

갈색날개매미충(*Pochazia shantungensis*) (Hemiptera: Ricaniidae)의 기주식물, 발생지역 및 잠재서식지 예측

김동언* · 이희조 · 김미정 · 이도훈

국립생태원 생태보전연구본부 위해생물연구부

Predicting the Potential Habitat, Host Plants, and Geographical Distribution of *Pochazia shantungensis* (Hemiptera: Ricaniidae) in Korea

Dong Eon Kim*, Heejo Lee, Mi Jeong Kim and Do-Hun Lee

Department of Eco-safety, Bureau of Conservation Ecology, National Institute of Ecology, Seocheon 325-813, Korea

ABSTRACT: In 2014, surveys were conducted in Korea to study the geographical distribution, host plants, and potential habitats of *Pochazia shantungensis*. The occurrence of *P. shantungensis* was confirmed in 43 cities and counties nationwide, and identified for the first time in Gyeongsangbuk-do. *P. shantungensis* has a wide range of diverse host plants comprising 113 species in 53 families, including crops, fruits, and forest trees. Since the hemipteran was first reported in Korea, 138 species from 62 families have been identified as *P. shantungensis* host plants. This insect feeds on the following major host plants: *Malus pumila*, *Aralia elata*, *Styrax japonicus*, *Salix gracilistyla*, *Broussonetia kazinoki*, *Albizia julibrissin*, *Ailanthus altissima*, *Castanea crenata*, *Robinia pseudoacacia*, and *Cornus officinalis*. Potential habitat was analyzed in the present study using the Maxent model with 12 variables (8 climate, 1 land cover, 1 forest type, 1 ecological zoning, and 1 distance). The model ROC AUC was 0.884, indicating a high accuracy. In the present study, precipitation of warmest quarter, mean temperature of warmest quarter, forest type, and land cover were the most significant factors affecting *P. shantungensis* distribution, and habitat.

Key words: Ricaniidae, *Pochazia shantungensis*, Potential habitat, Host plant, Distribution

조 록: 본 연구에서는 2014년 전국을 대상으로 갈색날개매미충의 국내 분포, 기주식물, 잠재서식지를 조사하였다. 갈색날개매미충은 43개 시군에서 관찰되었고, 경북에서 처음 확인되었다. 기주식물은 산지 및 농작물에서 53과 113종으로 확인되었고, 선행연구를 포함하여 62과 138종으로 조사되었다. 주요 기주식물은 사과나무, 두릅나무, 매죽나무, 갯버들, 탁나무, 자귀나무, 가죽나무, 밤나무, 아까시나무, 산수유 등이었다. 종분포 예측은 Maxent 모형을 사용하였고, 12개의 모형변수(8개 기후변수, 1개 토지피복변수, 1개 임상변수, 1개 생태자연도 변수, 1개 거리변수)를 활용하였다. 모형의 정확도는 0.884로 매우 우수하였다. 연구결과에 의하면 여름철 강수량, 여름철 평균기온, 임상현황, 토지이용현황이 갈색날개매미충의 잠재서식지에 영향을 미치는 중요한 요인으로 밝혀졌다.

검색어: 큰날개매미충과, 갈색날개매미충, 잠재서식지, 기주식물, 분포

기후변화와 국제 교역의 증가, 발달된 교통수단 등으로 외래 곤충의 유입 및 확산이 가속화되고 있다(Bale et al., 2002). 최근 국내에 발생하여 피해를 주는 해충은 꽃매미(*Lycorma delicatula*), 미국선녀벌레(*Metcalfa pruinosa*), 등검은말벌(*Vespa velutina*

nigrithorax), 갈색날개매미충(*Pochazia shantungensis*), 해바라기방패벌레(*Corythucha marmorata*) 등 대발생으로 인해 생태계 및 경제적 피해가 급격히 증가하고 있다. 그 중에서 노린재목(Hemiptera), 큰날개매미충과(Ricaniidae)에 속하는 갈색날개매미충은 중국 산동성, 저장성 등 서해와 인접한 동부지역이 원산지로 추정되며, 중국 지린성에서 다양한 과수와 가로수의 주요 경제적 해충으로 기록되어 있다(Chou and Lu, 1977;

*Corresponding author: eco0106@nie.re.kr

Received March 19, 2015; Revised June 2, 2015

Accepted June 4, 2015

Chou et al., 1985; Rahman et al., 2012; Shen et al., 2007).

갈색날개매미충은 2010년 충남 공주, 예산 일원의 산지 및 과수에서 처음 발견된 후 전북 김제, 순창에서 추가 발생하였고, 2011년 전남 구례, 경기 고양 등, 2012년 충북 옥천, 2013년 경남 하동, 진주 등으로 분포지역과 피해가 보고되고 있다(Jo, 2014). 국내에서 연구는 날개매미충 일종의 산란특성(Choi et al., 2011), 발생생태와 친환경 방제자재 선발(Choi et al., 2012), 월동 알의 부화율과 온도발육기간(Kang et al., 2013), 생태 및 방제연구(Jo, 2014) 등에 대해 진행된 바 있다. 이들 연구는 갈색날개매미충의 방제 및 농작물 피해, 일부 지역의 분포와 기주식물에 초점이 맞춰져 있어 전국 단위의 발생현황 및 방제대책을 수립하는 데는 한계가 있다.

또한 갈색날개매미충은 경기, 충남, 충북, 전남, 전북 등 주로 서쪽에 피해를 주고 있고 점차 동쪽으로 확산되는 경향을 보이고 있으나(Jo, 2014), 확산에 따른 잠재서식지 분포에 관한 연구는 부족한 실정이다. 일반적으로 종 분포 모형(SDMs)은 잠재서식지 분포, 서식지 적합성 평가, 기후변화 예측에 활용되고 있다(Franklin, 2009). 대표적인 종 분포 모형에는 종의 출현/비출현 자료를 활용하고 이들 자료를 선형 회귀분석을 통해 잠재서식지를 예측하는 GLM(Generalized Linear Model), GAM(Generalized Additive Model), ANN(Artificial Neural Network) 등이 활용되고 있다. 그러나 본 연구와 같이 비출현 정보 없이 출현정보에 의존해야 할 경우 기계학습(Machine learning)방법으로 이루어지는 Maxent(Maximum Entropy Model)가 많이 사용되고 있다(Elith et al., 2011; Pearson et al., 2007). Maxent 모형은 현장조사를 통해 종 출현정보만을 활용하여 최대 엔트로피 분포 가능성을 찾아 대상종의 분포를 예측하는 것으로서, 종의 출현과 변수를 선정하고, 변수들 간의 비모수적인 관계를 잘 나타내어 주며, 예측 정확도가 높다(Phillips et al., 2006; Seo et al., 2008). 국내에서는 Maxent를 이용한 생물종 분포모형 비교연구(Seo et al., 2008), Maxent 모형을 이용한 서식지 잠재력 평가 연구(Lee and Kim, 2010), Maxent 모형의 정확도 및 잠재서식지 예측(Park et al., 2014) 등이 Maxent 모형을 이용한 서식지 예측과 관련된 연구이다.

따라서 본 연구에서는 종 분포 모델을 이용한 분포 예측을 통해 잠재서식지를 예측하고 갈색날개매미충이 국내 유입된 후 자연생태계의 영향 및 농작물 해충화에 대비하기 위한 기초 자료로 전국 단위의 분포 및 기주식물 등 최근의 발생상황을 제공하고자 한다.

재료 및 방법

분포지역 및 기주식물 조사

조사지역 및 시기

갈색날개매미충의 분포 및 기주식물을 파악하기 위해 2014년 4월부터 11월까지 전국 143시군을 대상으로 조사하였다. 조사지역은 선행연구에서 보고된 지역을 우선 조사지역으로 선정하였고, 보고되지 않은 지역은 성충 및 약충의 관찰이 용이한 시기로 조사지역을 선정하였다. 4~5월은 충북, 충남, 전남, 6~8월은 경남, 경북, 강원, 전북, 9~11월은 인천, 경기, 제주 지역 등의 산지, 과수원, 고속도로 및 인근 국도를 중심으로 주변지역까지 조사를 확대하였다.

기주식물 및 기주선호성

산지, 과수원, 도로변, 고속도로 휴게소 등에서 약충과 성충에 의한 흡즙, 가지의 산란흔적, 탈피각 및 흰색의 납물질, 배설물에 의한 피해가 확인된 식물을 육안으로 관찰하였다. 현장에서 동정이 어려운 식물체는 뿌리째 뽑거나, 목본의 경우 잎, 꽃, 가지를 채집하여 비닐봉기에 담아 국립생태원 분석실(202호)로 가져와 동정하였다.

약충과 성충의 개체수가 100마리 이상일 때 ‘+++’, 50마리 이상 ‘++’, 30마리 미만일 경우 ‘+’로 나타내었고, 흰색의 납물질, 배설물에 의한 피해에 따라 기주식물 전체의 50%이상 가해하고 있을 때 ‘+++’, 20~50%일 때 ‘++’, 20% 미만을 가해할 경우 ‘+’로 나타내었다.

잠재서식지 분포 예측

발생자료 수집

모델에 사용된 종속변수는 종이 출현한 위치의 경위도 좌표이며, 갈색날개매미충의 위치는 2014년 전국에 분포하는 갈색날개매미충 현장조사를 통해 수집한 43개 지점 자료를 사용하였다.

환경변수 수집

본 연구에서는 Maxent version 3.3.3k(<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>)을 사용하여 갈색날개매미충의 잠재서

식지 분포를 예측하였고 모형의 적합성은 ROC(Receiver Operating Characteristic)의 AUC(Area Under Cover) 값을 이용하여 측정하였다. AUC 값은 최소 0.5를 기준으로 모형이 완벽할 경우 1.0으로 분석되며 일반적으로 0.8이상이면 모형 예측력이 우수하다고 판단한다(Fanklin, 2009; Lee and Kim, 2010; Thuiller et al., 2009). 모의 결과는 0과 1 사이의 값으로 분포확률을 나타내었으며, 출현/비출현 지역의 이진법적 분류는 실제값과 예측된 값의 오차 평균이 최소가 되는 ‘Maximum training sensitivity plus specificity’의 값(Threshold)을 설정하여 예측된 분포도를 작성하였다.

독립변수인 환경변수는 기후, 피복, 임상, 생태등급, 거리의 유형으로 구분하여 변수를 작성하였다(Table 1). 기후는 기상청(<http://www.kma.go.kr>)에서 제공하는 4년(2010~2013년)의 기후자료를 활용하였다. 전국 유인관측소 73개 지점의 연평균 기온과 최저 및 최고 기온, 연평균 강수량을 산출한 후, ArcGIS 10.2 프로그램의 공간내삽법(Spatial Interpolation Method)을 통해 한반도 전 지역에 대한 기후변수를 도출하였으며 100 × 100 m 공간해상도로 작성하였다. 기후변수는 지표면의 지형적 특성에 따라 영향을 받으므로(Smith, 2008; Goodale et al., 1998), 본 연구에서 기온은 고도에 따른 평균기온감률을 적용하였고(Kim et al., 2014; Choi, 2011), 강수량은 고도에 따른 강수량 변화 패턴을 활용하였다(Jung et al., 2011). 지표면의 피복에 대한 정보는 환경부 환경공간정보서비스(<http://egis.me.go.kr>)에서 제공하는 토지피복도 및 생태자연도를, 산림청 공간정보(<http://www.forest.go.kr>)의 임상도 자료를 취득하여 활용하였다. 거리변수는 토지피복도에서 수계 속성을 추출한 후 Euclidean Distance Tool을 적용하여 거리를 분석하였다. 모형의 독립변

수인 환경변수와 종속변수인 갈색날개매미충의 출현 위치자료는 Maxent에 입력할 수 있도록 각각 ASCII 및 CVS 포맷으로 변환하였다.

결과 및 고찰

분포 및 지역별 발생정도

2014년 전국을 대상으로 갈색날개매미충의 발생정도를 조사한 결과, 서울, 인천, 용인, 대전, 광주, 세종을 비롯하여 충북 4지역, 충남 12지역, 전남 5지역, 전북 11지역, 경남 4지역, 경북 1지역 등 전국 43개 시군에서 발생이 확인되었고, 강원, 제주에서는 확인되지 않았다. 특히, 서울, 청양, 공주, 전주, 괴산, 완주, 진안, 구례 등에서 피해가 심각하였다(Fig. 1, Table 2).

서식지 유형별 갈색날개매미충의 피해양상을 살펴보면 산지가 34.9%로 가장 높게 나타났고, 산지 계곡부 32.5%, 산지 경작지 16.3%, 도로변 9.3%, 고속도로 휴게소 7.0%로 조사되었다.

2011~2013년 27개 시군에서 발생되었으나(Jo, 2014), 본 연구에서는 2014년에 43개 시군으로 분포가 확산되었고, 특히 경북지역인 문경에서 분포가 처음 확인되었다. 갈색날개매미충이 서식하는 발생지역의 분포 양상은 주로 산지와 계곡 또는 산지 내 경작지에서 높은 밀도로 확인된 점으로 보아 이는 Logan et al.(2002)에 의한 것처럼 주로 계곡을 따라 서식하는 특징과 일치하였다. 따라서 산지의 계곡부를 따라 인근 지역으로 이동되었을 것으로 추정되어 확산경로와 지형적 특성에 관한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

Table 1. Environmental variables used to prediction the potential habitat

Group of variables	Environment variables	Explanation of variables
Climate	Annual Precipitation (a_p)	연간강수량
	Precipitation of Warmest Quater (p_wq)	여름철강수량
	Precipitation of Coldest Quater (p_cq)	겨울철강수량
	Precipitation of Warmest Month (p_wm)	8월 평균강수량
	Annual Mean Temperature (am_t)	연평균기온
	Mean Temperature of Warmest Quater (mt_wq)	여름철평균기온
	Max Temperature of Warmest Month (mt_wm)	8월 최고기온
Land cover	Land Cover Map (land_use)	토지피복현황
	Forest Type Map (forest_type)	임상현황
Ecological zoning	Ecological Zoning Map (eco_zone)	생태등급 및 보호구역
Distance	Distance from Water (dist_water)	수계로부터 거리

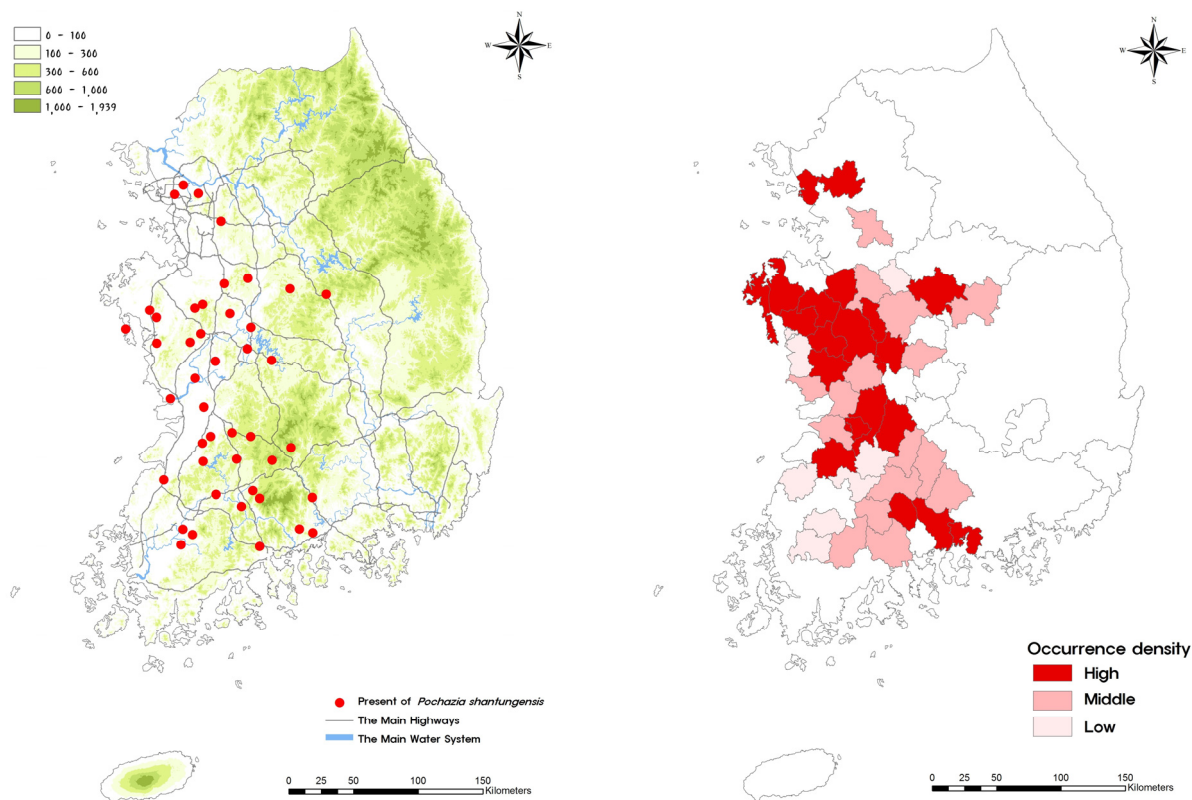


Fig. 1. The distribution map of *Pochazia shantungensis* in Korea.

Table 2. The occurrence of *Pochazia shantungensis* in Korea

Survey area	GPS	Habitat type	Damage
Jung-dong, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do	N37°16'01.10" E127°09'55.20"	F	++
Chucheon-ri, Gonmyeong-myeon, Sacheon-si, Gyeongsangnam-do	N35°05'18.08" E127°56'19.57"	C	++
Bangmok-ri, Danseong-myeon, Sancheong-gun, Gyeongsangnam-do	N35°20'05.05" E127°56'14.03"	H	+
Yeoui-ri, Hoengcheon-myeon, Hadong-gun, Gyeongsangnam-do	N35°06'53.56" E127°49'30.42"	R	++
Sangwon-ri, Anui-myeon, Hamyang-gun, Gyeongsangnam-do	N35°41'07.49" E127°45'36.85"	V	++
Hacho-ri, Mungyeong-eup, Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do	N36°45'20.05" E128°04'28.90"	F	+
Seha-dong, Seo-gu, Gwangju Metropolitan City	N35°06'57.56" E126°50'15.74"	F	+
Doryong-dong, Yuseong-gu, Daejeon Metropolitan City	N36°22'46.06" E127°23'24.41"	V	++
Namhyeon-dong, Gwanak-gu, Seoul Metropolitan City	N37°27'42.66" E126°58'09.21"	V	+++
Songjeong-ri, Jeondong-myeon, Sejong	N36°37'34.03" E127°14'29.53"	F	++
Jangsu-dong, Namdong-gu, Incheon Metropolitan City	N37°27'16.37" E126°45'36.69"	F	++
Godal-ri, Godal-myeon, Gokseong-gun, Jeollanam-do	N35°16'31.20" E127°20'06.37"	V	++
Wian-ri, Sandong-myeon, Gurye-gun, Jeollanam-do	N35°19'51.10" E127°29'21.00"	V	+++
Dongsan-ri, Seo-myeon, Suncheon-si, Jeollanam-do	N34°59'37.30" E127°29'18.19"	C	+
Seryang-ri, Hwasun-eup, Hwasun-gun, Jeollanam-do	N35°04'45.48" E126°55'11.39"	V	++
Sanje-ri, Sanpo-myeon, Naju-si, Jeollanam-do	N35°00'28.17" E126°49'22.57"	F	+
Sinwol-ri, Gochang-eup, Gochang-gun, Jeollabuk-do	N35°27'39.60" E126°40'28.54"	H	+
Cheongdo-ri, Geumsan-myeon, Gimje-si, Jeollabuk-do	N35°43'06.24" E127°00'12.60"	R	+
Jucheon-myeon, Namwon-si, Jeollabuk-do	N35°23'04.16" E127°25'52.36"	R	++

Table 2. Continued

Survey area	GPS	Habitat type	Damage
Jukgok-ri, Pungsan-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do	N35°21'32.37" E127°07'10.18"	V	+
Machi-ri, Sanggwan-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do	N35°47'30.86" E127°15'24.13"	C	+++
Seogwang-dong, Iksan-si, Jeollabuk-do	N35°58'16.44" E127°00'52.30"	F	+
Ido-ri, Imsil-eup, Imsil-gun, Jeollabuk-do	N35°36'26.49" E127°17'38.87"	C	++
Beonam-myeon, Jangsu-gun, Jeollabuk-do	N35°35'49.39" E127°35'51.95"	V	+
Yongbok-dong, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do	N35°45'59.90" E127°4'28.22"	V	+++
Sisan-ri, Chilbo-myeon, Jeongeup-si, Jeollabuk-do	N35°35'24.65" E127°00'36.38"	V	++
Danyang-ri, Jinan-eup, Jinan-gun, Jeollabuk-do	N35°45'59.87" E127°24'58.53"	V	+++
Seonhak-ri, Sinpung-myeon, Gongju-si, Chungcheongnam-do	N36°29'10.86" E126°59'20.65"	V	+++
Gagok-ri, Noseong-myeon, Nonsan-si, Chungcheongnam-do	N36°17'36.92" E127°06'50.40"	C	++
Boryeong-ri, Jupoo-myeon, Boryeong-si, Chungcheongnam-do	N36°25'09.02" E126°36'36.18"	F	+
Gandae-ri, Sedo-myeon, Buyeo-gun, Chungcheongnam-do	N36°10'24.70" E126°56'25.51"	V	++
Sinsong-ri, Gobuk-myeon, Seosan-si, Chungcheongnam-do	N36°38'55.64" E126°32'51.59"	F	+
Songnae-ri, Maseo-myeon, Seocheon-gun, Chungcheongnam-do	N36°01'42.82" E126°43'45.65"	F	+
Magok-ri, Songak-myeon, Asan-si, Chungcheongnam-do	N36°41'26.28" E127°00'18.55"	F	++
Bangsang-ri, Daesul-myeon, Yesan-gun, Chungcheongnam-do	N36°39'52.97" E126°56'18.05"	C	+
Anseo-dong, dongnam-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do	N36°50'09.25" E127°11'35.01"	F	++
Cheonjang-ri, Jeongsan-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do	N36°25'32.86" E126°53'54.95"	V	+++
Seungeon-ri, Anmyeon-eup, Taeon-gun, Chungcheongnam-do	N36°31'01.92" E126°20'28.38"	F	+
Obong-ri, Guhang-myeon, Hongseong-gun, Chungcheongnam-do	N36°36'00.16" E126°36'24.83"	C	+
Munbeop-ri, Mungwang-myeon, Goesan-gun, Chungcheongbuk-do	N36°47'50.23" E127°45'46.10"	R	+++
Maehwa-ri, Okcheon-eup, Okcheon-gun, Chungcheongbuk-do	N36°17'53.56" E127°35'57.91"	H	++
Geonsong-ri, Jincheon-eup, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do	N36°52'21.41" E127°23'48.47"	F	+
Buyongoecheon-ri, Nami-myeon, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do	N36°31'47.62" E127°25'19.61"	F	+

C : Cultivated land in forest, F : Forest, H : Highway service area, R : Roadside, V : Valley in forest.
 Damage : Percentage of damaged total leaf in a plant, +++ : more than 50%, ++ : 20~50%, + : less than 20%.

Maxent 모델링

전국 단위에서 갈색날개매미충 모형의 적합성은 AUC(Area Under Curve) 0.884로 높게 평가되었으며 사용된 전체 환경변수 중 여름철 강수량, 여름철 평균온도, 임상현황, 토지피복현황의 순으로 모형에 기여를 하였다. 기여율이 높은 변수는 대부분 기후요인이 차지하고 있었다. 특히 여름철 강수량 관련 변수가 모형에 높은 기여를 하고 있다(Table 3).

기후변수는 여름철 강수량이 800 ~ 1,000 mm 인 지역, 여름철 평균기온이 25℃ 이상인 지역, 겨울철 강수량이 100 mm 인 지역, 8월 평균강수량이 350 ~ 400 mm인 지역에서 출현가능성이 높게 나타났다. 거리변수는 수계에서 1 km 이내의 거리에서 갈색날개매미충의 출현확률이 높게 나타났다. 토지피복 변수에서 유형별로는 공업지역과 교통지역, 자연나지에서 출현확

Table 3. Model variables and contribution ratios

Environment variables	Contribution ratio	Environment variables	Contribution ratio
p_wq	38.1%	p_wm	3.8%
mt_wq	17.0%	mt_cm	3.7%
forest_type	12.4%	eco_zone	3.1%
land_use	10.4%	dist_water	0.6%
p_cq	10.3%	mt_wm	0.6%

p_wq: Precipitation of Warmest Quarter, mt_wq: Mean Temperature of Warmest Quarter, forest_type: Forest Type Map, land_use: Land Cover Map, p_cq: Precipitation of Coldest Quarter, p_wm: Precipitation of Warmest Month, mt_cm: Min Temperature of Coldest Month, eco_zone: Ecological Zoning Map, dist_water: Distance from Water, mt_wm: Max Temperature of Warmest Month.

률이 높게 나타났으며, 특히 자연나지에서 갈색날개매미충의 출현 확률이 높게 나타났다. 생태자연도 변수는 2등급 지역에

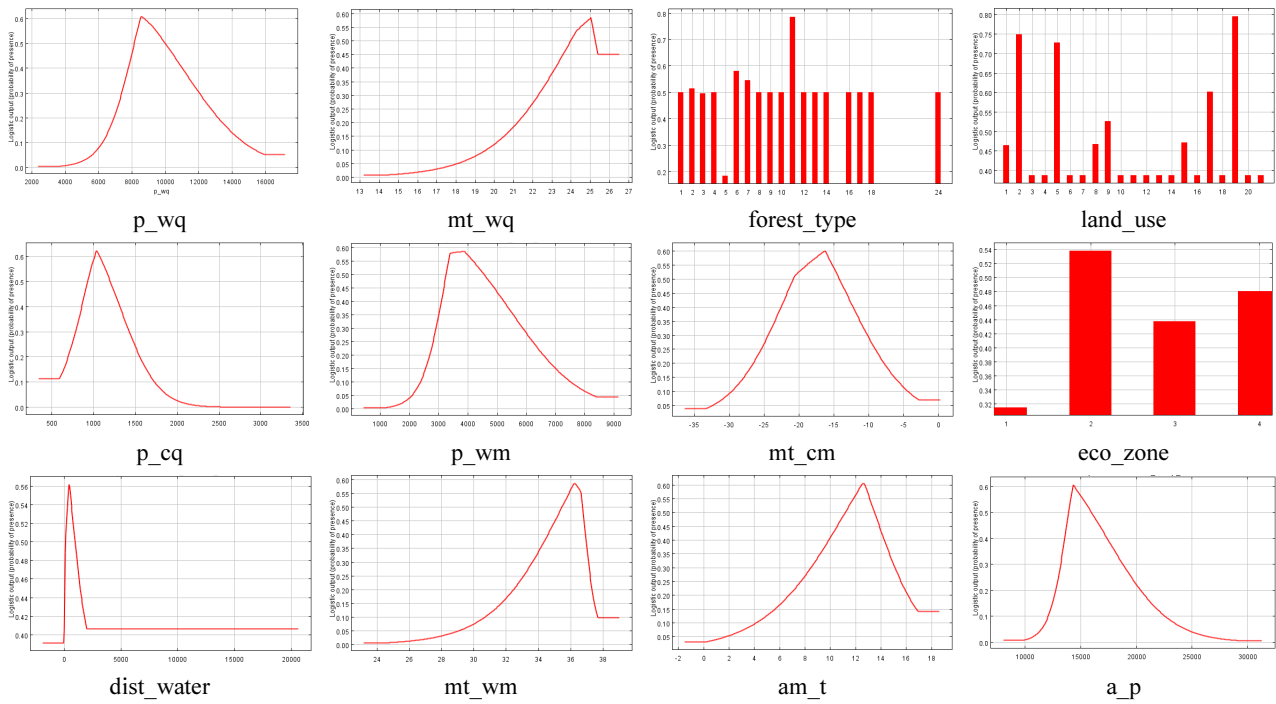


Fig. 2. Response curves for the variables related to presence of *Pochazia shantungensis* in Korea.

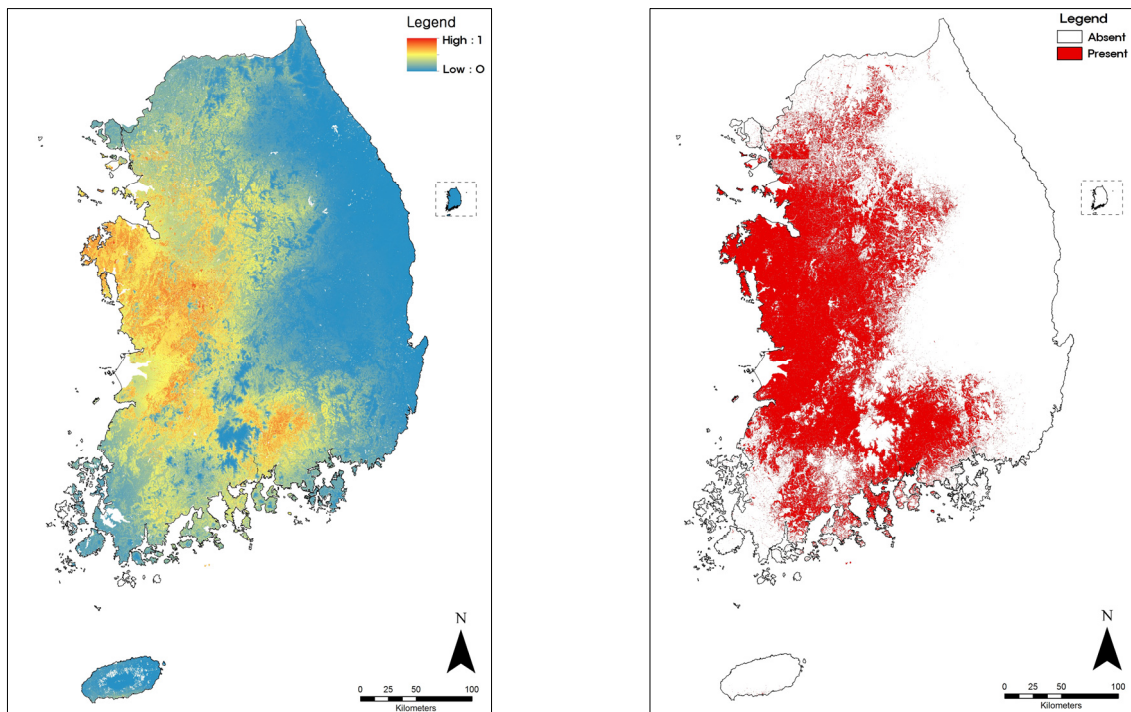


Fig. 3. Probability distribution (left) and prediction distribution (right) of *Pochazia shantungensis* in Korea.

서 높게 나타났고, 임상변수는 활엽수인공림과 경작지에서 출현확률이 높게 관찰되었다. Kang et al.(2013)의 연구에서 산림 시기에 산림에서 경작지로 이동하는 특성으로 본 연구의 임상

현황과 유사한 경향을 보이는 것으로 확인되었다(Fig. 2). 본 연구에서 갈색날개매미충은 환경이 교란된 서식지에서 출현확률이 높은 것으로 나타났으나 지형, 환경 등 접근할 수 없거나 물

리적인 조건으로 고도가 높거나 환경이 우수한 지역에 대한 자세한 연구가 더 필요한 것으로 여겨진다.

갈색날개매미충의 분포예측도를 살펴보면 서울, 경기, 충남, 충북, 전북, 전남 지역뿐만 아니라 강원 지역은 양구, 인제, 경북 지역은 김천, 상주, 경남 지역은 밀양, 청도, 김해 지역까지 서식이 가능할 것으로 예측하였다(Fig. 3). 이 지역은 선행연구(Choi et al., 2011; Choi et al., 2012; Kang et al., 2013; Jo, 2014)에도 확인된 지역으로 본 예측 모형이 잘 반영한 것이라 판단된다. 또한 현재 환경변수에서 갈색날개매미충의 잠재서식지는 남한 전체 면적 (99,720 km²)의 약 34% (34,297 km²)로 예측되었고, 추후 기후변화에 의한 잠재서식지 면적에 관한 연구 결과의 축척이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 전국단위의 갈색날개매미충 연구에 중분포 모형을 활용하기 위한 기초연구로서 서식지 적합성 평가 모형(Maxent)은 다양한 서식지의 출현자료와 적합한 환경변수의 선택이 가장 중요한 것으로 판단되며, 기온과 강수량에 관련된 환경변수에서 식생의 천이, 자연적 교란, 생물의 적응 등에 대해 고려하지 못하였다. 향후 이러한 변수들이 예측 가능하도록 정밀한 현장조사와 중분포모형이 추가적으로 필요한 것으로 판단된다.

기주식물

갈색날개매미충의 원산지로 추정되는 중국에서는 사과나무, 산사나무(*Crataegus pinnatifida*), 감나무(*Diospyros kaki*)

등이 알려져 있다(Chou and Lu, 1977). 국내 선행연구에서 Choi et al.(2012)에 의한 기주식물은 총 51종으로 보고되었다.

본 연구에서는 확인된 기주식물은 총 53과 114종으로 나타났다. 선행연구와 비교하여 새롭게 추가된 종은 화살나무(*Euonymus alatus*), 갯버들(*Salix gracilistyla*), 개웃나무(*Rhus trichocarpa*), 복사나무(*Prunus persica*), 개벚나무(*Prunus verecunda*), 오동나무(*Paulownia corea*) 등 87종이 추가되었다. 선행연구(Choi et al., 2012)를 포함한 갈색날개매미충의 기주식물은 총 62과 138종으로 조사되었고, 기주범위가 넓은 광식성 해충이다. 본 연구에서 주요 기주식물은 사과나무(*Malus pumila*), 감나무(*Diospyros kaki*), 느티나무(*Zelkova serrata*), 두릅나무(*Aralia elata*), 때죽나무(*Styrax japonicus*), 갯버들(*Salix gracilistyla*), 닥나무(*Broussonetia kazinoki*), 자귀나무(*Albizia julibrissin*), 가죽나무(*Ailanthus altissima*), 모과나무(*Chaenomeles sinensis*), 산딸기(*Rubus crataegifolius*), 밤나무(*Castanea crenata*), 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*), 산수유(*Cornus officinalis*) 등이었다(Table 4).

갈색날개매미충은 선호하는 기주식물뿐만 아니라 주변 대부분의 식물체를 가해하거나 산란하기 때문에 기주식물의 범위가 매우 광범위하며 활엽수 뿐만 아니라 초본류를 포함한 침엽수인 주목(*Taxus cuspidata*)에 피해가 확인되어 추후 기주식물의 범위는 확대될 것으로 판단된다. 이처럼 기주식물의 범위가 확대되고 있으며, 서식하는데 필요한 환경조건이 형성된다면 기주식물의 범위는 더 확대될 가능성이 있다. 성충이 산림에서 과수원으로 날아와 과수의 1년생 약지에 산란피해를 주는

Table 4. Host plants of *Pochazia shantungensis*

Families	Scientific name	Korean name	H*	K*	C*
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> Dode	호두나무	++	⊙	
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	고추	+	⊙	
	<i>Lycium chinense</i> Mill.	구기자나무	+	⊙	
	<i>Solanum melongena</i> L.	가지	+	⊙	
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	헛개나무	+	⊙	
	<i>Rhamnella franguloides</i> (Maxim.) Weberb.	까마귀베개	+	⊙	
	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder	대추나무	++	⊙	○
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	감나무	+++	⊙	○
	<i>Diospyros lotus</i> L.	고욤나무	+	⊙	
Aquifoliaceae	<i>Ilex rotunda</i> Thunb.	먼나무	+	⊙	
Asteraceae	<i>Aster scaber</i> Thunb.	참취	++	⊙	
	<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda	쑥부쟁이	+	⊙	○
	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i> (Maxim.)Matsum.	영경귀			○
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	+	⊙	
	<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf.	붉은서나물	++	⊙	
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초			○
	<i>Helianthus annuus</i> L.	해바라기	+	⊙	
	<i>Petasites japonicus</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.	머위	+	⊙	○

Table 4. Continued

Families	Scientific name	Korean name	H*	K*	C*
Symplocaceae	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> (Nakai) Ohwi	노린재나무	+	⊙	
Celastraceae	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Siebold	화살나무	+++	⊙	
	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	사철나무			○
Lauraceae	<i>Machilus thunbergii</i> Siebold & Zucc.	후박나무			○
Ulmaceae	<i>Hemiptelea davidii</i> (Hance) Planch.	시무나무	++	⊙	
	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	느티나무	+++	⊙	○
Aceraceae	<i>Acer palmatum</i> Thunb.	단풍나무	++	⊙	○
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (Maxim.) Ohashi	고로쇠나무			○
	<i>Acer triflorum</i> Kom.	복자기	+	⊙	
Commelinaceae	<i>Commelina communis</i> L.	닭의장풀	+	⊙	
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	피마자	++	⊙	
	<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehder	광대싸리	+	⊙	
Araliaceae	<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem.	두릅나무	+++	⊙	○
	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (Rupr. & Maxim.) S.Y.Hu	오갈피나무	+++	⊙	○
	<i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb.) Koidz.	음나무	+	⊙	
Eucommiaceae	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv.	두충			○
Styracaceae	<i>Styrax japonicus</i> Siebold & Zucc.	매죽나무	+++	⊙	○
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea batatas</i> Decne.	마	+	⊙	
Polygonaceae	<i>Persicaria perfoliata</i> (L.) H.Gross	며느리배꼽	+	⊙	
	<i>Persicaria senticosa</i> (Meisn.) H.Gross ex Nakai	며느리밑씻개	+	⊙	
	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H.Gross	고마리	+	⊙	
	<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	+	⊙	
Verbenaceae	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.	작살나무	++	⊙	
Aspidiaceae	<i>Arachniodes aristata</i> (G.Forst.) Tindale	가는쇠고사리			
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Makino	명아주			○
Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxmann	모감주나무	+	⊙	
Oleaceae	<i>Chionanthus retusus</i> Lindl. & Paxton	이팝나무	+	⊙	
	<i>Forsythia koreana</i> (Rehder) Nakai	개나리	++	⊙	
	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	광나무	+	⊙	
	<i>Osmanthus fragrans</i> Lour.	목서	+	⊙	
	<i>Syringa oblata</i> var. <i>dilatata</i> (Nakai) Rehder	수수꽃다리	+++	⊙	
	<i>Clematis apiifolia</i> DC.	사위질빵	+	⊙	
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> L.	달맞이꽃	++	⊙	○
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	호박	+	⊙	
Liliaceae	<i>Smilax china</i> L.	청미래덩굴			○
Salicaceae	<i>Populus tomentiglandulosa</i> T.B.Lee	은사시나무	+	⊙	
	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura	왕버들	+++	⊙	
	<i>Salix gracilistyla</i> Miq.	갯버들	+++	⊙	
	<i>Salix koreensis</i> Andersson	버드나무	+++	⊙	
Gramineae	<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	바랭이새	+	⊙	
	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P.Beauv.	돌피	+	⊙	
	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) P.Beauv.	주름조개풀	+	⊙	
	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	강아지풀			○
Sterculiaceae	<i>Corchoropsis psilocarpa</i> Harms & Loes.	까치깨			○
Balsaminaceae	<i>Impatiens textori</i> Miq.	물봉선	+	⊙	
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	배롱나무	+	⊙	○
Amaranthaceae	<i>Achyranthes japonica</i> (Miq.) Nakai	쇠무릎	+	⊙	○
Moraceae	<i>Broussonetia kazinoki</i> Siebold	닥나무	+++	⊙	
	<i>Cudrania tricuspidata</i> (Carr.) Bureau ex Lavallee	꾸지뽕나무	+	⊙	
	<i>Morus alba</i> L.	뽕나무	++	⊙	○
Cyperaceae	<i>Cyperus microiria</i> Steud.	금방동사니			○

Table 4. Continued

Families	Scientific name	Korean name	H*	K*	C*
Umbelliferae	<i>Angelica polymorpha</i> Maxim.	궁궁이	+	⊙	
Cannabinaceae	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	환삼덩굴	+	⊙	○
Caryophyllaceae	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	쇠별꽃	+	⊙	
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	가죽나무	+++	⊙	○
Urticaceae	<i>Boehmeria longispica</i> Steud.	왜모시풀	+	⊙	
	<i>Boehmeria platanifolia</i> Franch. & Sav.	개모시풀			○
	<i>Boehmeria tricuspis</i> (Hance) Makino	거북꼬리	+	⊙	
	<i>Boehmeria tricuspis</i> var. <i>unicuspis</i> Makino	풀거북꼬리	+	⊙	
Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	무궁화	+	⊙	
Anacardiaceae	<i>Rhus javanica</i> L.	붉나무	++	⊙	
	<i>Rhus sylvestris</i> Siebold & Zucc.	산검양울나무	++	⊙	
	<i>Rhus tricocarpa</i> Miq.	개울나무	++	⊙	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum piperitum</i> (L.) DC.	초피나무			○
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc.	산초나무	+	⊙	○
Gingkoaceae	<i>Ginkgo biloba</i> L.	은행나무	+++	⊙	○
Caprifoliaceae	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>acuta</i> (Odash.) Kudo	아왜나무	+	⊙	
	<i>Viburnum erosum</i> Thunb.	덜꿩나무	+	⊙	
	<i>Weigela subsessilis</i> (Nakai) L.H.Bailey	병꽃나무	+	⊙	
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공	+	⊙	
Betulaceae	<i>Alnus japonica</i> (Thunb.) Steud.	오리나무	+	⊙	
	<i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv.	개암나무	++	⊙	
Rosaceae	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach	풀명자			○
	<i>Chaenomeles sinensis</i> (Thouin) Koehne	모과나무	+++	⊙	
	<i>Malus pumila</i> Mill.	사과나무	+++	⊙	
	<i>Pourthiaea villosa</i> (Thunb.) Decne. var. <i>villosa</i>	윤노리나무	+	⊙	
	<i>Prunus mume</i> Siebold & Zucc.	매실나무	++	⊙	○
	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	복사나무	+++	⊙	
	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> (Maxim.) E.H.Wilson	벚나무	++	⊙	
	<i>Prunus verecunda</i> (Koidz.) Koehne	개벚나무	+++	⊙	
	<i>Pyrus calleryana</i> var. <i>fauriei</i> (C.K.Schneid.)Rehder	콩배나무	+	⊙	
	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	찔레꽃	+++	⊙	○
	<i>Rubus coreanus</i> Miq.	복분자딸기	+	⊙	○
	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	산딸기	+++	⊙	
	<i>Rubus ikenoensis</i> H.Lev. & Vaniot	오염딸기	+	⊙	
	<i>Rubus parvifolius</i> L.	명석딸기			○
	<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zabel	국수나무	+++	⊙	
Taxaceae	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc.	주목	++	⊙	
Ericaceae	<i>Rhododendron indicum</i> (L.) Sweet	영산홍	+	⊙	
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim.	철쭉	+	⊙	○
	<i>Rhododendron yedoense</i> f. <i>poukhanense</i> (H.Lev.) M.Sugim.ex T.Yamaz.	산철쭉	+	⊙	
Theaceae	<i>Camellia japonica</i> L.	동백나무	+	⊙	
	<i>Stewartia pseudocamellia</i> Maxim.	노각나무	+	⊙	
Fagaceae	<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc.	밤나무	+++	⊙	○
	<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	상수리나무	+++	⊙	
	<i>Quercus aliena</i> Blume	갈참나무	+++	⊙	○
	<i>Quercus serrata</i> Murray	졸참나무	+++	⊙	
Araceae	<i>Pinellia ternata</i> (Thunb.) Breitenb.	반하			○

Table 4. Continued

Families	Scientific name	Korean name	H [*]	K ^{**}	C ^{**}
Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i> L.	측백나무			○
Cornaceae	<i>Cornus controversa</i> Hemsl.	층층나무	+	◎	
	<i>Cornus officinalis</i> Siebold & Zucc.	산수유	+++	◎	○
Leguminosae	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	자귀나무	+++	◎	○
	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리	+	◎	
	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	싸리			○
	<i>Maackia amurensis</i> Rupr.	다릅나무	+++	◎	
	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	칠향	+	◎	○
Vitaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	+++	◎	
	<i>Ampelopsis heterophylla</i> (Thunb.) Siebold & Zucc.	개머루	+	◎	
	<i>Vitis flexuosa</i> Thunb.	새머루			○
Scrophulariaceae	<i>Paulownia coreana</i> Uyeki	오동나무	+++	◎	
	<i>Veronica persica</i> Poir.	큰개불알풀			○
Fumariaceae	<i>Corydalis ochotensis</i> Turcz.	눈괴불주머니	+	◎	
Leguminosae	<i>Amphicarpaea bracteata</i> subsp. <i>edgeworthii</i> (Benth.) H. Ohashi	새콩	+	◎	

K^{**}: Author(2014), C^{**}: Choi et al.(2012)

H^{*}: Host plant preference of adult and nymph: +: less than 30 individuals, ++: more than 50 individuals, +++: more than 100 individuals.

기간이 길고 알이 과수의 약지에 매립된 상태로 산란되어서 방제하기도 쉽지 않다. 따라서 지속적인 기주식물과 피해 정도를 조사하고 천적 및 생물학적 방제에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

사 사

본 연구는 국립생태원 생태보전연구본부 위해생물연구부 외래생물 정밀조사(과제번호: 2014-0030), 생태계 위해성 평가(과제번호: 2014-0033) 사업으로 수행되었다.

Literature Cited

- Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J. C., Farrar, J., Good, J. E. G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T. H., Lindroth, R. L., Press, M. C., Symrnioudis, I., Watt, A. D., Whittaker, J. B., 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8, 1-6.
- Choi, D.S., Kim, D.I., Ko, S.J., Kang, B.R., Lee, K.S., Park, J.D., Choi, K.J., 2012. Occurrence ecology of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae) and selection of environmental friendly agricultural materials for control. *Korean J. Appl. Entomol.* 51, 141-148.
- Choi, G.Y., 2011. Variability of temperature lapse rate with height and aspect over Halla Mountain. *Journal of Climate Research*. 6(3), 171-186.
- Choi, Y.S., Hwang, I.S., Kang, T.J., Lim, J.R., Choe, K.R., 2011. Oviposition characteristics of *Ricania* sp. (Homoptera: Ricaniidae), a new fruit pest. *Korean J. Appl. Entomol.* 50, 367-372.
- Chou, I., Jinsheng, L., Huang, J., Sizheng, W., 1985. Economic Insect Fauna of China. fasc. 36, Homoptera Fulgoroidea, Science Press, Beijing, China.
- Chou, I., Lu J.S., 1977. On the Chinese Ricaniidae with descriptions of eight new species. *Acta Entomologica Sinica*. 20(3), 314-322.
- Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudik, M., Chee, Y.E., Yates, C.J., 2011. A statistical explanation of Maxent for ecologists. *Diversity and Distributions*. 17(1), 43-57.
- Franklin, J., 2009. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge, Cambridge University Press.
- Goodale, C. L., Aber, J.D., Ollinger, S.V., 1998. Mapping monthly precipitation, temperature, and solar radiation for Ireland with polynomial regression and a digital elevation model. *Climate Research*. 10, 35-49.
- Jo, S.J., 2014. Study on the control and ecology of *Pochazia shantungensis*. *Journal of Tree Health*. 19, 35-44.
- Jung, H., Snin, H.J., Park, J.Y., Jung, I.K., Kim, S.J., 2011. A Study of Spatial Interpolation Impact on Large Watershed Rainfall Considering Elevation. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*. 53(6), 23-29.
- Kang, T.J., Kim, S.J., Kim, D.H., Yang, C.Y., Ahn, S.J., Lee, S.C., Kim, H.H., 2013. Hatchability and Temperature-dependent development of Overwintered eggs of *Ricania* sp. (Hemiptera: Ricaniidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 52(4), 431-436.
- Kim, Y.S., Shim, K.M., Jung, M.P., Choi, I.T., 2014. Accuracy comparison of air temperature estimation using spatial inter-

-
- polation methods according to application of temperature lapse rate effect. *Journal of Climate Change Research*. 5(4), 323-329.
- Lee, D.K., Kim, H.G., 2010. Habitat potential evaluation using Maxent Model: Focused on riparian distance, stream order and land use. *J. Korean Env. Res. Tech.* 13(6), 161-172.
- Logan, D.P., Allison, P.A., Stannard, K., 2002. Selection of wild hosts for feeding by passion vine hopper, *Scolypopa australis* (Walker) (Hemiptera: Ricaniidae) in the bay of plenty. *New Zealand Plant Protection*. 55, 368-373.
- Park, C.P., Lee, J.H., Lee, J.H., 2014. Predicting the suitable habitat of the *Pinus pumila* under climate change. *Journal of Environmental Impact Assessment*. 23(5), 379-392.
- Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., Peterson, A.T., 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: A test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*. 34(1), 102-117.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190(3), 231-259.
- Rahman, M.A., Kwon, Y.J., Suh, S.J., Youn, Y.N., Jo, S.H., 2012. The Genus *Pochazia* Amyot and Serville (Hemiptera : Ricaniidae) from Korea, with a Newly Recorded Species. *Korean J. Appl. Entomol.* 9(5), 239-247.
- Seo, C.W., Park, Y. R., Choi, Y.S., 2008. Comparison of Species Distribution Models according to location data. *Journal of the Korean Society for GeoSpatial Information System*. 16(4), 59-64.
- Shen, Q., Wang, J.Y., Liu, J.D., Chen, Y.F., Fan, X.H., Zhu, Y.Q., 2007. Bionomios and control of *Ricania shantungensis*. *Chinese bulletin of Entomology*. 44(1), 116-119.
- Smith, C.D., 2008. The relationship between monthly precipitation and elevation in the Alberta Foothills during the Foothills orographic precipitation experiment. In: M.K.Woo(ed.). *Cold Region Atmospheric and Hydrologic Studies*, Springer, USA, pp. 167-185.
- Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., Araúujo, M.B., 2009. BIOMOD - a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography*. 32(3), 369-373.