

월동용 양봉사의 설계

Design of Honeybee House for Overwintering

이석건 · 최광수 · 이현우 · 李振海*
경북대학교
*中國 沈陽農業大學

1. 서론

꿀벌 및 봉산물 수입에 대응하여 국내 양봉산업의 안정적 발전을 도모하기 위해서는 현실적으로 실내 월동기술의 확립과 봉군월동관리기술의 생력화가 필요하다. 지역의 기후조건 및 봉군관리 실정에 맞는 효율적인 월동기술을 확립하되 월동기간중 봉군의 폐사율을 현재 추정되는 20% 수준에서 10%이하가 되도록 줄이고 월동능력을 향상시킬 필요가 있다.

따라서 본 연구는 꿀벌의 월동에 필요한 설비를 갖춘 월동용 저온 양봉사를 제작하고 내부의 환경변화를 분석하여 효율적인 월동 양봉사를 제작하는데 필요한 자료를 제시하고자 한다.

2. 실험장치 및 방법

(1) 월동용 양봉사의 환경조건

월동용 양봉사는 다음과 같은 환경조건을 고려하여 설계되어야 한다.

① 온도

벌이 월동하는데 필요한 적절한 온도범위는 2~9℃이며 최적의 온도는 $4\pm 1^\circ\text{C}$ 이다. 온도상승 문제는 벌통을 봉사 밖으로 옮기기 전인 늦은 봄에 문제가 되며, 이 경우 벌들은 신선한 공기만 공급된다면 짧은 몇 시간 동안은 15℃정도의 온도에서도 견디어 낼 수 있다.

② 습도

벌은 넓은 습도범위에 적응할 수 있기 때문에 50~75%의 범위가 적절한 습도로 추천되고 있지만 봉사에 대한 이상적인 습도범위는 없다.

③ 환기

봉사내부의 온도조절, 습도조절 및 CO₂조절을 위하여 환기가 필요하다. 환기는 주로 온도조절의 목적으로 사용된다. 그러나 벌은 습기와 CO₂를 계속하여 배출하기 때문에 비록 겨울철에 봉사내부의 온도가 낮다 하더라도 최소한의 환기(0.25L/s)는 필요하다.

④ 실내공기의 순환

외부로부터 유입된 공기가 봉사내부의 모든 지점에 골고루 분배시키기 위한 공기순환시스템이 필요하다. 필요공기순환량은 벌 1kg당 2.0L/s정도이다.

⑤ 소음 및 진동

벌은 소음과 진동에 민감하기 때문에 모터나 팬에 의해 발생하는 소음과 진동을 최소화 시켜야 한다.

⑥ 단 열

외기온의 변화에 따른 봉사내부온도의 변화를 최소화 시키기 위하여 단열성이 높은 자재를 구조재로 사용할 필요가 있다.

⑦ 광선의 차단

벌의 효율적인 실내월동면을 위하여 빛을 완전히 차단시켜야 한다. 특히, 환기구를 통하여 빛이 들어오지 않도록 광선차단장치를 설치할 필요가 있다.

(2) 저온양봉사의 설계 및 건축

벌통 1개당 봉사의 소요공간을 0.6m^3 으로 하였고, 120개의 벌통을 충분히 저장할 수 있도록 $7.2\text{m} \times 4.2\text{m} \times 2.88\text{m}$ 의 크기로 설계하였다.

봉사가 설치된 경상북도 영주지방의 외부기상조건은 표 2와 같고, 이 값을 이용하여 냉방 및 난방부하량을 계산하였다.

표 2. 영주지방의 기상조건

월별(월)	평균기온(°C)	최저기온(°C)	최고기온(°C)	습도(%)	비고
11	5.1	-0.6	11.8	67	
12	-3.1	-6.8	5.0	63	
1	-3.8	-9.4	2.2	60	
2	-1.1	-6.5	4.7	60	
3	4.3	-1.7	10.8	59	
년평균기온 : 10.74(°C)					

벌이 발산하는 열은 봉사내부의 난방에 도움이 되는 반면에 냉방 문제에서는 그렇지 못하다. 이 열량은 편차가 심하기 때문에 난방부하 계산시에는 안전성을 고려하여 벌통 1개당 10와트로 하였다. 본 분석의 난방부하 계산에 의하면 겨울철에 난방기를 사용하지 않고 환기만으로도 봉사의 내부온도를 적절하게 유지할 수 있는 것으로 나타났다.

봉사의 냉방문제는 벌통을 봉사 밖으로 옮기기 직전인 봄에 발생한다. 외부온

도가 15℃이상이면 봉사 내부의 온도를 냉방시설이 없이 4℃로 유지하는 것은 어렵다. 그러나 벌들은 신선한 공기가 공급되면 짧은 몇 시간 동안은 15℃ 정도의 높은 온도를 견디어 낼 수 있기 때문에 본 연구에서는 환기에 의한 냉방방법만을 고려하였다.

습도는 가습장치 없이도 70%이하로 조절할 수 있는 것으로 나타났기 때문에 환기로만 습도를 조절할 수 있도록 봉사를 설계하였다.

환기는 온도조절 뿐만 아니라 높은 CO₂와 수증기가 포함되어 있는 봉사 내부의 공기를 외부공기와 교체하여 이산화탄소량과 습도량을 조절하는데 이용된다.

난방 및 냉방문제에 대한 분석결과를 근거로 본 실험에서는 온도조절을 위하여 난방 및 냉방장치를 사용하지 않고 환기팬만을 사용하였고, 필요환기량 및 환기팬의 용량은 표 3과 같이 결정하였으며, 환기팬의 작동 방법은 표 4와 같다.

표 3. 환기팬의 용량 결정

외부기상조건	봉사내부환경조건	필요환기량	환기팬	비고
온도 : 4.3℃ 습도 : 59%	온도 : 6℃ 이하 습도 : 70%이하	27.7m ³ /min	2대 1대 용량 : 18.5m ³ /min	

표 4. 환기팬의 작동 방법

외부기온(T _o)	온도조절 방법	비 고
(T _o) < 6℃	센서를 이용하여 환기팬을 가동 봉사내부온도를 3℃-6℃로 유지	온도조절을 위한 환기
(T _o) > 6℃	환기팬은 3min/0.5hr로 가동	습도조절을 위한 최소 한의 환기

봉사 내부에 유입된 공기를 고르게 분배시키기 위하여 폴리에틸렌 덕트가 부착된 순환팬을 사용하였으며, 순환팬 시스템은 외부공기가 순환팬 가까이 있는 흡입팬을 통해서 유입되고 유입된 공기는 내부공기와 혼합되어 덕트를 통해서 분배되도록 하였다. 폴리에틸렌 덕트는 박공튜브이며 봉사의 길이방향으로 설치하였다.

덕트의 면적은 환기팬의 크기와 같게 하였고, 배출공의 총면적은 덕트단면적의 1.8배로 하였다.

실내가 완전히 암실이 될 수 있도록 환기구 및 출입문의 구조에 유의하였으며, 특히 환기구는 외부에 개방되어 있으므로 빛을 차단하기 위하여 차광장치를 설치하였다.

실험을 위해 제작된 봉사의 평면도는 그림 1과 같다.

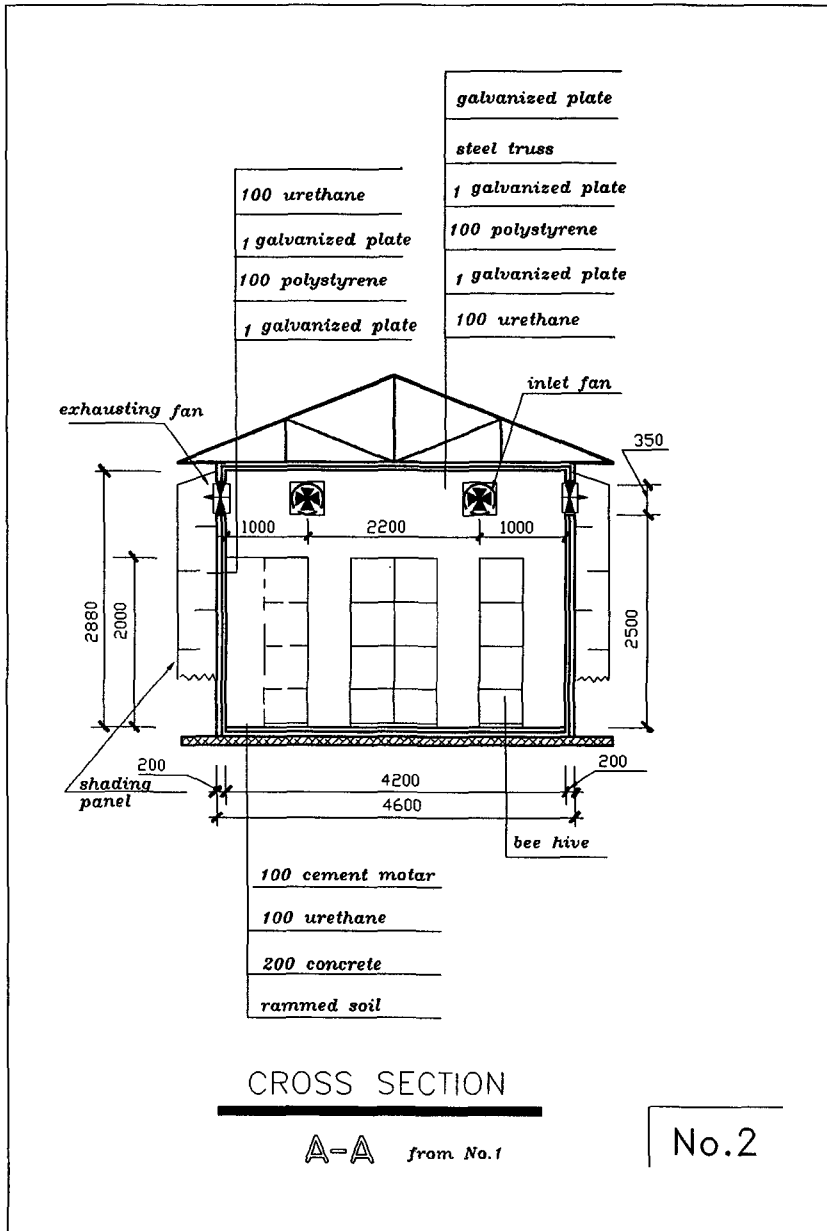


그림1. 저온 월동봉사의 단면도

(3) 환경요인 측정시스템

봉사 내부의 환경변화를 분석하기 위하여 봉사의 내부 및 외부에 온도센서 11개와 습도센서 2개를 설치하였으며, 센서에서 측정된 결과는 자동으로 컴퓨터에 저장되도록 측정시스템을 구성하였다.

3.결과 및 고찰

(1) 온습도의 변화

그림 2는 1997년 2월 19일에 측정된 하루동안의 시간 변화에 따른 온도의 변화를 나타낸 것이다. 외부온도가 약 $-6^{\circ}\text{C}\sim 9^{\circ}\text{C}$ 범위일 때 봉사 내부온도의 변화는 $2^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 로 나타났으며, 별통 내부온도의 변화는 $3^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 정도로 봉사 내부의 온도보다 1°C 정도 높은 것으로 나타났다. 따라서, 내부온도를 편차가 3°C 정도로 거의 일정하게 유지시키는 것이 가능하였다.

그림 3은 1997년 2월 19일에 측정된 하루동안의 시간 변화에 따른 습도의 변화를 나타낸 그림이다. 외부습도가 약 33%~70% 범위일 때 봉사 내부습도의 변화는 60%~71% 정도로 나타나 내부습도의 편차는 상당히 적었다.

(2) 공기의 순환성능

그림 4는 봉사의 길이방향에 대한 낮의 평균온도 변화를 도시한 것이다. 길이방향의 온도편차는 1°C 미만으로 적은 양이었다.

그림 5는 봉사의 폭방향에 대한 밤의 평균온도의 변화를 도시한 것이다. 폭방향의 온도변화도 길이방향의 경우와 마찬가지로 내부온도의 편차가 1°C 미만으로 적은 양이었다.

이러한 사실로 미루어 볼 때 순환팬에 의한 봉사내부 공기의 순환이 잘 이루어지고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서 얻어진 결과를 토대로 추후 북부지역에 개선된 봉사를 설치하여 실험을 수행할 계획이며, 특히 환기팬이 봉사 외부의 환경변화에 따라 적절하게 작동하도록 더 세분된 작동계획을 갖는 시스템을 개발할 계획이다.

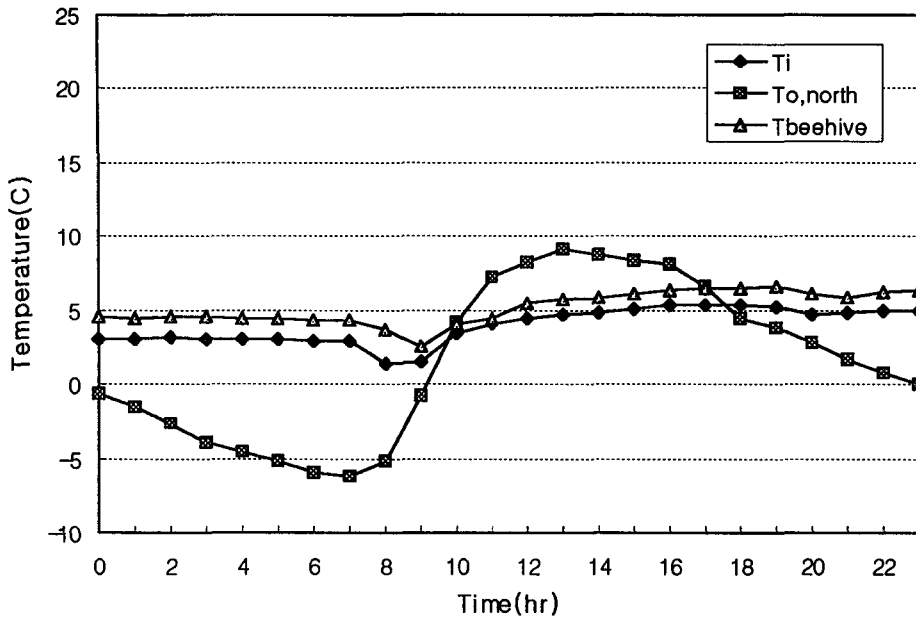


그림 2. 시간 변화에 따른 온도의 변화(1997년 2월 19일)

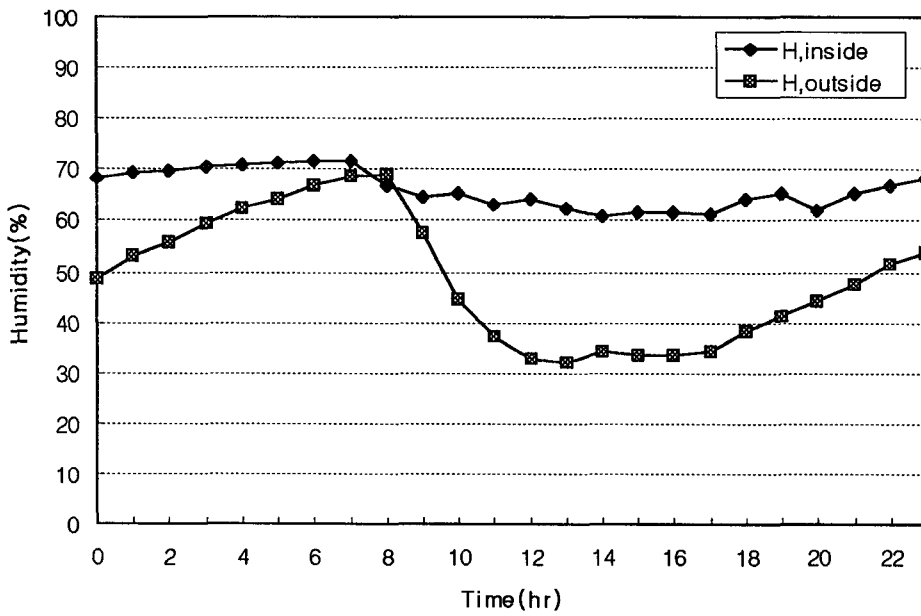


그림 3. 시간 변화에 따른 습도의 변화(1997년 2월 19일)

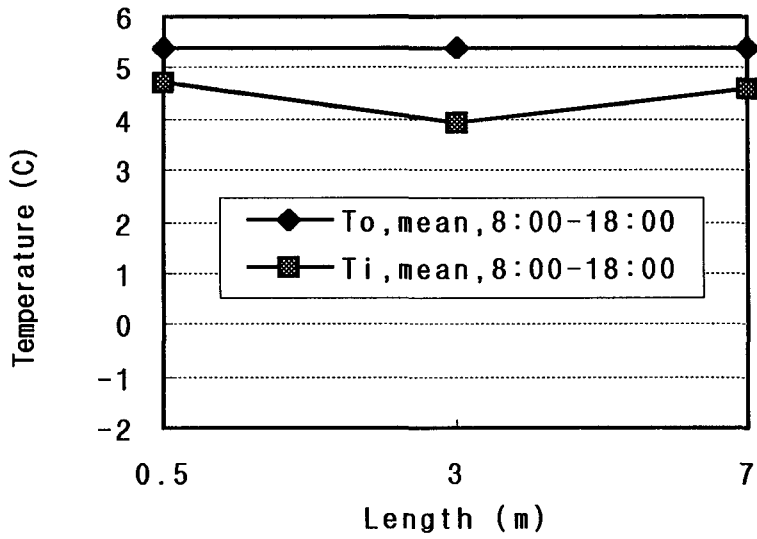


그림 4. 봉사의 길이방향에 대한 평균온도의 변화(낮)

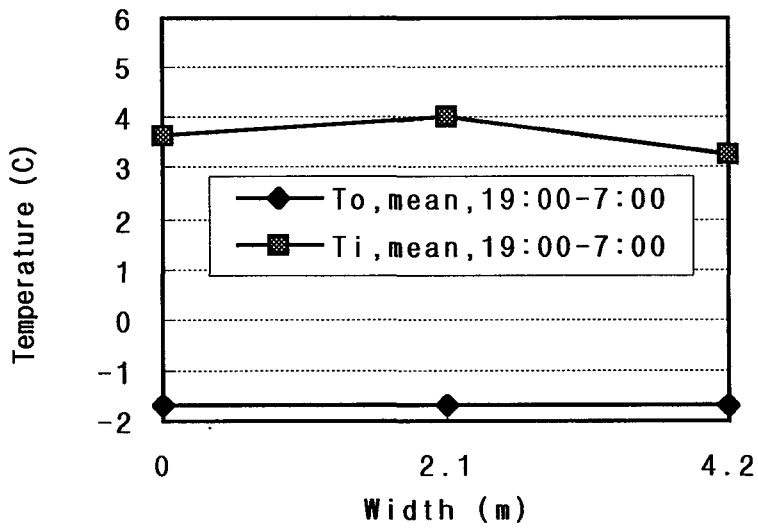


그림 5. 봉사의 폭방향에 대한 평균온도의 변화(밤)