

## 외래생물 미국가재(*Procambarus clarkii*)의 국내 자연생태계 정착 보고

김수환\* · 백혜준 · 양근복

국립생태원

**Report on Settlement of Alien Species Red Swamp Crawfish (*Procambarus clarkii*) in Korea.** SuHwan Kim\* (0000-0003-4831-5071), Hae-Jun Baek (0000-0002-6324-5131) and Geun Bok Yang (0000-0002-9452-9508) (National Institute of Ecology, 1210, Geumgang-ro, Maseo-myeon, Seocheon-gun, Chungcheongnam-do 33657, Republic of Korea)

**Abstract** The Red swamp crawfish *Procambarus clarkii* is native to the southern United States and inhibits all over the world including the United States, Asia, Africa and Europe. In Europe, it is known to disrupt ecosystems such as competition with native crayfish. In this study, habitats of red swamp crawfish were identified in Jiseok stream (15.5 km section) and Daecho stream (6.1 km section) of Youngsan river. A total 33 red swamp crawfish were captured. A female captured in Jiseok stream carried 215 newly hatched red swamp crawfish in her the burrow. As a result of the analysis of the habitat environment, the water temperature was ranged of 2.4~32.8°C, conductivity was 53.4~502.3  $\mu\text{S cm}^{-1}$  and DO was 0.74~22.64  $\text{mg L}^{-1}$ . As a result of measuring HOBO, the temperature ranged from -9~48.1°C, showing a change of 57.1°C throughout the year. The variation of the water temperature throughout the year from 2.9~33.9°C was found to be 31°C. Red swamp crawfish have a high adaptability and a wide range of environmental resistance, and report a sharp increase in newly invaded areas, negatively affecting indigenous organisms. In addition, it can be used as a medium for the spread of diseases and parasites, so prompt investigation and research should be carried out.

**Key words:** *Procambarus clarkii*, settlement in Korea, Youngsan river, disturb ecosystem

### 서 론

미국가재 (*Procambarus clarkii*)는 십각목 (Decapoda) 가재과 (Cambaridae)에 속하는 담수 가재로 미국 루이지애나 주가 원산으로 아시아, 유럽, 아프리카 등 전세계에 널리 분포하며, 몸길이는 15 cm 내외, 체색은 붉은색, 흰색, 오렌지색, 푸른색 등 다양하게 나타나고, 먹이는 동물의 사체, 수서 곤충 등의 동물성 먹이부터 상추, 오이 등의 채소나, 수생식물 등의 식물성 먹이까지 다양한 종류의 먹이를 섭식하는

것으로 알려져 있다 (U.S. Fish and Wildlife Service, 2015).

유럽에서는 유럽의 악성 침입성외래종 목록에 포함되어 있으며, 유럽의 토종 가재를 밀어내는 생태계 문제를 야기하였으며, 먹이 경쟁과 균류 (*Aphanomyces astaci*)를 전파시켜 경쟁 종을 도태시키는 것으로 알려져 있다 (Catherine *et al.*, 2016). 일본에서도 침입외래생물로 관리하고 있으며, 일본 전역에 걸쳐 확산 분포하며, 수 생태계를 심각하게 교란하는 것으로 알려지고 있다 (Kawai, 2005). 중국에서는 1970년대 초 양쯔강 유역의 농부들에 의해 양식이 시도하였으나, 기술의 부족과 수요의 부족으로 인해 산업의 규모로 성장하지는 못하였으나, 이후 2001년부터 후베이성 농부들에 의해 10년 넘는 기간 동안 지속적으로 양식이 시도되었으며, 특정한 환경에서 가재의 재배법을 개발하기도

Manuscript received 28 November 2019, revised 6 December 2019, revision accepted 6 December 2019  
\* Corresponding author: Tel: +82-41-950-5805, Fax: +82-41-950-6103, E-mail: ksh0814@nie.re.kr

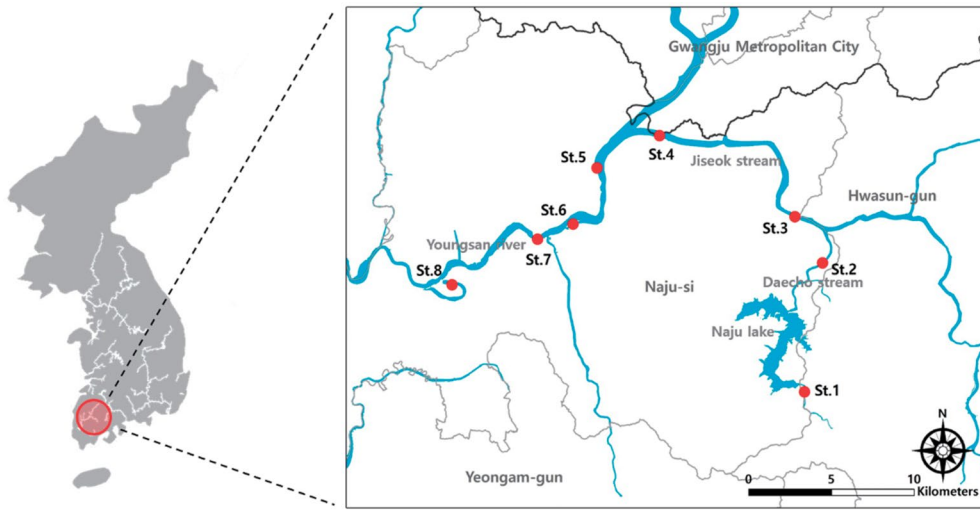


Fig. 1. Study sites in Yeongsan river and JiSeok stream.

하였다(Wang *et al.*, 2018). 한국해양개발원의 중국 수산 동향에서는 2015년 중국에서의 민물가재는 연간 20만톤 이상을 수출하고 있는 것으로 조사되고 있어, 대량으로 양식하고 있으며, 중국의 담수 양식에 중요한 부분을 차지하고 있는 것을 알 수 있다(Kim *et al.*, 2016).

국내 연구 사례로는 생태계위해성이 높은 외래종 정밀조사 및 선진외국의 생태계교란종 지정 현황 연구에서 1987년 서울 용산가족공원에서 출현한 사례가 있는 것으로 보고된 바 있다. 이후 2006년 연구에서 서울 용산가족공원, 부산의 하야리아 미군부대, 서울 근교의 양재천, 탄촌, 안양천 일대, 강원도 춘천의 공지천 일대의 조사 결과 1987년의 연구 결과와 마찬가지로 용산 가족공원 내 연못에서만 서식을 확인하였고(Kim *et al.*, 2006), 이후 국내의 서식이 나, 추가적인 연구는 이루어지지 않았다.

미국가재는 주로 관상용의 목적으로 도입되고 있으며, 사육 포기 후 자연생태계로 유기하는 등 인위적 요인에 의해 자연생태로 유입되는 것으로 추정된다. 본 연구에서는 미국가재의 국내 서식 및 적응 여부를 파악하였으며, 영산강수계 지석천에서의 미국가재 정착 및 서식을 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사기간 및 조사지점

미국가재의 현장 조사는 전라남도 나주시, 화순군 일대의 영산강 지류 지석천, 대초천과 영산강 본류 대상으로 총 8개 지점을 선정하여 조사하였으며, 조사기간은 2018년 2월

부터 2019년 2월까지 매월 1회 이상 조사를 실시하였으며, 동소서식하는 저서무척추동물상의 확인은 8월과 9월 2회에 걸쳐 실시하였다.

조사지점의 수는 미국가재의 확산 양상을 고려하여 영산강 지류와 본류를 구분하여 선정하였다. 각 조사지점(Fig. 1)의 명칭과 GPS는 다음과 같다.

- St. 1: 전라남도 화순군 도암면 용강리  
(N 34°54'54.9", E 126°52'20.4")
- St. 2: 전라남도 화순군 도암면 우산리  
(N 34°59'04.5", E 126°53'01.4")
- St. 3: 전라남도 나주시 남평읍 오계리  
(N 35°00'33.5", E 126°51'55.0")
- St. 4: 전라남도 나주시 금천면 시기리  
(N 35°03'08.2", E 126°46'30.6")
- St. 5: 전라남도 나주시 금천면 월곡리  
(N 35°02'04.8", E 126°44'02.2")
- St. 6: 전라남도 나주시 영산동  
(N 35°00'15.9", E 126°43'06.0")
- St. 7: 전라남도 나주시 이창동  
(N 34°59'46.2", E 126°41'41.8")
- St. 8: 전라남도 나주시 다시면 옥곡리  
(N 34°58'16.9", E 126°38'18.6")

### 2. 조사방법 및 분석

미국가재의 서식을 확인하기 위해 통발(소형, 우산형)에 미끼(북어채, 마른멸치 등 건어물)를 넣어 12시간 이상 설치 후 확인하였으며, 족대(Kick net, 망목: 4×4mm)를 이용



Fig. 2. Method of surveying red swamp crawfish, (A) scoop net, (B) traps, (C) kick net, (D) night survey.

하여 수변부, 수풀 등의 장애물이 있는 지점을 조사하였고, 동소서식 저서성무척추동물과 치가재 확인을 위해 특수 제작한 미세망 족대(망목: 1×1 mm)와 뜰채를 이용하여 조사하였다. 또한 야간에 활동하는 생태 특성을 반영하여 야간 조사도 병행하여 실시하였다(Fig. 2D). 미국가재의 서식환경 조사를 위해 조사지점에서 다항목수질측정기(YSI, pro-plus)를 사용하여 수온, 용존산소량(DO), 전기전도도(Conductivity), 수소이온농도지수(pH)를 측정하였다. 또한 미국가재의 자연생태계 정착 여부를 판단하고, 서식지 환경을 정확히 파악하기 위하여 서식지의 기온과 수온의 변화를 정밀하게 측정하였다. 측정은 온습도데이터로거(Hobo Pro v2, U23-001)를 지석대교 지점(St. 4)에 설치하여 2018년 1월 31일부터 2019년 1월 23일까지 수온과 기온을 측정하여 기록하였다. 자료의 측정은 30분 단위로 측정하였고, 1일 2회(12:00, 24:00)의 데이터만을 추출하여 사용하였다. 수온은 수심 1m 내외에서 측정하였으며, 유량의 변화에 따라 일부 측정 수심에 변화가 있다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 미국가재(*Procambarus clarkii*)의 생물학적 특성

미국가재의 외부형태는 가재와 유사하나 성체의 크기가

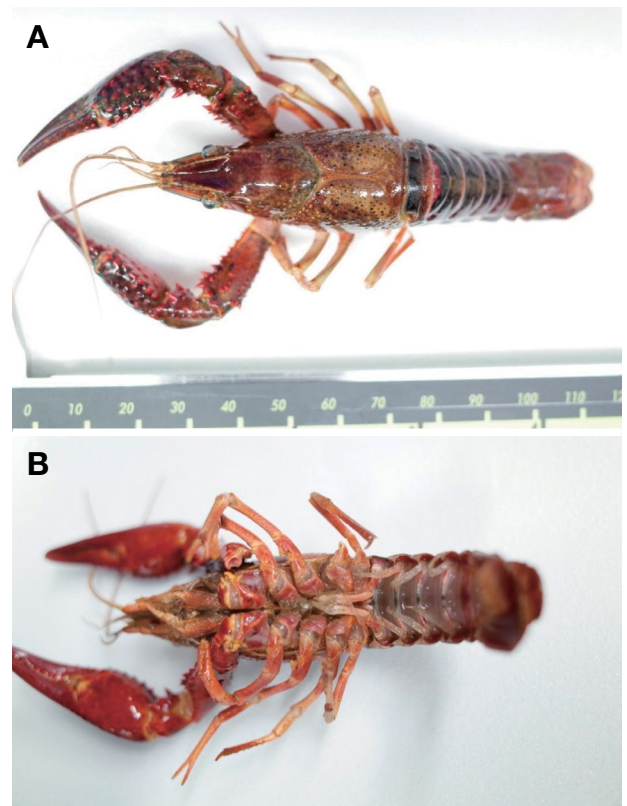


Fig. 3. External form of red swamp crawfish, (A) dorsal view, (B) lateral view.

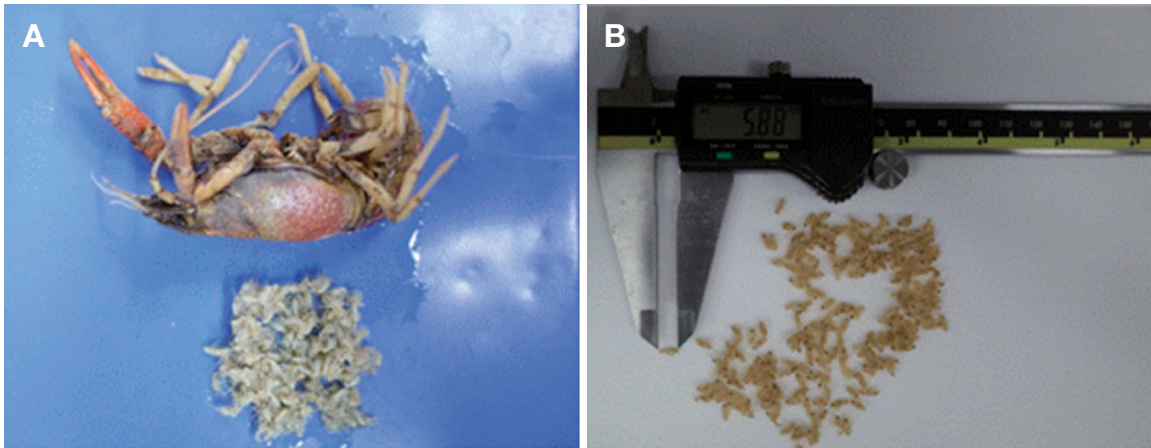


Fig. 4. Red swamp crawfish (A) and young red swamp crawfish (B) captured in St. 4 on March 23, 2018.

15 mm 내외로 국내 서식하는 가재(몸길이, 65 mm 내외)(Kim, 1977)보다 훨씬 크다. 이마뿔은 등배쪽으로 납작하고 비교적 짧으며, 갑각의 등면 정중선에는 세로로 달리는 봉합선이나 마루가 없다. 꼬리마디는 가로로 봉합선으로 나뉘며, 양 옆 가장자리는 뒤로 가며 좁아지고, 뒷 가장자리는 둥근 편이다. 몸통은 검붉고 집게다리와 걷는다리는 선홍색을 띠며 다리는 총 5쌍이다(Kim *et al.*, 2006). 제1가슴다리는 크고 집게를 가지며 표면에 울퉁불퉁한 모양의 돌기가 있으며, 제2~3다리에는 끝에 작은 집게가 있다(Fig. 3). 일반적으로 유숙이 느린 하천, 습지, 농수로 등에서 서식하며, 연중 물속에서 발견되고, 성장이 매우 빠른 편이며, 건조한 상태에서도 4개월 가량 생존이 가능하다(U.S. Fish and Wildlife Service, 2015). 번식기가 되면 수컷은 높은 이동성을 보이며 4일에 17 km까지 이동할 수도 있다(Loureiro *et al.*, 2015). 약간의 염도가 있는 물에서도 서식할 수 있으며, 먹이는 주로 옆새우류, 물고기 치어, 죽은 동물의 사체 등을 먹는다. 어릴 때는 성체보다 강한 육식성을 보이며 동종을 포식하기도 한다. 성체가 되면 주로 식물조각이나 부식질을 섭식하는 잡식성을 보이며, 번식은 따뜻한 지역에서는 봄철과 가을철 연 2회 이상 산란하고, 크기가 10 cm의 암컷은 500개의 알을 포란할 수 있다. 암컷의 배다리 다섯 쌍에는 털이 많이 있어 알을 품을 때 감싸주는 역할을 하며, 알이 떨어지지 않게 한다. 세대번식 기간이 짧은 편으로 4~4.5개월이면 다음세대의 생산이 가능하다(U.S. Fish and Wildlife Service, 2015).

## 2. 영산강 수계 미국가재 서식 현황

전라남도 나주시, 화순군 일대의 영산강 지류 및 본류의 8개 구간의 미국가재 서식 및 자연 정착여부를 확인한 결

과 현재 나주호 하류에서 지석천 합류부까지의 대초천(St. 2) 6.1 km 구간과 대초천 합류부에서 영산강 본류 합류부의 지석천(St. 3, 4) 15.5 km의 구간에서 미국가재의 서식을 확인하였다. 또한 지석천에서 직선거리로 2 km가량 떨어진 나주시 남평읍 풍림저수지에서도 미국가재 1개체가 확인되었다. 이는 미국가재는 수계를 통한 이동뿐만 아니라 육지, 농수로, 농경지 등을 통한 이동이 가능하며, 이에 따른 광역 확산의 우려가 있음을 시사한다.

본 연구에서 채집된 미국가재는 총 33개체이며 개체의 크기는 전장 14.9~108.8 mm, 무게 0.06~33.4 g으로 확인하였다. 채집된 개체의 암컷 대 수컷의 성비는 1:0.3으로 암컷이 우세하게 출현하였으며, 미성숙한 개체는 20개체가 확인되었다. 미국가재의 확인지점은 조사지점 중 지석대교에서 11개체, 우산교 12개체, 오계리에서 10개체가 확인되었다. 지석대교에서는 3월과 5월 조사에서 성체가, 우산교, 오계리에서는 9월 미성숙개체가 확인되었다. 특히 3월 23일 지석대교에서 채집된 암컷 1개체의 복부에는 215개체의 어린가재가 붙어 있는 것이 확인되었다(Fig. 4). 미국가재와 동소 서식하는 저서성무척추동물상은 연체동물문, 환형동물문, 절지동물문의 3문 6강 총 82종이 확인되었다. 조사종 중 복종강이 9종(11.0%), 이매패강 4종(4.9%), 빈모강 1종(1.2%), 거머리강 2종(2.4%), 갑각강 4종(4.95%), 곤충강은 62종(75.6%)으로 확인되었다. 이중 미국가재와 같은 십각목에 해당하는 종은 새뱅이(*Caridina denticulate*)와 두드럭징거미새우(*Macrobrachium koreana*) 2종이 확인되었다.

## 3. 서식환경 분석

미국가재가 서식하는 지점의 서식환경을 확인하기 위하여 2018년 1월부터 12월까지 월 1회 다항목수질측정기로

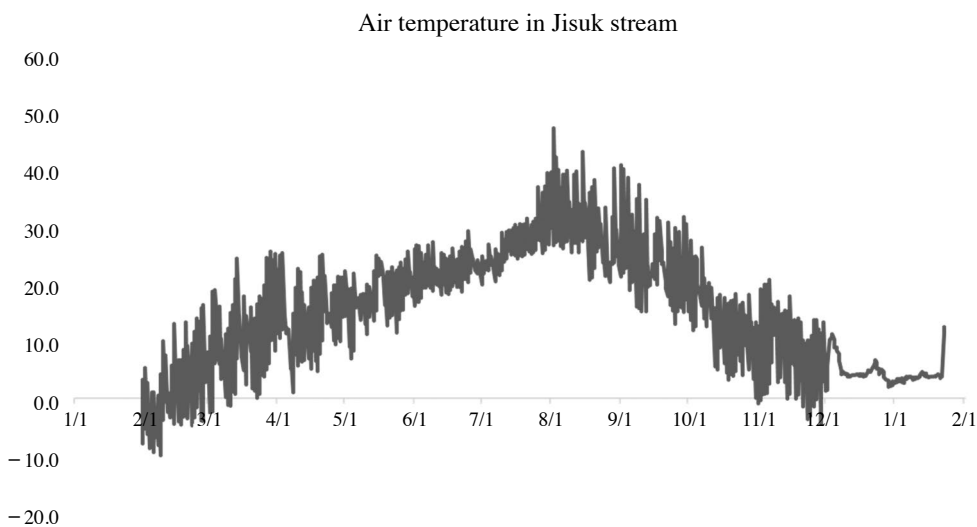
측정한 결과(Table 1) 수온은 2.4~32.8°C, 평균 18.6±8.5°C로 변화의 폭이 크게 나타났으며, 12월(12월 29일 24시)에 최소값과 7월(7월 29일 12시)에 최대값을 나타냈다. 1월에서 2월 5°C 내외의 값을 보이다가 3월부터 급격하게 상승하여 7월과 8월에 30°C 내외로 최대값을 보이고 9월부터 점차 하락하여 12월에 5°C 내외의 값을 나타내고 있으며, 모든 조사지점에서 유사한 변화 패턴을 보였다. 전기전도도는 53.4~502.3 μS cm<sup>-1</sup>의 범위로, 평균 238.8±110.6 μS cm<sup>-1</sup>을 나타내었다. 특징적으로는 St. 6 지점에서만 53.4~96.3 μS cm<sup>-1</sup>으로 연중 100 μS cm<sup>-1</sup>의 값을 보여 다른 지점의 86.9~502.3 μS cm<sup>-1</sup>의 값을 보이는 것에 비하여 낮게 나타났다. 이는 St. 6 지점이 본류 수계와 분리된 배후습지의 지점 특성을 반영한 것으로 판단된다. 이외의 전기전도도에 대한 일정한 변화패턴은 확인되지 않았다. 용존산소량(DO)은 0.74~22.64 mg L<sup>-1</sup>의 범위를 나타내고 있으며, 특히 여름철에 St. 3 지점에서 낮은 값을 나타냈다. 이는 St. 3 지점이 타 조사지점보다 수심이 낮고, 물의 흐름이 거의 없으며 죽은 수생식물의 잔해가 두껍게 쌓여 있어 타 지점보다 낮은 용존산소량을 보이는 것으로 추정된다. 계절적 변화패턴에서는 동절기에는 높은 값을 유지하다가 점점 낮

아지며, 8월 이후 다시 높아지는 패턴을 나타내고 있다. 수소이온농도지수(pH)는 7.1~9.7의 범위로 나타났으며 모든 조사지점에서 큰 변화 없이 연중 유사한 수치를 보여주었다. 미국가재의 국내 수계 정착여부를 판단하고 정밀한 서식환경을 파악하기 위해 온습도데이터로거(Hobo Pro v2, U23-001)를 이용한 측정결과 기온은 2018년 2월 8일 24:00에 최저 -9°C를 기록하였고, 2018년 8월 2일 12:00시에 최대 48.1°C, 연평균 값과 편차는 16.1±10.6°C의 값으로 기록되어, 연중 기온의 변화폭은 57.1°C로 확인되었다(Fig. 5). 2월초에는 영하의 기온을 보이다가 서서히 상승하여 3월에는 영상의 기온을 회복하였으며, 3월 이후 서서히 기온이 상승하여 8월 2일 최대값을 보이고, 이후 서서히 하강하여 12월 초에 다시 영하권의 기온을 보이는 것이 확인되었다. 미국가재의 서식과 직접적 연관이 있는 수온의 변화는 2019년 12월 29일 24:00시에 2.9°C로 최저를 기록하였으며, 2018년 7월 29일 12:00시에 33.9°C로 최대값, 연평균 값과 편차는 17.1±8.6°C의 값을 보였으며, 수온의 변화폭은 31°C로 확인되었다(Fig. 6).

수온의 변화 양상은 2월에서 3월까지 5°C 내외의 수온을 보이다 3월 이후 서서히 상승하나, 상승하다 하강하는 수온의 변화 패턴을 보이고 있는데 이는 강수 등 날씨의 영향이 반영되는 것으로 생각된다. 6월 초부터 7월 초까지는 1개월가량 20°C에서 25°C 사이의 일정한 값을 보이는데 이는 장마 시기에 지속적인 강우로 인해 수온 변동폭이 적을 것으로 생각된다. 장마가 끝나고 나서 8월까지 급격한 수온의 상승을 보이며, 7월 말 최대값을 보이다가 11월 초까지 완만하게 하강한다. 11월 13일부터 30일까지 18일 동안은 기기 오류로 인해 측정 자료가 삭제되었으며, 11월 30일 이후

**Table 1.** Water quality measurement at the survey point (Jan.~Dec. 2018).

Measurement item	Range	Average ± SD
Water temperature (°C)	2.4~32.8	18.7 ± 8.5
Dissolved oxygen	0.74~22.6	9.8 ± 4
Conductivity (μS cm <sup>-1</sup> )	53.4~502.3	238.8 ± 110.5
pH	7.1~9.7	8.3 ± 0.6



**Fig. 5.** Graph of temperature change during the survey.

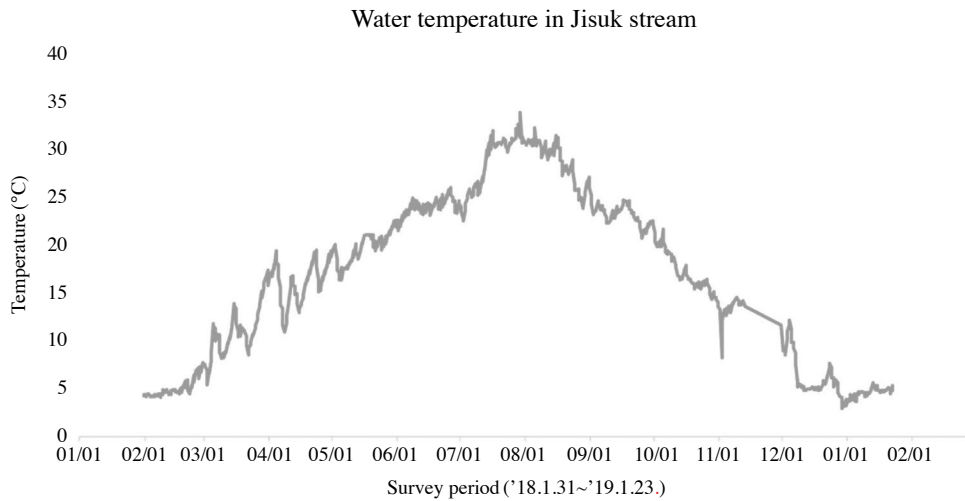


Fig. 6. Graph of water temperature change during the survey.

다시 정상적으로 기록되어 5°C 내외로 2019년 1월 22일까지 측정되었다. 미국가재의 서식지 환경 분석결과와 물환경정보시스템의 국내 한강수계 가평천의 2018년의 수온 측정값(0.8~29.1°C, 15.0±9.3°C)을 비교해 보아도 큰 차이를 보이지는 않는다. 이를 토대로 미국가재는 국내 수계 전 지역에서 서식 및 월동이 가능할 것으로 판단되며, 하천과 농수로, 경작지 등을 따라 폭 넓게 확산할 우려가 있다. 따라서 미국가재의 서식이 확인되는 지점에서는 적극적인 퇴치 활동과 이를 효과적으로 관리할 수 있는 관리방안의 마련이 요구된다.

#### 4. 미국가재 생태계위해성

미국가재는 서식환경에 대한 높은 적응력을 가지고 있어 농경지, 습지, 호수, 하천 등 다양한 조건에서의 서식이 가능하고, 넓은 환경내성범위를 가져 염도는 12 ppt 이상까지, pH 5.8~10의 범위 DO 3 ppm 이하까지, 서식 수온 범위는 0~40°C까지 적응하여 서식 가능한 것으로 보고하고 있다(US. Fish and Wildlife Service, 2015). 새로이 유입된 지역에서 빠르게 정착하며, 개체군이 급격히 증가하여 주요 토착생물 서식에 부정적인 영향을 미치며, 특히 유럽의 토착 새우류 개체군의 감소에 치명적인 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다(Catherine *et al.*, 2016). 또한 유럽의 스페인, 이탈리아, 지중해 일대 습지와 아프리카의 케냐의 습지에서 수중식물 감소에 직접적인 영향을 보고하고 있다. 미국가재는 질병을 전파하거나 기생충을 매개하는데 미국에서 새우류 곰팡이성 감염질환(*Aphanomyces astaci*)과 백색점 바이러스(white spot syndrome virus, WSSV)를 매개하는

것이 확인되었으며, 기생충의 중간 숙주로 어류 및 조류에 *Microphallus*, *Maritrema obstipum*, *Sogandaritrema progeneticum*를 매개한다고 보고하고 있다(Loureiro *et al.*, 2015). 또한 굴 파는 행동으로 하천 및 농수로에 구멍을 뚫어 농업 및 양식업에 피해를 유발하기도 한다. 따라서 미국가재의 서식이 확인된 지역에서는 미국가재가 매개할 수 있는 수생질병과 기생충에 대한 조사가 요구되며, 서식밀도가 높은 지역은 하천 제방, 농수로 등에서 굴 파기 행동으로 인한 피해를 사전에 예방할 수 있도록 확인 점검하여야 한다(Song *et al.*, 2018).

## 적 요

미국가재 *P. clarkii*는 미국 남부지역이 원산지이며, 미국, 아시아, 아프리카, 유럽 등 전 세계에 걸쳐 서식하며, 유럽에서는 토종가재와의 경쟁 등 생태계를 교란하는 것으로 알려져 있다. 본 조사에서 영산강수계의 지석천(15.5 km 구간)과 대초천(6.1 km 구간)에서 미국가재의 서식이 되었다. 연구기간 동안 채집된 미국가재는 총 33개체이며, 3월에 채집된 암컷 1개체에서는 복부에 붙어 있는 215개체의 어린가재가 확인되었다. 다항목수질측정기를 활용한 서식 환경의 분석결과 수온 2.4~32.8°C의 범위로 확인되었고, 전기전도도는 53.4~502.3  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , 시기와 지점에 따라 일정한 변화 패턴을 보이지는 않았으며, 용존산소량은 0.74~22.64  $\text{mg L}^{-1}$ 로 조사지점과 계절에 따른 변화의 폭이 크게 나타났다. 보다 정밀한 수온과 기온의 변화를 파악하기 위해 온습도데이터 로거를 설치하여 측정할 결과 기온은 -9~48.1°C로 연중

기온 변화폭이 57.1°C로 폭 넓게 나타났으며, 수온의 2.9~33.9°C로 연중 수온 변화폭은 31°C로 확인되었다. 기온의 변화폭이 넓게 나타난 이유는 온습도데이터로고의 설치를 직사광선에 노출되는 장소로 선정하였기 때문으로 연중 기온의 변화폭과는 다소 차이가 있을 수 있다. 미국가재는 높은 적응력과 넓은 환경내성 범위를 가지며, 새로이 유입된 지역에서 급격하게 증가하여 토착생물에 부정적 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다. 또한 질병과 기생충 전파의 매개로서 작용하며, 굴 파는 행동으로 인해 농경지와 양식장에 피해를 야기할 수 있어 이에 대한 신속한 조사와 연구가 수행되어야 한다.

**저자정보** 김수환(국립생태원 전임연구원), 백혜준(국립생태원 연구원), 양근복(국립생태원 연구원)

**저자기여도** 주저자 김수환은 본 연구를 설계하고 수행하였으며, 공동저자인 백혜준, 양근복은 공동으로 본 연구에 참여하였으며, 본 연구 논문은 김수환과 백혜준이 원고를 작성하였고, 모든 저자는 원고를 확인하였습니다.

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

**연구비** 본 연구는 국립생태원 외래생물연구팀의 연구사업에 의해 수행되었으며, 특히 생태계교란생물모니터링(NIE-법정연구-2019-09)의 사업 지원에 의해 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Kawai, T. and Y. Kobayashi. 2005. Origin and current distribution of the alien crayfish, *Procambarus clarkia* (Girard, 1852) in Japan. *Crustaceana* **78**(9): 1143-1149.
- Kim, B.T., O.M. Kwon, H.G. Ki, H.J. Park, W.B. Park and G.H. Bae. 2016. China's Fisheries Trends. Korea Maritime Institute, Korea.
- Kim, H.S. 1977. Illustrated Flora and Fauna of Korea (Vol. 19 Macrura). Ministry of Education. 414 pp.
- Kim, J.M., J.H. Kil, W.M. Kim, J.H. Seo, H.C. Shin, W.H. Kim, J.Y. Ban, U.G. Kim, J.Y. Lee, G.S. Go, S.H. Park and H.S. Oh. 2006. A Study of Detailed Survey on Invasive Alien Species in Korea and Designation of Invasive Alien Species in Foreign Countries. National Institute of Environmental Research, Korea. 408 pp.
- Loureiro, T.G., P.M.S.G. Anastácio, P.B. Araujo, C. Souty-Grosset and M.P. Almerão. 2015. Red swamp crayfish: biology, ecology and invasion - an overview. *Nauplius* **23**: 1-19.
- Song, H.R., N.Y. Kim, S.H. Kim, D.E. Kim, D.H. Lee, D.H. Choi, H.J. Lee, H.J. Baek, D.K. Kim, M.J. Kim, T.B. Ryu, Y.C. Kim and S.W. Sim. Investigating Ecological Risk of Alien Species (V). National Institute of Ecology, Korea. 89 pp.
- Souty-Grosset, C., P.M. Anastácio, L. Aquiloni, F. Banha, J. Choquer, C. Chucholl and E. Tricarico. 2016. The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: Impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters* **58**: 78-93.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2015. Red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*) Ecological Risk Screening Summary. U.S. Fish and Wildlife Service. p. 1-21.
- Wang, Q., H. Ding, Z. Tao and D. Ma. 2018. Crayfish (*Procambarus clarkii*) Cultivation in China: A Decade of Unprecedented Development. *Aquaculture in China*. pp. 365-376.