

담배나방의 胚子發生에 관한 연구¹

朴 桂 青·夫 庚 生

PARK, KYE CHUNG AND KYUNG SAENG BOO: Studies on the Embryonic Development of the Oriental Tobacco Budworm, *Heliothis assulta* Guenee(Lepidoptera: Noctuidae)

Korean J. Plant Prot. 24(3) : 141~149(1985)

ABSTRACT Embryonic developmental rates of the Oriental tobacco budworm, *Heliothis assulta* Guenee, were compared at various constant temperatures and 16 hours of light, and detailed embryogenesis was also studied at 25°C. The egg was nearly globular in form and had an average equatorial diameter of 0.53mm. A single micropyle was in the center of the circular area at the anterior pole of the egg. Durations of embryogenesis at 20, 25, 30, and 35°C were 147, 81, 61, and 67hrs, respectively. Embryonic death was especially higher at 35°C than any other temperatures investigated. Embryogenesis progressed with changes in color and pattern, which are quite characteristic at each developmental stage of the embryo. At 25°C, organogenesis began in 14hrs after oviposition, formation of gut completed in 44hrs and eclosion occurred in 80hrs. The embryo formed along the long axis at early developmental stage, moved towards the equatorial plane in 24hrs, and made a half-turn on the plane in 36hrs. In 40hrs, head was oriented to the anterior pole of the egg until eclosion.

緒 論

곤충은 몸크기에 비해 대단히 복잡하게 분화된 외부 및 내부구조를 갖고 있으며, 따라서 胚子發生에 따른 조직 및 기관의 형성과정에 대한 이해는 대상곤충의 연구에 필수적이라 하겠다. 특히, 인시목 곤충의 배자발생은 발생과정중에 일어나는 배자의 심한 움직임 때문에 다른 곤충에 비하여 연구에 어려움이 있으나, 그 중요성 때문에 비교적 상세히 연구되어 왔다(Anderson, 1972). Presser와 Rutschhaky(1957)는 *Heliothis zea*의 방제에 殺卵劑를 이용할 수 있으며 살란제의 작용기작을 이해하기 위해 배자발생과정을 밝힐 필요성이 있음을 언급하였다. 또한, Richardson 등(1982)은 *Laspeyresia pomonella*의 배자발생에 따른 알의 외형변화에 대한 검색표를 만들어 예찰에 이용할 수 있음을 주장하였으며, Messenger와 Flitters(1958)나 Stevenson(1981) 등은 배자발생을 조사함으로써 곤충의

실내 대량사육에 응용할 수 있다고 하였다.

담배나방(*Heliothis assulta* Guenee)은 아시아·아프리카·유럽에 분포하지만 우리나라에서는 고추·담배 등의 주요 해충으로 널리 알려져 있으며(鄭과 玄, 1980), 특히 고추에 큰 피해를 주고 있다. (최 등, 1974). 이 해충은 고추식물 정단의 잎 전후면에 산발적으로 산란하며(최 등, 1974), 부화직후 열매 속으로 들어가 주간이동을 거의 하지 않기 때문에(한 등, 1973) 기존 화학살충제에 의한 방제에 큰 어려움이 있는 형편이다. 최 등(1974)에 따르면 담배나방의 발생밀도 제한요인은 卵기생충, *Trichogramma* spp., 이라 하였으며 Lee와 Boo(1985)는 약제에 의한 殺卵효과를 보고하고 있는 바, 담배나방의 위와같은 습성을 고려한다면 천적 및 殺卵劑의 연구도 바람직할 것이다.

卵에 의한 발생예찰 및 방제법의 개발·적용을 위해서는 배자발생에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다. 담배나방의 배자발생에 관한 조직학적 연구는 아직 보고된 바 없으며, 이에 따라 담배나방의 배자발생에 미치는 온도의 영향과 배자발생에 따른 조직분화 및 기관형성과정

서울대학교 농과대학(College of Agriculture, Seoul National University)

1. 본 연구는 문교부의 대학원중점육성연구비의 지원에 의한 것임.

Table 1. Duration of embryogenesis of *Heliothis assulta*

Temp. (°C)	No. eggs tested	No. eggs hatched	No. eggs unhatched		Duration (hours)
			Unfertilized	Embryonic death	
20	70	46	8	16	147 ± 15.9
25	70	55	4	11	81 ± 6.4
30	70	43	4	23	61 ± 8.9
35	70	10	5	55	67 ± 7.3

을 규명하기 위하여 본 실험을 수행하였다.

材料 및 方法

供試虫 : 수원 교외에서 채집한 유충을 실내에서 사육하여 땅에 묻어 월동시킨 蛹을 곤충사육실에서 우화시켰다. 우화한 성충 5~6쌍을 아크릴케이지에 넣어 산란시켰다. 각 케이지에는 10% 설탕용액을 넣은 유리병과 2장의 담배잎을 넣은 병을 1개씩 넣어 2시간마다 담배잎을 교체하여 산란을 조사하였다. 곤충사육실은 온도 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 상대습도 50~80%, L/D=16/8 hrs의 조건을 유지하였으며 암상태에서의 작업 및 관찰을 위하여 적외선등을 설치하였다.

溫度에 따른 胚子發生速度 : 지름 9 cm, 높이 2.5 cm의 플라스틱샤레에 여과지를 깔고, 채취한 알을 담배잎에 붙은 상태로 자르거나 붓으로 떼내어 10개씩 위치시켰으며 여과지 가장자리에 물을 적셔 습도를 유지하였다. 알이 담긴 샤레는 각각 $20, 25, 30, 35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, L/D=16/8hrs로 조절된 향온기에 넣고 2시간마다 부화여부를 조사하였다.

殺黴를 완전히 빠져나온 것을 부화유충으로 간주하였으며, 외견상 발생의 진행중에 죽은 것은 배자기치사, 발생이 진행되지 않은 것을 무정란으로 간주하였다. 부화유충은 붓으로 제거하였으며 매 조사시마다 여과지의 습기를 항상 유지하도록 하였다.

外部形態 : 여과지를 깐 플라스틱샤레에 20개의 알을 일정간격으로 배열하고 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, L/D=16/8hrs로 조절된 향온기에 넣은 뒤 2시간 간격으로 외부형태의 변화를 관찰하였다.

內部組織形成 : 산란후 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, L/D=16/8 hrs로 조절된 향온기에서 발생시킨 알을

부화시까지 2시간 간격으로 채취하여 고정하였으며, 최초 2시간 동안은 10분간격으로 고정하였다. 고정된 알은 파라핀 또는 플라스틱에 매몰하였다.

1) 파라핀절편 제작 :

파라핀절편을 위해서 알을 60°C 의 Bouin의 고정액(Humason, 1972)에 넣고 실온에서 5시간 고정후 70% 에탄올에 24시간 탈색시켰으며 ethanol-xylene series를 거쳐 $mp. 56\sim 58^{\circ}\text{C}$ 의 파라핀에 매몰하였다. 매몰된 시료는 두께 4~6 μm 의 절편을 제작하여 Mallory의 triple 염색법(Humason, 1972)으로 염색하였다.

2) 플라스틱절편 제작 :

알은 0.1M phosphate buffer(pH 7.2), 2.5% glutaraldehyde-paraformaldehyde 용액에 sucrose 및 0.1mM CaCl_2 를 가하여 60분간 1차고정한 뒤 동일 buffer로 세척하였다. 다시 0.1M phosphate buffer(pH 7.2)의 2% OsO_4 용액에 4시간동안 2차고정하였으며, buffer로 세척한 뒤 acetone series를 거쳐 Spurr's low viscosity resin(Spurr, 1969)에 매몰하였다. 매몰된 조직은 ultratome으로 유리칼을 사용하여 두께 0.5~1.0 μm 의 절편을 제작한 뒤 toluidine blue 용액으로 염색하였다.

結 果

溫度에 따른 胚子發生速度 : 표 1은 20, 25, 30, 35°C 에서의 담배나방卵의 발육기간이다. 온도 증가에 따라 卵기간이 단축되었으며, 35°C 에서는 치사율이 현저히 증가되었는데 특히 발생이 상당히 진행된 후 치사한 배자후기 치사율이 아주 높았다. 미수정란을 제외한 후의 성공적인 부화율은 25°C 에서 83%로 매우 높으며, 역시 35°C

에서는 15%로 매우 낮았다.

外部形態: 담배나방의 알은 적도직경 0.53mm, 높이 0.56 mm 인 거의 원형으로 위쪽 끝부분과 아래쪽 끝부분이 약간 평평한 모양을 하고 있으며 표면에는 정방형의 뒹뒹부늬가 있다. 알의 위쪽 끝부분에는 한 개의 micropyle이 위치하며 micropyle은 다른 부분과는 다른, 꽃잎 모양의 무늬로 둘러싸여 있다(Fig. 2).

산란직후의 알은 옅은 노란색을 띠고 있으나 발생이 진행됨에 따라 짙은 황색을 거쳐 진한 회색으로 변한다. 산란 후 20시간경부터 적도부근에 진한 갈색무늬가 생겨 점차 위쪽으로 퍼져가며 약 60시간이 지나면 head capsule에 착색이 시작되어 알의 윗부분에 생김 검은 부분을 외부에서 볼 수 있게 된다. 또한, 유충의 형태가 완성됨에 따라 알표면에는 유충의 체형에 따른 굴곡이 생긴다. 그림 1은 발생에 따라 생기는 알의 외형변화를 보여준다.

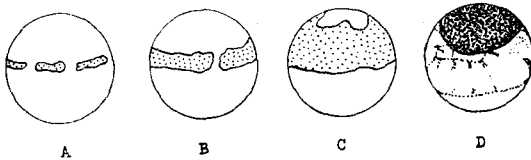


Fig. 1. Change in external pattern at different developmental stages at 25°C.

- A. A 20 hour-old egg, showing a band formed along the equatorial plane.
- B. A 30 hour-old egg, showing the band spreading towards anterior pole of the egg.
- C. A 42 hour-old egg with a band spreading towards the micropyle.
- D. A 76 hour-old egg with black head capsule under the chorion.

内部組織形成: 산란직후의 알은 卵殼과 卵黃膜 2개의 막으로 둘러싸여 있다(Fig. 3). 알의 내부는 난황물질과 7~8 μ m의 균일한 두께의 주변세포질로 되어 있다. 몇 가지의 서로 다른 입자들로 구성된 난황물질은 주변세포질의 안쪽에 위치한다(Fig. 3). 난황의 중앙은 밀도가 낮은 입자들로 구성되어 있으며 그 주위를 높은 밀도의 입자들이 둘러싸고 있고, 제일 바깥 부분에는 밀도가 낮은 입자들로 구성되어 있다.

산란후 30분이 경과하면 주변세포질은 불규칙한 모양을 하게 되며 분열핵(energid)은 이동하

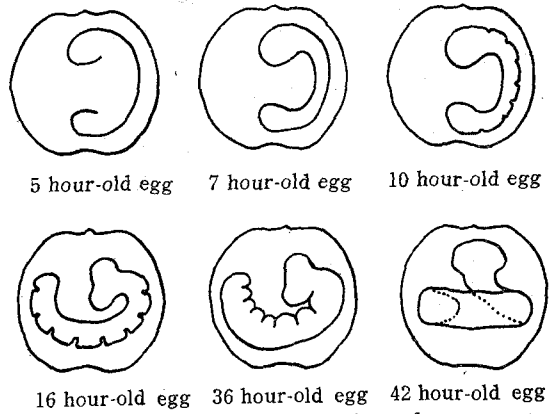


Fig. 2. Diagrammatic lateral view of an egg to illustrate orientation of embryo.

여 blastoderm 및 卵黃細胞를 형성한다(Fig. 4, 5). 이때에는 난황내에 존재하던 꼬리모양의 고밀도부분이 분별되지 않으며, 분열핵이 이동할 때 알의 중심쪽을 향하여 꼬리모양이 형성되어 있는 것이 관찰된다.

Blastoderm이 완성된 후 알의 측면에서 상단에 걸쳐 germ band가 형성된다. germ band는 기둥모양의 세포로 구성되며 germ band를 이루지 않는 blastoderm의 나머지 세포들은 germ band의 바깥쪽으로 분열하여 serosa를 형성하며 내부에 난황을 간직한다(Fig. 6). Germ band의 양쪽 끝세포들은 분화하여 amnion을 형성하며 germ band의 아래쪽을 덮어 卵黃과 차단시킨다. Amnion은 serosa에 비하여 얇으며 이들은 모두 단층의 세포들로 구성된다.

산란후 9시간이 경과하면 germ band의 앞쪽과 뒤쪽 끝이 뚜렷이 서로 다른 모습을 하게 되어 앞쪽 끝부분에는 median groove가 형성되며 前側面에는 1쌍의 돌기가 생겨난다(Fig. 7). 그러나 이 시기에 뒷부분에는 뚜렷한 분화가 일어나지 않는다. 시간이 경과하면 앞쪽에 형성된 head lobe가 돌로 갈라져 계속 신장되며 내부의 세포들은 그룹을 지어 있음을 알 수 있다(Fig. 10).

이렇게 형성된 외배엽의 middle plate가 함입하여 측면으로 퍼져 1층의 세포로 된 inner layer를 형성한다. 발생후 14시간 경에는 neural groove가 형성되며 점차 embryo의 길이를 따라 진행되고 더욱 깊어진다(Fig. 10). Neural groove는 가슴부위에서 먼저 나타나며 길이로 신장된다. Inner layer의 양끝은 둥글게 되어

Table 2. Embryonic developmental stages of *Heliothis assulta* at 25°C

Age(hrs)	Developmental phenomena
3	Energids move to form blastoderm.
4	Blastoderm differentiates into germ band and serosa. Amnion starts to form.
6	Serosa is completed and germ cells appear.
7	Head lobe appears at the anterior end of the germ band.
10	Segmentation starts and gnathal and thoracic appendages begin to appear.
14	Segmentation is completed and proctodeal invagination and neural groove develop.
16	Stomadael invagination starts.
20	Midgut starts to develop.
24	Frontal ganglion starts to develop and germ band rotates through 90° to be located in the equatorial axis.
28	Growing ends of the midgut meet at the center.
36	Growing embryo rotates through 180° along its longitudinal axis.
38	Dorsal wall closes.
44	Midgut formation is completed and thoracic and abdominal ganglia show their typical appearance.
56	Midgut epithelial cells become columnar.
66	A pair of the silk gland develop at the lateral sides of the gut and darkly staining materials appear in the glands.
80	A larva hatches.

coelomic sac 을 형성하며 이것은 다시 와해되어 mesodermal cell mass 가 된다. Neural groove 가 형성된지 2시간 후에는 free cell 이 neural groove 위쪽에 나타난다(Fig.10).

器官形成 : Amnion 과 germ band 의 측면 끝부분이 등쪽으로 신장되어 2 중막이 생기며 바깥쪽은 amnion 이고 안쪽이 provisional body wall 이다(Fig. 8). 이들이 신장을 계속하여 접합된 후 amnion 은 embryo 를 완전히 둘러싼다.

체벽형성은 embryo 의 양끝에서 시작되어 중앙으로 진행된다. 체절은 embryo 의 바깥부분에서 형성되기 시작하여 안쪽에 등이 자리잡게 되며, 체절형성이 시작된 26시간 후에는 embryo 가 180° 회전하여 등이 바깥을 향한다(Figs. 11, 12). 체벽의 두께는 처음에는 양막의 두께와 비슷하나 점차 두터워지면서 상피세포가 형성되며 이 과정은 복면에서 배면으로 진행된다.

前腸은 前腹面에 함입이 생겨 형성되기 시작하며 전장함입이 시작된 2시간 후에는 복부말단에서 후장의 함입이 일어난다. 전장과 후장은 중앙부위로 계속 신장되며 전장보다 후장의 신장속도가 빨라 전장보다 후장이 더 길어진다. 전장과 후장의 끝에는 얇은 closing membrane 이 형성되며 후장에는 rectum 이 나타난다(Figs.

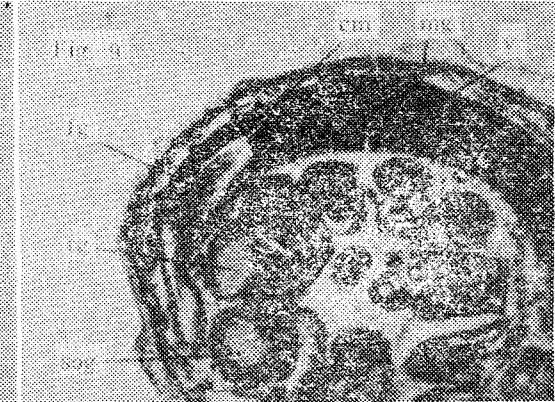
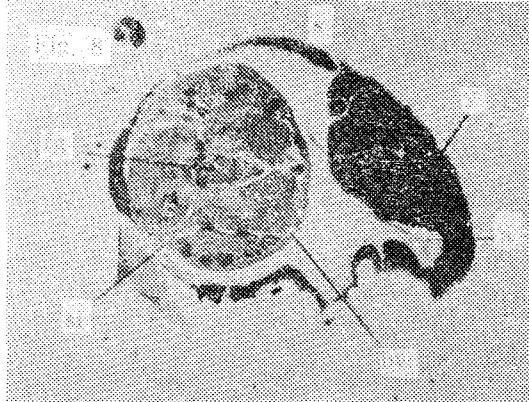
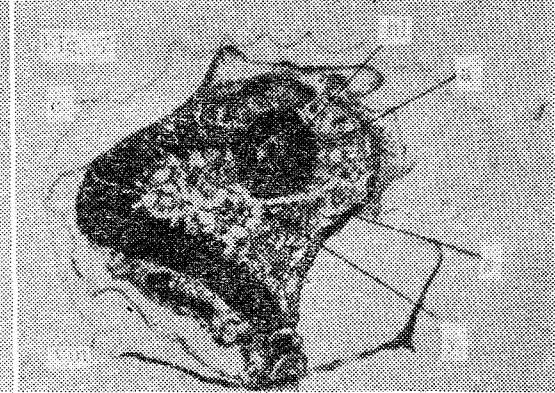
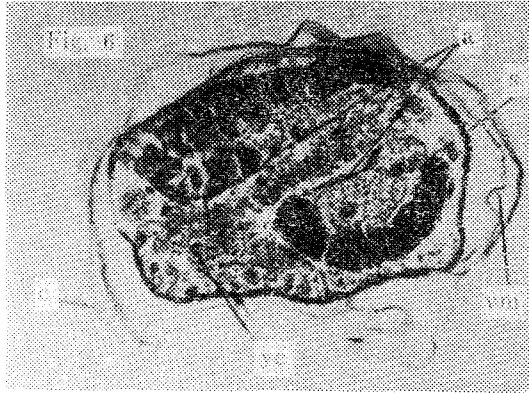
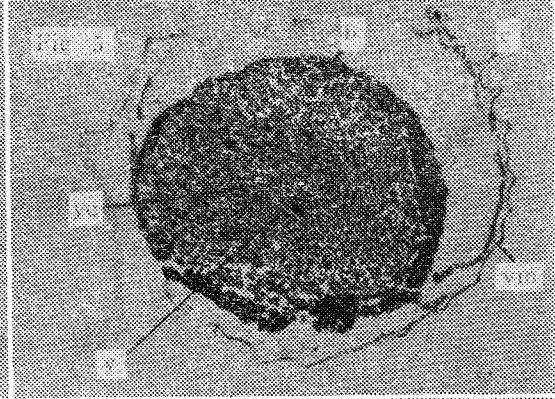
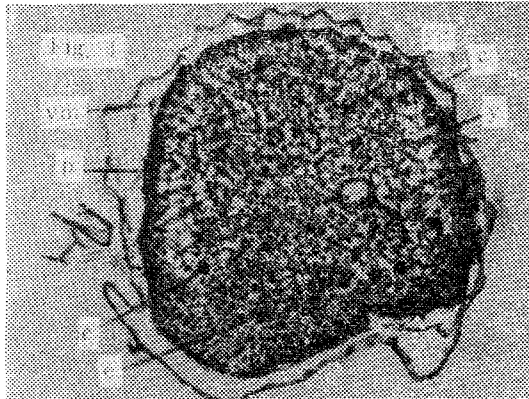
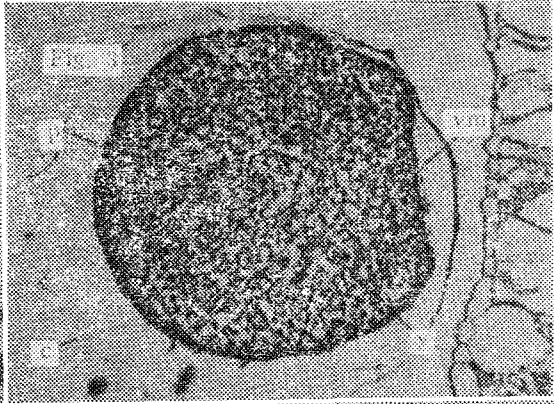
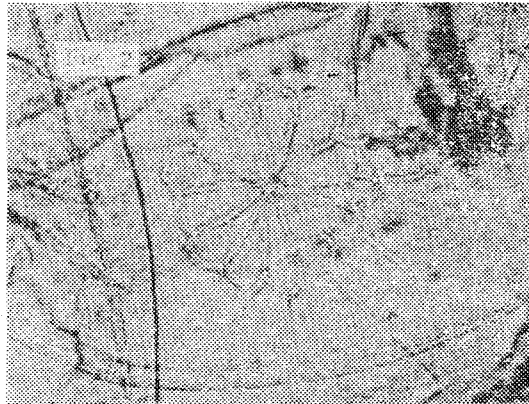
9, 13, 15). 중장은 전장과 후장이 신장되는 각 말단부위에서 형성되기 시작하여 하나의 관을 이룬다. 중장의 형성은 腹面에서 背面으로 진행되며 완성된 중장에는 전장 및 후장과 차단시키는 closing membrane 사이에 난황물질이 가득찬다(Figs. 13, 14). 중장이 완성될 무렵에 중장근육이 형성되며 중장세포는 중장형성후 4시간정도 후에 분화하기 시작하여 전·후장 세포보다 크고 다른 형태를 갖는다(Fig. 14).

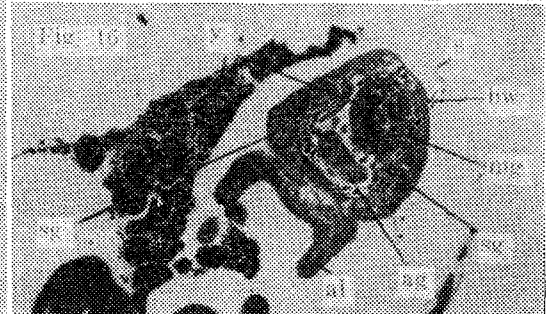
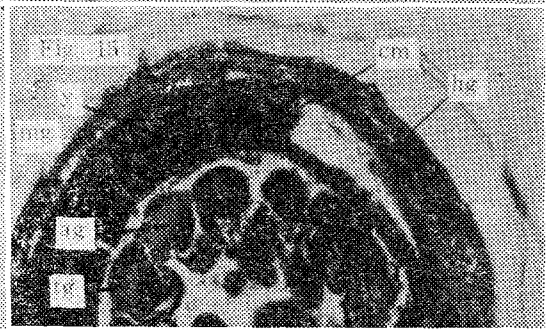
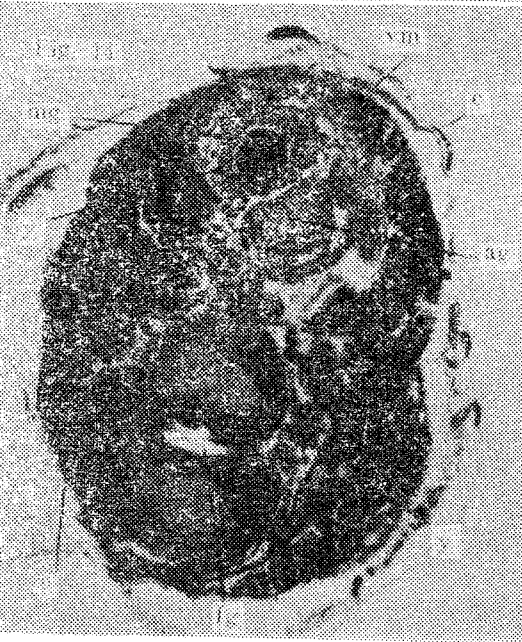
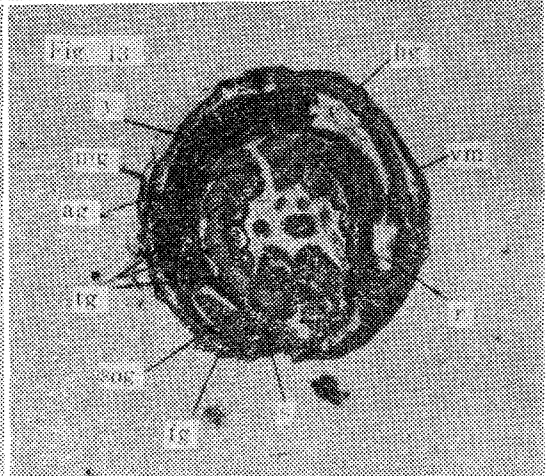
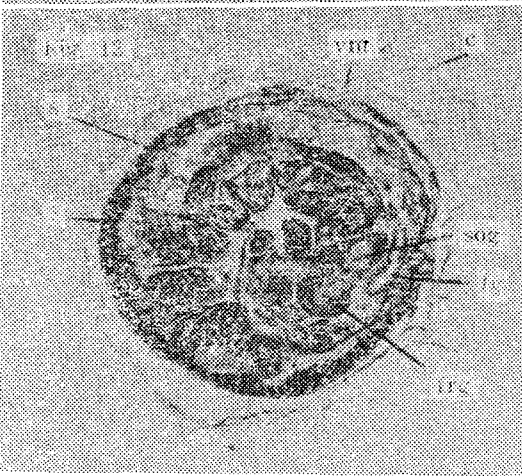
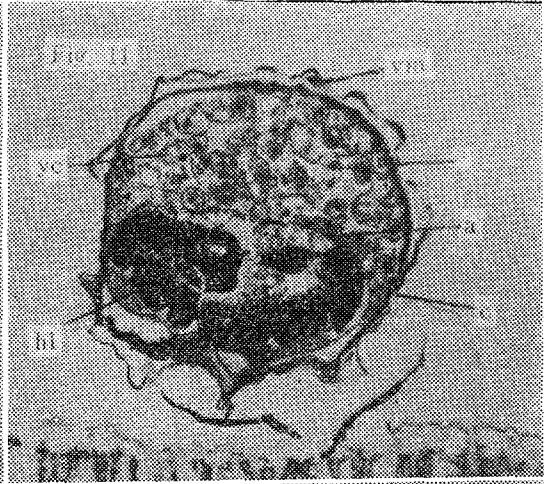
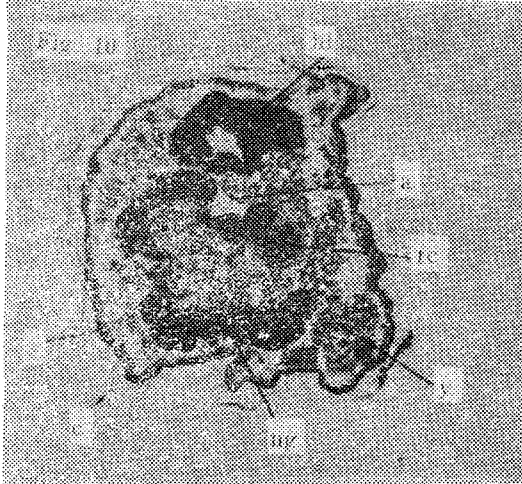
신경은 inner layer 가 완성되기 전에 형성되기 시작하며 형성된 neuroblast 가 분열하고 뭉쳐져서 ganglia 를 이룬다. 전장의 윗부분과 아랫부분에는 각각 frontal ganglia 와 suboesophageal ganglia 가 형성되며 이어서 3개의 thoracic ganglia 와 9개의 abdominal ganglia 가 형성된다(Figs. 13, 16).

Germ band 가 형성된 직후 inner layer 가 생기기 전에 germ cell 이 나타나며 측면으로 분산된다.

표 2는 담배나방의 배자발생상황을 시간별로 나열한 것이다.

담배나방의 embryo 는 발생중 위치에 심한 이동을 보여준다. 산란후 24시간이 지나면 길이에 놓여있던 embryo 는 90°회전하여 적도면에 놓





- Fig. 2.** A micropyle of the budworm egg. Micropylar opening is placed in the center of the petal-like pattern.
- Fig. 3.** Cross section of a 10 minute-old egg.
- Fig. 4.** Cross section of a 1 hour-old egg, showing energids approaching the periplasm and yolk cells remaining behind.
- Fig. 5.** Cross section of a 3 hour-old egg, showing blastoderm formed at periphery of the egg.
- Fig. 6.** Longitudinal section of a 8hour-old egg. The germ band is oriented along the long axis of the egg.
- Fig. 7.** Longitudinal section of a 7 hour-old egg, showing head lobe formed at the anterior region.
- Fig. 8.** Cross section of a 28 hour-old egg, showing body wall and spiracular invagination.
- Fig. 9.** A 52 hour-old egg, showing closing membrane between foregut and midgut.
- Fig. 10.** Cross section of a 16 hour-old egg, showing neural groove and free cells.
- Fig. 11.** Longitudinal section of a 22 hour-old egg. The ventral surface of the embryo faces outward.
- Fig. 12.** Longitudinal section of a 46 hour-old egg. The ventral surface of the embryo faces inward.
- Fig. 13.** Longitudinal section of a 52 hour-old egg.
- Fig. 14.** Longitudinal section of a 64 hour-old egg, showing midgut cell differentiated.
- Fig. 15.** A 52 hour-old egg, showing closing membrane between midgut and hindgut.
- Fig. 16.** Longitudinal section of a 68 hour-old egg, showing abdominal legs and gland cells located each side of midgut.

Abbreviations

a: amnion; ag: abdominal ganglion; al: abdominal leg; b: blastoderm; bw: body wall; c: chorion; cm: closing membrane; e: energid; fg: foregut; fc: free cell; frg: frontal ganglion; hl: head lobe; hg: hindgut; mg: midgut; ng: neural groove; p: periplasm; r: rectum; s: serosa; sg: silk gland; si: spiracular invagination; sog: suboesophageal ganglion; tg: thoracic ganglion; vm: vitelline membrane; y: yolk; yc: yolk cell

며, 36시간경 배자의 장축을 중심으로 180° 회전하여 밖을 향하던 배부분은 안쪽을 향하며, 안쪽을 향하여 자리잡던 등은 바깥쪽을 향하게 된다. 이 때 머리부분은 micropyle 을 향하게 되며, 이후 부화할때까지 위치가 고정된다(Fig. 17).

考 察

각 온도에서의 담배나방의 배자발생기간은 鄭과 玄(1980)의 결과에 비해 약간씩 짧았으며 崔等(1974), 한 等(1973)의 결과와 비슷하였다. 온도가 증가함에 따라 난기간이 감소한 것은 일반적인 현상이며, 저온에서의 난기간이 크게 증가하였는데 Messenger 등(1958)은 저온에서는 유충이 난각을 뚫고 나오는데 걸리는 시간이 상당히 증가하여 저온에서의 난기간이 급격히 길어진다고 하였으며 Richardson(1982)은 embryo가 amnion을 뚫고 난황을 섭취하는 정도에 의해 부화시간에 큰 영향을 받는다고 하였다. Tamerelle(1983)은 세 가지 온도에서의 배자발생을 비교하여, 온도의 영향을 가장 많이 받는 시기는 기관형성과정 및 dorsal closure 시기라고 하였으며, 기관이 형성된 후 부화직전까지의

기능적인 분화를 하는 시기에는 온도의 영향이 가장 적게 받는다고 하였다. 본 실험에서도 온도증가에 따라 배자기 치사율이 증가하며 이것으로 미루어 어느 정도까지 발생이 진행된 후에 온도에 의한 치사가 일어나는 것으로 생각된다. 부화율은 25°C에서 가장 높았으며 또한 배자기 치사율이 25°C에서 가장 낮은 것으로 보아 담배나방의 배자발육에 가장 적당한 온도는 25°C 전후인 것으로 생각된다.

담배나방의 卵은 아래위가 약간 평평한 구형에 가까운 타원형으로 인시목에 속하는 곤충의 卵의 가장 일반적인 형태(Anderson, 1972)이다. 담배나방의 卵은 상부 정점에 1개의 micropyle이 있으며 그 형태는 *Heliothis zea*(Presser and Rutschhaky, 1957)의 경우와 비슷하다. Arbogast 등(1980)과 Arbogast와 Vonbyrd(1981)는 卵의 표면에 있는 무늬의 돌기부분에 aeropyle이 있음을 보고하였으나 본관찰에서는 aeropyle을 발견할 수 없었다. 安(1974)은 담배나방의 卵이 반구형이며 크기는 0.33~0.37mm라고 하였으나 본실험에서는 0.53×0.56mm로써 큰 차이가 있었다. Counce(1961)는 알의 용적이 발생 초기에 상당히 변화할 수 있다고 하였으나 본 실험

험에서는 뚜렷한 움직임 변화를 나타내지 않았다.

산란 직후의 담배나방의 卵의 색깔은 엷은 노란색으로 Gross와 Howland(1941)는 산란한 암컷에 따라 산란된 알의 색깔에 차이가 생길 수 있음을 언급하였으며, 담배나방의 경우에서도 산란한 암컷에 따라 육안으로 색깔의 차이를 느낄 수 있는 것이 있었다. 알의 외형은 발생경과 시간에 따라 색깔 및 외형의 뚜렷한 변화가 있었는데, Richardson 등(1982)은 *L. pomonella*의 알을 관찰하여 발생에 따른 알의 외부형태 변화를 18단계로 나누어 예찰에 응용할 수 있음을 보고한 바 있으며, 본 실험결과에서도 알의 외형을 관찰하여 담배나방의 부화시간을 예측할 수 있음을 보여준다.

갓 산란된 담배나방 卵의 주변세포질의 두께는 균일하였는데 Presser와 Rutchaky(1957)는 *Heliothis zea*의 주변세포질이 anterior pole에서 약간 두껍다 하였으며 Ando와 Tanaka(1980)는 원시나방에서는 양극쪽의 주변세포질이 다른 부분보다 두껍다 하였다. 난황의 중간에는 꼬리모양의 질계 염색되는 부분이 있으며 분열핵이 이동할 때부터 보이지 않게 되는데 Presser와 Rutchaky(1957)는 이 부분이 yolk nuclei의 행동과 밀접한 관계가 있다고 하였다. 분열핵이 이동할 때는 이동반대방향에 꼬리모양의 부분이 생기며 Ando와 Tanaka(1980)는 이것을 분열핵을 따라 이동하는 세포질이라 하였다. 담배나방의 배자의 조직 및 기관형성과정은 다른 인시목 곤충의 경우(Gross와 Howland, 1941; Presser와 Rutchaky, 1957; Counce, 1961; Anderson, 1972; Ando와 Tanaka, 1980; Richardson 등 1982; Tamarelle, 1983)와 거의 비슷하고, 배자발생기간이 비교적 짧은 편이며, Tanaka 등(1983)이 보고한 것과 같은 embryonic molting은 하지 않았다.

담배나방은 발생중 다른 인시목 곤충(Presser와 Rutchaky, 1957; Anderson, 1972)과 같이 심한 blastokinesis를 하며, Presser와 Rutchaky(1957)는 blastokinesis는 발육을 위해 공간활용을 최대로 하기 위한 움직임이라 하였다. 그러나 인시목곤충의 embryo가 타 곤충의 embryo에 비해 특히 심한 움직임을 하는 이유는 아직 의문이라 하겠다.

담배나방의 배자발생에 관한 본 실험결과는 담배나방의 발생예찰 및 대량사육에 응용할 수 있을 것이며, 殺卵劑 및 生理活性物質의 연구에 대한 기초 자료로서 활용될 수 있을 것이다.

摘 要

담배나방(*Heliothis assulta* Guenee)의 배자발생을 알아보기 위하여 실내에서 우화시킨 성충의 卵을 이용하여 온도에 따른 배자발생기간을 조사하였으며, 25°C에서의 조직분화 및 기관형성과정을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 卵은 적도직경 0.53mm, 높이 0.56 mm인 구형이며, 표면에는 正方形의 凹凸무늬가 있고, 卵의 頂部에는 1개의 micropyle이 있었다.

2. 담배나방의 배자발생기간은 20, 25, 30, 35°C에서 각각 147, 81, 61, 67시간이었으며 35°C에서의 배자기 치사율이 크게 증가하였다.

3. 卵의 外形은 발생이 진행됨에 따라 색깔 및 무늬의 변화가 뚜렷하였으며 발생시간에 따라 특징적이었다.

4. 25°C에서는 배자발생이 시작된 후 14시간이 경과하면 기관형성이 일어나며, 44시간 경과 후에는 소화기관 형성이 완성되고, 80시간 후에 부화하였다.

5. 발생 초기에 卵의 장축을 따라 형성된 배자는 발생시작 24시간 경과 후에는 90°회전하고, 이어서 배의 장축을 중심으로 180°회전하며, 머리부분이 micropyle을 향하여 부화시까지 고정되었다.

인용 문헌

- Anderson, D.T. 1972. The development of holometabolous insects. In *Developmental biology: Insect Part II*, ed. by S.J. Counce, pp.165~237. Academic press, New York.
- Ando, H. and M. Tanaka. 1980. Early embryonic development of the primitive moths, *Endoclyta signifer* Walker and *E. escrescens* Butler (Lepidoptera: Heptialidae).

- J. Insect Morphol. & Embryol. 9 : 67~77.
3. Arbogast, R.T., G.L. Lecato, and R. Vonbyrd. 1980. External morphology of some eggs of stored-product moths (Lepidoptera: Pyralidae, Gelechiidae, Tineidae). J. Insect Morphol. & Embryol. 9 : 165~177.
 4. Arbogast, R.T. and Vonbyrd. 1981. External morphology of the eggs of the meal moths, *Pyralis farinalis* (L.) and the murky meal moth, *Aglossa caprealis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). J. Insect Morphol. & Embryol. 10 : 419~423.
 5. 安長憲. 1974. 담배나방의 생태에 관한 研究, 煙草研究 第三輯. 45~52.
 6. 정청수, 현재선. 1980. 고추담배나방의 생태 및 방제에 관한 연구. 한국식물보호학회지. 19 : 57~65.
 7. Counce, S.J. 1961. The analysis of insect embryogenesis. Ann. Rev. Entomol. 6 : 295~311.
 8. 최귀문, 소재선, 조응행. 1974. 담배나방발생소장 및 친적조사에 관한 시험. 농기연시협연보. 190~211.
 9. Gross, J.B. and R.B. Howland. 1941. The early embryology of *Prodenia eridania*. Ann. Entomol. Soc. Am. 33 : 56~75.
 10. 한의동, 김후동, 노준철. 1973. 고추담배나방의 생태 및 약제방제에 관한 시험. 충북농진 시험연보. 359~378.
 11. Humason, G.L. 1972. Animal tissue techniques, pp.173~182. W.H. Freeman and Company. San Francisco.
 12. Lee, Keywan and K.S. Boo. 1985. Studies on biology and control program of the Oriental tobacco budworm, *Heliothis assulta*, with insect growth regulators and sex pheromone. II. Effects of an insect growth regulator, diflubenzuron, on embryonic and postembryonic development. Agric. Res. Seoul Natl. Univ. Vol. 10, No. 1. Suppl. : 27~34.
 13. Messenger, P.S. and N.E. Flitters. 1958. Effect of constant temperature environments on the egg state of three species of Hawaiian fruit flies. Ann. Entomol. Soc. Am. 51 : 109~119.
 14. Presser, B.D. and C.W. Rutschhaky. 1957. The embryonic development of the Corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Phalaenidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 50 : 133~164.
 15. Richardson, S.J., C.D. Torgensen, and C. A. Croft. 1982. Embryogenesis of the codling moth, *Laspeyresia pomonella*: Use in validating phenology models. Ann. Entomol. Soc. Am. 75 : 201~209.
 16. Spurr, A.R. 1969. A low viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. J. Ultrastruct. Res. 26 : 31~43.
 17. Stevenson, A.B. 1981. Development of the Carrot rust fly, *Psila rosae* (Diptera: Psilidae), relative to temperature in the laboratory. Can. Ent. 113 : 569~581.
 18. Tamarelle, M. 1983. Development des oeufs de *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Aretiidae) incubés à 20°C et comparaison avec les résultats obtenus à 25 et 15°C. J. Insect Morphol. & Embryol. 12 : 187~200.
 19. Tanaka, M., Y. Kobayashi, and H. Ando. 1983. Embryonic development of the ommeteria of Papilionid caterpillars, *Parnassius glacialis* Butler and *Papilio machaon hippocrates* C. Et. R. Felder (Lepidoptera: Papilionidae). Int. J. Insect Morphol. & Embryol. 12 : 79~85.