

2가지 재배형의 방울토마토 하우스에서 서양뒤영벌의 방화활동

이상범^{1*} · 배태웅²

¹농촌진흥청 농업과학기술원 잠사곤충부 화분매개곤충연구팀
²동아대학교 생명자원과학대 생명자원과학부

Foraging activities by bumblebee, *Bombus terrestris* S. (Hymenoptera: Apidae) at two cultivating types of cherry-tomato house

Sang-beom Lee^{1*} and Tae-woong Bae²

¹Department of Sericulture and Entomology, The National Institute of Agricultural Science & Technology, RDA, Suwon 441-100, Korea

²Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

Abstract

The foraging activities of bumblebee, *Bombus terrestris* were surveyed to compare with two types of cherry-tomato (*Lycopersicon esculentum* M.) house as Nutriculture and Sawdustculture on southern part of Korea in winter. The summary of the result obtained for this purpose are below:

In the interval of blooming time from the first flowers' blooming of cherry-tomato to the next ones' blooming, Nutriculture type was more longer than Sawdustculture type. In an interval of the time from the first visiting on the flower by a worker of *B. terrestris* after a flower of cherry-tomato bloomed, Nutriculture type was more shorter than Sawdustculture type. Therefore there was no difference in the average pollination time from the flowers' blossoming according to the inflorescence to the first visiting time of *B. terrestris* worker on the each flower between Nutriculture type and Sawdustculture type. The foraging activities of *B. terrestris* worker in two kinds of cherry-tomato cultivating house had shown same patterns, and had not been found to the differences.

Key words - bumblebee, *Bombus terrestris*, cherry-tomato, pollination time, foraging activity

서 언

땅벌의 일종인 뒤영벌(*Bombus* spp.)은 1859년 Darwin[5]의 "종의 기원"에서 이미 방화능력이 있다고 인정된 이래 벨기에(Belgium)의 de Jonghe박사가 1986년에 최초로 대

량증식법을 개발하는데 성공하였으며 1987년에는 영국의 토마토 재배지대에서 화분매개작용의 유효성을 확증하여, 그 다음 해에는 Biobest사에서 이를 상품화하는데 성공하여 세계적으로 판매하게 되었다[17,21]. 실제로 화란과 뉴질랜드를 비롯한 유럽 여러 나라에서 각종 과채류 및 목초종자 생산에 크게 공헌하였다[9,11,14,21]. 북유럽에서는 토마토의 화분매개용으로 뒤영벌이 상품화되기 이전까지 농민들이 종래에 사용해 오던 전기벌(Electric bee)이라고 불

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : (031) 290-8535, Fax : (031) 290-8539
E-mail : lsblnu3@rda.go.kr

리는 소형진동기를 사용하였으나, 1990년에 들어서면서 이미 토마토 재배농가의 거의 100%정도 뒤영벌로 대체되었다[21,22,24,25]. 전세계적으로 뒤영벌의 추정 생산 벌군수는 약 30만 상자이며 이 중 20만 상자는 북유럽에서 사용되고 있다. 근년에는 스페인, 카나리안제도, 모로코 등 남유럽의 토마토 대규모 생산지에도 이용이 급속히 확산되고 있다.

가지과 식물인 토마토(*Lycopersicon esculentum*)는 밀생도 없으며 꽃꿀도 분비하지 않는다. 그럼에도 불구하고 토마토에 방화하는 뒤영벌의 목적은 꽃가루를 채취하기 위한 것이다. 이 벌은 좁은 공간에서 활동 적응성이 높고, 채분 범위가 좁으며, 벌 무리의 크기가 작고, 공격성이 적은 점 등은 수정을 위해서는 반드시 진동 채분 행동을 필요로 하는 시설원예작물의 화분매개곤충으로서 매우 훌륭한 장점을 갖고 있다고 할 수 있다[6,8,9,12].

뒤영벌의 토마토의 수정에 대한 연구에서 뒤영벌이 무처리구, 꿀벌 그리고 전기진동기, 호르몬처리구보다 착과율과 과실생산에서 우수하며[2,7,18], 완숙토마토에서의 뒤영벌의 사용은 착과율 및 기형과 발생을 줄였다[15,16,20]. 뒤영벌의 방화활동조사에서 하나의 토마토꽃 방문시간은 약 4~5초가 필요하다고 하였다[1,15,22].

최근에는 방화활동 및 화분매개효과에 관한 연구에서 池田 二三高 등[24]은 토마토에서의 뒤영벌 사용의 장점은 호르몬 처리에 비하여 노동력 경감, 동공과의 감소, 무계증가, 곰팡이 발생 억제 등이며, 문제점으로는 농약살포 시에 제한을 받게 되며, 12월에서 2월의 엄동기 착과 불안정, 벌의 가격이 비싸고 수명의 짧은 점 등을 지적하고 있다.

최근 우리나라에 있어서도 시설재배작물의 다양화와 재배면적의 확대로 시설재배 작물의 화분매개곤충의 수요가 급증하고 있어 1994년부터 시설재배 토마토의 수분을 위하여 서양뒤영벌(*B. terrestris*)이 네델란드, 벨지움으로부터 수입량이 1995년 1,500상자에서 1997년 약 10,000상자 이상으로 농가에서의 이용이 점차적으로 급속히 늘어나고 있는 실정이다[10,11,12].

따라서 본 연구는 농가의 방울토마토의 재배양식에 따른 환경이 서양뒤영벌의 방화활동에 미치는 영향을 알아보기 위해 재배농가의 환경과 서양뒤영벌의 방화활동을 조사 연구하여 보고하는 바이다.

재료 및 방법

농가별 방울토마토 재배조건 및 벌통 설치

방울토마토하우스별 재배조건은 동계기간에 두 재배농가에서는 야간에는 가온하여 하우스 내의 온도가 약 12~14℃가 되도록 유지하였다. 하우스 양식은 자동화하우스이며 과종일과 정식일은 양액재배농가와 톱밥재배농가 각각 1995년 10월 11일, 9월 12일과 12월 12일, 11월 15일이었으며, 첫 꽃 개화일과 첫 수확일은 양액재배농가와 톱밥재배농가 각각 1995년 12월 27일, 12월 2일과 1996년 1월 7일, 1995년 12월 20일이었다. 호르몬 사용은 두 농가 모두 3화방시기까지 사용하였고 조사 전까지 서양뒤영벌을 투입하고 있었다. 시험조사를 위한 벌통을 투입할 당시의 화방은 양액재배농가와 톱밥재배농가가 각각 7화방과 8화방이 개화되고 있었다. 하우스의 방향은 두 농가 모두 남북방향으로 배치되어 있었다.

방울토마토 식재시 한 이랑에 1주씩을 일렬로 심은 양액재배는 이랑간격이 120 cm이고 주간간격은 25 cm였으며, 한 이랑에 2주씩 일렬로 심은 톱밥재배는 이랑간격이 160 cm였고 주간간격은 47 cm × 50 cm였다. 조사 당시의 주간높이는 양액재배는 145 cm, 톱밥재배는 198 cm였고 이랑길이는 30 cm였다. 조사를 위한 화방은 꽃이 개화하기 전 10개를 정하여 화방 밑에 검은 테이프를 사용하여 표시하였으며 이때 잎자루와 다음 잎자루와의 간격, 화방간의 간격, 개화간격 등을 조사하였다. 벌통은 남북으로 긴 방향에 3개를 중앙부에 1개씩 설치하고 문쪽에 가까운 좌우에 각각 1개씩을 설치하여 조사하였다.

벌통의 투입 및 조사기간

방울토마토 재배농가에서 주로 이용하는 서양뒤영벌은 네델란드산 뒤영벌(BBB사 제품)을 구입하여 사용하였으며 설치는 Eijnde 등[16]의 자료를 참고하여 농가당 3통씩을 높이 1 m의 선반을 설치하고 구입당일('96. 1. 19 ~ '96. 1. 21)에 하우스내에 투입하고 다음날 소문을 열어 벌이 활동하도록 하였다. 조사기간은 양액재배농가(김해 안창석)는 1996년 1월 23일에서 1월 27일까지, 톱밥재배농가(부산 천상옥)는 1996년 1월 28일부터 2월 1일까지 각각 5일간을 조사하였다. 두 농가 모두 농가하우스 내의 보온 장막을 08:30~09:00에 열고 16:30~17:00에 닫으므로 매일 4회(09:30, 11:00, 14:00, 16:00) 조사하였다. 각 항목별 조사

는 육안으로 관찰하였고 초시계와 계수기를 사용하여 실시하였다. 모든 조사는 조사시간별 약 40분 정도 소요되었으며, 조사순서는 조사시간의 하우스 내의 온·습도, 조사시간당 출입벌수/5분, 1 마리 당 방화횟수/5분, 1회 방화 시 꽃에 머무는 시간(조사 당 10개 꽃 추적조사), 하우스 내의 조사시간별 뒤영벌활동수, 꽃 핀 후 방화까지의 시간, 토마토 개화 간격, 방화하는 꽃수 등을 조사하였다. 꽃의 방화는 방울토마토 약(藥)에 파상의 씹혀진 상처와 그 부분이 갈색으로 변한 씹은 흔적(저작흔)을 확인하였다.

결과 및 고찰

겨울철(1996. 1. 23~2. 1) 남부지방의 방울토마토 재배포장내의 시간별 온·습도는 양액재배포장과 톱밥재배포장에서 09:30분에는 각각 약 14℃와 16℃로 양액재배포장에서 약 2℃ 낮았으나 11:00와 14:00의 조사시간에는 약 1℃가 높았고, 16:00에서는 약 3℃가 높았다. 습도는 양액재배포장과 톱밥재배 모두 온도가 올라가고 햇살이 비치는 11:00와 14:00 조사시간대에서 습도가 낮아졌으나 톱밥재배포장이 양액재배포장에 비해 09:30과 16:00의 습도가 8~9% 높았으며, 14:00에는 각각 82%와 62%로 습도가 20%나 높았다(표 1).

조사기간 중의 포장외부의 최저온도는 양액재배포장은 평균 -2.4℃, 톱밥재배는 -4.3℃이었으며, 조사기간 중 흐린 날은 양액재배포장이 1일, 톱밥재배가 2일이었으며, 톱밥재배포장의 경우 흐린 날 중 눈 온 날이 1일 있었다. 따라서 톱밥재배포장의 습도가 양액재배포장 보다 높고 흐리고 눈이 온 날이 1일 더 길었던 것과 관련이 있는지, 이랑과 이랑 사이에 매트 피복이 덮여져서 습도가 높았었는지, 하우스형에 따른 것인지, 바깥 기온과의 차이가 톱밥재배포장에서 더 크기 때문에 습도가 높았었는지는 판단할 수 없었다.

초장은 톱밥재배가 양액재배 보다 50 cm 정도 길었으나 조사주의 화방간의 간격은 양액재배가 약 22.7 cm로 톱밥재배의 약 19.4 cm보다 약간 길었으며(표 2) 조사한 화방의 꽃수는 양액재배의 7화방의 경우 약 28개였고, 톱밥재배의 8화방의 경우 약 26개였다(표 3).

첫 꽃이 개화한 후 다음 꽃 개화까지의 시간은 표 4에서와 같이 양액재배에서는 약 45시간 12분, 톱밥재배에서는 약 33시간 30분 소요되어 양액재배의 꽃피는 간격이 토양재배에 비해 약 12시간 늦었으나, 표 5에서 꽃 핀 후 수입뒤영벌의 첫 방화까지의 시간은 양액재배 약 19시간 30분

Table 1. The temperature and humidity in two types of cherry-tomato cultivating house on January 23 through February 1 in 1996

	Temperature (°C)					Humidity (%)				
	09:30	11:00	14:00	16:00	Average.	09:30	11:00	14:00	16:00	Average.
Nutri-culture	13.8±1.5	18.2±2.2	18.8±1.2	16.8±0.4	16.9±1.9	82	70	62	78	73±8
	(11-15)	(14-20)	(17-20)	(16-17)	(11-20)	(70-90)	(66-74)	(56-66)	(72-82)	(56-90)
Sawdust-culture	15.8±1.7	17.4±1.2	17.8±2.1	15.4±1.4	16.6±1.0	90	84	82	87	86±3
	(14-19)	(15-18)	(14-20)	(14-17)	(14-20)	(90-91)	(82-90)	(74-90)	(82-90)	(74-91)

* Area of cherry-tomato houses : 2,640m², respectively.

Table 2. The distance between clusters of stock surveyed in two types of cherry-tomato cultivating house on January 23 through February 1 in 1996

	From the land surface to the first cluster (cm)	From the first cluster to the second cluster (cm)	From the second cluster to the third cluster (cm)	From the third cluster to the fourth cluster (cm)	From the fourth cluster to the fifth cluster (cm)	From the fifth cluster to the sixth cluster (cm)	From the sixth cluster to the seventh cluster (cm)	From the seventh cluster to the eighth cluster (cm)	Average
Nutri-culture	38.6	11.8	12.7	18.8	20.0	26.1	36.5	17.3	22.7
Sawdust-culture	31.3	20.6	16.6	15.7	14.8	16.4	18.2	21.6	19.4

* n : 10 plants, respectively.

Table 3. The total number of flowers surveyed per cluster in two types of cherry-tomato cultivating house on January 23 through February 1 in 1996

	Nutriculture	Sawdust culture
The total number of flowers (piece)/a cluster	28.2±9.8	25.9±10.7

※ n: 30 clusters, respectively.

으로 톱밥재배의 34시간 45분보다 15시간 15분 빨라 양액재배의 꽃이 늦게 개화되나 개화 후 뒤영벌의 방화는 빨라 토마토의 개화간격(표 4)과 서양뒤영벌의 방화간격(표 5)을 종합해 볼 때 양액재배와 톱밥재배에서 각각 약 65시간과 68시간으로 꽃 개화 후 첫 방화까지의 소요시간 차이가 없는 것으로 나타났다. 이것은 동계 재배기간 동안의 완숙토마토에서 개화에서 저작흔 확인까지의 소요일수는 양액재배 약 0.8일, 톱밥재배 약 1.4일로서 약 1.9일이라고 한 자료[22]보다는 빨랐다. 그리고 뒤영벌은 꽃가루가 성숙한 꽃들만 선택적으로 방문하고 개화 직후의 꽃가루가 성숙되지 않은 꽃은 방문하지 않는다는 여러 보고[8,9,21,23]와 일치하고 있다.

벌들의 활동수를 알아보기 위한 소문 출봉수와 입봉수를 조사한 결과 출봉수의 경우 양액재배에서 오전에는 많

았으나 오후에는 톱밥재배에서 더 많았다(그림 1). 입봉수는 양액재배가 톱밥재배보다 09:30분에는 적었으나 11:00경에는 배 이상 높아졌다(그림 2). 이것은 양액재배가 톱밥재배보다 09:30분에 출봉수가 많았었는데 비교적 일찍 출소한 벌들이 방화 후 귀소하기 때문이 아닌가 사료된다. 또한 09:30분에 양액재배에서는 출봉수가 많았고, 톱밥재배에서는 입봉수가 많아 09:30분보다 이른 시간에 벌들이 활동을 시작하고 있음을 알 수 있다. 그리고 14:00 이후에는 출·입봉수가 거의 같은 수준이었다. 소문을 나온 일별

Table 4. The interval (days) of flowering order (from the first flowering date to the next flowering date) in two types of cherry-tomato cultivating house on January 23 through February 1 in 1996

	Nutriculture	Sawdust culture
The interval (days) from the first flowering date to the next flowering date (hour. minute)	45.15±22.45	33.30±19.45

※ n: 30 flowers, respectively.

Table 5. The interval (times) until the first foraging after blossoming of the first flower on January 23 through February 1 in 1996

	Nutriculture	Sawdustculture
The interval (times) until the first foraging after blossoming of the first flower (hour.minute)	19.30±14.30	34.45±22.45

※ n: 30 flowers, respectively.

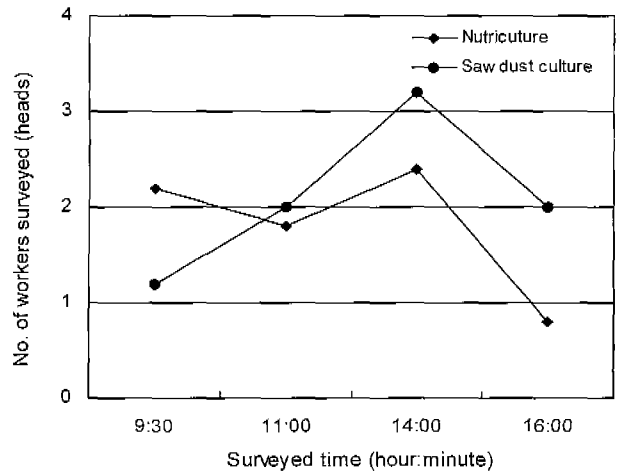


Fig. 1. Number of entering workers in her hive on the time surveyed in cherry-tomato cultivating house on January 23 through February 1 in 1996.

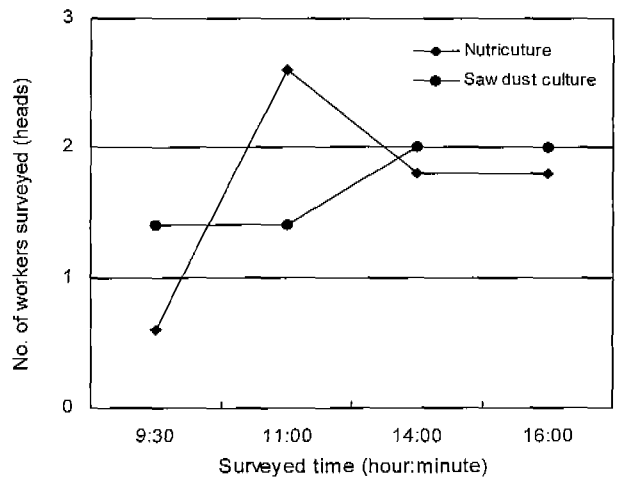


Fig. 2. Number of exiting workers in her hive on the time surveyed in two types of cherry-tomato cultivating house on January 23 through February 1 in 1996.

의 방화를 확인한 후 추적 조사한 1마리 당 5분간 방화한 회수를 보면 양액재배와 톱밥재배에서 09:30분에서 증가하여 14:00경에 최고점에 도달했다가 16:00경에는 다시 11:00경의 조사수준으로 떨어졌다(그림 3). 또한 이 때 5분간에 걸쳐 1회 방화 시 꽃에 머무는 시간을 조사한 결과 양액재배와 톱밥재배에서 모두 꽃에 머무는 시간이 09:30분과 16:00경에 약 6초에서 7초로 가장 길었고, 14:00경이 가장 짧아 각각 5.1초와 3.8초였다(그림 4). 이것은 토마토 꽃에서 서양뒤영벌이 평균 5.2초간 방화하고, 꽃간 이동

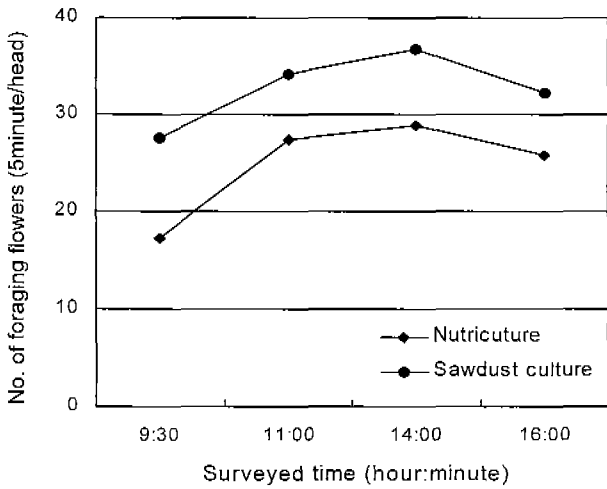


Fig. 3. Number of visiting flowers per 5 minutes by *B. terrestris* workers in cherry-tomato house on January 23 through February 1 in 1996.

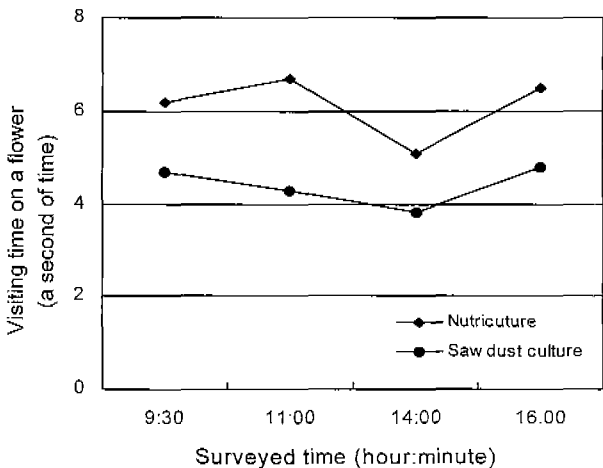


Fig. 4. Time of visiting flowers per one times by *B. terrestris* workers in two types of cherry-tomato cultivating house on January 23 through February 1 in 1996.

시간은 3.6초로 일벌이 한 꽃을 방화하는 데 8.8초가 소요된다고 한 이 등[10]과 Albano 등[1]의 보고와, 뒤영벌 일벌이 한 꽃을 방문하는 데 평균 7.6초가 소요된다는 Ravestijn 등[15]의 보고와 小出 哲哉[22]의 방화시간이 약 4.4초이며 한 꽃을 방화하는데 약 7.2초가 소요된다고 한 보고와 같은 경향이였다. 조사시간별 하우스 내에서 방화 활동 중인 뒤영벌수를 긴 방향으로 움직이며 육안 관찰하며 본 결과(그림 5) 09:30분에는 톱밥재배와 양액재배에서 각각 약 12두와 약 4두로 톱밥재배에서 약 3배 많았고, 11:00경에는 뒤영벌의 활동수가 최고점에 도달하여 각각 약 18두가 활동하였으며, 14:00 이후에는 점차 방화활동 개체수가 줄어들어 16:00경에는 각각 약 9두와 6두가 활동하였다. 이것으로 볼 때 방화횟수와 방화시 꽃에 머무는 시간은 서로 반비례하고 있는 것을 알 수 있다. 토마토하우스에서 서양뒤영벌 일벌의 방화활동 밀도가 오전에 왕성하다가 오후에 줄어드는 것은 꽃 당 화분량이 많은 오전에 일벌의 왕성한 화분채집으로 인하여 오후에는 크게 줄어드는 것과 관련된다는 Mexia 등[13]의 보고와 일치하고 있다. 또한 꼬마꿀벌(*Trigona* sp.)의 여름과 겨울의 온실내 일주 활동에서 오전 중 11:00경에 최대 활동량을 보이다가 14:00 이후에는 10:00~11:00의 50% 이하의 활동을 보인다고 한 우 등의 보고[19]와 거의 일치하였다. 야외에서 배꽃과 사과꽃에서의 꿀벌(*Apis mellifera*)방화의 일주활동조사에서 일주활동은 온도와 일사량과는 정(正)의 상관관, 습도

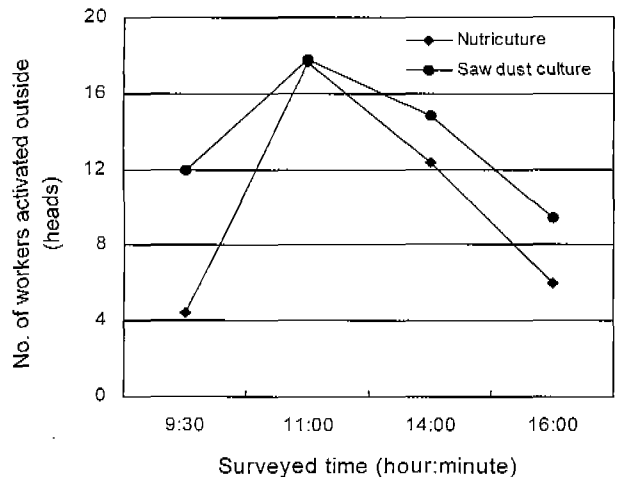


Fig. 5. Number of foraging workers observed in whole cherry-tomato house at time surveyed on January 23 through February 1 in 1996.

와는 부(負)의 상관을 나타낸다고 하였으며, 최대 방화활동 시간은 배의 경우 12시경, 사과와 배의 경우 12~13시였으며 오전의 90% 이상의 과도한 습도는 꿀벌의 일주활동을 저해한다고 한 보고[3,4]와도 관련이 있다. 이상의 뒤영벌과 꿀벌의 방화활동에 관하여 비교하여 볼 때 뒤영벌의 방화활동 또한 하우스내의 온도와 일사량과 정의 상관, 습도와는 부의 상관성이 있을 것으로 사료된다.

앞으로도 시설재배면적의 증가가 꾸준히 계속될 것으로 예상되므로 뒤영벌의 수입도 늘어날 것으로 보인다. 이에 농가에서의 활용에 있어 보다 건강한 봉군을 유지하고, 방화능력을 극대화하기 위해서는 농가에서 사용하는 하우스의 환경과 봉군과의 관계 구명과 토마토의 생리적인 면도 병행하여 연구되어야 할 것이다.

요 약

겨울철 남부지방에서 2종류의 방울토마토 재배하우스, 즉 양액재배농가와 톱밥재배농가에서의 서양뒤영벌의 방화활동을 조사한 결과, 개화간격은 양액 재배농가가 톱밥재배농가보다 길었으나, 개화 후 일별 방화까지의 시간은 양액재배농가에서 톱밥재배농가보다 짧았다. 따라서 2종류의 하우스에서 1개의 꽃이 개화하여 방화되기까지의 수정시간에는 차이가 없었다. 일벌들의 방화활동도 같은 양상을 유지하였으며 투입된 벌의 방화활동 차이는 발견할 수 없었다.

참 고 문 헌

1. Albano, S., E. Salvado and J. Cadima. 2000. General pattern of bumblebee visits to tomato flowers in greenhouse condition. Abstract book I. *XXI -International Congress of Entomology*, Brazil, August 20-26. pp. 298.
2. Banda, H. J. and R. J. Paxton. 1991. Pollination greenhouse tomatoes by bees. *Acta Horticulturae* 288. 6th Pollination Symposium. pp.204-212.
3. Choi, S.-Y. 1987. Studies on foraging activity of honey bees in the apple blossom (I). *Korean J. of Apiculture*. 2 (1), 93-100.
4. Choi, S.-Y. 1987. Studies on foraging activity of honey bees in the pear blossom (I). *Korean J. of*

- Apiculture*. 2(1), 108-116.
5. Darwin, C. R. 1859. On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. 1st ed. John Murray, London. pp. 502.
6. Delaphane. 1995. Bumblebee beekeeping: The queen starting box. *American Bee J.* 135(11), 743-745.
7. Dogterom, M. H., J. A. Matteoni and R. C. Plowright. 1998. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). *Entomological Society of America*. 91(1), 71-75.
8. Heinrich, B. 1979. Bumblebee economics. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, and London, England. pp. 207-213.
9. Kim, C.-H. 1995. Industrial insects. Press of Univer. of Kyungsang. pp. 112-134.
10. Lee, M.-Y. 1999. Pollination effects of honeybees (*Apis mellifera* L., *A. cerana* F) and bumblebees (*Bombus terrestris* L., *B. ignitus* S.) on strawberry and tomato in plastic house, and indoor rearing of Korean indigenous bumblebee species. Ph. D. thesis. pp. 64-83.
11. Lee, S.-B., Y.-I. Mah, I.-K. Park, H.-J. Yoon, J.-S. Kim and C.-H. Kim. 1996. Observations of foraging plants, and nest foundation of some domestic species of bumblebees (Hymenoptera, *Bombus* spp.) in artificial condition. *Korean J. of Apiculture*. 11(2), 90-98.
12. Mah, Y.-I. 1997. Utilization and prospect of pollinator. *Korean J. of Apiculture*. 12(2), 107-115.
13. Mexia, A., E. Salvado and S. Alvano. 2000. Pollination of greenhouse tomato crop by bumblebees. Abstract book I. *XXI-International Congress of Entomology*. Brazil, August 20-26. pp. 298.
14. Ono, M. 1994. Crop pollination with the bumblebee in Japan its present and future. *Honeybee Sci.* 15, 107-114.
15. Ravestijn, W. van. and J. van der Sande. 1991. Use of bumblebees for the pollination of greenhouse tomatoes. *Acta Horticulturae* 288. 6th Pollination Symposium. pp. 204-212.
16. Van den Eijnde, J. and A. de Ruijter. 1991. The use of bumblebee colonies (*Bombus terrestris* L.) for pollination of greenhouse tomatoes. *Prov. Exper. & Appl. Entomol.* N. E. V. Amsterdam. 2, 129-131.
17. Velthuis, H. H. W. and L. Cobb. 1991. Pollination of *Primula* in a greenhouse using bumblebees. *Acta Horticulturae* 288. 6th Pollination Symposium. pp.

- 199-203.
18. Wata, T. 1993. Pollination of fruit vegetables and fruit by bumble- bees in greenhouses. *Farming Japan*. **27(4)**, 38-43.
19. Woo. K.-S., J.-H. Kim and S. A. Jr. Mappatoba. 1996. The foraging activity of Stingless bee *Trigona* sp. (Apidae, Meliponinae) in the greenhouse. *Korean J. of Apiculture*. **11(2)**, 82-89.
20. 森次 将郎. 1993. マルハナバチの導入によるハウス桃太郎トマトの高品質多数生産. 園藝新知識. 12月号.
21. 小野 正人, 和田 哲夫. 1996. マルハナバチの世界 -その生物學的基礎と應用-. 社団法人 日本植物防疫協會. pp. 132.
22. 小出 哲哉. 1994. みにトマト栽培によるマルハナバチの交配の效果と利用上の注意点. 農耕科 園藝. pp. 96-99.
23. 松浦 誠. 1993. 花粉媒介昆虫としてのマルハナバチの生態と利用-IV. 農薬. **40(2)**, 20-22.
24. 池田 二三高. 1995. 果菜類の交配におけるマルハナバチの利用. ミツハチ科学. **16(2)**, 49~53.
25. 和田 哲夫. 1993. 新ポリネーターとしてのマルハナバチによる果菜類, 果樹の受粉について. 生物産業. **10(3)**, 22-28.

(Received September 14, 2001; Accepted November 6, 2001)