

환기팬 작동방식이 월동용 양봉사내의 온·습도환경에 미치는 영향

Control Effect of Temperature and Humidity by Ventilation Fan Operation in Wintering Honey Bee House

이석건·김란숙·이종원·이현우·최광수*
 경북대학교 농업토목공학과, 동물공학과*

S. G. Lee · L. S. jin · J. W. Lee · H. W. Lee · K. S. Choi*

Agricultural Engineering Department, Animal Engineering Department* Kyungpook National University

1. 서 론

양봉사란 겨울철에 꿀벌의 월동에 적합하도록 환기와 온도 및 습도환경조절이 가능한 건물을 지칭하는 것이다. 양봉사를 이용하여 월동할 경우 노동력의 절감, 식량 소모량의 감소 및 월동기간 중 폐사율의 감소 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 현재 국내 양봉가의 대부분은 실외월동을 하고 있는 실정이며, 일부 상온 실내월동을 실시하고 있으나 저온양봉사를 이용한 월동은 실시된 적이 없으며, 이에 관한 연구는 전혀 수행되지 않은 실정이다. 따라서 월동용 양봉사의 설계 및 건축과 관련한 기술개발이 요청되어, 97년 2월에 영주지역에 120개의 벌통을 저장할 수 있도록 약 10평 규모의 월동용 양봉사를 건축하여 봉군의 저온 실내월동실험을 실시하였다. 그 결과 꿀벌을 실내에 월동시키기 위한 적정 온도범위인 2~9℃ 범위였으나, 실외기온이 5~18℃로 비교적 높을 경우 양봉사 내부온도가 최고 13℃정도까지 다소 과다상승하는 경향이 있었다. 따라서, 양봉사 실내온도의 재조절을 위한 환기팬 제어방식을 일부 수정할 필요성이 제기되었다. 이에 저온양봉사의 열 및 수분 평형방정식을 이용한 시뮬레이션 모델의 개발을 통하여 환기팬 작동방식을 개선하고 환기팬 작동방식에 따른 월동용 양봉사내의 온습도 환경을 측정 분석하였다.

2. 실험장치 및 방법

(1) 환기팬의 작동방법

외기온이 5~18℃ 범위일 때 양봉사 내부의 온도가 최고 13℃까지 상승하는 것을 개선할 목적으로 시뮬레이션을 실시하여 환기팬의 작동방법을 개선하였다.

개선전(VENT A)과 개선후(VENT B)의 환기팬 작동방법은 Table. 1과 같다.

Table 1. Two fan operating strategies in bee house

Strategy A (VENTA)	Strategy B (VENTB)
$T_{in} \leq 6^{\circ}\text{C}$ $L_a = 220\text{m}^3/\text{hr}$	$T_o > 9^{\circ}\text{C}$ $L_a = 220\text{m}^3/\text{hr}$
$T_{in} > 6^{\circ}\text{C}$ $L_a = 1850\text{m}^3/\text{hr}$	$T_o \leq 9^{\circ}\text{C}$ $T_{in} \leq 6^{\circ}\text{C}$, $L_a = 220\text{m}^3/\text{hr}$
	$T_{in} > 6^{\circ}\text{C}$, $L_a = 1850\text{m}^3/\text{hr}$

(2) 시뮬레이션 모델 적용에 의한 예측결과

Fig. 1은 환기팬의 작동방법에 따른 영주 소재 양봉사의 내부온도를 예측한 결과로서 주어진 양봉사 구조에서 환기팬의 작동조건을 A에서 B로 개선함으로써 양봉사 내부온도를 최대 2.8℃까지 하강시킬 수 있음을 알 수 있었다. 이 결과를 토대로 98년 영주지역 월동용 양봉사에 적용한 환기팬 작동방식 B(VENT B)의 결과와 개선전 환기팬 작동방식 A(VENT A)의 결과를 비교·분석하였다.

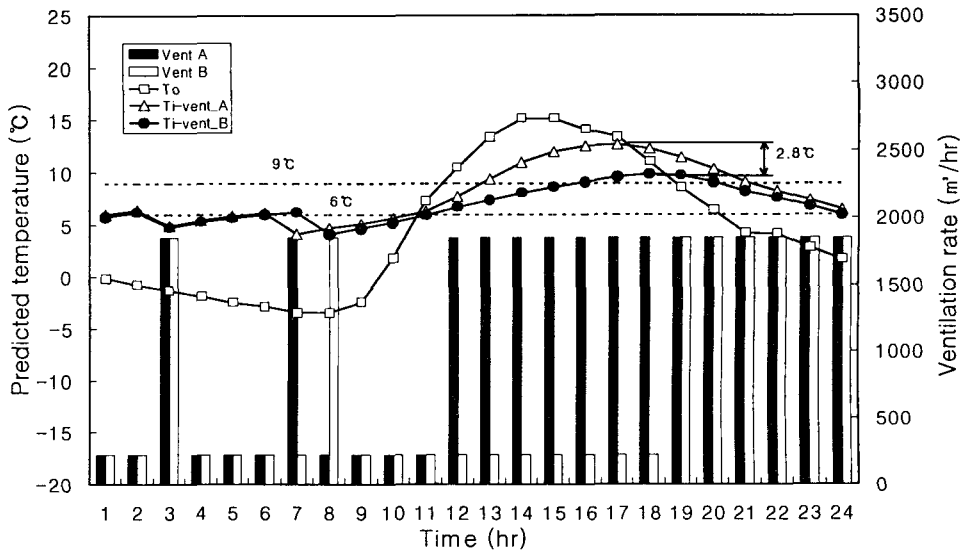


Fig. 1. Predicted temperatures for two ventilation strategies.

(3) 측정용 온·습도센서의 설치 및 계측기간

영주 양봉사의 환경요인 계측은 양봉사내부에 온도센서 2점과 습도센서 1점을 설치하였고 벌통내부에는 1점의 온도센서를 설치하였다. 그리고, 양봉사외부에는 온·습도센서를 각각 1점을 설치하여 컴퓨터에 의한 자동 측정, 기록, 저장되는 계측시스템을 구성하였다. 계측기간은 Table 2와 같으며, 본 연구에서는 외기온이 유사한 동기간에 있어 환기팬 작동방식에 따른 양봉사내의 온·습도 변화를 비교 분석하였다.

Table 2. Measuring and analysis date

Items	Strategy A (VENT A)	Strategy B (VENT B)
Measuring	Feb. 19, 1997~Mar. 12, 1997	Nov. 22, 1997~Mar. 4, 1997
Analysis	Mar. 3, 1997~Mar. 4, 1997	Mar. 3, 1998~Mar. 4, 1998

3. 결과 및 고찰

(1) 개선된 환기팬 작동방법에 의한 양봉사내의 온도조절효과

Fig. 2와 Fig 3에서 볼 수 있는 바와 같이 환기팬을 작동방식 A에 따라 작동한 경우 외기온이 $-2.2\sim 16.2^{\circ}\text{C}$ (평균온도 5.1°C)범위 일 때 양봉사의 내부온도는 $7.1\sim 10.3^{\circ}\text{C}$ (평균온도 8.3°C), 꿀벌통의 내부온도는 $8.8\sim 11.3^{\circ}\text{C}$ (평균온도 9.8°C)범위로 나타났다. 그리고 환기팬을 작동방식 B에 따라 작동한 경우에는 외기온이 $1.0\sim 15.5^{\circ}\text{C}$ (평균온도 6.9°C)범위 일 때 양봉사의 내부온도는 $5.0\sim 8.4^{\circ}\text{C}$ (평균온도 6.2°C), 꿀벌통의 내부온도는 $5.6\sim 8.9^{\circ}\text{C}$ (평균온도 7.0°C)범위로 나타나, 꿀벌이 월동하기에 적합한 온도범위($2\sim 9^{\circ}\text{C}$)내에 있었다. 또한 작동방식 A와 B에 의한 벌통내부의 온도가 월동양봉사내부의 온도보다 $0.5\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 높은 것을 알 수 있었다.

이로부터 외부기온이 비슷한 조건하에서 작동방식 A에 비하여 작동방식 B에 의한 벌통내부의 승온억제효과가 약 2.8°C , 월동양봉사 내부의 승온억제효과가 약 2.1°C 정도 더 있음을 알 수 있었다.

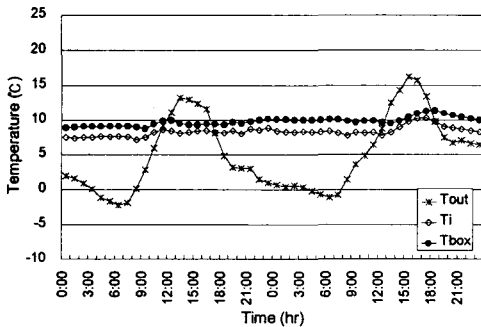


Fig. 2. Inside and outside temperature of bee house (VENT A, Mar. 3~4, 97)

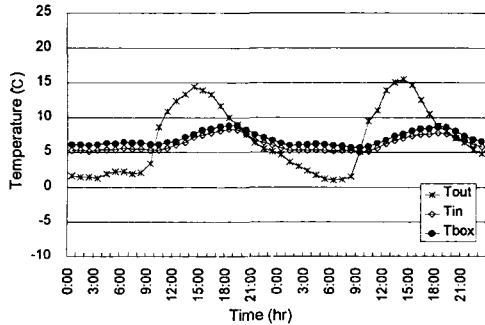


Fig. 3. Inside and outside temperature of bee house (VENT B, Mar. 3~4, 98)

(2) 개선된 환기팬 작동방법에 의한 양봉사내의 습도조절효과

Fig. 4와 Fig. 5에서 알 수 있는 바와 같이 환기팬을 작동방식 A에 따라 작동한 경우 외부 습도가 $32.4\sim 74.3\%$ (평균습도 56.7%)범위일 때 양봉사의 내부습도는 $49.3\sim 65.4\%$ (평균습도 59.5%)범위였으며, 외부습도 편차는 41.9% 이고, 양봉사 내부습도 편차는 16.1% 였다. 그리고 환기팬을 작동방식 B에 따라 작동한 경우에는 외부습도가 $25.9\sim 81.7\%$ (평균습도 57.4%)범위일 때 양봉사의 내부습도는 $49.9\sim 64.2\%$ (평균습도 55.9%)범위였으며, 외부습도 편차는 55.8% 이고, 양봉사내부의 습도편차는 14.4% 에 불과하였다.

이러한 결과로 미루어 볼 때, 환기팬 작동 A와 B 모두 꿀벌이 월동하기에 적합한 습도범위($50\sim 75\%$)였으나, 개선된 환기팬 작동방식에 따른 양봉사 내부습도의 최고, 최저 편차가 약 2% , 평균습도가 약 5% 감소하여 개선전 환기팬 작동방식에 비해 습도환경조절에 있어 좀 더 안정적인 것으로 나타났다.

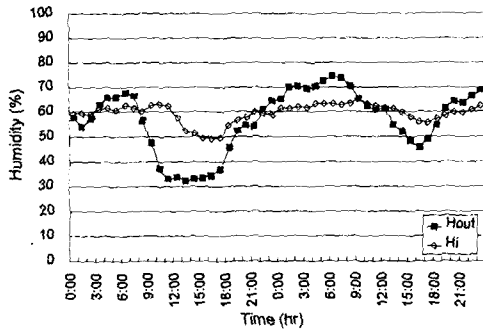


Fig. 4. Inside and outside humidity of beehouse(VENT A, Mar. 3~4, 97)

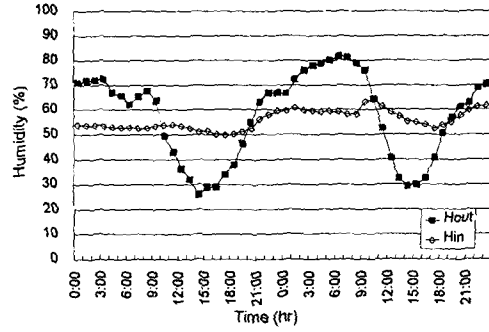


Fig. 5. Inside and outside humidity of beehouse(VENT B, Mar. 3~4, 98)

4. 결 론

- (1) 환기팬을 작동방식 A로 하였을 때, 양봉사의 내부온도는 7.1~10.3℃(평균온도 8.3℃)로 다소 높아지는 경향이 있었으나 환기팬을 작동방식 B로 하였을 때는 월동양봉사의 내부온도는 5.0~8.4℃(평균 6.2℃)로 꿀벌이 월동하는데 필요한 온도범위(2~9℃)를 유지하였다. 따라서, 작동방식 B는 작동방식 A에 비해 2.1℃의 승온억제효과가 있었다.
- (2) 양봉사 내부습도는 환기팬 작동방식 A, B 모두 꿀벌이 월동하기에 적절한 습도범위(50~75%)를 유지하였다. 개선된 환기팬 작동방식에 의한 양봉사 내부습도의 최고, 최저 편차가 약 2% 감소하여 환기팬 작동방식 A에 비해 안정적인 것으로 분석되었다.
- (3) 개선된 환기팬 작동방식에 따른 양봉사 내부온도의 변화가 시뮬레이션의 예측결과와 근사하게 나타남에 따라 앞으로 대형 양봉사 설계에 본 시뮬레이션모델을 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) Graham J, M. 1993. The Hive and the Honey Bee. Dadant & Sons. : 850-868.
- (2) Hellickson, M. A. 1983. Ventilation of Agricultural Structures. A.S.A.E. : 25-41.
- (3) 강보석. 1996. 꿀벌의 월동관리요령. 농업기술 96(10). 농촌진흥청 : 21-22.
- (4) 이석건외. 1998. 월동용 양봉사의 구조 및 환경조절. 한국양봉학회지 제 13권 1호 : 15-20
- (5) 이석건외. 1998. Simulation of Thermal Environment in Wintering Honey Bee House. Journal of the KSAE. 한국농공학회 vol. 40 : 39~44
- (6) 이석건외. 1998. 월동용 양봉사의 설계. 한국생물생산시설환경학회 심포지엄 및 학술논문발표요지. 제 6권 1호 : 80-86