

실내 사육장에서 도마뱀부치(*Gekko japonicus*) 성체와 유체의 주야간 은신처 선호와 경쟁¹

박일국^{2†} · 김대인^{2,3†} · 장세윤⁴ · 김도연⁴ · 최우진² · 김종선⁴ · 구교성² · 박대식^{4*}

Preference and Competition for Shelters at Day and Night between Adult and Juvenile Schlegel's Japanese Gecko (*Gekko japonicus*) in an Indoor Vivarium¹

Il-Kook Park^{2†}, Dae-In Kim^{2,3†}, Se-Yoon Jang⁴, Do-Yeon Kim⁴, Woo-Jin Choi²,
Jong-Sun Kim⁴, Kyo-Soung Koo², Daesik Park^{4*}

요 약

도마뱀부치(*Gekko japonicus*) 성체와 유체의 주야간에 있어 서로 다른 은신처에 대한 선호 및 경쟁 양상을 알아보기 위하여 실내 사육장에서 성체 9개체(암컷 3, 수컷 6), 유체 4개체를 47일간 사육하면서 연구를 수행하였다. 실험결과, 사육장 내에 설치된 은신처 내부의 온도와 내부에서 발견된 도마뱀부치의 체온은 높은 양의 상관성을 보였으며, 야간에 은신처 내부보다 외부에서 더 많은 성체와 유체가 관찰되었다. 성체와 유체 모두 특정 은신처에 대한 선호를 보였는데, 특별히 성체는 주간 온도가 높은 은신처를 더 높은 비율로 선호하였다. 유체가 가장 선호한 은신처는 주야간에 동일한 은신처였다. 최대비율로 이용한 특정 은신처의 이용률은 성체의 경우 주야 간 차이가 유의한 반면, 유체는 차이가 없었다. 체온의 경우 성체와 유생 모두 야간에 은신처 외부에서 발견된 개체가 내부에서 발견된 개체들보다 더 높았다. 성체와 유생 사이의 체온 비교결과, 주간 온도가 성체의 체온이 유체보다 높았으나, 야간에는 차이가 없었다. 이러한 결과는 도마뱀부치가 야행성으로 나온 온도조건을 가진 은신처를 선호하고 성체와 유체 간에는 은신처 이용경쟁이 있음을 보여주며, 더불어 도마뱀부치의 체온과 활동성에 관한 기초정보를 제공해 준다.

주요어: 도마뱀, 게코, 온도조건, 은신처 이용

ABSTRACT

We examined activities of adult ($n=9$, 3 females and 6 males) and juvenile ($n=4$) Schlegel's Japanese gecko (*Gekko japonicus*) in an indoor vivarium for 47 days to study the preference and competition for shelters at day and night. The result showed the strong correlation between the temperature inside the shelter and the body temperature of Schlegel's Japanese gecko and more individuals observed outside the shelters at nighttime than daytime. Both adults and juveniles showed a preference for certain shelters. The adults preferred the warmer shelters in the daytime while the juveniles preferred the same shelter in both daytime and nighttime. Both adults

1 접수 2018년 3월 29일, 수정 (1차: 2018년 5월 30일, 2차: 2018년 6월 18일), 게재확정 2018년 6월 26일
Received 29 March 2018; Revised (1st: 30 May 2018, 2nd: 18 June 2018); Accepted 26 June 2018

2 강원대학교 생명과학과 Dept. of Biology, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon 24341

3 국립생태원 National Institute of Ecology, Seoecheon, Chungnam 33657

4 강원대학교 과학교육학부 Division of Science Education, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon 24341

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-33-250-6739, Fax: +82-33-259-5600, E-mail: parkda@kangwon.ac.kr

† Co-first author

and juveniles observed outside the shelter at the nighttime had higher body temperature than those found inside. In the daytime, the body temperature of adults was higher than that of juveniles, but there was no significant difference in the nighttime. The results imply that *G. japonicus*, which is the nocturnal lizard, prefers the shelters with higher temperature and that there is the competition for shelters between adults and juveniles. This study provides the reference data on the relationships between the body temperature and the activities of *G. japonicus*.

KEY WORDS : LIZARD, GECKO, TEMPERATURE CONDITION, SHELTER USE

서 론

한 종이 동서종을 포함하는 생태계에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 이들의 세력권의 유무, 미소서식지 이용, 종내 경쟁, 활동양상, 먹이원의 이용 등과 같은 다양한 기초생태정보를 파악하는 것이 필요하다(Anderson, 2007; Newbery and Jones, 2007). 여러 동물군들 중, 야행성 게코도마뱀의 경우 변온동물로 이들의 야간 활동과 생리적 활성 정도가 낮 시간 동안 받은 열에 의존적이므로(Porter and Gates, 1969; Huey et al., 1989; Kearney and Predavec, 2000), 빛의 유무에 따른 활동양상의 파악이 필요하다. 더불어, 주어지는 빛 혹은 열의 조건이 서로 다른 서식처를 개체들이 어떻게 이용하는가 역시 파악되어야 할 요소이다. 특별히, 게코도마뱀은 파충류들 중에서 그들의 물체접착 능력 및 높은 인위적 이동가능성으로 인해, 국제적으로 가장 빈번한 외래종 그룹들 중 하나로 보고되어 있어(Newbery and Jones, 2007; Yang et al., 2012), 이들에 대한 기초생태정보의 확보가 추후 발생할 수 있는 다양한 생태적 영향을 미연에 방지하거나 확산을 차단하기 위해 필요하다.

도마뱀부치(*Gekko japonicus*)는 한국의 남부지역, 중국의 중동부지역, 류큐 열도를 제외한 대부분의 일본지역에 분포하는 것으로 알려져 있다(Zhao and Adler, 1993; Ota and Tanaka, 1996; Wada, 2003; Lee et al., 2004). 국내 도마뱀부치를 최초로 기록한 문헌에서 한국과 일본의 도마뱀부치는 외래종일 가능성이 높은 것으로 보았으며, 종의 원분포지는 중국 중남부 내륙으로 기술하고 있지만(Stejneger, 1907), 이러한 가능성의 명확한 확정을 위해서는 추가적인 자료를 필요로 하는 상황이다. 도마뱀부치는 전체 몸길이 10-14 cm의 소형 도마뱀으로 국내에 서식하는 도마뱀아목(Suborder Lacertilia) 중, 유일한 야행성 종이다. 이들은 주로 광원에 모여든 나방, 파리 등의 곤충 및 지면 근처에 서식하는 소형 절지동물들을 섭식하는 것으로 알려져 있다(Saenz, 1996; Lee et al., 2004).

도마뱀부치에 대한 연구는 일본과 중국에서 먹이원, 성적 이형 및 번식 관련 연구들이 진행되었지만(Ji et al., 1991; Ota and Tanka, 1996; Zhang et al., 2009, Caldwell et al.,

2014), 국내의 경우 Stejneger (1907)의 부산에서 첫 기록 후, 사육 중 번식 및 섭식, 일부지역에서의 분포 연구(Lee et al., 2004)와 미토콘드리아 DNA 서열특성(Kim et al., 2016) 연구가 수행되어 있다. 2017년에는 기존의 알려진 개체군으로부터 200 km 이상 떨어진 목포에서도 새로운 개체군이 보고되었다(Kim et al., 2017). 현재까지 국내에서는 도마뱀부치 종의 분류학적 및 생태적 지위가 불명확하여, 이들의 주야간 활동경향, 서식지의 이용 및 개체들 간의 경쟁, 세력권의 여부, 개체군간 관련성 등 기본적인 연구들이 수행되어 있지 않다. 이러한 현황은 국내에서 도심인근의 서식처를 실질적으로 점유하고 있는 도마뱀부치의 다양한 생태적 영향을 평가하는데 큰 문제가 되고 있어, 연구가 시급하다.

본 연구에서는 국내 도마뱀부치 성체와 유체의 주야간에 서로 다른 조건을 가지는 은신처에 대한 선호 및 경쟁 여부를 실내 사육장 실험을 통하여 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 설정

본 실험은 2017년 10월 20일부터 12월 5일까지 47일간 실내 연구실에 설치된 실험용 사육장에서 수행되었다. 실험에 이용한 도마뱀부치는 2017년 4월 22일 부산해양자연사 박물관에서 채집한 성체 9개체(수컷 6, 암컷 3)와 유체 4개체, 총 13개체를 투입하였다. 유체 여부는 전항부인공과 생식기부분의 발달 상태로 구분이 가능하였다(Ota, 1996). 실험전후에 각 개체들의 몸통길이(snout-vent length, SVL, mm)와 몸무게(body weight, BW, g)를 각각 캘리퍼스(CD-15CPX, Mitutoyo-Korea, Seoul, Korea)와 디지털저울(MH-200, Hitro, China)을 이용하여 0.01 mm, 0.01 g 단위로 측정하였다. 실험기간 동안 물은 주 3회 공급하였으며, 먹이로는 주 2회 회당 밀웜 12개체, 귀뚜라미 6개체를 급여하였다. 개체들 중 암컷 1개체는 실험 38일에 분실되어, 37일의 자료만을 분석에 이용하였다.

실험용 사육장으로는 합성플라스틱 사육장(L 84 cm × W 53 cm × H 34 cm)을 이용하였으며(Fig. 1), 일광욕을 위한 광원으로는 100 W 백열등과 UV전구(PT2187, Hagen, Montreal, Canada; 220 V, 50 Hz, 25 W)를 함께 사육장 외벽에 붙여 바닥으로부터 약 50 cm 높이에 설치하였다. 습도는 가습기를 이용하여 약 40%로 설정하여 조절하였다. 광원은 도마뱀부치를 포획한 지역의 일출시간(www.timeanddate.com)에 맞추어 켜졌으며, 일몰이 이루어진 오후 6시 이후에는 소등하였다. 주간 광원점등 동안 점등된 광원의 과열을 방지하기 위하여, 점등 2시간 후 소등 1시간의 주기로 시행하였다. 일몰 후 야간의 경우 점등은 하지 않았지만, 창문을 통해 도시 가로등의 희미한 불빛 조명(<0.01Lux: 조도계 TES-1337, TES, China)은 이용이 가능하였다.

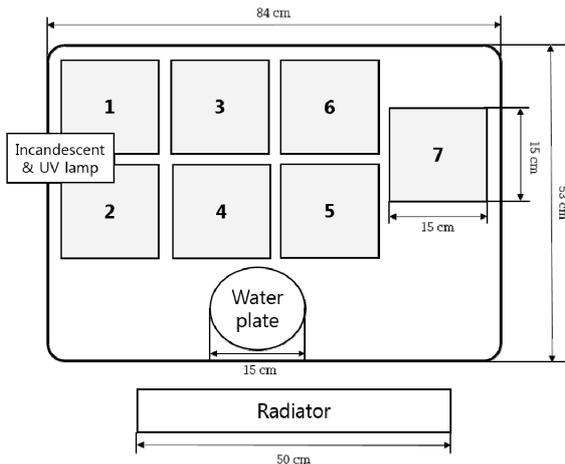


Figure 1. Schematic diagram of the experimental setting. Numbers (1-7) indicate the shelters which provided.

실험에 이용된 은신처로는 30 cm × 30 cm 크기의 계란 판을 15 cm × 15 cm 크기로 4등분하여 이용하였다. 7개의 은신처들을 사육장바닥에 Fig. 1과 같이 배치하여, 광(열)원으로부터 은신처 1번, 2번은 약 45 cm, 3, 4번은 55 cm, 5, 6번은 65 cm, 7번은 약 75 cm 떨어져 있었다. 은신처별로 다른 온도조건과 더불어, 주간 점등 동안 은신처들이 서로 다른 조도를 가질 수 있었으나, 점등이 낮 시간대에 이루어졌고, 점등 동안 창을 통한 간접 햇빛과 실험실의 배경조명 역시 은신처를 비추고 있어, 은신처별 조도 차이는 추가로 고려하지는 않았다. 또한, 실험을 실내에서 수행하였지만, 일부 실험기간이 도마뱀부치가 동면을 시작할 수 있는 기간임을 고려하여, 야간에는 라디에이터(CMR-2211, Calmac-Korea, Uiwang, Korea)를 20시부터 08시까지 사

육장으로부터 2m 이상 이격된 상태에서 작동하였다. 실험에 이용한 모든 개체들은 실험시간 동안 활발한 활동을 유지하였다.

2. 자료 획득

주야간 구분을 위하여, 본 실험에서 주간은 일출 후부터 일몰 전 사이 광원이 점등된 상태, 야간은 일몰 후 광원이 소등된 상태를 의미한다. 조사는 1일 1-3회에 걸쳐 수행하였으며, 주간 경우 점등이 되어 있는 경우에만 조사를 수행하였으며, 야간의 경우 소등이 이루어진 일몰 후부터 밤 12시 이전까지만 수행하였다.

사육장에서 발견되는 도마뱀부치의 위치는 은신처 내부와 외부로 구분하여 기록하고, 은신처 내부에서 발견된 경우 은신처의 번호 역시 기록하였다. 발견된 모든 개체의 등면 피부위의 온도(이하에서 체온으로 칭함)를 적외선 온도계(AR-320, ARCO, China)를 이용하여 0.1°C 단위로 기록하였다. 이와 더불어, 매 조사 시, 조사일, 조사시간, 7개 은신처 내부의 온도를 각각 기록하였다.

3. 자료의 분석

수치자료들의 정규성 검증결과, 은신처 외부에 있는 성체들의 피부온도를 제외한 모든 변수들이 정규성을 나타내어(Kolmogorov-Smirnov, $P > 0.05$), 모수통계분석법으로 자료를 분석하였다. 먼저, 실험전후 성체와 유체의 BW와 SVL 비교를 paired t -test를 이용하여 분석하였다. 은신처 아래의 주야간 온도 차이 역시 동일한 은신처간 비교를 고려한 paired t -test로 분석하였으며, 주야간 각각에 있어 은신처들 간 온도의 비교는 one-way ANOVA로 비교한 후, Tukey test로 사후검증을 하였다. 은신처 내부의 온도와 내부에서 발견된 개체 체온사이의 관련성은 Pearson 상관분석으로 확인하였다.

주야간 은신처 내·외부에서 발견되는 성체와 유체의 빈도, 은신처별 이용 빈도를 포함하는 모든 빈도자료는 온라인 Chi-square test로 분석하였다(Preacher, 2001). 특별히, 개체별 주야간 특정 은신처의 선호 정도를 알아보기 위하여, 우선 7개 은신처에 대한 개체별 이용률을 은신처별 이용횟수를 전체 발견횟수로 나누어 구하고, 그 중에서 가장 높은 값을 가진 은신처를 최대선호 은신처로 결정하였다. 그리고, 해당 은신처의 이용률을 특정 개체의 은신처 최대이용률로 고려하였다. 최대이용률의 성체와 유체 각각에서 주야간 비교는 paired t -test로, 주야간 각각에서 성체와 유체의 비교는 t -test를 이용하여 비교하였다. 이 분석에서는 실험도중 분실로 자료수가 적은 암컷 1개체는 paired

검증의 특성을 고려하여 분석에서 제외하였다.

은신처 내·외부에서 발견된 개체들 간 및 성체와 유체들 간의 피부온도비교는 매 조사별 시기를 고려한 비교를 위하여 paired t-test를 이용하여 수행하였다. 이를 위해서 조사 일별로 은신처 내·외부에서 발견된 모든 개체들의 평균 피부온도 값을 구한 후, 분석에 이용하였다. Paired 비교를 위하여 은신처 내부 혹은 외부에서 모든 개체가 발견되어 비교가 가능하지 않은 자료($n=7$)는 분석에서 제외되어 졌다. 암수 간의 경우 샘플수가 적어 직접적으로 비교하지는 않았다. 빈도분석을 제외한 모든 분석은 SPSS PC(ver. 18.0)를 이용하였으며, 본문 내 수치자료는 평균±표준오차(SE)로 제시하였다.

결 과

47일의 연구기간동안 야간에 59회, 주간에 46회, 총 105회의 관찰이 이루어졌다. 실험전과 후를 비교할 때 성체의 SVL ($t=2.68$, $df=7$, $P=0.031$)과 BW ($t=2.74$, $df=7$, $P=0.029$)는 모두 유의미하게 증가하였다. 유체의 SVL과 BW 역시 각각 증가하였지만, 통계적 유의성은 없었다($P>0.05$).

1. 은신처온도와 개체온도의 관련성

야간에 은신처 아래의 평균 온도는 $21.1\pm 0.13^{\circ}\text{C}$ (범위: $20.7\text{--}21.6^{\circ}\text{C}$, $n=7$), 주간에는 $23.6\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ (범위: $22.9\text{--}24.7^{\circ}\text{C}$, $n=7$; Fig. 2)로 차이가 유의하였다(paired $t=14.97$, $df=320$, $P<0.001$). 야간 및 주간 각각에서 은신처들 간 온도는 유의한 차이를 보였는데(야간: $F_{6,412}=2.85$, $P=0.010$; 주간: $F_{6,320}=2.94$, $P=0.008$; Fig. 2), 사후검증에서 야간에 2번의 온도가 6번과 7번보다 높았으며($P<0.05$), 주간에 2번의 온도가 5번, 6번, 7번보다 유의하게 높았다($P<0.05$, Fig. 2). 나머지 비교들은 유의한 차이가 없었다($P>0.05$).

성체와 유체의 체온과 각 은신처 내부의 온도와의 야간(성체 $r=0.911$, $P<0.001$; 유체 $r=0.905$, $P<0.001$)과 주간(성체 $r=0.930$, $P<0.001$; 유체 $r=0.824$, $P<0.001$) 모두에서 높은 양의 상관관계를 보였다(Fig. 3).

2. 주야간 위치 및 성숙에 따른 은신처 이용

주야간에 관계없이 유체들이 은신처 외부에서 성체들보다 더 높은 빈도로 관찰되었다(야간: $\chi^2=38.07$, $df=1$, $P<0.001$; 주간: $\chi^2=46.36$, $df=1$, $P<0.001$; Fig. 4). 더불어, 주간보다 야간에 은신처 외부에서 성체($\chi^2=107.70$, $df=1$, $P<0.001$)와 유체($\chi^2=43.09$, $df=1$, $P<0.001$) 모두 더 높은 빈도로 관찰되었다(Fig. 4).

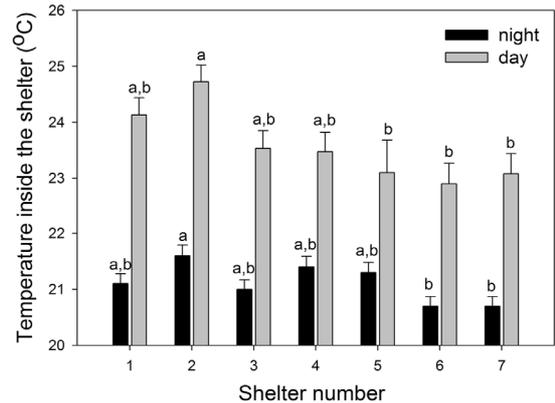


Figure 2. The mean temperature inside the different shelters at night and day. Different characters on the bars indicate significant differences ($P<0.05$).

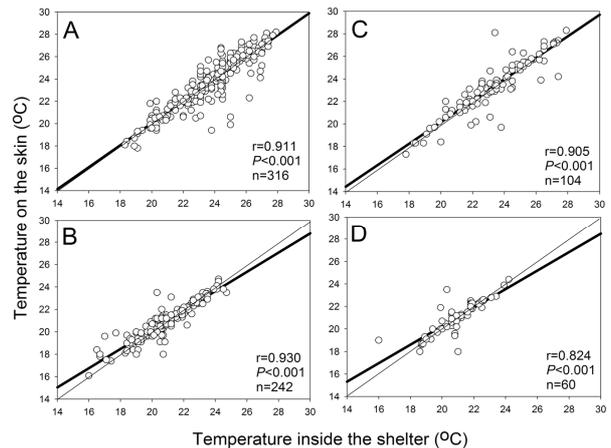


Figure 3. Relationship between temperature inside the shelter and temperature on the skin of adults (A, B) and juveniles (C, D) at night (A, C) and day (B, D).

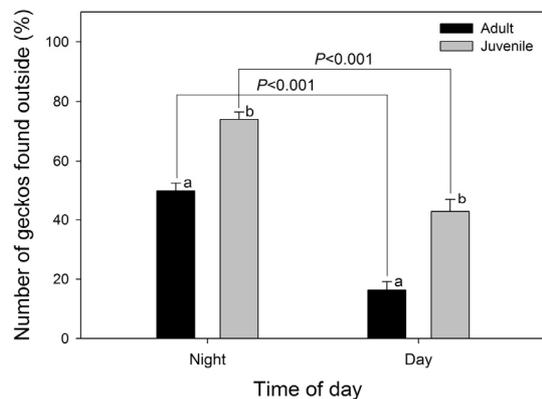


Figure 4. Number of adults and juveniles which found inside and outside the shelter at night and day. Different characters on the bars indicate significant differences ($P<0.05$).

성체와 유체 간에 은신처별 이용률은 야간에는 차이가 없었으나($X^2=5.79$, $df=6$, $P=0.447$, Fig. 5A) 주간에는 차이가 유의하였다($X^2=25.14$, $df=6$, $P<0.001$, Fig. 5B). 성체는 주간에는 1번과 3번에서 발견율이 증가하였다. 특히, 1번 은신처에서 높은 비율로 발견되었다. 유체는 주간에는 3번과 5번에서 발견율이 증가하였으나, 주야간 모두에서 7번 은신처에서 가장 높은 비율로 발견되었다.

특정 은신처의 최대이용률은 야간에 성체는 $28.6\pm 1.2\%$ (25.0-34.5%), 유체는 $37.4\pm 1.4\%$ (33.3-40.0%); 주간에는 성체는 $38.5\pm 3.3\%$ (23.3-53.3%), 유체는 $35.0\pm 2.9\%$ (28.6-40.7%) 이었다. 성체의 특정 은신처 최대이용률은 주간에 더 큰 반면($paired\ t=3.10$, $df=7$, $P=0.017$), 유체의 경우는 차이가 없었다($P=0.392$). 성체와 유체 사이의 특정 은신처 최대이용률은 주야간 모두에서 차이가 없었다(야간: $P=0.196$, 주간:

$P=0.448$).

3. 주야간 위치와 성숙에 따른 체온의 비교

위치에 따른 체온비교의 경우, 야간에 은신처 외부에 발견된 성체와 유체의 체온이 은신처 내부에서 발견된 성체와 유체 보다 각각 더 높은 반면(성체; $paired\ t=5.00$, $df=58$, $P<0.001$, 유체; $paired\ t=3.98$, $df=40$, $P<0.001$; Fig. 6A), 주간에는 모두 유의한 차이가 없었다($P>0.47$; Fig. 6B).

성체와 유체 간 체온비교의 경우, 야간에는 내·외부 모두에서 차이가 없었으나(내부: $P=0.096$; 외부: $P=0.056$; Fig. 6A), 주간에는 성체의 온도가 내·외부 모두에서 유의하게 높았다(내부: $paired\ t=2.47$, $df=19$, $P=0.023$; 외부: $paired\ t=4.83$, $df=19$, $P<0.001$; Fig. 6B).

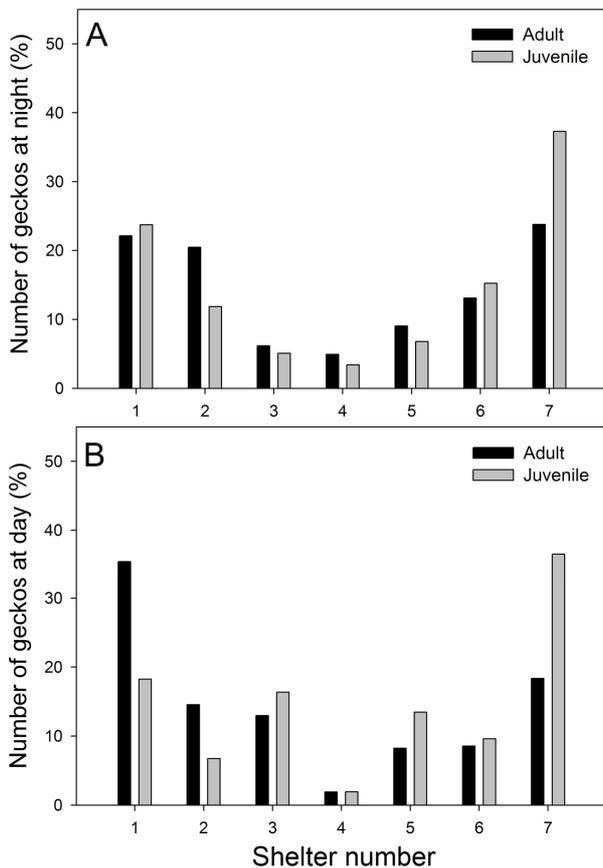


Figure 5. Use of different shelters depending on maturity (adult and juvenile) and the time of day, night (A) and day (B).

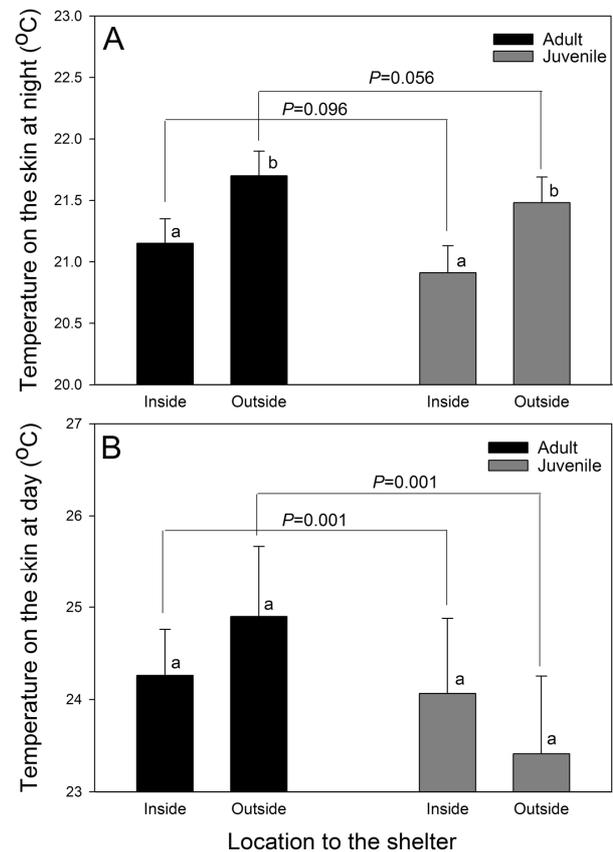


Figure 6. Comparison of temperatures on the skin of adults and juveniles inside and outside the shelter at night (A) and day (B). Different characters on the bars indicate significant differences ($P<0.05$) between inside and outside the shelter.

고찰

우리의 연구결과는 우선 도마뱀부치가 야행성이라는 것을 재확인해 준다. 게코도마뱀과(Gekkonidae)의 대부분의 종들이 야행성으로 알려져 있는데(Rösler et al., 2011), 본 실험에서 성체와 유체 도마뱀붙이 모두 주간보다 야간에 은신처 외부에서 더 빈번하게 관찰된 것은 이들이 제한적 광원 상태에서 주로 활동하는 야행성이라는 것을 확인해 준다. 이전에 일본에서 수행된 연구에서도 도마뱀부치는 일몰 직후 활동을 시작하며, 약 1-2시간 후 가장 왕성한 활동성을 보인 바 있다(Tawa et al., 2014). 더불어, 실험 중 야간에 은신처 외부에서 발견된 도마뱀붙이 개체들의 체온이 은신처 내부 개체들의 체온보다 높았는데, 이는 높은 체온을 가진 도마뱀부치가 더 활동적이라는 것 혹은 역으로 높은 체온을 가진 도마뱀부치들이 주로 활동을 수행한다는 것을 보여준다. 이러한 결과는 일반적으로 변온동물에서 적절한 체온을 가진 개체들의 활동성이 더 높다는 이전의 연구결과들과 일치하는 결과이다(Huey et al., 1989; Kearney and Predavec, 2000).

도마뱀부치 개체들은 특정 은신처를 선호하여 이용하는 것으로 나타났다. 실험에서 성체들은 은신처 1번을 유체들은 은신처 7번을 가장 선호하여 이용하였다. 성체들이 1번 은신처를 선호한데에는 몇 가지 요인들이 관여한 것으로 판단된다. 첫 번째, 1번 은신처가 가진 좋은 온도조건이다. 실험에서 비록 통계적인 차이는 없었지만, 1번 은신처는 2번과 함께 가장 높은 온도를 유지하는 것으로 나타났다. 야행성 도마뱀류에서 서식처의 온도조건이 개체의 체온에 영향을 미치며, 체온은 개체의 활동성과 매우 밀접하게 관련되어 있음을 고려할 때(Huey et al., 1989), 온도조건은 은신처 선택의 핵심 요인으로 작용한 것으로 판단된다. 이와 더불어, 실험 수행조건 역시 결과에 부분적으로 관여하였을 가능성이 있다. 실험 중 먹이나 물의 제공이 은신처 2, 4, 5번이 위치한 쪽으로 제공되어(Fig. 1 참조) 1번보다 2번 은신처의 상대적 교란빈도가 높았을 것으로 판단된다. 실험 후 실시된 추가 분석에서 주야간 성체가 사육장 뒤쪽(1, 3, 6번 은신처)과 앞쪽(2, 4, 5번 은신처)에 배치된 은신처들의 사용빈도는 각각 $16.4 \pm 4.4\%$ (범위 5.0-35.4%), $9.8 \pm 2.8\%$ (범위 1.9-20.5%)로 비록 통계적으로 유의하지는 않았지만($P=0.104$) 뒤쪽에 배치된 은신처의 사용빈도가 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 비록 핵심적이지는 않지만, 성체들이 온도가 가장 높은 2번보다 1번 은신처에서 더 많이 발견된 결과에 일부 관여할 수 있음을 보여준다. 또한, 4번 은신처의 성체와 유체 모두 낮은 이용률(Fig. 5 참조) 역시 아마도 물그릇의 위치와 먹이공급에 따른 교란의 영향을 일부 받았을 것으로 판단된다.

성체들과 다르게, 유체들은 상대적으로 온도가 낮은 은신처 7번을 선호하였다. 7번 은신처의 평균온도는 점등 상태에서 은신처 1번과 2번 보다 약 1.5°C 낮았으며, 도마뱀부치의 선호 최적 온도인 28°C (Hu and Du, 2007) 보다 크게 낮았다. 유체들이 높은 빈도로 7번 은신처를 이용한 것은 두 가지 측면에서 생각해 볼 수 있다. 일반적으로 게코도마뱀들이 미소서식지를 가지고 경쟁하는 것을 고려하고 성체들이 유체들에 비하여 경쟁 우위에 있는 것을 고려할 때(Stamps, 1977; Williams and McBrayer, 2007), 유체들이 경쟁에서 밀려 7번 은신처를 선택했을 가능성이 있다. 그러나 그러한 과정이 유체들에 대한 성체들의 적극적인 공격에 의한 것인지 혹은 유체들이 신체접촉과 같은 성체와의 스트레스성 접촉(Frankenberg, 1982)을 적극적으로 회피함으로써 발생하였는지 여부는 추가 연구가 필요하다. 다른 한편으로는 7번 은신처의 온도는 낮지만, Fig. 1에서 보듯이 7번 은신처 주위에는 다른 은신처들 경우 보다 도마뱀부치들의 활동이 가능한 공간이 넓게 인접하고 있다. 그리하여, 활동의 종료 후 개체들이 상대적으로 접근이 용이한 인접한 7번 은신처를 이용하였고, 그에 따라서 개체의 발견 비율이 높았을 가능성 역시 있다. 실험결과에서 7번 은신처의 온도가 1번과 2번에 비해 유의하게 낮음에도 불구하고 성체들 역시 18.4-23.7%의 꽤나 높은 빈도로 7번 은신처를 사용하고 있다는 것은 이러한 해석을 지지하는 결과라고도 할 수 있다.

성체의 경우 특별히 야간에 비해 주간 동안 1번 은신처를 이용하는 비율이 의미 있게 증가하였는데, 이는 성체들이 적극적으로 체온을 높일 수 있는 은신처를 선택한 것을 보여준다. 우리의 결과에서 야간 동안 성체와 유체의 체온은 차이가 없었지만, 주간 동안 성체의 체온은 유체보다 유의하게 높았다. 야행성 도마뱀들이 주간 동안 복사열을 받는 미소서식지에서 적극적으로 체온을 올리고, 높아진 체온을 바탕으로 일몰 후 활동을 한다는 것을 잘 알려진 내용이다(Huey et al., 1989; Angilletta et al., 1999). 이러한 적극적인 은신처의 선택과 더불어, 성체들의 유체들에 비하여 상대적으로 몸이 넓으며, 일광욕 중 열 흡수효율이 더 높은 것(Asplund, 1974) 역시 성체의 높은 체온으로 이어졌을 것으로 판단된다. 즉, 성체들은 효율적인 일광욕 장소의 선택과 효율적 체온상승 체제를 바탕으로 주간 동안 유체보다 높은 체온을 유지하는 것으로 보인다.

주간과 야간 모두 은신처 외부에서 유체들이 더 많이 발견되었는데, 이는 아마도 유체의 높은 섭식요구가 관여하였을 것으로 보인다. 도마뱀부치의 경우 주로 몸체 및 장기에 지방을 축적함으로써 신체활동 유지에 필요한 에너지를 저장한다(Ji and Wang, 1990; Niewiarowski, 2001). 일반적으로 파충류 유체들의 대사율이 성체들에 비해 높지만(Garland and Else, 1987), 섭식경쟁에서는 성체보다 불리

하다(Stamps, 1977). 본 실험에서 아마도 유체들은 성체와의 먹이경쟁으로 인한 불충분한 먹이의 섭취를 보완하기 위해, 추가 섭식활동 필요성을 높였고, 이것이 은신처외부에서 더 높은 빈도로 유체를 발견하는 것으로 이어진 것으로 판단된다. 이러한 해석은 본 실험에서 확인된 성체에 비하여 상대적으로 적게 증가한 유체의 SVL가 BW의 결과자료와 일치하는 것이다.

본 실험이 실내 사육장에서 수행되었으며, 실험에 이용한 개체의 수가 많지 않은 편이어서 결과해석에 유의할 필요성이 있음에도 불구하고, 연구결과는 도마뱀부치의 일반적인 체온과 활동성의 관련성에 관한 기초정보를 제공함과 더불어 도마뱀부치 성체와 유체가 주야간 서로 다른 활동양상을 보이며, 은신처 이용경향에 차이가 있음을 보여준다. 이러한 결과는 야외에서 추가적인 도마뱀부치의 생태 및 행동연구 및 개체군 관리를 위한 계획수립을 위한 기초자료로 이용될 것으로 기대된다.

사 사

이 연구는 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2016R1D1A1B03931085) 연구의 결과물입니다. 도마뱀부치의 초기 개체군 연구에 도움을 주신 김일훈 박사님, 이종남박사님, Hidetoshi Ota 박사님께 감사를 드립니다. 본 연구는 강원대학교 동물실험윤리위원회의 허가를 받아 수행되었습니다(KW-161128-2).

REFERENCES

- Anderson, R.A.(2007) Food acquisition modes and habitat use in lizards: questions from an integrative prospective. In: S.M. Reilly, L.D. McBrayer, D.B. Miles(eds.), *Lizard Ecology*. Cambridge University Press, London, pp. 450-490.
- Angeilletta Jr, M.J., L.G. Montgomery and Y.L. Werner(1999) Temperature preference in geckos: diel variation in juveniles and adults. *Herpetologica* 55(2): 212-222.
- Asplund, K.K.(1974) Body size and habitat utilization in Whiptail lizards (*Cnemidophorus*). *Copeia* 1974(3): 695-703.
- Caldwell, K.R., X. Hong, A.M. Brinker and D.J. Yurk(2014) Utilisation of weep holes in retaining walls by the Japanese gecko (*Gekko japonicus* Dumeril & Bibron, 1836) in Fukuoka, Japan. *Herpetology Notes* 7: 235-240.
- Frankenberg, E.(1982) Vocal behavior of the Mediterranean house gecko, *Hemidactylus turcicus*. *Copeia* 1982(4): 770-775.
- Garland Jr, T. and P.L. Else(1987) Seasonal, sexual, and individual variation in endurance and activity metabolism in lizards. *American Journal of Physiology* 252(3): 439-449.
- Hu, L. and W. Du(2007) Thermoregulation and thermal dependence of locomotor performance in the gecko *Gekko japonicus*. *Acta Zoologica Sinica* 53(2): 227-232.
- Huey, R.B., P.H. Niewiarowski, J. Kaufmann and J.C. Herron (1989) Thermal biology of nocturnal ectotherms: is sprint performance of geckos maximal at low body temperatures? *Physiological Zoology* 62(2): 488-504.
- Ji, X. and P.C. Wang(1990) Annual cycles of lipid contents and caloric values of carcass and some organs of the gecko, *Gekko japonicus*. *Comparative Biochemistry Physiology* 96(2): 267-271.
- Ji, X., P.C. Wang and W.X. Hong(1991) The reproductive ecology of the gecko *Gekko japonicus*. *Acta Zoologica Sinica* 37(2): 185-192.
- Kearney, M. and M. Predavec(2000) Do nocturnal ectotherms thermoregulate? A study of the temperate gecko *Christinus marmoratus*. *Ecology* 81(11): 2984-2996.
- Kim, H.T., Y.H. Bae, H. Kim, D. Kim and A. Borzée(2017) *Gekko japonicus*(Schlegel's Japanese gecko). *Herpetological Review* 48: 588.
- Kim, I.H., J. Park, K.S. Cheon, H.J. Lee, J.K. Kim and D. Park(2016) Complete mitochondrial genome of Schlegel's Japanese gecko *Gekko japonicus*(Squamata: Gekkonidae). *Mitochondrial DNA Part A* 27: 3684-3686
- Lee, J.N., S.G. Kang and I.S. Lee(2004) The study on the *Gekko japonicus* in Korea. *Bulletin of Basic Science Research Institute, Kyeongsung University* 16: 57-63. (in Korean with English abstract)
- Newbery, B. and D.N. Jones(2007) Presence of Asian house gecko *Hemidactylus frenatus* across an urban gradient in Brisbane: influence of habitat and potential for impact on native gecko species. In: D. Lunney, E.P. Hutchings, S. Burgin(eds.), *Pest or Guest: The Zoology of Overabundance*, Royal Zoological Society of New South Wales, Sydney, 59-65pp.
- Niewiarowski, P.H.(2001) Energy budgets, growth rates, and thermal constraints: toward an integrative approach to the study of life-history variation. *The American Naturalist* 157(4): 421-433.
- Ota, H. and S. Tanaka(1996) Gekkonidae and Eublepharidae. The *Encyclopedia of Animals in Japan*, V: pp. 65-71. (in Japanese)
- Porter, W.P. and D.M. Gates(1969) Thermodynamic equilibria of animals with environment. *Ecological Monographs* 39(3): 227-244.
- Preacher, K.J.(2001) Calculation for the chi-square test: An interactive calculation tool for chi-square tests of goodness of fit and independence (Computer software). Available from

- <http://quantpsy.org>.
- Rösler, H., A.M. Bauer, M. Heinicke, E. Greenbaum, T. Jackman, T., Q.T. Nguyen and T. Ziegler(2011) Phylogeny, taxonomy, and zoogeography of the genus *Gekko* Laurenti, 1768 with the reevaluation of *G. reevesii* Gray, 1831 (Sauria: Gekkonidae). *Zootaxa* 2989: 1-50.
- Saenz, D.(1996) Dietary overview of *Hemidactylus turcicus* with possible implications of food partitioning. *Journal of Herpetology* 30(4): 461-466.
- Stamps, J.A.(1977) The relationship between resource competition, risk, and aggression in a tropical territorial lizard. *Ecology* 58(2): 349-358.
- Stejneger, L.(1907) *Herpetology of Japan and Adjacent Territory* (No. 58). Government Print Office, Washington.
- Tawa, Y., T. Jono and H. Numata(2014) Circadian and Temperature Control of Activity in Schlegel's Japanese Gecko, *Gekko japonicus* (Reptilia: Squamata: Gekkonidae). *Current Herpetology* 33(2): 121-128.
- Wada, T.(2003) Distribution of house-dwelling geckos in Japan, based on a research using questionnaire. *Shizenshi-Kenkyu* 3(2): 2-19. (in Japanese)
- Williams, S.C. and L.D. McBrayer(2007) Selection of microhabitat by the introduced Mediterranean gecko, *Hemidactylus turcicus*: influence of ambient light and distance to refuge. *The Southwestern Naturalist* 52(4): 578-585.
- Yang, D., E. González-Bernal, M. Greenlees and R. Shine(2012) Interactions between native and invasive gecko lizards in tropical Australia. *Austral Ecology* 37(5): 592-599.
- Zhang, Y.P., W.G. Du and L.J. Zhu(2009) Differences in body size and female reproductive traits between two sympatric geckos, *Gekko japonicus* and *Gekko hokouensis*. *Folia Zoologica* 58(1): 113-122.
- Zhao, E.M. and K. Adler(1993) *Herpetology of China*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Oxford, Ohio.