

폐광산 환경오염도 조사

○ 폐광산으로 인한 주변 환경오염과 지역주민에게 미치는 피해를 파악하여, 피해방지 및 자연환경 복원 등 적절한 조치를 강구하고 토양 및 물환경 보전과 시민건강에 기여

1. 조사개요

- 조사기간 : 2020년 10월 ~ 12월
- 조사대상 : 경창광산, 일광광산, 임기납석광산



그림 1. 폐광산 조사 지점

- 조사항목
 - (토양) 9개 항목 : Cd, Cu, As, Hg, Pb, Cr⁶⁺, Zn, Ni, pH
 - (수질) 12개 항목 : COD, SS, CN, Cd, Cu, As, Hg, Pb, Cr⁶⁺, Zn, Ni, pH

2. 조사방법

- 검사 및 평가방법

분야	검사방법	평가기준
토양	토양오염공정시험기준	토양환경보전법 시행규칙 제1조의5(토양오염우려기준)
수질	수질오염공정시험기준	먹는물 수질기준 및 환경정책기본법 하천환경기준

- 시료채취 내용 : 토양 11건, 수질 7건

지점	시료채취		채취기관	채취 및 접수일
	토양 (11건)	수질 (7건)		
경창광산	갱입구 표토, 주변 표토	갱내수 하천상류 하천하류	시청 · 보건환경 연구원	2020.10.30.
임기납석광산	주변 표토, 광미	유출수 하천상류 하천하류		
일광광산	-	유출수		
일광광산	갱입구 주변(산102) 표토 주변 농지(291-1) 표토, 중간토 주변 농지(323-3) 표토, 중간토 주변 농지(228) 표토, 중간토	-	기장군청	2020.11.20.

3. 분야별 조사결과

□ 토양오염

- 토양오염 우려기준을 초과한 항목은 Pb, Zn, As, Cd, Cu로 조사
 - 폐광산별로 우려기준을 초과한 항목은 달랐으나, As는 공통적으로 기준을 초과하였음
 - ⇒ 경창광산 : Pb(2,259.8 mg/kg) > Zn(1,209.1 mg/kg) > As(41.1 mg/kg) > Cd(9.7 mg/kg)
 - ⇒ 임기납석광산 : As(138.08 mg/kg)
 - ⇒ 일광광산 : Cu(67.3 mg/kg) > As(27.1 mg/kg)
 - 과거 10년간(2010~2019) 폐광산별 토양오염우려기준 초과항목 빈도와 유사한 경향을 보였음
- 지점별로는 경창광산에서 토양오염우려기준을 초과한 항목(Pb, Zn, As, Cd)이 가장 많았고, 그 중에서 Pb과 Zn의 농도가 높았음
- 임기납석광산의 토양 pH가 2.9~3.7로 가장 낮았고 주변 수계로의 중금속 용출 및 이동 가능성이 큼

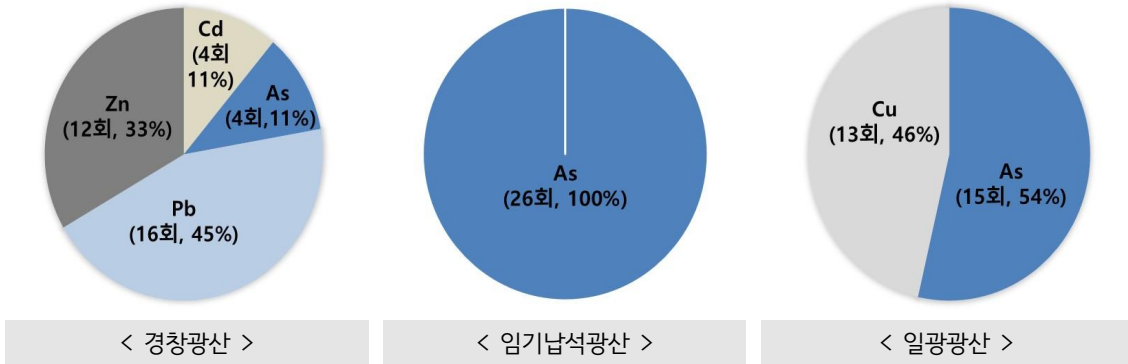


그림 2. 과거 10년간(2010~2019) 폐광산별 토양오염우려기준 초과항목 빈도

표 1. 폐광산 주변 토양조사 결과

		조사항목									
		pH	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cr ⁶⁺ (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	
토양오염우려기준 (I / II)*		-	4/10	150/500	25/50	4/10	200/400	5/15	300/600	100/200	
토양오염대책기준 (I / II)*		-	12/30	450/1,500	75/150	12/30	600/1,200	15/45	900/1,800	300/600	
경창광산	①갱입구(표토)	6.0	11.41	92.7	24.55	0.13	991.1	불검출	945.1	3.9	
	②주변(표토)	7.4	8.02	171.3	57.6	0.15	3528.5	불검출	1473.0	4.9	
임기납석	①주변(표토)	2.9	2.97	11.8	112.28	불검출	27.7	불검출	34.7	3.5	
	②광미	3.7	2.86	14.2	163.88	불검출	53.5	불검출	43.8	3.8	
일광광산	①갱구주변(산102, 표토)	5.3	0.32	69.9	109.95	0.04	87.7	불검출	61.2	7.2	
	②농지(291-1)	표토	6.0	0.57	127.4	10.89	0.07	29.4	불검출	119.3	15.4
		중간토	5.8	0.53	29.7	14.86	0.02	25.0	불검출	95.9	16.9
	③농지(323-3)	표토	5.8	0.30	23.5	11.33	0.04	20.4	불검출	86.0	13.9
		중간토	5.9	0.24	23.1	13.97	0.03	23.1	불검출	80.2	17.8
	④농지(228)	표토	6.0	0.85	159.9	11.24	0.08	33.1	불검출	180.3	19.0
중간토		6.0	0.36	37.5	17.73	0.03	23.8	불검출	125.5	18.8	

* 일광광산 ②~④농지는 I 지역(전,답 등) , 그 외에는 II 지역(임야 등)기준 적용

□ 수질오염

- 임기납석광산 주변 유출수는 pH 4.4인 산성 상태로 수영강 상류로 유입되어 합류지점에 영향을 미침
 - (유출수 합류전) pH 7.7
 - (유출수 합류후) pH 6.4, 하천바닥 일부가 적색 또는 흰색으로 착색
- 그 외에 갯내수 및 유출수와 하천수 등 주변 수계의 수질은 양호하였으며, 폐광산으로 인한 오염영향은 적은 것으로 조사되었음
 - (유기물질 및 부유물질) 하천환경기준 II(약간 좋음) ~ Ia(매우 좋음)등급
 - (중금속) 토양에서 기준초과 중금속은 Pb, Zn, As, Cd, Cu ⇒ 수질에서는 Zn, Cu 등 일부 항목만 미량 검출

표 2. 폐광산 주변 수질조사 결과

	조사항목											
	pH	COD (mg/L)	SS (mg/L)	CN (mg/L)	Zn (mg/L)	Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Ni (mg/L)	Hg (mg/L)	Cr ⁶⁺ (mg/L)
먹는물기준	5.8~8.5	-	-	0.01	3	1	0.005	0.01	0.01	-	0.001	Cr0.05
하천환경기준*	6.5~8.5	2	25	불검출	-	-	0.005	0.05	0.05	-	불검출	0.05
경창광산	① 갯내수	6.8	1.0	1.8	불검출	0.518	0.014	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	②계곡상류	6.8	1.7	0.2	불검출	0.006	불검출	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출
	③계곡하류	6.9	1.9	1.0	불검출	0.022	불검출	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출
임기납석	① 유출수	4.4	1.2	0.1	불검출	0.165	0.021	불검출	불검출	불검출	0.031	불검출
	②계곡상류	7.7	2.0	1.8	불검출	0.010	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	③계곡하류	6.4	2.1	10.0	불검출	0.084	불검출	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출
일광광산 (①유출수)	6.6	2.1	1.5	불검출	0.068	0.037	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출

* 하천환경기준 : pH 6.5~8.5 III(보통)~Ia(매우 좋음), COD 2mg/L이하 I b(좋음) 3mg/L이하 II(약간 좋음), SS 25mg/L이하 Ia(매우 좋음)

4. 지점별 조사결과

□ 경창광산



그림 3. 경창광산

- 일반현황 및 주변환경
 - 사상구 모라동 등지에서 1930년대부터 금, 은, 동, 몰리브덴 등 채굴, 1997년 최종소멸등록하여 현재 소형 갯구만 남아있음
 - 갯구에서는 갯내수가 유출되어 인근 운수천으로 직접 유입되고 있으며, 운수천 주변은 체험형 웰빙숲

(테마놀이터, 테크로드, 숲길 등)이 조성되어 시민들 이용이 많음

- 2021년부터 운수천 계곡수를 삼락천 유지용수(1,500ton/day)로 사용 예정

○ 2020년 조사결과

- (토양) 갱입구와 주변표토에서 토양오염우려기준(Pb, Zn, As, Cd) 초과
 ⇒ 농도가 가장 높은 항목은 Pb(991.1~3528.5 mg/kg)으로 우려기준(400 mg/kg)대비 2.5~8.8배
- (갱내수와 운수천) 하천환경기준 I b(좋음)~ I a(매우좋음)으로 수질 양호, 중금속(Zn,Cu,Pb) 미량검출

○ 주요 오염물질의 연도별 변화

- 토양오염항목(Pb, Zn, As, Cd)의 연도별 변화는 유사한 패턴으로 나타났고, Pb와 Zn은 매년 토양오염우려기준(II지역)을 초과하였음
- 수질은 양호하였고, 미량 검출된 Zn, Cu, Pb의 연도별 변화는 적었음

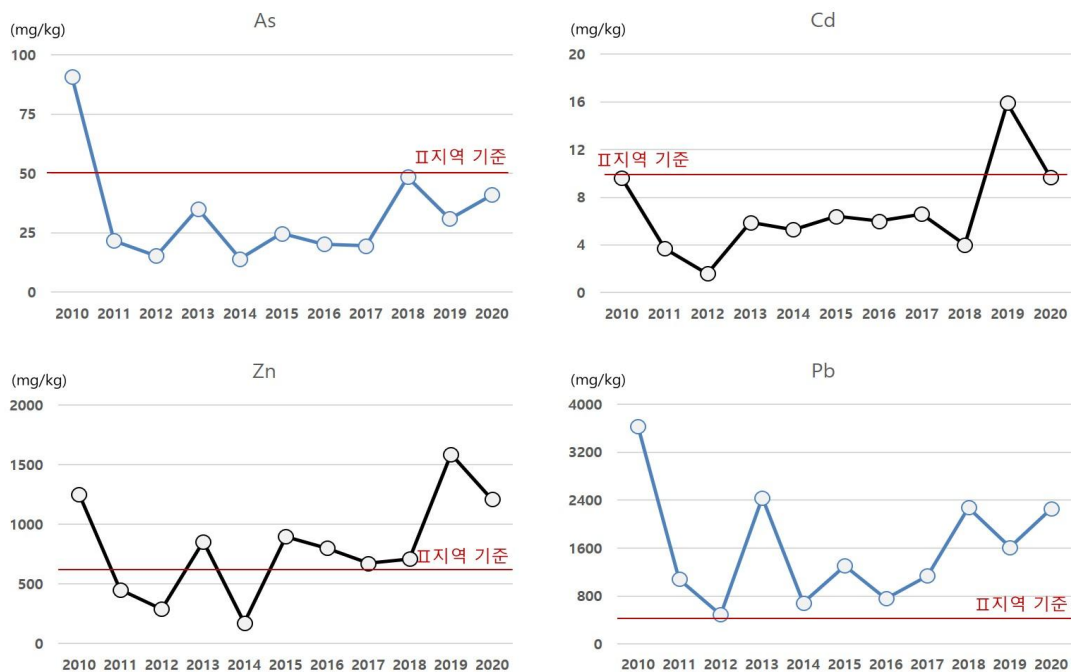


그림 4. 경창광산 주변 토양의 Pb, Zn, As, Cd 연도별 농도 변화

□ 임기납석광산

○ 일반현황 및 주변환경

- 기장군 철마면 소재, 1980년부터 납석을 채광하여 1992년 최종소멸 등록되었고, 광산활동으로 인해 산림이 훼손된 절개면이 드러나 있음
- 절개면과 주변 토양은 부분적으로 붉은색을 띠고 있으며 우수에 의한 유실흔적이 많음. 또한, 광산 절개면 아래 계곡 바닥도 붉게 착색되어 있고 계곡수는 수영강 상류로 유입됨
- 계곡수가 수영강으로 유출되는 지점의 하천바닥 일부는 붉은색 또는 흰색으로 착색되어 있음



그림 5. 임기납석광산

○ 2020년 조사결과

- (토양) 절개면의 광미와 주변표토에서 As가 토양오염우려기준(Ⅱ지역) 초과
 - ⇒ As(112.28~163.88 mg/kg)는 우려기준(50 mg/kg)의 2.2~3.3배 수준
 - ⇒ 표토 토양은 pH 2.9~3.7로 산성상태
- (계곡 유출수) pH 4.4인 산성 유출수가 수영강으로 유입되어 합류지점에 영향을 미침
 - ⇒ 합류전 상류 pH 7.7 → 합류후 하류 pH 6.4, 중금속(Zn, Cu, Ni) 미량 검출
- (수영강 합류지점) 하천환경기준 Ⅱ(약간좋음), Zn 미량검출

○ 주요 오염물질의 연도별 변화

- 토양에서 As는 매년 토양오염우려기준(Ⅱ지역) 초과
- 계곡 유출수는 지속적으로 산성 상태(pH 3.7~4.6)였고, 미량 검출된 중금속(Zn, Cu 등)의 연도별 변화는 적었음

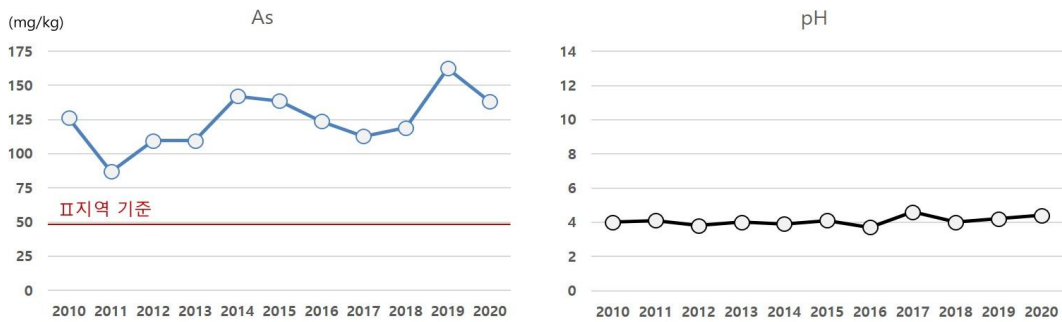


그림 6. 임기납석광산 주변 토양의 As농도와 계곡 유출수 pH 연도별 변화

□ 일광광산

○ 일반현황 및 주변환경

- 기장군 철 1930년대 전국 5대 구리광중 하나로 일본의 자원약탈 목적으로 개발되어 금, 은, 동, 중석 등을 채광하였으며 1994년 최종소멸등록
- 광산 아래쪽으로 광산마을과 농경지가 위치함
- 현재 폐쇄된 갭입구에서 유출되는 갭내수는 수질정화시설(한국광해관리공단, 2016년)을 통과해 화학적, 물리적 처리 후 유출되고 있음



그림 7. 일광광산

○ 2020년 조사결과

- (토양) 갱구 주변 표토에서는 As가 토양오염우려기준(II지역)을, 주변농지 1개소에서는 Cu가 토양오염우려기준(I지역)을 초과

⇒ 갱구 주변표토 As 109.95 mg/kg, 주변농지(원리 228) 표토 Cu 159.9 mg/kg

- (유출수) 수질 양호 ⇒ 하천환경기준 II(약간 좋음), Zn, Cu, Pb 미량검출

○ 주요 오염물질의 연도별 변화

- 갱구 주변 토양 중금속(As, Cu 등)과 유출수의 중금속(Cd, As, Cu, Zn 등) 농도는 수질정화시설이 설치된 2016년 이후 급격한 감소 추세를 보이고 있음

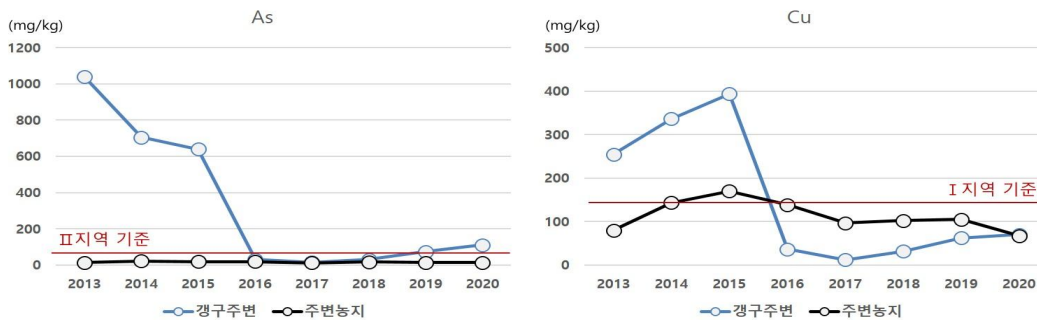
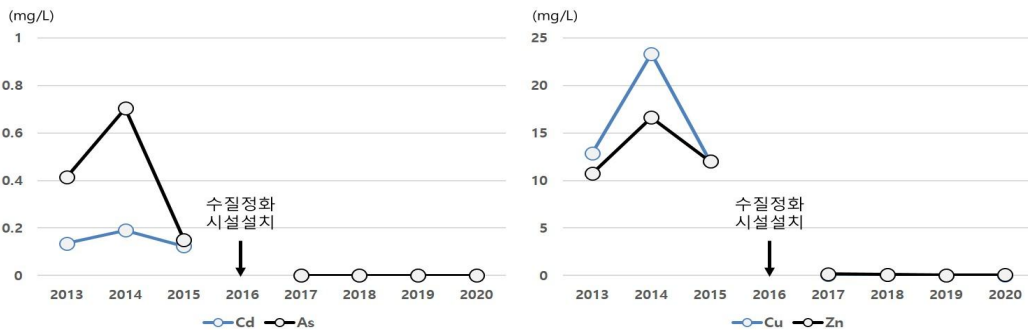


그림 8. 일광광산 주변 토양의 As, Cu 연도별 농도 변화



< 일광광산 토양 평균 As 농도변화 >

< 일광광산 토양 평균 Cu 농도변화 >

그림 9. 일광광산 유출수의 Cd, As, Cu, Zn 연도별 농도 변화

5. 종합평가 및 결론

- 폐광산 주변 토양의 주요 오염 중금속은 Pb, Zn, As, Cd, Cu로 조사되었음. 반면에 갯내수, 유출수, 하천수 등 주변 수계에서는 Zn, Cu 등 일부 항목만 미량 검출되어 폐광산으로 인한 수계오염 영향은 적은 것으로 조사됨
- 폐광산별로 토양오염우려기준 초과 항목과 오염 특성이 달랐음
 - 경창광산 주변 토양에서는 Pb, Zn, As, Cd이 우려기준을 초과하였고 항목별로는 Pb의 오염도가 가장 높았음
 - 임기납석광산 주변 토양은 pH 2.9~3.7의 산성 상태이고 As가 지속적으로 우려기준을 초과하였음
 - 일광광산 갯구 주변 토양과 유출수의 중금속(Cd, As, Cu, Zn 등) 농도는 수질정화시설이 설치된 2016년 이후 급격한 감소 추세를 보이고 있음
- 경창광산과 임기납석광산은 매년 토양오염우려기준을 초과하고 있으므로 지속적인 관리가 요구됨

6. 활용방안 및 기대효과

- 폐광산으로 인한 주변 환경오염과 지역주민에게 미치는 피해요인 파악
- 피해방지 및 자연환경 복원 등 적절한 조치 요구 및 제안