

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

제주도 밭의 외래잡초 분포

김창석¹ · 정영재² · 이인용¹ · 이정란¹ · 송희근³ · 오영주^{4*}

¹국립농업과학원 작물보호과, ²한국삼공, ³(주)미래환경생태연구소

Distribution of Exotic Weeds on Crop Fields in Jeju-do

Chang-Seok Kim¹, Young-Jae Chung², In-Yong Lee¹, Jeong-ran Lee¹, Hee-Kun Song³, and Young-Ju Oh^{4*}

¹Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea

²Department of life science and biotechnology, Shingyeong University, Hwaseong 18274, Korea

³Hankooksambong Co., Ltd, Gimjae 54338, Korea

⁴Institute for Future Environmental Ecology Co., Ltd, Jeonju 54883, Korea

ABSTRACT. We surveyed the distribution of exotic weeds in the 141 crop fields of Jeju island. The exotic weeds were summarized as 66 taxa including 18 families, 50 genera, 64 species and 2 varieties. In winter crop fields there were 45 species of exotic seeds in 18 families, in summer crop fields 50 species in 16 families, and in perennial crop fields 39 species in 17 families. Total exotic weeds were classified to 39.4% of summer annuals, 36.4% of winter annuals, 7.6% of summer and winter annuals, and 16.7% of perennials. The ratio of summer annuals were high in the summer crop fields. Compositae was dominant family, followed by Gramineae, Malvaceae and Solanaceae. Malvaceae did not appear in perennial crop fields. Dominant exotic weeds in winter crop fields were *Chenopodium album*, *Amaranthus viridis*, *Senecio vulgaris* and *Coronopus didymus*, in summer crop fields, *Chenopodium album*, *Amaranthus viridis*, *Senecio vulgaris* and *Sonchus oleraceus* and in perennial crop fields, *Coryza sumatrensis*, *Gnaphalium calviceps* and *Senecio vulgaris*. The dominant exotic weeds in the crop fields of Jeju island were *Chenopodium album*, followed by *Amaranthus viridis*, *Senecio vulgaris*, and *Coryza sumatrensis*. This information could be useful for establishment of exotic weed control methods in Jeju island.

Key words: Crop field, Dominant species, Exotic weed, Jeju island

Received on September 08, 2015; Revised on September 10, 2015; Accepted on September 14, 2015

*Corresponding author: Phone) +82-63-211-7122, Fax) +82-63-211-7123; E-mail) cave50joo@gmail.com

© 2015 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

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 noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

제주도는 천혜의 자연경관을 가진 세계적인 휴양관광지이다. 한라산을 중심으로 완만한 경사를 이루고 있어 아열대, 온대, 한대식물이 수직분포를 하고 있다. 기후변화의 영향으로 제주도의 일부 산간지역을 제외하고는 해안지역을 중심으로 아열대 기후대가 확대되고 있다(Hyun et al., 2009). 제주도는 도서지역이라는 특성을 가지고 있어 외래잡초의 유입은 자연생태계 뿐만 아니라 농경지 생태계의 변화를 초래할 수 있다(Kim et al., 2006b). 외래잡초의 농경지 유입은 작물의 재배와 관리에 많은 어려움을 주기 때문에 외래잡초의 영향과 관리방법 등에 대한 관심이 높아지고 있

다(David et al., 2004; Mack et al., 2000; Pimentel et al., 2000; Pimentel, 2002). 외래잡초는 다양한 침입경로를 통해서 농경지나 목장 등에 유입되어 빠르게 분포영역의 확장하여 농경지의 잡초 발생 양상의 변화를 가져오고 있다(Gould, 1991; Jordan and Jannink, 1997; Martinez-Ghersa et al., 2000; Mohler, 2001). 국내에 분포하고 있는 외래잡초는 38과 160속 286종류가 자라고 있는 것으로 보고되어 있고, 이중 농경지에 발생하는 외래잡초는 총 72종이 발생하는 것으로 알려져 있다(Park, 2009; Oh et al., 2002). 국내의 도서지역 중에는 백령도, 흑산도, 추자도, 거문도에서 외래잡초가 18과 70종이 분포하고 있는 것으로 보고된 바 있다(Kim et al., 2010). 제주도에 Yang (2003)이 32과 115

속 197종의 외래잡초가 분포하고 있는 것으로 보고하였고, 2006년에는 기존의 문헌과 일부 도입 재배종을 종합하여 45과 159속 253종, 같은 해에 47과 161속, 254종이 제주도에 외래잡초로 출현하고 있는 것으로 보고하였다(Kim et al., 2006a; Kim et al., 2006b).

본 연구는 제주도 지역에 분포하고 있는 밭 외래잡초의 분포현황을 파악하고 및 발생 피도 등급을 조사하여 밭 외래잡초의 관리를 위한 기초자료를 구축하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

외래잡초 분포 조사

외래잡초의 분포조사는 2013년 3월부터 10월까지 제주도의 밭을 대상으로 실시하였다. 제주도의 총 141필지를 대상으로 하였으며, 이 가운데 제주시는 101필지, 서귀포시는 40필지를 조사하였다(Fig. 1). 외래잡초 분포조사 지점은 밭 위치를 위성으로 파악하여 읍면동의 밭이 고루 조사될 수 있도록 선정하였고 조사구는 각 작물별 재배 면적을 1 조사구로 선정하여 밭의 고랑과 가장자리에 분포하는 외래잡초의 피도를 측정하였다. 제주도 조사지의 동계작물로는 무, 배추, 양배추, 대파, 마늘 등이고 하계작물로는 고구마, 기장, 감자, 브로콜리, 비트, 옥수수 등이었다. 다년생 작물은 고사리, 더덕, 도라지, 참취 등을 재배하였다. 잡초의 피도는 Braun-Blanquet (1964)의 방법으로 7개 등급(r, +, 1, 2, 3, 4, 5)을 기준으로 조사하였다.

발생 외래잡초 및 분포특성 분석

외래잡초조사 결과는 국가표준식물목록(KNA, 2014) 및 한국의 귀화식물 원색도감(Park, 2009)을 참고하였다. 출현한 외래잡초종에 대해서는 Raunkiaer (1934)의 생활형을 기준으로 동계일년생과 하계일년생 그리고 다년생을 구분하였고 과별 분포 비율을 산정하였다. 외래잡초의 우점순위

를 알아보기 위하여 중요치(IV)분석을 실시하였다(Curtis and Mc Intosh, 1950).

$$\text{Relative frequency (RF)(\%)} = \frac{\text{Frequency of any species}}{\text{Total frequency of all species}} \times 100$$

$$\text{Relative cover (RC)(\%)} = \frac{\text{Cover of species A}}{\text{Total cover of all species}} \times 100$$

$$\text{Important value (IV)} = (\text{RF} + \text{RC}) / 2$$

외래잡초의 분포에 의한 차이는 동계작물, 하계작물, 다년생 작물 재배지로 구분하여 각 재배 작물에 따른 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

발생 외래잡초

제주도 밭에 발생하는 외래잡초는 141개 밭에서 18과 50속 64종 2변종, 총 66분류군이 출현하는 것으로 조사되었다(Table 1). 이는 기존의 보고에서 제주도 외래잡초가 197종이 분포하고 있고 재배종을 포함하면 254종이 출현하는 것에 비해 적은 수의 외래잡초가 조사되었는데 이는 제주도 외래잡초의 발생비율이 높은 도로변, 해안가, 목초지 등에서 조사된 자료와의 차이인 것으로 사료되었다(Yang, 2003; Kim et al., 2006a; Kim et al., 2006b). 작물 유형별로 비교하면 동계작물 재배지에서는 18과 45종, 하계작물 재배지에서는 16과 50종, 다년생 작물 재배지에서는 17과 39종으로 하계작물 재배지에서 외래잡초가 가장 많이 출현하였다.

외래잡초 66종의 생활형을 비교 분석하면 동계작물 재배지에서 동계일년생이 40.0%로 높은 반면 하계작물 재배지에서는 하계일년생이 40.0%로 가장 높은 비율로 분석되었다. 다년생 작물 재배지에서도 하계작물 재배지와 유사한 비율을 보여주었으나 다년생 외래잡초의 비율이 증가하였

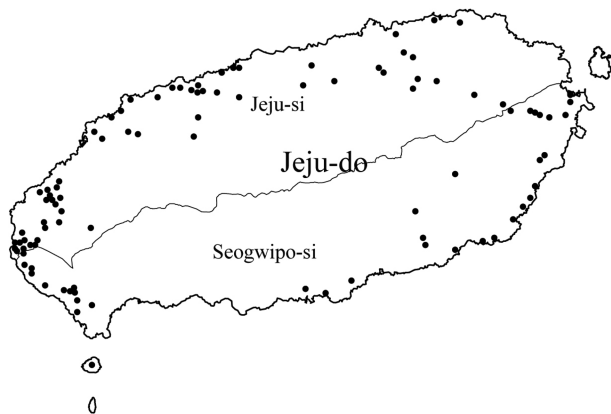


Fig. 1. Exotic weed species sampled from 141 plots in Jeju island.

Table 1. The number of vascular plants by the taxonomic category in study area.

	Family	Genus	Species	Variety	Total
Winter crops	18	35	45	0	45
Summer crops	16	39	49	1	50
Perennial crops	17	30	38	1	39
Total	18	50	64	2	66

Table 2. Classification of exotic weeds found in Jeju island by life cycle.

No. of exotic weeds	Life cycle				Total (%)
	Summer annual (%)	Winter annual (%)	Summer and winter annual (%)	Perennial (%)	
Winter crops	12 (26.7)	18 (40.0)	5 (11.1)	10 (22.2)	45 (100)
Summer crops	20 (40.0)	18 (36.0)	5 (10.0)	7 (14.0)	50 (100)
Perennial crops	14 (35.9)	12 (30.8)	5 (12.8)	8 (20.5)	39 (100)
Total	26 (39.4)	24 (36.4)	5 (7.6)	11 (16.7)	66 (100)

Table 3. Distribution of exotic weed flora ordered by family name in Jeju island.

Family name	No. of family			Total
	Winter crops	Summer crops	Perennial crops	
Compositae	11	12	13	16
Gramineae	4	5	2	7
Malvaceae	4	4	0	6
Leguminosae	3	3	2	4
Polygonaceae	3	2	2	4
Amaranthaceae	3	4	3	4
Cruciferae	2	4	1	4
Solanaceae	2	3	2	3
Convolvulaceae	1	3	1	3
Caryophyllaceae	3	2	2	3
Chenopodiaceae	2	2	2	2
Onagraceae	1	2	2	2
Umbelliferae	1	1	1	2
Scrophulariaceae	2	1	2	2
Euphorbiaceae	0	1	1	1
Oxalidaceae	1	1	1	1
Iridaceae	1	0	1	1
Phytolaccaceae	1	0	1	1

다(Table 2). 전체적으로 하계일년생 외래잡초의 발생비율은 39.4%, 동계일년생 외래잡초는 36.4%, 환경에 따라 하계일년생과 동계일년생이 모두 가능한 외래잡초의 발생비율은 7.6%이며 다년생 외래잡초는 16.7%를 차지하는 것으로 분석되어 제주도 밭에 출현한 외래잡초는 일년생이 우점하는 것으로 확인되었다. 본 결과는 Kim et al. (2006b)이 제주도 외래잡초의 조사결과에서 일년생 외래잡초가 전체의 59%를 차지하고 있다는 결과와 같이 일년생의 비율

Table 4. Preferences of exotic weeds species (≥ 20.00 IV value) recorded crop fields in Jeju island, decreasingly ordered by IV.

Scientific name	N ^w	RF ^x	RC ^y	IV ^z
<i>Chenopodium album</i>	85	13.69	18.36	16.02
<i>Amaranthus viridis</i>	54	8.70	8.67	8.68
<i>Senecio vulgaris</i>	44	7.09	6.90	6.99
<i>Conyza sumatrensis</i>	26	4.19	5.78	4.98
<i>Sonchus oleraceus</i>	34	5.48	4.29	4.88
<i>Spergula arvensis</i>	16	2.58	4.66	3.62
<i>Amaranthus lividus</i>	21	3.38	3.08	3.23
<i>Coronopus didymus</i>	21	3.38	2.80	3.09
<i>Sonchus asper</i>	20	3.22	2.70	2.96
<i>Physalis angulata</i>	20	3.22	2.61	2.92
<i>Conyza canadensis</i>	17	2.74	2.70	2.72
<i>Gnaphalium calviceps</i>	15	2.42	2.89	2.65
<i>Hypochaeris radicata</i>	17	2.74	2.33	2.53
<i>Cerastium glomeratum</i>	11	1.77	2.24	2.00

^wN: number of sampling units in which the species was accounted.

^xRF: relative frequency.

^yRC: relative cover.

^zIV: importance value.

이 가장 높았고, 특히 일년생 외래잡초의 비율이 더욱 높은 것은 농경지의 특성상 지속적인 교란이 이루어 지고 있기 때문인 것으로 판단되었다. 제주도에서 발생한 외래잡초 중에는 양장구채, 들개미자리, 노란꽃망파리, 솔잎미나리, 선풀솜나물 등은 현재까지 다른 지역에 거의 분포하지 않는 외래잡초로 다른 지역에서 발생하는 외래잡초와 차이를 보여주었다(Park et al., 2002).

제주도 밭에서 조사된 외래잡초의 과별 분포는 전체에서 국화과의 비율이 가장 높았고 벼과, 아욱과, 콩과, 마디풀과, 비름과 순이었으며 동계작물 재배지에서는 국화과, 벼과, 아욱과, 콩과, 마디풀과 등이 출현하였고 하계작물 재배지에

Table 5. Preferences of exotic weeds species (≥ 20.00 IV value) recorded winter crop fields in Jeju island, decreasingly ordered by IV.

Scientific name	N ^w	RF ^x	RC ^y	IV ^z
<i>Chenopodium album</i>	30	17.75	24.76	21.26
<i>Amaranthus viridis</i>	20	11.83	12.38	12.11
<i>Senecio vulgaris</i>	18	10.65	6.35	8.50
<i>Coronopus didymus</i>	10	5.92	4.44	5.18
<i>Spergula arvensis</i>	5	2.96	6.98	4.97
<i>Sonchus oleraceus</i>	9	5.33	3.49	4.41
<i>Physalis angulata</i>	9	5.33	3.17	4.25
<i>Conyza sumatrensis</i>	5	2.96	3.81	3.38
<i>Chenopodium ficifolium</i>	5	2.96	3.17	3.07
<i>Cerastium glomeratum</i>	3	1.78	3.49	2.63
<i>Amaranthus lividus</i>	4	2.37	2.22	2.29

^wN: number of sampling units in which the species was accounted.
^xRF: relative frequency.
^yRC: relative cover.
^zIV: importance value.

Table 6. Preferences of exotic weeds species (≥ 20.00 IV value) recorded summer crop fields in Jeju island, decreasingly ordered by IV.

Scientific name	N ^w	RF ^x	RC ^y	IV ^z
<i>Chenopodium album</i>	49	14.94	19.81	17.37
<i>Amaranthus viridis</i>	29	8.84	9.33	9.09
<i>Senecio vulgaris</i>	20	6.10	6.67	6.38
<i>Sonchus oleraceus</i>	19	5.79	4.57	5.18
<i>Amaranthus lividus</i>	15	4.57	4.38	4.48
<i>Conyza canadensis</i>	12	3.66	4.00	3.83
<i>Sonchus asper</i>	13	3.96	3.05	3.51
<i>Physalis angulata</i>	11	3.35	3.43	3.39
<i>Conyza sumatrensis</i>	11	3.35	3.43	3.39
<i>Spergula arvensis</i>	8	2.44	4.19	3.31
<i>Coronopus didymus</i>	10	3.05	2.29	2.67
<i>Abutilon theophrasti</i>	9	2.74	2.10	2.42
<i>Amaranthus patulus</i>	7	2.13	2.67	2.40
<i>Rumex crispus</i>	8	2.44	2.29	2.36
<i>Hypochaeris radicata</i>	7	2.13	1.90	2.02
<i>Gnaphalium calviceps</i>	5	1.52	2.48	2.00

^wN: number of sampling units in which the species was accounted.
^xRF: relative frequency.
^yRC: relative cover.
^zIV: importance value.

서는 국화과, 벼과, 아욱과와 더불어 비름과, 십자화과가 분포하였다. 다년생 작물 재배지에서는 국화과, 비름과 등이

Table 7. Preferences of exotic weeds species (≥ 20.00 IV value) recorded perennial crop fields in Jeju island, decreasingly ordered by IV.

Scientific name	N ^w	RF ^x	RC ^y	IV ^z
<i>Conyza sumatrensis</i>	10	8.06	13.73	10.90
<i>Gnaphalium calviceps</i>	9	7.26	6.01	6.63
<i>Senecio vulgaris</i>	6	4.84	8.15	6.50
<i>Chenopodium album</i>	6	4.84	6.44	5.64
<i>Hypochaeris radicata</i>	8	6.45	4.72	5.59
<i>Cerastium glomeratum</i>	7	5.65	5.15	5.40
<i>Euphorbia supina</i>	5	4.03	6.44	5.24
<i>Sonchus oleraceus</i>	6	4.84	4.72	4.78
<i>Sonchus asper</i>	5	4.03	4.72	4.38
<i>Crassocephalum crepidioides</i>	5	4.03	4.29	4.16
<i>Erigeron annuus</i>	6	4.84	3.00	3.92
<i>Amaranthus viridis</i>	5	4.03	2.15	3.09
<i>Conyza canadensis</i>	4	3.23	2.58	2.90
<i>Spergula arvensis</i>	3	2.42	2.58	2.50
<i>Sisyrinchium angustifolium</i>	3	2.42	2.15	2.28
<i>Taraxacum officinale</i>	3	2.42	1.72	2.07

^wN: number of sampling units in which the species was accounted.
^xRF: relative frequency.
^yRC: relative cover.
^zIV: importance value.

주로 나타났으며 아욱과 외래잡초는 다른 작물재배지와 다르게 출현하지 않았다(Table 3).

외래잡초의 중요치 분석

제주도에 출현하는 외래잡초의 우점순위를 판단하기 위한 중요치 분석에서 전체 작물에서는 흰명아주가 가장 우점하는 것으로 분석되었고 청비름, 개쑥갓, 큰망초, 방가지뚱, 들개미자리, 개비름 순으로 서열이 정해졌다(Table 4). 동계작물 재배지에서는 흰명아주, 청비름, 개쑥갓, 뽕새냉이, 들개미자리, 방가지뚱, 땅파리, 큰망초 순으로 우점하였고(Table 5), 하계작물 재배지에서는 동계작물 재배지와 마찬가지로 흰명아주가 우점하고 청비름, 개쑥갓, 방가지뚱, 개비름, 망초, 큰방가지뚱 등이 출현하였다(Table 6). 다년생 작물 재배지의 우점종은 다른 작물과 다르게 큰망초가 우점하는 것으로 조사되었고 선풀솜나물, 개쑥갓, 흰명아주, 서양금혼초, 유럽점나도나물, 애기땅빈대, 방가지뚱, 큰방가지뚱, 주홍서나물, 개망초 순으로 조사되어 동계작물이나 하계작물 재배지에 발생하는 외래잡초와는 차이를 나타내었다(Table 7).

흰명아주의 우점은 선행연구에서 경기도의 밭에 우점하

는 외래잡초가 흰명아주, 망초, 개망초 등인 것과 비교하면 가장 우점하는 종이 흰명아주 인 것은 동일하게 나타났다 (Kim et al., 2014). 동계작물과 하계작물 재배지에서 흰명아주가 우점한 반면 다년생 작물 재배지에서는 남부지방이나 제주도에 주로 분포하는 큰망초, 선풀솜나물 등 우점종으로 출현하여 다른 외래잡초 분포 양상과 차이를 보였다.

요 약

제주도의 밭을 대상으로 141지점을 선정하여 조사를 진행하였다. 제주도 밭에 발생하는 외래잡초 조사결과 18과 50속 64종 2변종, 총 66분류군의 외래잡초가 조사되었고 동계작물 재배지에서는 18과 45종, 하계작물 재배지에서는 16과 50종, 다년생 작물 재배지에서는 17과 39종이 출현하였다. 외래잡초의 생활형은 하계일년생 잡초가 39.4%, 동계일년생은 잡초는 36.4%, 하계일년생과 동계일년생이 모두 가능한 잡초는 7.6%, 다년생 잡초는 16.7%로 분석되었다. 특히 하계작물 재배지에서 하계일년생 잡초의 비율이 높았다. 종의 과별 분포순위는 국화과, 벼과, 아욱과가 우점하는 것으로 분석되었으나 다년생 작물 재배지에서는 아욱과는 출현하지 않았다. 제주도의 동계작물 재배지에서 우점하는 외래잡초는 흰명아주, 청비름, 개쑥갓, 냄새나미, 들개미자리였고 하계작물 재배지에서는 흰명아주, 청비름, 개쑥갓, 방가지뚱이었다. 다년생 작물 재배지에서는 큰망초, 선풀솜나물, 개쑥갓, 흰명아주로 조사되어 다른 작물과 차이를 보였다. 제주도 전체 밭에서 발생하는 외래잡초의 우점종은 흰명아주, 청비름, 개쑥갓, 큰망초, 방가지뚱 등으로 분석되었다. 제주도에 발생하는 외래잡초의 발생정보는 밭의 지속적인 관리방안을 수립하는데 도움이 될 것이다.

주요어: 밭, 우점종, 외래잡초, 제주도

Acknowledgement

This study was carried out with the support of “Research Program for Agricultural Science & Technology Development” (Project No. PJ0093192), National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie, grundzfige der vegetationskunde, 3rd ed. Springer, Wien-New York, USA. p. 865.
Curtis, J.T. and McIntosh, R.P. 1950. The interrelations of certain

analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecol.* 31:434-455.
David, R.C., Antonio, D., Nicholas, J., Barabara, D.B., John, C., et al. 2004. Adaptability of plants invading North American cropland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 104:379-398.
Gould, F. 1991. The evolutionary potential of crop pests. *Am. Sci.* 79:496-507.
Hyun, D.S., Kwon, T.S., Baek, H.J., Kang, M.H., Han, K.H., et al. 2009. The study on the regional characteristics of climate change in Jeju island. Meteorological research institute, Seoul, Korea. (In Korean)
Jordan, N.R. and Jannink, J.L. 1997. Assessing the practical importance of weed evolution: a research agenda. *Weed Res.* 37:237-246.
Kim, C.S., Lee, I.Y., Oh, Y.J., Oh, S.M., Kim, S.C., et al. 2010. Occurrence of exotic weeds in several islands in Korea. *Kor. J. Weed Sci.* 30(2):59-67. (In Korean)
Kim, C.S., Jung, J.H., Song, G.P., Moon, M.O., Koh, J.G., et al. 2006a. Handbook of naturalized plants in Jeju island. Korea forest research institute. Seoul, Korea.
Kim, C.S., Koh, J.G., Song, G.P., Moon, M.O., Kim, J.E., et al. 2006b. Distribution of naturalized plants in Jeju island, Korea. *Kor. J. Plant Res.* 19(5):640-648. (In Korean)
Kim, C.S., Lee, I.Y., Lee, J.R., Hong, S.H. and Oh, Y.J. 2014. Distribution of exotic weeds on upland crop field in Gyeonggi-do. *Kor. J. Weed Sci.* 3(4):1-8. (In Korean)
KNA (Korea National Arboretum). 2014. A synonymic list of vascular plants in Korea. Pochen, Korea.
Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M., et al. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.* 10:689-710.
Martinez-Ghersa, M.A., Ghersa, C.M. and Satorre, E.H. 2000. Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research. *Field Crops Res.* 67:181-190.
Mohler, C.L. 2001. Weed evolution and community structure. pp. 444-493. In: Liebman, M., Mohler, C. and Staver, C.P. (Eds.). *Ecological management of agricultural weeds*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
Oh, S.M., Kim, C.S., Moon, B.C. and Lee, I.Y. 2002. Inflow information and habitat current status of exotic weeds in Korea. *Kor. J. Weed Sci.* 22(3):280-295. (In Korean)
Park, S.H. 2009. New illustrations and photographs of naturalized plants of Korea. Ilchokak Inc., Seoul, Korea.
Park, S.H., Shin, J.H., Lee, Y.M., Lim, J.H., Mun, J.S. 2002. Distributions of naturalized alien plants in Korea. KERI Research Bulletin No. 193. Ukgo Press, Seoul, Korea.

Pimentel, D. 2002. Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p. 369.

Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R. and Morrison, D. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. BioSci. 50:53-65.

Raunkiaer, C. 1934. Plant life forms. Clarendon press, Oxford, UK.

Yang, Y.H. 2003. Studies on the distribution and vegetation of naturalized plants on Jeju island. PhD Diss., Jeju Univ., Jeju. (In Korean)

Appendix 1. Presence of exotic weeds in the crop fields in Jeju island.

Family	Exotic weed (Korean name)	Life form	Winter crop	Summer crop	Perennial crop
Amaranthaceae	<i>Amaranthus patulus</i> (가는털비름)	SA ^x		○	○
	<i>Amaranthus lividus</i> (개비름)	SA	○	○	○
	<i>Amaranthus hybridus</i> (긴털비름)	SA	○	○	○
	<i>Amaranthus viridis</i> (청비름)	SA	○	○	
Caryophyllaceae	<i>Silene gallica</i> (양장구채)	WA ^y	○		
	<i>Spergula arvensis</i> (들개미자리)	WA	○	○	○
	<i>Cerastium glomeratum</i> (유럽점나도나물)	WA	○	○	○
	<i>Chenopodium ficifolium</i> (좀명아주)	SA	○	○	○
Compositae	<i>Chenopodium album</i> (흰명아주)	SA	○	○	○
	<i>Erigeron annuus</i> (개망초)	WA, SA	○	○	○
	<i>Senecio vulgaris</i> (개쑥갓)	WA, SA	○	○	○
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> (돼지풀)	SA			○
	<i>Tagetes minuta</i> (만수국아재비)	SA	○		
	<i>Conyza canadensis</i> (망초)	WA	○	○	○
	<i>Bidens frondosa</i> (미국가막사리)	SA	○	○	
	<i>Sonchus oleraceus</i> (방가지퐁)	WA, SA	○	○	○
	<i>Hypochaeris radicata</i> (서양금혼초)	P ^z	○	○	○
	<i>Taraxacum officinale</i> (서양민들레)	P	○	○	○
	<i>Gnaphalium calviceps</i> (선풀솜나물)	WA	○	○	○
	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (주홍서나물)	SA		○	○
	<i>Xanthium canadense</i> (큰도꼬마리)	SA		○	
	<i>Conyza sumatrensis</i> (큰망초)	WA, SA	○	○	○
	<i>Sonchus asper</i> (큰방가지퐁)	WA, SA	○	○	○
	<i>Galinsoga ciliata</i> (털별꽃아재비)	SA			○
	<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> (큰비짜루국화)	SA			○
Convolvulaceae	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> (둥근잎미국나팔꽃)	SA		○	
	<i>Quamoclit coccinea</i> (둥근잎유홍초)	SA	○	○	
Cruciferae	<i>Ipomoea hederacea</i> (미국나팔꽃)	SA		○	○
	<i>Coronopus didymus</i> (냄새냉이)	WA	○	○	○
	<i>Barbarea vulgaris</i> (유럽나도냉이)	WA		○	
	<i>Sisymbrium officinale</i> (유럽장대)	WA	○	○	
Euphorbiaceae	<i>Lepidium virginicum</i> (콩다닥냉이)	SA		○	
	<i>Euphorbia supina</i> (애기땅빈대)	SA		○	○
Gramineae	<i>Avena fatua</i> (메귀리)	WA		○	
	<i>Paspalum distichum</i> (물참새피)	P		○	
	<i>Briza minor</i> (방울새풀)	WA	○		○

Appendix 1. Presence of exotic weeds in the crop fields in Jeju island (continued).

Family	Exotic weed (Korean name)	Life form	Winter crop	Summer crop	Perennial crop
	<i>Hordeum pusillum</i> (좁보리풀)	WA	○	○	
	<i>Bromus unioloides</i> (큰이삭풀)	P	○	○	
	<i>Lolium multiflorum</i> (쥐보리)	WA	○	○	
	<i>Panicum dichotomiflorum</i> (미국개기장)	SA			○
Iridaceae	<i>Sisyrinchium angustifolium</i> (등심붓꽃)	P	○		○
Leguminosae	<i>Medicago polymorpha</i> (개자리)	WA	○	○	
	<i>Trifolium dubium</i> (애기노랑토끼풀)	WA		○	○
	<i>Medicago lupulina</i> (잔개자리)	WA	○		
	<i>Trifolium repens</i> (토끼풀)	P	○	○	○
Malvaceae	<i>Sida spinosa</i> (공단풀)	SA		○	
	<i>Sida rhombifolia</i> (나도공단풀)	SA		○	
	<i>Malva neglecta</i> (난쟁이아욱)	WA	○	○	
	<i>Hibiscus trionum</i> (수박풀)	SA	○		
	<i>Malva parviflora</i> (애기아욱)	WA	○		
	<i>Abutilon theophrasti</i> (어저귀)	SA	○	○	
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> (달맞이꽃)	WA		○	○
	<i>Oenothera laciniata</i> (애기달맞이꽃)	WA	○	○	○
	<i>Oxalis corymbosa</i> (자주괘이밥)	P	○	○	○
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i> (미국자리공)	P	○		○
Polygonaceae	<i>Fallopia convolvulus</i> (나도닭의덩굴)	WA		○	
	<i>Rumex obtusifolius</i> (돌소리쟁이)	P	○		○
	<i>Rumex crispus</i> (소리쟁이)	P	○	○	○
	<i>Rumex acetosella</i> (애기수영)	P	○		
Scrophulariaceae	<i>Veronica arvensis</i> (선개불알풀)	WA	○		○
	<i>Veronica persica</i> (큰개불알풀)	WA	○	○	○
Solanaceae	<i>Physalis wrightii</i> (노란꽃망파리)	SA	○	○	○
	<i>Physalis angulata</i> (망파리)	SA	○	○	
	<i>Solanum americanum</i> (미국까마중)	SA		○	○
Umbelliferae	<i>Anthriscus caucalis</i> (유럽전호)	WA	○	○	
	<i>Apium leptophyllum</i> (솔잎미나리)	WA			○

*SA: summer annual.

*WA: winter annual.

*P: perennial.