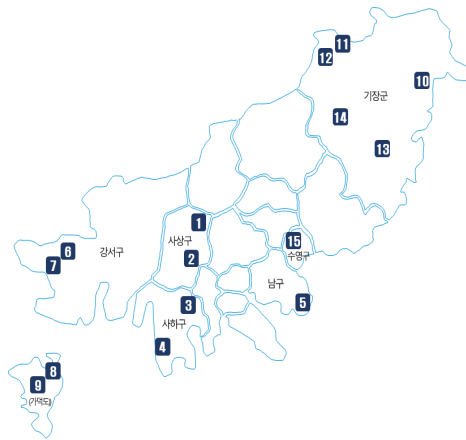


휴·폐광산 환경오염도 조사

- 부산지역 광산에 대한 전수 조사와 현장 확인을 통한 현황 파악
- 폐광산 주변에 대한 지속적인 환경오염 조사강화를 통해 오염지역에 대한 적절한 조치 강구

1. 조사개요

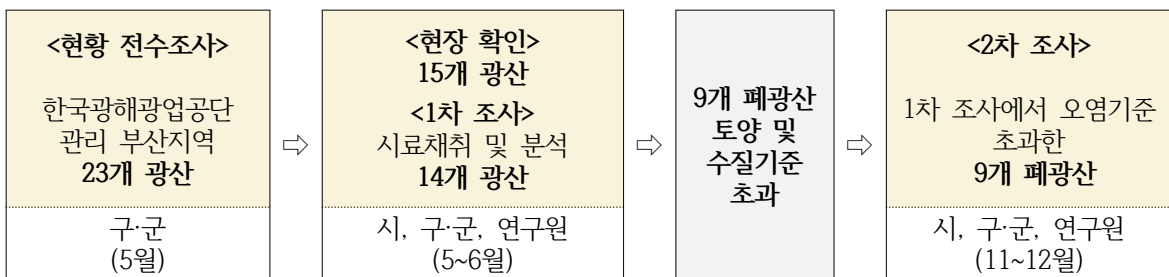
- 조사근거
 - 토양환경보전법 제5조(토양오염도 측정 등), 제15조(토양오염방지 조치명령 등)
 - 같은 법 시행규칙 제3조(토양오염실태조사)
 - 광산 주변 토양오염 실태조사 계획 [시 맑은물정책과-5040(2021.4.28.)] 및 '21년 하반기 폐광산 주변 환경오염도 조사계획 [시 맑은물정책과-4632(2021.11.10.)]
- 조사기간 : 2021년 4월 ~ 12월 (2회 조사)
- 조사대상 및 현장확인 : 부산지역 15개 광산
- 시료채취 : 14개 광산 (※15개 광산 중 '다대광산'은 시료채취 불가)



1	경창	사상구
2	구덕	
3	부산철광	사하구
4	다대	
5	용호	남구
6	가덕납석	강서구
7	보배(가행)	
8	가덕납석(가행)	
9	천가	기장군
10	일광	
11	동래납석정관	
12	임기납석	
13	기장	
14	철마	수영구
15	금련산(망미동)	

그림 1. 조사 대상

2. 조사방법

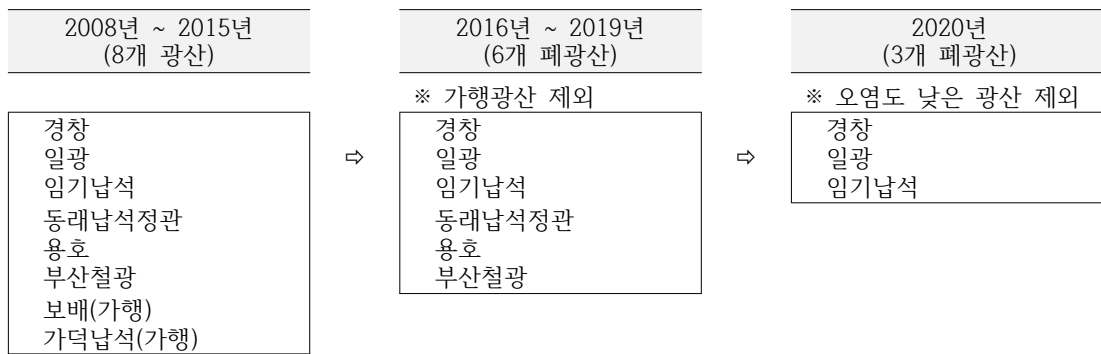


○ 분석 및 평가방법

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) - 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 제11조 (지하수의 수질기준_생활용수)

3. 그간 조사내용

○ 2008년 휴·폐 및 가행광산 실태조사 후 매년 환경오염도 조사



○ 2020년 폐광산 주변 환경오염도 조사 결과

- (조사지점) 3개 폐광산 ⇨ 토양 11개 지점, 수질 7개 지점
- (토양) 3개 폐광산 6개 지점에서 토양오염우려기준 초과 ⇨ 경창(Pb,Zn,As,Cd), 임기납석(As), 일광(Cu,As)
- (수질) 임기납석광산 주변 계곡수 pH4.4인 산성으로 하천환경기준 초과

4. 2021년 조사결과

□ 광산 현황

○ 부산지역 23개 광산 현황을 전수조사하였고, 광산흔적이 없거나 위치 파악이 불가능한 8개소를 제외한 15개 광산에 대하여 현장 확인

채광여부		개발형태			광종		오염원		
가행광산	폐광산	노천	갱*	노천+갱*	금속	비금속	갱내수	광미 및 폐석 등	특이사항 없음
2	13	3	10	2	10	5	5	7	3

* 갱(12개 광산) : 개발 7개(개발중 1, 법당 3, 방치(일부함몰 포함) 3), 폐쇄, 함몰 및 입구막음 5개

□ 토양 조사결과

○ (조사지점) 14개 광산의 오염우려지역 표토 35개 지점

- 갯구 주변 및 숲길 등 임야(24개), 폐석 및 광물찌꺼기(4개), 밭 등 농지(7개)
- 15개 광산 중 1개소(다대광산)는 시료 채취가 불가능
- (토양오염기준 초과 폐광산) 7개 폐광산 토양오염 확인
 - 경창, 구덕, 부산철광, 일광, 금련산(망미동), 동래납석정관, 임기납석
 - ↳금속 폐광산
 - ↳비금속 폐광산
 - ⇒ (경창, 부산철광, 일광, 동래납석정관, 임기납석) 2008년 조사 이후 지속적으로 토양오염우려기준 초과, 일광광산은 2016년 광해방지시설 운영 이후 토양오염도 감소하고 있으나 간헐적으로 토양오염기준 초과
 - ⇒ (구덕, 금련산(망미동)) '21년 전수조사를 통해 처음으로 오염현황 파악
 - 가행광산 2개소(보배, 가덕납석(동선동))는 토양오염 우려기준 이내
- (주요 오염지점) 폐광산 갯구 주변 임야, 노천광산 절개지, 폐석 및 광물 찌꺼기 등 16개 지점에서 토양오염 우려기준을 초과하는 중금속 검출
 - (임야 등) 대부분 갯구 주변 임야, 등산로, 숲길, 나대지 등
 - ⇒ 경창(2지점), 구덕(1지점), 부산철광(2지점), 일광(1지점), 금련산(3지점)
 - (폐석 및 광물찌꺼기 등) 주로 노천광산 절개지 및 갯구 주변 방치
 - ⇒ 동래납석정관 절개지(1지점), 임기납석 절개지 및 바닥(2지점), 부산철광 갯구 주변(1지점)
 - (농지) 폐광산 주변 마을 농지, 갯구와 인접한 텃밭 등
 - ⇒ 경창광산 갯구 인접 텃밭(1지점), 일광광산 주변 농지(2지점)
 - ⇒ 임기납석광산 아래 나대지 및 밭 표토에서는 토양오염우려기준 이내
- (주요 토양오염 물질) 카드뮴, 구리, 비소, 납, 아연
 - 폐광산별로 검출되는 중금속은 서로 다르고, 동일한 지점에서 토양오염 우려기준 초과 물질은 매년 유사하고 반복됨
 - 비금속 광산에 비해 금속 광산에서 중금속 오염도가 높음

표 1. 2021년 폐광산별 토양오염기준 초과 중금속 및 최대 농도(mg/kg)

구분	금속					비금속	
	경창	구덕	부산철광	일광	금련산(망미동)	동래납석정관	임기납석
Cd			17.7 (폐석)		12.3 (갱(大) 상단)		
Cu		3,715.5 (갱입구)	865.4 (폐석)	263.3 (농지)	2,364.3 (갱(小) 앞)		
As			681.81 (폐석)	64.45 (갱 주변)		60.28 (절개지 폐석)	186.67 (절개지 폐석)
Pb	2,077.7 (산책로)	780.1 (갱입구)	522.5 (갱입구)		1,299.5 (갱(小) 앞)		
Zn	1,007.8 (갱입구)	755.9 (갱입구)			2,699.0 (갱(大) 상단)		

□ 수질 조사결과

- (조사지점) 주변 수계가 있는 10개 광산의 수질 18개 지점
 - 갯내수(5개), 계곡 및 하천수(10개), 지하수 및 약수터(3개)
 - 15개 광산 중 5개 광산은 갯내수, 하천 등의 주변 수계 없음
- (갯내수) 갯내수 처리기준 미만이며, 일부 중금속 미량 검출
 - (경창, 기장, 금련산, 보배) 내부에 고여있으며, 외부로 소량 유출
 - (일광) 수질정화시설을 통해 기준 이내로 처리 후 방류

- (계곡 및 하천수) 2개 폐광산(3개 지점)에서 하천환경기준 초과
 - 동래납석정관 및 임기납석광산 절개지 주변 계곡수가 하천환경기준 초과
 - ↳ 비금속 폐광산
 - ⇒ (동래납석정관) 절개지 위를 흐르는 계곡수가 pH 3.4, Pb 0.06 mg/L으로 하천환경기준을 초과하였으나, 유량이 적고 직접 유입되는 수계는 확인되지 않음
 - ⇒ (임기납석) pH 4.2(노천광산 절개지 옆), pH 4.4(수영강 합류지점)인 산성 계곡수가 수영강 상류로 유입되고 있으나, 합류 600m 이후 pH 7.2~7.8로 희석 및 중화되어 수질 회복
 - 노천광산 절개지 주변 계곡 바닥은 산성 계곡수로 인한 중금속 용출 및 침전으로 붉게 착색되어 있는 것으로 확인
 - 그 외 광산 주변 하천수 및 계곡수는 하천환경기준 이내로 수질 양호
- (지하수, 약수터) 지하수(생활용수) 및 먹는물 수질기준 미만

5. 종합평가 및 결론

- 한국광해광업공단에서 관리하는 부산지역 광산 23개소를 대상으로 전수 조사를 실시하였음. 현재 부산지역에 존치하는 15개 광산(개발중인 광산 2개, 폐광산 13개)을 현장 확인하였고, 비금속 광산 5개소는 노천 형태로, 금속 광산 10개소는 갭 형태로 개발되었음.
- 조사 결과 7개 폐광산(경창, 구덕, 부산철광, 일광, 금련산(망미동), 동래납석정관, 임기납석) 주변 토양에서 중금속(Pb, Zn, As, Cd, Cu)이 토양오염기준을 초과하였고, 그 중 2개 폐광산(동래납석정관, 임기납석) 주변 계곡수는 수소이온농도(pH)가 낮아 하천환경기준을 초과하는 것으로 조사되었음.
 - 비금속 노천개발 광산이었던 동래납석정관과 임기납석광산은 절개지가 드러나 있고 바닥에는 폐석이 쌓여 있어 유실 우려가 크고 산성 계곡수가 지속적으로 유출되고 있으므로 광해방지 조치가 요구됨
 - 금속 폐광산인 경창, 부산철광, 금련산 광산은 갭 주변으로 폐석이나 광물찌꺼기로 인한 중금속 오염이 크고, 법당으로 사용 중이거나 산책로에 인접하여 시민들의 접근이 쉬우므로 오염 토양에 대한 적절한 조치가 요구됨
- 일부 폐광산의 갭은 개방되어 방치(동래납석, 기장, 다대)되어 있거나 내부를 동굴 법당으로 사용(경창, 구덕, 금련산)하고 있는 실정으므로 갭 폐쇄 또는 출입 통제, 폐광산 안내문 및 안전시설 설치 등 조치가 요구됨
- 오염이 확인된 7개 폐광산 지역에 대하여 주기적인 환경조사 강화 필요

6. 활용방안 및 기대효과

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

표 2. 부산지역 광산현황 및 조사대상

연번	소재지	광산명	가행여부	유형(광종)	비고	
1	사상구	모라동 산31	경창	폐광	금속 (몰리브덴)	갱 (개방, 법당으로 사용, 갱내수有)
2		학장동 산92-2	구덕	폐광	금속 (구리)	갱 (개방, 법당으로 사용, 갱내수無) ※ 현장조사 당일 출입문 폐쇄로 접근 불가
3	사하구	괴정동 산1-1	부산철광	폐광	금속 (철)	갱 (철문으로 입구막음, 갱내수無)
4		다대동 산113-21	다대	폐광	금속 (철)	갱 (개방, 일부 함몰중) ※ 주변 개발로 접근 및 출입 불가능
5	남구	용호동 29	용호	폐광	금속 (금,은,동)	갱 (5호갱-수직갱 덮개 및 안전펜스) (2호갱-자연함몰)
6	강서구	지사동 산2-1	가덕납석	폐광	비금속 (납석,고령토)	노천 광산
7		지사동 113-4	보배	가행광	비금속 (납석)	갱 (개방, 작업중, 갱내수有), 노천 광산 ※ 가행 광산으로 일반인 출입불가능
8		동선동 산74-2	가덕납석	가행광	비금속 (납석)	노천 광산
9		천성동 산6-1	천가	폐광	금속 (금,은)	갱 (자연함몰)
10	기장군	일광면 원리 산99-1	일광	폐광	금속 (금,은,동)	갱 (폐쇄, 갱내수 광해방지시설처리후 방류)
11		정관읍 두명리 산41	동래납석정관	폐광	비금속 (납석)	갱 (개방, 일부 함몰, 갱내수有), 노천 광산
12		철마면 임기리 산31	임기납석	폐광	비금속 (납석)	노천 광산
13		기장읍 서부리 산8	기장광산	폐광	금속 (금,동)	갱 (개방, 갱내수有)
14		철마면 와여리 186-2	철마광산	폐광	금속 (금,동)	갱 (자연함몰)
15	수영구	망미동 산114	망미동 (금련산)	폐광	금속 (구리)	갱 (개방, 법당으로 사용, 갱내수有)
16	강서구	생곡동 산81-3	녹산제1	폐광	비금속 (납석)	※ 광산 흔적이 없거나 위치 파악이 불가능하여 현장확인 불가능
17	금정구	회동동 산47	반송납석	폐광	비금속 (납석)	
18	기장군	철마면 임기리 산154	(가)임기	폐광	비금속 (고령토)	
19		철마면 구칠리 산75-140	구칠	폐광	비금속 (납석)	
20		정관읍 임곡리 산31	동래	폐광	비금속 (납석)	
21	북구	구포동 741-3	동보	폐광	비금속 (석광)	
22	해운대구	반송동 산93-5	반송	폐광	비금속 (납석)	
23	수영구	광안동 산56-1	광안동	폐광	금속	

표 3. 2021년 토양조사 결과

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 ⁶⁺ (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 ¹	6.4	7.7	128.2	35.38	1871.1	1007.8	4.4	0.21	불검출
	갱 주변 텃밭 ^a	6.4	3.2	71.0	21.35	1057.8	506.5	5.7	0.02	불검출
	주변 산책로 ¹	4.7	3.0	95.3	67.56	2077.7	575.9	5.5	0.09	불검출
구덕	갱 주변 ¹	5.7	5.3	3715.5	24.55	780.1	755.9	25.6	0.05	불검출
	숲길 ¹	5.7	2.0	110.5	12.78	40.9	144.1	12.0	0.04	불검출
부산 철광	갱 입구 ¹	5.3	3.3	802.7	18.18	522.5	137.6	15.4	0.08	불검출
	폐석(갱 주변) ¹	4.9	17.7	865.4	681.81	432.9	126.1	10.0	0.02	불검출
	등산로(상)	5.8	8.4	495.9	315.08	152.9	133.2	13.0	0.04	불검출
	등산로(하)	5.3	3.3	49.1	46.67	31.3	112.2	22.6	0.01	불검출
일광	갱주변(산102) ¹	5.5	2.2	50.5	64.45	46.3	74.6	9.7	0.02	불검출
	농지 (291-1) ¹	6.2	2.2	171.9	12.34	31.2	112.5	11.4	0.05	불검출
	농지 (323-3) ¹	7.7	1.9	54.6	11.17	62.3	293.1	13.8	0.14	불검출
	농지 (228) ¹	6.6	3.2	263.3	14.91	41.0	252.3	19.9	0.06	불검출
동래남석 정관	폐석 ¹ (노천광산 주변)	4.0	1.9	15.4	60.28	325.1	36.2	1.5	0.01	불검출
	갱 주변 숲길 ¹	4.0	2.2	14.1	28.86	69.1	26.9	2.9	0.03	불검출
임기 남석	폐석 ¹ (노천광산 바닥)	3.4	4.7	18.1	135.19	32.3	42.1	3.0	0.01	불검출
	폐석(절개면) ¹	3.5	4.4	16.9	186.67	80.7	45.7	5.4	0.01	불검출
	나대지 ^a	6.4	2.4	14.7	9.96	29.9	91.8	7.4	불검출	불검출
	밭 1 ^a	8.2	2.8	37.4	1.93	27.9	138.4	9.5	불검출	불검출
	밭 2 ^a	7.1	2.0	23.7	3.53	31.5	168.2	6.2	불검출	불검출
	밭 3 ^a	6.6	1.9	20.8	4.57	37.5	156.8	7.4	불검출	불검출
금련산 (망미동)	갱(대) 상단 ¹	6.4	12.3	1998.4	7.56	1244.4	2699.0	15.9	0.11	불검출
	갱(대) 앞 ¹	5.8	5.1	751.6	7.63	402.3	880.5	16.0	0.04	불검출
	갱(소) 앞 ¹	6.4	12.0	2364.3	7.02	1299.5	1902.4	14.1	0.07	불검출
	법당 앞 ¹	6.3	3.2	278.7	7.31	132.4	345.9	17.4	0.05	불검출
	갱(하) 앞	5.6	3.3	112.7	6.20	122.3	286.8	12.9	0.08	불검출
기장	갱 입구 ¹	5.3	2.8	102.6	13.45	71.2	175.5	8.3	0.07	불검출
가덕남석 (자사동)	절개면 ¹	5.1	6.3	49.4	41.11	314.1	468.0	3.1	0.01	불검출
보배*	갱 입구	5.3	2.9	248.5	11.53	100.0	337.8	7.5	0.03	불검출
가덕남석* (동선동)	노천광산 주변	4.4	1.7	10.4	11.33	13.4	27.4	10.7	0.03	불검출
천가	폐광산 주변	6.0	2.7	24.4	11.90	60.4	150.7	11.9	0.03	불검출
철마	폐광산 주변	7.4	2.5	41.6	12.13	55.2	124.7	8.6	0.01	불검출
용호	2호갱 주변	6.2	1.8	246.1	6.90	31.0	157.4	11.6	0.03	불검출
	5호갱 주변	6.0	2.2	128.6	12.49	69.8	386.6	14.7	0.07	불검출
	해안 산책로	6.0	1.9	256.8	8.86	28.1	128.9	15.1	0.01	불검출

1. 상반기와 하반기에 2회 조사한 지점으로 평균 농도값

a. 경창광산 앞 텃밭, 일광광산 주변 농지, 임기남석광산 주변 밭은 I지역(전,답 등), 그 외에는 II지역(임야 등)기준 적용

* 가행 광산, 그 외에는 폐광산

표 4. 2021년 수질조사 결과

지 점		조사항목										
		pH	COD (mg/L)	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)
갱수 및 폐수(일반갱)의 처리기준 ¹		5.0~9.0	90	1	0.1	3	0.5	1	5	-	-	2
하천환경기준 ²		6.5~8.5	⁴ (Ib(중음))	불검출	0.005	-	0.05	0.05	-	-	불검출	Cr ⁶⁺ 0.05
먹는물수질기준 ³		5.8~8.5	-	0.01	0.005	1	0.01	0.01	3	-	0.001	0.05
지하수(생활용수) 수질기준 ⁴		6.5~8.5	-	0.01	0.01	-	0.05	0.1	-	-	0.001	Cr ⁶⁺ 0.05
경창	갱내수 ¹	6.7	0.6	불검출	0.002	0.012	불검출	불검출	0.459	불검출	불검출	불검출
	운수천 ² (갱내수 유입전)	7.0	0.6	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	불검출
	운수천 ² (갱내수 유입후)	6.9	0.8	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.040	불검출	불검출	불검출
구덕	계곡수 ²	7.0	1.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.018	불검출	불검출	불검출
부산 철광	약수터(세리골) ³	6.7	0.1	불검출	불검출	0.006	불검출	불검출	0.015	불검출	불검출	불검출
	계곡수(사방댐) ²	7.1	-	-	불검출	불검출	불검출	불검출	0.008	불검출	불검출	불검출
일광	갱내수(처리수) ¹	7.7	0.7	불검출	0.003	0.034	불검출	불검출	0.131	불검출	불검출	불검출
동래선성관	계곡수 ²	3.4	0.3	불검출	0.005	0.014	불검출	0.06	0.415	불검출	불검출	불검출
	지하수 ⁴	6.7	0.3	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.008	불검출	불검출	불검출
입기 납석	계곡수(광산옆) ²	4.2	0.1	불검출	불검출	0.022	불검출	불검출	0.190	0.038	불검출	불검출
	계곡수 ² (수영강 합류지점)	4.4	0.9	불검출	불검출	0.015	불검출	불검출	0.118	0.015	불검출	불검출
	수영강(계곡수 합류후 600 m) ^{2,a}	7.2	2.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.043	불검출	불검출	불검출
	수영강(계곡수 합류후 6.1 km) ^{2,a}	7.8	3.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.012	불검출	불검출	불검출
기장	갱내수 ¹	7.2	0.7	불검출	불검출	0.008	불검출	불검출	0.023	불검출	불검출	불검출
	계곡수 ²	6.0	0.2	불검출	0.008	0.363	불검출	0.02	0.513	불검출	불검출	불검출
보배	갱내수 ¹	7.5	1.6	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.011	불검출	불검출	불검출
금련산 (망미동)	갱내수(저수조) ¹	7.8	-	-	불검출	0.006	불검출	불검출	0.053	불검출	불검출	불검출

1~4. 수질시료 종류에 따라 각각 갱내수, 하천수(계곡수), 먹는물, 지하수(생활용수) 기준 적용