

한국에서 날개매미충알벌(*Phanuromyia ricaniae*)의 분포 및 월동

전성욱, 공민재, 최병렬, 김지은, 김광호, 서보윤, 이관석, 조점래*

농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과

Distribution and overwintering of *Phanuromyia ricaniae* (Hemiptera: Platygastroidea), an egg parasitoid of *Ricania sublimata* (Hemiptera: Ricaniidae), in Korea

Sung-Wook Jeon, Min-Jae Kong, Byeong-Ryeol Choi, Ji Eun Kim, Kwang-Ho Kim, Bo Yoon Seo, Gwan Seok Lee and Jum Rae Cho*

Crop Protection Division, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

*Corresponding author

Jum Rae Cho
Tel. 063-238-3285
E-mail. jrcho82@korea.kr

Received: 27 September 2021

Revised: 14 October 2021

Revision accepted: 25 October 2021

Abstract: This study investigated the distribution and overwintering of *Phanuromyia ricaniae* (Hemiptera: Platygastroidea), an egg parasitoid of *Ricania sublimata* (Hemiptera: Ricaniidae), in order to acquire basic information for biological control. *P. ricaniae* is distributed in some areas of Gyeonggi, Chungcheong, Jeolla, and Gyeongnam provinces. *P. ricaniae* is highly prevalent in the southwestern plains, with a tendency to expand to the northeastern area of Korea in line with the dispersal of *R. sublimata*. The parasitism of *P. ricaniae* was 1–8% in the field, and the highest in Suncheon, followed by Gurye and Gongju. *P. ricaniae* overwintered inside the eggs of *R. sublimata* from September to June of the next year, and transformed into adults in June. The rapid cold-hardiness of *P. ricaniae* was the highest in the egg state.

Keywords: *Phanuromyia ricaniae*, *Ricania sublimata*, Distribution, Overwintering

서 론

전 세계적인 기후변화 및 국가 간 교역의 증가는 국내로 유입되는 해충의 증가 요인으로 작용한다. 유입 해충의 증가는 자연생태계 및 농생태계에 혼란을 일으켜 지역 생태계의 균형을 무너뜨릴 수 있다(Jeon *et al.* 2020). 갈색날개매미충(*Ricania shantungensis*)은 큰날개매미충과(Ricaniidae)의 해충으로 중국의 저장성, 산둥성 지방에서 최초 발생이 보고되었다(Xu *et al.* 2006; Shen *et al.* 2007; Rahman *et al.*

2012). 갈색날개매미충의 대표적 기주로는 때죽나무, 아카시나무 등의 야생식물과 밤나무, 산수유, 사과, 복숭아, 블루베리, 감 등의 재배작물을 포함한 약 62과 138종 이상이 알려져 있다(Chou and Lu 1977; Xu *et al.* 2006; Shen *et al.* 2007; Kim *et al.* 2015). 우리나라에서 갈색날개매미충의 발생은 2010년 충남 공주, 예산 지역 사과 및 블루베리 과원에서 처음 보고되었고, 현재는 전국에 걸쳐 발견되고 있다(Choi *et al.* 2011; Choi *et al.* 2012). 갈색날개매미충의 약충과 성충은 기주 식물을 흡즙하고 감로를 배설하여 식물

체의 잎과 줄기 표면에 그을음병을 일으키고(Kang *et al.* 2013), 결국엔 그을음병이 잎의 광합성을 차단하여 식물체를 고사시킨다(Kang *et al.* 2013; Lee *et al.* 2018). 이러한 그을음병 외에도 과수 재배 농가에서는 과실의 생산에 있어 갈색날개매미충에 의한 피해가 심각하다. 갈색날개매미충 성충 암컷은 재배작물의 1년생 가지 조직에 2줄로 나란히 알을 낳아 난괴를 형성하고 알이 부화하면 알의 껍질만이 남게되어 가지는 물리적 성질이 현저하게 떨어지게 된다(Jeon *et al.* 2020). 이러한 가지에 달린 과실은 어린 시기에는 별다른 증상 없이 자라다가 일정 무게 이상이 되거나 바람, 태풍 등의 물리적 자극이 가해지면 가지가 과실의 무게를 이기지 못하고 부러져 결국 생산 감소로 이어지게 된다(Choi *et al.* 2011; Choi *et al.* 2012; Kang *et al.* 2013).

현재 국내에서는 갈색날개매미충 방제를 위해 주로 화학적 방제법을 사용하고 있으나 약제 방제 이후 재배지 인근 산림지역에서 연속적으로 유입되는 개체에 대해서는 효과가 미미한 실정이다(Choi *et al.* 2011). 이러한 이유로 국내 연구자들이 갈색날개매미충의 밀도를 감소시키기 위해 다양한 방법을 모색하고 있으나(Cho *et al.* 2012; Ryu 2015; Lee *et al.* 2018), 대부분 일시적인 효과는 우수하나 지속적인 효과를 보이지 못하고 있다(Choi *et al.* 2017). 따라서 갈색날개매미충에 의한 피해를 지속적으로 감소시키기 위해서는 생물적 방제 방법이 효과적일 것으로 판단된다.

과거 우리나라에서는 해외로부터 기생벌류인 사과면충좀벌, 루비붉은강충좀벌 등을 도입하여 대상 해충의 밀도를 감소시킨 성공사례가 있다(Kim *et al.* 1979; Jeon *et al.* 2003). 이런 생물적 방제법을 적용하기 위해서는 먼저 방제 대상 해충의 생물적 특성에 관한 연구뿐만 아니라 적용하고자 하는 천적에 관한 생물·생태적 정보를 확보하기 위한 연구가 필요하다. 최근 갈색날개매미충의 생물적 방제를 위한 기초 연구로 날개매미충알벌(*Phanuromyia ricaniae*)의 생물 특성에 관한 연구가 보고된 바 있다(Jeon *et al.* 2020).

본 연구에서는 갈색날개매미충의 알 기생천적으로 알려진 날개매미충알벌의 이용 가능성을 검토하고자 날개매미충알벌의 국내 분포확산, 야외 기생율 및 이들의 월동 등을 조사한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 날개매미충알벌의 국내 분포확산

날개매미충알벌(*P. ricaniae*)의 국내 분포조사는 2015에서 2019년까지(2018년에는 조사하지 않았음) 날개매미충알벌의 주요 활동시기인 8~10월 사이에 실시하였다. 조사 지역은 강원도(3), 경기도(6), 충청북도(6), 충청남도(5), 경상북도(2), 경상남도(5), 전라북도(8) 및 전라남도(6) 등 총 41개 시군에서 2주 간격으로, 갈색날개매미충(*R. sublimata*)이 산란한 난괴를 조사지점별로 30개체씩 채집하여 분포를 확인하였다. 갈색날개매미충이 산란한 난괴는 채집하는 과정에서 물리적 피해를 받지 않도록 기주식물 상태로 난괴 중심부로부터 양방향으로 7 cm 길이를 더한 가지 형태로 채집하였고, 채집 지역을 기록하여 항온기($25 \pm 1^\circ\text{C}$, 40~60% RH, 16:8(L:D) h) 안에 있는 아크릴케이지($20 \times 20 \times 25$ cm)에 난괴 가지를 고정된 후, 시간의 경과에 따라 난괴로부터 성충으로 우화한 날개매미충알벌을 조사하였다. 최종적으로 실체현미경(Leica S8AP0, Japan) 아래에서 조사가 완료된 난괴로부터 날개매미충알벌 성충의 우화 흔적을 확인하고, 우화 흔적이 없는 난괴의 경우 수술용 칼과 핀셋을 이용하여 해부하여 날개매미충알벌의 발생 유무를 확인하여 해당 지역의 분포를 결정하였다.

2. 날개매미충알벌의 기생율

갈색날개매미충 알에 대한 날개매미충알벌의 기생율은 2016년 8월에서 10월 사이에 날개매미충알벌의 주요 발생 10개 지역에서 조사하였다. 조사 방법은 날개매미충알벌의 산란 기주인 갈색날개매미충 난괴를 지역별로 채집하여 해부현미경 아래에서 채집한 난괴 중 형태가 건전한 알을 다시 선별하여 500개씩을 준비한 다음 항온기($25 \pm 1^\circ\text{C}$, 40~60% RH, 16:8(L:D) h) 안에 있는 아크릴케이지($20 \times 20 \times 25$ cm)에 난괴 가지를 고정하여 두고, 발육을 유도하여 갈색날개매미충 알에서 우화한 날개매미충알벌의 수를 계수하여 기생율을 계산하는 데 사용하였다. 24시간 간격으로 조사하면서, 중복으로 계수되는 것을 막기 위해 매일 조사가 끝나면 날개매미충알벌 성충을 제거하였다. 조사가 완료된 난괴는 다시 실체현미경(Leica S8AP0, Japan) 아래에서 수술용 칼과 핀셋으로 해부하여 발육이



Fig. 1. Procedure for investigating the survival of *Phanuromyia ricaniae* (a: oviposition of *Ricania sublimata*, b: oviposition of *P. ricaniae*, and c: planting *Rhododendron schlippenbachii* oviposited by *P. ricaniae*).

완료되지 못하고 사망한 개체수를 확인해서 기생을 환산하였다.

3. 날개매미충알벌의 월동태

야외에서 월동하고 있는 날개매미충알벌의 발육태를 조사하기 위해 2016년 8월부터 2017년 7월까지(2016년 11월, 2017년 5월은 제외) 한 달 간격으로 전남 구례지역의 산수유(*Cornus officinalis*)에서 갈색날개매미충 난과 가지를 채취하고, 건전한 알을 100개씩 선별하여 실체현미경(Leica S8APO, Japan) 아래에서 갈색날개매미충의 알을 해부하여 알 속에서 존재하는 날개매미충알벌의 발육태를 확인하였다.

또한, 강원도 고성과 춘천지역에서 날개매미충알벌의 월동 가능성 시험을 위해 2019년 9월에 곤충사육실 내 그물망 안에 철쭉나무 포트와 갈색날개매미충 암수를 함께 넣어 두어 갈색날개매미충이 철쭉나무(*Rhododendron schlippenbachii*) 가지에 충분히 산란하도록 유도하였다(Fig. 1a). 이후 갈색날개매미충이 산란한 철쭉나무만을 남기고 갈색날개매미충을 모두 제거하고 날개매미충알벌을 접종하여 갈색날개매미충 난과에 산란을 유도하였다(Fig. 1b). 날개매미충알벌의 산란을 확인한 2019년 11월에 철쭉나무를 고성과 춘천의 야외 포장으로 옮겨심고, 다른 천적으로부터 피해를 받지 않도록 망사자루로 씌워 두었다(Fig. 1c). 다음 해 2020년 4월 갈색날개매미충 난과 가지를 채취하여 사육실(온도 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 40~60%, 광주기 16:8(L:D) h)로 옮겨와 날개매미충알벌의 우화를 조사하여 고성 및 춘천지역에서 날개매미충알벌의 월동 여부를 확인하였으며, 고성과 춘천지역의 최저 기온을 기준으로 저온항온기를 -10°C , -15°C 로 설정하고 각각 4, 10시간 동안 발육단계별로 노출시켜 내한성을 조사하였다(-10°C : egg: 77개(4h), 84개(10h), larva: 117개(4h),

87개(10h), pupa: 87개(4h), 88개(10h); -15°C : egg: 105개(4h), 81개(10h), larva: 78개(4h), 75개(10h), pupa: 71개(4h), 81개(10h); non-treated: 125개).

결과 및 고찰

1. 날개매미충알벌의 국내 분포확산

2015, 2016, 2017 및 2019년 8~10월에 걸쳐 행정구역을 기준으로 가능한 전국 41개 시군 지역을 대상으로 날개매미충알벌(*P. ricaniae*)의 발생 분포를 조사한 결과, 날개매미충알벌은 조사대상 지역 중 경기도 일부, 충청남북도, 전라남북도 및 경상남도 일부 지역에 분포하는 것으로 나타났다(Table 1). 연도별 발생 조사에서 날개매미충알벌은 서쪽 지역에서 대부분 발생하고 있었으며 시간이 경과함에 따라 점차 동쪽 지역으로 발생 범위가 확대되어 가는 경향을 보였다. 우리나라 지형적 특징을 보면 서쪽 지역은 대부분 평야지대로 해발고도가 낮고 기온이 온화한 특징을 보이고, 동쪽으로 갈수록 해발고도가 높은 산간지역의 특징을 보이며 서쪽 지역에 비해 기온이 낮다. 곤충은 발육에 있어 온도의 영향을 가장 크게 받으며, 최적 온도 조건을 기준으로 고온으로 갈수록 급격한 치사를 보이고, 저온으로 갈수록 발육에 있어 부의 영향을 끼쳐 발육영양온도와 유효적산온도를 모두 충족시키지 못하면 발육에 어려움을 겪는다(Kim *et al.* 2017). 따라서 이러한 지형 특성은 온도의 변화를 초래하고 온도에 민감한 곤충들에게 발육과 분포 결정에 있어 가장 큰 요인으로 작용한다. 따라서 날개매미충알벌의 발육 및 분포에 있어서 기온의 폭이 좁고 온화한 서쪽 지역의 경우 대부분의 지역에서 갈색날개매미충의 발생이 관찰되는 반면 상대적으로 기온의 폭이 크고 낮은 동쪽 지역에서는 아직 적응이 다소 어려울

Table 1. Geographic distribution of *Phanuromyia ricaniae* in Korea

Province	Region surveyed	Region occurred				Coordinate	
		2015	2016	2017	2019	Latitude	Longitude
Gangwon-do	Gangneung	-	-	-	×	37°45'42.32"	128°51'51.09"
	Hongcheon	-	-	-	×	37°48'22.50"	128°06'47.68"
	Wonju	-	×	×	×	37°15'02.83"	127°51'43.10"
Gyeonggi-do	Gaphyung	-	-	×	×	37°53'38.36"	127°34'27.35"
	Namyangju	-	-	×	-	37°36'06.33"	127°17'01.30"
	Osan	-	×	-	○	37°16'64.25"	127°05'70.62"
	Uiwang	-	-	-	○	37°22'57.76"	127°00'02.93"
	Youngin	-	×	×	○	37°14'63.84"	127°33'99.63"
	Anseong	-	○	○	-	36°55'47.90"	127°26'15.58"
Chungcheongbuk-do	Chungju	-	-	○	-	37°05'47.04"	127°56'26.52"
	Danyang	-	-	-	○	36°56'36.77"	128°18'48.53"
	Eumseong	-	-	-	×	36°57'40.94"	127°34'15.46"
	Goesan	-	○	○	-	36°41'56.10"	127°44'33.25"
	Jecheon	-	-	-	×	36°41'52.30"	127°44'20.41"
	Jincheon	×	×	○	-	36°53'19.78"	127°22'49.78"
Chungcheongnam-do	Asan	-	-	-	○	36°48'18.81"	127°02'47.27"
	Gongju	○	○	-	-	36°29'39.65"	126°59'23.67"
	Hongseong	-	-	-	○	36°30'18.40"	126°42'06.44"
	Seosan	-	-	-	○	36°45'11.44"	126°34'08.05"
	Yesan	-	-	-	○	36°39'31.94"	126°49'09.93"
Gyeongsangbuk-do	Mungyeong	-	-	-	×	36°43'46.71"	128°14'33.53"
	Yecheon	-	-	-	×	36°49'28.45"	128°27'29.45"
Gyeongsangnam-do	Changyang	-	○	-	-	35°32'37.84"	128°25'04.46"
	Gimhae	-	-	-	○	35°11'08.55"	128°46'26.96"
	Goseong	-	-	-	○	35°01'32.15"	128°10'17.54"
	Miryang	-	-	-	×	35°28'41.50"	128°46'26.96"
	Uiryeong	-	-	-	○	35°21'10.88"	128°09'59.27"
Jeollabuk-do	Gochang	-	-	-	○	35°28'03.92"	126°40'31.73"
	Imsil	-	○	○	-	35°34'42.93"	127°21'02.91"
	Jeongeup	-	-	-	○	35°34'56.31"	126°58'48.12"
	Jeonju	○	○	-	○	35°50'24.75"	127°12'29.82"
	Jinan	×	○	○	○	35°49'43.30"	127°18'45.25"
	Muju	-	-	-	○	36°00'05.10"	127°42'03.10"
	Namwon	-	○	○	○	35°24'51.23"	127°22'07.68"
	Wanju	×	-	○	○	35°49'42.46"	127°02'16.32"
Jeollanam-do	Gurye	○	○	○	○	35°18'04.95"	127°26'07.17"
	Gwangju	-	○	-	-	35°05'59.29"	126°53'48.35"
	Gwangyang	-	-	-	○	35°04'17.44"	127°43'37.03"
	Hwasun	-	-	-	○	35°03'57.82"	127°07'34.41"
	Jangheung	-	-	-	○	34°41'35.85"	126°53'33.02"
	Suncheon	-	○	○	-	35°06'00.67"	127°24'04.30"
Total	41	3	14	13	22		

* (-) not surveyed; (○) occurred; and (×) not occurred.

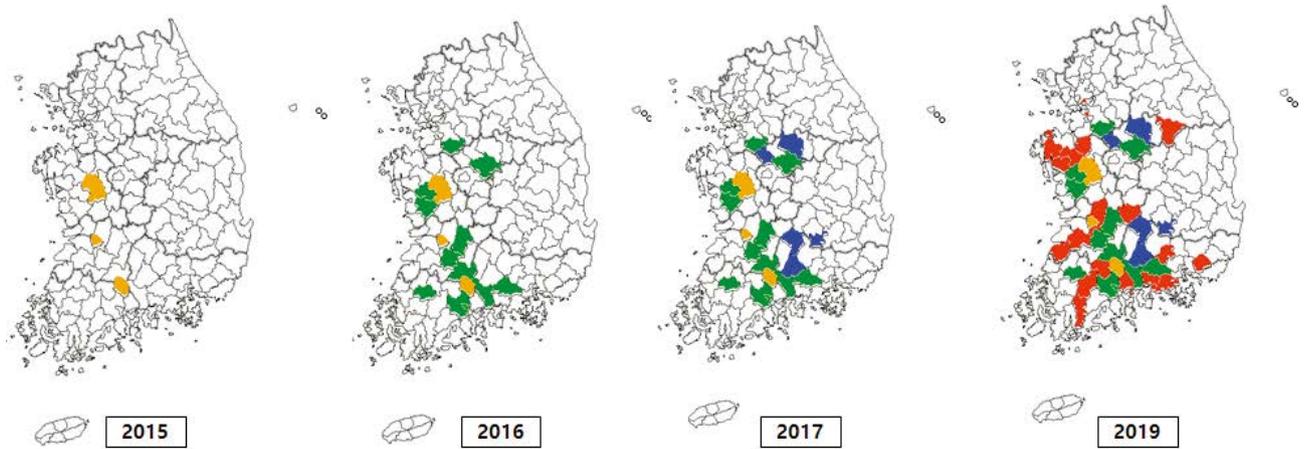


Fig. 2. Maps showing the dispersion of *Phanuromyia ricaniae* in Korea. Colored area shows the region where *P. ricaniae* was collected.

Table 2. Rate of parasitism and emergence of *Phanuromyia ricaniae*

Site examined	No. of <i>Ricania sublimata</i> eggs	No. of eggs parasitized with <i>P. ricaniae</i>	Parasitism (%)	Emergence rate (%)
Goseong	65	12	19.7±6.9	43.8±18.5
Chuncheon	40	15	39.8±13.3	31.7±20.4

것으로 생각된다.

Kim *et al.* (2015)은 날개매미충알벌의 기주곤충인 갈색날개매미충(*R. sublimata*)의 발생 조사 및 잠재서식지 예측에 있어서 지형적 특성은 갈색날개매미충의 국내 발생 분포에 영향을 끼친다고 하였다. 본 연구에서도 갈색날개매미충이 우리나라의 서에서 동으로, 남에서 북으로 확산되어 감에 따라 날개매미충알벌도 동행하여 같은 방향으로 확산되고(Fig. 2) 있는 것을 알 수 있었다. 또한, 날개매미충알벌은 기온이 온화한 서남쪽 지역에 더 많이 발생하는 것으로 조사되었다.

Jo (2014)는 갈색날개매미충의 발생 한계를 경상북도 문경지역까지 보고 있어 본 연구에서 문경 및 강원도 일부 지역까지 갈색날개매미충의 난괴를 채집하여 날개매미충알벌의 발생을 조사하였으나 알에서 날개매미충의 충태가 발견되지 않았다. 그러나 Lee and Seo (2020)는 갈색날개매미충이 우리나라 강원도 원주, 강릉, 춘천 및 고성 등에서도 분포하고 있다고 하였다. 이에 따라 본 연구에서는 날개매미충알벌이 서남쪽 지역보다 동북쪽 지역이면서 겨울 동안 온도가 비교적 낮은 춘천, 고성에서 날개매미충알벌이 생존 가능성을 시험적으로 검토한 결과(Table 2), 고성에서 43.8%, 춘천에서 31.7%의 생존율을 보여 갈

색날개매미충의 확산에 따라 날개매미충알벌이 동북쪽 지역으로 확산되어 가더라도 생존 가능할 것으로 보여, 생물적 방제인자로서의 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 날개매미충알벌의 국내 분포에 관한 정확한 정보는 야외에서 연속적으로 조사하여 확인하여야 할 것으로 본다. 또한, 날개매미충알벌의 국내 발생 범위를 알아보기 위해서는 온도를 기반으로 하는 발육 조사를 통해 각 태별 발육영점온도와 유효적산온도를 구하면 이들의 분포 범위에 대한 예측도 가능할 것으로 생각된다.

2. 날개매미충알벌의 기생율

5개 광역시 10개 지역을 토대로 갈색날개매미충 난괴를 채집하고 다시 500개의 건전한 알을 선발하여 날개매미충알벌의 기생율을 조사한 결과 기생율이 가장 높은 지역은 전라남도 순천, 구례, 충청남도 공주시 순으로 나타났다(Fig. 3). 평균 기생율은 낮은 곳이 1% 이하, 높은 곳은 8% 이상인 지역도 있었다. 기생율이 높은 지역은 대부분 해안 및 평야 지대로 평균 기온이 온화한 지역에 속하며, 갈색날개매미충의 발생 밀도가 높은 지역과 일치하는 경향을 보였다(Choi *et al.* 2012; Kim *et al.* 2014). 기생율이 낮은 지

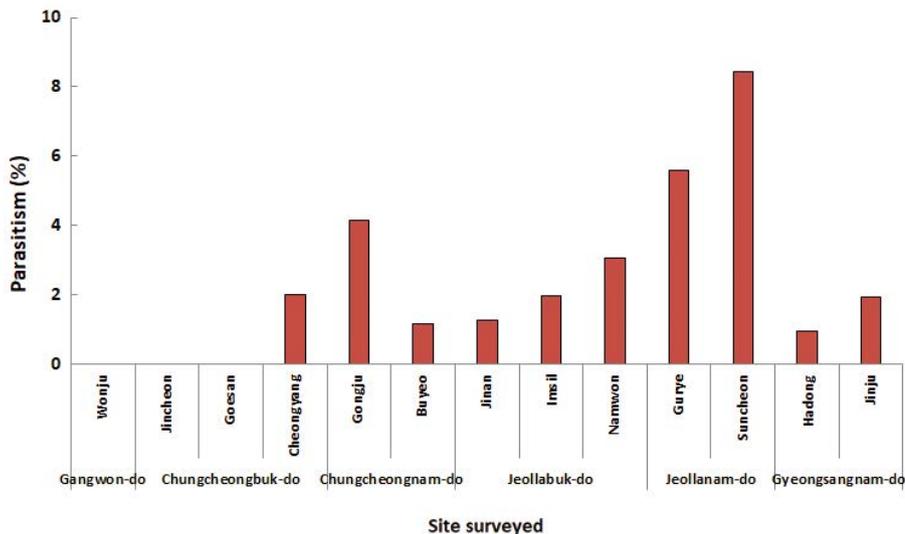


Fig. 3. Parasitism rate of *Phanuromyia ricaniae* against *Ricania sublimata* egg.

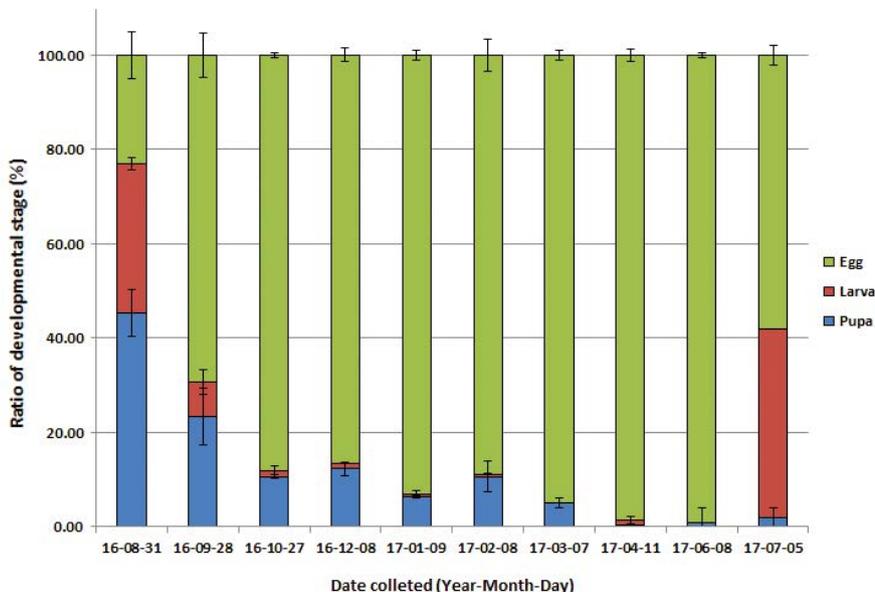


Fig. 4. Developmental stage of *Phanuromyia ricaniae* in *Ricania sublimata* egg collected at monthly intervals from Aug. 2016 to Jul. 2017.

역의 경우 해발고도가 높은 산간 지역의 특징을 보이고 있었으며, 지형의 차이는 평균온도에 가장 큰 영향을 미치고 해발고도가 상승함에 따라 표준대기 기온 감률이 m 당 평균 -0.0065°C 하강한다고 알려져 있다(Yun *et al.* 1999). 우리나라의 지형적 특징은 서쪽은 평야지로 구성되어 있으며 동쪽으로 갈수록 해발고도는 급격한 증가를 보이고 있어 평균 기온은 지형의 영향을 받아 크게 감소하는 특징을 보인다(Yun *et al.* 1999). 이러한 특징은 갈색날개매미충의

산란수, 난괴의 크기, 발생 밀도 및 분포 범위 등에 제한요인으로 작용하여(Choi *et al.* 2012), 갈색날개매미충의 기생천적인 날개매미충알벌에게 영향을 끼칠 것으로 생각된다.

3. 날개매미충알벌의 국내 월동태

2016년 8월부터 2017년 7월 사이에 한 달 간격으로 전

더 많이 발생하였으나, 시간의 경과에 따라 갈색날개매미충의 확산에 맞춰 점차 동북쪽 지역으로 발생 범위가 확산하는 경향을 보였다. 날개매미충알벌의 야외 기생율은 1~8% 정도로 순천에서 가장 높았고, 다음으로 구례, 공주 순으로 나타났다. 날개매미충알벌은 9월부터 갈색날개매미충의 난 속에서 알 상태로 겨울을 보내고, 다음 해 6월부터 발육을 시작하여 성충으로 우화하였다. 날개매미충알벌의 내한성은 알 상태에서 가장 높았다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01336202)예산 지원으로 수행하였습니다.

REFERENCES

- Cho SH, MW Park, SH Kim, HR Kwon, MJ Sue, YM Yu and YN Yun. 2012. Attraction and avoid effect of *Pochazia* sp. using *Lilium* sp. and *Clerodendrum trichotomum*. p. 109. In: Proceedings of 2012 Korean Society of Applied Entomology. Korean Society of Applied Entomology. Seoul.
- Choi DS, DI Kim, SJ Ko, BR Kang, KS Lee, JD Park and KJ Choi. 2012. Occurrence ecology of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) and selection of environmental friendly agricultural materials for control. Korean J. Appl. Entomol. 51:141-148.
- Choi YS, IS Hwang, TJ Kang, JR Lim and KR Choe. 2011. Oviposition characteristics of *Ricania* sp. (Homoptera: Ricaniidae), a new fruit pest. Korean J. Appl. Entomol. 50:367-372.
- Chou I and C Lu. 1977. On the Chinese Ricaniidae with descriptions of eight new species. Acta Entomol. Sin. 20:314-322.
- Jeon HY, DS Kim, KH Choi and SW Lee. 2003. Monitoring the occurrence of invaded diseases, pests, and weeds. p. 6. In: Annual Research Report for 2003. National Horticultural Research Institute. Suwon, Korea.
- Jeon SW, KH Kim, GS Lee, BY Seo, JE Kim, WS Kang and JR Cho. 2020. Biological characteristics of *Phanuromyia ricaniae* (Hemiptera: Platygastroidae), an egg parasitoid of *Ricania sublimata* (Hemiptera: Ricaniidae). Korean J. Environ. Biol. 38:586-593.
- Jo SJ. 2014. Study on the control and ecology of *Pochazia shantungensis*. J. Tree Health 19:35-44.
- Kang TJ, SJ Kim, DH Kim, CY Yang, SJ Ahn, SC Lee and HH Kim. 2013. Hatchability and temperature-dependent development of overwintered eggs of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae). Korean J. Appl. Entomol. 52:431-436.
- Kim DE, HJ Lee, MJ Kim and DH Lee. 2015. Predicting the potential habitat, host plants, and geographical distribution of *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 54:179-189.
- Kim DS, JJ Ahn and JH Lee. 2017. A review for non-linear models describing temperature-dependent development of insect population: characteristics and developmental process of models. Korean J. Appl. Entomol. 56:1-18.
- Kim HS, DY Moon, JS Park, SC Lee and YD Jang. 1979. Studies on integrated control of citrus pests (2): Control of ruby states (*Ceroplastes rubens*) on citrus by introduction of a parasitic natural enemy, *Anicetus beneficus* (Hymenoptera: Encyrtidae). J. Appl. Entomol. 18:107-110.
- Kim YS, KM Shim, MP Jung and IT Choi. 2014. Accuracy comparison of air temperature estimation using spatial interpolation methods according to application of temperature lapse rate effect. J. Clim. Chang. Res. 5:323-329.
- Lee GS and BY Seo. 2020. Molecular Species Identification and Transcriptomic Analysis of Salivary Gland of Insect Pests. 2021 Research Report. National Institute of Agricultural Sciences, RDA. Jeonju, Korea. pp. 20-23.
- Lee SG, SW Jeon, IH Jeong, SG Park, SB Lee, HS Lee and BY Park. 2018. Insecticidal activity of *Valeriana fauriei* oils extracted by three different methods against *Ricania shantungensis*. J. Appl. Biol. Chem. 61:47-50.
- Rahman MA, YJ Kwon, SJ Sub, YN Youn and SH Jo. 2012. The genus *Pochazia* Amyot and Serville (Hemiptera: Ricaniidae) from Korea, with a newly recorded species. Korean J. Appl. Entomol. 9:239-247.
- Ryu TH. 2015. Essential oils with repellent effect against *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae). MS thesis. Chungnam National University. Daejeon, Korea.
- Shen Q, JY Wang, JD Liu, YF Chen, XH Fan and YQ Zhu. 2007. Bionomics and control of *Ricania shantungensis*. Chin. Bull. Entomol. 44:116-119.
- Xu CQ, AP Liang and GM Jiang. 2006. The genus *Euricania melichar* (Hemiptera: Ricaniidae) from China. Raffl. Bull. Zool. 54:1-10.
- Yun JI, DS Yi, JY Chio, SI Cho, EW Park and H Hwang. 1999. Elevation-corrected spatial interpolation for near-real time generation of meteorological surfaces from point observations. AgrolInformatics J. 1:28-33.