

GPS와 CDMA를 이용한 난대림의 출산 전후 암노루 행동권 및 서식환경 조사

김은미^{1,2} · 권진오^{1*} · 강창완³ · 송국만¹ · 민동원³

Home Range Size and Habitat Environment Related to the Parturition of Roe Deer at Warm-Temperate Forest in Jeju Island Using GPS-CDMA Based Wildlife Tracking System

Eun-Mi KIM^{1,2} · Jin-O KWON^{1*} · Chang-Wan KANG³
Kuk-Man SONG¹ · Dong-Won MIN³

요 약

난대림에 서식하는 노루(*Capreolus pygargus*)의 생태 연구 일환으로 제주도에 위치한 국립산림과학원 난대·아열대산림연구소 제주시험림에서 실시하였다. 노루의 행동권과 서식환경을 파악하기 위해 2012년 4월 24일부터 수컷 3마리, 암컷 3마리의 노루를 포획한 후 GPS-CDMA 기반 추적기를 목에 부착하여 방사하였다. 암컷 중 2마리는 임신한 상태였으며 서귀포시 남원읍 한남리에 위치한 시험림에서 포획 및 관찰하였다. 암노루의 위치 추적을 통해 출산 전에는 불규칙적인 이동이 관찰되다가 출산 후 일정한 지점으로 되돌아오는 규칙성을 보인다는 것을 확인할 수 있었다. 행동권 분석은 ESRI ArcView GIS 3.2a의 MCP(minimum convex polygon)와 Kernel Method를 사용하였다. 5월 9일에 포획한 암노루는 MCP=67ha, Kernel 95%=0.5ha이고 7월 12일에 포획한 암노루는 MCP=82ha, Kernel 95%=0.9ha로 확인되었다. 행동권 면적 변화를 살펴보면, 출산직후 새끼노루와 암노루는 위험노출을 줄이기 위해 타 동물들처럼 즉시 이동할 수 있음에도 대단히 좁은 지역에서 한동안 머물다 시간이 경과함에 따라 점차 행동권을 점차 넓혀가는 경향을 보였다. 암노루는 사람출입이 잦은 탐방로의 반대방향으로 주로 이동하였다. 암노루가 출산한 지역은 40년생 삼나무가 식재된 인공림으로 2010년 숲가꾸기를 통해 삼나무를 제외한 하층식생이 제거되었다가 현재는 먹이자원이 되는 새로운 관목이 우거진 곳이었다. 이러한 결과는 산림사업이 노루의 출산과 어린새끼의 생존에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 의미이다. 난

2013년 2월 15일 접수 Received on February 15, 2013 / 2013년 4월 2일 수정 Revised on April 2, 2013
/ 2013년 4월 3일 심사완료 Accepted on April 3, 2013

1 국립산림과학원 난대·아열대산림연구소 Warm-Temperate-Subtropical Forest Research Center, Korea Forest Research Institute

2 제주대학교 생물학과 Department of Biology, Jeju National University

3 (사)한국조류보호협회 제주지회 The Korea Association for Bird Protection Jeju Branch

* Corresponding Author E-mail : alp96jk@forest.go.kr

대림에서 암노루의 출산 시기는 제주도 내 높은 고도에서보다 다소 빨랐으며 행동권 면적은 다른 국가의 선행연구에 비해 좁게 나타났고 새끼를 숨기는 은신처의 서식환경은 다른 나라에서 연구된 보고와 비슷하였다.

주요어 : 난대림, GPS, 노루, 행동권, 서식환경

ABSTRACT

A research program for the roe deer (*Capreolus pygargus*) has been set up at the Jeju Experimental Forest of Warm-temperate and Subtropical Forest Research Center in Jeju Island. To explore the home range size and habitat environment, 3 males and 3 females have been captured and released with GPS-CDMA based telemetry since 24th April 2012. Among them 2 females were captured at Hannam Forest of Seoguipo, were pregnant and monitored by the tracking system. There are significantly different patterns in behavior around the parturition. After parturition they show recurrence behavior toward one point in the forest, while they have irregular patterns in moving before. To calculate the home range size, the MCP (minimum convex polygon) and Kernel Method are applied through the extension of ESRI ArcView GIS 3.2a. The pregnant female captured 9th May 2012 has the size of MCP=67ha and Kernel 95%=0.5ha and the pregnant female captured 12th July 2012 has the size of MCP=82ha and Kernel 95%=0.9ha. Although a fawn could move immediately just after the birth likely others to avoid any risks, they stay at very narrow space significantly, and the size become wider when more time goes by. Furthermore, they mainly have a home range away from human activity area such as forest tracking roads. The habitat environment for the parturition is summarized as 40years old cryptomeria forests with new sprouting shrubs for foods, which are the controlled forest through the thinning and removing shrubs 2 years ago. This means that forest works could cause positive results for the parturition and survival of young. The period of parturition is earlier than highland in Jeju Island, the size of home range is narrower than other countries, and the habitat environment of the shelter for a fawn is similar to previous research in other countries.

KEYWORDS : Warm-Temperate Forest, GPS, Roe Deer, Home Range, Habitat Environment

서론

현재 제주도에 서식하는 노루의 출산 시기는 5월 20일부터 6월 10일로 보고되어 있으며 (Oh, 2006), 이는 4월부터 출산시기가 시작되는 유럽노루보다는 늦고 (Mateos-Quesada

and Carranza, 2000; Raganella-pelliccioni *et al.*, 2007) 5월 중순 이후에 새끼를 낳는 시베리아노루와는 거의 비슷하다 (Danilkin, 1996-재인용 Oh, 2006). 이런 차이는 기후 조건 즉, 출산 시기가 따뜻한 기후와 매우 관련이 깊고 (Gaillard *et al.*, 1993-재인용 Oh,

2006; Mateos-Quesada and Carranza, 2000) 위도 및 고도와도 연관이 있다는 보고가 있어(Raganella-pelliccioni *et al.*, 2007) 제주도 내에서도 고도별로 출산시기에 대한 차이가 있을 것으로 판단된다.

지금까지 제주도에 있어서 노루에 대한 조사는 천연보호구역에 포함된 한라산 국립공원구역과 그 주변 그리고 중산간(Oh, 2006)을 중심으로 이루어져 왔으나 최근 서식지 확대가 진행되고 있는 해발 400m 이하 지역인 난대림에서의 노루 생태 조사, 특히 새끼를 가진 암노루의 출산과 관련한 조사는 이번이 처음이라 할 수 있다. 따라서 현재 알려진 제주도에 서식하는 노루의 출산 시기는 제주도 전체에 대한 보고라고 단정 짓기에는 미흡하다고 볼 수 있다. 또한 지금까지의 연구가 수동 무선 추적을 이용하였기 때문에 노루를 직접 추적해야하고 추적과정에서 사람의 출현으로 인한 노루의 행동에 영향을 미칠 수 있는 문제를 배제할 수 없었다. 따라서 무선추적과 GIS기반의 연구를 통해 최근 정확성을 높이는 연구가 진행(Lee *et al.*, 2009)되고 있다. 이번 연구에서는 이동통신인 CDMA와 연계된 GPS기반의 위성추적장치를 이용(Kim *et al.*, 2012)함으로써 사람으로 인한 영향을 최소화하고, 정확도가 확보된 위치추적 자료에 대해 GIS를 활용하여 해당 종의 서식범위와 이동거리, 행동패턴 분석, 서식지 분석 등 매우 다양한 정보를 확보할 수 있어 노루의 생태 연구에 진보적인 연구가 시도될 수 있었다.

해발 300m에서 400m 사이에 위치하며 숲가꾸기 사업이 진행된 난대림에서 새끼를 가진 암노루의 출산시기를 비롯하여 출산 전후 암노루의 행동권 및 출산 후 서식환경을 조사하여 노루의 생태와 관련한 기초자료를 제공하고자 한다.

연구 방법

본 연구는 제주도 서귀포시 남원읍 한남리(126° 39' E, 33° 21' N)와 서귀포시 동홍

동(126° 33' E, 33° 18' N)에 위치한 국립산림과학원 제주시시험림에서 실시하였다. 노루의 행동권을 파악하기 위해 총 6마리의 노루를 포획한 후 그림 1과 같이 GCT(GPS-CDMA based Telemetry) 추적기를 목에 부착하여 방사하였다. 이들 중 3마리가 암컷이었고 암컷 중 2마리는 임신한 상태였으며 서귀포시 남원읍 한남리에 위치한 시험림에서 포획되었다. 임신상태의 암노루 중 한 마리는 2012년 5월 9일에 포획된 후 68일간 추적이 이루어졌으며 또 다른 한 마리는 7월 12일에 GCT추적기를 부착한 후 방사되어 145일 동안 추적되었다. 나머지 암노루는 서귀포시 동홍동에 위치한 시험림에서 2012년 6월 13일에 포획되었으며 태어난 지 한 달된 새끼를 데리고 있었고 95일간 GPS수신이 이루어지다가 도로인근에서 수신이 중단되어 교통사고로 인한 중단으로 추정된다.

노루가 밤에 채식을 하는 야행성 포유류인 점(Park *et al.*, 2008)을 감안하여 GPS위성추적장치를 부착하기 위한 노루 포획은 야간에 이루어졌다. 야간에 노루의 위치를 파악하기 위해 서치라이트를 이용하였고, 3마리의 노루 중 5월 9일 포획 방사된 임신한 암노루의 추적 자료를 중심으로 분석하였고 나머지 2마리의 자료는 비교 및 보조 자료로 활용하였다. 5월 8일 포획된 암노루는 황칠나무 묘목을 식재한 후 노루 등 야생동물의 피해를 막기 위해 100m×100m(1ha)의 그물을 쳐놓은 울타리 내부에서 포획이 이루어졌다. 포획 방법은 3마리 모두 같은 방식을 사용하였는데 울타리 내부는 약 3°정도 경사져 있었고 노루는 앞다리가 짧아 경사면의 위로는 잘 달리지만 아래로는 잘 달리지 못하는 습성을 이용하여 경사면의 아래 방향으로 노루를 몰아잡는 방법을 이용하였다. 포획한 노루는 스트레스를 최소화하기 위해 즉시 수건으로 머리를 감싸 눈을 가리고 생포로부터 그림 2와 같은 추적 장치(225g, 68 days battery life; GCT-M1, Korea Institute of Environmental

Ecology, Daejeon, Korea)를 부착하여 방사하기까지 모든 작업은 10분 안에 이루어졌다. 수신된 위치좌표를 기초로 이동이 일정기간 정지되는 시점을 출산 시점으로 예측하였으며 출산 여부 확인을 위해 현장조사를 실시하였다. 출산 시기 서식환경을 알아보기 위해 20m×20m의 방형구에서 식생조사를 실시하였다.

GPS 추적장치는 세부적인 이동에 대한 자료와 다양한 위치자료를 얻기 위해(McNay *et al.*, 1994) 6마리 노루에 대해 1시간, 2시간, 6시간 단위로 위치 기록을 하도록 설정하였고 주 분석 대상인 5월 9일 임신 암노루는 현장의 정확성을 높이기 위해 1시간 단위의 위치기록으로 설정하였다. 노루에 부착한 추적장치에 기록된 위치자료는 9시, 12시, 21시에 컴퓨터 통제시스템(Wildlife Tracking System, Korea Institute of Environmental Ecology, Daejeon, Korea)에 자동으로 update 되어 확인할 수 있었다. 만약 위성파 통신이 이루어지지 않을 경우, GPS는 위치기록을 건너뛰었다. 노루의 이동과 좌표분석은 ESRI ArcView GIS 3.2a 프로그램을 이용하였으며, 행동권면적의 계산은 MCP(minimum convex polygon)와 Kernel Method(95%)를 이용하여 산출하였다(Mohr, 1947-재인용 Lee *et al.*, 2009). 통계분석은 SPSS 12.0을 이용하였다.



FIGURE 1. Roe deer with GCT wildlife tracking system



FIGURE 2. GCT wildlife tracking system(225g ; GCT-M1, Korea institute of environmental ecology, Daejeon, Korea)

결 과

5월 9일 포획된 암노루의 날짜별 이동을 조사한 결과, 방사 후 일주일이 경과한 5월 16일 이전에는 불규칙한 이동을 보인 반면, 5월 16일 20시 이후부터는 이동하였다가 일정한 좌표지점으로 되돌아오는 규칙성을 보이다가 5월 17일 1시부터 4시까지 동일 지점(N33° 20' 24", E126° 39' 18")에서 수신되어 출산의 시점으로 판단하였다. 그리고 5월 17일 이후부터 수신이 정지된 7월 17일까지 암노루는 일정한 좌표지점을 중심으로 이동하였으며 1-2시간정도의 간격으로 되돌아오는 규칙성을 보였다. 또한 5월 17일 이후 암노루의 일일 행동권 면적이 급감하는 것을 알 수 있었다. 7월 12일에 포획한 암노루의 경우도 위와 비슷한 양상을 나타냈다.

위성추적을 통해 출산전후 암노루의 행동권의 면적을 산출한 결과, 그림 3과 같이 5월 9일에 포획한 암노루는 MCP=67ha, Kernel 95%=0.5ha이고 7월 12일에 포획한 암노루는 MCP=82ha, Kernel 95%=0.9ha로 확인되었다. 행동권 면적을 살펴보면 출산 전과 출산 후의 행동권 면적에 있어 큰 차이를 나타냈다(Mann-whitney, $Z=-4.309$, $P<0.05$). 그리고 그림 4와 같이 출산 후에는 행동권 면적이 후반으로 갈수록 넓어지는 경향을 나타냈다.

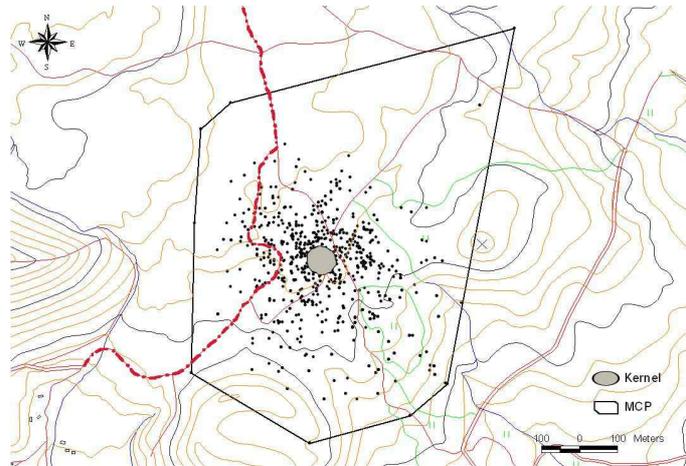


FIGURE 3. Home range of pregnant roe deer(9th may 2012 captured)(dot: roe deer locations, circle: the area of home range by kernel method, polygon: the area of home range by MCP method, dash dot line: SARYEONI hiking route)

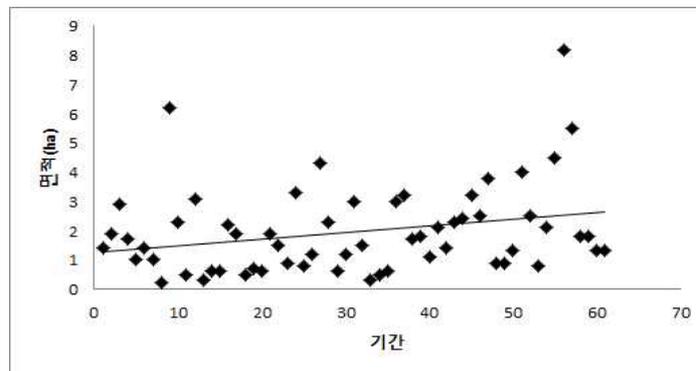


FIGURE 4. One day home range variation for 60 days after parturition of roe deer



FIGURE 5. Landscape of the secure hideout forest for parturition(left: could be recognized the researchers in the forest from outside), and of the nearby forest not used for hiding(right: could not be recognized)

TABLE 1. The vegetation layers and dominant species in the parturition area

Layer	Coverage(%)	Height(m)	Dominant species
Tree layer	50	13	<i>Cryptomeria japonica</i>
Subtree layer	10	3	<i>Neolitsea aciculata</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i>
Shrub layer	55	1.5	<i>Hydrangea serrata f.</i> <i>acuminata</i>
Herbeous layer	65	0.3	<i>Oplismenus undulatifolius</i>

암노루가 출산한 지역은 그림 3과 같이 사려니 탐방로와 약 100m 떨어져 있으며 암노루는 탐방로 방향보다는 출입이 제한된 반대 방향에서 주로 이동하거나 행동하였다. 암노루가 출산한 지역의 서식환경을 살펴보면, 교목층으로 40년생 삼나무가 99%이상을 차지하고 있으며 수고는 평균 15.4m이었다. 출산시기 이 지역의 층위별 우점종을 살펴보면 표 1과 같이 교목층은 삼나무, 아교목층은 새덕이, 누리장나무, 관목층은 산수국, 초본층은 주름조개풀이었다. 이 삼나무림은 2010년 숲가꾸기 사업이 진행되어 당시 삼나무를 제외한 초본류와 목본류가 제거되었으며 현재는 표 1 및 그림 5와 같이 새로운 초본류와 목본류가 삼나무 아래에 침입하였으며 아교목층은 빈약하고 관목층과 초본층이 발달하였다.

고찰

이번 연구에서 노루의 출산은 5월 17일과 7월 13일에 이루어졌고 기존 제주도에서 알려진 출산시기와 다소 차이를 나타냈다. 이런 차이는 기존 연구방식과 GPS추적방식의 차이에 기인한다고 보인다. 노루의 행동권을 파악하기 위해서는 포획을 통한 위치추적장치 부착이 필요한데 밤이나 새벽녘에 주로 활동하고 경계심이 강한 노루를 포획하는 것이 기술적으로 어려웠다. 그리고 기존에는 포획한 노루에 무선발신기를 부착한 후 수동으로 직접 추적해서 이동을 확인하는 방식이었기 때문에 포획한 장소에서 멀리 이동하였을 경우 수신이 제대로 이루어지지 않거나 매일 추적한다는 것이 사실상 불가능한 일이었다. 이번 연

구에서 노루의 출산시점 및 행동권을 파악할 수 있었던 것은 GPS위성추적을 할 수 있는 시스템을 도입하였기 때문이다. 이런 기술상의 문제와 더불어 이번 연구가 수행된 난대림은 해발고도가 기존 연구지보다 낮으며 기후 또한 따뜻하다고 볼 수 있다. 이로 인해 기존의 출산시기보다 다소 빨랐고 이는 출산시기가 따뜻한 기후와 매우 관련이 깊다(Gaillard *et al.*, 1993-재인용 Oh, 2006; Mateos-Quesada and Carranza, 2000)는 보고와 일치한다. 그러나 제주도에서 기후가 출산시기와 어느 정도의 관련성을 가지고 있는지를 밝히기 위해서는 기존에 수행되지 않았던 고도에 대한 연구가 이루어져야 한다고 보며 현재 고산지역에 대해 추진 중이다.

이번 GPS 위성추적장치를 이용한 연구를 통해 출산 전과 후의 머물렀던 위치를 추적함으로써 출산시점을 파악할 수 있었다. 임신한 상태의 암노루는 이동이 자유롭고 불규칙성을 띠었지만 출산 직전부터 출산 후에는 일정한 좌표지점으로 되돌아오는 규칙성을 나타냈다. 이는 출산 후 새끼를 데리고 출산한 장소를 떠나 이동하는 대신 출산 전에 새끼를 은닉시킬 장소를 물색한 후 출산 후 지속적으로 같은 장소에 새끼를 머물게 한다는 것을 확인할 수 있었다. 우제류에서 태어난 지 얼마 되지 않은 새끼들은 두 가지 생존전략을 가지고 있는데 하나는 자신을 돌봐줄 어미를 따라다니는 전략이고 다른 하나는 자신을 숨겨서 외부에 노출되지 않게 하는 전략이다(Lent, 1974). 노루는 전형적으로 몸을 숨기는 전략을 이용하는 우제류로(Espmark, 1969-재인

용 Moorter, 2009), 이를 통해 출산시점을 확인할 수 있었다.

이번 연구에서 암노루의 행동권은 면적을 구하는 방식에 따라 큰 차이를 나타냈다. Kernel Method(95%)를 적용하였을 경우 빈도와 중심점기반의 분석이므로 출산 직후 좌표가 대부분을 차지하기 때문에 95%수준에서 출산 전의 좌표가 무시되는 경향을 보여 행동권 면적이 MCP Method에 비해 좁게 나타났다. 따라서 여기서는 출산전후 암노루의 행동권은 MCP에 의한 산출된 면적으로 간주할 필요가 있다고 본다. 임신한 암노루의 행동권 면적은 해발 고도가 200-700m이고 지중해 연안과 접한 프랑스 남부지방의 숲에서 새끼를 키우는 암노루의 행동권이 평균 157ha이고 추적 장치를 부착한 대부분 암노루의 행동권 범위가 80-200ha의 면적이었다는 연구결과(Maillard *et al.*, 2002)와 큰 차이를 보인다. 또한 미국 조지아주에 위치한 Little St. Simons섬에 서식하는 Insular fallow deer(*Dama dama* L.)는 노루보다 크고 꽃사슴과는 외형이나 크기가 비슷한 종으로 암컷의 행동권은 130.3ha이었으며 이번 연구결과와도 차이를 나타냈다(Morse *et al.*, 2009). 이런 차이는 연구 목적 및 기간과 관련이 있어 보인다. 본 연구가 출산 전후 면적비교를 위해 2개월이라는 기간 동안 이루어진 반면 기존의 면적연구는 1년 동안의 전체 행동권을 나타내기 때문이다. 따라서 행동권 면적에 대한 직접적인 비교는 무리가 있지만 앞으로 암노루의 이동범위가 차츰 확대될 것이라는 것을 유추할 수 있다고 판단된다.

암노루의 행동권은 출산전후에 차이를 보이는데 이는 새끼의 존재와 관련이 있다. 노루의 새끼는 태어나자마자 이동이 가능하지만 몸을 숨기고 위험에 노출되지 않는 전략을 이용하는 우제류이기 때문에 출산 후 암노루는 새끼가 안전한지 여부를 확인해야 한다. 숲보다는 개방된 농경지에서 새끼를 키우는 암노루의 행동권이 다소 넓다(Maillard *et al.*, 2002)는 보고에서처럼, 개방된 환경은 새끼

의 안전 여부 확인을 용이하게 한다. 이번 연구에서 서귀포시 동홍동에 위치한 시험림에서 한 달된 새끼를 데리고 다니는 암노루의 행동권 면적(MCP=137ha, Kernel 95%=9.5ha)이 이를 반증하는데 GPS수신장치를 부착한 암노루의 서식환경은 주변에 초지가 형성되어 있어 시야확보가 용이하고 서귀포시 남원읍 한 남리에 비해 개방되었기 때문에 행동권 면적이 넓게 나타났다. 태어난 지 얼마 되지 않은 새끼는 위험에 대처하는 능력이 떨어지며 체온 유지 등 외부환경의 영향에 민감하기 때문에 출산 직후 시기는 새끼의 안전여부 파악을 위해 암노루의 이동이 크게 제약되고 서식환경이 이들 이동에 영향을 미친다고 판단된다.

사람의 방해는 노루의 공간 사용에 큰 영향을 미치는데(Jepesen, 1984-재인용 Maillard *et al.*, 2002), 이번 연구에서 암노루는 탐방로와 100m정도 떨어진 곳에서 출산을 하였고 탐방로 방향보다는 출입이 제한된 반대방향에서 주로 행동하는 것으로 보아 인간의 간섭에 대한 영향을 크게 받는 조류와 마찬가지로(Lee *et al.*, 2010) 사람의 출입에 영향을 받고 있는 것으로 보인다. 특히 암노루가 출산한 지역과 탐방로는 황칠나무 식재지를 보호하기 위해 둘러쳐진 울타리로 격리되어 있어 탐방객의 출현으로 인한 방해는 없었으며 작업용 임도에서 불과 20m정도 떨어져 있었지만 사람의 출입이 엄격히 통제되고 있는 시험림 구간이어서 사람의 방해가 최소화될 수 있는 공간을 선택한 것으로 판단된다.

암노루가 출산한 장소는 하층식생이 잘 발달되어 있고 삼나무가 수관부를 가리고 있는 환경으로 새끼의 생존을 위한 최선의 조건을 제공한다. 새끼의 생존률을 높이기 위해서는 좋은 잠자리 즉 은신처가 필요한데 그 조건으로 뽕뽕하면서도 낮은 하층식생이 분포하고 수고가 높은 수관층이 존재해야 한다(Linnell *et al.*, 1999-재인용 Maillard *et al.*, 2002). 뽕뽕하면서 낮은 하층식생의 분포는 포식자에게 들킬 위험을 감소시키고 맨땅으로부터의 열손실을 줄여주며 높은 수관층은 대형의 초

식동물에게 열 덩개를 제공한다(Cook *et al.*, 2005-재인용 Maillard *et al.*, 2002). 이번 연구에서 암노루의 출산 장소는 이런 조건을 모두 충족시키고 있다는 것을 알 수 있었다. 그리고 그림 5와 같이 암노루가 출산한 장소와 그렇지 않은 장소의 산림구조를 비교하였을 때 출산장소로 선택하지 않은 숲은 외부에서 숲 내부가 전혀 보이지 않았으며 이로 인해 암노루가 새끼가 있는 장소로의 위험요인 즉 사람이나 포식자 등의 접근을 파악하기에 적합하지 않았다. 암노루가 출산한 장소의 현재 환경은 2010년 숲가꾸기 사업의 일환으로 삼나무의 생육을 좋게 하기 위해 하층식생을 모두 제거한 결과라 할 수 있다. 하층식생의 갱신은 식물의 생산력을 높임으로서 우제류에게 풍부한 먹이를 제공하였으며(Resler, 1972-재인용 Takatsuki, 1989), 낮고 뾰족한 하층식생으로 발달하면서 노루의 잠자리 즉 은신처를 제공하여 새끼의 생존율을 높이는 긍정적인 역할을 하였다. 이는 숲가꾸기 등 산림작업이 산림내 서식하는 초식동물의 출산과 생육에 영향을 주는 또 하나의 결과로 사료된다.

결론

본 연구에서는 난대림에서 GPS위성추적을 통해 얻어진 자료를 GIS를 활용하여 암노루의 출산시점 및 출산전후 암노루의 행동권 면적 그리고 서식환경 등을 파악하였다. 본 연구의 주요 결론을 정리하면 다음과 같다.

암노루의 출산시점은 기존에 보고된 시점보다 다소 빨랐으며 출산 전에는 불규칙적인 이동을 보이다가 출산과 더불어 일정한 지점으로 되돌아가는 규칙성을 나타냈다. 이런 구체적인 결과의 도출은 GPS위성추적을 할 수 있는 시스템을 도입하였기 때문에 가능하였다고 본다.

출산전후 암노루의 행동권 면적 비교는 산출하는 방법(MCP or Kernel Method)에 따라 차이를 나타냈는데 이는 추적된 암노루의 위치좌표 횟수가 출산 후에 많이 기록되었기

때문에 Kernel Method의 경우 출산 전의 위치좌표는 무시되는 경향이 있었다. 그리고 출산전후 암노루의 행동권 면적은 새끼의 안전을 확인하기 위한 이동이 제한되어 있기 때문에 좁았다. 그리고 출산 전과 출산 후의 행동권 면적은 유의적인 차이를 나타냈고 출산 후 시간이 지나면서 면적을 점점 넓어지는 경향을 보였다.

암노루는 탐방로 인접한 장소에 새끼를 출산하고 인근 지역에서 활동하였지만 이들 지역은 황칠나무 식재지를 보호하기 위해 둘러쳐진 울타리로 격리되어 있어 탐방로를 벗어난 탐방객의 출현으로 인한 방해는 없었다. 또한 작업용 임도에서 불과 20m정도 떨어져 있었지만 사람의 출입이 엄격히 통제되고 소수의 작업자만 출입하는 시험림 구간이어서 암노루는 사람의 방해는 최소화될 수 있는 공간으로 이곳을 선택한 것으로 판단된다.

새끼의 출산장소로서 이용된 숲은 교목층으로 40년생 삼나무가 99%이상을 차지하고 있었으며 2010년 숲가꾸기 사업이 진행되어 삼나무를 제외한 초본류와 목본류가 제거되었으며 현재는 새로운 초본류와 목본류가 삼나무 아래에 침입하였으며 아교목층은 빈약하고 관목층과 초본층이 발달하였다. 이런 환경은 노루의 잠자리 즉 은신처를 제공하여 새끼의 생존율을 높이는 긍정적인 역할을 하였고 숲가꾸기 등 산림작업이 산림내 서식하는 초식동물의 출산과 생육에 영향을 주는 또 하나의 결과로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국립산림과학원 “제주시시험림의 지속가능한 산림경영 기준과 지표에 관한 연구”의 일환으로 수행되었으며 본 연구를 위해 지도와 관심을 보여주신 많은 난대·아열대산림연구소 관계자 분들께 감사를 드립니다.

KAGIS

참고문헌

- Cook, J.G., L.L. Irwin, L.D. Bryant, R.A. Riggs, J.W. Thomas. 2005. Thermal cover needs of large ungulates: a review of hypothesis tests. In: Wisdom MJ (ed) The starkey project: a synthesis of long-term studies of elk and mule deer. Reprinted from the 2004 transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference. Alliance Communications Group, Lawrence, pp.185-196.
- Danilkin, A.A. 1996. Behaviour Ecology of Siberian and European Roe Deer. Chapman & Hall, London, UK, 277pp.
- Espmark, Y. 1969. Mother-young relations and development of behaviour in roe deer (*Capreolus capreolus* L.). *Viltrevy* 6(6):461-540.
- Gaillard, J.M., D. Delorme and J.M. Jullien. 1993. Effects of cohort, sex and birth date on body development of roe deer (*Capreolus capreolus*) fawns. *Oecologia* 94(1):57-61.
- Jeppesen, J.L. 1984. Human disturbance of roe deer and red deer: preliminary results. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 120:113-118.
- Kim E.M., J. Kwon, Y.K. Park, C.W. Kang, K.M. Song and D.W. Min. 2012. Survey on the territory and habitat environment related to the parturition of roe deer at warm-temperate forest in Jeju Island by using GPS based wildlife tracking system. The 2012 Proceeding of KAGIS Fall Conference. The Korean Association of Geographic Information Studies, pp.420-421 (김은미, 권진오, 박영규, 강창완, 송국만, 민동원. 2012. GPS 추적시스템을 이용한 난대림에서 출산 전후 암노루의 행동권 및 서식환경 조사. 2012한국지리정보학회 추계학술대회 논문집 420-421쪽).
- Lee J.H., H.J. Lee, N.Y. Ra, J.K. Kim, J.H. Eom and D.S. Park. 2009. Application of PIT tag and radio telemetry research methods for the effective management of reptiles in Korea national parks. *Korean Journal of Environmental Biology* 27(2):146-154 (이정현, 이현주, 라남용, 김자경, 엄준호, 박대식. 2009. 국립공원 내 파충류 자원의 효율적인 관리를 위한 PIT(passive integrated transponder) tag과 무선추적방법(radio telemetry)의 적용. *한국환경생물학회지* 27(2):146-154).
- Lee S.G., S.G. Jung, K.H. Park, K.T. Kim and W.S. Lee. 2010. A prediction model and mapping for forest-dwelling birds habitat using GIS. *The Journal of Korean Association of Geographic Information Studies* 13(1):62-73 (이슬기, 정성관, 박경훈, 김경태, 이우성. 2010. GIS를 이용한 산림성 조류의 서식지 예측 모형 및 지도 구축. *한국지리정보학회지* 13(1):62-73).
- Lent, P.C. 1974. Mother-infant relationship in ungulates. In: V. Geist and F. Walther(eds) *The Behaviour of Ungulates and its Relation to Management*. UICN, Morgues, pp.14-55.
- Linnell, D.C., P. Nijhuis, I. Teurlings and R. Andersen. 1999. Selection of bed-sites by roe deer *Capreolus capreolus* fawns in a boreal forest landscape. *Wildlife Biology* 5(4):225-231.
- Maillard, D., C. Calenge, N. Invernica and

- J.C. Gaudin. 2002. Home range size and reproduction of female roe deer reintroduced into a Mediterranean habitat. *European Journal of Wildlife Research* 48(1):194-200.
- Mateos-Quesada, P. and J. Carranza. 2000. Reproductive patterns of roe deer in central Spain. *Etologia* 8:17-20.
- Mohr C.O. 1947. Table of equivalent population of North American small mammals. *American Midland Naturalist* 37:223-249.
- Moorter, B., J. Gaillard, P.D. Mcloughlin, D. Delorme, F. Klein and M.S. Boyee. 2009. Maternal and individual effects in selection of bed sites and their consequences for fawn survival at different spatial scales. *Oecologia* 159:669-678.
- Morse, B.P., N.P. Nibbelink, D.A. Osborn and K.V. Miller. 2009. Home range and habitat selection of an insular fallow deer (*Dama dama* L.) population on Little St. Simons Island, Georgia, USA. *European Journal of Wildlife Research* 55(4):325-332.
- Oh J.G. 2006. Report of survey and study of Hallasan natural reserve in 2006 (distribution and ecological characteristics of roe deer (*Capreolus pygargus tianschanicus*) at Mt. Halla in Jeju). Research Institute for Mt. Halla, pp.547-579 (오장근. 2006. 한라산천연보호구역 학술조사보고서(노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)의 분포와 생태적 특징). 한라산연구소. 547-579쪽).
- Raganella-pelliccioni, E., M. Scremin and S. Toso. 2007. Phenology and synchrony of roe deer breeding in northern Italy. *Acta Theriologica* 52(1):95-100.
- Park C.R., S.G. Lee, K.O. Byun, C.M. Kim, Y.G. Chung, E.M. Kim, S.B. Jeong. 2008. An Eco-guide Book to the Wildlife in Jeju Experimental Forests. Korea Forest Research Institute. 270pp. (박찬열, 이성기, 변광옥, 김철민, 정영교, 김은미, 정상배. 2008. 제주시험림 야생동물 생태도감. 국립산림과학원. 270쪽).
- Resler, R.A. 1972. Clearcutting: beneficial aspects for wildlife resources. *Journal of Soil and Water Conservation* 27(6):250-254.
- Takatsuki, S. 1989. Edge effects created by clear-cutting on habitat use by sika deer on Mt. Goyo, Northern Honshu, Japan. *Ecological Research* 4:287-295.