

브라운필드 재개발사업의 문제점과 녹색정화 대응방안

- 재개발 지역의 토양오염에 대한 제도적, 인식적 문제와 기술 발전 방향에 대한 고찰



이 광 현
서울대학교 건설공학부



이 승 우
(주)에코솔루션



박 준 범
서울대학교 건설공학부
(junbpark@snu.ac.kr)

1. 들어가며

미국에서는 1978년 뉴욕북부에서 발생한 러브 커널 (Love Canal) 사건 이후 유해폐기물에 의한 토양오염의 위험성이 부각되자 1980년에 미국의회에서는 종합환경 대응배상책임법(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act: CERCLA)을 제정하여 토양오염을 정화하고자 하였다(채영근, 2001). CERCLA는 재원을 마련하여 미국의 환경부(USEPA)로 하여금 오염지역의 실태를 종합적으로 조사 파악하고 위험의 정도가 심각한 지역을 선정(NPL, 국가정화우선지역)하여 우선적으로 정화하도록 하고, 오염지역의 정화에 소요된 비용은 그 오염의 원인자로부터 거둘 수 있는 권한을 주는 법이다. 즉, 토양오염의 위험성에 따른 사회적

인 요구가 증대하자 미국 환경부에 조사 및 정화지역 우선순위의 선정, 재원의 마련을 위한 권한을 미국 환경부에 준 법안이다. 그러나 CERCLA의 엄격한 정화책임부담 때문에 좋은 입지에도 불구하고 과거의 공장이나 산업 용지로 사용되었던 토지의 취득을 회피하게 되었고, 재개발이 이루어지지 않는 토지가 도시 주변부를 중심으로 급증하게 되었다. 이와 같이 오염되거나 오염의 가능성이 있는 지역에 대한 재개발, 재이용이 이루어지지 않는 현상을 브라운필드(Brownfield) 문제라고 한다. 브라운필드는 “방치되거나(abandoned) 놀리고 있거나(idled) 덜 사용되고 있는(underused) 산업 및 상업시설로써, 확장이나 재개발이 실제의 환경오염 또는 환경오염의 가능성 때문에 어려운 부지”를 의미한다(Davis and Margolis, 1997). 또한 미국의 브라운필드법에서는 “유해물질

(hazardous substance), 오염물질(pollutant), 오탁물질(contaminant)의 존재 또는 잠재적인 존재 가능성으로 인하여 확대, 재개발, 재이용이 곤란할 수 있는 부동산"이라고 정의하고 있다. CERCLA를 제정한 이유는 환경적인 문제가 되는 오염토지를 정화하는 것이지만, 오염토지에 대한 경제적, 사회적인 인식 때문에 오염토지에 대한 정화활동이 위축되고 있으며, 또한 토지의 매매, 개발 등의 시장경제의 원활한 활동까지 저해하고 있다는 것이다. 이 문제에서 부각되는 점은 브라운필드의 상당수가 오염된 토지가 아니라 잠재적으로 오염 가능성이 있는 토지라는 점에 있다(Joel, 2001). 국내에서는 아직까지 미국이나 EU 국가들의 수준으로 토양정화시장이 활발하게 형성되어 있지는 않지만, 토양환경보전법상 오염원인자가 지는 책임의 과중함으로 인해 우리나라에서도 미국의 상황이 재현될 가능성이 많다. 당해 토양오염원인자에게 토양오염의 피해에 대한 무과실책임을 인정하면서, 무과실 책임을 지는 '오염원인자'를 광범위하게 규정하고 있다(관련법 제10조의 3). 또한 오염원인자가 2인 이상일 경우 각 오염원인자가 연대하여 배상하고 오염된 토양을 정화하게 함으로써 공동불법행위 책임을 인정하고 있다. 또한 기존 관련 판례에서 양도인과 양수인 사이의 계약상의 책임 문제에 관한 판례들이 존재한다(채영근, 2008).

본 고에서는 국내 재개발 사업에서 부지의 토양오염이 문제가 되었던 사례를 들어 재개발에 있어 토양오염을 고려해야 할 필요성에 대하여 살펴보고자 한다. 재개발 대상 부지가 오염되어 있는 경우 재개발에 앞서 오염 정화 작업을 선행적으로 실시하게 되며, 재개발 계획을 수립하는 데 있어서 공기 연장이나 오염토양 정화비용의 증가 등의 문제를 발생시키고, 재개발 이후에도 분양위축 등 개발사업 자체에 영향을 줄 수 있다. 이후 최근에 국내 뿐만 아니라 국제적으로 관심이 되고 있는 '저탄소 녹색성장'과 관련하여 '녹색정화(Green Remediation)'에 대한 소개와 함께 향후 토양정화기술이 나아가야 할 방향을 제시하고자 한다.

2. 부산 문현지구 금융단지 조성공사: 원인자 부담 사례

국내의 재개발 부지에서 발견된 오염 때문에 정화사업이 진행되었던 사례로 부산 문현지구 금융단지의 오염정화가 첫 사례로 보고되었다. 부산광역시에서는 부산광역시 남구 문현동 722-1번지 옛 군수사령부 제2정비창부지 113,464.6m²의 부지에 문현지구 금융단지를 조성하기로 하였다. 당초 문현지구 금융단지는 금융업무시설부지 59,372m², 호텔 8,109m², 쇼핑센터 7,742m², 미관광장 5,600m² 등으로 계획되었으며, 1996년 12월에 공사가 착공되어 1998년 12월까지 택지기반조성사업을 마칠 계획이었다.

그러나 지난 1952년부터 약 40여년간 군 정비창이 위치하면서 군 차량 및 장비를 수리하는 과정에서 유류가 토양을 오염시킨 상태였다. 그래서 1997년 10월 택지조성사업 공정률 31% 정도 진행되던 중 부지내에서 다량의 폐유와 폐기물이 매몰되어 있는 것이 발견되어 공사가 중단되었다.

1997년 10월 토양오염이 발견된 이후 기반조성공사가 중단되고 있던 금융단지에서 옛 정비창으로 사용할 때 매몰된 폐기물 등을 국방부가 한국과학기술원에 의뢰해 확인한 결과 오염토양 117,865톤(오염면적 약 50,083m², 지하 깊이 0~5m), 오염지하수 44,741톤(오염면적 36,374m², 지하 깊이 2~5m), 지정폐기물(유류배관 및 내부 잔재물)

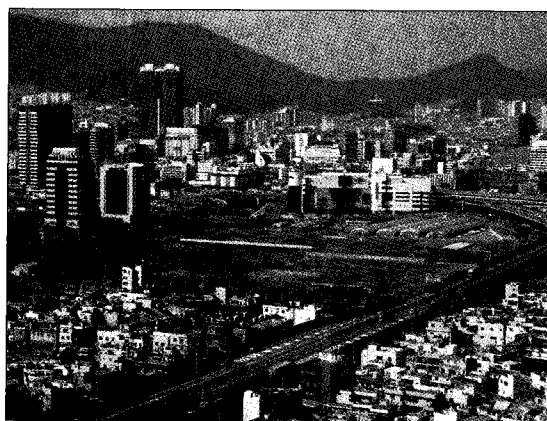


그림 1. 부산 문현지구 오염토양 정화사업부지 전경

브라운필드 재개발사업의 문제점과 녹색정화 대응방안
 - 재개발 지역의 토양오염에 대한 제도적, 인식적 문제와 기술 발전 방향에 대한 고찰

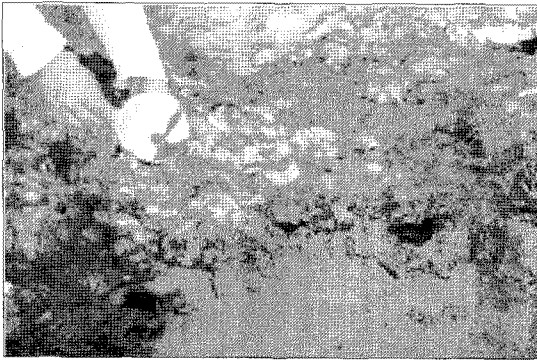
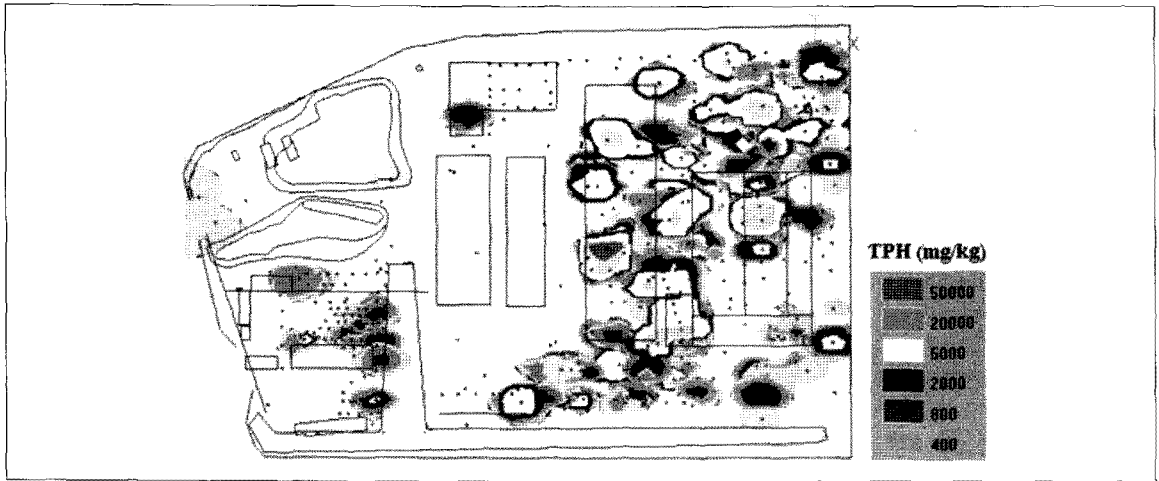


그림 2. 부산 문현지구 오염도 분포 조사자료 및 현장오염사진

438톤, 혼합폐기물(형철, 자동차 폐부품 등) 10,158톤 등이 매몰되어 있는 것으로 밝혀졌다. 2000년 12월 국방부는 폐기물 위탁 처리기관으로 농업기반공사를 선정하고, 139억원을 들여 2003년 8월까지 정화하였다. 오염정화 공사를 완료한 이후 중단되었던 시가지 조성공사는 오염 토양 정화공사를 완료한 이후에야 재개할 수 있었으며, 이는 주변 도로 및 지하철이 사전에 개통되는 등 모든 지역개발여건이 구비되었음에도 지역발전이 5년 이상 지연되었다. 또한 공사지연으로 인한 손해배상에 대한 소송도 진행되었다. 부산고등법원은 구유근제2정비창사건에서 육군에 책임을 물어 부산시의 손해를 배상하라고 판결하였다. 그래서 부산고등법원에서는 이미 지출한 매매대금 824억원에 대한 해당기간동안의 연 5%의 법정이율로 계산한 약 209억원의 손해배상을 판결하였다.

3. 용산 역세권 부지 개발 사례: 개발계획에 따른 지목변경과 정화기준

‘용산국제업무지구 개발사업’은 용산 철도 정비창 부지(442,575m²)와 서부 이촌동 일대(124,225m²)의 566,800m²에 대하여 랜드마크 타워와 국제업무, 상업, 문화, 주거 시설 등이 복합된 국제업무지구를 개발하는 전체 사업비 약 28조원 규모의 대규모 복합단지 건설 프로젝트이다. 건국 이래 최대라는 수식어가 붙을 정도의 대규모 사업이며 국내외적으로 많은 사람들의 관심을 받고 있다.

이러한 대규모 개발 프로젝트에 대해서 최근 부지의 토양오염 및 불법폐기물 문제가 대두되고 있다. 용산 철도 차량기지 터 약 11만평 가운데 절반가량이 구리, 납, 아연, 니켈 등 유해 중금속과 기름으로 오염되어 있었으며,

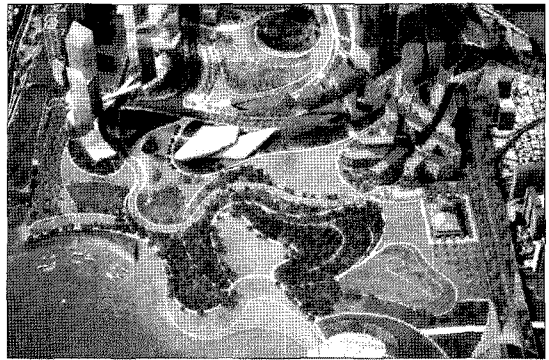
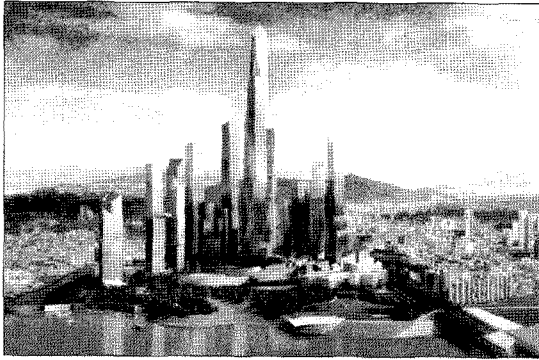


그림 3. 용산국제업무지구 조감도(www.dreamhub21.com)

중금속으로 오염된 토양은 지하 7m, 기름으로 오염된 토양은 지하 12m 깊이까지 퍼져 있었다. 또한 전체 면적의 80%에 해당하는 땅속에 37만여 m³의 페콘크리트, 폐침목, 고철 등과 같은 온갖 폐기물이 불법 매립되어 있었다. 또한 특히 유류로 오염된 토양의 48% 가량은 개발사업 부지 내 지하수대가 주로 분포하고 있는 땅속 1~3m 구간에 위치한 것으로 파악돼 당장 지하수 오염 확산이 우려되고 있다(조선일보, 2009).

이 같은 사실은 공동 설립한 사업 주체 용산역세권개발(주)과 코레일로부터 의뢰받아 한국농어촌공사가 2008

년 8월부터 2009년 3월까지 실시한 '토양, 지하수 오염 현황 정밀조사' 보고서에서 확인되었다. 서울 용산구청은 이 보고서 등을 토대로 용산역세권개발(주) 측에 2011년 5월까지 오염토양에 대한 정화조치를 위한 정화명령을 내린 상태이다. 현재 용산역세권개발(주)은 환경정화 대책을 수립 중에 있으며, 올해부터 부지 내 시설물 철거, 이전 공사와 함께 오염정화 공사를 수행할 예정이다.

농어촌공사는 개발부지의 토양 오염을 정화하는 비용으로 "1000억여원이 소요될 것"으로 추정한다. 그러나 이 비용에는 "(오염 확산을 방지하기 위한) 토목공사비와

표 1. 용산 역세권 개발부지 오염조사 결과(한국농어촌공사 자료)

| 구 분 | | 오염 지역 | 오염 정도 |
|-----|----|----------|--------------------------------|
| 중금속 | 납 | 전체 약 36% | 최고 6,369 mg/kg (기준치 약 64배 초과) |
| | 구리 | 전체 약 30% | 최고 2,100 mg/kg (기준치 약 42배 초과) |
| | 아연 | - | 최고 9,000 mg/kg (기준치 약 30배 초과) |
| | 니켈 | - | 최고 80 mg/kg (기준치 약 2배 초과) |
| 유 류 | | 전체 약 15% | 최고 41,415 mg/kg (기준치 약 83배 초과) |

표 2. 용산 역세권 개발부지 오염 규모 및 정화 비용(조선일보, 2009)

| | 오염 토양 체적(m ³) | 오염깊이(m) | 정화비용 | 정화기간 |
|-----------|---------------------------|---------|--|---------------|
| 중금속 오염 | 308,199 | 지하 7 | 환경정화비용 1000억원, 폐기물 처리비용 등 수백억원 추가발생 가능 | 최소 2년 ~ 최대 4년 |
| 유류 오염 | 137,605 | 지하 12 | | |
| 중금속+유류 오염 | 20,678 | 지하 4 | | |
| 매립 폐기물 | 370,875 | 지하 6 | | |
| 합계 | 837,357 | - | | |

* 매립된 폐기물 종류: 페콘크리트, 폐침목, 폐목재, 고철, 소각재, 폐주물사, 폐유리, 페이퍼프 등

브라운필드 재개발사업의 문제점과 녹색정화 대응방안
 - 재개발 지역의 토양오염에 대한 제도적, 인식적 문제와 기술 발전 방향에 대한 고찰

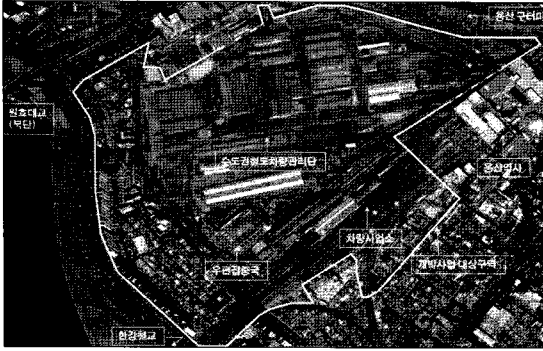


그림 4. 영산역세권 재개발 부지 전경

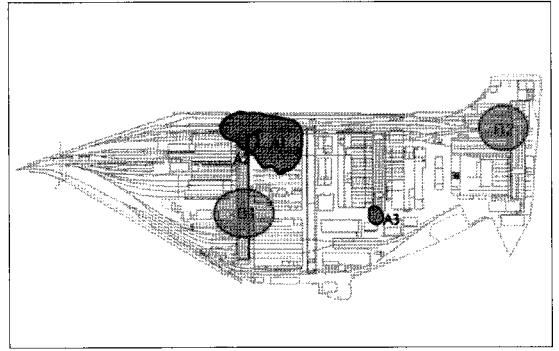


그림 5. 영산 철도 정비장 오염지역: A 토양 TPH 오염 (2,000mg/kg 이상) 분포지역, B 지하수 오염(카드뮴, 납) 지역

지하수 정화비용, 폐기물 처리비용 등이 반영되지 않았다”고 밝혔다. 적어도 수백억원으로 추정되는 이 비용들을 포함할 경우 환경정화에 드는 총 비용은 1000억원을 훌쩍 넘기게 되는 것이다.

이와 같은 영산역세권 재개발 부지에 대한 토양오염문제는 이미 예견되어 있는 사실이었다. 재개발 지역의 약 78%를 차지하는 철도정비장은 이미 2001년에 환경부에서 진행된 토양오염 실태조사에서 오염지역으로 확인되어, 오염토양 정화공사가 진행된 지역이다. 2001년 7월부터 9월까지 진행된 환경부 토양오염 실태조사에서 현재 철도정비장이 있는 지역에서 구리와 납이 초과되었다. 정밀조사 결과, 대상지역은 경유(diesel) 성분과 다양한 종류의 윤활유 및 기계유 혼합성분으로 오염되어 있었다. 주된 오염은 TPH(total petroleum hydrocarbon)로 나타났으며, 오염깊이는 약 3m 정도이고 오염토량은 13,343m³으로 조사되었다. 또한 지하수 오염은 카드뮴과 납의 최고농도가 각각 0.046mg/L, 0.162mg/L로 나타나 생활용수기준을 초과하였으며, 카드뮴은 공업용수기준을 초과하였다(지하수 생활용수 기준-납:0.1mg/L, 카드뮴:0.0mg/L 이하; 지하수공업용수기준-카드뮴:0.02mg/L 이하). 당시 대상부지는 철도부지였기 때문에 법령상 '나' 지역 기준이 적용되어, 오염부지에 대한 정화공사가 진행되었다. 오염지역 대상 정화사업은 2005년 12월부터 2007년 5월까지 진행되어 당시 부지기준에 적합한 '나' 지역 우려기준에 적합하게 완료되었다.

그러나 향후 상업 및 주거지구로 재개발에 대한 논의가

진행되고 있던 시점에서 재개발이 이루어질 경우 법령상 “가” 지역 기준을 적용하면 문제가 발생할 것이라는 점을 간과한 것이다. 2005년에 수행된 영산 철도정비장 지역의 오염토양의 정화는 토양의 경우 유류(TPH)가 대상물 질이었고, 지하수의 경우 카드뮴과 납이었다. 그러나 2005년에 수행된 오염지역 대상 정화사업은 “나” 지역 기준에 맞추어 수행되었기 때문에 영산역세권이 개발되는 현재 시점에서는 오염된 토양으로 간주될 수밖에 없었다. 그러므로 현재 대상지역에서 오염토양의 부피는 증가할 수밖에 없으며, TPH, 납, 구리를 제외한 오염물질이 추가될 가능성이 잠재하고 있었다. 오염토양의 증가 및 그로 인한 정화비용의 증가는 법적 기준이 부지의 사용용도에 따라 달라지기 때문에 발생한 문제라고 할 수 있다(표 3).

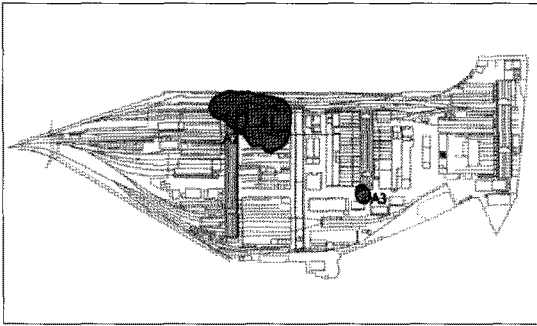
2002년 정밀조사 결과를 기초로 하여 지역별 기준에 따른 오염범위를 영산 철도 정비장에 적용하여 보면 다음과 같다. 아래 그림에서 보다시피 대상 오염범위가 적용

표 3. 지역별 토양오염 우려기준(정화기준)

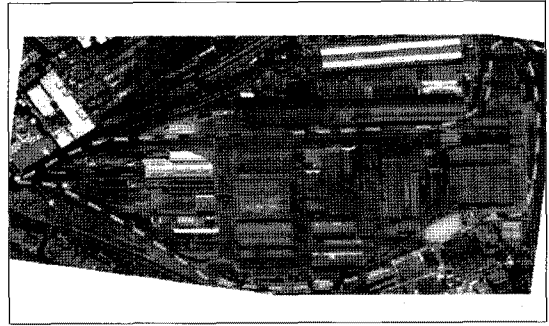
| 오염 물질 | “가” 지역 기준 | “나” 지역 기준 |
|---------|-----------|-------------|
| 구리(Cu) | 50 mg/kg | 200 mg/kg |
| 납(Pb) | 100 mg/kg | 400 mg/kg |
| 아연(Zn) | 300 mg/kg | 800 mg/kg |
| 니켈(Ni) | 40 mg/kg | 160 mg/kg |
| 유류(TPH) | 500 mg/kg | 2,000 mg/kg |

“가” 지역 : 지적법 상 전/답/대/과수원/임야/학교/하천/수도용지/공원/체육용지/유원지/종교용지 등

“나” 지역 : 지적법 상 공장용지/도로/철도용지/잡종지



(a) "나"지역 기준(2,000mg/kg)



(b) "가"지역 기준(500mg/kg)

그림 6. 지역별 기준에 따른 TPH 오염범위

하는 기준에 따라 증가함을 알 수 있다.

부산 정비창 및 용산 역세권의 재개발 사업의 경우 기존의 낙후된 도심지를 재개발한다는 점에서 경제적으로 새로운 가치가 창출되는 사업이다. 그러나 대상 부지에 대한 환경적인 고려없이 재개발이 이루어진다면 토양오염으로 인한 문제는 토지사용이력을 고려하면 당연한 문제라고 할 수 있다. 그러므로 도심지 재개발 사업에서 계획단계부터 토양오염에 대한 문제를 고려하여 예산과 공사기간 등을 책정하여야 할 것이다. 또한 개발 계획을 수립시에 대상 부지의 사용이력 및 오염 조사가 우선적으로 선행되어야 할 것이다.

정화방법으로는 오염토양에 대해서는 토양경작법, 열탈착공법, 토양세척공법 등, 오염지하수는 양수처리법 등이 계획되어 있다.

4. 선진국의 브라운필드 적용전략: 녹색정화(Green Remediation)

최근 세계적으로 '저탄소 녹색성장'의 전제하에 녹색기술들이 개발되고, 시장을 주도하고 있다. 국내에서도 환경부에서는 '저탄소 녹색성장'이라는 국정목표에 발맞추기 위하여 토양, 지하수 오염정화기술을 녹색성장을 위한 "10대 환경기술 개발" 분야로 선정하였다. 그러나 "저탄소 녹색성장"과 기존의 오염정화기술을 융합하는데 있어서 온실가스의 감소나 저에너지 사용 등의 개념적

인 접근만 있는 상태이다. 현재 평가방법과 오염정화기술의 구체화는 이루어지지 않은 상황이다. 그러므로 토양정화기술에서도 '저탄소 녹색성장'을 고려하여 친환경적인 기술의 개발이 이루어져야 할 것이다.

미국 환경부(USEPA)에서는 전반적인 환경적 문제를 고려한 정화기술을 "녹색정화(Green Remediation)"라고 규정하고, 기초적인 기술적인 접근 방안에 대한 개념적인 방향을 제공하고 있다. 미국 환경부에서는 녹색정화는 복원 활동의 모든 환경적 영향을 고려하며 복원 활동의 총 환경 이득을 극대화시킬 수 있는 사항들을 통합하는 업무로 규정하고 있다(USEPA, 2008). 녹색정화(Green Remediation)의 실행에는 오염 현장의 복원 이행을 위한 모든 환경적 영향을 고려하기 위해 환경복원 활동의 총 환경 이득을 극대화시킬 수 있는 사항들을 통합한다. 현재까지 녹색정화의 일환으로 미국 환경청은 보다 넓은 범위로 신재생 에너지를 사용하는데 초점을 맞추고 있다.

4.1 녹색정화의 핵심 요소

녹색정화는 오염지역을 정화하는 경우에 환경적 측면과 에너지 사용측면에서 발생하는 부정적인 요소들을 최소화시켜, 효율적으로 오염된 지역을 복원시키고자 하는 방법을 통칭한다. 지속 가능한 실행 방안(sustainable practices)을 찾기 위하여 여러 가지 녹색정화 전략에 대해 고려하여야 하며, 적절한 전략을 찾기 위해서는 정확

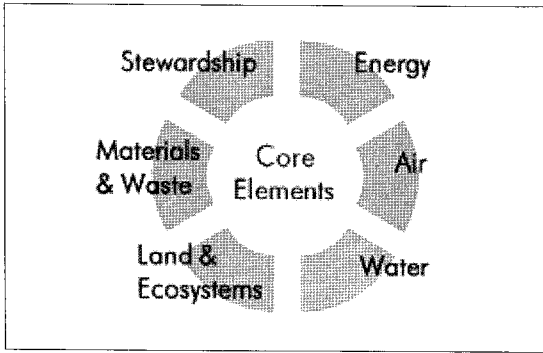


그림 7. 녹색정화의 핵심요소 (USEPA, 2008)

한 핵심요소를 찾아야 한다. 미국환경부에서는 그림 7에서와 같이 여섯 가지 핵심요소를 제안하고 있다.

녹색정화에서 재사용 계획과 복원 계획은 서로 밀접한 관련이 있다. 재생계획의 목표는 복원 목적, 복원 기준, 복원 계획의 선택에 있어 영향을 미치며, 이렇게 결정된 사항들은 현장조사, 복원 방법의 선택과 설계, 운영과 유지관리를 하기 위한 방법들에 영향을 준다. 또한 자료의 공유, 대상 지역의 파괴를 최소화, 현장의 구조물을 재사용하거나 현장에서 나오는 재료를 이용, 적절하고 경제적인 복원과 재사용 방법을 사용하여, 복원과 재사용 방법은 현장에서 서로 상호보완적으로 사용될 수 있다. 녹색정화를 일찍 도입하여 현장에 적용하면 프로젝트 진행 시 유연하게 작업을 이끌 수 있으며, 이러한 작업이 초기부터 적합하게 잘 이루어져 있으면 조사, 복원, 재사용 과정에서 언제든지 녹색정화 전략을 사용할 수 있다.

4.2 녹색정화의 방법

가. 에너지 집약적인 시스템의 최적화

정화기술이 친환경적으로 적용되기 위해서는 처리공정의 효율을 최적화하는 노력이 필요하다. 정화에 적용되는 기계 및 기술을 정기적으로 점검하여 정화 전체 과정에서 소비되는 천연 자원과 에너지를 파악하고, 소비량을 줄여야 할 것이다. 또한 '녹색 정화'에 적합한 평가기법을 개발하여 새로운 정화 기법들의 가능성을 평가하고, 타당성 조사를 통하여 적합하며 비용 효율이 높은 정화

기술들을 선택함으로써 시스템을 최적화하는 노력이 필요하다. 기술의 타당성 조사 항목으로는 녹색정화 전략에 따라 각각의 대안 기술들로부터 발생하는 온실가스(GHG) 배출, 탄소 제거 능력과 수자원의 감소 같은 환경적인 문제들로 구성할 수 있다. 다음으로 설계 단계에서는 장비의 배열과 통합과 같은 선택된 기술들의 공학적 측면에 대한 계획이 필요하다. 정화 기술들에 대한 에너지 소비량을 측정하는 방법은 실질적으로 아무런 기계적 통합이나 전기적 동력을 필요로 하지 않는 굴착(soil excavation)에서부터 폐기물 추출과 일련의 전기적으로 구동되는 물리적/화학적 과정을 위해 폐기물을 지상에 노출시키는 작업을 포함하는 공정조합(treatment trains)에 이르기까지 광범위하게 이루어져야 한다. 그리고 장비와 서비스를 위한 프로젝트 입찰에는 제품 효율, 신뢰도, 연료 소비량, 가스 방출량, 물 소비량, 재료 함량에 대한 사양을 반드시 포함시켜야 한다. 이를 통하여 장비 및 제작자의 선택을 통해 대체 연료와 재생 가능한 에너지를 사용하여 장비의 효율을 최대화 할 수 있다. 현재까지 제안된 대안 기술들을 실제로 이용할 수는 없고 추후 재검토가 필요하지만, 설계를 통해 프로젝트의 기본적인 에너지 요구량을 파악할 수 있다.

녹색정화는 처리과정 중에 천연 자원의 소비를 줄이고 효율을 극대화하는 데에 초점을 두고 있다. 공정의 시작 단계에서는 시스템이 설계대로 작동하는지 확인해야 한다. 예를 들어, 원위치 화학적 산화기법의 경우, 주입된 물질이 치료 대상 지역까지 도달하는지 확인하는 작업이 주로 이루어진다. 반면, 복잡한 복합오염 양수처리 시스템의 경우는 각각의 과정에서 유량이 적절한지 확인하고 장비가 적절하게 배열되어 있는지 확인하기 위한 수많은 검증이 필요하다.

정화 시스템 평가(Remedial system evaluations, RSEs)는 기존에 사용되던 최적관리기법(BMPs)이 적용된 평가방법이다. RSEs를 통하여 처리 과정에서 불필요한 과정을 제거하고, 처리수(treated water)나 처리 폐기물(process waste)의 새로운 처리 방법을 고려할 수 있다. 또한 과도한 모니터링을 피할 수 있다. 처리 시스템을 위한 관리 운용 규정(standard operating procedures for

treatment systems)에는 운영 효율성을 증가시키기 위한 정기적 감시가 포함되어야 한다. 최종적으로 시스템 구성요소가 설계대로 작동하는지 확인할 수 있는 장기간의 운영 및 유지(operation and maintenance, O&M) 프로그램으로 발전되어야 한다.

나. 재생가능 에너지원의 통합적 사용

신재생 에너지를 현장 정화에 통합시켜 적용하는 것은 탄소배출량을 감소시킬 수 있고, 다른 이익들을 얻게 해준다. 신재생 에너지를 부분적으로 사용할 경우에는 신재생 에너지 시스템을 이용하여 작동기계의 한 부분 혹은 그 이상을 가동시키거나, 전체 처리 시스템의 전력 공급을 담당하는 전력망 전력을 보조하는 용도로 사용할 수 있다. 태양열, 풍력, 매립가스 및 폐기물 자원 재활용 등의 대체 에너지는 이미 정화와 재활성화(revitalization)에 사용가능하다. 지열과 조력 발전 같은 융합된 기술들 역시 다양한 부지에 적용가능하고 처리 시스템의 요소를 최적화하는 수단으로 사용할 수 있다.

신재생 에너지의 사용은 장기간의 처리가 필요하고 도시와 떨어진 지역이거나 양수처리공법과 같은 에너지 집약적인 기술들을 사용하는 부지에 매우 유리하다. 재생가능 에너지 시스템은 시설망과 연결없이 독립적으로 작동하거나 전력망(utility power grid)과 상호 연결된 채로 작동할 수 있다. 에너지 관리 도구(energy management tools)는 자동적으로 전력망(grid power)과의 연결을 개폐하면서 수요와 공급을 효율적으로 조정한다. 이러한 둘 혹은 그 이상의 재생가능 에너지원을 결합한 하이브리드 시스템은 전원 지역에서 사용 가능한 가장 효율적이고 비용 효과적인 기술이고 독립적인 에너지 사용을 실현할 수 있는 가장 효과적인 방법이다.

다. 저에너지 시스템

저에너지 정화 시스템은 기계장치에 전력을 공급하거나 오염된 환경 매질을 처리할 때 외부 에너지를 거의 또는 아예 사용하지 않는 것이다. 저에너지 정화 시스템은 일반적으로 미생물 정화공법, 식색 정화법, 토양 개량법, 증발산 덮개, 공학적인 습지, 미생물 반응벽체의 기술들

이 포함된다. 저에너지 정화 전략은 더 혁신적인 적용이 가능하도록 개별기술들의 핵심을 결합하여 새로운 복합형 시스템을 만들 수도 있다.

정화의 지속가능성을 최대화하기 위하여, 저에너지 시스템은 물 보존 및 폐기물 최소화, 건설과 모니터링 작업 동안 장치의 효율에 의존하는 것, 보조 장치를 위해 재생 에너지 사용을 고려하는 것과 같이 다른 핵심 기술과의 결합을 통해 운영되어야 한다. 모든 정화 활동에서와 같이, 소극적 에너지 기술에 의존하는 정화작업의 선택과 실행은 단기적, 장기적으로 그리고 환경적, 비용적 거래에 대하여 평가를 해야만 한다. 소극적 시스템은 종종 적극적이고, 활발한 에너지 시스템에 비하여 정화 목표를 달성하는데 오랜 시간이 소요된다. 우선 쓸모없는 비용(negative cost)과 환경적인 영향에 비해서 좀 더 에너지 집약적인 시스템의 효율이 중요하게 되면, 저에너지 시스템은 오염된 매질을 처리하기 위한 우선적인 방법 또는 부차적으로 사용하는 단계로서 적합하다.

수동적인 에너지 시스템(passive energy systems)은 녹색정화의 주요한 요소 중 하나로, 오염된 지역에서 본래부터 생태계를 보호하고 복원하는 노력을 보완한다. 야생 생물과 식물 서식지를 강화하는 것뿐만 아니라 생태학적인 지역의 사용은 상업적인 호수지역과 휴양지와 같은 특색을 제공할 수 있다. 또한 정화와 재활용 활동 동안 생태학적인 회복에 의하여 얻어지는 개량 토양의 안정성을 통해 지반의 침식을 감소시키고, 집중호우에 의한 빗물의 속도를 줄이고, 여과시키며, 먼지의 형태로 표토가 손실되는 것을 감소시킨다.

5. 맺음말

국내에서는 최근까지 일정 규모 이상의 공식적 정화사업으로는 2001년부터 2003년까지 수행된 부산 문현동 육군 정비창부지 오염토양정화사업을 시작으로 군부대 오염부지, 철도부지 및 정유사 유류저유시설 등 오염부지의 정화가 있었다. 도심지의 토지를 이용하거나 개발사업을 진행시키기 위하여 부지의 오염여부 등의 환경적인 영

향을 평가하고 정화하는 것은 산업화 이후 필수적인 것으로 볼 수 있다. 실제 사례에서도 볼 수 있듯이 도심지뿐만 아니라 개발하고자 하는 부지는 사용용도에 따라 다르겠지만 오염의 가능성이 있다고 할 수 있다. 그러므로 대상 부지에 대한 오염토양 조사 및 정화는 도시재개발에 있어서 우선적으로 수행되어야 할 것이다. 또한 부동산의 경제적 가치와 함께 사회적인 인식 측면에서도 필요하다. 최근 폐쇄된 공장부지에서 심각한 토양오염이 발견되어 개발사업에 차질을 빚는 사례가 빈번하고 오염원인자인 토지 매도인의 매수인에 대한 손해배상책임을 인정하는 판결이 거듭나고 있어 앞으로 오염우려가 있는 토지의 양수도에 있어서 토양환경평가가 활성화될 것으로 사료된다. 그러나 현재 정확한 토양환경평가를 실시할 수 있는 기술력과 전문성이 확보되어 있는가의 문제와 부실한 토양환경평가의 결과 나타나게 될 문제를 누가 책임질 것인가의 문제는 여전히 남는 과제라고 하겠다.

또한 현재 미국에서는 현재 미국환경부를 중심으로 녹색정화를 위한 정책적인 방향이 수립되고, 관련 기술에 대한 적용성 평가가 시작된 단계이다. 유럽은 이와는 달리 업계를 중심으로 녹색정화를 위한 기술적인 측면과 평가방법에 대하여 연구가 진행되고 있다. 그러나 국내에는 녹색정화를 위한 최적관리기법의 도입을 위한 정책수립을 위한 기초연구가 수행되고 있으며, 정화기술적인 측면에서는 열탈착, 공기통풍법과 같은 에너지 소비적인 기술이 주류를 이루고 있다. "녹색성장"이라는 정부의 정책적인 방향을 고려한다면, 토양·지하수 정화기술도 "녹색정화"의 개념을 도입하여 환경적인 영향을 최소화하며, 에너지 및 정화효율을 최적화할 수 있는 기술적인 발전을 이루어야 할 것이다. 또한 환경정책적인 측면에서도 녹색정화를 위한 평가기법과 육성기술에 대한 지원이 필요할 것이다.

참고문헌

- 김홍균 (2009), "토양환경보전법 책임체계의 새로운 방향: 브라운필드(Brownfield) 문제", 저스티스, 한국법학원, 110, pp 254~279
- 신재영 (2003), 오염토지의 가치평가 사례분석-부산시 문현동 금융단지를 기준으로, 감정평가 제3차 한·일 감정평가협력회의
- 채영근 (2008), "토양환경보전법의 실효성 확보를 위한 과제와 토양환경평가", 공법학연구, 9(1), pp 367~394
- 채영근 (2001), "우리나라 토양환경보전법과 그 개정안의 내용과 문제점-미국의 CERCLA와 비교하며", 공법연구, 29(2), pp. 369~390
- 대법원 (2004), "선고 2002다51586 판결"
- 부산고등법원 (2004), "선고 2004나2229 결정: 부산지방법원 2003.12.24. 선고 2001가합13573판결"
- 조선일보 (2008), "서울시 '신도시계획체계' 어떤 내용 담았나", 조선일보 2008년 11월 11일자 기사
- 조선일보, (2009) "안개 걷힌 '빅 용산' 다시 올라간다", 조선일보 2009년 10월 29일자 기사
- 조선일보, (2009), "용산역세권 개발부지 땅속 살펴보니... 전체 면적 80%에 산업폐기물", 조선일보 2009년 11월 12일자 기사
- 환경부 (2008), 환경백서 2008
- Joel B. Eisen (2001), "Brownfields Policies for Sustainable Cities" 9 Duke Envtl. L. & Pol'y F. 187, pp. 187
- Todd S. Davis, Kevin D. Margolis (1997), Brownfield: A Comprehensive Guide to Redeveloping Contaminated Property. A.B.A. pp. 3~14
- U.S. Conference of Mayors, A national report on brownfields redevelopment (2008)
- U.S. EPA (2002), The Small Business liability Relief and Brownfields Revitalization Act
- USEPA, OSWER (2008), Incorporating Sustainable Environmental Practices into Remediation of Conaminated Sites, EPA 542-R-08-002
- USEPA/OSWER (2008(b)), Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions at Superfund Cleanups. <http://www.cluin.org/greenremediation>