

가리비, *Patinopecten yessoensis* 消化盲囊의 季節變化

張 榮 振

釜山水產大學校 養殖學科

Seasonal Variations of Digestive Diverticula in the Scallop, *Patinopecten yessoensis*

Young Jin Chang

Department of Aquaculture, Fisheries University of Pusan
Namgu, Pusan, 608-737 Korea

ABSTRACT

The seasonal variations of digestive diverticula in the scallop, *Patinopecten yessoensis* culturing by sowing method were studied by microscopic observations and individual measuring of the shells collected monthly from Abashiri Bay located in Hokkaido, Japan.

Digestive diverticula index revealed the seasonal variations which showed the highest value in May and July, and the lowest value in December through April.

The highest number of tubules per mm² in the preparation of digestive diverticula was counted in March. But, in September and October the number of tubules decreased to the lowest value.

The relationship between gonad index(X) and percent of lipid tubule(Y) as an indicator for the transference of lipid in digestive diverticula into the gonad was expressed by an exponential equation, $Y = 145.6X^{-0.793}$.

It was suggested that the lipid in digestive diverticula showed the seasonal variations might be transferred into the gonad.

緒 論

가리비類, Pectinidae는 산업적으로 중요한 海産 二枚貝類로서, 그 貝柱는 세계적으로 愛食되는 高價의 嗜好食品이다. 가리비類에 관한 연구는 굴 및 담치와 필적할 정도로 역사가 깊고, 유럽이나 미국에서는 天然產 材料를 통하여 資源, 生理生態 등에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 한편 日本에서는 가리비, *Patinopecten yessoensis*와 국자가리비, *Pecten albicans*가 産業種으로서 중시되고 있으며, 이 중 가리비는 養殖産業에서도 큰 비중을 차지하고 있다. 우리나라에서는 迎日灣 以北의 寒流域에 가리비가 서식하며, 한때, 이의 養殖開發을 위하여 幼生調査 및 採苗 등을 실시한 바 있으나, 濫獲으로 인하여 養殖生産이 크게 위축되었다가, 최근에는 本種의 資源回復 및 養殖開發을 위한 노력이 가해지고 있는 실정이다.

二枚貝類의 生殖巢 發達 및 成熟은 水溫(Turner and Hanks, 1960 ; Sastry, 1966, 1968 ; 丸, 1976 ; Chang and Lee, 1981), 먹이생물(Sastry, 1966, 1968 ; 丸, 1976) 및 日照時間(丸, 1976 ;

Simpson, 1982) 등과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있으며, 국자가리비科의 *Aquiptecten irradians*의 경우, 生殖巢 發達과 卵母細胞의 成長은 풍부한 먹이와 15°C의 水溫條件이 유지되어야 하고, 水溫 5°C에서는 卵原細胞만이 分化한다고 한다(Sastry and Blake, 1971). 그러나, 高緯度 海域에 속하는 오토츠크海産 가리비, *P. yessoensis*는 매우 낮은 水溫과 불충분한 먹이條件에 있는 流氷期에도 生殖巢의 發達이 進行되며(Chang et al., 1985), 北緯 70°의 海域에 서식하는 *Chlamys islandica*의 生殖巢는 가을부터 겨울에 걸쳐 卵母細胞가 활발하게 발달한다고 하여(Sundet and Lee, 1984), 가리비의 成熟에 있어서 成熟當時의 먹이條件이 반드시 풍부해야 한다는 點에는 異論의 餘地가 있다.

따라서, 本 研究에서는 오토츠크海에서 水溫이 氷點下로 낮고 먹이條件이 불충분한 冬季에도 가리비의 生殖巢가 발달한다는 데에 着眼하여, 代謝作用이 매우 불활발하다고 여겨지는 冬季의 環境條件下에서, 가리비 體内の 어떤 器官으로 부터 成熟을 위한 營養物質이 生殖巢로 轉移되는가를 밝히기 위하여, 가리비 消化盲囊의 週年變化를 生殖巢 發達과 비교하면서 調査分析한 結果, 몇가지 知識을 얻었기에 여기에 報告하고자 한다.

材料 및 方法

本 實驗에 사용한 材料는 日本 北海道의 오토츠크海에 면한 網走灣産 放流養殖 가리비로써(Fig. 1), 既發表한 著者 等(Chang et al., 1985)의 재료와 同一한 것이었다. 현장에서 1982년 9월부터 1984년 5월까지 月別로 채집한 재료를 연구실내로 운반 후 生體 各 部位의 계측을 행하고, 切取한

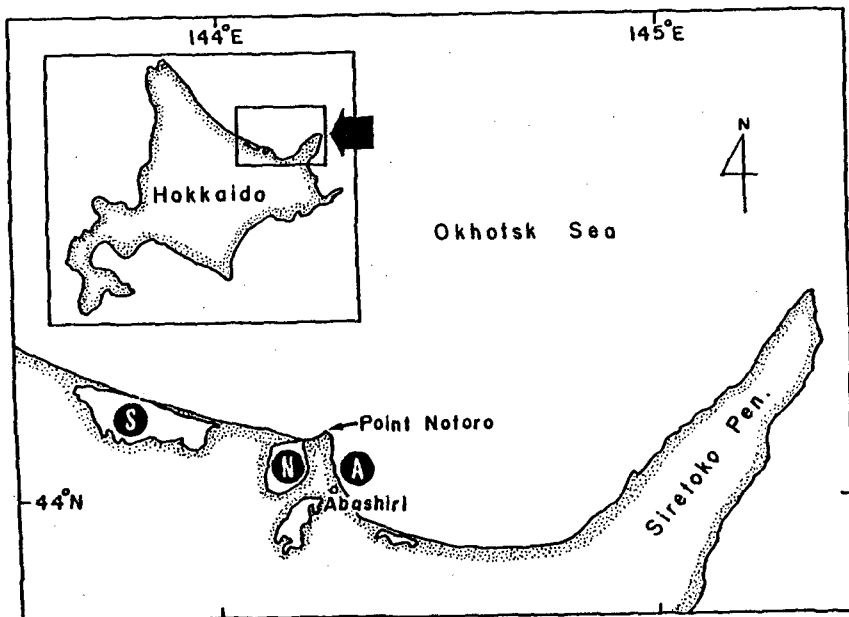


Fig. 1. Abashiri Bay where the specimens were collected. A : Abashiri Bay, N : Lake Notoro, S : Lake Saroma.

消化盲囊은 가제로 싸서 水分을 충분히 제거한 뒤, 直讀式 電子저울로 0.1 g 단위까지 計量하였다. 月別로 조사한 消化盲囊 指數는

$$\frac{\text{消化盲囊 濕重量, g} \times 100}{\text{軟體部 濕重量, g}}$$

에 의해 算定하였다.

生殖巢와 消化盲囊의 組織學的 週年變化를 비교하기 위하여는, 消化盲囊의 組織片을 절취하여 Bouin 氏液에 24시간 고정한 다음 에타놀에 의해 脫水, 키시롤에 의한 透徹을 거쳐서 파라핀(融點 58°C)으로 包埋하였다. 그 후 두께 6 μm의 連續切片을 만들어서 Mayer의 헤마톡시딘과 1% 에오신·에리드로신으로 二重染色하여 檢鏡하였다. 組織切片의 單位 面積當 生殖巢 細管數와 消化盲囊 細管數의 季節的 變動을 알아보기 위하여는, 染色標本의 斷面積 1 mm²當에 들어있는 細管의 數를 1개체의 標本當 5 회씩 헤아리고 그 平均을 구하는 방법으로, 매월 10~15개체로 부터 구한 平均値를 서로 비교하였다.

雌雄 각각의 生殖巢와 消化盲囊이 서로 인접하는 부위에서의 미세한 組織像을 비교하기 위하여는, 가리비 生體에서 生殖巢와 消化盲囊이 포함된 組織小片을 절취한 뒤, Chang et al.(1989)의 透過型 電顯 觀察을 위한 超薄切片 製作手順에 따라 만들어진 1 μm 두께의 切片을 toludin blue로 染色하여 檢鏡하였다.

結 果

1. 消化盲囊 指數의 季節變化

1982년 9월부터 1984년 5월까지 月別로 조사한 網走灣産 放流養殖 가리비의 消化盲囊 指數는 1982년 9월의 7.5로 부터 12월의 5.8까지 낮아지고, 流水期가 끝나는 이듬해 4월부터 다시 높아지기 시작하여 6월에는 1983년의 最高値인 7.9에 달하였다. 이후 消化盲囊 指數는 다시 낮아졌다가 1984년 5월에는 本 研究期間의 最高値인 9.8까지 높아짐으로써, 가을부터 초겨울에 걸쳐서 낮아지고 봄부터는 높아지는 季節變動을 보였다(Fig. 2).

2. 消化盲囊 細管의 季節變化

消化盲囊 組織의 斷面積 1 mm²當 細管의 數를 算定한 결과, 1982년 9월에 全 研究期間의 最少値인 43개였으나, 그 후 증가하기 시작하여 流水期를 중심으로한 겨울에 가장 많아졌다. 그러나, 流水期의 終了와 더불어 그 수는 다시 감소하기 시작하여 1983년 10월에 가장 적은 수를 나타냈다. 1984년 3월에는 細管數 98개로 全 研究期間中의 最多値를 나타냄으로써, 消化盲囊 組織의 單位面積當 細管數는 여름부터 초가을에 걸쳐 적어지고 流水期를 포함한 겨울에 많아지는 季節變動을 나타냈다(Fig. 3).

月別로 작성한 消化盲囊의 組織標本을 관찰하여, Chang et al.(1989)에 의하여 분류되었던 III型 細胞 즉, 脂肪細胞가 50% 이상 존재하는 細管을 「脂肪細管」(Fig. 4-2a, 2b), 그 이외의 細管을 「非脂肪細管」(Fig. 4-1a)으로 구분하여 組織標本 斷面積 1 mm²내에 존재하는 두 細管의 비율을 산정한 결과, 1982년 9월에는 脂肪細管이 전체의 85%로 全 研究期間中의 最高値를 나타냈으나,

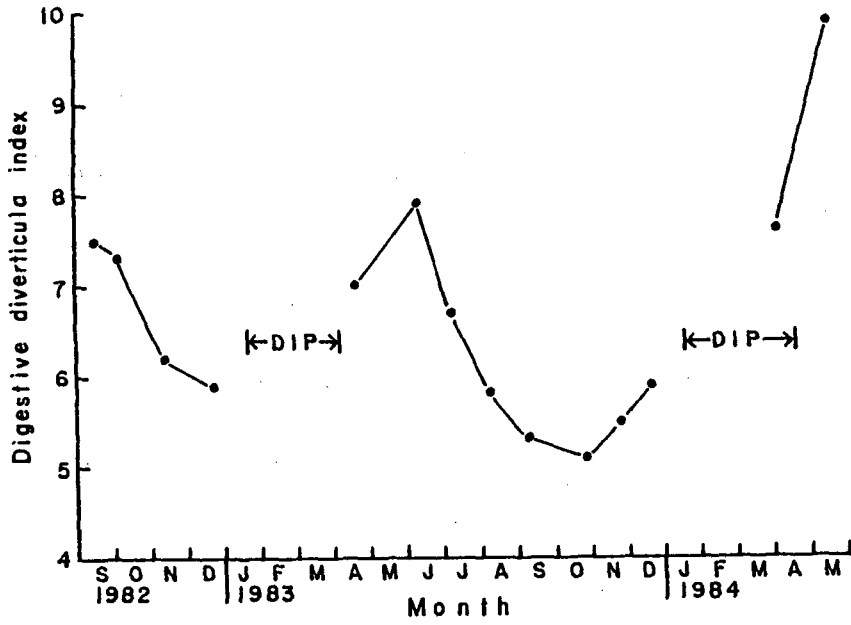


Fig. 2. Monthly changes of digestive diverticula index. DIP : drifting ice period.

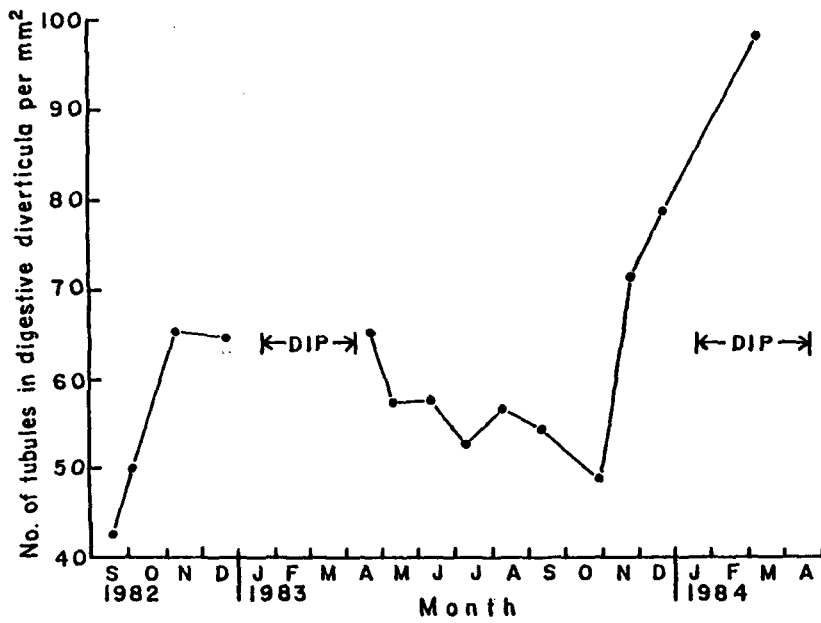


Fig. 3. Monthly changes of the number of tubules per mm² in the preparation of digestive diverticula. DIP : drifting ice period.

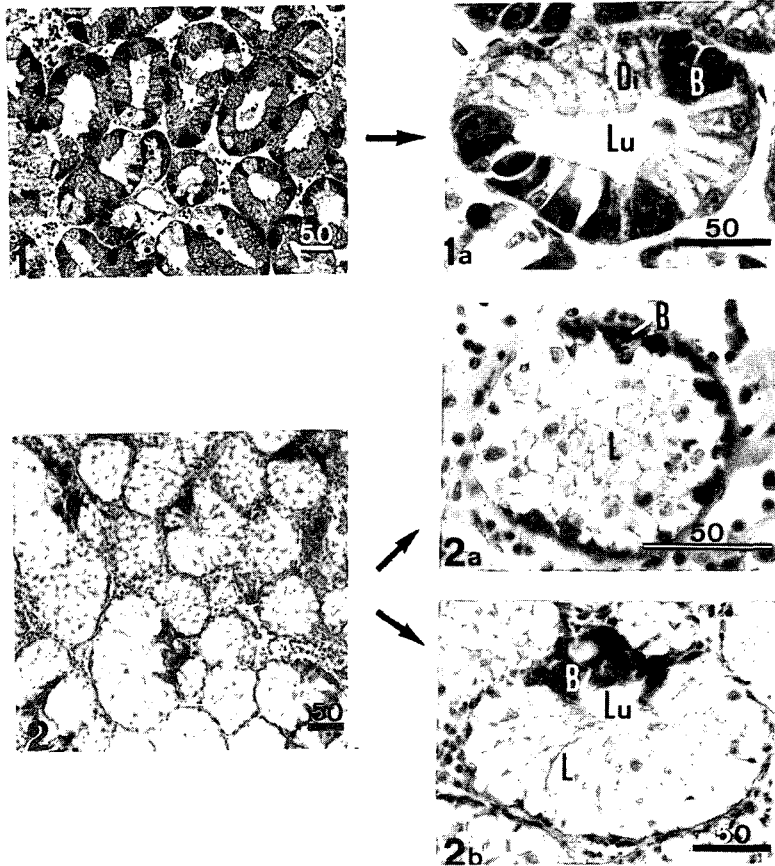


Fig. 4. Classification of the tubules in digestive diverticula. 1. Non lipid tubules, 2. Lipid tubules. B : basophil cell, Di : digestive-secretory cell, L : lipid cell, Lu : lumen. The units of each scale are microns.

그 이후는 감소하기 시작하여 1983년 4월의 재료에서는 最低値인 12% 수준까지 낮아졌다. 그러나, 6월부터는 급격히 증가하기 시작하여 10월에는 다시 80%의 높은 比率을 보임으로써, 消化盲囊의 脂肪細管은 여름과 초가을에 걸쳐 많아지고 流氷期를 포함한 겨울에 적어지는 季節變動을 나타냈다 (Fig. 5).

Fig. 3과 Fig. 5를 비교하여 보면, 脂肪細管의 季節의 변화는 消化盲囊 組織斷面의 單位面積當 細管數와 逆數關係에 있음을 알 수 있다.

3. 生殖巢 指數와 消化盲囊 脂肪細管 比率과의 關係

Chang et al.(1985)에 의한 生殖巢 指數 및 環境水溫의 季節변화와 脂肪細管의 季節변화를 비교하여 보면, Fig. 6에서와 같이 수온이 20°C 전후로 1년중의 最高値를 나타내는 9월에 生殖巢 指數는 5 이하(1982년)로 가장 낮은 分裂增殖期의 發達段階에 있는 반면, 消化盲囊의 脂肪細管의 비율은 85

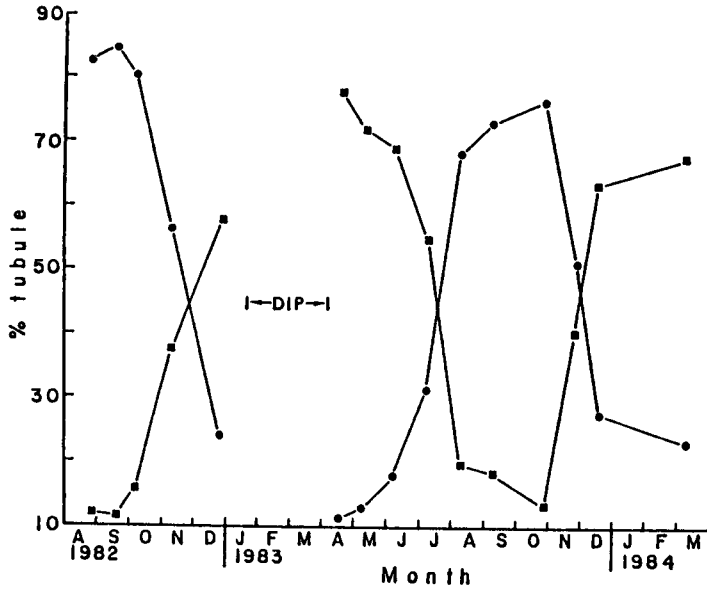


Fig. 5. Monthly changes of percentage of the lipid tubule and non lipid tubule in digestive diverticula. ● : lipid tubule, ■ : non lipid tubule, DIP : drifting ice period.

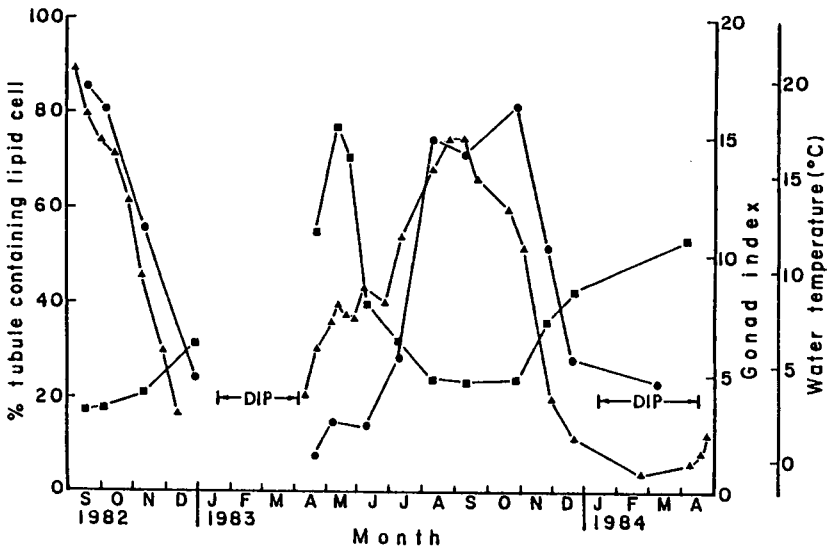


Fig. 6. Monthly changes of percent of lipid tubules, gonad indices and water temperatures at 30 m depth in Abashiri waters. ● : percent of lipid tubule, ■ : gonad index, ▲ : water temperature, DIP : drifting ice period.

가리비 소화맹낭의 계절변화

%로 最高値를 보였다. 그 이후 水溫과 脂肪細管의 비율은 낮아지는데 반해 生殖巢 指數는 높아지는 경향을 보이고 있다가, 이듬해 4~5월이 되면 前年 9월의 경향과는 逆으로 生殖巢 指數는 가장 높아져서 成熟期의 단계를 맞이하나, 水溫과 脂肪細管의 비율은 가장 낮아진다. 또, 그 후부터 다시 10월 전후까지는 水溫의 상승과 함께 消化盲囊의 脂肪細管은 증가하나, 生殖巢 指數는 낮아지는 경향을 보임으로써, 消化盲囊內의 脂肪含量은 수온의 변화에 대하여 正相關의 계절변화를 나타내는 반면, 生殖巢 指數의 변화는 逆相關 관계를 보이고 있다. 이상의 결과를 토대로 하여 가리비의 生殖巢 指數(X)와 脂肪細管 比率(Y)과의 관계를 구하면, $Y=145.6X^{-0.793}$ 의 逆指數函數式으로 표시된다(Fig. 7).

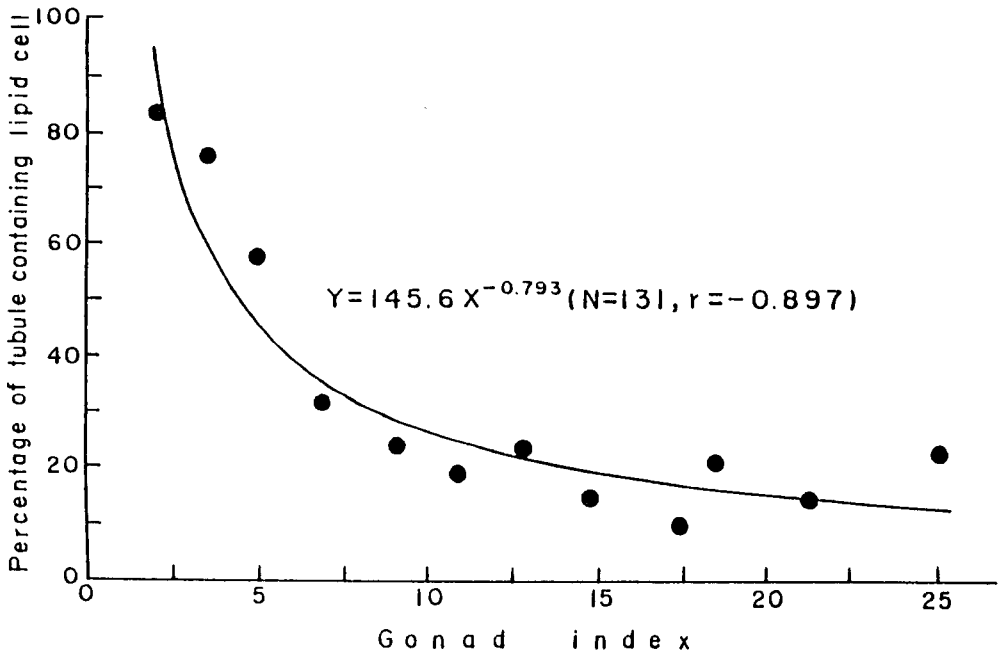


Fig. 7. Relationship between gonad index and percent of lipid tubule.

4. 生殖巢와 消化盲囊의 隣接組織 變化

3項과 같은 결과는 生殖巢와 消化盲囊의 組織學的 觀察에서도 인정되어, 雌雄 각각의 生殖巢와 消化盲囊이 서로 인접하는 부위의 組織像에서, 回復期의 卵巢와 成長初期의 精巢가 나타나는 여름과 가을에 걸쳐서는 消化盲囊 細管의 內腔이 주로 脂肪細胞에 의해 充滿되는 특징을 나타내고 있다(Fig. 8-1, 3). 그러나, 成熟 또는 產卵初期의 卵巢와 成熟期의 精巢가 나타나는 겨울부터 봄사이의 消化盲囊은 內腔이 크게 비어있고, 細管上皮는 주로 鹽基性細胞와 消化分泌細胞로 구성되어 있다(Fig. 8-2, 4).

한편, 細胞質이 충실치 못한 成長期의 卵母細胞를 가지는 암컷의 消化盲囊에서는 대부분이 脂肪細胞로 구성된 細管이 존재하는 反面(Fig. 9-1, 2), 細胞質內에 다수의 卵黃顆粒과 脂肪顆粒으로 채워진 成熟期의 卵母細胞를 가지는 암컷에서는 극히 소수의 脂肪細胞를 가진 細管의 존재가 인정된다(Fig. 9-3, 4).

以上の結果들은 消化盲囊의 脂肪含量이 生殖巢의 발달에 따라 週期的으로 변화하고 있음을 의미한다.

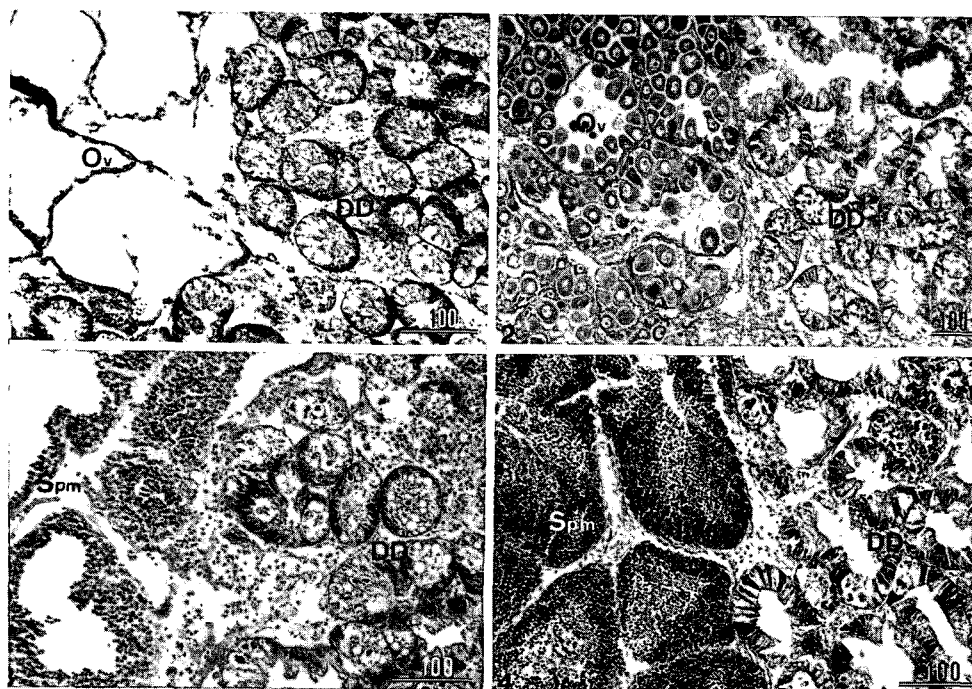


Fig. 8. Cross section of the genital tubules and digestive diverticula tubules co-existed in the same tissue part. 1. Ovary(Ov) in recovery stage and digestive diverticula(DD). 2. Ovary(Ov) in early spawning stage and digestive diverticula(DD). 3. Sperm(Spm) in early growing stage and digestive diverticula(DD). The units of each scale are microns.

考 察

가리비 消化盲囊의 脂質變化에 관하여는 生化學的 및 組織化學的 方法에 의한 脂肪의 含量(中川·林, 1978), 脂肪의 代謝(Takahashi and Mori, 1971a, 1971b), 脂肪의 蓄積과 轉移(Vassallo, 1973) 등 여러가지 연구가 이루어진 바 있으나, 지방을 함유하고있는 細胞의 形態學的 變化와 細管內에서의 量的 變化를 연구한 例는 光學顯微鏡을 사용한 한 件의 觀察 結果(Suzuki et al., 1968)에 그치고 있다. 本 研究에서 放流養殖 가리비의 消化盲囊에 있어서 脂肪細管의 量的 變化는 9~10월에 가장 많고, 4월에 가장 적은 傾向을 나타내고 있다. 한편, 北緯 39°에 위치하는 日本 三陸沿岸의 垂下養殖 가리비에서 脂肪含量의 變化傾向은 本 研究의 結果와 일치하지만, 그 시기가 서로 다른 點은 水溫環境을 달리하는 緯度上의 차이에 기인하는 것으로 보인다. 그러나, 本 研究의 海域과 같은 緯度에 위치하는 Saroma湖産 垂下養殖 가리비에서는 5~7월에 가장 많고, 4월에 가장 적은 傾向(中川·林, 1978)을 보임으로써 本 研究의 結果와 부분적으로 차이를 나타내고 있는데, 이것은, 本 研究과 동일한 재료로

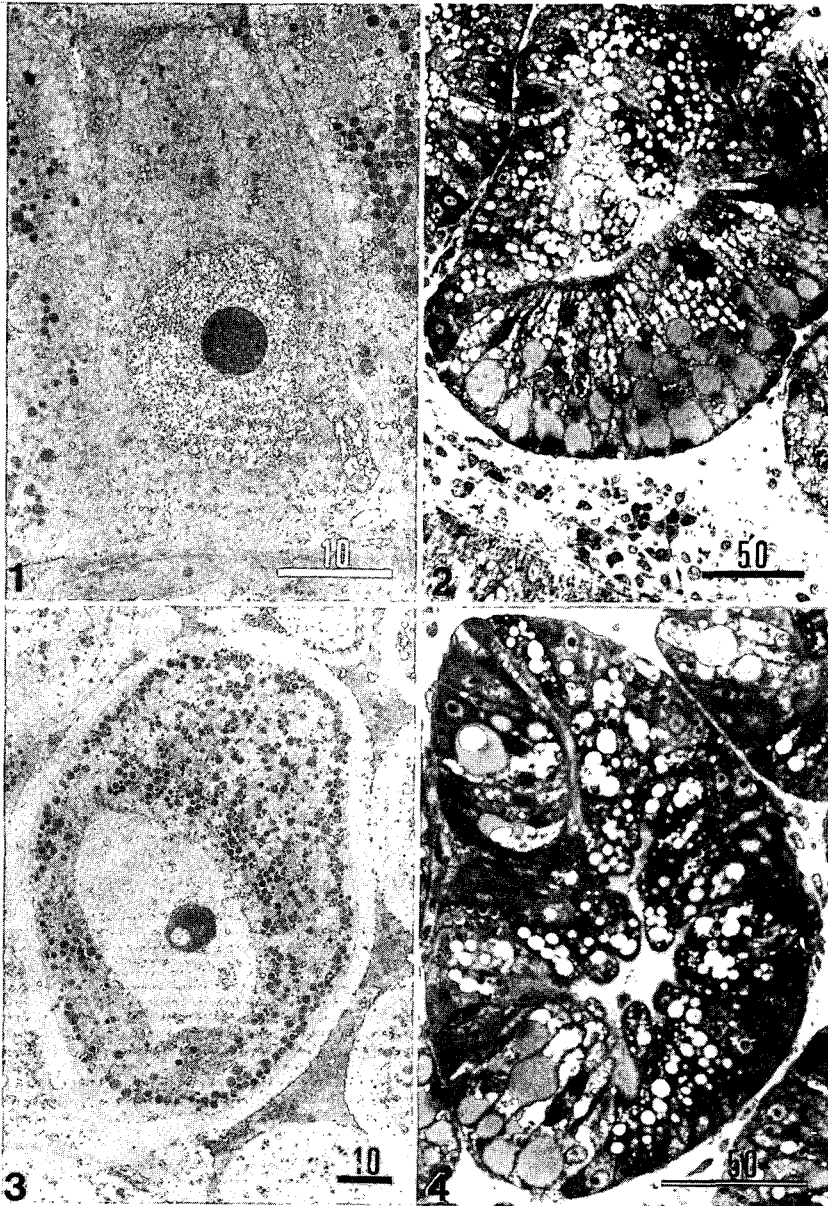


Fig. 9. Higher magnification of the section of oocytes and epithelial cells in digestive diverticula tubules co-existed in the same tissue part. 1. An oocyte in growing stage. 2. Epithelial cells of a digestive diverticula tubule in growing stage. 3. An oocyte in mature stage. 4. Epithelial cells of a digestive diverticula tubule in mature stage. The units of each scale are microns.

觀察하였던 放流養殖 가리비 生殖巢의 成長期가 Saroma湖產 垂下養殖 가리비(丸, 1976)에 비해 2~3 개월 지연된다는 張(1986)의 言及에 비추어 볼 때, 가리비의 養殖環境이나 分析方法의 차이에 의한 것으로 판단된다. 이상과 같이, 가리비의 消化盲囊에 있어서 脂肪細胞의 존재 및 脂肪細胞를 함유한 細管比率이 季節的 變化를 보이는 點은 他種의 二枚貝에서는 아직 알려진 바 없으므로 매우 흥미있는 結果라 할 수 있다. 최근에는 가리비에서의 貝毒이 體內的 다른 器官이나 組織에 비해 消化盲囊에서 가장 높은 濃度로 축적된다는 點(Prakash et al., 1971; 野口等, 1984)과 設死性 貝毒이 脂溶性이라는 點(Yasumoto et al., 1978)에 관련지워 볼 때, 本 研究에서 消化盲囊內的 脂肪含量이 季節的으로 變動을 보인 것은 앞으로의 貝毒研究에 좋은 參考資料가 될 것으로 생각된다.

몇몇 研究者들은 養殖 가리비에서는 生化學的方法(Takahashi and Mori, 1971a; 中川·林, 1978)과 組織化學的方法(Takahashi and Mori, 1971b)으로, *A. irradians* (Sastry and Blake, 1971)와 國產 가리비과의 *Chlamys hericia* (Vassallo, 1973)에서는 放射性 同位元素法으로 消化盲囊의 脂肪이 生殖巢로 轉移되는 것을 보고하고 있다. 本 研究에서 가리비 消化盲囊에 존재하는 脂肪細管 비율의 계절變動은 生殖巢 指數의 계절變動과 逆의 相關關係에 있고, 同一個體內에서의 生殖巢와 消化盲囊의 組織像에서도 脂肪細管의 量이 生殖巢의 발달단계에 따라 變動하고 있는 點은 消化盲囊의 脂肪含量과 生殖巢의 발달과의 사이에 밀접한 관련이 있음을 示唆한다. 즉, Fig. 10에서 要約圖示한 바와 같이 生殖巢의 回復期에는 消化盲囊에 脂肪이 축적되고, 生殖巢의 成熟期에는 그동안 축적되었던 消化盲囊의 脂肪이 生殖巢로 轉移됨을 말해 준다.

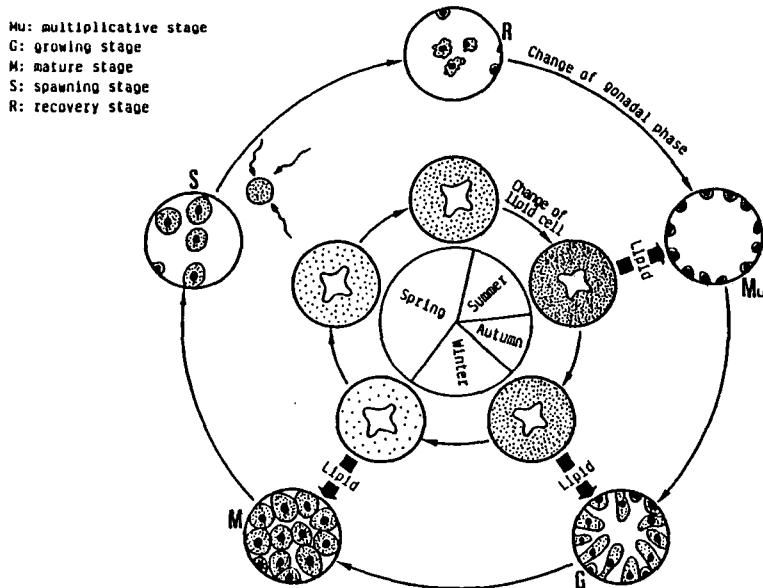


Fig.10. Diagram showing the seasonal variations of digestive diverticula tubules, gonads, and lipid storage in digestive diverticula tubules and its' transfer into gonads in *Patinopecten yessoensis*. The dots in each figure indicate the lipid droplets.

本 研究에서 雌雄에 따른 消化盲囊内の 脂肪變化에 대해서는 그 組織像으로 부터 兩性 共히 같은 傾向을 나타내는 것이 확인되었지만, 成熟卵巢의 卵母細胞內 細胞質에는 多數의 脂肪顆粒이 관찰되는데 비하여 成熟精巢에서는 그 존재가 인정되지 않음으로써, 卵巢와 精巢의 脂肪含量이 서로 다르다는 것을 알 수 있다. 더우기, 극자가리비科의 *Chlamys septemradiata* (Ansell, 1974)와 養殖 가리비(中川・林, 1978)의 성숙한 雌雄 生殖巢内の 脂肪含量에 있어서도 현저한 차이를 보여, 卵巢의 脂肪含量은 精巢의 약 2~3.5배에 달한다고 한다. 이와 같이, 消化盲囊으로 부터 轉移된 脂肪이 精巢에서 그다지 확인되지 않는 것은 卵巢와 精巢에 있어서 生殖細胞의 分化過程이 서로 다르다는 點 즉, 雌性細胞는 産卵後에도 細胞分裂, 孵化後 變態 및 個體로서의 自主的인 攝食이 가능해질 때까지의 生命維持를 위한 營養의 蓄積이 필요하지만, 雄性細胞에서는 體外로 방출되기 까지 精子完成을 위한 分裂 變態가 거둬지는 過程에서 消化盲囊으로 부터 轉移되어온 脂肪을 즉시 에너지源으로 소비하기 때문인것으로 推察된다.

要 約

가리비, *Patinopecten yessoensis*의 消化盲囊 및 그 上皮細胞의 脂肪에 대한 季節變動과 生殖巢 發達과의 關係를 알아보기 위하여, 日本 北海道의 오후츠크해에 면한 網走灣産 放流養殖 個體를 1982년 9월부터 1984년 5월까지 月別로 採集하여 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 消化盲囊의 指數는 5~6월에 가장 높았으며, 12월 및 流水期에 最低値를 나타냈다.
2. 消化盲囊의 組織斷面積 1 mm²當 細管數는 9~10월에 最少値를 나타냈으나, 3월에 最多値를 보였다.
3. 生殖巢 指數(X)와 消化盲囊의 脂肪細管 比率(Y)은 $Y=145.6X^{-0.793}$ 의 逆指數函數的 關係를 나타냈다.
4. 消化盲囊의 脂肪은 生殖巢의 발달과 함께 生殖巢로 轉移되는 季節變動을 보였다.

謝 辭

本 研究을 遂行함에 있어 따듯한 指導助言을 아끼지 않았던 日本 東北大學農學部 水産増殖學講座의 野村正 博士와 森勝義 博士, 材料의 組織學的 分析에 있어 細密한 助言을 해주신 石卷專修大學 水族増殖學教室의 菅原義雄 博士, 現場에서 材料의 採取 및 處理에 積極的인 協助를 아끼지 않았던 北海道 網走가리비研究所의 北村吉雄 課長 및 研究所의 職員 여러분께 感謝드립니다.

文 獻

- Ansell, A. D.(1974) Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve, *Chlamys septemradiata* from the Clyde Sea area. Mar. Biol., 24, 85~99.
- 張榮振(1986) 外海放流ホタテガイに關する生理生態學的研究, 特に 生殖關連器官の細胞・組織化學的動態について. 東北大學 大學院 博士學位論文, pp. 1~218.
- Chang, Y. J. and T. Y. Lee(1982) Gametogenesis and reproductive cycle of the cockle, *Fulvia mutica*(Reeve). Bull. Korean Fish. Soc., 15, 241~253.
- Chang, Y. J., K. Mori and T. Nomura(1985) Studies on the scallop, *Patinopecten yessoensis*, in sowing cultures in Abashiri waters—Reproductive periodicity. Tohoku J. Agr. Res., 35, 91~105.

- Chang, Y. J., Y. Sugawara and T. Nomura(1989) Structure and function of digestive diverticula in the scallop, *Patinopecten yessoensis*(Jay). Tohoku J. Agr. Res., 39, 81~94.
- 丸邦義(1976) ホタテガイの生殖に関する研究. 第1報. 養殖ホタテガイの生殖週期. 北水試報, 18, 9~26.
- 中川義彦・林賢治(1978) サロマ湖産養殖ホタテガイの脂質含量の季節的變化について. 北水試月報, 35, 58~66.
- 野口玉雄・長島裕二・丸山純一・上村俊一・橋本周久(1984) 麻ひ性貝毒によつて著しく毒化したホタテガイにおける貝柱の毒性. 日本水産學會誌, 50, 517~520.
- Prakash, A., J. C. Medcof and A. D. Tennant(1971) Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada. Fish. Res. Bd. Canada, 177, 1~87.
- Sastry, A. N.(1966) Temperature effects in reproduction of the bay scallop, *Aquiptecten irradians* Lamarck. Biol. Bull., 130, 118~134.
- Sastry, A. N.(1968) Relationships among food, temperature and gonad development of the bay scallop, *Aquiptecten irradians* Lamarck. Physiol. Zool., 41, 44~53.
- Sastry, A. N. and N. J. Blake(1971) Regulation of gonad development in the bay scallop, *Aquiptecten irradians* Lamarck. Biol. Bull., 140, 274~283.
- Simpson, R. D.(1982) Reproduction and lipids in the sub-Antartic limpet, *Nacella(Patinigera) macquariensis* Finlay, 1927. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 56, 33~48.
- Sundet, J. H. and J. B. Lee(1984) Seasonal variations in gamete development in the Iceland scallop, *Chlamys islandica*. J. mar. biol. Ass. U. K., 64, 411~416.
- Takahashi, K. and K. Mori(1971a) Seasonal variations in the metabolism of lipids and glycogen in the scallop, *Patinopecten yessoensis*(Jay) I. Biochemical studies. Tohoku J. Agr. Res., 22, 114~133.
- Takahashi, K. and K. Mori(1971b) Seasonal variations in the metabolism of lipids and glycogen in the scallop, *Patinopecten yessoensis*(Jay) II. Histochemical studies. Tohoku J. Agr. Res., 22, 134~145.
- Turner, H. and J. H. Hanks(1960) Experimental stimulation of gametogenesis in *Hydroides dianthus* and *Pecten irradians* during the winter. Biol. Bull., 119, 145~152.
- Vassallo, M. T. (1973) Lipid storage and transfer in the scallop, *Chlamys hericia* Gould. Comp. Biochem. Physiol., 44A, 1169~1175.
- Yasumoto, T., Y. Oshima and M. Yamaguchi(1978) Occurrence of a new type of shellfish poisoning in the Tohoku district. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 44, 1249~1255.