

오염농경지의 지속가능한 복원개념 (Green Remediation 개념의 이해와 적용방안)



최보규
한국농어촌공사
환경지질처 처장
bkchoi@ekr.or.kr



김권보
한국농어촌공사
환경지질처 과장
kgb@ekr.or.kr



유찬
경상대학교
지역환경기반공학과
부교수
chanyu@gnu.ac.kr

1. 서론

최근 환경문제는 다양한 형태로 인류의 생활과 건강에 직접적인 영향을 미치고 있다. 특히 환경문제로 인한 식량 수급문제와 식품의 안전성에 대한 관심은 그 어느 때보다도 높고, 21세기에 들어서면서 우리나라를 비롯한 선진국들은 '안전한 먹거리'에 관심을 가지고 'GAP (good agricultural practices)'와 같은 제도를 도입하여 시행해 오고 있다.

특히 GAP제도는 초기의 완제품에 대한 품질검사 위주의 안전관리는 대량 생산 및 대량 유통으로 인식되고 있는 오늘날의 식품산업에 있어 안전 확보에 미흡한 부분이 발생할 수밖에 없기 때문에 최근에는 '농장에서부터 식탁까지(farm to table)' 일관된 관리를 통해 확보되어야 한다는 것이 세계 각국의 공통된 관심사이다.

한 가지 예로서 건강에 대한 유익성으로 신선농산물 소비가 증가 추세에 있는데, 이러한 「최소가공 즉석식품 채소류(minimally processed ready-to-eat

vegetables)」의 식품안전성을 확보하기 위해서는 판매업자의 역할 외에도 재배과정의 역할도 중요하다고 보는 것이다. 따라서 안전한 농산물의 생산을 위해서는 가공 및 유통과정의 관리·감독뿐만 아니라 그 이전 재배 단계에서 발생할 수 있는 농경지의 오염, 병충해, 농약 등과 관련된 안정성관리도 매우 중요한 과정으로 인식되고 있다.

그런데 지금까지 재배과정에서의 안정성은 병충해와 잔류농약 그리고 관개수의 수질에 대해서만 관심이 집중되어 있었으며, 실제 농산물의 생산기반이 되는 농경지에 대한 환경적인 고려는 상대적으로 적었던 것이 사실이다. 농경지의 경우에는 농산물의 생산기반이기 때문에 오염 시 재배작물에 직접적인 영향을 주며, 오랫동안 지속되면서 주변으로 확산되기 때문에 그 영향은 실제로 매우 크다고 할 수 있다. 실제로 우리나라에서도 최근 농경지 주변에 위치하고 있는 환경오염유발시설로부터 농지에 유입되는 오염물질의 양이 증가하고 그에 따른 농경지의 오염과 피해 농산물의 생산사태가 빈번하

게 발생되고 있다.

따라서 우리나라에서도 이미 오래전부터 이에 대한 대책을 수립하여 사업을 시행하고 있는데, 환경부에서는 전국에 토양측정망을 운영하여 항시 감시체계를 구축하고 있으며, 농림수산물부에서는 산하기관인 식품의약품안전청 및 농업진흥청 그리고 한국농촌공사 등을 통하여 오염농경지를 대상으로 한 사업을 시행해 오고 있다.

그러나 환경부는 오염지역의 확인 그리고 오염성분 및 오염원인의 규명 등의 기초조사와 오염방지 등에 주안점을 두고 있으며, 광해에 따른 농경지의 피해예방 및 복구는 지식경제부에서 수행하고 있다. 따라서 농산물의 안정성을 감독하고 관리할 수 있는 기능은 아직은 미흡한 실정인 것으로 보인다.

한편 오염이 확인된 농경지의 경우에는 농림수산물부와 환경부 그리고 해당 지자체 등에서 대책을 수립하여 복원사업을 실시하게 되는데, 최근까지 그 복원방법들은 오염성분의 종류와 농도, 분포범위 등에 따라서 수많은 공법들이 소개되고 적용되어 왔다.

그런데 최근에 미국 환경청(US EPA, 2008)을 중심으로 환경과 에너지의 관점에서 기존의 오염토양 복원 공법들에 대한 연구가 진행되어 왔다. 즉 기존 복원공법들 중에서도 에너지 소비가 작고 온실가스의 발생을 억제하며 주변 생태계에 미치는 영향이 작은 공법들 중심으로 한 지속가능한 토양오염 복원방안인 'Green Remediation' 개념이 그것이다. 이 개념은 현재 우리나라에서 미래 성장동력으로 인식되어 강력히 추진되고 있는 '녹색성장' 과도 그 개념을 같이 하고 있기 때문에 향후 그 적용성을 면밀히 검토할 대상이기도 하다.

따라서 본 내용에서는 'Green Remediation' 개념의 내용을 간단히 소개하고 국내 오염농경지의 복원과 관

리를 위한 정책수립 시 그 적용방안에 대해서 살펴보기로 한다.

2. Green Remediation 개념의 소개

'Green Remediation'은 오염부지를 정화하는 경우에 복원과정의 환경적인 영향을 고려하여 환경적인 이익을 극대화할 수 있는 조건들을 조합하여 시행하는 복원과정을 말한다(U.S. EPA, 2008). 좀 더 구체적으로 'Green Remediation' 개념에서는 다음과 같이 대략 10가지 정도의 목표를 제시하고 수 있다.

- 복원목표의 달성
 - 오염부지의 재사용 지원
 - 시공효율의 향상
 - 오염물질과 폐기물발생의 억제
 - 주변 생태계 및 지역으로의 영향 최소화
 - 대기오염 및 온실가스 발생의 억제
 - 수질 및 물순환에 미치는 영향 최소화
 - 자연자원의 보존
 - 장기적으로 재정적인 투자액의 회수
 - 오염부지 복원에서 지속가능성(sustainability)의 증대
- 현재 오염부지를 복원하는 과정에서는 공법별로 많은 에너지를 필요로 하는데, 이는 굴착과 운반 그리고 지하수의 흐름을 변경하거나 화학약품의 지중 압송 또는 고온의 열을 이용하는 공법 등에서는 필연적인 과정들이다. 또한 이러한 복원방안들은 현장에서 발생하는 비산먼지 및 차량 배기가스(온실가스), 토양 이화학적 특성 변화, 토양침식의 원인이 될 수 있어 부지의 생태계 교란을 야기하게 되는 문제점이 있었다.

일반적으로 복원현장에서는 공정에 따라서는 많은 화석연료를 사용하게 되는데, 오염현장을 복원하는 과정

에서 온실가스를 방출하는 모순된 상황이 발생 되고 있다. 다음 <표 1>은 미국의 오염부지에서 다상추출법 (multi-phase extraction treatment)을 이용한 복원 현장에서 5년간의 장비의 가동에 따라 배출되었을 것으로 예상되는 온실가스의 양을 산정한 것이다. 이 현장에서는 복원 과정 중 약 30,000갤런의 화석연료를 소비하였으며, 이때 발생된 탄소가스의 수준은 62에이커(25.4 ha)의 소나무 숲이 1년간 흡수하는 정도인 것으로 나타났다. 따라서 비록 오염부지는 정화되었다라든가 그에 따른 대기질오염문제가 발생되었으나 지금까지는 이러한 문제에 대한 고려가 부족했던 것이다.

표 1. 복원현장에서 연료소모량과 탄소가스배출의 계산 예

사용장비	연료소모량 (gallons)	CO ₂ 배출량 (pound)
사전준비 과정(180일) 소형셔틀(bobcat)과 덤프트럭	8,996	199,711
추출공 설치(30일) 트럭에 탑재된 오거장비 (75 ft 관측공 10개 설치)	612	13,586
일상적인 현장작업	19,760	383,344
합 계	29,368	596,641

따라서 'Green Remediation' 은 오염부지에 대한 고유의 복원목적을 달성하면서 이와 함께 그 과정에서 발생될 수 있는 문제점을 공사계획 단계에서부터 최소화하는 방안을 수립하여 설계하고 시공하는 새로운 개념의 환경복원 지침이라고 할 수 있다. 이러한 과정에는 복원 후 부지 재이용에 관한 문제까지 복원사업의 범주에 포함시키고 있다. 즉 오염농경지의 경우, 복원사업 후에 다시 농경지로 사용하는 것이 가능한 설계, 시공 및 관측이 가능 하도록 사업을 계획하고 수행하지는 것으로 해석할 수 있겠다.

그러나 'Green Remediation'의 개념을 기존의 복원 사업에 도입하기 위해서는 우선적으로 의사결정단계 (decision-making processes)나 시행전략 수립단계 등에서 '지속가능한(sustainable) 시행법'의 도입이 필요한데, 부지특성 등에 따라서는 그 적용방식이 다양하게 나타날 수 있다. 따라서 기존의 방식과 같은 획일적인 설계 및 시공은 효과적이지 못하며, 대신에 각 복원 사업별로 다음과 같은 각각의 핵심적인 요소들에 대해서 문제점을 도출하고 그에 대한 새로운 대안을 찾는 과정을 통하여 적용하도록 하는 방안이 제시되고 있다(그림 1. 참조).

- 처리공정의 에너지 소비(온실가스 저감)
- 처리공정의 대기오염 여부
- 처리공정의 용수량 및 수질오염 여부
- 처리공정이 토양과 생태계에 미치는 영향
- 처리공정의 처리재료 및 폐기물의 발생 여부
- 장기간의 효율과 주민참여 문제

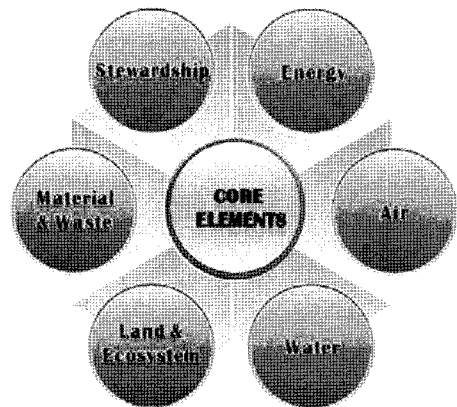


그림 1. Green-Remediation의 핵심 요소들

이러한 과정들을 통해서 현장에서는 각종 시설 및 장비운용의 최적화, 온실가스 배출 억제 및 친환경 대체 에너지의 활용 증가, 사업장폐기물 발생의 억제 및 재활

용 장려 그리고 주변 생태계의 보존을 기대할 수 있다. 이것은 궁극적으로 공사기간의 단축과 공사비의 절감의 효과를 가져오기 때문에 지역사회의 환경적인 측면은 물론이고 경제적인 이익도 증가시켜 주는 역할을 수행하게 될 것으로 보고 있다.

그러나 이러한 과정들은 관련법규나 시행주체와 지역 주민의 민원 등이 충분히 반영하여야만 가능한데, 최근 정부의 '녹색성장' 정책시행과 일반 국민들의 환경에 대한 인식 제고 등의 분위기를 감안할 때, 그 시행에 큰 어려움은 없으리라 판단된다. 다만 아직까지 우리나라에서는 'Green Remediation'에 대한 연구가 미진한 부분이 있으므로 향후 그 본격적인 추진을 위해서는 정부기관은 물론이고 학계와 산업체의 활발한 연구수행의 필요성이 있다.

3. 'Green Remediation'과 오염농경지 복원 공법

우리나라에서 농경지 오염은 '토양보전법'에 의거하여 결정되는데, 오염농경지의 대부분은 자체 발생보다는 산업화 과정에서 부수적으로 발생하는 경우들이 많다.

농경지 오염과 관련된 주요 시설들에는 휴·폐광산, 비위생 매립지, 유류저장 및 판매시설과 같은 특정토양 오염유발시설 그리고 기타 산업시설 등이 있는데, 2001년말 현재 사용이 종료된 비위생 매립지 1,214개소가 전국에 산재해 있으며, 유류제품의 취급과 관련하여 유류 비축기지, 원유저장시설, 송유관시설, 저유소, 주유소 등이 있다. 이들 시설들은 농촌지역에 위치하고 있거나 농경지 주변에 설치되어 운영되면서 농경지 오염의 주요 원인이 되고 있는데, 유류취급과 관련되어 농경지 및 주변 주민들의 피해사례가 TKP(Trans Korea Pipeline),

유류저유시설, 군부대(미군기지 포함)주변 부지 그리고 철도부지 등에서 다수 발생하고 있는 실정이다.

특히 우리나라에는 전국적으로 936개의 폐금속광산과 340개의 폐석탄광산 등 총 1,276개의 폐광산이 있으며, 이 중 948개 폐광산에서 폐수·폐석·광물찌꺼기 등에 의한 광해가 1,456건 발생한 것으로 조사된 바 있다(한국광해관리공단, 2008). 이러한 폐광산 지역에서 발생하는 광해의 영향은 주변 주민들이나 특히 농경지에 피해를 많이 주고 있는데, 실제로 토지 조사에서 우려 기준을 초과한 시료의 39%는 논 혹은 밭 등이었으며, 조사 대상 광산 100개 중 94곳의 주변 농경지는 폐광산 지역에서 흘러나온 하천수를 농업용수로 이용하고 있었다. 특히 일부 폐광산의 주변지역에서 재배되는 배추, 옥수수, 고구마, 콩 등에서 납과 카드뮴이 중금속 기준치를 초과한 것으로 나타나기도 하는 등 그 영향이 매우 큰 것으로 파악되고 있다(환경부 보도자료, 2008. 3. 26).

실제로 한국농어촌공사에서 2002년~2004년까지 총 5,645지구, 조사면적 86,709.2ha에 대하여 농지오염 현장실태조사를 수행한 결과 158개 지구에서 토양환경 보전법상의 농경지오염 우려기준을 초과하는 것으로 확인되었는데 158개 지구 중 123개 지구는 휴·폐광산 인근 농경지, 17개 지구는 비위생매립지 인근 농경지 그리고 18지구는 농공(산업)단지 인근의 농경지였다(표 2).

전체 조사지구 대비 기준초과지구의 비는 6.0%에 해당하고 기준초과지구의 조사면적 8,221.3ha는 오염원의 영향을 받을 수 있는 농지면적으로 이는 조사면적의 9.7%에 해당하고, 전체 경지면적 1,876천ha의 0.44%에 해당하는 면적으로 나타났다. 기준초과지구 중 휴·폐광산 인근 농경지는 123지구로 전체 기준초과지구의 77.8%에 해당하였고 농공(산업)단지와 비위생매립지가 기준초과지구의 10%정도로 나타났다.

표 2. 오염원별 농지 오염현황(농림부 농업기반공사, 2004)

구분	조사지구수	기준초과지구수	초과율(%)	조사면적(ha)	초과지구면적	비율(%)
계	2,615	158(100.0)	6.0	85,194.2	8,221.3	9.7
휴·폐광산	1,123	123(77.8)	10.9	33,937.7	4,843.8	14.3
비위생매립지	1,064	17(10.8)	1.6	22,823.9	786.7	3.4
농공(산업)단지	428	18(11.4)	4.2	28,432.6	2,590.8	8.2

*()는 기준초과지구 중 해당오염원의 비율(%)을 의미함

이와 같이 우리나라 농경지 오염정도는 매우 심각한 수준으로 이에 대한 적절한 처리와 관리방안이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 그런데 일반적으로 오염농경

지는 다음 <표 3>와 같은 오염특성을 가지고 있다.

즉, 오염농경지의 복원에서 오염물질을 전량 제거하거나 농도를 자연함유량 수준으로 낮추는 것은 경제적인 측면에서 현실적으로 어려움이 있으며, 또한 기존 정화공법들을 적용하여 단순히 오염물질의 농도를 낮추는데 주력한다면 농경지 토양이 갖고 있어야 하는 고유의 화학·물리·생물학적 기능이 상실되어 작물의 성장이나 미생물 생태계에 좋지 않은 영향을 줄 우려가 있다. 또한 주변 지역이나 지구 전체의 환경을 고려했을 때 그 사용은 신중해야 할 필요가 있다. 그 한 가지 예로써, <표 4>는 미국 에너지부(U.S. DOE)에서 작성한 'Superfund' 대상 부지에서 많이 사용되고 있는 5가지 공법들의 전기 사용량과 그에 따른 전력생산과정에서 발생하는 온실가스의 양을 추정한 자료이다.

표에서는 5 가지 공법을 1년간 운용하는데 필요한 소

표 3. 우리나라 농경지 오염특성(농림부 농업기반공사, 2004)

구분	농경지 토양오염의 특성
오염의 문제성과 특성	· 식량생산에 관한 농업문제 · 작토층 오염(작물생육장애, 생물농축) · 생태계의 파괴
오염농도	· 저농도
오염분포	· 광범위한 분포
처리량	· 많은 처리량
오염기준특성	· 낮은 정화기준(오염기준, 우려기준/대책기준)
오염물질 처리상의 특징	· 처리목표농도 낮음
기타	· 처리공간, 처리기간, 처리비용 · 작토층의 침식방지와 보존대책 필요 · 낮은 지가(地價)에 맞는 저렴한 처리기술 요구

표 4. 정화공법별 전력사용량과 탄소가스 배출량 예상 값

공 법	연 간		2008년~2030년	
	전력사용량 (kWh×10 ³)	CO ₂ 배출량 (metric tons)	전력사용량 (kWh×10 ³)	CO ₂ 배출량 (metric tons)
Pump & Treatment	489,607	323,456	11,260,969	7,439,480
Thermal Desorption	92,919	57,756	2,137,126	1,328,389
Multi-Phase Extraction	18,679	12,000	429,625	276,004
Air Sparging	10,156	6,499	233,599	149,476
Soil Vapor Extraction	6,734	4,700	154,890	108,094
Total	618,095	404,411	14,216,209	9,301,443

요 전력량은 618,095kWh $\times 10^3$ 정도인데, 이 과정에서 404,411ton의 탄소가스가 발생되는 것으로 추정되었다. 따라서 이 공법들을 향후 2030년까지 계속해서 운용할 경우에는 9,301,443ton의 탄소가스가 발생될 것으로 예상되며, 이는 2개소의 보통 규모 화력발전소가 1년간 운용하면서 발생시키는 탄소가스 양과 맞먹는 규모로서 무시할 수 없는 수준이라는 사실을 보여주고 있다.

따라서 기존의 정화방법들에 대한 획일적인 적용보다는 경제성과 현실성, 기술적용의 용이성을 종합적으로 고려하여 오염물질을 완전히 제거하지 않더라도 복원에 의해 토양환경의 질을 회복할 수 있으며, 토양이 작물과 미생물에 제공할 수 있는 고유기능을 회복할 수 있는 수준의 복원개념의 적용과 이를 실현시킬 수 있는 공법의 개발이 필요하다고 볼 수 있다.

이러한 관점에서 'Green-Remediation' 개념의 도입은 시의 적절하다고 판단되며, 실제로 미국 환경청에서는 이 개념에 부합하는 몇 가지 공법들을 추천하고 있는데 그 공법들은 다음과 같다. 단 이 공법들은 에너지 관점에 주안을 두고 선정된 공법들이라는 사실을 참고할 필요가 있으며, 부지특성에 따라서는 좀 더 다양한 적용 가능한 공법들이 있을 수 있다.

● 생물학적 복원법(bioremediation)

생물학적 복원법은 토양, 지하수 그리고 퇴적물 내 오염성분을 미생물에 의해 분해되도록 산소와 수분 등을 공급하여 미생물을 활성화시켜 주는 공법으로서, 원위치에서 시행될 경우에는 에너지가 거의 들지 않고 토양이나 생태계 파괴를 방지해 주는 장점을 가지고 있다.

물론 주로 유기 오염성분에 대해서 적용이 가능하다는 단점이 있지만, 오염농경지에 적용할 경우, 토양의 통기성과 보습성이 개선되고 유기물 공급이 복원과정에

이루어지기 때문에 복원 후 농경지로 재이용하는데 유리한 공법이다.

● 식물을 이용한 복원법(phytoremediation)

식물을 이용한 복원법은 토양, 지하수 그리고 퇴적물 내 오염성분을 식물을 이용하여 정화하는 공법이다. 식물의 각 부위(뿌리, 줄기, 잎 등)별로 생장과정 중에는 다양한 물리·화학·생물학적 반응들이 일어나며, 이 반응들에 의해서 오염성분들이 제거되거나 안정화 혹은 파괴되게 된다.

또한 이 공법은 유기 오염성분 및 무기 오염성분에 모두 적용할 수 있으며, 식물은 광합성과정 중에 탄소가스를 필요로 하기 때문에 탄소포집(carbon storage)의 기능을 수행해 온실가스 저감에 기여할 수 있는 공법이다. 다른 공법들에 비해서 시공과 관리비가 매우 낮은 장점도 가지고 있다.

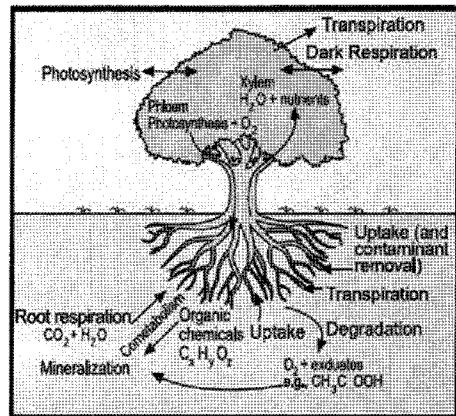


그림 2. 식물을 이용한 정화법 개념도 (US EPA, 2001)

● 토양개량법(soil amendments)

토양개량제(soil amendments)는 토양 내 미생물을 이용해 오염물질을 분해시키거나 기타 물리·화학적인

반응작용을 이용해 중금속 성분의 이동성을 저하시킬 수 있는 기능을 가진 유기·무기질 재료들을 말한다. 이러한 토양 개량재의 사용은 공사비가 저렴하며, 토양의 보수능력을 개선하고 식물에 필요한 양분을 공급하여 오염된 토양은 물론 생태계의 복원에도 도움이 된다.

물론 하수슬러지, 축분 등의 재료를 사용하는 경우에는 재료자체에 오염성분이 포함되어 있는 경우가 있거나 악취발생과 수질오염의 원인이 되는 경우들도 있기 때문에 적용 시에는 이에 대한 주의가 필요하다.

● 증발산원리를 이용한 복토법(evapotranspiration covers)

증발산원리를 이용한 복토법(ET cover)은 폐기물매립장의 최종 복토층을 형성할 때 적용되는 새로운 공법으로서 다층 구조로 된 기존의 최종복토공법의 단점을 보완하면서 공사비를 절감하면서 친환경적인 개념으로 최종복토층을 형성할 수 있는 공법이다. ET cover는 주로 흙을 사용하여 단순히 1개의 층으로 복토층을 형성하고 그 상부에 식생을 도입해 토양의 보수능력과 식물의

증산기능을 이용하여 매립층내로 우수의 침투를 방지하기 위한 공법이다. 이 공법은 기존 공법에 비해 50%정도의 공비절감이 가능하고 표층부 식생도입으로 소규모 야생 생태계 군락형성이 가능해지고 매립장에서 발생하는 온실가스를 포집하여 그 배출을 저감시킬 수 있는 공법이다.

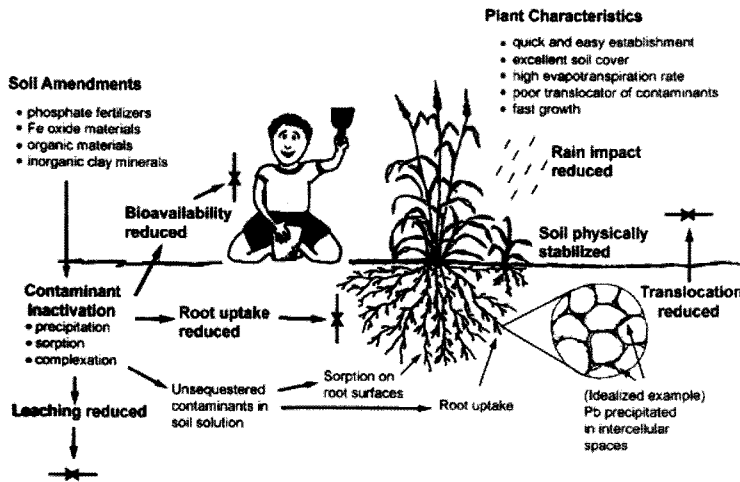


그림 3. 중금속오염토양에 대한 토양개량재의 효과(US EPA, 2007)

● 인공습지(engineered wetland)

인공습지는 특별한 에너지 사용의 필요 없이 지표수나 지하수내 부유물질이나 기타 비수용성 오염 물질을 정화할 수 있는 생물학적 기능을 발휘할 수 있다. 인공습지는 부지특성에 맞게 특정 오염물질을 대상으로 한 설계가 가능하고 오염성분에 종류에 따라서는 습지 내 서식하는 풍부한 미생물들의 분

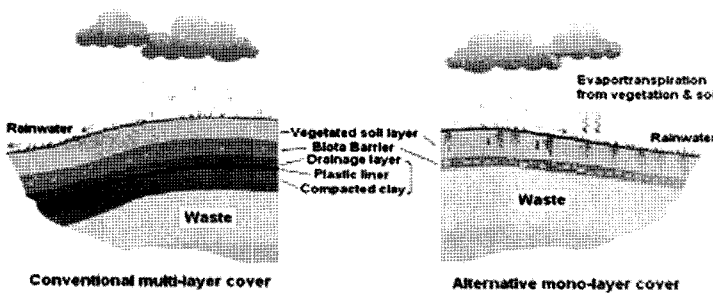


그림 4. 기존 공법과 ET-cover 공법의 비교도

해과정으로 오염물질의 제거까지도 기대할 수 있는 공법이다. 실제로 최근에는 그 기술이 많이 발전하여 AMD(acid mind drainage), 농업용수, 폐수처리의 정화과정으로도 많이 활용되고 있다.

● 생물학적 투수성반응벽체(Biowalls)

투수성반응벽체(PRB; permeable reactive barrier)는 원위치 지하수처리공법으로 이미 널리 알려져 있는 공법이다. 이 PRB공법은 반응매질을 지하수 흐름방향에 직각방향으로 보통 폭 1.5~3.0 ft 그리고 깊이 25~35ft 정도로 설치하여 오염물질을 정화시키는 공법이다. 이때 반응매질이 유기질 재료를 사용하는 경우에 '생물학적 투수성반응벽체(BioWall)' 라고 하며, 이때 사용되는 반응매질은 저가의 톱밥이나 농업부산물 등을 사용한다. Biowall은 일단 설치가 완료되면 현장에서 관측을 제외한 기타 공정이 간단하며, 공사비도 기존에 'U' 가 철(Fe)을 사용하는 경우보다 1/3~1/4정도 소용되는 것으로 알려져 있다.

● 자연정화법(MNA; Monitored natural attenuation)

MNA는 공학적인 기법을 응용하여 부지를 정화하기 보다는 자연상태의 화학·물리·생물학적 조건을 통하여 오염성분의 질량, 독성, 이동성, 체적 혹은 농도 등의 저하를 유도하는 공법이다. 따라서 MNA는 원위치에서 정해진 기간동안 복원목표를 달성하기 위한 오염확산 방지(close control)와 지속적인 관측을 실시해 주는 방식을 사용하고 있다.

MNA는 일반적으로 오염성분의 확산될 염려가 크지 않아야 하며, 자연상태의 화학·물리·생물학적 조건이 생물학적 정화, 희석, 분산, 흡착, 휘발, 안정화, 변

환 혹은 오염물질 분해 등의 반응을 기대할 수 있는 경우에 적용이 가능하다. MNA는 공사비용이 저렴하며 복원공정에서 폐기물(부산물)의 발생이 적고 오염성분이 직접 지상으로 노출되는 경우가 적으므로 작업환경이 안전하고 주변 환경에 미치는 영향이 작은 장점이 있다.

4. 시공관리

'Green Remediation' 개념을 실제 복원현장에서 시행하고 관리하는 데에는 기존의 단순 토목시공 관리개념과 비교해서 몇 가지 차이점이 있다. 우선 각각의 현장에서는 공정계획 수립단계에서 부지특성을 고려하여 앞서 언급되었던 핵심요소들이 감안되어야 하며, 그 세부공정의 계획에 있어서는 매일 매일의 작업과정을 관리할 수 있는 구체적인 내용으로 작성되어야 한다. 또한 이렇게 수립된 계획은 새로운 방안이 도출될 때는 물론이고 주기적인 검토과정을 통하여 반드시 지속가능한 형태로 개선되어 나가야 한다.

즉 시공 전·후 부지조사 및 관측과정에서는 에너지 보존, 폐기물의 발생의 최소화 그리고 주변 생태계 교란이 최소화되도록 계획·시행되어야 한다. 즉 시추작업, 시료채취 그리고 모니터링 과정에서도 작업자의 인체에 위해하지 않은 자재의 사용과 작업 중 필수적으로 발생하는 각종 소모품들을 재생 가능한 재료로 교체하여 폐기물의 발생을 최소화되도록 조사방법들이 계획되고 수행되도록 해야 한다. 또한 에너지 사용에 있어서도 기존의 화석연료보다는 저탄소 배출특성을 가지는 태양열, 풍력, 지열 등과 같은 자연에너지나 재생에너지를 이용하는 시스템을 적극 채용한다든지, 자재도 그 사용 자체를 가급적 줄이고 필요한 부분에서는 주변의 생태계의

환경에 영향이 적은 친환경 자재의 사용을 늘리는 등의 노력이 필요한 것이다.

5. 마무리

이상에서 최근 국내외에서 관심을 받고 있는 'Green Remediation' 개념의 내용을 간단히 소개하고 국내 오염농경지의 복원과 관리를 위한 정책수립 시 그 적용방안에 대해서 간략하게 살펴보았다. 그러나 'Green Remediation' 개념은 아직 우리나라에서는 그 내용이 자세히 소개되어 있지 못하여 그 효과적인 실행을 위해서는 향후 많은 관련 연구와 현장적용 과정 등을 통한 기반확립과 산업화 과정이 요구되는 실정이다.

그러나 이미 우리나라에서도 이 개념과 유사한 공사 관리가 시행되고 있다고 볼 수 있다. 소위 많은 '친환경 공법' 들이 개발되어 현장에서 활용되고 있으며, 본문 중에 소개된 대부분의 공법들은 이미 널리 알려져 있는 공법들이다.

다만 'Green Remediation' 개념의 도입이 늦어져서 아직까지 관련규정의 정비나 실제 설계와 시공과정에서 이러한 개념이 체계적으로 반영되지 못한 면이 있지만, 이러한 부분들은 앞으로 관련 연구기관과 산업체의 노력이 기울여진다면 단기간에 적용을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

특히 우리나라는 최근 국가의 미래 성장동력으로 '녹색산업'을 선정하고 국가적 역량을 집중하고 있으며, 농

업분야에서도 이러한 국가정책에 호응하고 관련 산업의 발전에 기여할 수 있는 방안이 요구되고 있는 실정이다. 따라서 국가의 주요 녹색자원이면서 국민들의 먹거리 생산기반인 농경지의 환경을 지속가능한 형태로 복원·관리할 수 있는 'Green Remediation' 개념의 이해와 그 적용방안에 대한 적극적인 관심과 연구가 필요하다고 하겠다.

참고문헌

- 농림부 · 농업기반공사, 2004, 농지오염방지조사사업 보고서
 한국광해관리공단, 2008, 국회 지식경제위원회 제출자료
 환경부 보도자료, 2008, 3. 26, 폐금속광산 지역주민 건강영향조사 결과
 Nason, M., Williamson, J., Tandy, S., Christou, M., Jones, D. and Healey, J., 2007, Using organic wastes and composts to remediate and restore land: best practice manual. School of the Environment and Natural Resources, Bangor University
 US EPA, 2001, Treatment Technology for Site Cleanup: Annual Status Report(Tenth Edition), Office of Solid Waste and Emergency Response, EPA 542-R-01-004
 US EPA, 2007, The Use of Soil Amendments for Remediation, Revitalization and Reuse, Solid Waste and Emergency Response, EPA 542-R-07-013
 US EPA, 2008, Green Remediation: Incorporating Sustainable Environmental Practices into Remediation of Contaminated Sites, Office of Solid Waste and Emergency Response, EPA 542-R-08-002