

제주도 한라산 노루에 관한 시스템적 접근

김도훈(숙명여자대학교)

홍영교(숙명여자대학교)

I. 서론

우리나라는 국토의 60%이상이 산지로 대지 등 개발용지가 적어 친환경적인 국토 관리에 불리한 여건을 가지고 있으면서, 한편으로 1960년대 이후 단기간 내에 압축적인 고도 경제성장을 추진함으로써 환경오염이 급속히 진행되어 왔다. 그간 급속한 경제성장을 뒷받침하기 위하여 도로, 댐 등 대규모 사회간접시설 개발사업이 환경에 대한 충분한 고려없이 무분별하게 추진됨으로써 전국적으로 자연경관과 생태계 파괴가 초래되었으며, 자동차의 급격한 증가는 서울 등 대도시공기질을 OECD 최하위 수준으로 악화시켜 국민의 건강이 크게 위협받고 있는 실정이다(환경부, 2005). 그러나 국민소득이 증가하고 쾌적한 삶의 질에 대한 국민적 요구 증대로 환경문제에 대한 관심이 증가하고 있으며, 환경보호를 위한 시민들의 모임과 관심도 증대되고 있다. 이러한 환경 보호를 위해서 정부에서는 「자연환경보전법」과 「조수 보호 및 수렵에 관한법률」에 분산되어 있는 야생 보호·관리규정을 통합하고 그동안 법적으로 보호받지 못하던 뱀, 개구리 등 양서·파충류도 보호받을 수 있도록 한 『야생동식물보호법』을 2004년 2월 9일에 제정하였고, 지속적으로 야생 동·식물을 보호하기 위해 노력하고 있다.

이러한 환경에의 관심이 높아지면서, 국내에서도 생태계를 복원하기 위해 '멸종위기에 처한 야생동물 복원 기술개발사업'이 추진되었다. 이는 G-7 프로젝트¹⁾의 일환으로써, 1998년부터 2001년까지 지리산의 반달곰을 복원시키기 위한 노력을 지속하였고, 이러한 복원사업은 지속적으로 추진되고 있다. 생태계복원에 관한 관심은, 이미 민간 부문에서도 지속되어 왔던 것으로 최근 독수리, 수리부엉이, 큰 소쩍새를 방사²⁾한 것 뿐만 아니라, 고라니, 다람쥐, 꽃사슴, 청둥오리 등등³⁾ 갖가지 동물들이 과거에도 그리고 지금도 방사되고 있으며 관심과 보호를 받고 있다.

그러나, 이러한 전반적인 환경에 대한 관심과 이해의 증진 및, 야생동물을 복원하기 위한 여러 가지 노력과는 달리, 그 개체수를 줄여야 한다는 목소리가 높은 동물들이 있다. 주로, 사람들이 가꾼 농작물을 먹어버리는 것으로, 대표적으로 멧돼지, 까치, 청설모 등이 그것이다⁴⁾. 그러한 야생동물의 개체수를 줄이기 위해서, 각 지방자치단체에서는 (사)대한수렵협회의 도움을 받아서, 포획도 실시하고 있는 실정이다.

한 편에서는 환경복원과 야생동물의 멸종을 방지하기 위한 방사가 진행되고, 다른 한편에서는 농작물의 피해를 줄이기 위한 포획이 실시되고 있는 때에, 저자들은 제주도 한라산의 노루의 사례에 대하여 관심을 가지게 되었다. 이는, 제주도 한라산 지역의 노루가 한때 제주도민들의 보호와 사랑을 받는 개체였으나, 최근에는 아주 골치 아픈 문제를 제기하는 개체로 전략하였기 때문이다. 제주도 한라산 노루들은 1980년대 거의 멸종 위기였으나, 1987년부터 국립공원관리사무소와 민간단체들의

1) 선진 7개국(Group of Seven Countries)인 미국, 일본, 독일, 프랑스, 이태리, 영국, 캐나다를 지칭하며 우리나라의 기술수준을 선진 7개국 수준으로 끌어올리겠다는 차원에서 범정부적으로 추진하는 과제를 통칭하고 있으며, 환경 분야를 포함한 11개 대형 국책과제를 추진하고 있다.

2) '북녘하늘로 훨훨, 야생동물 방사', 2006년 2월 25일 YTN

3) '남산·월드컵 공원에 야생동물 방사', 2005년 5월 5일 서울신문

4) '유해야생동물에 의한 농작물 피해 해마다 급증', 2005년 7월 4일 전민일보

노력으로 그 수가 수천마리로 늘어나기 시작하였다. 제주도의 관광지로서의 명성에도 이바지 할 수 있는, 사람들에게 친근한 동물일 뿐만 아니라, 과거 제주도 한라산에서 사라진 사슴을 대체하는 동물로 노루는 많은 사랑 속에서 보호되었다. 그러나, 최근의 신문 기사들에서는 노루에 의한 제주도 농민들의 농작물 피해가 상당하며, 이를 위해서는 노루의 개체수를 적정수로 유지하여야 한다는 논의가 지속되고 있다.

제주도는 섬으로, 제주도 한라산의 노루는 카이밥 고원(Kaibab Plateau)의 사슴 모델⁵⁾을 연상시키기에 충분하다. 카이밥 고원과 마찬가지로, 생태환경이 독립적이고 고립되어 있는 제주도의 경우, 만약 정말로 노루의 급격한 증가가 원인인 경우에는 인위적인 조정의 방법을 동원해서라도 적정 개체수를 유지시키는 것이 가장 현명한 방법이 될 수 있을 것이다. 그렇지만 노루 개체수의 증가가 가장 주요한 원인이 되는 것이 아닌데도 인위적으로 그 수를 줄이기 위한 노력을 기울이게 된다면, 머지않아 제주도 한라산 노루는 다시 멸종위기에 처해질 수도 있다. 그러나, 저자들이 한라산 노루와 관련된 문헌들과 논문들을 찾아보았음에도 불구하고, 일부 보고서와 신문 기사를 제외하고는 이러한 제주도 한라산 노루의 생태계에 대한 선행연구가 부재하다는 것을 알게 되었다.

이에 본고에서는, 제주도 농민들의 농작물 피해가 증가하고 있는 원인이 바로 노루의 개체 수 증가가 원인인지, 아니면 보다 근본적인 다른 원인에 의하여 노루들이 농작물을 훼손하게 된 것인지에 대한 의문점을 갖고, 시스템 사고(Systems Thinking)를 이용한 보다 심도 있는 연구를 진행하고자 한다. 연구방법으로는 시스템 다이내믹스의 정성적(定性的-qualitative) 연구방법을 채택하였다. 물론, 모델링을 활용한 정량적(定量的-quantitative) 방법은 모든 문제에 대하여 시뮬레이션(simulation)을 통해 결과를 도출하고, 그를 통해 함유된 정책에 대한 통찰력을 제시함으로써 시스템의 행태를 개선할 수 있는 방법으로 오랫동안 활용되어오고 있다. 그렇지만 실질적으로 정량적 방법론이 보편화되기 이전에는, 복잡한 시스템의 다이내믹스적 행태(the dynamic behavior of fairly complex systems)의 이유를 찾기 위하여 정성적 연구에 보다 깊은 관심을 기울여 왔다(Robert et al. 1983). 또한 1980년대 초부터는, 정량적 문제가 어려운 다른 문제들을 해결하기 위하여 시뮬레이션이 되지 않는 순수한 정성적 모델링(purely qualitative modelling)이 지속적으로 강조되고 있다(Coyle, 2000). 본 연구는, 시뮬레이션을 통해 정량적 연구를 진행하기 위한 정확한 자료가 미비하였고, 제주도 한라산 노루에 대한 복잡한 시스템에 대해서 다이내믹스적인 통찰력을 바탕으로 근본적인 이유를 찾는 것을 목적으로 하고 있다. 이러한 측면에서, 본 연구에서는 부드러운 방법론(soft modeling)이라 불리는 정성적 접근법을 바탕으로 논문을 진행하였으며, Vensim을 이용하여 인과지도(causal map)를 작성하였다.

5) Nancy Roberts · David Andersen · Ralph Deal · Michael Garet · William Shaffer, (1983), Introduction to Computer Simulation

II. 제주도 한라산 노루에 대한 일반론적 접근

1. 노루에 의한 사람의 피해

‘야생 노루 출몰에 농가 피해 심각’⁶⁾, ‘애지중지 한라산 노루, 이젠 애물단지’⁷⁾, ‘노루가 귀엽다고요? 골칫덩어리에요’⁸⁾, ‘배고픈 한라산 노루 골치’⁹⁾, ‘산간도로 운전자, 야간에는 노루가 두려워’¹⁰⁾, ‘노루 로드킬’¹¹⁾ 심각¹²⁾ 등, 최근 언론에서 주목받는 제주도 한라산 노루는 인간에게 매우 골치 아프고 위협적인 존재이다. 과거 1980년대 귀여워하던 노루의 이미지가 아니라, 한 여름에도 논밭까지 내려와 농민들이 가꾼 농작물을 파헤치고, 도로에 불쑥 뛰어들어 운전자를 놀래켜 사고를 유발하는가 하면, 어린 나무들에게 상처를 내어 수목의 고사(枯死)를 유발하는 등 사람에게 지속적인 피해를 주고 있다. 이러한 노루에 의한 사람의 피해는 다음과 같이 크게 3가지로 분류된다.

1) 노루에 의한 농작물 피해

노루의 개체수는 1980년대부터 전국적으로 노루 보호운동을 전개하면서 개체수가 늘어나기 시작하였다(오장근, 2005). 이렇게 개체수가 증가되면서 중산간지대와 저지대의 경작지에 서식하는 노루들이 농작물에 피해를 주기 시작하였다. 노루에 의한 농작물 피해는 1997년부터 신고가 들어오기 시작하여, 현재까지 지속적으로 증가하고 있다. 다음의 [그림 1]은 2005년 12월 5일 세계일보의 기사에 난 연간 피해면적을 그림으로 나타낸 것이다. 이에 따르면, 노루에 의한 농작물 피해의 규모는, 1998년 107ha, 2003년 380ha, 2004년 583ha 그리고 2005년 460ha에 달하고 있다. 이러한 피해면적은 2005년도도 2004년에 비해 감소한 것으로 보이지만, 그렇다고 하여 노루에 의한 농작물 피해가 앞으로도 줄어들 것이라고 예측할 수는 없는 수치이다. 오히려 지난 10여년간 노루에 의한 피해가 거의 5배 가량 증가했다고 볼 수 있다. 주로 피해를 입은 농작물은 콩, 팥, 배추, 무, 고구마, 딸기, 더덕, 감나무, 감귤 등이며 관상수도 많은 피해를 주는 것으로 파악되고 있다.

이러한 농작물 피해액을 산정해보면, 2005년도 피해액이 3억 3백만원¹³⁾에 달한다. 이러한 피해가 지속되자, 제주도에서는 노루 피해에 따른 대책으로 그물망이나 울타리 설치를 지원하였다¹⁴⁾. 그러나, 예산의 부족으로 54km를 설치하는데 그쳤으며, 이로 인해 피해농가의 절반가량만이 울타리를 칠 수 있었다. 또한, 노루는 『야생동식물보호법』에 의해 보호 조수로 지정되어 있기 때문에 포획할 경우 형사처벌을

6) 2006년 8월 17일 SBS 뉴스

7) 2005년 7월 13일 세계일보

8) 2005년 12월 5일 세계일보

9) 2005년 12월 5일 한겨레

10) 2005년 2월 16일 제주일보

11) RoadKill, 사슴 등이 도로에 갑자기 뛰어들어 자동차와 부딪쳐 죽는 경우를 일컫는 말

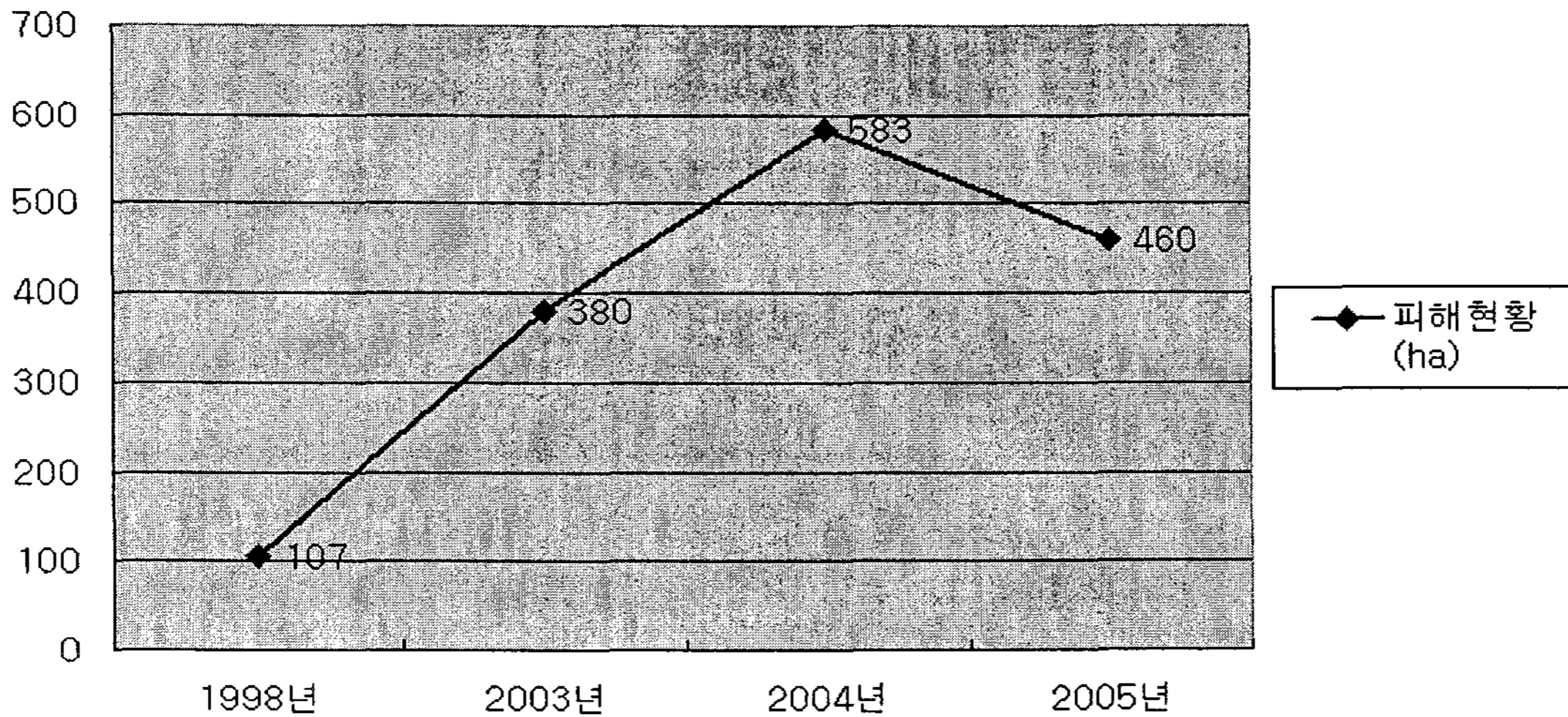
12) 2006년 5월 27일 제주일보

13) 2005년 8월 17일, 제주일보

14) 2005년 12월 5일, 세계일보

받게 되어있으며, 노루로 인한 농작물 피해를 보상받을 수 있는 어떠한 법적인 근거도 마련되어 있지 않다. 이에 따라 환경부에서는 야생동물에 의한 농작물 피해를 예방하기 위한 종합대책을 2005년 9월에 확정하였고, 이를 전국의 10개 시·군¹⁵⁾에서 시행하였으나, 제주도는 그 10개의 시·군에 해당되지 못하였다. 이로 인해, 제주도 피해 농민들의 손해와 불만이 높아지고 있다.

피해현황(ha)



[그림 1] 노루에 의한 농작물 피해현황

2) 노루에 의한 차량충돌 피해

1993년부터 2004년도까지 12년간 제주도 내 주요도로변에서 죽은 노루는 총 547마리로 조사되었다(오장근, 2005). 이 중 한라산 국립공원 내 주요도로에서 죽은 노루는 357마리이다. 12년간 357마리의 노루가 차량충돌로 인해 죽었으므로, 평균적으로 연간 30번의 차량 충돌을 예상할 수 있으며, 월별로는 약 2.4건의 충돌사고를 예상하게 된다.

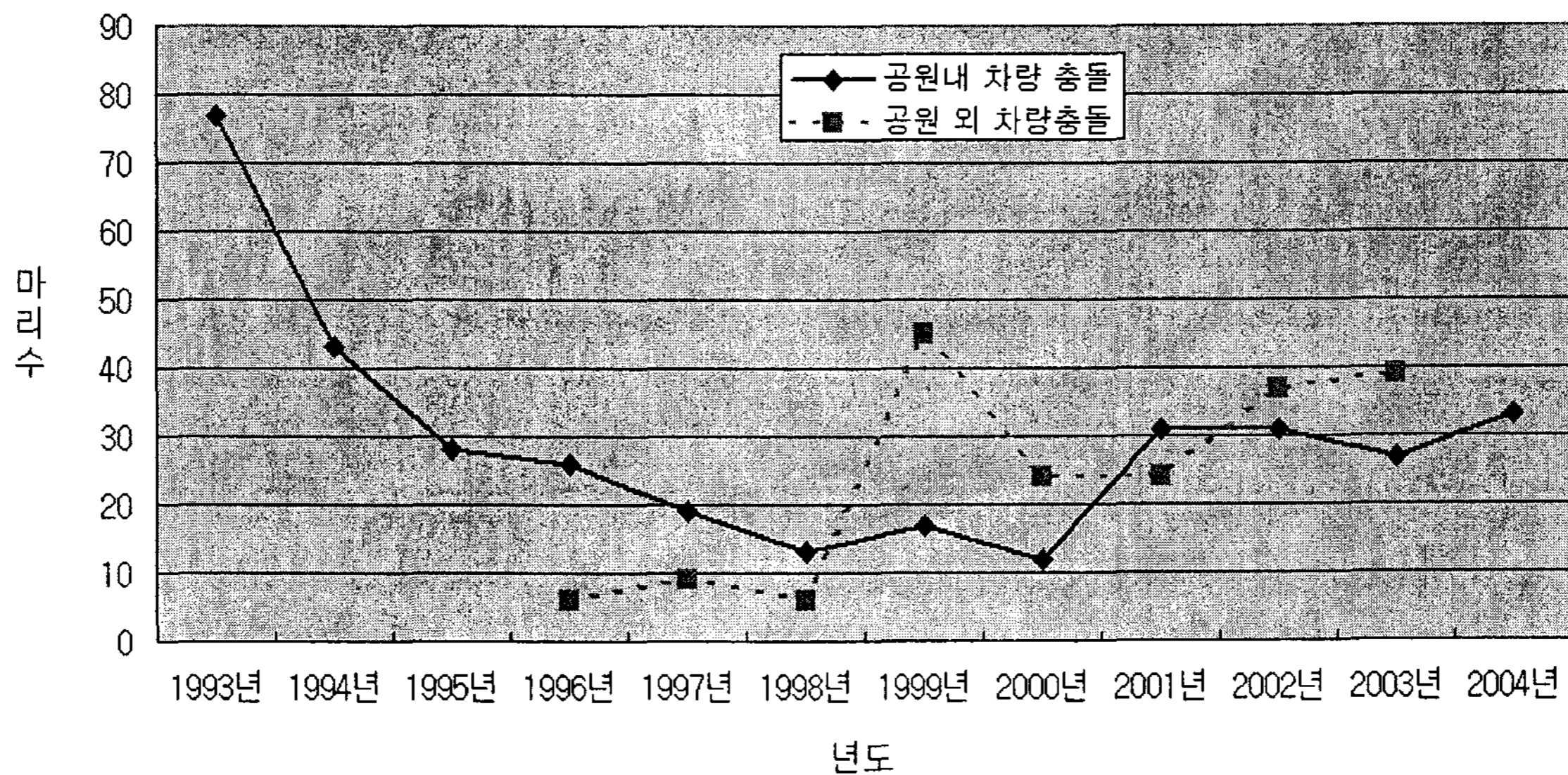
이 중, 한라산 국립공원 내에서 죽은 노루의 수는 1993년에 77개체로 가장 많았으며, 가장 적은 해는 2000년도의 12마리이다([그림 2] 참조). 1993년도부터 2000년도까지 사망 개체수가 계속 감소하였으나, 2001년부터 약간씩 증가하여 연도별로 조금씩 차이를 보인다.

한편, 한라산 외 지역 도로에서 죽은 노루의 수는, 1996년도부터 차량과의 충돌사고가 발생하기 시작하여 2003년도까지 집계되어 총 190건이 집계되었다. 즉, 연간 평균 24번의 노루와 차량의 충돌을 예상할 수 있으며, 월별로는 약 2건의 충돌사고를 예상할 수 있다. 주요 사고지역은 해발 400~500m의 5·16도로, 1100도로, 산록도로와 동서부산업도로 등이다.

15) 이에 해당되는 10개 시·군은, 경기도의 양평군과 연천군, 강원도의 양구군과 인제군, 충청북도의 옥천군, 전라북도의 임실군, 전라남도의 광양시, 경상북도의 문경시 그리고 경상남도의 사천시와 마산시이다.

이렇듯, 생각지도 못했던 야생 노루와의 충돌은 운전자들에게 심각한 부담을 주고 있다. 더구나, 시야확보가 어려운 야간에 이 같은 사고가 빈발하면서 일부 택시기사와 자가용 운전자들은 노루 충돌에 따른 차량 파손으로 적지 않은 금전적 피해를 입거나 연쇄 충돌 등 대형사고 발생을 우려하며 당혹스러워하고 있다. 이에 대해 행정당국은 현 도로상황에서 노루 이동통로를 조성하거나 이와는 반대로 노루의 도로이동을 차단하는 펜스 설치의 여건상 어렵다고 난색을 표하고 있어서, 이와 같은 운전자들의 불안과 부담은 지속되고 있다¹⁶⁾.

지역별, 연도별 노루와 차량의 충돌사고현황



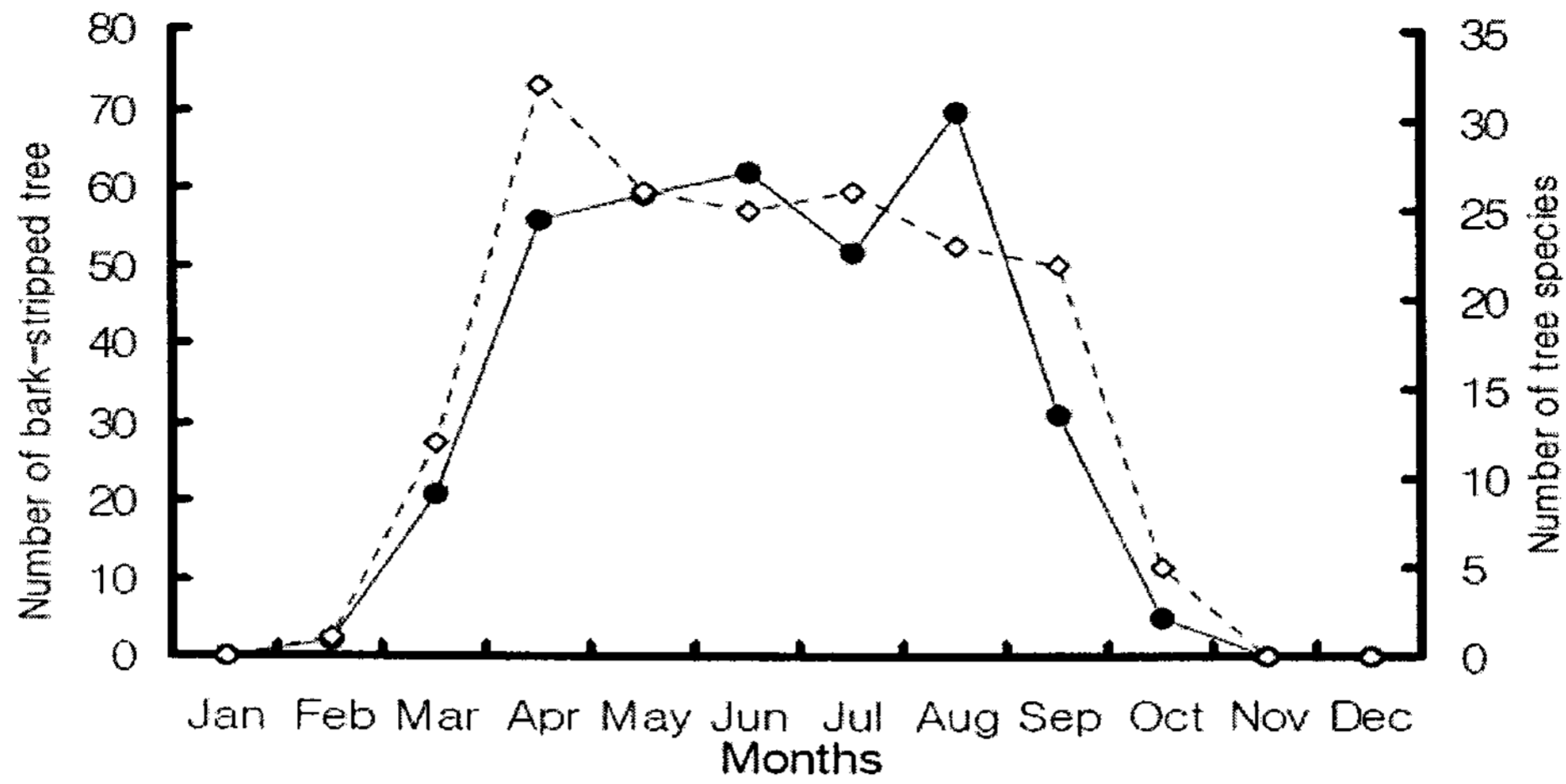
[그림 2] 한라산국립공원 내와 그 외의 지역에서의 노루 차량 충돌 현황

3) 노루에 의한 수목의 피해

수컷 노루는 나무에 뽕을 문지르는 특성을 지니고 있다. 나무에 뽕을 문지르는 이유는 크게 2가지인데, 첫째는 뽕이 녹각이 되는 과정에서 벨벳을 벗겨내기 위해서 어린나무를 문지르거나 심하게 움직이기(Gill, 1992a) 때문이다. 두 번째 이유는 자신의 영역을 표시하거나 숲 속에서 자신의 짝짓기 영역을 방어하기 위해서 식물체에 영역을 표시(Carranza and Mateos-Quesada, 2001) 하기 때문이다.

제주도에서, 이렇게 수컷 노루가 피해를 주는 수종은 총 27과 49종이며, 이 중에 가장 선호하는 수종은 비목나무(Linderaerythrocarpa) 57개체, 산딸나무(Cornus Kousa) 31개체, 주목(Taxus Cuspidata) 20개체, 상산(Orixa Japonica) 19개체 순으로 나타났다 (오장근, 2004). 월별로 분석한 결과 11월부터 다음해 1월까지의 피해가 기록되지 않았으나 2월부터 나무껍질 피해가 발생하기 시작하였다. 4월에 수종은 32종으로 가장 많았고 5월과 7월에는 26종 6월 25종으로 나타났으며 9월까지 지속적으로 피해를 주고 있었다([그림 3] 참조).

16) 2005년 2월 16일, 제주일보



[그림 3] 제주노루의 뽕에 의한 월별 피해수종 현황
(● : 피해나무 수, ◇ : 피해수종)

* 자료 : 오장근(2004)에서 발췌

DBH(cm)	No. damage	Bark-stripping		
		1~39%	40~69%	70~100%
0 ~ 0.5	42	5	10	27
0.6 ~ 1.0	67	7	16	44
1.1 ~ 1.5	85	9	21	55
1.6 ~ 2.0	43	5	10	28
2.1 ~ 2.5	47	5	11	31
2.6 ~ 3.0	34	4	8	22
3.1 ~ 3.5	22	3	5	14
3.6 ~ 4.0	3	0	1	2
4.1 ~ 4.5	2	0	1	1
4.6 ~ 5.0	1	0	0	1
5.1 ~ 5.5	1	0	0	1
5.6 ~ 6.0	3	0	1	2
6.1 ~ 7.0	5	1	1	3
7.1 ~ 8.0	3	0	1	2
Total	358	39	86	233

(DBH)Diameter at Breast Height.

[그림 4] 노루에 의한 피해를 입은 수목의 흉고직경

* 자료 : 오장근(2004)에서 발췌

피해수종의 흉고직경(DBH)은 8cm이하로써 모두 어린나무였다. 피해를 입은 총 358개 수종에 흉고직경이 1.1~1.5cm인 나무가 85개로 피해가 가장 많았으며 다음으로 흉고직경이 0.6~1cm인 나무가 67개였다. 또한 흉고직경이 2.1~2.5cm인 나무가 47개 순으로 나타나 대부분 흉고직경이 3cm미만인 나무가 심하게 피해를 입고 있었

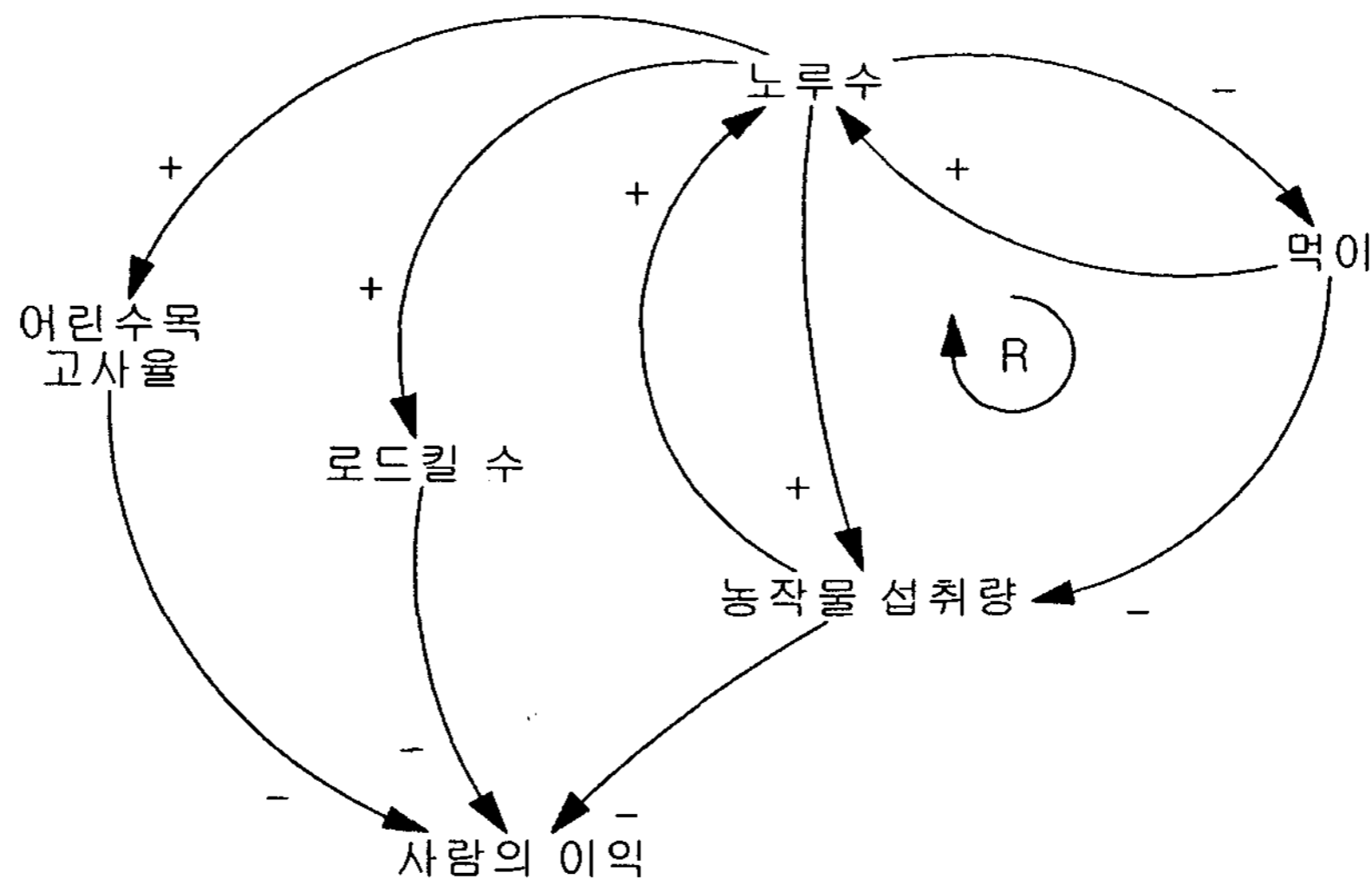
다([그림 4] 참조).

나무는, 껍질이 벗겨지는 비율이 70%이상일 때 고사율이 가장 높고 지속적으로 피해를 주어 나무의 성장과 고사에 영향을 준다. 이러한 피해는 사슴의 밀도가 높을수록 커지고(Conover, 1989; Welch et al., 1991; Andren and Angelstam, 1993; Bergquist et al., 1998; Akashi, 1999) 그만큼 노루에 의해 나무껍질이 벗겨진 경우에 고사목이 증가함으로써 전체적으로 산림의 식물종 구성이 달라진다는 보고(Akashi and Nakashizuka, 1999; Radeloff et al., 1999)가 있다.

제주도에서도, 흉고직경이 3cm 이하 어린나무만(Welch et al., 1987; Gill, 1992a; Gill, 1992b)이 피해입고 있었으며, 월별로는 벨벳이 벗겨지는 시기인 3월과 4월에 가장 심하였으며 9월말(Johansson and Liberg, 1996; Carranza and Mateos-Quesada, 2001)까지 지속적으로 피해를 주고 있었다. 수목의 고사율이 높아 지므로 사람의 산림 손실이 높아지게 되었고, 그를 복구하기 위한 노력의 필요성도 그만큼 가중되게 된다.

2. 노루에 대한 일반론적 접근 시각의 인과지도

이렇듯, 제주도 한라산 노루로 인한 피해가 여러 가지 측면에서 제기되자, 사람들과 언론에서는 노루의 개체수가 증가하였기 때문에 이러한 현상들이 나타난다는 의견을 제시하기 시작하였다. 이는 노루에 의해 발생한 사람들의 피해를 있는 그대로 바라 본 것으로, 본고에서는 이를 일반론적인 접근 시각이라고 분류하였다. 이러한 입장에서 본 인과지도는 다음의 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 노루에 대한 일반론적 접근 시각의 인과지도

이 인과지도에서는 가장 중심에 노루의 수가 있다. 즉, 노루의 수가 늘어나게 되면, 노루의 먹이는 부족하게 된다. 그렇기 때문에 노루들은 사람이 가꾼 농작물을 섭취하게 되어 노루의 수는 안정적으로 증가하게 된다. 여기에서는, 노루수가 늘면

노루의 먹이가 줄고, 노루의 먹이가 줄어들면 농작물 섭취를 많이 하게 되고, 농작물 섭취를 많이 하게 되면 노루수가 다시 증가하게 되는 강화루프가 자리 잡고 있다. 또한, 노루의 수가 증가하기 때문에 수컷노루의 수도 증가하게 되고, 이로 인하여 흉고직경이 3cm 이하인 어린 나무들의 피해가 커지게 된다. 또한, 노루수의 증가로 인해 노루들이 도로로 뛰쳐나오는 수가 늘어나게 되며, 그로 인해 노루가 차량과 충돌해 도로에서 죽는 로드킬이 증가하게 된다.

이와 같은 시각에서는 노루의 개체 수 증가가 가장 핵심적인 문제가 되고 있으며, 사람의 손실을 막기 위해서는 적절한 노루의 개체 수 유지가 가장 필요한 일이 된다. 기하급수적인 노루의 개체수 증가는, 결국 제주도 한라산이라는 고립되고도 민감한 생태계의 교란을 일으킬 수 있는 문제이기 때문이다. 만약, 이러한 입장이 사실이라면, 적절한 포식자가 없는 환경에서, 카이밥 고원과 같이 급작스러운 개체수 증가 이후 급작스러운 개체수의 감소를 고민해 보아야 한다.

Ⅲ. 제주도 한라산 노루에 대한 생태론적 접근

1. 노루에 대한 생태론적 접근

‘한라산 노루, 길을 잃다’¹⁷⁾와 ‘한라산 야생동물의 현황과 보호관리 방안’¹⁸⁾에서는 노루에 대해서 보다 생태론적인 접근법을 보여주고 있다. 즉, 노루와 사람 그리고 한라산이라는 자연환경이 서로 영향을 주고받는 하나의 생태계이며, 유기적으로 얽혀있다는 점을 강조한 것이다. 여기서의 초점은, 노루가 이동하고 있다는 것이다. 즉, “노루는 왜 한라산을 내려와서 제주도 전역으로 이동하고 있는가?”가 그 핵심이 된다. 저자들은 이러한 생태론적인 접근법에, 시스템 사고(Systems Thinking)를 접목시켜 보다 세밀한 각 부분의 인과지도를 작성하였다.

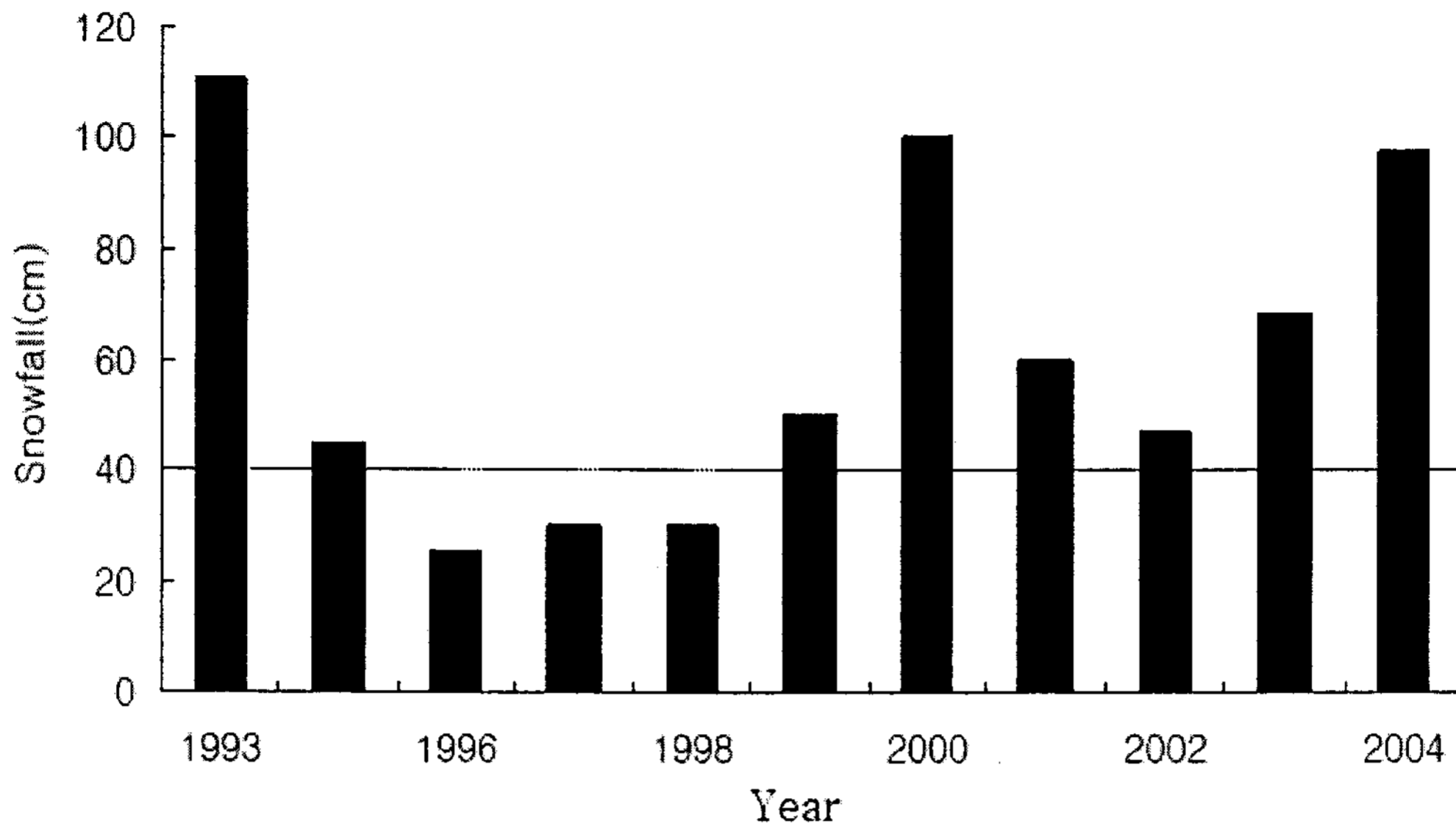
1) 고지대 노루(해발 600m 이상지역)의 이동과 인과지도

가. 적설량에 따른 노루의 이동

해발 900m의 어리목 지역은 해마다 12월 중순부터 눈이 내리기 시작하여 3월초까지 눈이 쌓이는 곳이다. 이곳은 12월에 20~30cm가량의 눈이 내리더라도 며칠 후 녹거나 노루의 행동에 지장을 주는 눈이 40cm 이상 쌓이지 않으면 노루의 출현은 지속되었다. 그러나 1월부터 눈이 40cm 이상 쌓이는 경우에는 노루가 출현하지 않았다. 즉, 노루는 적설량의 정도에 따라 출현여부가 다르게 나타났다.

17) 2005년 4월 6일, KBS 환경스페셜

18) 2005년 12월 23일, 학술 심포지엄. 한라산 연구소



[그림 6] 1993년~2004년까지의 한라산 어리목 지역의 적설량

그러므로 지속적인 먹이 공급¹⁹⁾에도 불구하고 적설량이 40cm 이상일 경우 중산간 지대(해발 400~600m)로 이동하는 것으로 보아 적설량이 노루의 서식에 제한 요인으로 작용하는 것으로 보인다. 결국 해발 600m 이상지역에 노루의 밀도가 감소하고 있는 것은 최근 2000년 이후 적설량(어리목 기준)이 40cm 이상 쌓여([그림 6] 참조) 행동의 장애와 먹이 공급이 어렵기 때문에 겨울철에 중산간 지역으로 내려간 노루들이, 먹이가 풍부하고 은신할 수 있는 소생활권이 잘 발달되어 있는 중산간 지역으로 이동하여 정주함으로써 상대적으로 해발 600m 이상 지역에 밀도가 낮아지는 것으로 판단된다 (한라산 연구소, 2005). 그러므로, 겨울철 적설량은 고지대(해발 600m 이상) 노루의 이동에 영향을 미치고 있다.

나. 인위적인 간섭(등산객)에 의한 노루의 이동

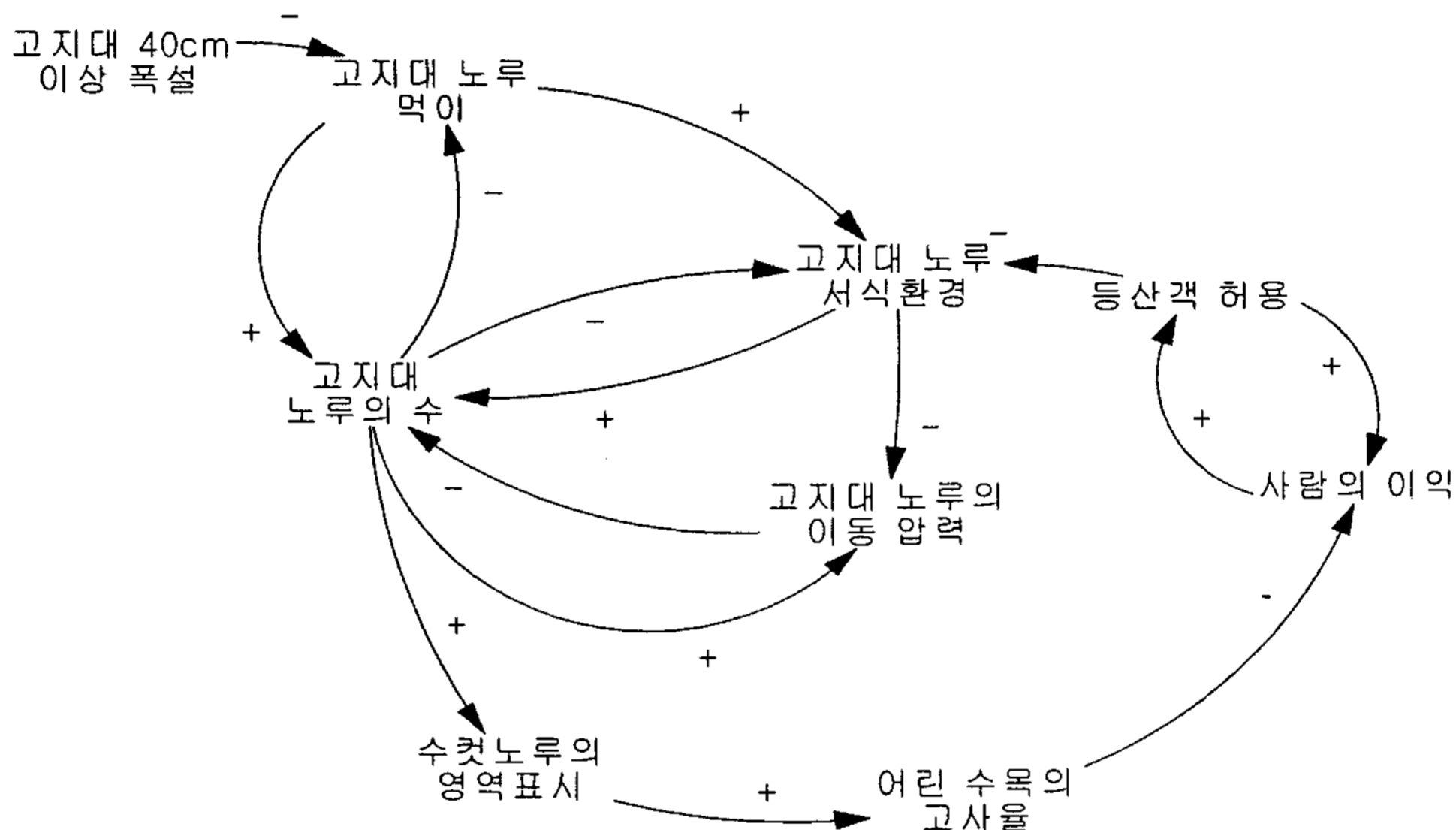
노루는 민감한 동물로 먹이, 은신처, 물과 인위적인 간섭 등 여러 가지 요인에 따라 서식밀도가 달라진다. 그러므로, 인위적인 간섭에 의한 노루의 변화는, 노루의 서식지에 등반을 통제하였을 때와 개방하였을 때의 노루밀도를 분석한 것으로 알 수 있다. 등산이 개방된 한라산 동능 정상은 1994년도부터 2002년도까지 통제구간이었으나 2003년 이후 개방한 지역으로 개방전과 후의 노루밀도는 유의미한 차이가 있었다 (한라산 연구소, 2005).

한라산 정상의 경우 통제된 시기인 2001년도에 0.20마리/ha에서 개방 후 0.145마리/ha로 감소하였다. 이곳은 먹이, 물, 은신처 등 노루가 서식하기에 최적의 조건을 갖추고 있음에도 불구하고 서식밀도가 감소하는 것은 인위적인 간섭(Strandgaard, 1978; Cederlund, 1982; Gaillard et al., 1993; Danilkin, 1996)이 노루 서식에 미치는

19) 어리목광장에는 겨울철에 먹이 찾기가 어려운 노루를 위해 매년 12월부터 2월말까지 송악 등 노루가 좋아하는 먹이를 지속적으로 공급하고 있다. 하지만, 그에도 불구하고 노루의 출현 여부가 불투명하여 적설량과의 관계를 고려하지 않을 수 없다.

영향이 매우 크다고 판단된다. 특히 백록담 정상외의 경우 등산객들이 집중되는 경향과 등산객들의 메아리소리와 소음 등의 증가가 노루밀도 감소의 원인이 되기 때문에 야생동물의 서식밀도를 유지하기 위해서는 가급적 소음, 메아리소리 등을 삼가야 할 것으로 판단된다. 그러므로, 인위적인 간섭이 노루 서식에 미치는 영향이 매우 크다고 판단되며, 이러한 환경의 변화가 노루의 이동에 영향을 주었다고 보여진다.

이렇듯, 적설량과 등산객의 수는 노루의 이동에 유의미한 영향을 미치는 것으로 보여지고 있다. 이러한 내용을 포함하여 만들어진 고지대 노루의 이동에 대한 인과지도는 다음의 [그림 7]과 같다. 고지대에 40cm 이상의 폭설은, 노루가 먹이를 찾기 어렵게 한다. 이러한 자연적인 서식지의 변화 말고도, 등산객을 허용한 것 역시도 노루가 고지대에 서식하는 것을 더욱 힘들게 만들고 있다. 이러한 두 가지 주요한 요인은, 결국 노루가 중산간지대로 이동하게 되는 압력으로 작용하게 된다.



[그림 7] 고지대 노루의 이동압력

2) 중산간지대(해발 400~600m) 노루의 이동과 인과지도

가. 개발에 따른 노루의 이동

국제자유도시 특별법(2002)에 따라, 제주도는 지속적인 개발사업을 추진해왔다. 또한, 2005년 제주도가 특별자치도가 되면서 관광, 의료, 문화를 위하여 지속적인 개발이 진행되고 있다. 이러한 개발을 통해, 한라산에도 골프장과 숙박시설(펜션)의 수가 급증하게 되었고, 이를 용이하게 해 주는 도로의 수도 많아지게 되었다. 그러나, 이러한 개발은 야생동물의 이동을 오히려 어렵게 하여(홍선화, 2004), 야생동물들 - 그리고 노루의 일반도로 이용을 증가시키게 된다. 이러한 증거는, 앞서 나온 [그림

2]에서도 찾을 수 있다. 1996년 이전까지는 한라산 외의 도로에서는 로드킬이 발생하지 않았던 반면에, 그 이후로는 현재까지 지속적으로 증가하고 있음을 보여준다. 이러한, 개발의 영향은 노루의 서식 환경을 해치고, 그로 인하여 노루는 지속적인 이동 압력을 받게 된다.

나. 조릿대의 확산에 따른 노루의 이동

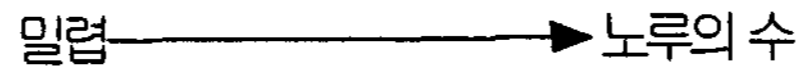
조릿대는 150cm 정도까지 자라는 대나무의 일종으로서 해발 600m 지역에 분포하며 밀생되어 있다. 이 식물의 높이와 잎의 길이가 길수록 노루의 주 먹이가 되는 털진달래, 누운 향나무등의 야생초의 생식이 어려워졌기 때문에 노루의 밀도가 감소하였다. 또한, 과거에는 소와 말의 방목이 허용되어 있어서, 소와 말이 조릿대를 먹었으나 점차 소와 말의 방목이 금지되고 지구 온난화의 영향으로 한라산 연평균 기온이 높아졌기 때문에 조릿대의 확산이 더욱 빨라지고 있다. 그러므로, 노루의 밀도변화는 조릿대와 밀접한 관련이 있어 보인다 (오장근, 2004).

다. 밀도에 따른 노루의 이동

노루는 9~10월 수컷노루 한 마리가 여러 마리의 암컷을 거느리는 일부다처제이며, 번식기간은 8월말부터 10월말까지이다. 이때 수컷노루들의 싸움도 가장 격렬하게 일어나고, 싸움 과정에서 수컷 노루들은 다치거나 심한 경우 죽기도 한다. 또한, 수컷노루들은 자신들의 영역을 방어하기 위하여 식물체에 영역을 표시하거나, 주변을 경계하고 그를 침입하는 노루들과의 경쟁을 벌이기도 한다. 이러한 특성은 노루의 밀도가 밀집되면 밀집될수록 더욱 심하게 나타나며(한라산연구소, 2005), 수컷 노루는 임도, 하천, 도로를 경계로 주로 영역을 확보하며 자신의 영역을 매일 확인하는 습관이 있다.

이런 특성 때문에, 1996년 이후 차량 사고로 죽은 노루의 성별을 분석하면, 암노루 69개체에 비해 수노루가 96개체로 수컷이 죽는 경우가 더 많이 발생하고 있다 (오장근, 2004).

위에서 살핀 것처럼 고지대 노루의 이동으로 인한 노루 개체수의 증가는 중산간 지대의 먹이부족을 야기할 수 있으며(또한, 조릿대의 증가로 노루의 먹이는 많이 줄어들었다), 노루들의 밀집도를 증가시켜 수컷 노루들간의 경쟁을 촉발시킨다. 이러한 경쟁은 경계행동으로 나타나게 되어, 어린 수목의 고사율이 증가하게 되고, 로드킬로 이어진다. 또한, 야생동물의 생태를 고려하지 않은 개발로 인해, 노루의 서식 환경이 나빠지면 나빠질수록 노루의 이동은 늘게 된다. 그러나, 노루의 이동통로가 확보되지 않은 상태에서 노루 이동의 압력증가는 또한 로드킬을 증가시키고 있다. 이러한 모든 현상들은 중산간지대의 노루에게도 이동을 하라는 압력을 증가시키게 된다([그림 8] 참조).



[그림 10] 노루의 수와 밀렵의 관계

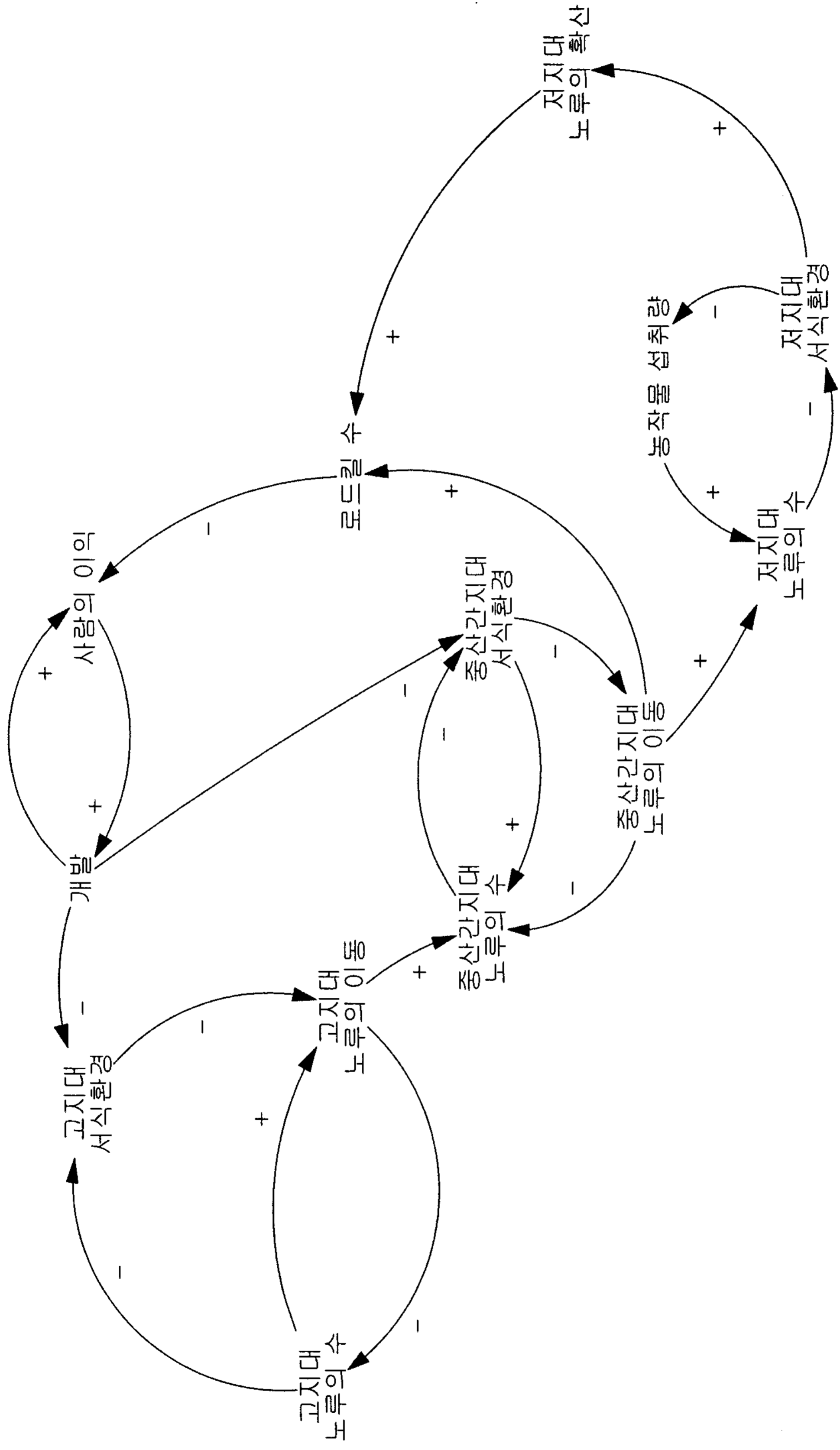
2. 노루에 대한 생태론적 접근 시각의 통합 인과지도

위에서 보여준, 노루에 대한 생태론적 접근은 매우 중요한 사실 몇 가지를 알려주고 있다. 우선은, 노루의 개체수의 증가보다도 노루의 이동이 사람에게 피해를 주는 주요한 사실이라는 점이다. 그렇지만, 이러한 노루의 이동의 원인에는 물론 폭설로 인한 적설량 증가 및 온난화로 인한 조릿대의 번성으로 인한 것도 있겠지만, 사람의 개발과 인위적인 접근으로 인해 노루의 생활환경을 파괴하고 있다는 것도 간과할 수 없음을 보여준다. 개발을 통해서 사람은 노루의 이동통로를 막고, 노루 사회의 경쟁관계를 조장하고 있다. 또한, 밀렵으로 인해 해마다 1000마리에 해당하는 노루가 희생당하고 있다는 점은, 노루의 개체수가 증가하지 않았는데도 노루가 이동을 하고 있다는 것으로 보여지며, 이미 한라산에 서식하는 노루들의 확산이 매우 진행되었다는 점을 나타내고 있다. 이러한 점을 나타낸 통합 인과지도는 다음의 [그림 11, 12]로 보여진다.

통합 인과지도에는 사람들이 그동안 분리해서 보았던 여러 가지 현상을 보여주고 있다. 사람들은, 자신들의 이익을 극대화하기 위해서 도로를 만들고, 골프장과 펜션을 짓고, 등산을 하며 고사리와 산나물을 채취한다. 그리고, 이러한 일들이 노루에게는 어떠한 영향을 미쳤을런지에 대해서는 생각하지 않는다. 그러다가도 사람들은 노루가 자신들의 농작물을 해치고, 로드킬을 통해 운전자에게 위협을 주며, 사람들이 기르는 수목에 해를 끼친다고 생각한다. 그러면서, 노루의 개체수의 증가가 사람에게 위협이 되기 때문에, 그 개체수를 강제로 줄여야 한다고 결론을 내리고 있다.

그렇지만, 실질적으로 노루와 전체 생태계의 입장에서 보는 통합인과지도들([그림 11, 12])은 위와 같은 사람들의 견해와는 다른 점을 보여주고 있다. 자연환경의 황폐화로 인해, 서식환경이 어려워진 노루에게 사람의 개발과 인위적인 간섭은 너무나도 치명적이다. 또한, 끊어진 이동통로와 개발된 골프장과 목장, 펜션 등으로 인해 노루는 점점 설 곳을 잃어가고 있다. 또한, 아직까지도 해결되지 않은 불법 밀렵의 피해는 정확하게 그 숫자를 알 수 없는 노루의 개체수를 큰 폭으로 줄이고 있다는 것이 예측되는 바이다.

인과지도에서는 저지대(해발 400m 이하)의 노루가, 지속적으로 확산할 수밖에 없다는 것 - 앞으로 노루가 제주도 한라산의 저지대 말고도, 사람의 주거지에까지도 이동하고, 확산될 수밖에 없는 '이동압력'을 보여주고 있다. 이러한 '이동압력'에 의한 노루의 확산이 사람의 주거지에서 어떠한 영향을 끼치게 될 것인지는 아무도 모른다.



[그림 12] 노루의 이동에 관한 통합 인과지도 (단순)

또한 일반론적 시각의 접근측면에서처럼 노루의 개체수를 인위적으로 감소시키게 된다면, 노루가 1980년대 초반처럼 거의 사라지게 되는 악순환이 반복될 수도 있으며 그동안 노루를 지원하고 복원하기 위해 노력했던 시간들은 다시 사라지게 될 수도 있다. 즉, 단선적인 사고를 통해서 제주도 한라산 노루라는 생태계를 바라보는 시각은, 너무나도 지엽적이라는 것이다. 생태계는 우리가 생각하고 있는 것 보다 더욱 민감하고 복잡한 고리들로 연결되어있다. 이러한 부분을 간과하고, 생태계에의 침범을 용인하고 그를 인위적으로 조작하려 한다면, 결국은 사람 자신의 '존속가능성(sustainability)' (Meadows, 1992)을 해치게 될 것이다.

IV. 결론

환경의 변화로 인한 문제는 그 영향력의 크기와 예측 불가능성으로 인하여 이제는 전 지구적인 관심의 초점이 되고 있다. 그런 의미에서, 전 세계의 국가들은 환경을 지속적으로 보존하기 위하여 여러 가지 국제환경협약을 맺어오고 있다. 지난 1992년 6월 브라질 리우데자네이루에서 열린 유엔환경개발회의(United Nations Conference on Environment and Development, UNCED)에서 「리우선언」과 「의제 21」이 채택된 것을 계기로 환경은 지구촌 번영의 중심 개념으로 부상하게 되었다. 10년 후인 2002년 8월 26일부터 9월 4일간 남아프리카공화국 요하네스버그에서 열린 「지속가능발전 세계정상회의(World Summit on Sustainable Development, WSSD)」에서는 날로 심각해져 가는 빈곤과 환경문제 해결방안 등 지구촌 발전방안을 담은 「WSSD 이행계획(일명 '요하네스버그이행계획)」과 이에 대한 정치적 의지를 표명한 「요하네스버그 선언문」을 채택하였다. 또한, 2004년도의 「PIC」²¹⁾와 「스톡홀름 협약(POPs)」²²⁾ 및 가장 최근인 2005년의 「교토 의정서」²³⁾ 등은, 현재 얼마나 환경의 문제를 실감하며 또한 이를 보호하기 위해 범지구적인 노력이 얼마나 지속적으로 유지되고 있는지를 보여주고 있다.

이러한 국제적인 합의와, 거시적인 환경보호의 선언만으로 환경을 보호하고 지키는 것은 아니다. 위에서 바라본 제주도 한라산 노루에 대한 일반론적 접근 시각은, 노루와 사람을 분리된 개체로 인식하여 서로를 경쟁관계로 바라보고 있다. 그렇지만, 통합 인과지도에서 살펴본 것처럼, 노루의 생활터전과 사람의 삶은 같은 생태계에서 유기적으로 관련을 맺고 있다. 실질적으로 중요한 것은, 자연 그대로의 환경을

21) 2004년 2월 24일에 맺어진 화학산업과 농약산업에 관한 협약. 선진국 중심으로 시행 예정되었으며, 산업용/소비자용 화학물질, 농약의 수출입시 사전승인을 의무화 함

22) 2004년 5월 17일에 맺어진 정밀화학과 농약산업에 관한 협약. 살충제, 다이옥신 및 퓨란 등 2차 오염물질에 대한 규제

23) 2005년 2월 15일에 맺어진 기후변화협약. 지구온난화 물질에 대한 규제 및 에너지 사용과 관련된 협약으로 전 산업에 영향을 끼침

보존하고 유지하려 노력하는 것이며 - 그를 위해서는 사람만을 위한 개발이 아닌 모든 생태계 구성원을 고려하는 개발이 진행되어야 할 것이다.

생태적인 시각에 시스템 사고를 접목시켜서 저자들은 다음과 같은 대안을 제시하고자 한다. 첫째, 한라산 고지대 부분에 대해서 등산로 개방을 금지하는 기간을 만드는 것이다. 이는 20년이나 30년 주기로 등산객의 접근을 저지하여(인위적인 접근을 차단) 한라산의 자원 복원력을 가지게 하는 기간을 주기 위함이다. 이러한 기간을 통하여, 노루들의 서식지가 다시 해발 600m 이상의 고지대가 되게 된다면, 노루의 확산으로 인한 여러 가지 문제를 줄일 수 있는 하나의 정책이 될 것이다. 둘째, 노루의 먹이가 되는 식물들이 자생할 수 있도록 노력하는 것이다. 이를 위해서는 급속하게 확산되고 있는 조릿대의 수를 줄이려는 노력이 있어야 할 것이다. 소나무의 지나친 방목도 노루의 서식에 문제가 되지만, 일률적인 방목 금지 역시 조릿대의 수를 증가시키기 때문에 노루에게 나쁜 영향을 미치고 있다. 그런 측면에서, 적정수의 소나무의 방목을 허가하여 조릿대의 자연적으로 줄이려는 노력과 더불어, 인위적으로도 고지대까지 조릿대가 번성하지 않도록 노력하는 정책을 펴야 한다. 셋째, 국제자유도시를 위한 제주도의 개발 노력이 없을 수는 없겠으나, 보다 철저하게 적합성을 조사하고, 생태통로를 이용하는 동물들을 모니터링하여 로드킬의 문제를 줄여야 한다는 점이다. 로드킬은 운전자와 노루 모두의 생명을 위협하는 매우 심각하고도 중요한 문제이다. 이러한 로드킬의 원인이 그저 노루의 개체수 증가에 있다고 보는 것은 매우 편협한 시각이라 할 것이다. 노루의 이동이 불가피하다 할지라도 이를 보다 안전하게 할 수 있도록 도와준다면, 이는 궁극적으로 우리들 전체의 이익으로 돌아올 것이다. 마지막으로, 밀렵 행위에 대한 철저한 감시와 정확한 노루 개체수에 대한 연구이다. 실질적으로 노루의 개체수나 밀렵행위에 대한 철저한 조사가 없는 상태에서, 현실적으로 발생된 문제만을 바탕으로 하여 대책을 세운다는 것은 본말이 전도된 것이라고 할 수 있다. 제주도라는 고립되고 단절된 생태계에서조차 개체 수 조사가 이루어지지 않는다면, 전체 한국의 생태계에 대한 연구 역시도 요원하다 할 것이다. 노루에 대한 정확하고 정밀한 연구를 바탕으로 하여, 실질적으로 노루와 사람이 어떻게 공존할 수 있을지에 대해 지속적인 고민이 있어야 할 것이다.

참고문헌

- 김도훈 · 문태훈 · 김동환, (1999), 「시스템 다이내믹스」, 대영문화사
- 김동환, (2004), 「시스템 사고」, 선학사
- 김지은 · 김문홍, (2001), 노루가 선호하는 한라산의 자생식물 조사, 제주대학교
- 김재덕, (2001), 도서지역에서의 야생동물 유치방안, 홍익대학교 건축도시대학원 조경설계전공 석사학위 논문
- 산업자원부, (2004), 주요 국제환경 협약 및 환경규제
- 오장근, (2004), 제주도 노루의 생태학적 행동 특징, 한국교원대학교 대학원 생물교육전공 박사학위 논문
- 윤성일, (2001), 제주도 지역 노루의 생태에 관한 연구, 고려대학교 대학원 산림자원학과 박사학위 논문
- 한라산연구소, (2005), 한라산 야생동물의 현황과 보호관리 방안
- 홍선화, (2004), 생태통로를 이용한 야생동물 보호방안 연구, 서강대학교 공공정책대학원 환경정책학 석사학위 논문
- 환경부, (2001), 야생동물 이동통로 설치지침
- 환경부, (2005), 환경백서
- Akashi, N. and Nakashizuka, T. 1999. Effects of bark-stripping by sika deer (*Cervus nippon*) on population dynamics of a mixed forest in Japan. *Forest Ecology and Management* 113: 75-82
- Andren, H. and P. Angelstam, (1993), Moose browsing on scots pine in relation to stand size and distance to forest edge. *J. of Applied Ecology* 30: 133-142
- Bergquist, J., R. Bergström and A. Zakharenka, (2003), Responses of young norway spruce (*Picea abies*) to winter browsing by roe deer (*Capreolus capreolus*): effects on height growth and stem morphology. *Scandinavian J. of Forest Research* 18: 368-376
- Carranza, J. and P. Mateos-Quesada, (2000), Habitat modification when scent marking: shrub clearance by roe deer bucks. *Oecologia* 126: 231-238
- Cederlund, G. (1982), Mobility response of roe deer to snow depth in a boreal habitat. *Viltrevy* 12: 39-96
- Conover, M. R. (1989), Relationships between characteristics of nurseries and deer browsing. *Wildl. Soc. Bull.* 17: 414-418
- Coyle, Geoff, (2000), Qualitative and quantitative modelling in system dynamics: some research questions. *System Dynamics Review* 16:225-244
- Danilkin, A. A. (1996), Behavioural ecology of Siberian and European roe deer. Chapman and Hall. pp. 277

- Gaillard, J. M., D. Delorme and J. M. Jullien, (1993a). Effects of cohort, sex and birth date on body development of roe deer(*Capreolus capreolus*)fawns. *Oecologia* 94: 57-61
- Gaillard, J. M., D. Delorme and J. M. Jullien, (1993b), Croissance precoce et poids a l'entree de l'hiver chez le faon de chevreuil (*Capreolus capreolus*). *Mammalia* 57: 359-366
- Gaillard, J. M., D. Delorme, J. M. Jullien, and D. Tatin, (1993c), Timing and synchrony of births in roe deer. *J. of Mammalogy* 74: 738-744
- Gill, R. M. A. (1992a), A review of damage by mammals in north temperate forests. 1. Deer. *Forestry* 65: 145-169
- Gill, R. M. A. (1992b), A review of damage by mammals in north temperate forests. 3. Impact on trees and forests. *Forestry* 65:363-88
- Johansson, A. and O. Liberg. (1996), Functional aspects of marking behaviour by male roe deer(*Capreolus capreolus*). *J. of Mammalogy* 77: 558-567
- Kormondy, Edward J., (1976), *Concepts of Ecology*. Englewood Cliffs, N. J. : Prentice-Hall
- Meadows, Dennis L, Meadows, Donella H, eds, (1973), *Toward Global Equilibrium: Collected Papers*. Cambridge, Mass. : MIT Press
- Meadows, Donella H, Meadows, Dennis L, Randers, Jørgen, (1992), 「지구의 위기」, 한국경제신문사
- Roberts N. Andersen D, Deal R, Garet M, Shaffer W. (1983), *Introduction to Computer Simulation : A System Dynamics Modeling Approach*. Productivity Press, Portland, OR
- Strandgaard, H, (1978). Densite population et croissance des animaux chez le chevreuil: perspectives nouvelles. *Bulletin Mensuel, Office National de la Chasse* No. Spygargus Scien. Tech. pp. 149-159
- Welch, D., B. W. Staines, D. Scott and D. C. Catt. (1987), Bark stripping damage by red deer in a Sitka spruce forest in western Scotland I: incidence. *Forestry* 60: 249-262
- Welch D., B. W. Staines, D. C. Catt and D. Scott, (1990), Habitat usage by red (*Cervus elaphus* L.) and roe(*Capreolus capreolus* L.) deer in a Sitka spruce plantation. *J. of Zoology, London*. 221: 453-476
- <http://www.kei.re.kr/> (한국 환경정책 · 평가연구원)
- <http://ecosystem.nier.go.kr> (국가생태계정보네트워크)
- <http://www.me.go.kr/> (환경부)
- <http://www.jeju.go.kr/> (제주특별자치도)
- <http://www.ytn.co.kr/> (YTN)

<http://www.seoul.co.kr/> (서울신문사)
<http://www.jeonminilbo.co.kr/> (전민일보)
<http://www.sbs.co.kr/> (SBS)
<http://www.segye.com/> (세계일보)
<http://www.hani.co.kr/> (한겨레신문)
<http://www.jejunews.com/> (제주일보)
<http://www.kbs.co.kr/> (KBS)
<http://www.donga.com/> (동아일보)