

줄새우아재비, *Palaemon serrifer*의 生殖巢發達에 따른 腦와 胸部神經節 神經分泌細胞의 組織學的 研究

金明熙 · 李澤烈

釜山水產大學校 資源生物學科

Histological study of neurosecretory cells in the brain and the thoracic ganglion with gonadal development of *Palaemon serrifer*

Myung-Hee KIM and Taek-Yuil LEE

Department of Marine Biology National Fisheries University of Pusan

Pusan 608-737, Korea

The present paper is a histological study of neurosecretory cells in the brain and the thoracic ganglion with the gonadal development in *Palaemon serrifer*.

The reproductive cycle includes the successive stages of the growing period (February~March), the mature period(April~May), the ripe and spent periods(June~August) and the degenerative and resting periods(September~January).

The neurosecretory cells are grouped into four types based on Matsumoto(1958): A-, A'-, B- and E-cells. A- and A'-cells are 80~90 μ m, B-cell is 30~40 μ m and E-cell is 10~15 μ m. A- and B-cells are the positive to CHP and AF, while B-cell is the positive only to AF.

The secretory grannules of a A-cell are transported to the axon, and at the same time they are discharged through the peripheral membrane. Of the four neurosecretory cells, A- and E-cells show the difference of secretory activity according to the gonad developmental process. In the female, A-cells show secretory activity for the ripe and spent periods, while E-cells show for the mature, ripe and spent periods. In the male, A-cells show secretory activity for the mature, ripe and spent periods, while E-cells show for the growing, mature, ripe and spent periods.

緒 論

일반적으로 갑각류의 중추신경계에서는 생식소 발달을 촉진하는 hormone(Gonad stimulating hormone; GSH)이 분비된다고 밝혀져 있다. 生殖巢發達을 촉진하는 hormone분비에 대한 연구로서, Otsu(1963)는 성숙한 *Potamon dehaani*와 *Palatellaphusa hydrodromous* 등의 腦와 胸部神經節을 미성숙한 개체에 移植함으로써 난소 및 정소의 발달과 Androgen gland 증대를 유도할 수 있었던 점으로

미루어 腦와 胸部神經節에서 생식소발달을 자극하는 hormone(GSH)이 분비된다고 하였다. 또한 Yano(1988)는 成熟한 난소를 가진 lobster, *Homarus americanus*의 胸部神經節을 未成熟한 난소를 가진 *Penaeus vannamei*에 이식했을 때 난소발달이 유도됨을 보고하고 있어 腦와 胸部神經節이 生殖巢發達에 직접 관련되고 있음을 알 수 있다.

한편, 갑각류 眼柄에서는 생식소발달을 억제하는 hormone(Gonad inhibiting hormone; GIH)이 분비되며, 이 안병에서 분비되는 GIH와 GSH의 相互拮

抗的作用에 의해 생식소발달이 조절된다는 보고 (Otsu *et al.*, 1951; Adiyodi, 1970; Fingerman, 1987) 도 있다.

본 연구는 부산 해운대 동백섬 조간대에 서식하는 줄새우아재비, *Palaemon serrifer*를 재료로 組織學的方法에 의해 週年生殖巢發達過程을 밝히고, 腦와 胸部神經節에 분포하는 각 분비세포들의 분비활동을 조사함으로써 이들 분비세포들이 줄새우아재비에서도 生殖巢發達에 관여하고 있음이 밝혀졌기에 그 결과를 보고한다.

材料 및 方法

본 연구에 사용된 재료는 1989년 5월부터 1990년 4월까지 매월 해운대 동백섬 조간대에서 채집한 줄새우아재비, *Palaemon serrifer*이다. 채집된 재료는 실험실로 옮겨 chitin질의 감각을 벗기지 않고 Bouin's 용액에 고정한 후 전장은 0.1cm, 전중은 0.1g까지 각 부위를 계측하였고, 해부현미경하에서 수컷의 제 2복지에 숫돌기(appendix masculina)로써 암수를 구별한 후 生殖巢와 腦 그리고 神經節을 절취하였다.

組織標本은 常法인 파라핀 법에 의해 6~8 μ m 두께로 연속 절편을 만들었다. 조직의 염색은 Hansen's haematoxylin-0.5% eosin과 Azan 염색을 하였으며 신경분비과립의 유무와 분비활성정도를 관찰하기 위해 Gomori's chrome alum haematoxylin-phloxin(CHP)과 aldehyde fuchsin(AF) 염색을 하였다.

神經分泌細胞는 Matsumoto(1958)가 5종의 계류에서 분류한 것을 기초로 하여 세포의 크기, 모양, 염색성, 분비물의 방출 방법 그리고 분포 위치 등에 의해 분류하였다.

結 果

1. 生殖巢發達過程

1) 生殖巢의 外部形態

생식소는 두흉갑 바로 밑의 심장과 중장선(midgut gland) 사이에 위치해 있다(Fig. 1). 卵巢는 두흉부의 心臟아래에 위치하며, 심장을 중심으로 前方은 둥글게 융합되어 있고, 後方은 한쌍의 곤봉형태를 띠고 있으며, 그 밑으로 장이 통과하고 있다. 난소는 성숙할수록 점차 肥厚되어 完熟期의 난소는 左右 卵巢가 밀착되어 한개의 器官처럼 보인다. 난소의 좌우는 심장 아래에서 돌출되어 이곳에서 輸卵管이 연결되어 있다.

精巢도 두흉부의 심장아래에 있으며 심장을 중심으로 左右가 몇개의 작은 만곡을 이루는 管狀 구조가 前方에서 合一되고 있으며, 後방은 한 쌍의 管狀 구조가 삼각 모양으로 合一되어 있다. 그리고 後방 관상 구조의 양쪽에서 좌우로 輸精管이 뻗어나오며 수정관의 끝에 비후된 射精管이 위치한다. 射精管은 제 5흉지에 開口되어 있다.

2) 生殖年週期

줄새우아재비의 生殖細胞發達에 따른 生殖年週期는 다음과 같다.

(1) 成長期(Growing stage)

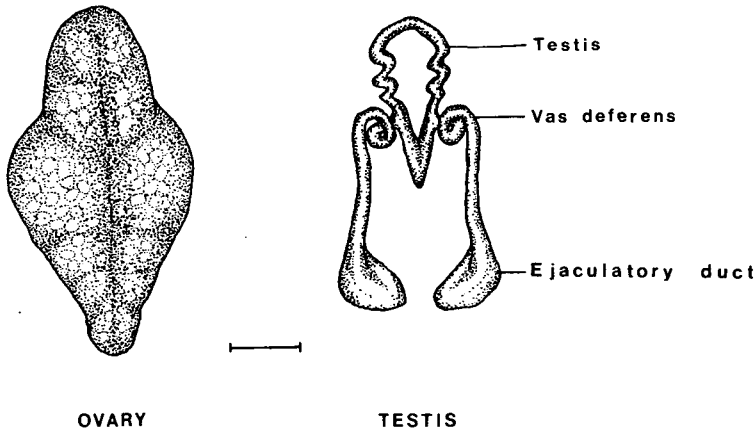


Fig. 1. Ripe gonads of the *Palaemon serrifer*.
Scale=1 mm

암컷의 경우, 3월부터 난소내에는 분열중식중인 10 μ m 전후의 어린 卵原細胞와 이들로 부터 성장한 100 μ m 전후의 初期卵母細胞들이 관찰되기 시작한다(Fig. 2-1). 4월에는 성장중인 초기난모세포를 주위에 單層의 濾胞細胞層이 발달하고 난세포질에는 空胞層이 環狀으로 나타난다.

수컷은 1월부터 초기성장기의 정소상태를 나타내고 3, 4월에는 核質이 충실한 성장중인 精母細胞가 정소에 산재한다(Fig. 2-2).

(2) 成熟期(Mature stage)

암컷의 경우, 5월에 300 μ m 이상으로 卵母細胞가 성장하면서 여포세포층이 더욱 뚜렷해지고 난세포질에는 卵黃物質이 세포질의 외층에서 내층으로 점점 확산되어 간다. 6월에는 난황물질이 난세포질 내에 가득차며 핵질이 응축되어 나타난다(Fig. 2-3).

수컷의 정소에는 4월부터 후기 성숙분열상을 나타내는 精母細胞가 출현하기 시작하며, 5월과 6월의 정소내에는 성숙분열을 마친 精細胞들이 변태하여 精子가 출현하기 시작한다(Fig. 2-4).

(3) 完熟 및 産卵期(Ripe and spawning stage)

6월부터 7월에 접어들면서 대부분의 개체는 완숙기의 생식소를 가지게 된다. 이 시기의 난소는 암갈색을 나타내며 최대로 肥厚되어 진다. 그리고 난모세포는 卵黃球의 축적이 충실해지고 난세포질 외층에는 두터워진 卵膜이 형성되고 卵徑이 430 μ m 전후인 排卵期의 완숙난이 된다(Fig. 2-5).

완숙된 정소는 유백색을 나타내며, 貯精囊内에는 변태를 마친 정자가 가득차게 된다(Fig. 2-6). 7월

부터 産卵個體가 나타나기 시작하여 8월에는 대부분의 개체가 산란에 참여한다.

(4) 退化 및 休止期(Degeneration and Resting stage)

9월에 접어들면서 대부분의 암컷은 산란을 마치게 된다. 난소내에는 完熟卵이 빠져 나간 흔적과 일부 放卵되지 못한 成熟卵과 초기 난모세포들이 존재하며, 완숙난을 싸고 있던 여포세포층은 그대로 남아서 排卵 흔적을 남긴다(Fig. 2-7).

수컷의 경우, 변태를 마친 정자들은 輸精管을 통하여 貯精囊에 모이게 되고 9월에는 대부분의 개체들이 放精을 마친 상태로서, 정소는 급격히 퇴화 위축한다(Fig. 2-8). 각 개체들은 월동기가 되면서 생식소는 변화없이 休止期狀態를 유지하고 있다.

2. 神經分泌細胞의 分類

1) 神經分泌細胞의 種類와 特性

胸部神經節과 腦에 분포하는 神經分泌細胞를 분포위치, 크기, 모양, 핵변화 그리고 염색반응 등에 따라 A-, A', B- 그리고 E-cell type으로 구분하여 각 세포의 특징을 Table 1에 나타내었다.

(1) 胸部神經節

胸部神經節에서 식별되는 신경분비세포는 A-, A'- 그리고 B-cell type의 3종이었다.

① A-cell

A-cell은 크기가 80~95 μ m 정도로 다른 세포에 비해 큰 세포이고 모양은 卵形에 가깝다(Fig. 3-1). 비교적 축색이 두텁고(Fig. 4-1) H-E 염색에 仁이 뚜렷이 관찰되었다. 이들 세포는 두가지 방법으로

Table 1. Neurosecretory cells of the thoracic ganglion and the brain in *Palaemon serrifer*.

Cell type	Locality	Size (μ m)	Shape	Reaction of secretory products			Reference
				Nuclear changes	Axonally transported products	Peripherally discharged products	
A	Thoracic-ganglion Brain	80~90	oval	none	CHP(P) AF(P)	CHP(N.) AF(P.)	axon and nucleolus is remarkable
A'	Thoracic-ganglion	80~90	ellipsoid	none	CHP(N) AF(N)	none	axon-
B	Thoracic-ganglion Brain	30~40	triangular oval	intra-nuclear aggregation	CHP(P) AF(P)	none	
E	Brain	10~15	multiangular oval	intra-nuclear aggregation	CHP(P) AF(N)	none	

CHP: Chrome alum haematoxylin-phloxin, AF: Aldehyde fuchsin, P: Positive, N: Negative

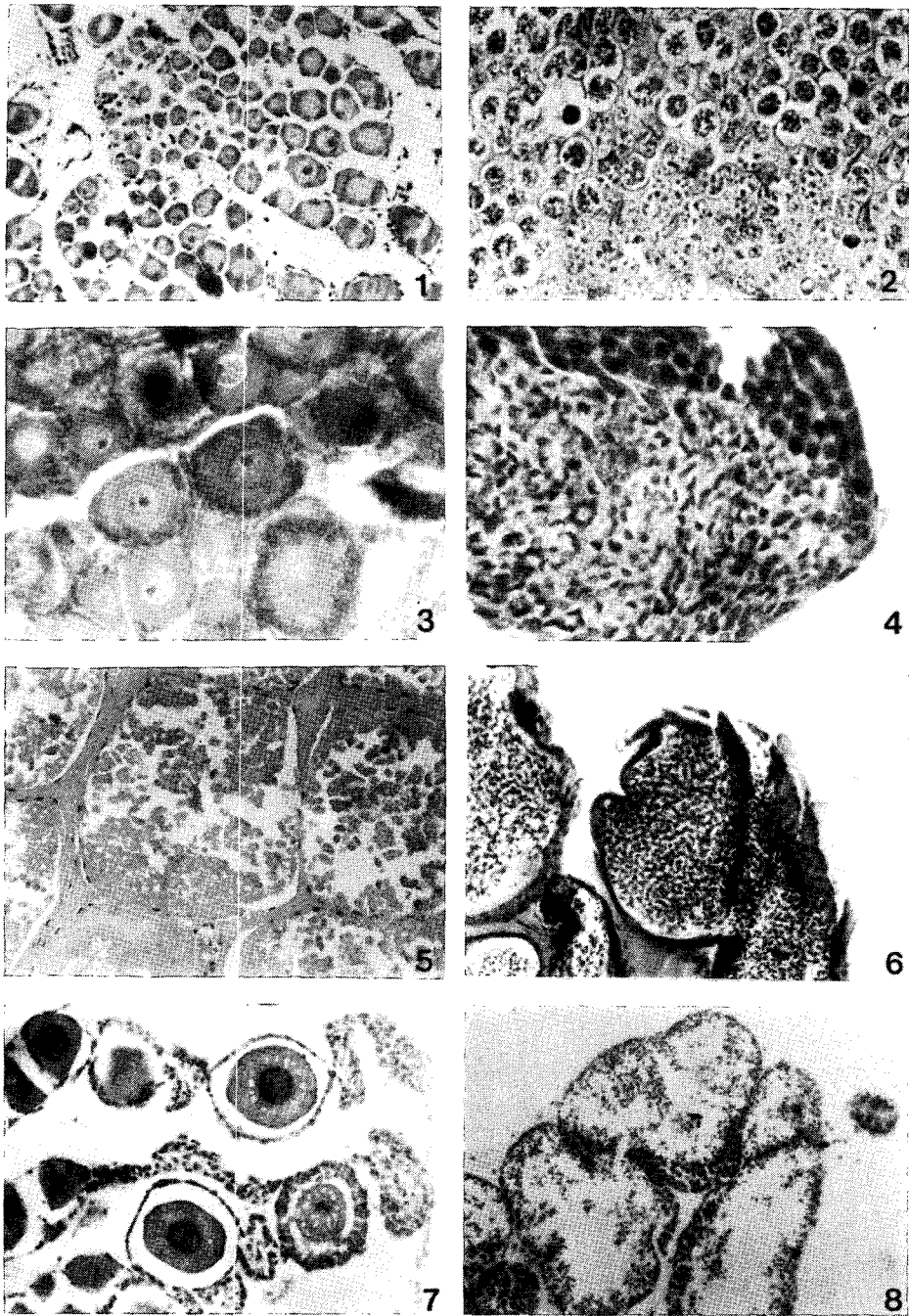


Fig. 2. Sections of the gonad of *Palaemon serrifer*.

1. Ovary of the growing stage. The ovary is mainly filled with oogonia and early growing oocytes.
2. Testis of the growing stage. Note the primary spermatocytes having concentrated nucleoplasm.
3. Ovary of the mature stage. Note the oocytes filled with yolk granules accumulation in the ooplasm.
4. Testis of the mature stage. Note the lumen showed spermatids.
5. Ovary of the ripe stage. Yolk granules fused in the cytoplasm.
6. Testis of the ripe stage. A great number of spermatozoa are filled in seminal vesicle.
7. Ovary of the spent stage. The ovary is showing the presence of empty follicle cells.
8. Testis of the spent stage.

分泌産物を 방출하는데 하나는 축색으로 방출하는 것이고 또 하나는 축색으로 이동되지 않고 細胞質을 통해 주변 세포간질에 직접 방출하는 周邊放出(peripheral discharge)을 하는 것으로 분비물의 축색이동(Fig. 4-1)과 주변방출(Fig. 4-2)이 모두 관찰되었다. A-cell은 haematoxylin에 양성반응을 나타내는 好鹽基性細胞로서 이들의 분비과립은 CHP와 AF염색에 양성반응을 보여 CHP염색에 검푸르게 염색되고 AF염색에 진한자주색으로 나타났다. 축색으로 이동하는 과립들은 CHP염색과 AF염색에서만 양성반응으로 나타났다. 분비활성시 核內凝集現象(intra-nuclear aggregation)과 그의 핵의 변화는 관찰되지 않았다.

② A'-cell

A'-cell은 A-cell과 비슷한 크기이지만 긴 타원체 모양(Fig. 3-2)이고 肥厚한 축색구(axon-hillock)(Fig. 4-3)를 가지고 있다. 분비물 방출은 축색으로 이동되고 주변방출은 관찰되지 않았다. H-E염색에서는 호염기성의 염색성을 나타내고, Azan염색에서는 분비물로 보이는 물질이 관찰되었으나(Fig. 4-4), CHP와 AF염색에서는 반응을 나타내지 않았다. A-cell과 마찬가지로 분비활성시 핵의 변화는 관찰되지 않았다. 이들 세포는 腦에서는 관찰되지 않고 胸部神經節에서만 관찰되는 세포로서 특히 흉부동맥주변에 많이 분포한다.

③ B-cell

B-cell은 20~40 μ m 정도로 A-와 A'-cell보다는 작은 크기이고 둥근삼각형의 모양을 하고 있다(Fig. 3-3). 축색은 A-와 A'-cell보다 미세하지만(Fig. 4-5) 분비활성은 다른 세포들에 비해 뚜렷하다. 분비과립은 CHP염색에 검푸른색으로 반응하였고 다른 세포들보다 分泌顆立量이 많으며, 특히 분비활성이 높을때 많은 양의 과립으로 채워진 검푸른 세포질을 가진다. 분비과립이 축색으로 이동되는 것은 관찰되었으나 주변방출은 관찰되지 않았다.

(2) 腦

腦에 분포하는 신경분비세포는 다음과 같이 A-, B-, 그리고 E-cell type이었다.

① A-cell

腦에서 A-cell의 분비활성은 胸部神經節에서의 A-cell보다 저조하다. CHP염색에 검푸르게 염색되고 AF염색에 자주색으로 염색되는 분비과립을 가지지만 주변방출은 발견되지 않았다.

② B-cell

腦에서 B-cell의 수는 胸部神經節에서 보다 적지만 분비활성은 활발하며 胸部神經節에서와 마찬가지로 CHP와 AF염색에 양성반응을 보이며 핵내용 집현상을 보였다(Fig. 4-6).

③ E-cell

E-cell은 10~15 μ m 정도의 미세한 세포(Fig. 3-4)로 약간 각진 모양이고 세포질에 비해 비교적 큰 핵(9~11 μ m)을 가진다. 호염기성의 분비과립이

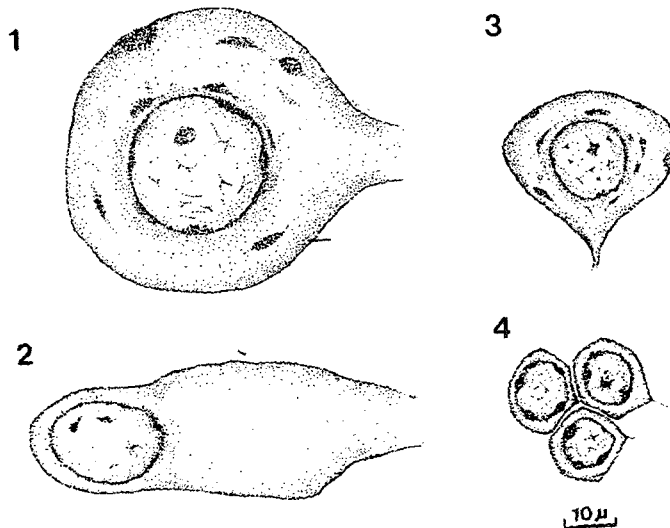


Fig. 3. Four types of neurosecretory cells in the thoracic ganglion and the brain of *Palaemon serrifer*. 1, A-cell 2, A'-cell 3, B-cell 4, E-cell

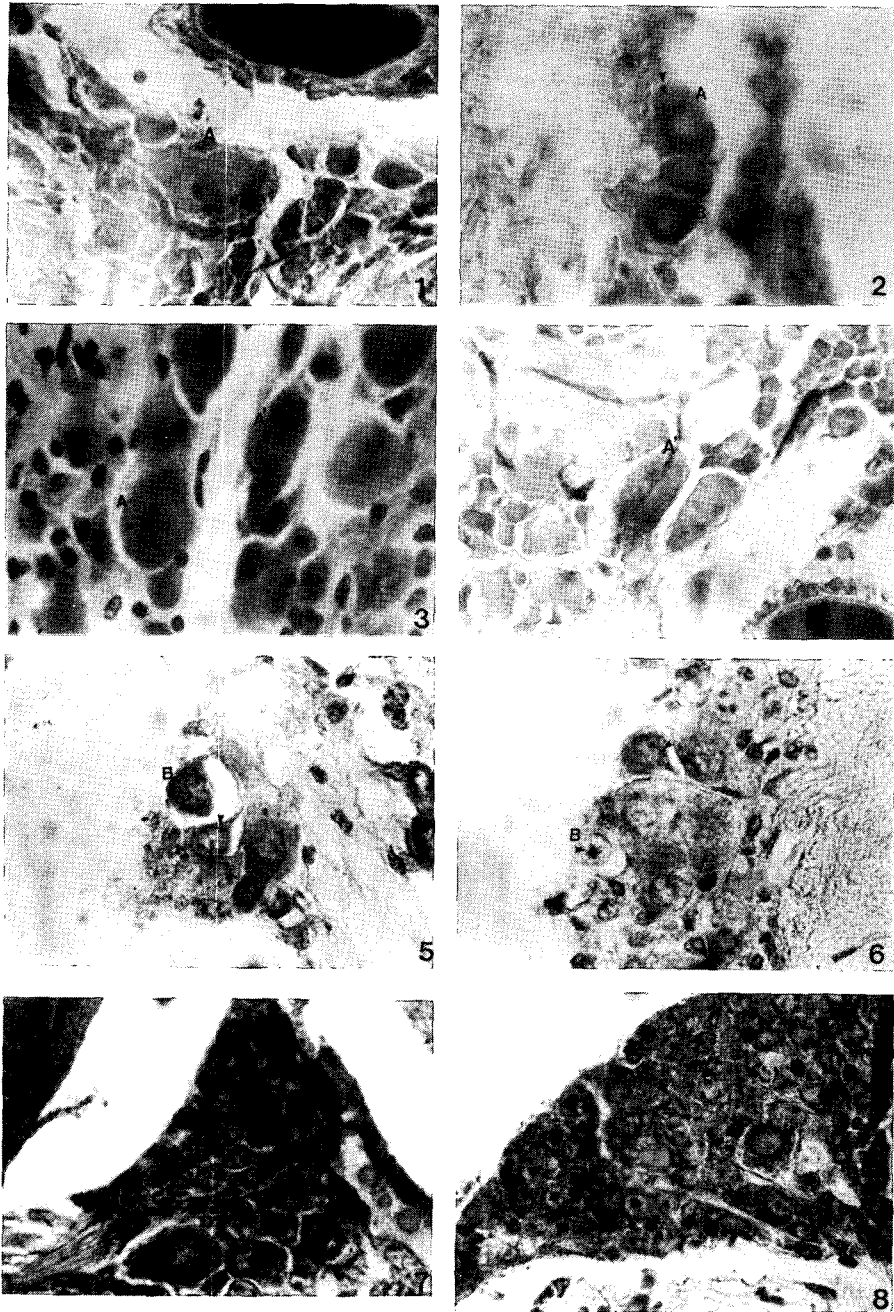


Fig. 4. Sections of A-, A', B- and E-cell types.

1. The A-cell shows the secretory product with Azan stain. $\times 400$
2. The granules of A-cell are discharged from the cell periphery. The B-cell shows granules in the cytoplasm with AF stain. $\times 400$
3. The A'-cell shows the slande shape and axon-hilloc. $\times 400$
4. The arrow shows secretory products of A'-cell with Azan stain. $\times 400$
5. The axon shows secretory products of B-cell with Azan stain. $\times 400$
6. The B-cell shows intra-nuclear aggregation. $\times 400$
7. The granules of E-cell show with CHP stain. $\times 400$
8. The E-cell shows intra-nuclear aggregation. $\times 400$

CHP염색에는 검푸르게 염색되나(Fig. 4-7) AF염색에서는 반응을 나타내지 않았다. 이것은 嗅葉(olfactory lobe) 주변에서만 발견되며 세포간질이 적어 세포가 치밀하게 모여있고 축색관찰은 어려웠다. 분비활성이 높을 때에 핵내용집반응이 관찰되었다(Fig. 4-8).

2) 神經分泌細胞의 分布

(1) 胸部神經節

胸部神經節에 분포하는 神經分泌細胞들은 A-, A'- 그리고 B-cell로서 이들 세포는 신경질의 앞부분과 뒷부분의 중앙선 그리고 양측면을 따라 group을 형성하여 분포하고 있다. 이러한 group은 Fig. 5처럼 네개의 group으로 구분된다. 첫번째 group은 胸部神經節 가장 앞쪽구역에 주로 분포하며 B-cell과 A-cell로 구성되어 있다. 두번째 group은 pedal nerve가 나가는 양측면을 따라 A-와 B-cell들이 분포한다. 세번째 group은 복부신경절로 나가는 부분의 胸部神經節의 말단에 A-, A'- 그리고

B-cell 등으로 구성 분포하며 네번째 group은 신경질의 중앙선을 따라 분포하는 group으로 여기에는 A-, A'- 그리고 B-cell들이 흉부동맥주위에서 관찰이 용이하다. A'-cell은 腦에서는 분포하지 않고 胸部神經節에서만 관찰되는 세포이다.

(2) 腦

腦에 분포하는 神經分泌細胞들은 A-, B- 그리고 E-cell들로서 이들 세포는 Fig. 5처럼 4 group으로 구분된다. 첫번째 group은 腦의 앞부분에 분포하는 것으로 이 group은 주로 B-cell로 구성되나, A-cell도 드물게 있다. 두번째 group은 후엽의 부근에 있으며 이 group에서는 E-와 B-cell이 주종을 이루며 특히 E-cell은 후엽 부근에서만 group을 형성하는 세포이다. 세번째 group은 食道環連合神經節(circumoesophageal commissure ganglion)로 나가는 기부의 바깥쪽에 위치하며 여기에는 A-와 B-cell type이 약간 분포한다. 네번째 group은 뇌의 뒷부분에 있으며 A-와 B-cell이 분포하고 있다.

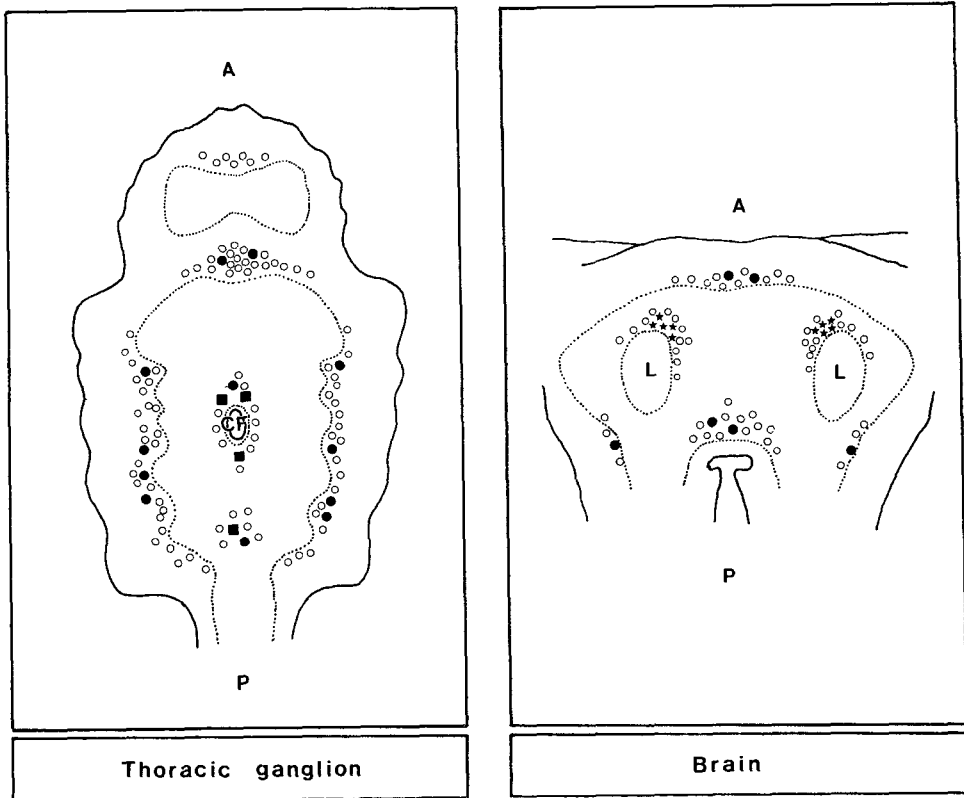


Fig. 5. Distribution of neurosecretory cells in the thoracic ganglion and brain of *Palaemon serrifer*.

●: A-cell ○: B-cell ■: A'-cell ★: E-cell
 CF: central foramen L: olfactory lobe A: anterior P: posterior

3. 年間分泌活性變化

A-, B- 그리고 E-cell의 연간분비활성을 알아보기 위해 이들 세포들 중 분비활성을 나타내는 개체의 매달 출현 頻度數를 조사한 결과는 Fig. 6과 같다.

① B-cell

B-cell은 1, 11, 12월을 제외하고는 매달 지속적인 분비활성을 나타내었다. 암컷, 수컷 모두 2월부터 분비활성을 나타내는 개체가 출현하기 시작해서, 수컷은 4월부터 9월까지 조사된 모든 개체에서 분비활성을 나타내며, 암컷은 이보다 낮은 5월부터 모든 개체가 분비활성을 나타내기 시작해서 9월까지 유지되나 10월에는 분비활성을 나타내는 개체의 비율이 감소하였다.

② E-cell

E-cell은 수컷에서는 2월에 활성을 나타내는 개체가 출현하기 시작해서 4월부터 7월까지 조사된 모든 개체에서 분비활성을 나타내었고, 암컷에서는 3월부터 분비활성을 나타내는 개체가 출현하기 시작해서 5월에는 분비활성을 나타내는 개체의 출현율이 가장 높았으며 이후 약간 감소하나 8월까지 분비활성을 나타내는 개체가 출현하였다.

③ A-cell

A-cell은 암컷에서는 5월부터 활성을 나타내는 개체가 출현하기 시작하여 7월에 가장 많은 출현을

보인 후 8월까지 낮은 값을 유지하였다. 수컷에서는 4월부터 활성을 나타내는 개체가 출현하기 시작해서 6, 7, 8월에 가장 많은 출현율을 나타낸 후 9월까지 낮은 출현율을 유지했다.

4. 生殖巢發達에 따른 分泌活性變化

분비세포중 B-cell은 겨울을 제외하고는 생식소 발달과정에 관계없이 지속적인 분비활성을 보였다. A-와 E-cell은 생식소 발달에 따라 각기 다른 분비활성을 보였다. 따라서 생식소 발달에 따른 이들 A-와 E-cell만의 분비활성 변화를 보면 다음과 같다.

1) 卵巢發達에 따른 分泌活性變化

성장기 난소를 가진 개체에서는 A-와 E-cell은 비활성상태로 나타났고(Fig. 7-1, 5), 이후 성숙난소를 가진 개체에서부터 E-cell은 분비활성을 나타냈으나(Fig. 7-6) A-cell은 여전히 분비활성을 나타내지 않았다(Fig. 7-2). 완숙 난소를 가진 개체에서는 E-cell과 A-cell이 모두 강한 활성을 나타냈다(Fig. 7-3). 퇴화 및 휴지기 난소를 가진 개체가 되면 A-와 E-cell은 다시 비활성상태를 나타냈다(Fig. 7-4, 8).

2) 精巢發達에 따른 分泌活性變化

정소발달에 따른 A-와 E-cell의 분비활성을 보면

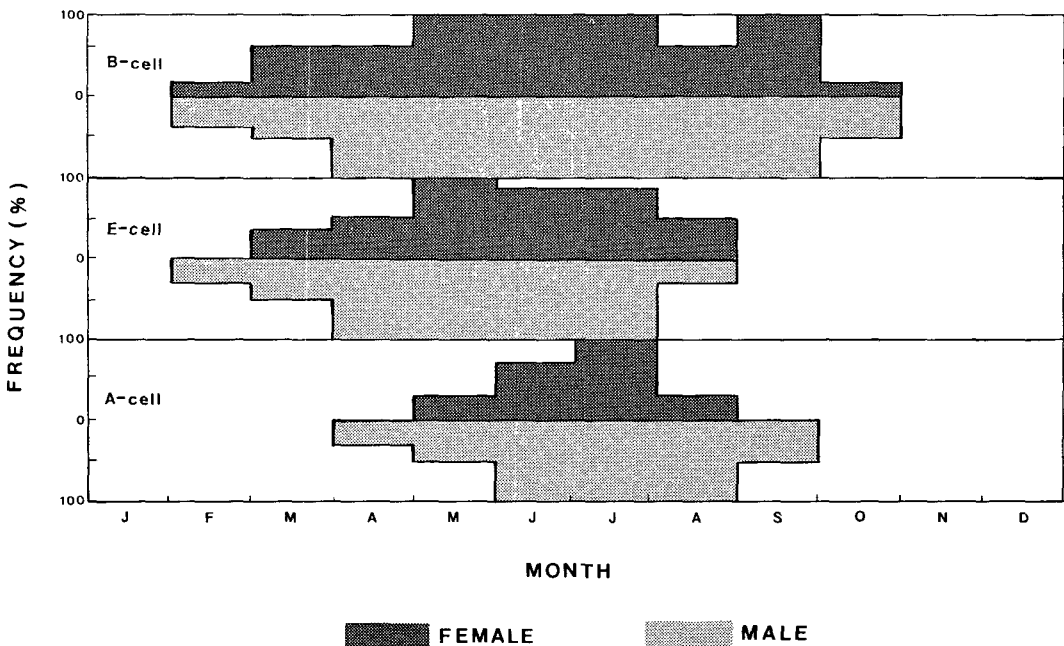


Fig. 6. Monthly frequency of the individuals showing the various secretory cell.

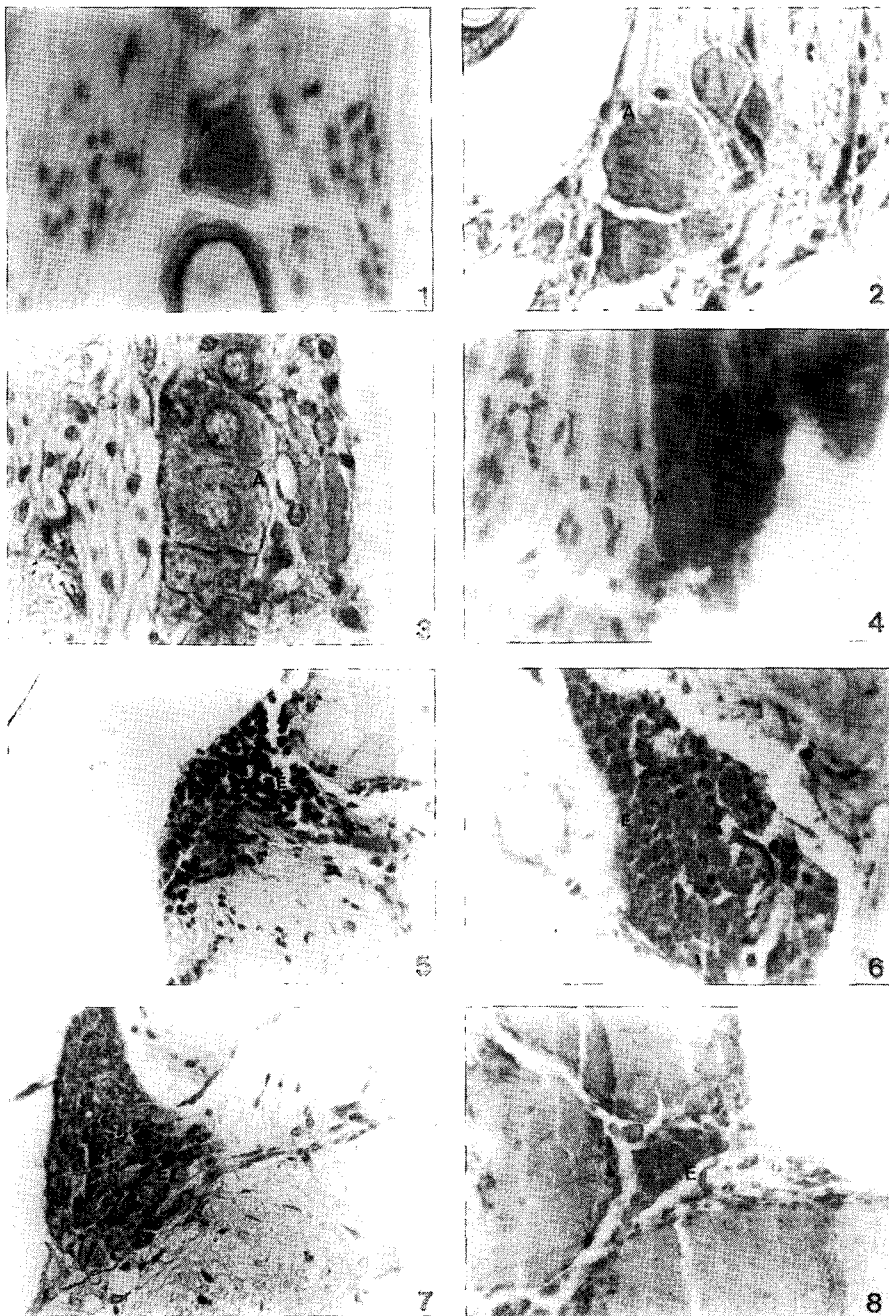


Fig. 7. Secretory condition of the A- and E-cell in the development of the ovary.

1. None active condition of A-cell in growing stage. $\times 400$
2. None active condition of A-cell in mature stage. $\times 400$
3. Active condition of A-cell in ripe and spent stage. $\times 400$
4. None active condition of A-cell in degeneration and resting stage. $\times 400$
5. None active condition of E-cell in growing stage. $\times 400$
6. Active condition of E-cell in mature stage. $\times 400$
7. Active condition of E-cell in ripe and spent stage. $\times 400$
8. None active condition of E-cell in degeneration and resting stage. $\times 400$

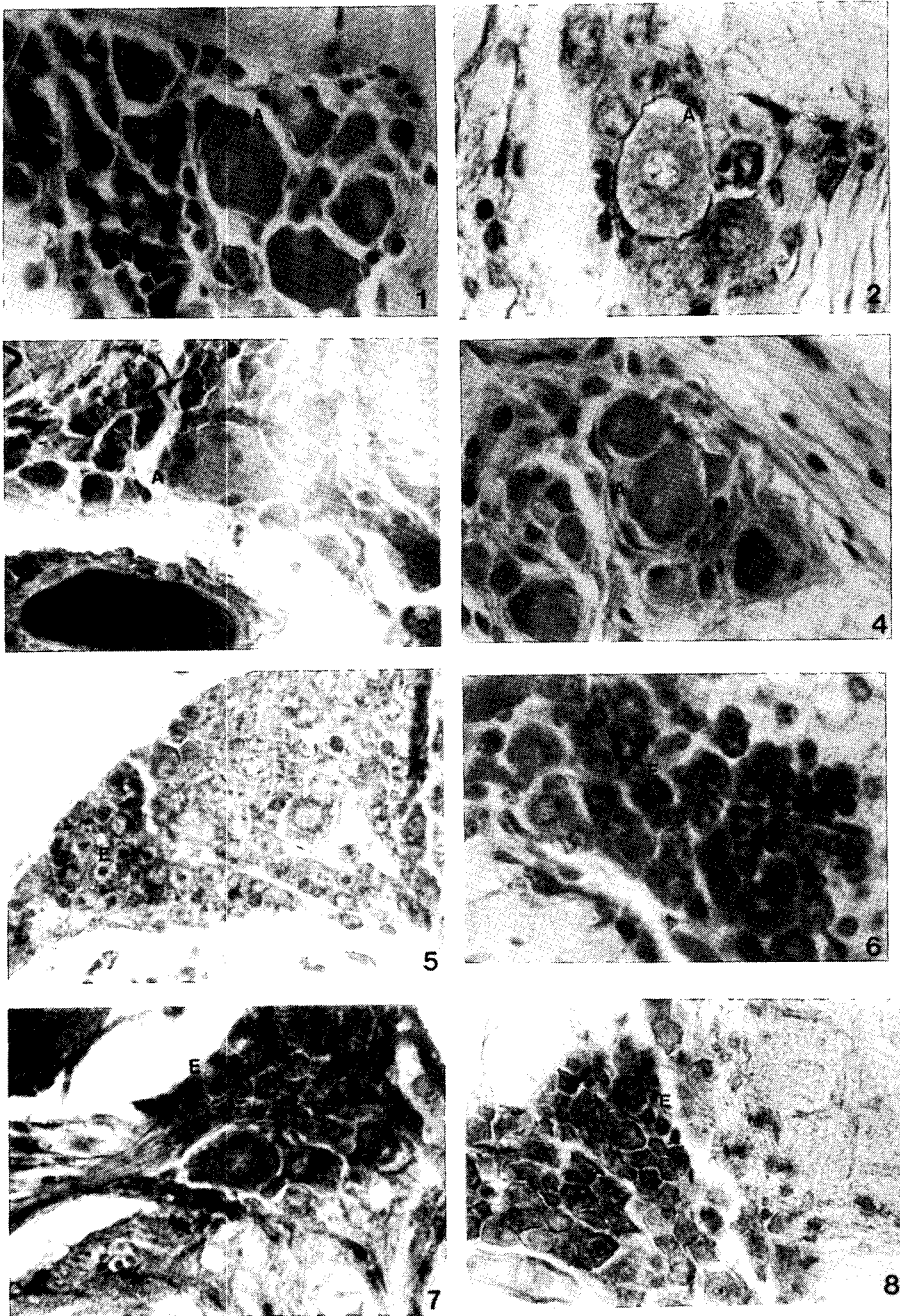


Fig. 8. Secretory condition of the A- and E-cell in the development of the testis.

1. None active condition of A-cell in growing stage. $\times 400$
2. Active condition of A-cell in mature stage. $\times 400$
3. Active condition of A-cell in ripe and spent stage. $\times 400$
4. None active condition of A-cell in degeneration and resting stage. $\times 400$
5. Active condition of E-cell in growing stage. $\times 400$
6. Active condition of E-cell in mature stage. $\times 400$
7. Active condition of E-cell in ripe and spent stage. $\times 400$
8. None active condition of E-cell in degeneration and resting stage. $\times 400$

성장기 정소를 가진 개체에서는 암컷과는 달리 E-cell은 분비활성을 나타내고 있었으나(Fig. 8-5), A-cell은 비활성상태를 나타내고 있었다(Fig. 8-1). 성숙기 정소를 가진 개체에서부터 정소내 변태를 마친 정자들이 가득찬 완숙기 정소에 이르기까지 모든 개체에서 E-cell과 A-cell은 활발한 분비활성을 나타내었다(Fig. 8-2, 6; Fig. 8-3, 7). 퇴화 및 휴지기 정소를 가진 개체에서는 A-와 E-cell 모두 비활성상태로 나타났다(Fig. 8-4, 8).

考 察

해산 무척추동물은 일반적으로 일정 계절에 생식을 행하는 생식년주기를 가지는 것으로 알려져 있는데(Lee *et al.*, 1970; Lee, 1968, 1974), 본 실험종인 줄새우아재비 역시 계절에 따른 생식년주기를 가진 계절성 산란종이었다.

대하(Oka, 1967), 중하(Lee, 1968) 그리고 보리새우(Lee *et al.*, 1970) 등에서 볼 수 있는 난소의 구조는 두흉부쪽의 심장을 중심으로 엽상으로 된 돌기가 좌우에 7쌍과 앞쪽으로 1쌍이 뻗어 있고 여기에서 후방으로 관상의 난소가 뒤로 가면서 가늘어지고 있는데 본 종의 난소의 형태는 후방은 유사하나 전방은 둥글게 융합되어 이들 새우류와는 다른 형태적 특성을 나타내고 있다. 중하(Lee, 1968)의 정소는 심장을 중심으로 전방은 7쌍의 엽상돌기가 있고 후방은 1쌍의 관상의 형태를 취하고 있으나 본 종의 정소에 있어서는 전방은 수개의 곡정관과 후방은 1쌍의 관상구조를 나타내고 복부 두번째마디까지 뻗어있는 점이 특징이라 하겠다.

생식소의 계절적 변화를 보면 암컷에서는 3월부터 수컷에서는 1월부터 초기성장기의 생식소상태를 나타내어 수컷이 암컷보다 빨리 생식소 활성화가 일어나는 것을 알 수 있다.

줄새우아재비의 주포란시기는 7, 8월로 나타났으나 난소조직상과 연간단경조성을 볼때 450 μ m 이상의 배란기 난이 8월까지 많이 분포하므로 8월이후에도 포란개체가 출현하리라고 생각된다. 또한 채집기의 서식수온에 따라서는 6월부터도 산란이 개시되리라 생각된다.

계절성 산란종에서 생식활동을 제어하는 요인으로 외적요인과 내적요인이 함께 관여하고 있음은 일반적으로 알려져 있는바, 갑각류의 생식소발달에 관여하는 내분비器管으로는 腦와 胸部神經節로 그들 신경세포가 생식소발달을 자극하는 hormone을 분비하는 기능을 가지고 있음이 조직학적 방법에

의해 밝혀져 있다(Enami, 1951; Bliss *et al.*, 1952; Durand, 1956; Matsumoto, 1954, 155, 1958). 이들 분비세포의 조직학적연구는 세포의 분포위치, 크기, 핵변화, 액포형성, 과립형성외에 분비물의 방출 등의 다양한 면에서 관찰되며 세포형에 대한 견해가 연구자에 따라 많은 차이를 가지므로 세포형을 통합하기는 어렵다. 먼저 Enami(1951)는 *Sesarma* sp.에서 神經分泌細胞를 腦에서는 α -, β - 그리고 γ -cell의 3가지로 구분하고 胸部神經節에서는 腦에서 공통적으로 발견되는 α -cell만을 구분하고 있으나 Matsumoto(1954)는 β -cell을 다시 A-, B- 그리고 C-로 세분하고 있으며 Bliss(1952)는 *Gercarcinus lateralis*의 뇌와 안병에서도 공통적으로 발견되는 한 종류의 세포를 구분하고 있다. Matsumoto(1954)는 *Eriocheir japonicus*의 胸部神經節에서 A-, B-, C- 그리고 D-cell의 4가지 세포를 구분하였고, 여기서 D-cell은 비분비성 세포로 보고 있으며 Enami(1951)와 Bliss(1952)에 의해 보고된 것보다 胸部神經節에서 분비세포를 더욱 세분하고 있다. Matsumoto(1955)는 *Chionoecetes opilio*의 胸部神經節에서도 A-, B-, C- 그리고 D-cell의 4가지 세포를 구분하는 것외에 腦에서도 Large A, Medium A-, B-, C- 그리고 E-cell 등의 5가지 세포를 구분하였으며 여기서 그는 B-cell은 Bliss(1952)가 보고하고 있는 세포와 유사하며 E-cell은 Enami(1951)의 γ -cell과 유사하다고 하였다. Matsumoto(1958)는 *Potamon dehaani* 등 5종의 계류에 분포하는 神經分泌細胞의 형태학적 연구에서 분비세포의 중간 차이외에 계절변화에 따른 분비세포의 활성변화를 관찰함으로써 분비세포의 활성변화가 외적환경과 밀접한 관련이 있음을 나타내었고, 또한 탈피, 생식소발달 그리고 배란 등에 따라서도 이들 神經分泌細胞의 활성이 밀접한 관련을 갖고 있다고 보고하고 있다.

본 줄새우아재비에서는 Matsumoto(1958)가 神經分泌細胞를 구분한 것을 토대로 하여 腦에서 A-, A'- 그리고 B-cell과 胸部神經節에서는 A-, A'- 그리고 B-cell로 분비세포를 구분하는 것이 가장 용이하였다. 세포크기, 모양 그리고 염색반응 등에서는 Matsumoto(1958)와 일치하지만 세포분포위치에서 약간의 차이가 나며, 그는 B-cell을 分泌顆粒 배열상태와 周邊放出(peripheral discharge) 현상에 따라 B'-cell로 더욱 세분하고 있으며, 또한 A-cell에서 세포질의 액포형성에 따라 과립이 출현하고 있으며 이때 핵의 변화가 일어난다고 보고하고 있으나 본 종에서는 관찰할 수 없었다. 이러한 현상은 Enami(1951)도 *Sesarma* sp.에서 보고하고 있으며 여기서 핵이 A-cell의 분비활성에 중요한 역할을

하는 것으로 보고하고 있다. Matsumoto(1954, 1955, 1958)는 B-cell을 A-cell 보다 작고 분비활성시 핵의 변화를 일으키지 않는 것으로서 A-cell과 구분하지만 본 연구에서는 크기와 염색반응으로서만 구분하였고 B-cell이 조금 더 큰 것이 차이가 있었다. 본 종에서는 중추신경계에 분포하는 神經分泌細胞가 단극신경분비세포로서 단일 축색이 A-, A'- 그리고 B-cell에서는 뚜렷하였으나, 미세한 E-cell에서는 축색의 흔적이 관찰되는 것과 관찰되지 않는 것이 있었다. 이것은 조직절편의 절단면의 방향에 따른 것으로 생각되나, Enami(1951)는 E-cell과 같이 미세한 크기의 γ -cell을 단극신경 세포외에 소위 globulus type으로 구분하고 있다. 본 연구에서는 A'-cell은 가장 활성이 높은 시기에만 흥부동맥주변에서 관찰되었다.

그러나 Matsumoto(1958)는 A'-cell의 분비활성변화를 계절에 따라 관찰하고 있다. 갑각류에서 조직학적 관찰만으로 분비세포의 정확한 기능추정을 하기는 매우 어려운 것으로 생각되나 아직까지는 세포의 활성과 비활성상태를 구분하여 생리적 상태와 세포의 관련기능을 추정하고 있다(Matsumoto, 1958; Meusy *et al.*, 1988). 본 연구에서는 A'-cell을 제외하고 A-, B- 그리고 E-cell은 각각 다른 계절적분비활성변화를 나타냈다. 난소발달에 따른 분비활성변화에서 E-cell은 난황이 축적되고 있는 성숙난소를 가진 개체와 배란기의 난으로 구성된 완숙난소를 가진 개체에서 활성을 나타내므로 vitellogenesis에 관여하는 것으로 생각되며, A-cell은 E-cell보다 늦게 활성화되기 시작하여 완숙난소를 가진 개체에서만 활성을 나타내므로 A-cell은 완숙된 卵의 배란에 관여하는 것으로 생각된다. 정소발달에 따른 분비활성 변화에서는 난소발달에 따른 것과는 달리 E-cell은 정원세포와 정모세포가 나타나는 초기성장기 정소를 가진 개체에서 활성을 나타내므로 수컷에서 E-cell은 정모세포의 성장 및 성숙에 관여하는 것으로 생각되고, A-cell은 정모세포와 정세포가 존재하는 정소를 가진 개체와 정세포와 변태된 정자가 밀집된 정소를 가진 개체에서 활성을 보이므로 정자의 변태 및 방정 등에 관여하는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 Matsumoto(1958)가 게류의 연구에서 암컷에 있어서는 E-cell이 난소발달과 관련을 가지고 A-cell은 배란과 연관이 있는 분비물을 방출한다고 보고하고 있는 것과 유사하다. 그는 수컷에 대해서는 언급하지 않았으나 줄새우아재비에서는 암컷보다 수컷에서 초기성장기부터 E-cell의 활성이 나타났는데, 이것은 수컷에서는 Androgen gland가 정소를 활성화시키는

hormone을 분비하는 것으로 알려져 있어(Adiyodi, 1970; Meusy *et al.*, 1988; Fingerman, 1987) Androgen gland활성을 위한 전 단계가 아닌가 생각된다. B-cell은 성장과 활동이 감소되고 축색이 얼어지는 11, 12, 1월을 제외하고는 매달 꾸준한 분비활성을 나타냈는데, 게류인 *Eriocheir japonicus*(Matsumoto, 1958)에서도 B-cell의 분비양상은 생태적으로 활성 시기에는 항상 분비활성이 높았고 동면기에는 비활성을 나타내어 색소포전환과 관련된 것으로 보고하고 있는데, 본종의 B-cell도 생식소발달보다는 색소포전환 등의 다른 생리적 기능에 더욱 관련되는 것으로 생각된다.

要 約

줄새우아재비, *Palaemon serrifer*의 腦와 胸部神經節에 분포하는 神經分泌細胞와 생식소발달과의 관련 기능을 알아보고자 생식소발달의 조직학적 변화를 조사하여 生殖年週期를 밝히고, 腦와 胸部神經節에 분포하는 神經分泌細胞를 분류하여 分泌活性變化를 조사하였으며, 생식소발달에 따른 이들 분비세포들의 활성변화를 연구하였다.

1. 줄새우아재비, *Palaemon serrifer*는 수컷의 경우 1월부터, 암컷은 3월부터 생식소가 성장하기 시작하는 성장기를 거쳐, 성숙기, 완숙 및 산란기, 퇴화 및 휴지기의 연속된 생식연주기를 가지며, 주산란기는 7~8월이었다.

2. 神經分泌細胞로서 腦에서는 A-, B- 그리고 E-cell이 胸部神經節에서는 A-, A'- 그리고 B-cell이 구분되었으며 A-와 A'-cell은 크기가 80~90 μ m로 가장 큰 세포였고 B-cell은 30~40 μ m의 크기였으며, E-cell은 10~15 μ m 크기로 미세한 세포였다.

3. 活性中인 A-와 B-cell은 CHP와 AF에, 그리고 B-cell은 AF에만 양성반응을 나타냈었고, A-cell은 分泌顆粒이 축색으로 이동하는 것 외에 周邊放出(peripheral discharge)을 나타냈다.

4. 神經分泌細胞의 활성변화를 生殖巢發達상태와 연관하여 볼때 卵巢의 成長과 成熟시기에는 E-cell, 排卵시기에는 A-cell의 분비활성이 강했고, 精巢의 成長시기에는 E-cell, 精子의 變態 및 放精시기에는 A-cell의 강한 분비활성이 관찰되었다.

參 考 文 獻

Adiyodi, K. G. and R. G. Adiyodi. 1970. Endocrine

- control of reproduction in decapod crustacea. Biol. Rev., 45, 121~165.
- Bliss, D. E. 1952. Endocrine control of metabolism in the decapod crustacean, *Gercarcinus lateralis*. Biol. Bull., 103, 157~167.
- Durand, J. B. 1956. Neurosecretory cell types and their secretory activity in the crayfish. Biol. Bull., 111, 62~76.
- Enami, M. 1951. The sources and activities of two chromatophorotropic hormone in crabs of the genus *Sesarma*. II. Histology of inhibitory element. Biol. Bull., 101, 241~258.
- Fingerman, M. 1987. The endocrine mechanisms of crustaceans. J. Crust. Biol., 7(1), 1~24.
- Lee, T. Y. 1968. Studies on the gonad development in *Metapenaeus joyneri* (Miers) during the spawning period. Bull. Korean Fish. Soc., 1, 1~18.
- Lee, T. Y. and B. D. Lee. 1970. Ovarian cycle and oogenesis in *Penaeus japonicus* Bate. Publ. Mar. Lab. Pusan Fish. Coll., 3, 45~52.
- Lee, T. Y. 1974. Gametogenesis and reproductive cycle of abalones. Publ. Mar. Lab. Pusan Fish. Coll., 7, 21~50.
- Matsumoto, K. 1954. Neurosecretion in the thoracic ganglion of the crab, *Eriocheir japonicus*. Biol. Bull., 106, 60~68.
- Matsumoto, K. 1955. Neurosecretion of the thoracic ganglion of *Chionoecetes opilio* O. Fabricius. Biol. J. Okayama Univ., 64, 361~365.
- Matsumoto, K. 1955. Neurosecretion of the brain of *Chionoecetes opilio* O. Fabricius. Biol. J. Okayama Univ., 64, 366~369.
- Matsumoto, K. 1958. Morphological studies on the neurosecretion in crab. Biol. J. Okayama Univ., 4(3~4), 103~176.
- Meusy, J. J. and G. G. Payen. 1988. Female reproduction in Malacostracan Crustacea. Zool. Sci., 5, 217~265.
- Oka, M. 1967. Studies on *Penaeus orientalis kishinouye*-III. Structure of ovary and mechanism of ovulation. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 23, 43~56.
- Otsu, T. and K. Hanaoka. 1951. Relation between body weight and precocious differentiation of ovary in eyestalkless crab. Bull. Yamagata Univ., 1, 269~274.
- Otsu, T. 1963. Bihormonal control of sexual cycle in the fresh water crab, *Potamon dehaani*. Embryologica, 8, 1~20.
- Yano, I. 1988. Induced ovarian maturation of *Penaeus vannamei* by implantation of lobster ganglion. Aquaculture, 19, 204~209.

1991년 9월 10일 접수

1991년 9월 16일 수리