

## 양봉 작업의 인간공학적 위험성평가 및 개선 사례

이찬휘<sup>1)</sup>, 강태선<sup>2)</sup>

아주대학교 환경안전공학과<sup>1)</sup>, 세명대학교 보건안전공학과<sup>2)</sup>

### Risk Assessment and Intervention of Ergonomic Risk Factor in Beekeeping

Chanhwi Lee<sup>1)</sup>, Taesun Kang<sup>2)</sup>

Department of Environmental and Safety Engineering, Ajou University<sup>1)</sup>

Department of Health and Safety Engineering, Semyung University<sup>2)</sup>

#### = Abstract =

**Objectives:** The purpose of this study was to assess the ergonomic risk factors in beekeeping, and to evaluate the effectiveness of assistive device hive lift.

**Methods:** This study included 30 subjects of beekeeper in Pocheon, Korea. We assessed the ergonomic risk of main task in beekeeping with NLE, OWAS and evaluate the effectiveness of hive lift. We also surveyed prevalence of musculoskeletal symptoms among the subjects based on the Korea Working Condition Survey.

**Results:** Moving to different floral origin, internal inspection of beehives, feeding syrup is the most burdensome to musculoskeletal system (NLE LI value=2~3. OWAS action category=4). The prevalence of musculoskeletal symptoms (lower and upper extremities) among the subjects was over 80 %. The introduction of assistive devices in the three hazardous tasks has dramatically reduced the risk by removing manual lifting hives (OWAS action category<1).

**Conclusions:** Beekeeping is a heavy workload on the musculoskeletal system because it has a lot of manual lifting task. As a result of applying the hive lift, the burden could be reduced.

**Keywords:** beekeeping, beekeepers, ergonomic risk, musculoskeletal symptom, risk assessment

---

\* Received July 19, 2019; Revised September 24, 2019; Accepted September 24, 2019.

\* Corresponding author : 강태선, 우) 27136 충청북도 제천시 세명로 65 (신월동) 세명대학교 공학관 402호  
Taesun Kang, Department of Health and Safety Engineering, Semyung University, 65 Semyung-Ro, Jecheon, Chungbuk, 27136, Korea,  
Tel : +82-43-649-1692, E-mail : bonab2010@gmail.com

## 서론

농촌진흥청 관련 공식통계에 따르면 농업인의 2016년 업무상 질병 유병률은 5.2%, 2017년도 업무상 손상 발생률은 2.2%로 나타나 고용노동부 산재보험통계의 2016년 전산업 평균 재해율 0.49%과 비교하여 4배 이상 높았다[1]. 특히 농업인은 재해를 당할 경우 치료비 등 직접 손실비만이 아니라 손상 후 회복 기간 동안 일을 할 수 없어서 오는 간접비 손실도 크다 [2]. 논농사, 밭농사 농업인을 주요 대상으로 한 농촌진흥청 위 통계에 따르면 농업인들에게 가장 흔한 업무상 질병은 근골격계 질환(73.8%)이었다 [1]. 노지고추 등 기타 종사 인구가 많은 작목 농업인의 근골격계 질환 유병률 또는 관련 위험성평가 연구는 일부 있었으나 양봉 농업인에 대한 그것은 국내뿐만 아니라 국외에도 없었다. 2016년 현재 양봉 농가는 22,609가구로 타 농업분야 종사자에 비해 그 수가 적지만 양봉업은 벌통을 드는 중량물 들기 작업이 많다. 특히 우리나라에서는 기후 조건으로 밀원을 따라 전국을 이동하는 농가가 많으므로 들기 작업이 더 빈번하다 [3]. 우리는 양봉 농업인의 근골격계 질환 위험성을 평가하고 개선을 위한 보조도구의 효과를 평가하기 위해 이 연구를 수행했다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

우리는 경기도 포천시 일대에서 양봉업에 종사하는 농업인을 대상으로 2017년 3월부터 6월 사이 위험성평가 회의, 현장 조사, 설문 조사 등을 수행했다. 양봉 농업인 7명과 2회에 걸쳐 위험성 평가 회의를 진행했다. 1개 농가를 직접 방문하여 주요 작업을 직접 관찰하였고 문제가 될 만한 위험작업은 인간공학적 평가 기법을 사용하여 정량적 위험성평가를 추가로 수행했다. 양봉농업인의 작업시간과 근골격계 질환 등 위험요인을 파악하기 위해 전업 양봉 농업인 모임인 '포천시 양봉연구회' 소속 회원 전수인 32명에게 설문지를 배부하였고 이 중 30명이 연구목적에 동의하였고 설문에 응답하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 일반 위험성평가

우리는 포천시 양봉연구회 핵심 구성원 7명과 함께 포천시 농업기술센터에서 2회에 걸쳐 근골격계 질환 관련 위험성평가 회의를 진행했다. 평가에서 '위험성'의 정의는 「사업장 위험성평가에 관한 지침(고용노동부고시 제2017-36호)」에 있는 “유해·위험요인이 부상 또는 질병으로 이어질 수 있는 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 조합”을 준용하되 양봉작업의 특성을 감안하여 일부 변용하였다. 즉 양봉작업은 계절에 따른 특성이 있어서 빈도를 작업빈도와 사고 또는 질병의 발생 가능성으로 세분화하여 산출하였다. 이러한 위험성평가 방법은 '일반 위험성평가(Generic Risk Assessment)'로 구분되는 반정량적(Semi-Quantitative) 위험성평가이며 정량적인 인간공학적 평가와 구분된다. 위 고용노동부 고시를 준용하여 작업의 빈도에 따른 배점을 매일(4점), 매주(3점), 매달(2점), 분기별(1점) 등으로 구분했고 재해 발생 가능성을 기준으로 확실함(6점), 가능성 높음(4점), 가능성 있음(2점), 가능성 거의 없음(1점) 등으로 분류했다. 재해가 일어날 경우 그 중대성에 대해 치명상일 경우(10점), 중상(6점), 경상(3점), 미미함(1점) 등으로 분류했다. 최종 위험성 점수는 3개 변수를 더하여 산출하였다. 위험성 점수를 4개 구간으로 분류하였는데, 14점 이상일 경우에는 가장 높은 단계인 IV를 주었고 8점 이상 13점 이하일 때 III, 5점 이상 7점 이하인 II, 4점 이하의 점수는 I 등이다. 위험성 점수가 III 이상은 개선이 필요한 작업으로 분류하였다. 위험성평가 점수는 연구자들이 위험성평가 회의를 진행하면서 합의를 통해 결정했다. 위험성평가 대상작업은 벌통 내검, 물 공급, 밀원 답사, 잡초제거, 벌통 이동, 장마 및 혹서기 대비, 말벌 포획, 설탕 공급, 월동 포장, 월동 등으로 이어지는 일련의 양봉 작업 전체를 대상으로 했다.

### 2) 인간공학적 평가

경영 벌통 수 등에서 평균적인 양봉 경영형태를 갖

는 1개 농가를 직접 방문하여 일반 위험성평가를 통해 우선순위 3대 작업에 대하여 인간공학적 평가를 수행했다. 3대 위험작업이 주로 중량물 작업이었으므로 인간공학 평가 도구로는 미국 산업안전보건연구원 들기공식(The NIOSH Lifting Equation; 이하 NLE)과 핀란드 철강회사 Ovako Oy와 핀란드 산업보건연구원((Finnish Institute of Occupational Health)이 개발한 The Ovako Working Posture Assessment System (이하 OWAS)을 이용했다[4, 5]. NLE는 무게, 수평 및 수직위치, 비틀림 각도, 작업빈도, 들기 작업시간, 손잡이 형태 등의 변수를 종합하여 권장무게한계 (Recommended Weight Limit ;이하 RWL)을 구하여 취급물체의 무게를 나눈 값, 즉 들기지수 (Lifting Index; 이하 LI)를 산출하는데, 이 값이 1을 넘으면 개선이 필요하다. OWAS는 작업을 비디오로 촬영한 다음 정해진 기준에 따라 신체 부위별 자세를 코드화하고 분석하는 기법이다. 자세 평가는 허리의 비틀림 정도, 팔의 높낮이, 다리 자세, 작업물의 무게를 기반으로 하는데, 정의된 평가 점수 코드표를 보고 확인한다. 평가 점수가 2이면 개선이 필요하며 3, 4 인 경우 시급한 개선이 필요하다. OWAS 평가는 연구자들이 비디오를 보면서 평가 점수를 합의하는 방식으로 NLE는 정량적인 측정이므로 직접 측정하고 이를 인정하는 방식으로 평가를 진행했다.

우리는 이 연구에서 양봉작업에서 시급한 개선이

필요한 작업에 대하여 평가할 뿐만 아니라 최근 시중에 시판되기 시작한 양봉 보조도구인 ‘벌통리프트’(Hive Lift)의 효과도 평가하였다.

### 3) 근골격계 질환 설문조사

한국산업안전보건공단 제5차 근로환경조사 설문지의 일부를 준용하여 작업시간, 근골격계 질환 증상호소 등을 조사했다. 포천시 농업기술센터의 협조를 얻어 포천시 일대 양봉농업인 32명에게 설문지를 배부하였고 이 중 30명이 설문에 응답하였다[6].

## 결 과

### 1. 연구대상 개요

연구대상 양봉 농업인의 연령, 젠더, 양봉업 경력, 벌통 수, 관리 형태 등은 Table 1과 같았다. 평균 연령은 약 70세, 양봉 경력은 17년, 농가당 경영하는 벌통 수는 193통이었다. 조사대상 농가 중 60%가 밀원을 찾아 이동하는 방식으로 경영하고 있었다 (Table 1). 연구대상의 연중 농작업 일수와 일평균 작업시간은 각각 281일, 6.9시간 이었다. 평균 경영 벌통 수인 193통을 기준으로 볼 때, 하루 36회 정도의 벌통 들기 작업이 있었다. 양봉은 봄부터 가을까지 농번기이고 겨울철이 농한기지만 월동 중 온도관리가 중요하므로 연중 작업이 있었다.

Table 1. General characteristics of study subjects (n=30)

Characteristics		
	Age (mean ± SD)*	69.9 ± 8.5
Gender	N** of female(%)	27 (90)
	N of female (%)	3 (10)
	Career (year mean ± SD)	17 ± 10.5
	No. of bee colonies (mean ± SD)	193 ± 76.3
Management type	N of Fixed beekeeping (%)	12 (40)
	N of Migratory beekeeping (%)	18 (60)
Working time	Hours per day	6.9 ± 0.8
	Days per year	281 ± 16

\*Mean±S.D. : Arithmetic mean±Standard Deviation, N\*\* : Number

### 2. 일반 위험성평가 결과

일반 위험성평가 결과 양봉작업에서 근골격계 부담작업은 Table 2와 같이 5개의 작업이 있었다. 벌통 이동, 벌통 내검, 설탕 공급 등의 작업의 위험성이 VI

로 높았다. 이 세 작업은 모두 벌통을 드는 작업이 포함되어 있다. 물 공급, 잡초 제거 등 작업은 위험성 II로 개선이 필요하지 않았다.

Table 2. General risk assessment of musculoskeletal risk for major task in beekeeping

Task	Muscular skeletal risk factor	Risk assessment			
		Severity	Likelihood	Frequency	Risk
Moving to different floral origin	Loading and unloading hive bodies into the truck including manual lifting hives.	10	6	4	IV (20)
Internal inspection of beehives	Regularly repetitive manual lifting hive bodies and bending over to inspect frame	6	6	4	IV (16)
Feeding syrup	Regularly repetitive manual lifting hive bodies and bending over to feed syrup in a frame feeder	6	6	3	IV (15)
Feeding water	Watering with a hose in a bucket on the outside wall of a beehive	1	2	3	II (6)
Removing weeds	Removing weeds around hive bodies	1	2	3	II (6)

### 3. 인간공학적 평가 결과

일반 위험성평가 결과 개선이 필요한 벌통 이동, 벌통 내검, 설탕 공급 작업에 대하여 인간공학적 평가 방법인 NLE, OWAS를 이용하여 평가한 결과는 다음 Table 3과 같았다.

#### 1) 벌통 이동

트럭에 벌통을 싣고 새로운 밀원 지역에 도착하여 벌통을 내리는 작업이다. 연구대상 양봉 농업인의 60%가 이런 식으로 영농하였다. 이동한 곳 주변의 농가

에서 농약을 사용하게 되면 꿀벌들이 제대로 활동을 할 수 없기 때문에 이때에는 다른 밀원을 찾아 다시 이동하는 경우가 있어 이동 횟수가 많아지는 경우도 있다. 벌통의 무게는 최대 약 30 kg 정도에 달하는데 벌통 이동작업을 NLE 방법으로 평가한 결과, 시점 및 종점에서 모두 권고 기준의 약 3배에 달하여 허리에 큰 무리를 주는 작업으로 나타났다. OWAS 방법으로 평가한 결과에서도 수준 4에 해당하여 시급한 개선이 필요한 작업으로 판정되었다.

Table 3. Ergonomic risk assessment for top three major task by NLE, OWAS

Task	NLE*				OWAS†				
	RWL‡		LI§		Back	Arms	Legs	Load	Action Category
	Origin	Destination	Origin	Destination					
Moving to different floral origin	8.5	11.1	3.5	2.7	4	1	7	3	4
Internal inspection of beehives	12.8	11.1	2.3	2.7	4	1	4	3	4
Feeding syrup	12.8	11.1	2.3	2.7	4	1	4	3	4

\*NLE : NIOSH Lifting Equation, †OWAS : Ovako Working Posture Assessment System, ‡RWL : Recommended Weight Limt, §LI : Lifting Index

2) 벌통 내검

이 작업은 3월 초부터 본격적으로 시작하여 월동 준비 전(12월초)까지 거의 매일 있다. 여왕벌이 산란을 시작하면 양봉업 종사자들은 관리하고 있는 모든 벌통의 내검을 통해서 효과적인 꿀벌의 번식을 돕는다. 꿀벌의 식량 상태나 양을 확인하고 산란상태를 보며 내부청소도 해야 한다. 보통 벌통은 2단으로 쌓아 올려 관리를 하기 때문에 아래에 있는 벌통의 내검이 필요한 경우 윗단의 벌통을 내려놓는 중량물 작업이 많다. NLE 평가 결과 벌통 내검작업은 시점과 종점에서 모두 권고 기준의 2배 이상에 달하는 허리에 부담을 주는 작업으로 나타났다. OWAS 평가 결과 역시 시급한 개선이 필요한 수준 4에 해당하는 작업이었다.

3) 설탕 공급

설탕 공급 작업은 보통 8월 말부터 가을까지 시행한다. 겨울 기간에 꿀벌은 다른 동물들과 다르게 동면을 하지 않는다. 다만 활동을 억제하고 평소와 같이 집단생활을 한다. 가을 시기 이후부터 밀원을 구할 수 없는 어려움이 있어 사람이 직접 설탕을 벌통에 투입시킨다. 이 작업 시에도 벌통의 윗단을 들어 내렸다가 다시 올리는 들기 작업이 있다.

4. 증상 설문조사 결과

지난 1년간 1주일 이상 지속된 근골격계 질환 증상 설문결과 하지 부위 근육통 호소율이 가장 높았고(86.7%) 이어서 어깨, 목 등 상지 부위 근육통이 높았다(83.3%). 요통 호소율은 36.7%로 나타났다(Table 4). 질환이 양봉업과 관련성이 있는지에 관한 질문에는 질환자의 대부분이 관련성이 있다고 답했다.

5. 보조도구 벌통리프트 평가

일련의 위험성평가를 시행한 후 이를 개선하기 위해 시중에서 시판되기 시작한 양봉 보조도구인 벌통리프트를 도입하여 시범적으로 인간공학적 평가를 시행했다. 벌통리프트는 벌통을 사람이 직접 들지 않고 벌통 사이에 리프트 포크를 끼우고 L자형 손잡이(Hand Crank Winch)를 손으로 돌리면 벌통이 올라가는 방식이다. 이 보조도구를 사용할 경우 들기 작업이 없으므로 NLE 평가 대상이 아니며 OWAS 평가에서도 도르래를 돌리는 정도의 작업이므로 벌통 이동, 벌통 내검, 설탕 공급 등의 작업이 모두 수준 1 이하, 즉 더 이상 개선이 필요하지 않은 작업으로 나타났다.



고 찰

양봉 작업은 벌통 이동, 벌통 내검 등 근골격계 부담이 큰 작업이며 연구 대상 양봉 농업인의 80% 가량이 지난 1년 동안 직업과 관련된 상지와 하지 부위 근골격계 질환 증상을 호소했다. 이에 시중에 시판되기 시작한 벌통리프트를 적용하면 들기 작업을 획기적으로 없앨 수 있어서 큰 개선효과가 있는 것으로 평

Table 4. Prevalence of musculoskeletal pain for over 7 days during the previous 12 months among the subjects (n=30)

Musculoskeletal symptoms	N (%)	N of occupational related (%)
Back pain	11 (36.7)	10 (33.3)
Muscle pain in the shoulders, neck and arms	25 (83.3)	23 (77.7)
Muscle pain in the hip, leg, knee, foot	26 (86.7)	24 (80.0)
General fatigue	24 (80.0)	22 (73.3)

가됐다. 이 평가 결과에 따라 농촌진흥청 농작업안전 컨설팅사업의 취지에 부합하므로 포천시 농업기술센터는 각 농가에 별통리프트를 무상 지원했다.

별통리프트는 벌통을 드는 무리한 작업을 하지 않지만 L자형 손잡이를 10회 이상 돌려줘야 한다. 결과에 제시하지 않았지만 이 작업만을 상지작업의 인간공학 평가 도구인 RULA(Rapid Upper Limb Assessment)를 이용한 결과, 작업부하는 받아들일 수 있는 수준으로 평가됐다[7]. 향후 수동 원치 방식에서 전동식으로 발전시킨다면 상지의 부담도 해결할 수 있을 것으로 보인다.

양봉 농업인들의 지난 1년간 상지와 하지의 근골격계 증상은 국내 및 국외의 일반 농업인의 근골격계 질환 전체 유병률(80% 이상 VS. 국내 73.8, 국외 76.9%)에 비해 높았으나 1년간 요통의 유병률(36.7%)은 국외 농업인의 그것에(47.8%) 비해 낮았다[1, 8]. 이 점은 양봉작업이 중량물 작업이 많은 점과 상치되는데, 건강한 노동자 효과(Healthy Worker Effect) 등의 영향이 있을 수 있다. 위험성 평가 회의에서 양봉 농업인들은 적잖은 사람들이 양봉에 도전했다가 수습과정에서 포기하곤 한다는 언급을 했다. 향후 연구에서는 이 점을 추가로 연구할 필요가 있다.

이 연구에서는 다루지 않았지만 양봉작업 위험성평가 과정에서 양봉 농업인들은 근골격계 위험요인 뿐만 아니라 꿀벌에 기생하는 응애를 방제하기 위한 개미산, 옥살산 등 화학적 유해인자 노출에 따른 건강 영향도 겪고 있는 것으로 나타났다. 이러한 점을 고려한 양봉 농업인의 안전보건에 관한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

## 요 약

양봉 작업은 들기 작업이 많아 근골격계 부담이 컸으며 양봉 농업인의 대부분이 지난 1년 동안 직업과 관련된 근골격계 질환 증상을 호소했다. 보조도구인 별통리프트를 사용하면 양봉 작업으로 인한 근골격계 부담을 줄일 수 있다.

## 감사의 글

이 논문은 농촌진흥청이 지원하고 포천시 농업기술센터가 주관한 ‘2017년 농작업안전컨설팅 사업’의 지원으로 작성되었다. 농촌진흥청과 포천시의 연구 지원에 감사를 표한다.

## REFERENCES

1. Statistics Korea. Korean Statistical Information Service. 2019 [cited 2019 Feb 25] (Korean)
2. Youn, K., et al., Type and Characters of Agricultural Injury Subjective Burden. *J Agric Med Community Health* 2016; 41(1):1-12 (Korean)
3. Korea Beekeeping Association. The statistics of beekeeping industry. 2019; Available from: <http://www.korapis.or.kr/jsp/sub3-1.jsp> (Korean)
4. Karhu, O., P. Kansil, and I. Kuorinka, Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Appl Ergon* 1977;8(4): 199-201
5. Thomas R. Waters, Vern Putz-Anderson, and Arun Garg, Application Manual for the Revised Niosh Lifting Equation. 1994: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Biomedical and Behavioral Science
6. Korea Occupational Safety & Health Agency, 5th Korean Working Condition Survey 2017, *KOSHA* (Korean)
7. McAtamney, L. and E.N. Corlett, RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon* 1993;24(2): 91-99
8. Osborne, A., et al., Prevalence of musculoskeletal disorders among farmers: a systematic review. *Am J Ind Med* 2012;55(2): 143-158