

남한의 세지역(서울·논산·부산)에서 기후변화 민감종인 맹꽁이(*Kaloula borealis*, 멸종위기 야생동물 II급)의 체장길이 및 몸무게 차이 비교 연구

안치경·홍성구*·나수미*·도지선*·오기철**·이훈복**

주식회사 녹인

*서울여자대학교 대학원 생명환경공학과

**낙동강유역환경청

Comparison Study of the Snout-vent Length (SVL) and the Biomass for the Climate Change Sensitive Species, Narrow-mouthed Toads (*Kaloula borealis*, Endangered Species II), at the three different areas (Seoul, Nonsan, Busan) of South Korea

Chi-Kyung An·Sung-Gu Hong*·Sumi Na*·Jiseon Doh*·Ki Cheol Oh**·Hoonbok Yi**

LOGIN, Korea

*Department of Bio-environmental Technology, Graduate School of Seoul Women's University, Korea

**Nakdong River Basin Environmental Office, Korea

(Received : 05 December 2019, Revised: 23 January 2020, Accepted: 17 February 2020)

요약

본 연구는 기후변화 민감종의 하나인 멸종위기야생동물 II급, 맹꽁이(*Kaloula borealis*)의 생체량이 위도가 다른 세 지역(서울, 논산, 부산)에서 어떠한 차이를 보이는 지를 알아보기 위해 수행되었다. 맹꽁이 포획을 위해서 함정트랩(pitfall traps)과 유도트랩(inducement traps)을 이용하였으며, 각 서식지별 환경조건(온도, 강수량, 습도)을 파악하여 지역별로 비교하였다. 조사결과, 맹꽁이 수컷의 경우, 부산지역 개체의 크기가 $41.6 \pm 0.39\text{mm}$, 생체량이 $11.3 \pm 0.17\text{g}$ 으로 가장 크고 무거운 것으로 확인되었으며, 서울과 논산의 경우 크기가 각각 $36.6 \pm 2.03\text{mm}$, $36.6 \pm 1.76\text{mm}$, 생체량은 각각 $8.1 \pm 0.55\text{g}$, $8.2 \pm 0.91\text{g}$ 으로 통계적으로 큰 차이를 보이지 않았다. 맹꽁이 암컷의 경우, 부산 개체의 크기는 $44.7 \pm 0.35\text{mm}$, 생체량이 $13.1 \pm 0.18\text{g}$ 으로 긴 것으로 조사되었으나, 중량은 지역별 차이가 크지 않았다. 결과적으로 부산에 서식하는 맹꽁이의 암·수 모두 다른 지역의 개체들의 크기와 생체량이 더 큰 것으로 나타났다. 본 논문은 현재 기후상태의 기준이 되어 중복원에 대한 연구 수행 시 중요한 자료로 이용 될 수 있을 것으로 보이며, 장기적으로 조사가 진행된다면, 기후변화에 따른 양서류 무미목의 생체량 변화를 파악할 수 있는 기반이 될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 유도트랩, 중량, 지역차이, 크기, 함정트랩

Abstract

This study was carried out to compare the Snout-vent length (SVL) and the biomass for the endangered species II, narrow-mouthed toad (*Kaloula borealis*), at the three different latitude sites (Seoul, Nonsan, Busan) in Korea. For the narrow-mouthed toad study, pitfall traps and inducement traps were used to catch the species, and environmental factors (temperature, precipitation, humidity) were compared by region. As a result of this study, each of the male narrow-mouthed toads' SVL and biomass in Busan was $41.6 \pm 0.39\text{mm}$, and $11.3 \pm 0.17\text{g}$, which showed that it was the biggest and heaviest among the three regions. For Seoul and Nonsan, each of the SVL of the female narrow-mouthed toad was $36.6 \pm 2.03\text{mm}$,

* To whom correspondence should be addressed.

Department of Bio-environmental Technology, Graduate School of Seoul Women's University, Korea
E-mail: yih@swu.ac.kr

- Chi-Kyung An LOGIN, Korea / Research fellow (acgyun@naver.com)
- Sung-Gu Hong Graduate School of Seoul Women's University, Korea / Ph.D. Candidate (chaes9@naver.com)
- Sumi Na Graduate School of Seoul Women's University, Korea / Ph.D. Candidate (fau_chon_@naver.com)
- Jiseon Doh Graduate School of Seoul Women's University, Korea / Graduate Student (dorajiO2@swu.ac.kr)
- Ki Cheol Oh Nakdong River Basin Environmental Office, Korea/ Research fellow (okc72@hanmail.net)
- Hoonbok Yi Graduate School of Seoul Women's University, Korea / Professor (yih@swu.ac.kr)

36.6±1.76mm, and the biomass was 8.1±0.55g, 8.2±0.91g, which showed that there was no significant difference between Seoul and Nonsan. Each of the female narrow-mouthed frogs' SVL and biomass in Busan was 44.7±0.35mm, 13.1±0.18g, which was also biggest but showed no significant difference in biomass by region. Concluding, this showed that the female narrow-mouthed toad in Busan is larger and heavier than those of other regions. We hope this study will be a standard for the future amphibian research with comparing the SVL and biomass for the endangered species II, narrow-mouthed toad. It is expected that if this kind of study keeps for long, it will be a basis for understanding changes in biomass of amphibian species due to climate change.

Key words : Inducement trap, Pitfall trap, Regional difference, Snout - vent length (SVL), Weight

1. 서 론

인간의 활동으로 야기된 기후변화는 전 세계의 조류 37%, 양서류 60%, 산호초 79%가 멸종위기에 이르게 할 정도로 생태계에 부정적인 영향을 주었으며(Solomon, 2007), 이러한 기후변화는 엘니뇨현상을 비롯한 극한 기후를 변화시키고 있다(Hansen *et al.*, 2006). 이 때문에 생물종의 감소와 멸종은 지속적으로 이뤄질 것으로 예상되고 있다(Williams *et al.*, 2007; Beaumont *et al.*, 2011). 지속적 생태계변화는 서서히 나타나고 특성이 있으므로, 이에 대한 예측을 위해서는 장기적인 모니터링에 적합한 지표종 선정이 필요한 것으로 예측된다. 환경부에서는 2010년도에 척추동물 18종(조류 14종, 양서류 2종, 어류 2종), 관속식물 44종, 무척추동물(곤충 21종, 연체 1종, 기타무척추 6종), 균류 5종, 해조류 5종 등의 100종을 선정하였다(Yoo and Kim, 2008).

양서류는 상위포식자에게는 먹이자원이 되고, 곤충류를 포식하는 생태계 먹이사슬의 중간자로서 매우 중요한 분류군 역할을 수행한다(Kim and Song, 2010). 또한 환경 변화와 환경 호르몬에 민감한 생활사를 지니고 있는 분류군으로, 지난 수십년간 전 세계적으로 감소하는 추세를 보이고 있다. 양서류의 감소원인으로는 과잉 개발, 서식지의 손실 그리고 질병, 기후 변화와 같은 원인이 있다(Stuart *et al.*, 2004).

환경부가 지정한 기후변화 민감종의 양서류는 맹꽂이와 북방산개구리이다. 특히 맹꽂이(*Kaloula borealis*)는 인간의 간섭요인으로 인해 개체수가 현저히 줄어들고 있는 실정이며(Yang *et al.*, 2000), 환경부에서는 1989년부터 맹꽂이를 멸종위기야생생물 II급으로 지정하여 보호하고 있다. 맹꽂이에 대한 기초적인 데이터 및 맹꽂이 관련 연구가 지속적으로 수행되고 있는 것은 사실이나(Hong, 2016), 맹꽂이에 대한 생태학적인 연구는 아직 미비한 것으로 볼 수 있다. 따라서 멸종위기종인 맹꽂이에 대한 연구가 충분히 이루어지지 않은 상태에서의 종의 복원과 보전은 무의미할 수 밖에 없다(Kim and Lee, 2010).

맹꽂이는 IUCN의 적색목록(Red List)에서는 관심필요종(LC:Least Concern)으로 구분되어 있으나, 국내에서는 환경부지정 멸종위기 야생생물 II급 종으로 보호하고 있으며, 남한 내에 울릉도등 일부도서를 제외하고는 전국에 분포하고, 중국, 일본, 한국에 분포에 대규모 공사가 진행될 경우 서식환경이 작은 맹꽂이는 제한된 지역에서 절멸 위기가 높은 종이므로, 보호가 필요한 종이다. 그러므로 보전계획 수립은 물론, 복원이

나 서식공간을 대체 할 수 있는 지역에 대체서식지 등의 강력한 대책이 필요하다(Kim *et al.*, 2010). 현재 진행되는 복원계획이 대부분 성공사례로 남지 않는 이유는 대상종의 생태학적 자료 부족이나 경험부족이 많다. 이에 대한 계획적이고, 추진력 있는 사례나 가이드라인이 형성되지 않은 점, 양서류의 생태단계 중 산란에서 다시 그 개체가 산란을 하는 시기까지의 꾸준한 모니터링이 이루어지기에는 너무나 짧은 기간 등이 원인이 되고 있다. 본 연구는 맹꽂이의 서식지 온도, 강수량, 습도에 따른 세 지역에서의 변화량을 파악하고자 한다. 또한 맹꽂이 서식지에 따른 서식구배 등을 고려한 복원 및 보전에 효과를 극대화하기 위한 데이터의 밑거름이 되어 이후 연구의 초석이 되고자 하는 목적을 가지고 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상지

서울, 논산 그리고 부산을 대상으로 삼았으며, 2014년 6월부터 2016년 10월까지 조사를 실시하였다(Fig. 1). 서울지역은 서울시 구로구에 위치한 지역으로 천왕산, 건지산 등이 주변을 둘러싸고, 역곡천이 중앙을 흐르는 지역으로, 북측에 푸른수목원과 향동저수지가 분포하고 있으며(N: 37° 29' 01.69", E: 126° 49' 18.06" ~ N: 37° 28' 31.49", E: 126° 49' 14.73"), 서식지는 민가와 비닐하우스단지, 미나리밭으로 주변산림식생은 아카시나무 군락지가 대부분으로 갈참나무군락이 일부 위치한 곳으로 확인된 지역이다. 이 지역에서의 연구 기간은 2015년 4월부터 2016년 10월까지 조사를 실시하였으며 2015년에는 주 2회, 총 28회 조사를 실시하였으며, 2016년에는 총 25회 조사를 실시하였다.

논산 지역(N: 36° 10' 48.70", E: 127° 13' 04.95" ~ N: 36° 10' 25.30", E: 127° 12' 39.02")은 우측에 국사봉과 좌측에 탐정저수지가 위치하고 있으며, 대부분이 경작지와 비닐하우스 지역으로, 주변식생은 소나무군락과 굴참나무군락 위주였으며, 대상지역은 경작지와 밤나무군락과 상수리나무, 버드나무 그리고 대나무군락으로 확인되었다. 이 지역은 2015년도 6월부터 10월까지 주 2회 조사로 총 18회 실시하였으며, 2016년에는 6회 조사를 실시하였다.

부산광역시(N: 35° 06' 34.79", E: 128° 55' 24.02" ~ N: 35° 05' 43.53", E: 128° 53' 36.40")는 대부분이 목은 경작지로 과거에 동측은 쓰레기매립장이 있던 지역으로 맹꽂이가

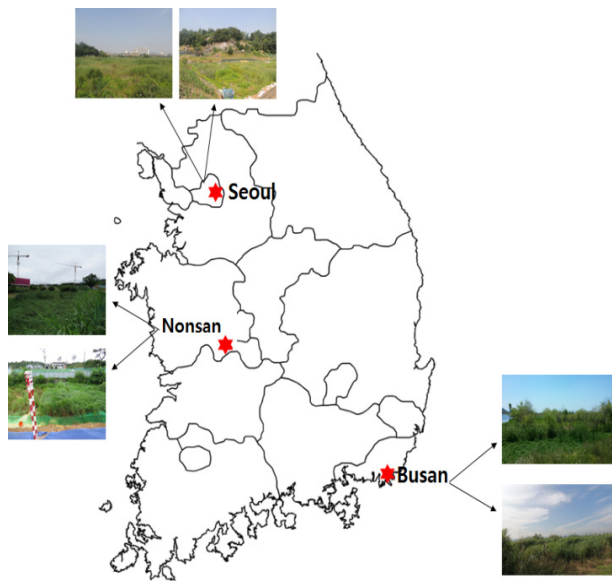


Fig. 1. The study areas of Seoul, Nonsan, and Busan shown on the map.

확인된 지역으로 버드나무군락과 칩군락, 갈대군락, 초지, 갈대+물억새군락, 물억새군락, 아까시나무아교목림이 주를 이루는 것으로 확인되었다. 삼락생태공원은 사상구 엄궁동(N: 35° 08' 05.35", E: 128° 57' 49.67")에서부터 사상구 삼락동(N: 35° 11' 28.58", E: 128° 58' 43.53": 강서낙동대교)까지로 낙동강하구 둔치 중 가장 넓은 습지지역이며, 시민들을 위한 체육시설들과 북쪽에 커다란 자연초지(일부 맹꽁이 서식지)가 형성되어 있고, 산책로가 곳곳에 조성되어 있으며, 겨울철에 많은 철새들이 찾아오는 총 4.72km²에 이르는 거대한 사구이다. 2006년 복원된 초지인 습지지역에 멸종위기야

생생물 II급인 맹꽁이가 서식하고 있어, 6월에서 8월까지 맹꽁이 울음소리를 들을 수 있는 지역이다. 부산지역은 2014년부터 6월부터 2016년 10월까지 맹꽁이 조사를 실시하였으며, 주 2회 조사를 실시하여 총 28회, 2015년에는 총 9회, 2016년에는 총 6회 조사를 실시하였다.

2.2. 맹꽁이 조사방법

주간에는 서식지 주변의 돌이나 나무그루터기, 폐자재를 들추어 개체를 확인하였고, 물가나 우기로 생긴 작은 웅덩이 주변에서는 알이나 올챙이를 확인하였다. 강우 시에는 낮에도 구애음(mating call)을 내므로 주의를 기울여 확인하였다.

야간에는 울음소리로 확인하였고, 현장에서 개체를 확인하거나 포획하였으며, 개체를 포획하지 못하였을 경우에는 그 지역을 표기하고, 주간조사를 병행하여 포획하였다. 그 외에 포획방법으로는 함정트랩이나 유도트랩을 이용하였다.

2.2.1 함정트랩

멸종위기종 맹꽁이를 포획하기 위한 함정트랩(Pitfall trap)은 Corn and Bury(1989)의 방법을 이용하여 설치하여 성체를 확인하였으며, 측정 후 즉시 방사하였다. 포획된 개체가 태양빛에 직접적으로 노출되는 것을 막고, 천적으로부터 보호하기 위해 원형 덮개를 덮었으며, 트랩을 약 2.5m 간격으로 설치하였다 (Fig. 2(a), (b)).

2.2.2 유도트랩

유도트랩은 함정트랩의 단점을 보완하기 위해 사용되었다. 포획된 맹꽁이가 함정트랩 안에서 일사에 의해 죽거나, 물에 빠져 죽는 일을 방지하고자 개체 포획 방법을 유도트랩으로 변경하였다. 유도트랩은 토양에 구덩이를 만들어 비닐 막으로

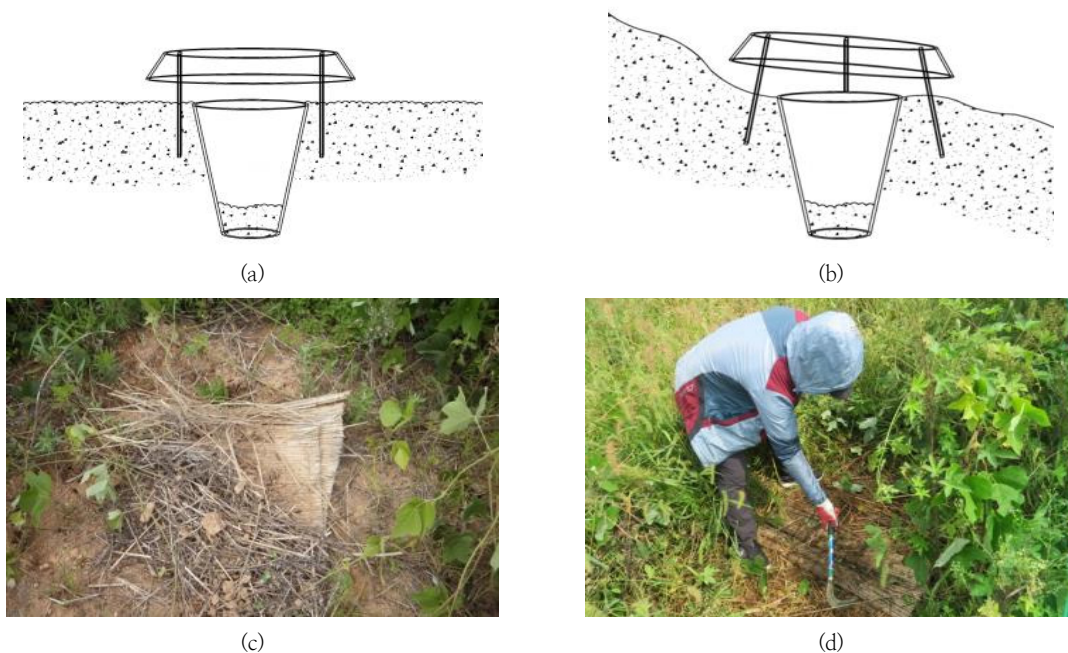


Fig. 2. Schemes for installation of pitfall traps with a rain cover on flatland (a) and slope ground (b) and photos (C) of induction traps.



Fig. 3. A photo for injecting the VIE (Visible Implant Elastomer) tag into the narrow-mouthed toad's leg (a), and the VIE-tag on the the narrow-mouthed toads' right thigh (b).

바닥을 덮고, 벧짚으로 덮개를 만든 형태로, 포획된 개체가 비상시 탈출이 가능하게 고안된 트랩이다 (Fig. 2(c)).

2.2.3 VIE(Visible Implant Elastomer)-Tag

중량 측정이 완료된 개체는 다음 포획 시 조사 대상에서 제외하기 위하여 표식을 실시하였으며, 표식방법 중 형광물질을 삽입하는 VIE(Visible Implant Elastomer)-Tag 을 사용하였다(Daniel *et al.*, 2006).

VIE-Tag는 포획된 개체의 대퇴부나 다리관절에 탄성중합체를 이식하는 방법으로 지속적으로 색체가 나타나고 야간에 확인 시 VI-Light를 비추면 확인이 가능하다(Fig. 3).

2.2.4 맹꽂이 서식지역의 기후요인

맹꽂이의 생체량과 환경요인의 관계를 알아보기 위해 서울 기상청, 대전기상청, 부산기상청자료를 참고하여, 2014년부터 2016년까지의 환경요인 데이터를 분석하였다. 환경 요인으로는 평균기온, 습도, 강수량을 선정하였으며, 맹꽂이의 주 활동기간인 6월에서 10월까지의 데이터를 이용하여 비교분석하였다.

2.2.5 신장 및 중량조사

맹꽂이 신장조사는 주둥이로부터 항문까지의 신장인 SVL(Snout-vent length)을 측정하였으며, 이때 사용한 측정 도구는 버니어 캘리퍼스(BD-DC150P, BLUEBIRD, China)이었으며, 중량은 1/100 gram 단위까지 측정이 가능한 전자저울(WZ-3A, Zhongshan Hengxin, China)을 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 세지역의 맹꽂이 서식지의 환경요인

서울지역은 서울기상청자료를 인용하여 2014~2016년의 평균온도는 13.5°C, 강수량 864.2mm, 상대습도평균은 60.6%로 확인되었다. 연도별로 2014년의 평균온도는 13.4°C, 강수량은 808.9mm, 상대습도 62.8%로 확인되었고, 2015년도는 평균온도 13.6°C, 강수량 792.1mm, 상대습도 59.9%로 확인되었으며, 2016년도는 평균온도는 13.6°C, 강수량은 991.7mm, 상대습도는 59.1%로 나타났다(Fig. 4(a), 4(b), 4(c)).

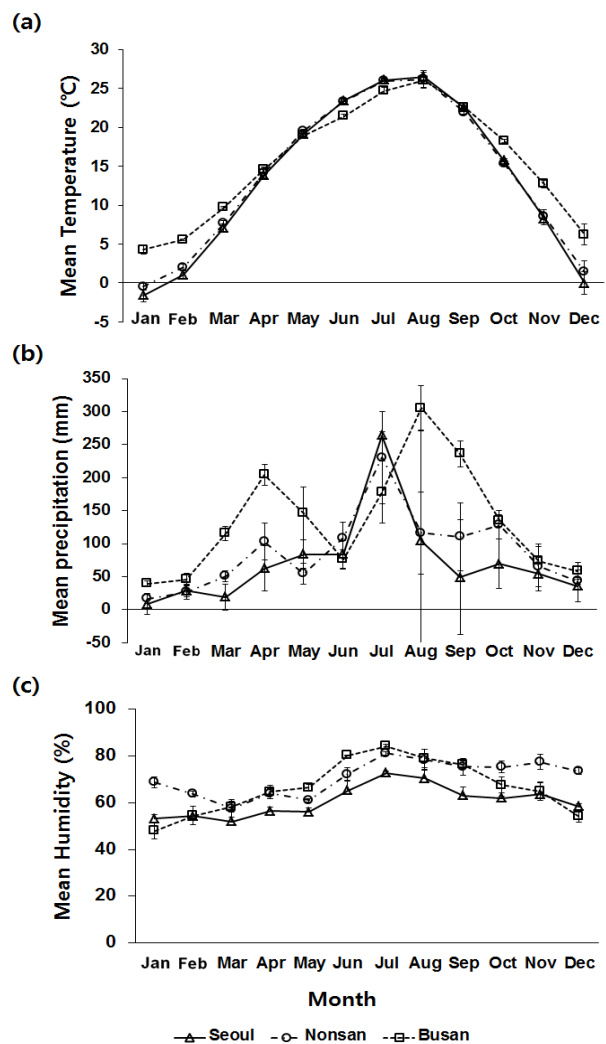


Fig. 4. The mean temperature (°C) (a), the mean precipitation (mm) (b), and the mean humidity (%) (c) during the study periods (2014 ~ 2016) at Seoul, Nonsan, and Busan study areas.

논산지역은 논산기상청자료를 인용하여 2014~2016년의 평균온도는 13.8°C, 강수량 1056.3mm, 상대습도평균은 70.7%로 확인되었다. 연도별로 2014년의 평균온도는 13.4°C, 강수량은 1117.9mm, 상대습도는 72.3%이었으며, 2015년도의 평균온도

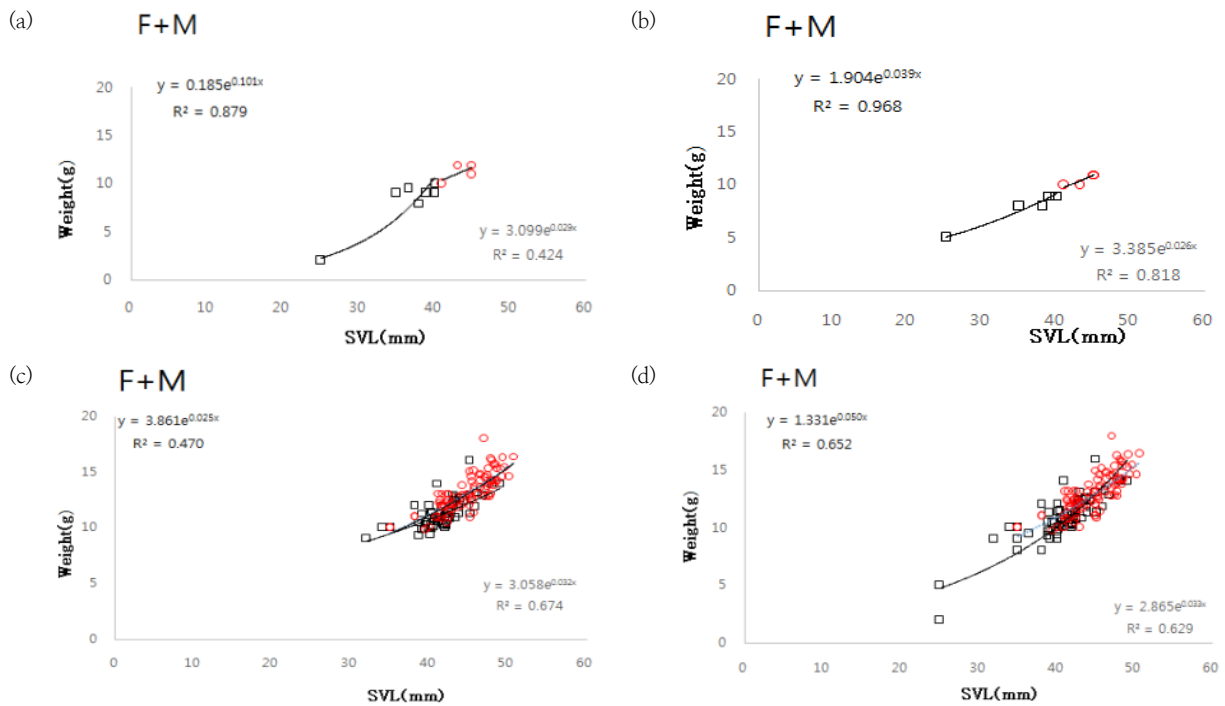


Fig. 5. Relationship between SVL (Snout – vent length) and biomass of the narrow-mouthed toad (*Kaloula borealis*) at Seoul (a), Nonsan (b), Busan (c) and all sites (d) drawn by simple linear regression model. (※ F: Female, M: Male)

14.0°C, 강수량 822.6mm, 상대습도 69.9%로 확인되었으며, 2016년도의 평균온도는 14.0°C, 강수량은 1228.4mm, 상대습도는 69.8%로 나타났다(Fig. 4(a), 4(b), 4(c)).

부산지역은 부산기상청자료를 인용하여 2014~2016년의 평균온도는 15.4°C, 강수량은 1616.5mm, 상대습도평균은 66.5%로 확인되었다. 연도별로 2014년의 평균온도는 15.1°C, 강수량 1693.1mm, 상대습도는 66.4%인 것으로 나타났으며, 2015년도의 평균온도 15.4°C, 강수량 1396.8mm, 상대습도 67.2%로 확인되었으며, 2016년도의 평균온도는 15.7°C, 강수량은 1759.5mm, 상대습도는 66.0%로 나타났다(Fig. 4(a), 4(b), 4(c)).

3.2 세 지역에서 맹꽁이의 크기 및 중량 비교 결과

서울에서는 2015년 함정트랩(Pitfall trap)에서 수컷 6개체와 암컷 3개체로 9개체가 확인되었고, 2016년 유도트랩을 통해 아성체와 재포획된 개체를 포함하여 9개체가 확인되었으나, 이 중 준성체이상의 수컷 2개체와 암컷 1개체로 총 3개를 포함하여 총 12개체가 조사되었으며, 2015년과 2016년 동안 총 18개체가 확인되었고 이 중 총 12개체가 조사되었다.

논산에서는 2015년 함정트랩에서 수컷 5개체와 암컷 4개체를 포함 총 9개체가 확인되었으며, 2016년에 유도트랩을 이용하여 12개체가 확인되었으나, 재 포획된 개체와 아성체를 제외하고는 준성체이상의 수컷과 암컷 각각 1개체씩 2개체 확인되어 총 11개체가 확인되었으며, 2015년부터 2016년 동안 총 21개체가 확인되었고, 이 중 11개체가 조사되었다.

부산에서는 부산지역에서는 2014년 함정트랩을 이용하여 수컷 44개체가 확인되었고, 암컷이 56개체가 확인되어 2014년에 총 100개체가 확인되었다. 2015년에 유도트랩을 통해 43개

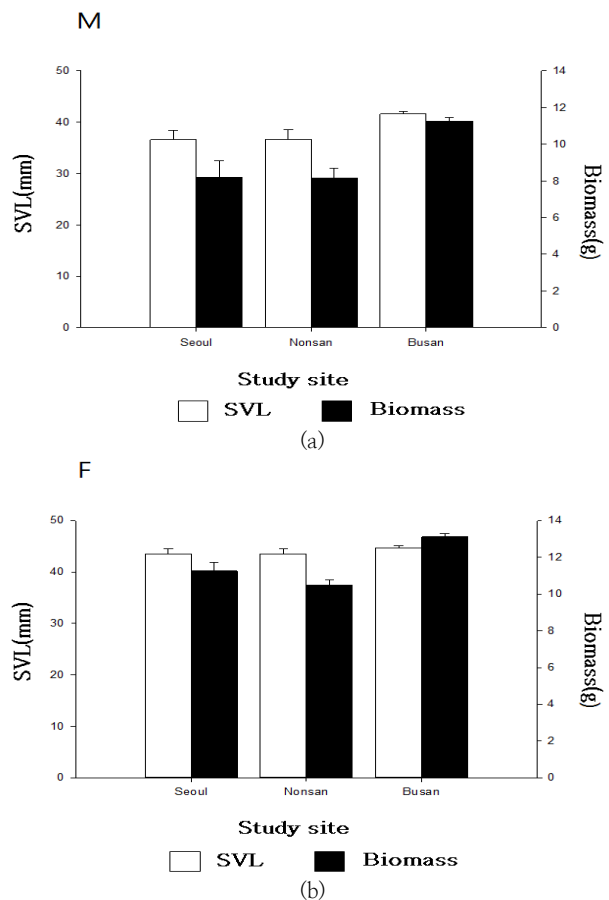


Fig. 6. The SVL and biomass for male narrow-mouthed toad (*Kaloula borealis*) caught in Seoul, Nonsan, and Busan (a), the SVL and biomass for female caught in Seoul, Nonsan, and Busan (b).

Table 1. Relationship between the averaged environmental factors (temperature, annual precipitation, humidity) for three years (2014~2016) and ten years (2007~2016), and SVL (Snout-vent length) and Biomass of narrow-mouthed toad (*Kaloula borealis*).

Site	Environmental Factors						Narrow-mouthed toad		
	Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Humidity (%)		Sex	SVL (mm)	Biomass (g)
	3Y.	10Y.	3Y.	10Y.	3Y.	10Y.			
Seoul	13.5	12.8	864.2	1385.8	60.6	60.3	M	36.6±1.76	8.2±0.91
							F	43.5±0.96	11.3±0.48
Nonsan	13.8	13.1	1056.3	1294.1	70.7	67.8	M	36.6±2.03	8.1±0.55
							F	43.5±0.96	10.5±0.29
Busan	15.4	15.1	1616.5	1510.2	66.5	62.3	M	41.6±0.39	11.3±0.17
							F	44.7±0.35	13.1±0.18

※ 3Y. (2014~2016), 10Y. (2007~2016)

체가 확인되었으나, 이 중에 재포획된 개체와 아성체를 제외하고 수컷이 9개체와 암컷 5개체가 확인되어, 2015년에 14개체가 확인되었다. 2016년에 유도트랩을 통해 46개체가 확인되었고, 이 중에 재포획된 개체와 아성체를 제외하고 수컷이 19개체와 암컷이 10개체가 확인되어 2016년에 총 29개체의 생체조사를 실시하였다.

2014년부터 2016년까지 총 189개체를 확인하였고, 이 중 166개체의 생체조사를 진행하였으며, 위의 맹꽂이 서식지역의 지역별 조사된 맹꽂이의 중량측정을 각 지역별로 암컷개체와 수컷개체의 변화 그리고 종합데이터를 확인하였다. 서울, 논산, 부산의 전체를 비교한 결과, 서울지역은 개체수가 적은 지역으로 수컷의 평균 신장은 36.6±1.76mm으로 확인되었고, 중량은 8.2±0.91g으로 측정되었으며, 암컷의 평균 신장은 43.5±0.96mm으로 확인되었고, 중량은 11.25±0.48g으로 조사되었다(Fig. 4(a)). 논산지역은 개체수가 적은 지역으로 수컷의 평균 신장은 36.6±2.03mm으로 확인되었고, 중량은 8.1±0.55g으로 측정되었으며, 암컷의 평균 신장은 43.5±0.96mm으로 확인되었고, 중량은 10.5±0.29g으로 조사되었다(Fig. 4(b)). 부산지역은 개체수가 많고, 안정적인 형태의 먹이 원과 서식지가 형성된 지역으로 수컷의 평균 신장은 41.6±0.39mm로 확인되었고, 중량은 11.3±0.17g으로 측정되었으며, 암컷의 크기는 44.7±0.35mm로 확인되었고, 중량은 13.1±0.18g으로 조사되었다(Fig. 4(c)).

F-test를 실시한 결과, 수컷과 암컷 모두 지역별 차이를 갖는 것으로 확인되었다(수컷 F-test $p < 0.001$, 암컷 F-test $p < 0.0025$)

맹꽂이를 조사하면서 확인된 수컷과 암컷의 결과를 비교하였을 때, 수컷의 경우는 신장과 생체량의 비는 서울과 논산에서는 비슷하게 증가하는 추세를 보이나, 부산과 신장에서 차이가 타 지역에 비해 큰 것으로 확인되었고, 암컷의 경우에도 타 지역에 비해서 부산의 신장이 큰 것으로 확인되었다.

이로 미루어 현재 알려진 지역 중 가장 많은 개체가 확인되는 제주도, 부산, 대구달성습지 등이며, 제주도에서 연구한 데이터에서는 SVL이 수컷 44.3±4.7mm, 암컷 47.6±2.9mm으로, 국내맹꽂이 개체 수 중 가장 큰 것으로 나타났고(Ko *et al.*, 2012), 타 지역의 맹꽂이서식지보다는 안정된 서식지를 갖는 것으로 확인되었다. 부산에서 수컷의 신장이 평균 41.6±0.39mm로 암컷의 SVL이 평균 44.7±0.35mm확인되었고, 수컷의 Biomass는 11.3±0.17g로 암컷의 생체량은 13.1±0.18g로 조사되었다. 이로 맹꽂이는 기후적으로 따뜻한 지역(국내에 제주도지역)에 서식하는 개체군이 서울, 논산 지역보다 더 적합한 것으로 판단된다.

다만 일시적인 기온이나 강수량의 차이로 생존유무는 확인이 힘들 것이며, 장기적인 관점에서 데이터축척이 필요할 것으로 판단되고, 추후에 이러한 데이터의 축척으로 본 종인 맹꽂이의 기후여건과 생태환경에 초석이 되고자 한다.

4. 결 론

각 지역별 기상상태를 3년(2014~2016년), 10년(2007년~2017년), 30년(1981~2010년) 분석한 결과, 부산지역이 연간 평균온도가 타 지역보다 높은 15.4°C(3년), 15.1°C(10년), 14.7°C(30년)으로 나타났고, 강수량도 최근 3년(1616.5mm)치 강수량과 10년(1510.2mm) 30년(1519.1mm)치 데이터가 가장 높게 나타났으며, 타 지역은 오히려 감소하는 추세를 보였다.

결과에 대해 지역별 차이를 알아보기 위해 F-test를 실시한 결과, 통계적으로는 맹꽂이의 수컷의 지역별 신장의 차이가 있는 것으로 나타났고(F-test $p < 0.001$), 암컷의 지역별 신장 차이는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(F-test $p > 0.05$).

또한, 맹꽂이의 생체량도 지역별 차이를 알아보기 위해

사 사

이 논문은 2019학년도 서울여자대학교 교내학술연구비의 지원을 받았음.

References

AmphibiaWeb, www.amphibiaweb.org
 Beaumont, L.J, Pitman, A, Perkins, S, Zimmermann, NE, Yoccoz, NG, and Thuiller, W (2011). Impacts of climate change on the world's most exceptional ecoregions, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(6), pp. 2306-2311. [DOI: 10.1073/pnas.1007217108]

- Daniel, JA, Baker, KA, and Bonine, KE (2006). Retention rates of surface and implantable marking methods in the Mediterranean House Gecko (*Hemidactylus turcicus*), with notes on capture methods and rates of skin shedding, *Herpetological Review*, 37(3), pp. 319–320.
- Hansen, JM, Sato, R, Ruedy, K, Lo, David, WL and M. Medina-Elizade (2006). Global temperature change, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(39), pp. 14288–14293. [DOI: [10.1073/pnas.0606291103](https://doi.org/10.1073/pnas.0606291103)]
- Hong, SG, An, CK, Kim, HJ, Oh, KC, Park, SY, Na, S, and Yi, HB (2017). Ecological study of narrow-mouthed Toad (*Kaloula borealis*) population at Myeongji district in Busan metropolitan city, *J. of Wetlands Research*, 19(1), pp. 172–179. [Korean Literature] [DOI: [10.17663/jwr.2017.19.1.172](https://doi.org/10.17663/jwr.2017.19.1.172)]
- Kim, JC and Lee GJ (2010) A study on habitat improvement for narrow-mouth frog (*Kaloula borealis*) In-situ conservation, *Korean J. of Environment and Ecology*, 20(1), pp. 152–153. [Korean Literature]
- Kim, JB and Song, JY (2010), *Amphibians and Reptiles of Korea*, World Science, Bucheon, Korea, pp. 146
- Ko, SB, Chang, MH, Yang, KS, and Oh, HS (2012). Feeding habits of the *Kaloula borealis* during the breeding season, *Korean J. of Environment and Ecology*, 26(3), pp. 333–341. [Korean Literature]
- Ko, SB, Ko, YM, and Oh, HS (2011). Distribution of spawning sites of *Kaloula borealis* in Jeju island, *Korean J. of Environment and Ecology*, 25(6), pp. 846–852. [Korean Literature]
- Sengupta, S, Das, A, Das, S, Hussain, B, Choudhury, NK and Dutta, SK (2009). Taxonomy and biogeography of *Kaloula* species of Eastern India, *Tropical Natural History*, 9(2), pp. 209–222.
- Solomon, S, Manning, M, Marquis, M, and Qin, D (2007). *Climate Change 2007 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC(4)*. Cambridge University Press.
- Stuart, SN, Chanson, JS, Cox, NA, Young, BE, Rodrigues, AS, Fischman, DL, and Waller, RW (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306, pp. 1783–1786. [DOI: [10.1126/science.1103538](https://doi.org/10.1126/science.1103538)]
- Ueda, H, Hasegawa, Y, Marunouchi, J (1998). Geographical differentiation in a Japanese stream-breeding frog, *Buergeria buergeri*, elucidated by morphometric analyses and crossing experiments, *Zoological science*, 15(4), pp. 615–623. [DOI: [10.2108/0289-0003\(1998\)15\[615:GDIAJS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2108/0289-0003(1998)15[615:GDIAJS]2.0.CO;2)]
- Williams, JW, Jackson, ST, and Kutzbach, JE (2007). Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(14), pp. 5738–5742. [DOI: [10.1073/pnas.0606292104](https://doi.org/10.1073/pnas.0606292104)]
- Yang, SY, Kim, JB, Min, MS, Sun, JH, and Kang, YJ (2000). Genetic diversity and population structure of *Kaloula borealis* (Anura, Microhylidae) in Korea, *Korean J. of Biological Sciences*, 4(1), pp. 39–44. [DOI: [10.1080/12265071.2000.9647521](https://doi.org/10.1080/12265071.2000.9647521)]
- Yoo, KY, and Kim IA (2008). *Development and Application of a Climate Change Vulnerability index*, Korea Environment Institute, 2008(5), pp. 79–80.