

ISSN 1229-7151

자연보존



계간

제 123 호

Nature Conservation

2003. 9

획 : 생태계 보전 · 복원 기술의 동향과 전망



사단법인 한국자연보전협회

갯대추 *Paliurus ramosissimus* (Lour.) Poir.

갈매나무과(Rhamnaceae)에 속하는 낙엽활엽관목으로 대추나무와 비슷하고 높이가 3~4 m에 달한다.

잎은 어긋나며 길이 3.5~9 cm, 나비 2.5~4.5 cm로서 아랫부분에 3개의 큰 맥이 있으며, 표면에 털이 있지만 뒷면은 어릴 때 특히 맥 위에 털이 있으며, 가장 자리에 잔 톱니가 둔하게 나있다. 꽃은 6~7월에 피고 연한 녹색이다. 열매는 9~10월에 반구형으로 끝이 3갈래로 갈라져 넓은 날개가 되며 갈색 털로 덮인다.

분포지는 제주도 남원읍, 대정읍, 성산읍, 구좌면, 한경면, 제주시와 중국 타이완, 일본 등이다. 본 종은 환경부 지정 보호 대상 식물 제 39호로 제주도 대정읍에서 촬영한 것이다.

글·사진 : 양 영 환(제주도민속자연사박물관)

編輯委員會 委員

委員長 田承勳(景園大學校 教授)

委員 盧永大(韓國自然情報研究院 院長)

委員 朴東均(동북아산림포럼 事務處長)

委員 金鎮漢(國立環境研究院 林業研究官)

委員 孔子錫(慶熙大學校 教授)

우리 모두 자원을 아끼시다

※ 자연보존에 게재된 내용 가운데 필자의 견해는 본 협회의 의견과 일치하지 않을 수 있습니다.

협회 창립 40주년을 맞이하며

김진일

본 협회 회장 · 성신여자대학교 교수

韓國自然保全協會는 1963년 10월 韓國의 自然 및 資源保存을 위한 學術調查委員會가 조직된 것이 협회 탄생의 효시이다. 당시 國內의 원로 생물학자들이 중심이 되어 위원회를 조직하였다가 그 해 12월 24일 정식으로 ‘韓國 自然 및 資源保存委員會’를 발족시키고, 초대 회장으로 故 趙福成박사를, 부회장으로 故 李德鳳, 姜永善박사를 선임하여 출발한 학술단체였다.

이로부터 40년간 창설 당시의 의도대로 학술조사를 그침 없이, 또한 성실히 수행하여 온 결과 이제는 그 업적이 산적하였고, 단체의 구성이나 명칭도 그때 그때의 시대적 요구에 따라 몇 번 바뀐 것이 현재와 같은 社團法人體의 협회이다.

강산이 네 번이나 바뀔 40여 성상의 많은 업적과 단체의 구조적 변화의 역사를 이제는 누군가가 수합하여 기록으로 보존하지 않으면 후세들에게 커다란 당혹감을 남기게 될 것이다.

더욱이 지금은 여러 단체나 개인들조차도 自然保護 또는 自然保存이란 명칭을 이용한 環境團體를 결성하여 개인의 영리를 추구하는 사례가 너무나도 많은 실정이다. 이러한 시점에 우리 나라 환경연구의 원뿌리를 구성해 온 우리가 우리 스스로 협회의 역사를 보존해 둘 필요성은 참으로 절실하다.

이에 따라 협회 역사의 개괄적인 줄거리만이라도 수합하여 정리할 생각으로 협회 창립 40주년 기념 ‘자연보존 40년사’라는 작은 사진첩을 남기기로 하였다.

그러나 짧지 않은 세월의 이력을 총 정리하려면 이에 합당한 전문 인력이 필요하고, 자료를 상세한 기록으로 남기려면 소요경비도 많이 든다. 하지만 현재의 협회 여건으로는 이를 충족시키기 어려운 형편이다. 이에 따른 미흡한 현실과 결과물에 대하여 넓은 아량으로 이해하고 참고하여 주시면 고마운 것으로 만족하려 한다.

지나간 역사를 회고한다는 것은 세월의 빠름을 느끼는 허무함도 있겠지만 지나온 흔적을 통해 내일의 힘찬 재도약의 발판이 될 수 있다는 희망적 판단으로 열정적이었던 과거사를 음미해 본다.

韓國 自然 및 資源保存委員會로 시작한 단체명은 1965년 9월에 韓國自然保存委員會로 개칭하였고, 대표는 이사장인 제도로 바꾸었다. 1967년 12월 다시 韓國自然保存研究會로 개칭하였고, 다음해 연말에는 文化公報部에 社團法人體를 신청하여 1969년 5월에 승인을 받았다. 1966년부터 1968년 사이는 미국 Smithsonian 연구소와 공동으로 DMZ의 생태조사에 주력하였고, 사단법인이 된 후에는 매년 國內의 여러 지역을 조사하여 정기적으로 보고서를 발행하였다. 이때부터 地理·地質분야가 가세되었고, 곧 人類文化분야까지 참여하여 연구대상의 폭을 넓혔다.

1974년 2월 5일의 총회는 韓國自然保存協會로 호칭과 체제를 바꾸고, 구성도 대폭 개선하였다.

회장 대표제(당시 李德鳳박사)로 환원했으나 이를 지원하는 顧問을 두었고, 5월 15일에는 領夫人이신 陸英修여사를 協會 總裁로 모셨으며, 서울·京畿를 비롯한 8개의 道別支部가 결성되었다. 총재와 고문제도는 곧 폐지되었으나 다른 제도는 변동 없이 25년간 이어져 왔다.

초창기의 文化公報部 산하단체에서 內務部 산하로 이관되었다가 1990년 5월에 다시 環境處 산하로 이관되었는데 1998년에 環境部가 자연환경보전법을 개정함에 따라 구조의 변화 없이 명칭만 韓國自然保全協會로 바뀌었다.

29명의 생물학자로 시작된 협회가 지금은 10개 지부에 1,300여명의 회원으로 구성되어있고, 각 회원이 종사하는 분야도 매우 다양해졌다.

초창기에 Smithonian 연구소와 공동으로 조사한 DMZ의 생태조사 결과는 1972년의 추가조사 결과와 함께 협회 綜合學術調查報告書 제 7호(1974)에 발표되었고, 이 보고서의 제 1호는 협회 최초의 독자적인 조사로 1970년도의 小黒山島 綜合學術調查報告書이다. 조사는 한해에 두 지역을 실행한 경우도 많았다. 그래서 조사 시작 33년만인 금년도에 제 43호를 출간하였다.

한편, 1974년부터는 매년 소수의 학자들에게 연구비를 지급하였는데 이 연구결과들은 1979년부터 별도의 논문집인 自然保存研究報告書로 발행되었고, 2002년 현재 21輯이 출간되었다.

또한 1996년부터는 새로운 논문집인 “한국생물상연구지”를 발행하였는데 이 논문집은 주로 회원의 개별적 투고로써 한국의 생물상과 관련된 내용이 중심이며, 2002년 현재 제 7호가 출간되었다. 협회의 정기간행물 중 역사적으로, 양적으로 우선하는 것은 계간지인 “자연보존”이라 할 수 있다. 1968년에 창간호가 발행된 후 초창기의 몇 해 동안은 일년에 1권마저 정기발행이 어려운 때도 있었다. 하지만 1974년부터는 자리가 잡혀 1997년 말에는 제 100호 발간 기념사업까지 있었고, 지금의 현재 호까지 123호가 발행된다.

정기간행물 외에도 많은 발간물들이 있다. 1970년에 발행된 “한국의 자연”을 필두로 15종 정도의 조사 또는 연구보고서, 도감류, 계획서 등이 있고, 포스터도 수 차례에 걸쳐 제작, 배포되었다.

한편, 정기간행물에 대하여서는 창립 40주년을 맞은 올해부터 그 체제를 바꾸기로 하였다. 그동안 주로 대학 교원들의 논문인 3종의 논문집들은 그 체제와 규격을 통일하여 대학이나 교육부가 주장 또는 희망하는 방향으로 전환기로 했다. 그래서 논문집의 명칭도 “한국자연보존연구지”로 통일하고, 매년 4호씩 발행하되 각 호별로 과거 3종의 기본 성격은 살리고, 여분의 한 호에 대하여는 인문·사회분야까지 수용할 수 있도록 하였다. 그러나 전문가 또는 비전문가에게 자연에 대한 기초상식 보급에 초점을 맞춘 “자연보존”은 현행대로 유지된다.

아울러 전자미디어 시대에 부응코자 그 동안 발행되었던 “자연보존지”는 창간호부터 CD로 저장하는 작업과정에 있고 창립 40주년 기념으로 1호(창간호부터 15호까지 수록)를 제작·완료하여 금 10월 2일의 창립 기념 심포지엄 개최시 증정·배포할 예정이다.

그 동안 우리 협회는 학술조사에만 전력하지는 않았다. 대 국민교육도 게을리 하지 않았고, 국제적 활동도 게을리 하지 않았다. 초창기의 Smithonian 연구소와의 공동연구도 그렇고, 1966년 7월에는 이사장과 이사인 姜永善박사와 元炳昨박사가 Swiss에서 개최된 IUCN 총회에 참석하고, 협회를 단체회원으로 가입하였다.

그 후 매년 협회의 예산이 허락하는 한 각종 국제회의, 학회 등에 참여함으로써 우리의 문호를 넓혀왔다.

초창기부터 대민 교육의 일환으로 각종 강연회와 세미나를 개최하여 왔는데 가장 효과가 컸던 사업은 1974년 5월 28일의 淡水魚 放養일 것이다. 이 사업은 朴正熙대통령부터 자연보호뿐만 아니

라 담수자원 보호라는 명분이 있었고, 육영수여사가 직접 참여한 행사이기 때문이다. 이때부터 우리 국민에게도 자연보호의 중요성이 홍보되기는 하였으나 이것만으로 충분치 못했음은 주지의 사실이다. 그래서 우리 협회는 매년 4~5회씩 학생과 교사들에게 체험교육, 캠프, 탐조회 등을 개최해왔다.

지난해에도 전국적으로 700여명의 학생, 교사, 학부모를 상대로 교육하였다. 이러한 교육이나 홍보활동뿐 만 아니라 각 지역의 자원 실태도 조사하여 조치가 필요할 때는 관계기관에 건의 또는 협의하여왔다. 지난해는 특정지역에서의 붉은박쥐, 금개구리, 수달, 망개나무 군락의 서식실태를 조사했고, 한탄강 상류 댐 건설 예정지에 대한 실태조사도 있었다.

이상과 같은 개략적인 역사로 볼 때, 우리 협회의 활동상은 학술조사가 으뜸이다. 따라서 금번에 발간된 “자연보존 40년사”에 수록된 내용도 DMZ 조사부터 현지 조사 활동상을 먼저 나열하였고 그 양도 많다. 하지만 과거에는 카메라부터 귀했고, 이 시대는 현상이나 인화가 잘 되었더라도 장시간의 보존이 쉽지 않았다. 더욱이 DMZ 조사 때는 촬영조차 심한 통제를 받았고, 당시의 조사자 중 이미 고인이 된 분도 적지 않아 옛날에 대한 기록이 미흡함을 면할 수가 없다.

다음은 각종 회의나 발표회, 전시회 등에 관한 장면을 추적해 보았으나 연례행사 특히 각종 회의는 촬영을 하지 않아 이들 역시 충분치가 못하다.

말미에는 주로 학생을 대상으로 실시한 각종 환경교육 현장을 수록하였다. 미흡하나마 넓은 아량으로 이해하여 주실 것을 다시 한번 부탁드립니다.

짧지도, 길지도 않은 40년의 세월을 보내며 새로운 시대에 보다 알찬 자연보존활동을 위해 우리가 해야 할 일들은 과연 무엇일까, 다시 한번 숙연히 되짚어보는 시간이 필요할 듯 싶다.

그 동안 우리 나라의 자연보존을 위하여 애쓰셨던 선생님들, 벌써 고인이 되신 분들도 계시지만 이 지면을 빌려 진심으로 감사를 드리는 바이며, 협회의 발전도 영원하리라 믿어 의심치 않는다.

숲 생태계의 보전 · 복원기법¹⁾

전 승 훈²⁾

경원대학교 교수

숲의 개념과 생태학적 의미

식생형으로써의 숲

숲은 지구상에서 지표면을 덮고 있는 식생(vegetation)의 한 유형으로써 수목들이 지배하는 식생형이라 할 수 있다. 식생은 사전적으로는 식물들의 집합체 또는 집단을 이루는 식물생장체이며, 학술적으로는 생태계의 한 부분으로써 식물종 개체들이 형성하는 군락(community)이라 할 수 있다. 이러한 식생은 3가지 측면에서 중요한 생태학적 의미를 갖는다. 첫째, 식생은 대다수 육상생태계에서 생태계의 가장 명백한 물리적 실체로써 생태계 유형을 구분하는 기준이 된다. 둘째, 식생은 광합성을 통해 전환된 태양 에너지의 일차 생산성의 결과로써 먹이사슬의 기반이 된다. 셋째, 모든 유기물이 생활하는 서식처 역할을 한다.

지구상에 분포하는 식생형의 차이는 온도와 강수량 등 기후와 토양, 지형 등의 무생물적 요인의 차이와 인간을 포함한 동식물의 영향에서 비롯되며, 그 중에서도 기후적 요인이 식생의 발달과 분포에 미치는 영향이 가장 큰 요소라 할 수 있다. 우리나라의 경우는 냉온대 낙엽활엽수림이 대부분을 차지하고, 북위 35도 이남의 남부도서를 중심으로 한 상록활엽수림과 북

부고산지방을 중심으로 한 아한대 침엽수림이 부분적으로 분포한다.

따라서, 숲은 육상생태계에 발달하는 큰 키와 수관을 갖는 수목들이 지배하는 식생유형이라 할 수 있다. 숲은 소림이나 관목림, 초본식생과는 상층 우점종의 생활형과 식피 점유도에 의해 차이가 난다(Table 1).

생태계로써의 숲

1) 수목과 숲

숲은 앞서 살펴 본대로 육상식생의 대표적인 유형이라 할 수 있으며, 한편으로 식생형이 점유하는 공간규모와 식생이 기반하는 무생물적 환경요인과 생물적 요인의 집합체라는 측면에서 보면 하나의 생태계라 할 수 있다. 숲 생태계(forest ecosystem)의 특성을 이해하기 위해서는 숲의 주 구성원인 수목(tree)에 대해 알아야 한다. 다른 식생과 달리 수목은 단일의 수간을 가진 다년생의 커다란 목본식물으로써 목질부의 강도와 지속성(strength & durability)으로 수목들이 크고 오래 살수 있기 때문에, 궁극적으로 숲을 지배하게 된다.

따라서, 수목들이 수 십 미터씩 크게 자라 수직적인 공간(vertical dimension)을 형성하게 된다. 즉 수목들의 구조와 미기상이 숲의 수직적

1)Conservation & Restoration Techniques for Forest Ecosystem

2)CHUN, Seung-Hoon, Dept. of Landscape Architecture, Kyungwon University;
E-mail:chunsh@mail.kyungwon.ac.kr

Table 1. Vegetation classification by life form of upper dominant plant species (from National standard classification of terrestrial vegetation in United States)

유형(Type)	기준(Criteria)
숲(Forest)	수관을 갖는 교목의 울폐임분으로써 식피율이 60-100%임.
소림(Woodland)	수관을 갖는 교목의 개방임분으로서 대개 수관이 접촉되지 않으며, 식피율은 약 25-60%임.
관목림(Shrubland)	수고 0.5 m 이상의 관목(덩굴성 식물 포함)으로 된 개체 또는 군집이며, 식피율은 25%이상, 교목의 식피율은 25%미만임.
저관목림(Dwarf-shrubland)	높이 0.5 m 이하의 저관목이 우점하며 식피율은 25% 이상이고, 교목과 관목의 식피율은 25% 미만임.
초본(Herbaceous)	초본(벼과식물, 쌍자엽초본, 양치류 포함)식생이 우점하며, 식피율은 25% 이상이고, 교목, 관목, 저관목의 식피율은 25% 미만임
비관속 식생(Nonvascular)	선대류, 지의류, 조류가 우점하며, 식피율은 25%이상임.
소산식생(Sparse vegetation)	무생물적 저질(substrate)이 우점하고, 식생은 산생하며, 전체 식피율은 0-25%미만임.

*우점생활형에 의한 식생의 분류(미국 육상식생형 분류의 국가표준체계)

출처 : 육상식생분류의 국가표준체계, 미국

계층구조를 결정짓게 되고 나아가 다양한 야생 생물들의 생태적 지위를 확보하게 해줌으로써 하나의 생태계적 구조를 형성한다.

2) 시간에 따른 숲의 변화(천이)

하나의 숲은 하루밤새에 만들어지는 것이 아니고, 수백 년의 세월이 필요하게 된다. 따라서, 장기간의 관점에서 숲의 성장과 발달을 바라보아야 한다. 끊임없는 교란과 천이가 진행되기 때문에 숲은 정적인 경관이 아니라 매우 역동적인 생태계라 할 수 있다. 단기적인 숲의 변화는 고전적인 천이모델로부터 이해될 수 있으며, 장기적으로도 지층의 꽃가루분석을 통해 지질학적 또는 기후적 변화에 따른 숲의 변화과정을 추정할 수 있다.

3) 야생동물과 숲

지금까지 숲 생태계를 기술하면서 구조적 본질인 수목과 하층의 식생, 그리고 동물과의 관계에 초점이 맞춰져야 한다. 식물들은 숲의 구성요소 가운데 본질적인 생체량(biomass)으로써 야생동물들에게 먹이와 서식처를 제공해주는 반면, 야

생동물로부터 이산화탄소와 무기 양료를 얻게 되고 또한 꽃가루받이와 종자분산 등 생식기구에 있어 도움을 받는다.

따라서, 숲 생태계는 생물다양성의 보고로서 매우 중요한 위치를 차지하고 있으며, 이러한 생물다양성은 우리 인간이 필요로 하는 매우 값진 재화와 용역의 원천이 되고 있다.

4) 다양성의 원천인 숲

일반적으로 생태학자들은 생태계의 다양성 원천으로 3가지 측면을 중요하게 다룬다. 첫째, 물, 양료, 빛과 같은 생태계 자원의 풍부성과 이들 자원을 둘러싼 생물종들의 경쟁과 공존이 다양성을 가능케 해준다는 점이다. 둘째, 교란이 군집을 심하게 변화시키기도 하지만, 새로운 천이를 개시함으로써 환경의 다양성을 증가시킴과 동시에 소수의 종이 장기간에 걸쳐 우점하는 가능성을 감소시킴으로써 다양성이 유지된다. 셋째, 포식자와 기생체, 병원체도 어느 한 생물종의 생태계 지배능력을 제한하게 된다.

숲도 하나의 생태계로써 다양성의 원천이 된다. 즉, 숲은 비교적 자원이 풍부한 환경을 유지하고 있을 뿐 아니라 주기적인 교란이 발생

하여 소수종의 지배력을 약화시키기 때문이다. 오늘날 생태적인 관점에서 이루어지는 모든 숲 관리행위(forest practice)는 야생동물의 서식처를 파괴하거나 훼손하지 않을 뿐 아니라 오히려 야생동물을 위한 풍부한 자원과 생태적 지위의 형성에 유리한 측면이 많다.

숲의 보전과 복원

기본방향

1) 생태학적 관점

숲은 하나의 생태계이기 때문에 무엇보다도 다양한 야생동물의 서식환경으로써 이해되어야 한다. 따라서 보존·보전 또는 복원·창출되는 숲은 단순히 식물의 집합체인 식생 뿐 아니라 기반하고 있는 지형지질, 토양환경 및 주변 식생, 나아가 서식동물의 관점까지 상호연관성 하에 복합적으로 고려되어야 한다. 따라서, 숲 보전복원의 가치는 생물다양성의 양적, 질적 증감으로 평가될 수 있을 것이며, 나아가 인간과 이용자를 위한 지속가능한 방식으로의 임산물의 생산기능, 보전휴양기능, 자연관찰환경교육기능, 지역의 숲문화체험기능 등이 부가적으로 확보될 수 있을 것이다.

2) 사회·경제·문화적 관점

숲 관리사업은 국민의 세금인 국가예산이 투입되는 사업이기 때문에 사회적으로 합의된 이해가 필요하다. 따라서, 숲 관리의 목표와 중요성에 대한 적절한 국민적 인식이 중요하다. 사회적으로 대다수 국민들은 숲이 주는 가치에 감사하고 있다. 따라서 과거의 불가피한 약탈적 숲 이용역사에 대한 반성으로 숲을 보전하고 지속가능한 방법으로 이용해야 한다는 기본원칙에 공감하고 있다. 하지만 과거 숲 이용에 대한 국가의 엄격한 통제에 대한 두려움으로 숲은 그대로 두어야 하는 대상으로 보는 그릇된 인식도 상존하고 있다. 그러다보니 방치된 숲은 점차 피폐해지면서 다양한 숲의 기능이 발휘되

지 못하는 상태에 놓이면서 자연이 주는 혜택을 누리지 못하는 처지에 직면하게 되었다. 숲의 역사는 인간의 삶, 즉 문명의 역사와 불가분의 관계를 맺고 있다. 선조들이 지혜롭게 숲을 이용하던 방식은 현재사는 우리 뿐만 아니라 미래의 후손들에게까지 전해져야 할 귀중한 자연문화유산이다. 따라서 숲의 관리는 이러한 건전하면서 지속가능한 방법으로 숲을 이용하는 체험의 장을 제공할 수 있어야 한다.

숲 관리의 목표설정

1) 기본원칙

첫째, 사회경제문화적 관점으로 지역공동체와 결합된 역사성과 문화성의 보존과 복원이 있을 수 있으며, 더불어 지속가능한 방법으로 목재를 포함한 산림자원을 이용하고, 나아가 건전한 여가휴양 및 생태관광장소로 활용될 수 있는 목표설정이 필요하다.

둘째, 숲의 기능요건으로 생물다양성 증진을 최우선 기능으로 보전휴양 등 임내활동과 목재생산 기능이 부가적으로 확보될 수 있는 숲이 형성되어야 한다. 즉 야생동물(wildlife), 숲(forests), 그리고 임업(forestry)이 상호 의존적으로 공생공존할 수 있는 모형이 바람직하다고 할 수 있을 것이다.

2) 목표의 설정

숲의 관리의 목표는 바람직한 숲 생태계의 관리를 통해 생물다양성을 보전하는 것이 최대의 목적이기 때문에 자연식생이 양호하면서 생태적 기능이 비교적 충분한 숲의 보전(conservation), 자연식생이 부분적으로 훼손되거나 교란되고 기능이 떨어져있는 숲의 복원(restoration), 그리고 숲을 대체하여 다른 토지이용이 이루어지고 있거나 나지화되어 있는 토지에 새로운 숲의 창출(creation)이라 할 수 있다.

숲 생태계의 기반환경 이해

숲에 적용되어야 할 보전복원기법은 야생생

물의 서식처로서의 자연지역과 이용자의 편의를 도모하는 인공지역을 동시에 수용해야 하기 때문에 효과적으로 이들 두 지역의 특성을 조화롭게 반영해야 한다. 따라서, 다음의 생태학적 원리와 입지의 용도계획, 자연설계의 경제학을 도입해야 한다.

1) 생태학적 원리

생태학은 생물체의 거주환경인 서식처 또는 자연환경 속에서 생물사이와 그들을 둘러싼 환경사이의 관계성을 다루기 때문에 숲 관리전문가는 이러한 관계성을 이해함으로써 실제적인 설계수단을 확보할 수 있을 것이다. 따라서, 입지환경에 대한 분석과정에서 서식하고 있는 생물이 무엇이고, 어떻게, 왜 서식하고 있는가에 대한 해석이 요구되며, 이는 개체수준과 군집수준에서 동시에 분석해야 한다.

첫째, 개체수준에서는 하나의 식물개체가 성장하는 과정은 특정의 햇빛, 수분, 온도, 토양, 양료 등의 조건이 요구된다. 또한, 이웃하는 다른 개체와 이들 조건을 둘러싸고 경쟁하게 된다. 따라서, 식물개체들이 갖는 환경 요구도에 대한 적정수준과 내성의 범위를 이해하는 것이 필요하다. 생태학적 숲 관리란 바로 개개의 동식물이 활동, 성장하고 증식하며 그들을 둘러싼 환경과 상호작용하고 있음을 고려하는 것이라 할 수 있다.

둘째, 군집수준에서는 개체수준의 동식물이 생태학적으로 군집이라는 생물공동체를 형성하여 소수의 우점종과 다수의 소점종이 반복되어 분포하게 되기 때문에 이에 대한 이해에 대한 이해가 필수적이다. 즉 군집에 대한 이해는 바로 해당 입지의 자연적인 진행과정을 아는 것이고 이는 숲 관리기법의 적용이나 유지관리차원의 기초를 이룬다.

2) 입지환경의 이해

숲 관리기법의 적용을 위한 대상 숲의 입지 환경에 대한 이해는 필수적이다. 먼저 입지상에

존재하는 서로 다른 유형의 서식처를 찾아낸다. 대개 상위수준의 식생형이나 지형적인 특성을 기준으로 구분한다. 가능한 이들 서식처를 경계지운다음, 각 서식처별로 우점종이나 특정의 진단종(5~6종의 대표 초본종)을 파악하고 이들 종의 서식환경 요구도를 분석해야 한다. 현존 식생유형과 천이단계에 따른 잠재 자연식생유형을 분류하고, 단면도를 작성한다. 아울러 각 군집유형에 적합한 환경조건을 조사하고, 차이를 분석한다. 유입종의 공급원으로써 인접지역을 조사 분석하며, 또한, 입지의 역사를 조사한다.

숲의 보전기법

1) 기본전략

보전 또는 보존목적의 숲은 자연림이나 이차림이 대부분으로 비교적 생태학적 안정성이 확보되어 있는 경우가 많다. 식생의 현황조사와 잠재자연식생을 파악하여 목표식생을 결정하고, 현존식생의 변화(시계열적 생육상의 변화)를 예측하여 식생관리계획을 수립해야한다. 숲 관리 전략은 목표의 설정, 목표하고자 하는 숲 모습의 설정, 숲의 변화예측, 숲 관리의 수준과 기법의 결정, 숲의 관리시행으로 진행되어야 한다.

2) 관리목표의 설정

숲의 가치와 기능으로 고려한 다양한 목표가 수립될 수 있다. 생태학적으로는 조류나 곤충, 또는 포유류 등 야생동물의 서식처로서의 기능이나 학술적으로 가치가 있는 경관이나 식생형의 보존기능, 자연재해의 발생가능성을 방지하는 기능이 있을 수 있고, 사회적 이용측면으로는 목재나 임산물의 생산기능, 레크레이션 기능 등이 있을 수 있다. 따라서, 이러한 가치와 기능별로 숲의 유형을 정하고 그에 적합한 계획 목표를 설정해야 한다.

3) 목표로 하는 숲의 설정

목표로 하는 숲의 이미지는 수고와 밀도, 계층구조 등 형태적 요소와 종조성과 상관식생형

등 생태적 요소로 구성된다. 수고는 교목림, 아교목림, 관목림, 밀도는 고, 중, 저, 계층구조는 다층림, 복층림, 단층림으로 구분된다. 상관식생형은 상록침엽수림, 상록활엽수림, 낙엽침엽수림, 낙엽활엽수림, 또는 각각의 혼효림으로 대별되며, 종조성은 층위별 우점종으로 나타낼 수 있다. 예를 들어, 자연관찰형 레크레이션 기능을 부합되는 숲의 이미지는 교목림으로써 중 또는 저밀도이고 2~3층의 계층구조와 종조성이 풍부한 낙엽활엽수림이 적합하다.

4) 숲의 변화 · 예측

목표로 하는 숲을 실현하기 위해서는 현존 숲의 성장과 쇠퇴 즉, 천이과정을 이해해야 한다. 이를 위해서는 현존식생과 잠재자연식생에 대한 조사를 수행하여 자연적인 진행천이와 인간 간섭에 의한 퇴행천이를 구분하고, 시간과 공간적으로 변화상을 파악한다. 일반적으로 숲 발달의 시계열적 구분은 일반적으로 이차림의 정착 당시와 수관의 울폐시, 임상 숲의 상층수관 형성시, 그리고 숲의 밀도관리 필요시 등이다. 그러나, 숲의 변화를 정확히 예측하는 것은 매우 어려운 사항으로써 가능한 모니터링을 통한 장, 단기적 관리계획과 병행되어야 한다.

5) 숲 관리의 수준과 기법

숲의 관리기법은 종조성, 연령구조, 공간적 이질성, 주연부 효과를 다루는 경관의 관리(macro approach)와 고사목이나 보호목, 수직적 구조의 다양성, 집약적인 조림기술의 적용, 특정 보호 생물종을 관리하는 숲 임분의 관리(micro approach)로 구분된다.

- 종조성(species composition) : 가능한 2종 또는 그 이상의 자생종의 유지가 관건이다. 한 종은 생태적으로 가치가 있는 종(주로 활엽수)이고 다른 한 종은 경제적으로 가치가 있는 종(대개 침엽수)이면 더욱 바람직하다.
- 연령구조(age structure) : 다양한 동식물이 서로 다른 천이단계와 결합되어 있기 때문

에 한 숲의 영급구조를 조화시킴으로써 숲의 생산성과 야생동물의 서식처 확보를 동시에 달성할 수 있다. 특히, 임령이 오래되고 교란 받지 않은 식생(old forest)일수록 이들 식생과 연관된 특정생물종의 유지를 위해 합리적인 면적이 보호되어야 한다.

- 고사목(dying, dead and down trees) : 고사목은 분해과정동안 딱다구리류에서부터 곤충 애벌레나 미생물에 의해 거주, 이용되기 때문에 숲 생태계의 매우 중요한 구성원이다. 연구결과는 ha당 5~10개의 대형 그루터기목(snag)이 남겨지는 것이 대다수 야생동물을 위해 적정한 양으로 밝히고 있다.
- 공간적 이질성(spatial heterogeneity) : 야생동물의 행동권(home range)가 서로 다르기 때문에 숲 조작은 다양한 크기로 관리될 필요가 있다. 이를 위해서 임분단위가 아니라 경관단위에서의 조림학적 기술이 적용되어야 한다. 택벌(selection cutting)에 의한 가장 작은 크기의 관리단위에서부터 개별(clearcut)에 의한 큰 크기의 관리단위에 이르기 까지 다양하다. 아무튼 최대 크기의 개별면적은 관리단위의 크기, 대형 동물의 행동권, 심미성, 양묘의 유실, 자연적 교란특성을 고려하여 정해져야 한다.
- 주연부 효과(edge effects or ecotones) : 주연부가 야생생물의 다양성을 증가시킨다는 사실은 잘 알려져 있다. 숲 임분의 크기, 모양, 배열을 결정함으로써 계획설계가는 숲 경관에서 상당한 양의 주연부를 생성시킬 수 있다. 큰 임분보다 작은 임분, 원형보다는 불규칙한 모양의 임분, 산재(interspersion) 임분이 더 큰 주연부 효과를 갖는다.
- 수직적 구조(vertical structure) : 수직적 층위가 잘 발달된 숲에는 다양한 야생동식물이 서로 다른 생태적 지위를 지닌 채 공존할 수 있기 때문에 숲의 수직적 구조는 매우 중요하다. 이를 위해서는 택벌기법을 통해 이령림으로의 임분관리가 필요하다. 수평

적으로는 서로 다른 식생형이 배치되도록 하는 것도 한 방법이 된다.

- 조림기법(silvicultural treatments) : 갱신기법(인공 및 천연갱신), 중간작업(제초, 간벌, 전정, 산불 등)을 보다 생태적으로 시행하면 야생생물의 다양성을 증대시킬 수 있다.
- 특정종(special species) : 경제적으로 또는 생태적으로 가치가 높은 특정종에 대한 사람들의 관심이 높다. 여러 가지 특정종 관리 방법이 있다. 하나는 생물다양성 관리전략으로써 coarse-filter approach(군집단위)를 통해 보호되지 못하면 fine-filter approach(종단위)를 통해 관리한다. 또한, 생태계에서 중추적 역할(keystone)을 담당하는 특정종은 생태계 본질의 안전을 위해서도 관리되어야 한다. 생태계 지표종이나 깃대종(flagships species)은 생태계의 보전노력을 홍보할 수 있는 수단으로써 매우 중요하다.

숲의 복원기법

1) 기본전략

자연천이과정에서 이루어지는 식생의 발달을 바람직한 방향으로 유도하면서 그 기간을 단축시키는데 의의가 있다. 이를 통해, 자연적이고 구조적 다양성이 증가하게 되고, 야생동물을 위한 서식환경이 만들어지며, 환경교육의 장으로 활용될 수 있고, 또한 물리적 식생장벽을 형성함으로써 지구환경의 각종 오염원을 줄일 수 있다.

2) 부지정지작업

교목과 관목류는 배수가 양호하고 통기성이 좋으며 적정수준의 비옥도가 있는 토양에서 생장이 양호하다. 따라서, 부분적으로 경운작업을 통해 부지정지를 할 필요가 있다. 식재상(planting bed)은 어린 수목과 관목을 위한 것으로 유지관리의 용이성을 위해 2.5~6 m의 폭과 약 30 cm 깊이로 하는 것이 바람직하며 배수성을 위해 가운데가 움 형태로 되는 것이 좋다.

3) 개방공간의 확보와 식생의 도입

지역의 입지특성에 적합한 자생종 위주의 자연식생군락의 형태로 도입하는 것이 바람직하다. 또한, 지형, 지질, 토양 특성 등 입지환경에 적합한 기존의 알려진 식생형을 식재계획의 모델로 적용해야 한다. 아울러 계류나 저습지 또는 암반노출지 등 개방공간이 인접하거나 입지 내에 존재 할수록 숲의 구조적 다양성과 쾌적성(amentiy)을 높일 수 있을 뿐만 아니라 야생생물의 서식처를 확보해 줄 수 있기 때문에 필요하다면 적극적으로 도입, 복원하는 노력이 필요하다.

한편, 자연발생적인 자생식생의 정착을 유도하는 것이 바람직하나 공급원의 부족이나 원하는 식생형이 형성되기가 어려울 경우가 있다. 천이선구수종이라 할 수 있는 버드나무나 사시나무류의 경우는 멀리서도 쉽게 개방공간에 정착할 수 있어 천이후기수종의 정착의 환경조건을 형성하는 데 도움이 된다. 따라서, 모든 입지를 대상으로 식생을 도입할 것이 아니라 자연정착과정의 부지로 일부(약 20%)를 남겨둘 필요가 있다.

4) 식재패턴(planting pattern)

현존 이차림의 식생형은 입지환경요인과 식생관리 역사가 맞물려 종조성이나 구조적으로 매우 다양한 특성을 보여준다. 따라서, 식생의 계획설계과정에서 수평적인 식생형과 수직적인 층 구조의 형성이 쉽지만은 않다. 그러나 지형과 토양, 그리고 기존의 식생 등 자연적인 입지환경의 특성에 적합하도록 종의 선택과 식재패턴의 도입으로 성공가능성을 높여야 한다.

식재된 숲과 개방공간이 함께 적용되어야 하며, 입지환경의 특성을 고려하여 숲의 종조성, 숲의 크기와 위치, 인접 숲과의 수목들의 간격, 숲내 수목들의 간격, 숲사이 틈의 크기, 개방공간의 크기와 위치 등이 식재패턴의 개발에 고려되어야 한다. 경험적으로 볼 때 생장특성이 다르기 때문에 사용된 모든 수종의 유지가 쉽

지는 않다. 따라서, 잘 결합되는 2~3 수종의 적용이 바람직하다. 활엽수림의 경우 참나무류와 벗나무류, 물푸레나무와 참나무류 등이 조합의 한 사례가 될 수 있다.

생태적으로 민감한 종(내음성이 강한 수종)의 식재는 적절한 피음과 보호막, 비옥한 토양 조건이 필요하다. 따라서, 천이적으로 후기정착 수종인 이들의 도입에는 선구수종들이 충분한 환경조건을 만들어줄 때까지 지연시켜 식재하는 것이 필요하다. 하지만, 지연전략이 능사는 아니고, 실제적으로는 최초로 다른 수종과 함께 도입하면서 가장 적당한 장소를 선정하고 후속적인 유지관리노력을 기울이는 것이 바람직하다.

결 론

자연의 숲은 야생생물 뿐만 아니라 우리 인간의 삶과 생활에 헤아릴 수 없는 혜택을 베풀어 왔다. 그러나 급속한 인구의 증가에 따른 도시화와 산업화는 불가피한 또는 무분별한 숲의 훼손과 희생을 담보로 한 것이었다. 자연과 인간의 공생관점에서 숲의 보전과 복원, 창출은 새로운 시대의 패러다임으로 자리매김 되어야 한다. 하지만 아직도 숲의 보전과 복원에 대한 진정한 가치인식의 한계에 따른 생태적으로 건전한 이용방식에 대한 몰이해나 숲이 아닌 무늬만의 숲 조성이 여전히 관행화되어 있다. 본 논고에서는 야생생물(wildlife)과 숲(forests), 그리고 임업(forestry)은 공통된 목표를 추구하고 있다는 관점에서 필요한 보전복원의 방향과 기법에 대해 소개하였다. 생태적으로 숲을 관리하

는 일은 자연과 인간 모두에게 유익한 일이 될 것이다. 숲을 제대로 이해하는 전문가가 숲을 다루는 일에 보다 적극적으로 나서야 할 때이다.

참고문헌

- 김용식·전승훈. 2001. 생태숲 조성 및 운영관리방안에 대한 제안, 생태숲 토론회 자료집 23-34p, 산림청.
- 산림청. 2002. 수목원 및 생태숲의 효율적인 조성과 운영관리 연구용역보고서.
- 안봉원 외 역. 1998. 생태환경계획 설계론-자연환경복원기술-, 도서출판 누리에.
- 안영희 역. 2000. 녹지생태학, 태림문화사.
- 안홍규 역. 2003. 생태공학, 기문당.
- 이석창. 2001. 생태숲이 갖추어야 할 기본요소, 생태숲 토론회 자료집 69-78p, 산림청.
- 하 연 옮김. 1994, 숲, 두솔기획.
- Ecological Park Trust. 1986. Promoting Nature in Cities and Towns - A Practical guide, Croom Helm Ltd.
- Hunter, M. L. 1990. Wildlife, Forests, and Forestry - Principles of managing forests for biological Diversity, Prentice-Hall, Inc.
- Kent, M. and Coker, P. 1992. Vegetation Description and Analysis - A Practical approach, John Wiley & Sons
- Rodwell, J. and Patterson, G., Creating New Native Woodlands, The Forestry Authority, Forestry Commission Bulletin 112, U. K.

국립공원 등산로 훼손지 복구 방안¹⁾

권태호²⁾

대구대학교 자연자원대학 생명환경학부

들어가면서

우리나라에는 1967년 국립공원 제1호로 지정된 지리산을 시작으로 현재 20개의 국립공원이 지정되어 있으며, 그 중 대부분은 산지를 대상으로 한 산악형 국립공원이다. 일부 국립공원들에 대해서는 지정가치와 규모에 회의적인 견해도 있으나 나름대로의 매력을 지닌 국립공원들이 전국적으로 분포되어 국민들의 사랑과 관심 속에서 널리 이용되고 있다.

국립공원이 지닌 자연환경의 질은 국립공원의 존재 및 지정의 주요 근거가 되는 것으로, 탐방객을 유인하는 매력요인이 된다. 최근 도시화의 반작용으로 그린 욕구가 증대되고 생활수준 향상에 따른 국민의 여가 행태가 변화하면서 국립공원과 같은 자연공원으로의 탐방객 집중현상도 심화되어 왔다. 이로 인해 국립공원의 이용압력이 증가하고 국립공원의 주요 구성요소인 생태계 및 환경자원의 훼손 및 악화로 이어지면서 다양한 형태의 영향을 유발하고 있다. 이러한 영향은 '주5일 근무' 제도의 시행으로 더욱 심화될 것으로 보인다.

국립공원에서 탐방객의 이용압력은 특히 등산로와 같은 기반시설에 가장 많이 집중되며, 등산로 등의 이용시설의 상태는 곧 탐방객의 이

용행태를 좌우하는 요인이 된다. 등산로 보행에 불편성이 발생하면 즉시 주변 자연환경의 질을 파괴하는 행동으로 이어지고, 그로 인한 이용영향의 형태와 정도가 지속적으로 시설공간에 반영됨으로써 일부의 국립공원 지역에서는 자연적인 복원이 곤란할 정도로 확산되기도 한다. 따라서 등산로, 야영장 등의 이용집중시설은 그 자체의 훼손 내지 기능악화 여부도 관리상 중요한 것이지만 주변환경으로의 새로운 영향을 초래할 가능성으로 인해 더욱 중요한 의미를 지닌다.

등산로의 훼손을 초래하는 원인은 입지조건, 이용자 관리, 설계 및 시공관리 등 여러 측면에서 분석될 수 있다. 이용압력의 최소화 방안으로 국립공원의 생태적 가치를 홍보, 계몽함으로써 이용객의 의식수준을 높여 가는 각종 프로그램들을 생각할 수도 있으나 그간의 연구에서 나타난 우리 국민의 자연공원 이용행태 등을 감안할 때 시간이 소요될 것으로 보이며, 이미 심각하게 훼손되어진 등산로의 추가적 악화 방지 및 복구 등을 통해 우선 등산로의 원래 기능을 회복하는 1차적 조치가 시급한 실정임을 생각할 때, 이를 위한 등산로 훼손 메카니즘의 규명을 통한 체계적인 정비 복구 대책의 마련과 시행이 무엇보다 필요한 일이라고 생

1)The Rehabilitation Strategy for Deteriorated Trails in National Park

2)KWON, Tae-Ho, Division of Life & Environmental Science, College of Natural Resources, Daegu University;
E-mail: foren95@daegu.ac.kr

각된다.

자연공원지역의 등산로 훼손 및 관리에 대한 관심은 국내의 연구들을 통해 꾸준히 나타나고 있다. 국내에서는 11개 국립공원에서 등산로 훼손 및 대책에 관한 연구가 지속적으로 이루어져 왔으며(권태호, 1999; 권태호·오구균, 2001), 국립공원관리공단의 경우 1990년대 후반부터 등산로 정비 복구에 관심과 노력을 보이고 있으나, 워낙 제한된 예산과 체계적인 정비대책의 미흡으로 성과는 아직 미미한 실정이다.

등산로 훼손의 원인과 진행과정

등산로 훼손에 영향을 미치는 요인은 기상, 지형, 토양, 식생 등 등산로의 입지조건과 관련한 자연환경요인과 과밀이용, 보행 및 휴식 등의 이용행태와 관련한 탐방활동요인, 그리고 배수체계나 시설 부실 등의 설계시공과 정비·복구체계나 이용자관리 등의 유지관리 체계에 기인한 시설관리요인의 3가지로 구분해볼 수 있다.

우리나라 산악형 국립공원의 등산로는 급준한 산악지형에서 신속히 정상에 도달할 목적으로 산악인들에 의해 단거리, 급경사를 따라 조성된 것이 대부분이다. 따라서 등산로에서 발생하는 각종 훼손은 자연훼손을 고려하지 않은 이러한 노선체계에다 강우를 비롯한 국지적 기상과 토질 등의 환경적인 취약성을 바탕으로 과밀이용과 무질서한 이용행태가 가세하면서 발생하고 있으며, 보수·정비의 미흡 또는 지연, 자원 및 이용자 관리체계의 미비 등으로 더욱 심화되어 왔다.

등산로와 등산로 주변의 훼손과정은 등산로 노면의 토양침식으로부터 시작된다. 탐방객의 지속적인 답압에 의해 지피식생이 훼손되고 낙엽이나 유기물이 유실되면서 나지화가 진행된다. 나지화로 인해 토양공극이 감소함에 따라 토양의 통기성 및 수분침투능이 저하됨으로써 지표유하수가 증대하게 되고 이에 따라 토양 유실 등 노면침식이 발생한다. 배수체계의 조절은

이러한 상태에서 효과적일 수 있으나, 노면침식이 별다른 보수조치 없이 방치되거나 답압이 가중되게 되면 훼손의 가속화로 이어지는데, 이 과정에서 주변 수목의 뿌리나 암반이 드러나거나 노면세굴 등의 바닥침식을 초래하게 된다. 여기서 훼손의 가속화가 보행에 불편으로 작용하면 탐방객은 원래의 보행공간을 기피하게 되고 새로운 보행공간을 개척함으로써 등산로가 분기되거나 등산로 노폭이 확장되면서 훼손영향이 주변 식생공간으로 파급되게 된다. 본격적인 등산로 정비가 필요한 단계이나 적절한 정비가 이루어지지 못하면 주변 생태계의 파괴로 이어지는 등 훼손이 심화되게 된다.

이밖에도 등산로의 통행불편을 야기하는 국소적인 훼손현상은 많다. 측면붕괴, 수로화, 진흙탕, 암설 등의 발생이 그것으로, 등산로 기반을 약화시키기도 하고 이용객의 통행행위에 영향을 미쳐 또 다른 훼손유형의 발생을 초래하게 된다.

한편 등산로 상의 훼손을 막고 보행의 불편을 해소하기 위해 시공된 등산로 시설이 탐방행태를 제대로 고려하지 않은 부적절한 설계나 재료의 사용으로 오히려 탐방객으로부터 기피됨으로써 전술한 훼손과정이 다시 반복되기도 한다. 이러한 경향은 초기의 국립공원 등산로 정비사업에서 많이 나타나고 있다. 우리나라 국립공원의 경우 이미 여러 등산로에서 주변 생태계가 파괴 또는 교란된 곳을 쉽게 볼 수 있는 상태이므로 체계적이고 종합적인 복구 또는 복원대책이 절실한 실정이며, 설악산국립공원의 오색·대청봉 구간은 이러한 과정이 종합적으로 나타나는 대표적인 사례라 할 수 있다.

국립공원 등산로의 훼손 실태

태안해안국립공원을 제외한 19개 국립공원의 등산로는 총 250개 노선, 총연장 1,143.26 km으로, 그 중 85%인 212개 노선이 산악형 국립공원에 집중되고 있다. 등산로 노선수는 대도시

에 인접한 북한산국립공원에서 74개소(158.48 km)로 가장 많으며, 공원별 총연장은 지리산 국립공원이 233 km(27개 노선)로 가장 길다 (Table 1).

한국환경생태학회에서 1988~1997년까지 9개 산악형 국립공원 11개 지구의 등산로 훼손실태

를 조사한 결과, 국립공원 등산로의 평균 노폭은 2.64 m, 등산로 노폭 중 완전히 나지화된 노폭은 2.06 m이며, 등산로의 최대침식깊이는 평균 0.22 m로 나타났다(Table 2). 이 중 인위적인 복원이 필요한 지역은 전체 구간 중 72.3%으로, 이 지역은 환경피해도(권태호 등, 1991)

Table 1. The number and length of official trails in national parks

공원명	노선수	총연장(km)	공원명	노선수	총연장(km)
지리산	27	233.00	다도해	11	31.50
계룡산	10	29.70	치악산	7	45.30
한려해상	6	12.68	월악산	11	50.40
설악산	11	72.50	북한산	74	158.48
속리산	12	96.70	소백산	12	96.10
내장산	16	64.10	월출산	6	16.80
가야산	10	24.60	변산반도	9	28.00
덕유산	10	68.30	한라산	6	41.8
오대산	4	33.70	경주	6	1.6
주왕산	7	38.00	계	250	1,143.26

*국립공원 등산로 현황

자료: 국립공원관리공단 기술지원부(2000) 공원계획변경(안)

Table 2. The conditions and deterioration rates of trails in major national parks

공원명	조사연도	경사도 (%)	노폭 (m)	나지폭 (m)	최대침식깊이 (m)	훼손율 (%)	구간수
치악산	1988	11.5	2.5	2.1	0.15	81	2개
가야산	1989	19.3	2.9	2.1	0.23	82	"
속리산	1990	13.8	3.9	3.15	0.32	88	"
지리산(서)	1991	11.8	3.0	2.2	0.26	80	"
지리산(동)	1999	21.7	2.2	1.7	0.21	70	4개
한라산	1991	-	-	-	-	38	"
소백산	1992	21.6	3.7	2.8	0.23	74	3개
덕유산	1993	24.2	2.0	1.6	0.22	79	4개
주왕산	1994	23.2	1.7	1.5	0.15	87	"
설악산(외)	1996	27.0	2.6	2.1	0.27	74	"
설악산(내)	1997	20.2	1.9	1.3	0.17	73	"
평균		16.8	2.64	2.06	0.22	72.3	

*주요 국립공원의 등산로 훼손 현황

자료: 권태호 · 오구균(1988~1999) 응용생태연구/한국환경생태학회지

Table 3. Deterioration of trail and its border area in four national parks

공원명	조사구간수 (거리:km)	등산로 및 주변 훼손폭(m)		선형훼손지 ³ (m ² /km)	독립훼손지 ⁴ (m ² /km)	구간내 분기수(수/km)	
		나지 ¹	훼손진행 ²			통행	휴식
북한산	22 (28.7)	3.9	0.4	223.3	552.0	57.5	25.2
설악산	5 (22.4)	3.9	1.0	297.8	333.4	28.3	19.3
가야산	8 (17.8)	2.7	1.1	287.1	387.4	27.3	11.4
내장산	8 (10.2)	2.5	1.0	125.1	213.0	7.3	-
합계/평균	43 (79.1)	3.25	0.88	233.3	371.5	30.1	14.0

*4개 산악형 국립공원의 등산로 및 주변 환경피해 현황

1. 등산행위로 발생된 등산로 상의 나지(4등급 이상)의 폭
2. 등산로 주변으로 나지화가 진행(25~75%)되고 있는 3등급 지역의 폭
3. 등산로를 따라 노폭확대가 길게 발생된 경우의 평균확대폭×길이의 합
4. 등산로 주변 및 연결된 계곡부 등 독립공간에 발생된 이용나지면적의 합

자료 : 권태호 등(2000) 국립공원별 특성에 따른 공원관리방안 연구. 국립공원관리공단

4등급 이상인 지역으로 자연적인 회복이 어려울 뿐 아니라 인위적인 복원이 뒤따르지 않을 경우 훼손이 더욱 확산, 심화될 가능성이 큰 곳이다.

한편 국립공원관리공단의 ‘국립공원별 특성에 따른 공원관리방안 연구’(권태호 등, 2000)의 일환으로 수행된 북한산, 설악산, 가야산, 내장산 국립공원에서 등산로 및 주변 환경피해를 조사한 결과, 4개 국립공원의 주요등산로 43개 구간(79.1 km)의 평균 등산로 폭은 이미 나지화된 4등급 이상을 기준으로 할 때 평균 3.25 m, 등산로 주변으로 나지화가 진행되고 있는 훼손진행 폭은 0.88 m이었으며, 등산로 주변에서 발생하고 있는 선형훼손지의 면적은 평균 233.3 m²/km로 설악산국립공원이 가장 컸고, 독립훼손지의 면적은 평균 371.5 m²/km로 공원면적 대비 탐방객 수가 가장 많은 북한산국립공원이 가장 많이 훼손되어 있었으며, 등산로 주변으로 생겨나는 셋길(분기등산로)도 가장 많이 발생하고 있었다(Table 3).

이와는 별도로 각 국립공원관리사무소가 자체적으로 등산로 훼손등급별 실태조사를 개략적으로 실시하여 집계한 자료(국립공원관리공단, 2000)에 따르면, 한려해상, 한라산, 경주 국립공원을 제외한 16개 국립공원의 240개 노선

1,087.2 km의 등산로를 대상으로 훼손수준에 따라 강, 중, 약으로 구분한 결과 이중 크고 작은 훼손이 발생하고 있는 등산로는 922.2 km로 전체의 84.8% 이상이 훼손된 것으로 나타났는데, 심하게 훼손된 등산로는 116.8 km(12.6%)이며, 중간수준으로 훼손된 등산로는 247.9 km(22.8%), 훼손이 약한 등산로는 557.5 km(51.3%)로 보고되었다. 훼손된 등산로 총 길이는 922.2 km이나 조사방법이나 판단근거에 일관성이 미흡할 뿐 아니라 등산로 주변으로의 훼손면적도 누락되어 있어, 실제적인 등산로 및 주변 훼손규모는 상당히 증가할 수 있을 것으로 판단된다. 차제에 전 국립공원의 등산로 및 주변 훼손지에 대한 정밀실태조사를 실시하여 중·장기적인 등산로 정비 및 훼손지 복구공사를 체계적으로 계획하는 일이 필요하다.

이상의 조사 결과를 바탕으로 우리나라 국립공원 등산로의 훼손실태를 종합해 볼 때, 국립공원 등산로 가운데 약 75~80%가 등산로 및 주변이 훼손된 것으로 추정할 수 있다. 또한 등산로의 평균 노폭은 2.64 m 정도로 보고된 바 있으나(Table 2), 이는 단순히 등산 또는 탐방 활동에 제공되는 보행공간의 범위를 나타낸 것이며, 등산로 주변으로 통행활동이 확대되어 훼손이 확산되는 범위까지를 고려한다면 해당 국

립공원 내 대부분 등산로를 대상으로 조사한 권태호 등(2000)의 자료(Table 3)를 적용하는 것이 타당하다고 판단된다. 따라서 훼손이 진행되는 주변을 포함한 폭이 약 4.0 m(나지 3.25 m)이므로 정상적인 등산로 기준폭 1.5 m를 제외하면, 복구해야 할 등산로 훼손폭은 약 2.5 m 정도로 추산할 수 있다.

국립공원 등산로 정비 복구 실태

등산로 복구정비

1998년부터 2000년까지 국립공원관리공단에서 시행한 등산로 정비현황을 살펴보면 총 94개 노선, 305.8 km로서 국립공원관리공단에서 지정 관리하는 전체 등산로 1,087 km 중 28.1%가 복구·정비된 것으로 파악되고 있다(Table 4). 그러나 이 비율은 훼손구간 전체를 완전히 복구·정비한 것이 아니라 노선별로 정비가 시급한 곳을 국지적으로 복구·정비한 구간을 합산한 자료이므로 실제 등산로 노면정비 비율은 약 10% 전후일 것으로 판단된다. 특히 이 3년간 시행한 등산로 정비사업은 등산로 주변의 산림 훼손지에 대한 복구·복원은 이루어지지 않았으므로 등산로 주변 훼손지 복구·복원 비율

은 1% 미만으로 추산된다.

그간 각 국립공원에서 시행한 등산로 정비는 제한된 예산과 예산집행 상의 제약도 있겠지만, 등산로 주변 훼손지를 포함한 단위노선별의 총체적인 정비계획과 이용자 관리 등의 등산로 훼손원인에 대한 체계적인 대책을 수립하지 못한 채 노선별로 시급한 개소부터 국지적으로 복구공사를 시행함에 따라 등산로 주변으로는 물론 복구정비시설에서도 추가훼손이 발생하고 있는 실정이다. 이러한 경향은 설악산국립공원의 오색-대청봉 구간의 사례에서 잘 드러나고 있다. 이 구간에서의 정비·복구는 '1995년 설악산 등산로 정비공사' 및 '1996년 설악산 오색등산로 훼손지 복구공사' 등을 통해 시행되었으나 훼손이 상당히 진행된 상태에서 시급한 지점을 대상으로 공사가 이루어졌고, 훼손 메카니즘에 대한 이해와 탐방객에 대한 관리대안이 미진한 채 설계 및 시공이 추진되어 사업효과가 크지 않았다. 결국 기시공구간의 추가훼손과 미시공지역의 훼손 확대를 방지하고 훼손된 등산로 및 주변 식생지역을 원지형으로 복원하고자 '2000년 설악산 오색-대청간 훼손지 복구공사'가 다시 계획되어 현재 추진되고 있으나 아직도 '개소 중심'의 경향이 없지 않다.

Table 4. The results of trail repair in national parks(1998~2000)

공원명	정비노선수	정비거리 (km)	사업비 (백만원)	공원명	정비노선수	정비거리 (km)	사업비 (백만원)
지리산	24	53.5	5,835	오대산	5	19.4	522
계룡산	4	13.1	225	주왕산	3	4.0	220
한려해상	3	4.3	168	치악산	4	17.0	350
설악산	7	54.2	1138	월악산	6	3.1	377
속리산	7	24.3	462	소백산	6	21.7	560
내장산	7	35.9	2,283	북한산	(7건)	-	541
가야산	7	17.5	757	월출산	3	7.5	249
덕유산	5	16.5	337	변산반도	3	13.8	232
계					94	305.8	14,256

*국립공원 등산로 정비현황(1998~2000년)

자료: 국립공원관리공단(2000) 1998~2000년 탐방로정비 및 훼손지복구사업현황

등산로주변 훼손지 복원

훼손지 복구는 그간 전문기술이 부족하여 국내에서는 고산지역 식생을 복원한 선례가 없었으나, 1994년 한국환경생태학회에서 시행한 지리산국립공원 노고단 및 세석지구에 대한 훼손지 현황조사와 복구공법 연구 결과(국립공원관리공단, 1994)를 토대로 생태학적 복원사업을 지리산, 소백산, 설악산 국립공원의 능선부나 산 정상 지역을 중심으로 훼손지 시범사업으로 추진해 오고 있다.

이처럼 능선부 훼손지의 식생복원사업은 과거보다 비교적 활발한 편이나 산림 내의 등산로주변 훼손지 복원공사는 미흡한 실정이다. 등산로 정비사업은 기본적으로 노면정비와 훼손지 복구 사업으로 구분하여 시행되어야 하나 등산로주변 훼손지의 식생복원사업은 공단의 등산로 정비사업에서 누락되고 있어 근본적인 검토가 필요하다. 향후 능선부 야고산대 훼손지와 함께 등산로 주변 산림훼손지의 식생복원사업을 적극적으로 시행할 필요가 있다.

정비 복구 예산

국립공원관리공단의 훼손지 복구공사를 위한 투자계획을 보면 1995년부터 2004년까지 10년간 산정상·능선부 27개소 87,700 m²에 약 37억원, 등산로 78.7 km구간에 약 79억원 등 총 203억 3,600만원의 사업비를 투자할 계획으로, 등산로 복구에 배정된 예산은 미미한 편이다. 전체 예산규모의 제약도 있겠으나 등산로 복구사업이 등산로주변 훼손지의 복원까지를 포함한다는 개념이 부족한 탓도 있으리라 판단된다. 참고로 1994년~1999년의 6년간 투자실적을 보면 산정상·능선부 18개소와 산사태지, 계곡·해안침식지 8개소 그리고 등산로 11개소에 총 75억원이 투자되었다.

전술된 '국립공원 등산로 훼손실태'를 종합한 내용에 근거하여 우리나라 국립공원의 등산로 및 주변훼손지 전체에 대한 복원사업의 규모를 다음과 같이 개략적으로 산출해 볼 수 있다.

먼저 1,143 km 달하는 국립공원 등산로 중 훼손된 등산로가 75%로 하면 약 857 km이고, 등산로 기준폭 1.5 m를 제외한 2.5 m를 훼손폭으로 적용할 경우 식생복원을 해야 할 등산로 주변 훼손지 면적은 약 87만평(2,142,500 m²)에 달한다. 이러한 훼손량에 대하여 훼손된 등산로의 노면정비에 1 km²당 1억원을 적용할 경우 약 857억원이 소요되고, 등산로주변 훼손지 복원에는 1 m²당 10만원을 적용할 경우 약 2,142억원의 비용이 소요되어, 총 2,742억원이 훼손된 등산로 정비에 소요될 것으로 추정된다.

그러므로 공원관리청은 향후 공원별 등산로 및 주변 훼손지의 훼손실태에 대한 정밀조사를 실시하고 훼손된 등산로의 정비와 훼손지의 식생복원 사업계획을 체계적으로 수립한 후 장기적으로 추진해나가야 할 것이다. 이제 정부도 국립공원이 국가가 보유한 가장 우량한 자연생태공간이며, 국립공원 구역의 구석구석을 네트워크로 연결하고 있기에 등산로는 단순한 탐방 시설로만 볼 것이 아니라란 점과 등산로와 그 주변의 훼손은 곧 우량한 국가적 자원의 훼손이자 손실이란 점을 인식하여 등산로 훼손지 복구에 국가적 관심을 기울여야 할 것으로 본다.

등산로 훼손지의 합리적 복구방안

국립공원에서의 훼손된 등산로 정비 복구는 노면 정비와 훼손지 복원으로 구분하여, 등산로 주변의 훼손지 복원과 노면 정비를 동시에 시행하는 것이 무엇보다 중요하다. 또한 정비된 등산로에서는 안전하고 편리한 이용을 위한 각종의 부대시설이 필요하다. 그간 시행되어 온 등산로 정비 복구 사업의 평가를 통해 도출된 합리적인 복구방안에 대해 노면 정비, 주변 훼손지 복원, 부대시설로 구분하여 기본방향을 제시하고자 한다.

등산로 노면 정비

등산로 정비는 노면 정비 및 부대시설 공사

와 함께 훼손된 주변 지역의 지형 복구 및 복원, 지반 안정 그리고 식생복원 공사를 동시에 시행하는 것을 원칙으로 한다. 특히 대규모로 훼손된 동일 사면상의 등산로 정비공사는 훼손된 단위 사면의 현황측량을 실시하고 통행량과 이용행태, 훼손 특성을 검토하여 동선을 명확히 한 후, 등산로 노선 배치, 지반 안정 및 지형 복원, 노면시설 정비, 주변 훼손지 식물생육 기반 조성, 식생복원 녹화설계를 통하여 동일 사면상의 훼손지를 완전히 복구하는 이른바 '지역완결' 지향의 등산로 정비공사를 시행해야 한다.

등산로 노면 정비를 위한 기본적인 주요 공사로는 지반안정공사, 노면포장공사, 계단공사, 노면배수공사 등을 들 수 있으며, 등산로의 종단 경사도 및 토양침식 정도에 따라 적절한 노면정비 방식을 선택하도록 한다.

등산로 정비시 노면 폭은 불필요하게 넓지 않도록 하며, 양방향 통행을 기준으로 1.5m를 일반적인 원칙으로 하되, 입지여건과 통행량 등을 고려하여 1.2~1.8m 정도에서 적절히 선택한다. 등산로 상의 배수로는 원칙적으로 측구 형태의 종단형 배수로는 설치하지 않으며, 등산로 상을 흐르는 유수는 적절한 간격을 두어 설치한 횡단배수로를 통해 임내로 분산 배수할 수 있도록 처리한다.

등산로 노면 정비의 소재는 자연환경에 영향을 주지 않는 재료를 이용한다. 특히 노면포장이나 계단의 재료로 이용하는 자연석은 자연환경에 영향이 없는 범위 내에서 현지에서 구하고, 목재는 되도록 국산재를 이용하며 방부처리된 경우는 환경영향이 적고, 폐자재 처리에 문제가 없는 것을 사용하도록 한다. 또한 암석지대나 고산지대에서는 경관을 해치는 과도한 규격의 목재나 통나무 사용을 피하고, 고산지대 등의 특수환경에서는 내구성을 증진시키는 공법을 강구할 필요가 있다.

등산로 정비·복구 공사는 산정부에서 산록부 방향으로, 그리고 동일 사면에서는 윗쪽에서

아랫쪽 방향으로 진행하되 가급적 단위 훼손지를 단위사업을 통해 동시에 완결할 수 있도록 시행한다. 아울러 훼손이 심한 장소의 등산로 정비 복구를 위해서는 설계작업 전에 감독관, 용역회사, 일반 탐방객, 산악인, 그리고 학계 및 전문가(산림토목, 생태계, 이용행태 분야 등)의 자문을 통하여 설계안을 확정하는 것이 바람직하다.

주변 훼손지 복원

등산로 주변 훼손지의 식생복원 녹화는 무엇보다 그 목적과 목표를 분명히 해야 하며, 훼손지 주변의 현존식생 조사를 토대로 추정되는 원식생을 복원하되 미기후를 고려하여 녹화 설계한다.

등산로 주변 훼손지 복원을 위한 기본적인 주요 공사로는 지반안정공사, 식생복원공사, 수목보호공사 등을 들 수 있으며, 특히 생육환경에 대한 세심한 배려가 요구된다.

등산로 주변의 산림환경피해도가 4등급 이상인 지역은 이미 표토침식이 진행되고 있거나 뿌리노출, 수목 고사 등이 나타나는 경우이므로 등산로 정비시 식생복원공사를 동시에 시행하며, 특히 구곡침식과 세굴 등 토양침식이 우심한 부분에 대해서는 지표토양의 안정화를 도모하고 식물생육환경을 확보하기 위해 잡석채우기, 왕모래 또는 잔자갈채우기로 지반안정공사를 실시하고, 사양토 또는 개량토로 원지형선까지 복토한 뒤 다짐처리 할 필요가 있다.

등산로 주변 훼손지의 식생복원공사의 경우, 초원지대는 야생풀포기 이식으로, 산림, 급경사지, 고산 능선부에서는 야생초목포기, 자생수목 포트묘를 식재하여 녹화한다. 산림지역에서의 대규모 훼손지나 등산로 주변 훼손지의 식생복원공사에서는 등산로 주변부에서 활착이 잘 되며, 중간 경쟁력이 우수한 조록싸리, 붉은병꽃나무, 털진달래, 병꽃나무, 국수나무 등의 야생초목포기나 자생수목 포트묘를 Table 5에 예시한 입지환경에 따라 선택하여 사용한다.

Table 5. The recommended species for restoration on the border of trail

입지환경	전 지역	고산능선부	전 석지	건조지	산록부 및 계곡
수종	조록싸리 국수나무 병꽃나무	털진달래 철쭉 꽃붉은병꽃나무	산수국 말발도리	참싸리	조록싸리

*등산로 정비의 식생복원녹화용 수종 예시

자료: 권태호 · 오구균(2001) 국립공원 탐방로 훼손 · 세굴유형 분석과 복원대책에 관한 연구

등산로 주변으로 훼손이 확대되면서 뿌리 등이 심하게 노출된 수목을 보호하기 위한 수목 보호공사는 탐방객의 보행동선을 명확하게 설계하고 뿌리가 노출된 수목의 주위를 주변지형과 자연스럽게 연결되도록 복원한 뒤 시행하여야 한다.

부대시설 정비

등산로의 정비 후 주변 생태계 보호나 탐방객의 안전 확보 및 재난 방지, 정비사업의 홍보 및 안내 등을 위해서 등산로 주변에 안내판, 해설판, 이정표와 같은 탐방·안내표지시설이나 난간, 목책과 같은 통제시설 등의 각종 부대시설을 적절히 배치하며, 노면정비 및 훼손지 복원공사와 함께 설치한다.

부대시설물은 자연과 조화되는 구조, 형식, 재료를 사용하고 가능한 해체가 용이한 구조물로 설계한다. 주변지역의 색채와 연중 조화되도록 하고, 시설물의 주조색은 자연계의 색채인 갈색, 회색, 녹색계통 등을 사용하는 것을 원칙으로 하며, 재료는 목재나 석재 또는 자연친화적 재료를 사용한다.

부대시설의 위치는 설치목적이나 기능에 맞게 선정하며, 설치시 지형변경을 최소화해야 한다. 특히 양호한 주변 경관이나 조망을 차단하거나 방해하지 않도록 위치, 규모 및 형태 선정에 유의한다. 보호 및 회귀 동식물이 서식하거나 출현이 빈번한 지역, 불안정한 토양과 지

질 지역 등에는 대형시설물은 설치하지 않으며, 단층지역, 범람원, 일시적 홍수지역, 해안사구 등에서는 부대시설물을 설치하지 않도록 한다.

참고문헌

국립공원관리공단. 1994. 지리산국립공원 훼손지 복구 환경조사 및 실시설계. 138쪽.
 국립공원관리공단. 2000a. 1998~2000 탐방로정비 및 훼손지복구사업현황.
 국립공원관리공단. 2000b. 탐방로 훼손유형. 미발간 자료.
 국립공원관리공단. 2001. 국립공원백서(2001). 540쪽.
 국립공원관리공단 기술지원부. 2000. 공원계획 변경(안) 자료.
 권태호. 1999. 우리나라 주요 국립공원 등산로의 훼손실태와 복구대책에 관한 연구. 대구대학교 과학기술연구 5(5): 403-416.
 권태호 · 오구균. 2001. 국립공원 탐방로 훼손 · 세굴유형 분석과 복원대책에 관한 연구. 국립공원관리공단 용역보고서. 161쪽.
 권태호 · 오구균 · 권순덕. 1991. 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용영향. 용융생태연구 5(1): 91-103.
 권태호 등. 2000. 국립공원별 특성에 따른 공원관리방안 연구 - 자연생태계의 적정 수용능력 산정. 국립공원관리공단 용역보고서. 150쪽.

폐광지의 복구 방안¹⁾

윤 호 중²⁾

임업연구원 임지보전과

머리말

우리나라의 석탄산업은 1896년 러시아인들이 함경북도 경성지역에서 채굴허가를 받은 것이 시초라고 할 수 있다. 일본은 한일합방 이후부터 우리나라에서 석탄 생산을 시작하여, 중일전쟁이 발발한 1935년에는 1백95만톤, 태평양전쟁이 일어난 1941년에는 6백16만톤의 석탄을 생산해 일본으로 실어갔다. 1950년대 대한석탄공사가 창설된 이후 본격적으로 채탄이 시작되었으며, 1973년과 1978년 2차례의 석유파동 위기를 극복하는데 결정적 기여를 하였다. 하지만 1980년대 말부터 세계환경보전의 확산과 소득증대에 따른 고급에너지 선호경향으로 경제성이 떨어지면서 1989년부터 폐광이 시작되었다. 1989년 130개, 1990년 47개 등 1989년 이후 5년 동안 303개 석탄업체가 폐광하였고, 1996년 이후로는 이미 대부분의 석탄업체가 문을 닫고, 2000년 이후 폐광은 거의 없는 상태에 있다.

폐광지는 자연경관을 해칠 뿐만 아니라 갱구 및 폐석으로부터 흘러내리는 물은 주변 토양과 계류수질을 악화시키고 있다. 폐광지 갱구에서 흘러나오는 물에서 11~42 ppm의 높은 농도의 Al이 검출되었고, Mn, Mg 및 Ca의 농도가 청정지역에 비하여 높게 나타났다(조경숙 등, 1996).

폐광지 복구연구로서 구창덕(1990)은 폐광지를 산림으로 복구할 때 고려해야 할 인자는 조림하기 전 토양의 온도변화, 수분 및 양분상태라고 하였으며, 자연적으로 이입되는 식물로 새류, 달맞이꽃, 쑥, 붉나무, 싸리류, 다릅나무, 호랑버들 등이라고 보고하였다. 정남훈(1991)은 폐광지에서의 녹화의 어려움은 토양산도의 문제가 아니고 표면온도가 높고, 수분함량이 낮으며, 경석의 입경이 크고, 질소, 인과 같은 양료의 부족이 원인이므로 객토의 필요성을 강조하였다. 조현재 등(1995)은 폐광지역의 복원 후 경과년도에 따른 식피율의 변화가 뚜렷하지 않았다고 보고하였다.

또한, Willis(1978, 1981)는 탄광폐석의 색깔과 크기는 지표면 온도와 수분상태에 영향을 주므로 식생기반 조성측면에서 복·객토와 비탈다듬기가 중요하며, 식생측면에서 pot표는 직파묘에 비하여 동상피해가 적었음을 보고하는 등 외국에서도 폐탄질토의 이·화학성 분석, 토양개량, 녹화수종과 시비량에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다.

과거에는 주로 녹화식생과 방법에 관련된 평가연구가 대부분이었으나, 폐광지 복구공작물의 종류 및 파손상태, 복구비용등의 복구공법 전반에 걸친 평가를 실시한 연구는 이루어지지 않

1)Restoration on Abandoned Coal Mine Areas

2)YOUN, Ho-Joong, Division of Forest Conservation, Korea Forest Research Institute, 130-712 Korea;
Email: yount@foa.go.kr

았다. 특히, 과거 복구공작물의 파손이 많은 점의 원인을 최근 석탄합리화사업단에서는 복구단비에 문제점이 있는 것으로 판단해, 상당량의 비용을 들여 폐광지 복구를 실시하고 있다. 하지만, 폐광지의 복구에 관한 적정 복구비는 아직 정립되어 있지 않은 상황이며 공정별로 최적단비의 제시가 필요한 실정이다.

따라서, 임업연구원 최경 등(2000)은 1996년부터 1997년까지 2개년에 걸쳐 전국적으로 폐광지의 녹화식생, 녹화방법, 복구공작물의 종류와 파손상태, 사면침식상태, 수질오염상태, 복구비 등 폐광지 복구실태를 조사·분석한 결과와 이를 토대로 적정복구공법 개발을 위해 1998년부터 2000년까지 녹화수중선발 시험과 폐광지구조물시험을 실시한 결과를 정리하고, 복구유형별 표준복구모델을 제시하였다. 이 글은 이 보고서를 정리하여 폐광지의 복구방안을 제시하고자 한다.

문제점 도출

폐광지 복구현황

1990년부터 1995년까지 기 복구된 전국 297개소 폐광지 복구 설계내역서를 분석한 결과, 복구에 이용되고 있는 공법과 공종은 기초공사로 비탈다듬기, 흙막이, 골막이, 수로내기, 집수정을 계간 및 야계공사로 기습막이, 바닥막이, 사방댐 등을 시공하였다. 이 중 파손율이 높은 공작물은 대부분 노후된 수로공, 돌 및 콘크리트 기습막이, 돌 축대벽과 부실공사에 의한 기습막이로 나타났다. 원인별로 구분하면 적치토사가 깊은 지역에서 터파기가 부실하여 기초지반이 붕괴된 경우, 공작물의 규모를 작게하거나 수량이 적어 구조물이 파괴된 경우, 노후된 공작물을 그대로 활용하여 토압에 의해 파손되는 경우로 분류할 수 있다.

폐석 및 폐탄질토의 특성

탄광폐석의 암종별 비율은 砂岩이 57.5%로

가장 높고 혈암이 25.2%, 석탄이 많은 혈암(coaly shale)이 1.7%, 기타 15.6%로 알려져 있으며, 폐석의 크기(粒徑)는 1 mm이하가 17%, 1~10 mm가 20%, 10~50 mm가 50%이고, 50 mm 이상이 13%로 10~50 mm가 가장 많다(한국자원연구소, 1995). 폐석은 대부분이 粒徑 2 mm 이상의 자갈로 이루어져 있기 때문에 물과 염류의 흡착력이 적어서 건조되기 쉽다. 뿐만 아니라 검은 폐석은 열 흡수력이 강하여 지표온도가 60°C까지 올라가게 되므로(정남훈, 1991) 일사량이 많은 여름에 식생이 고사되기 쉽다.

토양산도, 유기물함량, 유효인산, 양이온치환용량, 치환성 Ca과 Mg은 지역에 따라 큰 차이를 보이고 있으며, 폐탄질토의 토성은 점토함량이 15%이하인 양토(Loam), 양질사토(Loamy Sand)와 사질양토(Sandy Loam)로 대부분이 모래와 미사로 구성되어 있다.

복·객토 현황 및 토양특성

폐광지의 폐석적치사면을 비탈다듬기한 후 사면에 파식을 위하여 전면적으로 흙덮기하는 것을 覆土라 하고, 사면에 부분적으로 일정한 크기(점모양 또는 줄모양)로 구덩이를 파고 성질이 다른 흙으로 채우는 것을 客土라고 한다.

폐광지의 복토는 많은 비용이 소요되므로 폐광지 복구 시범지 등 특수한 지역을 제외하고 거의 실시하지 않고 있으며, 그 두께도 대부분이 20 cm 이하인 것으로 조사되었다. 대부분 지역에서 줄모양 구덩이(條播溝) 또는 점모양 구덩이(點播溝)를 파고 객토를 실시하고 있으나 객토량이 구덩이당 1~2삽 정도로는 임목생장에 충분하지 못하므로 조림목 枯死의 원인이 되기도 한다. 폐광지 녹화에 이용되는 복토와 객토는 심층토가 대부분이고 여러 곳에서 대량으로 채취하기 때문에 토성은 일정하지 않으며, 식물생육에 유리한 良質 토양이 아니다. 폐탄질토와 복·객토용 토양은 유기물함량을 제외한 유효인산, 양이온 치환용량, 치환성 염기인 K, Na, Ca 및 Mg 함량이 퇴적암 산림토양에 비하여

낮게 나타나고 있어, 복·객토용 토양의 비옥도 증가 또는 시비에 의한 충분한 양분의 보충이 요구된다.

식물생장과 피복도

폐광지 식재 및 파종수종으로 전통적인 황폐지 녹화수종인 아까시나무, 리기다소나무와 오리나무, 싸리(피종)와 족제비싸리(피종 또는 식재)가 가장 많았으며, 그밖에 잣나무, 낙엽송, 자작나무, 해송, 소나무, 측백나무, 현사시나무 등의 순으로 식재되고 있다. 자작나무는 최근 많이 식재되고 있으며, 생장도 비교적 양호한 것으로 나타났다.

식재방법은 아까시나무, 리기다소나무, 오리나무 단순림과 활엽수(아까시나무, 오리나무류, 현사시나무, 자작나무)와 침엽수(잣나무, 리기다소나무, 해송, 소나무)의 혼효림이 있는데 혼효림에서는 아까시나무 또는 오리나무류에 의하여 침엽수(특히 리기다소나무, 소나무)가 피압, 고사되는 지역이 많았다. 따라서 침엽수와 활엽수를 부득이 섞어 심을 때에는 부분혼식이 필요하다.

조립 수종 중 아까시나무의 생장이 가장 크게 나타났으며, 다음으로 오리나무류, 리기다소나무 순으로 생장이 빠르다. 시공년차에 따른 생장량은 그 지역의 입지조건과 관리상태에 따라 다르게 나타나고 있다. 싸리는 2m이상 자라게 되면 고사되고 다시 맹아로 가지가 나오거나 새로운 종자가 발아되어 자라고 있으며 타수종에 의해 피압되면 생장이 불량하여 시공년차에 따른 생장차이가 아주 크다.

각 수종에 대한 피도 역시 수고생장에서와 같이 입지조건과 관리상태에 따라 차이가 커서 시공년차에 따른 일정한 경향을 보이지 않았다. 리기다소나무는 피압되면 그들이 지므로 활엽수류와 혼식할 경우 대부분 고사하거나 생장이 극히 저조하였다.

식생종 및 피도의 변화

사면피복용 파종초본류는 재래종으로 새류(일

반잡초)와 도입초종으로 왕포아풀(Kentucky bluegrass), 오리새(Orchard grass), 켄터키31웨스큐(Kentucky31 fescue), 키다리개미털(Tall fescue), 능수귀염풀(Weeping lovegrass)이 있었다. 파종초본류의 선호도는 강원과 충북에서는 새류 50%, 도입초종(왕포아풀, 오리새, 켄터키웨스큐 등) 11%로 나타났으며, 기타 지역은 전면 고사하였거나 방치상태로 지표식생의 피도가 극히 불량한 상태였다. 충남, 전남 및 경북은 새류 56%, 오리새 18%, 왕포아풀 14%, 키다리개미털 8%, 능수귀염풀 6%로 도입초종을 많이 선호하고 있었고, 지표식생의 피복상태도 비교적 안정되고 양호한 것으로 나타났다.

강원, 충북 지역의 폐광 복구지 하층 초본피도는 평균 17%, 상층 목본피도는 34%로 저조한 편이며, 특히 지역에 따라 피도차이가 심하여 불량한 지역은 식생이 거의 없는 지역이 많았다. 하층 초본류 피도가 비교적 높은 지역은 시공년차가 오래된 지역이거나 켄터키웨스큐31, 오리새 등과 같은 외래초종 파종지로 나타나고 있다. 충남, 전남 및 경북 지역은 강원, 충북 지역에 비하여 평균 하층초본피도 38%, 상층목본피도 53%로 비교적 높게 나타나고 있다. 전체적으로 하층초본피도 29%, 상층목본피도는 45%이었다. 상층식생과 하층식생의 피도는 경과년수에 따라 목본류의 피도는 점차 증가하였으나 초본류는 점차 감소하였다.

침입종

폐광지의 폐석적치 사면은 1차 천이지역으로 분류할 수 있는데, 이 지역에 침입한 移入種과 출현빈도를 조사하였다. 조사지역 내 조립 수종 이외의 이입종으로는 강원·충북지역에 다래 등 37종, 충남·전남·경북에서는 가중나무 등 28종이었으며 전 지역에서 48종으로 조사되었다. 가장 많은 이입수종으로는 강원, 충북지역에서는 소나무, 졸참나무, 국수나무, 물푸레나무, 싸리, 칩, 갈참나무, 철쭉꽃, 나무딸기이었으며 충남·전남·경북지역에서는 나무딸기,

취, 산초나무, 사위질빵, 졸참나무이었다. 전 지역에 가장 잘 침입되고 있는 수종은 나무딸기, 취, 졸참나무와 산초나무 순으로 나타났다.

인위적으로 파종한 것을 제외한 하층 침입 초본류는 강원·충북지역에서 자귀풀 등 43종으로서 쑥, 썸바귀, 달맞이꽃, 망초, 억새, 강아지풀, 가막살이, 산거울, 방가지똥 등의 순이었으며, 충남·전남·경북지역에서는 깨풀 등 75종으로서 쑥, 망초, 달맞이꽃, 억새, 여뀌, 산거울, 기름새, 솔새, 까치수영, 오이풀 등의 순이었다. 전체적으로 86종이며 쑥, 달맞이꽃, 망초, 억새, 썸바귀, 산거울, 여뀌, 솔새, 까치수영, 강아지풀이었으며 被度면에서는 큰 비중을 차지하지 못하고 있다.

사면침식

폐광지의 적치사면에서의 침식상태는 면상침식, 누구침식과 구곡침식으로 구분되는데, 지피식생이 고정되지 않은 지역에서 면상침식은 대부분 세립의 탄질토 또는 식재를 위하여 복·객토한 지표면을 유실시키는 것이며, 누구침식은 면상침식이 진전되어 보다 큰 폐탄질토 또는 복·객토가 淚路를 따라 유실되는 것이다. 구곡침식은 수로가 파괴되거나 용출수가 있는 지역에서 배수로를 설치하지 않았기 때문에 발생되며, 지역에 따라서는 부실시공된 흙막이(산비탈돌쌓기, 옹벽, 기슭막이 등)가 파괴되어 사면이 붕괴되기도 한다. 경사도와 사면침식과의 관계를 볼 때 모든 토양(모래, 미사, 점토, 보통흙 등)은 수분으로 포화될 경우 안식각이 30°이하로 떨어지므로 사면기울기 30° 이상인 지역에서 전면 복토된 사면은 강우시 침식이 발생하게 되므로 복토 후 즉시 식생으로 피복시키거나 사면기울기를 30° 이하로 완화시켜야 한다.

조사지역별 침식상태별, 면적침식률(침식받은 지역의 면적×100/전 조사면적)은 시공년차에 따른 차이는 보이지 않으나 입지조건에 따라 많은 차이를 보이며 충남·전남·경북 지역에 비하여 강원·충북 지역에서 비교적 많이 발생되

고 있는데, 이는 하층초본피도가 충남·전남·경북 지역에 비하여 낮기 때문인 것으로 생각된다. 전체적으로 조사개소의 20%지역에서 침식이 발생하였으며 평균 면상침식률 15%, 누구침식률 6%, 구곡침식률 6%를 나타냈다.

수질오염

석탄은 탄화수소화합물로 황철광(FeS₂)을 포함하고 있는데 황철광이 공기 중에 노출되면 자가 산화반응(pH 4.5 이상)과 철세균(pH 4.5~3.5) 및 호산성철세균(pH 3.5 이하)에 의해서 산화되므로 강산성으로 변한다. 이렇게 생성된 황산에 의해 광산폐수는 강한 산성을 띠게되며 불용성의 수산화철 화합물과 鐵明礬石[Jarosite ; K₂Fe₆(SO₄)₄(OH)₁₂]의 황색 또는 갈색 침전물(Yellow boy)를 함유하게 되는데(조경숙 등, 1996), 이 Yellow boy가 계류수 또는 토양에 심각한 오염을 유발한다.

폐광지 갱구에서 나오는 유출수에는 수질 분석결과 암모니아성 질소(NH₄⁺), 질산성 질소(NO₃⁻), 구리(Cu), 아연(Zn), 카드뮴(Cd) 및 납(Pb)의 농도를 제외하면 음용수기준을 훨씬 초과하고 있다. 황산이온(SO₄²⁻)의 농도는 pH와 대체적으로 반비례 관계가 있어서 많은 황산염을 가지는 폐광지의 유출수는 강한 산성을 띠게 되나, 유출량이 많은 경우 희석되어 실제적으로 pH는 지역에 따라 다르게 나타나고 있다. 유출수에서 가장 문제되고 있는 이온은 일반적으로 철(Fe), 망간(Mn), 알루미늄(Al), 황산(SO₄²⁻)으로서 음용수에 비하여 높게 나타나고 있으나 농도는 지역간에 많은 차이가 있다.

석탄산업합리화사업단(1998)도 강릉 태우탄광 유출수의 수질조사에서 Fe, Al, SO₄²⁻이온이 다량 검출되었음을 보고한 바 있다. 조경숙 등(1996)은 이들 중금속에 의한 토양 및 수질오염 피해는 유출수가 직접 유입되는 지천(支川)에서 매우 심각하나 지천에서 본천에 유입되었을 때 유입지점으로부터 수km 이내에서 하천의 중화작용에 의하여 대부분 오염물질이 불용성물질

로 침전되므로 유출수에 의한 하천의 오염은 국지적인 것이라 하였다. 철, 알루미늄, 망간, 마그네슘의 황색 침전물(Yellow boy)은 폐광지로부터 2~8 km, 백색 침전물(백화현상)은 이보다 훨씬 먼 거리까지 유출되는 것으로 조사되었다.

경관미

복구지역의 주위환경과의 친화도를 조사한바, 주위환경과 잘 어울리는 지역은 대부분 시공후 년수가 경과된 지역으로 전 조사지의 28%에 불과하며, 과반수(54%)가 주위 환경과 좀 이질감이 드는 것으로 조사되었다.

복구방안

가. 기본적 복구방향

우리나라에는 전국적으로 1,270 ha의 폐광지가 분포하고 있으며, 이 지역에 대한 복구공사가 1989년부터 시작되어 1997년 말까지 997 ha가 복구되었다. 하지만, 현재까지의 연구 결과 1995년 이전의 폐광지 복구지에 있어서는 식생 기반인 복토를 하지 않거나 객토량이 적었고, 토양의 양료함량 부족으로 식생복원률도 상당히 낮은 수준이며, 적은 복구비용으로 구조물의 부족과 노후 등의 문제점을 드러내어 복구지의 대부분이 재황폐되거나 방치되어 그대로 방치할 경우 복원이 어려운 실정이다. 이 기간 중 ha당 복구단비의 평균은 3,600만원으로 폐광지 복구실패 원인 중 하나였으므로 복구단비의 증액은 필연적이다.

1995년 이후 석탄합리화사업단에서는 과거 복구비용의 부족을 이유로 ha당 평균 12,316만원의 막대한 비용을 들여 복구공사를 실시해오고 있으나, 복구비 과다의 가능성을 배제할 수 없다. 그러므로, 폐광지를 효과적으로 복구하기 위하여 ha당 복구비용을 6,000~10,000만원으로 높이고 폐석적치비탈면의 기울기를 30°내외로 완화되도록 기존 지형을 충분히 고려해야 하며, 입경이 큰 폐석은 비탈다듬기 작업시 골라내어(산비탈돌쌓기 재료로 사용) 식생생육에 양호한

환경을 조성해야 할 것이다.

경관적으로 중요한 지역은 산비탈돌쌓기를 한 후 전면 흙덮기(복토)를 하거나 전면 흙덮기가 어려운 지역은 2단의 산비탈돌쌓기를 하고 뒷면(段床)은 양질의 토양으로 채워서 식재기반을 조성한다. 또한, 경사가 20°이하 지역은 산비탈돌쌓기를 하고, 전면 흙덮기하거나 전면 흙덮기가 어려운 지역은 등고선 방향으로 식재구를 파고 양질의 토양으로 객토한다. 식재수종으로 해발고와 지역에 따라 향토수종을 우선하되, 아까시나무, 오리나무류, 리기다소나무 이외에 입지 조건에 따라 자작나무, 낙엽송 등을 식재한다. 비탈면과중은 재래종인 새류 및 싸리류를 도입 초종과 단간사면 또는 식재목 사이에 혼파한다.

복구구조물은 신선한 화강석이나 콘크리트 등 인공자재를 피하고, 주위의 자연석이나 폐석을 이용하여 시공한다. 폐광 폐수로부터 유출되는 Fe, Mn, Al과 SO₄이온의 수질오염 피해방지는 토목기술에 의한 물리적인 방법보다는 아직 기초 연구단계이나 경제적이며 환경친화적인 생물학적 방법(특히 식물을 이용한 Phytoremediation)이 모색되어야 하겠으며, 폐광지의 효과적인 이용을 위하여 지리적인 조건에 따라 산림 복구 이외의 공원, 버섯재배지 등 특수용도로 활용할 수 있어야 한다. 폐광지의 녹화수종으로는 향토수종을 우선하고, 해발고가 높은 지역은 자작나무, 낙엽송 해발고가 낮은 지역은 아까시나무, 소나무, 전나무, 오리나무, 까치박달나무 등을 식재한다.

지리적인 조건에 따라 폐광지 복구유형을 가시권(타용도 활용가능지)과 비가시권(산림환원지)로 구분한다. 복·객토 처리별 수종의 생장량의 차이가 거의 없으므로 경제성을 고려해 값비싼 복토 보다는 객토깊이를 50 cm로 하고 양분함량이 높은 객토를 택한다. 하지만, 가시권(타용도 활용가능지)은 비가시권(산림환원지)에 비해 시각적인 효과가 고려되어야 하므로 복토를 실시한다. 조립시 보습제보다는 비료제인 아그로폼이 잔존물 및 생장률을 높이는 효과가 있

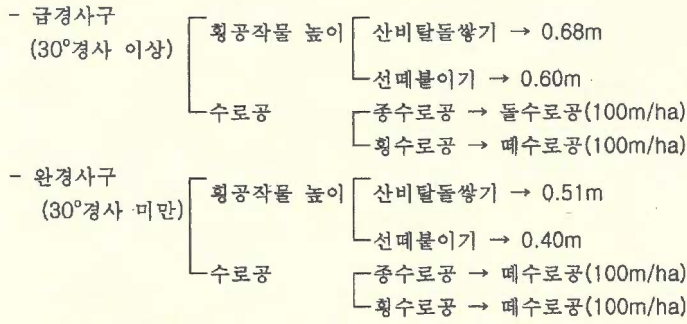


Fig. 1. Comparison of erosion control works according to slope gradient.

*경사에 따른 사방구조물 비교.

으므로 입지조건에 따라 사용한다. 기본 공작물 (돌·떼수로공, 집수정, 암거, 돌축대벽, 구곡막이, 대공 등)을 입지조건에 따라 설치하며, 경사가 급한 지역은 공작물을 높게 설치한다.

나. 복구공법 표준화

폐광지 사면의 경사에 따라 Fig. 1과 같이 구조물의 규모와 재료를 다르게 하여야 한다. 즉,

급경사구(30°경사 이상)는 사면의 안정성과 경사완화를 위하여 완경사구(30°경사 미만) 이상에 비해 구조물(중수로공)을 떼 대신 돌을 이용하여 견고하게 하고 구조물(횡공작물 ; 산비탈돌쌓기, 선폐불이기)의 높이를 높게 설치한다.

가시권 즉, 공원 등 다른 용도를 이용할 경우에는 Table 1과 같이 단위면적당 공정이 필요하며, 비가시권 즉, 산림지역에서의 복구인 경

Table 1. Restoration works of important landscaping area per hectare

작업내용	공종	단위	완경사 (30°경사 미만)	급경사 (30°경사 이상)
지반정리 및 복토	구조물 철거, 폐기물처리, 절토, 성토, 면고르기, 복토 30 cm	ha		1
사면처리구조물	산비탈돌쌓기 A	m	-	500
	산비탈돌쌓기 B	m	500	-
	선폐불이기 A	m	-	2,000
	선폐불이기 B	m	2,000	-
	돌수로공	m	-	100
	떼수로공	m	200	100
기타구조물	집수정	개소	0.5	0.5
	돌축대벽	m	70.7	70.7
	구곡막이	개소	0.5	0.5
	대공	개소	1.0	1.0
녹화작업	종자파종	kg	375	375
	식재	본	2,500	2,500

*가시권의 ha당 복구공정

Table 2. Restoration works of mountainous area per hectare

작업내용	공 종	단위	완경사 (20° 경사)	급경사 (30° 경사)
지반정리 및 객토	구조물 철거, 폐기물처리, 절토, 성토, 면고르기, 객토(폭 70 cm, 깊이 40 cm)	ha		1
사면처리구조물	산비탈돌쌓기 A	m	-	500
	산비탈돌쌓기 B	m	500	-
	선땀붙이기 A	m	-	1,500
	선땀붙이기 B	m	1,500	-
	돌수로공	m	-	100
	떼수로공	m	200	100
	기타구조물	집수정	개소	0.5
돌축대벽		m	70.7	70.7
구곡막이		개소	0.5	0.5
대공		개소	1.0	1.0
녹화작업	식재	본	2,500	2,500

*비가시권의 ha당 복구공정

우에는 Table 2와 같이 단위면적당 공정이 필요하다. 폐광지 복구시 현재와 같이 과도한 비용의 복구가 아닌 단위면적당 복구공정을 고려하여 적절한 예산을 투입하여 복구를 하기 위해서는 면밀하게 표준공정과 단비 검토과정이 있어야 할 것이다.

참고문헌

구창덕. 1990. 석탄채굴에 의한 산림훼손지를 조림복구할 때 고려할 인자에 관한 연구. 한국임학회 학술연구발표. pp20.

석탄산업합리화사업단. 1998. 태우탄광 폐수정화시설 실시설계보고서. 1-24.

정남훈. 1991. 폐석탄 경석장의 녹화공법에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학회 논문. 1-34.

조경숙 · 류희옥 · 장용근. 1996. 폐탄광 배수에 의한 오염된 하천의 화학적 특성과 미생물 활성. 한국생태학회지 19(5): 365-373.

조현재 · 이창석 · 정용호 · 오정수. 1995. 석회 황폐지의 식생복원을 위한 생태학적 연구. 산림과학논문집 51: 14-24.

최 경 등. 2000. 특수지역의 생태적 산림조성 및 관리기술 개발-폐탄광지의 녹화공법 개발-. 농림기술개발사업 최종보고서. 279-346.

Willis G. Vogel. 1978. Vegetation research on surface-mined land in Eastern Kentucky. Institute for Mining and Minerals Research. pp.5-15.

Willis G. Vogel. 1981. A guide for revegetating coal minesoils in the Eastern United States. Dep. of Agr. Forest Service. 190p.

생태통로의 복원 방안¹⁾

한 상 훈²⁾

국립공원관리공단 반달가슴곰관리팀

서 론

하천, 산림, 해양, 육상 등 다양한 생태계를 구성하는 공간 단위 가운데 특히 서식(또는 생육) 생물 종과 관련하여 주목되는 공간 개념으로 패치(Patch), 생태통로(Corridor), 매트릭스(Matrix) 등이 있다. Patch는 지리정보시스템(GIS)에서는 Object라고 부르며, 위성자료에서 추출된 녹지와 숲과 삼림지대, 습지 등의 분류 단계 하나 하나가 모두 Patch이다. 생태학에서는 Patch의 크기(면적)는 종의 다양성과 생산력, 영양염소의 교환 등 양에 관계한다. 생태통로는 선상(線狀), 대상(帶狀)의 요소를 말하며, Patch 간의 이동이 문제가 될 때, Patch를 연결하는 연결로와 생물과 물질의 이동을 억제하는 장벽과 Buffer 등이 있다.

우리 나라에서 일반적으로 생태통로(Ecological corridor)를 단순히 야생동물이동통로(Wildlife corridor)로 생각하는 측면이 있다. 현재 도로건설에 의해 분단된 지점간의 연결을 도모하는 사업의 대부분이 야생동물이동통로를 목적으로 진행되고 있으나, 위와 같이 생태통로는 단순하지 않다. 하천, 산맥도 자연적인 생태통로의 역할을 수행하고 있어 생태통로로 간주할 수 있다. 인위적으로 만들어진 도로와 철도도 외래식물

이나 귀화식물의 생태통로로 이용되기도 한다. 따라서 이 글에서는 원래의 기획 의도에 부합하는 생태통로에 대한 개념에 대한 정의가 필요하다고 생각한다. 그래서, 인위적인 원인에 의해 단절, 고립, 분단화 된 자연환경의 생태적 기능을 연계하는 인위적 구조물을 생태통로로 부르기로 정의하며, 대상 생물 종을 야생동물 특히 포유류를 대상으로 하여 생태통로의 복원 방안을 제시하고자 한다. 끝으로, 본문에 최근 우리나라에서 도로상에 설치된 생태통로에 대한 현황과 문제점을 사례로 제시하였으며, 자료 발표를 허락해 준 환경부 자연보전국 자연정책과 관계자에게 이 자리를 빌어 감사의 뜻을 표한다.

본 론

도로는 선상으로 건설되기 때문에 필연적으로 도로 설치 양측의 자연환경의 생태적 연계를 단절시키고, 단절된 지역의 면적 축소와 생물 종 다양성 감소 등의 원인을 초래하여 결국, 단절된 지역의 생태적 기능을 저감시키는宿命을 가진 인위적 구조물이다. 우리나라뿐만 아니라 세계적으로도 도로건설에 따른 생물다양성 감소에 대한 연구가 진행되고 있으며, 그 가

1) Approach to Restoration of Ecological Corridor

2) HAN, Sang-Hoon, National Parks Authority, Asiatic Black Bear Management Team;
E-mail: kwirc@chollian.net

운데 생태통로의 복원 방안도 함께 연구가 진행되고 있다. 하지만, 아직까지 우수한 성과를 제시하는 사례 연구 등의 근본적인 해결책은 제시되지 않고 있는 실정이다.

1. 동물의 이동장애 대책

- 생태계의 구조와 구성 중의 생태학적 특성 파악이 우선

도로건설에 따른 동물의 이동장애 등의 문제에 관한 검토 주제로 생각되어지는 것을 예시하면 다음과 같은 것을 열거할 수 있다. 여기서 말하는 횡단시설(일종의 생태통로)에는 도로 하부를 관통하는 것(복스형), 위를 통과하는 것(Over-bridge 등), 조류의 횡단 유도립 등이 포함된다. 또한 대상으로 하는 생물도 포유류, 조류, 파충류, 양서류 등 다양하다. 이들 주제의 조사, 연구에는 기초학문적인 분야에서 응용분야까지 매우 다양하다. 예를 들면, 동물의 이동분단 문제만 하더라도 개체의 행동권 분단과 개체군의 분단으로 나누어 생각해 볼 때, 수년에 한 번 정도의 빈도로 번식교류가 유지되어 온 2개의 개체군이 도로에 의해 분단된 경우에는 적어도 수년에 걸친 전문적인 조사가 필요. 생태통로복원 방안에서는 기본적으로 이들 전부를 포함하여 생각해야 한다. 기존 자료의 사례 검토와 추적조사의 성과로부터 이미 일정한 방안이 도출되어 있는 것도 있다. 하지만, 많은 문제가 남아 있으며, 그들 대부분은 기초학문인 동물의 생태분야의 주제가 많다.

아래에서 예시하는 기존 설치된 국내 도로상의 생태통로에서도, 생태통로를 이용하는 야생동물들의 생태학적 특성과 환경구조 및 선호성에 대한 사전 조사 없이 설치한 결과, 야생동물들의 이용이 거의 없거나, 이용이 어려운 생태통로가 매우 많다. 따라서, 이러한 문제점 해결을 위해서는 반드시 도로 건설 예정지역의 서식 야생동물에 대한 모든 생물학적 정보자료가 사전에 구축되거나, 연구가 이루어져야만 한다. 그리고, 야생동물 전문가만 아니라, 생태통로 건

설을 담당하는 토목관계자들도 쉽게 알 수 있도록 야생동물의 생물학적 정보 자료의 표준화가 필요하다. 아래 내용은 필자가 외국 기존자료와 국내 현장에서 확보한 자료를 중심으로 특히 현행 도로 건설지역에 가장 빈번하게 출현하는 포유동물 중에 대해 정리한 것으로, 생태통로 복원을 위한 시설물 설치에 있어 기초자료로 제시한다.

가. 야생동물의 서식환경구분(Table 1과 2)

야생동물의 서식에 필요한 조건은, 생활양식에 의해 종마다 크게 다르며, 서식상황을 직접 규정하는 요인도 종마다 크게 상이하다. 따라서 적합한 서식환경의 분포상태를 정확히 파악하기 위해서는 그 종의 생태학적 특성에 맞는 척도를 이용하여 조사를 행해야만 한다. 그러나, 많은 종을 동시에 취급하는 가운데, 환경의 변화가 야생동물에 미치는 영향을 예측하거나, 서식환경의 보전관리방책을 검토하는 경우에 있어서, 서식환경을 토대로 공통의 범주를 만들 필요가 있다. 이러한 생각에 의거하여 여기서는 아래와 같은 서식환경구분을 고안하여 이것에 근거한 조사 분석 및 자료의 정리를 행하였다.

서식환경구분에 있어서는 환경유형의 내용이나 분포상태의 차이에서 식생유형, 수계유형, 특수한 환경구성요소의 3항목을 설정하였으며, 식생 구분에 있어서는, 현재 관찰되는 식생을 그 내용에 따라 구분한 것에 추가하여 각 구분을 발달단계로서 시간축 상에 위치를 정하고, 한 식생 유형이 안정적인 것인가, 혹은 이행적인 것인가를 그 식생유형이 성립하기에 필요한 시간 등에 대해서 기준을 삼았다.

나. 야생동물의 생태학적 특성(Table 3과 4)

본 자료는, 조사대상지역에 있어서 서식이 확인된 포유류 및 조류의 환경선호성, 그 밖의 생태학적 특성을 기존 자료와 본 조사의 결과에 근거하여, 표의 형식으로 정리한 것이다. 다만, 조사대상지역에 있어서 각각의 종의 생태학적

Table 1. Characteristic of Mammalian Habitat Environment I

종 명	초지				천연림												인공림			자연나지				그 외				
	건생		습생		소림	2차림						자연림			어린나무	젊은나무	장년나무	흙	모래	자갈	바위	경작지	과수원	주택지	시가지			
	큰 줄기	작은 줄기	큰 줄기	작은 줄기		어린 나이	낙엽 활엽		혼효림		상록림		낙엽 활엽	침활 효림												상록 침엽		
							약 령	장 년	약 령	장 년	약 령	장 년																
멧토끼 B F R	a	a	b	b	b a b	a	b a b	a b a	b a b	a b a	b a b	a b a	a b a	a b a	a c a	a	b c	a c a										
청설모 B F R							c b a	a c	a b a	b	a a a	a a a	a a a	a b a	b c b													
너구리 B F R	b	b	a	b	b a b	c a c	b a b	a b a	b a b	a b a	b c b	b c b	a b a	a b a	b b b	b	c	b					b					
족제비 B F R	b a b	b	b a b	b	a a a	c a c	c b c	b c b	c b c	b c b	c b c	b c b	b	b	c	b	c					b						
삵 B F R			a		b a b	b	b b b	a a a	b b b	a a a	b	b b b	a a a	a a a	b b b	b	c	b										
고라니 B F R	a				a	a	c a c	a a a	c a c	a a a	a b a	b b a	a a a	a b a	b b a	b	c	b					b					

*포유류의 서식환경 특성 I

Table 2. Characteristic of Mammalian Habitat Environment II

종명	수계										특수한 환경 구성 요소										
	유수				지수					해역		임내 열린 공간	고 목	쓰러진 나무, 벌목 뿌리	나무 구멍	대나무 림	흙 절벽	바위 절벽	동혈, 동굴	목조건 조물	시멘트 건물
	하 구	하 류	중 류	상 류	1	2	3	4	논	암초 연안	모래톱 연안										
멧토끼 B F R																					
청설모 B F R																					
너구리 B F R		c	b	a		b	a	a	a							O					
족제비 B F R	c	b	a	a	c	c	b	a	a												
삵 B F R			b	a	c	c	b	a	b					O	O	O		O	O	O	
고라니 B F R				b		a	a	a	a							O					

*포유류의 서식환경 특성 II

Table 3. Characters of Mammalian Ecology I

종명	출현기·번식기 (월)												번식장소	채식장소
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
멧토끼													지표	지표
청설모													나무(집)	나무 위, 지표
너구리													지중(집)	지표, 수변 나무 위
삿													지표 (바위 틈, 수동)	지표, 수변
담비													지표 (바위 틈, 수동)	지표, 나무 위
족제비													지표 (물가 바위 틈)	수변, 지표
오소리													지중(집)	지표, 수변
멧돼지													지표	지표

*포유류의 생태학적 특성 I

(참조) 출현 및 번식기의 항에서 상단의 선은 교미시기, 하단의 선은 출산시기, 중단의 선은 교미기에서 출산시기까지의 번식시기 전체를 나타낸다.

Table 4. Characters of Mammalian Ecology II

종명	식성	사회구조	행동영역	번식횟수	1회 출산 새끼 수	번식밀도
멧토끼	초본의 잎·눈, 줄기, 가지, 나무껍질(동계)	단독		수회	1-4(2)	10-10
청설모	종자, 과일, 곤충류, 작은 새의 알	단독		2	4-10	
너구리	설치류, 양서파충류, 곤충류, 과일	입수 1쌍 적은 무리	3-7 ha	1	2	
삿	설치류, 멧토끼, 조류, 어류 양서파충류	단독	10-40 ha	1	2-4	
담비	멧토끼, 설치류, 조류 양서파충류, 곤충류, 과일	단독		1	2-5	
족제비	설치류, 어류, 갑곡류, 양서류	단독	1-4 ha	1	1-8	
오소리	지렁이류, 곤충류, 양서파충류, 설치류 종자, 과일	복수자웅군 무리별 세력권		1	6	
멧돼지	식물 뿌리, 종자 설치류, 양서파충류, 연체동물, 지렁이류	수컷 단독암컷 무리형성			1	3-12

*포유류의 생태학적 특성 II

(주)사회구조에 관해서는 상단에 암수관계와 사회구성단위를 나타내었고, 하단에는 공간구조를 기술하였다. 번식횟수는 1년 동안의 횟수. 번식밀도는 소형포유류(식충류, 설치류)에서는 1ha당 서식 개체(정체)수, 그 밖의 포유류의 경우에는 1km²당 서식 개체 수를 나타내었다. 또한, 1회 출산 새끼 수, 번식밀도에 관해서는 수치를 나타낸 경우, 괄호 안에 일반적으로 관찰되는 수치를 나타냈다.

특성에 관한 기존조사사례가 극히 빈약하고, 더욱이 종에 따라서는 생태학적 정보가 거의 없는 경우도 있다. 따라서, 본 자료의 기술적 내용은 타 지역의 사례 또는 추측에 의한 부분이 많다. 향후의 조사에 의해 수정을 필요로 하는 항목도 꽤 있을 것이라고 생각된다. 그러나, 자연환경의 인위적 개변이 주변에 서식하고 있는 야생동물에 미치는 영향을 사전에 예측하기 위해서, 문제가 되는 지역에 관찰되는 모든 조사 대상 종의 생태학적 특성에 대하여 현재까지 축적된 정보를 일정한 수준으로 정리해 두는 것은 의의가 있다고 생각된다. 본 자료의 내용은, 아래에서 기술한 것처럼 환경선호성에 관한 부분과 그 밖의 생태학적 특성에 관한 부분으로 크게 나뉘어 진다.

1) 환경선호성

환경선호성에 관해서는, 야생동물의 서식환경구분 항에서 기술한 내용에 근거한 식생구분, 수계구분, 서식환경구성요소에 따라 정리하였다. 어떤 환경구분의 적합성을 생각할 때, 그 구분의 이용목적으로서 번식장소(B), 채식장소(F), 휴식장소 및 은신장소(R)로 구분하였다. 식생구분, 수계구분에 대해서는 적합성을 적합(a), 이차적(b), 서식기능(c), 부적합의 4단계로서 a~c로 표시하였다.

본 자료에 의해, 인위적 환경개변을 행하는 지역이 몇 종의 야생동물에 있어서 적합한 서식환경이 되는지에 대하여 구체적으로 어떤 종이 서식하고 있을 가능성이 있는지, 변화한 후에는 몇 종의 서식이 가능한지, 그 종 구성은 어떻게 되는지 등을 추측하는 것이 가능하게 된다.

2) 그 밖의 생태학적 특성

그 밖의 생태학적 특성으로서는 출현시기, 번식시기, 번식장소, 채식장소, 식성, 사회구조, 번식습성 등을 열거하였다. 출현시기와 번식시기는 환경변화를 인위적으로 실시하는 시기(계절)를 검토할 때, 중요시되어야 할 특성이다. 번식장소, 채식장소, 식성은 어떤 환경구분이 적

합한지 그 의미를 생각할 때 필요한 지식이 된다. 사회구조에는 무리 등의 사회구성단위의 종류와 크기(개체 수), 행동권의 넓이, 번식습성에는 번식횟수(1년 동안), 1배 새끼 수(1배 알 수), 번식밀도가 포함되지만, 이들 특성에 관한 수치는 어느 정도의 규모와 넓이의 환경 변화가 어느 정도의 개체에게 영향을 미칠 것인가에 대해 대략적인 척도를 제공한다.

2. 생태통로 복원 시설물 대책

도로에 설치하는 생태통로 복원을 위한 횡단 시설로 가장 많이 선호되는 구조는 도로 하부를 관통하는 것(복스형), 위를 통과하는 것(Over-bridge) 등이 있다. 수십~수백 km 구간을 관통하는 도로상에 단절되는 기존 생태통로는 무수히 많을 것이다. 단절된 생태통로 구간을 모두 연결시켜주는 것도 현실적으로 불가능한 일이라고 생각한다. 하지만, 수 백 km에 이르는 도로구간에 단 몇 개의 생태통로를 만든 것으로 해결될 수 없다. 가능한 모든 수단과 방법을 동원하여, 단절된 생태계간의 연계를 회복시키기 위한 노력은 반드시 해야만 한다.

단절된 통로의 복원을 위한 시설물 설치시 유의점에 대해 아래와 같이 정리한다.

1) 동물의 횡단시설의 위치 적절성

예를 들면, 산림 계곡부위, 능선부위 등과 같은 지형조건, 식생조건, 대체시설과 삼림과의 관계 등과 같은 횡단시설의 설치위치 조건을 평가하여, 야생동물이 자주 이용하거나, 이용할 수 있도록 위치를 선정하여야만 한다.

2) 동물의 횡단시설의 위치밀도의 적절성

예를 들면, 도로건설에 따른 횡단시설의 설치 수, 혹은 횡단시설간의 간격의 넓이 등 횡단시설의 pitch 조건 평가하여, 가능한 한 야생동물들의 이동에 지장이 없도록 적절한 개수를 설치한다.

3) 동물의 횡단시설의 크기와 형태, 재질의 적절성

시설의 출입구의 크기와 형상, 횡단시설의 연

Table 5. Status and Problem of Wildlife Corridor's Construct

일련 번호	도로 구분	행정 구역명	도로명	설치위치	설치 형태	년도	문제점	개선방안
1	국도	경기 파주시	국도 1호선	군내면 점원리(좌)	터널형	2001	시멘트 포장, 농로의 연장	
2	국도	경기 파주시	국도 1호선	군내면 점원리(우)	터널형	2001	시멘트 포장, 농로의 연장	
3	철도	경기 파주시	경의선	군내면 점원리	육교형	2001	야생동물의 철로 진입 가능성 매우 높음	통로 이용 유도 펜스 설치
4	국도	경기 의정부시	국도 3호선	사패산	육교형	1998	차량의 소음과 야간 통행 차량 불빛 등의 영향, 등산객들의 빈번한 침입	소음과 빛 방지 시설물(펜스 및 자연 식생 조성), 출입금지
5	국도	강원 양양군	국도 56호선	서면 갈천리 (구룡령)	육교형	2000	백두대간 종주 등산객 통행에 의한 영향 심각, 모니터링 부족	환경부 설치 이동통로(등산객 진입방지 기조치 완료)
6	국도	전북 완주군	국도 17호선	고산면 남봉리	터널형	1999	야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지펜스 설치
7	국도	전북 군산시	국도 27호선	성산면 고봉리	터널형	2000	야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지펜스 설치
8	국도	전북 군산시	국도 27호선	임피면 축산리	터널형	2000	통로 내부 포장, 야생동물 도로 진입 가능성	통로내부 일부 동물이동로 조성, 도로진입 방지펜스 설치
9	국도	전북 군산시	국도 27호선	임피면 축산리	터널형	1999	야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지펜스 설치
10	국도	전남 고흥군	국도 27호선	과역면 과역리	육교형	2000	위치 선정 잘못. 농경지 내 구릉의 도로 단절 사면 연결 통로. 주변 민가. 차량 소음 심함	통로 상부 양측 추락 방지 펜스 및 불빛 차단막 설치
11	국도	경북 문경시	국도 3호선	마성면 신현리	육교형	1999	경관복원을 위해 설치, 동물이동흔적 없음	개선 여지 없음
12	고속 국도	전북 장수군	대전-통영	계북면 원촌리	터널형	2001	이동흔적 매우 많음. 야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지 가드레일 보완토록 기동보(02.10.17)
13	고속 국도	경남 통영시	대전-통영	광도면 황리	터널형	1999	통로출입구가 단순한 함몰형태. 현 상황에서 야생동물의 통로 이용가능성 매우 낮음	야생동물 이용 가능토록 통로 출입구 구조 개선. 도로 진입방지 시설 필요
14	고속 국도	강원 원주시	중앙선	횡성읍 갈풍리	터널형	2001	모니터링 미 실시 야생동물 도로 진입 가능성	모니터링 실시 및 도로진입 방지펜스 설치
15	고속 국도	충남 서산시	서해안선	현대목장 운산터널	육교형	2000	모니터링 미 실시	모니터링 실시 및 도로진입 방지 시설 설치

*기존 야생동물이동통로의 문제점 및 개선방안

Table 5. Continued

일련 번호	도로 구분	행정 구역명	도로명	설치위치	설치 형태	년도	문제점	개선방안
16	고속국도	강원 강릉시	동해선	사천면 석교리	육교형	2001	통로의 폭이 좁으며, 차량의 영향을 받기 쉬움, 주변 식생 복원 및 통로 측면 엄폐 필요	차량 불빛 및 소음 차폐시설 보완토록 기통보(02.10.17)
17	고속국도	강원 강릉시	영동선	성삼면 보광리	터널형	2001	사람의 흔적 많음 야생동물 도로 진입 가능성	사람통행 제한 및 도로진입 방지 펜스 설치
18	고속국도	강원 강릉시	영동선	성삼면 보광리	터널형	2000	사람의 흔적 많음 야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지펜스 설치
19	고속국도	경기 여주군	중부내륙선	가남면 양귀리	터널형	2000	야생동물이동통로가 아닌 농로 기능 야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지펜스 설치
20	고속국도	충북 충주시	중부내륙선	노은면 무쇠점	터널형	2001	야생동물이동통로가 아닌 농로 기능 야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지펜스 설치
21	지방도	경기 의왕시	지방도 312호선	오봉산	육교형	1999	야생동물이동흔적이 없으며, 모니터링 실시 필요	주기적인 모니터링 실시
22	지방도	전북 무주군	지방도 635호선	노루고개	육교형	2001	진입 양사면의 경사가 매우 심하고, 유도 펜스가 오히려 동물이동에 방해상부 펜스를 하부로 이동 필요	유도펜스 위치 변경 등 기초치 통보 (02.10.17)
23	지방도	전남 구례군	지방도 861호선	시암재	터널형	1998	모니터링용 CC-TV 카메라의 잦은 고장. (무인센스감지 자동촬영모니터링장치로 교환 필요)	환경부 설치 이동통로 기초치 완료(CC-TV 등 수리)
24	도시계획 도로	서울 강북구	오현길	오동근린공원	육교형	2000	사람통행용 다리로 가로등 시설 제거, 통로위 동물이동로와 인도의 구분, 통로 식생의 보완 필요	가로등 시설 제거, 통로위 동물이동로와 인도의 구분, 통로 식생의 보완 등
25	도시계획 도로	서울 금천구	신림-안양간 도로	삼북터널	육교형	2000	등산로 정비 필요 및 모니터링 미실시	등산로 정비 및 모니터링 실시
26	도시계획 도로	경기 의왕시	시도 (도시계획)	청계동	터널형	2001	야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지펜스 설치
27	도시계획 도로	경기 평택시	종로 1-8호선	송복동	육교형	2000	주간에 사람의 통행 빈번하여 기능 저하. (통로 측면의 목책은 높이 1 m 이상 설치 필요)	사람 통행 제한 및 통로 측면 목책 보완(높이 1 m 이상)

Table 5. Continued

일련 번호	도로 구분	행정 구역명	도로명	설치위치	설치 형태	년도	문제점	개선방안
28	도시계획 도로	충북 청주시	동부우회 도로	우암산터널	육교형	1999	등산로로 이용되고 있으며, 벤치 등 편의 시설물 설치	등산객 통행 제한, 벤치 등 시설물 제거
29	도시계획 도로	부산 연제구	황령산 순환도로	황령산	터널형	2001	이동통로 입지 선정, 규모가 매우 미흡야생동물 도로 진입 가능성	도로진입 방지펜스 설치
30	도시계획 도로	충남 아산시	남산순환 도로	남산	육교형	1995	등산로로 이용, 사람 통행 빈번하여 기능 저하 야생동물 도로 진입 가능성	등산객 통행 제한, 이동통로하부 도 로진입 방지 펜스 설치
31	시군도	경기 남양주시	군도 13호선	도곡리	육교형	2001	사람과 자동차 통행 및 도로 포장이 되어 있어 통로 기능 여부 의문	모니터링 등 야생동물이동통로 기능 확인 후 이동통로 일부분에 구조물 개선 보완
32	시군도	충남 당진군	군도 1호선	면천면 죽동리	육교형	2001	사람 통행용 다리로서 동물이동용으로 구조 변 경 필요	야생동물 이용이 가능하도록 구조물 개선조치
33	시군도	경북 문경시	시군도 11호선	가은읍 하괴리 (고치미) 가은면 작천리	육교형	2000	도로공사 진행 중. 동물 추락 가능성, 소음과 불 빛에 그대로 노출되어 있음	차량 소음과 불빛 차단 시설물 (펜스) 설치
34	시군도	경남 창원시	창원-진해	안민고개	육교형	2000	등산로와 연결되어 등산객 등의 영향 (등산객 우회로, 야간 사람들 방문 억제 필요)	등산객 우회로 설치, 야간에 사람들 출입방지 장치 설치
35	시군도	경남 남해군	군도 10호선	남면 흥현고개	육교형	2001	이동통로 양측으로 야생동물 추락 가능성	이동통로 양측 추락방지 시설 설치
36	국가지원 지방도	제주 북제주군	95호선	북제주군 원동	터널형	2002	하천배수로 구조 생태 통로로 볼 수 없음	개선 여지 없음
37	국가지원 지방도	제주 북제주군	95호선	북제주군 모달봉	터널형	2002	하천 배수로 구조 생태 통로로 볼 수 없음	개선 여지 없음
38	국가지원 지방도	제주 북제주군	95호선	북제주군 모달봉	터널형	2002	하천 배수로 구조 생태 통로로 볼 수 없음	개선 여지 없음

장의 장단, 횡단시설의 재질 등을 현지 환경에 맞추어 동물들이 이용하는데 장애가 없도록 계획한다. 참고로 미국의 경우 대개 폭 4.5m/높이 4.5m 이상의 횡단시설물인 경우 중, 대형 동물들도 이용에 지장이 없다고 한다.

4) 각종 도로상에 설치되는 배수구 등 부가 시설물의 활용

도로상에 설치되어 있는 또는 설치 예정의 도로 하부 횡단 배수구는 중소형 포유동물과 양서, 파충류의 동물들이 쉽게 이용할 수 있도록 설치 위치를 적절하게 변경하고, 측면 배수구는 동물들이 도로상에 진입할 수 없도록 장애물로 그리고 생태통로로 유도하는 구조물로 이용이 가능하도록 구조를 개선할 필요가 있다.

3. 국내 기존 생태통로 현황과 문제점

1995년부터 2003년 5월 현재 도로상에 설치되었거나, 설치 중인 생태통로(야생동물이동통로)는 50여 개에 이른다. 현장 답사를 통해 조사한 38개 기존 생태통로의 문제점과 개선방안을 Table 5에 정리하였다. 보다 자세한 결과는 '야생동물 이동통로 설치 및 효율적인 관리방안에 관한 연구(환경부, 2003)'를 참조하기 바란다.

결과를 정리하면 대부분의 생태통로의 입지 선정, 규모, 사후관리가 제대로 이루어지지 않고 있다.

결 론

사람들의 편리한 생활을 유지하기 위해 설치한 도로는 필연적으로 생태계 단절이라는 숙명을 지닌 구조물이다. 단절된 생태계간의 생태적 회복을 위한 방안 연구를 국내외적으로 시작 한 지 겨우 10년이 지났다. 생태계회복을 위한 일환으로 생태통로 설치 방안은 특히 이용할 야생동물들의 생태학적 자료와 서식환경의 구조적 특성을 파악해야만 하는 기초적 생물정보를 최우선적으로 필요로 한다. 아직 국내의 야생동물에 대한 전반적인 생물학적 자료가 미비한 현실에서 생태통로 복원을 위한 대안 마련을 위해서 기존 생태통로 및 도로 하부의 인위적 시설물(횡단시설물)에 대한 야생동물 이용실태 모니터링 조사가 무엇보다 급선무라고 생각한다. 설치 지점의 환경, 규모, 이용동물의 실태 등의 기초적 자료 구축이 향후 생태통로 복원의 원동력이 될 것임에 틀림이 없다.

하천 생태계의 보전 · 복원방향¹⁾

안 홍 규²⁾

한국건설기술연구원 수자원연구부

하천생태계 보전의 배경

우리나라는 1960년대부터 시작된 급속한 산업화, 도시화, 기능 위주의 국토 개발로 인해 자연 환경이 지속적으로 오염, 훼손되어 온 것은 주지의 사실이다. 특히, 하천은 단순히 치수의 대상으로 인식되어 생태계의 보전에 대한 인식 없이 하도의 직강화와 콘크리트 재료를 이용한 제방이 축조되었고, 도시하수나 공장폐수의 배수구가 되어버리거나 하천변 공간이 주차장이나 도로로 활용되어지는 경우가 대부분이었다. 이러한 경제성장기를 거쳐 1990년대부터 훼손된 자연 환경의 복원·보전이 사회의 주요

현안으로 등장하게 되었으며, 일반 시민들의 환경 복원에 대한 의식도 선진국 수준으로 향상되어 최근에는 과밀화된 도시에서 정서 함양 및 휴식 공간으로 하천의 환경적 기능의 개선과 하천환경 복원에 대한 시민들의 욕구가 지속적으로 증대하고 있는 상황이다.

이러한 하천생태계의 보전과 복원을 위한 국내연구는 환경부 선도기술개발사업(G-7)의 일환으로 1995년부터 6년간 진행된 “국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발” 연구가 최초로 시행되었으며, 그 결과는 이미 양재천을 비롯한 오산천 등에 시험 적용되었고 도시 지하채의 소하천 개선, 복원 사업에 이용되고 있다.

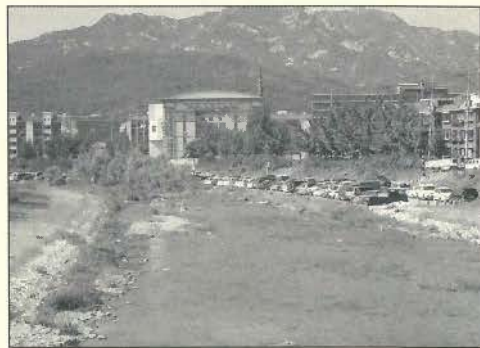


Fig. 1. Riparian zone used as parking lots(left) or blocked by a concrete retaining wall(right).

*콘크리트 호안으로 차단되거나 주차장으로 활용되고 있는 하반역(좌) 양재천 과천구간, (우) 안양천.

1)Restoration & Preservation of River Ecosystems

2)AHN, Hong-Kyu, Korea Institute of Construction Technology Water Resources & Environmental Engineering Division, 411-712 Korea; E-mail: ahnhk@kict.re.kr

또한 최근 들어 하천에 요구되는 기능으로서 이수 · 치수와 더불어 친수의 필요성과 더불어 생물다양성 회복이 대두되게 되었다. 이러한 하천환경 복원의 방향이 무엇보다도 인간중심의 친수성 확보보다는, 하천을 기반으로 살아가는 무수한 생물들을 중심으로 한 하천생태계의 기능을 회복시키고자 하는 방향으로 전환되고 있음을 나타내고 있는 것이다.

결국 하천생태계를 보전하기 위해서는 양호한 하천환경의 보전과 더불어 적극적 복원을 통하여 하천이 가지고 있는 본래의 기능을 되살려주고 생물들이 살아갈 수 있는 서식처를 재생 · 창출하여야 하는 것이다. 이를 위해서 여울과 웅덩이처럼 현재 물이 흐르고 있는 유로의 생태학적 구조의 복원과 범람원이 가지는 생태학적 기능과 유수기능을 보전하고자 하는 것이다.

하천 자연환경 보전 및 복원의 기본적 사고

하천활동에 의해 형성되는 구간, 즉 하반역(河畔域, riparian zone)¹⁾은 면적적으로는 유역 전체의 약 5%정도에 불과하지만 좁은 면적 속에 하상변동에 따른 다양한 수문입지환경을 형성하고 이에 대응한 모자이크형태의 식물군락이 발달하게 된다. 이러한 수변식물군락은 홍수 유로변동과 같은 영향을 받으면서 일사차단, 리터의 공급, 지하수택에 의한 물질 교환 등을 통하여 하천의 지형, 수질, 생물서식처형성에 커다란 영향을 미친다. 더욱이 하천은 산지에서부터 하구까지를 연결하는 물질운반경로로 하천과 식물군락의 상호작용은 하천의 상류에서 하류를 향하여 변화하고 유역 경사면에서 발생한 자연 혹은 인위적 교란의 영향은 최종적으로 수변역에 집결하게 된다. 결국, 수변역은 육역과

수역의 생태계를 연결하는 점점에 위치하고 교란의 파급 등 집수역 전체의 생태계를 고려하는 극히 중요한 구역이라고 할 수 있다.

따라서 하천생태계의 형성 작용과 기능적인 면에서 볼 때 생물 생산성이 매우 높은 공간이라 할 수 있다. 이러한 공간이 하천정비로 인하여 하천미지형의 변화, 하도내 습지의 제거, 하상평활화 등으로 하천생태계가 치명적으로 훼손되고 있으며, 이러한 하천환경을 보전하고 복원하기 위해서 기본적으로 고려하여야 할 사항으로 다음과 같은 것을 제시할 수 있다.

1) 수리·수문학적 치수관계를 고려하여야 한다.

양호한 환경요소를 보전하기 위해서는 홍수가 몇 년에 한번 일어날 확률을 대상으로 할 것인지, 하도를 중심으로 할 것인지, 범람형태 등 치수계획의 내용을 명확히 파악하여야만 보전 · 복원이 가능한 것이다. 또한 수위의 상승과 유향, 유속에의 영향을 정량적으로 파악하여야 한다. 이는 하천환경을 보전 · 복원할 경우 식생에 의한 수위상승의 정도를 파악하기 위한 것으로 배어내어야 할 수목과 남겨두어야 할 수목을 결정짓는 잣대가 된다.

2) 하천의 변동을 허용하여야 한다.

하천은 고정되어 있는 것이 아니라 살아 움직이고 있는 생명체와 같다. 따라서 자연환경의 보전 · 복원을 위한 기술적 기본이념의 하나로 당초의 형태가 변화할 것을 허용하여야 한다는 것이다. 이것은 유수의 힘에 의하여 하천 미지형이 변화하게 되고 따라서 식생이 천이하는 등 당초 예상했던 그대로 유지하기는 힘들다는 것이다. 따라서 홍수의 교란빈도와 그 형태, 그리고 강도에 따라 변화해가게 되며 이러한 변동을 허용하여야 한다는 것이다.

3) 하천의 자연 복원력

어떠한 하천이든 하천은 스스로가 원래의 상태대로 되돌아가려는 복원력을 가지고 있다. 결

¹⁾본고에서 논하는 하반역이라는 개념 속에는 현재 물이 흐르고 있는 물길(유로), 범람원, 하중주, 사주, 河原과 사면 일부를 포함하는 지형으로, 홍수교란에 의하여 변동하며 생물군집이 생육하기 위한 기반조건을 형성하게 된다.

국 하천형상을 결정짓는 것은 하천 자신이며 인간은 거기에 약간 손을 대는 정도에 지나지 않게 되는 것이다. 어디까지나 주는 하천이며 인간은 보조적 존재로 자연의 힘에 맡긴다고 하는 것이 올바른 생각일 것이다. 따라서 하천폭을 넓혀 하천에 자유를 부여함으로써 하천 스스로가 침식 및 퇴적작용을 촉진시키고 여울과 웅덩이를 만들게 되는 것이다. 여기에 인간이 단지 커다란 돌을 몇 개 놓음으로써 하천에 절묘한 사행점을 부여하게 되는 계기가 되고 다양한 환경을 만들어 내게 되는 것이다.

하천 자연환경의 보전방향

하천환경에 인위적인 요소를 가할 경우는 다음과 같은 경우를 생각할 수가 있다. 먼저 자연환경이 양호한 하천이라고 하더라도 치수 안정성확보를 위하여 하천을 개수해야만 할 경우와 또 하나는 도심하천과 같이 환경이 악화된 하천에서의 자연환경복원이라는 두 가지 형태를 생각할 수 있다. 당연히 현재의 자연환경이 양호한 하천에서는 양호한 환경은 가능한 보전하도록 하고, 부득이 손을 대어야만 하는 곳에서는 가능한 한 원래의 환경이 되도록 조성해야하는 것이 하천복원의 기본이라 할 수 있다.

1) 자연 상태에 가까운 하천구간과 부속하는 수변을 최우선으로 보전한다.

현재 남아있는 자연 상태에 가까운 하천이나 수변, 하도내 저습지는 보전하여야만 할 대상이다. 이러한 공간의 생태학적 기능과 경관을 만들어내는 구성요소는 대체 불가능하기 때문이다. 따라서 장기적인 안목에서는 자연회복을 도모하는 하천구간을 재자연화하거나 식물을 정착시키는 것은 커다란 의미를 갖는다고 할 수 있다.

2) 동적특성을 발전시키도록 보전한다.

자연에 가까운 상태로 보전하기 위해서는 하천 스스로가 교란되어 침식과 퇴적작용이 반복되어 일어나는 그 하천고유의 동적특성을 살려야만 하고, 원칙적으로 다른 모든 방법에 우선되어야 한다. 그러나 이러한 발전을 가능하게 하기 위해서는 하천에 연한 토지를 충분히 확보하는 것이 필요하므로 용지를 준비하여 매입하지 않으면 안된다. 따라서 고유의 동적특성을 발전시키기 위해서는 호안을 고정시키는 개수공사를 금하고, 유로의 형태를 확장하거나 좁히는 등 다양하게 하고, 자연소재를 사용하는 방법 등이 있다. 하상 준설과 하안 안정화와 같은 현행의 유지방법은 현재의 개수상황을 고정하는 것이므로 하천특유의 유동성을 막게 되는 것이다.



Fig. 2. Sumjin River(left) and Hwang River(right) with a good natural environment.

*하천자연환경이 양호한 섬진강(좌)과 황강(우).

하천 자연환경의 복원방향

하천을 자연에 가까운 형태로 바꾸기 위하여 적용되는 공법들을 우리는 흔히 자연형 하천공법이라고 부른다. 이러한 용어는 독일에서는 근자연적 하천공법(Naturnaher Wasserbau)이라고 하였고, 일본에서는 다자연형 하천공법(多自然型河川工法), 환경선진국의 영향을 받은 우리나라에서는 자연형 하천공법(close-to-nature) 혹은 자연친화적 하천공법(Environmentally-sound)으로 불리고 있지만 그 맥락은 동일하다 할 수 있다. 이러한 자연형 하천공법이 보다 효용성 있게 활용되기 위해서는 다음과 같은 사항을 고려한 복원이 되어야 할 것이다.

1) 생물의 먹이연쇄를 고려한 종적구조의 복원이 되어야 한다.

수변림으로 덮여있는 상류역에서는 낙엽이 대부분 수생동물의 먹이원을 공급하게 되고 바위나 나뭇가지들이 하천의 지형을 형성하게 되는데, 이러한 곳에서는 낙엽을 잡아먹는 무리가 존재한다. 또한 중류역에서는, 하천의 폭이 넓어지고 일사광선이 투입되는 비율이 증가함에 따라 낙엽 대신에 수생식물과 조류의 광합성생산이 증가하게 되는데 여기에서는 조류를 먹는 무리가 증가한다. 하천 하류역이 되면 수심과 탁도가 증가함에 따라 광합성생산량이 저하하게 되는데 이곳에서는 저니질 토양의 유기물이나 부유성 동식물의 사체를 먹는 수서곤충의 우점도가 대단히 높다. 이러한 하천의 종적 구조가 가장 안정된 하천 생물군집의 종적 구조라고 할 수 있다. 이러한 종적구조에 도시화나 산업화에 따른 인위적인 교란이 가미되기 시작하면 이러한 연속체의 구조가 변화하게 되어 전체적으로는 하천환경이 변화하게 되는 것이다. 따라서 이러한 종적구조를 고려한 생태적 복원이 이루어져야 한다.

2) 하천미지형을 고려한 횡적구조의 복원이 되어야 한다.

저수 및 고수호안을 포함한 하반역(riparian

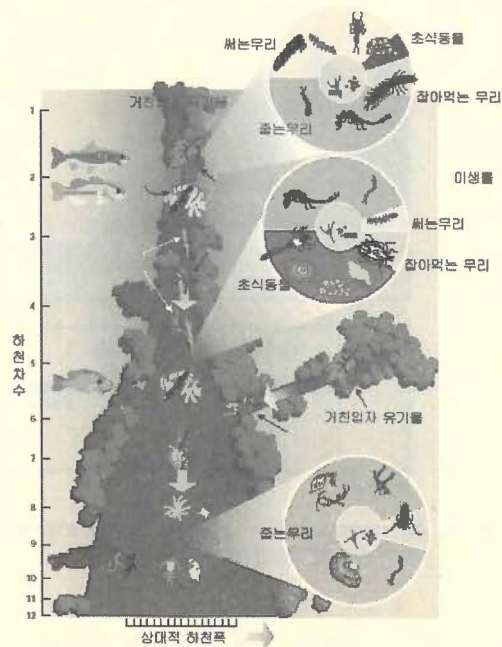


Fig. 3. River biological community in the streamwise direction classified using River Continuum Concept(Vannote et al. 1980).
*하천연속체 개념을 이용한 하천 생물군집의 종적 구조 (Vannote et al. 1980).

zone)의 포괄적인 하천환경복원이라는 측면에서 생각해보는 때는 식생을 어떠한 곳에 어떠한 식생을 도입시킬 것인가가 주안점이 될 것이다.

다음(Fig. 4)에서 제시한 바와 같이 하반역에서 나타나는 미지형은 하도(channel)를 중심으로 하여 하중주(mid-channel bar), 사주(channel bar)와 하안(channel shelf), 범람원, 구하도(abandoned channel) 등이 존재하게 된다. 이러한 지형에 나타나는 식생으로는 일반적으로 여뀌-소리쟁이군락, 갈대-달뿌리풀군락, 달뿌리풀-갯버들군락, 물억새-신나무군락, 버드나무군락, 오리나무군락이 띠형상으로 군락을 형성하는 것이 일반적인 형태이다.

이러한 지형의 형성은 하천교란에 의한 상류로부터의 토사의 공급에 의해 형성되는 것으로 하천식생은 이러한 입지조건과 더불어 토양수분, 지하수위고, 수면으로부터의 거리와 높이,

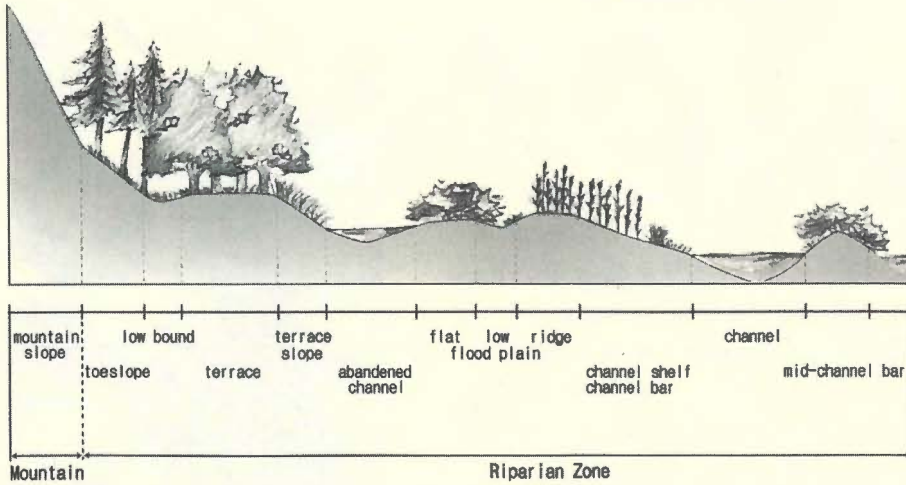


Fig. 4. An example of a cross-sectional microtopographical feature.

*하천 횡단미지형의 예.

물리 화학적 특성에 의해 형성되는 것이라 할 수 있다. 따라서 이러한 미지형을 고려하여 식생을 도입시켜야 올바른 식생천이를 기대할 수 있을 것이다.

3) 생태공학적 방법을 이용한 복원이 되어야 한다.

현재 우리나라에서 이용되고 있는 자연형 하천공법은 직선화된 하도와 콘크리트 블록으로 이루어졌던 저수호안을 치수적 안전성에 부담을 주지 않는 범위 내에서 약간의 사행을 주고, 사석이나 나무말뚝과 같은 자연소재를 이용하여 변형시켜왔다고 할 수 있다.

그러나 기존의 공법이 하천을 형태적인 의미에서 자연적인 소재를 사용하고 자연스럽게 조성하면 이것이 자연형 하천으로 돌아가고, 또한 가만히 있으면 생태계가 되돌아 올 것이라는 막연한 기대를 가지고 있었다는 것이 사실일 것이다. 그러나 향후에는 생물의 입장에서 생물들이 살 수 있는 서식처확보를 위하여 지속적인 여울과 웅덩이를 유지시키는 등의 보다 적극적인 생태공학적인 방법으로서의 복원이 필요하다.

4) 생물서식처를 복원·창출하여야 한다.

기존의 자연형 하천공법은 치수안전성을 우



Fig. 5. Case study of stream restoration with Telemetry applied.

*생물 추적 장치를 이용한 하천복원 연구의 예.

선적으로 고려하여야 했기 때문에 대부분의 공법들이 저수호안이나 고수호안에 적용하는 것이 대부분이었다. 그러나 자연형 하천공법을 적용하는 목적은 그 하천을 자연에 가까운 하천으로 조성하기 위하여 적용하는 하나의 수단에 불과한 것이다. 그렇다면 자연에 가까운 하천은 다양한 생물들이 어우러져 살아가야 하는 것이다.

따라서 향후의 자연형 하천공법은 제방 안정성을 전제로 하면서 하천생물의 서식처 복원·

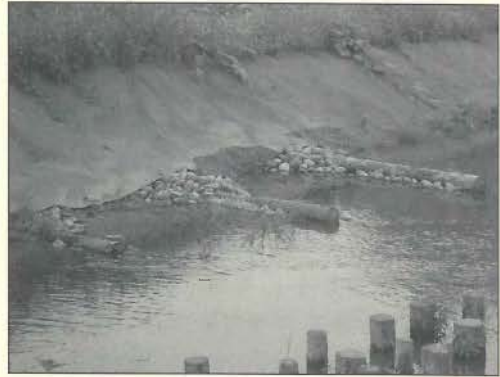
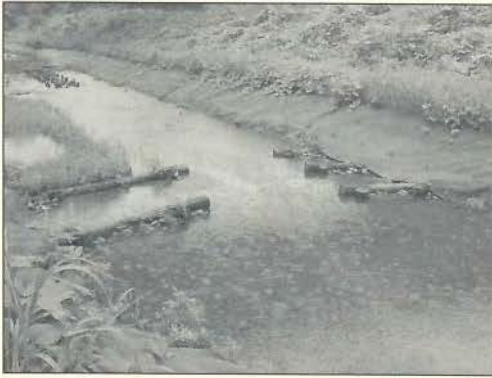


Fig. 6. Ripple and dykes made of logs.
*통나무를 이용한 여울과 수제.

재생, 서식처의 창출, 서식처 가치의 향상, 서식처의 연결이 부각된 공법이 개발 적용되어야 할 것이다. 이러한 공법은 하도 내에서는 여울과 웅덩이 조성공법이나 퇴적을 유도시켜 하중도를 형성하게 하는 공법 그리고 저수호안에도 다공질적 환경을 조성하는 공법들이 개발될 전망이다.

시민이 함께하는 하천 생태계의 보전 및 복원

우리는 가끔 공원에 조성된 작은 물웅덩이나 분수대에서 첨벙첨벙 거리며 노는 아이들을 흔히 볼 수 있고 시골에 가면 강물에서 미역을 감는 아이들을 흔히 대할 수 있다. 단지 공원뿐만이 아니라 집에서 가만히 놓아두면 옥조에서도 혼자 노는 것을 볼 수 있다. 이처럼 아이들은 본능적으로 물을 좋아하는 것 같다.

그런데 언제부터인가 아이들은 벌레나 물고기를 무서워해서 물가에 가는 것을 싫어한다는 이야기를 들었다. 과거 우리의 어린시절과 비교하면 요즘의 아이들은 중요한 무엇인가를 잃어버린 것은 아닌지 하는 안타까움이 앞선다. 이러한 환경 속에서 진정한 하천환경을 보전하기 위해서는 시민이 함께하고 시민이 주체가 되는 주인의식과 교육이 절실하게 요구된다.

1) 수변환경교육이 필요하다.

우리나라에서도 몇 해 전부터 초등학교를 포함한 일반시민을 대상으로 환경생태교실이 활동적으로 운영되고 있는 것 같다. 가까운 일본의 경우에도 초등학교 교과목에 '수변환경 교육'을 포함시키고, 지자체에서는 초등학교를 중심으로 '하천 탐험대'라는 모임을 두어 수변을 조사함으로써 하천 생태계를 이해하고 스스로 보전하도록 하는 교육을 시키고 있다.

이러한 지자체의 움직임은 정부기관인 건설성으로 하여금 수변에서 어린아이들이 놀 수 있고 자연체험의 장과 같은 교육의 장으로 제공할 수 있도록 하천계획단계에서 일반시민이 참



Fig. 7. Anyang Stream which children can enjoy.
*아이들의 놀이터가 된 안양천.

가하여 계획하고 심의할 수 있도록 하였다. 이처럼 성장하는 어린아이들에게 하천생태계 보전의 중요성과 필요성을 교육함으로써 장래 올바른 하천 생태계를 이해하고 건전한 하천환경을 보전하고 관리할 수 있을 것이다.

2) 적극적인 자원봉사자들의 활동이 요구된다.

요즘 들어 하천에 대한 일반시민들의 요구가 증대되고 있는 상황이다. 특히 기존 하천의 콘크리트호안을 허물고 자연석을 이용하여 자연에 가깝게 만들어 놓은 하천에서는 시민들의 가장 큰 요구중의 하나가 자연거 도로를 놓아달라거나, 건너갈 수 있는 다리를 놓아달라거나 하는 민원이 폭증한다고 한다. 그러나 이러한 요구는 인간의 이용과 회복된 자연환경의 보전이 상충되는 면을 부인할 수가 없다. 즉, 인간 중심의 논리에서 본다면 하천환경의 이용이 필요불가결한 존재이며, 따라서 이용에 따른 관리의 필요성이 대두된다 할 수 있다. 이러한 관리적 측면에서 큰 역할을 하는 것이 바로 자원봉사자들이라 할 수 있다.

흔히 자원봉사자라 하면 스스로가 원하여 봉사하는 사람들을 말하는데, 이들은 하천환경의 필요성과 중요성을 인식한 식견자들의 모임인 경우가 많다. 이러한 하천에서 자원봉사자들은 하천의 청소 혹은 잡초제거를 하거나 하천수변



Fig. 8. Volunteers helping children touching fish.
*어린이들이 직접 물고기를 만져볼 수 있도록 도와주는 자원봉사자들.

을 이용하는 시민들의 안전을 지켜주고 관리하며 환경을 감시하는 감시자의 역할도 하게 된다. 나아가서는 자원봉사자들이 직접 환경교육의 일익을 담당하거나 혹은, 환경교육 시 어린이들이 직접 생물체를 만져볼 수 있도록 도와주는 도우미와 같은 역할을 담당하기도 한다.

따라서 하천생태계를 유지하고 하천환경을 관리하기 위해서는 관심 있는 전문가와 자원봉사자들의 활동이 한층 더 기대되는 시점이라 할 수 있다.

맺음말

아름다운 하천의 생태계와 환경을 보전하고 황폐된 하천환경을 자연에 가깝도록 되돌리는 것은 시간을 지체할 수 없는 매우 시급한 사안이라 할 수 있다. 하지만 이러한 환경을 보전하기 위해서는 먼저 전문가를 양성하고 많은 시민들이 직접 참여하여 활동하도록 유도하는 것이 무엇보다도 중요하다. 그러나 아직까지 우리의 현실은 그렇게 적극적이지 못한 것이 사실이다. 하천생태계를 보전하고 하천환경을 복원하기 위해서는 시민 스스로가 하천을 가꾸고 지키는 주체가 된다는 주인의식을 가지는 것이 무엇보다도 필요하다고 할 수 있다. 따라서 우리가 앞으로 살아가야 하고 우리가 가꾸어야만 할 우리하천에 대하여 일반 시민들이 관심을 가지고 지속적으로 참여해주길 기대하는 바이다.

또한, 가장 간단하고 손쉽게 생태계의 복원을 창출하기 위해서는 다공질적 환경을 조성하는 방법이라고 한다. 하천에서도 마찬가지로, 자연적 소재를 활용한 공법과 유수의 흐름을 이용한 여울과 웅덩이의 조성, 인공 홍수와 같은 유량조절에 의한 생태계의 복원, 그리고 하천교란에 의해 형성되는 하천미지형에 따른 하천환경의 복원 등 다양한 방법이 활용될 것으로 생각되며, 하천 생태기능 복원을 위한 다양한 형태의 자연형 하천공법 개발을 기대하는 바이다.

참고문헌

- 안홍규. 2003. 생태공학, 청문각.
- G-7 국내여건에 맞는 자연형하천공법 개발연구
팀, 2002. 하천복원가이드라인, 환경부.
- National Research Council. 1992. Restroation of
Aquatic Ecosystems, National Academy Press
Washington U.S.A.
- Vannote, R. L., G. W., Cummins, K. W., Sedell, H. R.,
and Cushing, C. E. 1980, 'The River Continuum
Concept', Canadian Journal of Fisheries and
Aquatic Sciences 37(1): 130-137.
- 島谷幸宏. 1998. 河川 · 湖沼の自然環境保全技
術, 日本土木學會.
- 日本地形學聯合. 1998. 水邊環境保全地形會, 古
今書院.
- 沖野外輝夫. 2002. 河川の生態學, 共立出版株式
會社.

습지생태계의 보전과 복원¹⁾

김재근²⁾

서울대학교 사범대학 생물교육과

머리글

인간은 생활의 편리를 위하여 자연을 이용하고 있다. 고효율적인 자연의 이용은 그와 비례하여 자연의 변화를 초래하였고, 인간의 풍요로운 생활을 압박하기에 이르렀다. 인구의 급격한 증가는 자연의 변화와 파괴를 이끌게 되었으며, 기구의 사용, 농경사회의 시작, 산업혁명과 같은 변화는 이를 가속화시켰다. 이 중에서 가장 급격한 변화를 이끌게 된 것은 산업혁명이라 할 수 있다. 산업혁명 이후 생태계의 구조와 기능에 있어서의 급격한 변화는 습지 생태계에서 가장 현저하게 나타났다(Kim, 1999).

1850년대 이후 미국 전체에서 약 53%의 습지가 사라졌으며, 캘리포니아주에서는 90% 이상의 습지가 파괴되었다(Mitsch and Gosselink, 2000). 우리나라와 인접한 중국의 경우 1995년 약 60%의 습지가 파괴되었다(Lu, 1995). 우리나라의 경우 습지가 얼마나 파괴되었는가에 대한 통계는 없으나 갯벌의 경우 일제시대부터 1994년까지 1,026.2 km²가 매립되어(고철환, 1996) 1998년 약 2,393 km²가 남아 있는 것으로 알려져 있다(공주환경연구센터 자료). 세계자연기금과 국제자연보호연맹(IUCN) 등이 목록화한 우리나라의 습지 총면적은 107,306.6 ha에 이른다(강상준, 2002). 이와 같이 습지가 현

저히 사라지게 된 것은 습지의 중요성에 대한 낮은 인식과 인간위주의 개발에 있다고 하겠다. 농지조성을 위하여 대부분의 습지가 변형되었고, 최근에는 도시용지, 공업용지, 쓰레기매립용지, 발전용지 조성을 위하여 습지가 매립되고 있다.

습지에 대한 인식의 전환이 일어나면서 습지의 보전과 복원에 대한 많은 논란이 일고 있다. 시화호 문제를 비롯하여 새만금 간척사업에 대한 많은 논란은 우리나라에서 일고 있는 습지에 대한 인식의 전환을 보여주고 있다. 그러나 미국에서의 습지에 대한 인식과 비교하면 아직도 걸음마단계에 불과하다. 미국에서는 더 이상의 습지 손실을 막기 위한 제도적 장치가 마련되었으며, 현재 대형 과제로 Florida Everglades 복원 사업이 진행 중에 있으며, 미시시피강 집수역에 대한 복원논의가 진행 중에 있다.

본고에서는 1) 습지의 특성 및 중요성을 논하고, 2) 습지의 보전과 복원을 위한 국내외의 노력을 소개하고, 3) 습지의 보전과 복원에 대한 원칙을 제시하고자 한다.

습지의 특성 및 중요성

습지의 정의

습지에 대한 정의는 정의하는 사람의 전공에

1)Wetland Conservation and Restoration

2)KIM, Jae-Guen, Department of Biology Education, College of Education, Seoul National University;

E-mail: jaegkim@snu.ac.kr

따라 다양하다. 국제적으로 통용되는 습지의 일반적 정의는 램사협약과 Cowardin *et al.*(1979)에 의해 제시되었다. 램사협약에 따르면 자연적 또는 인공적, 영구적 또는 일시적, 정수 또는 유수, 담수, 기수 또는 염수가 간조시 수심 6m를 넘지 않는 곳을 포함하는 늪, 습원, 이탄지, 물로 잠긴 지역으로 규정하고 있다(Navid, 1989). U.S. Fish and Wildlife Service에서 사용하는 습지의 정의는 Cowardin 등(1979)에 의해 제시되었다. 이에 따르면 습지는 수위가 지표면 또는 근처에 있거나 얇은 물로 덮인 육상과 수계 사이의 전이대로서 다음 세 가지 특성 중 적어도 한 가지 이상을 가지는 곳이다. (1) 적어도 주기적으로 수생식물이 우점한다. (2) 기질은 주로 물에 잠긴 수화된 회색토양이다. (3) 기질이 흙이 아닐 때는 식물의 성장기간 동안 얇은 물로 덮여 있거나 물로 포화되어 있다. 우리나라의 습지보전법에는 '담수 기수 또는 염수가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로 내륙습지와 연안습지를 말한다'라고 정의되어 있다. 내륙습지는 육지 또는 섬 안에 있는 호(湖) 또는 소(沼)와 하구(河口) 등의 지역을 말한다고 정의되어 있다.

습지의 정의와 이를 묘사하는 방법은 습지의 보전과 복원에 필수적이다. 즉, 정의를 어떻게 적용하느냐에 따라 습지의 면적이 달라질 수 있고 습지의 특성이 달라질 수 있기 때문이다. 습지의 보전을 위해서는 광범위한 습지의 정의를 사용하는 것이 바람직하다.

습지의 특성

습지는 기후와 지형학적인 요인에 의해 결정되며, 이는 수문학적 특성, 물리화학적 특성, 생물학적인 특성에 영향을 주고 있다(Fig. 1). 수문학적 특성은 물리화학적 특성에 영향을 주며, 이는 이에 적응한 생물이 살 수 있도록 한다. 습지에 서식하는 생물은 다시 물리화학적 특성과 수문학적 특성에 영향을 주게 되어 이들은 상호 영향을 주고받게 된다.

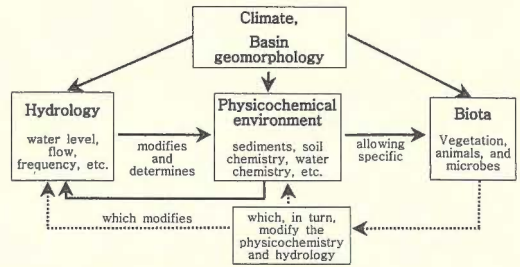


Fig. 1. Conceptual diagram illustrating the relationship among hydrology, physicochemical environment, and biota (modified from Mitsch and Gosselink, 2000).

*수리수문학적 특성, 물리화학적 특성, 서식생물 사이의 관계를 보여주는 개념도.

1) 수문학적인 특성: 수위, 유속, 물에 잠기는 빈도, 정체시간(residence time) 등으로 표현된다. 수위는 습지의 식물 분포에 많은 영향을 주며, 유속은 습지의 경사에 의해 결정되고 식물 및 수생동물의 분포에 영향을 미친다. 물에 잠기는 시간과 빈도는 습지에 사는 생물의 종류에 큰 영향을 미친다. 일반적으로 물에 잠기는 시간이 약 1주일 이상이 될 때 습지의 특성이 나타난다고 알려져 있다(Mitsch and Gosselink, 2000). 즉, 물에 1주일 이상 잠기게 되는 경우 이에 적응하지 못한 생물은 살 수 없게 된다. 일반적으로 습지의 크기가 크고 수위가 높을수록 정체시간이 길게 되나 습지에서는 물의 순환이 일정하지 않기 때문에 하나의 습지에서라도 장소에 따라 정체시간이 달라지기도 한다. 또한 습지로 물이 유입되는 유입원과 유출 장소도 습지의 특성 중 하나이다. 지하로 물이 유출되는 경우 지하수를 보충하는 기능을 담당하며, 지하수가 유입된 후 지표수로 유출하게 되는 경우 가뭄 등에 유용하게 쓰일 수 있는 급수원이 된다.

2) 물리화학적 특성: 생물이 에너지를 얻기 위해 유기물을 산화시키게 되는 데 이때 호기성 생물은 산소를 전자전달계의 최종 수용체로 이용한다. 그러나 물에 잠긴 토양에서는 산소의 확산이 잘 안되어 산소가 부족하게 되고 다른

물질을 전자의 최종수용체로 사용하는 미생물만 살 수 있게 된다. 산소 다음으로 질산(NO_3^-), 이산화망간(MnO_2), 수산화철($\text{Fe}(\text{OH})_3$), 황산(SO_4^{2-}), 이산화탄소(CO_2)가 사용되게 된다. 산화환원전위와 사용되는 물질은 서로 밀접히 연관되어 있는데, 질산이 사용될 때 약 +250 mV로 나타나며, 이산화탄소가 사용되어 메탄이 발생할 때 -200 mV 이하가 된다(Mitsch and Gosselink, 2000). 산소가 부족할수록 유기물의 분해속도는 늦어지게 되므로 많은 습지에서는 유기물층인 이탄층이 형성되게 된다. 또한 토양층에서는 철이나 망간 등이 환원되어 회색을 띠게 되며 이를 회색토양(gley soil)이라 한다.

3) 생물 특성: 생물이 습지에 살기 위해서는 적은 산소에 적응하여야만 한다. 미생물의 경우 산소 대신 질산이나 황산 등 다른 물질을 이용하여 에너지 대사를 완성하는 기질을 발달시켰으며, 동물은 산소교환을 위해 아가미나 피부와 같은 특별한 기관을 발달시켰다. 벼과 식물이나 연과 같은 식물은 통기조직(aerenchyma)을 발달시켜 대기 중의 공기를 뿌리 부분으로 전달할 수 있으며, 버드나무는 물에 잠기는 부분의 바로 윗부분에 기근을 발달시켜 산소흡수를 용이하게 한다.

습지의 가치

습지의 가치는 습지에 서식하는 생물 개체군의 측면, 생태계 측면, 그리고 지역적이고 지구 전체적인 측면에서의 가치로 나눌 수 있다.

1) 서식 개체군의 가치: 우리나라에서는 거의 찾아볼 수 없지만 세계적으로는 가축 또는 털을 이용하는 동물들이 습지에 살고 있다. 대표적인 종류로는 muskrat, nutria, beaver, mink 등이 있으며, 이들은 주로 미국의 민물습지와 기수습지에 대부분 분포하고 있다. 가축을 이용하는 악어 또한 습지에 서식하고 있는데 대부분의 악어는 멸종위기종으로 지정되었다(IUCN 2002 Red list). 습지를 찾는 많은 물새들은 사냥의 대상이 되고 있다. 오리류, 황새류 등은

사냥의 대상이 되기도 하지만 관찰의 대상이 되기도 한다. 특히 우리나라에서는 이들의 가치가 무한하다고 할 수 있다.

습지에서는 주변에 비해 1차생산성이 높으며, 다량 생산된 부들, 줄, 갈대 등 많은 정수 식물이 농촌지역에서 이용되고 있다. 또한 러시아, 영국, 캐나다 등 추운지방에서 토탄이 채취되고 있다. 토탄은 원예용 또는 연료용으로 사용되고 있다.

습지에는 많은 멸종위기종 또는 보호종이 살고 있다. 우리나라의 멸종위기 야생동식물종 중에 노랑부리백로, 황새, 노랑부리저어새, 저어새, 흑고니, 두루미, 넓적부리도요, 청다리도요사촌 등의 조류와 감돌고기, 흰수마자, 미호종개, 꼬치동자개, 통사리 등의 어류, 나팔고동, 귀이빨대칭이, 두드럭조개 등의 무척추동물과 매화마름이 습지에 의존하여 살고 있다(환경부, 2000). 이들의 서식지로서의 가치는 면적에 비해 대단히 크다고 할 수 있다.

2) 생태계로서의 가치: 생태계 전체적인 면에서 습지는 홍수방지, 폭풍우완화, 수질정화, 지하수공급, 심미적인 가치를 가지고 있다. 그러나 이와 같은 가치가 해마다 똑같이 작용하지는 않는다. 비가 많이 내리는 경우 습지는 빗물을 일시적으로 저장하여 갑작스런 강물의 증가를 방지하여 홍수를 막거나 완화하게 된다. 또한 해변 습지에 큰 나무가 자라는 경우 폭풍이 불어올 때 바람의 세기를 약화시키거나 파도로부터 해변을 보호하는 역할을 하게 된다. 한강하구에 형성된 버드나무 군락이 폭풍에 어떠한 역할을 하게 될지에 관하여 연구를 한다면 매우 흥미로운 결과를 얻을 것이다.

습지는 물에서 유기물, 무기물뿐만 아니라 독성물질을 제거할 수 있다. 습지가 양분의 저장소로서 역할을 하기도 하는데 이러한 경우 여러 물질을 제거하게 된다. 이러한 능력을 이용하여 오폐수처리에 습지를 이용한다. 습지에서는 유속의 감소로 인한 물리적 퇴적작용, 매우 근접한 지역에서 혐기성 또는 호기성 과정들이

일어남으로 인한 화학적 침전; 높은 생산력에 따른 영양물질의 흡수, 퇴적토에서 일어나는 다양한 분해자에 의한 물질의 분해과정, 유기물의 축적작용을 통하여 수질을 정화시킨다(Sather and Smith, 1984).

습지는 생태적 다양성으로 인하여 학생들에게는 학습장소로, 연구자에게는 연구 장소로, 일반인에게는 사냥, 낚시터 또는 야영장으로 이용된다. 또한 물과 동식물의 어우러짐으로 인한 아름다움을 감상하는 장소로 이용되고 있다. 현재 우리나라의 우포늪, 무안 연꽃 축제와 같이 관광지로 이용된다.

3) 지역적이고 지구전체적인 측면에서의 가치: 습지는 질소, 황, 메탄, 이산화탄소의 지구전체적인 순환에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 질소는 대기 중에 가장 풍부히 존재하지만 식물이 이용하기 어려운 형태로 존재하며, 식물은 질산, 아질산, 암모니아 등으로 고정되어야 이용할 수 있다. 습지는 질산화합물의 질소를 대기 중으로 돌려보내는 역할을 하고 있다. 인간에 의해 강이나 호수에 질산화합물이 과잉으로 공급되게 되면 조류의 번성이 일어나 물꽃현상이 나타나게 되고 심수층에서 산소의 결핍을 가져오게 된다. 습지는 탈질화 작용을 거쳐 질산화합물을 질소기체의 형태로 전환시켜 호수나 바다에서의 과잉 영양공급 사태를 예방할 수 있다(Rabalais et al., 1998; Mitsch, 1999).

황은 질소와 더불어 인간에 의해 그 사용량이 증가된 원소이다. 화석연료의 사용이 증가함에 따라 황산염이 대기 중에 많이 방출되고 이는 빗물에 녹아 산성비의 원인이 된다. 황화합물이 습지에 들어오게 되면 퇴적토속에서 환원되며 일부는 황화수소, 황화메틸, 또는 황화이메틸의 상태로 대기 중으로 순환된다. 나머지 황은 인산 또는 금속이온과 결합하여 물에 녹지 않는 형태로 변환되고 이는 퇴적토와 함께 저장되게 된다(Mitsch and Gosselink, 2000).

탄소의 지구전체적인 순환에 있어서 습지는 큰 의미를 가지고 있다. 러시아와 캐나다와 같

은 곳에 존재하는 산성습원에서는 탄소의 저장소로서 큰 의미를 가지고 있다(Mitsch and Wu, 1995). 이외에도 토탄(니탄)이 형성되는 곳에서는 탄소의 저장소로서의 역할을 가진다. 이는 이산화탄소의 증가에 의한 지구온난화를 방지하는 큰 기능을 습지가 담당할 수 있다는 것을 나타낸다. 반면 습지에서는 메탄이 발생하며, 이는 온실가스로서 이산화탄소보다 약 20배나 더 효과적으로 작용한다. 자연적인 습지에서 발생하는 메탄의 양이 0.03 to 0.12 Pg C/yr인데 반하여 논으로부터 발생되는 메탄의 양은 0.04 to 0.10 Pg C/yr로 추정되고 있다(Aselmann and Crutzen, 1989). 즉, 논을 새로운 형성은 메탄의 발생량을 늘려 지구온난화의 한 요인으로 작용하고 있다.

습지의 보전

국제적인 노력

1) 람사협약: 습지를 보전하기 위한 대표적인 노력은 람사협약(Ramsar Convention)에서 찾아볼 수 있다. 람사협약은 물새의 서식처로서 습지를 보호하기 위한 국제적인 협약이다. 람사협약은 회원국에게 다음과 같은 사항을 의무화하고 있다. 첫째, 협약당사국은 협약 가입 시 자국 영역 내에 1곳 이상의 적절한 습지를 지정하여 국제적으로 중요한 습지 목록에 의무적으로 등록해야 하며, 정확한 기재와 지도상의 경계를 표시해야 한다. 이런 습지는 원칙적으로 생태학적, 식물학적, 동물학적, 육수학적, 수문학적 차원에서 그 습지의 국제적 중요성을 고려하여 선정해야 한다. 둘째, 협약당사국은 또한 습지 목록에 포함되어 있는 습지를 보호하고 이외의 습지에 대해서도 현명한 이용을 촉진하기 위하여 국가차원의 계획을 수립하고 이행하여야 한다. 셋째, 협약의 이행을 검토하고 촉진하기 위해 당사국 회의가 개최되며, 사무국은 최대 3년을 주기로 정기총회를 소집한다. 당사국회의는 협약의 이행, 목록의 추가, 변경에

관해 토의하고, 목록에 포함된 습지의 생태학적 특성의 변화에 관한 정보를 검토하며, 습지 및 그 동식물의 보전 관리 및 현명한 이용에 관해 협약당사국에게 일반적, 개별적인 권고를 행하는 등의 권한을 지닌다. 현재 138개의 회원국이 있으며, 우리나라는 1997. 3. 28일에 가입하였다. 우리나라에는 1997년 등록된 대암산 용늪과 1998년 2월에 등록된 우포늪이 있다.

2) North American Waterfowl Management Plan: 미국과 캐나다 사이에 1986년 물새서식지를 위한 240만 ha를 복원하기 위해 체결된 조약이다. 이 조약은 미국과 캐나다 정부 및 Ducks Unlimited와 같은 민간 기구에 의해 집행되고 있으며, prairie pothole region, the lower Great Lakes-St. Lawrence River basin과 middle-Upper Atlantic Coastline을 포함한다(Mitsch and Gosselink, 2000).

3) 미국의 습지 보전(Mitsch and Gosselink, 2000): 습지를 보호하기 위한 직접적인 법률은 1977년 Carter 대통령의 명령에 의해 시작되었다. 국가 습지 정책을 마련하기 위하여 1987년 미환경보호국의 요청으로 Conservation Foundation은 National Wetland Policy Forum을 개최하였다. 이 때 더 이상의 습지를 잃지 말아야 한다고 제안하였다. Bush 대통령은 1988년 대통령캠페인과 1990년 의회 연설에서 'no net loss' 개념을 국가의 목표로 설정하였다. 이후 1990년대 초반 미국에서 이 'no net loss' 개념은 습지 보전의 이정표가 되었다.

미국에서 습지 보호에 건인차 노릇을 해온 것은 'Section 404 of the Clean Water Act'의 1972년 수정 조항이다. Section 404는 미국에서 물이 있는 곳을 메우든지 준설을 할 때 미공병대의 허가를 받도록 하고 있다. Section 404에 따른 허가를 얻기 위한 과정은 복잡하나 기본적인 첫번째 원칙은 습지에 영향을 줄 수 있는 행위는 피하고, 둘째 습지에 대한 잠재적인 영향을 최소화하며, 셋째 어쩔 수 없는 영향이 있는 경우 습지를 복원 혹은 새로 조성하여 그

영향에 대한 보상을 하는 것이다. 그러나 농부에게는 Section 404에 대한 예외가 인정되었다. 즉, 농무부에서는 농부가 습지를 농지로 전환할 때 보조금을 지급하였는데 이는 습지를 보호하려는 Section 404에 위배되었고 관할 부서간의 갈등이 심하게 되었다. 이에 의회는 1985년 Food Security Act의 일부로서 'swampbuster'조항을 통과시켰다. 이 조항은 습지를 농지로 전환할 때 보조금을 지급하지 않는다는 것을 포함하고 있다. 이외에 미국의 각 주에서는 독자적인 법률과 방법을 통하여 습지를 보전하고자 노력하고 있다.

이와 같이 미국에서는 습지를 보호하기 위한 직접적인 법률이 정비되지 않았을 지라도 다른 여러 가지 법률을 통하여 습지를 보전하려는 노력을 하고 있다. 이를 위하여 습지묘사(wetland delineation)라는 습지의 경계를 표시하기 위한 방법을 정착시키기에 이르렀다(U.S. Army Corps of Engineers, 1987).

4) 기타 외국의 습지 보전(김원민, 1996): 브라질은 'pantanal' 습지를 국가유산으로 지정함과 동시에 의회의 법률에 의해서만 개발이 가능하도록 연방헌법에 명시하였으며(1988), 스위스는 경관이 특별하거나 국가적으로 중요한 습지와 습지 인근지역을 보호하도록 연방헌법에 명시하였고(1987), 오스트리아는 개발계획이 습지의 생태계평형에 피해를 주지 않거나 경관에 영향을 주지 않을 때에만 허가를 하고 있다. 베네주엘라는 망그로브를 보호하기 위하여 이곳에 사업을 할 경우 현실적으로 다른 지역에 대한 대안이 없을 경우, 생태계에 대한 영향이 미미할 경우, 자연적인 물의 흐름에 방해가 안 될 경우, 그리고 사업자가 환경피해를 최소화하려는 노력을 가질 경우에 한 해 사업을 허가하고 있다. 또한 망그로브 생태계안에서는 전염병 예방을 제외한 농약사용, 수상가옥 건축, 외래종의 식재, 건축 쓰레기 및 폐수의 유입을 금지하고 있다. 스페인은 습지에 영향을 주는 모든 활동은 허가를 필요로 하는 수질보전법이 있으

며, 대다수 지방자치단체도 습지보전을 위한 입법을 실시하고 있다.

우리나라의 노력

우리나라의 습지에 관한 정책은 1962년 제정된 공유수면매립법에서 시작했다고 할 수 있다. 이 법은 공유수면을 매립하여 효율적으로 이용하게 함으로써 공공의 이익을 증진하고 국민경제의 개발에 기여함을 목적으로 하여 많은 습지 매립의 근거를 제공하였다. 이 때에 우리나라에서는 습지의 중요성이 전혀 제시되지 않은 상태였고 개발이 최우선에 있었기 때문에 갯벌을 비롯한 많은 습지가 매립되게 되었다. 습지보전에 대한 인식을 새로이 하게 된 계기는 1991년 낙동강 유역의 폐놀 유출사고에서 비롯되었다. 낙동강 살리기 운동을 진행하는 과정에

서 습지보전이라는 당면과제를 접하게 되었다(이인식, 1996). 1992년 시민단체인 ‘자연농지키기모임’이 형성되었고, 습지보전을 위한 노력이 경주되었다. 1997년 랍사협약에 가입하게 되면서 습지에 대한 관심이 급증하게 되었다.

1999년 2월 8일 습지보전법을 제정하여 습지의 보전을 도모하고 있다. 습지보전법은 습지의 효율적 보전·관리에 필요한 사항을 규정하여 습지와 그 생물다양성의 보전을 도모하고, 습지에 관한 국제협약의 취지를 반영함으로써 국제협력의 증진에 이바지함을 목적으로 하고 있다. 습지보전법 제11조 제2항에는 습지보전에 관한 기본적인 사항이 명시되어 있다. 즉, 보전지역별 관리책임기관을 명시하도록 하며, 민·관 합동 보전·관리 위원회를 설치토록 하며, 정기적인 모니터링의 주기 및 방법을 명시하고 있

Table 1. Wetland conservation area designated by Korean Ministry of Environment and Ministry of Maritime Affairs and Fisheries

지역명	위 치	면적(km ²)	특 징	지정일자
계	6개지역	79.883		
환경부 지정(5개소, 44.293 km ²)				
낙동강하구	부산 사하구 신평, 장림, 다대동 일원 해변 및 북구 명지동 하단 해변	34.20	철새도래지	'89.3.10
대암산	강원 인제군 서화면 대암산의 큰용늪과 작은용늪 일원	1.06	우리나라 유일의 고층습원	'89.12.29 (97.3 랍사등록)
우포늪	경남 창녕군 대합면, 이방면, 유어면, 대지면 일원	8.54	우리나라 最古의 원시자연늪	'97.7.26 (98.3 랍사등록)
무제치늪	울산시 울주군 삼동면 조일리 일원	0.184	희귀야생동·식물이 서식하는 산지습지	'98.12.31
물영아리오름	제주도 남제주군 남원읍	0.309	기생화산구	2000.12.5
화엄늪	경남 양산시 하북면 용연리	0.124	산지습지	2002.2.1
두웅습지	충남 태안군 원북면 신두리	0.065	신두리사구의 배후습지 희귀야생동·식물 서식	2002.11.1
해양수산부 지정(1개소, 35.59 km ²)				
무안갯벌	전남 무안군 해제면, 현경면 일대	35.59	생물다양성 풍부 지질학적 보전가치 있음	2001.12.28
진도갯벌	전남 진도군 군내면 고군면 일원 (신동지역)	1.2379	사니질 갯벌로 생물다양성 풍부	2002. 12.27

*환경부와 해양수산부에 의하여 지정된 습지보호지역

다. 습지의 보전과 이용·관리에 관한 사항으로 해당 지역주민의 삶의 질 향상을 위한 사업안을 제시하여야 하며, 생물다양성 유지방안과 습지복원사업 기타 습지보전을 위한 사업을 기술하도록 명시하고 있다. 법의 제정과 함께 습지보호지역이 지정되어 관리되고 있다. 2003년 현재 환경부에 의하여 7개, 해양수산부에 의하여 2개의 습지보호구역이 지정되었다(Table 1). 또한 습지생태계를 생태계보전지역으로 지정하여 보호하는 장소로 섬진강 수달서식지, 동강유역, 신두리사구해역, 문섬 등 주변해역, 조종천상류, 한강밤섬, 둔촌동자연습지, 방이동습지, 탄천, 진관내동습지, 암사동습지 등이 있다. 이들 보호/보전 지역에서는 일반인의 출입이 제한되며, 보전을 위한 모니터링 및 복원에 관한 관리 계획이 마련되고 있다(환경부, 2003). 또한 습지보전법 제4조 규정에 의거하여 2000년부터 2004년까지 5개년에 걸쳐 우선조사대상 습지와 일반조사대상 습지로 구분하여 전국 내륙습지 조사가 국립환경연구원에서 실시하고 있다. 2001년 낙동강과 동해수계의 내륙습지 중 우선조사대상 습지 9개 지역과 밀양강 등 일반조사대상 습지 3개 권역에 대한 자연환경조사를 실시하였다.

이와 같이 우리나라에서는 습지보전법을 바탕으로 습지를 보전·보호하고자 노력하고 있다. 그러나 아직도 개발논리에 따라 많은 습지가 파괴되고 있으며, 새만금 간척사업은 국제적으로 중요한 갯벌 습지 파괴의 예이다. 환경부와 해양수산부를 중심으로 한 정부와 서울시의 의지와 노력에 의하여 습지는 보전·보호되고 있으나 개발을 위주로 하는 부서에 의하여 아직도 많은 습지가 파괴되고 있으며, 습지가 사유지인 경우 그 파괴 속도는 더욱 빠르다. 정부에 의하여 습지 또는 생태계 보전지역으로 지정될 기미가 보이면 습지에 물길을 내어 육지화시키거나 매립을 하는 경우가 많다. 그러므로 습지의 보전을 위해서는 당장의 재정적 이익보다는 미래를 위한 투자의 개념에 대한 공감대

가 필요하다.

습지의 복원

복원(restoration)은 교란된 또는 변화된 상태에서 원래대로 되돌아간다는 것을 의미한다. 그러므로 원 의미대로의 복원을 하기 위해서는 원래의 상태를 정확히 알아야 한다. 습지의 경우 원래대로의 상태로 되돌아가기 위해서는 수문학적/토양학적으로 원상태를 회복하여야 한다. 물리화학적인 환경이 복원된다면 생물학적인 복원은 수월하게 이루어질 수 있다. 복원의 넓은 의미에는 조성(creation), 재생(rehabilitation) 등의 의미를 포함한다. 조성이란 원래는 습지가 아니었던 부분에 새로운 습지를 만드는 것을 의미하며, 재생이란 원래대로의 회복은 안 될지라도 더 좋은 기능과 구조를 가지도록 만드는 것을 말한다. 이러한 의미에서 현재 복원이라고 일컫고 있는 많은 복원 사업은 재생의 의미가 강하다고 할 수 있다.

외국의 예

1) Comprehensive Everglades Restoration Plan: 미국 Florida의 Everglades는 Okeechobee 호수로부터 플로리다반도의 남쪽 끝까지 이어지는 미국에서 가장 큰 습지로 다른 장소에서는 서식하지 않는 많은 동식물의 서식처이다. Okeechobee 호수의 남쪽에 인접하여 방대한 토지가 Everglades 농업지역으로 전환되었고, Everglades 동쪽은 인간의 주거지가 개발되었다. 이로 인하여 Everglades에서의 물 흐름의 방향과 양은 변화를 겪게 되었으며, 수질 또한 농업의 영향으로 악화되었다. 또한 많은 수로를 건설함으로써 습지의 조각화(fragmentation) 현상이 나타나게 되었다. 이러한 변화는 Everglades에 점진적으로 축적되었고, 식물 군집의 변화(부들과 외래종의 증가)로 나타나게 되었으며, 식물에 의존하는 많은 동물에게 영향이 확대되었다. 즉, 습지의 구조와 기능이 변하게 되었고,

원래의 기능을 상당부분 손실하기에 다다랐다. 이에 대한 많은 연구가 지속적으로 진행되었고, 2002년 12월 Clinton 대통령은 78억 달러에 달하는 대형 프로젝트인 'Comprehensive Everglade Restoration Plan'을 승인하였다. 이 프로젝트는 Everglades를 포함하여 중·남부 Florida의 수자원을 보존, 보호, 복원하기 위한 방안을 제시할 것이며, Central & Southern Florida(C&SF) Project를 계승하여 이루어지고 있다. C&SF 프로젝트는 물의 공급, 홍수 방지, 수자원관리 등을 하며 50년 가까이 지속되어 왔다. 그러나 이 프로젝트는 의외의 역효과를 가져오게 되었고, 이 사업의 결과와 영향을 재평가하기에 이르렀다. 이에 Comprehensive Plan은 담수의 확보, 저장, 재분포를 고려하여 흐르는 물의 양, 시간, 분포, 질 등을 조절하는 데 역점을 두고 있다. 이 프로젝트가 2000년 승인된 이후 60가지 이상의 요소를 포함하며(Table 2), 종결할 때까지 30년 이상이 걸릴 것이다(<http://www.evergladesplan.org/index.cfm>).

2) Louisiana Delta Restoration: Louisiana는 늪, 소택지, 호수 등 미국에서 습지가 가장 많

Table 2. The major plan components of Comprehensive Everglade Restoration Plan

- 1) Surface Water Storage Reservoirs
- 2) Water Preserve Areas
- 3) Management of Lake Okeechobee as an Ecological Resource
- 4) Improved Water Deliveries to the Estuaries
- 5) Underground Water Storage
- 6) Treatment Wetlands
- 7) Improved Water Deliveries to the Everglades
- 8) Removal of Barriers to Sheetflow
- 9) Storage of Water in Existing Quarries
- 10) Reuse of Wastewater
- 11) Pilot Projects
- 12) Improved Water Conservation
- 13) Additional Feasibility Studies

*에버글레이드 복원 계획의 중요 구성 개념들

은 지역이다. 그러나 Louisiana는 제방건설, 석유탐사, 도시화, 퇴적토의 분산과 같은 인간 활동과 지표면 침강에 의하여 일년에 약 6,600에서 10,000 ha의 해안습지를 잃고 있다. 1990년 Coastal Wetland Planning, Protection and Restoration Act가 의회에서 통과됨에 따라 해안습지를 보호, 복원, 조성하기 위한 포괄적인 계획이 Louisiana에서 시작되었다. 이 계획은 미시시피강의 물과 퇴적토를 분산시켜 새로운 퇴적지역을 형성시키며, 습지를 보호하기 위한 방벽을 바다 쪽에 복원하고, 수로를 이용하여 작은 습지를 보호하는 사업을 포함하고 있다. 이 프로젝트는 1993년 종결된 Louisiana Wetlands Conservation and Restoration Plan을 이끌었고, 1997년에는 Coast 2050 plan을 이끌게 되었다. Louisiana의 습지를 보존하고 복원하기 위한 노력은 계속되고 있으며, 이는 미시시피강 유역의 복원과 함께 추진되고 있다.

3) Mexico만의 무산소 상태를 해결하기 위한 미시시피강 유역의 복원, Delaware Estuary 복원 등 미국에서는 수질오염과 습지의 손실을 막기 위한 많은 복원사업이 진행 중에 있다. 핀란드, 독일, 네덜란드를 중심으로 한 유럽에서는 니탄습지를 복원하기 위한 노력이 진행되고 있다. 이는 니탄을 채취하여 사용하는 캐나다에서도 많은 관심을 가지고 있으며, 자연적인 복원과정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Mitsch and Gosselink, 2000). 또한 호주에서는 강하구의 재생을 위해 많은 노력을 기울이고 있다(Streever, 1999).

우리나라의 예

우리나라에서 습지를 복원하기 위한 시도는 하천 복원에서 시작되고 있다. 1995년 서울의 양재천 복원이 시작되었으며 하천의 공원화 사업과 관리가 계속되고 있다. 1997년에 시작하여 2002년 6월 종결된 제주도 산지천 복원은 복개된 건물을 모두 철거하고 하상에 자갈을 깔고 수중독을 설치하였으며, 높이 3~5 m의 자연

석으로 호안을 조성하여 하천생태계의 기능을 회복하였다. 전주시는 2000년부터 2002년까지 전주천을 자연형하천으로 복원하였다. 서울시에서는 복개되었던 청계천을 복원하기 위한 공사를 2003년 7월에 시작하였다. 또한 건설교통부에서는 오산천을 자연형하천으로 복원하는 과정에 있고, 국가하천 중 훼손이 심한 구간에 대한 자연형 하천으로의 복원을 계획·진행하고 있다.

우리나라에서의 하천 복원의 특징은 직강화 하였던 하천을 자연형 하천으로 변환시킨다는 것이다. 이와 같은 경우에는 넓은 의미의 복원에 해당한다. 과거의 정확한 구조적 기능적 특성에 대한 이해와 고려없이 현재를 바탕으로 하천의 기능을 증진시키는 의미에서의 복원 즉, 재생의 의미를 가진다.

이외에 여의도 셋강을 재생하여 생태공원화 하였고, 서울공고에 생태연못을 조성하였으며, 옥상에 소생태계를 조성하는 등 습지의 재생 또는 조성화 노력이 시도되고 있으나 그 규모가 매우 적고 조성에 대한 모델 습지를 정하지 않아 조성 자체에 큰 의미를 두고 있다(김귀곤과 조동길, 2000).

습지의 기능과 구조에 대한 이해를 바탕으로 습지를 복원하기 위해서는 습지자체의 기능과 구조 또는 동식물에 대한 연구가 필요하다. 습지복원을 위한 연구가 일부 발표되기는 하였으나(임병선 등, 1996; 조강현, 1999, 2001; 김성덕과 유새한, 2002; 이춘석 등, 2003; 김재욱 등, 2003; 박재현, 2003; 양홍모 2003a, b), 일반적인 습지의 복원에 사용하기에는 아직 미흡하다.

맺는글

우리나라에서는 습지에 대한 보전이나 복원 노력이 매우 미흡하며, 아직도 많은 습지가 개발이나 오염물질의 증가와 같은 인간의 활동에 의해 구조와 기능이 악화되고 있다. 습지보전에 대한 중요한 장애로서 작용하는 것을 Chiau

(2002)는 다음과 같이 정리하고 있다: 1) 습지의 모호한 정의, 2) 습지 보호를 위한 비효율적 법률과 집행, 3) 습지에 대한 오개념, 4) 습지의 가치에 대한 시민의 낮은 인지도.

우리나라의 경우에도 동일하게 나타나는 현상이라 할 수 있다. 습지보전법에 정의된 습지는 구체성을 결여하고 있다. 정확히 어느 곳이 습지인지 파악할 수 없게 구성되어 있다. 이를 해결하기 위한 노력이 있었지만 아직 정착되지 못하고 있다. 그 이유는 미국과 같이 습지보호에 대한 국가적인 노력이 이루어지지 않고 있기 때문이다. 미국과 같이 습지보호법이 다른 법에 우선적으로 적용되지 않는 한 다른 법을 통한 개발의 논리에서 습지를 보전할 수 있는 제도적 방안은 없다. 보전하고 복원할 가치가 있는 습지는 물새가 살고 있는 습지라는 오개념으로 인하여 다른 기능을 하는 많은 습지가 파괴되고 복원의 대상으로조차 고려되지 않고 있다. 이는 습지의 가치에 대한 낮은 인식에서 온다고 할 수 있다. 습지의 여러 가지 가치를 정확히 인식할 때 습지에 대한 오개념 또한 사라질 것이다.

그러므로 습지의 보전과 복원을 위해서는 습지에 대한 정확한 이해가 선행되어야 한다. 즉, 수문, 생지화학, 적응, 천이와 같은 습지생태학의 원리와 습지의 가치를 정확히 이해할 때 습지를 성공적으로 보전하고 복원할 수 있으며, 자연경관의 일부로 복원할 수 있다. 또한 습지를 보전하고 복원하는 데 있어서 적절하지 못한 종의 도입이나 지나친 관리를 하고 싶은 욕망을 억제할 때 성공할 수 있다(Mitsch and Gosselink, 2000; Primack, 1993). 습지의 보전과 복원을 위한 목표를 결정하는 것도 습지의 관리에 매우 중요하다. 습지생태계를 관리하고자 할 때 목표가 정해지고 이들 목표의 우선순위가 정해질 때 효율적인 관리가 이루어질 수 있다. 가능한 목표를 제시하면 다음과 같다. 1) 생물다양성(야생동식물), 2) 희귀종의 서식처, 3) 높은 생산성, 4) 홍수조절, 5) 수질정화, 6) 폭

풍에 대한 방어(해변습지), 7) 오염물질 제거, 8) 대체습지의 조성, 9) 연구용 습지 등이 있다. 하나의 습지 생태계를 여러 가지 목표를 가지고 관리를 할 수 있지만 너무 많은 목표가 제시될 때 효율적인 관리가 이루어질 수 없다 (Mitsch and Gosselink, 2000). 또한 목표가 결정되고, 관리를 하면서 평가가 이루어져야 한다. 평가에 따라 관리 방식이 변경될 수도 있지만 목표 또한 변화될 수 있다. 예상하지 못한 결과 또는 새로운 변화가 나타날 경우 이에 신속히 대처할 수 있는 유연한 사고가 필요하다. 보전과 복원 행위가 이루어질 경우 이에 대한 평가는 매우 중요하다. 평가는 목표를 어느 정도 달성하였느냐를 결정하게 되고 미래의 관리방향을 결정할 수 있는 근거가 된다. 생태계 관리에 대한 평가 시기는 1년 정도의 짧은 기간에 실시하는 단기평가와 5년 정도의 기간을 두고 행하는 중장기평가로 나눌 수 있으며, 평가 기간은 생태계의 특성에 따라 결정되어야 한다(Nakashizuka and Stork, 2002). 즉, 빠른 변화가 예상되는 경우에는 평가 기간을 짧게 가질 필요가 있는 반면, 느린 변화가 예상될 때에는 평가기간 또한 길게 잡는 것이 필요하다. 습지 생태계의 경우에는 수문현상(물에 잠길 때의 수위, 기간, 빈도 등)을 고려하여 평가시기를 결정하여야 한다.

이와 같은 원칙을 가지고 습지를 보전하고 복원할 때 우리 주변의 습지는 제대로 된 기능을 가지는 습지로 남을 것이다.

참고문헌

강상준. 2002. 내륙습지의 특성과 생태적 기능. 습지보전을 위한 생태학적 접근. 한국생태학회 2002년 심포지움 자료집: 5-18.
고철환. 1996. 갯벌의 기능과 가치. 환경부 습지보전 및 현명한 이용을 위한 세미나 자료집: 57-70.
김귀곤·조동길. 2000. 생물다양성 증진을 위한

옥상 소생태계 조성기술에 관한 이론적 고찰 및 사례적용 연구, 한국환경복원녹화기술학회지 3(1): 39-52.
김성덕·유세한. 2002. 한국 습지습원의 식생 현황과 동태. 한국생태학회 2002년 심포지움 자료집: 별쇄인쇄 1-22.
김원민. 1996. 습지의 보전과 현명한 이용을 위한 정책방향. 환경부 습지보전 및 현명한 이용을 위한 세미나 자료집: 105-119.
김재욱·이동근·오규식·성현찬. 2003. 하천 및 녹지와 온도의 관계에 대한 기초적 연구-청계천 복원을 중심으로-. 한국환경복원녹화기술학회지 6(3): 79-85.
박재현. 2003. 계류생태계 보전을 고려한 환경친화적 사방 전략(1). 한국환경복원녹화기술학회지 5(5): 67-75.
양홍모. 2002a. 하천수정화 연못-습지 시스템 부들 습지셀의 초기 질산성질소 제거. 한국환경복원녹화기술학회지 5(6): 24-29.
양홍모. 2002b. 하천수정화 근자연형 인공습지의 초기 인 제거. 한국환경복원녹화기술학회지 5(6): 30-36.
이인식. 1996. 습지보전을 위한 지역활동. 환경부 습지보전 및 현명한 이용을 위한 세미나 자료집: 47-56.
이춘석·박명안·강호철. 2003. 갯벌들 근계의 토양 입자 해리 억제효과에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 6(3): 69-78.
임병선·이점숙·서계홍·김하송. 1996. 영산강 유역으로부터 유입되는 오염부하량에 따른 수생식물의 분포, 질산환원효소 활성 및 그 정화능. 한국생태학회지 19(5): 487-496.
조강현. 1997. 수계환경 보존을 위한 수변부 생태계의 생태공학적인 이용-대형 수생식물을 중심으로-. 환경문제의 생태적 접근. 서울여자대학교 생태연구소 설립기념 심포지움 자료집: 68-81.
조강현. 2001. 호소 연안대에서 대형수생식물 식생의 구조와 기능: 수변부 복원을 위한 적

- 용. 호소 연안 복원과 인공 식물섬 국제심포지엄 자료집: 147-160.
- 환경부. 2000. 멸종위기 생물종 현황.
- 환경부. 2003. 습지보호지역 보전계획.
- Aselmann, I. and Crutzen, P. J. 1989. Global distribution of natural freshwater wetlands and rice paddies, their net primary productivity, seasonality and possible methane emissions. *Journal of Atmospheric Chemistry* 8: 307-358.
- Chiau, W.-Y. 2002. Wetlands conservation and its vision for Taiwan. In *Wetland Conservation and Need for International Cooperation in the Northeast Asia. Wetland Workshop Proceedings at Pusan National University, Korea* pp. 29-44.
- Cowardin, L. M., Carter, V., Golet, F. C. and LaRoe, E. T. 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. FWS/OBS-79/31, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC.
- Kim, J. G. 1999. Paleocological Studies for Assessment of Anthropogenic Impacts in Montane, Mediterranean, and Tropical Marshes. Dissertation. University of California, Davis.
- Lu, J. 1995. Ecological significance and classification of Chinese wetlands. *Vegetatio* 118: 49-56.
- Mitsch, W. J. 1999. Hypoxia solution through wetland restoration in America's breadbasket. *National Wetland Newsletter* 21(6): 9-10, 14.
- Mitsch, W. J. and Wu, X. 1995. Wetlands and global change. In R. Lal, J. Kimble, E. Levin, and B.A. Stewart, eds. *Advance in Soil Science: Soil Management and Greenhouse Effect*. CRC Press/Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 205-230.
- Mitsch, W. J. and Gosselink, J. G. 2000. *Wetlands* (3rd edition). John Wiley & Sons, Inc.
- Nakashizuka, T. and Stork, N. (eds). 2002. *Biodiversity Research Methods, IBOY in Western Pacific and Asia*. Kyoto University Press. Kyoto: 216 pp.
- Navid, D. 1989. The international law of migratory species: The Ramsar Convention. *Natural Resources Journal* 29: 1001-1016.
- Primack, R. B. 1993. *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer Associates Inc. Massachusetts, USA.
- Rabalais, N. N., R. E. Turner, W. J. Wiseman, and Q. Dortch, 1998. Consequences of the 1993 Mississippi River flood in the Gulf of Mexico. *Regulated Rivers* 14: 161-177.
- Sather, J. H. and Smith, R. D. 1984. An Overview of Major Wetland Functions and Values. FWS/OBS-84/18, Western Energy and Land Use Team, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC. 68 pp.
- Streever, B. 1999. *Bring Back the Wetlands*. Sainty & Associates Pty Ltd.
- U.S. Army Corps of Engineers, 1987. *Wetland Delineation Manual*.

◀ 협회소식 ▶

○ 자연사랑 여름 캠프 실시

7월 21일~24일, 3박 4일 동안 강원도 인제군 기린면 방동리 아침가리 일대에서 서울 및 수도권 소재 초·중등학생, 지도교사 및 학부모 등 400여명을 대상으로 분야별 전문가와 함께 「자연사랑 여름캠프」를 실시하였다. 도심에서 자연을 접할 기회가 적은 학생들에게 자연 체험의 기회를 제공한 본 캠프는 자연 속에서 생명의 존엄성, 환경 정화 활동을 통한 협동 정신을 체험케 하였으며 얼마 남지 않은 한국 오지의 천연생태계를 직접 보고 자연의 소중함을 깨닫는 계기를 만들어주었다.



○ 청소년 과학 캠프 실시

8월 18~20일 강원도 연천군 군남중학교에서 수도권 소재 중학생 및 경기 군남중학교생, 지도 교사 등 총 200여명이 참가하여 청소년 과학 캠프를 실시하였다.



이번 과학캠프에서는 청소년들의 과학적 재능을 증진시키기 위한 전동카 만들기, 물로켓 발사대, 자연과 관련된 나무 조각품 만들기 등 다채로운 행사를 가졌으며 수변 생태계의 이해를 돕기 위해 대학의 전문가가 해설하는 「임진강의 자연생태계」 답사도 있었다.

○ 행정자치부 민간단체 지원사업 실시

‘물의 해, 전국 물사랑 운동의 활성화’ 사업으로 8월 20일~22일 3일간에 걸쳐 강원도 연천 임진강 일대에서 수도권 일대 초등학교 8개교 100여명이 참가하여 수질모니터링 및 수질보전 활동을 펼쳤다.

이에 2003년 물의 해를 맞이하여 물에 대한 중요성을 널리 알리고, 본 협회와 대학의 연구기관에서 개발한 수질 모니터링 기법을 이용하여 수질오염을 판정하고, 해당 하천의 수질 오염치와 그 원인을 알아보는 등 보다 정확한 수질보전활동을 수행할 수 있는 계기가 되었다.



○ 한국자연보존연구지 제1권 제1호 발간

3종의 기존 논문집인 조사연구보고서, 연구보고서, 생물상연구지를 통폐합한 “한국자연보존연구지” 첫 권, 첫 호가 발행되었다. 이 연구지는, 연 4회 발행하게 되며 가능한 각 호 별로 기존 3종의 성격을 살리고, 인문, 사회 분야의 논문까지 폭 넓게 개방하도록 하였다. 제2호, 3호는 9, 10월 발간 될 예정이다.

〈 협회 소식 〉

○ 자연보존지 CD 발간

자연보존지 창간호부터 제15호가 수록되어 있는 자연보존 CD 제1집이 발간되었다. 금번 제1집은 협회 창립 40주년을 기념하기 위하여 일차적으로 발간된 것이며, 내년 중으로 100호까지의 작업을 마칠 예정이다.



○ 협회 창립 40주년 기념 심포지엄 계획

2003년 10월 2일 협회 창립 40주년을 기념하여 ‘한반도 자연자원 보존과 대책’이라는 주제를 가지고

심포지엄을 개최할 예정이다. 한국환경정책평가연구원 강당에서 오전 10시부터 오후 4시까지 1, 2부로 나누어 프로그램을 진행하여 전문가의 8인의 발표가 있을 것이고, 계간지 “자연보존”의 창간호부터 제15호까지 담은 CD와 “사진으로 본 자연보존 40년사”를 배포할 예정이다.

○ “한국자연보존연구지” 원고 수시 접수안내

기존의 생물상연구지, 조사연구보고서 및 연구보고서는 올해부터 통폐합되어 “한국자연보존연구지”로 변경되었다. 기존의 논문집 성격을 그대로 살리며 인문, 사회분야의 논문까지도 폭 넓게 다루게 된다.

이에 학술회원을 대상으로 원고를 수시 접수하고 있으므로 많은 투고를 기대한다.

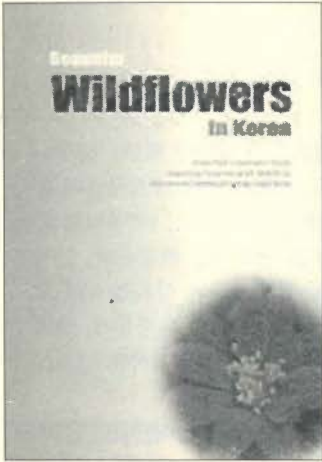
현재 제1권 제4호의 원고를 접수 중이다.

○ 사무국 인사이동

장은숙, 양복숙 간사의 개인사정으로 인한 퇴사에 이어 본 협회 사무국의 신임 간사직을 2003년 8월부터 김연진씨가 맡게 되었다.

회비 납부 안내

한국자연보전협회에 가입하신 회원분들의 회비는 협회 발간물의 제작과 발송에 큰 도움이 됩니다. 협회에서 모든 회원님께 지로용지를 보내드리고 연락을 드리는 것이 마땅하나 협회 사정상 여의치 않으니, 회비가 연체되었거나 2003년도 회비를 내지 않으신 회원님들께서는 회원가입 안내를 참조하시어 입금해 주시기를 부탁드립니다. 회비 입금 후에는 수고스러우시더라도 협회로 연락(02-383-0694, 0638)을 주시면 감사하겠습니다.



Beautiful Wildflowers in Korea

한국자생식물보존회에서 출간한 「Beautiful Wildflowers in Korea」는 외국인도 우리의 자생식물에 대해서 쉽게 이해할 수 있도록 생생한 사진과 영어설명을 삽입한 영문판 식물도감이다. 한국자생식물보존회에서 처음으로 자생지를 발견한 희귀식물들과 회원들이 지난 20년 간 우리 식물의 자생지를 직접 찾아다니며 촬영한 사진 446컷이 수록되어 있다. 그리고 수많은 식물정보를 아이콘과 도표를 이용하여 한 눈에 볼 수 있도록 디자인 되어 있다. 다른 식물도감에서는 보기 어려운 식물 한 종 한 종의 서식지, 평균고도, 분포지, 뿌리의 모양, 토양의 산도, 토양의 수분요구도, 빛 요구도까지 간단한 아이콘으로 표시해 정보 활용에 도움을 주었다.

한국자생식물보존회 지음/한국자생식물보존회/
정국판/460쪽/30,000원

세밀화로 보는 곤충의 생활

살아 움직일 것만 같은 생생한 세밀화로 그려낸 어린이 곤충 그림책이 나왔다. 알에서 깨어나고 변태를 거듭해 성충이 된 후 어떻게 겨울을 보내고 살고 있는지, 먹이사슬과 생존방법, 짝짓기 등을 계절별로 꼼꼼하게 보여준다.

꼬박 2년이라는 시간을 들여 그린 이 책은 어린이들에게 곤충에 대해 관심을 갖도록 하는 입문서가 될 것이다. 지은이는 아이들이 곤충을 함께 살아가는 동반자로 받아들일 수 있기를 바라는 마음을 가지고 있다.

권혁도 글·그림/길벗어린이/판형·250×325/52쪽/15,000원



환경지킴이 최종인 아저씨의 시화호 이야기

다른 세상에서 나온 논픽션 자연·환경 시리즈 <자연관찰 황금 돋보기>의 두 번째 책이다. 2002년 환경기자협회 ‘올해의 환경인’ 상을 받은 최종인 아저씨는 방조제 건설과 함께 오염된 시화호를 카메라에 담아 시화호를 관찰하고, 환경에 대한 중요성을 사람들에게 알리기 시작했다.

세계적으로도 유명한 철새 도래지이며, 공통알 화석지가 있고 다양한 유물들이 발견되는 지역이기도 하지만 간척사업에 의해 한바탕 몸살을 앓았던 지역이기도 한 시화호를 아이들에게 소개하고, 자연과 인간이 더불어 살아갈 수 있는 삶의 해법을 보여준다.

최종인 사진, 남인숙 글/다른 세상/사륙배판 변형/144쪽/10,000원

한국환경보고서 2002-2003



녹색연합 녹색사회연구소가 1993년부터 매년 출간해온 '한국환경보고서'의 2002-2003년 편이다.

이번 2002-2003편에서는 총 3부와 특집으로 구성되어 있다. '새정부 환경정책의 주요과제'라는 주제로 에너지, 지방 분권화, 국책사업의 친환경성 담보, 농업 정책 등의 내용이 특집으로 실려 있고, 1부에서는 환경에 대한 고찰, 2부에서는 황사, 핵 폐기장, 주한미군 환경문제, 청계천 복원, 녹색정치 등 2002-2003년의 주요 환경이슈와 성과를 다루고 있고, 3부에서는 각계의 전문가가 전쟁과 환경, 중국의 환경문제, 생태적인 실행정도, 환경 경영 등 환경문제에 대한 전망과 비전을 제시하고 있다.

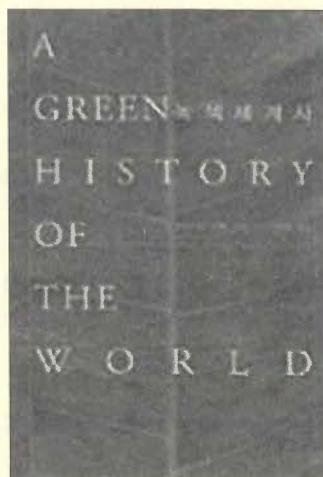
(사)녹색연합부설 녹색사회연구소 엮음/녹색연합/판형A5/298쪽/16,000원

녹색세계사

환경의 시선으로 바라본 세계사. 인간의 역사를 규정지은 환경으로 세계의 역사를 재해석한 책 「녹색 세계사」가 생태 환경 전문 출판사 그물코에서 나왔다.

환경이 바뀌어 놓은 세계사의 부분들을 소개한 이 책에서는 메소포타미아나 잉카와 마야, 로마 제국 등은 풍부한 천연 자원을 이용하여 번영하지만 인구가 늘어나고 한정된 자원 때문에 점점 몰락의 길을 걸을 수밖에 없었고, 결국 국가 자체가 붕괴하는 생태학적인 파멸을 맞았다고 이야기 하고 있다.

현재 우리가 직면하고 있는 환경문제들이 결코 우연이 아니고, 인류의 개발과 발전이라는 미명이 가져다준 자연 파괴의 결과라는 것을 객관적으로 볼 수 있도록 서술하였다.



클라이브 폰팅 지음/이진아 옮김/그물코/판형A5/624쪽/25,000원

자연속으로.. 숲 · 해변 · 연못 · 뒤뜰



맥그로힐 에듀케이션의 자연속으로 시리즈가 도서출판 창조문화에 의해 국내에 소개되었다. 자연의 일부분이지만 무심코 지나치기 쉬운 뒤뜰, 연못, 숲, 해변에 대한 생물들의 생태 및 서식지에 관하여 자세히 설명하고 있다.

과학저술가 도널드 실버의 실험과 관찰을 위한 명확하고 구체적인 설명, 페트리시아 윈의 섬세하고 사실적이고 아름다운 천연색 그림으로 가득 찬 이 책은 뒷 부분에 동식물 명칭과 용어 설명 등을 따로 붙여 더욱 알찬 과학 그림책이다. 앞으로 사바나·열대우림·툰드라·사막 편도 나올 예정이다.

도널드 실버 지음/페트리시아 윈 그림/김광익 옮김/보급판225×225/48쪽/7,500원/양장본/48쪽/9,500원

사단법인 한국자연보전협회 (KACN) 입회안내

사단법인 한국자연보전협회는 자연환경보전법 제56조에 근거한 법정단체(설립 1963. 12. 24)입니다.

본 협회는 자연자원과 국토를 보전하고, 조상으로부터 물려 받은 자연을 그대로 후손에게 물려주어야 할 우리의 의무를 다하기 위해 자연자원의 보전에 관한 조사·연구사업 뿐 아니라, 대국민 홍보·교육사업 등을 수행하고 있습니다.

아래의 입회 안내를 참조하시어 입회원서 접수 및 회비를 입금하시면 회원으로 가입됩니다.

회원의 종류

- ① 일반 회원 : 협회의 취지에 찬동하는 분.
- ② 학술 회원 : 자연환경 및 자연자원 보전에 관한 조사·연구·교육·홍보 또는 보전사업을 하는 분.
- ③ 특별 회원 : 가. 자연환경보전사업을 지원코자 하는 개인, 단체 또는 법인.
나. 자연환경보전법 제11조의 멸종위기야생동식물, 보호야생동식물을 취급하는 분.
다. 자연환경보전법 제14조의 국제적멸종위기종을 취급하는 분.
마. 기타 건설, 조경 등 자연환경 보전과 관련된 사업을 하는 분.
- ④ 단체 회원 : 자연환경 보전과 관련된 회원 50명 이상 유관단체.

회비 안내

회원 구분	연회비	입회비	발간물 배포
일반 회원	10,000	10,000	“자연보존”지(계간)
학술 회원	20,000	20,000	“자연보존”지(계간) 및 학술연구 논문
특별 회원	100,000	100,000	“자연보존”지(계간) 및 학술연구 논문
단체 회원	300,000	300,000	“자연보존”지(계간) 및 학술연구 논문

회비 납부 안내 : 온라인 입금

- 우체국 온라인 011742-01-000779
- 우편대체 계좌 010983-31-000311
- 농협 중앙회 029-01-151195
- 국민 은행 778-01-0012-519
- 외환 은행 291-22-00187-1
- 조흥 은행 920-03-001336

예금주 : 한국자연보전협회

※입회원서 : 홈페이지(<http://www.kacn.org>)에서 다운받으시거나, 다른 자연보존지 참조, 또는 협회로 문의해주시길 바랍니다.

※가입문의 : 한국자연보전협회 사무국(전화 02-383-0694/FAX 02-383-0695)

[E-mail] natcon@chollian.net/KACN@hitel.net

目 次 CONTENTS

□ 회장 축사

협회 창립 40주년을 맞이하며 / 김진일 1

□ 기획 : 환경영향평가기법의 개선

- 숲 생태계의 보전·복원기법 / 전승훈 4
Conservation & Restoration Techniques for Forest Ecosystem / CHUN, Seung-Hoon
- 국립공원 등산로 훼손지 복구 방안 / 권태호 11
The Rehabilitation Strategy for Deteriorated Trails in National Park / KWON, Tae-Ho
- 폐광지의 복구 방안 / 윤호중 19
Restoration on Abandoned Coal Mine Areas / YOUN, Ho-Joong
- 생태통로의 복원 방안 / 한상훈 26
Approach to Restoration of Ecological Corridor / HAN, Sang-Hoon
- 하천 생태계의 보전·복원 방향 / 안홍규 36
Restoration & Preservation of River Ecosystems / AHN, Hong-Kyu
- 습지생태계의 보전과 복원 / 김재근 44
Wetland Conservation and Restoration / KIM, Jae-Guen

□ 협회소식 55

□ 신간안내 57

자연보존 第 123 號 <季刊> 非賣品

2003年 9月 20日 印刷

登錄番號 (서울)바-0520號 登錄日字 1975. 8. 26

2003年 9月 30日 發行

發行處 社團
法人 韓國自然保全協會

發 行 人 金 鎮 一
 編 輯 人 田 承 勳
 印 刷 處 인 림 원

1122-7066

서울 特別市 恩平區 佛光洞 613-2

國立環境研究院 內

전화 : 383-0694 FAX : 383-0695