The Journal of GIS Association of Korea, Vol. 12, No. 1, pp. 29-42, April 2004

GIS를 이용한 경북 봉화군 운곡천 수달(Lutra lutra Linnaeus, 1758)의 서식지 분석

정종철* · 조영석**

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

Jong-chul Jeong* · Yeong-Seok Jo**

요 약

본 연구는 2002년 10월부터 2003년 9월까지 경상북도 봉화군 운곡천을 대상으로 수달의 배설물(Spraint) 및 배설지(Sprainting site)등의 흔적조사를 통해 얻은 GPS좌표를 중심으로 하여 국립지리원에서 발행한 1/25000 수치지도 및 현장조사에서 얻은 정보를 ESRI사의 Arcview를 통하여 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 등의 인간의 간섭은 수달의 서식지 이용에 교란요인으로 작용한다는 것을 알 수 있었다. 결국 수달의 이주(Trans-location)등 보전 및 복원을 위한 시도에서 적합 서식지를 선정하기 위해서는 인간의 간섭으로부터 배제와 풍부한 어족자원, 좋은 식생을 두루 갖춘 서식지를 찾아내는 것이 선행되어야 함을 시사한다.

주요어 : 수달, 서식지, Spraint, Arcview

ABSTRACT : This Study was Analysis about Habitat of Eurasian otter Lutra lutra L. In October 2002 during September 2003, Otter Spraints and Sprainting site were searched in river Unkog of North-Kyongsang Province for taking the GPS coordinates. For Analysis of habitat, This data were used by Arcview ver. 3.2 with 1/25000 Topology Map and Other Field data. The result of Habitat Analysis meant that Habitat use was strongly related to Fish diversity

* 남서울대학교 지리정보공학과
** 동국대학교 생물학과

and richness also vegetation and cover were connected with otter habitat. In other hand, The Human interferences including dense structures like House acted as factor of disturbance.

This study suggest that The preceding about Suitable habitat having free of Human disturbance, abundant fish and good vegetation is essential In Trial for Conservation or Recovery of Otter like Trans- location.

Keywords : Eurasian otter, Habitat, Spraint, Arcview

1. 서 론

한국 수달은 식육목(Order Canivora) 족제비과(Family Mustelidae)에 속하는 포유동물로써 학자에 따라 차이를 보이지만 대체로 총 15종에 이르는 수달이 수달아과 (Sub- famlily Lutrinae)를 이루고 있다. 이중 한국에 서식하는 수달은 Lutra lutra L.한 종만이 보고되고 있다. 수달은 반수생동물(Semi aquatic animal)로 주로 물고기를 먹이로 삼으며 서식지는 담수의 유무와 이용 가능한 은신처, 그리고 먹이자원과 깊은 연관이 있다 (Barbosa et al., 2001; Nowak, 1999).

유럽의 경우 해변에 서식하는 수달이 10월에서 12월 사이에 번식하는데 반해 내륙에 서식하는 수달은 통상 1월에서 3월 사이로 알려져 있으나 이 차이는 계절적 먹이이용에서 비롯된 것으로 보여지고 있다 (Beja, 1996). 그러나 몇몇 연구에서는 계절에 관계없이 번식이 이루어지는 것으로 보고 되고 있다 (Corbet & Southern, 1977).

수달의 분포는 툰드라지역과 사막을 제외한 유라시아전역으로(Wilson & Reeder, 1993) 한국에서는 모든 하천에 많은 수달이 서식하였으나 서식지의 감소, 수질오염 및 모피를 위한 과도한 수렵 등의 이유로 인해 그 수가 점점 줄어들어 최근에는 좀처럼 보기 힘들게 되었다(원병희, 1967; 원홍구, 1968).

결과적으로 한국의 수달은 1982년부터 문화재청에서 천연기념물 제 330호로 지정되기에 이르렀다(Won, 1996; Won & Smith, 1999). 또한, 수달은 환경부 지정 멸종위기종으로 관리되고 있으며 국제적으로도 IUCN (International Union for the Conservation of Nature)이 발행한 Red Data Book에 실렸으며 CITES (convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora)의 부속서1에 등재되어 있는 야생동물이다 (Joo, 2002).

수달은 전 세계적으로 많은 사람의 사랑을 받고 있는 동물로써 야생동물의 보호를 위해서 수달을 포함시키는 것은 적극 권장되고 있다 (White et al., 1997; White et al., 2001). 이것은 보전생물학에서 말하는 카리스마적 성격을 지니는 대형동물(Charismatic megafauna)로써 다른 동물과의 차별성과 절멸의 위험성을 두루 갖추고 있는 종이다 (Primack, 2000). 동시에 수달은 습지 생태계의 정점에 위치한 최종소비자로써 건강한 습지 환경의 지표

(Indicator)로써 그 역할을 하고 있다. 실제로 수달은 하천의 오염과 파괴에 모두 민감한 동물로 생태적으로 건강한 하천환경과 밀접한 관계가 있다(Mason & Macdonald, 1986; 원 1999). 때문에 수달은 모피라는 눈에 보이는 가치보다 눈에 보이지 않는 더 큰 가치를 지니고 있는 동물이다.

한국의 수달은 비교적 최근에 연구되고 있으며 남한에서는 원병휘(1967)의 한국동식물도감 제7권 포유동물편에서 북한에서는 원홍구(1968)의 조선짐승류지에서 처음 언급되었으며 이후 일본인 포유동물학자들에 의해 1980년대에 그 생태가 연구되었다 (Ando, 1985; Asahi, 1986). 본격적인 수달의 연구는 수달의 생태에 관한 한성용(1998)의 박사학위논문을 시작으로 양두하(1999), 손장익(2000), 차수민(2001), 김형후(2002) 등이 수달의 식이습성, 서식지이용, 해부학 등을 연구하였다. 이들의 연구가 주로 한국의 남부 해안권역을 중심으로 이루어진데 비해 민희규(2002)의 연구는 남부 내륙을 중심으로 먹이분석을 수행했으며 주우영(2002)의 연구는 설악산국립공원을 중심으로 GIS Tool을 통해 서식지를 분석하였다. 또한, 1967년부터 발행되고 있는 국립환경연구원의 전국야생동물실태조사 보고서는 한반도의 수달 서식을 지속적으로 보고하고 있다.

GIS를 이용한 야생동물 연구는 전 세계적으로 활발하게 진행되고 있으나 한국의 경우 비교적 적은 수의 연구만이 진행되어왔다. 서창완(2000), 주우영(2002), 최태영(2002)등이 각각의 멧돼지, 수달과 산양의 서식지분석에 GIS를 이용하였다. 최근에는 GIS가 야생동물의 이용 및 관리보전에 필수적인 요소로 대두되고 있어 GIS Tool을 이용한 야생동물 연구는 급속한 늘어날 것으로 전망된다.

최근 수달에 관한 연구는 예전에 비해 다양한 각도로 연구되고 있는데 배설물을 통한 먹이분석을 넘어서서 Radio-telemetry를 이용한 서식지 및 행동연구 (Kruuk, 1995; Sjoasen, 1996 & 1997)와 Scatology의 발달에서 비롯된 DNA finger-printing을 이용한 개체군연구 (Effenberger, 1999; Dallas et al., 1998, 2000, 2002& 2003), 조직 및 배설물의 분석을 통한 생물농축의 연구들이 활발하게 연구되고 있다 (Evans et al., 1998; Gutleb & Kranz, 1998; Gutleb et al., 1998; Kruuk & Conroy, 1996; Kruuk et al., 1997; Lopez- Martin & Ruiz-Olmo, 1996; Mason, 1998; Mason & Stephenson, 2001; Murk et al., 1998; Roos et al., 2001; Simpson et al., 2000). 이 모든 연구들이 GIS Tool과의 연동을 통해서 효율적으로 분석될 수 있을 것이다.

한국의 경우 GIS를 이용한 야생동물 연구는 물론, 야생동물의 서식지를 대상으로 한 생태적 연구가 부족한 실정이다. 본 조사지역인 경상북도 봉화군의 경우 한국에서 가장 많은 수달이 서식하고 있는 지역으로 알려져 있다 (김두찬 외, 2002; 홍의기 외, 1999; 원창만, 1999). 또한, 최근 환경부에서는 고립되어 있는 수달의 이주(Trans-location)를 발표하였다. 하지만, 한국 내에 수달의 이주를 위한 적합 서식지의 판단 기준이 모호한 현실에서 부적합 서식지로의 수달의 이주는 지속적인 생존에 막대한 영향을 줄 수 있

다. 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

Kruuk(1995)에 의하면 집수역(Catchment area)수준의 큰 강보다는 작은 소하천이나 지천들이 수달의 보전에 더 큰 도움을 줄 수 있다고 추천하였다. 따라서, 비교적 수달이 많이 서식하는 곳으로 알려진 소하천을 중심으로 사전조사를 통해 낙동강의 상류에 위치한 제1지천인 운곡천을 조사지역으로 선정하였다.

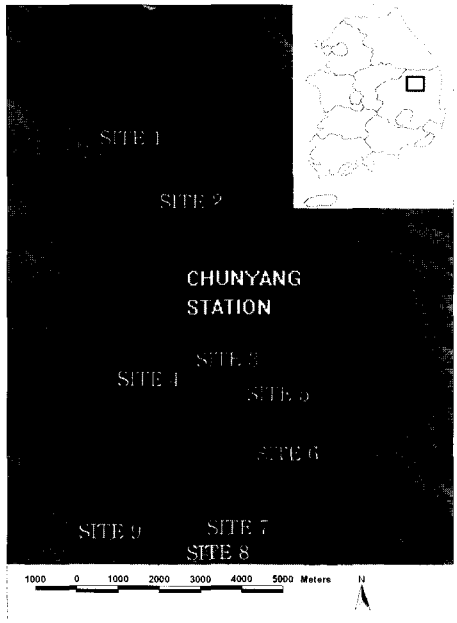
경상북도 봉화군의 운곡천은 한반도의 중간에 위치하였으며 북위 36°51′12″에서 36°58′12″, 동경 128°53′52″에서 128°54′00″ 사이를 흐른다[그림 1]. 운곡천이 위치한 봉화군 지역의 기후는 전형적인 대륙성기후로 뚜렷한 사계절과 여름철 장마 등의 특징을 보인다. 운곡천이 흐르는 봉화군 춘양면의 일년 평균기온은 섭씨 10°이며, 연평균 강우량은 1178.7㎜, 상대습도는 연평균 70.1%이다. 기온의 일교차와 연교차가 크기 때문에 기온의 변화가 심하다.

조사지역의 식생은 버드나무속(*Salix spp.*) 식물이 우점하고 있으며, 신갈나무(*Quercus mongolica*), 아카시나무(*Robinia pseudo accacia*), 소나무(*Pinus densiflora*) 및 싸리나무속(*Leosoedesa spp.*) 식물들이 많이 나타나며, 강변은 갈대(*Phragmites communis*)가 우점하고 있다.

운곡천은 봉화군 춘양면 석현리의 해발 700m에서 발원하여 춘양면, 법전면, 명호면을 통과하여 약 30.5㎞를 흘러 명호면 도천리 해발 210m지점에서 낙동강과 합류한다. 운곡천은 낙동강의 제1지류이며 비교적 작은 도시가 위치한 춘양면을 통과한다[그림 1]. 운곡천은 많은 지천들을 가지고 있으나 대부분 수량이 적고 이름도 없는 작은 하천이며 오직 세 개의 지천만이 비교적 큰 하천으로 이름을 가지고 있다[그림 2]. 운곡천은 부분적으로 사행으로 흐르며 유속은 곳에 따라 빠르며 하상은 화강암으로 이루어져 있다. 운곡천의 집수역은 주로 과수원이나 밭, 논 등 농업에 이용되고 있다. 운곡천 및 운곡천의 지천들은 비교적 맑으며 오염이 거의 없다. 춘양면에 위치한 작은 마을의 오염원이 운곡천에 흘러들지만 운곡천의 수질에 영향을 미칠 정도는 아니며 조사기간 동안 용존산소량(DO)측정과 수질지표생물로 삼을 수 있는 수서곤충 등을 조사한 결과 수질은 전반적으로 1급수에 이르는 양호한 것으로 조사되었다.

춘양면에 위치한 지역은 대부분 상수원 보호지역으로 지정되어 있기 때문에 운곡천에서 이루어지는 어업활동은 거의 없으며 적은 수의 사람만이 반두 등을 이용하여 물고기를 잡고 있다. 조사지역 전 구간에서 갈겨니(*Zacco temminckii*)가 우점했으며, 모래무지(*Pseudogobio esocinus*), 돌마자(*Microphysogobio yaluensis*) 등이 많이 나타났다. 이 외에 수달의 먹이가 될 수 있

는 물새와 양서·파충류 및 대형 수서곤충이 풍부하게 서식하고 있다.



[그림 1] 조사지역

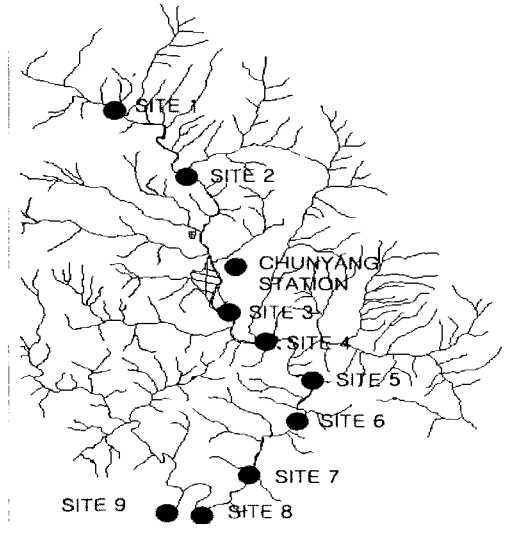
3. 조사방법

3.1 Spraints 조사 및 수집

야행성이며 반수생인 관계로 쉽게 발견할 수 없는 수달의 존재를 가장 쉽게 확인할 수 있는 방법은 Spraint와 뚜렷한 발자국을 조사하는 것이다.

가장 먼저 조사 대상지의 선정을 위해 유명한 수달서식지를 사전 조사하였다. 전문가의 조언과 언론 등을 통해서 기존에 잘 알려진 수달 서식지로는 강원도 고성군의 북천, 강원도 정선·영월군을 흐리는 동강, 영월의 서강과 남한강 그리고 경상북도 봉화군의 운곡천이 선정되었다. 2002년 3월에서 4월 동안 위의 서식지가 사전 조사되었고 다른 서식지에 비해서 월등히 많은 배설물이 발견된 운곡천이 조사 대상지로 선정되었다.

조사기간인 2002년 10월에서 2003년 9월까지 총 3067개의 spraints 및 623개의 sprai -nting site가 운곡천에서 조사되었다. 조사는 매월 초(1일에서 10일 사이)에 이루어졌으며 총 12회로 매달 조사가 이루어졌다.



[그림 2] 운곡천 수계

각 조사구의 선정은 접근성과 원창만(1999)의 이전 조사에 기초하여 보와 다리 및 합수지를 추가적으로 조사하여 이루어졌다. 조사구의 선정에 있어서 각 조사구 대상지는 Mason과 Macdonad의 방법(1987)에 따라 600m이상 Spraint, anal jelly, otter smear와 수달발자국 등의 흔적을 조사하였다. 운곡천의 총 12개의 조사구의 각각

의 구획 크기는 spraint가 계속해서 발견되는 범위로 한정하였다.

sprainting site의 정의는 Kruuk의 정의를 따랐으며 spraints가 발견되는 장소로 다른 spraints로부터 1m 이내에 site는 하나의 site로 간주하였다. 각각의 sprainting site는 GPS(GPSⅢ Plus made by Garmin)를 이용하여 좌표를 측정하였다. 조사된 spraints와 sprainting site는 주변지물과 함께 모두 야장에 표시하였다.

3.2 서식환경 조사

모든 조사구는 서식지 분석을 위해 조사되었다. 유럽에서 선행된 연구를 바탕으로 서식지에 영향을 미치는 변인을 선정하였다. White(2003)는 어족자원의 밀도, 강의 물리적 요인이 가장 중요한 요인이라 하였으며 서식지와 spraint의 유무와 서식지를 둘러싼 식생은 밀접한 관계가 있다고 말했다. Prend(1996)의 경우 수달의 sprainting 활동과 지피식생과 인간의 영향의 증감은 밀접한 관계가 있다고 했으며 Babosa(2001)는 공간적 구조와 환경적 요인은 인간보다도 수달의 출현에 깊은 영향을 미치는 요인이라고 밝혀냈다. 이러한 선행연구들은 바탕으로 먹이자원과 환경적, 공간적 요인들을 분석했다.

어족자원에 관한 정보는 투망과 어항을 이용한 포획법을 통해서 얻었다. 일반적으로 수달의 먹이자원에 대한 조사는 전기충격을 통한 전수조사를 사용하지만 전기어업을 법적으로 금지한 내수면어업법에 의해서 투망과 어항을 이용한 표본조사를 실시하였다. 어족자원의 풍부도, 종다양도, 균등도등은 GW Basic ver 2.03을 통해서 분석되었다.

식생 및 물리적 특징은 환경요인으로 분석되었다. 식생은 위성사진을 이용하여 대략적으로 분석한 후 현장조사에서 목본과 초본은 강변을 따라 좌측과 우측이 각각 조사되었고 조사지역의 모든 조사구가 조사되었다. 각각의 조사구에서 대표성을 띨 수 있는 10m×10m크기의 방형구를 설정하여 조사되었고 Bas(1984)의 기준에 따라 각각의 식생이 분석되었다.

(ⅰ) 목본 없음: 적은 수의 초본 또는 식생이 없음; 제방의 건설.

(ⅱ) 초본: 초본 또는 관목 1m이내의 높이.

(ⅲ) 빈약한 목본대: 듬성듬성한 나무들이나 1.5m 정도 크기의 관목층 또는 50% 이내의 목본대

(ⅳ) 발달된 목본대: 다양하게 구성된 밀집된 목본식생으로 높이는 1.5m 이상이며 나무간의 거리는 2m 이내.

이 외의 물리적인 특징으로 PO^4 의 농도와 유속이 포함되었다. PO^4 측정은 부영화측정키트(ecotest made by TECHCROSS Inc)를 이용하였다.

또한 공간적 요인으로 도로, 집과 보 등 인위적인 건설물 등의 지도를 통해서 조사된 후 직접 조사를 통해 보완되었다.

3.3 GIS 분석

GIS분석을 위해 기존에 사용되었던 방법들에 대한 문헌 고찰을 통하여 조사 방법을 설정하였다. 서식지의 분석을 위하

여 사용한 GIS Tool은 ESRI의 Arcview ver. 3.2가 사용되었으며 국립지리원에서 제작한 1:25000 수치지형도가 사용되었다.

조사지에서 조사한 Sprainting site의 GPS 좌표는 대한측량협회에서 제작한 Terra -2K를 이용하여 xy좌표로 변환한 후 Auto- desk사의 Autocad 2000을 이용하여 수치지도상에 표시하였다.

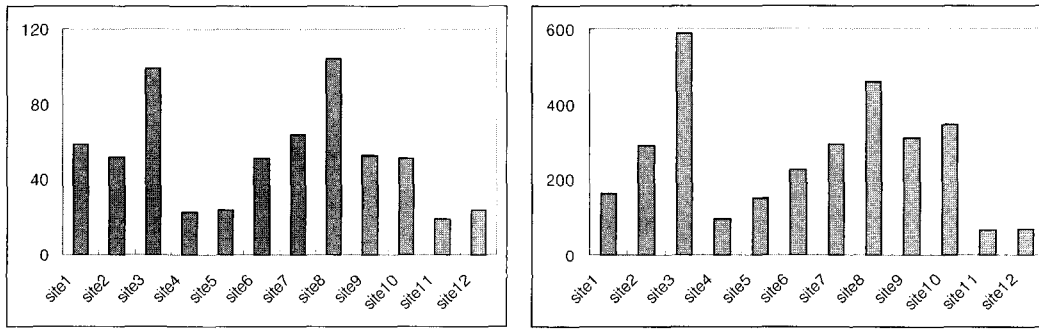
각 조사구별 Sprainting site가 집중되어 있는 중심지를 점으로 표시하여 각각의 조사구를 대표하였다. 이 대표점에 현장에서 조사한 서식지의 특징이 될 수 있는 수질 및 공간 정보 및 식생정보 등을 입력하여 이용하였으며 수치지도상의 등고정보, 수계망, 가옥을 포함한 사람이 상주하는 건물 정보 등을 각각 분리하여 공간정보로 사용하였다.

Arcview를 이용한 분석에서 도로와 Sprainting site, 건물과 Sprainting site등의 분석은 거리 분석을 이용하였다. 수달의 영역으로 최대 1㎞반경의 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, Sprainting site와 어류풍부도 및 어류풍부도와 PO^4농도, PO^4농도와 Sprainting site의 관계를 분석하기 위해서 Sprainting site와 어류풍부도는 네 개의 동심원을 PO^4농도는 세 개의 동심원으로 표시하여 중첩되는 정도로 그 상관관계를 확인하였다.

4. 결 과

매월 규칙적인 조사결과 대부분의 조사구에서 수달의 흔적이 명확하게 확인되었다. 2002년 10월부터 2003년 9월까지 총 3067 spraints와 623 sprainting site가 운곡천에서 조사되었는데, Spratints 와 Spraiting site 모두 조사구 3 과 조사구 8에서 가장 높게 나타났다 [그림 3]. Duncan 검정을 통해 spraints와 sprainting site에서 명확한 지역적인 변이를 확인했다. 특히, 조사구 3의



[그림 3] spraints와 sprainting site의 지역별 변이

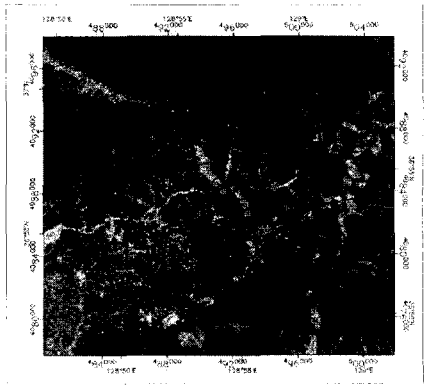
경우 조사구 11에 비해 8배가 많은 spraint 수를 확인할 수 있었으며 SAS ver 8.0.2의 General Linear Model와 Duncan's Multiple range test는 지역별로 명확한 차이를 검증했다<표 1>. 위성영상과 현장조사를 통한 식생조사는 수달의 좋은 식생선호를 명확하게 보여주었다[그림 4, 5] 또한, 연중 지속적으로 Spraints가 나타나는 각 조사구에 대해 건물과 조사구의 배설물 집중지에 대한 분석을 통해 주거 등의 인적인 영향이 수달의 서식지 이용에 명확한 영향을 주고 있음을 확인했다[그림 5].

먹이를 대표하는 어류풍부도와 Sprainting site의 경우 각각이 가장 높게 나온 조사구 3에서 일치하였으며 여러 조사구에서 중첩되었다. 그리고, Sjoasen(Sjoasen, T., 1997)이 먹이를 대신할 수 있는 지표로 삼았던 PO^4의 경우 어류와 대부분 일치하는 경향을 보였고 결국, Sprainting site와도 많은 부분 중첩되고 있음을 확인하였다.

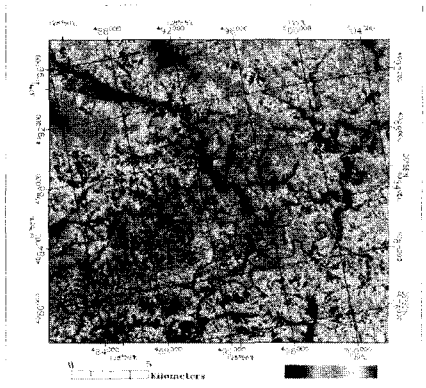
<표 1> spraint와 sprainting site를 이용한 서식지 평가를 위한 Duncan 검정

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

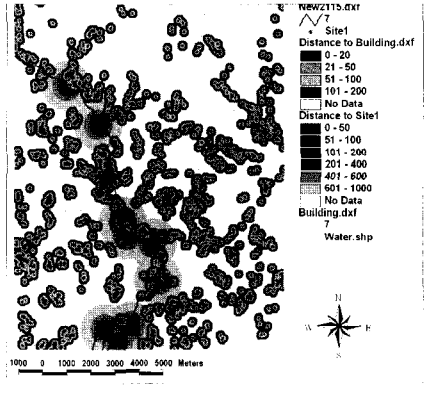
Area	No. of Sprainting site	Duncan Grouping
site8	104	a
site3	99	a
site7	64	b
site1	59	b
site9	53	b c
site2	52	b c
site6	51	b c d
site10	51	b c d
site5	24	c d
site12	24	c d
site4	23	c d
site11	19	d



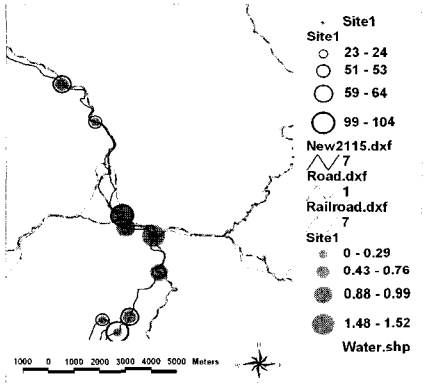
[그림 4] 조사지점 위성영상 및 각 조사구



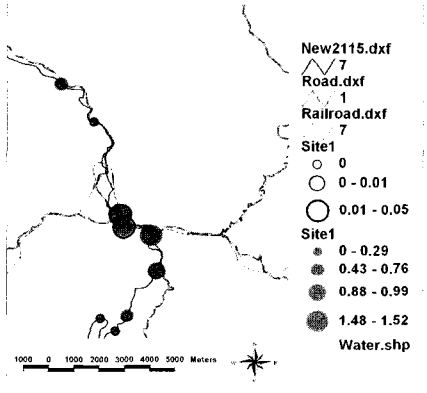
[그림 5] 위성영상을 이용한 조사구별 식생지수



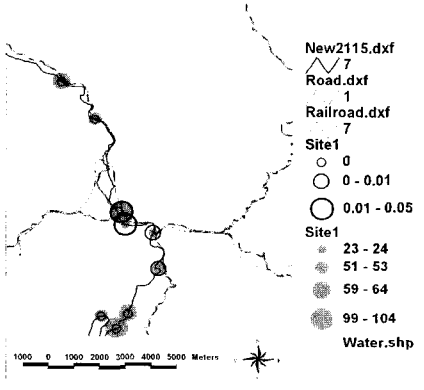
[그림 6] 건물의 영향



[그림 7] 배설지점수와 어류풍부도



[그림 8] PO^4와 어류풍부도



[그림 9] PO^4와 배설지점수

5. 고 찰

국내에서는 GIS를 이용한 야생동물 서식지 분석의 예가 많지 않으나 몇몇 사례를 본 연구와 비교 고찰하여 보았다. 서(서창완, 2000)는 양구의 멧돼지 방사장에 사육중인 멧돼지를 이용 Radio Telemetry와 흔적조사 등을 통해 멧돼지의 서식좌표를 구한 후 울타리, 임도, 먹이공급 등의 인위적 환경요인과 멧돼지의 좌표 사이의 거리 중첩 및 Arcview의 기본분석인 표고, 경사, 향 분석과 일사량, 계곡, 능선, 임상과 하층식생 등의 자연요인과 서식좌표를 중첩시킨 후 로지스틱 회귀분석을 통해 멧돼지의 접합서식지를 분석하였다. 그러나, 이 조사에 사용된 멧돼지는 방사장의 면적이 크기는 하나 인간에 의해서 사육되는 것으로 야생에서 생활하는 멧돼지와 동일시하는 것에는 문제가 있을 수 있음을 내포하고 있다.

최(최태영, 2002)는 설악산 국립공원의 산양개체군을 대상으로 산양의 흔적조사를 통한 좌표 데이터와 1/25000수치지도를 이용하여 얻은 환경요인과 위성영상을 통해 얻은 식생정보를 중첩시켜 Arcview를 통해 분석하였다. 위성영상을 통해 소나무림을 추출하였고, 수치지도를 통해 향, 표고, 계곡과 능선부, 절벽과 경사를 추출하여 실제 조사에서 확인한 서식흔적과 탐방로 이용자수를 중첩시켜 분석하였다.

또한, 주(주우영, 2002)는 설악산 백담계곡을 중심으로 수달의 배설물의 좌표를 GPS를 이용 얻은 후 백담계곡의 수계를 50m 직경의 원으로 부분 부분을 나누어 자연요인으로 하상구조와 유속, 강폭, 수심 및 강변식생을 크게 셋이나 네단계로 구분해서 Arcview와 Arcinfo를 통해 배설물의 발견지와 중첩분석하였으며 인위적 요인으로 등산로와의 거리 및 방문객 수와 배설물의 관계의 분석을 시도하였다. 그러나, 대다수의 국내 서식지 분석에서 야생 포유동물의 일시적인 배설물의 유무만으로 서식지라 가정한다는 것에 큰 문제점을 내포하고 있으며 특히 수달의 경우 Spraint를 이용하여 서식지 이용을 판별하는 것 자체에 부정적인 견해가 많이 있을 뿐만 아니라 국내에서도 높은 고산에서 배설물이 발견되는 등 지속적인 Sprainting site외에도 일시적인 이동과 분산시에 일시적인 이동경로에 배설활동을 하고 있어 단지 배설물의 발견만으로 서식지로 가정하는 것은 큰 문제를 내포할 수 있다. 게다가 수달의 여러 서식요인 중 하상구조나 유속, 강폭 및 수심 등 제한된 요인을 중심으로 서식지를 분석하고 있어 그 상관관계의 문제점을 제기하지 않을 수 없다.

수달의 생태에 있어서 서식지 이용의 지표로써의 spraints에 대한 논쟁은 무척 치열하다. 특히, Mason과 Macdonald(Mason, C. F. and Macdonald, S. M., 1987)의 의견에 대해서 Kruuk과 Conroy(Kruuk, H. & Conroy, J. W. H., 1987)가 반론한 논쟁은 많은 생태학자의 주목을 받았고 현재까지 미제로 남아있다.

Mason과 Macdonald의 경우 여러 가지 예를 들어 spraints와 habitat사이의 밀접한 관계를 역설했고 Kruuk과 Conroy의 경우 전자의 관계를 강하게 부인했다. 해안의

수달을 주로 연구한 Kruuk과는 달리 Mason과 Macdonald의 연구는 내륙 담수생태계의 수달을 대상으로 했기 때문에 본 연구에서는 Mason과 Macdonald의 이론을 쫓아 Spraint가 많이 발견된 조사구를 가장 많이 이용하는 서식지로 결론 내렸다. 실제로 조사구간의 명확하게 유의적인 차이가 들어 났으며 많은 연구들이 배설물과 식생 등 주변환경과의 관계를 보고하고 있다. 때문에 조사구 3과 조사구 8의 경우 다른 조사지에 비해서 spraint와 sprainting site의 수에 있어서 명확한 차이를 보이고 있어 다른 조사구에 비해 수달이 많이 이용하고 있음을 가정할 수 있었다.

조사구 3과 조사구 8에 대한 가정을 증명하기 위해 모든 조사구들의 식생조건 및 먹이 조건인 어류의 풍부도 및 수질조건 등을 대입 분석하여 Arcview를 이용하여 시각화 하였다. 또한, [그림 3]의 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 Spraints와 Sprainting site가 발견되고 있는데 이는 이 지역이 어류의 종풍부도와 다양도에 있어서 다른 조사구에 비해 높은 수치를 나타내고 있음과 밀접한 연관을 갖고 있는 것으로 예측된다. Sjoasen(Sjoasen, T., 1997)은 수달의 재방사를 위해서 생물량의 척도로 사용할 수 있는 대상지의 PO4 농도가 중요한 지표가 될 수 있다고 하였는데 Arcview를 이용한 중첩에서 PO4농도는 먹이자원인 어류와 동시에 Sprainting site사이 밀접한 관계가 있음을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

기상청, 2000, 기상연보, 기상청.

김두찬 · 윤기윤 · 이병하, 2002, "수달서식지 실태조사 보고서 · 운곡천 · 백천 · 왕피천", 대구지방환경청.

김형후, 2002, "한국산 수달(Lutra lutra lutra)의 두개골에 대한 해부학적 연구", 경남대학교 석사학위.

민희규, 2002, "수달 서식환경과 식이물분석에 관한 연구", 경상대학교, 석사학위 논문.

서창완, 2000, "GIS와 로지스틱 회귀분석을 이용한 멧돼지 서식지 모형개발", 서울대학교 박사학위.

손장익, 2000, "동강일대에 서식하는 수달의 분포 및 서식지 이용", 경남대학교 석사학위.

양두하, 1999, "경남 거제 연초댐에 서식하는 수달(Lutra lutra)의 식이습성", 경남대학교 석사학위.

원병휘, 1967 ,한국동식물도감 제7권 동물편(포유류), 문교부.

원창만, 1999, "수달의 분포와 먹이 습성 분석", 자연보전 연구보고서, 18. 41-51.

원홍구, 1968, "조선짐승류지", 과학원출판사.

주우영, 2002, "GIS를 이용한 수달의 서식지 모형 개발 · 설악산 국립공원을 대상으로", 서울대학교 석사학위.

차수민, 2001, "섬진강과 남해 일대에서 서식하는 수달의 식이습성", 경남대학교 석사학위.

최태영, 2001, "설악산국립공원의 산양특별보호구역 설정- GPS를 이용한 흔적조사에 입각한 서식지접합성평가와 최소존속개체군을

고려하여". 석사학위 논문, 서울대학교

한성용, 1998, "한국 수달의 생태에 관한 연구", 경남대학교, 박사학위 논문.

홍의기 · 원창만 · 양병국 · 유병호 · 이길철 · 최병진, 1999, "야생동물 실태조사", 국립환경연구원보. 21. 49-61.

Ando, M., Son, S. W. and Shiraishi, S., 1985, "The common otter, *Lutra lutra*, in southern Korea. Science Bulletin of Faculty Agriculture", Kyushu University, 40, 1-5

Asahi, M., Furuya, Y., Oh, Y. and Kase, N., 1986, "The otter *Lutra Lutra* in Korea". Jouranl of Mammalogical Society of Japan, 11, 65-70.

Barbosa, A. M, Real, R., Marquez, A. L. and Rendon, M. A., 2001, "Spatial, environmental and human influences on the distribution of otter(*Lutra lutra*) in the Spanish provinces". Diversity and Distributions, 7, 137-144.

Bas, N., Jenkins, D. & 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 198"1. Journal of Applied Ecology, 21, 507-513.

Beja, P. R., 1996b, "Seasonal breeding and food resources of otter, *Lutra lutra* (Carnivora, Mustelidae), in south-west Portugal: a comparison between coastal and inland habitats". Mammalia, 60, 27-34.

Corbet, G. B., Southern, H. N. & Mammal Society, 1977, "The Handbook fo British Mammals". Blackwell Scientific Publications, London

Dallas, J. F., Carss, D. N., Marshall, F., Koepfli, K. P., Kruuk, H., Piertney, S. B. & Bacon, P. J., 2000, Sex identification of the Eurasian otter *Lutra lutra* by PCR typing of Spraints.

Dallas, J. F., Coxon, K. E., Sykes, T., Chanin, P. R. F., Marshall, F., Carss, D. N., Bacon, P. J., Piertney, S. B. & Racey, P. A., 2003, "Similar estimates of population genetic composition and sex ratio derived from carcasses and faeces of Eurasian otter *Lutra lutra*". Molecular Ecology, 12, 275-282.

Dallas, J. F., Marshall, F., Piertney, S. B., Bacon, P. J. & Racey, P. A., 2002, "Spatially restricted gene flow and reduced microsatellite polymorphism in the Eurasian otter *Lutra lutra* in Britain". conservation Genetics, 3, 15-29.

Dallas, J. F. & Piertney, S. B., 1998, "Microsatellite primers for the Eurasian otter". Molecular Ecology, 7, 1248-1251

Effenberger, S. & Suchentrunk, F., 1999, "RFLP analysis of the mitochondrial DNA of otter (*Lutra lutra*) from Europe-implications for conservation of a flagship species". Biological Conservation, 90, 229-234.

Evans, R. D., Addison, E. M., Villeneuve, J. Y., MacDonald, K. S. & Joachim, D. G., 1998, "An examination of spatial variation in mercury concentrations in otter (*Lutra canadensis*) in south-central Ontrario". The Science of the Total Environment, 213, 239-245.

Gutleb, A. C. & Kranz, A., 1998, Estimation of Polychlorinated Biphenyl(PCB) Levels in Livers of the otter (*Lutra lutra*) from Concentrations in Scats and Fish. Water, Air and Soil Pollution, 106, 481-491.

Gutleb, A. C., Kranz, A., Nechay, G. & Toman, A., 1998, "Heavy Metal Concentrations in Livers and Kidneys of the Otter (*Lutra lutra*) from Central Europe". Bulletin of Environmental Concentration and Toxicology, 60, 273-279.

Krruk, H., 1995, "Wild otters: Predation and Population". Oxford Unversity Press, New-york.

Kruuk, H. & Conroy, J. W. H., 1987, "Surveying Otter *Lutra lutra* Populations: A Discussion of Problems with Spraints". Biological Conservation, 41. 179-183.

Kruuk, H. & Conroy, J. W. H., 1996, "Concentrations of Some Organochlorines in Otter (*Lutra lutra* L.) in Scotland: Implications for Population". Environmental Pollution, 92, 165-171.

Kruuk, H., Conroy, W. H. & Webb, A., 1997, "Concentrations of Mercury in Otter (*Lutra lutra* L.) in Scotland in Relation to Rainfall". Environmental Pollution, 96, 13-18.

Lopez-Martin, J. M. & Ruiz-Olmo, J., 1996, "Organochlorine Residue Levels and Bioconcentration Factor in Otter (*Lutra lutra* L.) from Northeast Spain". Environmental Contamination and Toxicology, 57, 532-535.

Mason, C. F., 1998, "Decline in PCB Levels in otters (*Lutra lutra*)". Chemosphere, 36, 1969-1971.

Mason, C. F. and Macdonald, S. M., 1986, "Otters: ecology and conservation". Cambridge university Press, Combridge

Mason, C. F. and Macdonald, S. M., 1987, "The Use of Spraints for Surveying Otter *Lutra lutra* Populations: An Evaluation". Biological Conservation, 41, 167-177

Mason, C. F. & Stephenson, A., 2001, "Metals in tissues of European otter(*Lutra lutra*) from Denmark", Great Britain and Ireland. Chemosphere, 44, 351-353.

Murk, A. J., Leonards, P. E. G., Hattum, B., Luit, R., Weiden, M. E. J. & Smit M., 1998, "Application of biomarkers for exposure and effect of polyhalogenatied aromatic hydrocarbons in naturally exposed European otters (*Lutra lutra*)".

Nowak, R. M., 1999, "Walker's Mammals of the World". The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Prenda, J., Lopez-Nieves, P. & Bravo, R., 2001, "Conservation of otter (*Lutra lutra*) in a Mediterranean area: the importance of habitat quality and temporal variation in water availability". Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 11, 343-355

Primack, R. B., 2000, "A Primer of Conservation Biology". Sinauer Associates, Sunderland.

Roos, A., Greyerz, E., Olsson, M. & Sandegren, F., 2001, "The otter (*Lutra lutra*) in sweden - population trends in relation to ∑DDT and total PCB concentrations during 1968 -99". Environmental Pollution, 111, 457-469.

Simpson, V. R., Bain, M. S., Brown, B. F. & Lacey, R. F., 2000, "A long-term study of vitamin A and polychlorinated hydrocarbon levels in otters (*Lutra lutra*) in south west England". Environmental Pollution, 110, 267-275.

Sjoasen, T., 1996, "Survivorship of Captive-bred and Wild-caught Reintroduced European otters *Lutra lutra* in Sweden". Biological Conservation, 76, 161-165.

Sjoasen, T., 1997, "Movements and establishment of reintroduced European otters Lutra lutra". Journal of Applied Ecology, 34, 1070-1080.

White, P. C. L., Bennett, A. C. & Hayes, E. J., 2001, "The use of Willingness-to-pay approaches in mammal conservation". Mammal Review, 31, 151-167.

White, P. C. L., Gregory, K. W., Lindley, P. J. & Richards, G., 1997, "Economic Values of

Threatened Mammals in Britain: A Case Study of The Otter *Lutra lutra* and The Water Vole Arvicola terrestris". Biological Conservation, 82, 345-354.

White, P. C. L., McClean, C. J. & Woodroffe, G. L., 2003, "Factors affecting the success of an otter (*Lutra lutra*) reinforcement programme, as identified by post-translocation monitoring". Biological Conservation, 112, 363-371.

Willson, D. E. & Reeder, D. M., 1993, "Mammal species of the World". Smithsonian Institution Press, Washington.

Won, C. M., 1996, "Mammal of Koera: Current Status and Zoogeography". Ph. D. thesis, The University of Arkansas.

Won, C. M. & Smith, K. G., 1999, "History and current status of mammal of the Korean Peninsul"a. Mammal Review, 29, 3-33.