

가루응애류 *Caloglyphus* sp.의 생태에 관한 연구

박지두¹⁾ · 김종국²⁾

Bionomics of *Caloglyphus* sp.(Acarina : Acaridae)

Ji-Doo Park¹⁾ and Jong-Kuk Kim²⁾

要 約

各 恒溫條件에서 솔잎혹파리 3령 유충을 식물물로 공급하며 응애류 *Caloglyphus* sp. 의 發育特性和 增殖能力을 조사하였다. 본 응애는 卵, 幼蟲, 第1若蟲, 第2若蟲, 成蟲의 4발육단계를 경과하며, 卵을 제외한 모든 발육충태는 솔잎혹파리 유충을 捕食하였다. 卵부터 成蟲까지의 發育所要日數는 온도가 높을수록 짧았으며, 發育限界溫度는 8.2℃, 有效積算溫度는 122.0日度이었다.

25℃항온에서 卵부터 第2若蟲까지의 生存率은 66.4%으며, 성충의 平均壽命은 수컷이 12.3일, 암컷이 10.2일 이었다. 성충은 1~2일 경과후 산란하기 시작하여 산란기간 초기에 다수의 알을 낳았으며 일생동안 평균 360.6 개체를 産卵하였다. 發育所要日數 및 齡別生存率과 産卵數를 이용하여 산출한 純繁殖率(R_0)과 平均 世代期間(T), 內的自然增加率(r_m)은 각 101.1, 9.3일, 0.494/♀/일 이었다.

ABSTRACT

Developmental characteristics and reproductive ability of *Caloglyphus* sp. were examined under the constant temperature conditions. This mites has five stages : egg, larva, protonymph, deutonymph and adult. All active instars preyed on larvae of pine gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye. The developmental period from the egg to the adult decreased with temperature increase at a range between 15℃ and 30℃. The threshold of temperature and the thermal constant for the development from the egg to the adult were 8.2℃ and 122.0 day-degrees, respectively. At 25℃, survival rate from egg to deutonymph was estimated as 66.4%, and longevity of the adult was 12.3 days for male and 10.0 days for female. After a preoviposition period of 1 and 2 days female laid an average of 360.6 eggs each, almost all during the first half of their life time. The value of the net reproduction(R_0), the mean length of a generation(T)

1) 임업연구원 산림곤충과 : Division of Forest Entomology, Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

2) 강원대학교 산림과학대학 산림자원보호학과 : Dept. of Forest Resources Protection, College of Forest Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

and the intrinsic rate of natural increase(r_m) were calculated as 101.1, 9.3 days and 0.494 per female per day, respectively.

Key words : *Caloglyphus* sp. Development, Reproductive Capacity

I. 緒 論

응애류는 식물 및 동물에 기생하여 자연계의 물질循環過程에 기여하는 動物群으로 지구상에는 약 2만종이 알려져 있다(Ehara, 1980). 이들 응애류 가운데 수종은 기주밀도를 제어하는 천적으로서 생태적 제특성이 연구되었으며(Chant, 1960; Mori and Chant, 1966; Laing, 1968; Hamamura et al, 1976; Kinn, 1967; 1983; Kinn et al, 1977; Moser, 1975), *Phytoseiulus persimilis*의 경우 대량사육법이 개발되어(McMurtry and Scriven, 1965; 1975), 生物農藥으로 이용되고 있는 등(Oatman et al, 1966; 1968; Mori and Shinkaji, 1977) 일부 응애류는 해충의 生物的防除에 중요한 역할을 하고 있다.

필자 등은 우리나라 소나무(*Pinus densiflora*) 및 곰솔(*Pinus thunbergii*)에 극심한 피해를 주고 있는 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*)의 포식성 천적을 조사하기 위하여 경기도 포천군 지역의 토양 서식 응애류를 채집하여 솔잎혹파리 3령 유충을 공급하며 실내사육한 결과 채집된 응애류 가운데 *Caloglyphus* sp.의 累代飼育이 가능하였다.

*Caloglyphus*속 응애는 무기문아목(Astigmata), 가루응애과(Acaridae)에 속하는 종으로 無氣門亞目에 포함되는 응애류는 자유생활을 하며 식성도 다양한 것으로 알려져 있다. 특히 본 종이 포함되는 가루응애과는 주로 식물기생성으로서 식물의 根이나 球根을 식해하는 해충으로 보고 되었으나(Ehara, 1980), *Caloglyphus* sp.와 같이 他 동물을 포식하는 응애는 현재까지 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 *Caloglyphus* sp.의 각 발육 蟲態의 특성을 기재하고, 發育速度 및 純繁殖率,

內的自然增加率, 平均世代期間 등의 생태를 구명하여 솔잎혹파리의 생물적 방제 가능성을 摸索하는데 필요한 기초자료를 제공하였다. 끝으로 본 연구에 필요한 표본의 동정 및 조연을 하여준 日本 北海道大學 應用動物學研究室의 齊藤 裕 教授에 감사드린다.

II. 材料 및 方法

1. 各 發育蟲態의 特性

경기도 포천군 소재 임업연구원 중부임업시험장 시험림내에서 토양중에 서식하고 있는 *Caloglyphus* sp. 200 개체를 채집하여 유리용기(직경 9cm, 높이 1.5cm)에 옮겨 놓은 후 24°C 恒溫條件에서 飼育하였다. 식이물로는 솔잎혹파리 3령 유충을 충분히 공급하였으며, 사육용기내에는 여과지를 깔고 일정량의 증류수를 매일 撒布하여 건조를 방지하였다. 累代飼育中 산란된 알을 산란당일 수집하여 유리용기(직경 5cm, 높이 0.5cm) 5개에 옮겨 넣고 성충기까지 飼育하며, 各 發育蟲態에 도달한 50개체를 임의로 추출하여 체장을 측정하고 발육 특성 등을 관찰하였다.

2. 發育速度와 生存率

各 發育蟲態의 발육소요일수에 미치는 온도 효과 및 생존율을 조사할 목적으로 누대사육 개체 가운데 처리 당일 산란된 알 60개체를 10개의 유리용기(직경 5cm, 높이 0.5cm)에 넣은 후, 15°C, 20°C, 25°C 및 30°C 항온 및 실내의 자연 광조건에서 사육하였다. 사육시 식이물(솔잎혹파리

리 3령유충)은 24시간마다 새로운 개체로 교환하거나 보충 공급 하였으며 自然斃死된 웅에는 그 개체수를 조사한 후 제거 하였다.

3. 增殖能力

성충을 40개의 유리용기(직경 5cm, 높이 0.5cm)에 각1쌍씩 넣고, 25℃항온기내로 옮긴 후 솔잎혹파리 3령유충을 충분히 공급하며 사육하였다. 광조건, 먹이의 교환 및 사망개체수의 조사는 2항과 동일한 방법으로 수행하였으며, 實體顯微鏡을 이용하여 24시간마다 각 용기당 產卵數 및 成蟲의 生死등을 관찰 기록하였다. 이상의 방법에 의해 얻어진 *Caloglyphus* sp. 암컷의 壽命, 齡別生存率(l_x) 및 齡別產卵數(m_x)를 이용하여 純繁殖率(R_0), 平均世代期間(T), 內的自然增加率(r_m)을 Birch(1948)의 방법에 의해 산출했다.

$$R_0 = \sum l_x \cdot m_x$$

$$T = \frac{\sum x \cdot l_x \cdot m_x}{\sum l_x \cdot m_x}$$

$$\sum e^{-rx} l_x \cdot m_x = 1$$

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 各 發育蟲態의 特性

솔잎혹파리 3령유충을 공급하며 사육한 *Caloglyphus* sp.의 각 발육충태 크기는 Table 1과 같다.

Caloglyphus sp.는 卵生이며 알은 장경이 0.17mm 단경이 0.13mm이며 양끝이 좁은 타원형이고 반투명한 유백색을 띠며 광택이 있다. 부화한 幼蟲(larva)은 3쌍의 다리가 있으며 0.18~0.35mm로 체장은 유백색을 띤다. 유충은 1회 脫皮後 第1若蟲(Protonymph)이 되며 第2若蟲(Deutonymph)을 경과하여 成蟲이 된다. 약충기부터 성충기까지는 4쌍의 다리를 갖추고 있으며, 약충기의 체장은 0.35~0.80mm이고, 체형 및 체색은 유충기와 유사하다. 성충의 체장은 암컷이 1.10~1.80mm, 수컷이 0.75~1.20mm로 암컷보다 작고 體毛의 수는 약충기보다 성충기에 많이 나타난다. 또한 유충이후 각 발육충태 사이에는 일시적으로 모든 활동을 중지하는 停止期가 존재하며 이는 全發育所要期間의 1/3을 차지하는 것으로 관찰되었다.

2. 發育과 生存率

各恒溫條件(15℃~30℃)에서 솔잎혹파리 3령유충을 식이물로 공급하며 *Caloglyphus* sp.의 발육 소요일수와 생존율을 조사한 결과는 Table 2와 같다.

본 종의 生存率은 25℃항온에서 66.4% 가장 높게 나타났으며 20℃와 30℃에서는 60% 전후였고, 15℃에서 37.4%로 가장 낮게 나타났다. 또한 온도조건별로 알부터 성충까지의 발육소요일수는 15℃에서 20.1±3.3일, 20℃에서 9.6±1.9일, 25℃에서 6.8±1.2일, 30℃에서 6.0±1.3일로 온도가 상승함에 따라 감소하였다. 한편 25℃항온에서 암

Table 1. Body size of each developmental stage of *Caloglyphus* sp.

Stage	Length(mm)	width(mm)	Remark
Egg	0.17	0.13	
Larva	0.18~0.35	0.13~0.35	3pairs of legs
Protonymph	0.35~0.60	0.25~0.35	4pairs of legs
Deutonymph	0.60~0.80	0.35~0.45	"
Adult	male	0.75~1.20	"
	female	1.10~1.80	"

Table 2. Survival rate and Developmental time from egg to adult for *Caloglyphus* sp.

Temperature (°C)	Survival rate (%)	Mean developmental times (Days±SD)
15	37.4(400)	20.1±3.3(50)
20	59.8(500)	9.6±1.9(50)
25	66.4(500)	6.8±1.2(50)
30	60.3(500)	6.0±1.3(50)

Figures in parentheses denote the number of individuals observed

컷과 수컷의 발육소요일수는 각 6.9일과 6.8일로 유의차가 인정되지 않았으며($p > 0.01$ t-검정), 性比(암컷/암컷+수컷)는 0.53으로 조사되었다.

발육소요일수는 잎응애류를 포식하는 *Phytoseiulus persimilis*, *Typhlodromus bambusae* 등(Hamamura et al, 1976; Saito, 1990)과 같이 비교적 짧아, 기주에 대한 천적으로서의 역할이 기대되나, 온도가 낮을수록 생존율의 감소하는 경향이 있었다. 이는 개체군 밀도가 저온에 영향 받는 것을 시사하는 바, 금후 임지내에서의 개체군밀도에 대한 동태학적인 연구가 필요하다.

본 종의 飼育溫도와 發育速度와의 관계는 Fig.1과 같다. 사육온도(T)와 발육속도(V)에 대한 직선회귀식은 $V = 0.0082T - 0.067$ ($r^2 = 0.97$)로서 發育限界溫도와 有效積算溫도는 8.2°C와 122.0日度로 계산되었다. 이를 기초로 하여 산출한 경기도 포천지역에서 *Caloglyphus* sp.의 이론적 연간世代數는 30세대였으며, 특히 솔잎혹파리의 토양서식기인 11월부터 익년 5월까지의 기간동안에 13세대를 경과하는 것으로 추정되었다.

3. 増殖能力

성충 40쌍을 25°C의 항온조건하에서 사육하여, 齡別生存率과 齡別産卵數를 조사한 결과는 Fig.2와 같다. 단 알, 유충, 약충기의 생존율은 2항의 25°C에서 얻은 값을 이용하였다. 암컷성충은 4일후부터 死亡하기 시작하여 25일후에 모든 개체가 사망하였으며 성충의 평균 생존일수

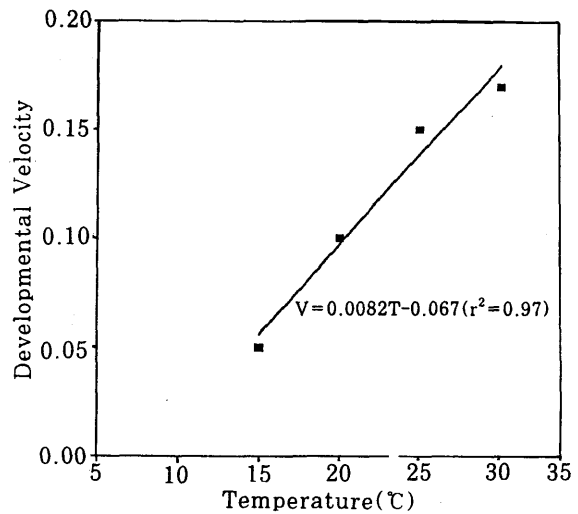


Fig.1 Relationship between temperatures and developmental velocity from egg to adult for *caloglyphus* sp.

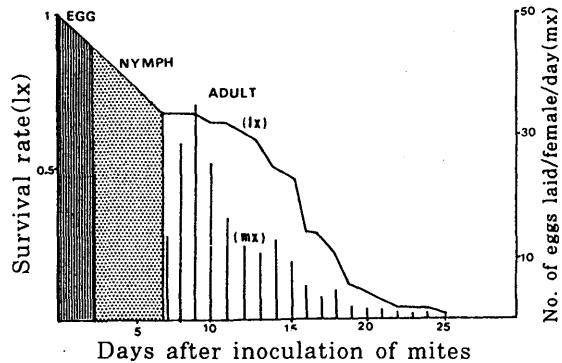


Fig.2 Age specific survival rate(lx) and fecundity(mx) of *caloglyphus* sp. at 25°C

Table 3. Life table statistics of *Caloglyphus* sp. reared at 25°C

Parameter	value
Net reproductive rate per generation (Ro)	101.1
Mean length of a generation (T)	9.3
Intrinsic rate of natural increase (r_m)	0.494/♀/day

는 암, 수컷이 각 10.0 ± 2.9 일, 12.3 ± 1.3 일이었다. 또한 성충의 산란은 탈피 1~2일후에 시작하였으며 齡別産卵數는 산란기간 초기에 많았고 이후 점차 감소하는 경향이였다. 齡別 平均産卵數는 45.4개체, 平均總産卵數는 360.6개체였다.

이상 조사된 본종의 發育所要日數, 齡別生存率 및 産卵數, 性비를 이용하여 25°C항온조건에서 산출한 純繁殖率(R_0), 平均世代期間(T), 內的自然增加率(r_m)은 Table 3과 같다. 순번식율(R_0)은 101.1, 세대기간은 9.3일, 내적 자연증가율은 0.494/♀/일로 계산되었다. 이는 잎응애류의 天敵인 *Phytoseiulus persimilis*의 0.219(Laing, 1968), *Metaseiulus occidentalis*의 0.183(Laing, 1969), *Typhlodromus bambusae*의 0.164(Saito, 1990)과 비교하여 증식력이 강한 종으로 判明된다.

引用文獻

1. Birch, L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17:15-26
2. Chant, D.A. 1961. An experiment in biological control of *Tetranychus telarius* (L) (Acarina:Tetranychidae) in a green house using the predacious mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Phytoseiidae). Can. Ent. 93:437-443
3. Ehara, S. 1980. Illustrations of the mites and ticks of Japan. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai. 562pp

4. Hamamura, T., N. Shinkaji and W. Ashihara. 1976. The relationship between temperature and developmental period, and oviposition of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot(Acarina: Phytoseiidae). Bull. Fruit Tree Res., Japan, E1:117-125.
5. Kinn, D.N. 1967. Notes on the life cycle and habits of *Digamasellus quadrisetus*(Mesotigmata:Digamasellidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 60:863-865
6. Kinn, D.N. 1983. The life cycle of *Proctolaelaps dendroctoni* Lindquist and Hunter (Acari:Ascidae) : A Mite associated with pine bark beetles. Internat. J. Acarol. 9:205-210
7. Laing, J. E. 1968. Life history and life table of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Acarologia 10:578-588
8. McMurtry, J.A. and G.T. Scriven. 1965. Insectary production of phytoseiid mites. J. Econ. Ent. 58:282-284.
9. McMurtry, H.A. and G.T. Scriven. 1975. Population increase of *Phytoseiulus persimilis* on different insectary feeding programs. J. Econ. Ent. 68:319-321.
10. Mori, H. and D.A. Chant. 1966. The influence of humidity on the activity of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and its prey *Tetranychus urticae* (Kogh) (Acarina:Phytoseiidae, Tetranychidae). Can. J. Zool. 44:863-871

11. Mori, H. and N. Shinkaji. 1977. Biological control of Tetranychid mites by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot in Japan. Japan Plant Protection Association:11
12. Moser, J.C. 1975. Mite predators of southern pine beetle. Ann. Entomol. Soc. Am. 68:1113-1116
13. Oatman, E.R. and J.A. McMurtry. 1966. Biological control of the two-spotted spider mite on strawberry in southern California. J. Econ. Ent. 59:433-439
14. Oatman, E.R., J.A. McMurtry and V. Voth. 1968. Suppression of the two-spotted spider mite on strawberry with mass releases of *Phytoseiulus persimilis*. J. Econ. Ent. 60:1344-1351.
15. Saito Y. 1990. Life-history and feeding habit of *Typhlodromus bambusae*, a specific predator of *Schizotetranychus celarius*(Acari: Phytoseiidae:Tetranychidae). Exp. Acarol. 10:41-55