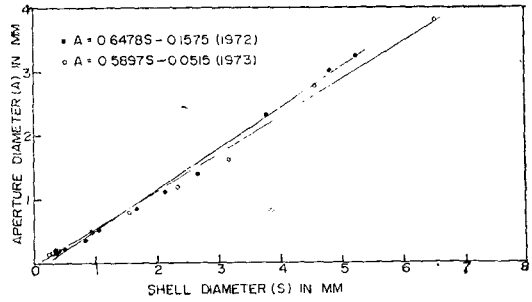


Fig. 8. Relationship between the shell diameter and the aperture diameter.

Table 3. The number of settlings larvae of *T. cornutus* in the rearing aquariums

No. of vessel	1	2	3	4	5	Total	Average
Year	1 9 7 2			1 9 7 3			
Beginning date	Jun. 24	Jun. 24	Jun. 24	Jun. 19	Jun. 19		
Researched date	Jul. 5	Jul. 5	Jul. 5	Jun. 30	Jun. 30		
Number of veliger used	2,000	2,000	4,000	2,000	4,000	14,000	2,880
Number of collectors	10	10	20	10	20	70	14
Average number of settling larvae collector	7.2	13.6	36.2	3.9	17.4	78.3	15.66
Number of total settling young shells	72	136	724	39	348	1,319	263.8
Settling rate(%)	0.036	0.068	0.181	0.020	0.087		0.0942
Size of rearing aquarium (cm)	30×60×30	30×60×30	88×44×44	30×60×30	88×44×44		
Range of wter temp. (°C)	20.8-23.7	20.7-23.7	20.6-23.6	21.7-25.2	21.4-25.0		
Range of salinity(‰)	30.19-32.36			32.71-3314			

Note; Size of collector: 20×20cm

以內에 大量감모 현상이 일어나 소형수조에서의 경우
0.020~0.181%(平均 0.094%)의 저조한 생산을 볼 수
있었다(Table 3).

附着된 稚貝는 계속하여 감모가 일어나 殼經 2mm
前後로되는 孵化後 約60日 사이에 부착된 치패층 다시
32.4~67.3%의 높은 감모를 보였으나 그以後의 사육
에서는 앞에서 처럼 短期間에 發見된 大量감모현상은
볼 수 없었고 管理途中 採苗器에 미치는 충격이나 또는
水面위에 採苗器를 露出 시켰을때 附着하고 있던 몸을
움추려 貝殼內로 끌어 들어면서 사육조 지면에 脫落하
는 個體가 많았으며 일단 脫落된 個體는 水槽底面에
쌓인 유기물의 썩어지거나 기타 沉積物등에 매몰된 體
斃死하므로써 孵化 11日 以後부터 最終 飼育期間까지
의 소라稚貝의 생산율은 7.4~21.6% 범위였다.

3. 鹽分濃度에 따른 卵의 發生 및 浮游幼生の 生殘

水溫 21.0~22.4°C 범위에서 鹽分 32.74%되는 自
然海水에 淡水와 食鹽을 加하여 鹽分濃度 5~50% 범
위에서 5% 간격으로 10段階의 濃度區를 設定하고 各
濃度別로 200ml 썩을 유리 사야레(φ15.5×25cm)에
넣은 후 산란후 約 90分경과한 割2分裂中의 卵 50粒
씩을 수용한후 경과시간에 따른 알의 상태를 Table.4
에 또 24시간후의 정상적인 부화율, 비정상적인 부화
율 및 斃死率을 Fig. 9-A에 각각 나타내었다.

各段階의 鹽分濃度別로 처리된 알을 현미경하에서
觀察한 狀態는 Fig. 10에서와같이 10% 以下의 低濃度
에서는 처리 後後 곧 卵膜內의 알이 膨大하여 圍卵
腔內에 充滿되면서 發生이 靜止된 體 차츰 原形質分離
現象이 일어났고 15%에서는 非正常的인 狀態에서 어
느程度 發生이 進行되다가 前者의 경우에 비하여 多少
늦게 膨大現象이 일어나 차츰 發生이 靜止되었다. 또
45% 以上의 高濃度에서는 처리後 後 심한 삼투압작용

Table 4. The hatched out of the eggs of *Turbo cornutus* in the various salinities

Salinity(‰)		5	10	15	20	25	30	32.77	35	40	45	50
1hr.	N.	0	0	0	d. 12	d. 41	d. 49	d. 48	d. 48	d. 24	d. 3	0
	A.	0	0	d. m. 24	d. m. 31	d. m. 6	d. m. 1	d. m. 1	d. m. 2	d. m. 18	d. m. 16	0
	D.	r. c. 50	r. c. 50	r. c. 26	c. 7	c. 3	c. 0	c. 1	c. 0	c. 3	e. c. 31	e. c. 50
2hr.	N.	0	0	0	d. 6	d. 34	d. 48	d. 48	d. 47	d. 11	0	0
	A.	0	0	d. m. 10	d. m. 33	d. m. 11	d. m. 2	d. m. 1	d. m. 3	d. m. 26	d. m. 9	
	D.	r. c. 50	r. c. 50	r. c. 40	c. 11	c. 5	c. 0	c. 1	c. 0	c. 13	e. c. 41	e. c. 50
12hr.	N.	0	0	0	0	t. 6	t. 16	t. 13	t. 22	0	0	0
	A.					h. 3	h. 30	h. 34	h. 25			
	D.	r. c. 50	r. c. 50	m. r. 50	m. c. 31	m. c. 21	t. m. 3	t. m. 2	t. m. 2	m. c. 32	m. c. 50	e. c. 50
24hr.	N.	0	0	0	0	h. 7	h. 45	h. 46	h. 43	0	0	0
	A.				m. h. 6	m. h. 14	m. h. 2	m. h. 2	m. h. 5	m. h. 2	m. c. e. 50	e. c. 50
	D.	r. c. 50	r. c. 50	m. r. c. 50	m. c. 43	m. c. 26	m. c. 3	m. c. 2	m. c. 1	m. c. 47		

Marks for the state are as follows:

Note. 1. N:normal development; A:abnormal development; D: death; d:egg division; t:trochophore in egg membrane; h:hatched out larvae m:malformed; r: expanded yolk; e:contract of egg membrane; c:collapse of cytoplasm

Note 2, Date: July 5, 1974 Number of eggs=50 each; Water temperature: 21.0-22.4°C.

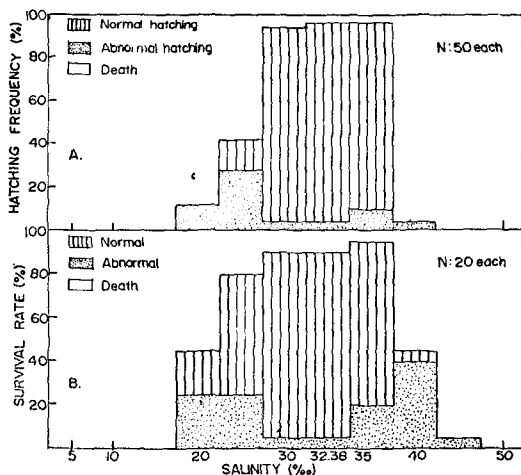


Fig. 9. Rate of hatching eggs (A) and survival rate of early veliger larvae (B) top shell exposed to various salinities in 24 hours.

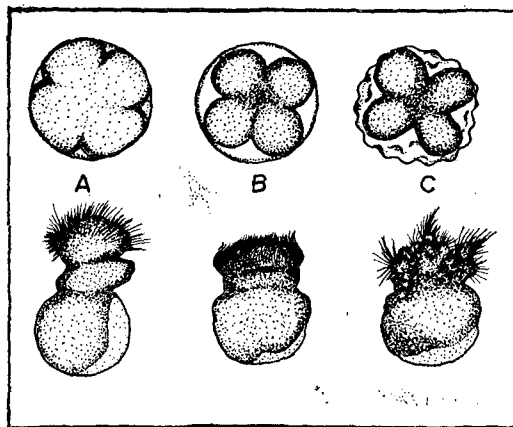


Fig. 10. Showing the eggs and early veliger larvae in the various salinities
A: below 15‰ B: Fresh seawater
C: over 45‰

Table 5. Mortality of early veliger larvae top shell in water of various salinities

Salinity(‰)		5	10	15	20	25	30	32.38	35	40	45	50
1 hour	N	0	0	0	16	19	20	20	20	6	3	0
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	9

		盧				暹						
10 hour.	M	0	0	17	4	1	0	0	0	10	8	8
	D	20	20	3	0	0	0	0	0	1	2	3
	N	0	0	0	7	12	18	19	18	3	0	0
	C	0	0	0	2	3	0	0	1	2	2	7
	M	0	0	4	3	1	1	1	1	12	13	4
	D	20	20	16	8	4	1	0		3	5	9
	N	0	0	0	4	11	17	17	15	1	0	0
	C	0	0	0	2	3	0	1	2	2	1	0
	M	0	0	0	3	2	1	0	2	6	0	0
	D	20	20	20	11	4	2	2	1	11	19	20

Marks for the state are as follows:

Note. 1. N: normal swimming C: collapse of cytoplasm and abnormal swimming

P: stop swimming but movement of cilia D: Death.

Note. 2. Date: Jul. 5, 1974. Number of veliger larvae: 20 each. Water temperature: 21.2-22.7°C

에 의하여 卵膜의 수축現象이 일어나 卵膜表面이 凹凸 상태로 變하였고 發生은 靜止된채 原形質이 포도상으로 分離되는 것을 볼 수 있었다. 따라서 알의 發生 및 孵化가 가능하였던 鹽分濃度の 範圍는 20~40% 였지만 正常孵化率이 높았던 鹽分濃度の 範圍는 30~35%로써 이때의 正常孵化率은 50~52%였다.

水溫 21.2~22.7°C에서 앞의 方法과 同一하게 처리하였던 孵化 後의 初期 veliger 幼生에 있어서의 經過時間別狀態를 Table 5에, 또 24時間 後의 生殘에 대하여 Fig. 9B에 各各 나타내었다.

各段階別의 鹽分狀態別로 처리된 veliger 幼生の 狀態는 Fig. 10에서 보는 바와 같이 10% 以下의 低鹽分濃度에서는 投入即時 纖毛가 放射狀으로 곳곳하게 固定되면서 폐사하였고 15%에서는 몇몇 개체가 10%에서와 같은상태로 폐사하였고, 일부에서는 가사상태에서 數分經過 後 미약한 심장박동에따른 体表의 진동에 의하여 放射狀으로 굳어진 纖毛의 진동을 보이다가 20~30分後에 小數의 個体에서는 차츰 回復이 되는것처럼 점차 不規則한 游泳活動을 하는것도 있었지만 3~4時間後에는 다시 처리직후의 狀態로 되돌아 가서 10時間後에는 全數斃死하였다. 40%의 高濃度에서는 처리 直後 低濃度에서와 같이 纖毛를 放射狀으로 直立한채 광분유영하는 개체가 많았고 1시간 후에는 다소 정상적인 游泳을 하는 소수의 個体를 除外하고는 大部分이 原形質分離現象이 일어나 포도상의 원형질 小粒子가 体表面에 密生된 채 기형적인 活動을 하거나 游泳을 정지한 채 纖毛만을 미약하게 움직이고있는 個体가 많았다. 鹽分농도 45% 以上에서는 40%의 경우보다 더 심한 原形質分離現象이 일어나 기형적인 個体數가 增加하였고 24시간후에는 1尾를 除外한 全數가 斃死하였다. 試驗途中 高濃度처리에서 活動중인 기형적인 個体

를 正常海水로 옮겨준 경우 生存時間은 다소 길어졌으나 匍匐期幼生으로 移行하는 個体는 없었고 2~3일 後에 全數가 斃死하는것을 볼 수 있었다.

따라서 各階段의 鹽分濃度에 처리한 veliger 幼生이 24時間동안 生存할 수 있었던 鹽分濃度の 範圍는 20~40% 였고 正常的인 体形유지와 安全飼育이 可能하였던 範圍는 25~35% 였다.

考 察

소라와 비슷한 형태를 가지고 있는 전복類에 있어서 水溫, 干出, 生殖巢等의 刺戟으로 산란유발이 可能하다는것은 猪野(1952, 1966), 菊地(1963)等에 依하여 비교적 오래전부터 알려져 왔고 盧等(1974)도 報告한 바 있다.

소라의 産卵誘發에 對하여 阿井(1965)는 水溫 24~26°C의 정상海水를 30~40分間에 28°C까지 급상승 시키는 溫度刺戟에 依하여, 또 土屋(1969)는 飼育管理中 水質, 水溫, 干出 物理的인 刺戟等을 母貝에 무리가 가지 않을만큼 每日 연속적으로 反復하여 大量産卵이 可能하였음을 報告한 바 있다. 本調査에서 干出刺戟의 경우 전복에 比較하여 다소 긴 1시간 程度 日光下에서 노출시켰고 水溫上升刺戟은 阿井(1969)에 比較하여 다소 완만한 4~5시간 동안에 2~7°C를 上昇시켜 良質의 受精卵을 얻을 수 있다.

소라의 産卵期에 對하여 網尾(1956)는 日本國 山口縣 吉見에서 調査한 소라의 生殖巢熱度の 發達은 5~8月頃에 현저하여 주로 夏季에 産卵이 일어날 것으로 推定하였고 伊豆半島南部에서 調査한 阿井等(1964)과 野中(1968)는 7月中旬 前後의 沿岸水溫 20°C에서 25°C 前後로 急上昇하는 時期와 一致하였다고 하고있다,

본시험의 경우 실내에서 産卵이 일어났던 時期는 1972, 1973년에는 거의 비슷한 6月 23日 水溫 20.6℃에서와 6月 18日 水溫 21.1℃에서였고, 1974年度에는 앞에서 보다 다소 늦은 7月 25日 水溫 23.8℃에서 産卵이 일어나 網尾 및 阿井等(1964)의 報告와 유사한 경향을 보이고 있다. 소라의 受精卵의 크기에 대하여 吉田(1964)와, 土屋(1969)는 卵膜徑 0.22~0.23mm, 阿井(1965)는 0.26mm 網尾(1956)는 0.24mm로 研究者에 의하여 多少의 差異는 있으나 筆者의 경우 0.245±0.0093mm로서 個체에 따른 差를 감안하면 모두 유사한 것으로 생각되었다. 産卵以後 卵에서 周口殼形成까지의 初期發生時間에 대하여는 阿井(1965)는 水溫 25~26℃에서 産卵後 30분만에 제1분열이 일어났고 8時間後에는 卵內 trochophore 幼生으로 되어 11時間만에 孵化하였으며 5日만에 周口殼이 形成되었다고 報告한데 비하여 본 조사에서는 1972년에는 水溫 20.6~23.1℃ 範圍에서 産卵後 48分後에 제1분열을 마쳤고 8時間後에 卵內 trochophor 幼生으로 되었으며 周口殼形成은 6日째에 볼수 있었는데 1973년의 水溫 21.1~25.4℃에서는 전년에 비하여 다소 빠르나 阿井(1965)의 結果보다는 약간 늦은 5.5日만에 周口殼形成을 볼수 있었다.

따라서 同一種에서 나타난 發生速度의 差異를 다른 海産動物의 發生에서와 마찬가지로 發生當時의 水溫條件과 關係가 깊을 것으로 思料되었다.

附着幼生以後의 成長과 黑斑의 形成에 對하여 阿井(1965)는 受精後 12日째에 殼徑 0.38~0.39mm에 達하였고 60日째에는 殼徑 1.3mm로 되면서 殼의 外周에 黑斑이 인식되었고 80日째에는 殼徑 2mm로 成長하면서 黑斑은 8개가 나타났고 100일째에는 殼徑 3mm에 達하면서 黑斑은 12個로 增加하였다고 報告한데 비하여 본 조사에서는 孵化後 10일째에 殼徑 0.31mm로 成長하였고 5.9日째에는 殼徑 1.15mm로 되면서 1個의 黑斑의 出現 하였으며, 72일 후에는 殼徑 1.97mm로 되면서 黑斑은 15個로 增加하였고 90日경에는 殼徑 2.66~3.15mm內外로 되면서 黑斑은 18個로 增加하였으며 最終 150日째에는 殼高 5.24~6.49mm에 達하여 殼徑의 成長은 阿井(1965)와 유사하게 나타나고 있다.

最初의 黑斑이 나타난 稚貝의 크기에 對하여 網尾(1956)는 5月中旬에 採集된 自然稚貝에서 殼幅 0.8mm 程度에 있다고 지적하므로 種苗生産過程에서 調査한 阿井(1965)와 이번 조사에서의 結果보다 黑斑의 出現時期가 빠른편이었고 또 阿井(1965)의 結果에 비하여 필자의 경우 最初의 黑斑은 더 빨리 나타났으며 成長에

따른 出現數도 다소 差가 있는데 이것은 측정방법에 따른 차이 외에 환경요인이나 이료등에 의한 個體間的 差異에서 기인된 것으로도 생각되나 今後 보다 具體的인 조사검토를 해 볼 계획에 있다. 種苗生産過程中的 稚貝의 生殘에 對하여 阿井(1967)등은 浮游幼生에서 33日間 飼育한 結果 0~0.030%의 生殘을 報告한 바 있으나 筆者의 금반조사에서는 浮游幼生에서 11日間 사육에서 0.620~0.183%의 生殘을 볼수 있었고 附着幼生以後 約60日間 飼育(殼徑2mm內外)에서는 32.4~67.3%의 큰 감모를 볼수 있어 阿井(1964) 등의 結果와는 우선 조사간격이나 方法에 差異가 있어 正確하게 比較할수는 없으나 부유유생에서 附着生活로 들어 갈 무렵에 大量 감모를 發生하였던것은 거의 一致되고 있다. 따라서 이時期는 盧(1974) 등이 전복생산과정중에서 浮游幼生으로부터 附着幼生으로 들어가는 條件은 海産魚類 種苗生産過程중에서 볼수 있는 所謂 critical period와 비슷하였다고 지적한 同一時期로 생각된다.

卷貝類의 初期幼生의 飼育環境中 好適鹽分濃度를 조사한 보고로써 猪野(1952)는 씨이볼트전복 *H. sieboldi*의 veliger幼生의 適鹽分濃度範圍는 24.1~36.3%였고 특히 30.8~36.3%의 범위가 好適하였다고 指摘한바 있다. 금반 조사한 소라의 卵發生이 可能하였던 염분농도의 범위는 25~35%였고 호적염분농도는 30~35% 범위였으며 veliger 幼生의 24時間동안 生存이 가능하였던 範圍는 20~40%였고 好適鹽分濃度는 30~35%로써 대체로 猪野(1952)가 報告한 씨이볼트 전복에서 조사결과와 일치되고 있다.

要 約

1972~1974年 5~7月에 여수근해산 소라 *Turbo cornutus*를 材料로 하여 産卵誘發刺戟, 受精率, 卵發生 幼生의 成長 生殘率 및 發生初期幼生의 적염분농도등에 대하여 調査하였으며 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 산란유발 방법으로 간줄자극, 가온자극, 정자액침가등의 方法을 每日번갈아 17回 實施한 結果 간줄자극에서 2回 加溫자극에서 1回의 방란 방정기 일어났고 이때의 수정율은 83.8~96.4%였다.
2. 수정란의 난경은 $0.182 \pm 0.0028mm$ 였고 난막경은 $0.245 \pm 0.0093mm$ 였다.
3. 초기유생의 발생과정은 水溫 20.6~25.4℃ 범위에서 11.05~11.15 시간후에 부화하였고 3.0~3.5日後에 附着이 始作되어 5日後에 完了되었다.

盧 暹

4. 부착된 幼生の 성장은 부화 10日後 殼徑0.31mm, 59日後 1.15mm, 72日後 1.97mm, 90日後에는 2.66~3.15mm, 150日後에는 각각 5.24~6.49mm로 各各 成長 하였다.

5. 부착치패의 부화후 150日間の 飼育에서 經過日數(D)에 따른 殼徑(S) 및 殼口徑(A)의 成長關係式은

$$1972年 S=0.33e^{0.02010D}$$

$$A=0.19e^{0.02073D}$$

$$1973年 S=0.32e^{0.02282D}$$

$A=0.16e^{0.02596D}$ 의 지수곡선식으로 各各 表示되었다.

6. 부화후 150日까지의 壳徑(S)과 壳口徑(A)과의 상대성장식은

$$1972年 A=0.6478S-0.1575$$

1973年 $A=0.5897S-0.0515$ 의 회귀직선식으로 表示되었다.

7. veliger 幼生の 부화11日後의 着生率은 0.020~0.181% 였으며 附着以後 150日 동안의 생산율은 7.4~21.6% 였다.

8. 수온 21.0~22.7℃에서 알과 浮游幼生の 發生 및 生殘에 適當한 鹽分濃度의 범위는 30~35% 였다.

文 献

網尾 勝(1956) : サザエ *Turbo cornutus* SOLANDER의 成長並びに 棘의 成長に就いて. 農林省水講研報, 4(1), 57-68.
 阿井 敏夫·野中 忠·佐佐 木正(1964) : サザエ의 産卵

と發生-I, 産卵 行動觀察の一例. 日水誌, 30(10), 828-830.
 阿井 敏夫(1965) : サザエ의 産卵と發生-II 産卵誘發と 幼生發達. 日水誌, 31(2), 105-112.
 土屋 文人(1969) : サザエ의 人工採苗と成長. 養殖, 9, 87-90.
 猪野 峻(1952) : 邦産 アワビ屬의 増殖に關する生物學的 研究. 東北區水研報, 5, 1-24.
 _____(1966) : アワビと その 増養殖, 水産増殖叢 書 11, 1-103. 日本水産資源保護協會
 菊地 省吾·浮泳 久(1974) : アワビ屬의 採卵技術に關 する研究, 第1報 エゾアワビ *H. discus hannai* INO の性成熟と溫度との關係. 東北區水研報, 33, 69-78.
 野中 忠(1968) : サザエ의 種苗生産と 増殖, 養殖, 5, 64-67. 綠書房
 盧 暹·朴春奎·卞忠圭(1974) : 전북의 増殖에 關한 研究(I). 麗水近海産 産物 *H. discus hannai* INO의 産卵에 關하여. 水振研報, 13, 77-92.
 盧 暹·朴春奎(1975) : 전북의 増殖에 關한 研究(II) 麗水近海産 産物 *H. discus hannai* INO의 産卵 期. 韓水誌, 8(4), 234-241.
 卞忠圭(1969) : 전북의 増殖에 關한 研究. 韓水誌, 3(3), 177-186.
 吉田 裕(1964) : サザエ. 貝類種苗學, 183-184. 北隆 館,

EXPLANATION OF ABBREVIATIONS

a: adult shell	m: mouth
c: cephalic tentacle	o: operculum
e: egg	p: peristomal shell
ey: eye	s: sperm
f: food	v: velum
l.s: larval shell	p.g: prototrochal girdle

EXPLANATION OF PLATES

Plate I

- Fig. A. Jetted the eggs on wall of breeding aquarium.
Fig. B. Jetted egg(enlarge)
Fig. C. Fertilized egg. Diameter including membrane is 0.245mm and yolk 0.182mm.
Fig. D. 2 cell stage, 35 minutes after fertilization.
Fig. E. 4 cell stage, 1 hour and 37 minutes after fertilization.
Fig. F. 8 cell stage, 2 hours and 8 minutes fertilization.
Fig. G. 16 cell stage, 3 hours and 18 minutes after fertilization.
Fig. H. Animal pole view 16 cell stage.
Fig. I. Trochophore stage hatching. 8 hours and 33 minutes after fertilization.
Fig. J. Just after hatched out, 11 hours and 5 minutes after fertilization.
Fig. K. Swimming trochophore larvae. later 1 hour after hatched out.

Plate II

- Fig. A. Early veliger stage began to secrete the larval shell, 3 hours after hatched out.
Fig. B. Veliger stage after torsion, 22 hours after hatched out.
Fig. C. Early creeping stage. 61 hours after hatched out.
Fig. D. Do. dorsal view.
Fig. E. Elongated peristomal shell, 20 days after hatched out shell diameter 0.25mm.
Fig. F. Appearance one black mark on the shell surface, 59 days after hatched out, diameter of shell 1.148mm(dorsal view)
Fig. G. Do. ventral view.
Fig. H. Young having not a spine but 10 black marks on the shell surface. 68 days after hatched out, diameter of shell 1.824mm.
Fig. I. Young shells on the sea-lattuce, *ulva lactuca* in the rearing aquarium.

Plate I

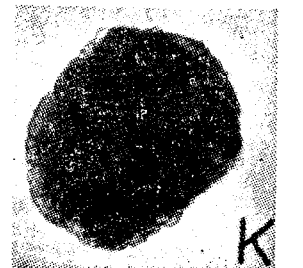
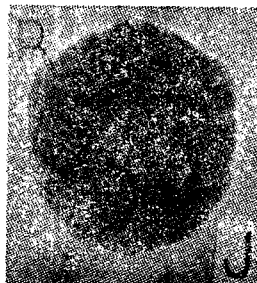
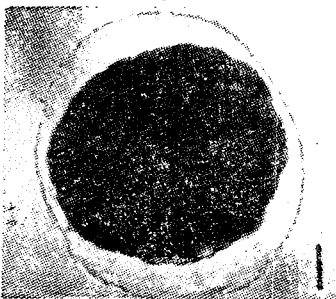
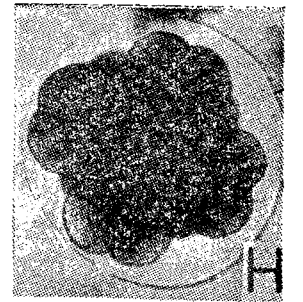
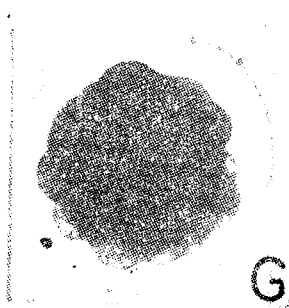
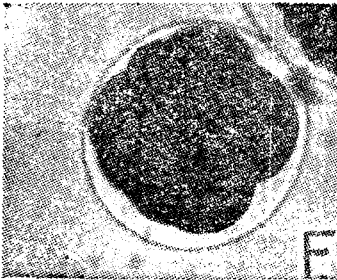
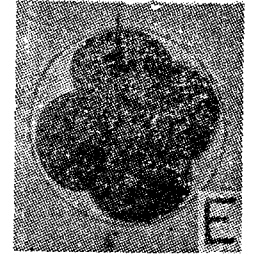
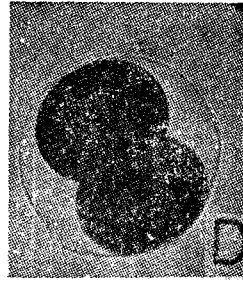
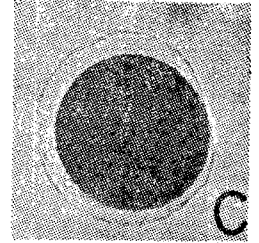
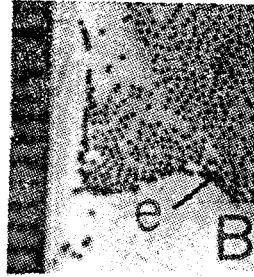
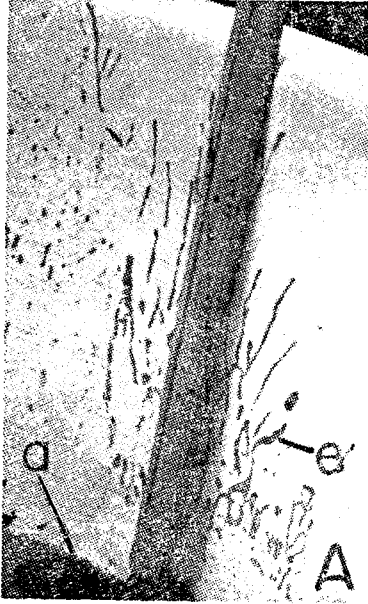


Plate II

