

# 보전문화체학 접근방식을 통한 생태계교란 생물인 담수 외래종의 대중인식 평가

박웅배·도윤호†

공주대학교 생명과학과

## Assessment of Public Awareness on Invasive Alien Species of Freshwater Ecosystem Using Conservation Culturomics

Woong-Bae Park·Yuno Do<sup>†</sup>

*Department of biological science, Kongju National University, Gongju, Republic of Korea*

(Received : 01 November 2021, Revised : 22 November 2021, Accepted : 22 November 2021)

### 요약

담수 외래종에 대한 대중의 인식은 시대나 외래종과 관련된 특정 사건에 따라 달라진다. 인식차이는 관리계획을 수립하고 이해하는데 영향을 미쳐 외래종을 관리하는데 대중들의 인식을 이해하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 보전문화체학 (Conservation culturomics)에서 사용하는 소셜 네트워크 플랫폼의 디지털 텍스트, 언론보도, 인터넷 검색량을 분석하여 담수 외래종에 대한 대중의 관심도와 감성을 파악하고자 하였다. 11종의 담수 외래종을 대상으로 트위터 게시물 수와, 언론보도량, 검색량을 추출하여 대중의 관심도를 파악하였다. 또한 이 자료들의 시간에 따른 추세와 계절 변동성여부, 자료의 반복 주기를 확인하였다. 수집된 자료를 텍스트마이닝 기법 기반의 감성분석을 통해 감성지수 (sentiment score)로 산출해 각 종에 대한 대중들의 감성을 분석하였다. 연구결과 황소개구리와 뉴트리아, 파랑볼우럭, 큰입우럭은 다른 종들보다 상대적으로 많은 대중의 관심을 받는 것으로 확인되었다. 일부 종에서는 특정 시기에 따라 반복되고 변화하는 트윗량과, 언론보도량, 검색량을 나타냈다. 한편 텍스트마이닝 분석 결과, 대부분의 사람들이 담수 외래종에 대해 부정적인 감성을 가지고 있었다. 특히 생태계교란 생물이 지정된 이후 연도가 갈수록 부정적인 감성은 증가하였다. 하지만 과학적 근거가 없는 정보가 확산되거나 혐오를 증대시켜 담수 외래종을 관리하는 것은 한계가 있다. 따라서 외래종에 대한 대중들의 인식을 과학적으로 파악하여 관리방안이 수립되어야 한다.

핵심용어 : 디지털 텍스트 데이터, 생태관리, 담수외래종, 대중인식, 감성분석

### Abstract

Public awareness of alien species can vary by generation, period, or specific events associated with these species. An understanding of public awareness is important for the management of alien species because differences in public awareness can affect the establishment and implementation of management plans. We analyzed digital texts on social media platforms, news articles, and internet search volumes used in conservation culturomics to understand public interest and sentiment regarding alien freshwater species. The number of tweets, number of news articles, and relative search volume to 11 freshwater alien species were extracted to determine public interest. Additionally, the trend over time, seasonal variability, and repetition period of these data were confirmed. We also calculated the sentiment score and analyzed public sentiment in the collected data using sentiment analysis based on text mining techniques. The American bullfrog, nutria, bluegill, and largemouth bass drew relatively more public interest than other species. Some species showed repeated patterns in the number of Twitter posts, media coverage, and internet searches found according to the specified periods. The text mining analysis results showed negative sentiments from most people regarding alien freshwater species. Particularly, negative sentiments increased over the years after alien species were designated as ecologically disturbing species.

Key words : digital text data, ecological management, freshwater alien species, public awareness, sentiment analysis

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.

Department of biological science, Kongju National University, Gongju, Republic of Korea  
E-mail: [doy@kongju.ac.kr](mailto:doy@kongju.ac.kr)

• Woong-Bae Park Department of biological science, Kongju National University, Gongju, Republic of Korea / Graduated student ([dndqo999@smail.kongju.ac.kr](mailto:dndqo999@smail.kongju.ac.kr))

• Yuno Do Department of biological science, Kongju National University, Gongju, Republic of Korea / Associate professor ([doy@kongju.ac.kr](mailto:doy@kongju.ac.kr))

## 1. 서 론

생태계교란 생물은 생태계의 균형을 교란하거나 교란할 우려가 있는 야생생물을 말한다. 외래생물과 외래생물에 해당하지 않는 생물 모두가 생태계교란 생물로 지정 가능하지만 1998년 2월 큰입배스(*Micropterus salmoides*)와 파랑볼우럭(블루길, *Lepomis macrochirus*), 황소개구리(*Lithobates catesbeianus*)가 생태계교란 생물로 처음 지정된 이후 포유류, 양서류·파충류, 어류, 갑각류, 곤충류 등 동물류에 속한 19종의 생태계교란 생물로 지정된 생물은 모두 외래종이다. 특히 생태계교란 생물 중 11종은 습지나 하천 등 담수생태계에 분포하는 종들로 담수생태계의 안정성을 훼손하는 주 요인으로 지목된다 (Bampfylde et al., 2010). 여러 생태계 유형에 비해 담수생태계는 외래종의 침입에 취약해 침입에 따른 영향이 큰 것으로 알려져 있다 (Mills et al., 1994; Kolar and Lodge 2000).

담수생태계의 외래종을 관리하기 위해서 기본적으로 종의 유입과 확산경로를 파악하고 피해양상 등 생태적 특징을 조사한다 (Wittenberg and Cock 2001). 또한 담수 외래종과 관련된 문제는 인간활동에 의해 인위적이든 우발적이든 원래 서식지에 살던 생물이 새로운 지역으로 이동하면서 발생되었기에 사회학적 관점에서 사람과의 관계 또는 사회적 문제유발에 대한 연구도 중요하다 (Larson et al., 2011; Jeschke et al., 2014).

생태계교란 생물인 담수 외래종에 대한 사람들의 인식(perception)은 사람과 외래종 간의 관계를 규정짓기 때문에 이들 생물을 관리하는데 매우 중요하다 (Shackleton et al., 2019a). 같은 외래종이더라도 이해집단별 또는 지역별, 시대별로 인식이 달라진다 (García-Llorente et al., 2008). 생태계를 심각하게 위협할 수 있는 외래종이더라도 도입될 당시에는 경제적 혜택을 강조한 종들이 많고 지금과 같은 부정적 인식도 형성되지 않은 종들도 있다. 그리고 외래종의 처리방안에 대해서도 전문가 간에도 이견이 존재하고 일반인과 전문가 사이에는 더 큰 인식의 차이를 보인다 (Shine and Doody 2011). 이러한 담수 외래종에 대한 인식의 차이가 갈등을 유발하기도 하고 외래종 관리를 어렵게 만들기도 한다 (Estévez et al., 2015). 이러한 인식의 차이가 관리계획을 수립하는데 영향을 미친다.

생물종뿐만 아니라 여러 생태환경문제에 대한 대중들의 인식을 파악하기 위해 구조화된 문항에 따라 설문하거나 면담조사를 실시해왔다 (Do et al., 2015b; Kapitza et al., 2019). 개인의 인식은 정보를 선택적으로 수집하고 정보를 개인적으로 해석함으로써 형성되는데 이러한 인식에 따라 행동이 결정된다. 물론 개인의 연령, 교육, 성별, 지식, 경험 등 다양한 요인과 인식의 형성은 관계가 있다 (Otieno et al., 2014; Moon et al., 2015). 따라서 인식에 영향을 끼칠 수 있는 여러 요인을 고려해 문항을 구성해 대중의 보편적인 인식을 찾아낸다. 설문이나 면담조사 방법이 대중들의 인식을 파악하는데 효과적인 방법이지만 대규모 조사 시

비용과 시간이 많이 드는 단점이 있다 (Wright 2005).

기존 대중인식 조사방법의 단점을 보완하기 위해 새로운 방법들이 제시되고 있다 (Zhang et al., 2017). 그 중에서 인터넷 사용과 컴퓨터를 매개로 한 소통이 보편화되면서 온라인을 통해 특정 사안에 대한 대중인식을 파악하는 연구가 증가하고 있다 (Loader and Dutton 2012; Proulx et al., 2014; Millard et al., 2021). 대표적으로 문화보전체학(Conservation culturomics)에서는 온라인 상의 대부분의 자료를 활용해서 생태계나 생물종에 대한 대중인식을 평가한다 (Ladle et al., 2016; Correia et al., 2021). 온라인 소셜 네트워크 플랫폼 (예: Twitter, Facebook, Instagram 등)에 작성된 짧은 글 (디지털 텍스트)은 환경 및 자연보전 주제와 관련된 사람들의 문화의 측면을 연구하기 위해서 자주 사용된다 (Di Minin et al., 2015). 짧은 글이지만 직관적으로 각 사안에 대한 자신의 생각을 기록해서 다른 이들과 공유하기 때문에 개인의 의견을 파악하는데 도움이 된다 (Fink et al., 2020). 그리고 인터넷 검색량은 각 사안에 대한 관심도를 파악하는데 도움이 되고 시간에 따른 관심도의 변화를 추적하는데 효과적이다. 언론보도 내용과 보도량은 생태관련 여러 사안 중 사회적 관심이 집중되는 특정 사안을 파악하는데 도움이 된다 (Francis et al., 2019). 이러한 정보를 분석해서 특정사안에 대한 공통적인 의견 즉 여론을 파악할 수 있으며 종의 인기도나 각 종에 대한 감성을 파악할 수 있다 (Do et al., 2019).

본 연구에서는 생태계교란 생물인 담수 외래종에 대한 대중인식 정도를 파악하는데 목적이 있다. 문화보전체학에서 사용되는 인터넷 검색량과 소셜 네트워크 플랫폼의 디지털 텍스트, 언론보도를 분석해 생태계교란 생물에 대한 대중들의 인식을 파악하였다. 인터넷 검색량을 이용해 대중들의 일반적인 관심도를 확인하고 소셜 네트워크 플랫폼의 짧은 글을 분석해 각 종에 대한 감성을 파악하였다. 그리고 언론 보도량을 분석해 사회적 관심을 끄는 담수 외래종을 선별하였다. 특히 생물의 출현시기에 따라 생물에 대한 관심도가 달라지거나 생태계교란 생물로 지정된 시점 이후 대중의 관심과 인식이 달라질 수 있기 때문에 각각의 자료의 시간에 따른 변화를 분석해 각 담수생물에 대한 대중인식의 변화를 파악하기 위해 노력했다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 자료수집 및 전처리

생태계 교란 생물 중 포유류, 양서류·파충류, 어류, 갑각류 등 동물에 속한 11종의 담수생물을 대상으로 자료를 수집하고 분석하였다. 큰입우럭과 파랑볼우럭이 공식명칭이지만 일반인은 배스와 블루길 더 많이 사용하기 때문에 이들 이름을 모두 사용하여 자료를 수집하였다.

소셜 네트워크 플랫폼 중 트위터 (twitter)에서 각 생태계 교란 생물의 이름이 언급된 짧은 글인 트윗(tweet)은 Python 모듈인 Snsrape을 이용해 수집했다. 공식 한국어

트위터 서비스는 2011년에 시작했지만 트위터가 처음 서비스를 시작한 2006년부터 2020년까지 생태계교란 생물에 대한 트윗을 수집했다. 11종의 생태계교란 생물인 담수 외래종이 언급된 총 14114개 트윗을 수집했고 트윗에 포함된 비속어, 줄임말, 은어, 문자기호 등은 자연어처리의 정확성을 높이기 위해서 표준어로 수정하거나 삭제하였다.

각 생태계교란 생물에 대한 언론보도량은 한국언론진흥재단에서 54개 언론사의 뉴스를 수집해서 제공하는 빅카인즈 (<https://www.kinds.or.kr>) 서비스에서 2004년부터 2020년 사이 각 생태계교란 생물의 이름이 포함된 언론보도건수를 수집하였다. 11종의 담수 외래종의 이름이 포함된 7271건의 언론보도를 수집하였다.

각 생태계교란 생물이름의 검색빈도는 R 프로그램의 gtrendsR 패키지를 이용해 구글 검색사이트([www.google.com](http://www.google.com))에서 2004년부터 2020년 사이의 검색량을 추출하였다. 검색량은 실제 검색빈도수가 아닌 상대검색량 (relative search volume)으로 제공되는데 검색기간 중 최고 값을 100으로 삼고 검색량을 상대적으로 나타낸다. 따라서 여러 검색어의 상대검색량을 비교하기 위해서 특정 검색어의 검색량을 기준으로 설정하여 여러 검색량을 비교할 수 있도록 수정하였다 (Do et al., 2015a).

## 2.2 텍스트마이닝

R 프로그램의 KoNLP 패키지를 이용하여 형태소 분석을 실시하고 단어를 추출하였다. 감성분석은 사전기반판별 (lexicon-based approach) 방법을 이용하여 문장(트윗)과 단어의 감성지수 (sentiment score)를 산출하였다. 감성사전은 특정분야나 상황에서 사용되는 긍부정 표현보다 우리말에서 보편적으로 사용되는 감성표현을 찾아내는데 적절한 KNU한국어 감성 사전(KNU Sentiment Lexicon)을 이용하였다. 각 트윗의 감성지수는 트윗에서 추출된 단어의 감성점수(긍정, +; 부정, -)를 산출하고 각 트윗의 감성점수를 합산하여 산출했다. 감성점수를 합하여 양의 값을 가지면 긍정적 표현으로 구분하고 음의 값을 가지면 부정적 표현으로 구분하였다. 긍부정 트윗을 구분한 뒤 각 종의 전체 트윗 수 대비 긍부정 트윗의 비율을 계산하였다.

생태계교란 생물별 감성지수는 종별 트윗에서 단어를 추출하고 각각의 단어의 감성점수를 산출한 뒤 긍정적 감성지수와 부정적 감성지수를 나눠서 합산한 뒤 긍부정 감성지수의 강도를 확인했다. 감성지수가 양의 값으로 그 값이 높을수록 상대적으로 더욱 긍정적인 감성을 나타내고 음의 값으로 그 값이 낮을수록 상대적으로 더 부정적 감성을 나타낸다. 긍부정 트윗의 비율과 달리 트윗의 긍부정 강도 (positive / negative strength)를 나타낸다.

전체 트윗에서 높은 빈도로 사용된 상위 10개 단어를 추출해 로그 오즈비 (log odds ratio)를 이용해 긍부정 단어의 상대적인 빈도를 통해 상대적 중요도를 확인하였다. 긍정표현 단어는 로그 오즈비가 양수이고 값이 클수록 상대적 중요도가 높은 반면 부정표현 단어는 로그 오즈비가 음

수이고 값이 작을수록 상대적 중요도가 높다.

## 2.3 통계분석

조사기간 동안 수집된 상대검색량과 트윗량, 언론보도량 등이 시간에 따라 일정 추세를 갖는지 Fisher's Kappa를 이용하여 파악하였다. 그리고 Bartlett's Kolmogorov-Smirnov test를 통해 계절 변동성 여부를 확인하였다. 스펙트럼 밀도 (spectral density)를 기반으로 자료의 반복주기 (period, 개월)도 파악하였다.

생태계교란 생물 각 종별로 산출된 트윗의 부정 감성정도 (negative strength), 상대검색량, 부정적트윗비율, 언론보도량 (number of news), 전체 트윗량, 생태계교란 생물로 지정된 이후 경과 시간 (경과년도)간의 관계를 Kendall 순위 상관분석 (rank correlation)방법을 이용하여 확인했다.

## 3. 결 과

### 3.1 담수 외래종의 정보량

생태계교란 생물 중 트위터에 가장 많이 언급된 종은 황소개구리였다 (5213개 트윗, 36.9% / 전체14114개 트윗). 뉴트리아 (*Myocastor coypus*, 4005개 트윗, 28.4%), 파랑볼우렁 (2631개 트윗, 18.6%), 큰입우렁 (1590개 트윗, 11.3%)도 담수 외래종 중 높은 트윗량을 가졌다. 중국줄무늬목거북 (*Mauremys sinensis*) 은 트윗에 언급되지 않았고 플로리다붉은배거북은 1개, 브라운송어는 3개의 트윗이 검색되었다 (Fig. 1a).

언론보도량은 파랑볼우렁이 2560건으로 생태계교란 생물 19종 전체 언론보도량인 7271건의 약 35.2%를 차지한다. 황소개구리 (2140건, 29.4%), 뉴트리아 (1236건, 17.0%), 큰입우렁 (896건, 12.3%)에 대한 언론보도량이 다른 종보다 상대적으로 높았다. 언론에 언급되지 않은 생태계교란 생물종은 없지만 중국줄무늬목거북은 1건, 플로리다붉은배거북과는 1건 보도되었다 (Fig. 1b).

상대검색량총합은 큰입우렁이 4124로 가장 높았고 뉴트리아 (600), 황소개구리 (357), 파랑볼우렁 (228.5) 순으로 나타났다. 리버쿠터, 중국줄무늬목거북, 플로리다붉은배거북, 브라운송어, 미국가재는 검색량이 산출되지 않았다 (Fig. 1c).

### 3.2 담수 외래종에 대한 관심 변화

생물교란 생물에 대한 트윗 중 뉴트리아, 황소개구리, 붉은거북, 파랑볼우렁, 미국가재는 유의미한 추세 및 계절변동을 가졌다. 반면, 큰입우렁은 유의미한 계절변동을 보였다. 계절 변동의 주기는 12개월 또는 36개월 72개월이었다 (Table 1). 언론보도량도 추세 및 계절 변동이 트윗변동량과 유사하고 계절 변동 주기는 모두 12개월이었다. 상대검색량의 시계열 변동 중 유의미한 추세 및 계절변동을 보인 생태계교란 생물은 뉴트리아와 악어거북이지만 계절 변동 주기가 뚜렷한 생물은 없었다.

Table 1. Trends and seasonal variability and repetition period in number of tweets, number of news articles, and relative search volume for freshwater alien species.

Species	Number of tweets			Number of news articles			Relative search volume		
	FK	BKS	Period cycle (month)	FK	BKS	Period cycle (month)	FK	BKS	Period cycle (month)
<i>M. coypus</i>	8.133*	0.307**	36	19.531**	0.299**	aperiodic	21.092**	0.329**	aperiodic
<i>R. catesbeiana</i>	16.361**	0.459**	72	14.644**	0.152*	12	NS	0.138*	aperiodic
<i>Trachemys spp.</i>	NS	0.220**	72	7.447*	0.263**	12	NS	NS	-
<i>P. concinna</i>	NS	0.284	72	NS	NS	-	NS	NS	-
<i>M. sinensis</i>	NS	NS	-	NS	NS	-	NS	NS	-
<i>M. temminckii</i>	9.127**	0.384**	72	NS	NS	-	14.956**	0.225**	aperiodic
<i>P. nelsoni</i>	NS	NS	-	NS	NS	-	NS	NS	-
<i>L. macrochirus</i>	7.265*	0.196**	48	24.046**	0.346**	12	NS	NS	-
<i>M. salmoides</i>	NS	0.338**	72	13.246**	0.170**	12	9.708**	NS	-
<i>S. trutta</i>	NS	NS	-	NS	NS	-	NS	NS	-
<i>P. clarkii</i>	7.453*	0.501**	72	9.598**	0.350**	aperiodic	NS	NS	-

FK: Fisher's Kappa, BKS: Bartlett's Kolmogorov-Smimov, NS: not significant, period \*:P<0.05, \*\*:P<0.01

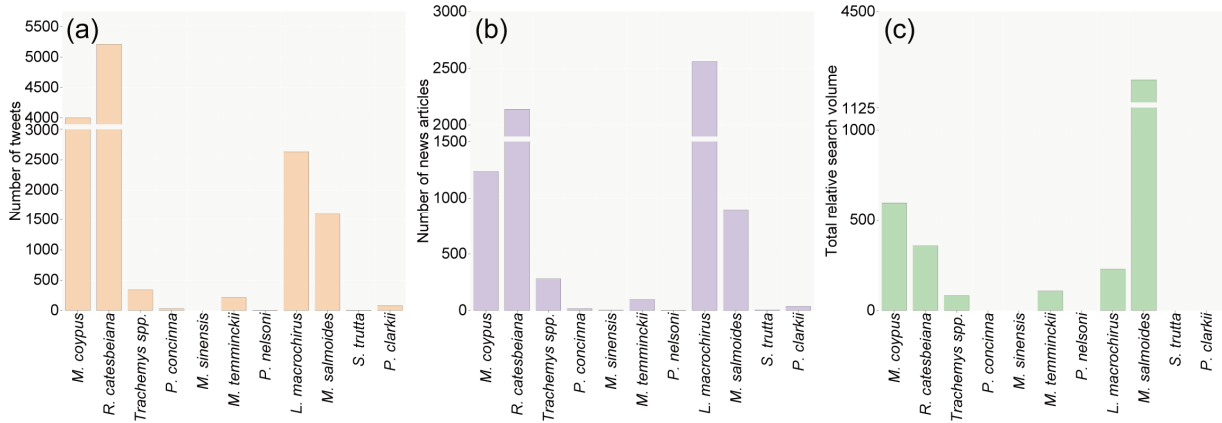


Fig. 1. Digital data of freshwater alien species (a) number of tweets, (b) number of news articles, (c) total relative search volume.

### 3.3 담수 외래종에 대한 감성분석

트윗 내용이 짧거나 긍부정사전에 등재되어 있지 않은 단어로만 작성되어 트윗의 긍부정이 분석되지 않은 생태계교란 생물은 브라우송어, 플로리다붉은배거북, 중국줄무늬목거북이었다. 긍부정 감성이 분석되지 않은 생태계교란 생물을 제외하면 나머지 생물들은 부정비율이 41.6%에서 66.6%를 차지한다 (Fig. 2a). 부정적 트윗비율이 가장 높은 담수 외래종은 리버쿠터 (66.6% / 14114개 트윗)이지만 33건의 트윗의 분석결과 이다. 큰입우럭 (61.0%), 뉴트리아 (59.1%), 황소개구리 (58.9%), 붉은귀거북 (56.5%), 악어거북 (50.0%), 파랑볼우럭 (49.1%) 순으로 각 종의 트윗 중 부정비율이 높았다. 부정적 감성강도는 리버쿠터 39.2, 붉은귀거북 38.9, 황소개구리, 36.6, 파랑볼우럭 35.9 순으로 트윗의 부정비율의 상위순위와 일부 차이가 있다 (Fig. 2b).

생태계교란 생물을 표현할 때 사용되는 긍부정 단어의 중요도를 오즈비를 통해 확인한 결과 부정적 표현에서는 미친 (crazy), 괴물 (monster), 싫다 (hate), 침입 (invade), 책임 (responsibility), 울다 (crying), 확산되다 (dispersal), 경제적

교란 (economic disturbance) 등의 단어의 출현 빈도가 높고 중요했다. 비록 생태계교란 생물은 생태계에 부정적인 영향을 끼치지만 긍정적 표현이 포함된 트윗에서 사용되는 긍정 단어 중 중요도가 높은 단어는 분석 (analysis), 식량공급원 (food sources), 소식지 (newsletter), 좋다 (good), 운영 (operation), 밝혔다 (revealed), 포획단 (Capturing team)이었다 (Fig. 2c).

생태계교란 생물인 담수 외래종에 대한 온라인 정보인 트윗량과 상대검색량, 언론보도량은 상호 양의 관계를 가졌다. 특히 생태계교란 생물로 지정된 이후 경과 연도가 증가할수록 트윗량 (Kendall's tau,  $\tau=0.71$ ,  $P<0.01$ )과 상대검색량 ( $\tau=0.69$ ,  $P<0.01$ ), 언론보도량 ( $\tau=0.71$ ,  $P<0.01$ )은 유의하게 증가했다. 각 담수 외래종의 트윗 중 부정적 트윗의 비율은 상대검색량이 높을수록 높아지는 경향을 보인다 ( $\tau=0.55$ ,  $P<0.01$ ). 각 담수 외래종에 대한 부정적 감성강도는 트윗량 ( $\tau=0.52$ ,  $P<0.05$ )이나 언론보도량 ( $\tau=0.52$ ,  $P<0.05$ )이 증가함에 따라 높아지고 생물로 지정된 이후 경과 연도가 길수록 부정적 감성강도도 증가하였다 ( $\tau=0.46$ ,  $P<0.05$ ) (Fig. 3).

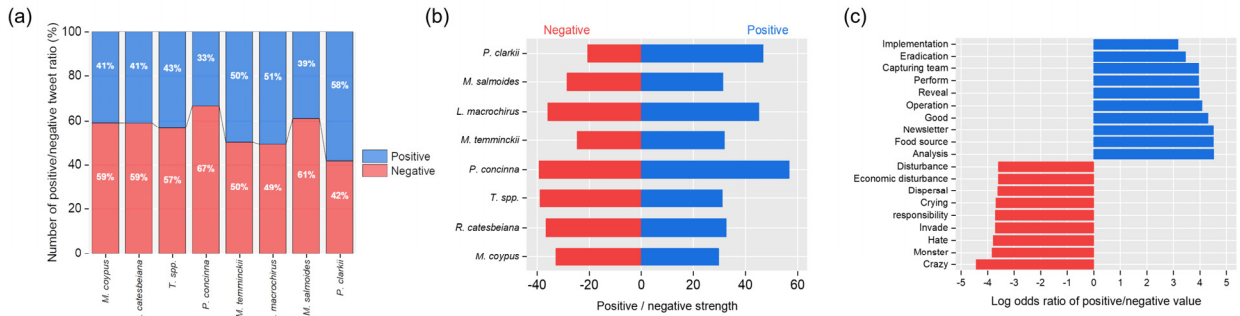


Fig. 2. Sentiment analysis of tweets on freshwater alien species (a) positive/negative tweets ratio, (b) positive/negative strength, (c) log odds ratio of positive/negative keywords.

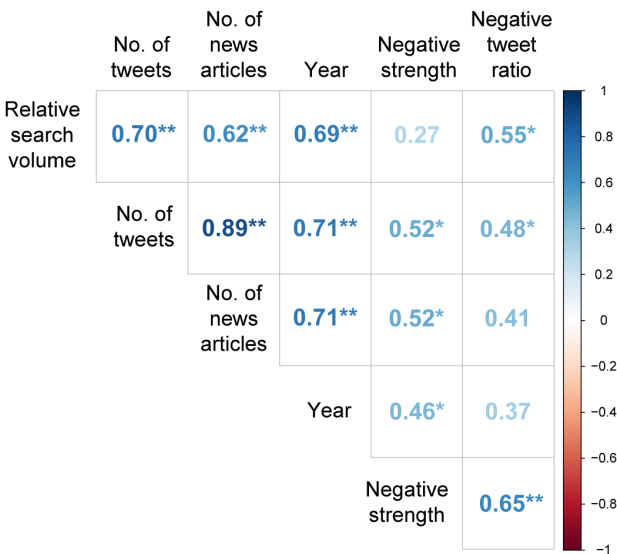


Fig. 3. Kendall rank correlation of year with number of tweets, relative search volume, and media coverage of online information about freshwater alien species (\*  $p > 0.05$ , \*\*  $p > 0.01$ )

### 4. 고찰 및 결론

보전문화체육 접근방식을 통해 생태계교란 생물 중 담수 외래종에 대한 대중들의 인식을 파악한 결과 11종의 생태계교란 생물 중 대부분의 종을 인지하고 있고 이들 생물에 대해 부정적으로 인식하고 있다. 온라인 정보인 트윗량과 언론보도량, 상대검색량을 통해 생태계교란 생물 중 관심이 집중되는 종을 파악하였는데 정보종류에 따라서 다른 해석이 가능하다. 상대검색량은 자신이 직접 각 생물종을 검색해야 하므로 각종의 이름을 정확히 기억해야 한다. 따라서 정보량이 많고 유명한 종의 상대검색량이 높은 경향을 보인다 (Kim et al., 2014). 이름이 길거나 어려운 생물종에 대한 상대검색량은 적어진다. 따라서 큰입우럭과 뉴트리아, 황소개구리, 파랑볼우럭 등 생태계교란 생물을 대표하는 종들의 상대검색량이 높은 이유를 설명할 수 있다. 반면 트윗량도 상대검색량처럼 대중에게 잘 알려진 생물이 높을 뿐만 아니라 공유된 트윗을 읽는 사람들의 관심을 끌 수 있을 정도로 카리스마 (charisma)가 있는 생물들이 높은 트윗량을 가진다 (Kidd et al., 2018). 따라서 황소개구리, 뉴트리

아, 파랑볼우럭, 큰입우럭 순으로 트윗량이 높았는데 이들 종이 사람들의 이목을 끌 수 있는 종인 것으로 추론할 수 있다. 언론보도량은 사회적 문제를 유발하거나 대중들의 집중이 필요한 주제와 생물에 대해 보도되고 언론보도의 내용과 양에 따라 상대검색량이나 트윗량이 변동될 수 있다 (Do et al., 2015a; Papworth et al., 2015). 이러한 해석에서 보면 황소개구리와 큰입우럭의 언론보도량이 높은 것은 이들 종이 생태계에 미치는 영향이 다른 생물에 비해 잘 알려져 있고 영향도 큰 생물인 것으로 설명할 수 있다. 또한 생태계교란 생물로 지정된 이후 경과기간이 길수록 온라인의 정보가 많아져 대중이 담수 외래종에 대해 간접적으로 인식할 수 있는 기회가 증가한다.

본 연구에서는 일부 생태계교란 생물에 대한 트윗량과 언론보도량, 상대검색량이 시기에 따라 반복되고 바뀌는 것을 확인했다. 계절적 변동이 뚜렷한 생물들은 12개월 주기로 정보량이 증감하였다. 일반적으로 1년 단위 (12개월)로 반복해서 출현하는 생물들의 특성이 반영되어 생태계교란 생물에 대한 트윗량과 언론보도량, 상대검색량도 1년 단위로 바뀌었을 수도 있다 (Roberts et al., 2019). 그리고 새로운 생물종이 생태계교란 생물로 지정되는 하나의 이벤트 시기가 우연적으로 1년 또는 3년으로 비교적 주기성을 가지기 때문에 이 시기에 맞춰 트윗량과 언론보도량, 상대검색량이 증감을 반복했을 수도 있다 (Do et al., 2015a; Troumbis 2019). 관심의 정도가 꾸준히 증가하거나 감소하는 양상은 없고 이벤트에 따른 일시적인 관심의 증감을 반복하는 것으로 보인다.

생태계교란 생물에 대해 트윗의 내용을 감성분석한 결과 부정적 의견이 다수인 것을 확인하였다. 특히 부정적 트윗 비율이 높고 강도 역시 높은 생물은 뉴트리아, 파랑볼우럭, 큰입우럭 등으로 경제활동과 생태계에 악영향을 끼치는 사례가 많이 알려진 종들이다. 특히 사회적 논란이 일어난 외래종일수록 부정적인 인식이 강해지는 경향이 있다 (Vaz et al., 2017; Potgieter et al., 2019; Shackleton et al., 2019b). 큰입우럭과 파랑볼우럭, 붉은귀거북, 황소개구리 등 생태계교란 생물을 부정적 감성강도는 예상했던 것에 비해 낮게 나타났다. 큰입우럭과 파랑볼우럭 담수 낚시의 대상으로 트윗 중 일부가 낚시의 성취감을 표현한 글들이 포함되어 있기 때문으로 판단된다. 외래종이더라도 경제

가치나 부가가치를 가지는 경우 이들 종에 대한 퇴치와 활용 사이에 갈등 유발되는 경우가 있다 (Du Preez and Lee 2010). 또한 비교적 최근에 생태계교란 생물로 지정된 담수 외래종에 대해서는 아직까지 정보량이 적고 이들에 대한 대중적 인식이 확립되지 않는 것으로 보인다. 외래생물에 대한 정보량과 경험이 부족할 경우 해당생물에 대한 처리방안을 보류하는 경향이 있다 (Estévez et al., 2015).

생태계교란 생물에 대해 부정적인 의견을 기술할 때 사용되는 단어들이 미친, 괴물, 싫다 등 단순한 감성적 표현이 다수를 차지하는 반면 긍정적 표현에서는 생태계교란 생물의 퇴치활동이나 피해양상 파악 등 사실을 기반으로 한 의견이 많았다. 생태계교란 생물인 외래종의 관리를 위해서 이들 종의 위해성을 강조한다. 특히 자극적이거나 공포심을 유발할 수 있는 정보가 확산되기도 한다. 하지만 정확한 과학적 근거 없이 경각심만 유발하는 경우 외래종 관리의 효과를 감소시킨다 (Shine and Doody 2011). 또는 혐오심에 따른 생물종의 학대 또는 비도덕적인 퇴치활동의 원인이 되기도 한다 (Maguire 2004). 따라서 생태계교란 생물인 담수 외래종에 대한 정보를 생성하고 확산할 때 과학적 근거가 반드시 함께 제시되어야 한다.

생태계교란 생물인 담수 외래종에 대한 많은 연구가 생태학적인 영역에서 주도되고 있으나 대중인식을 파악하거나 사회, 경제 문제를 통합하여 연구되지 않는다 (Abrahams et al., 2019). 국내 생태계교란 생물의 관리 정책 역시 담수 외래생물의 유입을 차단하고 확산을 방지하는데 초점이 맞춰져 있다. 하지만 생태계교란 생물인 담수 외래종의 특성상 생태학적 연구를 기반으로 사회문화적 맥락을 포함한 포괄적인 생태계교란 생물의 관리방안이 수립되어야 한다.

## References

- Abrahams, B, Sitas, N and Esler, K (2019). Exploring the dynamics of research collaborations by mapping social networks in invasion science, *J. of Environmental Management*, 229, pp. 27–37. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.051>]
- Bampfylyde, CJ, Peters, JA and Bobeldyk, AM (2010). A literature analysis of freshwater invasive species research: are empiricists, theoreticians, and economists working together?, *Biological Invasions*, 12, pp. 1207–1219. [DOI : <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9540-2>]
- Correia, RA, Ladle, R, Jarić, I, Malhado, AC, Mittermeier, JC, Roll, U, Soriano-Redondo, A, Verissimo, D, Fink, C and Hausmann, A (2021). Digital data sources and methods for conservation culturomics, *Conservation Biology*, 35(2), pp. 398–411. [DOI : <https://doi.org/10.1111/cobi.13706>]
- Di Minin, E, Tenkanen, H and Toivonen, T (2015). Prospects and challenges for social media data in conservation science, *Frontiers in Environmental Science*, 3, pp. 63. [DOI : <https://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00063>]
- Do, Y, Kim, JB, Shim, J, Kim, CJ, Kwon, O and Choi, MB (2019). Quantitative analysis of research topics and public concern on *V. velutina* as invasive species in Asian and European countries, *Entomological Research*, 49(10), pp. 456–461. [DOI : <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12390>]
- Do, Y, Kim, JY, Lineman, M, Kim, DK and Joo, GJ (2015a). Using internet search behavior to assess public awareness of protected wetlands. *Conservation Biology*, 29(1), pp. 271–279. [DOI : <https://doi.org/10.1111/cobi.12419>]
- Do, Y, Kim, SB, Kim, JY and Joo, GJ (2015b). Wetland-based tourism in South Korea: who, when, and why, *Wetlands Ecology and Management*, 23, pp. 779–787. [DOI : <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9418-2>]
- Du Preez, M and Lee, DE (2010). The contribution of trout fly fishing to the economy of Rhodes, North Eastern Cape, South Africa, *Development Southern Africa*, 27(2), pp. 241–253. [DOI : <https://doi.org/10.1080/03768351003740654>]
- Estévez, RA, Anderson, CB, Pizarro, JC and Burgman, MA (2015). Clarifying values, risk perceptions, and attitudes to resolve or avoid social conflicts in invasive species management. *Conservation Biology*, 29(1), pp. 19–30. [DOI : <https://doi.org/10.1111/cobi.12359>]
- Fink, C, Hausmann, A and Di Minin, E (2020). Online sentiment towards iconic species, *Biological Conservation*, 241, pp. 108289. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108289>]
- Francis, FT, Howard, BR, Berchtold, AE, Branch, TA, Chaves, LC, Dunic, JC, Favaro, B, Jeffrey, KM, Malpica-Cruz, L and Maslowski, N (2019). Shifting headlines? Size trends of newsworthy fishes. *PeerJ*, 7, e6395. [DOI : <https://doi.org/10.7717/peerj.6395>]
- García-Llorente, M, Martín-López, B, González, JA, Alcorlo, P and Montes, C (2008). Social perceptions of the impacts and benefits of invasive alien species: implications for management, *Biological Conservation*, 141(12), pp. 2969–2983. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.09.003>]
- Jeschke, JM, Bacher, S, Blackburn, TM, Dick, JT, Essl, F, Evans, T, Gaertner, M, Hulme, PE, Kühn, I and Mrugała, A (2014). Defining the impact of non-native species, *Conservation Biology*, 28(5), pp. 1188–1194. [DOI : <https://doi.org/10.1111/cobi.12299>]
- Kapitza, K, Zimmermann, H, Martín-López, B and von Wehrden, H (2019). Research on the social perception of invasive species: a systematic literature review, *NeoBiota*, 43, pp. 47. [DOI : <https://doi.org/10.3897/>

- neobiota.43.31619]
- Kidd, LR, Gregg, EA, Bekessy, SA, Robinson, JA and Garrard, GE (2018). Tweeting for their lives: Visibility of threatened species on twitter, *J. for Nature Conservation*, 46, pp. 106–109. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.10.001>]
- Kim, JY, Do, Y, Im, RY, Kim, GY and Joo, GJ (2014). Use of large web-based data to identify public interest and trends related to endangered species, *Biodiversity and Conservation*, 23, pp. 2961–2984. [DOI : <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0757-8>]
- Kolar, CS and Lodge, DM (2000). Freshwater nonindigenous species: interactions with other global changes, *Invasive species in a changing world*, Mooney, HA and Hobbs, RJ (Eds.), Island Press, Washington, DC, USA, pp. 3–30
- Ladle, RJ, Correia, RA, Do, Y, Joo, GJ, Malhado, AC, Proulx, R, Roberge, JM and Jepson, P (2016). Conservation culturomics, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(5), pp. 269–275. [DOI : <https://doi.org/10.1002/fee.1260>]
- Larson, DL, Phillips-Mao, L, Quiram, G, Sharpe, L, Stark, R, Sugita, S and Weiler, A (2011). A framework for sustainable invasive species management: Environmental, social, and economic objectives, *J. of Environmental Management*, 92(1), pp. 14–22. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.08.025>]
- Loader, BD and Dutton, WH (2012). A decade in internet time: The dynamics of the internet and society, *Information, Communication and Society*, 15(5), pp. 609–615. [DOI : <https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.677053>]
- Maguire, LA (2004). What can decision analysis do for invasive species management?, *Risk Analysis: An International Journal*, 24(4), pp. 859–868. [DOI : <https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00484.x>]
- Millard, JW, Gregory, RD, Jones, KE and Freeman, R (2021). The species awareness index as a conservation culturomics metric for public biodiversity awareness, *Conservation Biology*, 35(2), pp. 472–482. [DOI : <https://doi.org/10.1111/cobi.13701>]
- Mills, EL, Leach, JH, Carlton, JT and Secor, CL (1994). Exotic species and the integrity of the Great Lakes, *BioScience*, 44(10), pp. 666–676. [DOI : <https://doi.org/10.2307/1312510>]
- Moon, K, Blackman, DA and Brewer, TD (2015). Understanding and integrating knowledge to improve invasive species management, *Biological Invasions*, 17, pp. 2675–2689. [DOI : <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0904-5>]
- Otieno, C, Spada, H, Liebler, K, Ludemann, T, Deil, U and Renkl, A (2014). Informing about climate change and invasive species: How the presentation of information affects perception of risk, emotions, and learning, *Environmental Education Research*, 20(5), pp. 612–638. [DOI : <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.833589>]
- Papworth, SK, Nghiem, T, Chimalakonda, D, Posa, MRC, Wijedasa, LS, Bickford, D and Carrasco, LR (2015). Quantifying the role of online news in linking conservation research to Facebook and Twitter, *Conservation Biology*, 29(3), pp. 825–833. [DOI : <https://doi.org/10.1111/cobi.12455>]
- Potgieter, LJ, Gaertner, M, O'Farrell, PJ and Richardson, DM (2019). Perceptions of impact: invasive alien plants in the urban environment, *J. of Environmental Management*, 229, pp. 76–87. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.080>]
- Proulx, R, Massicotte, P and Pepino, M (2014). Googling trends in conservation biology, *Conservation Biology*, 28(1), pp. 44–51. [DOI : <https://doi.org/10.1111/cobi.12131>]
- Roberts, H, Sadler, J and Chapman, L (2019). The value of Twitter data for determining the emotional responses of people to urban green spaces: A case study and critical evaluation, *Urban Studies*, 56(4), pp. 818–835. [DOI : <https://doi.org/10.1177/0042098017748544>]
- Shackleton, RT, Richardson, DM, Shackleton, CM, Bennett, B, Crowley, SL, Dehnen-Schmutz, K, Estévez, RA, Fischer, A, Kueffer, C and Kull, CA (2019a). Explaining people's perceptions of invasive alien species: a conceptual framework, *J. of Environmental Management*, 229, pp. 10–26. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.045>]
- Shackleton, RT, Shackleton, CM and Kull, CA (2019b). The role of invasive alien species in shaping local livelihoods and human well-being: A review, *J. of Environmental Management*, 229, pp. 145–157. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.007>]
- Shine, R and Doody, JS (2011). Invasive species control: understanding conflicts between researchers and the general community, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(7), pp. 400–406. [DOI : <https://doi.org/10.1890/100090>]
- Troumbis, AY (2019). The time and timing components of conservation culturomics cycles and scenarios of public interest in the Google era, *Biodiversity and Conservation*, 28, pp. 1717–1727. [DOI : <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01750-7>]
- Vaz, AS, Kueffer, C, Kull, CA, Richardson, DM, Vicente, JR, Kühn, I, Schröter, M, Hauck, J, Bonn, A and Honrado, JP (2017). Integrating ecosystem services and

- disservices: insights from plant invasions, *Ecosystem Services*, 23, pp. 94–107. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.017>]
- Wittenberg, R and Cock, MJ (2001). *Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices*, CABI International, Wallingford, Oxon, UK.
- Wright, KB (2005). Researching Internet-based populations: Advantages and disadvantages of online survey research, online questionnaire authoring software packages, and web survey services, *J. of Computer-Mediated Communication*, 10(3), JCMC1034. [DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2005.tb00259.x>]
- Zhang, X, Kuchinke, L, Woud, ML, Velten, J and Margraf, J (2017). Survey method matters: Online/offline questionnaires and face-to-face or telephone interviews differ, *Computers in Human Behavior*, 71, pp. 172–180. [DOI : <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.006>]