

갈색여치(*Paratlanticus ussuriensis*)의 산란 특성

방혜선* · 나영은 · 한민수 · 김명현 · 노기안 · 이정택

농업과학기술원 환경생태과
(2008년 6월 9일 접수, 2008년 8월 25일 수리)

Ovipositional Characteristics of the Ussur Brown Katydid, *Paratlanticus ussuriensis* (Orthoptera: Tettigoniidae)

Hea-Son Bang*, Young-Eun Na, Min-Su Han, Myung-Hyun Kim, Kee-An Roh, and Jung-Taek Lee (Division of Environmental Ecology, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707)

ABSTRACT: *Paratlanticus ussuriensis* oviposited from early July to mid-September under laboratory condition. A female laid on average 145 eggs during the period of reproduction and over 54% of the eggs were laid within 2 weeks after the first laying. The average depth of egg-laying in soil was 19.4 mm under surface. The average major axis of an egg was 5.7 mm and the minor axis was 2.0 mm. Just before hatching, the egg swelled about twice the weight of a newly laid. In tests of ovipositional preference in different types of media, more eggs were laid in soil than in vermiculite or in Oasis® floral form. Females also prefer shaded places in the field for reproduction, away from sunshine. In terms of the strategy for egg survival, adult moves to the hill-side adjacent to orchard farm to find a proper place for their egg laying and its survival in winter.

Key Words: *Paratlanticus ussuriensis*, ussur brown katydid, oviposition, egg

서 론

최근 충북 영동지역 과수원에 갈색여치(*Paratlanticus ussuriensis*)가 대발생하여 복숭아, 포도, 자두 등의 잎과 줄기, 열매 등을 갉아 먹는 등 많은 피해를 유발하고 있다. 이와 같은 현상은 2006년 및 2007년도 같은 지역에 높은 밀도로 발생하여 과수 생산에 많은 손실을 주었는데, 영동뿐만 아니라 옥천, 청원, 보은 등 인근 지역으로 갈색여치 피해가 확산되고 있는 추세이다.¹⁾

갈색여치는 메뚜기목(Orthoptera) 여치과(Tettigoniidae)에 속하는 곤충으로 우수리강(중국과 러시아의 경계를 이루고 있는 흑룡강의 지류)에서 최초로 채집되어 학계에 보고되었다.²⁾ 긴 더듬이를 가지고 있는 것이 메뚜기와 구별되며, 대부분의 여치가 풀잎 색깔을 띠는 반면 갈색여치는 암갈색 또는 흙갈색을 띤다.^{1,2)} 우리나라의 갈색여치 분포현황은 제주도를 제외한 모든 지역의 산림에 서식하는 것으로 알려져 있

었지만, 농작물에 피해를 준 보고가 없어 해충으로 분류되지 않았다.³⁾ 여치와 같은 메뚜기목 곤충들이 대발생하여 농작물에 피해를 준 사례는 우리나라에서 흔치 않아 갈색여치의 방제 및 생태를 이해하는데 어려움이 많다⁴⁾. 특히, 갈색여치에 대한 연구보고는 분포현황, 섭식특성 및 살충제의 감수성을 제외하고는 거의 없는 실정이며, 갈색여치의 방제범위, 방제시기 등을 결정하기 위해서는 산란장소, 부화시기, 서식처간 이동 등에 대한 생태 정보가 시급히 요구되는 실정이다.^{1,3,4)}

본 연구는 최근 과수에 피해를 발생시키고 있는 갈색여치의 대발생 원인구명 연구의 일환으로 산란특성에 대한 정보를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

야외 지온 및 토양수분 측정

2007년부터 갈색여치가 발생한 충북 영동군 비탄리(동경 127° 47' 59.10", 북위 36° 12' 12.50", 고도 193 M) 과수원과 인근 야산 약 3 cm 깊이에 지온측정기(Model 100 WatchDog, Spectrum®)를 설치하고, 2시간 간격으로 지온을 측정하여 이에 대한 평균을 일일기온으로 산출하였다. 토양수분은 EC-5

*연락처:

Tel: +82-31-290-0236 Fax: +82-31-290-0206
E-mail: banghs1@rda.go.kr

Soil Moisture Sensor(Decagon Devices, USA)를 이용하여 동일 기간동안 연속적으로 측정하였고, 측정된 자료는 토양수분 기록계(SMR110-5, MadgeTech, USA)에 의해 30분 간격으로 기록되었다.

실내사육

본 연구에 사용한 갈색여치는 충북 영동 비탄리 야산에서 채집하여 농업과학기술원 농업생태연구실에서 사육하였으며, 왕귀뚜라미의 사육방법과 같이 약충부터 성충까지 밀기울과 어분을 1:1 비율로 섞어 페트리디쉬(Φ 50 mm × 5 mm)에 담아 먹이로 물과 함께 공급하였다.⁵⁾ 갈색여치는 암수 분리하여 개체 사육하였고, 실내 사육조건은 $25\pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 50~60%, 광주기 14L: 10D이며, 투명 플라스틱 케이지(15 cm × 10 cm × 15 cm)에서 3~4령 약충부터 성충까지 사육하였다.

산란선호 배지

성충이 된 후 1주일 경과한 암수 1쌍을 12반복으로 플라스틱 사육 케이지에 넣어 교미와 산란을 유도하였다. 7월 초부터 9월 중순까지 발토양(모래 63%, 미사 18%, 찰흙 9%)을 배지로 하여 1주일에 1회씩 산란배지를 사육케이지에서 꺼내어 육안으로 산란수를 조사하였다. 총 산란량은 제시한 실험 기간동안 살아있는 암컷의 산란량으로만 계산하였다. 한편, 산란선호 배지 조사를 위해 왕귀뚜라미 알의 채란시험에 사용한 김(2005)의 방법⁵⁾을 응용하여, 플라스틱 사육 케이지에 발토양, 버미큘라이트(ϕ 2~3 mm), 오아시스폼®(꽃꽃이용 floral form)을 5 cm 두께로 동일한 면적으로 깔아 주었다. 일정한 수분을 유지하기 위해 분무기를 이용하여 수분을 충분히 공급한 후 한 달 동안 산란선호도를 관찰하였다(Fig. 1). 먹이와 환경조건은 실내 사육조건과 같은 조건으로 하였고, 산란 배지별 산란량은 1주일에 1회씩 각각의 산란배

지를 꺼내어 육안으로 산란수를 조사하였다.

결과 및 고찰

갈색여치는 우리나라에서 4월 초에 야산에 출현하여 5월 말경에 성충이 된다. 갈색여치는 노숙 약충부터 산란시기까지 약 한 달 동안 과수원에서 서식하며, 복숭아를 가해하는 등 왕성한 섭식활동을 보인다(Fig. 2). 암컷은 4령 이후부터 20 mm의 산란관을 가지며 성충이 된 암컷에서는 30 mm 이내의 산란관을 관찰할 수 있었다(Fig 2). 암컷은 교미 후 1~2일 후부터 산란하였다. 산란은 10~30 mm 깊이의 토양에 산란하였고, 평균 19.4 mm 산란 깊이에서 가장 많은 알이 관찰되었다(Table 1). 이것은 암컷의 산란관 길이가 30 mm 이내인 것을 고려해 볼 때, 산란배지에 비스듬한 사선으로 산란관을 꼽고 산란하기 때문이며, 산란관 길이가 30 mm 이내인 다른 여치과의 산란 깊이도 토양 중 20 mm 내외에 분포하는 것으로 보고된 바 있다.⁶⁾ 여치과의 산란장소는 종류에 따라 다양한 것으로 보고되어 왔다. 유럽종인 *Metrioptera roeseli*는 식물의 줄기에 산란하며, 몇몇 *Tettigonia* spp., *Decticus*

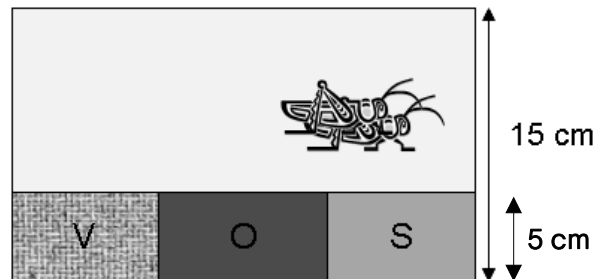


Fig. 1. Cage set up for testing ovipositional preference for *P. ussuriensis*.

*V: vermiculite, O: oasis floral form®, S: soil



Fig. 2. Adult damaged *Prunus persica* fruit (left) and female *P. ussuriensis* with ovipositor (right).

Table 1. Distribution of eggs of *P. ussuriensis* by depth reared under laboratory condition

| Depth of oviposition (mm) | 0-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 |
|---------------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| No. of eggs* | 0 | 7 | 17 | 42 | 22 | 12 |

*n=100

Table 2. Dimensional characteristics of *P. ussuriensis* egg

| | Egg* | | | |
|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| | Major axis (mm) | Minor axis (mm) | Fresh weight (mg) | Fresh weight before hatching (mg) |
| Range | 5.48 ~ 6.31 | 1.93 ~ 2.13 | 7.8 ~ 8.9 | 15.1~19.7 |
| Mean ± SD | 5.7 ± 0.22 | 2.0 ± 0.06 | 8.3 ± 0.35 | 15.4 ± 2.03 |

*n=12

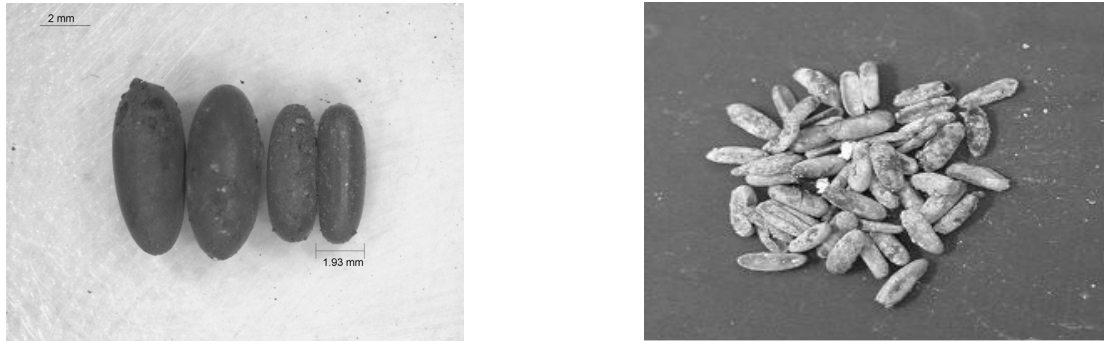


Fig. 3. The swollen eggs and normal eggs of *P. ussuriensis* (left), and dead eggs of *P. ussuriensis* at dry condition (right).

verucivorus, *Eupholidoptera smyrnensis* 등은 모래에 산란 선호를 나타내기도 한다.⁶⁾ 갈색여치는 산란관을 배지에 삽입한 후 1개의 알을 낳고, 다시 산란관을 다른 곳으로 옮겨 산란하는 행태를 보이는데, 이러한 산란행태는 알 상태로 휴면하는 다른 메뚜기목 곤충들이 알집의 형태로 산란하는 것과는 상이한 산란특성으로, 야외에서도 알집 형태는 관찰되지 않았다.^{7,8)}

알의 크기는 산란 직후 장경이 약 5.7 mm, 단경이 2.0 mm이며, 무게는 8.3 mg이었다(Table 2). 하지만, 부화 직전 난의 무게는 15.4 mg으로 산란 직후와 비교했을 때 약 2배 정도 무게가 늘어났는데, 이것은 Wardhaugh(1972)의 보고에 나타난 바와 같이 일정기간 휴면 후 휴면발육 마지막 단계에서 수분을 흡수하여 알이 팽창하기 때문으로 비교적 장시간동안 알로 휴면하는 메뚜기목 곤충의 특성으로 판단된다(Fig. 3).⁹⁾ 산란은 주로 실온에서 1주일에 암컷 한 마리당 1에서 100개의 알을 산란하였고, 전체 산란기간 동안 70개에서 250개까지 산란하였으며, 평균 산란수는 145개였다(Table 3). 7월 초순 알을 낳기 시작한 후 2주 이내에 일생 동안 산란하는 산란량의 54% 정도를 산란하였다. 첫 산란 후 3주부터 산란량이 급격히 줄었고($r^2=0.76$), 4주 이후부터 산란 마지막 주까지는 산란량이 완만한 감소를 보였으며, 산란은 약 10주 동안 지속되었다($r^2=0.90$)(Fig. 4).

Table 3. Total number of eggs per female *P. ussuriensis* during the reproduction period

| No. of treatments | Eggs (No./one pair) | | |
|-------------------|---------------------|------|------------|
| | Min. | Max. | Avg. |
| 12 | 70 | 250 | 145 ± 61.5 |

발토양, 버미큘라이트, 오아시스폼® 등 배지종류에 따른 산란선호도 조사에서, 7월 중순부터 8월 중순까지 한 달 동안 산란량을 조사한 결과 왕귀뚜라미가 오아시스폼®을 선호한 김(2005)의 보고⁵⁾와는 달리 갈색여치는 발토양을 가장 선호하는 것으로 나타났다($F=64.45$, d.f.=2; $P<0.0001$)(Table 4). 이러한 결과는, 갈색여치가 왕귀뚜라미와 달리 1회 또는 2회 이상의 겨울을 알 상태로 휴면하는 것을 고려해 볼 때(미발표), 오아시스폼®과 같은 많은 양의 수분을 함유하는 배지는 산소공급에 있어서 제한요인이 될 수 있어 장기간의 휴면환경으로 적당하지 않으며, 버미큘라이트는 수분 보유력이 흙보다 떨어지기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 장기간 동안 수분을 적절히 유지하는 측면에서 보다 유리한 물리적 구조

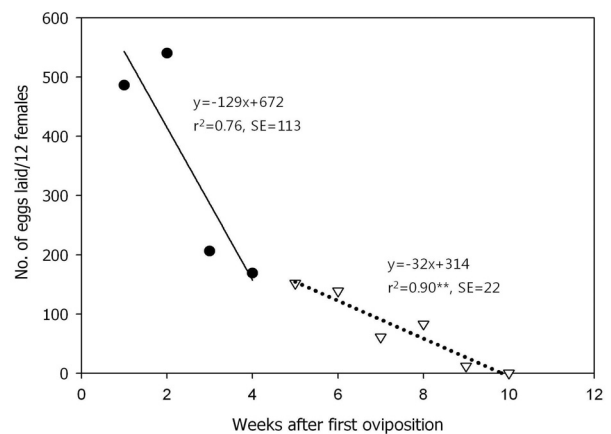


Fig. 4. Egg laying characteristics of *P. ussuriensis* from the first laying to the last laying in the indoor rearing. *Observation was made from early July to mid-September.

Table 4. Number of *P. ussuriensis* eggs (\pm SD) in each oviposition medium

| No. of treatments | Eggs (No./one pair) | | |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Soil | Vermiculite | Oasis Form [®] |
| 10 ¹⁾ | 66.3 \pm 24.7 ^{a2)} | 1.0 \pm 1.6 ^b | 5.8 \pm 5.7 ^b |

¹⁾ Observation was made from late July to late August

²⁾ Means followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.0001$; Tukey's studentized range test, SYSTAT version 9)

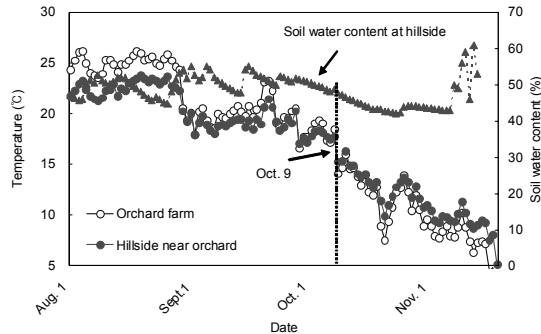


Fig. 5. Temperature and soil water content in the 3cm below surface at orchard farm and nearby hillside in Bi-tan-ri from early August to mid-November in 2007.

를 가진 흙을 버미큘라이트나 오아시스폼[®]보다 선호하는 것으로 판단된다.

한편, 실내에서 산란된 후 수분이 공급되지 않은 알은 수축현상을 보이며 죽는 것으로 관찰되었고, 야외에서는 7월 말경에 과수원으로부터 벗어나 인근 야산 덩굴이나 골짜기에 산란하는 것으로 관찰 되었다(Fig. 3). 야외에서 봄에 부화하는 약충을 조사한 결과, 과수원에서 부화하는 개체는 관찰되지 않았고, 낙엽이 쌓이고 항상 수분이 유지되는 과수원 인근의 야산 알은 골짜기에서 관찰되었는데, 이는 과수원에서는 강한 햇볕으로 인해 토양의 수분 증발이 많은 반면, 야산 골짜기는 알이 휴면하는 동안 과수원보다 상대적으로 토양수분을 유지하기가 유리하기 때문인 것으로 판단된다. 7월 초순부터 11월 말까지 갈색여치가 알을 산란하는 장소인 야산의 토양수분은 평균 40% 이상을 유지하였으며(Fig. 5), 실내와 야외의 산란장소를 비교해 볼 때 수분이 알의 휴면기간 동안 생존을 결정할 수 있는 중요한 환경인자가 될 수 있을 것으로 생각된다. 또, 인근야산과 과수원의 지온을 관찰한 결과, 산란기간 동안인 7월부터 9월까지의 과수원의 지온이 야산의 지온보다 2~3°C 높았지만, 10월 초순 이후부터 야산의 지온이 과수원의 지온보다 상대적으로 높아 겨울동안 갈색여치의 알 생존율을 높일 수 있는 환경조건이 될 수 있을 것으로 판단된다(Fig. 5). Ingrisch(1986)의 보고에서 몇 종의 여치들이 햇볕이 강하게 내리쬐는 곳 보다는 그늘지고 낙엽이 쌓인 곳을 산란장소로 선호하는데, 이것은 하루 동안의 일 평균기온차도 적고, 알 상태로 월동하는 겨울 동안의 지온도 상대적으로 높기 때문에 알의 생존율을 높일 수 있다고 하였다.⁶⁾ 갈

색여치도 Ingrisch가 조사한 여치종들과 같은 전략에서 산란 장소로 과수원보다 야산 골짜기를 선호하는 것으로 판단된다.

온도와 습도가 알로 월동하는 메뚜기목 곤충의 생존율에 중요한 인자로 작용하는 것은 이미 학계에 보고된 바가 많다.^{7,10,11,12,13)} 특히 겨울 동안의 낮은 온도와 건조한 조건은 알의 생존율을 떨어뜨리는 것으로 알려져 있다.^{12,14)} 갈색여치의 산란선호 장소에 있어 온습도 등과의 상관성 이해는 갈색여치의 대발생 원인구명에 중요한 열쇠가 될 수 있어 추후 좀 더 상세한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

최근 과수에 문제를 발생시키고 있는 갈색여치의 대발생 원인을 구명하기 위하여 갈색여치의 산란특성에 대한 연구를 수행하였다.

갈색여치는 실내실험에서 7월 초순부터 9월 초순까지 산란을 하며, 암컷 한 마리당 평균 145개의 알을 산란하였다. 일생 동안 산란하는 산란량의 54%를 산란 초기 2주 이내에 산란하였다. 평균 산란 깊이는 19.4 mm이었으며, 알의 크기는 산란 직후 장경이 약 5.7 mm, 단경이 2.0 mm이었다. 그러나 부화 직전의 알은 산란 직후 알 무게의 약 2배가량 증가하였다. 산란 배지 선호실험에서는 발토양> 오아시스폼[®]> 버미큘라이트 순으로 높은 산란 양을 보였다. 야외에서 산란 장소는 성충이 서식한 과수원이 아닌, 수분이 유지되는 인근 야산 골짜기로 관찰되어, 겨울 동안의 토양온도와 습도가 알로 월동하는 갈색여치의 생존에 중요한 영향을 미칠 수 있는 요인으로 추정된다.

참고문헌

1. Na, Y. E., Bang, H. S., Kim, M. H., Han, M. S., Kim, M. K., Roh, K. A., Lee, J. T., and Choi, D. R. (2007) The characteristic on egg-laying and vegetation grazing of *Paratlanticus ussuriensis*. *Korean J. Environ. Agri.* 26(4), 364-366.
2. Uvarov, B. P. (1926) Some Orthoptera from the Russian Far East. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 9(17), 273-291.
3. Kim, T. W. (2001). Taxonomy of Korean Tettigonoidea (Orthoptera: Ensifera). Thesis for the degree of

- master in the department of biology graduate school. *Sungshin Women's University*. Korea. p. 59-62.
4. Ahn, K. S., Yang, J. O., Noh, D. J., Yoon, C. M., and Kim, G. H. (2007) Susceptibility of ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* (Orthoptera: Tettigoniidae) to commercially registered insecticides. *Korea J. Pest. Sci.* 11(3), 194-200.
 5. Kim, N. J., Hong, S. J., Seol, K. Y., Kwon, O. S. and Kim, S. H. (2005) Egg-forming and preservation methods of the emma field cricket eggs, *Teleogryllus emma* (Orthoptera: Gryllidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 44(1), 61-65.
 6. Ingrisch, S. (1986) The plurennial life cycles of the European Tettigoniidae (Insecta: Orthoptera). *Oecologia (Berlin)*. 70, 606-616.
 7. Pickford, R. (1970) The effects of climatic factors on egg survival and fecundity in grasshoppers. In: Proc. Int. Study Conf. *Current and Future Problems of Acridology*, Lond. p. 257-260.
 8. Wardhaugh, K. G. (1980) The effects of temperature and photoperiod on the induction of diapause in eggs of the Australian plague locust, *Chortoicetes terminifera* (Walker)(Orthoptera: Acrididae). *Bull. ent. Res.* 70, 635-647.
 9. Wardhaugh, K. G. (1972) The development of eggs of the Australian Plague locust, *Chortoicetes terminifera* in relation to temperature and moisture. In: Proc. Int. Study Conf. on the current and future problems of Acridology. (Ed. Hemming, C. F. and Taylor, T. H. C.), p. 261-72. London.
 10. Hunter-Jones, P. (1964) Egg development in the desert locust (*Schistocerca gregaria* Forsk.) in relation to the availability of water. *Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)*, 36, 75-80.
 11. Pickford, R. (1966) The influence of date of oviposition and climatic conditions on hatching of *Camnula pellucida* (Scudder) (Orthoptera: Acrididae). *Can. Ent.* 98, 1145-1159.
 12. Ingrisch, S. (1984) The influence of environmental factors on dormancy and duration of egg development in *Metrioptera roeseli* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Oecologia (Berlin)*. 61, 254-258.
 13. Wardhaugh, K. G. (1980) The effects of temperature and moisture on the inception of diapause in eggs of the Australian plague locust, *Chortoicetes terminifera* (Walker)(Orthoptera: Acrididae). *Aust. J. Ecol.* 5, 187-191.
 14. Ingrusch, S. (1986) The plurennial life cycles of the European Tettigoniidae (Insecta: Orthoptera). 1. The effect of temperature on embryonic development and hatching. *Oecologia (Berlin)*. 70, 606-616.