

자운영답에서 알팔파바구미 유충 및 성충 조사방법

이흥수* · 권진혁 · 정부근 · 김태성
 경남농업기술원 친환경연구과

Scouting Methods for Larva and Adult Alfalfa Weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) on Chinese Milkvetch, *Astragalus sinicus* L.

Heung Su Lee*, Jin Hyuk Kwon, Bu Keun Chung and Tae Sung Kim

Division of Plant Environment, Gyongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Jinju, 660-360, Republic of Korea

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate the scouting methods for larva and adults of the alfalfa weevil, *Hypera postica* Gyllenhal on Chinese milkvetch, *Astragalus sinicus* L. in the field. Three sampling methods, shake-bucket, shake-picking, and a sweeping net were evaluated for collecting alfalfa weevil larvae. We found significant differences among scouting methods and date in all survey fields. Sweep-net sampling was less able to detect small larvae than large larvae, which were not detected until early April whereas the shake-bucket, and shake-picking methods efficiently collected larvae from middle March. A Pitfall trap with three different baits - no bait, kidney bean seeds and sprouting kidney beans were compared for collection efficiency of alfalfa weevil adults. Collection efficiencies were significantly different by bait ($p < 0.018$). Traps baited with sprouting kidney beans were the most efficient for collecting the alfalfa weevil. The number of alfalfa weevil caught was not significantly different between kidney bean seed and no bait in the pitfall trap. Therefore, the shake-bucket method for larvae and a pitfall trap baited with sprouting kidney beans for adults are recommended for scouting of the alfalfa weevil in a Chinese milkvetch field.

Key words: Chinese milkvetch, Alfalfa Weevil, Larva, Adult, Scouting method

조 록: 자운영포장에서 알팔파바구미 유충 및 성충의 조사방법에 따른 효율을 평가하기 위하여 본 실험을 수행하였다. 알팔파바구미 유충 밀도를 Shake-bucket, Shake-picking, Sweeping net 방법을 사용한 결과 조사지역 3곳에서 조사방법과 조사시기에 따라 유의하게 차이가 있었다. 포충망을 이용하여 유충밀도를 조사한 결과 4월초까지 유충을 조사할 수 없어 초기에 발생하는 유충을 조사하는데 적합하지 않았다. Shake-bucket 과 Shake-picking을 이용한 조사에서 유충발생이 3월 중순부터 확인되었으며, 두 방법간에 차이는 없었다. 미끼를 넣은 Pitfall trap을 이용하여 알팔파바구미 성충 밀도를 조사한 결과 유인조건에 따라 유의하게 차이가 있었다($p < 0.018$). 각 처리간 성충 유인수를 조사한 결과 싹 틔운 강남콩 92마리, 강남콩 종자 42마리, 트랩만 설치한 것에서 39마리로 싹 틔운 콩을 넣은 트랩에서 밀도유인 효과가 가장 좋았다. 자운영답에서 알팔파바구미를 조사할 때 초기 발생하는 유충은 Shake-bucket법을 성충은 싹 틔운 강남콩을 미끼로 하는 pitfall trap을 이용하는 것이 좋다.

검색어: 자운영, 알팔파바구미, 유충, 성충, 조사법

자운영(*Astragalus sinicus* L.)은 중국 원산의 월년생 두과작물로 남부지방에 적응력이 높고 논의 지력증진, 화학비료 절감 및 잡초발생 경감 등의 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Byun *et al.*, 1997; Song *et al.*, 1997; Kang and Kang, 2002). 또한 자운영은 단백질이 많고 생육기간이 짧으며 월동재배가 가능하기 때문에 남부지역에서는 벼 뒷그루 사료작물 및 녹비작물로 해

마다 그 재배면적이 증가되는 추세이다.

남부지역에서 자운영을 1회 파종하여 지속적으로 벼 재배가 가능한 지속재배 이용기술이 개발되어 결실기인 5월 하순 전후에 자운영을 토양환원한 후 벼를 이앙하면 가을철 수확기에 재발아가 되어 자운영을 매년 파종하지 않고 자운영 생초량을 안정적으로 확보할 수 있다(Kim *et al.*, 2008).

알팔파바구미(*Hypera postica* G.)는 유럽을 비롯하여 북미, 북아프리카, 중동, 인도 및 서아시아에 걸쳐 광범위하게 분포하는 종으로(Clausen, 1977) 미국에서는 1904년 Utah에서 발견된

*Corresponding author: Lhs2khh@Korea.kr

Received November 12, 2011; Revised January 30, 2012

Accepted February 9, 2012

이후 현재는 48개주에서 발생하여 피해를 주고 있다(Titus, 1910; <http://ipm.illinois.edu/>). 일본에서는 1982년 처음 발견되었고(Baba, 1983), 중국에서는 1980년대 후반 자운영을 가해하는 것이 보고되었다(Morimoto, 1987). 알팔파바구미는 주로 콩과작물을 가해하며(Essig and Michelbacher, 1933) 유충과 성충이 동시에 식물체를 가해하지만, 대부분의 피해는 유충에 의해 발생한다. 알에서 부화한 어린유충인 1-2령충은 신초에 구멍을 뚫어 가해하며 3~4령충은 꽃, 신초 및 줄기까지 모든 부위를 폭식하여 작물을 고사하게 한다(Hoff *et al.*, 2002).

국내에서 알팔파바구미는 2000~2001년 식물검역과정을 통해 건초류에서 발견되었고(Hong and Kim, 2002) 2002년 제주도에서 클로버, 살갈퀴, 팽이밥, 자운영 등에서 서식하는 것이 확인되었다(Kim *et al.*, 2002). 2005년 경남 사천과 하동의 자운영과 콩 재배지에서 대량 발생하였으며(Lee, H. S. personal observation) 이후 자운영 및 헤어리베치 재배지에서 극심한 피해를 일으키고 있다.

우리나라에서는 자운영이 친환경 녹비작물로 인식되어 알팔파바구미 방제는 제약이 많으며 국내에서 알팔파바구미 발생생태 및 피해, 방제에 대한 연구가 없는 실정이다. 이에 본 연구는 자운영에서 가장 피해가 큰 외래해충인 알팔파바구미 유충 및 성충의 밀도 조사방법을 평가하여 알팔파바구미의 포장 발생생태에 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

자운영 재배지에서 알팔파바구미 유충 및 성충의 밀도 조사방법을 평가하기 위해서 경남 진주시, 하동군, 고성군 자운영 재배지에서 2009년~2010년 2년간 시험을 수행하였다.

알팔파바구미 유충 밀도 조사

2009년 2월부터 5월까지 경상남도 진주시, 고성군, 하동군의 자운영포장에서 포충망법(Sweep net method), 변형된 Shake-bucket 법과 Shake-picking법으로 유충의 밀도를 조사하였다. 포충망

법은 포충망(직경 37 cm, 망길이 80 cm, 대길이 1 m)을 이용하여 포장당 왕복 25회 4반복으로 수행하였다. Shake-bucket 법은 조사포장 5곳의 토양지면에서 10×10 cm의 면적에 있는 식물체를 가위로 절단, 수거해 높이 30 cm, 직경 20 cm 원통형플라스틱 용기에 넣고 충분히 흔들어 떨어진 유충밀도를 조사하였고, Shake-picking법은 통 안에서 흔든 후 떨어진 유충을 세고 남은 식물체를 분리하여 식물체에 있는 유충을 육안으로 골라 그 밀도를 합산하였다. 포충망법에 의한 조사자료는 Rashid *et al.*(2006)에 의한 방법으로 10 스위핑을 1.8 m² 로 환산하여 밀도를 표기하였다. 지역당 1개 포장에서 수행하였고 조사한 포장면적은 10 a였으며 조사횟수는 고성군에서는 5회, 하동군에서는 4회, 진주시에서는 6회 조사를 하였다. 자료의 통계분석은 Turkey HSD test를 사용하였고(Proc ANOVA) 결과는 평균±표준편차로 표기하였다.

알팔파바구미 성충 밀도 조사

2009년 11월부터 2010년 5월까지 경남농업기술원에 조성한 자운영답에 직경 10 cm, 높이 15 cm의 원통형 아크릴로 제작한 pitfall trap을 설치하였다. Pitfall trap 내 미끼조건으로 바이엘병에 물을 채우고 그 속에 발아하여 떡잎이 나온 강낭콩을 넣고 솜으로 막아 넣은 조건과 발아하지 않은 강낭콩을 넣은 것, 그리고 아무것도 넣지 않은것을 구분하여 설치하였다. 성충조사는 5일 간격으로 수행하였고 강낭콩은 10일 간격으로 교체하였다. 시험구는 3개 포장에 각 처리를 3반복으로 수행하였고 자료의 통계분석은 Turkey HSD test를 사용하였으며(Proc ANOVA) 유의성은 $\alpha=0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과

알팔파바구미 유충 밀도 조사

자운영포장에서 알팔파바구미 유충 조사방법에 따른 조사결과(Table 1) 각 지역 3곳에서 조사방법에 따라 유의하게 차이

Table 1. Number of alfalfa weevil larvae by scouting method and fields

| Methods | No. of larva in each fields(Mean±SD) | | |
|---------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | Gosung | Hadong | Jinju |
| Shake-bucket | 14.6±18.46 b | 19.7±20.77 b | 44.0±35.03 b |
| Shake-Picking | 17.6±20.17 b | 27.5±28.12 b | 56.9±41.03 b |
| Sweeping | 5.1±9.26 a | 3.2±4.89 a | 0.4±0.92 a |

* Means within a column by different letters are significantly different by Turkey HSD test ($p<0.05$).

Table 2. Number of alfalfa weevil larvae by sampling date and methods

| Local | Date | Scouting methods | | |
|--------|------|------------------|---------------|-----------|
| | | Shake-bucket | Shake-Picking | Sweeping |
| Gosung | 3/19 | 0.4±0.50 | 0.4±0.50 | 0.0 |
| | 3/25 | 8.7±8.27 | 14.1±13.09 | 0.0 |
| | 4/3 | 4.5±6.31 | 7.7±8.22 | 0.0 |
| | 4/16 | 18.9±17.15 | 21.0±17.43 | 2.7±1.13 |
| | 4/28 | 40.7±19.17 | 45.1±20.59 | 23.0±1.95 |
| Hadong | 3/20 | 0.7±0.77 | 0.7±0.77 | 0.0 |
| | 4/2 | 26.8±24.80 | 43.7±38.98 | 0.0 |
| | 4/15 | 29.0±23.99 | 35.8±23.01 | 3.2±3.97 |
| | 4/29 | 22.3±10.17 | 29.6±13.31 | 9.5±4.94 |
| Jinju | 3/18 | 1.4±1.14 | 3.0±2.55 | 0.0 |
| | 3/24 | 28.6±20.02 | 42.8±30.05 | 0.0 |
| | 4/1 | 24.8±18.81 | 38.2±27.48 | 0.0 |
| | 4/8 | 70.0±22.08 | 96.4±30.35 | 0.02±0.02 |
| | 4/17 | 55.0±14.42 | 71.0±15.26 | 0.1±0.02 |
| | 4/24 | 84.2±37.48 | 90.0±38.79 | 2.2±1.01 |

가 있어 고성지역에서 Shake-bucket, Shake-Picking, Sweep net 에서 각각 14.6, 17.6, 5.1마리(F=8.36; df=2; 76, P>0.0001)였고 하동에서는 각각 19.7, 27.5, 3.2마리(F=9.69; df=2; 76, P > 0.0001)였으며 진주에서는 각각 44.0, 56.9, 0.4마리(F=38.52; df=2; 76, P>0.0001) 밀도를 보여 각 지역에서 포충망조사로는 초기 유충을 조사하는데 적합하지 않았고 Shake-bucket법과 Shake-Picking에서는 유의한 차이가 없었다.

조사방법별 조사시기에 따른 알팔파바구미 유충밀도 조사는 Table 2와 같다. 자운영답에서 앞에서 부화한 유충발생은 2월까지 발생이 없었고 3월 중순부터 조사한 3지역에서 발생이 확인 되었다. 조사방법에 따른 밀도조사 결과 진주에서는 포충망조사 3월 18일, 3월 25일, 4월 2일, 4월 8일, 4월 16일, 4월 28일 에서 각각 0, 0, 0, 0.02, 0.1, 2.2마리였고 Shake-bucket에서는 1.4, 28.6, 24.8, 70, 55, 84.2마리, Shake-Picking에서는 3, 42.8, 38.2, 124.4, 71, 90마리 밀도를 보였다. 고성에서는 포충망조사 에서 3월 19일, 3월 25일, 4월 3일, 4월 16일, 4월 28일에서 각각 0, 0, 0, 2.7, 23마리였고 Shake-bucket에서는 0.4, 8.7, 4.5, 18.9, 40.7마리 Shake-Picking 에서는 0.4, 14.1, 7.7, 21.0, 45.1 마리 밀도를 보였다. 하동에서는 포충망조사에서 3월 20일, 4월 2일, 4월 15일, 4월 29일에서 각각 0, 0, 3.2, 9.5마리였고 Shake-bucket 에서는 0.7, 26.8, 29.0, 22.3마리 Shake-Picking 에서는 0.7, 43.7, 35.8, 29.6마리 밀도를 보였다.

포충망법에 의한 조사결과 진주에서 4월 8일, 고성, 하동에서 각각 4월 16일, 4월 15일에 처음으로 유충이 확인되었다. 고성, 진주에서는 3월중순~4월초순에서 유충발생이 적다가 4월 중순 이후 유충밀도가 급격히 높아졌고 하동에서는 4월 초순에

유충밀도가 증가되었다. 포충망조사에서 유충이 발견되기 시작 하는 것은 포장에서 알팔파바구미 유충의 령기가 진행되어 어 느 정도 충체가 커지고 밀도가 높아졌을 때 인 것으로 나타났다.

알팔파바구미 성충 밀도 조사

Pitfall trap에서 먹이조건에 따른 알팔파바구미 성충 밀도 조사결과는 Table 3과 같다. 각 처리간 성충유인수 조사결과 (Table 3) Pitfall Trap에 싹 틔운 강남콩을 미끼로 한 것에서 92 마리, 강남콩을 처리한 것 42마리, 아무것도 넣지 않고 트랩만 설치한 것에서 39마리로 싹 틔운 강남콩을 미끼로 한 트랩 에서 성충의 밀도가 유의하게 차이가 있었다(F= 4.05; df=2, 382; p > 0.018).

자운영답에서 Pitfall trap을 이용하여 포획한 알팔파바구미 성충의 밀도 변동은 그림 1과 같다. 1월 상순에 처음으로 트랩에 유인되었고 1월 중~하순에 피크를 보이다가 4월 하순까지 트랩에 포획되었다.

고찰

알팔파바구미에 대한 국내에서의 조사로 Jung *et al.*(2004)은 2001년부터 2003년까지 외래해충 7종에 대한 조사를 제주도를 제외한 전국에 걸쳐 실시하였는데 이 중 알팔파바구미는 확인 하지 못하였다고 하고 이는 내륙 중북부지역과 같이 겨울기간 동안 클로바 등의 지상부 식물체가 거의 없는 곳에서는 생존이 어려워 조사가 안된 것 같다고 기술하였다. 외래해충인 알팔파

Table 3. Number of alfalfa weevil adults in the pitfall trap with different baits

| Type of Bait | N | No. of Adults in Pitfall trap | |
|-------------------|-----|-------------------------------|--------------|
| | | Total no. of adults | Mean±SD |
| Sprout of soybean | 129 | 92 | 0.71±1.76 a* |
| Soybean seed | 129 | 42 | 0.33±0.98 b |
| Contol | 129 | 39 | 0.30±1.03 b |

* Means within a column by different letters are significantly different by Turkey HSD test ($p < 0.05$).

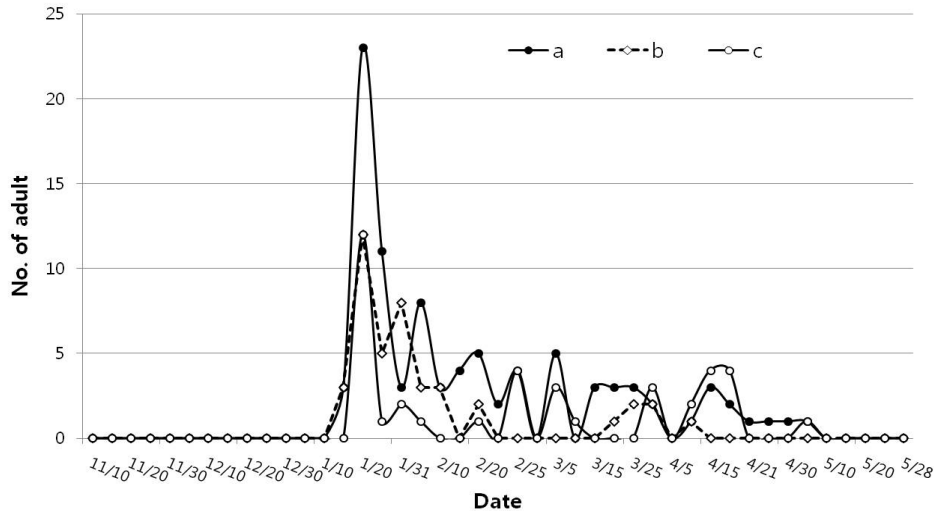


Fig. 1. Seasonal occurrence of alfalfa weevil adults by pitfall trap with different baits in 2009 to 2010 (a: sprouting of kidney bean, b: kidney bean seed, c: no bait)

바구미가 국내에서 조사된 것은 2000년도 초였고 그 발생 또한 많지 않아서 알팔파바구미에 대한 생태 및 조사방법 등에 대한 보고는 없다.

국내의 경우 자운영은 대부분 11월부터 5월까지 벼 전작물로서 재배되어 자운영을 그대로 갈아서 눈에 환원하여 벼 재배중 녹비작물로 이용된다. 이때 자운영 포장에서 성충으로 된 알팔파바구미는 다른 곳으로 이동하여 하면상태로 서식하고 있다가 (Guerra and Bishop, 1962) 자운영이 자라기 시작하는 11월 경부터 자운영 포장에 이동한 성충은 토양 표면과 식물체 아래를 이동하면서 서식하며 교미와 산란을 하고 다음 해 3월부터 유충이 출현하기 시작하는데 식물체가 서로 뒤엉키면서 구부러지면서 위로 자라고, 4월 하순부터 번데기가 되고 5월부터 1세대 성충이 출현한다. 이러한 습성으로 월동형 성충과 어린 유충에서는 육안조사와 포충망조사로는 조사와 채집이 되지 않는다.

북미지역에서는 알팔파바구미 알, 유충, 성충 등 전 스테이지에서 샘플링방법이 개발되어 왔다. 특히 유충에 의한 피해가 크므로 유충에 대한 샘플링 방법이 강조되었다. 연구 초기에는 알팔파바구미 샘플링 방법으로 Blickstaff(1966)와 Armbrust et

al.(1969)은 스위핑법을 시도했고, 알팔파 피해엽을 육안조사를 통해서 밀도를 추정하는 방법과, 유충에 대한 정확한 밀도조사가 필요한 경우 Squarefoot quadrats(평방피트, 정방형)법을 이용할 것을 제시했는데(Armbrust et al. 1969; Cothran and Summers, 1972), 그 안의 식물체를 수거해서 실험실에서 유충 밀도를 조사하는 것으로 본 방법과 유사하다. 변형된 Squarefoot quadrats 법, 개체-줄기 방법으로 알려진 방법이 보고되었는데 (Christensen et al., 1977) 이는 줄기는 유충이 발생하는데 가장 효율적인 서식처라는데 기초하여 10지점에서 50줄기를 샘플링하는 것을 제시하였고(10 50-stem samples), 줄기 샘플링을 위한 권장되는 샘플사이즈로 여러 학자가 의견을 제시하여 5 10-stem samples(Blickstaff, 1966), 1 20-stem samples (Armbrust et al., 1969), 16 12-stem samples(Miller et al., 1972), 16 6-stem samples(Guppy et al., 1975) 등 다양한 방법을 권장하였다. 이러한 각 방법은 포장의 규모나 조사시기, 조사자의 숙련도 등을 고려하여 결과를 도출한 것으로 북미에서의 대규모 알팔파 재배지 규모를 국내에서 적용하기에는 효율적이지 않는 것으로 판단된다.

최근 알팔파바구미의 효율적인 예찰이나 피해수준 등 해충종합관리(IPM)에 적용하는 방법으로 bucket-shake method나 Tullgren funnel sampling methods, 그리고 sweep-net method가 많이 이용되고 있으며, 각 샘플링방법에 따른 유충분리 및 조사결과가 본 연구와 유사하였다. Luna and Ravlin(1992)은 세 가지 샘플링방법을 평가하여 plastic bag/Tullgren funnel method는 bucket-shake method에 비해 유효하게 차이가 있어 유충숫자가 적게 채집되었고 알팔파 줄기 당 유충숫자로 환산했을 때 Sweep-net sampling은 bucket-shake 법이나 plastic bag/Tullgren funnel sampling methods에 비해 유효하게 적은 변이계수를 보였다고 하였다. 어린 2~3령까지는 조사결과가 좋지 않았으나 포장에서 충분히 자란 4령 유충에 대해서는 sweep-net sampling이 bucket-shake법으로 환산해서 유충의 평균값을 계산하는데 신뢰할만 하다고 하였다. Hoff *et al.*(2002)은 샘플링방법으로 shake-bucket법과 sweep-net법 두 가지 방법을 Berlese funnels에서 유충을 분리하는 방법과 비교하여 shake-bucket법은 3-4령의 큰 유충보다 1-2령의 작은 유충을 분리하는데 훨씬 효과가 좋았고 반면 sweep-net 방법은 작은 유충을 조사하는데는 좋지 않았다고 하였다. 본 조사에서도 2월에는 유충 발생이 없었고 3월 중순부터 유충이 부화하여 포장에 출현한 것이 조사되었는데 포충망으로 조사한 포장에서는 고성, 진주에서 3월 하순부터 4월 상순까지 3번의 조사에서 유충을 조사할 수 없었으나 나머지 2가지 방법에서는 유충을 조사할 수 있었다. 포충망으로 조사하는 경우 식물체내 앞에서 부화한 유충이 식물체의 줄기 아래부분과 식물체 내에서 서식을 하고, 자운영 식물체가 서로 겹쳐 있어서인 것으로 여겨진다. 이는 포충망으로 1~2령의 어린 유충을 조사하는 것이 효율적이지 못하고 bucket-shake 법이나 Funnel sampling methods를 이용하는 것이 정밀한 조사를 위해 필요하다고 한 것과(Luna and Ravlin, 1992; Hoff *et al.*, 2002) 일치한다. 국내에서 알팔파바구미 조사를 육안조사나 포충망조사 이외에 식물체를 수거하여 변형된 shake-bucket 법으로 조사했다면 Kim *et al.*(2002), Han *et al.*(2003), Jung *et al.*(2004)에서 보고한 것 보다 더 이른 시기에 발생이 확인되었거나 발생지역이 추가 되었을 가능성이 있다. 변형된 Shaking-bucket 법과 Shaking-picking법에서의 조사 결과는 Shaking-picking법에서 보다 정밀한 유충밀도를 조사할 수 있으나 통계적으로 유의하지 않아서 실험실에 가져와서 조사를 하는 Shaking-picking법보다 포장에서 바로 밀도조사가 가능하고 수고와 시간을 절약할 수 있는 변형된 Shaking-bucket 법으로 알팔파바구미의 유충조사를 하는 것이 효율적인 것으로 보인다.

이동하여 포장에서 겨울을 지내는 알팔파바구미 성충에 대

한 생태나 관리에 대한 정보가 적은 이유는 밀도조사를 하기 위한 채집이 아주 힘들기 때문이고(Armbrust and Gyrisco, 1975) 포충망법으로 성충을 샘플링 하는 것은 초여름 성충이 포장을 떠나기 전이나 가을에 알팔파포장에 돌아왔을 때 식물체가 아직 싱싱하게 자라고 있을 때는 유효한 방법이지만 이러한 방법은 식물체가 이제 막 자라거나 충분하지 않을 때는 효율적이지 못하다. D-vac이라 불리는 흡입장치가 성충 채집에 이용되기도 하는데(Guppy and Harcourt, 1977) 식물체에 있는 성충은 채집이 되지만 땅속으로 들어가거나 틈에 있는 것은 채집이 되지 않는다. 토양을 채취해서 실험실에서 성충을 분리하는 방법(Pitre, 1969; Tysowsky and Dorsey, 1970)도 있고 Berlese funnel 법으로 분리하기도 하는데, 이들 방법이 효과적이기는 하지만 시간과 노력, 비용 또한 상당하다는 단점이 있다.

성충 조사를 위한 몇 가지 트래핑 방법이 고안되었는데 Pitfall trap은 성충 활동수준에 영향을 받는 샘플링 방법으로 겨울을 지나는 성충에 대해서 그리고 이동에 대한 연구를 위해서는 이용되는 방법이지만 포장 내에서 충분한 밀도가 부족한 경우 절대 밀도를 측정하는데 효율적이지 못하다고 하였다(Pamanes and Pienkowski, 1965; Pausch *et al.*, 1979). 변형된 Pitfall trap을 이용하거나 선형 Pitfall trap을 고안해서 토양표면을 이동하며 움직이는 알팔파바구미 등의 토양 이동형 곤충에 대한 조사로 성충밀도를 조사하였다(Roberts *et al.*, 1978; Pausch *et al.*, 1979). Hilburn(1985)는 6가지 형태의 Pitfall trap을 평가하여 알팔파바구미 성충의 채집효율은 트랩형태별로 유효하게 차이가 있다고 보고하였다.

본 실험에서는 Pitfall trap을 이용하여 포장에서 성충 밀도 조사와 먹이조건으로 성충유인효과를 조사하였으며 성충은 유인 조건에 따라 유의한 수준으로 트랩에 유인되는 것에 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 이는 알팔파바구미 성충은 가까운 거리에서는 알팔파 식물체의 냄새에 유인되어 이동한다고 한(Pienkowski and Golik, 1969) 결과와 일치하는데 먹이조건이나 휘발성 물질 등을 추가하면 좀 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 포충망을 이용한 성충밀도 조사는 1세대 성충이 출현하여 밀도가 높아지는 5월 이후에는 가능하지만 그 이전의 시기에서는 성충 발생을 조사할 수 없었으며(Lee, H. S., Unpublished observation), 본 조사와 같이 Pitfall trap을 설치하고 트랩 내에 발아한 콩을 먹이로 해서 유인하는 것이 성충 밀도조사에 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ006512092011, 과

제명 : 녹비작물 재배에 따른 농업환경 영향평가)의 지원으로 수행한 결과입니다.

Literature Cited

- Armbrust, E. J. and G. G. Gyrisco. 1975. Forage crops insect pest management. pp. 445-469. Introduction to insect pest management. eds. by W. H. Luckmann and R. H. Metcalf. 587 pp. John Wiley & Sons. New York.
- Armbrust, E. J., H. D. Niemezyk, B. C. Pass and M. C. Wilson. 1969. Standardized procedures adopted for cooperative ohio valley states alfalfa weevil research. J. Econ. Entomol. 62 : 250-251.
- Baba, K. 1983. The discovery of the alfalfa weevil, *Hypera postica* G. in Japan. Plant Prot. Kyushu 469: 2. (in Japanese)
- Blickenstaff, C. C. 1966. Standard survey procedures for the alfalfa weevil. Bull. Entomol. Soc. Am. 12: 29-30.
- Byun, J. Y., J. O. Koo and Y. C. Koo. 1997. Environment-Friendly cultural and mechanical practices for weed management. Kor. J. Weed Sci. 17: 124-134.
- Christensen, J. B., A. P. Gutierrez, W. R. Cothran and C. G. Summers. 1977. The within field spatial pattern of the larval Egyptian alfalfa weevil, *Hypera brunneipennis* (Coleoptera: Curculionidae): an application of parameter estimates in simulation. Can. Entomol. 109: 1599-1604.
- Clausen, C. P. 1977. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds-alfalfa weevil. US Dept. Agri. Handbook No. 480, pp. 266-271.
- Cothran, W. R. and C. G. Summers. 1972. Sampling for the Egyptian alfalfa weevil: A comment on the sweep-net method. J. Econ. Entomol. 65: 689-691.
- Essig, E. O. and A. E. Michelbacher. 1933. The alfalfa weevil. Univ. Calif. Agri. Exp. Stn. Bull. 567. 99pp.
- Guerra A. A. and J. L. Bishop. 1962. The effect of aestivation on sexual maturation in the female alfalfa weevil (*Hypera postica*). J. Econ. Entomol. 55: 747-749.
- Guppy, J. C. and D. G. Harcourt. 1977. Population assessment during the adult stage of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae). Can. Entomol. 109: 497-501.
- Guppy, J. C., D. G. Harcourt, and M. K. Mukerji. 1975. Population assessment during the larval stage of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae). Can. Entomol. 104: 1995-1999.
- Han, M. J., K. S. Lee, H. Y. Kim and K. M. Kwon. 2003. Monitoring of introduced exotic Insect pest in Korea. Rep. Res. Exp. R.D.A. 332-365.
- Hilburn. D. J. 1985. Population dynamics of overwintering life stages of the alfalfa weevil, *Hypera Postica* (Gyllenhal). Ph. D. Dissertation. Virginia Polytechnic Institute and State University. 119 pp.
- Hoff, K. M., M. J. Brewer and S. L. Blodgeu. 2002. Alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) larval sampling comparison of shake-bucket and sweep-net methods and effect training. J. Econ. Entomol. 95: 748-753.
- Hong, K. J. and J. Y. Kim. 2002. Detected pest of curculionioidea from plant quarantine('00~'01년). Proceedings of the Korean Society of Applied Entomology Conference. pp. 58.
- Jung, J. K., D. J. Im and T. M. Han. 2004. Distribution of several exotic insect pests in central and northern areas of the Republic of Korea. Treat. of Crop Res. 5: 484-491.
- Kang, W. K. and J. K. Kang. 2002. Cultivation and utility of green manure crops. Chapter 3. Chinese milkvetch. R.D.A. 161p.
- Kim, D. H., K. S. Kim, J. U. Hyun and H. M. Kwon. 2002. Survey of introduced exotic pest in Jeju island. Rep. Res. Exp. R.D.A. 383-399.
- Kim, S. Y., S. H. Oh, W. H. Hwang, S. W. Kim, K. J. Choi and B. G. Oh. 2008. Optimum soil incorporation time of chinese milkvetch(*Astragalus sinicus* L.) for its natural re-seeding and green manuring of rice in Gyeongnam Province. Kor. J. Crop Sci. and Biotech. 11: 193-198.
- Luna, J. M., F. W. Ravlin. 1992. Evaluation and calibration of sampling methods used to estimate abundance of alfalfa weevil larvae (Coleoptera: Curculionidae). J. Entomol. Sci. 27: 202-208.
- Miller, C. D. F., M. K. Mukerji and J. C. Guppy. 1972. Notes on the spatial pattern of *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) on alfalfa. Can. Entomol. 104: 1995-1999.
- Morimoto, K. 1987. Establishment of the alfalfa weevil in Japan. Honeybee Sci. 5: 257-259 (in Japanese).
- Pamanes A. G. and R. L. Pienkowski. 1965. Dispersal of the alfalfa weevil in Virginia. Ann. Entomol. Soc. Am. 58: 230-233.
- Pausch, R. D., S. J. Roberts, R. J. Barney and E. J. Armbrust. 1979. Linear pitfall traps, a modification of an established trapping method. Great Lakes Entomol. 12: 149-151.
- Pienkowski, R. L. and Z. Golik. 1969. Kinetic orientation behavior of the alfalfa weevil to its host plant. Ann. Entomol. Soc. Am. 62: 1241-1245.
- Pitre, H. N. 1969. Field studies on the biology of the alfalfa weevil, *Hypera postica*, in northeast Mississippi. Ann. Entomol. Soc. Am. 62: 1485-1489.
- Roberts, S. J., R. D. Pausch, E. J. Armbrust and R. J. Barney. 1978. Two trapping systems to determine incidence and duration of migration of adult alfalfa weevils, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae). Great Lakes Entomol.. 11: 249-253.
- Song, D. Y., S. B. Lee, K. Y. Sung and Y. C. Koo. 1997. Weed control method of corn using cover crop. Kor. J. Weed Sci. 17: 56-58.
- Titus, E. G. 1910. The alfalfa weevil. Utah Agri. Exp. Stn. Bull. No. 110.
- Tysowsky, M. and C. K. Dorsey. 1970. Hibernation and aestivating habits of the alfalfa weevil in West Virginia. J. Econ. Entomol. 63: 347-350.