

카메라 트래핑을 이용한 육상포유류 모니터링 효율성 평가

정철운¹⁾ · 차진열²⁾ · 김영채¹⁾ · 김성철¹⁾ · 권구희¹⁾ · 이화진¹⁾

¹⁾ 국립공원관리공단 종복원기술원 · ²⁾ 국립공원관리공단

Monitoring Efficiency Evaluation of Camera Trapping in Terrestrial Mammals

Chung, Chul-Un¹⁾ · Cha, Jin-Yeol²⁾ · Kim, Young-Chae¹⁾ · Kim, Sung-Chul¹⁾
Kwon, Gu-Hee¹⁾ and Lee, Hwa-Jin¹⁾

¹⁾ Species Restoration Technology Institute, Korea National Park Service,

²⁾ Korea National Park Service.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the monitoring efficiency of camera trapping in wild animals and to determine ways to increase its utilization. Nineteen sensor cameras were installed in Sobaeksan National Park from October 2012 to September 2013. During the study period, a total of 1045 terrestrial mammal photos were secured and 15 species habitats were identified. Shooting frequency was higher for medium and large mammals, especially full images of carnivores accounted for approximately 83%. A comparison of track surveys revealed that camera trapping was highly efficient and helped in capturing real image of species. The supply of lure and bait stimulates the sense of smell in carnivores, which further enhances the capturing of images by camera trapping. The results of this study provide data on the ecological characteristics of mammals, which can aid in determining habitat use by these animals, and thereby facilitate prevention of crop damage by wildlife.

Key Words : *Sensor camera, Sobaeksan National Park, Lure bait, Track survey.*

First author : Chung, Chul-Un, Species Restoration Technology Institute, Yeoungju, Korea,
Tel : +82-54-637-9120, E-mail : batman424@naver.com

Corresponding author : Cha, Jin-Yeol, Korea National Park Service, Seoul, Korea,
Tel : +82-2-721-9651, E-mail : trycha77@chol.com

Received : 28 March, 2014. Revised : 19 June, 2014. Accepted : 20 June, 2014.

I. 서 론

카메라 트래핑(Camera trapping, CT)은 센서를 이용해서 지나가는 동물의 사진을 확보하는데 이용되는 방법으로(Rowcliffe et al, 2008), 육상 포유동물의 모니터링에 광범위하게 이용되고 있다(Rovero et al, 2010). 또한 CT는 움직이는 동물에 대해서 자동으로 촬영되기 때문에, 적은 노동 비용과 환경에 대한 교란을 최소화 할 수 있는 비침습적(non-invasive) 조사방법이라고 할 수 있다(Silveira et al, 2003; Rowcliffe et al, 2008).

CT를 이용한 포유동물 조사는 1990년대 이후로 많은 연구자들이 이용하기 시작하였으며(Griffiths and van Schaik, 1993; Karanth and Nichols, 1998; Gimán et al, 2007), 지금까지 주로 중대형 육상 척추동물의 서식과 실체 확인에 이용되어져 왔다(Foresman and Pearson, 1998; Silveira et al, 2003; Pettorelli et al, 2010; Samejima et al, 2012). 그리고 최근에는 관찰빈도를 이용한 풍부도 추정(Treves et al, 2010; Samejima et al, 2012), 백신 공급 방법의 유용성 검증(Hegglin et al, 2004), 종의 점유 확율을 이용한 지수 개발(Samejima et al, 2012), 종별 평균 촬영 빈도 분석(O'Brien et al, 2003; Samejima et al, 2012) 등 CT의 결과물을 이용한 다양한 분석이 이루어지고 있다.

대부분의 포유동물은 야행성으로 직접적인 목견이 어려운 경향이 있다(Chung, 2006). 따라서 CT가 활용되기 이전 포유동물 조사는 발자국, 배설물 같은 흔적을 찾는 방법이 주로 이용되었고(Gimán et al, 2007), 이는 시간대비 많은 비용과 노동력이 수반되었다(Manley et al, 2004; Field et al, 2005; Long et al, 2007; Treves et al, 2010). 반면 CT는 중·대형 육상 동물들을 확인할 수 있고 촬영된 사진을 통해서 종의 존재와 동정을 가능하게 해준다는 장점이 있으며, 동물의 활동패턴, 행동 그리고 개별적으로 확인하기 어려운 외형 특징에 대한 정보를 주기도 한다

(Rovero et al, 2010). 점차적으로 CT를 이용한 야생동물 연구 사례는 증가하고 있으며, 많은 연구에서 중대형 포유동물의 목록을 작성하는데 있어 CT가 효율적이라는 것이 확인되고 있다(Rovero et al, 2010). 그리고 최근에는 서식 밀도 추론(Rovero et al, 2010), 상대 풍부도 측정 및 활동패턴 분석(Karanth, 1995; Karanth and Nichols, 1998; Koerth and Kroll, 2000; McCullough et al, 2000; Martorello et al, 2001; Gimán et al, 2007), 서식지 관리(O'Brien et al, 2003; Treves et al, 2010), 보호 정책 수립(Wegge et al, 2004; McCarthy et al, 2008; Balme et al, 2009; Treves et al, 2010) 등을 위해서도 광범위하게 이용되고 있다.

국내에서도 수년 전부터 야생동물 연구에 CT가 이용되고 있으며, 특히 육상 포유류의 서식지 이용과 실체 확인을 위해서 사용되고 있다. 비록 정확한 밀도 추정이나 풍부도에 대한 분석은 시도되지 않았지만 현재 국내에서는 국립공원관리공단에서 수행하고 있는 멸종위기종 복원사업을 통해서 유사한 시도가 이루어지고 있다(SRTI, 2012). 주요 활용 유형은 CT 촬영물에 대하여 산양의 뿔 형태 패턴을 이용한 개체 구분 및 개체수 산정(Lee et al, 2011), 그리고 반달가슴곰을 포함하여 여우 및 기타 야생동물에 개체 표시 장치인 태그를 부착하여 개체별 구분 뿐만 아니라 서식지 이용, 행동권 분석 등이다. 이러한 사례에서 볼 수 있듯이 국내에서도 야생동물 모니터링 뿐만 아니라 멸종위기종 복원사업 등에 있어서 CT는 중요한 부분을 차지하고 있다고 할 수 있다.

CT를 이용한 포유동물의 모니터링은 개체의 서식지 이용 특성, 군집 형성 유무, 활동 시간, 주요 먹이원의 종류 등에 따라서 달라질 수 있으며, 이러한 결과는 CT를 이용하여 해당 지역의 포유동물 조사를 하는데 있어 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구는 현재 광범위하게 이용되고 있는 CT에 대해 정량분석을 통한 효율성을 평가하고자 함이며, 향후 본 연구 결과

물을 이용하여 CT의 효율성을 증대시킬 수 있는 방법과 결과물에 대한 활용 방안을 모색하기 위한 자료 수집을 목적으로 수행하였다.

2인 1조의 2개 팀이 월 2회 정기적으로 실시하여 비교 데이터의 신뢰도를 높일 수 있도록 하였다.

II. 연구방법

1. 대상지 선정 및 조사기간

본 연구는 소백산국립공원을 대상으로 하였으며, 법정 탐방로가 조성되어 있지 않아 탐방객에 의한 인위적 간섭이 적은 마락리 일원을 세부 지점으로 선정하여 수행하였다. 조사 기간은 2012년 10월부터 2013년 9월까지 12개월간이며, 총 19대의 무인센서 카메라를 설치하여 모니터링 하였다(Figure 1). 또한 CT의 효율성을 비교하기 위하여 카메라의 설치 시작일에 맞추어 흔적조사를 실시하였으며, 조사의 범위는 배설물, 족적, 식흔, 휴식자리 등 종의 서식을 확인할 수 있는 모든 흔적을 대상으로 하였다. 현장 흔적조사를 수행할 때는 매 조사시 동일한

2. 무인센서 카메라 설치 및 설정

무인센서 카메라의 설치는 장소 선정에서부터 설치 및 회수까지 Figure 2에 따라서 반복적으로 수행하였으며, 설치 지점 선정시에는 포유동물의 촬영 빈도를 최대화하기 위하여 사전 흔적 조사를 통하여 선정하였다. 사전 조사시에는 횡으로 도보 이동하면서 포유동물의 접근이 어렵다고 판단되는 지역을 제외하고, 다양한 서식흔적의 관찰 빈도가 높은 지역을 중심으로 선정하였다. 무인센서 카메라는 내부에 움직임 감지 센서가 부착되어 있어 동물이 카메라 앞을 지나가면 자동으로 촬영되는 PCTS(passive camera trap system)의 M-100(Moultrie, USA)을 이용하였다. 카메라의 사진 촬영 간격은 연속적으로 3장이 촬영되도록 설정하고, 센서 감지 간격은

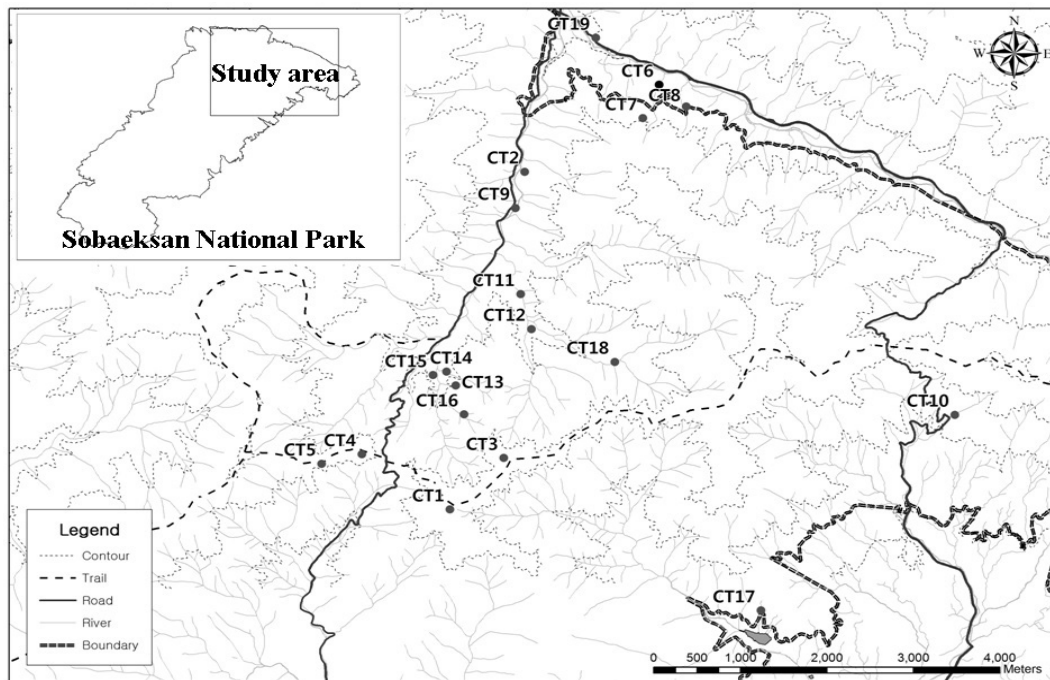


Figure 1. Location of CT zone in Sobaeksan National Park, Korea. CT monitoring sites were indicated in dark circles.

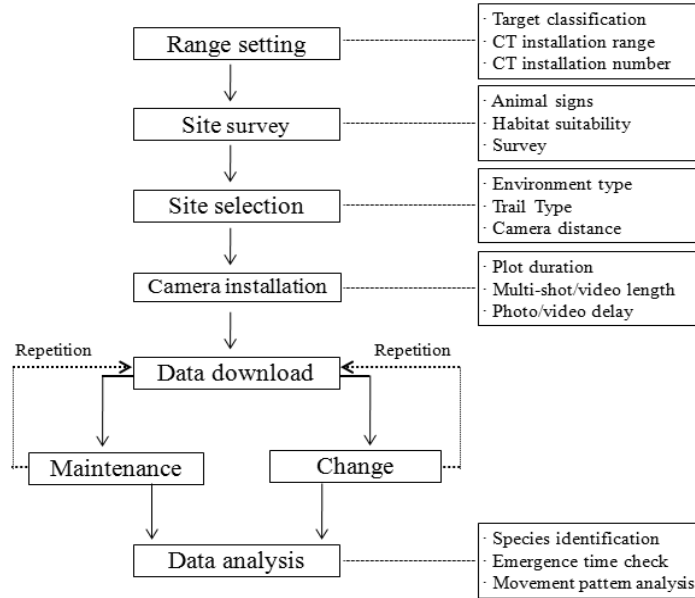


Figure 2. Workflow illustrating the implementation of the camera trapping.

5분으로 설정하였다. 카메라 설치는 흉고직경 20cm 이상의 교목에 설치하였으며, 적정 고정물이 없을 경우에는 지지대를 설치하여 부착하였다. 카메라의 설치 시 전방 방해물에 의해 촬영에 영향을 줄 것으로 판단되는 경우에는 서식지 변경을 최소화하는 범위 내에서 일부를 정리하였다(Rovero et al, 2010). 설치된 모든 카메라는 GPS(Garmin, 60CS)로 위치를 확인 후 기록하였다.

3. 데이터 분석 및 정리

무인센서 카메라의 데이터 회수 및 모니터링 주기는 20일 간격으로 하였고, 기간별 데이터 비교 결과의 신뢰도를 높이기 위하여 모든 카메라의 설치 기간과 확인 일자는 동일하게 하였으며, 확인할 때마다 배터리와 메모리 카드를 교체하였다. 분석 대상은 19개의 무인센서 카메라에서 촬영된 총 2,490장의 사진을 이용하였으며, 분석시에는 30분 이내에 동일한 종이 2회 이상 촬영된 것은 중복으로 고려하여 합산하지 않았다(Treves et al, 2010). 또한 촬영된 사진

확인 결과 대부분의 촬영물은 동정이 가능하였으나 일부 명확하게 동정되지 않는 설치류 사진 및 카메라 화각 범위내 빠른 이동으로 인해 동정할 수 없는 사진은 분석에서 제외하였다.

주·야간, 유인먹이 공급 유무, 먹이의 유형에 따른 결과값의 유의성 분석은 Chi-square test를 이용하였으며, $p < 0.05$ 에 대한 유의성을 기준으로 하여 SPSS Ver.18.0(SPSS, IL, USA)로 수행하였다.

4. 유인먹이 공급

CT를 이용한 조사시 동물의 활동성 강화를 통한 촬영 빈도 증대를 위해서 유인먹이를 공급하였다. 유인먹이의 공급시에는 공급의 효율성 평가를 위하여 각각의 카메라에 대해 확인할 때마다 반복적으로 공급 또는 비공급하여 비교할 수 있도록 하였다. 유인먹이 공급은 카메라 전방 정중앙에 위치하도록 하였으며, 카메라 화각 내에서의 활동시간을 최대화하기 위해서 자연 지형물에 고정하여 공급하였고, 적정 고정물이 없을 때에는 인위적인 폴대 등의 고정물을 설치

하여 고정 후 공급하였다. 유인먹이의 종류는 신선한 고기(소고기, 닭고기, 오리고기), 배추, 야채 등 단순 먹이원으로 활용할 수 있는 것과 생선 통조림, 썩은 오리비계, 오래된 음식물 잔반 등 후각을 자극할 수 있는 내용물로 구분 후 순차적으로 공급하여 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. CT 결과 및 효율성 평가

1) CT를 이용한 포유동물 중 목록 및 활동 시간 파악

총 19대의 무인센서 카메라를 이용한 CT 결과

2,490장의 사진을 확보하였다. 촬영된 사진 가운데 지역 주민 등 무의미한 사진을 제외하면, 조류를 포함한 전체 야생동물은 1,104장이 촬영되었으며, 이중 본 연구 대상종인 육상 포유동물은 1,045장이 촬영되었다. 확보된 육상 포유동물 사진 분석결과 고슴도치목 1종, 설치목 4종, 토끼목 1종, 식육목 6종, 우제목 3종 등 소백산 국립공원내 서식하는 총 15종의 실체 사진을 확보하였으며(Table 1), 본 연구에서 확인된 15종은 소백산국립공원내 서식하는 중대형 포유류를 모두 포함하는 결과로 확인되었다(KNPS, 2007). 일반적으로 CT를 통한 연구에서 종의 촬영 빈도는 대형 종에서 더 높은 경향이 있는

Table 1. A comparison of species list and activity hour by camera trapping.

| Species | No. of Camera | Photo captures | Activity time | | p-value | |
|---------------------------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|------------|---|
| | | | Day photo (%) | Night photo (%) | | |
| Order Erinaceomorpha | | | | | | |
| <i>Erinaceus amurensis</i> | 3 | 16 | 10 (62.5) | 6 (37.5) | > .05 | |
| Order Rodentia | | | | | | |
| <i>Sciurus vulgaris</i> | 5 | 10 | 10 (100.0) | 0 (0.0) | - | |
| <i>Tamias sibiricus</i> | 3 | 7 | 7 (100.0) | 0 (0.0) | - | |
| <i>Apodemus agrarius</i> | 2 | 8 | 6 (75.0) | 2 (25.0) | > .05 | |
| <i>Apodemus peninsulae</i> | 1 | 35 | 0 (0.0) | 35 (100.0) | - | |
| Order Lagomorpha | | | | | | |
| <i>Lepus coreanus</i> | 5 | 22 | 14 (63.6) | 8 (36.3) | > .05 | |
| Order Carnivora | | | | | | |
| <i>Nyctereutes procyonoides</i> | 15 | 402 | 49 (12.1) | 353 (87.8) | < .001 | |
| <i>Felis catus</i> | 3 | 57 | 1 (1.7) | 56 (98.2) | < .001 | |
| <i>Prionailurus bengalensis</i> | 5 | 150 | 91 (60.6) | 59 (39.3) | < .05 | |
| <i>Mustela sibirica</i> | 6 | 53 | 24 (45.2) | 29 (54.7) | > .05 | |
| <i>Martes flavigula</i> | 8 | 34 | 31 (91.1) | 3 (8.8) | < .001 | |
| <i>Meles meles</i> | 8 | 174 | 36 (20.6) | 138 (79.3) | < .001 | |
| Order Artiodactyla | | | | | | |
| <i>Sus scrofa</i> | 5 | 27 | 11 (40.7) | 16 (59.2) | > .05 | |
| <i>Hydropotes inermis</i> | 9 | 24 | 11 (45.8) | 13 (54.1) | > .05 | |
| <i>Capreolus pygargus</i> | 10 | 26 | 16 (61.5) | 10 (38.4) | > .05 | |
| Total | 15 species | - | 1,019 | 301 (30.3) | 718 (69.6) | - |

데(O'Brien et al, 2003; Tobler et al, 2008; Treves et al, 2010), 본 연구 결과에서도 식육목과 우계목을 중심으로 중·대형 종에서의 촬영 빈도가 높게 나타났다. 가장 많은 빈도로 촬영된 종은 너구리(약 38%, 402장)였고 다음으로 오소리(약 17% 174장), 삥(약14%, 150장)의 순으로 식육목에 해당되는 종이 전체의 약 83%를 차지하였다.

본 연구에서 CT를 통해 확인된 시간을 기준으로 주·야간 활동시간 비교 결과 청설모와 다람쥐는 모두 주간에만 확인되었으며, 흰넓적다리붉은쥐는 야간 시간대에만 촬영되었다. 또한 주·야간 모두 촬영된 종에 대한 유의성 비교 결과 너구리($p < 0.001$), 고양이($p < 0.001$), 오소리($p < 0.001$)는 야간 촬영 빈도가 높았으며, 삥($p < 0.05$), 담비($p < 0.001$)는 주간 촬영 빈도가 높은 것으로 나타났다(Table 1). 일반적으로 산림지역에 서식하는 육상 포유동물은 대부분 야행성

및 사람과의 접촉을 회피하는 특성으로 인해 직접 관찰이 어렵기 때문에 활동시간 패턴에 관한 분석은 흔적조사를 이용한 결과로는 파악하기가 어렵다(Chung, 2006; Jeong et al, 2009). 그러나 CT를 이용한 본 연구에서는 주요 종의 주·야간 촬영 빈도의 차이를 확인하였으며, 이러한 결과는 종의 주요 활동시간과도 밀접한 관련이 있다고 판단된다.

2) 흔적조사와의 비교

CT의 효율성을 비교하기 위하여 동일 지역 및 동일 기간내 흔적조사를 실시한 결과 총 12종의 서식 흔적을 확인하였다. 흔적조사에 따른 종 목록 분석결과 소형 포유류에서 일부 차이가 있었지만 중·대형 포유동물은 CT와 일치하는 결과를 보였다(Table 2). 특히, 고슴도치의 경우 소백산국립공원 포유류 조사결과에서 확인되지 않았던 종으로(KNPS, 2007) CT를 통해서 실제

Table 2. A comparison of species list from camera trapping and track surveys.

| Species | CT | Field sign (type) | Remark |
|---------------------------------|----|----------------------|-----------------------------|
| <i>Erinaceus amurensis</i> | ✓ | - | |
| <i>Mogera wogura</i> | - | Tunnel | |
| <i>Sciurus vulgaris</i> | ✓ | Ingestion trace | |
| <i>Tamias sibiricus</i> | ✓ | - | |
| <i>Apodemus agrarius</i> | ✓ | - | |
| <i>Apodemus peninsulae</i> | ✓ | - | |
| <i>Lepus coreanus</i> | ✓ | Droppings | |
| <i>Nyctereutes procyonoides</i> | ✓ | Droppings, Footprint | |
| <i>Felis catus</i> | ✓ | Droppings | |
| <i>Prionailurus bengalensis</i> | ✓ | Droppings | Endangered species grade II |
| <i>Mustela sibirica</i> | ✓ | Droppings, Footprint | |
| <i>Martes flavigula</i> | ✓ | Droppings | Endangered species grade II |
| <i>Meles meles</i> | ✓ | Droppings, Tunnel | |
| <i>Sus scrofa</i> | ✓ | Droppings, Footprint | |
| <i>Hydropotes inermis</i> | ✓ | Droppings | |
| <i>Capreolus pygargus</i> | ✓ | Droppings | |
| Total species | 15 | 12 | |

가 확인되었다. 멸종위기종인 삵과 담비의 경우에도 그간 흔적으로만 서식을 확인하였으나 (KNPS, 2007), 본 연구를 통해서 실체를 확인할 수 있었다. 결과적으로 CT를 이용한 육상 포유동물의 종 목록 구축은 일부 소형 포유류를 제외하면 최소한의 노동비용으로 현장 조사와 동일한 결과를 확보할 수 있으며, 멸종위기종과 같은 특정 종의 실체를 확인하기 위한 도구로 유용하게 활용될 수 있는 것으로 확인되었다.

3) 유인먹이 효율성 평가

일반적으로 CT를 수행함에 있어서 유인먹이를 이용할 경우 야생동물의 촬영 빈도를 높이는 데 도움이 되며, 특히 후각을 자극하는 먹이의 경우 새로운 종을 확인하는데 있어서 유용한 것으로 알려져 있다(Giman et al, 2007). 본 연구 결과 유인먹이의 공급 유무는 종에 따라서 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 등줄쥐와 삵의

경우 촬영된 모든 사진이 유인먹이를 공급했을 경우 확인되었으며, 고슴도치($p < 0.001$), 너구리 ($p < 0.001$), 고양이($p < 0.001$), 족제비($p < 0.001$), 담비($p < 0.05$), 오소리($p < 0.001$), 고라니($p < 0.05$) 또한 유인먹이를 공급했을 경우 더 높은 빈도로 촬영되었다(Table 3). 반면 청설모, 다람쥐, 멧토끼, 멧돼지, 노루, 흰뺨적다리붉은쥐의 경우 유인먹이의 공급이 촬영 빈도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

유인먹이의 공급 유무 외에 먹이의 유형 또한 종에 따라서 CT의 촬영 빈도에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 유인먹이의 공급이 촬영 빈도에 영향을 미친 9종에 대한 분석결과 고슴도치와 등줄쥐는 촬영된 사진 모두 후각에 반응하였으며, 너구리($p < 0.001$), 고양이($p < 0.001$), 삵($p < 0.001$), 족제비($p < 0.001$), 오소리($p < 0.001$) 또한 후각을 자극하는 유인먹이 공급시 더 높은 촬영 빈도를 나타내었다. 그러나 일부 종에서는

Table 3. Camera shooting frequency according to the type and supply and non-supply of lure and bait.

| Species | Supply | | Non supply | | p-value | Lure type | | p-value |
|---------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|---------|-----------|------|---------|
| | Total photos | Fre.(%) | Total photos | Fre.(%) | | Scent | Food | |
| <i>Erinaceus amurensis</i> | 15 | 93.75 | 1 | 6.25 | < .001 | 15 | 0 | - |
| <i>Sciurus vulgaris</i> | 2 | 20.00 | 8 | 80.00 | > .05 | 0 | 2 | - |
| <i>Tamias sibiricus</i> | 5 | 71.43 | 2 | 28.57 | > .05 | 0 | 5 | - |
| <i>Apodemus agrarius</i> | 8 | 100.00 | - | 0.00 | - | 8 | 0 | - |
| <i>Apodemus peninsulae</i> | 2 | 5.71 | 33 | 94.29 | < .001 | 0 | 2 | - |
| <i>Lepus coreanus</i> | 10 | 45.45 | 12 | 54.55 | > .05 | 8 | 2 | > .05 |
| <i>Nyctereutes procyonoides</i> | 376 | 93.53 | 26 | 6.47 | < .001 | 304 | 72 | < .001 |
| <i>Felis catus</i> | 55 | 96.49 | 2 | 3.51 | < .001 | 51 | 4 | < .001 |
| <i>Prionailurus bengalensis</i> | 150 | 100.00 | - | 0.00 | - | 122 | 28 | < .001 |
| <i>Mustela sibirica</i> | 51 | 96.23 | 2 | 3.77 | < .001 | 42 | 9 | < .001 |
| <i>Martes flavigula</i> | 26 | 76.47 | 8 | 23.53 | < .05 | 12 | 14 | > .05 |
| <i>Meles meles</i> | 151 | 86.78 | 23 | 13.22 | < .001 | 143 | 8 | < .001 |
| <i>Sus scrofa</i> | 13 | 48.15 | 14 | 51.85 | > .05 | 8 | 5 | > .05 |
| <i>Hydropotes inermis</i> | 19 | 79.17 | 5 | 20.83 | < .05 | 7 | 12 | > .05 |
| <i>Capreolus pygargus</i> | 15 | 57.69 | 11 | 42.31 | > .05 | 9 | 6 | > .05 |
| Total | 883 | - | 136 | - | - | 729 | 163 | - |

상반된 결과를 보였는데, 등줄쥐는 모두 유인먹이를 공급했을 때 촬영된 반면, 흰넓적다리붉은귀는 공급하지 않았을 경우 촬영빈도가 높았다. 또한 등줄쥐는 후각을 자극하는 유인먹이에 반응하는 것으로 나타났으나, 흰넓적다리붉은귀의 경우 비록 촬영물이 적었지만 공급시 촬영된 사진은 모두 단순 먹이원에 반응하는 결과를 보였다. 이러한 결과는 동일한 설치목에 해당되는 두 종에 대한 상반된 결과이지만, 촬영된 사진의 수가 적기 때문에 종의 생태적 특성에 따른 것인지 본 결과물에 국한된 일시적 결과인지는 추가적으로 고찰해 볼 필요가 있다. 또한 우제목 가운데 고라니의 경우 유인먹이를 공급했을 경우 촬영 빈도가 높았으나, 멧돼지와 노루의 경우 차이가 확인되지 않았다. 뿐만 아니라 유의성을 보인 고라니의 경우에도 먹이의 유형에서는 차이를 보이지 않음에 따라 우제목 가운데 고라니에 대한 유인먹이 공급의 효율성 또한 본 결과를 일반화 하기에는 추가적인 분석이 필요할 것으로 보인다.

이러한 결과들을 종합적으로 분석하면, 결과적으로 주로 식물성 먹이원을 섭취하는 종의 경우 유인먹이의 공급 유무는 촬영빈도에 영향을 미치지 않았으며, 잡식성 또는 육식성 종의 경우에는 종의 촬영 빈도에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 또한 유인먹이의 공급이 촬영 빈도에 영향을 미치는 종의 경우에도 고라니를 제외한 모든 종에서 후각을 자극하는 먹이가 촬영 빈도를 높이는데 효율적인 것으로 확인되었다.

IV. 결 론

CT를 이용한 육상포유류 모니터링의 효율성을 평가하고 그 결과물의 활용성 증대방안을 모색하기 위하여 소백산국립공원을 대상으로 2012년 10월부터 2013년 9월까지 12개월간 총 19대의 무인센서 카메라를 설치하였다. 촬영된 사진 분석결과 가장 높은 빈도로 촬영된 너구

리, 오소리, 삥을 포함하여 총 15종의 실체 사진을 확보하였다. 이러한 결과는 소백산국립공원 내 서식하는 중대형 포유류를 모두 포함하는 결과로 육상포유동물의 서식 확인시 적은 노동비용으로 수행이 가능한 CT의 효율성을 보여주는 결과이다. 촬영된 사진에 대한 육상포유류의 활동 시간 분석 결과 종에 따라서 주간과 야간 시간대에 따른 활동 빈도의 차이가 확인되었으며, 이는 종별 서식지 관리 및 생태 연구에 활용될 수 있을 것이다.

CT와 흔적조사의 비교 결과 소형 포유류에서 일부 차이가 있었지만, 중·대형 포유동물은 CT에서 확인된 것과 일치하는 결과를 보였다. 특히 멸종위기야생동물인 삥, 담비 등 그간 흔적으로만 서식이 확인되었던 종의 실체 사진을 확보할 수 있었다. 따라서 CT를 이용한 모니터링은 일부 소형 종을 제외하면 최소한의 노동비용으로 직접조사와 동일한 결과를 확보할 수 있으며, 멸종위기종과 같은 특정 종의 실체를 확인하는데 유용한 것으로 확인되었다.

CT를 이용한 효율성 증대를 위해서는 유인먹이의 공급이 효율적인 것으로 나타났다. 특히 이러한 공급 방법은 식육목의 촬영빈도 증대에 도움이 되었으며, 먹이의 유형은 후각을 자극하는 먹이일수록 효율성이 높은 것으로 나타났다.

본 연구에서는 CT를 이용하여 그간 흔적으로만 확인되었던 주요 종들의 실체사진을 확보됨으로 이는 홍보 및 교육자료, 개체별 마킹을 통한 서식지 이용 및 행동패턴 파악 등 보다 구체적인 결과물 확보에 활용될 수 있을 것으로 본다. 또한, 장기적인 CT가 이루어진다면 기본 생태 특성을 포함한 밀도 추정까지 연계해 볼 수 있을 것으로 본다.

그러나 본 연구에서는 카메라 설치시 흔적과 종 확인을 위주로 설치함에 따라서 환경특성에 따른 CT 결과물에 대한 비교 데이터가 충분하지 못한 한계를 가지고 있다. 따라서 탐방로 또는 도로 및 수계와의 거리에 따른 효율성 비교

뿐만 아니라 식생을 포함한 종합적인 설치 지점의 환경 요인에 따른 비교가 이루어져야 할 것이다. 또한 종에 따른 동면시기와 번식기 등 계절에 따른 다양한 변수가 있을 수 있기 때문에 CT의 효율성 증대를 위해서는 계절별 비교, 분석을 연계해야 할 것으로 판단된다.

References

- Balme, G. · Hunter, L. T. B. and Slotow, R. 2009. Evaluating methods for counting cryptic carnivores. *Journal of Wildlife Management*. 73: 431-443.
- Chung CU. 2006. Analysis on distribution characteristics of mammals in relation to altitude in Juwangsan national park. *J. Ecol. Field Biol.* 29(6): 511-520. (in Korean with English summary)
- Field, S. · Tyre, A. and Possingham, H. 2005. Optimizing allocation of monitoring effort under economic and observational constraints. *Journal of Wildlife Management*. 69: 473-482.
- Foresman, K. R. and Pearson, D. E. 1998. Comparison of proposed survey procedures for detection of forest carnivores. *Journal of Wildlife Management*. 62: 1217-1226.
- Giman, B. · Stuebing, R. and Megum, N. 2007. A camera trapping inventory for mammals in a mixed use planted forest in Sarawak. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 55(1): 209-215.
- Griffiths, M. G. and van Schaik, C. P. 1993. Camera trapping a new tool for the study of elusive rain forest animals. *Tropical Biodiversity*. 1: 131-135.
- Hegglin, D. · Bontadina, F. · Gloor, S. · Romer, J. · Muller, U. · Breitenmoser, U. and Deplazes, P. 2004. Baiting red foxes in an urban area: A camera trap study. *Journal of Wildlife Management*. 68(4): 1010-1017.
- Jeong DH. · Lee BK. · Yand JJ. · Park JS. · Suh EH. · Kim YK. · Lee HC. · Lee HJ. and Yeon SC. 2009. Behavioural analysis of Asiatic bear in limited space. *Journal of Veterinary Clinics*. 26(3): 246-254. (in Korean with English summary)
- Karanth, K. U. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*. 71: 333-338.
- Karanth, K. U. and Nichols, J. D. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*. 79: 2852-2862.
- KNPS. 2007. Survey on natural resources of Sobaeksan national park.. Korea National Park Service. pp. 45-63. (in Korean)
- Koerth, B. H. and Kroll, J. C. 2000. Bait type and timing for deer counts using cameras triggered by infrared monitors. *Wildlife Society Bulletin*. 28: 630-635.
- Lee BK. · Cho JW. · Lim SJ. · Kim YM. · Kwon GH. and Lee AN. 2011. A survey of the distribution of endangered goral (*Naemohedus caudatus*) in Odaesan National Park. *Pro. Kor. Soc. Env. Eco. Con.* 21(1): 65-68. (in Korean)
- Long, R. A. · Donovan, T. M. · Mackay, P. · Zielinski, W. J. and Buzas, J. S. 2007. Comparing scat detection dogs, cameras, and hair snares for surveying carnivores. *Journal of Wildlife Management*. 71: 2018-2025.
- Manley, P. N. · Zielinski, W. J. · Schlesinger, M. D. and Mori, S. R. 2004. Evaluation of a multiple-species approach to monitoring species at the ecoregion scale, *Ecological Applications*. 14: 296-310.

- Martorello, D. A. · Eason, T. H. and Pelton, M. R. 2001. A sighting technique using cameras to estimate population size of black bears. *Wildlife Society Bulletin*. 29: 500-567.
- Mccarthy, K. P. · Fuller, T. K. · Ming, M. · Mccarthy, T. M. · Waits, L. and Jumabaev, K. 2008. Assessing estimators of snow leopard abundance. *Journal of Wildlife Management*. 72: 1826-1833.
- McCullough, D. R. · Pei, K. C. J. and Wang, Y. 2000. Home range, activity patterns, and habitat relations of Reeves' muntjacs in Taiwan. *Journal of Wildlife Management*. 64: 430-441.
- O'Brien, T. G. · Kinnaird, M. F. · Wibisono, H. T. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*. 6: 131-139.
- Pettorelli, N. · Lobora, A. L. · Msuha, M. J. · Foley, C. and Durant, S. M. 2010. Carnivore biodiversity in Tanzania: revealing the distribution patterns of secretive mammals using camera traps. *Animal Conservation*. 13: 131-139.
- Rovero, F. · Tobler, M. and Sanderson, J. 2010. Camera trapping for inventorying terrestrial vertebrates. *Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring*. The Belgian National Focal Point to the Global Taxonomy Initiative. pp. 100-128.
- Rowcliffe, J. M. · Field, J. · Turvey, S. T. and Carbone, C. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*. 45: 1228-1236.
- Samejima, H. · Ong, R. · Lagan, P. and Kitayama, K. 2012. Camera-trapping rates of mammals and birds in a Bornean tropical rainforest under sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*. 270: 248-256.
- Silveira, L. · Jacomo, A. T. A. and Diniz-Filho, J. A. F. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*. 114:351-355.
- SRTI, 2012. Annual report. Korea National Park Service. pp. 3-10. (in Korean)
- Tobler, M. W. · Carrillo-Percastegui, S. E. · Pitman, R. L. · Mares, R. and Powell, G. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large and medium sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*. 11: 169-178.
- Treves, A. · Mwima, P. · Plumptre, A. J. and Isoke, S. 2010. Camera-trapping forest-woodland wildlife of western Uganda reveals how gregariousness biases estimates of relative abundance and distribution. *Biological Conservation*. 143: 521-528.
- Wegge, P. · Pokheral, C. P. and Jnawali, S. R. 2004. Effects of trapping effort and trap shyness on estimates of tiger abundance from camera trap studies. *Animal Conservation*. 7: 251-256.