Short communication KOREAN JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY

한국응용곤충학회지
Korean J. Appl. Entomol. 62(4): 261-266 (2023)
DOI: https://doi.org/10.5656/KSAE.2023.10.0.047

ⓒ The Korean Society of Applied Entomology
pISSN 1225-0171, eISSN 2287-545X

2015-2022년 식물검역 해충 검출동향 분석

손석영 · 홍기정[1] · 이흥식 · 이효빈[2] · 정나라[2] · 이재현[2] · 박상효[2] · 한인혁[2] · 김형수[2] · 김재원[2] · 이원훈[2,3]*

농림축산검역본부 식물검역기술개발센터, [1]순천대학교 농생명과학과, [2]경상국립대학교 식물의학과, [3]경상국립대학교 농업생명과학연구원

Analysis of Plant Quarantine Insect Interception Data in South Korea from 2015 to 2022

Seokyoung Son, Ki-Joeng Hong[1], Heungsik Lee, Hyobin Lee[2], Na Ra Jeong[2], Jaehyeon Lee[2], Sanghyo Park[2], Inhyeok Han[2], Hyeongsu Kim[2], Jaewon Kim[2] and Wonhoon Lee[2,3]*

Department of Plant Quarantine, Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon 39660, Korea
[1]Department of Agricultural Life Science, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[2]Department of Plant Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
[3]Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

ABSTRACT: Interception data pertaining to Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Diptera, Thysanoptera, and Hymenoptera collected at the Korean quarantine border were cross-checked with new recorded species in Korea from 2015 to 2022. Overall, 45,084 interceptions belonging to the six orders were detected, and 545 species belonging to the six orders were newly reported in Korea. Of the 545 species, nine species were recorded as being intercepted at the quarantine border. Among the six orders, Coleoptera, Thysanoptera, and Hemiptera showed high numbers of interception; however, Hymenoptera revealed the highest number in new recorded species. These results indicate that recent newly recorded species in Korea are not subject to inspection at Korean borders and that the current quarantine system needs improvement.

Key words: Plant quarantine, Interception, New record, Korea, Propagule pressure

초 록: 2015년부터 2022년도까지 6개목(딱정벌레목, 노린재목, 나비목, 벌목, 파리목, 총채벌레목) 곤충들에 대해서 식물검역현장 검출실적과 국내 보고된 미기록종을 분석하였다. 해당기간 동안 국경검역에서 6개목 곤충은 총 45,084건이 검출되었다. 같은 기간 국내에서는 총 545종이 미기록종으로 보고되었으며, 이중 9종은 국경검역에서도 검출된 것으로 확인되었다. 검역현장에서는 딱정벌레목, 총채벌레목, 노린재목이 높은 검출률을 보였으며, 국내 미기록종 중에서는 벌목이 176종으로 가장 많이 보고되었다. 본 연구를 통해 침입압력(국경검역 검출)과 실제 침입(국내 미기록종 발견) 사이에 비동시성이 확인되었다. 향후 보다 장기적인 분석이 필요할 뿐만 아니라 지속적인 식물검역시스템 개선이 필요할 것으로 판단된다.

검색어: 식물검역, 검출, 미기록, 침입압력, 한국

한국의 식물검역은 공식적으로 1961년 12월부터 실시되었다. 그동안 한국의 성공적인 경제적 성장으로 인해 새로운 농산물 및 신선식품 등에 대한 소비자들의 요구가 꾸준히 증가하였으며, 국제교역량 및 해외여행객 증가, 기후변화로 인하여 의도적 또는 비의도적으로 국내로 유입되는 외래종들은 지속적으로 증가하고 있다(Hong et al., 2012). 조선시대부터 국내에 유입된 외래종을 조사한 결과, 1897년부터 2014년까지 총 166종의 외래종이 유입되었다고 추정되며(Hong et al., 2012; Lee et al. 2016), 이 중 33종은 1996년부터 2014년 사이에 국내에 정착하였다고 보고되었다(Hong et al., 2012).

흥미롭게도 1990년대까지는 대부분의 외래 해충들은 일본에서 처음 발견된 후 적어도 3년 이내에 국내에서 발견 보고되었지만, 이러한 양상은 2000년대로 접어들면서 역전되었다(Hong et al., 2012). 현재, 매년 외래종의 침입 비율과 수입된 과실류, 절화류, 채소류 등에서 검출된 곤충의 검출건수는 급격히

***Corresponding author:** wonhoon@gnu.ac.kr
Received September 14 2023; **Revised** October 24 2023
Accepted November 2 2023

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증가하고 있다. 침입압력(Propagule pressure)은 외래침입해충의 정착가능성에 영향을 미치는 주요 요소들 중에 하나이다(Berggren, 2001). Williamson and Fitter (1996)는 유입종이 성공적으로 한 국가에 정착할 때, 침입압력은 정착가능성에 영향을 끼칠 수 있다고 제시하였다. 성공적인 침입종들은 식물검역활동을 통해 많은 검출실적에 의해서 영향을 받게 되며, 이는 결국 높은 유입 가능성을 가지게 된다는 것을 의미한다. 이와 같은 이유로 이들 침입경로의 위험과 비율을 정량화하는데 많은 연구들이 시도되었다(Stanaway et al., 2001; Work et al., 2005).

이번 연구에서는 2015년부터 2022년도까지 국경검역에서 검출된 6개목(딱정벌레목, 노린재목, 나비목, 벌목, 파리목, 총채벌레목)에 속하는 곤충 및 국내에서 보고된 미기록종들을 다양한 측면에서 비교, 분석하였다. 국경검역에서의 검출기록을 침입압력의 지표로 활용하고 국내 2개 학술지(한국응용곤충학회지, Journal of Asia Pacific Biodiversity)에 보고된 미기록 종은 실제 침입사례로 설정하여 비교분석하였으며, 이를 바탕으로 외래종의 침입에 대응하기 위한 효과적인 식물검역시스템을 논의하고자 한다.

재료 및 방법

2015년부터 2022년까지 국경검역과정에서의 검출기록과 국내 미기록종 자료를 조사하였다. 검출기록은 농림축산검역본부의 병해충정보시시스템(Pest Information System; PIS. 검역본부 내부망에서만 이용 가능)을 이용하여 계산하였다. 이번 연구에서는 검역해충들이 많이 포함되어 있는 6개목(딱정벌레목, 노린재목, 나비목, 벌목, 파리목, 총채벌레목)의 검출실적 및 종수를 재계산하였다. 검출실적 데이터에서는 종 수준으로 동정된 자료들만을 사용하였다. 속(genus), 과(family), 목(order) 수준의 미동정된 결과들은 본 분석에서 배제하였으며, 의도적으로 수입된 천적 및 생물학적 방제제, 화분매개를 위해 수입된 곤충도 배제하였다. 검출실적 데이터는 수입품목(비재식용 및 재식용)으로 구분하여 정리하였다. 6개 목에 속하는 국내 미기록종은 2015년부터 2022년도까지 2개 학술지(한국응용곤충학회지, Journal of Asia Pacific Biodiversity)에 출판된 논문들을 바탕으로 조사하였다.

결 과

식물검역 검출실적 데이터 분석

2015년부터 2022년까지의 국경검역활동을 통해 6개목 곤충들은 총 45,084건이 검출되었다. 검출건수를 목별로 분석한 결과(Fig. 1), 딱정벌레, 총채벌레목, 노린재목 곤충들의 검출실적이 높았으며, 상대적으로 나비목, 벌목, 파리목 곤충들의 검출실적이 낮았다. 6개목 중에서 벌목은 2017년에 최고점을 보인 이후에 감소하고 있으며, 파리목은 2015년부터 2021년까지 꾸준히 증가 후, 감소하는 경향을 보였다. 총채벌레목은 2019년부터 급격히 증가하였다.

종당 검출건수를 분석한 결과(Fig. 2), 6개목별로 매우 다른 양상으로 나타나고 있지만, 대부분의 목에서 101회 이상 자주 검출되는 종들의 수치는 낮은 것을 확인하였다. 딱정벌레목, 노린재목, 나비목, 파리목, 벌목에서는 2-10번 검출실적이 있는 종들이 가장 높은 수치를 보였고, 총채벌레목는 11-100번 검출실적이 있는 종들이 가장 높은 수치를 보였다.

국내 미기록종 분석

2015년부터 2022년까지 총 545종이 한반도 곤충상에 새롭게 추가되었다. 6개목 중 벌목에서 가장 많은 176종이 보고되었으며, 총채벌레목은 가장 낮은 1종이 보고되었다(Table 1).

동일한 기간 동안 식물검역활동의 검출실적 데이터와 비교한 결과, 545종 중에서 9종(딱정벌레목 3종, 노린재목 2종, 벌목 1종, 파리목 1종, 나비목 1종)만이 검역현장에서도 검출된 것으로 확인되었다(Table 2). *Euwallacea interjectus* (닮은왕나무좀), *Acanthiophilus helianthi* (홍화꽃과실파리), *Spodoptera frugiperda* (열대거세미나방)은 최초 검출시기와 미기록 보고시기가 동일하였다. 하지만, *Mimemodes cribratus* (큰머리톱가슴긴고목벌레), *Linepithema humile* (민개미), *Phenacoccus solani*는 최초 검출시기는 각각 2015, 2016, 2015년이며, 미기록 보고는 각각 2017, 2020, 2021년도에 이루어졌다. 이와는 반대로, *Palorus ratzeburgii* (넓은이마쌀도둑거저리), *Eriosoma yangi parasiticu*는 미기록 보고가 각각 2015, 2021년에 이루어졌지만, 2018, 2022년도에 검역현장에서 각각 처음 검출되었다.

품목별 검출건수 분석

11가지 수입품목(재식용 식물(종자, 구근, 묘목, 삽수) 및 비재식용 식물(과실, 곡물, 사료, 수목, 채소, 특작, 화훼))에 대하여 6개목의 해충 검출실적을 비교하였다(Table 3). 딱정벌레목, 노린재목, 벌목은 11개 품목에서 모두 검출되었다. 딱정벌레목은 비재식용 식물(사료, 수목)에서 각각 2,217건, 2,531건의 높은 검출을 보였으며, 노린재목은 비재식용 식물(과실, 화훼)에서 각각 1,277건, 1,450건의 높은 검출을 보였고, 벌목은 비재

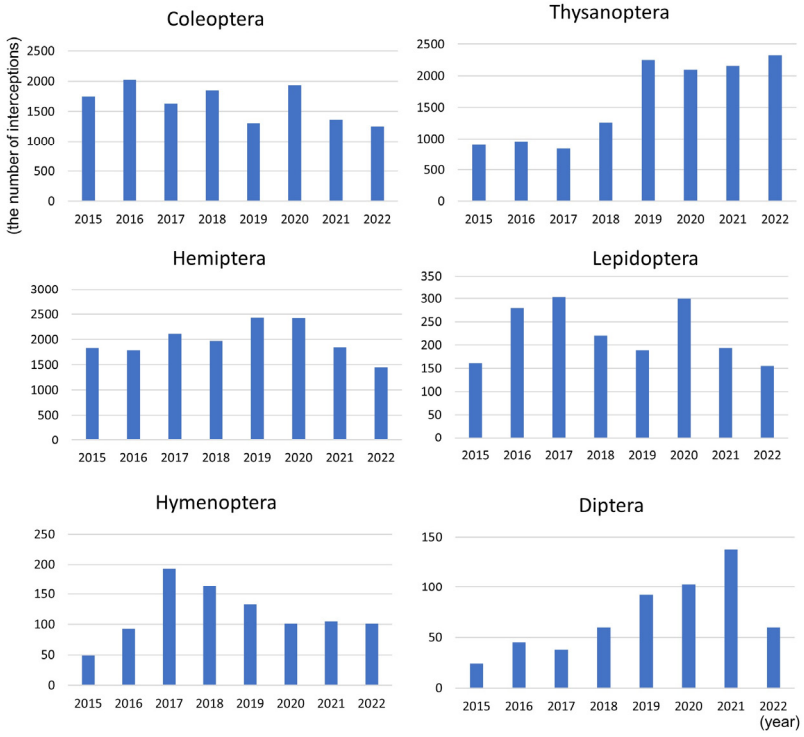

Fig. 1. Frequency of interception records of the six orders Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Thysanoptera, and Diptera, in Korea from 2015 to 2022.

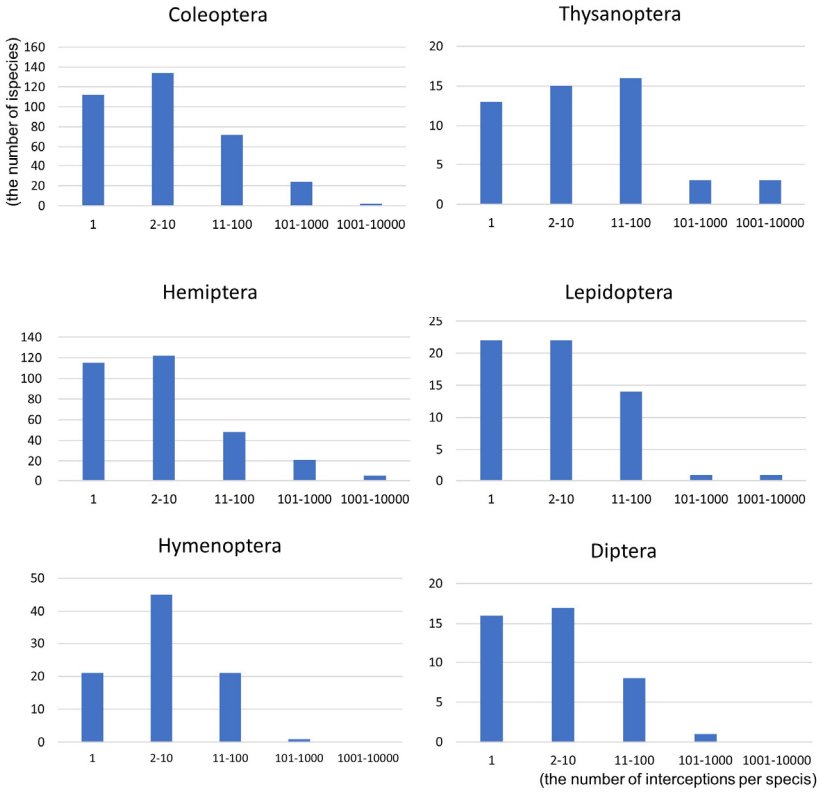

Fig. 2. Comparison of the number of interceptions per species according to the six orders Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Thysanoptera, and Diptera from 2015 to 2022.

Table 1. The numbers of newly recorded species of the six orders Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Diptera, Thysanoptera, and Hymenoptera from 2015 to 2022

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Coleoptera	15	24	11	11	27	35	6	22
Hemiptera	3	10	10	3	15	11	7	6
Thysanoptera	1	0	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera	15	31	43	16	10	27	15	19
Diptera	0	0	0	1	2	9	0	1
Lepidoptera	11	13	9	9	22	31	5	39

Table 2. Periodical changes in the inspection number of the whole imported consignments in Korean borders from 2015 to 2022

		Coleoptera	Hemiptera	Thysanoptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Diptera
Planting materials	Seed	37	5	0	2	9	0
	Bulb	246	4	5	1	8	4
	Seedling	132	486	13	205	14	176
	Cutting slips	9	44	9	24		4
Non-planting materials	Fruit	1374	1277	30	13	33	7
	Grain	231	7	0	13	12	21
	Forage	2217	42	0	72	94	53
	Wood	2531	108	12	299	25	16
	Vegetables	331	982	864	21	390	93
	Medicinal herb & spices	717	148	55	36	40	0
	Cut flower	36	1450	2653	11	20	33

Table 3. new recorded nine species detected at border inspection from 2015 to 2022

Order	Species	Korean name	Year and imported country (firstly intercepted at border inspection)	The number of interceptions from 2015 to 2022	Year (New record)
Coleoptera	*Palorus ratzeburgii*	넓은이마쌀도둑거저리	2018, Malaysia	13	2015 (Hong and Kim, 2015)
	Mimemodes cribratus	큰머리톱가슴긴고목벌레	2015, Russia	6	2017 (Lee et al., 2017)
	Euwallacea interjectus	닮은왕나무좀	2020, Vietnam	1	2020 (Park et al., 2020)
	Tribolium madens	검정쌀도둑거저리	2015, U.S.A	185	2022 (Jeong et al., 2022)
Hemiptera	*Phenacoccus solani*	none	2015, U.S.A	14	2021 (Choi et al., 2021)
	Eriosoma yangi parasiticum	none	2022, China	1	2021 (Lee and Lee, 2021)
Hymenoptera	*Linepithema humile*	민개미	2016, Italy	5	2020 (Lee et al., 2020b)
Diptera	*Acanthiophilus helianthi*	홍화꽃과실파리	2018, Belgia	1	2018 (Han and Ro, 2018)
Lepidoptera	*Spodoptera frugiperda*	열대거세미나방	2020, Peru	84	2020 (Lee et al., 2020a)

식용 식물(수목)에서 299건의 높은 검출을 보였다. 총채벌레목은 비재식용 식물(화훼)에서 가장 높은 2,653건이 검출되었고, 재식용 식물(종자, 곡류, 사료)에서는 검출되지 않았다. 나비목은 비재식용 식물(채소)에서 가장 높은 390건이 검출되었고, 재식용 식물(삽수)에서는 검출되지 않았다. 파리목은 재식용 식물(묘목)에서 176건의 가장 높은 검출을 보였고, 재식용 식물(종자), 비재식용 식물(특작)에서는 검출되지 않았다.

고 찰

Caley et al. (2015)은 침입종들이 식물검역현장에서 낮게 검출될 가능성에 영향을 미치는 요인으로 3가지를 제시하였다. 첫번째로 생물체는 식물검역과정에서 이루어지는 검사와 관련이 없는 수단이나 방법을 통해서 유입될 수 있다. 두번째는 검역검사의 한계성 때문에 침입종들 중 극히 작은 부분만이 발견될 수 있다. 세번째로는 검출된 침입종에 대한 부정확한 동정일 수 있다. 이번 연구를 통해 2015년부터 2022년까지 545종의 국내 미기록종이 보고되었음을 확인하였고, 국경에서의 식물검역활동으로 45,084건 곤충들이 검출된 것을 확인하였다. 하지만, 해당 기간동안 국내 보고된 미기록종 중 9종만이 식물검역활동에서 검출된 결과는 국내 침입사례와 검출기록의 불일치성을 나타내며, 동시간대의 침입압력으로는 설명이 어렵다는 것을 보여주고 있다. 또한, 최근 보고된 미기록종들은 국경의 공항만에서 이루어지는 식물검역검사와는 관련성이 낮고, 식물검역 검출실적은 침입종들이 국내 정착을 시작하는지 아닌지를 판단하는 근거가 될 수 없음을 보여준다.

공항만 등 국경에서 이루어지는 식물검역검사가 최근에 성공적으로 정착한 침입종들 대부분을 탐지할 수 없다면, 현재의 식물검역시스템은 개선되어야 한다. 최근 다양한 비재식 또는 재식 식물들에 대한 국민들의 요구가 높아지고 있고, 해외여행이 꾸준히 증가하고 있다. 따라서, 증가하는 수입식물들과 해외여행객들에 대한 식물검역검사체계를 변화시킬 필요가 있다.

Acknowledgments

This research was supported by a research fund (Project N-1543086-2021-23-01) of Animal and Plant Quarantine Agency, South Korea.

저자 직책 및 역할

손석영: 농림축산검역본부, 연구원; 실험계획 및 수행, 자료분석, 논문 초안작성
홍기정: 순천대학교, 교수; 자료분석
이홍식: 농림축산검역본부, 연구관; 자료분석
이효빈: 경상국립대학교, 대학원생; 자료분석
정나라: 경상국립대학교, 대학원생; 자료분석
이재현: 경상국립대학교, 대학원생; 자료분석
박상효: 경상국립대학교, 대학원생; 자료분석
한인혁: 경상국립대학교, 대학원생; 자료분석
김형수: 경상국립대학교, 대학원생; 자료분석
김재원: 경상국립대학교, 대학원생; 자료분석
이원훈: 경상국립대학교, 교수; 실험계획, 자료분석, 논문작성 및 검토

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

Literature Cited

Berggren, A., 2001. Colonization success in Roesel's bushcricket Metrioptera roeseli: the effects of propagule size. Ecology 82, 274-280.

Caley, P., Ingram, R., De Barro, P., 2015. Entry of exotic insects into Australia: does border interception count match incursion risk? Biol. Invasions 17, 1087-1094.

Choi, J., Lee, Y.-S., Lee, H.-A., Lee, S., 2021. Two new records of mealybugs (Coccomorpha: Pseudococcidae) on succulent plants (Crassulaceae) from Korea. J. Asia Pac. Biodivers. 14, 645-650.

Han, H.-Y., Ro, K.-E., 2018. Discovery of a naturally occurring individual of *Acanthiophilus helianthi* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) in Korea, a managed quarantine pest by the Korean Animal and Plant Quarantine Agency. J. Asia Pac. Entomol. 21, 1262-1267.

Hong, K.-J., Kim, M., 2015. First Record of the Genus *Palorus Mulsant* in Korea (Coleoptera: Tenebrionidae: Palorini), Korean J. Appl. Entomol. 54, 211-215

Hong, K.-J., Lee, J.-H., Lee, G.-S., Lee, S., 2012. The status quo of invasive alien insect species and plant quarantine in Korea. J. Asia Pac. Entomol. 15, 521-532.

Jeong, K.-J., Heo, Y., Kim, J.-R., Hong, K.-J., 2022. Pictorial keys and molecular analysis of the two newly recorded species of genus *Tribolium* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Korea. J. Asia Pac. Biodivers. 15, 653-658.

Lee, G.-S, Seo, B.Y., Lee, J., Kim, H., Song, J.H., Lee, W., 2020a. First Report of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), a New Migratory Pest in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 59, 73-78.

Lee, H.S., Kim, D.E., Lyu, D.P., 2020b. Discovery of the Invasive Argentine ant, *Linepithema humile* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 59, 71-72.

Lee, J., Lee, W., 2021. One new record of the genus *Eriosoma* Leach, 1818 (Hemiptera: Aphididae: Eriosomatinae) from Korea. J. Asia Pac. Biodivers. 14, 254-260.

Lee, S.-G., Kim, M.-S., Lim, J., Kim, I.-K., 2017. *Mimemodes cribratus* (Reitter) (Coleoptera: Cucujoidea: Monotomidae) New to Korea and a Key to Korean Monotomid Species, Korean J. Appl. Entomol. 57, 65-68.

Lee, W., Lee, Y., Kim, S., Lee, J.-H., Lee, H., Lee, S., Hong, K.-J.,

2016. Current status of exotic insect pests in Korea: comparing border interception and incursion during 1996-2014. J. Asia Pac. Entomol. 19, 1095-1101.

Park, S., Smith, S.M., Cognato, A.I., Beaver, R.A., 2020. Catalogue of Korean *Xyleborine ambrosia* beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with seven new species. J. Asia Pac. Biodivers. 13, 210-228.

Stanaway, M.A., Zalucki, M.P., Gillespie, P.S., Rodriguez, C.M., Maynard, G., 2001. Pest risk assessment of insects in sea cargo containers. Aust. J. Entomol. 40, 180-192.

Williamson, M., Fitter, A., 1996. The varying success of invaders. Ecology 77, 1661-1666.

Work, T.T., McCullough, D.G., Cavey, J.F., Komsa, R., 2005. Arrival rate of nonindigenous insect species into the United States through foreign trade. Biol. Invasions 7, 323-332.