

벌통 종류에 따른 꿀벌봉군의 내·외부온도 변화에 대한 비교 분석

이수진* · 이장범 · 최경 · 최효열 · 권천락
예천군곤충연구소

Analysis Comparison of Temperature Change Inside and Outside of Honey Bee Colonies According to the Types of Hive

Su Jin Lee*, Jang Beom Lee, Gyeong Choi, Hyo Yeol Choi and Cheon Rak Kwon

Yecheon gun Entomology Institute

(Received 14 October 2015; Revised 29 October 2015; Accepted 31 October 2015)

Abstract

The time and energy consumed to keep the ideal temperature of a brood area are reduced when bee colonies have small-sized bee hive. Currently, the types of hive which are generally sold in town are quite diverse, and the types and sizes usually have influence on the fluctuations of thermal energy of bee colonies. The temperatures inside and outside of bee colonies were measured and compared based on the number of bee combs and how to organize mating colonies of each type of hive. As for wood hive, the temperature differences depending on the number of bee combs were $8.6(\pm 2.0)^{\circ}\text{C}$ for two bee combs, $9.4(\pm 2.5)^{\circ}\text{C}$ for four bee combs, $9.7(\pm 2.9)^{\circ}\text{C}$ for six bee combs. As for styrofoam hive, $10.7(\pm 2.9)^{\circ}\text{C}$ for two bee combs, $10.7(\pm 3.2)^{\circ}\text{C}$ for four bee combs, $9.3(\pm 3.1)^{\circ}\text{C}$ for six bee combs. The results, while bee colonies which contain two bee combs were affected by the materials of bee hive wood or styrofoam, bee colonies which contain more than four bee combs don't get affected by the outer temperature change. The average temperature difference of inside and outside of bee colonies based on the organization of mating colonies were as follows; $11.2(\pm 3.1)^{\circ}\text{C}$ for wood hive, $13.4(\pm 4.4)^{\circ}\text{C}$ for styrofoam hive, $13.5(\pm 4.4)^{\circ}\text{C}$ for Utopia hive, $7.0(\pm 4.2)^{\circ}\text{C}$ for 4-colony mating hive(4-1), $10.7(\pm 5.5)^{\circ}\text{C}$ (4-2), $11.1(\pm 5.2)^{\circ}\text{C}$ (4-3), $9.0(\pm 3.7)^{\circ}\text{C}$ (4-4), $6.0(\pm 1.7)^{\circ}\text{C}$ for styrofoam mini hive. As you see, the temperature of styrofoam hive is the highest. These experiment figures verify the fact that styrofoam hive and Utopia hive are better to use for colonies with two bee combs and mating colonies, because they are less affected by the outer temperature.

Key words: Temperature Difference, Hive, Colony, Comb

*Corresponding author. E-mail: end0405@korea.kr

서론

양봉은 인류의 역사 이전부터 있었다는 사실이 오늘날 화석을 통해 증명되었다. 아리스토텔레스(Aristoteles, 기원전 384~322)는 유리로 만든 벌통으로 벌을 키우면서 꿀벌의 생활을 관찰한 것으로 보아 꿀벌이 인간생활과 밀접한 관계를 유지해 왔음을 알 수 있다. 고대시대에는 주로 널빤지, 대나무, 나무껍질, 점토 등을 이용해 벌통을 만들어 벌을 키웠으나, 17세기 이후에는 지어존(Dzierzon, 1811~1906)과 랑스트로스(Langstroth, 1810~1895)에 의해 틀에 달린 벌집을 마음대로 꺼낼 수 있는 벌통이 고안되어 근대 양봉이 시작되었다(김 등, 1996). 이후로 벌집을 짓는 기초로 사용되는 인공소초의 발명, 벌집을 파괴하지 않고 꿀 채취가 가능한 채밀기 제작, 인공왕대 형성을 통한 벌통 늘리기 등 양봉 기술이 한층 더 발전하게 되었다.

꿀벌 봉군의 최적 육아권 온도는 33~36°C 사이를 유지한다(Tautz et al., 2003; Groh et al., 2004). 여름 벌통의 평균온도는 35~36.1°C이며, 37.2°C 이상으로는 상승하지 않고, 겨울 벌통의 경우는 33.8°C 정도가 적당하다(Root, 1899). 일반적으로 양봉농가는 소비 10매 벌통에 유충 소비 1매와 먹이 소비 1매를 넣은 교미벌통을 만든 뒤 인공왕대를 삽입하는데, 벌통안의 불필요한 넓은 공간 많으면 최적 육아권의 온도 유지에 소요 되는 시간과 에너지를 많이 소비하게 된다(Manuel, 2007).

현재 시중에 판매되고 있는 벌통 종류는 다양하며, 벌통 재료와 크기에 의해 봉군의 열에너지 소비 증감에 영향을 미친다. 따라서 본 실험은 소규모 봉군 사육과 인공왕대 유입에 표준으로 사용하는 교미봉군에 적합한 벌통을 찾기 위해 벌통의 소비 매수별, 교미편성벌통 종류에 따른 벌통 내·외부온도를 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료

연구의 실험재료는 예천군곤충연구소 양봉장에서

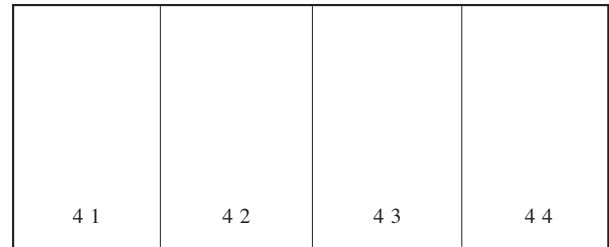


Fig. 1. The position of 4 colony mating hive.

사육하는 *Apis mellifera*의 신품종을 사용하였다. 벌통 종류는 나무벌통(410*506*243mm), 스티로폼벌통(465*565*385mm), 유토피아[®]벌통(Beesen, 500*550*460mm), 스티로폼미니벌통(210*300*170mm), 4군교미벌통(538*538*395mm)으로 각 1통씩 사용하였으며, 스티로폼미니벌통만 2통을 사용하였다. 벌통 안에 넣을 수 있는 소비 수는 나무벌통 8매, 스티로폼벌통 8매, 유토피아벌통 10매이며, 스티로폼미니벌통은 작은 크기의 소비 4매로 구조적으로 차이가 있다. 수행기간은 2015년 7월 9일부터 10월 8일까지 3개월간 2주 단위로 온도측정을 수행하였다.

벌통 편성 및 관리

나무벌통, 스티로폼벌통, 유토피아[®]벌통, 4군교미벌통은 유충이 많은 소비와 먹이가 많은 소비 각 1매씩 총 2매로 교미편성봉군으로 편성하였다. 스티로폼미니벌통은 크기를 고려하여 유충이 많은 소비 2매와 먹이가 많은 소비 1매로 총 3매로 편성하였다. 4군교미벌통은 여왕벌 4마리(4개 봉군)를 사육할 수 있도록 만든 벌통이며, 한 개의 정사각형 벌통을 4칸을 나누어 4-1, 4-4 벌통은 양쪽가장자리에 위치하며, 4-2, 4-3벌통은 안쪽에 위치한다(Fig. 1). 각 벌통은 2주에 1번씩 소비를 축소하여 표준교미봉군으로 재편성하여 유지하였다.

벌통 내·외부온도 차이를 위한 데이터 분석 및 통계

온도계(HOBO Pro V2, Onset computer, 2014)를 이용하여 벌통 내부와 외부에 설치하여 1시간 단위로 24시간 3개월 측정하였다. 모든 데이터들은 평균값으로 나타냈고, 측정값 간의 통계적 유의성 검정을 위해

Table 1. Temperature difference of hive according to the comb number in the wood and styrofoam hive

Types of hive	No. of comb	Mean \pm SD	Min	Max
Wood	2	8.6 \pm 2.0	2.9	13.7
	4	9.4 \pm 2.5	3.1	15.1
	6	9.7 \pm 2.9	2.6	16.1
Styrofoam	2	10.7 \pm 2.9	2.4	16.5
	4	10.7 \pm 3.2	2.3	17.2
	6	9.3 \pm 3.1	1.2	15.8

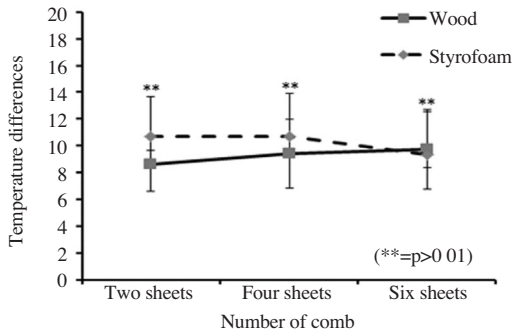


Fig. 2. Temperature difference (mean \pm D) of hive according to comb number of wood and styrofoam hive.

Pearson correlation coefficient (SPSS PASW Statistics 18.0) 분석법을 사용하였다.

벌통 5종류의 벌 수 조사

벌수는 일벌이 소비 앞뒤 면에 빈틈없이 100% 붙어 있으면 1로 하여 조사하였다. 일벌수의 평가는 벌집에 붙어 있는 벌수를 계측하는 방법으로 벌방 3개가 일벌 한 마리를 차지하므로 벌집 양쪽면의 벌방은 약 6,800개의 방으로 벌집 한 장에 붙어 있는 벌수는 2,300여 마리로 산정하였는데 즉 일벌이 70% 붙어 있다면 0.7으로 계산하였다(김 등, 1996; 윤 등 2008).

결과 및 고찰

소비 매수에 따른 스티로폼벌통과 나무벌통의 내·외부 온도 차이

벌통의 내·외부 온도 차이가 클수록 벌통 내부 온도의 변화가 없는 것으로 조사되었다. 소비 매수에 따른 벌통 내·외부 온도 차이를 조사한 결과, 나무벌통과 스티로폼벌통은 2매 8.6(\pm 2.0) $^{\circ}$ C, 10.7(\pm 2.9) $^{\circ}$ C, 4

매 9.4(\pm 2.5) $^{\circ}$ C, 10.7(\pm 3.2) $^{\circ}$ C, 6매 9.7(\pm 2.9) $^{\circ}$ C, 9.3(\pm 3.1) $^{\circ}$ C로 나타났다(Table 1 and Fig. 2). 소비 2매 2.1 $^{\circ}$ C, 4매에서 1.3 $^{\circ}$ C로 스티로폼벌통의 온도차이가 높았으나, 6매에서는 나무벌통이 0.4 $^{\circ}$ C로 더 높게 나타났다. 소비 매수와 온도 차이에서 산출된 데이터들 간에 $p < 0.01$ 수준에서 유의성이 확인됐다. 따라서 소비 4매 이상은 벌통 종류에 크게 영향을 받지 않고, 소비 2매 이하의 외부 온도 변화에 영향을 받아 나무보다는 스티로폼 벌통이 더 적합한 것으로 조사되었다.

교미편성벌통 종류에 따른 내·외부 온도 차이

교미편성벌통 종류에 따른 내·외부 평균 온도 차이를 조사한 결과, 나무벌통 11.2(\pm 3.1) $^{\circ}$ C, 스티로폼벌통 13.4(\pm 4.4) $^{\circ}$ C, 유토피아[®]벌통 13.5(\pm 4.4) $^{\circ}$ C, 스티로폼미니벌통 6.0(\pm 1.7) $^{\circ}$ C로 나타났다(Fig. 3). 유토피아[®]벌통이 13.5(\pm 4.4) $^{\circ}$ C로 온도차이가 가장 크게 나타났고, 그 다음으로 스티로폼벌통이 13.4(\pm 4.4) $^{\circ}$ C로 크게 나타났다. 교미편성벌통 종류와 내·부 평균 온도차에서 산출된 데이터들 간 $p < 0.01$ 수준에서 유의성이 확인됐다. 스티로폼미니벌통은 6.0(\pm 1.7) $^{\circ}$ C로 온도차이가 가장 작게 나타나 교미편성벌통으로는 적합하지 않은 것으로 나타났다.

8월과 9월의 온도 차이를 비교한 결과, 9월은 스티로폼벌통과 유토피아[®]벌통의 내·외부 온도 차이는 13.9(\pm 4.5) $^{\circ}$ C, 14.0(\pm 4.5) $^{\circ}$ C, 8월은 11.6(\pm 3.7) $^{\circ}$ C, 12.5(\pm 3.6) $^{\circ}$ C로 9월에 온도차이가 더 크게 나타났다(Fig. 4). 스티로폼미니벌통은 8월과 9월의 내·외부 온도 차이가 비슷한 것으로 보아 보온 재료를 사용하였지만 소비가 표준소비의 1/8크기로 산란과 먹이 저장 공간이 좁고, 봉군크기가 작아 외부 온도에 영향을 크게 받는 것으로 보인다.

따라서 외부 온도가 벌통 내부의 육아권의 온도와

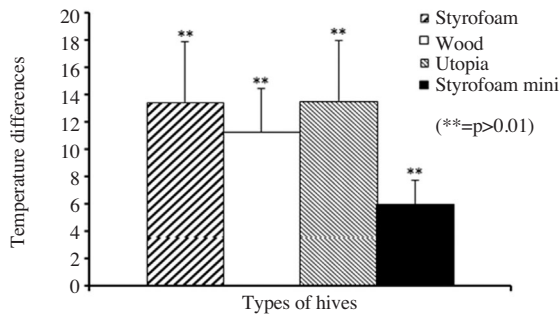


Fig. 3. Inside outside temperature (mean ± SD) difference according to type of hive.

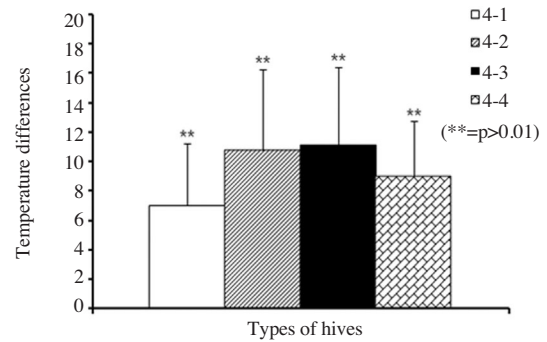


Fig. 5. Inside outside the temperature differences (mean ± SD) according to 4 colony hive.

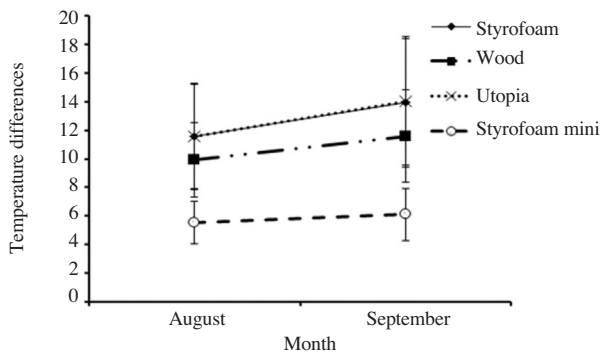


Fig. 4. Inside outside the temperature differences (mean ± SD) per month according to the type of hive.

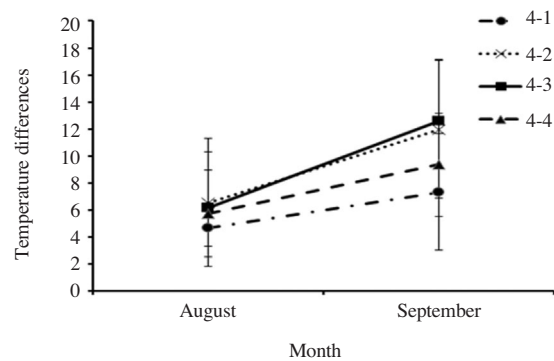


Fig. 6. Inside outside the temperature differences (mean ± SD) per month in 4 colony hive.

비슷한 시기에 스티로폼미니벌통을, 외부온도가 떨어질수록 스티로폼벌통과 유토피아®벌통 사용이 적합한 것으로 나타났다.

4군벌통의 내·외부 평균온도 차이를 조사한 결과 4-1 7.0(±4.2)°C, 4-2 10.7(±5.5)°C, 4-3 11.1(±5.2)°C, 4-4 9.0(±3.7)°C로 나타났다(Fig. 5). 4-1과 4-4는 1.7~4.1°C로 4-2과 4-3보다 낮게 나타났다. 4군벌통의 내·부 평균온도차에서 산출된 데이터들 간에 p<0.01 수준에서 유의성이 확인됐다. 8월의 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 벌통의 온도 차이는 크지 않았지만, 9월에는 온도 차이가 크게 나타났다(Fig. 6). 4-1, 4-4벌통은 양쪽 가장자리에 위치하여 외부와 접촉하는 면적이 3배나 넓어 벌통 내·외부 온도 차이가 낮게 나타났고, 외부 온도가 낮아질수록 더 크게 영향을 받는 것으로 조사

되었다. 따라서 외부온도가 낮아지는 시기에는 가장자리 벌통은 보온자재를 사용하여 외부온도 영향을 덜 받도록 해주는 것이 적합하다.

벌통 종류에 따른 내·외부 온도 차이와 벌수의 상관관계분석을 한 결과 0.33으로 유의성이 있는 것으로 확인되었다(Table 2). 소규모 봉군 사육과 인공왕대 유입에 적합한 고미편성봉군 사육은 벌 수 증감에 따라 내부온도에 영향을 받는 것을 알 수 있다.

적 요

소비 매수에 따른 나무와 스티로폼 벌통의 내·외

Table 2. The correlation coefficient by number of the worker and temperature difference of Inside outside in hive

	No. of worker	Temperature differences
No. of worker	1	0.033*
Temperature differences	0.033*	1

*Statistical Analysis: Pearson correlation coefficient, P<0.05.

부 온도 차이를 조사한 결과, 소비 4매 이상은 벌통 종류에 크게 영향을 받지 않았지만, 소비 2매 이하는 나무보다는 스티로폼 벌통이 더 적합한 것으로 조사되었다. 교미편성벌통 종류에 따른 온도 차이는 외부 온도가 벌통 내부 육아권의 온도와 비슷한 시기에는 스티로폼미니벌통을, 외부온도가 떨어질수록 스티로폼벌통과 유토피아[®]벌통 사용이 적합한 것으로 나타났다. 4군벌통의 경우 41,44벌통은 양쪽가장자리에 위치해 있어 외부와 접촉하는 면적이 3배나 넓어 벌통 내·외부 온도 차이보다 낮게 나타났고, 외부온도가 낮아질수록 더 크게 영향을 받는 것으로 조사되었다. 벌통 종류에 따른 내·외부온도 차이와 벌수의 상관관계를 분석한 결과 0.33으로 유의성이 확인되어 벌 수 증감에 따라 내부온도에 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

따라서 소규모 봉군 사육과 인공왕대 유입을 위한 교미편성 벌통은 스티로폼과 유토피아[®]벌통이 적합하고, 가장자리에 위치한 4군벌통의 경우에는 보온 자재를 설치하여 사용하는 것이 적합한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 아젠다 연구사업 “우수계통

선발종의 농가실증 및 적용기술 개발”(과제번호: PJ008266)에 의하여 수행되었다.

인용 문헌

- 기상청. 2014. 기상청홈페이지(<http://kma.go.kr>) 지역별상세 관측자료/연·월보 자료/방재기상 연월보.
- 김병호 등. 1996. 최신양봉학. 선진문화사. p. 22 24. p. 73 75. p. 153.
- 윤형주 등. 2008. 곤충의 인공수정법. 농촌진흥청 농업과학기술원 농업생물부. p. 39.
- Groh, C., Tautz, J., Rössler, W. 2004. Synaptic organization in the adult honey bee brain is influenced by brood temperature control during pupal development. Proc. Natl. Acad. Sci USA. 101: 4268 4273.
- Hess, W. R., 1926. Die Temperaturregulierung im Bienenvolk. Z. Vergl. Physiol. 4: 465 487.
- Himmer, A. 1927. Ein Beitrag zur Kenntnis des Wärmehaushaltes im Nestbausozialer Hautflügler. Z. Vergl. Physiol. 5: 375 389.
- Manuel, F., Marco, K., Franziska, K., Frank, P., Jürgen, T. 2007. Caps and gaps: a computer model for studies on brood incubation strategies in honeybees (*Apis mellifera carnica*). Naturwissenschaften 94: 675 680.
- Root, A. I. 1899. Proper temperature for brood rearing. Gleanings in Bee Culture. 27: 614.
- Tautz, J., Maier, S., Groh, C., Roessler, W., Brockmann, A. 2003. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. Proc. Natl. Acad. Sci USA. 100: 7343 7347.