

파굴파리의 발육과 산란에 미치는 온도의 영향

Effect of Temperatures on the Development and Fecundity
of *Liriomyza chinensis* (Diptera: Agromyzidae)

황창연 · 문형철

Chang Yeon Hwang and Hyung Chol Moon

ABSTRACT This study was carried out to investigate the development and fecundity of *Liriomyza chinensis* under different temperatures. Egg periods were 4.5, 2.9 and 1.9 days, larval periods 12.7, 5.8, 4.5 days, pupal periods 20.1, 16.3 and 13.0 days, and total development periods from egg to adult emergence were 32.5, 25.0 and 19.4 days under 20, 25, 30°C of constant temperatures, respectively. Based on this results, developmental threshold temperatures were calculated as 13.0, 11.0 and 7.2°C and total effective temperatures as 33.0, 86.1 and 293.6 degree-days for egg, larva and pupa, respectively. Seventy-eight% of the tested flies emerged within four hours and a half after lighting, and none was emerged after eight hours and a half. The longevities of male and female were 50 and 85 days and the female fly laid 165.8 eggs with her life and punctured 983.8 stipules at 25°C.

KEY WORDS *Liriomyza chinensis*, development, fecundity, welsh onion

초 록 파굴파리의 발육단계별 특성을 조사한 결과 20, 25, 30°C에서 난기간은 4.5일, 2.9일, 1.9일, 유충기간은 12.7일, 5.8일, 4.5일, 용기간은 20.1일, 16.3일, 13.0일로 총성숙기간은 32.5일, 25.0일, 19.4일이었다. 이 결과를 토대로 계산된 발육영점온도는 난이 13.0°C, 유충이 11.0°C, 용은 7.2°C였고, 유효적산온도는 난이 33.0일도, 유충이 86.1일도, 용이 293.6일도였다. 성충은 빛을 조사한 후 4시간 30분 이내에 77.5%가 우화하였고 8시가 30분 이후에는 전혀 우화하지 않았다. 암컷의 수명은 8.5일, 수컷은 5.0일이었다고 암컷의 산란기간은 6.8일이었다 산란수는 165.8개, 흡즙흔수는 983.8개였다

검색어 파굴파리, 발육, 산란수, 대파

대파(*Allium fistulosum*)와 쪽파(*A. ascalonicum*)는 양념류와 한약재로 이용되는 채소로 1992년 국내 재배면적이 총 24,461 ha로 전국 채소 재배면적의 7%를 차지하고 있으며, 특히 파의 주산지인 전북 지방은 총 1,781 ha로 전국의 7.3%를 차지하고 있다 (農業協同組合中央會 1993).

대파 및 양파(*A. cepa*)를 가해하는 해충으로는 50여종이 알려져 있고(韓國植物保護學會 1986), 고 등(1992)은 대파와 쪽파의 잎을 가해하는 해충으로 파총채벌레·파굴파리·파밤나방·파좀나방 등 13종을 보고하였다. 이 중에서 파굴파리(*Liriomyza chinensis* Kato)는 1949년 Kato가 보고한 것으로 파리목 글

파리과(Diptera: Agromyzidae)에 속하며 한국·일본·중국·말레이시아 등에 분포하고, 대파·쪽파·양파·부추(*A. tuberosum*)·염교(*A. chinense*) 등을 가해하는 것으로 알려졌다(안 1990, Spencer 1973).

황과 김(1993)은 파굴파리가 7월 상순·8월 상순·9월 하순에 발생최성기를 보이고 4월부터 성충이 출현하였기 때문에 밀도가 낮은 제 1세대가 있다고 보아 4회 이상 발생하는 것으로 추정하였고, 안(1990)은 1년에 4~5회, 일본에서는 5~6회 발생한다는 결과도 있다(農山漁村文化協會 1987)

성충은 체장이 2mm 정도로 몸의 측면과 다리가 황색이고 가슴과 배는 검은색을 나타내며, 난은 백

색의 장타원형이고, 유충은 황백색으로 노숙유충의 크기는 4 mm 정도이며 염육을 가해하다가 탈출하여 땅속에서 용이 되어 월동한다. 가해받은 잎은 불규칙한 흰선이 나타나는데 심할 경우 고사되기도 하며 성충은 백색 점무늬의 흠집흔을 형성하여 상품가치를 하락시킨다(農山漁村文化協會 1987).

유충에 의한 피해는 대파의 경우 김과 이(1978)는 부천지방에서 묘판말기에 피해엽율이 44.7%, 생육기에 43.2%, 수확기에 18.5%라고 보고하였고, 안 등(1991)은 전남북지방에서 30% 이상이였으며, 특히 전북 완주군에서는 67.2%의 피해엽율을 나타냈다고 보고하여 대파 주산단지에서 피해가 많았음을 알 수 있다. 따라서 파굴파리의 발육과 성충의 산란습성을 조사하여 효율적인 방제방법을 수립하는데 기초적인 자료를 얻고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험은 1992년 5~9월과 1993년 5~8월에 전주시 인후동과 완주군 봉동읍 울소리의 대파 재배포장에서 파굴파리 유충에 의하여 심하게 가해받고 있는 잎을 절취하여 직경 5 cm×높이 18 cm의 플라스틱병에 넣어 사육실(25°C, L:D=16:8)에서 계속 사육하면서 탈출한 유충이 용화하도록 하였다. 용은 부드러운 붓(3호)으로 여과지를 칸 petri dish에 옮기고 수분을 공급하였으며 암조건 상태를 유지하면서 우화시켜 공시충으로 이용하였다. 실험에 사용한 대파는 전북대학교 농대포장에서 살충제를 살포하지 않고 재배하였다.

발육단계별 기간

온도에 따른 파굴파리의 발육단계별 기간은 15, 20, 25, 30°C에서 80~100마리 정도를 25×25×40 cm의 사육상에 넣어 집단사육하며 조사하였다. 난기간은 기주를 3시간 간격으로 교체하여 주면서 조사하였고, 육안과 해부현미경으로 부화여부를 확인하였다. 유충기간은 부화시로부터 유충 탈출시까지로 정하였으며, 종령유충시기에 대파를 절취하여 직경 5 cm×높이 18 cm의 플라스틱병에 넣고 탈출하게 하였다. 용기간은 유충이 탈출한 시간부터 우화시까지로 정하였으며, 탈출 후 용이 될 때까지의 기간이 짧았기 때문에 Leibe(1984)가 구분하였던 유충 탈

출후 용이 될 때까지의 기간도 용기간에 포함시켰다. 유충의 탈출은 *L. trifolii*와 *L. sativae*와 같이(Leibe 1984, Pettit et al 1991) 대부분 오전중에 이루어져 오후 2시경에 petri dish로 옮겼다. 유충의 영기구별은 Pettit(1991)가 이용한 방법으로 부화후 10시간 간격으로 대파 잎을 절취하여 채취한 유충을 70% 알코올에 보관한 후 Potassium hydroxy 10% 용액에 유충의 크기에 따라 2~16시간 처리하여 mouth hook의 길이를 측정하였으며, mouth hook 길이에 의한 성장비율을 조사하였다. 발육단계별 유효적산온도는 Leibe(1984)가 사용한 공식, 유효적산온도=(사육온도-발육영점온도)×발육기간을 이용하였다. 발육영점온도는 발육속도의 회귀직선식에서 계산하였으며 발육속도는 발육단계별 기간의 역수를 취하여 구하였다.

우화시간

우화시간을 조사하기 위하여 오전 6시 부터 16시간 동안 빛을 조사하고 이후에는 어두운 상태인 25°C 항온기에 용화 직후의 용 97개를 petri dish에 넣고 일정한 시간마다 우화한 성충을 계수하였다.

성충의 수명, 산란수 및 흠집흔수

잎이 1~2개 정도인 어린 대파를 절취하여 연백 부를 젖은 솜으로 감싸 직경 10 cm×높이 30 cm의 플라스틱병에 넣은 후, 우화 24시간 이내에 교미한 암수 한쌍씩을 접종하고 항온기(25°C, L:D=16:8) 내에서 성충의 수명을 조사하였으며, 기주는 아침 8시와 오후 8시에 교체하여 주었고 기타의 먹이는 제공하지 않았다. 산란수와 흠집흔수는 먹이를 교체할 때마다 육안과 해부현미경으로 계수하였다.

결과 및 고찰

발육단계별 기간

온도에 따른 파굴파리의 발육단계별 기간은 표 1과 같다. 난기간은 20, 25, 30°C에서 각각 4.5일, 2.9일, 1.9일, 유충기간은 15, 20, 25, 30°C에서 각각 16.6일, 7.9일, 5.8일, 4.5일, 용기간은 42.6일, 20.1일, 16.3일, 13.0일로 온도가 높아짐에 따라 짧아졌으며, 난에서 용까지의 발육기간은 20, 25, 30°C에서 32.2일, 25.0일, 19.4일이였다. 특히 25°C와 30°C에서의

Table 1. Developmental periods of *Liriomyza chinensis* on welsh onion at different temperatures in the laboratory

Temp (°C)	Developmental period(days)			Total
	Egg	Larva	Pupa	
15	— ^a	16.6±1.95(108)	42.6±0.74(200)	—
20	4.5±0.28(26)	12.7±0.52(41)	20.1±0.28(194)	32.5
25	2.9±0.22(178)	5.8±0.71(178)	16.3±0.75(177)	25.0
30	1.9±0.13(203)	4.5±0.76(203)	13.0±0.94(343)	19.4

L:D=16:8; Mean±SD; (): No. of tested insects; ^aNot tested

난과 유충의 발육기간이 20°C와는 큰 차이를 보이며 서로 큰 차이없게 나타났다. 이는 Ferro 등 (1979)이 여름철에 증산열(evaporative cooling)에 의하여 25°C를 넘는 온도에서도 사과잎은 25°C 정도를 유지한다 하였고, Leibe(1984)는 25°C와 30°C에서 *L. trifolii*의 난과 유충의 발육기간이 비슷하게 나타난 것은 25°C 이상에서는 대기온도의 차이보다 엽육내 온도의 차이가 적기 때문이라 설명하고 있어 습성이 같은 파굴파리도 대기온도보다는 엽육내의 온도 차이가 적었기 때문인 것으로 생각된다. 15°C에서의 발육단계별 기간이 다른 온도에서 보다 긴 것은 저온의 영향이 컸던 것으로 생각되며 발육에 적당한 온도는 25~30°C로 사료되나 발육저해를 야기하는 온도가 얼마인지는 고온에 대한 추가 실험이 필요하다 하겠다.

각 온도별 발육기간의 자료를 근거로 계산된 파굴파리의 발육단계별 발육속도와 온도와의 관계는 표 2와 같이 직선관계가 성립되었다. 발육영점온도는 난이 13.0°C, 유충이 11.0°C, 용이 7.2°C였으며 유효 적산온도는 난이 33.0일도, 유충이 86.1일도, 용이 293.6일도였다. 유충의 령기를 구별하는데 기준으로 삼는 mouth hook의 길이는 표 3과 같다. 1령충은 20.0 µm, 2령충은 48.8 µm, 3령충은 80.4 µm였으며, 1령과 2령, 2령과 3령 사이의 mouth hook 길이에 의한 성장비율은 각각 2.45, 1.65였다.

우화시간

파굴파리의 우화시간을 조사하기 위하여 오전 6시부터 16시간 동안 빛을 조사하고 8시간은 어두운 상태인 조건에서 조사한 성충의 우화수는 표 4와 같다. 용 97개중에서 71개 만이 우화하였고 이 중에서 빛을 조사한지 4시간 30분이내에 77.5%가 우화하였으며 8시간 30분 이후에는 우화하지 않았다.

Table 2. Developmental threshold temperatures (DT) and effective temperatures(ET) for egg, larval, and pupal stages of *Liriomyza chinensis* on welsh onion

Stage	N	Equation	r ²	DT	ET
Egg	3	Y=-39.58+3.04X	0.99	13.0	33.0
Larva	4	Y=-12.75+1.16X	0.95	11.0	86.1
Pupa	4	Y=-2.44+0.34X	0.97	7.2	293.6

N: Number of data used in the calculation of regression equations; DT: Developmental threshold temperature(°C); ET: Effective temperature(Degree-days).

Table 3. Length of mouth hook and growth ratio of *Liriomyza chinensis* larvae at 25°C

Instar	No. larvae tested	Length of mouth hook(µm)	Growth ratio ^b
1st	2	20.0±0.00 ^a	—
2nd	13	48.8±6.05	2.45
3rd	17	80.4±8.51	1.65

Mean±SD; ^aSD not obtained; ^bLength of mouth hook at present instar/previous instar.

Table 4. Emergence timing of *Liriomyza chinensis* adults during the time periods after lighting at 25°C, L:D=16:8

Time after lighting	No. adults emerged	Percentage (%) ^a
00:00-02:30	38	53.5
02:30-04:30	17	24.0
04:30-06:30	14	19.7
06:30-08:30	2	2.8
08:30-24:00	0	0
Total	71	100

No. pupae tested: 97; ^aNo. adults emerged/total no. adults emerged

Table 5. Longevity of *Liriomyza chinensis* adults at 25°C

No insects tested	Female (days)				Male (days)
	Preoviposition period	Oviposition period	Postoviposition period	Total	
4	1.3±0.50 ^a	6.8±0.96	0.5±0.57	8.5±1.29	5.0±0.82

^aMean±SD.

Table 6. The number of eggs oviposited and stipples by *Liriomyza chinensis* female at 25°C

No insects tested	No. eggs/female		No. stipples/female	
	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range
4	165.8±68.06	101-247	983.8±176.51	823-1,226

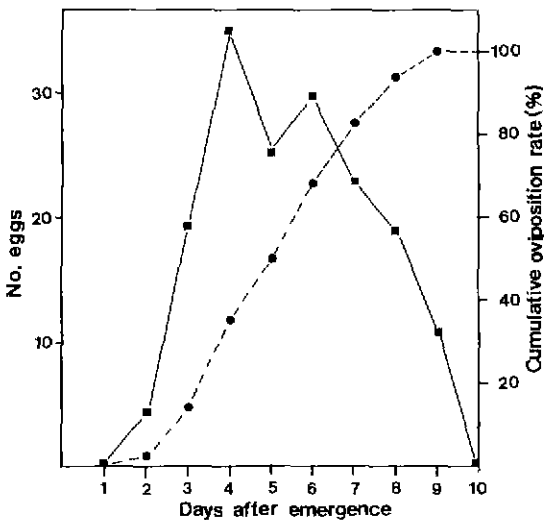


Fig. 1. Oviposition pattern of *Liriomyza chinensis* in relation to days after emergence at 25°C; ■—■ No. of eggs laid per day, ●—● Cumulative oviposition ratio.

따라서 야외에서도 오전중에 대부분이 우화할 것으로 생각된다.

성충의 수명, 산란수 및 흡즙흔수

파굴파리의 성충수명은 표 5와 같다. 암컷의 수명은 8.5일로 산란전기간은 1.3일, 산란기간은 6.8일이었고, 산란후기간은 0.5일로 산란을 마치는 당일 사망하였으며, 수컷의 수명은 5.0일로 암컷보다 3.5일이나 짧았다. 파굴파리의 산란수는 평균 165.8개였고(표 6), 우화후 6일까지 70% 이상을 산란하

였으며, 특히 우화후 4~6일 사이에 50% 이상을 산란하였다(그림 1). *L. trifolii*에 대하여 Leibe(1984)는 25°C에서 암컷의 수명이 28.3일, 산란수가 288개로서 파굴파리와 큰 차이를 보였고, Zoebisch and Schuster(1987)도 기주외에 aphid honeydew를 공급한 경우 공급하지 않은 때보다 성충의 수명과 산란수가 증가한다고 보고하였다. 따라서 유사한 습성을 갖는 다른 종간의 수명이나 산란수 등이 기주 뿐만 아니라 다른 영양원의 영향을 크게 받는 것으로 생각되어 파굴파리에 대해서도 영양원을 공급할 경우 수명과 산란수가 증가할 것으로 생각되며 이에 대한 실험이 수행되어야 할 것으로 생각한다. 그리고 파굴파리 한마리가 흡즙하여 형성하는 흡즙흔수는 983.8개였다(표 6) 흡즙은 암컷에 의해 이루어졌으며 흡즙이 산란에 영향을 주는 정도에 대하여 조사해야 할 것으로 생각한다.

인용 문헌

農山漁村文化協會. 1987. 野菜病害蟲科 3 イチゴネギ類他 358-374.
 안성복. 1990. 파를 가해하는 최근의 문제해충. 농약과 식물보호 11(1): 38-45.
 안성복, 이상범, 조왕수. 1991. 전남북지역 대파 및 쪽파 잎가해 해충의 종류와 피해. 농시논문집(작물보호편) 33(1): 66-73
 Ferro, D N., R. B. Chapman & D. R. Penman 1979. Observations on insect microclimate and insect pest management. *Environ. Entomol.* 8(3): 1000-1003.
 고희관, 최계승, 엄기백, 최귀문, 김정화. 1992. 대파 및 쪽파 잎 기생 해충상과 증 빈도 분포형 한울곤지. 31

- (4): 360-365.
- 황창연, 김태홍. 1993. 과 고품질 선도유지를 위한 주요 해충의 발생생태와 종합적 방제체계 확립에 관한 연구 농시논문집(산학협동편) **35**(2): 141-150.
- 김동진, 이석원. 1978. 과꽃파리 약제 방제 시험. 경기도 진흥원 시험년보 478-485.
- 韓國植物保護學會. 1986. 韓國 植物病·害蟲·雜草 名鑑 274-275.
- Leibee, G. L. 1984. Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on celery. *Environ. Entomol.* **13**(2): 497-501.
- 農業協同組合中央會. 1993. 農協年報 43-48.
- Pettitt, F. L. 1990. Distinguishing larval instars of the vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Florida Entomologist* **73**(2): 280-286.
- Pettitt, F. L., J. C. Allen & C. S. Barfield. 1991. Degree-day model for vegetable leafminer (Diptera Agromyzidae) phenology. *Environ Entomol.* **20**(4): 1134-1140
- Spencer, K. A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Series Entomologica No 9. The Hague. 164-166
- Zoebisch, T. G. & D. J. Schuster. 1987. Longevity and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) exposed to tomato foliage and honeydew in the laboratory. *Environ. Entomol.* **16**(4): 1001-1003.

(1995년 1월 19일 접수)