

유채 꽃에서 자생종 유채좁쌀바구미(*Ceutorhynchus albosuturalis*)의 외래침입종 유럽좁쌀바구미(*C. obstrictus*)로의 생태적 대체

김경용 · 이원훈¹ · 홍기정*

순천대학교 식물의학과, ¹경상대학교 식물의학과 농생명과학연구소

Ecological Replacement of Native Rapeseed Weevil (*Ceutorhynchus albosuturalis*) by Invasive Alien Species, Cabbage Seedpod Weevil (*C. obstrictus*) on Rapeseed Flowers in Korea

Kyongyoung Kim, Wonhoon Lee¹ and Ki-Jeong Hong*

Department of Plant Medicine, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

¹Department of Plant Medicine and Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

ABSTRACT: Despite rising global concerns over the potential impacts of invasive alien species on indigenous species, the consequences of such introductions are lacking. The cabbage seedpod weevil (CSPW, *Ceutorhynchus obstrictus*) was found invaded into Korea in the early of 1990s. A large-scale survey in Korea reveals that, in about 20 years post-arrival, the invasive CSPW has become the most abundant on rape flowers and spread almost parts of South Korea including Is. Jeju and Is. Ulleung. Its spread is concurrent with the habitat retraction to cruciferous weeds of the native rapeseed weevil (RSW, *C. albosuturalis*). However, Is. Yeoseo located between the mainland and Is. Jeju, showed their ratio with about 1:1. It suggests that the population of CSPW recently entered this island. Although underlying mechanisms of the decline of native species and increase of invaded species remain unknown, the potential roles of exploitative competition cannot be ruled out. Given that invasive weevil can rapidly replace native congeners, increased level of surveillances is demanding to discourage further invasion of other alien pests.

Key words: *Ceutorhynchus albosuturalis*, *Ceutorhynchus obstrictus*, Weevil, Ecological replacement, Rapeseed, Invasive alien species

초 록: 외래침입종이 자생종에 미치는 잠재적인 영향에 관하여 세계적인 관심이 증가하고 있음에도 그러한 침입의 결과들은 여전히 부족한 실정이다. 유럽좁쌀바구미(cabbage seedpod weevil, CSPW, *Ceutorhynchus obstrictus*)는 1990년대 초에 한반도에 침입하였다. 침입 후 20여 년 동안 관찰과 2010년 이후 중점적인 조사를 통해 유채 꽃에서 침입종인 유럽좁쌀바구미가 가장 우점을 이루고 있으며, 제주도과 울릉도를 포함한 남한 전역으로 확산되어 있다. 그의 확산은 자생종인 유채좁쌀바구미(rapeseed weevil, RSW, *C. albosuturalis*)의 냉이 등 십자화과 잡초로 서식처 후퇴가 맞물려 일어나고 있다. 한편, 한반도와 제주도 사이에 위치한 여서도는 현재 그들의 비율이 약 1:1로 나타나고 있어 이 섬에는 유럽좁쌀바구미가 최근에 유입된 것으로 보인다. 자생종의 생태적 지위(ecological niche)가 외래침입종으로 대체되는 근본적인 기작은 확실하게 알 수 없지만, 자원경쟁(exploitative competition)의 잠재적인 역할을 배제할 수는 없을 것이다. 자연생태계 내에서 외래침입종이 자생종을 신속하게 대체하고 있음을 확인한 이 결과는 앞으로 또 다른 외래종의 침입 방지 노력을 요구하고 있다.

검색어: 유럽좁쌀바구미, 유채좁쌀바구미, 생태적 대체, 유채, 외래침입종

*Corresponding author: curcul@scnu.ac.kr

Received October 1 2018; Revised October 23 2018

Accepted November 8 2018

유채(*Brassica napus* L.)는 전초를 나물용이나 가축의 청예 사료로 이용하고, 유채기름은 튀김이나 샐러드와 같은 식용으로 이용되며, 바이오디젤의 원료로 이용된다. 착유 후 부산물인 유채박은 가축사료와 유기질 비료로도 사용되는 등 다양하게 이용하고 있다. 최근 우리나라에서 대규모 유채 경관단지 조성을 통하여 지역자치단체의 홍보와 함께 관광수익을 올리기 위해 남부지방 뿐만 아니라 중부지방에서도 경관을 목적으로 유채 재배면적이 증가하고 있다(Kim et al., 2015).

세계적으로 유채를 가해하는 대표적인 해충으로는 잎벌레류(*Psylliodes chrysocephala*, Cabbage stem flea beetle), 진딧

물류(*Myzus persicae*, 복숭아혹진딧물; *Brevicoryne brassicae*, 양배추가루진딧물), 좁쌀바구미류(*Ceutorhynchus napi*, rape stem weevil; *C. picatoris*, rape winter stem weevil; *C. obstructus*, cabbage seedpod weevil), 알밑빠진벌레류(*Meligethes aeneus*, pollen beetle), 고자리꽃파리류(*Delia radicum*, cabbage root fly), 흑파리류(*Dasineura brassicae*, brassica pod midge) 등이 알려져 있다(Williams, 2010).

이 중 유럽좁쌀바구미(*Ceutorhynchus obstructus* (Marsham), CSPW)는 유럽이 원산이며, 유채(rapeseed)와 카놀라(canola)의 심각한 해충으로 배추속(*Brassica*) 작물 및 잡초 등을 포함

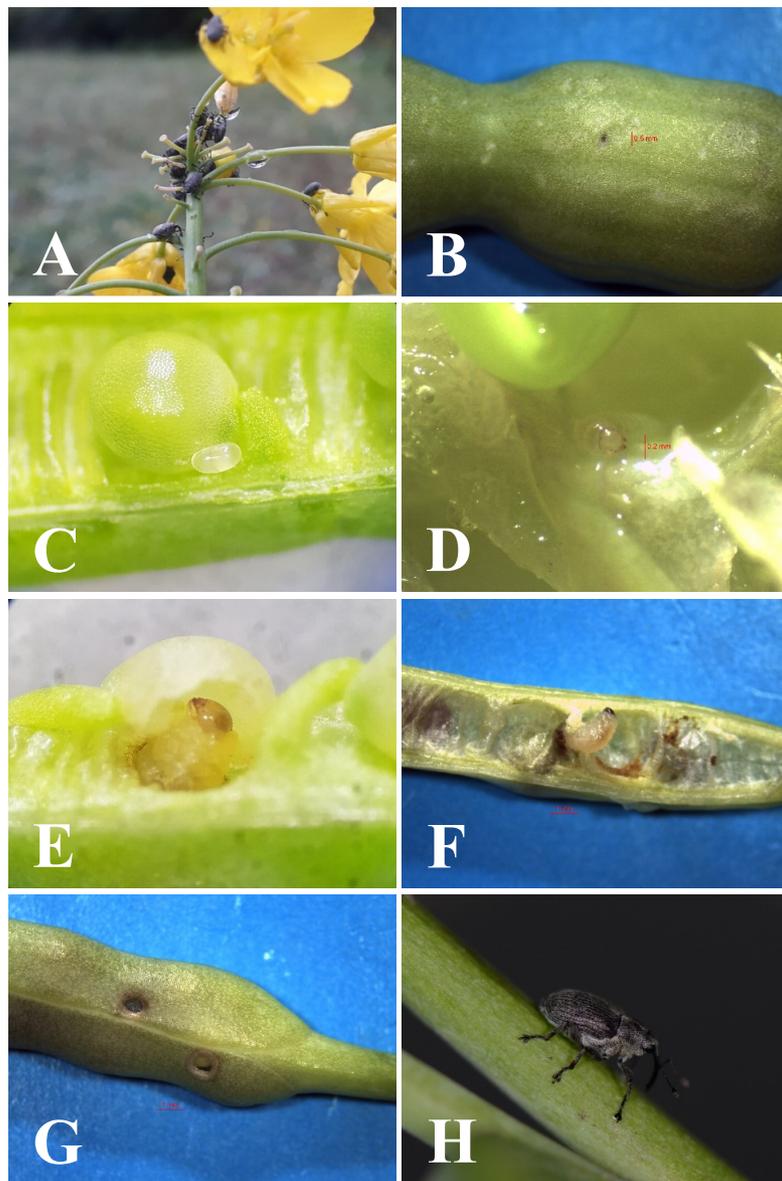


Fig. 1. Developmental stages of *Ceutorhynchus obstructus* (cabbage seedpod weevil, CSPW) in rapeseed. A, Adults gathering to flowers; B, Oviposition symptom in the silique; C, Egg into the silique; D, 1st larval instar; E-F, Mature larva and damage to seeds; G, Exit holes of larvae; H, Ovipositing.

한 십자화과(Brassicaceae) 식물에 협식성(oligophagous)을 보인다(Cárcamo et al., 2001).

유럽좁쌀바구미는 1년 1세대로 성충은 식물체 잔재물 밑에서 월동하며, 봄철에 일찍 꽃이 피는 기주를 섭식하기 위해 나타난다(Dmoch, 1965; Dossdall and Moisey, 2004). 알은 미성숙한 꼬투리에 낳고, 부화한 애벌레가 기다란 삭과 내에서 여물어가는 종자를 섭식하여 경제적인 피해를 일으킨다(Dossdall et al., 2001). 성숙한 애벌레는 꼬투리를 뚫고 나와 땅으로 떨어져 파고 들어가 번데기로 되고, 늦여름에 새로운 세대의 성충으로 우화한다(Fig. 1).

유럽좁쌀바구미의 북미지역으로 침입은 1931년 캐나다의 브리티시컬롬비아(British Columbia)주 밴쿠버(Vancouver) 근처에서 발견된 것이 처음이다(Cárcamo et al., 2001). 이 바구미 해충은 현재 브리티시컬롬비아주와 태평양 연안의 북서 내륙 지역에 만연하고 있으며, 미국 대부분의 지역으로 확산되었다(McCaffrey 1992). 캐나다에서 유럽좁쌀바구미의 확산은 1995년에 앨버타(Alberta)주 남부에서(Cárcamo et al., 2001), 이후 앨버타주 중부와 서스캐처원(Saskatchewan) 서부로 확산되었으며(Dossdall et al., 2002), 2000년에 동부의 퀘벡(Quebec)주에서 발견되었고(Brodeur et al., 2001), 2001년에 온타리오(Ontario)주에서 발견되었다(Mason et al., 2003).

우리나라에서도 1995년 6월 경남 김해 지역의 유채 꽃에서 유럽좁쌀바구미가 처음으로 채집되어 2000년에 한반도의 침입종으로 보고되었다(Hong et al., 2000), 유묘작물로 제주도와 남부지방에서 재배되던 유채 꽃에서 자생종인 유채좁쌀바

구미(*Ceutorhynchus albosuturalis* (Roelofs))의 생태적 지위(ecological niche)가 외래침입종인 유럽좁쌀바구미와 매우 유사하기 때문에 동일 자원에 대한 경쟁이 예상되며, 이로 인한 경쟁적 대체(competitive replacement)가 일어날 수 있다. 장기 간의 조사가 없다면, 침입의 시간적 기원 및 공간적 범위에 대한 확고한 추정뿐만 아니라, 자생 동물상(fauna)의 다른 구성요소에 미치는 영향을 밝히기는 어려울 것이다. 따라서 우리는 유럽좁쌀바구미가 침입한 후 유채 꽃을 대상으로 한반도에서 20여 년 동안 관찰과 2010년 이후 중점적인 조사를 통해 그 결과를 보고하고, 한반도 남부지방에 침입한 유럽좁쌀바구미가 한반도 전역으로 급속하게 확산하면서 자생종인 유채좁쌀바구미를 대체하고 있다는 증거를 제공하고 자 한다.

방법

유채 꽃에서 채집된 좁쌀바구미류(*Ceutorhynchus* spp.) 표본정보 조사

유채좁쌀바구미와 유럽좁쌀바구미의 시간적 발생양상을 살펴보기 위하여 제주도를 포함한 한반도에서 유채 꽃에서 채집된 좁쌀바구미류(*Ceutorhynchus* spp.)를 대상으로 보고된 문헌에 나타난 채집정보를 정리하는 한편, 교신저자가 채집한 바구미류를 보관하고 있는 국립농업과학원 및 농림축산검역본부의 표본실에 소장된 좁쌀바구미류 표본의 채집정보를 Table 1로 정리하였다.

Table 1. Specimen data of *Ceutorhynchus albosuturalis* (rapeseed weevil, RSW) and *C. obstrictus* (cabbage seedpod weevil, CSPW) collected on rape flowers in Korea

Collecting dates	Localities	RSW	CSPW	Information sources
May 11, 1974	Hagui, JJ	1 ex.		Lee & Kwon (1974)
April 13, 1983	Jeju, JJ	2 exs.		Preserved in NAAS
May 19, 1990	Gujwa, JJ	5 exs.		Morimoto & Lee (1992)
June 28, 1990	Songsan, JJ	1 ex.		Preserved in NAAS
May 23, 1995	Donneko, JJ	2 exs.		Preserved in NAAS
June 20, 1995	Gimhae, GN		1 ex.	Preserved in NAAS
Apr 22-23, 1996	Daejeong, JJ	9 exs.		Preserved in NAAS
April 7, 1998	Gimhae, GN		2 exs.	Preserved in NAAS
April 18, 1997	Jeju, JJ	1 ex.		Preserved in NAAS
April 18, 2007	Yeongdeok, GB		3 exs.	Preserved in QIA
Mar 23-25, 2011	Jeju, JJ		lots of	Preserved in QIA
Mar 21-23, 2014	Jeju, JJ		lots of	Preserved in SCNU
May 1-3, 2015	Ulreung-do, GB		lots of	Preserved in SCNU

GB: Gyeongsangbuk-do province; GN: Gyeongsangnam-do province; JJ: Jeju-do province; NAAS: National Institute of Agricultural Sciences, Korea; QIA: Animal and Plant Quarantine Agency, Korea; SCNU: Suncheon National University, Korea.

유럽좁쌀바구미의 확산범위 조사

2018년 3월부터 6월까지 한반도 30개 시/군을 대상으로 유채가 재배되는 있는 포장을 방문하여 떨어망(beat sheet; BioQuip Product #2840C)과 포충망(sweeping net)을 이용하여 채집하였으며, 유럽좁쌀바구미의 발생이 확인되는 시/군에 대해서 Fig. 2로 도식화하였다. 또한, 2018년에 조사가 이루어지지 않은 시/군이라 하더라도 그 이전 조사에서 확인된 시/군은 Fig. 2에 추가하였다.

제주도에서 유럽좁쌀바구미와 유채좁쌀바구미 발생양상 비교

제주도는 오래 전부터 경관용으로 유채를 재배하였던 곳으로 적어도 2000년대 초까지는 자생종인 유채좁쌀바구미가 우점하였지만, 2014년 조사 시 침입종인 유럽좁쌀바구미가 대량으로 발생하고 있었고, 자생종을 찾아보기가 쉽지 않아 경쟁 대

체의 실질적인 사례로 판단하여 유채 꽃에 발생하는 유럽좁쌀바구미와 유채좁쌀바구미 성충의 밀도변동을 2014년과 2018년에 조사하여 비교하였다. 2014년 3월에 이루어진 조사는 9개 지역에서 떨어망(beat sheet; BioQuip Product #2840C)을 깔고 1 × 1 m 범위 안의 유채 꽃을 3~4회 흔들어 떨어지는 성충의 수를 세었고, 2018년 3월부터 5월까지 이루어진 조사는 17.5 × 25 cm의 노란색 점착판(GreenAgrotech Product)을 지주대를 이용하여 유채 꽃의 높이로 설치한 후 채집된 성충의 수를 세었다.

한편, 사람 및 물자의 왕래가 빈번하지 않은 섬 지역의 경우에 침입종이 아직 유입되지 않았거나, 유입되었더라도 제주도보다 최근이라면 경쟁 대체가 진행될 것으로 판단하여 한반도와 제주도 사이에 위치한 여서도를 조사지역으로 선정하여 2018년 5월 5일 햇살이 좋은 한낮에 인가 주변 텃밭 등에 심겨져 있는 유채 꽃에서 활동하는 좁쌀바구미류 성충의 수를 육안 관찰로 세었다.

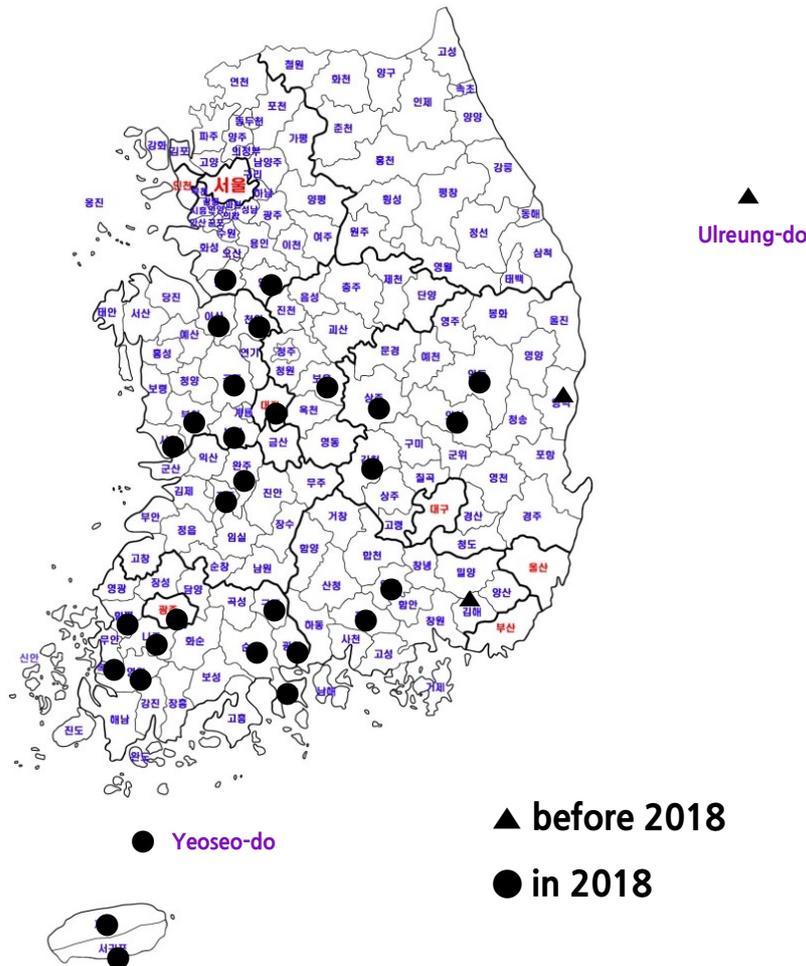


Fig. 2. Distribution map of an invaded weevil, *Ceutorhynchus obstrictus* (cabbage seedpod weevil, CSPW) collected in 2018.

결과 및 고찰

유럽좁쌀바구미의 침입 및 확산

문헌과 표본실에 소장된 표본들의 채집정보 및 전국적으로 유채 재배지역에서 발생양상을 조사한 결과를 종합해 볼 때, 유채 꽃에서 채집된 자생종인 유채좁쌀바구미(*Ceutorhynchus albosuturalis*; rapeseed weevil; RSW)는 제주도 애월읍 하귀리에서 1974년 5월 11일에 채집한 기록이 처음으로 1997년 4월 까지도 채집이 확인되어 적어도 2000년대 초까지는 제주도 유채 꽃에 우점한 종이였다(Table 1).

반면, 외래침입종인 유채좁쌀바구미(*C. obstrictus*; cabbage seedpod weevil; CSPW)는 1995년 6월 20일 경남 김해에서 채집된 이후 2007년 4월에 경북 영덕에서 확인되었고, 2011년 이후부터는 제주도 및 울릉도 지역에서 우점하였다(Table 1).

2018년에는 유채 꽃이 피는 시기인 3월부터 6월까지 경기도,

충청도, 경상도, 전라도 30개 시/군의 유채 밭에서 유럽좁쌀바구미의 발생을 조사한 결과, 조사한 시/군에서 재배되는 모든 유채 꽃에서 유럽좁쌀바구미가 우점하고 있었으며, 경관을 목적으로 유채 재배면적이 중부지방으로까지 넓혀지면서 북으로 경기도 안성까지 전국적으로 확산된 것으로 판단된다(Fig. 2). 한편, 자생종인 유채좁쌀바구미는 내륙에서 재배되고 있는 유채 꽃에서 확인이 되지 않았고, 주변의 냉이 등 십자화과 잡초에서만 확인을 할 수 있었다.

제주도에서 유럽좁쌀바구미가 유채좁쌀바구미 밀어내기

2011년에 이미 제주도의 유채 꽃에서 우점을 이룬 외래침입종인 유럽좁쌀바구미(CSPW)는 2014년 3월에 제주도 9개 지역에서 떨어망을 이용하여 발생양상을 조사한 결과, 자생종인 유채좁쌀바구미(RSW)의 밀도가 가장 동쪽의 성산 쪽에서 가까운 6개 지역(성산, 표선, 남원, 강정, 구좌, 함덕)은 0%로 나타

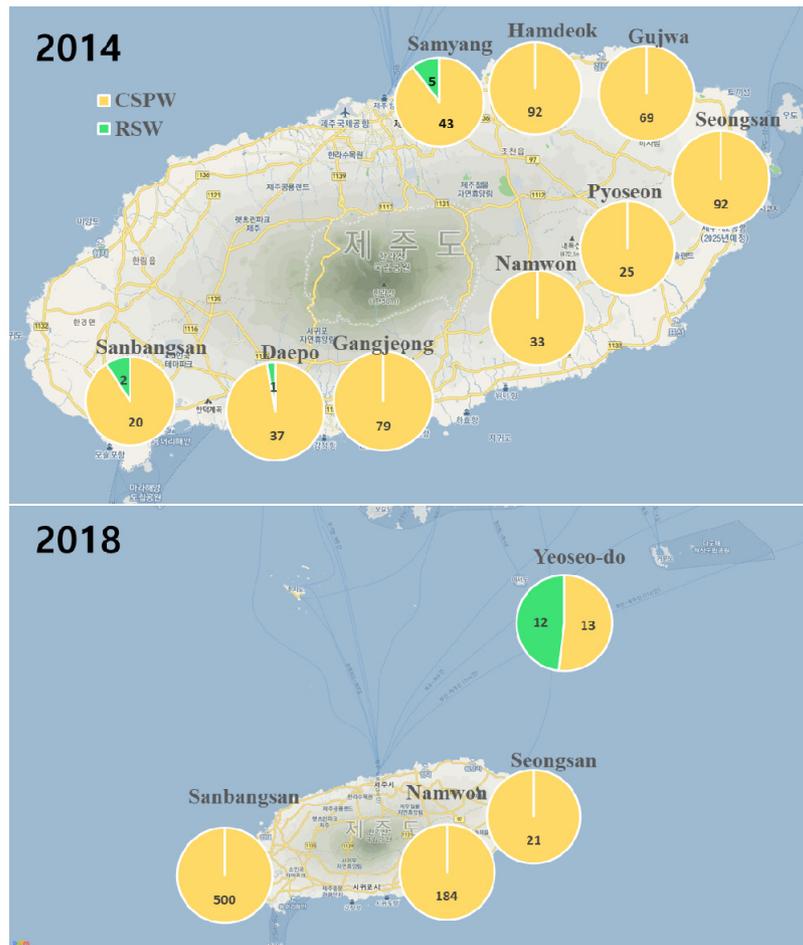


Fig. 3. Ratios of *Ceutorhynchus albosuturalis* (rapeseed weevil, RSW) to *C. obstrictus* (cabbage seedpod weevil, CSPW) collected on rape flowers in Jeju-do, during March 21-23, 2014, and in Yeoseo-do Jeonnam province on May 5 and Jeju-do during March 9 to May 13, 2018.

났고, 보다 서쪽에 위치한 대포, 산방산, 삼양에서는 각각 2.7%, 10%, 11.6% 순으로 동쪽인 성산지역에서 서쪽으로 갈수록 그 밀도가 조금씩 더 높게 나타났다(Fig. 3). 이러한 결과는 외래침입종인 유럽좁쌀바구미(CSPW)가 첫 침입지인 한반도 남부에서 예로부터 유채 재배 경관으로 유명한 제주도의 성산 지역으로 유입된 후 서쪽으로 확산하고 있는 것으로 추정되었다.

그 후 4년 뒤인 2018년 3월부터 5월까지 제주도의 3개 지역인 성산, 남원, 산방산 유채 밭에 노란색 점착판 트랩을 설치하여 성충을 채집한 결과, 자생종인 유채좁쌀바구미(RSW)가 외래침입종인 유럽좁쌀바구미(CSPW)에 의해 유채 밭 서식처에서 완전히 밀려났으며, 2014년에 10% 정도의 발생을 보였던 산방산 지역에서조차도 그들을 전혀 확인할 수 없었다(Fig. 3). 즉, 유럽좁쌀바구미(CSPW)가 제주도에 유입된 후 10년 이내에 생태적 지위(ecological niche)가 유사한 자생종인 유채좁쌀바구미(RSW)를 완전히 대체하게 된 것이다. 유채 꽃에서 밀려난 자생종인 유채좁쌀바구미는 인근의 십자화과 잡초인 냉이(*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik)에서 우점하는 것이 여러 조사지역에서 확인되어 생태적 지위를 새롭게 변경한 것으로 판단된다.

한편, 한반도와 제주도 사이에 위치한 사람과 물자의 왕래가 빈번하지 않다고 판단되는 섬 지역인 여서도의 유채 꽃에서 이들 좁쌀바구미의 발생양상을 2018년 5월 5일에 육안 관찰한 결과, 외래침입종인 유럽좁쌀바구미(CSPW)와 자생종인 유채좁쌀바구미(RSW) 성충의 비율이 거의 1:1로 나타났으며(Fig. 3), 이러한 결과는 외래침입종인 유럽좁쌀바구미(CSPW)의 여서도 유입사건은 아주 최근일 것으로 판단할 수 있다.

폭 넓은 관점에서 우리의 연구 결과는 세계적으로 외래침입 생물종의 침입과 관련된 위험성을 강조하고 있는 것이며, 비록 자생종인 유채좁쌀바구미(RSW)의 생태적 지위를 외래침입종인 유럽좁쌀바구미(CSPW)가 대체하고 있는 근본적인 기작은 확실하게 알 수 없지만, 자원경쟁(exploitative competition)의 잠재적인 역할은 배제할 수 없을 것이다. 우리의 자연생태계 내에서 외래침입종이 자생종을 신속하게 대체하고 있음을 확인한 이 결과는 앞으로 또 다른 외래종의 침입 사건이 발생하지 않도록 하는 노력들을 절실히 요구하고 있는 것이다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청에서 발주한 “채소류 주요 외래 해충에 대한 종합적 관리기술 개발”(Project Code PJ01335604) 연구과제를 통해 수행되었다.

Literature Cited

- Brodeur, J., Leclerc, L.A., Fournier, M., Roy, M., 2001. Cabbage seedpod weevil (Coleoptera: Curculionidae): a new pest of canola in northeastern North America. *Can. Entomol.* 133, 709-711.
- Cárcamo, H.A., Dossdall, L., Dolinski, M., Olfert, O., Byers, J.R., 2001. The cabbage seedpod weevil, *Ceutorhynchus obstrictus* (Coleoptera: Curculionidae) - a review. *J. Entomol. Soc. Br. Columbia* 98, 201-210.
- Dmoch, J., 1965. The dynamics of a population of the cabbage seedpod weevil (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) and the development of winter rape. Part I. *Ekol. Pol. Ser.* 13, 249-287.
- Dossdall, L.M., Moisey, D.W.A., 2004. Developmental biology of the cabbage seedpod weevil, *Ceutorhynchus obstrictus* (Coleoptera: Curculionidae), in spring canola, *Brassica napus*, in western Canada. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 97, 458-465.
- Dossdall, L.M., Moisey, D.W.A., Cárcamo, H.A., Dunn, R., 2001. Cabbage seedpod weevil factsheet. Alberta Agriculture, Food and Rural Development, Edmonton, AB, Canada.
- Dossdall, L.M., Weiss, R.M., Olfert, O., Cárcamo, H.A., 2002. Temporal and geographical distribution patterns of the cabbage seedpod weevil (Coleoptera: Curculionidae) in canola. *Can. Entomol.* 134, 403-418.
- Hong, K.J., Egorov, A.B., Korotyayev, B.A., 2000. Illustrated catalogue of Curculionidae in Korea (Coleoptera). *Insects of Korea Series* 5, 340 pp. KRIBB & CIS.
- Kim, K.S., Ha, S.O., Lee, Y.H., Jang, Y.S., Choi, I.H., 2015. Study on growth and flowering characteristics in the spring sowing for selection of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties. *Korean J. Plant Res.* 28(1), 111-118 (in Korean).
- Lee C.E., Kwon, Y.J., 1974. Coleoptera of Quelpart Island (Cheju-do) (Part 1). *Nature & Life* 4, 27-52.
- Mason, P.G., Baute, T., Olfert, O., Roy, M., 2003. Cabbage seedpod weevil, *Ceutorhynchus obstrictus* (Marsham) (Coleoptera: Curculionidae) in Ontario and Québec. *J. Entomol. Soc. Ontario* 134, 107-113.
- Morimoto, K., Lee, C.E., 1992. Curculionidae from Cheju Island, Korea, with descriptions of three new species (Insecta, Coleoptera). *Esakia* 32, 1-8.
- McCaffrey, J.P., 1992. Review of the U.S. canola pest complex: cabbage seedpod weevil. *Proceedings of the 1992 U.S. Canola Conference*, 5-6 March 1992, Washington, D.C.
- Williams, I.H., 2010. The major insect pests of oilseed rape in Europe and their management: An overview. *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*, pp. 1-43, Springer.