

Oligota kashmirica benefica (딱정벌레목: 반날개과)의 응애류 포식량과 포식선호성

최덕수* · 김규진¹

전남농업기술원 식물환경연구과, ¹전남대학교 농업생명과학대학 농생물학과

Predatory Preference and Predation Amount of *Oligota kashmirica benefica* (Coleoptera: Staphylinidae) about Spider Mites

Duck-Soo Choi* and Kyu-Chin Kim¹

Plant Environment Research Division, Jeonnam ARES, Naju, 520-715, Republic of Korea

¹Department of Agrobiolgy, Chonnam National University, Kwangju, 500-757, Republic of Korea

ABSTRACT : These studies were carried out to investigate the amounts and preferences of *Oligota kashmirica benefica* to 3 species of phytophagous mites and cannibalism.

The number of mites consumed by an adult beetle tended to increase as prey density and temperature go up. In the constant temperature of 25°C, average number of consumed adult mites by an adult of *O. kashmirica benefica* to *Panonychus citri*, *Tetranychus urticae* and *T. kanzawai* were 21.9, 13.5, and 14.1 for a day, respectively. The number of mites consumed by larva of *O. kashmirica benefica* tended to increase as the larva grow up. First, 2nd and 3rd larva of the beetle consumed 2.8, 11.2 and 25.4 adult of citrus red mite (*P. citri*) for a day, respectively. Total number of mites consumed during larval stage (5 days, 25°C) to *P. citri*, *T. urticae* and *T. kanzawai* were 77.7, 61.3 and 73.0, respectively.

The larva and adult beetle did not prefer specific species in the *P. citri*, *T. urticae* and *T. kanzawai*, and when there was no diet, few incidents of cannibalism between different developmental stage were observed.

KEY WORDS : Predatory characteristic, Natural enemy, *Oligota kashmirica benefica*

초 록 : 포식성 천적 *O. kashmirica benefica*의 식식성 응애류 3종에 대한 포식량, 포식선호성 그리고 동족포식을 조사하였다.

성충의 일평균포식량은 먹이인 응애의 밀도와 온도가 높을수록 증가하였다. 25°C 항온조건하에서 *O. kashmirica benefica* 성충의 일평균포식량은 곱응애, 점박이응애, 차응애 성충을 각각 21.9, 13.5, 14.1마리씩 포식하였다. 유충의 포식량은 영기가 증가할수록 많아져서, 1령, 2령, 3령 유충이 각각 2.8, 11.2, 25.4마리의 곱응애 성충을 포식하였다. *O. kashmirica benefica* 유충은 곱응애, 점박이응애, 차응애 성충을 유충기간(5일, 25°C) 동안 각각 77.7, 61.3, 73.0마리씩 포식하였다. *O. kashmirica benefica* 유충과 성충은 곱응애, 점박이응애, 차응애 중에서 특정한 종을 선호하는 경향은 없었으며, 먹이가 없을 때에도 동족포식 정도는 매우 낮았다.

검색어 : 포식특성, 천적, *Oligota kashmirica benefica*

* 본 연구의 일부는 전남대학교 학술진흥기금(2002)에 의하여 수행되었음.

*Corresponding author. E-mail: dscheo@hanmail.net

깨알반날개류는 세계적으로 약 200여 종이 존재하며, 부식된 식물과 나무의 껍질 속이나 식물의 잎 등 다양한 환경에서 서식하며 응애와 같은 소형 절족동물을 포식한다(Naomi, 1984). *Oligota*속의 곤충을 천적이라고 보고하였거나 이에 대한 연구를 수행한 국가는 일본, 미국, 한국, 중국 등 11개국으로 대부분이 1980년대 후반기부터 시작되었고, 연구되고 있는 곤충은 *Oligota kashmirica benefica*, 깨알반날개(*O. yasumatsui*), *O. flavicornis* 등 7종이다. 일본에서는 깨알반날개류로 6종이 기록되어 있고, 과수원에 발생하는 굴응애(*Panonychus citri*), 점박이응애(*Tetranychus urticae*), 차응애(*Tetranychus kanzawai*)의 중요한 천적으로 보고되어 있다(Shimoda and Ashihara, 1996). 일본의 감귤과원에서는 *O. kashmirica benefica*와 깨알반날개가 혼재하여 발생하고, *O. kashmirica benefica*가 우점하는 경우가 많으며, *O. kashmirica benefica*가 주로 포식하는 응애류는 굴응애, 배응애, 점박이응애, 차응애로 보고되어 있다(Shimoda, 1993).

국내의 한국곤충명집(1994)에 *Oligota*속으로 1종이 기록되어 있으며, 감귤의 굴응애(Catling et al., 1977), 사과원의 사과응애(*Panonychus ulmi*)와 점박이응애(Lee et al., 1994), 차밭의 차응애(Kim, 1994)의 천적으로 조사된 바 있지만, 기초적인 생태연구도 이루어지지 않은 실정이다. Kim and Choi (2000)는 유자과원에 발생하는 굴응애의 천적으로 *O. kashmirica benefica*와 *O. yasumatsui*가 혼재하여 발생하며, 5월 중순부터 11월 중순까지 연 4-5세대 발생하고, 9월 상순에 발생최성기를 이룬다고 하였다.

본 시험은 우리나라 과수원에 발생하는 응애류의 포식성 천적인 *O. kashmirica benefica*의 포식특성을 조사하여 생물적 방제의 기초자료로 이용코자 과수원과 시설작물에 가장 피해가 심한 굴응애, 점박이응애, 차응애를 대상으로 천적 *O. kashmirica benefica*의 포식량과 포식선호성을 조사하였다.

재료 및 방법

응애 및 천적의 사육

본 시험에 천적의 먹이로 이용한 응애는 굴응애, 점박이응애, 차응애로 3종이며 굴응애는 전남 고흥에 소재한 전남농업기술원 난지과수시험장 시험포장에 자연발생한 응애를 채집하여 화분에 심은 유자나무를

기주로 하우스에서 누대사육하며 이용하였고, 점박이응애와 차응애는 전남 보성 소재의 차시험장 시험포장에 발생한 응애를 채집하여 강낭콩을 기주로 하우스 내에서 누대사육하며 이용하였다. 천적 *O. kashmirica benefica*는 난지과수시험장 유자 시험포장에 발생한 응애를 채집하여 위의 먹이응애를 공급하며 실내사육하여 이용하였다.

발육단계별 포식량

유자과원에 발생한 천적 *O. kashmirica benefica*의 발육단계별 잎응애류 포식량을 조사하였다. 굴응애는 강낭콩에서 서식하지 못하고, 점박이응애와 차응애는 유자잎에서 서식하지 못하므로 기주식물을 통일하지 못하고 굴응애를 접종한 사례는 유자잎을, 점박이응애와 차응애를 접종한 사례는 강낭콩 잎을 이용하였다. 직경 9 cm, 높이 2.5 cm의 뚜껑이 있는 사례 바닥에 증류수로 적신 탈지면을 깔고 그 위에 3×5 cm로 자른 각각의 잎을 뒷면이 위로 향하게 배치하였다. 잎의 가장자리에 젖은 솜을 올려 경계를 만들어 잎의 건조를 예방함과 동시에 이동성인 곤충이 잎에서 이탈하는 것을 예방하였으며, 뚜껑에는 통풍이 되도록 직경 3 cm의 구멍을 뚫고 망사를 붙였다. 모든 포식량 시험은 항온기 내에서 이루어졌으며, 항온기내 습도는 60 ± 10%였고, 조명은 14L: 10D 조건이었다.

O. kashmirica benefica 유충의 영기별 포식량을 보기 위하여 25°C 항온조건에서 굴응애, 점박이응애, 차응애 성충을 전술한 사례에 1령 유충에게는 10마리, 2령 유충에게는 20마리, 3령 유충에게는 30마리를 각각 먹이로 공급하며 일평균포식량을 조사하였다. 성충에게는 먹이를 각각의 응애 성충 30마리씩을 공급하며 15, 20, 25, 30°C의 4수준 온도에서 일평균포식량을 조사하였다. 한편, 먹이응애 밀도에 따른 포식량의 변화를 보기 위하여 전술한 사례에 굴응애 성충을 각각 20, 30, 40마리씩 공급하고 천적 성충을 접종하여 일평균포식량을 조사하였다. 모든 포식량 시험에서 먹이로 제공한 성충이 포식당하기 전까지 산란한 알은 제거하지 않은 상태로 수행되었다.

포식 선호성

O. kashmirica benefica 유충과 성충의 3종 잎응애류, 즉 굴응애, 차응애, 점박이응애에 대한 포식선호성을 조사하였다.

한 공간에 응애류 3종이 기주식물에서 탈출하지 않고 서식할 수 있는 기주를 탐색한 결과 최윽이었다. 물에 적신 여과지를 샬레 바닥에 깔고, 잎응애류의 공통기주인 최윽을 가로 5 cm × 세로 5 cm로 잘라 뒷면이 위로 향하게 배치한 다음 잎응애 3종의 성충을 각각 10마리씩 총 30마리를 접종하였다. 24시간 동안 절식한 *O. kashmirica benefica* 3령 유충과 성충을 샬레당 각각 한 마리씩 10반복으로 접종하여 25°C 항온기에 배치하였다. 천적 접종 24시간 후 해부현미경하에서 살아있는 충과 포식당한 충을 구분하여 종별 포식량을 조사하였다. 이때 각종 응애류가 포식당하기 전까지 산란했던 알이 포식당한 양은 계산하지 않았다.

동족 포식(Cannibalism)

먹이가 없을 때 *O. kashmirica benefica*의 동족포식 여부 및 포식정도를 시험하기 위하여, 각 발육단계들 간에 포식이 가능한 5가지 조합(성충이 성충을, 유충이 유충을, 성충이 유충을, 성충이 알을, 유충이 알을)으로 포식시험을 실시하였다.

직경 9 cm의 샬레 바닥 전체면적에 유자잎 앞면에 양면테이프를 발라 샬레바닥에 붙혀 잎 뒷면이 위로 향하게 붙이고 잎자루 부분에는 잎의 건조를 예방하기 위하여 물에 적신 탈지면을 붙여주었다. 그리고 잎 위에 갓 산란된 알과 3령 유충을 가는 붓으로 샬레 바닥에 붙여놓은 유자잎에 옮겨 붙여서 시험하였으며 각 처리별 3반복으로 배치하였으며 25°C, 습도 60 ± 10%의 항온기에 넣어놓고 24시간과 48시간 후에 생충수와 사충수를 조사하였다. 알을 옮겨 붙일 때에는 탈피각으로 피복된 상태 그대로 옮겨졌다. 한편, 48시간 이내에 죽은 충이 동족에 의하여 포식당하여 죽었는지 아니면 굶어죽은 것인지 판단하기 위하여는 먹이가 전혀 없는 상태로 48시간동안 생존이 가능한지를 알아야 하기 때문에 전술한 샬레에 유충과 성충을 각각 한 마리씩 10반복으로 접종하여 생사 여부를 조사하였다.

결과 및 고찰

발육단계별 포식량

O. kashmirica benefica 유충의 영기별 포식량은

Table 1. Number of prey adults consumed per day by *O. kashmirica benefica* larva on three species of mites at 25°C (RH60 ± 10%, 14L : 10D)

Predator stage	Prey density (adults)	No. of consumed mites/day		
		<i>P. citri</i>	<i>T. urticae</i>	<i>T. kanzawai</i>
1st instar	10	2.8 ± 1.151 (n = 10)	2.6 ± 1.43 (n = 10)	3.6 ± 1.58 (n = 10)
2nd instar	20	11.2 ± 2.74 (n = 20)	12.3 ± 2.58 (n = 20)	13.0 ± 2.94 (n = 20)
3rd instar	30	25.4 ± 3.20 (n = 20)	17.7 ± 3.86 (n = 20)	21.8 ± 3.49 (n = 20)
Total ²		77.7 ± 7.09	61.3 ± 7.87	73.0 ± 8.01

¹ Mean ± standard deviation.

² Total number of prey consumed during larva period of 5 days.

(Table 1) 먹이응애 종류에 관계없이 총체가 성장할수록 포식량이 큰 폭으로 증가하는 경향으로 일평균 포식량이 1령 유충은 2.8-3.6마리, 2령 유충은 11.2-13.0마리, 3령 유충은 17.7-25.4마리였다. 유충기간(5일) 동안 총 포식량은 굴응애, 차응애, 점박이응애를 각각 77.7, 73.0, 61.3마리로 굴응애 > 차응애 > 점박이응애 순으로 포식량이 많았다. 굴응애, 점박이응애, 차응애에 대한 *O. kashmirica benefica* 성충의 포식량은 동일한 온도조건에서 응애 종류에 따라 포식량이 다소 차이가 있었으며, 점박이응애와 차응애보다는 굴응애의 포식량이 훨씬 많았다. 또한, 동일한 먹이응애일 경우 온도가 높을수록 포식량이 증가하는 경향이였으며, 3령 유충이 성충보다도 포식량이 많았다. 유충과 성충의 포식량 시험결과 점박이응애와 차응애보다는 굴응애의 포식량이 많았던 이유는 3가지로 분석할 수 있다.

첫째, 기주식물의 표면구조의 차이이다. 즉, 유자잎에는 털이 없는 반면 강낭콩 잎에는 앞뒷면 모두 가는 털이 존재하여 천적의 활동에 영향을 준다. *O. kashmirica benefica* 유충과 성충 모두 복부말단에 흡착판을 가지고 있으며, 흡착판을 이용하여 잎의 뒷면에 부착하는데 기주식물에 털이 있으므로 활동이 둔화되어 포식량이 줄어든다. 둘째, 응애의 생리적 특성으로 굴응애는 유자잎 표면에 실을 토하지 않지만 점박이응애와 차응애는 강낭콩 잎에 실을 토해 거미집처럼 형성하기 때문에 천적의 활동에 장애를 준다. 마지막으로 유자과원에서 굴응애를 포식하며 서식한 천적을 시험에 이용했기 때문에 친숙한 굴응애를 다른 종류의 응애보다 많이 포식하였을 가능성도 있다.

*O. kashmirica benefica*는 25°C에서 점박이응애 알

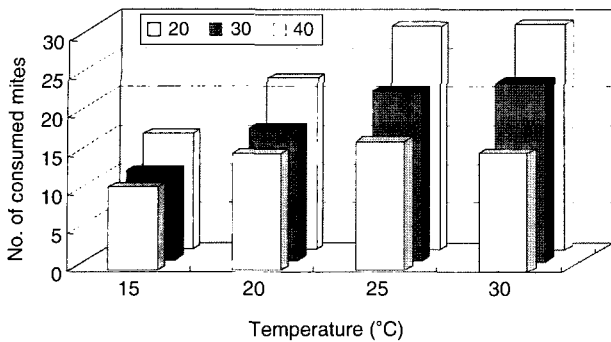


Fig. 1. Number of *P. citri* adults consumed per day by *O. kashmirica benefica* adult at different temperatures and prey densities.

을 유충기간 중에는 377개를, 암성충이 73.9일 동안 7,479개를 포식하고(Shimoda *et al.*, 1993), *O. flavicornis*는 28°C에서 차응애 알을 유충기간 중에 333개를 포식하고, 암성충은 43.3일간 4,656개를, 숫성충은 48일간 2,126개를 포식한다(Chen and Ho, 1993). 위의 성적과 본 실험에서 얻어진 성적은 먹이로 공급한 응애의 종류가 다르고 또 먹이의 발육태가 알이었음에 비해 본 실험에서는 성충을 공급했기 때문에 직접적으로 포식량을 비교할 수 없지만 Shimoda *et al.* (1993)의 결과와 유사한 경향이었고, 굴응애, 점박이응애, 차응애에 대한 다식성 포식자임을 확인할 수 있었다.

한편, 먹이응애의 밀도에 따라 *O. kashmirica benefica* 성충의 포식량 차이를 조사하기 위하여 굴응애 성충을 20, 30, 40마리/일씩 공급하며 15, 20, 25, 30°C의 항온조건에서 일평균포식량을 조사한 결과(Fig. 1), 동일한 온도에서 먹이응애의 밀도가 높을수록 포식량은 증가하였고, 동일한 밀도에서는 온도가 높을수록 포식량이 증가하였다. 포식량이 가장 많았던 경우는 30°C에서 40마리를 공급했을 때로 29.2마리를 포식하였다. 따라서 *O. kashmirica benefica*는 먹이의 밀도에 의존하여 포식정도가 좌우되며, 이러한 경향은 과수원에서 발생경향과 밀접하게 적중한다(Shimoda and Ashihara, 1996). 즉 이동성이 강한 성충은 과수원 내 응애 밀도가 높은 곳을 찾아다니며 포식하고, 밀도가 낮을 때에는 모든 응애를 포식하지 않은 상태로 다른 밀도 높은 곳을 찾아 이동하므로(Shimoda and Ashihara, 1996) 천적으로서 장점이자 단점이 되기도 한다.

포식 선호성

일응애류 3종 즉 굴응애, 점박이응애 그리고 차응애

Table 2. Number of prey adults consumed per day by *O. kashmirica benefica* adult on three species of mites at different temperatures

Temp. (°C)	Prey density	No. of consumed mites/day		
		<i>P. citri</i>	<i>T. urticae</i>	<i>T. kanzawai</i>
15	30	11.5 ± 1.7 (n=20)	7.5 ± 2.50 ¹ (n=20)	4.8 ± 1.40 (n=20)
20	30	17.0 ± 3.3 (n=20)	10.0 ± 4.04 (n=20)	10.1 ± 2.38 (n=20)
25	30	21.9 ± 4.0 (n=20)	13.5 ± 4.05 (n=20)	14.1 ± 3.19 (n=20)
30	30	23.1 ± 3.3 (n=20)	14.3 ± 3.11 (n=20)	20.0 ± 2.73 (n=20)

¹ Mean ± standard deviation.

Table 3. Prey preference of 3rd instar and adult of *O. kashmirica benefica* on three species of phytophagous mites

Prey	No. of mites provided	No. of consumed mites/day	
		Adult (n=10)	3rd larva (n=10)
<i>P. citri</i>	10	4.3 ± 1.33 ¹	4.6 ± 1.23
<i>T. urticae</i>	10	4.0 ± 1.36	4.5 ± 1.61
<i>T. kanzawai</i>	10	4.6 ± 1.15	5.1 ± 1.10
Total	30	12.8 ± 2.22	14.2 ± 2.80

¹ Mean ± standard deviation.

가 동일한 공간에 존재할 때 *O. kashmirica benefica*가 선호하는 응애는 어떤 종인가 선호성을 시험한 결과(Table 3), 성충이 1일 동안 총 12.8마리를 포식하였는데, 응애 종류별 포식량에 큰 차이가 없었으며 이러한 경향은 3령 유충에서도 마찬가지였다. 따라서 *O. kashmirica benefica*는 굴응애, 점박이응애, 차응애 중 특별한 종을 선호하지는 않았다.

표 2에서 *O. kashmirica benefica* 성충이 25°C에서 굴응애, 점박이응애, 차응애의 일평균 포식량이 각각 21.9, 13.5, 14.1마리였는데 먹이선호성 시험에서 12.8마리로 점박이응애와 차응애의 포식량과는 유사하지만 굴응애 포식량과는 많은 차이가 있었는데, 그 이유는 기주식물의 조건에 의한 천적의 활동환경에 차이가 있었기 때문이라고 판단된다. 즉 굴응애에 대한 포식량을 조사할 때에는 털이 전혀 없는 유자잎을 사용했기 때문에 성충 및 유충이 활동하는데 전혀 불편함이 없었지만, 3종 일응애에 대한 먹이선호성을 조사할 때에는 공통기주인 칩잎을 이용했는데, 칩 잎 뒷면에는 가는 털이 많이 존재하므로 천적이 포식활동을 활발하게 하지 못했기 때문으로 판단된다.

Table 4. Survival rate of *O. kashmirica benefica* after interaction (cannibalism) between their stages

Innoculation	Replication	Rate of cannibalism (%)	
		After 24 hours	After 48 hours
Adult 10	3	0	0
Adult 1 + Larva 10	3	0	10
Adult 1 + Egg 20	3	0	15
Larva 10	3	0	0
Larva 1 + Egg 20	3	10	25

동족 포식(Cannibalism)

*O. kashmirica benefica*의 각 발육단계별 동족포식 여부를 시험한 결과(Table 4), 성충간 또는 유충간에는 전혀 포식하지 않았고, 성충이 알을, 유충이 알을, 성충이 유충을 포식하는 비율은 10-25% 정도로 동족을 포식하는 경향은 그다지 강하지 않았다. 3령 유충과 성충은 48시간 동안 먹이를 전혀 먹지 않고도 생존이 가능하였다.

Shimoda *et al.* (1994)에 의하면 *O. kashmirica benefica* 3령 유충은 완전히 피복된 동일종의 알은 10%, 피복되지 않은 알은 80%를 24시간 내에 포식하였다고 한다. 유충이 알을 포식한다는 점과 자연상태에서 천적의 알은 90% 이상이 피복되어 있고, 본 실험에 이용한 알이 모두 꿀응애의 탈피각으로 피복된 알이었던 것을 고려해 볼 때 동일한 결과였다. 따라서 천적 *O. kashmirica benefica*는 먹이가 전혀 없는 상태에서 성충과 유충 모두 동일한 발육단계는 포식하지 못하고, 성충이 유충과 알을, 그리고 유충이 알을 포식하지만 그 비율은 비교적 낮은 편이었다.

*O. kashmirica benefica*는 우리나라 과수원과 원예작물에 발생하는 잎응애류의 포식성 천적으로 성충의 수명이 54.3-58.6일로 매우 길고(Choi *et al.*, 2002), 일 평균포식량이 20마리 정도로 비교적 많은량을 포식하는 종으로 대량생산체계를 확립하여 잎응애류의 방제 수단으로 살포한다면 효율적일 것으로 판단된다.

Literature Cited

- Anonymous. 1994. Check list of insects from Korea. Entomol. Soci. Korea & Korea Soci. Appl. Entomol. 143 pp. Kon-kuk University Press, Seoul.
- Catling, H.D., S.C. Lee, D.K. Moon and H.S. Kim. 1977. Towards the integrated control of Korean citrus pests. Entomophaga. 22: 335-343.
- Chen, W.W. and C.C. Ho. 1993. Life cycle, food consumption, and seasonal fluctuation of *Oligota flavicornis* (Boisduval and Lacordaire) on eggplant. Chinese J. Entomol. 13: 1-8.
- Choi, D.S., K.C. Kim and J.D. Park. 2002. Effects of temperature on development of *Oligota kashmirica benefica* (Coleoptera: Staphylinidae) and its seasonal fluctuation in yuzu orchards. Korean J. Appl. Entomol. 41: 199-204.
- Kim, D.I. 1994. Ecological characteristics of *Tetranychus kanzawai* and *Amblyseius longispinosus* in integrated pest management of tea. Ph. D. Dissertation. Chonnam Nat. Univ. 15-19.
- Kim, K.C. and D.S. Choi. 2000. Natural enemies of citrus red mite, *Panonychus citri* McGREGOR, and seasonal occurrence of major predators on yuzu tree (*Citrus junos*). Korean J. Appl. Entomol. 39: 13-19.
- Lee, S.W., M.H. Lee, K.M. Choi, J.S. Hyun and M.S. Yiem. 1994. The effect of pesticide applications on the major apple insect pests and their natural enemies. RDA. J. Agri. Sci. (Crop protection) 36: 383-394.
- Naomi, S. 1984. Studies on the genus *Oligota mannerheim* (Coleoptera: Staphylinidae) from Japan. I. On the species group of *Oligota yasumatsui* Kistner, with description of a new subspecies. Entomol. Soc. Jpn. 52: 516-521.
- Shimoda, T. 1993. Biology of some *Oligota* beetles (Coleoptera: Staphylinidae) associated with spider mites in Japan. Plant protection. 47: 415-418.
- Shimoda, T. and W. Ashihara. 1996. Seasonal population trends of spider mites and their insect predator, *Oligota kashmirica benefica* Naomi (Coleoptera: Staphylinidae), in Satsuma mandarin groves and in Japanese cedar windbreaks around the orchards. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 42: 133-137.
- Shimoda, T., N. Shinkaji and H. Amano. 1993. Seasonal occurrence of *Oligota kashmirica benefica* Naomi (Coleoptera: Staphylinidae) on arrowroot and effect of prey consumption rate on development and oviposition. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 37: 75-82.
- Shimoda, T., N. Shinkaji and H. Amano. 1994. Oviposition behavior of *Oligota kashmirica benefica* Naomi (Coleoptera: Staphylinidae) I. Adaptive significance of Egg-covering behavior by adult females. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 38: 1-6.

(Received for publication 28 March 2003;
accepted 6 August 2003)