

## 폐광산 주변 환경오염도 조사

- 부산지역 폐광산과 주변지역에 대한 현장 확인을 통한 현황 파악
- 폐광산 주변에 대한 지속적인 환경오염 조사강화를 통해 오염지역에 대한 적절한 조치 강구

### 1. 조사개요

- 조사근거
  - 토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정 등), 제15조(토양오염방지 조치명령 등)
  - 같은 법 시행규칙 제3조(토양오염실태조사)
  - '22년도 상반기 폐광산 주변 토양오염 실태조사 계획 [시 맑은물정책과-4048(2022.4.18.)] 및 '22년도 하반기 폐광산 주변 환경오염도 조사계획 [시 맑은물정책과-2470(2022.10.13.)]
- 조사기간 : 2022년 4월 ~ 12월 (상, 하반기 2회 조사)
- 조사대상 및 현장확인 : 전년도 전수조사 결과 오염기준을 초과한 7개 폐광산
- 시료채취 : 토양 26개 지점(표토, 폐석 등), 수질 12개 지점(갱내수, 계곡수 등)

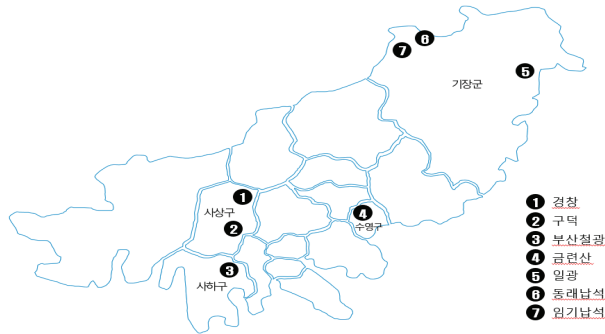


그림 1. 조사 대상

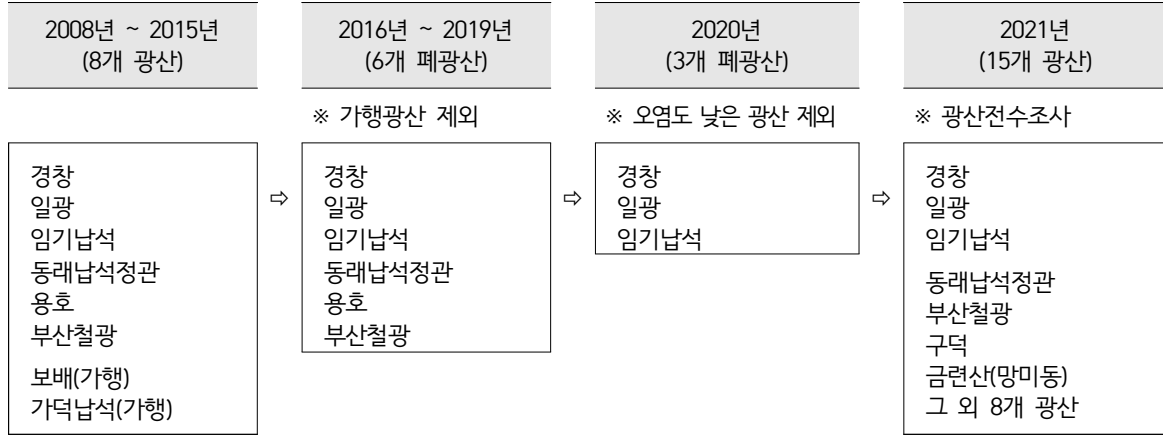
### 2. 조사방법

- 분석 및 평가방법 (시, 구·군, 보건환경연구원 합동조사)

분야	토양	수질
시료채취 및 분석방법	토양오염공정시험기준	수질오염공정시험기준
분석항목	9개 항목 (pH, 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 6가크롬, 아연, 니켈)	11개 항목 (pH, COD, 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 크롬, 아연, 니켈, 시안)
기준	- 토양환경보전법 시행규칙 제1조의5 (토양오염우려기준)	- 광산안전업무 처리지침 제36조 (갱수 및 폐수의 배출기준) - 환경정책기본법 제2조(환경기준_하천) - 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 제2조 (먹는물 수질기준) - 지하수법 시행규칙 제41조 (지하수의 수질기준_생활용수)

### 3. 이전 조사내용

○ 2008년 휴·폐 및 가행광산 실태조사 후 매년 환경오염도 조사



○ 2021년 폐광산 주변 환경오염도 조사 결과

- (조사대상) 부산지역 15개 광산 전수조사(폐광산 13, 가행광산 2)
- (조사지점 및 시료채취) 토양 35개 지점, 수질 18개 지점
- (토양오염우려기준 초과) 7개 폐광산, 표토 및 폐석 16개 지점
  - ⇒ 경창(As,Pb,Zn), 구덕(Cu,Pb,Zn), 부산철광(Cd,Cu,As,Pb), 일광(Cu,As), 동래납석정관(As), 임기납석(As), 금련산(망미동)(Cd,Cu,Pb,Zn)
- (하천환경기준 초과) 2개 폐광산, 계곡수 3개 지점
  - ⇒ 동래납석정관(pH,Pb), 임기납석광산(pH) 주변 산성 계곡수 유출

### 4. 2022년 조사결과

#### □ 광산 현황

○ 광산흔적이 있는 부산지역 15개 광산 중 오염도가 높은 7개 폐광산

개발형태			광종		오염원	
노천	갱*	노천+갱*	금속	비금속	갱내수	폐석 등
1	5	1	5	2	3	4

\* 갱(6개 광산) : 개방 3개(법당으로 사용 중), 폐쇄 및 입구막음 3개

#### □ 토양 조사결과

- (조사지점) 7개 폐광산, 26개 지점
  - 갱구 주변 및 숲길 등 임야(11개), 밭 등 농지(9개), 폐석 및 광물찌꺼기(6개)
- (토양오염기준 초과 폐광산) 7개 폐광산, 20개 지점
  - 토양오염우려기준 초과 6개 지점, 토양오염대책기준 초과 14개 지점
- (오염지점) 갱구 주변 임야 및 농지, 노천광산 절개면과 바닥, 폐석
  - (임야 등) 갱구 주변 임야, 등산로, 숲길, 나대지 등 8개 지점
    - ⇒ 경창(2지점), 구덕(1지점), 부산철광(2지점), 금련산(3지점)
  - (농지) 폐광산 주변 마을 농지, 갱구와 인접한 텃밭 등 6개 지점
    - ⇒ 경창광산 갱구 인접 텃밭(4지점), 일광광산 주변 마을 농지(2지점)

- ⇒ 임기납석광산 아래 농장 텃밭(2지점)은 토양오염우려기준 이내
- (폐석 등) 노천광산 절개면과 바다, 갯구 주변 폐석 6개 지점
- ⇒ 경창(1지점), 구덕(1지점), 부산철광(1지점), 동래납석정관(1지점), 임기납석(2지점)
- (오염 물질) 카드뮴, 구리, 비소, 납, 아연
  - 금속 광산이 비금속 광산보다 토양 중금속 농도가 높고, 폐광산 지점마다 오염기준을 초과하는 중금속과 그 오염도는 서로 다름
  - 동일한 지점에서는 오염기준을 초과하는 중금속이 전년도와 유사하고 반복됨
  - 금속 광산 갯 주변, 비금속 노천광산 절개면과 바다에 방치되어 있는 폐석(광물 찌꺼기)의 중금속 농도가 가장 높아 주변지역 토양오염의 주요 원인이 되고 있음

표 1. 2022년 폐광산별 오염기준을 초과한 중금속의 최대 농도와 지점(연평균, mg/kg)

구분	금 속					비금속	
	경창	구덕	부산철광	금련산(망미동)	일광	동래납석정관	임기납석
카드뮴(Cd)	6.2 (텃밭)		12.5 (폐석)	12.1 (갯(소) 앞)			
구리(Cu)		5,781.6 (폐석)	872.8 (폐석)	2,781.3 (갯(소) 앞)	272.8 (농지)		
비소(As)	167.85 (폐석)		743.57 (폐석)			55.58 (폐석)	190.45 (폐석)
납(Pb)	5,292.9 (폐석)	953.4 (폐석)	466.1 (폐석)	1,579.3 (갯(소) 앞)			
아연(Zn)	1,375.6 (텃밭)	963.7 (폐석)		2,250.7 (갯(소) 앞)			

□ 수질 조사결과

- (조사지점) 7개 폐광산, 12개 지점
  - 갯내수(3개), 계곡 및 하천수(7개), 지하수 및 약수터(2개)
- (수질기준 초과) 2개 폐광산, 계곡수 3개 지점 하천환경기준 초과
- (오염지점 및 오염물질) 노천광산 폐석 주변 계곡수 ⇒ pH, Pb
  - (동래납석정관) 절개면과 폐석 더미 위를 흐르는 지표수 1개 지점
    - ⇒ Pb 0.06mg/L, pH 3.9인 산성으로 소량 흐르고 있으나 직접 유입수계 확인불가
  - (임기납석) 절개면 아래쪽 계곡과 수영강 합류 직전 계곡수 2개 지점
    - ⇒ pH 4.6~5.0인 산성으로 수영강으로 유입. 수영강 합류 이후 pH 6.9로 회복
- 그 외에 하천수와 지하수, 약수터, 갯내수는 일부 중금속이 미량 검출되었으나 수질기준 미만으로 수질이 양호하였고, 전년도와 비교해 수질 변화가 적음
  - 갯내수(3개), 계곡 및 하천수(7개), 지하수 및 약수터(2개)

표 2. 2022년 폐광산 토양조사 결과(평균농도)

지 점		조사항목								
		pH	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	As (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cr <sup>6+</sup> (mg/kg)
토양오염우려기준(I/II)*		-	4/10	150/500	25/50	200/400	300/600	100/200	4/10	5/15
토양오염대책기준(I/II)*		-	12/30	450/1,500	75/150	600/1,200	900/1,800	300/600	12/30	15/45
경창	갱 입구 <sup>1</sup>	5.8	9.7	190.2	47.85	2936.2	1322.9	4.5	0.19	불검출
	주변 산책로	4.5	2.9	92.0	82.19	2583.0	593.3	3.7	3.70	불검출
	갱 주변(폐석)	7.3	3.0	118.6	167.85	5292.9	701.1	1.2	1.20	불검출
	갱 주변 텃밭 <sup>a</sup>	4.2	3.6	136.5	96.22	3254.1	555.6	3.1	0.13	불검출
	갱 주변 텃밭 <sup>b</sup>	6.1	3.3	106.2	52.18	3809.9	484.7	6.7	0.18	불검출
	갱 주변 텃밭 <sup>c</sup>	5.8	1.8	58.6	16.31	1139.8	141.2	6.4	0.16	불검출
	갱 주변 텃밭 <sup>d</sup>	4.2	6.2	117.0	33.47	4486.1	1375.6	7.4	0.11	불검출
구덕	갱 주변(폐석) <sup>1</sup>	5.3	4.8	5781.6	28.06	953.4	963.7	29.1	0.12	불검출
	갱 주변 숲길 <sup>1</sup>	5.2	3.6	2173.6	21.67	637.1	468.9	20.9	0.14	불검출
부산 철광	갱 입구 <sup>1</sup>	5.6	4.2	642.9	437.05	404.2	130.3	16.1	0.10	불검출
	갱 주변(폐석) <sup>1</sup>	4.9	12.5	872.8	743.57	466.1	115.1	10.3	0.06	불검출
	등산로	5.1	6.3	708.8	350.60	181.6	125.4	15.9	0.07	불검출
금련산 (망미동)	갱(대) 상단 <sup>1</sup>	6.7	7.0	1428.1	7.26	857.6	1627.3	17.6	0.14	불검출
	갱(대) 앞 <sup>1</sup>	6.0	3.6	556.5	7.31	218.2	659.5	15.0	0.10	불검출
	갱(소) 앞 <sup>1</sup>	6.6	12.1	2781.3	7.65	1579.3	2250.7	14.8	0.16	불검출
	법당 앞 <sup>1</sup>	5.7	2.7	298.1	7.32	150.4	305.8	17.3	0.13	불검출
일광	갱 주변(산102) <sup>1</sup>	5.2	1.7	49.7	49.27	60.8	79.7	9.3	0.04	불검출
	농지(291-1) <sup>1</sup>	5.5	2.0	150.3	11.67	33.6	131.2	15.6	0.13	불검출
	농지(323-3) <sup>1</sup>	8.5	1.5	59.5	10.20	65.3	265.3	16.4	0.19	불검출
	농지(228) <sup>1</sup>	6.5	2.6	272.8	14.29	43.6	246.6	20.3	0.13	불검출
동래납석 정관	노천(폐석) <sup>1</sup>	3.7	1.2	10.8	55.58	227.7	24.6	1.2	0.07	불검출
	갱 주변 숲길 <sup>1</sup>	3.5	1.8	17.9	31.41	86.6	35.2	4.1	0.09	불검출
임기 납석	노천(폐석) <sup>1</sup>	3.1	3.6	14.3	144.24	35.3	44.8	3.8	0.04	불검출
	절개면(폐석) <sup>1</sup>	3.4	3.3	15.1	190.45	48.6	48.2	3.4	0.03	불검출
	농장 텃밭 (임기리 253)	6.1	1.6	51.5	10.45	35.3	202.2	11.8	0.01	불검출
	농장 텃밭 (임기리 254)	7.0	3.0	74.0	5.88	43.3	309.1	10.5	0.05	불검출

1. 상반기와 하반기에 2회 조사한 지점으로 평균 농도값

\*. 경창광산 앞 텃밭, 일광광산 주변 농지, 임기납석광산 주변 텃밭은 I 지역(전.담 등) , 그 외에는 II 지역(임야 등) 기준 적용

\*\* (푸른색)토양오염우려기준 초과, (붉은색)토양오염대책기준 초과

표 3. 2022년 폐광산 지점별 수질조사 결과(연평균)

지 점		조사항목										
		pH	CN (mg/L)	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Ni (mg/L)	Hg (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)
갱수 및 폐수(일반갱)의 처리기준 <sup>1</sup>		5.0~9.0	1	0.1	3	0.5	1	5	-	-	2	10
하천환경기준 <sup>2</sup>		6.5~8.5	불검출	0.005	-	0.05	0.05	-	-	불검출	Cr <sup>6+</sup> 0.05	-
먹는물수질기준 <sup>3</sup>		5.8~8.5	0.01	0.005	1	0.01	0.01	3	-	0.001	0.05	0.3
지하수(생활용수) 수질기준 <sup>4</sup>		5.8~8.5	0.01	0.01	-	0.05	0.1	-	-	0.001	0.05	-
경창	갱내수 <sup>1</sup>	6.4	불검출	0.003	0.012	불검출	불검출	0.609	불검출	불검출	불검출	0.124
	운수천 <sup>2</sup> (갱내수 합류후)	6.8	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	불검출	0.113
구덕	계곡수 <sup>2</sup>	7.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.013	불검출	불검출	불검출	0.081
부산철광	약수터(세리굴) <sup>3</sup>	6.1	불검출	불검출	0.008	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	불검출	0.028
	계곡수(사방댐) <sup>2</sup>	6.6	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.008	불검출	불검출	불검출	0.064
금련산 (망미동)	갱내수(저수조) <sup>1</sup>	6.9	불검출	불검출	0.019	불검출	불검출	0.011	불검출	불검출	불검출	0.053
일광	갱내수(처리수) <sup>1</sup>	7.0	불검출	0.006	0.057	불검출	불검출	0.152	불검출	불검출	불검출	0.634
동래납석 정관	계곡수 <sup>2</sup>	3.9	불검출	0.003	0.013	불검출	0.06	0.400	불검출	불검출	불검출	0.713
	지하수 <sup>4</sup>	6.7	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.011	불검출	불검출	불검출	0.069
임기 납석	계곡수(광산옆) <sup>2</sup>	4.6	불검출	불검출	0.022	불검출	불검출	0.172	0.033	불검출	불검출	0.435
	계곡수 <sup>2</sup> (수영강 합류지점)	5.0	불검출	불검출	0.011	불검출	불검출	0.118	0.022	불검출	불검출	0.167
	수영강(계곡수 합류후 600 m)	6.9	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.024	불검출	불검출	불검출	0.162

1~4. 수질시료 종류에 따라 각각 갱내수, 하천수(계곡수), 먹는물, 지하수(생활용수) 기준 적용  
 \* (푸른색) 수질기준 초과

### 5. 종합평가 및 결론

- 오염도가 높은 부산지역 7개 폐광산에 대하여 연 2회 조사한 결과 토양은 7개 폐광산의 20개 지점에서 Cd, Cu, As, Pb, Zn이 토양오염우려기준을 초과하였고, 수질은 노천광산인 동래납석정관과 임기납석광산 주변 계곡수 3개 지점에서 pH가 낮은 산성으로 유출되어 하천환경기준을 초과하는 것으로 조사되었음
  - 토양은 주로 갱구 주변 등산로, 숲길, 농지 및 텃밭, 노천광산 바닥과 절개면, 폐석 등에서 토양오염우려기준을 초과하였음. 특히, 광산 활동의 잔재물인 폐석(광물찌꺼기)이 금속 광산 갱 주변과 비금속 노천광산 절개면 및 바닥에 방치되어 있고 주변 토양보다 중금속 농도가 더 높은 것으로 조사되어 토양오염의 주요 원인이 되고 있음
  - 비금속 노천광산인 동래납석정관과 임기납석광산은 절개면과 바닥에 폐석이 드러나 있고 산성 계곡수가 지속적으로 유출되고 있으므로 장기적으로는 주변 지역에 대한 광해 우려가 존재함
- 부산지역 폐광산은 주거지역과 가깝고 갱 내부를 법당으로 사용하거나 산책로 또는 등산로와 인접해 있는 등 시민들의 생활권과 가까워 직접적인 오염피해가 우려되는 만큼 적극적인 안전조치와 광해방지대책이 필요한 것으로 판단됨

- 오염도가 높은 7개 폐광산 지역에 대한 지속적인 환경 모니터링이 필요함

#### 6. 활용방안 및 기대효과

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