

버즘나무 방패벌레의發育에 미치는 溫度の 影響¹

朴持斗² · 金哲洙² · 李相吉² · 朴永碩² · 康勝皓² · 申相澈²

Effect of Temperature on the Development of Sycamore Lace Bug, *Corythucha ciliata*(Hemiptera : Tingidae)¹

Ji-Doo Park², Chul-Su Kim², Gil-Sang Lee², Young-Seuk Park²,
Seung-Ho Kang² and Sang-Chul Shin²

요 약

버즘나무 방패벌레의 온도발육과 생태적 특성을 조사하기 위해 15, 20, 25, 30℃, 광주기 12L : 12D 조건의 실내와 야외에서 실시되었다. 사육온도에 따른 알의 발육기간은 15℃에서 39.1일, 20℃에서는 17.1일, 25℃에서는 9.8일로 점차 짧았으며 30℃에서는 8.0일이었다. 처리온도별 알의 부화율은 15, 20, 25, 30℃에서 각각 42.0, 78.5, 83.3, 78.7%로서 25℃에서 가장 높았다. 약충의 온도별 사망률은 15℃에서 85.3%로 높았으나 25℃에서는 24% 이하로 가장 낮은 사망률을 나타내었다. 각 온도별로 약충기를 완료하는데 필요한 발육기간은 15℃에서는 평균 58.5일로서 가장 길었으나 20℃ 이상에서는 온도의 증가에 따라 발육기간이 급격히 감소하여 25℃에서는 14.5일이었다. 알과 약충의 발육최적온도는 25℃ 전후인 것으로 예측된다. 알의 발육영점온도는 11.1℃, 유효적산온도는 144.9일도였으며, 약충의 발육영점온도는 11.5℃, 유효적산온도는 196.1일도이었다. 알에서 성충전까지의 발육영점온도와 유효적산온도는 각각 11.5℃와 344.8일도이었다. 야외조건에서 조사된 성충수명은 암컷이 평균 41.0일, 수컷은 평균 37.0일이었으며, 암컷 한 마리당 평균 90.8개의 알을 산란하였으며, 부화율은 79.2%이었다.

ABSTRACT

The development of sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*, had been studied at four constant temperature levels of 15, 20, 25, and 30℃. And characteristics of its oviposition were studied at field. Developmental periods of eggs were 39.1, 17.1, 9.8, and 8.0 days, those of nymphs were 58.5, 23.8, 14.5, and 10.8 days, hatchabilities of eggs were 42.0, 78.5, 83.3, and 78.7%, and survival rates of nymphs were 14.7, 60.5, 75.7, and 48.9% at different temperatures of 15, 20, 25, and 30℃.

Lower development threshold temperature and the effective accumulative temperature above the threshold required to complete development from egg to nymph were 11.5℃ and 344.8 degree days, respectively. The optimum temperature was estimated to be 25℃ for developments of egg and nymph. The longevities of adults were 41.0 days and 37.0 days for female and male, respectively.

Key words: *Corythucha ciliata*, *Tingidae*, *temperature*, *development*, *oviposition*, *mortality*, *sycamore lace bug*

¹ 接受 1999年 9月 2日 Received on September 2, 1999.

² 임업연구원 산림생물과 Division of Forest Biology, Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea

서 론

버즘나무(*Platanus orientalis* L.)는 낙엽활엽 교목으로 각종 도시공해에 강하고 공기 정화력이 커서 우리 나라 전국 각지에 가로수나 정원수 등으로 많이 식재되어 있다(이영노 1996, 정영진 등 1996). 그런데 1995년도에 서울, 경기, 충북 등 중부일부 지역의 가로수에서 버즘나무의 잎이 황백색으로 변하여 많은 피해가 발생하였다. 임업연구원에서는 그 피해원인을 조사한 결과 침입해충인 *Corythucha ciliata* (Say)에 의한 것으로 확인하고, 정영진 등(1996)은 본 종을 국내 미기록종으로서 버즘나무방패벌레로 새롭게 명명하고 형태적인 특성을 보고하였다.

버즘나무방패벌레는 미국 동부전역과 캐나다 남부지역에서 발생하는 것으로 알려져 있으며(Wade 1917), 기주식물로서 양버즘나무(*Platanus occidentalis* L.)를 주로 가해하지만 때로는 물푸레나무류, 닳나무 등도 가해하며 북부지역의 경우는 1년에 2세대 발생하며 남부지역에서는 2세대 이상 발생하는 것으로 알려져 있다(Drake와 Ruhoff 1965, USDA 1985). 또한 유럽의 경우 De Battisti 등(1985)은 이탈리아에서뿐만 아니라 주변 여러 나라에 분포하고 있다고 보고하였고 또한 유럽에서의 기주식물 등에 대해서도 보고하였다.

우리 나라에서는 본 종에 의한 피해가 1995년 최초 확인된 이후 피해지역이 급속히 확산되어 1998년 현재 전남과 경남의 남해안지역 일부와 제주도를 제외한 전국에 분포하고 있다. 그러나 침입해충인 버즘나무방패벌레(*Corythucha ciliata*)의 국내 유입경로에 대해서는 명확하게 밝혀지지 않았다.

본 종은 우리 나라에서 기온이 상승하는 6월 이후에는 여러 세대의 성충과 약충이 동시에 기주식물의 잎 뒷면에서 군서생활을 하며 잎을 흡즙·가해하기 때문에 수관전체의 잎이 황백색으로 변하여 도시경관을 크게 해친다(정영진 등 1996). 뿐만 아니라 수세가 약해져서 조기낙엽현상을 초래하기도 한다.

본 종을 방제하기 위하여 우리 나라에서는 전국적으로 각 지방자치단체에서 매년 막대한 예산을 투입하고 있으나 아직 국내에서는 본 종에 대한 자세한 생태적 특성과 방제법 등이 정립되어 있지 않다. 따라서 본 연구는 버즘나무방패벌레

의 온도발육에 대한 조사를 통해 효율적인 해충관리 대책수립을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시충

1998년 6월하순에 서울시 청량2동에 가로수로 식재되어 있는 버즘나무에 서식하는 버즘나무방패벌레(*Corythucha ciliata* Say) 성충을 채집하여 공시충으로 이용하였다.

2. 사육조건

온도별 변이에 다른 영기별 발육기간을 조사하기 위하여 각 영기별로 각각 15, 20, 25, 30±1℃의 온도 조건에서 사육하였다. 사육은 공시충이 접종된 잎을 페트리디쉬(지름 15cm)에 넣고 망사(mesh size 30)를 씌운 후 바닥에는 습도 조절을 위해 여과지에 물을 묻혀주어 건조하지 않게 하였다. 광주조건은 항온기내에 백열등을 설치하여 광세기 1000 Lux 이상, 광주기는 명기암기를 각각 12시간씩(L12 : D12) 반복되게 하였다.

3. 알과 약충의 발육기간과 사망률

각 온도별 처리조건에서 알의 발육기간을 조사하기 위하여 공시충이 야외의 기주식물에 산란한 잎을 채취하여 페트리디쉬에 넣고 항온기내에서 사육하였다. 현미경을 이용하여 매일 알의 부화유무를 검경하여 알의 발육기간과 부화율을 조사하였다. 또한 부화한 약충은 매일 일정한 시간에 꺼내어 탈피각을 확인하고 공시충의 영기 구분 및 생존 유무를 확인한 후 다른 용기에 옮겨주었다.

4. 발육모델

각 처리조건에 대한 공시충의 발육속도는 사육 온도별 평균 발육시간의 역수를 취하여 산출하였다. 발육모델은 최소사승법을 이용한 선형회식($y = bx + a$)을 이용하였다(Campbell 등 1974). 최소발육한계(T_b)는 발육속도가 0($y=0$)이 되는 온도를 계산($T_b = a/b$)하여 발육영점온도를 산출하였으며, 유효적산온도는 발육모델의 변화율을 역수($1/b$)로 취하여 산출하였다(Arnold 1959).

5. 성충수명, 산란수 및 생활환

야외조건에서 성충의 수명과 산란능력을 조사하기 위하여 야외에서 채집된 제1세대 성충 암수 10쌍을 임업연구원내 기주식물(버즘나무)에 접종하고 망사(크기 50×50cm, mesh size 30)를 씌워 천적 등의 영향을 받지 않도록 하였다. 접종후 공시충을 10일 간격으로 공시충이 감염되지 않은 새로 나온 잎으로 이동시키며 10일 간격으로 공시충의 사망여부를 조사하였다. 또한 성충 암수 16쌍을 분리하여 기주식물(버즘나무)에 각각 접종하고 접종된 가지는 망사(크기 50×50cm, mesh size 30)를 씌워서 천적 등의 영향을 받지 않게 하여 암컷한 마리당 산란수와 알의 부화율을 조사하였다. 알의 부화율은 전체 개체수를 합하여 산출하였다. 온도발육실험, 야외관찰 및 기상자료(기상청 1998) 등의 자료를 종합하여 우리 나라에서 버즘나무방패벌레의 일반적인 생활경과표를 작성하였다. 야외에서는 1997년 10월부터 1998년 11월까지 조사여건에 따라 1~2주일마다 한번씩 서울 동대문구 청량2동 일대에 가로수로 식재되어 있는 버즘나무에 서식하는 버즘나무방패벌레의 영기 상태 및 서식지 등을 직접 관찰, 조사하였다.

6. 통계분석

각 처리조건에 대한 통계적 유의성을 검정하기 위하여 SPSS(1997)를 이용하여 회기분석, t-검정, 분산분석(ANOVA) 및 Tukey's HSD(honestly significant difference) 다중비교분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 알의 발육기간과 부화율

사육온도별 처리조건에 따른 알의 발육기간은 15℃에서 39.1±1.7일, 20℃에서는 17.1±1.2일,

25℃에서는 10일 내외로 점차 짧게 나타났으며 30℃에서는 온도 증가에 따른 감소폭이 감소하여 8일 내외를 나타내어 온도변이에 따른 발육기간의 차이가 있었다($P < 0.05$)(표 1). 알의 부화율은 처리온도 15, 20, 25, 30℃에서 각각 42.0, 78.5, 83.3, 78.7%로서 온도가 증가함에 따라 부화율도 증가하였으나 30℃의 고온에서는 다시 감소하였다(표 1). 따라서 알의 부화를 위한 최적온도는 25℃내외 인 것으로 사료된다.

이러한 결과는 최근 김길하 등(1999)이 버즘나무방패벌레를 광주기 16L : 8D의 조건에서 사육 실험한 결과 알의 발육기간이 20, 25, 30℃에서 각각 16.2, 10.5, 7.8일이라고 보고하였는데 변이폭을 고려하면 본 연구결과와 유사하였다. 그러나 그들은 15℃에서는 알이 부화를 하지 않았다고 하였는데 이는 본 연구와 다른 결과를 보였다. 이러한 차이가 광주기의 차이에 의한 것인지에 대해서는 휴면과 관련지어 보다 많은 연구가 필요한 것으로 사료된다.

2. 약충의 발육기간과 사망률

월동성충이 버즘나무의 새로운 잎에 산란한 알을 채집하여 온도조건별로 항온상태를 유지하며 각 영기별 발육기간과 사망률을 조사한 결과 1령에서 5령까지의 약충기 동안 사망률은 15℃에서 85.3%로 높았으나 25℃에서 24%이하로 가장 낮은 값을 나타내었다(그림 1). 반면 30℃에서는 오히려 사망률이 증가하였다. 이는 약충의 발육최적온도가 25℃ 전후라는 것을 제시해 주고 있다.

각 영기별 약충의 사망률에 있어서도 15℃의 저온에서는 1령 약충일 때 41.2%로 가장 높았으며 모든 영기에서 20% 이상의 사망률을 보였다. 또한 30℃의 고온에서는 1~3령 약충기에는 사망률이 15%이상을 보였지만 4령 이후에는 4~6%로 낮았다. 그러나 25℃에서는 모든 약충기에 있

Table 1. Hatchability and developmental period of *Corythucha ciliata* egg at different temperatures.

Temperature (°C)	N ¹⁾	Hatchability (%)	Developmental period (day) ²⁾	Range (day)
15	149	42.0	39.1±1.7 a ³⁾	37 - 44
20	126	78.5	17.1±1.2 b	16 - 20
25	144	83.3	9.8±1.0 c	7 - 12
30	202	78.7	8.0±1.5 c	6 - 11

¹⁾ Number of individuals tested

²⁾ Mean ± standard deviation

³⁾ The same characters are not significantly different at the 5% level of confidence by using the multiple comparison test of a Tukey's honestly significant difference.

어서 사망률이 10% 이하로 낮았다(표 2).

각 온도별로 약충기를 완료하는데 필요한 발육 기간은 15℃에서는 평균 58.5일로서 가장 길었으나 20~30℃에서는 온도의 증가에 따라 발육기간이 급격히 감소하여 25℃에서는 14.5일이었다(그림 1). USDA(1985)에 따르면 미국의 경우 약충

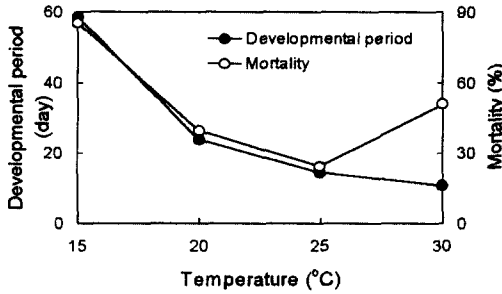


Fig. 1. Developmental period and mortality of *Corythucha ciliata* nymph at different temperatures.

기를 완료하는데 5~6주가 소요된다고 하였는데 이는 본 연구의 15℃ 온도 발육기간보다는 다소 짧지만 20℃에 보다는 훨씬 길었다.

약충의 각 영기별 발육기간은 모든 영기에서 15℃에서 10~16일로서 가장 길었으나 20℃에서는 4~6일로 급격히 감소하였으며 25℃에서는 2~3일, 30℃에서는 약 2일로서 약충의 모든 영기에 있어서 온도에 따른 발육기간의 차이를 보였다($P < 0.05$)(표 2). 또한 발육기간의 범위는 15℃의 저온에서는 발육속도가 느림에 따라 개체에 따라 8~17일간의 편차를 보였지만 20℃에서는 3~8일로 크게 감소하였으며, 25℃에서는 2~4일, 30℃에서는 1~4일로서 온도가 증가함에 따라 발육기간의 경우와 같이 변이폭도 감소하였다(표 2). 이러한 현상은 저온에서는 생리적 활성이 떨어짐에 따라 발육속도가 늦어 변이가 크게 나타나지만 온도증가와 함께 발육속도도 빨라지고 그 변이폭도 적어지는 것으로 보인다.

Table 2. Developmental period(day) and mortality(%) of *Corythucha ciliata* nymph at different temperatures at different developmental stages.

Stage (nymph)	Temperature (°C)	N ¹⁾	Mortality (%)	Developmental period (day) ²⁾	Range (day)
1st	15	68	41.2	11.8±1.4 a ³⁾	10 - 16
	20	76	9.2	4.7±0.6 b	4 - 6
	25	70	10.0	3.4±0.5 c	2 - 4
	30	90	17.8	2.4±0.5 d	1 - 4
2nd	15	40	20.0	10.5±1.6 a	8 - 13
	20	69	20.3	4.0±0.7 b	3 - 5
	25	63	4.8	3.0±0.1 c	2 - 3
	30	74	21.6	2.2±0.4 d	2 - 3
3rd	15	32	21.9	9.9±1.2 a	8 - 12
	20	55	7.3	4.1±0.5 b	3 - 5
	25	60	0.0	2.6±0.5 c	2 - 3
	30	58	15.5	2.0±0.4 d	1 - 3
4th	15	25	36.0	11.0±1.3 a	9 - 13
	20	51	3.9	4.8±0.9 b	4 - 7
	25	60	3.3	2.2±0.4 c	2 - 3
	30	49	4.1	1.9±0.3 d	1 - 2
5th	15	16	37.5	16.0±2.8 a	14 - 17
	20	49	6.1	6.2±1.0 b	4 - 8
	25	58	6.9	3.2±0.5 c	2 - 4
	30	47	6.4	2.4±0.8 d	1 - 4

1) The number of individuals tested

2) Mean ± standard deviation

3) The same characters are not significantly different at the 5% level of confidence by using the multiple comparison test of a Tukey's honestly significant difference.

Table 3. Estimation of lower developmental threshold temperature (DT) and thermal requirements for the development of egg and nymph of *Corythucha ciliata* at different temperatures.

Stage	Regression equation ^D	R ²	DT (°C)	Degree days
Egg	$Y=0.0069X-0.0769$	0.9869	11.1	144.9
Nymph 1st	$Y=0.0213X-0.2285$	0.9930	10.7	46.9
2nd	$Y=0.0232X-0.2384$	0.9857	10.3	43.1
3rd	$Y=0.0275X-0.3077$	0.9989	11.2	36.4
4th	$Y=0.0310X-0.3797$	0.9672	12.2	32.3
5th	$Y=0.0246X-0.3155$	0.9945	12.8	40.7
Nymph(overall)	$Y=0.0051X-0.0589$	0.9994	11.5	196.1
Egg~Nymph	$Y=0.0029X-0.0334$	0.9960	11.5	344.8

^D $Y=bX+a$ where Y is the developmental rate (1/day) and X is the temperature (°C).

3. 발육속도 및 발육모델

선형회기식을 이용하여 발육속도(1/발육기간)와 온도와의 관계를 분석한 결과는 표 3과 같다. 결정계수(R²)는 알과, 약충의 경우 모두 0.98 이상으로 높았다. 알의 발육영점온도(DT)는 11.1°C이며 유효적산온도는 144.9일도였으며, 약충의 발육영점온도는 11.5°C였으며 유효적산온도는 196.1일도로서 알의 경우보다 다소 높았다. 알에서 성충전까지의 영점발육온도와 유효적산온도는 각각 11.5°C와 344.8일도였다(표 3).

약충기 내에서는 1령과 2령 약충의 경우는 발육영점온도가 11°C 이하로 다소 낮은 값을 나타내었으나 노숙약충으로 갈수록 발육영점온도가 점차 높아져 5령 약충에서는 12.8°C의 값을 보였다(표 3).

최근 김길하 등(1999)은 광주기 16L : 8D의 조건에서 실시한 버즘나무방패벌레의 발육에 대한 연구에서 알과 약충의 발육영점온도는 각각 11.0°C와 10.9°C라고 하였는데 이는 본 연구결과와 유사하였다. 그러나 이들은 유효적산온도는 알과 약충에서 각각 150.3일도와 230.6일도라고 하여 광주기 12L : 12D의 조건에서 수행된 본 연구결과보다 다소 큰 값을 보여 발육속도가 다소 늦음을 보였다. 이러한 차이는 많은 연구자들이 장일성 곤충은 광주기의 일장이 긴 경우가 짧은 경우보다 생장을 빨리 한다(Danilevskii 1965, Vinogradova 1967)는 것과 상반되어 광주기 조건의 차이에 의한 결과로 판단하기는 어렵다고 사료된다. 그러나 버즘나무방패벌레가 가해를 하고 있는 기주식물인 버즘나무가 우리 나라에서 가로수로 많이 식재되어 있어 야간에도 많은 조명을 받는 점을 고려하면 광주기에 따른 버즘나무방패벌레의 발육, 활동성 및 휴면 등에 대한 보다 깊이

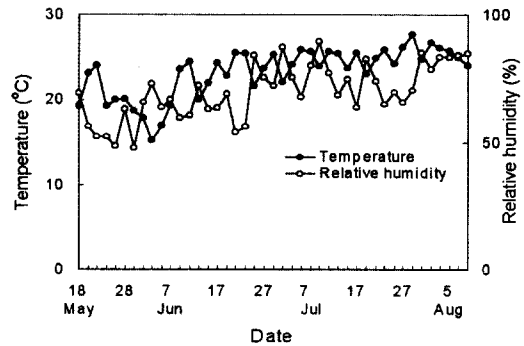


Fig. 2. Average temperature(°C) and relative humidity(%) measured in Seoul from 18th May until 10th August in 1998. The data were obtained from Meteorological Administration(1998).

있는 연구가 필요하다고 사료된다.

4. 성충수명과 산란수

그림 2는 야외조사 기간동안 서울지역의 평균 온도 및 상대습도(기상청 1998)를 2일 간격으로 나타낸 것으로서 조사기간 동안 평균온도 23.2±2.9°C, 상대습도 69.7±11.0%이었으며 다른 시기에 비해 6월초에 다소 낮은 온도를 보였다.

야외에서 제1세대 신성충 암수 10쌍을 기주식물에 접종하여 10일간격으로 성충의 수명을 조사한 결과 암컷은 평균 41.0±8.8일 이었고 수컷은 평균 37.0±11.6일로 암컷이 약 4일정도 길었으나 암수간에 통계적인 유의성은 없었다(그림 3) (P>0.05). 또한 개체에 따라서는 최대 2개월까지 생존하는 개체도 관찰되었다. 버즘나무방패벌레는 이와 같이 장기간에 걸쳐 생육을 하기 때문에 여러 세대 또는 각 층대가 혼재되어 개체군 밀도가 급격히 증가하여 기주식물을 가해함으로

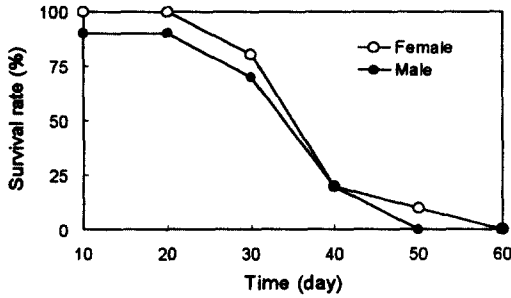


Fig. 3. Survival rate of *C. ciliata* adult.

서 온도가 상승하는 6월하순 이후에 피해가 급격히 높아지는 것으로 판단된다.

또한 야외조건에서 조사된 산란수는 암컷 한 마리당 평균 90.8±44.3개(범위 7~165개)의 알을 기주식물의 잎 뒷면의 주맥과 부맥 사이에 난괴형태로 산란하였다. 또한 산란된 1,114개의 알 중에서 882개의 알이 부화되어 부화율 79.2%를 보여 20℃의 항온기에서 부화된 부화율 78.5%와 비슷한 값을 나타내었다. De Battisti 등(1985)은 100개의 알을 산란한다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다.

5. 생활환

우리 나라에서 버즘나무방패벌레는 야외에서 1년에 3세대를 경과하는 것으로 관찰되었다. 월동을 한 성충은 4월하순에 온도가 20℃이상 수일간

지속되는 시기에 월동성충이 수피 틈에서 수상으로 이동하여 기주식물의 새로운 잎에 산란을 한다. 6월 이후에 온도가 상승하면 버즘나무방패벌레의 생리적 발육속도가 빨라져서 각 세대의 기간도 짧아지게 된다. 따라서 온도가 높은 7월경에는 2~3세대가 혼재된 상태로 기주식물을 가해하는 것을 야외에서 관찰할 수 있다. 그 이후 기온이 15℃이하로 낮아지는 9월하순부터 기주식물의 수피 밑에서 월동에 들어간 성충은 이듬해 4월하순에 평균기온이 15℃이상으로 최고기온이 20℃이상 수일간 계속하여 지속될 때 월동처로부터 수상으로 이동하기 시작하는 것으로 관찰되었다.

버즘나무방패벌레의 온도발육 실험과 야외조사 결과를 기초로 하여 작성한 연간 생활경과표는 그림 4와 같다. 온도발육모델의 자료와 비교를 위해 월별 온도자료는 기상청(1998) 자료를 이용하여 서울지역의 1998년도 순기별 온도 및 평년과의 온도차이를 구하였다. 조사년도인 1998년의 봄과 가을의 기온은 평년보다 약 2~4℃ 높았으나 버즘나무가 가장 활발히 성장하는 여름철의 기온은 큰 차이가 없었다. 이와 같이 봄철에 높은 기온은 버즘나무방패벌레의 발육속도를 증가시켜 1998년에 이른 여름부터 버즘나무에 많은 피해를 유발시켰던 것으로 사료된다. 또한 본 연구의 온도발육 조사에서 살펴본 밝혀진 바와 같이 알과 약충의 최적발육 온도가 25℃전후인 것

Month	Apr.			May			Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			
	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	
Temperature (°C)	1998	18	18	18	22	19	23	24	24	25	26	26	26	24	24	25	20	20	17			
	D	+3.8		+1.6		+0.4		+0.3				-0.4			+2.4				+2.7			
Over-wintering adult	△	△	△	△																		
First generation	Egg	○	○	○	○	○	○															
	Nymph			◇	◇	◇	◇	◇														
	Adult							+	+	+	+	+	+									
Second generation	Egg							○	○	○	○	○	○									
	Nymph								◇	◇	◇	◇	◇	◇								
	Adult										+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Third generation	Egg										○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	Nymph													◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
	Adult																+	+	+	+	+	+

Fig. 4. Summary of life history of *C. ciliata*. Symbols E, M, and L represent early, middle, and late parts of each month, respectively. Symbol D is the difference between temperatures of 1998 and an ordinary year. Temperature data were obtained from Meteorological Administration (1998). (○; egg, ◇; nymph, +; adult).

과 우리 나라의 여름철 평균기온이 25℃전후인 것을 고려한다면 일반적으로 우리 나라에서는 8월에 극심한 피해를 가지적으로 나타내게 되는 것으로 판단된다.

따라서 앞으로 방제전략을 수립, 시행할 때 이상의 연구에서 밝혀진 생태적 특성을 고려하여 수립한다면 효율적인 방제를 할 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

1. 기상청. 1998. 한국기온자료('86~'98), 108 서울. [URL] http://203.247.66.235/ko_temp/temp108.htm.
2. 김길하·최미현·김정화. 1999. 버즘나무방패벌레(노린재목, 방패벌레과) 발육과 생식에 미치는 온도의 영향. 한국응용곤충학회지, 38(2) : 117-121.
3. 이영노. 1996. 원색한국식물도감. 교학사, 서울. 1237p.
4. 정영진·권태성·여운홍·변봉규·박철하. 1996. 새로운 침입해충 버즘나무방패벌레 발생. 한국응용곤충학회지, 35(2) : 137-139.
5. Arnold, C.Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 76 : 682-692.
6. Campbell, A., B.D. Frazer, N. Gilbert, A. P. Gutierrez, and M. Mackauer. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. J. Appl. Ecol. 11 : 431-438.
7. Danilevskii, A.S. 1965. Photoperiodism and Seasonal Development of Insects, 1st English edition. Oliver & Boyd, Edinburgh and London.
8. De-Battisti, R., A. Forti, S. Zangheri. 1985. Research on biology of sycamore lace-bug(*Corythucha ciliata* Say) (Rhynchota Tingidae) in the Venteto Region. Frustula. Entomol. 20-21 : 125-141.
9. Drake, C.J. and F.A. Ruhoff. 1965. Lace-bugs of the world, a catalog(Hemiptera : Tingidae). US Nat. Mus. Bull. 243.
10. SPSS, Inc. 1997. SPSS for Windows. SPSS Inc.
11. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1985. Insects of Eastern Forests. Misc. Publ. 1426. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC, 608p.
12. Vinogradova, E.B. 1967. The effect of photoperiodism upon the larval development and the appearance of diapausing eggs in *Aedes triseiatus* Say(Diptera, Culicidae). Parasitologia, 1 : 19-26.
13. Wade, O. 1917. The Sycamore Lace-bug : (*Corythucha ciliata* (Say)). Okla. Agric. & Mech. Coll., Agric. Exp. Stn. Bull. 116, 16p.