Journal of Environmental Science International
34(10); 637~643; October 2025

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
https://doi.org/10.5322/JESI.2025.34.10.637

SHORT COMMUNICATION

외래종 조기탐지를 위한 내륙컨테이너기지 개미 군집 조사

안정섭* · 김정규[1)] · 정종철[2)] · 장범준 · 차민지 · 백인성
국립생태원 외래생물팀, [1)]동남건보건대학교 바이오환경보건과, [2)]곤충생태환경연구소

Early Detection of Invasive Species through Ant Monitoring at Inland Container Depots in Korea

Jeongseop An*, Jeong-Kyu Kim[1)], Jong Chul Jeong[2)], Beom-Jun Jang, Min-Ji Cha, In-Seong Baek
Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Korea
[1)]Department of Bio Environment Health, Dongnam Health University, Suwon 16328, Korea
[2)]Wild Bugs Eco-Environment institute, Chilgok 39864, Korea

Abstract

This study investigated ant communities at two inland container depots (ICDs) in South Korea to assess the potential introduction of alien ant species via inland logistics routes. Two sites, the Yangsan and Uiwang ICDs, were selected for their roles as major inland logistics hubs. From April to November 2024, a total of 32 species and 55,929 individuals were collected, with *Tetramorium tsushimae* identified as the dominant species at both sites. At the Yangsan ICD, two alien species, *Nylanderia bourbonica* and *Paratrechina longicornis*, were detected, demonstrating the possibility of alien ants being introduced into inland areas. In contrast, no alien species were recorded at the Uiwang ICD. August showed the highest number of species and individuals during the survey period. These findings highlight the need to expand invasive species surveillance beyond seaports to inland hubs. The results also provide baseline ecological data before the widespread establishment of alien ants, supporting the development of early detection and monitoring strategies that utilize ants as ecological indicators.

Key words : Invasive ants, Inland Container Depot (ICD), Detection, Ant community

1. 서 론

침입외래생물은 토착 생태계의 구조적 변화를 야기하고 생물다양성을 저해하며, 농업, 임업, 보건 등 다양한 분야에 경제적 손실을 유발하는 위협 요인이다(IUCN, 2000; Mack et al., 2000). 개미류(Formicidae)는 군집성이 강하고 환경 교란에 민감하게 반응하여 침입 시 생태계 기능에 큰 영향을 끼친다(Lach and Hooper-Bùi, 2010; Wong et al., 2023). 특히 일부 외래 개미종은 토착종을 대체하거나 밀어내며 생태적 균형을 교란하는 주요 요인으로 작용하고 있으며(Wetterer, 2005), 붉은불개미(*Solenopsis invicta*), 열대긴수염개미(*Paratrechina longicornis*) 등은 세계적으로 침입이 보고된 대표 종이다(Porter and Savignano, 1990; Ascunce et al., 2011).

개미류는 지표성 곤충으로서 군집 구조 분석을 통해 서식지 교란의 지표로 활용될 수 있으며, 외래종의 조기탐지 수단으로도 중요성이 부각되고 있다(Hölldobler

Received 8 September, 2025; Revised 13 October, 2025;
Accepted 14 October, 2025
*Corresponding author : Jeongseop An, Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Korea
Phone : +82-41-950-5807
E-mail : jeongseop@nie.re.kr

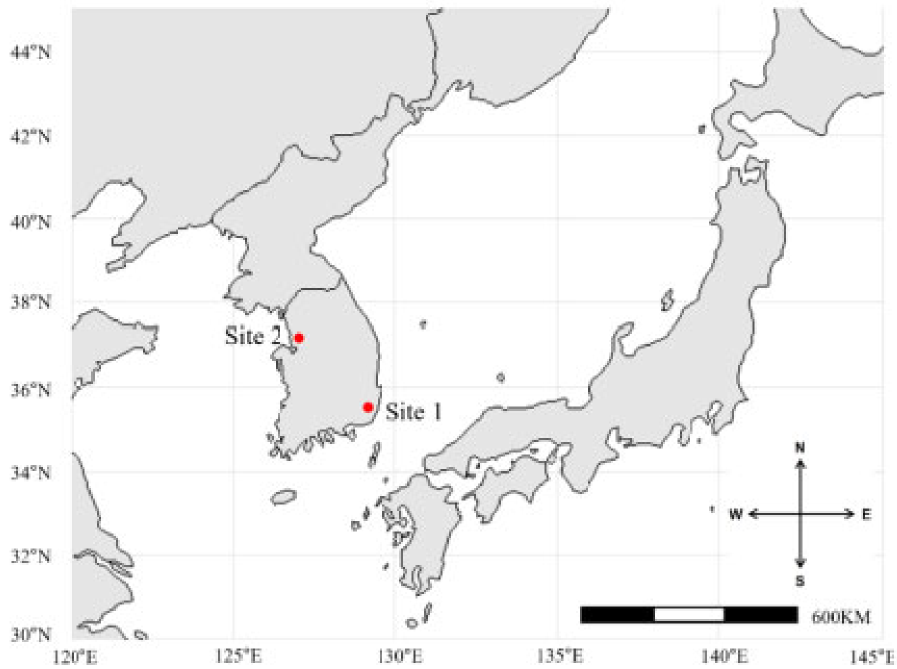

Fig. 1. Study site for this study (Site 1: Yangsan ICD, Site2: Uiwang ICD).

and Wilson, 1990; Delabie et al., 2000). 국내에서도 개미를 활용한 항만 지역 감시 체계가 운영되고 있으나(Kim et al., 2025), 물류 경로의 다변화와 내륙 확산 가능성에도 불구하고 내륙 지역, 특히 내륙컨테이너기지(Inland Container Depot, ICD)에 대한 감시는 상대적으로 미흡한 실정이다.

실제로 *Tetraponera rufonigra,* 대만집흰개미(*Coptotermes formosanus*), 아시아집흰개미(*C. gestroi*)와 같은 외래종이 물류 창고에서 발견된 사례는 기존의 항만 중심 방어체계가 내륙 유입을 방지하는데 한계를 지님을 보여준다(An et al., 2024; Cha et al., 2025; Jang et al., 2025). 또한 도시화, 기후변화, 국제 무역 확대 등으로 개미의 전파 속도는 가속화되고 있으며, 내륙 지역에서도 이들의 정착 및 확산 가능성이 증가하고 있다(Bertelsmeier et al., 2017).

이에 본 연구는 양산ICD와 의왕ICD를 대상으로 개미류 군집 구조를 분석하고, 내륙 물류기지의 외래 개미 유입 가능성을 평가하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2024년 4월부터 11월까지 양산ICD(경상남도 양산시)와 의왕ICD(경기도 의왕시)에서 월 1회의 정기 조사를 실시하였다(Fig. 1). 두 지역은 중국 및 일본 등과 물류 연계가 활발한 내륙 물류기지로, 다양한 국가에서 반입된 컨테이너가 집중적으로 유입되는 지점이다.

조사 지점은 각 기지별로 50개소를 선정하였으며, 초지, 잔디밭, 도로변, 공원, 수변, 컨테이너 야적장 인근의 양지 바른 장소를 선정하였다. 각 지점에는 고양이 사료와 햄을 혼합한 미끼를 활용한 함정트랩(pitfall trap)을 약 30~50 m 간격으로 설치하였다. 트랩 내 보존액은 에틸렌글리콜(ethylene glycol)과 95% 에탄올(ethanol)을 1:1 비율로 혼합하여 사용하였다.

트랩은 설치한 뒤 약 한 달 후에 회수되었고, 동시에 동일 지점에 새로운 트랩을 재설치하여 월별 데이터를 연속적으로 확보하였다. 채집된 개체는 실험실에서 형태학적 분류 및 문헌을 통한 종 수준 동정을 수행하였고(Japanese Ant Database Group, 2003; Dong, 2017), 동정이 불확실한 개체는 전문가 검토를 통해 보완하였다.

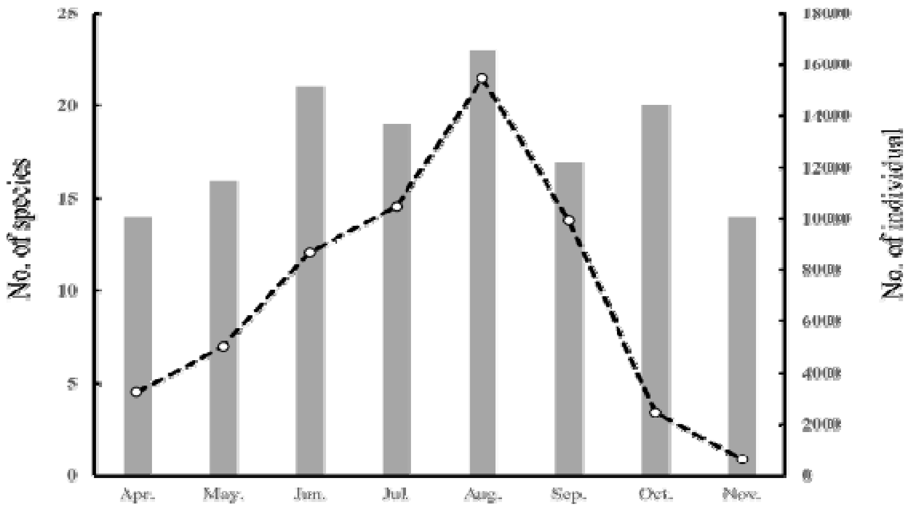

Fig. 2. Monthly variation in number of ant species and individuals in both area (bars: species, dot line: individuals).

Table 1. Number of ants collected monthly from Yangsan ICD

Scientific name	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
Dolichoderinae								
Ochetellus glaber							7	
Tapinoma melanocephalum				1				1
Formicinae								
Camponotus vitiosus	5	15	11	12	12	12	4	
Formica japonica	43	39	17	38	67	42	22	2
Lasius niger	9	73	190	76	125	130	4	1
*Nylanderia bourbonica**			22	15	33		9	4
Nylanderia sakurae	102	238	165	99	86	68	28	7
Nylanderia flavipes	85	97	164	255	308	256	136	36
*Paratrechina longicornis**							2	
Myrmicinae								
Crematogaster teranishii					5			
Crematogaster matsumurai	318	360	245	926	600	243	39	
Monomorium intrudens							29	
Monomorium sp					1			
Pristomyrmex punctatus	36	153	129	187	129	36	22	
Solenopsis japonica	10	39	56	215	93	124	27	21
Strumigenys japonica			1					
Strumigenys membranifera				2	1			1
Temnothorax congruus	8	7	9	4	9			
Temnothorax spinosior	548	451	592	634	993	276	236	60
Temnothorax xanthos				1				
Tetramorium tsushimae	1222	2318	4985	4244	8453	3112	609	110
Ponerinae								
Brachyponera chinensis	263	364	260	592	563	471	296	35
Number of species	12	12	14	16	16	11	15	11
Number of individuals	2649	4154	6846	7301	11478	4770	1470	278

*: Alien species

3. 결 과

3.1. ICD의 개미 다양성

2024년 4월부터 11월까지 양산ICD와 의왕ICD에서 실시된 조사를 통해 총 4아과 20속 32종 55,929개체의 개미가 채집되었다. 가장 많은 개체가 채집된 아과는 두마디개미아과(Myrmicinae)로 9속 16종 43,105개체, 다음으로는 불개미아과(Formicinae) 6속 11종 9,142개체, 침개미아과(Ponerinae) 2속 2종 3,672개체, 시베리아개미아과(Dolichoderinae) 3속 3종 10개체이다. 가장 많은 개체가 채집된 종은 주름개미(*Tetramorium tsushimae*)로 총 32,809개체가 채집되었으며, 전체 개체수 대비 58.7%를 차지하였다.

조사 기간 중 8월이 23종 15,458개체로 종수와 개체수가 가장 많았으며, 4월과 11월은 14종으로 종수가 가장 적었다. 개체수는 11월 621개체로 가장 적었다(Fig. 2).

3.2. 양산ICD의 개미 다양성

양산ICD에서는 총 4아과 15속 22종 38,946개체의 개미가 채집되었다(Table 1). 가장 많은 개체가 채집된 아과는 두마디개미아과로 7속 12종 32,929개체가 채집되었고, 다음으로는 불개미아과 5속 7종 3,164개체, 침개미아과 1속 1종 2,844개체, 시베리아개미아과 2속 2종 9개체이다.

개체수가 많은 주요 우점종은 주름개미(25,053개체), 긴호리가슴개미(*Temnothorax spinosior*, 3,790개체), 왕침개미(*Brachyponera chinensis*, 2,844개체), 마쓰무라밑드리개미(*Crematogaster matsumurai*, 2,731개체), 스미스개미(*Nylanderia flavipes*, 1,337개체)이다. 주요 우점종 5종의 개체수는 전체 개체수 대비 91.8%를 차지하였다.

조사 기간 중 7월과 8월이 16종으로 가장 많은 종이 확인되었고, 9월과 11월은 11종으로 가장 적은 종이 확인되었다. 개체수는 8월 11,478개체로 가장 많았으며, 11월 278개체로 가장 적었다(Fig. 3).

본 조사기간 중 외래종 2종(*Nylanderia bourbonica*, *Paratrechina longicornis*)이 발견되었다. *N. bourbonica* 83개체, 열대긴수염개미(*P. longicornis*) 2개체가 채집되었다.

3.3. 의왕ICD의 개미 다양성

의왕ICD에서는 총 4아과 16속 20종 16,983개체의 개미가 채집되었다(Table 2). 가장 많은 개체가 채집된 아과는 두마디개미아과로 8속 9종 10,176개체가 채집되었고, 다음으로는 불개미아과 5속 8종 5,978개체, 침개미아과 2속 2종 828개체, 시베리아개미아과 1속 1종 1개체이다.

개체수가 많은 주요 우점종은 주름개미(7,759개체), 스미스개미(3,801개체), 고동털개미(*Lasius niger*, 1,834개체), 그물등개미(*Pristomyrmex punctatus*, 1,368개체), 왕침개미(820개체)이다. 주요 우점종 5종의 개체수는 전체 개체수 대비 91.7%를 차지하였다.

조사 기간 중 6월이 17종으로 가장 많은 종이 확인되었고, 4월, 7월, 11월은 11종으로 가장 적은 종이 확인되었다. 개체수는 9월 5,172개체로 가장 많았으며, 11월 343개체로 가장 적었다(Fig. 4).

의왕ICD는 본 조사기간 중 외래종이 확인되지 않았다.

4. 고 찰

본 연구는 내륙 물류기지인 양산ICD와 의왕ICD에서 개미 군집 구조를 분석하여, 지역별 우점종 및 월별 종 구성을 확인하였다. 두 지역 모두에서 주름개미가 우점종으로 나타났으며, 이는 내륙컨테이너기지라는 인위적 교란 환경의 특성과 관련이 있을 가능성이 있다. 주름개미는 도시화된 지역이나 산업단지 등 교란된 서식지에서도 흔히 발견되는 종으로 보고되었으며 (Dong, 2017), 이러한 특성은 교란 환경에 대한 높은 내성을 반영한다. 따라서 교란도가 높은 내륙 물류기지에서 이 종이 우점하는 현상은 기존 연구 결과와 일치하는 결과이다. 월별 출현 양상을 살펴보면, 양산ICD는 8월, 의왕ICD는 9월에 개체수가 정점에 도달한 후 점차 감소하는 패턴을 보였다. 이는 대부분의 개미 종이 고온기에 활동성이 증가하고 번식 및 채집활동이 활발해지는 계절적 생태 특성과 일치한다(Hölldobler and Wilson, 1990).

외래종 감시 측면에서는 양산 ICD에서 2종(*N. bourbonica*, *P. longicornis*)이 발견되었다. 국내 항만 예찰 조사에서 *N. bourbonica*는 부산 감만항에서 2023년 76개체, 생태계교란 생물로 지정된 열대긴수염개미는 2022년 부산 감만항(7개체), 광양항(33개

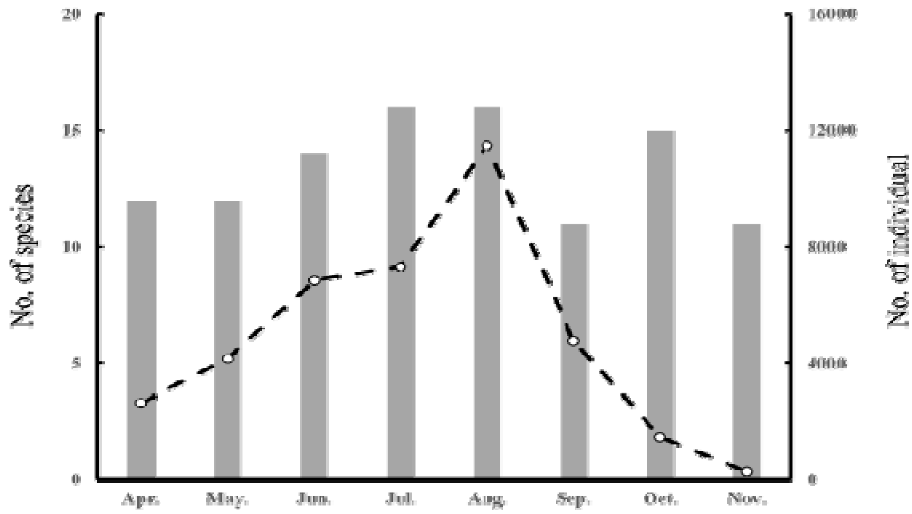

Fig. 3. Monthly variation in number of ant species and individuals in Yangsan ICD (bars: species, dot line: individuals).

Table 2. Number of ants collected monthly from Uiwang ICD

Scientific name	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
Dolichoderinae								
Technomyrmex gibbosus			1					
Formicinae								
Camponotus japonicus			1		1	2		
Camponotus quadrinotatus	1		4		2	1	2	
Formica japonica	5	4	2	10	6	3	5	7
Lasius alienus	7	1	8	17	6		19	
Lasius niger	324	202	204	535	312	210	25	22
Nylanderia sakurae	17	27	62		17	11	56	38
Nylanderia flavipes	82	223	564	556	1079	909	289	99
Plagiolepis manczshzurica				1				
Myrmicinae								
Crematogaster matsumurai	12	105	47	188	104	90	8	
Crematogaster osakensis		2						
Pheidole fervida			4	3	14	24	15	16
Pristomyrmex punctatus	65	110	173	244	230	326	166	54
Solenopsis japonica	7	17	51	90	134	58	20	4
Strumigenys lewisi		1			1	2	2	
Temnothorax spinosior			3			3	1	2
Tetramorium tsushimae	81	154	676	1464	1904	3128	269	80
Vollenhovia emeryi			1		11	11	1	
Ponerinae								
Brachyponera chinensis	5	34	41	67	157	393	103	20
Ectomomyrmex javanus		2	2		2	1		1
Number of species	11	13	17	11	16	16	15	11
Number of individuals	606	882	1844	3175	3980	5172	981	343

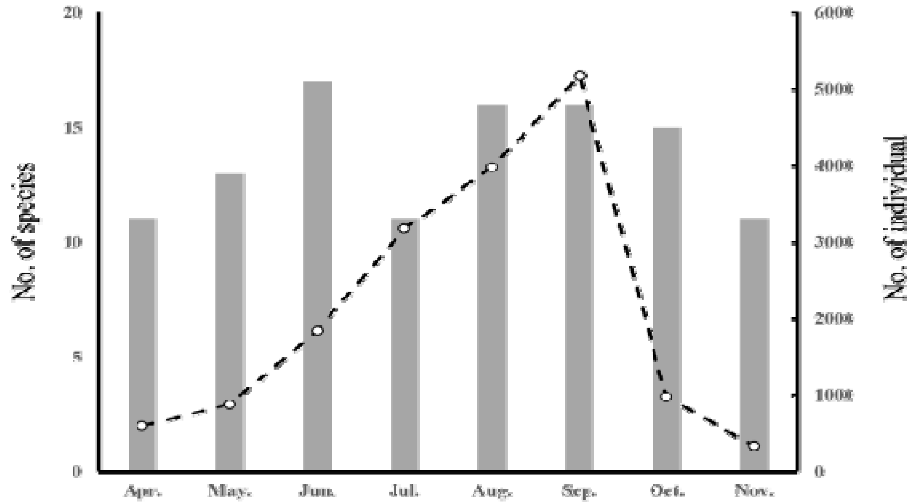

Fig. 4. Monthly variation in number of ant species and individuals in Uiwang ICD (bars: species, dot line: individuals).

체), 울산항(9개체)가 채집된 기록이 있다(Kim et al., 2025). 의왕ICD에서는 외래종이 확인되지 않았다. 그러나 양산ICD에서 외래종이 확인된 점을 고려할 때, 의왕ICD에서도 향후 유입 가능성이 있으며, 지속적인 모니터링이 필요하다.

수입 물품을 통해 유입된 *T. rufonigra* 사례(Jang et al., 2025)와 흰개미 2종(대만집흰개미, 아시아집흰개미)의 사례(An et al., 2024; Cha et al., 2025)는 외래종이 항만을 넘어 내륙까지 도달하고 있음을 보여준다. 이는 외래종의 내륙 유입 가능성을 보여주며, 항만 중심의 감시 체계를 내륙 물류 거점까지 확장할 필요성을 나타낸다.

향후에는 주요 ICD를 대상으로 한 장기적 모니터링이 지속되어야 하며, 특히 개미와 같은 지표종을 활용한 생물군집 변화 분석이 외래종 유입 조기 경보 체계로서의 역할을 할 수 있을 것이다. 또한, DNA 바코딩을 포함한 유전자 기반 신속 동정 체계의 도입, 시민신고 시스템과 전문가 기반 예찰 체계 간의 연계성 강화도 요구된다.

본 조사는 외래 개미가 아직 대규모로 발견되기 이전의 시점에서 수행된 선제적 사전 조사로서, 향후 외래종 유입 시 기존 국내 개미 군집에 미치는 생태적 영향을 추적하고 대비하기 위한 기초 생태자료를 구축하는 데에도 의의가 있다. 실제로 외래 개미의 침입으로 토착 개미 군집 구조가 급격히 변화하고 지역 생물다양성에 영향을 미친 사례는 세계 각지에서 보고되고 있으며 (Menke et al., 2009; Lach and Hooper-Bùi, 2010), 본 연구는 이러한 생태계 변화 초기 기초 자료로 활용될 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 국내 내륙 물류기지인 양산ICD와 의왕ICD에서의 개미 군집을 조사를 통해 외래종의 유입 가능성을 확인하였고, 내륙지역도 침입외래생물 감시의 중요한 대상으로 고려되어야 함을 제시하였다. 특히 양산ICD에서는 외래종 개미가 실제로 채집되고, 컨테이너 물류를 통해 외래종이 내륙까지 유입될 수 있음을 보여주는 사례이며, 기존 항만 중심의 감시체계를 내륙으로 확장할 필요성을 제시한다.

향후에는 주요 ICD를 대상으로 한 장기적 모니터링과 함께, DNA 바코딩 기반의 신속 동정 체계, 시민신고 및 전문가 참여 기반 감시체계 간의 연계성 강화를 통해 실효성 있는 외래종 감시 전략을 수립해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 환경부의 지원으로 국립생태원 붉은불개미 등 위해 외래생물 예찰 및 신고센터(NIE-C-2025-32)로 수행되었습니다.

REFERENCES

An, J. S., Song J. W., Jang, B. J., Kim, M. J., Cha, M. J., Eum, S. J., 2024, Recent detection of an invasive termite species *Coptotermes formosanus*, PNIE, 5(3), 94-98.

Ascunce, M. S., Yang, C. C., Oakey, J., Calcaterra, L., Wu, W. J., Shih, C. J., Goudet, J., Ross, K. G., Shoemaker, D., 2011, Global invasion history of the fire ant *Solenopsis invicta*, Science, 331(6020), 1066–1068.

Bertelsmeier, C., Ollier, S., Liebhold, A., Keller, L., 2017, Recent human history governs global ant invasion dynamics, Nat. Ecol. Evol., 1(7), 0184.

Cha, M. J., Kim M. J., Jang, B. J., Choi, Y. S., An, J. S., 2025, Detection of the asian subterranean termite (*Coptotermes gestroi*) in South Korea and a reporting-based management system, J. Environ. Sci. Int., 34(5), 289-295.

Delabie, J. H. C., Agosti, D., do Nascimento, I. C., 2000, Litter ant communities of the brazilian atlantic rain forest, in: Agosti, D., Majer, J. D., Alonso, L. E., Schultz, T. R. (eds.), Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., US, 1–18.

Dong, M. S., 2017, The ants of korea, in: Jeong, M. Y. (ed.), Nature and Ecology, Seoul, South Korea.

Hölldobler, B., Wilson, E. O., 1990, The ants, Harvard University Press, Cambridge, MA, US.

IUCN Council, 2000, Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species, In prepared by the IUCN/SSC invasive species specialist group (ISSG) and approved by the 51st meeting of the IUCN council, Gland Switzerland.

Jang, B. J., Cha, M. J., Kim, M. J., An, J. S., 2025, First detection of the stowaway *Tetraponera rufonigra* (Hymenoptera: Formicidae) in South Korea, PNIE, 6(2), 62-64.

Japanese Ant Database Group, 2003, http://ant.miyakyo-u.ac.jp/E/JADG/JADG.html.

Kim, D., Lee, H., Kim, N., Jang, B. J., Kim, D. E., 2025, Monitoring of ant species surrounding the ports of South Korea, Biodivers. Data J., 13, e142634.

Lach, L., Hooper-Bui, L. M., 2010, Consequences of ant invasions, in: Lach, L., Parr, C. L., Abbott, K. (eds.), Ant Ecology, Oxford University Press, Oxford, UK, 261–286.

Mack, R. N., Simberloff, D., Mark Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F. A., 2000, Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control, Ecol. Appl., 10(3), 689-710.

Menke, S. B., Holway, D. A., Fisher, R. N., Jetz, W., 2009, Characterizing and predicting species distributions across environments and scales: Argentine ant occurrences in the eye of the beholder, Global Ecol. Biogerogr., 18(1), 50-63.

Porter, S. D., Savignano, D. A., 1990, Invasion of polygyne fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community, Ecology, 71(6), 2095-2106.

Wetterer, J. K., 2005, Worldwide distribution and potential spread of the long-legged ant, *Anoplolepis gracilipes* (Hymenoptera: Formicidae), Sociobiology, 45(1), 77-97.

Wong, M. K., Economo, E. P., Guénard, B., 2023, The global spread and invasion capacities of alien ants, Curr. Biol., 33(3), 566-571.

• Associate Researcher. Jeongseop An
Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology
jeongseop@nie.re.kr

• Professor. Jeong-Kuy Kim
Department of Bio Environment Health, Dongnam Health Universiuy
hymjkk@dongnam.ac.kr

• CEO. Jong Chul Jeong
Wild Bugs Eco-Environment institute
jcjeong001@naver.com

• Researcher. Beom-Jun Jang
Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology
jbj2729@nie.re.kr

• Researcher. Min-Ji Cha
Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology
cha12311@nie.re.kr

• Researcher. In-Seong Baek
Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology
is6630@nie.re.kr