

Eco-Mine Planning & Design

-화성시 삼보광산을 중심으로-

이현경* · 유병립**

*서울대학교 환경대학원 환경조경학과 · **서울대학교 환경대학원 환경조경학과

I. 서론

산업구조가 변하면서 시대가 요구하는 산업의 종류와 형태가 변화함에 따라, 과거의 번영업이었던 산업들이 하향산업으로 전락하게 되었다. 이로 인해 폐광산, 기타 매립지, 산업 구조물 등의 과거 산업자원들에 의한 폐해가 속속들이 발생하고 있다.

이 중 폐광산 부지는 지속적으로 배출되는 오염물질로 인해 부지 자체와 주변 지역이 피해를 가고 있으며, 광산 인근의 주민들은 오염의 부작용에 대한 불안감에 시달리고 있다. 더불어 지역 경제의 활력도가 저하되고 부정적인 이미지가 자리잡아 지역·도시 차원의 문제로 확장되어가고 있는 실정이다.

이와 맞물려 폐산업 부지의 재이용에 대한 관심이 고조되면서, 과거에는 자원이었지만 쓰레기 더미로 전락해 버린 대상을 현시대의 사고와 실정에 맞는 공간으로 재탄생시키려는 움직임이 대두되고 있다.

따라서 본 설계안은 1차적으로는 폐광산 부지의 상처(수질, 토양오염)를 치유하고, 2차적으로는 방문객의 지적·문화적 욕구를 충족시켜 주는 생태공원으로 조성하고자 한다.

II. 대상지 현황

1. 개요

위치 : 화성시 봉담읍 상리 산 104번지 (삼보광산 일원)

삼보광산 : 채광기간(1975~1991).

광종(금, 은, 연, 아연, 중정석)

면적 : 434,000 m² (132,000 평)

2. 인문환경 분석

대상지는 광업 당시의 건물군 중 선광장, 분쇄공장을 포함한 10개소가 남아 있고, 높이가 1.5m 정도 되는 폐쇄된 갱구와 총 7개의 광미 저장지가 과거의 흔적으로 남아 있다. 입구부에 1.2 광미 저장지가 단을 지어 위치하며, 5만평 면적의 광미 댐 상부의 3~7 광미 저장지는 광대한 초지가 자연적으로 조성되어 있다.

3. 자연환경 분석

대상지는 현재, 폐광산의 방지로 인한 수질·토양오염이 진행중인 상황이다. 광산 북서쪽 광미 댐 하단은 침출수에 의한 중금속(Zn, Mn) 수질오염이 진행중이지만, 다행히 인근 토양은 경작이 가능한 상황이다. 반면, 광산 동쪽은 중금속 오염된 지표수·갱내수가 분리된 경로로 배출되고 있으나, 과거의 광미 매립으로 인해 주변의 농지는 경작이 불가능한 실정이다.

광산폐수(침출수, 갱내수, 지표수)의 경우 정화 없이

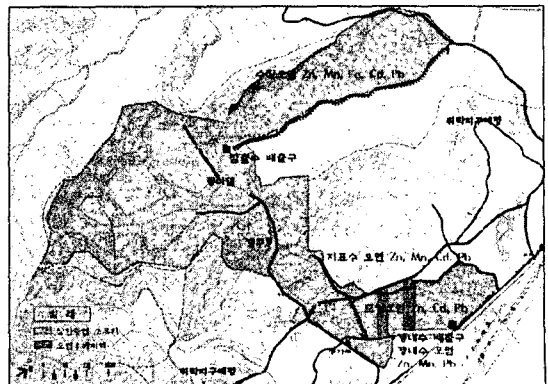


그림 1. 대상지 현황분석

인근 하천으로 흘러가고 있어 2차 피해가 발생할 우려가 있으므로 정화가 필요하며, 주변 농지는 자연 회복력을 되찾기 위한 조치가 필요하다.

III. 기본 구상

1. 수질 정화 방법 구상

침출수, 갭내수, 지표수의 형태로 배출되고 있는 광산 폐수(mine drainage)의 중금속 오염을 자연형 인공 소택지와 습지를 도입하여 단계적으로 정화한다.

인공소택지와 복합소택지를 접합한 시설과 인공습지를 도입하여 100%에 달하는 중금속의 완전한 처리를 목표로 한다. 저류지에서 유량을 조절하고, 1·2차 집수조를 통해 혐기성&호기성 소택지로 이동하여 황산염 침전 반응에 의해 중금속을 침전시켜 제거하는 방식을 택한다. 추후 잔류 3% 중금속은 인공습지에서 식물의 흡착능을 통해 제거한다.

유량의 변화를 감안하고 부분적인 하자 발생시에도 원활한 작동을 위해 이중 시스템(Dual System)으로 설치한다. 소택지와 습지 디자인은 땅의 효율적인 사용과 공사비 절감을 위해 기하학 형태로 조성하고, 수초류의 재식을 통해 물과의 접촉면을 늘려 정화 효율을 높이고, 자연스러운 습지의 유기적인 형태를 갖도록 한다.

2. 토양 복원 방법 구상

대상지는 광산 부지와 주변의 토양 오염 지역을 광역적으로 포함하고 있으므로 장기적으로 광범위하게 적용

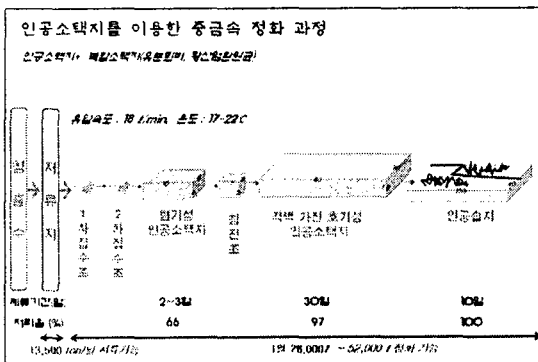


그림 2. 수질 정화 과정

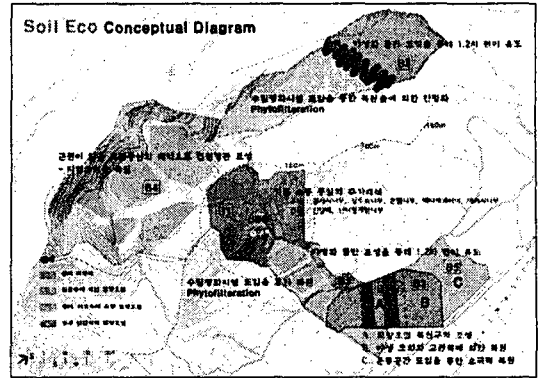


그림 3. 토양복원 Conceptual Diagram

될 수 있는 식물환경복원(Phytoremediation)기법을 이용하여 자연스러운 복원을 시도한다. 오염 정도, 기존 식생에 따라 적절한 수종과 선택적인 복원방법을 적용하여 전체 부지의 복원 효율을 높인다.

선광장을 중심으로한 광산 부지는 기존 식생을 고려하여, 흡착능이 약한 수종은 제거하고, 중금속 흡착능이 높은 교관목 위주로 추가 재식한다.

광산 인근 지역의 기존 식생이 없는 유형의 경우는 오염 정도가 높은 지역은 십자화과, 말냉이속 등 축적능 높은 식물이나 수확량 많은 작물로 중금속을 흡착/제거하는 방식으로 토양을 안정화 시킨다. 상대적으로 오염도가 낮은 지역은 2차 천이 축진을 위한 지피식생의 도입, 자연적인 천이 유도, 2차적인 활동 공간으로 활용하면서 토양 내부를 안정화 시킨다.

3. 기본 구상 & 구역별 구상

전체 공간은 땅의 환경 특성과 기능에 따라 4개의 부

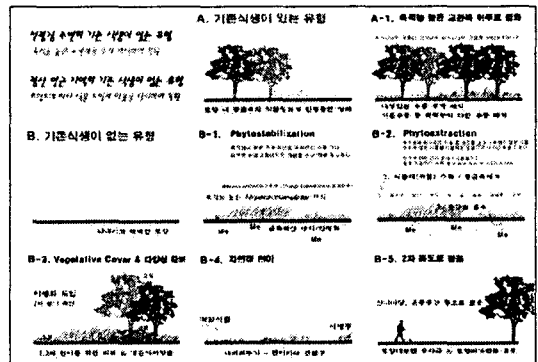


그림 4. 토양복원방법 유형

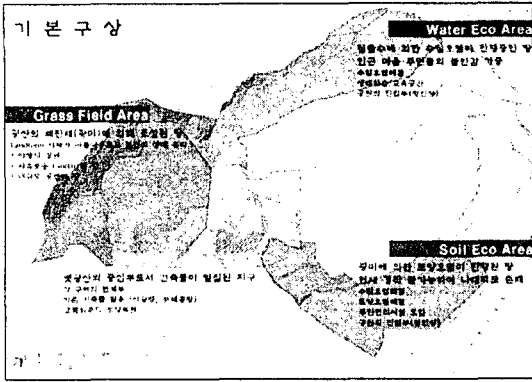


그림 5. 기본구상

분으로 나누어 계획한다.

각 구역은 광산의 기억을 품고 각 공간을 연계하는 중심부(Core Area), 식물 이용을 통한 오염토양 복원이 중점인 구역(Soil Eco Area), 소택지에 의한 수질정화가 중점인 구역(Water Eco Area), 야생 경관의 랜드폼 자체가 아름다운 공간(Grass Field Area)으로 구성된다.

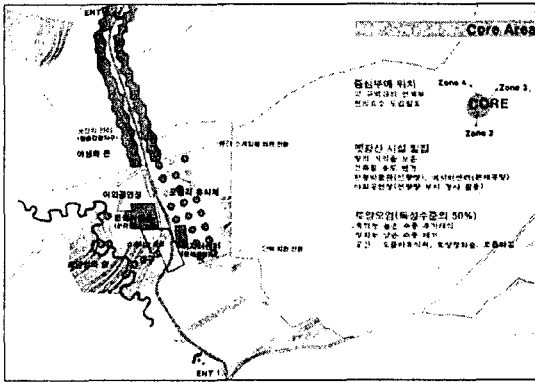


그림 6. Core Area 구상안

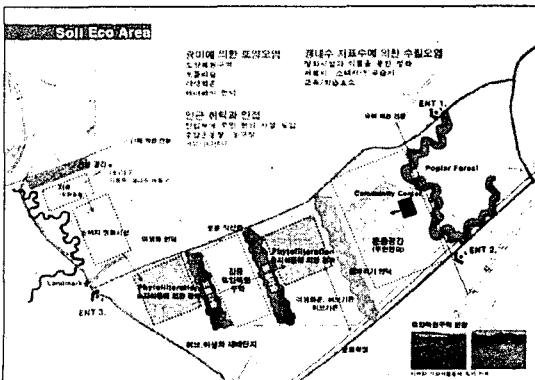


그림 7. Soil Eco Area 구상안

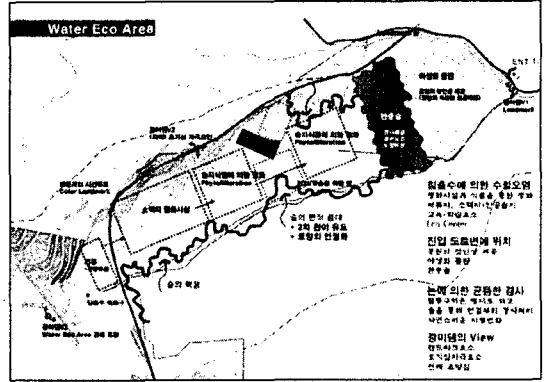


그림 8. Water Eco Area 구상안

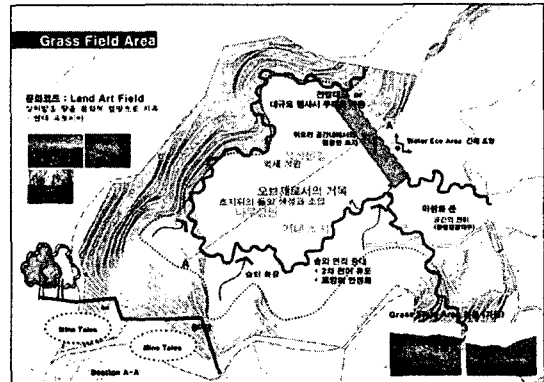


그림 9. Grass Field Area 구상안

IV. 기본계획 및 설계

수질 정화 시설은 광산 중심부를 기준으로 동일한 형태로 배치되며, 하단부에는 토양 복원구를 설정하여 집중 복원과 학습을 위한 공간으로 계획한다.

중심부의 기존 건축물은 재생하여 중심부시설지구로 설정하고, 방문객을 위한 운동시설, 피크닉장, 야생화 산책로, 포플러숲, 야생초지 등의 다양한 공간·시설들의 도입을 통해 공원내에서 다양한 계층·목적별로 독창적이면서 다층적인 활동이 가능하도록 한다.

1. 단계적 계획

과거의 상처로 오염되고 망가져 버린 땅의 치유를 위한 조경가로서의 분명한 가이드 라인을 제시하여, 이용자와 주민이 신뢰하고 따를 수 있도록 한다. 식물, 주민, 이용자의 세 측면을 고려하여 단계적인 장기개발 프로젝트로 시행한다.

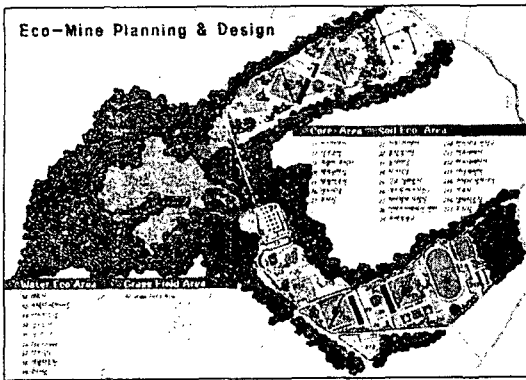


그림 10. Master Plan

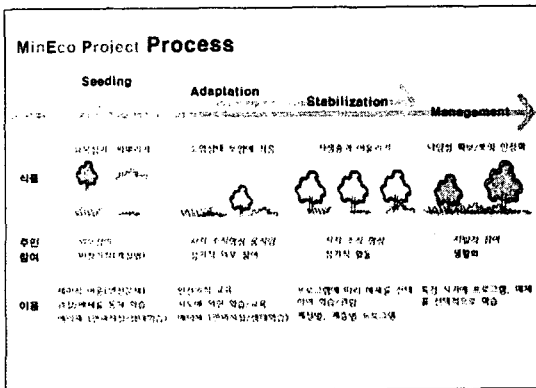


그림 11. 단계적 계획

2. 운영관리 계획

전문성 강화를 위해 별도의 관리 운영조직을 구성하여 운영한다. 시설관리 계획, 이용자관리 계획, 공원 & 지역활성화를 위한 운영계획을 통해 체계적으로 공원 시설과 프로그램을 관리한다.

V. 결론

본 설계안은 랜드스케이프 어바니즘(Landscape Urbanism)의 맥락에서 폐광산이라는 브라운필드를 대상으로 하는 계획이다. 설계의 목적은 1차적으로는 폐광산 부지의 상처(수질, 토양오염)를 지속적으로 치유하고 2차적으로는 방문객의 지적, 문화적 욕구를 충족시켜

주는 생태공원으로 조성하고자 하는 것이다.

광산 폐수(침출수, 갭내수, 지표수)는 자연적인 인공 소택지와 습지를 도입하여 단계적으로 완전한 정화를 목표로 정화한다. 광산 중심부와 인근 농지의 토양 오염의 경우는 광범위한 지역에 효율적으로 적용 가능한 식물환경복원기법(Phytoremediation)을 오염 정도와 기존 식생에 따라 선택적으로 도입하여 토양의 안정화를 통해 서서히 복원한다.

공원의 방문객들은 수질·토양 정화의 전 과정을 관찰·학습할 수 있는 기회를 가진다. 기존 광산 건축물을 재생 활용하여 기억을 가지는 중심 지구를 설정하고, 유형별·계절별 프로그램을 도입하여 방문객의 문화 향유의 욕망을 채워준다.

모든 계획은 단기간 완성하는 개념의 것이 아니고 장기간 단계적으로 진행되며, 초기엔 지침을 기반으로 주체의 주도를 통한 복원을 서서히 추진하지만, 자연스럽게 주민과 방문객의 참여를 통한 자발적이며, 장기적인 복원 프로젝트의 수행을 목적으로 계획하였다.

인용문헌

1. 한국과학기술원(1999) 중금속 함유 폐수의 처리 및 회수 기술 개발. 서울:환경부.
2. 박철범(1997) 침출수 처리기술 개발. 과천:환경부.
3. 강병화 외4인(1998) 중금속 오염에 대한 phytoremediation 용 야생식물 연구. 한국환경농학회지 17(4): 312-318.
4. 김상현(1993) 삼보 연-아연-중정석 광산 주변 토양 및 하상퇴적물에서의 중금속 오염 연구. 서울대학교 석사학위논문.
5. 김정규, 이상환(1999a) 식물을 이용한 토양복원 - Phytoremediation 한국환경농화학 심포지움 및 학술발표회 논문집 pp. 57-88.
6. 김정규 외4인 (1999b) 휴·폐광지역 오염토양의 Phytoremediation을 위한 식물자원 검색. 한국환경농학회지 18(1): 28-34.
7. 성기준, 장운영(2004) 환경복원을 위한 Enhanced phytoremediation의 개발. 2004한국임학회지 1: 117-118.
8. EPA(2000) Introduction to Phytoremediation. National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency .
9. Kirkwood, Niall(2001) Manufactured Sites-Rethinking the Post-Industrial Landscape. Spon Press.
10. Russ, Thomas(2000) Redeveloping Brownfields. New York: McGraw-hill.