

토지피복도를 이용한 고라니의 서식지이용분석

박효민 · 이상돈⁺

이화여자대학교 환경공학과

Habitat Use Pattern of Korean Waterdeer based on the Land Coverage Map

Hyomin Park · Sangdon Lee⁺

Dept of Environmental Sciences and Engineering, Ewha Womans University, Seoul 120-750 Korea

요 약

포유동물은 생태계에 중요한 역할을 담당하고 있으며 환경의 변화를 파악하기 위해서는 장기적인 연구가 필수이다. 고라니는 한국 고유종으로 풍부한 개체수가 존재하지만 고라니의 서식지의 생태적 특징과 행동권에 대한 자료가 부족하다 따라서 본 연구는 우리나라 고유종인 고라니의 행동연구를 위해 GPS 장치를 부착하였다. 연구 결과 주간활동이 야간보다 서식반경이 큰 것으로 나타났으며, 봄철이 겨울철 및 다른 계절보다 월등하게 큰 것으로 나타났다, 고라니의 대부분 토지 이용은 산림 및 습지와 농경지인 것으로 나타났다. 본 연구는 고라니의 서식지 행동을 측정함으로써 행동생태학에 대한 중요성을 알 수 있었다. 또한 환경변화에 따른 포유류의 행동반경의 변화를 연구하기 위해서 후속적인 연구가 필요할 것이다.

핵심용어 : 고라니, 행동권, 토지피복도, 습지, 고유종

Abstract

Mammals act as an important role in maintaining ecosystem, but direct observation is very difficult. Nevertheless, in order to understand the impact of various changes about a sudden environment, long-term monitoring through direct investigation is essential. This study investigated home range analysis using GPS tracking device and behavioral ecology of Korean waterdeer (*Hydropotes inermis*), indigenous and native species in Korea. Studies on ecological characteristics and home range of Korean waterdeer are insufficient. Therefore, we studied home range using the GPS technique for critical point of existing research. Data showed the active movement in daytime (44.1km²) than night (30.0km²) and large area of activity in winter (3.7km²) and spring (44.1km²) than summer(0.04km²) and autumn (0.01km²). The most used area of Korean waterdeer was forested area and wetland, agricultural area, waters in order of frequency based on the land coverage map. Our research represents overall characteristics of Korean water deer due to measurement of area of activity. However, this research signified behavioral ecology for Korean waterdeer, and further investigation in necessary.

Keywords : Endemic species, Home range, Land Coverage Map, Waterdeer, Wetlands

1. 서론

포유류는 개체군의 크기를 조절하고 먹이종의 행동에 영향을 끼치며 종자의 분산을 돕기도 하는 등 먹이 사슬 유지에 중요한 역할을 하는 중추종이다. 그러므로 포유류의 서식공간에 관한 자료의 구축은 무엇보다도 중요하다. 야생동물의 행동권 연구는 공간이용 유형을 측정하는 가장 기본적인 사항 중 하나이며, 동물들의 이용분포를 측정하는 것은 매우 중요하다(Worton, 1989).

해외는 국내보다 일찍 동물의 행동권에 관한 주제로 많은 연구들이 진행되어 왔으며 (Macdonald et al.,

1980; Worton, 1987), 최근에 국내에서도 반달가슴곰 (Yang et al., 2008), 삵(Choi and Park, 2009) 등의 포유류를 대상으로 동물들의 행동권에 관한 연구들이 진행되고 있다. 그러나 포유류의 특성상 인간의 접근을 경계하고 우리나라의 지형적인 특성상 직접 관찰이 어렵기 때문에 그 동안 진행된 대부분의 연구가 흔적조사법(field sign method)을 통한 간접조사가 대부분이며(Lee, 2003), 포유류를 대상으로 한 장기모니터링에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 급격하게 변화하고 있는 환경변화에 대한 종들의 영향을 파악하기 위해서는 장기적인 모니터링이 필수적이며, 연구 대상 지역에서 지속적으로 모니터링을 하는 것이 필요하다.

⁺ Corresponding author : lsd@ewha.ac.kr

고라니는 우리나라 전역에 서식하는 고유종이지만 행동생태학적 특징이 잘 알려져 있지 않으며, 특히 행동권에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 지금까지 고라니 행동권 분석을 위해 원격무선추적(Radio telemetry technique)을 시행한 연구는 극히 일부이며(Kim and Lee, 2011), 4계절의 위치데이터를 이용한 자료는 전무한 상태이다. 따라서 본 연구는 우리나라 고유종인 고라니를 대상으로 시간과 계절에 따른 행동권의 변화를 파악하고, 고라니의 토지 이용 형태를 분석하여 향후 고라니에 대한 생태학적 연구 및 서식지 관리에 필요한 연구 자료를 확보하고자 실시하였다.

2. 연구의 지역 및 방법

2.1. 연구재료

역사적으로 중국고라니(*Hydropotes inermis inermis*)는 중국 대부분 지역에 많은 수가 광범위하게 분포하였다(Cooke and Farrell, 1998). 그러나 이 아종의 개체수와 서식범위는 서식지 소실과 밀렵 등으로 인하여 심각하게 줄어든 상황이다(Wang, 1998). 중국고라니는 현재 약 10,000마리로 추정되고 있으며, 이들의 보전과 관리를 위해 생태학과 유전학 등 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행 중이다. 이와는 대조적으로 한국고라니(*H. i. argyropus*)의 생태에 관한 연구는 아직까지 미비한 실정이다(Lee, 2003). 1990년대에는 과도한 남획과 서식지 파괴 등으로 인하여 그 수와 분포가 심각하게 줄어들기도 하였다(Woo et al., 1990). 현재 한국 고라니는 다양한 서식지에 걸쳐 살아가고 있으며(Won and Smith, 1999), 1989년 100ha당 2.4마리에 불과했던 고라니의 서식밀도는 꾸준히 증가하여 2007년에는 100ha당 6.4마리로 조사되었고 2007년 전국에서 조사된 포유동물 중 고라니는 모든 서식지 유형에서 확인될 정도로 다양한 지역에 분포하고 있다. 하천변과 같이 초본류가 풍부한 개활지를 선호하는 고라니는 천적인 대형 포식동물이 사라진 산림생태계 내에서 그 개체수가 지속적으로 증가하고 있다. 우리나라에서는 지역적으로 서식밀도가 높아 유해야생동물로 지정되어 있으며 2005년부터는 수렵 동물로 지정되었다(Ministry of Environment, 2005)

2.2. 연구지역

본 연구는 충청남도 보령시에서 실시되었다. 충청남도 보령시는 우리나라 서해안에 위치한 지역으로 동경 125°32'~127°38', 북위 36°10'~36°31'에 위치하고 있으며 면적은 569km²로 충청남도 전체 면적의 6.6%를 차지하고 있다. 충청남도 보령은 다른 지역에 비하여 해안선의 굴곡이 심하고 경사도가 완만하여 간석지에 농경지를 개발, 넓은 평야를 가지고 있는 것이 특징이다. 고라니의 포획지점인 청라면은 보령시의 동북방향에 위치하며 총 면적은 보령시의 69.88km²로 보령시의 12.5%를 차지하고 있으며 산지가 청라면 면적의 75%(52.28km²)를 차지한다. 남부와 북부는 험한 산세를 보이지만, 북동에서 남서방향으로는 대천천을 끼고 넓은 평지가 발달해있다. 남서부에 청천저수지가 있어서 관개용수로 이용되고 있다. 서해안으로 뻗어나간 구릉지와 해변에 접한 평야도 잘 발달되어 있다.

2.3. 데이터 수집

데이터 수집을 위해 포획된 고라니는 총 4마리로 2011년 8월, 2011년 12월, 2012년 10월, 2012년 1월에 생포용 안전울무와 마취총을 이용하여 포획하였다. 포획된 개체는 마취약으로 처리한 후 목 부분에GPS 원격무선장치를 고정시킨 후 방사하였다. 모니터링 장치는 휴대전화장치와 GPS를 기반으로 한 Telemetry이며 이를 기본으로 하여 만들어진 GPS-mobile 부착기를 연구 대상종인 고라니에 부착하였다. 이 장비는 750mA 리튬이온 배터리를 이용하여 전원이 공급되며 리튬이온 배터리를 포함한 추적장치의 총 무게는 50g이다. 200,000회의 위치정보 저장이 가능한 32bit의 메모리를 가지고 있으며, 야생동물이 CDMA 통신이 어려운 지역에 머무는 경우에는 위치정보가 자동으로 저장이 되고 통신 가능한 지역으로 동물이 이동했을 때 저장된 위치정보가 이동 통신망으로 송신이 된다. 포획된 고라니의 GPS자료는 2011년 8월부터 2012년 10월까지 수집되었다. 하루에 2시간 간격으로 수집된 고라니의 GPS 좌표 데이터 3124개를 분석하였다(Table 1).

Table 1. Information on the Korean water deer in the study areas

ID	Sex	Date	Period of tracking (month)	No. of collected coordinates
1	Female	2011.08	1	85
2	Male	2011.12	1	80
3	Female	2012.10	1	38
4	Male	2012.01	10	3124

행동권 분석은 시간(주간 및 야간)과 계절 별로 나누어 분석하였다. 시간대별 활동을 분석하기 위하여 수집된 고라니의 GPS좌표 데이터를 주간(06:00~18:00)과 야간(18:00~06:00)으로 나누었으며 계절별 행동권은 겨울(1-2월), 봄(3-5월), 여름(6-8월), 가을(9-10월)로 구분하였다.

고라니의 행동권 분석은 추정된 위치 지점들 중 최외각 점들을 연결시켜 다각형을 형성하여 행동권 범위를 측정하는 최소볼록다각형(MCP: Minimum Convex Polygons) 방법과 선택한 위치데이터들의 밀도함수를 통해 밀도추정치치를 구하는 커널 방법(Kernel method)을 이용하여 분석하였다. 고라니 서식지 분석을 위하여 이용되는 토지 피복도는 1:25,000 축척의 중분류 토지 피복도(환경부, 2001)를 이용하였으며, 자료에 대한 분석은 Arcview GIS 소프트웨어(ver. 3.1) 및 Spatial Extension for Arcview, ArcGIS 9.3.1, ArcGIS 10.0을 사용하였다.

3. 결과

3.1. 시간에 따른 고라니의 행동권 분석

최소볼록다각형 방법을 이용하여 고라니의 주간 행동권(06:00-18:00)과 야간 행동권(18:00-06:00시)을 분석하였

다. 그 결과 충청남도 보령시의 고라니 주간 행동권 면적은 44.10km²로 나타났다(Table 4). 고라니의 주간 행동권 레이어에 중분류 토지피복을 중첩시켜 고라니의 주간 토지 이용상태를 분석한 결과 산림지역이 30.99km² (70.3%)로 가장 높게 나타났으며 습지, 수역, 농업지역 순으로 이용 빈도가 나타났다.

고라니의 주간 행동권을 고정 Kernel 밀도추정함수를 이용하여 공간적으로 발견될 확률이 50%와 95%인 구간을 분석한 결과, 고라니가 발견될 95% 확률 지역은 산림지역(0.28km², 94.5%), 습지지역(0.01km², 3.1%), 농업지역(0.01km², 2.5%)이며 면적은 0.23km²로 추정되었고 Kernel method 50%에 해당하는 지역은 0.05km²로 산림지역으로 나타났다.

야간 행동권 총 면적은 30.02km²이며 고라니의 야간 토지 이용빈도는 산림지역(24.16 km², 80.5%), 습지, 농업지역, 수역의 순서대로 나타났다.

고라니의 야간 행동권(18:00~06:00)을 Kernel 밀도추정함수를 이용하여50%과 95%인 구간을 분석한 결과 Kernel method 95%에 해당하는 총 면적은 0.26km²로 산림지역(0.25km², 97.2%), 농업지역(0.01km², 2.1%), 습지지역(0.002km², 0.7%)이었다. Kernel 밀도추정치 50%에 해당하는 지역은 모두 산림지역이었으며 해당 지역의 면적은 0.05km²로 나타났다(Table 2).

Table 2. Korean waterdeer use of areas during day and night using Kernel probability estimation in 50% and 95%.

Land use-value	Kernel 95				Kernel 50			
	Day		Night		Day		Night	
	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%
Urban area	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricultural area	0.01	2.5	0.01	2.1	-	-	-	-
Forest	0.28	94.5	0.25	97.2	0.05	100	0.05	100
Glass land	-	-	-	-	-	-	-	-
Wetland	0.01	3.1	0.002	0.7	-	-	-	-
Bare land	-	-	-	-	-	-	-	-
Waters	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0.29	100	0.26	100	0.05	100	0.05	100

고라니의 주간 행동권 레이어와 고라니의 야간 행동권을 중첩시켜 비교한 결과 주간보다 야간의 행동권 면적이 더 작았으며 주간과 야간의 행동권 면적의 차이는 14.08km²로 나타났다.

3.2. 계절에 따른 고라니의 행동권 분석

고라니의 봄철 행동권의 면적을 구한 결과 44.15km²

로 나타났으며 산림지역의 면적이29.47 km²로 전체 토지 이용의 66.7%의 비율을 나타냈으며 습지(7.21km², 15.9%), 수역(2.96km², 6.7%), 농업지역(2.74km², 6.2%) 순으로 이용빈도가 나타났다. Kernel 밀도추정함수95%의 면적은1.06km²였으며 토지 이용빈도는 산림지역(0.97km², 91.9%), 습지, 농업지역, 초지, 수역의 순서대로 이용빈도가 나타났으며 시가화·건조지역과 나지는 이용빈도가

나타나지 않았다.

여름철 행동권은 0.04km²로 나타났으며 토지 이용빈도를 분석한 결과 모두 산림지역(0.04km²)에 해당하였다. 여름철 행동권을 Kernel method 95%를 이용하여 분석한 결과 총 이용면적은 산림지역(0.001 km²)로 으로 나타났다.

가을철 행동권은 0.01km² 이며 산림지역으로 나타났으며, 고정 Kernel 95% 방법을 이용하여 분석한 결과 해당 면적은 산림지역(0.001km²)으로 나타났다.

겨울철 총 행동권은 3.69km²로 나타났으며 토지 이용 실태를 분석한 결과 산림지역(3.27 km², 88.8 %), 습

지, 농업지역, 수역의 순으로 나타났다. 고정 Kernel 밀도추정함수 95% 해당하는 이용 면적은 1.408km²로 토지 이용상태를 분석한 결과 산림지역의 이용 면적은 1.08km²(76.7%)였으며 습지(0.22km², 15.9%), 농업지역(0.07 km², 5.2%), 수역, 나지의 순으로 이용빈도가 나타났다 (Table 3).

최소볼록다각형방법을 이용하여 고라니의 4계절 행동반경을 나타낸 결과 봄>겨울>여름>가을 순으로 행동반경이 나타났으며, 여름과 가을철의 행동반경은 봄철과 겨울철에 비하여 움직임이 작은 것을 알 수 있다.

Table 3. Korean waterdeer use of areas during 4 seasons using Kernel probability estimation in 50%

Kernel 50								
Land use-value	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%
Urban area	-	-	-	0	-	0	-	-
Agricultural area	0.02	1.8	-	-	-	-	0.07	5.2
Forest	0.97	91.9	0.001	100	0.001	100	1.08	76.7
Glass land	0.01	0.7	-	-	-	-	0.02	1.7
Wetland	0.06	5.2	-	-	-	-	0.22	15.9
Bare land	-	-	-	-	-	-	0.00	0.3
Waters	0.01	0.4	-	-	-	-	0.01	0.3
Total	1.06	100	0.001	100	0.001	100	1.41	100

Table 4. Korean waterdeer home range estimation using Minimum Convex Polygon(MCP) method during day and night and 4 seasons

Land use-value	Time				Season							
	Day		Night		Spring		Summer		Fall		Winter	
	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%
Urban area	1.00	2.3	0.44	1.5	1.28	2.9	-	-	-	-	0.01	0.2
Agricultural area	2.59	5.9	1.49	5.0	2.74	6.2	-	-	-	-	0.11	2.9
Forest	30.99	70.3	24.16	80.5	29.47	66.7	0.04	100.0	0.01	100.0	3.27	88.8
Glass land	0.51	1.2	0.22	0.7	0.54	1.2	-	0.0	-	-	0.03	0.9
Wetland	6.21	14.1	2.62	8.7	7.03	15.9	-	0.0	-	-	0.23	6.3
Bare land	0.13	0.3	0.09	0.3	0.14	0.3	-	0.0	-	-	0.01	0.2
Waters	2.67	6.1	1.00	3.3	2.96	6.7	-	0.0	-	-	0.03	0.9
Total	44.10	100	30.02	100	44.15	100	0.04	100	0.01	100	3.69	100

4. 고 찰

고라니의 행동권을 최소불록다각형(MCP) 방법을 이용하여 분석한 결과, 100%의 면적에서 총 행동권은 44.70km²로 나타났으며 Kernel 밀도추정함수 95%로 구한 면적은 0.28km², Kernel 밀도추정함수 50%로 구한 면적은 0.05km²였다. Cooke and Farrell (1998)에 따르면 영국의 Whipsnade에서 연구된 고라니의 평균 행동권은 21ha (0.21km²)이며 2년생 이상 수컷은 행동권이 12ha (0.12)이지만, 2년생 이상 암컷이나 2년생의 고라니의 행동권은 대략 25ha이며 중국에서 고라니의 계절별 평균 행동권은 18-46ha (0.18-0.46)라고 하였다. 그러나 본 연구의 고라니의 총 행동권과 Cooke and Farrell (1998)이 연구한 고라니의 행동권과 비교한다면 보령지역의 고라니 행동권은 영국 고라니의 행동권의 213배, 중국 고라니의 행동권의 96배에 해당하는 면적으로 나타났다. 그리고 국내에서 행해진 Kim and Lee (2011)의 연구 결과는 95% MCP방법에서 2.77km², Kernel 밀도추정함수 50%에서 0.34km²였다. 그러나 본 연구의 총 행동권은 봄-겨울까지의 행동권을 나타내며 대부도에서 행해진 Kim and Lee (2011)의 연구 결과는 총 행동권이 봄, 여름, 가을의 행동권이였다. 봄, 겨울의 행동권이 크게 나타난 것은 11월 이른 겨울철 번식기가 시작되어 봄철에 출산하기 때문이다(Cook and Farrell, 1998). 하지만 겨울의 행동권이 작다는 것을 감안한다면 본 연구의 고라니 행동반경은 기존의 연구보다 훨씬 큰 행동권을 가지고 있음을 알 수 있었다. 하지만 최소불록다각형(MCP)방법은 최외각점들을 연결시켜 다각형을 형성한 것이기 때문에 행동권이 너무 넓게 설정될 수 있다는 단점이 있으므로 고라니의 실제 행동반경은 MCP방법으로 추정된 수치 보다 더 작을 것이라고 예상된다.

본 연구에서 총 행동권을 Kernel 밀도추정함수 95%로 구한 면적은 0.28km², Kernel 밀도추정함수 50%로 구한 면적은 0.05km²였다. 대부도에서 연구된 고라니의 Kernel 밀도추정함수 50%에서 0.34km²로 측정되었으며(Kim and Lee, 2011) 이를 통해 실질적인 고라니의 행동반경은 대부도의 고라니의 행동반경보다 더 작다는 것을 비교 할 수 있었다.

고라니의 주야간 행동권은 MCP방법으로 분석한 결과 주간은 44.10km², 야간은 30.02km²로 나타났으며 주간 행동권이 야간보다 더 큰 것으로 나타났다. Kernel 밀도 추정함수의 95%, 50%를 구한 결과 주간은 0.24km², 0.05km²였고, 야간은 0.26km², 0.05km²로 Kernel 밀도 추정함수의 95%에서는 야간의 행동반경이 더 컸으며 50% 밀도 추정함수에서는 주간 행동반경이 더 큰 것으로 나타났다. 한국에 서식하는 고라니의 주된 활동시간(activity time)은 저녁 6시부터 오전 6시까지 활발한 움

직임을 보이며 새벽 3시와 4시 사이에 가장 활동성이 높고 낮에도 빈번히 움직인다(손성원 등, 1999)는 기존의 결과와 일치함을 확인 할 수 있었다. 이는 Kim and Lee (2011)의 분석결과와 비교했을 때 비슷한 경향을 보였지만 대부도의 고라니보다 행동반경은 더 작은 것으로 나타났다.

고라니의 계절별 행동권을 최소불록다각형(MCP)방법으로 분석한 결과 봄은 44.15km², 여름은 0.04km², 가을은 0.01km² 겨울은 3.69km²로 나타났으며 Kernel 밀도 추정함수의 95%를 구한 결과, 봄은 1.06km², 여름은 0.001km², 가을은 0.01km², 겨울은 1.41km²로 나타났다.

최소불록다각형(MCP)방법으로 추정한 계절별 행동권 크기는 봄>겨울>여름>가을의 순서대로 나타났으며 Kernel 밀도 추정함수의 95%로 추정한 행동권의 크기는 겨울>봄>여름>가을의 순서로 나타났다. Kim and Lee (2011)는 여름>가을>봄의 순서대로 행동권 면적이 나타났으며, 행동권의 면적의 크기를 비교해본 결과 여름과 가을의 행동권은 대부도의 고라니가 더 큰 것으로 나타났으며 강원도 양구의 가을철 고라니의 행동반경(1.52km²)과 비교한 결과 보령지역의 고라니의 가을철 행동반경이 매우 작은 것으로 나타났다.

겨울과 봄철 행동권이 큰 이유는 초식동물인 고라니가 먹이를 구하기 위한 것으로 추측되며, 특히 봄철에 행동반경이 큰 이유는 유해조수 단속기간 때문이라고 생각된다. 또한 고라니의 생애주기 시기 중 짝짓기(11-1월)와 교미시기(12월)는 겨울철에 해당하며 봄철은 번식기에 해당하므로 여름과 가을철에 비하여 고라니의 행동반경이 더 넓은 것으로 예상된다.

상대적으로 여름과 가을의 행동반경은 작으며 토지 피복도를 중첩시켜 행동권 지역을 살펴본 결과 산림지역으로 나타났는데, 그 이유는 초식동물인 고라니가 산림지역 내에서 먹이를 쉽게 구할 수 있기 때문에 멀리 이동하지 않는 것으로 생각된다. 또한 Cook and Farrell (1998)의 연구에 따르면 수컷의 이용하는 영역은 연간 0.05 km² 이하로 조사되었으며 이는 다른 지역의 고라니보다 상대적으로 행동반경이 작은 본 연구의 고라니의 행동반경과도 일치한다고 할 수 있다.

5. 결 론

국내에서는 먹이사슬의 위치에도 불구하고 포유류를 대상으로 한 장기모니터링이 아직까지 거의 진행되고 있지 않다. 고라니는 한반도 전역에 많은 수가 고루 분포하는 것으로 알려져 있지만 고라니의 행동 및 생태에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이며, 환경 요소에 따른 행동 특성에 대한 연구는 극히 미비하다. 따라서 고라니의 행동권에 관한 모니터링을 위해 무천위치추적

장치를 부착한 연구를 실시하였다. 고라니는 야간보다는 주간에 그리고 겨울과 봄이 여름과 가을보다 행동반경이 훨씬 더 큰 것을 알 수 있었다. 또한 고라니의 행동반경은 지역적인 특성을 나타내었으며, 토지피복도 분석결과 산림지역, 습지, 농경지역, 수역의 순으로 이용하였다. 이는 고라니의 먹이습성과 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다. 하지만 장비의 한계 및 포획의 어려움으로 제한된 연구결과를 도출하였으며 이에 대한 개선이 필요하다. 그러나 기존 연구 중 4계절의 행동반경에 대해 수행된 연구는 전무한 실정이므로 향후 고라니의 행동생태에 관한 연구에 있어서 바탕이 될 수 있는 점에서 의미가 있는 연구이다.

본 연구는 LTER (16000-16001-2), NRF (2009-83527), SEST (2014) 및 KEITI (403-112-005) 지원에 의해 이루어졌습니다.

Reference

- Choi, TY and Park, J (2009). Home range of Leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in a rural areas, *Proceedings of Korea Environmental Ecology Society*, 19(1), pp. 56-58.
- Cooke, A and Farrell, L (1998). *Chinese Water Deer*, The Mammal Society, London and the British Deer Society, Fording bridge, pp. 1-32.
- Kim, BJ and Lee, SD (2011). Home range study of the Korean water deer (*Hydropotes inermis agyropus*) using radio and GPS tracking in South Korea: comparison of daily and seasonal habitat use pattern, *J. Ecol. Field Biol.*, 34(4), pp. 365-370.
- Lee, B (2003). *Taxonomy, ecology and DNA characteristics of waterdeer (Hydropotes inermis) in Korea*, Ph.D. Diss. Chungbuk University. [Korea Literature]
- MacDonald, DW, Ball, FG and Hough, NG (1980). *The evaluation of home range size and configuration using radio tracking data*, CJ Amlaner and DW MacDonald (eds) Handbook of Biotelemetry and Radio Tracking, Pergamon Press, Oxford, pp. 40-426.
- Ministry of Environment (2001). *Map of Land Coverage in Korea*. [Korea Literature]
- Ministry of Environment (2005). *List of Korean mammals*.
- Park, J, Kim, B, Oh, D, Lee, H and Lee, SD (2011). Food analysis of waterdeer in Korea, *Korean J Environmental Ecology*, 25(6), pp. 896-845. [Korea Literature]
- Wang, S (1998). *China red data book of endangered animals (mammal volume)*, Science Press, Beijing (in Chinese).
- Won, C and Smith, KG (1999). History and current status of mammals of the Korean Peninsula, *Mammal Rev.*, 29(1), pp. 3-33.
- Woo, HC, Lee, JI, Son, SW and Park, HS (1990). *Ecological survey of mammals in South Korea (IV)*, Ministry of Environment, Seoul. [Korea Literature]
- Worton, BJ (1987). A review of models of home range for animal movement, *Ecol. Model.*, 38, pp. 227-298.
- Worton, BJ (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies, *Ecology*, 70(1), pp. 164-168.
- Yang, DH, Kim, B, Jung, D, Jung, D, Jung, W and Lee, B (2008). Home range and characteristics of habitat of Asiatic black bear in Jiri Mt, *Korean J Environmental Ecology*, 22(4), pp. 427-434.
- Yoon, S (2003). *Ecological studies of roe deer (Capreolus pygargus tianschanicus) in Jeju island*, PhD Diss. Korea University. [Korea Literature]

- 논문접수일 : 2013년 10월 24일
- 심사의뢰일 : 2013년 10월 25일
- 심사완료일 : 2013년 11월 01일