

# 안산갈대습지에 서식하는 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*)의 활동 요인과 시기에 따른 활동 차이<sup>1</sup>

정지화<sup>2</sup> · 이우신<sup>3\*</sup>

## Activity Factors and Differences in Activity by Period of Red-eared Slider Turtles (*Trachemys scripta elegans*) in Ansan Reed Wetland<sup>1</sup>

Ji-Hwa Jung<sup>2</sup>, Woo-Shin Lee<sup>3\*</sup>

### 요약

본 연구는 경기도 안산시 상록구에 위치한 인공 습지인 안산갈대습지에 서식하는 침입외래종 붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*)의 활동에 영향을 미치는 요인과 시기별 활동의 차이를 파악하기 위해 실시되었다. 연구 지역 내에 총 9개의 그물을 설치하여 2013년 4월 28일부터 9월 28일까지 154일간 총 308회 확인하였으며, 연구 기간 중 총 60개체(미성숙 12개체, 수컷 26개체, 암컷 22개체)를 96회에 걸쳐 포획하였다. 활동 요인 분석을 위해 붉은귀거북의 일별 포획량을 활동량으로 간주하고, 총 12개의 환경적 요인에 대하여 다중 회귀 분석을 실시하였다. 연구 결과, 환경 요인 중 일장(daylength)이 붉은귀거북의 활동에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었으며(multiple regression analysis,  $p < 0.001$ ), 기타 환경적 요인들은 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그리고 붉은귀거북의 활동이 가장 활발해지는 시기는 번식이 시작되는 5월 하순으로 확인되었으며 번식기 동안의 일장이 다른 시기의 일장과 유의한 차이를 보였다(Kruskal-Wallis test,  $p < 0.001$ ). 이렇게 확보된 서식지 내 환경 요인과 종과의 관계에 대한 정보는 향후 침입외래종의 관리방안 마련에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

주요어: 기상적 요인, 물리적 요인, 번식기, 일장, 침입외래종

### ABSTRACT

The purpose of this study was to understand the factors that affected activities and differences in seasonal activities of the invasive red-eared slider turtle (*Trachemys scripta elegans*) at Ansan reed wetland in Sangnok-gu, Ansan, Gyeonggi Province, the Republic of Korea. We installed nine nets in the study region to capture turtles and checked the nets twice a day for 154 days from April 28 to September 28 2013. In total, 60 individuals, including 12 juveniles, 26 adult males, and 22 adult females, were captured in 96 of 308 net checks. The multiple regression analysis of 12 environmental factors was conducted to analyze activity factors of red-eared slider turtle by assuming the number of turtles captured for a week to be the indicator of the activeness of the turtles. The result showed that the daylength was the only environmental factor that significantly affected the turtles' activity ( $p < 0.001$ ), and none of the other factors showed a significant correlation. The highest activity

1 접수 2019년 8월 14일, 수정 (1차: 2019년 10월 27일), 게재확정 2019년 11월 5일

Received 14 August 2019; Revised (1st: 27 October 2019); Accepted 5 November 2019

2 서울대학교 산림과학부 박사수료 Dept. of Forest Sciences, Seoul National Univ., 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-921, Korea

3 서울대학교 산림과학부 교수 Dept. of Forest Sciences, Seoul National Univ., 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-921, Korea

\* 교신저자 Corresponding author: kranc@snu.ac.kr

was recorded at the end of May, which was the beginning of the reproductive period. The daylength during the breeding season was significantly different from that during other seasons (Kruskal-Wallis test,  $p < 0.001$ ). The information about the relationship between environmental factors and species in habitat can be useful for the management of invasive alien species in the future.

**KEY WORDS: METEOROLOGICAL FACTORS, PHYSIOLOGICAL FACTORS, BREEDING SEASON, DAYLENGTH, INVASIVE ALIEN SPECIES**

## 서론

침입외래종(invasive alien species)이란 해당 종의 원래 서식지가 아닌 토착 생태계에 방생이나 유기 등의 원인으로 도입되어 분포하게 된 생물종을 의미한다. 대부분의 침입외래종들은 새로운 환경에 적응하지 못하고 도태되는 경우가 많으나 몇몇 종들은 먹이에 대한 높은 수용력과 열악한 환경에서도 살아갈 수 있는 생존력으로 세계 각지에 널리 분포하였다(Gibbons, 1990). 이러한 침입외래종은 경쟁이나 포식(Shine, 2010), 질병의 매개(Beard and O'Neill, 2005) 등을 통해 토종 생물의 감소나 절멸을 야기하며(Koo *et al.*, 2017) 서식지 파괴, 오염, 인간에 의한 생태계 교란, 기후변화 등 생물다양성에 영향을 주는 다른 요인들에 의해 생태계 내 부정적인 영향을 가중시킨다(Lee *et al.*, 2016). 대한민국 환경부에서는 붉은귀거북속 전종(*Trachemys* spp.), 황소개구리(*Lithobates catesbeianus*), 블루길(*Lepomis macrochirus*), 큰입배스(*Micropterus salmoides*) 등의 침입외래종들을 2001년 12월부터 생태계교란야생생물로 지정하여 관리하고 있다(Ministry of Environment, 2016).

붉은귀거북(*Trachemys scripta elegans*)은 대표적인 침입외래종이자 생태계교란야생생물의 하나로 미국 남부의 미시시피강 유역, 멕시코 그리고 중앙아메리카 일부가 원산지이다(Department of Agriculture and Food, 2009). 거북목(Testudines) 늘거북과(Emydidae)에 속하며 애완을 목적으로 전 세계에 활발하게 거래된 종이나 이후 붉은귀거북의 성장에 따른 크기 증가, 특유의 악취, 종교적 목적 등의 여러 가지 원인으로 다양한 생태계에 무분별하게 방생되었다(Warwick *et al.*, 1990; Reed and Gibbons, 2003; Jung, 2014). 붉은귀거북은 도입된 여러 국가의 다양한 생태계에 적응하여 식생, 무척추동물, 양서류 등을 포식하고 군집을 변화시키는 등 생태적 교란 및 피해를 야기하는 것으로 알려져 있다. 이 때문에 세계자연보전연맹(International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: IUCN)이 지정한 세계 100대 악성 침입외래종(100 of the World's Worst Invasive Alien Species) 목록에도 파충류 중에서는 갈색나무뱀(*Boiga irregularis*)과 더불어 유일하게 선정된 바 있다(Lowe *et al.*, 2000; Teillac-Deschamps and Prevot-Julliard, 2006). 이러한 침입외래종

들로 인하여 발생하는 생태계의 피해를 줄이기 위해 세계 각지에서는 다양한 연구와 관리를 진행하고 있다(Jablonski *et al.*, 2016; Koo *et al.*, 2017; Livo *et al.*, 2017; Taniguchi *et al.*, 2017; Works and Olson, 2018).

침입외래종에 대한 관리를 위해서는 그 종의 생태적 특성 등 생물학적 정보에 대한 이해가 필요하다(Gibbons, 1986). 붉은귀거북과 같은 변온동물들은 환경적 요인과 생활사가 깊이 연관되어 있으며 이러한 환경적 요인들은 섭식 등의 활동과 성장을 등 생리적 특성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Cagle, 1950; Wyneken *et al.*, 2007). 특히 거북을 비롯한 파충류의 생활에 필수적인 일광욕의 효율에 영향을 미치는 요인들은 해당 종의 활동에 주요한 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다(Boyer, 1965; Morreale and Gibbons, 1986; Kim *et al.*, 2013). 그러나 새로이 도입된 서식지 내에서 해당종의 특성은 지역에 따라 다를 수 있기 때문에(Taniguchi *et al.*, 2017) 이에 따라 관련된 연구들이 필요하다. 요인이나 활동에 대한 연구를 통해 파악된 정보는 침입외래종의 관리방안 마련에 도움을 줄 수 있다(Allendorf and Lundquist, 2003; Donlan and Martin, 2004; Litzgus and Mousseau, 2004; Tuma, 2006; Shefai *et al.*, 2007).

국내에서는 붉은귀거북을 생태계교란야생동물로 지정한 이후 분포 현황(Hong, 2006; Oh and Hong, 2007; Koo *et al.*, 2017)이나 개체수 모니터링(National Institute of Ecology, 2015), 유사한 생태적 특성을 지닌 멸종위기종 남생이(*Chinemys reevesii*)와의 이동 패턴 및 서식지 이용을 비교한 생태적 연구(Lee, 2010; Jo *et al.*, 2017; Koo *et al.*, 2019) 등이 진행된 바 있다. 그러나 현재까지 대부분 분포 현황 및 모니터링 위주의 연구가 진행되었으며 토착 생태계에 끼칠 잠재적 영향에 대한 정보와 같은 구체적인 생태학적 자료가 부족한 실정이다(Teillac-Deschamps *et al.*, 2008). 침입외래종의 효율적인 관리를 위해서는 모니터링과 같은 개체군 현황 파악뿐만 아니라 이들의 서식에 영향을 미치는 요인 등과 같은 생태적 특성에 대한 정보가 필요하기 때문에 본 연구에서는 붉은귀거북의 활동에 영향을 미치는 환경 요인 및 시기 별 활동 양상 등에 대한 기초 생태적 특성을 파악하고자 하였다. 이러한 정보는 향후 침입외래종에 대한 합리적인 관리방안 도출을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

본 연구의 대상 지역은 경기도 안산시 상록구에 위치한 안산 갈대습지로서, 한국수자원공사가 1997년 9월에 착공하여 2002년 5월에 개장한 인공 습지이다. 연구 대상지(북위 36° 16' 45", 동경 126° 50' 35", 고도 1-15m)는 안산시 외곽의 시화호 상류부에 입지한다(Kim, 2006). 총 면적은 1,037,500 m<sup>2</sup>이며, 이 중에서 연구가 이루어진 구역의 면적은 생태관이 있는 습지 입구에서 일반인 출입금지 구역까지 약 274,500m<sup>2</sup> 이다(Figure 1).



Figure 1. The view of study site in Ansan reed wetland.

안산갈대습지는 시화호로 유입되는 지천(반월천, 동화천, 삼화천)이 모이는 합류부 간석지에 수생식물을 식재하여 오염수의 자연적 정화를 목적으로 조성되었다. 또한 자연학습장 기능을 갖춘 생태공간 및 환경교육장으로도 활용하고자 하였다(Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2004). 해당 지역은 하천들이 모여 있으며 담수 습지(freshwater wetland)와 해안 습지(marine and coastal wetland)의 특성이 함께 나타난다. 습지 내 물은 고습지에서 저습지로 흐르며 개방 수역의 특징을 가진다(Park *et al.*, 2007).

목본식물과 초본식물을 포함하여 200종이 넘는 식생이 분포하고 있다(Park *et al.*, 2007). 분포하는 수생식물 중에서 갈대(*Phragmites communis*), 부들(*Typha orientalis*), 연꽃(*Nelumbo nucifera*), 마름(*Trapa japonica*), 붕어마름(*Ceratophyllum demersum*) 등이 우점한다(Jung, 2014).

연구대상지 내 기후는 우리나라의 전형적인 몬순기후로서, 동절기에는 대륙성 기후의 영향을 받아 한랭건조하고, 하절기에는 해양성 기후의 영향으로 고온다습하며, 입지적 특성에 따라 일부 해양성 기후 특성이 나타난다(Kim, 2006). 습지의

기온은 연중 -9.2-23.8℃의 변화를 보인다. 습도는 2월에 25.6%로 가장 낮고, 7월에 91.6%로 가장 높다. 3월과 4월 및 12월에 전반적으로 낮으며, 우기인 6-8월에 높아진 후 10월부터 다시 낮아지는 경향을 보인다. 풍향은 남서풍이나 서풍이 주를 이루며, 풍속은 연평균 2.18m/s이다(Korea Water Resources Corporation, 2002).

### 2. 조사분석

#### 1) 포획 및 번식 확인

포획은 붉은귀거북의 생활사에서 동면기에 해당하는 10월부터 4월 초를 제외한 2013년 4월 28일부터 9월 28일까지 수행되었다(Lee *et al.*, 2011). 포획을 위한 예비 조사로서 붉은귀거북이 주로 출현하는 지점을 2013년 4월 22일부터 4월 27일까지 관찰한 후, 9개의 지점을 선정하여 각 지점에 그물을 설치하였다(Figure 2). 사용된 그물은 삼각망을 개조하여 제작

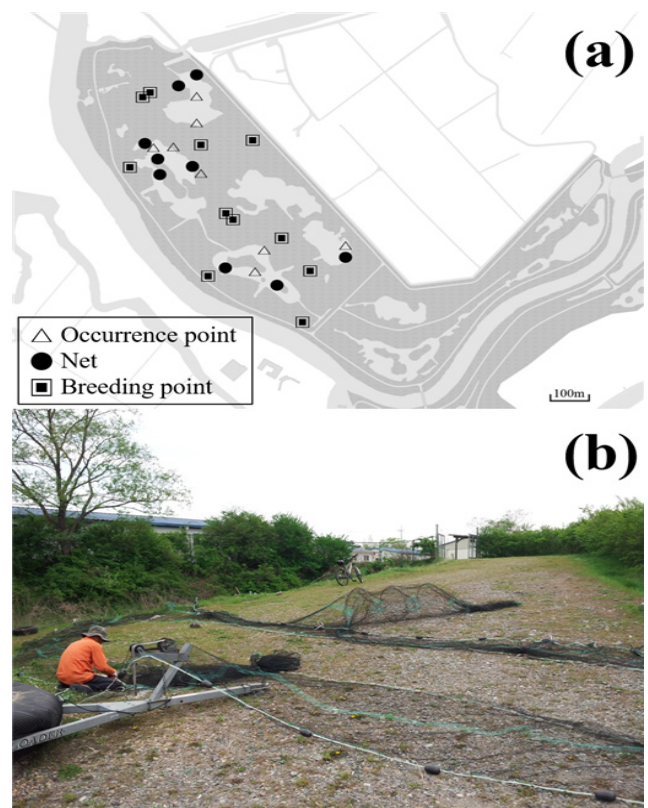


Figure 2. The occurrence points (triangles) of red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*; confirmed by observation from April 21 to April 27), the location of nets (filled circles), the breeding points (marked squares) (a) and used net (b) which have managed from April 2013 to September 2013 in Ansan reed wetland.

하였으며 유도망 가운데에 통발이 연결되어 있다. 이용된 그물의 특성상 유도망이 설치 지점 주변을 이동하는 개체의 이동을 막고 유도망을 따라 움직이다 포획되는 구조로 되어 있기 때문에 일반적인 포획용 텃보다 광범위한 범위에 적용할 수 있다는 장점이 있다. 연구 기간 동안 매일 오전 09시 30분부터 11시 30분까지, 오후 15시 30분부터 17시 30분까지 하루 2회씩, 154일 동안 총 308회에 걸쳐 그물을 확인하였다. 배감 길이 135mm 정도가 되는 시기부터 수컷과 암컷의 크기 차이가 뚜렷해지기 때문에(Gibbons, 1990) 135mm 미만의 개체를 미성숙 개체로 간주하고 135mm 이상의 개체를 성체로 간주하였다. 또한 앞발의 발톱 길이 차이(Chen, 2006)와 총배설강의 위치 차이(Bartlett and Bartlett, 1996)를 통해 성체의 성을 구별하였다. 포획된 거북은 개체 표식(Cagle, 1939) 후 포획된 지점에 다시 방사하였다.

연구 기간 내 포획 외에 번식도 매일 확인하였다. 연구대상지 내 산란 흔적이 의심되는 지점을 확인하여 산란 여부를 확인하였으며 이를 통해 번식 개시와 완료 시기를 파악하였다(Figure 3).

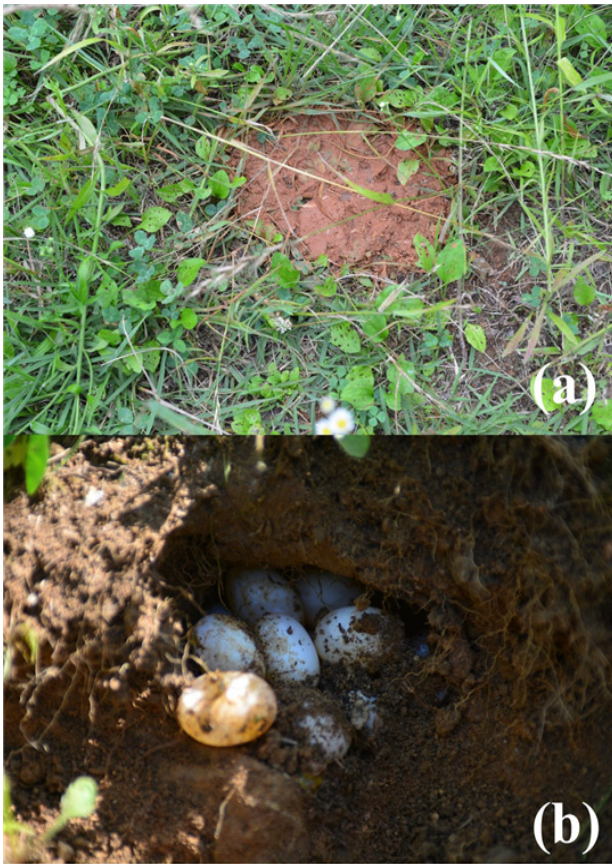


Figure 3. The breeding point (a) and the eggs in nest (b) of red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) in Ansan reed wetland.

## 2) 요인 선정

붉은귀거북의 활동에 영향을 주는 요인에 대한 분석을 위해 기상적 요인과 물리적 요인을 고려하여 요인들을 선정하였다(Jung, 2014). 기상적 요인으로는 일 최고/저 기온, 수온, 풍속, 습도, 강수량 및 일장을 선정하였다. 기온과 풍속, 습도, 강수량, 일장(일출부터 일몰까지의 시간, 단위는 분)은 안산갈대습지와 인접한 한국농어촌공사 농어촌연구원에서의 측정자료를 이용하였다. 수온은 수온계(DT-001B, Shimano)로 직접 측정하였다. 물리적 요인은 붉은귀거북의 일광욕에 있어서 영향을 줄 것이라 예상된 그물 주변 위주의 요인 중 그물 15m 반경 내 수면의 각종 피도량(수생식물, 바위, 수생식물을 제외한 기타 식물, 인공 구조물; 단위는 %: 10단위로 측정) 및 육지와의 최단거리를 선정하였다. 피도량, 구조물들의 유무 확인은 거북의 포획을 위한 그물 확인 중 함께 실시하였으며 육지와의 최단 거리는 줄자를 사용하여 직접 측정하였다(Table 1).

Table 1. Selected environmental factors for multiple regression analysis

Environmental factor (unit)	Mean ± SD
Temperature (°C)	Highest 26.44 ± 3.40
	Lowest 17.36 ± 5.27
Water	23.95 ± 2.98
Humidity (%)	68.95 ± 9.66
Daylength (minute)	843.00 ± 37.88
Precipitation (mm)	42.73 ± 47.80
Wind velocity (m/s)	0.98 ± 0.21
Coverage (%)	Aquatic plant 42.83 ± 21.54
	Rock 66.67 ± 47.27
	Other plant 77.78 ± 41.69
Artificial structure	66.67 ± 47.27
Distance (m)	23.73 ± 15.11

## 3) 가정 및 정의

일반적으로 거북의 활동은 단순 이동, 회피, 먹이, 일광욕, 번식 등 다양한 요인으로 인해 발생하는데 본 연구에서는 모든 발생가능한 요인으로부터 야기된 모든 활동으로 정의하였다. 또한 포획에 사용한 그물들의 적용 범위가 거북의 행동권을 전반적으로 수용할 수 있기 때문에 거북의 활동량과 활동빈도가 증가할수록 포획 수도 증가할 것이라 가정하였다. 마지막으로 본 연구 중 최초로 확인된 번식일과 마지막으로 확인된 번식일 동안의 기간을 번식기로, 그 전을 번식기 전, 그 후를 번식기 후로 정의하였다.

#### 4) 통계 분석

다중 회귀 분석(multiple regression analysis)을 위해 기상적 요인과 물리적 요인들을 독립 변수로 선택하고 종속 변수는 포획된 붉은귀거북의 개체수로 선정하였다. 거북의 활동량 및 환경 요인이 시기에 따라 차이를 보이는지 알아보기 위해 번식기를 기준으로 번식기 전과 후 등 세 집단으로 시기를 나누어 Kruskal-Wallis test를 진행하였으며 사후검정을 위해 Mann-Whitney U test를 추가적으로 실시하였다. 그래프는 SigmaPlot 12.0 (Systat Software, USA)으로 도식화하였고, 통계 분석은 SPSS 21 (IBM, USA)로 시행하였다. 유의 수준은 5%로 설정하였다.

## 결과

### 1. 포획 및 번식 확인 결과

연구 기간에 걸쳐 각 주별 붉은귀거북의 전체 포획 수와 성체의 포획 수는 시기에 따라 경향성을 보였으나 미성숙 개체는 보이지 않았다. 1주(4월 28일부터 5월 4일)부터 5주(5월 26일부터 6월 1일)까지 비슷하게 포획되다가 6주(6월 2일부터 8일)부터 증가하고 11주(7월 7일부터 13일)까지 다소 감소 및 유지되다가 12주(7월 14일부터 20일)에 다시 증가하였다. 이후 18주(8월 25일부터 31일)까지 점진적으로 감소하다가 19주부터 21주(9월 1일부터 21일)까지는 한 개체도 포획되지 않았고, 22주(9월 22일부터 28일)에 수컷 2개체가 마지막으로 포획되었다. 총 22주(154일) 동안 총 60개체(미성숙 12개체, 수컷 26개체, 암컷 22개체)가 96회 포획되었다(미성숙 17회, 수컷 35회, 암컷 44회)(Figure 4).

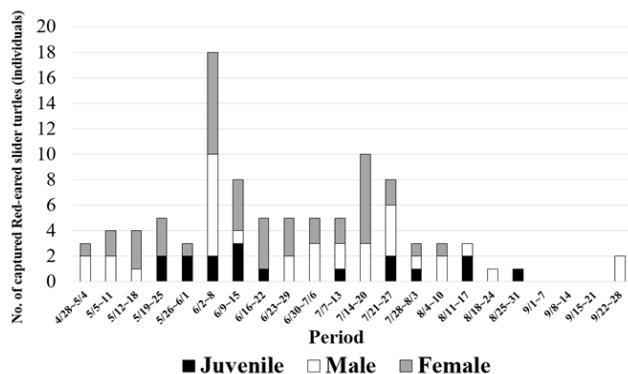


Figure 4. The number of captured red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) per week by three different age/sex groups (juvenile, male, and female) from April to September 2013 in Ansan reed wetland.

2013년 4월 28일부터 9월 28일까지의 연구 기간 중 붉은귀거북의 번식은 총 11회 확인되었으며 최초 번식이 확인된 날은 5월 26일, 마지막 번식이 확인된 날은 7월 27일이었다(Figure 2-3).

### 2. 활동 요인

붉은귀거북의 활동에 영향을 줄 것으로 예상된 환경적 요인에 대한 다중 회귀 분석 결과, 일장은 포획 수와 유의한 결과를 나타냈다. 반면 나머지 요인들은 포획 수와 뚜렷한 관계를 보이지 않았다(multiple regression analysis,  $p < 0.001$ ; Table 2). 또한 분석에 이용한 그물 간 각 환경적 요인은 유의한 차이를 보이지 않았다(Kruskal-Wallis test;  $df=8$ ,  $x^2=0-2.873$ ,  $p=0.942-1$ ).

Table 2. Results of a multiple regression analysis to test the effect of 12 environmental factors on the captured number of red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) from April 2013 to September 2013 in Ansan reed wetland

Independent	$\beta$	$t$	$p$
Constant	-	-5.891	$p < 0.001^*$
Temperature	Highest	0.033	0.454
	Lowest	-0.004	-0.050
	Water	0.018	0.248
Humidity	-0.055	-0.761	0.448
Daylength	0.289	4.021	$p < 0.001^*$
Precipitation	-0.016	-0.213	0.831
Wind velocity	-0.013	-0.174	0.862
Coverage	Aquatic plant	0.013	0.179
	Rock	-0.063	-0.878
	Other plant	-0.025	-0.352
Artificial structure	-0.028	-0.383	0.702
Distance	0.025	0.351	0.726

$R=0.289$ ,  $R^2=0.083$ , Adjusted  $R^2=0.078$ ,  $F=16.167$ ,  $P < 0.001^*$ , Durbin-Watson=1.858

### 3. 시기에 따른 활동의 차이

활동기 동안의 붉은귀거북 포획 수는 번식기가 가장 높고 번식기 후가 가장 낮게 나타났다(Kruskal-Wallis test;  $df=2$ ,  $x^2=27.857$ ,  $p < 0.001$ ; Figure 5). 붉은귀거북 포획 수에 유의한 영향을 끼치는 환경적 요소인 일장의 활동기 별 차이는

Figure 6과 같으며, 포획 수가 가장 높았던 번식기에 일장이 가장 길고 다른 시기와 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었다 (Kruskal-Wallis test;  $df=2$ ,  $x^2=121.824$ ,  $p<0.001$ ,  $a>b>c$ ).

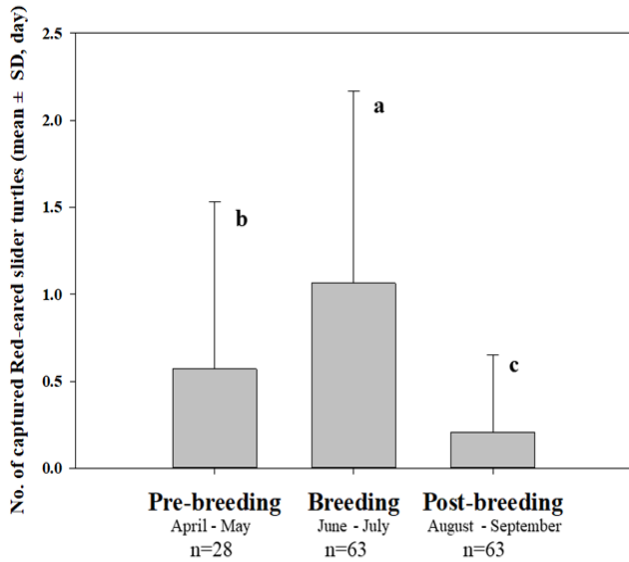


Figure 5. Number (mean±SD) of daily captured of red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) by breeding season from April 2013 to September 2013 in Ansan reed wetland (Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U test;  $p<0.001$ ,  $a>b>c$ ).

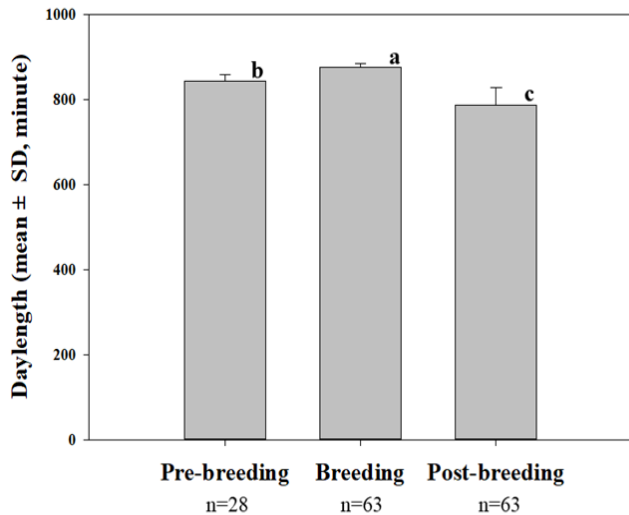


Figure 6. Daylength by breeding season of red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) from April 2013 to September 2013 in Ansan reed wetland (Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U test;  $p<0.001$ ,  $a>b>c$ ).

## 고찰

일반적으로 태양광과 습도, 강우량 및 풍속 등의 기상적 요인은 늪거북과 반수생거북류의 활동에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Boyer, 1965; Ramsey *et al.*, 2007), 식생의 면적, 일광욕의 장소로 좋은 통나무나 도목잔존물 등의 물리적 요인도 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Hartwig and Kiviat, 2007; Kim *et al.*, 2013). 그러나 본 연구를 통해 안산 갈대습지에 서식하는 붉은귀거북의 활동에 영향을 미치는 기상적 요인과 물리적 요인을 파악한 결과, 일장이 붉은귀거북의 활동에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 기타 다른 요인은 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 이는 해당 연구 대상지에서 붉은귀거북의 활동기 내 일반적인 기상적 요인 변동폭이 상대적으로 낮고 물리적 요인들의 지점별 차이가 많이 나지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 또한 연구대상지 전반에서 붉은귀거북의 활동이 확인되었는데 인간의 출입이 많은 연구대상지 특성상 잦은 접촉으로 인한 주변의 위협요인에 익숙해졌기 때문에(Jo *et al.*, 2017) 활동의 범위에 있어 제약이 적은 것으로 보인다.

늪거북과를 비롯한 반수생거북류의 활동은 온도에 따라 영향을 받으며, 특히 일광욕은 건강도, 섭식 및 소화와 깊은 연관이 있기 때문에 붉은귀거북과 같은 주행성 파충류의 활동 중에서도 매우 중요하다고 알려져 있다(Sergeyev, 1939). 일광욕은 일장보다는 날씨 상황과 직접적인 관계가 있다고 할 수 있다. 그러나 간접적으로 일장은 일광욕이 가능한 시간적 범위와 연관이 있기 때문에 거북의 활동에 유의한 영향을 끼치는 것으로 보인다.

또한 해당 거북류는 번식에 따라 연간 활동 주기가 다르게 나타나는 것으로 보고되었다(Ramsey *et al.*, 2007). 붉은귀거북은 번식기 때 짝짓기 장소 및 번식 장소의 선택, 짝짓기 활동으로 인해 활동이 증가하는 것으로 알려져 있으며(Department of Agriculture and Food, 2009), 이러한 생태적 특성으로 인해 안산갈대습지에 서식하는 개체들 또한 번식기 동안의 활동이 많은 것으로 판단된다. 그리고 번식이 가장 활발한 시기에 일장이 가장 긴 것으로 나타나 붉은귀거북의 활동은 낮의 길이에 많은 영향을 받는 것으로 보인다. 번식기 중에 활동량이 감소하는 현상은 6월 초중순부터 약 한 달간 지속된 장마전선으로 인한 일광욕 효율의 저하 때문인 것으로 추측되며(Jung, 2014) 더욱 자세한 원인 파악을 위해서 추후 시기별 행동권 차이와 같은 연구가 필요할 것으로 보인다.

붉은귀거북은 주변 환경에 대한 적응력이 높은 것으로 알려져 있다(Gibbons, 1990). 또한 붉은귀거북의 행동권은 비슷한 크기의 다른 거북종에 비해 넓은 편이기 때문에 제한된 서식지 내에서 남생이와 같은 비슷한 습성을 가진 종들과 경쟁할 경우, 일광욕 장소나 먹이자원 활용, 동면지 활용 등의 공간 이용에

있어 우위를 점할 수 있을 뿐만 아니라(Jo *et al.*, 2017), 다른 거북종들의 생존에도 영향을 끼칠 수 있다(Cadi and Joly, 2004). 따라서 붉은귀거북은 국내 생태계에 부정적인 영향을 끼칠 가능성이 있으며 향후 유사종이나 경쟁종과의 비교 및 경쟁에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

본 연구는 원산지가 아닌 환경에서 서식하는 붉은귀거북의 생태적 특성을 파악했다는 점에서 의의가 있으며 부화 후 붉은귀거북의 생존률은 1% 정도로 알려져 있으므로(Feldman, 2005) 개체군 관리방안의 일환으로 성체에 대한 적절한 포획 시기에 대한 정보를 제공했다는 측면에서도 의미가 있다고 생각된다. 그러나 본 연구는 환경 요인간의 상호 연관성에 대한 정보가 부족하다는 점과 다양한 서식지 유형에서 이루어지지 않았다는 점에서 한계가 있기 때문에 향후 이러한 점들이 보완된 관련 연구가 필요할 것이라 판단된다. 특히 대부분의 외래종들은 인위적인 요인으로(Jung, 2014) 인간의 접근성이 좋은 공간에 방사되며(Koo *et al.*, 2017) 그곳에 많은 개체군이 서식하기 때문에 해당 서식지의 다양한 유형에 대한 연구가 시급하다. 붉은귀거북의 관리방안 마련을 위해서는 지속적인 서식 현황 파악과 같은 기초 생태 모니터링 뿐만 아니라 위험성 평가 등과 같은 연구도 필요할 것으로 보인다. 또한 현재 국내에서는 붉은귀거북 뿐만 아니라 다른 외래종 거북 또한 야생에서 빈번하고 많이 발견되고 있기 때문에(Kim *et al.*, 2016) 이러한 종들에 대한 번식이 우려되고 있는 실정이다(National Institute of Ecology, 2015). 그러나 번식 현황, 서식지 내 선호 번식지점의 특징이나 온도 차이로 인한 성비 차이 및 이로 인한 개체군 크기 변화 예측 등에 대한 정보가 부족한 실정이어서 번식 생태에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- Allendorf, F.W. and L.L. Lundquist(2003) Introduction: population biology, evolution, and control of invasive species. *Conservation Biology* 17(1): 24-30.
- Bartlett, R. D. and P. P. Bartlett(1996) *Turtles and tortoises*. Barron's, New York, 119pp.
- Beard, K.H. and E.M. O'Neill(2005) Infection of an invasive frog *Eleutherodactylus coqui* by the chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in Hawaii. *Biological Conservation* 126(4): 591-595.
- Boyer, R.D.(1965) Ecology of the basking habit in turtles. *Ecology* 46(1/2): 99-118.
- Cadi, A. and P. Joly(2004) Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodiversity and Conservation* 13(13): 2511-2518.
- Cagle, F.R.(1939) A system of marking turtles for future identification. *Copeia* 1939(3): 170-173.
- Cagle, F.R.(1950) The life history of the slider turtle, *Pseudemys scripta troostii* (Holbrook). *Ecological Monographs* 20(1): 31-54.
- Chen, T.H.(2006) Distribution and status of the introduced red-eared Slider (*Trachemys scripta elegans*) in Taiwan. In: Koike, F., M. N. Clout, M. Kawamichi, M. De Poorter and K. Iwatsuki (ed.), *Assessment and control of biological invasion risks*, Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, pp. 187-195.
- Department of Agriculture and Food(2009) Red-eared slider animal pest alert no. 6/2009. Department of Agriculture and Food, Australia, 4pp.
- Donlan, C.J. and P.S. Martin(2004) Role of ecological history in invasive species management and conservation. *Conservation Biology* 18(1): 267-269.
- Feldman, M.L.(2005) The red-eared slider turtle (*Trachemys scripta elegans*) in New Zealand. *Proceedings of the 13th Australian vertebrate pest conference*, Manaaki Whenua-Landcare Research, New Zealand, pp. 96-101.
- Gibbons, J.W.(1986) Movement patterns among turtle populations: applicability to management of the desert tortoise. *Herpetologica* 42(1): 104-113.
- Gibbons, J.W.(1990) *Life history and ecology of the slider turtle*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., 368pp.
- Hartwig, T.S. and E. Kiviat(2007) Microhabitat association of Blanding's turtles in natural and constructed wetlands in Southeastern New York. *Journal of Wildlife Management* 71(2): 576-582.
- Hong, C.E.(2006) The actual condition of habitation and a concret plan for the management of *Rana catesbeiana* and *Trachemys scripta elegans* imported in Jeju Island. Master dissertation. Jeju National University, Jeju, 39pp. (in Korean with English abstract)
- Jablonski, D., D. Grul'a and J. Christophoryová(2016) The first record of melanistic *Trachemys scripta* from an introduced population of Slovakia. *The Herpetological Bulletin* 137: 35-36.
- Jo, S.I., S.M. Na, C.K. Ahn, H.J. Kim, Y.J. Jeong, Y.M. Lim, S.D. Kim, J.Y. Song and H.B. Yi(2017) Comparison analysis for using the habitat pattern between the Korean endangered species, *Mauremys reevesii*, and the exotic species, *Trachemys scripta elegans*. *Korean Journal of Environment and Ecology* 31(4): 397-408. (in Korean with English abstract)
- Jung, J.H.(2014) Activity factors and diet analysis of the red-eared slider turtle (*Trachemys scripta*) in Ansan reed wetland park. Master dissertation. Seoul National University, Seoul, 87pp. (in Korean with English abstract)
- Kim, K.H.(2006) Breeding ecology and analysis of nest

- environment that affect breeding of the Crow tit (*Paradoxornis webbiana*) in Sihwaho reedy marsh park. Master dissertation. Korea National University of Education, Cheongju, 39pp. (in Korean with English abstract)
- Kim, S.R., J.H. Lee, J.Y. Song, M.H. Chang, H.C. Sung and D.G. Cho(2013) A study on the habitat restoration model for *Chinemys reevesii*. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 16(2): 115-125.
- Koo, K.S., H.J. Baek, S.H. Kim, H.J. Jang, D.I. Kim and H.C. Sung(2019) First report on the natural movement of introduced turtle, *Trachemys scripta elegans*. Korean Journal of Ecology and Environment 52: 9-12. (in Korean with English abstract)
- Koo, K.S., S.R. Kwon, M.S. Do and S.H. Kim(2017) Distribution characteristics of exotic turtles in Korean wild –based on gangwon-do and gyeongsangnam-do. Korean Journal of Ecology and Environment 50(3): 286-294. (in Korean with English abstract)
- Korea Water Resources Corporation(2002) Study on operation and management of Shi-hwa constructed wetland. Korea Water Resources Corporation, Daejeon, 555pp. (in Korean)
- Lee D.H., Y.C. Kim, M.H. Chang, S.H. Kim, D.E. Kim and J.H. Kil(2016) Current status and management of alien turtles in Korea. Journal of Environmental Impact Assessment 25(5): 319-332. (in Korean with English abstract)
- Lee H.J.(2010) Distribution and characteristics of Reeve's turtle (*Chinemys reevesii*) populations in jeolla-do and gyeongsangnam-do. Master dissertation. Kangwon National University, Chuncheon, 48pp. (in Korean with English abstract)
- Lee J.H., H.J. Jang and J.H. Seo(2011) Ecological guide book of herpetofauna in Korea. National Institute of Environmental Research, Incheon, 256pp. (in Korean)
- Litzgus, J.D. and T.A. Mousseau(2004) Home range and seasonal activity of Southern spotted turtles (*Clemmys guttata*): Implications for management. Copeia 2004(4): 804-817.
- Livo, L.J., C. Wild, T.L. Wilcox, B. Shipley, B. Lambert, J. Ehrenberger, T. Warfel and J. Logan(2017) Distribution and activity season of the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Colorado, USA. Herpetological Review 48(4): 734-739.
- Lowe, S., M. Browne and S. Boudjelas(2000) 100 of the world's worst invasive alien species. a selection from the global invasive species database. IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG), Auckland, New Zealand, 11pp.
- Ministry of Environment(2016) Designation and notification of invasive alien species. Ministry of Environment notification 2016-112 (June 17, 2016). (in Korean)
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries(2004) Establishment of long-term plan for creation of replacement wetlands(2). Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Seoul, 372pp. (in Korean)
- Morreale, S.J. and J.W. Gibbons(1986) Habitat suitability index model: slider turtle. United States Fish and Wildlife Service biological report no. 82(10.125). United States Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., 14pp.
- National Institute of Ecology(2014) Ecological studies of alien species (I). National Institute of Ecology, Seocheon, 101pp. (in Korean)
- National Institute of Ecology(2015) Nationwide survey of nonnative species in Korea (I). National Institute of Ecology, Seocheon, 342pp. (in Korean)
- Oh, H.S. and C.E. Hong(2007) Current conditions of habitat for *Rana catesbeiana* and *Trachemys scripta elegans* imported to Jeju-do, including proposed management plans. Korean Journal of Environment and Ecology 21(4): 311-317. (in Korean with English abstract)
- Park, J.M., K.H. Kim, Y.H. Hwang, M.S. Beon and H.K. Oh(2007) Study on vegetations of the Sihwaho *Phragmites communis* wetland park. Korean Journal of Plant Resources 20(1): 50-62.
- Ramsey, N.F., P.K.A. Ng, R.M. O'Riordan and L.M. Chou(2007) The red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Asia: a review. In: F. Cherardi (ed.), Biological invaders in inland water: Profiles, distribution, and threats, Springer Publishing, New York, pp. 161-174.
- Reed, R.N. and J.W. Gibbons(2003) Conservation status of live United States nonmarine turtles in domestic and international trade. United States Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., 92pp.
- Sergeyev, A.(1939) The body temperature of reptiles in natural surroundings. Doklady Akademia Nauk SSSR 22(1): 49.52.
- Shefali, V.M., R.G. Haight, F.R. Homans, S. Polasky and R.C. Venette(2007) Optimal detection and control strategies for invasive species management. Ecological Economics 61(2-3): 237-245.
- Shine, R.(2010) The ecological impact of invasive cane toad (*Bufo marinus*) in Australia. The Quarterly Review of Biology 85(3): 253-291.
- Taniguchi, M., J.E. Lovich, K. Mine, S. Ueno and N. Kamezaki(2017) Unusual population attributes of invasive red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) in Japan: do they have a performance advantage?. Aquatic Invasions 12(1): 97-108.
- Teillac-Deschamps, P. and A.C. Prevot-Julliard(2006) Impact of exotic slider turtles on freshwater communities: an experimental approach. First European congress of conservation biology, Society for Conservation Biology, Heger, pp. 162-163.
- Teillac-Deschamps, P., V. Delmas, R. Lorrillière, V. Servais, A.



- Cadi and A. Prévot-Julliard(2008) Red-eared turtles (*Trachemys scripta elegans*) introduced to French urban wetlands: an integrated research and conservation program. In: J.C. Mitchell, R E.J. Brown and B.Bartholomew(ed.), Urban herpetology, Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Utah, pp. 535-537.
- Tuma, M.W.(2006) Range, habitat use, and seasonal activity of the yellow mud turtle (*Kinosternon flavescens*) in Northwestern Illinois: Implications for site-specific conservation and management. *Chelonian Conservation and Biology* 5(1): 108-120.
- Warwick, C., C. Steedman and T. Holford(1990) Ecological implications of the red-eared turtle trade. *Texas Journal of Science* 42(4): 419-422.