

일본과 유럽의 침입외래생물 생태계위해성평가 기법

Risk Assessment Tools for Invasive Alien Species in Japan and Europe

길지현¹ · 문새로미² · 김창기^{3*}

¹국립환경과학원 자연환경연구과, ²서울대학교 생명과학부, ³한국생명공학연구원 바이오평가센터

Jihyon Kil¹, Saeromi Mun² and Chang-Gi Kim^{3*}

¹Natural Environment Research Division, National Institute of Environmental Research, Incheon 22689, Korea

²Department of Biological Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

³Bio-Evaluation Center, Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology, Cheongju 28116, Korea

Received 21 August 2015, revised 25 August 2015, accepted 31 August 2015, published online 30 September 2015

ABSTRACT: Invasive alien species are considered to be one of the main factors that cause biodiversity loss. Establishment of management strategies through continuous monitoring and risk assessment is a key element for invasive alien species management policy. In the present study, we introduce examples of ecological risk assessment tools developed in Japan, Germany-Austria and Belgium. Invasive alien species have been designated in Japan based on the assessment of risks to ecosystems, human health and primary industry. German-Austrian Black List Information System categorized alien species into Black List, White List and Grey List according to their risks to biodiversity. In the Harmonia Information System developed in Belgium, invasiveness, adverse impacts on native species and ecosystem functions and invasion stages were assessed and alien species were categorized into Black List, Watch List and Alert List. These international risk assessment tools may be helpful to improve our national risk assessment protocol for the prioritization of invasive alien species management.

KEYWORDS: Alien species, Biodiversity, Biological invasion, Ecological risk assessment

요 약: 외래생물은 생물다양성을 감소시키는 주요 요인들 중 하나로 인식되고 있다. 도입된 외래생물에 대한 지속적인 모니터링과 위해성평가를 통한 관리방안 수립은 외래생물 관리정책의 핵심을 이룬다. 본 연구에서는 일본, 독일-오스트리아, 벨기에 등의 생태계 위해성평가 기법 및 적용 사례를 제시하여 합리적인 외래생물 관리 도구를 소개하고자 하였다. 일본은 생태계 등에 외래생물이 미칠 수 있는 부정적인 영향을 방지하고자 특정외래생물을 지정하여 수입과 사육 등을 금지하고 있다. 지정 기준은 토착생물에 대한 포식, 경합 및 구축, 환경의 교란 및 유전적 교란 등의 생태계의 피해, 인간의 생명 또는 신체와 관련한 피해, 농림수산업에 대한 피해 정도이다. 독일-오스트리아 블랙 리스트 정보시스템은 외래생물의 생물다양성에 대한 위해성, 분포 정도와 박멸 방안을 평가하여 블랙 리스트, 화이트 리스트 및 그레이 리스트로 구분하고 있다. 주로 외래생물의 생물다양성과 생태계의 구조와 기능에 대한 영향을 중점적으로 고려하며 인체 건강에 대한 피해나 농림수산업 등에 대한 경제적인 피해는 고려하지 않는다. 벨기에의 하모니아 정보시스템에서는 외래생물의 환경에 대한 영향과 국내에서의 침입 단계를 평가하여 블랙 리스트, 감시 리스트, 경계 리스트로 구분한다. 생태계위해성 평가를 위한 주요 항목은 잠재적 분산능력 또는 침입성, 보존가치가 높은 서식지로의 침입, 토착종에 대한 부정적인 영향, 생태계 기능의 변화, 국내에서의 침입 단계 등이 있다. 이러한 방법들은 국내 외래생물의 관리우선순위를 부여하기 위한 생태계위해성 평가 프로토콜을 수립하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

핵심어: 외래생물, 생물다양성, 생물학적 침입, 생태계위해성 평가

*Corresponding author: cgkim@kribb.re.kr

© Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering. All rights reserved.

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.

1. 서론

UN은 생물다양성 문제에 대한 이해를 높이고 이에 대한 인식을 고취하기 위해, 1993년 5월 22일을 생물다양성의 날로 지정했다. 또한, 생물다양성협약에서는 2010년 나고야 회의를 통해 2020년까지 전 세계적으로 생물다양성 보전을 위해 공동으로 노력해야 할 20가지 아이치 목표를 정하였는데 이 중 하나는 침입외래생물에 대한 관리이다 (SCBD 2014). 침입외래생물이 생물다양성에 미치는 부정적인 영향이 증가함에 따라 일본에서는 일본 내로 유입되어 생태계, 인간 건강 및 농림수산업에 영향 (이하 생태계 등에 대한 영향)을 줄 수 있는 외래생물을 특정외래생물로 지정하여 관리하고 있다 (Mito and Uesugi 2004). 우리나라도 생태계에 대한 교란이 크거나 교란우려가 있는 외래생물을 생태계교란생물로 지정하여 수입, 재배, 사육, 방사, 이입 등을 금지하고 있으며 2015년 기준으로 18종의 동식물이 지정되어 있다 (Kil et al. 2012).

한 지역 또는 국가 내로 이입된 외래생물은 전 종을 대상으로 관리하는 것이 어렵다. 따라서 이들 종이 생태계 등에 미치는 영향 등을 평가함으로써 그 위해성을 구체화하고, 실질적으로 생태계 등에 큰 위협이 되고 있는 종을 선별하여 국가 또는 지자체 단위로 관리해야 할 외래생물 목록을 만드는 작업이 국내외에서 진행되어 왔다 (Koh et al. 2002, Cal-IPC. 2006, Kim et al. 2008, Gederass et al. 2012).

본 총설에서는 외래생물에 대한 단일 법률을 제정하여 관리하고 있는 일본의 특정외래생물 지정을 위한 평가 방법, 독일과 오스트리아의 독일-오스트리아 블랙 리스트 정보시스템 (German-Austria Alien Species Black List Information System, GABLIS) 및 벨기에의 하모니아 정보시스템 (Harmonia Information System)의 외래생물 생태계위해성 평가방법을 소개하여 합리적인 외래생물 관리도구에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 일본의 외래생물 생태계위해성평가

2.1 침입외래생물의 범주

일본은 2004년에 시행된 외래생물법에 의해 일본

의 생태계 등에 피해를 주거나 피해를 줄 우려가 있는 외래생물을 특정외래생물로 지정하여 관리하고 있다 (Goka 2010). 한편 특정외래생물과 같이 피해 사례가 보고된 적이 있거나 피해를 미칠 우려에 대한 지적은 없었지만, 특정외래생물과 생태적 특성이 유사하기 때문에 특정외래생물과 동등한 수준으로 생태계 등에 피해를 미칠 우려가 있다고 판단되는 외래생물은 미판정외래생물로 지정하고 있다 (Mito and Uesugi 2004).

일본에서는 외래생물의 위해성평가에 앞서 몇 가지 전제조건을 확인한다 (Mun et al. 2013). 첫째 메이지 원년 (1868년) 이후 일본에 이입된 종으로 한정하는데 이는 그때에 비로소 현대적 개념의 분류학이 서양으로부터 도입되어 종의 동정이 본격화되었고, 외국과의 교역이 증가하였기 때문이다. 둘째, 육안 식별이 가능한 분류군에 한정하며, 미생물은 제외한다. 셋째, 2003년에 시행된 유전자재조합생물 사용 등의 규제에 의한 생물다양성 확보에 관한 법률로 규제하는 외래생물과 1950년에 시행된 식물방역법에 따라 규제하는 외래생물 등 타 법령에 의해 외래생물 법과 동등한 수준의 수입 및 사육 등의 규제가 이루어지는 경우 선정대상에서 제외한다.

2.2 외래생물의 생태계위해성평가 프로토콜

외래생물의 부정적 영향은 크게 생태계, 인간 건강 및 농림수산업에 대한 영향으로 나누어 평가한다. 생태계에 대한 부정적인 영향으로 토착생물에 대한 포식, 토착생물과의 생태적 지위에 대한 경합 및 대체, 식생 파괴로 인한 생태계 기반 파괴, 교잡에 의한 유전적 교란 등 4가지의 요인으로 토착생물을 멸종시키거나, 서식환경, 군집구조 또는 중간 상호작용을 크게 변화시키거나 그러한 우려가 있는지를 검토한다. 붉은귀거북 (*Trachemys scripta elegans*)의 경우 토착생물에 대한 포식 및 경합으로 큰 영향을 줄 수 있다고 평가되어 특정외래생물로 지정되었다 (NIES 2015). 인간 건강에 대한 영향으로는 위험한 독을 보유하거나 중상을 입힐 가능성, 외래생물에 대한 대처 경험이 부족하여 위험성이 증대되는 경우 등이 평가된다. 주로 인간 건강에 위협을 줄 수 있는 거미, 전갈류가 특정외래생물로 지정되었는데 붉은등검정거미 (*Latrodectus hasseltii*) 등이 이에 해당된다. 농림

수산업에 대한 피해 역시 평가되었는데 미국너구리 (*Procyon lotor*), 큰입배스 (*Micropterus salmoides*), 가시박 (*Sicyos angulatus*) 등은 생태계뿐 아니라 농림수산업에도 피해를 주거나 피해가 우려되는 외래생물로 판정되어 특정외래생물로 지정되었다.

미판정외래생물은 주로 특정외래생물이 속하는 속에 포함되는 종 중에서 지정하는데, 필요에 따라 속 전체, 과 전체 분류군을 모두 지정하기도 한다. 이 때에는 주로 서식·생육 환경, 식성, 번식 생태, 분산 능력의 측면에서 특정외래생물과 동일한 생태적 지위를 차지할 가능성에 대해 검토한다. 검정우럭과 (*Centrarchidae*)에 속하는 파랑볼우럭 (*Lepomis macrochirus*), 작은입배스 (*Micropterus dolomieu*), 큰입배스는 특정외래생물로 지정되어 있는데, 검정우럭과에 속한 종들 중 이 3종을 제외한 나머지 전종은 미판정외래생물로 지정되어 있다 (Japan Ministry of Environment 2015).

3. 독일-오스트리아 블랙 리스트 정보 시스템

3.1. 침입외래생물의 범주

독일-오스트리아 블랙 리스트 정보시스템 (GABLIS)은 독일과 오스트리아의 환경부 소속 연구자들에 의해 공동으로 개발된 외래생물의 위해성평가 체계이다 (Essl et al. 2011). 이 평가방법에서는 토착종의 생물다양성과 천이 등과 같은 생태계 기능 또는 서식지 구조, 영양염류 순환 등에 대한 영향을 중점적으로 고려하며, 외래생물로 인한 경제적인 피해나 인체 건강에 대한 피해는 고려하지 않는다.

GABLIS에서는 외래생물을 생태계에 대한 위해성에 따라 블랙 리스트 (black list), 그레이 리스트 (grey list), 화이트 리스트 (white list)로 구분하여 분류한다. 블랙 리스트에는 생태계에 대한 부정적인 영향이 확인되고, 침입성이 있는 외래생물이 포함된다. 반면 화이트 리스트에는 토착종과 생태계에 어떠한 위협도 주지 않는 외래생물이 속하게 된다. 그레이 리스트에는 정보의 부족으로 외래생물로 인한 영향을 명확히 판정하기 어려운 외래생물이 속하게 된다.

블랙 리스트는 다시 분포 현황과 박멸 방안의 유무에 따라 하위 분류되는데, 생물다양성에 부정적인 영

향을 줄 수 있지만 국내에 분포하지 않는 종은 블랙 리스트-경고 리스트 (Black List-Warning List)로, 국내에 소규모로 분포하며 박멸이 가능한 종은 블랙 리스트-조치 리스트 (Black List-Action List), 국내에 소규모로 분포하지만 박멸이 불가능한 종과, 대규모로 분포하는 종은 블랙 리스트-관리 리스트 (Black List-Management List)로 구분한다.

3.2. 외래생물의 생태계위해성평가 프로토콜

프로토콜은 일반정보, 생물다양성에 대한 위해성, 부가적 기준 및 부가 정보로 구성된다. 일반정보에서는 먼저 학명, 계통상위 위치 등을 기재하고 육상, 담수, 기수역 및 해수로 서식지를 구분한다. 국내 현황은 정착, 일시 출현, 미분포 등으로 표시하는데, 1) 국내에 적어도 25년 이상 생존했거나, 2) 기간이 25년이 안 되더라도 그 종의 생물학적 특성으로 판단하였을 때 그 종의 생존이 충분히 예측되거나, 3) 기간이 25년이 안 되더라도 서로 다른 기후대에 확산되는 경우 정착한 것으로 인정하는 첫 번째 근거가 된다. 또한 번식을 통해 연속된 두 세대 이상으로 개체군을 형성한 경우 정착을 인정하는 두 번째 근거로 삼는다. 일시 출현은 자연에 출현하기는 하지만 “정착”의 기준을 충족하지 못하는 경우가 해당되며, 미분포는 국내에 이입되지 않았거나 실내에서만 사육되는 경우가 해당된다. 도입 경로는 의도적 도입과 비의도적 도입으로 구분한다. 또한 최초 도입 시점을 기록한다.

생물다양성과 생태계 기능에 대한 위해성으로는 종간 경쟁, 포식과 초식, 교잡, 병해충 매개에 대한 평가와, 식생 구조 변화, 침식에 대한 영향, 토양 형성에 대한 영향, 식생 동태에 대한 영향, 기주-기생 또는 상리공생 관계 해체, 물 균형의 변화, 침전에 대한 영향, 영양염 동태 및 토양화학에 대한 영향, 영양관계의 변화, 천이 과정의 변화 등을 평가한다. 각 세부 평가 항목에 대해 위해성이 있음, 증거에 기초하여 위해성이 있다고 추정할 수 있음, 없음, 모름 (평가불가능)으로 판정한다.

판정기준은 사전예방원칙에 따라, 위의 각 평가항목 중 한 가지라도 위해성이 있다고 평가되면 블랙 리스트로 판정한다. 위해성이 있다고 판정되는 항목은 없지만, 추정이 가능하다고 평가되는 항목이 하나라도 있으면 그레이 리스트로 판정한다. 위의 항목

중 위해성이 있거나, 추정할 수 있다고 평가되는 항목은 없지만, 모름으로 평가되는 항목이 하나라도 있으면 생물학적·생태학적 특성에 따라 그레이 리스트 또는 화이트 리스트로 판정한다. 보존가치가 높은 서식지에서의 출현, 번식능력, 확산능력, 확산의 역사, 자원의 독점 정도, 기후변화로 인한 이익 등 6가지 항목 중 4가지 이상 항목에 해당된다면 그레이 리스트-감시 리스트 (Grey List-Watch List)로 판정하며, 해당되지 않는다면 화이트 리스트로 판정한다. 모든 항목에서 위해성이 없는 것으로 평가되면 화이트 리스트로 판정한다.

생물학적·생태학적 기준, 분포 현황 (미분포, 소규모 분포, 대규모 분포) 및 제어 방법 (박멸 또는 조절)은 부가적 기준에 포함되어 판단할 수 있다. 부가정보는 양식업, 낚시, 임업, 농업, 관광, 동물 무역 및 사육, 건물, 원예, 사냥, 수자원 등 경제에 대한 부정적 영향 또는 긍정적 영향, 그리고 인체 건강에 대한 부정적 영향 등을 기재하지만 실제 평가의 기준은 되지 않는다.

GABLIS 시스템에 따라 평가한 사례를 보면 수생 식물 water primrose (*Ludwigia grandiflora*)의 경우 토착종과의 경쟁 및 생태계의 기능에 대한 부정적인 영향이 있으며, 소규모로 분포하여 박멸이 가능한 종으로 평가되어, 블랙 리스트-조치 리스트에 속하는 종으로 판정되었다. 반면, 영국갯끈풀 (*Spartina anglica*)의 경우 생태계에 대한 부정적인 영향이 확인되었지만 이미 대규모로 분포하고 있으므로 블랙 리스트-관리 리스트에 속하는 종으로 판정되었다 (Nehring and Kolthoff 2011). 어류인 큰입배스의 경우 포식에 대해서는 모름으로, 나머지 항목에서는 위해성 없음으로 평가되었으며 최종적으로 화이트 리스트에 속하는 종으로 판정되었다 (Essl et al. 2011).

4. 벨기에의 하모니아 정보시스템

4.1. 침입외래생물의 범주

하모니아 정보시스템은 침입종에 대한 벨기에 포럼 (Belgian Forum on Invasive Species, BFIS)을 통해 개발된 것으로 벨기에의 토착생물 다양성에 치명적일 수 있는 침입외래생물에 대한 정보를 제공하며, 여기에는 육상, 담수 및 해양 환경에 서식하는 다양

한 분류군이 포함된다 (Branquart 2007).

하모니아 정보 시스템에서는 벨기에 또는 경제-기후 조건이 유사한 주변 서유럽 국가에 이미 정착한 외래생물을 고려 대상으로 한다. 야생에서 지속적인 번식이 가능하고, 인간에 의한 직접적인 간섭이 없어도 유성생식 또는 무성생식을 통해 여러 세대를 통해 개체군을 유지하게 되는 경우 그 종은 정착했다고 판단한다.

각 종은 1) 환경영향평가 프로토콜과 2) 국내에서 지리적 분포 (종의 침입 단계)에 기반을 두어 7가지 범주의 목록으로 분류된다. 7가지 범주는 위해성이 큰 범주 A (블랙 리스트) A1-A3로 3가지, 현재의 상태로는 위해성이 보통인 범주 B (감시 리스트, watch list) B1-B3로 3가지, 토착생태계에 위협이 되지 않으므로 위해성이 낮은 외래생물인 범주 C 등이다. 이와 같이 범주를 구분함으로써 침입 외래생물의 도입을 방지하며 침입 외래생물의 영향을 경감시키고자 실행의 우선순위를 선정할 때 과학적 근거를 제공할 수 있다.

잠재적인 서식지 대부분을 이미 차지하고 있으며, 생물다양성과 생태계 기능에 부정적인 영향을 주는 것으로 알려진 외래생물과, 지리적으로 최근에 그 범위를 확장하였으며, 생물다양성과 생태계 기능에 부정적인 영향을 줄 가능성이 있는 종을 침입 외래생물로 판정한다. 침입 외래생물의 환경에 대한 영향만을 평가 기준으로 하였으며, 인간의 건강에 대한 영향이나 농림수산업에 대한 경제적인 피해에 대해서는 고려하지 않는다.

침입종 환경영향평가 (Invasive Species Environmental Impact Assessment, ISEIA)는 종 선정과정에서 주관적 견해의 반영을 최소화하고, 투명하며 재현성 있는 평가가 이루어질 수 있도록 한다. 각 종의 내재적 속성뿐 아니라 서유럽 지역에서 관찰되고 기록된 침입의 역사도 중요하게 고려하고 있는데 그 이유는 이미 주변국가에서 침입 외래생물로 인한 피해가 보고되었다면 벨기에 내에서도 유사한 부정적인 영향을 일으킬 가능성이 크기 때문이다.

4.2. 침입외래생물의 생태계위해성평가 프로토콜

위해성평가 항목별 정보가 문헌을 통해 충분히 확인된 경우(불확실성이 낮은 경우)에 낮음, 보통, 높음

의 3등급으로 채점한다. 위해성평가를 위한 각 항목에 관한 정보가 전혀 없는 경우 점수를 부여하지 않는다. 한편, 잠재적 분산능력 또는 침입성은 분산양식, 번식능력에 따라서 자연적 방법 또는 인간에 의해 해당 생물체 (개체, 종자 등)가 환경에서 확산될 수 있는 능력을 말한다. 이를 위해성 낮음, 보통 높음의 3가지로 평가하는데, 분산능력과 번식능력이 낮아서 환경에서 확산되지 못하는 종은 위해성이 낮은 것으로, 인간의 도움을 받는 경우를 제외하고는 먼 거리까지 정착하지 못하며 자연적 분산이 연간 1 km를 넘지 않으나 번식능력이 강해 국소적으로 침입성을 나타낼 수 있는 종을 위해성이 보통인 것으로, 번식능력이 강하며, 능동적 또는 수동적 방법으로 연간 1 km 이상의 거리까지 분산을 쉽게 하며, 새로운 개체군을 형성하는 종에 대해서는 위해성이 높은 것으로 평가한다.

토착종에 대한 부정적인 영향을 평가하는 기준은 토착종의 수도 (abundance)에 변화를 주거나 지역적 멸종을 일으킬 수 있는 것으로, 포식/초식, 경쟁, 기생충과 병해충과 같이 토착종으로의 질병 전염, 토착종과의 교잡과 이입으로 인한 유전적 효과이다. 생태계 기능에 대한 변화는 토착종의 생존과 번식 능력을 크게 감소시킴으로써 토착 생태계의 기능과 구조를 변화시키는 능력을 평가한다. 이를테면, 영양염류 순환과 부영양화 등 자원 풀의 변화, 수문체제의 변화, 물탁도의 증가, 빛의 간섭, 하천 제방의 변화, 양어장의 파괴 등 서식지의 물리적 변화, 자연 천이의 변화, 생태계 균형을 깨뜨리는 먹이그물의 파괴 정도 등을 위해성 낮음, 보통, 높음으로 평가한다.

전체적인 생태계위해성평가는 확산 가능성 (1-3점), 자연 서식지의 침입 (1-3점), 토착종에 대한 영향 (1-3점), 생태계에 대한 영향 (1-3점) 으로 구분하고 합산한 점수를 기준으로 ISEIA 지수 (4-12점)를 만들어 ISEIA 지수가 11-12이면 A (블랙 리스트), 9-10이면 B (감시 리스트), 4-8이면 C의 3가지 등급으로 구분한다.

위해성 등급에 의한 분류에 덧붙여 국내에서의 침입단계도 고려하는데, 경계 리스트 종 (alert list species), 귀화진행종, 제한된 범위에 분포하는 귀화종, 넓은 범위에 분포하는 귀화종으로 구분된다. 경계종은 우리나라의 위해우려종과 유사한 개념으로

벨기에 국내에는 아직 분포하지 않으나 주변 국가에 침입하였으며 벨기에로 이입될 경우 환경에 부정적인 영향을 줄 수 있는 종이며 0의 등급을 매긴다. 수입과 무역 규제를 통하여 경계 목록 종의 의도적 유입을 차단하는 것이 바람직하다. 귀화진행종은 침입 초기 단계의 종으로 매우 적은 비용으로 효과적인 박멸이 가능하다 (등급 1). 한정된 범위에 귀화된 종은 아직 벨기에의 일부 지역에 분포가 국한되어 있으므로, 적극적인 방제활동이 취해진다면 더 이상의 확산을 차단할 수 있다 (등급 2). 널리 확산된 귀화종은 이미 대부분의 지역에 정착하여 국가 전체적으로 넓게 분포하고 있는 종이다 (등급 3).

현재 하모니아 정보시스템에는 블랙 리스트 43종, 감시 리스트 38종, 경계 리스트 14종 등 총 101종의 목록과 평가 내용이 등재되어 있다 (Harmonia Database 2015). 뉴트리아 (*Myocastor coypus*)는 생태계에 미치는 영향이 크지만 고립된 소수 지점에만 분포하므로 A1로 판정되어 블랙 리스트에 포함되어 있으며, 미국자리공 (*Phytolacca americana*)은 생태계에 미치는 영향이 보통이며, 아직 벨기에 자연 환경에 분포하지 않으므로 B0으로 등급이 판정되어 감시 리스트에 포함되어 있다

5. 결론

소개한 일본, 벨기에 및 독일-오스트리아의 외래생물 위해성평가 방법은 기본적으로 경쟁, 포식 등 토착종에 대한 영향과 생태계의 구조와 기능에 대한 부정적인 영향에 대해 평가하고 있으며, 외래생물의 모든 분류군에 공통적으로 동일한 방법으로 평가하고 있다는 점에 있어 동일하다. 그렇지만 일본의 경우 인체 건강 및 농림수산업에 대한 피해 또한 고려한다는 점에서 차이가 있다. 또한, 벨기에와 독일-오스트리아의 평가방법에서는 국내 분포 정도와 침입 단계에 따라 세부적인 등급을 구분하기도 하며, 특히 독일-오스트리아에서는 박멸 가능성 또한 고려하는데 위해성평가 결과와 관리 방법을 서로 연동시킨다는 점에서 의미가 크다.

국내에서도 외래생물로 인한 피해 현황 및 피해 가능성 파악, 과학적 위해성평가 등을 근거로 관리가 필요한 외래생물을 법으로 규정하고 있다. 생태계위

해성평가 항목은 대상생물의 생물학적 특성, 분포 및 확산양상, 생태계 등에 미치는 영향 등에 기준을 두고 있고, 블랙 리스트 방식의 생태계교란 생물로 관리하고 있다. 이때 외래생물의 침입 단계와 생물다양성 및 생태계의 구조와 기능에 미치는 다양한 영향을 과학적으로 고려할 수 있도록 평가방법을 개선할 필요가 있다. 이 밖에도 외래생물이 사회기반시설에 미치는 영향, 사회문화적 위치, 방제대책, 이용 방향성 등도 포함하여 함께 고려할 필요가 있다. 확산 가능성이 높은 외래생물의 초기 침입이 확인되는 등, 긴급대응이 필요한 경우 신속히 수입과 사육을 규제할 수 있는 체제 마련방안을 검토해야 하며, 현재 생태계교란생물로 지정하여 관리하는 블랙 리스트 관리 방식을 그레이 리스트 관리방식과 병행하는 방식을 검토하는 등 평가와 관리 등에서 다양한 보완이 필요할 것이다 (Kil and Kim 2014).

감사의 글

본 연구는 환경부의 “외래생물의 생태계위해성 평가기술 및 심사기술의 개발” 과제와 KRIBB 기관고유사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

- Branquart, E. 2007. Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. <http://ias.biodiversity.be>. Accessed 20 August 2015.
- Cal-IPC (California Invasive Plant Council). 2006. California Invasive Plant Inventory. Cal-IPC Publication 2006-02. California Invasive Plant Council: Berkeley, CA, USA.
- Essl, F., Nehring, S., Klingenstein, F., Milasowszky, N., Nowack, C. and Rabitsch, W. 2011. Review of risk assessment systems of IAS in Europe and introducing the German-Austrian Black List Information System (GABLIS). *Journal for Nature Conservation* 19: 339-350.
- Gederaas, L., Moen, T.L., Skjelseth, S. and Larsen, L.-K. 2012. Alien Species in Norway - with the Norwegian Black List 2012. The Norwegian Biodiversity Information Centre, Norway.
- Goka, K. 2010. Biosecurity measures to prevent the incursion of invasive alien species into Japan and to mitigate their impact. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 29: 299-310.
- Harmonia Database. 2015. Belgian forum on invasive species. <http://ias.biodiversity.be>. Accessed 20 August 2015.
- Japan Ministry of the Environment. 2015. List of Regulated Living Organisms under the Invasive Alien Species Act. <https://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>. Accessed 20 August 2015.
- Kil, J.H. and Kim, C.-G. 2014. Overview of preventive measures against invasive alien species in Korea and suggestions for their improvement. *Korean Journal of Ecology and Environment* 47: 239-246. (in Korean)
- Kil, J.H., Kim, J.M., Kim, Y.H., Kim, H.M., Lee, D.H., Kim, D.U., Hwang, S.M., Lee, J.C. and Shin, H.C. 2012. Invasive Alien Species in Korea. National Institute of Environment Research, Incheon, Korea. (in Korean)
- Kim, J.M., Kil, J.H., Koh, K.S., Kim, W.M., Heo, M.S., Shin, H.C., Park, S.C., Lee, D.B., Kim, Y.H., Yang, B.G., Hyun, J.O. and Song, H.B. 2008. Detailed Studies on Invasive Alien Species and their Management (III). National Institute of Environmental Research, Incheon, Korea. (in Korean)
- Koh, K.S., Suh, M.H. Kil, J.H., Ku, Y.B., Oh, H.K. and Lee, D.G. 2002. Research on the Effect of Alien Plants on Ecosystem and their Management (III). National Institute of Environmental Research, Incheon, Korea. (in Korean)
- Mito, T. and Uesugi, T. 2004. Invasive alien species in Japan: The status quo and the new regulation for prevention of their adverse effects. *Global Environmental Research* 8: 171-191.
- Mun, S., Nam, K.-H., Kim, C.-G., Chun, Y.J., Lee, H.-W., Kil, J.H. and Lee, J.-C. 2013. Suggestions for the improvement of the invasive alien species management in Korea - A comparative analysis of the legal framework for invasive alien species between Japan and Korea. *Journal of Environmental Policy and Administration* 21: 35-54. (in Korean)
- Nehring, S. and Kolthoff, D. 2011. The invasive water primrose *Ludwigia grandiflora* (Michaux) Greuter & Burdet (Spermatophyta: Onagraceae) in Germany: First record and ecological risk assessment. *Aquatic Invasions* 6: 83-89.

NIES (National Institute for Environmental Studies). 2015. Invasive Species of Japan. https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/index_en.html. Accessed 20 August 2015.

SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). 2014. Global Biodiversity Outlook 4. Montréal, Canada.