

벼잎벌레 (*Oulema oryzae*)越冬成蟲의 産卵 및 幼蟲發育에 미치는 溫度の 影響

Effect of Temperature on the Oviposition, Larval and Pupal Development of *Oulema oryzae* (Coleoptera: Chrysomelidae)

李基烈 · 金容憲¹ · 張英德²

Ki Yeol Lee, Young Heon Kim¹ and Young Duck Chang²

Abstract – Effect of temperature on oviposition and developmental period of *Oulema oryzae* K. on rice plant were investigated. With the given set of temperatures of 15, 20, 23, 25, and 28°C, developmental period from egg to adult emergence was shorten as temperature increased. Average number of eggs per female *O. oryzae* increased as temperature increased from 15°C to 23°C, then decreased at 25°C and 28°C. Based on this result, developmental threshold temperatures for egg was estimated to be 6.4°C. Total effective temperatures above the thresholds required for hatching were estimated to be 75.8 degree-days for egg. It seemed that the optimum temperature for oviposition of *Oulema oryzae* on rice plant was 23°C.

Key Words – *Oulema oryzae*, Oviposition, Development, Rate, Temperature

초 록 - 온도가 벼잎벌레의 산란 및 발육에 미치는 영향을 조사하였다. 조사온도는 15, 20, 23, 25, 28°C로 하여 수행한 결과 발육기간은 15°C에서 28°C로 갈수록 짧아졌으며, 산란수는 15°C에서 온도가 높아짐에 따라 증가하다가 23°C에서 최고를 이루고 다시 낮아지는 경향을 보였다. 발육기간은 저온보다 고온(28°C)에서 짧은 경향을 보였다. 알발육영점온도는 6.4°C, 총유효적산온도는 75.8일도였다. 이 결과는 23°C가 벼잎벌레의 산란적으로 추정되었다.

검색어 - 벼잎벌레, 벼, 산란, 발육, 온도

벼 재배는 손이앙에서 기계이앙으로 그리고 최근에는 생산비 절감을 위한 직파재배로 전환되고 있는 실정이다. 또한 기상변동을 보면 겨울기온이 점차 상승하고 있어 월동 해충이 다발생 할 우려가 있으며, 저온성 해충인 벼잎벌레, 벼애잎굴파리, 벼줄기굴파리 등은 재배방법과 재배시기에 따라 발생양상이 다를 것으로 사료된다(Lee and Ma, 1997). 벼잎벌레 (*Oulema oryzae* K.)는 본답초기 해충으로 딱정벌레목, 잎벌레과에 속하며, 주로 잎을 가해하는 해충으로 중산간지역에서 발생이

되며 성충과 유충이 벼잎의 끝에서 아래로 가해하는데, 잎표면의 잎맥사이의 엽육을 갉아먹고 잎뒷면의 표피만 남겨 백색선상의 식흔을 남긴다. 식흔은 갈색으로 변하여 고사하는데 그 후 생육이 왕성해지면 새잎이 나와 회복이 되나 무효분얼이 증가되고 출수가 지연되어 수량감수를 초래한다(Paik, 1987). 일본의 동북,북륙지방에 1971년에 벼잎벌레가 대발생하였는데, 벼 한포기당 유충밀도가 70~80마리로써 최고 36.2% 정도 수확량이 감소되었다고 보고한 바 있다(Kimura et al.,

忠北農業技術院 (Chungbuk Provincial ARES, Chôngwon 363-880, Korea)

¹ 農業科學技術院 (National Institute of Agricultural Science and Technology RDA, Suwon 441-707, Korea)

² 忠南大學校 農科大學 農生物學科 (Department of Agricultural Biology, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea)

1972). 한국에서 벼잎벌레에 의한 수량감수는 6~40%였다고 보고한 바 있다(Yu *et al.*, 1985). 그러나 벼잎벌레는 중산간지역에서 중요 해충임에도 불구하고 연구는 그리 많지 않다. 국내에서는 벼잎벌레의 생활환이 밝혀졌으나(Han and Jung, 1976; Yu *et al.*, 1985), 온도에 의한 발육과 산란에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 1990년부터 1991년까지 벼잎벌레 월동성충의 산란, 수명 그리고 유충발육에 미치는 온도영향에 대하여 조사한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 연구는 1990년 5월 하순부터 6월상순에 경기도 화성군 일대 이앙된 논에서 월동해충의 발생예찰조사시 벼잎벌레 월동성충을 포충망으로 채집하였다. 이 기간중 월동 벼잎벌레성충이 가장 많이 채집된 6월12일에 채집한 성충 암수를 구별하여 공시충으로 이용하였다. 실험에 사용된 벼는 추정벼를 공시하여 20일된 유묘와 벼잎을 잘라서 먹이로 이용하였다. 발육단계별 유효적산온도는 Leibee(1984)가 사용한 공식 유효적산온도 = (사육온도 - 발육영점온도) × 발육기간을 이용하였다. 발육영점온도는 발육속도의 직선회귀식에서 계산하였고, 발육속도 = (1 ÷ 각 태별발육기간)를 구하였다. 이때 통계처리는 AGRISP를 이용하여 분석하였다.

1. 월동성충의 산란 및 수명

1990년 6월12일에 벼잎벌레 월동성충을 채집하여 산란 및 수명을 조사하기 위하여 채집한 공시충을 다섯 온도조건(15, 20, 23, 25, 28°C)에서, 유리병(φ 2.5 cm × 18.5 cm)에 벼 3본을 넣고, 물을 2 cm 정도 넣은 다음 공시충인 벼잎벌레 월동성충 한쌍을 접종하였다. 이때 광조건은 14L:10D로 제공한 뒤 매일 관찰하면서 2일간격으로 섭식된 벼잎은 다시 섭식을하지 않아 온실에서 재배중인 새로운 벼잎을 잘라서 먹이로 제공하였고

이때 시험관속의 물도 교체하였다. 이러한 방법으로 월동성충의 산란전기간, 산란기간, 산란기간중 산란한 일수, 산란수 그리고 수명을 매일 육안조사하였다.

2. 각 태별 발육기간

알기간 및 부화율을 조사하기 위하여 오후 6시이후부터 이튿날 8시까지 산란한 알을 분리하여 처리한 온도조건은 15, 20, 23, 25, 28, 30°C이었고, 광조건은 14L:10D로 처리하였다. 산란된 알을 페트리디쉬(φ 9.0 cm × 1.0 cm)에 여과지를 깔고, 증류수로 적신 다음 그 위에 벼잎에 산란된 난피를 올려 놓고 매일 오전 10시에 부화충을 조사하여 알기간과 부화율을 조사하였다. 유충 및 번데기기간을 조사하기 위하여 부화된 부화유충을 같은 시각에 분리하여 처리한 온도조건은 20, 23, 25, 28, 30°C이었고, 광조건은 모두 14L:10D로 일정하게 처리하였다. 온도별로 20마리씩 부화된 유충을 페트리디쉬(φ 9.0~1.0 cm)에 여과지를 깔고 그위에 벼잎을 잘라 먹이로 제공하면서 부화유충부터 흰고치를 형성하여 번데기가 되기까지 매일 육안관찰하였고, 탈피각을 확인하여 령기를 구분하였으며, 이것으로 각 령기별 유충 발육기간을 조사하였다. 흰고치를 형성한 번데기 20마리를 페트리디쉬(φ 9.0 cm × 1.0 cm)에 여과지를 깔고 증류수로 적신후 그위에 한개씩 올려 놓고 성충으로 우화될때까지의 번데기기간과 의 우화율을 조사하였다.

결과 및 고찰

벼잎벌레 월동성충의 각 온도별(15, 20, 23, 25, 28°C)에서 산란전기간, 산란기간, 산란일수를 조사한 결과 표 1과 같이 산란전기간, 산란기간은 저온에서 고온으로 갈수록 짧았고, 산란일수는 15°C와 그이후 온도조건에서 적었다. 일본 동북지방에서 벼잎벌레의 산란전기간, 산란기간, 산란일수에 관하여 조사하였는데 저온에서

Table 1. Effect of different temperatures on the oviposition and longevity collected after *O. oryzae* overwintering adult in the laboratory conditions

Temp (°C)	n	Pre-oviposition period(day)	Oviposition period (day)	Days of oviposited	Fecundity (No. egg/insect)	Longevity (days)	
		Mean ± SD ¹	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Female	male
15	30	14.5 ± 4.1	51.7 ± 16.6	24.3 ± 6.3	86.0 ± 21.8d*	77.4 ± 3.1a	88.6 ± 2.4a
20	30	3.1 ± 0.6	28.1 ± 6.2	25.0 ± 5.8	142.2 ± 37.9bc	41.5 ± 3.5b	52.1 ± 3.9b
23	30	2.5 ± 0.5	24.8 ± 2.8	23.0 ± 2.2	224.9 ± 29.8a	29.0 ± 2.7c	35.5 ± 2.5c
25	30	2.4 ± 0.5	23.5 ± 10.8	21.1 ± 9.8	163.4 ± 7.7b	21.1 ± 0.7c	22.5 ± 0.6c
28	30	2.6 ± 0.5	16.8 ± 1.6	17.3 ± 0.9	131.5 ± 40.3c	23.5 ± 2.0c	28.1 ± 3.3c

Means ± standard deviation

* Means followed by the same letter are not significantly different at the probability level 5% (Duncan's multiple test).

길고, 고온에서 짧은 경향을 보였다고 하였는데 (Kishino & Sato, 1977) 이것은 본 조사결과와 거의 같은 경향을 보였다. Han & Jung (1977)은 벼잎벌레 산란기간을 평균 3일로 보고하였고, 5월 중하순이후부터 산란이 시작된다고 하였다.

벼잎벌레는 진황색의 알을 3~10개씩 난괴를 형성하여 산란을 하며, 온도별로 월동성충의 산란수를 조사한 결과 표 1과 같이 주어진 항온조건 모두 산란을 하였으며 특히 23°C에서 평균산란수가 가장 많았고, 25°C에서는 최고 289개까지 산란한 개체도 있었다. 온도와 산란량관계는 온도에 따라서 유의차를 보였다. 월동성충을 채집한 날짜부터 사망한 날짜까지 암컷과 수컷의 수명을 조사한 결과 온도가 높아질수록 수명이 짧아졌는데 28°C에서는 25°C보다 특이하게 길어져 일반적인 현상인지는 재검토가 요망되며, 온도와 월동성충의 수명과의 관계는 15, 20°C에서는 유의차를 보였으나 그 이후 온도에서는 유의차 없었다. Kishino & Sato (1977)는 일본 동북지방에서 채집한 벼잎벌레의 산란은 10°C에서는 산란하지 않았고 외기온도가 15°C 이상이 되는 5월하순부터 6월상순에 산란하기 시작하였다고 하여 본인이 조사한 월동성충의 온도별 산란수는 차이를 보였으나 온도영향에 따른 산란 경향치와 수명등의 결과와 거의 같은 경향 보였다. 따라서 벼잎벌레는 처리한 최저온도 15°C 이상의 온도에서 산란이 가능하였으며, 그 중 23°C에서 평균산란수가 현저하게 많아 산란적으로 볼 수 있다. 또한 온도에 따른 산란량의 변화는 벼 조기재배시 벼잎벌레의 발생량예측에 이용가치가 있다고 사료된다.

벼잎벌레의 온도별 알발육기간을 15, 20, 23, 25, 28, 30°C에서 조사한 결과 표 2와 같이 15°C를 제외한 온도조건에서 알기간이 단축되었으며 30°C에서 약간의 발육지연현상을 보였다. 부화율은 20°C에서 85.4%로 가장 높았고, 그 이후 온도조건부터 부화율이 서서히 떨어지는 현상을 보였다. Han & Jung (1977)은 충북지

역의 실온조건에서 벼잎벌레의 알기간은 7일, Yu *et al.* (1985)은 강원지역에서 벼잎벌레 알기간은 9일이라고 보고한 바 있으며, Kishino & Sato (1977)는 벼잎벌레의 알이 10°C에서는 부화가 전혀 되지않는다고 하였고, 부화율은 24°C에서 가장 높았으며 저온인 15°C에서 길은 경향이였으며, 고온인 27°C부터 발육억제가 일어났다고 보고한 바 있는데, 이것은 본 연구와 같은 경향을 보였다. 벼잎벌레는 부화후 어린유충이 벼잎을 가해하면서 발육성장을 하게된다. 온도별 유충 및 번데기기간을 조사한 결과 표 2와 같이 유충기간과 번데기기간은 온도가 높아질수록 발육기간이 단축되었고, 30°C에서 발육지연현상을 보였다. 벼잎벌레의 번데기는 벼잎에 흰백색의 고치를 만들어 그속에서 번데기가되며, 온도에 따른 벼잎벌레의 번데기율은 25°C에서 93%로 가장 높았으며, 30°C에서 15.0%로 가장 낮아 고온조건에서는 번데기율이 떨어지는 경향을 알 수 있었다. 또한 번데기에서 성충으로 되는 비율은 23°C에서 우화율이 88.9%로 가장 높았다. Han & Jung (1977)은 실온에서 유충기간이 평균 19일, 번데기기간은 평균 9일이라 하였고, Yu *et al.* (1985)은 유충기간이 평균 16일, 번데기기간은 9일이라고 보고한 바 있다. 또한 Kishino & Sato (1977)는 일본에서 유충기간은 고온에서 단축되었다고 하였고, 15°C와 30°C에서는 명확하게 발육지연을 야기한다고 하였다. 용화율도 저온과 고온에서는 극도로 저하된다고 보고한 것과 본 조사 결과와 거의 같은 경향을 보였다. 이 결과는 벼잎벌레의 유충밀도변화가 온도에 따라 크게 영향을 줄 수 있으므로 피해를 사전에 줄일 수 있는 방법으로 이용할 수 있으리라 사료된다.

각 온도별 발육기간의 자료를 근거로 계산된 벼잎벌레의 알발육에 대한 발육속도와 온도와의 관계를 계산한 결과 표 3과 같이 고도의 부의상관관계를 보였다. 알 발육영점온도는 6.4°C였고, 유효적산온도는 75.8일도였다. 일본에서 벼잎벌레의 알 발육영점은 12.0°C라 하였고, 유효적산온도는 47.5일도라고 보고한 것과

Table 2. Developmental period of *O. oryzae* eggs, larva, and pupae at different temperatures

Temp (°C)	no. eggs tested	Egg period (days)	Hatching rate(%)	Larva period (days)	Pupation rate(%)	Pupal period (days)	Emergence rate(%)
		Mean ± SD ¹		Mean ± SD		Mean ± SD	
15	73	8.61 ± 0.91	53.4	-*	-	-	-
20	137	5.58 ± 1.15	85.4	14.7 ± 2.34	50.0	13.2 ± 0.28	71.4
23	133	4.56 ± 0.76	75.9	10.1 ± 0.77	70.0	9.7 ± 0.49	88.9
25	46	4.25 ± 0.44	78.2	9.2 ± 1.32	93.0	8.2 ± 0.21	76.9
28	138	3.43 ± 0.56	67.4	8.7 ± 0.58	43.0	8.6 ± 0.28	66.7
30	116	3.95 ± 0.55	20.7	9.0 ± 1.00	15.0	- ²	-

¹ Means ± standard deviation

² All the larvae could not pupae * not observed

Table 3. Developmental threshold (DT) and effective temperatures (ET) of eggs of *O. oryzae* reared on rice leaves and regression equation of velocity of development (y) in relation to temperature (x)

Stage	n'	Regression equation	DT(°C)	ET
Egg	5	$y = -0.083 + 0.013x$ ($r = 0.995^{**}$)	6.4	75.8

n: Number of data used in the calculation of regression equations.

(Kishino & Sato, 1977) 본 실험결과와는 발육영점이 큰 차이를 보였는데 이것은 주어진 온도조건이 다르기 때문으로 생각되어진다. 추후 유충과 번데기의 발육영점 및 유효적산온도에 대한 검토가 필요하겠다.

인 용 문 헌

- Han, E.D. and T.W. Jung. 1977. Control and ecological experiment of Rice leaf beetle (*Oulema oryzae* KUWAYAMA). Chungbut prov. Agric. Exp. Rep. 453~460.
- Kimura, I.D. and S.O. Ono. 1972. Occurrence and damage of Rice leaf beetle (*Oulema oryzae* K.). Bukr. Path. & Pest ins. Stu. Rep. 20: 23~26.
- Kishino, K.I. and T. SATO. 1977. Bionomics on the developmental period of the rice leaf beetle. Bull. Tohoku. Natl. Agric. Exp. Stn. 56: 1~18.
- 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.
- Lee, S.C. and K.M. Ma. 1997. Occurrence of Major Insect Pests in Machine Transplanted and Direct Seeded Rice Paddy Field. Kor. J. Appl. Ent. Vol. 36(2): 141~144.
- Paik, W.H. 1987. Pest insectology. Hyang mun sa. 266~267.
- Yu, B.J., C.O. KIM, S.M. CHUNG, Y.S. PARK, and B.L. HUN. 1985. Studies on Life cycle of Rice Leaf beetle (*Oulema oryzae* KUWAYAMA) and Control Method. Korean J. Plant Prot. 24(1): 25~28.

(1997년 3월 5일 접수, 1998년 6월 10일 수리)