

GIS와 로지스틱 회귀분석을 이용한 멧돼지 서식지 모형 개발

서창완* · 박종화**

*서울대학교 대학원 협동과정 조경학 박사과정 졸업

**서울대학교 환경대학원 환경조경학과

I. 서론

현재 인간의 간섭에 의해 희귀 및 보호종 뿐만 아니라 그들의 서식지도 많은 영향을 받고 있다. 따라서 멸종위기에 처한 야생동물의 보호 및 생물다양성의 보전을 위해서는 보호대상종의 밀도예측 및 서식지 요구도에 입각한 서식지의 효율적인 관리가 필수적이다. 이러한 서식지 환경을 이해하고 남아 있는 서식지를 보호하며 희귀 및 보호종들을 효율적으로 관리해야하는 중요성이 매우 높아가고 있다. 서식지기반의 모형개발기법은 남아 있는 잠재 서식지를 찾아내고 서식지의 공간적인 적합성을 예측할 수 있도록 한다. 이를 위해서는 종-서식지간의 관계에 대한 기존 지식과 결합하여 서식지의 적합성을 계량화시킬 수 있어야 한다.

현재 미국이나 캐나다의 경우, 야생동물 서식지 보호를 위해 원격무선측정기법(Radio-Telemetry), 지리정보체계(Geographic Information System, GIS), GPS(Global Positioning System) 등의 다양한 최신 기술 응용과 이를 통해 획득한 정보들을 해석하는 GAP 이나 서식지 분석 및 평가작업에 관한 연구들이 활발히 진행 중에 있다(Johnson and Cassidy 1997; Scott *et al.* 1997).

우리나라에서도 생태계관리를 위해 자연생태지도 제작사업을 진행중이나 제작과정이나 방법에 대한 체계적이고 합리적인 접근방법이 없어 그에 대한 연구가 시급히 요구되고 있다(환경부 1998). 우리나라의 야생동물 관련 연구들은 개별종의 종 목록 작성이 주를 이루고 있으며, 멸종위기 및 보호종에 대한 효율적인 관리를 위한 야생동물의 활동유형, 행동권 및 서식지 이용 등의 연구는 아직 미비한 실정이다.

본 연구는 자료의 취득이 용이하고 집중적인 조사관찰이 가능한 우리나라의 대표적인 우산종(Umbrella species)이라 할 수 있는 멧돼지(*Sus scrofa coreanus* Heude)에 대한 서식지 적합성모형 개발을 통해 기존 서식지 모형의 장단점을 보완하여 향후 멸종위기종이나 보호종의 서식지를 정확하게 평가하여 야생동물 및 서식지의 보존 전략수립에 유용한 기초를 제공하고자 한다.

II. 연구사

실제적인 서식지 이용자료를 적절히 사용하기 위해서는 귀납적이고 경험적인 모형인 다변량 통계분석이 사용된다. 주로 많이 사용되고 있는 방법으로는 판별분석(DFA, Discriminant Function Analysis)과 로지스틱 회귀모형을 들 수 있다.

서식지 모형개발을 위해서는, 판별분석보다 자료에 대한 통계적인 전제조건들이 덜 제약적이면서 최우추정기법을 이용한 로지스틱 회귀모형이 제안되었다(Capen *et al.* 1986; Manly *et al.* 1993). 로지스틱 회귀모형은 설명변수로 연속형과 범주형자료를 다 포함시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 서식지 모형개발에 멧돼지의 출현/비출현지역 자료를 이용하였으며, 자료의 특성상 판별분석이나 로지스틱 회귀모형이 적합한 모형개발 기법이나 설명변수를 범주형으로 사용하므로 독립변수의 통계적인 전제조건을 요구하는 판별분석보다 로지스틱 회귀모형이 보다 적합할 것으로 생각된다(Press and Wilson 1998).

멧돼지에 관한 최근 연구로는, 원격무선추정기법을 이용한 서식지선택에 관한 연구 (Spitz and Janeau 1995; Dexter 1998), 행동권과 행태 분석(Russo *et al.* 1997; Massei *et al.* 1997; Caley 1997), 동물사회학적 측면(Janeau *et al.* 1995)에 관한 연구가 이루어졌다. 그러나 멧돼지에 대한 서식지 적합성 모형개발에 대한 연구는 미비하다.

우리나라는 보호대상 야생동물의 분포 및 서식밀도에 관한 기초자료가 적고 이 분야의 GIS 적용연구와 주요 야생동물의 밀도 및 서식지 분포 예측능력은 아직 초보적인 단계에 있다. 일부 평, 사슴 등에 대한 적지분석모형이 제시된 바 있다(김원명 1990). 포유류에 대한 자료수집 방법과 서식지 이용에 관한 연구는 멧돼지를 대상으로 한 연구가 있으며(김원명 1994), 이 연구결과를 이용하여 서식지 적합성모형을 개발하였다(이명우 1997; 김원주의 1999). 이 모형들은 서식지 이용확률의 관찰값을 토대로 하여 적지분석 기법을 이용하였으나 통계적인 검증이나 적용의 타당성이 확인되지 않았다.

II. 재료 및 방법

1. 대상지 개요

본 연구 대상지는 강원도 양양군 현남면 상월천리와 현북면 어성전리 일대 483ha의 국유림이다. 1988년 강릉영림서에서 총 길이 11,898m에 이르는 철책을 설치하여, 1989년 멧돼지 45개체(암컷:36, 수컷:9)를 방사하고 동절기에 먹이를 공급하는 상설증식장으로 지정·관리되고 있다(김원명 1994; 박광우 1998). 1989년 이후 추가적인 멧돼지의 방사는 없었으며, 자체내에서 자연적인 번식이 이루어졌다. 그리고 다섯 개의 큰 계곡을 중심으로 각 무리들은 독자적인 영역(Territory)과 행동권을 가지고 있다(김원명 1994). 서식지 분석을 위한 공간적 범위의 설정은 대상지내에서 원격무선추정기법에 의해 파악된 행동권을 기준으로 287ha를 설정하였다.

2. 자료 수집 및 분류

본 연구에서는 멧돼지가 중대형 포유동물에 속하므로 서식지 분석을 대규모 서식지분석(Macrohabitat analysis)의 관점에서 접근하였다. 기존의 연구들이 추적조사 또는 흔적조사를 통해 주로 행동권이나 개괄적인 서식지 특성을 다루고 있어 각각의 단점을 보완한 서식지 관리를 위한 체계적인 접근이 필요하다. 자료의 수집으로 행동권과 위치파악을 위한 추적조사는 원격무선추정기법(Radio-Telemetry)을 이용하였고 그 지점에 대한 서식지의 특성

과 추가적인 서식지 조사를 위해 GPS를 이용한 흔적조사를 실시하였다.

멧돼지 서식지의 환경인자들은 인위적 환경분석과 자연환경의 지형분석을 위해 1/25,000 지형도, 그리고 식생과약을 위해 1/25,000 임상도를 사용하였다. 따라서 바위의 존재여부와 같은 자세한 지형적인 변화와 하층식생은 포함시키지 않았다. 지형도를 통해 등고선을 추출하고 DEM(Digital Elevation Model)을 생성한 다음, 지형분석을 실시하여 표고, 경사, 향, 일사량, 계곡/능선, 수계자료를 생성하였다. 그리고 임상도를 통해 임상과 영급자료를 생성하였다(Table 1). 로지스틱 회귀모형은 연속형이나 순서형 변수의 경우 반응변수와 설명변수간에 선형적인 관계가 존재하여야 한다. 멧돼지의 경우 기존 연구 및 대상지 자료분석의 결과 반응변수(멧돼지의 출현)와 설명변수(환경변수)간에 선형적인 관계가 존재하지 않아 모든 환경변수를 범주형으로 처리하였다.

서식지 분석을 위한 자료의 구축은 그 분석단위를 셀(cell)로 하였다. GIS 분석에 사용될 위치자료는 원격무선측정기법의 경우 오차가 900m(김원명 1994), GPS의 경우 오차가 20~34.8m(Ardo and Pilesjo 1992)로 나타나고, 환경인자 자료의 구축에 사용된 지형도와 임상도의 축척이 1/25,000 임을 감안하여 셀의 크기를 30×30m로 설정하였다.

멧돼지의 서식지 이용특성 분석을 위해 조사위치 자료의 내용을 분류하여야 한다. 자료분류는 멧돼지의 서식지 이용특성을 파악하기 위하여 성별(수컷/암컷), 계절별(여름/가을), 활동유형별(일출,일몰/낮,밤), 그리고 서식지 유형(커버/비커버)별로 나누었다. 성별, 계절별, 활동 유형별 자료는 추적조사를 통해서만 얻어지므로 원격무선측정기법자료를 이용하였고, 서식지 유형별 자료는 원격무선측정기법자료와 GPS 자료를 통합하였다.

Table 1. Environmental factors related to wild boar habitat at the Yangyang

Factors		Category	Area(m ²)	
Elevation	ELE1	low	402,300	
	ELE2	medium	1,787,400	
		high	683,100	
Slope	SLO1	below 15°	376,200	
	SLO2	15-30°	2,136,600	
		above 30°	360,000	
Topo- graphy	Aspect	ASP1	east	393,300
		ASP2	west	559,800
		ASP3	south	679,500
			north	1,238,200
Solar radiation	SR1 SR2	low	252,900	
		medium	1,071,900	
		high	1,548,000	
Geomorphology(v alley/ridge)	CUV1	valley ridge	1,458,000 1,414,800	
Distance to water	DTW1 DTW2	below 30m	1,216,800	
		30-90m	1,187,100	
		above 90m	468,900	
Forest	Forest type	FT1	coniferous	953,100
		FT2	hardwood	889,200
			mixed	1,030,500
Forest age	FY1 FY2 FY3	below 10years	798,300	
		10-20years	1,825,200	
		20-30years	230,400	
		above 30years	18,900	
Total			2,872,800	

3. 서식지 모형 개발

최적의 모형개발을 위해 서식지 결정에 유효한 변수를 선정하는 방법으로 χ^2 검정을 통해 서식지 유용성에서 통계적 유의성이 있는 환경요인들을 변수로서 선택하였다. 이 최적모형을 이용하여 서식지 특성으로부터 멧돼지의 출현지역으로 분류될 확률을 예측할 수 있다.

전체서식지 분석을 위해 출현지역의 경우 추적조사를 통한 92개의 원격무선측정기법 자료와 흔적조사를 통한 32개의 GPS 자료를 통합, 총 124개의 자료를 사용하였다. 커버서식지 분석을 위해 출현지역의 경우 추적조사를 통한 50개의 원격무선측정기법자료와 흔적조사를 통한 19개의 GPS 자료를 통합, 총 69개의 자료를 사용하였다.

비출현지역의 경우에는 층화추출법을 사용하여 원격무선측정기법자료의 평균 오차다 각형 면적 900m²(김원명 1994)와 GPS 자료의 오차범위(Ardo J. and P. Pilesjo 1992)가 20~34.8m임을 감안하여 출현지역을 중심으로 30m의 지역을 제외한 나머지 지역에서 전체서식지 143개, 커버서식지 79개의 비출현지역을 추출하였다.

본 연구에서 로지스틱 회귀모형은 반응변수가 이항변수이므로 설명변수가 반응변수에 미치는 영향은 반드시 0 또는 1의 값을 갖도록 정의되어야 한다. 분석의 대상이 되는 n 개 자료는 다음과 같이 이항변수 y_v 와 j 개의 설명변수 z_{vj} 가 함께 관찰된 값들로 구성된다.

$$(y_v, z_{v1}, z_{v2}, \dots, z_{vj}), v=1, 2, \dots, n.$$

로지스틱 회귀모형은 반응변수가 이항변수이므로 다음을 만족한다.

$$Y_v = \begin{cases} 1, & \text{확률이 } p_v \\ 0, & \text{확률이 } 1 - p_v \end{cases}$$

여기서 (1)

$$p_v = \frac{\exp \left[\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j z_{vj} \right]}{\left\{ 1 + \exp \left[\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j z_{vj} \right] \right\}}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

이를 다시 표현하면 모형 1은 (2)

$$\log \left(\frac{p_v}{1 - p_v} \right) = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j z_{vj}$$

로 정의되며 Y_v 들은 서로 독립이라 가정한다(Stokes 1997; 홍종선과 최현집 1999).

최적 모형을 개발하기 위하여 해당 모형의 선택방법(Model selection)으로 아카이케정보량기준(Akaike's information criterion, AIC)을 사용하였다(Bozdogan 1987; burnham and Anderson 1992; Mannen and Pelton 1997; 홍중선과 최현집 1999). 이 방법은 통계 모형에 포함되어 있는 정보량을 가장 크게 해주는 모형을 선택한다. 본 연구에서는 먼저 단계적 선택(stepwise selection)방법의 하나인 후진선택방법(backward selection)을 통해 모형에 적합한 변수들을 선택해 나가며, 그 과정에서 AIC를 계산하여 가장 적은 값을 가지는 모형을 선택한다.

선택된 모형의 적합도검정(Goodness-of Fit)은 서수적 연관성측도(measure of the ordinal association)를 통해 검정한다. 그 방법으로는 Somers Dxy와 Goodman and Krukal's Gamma를 이용한다. 이것은 실제와 예측모형결과와의 비교를 통해 얻어지는 것으로 -1~1의 값을 가지며, 1에 가까울수록 모형의 예측력이 좋다. 모형의 분류정확도는 잭나이프 접근방법(jackknife approach)을 이용한 분류값(cutoff value) 0.5를 기준으로 측정하였다. 따라서 예측확률이 0.5이상일 때 서식지로서 분류한다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 서식지 이용특성 분석

멧돼지의 서식지 이용특성 분석의 결과 성별, 활동유형별에서는 뚜렷한 차이를 볼 수가 없었다. 계절별에서는 향, 일사량, 계곡/능선에서 차이를 보였는데, 여름에는 계곡, 가을에는 능선을 선호하는 것을 볼 수 있었다. 서식지유형별에서는 커버와 비커버서식지의 차이는 물, 계곡/능선을 제외한 모든 인자에서 차이가 나타나 서식지 이용특성의 차이가 뚜렷한 것을 볼 수 있었다. 서식지선택에 미치는 환경영향 분석의 결과 전체서식지에서 멧돼지의 서식환경에 영향을 미치는 자연적인 환경요인으로 표고, 향, 임상, 영급이 유의성이 있는 인자로 나타났으며, 서식지유형 중 커버서식지에는 표고, 향, 임상, 영급이 유의성이 있는 인자로 나타났다. 경사, 일사량, 능선/계곡, 물의 경우 통계적 유의성이 적어 전반적으로 서식지를 결정하는 환경인자라고 볼 수 없었다.

2. 서식지 적합성 분석

서식지 적합성모형을 개발하기 위해 서식지에 영향을 미치는 통계적 유의성이 있는 변수들을 선택해야 한다. Manen과 Pelton(1997)의 경우 일변량 로지스틱 회귀분석(univariate logistic regression)에서 p-value < 0.25인 변수들을 선정하였는데, 본 모형의 경우 서식지 이용특성 분석에서 p-value < 0.25인 변수들을 선정하였다. 따라서 전체서식지에서는 표고, 경사, 향, 임상, 영급이 선정되었으며, 커버서식지에서는 표고, 향, 물, 임상, 영급이 선정되었다.

전체서식지에 대한 멧돼지 서식지 적합성모형에서 선택된 최종적인 모형은 다음과 같다.

$$Y = -2.8830 + 3.1764 \times \text{ELE1} + 1.7969 \times \text{ELE2} + 2.6418 \times \text{FY2} + 1.3774 \times \text{FY3} - 0.9763 \times \text{SLO2} \quad (3)$$

그리고

$$P_v = \frac{e^y}{1 + e^y}$$

본 모형의 적합도 검정의 결과 Sommer'D=0.605, Goodman and Karuskal's Gamma=0.681이 나와 실제값과 모형의 예측값사이에 연관성이 있는 것으로 나타났다.

0~1까지의 결과값에서 예측확률 0.5를 기준으로 하여 그 이상을 최적서식지로 분류할 경우 전체서식지 적합성모형은 75.3%의 분류정확도를 가지고 있다. 이는 자료의 내용이 멧돼지의 휴식, 이동, 먹이 등을 포함하여 대상지역에 골고루 분포한다는 것을 감안한다면 신뢰성이 있는 결과라고 판단된다.

일반적으로 전체서식지와는 달리 커버서식지는 야생동물 서식에 있어 중요한 지역으로 야생동물보호의 경우 최우선적으로 관리해야하는 지역이다. 선택된 최종적인 모형은 다음과 같다.

$$Y = -5.7622 + 5.2382 \times \text{ELE1} + 3.7058 \times \text{ELE2} - 1.2005 \times \text{FT1} + 1.8288 \times \text{ASP3} + 2.8361 \times \text{FY1} + 1.0795 \times \text{FY2} \quad (4)$$

그리고

$$P_v = \frac{e^y}{1 + e^y}$$

공식 4에서 각 환경요인들의 특성을 보면 표고가 낮거나 중간정도인 경우, 향이 남향인 경우, 영급은 20년생 이하인 경우에 예측확률이 높게 나타났고 임상이 침엽수인 곳은 낮게 나타났다. 임상의 경우 침엽수에 비해 활엽수와 혼효림이 상대적으로 예측확률이 높다는 것을 의미한다.

본 모형의 적합도 검정의 결과 Sommer'D=0.789, Goodman and Karuskal's Gamma=0.722가 나와 실제값과 모형의 예측값사이에 연관성이 높은 것으로 나타났다. 모형의 결과 분류정확도가 84.26%로 높게 나와 멧돼지의 커버서식지가 일정한 공간적인 요구조건을 필요로 한다는 것을 확인할 수 있으며, 커버서식지를 선택하는 데 있어 자연환경요인이 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

3. 모형 검증

분석대상지역에서 개발된 모형을 검증대상지역(대상지 내부)에 적용시켜 보았다. 전체 검증자료는 비커버서식지 11개, 커버서식지 15개로 전체 26개의 자료를 수집하였다. 모형 개발시 사용했던 분류기준 0.5를 적용했을 경우 분류정확도가 전체서식지는

73.07%, 커버서식지는 80.00%가 나와 모형개발 대상지와 비슷한 결과를 나타내고 예측확률의 분포도 비슷한 결과를 나타내어, 본 모형의 분류 정확도가 높은 것으로 판단된다.

점봉산 지역(연구 대상지 외부)은 본 모형 개발의 대상종인 멧돼지는 전지역에 걸쳐 있고, 대상지인 양양과 비슷한 지역에 위치하여 본 모형을 적용할 수 있는 좋은 대상으로 판단된다. 따라서 서식지적합성모형의 정확도를 검증하기 위해 주민을 대상으로 한 청문조사를 통하여 수집된 점봉산 일대의 멧돼지 출현지점을 바탕으로 현지에서 흔적조사를 시행하고 GPS를 이용하여 1:25,000 지도상에 표시한 자료 중 대상지내에 포함되는 20개를 바탕으로 실시하였다. 이 자료들은 서식지 유형별로 분류가 되지 않아 전체서식지에 대해서만 모형검증을 실시하였다.

모형 개발시 사용했던 분류기준 0.5를 적용했을 경우 분류정확도는 전체서식지의 경우 75.00%가 나왔다. 개발 대상지와 비슷한 수준의 분류정확도가 나왔는데, 이는 세부적인 서식환경의 차이를 포함하지 않고 일반적인 환경요인만을 사용한 본 모형이 매우 타당한 것임을 나타낸다. 그리고, 모형 개발 대상지의 특성상 인위적인 환경요인의 영향을 고려하지 않을 수 없었는데, 인위적인 환경요인을 제외한 본 모형이 대상지 외부(점봉산지역)에서도 비슷한 결과를 나타내어 개발 대상지에서의 인위적인 환경요인은 서식지 선택에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구는 멧돼지의 서식환경에 영향을 미치는 환경인자를 파악하여 그 결과를 토대로 현재 우리나라의 멸종위기종과 야생동물 보호종들의 서식지 관리를 위한 기초를 마련하고자 한다.

본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 멧돼지의 서식지 이용특성 분석의 결과 성별, 활동유형별에서는 뚜렷한 차이를 볼 수가 없었다. 계절별에서는 향, 일사량, 계곡/능선에서 차이를 보였고, 서식지유형별에서는 커버와 비커버서식지의 차이는 물, 계곡/능선을 제외한 모든 인자에서 차이가 나타나 서식지 이용특성의 차이가 뚜렷한 것을 볼 수 있었다. 서식지 유용성 분석의 결과 전체서식지에서 멧돼지의 서식환경에 영향을 미치는 자연적인 환경요인으로 표고, 향, 임상, 영급이 유의성이 있는 인자로 나타났으며, 서식지유형 중 커버서식지에는 표고, 향, 임상, 영급이 유의성이 있는 인자로 나타났다.

둘째, 개발된 서식지 적합성모형의 결과 예측확률 0.5를 기준으로 전체서식지는 75.30%, 커버서식지는 84.26%의 높은 정확도를 나타내었다. 모형검증의 결과 대상지 내부의 경우 전체서식지는 73.07%, 커버서식지는 80.00%의 분류정확도를 나타내었고, 대상지 외부(점봉산 지역)에서는 전체서식지가 75.00%로 나타나 본 모형이 신뢰성이 있는 것으로 판단되었다.

본 연구의 한계로는 다음과 같다.

첫째, 본 대상지의 서식환경이 자연상태에 가까우나 개방되지 않고 울타리로 구성되어 완전한 자연상태에서의 검증이 필요하다.

둘째, 로지스틱 회귀모형의 한계로서 출현자료 중 원격무선측정기법자료는 현장조사

를 통해 보완하였지만, 비출현 자료의 선정 문제점을 들 수 있다.

세째, 모형을 일반화시키기 위하여 환경변수들을 1/25,000의 정확도에 한정시켜, 일반적인 환경인자 이외의 그 지역 특성을 반영한 세부적인 환경인자의 고려가 미흡하였다.

마지막으로, 추적이나 흔적조사로는 파악하기 힘든 동물사회학적인 측면에서의 서식 환경에 대한 고려가 필요하다.

여러 야생보호동물들에 대한 종합적인 서식지 관리를 위해서는 앞으로 보다 많은 연구들이 진행되어야 할 것으로 보인다.

인용문헌

- 김원명. 1994. 「멧돼지(*Sus scrofa coreanus* Heude)의 서식지이용연구를 위한 Radio-Telemetry의 적용시험」. 고려대학교 대학원 박사학위논문, 66pp.
- 김원명. 1990. 「야생동물의 생태를 기초로 한 수렵장 조성모형에 관한 연구」. 서울대학교 석사논문.
- 김원주, 박종화, 김원명. 1999. 「멧돼지 서식지 적합성 분석 모형 개발: 점봉산, 설악산 지역을 대상으로」. 한국GIS학회.
- 박광우. 1998. 「양양군 멧돼지수렵장의 식생구조와 녹지자연도」. 산림과학논문집, 57:184-197.
- 이명우. 1997. 「지리정보체계를 이용한 생태환경분석 및 적지분석: 자연생태계 보전지역 설정 및 평가모형을 중심으로」. 환경영향평가, 6(2):61-80.
- 홍종선, 최현집. 1999. 로그선형모형을 이용한 범주형자료분석. 자유아카데미, 407pp.
- 환경부. 1998. 자연환경보전기본방침(초안).
- Ardo J., and P. Pilesjo. 1992. On the accuracy of the global positioning system-A test using a hand-held receiver. *Int. J. Remote Sensing*, 13(16):3229-3233.
- Bozdogan, H. 1987. Model selection and Akaike's Information Criterion(AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, 52:345-70.
- Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 1992. Data-based selection of an appropriate biological model: The key to modern data analysis. In *Wildlife 2001: Populations*, eds. D. R. McCullough and R. H. Barrett, 16-30. London: Elsevier Science Publishers.
- Caley, P. 1997. Movements, activity patterns and habitat use of feral pigs(*Sus scrofa*) in a tropical habitat. *Wildlife Research*, 24(1):77-87.
- Capen, D. E., J. W. Fenwick. D. B. Inkley., and A. C. Boynton. 1986. *Multivariate models of songbird habitat in New Engleland forest*. pp. 171-176 in J. Verner. M. L. Morrison. C. J. Ralph. eds. *Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates*. Univ. Wisconsin Press. Madison.
- Dexter, N. 1998. The influence of pasture distribution and temperature on habitat selection by feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research*, 25(5):547-559.
- Janeau, G., Cousse S., Cargnelutti B., Spitz F. 1995. Role of daily movements in the socio-spatial organization of wild boar populations (*sus scrofa* L). *Revue d Ecologie-La Terre et la Vie.*, 50(1):35-48.
- Johnson, Richard E. and Kelly M. Cassidy. 1997. *Terrestrial Mammals of Washington State: Location Data and Predicted Distributions*. Washington State Gap Analysis Project Final Report, Vol. 3.
- Manly, B. F. J., L. L. Mcdonald, and D. L. Thomas. 1993. *Resource selection by Animals: Statistical Design for Field Studies*. Chapman and Hall. New York. NY., 177pp.
- Manen, Frank T. van, and Michael R. Pelton. 1997. A GIS Model to Predict Black Bear Habitat Use. *Journal of Forestry*, August:6-12.
- Massei, G., Genov P. V., Staines B. W., Gorman M. L. 1997 Factors influencing home range and activity of wild boar (*sus scrofa*) in a mediterranean coastal area. *Journal of Zoology*, 242(3):411-423.

Press, S. J. and S. Wilson. 1978. Choosing between logistic regression and discriminant analysis. *J. Am. Stat. Assoc.*, 276 pp.

Russo, L. Massei, G. Genov P. V. 1997. Daily home range and activity of wild boar in a mediterranean area free from hunting. *Ethology Ecology & Evolution.*, 9(3):287-294.

Scott, J. M., T. H. Tear, and F. W. Davis. 1997. *GAP Analysis: A Landscape Approach to Biodiversity Planning*.

Spitz, F. Janeau G. 1995. Daily selection of habitat in wild boar (*sus scrofa*). *Journal of Zoology*, 237(3):423-434.

Stokes, M. E., Charles S. Davis, Gary G. Koch. 1997. *Categorical Data Analysis Using the SAS System*. SAS Institute Inc., pp. 499.

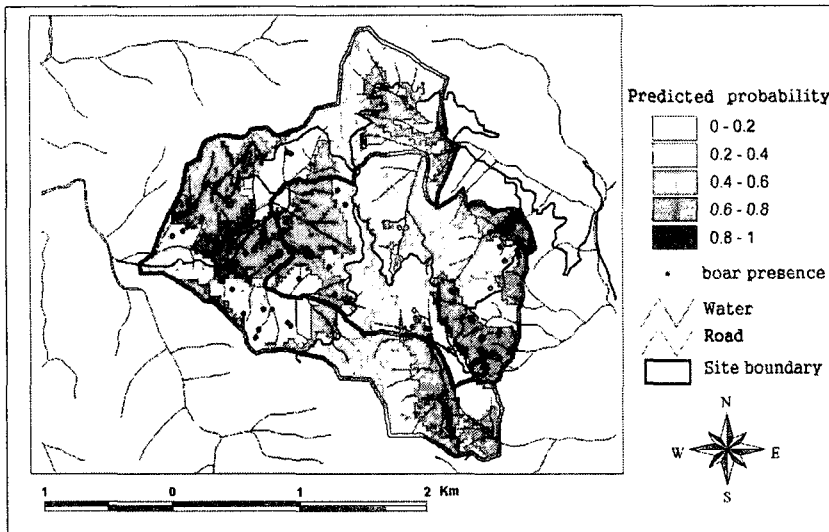


Figure 1 Total habitat suitability map of the Yangyang site.

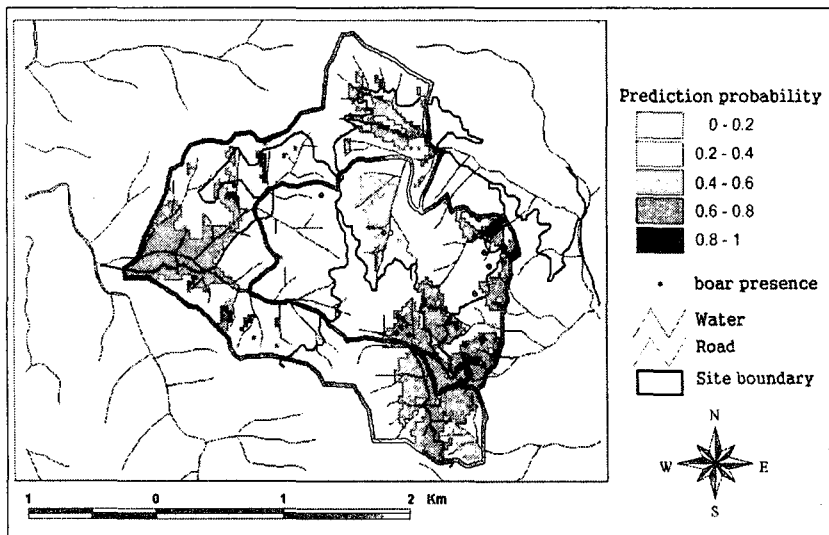


Figure 2 Cover habitat suitability map of the Yangyang site.