

Ethofenprox 처리시기별 콩꼬투리혹파리의 방제효과

배순도 · 비쇼 마이날리 · 김현주*

국립식량과학원 잡곡과

Control Efficacy of Ethofenprox against Soybean Pod Gall Midge, *Asphondylia yushimai* (Diptera: Cecidomyiidae) at Different Spray Time

Soon-Do Bae, Bishwo Prasad Mainali and Hyun-Ju Kim*

Cereal Crop Division, National Institute of Crop Science, Miryang 627-803, Republic of Korea

(Received on April 28, 2014. Revised on May 16, 2014. Accepted on September 5, 2014)

Abstract Occurrence of soybean pod gall midge (SPGM), *Asphondylia yushimai*, and soybean pod damage caused by SPGM, and its control efficacy treated with ethofenprox 20EC were first observed at Miryang from 2006 to 2008 in Korea. The typical damage symptoms in soybean pod caused by SPGM were brownish coloration and malformation. By beating method occurrence of SPGM was observed from beginning bloom of soybean and its collected population increased with season until middle September. Soybean pod damage caused by SPGM was heaviest at seeding date of 10th May, followed by 11th June and 26th May. Control efficacy against SPGM sprayed with one time application of ethofenprox 20EC at different spray time in soybean reproductive stage was highest with 92.9% at R2.5, followed by 87.9% at R2 and 83.6% at R3, and was low from about 19 to 66% at other spray time. Accordingly, the most effective spray time of insecticide for control of SPGM in soybean field was found to be R2.5 which is between R2 and R3.

Key words control efficacy, occurrence, pod damage, soybean pod gall midge, soybean

서 론

콩꼬투리혹파리(*Asphondylia yushimai*)는 파리목(Diptera) 혹파리과(Cecidomyiidae)에 속하며(Kanzawa, 1918; Gagne and Waring, 1990; Tokuda and Yukawa, 2007), 콩의 꼬투리를 가해하여 수량에 영향을 미치는 새로운 해충으로 최근 국내에서 발생이 확인되었다.

*Asphondylia*속 꼬투리혹파리는 Kanzawa (1918)가 일본 야마나시(Yamanashi)현 콩 포장에서 꼬투리의 기형화로 수량이 크게 줄어드는 것을 관찰하면서 최초로 보고하였다. 하지만 이 연구에서 증명은 동정되지 않았으며, 그 후 Yukawa et al. (2003)이 미토콘드리아 DNA분석을 통해

Asphondylia yushimai 라고 동정하였고, 현재 *Asphondylia*속 꼬투리혹파리는 전 세계적으로 250종 이상 발생하는 것으로 알려져 있다(Gagne and Waring, 1990; Uechi et al., 2005; Tokuda and Yukawa, 2007). *Asphondylia*속 꼬투리혹파리의 생태에 관해서는 아직도 밝혀지지 않은 것이 많지만, 1975년 지중해 Cyprus 연안의 쥐엄나무(*Ceratonia siliqua*)에서 *Asphondylia gennadii*가 월동한다는 사실이 최초로 보고되면서 세계적인 관심을 받게 되었다(Harris, 1975). 그 후 2003년 일본에서 DNA 분석을 통해 콩꼬투리혹파리는 연중 생활사를 완료하기 위해 겨울기주와 여름기주로 기주를 교대한다는 사실을 재확인하였다(Uechi and Tokuda, 2002; Yukawa et al., 2003; Uechi 2004; Uechi et al., 2005).

국내에서 콩꼬투리혹파리에 관한 연구가 처음 시작된 것은 2006년으로 2005년 밀양과 대구의 콩 포장에서 본 충에 의한 피해가 크게 나타나면서 시작되었다. 하지만 콩꼬투리혹파리의 성충 체장, 유충 및 번데기의 크기가 매우 작아

*Corresponding author

Tel: +82-55-350-1272, Fax: +82-55-353-3050

E-mail: yaehyunj@korea.kr

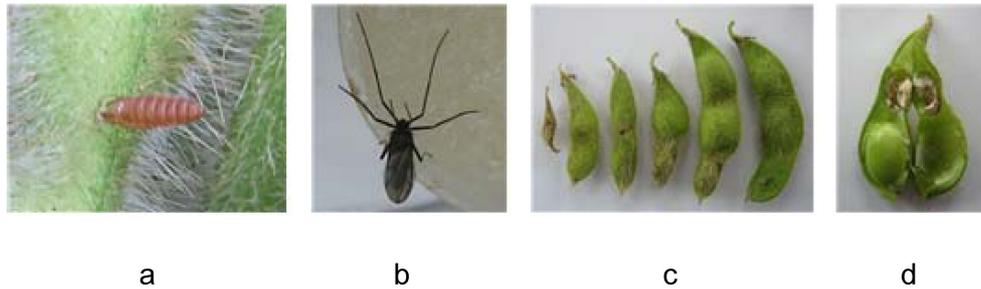


Fig. 1. Pellicle (a) after eclosion and adult (b) of *Asphondylia yushimai*, the out (c) and inside (d) of damaged soybean pod.

(Yukawa, 1980, 1985) 관찰이 어려워서 콩 식물체에서 본충이 어떻게 발생되어 콩 꼬투리에 피해를 주는지 등 기초적인 발생에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 개방화로 인한 국제 교역량의 증가와 기후변화 등으로 외래해충의 국내유입과 발생이 더욱 문제 시 되고, 또한 쌀 재고문제를 해결하기 위한 대책의 일환으로 논에서 콩을 비롯한 밭작물의 재배면적을 정책적으로 늘리고자 추진하는 상황에서, 콩의 수량감소에 영향을 미치는 콩꼬투리혹파리의 발생과 약제처리 효과를 조사하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

콩 재배 및 성충조사

콩꼬투리혹파리의 발생조사를 위하여 2006년부터 2008년까지 6월 상순에 국립식량과학원 기능성작물부 밀양의 밭포장(40 m × 50 m = 2,000 m²)에 태광콩을 표준재배법으로 파종하였으며, 재배기간 동안 농약은 전혀 살포하지 않았다. 콩 포장에서 콩꼬투리혹파리 성충의 발생은 반투명의 플라스틱 사각통(40 × 20 × 20 cm)을 콩 이랑 사이에 놓고 반복당 10회 타락하여 채집된 총 충수를 조사하였다.

꼬투리 피해 양상 및 약제방제

콩 파종기에 따른 콩꼬투리혹파리에 의한 콩 꼬투리의 피해협률은 2007년 5월 10일, 5월 26일, 6월 11일에 국립식량과학원 기능성작물부 밀양의 밭포장(40 m × 60 = 2,400 m²)을 1/3씩 나누어 태광콩을 표준재배법으로 파종하여 무농약 재배하여 조사하였다. 그 조사기준은 Fig. 1의 c와 같이 외관상 피해증상의 유무로 조사하였다. 콩 식물체를 상, 중, 하의 3부분으로 나누어 각 부위별로 꼬투리 10개를 채취하여 피해협수를 육안으로 조사하여 평균값을 구하였으며, 반복당 총 10주, 각 부위별 총 100협을 3반복하여 피해협률을 구하였다.

콩꼬투리혹파리에 대한 약제방제효과를 알아보려고 2008년 6월 12일 국립식량과학원 기능성작물부의 밭포장(40 m × 80 m = 3,200 m²)에 태광콩을 표준재배법으로 파종하여 재배하였다. 콩의 노린재류 및 나방류 방제약제로 등록된 etho-

fenprox 20EC를 콩 생식생장기의 초기에서 중기에 해당하는 R2~R4.5 사이의 다양한 시기에 1회씩만 살포한 후 9월 5일 각 처리별 꼬투리 100개를 채취하여 외관상 나타난 피해협수를 조사하여 방제효과를 구하였다. 콩의 영양생장기와 생식생장기의 각 시기별 구분은 콩 표준재배법에 의한 지침으로 구분하였다(Fehr et al., 1971).

통계처리

콩 파종기 및 조사시기에 따른 콩꼬투리혹파리 성충의 발생과 꼬투리 피해, 콩 생식생장기의 초기와 중기 사이에 1회 약제살포에 따른 꼬투리의 피해에 대한 평균값 비교를 위하여 Tukey's HSD 검정($\alpha = 0.05$) (SAS Institute Inc., 2004)으로 통계분석 하였다.

결 과

콩꼬투리혹파리는 꼬투리 안에 산란된 알에서 부화한 유충이 어린 종실을 가해하고, 꼬투리 안에서 번데기 과정을 거쳐 성충으로 우화하면서 꼬투리를 탈출하여 번데기의 껍질을 꼬투리의 표면에 붙여둔다(Fig. 1의 a). 성충은 전체적으로 모기와 비슷한 모양을 하고 있으나, 특이적으로 다리가 매우 길고(Fig. 1의 b), 산란된 시기에 따라 유충에 의한 꼬투리의 피해양상이 다양하지만, 피해부위가 발육장애로 인한 기형화되는 특징을 나타내었다(Fig. 1의 c 및 d).

2006년부터 2008년까지 밀양의 콩 포장에서 타락법에 의한 조사시기별 콩꼬투리혹파리의 발생량은 Fig. 2와 같았다. 콩꼬투리혹파리의 성충은 개화시부터 발생되기 시작하여 콩의 생식생장기가 진행될수록 그 밀도가 증가하여 조사가 완료된 9월 중순에 가장 높은 밀도를 나타내었다.

2007년 밀양에서 태광콩을 5월 10일, 5월 26일 및 6월 11일에 파종하여 콩꼬투리혹파리에 의한 콩 꼬투리의 피해협률을 조사한 결과는 Table 1과 같았다. 파종기별 콩 피해협률은 5월 10일 파종에서 조사시기 평균 11.6%로 가장 높았으며, 다음은 6월 11일 파종에서 8.7% 이었고, 5월 26일 파종에서 6.9%로 가장 낮았다. 8월 6일부터 9월 5일까지 조사시기에 따른 피해협률은 파종기에 관계없이 시기가 경과할

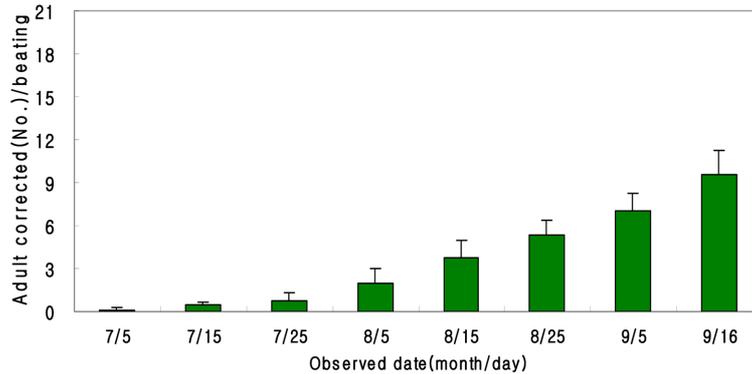


Fig. 2. Occurrence of *A. yushimai* adult observed by beating at soybean field in Miryang from 2006 to 2008. Means indicated with same letter in each test group are not significantly different (Tukey's HSD test, $\alpha = 0.05$).

Table 1. Percent of soybean pod damage by *A. yushimai* on soybean sowed at three seeding times at Miryang, 2007

Observed time (month/day)	Soybean pod damage at seeding time (mean \pm SD, %)		
	10th May	26th May	11th June
8/6	6.7 \pm 0.6a	2.7 \pm 0.6b	4.0 \pm 1.0b
8/16	9.7 \pm 2.1a	5.0 \pm 1.0b	6.3 \pm 1.2ab
8/26	13.3 \pm 1.5a	8.7 \pm 1.5b	10.7 \pm 2.1ab
9/5	16.7 \pm 2.1a	11.3 \pm 1.5b	13.7 \pm 2.1ab
Average	11.6 \pm 1.58a	6.9 \pm 1.15c	8.7 \pm 1.60b

Means indicated with same letter in each test row are not significantly different (Tukey's HSD test, $\alpha = 0.05$).

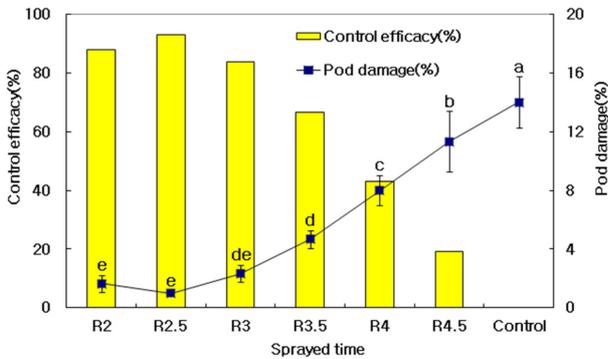


Fig. 3. Soybean pod damage by *A. yasumai* and its control efficacy at various spraying times on soybean plant at Miryang, 2008. Means indicated with same letter in each test group are not significantly different (Tukey's HSD test, $\alpha = 0.05$).

수록 증가하였다.

2008년 밀양의 태광콩 포장에서 생식생장기의 초기부터 중기까지, 즉, R2 (개화성기)부터 R4.5까지 각 단계별로 ethofenprox 20EC를 1회씩만 살포한 후 꼬투리가 완전히 비대하여 성숙단계로 접어드는 시기인 9월 5일에 각 처리별 피해협수를 조사하여 무처리에 대한 방제효과를 나타내었다 (Fig. 3). 그 결과 콩꼬투리혹파리는 R2 (개화성기)와 R2.5, 즉 콩의 생육초기에 처리한 것에서 방제효과가 가장 높았다.

고 찰

*Asphondylia*속 꼬투리혹파리의 종류는 전 세계적으로 250여종 이상으로 알려져 있으며, 이들의 성충, 번데기 및 유충의 형태는 매우 유사하나 기주 식물의 종류는 다양한 것으로 보고되었다(Gagne and Waring, 1990; Yukawa et al., 2003; Uechi et al., 2005). 성충은 2~3 mm 크기로 회갈색으로 얼핏 보면 모기와 매우 유사한 모양을 하고 있다 (Fig. 1의 b). 성장한 유충은 길이가 3 mm의 회백색이며, 번데기의 길이는 3 mm로 황갈색을 띤다(Fig. 1의 a). 일본에서 콩꼬투리혹파리는 홋카이도를 제외한 일본 혼슈, 시코쿠, 규슈지역에 널리 분포하는 것이 확인되었고(Yukawa, 1980), *Asphondylia*속 꼬투리혹파리는 오키나와를 비롯하여 동남아시아에도 널리 분포하고 있다(Yukawa, 1983; Yukawa et al., 2003; Uechi et al., 2005).

본 종은 일반적으로 개화기에 콩 포장으로 비래하여, 꽃이 떨어지고 얼마 지나지 않는 시기의 어린 꼬투리에 암컷이 산란관을 삽입하여 종실 부근에 알을 낳는데, 갓 만들어진 꼬투리에 산란되면 꼬투리가 떨어져 버리기도 한다 (Kobayashi, 1981). 콩꼬투리 안에서 유충이 자라면서 기생한 부분이 부풀고 잘록하게 보여 콩꼬투리의 외관상 모양으로 기생여부를 판단할 수 있다(Kobayashi, 1981). 우화 전의 번

데기는 꼬투리 밖으로 몸을 내밀어, 성충이 꼬투리 밖으로 탈출하도록 하며 번데기 각을 흔적으로 남긴다(Fig. 1의 a). 본 조사에서 콩꼬투리혹파리의 성충은 개화시부터 발생하여 조사가 완료된 9월 중순까지 그 밀도가 지속적으로 증가되었다. 일본의 콩포장에서 콩꼬투리혹파리 발생은 지역에 따라 차이가 있었는데, 간토에서는 7월에도 콩꼬투리혹파리가 발생하지만, 8월 하순부터 10월 상순에 발생성기라 하였으며(Naito, 1964), 미야기에서 발생초기는 간토보다 늦지만 발생성기가 9월 상~중순 이라고 하여(Takano, 1988) 본 조사와 유사한 결과를 나타내었다(Fig. 2). 또한 콩꼬투리혹파리에 의한 콩 피해는 과중기가 빠를수록 숙기가 늦을수록 피해가 많다고 하였는데(Murakami and Ishikawa, 1981; Shibuya, 1981; Takano, 1992), 본 조사에서 5월 10일 콩 과중기에서 콩꼬투리의 피해가 가장 심하였고, 다음은 5월 26일 아니라 6월 11일 과중기에서 심하였는데, 이러한 결과는(Table 1) 과중기에 따른 개화기, 착형기 및 립비대기 등의 차이로 인한 콩꼬투리혹파리의 발생량의 차이가 피해협률에 영향을 미쳤을 것으로 여겨지나, 이에 관해서는 보다 정밀한 연구가 요구되는 바이다.

콩꼬투리혹파리의 생활사는 아직도 충분히 밝혀지지 않았지만 콩 포장에서 연간 2~3회 발생하는 것으로 추정된다. 콩의 꼬투리를 가해하여 수량과 품질에 영향을 주는 콩꼬투리혹파리를 약제를 이용하여 방제하려면 방제시기가 매우 중요하다고 할 수 있다. 국내에서 콩꼬투리혹파리의 발생과 그로 인한 콩 피해가 아직까지 알려지지 않은 상태라 이를 방제하기 위한 등록약제도 없는 상태이다. 하지만 콩 노린재류 방제약제로 등록된 ethofenprox 20EC를 이용하여 콩의 R2에서 R4.5까지 총 6회의 각각 다른 생식생장기에 1회씩 살포하여 콩꼬투리혹파리에 대한 방제효과를 확인하였다(Fig. 3). 그 결과 콩꼬투리혹파리는 R2(개화성기)와 R2.5, 즉 생육초기에 처리한 것의 방제효과가 가장 높았다. 이러한 결과는 콩꼬투리혹파리의 콩 포장으로 비례하는 시기 및 산란시기와 관련된 것으로(Murakami and Ishikawa, 1981; Shibuya, 1998), 약제를 이용하여 콩꼬투리혹파리를 가장 효과적으로 방제할 수 있는 시기가 할 수 있다. 따라서 콩꼬투리혹파리의 발생에 의해 콩 수량감소가 문제되는 경우 콩꼬투리혹파리의 발생, 피해 및 방제효과에 관한 자료는 보다 적극적인 방제대책 수립에 효과적으로 이용할 수 있을 것으로 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 “주요 식량작물 병해충에 대한 저항성 평가 표준화 연구”(과제번호: PJ00925 02014)의 지원에 의하여 연구가 수행되었다.

Literature Cited

- Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood and J. S. Pennington (1971) Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Amer. Soc. Agro. 11(6):929-931.
- Gagne, R. J. and G. L. Waring (1990) The *Asphondylia* (Cecidomyiidae: Diptera) of creosote bush (*Larrea tridentata*) in North America. Proc. Ent. Soc. Wash. 92(4):649-671.
- Harris, K. M. (1975). The taxonomic status of the carob gall midge, *Asphondylia gemadai* (Marchal), comb. n. (Diptera: Cecidomyiidae), and of other *Asphondylia* species recorded from Cyprus. Bull. Ent. Res. 65(3):377-380.
- Kanzawa, T. (1918) On the soybean gall midge. J. Pl. Prot. 5: 283-285.
- Kobayashi, T. (1981). Insect pests of soybeans in Japan. Misc. Pub. Tohoku Nat. Agric. Exp. Stn. 2:1-39.
- Murakami, M. and M. Ishikawa (1981) Occurrence and chemical control of soybean pod gall midge, *Asphondylia* sp. Proc. Kanto-Tosan Pl. Prot. Soc. 28:87.
- Naito, A. (1964) Distribution of soybean pod gall fly, *Asphondylia* sp. (Diptera: Cecidomyiidae). Jpn. Soc. Appl. Ent. Zool. 8(4):300-304.
- SAS Institute (2004) SAS user's. SAS Institute, Cary, N. C.
- Shibuya, S. (1981) Distribution of crop injury by the soybean pod gall midge, *Asphondylia* sp., in Miyagi prefecture. Annu. Rep. Pl. Prot. North Jpn 32:21-22.
- Shibuya, S. (1998) Tubercle formation of soybean varieties by soybean pod gall midge, *Asphondylia* sp. (Diptera: Cecidomyiidae). Tohoku Agr. Res. 51:91-92.
- Takano, T. (1988) Seasonal prevalence of the soybean pod gall midge, *Asphondylia* sp., in the southern Tohoku district. Proc. Assoc. Pl. Prot. North Jpn. 39:189-191.
- Takano, T. (1992) Outbreak of the soybean pod gall midge, *Asphondylia* sp., in 1988. Proc. Assoc. Pl. Prot. North Jpn. 43:117-118.
- Tokuda, M. and J. Yukawa (2007) Biogeography and evolution of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) inhabiting broad-leaved evergreen forests in oriental and eastern palearctic regions. Orient. Insects 41:121-139.
- Uechi, N. and M. Tokuda (2002) Distribution of *Asphondylia* gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in Japan. ESAKIA 42:1-10.
- Uechi, N. (2004) Host alternation by gall midges of the genus *Asphondylia* (Diptera: Cecidomyiidae). Bishop Museum Bull. in Entomology 12:53-66.
- Uechi, N., J. Yukawa and S. Usuba (2005) Discovery of an additional winter host of the soybean pod gall midge, *Asphondylia yushimai* (Diptera: Cecidomyiidae) in Japan. Appl. Ent. Zool. 40(4):597-607.
- Yukawa, J. (1980) Life histories and host plants of the genus *Asphondylia* (Diptera: Cecidomyiidae) in Japan. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 26:125-127.

- Yukawa, J. (1983) Southern limit of the distribution for the soybean pod gall midge, *Asphondylia* sp. (Diptera: Cecidomyiidae). Jap. J. Appl. Ent. Zool. 27:265-269.
- Yukawa, J. (1985) Comparison between the soybean pod gall midge, *Asphondylia* sp. and its exotic relative, *Asphondylia ervi* R. bsaamen (Diptera: Cecidomyiidae). Mem. Fac. Agr.

Kagoshima Univ. 20:183-187.

- Yukawa, J., N. Uechi, M. Horikiri and M. Tuda (2003) Description of the soybean pod gall midge, *Asphondylia yushimai* sp. n. (Diptera: Cecidomyiidae), a major pest of soybean and findings of host alternation. Bull. Entomol. Res. 93(3):73-86.

Ethofenprox 처리시기별 콩꼬투리혹파리의 방제효과

배순도 · 비쇼 마이날리 · 김현주*

국립식량과학원 잡곡과

요 약 국내 최초로 밀양에서 콩꼬투리혹파리의 발생시기, 콩꼬투리 피해율 및 ethofenprox 20EC의 방제효과를 조사하였다. 콩꼬투리혹파리에 의한 콩꼬투리의 전형적인 피해증상은 피해부위의 갈변 및 기형화로 나타난다. 콩 포장에서 타락법에 의해 조사된 콩꼬투리혹파리 성충은 콩의 개화시기인 7월 5일부터 발생하여 9월 중순까지 그 밀도가 증가하였다. 파종기에 따른 콩꼬투리혹파리에 의한 콩꼬투리의 피해협률은 5월 10일 파종에서 가장 심하였으며, 다음은 6월 11일 및 5월 26일 파종 순 이었다. 콩 생식생장기에 ethofenprox 20EC 1회 살포에 따른 콩꼬투리혹파리의 방제효과는 R2.5에서 92.9%로 가장 높았으며, 다음은 R2에서 87.9%, R3에서 83.6%이었으며, 나머지 처리시기에서는 약 19~66%로 낮았다. 따라서 콩에서 콩꼬투리혹파리의 효과적인 약제방제 시기는 개화성과 착형시사이인 R2.5로 여겨진다.

색인어 콩, 콩꼬투리혹파리, 발생, 꼬투리 피해, 방제효과