

## 기획손(오염)지역에서의 재개발사업 사례를 통해서 본 토양환경개선방안

황 상 일\*

한국환경정책·평가연구원

### Improving Soil Environment Policy to Build New Greenfield at Brownfield Redevelopment Projects

Sang Il Hwang\*

Korea Environment Institute

#### ABSTRACT

In this work, soil environment policy which should be taken into account at brownfield redevelopment projects was deduced from investigation on their environmental impact assessment statements. Soil contamination sources such as small-scale factories were found at a few large-scale brownfield projects, so contaminated soils did often exist at these sites. Especially, military facilities within the sites caused severe soil contamination problems. Therefore, soil environment policy was presented in detail to solve soil contamination problem at brownfield redevelopment projects. Furthermore, land-use planning focusing on greening (soil and vegetation) should be pursued at brownfield redevelopment projects in order to maximize environmental benefits of greenspace.

**Key words :** Soil environment policy, Brownfield redevelopment projects, Environmental impact assessment, Soil contamination, Greenspace

#### 요 약 문

본 연구에서는 기획손(오염)지역에서 재개발사업을 시행할 때 고려해야할 토양환경관련 개선방안을 환경영향평가 사례에서 도출하였다. 환경영향평가 사례를 보면 소규모공장과 같은 잠재토양오염원이 다수 존재하였고 일부 사례에서는 오염토양도 존재하는 것으로 나타났다. 특히 몇몇의 사례지역에서는 군사시설로 인한 토양오염도 발견되었다. 따라서 재개발사업 진행시 기존 공장 및 군사시설로 인한 토양오염문제를 해결할 수 있는 정책적 방안을 제시하였다. 또한 재개발사업 계획 수립시 녹지공간(greenspace)의 환경적 편익을 최대화하기 위한 토지이용계획을 수립하는 것이 필요한 것으로 판단되었다.

**주제어 :** 토양환경정책, 기획손(오염)지역의 재개발사업, 환경영향평가, 토양오염, 녹지공간

#### 1. 서 론

기획손(오염)지역(Brownfield)은 과거에 산업용 또는 다른 목적으로 사용되어 토양이 오염되었을 가능성이 크거나 토양 본래의 생태적 기능을 수행하지 못하는 지역으로 지칭할 수 있으며(Dixon et al., 2007), 정부 및 민간에서

는 이러한 지역에 대해 재개발사업(예를 들면 대규모 택지개발, 뉴타운 사업 등)을 통해 토지이용의 효율화를 지향하고자 하고 있다.

1995년 토양환경보전법이 제정된 이후, 오염토양 발견 및 정화에 대한 사례들이 꾸준히 늘어나 현재 많은 정화사업이 추진·수행되고 있다(황상일 등, 2007). 오염토양

\*Corresponding author : sangilh@kei.re.kr

원고접수일 : 2008. 11. 30 심사일 : 2008. 12. 5 게재승인일 : 2008. 12. 17  
질의 및 토의 : 2009. 2. 28 까지

은 환경부에서 시행하고 있는 토양측정망(환경부, 2004)이나 토양오염실태조사(환경부, 2003) 등에서도 발견될 수 있으나, 기훼손(오염)지역에서 재개발사업을 시행하는 경우 사전환경성검토 또는 환경영향평가 단계에서 오염토양이 발견되는 경우가 다수 존재한다.

본 연구에서는 기훼손(오염)지역에 대해 재개발사업을 시행하는 경우 정책적인 측면에서 어떻게 효율적으로 토양환경을 개선할 수 있을 것인지를 제시하고자 하였다. 이를 위해 다수의 대규모 재개발사업에 대한 환경영향평가 사례를 검토하였으며, 이를 토대로 토양환경개선방안을 제시하였다. 특히 공장 등 잠재토양오염원 문제, 군사시설의 문제, 토지이용계획 수립시 녹지의 역할 등에 대해 중점적으로 살펴보하고자 하였다.

## 2. 환경영향평가 사례

### 2.1. 사례 1

본 사업은 약 133만 m<sup>2</sup>의 면적에 택지를 개발하는 것으로서 주택건설용지로 약 37%, 공원녹지로 약 28%, 그 외 용지로 약 35%를 계획하였다. 시추조사시 총 25개 지점중 2개소에서 폐기물 매립층이 발견되었고 근접 토양에 대한 토양오염도 조사결과 표토, 심토 모두 토양오염우려기준을 하회하는 것으로 나타났다. 그러나 공사전에 2개 지역에 대해서 폐기물 종류, 양, 분포면적 등을 조사하고 폐기물이 토양오염을 유발시키는 정상일 경우 토양오염도를 재조사하고 토양오염우려기준을 초과하는 경우 정화하는 계획을 수립하였다.

'97~'02년 사이에 실시된 토양측정망 및 실태조사 결과 사업지구내 일부 지역에서 카드뮴, 구리항목이 토양오염우려기준 및 대책기준을 초과하는 것으로 조사되었고, 지자체 차원에서 대책반을 구성하여 오염토양의 조사 및 정화가 이루어지고 있었다. 현 토지이용현황을 살펴보면 사업지구 내부 및 주변 지역에서 중금속을 토양으로 배출할 수 있는 오염원은 없다고 판단되었고, 과거(70년대 이전)에 금속표면처리(도금)업종 등 무허가 공장들로부터 중금속이 토양으로 배출되었을 것으로 추정하고 있다. 따라서 오염원인자를 규명하는 것이 곤란하여 현 토지소유주에게 정화책임을 지우는 것이 불분명한 상황이었다.

### 2.2. 사례 2

본 사업은 약 66만 m<sup>2</sup>의 면적에 택지를 개발하는 것으로서 주거용지로 약 55%, 공원과 녹지로 약 16%, 그 외 용지로 약 29%를 계획하였다. 철거예정지장물로서 공장



Fig. 1. Unplanned factory siting in case study 2.

이 연면적 약 12만(전체 사업지구 면적에 약 18% 차지)에 약 320개소가 위치하고 있었으며, 주로 금속가공, 가구공장이 입지하고 있었다(Fig. 1). 또한 사업지구내 곳곳에 지상폐기물이 위치하고 매립폐기물 또한 일정면적을 차지하고 있었다.

토지사용이력, 산업활동이력, 현 토지이용현황을 고려하여 토양오염조사지점을 선정하였는데, 1) 우선 공장중 토양오염을 유발할 가능성이 있는 도색·페인트 등의 가구공장을 중심으로 선정하고, 2) 오염개연성 확인이 어려운 미인지된 산업활동을 고려하여 사업지구를 적정하게 구획하여 선정하고, 3) 금속가공공장, 방치폐기물 지역, 군사시설 인접지역에는 주로 중금속을 조사하기 위해 선정하고, 4) 방치폐기물지역에 대해선 인접지역과 저지대를 중심으로 선정하고, 5) 개별 사업장의 경우 차량진입 및 시료채취의 어려움이 있어 오염개연성이 높은 주변 인접지역을 선정하였다. 조사 결과 TPH, 아연, 납 등이 일부 지역에서 토양오염우려기준을 초과하고 있는 것으로 나타나 정화가 필요한 것으로 나타났다.

### 2.3. 사례 3

본 사업은 사업지구내에 무분별하게 산재되어 있는 공장의 계획적·체계적 정비 및 주변 개발사업 시행에 따른 공장이주 부지확보를 위해 약 220만 m<sup>2</sup>의 면적에 산업단지를 조성하는 것으로서, 산업시설 용도로 58%, 공원과 녹지로 약 15%, 그 외 용지(폐기물처리시설 포함)로 약 27%를 계획하였다. 사업지구내 공장시설은 180동으로 파악되었으며, 이들 공장들 중 화학기계업, 금속업, 폐기물처리시설업, 철강 및 건설중공업 등을 토양오염을 유발할 수 있는 업종으로 판단하였다. 이에 총 6개 지점을 선정하여 토양오염도 조사를 실시하였고 측정결과 토양오염우려기준을 만족하는 것으로 나타났다.

#### 2.4. 사례 4

본 사업은 약 700만 m<sup>2</sup>의 면적에 기업도시를 건설하는 것으로서 공원과 녹지로 약 41%, 지식산업용지로 약 17%, 주거용지로 11%, 그 외 용지로 약 31%를 계획하였다.

사업지구내에 5개소의 폐광산중 1개 지역에서는 다수의 폐광도가 있는 것으로 확인하였다. 당해지역 유역하류지역에서 일부 오염물질 항목이 토양오염우려기준을 초과하였고 이에 따라 사업시행전에 토양오염도 정밀조사를 실시할 계획이다. 그 외 폐광산 지역은 정밀지질조사 등을 실시하여 폐광을 추가적으로 확인하고, 추가로 발견된 광산활동지역에 대해서는 토양오염도 조사를 실시할 계획이다. 토양오염정밀조사 실시결과 토양오염우려기준을 초과할 경우 관할 지자체에 신고 및 협의한 후 오염원인자를 밝혀내고 정화대책을 수립할 계획이다.

또한 사업지구내에서 불법폐기물 투기지역 1개소를 확인하였고, 폐기물의 양 및 종류, 오염물질종류, 오염원인자를 파악하여 원인에 의해 처리·정화를 하도록 하고, 원인자가 불분명한 경우 해당 지자체와 협의한 후 처리하는 계획을 수립하였다.

#### 2.5. 군사시설 관련 사례

##### 2.5.1. A 사업

본 사업은 약 442만 m<sup>2</sup>의 면적에 택지를 개발하는 것으로서 주택건설용지로 약 37%, 공원·녹지로 약 26%, 그 외 용지로 약 37%를 계획하였다. 철거예정지장물로서 공장이 500개소, 군사시설 2개소(추후 사업지구내 통합 예정) 등이 입지하고 있었다.

##### 2.5.2. B 사업

본 사업은 약 1,084만 m<sup>2</sup>의 면적에 택지를 개발하는 것으로서 주택건설용지로 약 35%, 공원·녹지로 약 26%, 그 외 용지로 약 39%를 계획하였다. 철거예정지장물로서 공장이 약 580동, 군사시설 5개소(사격장 1개소 포함) 등이 입지하고 있었다. 공장들이 현재 운영중이고 민원으로 인한 실측의 어려움으로 인해 일부 공장의 인근지역에서 토양오염도 조사를 실시하였고 군사시설에 대해서도 토양오염도 조사를 실시하였다. 조사결과 토양오염우려기준을 만족하고 있는 것으로 나타났다.

##### 2.5.3. C 사업

본 사업은 약 1,352만 m<sup>2</sup>의 면적에 택지를 개발하는 것

으로서 주택건설용지로 약 32%, 공원·녹지로 29%, 그 외 용지로 약 39%를 계획하였다. 철거예정지장물로서 공장이 약 150동, 군사시설 4개소(사격장 포함), 송유관 등이 입지하고 있었다. 사격장 일부 지역에서 납이 토양오염우려기준을 초과하였고 이에 따라 사업시행전에 토양오염도 정밀조사를 실시할 계획이다.

##### 2.5.4. D 사업

본 사업은 약 273만 m<sup>2</sup>의 면적에 관광단지를 조성하는 것으로서 과거에 피탄지로 이용되었던 지역이 포함되어 있었다. 불발탄제거작업 시행후 중금속 및 잔류화약물질에 대해 정밀조사를 실시하고 그 결과에 따라 필요시 적절한 오염토양 정화대책을 수립할 계획이다. 당해 부지에 대해 현재 육군에서 불발탄을 제거 중에 있다(육군본부, 2008).

### 3. 시사점

#### 3.1. 기존 토양오염원(공장 등)에 대한 대책

상기한 사례들을 살펴보면 대규모 택지개발이나 관광단지 개발시 해당 사업지역에 기존 공장들이 대부분 입지하고 있었다. 공장입지로 인해 토양오염이 존재하는 지역이 있었고 어떤 경우에는 공장입지에도 불구하고 토양오염이 진행되지 않은 경우도 있었다. 따라서 기후순지역(공장입지지역 등)에 새로운 개발사업을 진행하는 경우 사전계획 수립시 잠재오염원인 공장의 입지여부를 우선 확인하는 것이 필요하다. 지식경제부가 운영하고 있는 공장설립관리정보망(FEMIS, [www.femis.go.kr](http://www.femis.go.kr))은 입지형태별(개별입지공장, 국가산업단지, 지방산업단지, 농공단지, 외국인투자지역, 수출자유지역, 이파트형공장 등), 입지위치별(광역 시도별·시군구별·산업단지별)로 공장 등록현황, 고용현황, 용지/제조/부대시설 내역, 공장규모, 업종 등의 정보를 제공하고 있다. 따라서 이를 현재 환경관리공단이 운영하고 있는 토양지하수종합정보관리시스템([www.sgis.or.kr](http://www.sgis.or.kr))과 연계한다면 토양·지하수의 대표적인 오염원인 공장들에 대한 관리를 좀 더 효율적으로 할 수 있을 것이다.

또한 공장에서 유해물질(토양환경보전법상 규정된 토양오염물질 포함)의 토양배출가능성 유무를 확인하는 것이 필요하다. 우리나라에서는 유해화학물질관리법에 근거를 둔 화학물질배출량 정보공개시스템([tri.nier.go.kr/triopen](http://tri.nier.go.kr/triopen))을 국립환경과학원에서 운영하고 있다. 해당 공장의 업종을 안다면 당해 시스템을 이용하여 토양으로 배출가능한 화학물질의 종류를 파악할 수 있어, 사업지구내 공장으로부터

터 유출가능한 토양오염 가능 오염물질을 간접적으로 추정할 수 있다.

사업지구내 토지이용이력도 상당히 중요한 정보이다. 사업지구내에 공장이 현존하지 않더라도 과거에 공장 등 잠재오염원이 존재했을 가능성이 있으므로 토지이용이력에 대한 전산자료화가 필요하다. 행정안전부의 시군구 행정정보시스템, 국토해양부의 한국토지정보시스템(KLIS, lmis.moct.go.kr)을 이용하여 현 토지이용상황 및 과거 토지이용이력에 대한 정보를 얻어 사업지구내 공장 등 잠재 토양오염원을 찾아낼 필요가 있다.

상기한 사례 1의 경우 토양이 중금속으로 오염되었으나 현재 오염원은 없다고 판단되었고 과거(70년대 이전)에 무허가 공장들로부터 중금속이 토양으로 배출되었을 것으로 추정하고 있다. 따라서 오염원인자를 규명하는 것이 곤란하여 현 토지소유주에게 정화책임을 지우는 것이 불분명한 상황이었다. 이와 같은 상황이 전국적으로 다수 존재할 수 있으므로 국민의 건강을 우선적으로 보호하기 위해 토양정화기금을 조성한 후 이 기금을 이용하여 정화를 실시할 필요가 있다.

**3.2. 기존 군사시설에 대한 대책**

상기한 사례들에서 사업지구내에 대부분 군사시설이 입지하고 있는 것으로 파악되었다. 따라서 군사시설로 인한 토양오염을 사전에 예방하고 기오염지역을 효율적으로 정화하기 위해 국방부와 환경부의 상호협력 및 역할분담이 필요한 것으로 판단된다.

우선 국방부는 미국의 Defence Environmental Restoration Program (DERP)처럼 군사시설의 토양·지하수 오염조사 및 정화를 위한 종합적인 프로그램을 수립·시행할 필요가 있다. 우선적으로 조사·정화해야할 군사기지를 선정하고 인력 및 예산을 확충한 후 순차적으로 실시할 필요가 있다. 또한 국방부의 주기적인 군사기지 폐쇄·이전계획 수립시 토양오염문제를 포함한 제반 환경문제 해결을 위해 case by case가 아닌 좀 더 효율적이고 종합적인 계획 수립후 이를 시행하는 것이 필요하다.

환경부의 경우 토양환경조사 및 정화 관련 지침(토양정밀조사지침 등)을 개정할 때 군사시설에서 유래하는 오염물질의 발생·이동·확산의 특수성을 고려할 필요가 있으며, 군사시설에서만 발생가능한 오염물질(화약류 오염물질 등)에 대해 토양오염기준 및 타 매체 기준 수립시 오염물질의 독성, 배출량, 노출수준, 위해도, 국내 기술적·공학적 처리수준, 사회적 합의 등을 고려할 필요가 있다. 또한 각종 군사시설의 환경 위해성을 판단할 수 있는 상

**Table 1.** Main benefits of urban greenspace

Category	Main benefits
Environmental	Soil pollution abatement
	Surface and ground water pollution prevention
	Climate mitigation (e.g., heat island reduction)
	Carbon sequestration
	Biomass production
	Atmospheric pollution abatement
	Wildlife habitat/biodiversity
	Flood abatement
Economic	Noise abatement
	Enhances property values of surrounding land
	Encourages inward investment
Social	Encourages tourism
	Facilitates recreation and sport
	Encourages walking and bicycling
	Enhances recovery from ill health
	Encourages mental well-being
Provides community focus	

Source: Dixon et al., 2007, Sustainable Brownfield Regeneration.

대적 위해성평가기법을 개발하여 군사시설중 어떤 시설을 우선적으로 조사·정화하여야 하는지에 대한 준거를 마련할 필요가 있다.

**3.3. Positive Greening**

상기한 사례들을 살펴보면 대규모 재개발사업의 토지이용계획수립시 사업지구내 공원·녹지면적이 최소 15%에서 최대 41%까지 큰 편차를 보이고 있다. 기획손지역에서 재개발사업을 하는 경우에는 녹지(식생과 토양)를 최대한 확보하는 것이 필요하다. 녹지로 인한 환경적·경제적·사회적 편익을 Table 1에 제시하였다. 우선 경제적 편익으로는 녹지 주변의 토지가 상승, 쾌적한 녹지 주변으로의 투자유치 효과, 그리고 관광객 증가로 인한 경제적 이득 등이 있을 수 있다. 또한 사회적 편익으로는 여가활동 및 스포츠 활동의 증가, 산책 및 자전거문화 정착으로 인한 에너지 절약 효과, 정신적 건강 및 건강회복 증대 등이 있을 수 있다(Dixon et al., 2007).

무엇보다도 녹지 존재로 인해 복합적인 환경적 편익이 크게 나타날 수 있다. 우선 환경오염문제와 관련하여 살펴보면 녹지내 식생의 존재로 인해 토양내 오염물질을 식물정화법(phytoremediation)을 이용하여 분해할 수 있고 (Pulford and Watson, 2003), 이러한 분해작용을 증진시키기 위해 퇴비를 이용할 수 있을 것이다. 또한 토양유기물 성분이 부족한 기획손지역의 토양이나 정화가 완료된 토양을 사업지구내 녹지에 재이용하여 쓸모없는 토양의 양을 최소화할 수 있다. 그리고 녹지가 존재함으로써 토

양으로부터 지표수 및 지하수로의 오염물질 이동을 감소시킬 수 있다. 또한 식생이 존재하여 대기중 오염물질을 저감시킬 수 있으며, 소음을 감소시켜 삶의 질을 높일 수 있다(Bucur, 2006).

요즘 관심이 증가하고 있는 기후변화 문제에 있어서는 녹지공간 존재로 인해 도시내 열섬효과를 감소시킬 수 있으며(Huang et al, 1987), 토양의 탄소격리도 일정부분 역할을 하여 탄소저감에 어느 정도 역할을 할 수 있고 식생으로부터의 바이오매스를 에너지화한다면 화석연료 사용량을 감소시키는 기능을 할 수 있을 것이다(McPherson et al., 1997). 그 외에도 녹지로 인해 법적 보호종이나 희귀종의 멸종을 방지하는 효과를 가질 수 있고 생물다양성을 회복하는데 중요한 역할을 할 수 있다(Harrison and Davies, 2002).

#### 4. 요약 및 결론

본 연구에서는 기후순(오염)지역에서 대규모 재개발사업을 시행할 경우 고려해야 할 토양환경개선방안을 개발사업 관련 환경영향평가 사례조사로부터 도출하였다. 대규모 개발사업인 경우 대부분 공장 등 잠재토양오염원이 사업지구내에 존재하였고 오염토양이 발견된 경우도 다수 있었다. 특히 사업지구내에 군사시설이 존재하여 토양오염을 유발한 경우도 많았다. 따라서 토양환경을 개선하기 위해 공장 등의 잠재토양오염원을 어떻게 관리하는 것이 좋은지를 제시하였으며, 군사시설의 경우 국방부와 환경부가 상호협력하고 역할분담하여 군사시설로 인한 토양 등 환경매체오염을 최소화하는 정책방안을 제시하였다. 또한 기후순(오염)지역의 경우 녹지(식생과 토양)가 부족한 상태이므로 재개발사업을 시행하는 경우 토지이용계획수립시 녹지의 환경적·사회적·경제적 편익을 최대한 확보할 수 있도록 녹지의 역할을 강조할 필요가 있다.

#### 참 고 문 헌

- 육군본부, 2008, 2008 육군정책보고서.
- 환경부, 2003, 토양오염실태조사지침.
- 환경부, 2004, 토양측정망설치계획.
- 황상일, 김훈미, 이양희, 2007, 효율적인 오염토양부지 정보관리 체계 구축방안: 2. 미래지향적 체계구조, 지하수토양환경, **12**(6), 1-7.
- Bucur, V., 2006, *Urban Forest Acoustics*, Springer-Verlag, Berlin.
- Dixon, T., Raco, M., Catney, P., and Lerner, D.N., 2007, *Sustainable Brownfield Regeneration: Liveable Places from Problem Spaces*, Blackwell Publishing, UK.
- Harrison, C. and Davies, G., 2002, Conserving biodiversity that matters: practitioners' perspectives on brownfield development and urban nature conservation in London, *Journal of Environmental Management*, **65**, 95-108.
- Huang, Y.J., Akbari, H., Taha, H., and Rosenfeld, A.H., 1987, The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings, *Journal of Applied Meteorology*, **26**, 1103-1116.
- McPherson, E.G., Nowak, D., Heisler, G., Grimmond, S., Souch, C., and Grant, R., 1997, Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project, *Urban Ecosystems*, **1**, 19-61.
- Pulford, I.D. and Watson, C., 2003, Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees-a review, *Environment International*, **29**, 529-540.
- 공장설립관리정보망, [www.femis.go.kr](http://www.femis.go.kr).
- 토양지하수종합정보관리시스템, [www.sgis.or.kr](http://www.sgis.or.kr).
- 화학물질배출량정보공개시스템, [tri.nier.go.kr](http://tri.nier.go.kr).
- 한국토지정보시스템, [lmiis.moct.go.kr](http://lmiis.moct.go.kr).