

濟州道産 맛조개, *Solen strictus* GOULD의
生殖細胞形成과 生殖週期에 關한 組織學的 研究

*洪 性 三 · **李 定 宰

*제주대학교 대학원 수산생물학과 **제주대학교 해양과학대학 증식학과

Histological Studies on the Gametogenesis and the Reproductive
Cycle of Razor Clam, *Solen strictus* GOULD, in Cheju-do

Seung Sam Hong and Jung Jae Lee

*Dept. of Marine Biology, Graduate School, Cheju National University

**Dept. of Aquaculture, College of Ocean Science, Cheju National University

The structure of gonads, gametogenesis and the reproductive cycle of the razor clam, *Solen strictus* GOULD, were investigated mainly employing photomicrography and electron microscopy.

The materials were sampled monthly one or twice in the Cheju coastal area from May 1983 to May 1984.

S. strictus is dioecious. The gonad is situated longitudinally between the outer fibromuscular layers and peritoneal cavity. The gonad is composed of a number of ovarian and testicular sacculus, and these sacculi are formed by lobules which originated from the outer fibromuscular layer.

The eosinophilic granular cells were distributed abundantly in the germinal epithelium at the early development stage. With the further development of the gonad, these cells gradually disappeared. The eosinophilic granular cells are related to the growth of germ cells.

According to the growth of oocytes (approximately 40 μ m in diameter) yolk granules begin to accumulated around the subcortical cytoplasm. As the yolk granules increase in size and more yolk granules are produced, they fill the cytoplasm from outside to inside. The lipid granules are evenly distributed in the cytoplasm. The ripe oocytes are

90-100 μ m.

The head of spermatozoon is approximately 2 μ m in length and its tail is about 25 μ m.

The conical acrosome of the spermatozoon is distinguished into two different electron densities.

The axoneme structure of a sperm tail consists of nine pairs of peripheral and one pair of central microtubules. Four or five spherical mitochondria form the paranucleus around the centrioles.

In the spent stage of the gonad, atrophied gonadal sacculus contains an unknown originated black or brown resolved substances.

The reproductive cycle could be divided into five successive annual cycles : multiplication (October-April), growing(May-June), mature(June-July), spent(early July-early August), and recovery stage (early August-October). Peak spawning period occurred from mid July to early August.

緒 論

우리나라에棲息하는 맛조개類(Family, Solenidae)는 7種으로 모두가食用種이며 그分布는 咸鏡北道와 平安北道를 除外한 全沿岸에 널리 分布하고 있다.

맛조개, *Solen strictus* GOULD에 關한 研究로는 貝類의 分類 및 分布에 斷片的인 記錄들이 있으나 研究者마다 本種의 學名을 서로 다르게 表記하였다. 李(1956)는 韓國產 貝類目錄에서 *S. gouldi* CONRAD 를 맛조개, *S. strictus* GOULD를 北海道 맛조개라 하였고, 韓國動物名集(韓國動物學會, 1971)에는 *S. gouldi* CONRAD로 表記되어 있으나 波部, 小管(1967)은 *S. gouldi* CONRAD와 *S. gracilis* (GOULD)를 *S. strictus* GOULD의 異名이라 하였고 原色韓國貝類圖鑑(柳, 1976)에서도 *S. strictus* GOULD로 表記하고 있다. 따라서 本 研究에서는 맛조개의 學名을 *S. strictus* GOULD로 하였다.

이러한 分類學的 研究 以外에 本種에 關한 研究로는 吉田(1939)의 浮遊仔貝 및 稚貝의 形態와 習性에 關한 것과 本種이 海産 吸虫類인 *Bacciger harengulae*의 中間宿主라고 報告한 것(金等, 1984) 外에는 本種을 對象으로 한 報文은 찾을 수 없었다.

本種은 食用으로서 選好度가 높을 뿐만 아니라 蠔類의 낚시 미끼로도 利用되고 있음을 勘案할 때 本種의 資源管理 및 增養殖을 위한 資料를 마련함이 重要하다. 이러한 見地에서 本種의 生殖細胞形成過程과 生殖週期에 關하여 組織學的으로 研究하였다.

材 料

本 研究에 使用한 맛조개는 濟州道 南濟州郡 城山邑 城山里와 城山邑 吾照里 사이에 位置한 城山灣(Fig. 1) 潮間帶에서 1983年 5月부터 1984年 5月까지 13個月에 걸쳐 月 1回 내지 2回씩 殼長 10cm内外의 것을 每回 50個體

濟州道産 맛조개, *Solen strictus* GOULD의 生殖細胞形成과 生殖週期에 關한 組織學的 研究
 를 採集하여 살아있는 狀態로 實驗室로 運搬
 하고 이 中에서 20個體를 任意로 抽出하여 殼
 長 殼高 全重量을 測定한 後 組織學的 實驗에
 使用하였으며 採集地의 海水水温은 國立水產
 振興院 濟州支院의 測定值를 利用하였다.

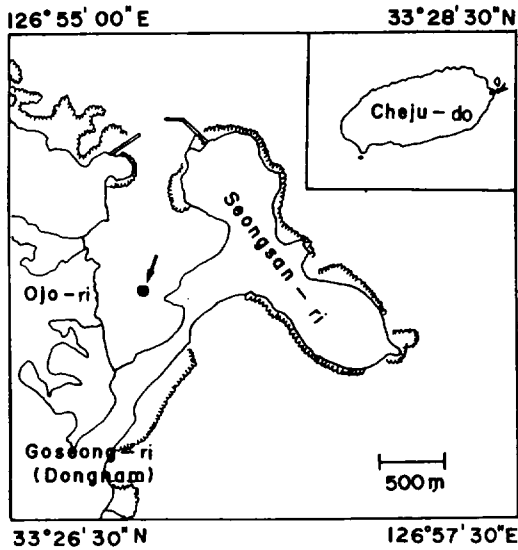


Fig. 1. Map showing the sampling station in Cheju-do

方 法

光學顯微鏡의 方法: 殼長과 重量을 測定한 試料에서 Fig. 2에 表示한 바와 같이 肝中臟部 바로 뒷쪽에 位置하고 있는 生殖巢의 中間部位에서 크기 1cm의 試片을 切取한 後 Bouin 固定液에 24時間 固定하고 paraffin 切片法에 따라 5~6 μ m의 連續切片을 만들었다.

染色은 Hansen's haematoxylin과 0.5% eosin으로 比較染色 하였고, 結締組織과 筋肉組織을 識別하기 爲하여 Mallory triple 染色을 하여 生殖巢構造, 生殖細胞形成過程 및 生殖巢

의 週年 變化를 調査하였다.

電子顯微鏡의 方法: 生殖巢의 中間部位에서 2×3×4mm의 크기로 試片을 切取하여 4℃下에서 4%Glutaraldehyde(phosphate buffer pH 7.4)에 4時間 固定한 後, phosphate buffer로 3~4回 씻고 다시 4% glutaraldehyde에 12時間 放置하였으며 (Sabatini *et al.*, 1963), 固定이 끝난 試片은 再次 phosphate buffer로 씻은 後 바로 ethanol series 및 acetone으로 脫水하여 Epon 812混合液(Luft 1961)에 包埋하였다.

包埋한 材料는 Sorval ultramicrotome으로 우선 1 μ m 두께의 切片을 만들어 toluidine blue-borax로 染色하여 光學顯微鏡으로 觀察部位를 確認한 後, 銀色切片을 만들어 uranyl acetate와 lead citrate로 電子染色(Reynolds 1963)을 하여 Hitachi HS-7S(50KV) 電子顯微鏡으로 觀察하였다.

結 果

1. 生殖巢의 外部形態

맛조개는 雌雄異體이며 生殖巢는 아가미 後端까지의 腹腔(Fig. 2의 pc) 外側上皮와 體外壁의 環狀筋層(Fig. 2의 cml) 밑의 縱筋層(Fig. 2의 lml) 사이에 分布한다.

生殖巢의 크기나 色彩는 生殖巢의 發達狀態에 따라 變化하는데 未熟期의 生殖巢囊은 發達하지 못하여 雌雄識別이 不可能하였다. 生殖巢가 成熟함에 따라 卵巢는 漸次 보라色 精巢는 乳白色을 띄며 腹腔쪽으로 膨大되기 始作하여 아가미 後端에서 足部境界까지 肝中臟部分을 除外한 腹腔은 膨大된 生殖巢로 充滿

되고 이때의 卵巢는 茶褐色, 精巢는 乳白色으로서 外觀上 雌雄識別이 容易하였다.

放卵 放精後의 生殖巢는 매우 萎縮되며 이때의 卵巢는 黑色, 精巢는 淡黃色을 띠는 것도 있으나 雌雄을 肉眼的으로 區別할 수 없는 個體가 많았다.

生殖巢가 發達하여 膨大되거나 放卵 放精後 萎縮되더라도 肉質胴體部(Fig. 2의 ms)의 外觀上 變化는 거의 認識할 수 없었다.

2. 生殖巢의 構造

맛조개의 肉質胴體部는 伸張力과 收縮力이 매우 크다. 肉質胴體部의 最外側은 單層扁平上皮로 被覆되어 있으며 上皮 바로 아래에는 두께 130~150 μ m의 環狀筋이 存在하고 이 環狀筋 內側은 環狀筋과 縱筋으로 構成되어 있다. 體 外層을 構成하는 環狀筋膜에서 分枝하는 筋纖維와 結締纖維가 樹枝狀으로 腹腔을 向하고 있으며 이의 大部分은 腹腔의 外壁에 到達하여 生殖小囊으로 發達하며 一部는 腹腔을 向하여 伸張되는 道中 縱筋사이의 좁은 空間에서 生殖小囊으로 發達되기도 한다(P1. I-1, 2).

Mallory 染色結果 生殖小囊壁의 內側은 結締纖維로 外側은 貧弱한 筋纖維로 構成되어 있었다. 生殖細胞는 이 生殖小囊內側의 結締纖維層에서 發達한다. 生殖細胞가 分裂增殖함에 따라 生殖小囊의 結締纖維層은 점차 貧弱해지며 放卵 放精 後에는 大部分의 生殖小囊은 消失되고 一部의 生殖小囊은 매우 萎縮된 狀態로 남아있었다.

3. 生殖細胞形成

가. 卵子形成

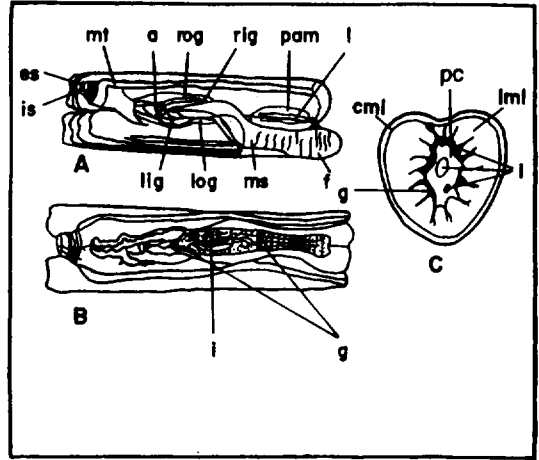


Fig. 2. Anatomical view of razor clam, *S. strictus* GOULD.

A : incision view of mantle

B : incision view of body

C : cross section of middle part of body

a : anus, cml : circular muscle layer, es : exhalant siphon,

f : foot, g : gonad, i : intestine,

is : inhalant siphon, l : ligament,

lig : left inner gill lamina,

lml : longitudinal muscle layer,

log : left outer gill lamina,

ms : muscle, mt : mantle,

pam : posterior adductor muscle,

pc : peritoneal cavity, rig : right

inner gill lamina, rog : right outer

gill lamina.

光學顯微鏡의 觀察 : 卵巢는 多數의 橢圓形 小囊으로 構成되어 있으며 卵原細胞는 이 小囊의 生殖上皮에서 分裂增殖한다. 卵原細胞는 直徑이 6 μ m內外인 球形細胞이며 核은 5 μ m內外로 뚜렷하고 細胞質은 매우 貧弱하다. 核內에는 1個의 仁과 顆粒狀의 染色質이 不規則하게 散在한다(P1. I-3).

卵巢小囊壁의 結締性筋肉組織과 卵巢小囊과 小囊間의 間充織組織에는 eosin에 染色되는 好酸性顆粒細胞들이 多數 出現했다가 卵巢가 成熟함에 따라 그 數는 漸次 減少하였다.

分裂增殖이 끝난 卵原細胞는 細胞質이 充實 해지면서 成長하여 初期卵母細胞로 發達한다. 初期卵母細胞는 直徑이 約 20 μ m内外이고 核內的 染色質은 糸狀 또는 塊狀으로 核質에 散在해 있고 仁은 核膜 가까이에 位置하며 이러한 初期卵母細胞는 成長함에 따라 卵柄을 形成하면서 卵巢小囊腔內로 突出하기 始作하며 卵柄을 除外한 長徑은 40 μ m, 核은 20 μ m内外였고 仁은 5~8 μ m였다(P1. I-4).

卵柄卵母細胞가 더욱 成長하면 核은 卵柄의 反對쪽 卵膜가까이에 位置하며 核內的 染色質은 糸狀 또는 塊狀으로 더욱 濃密해진다(P1. I-5).

卵柄卵母細胞가 더욱 成長하여 長徑이 70 μ m 内外가 되면 卵柄은 차츰 消失되기 始作하고, 卵巢小囊內腔으로 遊離된 卵母細胞는 長徑이 80 μ m内外, 核의 直徑은 40 μ m内外였으며 塊狀 또는 網狀을 하고 있던 染色質은 더욱 緻密해지고 仁은 8 μ m内外가 되었다. 卵母細胞가 90~100 μ m로 成長하면 卵膜 外側에는 Jelly層이 形成되면서 卵巢小囊腔은 이들로 充滿된다(P1. I-6, 7).

完熟卵의 放卵은 腹腔의 中心位置에 가까운 卵巢小囊에서부터 進行되며 放卵을 完了한 卵巢小囊壁은 漸次 두꺼워지고 卵巢小囊과 小囊 사이의 網狀結締組織이나 間充織組織은 再次 發達하기 始作한다(P1. I-8).

放卵이 完了된 卵巢小囊 生殖上皮에 殘存하고 있는 小數의 小形 卵母細胞와 未放出 成熟卵은 卵巢小囊腔內에서 退化하기 始作한다.

한편 卵巢小囊腔內에는 生殖細胞의 分解物로 推定되는 黑褐色 物質이 含有되어있는 境遇도 있었다(P1. I-9).

電子顯微鏡的 觀察: 卵母細胞의 卵膜은 二重膜으로 되어있고, 卵膜의 外側에는 微細絨毛가 密生해 있다. 卵膜과 連接한 內側에는 分泌顆粒이 多數 分布하고 電子密度가 높은 卵黃顆粒과 電子密度가 다소 낮은 脂質顆粒이 細胞質內에 散在하며 多數의 糸粒體와 顆粒性 小胞體들도 分布하고 있다.

二重膜狀의 核膜에는 多數의 核孔이 存在하였다. 核內的 染色質은 塊狀 또는 顆粒狀이며 電子密度가 높은 單一 仁이 存在한다. 仁은 密度가 낮은 核小體線部와 密度가 높은 無形部의 2部分으로 構成되어 있다(P1. III-19, 20).

小胞體들 中에는 核膜에 近接해서 소용돌이와 같은 橢圓形으로 密集된 形態를 한 것도 있었다(P1. IV-21).

分泌顆粒 內側에는 多數의 皮質顆粒들이 있으며 細胞質內的 空胞中에는 色素顆粒이 含有되어 있는 것도 있었다(P1. IV-22).

나. 精子形成

光學顯微鏡的 觀察: 精巢小囊의 形成도 卵巢小囊의 形成과 類似했으며 精巢小囊의 生殖上皮에서 精原細胞가 分裂增殖한다. 精原細胞는 直徑이 6 μ m内外로 卵原細胞에서와 같이 細胞質은 貧弱하며 細胞의 大部分은 5 μ m内外의 核이 차지한다. 染色質은 顆粒狀 또는 塊狀으로 核內에 散在하며 뚜렷한 單一 仁이 存在한다(P1. II-10, 11).

精巢小囊의 生殖上皮에서 分裂增殖하고 있는 精原細胞들은 成長하여 直徑이 7~8 μ m인 初期精母細胞로 되며 一部 精母細胞는 成熟分裂을 마치고 精細胞로 移行되어 精原細胞, 精

母細胞, 精細胞의 順으로 層狀 配列된다(P1. II-12).

精巢가 더욱 發達함에 따라 精巢小囊 生殖 上皮의 精母細胞 數는 顯著하게 減少되면서 精細胞가 大部分을 차지한다. 以後 變態를 마친 精子들이 出現하기 始作하여 漸次 그 數가 增加한다(P1. II-13).

完熟精子들은 頭部를 精巢小囊의 內上皮에 附着시키고 尾部는 小囊內腔으로 束狀을 이룬다. 完熟精子의 頭部 長徑은 $2\mu\text{m}$, 尾部는 $25\mu\text{m}$ 內外이다(P1. II-14, 15).

精子의 放出은 精巢小囊의 內腔中央에서부터 일어난다. 그러나 精子放出이 完了되더라도 少數의 未放出精子和 發達中인 少數의 精母細胞 및 精細胞가 殘存하였다(P1. II-16, 17). 그러나 一部 精巢小囊은 卵巢에서와 마찬가지로 小囊腔內에는 生殖細胞의 分解物로 推定되는 黑褐色物質이 含有되어 있었다. 萎縮되었던 精巢는 다시 回復되면서 精巢小囊의 發達과 함께 好酸性顆粒細胞가 多數 出現하였으며 生殖上皮에서는 精原細胞들이 再次 增加하기 始作한다. 이러한 回復期에도 一部 未放出된 殘存精子들이 精巢小囊內에 남아있는 境遇도 있었다(P1. II-18).

電子顯微鏡的 觀察: 後期精母細胞는 크기에 비하여 細胞質이 貧弱하고 核은 $5\mu\text{m}$ 內外로 核內에는 電子密度가 높은 塊狀의 染色質이 主로 核膜에 接해서 分布하며 그 一部는 核質 가운데에 分布하고 있다(P1. V-23).

精母細胞가 精細胞로 되면 核은 電子密度가 거의 均一한 球形으로 되며 細胞質은 매우 貧弱해진다(P1. V-24).

精細胞가 精子로 變態되어감에 따라 核은 橢圓形으로 되며 細胞質에 分散되어 있던 糸

粒體들이 核의 後端으로 移動 縮合되어 中心粒을 둘러싼다(P1. VI-25).

完熟精子의 尖體 中心部는 電子密度가 낮고 兩側은 높다. 核後端外側의 中心部에 基部中心粒과 遠端中心粒이 位置하고 그 周圍를 4~5個로 構成된 球形의 糸粒體가 둘러싸서 中片 副核을 形成하며 遠端中心粒에서 尾部가 形成된다(P1. VI-26, 27).

尾部的 軸糸構造는 1雙의 中心軸糸와 9雙의 周邊軸糸로 構成되어 있으며 中心軸糸와 周邊軸糸間에는 Radial link로 連結되어 있고 周邊軸糸에는 1雙의 Dynein arm이 突出되어 있으며 外膜은 二重構造로 되어있다(P1. VII-28).

4. 生殖週期

맛조개 生殖巢의 週年變化를 組織學的으로 調査한 結果는 Table 1 및 Fig. 3과 같고 分裂 增殖期 成長期 成熟期 放出期 回復期의 5段階의 連續的인 生殖週기로 區分할 수 있었다.

가. 分裂增殖期: 生殖小囊의 生殖上皮에서 直徑 $6\mu\text{m}$ 內外의 卵原細胞와 精原細胞들이 活潑하게 分裂增殖하는 時期인데 末期가 되면 初期卵母細胞와 精母細胞가 少數 出現하면서 生殖巢는 漸次 膨大되나 肉眼的으로는 雌雄識別이 不可能하다. 이 時期는 10월부터 翌年 4월까지였다.

나. 成長期: 初期卵母細胞들이 生殖小囊의 生殖上皮에 多數 出現하는 時期로 卵巢는 서서히 腹腔을 向하여 擴張되며 크기가 $40\mu\text{m}$ 內外가 되면 卵柄으로 生殖上皮에 附着된 채 卵巢小囊의 內腔中央을 向하여 突出되면서 成長하며 卵黃物質이 蓄積되기 始作한다.

卵柄卵母細胞가 長徑 $50\mu\text{m}$ 內外로 되면 細

Table 1. Gonadal condition of razor clam, *S. strictus* GOULD, in Cheju-do May 1983-May 1984

Date	Average Body Length (mm)	Gonad condition										Total Numbers	
		Testis					Ovary						
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		
'83 May 29	109		11	1				8					20
Jun. 12	116		6	4				2	6	2			20
Jun. 26	109			10				3	7				20
Jul. 10	113			4	6				7	3			20
Jul. 23	121			3	7				5	2	3		20
Aug. 5	103				6	4			1	4	5		20
Aug. 22	104				1	9					10		20
Sep. 20	103					10					10		20
Oct. 20	99	1				7	5				6		19
Nov. 19	99	8				2	10						20
Dec. 18	103	8	1				10				1		20
'84 Jan. 22	104	9	1			1	9						20
Feb. 16	94	8					12						20
Mar. 17	91	11	2				7						20
Apr. 15	99	10					5	5					20
May 16	95	2	4				2	8					16

I; Multiplication stage II. Growing stage III. Mature stage
 IV; Spent stage V. Recovery stage

胞質에는 卵黃顆粒이 더욱 蓄積된다. 卵母細胞의 成長이 進行됨에 따라 卵巢小囊間的 結締組織은 顯著히 貧弱해지면서 好酸性顆粒細胞들은 漸次 減少된다. 또한 放出期 以後 卵巢小囊內에 含有되어있던 生殖細胞의 分解物로 推定되는 黑褐色 物質은 나타나지 않았다. 成長末期의 卵母細胞는 直徑 70~90 μ m, 核徑은 35~40 μ m였다.

精巢小囊에는 直徑 7~8 μ m의 精母細胞가 大部分이며 이들 精母細胞는 精巢小囊의 內腔을 向하여 發達한다.

成長期 卵巢는 보라色, 精巢는 乳白色으로 雌雄識別이 容易하였으며 이 時期는 5월부터 6월까지였다.

다. 成熟期: 生殖小囊은 完熟된 生殖細胞들로 充滿되면서 生殖巢가 最大로 肥厚되는 時期로 完熟卵母細胞의 直徑은 90~100 μ m가 되며 卵巢小囊의 生殖上皮에는 少數의 初期卵母細胞들이, 精巢小囊의 生殖上皮에는 精細胞들이 存在하였다.

成熟期の 卵巢는 茶褐色, 精巢는 乳白色을 띄며 이 時期는 6월부터 7월까지였다.

라. 放出期: 放卵·放精이 始作되는 7月初旬부터 8月初旬까지의 時期로 放卵과 放精은 腹腔中央에 가까운 生殖小囊에서부터 始作되어 外側으로 擴散된다.

放出後期の 生殖巢는 最大로 萎縮되나 卵巢小囊內에는 小數의 未放出 成熟卵과 成長中인

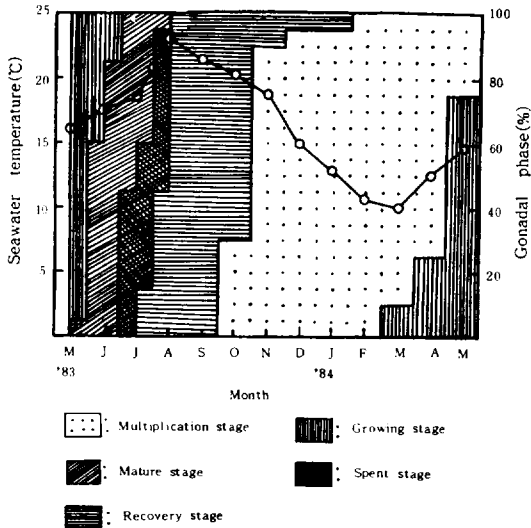


Fig. 3. Monthly change of seawater temperature (○—○) and gonadal phase of razor clam, *S. strictus* GOULD, in Cheju-do from May 1983 to May 1984.

初期卵母細胞가 殘存하며 精巢小囊內에도 小數의 未放出 精子와 成長中인 精母細胞와 精細胞가 殘存하였다.

마. 回復期: 放卵 放精이 끝난 生殖巢는 最大로 萎縮되어 大部分의 生殖小囊은 消失되며 一部 殘存 生殖小囊內에서는 未放出 卵과 精子가 退化 吸收되며 한편 體 外壁의 結締性 筋纖維膜에서 出來하는 筋纖維와 結締纖維가 發達하여 生殖小囊이 再構成되고 生殖小囊壁와 生殖小囊間의 間充織組織에는 好酸性顆粒細胞들이 增加하는 時期로 8月初旬부터 10月까지였다.

考 察

海産 無脊椎動物은 大部分이 體外 受精種이

며 이들의 生殖이 季節的이라는 것이 밝혀져 있다(Kinne, 1963).

이들의 生殖巢 構造는 比較的 單純하여 生殖巢는 거의 配偶子만으로 構成되나 種에 따라서는 營養細胞가 生殖細胞 發達에 關與하는 것으로 알려져 있다(今等, 1966; Chatlymne 1969; 高橋等, 1970; 李, 1972, 1974; 澤田, 1973; 李, 1983).

맛조개의 境遇도 生殖巢 發達 初期에는 生殖小囊壁와 生殖小囊間 間充織組織에 多數의 好酸性顆粒細胞가 出現하였으나 生殖巢가 發達함에 따라 그 數가 漸次 減少하고 있는 點으로 볼 때 이 細胞들이 營養細胞인 것으로 推定된다.

海産 貝類는 大部分이 雌雄異體이며 自然集團에서의 性比는 1:1이라고 한다. 本種에서도 性比는 대략 1:1이었으며 雌雄同體인 個體는 없었다.

卵母細胞의 成長에 따른 卵黃物質의 蓄積에 關해서 Takahashi(1978)는 頭足類인 *Todarodes pacificus*의 卵黃物質 形成에 關한 研究에서 卵黃을 形成하는데 必要한 基本物質이 卵母細胞에 吸收된 後 卵母細胞 內에서 合成되는 境遇와 卵黃前驅物質이 卵巢 以外的 他 組織에서 合成된 後 卵母細胞 內로 吸收되는 두가지 境遇를 報告하고 있다.

腹足類에서 卵黃物質의 合成은 卵母細胞의 小胞體나 Golgi體와 密接한 關係가 있고(Taylor et al., 1969; Coggeshall, 1970), 전복類(李, 1974)와 소라, *Turbo cornutus*(李, 1983)에서는 卵黃基本物質이 卵母細胞에 吸收된 後 卵母細胞內에서 合成되었다고 報告하고 있다. 맛조개의 境遇는 成長中인 卵柄卵母細胞가 直接 生殖上皮에 附着되어 있고 卵黃顆粒이 卵

母細胞의 卵柄部의 細胞質로부터 出現하는 點 등으로 이루어 볼 때 卵黃形成基本物質이 卵母細胞에 吸收된 後 細胞質內에서 卵黃物質로 合成되는 것으로 思料된다.

完熟精子는 種에 따라 그 形態에 相當한 差異가 있다고 한다(Maxwell, 1974). 淡水産二枚貝인 *Hyriopsis schlegelii*(東, 1964)와 *Lymnaea stagnalis*(Rigby, 1982)에 대한 電子顯微鏡 觀察 結果 完熟精子의 尖體는 電子密度가 相異한 2部門으로 區分되며 尖體와 核 사이에는 透明腔이 存在한다고 하나 本種에는 透明腔이 存在하지 않았다.

完熟精子의 頭部後端의 中心粒을 環狀으로 둘러싸는 糸粒體 數는 버지니아굴, *Crassostrea virginica*(Galtsoff et al., 1960)과 가무락, *Cyclina sinensis*(趙, 1983)에서는 4個, *H. schlegelii*(東, 1964), 진주담치, *Mytilus edulis* (Longo et al., 1967), 소라, *T. cornutus*(李, 1983, 1984)는 5個인 것으로 알려져 있으나 맛조개에서는 4~5個였다.

一部 昆蟲을 除外한 動物의 完熟精子 鞭毛는 1個이며 典型的인 軸糸構造는 9+2型이다. 맛조개의 完熟精子 鞭毛構造도 9+2型이었다.

많은 種類의 貝類에서 生殖細胞를 放出해버린 卵巢나 精巢의 小囊內에는 多數의 食細胞가 結締組織을 通하여 生殖小囊內로 侵入 未放出 生殖細胞들을 飽食한다 (Loosanoff, 1962; 今等, 1966; 富田, 1967; 丸, 1978). 그러나 맛조개의 境遇 生殖細胞를 放出해버린 生殖小囊內에서 食細胞類를 觀察하지 못하였고 萎縮은 되어 있으나 消失되지 않은 卵巢小囊과 精巢小囊內에는 黑褐色物質이 含有되어 있으며 이 黑褐色物質은 生殖細胞가 成長함에 따라 漸次 減少하였다. 이 黑褐色物質은 보라골뎡

이. *Neptunea arthritica*(高橋 等, 1972)의 初期精巢에서 觀察한 生殖細胞의 崩壞에서 由來한 液狀物質과 그 起原이 같은 것으로 推定된다.

大部分의 海産 體外 受精種들은 配偶子를 放出하면 生殖細胞의 形成이 一時 中止되는 것으로 報告되 있으나(Loosanoff, 1962; Orton et al., 1956), 전복類(猪野 等, 1961; Webber et al., 1969; Hayashi, 1980)와 소라, *T. cornutus*(李, 1983)에서는 生殖巢의 發達이 年中 繼續된다고 한다. 맛조개의 境遇도 生殖細胞들이 生殖上皮에서 年中 發達 成長하였다.

摘 要

濟州道産 맛조개, *Solen strictus* GOULD를 對象으로 生殖巢의 構造, 生殖細胞形成過程과 生殖週期를 光學顯微鏡과 電子顯微鏡을 使用하여 調査하였다.

1. 生殖巢는 아가미 後端에서부터 體 後端까지의 腹腔外壁과 環狀筋層 밑의 縱筋層 사이에 分布하며 肉質胴體部의 外層을 形成하는 結締性筋纖維膜에서 起原되는 結締性筋纖維가 腹腔을 向해 擴張되면서 生殖小囊을 構成하고 이 小囊의 生殖上皮에서 生殖細胞가 發達하였다.

2. 生殖巢 發達 初期에 多數 出現하는 好酸性顆粒細胞는 生殖細胞形成과 發達에 營養을 供給하는 一種의 營養細胞로 推定된다.

3. 卵母細胞가 直徑 40 μ m內外로 成長하면 卵黃 蓄積이 始作되며 70 μ m內外가 되면 生殖上皮에서 卵巢小囊의 內腔으로 遊離되기 始作한다. 完熟卵의 크기는 直徑 90~100 μ m였다.

4. 完熟精자의 頭部는 約 2 μ m, 尾部는 25 μ m 內外였으며 頭部前端的 尖體는 電子密度가 相異한 2區域으로 區分된다.
5. 精子 頭部後端的 中心粒을 둘러싸는 球形의 糸粒體 數는 4~5個였다.
6. 鞭毛의 軸糸構造는 9+2型이었고 鞭毛의 外膜은 二重構造로 되어 있었다.
7. 放卵 放精이 끝난 萎縮된 生殖小囊의 內腔에는 未放出 生殖細胞의 分解物로 推定되는 黑褐色物質이 含有되어 있었다.
8. 生殖巢의 發達段階는 分裂增殖期(10月~4月), 成長期(5月~6月), 成熟期(6月~7月), 放出期(7月初旬~8月初旬), 回復期(8月初旬~10月)의 連續週기로 區分할 수 있었으며 放出最盛期는 7月中旬부터 8月初旬사이였다.

參 考 文 獻

- Chatlymne, L. G. 1969. A histochemical study of oogenesis in the sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus*. *Biol. Bull.*, 136 : 167-184.
- Coggeshall, R. E. 1970. A cytologic analysis of the bag cell control of egg laying in *Aplysia*. *J. Morph.*, 132 : 461-486.
- Galtsoff, P. S. and Philpott, D. E. 1960. Ultrastructure of the spermatozoon of the oyster, *Crassostrea virginica*. *J. Ultrastructure Research*, 3 : 241-253.
- 波部忠重, 小菅貞男. 1967. 標準原色圖鑑全集 3. 貝. 保育社. p. 165-166.
- 韓國動物學會. 1971. 韓國動物名集3. 郷文社, p. 78.
- Hayashi, I. 1980. The reproductive biology of the ormer, *Haliotis tuberculata*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 60(2) : 415-430.
- 東恰. 1964. 淡水産二枚貝イケテヨウガイの精子形成過程の電子顯微鏡的 研究. *日水誌*, 30(7) : 564-569.
- 猪野峻, 原田和民. 1961. 茨城縣に於けるアワビ産卵期. *東海區水研報*, 31 : 275-281.
- 趙雲三. 1983. 濟州道産 가무락, *Cyclina sinensis*의 生殖週期에 關한 組織學的研究. 濟州大學校 碩士學位請求論文.
- 金榮吉, 田世圭. 1984. *Bacciger harengulae*의 生活史에 關한 研究. *韓水誌*, 17(5) : 449-470.
- Kinne, O. 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. I Temperature, *Oceanog. Mar. Biol. A. Rev.*, 1 : 301-340.
- 今牧, 本間義治, 村川新十郎. 1966. 海産無脊椎動物の生殖腺の成熟に關する研究-I. イボニシの生殖腺こみたれで季節的 變化. *日水誌*, 32(6) : 484-491.
- 李秉墩. 1956. 韓國産貝類目錄. 釜山水大研報, 1 : 53-100.
- 李定宰. 1983. 濟州道産소라, *Turbo cornutus*의 生殖週期에 關한 組織學的研究. 濟州大學校 海資報, 7 : 29-51.
- _____. 1984. 소라, *Turbo cornutus*의 分化中인 精子의 微細構造. 濟州大學校 海資研報, 8 : 53-64.
- 李澤烈. 1972. 진주조개, *Pinctada martensis* (Dünker)의 生殖細胞形成 및 發達에 關하여. 釜山水大臨研報, 5 : 21-30.
- _____. 1974. 전복類의 生殖細胞形成過程 및 生殖週期. 釜山水大臨研報, 7 : 21-50.

濟州道産 맛조개, *Solen strictus* GOULD의 生殖細胞形成과 生殖週期에 關한 組織學的 研究

- Longo, F. J. and Dornfeld, E. J. 1967. The fine structure of spermatid differentiation in the sea mussle *Mytilus edulis*. *J. Ultrastructure Research*, 20 : 462-480.
- Loosanoff, V. L. 1962. Gametogenesis and spawning of the European oyster, *Ostrea edulis* in waters of Marine. *Biol. Bull.*, 122(1) : 86-95.
- Luft, J. H. 1961. Improvements in epoxy embedding methods. *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, 9 : 409-427.
- 丸邦義. 1978. ホタテガイの生殖に關する研究. 第二報 1年貝の生殖巢の發達. 北海道立水産試験場報告, 第20號 : 13-26.
- Maxwell, W. L. 1974. Studies of spermiogenesis of molluscos. Ph. D. Thesis, Univ. Bristol.
- Orton, J. H., Southward, A. J. and Dodd, J. M. 1956. Studies on the biology of limpets. II. The breeding of *Patella vulgata* in Britain. *J. Mar. Biol. Ass.*, 35 : 149-176.
- Reynolds, E. S. 1963. The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electron microscope. *J. Cell Biol.*, 17 : 208-212.
- Rigby, J. E. 1982. The fine structure of differentiation spermatozoa and sertoli cella in the gonad of pond snail, *Lymnaea stagnalis*. *J. Moll. Stud.*, 48 : 111-123.
- Sabatini, D. D., Bensch, K. G. and Barnett, R. J. 1963. Cytochemistry and electron microscopy. The preservation of cellular ultrastructure and enzymic activity by aldehyde fixation. *J. Cell Biol.*, 17 : 19-58.
- 澤田充明. 1973. シヤミセンガイ配偶子形成過程の電子顯微鏡的 觀察. 動物學會誌, 82 : 178-188.
- Takahashi, N. 1978. Ultrastructural characteristics of the protein yolk formation on the ovary of the squid, *Todarodes pacificus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 29(2) : 89-99.
- 高橋延昭, 高野和則. 1970. ウバガイの生殖週期に關する組織學的研究-I. 精巢の季節的變化. 日水誌, 36(4) : 337-344.
- _____, _____, 村井茂. 1972. ヒヤエゾボテ雄の生殖週期に關する組織學的研究. 北大水産彙報, 23(2) : 65-72.
- Taylor, G. T. and Anderson, E. 1969. Cytochemical and fine structural analysis of oogenesis in the Gastropod, *Hyanassa obsoleta*. *J. Morph.*, 129 : 211-248.
- 富田恭司. 1967. 禮文島産エゾアウビの卵巢の成熟. 北水試報, 7 : 1-7.
- Webber, H. H. and Giese, A. C. 1969. Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone, *Haliotis cracheroidii*(Gastropod : Prosobranchiata). *Mar. Biol.*, 4 : 152-159.
- 柳鍾生. 1976. 原色 韓國貝類圖鑑. 一志社. p. 141.
- 吉田裕. 1939. マテガイの浮游仔貝並に稚貝に就て. *Venus*, 9(3, 4) : 145-149.

EXPLANATION OF ABBREVIATIONS

a : acrosome	no : nucleolus
cen : centriole	non : nucleolenema
cg : cortical granule	oc : oocyte
ch : chromatin	og : oogonia
cm : central microtubules	pa : pars amorpha
cmf : connective muscle fiber	pc : peritoneal cavity
cml : circular muscle layer	p.cen : proximal centriole
da : dynein arm	pdm : peripheral doublet microtubules
d.cen : distal centriole	pm : plasma membrane
doc : degenerating oocyte	rl : radial link
dsz : degenerating spermatozoa	rs : residual substance
er : endoplasmic reticulum	sc : spermatocyte
g : gonad	sg : spermatogonia
i : intestin	sgr : secretory granule
lg : lipid granule	st : spermatid
lml : longitudinal muscle layer	sz : spermatozoa
m : mitochondria	szn : nucleus of spermatozoa
mv : microvilli	szt : tail of spermatozoa
n : nucleus	v : vacuole
nc : nutritive cell	yg : yolk granule
nm : nucleus membrane	

EXPLANATION OF PLATES

Plate I and II are photomicrographs and the others are electron micrographs.

PLATE I

- Fig. 1. A transverse section of body showing the gonad position.
- Fig. 2. Longitudinal section of body.
- Fig. 3. Ovary of late multiplication stage. The oogonia multiplied in the germinal epithelium.
- Fig. 4. Ovary of growing stage. Numerous growing oocytes attached to the germinal epithelium.

- Fig. 5. Growing oocytes. A growing oocyte connected by the egg stalk to the germinal epithelium.
- Fig. 6. Ovary of mature stage. Most of ovarian sacculi filled with the ripe oocytes.
- Fig. 7. An ovarian sacculus in mature stage and ripe oocytes.
- Fig. 8. Spent stage ovary. Oocytes are liberated from near the peritoneal cavity and empty ovarian sacculus which spawned the oocytes.
- Fig. 9. Ovary of recovery stage. Residual substance and degenerated oocytes are remain in a atrophing ovarian sacculus.

PLATE II

- Fig. 10. Testis of multiplication stage.
- Fig. 11. Numerous spermatogonia are found in the germinal epithelium.
- Fig. 12. Testis of growing stage. Numerous spermatocytes and spermatids are found in developing testis.
- Fig. 13. Testis of late growing stage. Spermatocytes and spermatids are stratifying arrangement.
- Fig. 14,15. Testis of mature stage.
- Fig. 16. Testis of spent stage.
- Fig. 17. Testis of late spent stage. Undischarged spermatozoa are degenerating in the lumen of testicular sacculus.
- Fig. 18. Testis of recovery stage. Some undischarged spermatozoa are found in the sacculus.

PLATE III

- Fig. 19. Electron micrography of a part of an oocyte. Nucleolus are distinguished from two parts of nucleolonema and pars amorpha.
- Fig. 20. High power electron micrography of an oocyte. Numerous microvilli are projected on the plasmalemma. Secretory granules are located beneath the cell membrane.

PLATE IV

- Fig. 21. Swirling granular endoplasmic reticulum is located in the cytoplasm.

홍성삼 · 이정재

Fig. 22. A large number of cortical granules located near the vitelline membrane. Numerous large yolk and lipid granules are also seen in the cytoplasm.

PLATE V

Fig. 23. Electron micrography of growing spermatocytes on the germinal epithelium.

Fig. 24. Electron micrography of one spermatocyte and some differentiating spermatids.

PLATE VI

Fig. 25,26. Electron micrography of mature spermatozoa.

PLATE VII

Fig. 27. Electron micrography of four or five mitochondria forming a paranucleus around the centrioles.

Fig. 28. Showing the axoneme structure of a sperm tail. The axoneme structure consists of nine pairs of microtubules at the periphery and one pair at the center.

PLATE I

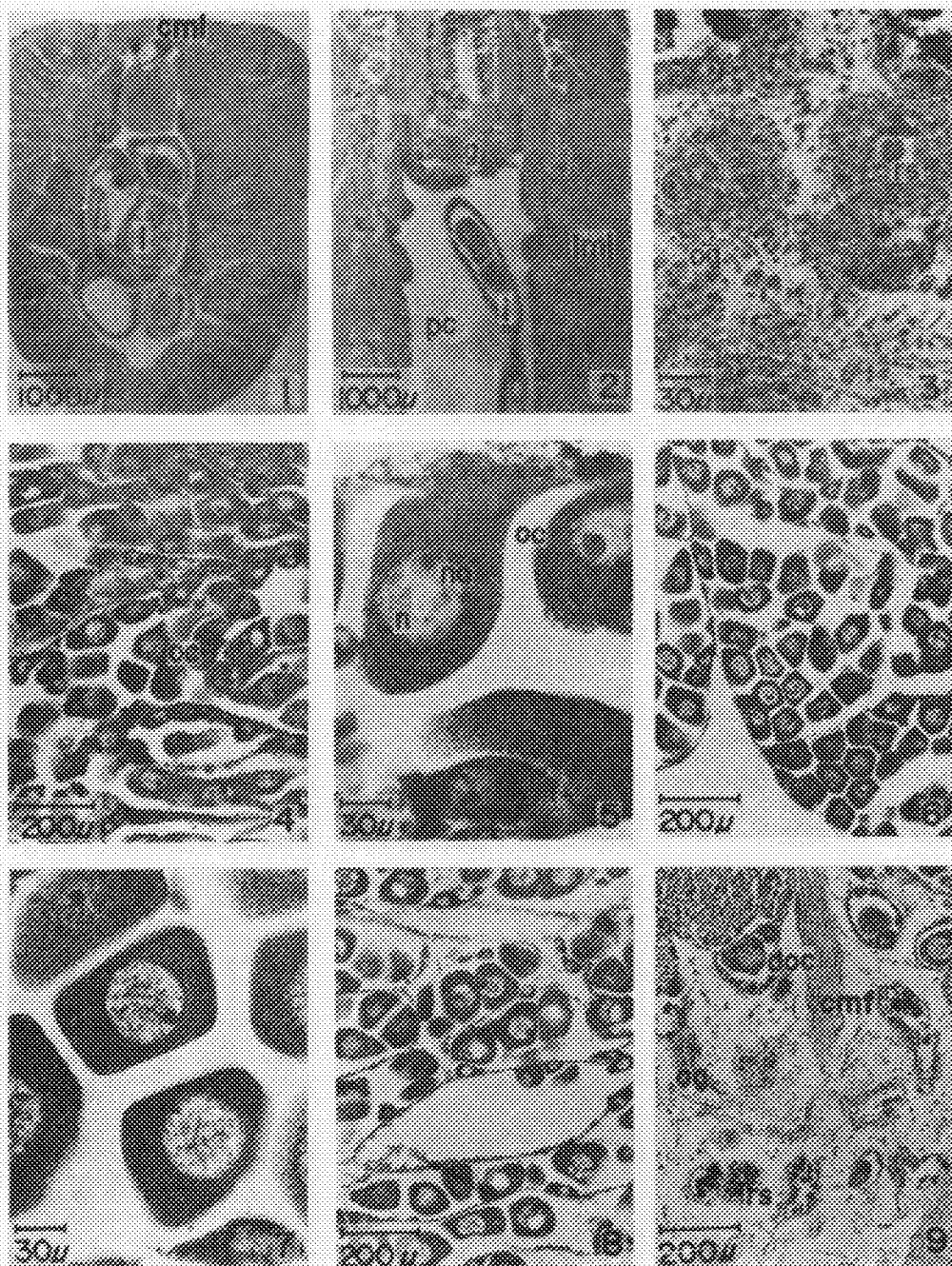


PLATE II

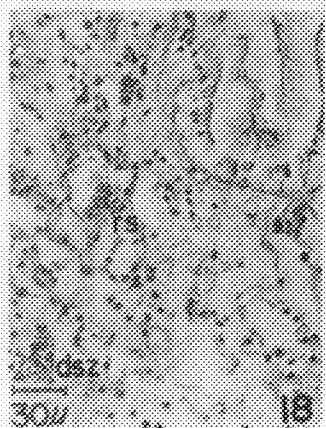
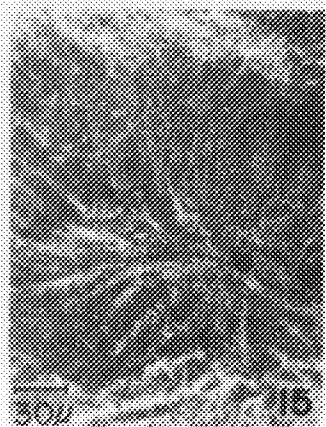
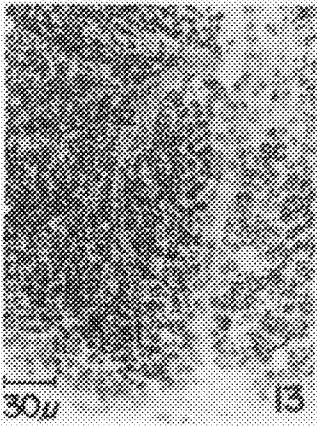
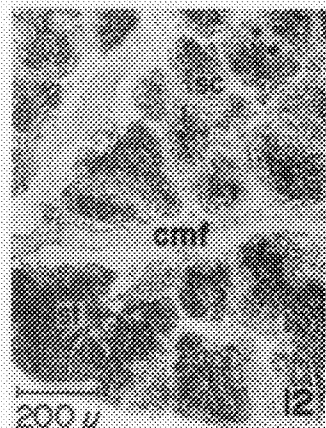
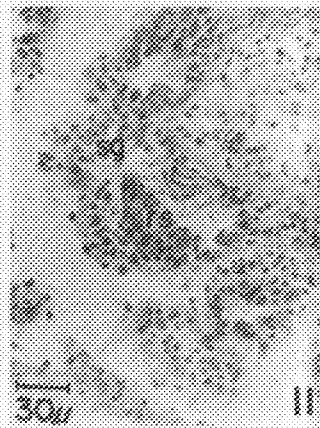
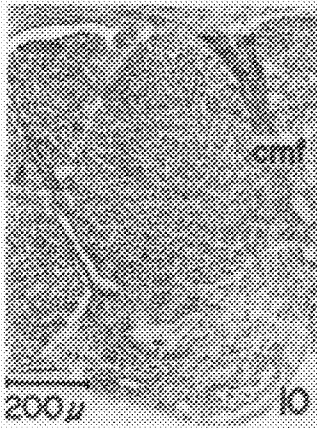


PLATE III

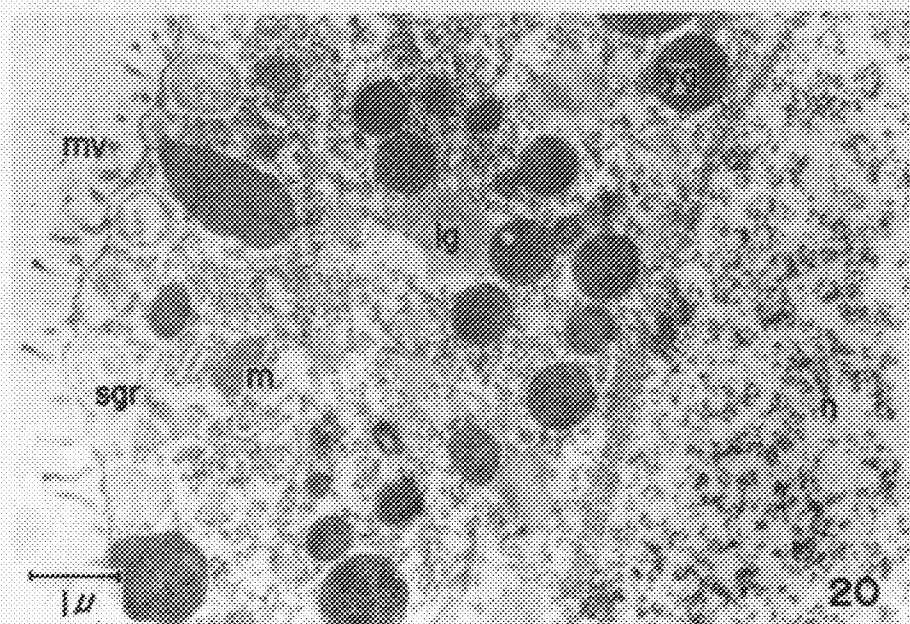
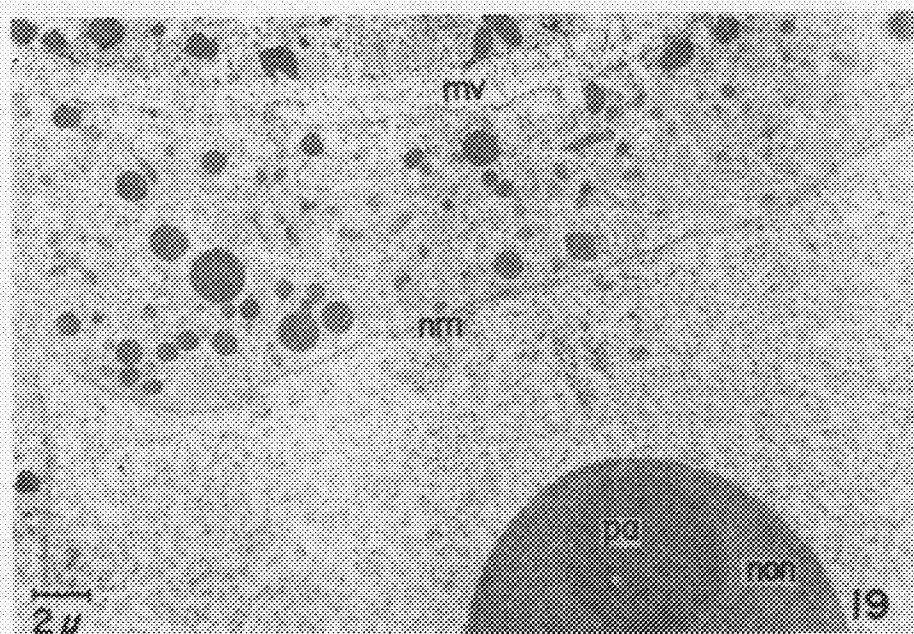


PLATE IV

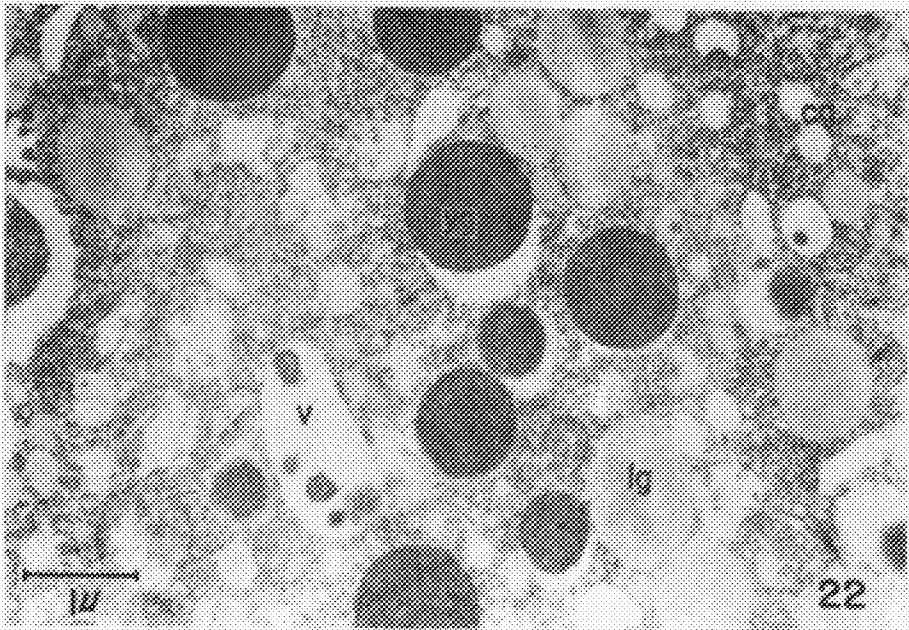
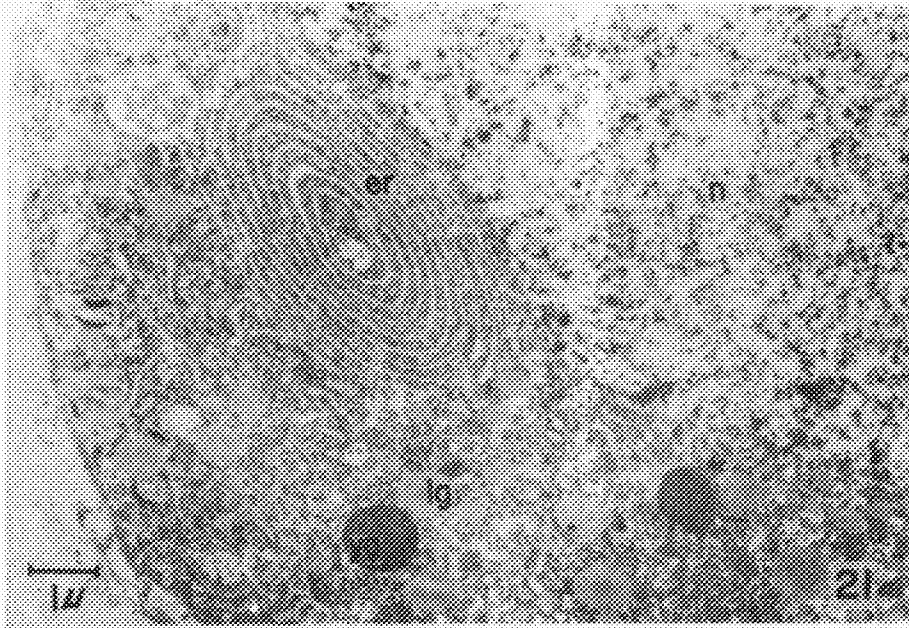


PLATE V

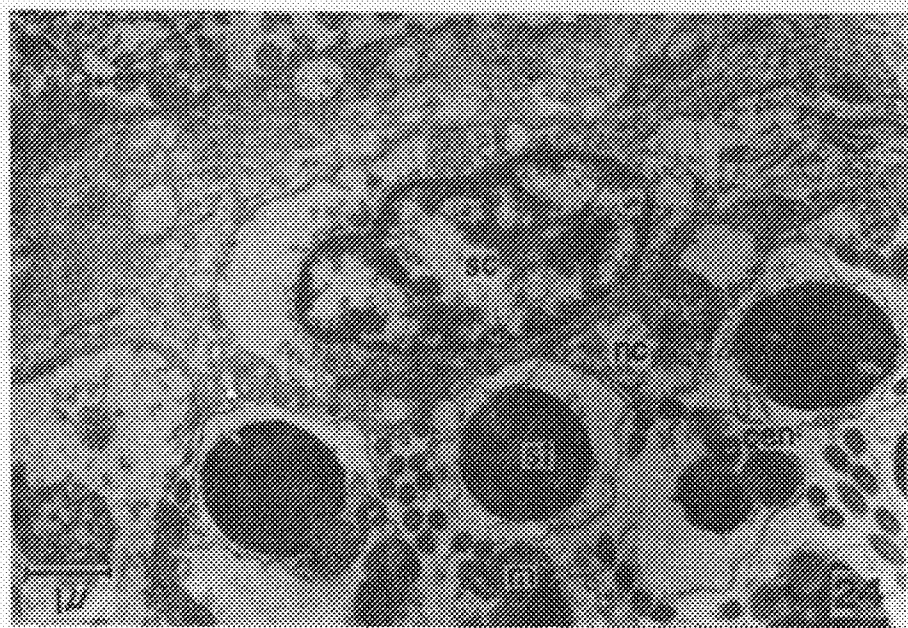
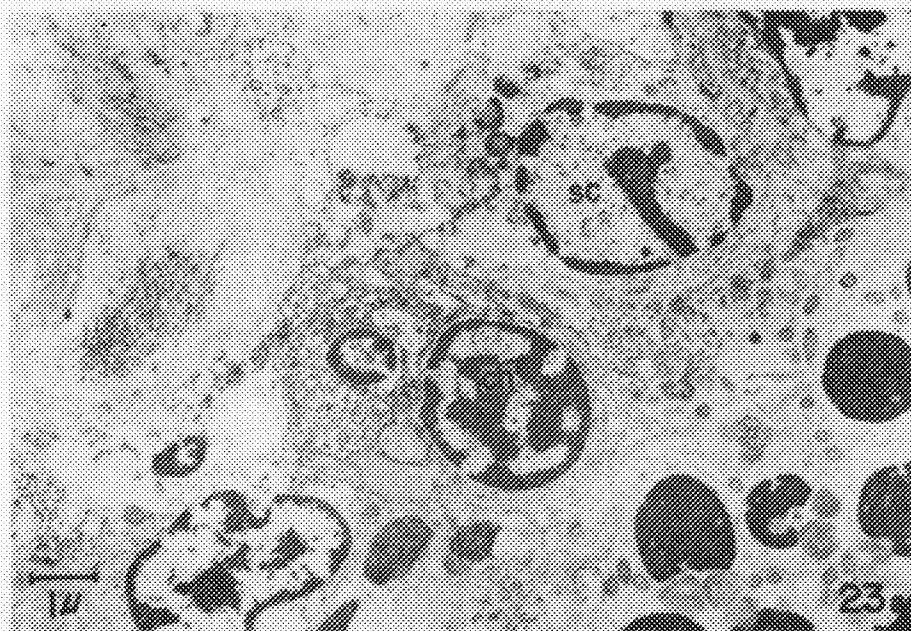


PLATE VI

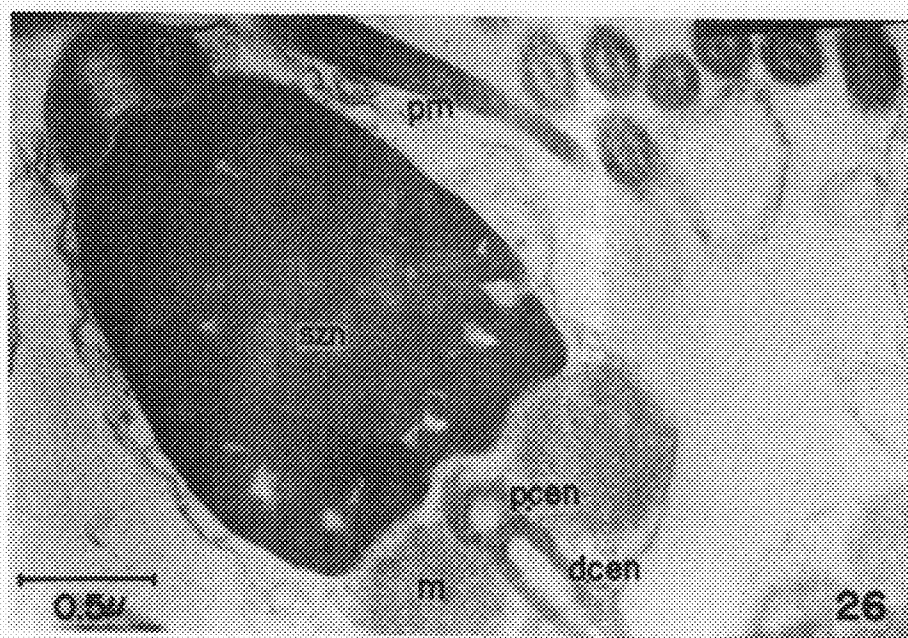
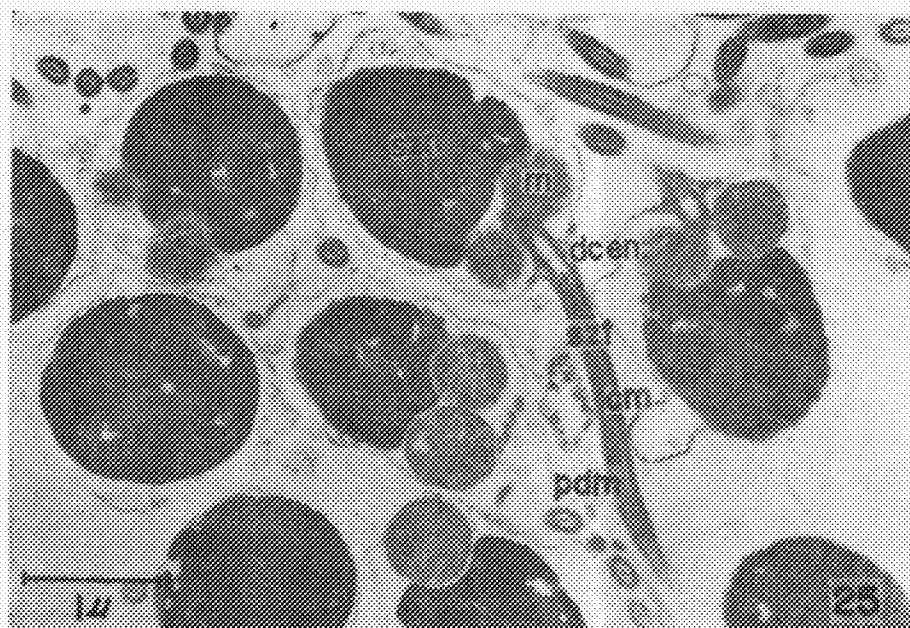


PLATE VII

