





**휴폐금속광산 오염 현황 및 대책**  
- 정책적 고찰 -



부경대학교  
환경지질학과  
이민희



**휴폐금속광산 관련 연구 배경**



.....

**금속폐광산 주변 오염도 조사 시작 - 1995년도 이후**

**제한적인 폐광산 주변 오염원 (광미) 복구작업 - 1990년  
대 이후**

**제한적인 폐광산 주변 오염 토양 복구 사업 - 2000년 이후**

**정부의 체계적인 폐광산 복원 사업 - 향 후 (?)**



## **국내 금속 폐광산 실태**



- ◎ 전국 906개 금속폐광산 산재
- ◎ 2003년 까지 약 150여개 폐광산에 대하여 정밀조사 실시
- ◎ 2004년 23개 폐광산 정밀조사 실시
- ◎ 2005-6년 51개 폐광산 정밀조사 실시계획
- ◎ 2005년 나머지 687개 폐광산에 대한 개황조사 실시
- ◎ 환경부자체의 복원 사업은 향후 계획 중  
(지자체, 산자부, 수자원공사에서 일부 진행)

(2004년 환경부 자료)

## 복원과 관련된 정책 고찰 내용 목차

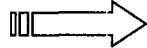
1. 폐광산 주변 체계적인 오염도 조사
2. 폐광산 주변 오염원 처리를 위한 설계
3. 폐광산 주변 오염 토양 및 수계 복원을 위한 설계
4. 폐광산 주변 농경지 농작물의 오염도 및 위해성 조사
5. 농작물 및 인체의 위해성에 근거한 복원 기준 마련

## 1. 폐광산 주변 체계적인 오염도 조사

〈폐광산 주변 토양 오염도 조사〉

토양환경보전법(1996년 시행)에 근거한 조사 미흡

토양오염우려기준 초과지역



토양정밀조사 실시

조사 기관마다 제시한  
오염 초과 지역에 대한  
방만한 자료  
(통일된 조사방법 X)

예산 부족으로 토양정밀조사는  
거의 이루어지고 있지 않음  
- 대부분 개황조사 수준

환경부에서 정책적으로 사용할 수  
있는 신뢰성있고 체계적인 폐광산  
현황 자료 미흡

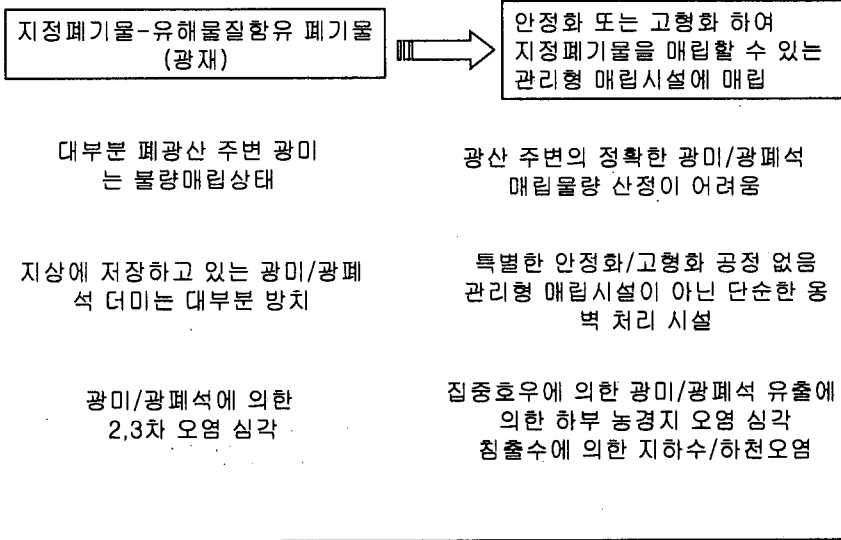
동일 부지에 조사가 중복되어 이루  
어지거나, 조사 방법이 다름

약 500 여 개 지역이상  
우려기준초과 지역으로 예상

토양의 경우 개황조사  
수준이며 지하수/하천에 대한 자료  
미흡

## 폐광산 주변 광미/광폐석 오염도 조사

### 폐기물 관리법(1991년) 에 근거한 광미/광폐석 폐기물 규정



## 토양 오염 분석법 - 약산추출법과 전함량추출법(왕수법)

### 토양 공정 시험법 기준

항 목	토양오염 우려기준(mg/kg) (규칙 제19조)		토양오염 대책기준(mg/kg) (규칙 제21조)	
	가 지역	나 지역	가 지역	나 지역
카드뮴	1.5	12	4	30
구 리	50	200	125	500
비 소	6	20	15	40
수 은	4	16	10	40
납	100	400	300	1,000
6가크롬	4	12	10	30
아연	300	800	700	2000
니켈	40	160	100	400
몰소	400	800	800	2000
유기인화합물	10	30	-	-
PCB	-	12	-	30
시 안	2	120	5	300
페놀	4	20	10	50
유류(동.식물성 제외)				
- BTEX	-	80	-	200
- 석유계총탄화수소(TPH)	-	2,000	-	5,000
TCE	8	40	20	100
PCE	4	24	10	60

..... 토양 공정 시험법에 의한 토양 분석 전처리 과정 .....

풍건하여 체질한 (직경 2mm 이하) 시료 10g을 100ml 삼각 플라스크에 취한다.

Cd, Pb, Cr<sup>6+</sup> 등은 0.1N HCl을 50ml를 주입하고, As는 1N HCl 50ml를 주입한다.

항온수평진탕기(100 회/min, 진폭 10 cm)를 이용하여 Cd, Pb, Cr<sup>6+</sup> 등은 30℃에서 1시간 동안 진탕하고, As는 30분 동안 진탕한다.

5B 여과지를 이용하여 상등액을 여과한다.

AAS를 이용하여 분석한다.

약산 추출법

시료를 0.001g까지 정밀히 달아 3g을 취하여 250ml 플라스크에 담는다

0.5 ~ 1ml의 물로 시료를 적신후 HCl 21ml과 HNO<sub>3</sub> 3ml를 주입한다.

HNO<sub>3</sub> 15ml를 흡수용기에 넣고 흡수용기와 환류냉각관을 반응용기에 연결시킨 후 상온에서 2시간 이상 정치하고 온도를 올려 환류조건에 도달하여 2시간 동안 상태를 유지시키며, 분해한다.

분해가 끝나면 반응용기를 냉각시키고 흡수용기내의 내용물과 환류냉각관을 질산(0.5M) 10ml로 씻어 반응용기에 넣는다.

Whatman No. 40 또는 이와 동등한 여과지로 100ml 용량플라스크에 여과하고 물로 표선까지 채운후 AAS로 분석한다.

전함량 추출법 (Ni, Zn 전처리)

..... 1. 폐광산 주변 체계적인 오염도 조사 .....

- ❖ 폐광산의 오염 현황 파악 미흡 - 오염 평가 결과 불신 초래
- ❖ 정밀조사 부족에 의한 오염물량 산정 불가 - 복원을 위한 자료로 활용 불가
- ❖ 오염상황을 부각 시키는 자료로만 활용 - 지역 주민의 불만 표출
- ❖ 오염도가 심각한 폐광산에 대한 복원 우선 순위 결정이 어려움

토양환경보전법의 토양정밀조사 지침에 의거한 오염도 조사가 필요

예산 확보 및 충분한 정밀조사 시간 필요

토양정밀조사 자료를 총괄하여 관리하는 관리체계 마련 필요

토양 공정시험법의 통일성 및 합리성 검토

..... **2. 폐광산 주변 오염원 처리를 위한 설계** .....

**금속폐광산 주변 오염원은 대부분 광산활동에 의해 발생한 광미/광폐석**

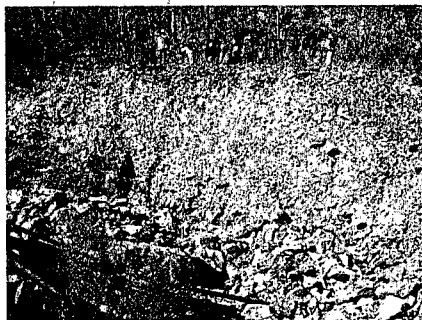
1. 폐광산 주변 오염원인 광미/광폐석의 규모와 물량을 규명하는 조사 근거 미약  
- 토양정밀조사에서 광미/광폐석 부분에 대한 규정이 없음



<경북 부항면 대량광산 광미 매립 사진>

2. 폐광산에 산재한 광미/광폐석의 구체적인 물량 산정을 위한 조사 필요

- .....  
2. 단순한 토양오염도 조사로는 대부분의 광미/광폐석이 토양오염 대책기준초과  
- 반드시 복원해야 될 대상으로 규정



<경북 지시광산 광폐석 더미>



- 불법 매립이나 광미/폐석 더미로 방치된 상태

.....

### 3. 광미/광폐석의 오염 가능성을 평가하는 것이 중요

- 복원이 필요한 광미/광폐석을 판단하는 것이 필요 (환경 영향 평가)
- 광미/광폐석 적치장의 지화학적인 안정도 평가가 반드시 필요
- 관련 폐광산 오염의 주원인이 무엇인지 파악 - 침출수, 광미유실, 대기분진등

### 4. 광미/광폐석 처리를 위한 사고의 전환 필요

- 광미/광폐석의 영구 매립이나 물리/화학적인 처리가 최선의 복원 방법인가?

.....

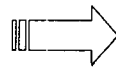
## 2. 광미/광폐석 처리 방법

.....

### 폐기물관리법에 의한 대표적 폐기물 처리 과정

#### 중간 처리 과정

- 기계적 처리시설
- 정제시설  
(분리/추출/여과등의 처리시설)
- 화학적 처리시설
- 고형화/안정화시설
- 반응시설(산화/환원/중화반응등)



#### 최종 처리 과정

- 차단형 매립시설
- 관리형 매립시설



### 3. 폐광산 주변 오염 토양 및 수계 복원을 위한 설계

#### 금속폐광산 주변에서 오염된 주 매체는 하천수계와 주변 토양

1. 폐광산 주변 오염 토양에 대한 정밀조사 자료 불 충분 - 오염 물량 산정 필요
2. 오염부지 특성에 적합한 오염토양 복원 방법 마련 - 공정한 평가/선정 (복원 사업의 실패와 예산 낭비 방지)
3. 폐광산 주변 하천 퇴적물(토)에 대한 조사 및 복원 규정 미약 - 하천퇴적토 오염 심각
4. 토양오염복원을 검증하기위한 법률적인 확인 절차 마련 필요 - 부실 기업의 복원사업 참여 방지 및 복원비용의 하락방지
5. 폐광산 복원 과정의 전문화된 분업화 필요
  - 정밀조사 - 토양관련 전문 기관
  - 복원설계 - 대학 (검증된 실험)
  - 복원사업 - 기업

### 4. 폐광산 주변 농경지 농작물의 오염도 및 위해성 조사

- ◎ 토양오염공정시험법의 중금속 규제 기준의 근거에 대한 의문 - 위해성 평가 결과?
- ◎ 약산처리법의 근거

약산용출법	강산용출	왕수 (전함량)분석	Micro-wave 추출
일본 표준 분석법	EPA	유럽과 ISO	EPA

- ◎ 인체에 유해한가? - 오염토양에서 산출되는 농작물의 오염 규제 농도는?
- ◎ 오염토양 - 오염농산물 - 인체 위해성과의 분명한 관계 정립이 매우 중요

## 5. 농작물 및 인체의 위해성에 근거한 복원 기준 마련

- ◎ 모든 토양에 대한 중금속 농도 기준 적용 지양 - 광미/광 폐석, 농경지(작물종류별), 부지특성별 차별화
- ◎ 농작물에 대한 중금속 오염 기준치 마련
- ◎ 지역 주민의 폐광산 주변 지역의 개발 및 복원사업에 참여 유도 가능
- ◎ 독성학분야의 전문 인력 양성 및 연구 분야 확대