

Original article

## 국내 담수산 애완가재 수입현황 및 잠재적 침입외래종 가재에 관한 연구

박영준\* · 전용락<sup>1</sup>

국립생태원 외래생물팀, <sup>1</sup>국립생태원 자연환경조사팀

**A Study on the Import Status of Pet Freshwater Crayfish and Potential Invasive Alien Species Crayfish in Korea.** Youngjun Park\* (0000-0003-3916-5796) and Yonglak Jeon<sup>1</sup> (0000-0002-8106-2515) (Invasive Alien Species Team, National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Republic of Korea; <sup>1</sup>National Ecosystem Survey Team, National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Republic of Korea)

**Abstract** The aquarium pet trade is a source of potentially invasive crayfish species, which can be subsequently intentionally or unintentionally introduced into new environments. There were 34 species of freshwater crayfish imported into Korea for ornamental purposes. Starting with 1 species in 2008, it shows a trend of continuous increase every year with the maximum of 25 species in 2020. The number of freshwater crayfish imported into Korea for ornamental purposes was 1,172,159, with an annual average of 78,144 being imported. The population also recorded a record high in 2017 with a 38% increase in population imports compared to the previous year. Among the 34 pet crayfish imported into Korea, four species classified as high-risk and managed in the US and Europe were American crayfish (*Procambarus clarkii*), *Cherax quadricarinatus*, *Cherax cainii*, and *Cherax destructor*. In addition to American crayfish (*P. clarkii*), 3 types of high-risk invasive crayfish are designated as legally managed species by conducting an ecological risk assessment, raising awareness among importers, retailers and consumers through awareness-raising education on freshwater crayfish, and measures for route management such as species identification and improvement of labeling methods are needed.

**Key words:** pet crayfish, import status, potential invasive alien species, ecological risk assessment

### 서 론

국내에 애완가재가 언제부터 도입되었는지에 대한 기록은 찾아볼 수 없지만, 1983년 세계 관상어산업이 애완동물 산업으로 인정받은 이후 유럽 및 미국, 일본 등의 선진국을 중심으로 급성장하였고, 2000년을 전후해 수출액이 급증되는 시

기(Kim *et al.*, 2010)에 국내에서도 본격적인 애완가재의 수입이 시작되었을 것으로 생각된다.

비토착종 도입경로로서 애완동물 거래에 대한 중요성은 최근 많은 주목을 받고 있다(Chucholl and Wendler, 2017; Patoka *et al.*, 2018; Hirsch *et al.*, 2021; Olden *et al.*, 2021). 밝은 색상, 쉬운 사육난이도, 번식능력 등에 의해 지난 20년 동안 수족관 애완동물로서 가재의 인기가 증가했으며(Chucholl, 2013; Chucholl and Wendler, 2017), 전 세계에 기록되어 있는 민물가재 669종 중 약 130종이 애완동물 거래의 목적으로 대륙과 국가 사이를 이동하고 있다(Chucholl, 2015;

Manuscript received 28 August 2023, revised 22 September 2023,  
revision accepted 24 September 2023

\* Corresponding author: Tel: +82-41-950-5803, Fax: +82-41-950-6103  
E-mail: aquatic@nie.re.kr

© The Korean Society of Limnology. 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, provide the original work is properly cited.

Faulkes, 2015a; Crandall and Grave, 2017). 거래되는 관상용 민물가재 종(species) 중 일부는 의도적으로 수족관에서 자연으로 방생하거나, 비의도적으로 정원 연못에서 탈출했으며, 탈출한 일부 종은 강력한 침입외래종이 되었다(Chucholl, 2013).

애완가재는 의도적이든 비의도적이든 자연에 방출된 경우 “침략자(invaders)”, “침략적(invasive)”, “적(enemy)”, “폭탄(bomb)” 등으로 표현될 정도의 강력한 침입외래종이 될 가능성이 높다(Holdich *et al.*, 2009; Chucholl, 2013; Twardochleb *et al.*, 2013; Papavaslopoulou *et al.*, 2014). 그 이유는 첫째, 토종 가재들에 비해 크기가 큰 잡식성으로 토종 가재들과의 경쟁에서 이길 수 있는 경쟁력을 가지고 있다(Chucholl, 2013; Hansen *et al.*, 2013). 둘째, 병원성 균주의 숙주 역할을 하고 있다. 가장 잘 알려진 예는 북미 가재가 “가재 전염병”을 일으키는 물곰팡이(*Aphanomyces astaci*)의 매개체 역할을 할 수 있다는 것이다(Unestam, 1965, 1966; Reziniciuc *et al.*, 2015). 물곰팡이는 북미 가재 종에게는 영향을 미치지 않지만 북미 이외의 가재 종에는 매우 병원성이 높으며(Unestam, 1972), 여러 유럽 국가에서 가재 전염병이 발생하여 토착종의 심각한 감소가 발생했다(Alderman *et al.*, 1987; Reynolds, 1988; Chucholl and Schrimpf, 2015). 이와 같은 이유로 국내에서도 자연생태계에 정착이 최초로 보고된(Kim *et al.*, 2019) 미국가재(*Procambarus clarkii*)에 대해 2019년에 생태계교란생물로 지정하여 관리하고 있다. 아직까지 자연생태계 내에 다른 가재 종의 정착이 확인되지 않았지만, 국외 사례처럼 주로 애완동물 거래에서 개인의 무책임한 방생(Weiperth *et al.*, 2020) 및 낚시 미끼로서의 사육 등으로 인해 새로운 지역으로 운반되는 경우가 있을 수 있다(DiStefano *et al.*, 2009; Keller and Lodge, 2009). 이러한 이유로 민물 생태계와 국가 생물다양성에 위협이 될 수 있는 애완가재의 국내 수입현황과 위해성 정보를 알아보고자 조사를 수행하였다.

## 재료 및 방법

2008년~2022년까지 국내에 수입된 애완가재의 수입현황을 확인하기 위하여 국립수산물품질관리원 수입(수출)검역 통계자료 중 관상용 자료를 활용하였으며, 세계 민물가재 목록(Crandall and Grave, 2017)의 모든 종을 비교하여 목록을 정리하였다. 또한 2008년 이전의 자료는 다소 올바르지 않을 수 있다는 참고사항을 준수하여 2008년 1월 1일부터 2022년 12월 31일까지의 자료를 활용하였다(www.nfqs.go.kr).

가재의 생태계 위해성 평가 자료는 미국 어류 및 야생동물

관리국(U.S. Fish & Wildlife Service) 위해성 평가 자료를 참고하였다(www.fws.gov).

## 결 과

### 1. 민물가재 국내 수입현황

국내에 관상용으로 수입된 민물가재는 독일의 28종(Chucholl and Wendler, 2017) 및 체코 공화국 30종(Patoka *et al.*, 2015)에 비해 많은 34종으로 조사되었으며(Table 1), 2008년 1종을 시작으로 2020년에 25종까지 매년 지속적으로 증가하고 있는 추세를 보이고 있다(Fig. 1a). 특이한 점은 2008년부터 2016년까지 연 평균 6.75종에서 2017년 이후 연 평균 18.8종 수입이 약 3배 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 2019년 애완동물 서비스 관련 가구당 연평균 소비지출액도 2017년을 기점으로 큰 폭으로 상승한 것으로 비추어 볼 때 애완동물 시장확대에 따른 영향을 받은 것으로 생각된다(Lee *et al.*, 2021).

국내에 관상용으로 수입된 민물가재 개체수의 경우 1,172,159개체로 연 평균 78,144개체를 수입한 것으로 조사되었다. 개체수 역시 2017년에 전년 대비 38%의 개체수 수입량이 증가하면서 최고치를 기록하였고, 2019년 이후 개체수 감소를 볼 수 있다. 이것은 2019년 미국가재의 생태계교란생물 지정 및 2020년 코로나 여파에 의한 소비심리 위축에 의한 것으로 사료된다(Fig. 1b).

국내에 관상용으로 수입되는 민물가재의 주요 수입국은 10개 국가로 인도네시아, 태국, 호주, 싱가포르, 대만, 말레이시아, 네델란드, 중국, 독일, 스리랑카이며, 전체 수입의 77.4%를 차지하는 주요 수입국으로 인도네시아, 태국, 호주로 확인되었다(Fig. 2).

### 2. 수입종

전 세계적으로 관상용 민물가재 거래는 *Cambarellus*, *Cherax* 및 *Procambarus*속의 종들이 가장 인기가 있으며(Pekny and Lukhaup, 2005; Peay *et al.*, 2010; Chucholl, 2013; Papavaslopoulou *et al.*, 2014; Patoka *et al.*, 2014; Faulkes, 2015b), 국내에 수입된 민물가재 4속 34종 역시 *Cherax*속이 19종으로 55.9%로 가장 많은 종이 수입된 것으로 확인되었으며, *Cambarellus*속 7종 20.6%, *Procambarus*속 5종 14.7%, *Euastacus*속 3종 8.8%의 순으로 조사되었다(Fig. 3a). 개체수를 살펴보면, *Procambarus*속이 732,201개체 62.5%로 절반이 넘게 차지하고 있었으며, *Cherax*속이 310,156개체 26.5%, *Cambarellus*속 129,483개체 11.0%로 조사되었다(Fig.

Table 1. List of imported Pet Fresh water Crayfish (2018~2022) and status of Risk Assessment

Species name	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Cambarellus diminutus</i>						610		510		1,750	1,800	1,419	1,550	1,725	1,650
<i>Cambarellus montezumae</i>					830										
<i>Cambarellus patzcuarensis</i>	50				127	810	2,154	3,110	1,100	8,830	9,722	11,554	16,175	24,627	26,870
<i>Cambarellus puer</i>					5							375	1,500	1,225	900
<i>Cambarellus shufeldtii</i>												200			
<i>Cambarellus texanus</i>						610		370				1,700	2,690	1,475	900
<i>Cambarellus zempoolensis</i>	560														
<i>Cherax albidus</i>	420	430	430	650	269		28			134	300	70	100	348	270
<i>Cherax bluemoon</i>										240	442	650	250	60	424
<i>Cherax boesemani</i>										219	300	1,518	1,270	260	2,290
<i>Cherax cainii</i>										150		97	593	459	234
<i>Cherax communis</i>										62			45	260	
<i>Cherax destructor</i>	340	20	20							90	50	134	40		
<i>Cherax holthuisi</i>					39					84	202		336	87	
<i>Cherax lorentzi</i>	60				5	2,342	697	675	29	1,625	1,060	2,114	1,144	1,354	270
<i>Cherax monticola</i>										10			60		625
<i>Cherax papuanus</i>	40	230	230	95	60		128	1,495	416	1,051					406
<i>Cherax peknyi</i>										366	100	1,417	1,190	903	
<i>Cherax plebejus</i>	65				116										
<i>Cherax preissii</i>												91	85		
<i>Cherax pulcher</i>										596	492		320	440	60
<i>Cherax quadricarinatus</i>	800	58,872	42,319	36,050	30,468	28,210	29,405	13,676	-	2,307	9,411	13,379	4,239	768	100
<i>Cherax snowden</i>										207	412	70	240	91	60
<i>Cherax</i> sp.		2,250													
<i>Cherax tenuimanus</i>		30			212							34			-
<i>Cherax warsamsonicus</i>											50				
<i>Euastacus hystericosus</i>													40	35	
<i>Euastacus sulcatus</i>												30	75	55	31
<i>Euastacus valentulus</i>													35	18	
<i>Procanbarus alleni</i>						1,370	5,203	6,220	2,440	2,499	10,243	18,422	32,750	500	400
<i>Procanbarus clarkii</i>		19,359	27,667	32,767	40,026	41,578	61,055	73,744	91,634	112,507	90,927	53,281	6,670		
<i>Procanbarus enoplosternum</i>															35
<i>Procanbarus mexicanus</i>						755									
<i>Procanbarus spiculifer</i>									22						127
Total Species	1	11	5	4	10	9	6	8	8	18	15	19	25	19	17
Total Individuals	800	82,046	70,666	69,562	72,152	76,290	98,642	99,800	95,669	132,727	125,511	106,555	71,559	34,690	35,490

Overall Risk Assessment Category (U.S. Fish &amp; Wildlife Service)

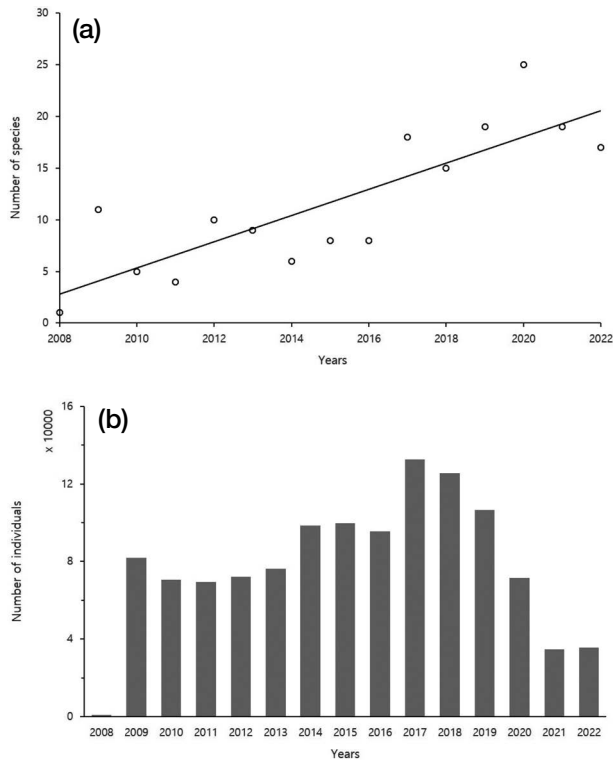


Fig. 1. Annual Import Status of Pet Freshwater Caryfish (a: Number of Species, b: Number of Individuals).

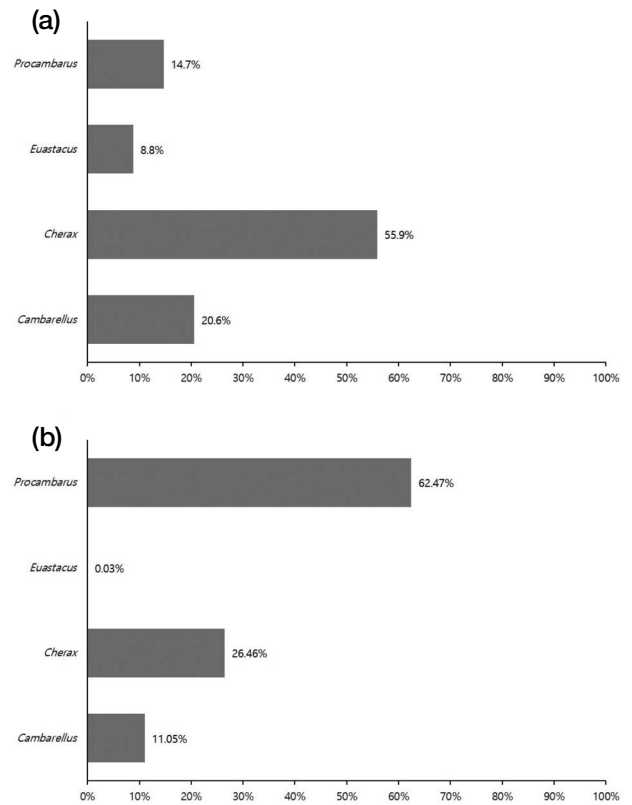


Fig. 3. Major genus of Imported Pet Freshwater Caryfish (a: Number of Species, b: Number of Individuals).

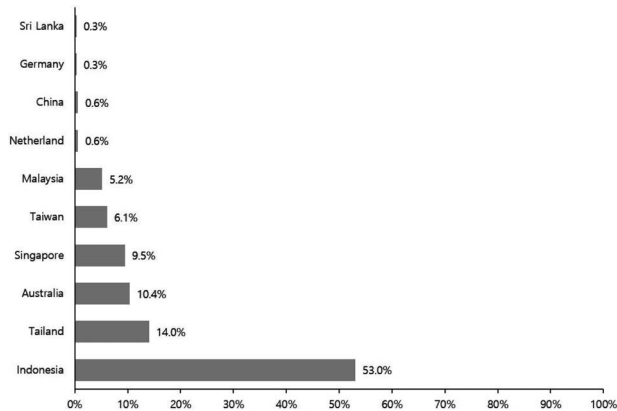


Fig. 2. Major importing countries of Pet Freshwater Crayfish.

3b). *Euastacus*속의 3종은 319개체로 2019년도 이후 수입업 자들에 의해 시범적으로 수입된 것으로 사료된다.

### 3. 고위험군

국내에 수입되는 애완가재 34종 중에 미국 및 유럽에서 고 위험군으로 분류하여 관리되고 있는 종은 미국가재(*Procam-*

*barus clarkii*), *Cherax quadricarinatus*, *Cherax cainii*, *Cherax destructor* 4종으로 조사되었다(Fig. 4).

미국가재(*P. clarkii*)는 전 세계적으로 현재 가장 널리 분포 하는 가재로 (Oficialdegui *et al.*, 2020), 과거에는 양식업을 위해 도입하였으나, 그 붉은 빛깔의 화려한 생김새 덕분에 애완동물 거래에서 관상용으로 주목받게 되어 스페인, 포르투갈, 이탈리아 등 유럽을 포함한 여러 국가에서 애완동물 거래가 활발히 이루어지고 있다(Maciaszek *et al.*, 2019; Weiperth *et al.*, 2020). 미국가재는 토종 가재를 압도하고 침입하는 서식지를 빠르게 장악하는 것으로 알려져 있으며, 가재 전염병 (*Aphanomyces astaci*)과 흰반점증후군(White spot disease)을 확산시킬 수 있는 숙주로도 알려져 있다. 또한 국내에 수입된 *Cherax quadricarinatus*는 호주 북동부가 원산지인 가재로 아시아, 아프리카, 남미, 북미 등 다양한 지역에 정착하였으며, 토종 새우의 감소와 미국가재와 같이 가재 전염병 (*Aphanomyces astaci*)과 흰반점증후군(White spot disease)을 확산시킬 수 있는 숙주로도 알려져 있으며, *Cherax cainii*는 호주 남서부가 원산지인 가재로 의도적으로 도입된 지역에서 토종 가재 개체수 감소에 영향을 미친 것으로 보고되었





Fig. 4. Pet freshwater crayfish classified as high-risk by the U.S. Fish & Wildlife Service (Photo source: GBIF).

Table 2. Assessment elements for High-risk crayfish in U.S. Fish & Wildlife Service

Assessment elements	<i>P. clarkii</i>	<i>C. quadricarinatus</i>	<i>C. cainii</i>	<i>C. destructor</i>
History of invasiveness	High	High	High	High
Climate match	High	Medium	Medium	High
Crayfish plague disease	Vector	Vector	–	Vector
White spot disease	Vector	Vector	–	–
Certainty of assessment	High	Medium	Medium	High
ORAC*	High	High	High	High

\*Overall Risk Assessment Category

다. 이러한 이유로 미국의 애리조나, 플로리다, 유타 등에서 금지 종으로 등록되어 있다. 그리고 *Cherax destructor*는 호주 남동부에 원산지인 가재로 다양한 서식지와 수질 조건에서 서식이 가능하며, 가재 전염병(*Aphanomyces astaci*)을 확산시킬 수 있는 숙주로도 알려져 있다. 미국 어류 및 야생동

물관리국(U.S. Fish & Wildlife Service) 가재 생태학적 위험성 평가는 침입에 대한 이력과 가재 전염병 등을 우선적으로 고려하고 있으며, 미국가재(*P. clarkii*)를 포함한 4종의 가재에 대하여 생태학적 위험성을 고위험군으로 분류하고 있다(Table 2). 일부 문헌에서는 *Procambarus alleni*종은 유럽

에서 미국가재와 유사한 잡식성 먹이 습관 및 굴파기, 가재 전염병 전파 매개체로서 고위험종으로 평가되기도 하였다 (Svoboda *et al.*, 2016).

## 고찰

본 연구에서는 2008년을 시작으로 2022년까지 수입된 관상용 애완 민물가재에 대한 현황을 정리하였으며, 그 중에 국내에 수입된 생태계교란생물로 지정된 미국가재(*P. clarkii*) 외에 3종의 고위험 침입성 가재에 대하여 확인하였다. 2019년 생태계교란생물로 지정된 미국가재의 경우 현재 국내 온라인에서 거래를 확인할 수 없지만, 브라질의 경우처럼 애완동물 거래에서 미국가재 수입이 불법이 된 후에도 가재를 기르거나 판매가 줄어들지 않은 것처럼 (Magalhães and Andrade, 2015) 사육과 비공식 판매 등이 있을 수 있으며, *Euastacus*속 등 최근 국내 수입기록이 없던 다른 종류의 가재와 고위험 침입성 가재가 여전히 수입되고 있는 실정으로 확인되었다(Table 1). 미국가재와 같은 국내 확산을 선제적으로 방지하기 위해서는 수입이 확인된 3종의 고위험 침입성 가재에 대하여 법정관리종 지정을 위한 생태계위해성평가가 시급할 것으로 보인다.

또한 국내를 포함한 대다수의 국가들이 적용하고 있는 토착 생태계에 위해를 입힐 가능성이 높은 외래 침입생물종에 대한 수입을 금지하는 ‘블랙 리스트(Black List)’ 방식은 지정되는 생물종이 이미 국내에 정착하고, 확산하여 피해를 널리 입힌 이후에 지정되는 경향을 보인다. 따라서 호주와 뉴질랜드에서 적용하고 있는 토착 생태계에 대한 침해의 우려가 없음이 인정된 외래 생물종을 목록화하고 수입을 허용하며, 목록에 없는 외래생물종에 대한 수입을 원하는 자는 그 외래 생물종의 무해함을 입증하고 수입을 허가받을 수 있는 ‘화이트 리스트(White List)’ 방식의 도입도 검토가 필요하다고 판단된다. 그러나 ‘화이트 리스트’와 ‘블랙 리스트’ 방식 도입 이전에 가장 큰 문제점은 가재를 올바르게 식별할 수 있는 전문 지식을 가진 사람이 부족하다는 것이다(Peters and Lodge, 2009). 공급업체와 소매업체는 어떤 종을 판매하는지 알아야 하는 법적 요구사항이 있더라도 판매하는 수생 종을 식별할 수 없는 경우가 많다(Chang *et al.*, 2009; DiStefano *et al.*, 2009). 또한 *Cherax gherardiae*와 *Cherax pulcher* (Lukhaup, 2015) 2종 모두가 “블루 문 가재”로 판매되는 등 애완동물 거래소에서 잘못된 이름으로 판매되는 경우가 많으며, 판매되는 민물가재에 대해 학명을 제공하지 않고 있다. 이러한 애완동물 민물가재 시장의 개선을 위해서는 수입업자 및 소매업체 그리고 소비자의 인식개선을 위한 교육과 종 식

별 및 라벨링 방법 개선 등 경로관리방법의 개선이 필요하다고 사료된다.

**저자정보** 박영준(국립생태원 생태안전연구실 외래생물탐 선임연구원), 전용락(국립생태원 생태조사연구실 자연환경 조사팀 연구원)

**저자기여도** 주저자 박영준은 본 연구를 설계하고 수행하였으며, 공동저자인 전용락은 자료의 정리 및 분석을 수행하였습니다. 본 연구 논문은 박영준이 원고를 작성하였고, 공동저자는 원고를 확인하였습니다.

**이해관계** 본 논문의 모든 저자는 이해관계에 충돌이 없음을 밝혀드립니다.

**연구비** 본 연구는 국립생태원의 외래생물 전국서식실태조사(NIE-법정연구-2023-12) 및 미국가재 생태계위해성 조사 및 관리방안 마련(NIE-수탁연구-2023-95)의 사업 지원에 의해 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Alderman, D.J., J.L. Polglase and M. Frayling. 1987. *Aphanomyces astaci* pathogenicity under laboratory and field conditions. *Journal of Fish Diseases* **10**: 385-393. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1987.tb01086.x>
- Chang, A., J. Grossman, T. Spezio, H. Weiskel, J. Blum, J. Burt, A. Muir, J. Piovia-Scott, K. Veblen and E. Grosholz. 2009. Tackling aquatic invasions: risks and opportunities for the aquarium fish industry. *Biological Invasions* **11**: 773-785. <https://doi.org/10.1007/s10530-008-9292-4>
- Chucholl, C. and A. Schrimpf. 2015. The decline of endangered stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in southern Germany is related to the spread of invasive alien species and land-use change. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, in press.
- Chucholl, C. 2013. Invaders for sale: trade and determinants of introduction of ornamental freshwater crayfish. *Biological Invasions* **15**: 125-141. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0273-2>
- Chucholl, C. 2015. Marbled crayfish gaining ground in Europe: the role of the pet trade as invasion pathway. p. 83-114. *In: Freshwater crayfish: a global overview* (Kawai, T., Z. Faulkes and G. Scholtz, eds.). CRC Press, Boca Raton.
- Chucholl, C. and F. Wendler. 2017. Positive selection of beautiful invaders: long-term persistence and bio-invasion risk of freshwater crayfish in the pet trade. *Biological Invasions* **19**: 197-208. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1272-5>
- Crandall, K.A. and S.D. Grave. 2017. An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean*

- Biology* **37**(5): 615-653. <https://doi.org/10.1093/jcbiol/rux070>
- DiStefano, R.J., M.E. Litvan and P.T. Horner. 2009. The bait industry as a potential vector for alien crayfish introductions: problem recognition by fisheries agencies and a Missouri evaluation. *Fisheries* **34**(12): 586-597. <https://doi.org/10.1577/1548-8446-34.12.586>
- Faulkes, Z. 2015a. The global trade in crayfish as pets. *Crustacean Research* **44**: 75-92. [https://doi.org/10.18353/crustacea.44.0\\_75](https://doi.org/10.18353/crustacea.44.0_75)
- Faulkes, Z. 2015b. Marmorcrebs (*Procambarus fallax* f. *virginialis*) are the most popular crayfish in the North American pet trade. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **416**: 20. <https://doi.org/10.1051/kmae/2015016>
- Hansen, G.J.A., C.L. Hein, B.M. Roth, M.J. Vander Zanden, J.W. Gaeta, A.W. Latzka and S.R. Carpenter. 2013. Food web consequences of long-term invasive crayfish control. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **70**: 1109-1122. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2012-0460>
- Hirsch, P.E., A. N'Guyen and P. Burkhardt-Holm. 2021. Hobbyists acting simultaneously as anglers and aquarists: novel pathways for nonnative fish and impacts on native fish. *Aquatic Conservation* **31**(6): 1285-1296. <https://doi.org/10.1002/aqc.3557>
- Holdich, D.M., J.D. Reynolds, C. Souty-Grosset and P.J. Sibley. 2009. A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **394-395**: 11. <https://doi.org/10.1051/kmae/2009025>
- Keller, R.P. and D.M. Lodge. 2009. Species invasions from commerce in live aquatic organisms: problems and possible solutions. *BioScience* **57**: 428-436. <https://doi.org/10.1641/B570509>
- Kim, D.Y., J.H. Kim and S.J. Kim. 2010. Policy Direction for a High Value Added Ornamental Fish Industry. Korea Maritime Institute. pp. 23-25.
- Kim, S.H., H.J. Baek and G.B. Yang. 2019. Report on Settlement of Alien Species Red Swamp Crawfish (*Procambarus clarkii*) in Korea. *Korean Journal of Ecology and Environment* **52**(4): 333-339. <https://doi.org/10.11614/KSL.2019.52.4.333>
- Lee, H.K., K.H. Kim and M.R. Choi. 2021. An Effect of Consumer Orientation about Pet-related Products on Satisfaction of by Households. *Journal of Consumer Policy Studies* **52**(2): 63-85. <https://doi.org/10.15723/jcps.52.2.202108.63>
- Lukhaup, C., J. Pantelei and A. Schrimpf. 2015. *Cherax snowden*, a new species of crayfish (Crustacea, Decapoda, Parastacidae) from the Kepala Burung (Vogelkop) Peninsula in Irian Jaya (West Papua), Indonesia. *ZooKeys* **518**: 1-14. <https://doi.org/10.3897/zookeys.518.6127>
- Maciaszek, R., M. Bonk and W. Strużyński. 2019. New records of the invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) from Poland. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **420**: 39. <https://doi.org/10.1051/kmae/2019033>
- Magalhães, A.L.B. and R.F. Andrade. 2015. Has the import ban on non-native red swamp crayfish (Crustacea: Cambaridae) been effective in Brazil? *Neotropical Biology and Conservation* **10**: 48-52. <https://doi.org/10.4013/nbc.2015.101.07>
- Oficialdegui, F.J., M.I. Sánchez and M. Clavero. 2020. One century away from home: how the red swamp crayfish took over the world. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **30**: 121-135. <https://doi.org/10.1007/s11160-020-09594-z>
- Olden, J.D., E. Whattam and S.A. Wood. 2021. Online auction marketplaces as a global pathway for aquatic invasive species. *Hydrobiologia* **848**: 1967-1979. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04407-7>
- Papavlasopoulou, I., C. Perdikaris, L. Vardakas and I. Paschos. 2014. Enemy at the gates: introduction potential of non-indigenous freshwater crayfish in Greece via the aquarium trade. *Central European Journal of Biology* **9**: 11-18. <https://doi.org/10.2478/s11535-013-0120-6>
- Patoka, J., A.L.B. Magalhães, A. Kouba, Z. Faulkes, R. Jerikho and J.R.S. Vitule. 2018. Invasive aquatic pets: failed policies increases risk of harmful invasions. *Biological Invasions* **27**: 3037-3046. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1581-3>
- Patoka, J., L. Kalous and O. Kopecký. 2014. Risk assessment of the crayfish pet trade based on data from the Czech Republic. *Biological Invasions* **16**: 2489-2494. <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0682-5>
- Patoka, J., L. Kalous and O. Kopecký. 2015. Imports of ornamental crayfish: the first decade from the Czech Republic's perspective. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **416**: 04. <https://doi.org/10.1051/kmae/2014040>
- Peay, S., D. Holdich and J. Brickland. 2010. Risk assessments of nonindigenous crayfish in Great Britain. *Freshwater Crayfish* **17** (in press).
- Pekny, R. and C. Lukhaup. 2005. Aquarienkrebse in Europa - eine rasante Entwicklung! 2. Internationale Flusskrebstagung, Baden 2005. Tagungsband, 78-94.
- Peters, J.A. and D.M. Lodge. 2009. Invasive species policy at the regional level: A multiple weak links problem. *Fisheries* **34**(8): 373-380. <https://doi.org/10.1577/1548-8446-34.8.373>
- Reynolds, J.D. 1988. Crayfish extinctions and crayfish plague in central Ireland. *Biological Conservation* **45**: 279-285. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(88\)90059-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(88)90059-6)
- Rezinciuc, S., J.V. Sandoval-Sierra, B. Oidtmann and J. Diéguez-Uribeondo. 2015. The biology of crayfish plague pathogen; current answers to most frequent questions. p. 182-204. In: *Freshwater Crayfish: A Global Overview* (Kawai, T., Z. Faulkes and G. Scholtz eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Svoboda, J., A. Mrugała, E. Kozubíková-Balcarová and A. Petrusek. 2016. Hosts and transmission of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci*: a review. *Journal of*

- Fish Diseases* **40**(1): 127-140. <https://doi.org/10.1111/jfd.12472>
- Twardochleb, L.A., J.D. Olden and E.R. Larson, 2013. A global meta-analysis of the ecological impacts of nonnative crayfish. *Freshwater Science* **32**: 1367-1382. <https://doi.org/10.1899/12-203.1>
- Unestam, T. 1965. Studies on the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* I. Some factors affecting growth in vitro. *Physiologia Plantarum*. **18**: 483-505. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1965.tb06911.x>.
- Unestam, T. 1966. Studies on the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* II. Factors affecting zoospores and zoospore production. *Physiologia Plantarum* **19**: 1110-1119. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1966.tb07104.x>
- Unestam, T. 1972. On the host range and origin of the crayfish plague fungus. *Report/Institute of the Freshwater Research Drottningholm* **52**: 192-198.
- Weiperth, A., M. Bláha, B. Szajbert, R. Serpös, Z. Bányai, J. Patoka and A. Kouba. 2020. Hungary: a European hotspot of non-native crayfish biodiversity. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **421**: 43. <https://doi.org/10.1051/kmae/2020035>
- [www.nfqs.go.kr](http://www.nfqs.go.kr)
- [www.fws.gov](http://www.fws.gov)