

파밤나방 유충의 齡期別 성장을 비교

The Larval Development of Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner),
(Lepidoptera: Noctuidae) by the Widths of the Head Capsule

고 현 관¹ · 이 상 계¹ · 최 귀 문¹ · 김 정 화²

Hyun Gwan Goh, Sang Guei Lee, Kui Moon Choi, and Jeong Hwa Kim

ABSTRACT The width of head capsule of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner), was measured on the 5th generation larvae reared with artificial diet. The mean widths of head capsule of each instar were : 1st, 0.246 mm; 2nd, 0.35 mm; 3rd, 0.546 mm; 4th, 0.809 mm; 5th, 1.242 mm; and 6th, 2.185 mm. The coefficient of variation (%) of each instar were : 1st, 8.6; 2nd, 9.5; 3rd, 15.1; 4th, 11.2; 5th, 12.0; and 6th, 12.9. The growth ratio of each instar were : 2nd, 1.43; 3rd, 1.55; 4th, 1.48; 5th, 1.54; and 6th, 1.76. The fitness(%) to Dyar's law of the measurement of head capsule width were: 1st, 94.7; 2nd, 98.3; 3rd, 98.7; 4th, 94.8; 5th, 94.6; and 6th, 92.2. When the logarithm of the width is plotted against the number of instars, the calculated regression line is highly significant ($\text{Log } Y = -0.819 + 0.1872X$, $r^2 = 0.9977^{**}$) and Dyar's constant was 1.54.

KEY WORDS Beet armyworm, *Spodoptera exigua*, head capsule width, growth ratio

초 록 파밤나방 유충을 실내에서 5세대 동안 인공사육하여 탈피할 때마다 두폭의 최대치를 측정하여 영기별 성장율을 구한 결과 2령 유충의 성장율은 1.43 이었고, 3령은 1.55, 4령은 1.48, 5령은 1.54, 6령은 1.76이었다. 한편 두폭 평균치의 대수를 Y축, 齡의 수를 X축으로 하여 회귀직선식을 구한 결과 $\text{Log } Y = -0.819 + 0.1872X$ ($r^2 = 0.9972^{**}$)였고 Dyar의 법칙과 동일한 기하급수적 성장을 하였다. 각영기별 두폭의 평균치와 Dyar의 법칙과의 적합도는 1령 유충이 94.7%, 2령은 98.3, 3령은 98.7, 4령은 94.8, 5령은 94.6, 6령은 92.2% 였다. Dyar의 항수 (K)는 1.54였다.

검 색 어 파밤나방, 두폭, 성장율

곤충에 있어서 유충의 두부는 단단한 키틴질로 되어 있기 때문에 탈피후 경화된 다음에는 동일 영기중에는 거의 성장을 하지않고 탈피할 때 도약적으로 성장한다(西川 1931). 유충의 발육중 두부의 각질화된 부분은 불연속 혹은 단계적으로 증가함으로써 유충은 기하급수적 성장을 하는데 이와 같은 성장형태를 Dyar의 법칙이라고 한다 (Gains & campbell 1935). Talyor (1931)는 Dyar의 법칙은 나비목 유충 이외에 다른 곤충은 물론

일반적으로 절지동물에까지 적용되며 성장 형태의 특징으로는 탈피시 크기의 증가와 탈피와 탈피사이의 정적인 상태 즉 성장의 정지 상태라고 보고한 바 있다.

Dyar & Rhinebeck(1890)는 유충의 두부는 발육기간 동안의 성장의 主因이 아니라 측정하기 간편하기 때문에 영기의 구별로 두부를 선택하여 그 폭을 측정하였다. 한편 Bodenheimer (1927)는 유충의 체장, 폭, 두부의 높이, 촉각길이, 다리의 길이 등도 두폭과 같이 단계적 성장을 하며 영기와는 직선적 성장관계가 있다고 하였다. 파밤나방 유충의 두폭의 정확한 측정은 생태조사시 유

1 농업기술연구소 (Agricultural Sciences Institute, RDA, Suwon, Korea)

2 충북대학교 (Dept. of Agri. Biol., Chungbuk National Univ., Cheongju, Korea)

충의 영기별 발육기간을 조사할 수 있고 약제 시험에 있어서 영기별 약효를 구하는데 유용하게 쓰일 수 있다. 저자들은 과밤나방 유충의 각 영기별 성장율과 Dyar의 법칙과의 적합성 여부를 검토하였다.

재료 및 방법

과밤나방의 유충은 1989년 10월 충남 예산에서 채집하여 인공사료(高 등 1990)를 이용하여 5세대동안 농업기술연구소 곤충사육실 25°C (16L : 8D)에서 사육 하였다. 두폭 측정에 사용된 유충은 부화직후부터 인공사료(1 × 1 × 1 cm)를 넣은 소형 플라스틱 사육용기(∅ 4 × 4 cm)에 넣어 용화할 때까지 개체사육 하면서 60개체를 매 탈피시마다 탈피각의 두폭 최대치를 측정하였다.

결과 및 고찰

과밤나방 유충의 영기별 두폭의 평균치, 범위, 변이계수, 성장율은 (표 1)에 나타난 바와 같이 1

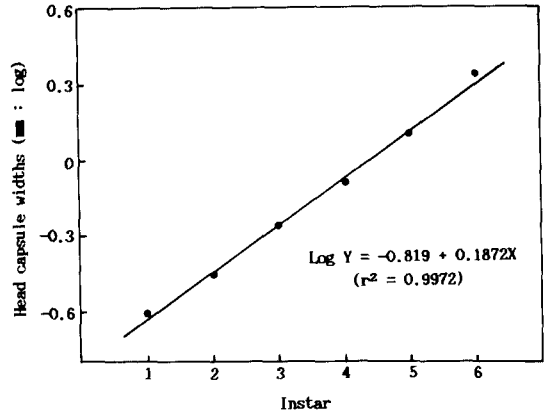


Fig. 1. Relationship between the head capsule widths and the instars of *Spodoptera exigua* Y : Head capsule width, X : Instar.

령 유충의 두폭 평균치는 0.246 mm, 2령은 0.353 mm, 3령은 0.546 mm, 4령은 0.809 mm, 5령은 1.242 mm, 6령은 2.185 mm 였다. Kunneman(1977)은 6령 경과 개체에 있어서 1령 유충의 두폭 평균치는 0.26 mm, 2령은 0.38 mm, 3령은 0.56 mm, 4령은 0.87 mm, 5령은 1.29 mm, 6령은 1.90 mm

Table 1. Head capsule widths and ratio between instars for larvae of *Spodoptera exigua*

Instar	Mean ± SD (mm)	Size range (mm)	Coefficient variation(%)	Growth ratio
1	0.246 ± 0.021	175 - 275	8.6	
2	0.353 ± 0.034	250 - 370	9.5	1.43
3	0.546 ± 0.082	375 - 700	15.1	1.55
4	0.809 ± 0.091	600 - 900	11.2	1.48
5	1.242 ± 0.149	1050 - 1700	12.0	1.54
6	2.185 ± 0.281	1500 - 2520	12.9	1.76

Table 2. Fitness to Dyar's formula of the measurement of head capsule widths of *Spodoptera exigua*

Instar	Head capsule width(mm)			Fitness(%)
	Observed	Theoretical	Discrepancy	
1	0.246	0.233	- 0.013	94.7
2	0.353	0.359	+ 0.006	98.3
3	0.546	0.553	+ 0.007	98.7
4	0.809	0.851	+ 0.042	94.8
5	1.242	1.309	+ 0.067	94.6
6	2.185	2.015	- 0.170	92.2

라고 보고하여 1~5령에서는 0.02~0.06 mm 정도 크게 나타났으나 6령 유충은 오히려 0.28 mm 정도 작았다. 두폭측정치의 변이계수는 1령 유충이 8.6%, 2령은 9.5%, 3령은 15.1%, 4령은 11.2%, 5령은 12.0%, 6령은 12.9%로 나타나 3령 유충의 변이계수가 가장 높아 개체간에 변이폭이 컸으나 3령 유충을 제외하고는齡기가 진행됨에 따라 변이계수가 증가 하였다. 곤충의 영기가 진행됨에 따라 변이계수가 증가하는 예는 벼물바구미(Cave & Smith 1983). 이화명충(西川 1931)에서 보고된 바 있고 반대로 영기가 진행됨에 따라 변이계수가 적어지는 예는 벼물바구미(高等 1990) 배추흰나비(上野 1982) 팔바구미(内田 1941) 잎벌일종인 *Phyllotoma nemorata*(Taylor 1931)에서 나타났고, 영기별로 변이계수의 증감이 일정하지 않은 예는 나무좀과에 속하는 *Dendroctonus simplex*, *Pityokteines sparsus*, *Ips pini*(Prebble 1933)에서 보고된 바 있다.

유충의 영기별 성장율은 어떤齡에 있어서 두폭의 측정치를 X_n , 그 다음 영기의 두폭측정치를 X_{n+1} 이라고 하면 그 성장율은 X_{n+1}/X_n 으로 나타낼 수 있다. 파밤나방 유충의 영기별 성장율은 2~5령 유충은 1.43에서 1.55사이로 영기간에 차이가 나타나지 않았으나 최종령 유충의 성장율은 타 영기의 성장율과 차이를 보였고 성장율은 1.76으로서 최종령에 도달할 때 타령기보다 성장율이 높았다. 두폭의 대수를 Y 축, 영기를 X 축으로 하여 회귀직선을 구한 결과(그림 1) $\text{Log } Y = -0.819 + 0.1872X$ 로 나타나 두폭의 측정치와 영기 사이에는 직선적 관계가 성립되었고, 상관계수 $r^2 = 0.9972$ 로 1%에서 유의성이 인정되었다. 따라서 파밤나방 유충의 생장은 Dyar (1890)이 보고한 기하급수적 성장을 하는 것으로 나타났다. Dyar & Rhinebeck (1890)은 나비목 유충의 두폭은 영기가 진행됨에 따라 규칙적인 기하급수적 성장을 하며 두폭의 측정치가 이와 같은 생장의 패턴에서 벗어나면 그 유충은 정상적인 형태로 성장하지 않은 것으로 간주한 바 있고 두폭의 측정이 영기를 구별하는 가장 간편한 방법이라고 언급한 바 있다.

두폭의 측정치를 Dyar식인 $\text{Log } Y = a + bX$ (Y 는 각령의 두폭의 평균치, X 는齡數, a , b 는 정수)에 대입하여 계산치와 실측치 사이의 오차와 적합도(%)를 구한 결과(표 2) 각령기별 실측치와 이론치 사이의 오차는 0.006 mm~0.17 mm 사이에 분포하여 6령 유충을 제외하고는 0.1 mm 이내에서 동일 하였다. 한편 1령 유충의 적합도는 94.7%, 2령은 98.3%, 3령은 98.7% 4령은 94.8% 5령은 94.6%, 6령은 92.2%로 나타나 1령 유충을 제외하고 영기가 진행됨에 따라 실측치와 계산치 사이에 오차가 증가하는 경향이었으나 대체로 실측치와 계산치 사이에 오차가 낮았다. Dyar & Rhinebeck (1890)은 28종의 나비목 유충의 두폭을 측정하여 이론치와 실측치 사이에 동일 하거나 0.1 mm 이내에서 오차가 없었다고 하였고 그 오차가 0.2 mm를 초과하면 유의성이 없다고 보고한 바 있다. Dyar의 항수(k)는 Dyar식의 b 값의 역대수치로서 $K = 1.54$ 로 나타났다. Harris & Henderson (1938)은 곤충의 목별로 K 값을 구한 결과 딱정벌레목에 속하는 유충의 K 값은 1.28~1.64사이에 분포하며, 벌목 유충은 1.23~1.56, 나비목 유충은 1.31~1.79사이에 있다고 보고하여 벌목이나 딱정벌레목의 유충보다 나비목 유충의 성장율이 더 높은 것으로 보고한 바 있다. 따라서 파밤나방 유충의 생장은 Dyar's rule의 이론치내에 있음을 알 수 있다.

인 용 문 헌

- Bodenheimer, F. S. 1927. Uber regel nassigkeiten in dem wachstum von insekten. I. Das langen wachstum Deut. Eet. ztschr. 1927 : 33~57.
- Cave, G. L. & C. M. Smith. 1983. Number of instars of the rice water weevil *Lissorhoptus oryzophilus*(Coleoptera: Curculionidae). Ann. Ent. Soc. Am. 76 : 293~294.
- Dyar, H. G. & N. Y. Rhinebeck. 1890. The number of molts in Lepidoptera larvae. Psyche. 5 : 420~422.
- Gaines, J. C. & F. L. Campbell. 1935. Dyar's rule as related to the number of instars of the corn ear worm, *Heliothis obsoleta*(FAB), collected in the field Ann. Ent. Soc. Am. 28 : 445~461.
- 고현관, 김홍선, 엄기백, 최귀문, 이영인. 1990. 두폭에

- 의한 벼물바구미의 영기구분. 농시논문집(작물보호) 32(2) : 32~35.
- 고현관, 이상계, 이비파, 최귀문, 김정화. 1990. 인공사료에 의한 과밤나방의 대량사육법. 한울논문지 29 : 180~183.
- Harris, F. H. & C. F. Henderson. 1938. Growth of insect with reference to progression factor for successive growth stages. Ann. Ent. Soc. Am. 31 : 557~572.
- Kayumi, J. & T. Sakashita, 1985. Determination of the instar of the rice weevil *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel(Coleoptera:Curculionidae) by the widths of the head capsule. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 29 : 168~170.
- Kunneman, B. P. 1972. De invloed van temperatuur, dagengte en waardplant op de ontwikkeling van *Spodoptera exigua*. Doctoraalverslag, vakgroep entomologie, land bouw universiteit wageningen.
- Peterson, A. & G. J. Haeussler. 1982. Some observation on the number of larval instars of the oriental peach moth, *Laspeyresia molesta* Busk, J. Econ. Ent. 21 : 843~852.
- Prebble, M. L. 1933. The larval development of three barkbeetles. Canadian Ent. 65 : 145~150.
- 西川彌三郎. 1931. 二化螟虫 幼蟲 頭幅測定の結果と其考察. 昆蟲5(1) : 1~11.
- 内田 俊郎. 1941. 植物と動物 9 : 322~328.
- Taylor, R. L. 1931. On Dyar's rule and its application to sawfly larvae. Ann. Ent. Soc. Am. 24 : 451~466.
- 徳永 雅明. 1928. 家蟲 幼蟲期 頭部成長に關する考察. 衣笠蠶報 23 : 263.
- 上野 晴久. 1952. モチンミロチヨウ 幼蟲 頭幅による齡期の判定. 應用昆蟲 8(2) : 59~62.
(1990년 11월 19일 접수)