

연구노트

홍천강 유역에 서식하는 멸종위기종 수달의 개체군변이분석을 통한 생태모니터링 연구

이상돈

이화여자대학교 환경공학과

(2013년 8월 28일 접수, 2013년 9월 10일 승인)

Long-term population monitoring with population viability analysis of river otter in Korea

Sang-Don Lee

Dept of Environmental Sciences & Engineering, College of Engineering, Ewha Womans University

(Manuscript received 28 August 2013; accepted 10 September 2013)

Abstract

River otter (*Lutra lutra*) are listed as endangered species and Natural monument in Korea, and this study examined the possibility of extinct of river otter in Hongchon river using with the application of Population Viability Analysis (PVA) technique. In Hongchon river areas population was estimated 9 individuals for the last 1999-2005 years and PVA analysis was done for the next 10 years using the average population of 9. Using the initial population the river otter was estimated 30% of extinct for the next 10 years. This estimation was quite low considering water pollution and construction of highways. Also PVA only used population size lacking in other life history information. Nonetheless river otter population can be in risk of extinction if the current construction of crossovers, cement bank are maintained. Long term information regarding life history needs essential.

Keywords : river otter, Hongchon river, Population viability analysis, Highway

I. 서론

우리나라 멸종위기종 야생동식물 1급(환경부, 2011)과 천연기념물 제330호로 지정된 수달(*Lutra lutra*)은 분류학적으로 식육목(Carnivora) 족제비과

(Mustelidae)에 속해있는 대표적인 수생태계 서식 포식자이며 수환경의 건강성을 나타내는 지표동물이다. 우리나라에 분포하는 다양한 생물 종 가운데 수달은 하천 및 습지지역에 근거하는 포유동물로서 먹이관계와 서식 생활환경의 특성에 의해 생물 다양성

과 자연환경의 생태적 연구대상이 되고 있다. 특히 생태적 건강성의 상징으로 하천과 습지에서 수달의 관찰이 이루어지고 있으며, 보전의 필요성이 점차 증대되고 있다. 1982년 이래 천연기념물 제330호로 지정하여 보호하고 있다. 한국의 수달은 과거 한반도 전역에 걸쳐 폭넓게 분포하고 있었으나, 현재 그들의 생존개체군은 크게 감소된 상태에 이르고 있다(한성용, 1997). 수달은 특히 야행성 동물이며 시각, 청각, 후각 등이 발달하여 하천에 서식하는 어류를 80% 이상 먹이자원으로 섭취하고 있다. 낮에는 보금자리에서 쉬며 위험을 느낄 때는 물 속으로 잠수하여 배설물, 족흔 등의 간접적인 방법으로 개체군을 파악할 수 있다. 개천, 하천이나 호숫가에서 살며 물가에 있는 바위 구멍, 석회동굴 또는 나무뿌리 밑이나 땅에 구멍을 파고 사는데 드나드는 구멍은 물가 쪽으로, 공기구멍은 땅 위쪽으로 내는 하천 생태계의 특이한 포유동물이다. 따라서, 수질오염과 해안이나 하안의 콘크리트 공사로 인한 서식지의 파괴가 개체군 감소의 주요 원인이다. 수생생태계의 질서를 조절해 주는 핵심종(keystone species)으로 그 역할이 중요시되고 있으며(Kruuk, 2006, Prigioni *et al.* 2007) 일본 등은 수달이 멸종되어 현재 복원사업이 진행 중인 국제적인 보호종이다(Ando, 1995)

개체군의 생존의 불확실한 수달종에 대해 생존확률을 파악하기 위한 기법으로 개체군변이분석(Population Viability Analysis, PVA) 기법이 활용되고 있다. 따라서 본 연구는 우리나라 수달의 현재 서식밀도를 기초로 하여 장래 멸종확률을 예측하고자 한다. 이에 수달의 서식 환경의 질을 결정하는 요소들을 알아내고 이를 보다 개선시킬 수 있는 방안을 마련하여 국내 수달 중 보존 및 서식지이용변화를 파악하고자 본 연구는 수행되었다.

II. 연구재료 및 방법

강원도 홍천군 서석면에서 발원한 홍천강은 두촌면으로 이어져 다른 지류인 군업천과 합류하게 되는 유로 57.4km, 유역면적 345.09km² 한강 수계 지방 2급 하천이며 강원도 중부지방의 대규모 하천이다.

내촌천은 시설물 지수가 0.34로 보(118개)가 많으며, 비교적 큰 규모이나 대부분 어도가 설치되지 않았거나 제 기능을 하지 못하고 있으며 보에 의해 퇴적이 많이 되었거나 육역화가 진행되는 지점이 관찰되었다. 군업천은 화촌면을 기점으로 홍천강과 합류하게 되며, 유로 21.04km, 유역면적 81.99km²으로 한강 수계 지방 2급 하천이며, 홍천강의 지류이다(박보현과 이상돈, 2012). 한국도로공사 환경영향평가서(홍천-인제간 건설사업) 수달서식 분포도를 참고하였다(한국도로공사, 2008).

본 연구는 2005년 이 지역에 서식이 추정되는 수달의 개체군 9마리를 근거로 수달의 개체군 파악이 이루어졌다. 홍천강 유역의 수달은 98년 8마리, 99년 10마리, 01년 7마리, 02년 8마리, 03년 9마리, 04년 14마리, 05년 9마리가 관찰되었으며, 6년간 평균인 9 마리(평균=9.2)를 기준으로 개체군 변동분석을 실시하였다.

연구기간 개체수의 변동은 크지 않으나 이 지역에 서식하는 수달의 개체군을 기준으로 향후 멸종에 처할 확률을 계산하였다. 즉, 2005년 까지 평균 개체군인 9마리를 기준으로 개체군 변이분석(Population Viability Analysis)를 실시하였다. 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램인 Vortex version 9.72를 사용하였다(Dennis 외, 1999). Vortex프로그램은 PVA의 시뮬레이션 모델로 환경적, 유전적 요인들이 개체군에게 어떤 결정적 영향을 미치는지 예측해 볼 수 있는 프로그램으로 멸종확률을 도출할 수 있다(Beissinger and McCullough, 2002). 본 분석을 위해 개체 수 $N = 9$, $\lambda = 1$, λ 분산 = 0.5 (λ 는 시간에 따른 개체 수 증가율)를 가정하고 95% 존재할 가능성을 5년 후인 2010년까지 평가하였다(박지은 외, 2009).

III. 결과

개체군 모니터링 분석에 의해 2005-2010년까지 멸종확률은 30%로 예측되었으며, 개체군의 크기는 2005년까지 평균인 9마리를 기준으로 최대 20마리까지 증가하는 것으로 나타났다(Table 1). 특이한 것은 개체군이 20마리로 최대치를 보일 때 10년 후 개

Table 1. Probability of extinction and dynamics of river otter population estimation during 2005-2010

trial \ year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	existence=1 extinction=0
1	9	10	10	10	13	13	1
2	9	5	5	3	1	1	1
3	9	5	2	0	0	0	0
4	9	1	1	0	0	0	0
5	9	11	9	7	8	7	1
6	9	6	2	0	0	0	0
7	9	9	12	11	15	20	1
8	9	4	5	6	9	11	1
9	9	20	18	18	6	4	1
10	9	15	15	8	11	15	1
An average probability estimation of existence for the 10 times							0.7
λ average =1, λ variance=0.5, λ value =1.822							0.3

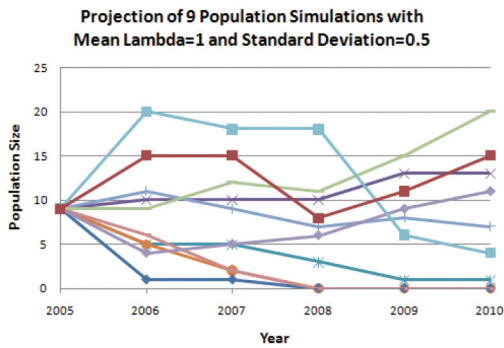


Fig 1. Estimated number of population of river otters during 2005-2010

체군은 최소인 4마리(9 trial)로 나타났다. 또한 개체군이 1마리(trial 2), 2마리(trial 3)로 감소될 경우 멸종에 이르는 것으로 파악되었다. 개체군의 급격한 변동은 이 지역 수달 개체군 서식지의 불안정을 의미하며, 이를 통해 멸종에 도달하는 것으로 파악되었다. 본 지역의 개체군의 크기를 9로 추정하고 개체군의 변동을 추정하였으며, 개체의 서식조건에 의해 다양한 개체군의 변동폭이 나타났다(Max=20, Min=0)(Table 1).

또한 장기적인 개체군 변동 파악을 위해 PVA 추정에 의한 모델링 10회 예측을 시도한 결과의 멸종 확률은 본 연구와 유사한 P=0.33으로 나타난 바 이 지역의 개체군 변동 분석은 10년의 중기 및 100년의 장기가 유사한 결과를 나타내었다(Fig 1).

IV. 고찰

본 연구는 수달의 생물학적 정보 수집의 한계상 개체군의 크기만을 이용한 멸종확률을 예측하였다. 개체군 크기에 영향을 주는 요인인 성비(sex ratio), 번식률, 생존율, 번식에 도달하는 연령 등 생태학적 정보(life history)가 매우 부재한 실정이다. 우리나라 멸종위기종이며 천연기념물에 대한 수달의 연구가 부족한 상황이다. 보다 정밀한 종의 개체군 크기의 파악을 위한 장기적이고 지속적인 연구가 필요하다.

또한 본 연구는 2010년의 개체군의 크기를 산정하고 이의 멸종확률을 30%로 예측하였다. 이는 다소 보수적인 예측으로 현재 이 지역의 급격한 환경변화를 고려하면 다소 양호한 멸종확률이다. 이를 근거로 이 지역의 충분한 먹이자원, 번식지, 수질에 의한 환경오염이 그 근거로 제시되었다(이상돈, 2012). 이 지역은 현재 한국도로공사의 동홍천-양양간 고속도로가 건설되고 있으며, 지속적인 수달 개체군에 대한 모니터링이 이루어지고 있다(박보현과 이상돈, 2012). 수달은 또한 수상형 동물이기 때문에 수계를 따르는 직선형 서식지를 가지는 것이 일반적이며 따라서 주로 큰 수계를 따라 서식하며 보급자리를 호수나 하천주변에 만들기 때문에 하천을 직강화하고 해안을 콘크리트로 덮을 경우 서식지를 잃게 된다. 따라서 수질오염 뿐 만 아니라 수달이 하천을 따라 이

동이 자유로울 수 있도록 보 및 콘크리트 하천에 대한 철거 등이 고려되어야 한다(Cho *et al.*, 2005). 또한 수달의 서식지에 대한 먹이자원인 어류의 종 및 개체군의 크기를 파악하고 수달 배설물을 이용한 먹이자원에 대한 분석이 이루어 진바가 있다. 수달은 물고기 뿐만 아니라 식이물 분석 결과 어류(80.5%), 양서류(13.5%), 조류(3.74%), 갑각류(1.73%), 파충류(0.53%) 순서로 나타났으며 총 8목 15과 27종의 먹이를 섭식한 것으로 나타났다(이상돈, 2012). 따라서 이 지역의 수달 개체군의 멸종을 방지하기 위해서는 이와 같은 식이물의 확보가 매우 중요한 것으로 파악되었다.

결론적으로 본 연구는 제한된 지역에 서식하는 개체군을 활용하여 멸종위기종인 개체군의 멸종확률을 산정하여 보았다. 수달과 같이 개체군의 크기를 파악하기 어려운 동물에게 직접적인 조사기법이 아닌 시뮬레이션 프로그램을 적용하여 개체군 분석이 이루어졌다. 수생태계를 보전하고 환경지표종인 수달의 서식지를 확보하는 것은 먹이자원뿐 아니라 일정한 개체수를 확보하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있었으며, 이 지역의 개체군 멸종확률은 30%인 만큼 기존의 서식지를 보전하는 것이 매우 중요하다. 따라서 이 지역의 제한된 서식지를 확대하고 번식을 유도하기 위한 인공번식지 등의 서식지개선 방안의 모색이 시급하다.

사 사

본 연구를 지원해 준 KEITI(403-112-005)생태계복원 관리기술 및 LTER(16000-16001-2), 한국도로공사 동홍천-양양 고속도로 사업단에 감사를 표합니다.

참고 문헌

박보현, 이상돈. 2012. 강원도 홍천강 유역에 서식하는 수달의 서식지이용에 관한 연구. 한국습지학회지 14: 413-418

박지은, 전승훈, 이상돈. 2009. 주남저수지에 도래하는 쇠기러기의 PVA에 의한 생존확률 추정 연구. 환경영향평가 18: 1-7

이상돈. 2012. 강원도 홍천강 유역에 서식하는 수달의 식이물 분석에 관한 연구. 한국습지학회지 14: 591-596

한국도로공사. 2008. 동홍천-양양간 고속도로 환경영향평가서.

한성용. 1997. 한국 수달의 생태에 관한 연구. 경남대학교대학원 박사학위논문. 1-112.

Ando, M. 1995. Chronology of otter extinction in Japan. Asian section meeting, Otter specialist group, Bangkok.

Beissinger, S.R. & McCullough, D.R. 2002. Population Viability Analysis. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Cho, H.S. K. Choi, S.D. Lee and Y.S. Park. 2009. Characterizing habitat preference of Eurasian river otter(*Lutra lutra*) in streams using a self-organizing map. *Limnology* 10: 203-213.

Dennis, B., Munholland, P. L., and Scott, J. M. 1991. Estimation of growth and extinction parameters for endangered species. *Ecological Monographs* 61: 115-143.

Kruuk, H. 2006. Otters-Ecology, Behaviour and Conservation. Oxford University Press.

Prigioni, C., Balestrieri, A. and Remonti, L. 2007. Decline and recovery in otter (*Lutra lutra*) populations in Italy. *Mammal Review* 37: 71-79.

최종원고채택 13. 09. 13