

제 5 일차 : 자연생태계 보전 및 복원 정책 (V)

학 습 목 표

이번 학습은 자연생태계 보전 및 복원 정책에 관한 마지막 시간으로서 산림지역에서의 생태계 보전 및 복원을 위한 기법과 정책, 그리고 생태계의 유형에 무관하게 공통적으로 적용될 수 있는 생태계의 보전 및 복원 기법과 정책 등을 중심으로 하여 학습하고, 마지막으로 향후 전망과 과제를 학습한다.

제5일차 : 산림지역에서의 생태계 보전 및 복원 기법과 정책, 그리고 향후 전망과 과제

* 참고문헌 : 자연환경·생태복원학원론(김귀곤, 조동길, 아카데미서적, 2004), 환경백서(환경부, 2004), 21세기 자연환경보전정책 발전방향(한국환경정책·평가연구원, 2001), 환경부 웹사이트 (<http://www.me.go.kr>)

▣ 주요 학습내용

1. 산림지역의 생태계 현황과 특징
 - 산림생태계의 현황과 특징
 - 농경지 생태계의 현황과 특징

2. 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 기본 방향

3. 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 주요 기법
 - 도시림의 복원
 - 광산지역의 복원

4. 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 정책 방향
 - 산림지역의 생태계 보전 및 복원과 관련한 지금까지의 정책 및 평가
 - 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 앞으로의 정책 방향

5. 공통적인 생태계 보전 및 복원을 위한 주요 기법

- 대체공법
- 야생동물 이동통로

6. 향후 자연생태계의 변화 여건과 전망, 그리고 과제

들어가는 말

지난 시간에는 하천과 연안지역에서의 생태계 보전 및 복원을 다양한 접근 방법들을 학습하였다. 구체적인 학습 내용은 하천 및 연안생태계의 현황과 특징, 하천 및 연안 지역에서의 생태계 보전 및 복원을 위한 기본 방향, 그리고 구체적 기법과 함께 앞으로의 바람직한 정책 방향 등으로 구분하여 진행하였다. 특히, 하천이나 연안 등을 습지의 관점에서 살펴보고, 그에 대한 구체적인 내용도 언급하였었다.

이번 시간에는 본 교과목의 마지막 강좌로서 산림지역의 생태계 보전 및 복원에 관한 내용을 학습하고자 한다. 산림지역이라고 하지만, 여기에는 일부 농촌지역에 대한 내용도 포함하고자 한다. 그리고, 도시나 하천, 연안, 산림 지역 등에 공통적으로 통용될 수 있는 생태계의 보전 및 복원기법으로서 대체습지와 생태통로 등에 대한 학습도 함께 수행하고자 한다. 이후에 마지막으로 앞으로 자연생태계의 보전 및 복원 분야의 전망과 과제를 간략히 언급한 후에 마무리를 짓고자 한다.

학습 내용

I. 산림 및 농촌지역의 생태계 현황과 특징

1.1. 산림생태계의 현황과 특징

1.1.1. 산림자원

1998년 현재 우리나라 남한의 산림면적은 약 644만ha로 국토면적의 65%를 차지하고 있다. 그러나 1ha 당 축적은 평균 56m³, 1인당 산림면적은 0.14ha에 불과하고 산림면적 중 70% 정도만이 정상적인 산림경영이 가능한 지역이다. 국유림은 전체 산림면적의 약 22%를 차지하는 1,419만ha이고 평균축적은 1ha 당 81.6m³이며, 공유림은 7.6%인 488만ha이고 평균축적은 56.0m³이다. 사유림은 산림면적의 70%인 4,529만ha이나 1ha 당 축적은 전체 평균인 56m³에 미치지 못하는 48.7m³이다. 더욱이 산주의 수는 200만명을 넘어 1인당 소유면적이 2.2ha로 매우 영세한 실정이다(손요환, 2001).

임상별로는 침엽수가 약 43%인 2,742만ha, 활엽수가 26%인 1,675만ha이고, 혼효림은 28%인 1,839만ha이고 나머지는 무림목지이다. 1973년부터 시작된 제1, 2차 치산녹화계획에 의하여 그간 일본의 수탈과 전쟁으로 황폐화된 산림이 완전히 복구되었고, 계속된 산지 자원화계획에 의하여 산림관리의 효율성을 높이기 위한 기반이 조성되었다. 침엽수림의 경우에는 인공조림 때문에 전체 축적의 81%를 11-30년생의 임목이 차지하고 있는 반면 활엽수림의 경우에는 21-30년생의 임목이 43%를 차지하고 있으며 혼효림의 경우 침엽수림과 같이 11-30년생의 임목이 79%를 차지하고 있다. 이로 미루어 볼 때 우리나라의 산림은 아직 30년 미만의 어린 나이의 나무들로 구성되어 있으며 주요 수종은 침엽수인 것이 특징이다.

우리나라의 산림은 전체적으로 유령림의 비율이 높아 자원이용은 물론 산림의 다양한 기능을 발휘하는데 미흡한 실정이다. 또한 그동안 우선 녹화에 치중하여 조림수종의 선정이나 식재 후 관리가 적절하지 못한 점이 있으며, 넓은 면적에 도입외래종을 단순림의 형태로 인공조림 하여 산림생태계가 불안정한 상태를 보이기도 한다.

1.1.2. 주요 산림형의 구조와 성질

연중 사계절의 구분이 뚜렷한 우리나라는 온대 낙엽활엽수림대에 속하며, 복잡 다양한 생태적 구조와 기능을 갖고 있는 특징이 있다. 과거 오랫동안 인위적인 영향으로 원래의 산림식생은 대부분 파괴되었고 극히 일부의 지역에서만 원식생을 찾아볼 수 있다. 현존 산림식생을 중심으로 우리나라 산림형을 구분하면 천연활엽수림, 소나무림, 소나무-활엽수 혼효림, 인공림 등으로 나눌 수 있다. 각각의 산림형별 구조와 성질은 원고의 분량상 생략하고자 한다.

1.1.3. 산림생태계의 훼손 요인 및 실태

1) 산림개발

우리나라의 다양한 자연환경은 좁은 면적임에도 불구하고 여러 종류의 산림생태계를 형성하였다. 그러나 오랫동안 높은 인구 밀도로 인하여 산림자원을 매우 무차별적으로 이용한 결과 원래의 식생을 유지하고, 산림생태계 고유의 기능을 유지하고 있는 경우는 많지 않다. 산림생태계를 지형적 성질을 기준으로 고산지 산림생태계와 야산지 산림생태계로 분류할 수 있는데, 야산지 산림생태계는 인가 주변에 위치한 관계로 오랫동안 인위적인 이용과 파괴, 농경지로의 사용, 그리고 도시와 공장 건설 등으로 고유한 구조와 기능이 대부분 소멸되었다. 또한 고산지 산림생태계는 야산지 산림생태계에 둘러싸여 이들의 완충작용으로 보호를 받아오긴 하였으나, 역시 과도한 인위적인 간섭과 이용으로 극히 일부의 오지산림을 제외하고는 생태계 구조와 기능이 상당부분 훼손되었다. 근래에 이르러 녹화와 자원보호에 힘입어 이전의 황폐지가 복구되고 산림이 회복되고 있으나, 아직까지 토양입자환경 제요소들의 발달이 미약하며 생태계의 기능을 나타내는 제반 물질과 에너지의 순환 정도도 매우 미미한 수준에 있다(동북아산림포럼, 2000).

더욱이 우리나라 산지 토양이 유래한 모암은 대부분 풍화침식이 쉬운 화강편마암이며, 산지의 경사가 급하고, 연 강수량의 절반 이상이 7-8월에 집중되어 토사유출로 인해 산지가 황폐화되기 쉽다는 특성을 내재하고 있다. 또한 전쟁에 의한 피해와 남벌, 화전, 자연재해 등으로 산림 황폐가 가속화 되었으나 1962년 사방사업법 제정과 함께 시행된 사방사업과 1973년부터 1987년 사이에 진행된 치산녹화사업으로 대부분의 황폐지가 복구되어 삼림축적량이 크게 증가하였다. 그러나 이러한 사방사업과 치산녹화사업시 식재된 수종은 주로 외래수종으로 삼림에서 자연적인 천이를 억제하는 등 장기적인 측면에서 산림생태계의 생

물다양성에 악영향도 끼치고 있다.

2) 자원이용에 따른 훼손

우리나라 산림자원의 훼손은 급경사의 산악지형 및 국지기상 등 환경적인 취약성에다 무질서하고 과밀이용으로 말미암아 주로 발생하고 있고, 체계적인 훼손지 복구 및 정비의 미비로 가속화되고 있다. 특히 국립공원 지역의 탐방로 또는 대피소등 이용객의 활동공간에서 발생하는 훼손 가운데 가장 문제가 되는 것이 탐방로와 탐방로 주변의 토양침식이며, 능선부를 중심으로 한 아고산대의 피해는 특히 심각하다. 탐방로 폭의 최대기준은 2m이하인데 대부분 탐방로는 3~4m이상 훼손되었으며, 노면깊이도 30cm이상으로 침식이 진행되었으며, 주요 탐방로에서의 토양유실량은 1km당 약 450.7m³에 달하고 있다.

3) 산불발생

1987년 국립공원관리공단이 발족한 이후 1997년까지 지리산국립공원을 비롯한 18개 국립공원에서 발생한 산불은 총92건으로 이로 인한 피해면적은 116ha (약 351,000평)에 이르고 있다. 지난 11년 기간중 산불이 가장 많이 발생한 해는 1989년으로 가야산을 비롯한 9개 공원에서 14건의 산불이 발생하여 24.68ha의 산림피해를 본 바 있다. 산불발생은 1990년대 초 급격히 감소하였으나 1990년대 중반 이후 다시 증가하는 추세를 보이고 있다. 이러한 변화는 화목에서 석유·가스등으로 난방연료가 변화하고 인구의 도시집중으로 인한 농촌사회 공동화 현상으로 산림이 울창해져 일단 산불이 발생하면 그 피해가 매우 커지는 경향이 있기 때문이다.

4) 기타 요인

산림지역에서 폐광이 많이 늘어나고 있고, 이러한 폐광지역은 아직 토양층이 형성되지 않아 식물정착에 큰 문제를 제기하고 있다. 또한 폐광지로부터 흘러나오는 유황성분이 다량 포함된 폐수는 주변의 하천을 크게 오염시키고 있어 이에 대한 대책마련도 시급한 실정임. 산림면적은 1967년부터 1990년까지 매년 8,000ha씩 감소되고 있는데, 그 원인 중에는 도로건설, 공장부지, 위락시설인 골프장, 스키장, 콘도미니엄 등의 개발이 포함된다. 이러한 위락시설지역은 국민의 소득증대와 밀접한 관계를 가지므로 앞으로 소득증대와 함께 그 면적이 더욱 늘어날 전망이다.

1.2. 농경지 생태계의 현황과 특징

1.2.1. 농경지 및 농업 인구의 감소

우리나라의 농경지 면적은 전 국토 면적의 21%를 차지하고 있으며 산림이 66%, 나머지 13%가 도시, 공용도로, 공업단지 등을 이루고 있다. 그러나 경지규모는 1970년 이후부터는 비농업용지, 도시구역, 도로, 공장부지, 댐 수몰지 등 공공용지로의 편입과 유실에 따라 산림개간이나 간척에 의한 새로운 경작지의 확보에도 불구하고 지난 10년간 매년 평균 11.2천ha (경지 면적의 0.4-0.5%) 씩 줄어들고 있다. 또한 주거, 공업용지와 도로 및 댐 등 사회간접자본시설 확충 수요가 계속 증가되고 있어 향후 농지감소추세는 더욱 심화될 것으로 예상된다.

농업에 종사하는 가구와 인구의 감소는 일반적인 현상으로 1967년 농가수 2,587천호, 농가인구 16,078천명을 정점으로 계속 감소추세에 있다. 1993년말 농가 수는 1,592천호로 '92년말 1,641천호보다 2.9% 감소하였으며, 농가인구도 5,407천명으로 전년에 비해 5.3%가 감소하였다.

1.2.2. 농업활동에 의한 환경오염

과거 우리의 전통농업은 자연 생태계의 순환원리에 따른 농업 생산 활동이었으나 산업혁명 이후 점점 늘어나는 인구부양과 영리산업으로서의 업으로 전환되어 감에 따라 식량증산 문제가 대두되었으며, 이를 위하여 외부 에너지(화학비료, 농약)의 개발 도입이 이루어졌다. 특히 우리의 농업은 해방 이후 한국전쟁을 거치면서 식량난 해결을 지상과제로 여겨왔으며 자급자족을 위한 다수확 계통의 품종육성 보급과 더불어 화학비료와 농약사용은 필연이었다. 그러한 현재는 비료와 농약, 가축분뇨 등의 축산 폐기물이 토양으로 순환되지 않거나 과잉 투여되어 농업활동에 의한 환경오염문제가 점점 심각하게 대두되고 있다.

1) 비료사용의 과다사용

정부는 식량증산을 지상의 과제로 삼고 비료의 안정적 공급을 위하여 충주 및 나주에 연간 생산량 8만5천톤 규모의 요소 비료 공장을 준공하여 1963년부터 생산 체제로 들어감으로써 단위면적당 비료의 시용량이 증가하게 되었고 그후 정부의 지속적인 비료 산업의 육성으로 비료의 자급은 물론 안정적으로 공급할 수 있었으며, 1960년대부터 1980년대까

지 식량 증산을 위한 다수성 품종의 육성 보급 및 비료의 다량 투입으로 인한 시용량은 1990년까지 계속 증가하였다. 이후 ha당 시용량이 다소 줄어들고 있다¹⁾.

1980년부터 1989년까지 농토배양 사업기간중 실시한 토양 검정 결과에 의하면 비료의 시용량 증가로 인하여 토양중의 양분축적현상이 일어나고 있다. 논인 경우 토양중 평균 유효인산 함량이 107mg/kg으로 논 토양중 적정 인산수준인 100mg/kg을 상회하는 비율이 약 40%이고 치환성 칼리는 평균 함량이 0.27cmol+/kg 이었으나 적정 수준 0.4cmol+/kg 을 상회하는 비율이 16%에 달하였다. 밭의 경우 평균 유효인산 함량은 231mg/kg으로서 적정 수준인 200mg/kg을 상회하는 비율이 49%이고, 치환성 칼리는 평균 함량이 0.59cmol+/kg 으로서 적정 수준인 0.40cmol+/kg 넘는 비율이 65%나 되고 있다.

이러한 비료의 과다한 사용량 증가는 인근지역의 토양 및 지하수 오염으로 연계되고 있다. 예를 들어 비료를 비교적 많이 사용하고 있는 경기도 일원의 시설 재배지 48개소의 지하수 pH는 평균 6.3이었으나, NH₄-N 및 NO₃-N는 각각 0.15 및 11.1mg/L로 작물 피해 기준인 총 질소(T-N) 5mg/L 보다 높았으며, 특히 NO₃-N는 음용수 기준 10mg/L 보다 높게 나타나고 있다. 특히 지하수 중의 NO₃-N의 범위에서 최고치가 44.7mg/L로 높은 것은 이 지역 지하수의 오염의 심각성을 나타내고 있다.

2) 농약사용

우리나라 농약 총생산량은 1980년 16,132톤, 1991년 27,476톤으로 1.7배가 증가하였다. 1ha당 사용량은 1980연도에 5.8kg, 1991연도에는 13.1kg으로 2.25배가 증가하는 등 농약의 총사용량 증가는 물론 단위 면적당 사용량이 늘어가고 있다²⁾.

또한 독성이 강해지고 있는 농약의 토양중 잔류량은 토양에서 농약이 분해되는 속도에 반비례하고 있다. 1994년 우리나라에서 사용된 288종의 살충제, 살균제 및 제초제의 평균 토양중 반감기는 37일이다.

환경 및 생태계에 대한 오염을 줄이기 위하여 농약 개발은 점점 자연 상태에서의 분해가 빠르고, 선택성이 높은 방향으로 이루어지고 있으나 농약은 생태계의 위협요소로 작용

1) 비료 생산량은 1988년을 기준하여 볼 때 우리나라는 ha당 약 400kg으로 네덜란드의 650kg 보다는 상당히 낮고 이집트, 일본 등과 비슷하나 미국의 93.6kg에 비하여 4.3배가 높고 캐나다의 47kg에 비하여는 8.5배가 높다.

2) 농약 사용량이 증가하고 있는 것은 농약 의존도가 높은 과수 재배 면적의 확대와 농촌 인력 부족 그리고 농작물의 다양화 등으로 새로운 해충이 계속 발생하고 있는데다가 해충의 내성이 점차 강해지고 있기 때문이다 (최도용, 1993).

하고 있다. 예를 들면, 농약 처리에 의한 동물성 플랑크톤의 개체 밀도와 종다양성의 변화에 있어서도 처리 약제 모두가 무처리구에 비하여 개체 밀도를 42-91%까지 감소시키고 종의 다양성도 13%~69%를 감소시키는 것으로 나타나고 있다.

3) 가축분뇨

1960년대까지 우리나라의 축산은 전통적으로 부업형태로서 가축분뇨에 의한 환경오염 문제는 대두되지 않았다. 1970년대에 들어서면서 식생활 수준의 향상으로 육류 소비량이 증가되고 가축 사육형태도 전업형 축산 형태로 전환되었으며 사육두수도 현저하게 증가하였다.

연간 4000만톤 정도 발생하는 가축분에 의한 지하수 오염과 토양 염류 집적은 최근 심각한 농업 환경 문제를 일으키고 있다. 특히 질산염은 어린아이에게 청색증을 일으키는 지하수의 주요 오염원이다. 국내 4개도에서 국내 최초로 축산지역의 지하수 오염 실태를 조사한 결과에 의하면 축사가 없는 지역의 지하수중 평균 질산태 질소 함량은 5.48mg/l로서 규제 기준인 10mg/l이하이나, 가축분이 방치된 오염 지역은 19.03mg/l로서 약 1.9배, 오염원이 수계에 유입되는 지점에서는 1.8배 정도로 기준치를 초과하고 있어 가축 분뇨에 의한 지하수 오염문제가 심각한 상태에 있다.

II. 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 기본 방향

산림지역은 다양한 생물들이 서식하며, 생태네트워크를 구축하는데 있어서 생물종의 공급원 및 핵심지역으로서 기능하는 곳이다. 하지만, 산림지역은 도로나 농지개발 등으로 파편화되어 고립된 서식처로 남게 되고, 외부환경에 의한 영향으로 원식생은 귀화수종이 자리잡게 되었다. 또한, 천이 및 경쟁과정을 거치면서 수종은 단순해지는 경향을 보이며, 물이 부족한 서식처가 되어 다양한 생물이 살 수 없는 서식처로 변모되었다.

특히, 대규모 광산 개발 등은 산림생태계 특히, 우리나라의 백두대간을 훼손하고 생태축의 단절을 조장하는 중요한 위협인자가 되고 있다.

따라서, 산림지역을 복원하는 것은 원식생으로의 복원과 습지나 계곡 등의 조성 등을 통해서 다양한 생물이 서식할 수 있도록 만들어 주어야 하며, 백두대간을 중심으로 하여 대

규모 개발지역의 복원 등에 대한 노력이 시급히 이루어져야 한다.

III. 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 주요 기법

산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 주요 기법은 도시림의 복원 및 광산지역의 복원에 대한 구체적 사례를 이용하여 설명하고자 한다.

3.1. 도시림의 복원³⁾

도시림의 복원 관련 연구는 서울시 강남구 청담동에 위치한 청담근린공원에서의 도시림 복원 및 관리기법(서울대학교, 1997~2001)에 관한 것으로서, 도시지역에서의 생물다양성 증진을 목적으로 수행되었다.

이곳에서 추진되고 있는 연구내용은 청담근린공원의 원식생인 참나무림의 복원기법을 제시하기 위한 것으로서, 은사시나무림이 우점하는 곳을 대상으로 하여 은사시나무림을 제거한 실험구와 그대로 존치한 대조구를 설정하고, 두 지역에서의 은사시나무의 성장률, 생물다양성 향상력 등에 관한 연구를 수행한 바 있다.

연구결과 실험구와 대조구의 참나무의 성장률 및 종다양성을 조사한 결과를 살펴보면, 은사시나무를 존치한 대조구에 비해서 실험구에서는 매우 빠른 성장률을 보였는데, 평균 40%이상이었다. 그리고, 실험구에서 보다 다양한 초본, 하층, 중층의 식생들이 천이를 이루고 있는 것으로 나타났다.





또한, 도시림의 일시적인 교란 즉, 은사시나무의 벌채로 인해서 하층 및 중층식생이 증가하고, 초기천이의 단계에서 다양한 식물이 생성되고 있는 것으로 나타나고 있다. 이러한 식물다양성 및 성장력의 증진은 다른 곤충의 서식처로서 이용되어 곤충종의 차이도 나타나고 있다.

3) 본 사례는 아래의 문헌을 참고하여 작성하였다.

-김귀곤 등. 1999. 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성 기술 개발 : 3차년도 년차보고서. 환경부.

-김귀곤 등. 2002. 효율적인 생물서식공간 조성 기술 개발. 3단계 최종보고서. 환경부.

-김귀곤, 조동길, 김남춘, 민병미. 2000. 도시림 복원 및 관리 기술의 개발에 관한 연구; 원식생 복원과 생물다양성 증진을 중심으로. 환경복원특화. 3(1) : 28~38.

| 실험구(은사시 제거지역) | 대조구(은사시 존치지역) |
|---|--|
|  |  |
| a) 97년 3월 현황(벌채직후) | b) 97년 3월 현황 |
|  |  |
| c) 2000년 8월 현황 | d) 2000년 8월 현황 |

<그림 1> 청담근린공원 복원 현황

3.2. 광산지역의 복원⁴⁾

우리나라에서 광산지역을 대상으로 한 복원 사례는 아직 없다. 다만, 강원도 강릉시 옥계면의 라파즈한라시멘트에서 개발한 옥계 광산에 대한 복원계획이 현재 수립중에 있는데, 이를 중심으로 소개해 보면 다음과 같다.

라파즈한라시멘트 옥계 광산은 강릉시 옥계면 산계리에 있는 지역으로 총 허가면적은 265ha이며, 2002년도 기준으로 연간 940만톤을 생산하고 있다. 이곳은 1970년대 후반부터 개발을 시작하였으며, 일부 지역은 복구를 하고 있고, 개발이 완료된 지역, 추가 개발지역, 개발이 진행중인 지역 등으로 구분할 수 있다.

이 지역의 복원의 목표를 다음과 같이 설정하고 있다.

- 자병산 정상부근에는 지역적 환경기반(바람, 안개 등)으로 생긴 특유한 고산 전석지 식생이 있어 생물다양성 보전차원에서라도 복원하도록 해야 한다.

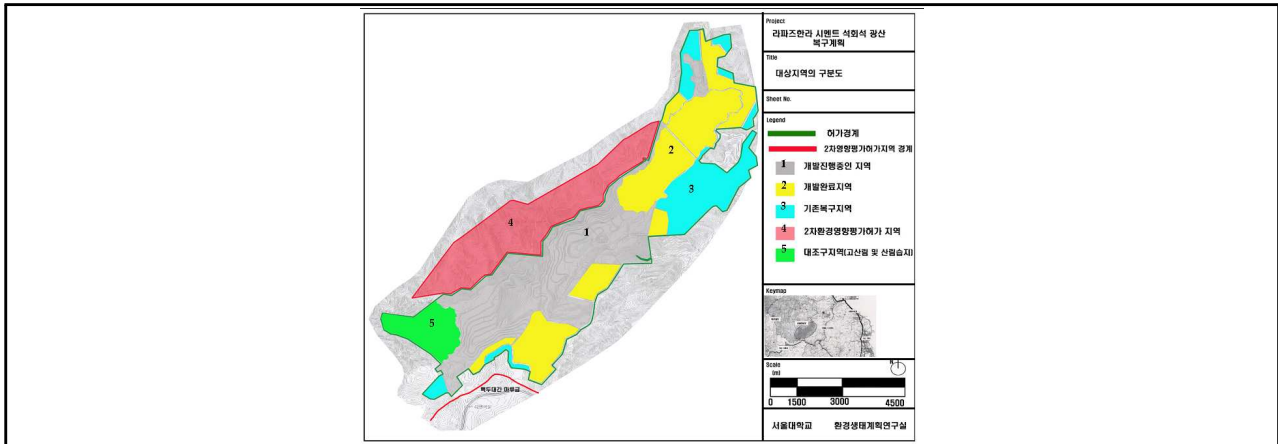
4) 이 부분의 내용은 다음의 원고를 참고하여 작성하였다.

-김귀곤. 2003. 석회석 광산의 생태복원계획 : 라파즈한라시멘트 옥계 광산을 사례로. 석회석 광산의 생태복원에 관한 국제 심포지엄. 한국환경복원녹화기술학회. pp. 1~58.

- 습지, 관목덤불숲, 초지, 농경서식처 등을 조성하여 생물들의 서식처를 제공함으로써 생물다양성을 높이도록 한다.
- 다양한 생태적 복원공법을 시도하여 과학적으로 비교·분석함으로써 생태적 변화와 천이를 예측하고 이를 검증하여 앞으로 석회석 광산복원에 있어 가장 적합한 복원공법을 제안하도록 한다.
- 복원하는 데 있어 지역주민의 참여를 적극 확대하여 복원이후에도 그 활용성을 높이도록 한다.

한편, 현재 복원계획이 진행중인데, 이 지역에 대한 복원계획의 수립에서 활용한 자료중에는 개발전의 항공사진과 개발중인 때의 항공사진 등을 입수하여 훼손되기 이전의 상태를 고려한 복원계획을 수립해 가고 있다.

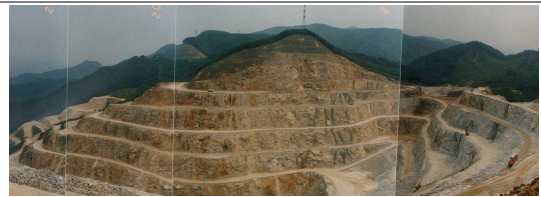
특히, 이 지역의 복원계획에 있어서 UNESCO MAB의 핵심, 완충, 전이지역의 개념을 적용하여 지역적 특성에 맞게 구분하여 전체적인 복원기본계획을 구성해 나가는 방향을 설정하였다. 구체적으로 핵심지역으로는 백두대간 인접지역을 선정하여 원생태계(Original Ecosystem)로 복원하는 방향을 설정하고, 완충지역으로 핵심지역의 옆에 선정하여 건전한 생태적 활동을 지낼 수 있도록 유사생태계(Similar Ecosystem)로 조성하도록 하였으며, 전이지역은 개발도입지역에 선정하여 다양한 농업활동 및 레크리에이션을 즐길 수 있는 대체 생태계(Alternative Ecosystem)로 조성하도록 방향을 설정하였다.



a) 대상지역의 구분도



b) 기존 복구지역의 모습



c) 개발중인 지역의 모습

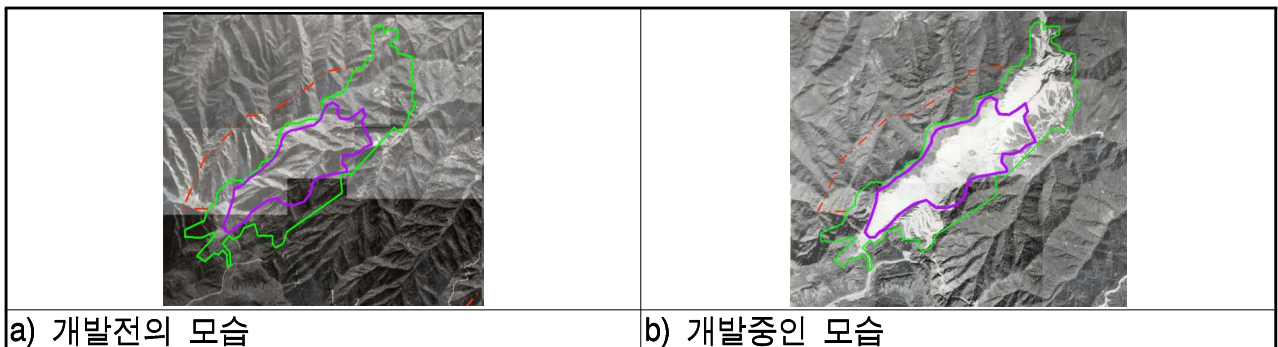


d) 2차 개발예정지역의 모습



e) 개발을 하지 않는 보전 지역의 모습

<그림 2> 대상지역 현황

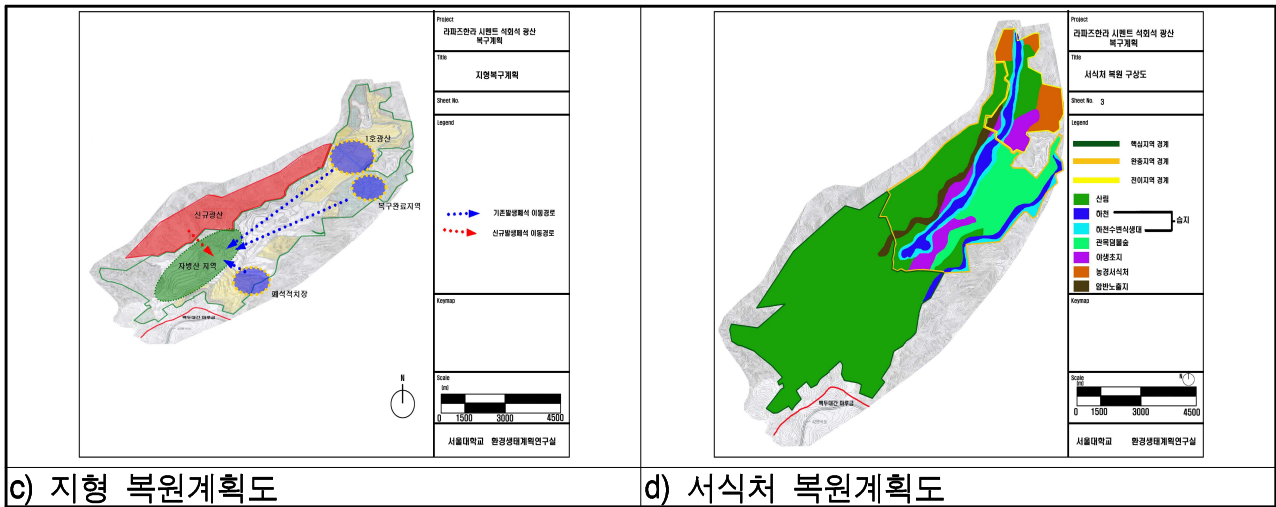


a) 개발전의 모습

b) 개발중인 모습

<그림 3> 옥계 광산의 개발전후 모습과 복원계획

<그림 계속>



<그림 3> 옥계 광산의 개발전후 모습과 복원계획

IV. 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 정책 방향

4.1. 산림지역의 생태계 보전 및 복원과 관련한 지금까지의 정책 및 평가

지금까지 이루어져 온 산림과 농촌지역에 대한 생태계의 보전 및 복원 정책과 관련한 내용과 평가를 해 보면 다음과 같다.

4.1.1. 산림생태계

- 산림생태계 관리정책의 가장 근본적인 접근은 환경적으로 안정되며 지속가능한 개발을 바탕으로 하는 합리적 이용과 보전임
- 산림의 경우 여기로부터 발생하는 모든 재화와 용역이 효율적으로 생산될 수 있도록 산림생태계를 관리하되, 동시에 산림생태계가 안정적이고 원래의 구조와 기능이 유지될 수 있도록 보전하는 노력을 동시에 기울여야 한다는 점이며, 앞으로 다가올 급격한 지구환경의 변화에 대비하여 산림생태계의 변화 과정을 예측하고 이에 적합한 산림생태계 이용 및 관리 방안을 강구하여야 할 것으로 다음과 같은 정책 추진이 미흡 - 산림생태계에서의 토양의 입지환경조사를 통한 산림관리 미흡

- 지구환경보전을 위한 산림생태계의 기능 평가 미흡
- 산림생태계의 생물다양성 복원 미흡

4.1.2. 농촌생태계

- 우리나라 농업의 생산성과 환경오염 등의 문제점을 함께 고려하여 1996년 7월 1일 농림부에서는 21세기를 향한 농림수산환경정책을 입안하였으며, 1997년 12월 12일자로 환경농업육성법이 제정되어 국가차원의 환경과 농업생산과의 조화를 위한 정책지원을 할 수 있는 법적인 지원기반을 마련하였으며, 생태계 보전을 위한 농업기술 개발을 추진하고 있으나 다음과 같은 정책 추진이 미흡
 - 지역특성에 맞는 환경친화적 농업기술 체제 미흡
 - 농업환경에 대한 기준 설정 미비
 - 생태계 보전을 위한 농업정책연구 미흡

4.2. 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 앞으로의 정책 방향

앞으로 농촌지역을 포함한 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 정책 방향을 제시해 보면 다음과 같다.

- 한반도의 골격을 이루고 있는 백두대간을 국토중심 생태축으로 보전·관리하기 위한 대책 마련
 - 보호구역 설정, 훼손지 복원 등에 대한 보전 및 관리 방안 마련
- 백두대간과 연결되는 10개 정맥에 대해서는 생태축이 단절되지 않도록 환경영향평가 및 사전환경성 검토 강화
- 지속가능하고 생태적인 산림 관리 및 경영 전략 마련
- 산림습지 등 산림생태계에 대한 지속적인 모니터링과 연구

V. 공통적인 생태계 보전 및 복원을 위한 주요 기법

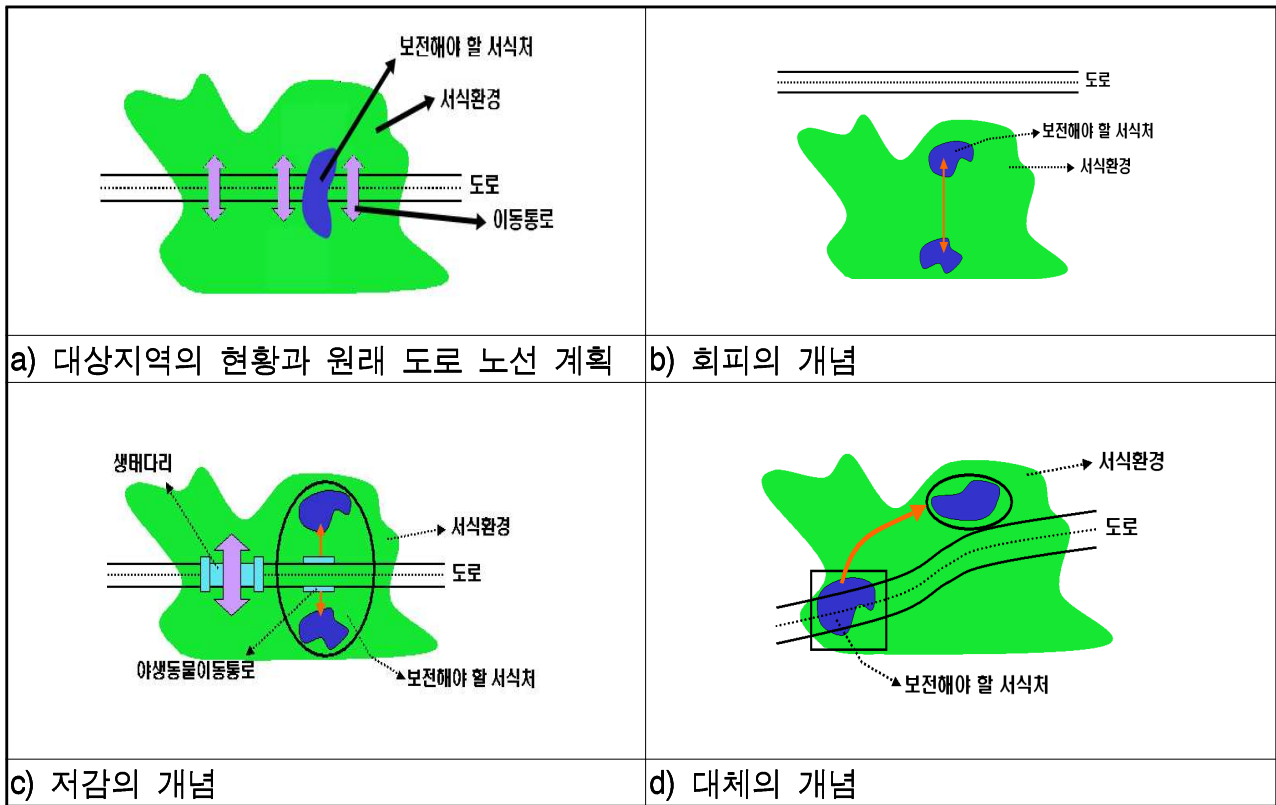
여기서 공통적인 공법은 앞서 제시한 도시지역, 하천 및 연안지역, 산림지역 등에 무관

하게 공통적으로 도입될 수 있는 기법을 말한다. 이것에 대한 대표적인 공법이 대체공법과 야생동물 이동통로가 될 수 있다.

5.1. 대체공법

5.1.1. 대체공법의 개요

대체공법은 각종 개발사업에 의해서 매립 혹은 훼손되거나 영향을 받는 서식처를 다른 지역에 옮겨 주는 것으로서 구체적인 개념은 <그림 4>에서 제시하였다.



<그림 4> 철도 및 도로 건설에 따른 영향의 회피, 저감 및 대체의 개념

위의 그림과 관련하여 습지 서식처를 예로 설명해 보면, “회피”는 서식처를 보전하는데 있어서 가장 바람직한 방법으로 개발로 인한 습지 서식처가 훼손되지 않도록 노선을 변경하는 것을 말한다. 위의 그림에서 b)의 방법이 회피의 개념을 제시한 것인데, 그림에서 보듯 노선을 서식환경 밖으로 옮겨서 습지에 영향을 주지 않도록 하는 방법이다.

그리고, “저감”은 노선의 변경 등이 불가능하여 불가피하게 서식처를 훼손시키거나 영향

을 줄 때 그 영향을 최소화시키기 위한 방법을 말한다. 이러한 경우의 대표적인 방법이 바로 야생동물의 이동통로를 조성해 주는 것이 된다. 그림의 c)에서도 좌측은 육교형 생태통로를 조성한 것이며, 우측은 터널형 생태통로로서 습지의 수문 등을 연결하고자 할 때 주로 이용된다.

마지막으로, 저감방안 마저도 현지에 적용할 수 없는 경우 보전해야 할 서식처를 다른 곳에 새롭게 조성해 주는 것을 “대체”라고 한다. 대체는 훼손되는 습지에 대한 보상 방법 중에 하나로서 습지의 총량을 유지시켜주고, 훼손되는 습지가 가지고 있던 기능을 그대로 유지시켜 주기 위한 방법이다. 그림 d)에서와 같이 좌측에 노선이 생기면서 훼손되는 습지를 노선이 지나지 않는 다른 곳에 새롭게 습지 서식처를 조성해 주는 것이다.

5.1.2. 대체공법의 적용 사례⁵⁾

대체공법을 실제로 적용한 사례로는 경의선 환경생태공동조사단에서 경의선의 철도 및 도로 건설에 따라 습지에 영향을 미침으로서 그에 대한 대체습지를 조성한 사례이다.

국내에서는 최초로 대체습지를 조성한 이 사례지역은 2003년 11월에 완공되었으며, 구체적인 기법으로는 유역의 설정을 통하여 영향받는 습지의 파악을 한 이후에 대체습지의 조성을 위한 목표, 목적 및 기준의 설정을 하였다. 이후에 동일한 유역내에서 대체습지를 조성할 지역을 선정하고, 선정된 지역을 대상으로 훼손된 습지의 기능과 구조를 재현할 구체적인 계획을 수립하였다.

계획의 내용에는 이 지역에 중요한 생물종인 맹꽂이 등의 서식을 목표로 하였으며, 이를 위해서 필요로 하는 서식기반환경의 제공, 서식처 제공 등이 이루어졌다. 특히, 습지 식물의 식재기법에서는 인위적인 식재를 하지 않고 여러 가지 자생수종을 혼합식재하여 추후 그 지역의 환경에 적합한 식물종이 우점할 수 있도록 유도하였다.

경의선 지역에서의 대체습지 조성지역에 대한 조성전 현황, 기본계획도, 그리고 조성후 현황은 <그림 5>와 같다.

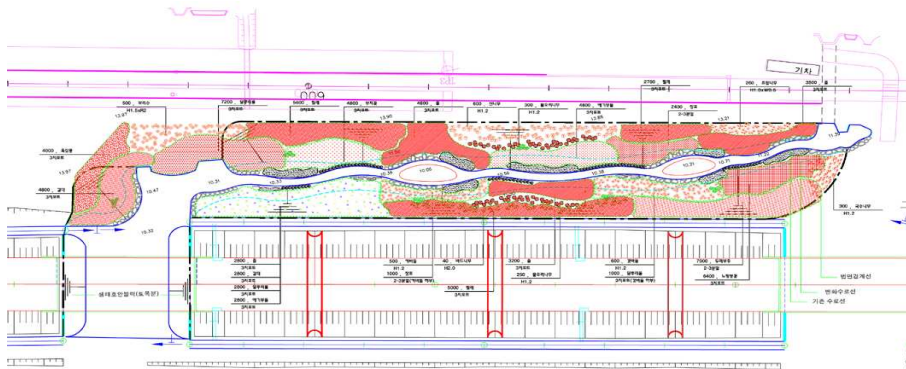
5) 이 부분의 내용은 다음의 원고를 참고하여 작성하였다.

-김귀곤 등. 2003. 국내환경에 적합한 소택형 대체습지 조성기술 개발. 환경부. 1차년도 보고서. (unpublished)

-김귀곤. 2003. 동해선 남북연결도로 건설에 따른 환경평가와 생태복원. DMZ의 생태복원에 관한 국제심포지엄. 한국환경복원녹화기술학회. pp.1~58.



a) 경의선 지역에 대체습지 조성을 위한 대상지 현황



b) 대체습지 조성계획 평면도



c) 대체습지의 조성후 모습

<그림 5> 경의선 지역에서의 대체습지 조성지 현황과 계획 평면도, 조성후 현황

5.2. 야생동물 이동통로

5.2.1. 야생동물 이동통로의 개요

야생동물 이동통로(wildlife passage)는 도로개설 및 각종 인간행위에 의하여 단절된 서식처를 연결하는 특별한 형태이다. 최초의 야생동물 이동통로의 조성은 개설된 도로가 동물들에게 영향을 준다는 것을 파악하게 된 후 설치되었으며 초기 단계에 있어서 해결책을 찾아낸 주체는 동물들의 이동경로를 파악하고 있는 사냥꾼들이었다.

야생동물의 이동을 위한 최초의 생태통로는 프랑스에서 시작되었다. 지하통로의 형태로

건립된 이러한 최초의 통로는 특별히 사냥의 대상이 되어지는 동물을 고려하여 건설되었다.⁶⁾ 초기단계에 건설된 대부분의 통로들은 대체로 작고 폭이 좁은 관계로 비효율적인 것으로 판단되었으며 실제 목표로 삼은 종이 이용하는 경우가 드문 것으로 드러났다(Keller & Pfister 1995). 이러한 과정을 통하여 인공적인 생물이동통로가 서식처의 분절이라는 일반적인 문제를 해결할 수 있다는 것을 파악하게 되었으며 이후 다양한 형태의 생물이동통로가 고안, 적용되게 되었다.

이러한 개별적 종의 이동을 위한 생물이동통로의 조성은 유럽전체적인 차원에서 서식처의 단절 및 이에따른 종다양성의 감소추세를 방지하기 위하여 유럽차원의 생물네트워크를 구축하기 위하여 제안된 EEONET(The European Ecological Network)선언을 비롯하여 이를 구체화한 EU의 'Natura 2000', 독일의 '전유럽 보호지역 네트워크(pan-European network of protected areas)'등에 의하여 뒷받침을 받게되었다.(ECNC 1997)⁷⁾

야생동물 이동통로는 생태적 네트워크가 필수적으로 갖추어야 하는 ① 주요 서식처 유형의 보전을 확보하기 위한 핵심지역(core area) ② 개별적 종의 핵심지역간 확산(disperse) 및 이주(migrate)를 위한 회랑(corridor) 또는 디딤돌(stopping stone) ③ 서식처의 적절한 다양성 제공과 최적크기로의 네트워크의 확산을 가능하게 하는 복원(restoration) 또는 자연개발지역(nature development area) ④ 오염 또는 배수 등 외부로부터의 잠재적 위협으로부터 네트워크를 보호하기 위한 완충지역과 밀접한 관련을 맺고 있다.

야생동물 이동통로의 개념은 여전히 새롭고 국가별로 일정한 차이를 보여주고 있으며 현재까지의 건설된 통로들은 비교적 소규모 형태를 나타내고 있다

유럽의 경우 이러한 생태통로에 대하여 개념에 있어 일정부분 차이가 있으며 이는 전체 경관의 연결 또는 생태적 기능의 연결이라는 의미부터 사냥대상이 되는 동물의 통로 또는 식생에 의해 피복된 다리를 일컫는 등 그 범위가 매우 넓은 것으로 나타나고 있다.⁸⁾

6) 이러한 점은 "passage à gibier"라는 불어의 어원에 잘 나타나 있다.

7) 이러한 유럽전체 차원에서의 네트워크의 형성과 더불어 국가차원에서의 'Natural Framework'(리투아니아), 'National Ecological Network'(네덜란드), 'Interwoven Biotope System'(독일)등의 계획이 수립되고 있으며 지역적 차원의 'Green Structure'(플란더스, 벨기에)등 다양한 측면에서 생태적 네트워크의 형성계획이 수립되고 있다.

8) 네덜란드의 경우에 있어서는 "cerviduct" 또는 "ecoduct"로 불리워지고 있으며 프랑스의 "passages à gibier"의 경우는 사냥의 대상이 되어지는 동물을 목표로 하고 있으며 독일의 "Landschaftsbrücken"은 전체경관의 연결이라는 의미를 내포하고 있다. 스위스의 "Oekobrücken" (ecological bridge)는 일반적인 생태적 기능을 포함하고 있다. 이밖에 독일의 "Grünbrücken"(green bridge)는 단순히 식생에 의하여 피복된 다리를 나타내고 있다. 이러한 언어학적인 측면에서의 고려는 통로의 역할에 있어 아직 명백한 정의가 내려지고 있지 않음을 나타내고 있

야생동물 이동통로의 개념 및 기능에 대해서 여러 가지 의견이 제시되고 있으나 위의 4가지 요소와의 관계를 고려할 때

- 생태계의 비오토프 시스템에서의 요소로서 서식처의 연결
 - 이동경로의 보전
 - 서식지 범위의 보전
 - 충돌에 의한 위험성의 경감
 - 가장자리의 파괴된 서식처의 대체로서 새로운 서식처의 제공
- 으로 정의내릴 수 있다.

이러한 야생동물 이동통로의 기능은 생태적 기능은 도로, 철도 등의 개발행위에 의하여 영향을 받는 동물의 다른 그룹의 요구에 따라 각각 다른방법으로 변화되어져야 하는 것이다.

5.2.2. 야생동물 이동통로의 적용 사례⁹⁾

야생동물 이동통로는 도시 및 자연, 산림지역에서 도로의 개설 등에 의해서 단절된 서식처를 연결하여 야생생물의 이동 및 서식을 보호하기 위한 것이다. 우리나라에서는 지리산에 처음으로 생태통로의 개념을 도입하여 시공된 바 있으며, 도시근교 지역에서 도로에 의해 단절된 서식처를 연결하기 위해 조성된 생태통로의 대표적인 사례는 의왕-고색간 고속화도로 내의 오봉산 생태통로이다.

이곳은 1998년 겨울철에 완공되었는데, 주요 조성기법은 기존 산림의 계곡을 활용하여 생태통로에서의 계류 및 저습지 조성과 다공질 공간의 도입 등이 될 수 있다. 특히, 생물의 이동 및 서식의 관점에서 생태통로를 조성하는데 있어 중요한 것은 위치의 선정으로 조성 전에 충분한 생태조사와 분석에 바탕을 둔 최적의 위치를 선정하는 것이 가장 중요한 것이

다.

9) 본 사례는 아래의 문헌을 참고하여 작성하였다.

-김귀곤 등. 1999. 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성 기술 개발 : 3차년도 년차보고서. 환경부.

-김귀곤 등. 2000. 효율적인 생물서식공간 조성 기술 개발 : 2차년도 중간보고서. (unpublished)

-김귀곤, 최준영. 1998. 분절된 서식처의 원형을 위한 생태이동통로에 관한 이론적 연구(1); 유형구분 및 조성절차를 중심으로. 한국조경학회지. 26(2) : 293~307.

-김귀곤, 최준영, 손삼기. 2000. 단편화된 서식처의 연결을 위한 야생동물 이동통로의 조성. 한국조경학회지. 28(1) : 70~82.

라고 할 수 있다.

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>a) 도로개설에 의해 단절된 구간에 생태통로 구조물을 조성하는 모습</p> | <p>b) 조성후 이듬해의 모습(1999년)</p> |
|  |  |
| <p>c) 조성후 식생의 정착 및 천이가 일어나는 모습(2000년)</p> | <p>d) 조성후 토끼의 이동을 나타내는 발자욱</p> |

<그림 6> 오봉산 생태통로 조성현황

한편, 조성후 모니터링 결과 대상지역 내에서만 식물은 71종이 자연적으로 발생하였으며, 곤충은 169종으로 나타났다. 식물의 경우 자연발생율이 높은 것은 주변이 산림지역이여서 종자의 유입이 쉽기 때문으로 보고 있으며, 조성시 야생초화류와 곤충의 서식을 위한 다공질 공간의 도입 등은 곤충류 증가의 원인이 되었을 것으로 판단된다. 이동 및 서식이 확인되고 있는 종들은 산개구리, 너구리, 청설모, 족제비, 다람쥐, 땃쥐 등으로 나타나고 있다.

또한, 경의선 남북연결도로 조성 지역에서도 다양한 유형의 야생동물 이동통로가 조성되어 모니터링이 진행되고 있다. 특히, 환경적으로 민감한 지역에서 도로와 철도가 조성됨으로써 서식처의 단절이 심각할 수 있는 만큼 야생동물 이동통로가 다양하게 조성되어 있다. 구체적인 유형과 조성후 야생동물이 이동한 모습은 <그림 7>과 같다.

| | |
|--|---|
|  |  |
| <p>a) 경의선 DMZ 지역의 생태다리</p> | <p>b) 경의선 민통지역내 생태다리</p> |
|  |  |
| <p>c) BOX형 생태통로</p> | <p>d) 소형파형강판을 이용한 생태통로</p> |
|  |  |
| <p>e) 도로변에 조성된 양서류용 이동통로</p> | <p>f) 'b)'의 생태다리에서 이동이 관찰된 고라니</p> |

<그림 7> 경의선 지역에 조성된 다양한 유형의 야생동물 이동통로

VI. 향후 자연생태계의 변화 여건과 전망, 그리고 과제

여기서는 자연생태계의 보전 및 복원과 관련하여 우리에게 남겨진 과제와 앞으로의 전망을 제시하면서 이 강좌의 결론을 갈음하고자 한다.

세계보전전략이 서술하고 있는 것처럼 경제적 발전과 풍요한 자연의 향유를 추구하는 인류는 자원한계의 현실 및 생태계의 잠재적 부양능력과 타협하지 않을 수 없다¹⁰⁾. 생태복원 노력은 이와 같은 타협에 큰 도움을 주는 분야로 주요한 역할을 할 것으로 전망된다. 그러나, 생태복원의 목표를 달성하기 위해서는 여러 가지 조치가 필요하다.

10) IUCN-UNEP-WWF. 1980. 세계보전전략(World Conservation Strategy) : 지속가능발전을 위한 생물자원의 보전. 환경청. p. 5.

첫째, 교육 및 훈련기관의 확충이 필요하다. 보전 및 복원조치의 수행에 있어 주요한 제한은 훈련된 인원이 부족하기 때문이다. 보전 및 복원 계획과 관리, 그리고 모니터링에 필요한 전문 지식과 기능을 훈련시키는 대학 및 기타 고급 교육기관의 능력을 검토해야 한다. 중앙과 지방의 훈련기관과 시설이 보강되어야 한다. 훈련은 전문직업인, 기능공, 그리고 일반대중 등 3 범주로 구분하여 실시할 필요가 있다.

전문적 수준의 훈련은 전문가(특정 업무에 대한 세밀한 연구, 조사, 설계를 할 수 있는 사람)와 일반가(한 분야 또는 여러 분야에 걸쳐 복원의 이론과 실재를 폭넓게 파악하고, 여러 가지 관련 학문을 전반적으로 이해하고 있는 사람) 모두를 위하여 필요하다. 이를 위해서는 적절한 대학교 과정이 필요하다. 일반가의 훈련에 필요한 종합 학문적 과정에는 많은 분야의 교수단이 필요한 것은 당연하다.

기능공 수준에서는 교육과 현지 훈련을 결합시켜야 한다. 현지 훈련을 통해 학생들이 필수적인 실제 경험을 얻고 기술교육을 받을 수 있도록 할 필요가 있다.

일반대중을 대상으로 한 복원의 필요성, 목적 및 방법, 예측되는 결과를 설명해 주고, 협조를 구함은 물론, 지역사회에 바탕을 둔 복원활동에 적극적으로 참여토록 교육시킬 필요가 있다. 복원의 가치를 지역공동체에 광범위하게 인식시킬 때 장기간에 걸친 복원사업의 성공을 기대할 수 있다.

둘째, 보전 및 복원에 관한 연구기능을 강화해야 한다. 이미 알려져 있는 상당한 지식을 이용함과 동시에 항상 더 많은 지식을 얻어야 할 필요성이 있기 때문이다. 특히, 실험적 복원 방법의 중요성이 강조되어야 한다. 복원에 관한 국제적 연구사업의 일환으로 국내 복원 연구를 수행하면 비용 효과적일 수도 있다.

셋째, 환경교육에 자연환경 보전 및 복원에 관한 내용을 포함시키자. 보전 및 복원 목적의 달성을 보장하려면 궁극적으로 사회 전체의 복원에 대한 가치와 형태가 바뀌지 않으면 안 된다.

인류사회가 그의 생존과 복지를 의존하고 있는 자연세계와 조화를 이루고 살아 나가려면, 사람은 물론 동식물도 포함하는 새로운 윤리가 필요하다. 여기에는 복원 윤리도 포함되어야 한다. 환경교육의 장기적 임무는 이 새로운 윤리와 양립되는 자세와 행태를 육성하고 강화하는데 있으므로, 자연환경복원에 관한 내용은 환경교육의 일부를 이루어야 한다.

넷째, 보전 및 복원의 전(全)과정에 일반대중이 참여토록 해야 한다. 보전 및 복원 계획, 결정, 관리와 모니터링을 수행함에 있어 현지의 지역사회가 참가하고 의논하거나 그 밖의 방법으로 일반 대중이 참여하는 것은 경제적, 사회적, 생태학적 목적들을 검토하고 통합하는 귀중한 수단이 될 수 있다. 이것은 또한 “적응관리”에 큰 도움이 된다.

참여에 의해서 일반 대중의 신뢰가 깊어지고, 복원 목적에 대한 일반 대중의 이해가 높아진다. 일반 대중의 참여는 정책 결정자와 계획가에게 추가적인 자료를 제공하기도 한다.

다섯째, 자연환경보전 및 복원 면허 제도의 정착과 업종의 신설이 필요하다. 현재 정부가 추진하고 있는 자연환경복원 관련 면허 제도는 자연환경관리기술사, 자연생태복원기사, 자연생태복원산업기사로 구분되어 있다. 자연환경관리기술사와 자연생태복원기사는 앞에서 서술한 바 있는 전문적 수준의 자격을 갖춘 사람에게 주어지는 기술자격이며, 자연생태복원산업기사는 기능공 수준에서의 자격이라고 볼 수 있다.

이와 같은 자격제도가 활성화되기 위해서는 자연환경복원업종의 신설이 필수적이며, 이를 위한 법적·제도적 뒷받침이 하루 속히 마련되어야겠다. 자연환경복원 면허가 필요한 복원업종을 예시해 보면 다음과 같다.

- 친환경 복원계획·설계업
- 지속가능성 평가, 사전환경성 평가, 그리고 환경영향평가 과정 중 대안 도출 및 영향 저감을 위한 복원
- 멸종위기종 및 희귀종, 법적보호종의 증식 및 복원업
- 인공지반의 복원업
- 대체자연조성업
- 대체녹지 조성업
- 대체습지 조성업
- 자연형 하천 복원업
- 자연생태영향평가업
- 폐광산 복원업
- 비오톱 조성업
- 훼손된 생태계 복원업
- 생태공원 조성업

- 기타 기능이 떨어진 생태계 복원업

생태복원은 21세기에 우리가 환경분야에서 가장 먼저 생각해야 할 분야 중에 하나이다. 이를 위해서 지금까지 제시된 내용들이 환경분야에 적극적으로 활용되어 건강하고 온전한 한반도의 생태계를 구축해 나가고, 지구환경문제의 해결에 선두주자가 되기를 바란다. ♣

학습정리

- 산림생태계의 훼손 요인 및 실태
 - 산림지역의 개발, 자원이용에 따른 훼손, 산불발생, 광산 개발 등
- 농경지 생태계의 특징
 - 농경지 및 농업인구의 감소
 - 농업활동에 의한 환경오염 ; 비료의 과다사용, 농약사용, 가축분뇨 등
- 도시림 복원
 - 도시내 잔존하는 도시림은 원식생의 복원 및 도시내 생물종 공급원으로서 가치 회복, 생태네트워크의 중심축으로의 설정 등이 필요
- 광산지역의 복원
 - 훼손된 생태계의 복원과 복구, 새로운 대안 생태계의 모색이 필요
 - 백두대간의 핵심축 보전 및 이들 지역에 포함된 대규모 개발지역의 효율적이고 체계적인 복원
- 산림지역의 생태계 보전 및 복원을 위한 앞으로의 정책 방향
 - 한반도의 골격을 이루고 있는 백두대간을 국토중심 생태축으로 보전·관리하기 위한 대책 마련
 - 백두대간과 연결되는 10개 정맥에 대해서는 생태축이 단절되지 않도록 환경영향평가 및 사전환경성 검토 강화
 - 지속가능하고 생태적인 산림 관리 및 경영 전략 마련
 - 산림습지 등 산림생태계에 대한 지속적인 모니터링과 연구
- 대체공법

- 어떤 개발에 의해서 훼손될 수 있는 서식처를 유역내 다른 지역에 옮겨주는 것
- 보전이나 복원에 대한 소홀 가능성이 있으며, 개발에 대한 면죄부의 성격이 아니라 불가피한 경우에 자연생태환경을 보전하기 위한 필수불가결한 선택이 되어야 함.
- 야생동물 이동통로
 - 목표종 설정과 이동통로의 조성지역 선정이 관건
- 향후 자연생태계의 변화 여건과 전망, 그리고 과제
 - 첫째, 교육 및 훈련기관의 확충이 필요하다.
 - 둘째, 보전 및 복원에 관한 연구기능을 강화해야 한다.
 - 셋째, 환경교육에 자연환경 보전 및 복원에 관한 내용을 포함시키자.
 - 넷째, 보전 및 복원의 전(全)과정에 일반대중이 참여토록 해야 한다.
 - 다섯째, 자연환경보전 및 복원 면허 제도의 정착과 업종의 신설이 필요하다.

학습문제

- 우리나라의 산림 및 농촌 생태계의 특징과 문제점을 논하라.
- 우리나라에서 산림지역에서의 생태계 보전 및 복원을 위한 기법을 사례를 들어 설명하라.
- 지금까지 산림지역에서의 생태계 보전 및 복원을 위한 정책과 그에 대한 평가를 해보자.
- 대체공법에 관한 윤리적 문제점에 대해서 논하라.
- 대체공법과 야생동물 이동통로 조성에 있어서 중요한 관점을 설명하라.
- 향후 자연생태계의 보전 및 복원에 관한 전망과 과제에 대해서 논하라.