

GIS를 이용한 경북 봉화군 운곡천 수달의 서식지 분석

Analysis about Habitat of Eurasian Otter *Lutra lutra* L.
by Using GIS in the River Ungok of North-Kyongsang Province

정종철¹·조영석

Jong-chul Jeong¹·Yeong-Seok Jo²

남서울대학교 지리정보공학과¹

요 약

본 연구는 2002년 10월부터 2003년 9월까지 경상북도 봉화군 운곡천을 대상으로 수달의 배설물 및 배설지 등의 흔적조사를 통해 얻은 GPS좌표를 중심으로 하여 수치지도 및 현장조사에서 얻은 정보를 Arc/view를 이용해 수달의 최적 서식지분석에 이용하였다. 분석 결과 수달의 서식지 이용에는 먹이자원인 어류의 종다양도와 풍부도가 깊은 연관을 맺고 있으며 식생 등의 서식환경이 밀접한 연관을 맺고 있음을 확인하였다. 또한, 밀집된 주거지 등 인간의 간섭은 수달의 서식지 이용에 교란요인으로 작용한다는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 수달의 보전 및 관리를 위한 적합 서식지를 선정하기 위해 GIS기법의 활용에 대한 적용 가능성을 평가하였다.

1. 서 론

수달은 식육목 족제비과에 속하는 반수생 동물로 주로 물고기를 먹이로 삼으며 서식지는 담수의 유무와 이용 가능한 은신처, 그리고 먹이자원과 깊은 연관이 있다 (Barbosa *et al.*, 2001; Nowak, 1999). 한국에서는 대다수의 하천에서 수달이 서식하였으나 서식지의 감소, 수질오염 및 모피를 위한 과도한 수렵 등의 이유로 인해 그 수가 점점 줄어들어 최근에는 좀처럼 보기 힘들게 되어 천연기념물과 멸종위기종으로 지정되기에 이르렀다(Won, 1996; Won & Smith, 1999).

GIS를 이용한 야생동물 연구는 전 세계적으로 활발하게 진행되고 있으나 한국의 경우 비교적 적은 수의 연구만이 진행되어 왔다(서, 2000; 주, 2002; 최, 2002). 수달에 관한 연구는 다양하게 진행되고 있는데 배설물을 통한 먹이분석, Radio-telemetry를 이용한 서식지 및 행동연구와 배설물에서 발견되는 DNA를 이용한 개체군연구가

지 GIS Tool과의 연동을 통해서 효율적으로 분석될 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구는 수달이 높은 밀도로 서식하고 있는 봉화군의 운곡천을 대상으로 최적 서식지를 선정하여 서식에 영향을 미치는 요인을 분석하고 GIS Tool을 이용하여 적합 서식지를 제시하여 수달의 보전을 위한 서식지보호 및 복원의 기준을 마련하였다.

2. 연구조사지역

경상북도 봉화군의 운곡천은 북위 36°51'12"에서 36°58'12", 동경 128°53'52"에서 128°54'00" 사이를 흐른다(그림 1, 2). 운곡천이 흐르는 봉화군 춘양면의 연평균기온은 섭씨 10°이며, 연평균 강우량은 1178.7 mm, 상대습도는 연평균 70.1%이다. 기온의 일교차와 연교차가 크기 때문에 기온의 변화가 심하다.

식생은 버드나무속(*Salix spp.*) 식물이 우점하고 있으며, 신갈(*Quercus mongolica*),

아카시(*Robinia pseudo accacia*), 소나무(*Pinus densiflora*) 및 싸리류의(*Leosodesa spp.*) 식물들이 많이 나타나며, 강변은 갈대(*Phragmites communis*)가 우점하고 있다.

전 구간에서 갈겨니(*Zacco temminckii*)가 우점하며, 모래무지(*Pseudogobio esocinus*), 돌마자(*Microphy-sogobio yaluensis*) 등이 많이 나타났다. 이 외에 수달의 먹이가 될 수 있는 물새와 양서류 및 대형 수서곤충이 풍부하게 서식하고 있다.

운곡천 및 운곡천의 지천들의 용존산소량(DO)측정과 수질지표생물로 삼을 수 있는 수서곤충 등을 조사한 결과 수질은 전반적으로 1급수에 이르는 양호한 것으로 조사되었다.

3. 조사방법

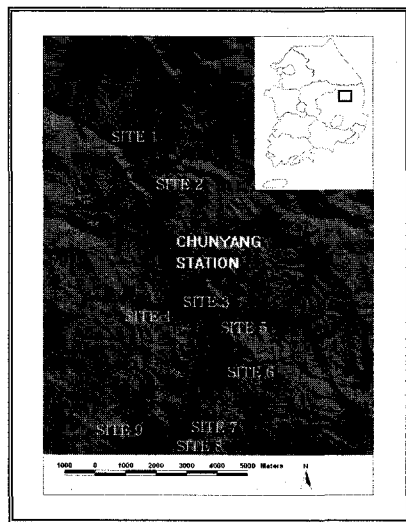


그림 1. 조사지역

(1) 배설물 조사 및 수집

조사는 매월 초(1일에서 10일 사이)에 이루어졌으며 총 12회로 매달 조사가 이루어졌다. 각 조사구의 선정은 접근성과 윈(1999)의 이전 조사에 기초하여 보와 다리 및 합수지를 추가적으로 조사하여 이루어졌

다. 조사구의 선정에 있어서 각 조사구 대상지는 Mason과 Macdonad의 방법(1987)에 따라 600m이상 구역에서 흔적을 조사하였다. 운곡천의 총 12개의 조사구의 각각의 구획 크기는 배설물이 계속해서 발견되는 범위로 한정하였다.

배설지(sprainting site)의 정의는 Kruuk의 정의를 따랐으며 배설물이 발견되는 장소로 다른 배설물로부터 1m 이내에 지점은 하나의 배설지로 간주하였다. 각각의 배설지는 GPS를 이용하여 좌표를 측정하였다. 조사된 배설물과 배설지는 주변지물과 함께 모두 야장에 표시하였다.

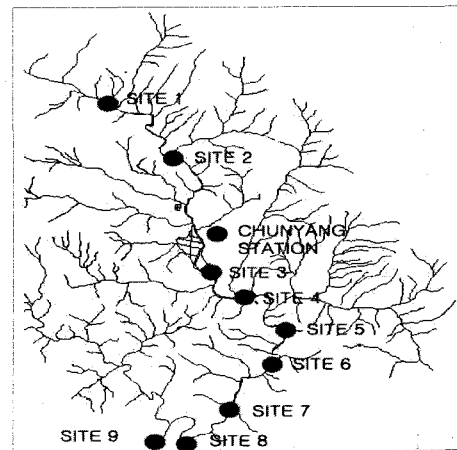


그림 2. 운곡천 수계

(2) 서식환경 조사

선행된 연구를 바탕으로 서식지에 영향을 미치는 변인을 먹이, 식생 및 물리적 요인과 공간적 요인으로 나누어 선정하였다(White *et al*, 2003; Prenda *et al*, 1996; Babosa *et al*, 2001).

어족자원에 관한 정보는 투망과 어항을 이용한 포획법을 통해서 얻었다. 포획된 어류수와 종수에 따라 풍부도, 종다양도, 균등도등을 분석하였다.

식생은 Landsat 영상과 현장조사를 통해 강변의 좌측과 우측이 각각 조사되었고, 조사지역의 모든 조사구가 조사되었다. 각각의 조사구에서 대표성을 띌 수 있는 10m×10m크기의 방형구를 설정하여 조사

되었고 Bas *et al* (1984)의 기준에 따라 각각의 식생이 분석되었다.

이 외의 물리적인 특징으로 PO^4 의 농도와 유속이 포함되었다. PO^4 측정에는 부영양화측정키트를 이용하였다. 또한 공간적 요인으로 도로, 집과 보 등 인위적인 건설물 등의 지도를 통해서 조사된 후 직접 조사를 통해 보완되었다.

(3) GIS 분석

서식지의 분석을 위하여 사용한 GIS Tool은 ESRI의 Arc/view ver. 3.2가 사용되었으며 국립지리원에서 제작한 1:25000 수치지형도가 사용되었다.

각 조사구별 배설지가 집중되어 있는 중심지를 점으로 표시하여 각각의 조사구를 대표하였다. 이 대표점에 현장에서 조사한 서식지의 특징이 될 수 있는 수질 및 공간 정보 및 식생정보 등을 입력하여 이용하였으며 수치지도상의 고도 정보, 수계망, 가옥을 포함한 사람이 상주하는 건물 정보 등을 각각 분리하여 공간정보로 사용하였다.

Arc/view를 이용한 분석에서 도로와 배설지, 건물과 배설지 등의 분석은 거리 분석을 이용하였다. 수달의 영역으로 최대 1 km반경의 동심원을 사용하였는데 일반적인 암컷 사이의 영역간 거리의 최소치를 이용하였으며 서식지가 수변으로 한정됨을 고려하여 육지로의 범위는 장거리 분산을 제외하고는 이 거리를 넘지 않을 것으로 예상하였다. 또한, 건물 등과의 거리 분석을 위해서는 야간에 조사지역 내 주거로부터 소음과 빛이 영향을 느낄 수 있는 거리를 실측하여 최대치인 200m를 반경으로 거리 분석에 이용하였다. 또한, 배설지와 어류풍부도 및 어류풍부도와 PO^4 농도, PO^4 농도와 배설지의 관계를 분석하기 위해서 배설지와 어류풍부도는 네 개의 동심원을 PO^4 농도는 세 개의 동심원으로 표시하여 중첩되는 정도로 그 상관관계를 확인하였다.

4. 결 과

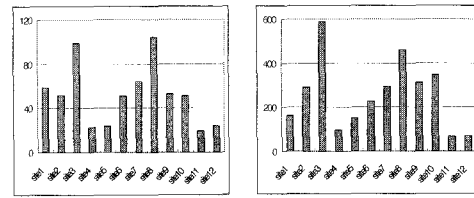


그림 3. spraints와 sprainting site의 지역별 변이

매월 규칙적인 조사결과 대부분의 조사구에서 수달의 흔적이 확인되었다. 2002년 10월부터 2003년 9월까지 총 3067 배설물과 623 배설지가 운곡천에서 조사되었는데, 배설물과 배설지 모두 조사구 3과 조사구 8에서 가장 높게 나타났다 (그림 3). Duncan 검정을 통해 배설물과 배설지에서 명확한 지역적인 변이를 확인했다. 특히, 조사구 3의 경우 조사구 11에 비해 8배가 많은 배설물수를 확인할 수 있었으며 SAS ver 8.0.2의 General Linear Model과 Duncan's Multiple range test는 지역별로 명확한 차이를 검증했다(표 1). 위성영상과 현장조사를 통한 식생조사는 수달의 좋은 식생선호를 명확하게 보여주었다(그림 4, 5)

또한, 지속적으로 배설물이 나타나는 조사구에 대해 건물과 배설물 집중지에 대한 분석에서 주거 등의 인위적인 영향이 수달의 배설물수와 상반됨을 확인했다(그림 5).

먹이를 대표하는 어류풍부도와 배설지의 경우 각각이 가장 높게 나온 조사구3에서 일치하였으며 여러 조사구에서 중첩되었다. 그리고, Sjoasen(1997)이 먹이를 대신할 수 있는 지표로 삼았던 PO^4 의 경우 어류와 대부분 일치하는 경향을 보였고 결국, 배설지와도 많은 부분 중첩되고 있음을 확인하였다.

5. 고찰

다른 지역과 유의적인 차이를 보이는 조사구 3과 조사구 8에 대한 서식지요소의 중요도 차이를 증명하기 위해 모든 조사구들의 식생조건 및 먹이 조건인 어류의 풍부도 및 수질조건 등을 대입 분석하여 Arc/view를 이용하여 시각화 하였다.

표 1. spraint와 sprainting site를 이용한 서식지 평가를 위한 Duncan 검정

Area	No. of Spraints	Duncan Grouping
site3	589	a
site8	460	a b
site10	346	a b c
site9	312	b c
site7	293	b c
site2	292	b c
site6	228	b c
site1	163	c
site5	152	c
site4	95	c
site12	70	c
site11	67	c

Area	No. of Sprainting site	Duncan Grouping
site8	104	a
site3	99	a
site7	64	b
site1	59	b
site9	53	b c
site2	52	b c
site6	51	b c d
site10	51	b c d
site5	24	c d
site12	24	c d
site4	23	c d
site11	19	d

또한, 그림 3의 조사구 2와 조사구 3사이의 긴 거리의 하천이 수달에 의해 지속적으로 이용되지 않는 점과 이 지역에 주거지가 과밀하게 밀집된 사실에서 보여지듯이 인간의 간섭이라는 환경요인은 수달의 서식지 이용에 큰 영향을 미치고 있음을 확인 할 수 있다. 하지만, 조사구3에서는 강변으로 철로와 주거지가 있음에도 높은 밀도의 배설물과 배설지가 발견되고 있는데 이는 이 지역이 어류의 종풍부도와 다양도에 있어서 다른 조사구에 비해 높은 수치를 나타내고 있음과 밀접한 연관을 갖고 있는 것으로 예

측된다. Sjoasen(1997)은 수달의 재방사를 위해서 생물량의 척도로 사용할 수 있는 대상지의 PO⁴농도가 중요한 지표가 될 수 있다고 하였는데 Arc/view를 이용한 중첩에서 PO⁴농도는 먹이자원인 어류와 동시에 Sprainting site사이 밀접한 관계가 있음을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

1. Bas, N., Jenkins, D. and Rothery, P. (1984) Ecology of Otters in Northern Scotland V. The Distribution of Otter (*Lutra lutra*) Faeces in Relation to Bankside Vegetation on The River Dee in Summer 1981. Journal of Applied Ecology, 21, 507-513
2. Mason, C. F. and Macdonald, S. M. (1987) TheUse of Spraints for Surveying Otter *Lutra lutra* Populations: An Evaluation. Biological Conservation, 41, 167-177
3. Nowak, R. M. (1999) Walker's Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press, Baltimore
4. Prenda, J., Lopez-Nieves, P. & Bravo, R. (2001) Conservation of otter (*Lutra lutra*) in a Mediterranean area: the importance of habi- tat quality and temporal variation in water availability. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 11, 343-355
5. Sjoasen, T. (1997) Movements and establish- ment of reintroduced European otters *Lutra lutra*. Journal of Applied Ecology, 34, 1070-1080

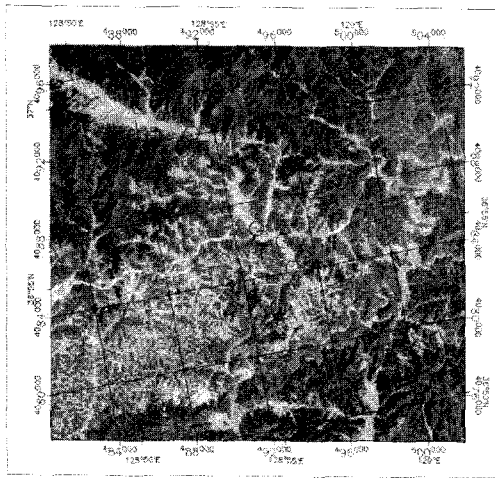


그림 4. 조사지점 Landsat 영상 및 각 조사구

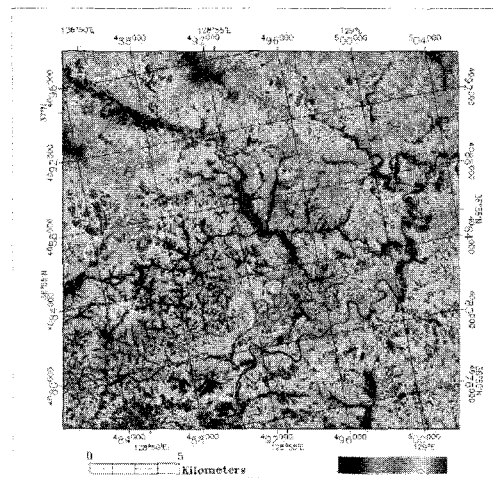


그림 5. Landsat영상을 이용한 조사구별 식생지수

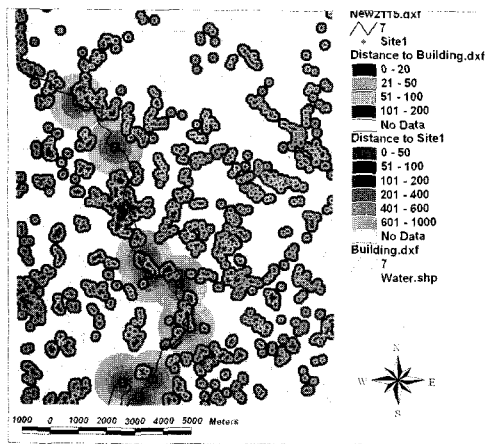


그림 6. 인간의 간섭효과의 영향과 서식분포

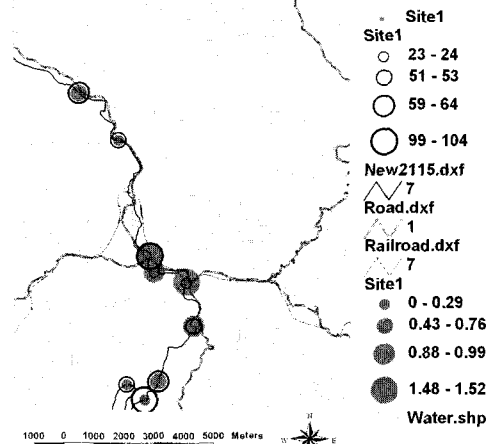


그림 7. 배설지점수와 어류풍부도

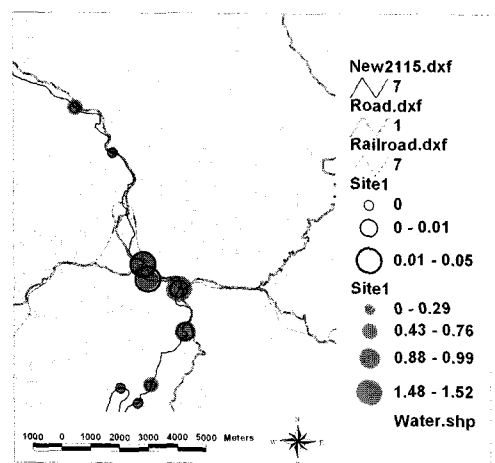


그림 8. PO⁴와 어류풍부도

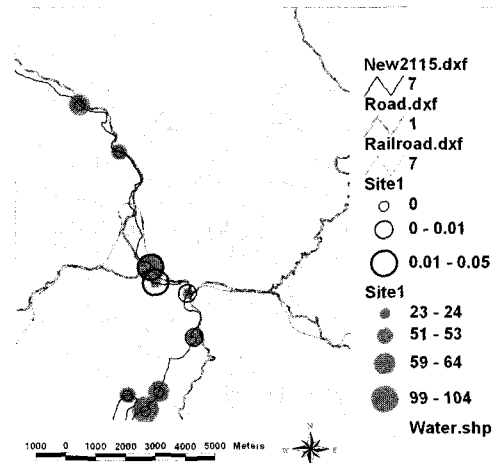


그림 9. PO⁴와 배설지점수