



꿀벌 월동 성공 열쇠는 '기온의 안정성'

- 농촌진흥청, 전국 40개 양봉장 1만 805 벌무리 분석 결과 발표
 - 기온 변동성이 꿀벌 생존에 영향 미쳐
 - 국제 양봉 전문 학술지(Apidologie)에 논문 게재

농촌진흥청(청장 이승돈)은 꿀벌 월동 성패를 좌우하는 핵심 환경요인을 과학적으로 구명해 올해 5월 국제 학술지 「Apidologie*」(IF 1.7)에 발표했다.

* Apidologie: 양봉 및 화분매개곤충 분야를 대표하는 국제 학술지로, 꿀벌 생태·질병·사양관리·화분매개 연구 분야에서 높은 학술적 영향력을 인정받음

최근 기후변화로 겨울철 이상기상이 잦아지면서 양봉농가의 월동 피해가 반복되고 있다. 특히 2022~2023년 겨울에는 전국적으로 40% 이상의 월동 실패가 보고되는 등 큰 피해가 발생했다.

이에 농촌진흥청은 국내 다양한 기후 조건의 양봉장을 대상으로 겨울철 기온 특성과 월동 성패의 관계를 분석했다.

연구진은 2024년 11월부터 2025년 2월까지 전국 8개 권역 40개 양봉장 총 1만 805 벌무리를 대상으로 월동 전후 벌무리 상태와 기상자료를 조사하고, 겨울철 기온 특성과 주변 환경이 월동 성과에 미치는 영향을 분석했다.

그 결과, 전체 월동 성공률은 69.1%였다. 월동에 성공한 벌무리 세력은 평균 41.3% 감소했다(벌집수 기준).

겨울철 평균기온 자체는 월동 성공과 유의한 관련성이 뚜렷하게 나타나지 않았으나, 기온이 상대적으로 안정적인 지역의 벌무리에서 월동 성공률이 유의하게 높았다. 이는 겨울철 기온이 급격히 변하지 않는 안정적인 월동 환경이 꿀벌 생존에 중요함을 의미한다.

꿀벌은 벌통치(봉구)를 형성해 내부 온도를 일정하게 유지하며 월동한다. 이때 외부 기온이 반복해서 크게 변하면 벌무리 에너지 소비와 저장 먹이 소모가 늘어 월동에 불리하게 작용하는 것이다.

연구진은 이번 연구 결과가 최근 기후변화로 겨울철 평균기온이 높아지고 한파와 이상고온이 반복되는 등 기온 변동성이 커지는 현상과 관련 있을 것으로 판단했다.

이번 연구로 겨울철 온도 안정성 유지가 꿀벌 월동 관리의 핵심 요소임을 과학적으로 입증했다. 특히 외부 기온 변화의 영향을 줄여 벌통 내부 환경을 안정적으로 유지하는 실내 월동 기술의 필요성과 활용 가능성을 뒷받침할 근거가 될 것으로 기대된다.

농촌진흥청 양봉과 한상미 과장은 “기후변화로 겨울철 이상기상이 일상화 되면서 꿀벌 월동 관리의 중요성이 더욱 커지고 있다.”라며, “이번 연구 결과를 바탕으로 실내 월동 기술 등 기후변화 대응형 월동 관리 기술을 지속적으로 고도화하고, 양봉농가의 월동 피해를 줄일 현장 적용 기술 개발에 최선을 다하겠다.”라고 말했다.

붙임. 월동 연구 결과

담당 부서	국립농업과학원 양봉과	책임자	과 장	한상미 (063-238-2841)
		담당자	연구사	박보선 (063-238-2872)
	농촌진흥청에서 연구·개발한 농업의 모든 것  농사로			

□ 연구 배경

- 최근 기후 변화로 겨울철 한파와 이상고온이 반복되는 등 기온 변동성이 증가하면서 국내외에서 꿀벌 월동 피해가 지속적으로 발생
- 그동안 월동 피해는 저온, 병해충, 먹이 부족 등 개별 요인 중심으로 연구되었으나, 겨울철 기온 특성과 주변 환경을 함께 고려한 연구는 부족
- 농촌진흥청은 전국 양봉장을 대상으로 겨울철 기온 특성과 주변 토지 이용 환경이 꿀벌 월동 성공에 미치는 영향을 분석
- 최근 3년 한국, 미국, 캐나다 자료 정리 결과 한국 월동 실패율 변화의 경우 2021-2023 겨울은 30% 미만이고, 2022-2023 겨울의 경우 43%로 급증(표1)

[표 1] 2021-2022년부터 2023-2024년 겨울까지 한국, 미국, 캐나다에서 관리되는 양봉꿀벌 벌무리의 월동 실패율(%)과 그 주요 원인. 월동 실패율과 원인은 국가 보고서 및 관련 연구에서 발췌하였으며, 온도 변동성, 영양 스트레스, 기생성 응애류(*Varroa destructor et al.*), 여왕 관련 문제 등이 벌무리 손실에 영향을 미치는 요인으로 제시. 월동 실패 원인은 주로 양봉농가 보고 기반의 설문조사를 토대로 수행

국가	월동시기	월동 실패율(%)	주요 원인	문헌
한국	2021-2022	<30	비정상적으로 따뜻한 겨울과 큰 기온 변동	Lee <i>et al.</i> (2022)
	2022-2023	43	기후변화, 사료 손실, 영양 스트레스, 살충제, 병원균	Greenpeace (2023)
미국	2020-2021	33.5	꿀벌응애, 날씨, 여왕벌 문제	Aurell <i>et al.</i> (2024)
	2022-2023	37.4	꿀벌응애, 날씨, 여왕벌 문제	Steinhauer <i>et al.</i> (2023)
	2023-2024	37.3	꿀벌응애, 날씨, 여왕벌 문제	Apiary Inspectors of America (2024)
캐나다	2021-2022	45.5	꿀벌응애, 날씨, 여왕벌 문제, 약한 가을 벌무리 세력	CAPA (2022)
	2023-2024	34.6	꿀벌응애, 기후, 여왕벌 문제, 약한 가을 벌무리 세력, 먹이 부족	CAPA (2024)

□ 연구 방법

- 2024년 11월에서 이듬해 2월까지 전국 8개 권역 30개 시·군, 40개 양봉장 대상
- 조사 대상은 총 10,805군, 월동 전·후 벌무리 생존 여부 및 벌집 변화 조사
- 겨울철 기온은 기상청 자료를 이용하여 평균·최저·최고 기온과 기온 변동성 분석
- 양봉장 반경 2km 이내 토지이용환경을 분석하여 월동 성공과의 관계 평가

□ 주요 연구 결과

1. 전국 평균 월동 성공률 69.1%(표2)

- 총 10,805군 가운데, 7,465군이 월동에 성공하여 평균 69.1% 월동 성공률
- 월동 후 벌무리 세력은 벌집수 기준으로 평균 41.3% 감소

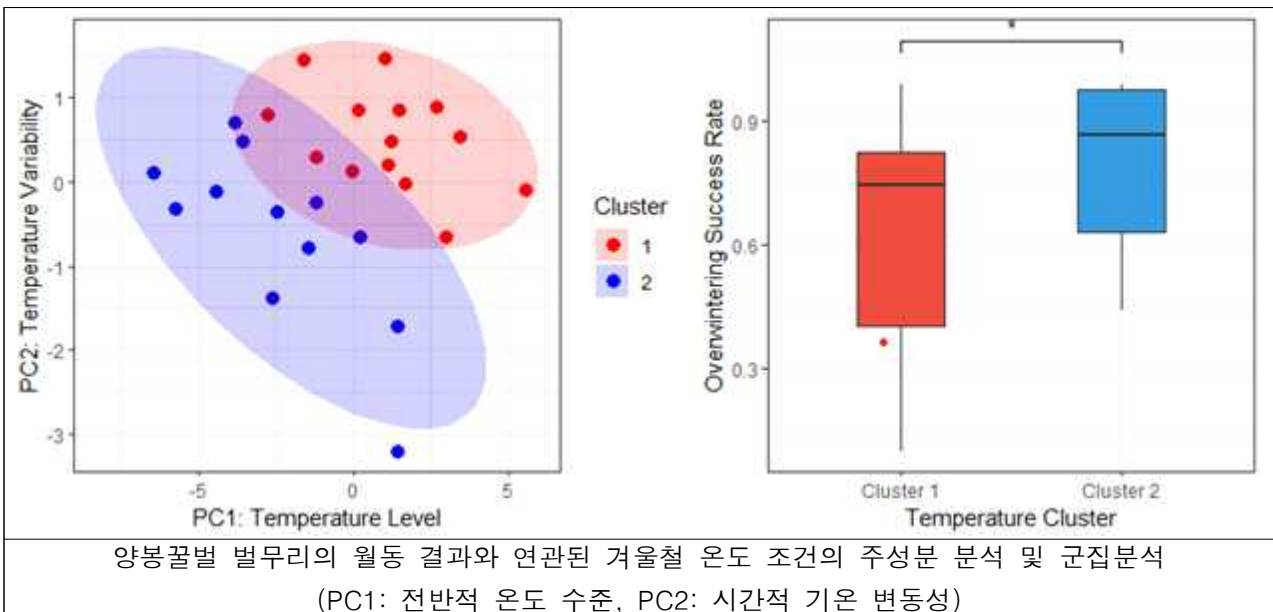
[표 2] 2024~2025년 겨울철 동안 대한민국 40개 양봉장에서 월동 전후 벌무리 및 벌집 수의 요약과 감소율. 값은 각각 40개 양봉장을 기준으로 산출된 양봉장 당 평균 벌무리와 벌무리 당 평균 벌집 수를 나타냄

구분	벌무리			벌집		
	월동 전	월동 후	축소율(%)	월동 전	월동 후	축소율(%)
총계	10,805	7,465	30.9	164.4	96.5	41.3
평균±SD	270.13±240.54	186.63±156.90		4.11±1.05	2.41±0.69	

☞ 월동에 성공하더라도 봄철 채밀을 위한 충분한 세력 회복이 중요한 관리 요소임

2. 평균기온보다 기온 안정성이 월동 성공에 중요

- 평균 겨울 기온 자체는 월동 성공률과 유의한 관련성이 나타나지 않음
- 반면, 겨울철 기온이 안정적인 지역(Cluster2)에서 기온 변동이 큰 지역(Cluster 1)보다 월동 성공률이 유의하게 높게 나타남



☞ 평균기온 자체보다 기온이 안정적으로 유지되는지가 월동에 중요한 원인

3. 왜 기온 안정성이 중요한가?

- 겨울철 꿀벌은 벌둥치(봉구)를 형성해 약 20~35℃의 내부 온도를 유지하여 월동을 함
- 외부 기온이 급격히 오르내리면 벌무리가 반복적으로 체온조절을 해야 하며, 그 과정에서 에너지 소비와 저장 먹이 소모 증가

온도의 변동성이 꿀벌의 에너지 소비를 높여 벌무리 생존율 하락하는 요인이 됨

□ 기존 연구와 차별성

- 기존 연구들은 꿀벌응애, 먹이 부족, 평균기온 등 개별 요인을 중심으로 월동 피해 설명함
- 반면, 본 연구에서는 전국 규모 현장조사, 기상자료, 공간환경정보(GIS)를 함께 분석하여 기온변동성이 월동 성공을 좌우하는 핵심 환경요인임을 확인

□ 게재 논문 표지

Apidologie (2026) 57:34
© The Author(s) 2026
<https://doi.org/10.1007/s13592-026-01266-4>

Original article

Check for updates

Temperature-driven influence on overwintering performance of honey bee (*Apis mellifera*) colonies in South Korea

Minwoong Son¹, Heeji Kim¹, Dong Hee Lee¹, Sung Hyun Min¹, Su Jin Lee¹, Su-bae Kim¹, You-young Jo¹, Kyeong Yong Lee¹, Young-Bo Lee¹, and Bo-sun Park¹ 

¹ Division of Apiculture, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, South Korea

Received 18 May 2025 – Revised 5 November 2025 – Accepted 16 March 2026

Abstract – Honey bee (*Apis mellifera*) colonies are increasingly exposed to climatic instability and landscape changes, posing significant threats to their overwintering success. This study examined how winter temperature variability and landscape composition influence overwintering outcomes in managed colonies across 40 apiaries in South Korea during the winter of 2024–2025. The average overwintering success rate was 69.1%, and colonies experienced a 41.3% decline in strength. While mean winter temperature did not significantly affect survival or strength, increased temperature variability showed a marginally negative association with overwintering success. Landscapes with greater proportions of crops and wetlands within a 2-km radius exhibited weak positive trends toward improved colony survival. Additionally, interaction analyses suggested that the ecological role of landscape features may depend on the degree of temperature stability. These findings underscore the importance of stable winter conditions and autumn floral resource availability for honey bee survival, highlighting the need for region-specific management strategies to enhance colony resilience under ongoing climate change.

managed pollinator / land cover / overwintering success / colony strength

1. INTRODUCTION

As the global human population continues to grow, land-use intensity is increasing worldwide, resulting in a persistent decline in biodiversity (Callaghan et al. 2024; Newbold et al. 2020; Souza et al. 2015; Stokes et al. 2010). This trend is further aggravated by the impacts of climate change (Sharma et al. 2022; Sweeney and Jarzyna 2022; Santos et al. 2021). Biodiversity plays a pivotal role in sustaining agricultural productivity by supporting essential ecosystem services, particularly pollination, which directly influences both crop yield and quality (Beillouin et al. 2021; Dainese et al. 2019; Castro et al. 2021; Richards 2001). The decline in pollinator populations can impair agricultural productivity and often lead to the expansion of cultivated areas as a compensatory measure, causing further habitat destruction and biodiversity loss (Neira et al. 2024; Garibaldi et al. 2014).

To address pollination deficits, the use of managed pollinators, especially *Apis mellifera*, has been promoted. However, increasing demand for managed pollination services combined with intensified land use can lead to depletion of floral resources and greater competition with wild pollinators (Sponsler et al. 2023; Wojcik et al. 2018). Honey bee colonies are also exposed to multiple stressors, including pests, diseases, pesticide exposure, and extreme weather events, creating growing economic burdens on the

Corresponding author: B. Park, crambinae@korea.kr
Manuscript editor: David Tarpy

Published online: 13 May 2026

INRAE  Springer