



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

폐광산 주변 환경피해 복원 우선순위
선정지원 시스템에 관한 연구



2010年

HANSUNG
UNIVERSITY

漢城大學校 大學院

情報시스템工學科

情報시스템工學專攻

金 貞 雅

碩士學位論文
指導教授 李箕遠

폐광산 주변 환경피해 복원 우선순위
선정지원 시스템에 관한 연구

A Study on the Priority Decision Supporting System for
Restoration of Environment Damage around Abandoned Mine

2009年 12月 日

漢城大學校 大學院

情報시스템工學科

情報시스템工學專攻

金 貞 雅

碩士學位論文
指導教授 李箕遠

폐광산 주변 환경피해 복원 우선순위
선정지원 시스템에 관한 연구

A Study on the Priority Decision Supporting System for
Restoration of Environment Damage around Abandoned Mine

위 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2009年 12月 日

漢城大學校 大學院

情報시스템工學科

情報시스템工學專攻

金 貞 雅

金貞雅의 工學 碩士學位論文을 認准함

2009年 12月 日

審査委員長 남 두 희 印

審査委員 김 남 윤 印

審査委員 이 기 원 印

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경	1
제 2 절 연구의 목적	2
제 3 절 연구의 내용 및 범위	2
제 2 장 선행사례의 비교·분석	5
제 1 절 광산 현황 및 복원사업 현황	5
1. 광산 현황	5
2. 광해 현황	7
3. 년도별 기본계획 대비 사업계획 현황	13
4. 광해방지 및 복구사업 내용	15
제 2 절 기존 연구 현황	19
1. 폐광산 복원사업 선정기준(미국)	19
2. 폐금속광산 토양오염정화 우선순위 평가기준	23
제 3 절 기존의 복원 우선순위 적용 현황	31
1. 오염수질개선 사업	31
2. 광미유실방지 사업	32
3. 오염토양개량·복원 사업	32
4. 지반침하방지 사업	33
5. 폐석유실방지 및 산림복구 사업	34
6. 폐시설 및 폐고가 철거 사업	35
제 4 절 광산별, 광해유형별 복원 우선순위 선정 방안 개발	36

제 3 장 적용평가 방법 46

제 1 절 복원 우선순위 선정기준의 가중치 결정방법론(AHP) 제시 46

제 2 절 우선순위 시뮬레이션을 위한 전산시스템 제안 49

1. 필요성 49

2. 시스템 구축 범위 49

3. 제안 시스템 아키텍처 및 프로그램 구성요소 50

4. 시스템 구성 51

5. 시스템 업무흐름도(Flow-Chart) 53

6. 사업비 설계 조건 54

제 4 장 결 론 57

【참고문헌】 60

【부 록】 61

부록-Ⅰ 광해종합지수 평가항목 계층구조(대분류, 중분류(=광해유형구분),
소분류(=조사항목)) 62

부록-Ⅱ 광해종합지수 평가항목간 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식
..... 68

ABSTRACT 87

【 표 목 차 】

[표 1] 광산현황표	5
[표 2] 2009년도 언론보도 자료 목록	10
[표 3] 중금속 원소별 인체에 미치는 영향	12
[표 4] 2007년 기본계획 대비 사업계획	13
[표 5] 2008년 기본계획 대비 사업계획	14
[표 6] 2009년 기본계획 대비 사업계획	14
[표 7] 광해문제	20
[표 8] 복원사업에 따른 이익	21
[표 9] 비용과 이익	22
[표 10] 광해복구사업 선정 평가지표	23
[표 11] 토양오염정화 우선순위 결정 평가기준(오염원인물질)	24
[표 12] 토양오염정화 우선순위 결정 평가기준(오염상태)	27
[표 13] 토양오염정화 우선순위 결정 평가기준(오염영향)	29
[표 14] 쌍비교 기준 수치	47
[표 15] 운영서버와 DB서버 현황	51
[표 16] Business Intelligence 구성요건	52
[표 17] 도입 S/W 지원요건	52
[표 18] 운영서버 지원요건	53
[표 19] 광산별, 광해유형별 복원 우선순위 선정기준 요약	58

【 그림 목 차 】

<그림 1> 문헌으로 확보된 광산과 생산실적이 있는 광산 분포도	5
<그림 2> 전국 광산 분포도	6
<그림 3> 수질오염 현장사진	7
<그림 4> 44개 폐금속광산 농작물 오염, 한국일보, 2006.9.5	7
<그림 5> 먼지날림 현장사진	8
<그림 6> 광미유실 현장사진	8
<그림 7> 폐석유실 현장사진	8
<그림 8> 폐시설물 현장사진	9
<그림 9> 지반침하 현장사진	9
<그림 10> 함태폐탄광 정화시설 전경	17
<그림 11> 산성광산배수의 자연정화 처리 현장	18
<그림 12> 산림복구사업 주요공정 사진	19
<그림 13> 제안 시스템 아키텍처 및 프로그램 구성요소	50
<그림 14> 시스템 구성도	51
<그림 15> 시스템 업무흐름도	53

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경

광산은 가행중은 물론 폐광후에도 지속적으로 광해¹⁾를 유발함에 따라, 광해를 방지하고, 범국가 차원에서 폐광산 등의 복구 및 사후관리 대책을 강구하기 위해 '05년 “광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률”(이하 “법”이라 한다)을 제정하고, “광해방지기본계획(2007~2011)”(이하 “기본계획”)을 수립·시행하고 있으며, 효율적인 광해방지사업 추진과 사후관리를 위하여 광해방지전담기관을 설립하였다.

정부는 20년내 폐광산 광해방지 및 복원을 완료할 목표로 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사와 협의하여 매5년마다 기본계획을 수립하며, 기본계획에 따라 공단은 매년 다음 년도의 광해방지사업계획서를 제출하여, 정부로부터 승인받아 사업을 추진하고 있다.

5개년 기본계획의 기초자료는 폐탄광은 폐탄광실태조사 용역(석탄산업합리화사업단, 2001), 휴·폐금속광산은 휴·폐금속광산 정밀실태조사 연구용역(석탄산업합리화사업단, 2005), 가행광산은 장기수요 예측에 관한 연구용역(석탄산업합리화사업단, 2006)을 수행하여 각각 광산유형별²⁾ 환경피해 복원 우선순위 선정기준(이하 “복원 우선순위”라 한다)을 마련하였으나, 2007~2009년까지 계획대비 실적은 저조하다. 이와 같이 기본계획 대로 이행하지 못함으로써 기본계획 수립의 객관성과 타당성 및 신뢰가 떨어지고 있다.

언론보도나 정보 매체를 통한 정보 습득이 실시간에 가까운 지금은 폐광산 환경피해에 대한 인식이 한층 더 높아져 정부중앙부처, 지자체, 광산지역 주

1) 광산에서의 토지의 굴착, 광물의 채굴, 선광 및 제련과정에서 생기는 지반의 침하 및 균열, 폐석·광미의 유실, 갱수·폐수의 방류 및 유출, 광연의 배출, 먼지의 날림, 소음·진동의 발생으로 광산 및 그 주변의 환경에 미치는 피해(광산보안법 제2조 제5호)

2) 폐탄광, 휴·폐금속광산, 가행광산 등

민, NGO 등의 광해복구 요구는 급격히 증가하고 있으며, 복구할 수 있는 재원은 한정되어 있다. 그러나, 요구에 부응하지 못할 경우에는 기관에 대한 불신의 목소리가 높아지고 항의가 거세지고 있다. 이에 누구나 객관적으로 타당하다고 인정할 수 있는 복원 우선순위 선정기준 마련이 필요하다.

제 2 절 연구의 목적

기존 기본계획의 복원 우선순위 선정기준은 폐탄광, 휴·폐금속광산별 광해유형별로 일관된 평가기준을 적용하지 않았다는 문제와 비계량적인 모호한 부분이 있어, 본 논문에서는 복원 우선순위 선정기준을 구체적으로 계량화하고, 폐광산에 종합적이고 일관된 평가기준을 제시하고자 한다. 평가항목은 선행연구 및 사례를 분석하고, 기존 사업실적을 분석하여 사업계획을 합리적으로 수립할 수 있도록 평가항목을 세분화하여 계량화하고자 한다.

폐광산 주변 환경피해 복원 우선순위 선정기준인 평가항목이 도출되면, 평가항목별 실태조사 방법을 구체적으로 기술하여 조사자의 혼선을 예방하고자 한다. 더불어 전국에 산재한 생산실적이 있는 6,037개 광산의 광해를 체계적으로 관리하고, 신속하게 복원 우선순위 선정을 지원할 수 있는 전산시스템 개발을 제안하고자 한다. 전산시스템은 광해실태조사 자료를 입력하여 광해량, 사업기간, 사업비의 시뮬레이션이 가능해야 하며, 그에 따른 중·장기 복원 우선순위 계획이 수립 가능해야 한다.

제 3 절 연구의 내용 및 범위

복원 우선순위 결정에 있어 정부중앙부처, 지자체, 광해방지의무자³⁾, 지역주민 등의 이해관계자에게 객관적인 타당성을 설명할 수 있도록 폐광산(폐탄광, 폐금속광, 폐비금속광)을 종합적으로 평가할 수 있는 일관된 기준

3) 광업권자 또는 조광권자

을 제시하기 위하여 본 연구에서는 아래와 같은 방법으로 연구를 진행하고자 한다.

1) 전국에 산재한 광산현황 및 광해현황, 광해방지 및 복원사업이 어떻게 진행되는지를 조사한다.

2) 선행 연구 검토결과 그간 폐광산에 대하여 종합적인 복원 우선순위가 연구 적용된 바는 없었으나, 유사 선행 연구사례를 검토하여 평가항목을 도출해 보고자 한다. 선행 연구로는 광산환경오염 광해관리지침 연구(산업자원부, 2005:133~140)의 부록 C., 200복원사업 선정기준(미국 Pennsylvania Dept. of Environmental Protection)에 연구된 자료와 폐금속광산 토양오염정화 우선순위 평가기준(이종득, 2008:1857~1909)에 따라 우선순위를 부여한 사례를 분석한다.

3) 기존 복원사업의 우선순위 적용 현황 및 문제점을 파악한다.

4) 복원 우선순위 선정을 위한 평가항목을 제시하고, 평가항목별 조사기준을 세부적으로 정의한다.

5) 폐광산 복원 우선순위 평가항목을 설계항목으로 도출하여 복원 우선순위를 광산별, 광해유형별로 시뮬레이션 할 수 있고, 가중치를 임의 조정할 수 있는 전산시스템 설계를 위한 기본 아키텍처 모델을 제안한다.

6) 평가항목간 가중치 설정은 다자간 의사결정 지원을 위한 AHP분석법을 적용하여 설문지를 작성한다.

본 논문의 제약사항은 다음과 같다.

폐광산 주변 환경피해 복원 우선순위 선정을 위한 경제적 편익과 비용을 산정한 연구 자료가 없어 평가항목에서 세부기준을 단순하게 제시하였다.

기존 기본계획의 복원 우선순위 선정기준보다 본 연구에서 제시하는 복원 우선순위 선정기준의 평가항목이 3배 정도로 양이 많으며, 그간 이러한 항목과 기준으로 실태조사가 이루어지지 않아, 테스트를 통하여 가시화하지 못하였다. 새롭게 제안된 평가항목은 현재 진행 중인 “광산별 광해실태조

사 용역”(한국광해관리공단, 2009)이 '10.05월경 완료되면 충분하게 검증될 것으로 보인다.

또한 평가항목간 가중치에 의하여 복원 우선순위가 바뀔 우려가 있으므로, 평가항목간 가중치를 과학적이고 합리적으로 결정할 수 있도록 AHP 설문양식을 작성·배포하여 분석한 결과를 전산 시스템에 반영할 수 있도록 할 것이다.

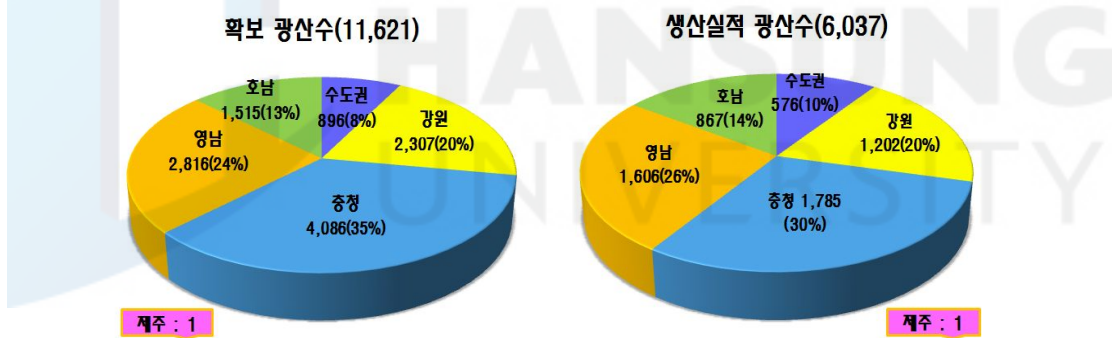


제 2 장 선행사례의 비교·분석

제 1 절 광산현황 및 복원사업 현황

1. 광산현황

한국광해관리공단은 광업등록사무소, 한국지질자원연구원, 한국광물자원공사, 시·도 등 유관기관 광산자료를 확보하여 비교·분석하여 광산현황을 정리하였다. 조사결과 생산실적이 있어, 광해유발요인이 있을 수 있는 광산은 6,037개이다. 그림 1과 같이 생산실적이 있는 광산수는 약 6,037개로 조사되었다. 광산현황을 광산유형 등으로 세분화한 결과는 표 1과 같고, 그림 2와 같이 전국에 광산이 분포하고 있다.



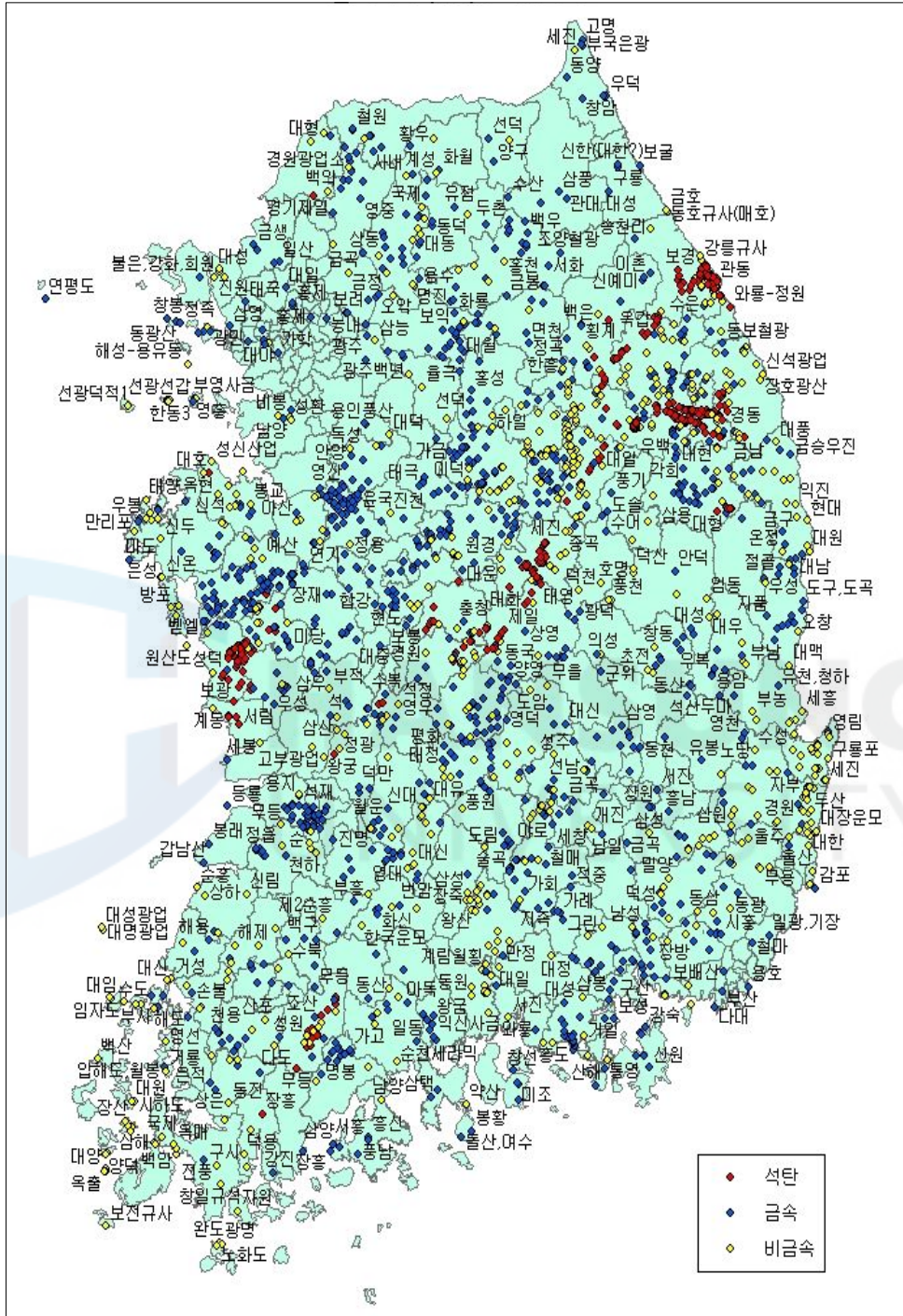
<그림 1> 문헌으로 확보된 광산과 생산실적이 있는 광산 분포도

[표 1] 광산현황표

(단위:광산수)

구 분	석탄광산	일반광산			합 계	비율(%)
		금 속	비 금 속	소 계		
비율(%)	7	35	58	93	100	100
합 계	391(349)	2,108(1,100)	3,538(885)	5,646(1,985)	6,037(2,334)	
가행광산	7(7)	71(25)	844	915	922(581)	15
휴지광산	1(1)	9(10)	49(50)	58(60)	59(61)	1
폐 광 산	383(341)	2,028(1,065)	2,645(286)	4,673(1,351)	5,056(1,692)	84

참조: 『광해방지사업 기초자료 확보를 위한 연구용역』 (한국광해관리공단, 2009:Ⅲ)



<그림 2> 전국 광산 분포도

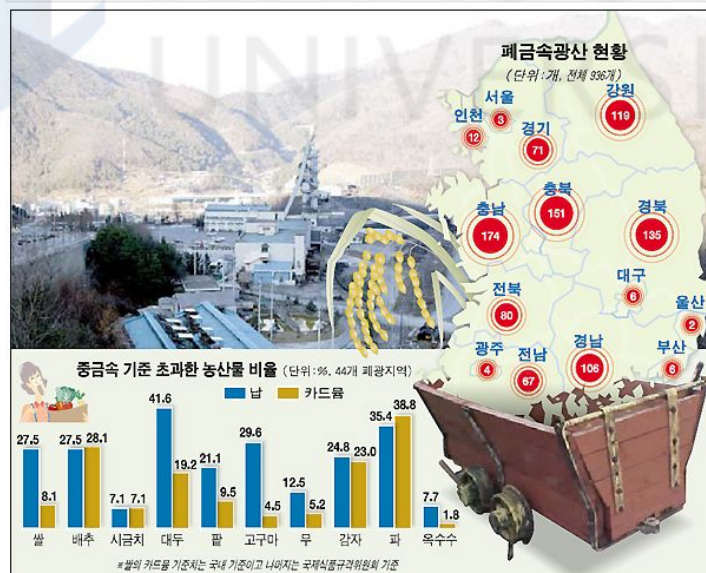
2. 광해 현황

1) 피해의 종류

(1) 광산개발에 따른 벌채, 토지형질변경, 벌채, 토지형질변경, 토지 굴착, 폐석적치, 광연발생, 수질오염, 토양오염, 대기오염, 먼지날림, 소음·진동발생, 광미 퇴적, 폐시설물 방치와 같은 환경피해가 있다.



<그림 3> 수질오염 현장사진



<그림 4> 44개 폐금속광산 농작물 오염, 한국일보, 2006.9.5

(식약청, 환경부, 농림수산식품부, 지식경제부 보도자료)



<그림 5> 먼지날림 현장사진



<그림 6> 광미유실 현장사진



<그림 7> 폐석유실 현장사진



<그림 8> 폐시설물 현장사진

(2) 안전사고 우려에 대한 불안감 유발, 시각적 혐오감 유발, 중금속 중독, 생활환경 악화, 호흡기질환, 청소년 탈선 및 범죄우려와 같이 국민건강에 위해가 되며 삶의 질을 하락시키는 피해도 있다.

(3) 철도·도로 등 기간시설물 붕괴, 토지이용 감소, 하천 매몰, 산림 자원이용제한, 생태계 파괴, 재산손실(농경지 매몰, 농작물 폐기, 가옥 손괴, 집값 하락)과 같은 것을 복구하는 비용이 발생한다.



<그림 9> 지반침하 현장사진

(4) 지역공동화 초래, 지역진흥사업 발전저해, 국토의 황폐화, 국토균형발전을 저해하는 피해가 발생한다.

2) 피해사례(언론보도)

광해는 오염성, 지속성, 축적성, 확산성, 긴급성의 특성이 있어 가행중은 물론 폐광후에도 지속적으로 피해를 유발하고 있다. 표 2는 최근 광해 피해 사례이다

[표 2] 2009년도 언론보도 자료 목록

보도일	매체명	주요 내용
2009-01-29	대전일보	충남도내 폐광현황실태 -오염방지책 '녹색뉴딜 포함'시급
2009-01-29	대전일보	충남이번엔'중금속공포' - 도내 폐광 159곳서 유해물질 검출
2009-01-29	아시아투데이	충남 폐광산73%주변토양중금속기준초과
2009-02-08	KBS 뉴스	폐광산방치'재앙'으로돌아와
2009-02-08	KBS 뉴스	폐광산오염공포
2009-02-11	대전일보	옛장항제련소주변은'죽음의땅'
2009-02-12	대전일보	충남 폐광64%위험지역 - 광미 폐석 등 광해발생에 기반침하 우려
2009-02-19	강원일보	폐광지하천'중금속오염'심각
2009-02-19	연합뉴스	강원 폐광지역하천중금속오염심각
2009-03-03	연합뉴스	옥천군"폐광중금속오염쌀전량폐기"
2009-03-04	강원일보	[사설]폐광지주민고통언제까지외면하나
2009-03-05	강원일보	영월석면폐광산현지실사단파견
2009-03-06	SBS 뉴스	원석이그대로 석면 폐광, 25년째 방치
2009-03-09	강원일보	정선폐광광'가산갱'붕괴위험 - 토사 무너져 내려 광산입구 막아 2차 붕괴 피해 우려
2009-03-11	강원일보	영월 폐광산석면검출가능성높다
2009-03-12	강원일보	폐광산주변토양수질중금속오염심각 -환경부 조사 결과 11곳 중 7곳 각종 기준 초과
2009-03-16	강원일보	폐광지인근수질오염대책마련촉구 - 삼척 가고면 원덕읍 주민들, 폐수처리장 설치등 관계 기관에 전달키로

보도일	매체명	주요 내용
2009-03-16	강원일보	철원폐광산고라니중금속과다검출
2009-03-17	연합뉴스	최악가뭄태백오염된강내수는'팔팔'
2009-03-18	강원일보	영월석면폐광산발암물질트레모라이트검출
2009-03-19	강원일보	환경단체"석면폐광5곳더있다" - 시민환경연구소 한국선면추방네트워크 일제 시대 기록 등 근거로 주장
2009-03-25	강원일보	연화광업소친환경복구해달라
2009-03-25	강원도민일보	아연광폐광지환경오염심각친환경복구조속히시행 해야
2009-03-27	강원일보	높은누수율은'폐광의후유증'
2009-04-01	강원일보	영월석면폐광주변농경지87%오염
2009-04-06	문화일보	폐광지역농산물중금속오염3년간330t
2009-04-10	뉴시스	김제시,폐광산토양수질오염대책추진
2009-04-14	강원일보	물부족사태는또다른광해 -폐광동공지만침하로수도관훼손부식심각
2009-04-21	강원일보	10년째방치폐금속공산주변주민건강체크
2009-04-22	노컷뉴스	영주폐광석면다량검출 주민 피해 우려 심각
2009-04-23	강원일보	"정동천을살리자"
2009-04-24	강원일보	정동천정밀조사오염대책세워라"
2009-05-04	e-투데이	광해관리공단석면폐광산오염방지대책점검
2009-05-20	강원일보	수백억드는폐광복구비누가부담하나
2009-06-02	연합뉴스	전북녹색연합"완주폐광서우라늄초과검출"
2009-06-08	서울신문	안동댐상류중금속다량검출

[표 3] 중금속 원소별 인체에 미치는 영향

항목	특 성	인체에 미치는 영향
불소	· 토양, 자연수에 함유 · 알미늄, 인산비료, 유리, 합성수지, 농약제조업 등에서 배출	· 만성중독시 반상치 유발 · 적당량 섭취 시 충치예방
니켈	· 니켈합금 및 제조과정, 부식방지제 · 전지, 진공관, 장신구제조업, 촉매제	· 습진, 홍진 등 피부염 · 빈혈, 간장 및 신장장애 · 폐암, 비강암
아연	· 배터리, 산업폐수 오염에 의해 증가 · 아연강관에서 녹아나와 물이 흐려지거나 불쾌한 맛을 냄	· 인간에게 필수적인 요소 · 과량 존재시 매스꺼움, 구토 · 설사, 복통, 경련 등 위장을 자극
납	· 석회암지대 자연수에 미량 함유 · 납 제련소, 축전지공장	· 신속히 뼈에 축적 · 우울, 불안, 두통, 기억상실, 경련, 사망 · 간질병, 뇌수종, 백치
비소	· 원소 자체는 불용성, 약독성이나 비소화합물은 유독하고 수용성 · 구리, 납 등의 표면경화제 · 살충제, 제초제	· 신경장애, 발암성 피부발진 · 신장, 간장의 퇴행성질환 · 권태, 사망
수은	· 공장 폐수의 유입, 농약살포 · 미나마타병의 발생계기로 사용· 규제되어 전기 기기, 무기약품 등에서만 사용	· 메틸수은은 세포막을 통하여 이동, 맹독성 · 신경정신 병적증세, 경련, 창백, 불안, 마비, 시야 협착증세, 호흡 곤란, 만성기침, 체중감소, 허약, 혈중 요산과다
카드뮴	· 건전지, 도금, 안정제, 안료, 타금속과의 합금 · 아연 세련의 부산물	· 매스꺼움, 구역질, 설사 · 근육경련, 흥분, 시각장애, 간장손실, 신장 손상 · 심폐의 억압, 골연화증(이파이이파이병)
시안	· 자연수에는 존재하지 않으나 시안화합물 혼입에 의해 검출 · 도금, 금속세련, 사진, 금속열처리, 각종수지, 시안화합물 제조업, 도시가스제조업	· 치사한 물고기의 아가미가 선홍색을 띠 · 독성오염물질을 판단하는 지표로 이용 · 경련, 호흡곤란, 시력감퇴, 청각장애 · 생식, 생육에 영향(사망, 발암성, 변이원성)

* 참조 : 폐금속광산 토양오염실태 보고서 (환경부, 2003)

3. 년도별 기본계획 대비 사업계획 현황

기본계획 대비 매년 사업계획을 비교하기 위하여 2007년부터 2009년까지의 사업계획을 비교 분석하였다. 비교 분석 자료에는 가행광산 자료도 포함되어 있어 한국광해관리공단 내부 자료를 그대로 인용하였다. 사업비는 첫째인 2007년만 예산이 기본계획 수준으로 확보되었으며 2008년과 2009년은 기본계획 예산만큼 확보하지 못하였으므로 기본계획 대비 사업계획의 불일치 문제가 있었다.

[표 4] 2007년 기본계획 대비 사업계획

(단위 : 개, 억원)

사업명	기본계획		사업계획	
	개소수	금액	개소수	금액
폐석(광미)유실	35	236	35	236
지반침하	16	23	16	23
수질개선	13	92	13	92
토양개량	44	63	44	63
먼지날림	23	66	23	66
폐시설물	48	37	48	37
산림복구	75	194	75	194
사후관리	8	42	8	42
광해보상	5	10	5	10
기술개발	-	37	-	37
계	267	800	267	800

참조 : 기본계획 자료는 광해방지기본계획(2007~2011) (산업자원부,2006:47), 사업계획 자료는 2007년도 사업계획서 최초 승인 자료 (광해방지사업단, 2006)

[표 5] 2008년 기본계획 대비 사업계획

(단위 : 개, 억원)

사업명	기본계획		사업계획	
	개소수	금액	개소수	금액
폐석(광미)유실	36	185	38	194
지반침하	14	28	20	32
수질개선	12	103	22	58
토양개량	44	328	52	135
먼지날림	27	70	31	84
폐시설물	37	26	6	4
산림복구	73	248	28	63
사후관리	14	55	19	90
기술개발	-	57	-	50
계	257	1,100	216	710

참조 : 기본계획은 광해방지기본계획(2007~2011) (산업자원부,2006:47), 사업계획
자료는 2008년도 사업계획서 최초 승인 자료 (광해방지사업단, 2007)

[표 6] 2009년 기본계획 대비 사업계획

(단위 : 개, 억원)

사업명	기본계획		사업계획	
	개소수	금액	개소수	금액
폐석(광미)유실	38	274	29	134
지반침하	9	25	27	29
수질개선	10	50	20	50
토양개량	36	270	48	148
먼지날림	23	78	18	39
폐시설물	35	35	8	29
산림복구	82	253	18	62
사후관리	18	58	17	101
기술개발	-	57	-	48
계	251	1,100	185	640

참조 : 기본계획은 광해방지기본계획(2007~2011) (산업자원부,2006:47),
사업계획 자료는 2009년도 사업계획서 최초 승인 자료 (한국광해관리공단, 2008)

4. 광해방지 및 복구사업 내용

광해방지사업의 범위는 「광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률」 제11조에 명시된 바에 의하면 가행광산·휴지광산 및 폐광산에서 발생이 예상되는 광해의 방지 및 훼손지 복구, 폐광산에서 사용하지 아니하고 있는 시설물·자재 등의 철거 및 처리, 가행광산·휴지광산 및 폐광산에 대한 광해방지시설의 설치·운영 및 관리, 광해방지를 위한 조사(토양정밀조사를 포함한다)·연구·기술개발 및 교육사업, 광해방지에 관한 국내·외 기술협력사업, 토양오염의 개량, 정화 또는 복원사업, 토양오염에 대한 손해배상에 관한 사업, 광해 관련 지리·지질정보시스템의 구축사업, 광연배출방지사업이 해당한다. 각 광해유형별 사업분야를 살펴보고자 한다.

1) 복원 세부사업

가) 지반침하방지사업

지하광체의 채굴로 형성된 지하공동이 시간이 경과함에 따라 공동의 상부지반이 붕락되면서 지표까지 전이되어 지표함몰 및 지반균열 등을 발생시킨다. 피해 양상으로는 불시에 돌발하게 되므로 소중한 인명과 재산을 잃을 수 있다. 철도, 도로, 주거지 등 지상시설물이 훼손되는 대형 안전사고가 발생할 수 있다. 지반침하방지사업은 광구⁴⁾단위로 지하 채굴공동이 있거나 있을 것으로 보이는 곳을 중심으로 하여 기본조사(지표지질조사, 채굴적, 침하지조사, 복합도면작성, 지반안정성 평가)를 실시하고, 기본조사에 따라 침하징후가 있을 것으로 보이는 곳에 정밀조사(시추조사, 물리탐사, 암석물성시험, 모델링, 지반안정성평가)를 실시하게 된다. 정밀조사 후 보강구간을 설정하여 설계후 지반보강공사를 실시하며, 지반보강공사 전후에 계측조사를 실시하여 지반거동을 모니터링 하게 된다. 이와 같은 지반침하방지사업은 대형 안전사고를 사전에 예방하여 소중한 인명과 재산을 보호하게 된다.

4) "광산의 기본자료"로 "광구도"는 '지적법'상의 "지적도"와 같은 것임.

나) “광미⁵⁾”유실방지사업

광미는 선광/제련 과정 중 유용한 광물을 회수하고 남은 저품위 불용광물을 의미한다. 입자 크기가 $\sim \mu\text{m}$ 의 다양한 중금속 광물로 구성되어 있으며, 선광 및 제련 과정에서 사용된 독성 시약이 잔류하고 있어, 물과 상호 반응하면 중금속이 용출되는 특성이 있다. 광미와 침출수는 인접 하천과 토양을 오염시키므로 이러한 광미를 제거 및 오염물질의 안정화 또는 고형화 등의 과정을 거쳐 오염물질을 차단하는 사업을 말한다.

친환경적이고, 반영구적인 시설 위주로 추진하며, 가능한 좁은 면적 안에서 처리하려고 한다. 광미의 유실 또는 확산을 방지(침출수 억제 포함)하고, 광미장의 부지 정화 및 복원을 실시한다. 사업추진절차는 광미장 정밀조사 후 설계 및 시공이 이루어진다.

다) 수질개선사업

광산개발로 인해 발생하는 갭내수 및 광미침출수는 다량의 중금속을 함유한 산성수로 하천을 따라 흘러가면서 황화현상 및 백화현상이 발생하여 시각적 혐오감 및 하천생태계를 파괴하고 있다. 이를 예방 및 복원하기 위하여 수질정화시설을 설치하는 것이다.

수질개선사업은 조사, 설계, 시공에 따른 총 사업기간은 2년에서 길게는 3년정도가 소요된다. 더불어 최적의 공법 선정을 위하여 타당성 조사를 몇 년간 수행하게 되면 사업량 선정은 확실히 될 수 있다. 간혹 짧은 기간의 모니터링으로 건기와 우기, 평소를 구분하여 유량이 측정되지 못한 경우 공법 선정과 사업비 산정에 불찰이 발생할 수 있다. 공법 선정이 현재는 오염도와 유량에 따라 사업우선순위를 선정한 후 사업대상지로 승인 받아 정화방법을 결정하게 되며, 부지확보, 설계, 인·허가 획득, 공사 및 사후관리를 진행하게 된다.

수질정화시설의 종류에 따라 사업비가 많이 좌우된다. 화공약품, 전기

5) 금속광물의 선광과정에서 발생하는 미립 찌꺼기

및 기계동력 등을 사용하여 물리·화학적 또는 전기정화로 처리하는 방법(Active Treatment)은 사업비가 많이 들고 유지보수비가 매년 운영비로 발생하는 반면 거주지가 가깝거나, 오염하천이 가시권인 경우, 오염수 유량이 방대할 경우에는 주로 Active Treatment방식을 선호하고 있다. SAPS조, 침전조, 소택지 등을 설치하고 자연적으로 정화하는 방법(Passive Treatment)은 비용은 저렴하고 정화효율이 떨어지는 문제가 있지만, 산간 오지에 산성갱내수가 발생하였을 경우에는 가시권 밖에 위치하고, 주민이 식수나 농업용수로 사용할 우려가 적어 자연정화방법을 주로 선택하고 있다. 영국과 같은 곳은 부지확보 면적이 넓어 자연적인 정화방법이 성공한 사례가 많으나, 현재 우리나라의 경우는 산간 지역의 산성수를 자연적으로 정화할 수 있는 넓은 부지 확보의 문제와 외관상 혐오시설에 가까워 정화사업에 있어 여러 가지 마찰이 발생하고 있다.

① 물리·화학적정화시설(Active Treatment)



강원도 태백시 소재 함태 폐탄광에서 유출되는 갯내수(pH 4.2, 철농도 200 ppm)를 처리하고자 처리용량 8,000m³/일의 함태탄광 물리·화학적 정화시설을 설치하여 갯내 오염수를 배출허용기준⁶⁾ 이하인 pH 7.0, Fe 0.2ppm으로 정화 처리하고 있다.

<그림 10> 함태폐탄광 정화시설 전경

② 자연정화시설(Passive Treatment)

강원도 삼척시 소재 (삼마)태정 폐탄광에서 유출되는 갯내수(pH 4.2, 철농도 182 ppm)를 처리하고자 처리용량 400m³/일의 자연정화시설을 설치하여 pH를 6.0, 철농도를 3.9ppm으로 정화처리하고 있다.

6) 배출허용기준 : pH 5.8~8.6, Fe10 ppm



<그림 11> 산성광산배수의 자연정화 처리 현장

라) 토양복원사업

광미의 유실, 침출수, 오염하천수 등으로 인하여 오염된 토양을 개량·정화하는 사업으로 주로 휴·폐금속광산 주변에서 발생하고 있어 환경오염피해나, 지역주민의 재산 또는 건강상의 피해를 예방하고자 하는 사업이다. 식약청, 환경부, 농림수산식품부로부터 통보받은 광산지역의 오염농경지에 대하여 기본현황 및 실태조사→복원정밀조사(토양오염도 조사, 지질조사, 지구물리탐사)→복원공법선정 및 복원설계(실증시험, 복원공법 결정, 실시설계)→오염토양복원사업(시험시공, 안정화, 복토, 환토등)→모니터링(5년간 오염도추이 관찰)→사업완료(사업종료 평가, 자료구축)→사후모니터링 실시로 사업을 추진하고 있다.

「토양환경보전법」에 의한 토양오염 우려기준은 사람의 건강·재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있는 토양오염의 기준을 말하며, 토양오염 대책기준은 우려기준을 초과하여 사람의 건강·재산과 동물·식물의 생육에 지장을 주어서 토양오염에 대한 대책을 필요로 하는 토양오염의 기준

마) 폐석유실방지 및 산림복구사업

광산개발 시 불필요 광석을 쌓아둔 폐석더미가 방치됨으로써 자연경관의 훼손 및 집중호우 시 폐석의 유실로 하천의 범람, 산사태 유발, 도로의 파손, 농경지 매몰, 수질오염, 토양오염 등 경제적 피해를 주고 있다. 이런 광해의 추가유발을 막기위하여 폐석의 유실을 방지하여야 한다. 현장조사 후 설계, 인·허가, 시공, 사후관리로 사업이 추진된다. 주요공정을 살펴보면 다음과 같다.

① 토공사	② 구조물공사	③ 구조물공사	④ 식재
			

<그림 12> 산림복구사업 주요공정 사진

- ① 토공사는 사면안정각 유지, 복토를 통한 식재기반을 조성하는 단계이다.
- ② 구조물공사는 옹벽, 석축, 산돌쌓기, 돌기슭막이 등 사면안정구조물 설치를 통한 산사태를 예방하는 단계이다
- ③ 구조물공사는 수로, 집수정, 암거, 골막이, 사방댐, 바닥막이 등 수처리구조물 설치를 통한 폐석유실방지 단계이다.
- ④ 식재 단계는 나무심기, 씨뿌리기(파종), 비탈덮기, 잔디분사파종 등 현지여건에 적합한 수종 식재를 통한 생태계를 복원하는 단계이다

바) 시설운영 사후관리사업

수질정화시설 및 광미 저장시설 등의 광해방지사업지의 사후관리사업, 인근 폐광산으로 인한 가행광산의 출수피해방지사업 등이 시설 운영 및 사후관리사업에 해당 되며, 20년내 폐광산 사업을 완료할 쯤에는 정화시설 운영을 포함한 사후관리 비용은 향후 지속적으로 증가할 전망이다.

제 2 절 기존 연구 현황

1. 폐광산 복원사업 선정기준

(미국 Pennsylvania Dept. of Environmental Protection)

폐광산 복원사업을 수행하기 위한 자금은 한정되어 있고, 전체 폐광산 복원을 감당하기에는 충분한 자금이 될 수 없다. 따라서 정책 결정자로 하여금 가장 적은 비용으로 가장 효과가 큰 사업이 수행될 수 있도록 어떤

선정기준이 있다면 바람직 할 것이다. 복구 계획의 평가는 복구사업들의 가치를 평가하는 것이다. 가치가 가장 큰 복구사업들이 포함된 하나의 계획은 가치가 낮은 사업들이 포함된 계획들보다 더 유용할 것이며 가치가 큰 계획에 자금의 투자가 우선되어야 한다. 폐광산 복원 사업 순위 및 선정 기준과 관련하여 미국 Pennsylvania Dept. of Environmental Protection의 폐광산복구 사업 선정기준 자료를 편집(산업자원부, 2005:135~140)한 것을 검토해 보았다.

1) 폐광산 문제의 평가

광해문제의 심각도를 표 7과 같이 안전, 건강, 수질오염, 식수, 재산피해 및 토지 자원요소를 기준으로 “중간, 심각, 매우심각, 극히심각”으로 구분하였다. 이는 기존 국내 기본계획처럼 계량화 기준이 구체적이지 않아 우선순위 선정에 문제를 야기할 수 있고, 오염면적 또한 국내에 그대로 적용하기에는 규모가 다르며, 유관부처로부터 통보받아 오염토양개량 사업을 하는 우리에게는 적용하기 어려운 기준이다.

[표 7] 광해문제

	수질오염 문제	토지자원 문제	재산피해 문제
중간	오염물질로 1마일 하천 오염 그리고 방류에 의한 오염 부하가 하천 전체에 25% 미만	침식 등으로 현장 밖 일부 지역 영향 그리고 영향지역 25에이커 미만	구조물에 인접 안함
심각	하천오염 1마일이상 그리고 오염 부하가 25% 이상	광산 밖 토양퇴적, 지표수 흐름 변경 및 하천 차단 그리고 25에이커 이상 면적	과거 기록에 비취볼 때 붕괴위험에 노출된 채굴지역 및 구조물
매우 심각	1.5마일 이상 하천오염 그리고 오염부하가 50% 이상	광산현장 밖 토양퇴적, 지표수 변경, 서식처 파괴, 홍수 혹은 늪지 파괴, 그리고 50 에이커 이상 면적	시추 혹은 자료 등을 볼때 붕괴가 임박한 채굴지역 및 주거지역

	수질오염 문제	토지자원 문제	재산피해 문제
극히 심각	3마일 이상 하천오염 그리고 75% 이상의 오염부하	빈번한 홍수, 재산파괴 등 사람에게 위험이 되는 현장 밖 영향 그리고 75 에이커 이상 면적	구조물 부근에서 피해 발생 혹은 균열 발생이 계속지속 예정 혹은 인근지역에서 비상사태 발생

2) 복원사업 수행에 따른 이익 평가방법

복원사업에 의한 이익들을 복원사업간 비교될 수 있고 금액으로 비교될 수 있도록 정량화할 필요가 있다. 건강과 안전문제로부터 얼마만큼 사람들이 안전해지는가가 하나의 측정 수단이 될 수 있다. 음용수를 공급받는 사람들의 수 혹은 토지면적 및 하천 길이 등이 이익을 평가하는 항목일 수 있다. 복원사업에 따른 이익 평가는 “중간, 중요, 매우 중요, 특히 중요”로 심각도에 따라 이익을 평가하는 기준을 표 8과 같이 제시하고 있다. 이와 같이 복원사업에 따른 이익은 반드시 평가될 수 있도록 선정기준을 개발하여야 하며, 계량 기준을 명확히 하여야 한다.

[표 8] 복원사업에 따른 이익

중간	매우 심각한 문제가 75% 이상 감소 혹은 중간 문제가 제거
중요	매우 심각한 문제가 75% 이상 감소 혹은 심각한 문제가 제거
매우 중요	극히 심각한 문제가 75% 이상 감소 매우 심각한 문제가 제거
특히 중요	극히 심각한 문제가 제거 혹은 매우 심각한 문제가 제거되고 야생의 서식처가 조성

3) 복원사업 비용 평가방법

비용은 어떤 사업을 착수할 지 결정하는 매우 중요한 요소이다. 어떤 사업은 상당히 중요한 이익을 얻을 수 있지만 어떤 사업은 소요 경비가 막

대해서 사업 수행이 어려울 수 있다. 어떤 광산의 복원사업은 막대한 복구 자금을 소모할 수 도 있다. 광해별 소요비용은 건강, 재산, 물대체, 수질오염방지, 안전, 토지자원 각각의 문제에 대하여 비용을 고비용, 중간비용, 저비용으로 분류하고 평가하고 있다. 이와 같이 투입비용 대비 효과를 측정은 하고 있으나 계량화하기에는 평가기준이 구체적이지 못한 문제가 있다.

4) 복원사업 가치 결정

복원사업에 따른 이익에 대해 가치를 금전적으로 수치화하는 것은 많은 시간이 필요하고 상당한 수준의 전문지식을 필요로 한다. 광해방지사업이 필요한 광산이 여러곳이 있을 경우 비용과 이익을 표 9와 같이 가치를 평가하여 우선순위를 정할 수 있다.

[표 9] 비용과 이익

이익 비용	중간	중요	매우중요	극히 중요
낮음	중간가치	중간가치	높은가치	가치가큼
중간	낮은가치	중간가치	높은가치	가치가큼
큼	낮은가치	낮은가치	중간가치	가치가큼

5) 결론

하나의 광해복구사업을 선정하는 것은 광해문제가 어느 정도 심각한지를 평가하고, 비용과 이익 결정, 비용과 이익을 비교함으로써 복원사업의 가치를 평가하며, 대부분의 경우 가치가 큰 복원사업을 투자하게 될 것이다. 평가지표는 표 10과 같다. 그러나, 사업의 가치는 보는 이의 관점에 따라 다를 수 있다. 정부관계자의 입장, 지자체의 입장, 사업 시행자의 입장, 지역주민의 입장이 모두 고려되어 평가가 이루어 지도록 계량화 된 지표 개발이 필요하다.

[표 10] 광해복구사업 선정 평가지표

문제 평가	이익 평가	비용 평가	사업 가치
중간	중간	높음	낮은 가치
심각	중요	중간	중간 가치
매우 심각	매우 중요	낮음	높은 가치
극히 심각	극히 중요	-	매우 높은 가치

2. 폐금속광산 토양오염정화 우선순위 평가기준

환경관리공단의 토양오염정화 우선순위 평가기준은 폐금속광산 활동에 의해 토양 및 주변 환경에 영향을 미치는 여러 가지 요소들 중에서 중요하다고 판단되는 3종류(오염원인물질, 오염상태, 오염영향평가)의 대분류를 선정 후 각 대분류의 세부항목을 계량화하여 오염원인물질은 100점, 오염상태는 150점, 주변에 대한 오염영향은 50점의 평점을 각각 부여하여 총 300점 만점으로 평가하고 있다(환경관리공단, 2008, 이종득). 단, 환경관리공단의 자료는 토양오염정화만의 우선순위 평가기준이지만 여러 유형의 광해가 귀착지인 토양이라는 것을 제외하고는 오염원인물질, 오염상태, 오염영향평가는 본연구에서 얻고자 하는 광산별, 광해종합지수 산출식의 평가항목이 될 수 있다.

1) 오염원인 물질

금속광산 지역에는 대부분 갱도 및 광산폐기물(폐광석, 광미) 적치장이 존재하고 있으며, 폐갱도에서는 오염된 갱내수가 지표 환경으로 유출되기도 하며, 광산폐기물이 유실되거나 혹은 침출수를 발생시켜 인근 수계 및 토양 환경을 오염시킬 수 있다. 따라서 광산하부 토양 및 수질오염의 원인을 제공하는 광미, 폐광석의 적치량과 오염물질의 이동형태를 결정하는 오염원의 종류를 중분류 평가항목으로 설정하였다.

폐금속광산에서 광미와 광폐(광)석의 존재 및 적치량은 주변토양 및 수질오염과 밀접한 관계를 가지게 되므로 광미 및 폐광석의 적치량이 많으면 많을수록 오염수준이 높다고 말할 수 있다. 따라서 광미 및 폐광석의 적치량을 10단계로 소분류하여 그 양이 많을수록 높은 평점을 부여하였다.

오염원의 종류에 대한 순위 분류는 광미, 폐광석, 갯내수, 광산건축폐기물 및 일반폐기물로 분류하였다. 이러한 분류를 통하여 토양 및 수계에 직접적인 영향을 주는 물질이 동시에 확인되는 경우에 높은 점수를 부여하였으며, 간접적인 광산활동(예 : 일반 폐(광)석, 산재된 폐(광)석)등에 대해서는 상대적으로 낮은 점수를 부여하였다.

그러나 표 11을 살펴보면, 토양오염정화우선순위 선정에 있어서 오염원의 종류중 광미 + 폐(광)석 + 갯내수유출의 점수가 가장 높다. 높을 경우 가장 우선하여 복원 대상이 되는 것이다. 토양만의 측면으로 봤을 때는 우선순위가 선순위에 있어야 하지만, 광산단위의 광해복구 측면으로는 지리적으로 상부에 오염원이 방치된 경우에는 하부에 위치하고 있는 토양을 정화하는 것은 다시 오염될 개연성이 있어, 상부에 오염원을 선 처리한 후 하부의 토양오염정화 사업을 진행하여야 한다.

[표 11] 토양오염정화 우선순위 결정 평가기준(오염원인물질)

대분류	중분류	배점	소분류	평점	비고
오염원인 물질 (100)	광미 적치량 (광산별 합산량)	40점	50,001m ² 이상	40	광산활동에 의한 적치물인 경우
			30,001~50,000m ²	36	
			15,001~30,000m ²	32	
			10,001~15,000m ²	28	
			8,001~10,000m ²	24	
			6,001~8,000m ²	20	
			4,001~6,000m ²	16	
			2,001~4,000m ²	12	
			1,001~2,000m ²	8	
			1~1000m ²	4	
			적치물이 없는 경우	0	
	폐(광)석 적치량 (광산별 합산량)	40점	300,001m ² 이상	40	광산활동에 의한 적치물인 경우
			200,001~300,000m ²	36	
			100,001~200,000m ²	32	
			50,001~100,000m ²	28	
			40,001~50,000m ²	24	
			6,001~40,000m ²	20	
			4,001~6,000m ²	16	
			2,001~4,000m ²	12	
			1,001~2,000m ²	8	
			1~1000m ²	4	
			적치물이 없는 경우	0	
	오염원의	20점	광미+폐(광)석+갯내수유출	20	

대분류	중분류	배점	소분류	평점	비고
	종류		광미+갱내수유출, 광미+폐(광)석	18	
			폐(광)석+갱내수유출	16	
			광미	14	
			갱내수(Yellowboy가 확인되는 경우)	12	
			폐(광)석	10	
			광미 산재	8	
			폐(광)석 산재	6	
			갱내수(Yellowboy가 확인되지 않는 경우)	4	
			일반폐(광)석 산재	2	
			오염원이 없는 경우	0	

2) 오염상태

오염상태는 정밀조사 광산별 오염상태를 수치화한 자료로 토양 및 수질분석결과를 이용하여 평가하였다. 오염상태는 토양오염상태 60점(오염면적, 오염율, 오염도), 저질토오염상태 30점(저질토오염율, 저질토오염도), 수질오염율 30점(수질오염율), 복합오염성분수 및 종합오염상태 각 15점으로 총 150점으로 표 12와 같이 평가하였다. 특히 토양오염면적과 수질오염율에 다른 소분류보다 15점 많은 30점을 부여한 것은 오염원이 하부로 넓은 범위에 걸쳐 오염되어 있고, 수질이 오염됨으로써 오염원이 하류로 이동되어 오염의 개연성이 높아질 수 있기 때문이다.

가) 토양오염면적

토양오염면적은 채취된 지점의 지적을 활용하였다. 전답의 경우는 면적에 관계없이 한 개의 필지에서 오염도가 확인되면 오염면적으로 산출하였다. 다만, 임야지역과 같이 한 개의 필지가 매우 넓은 지역은 1개 시료로 전체를 오염면적으로 산출하기 어려워 통상 시료채취밀도인 900m²를 고려하여 지목이 ‘임’으로서 동일한 지번에서 채취하면 각각 900m²를 합하여 해당 필지의 오염면적으로 산출하였다. 그리고 임, 전, 답 등의 지목을 제외한 경우도 매우 다양하므로 농업활동의 여부에

따라 오염면적을 산정하였다. 다만 이러한 원칙을 적용함에 있어 다양한 요인들에 의해 정확한 오염면적을 산출하기 어렵기 때문에 경우에 따라 조사자의 판단에 근거하여 오염면적을 산출하기도 하였다. 또한, 해당필지에서 표토와 심토가 오염될 경우 면적의 중복 산정을 피하기 위하여 해당 필지의 면적만을 오염면적으로 산정하였다.

나) 토양오염율

토양오염율은 토양오염우려기준 및 대책기준초과 시료수 / 토양 총 채취시료수 × 100으로 계산

다) 토양오염도(PI : Pollution Index)

$PI = \Sigma(\text{각성분의 함량}/\text{토양오염우려기준}) / \text{조사성분}$

단, 각성분의 함량은 비교지역 토양을 제외한 시료의 평균값을 취함

라) 저질토오염율

저질토오염율은 토양오염우려기준 및 대책기준초과 시료수 / 저질토 총 채취시료수 × 100으로 계산

단, 총 채취시료수가 3개 이하로 작은 경우는 최대 평가 점수가 50%를 배정함

마) 저질토오염도(PI : Pollution Index)

$PI = \Sigma(\text{각성분의 함량}/\text{토양오염우려기준}) / \text{조사성분}$

바) 수질오염율

수질오염율은 각각의 수질기준초과시료수 / 수질총채취시료수×100으로 계산

사) 복합오염성분수

복합오염성분수는 토양, 수질저질토, 수질의 환경기준 초과 성분수로 산정

아) 종합오염상태

시료채취 물질의 종합오염정도를 반영하여 오염시료의 종류가 많을수록 높은 점수 부여함

[표 12] 토양오염정화 우선순위 결정 평가기준(오염상태)

대분류	중분류	배점	소분류	평점	비고
오염 상태 (150)	토양오염 면적	30점	100,001m ² 이상	30	1개이상의 중금속이 오염된 면적의 합산 량 *1. '단 산토양을 포함(비교토양 제외) *2. '단 성분별로 중복오염된 경우는 최 대 오염된 경우는 최대오염범위로 계산
			50,001~100,000m ²	24	
			10,001~50,000m ²	18	
			5,001~10,000m ²	12	
			1,001~5,000m ²	6	
			1,000m ² 이하	0	
	토양오염 율(%)	15점	41%이상	15	토양 오염율(%) = (기준초과시료수 / 토 양 총채취 시료수) x 100
			31~40%	12	
			21~30%	9	
			11~20%	6	
			1~10%	3	
			1%미만	0	
	토양오염 도(PI)	15점	0.51이상	15	토양오염도는 전지목 표토와 심토의 오 염도(토양오염우려기준)를 합산한 후 투 입한 인자로 나눈 값을 취하여 계산
			0.41~0.50	12	
			0.31~0.40	9	
			0.21~0.30	6	
			0.11~0.20	3	
			평균PI 0.1이하	0	
	저질토오 염율(%)	15점	81~100%	15	수로저질토 오염율(%) = (기준초과시료 수 / 수로저질토 채취시료수) x 100 *단 3개미만 시료의 오염율이 100%인 경우는 최대점수의 50%로 한다
			61~80%	12	
			41~60%	9	
			21~40%	6	
			1~20%	3	
			1%미만	0	
	저질토오 염도(PI)	15점	0.51이상	15	*단 3개미만 시료의 평균PI가 0.1이상일 경우는 최대점수의 50%로 한다
			0.41~0.50	12	
			0.31~0.40	9	
			0.21~0.30	6	
			0.11~0.20	3	
			평균PI 0.1이하	0	
	수질오염	30점	91~100%	30	수질 오염율(%) = (기준초과시료수 / 수

대분류	중분류	배점	소분류	평점	비고
	오염율(%)		81~90%	27	질 총채취시료수) x 100 *1. '단 채취한 지하수를 먹는 물로 사용할 경우 먹는 물기준을 초과하는 시료가 확인된 경우는 최대점수에50%를 가한다. *2. '단 3개미만 시료의 오염율이 100%인 경우는 최대점수의 50%로 한다.
			71~80%	24	
			61~70%	21	
			51~60%	18	
			41~50%	15	
			31~40%	12	
			21~30%	9	
			11~20%	6	
			1~10%	3	
			1%미만	0	
	복합오염 성분수	15점	5개이상	15	
			4개	12	
			3개	9	
			2개	6	
			1개	3	
			1개미만	0	
	종합오염 상태	15점	토양+수질+수로저질토	15	
			토양+수로저질토, 토양+수질	12	
			수로저질토+수질	9	
			토양	6	
			수질, 수로저질토	3	

3) 오염영향

오염영향평가는 거주주민이나 동식물에 영향을 줄 수 있는 항목(농경지 오염율, 광미 등 오염원의 유실상태 및 유실정도, 거주 거리, 주민의 거주정도)을 표 13과 같이 선정하였다

가) 농경지 오염율

농경지 오염율은 농경지내 오염우려기준 및 대책기준 초과시료 / 총 채취시료수

× 100으로 계산

나) 광미 등 오염원의 유실상태

광미 등 오염원의 유실상태는 현장을 방문한 조사자의 주관적인 판단을 반영함

다) 거주거리

거주거리는 광산에서 단 1명이라도 마을 주민이 거주할 경우 이를 최단거리로 수치화함

라) 주민의 거주정도

주민의 거주정도는 폐광산 갱구의 하류방향으로 2km이내에 거주하는 마을 주민 수를 반영함

[표 13] 토양오염정화 우선순위 결정 평가기준(오염영향)

대분류	중분류	배점	소분류	평점	비고
오염영향 평가 (50)	농경지 오염율	20점	91~100%	20	농경지 오염율= 농경지 오염시료수/농경지 채취시료수(지목상 전,답의 경우에 한한다)
			81~90%	18	
			71~80%	16	
			61~70%	14	
			51~60%	12	
			41~50%	10	
			31~40%	8	
			21~30%	6	
			11~20%	4	
			1~10%	2	
			1%미만	0	
	광미 등 오염원의 유실상태	10점	아주 높음	10	조사자의 객관적인 판단에 의한다
			높음	8	
			보통	6	
			낮음	4	
			아주 낮음	2	
			없음	0	
	주민의	10점	0.5km이내	10	오염원 하류방향으로 특정한 거리내에

대분류	중분류	배점	소분류	평점	비고
	거주거리		0.5~1km	8	1명이라도 주민이 존재하는 경우(최근거리 거주민 기준)
			1~2km	6	
			2~3km	4	
			3~4km	2	
			4km이상	0	
	주민의 거주정도 (2km이내 한정)	10점	901명 이상	10	
			801~900명	9	
			701~800명	8	
			601~700명	7	
			501~600명	6	
			401~500명	5	
			301~400명	4	
			201~300명	3	
			101~200명	2	
			1~100명	1	
			0명	0	

기존 연구 현황 중 미국의 폐광산 복원우선순위 선정기준은 국내와 인문지리적인 상이성 있고, 국내의 폐금속광산 토양오염정화 우선순위의 경우는 토양오염정화 우선순위에만 기준이 맞춰져 있어서, 광산별로, 광해를 전체적으로 평가할 수 없는 문제가 있다. 그간 국내의 모든 폐광산(폐탄광, 폐비금속광산, 폐금속광산)에 대한 복원 우선순위 평가는 연구된 바가 없다. 그러나, 광산유형별로 연구되어 폐탄광별, 폐금속광산별 우선순위에 의하여 사업이 추진되어 왔으므로 제3절에서 기존의 복원우선순위에 따른 사업현황과 문제점을 살펴보고 보완하여 복원 우선순위 선정기준을 개발하고자 한다.

제 3 절 기존의 복원 우선순위 적용 현황

기존의 복원 우선순위 선정은 휴·폐금속광산별, 폐탄광별 평가기준이 상이하였으며, 폐광산에 대한 일관된 평가기준은 없었다. 따라서 각 광산유형별 사업 추진현황을 계획대비 실적을 분석하여, 복원 우선순위 평가항목을 객관적이고 타당한 선정기준이 마련될 수 있도록 사업유형별로 도출하고자 한다.

1. 오염수질개선 사업

휴·폐금속광산의 경우는 갯내수 기준치(청정) 초과 여부와 유출수량 50톤/일 이상 또는 이하로 광해등급을 부여하여 사업계획을 수립하였다. 복합적인 광해로 인한 단계별 사업추진 필요로 순위 조정, 수질오염도 및 유량조사 등 타당성 조사기간 소요로 순위 조정, 정화공법선정을 위한 조사기간의 필요, 산간계곡에 위치하여 사업우선순위에서 제외된 경우, 설계 및 시공에 따른 사업기간 소요 등으로 인하여 계획대로 추진하지 못하는 사유가 발생하였다. 수질의 경우는 사업기간이 2년에서 길게는 4년정도가 소요됨을 감안하여 계획에 장기계획으로 수립하여야 한다. 이와같이 폐금속광산은 평가항목에 광해유발요인과 광해오염정도만 평가하여 계획대로 사업이 추진되지 못하였다.

폐탄광의 우선순위 기준은 갯내수량, 부지확보, 가시권, 오염도, 상수원 농업용수, 민원, 산간오지 해당여부, 오염도 미약 등으로 사업계획을 수립하였다. 오염도가 적고 계곡에 위치, 부지확보의 어려움, 신규 갯내수 유출, 민원 발생, 신규사업 발생등의 사유로 계획대로 예산을 집행하지 못하였다. 그래도 폐탄광의 복원우선순위 기준은 계획대로 거의 적용되었다. 단지 광해실태 조사 항목 및 사업기간을 예측할 수 있도록 사업량 정보를 관리할 수 있는 복원 우선순위 선정기준을 제시하고자 한다. 중복되는 평가항목인 가시권과 산간오지 여부는 오염하천의 주변환경으로 통합하여 평가하고자 한다.

2. 광미유실방지 사업

폐금속광산에만 존재하는 광미유실방지 사업의 경우는 오염도(토양환경 보전법 기준치(가지역))에 따라 대책기준 초과, 우려기준 초과, 기준이하로 평가하고, 적치상태에 따라 적치량, 식생상태(자연녹화, 식재없음), 주변시설(민가, 철도, 도로, 하천변), 복토유무, 배수시설 기능상실여부, 광해방지사업완료, 광해방지사업수행 자료를 평가기준으로 제시하고 있으나, 기존 광미 유실방지사업의 경우는 계획대비 실적이 50% 수준이다. 광미장은 대체로 산간오지나 계곡에 위치하고 있어 실제 지역주민들은 알게 모르게 부지불식간에 중금속으로 인한 건강에 위해를 입고 있다. 이와 같이 신규 추진개소 발생의 주요사유를 우려기면 토지소유자와의 협의 후 시행시기 조정, 44개 광산지역의 농작물 중금속 오염통보지역 이거나 환경부 토양오염 정밀조사결과 대책이 시급하여 농경지의 상부에 위치한 오염원을 유발시키는 광미 우선 제거 필요, 지자체가 지역태에계획과 연계하여 사업 선착수, 민원발생으로 긴급 추진, 광미가 일부 붕괴되어 사업 우선 시행, 광미가 노출되어 있고 인근에 저수지, 축사가 위치하여 우선 시행의 사유가 있어 계획 대비 신규개소가 다량 존재하였다. 존재하였광미 유실방지사업 복원 우선순위 선정기준에는 광해유발요인과 광해오염정도를 정확히 파악하여 계획을 수립하여야 한다.

3. 오염토양개량·복원 사업

토양복원사업의 경우에는 당초 계획수립 시 44개 폐금속광산 농작물오염에 대하여 정부에서 발표('06.9)한 위해광산이 계획에 포함되어 있었으나, '06, '07, '08년 농림수산식품부 통보광산과, 환경부 1등급 통보광산에 대하여도 사업을 추진하고 있다. 가장 우선적으로 추진하는 사업은 농림수산식품부로부터 통보받은 광산지역의 농경지 오염을 개량·복원하고 있다.

이와 같이 통보에 100% 의존함에 따라 오염범위 전달시 부정확의 문제가 발생하고, 간혹 결과 통보지역이 공단의 실태조사 결과와 다른 경우도 발생하고 있다. 오염농경지 통보 부처에서는 통보하면 다음해에 반영되어

사업이 진행되어야 한다고 하지만 광산개발에 따른 피해이므로 지형적으로 상부에 존재하는 토양을 오염시킬 수 있는 요인을 먼저 제거하고 단계적으로 토양개량·복원사업이 이루어져야 예산의 효율적인 집행과 영구적인 광해방지 차단 목적이 이루어지는 사업이 될 수 있다. 오염토양과 관련 있는 유관 부처도 납득할 수 있도록 토양오염개량사업과 광해방지사업의 전반적이고 객관적인 우선순위가 필요하다. 최근 석면광산 지역주민의 피해가 언론보도 되면서 폐석면광산 지역의 산림복구사업과 토양복원사업을 긴급 추경으로 사업을 진행하고 있다.

석면광산 개발에 따른 피해가 언론에 보도된 후 국회는 특별법 발의, 정부 관계부처는 석면관리종합대책 마련 등으로 사업이 긴급히 착수되었지만 일부에서는 석면광산 광해의 우선순위가 과연 선순위로 예산을 투입해야 하는지에 대하여 이의 제기를 하고 있다. 이에 더욱더 철저한 실태조사 기준과 이해관계자가 납득할 수 있도록 객관적인 사업 선정기준 마련이 필요하다.

4. 지반침하방지 사업

폐금속광산의 우선순위 평가기준은 지표함몰(수직 깊이 3m 이상, 흔적 있음), 미폐쇄갱구(수갱, 사갱, 수평갱)를 평가하고 있으나 지표함몰은 조사시점의 함몰깊이만으로 평가하는 것은 문제가 있다. 무극광산 음성 꽃동네의 예에서 알 수 있듯이 공동이 시간의 경과에 따라 점점 확산되었다. 따라서 조사 시점의 깊이만으로 평가하는 것은 보완이 필요하다. 지표함몰의 위치는 안전사고와 직결될 수 있으므로 조사항목에 추가되어야 한다.

폐탄광의 우선순위 평가기준은 사업량(m^3), 민원 및 언론보도, 채굴적 상부 주요시설물 유무, 침하개소 산악지 위치, 안전휀스 설치여부 순으로 광해등급을 부여하고 있다. 그러나, 계획에 없는 개소를 추진한 사유를 살펴보면 계측조사의 경우 지반보강공사 효과검증 및 안전사고 방지를 위해 추가실시, 기본조사결과에 따라 정밀조사를 진행하게 됨으로써 계획수립의 어려움이 있다. 긴급 지반침하 발생에 따른 민원접수로 안전사고 예방을

위한 충전공사 실시, 지반안정성 기본조사 심의결과 정밀조사가 필요한 지역으로 결정되어 사업 추가 시행, 사유부지의 자체사업 실시로 계획사업이 취소되었다. 이와 같이 지반침하방지사업의 경우는 실태조사 시 정밀조사처럼 진행할 수 없어 사업계획 수립의 어려움이 있으며, 당장 안전사고와 직결되어 해결되어야 할 사업이다. 특히 지반침하의 경우는 땅속에서 시작되어 상부에 영향을 주는 일로 예측불허의 상태이므로 단계적인 사업 진행이 필요하다. 기본조사 결과 정밀조사 필요여부를 결정하고, 그 후 계측조사 필요여부, 보강공사 필요 여부를 결정하게 됨으로써 도로, 철도, 가옥 등 주요시설물 주변에 광산이 위치하는 곳의 사업을 우선 시행하여 왔다.

그간의 사업추진실적 분석결과 지반침하방지사업은 실태조사로 파악할 수 있는 부분은 극히 일부분이고, 대부분 사전 안정화 사업으로 발생 편익을 계량화하기 어렵지만 최근에는 고객만족도 조차도 계량화를 하고 있다. 따라서 지반침하방지 사업에 따른 비용편익산정은 절대적으로 필요하다. 사업이 미치는 영향은 사업대상지역을 포함하여 안전사고를 사전에 방지할 수 있기 때문에 중요성이 더욱 강조되어야 한다.

5. 폐석유실방지 및 산림복구 사업

폐금속광산의 폐석유실방지의 우선순위 평가기준은 오염도와 적치형태를 평가하였다. 오염도는 토양환경보전법 기준치(가지역)의 대책기준초과, 우려기준초과, 기준이하 여부를 평가하고, 적치형태는 적치량의 규모, 식생상태, 주변시설(민가, 철도, 도로, 하천변), 복토유무와 배수시설 기능상실 여부, 광해방지사업 완료지역 여부를 평가하였다. 계획 개소외에 추진한 사업지의 사유를 살펴보면 마을주변에 폐석이 산재되어 있어 지자체에서 복구요청, 계곡부에 위치하여 유실로 인한 2차 피해 우려로 우선 시행, 자연식생으로 사업계획이 취소되기도 하였다. 이와 같이 폐금속광산의 우선순위에 정책적, 행정적인 민원이 고려되지 않았으며, 조사자 판단 중에 광해 확산성과 긴급성, 식생상태를 더불어 평가하여야 한다.

폐탄광의 우선순위 평가항목은 훼손면적(m^2), 가시권, 재해위험도, 민원

여부, 재훼손지 시공물량, 산간오지 해당여부를 평가하였으며, 계획대비 실적 분석하여 보면 계획외의 개소는 다음과 같은 사유로 추진되었다. 지속적인 폐석유실, 휴양지 주변, 관광지 주변 폐석장이 위치하고 있어 지자체에서 사업요청, 계곡수가 훼손지를 통과하여 하부 토양의 오염우려 존재, 기존 석축의 노후화, 하부 농경지 오염우려, 유실가능성, 도로 인접, 지역개발사업지역내에 위치 등의 사유가 있었다. 이런 문제를 보완하기 위하여는 주변영향범위와 정책행정반영 부분을 보완하여 평가기준을 개발하여야 한다.

6. 폐시설 및 폐공가 철거 사업

휴·폐금속광산의 우선순위 평가기준은 대규모 선광장 또는 사무실 10동이상 또는 수갱타워일 때 광해방지사업 긴급으로 판단하였고, 건물 5동 또는 선광장 일부(중규모)는 광해우려로 평가하고, 건물 1동 또는 레일 또는 장비류 또는 구조물 기초에 대한 폐시설물은 광해요소 있음과 광해방지사업수행으로 평가하였다. 자연경관훼손으로 지자체나 마을주민의 요구로 신규사업이 진행되었다. 따라서 가시권은 중요한 평가항목이라는 것을 알 수 있다.

폐탄광의 복원 우선순위 선정기준 항목은 사업량(동)인 공가(동), 시설물(개소)에 대하여 가시권, 산간오지, 거주유무, 물권유무, 동의여부, 시설물종류(공가, 시설물)의 해당여부를 평가기준으로 하고 있다.

폐탄광의 우선순위대로 사업은 진행되었으며, 실태조사 시 누락되었던 개소가 가시권에 있어서 사업을 추진하게 된 경우는 있다. 폐시설물 철거 사업은 그간 위치가 가장 큰 문제이므로 선정기준 마련시 가중치를 높게 부여하여야 한다.

제 4 절 광산별, 광해유형별 복원 우선순위 선정 방안 개발

1. 복원 우선순위 선정기준 개발

그간 광해방지사업은 광산 단위가 아닌 광해유형별 시급한 개소에 우선적으로 추진하여 왔다. 금번 광산별 광해종합지수⁷⁾가 산출되게 되면 시급한 광해발생 개소를 추진함과 동시에 광해유형 상호간에 단계적 추진 계획 수립이 가능해 질 것이다. 광해실태조사 시에 물리적, 화학적 오염요소를 반영한 광해유발요인, 광해오염정도, 주변영향범위, 정책행정반영, 비용편익산정, 조사자판단으로 평가를 실시하고자 한다. 우선순위가 확정되면 국가균형발전을 고려하여 지역별 균형발전을 위한 안배도 이루어져야 한다. 또한 기 추진된 광해방지시설물이 있을 때에는 사후관리 측면의 평가를 실시하고 사후관리는 반드시 선행 처리되어야 하므로 굳이 우선순위 평가는 하지 않으려고 한다. 시설물이 없을 때에는 지금까지 검토한 선정기준을 적용하고자 한다.

1) 광해종합지수 산정 체크리스트

(1) 수질 평가항목

(가) 오염수질을 유발하는 광해유발요인은 갯내수 유량($\text{m}^3/\text{일}$)으로 계량화하기 위하여 “200이상/150~200미만/100~150미만/50~100미만/50미만”으로 구분하여 실태조사를 실시한다.

(나) 광해오염정도는 첫째는 갯내수 오염도(배출허용기준 초과항목수)를 조사하며 “4개 이상 기준초과/3개 기준초과/2개 기준초과/1개 기준초과/기준이내”로 세분화 한다. 둘째는 오염거리(m)를 “1000 이상/500~1000미만/200~500미만/200미만/해당없음” 측정한다. 오염거리는 갯내수 또는 침출수의 유출지점부터 황화현상이나 백화현상 등으로 확인가능한 지점까지의 거리를 말한다.

7) 광해유발요인, 광해오염정도, 주변영향범위, 정책행정반영, 비용편익산정, 조사자판단 점수의 합

(다) 주변영향범위는 오염원으로부터 하류방향 반경 2km이내 오염하천 주변시설을 “관광지/주거지/농경지/도로, 철도/기타” 세분화하였다. 갯구 또는 광미장으로부터 하류방향 반경 2km이내 가구수를 “30가구 이상/20~30가구 미만/10~20가구 미만/10가구 미만/해당없음”으로 세분화하고, 갯내수를 포함한 하천수의 활용처를 “상수원/농업용수/-/-/해당없음”으로 세분화 하였다.

(라) 정책행정반영은 지역개발계획 시기를 “1년 이내/ 2년 이내/ 3년 이내/ 4년 이내/ 5년 이상”으로 세분화 하고, 요청기관을 “부, 처, 청/ 지자체/ 공공기관/ 지역주민/ 해당없음”으로 세분화 하고, 언론보도(최근 2년간)는 “전국망(TV)/ 전국망(신문 등)/ 지역망(TV)/ 지역망(신문 등)/ 해당없음”으로 세분화 하고, 민원은 “20인 이상/ 5인 이상/ 개인 민원/ 민원 개연성/ 해당없음”으로 다수민원의 가중치를 더 부여하고, 부지확보가능성은 “적정/ 부족/ 없음/ -/ 해당없음”으로 세분화 하여 오염수질의 경우는 부지확보가능성을 하나의 평가지표로 선정하였다.

(마) 비용/편익산정시 오염수질개선의 경우는 복원후에도 꾸준한 사후관리가 필요하여 유지보수 비용을 검토하여야 하며, 이런 정화에 따른 갯내수 편익비용을 산출하는 세부지표 개발이 필요하다. 따라서 “복원비용, 유지보수 비용, 편익 비용”을 각각 평가항목으로 산정하여야 한다.

(바) 조사자판단은 광해실태조사를 전문가가 기존 누적된 자료 및 육안으로 판단하여 평가하여야 한다. 각 평가항목은 “광해 확산가능성, 축적가능성, 긴급가능성”이며 년 단위로 발생할 가능성 또는 1년이내 발생할 가능성을 %로 나타내었다. 광해 확산가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년 이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하고, 광해 축적가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화 하고, 광해 긴급가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하였다.

(2) 광미 평가항목

(가) 광해유발요인인 광미량은 땅속에 묻혀있어 예측이 어려움으로 탐문조사를 실시하고, 주변지형을 고려하여 직사각형, 원형 등 적치 모양을 유추하여 광미량을 산출한다. 광미량(m^3)은 “5천 이상/ 3천~5천 미만/ 1천~3천미만/ 50~1천미만/ 50 미만”으로 세분화하고, 광미침출수 유무(유출흔적 포함)는 “발생중/ 흔적있음/ -/ -/ 무”로 세분화하고, 광미 노출 유무는 노출이 조금이라도 있다면 오염 개연성이 있어 “유/ -/ -/ -/ 무”로만 점검하고, 광미적치형태 또한 광미유실의 주요 변수 항목이므로 “곡형/ 사면형/ 평지형/ 기타/ 적치없음”으로 세분화하고, 배수시설 기능상실 여부는 “배수안됨/ -/ -/ 정상/ 시설없음”으로 평가한다.

(나) 광해오염정도는 식생상태(%)(폐석의 유실을 막을 수 있는 살아있는 수목의 비율을 전체면적 대비 %로 산출)를 “30 미만/ 30~50 미만/ 50~70 미만/ 70~80 미만/ 80 이상”으로 세분화하고, 광미오염도를 폐기물 공정시험법을 적용하여 “지정폐기물/ 일반폐기물/ -/ -/ 해당없음”으로 세분화하고, 광미장상부 복토시료 오염도는 우려기준으로 “4개 이상 기준초과/ 3개 기준초과/ 2개 기준초과/ 1개 기준초과/ 기준이내”로 평가하고, 광미장 침출수 오염도(수질오염분석 결과 배출수허용기준 초과여부를 점검)는 “4개이상 기준초과/ 3개 기준초과/ 2개 기준초과/ 1개 기준초과/ 해당없음”으로 평가한다.

(다) 주변영향범위는 광미장이용현황으로 광미가 적치되어 있는 부지를 어떤 용도로 사용하고 있는가를 조사한다. “농경지/ 시설물/ 야적장/ 방치/ 해당없음”으로 세분화하고, 광미장과 하부수계 하천이격도(m)는 “1~50 미만/ 50~100 미만/ 100~300 미만/ 300~2000 미만/ 2000 이상”으로 세분화하고, 갭구 또는 광미장으로부터 하류방향 반경 2km이내 가구수는 “30가구 이상/ 20~30가구 미만/ 10~20가구 미만/ 10가구 미만/ 가구없음”으로 세분화하여 평가한다.

(라) 정책행정반영은 지역개발계획 시기를 “1년 이내/ 2년 이내/ 3년 이내/ 4년 이내/ 5년 이상”으로 세분화 하고, 요청기관을 “부, 처, 청/ 지자체/ 공공기관/ 지역주민/ 해당없음”으로 세분화 하고, 언론보도(최근 2년

간)는 “전국망(TV)/ 전국망(신문 등)/ 지역망(TV)/ 지역망(신문 등)/ 해당 없음”으로 세분화 하고, 민원은 “20인 이상/ 5인 이상/ 개인 민원/ 민원 개연성/ 해당없음”으로 다수민원의 가중치를 더 부여하여 평가한다.

(마) 비용/편익산정은 복원사업비용, 편익 비용을 산정한다.

(바) 조사자판단은 광해실태조사를 전문가가 기존 누적된 자료 및 육안으로 판단하여 평가하여야 한다. 각 평가항목은 “광해 확산가능성, 축적가능성, 긴급가능성”이며 년 단위로 발생할 가능성 또는 1년 이내 발생할 가능성을 %로 나타내었다. 광해 확산가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년 이내 또는 30~50% 미만/ 3년 이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하고, 광해 축적가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년 이내 또는 30~50% 미만/ 3년 이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화 하고, 광해 긴급가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년 이내 또는 30~50% 미만/ 3년 이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하였다.

(사) 특이사항은 공사현장 진입가능성(시·군·구도 이상/농로,마을진입로) 여부를 체크하고 필요시 지자체 협조 가능성을 파악할 수 있어야 한다.

(3) 오염토양 평가항목

(가) 광해유발요인은 광미장, 갯내수, 폐석장 선처리 필요부분은 광산 주변 농경지 상부에 갯내수 유출, 광미장의 방치, 폐석장이 방치 되어 있을 경우에는 상부에 위치한 오염원이 선행처리 되어야 사업효과가 있으므로, 상부에 오염원이 방치되어 있을 경우에는 토양복원사업은 상부의 오염원 방지 사업이 끝난후에 이루어져야 한다. 따라서 광미장, 갯내수, 폐석장 선처리 필요부분을 “해당없음/ 동시처리가능/ 1가지 선처리 필요/ 2가지 선처리 필요/ 3가지 선처리 필요”로 가중치를 세분화하였다.

(나) 광해오염정도는 첫 번째로 갯내수, 광미장, 폐석장 등으로부터

하부수계 방향으로 반경 2km 내의 농경지 시료를 채취하여 조사 한다. 토양오염율 (우려기준을 초과한 오염필지건수/총조사건수*100)은 “50% 이상 / 25~50% 미만/ 10~25% 미만/ 5~10% 미만/ 5% 미만”, 두 번째 농업용수 오염도(배출허용기준)는 환경부 폐금속광산 정밀조사 보고서에서 먹는물, 하천수, 지하수, 오염물질 배출허용기준 초과항목을 함께 한다.“4개 이상 기준초과/ 3개 기준초과/ 2개 기준초과/ 1개 기준초과/ 해당없음”으로 세분화하고, 세 번째 농림수산물식품부로부터 농작물 오염 농경지를 통보 받은 농작물오염통보지역은 “농식품부 통보지역/ 과거 농작물 오염이력 있음/ -/ 통보 이력 없음/ 오염없음으로 통보지역”으로 세분화하고, 네 번째 환경부 폐금속광산 정밀조사 보고서의 토양오염통보 지역을 “1등급/ 2등급/ 3등급/ 통보 이력 없음/ 오염없음으로 통보지역”으로 평가한다.

(다) 주변영향범위는 오염원으로부터 하류방향 반경 2km이내 주요 재배 농작물을 “10대 농작물/ 과수, 비닐하우스/ 비식용작물/ 기타/ 해당없음”으로 평가한다.

(라) 정책행정반영은 지역개발계획 시기를 “1년 이내/ 2년 이내/ 3년 이내/ 4년 이내/ 5년 이상”으로 세분화 하고, 요청기관을 “부, 처, 청/ 지자체/ 공공기관/ 지역주민/ 해당없음”으로 세분화 하고, 언론보도(최근 2년간)는 “전국망(TV)/ 전국망(신문 등)/ 지역망(TV)/ 지역망(신문 등)/ 해당없음”으로 세분화 하고, 민원은 “20인 이상/ 5인 이상/ 개인 민원/ 민원 개연성/ 해당없음”으로 다수민원의 가중치를 더 부여하여 평가한다.

(마) 비용/편익산정은 복원사업비용, 편익 비용을 산정한다.

(바) 조사자판단은 광해실태조사를 전문가가 기존 누적된 자료 및 육안으로 판단하여 평가하여야 한다. 각 평가항목은 “광해 확산가능성, 축적가능성, 긴급가능성”이며 년 단위로 발생할 가능성 또는 1년이내 발생할 가능성을 %로 나타내었다. 광해 확산가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년 이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하고, 광해 축적가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상

또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화 하고, 광해 긴급가능성은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하였다.

(4) 지반침하 평가항목

지반침하방지사업의 경우에는 가장 기본이 갯내도면을 중첩하여 확인하여야 하나, 현재 폐금속광산의 도면 확보가 미흡한 상황으로 일관된 기준 적용을 위하여 육안조사 가능한 항목을 선정하였다.

(가) 광해유발요인에서 광산은 실제로 갯구가 여러 곳에 있다. 그러나 미폐쇄 갯구의 갯 종류는 수갱, 사갱, 수평갱 모두 있다면 수갱을 선택하고, 사갱, 수평갱이 존재할 경우는 사갱을 선택하고, 한 개라도 안전조치 시행이 완료되지 않았다면 해당 항목을 체크하면 된다. 미 폐쇄된 갯구의 갯종류를 확인하여 광해유발요인을 평가한다. 수갱과 사갱은 안전사고의 우려가 있어 가중치가 크며, 미폐쇄 갯구에 안내판, 철조망, 안전휀스 등이 설치되어 있다면 안전조치 시행으로 체크하여야 한다. 더불어 미폐쇄 갯구의 수량과 폐쇄 갯구의 수량도 체크하여야 한다. 수갱, 사갱, 수평갱, 안전조치 시행완료 개수를 기재하여 관리한다. 미폐쇄 갯구의 갯 종류를 “수갱 / 사갱/ 수평갱/ 안전조치 시행완료/ 없음”으로 평가한다.

(나) 광해오염정도는 지표함물 발생건수(갯구로부터 반경 1km이내)를 “10건 이상/ 7~10건 미만/ 4~7건 미만/ 4건 미만/ 해당없음”으로 세분화하고, 시설물 기울어짐 및 균열건수율(기울어짐 및 균열건수/총조사건수*100, 갯구로부터 반경 1km이내 기울어짐이나 균열건수를 점검한다.)을 “30% 이상/ 20~30% 미만/ 10~20% 미만/ 10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하고, 지표함물규모(최고깊이)는 갯구로부터 반경 1km이내의 지표함물규모(최고깊이)를 측정한다. “10m 이상/ 7~10m 미만/ 4~7m 미만/ 4m 미만/ 해당없음”으로 세분화하여 평가한다.

(다) 주변영향범위는 지하공동으로부터 안식각을 고려한 0.5km이내

시설물로 “도로, 철도, 건물/ 농경지/ 임도/ 임야/ 해당없음”으로 세분화하여 평가한다.

(라) 정책행정반영은 지역개발계획 시기를 “1년 이내/ 2년 이내/ 3년 이내/ 4년 이내/ 5년 이상”으로 세분화 하고, 요청기관을 “부, 처, 청/ 지자체/ 공공기관/ 지역주민/ 해당없음”으로 세분화 하고, 언론보도(최근 2년간)는 “전국망(TV)/ 전국망(신문 등)/ 지역망(TV)/ 지역망(신문 등)/ 해당없음”으로 세분화 하고, 민원은 “20인 이상/ 5인 이상/ 개인 민원/ 민원 개연성/ 해당없음”으로 다수민원의 가중치를 더 부여하여 평가한다.

(마) 비용/편익산정은 복원사업비용, 편익 비용을 산정한다.

(바) 조사자판단은 광해실태조사를 전문가가 기존 누적된 자료 및 육안으로 판단하여 평가하여야 한다. 각 평가항목은 “광해 확산가능성, 축적가능성, 긴급가능성”이며 년 단위로 발생할 가능성 또는 1년이내 발생할 가능성을 %로 나타내었다. 광해 확산가능성(지표함몰의 추가 확산 가능성)은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하고, 광해 긴급가능성(침하징후가 침하로 이어질 가능성)은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하였다.

(5) 폐석유실방지 및 산림복구 평가항목

광해실태를 위한 조사기준과 사업량 산출을 위한 조사기준은 서로 상이함으로 각각 관리하여야 한다.

(가) 광해유발요인은 폐석적치장 면적(m^2), 폐석 적치형태(계곡형, 사면형, 평지형, 기타)으로 평가하며, 폐석적치장 면적(m^2)은 “6만 m^2 이상/ 3만~6만 m^2 미만/ 2만~3만 m^2 미만/ 1만~2만 m^2 미만/ 1만 m^2 미만”으로 세분화하고, 폐석 적치형태는 “계곡형/ 사면형/ 평지형/ 기타/ 적치없음”으로 세분화하고, 폐석장 침출수 유무(유출흔적 포함)는 “발생중/ 흔적있음/ -/-/ 무”으로 세분화하여 평가한다.

(나) 광해오염정도는 폐석장의 침출수 오염도(배출허용기준), 폐석유실률, 식생상태(%)로 평가하며, 폐석장의 침출수 오염도(배출허용기준)은 “4개 이상 기준초과/ 3개 기준초과/ 2개 기준초과/ 1개 기준초과/ 기준이내 또는 해당없음”으로 세분화하고 오염수 확보가 안되는 경우는 해당없음으로 한다. 폐석유실률(%)은 전체 폐석량 대비 유실률을 “30% 이상/ 20~30% 미만/ 10~20% 미만/ 10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하고, 식생상태(%)는(폐석의 유실을 막을 수 있는 살아있는 수목의 비율을 전체면적 대비 %로 산출한다.) “30% 미만/ 30~50% 미만/ 50~70% 미만/ 70~80% 미만/ 80% 이상”으로 세분화하여 평가한다.

(다) 주변영향범위는 폐석장으로부터 반경 2km이내 시설로 “주거지, 관광지/ 도로,철도/ 농경지/ 임야/ 기타”로 세분화하고, 폐석장과 하부수계 하천과의 이격거리(m)는 “1~50 미만/ 50~100 미만/ 100~300 미만/ 300~2000 미만/ 2000 이상”으로 세분화하고, 갭구로부터 하류방향 반경 2km이내 가구수는 “0가구 이상/20~30가구 미만/10~20가구 미만/10가구 미만/해당없음”으로 세분화하여 평가한다.

(라) 정책행정반영은 지역개발계획 시기를 “1년 이내/ 2년 이내/ 3년 이내/ 4년 이내/ 5년 이상”으로 세분화 하고, 요청기관을 “부, 처, 청/ 지자체/ 공공기관/ 지역주민/ 해당없음”으로 세분화 하고, 언론보도(최근 2년간)는 “전국망(TV)/ 전국망(신문 등)/ 지역망(TV)/ 지역망(신문 등)/ 해당없음”으로 세분화 하고, 민원은 “20인 이상/ 5인 이상/ 개인 민원/ 민원 개연성/ 해당없음”으로 다수민원의 가중치를 더 부여하여 평가한다.

(마) 비용/편익산정은 복원사업비용, 편익 비용을 산정한다.

(바) 조사자판단은 광해실태조사를 전문가가 기존 누적된 자료 및 육안으로 판단하여 평가하여야 한다. 각 평가항목은 “광해 확산가능성, 축적가능성, 긴급가능성”이며 년 단위로 발생할 가능성 또는 1년이내 발생할 가능성을 %로 나타내었다. 광해 확산가능성(지표함몰의 추가 확산 가능성)은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년이내 또는 30~50% 미만/ 3년이내 또는 10~30% 미만/ 3년이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하고, 광해

긴급가능성(침하정후가 침하로 이어질 가능성)은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년 이내 또는 30~50% 미만/ 3년 이내 또는 10~30% 미만/ 3년 이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하였다.

(사) 특이사항은 공사현장 진입가능성(시·군·구도 이상/농로,마을진입로) 여부를 체크하고 필요시 지자체 협조 가능성을 파악할 수 있어야 한다.

(6) 폐시설 및 폐공가 철거 평가항목

(가) 광해유발요인은 경관훼손여부 및 안전사고 우려도로 “건물 노후화에 따른 붕괴 우려/ 청소년 비행장소 활용 우려/ 주변경관 훼손/ 방치/ 사용중”으로 세분화하고 평가한다.

(나) 광해오염정도는 폐시설물 수, 폐시설물 위치로 평가한다. 폐시설물 수는 “11동 이상/ 6~10동/ 2~5동/ 1동/ 없음”으로 세분화하고, 폐시설물 위치에 따른 위해도는 “도심지내/ 도로변, 관광지 등 가시권/ 마을 등 산로 등 유동인구가 있는곳/ 인적이 별로 없는 산간지역/ 기타”로 세분화하여 평가한다.

(다) 주변영향범위는 갭구로부터 하류방향 반경 2km이내 가구수로 “30가구 이상/20~30가구 미만/10~20가구 미만/10가구 미만/해당없음”으로 평가한다.

(라) 정책행정반영은 지역개발계획 시기를 “1년 이내/ 2년 이내/ 3년 이내/ 4년 이내/ 5년 이상”으로 세분화 하고, 요청기관을 “부, 처, 청/ 지자체/ 공공기관/ 지역주민/ 해당없음”으로 세분화 하고, 언론보도(최근 2년간)는 “전국망(TV)/ 전국망(신문 등)/ 지역망(TV)/ 지역망(신문 등)/ 해당없음”으로 세분화 하고, 민원은 “20인 이상/ 5인 이상/ 개인 민원/ 민원 개연성/ 해당없음”으로 다수민원의 가중치를 더 부여하여 평가한다.

(마) 비용/편익산정은 복원사업비용, 편익 비용을 산정한다.

(바) 조사자판단은 광해실태조사를 전문가가 기존 누적된 자료 및 육안으로 판단하여 평가하여야 한다. 각 평가항목은 “긴급가능성”이며 년 단

위로 발생할 가능성 또는 1년 이내 발생할 가능성을 %로 나타내었다. 광해 긴급가능성(침하징후가 침하로 이어질 가능성)은 “1년 이내 또는 50%이상/ 2년 이내 또는 30~50% 미만/ 3년 이내 또는 10~30% 미만/ 3년 이상 또는 5~10% 미만/ 해당없음”으로 세분화하였다.



제 3 장 적용평가 방법

제 1 절 복원 우선순위 선정기준의 가중치 결정 방법론(AHP⁸⁾) 제시

복원 우선순위 선정항목별 가중치 설정은 사업의 우선순위가 바뀔 수도 있으므로 사업에 대한 의사결정이 가능한 사람들의 집단으로부터의 의견을 반영하여야 한다. 타 환경분야 가중치 분석법을 조사한 결과 AHP분석방법론이 합리적으로 가중치를 도출할 수 있는 대안으로 판단된다. 따라서 향후 아래와 같이 AHP 설문지를 작성하여 평가항목별 가중치를 확정하고자 한다.

환경 의사결정에 관련하여 고려되는 인자들의 정량화 또는 가중치 설정을 위하여 적용된 연구들을 적용기법별로 보면, 인자의 중요도를 척도형 설문조사를 통하여 산정하였고(안건용, 1998; 박원규, 1999 등), 설문조사를 통해 중요도를 반영하여 이를 표준화하여 가중치를 선정한 연구로는(국립환경연구원, 1992; 양병이, 1999; 변병설·주용준, 2000 등)이 있다. 또한 환경의사결정 방법론에 대하여 연구(이관규·양병이, 2001)한 바에 따르면 몇몇 한계점만을 극복할 경우 AHP가 환경의사결정을 위한 최적의 정량화 기법이라고 발표한 바 있다.(임범교, 2004)

AHP기법은 펜실베이니아 경영대학원 Tomas Saaty 교수에 의해 처음 개발되었으며, 계층분석법이라고 한다. AHP는 의사결정을 할 때 두뇌가 단계적 또는 위계적 분석과정을 활용한다는 사실에 착안해서 계층적 구조의 설정, 상대적 중요도의 설정, 그리고 논리적 일관성 유지라는 세 가지 원칙을 이론적 기반으로 하고 있다.

평가항목간에 1대1로 쌍비교를 통하여 가중치나 중요도를 산출한다. 비교결과를 선형대수학의 고유벡터법을 이용하여 요소들의 가중치를 구한다. 가중치를 상위레벨에서 하위레벨 곱하게 되면 의사결정대안의 최종가중치

8) Analysis Hierarchy Process

가 구해진다. 이를 토대로 의사결정을 내리게 된다.

(1) 광산개발에 따른 폐광지역 복원 우선순위 선정기준으로 대분류, 중분류, 소분류로 구분하였다. 대분류는 ①광해유발요인, ②광해오염정도, ③주변영향범위, ④정책행정반영, ⑤비용편익산정, ⑥조사자판단으로 분류하였다. 중분류는 대분류별로 모든 광해유형의 관점에서 선정하였다. ①광미, ②토양, ③수질, ④지반, ⑤폐석/산지, ⑥폐시설물로 분류하였다. 소분류 또한 광해유형별로 광해를 평가하는 실태조사가 가능한 항목으로 선정하였다.

(2) 쌍비교 행렬 생성

우선 평가항목 계층들 각각에 대해 쌍비교를 수행한다. 의사결정자로부터 쌍비교치를 얻는 데는 아래 표14와 같이 9점 척도를 사용한다. A항과 B항을 비교하여 상대적으로 어떤 항목이 얼마만큼 중요한 것인가를 표시해야 한다.

[표 14] 쌍비교 기준 수치

중요 정도	수치
A항과 B항의 중요도가 동등	1
A항이 B항보다 약간 중요	3
A항이 B항보다 중요	5
A항이 B항보다 매우 중요	7
A항이 B항보다 절대적으로 중요	9

각 평가항목 계층에 대해서 얻어진 쌍비교치에 대해서 $a_{ij}=W_i / W_j$ 와 같은 수식으로 각 행렬 요소값을 계산하여 쌍비교행렬을 생성한다. 즉 다음과 같이 계산해 준다.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & \cdots & w_3/w_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

(3) 평가항목간의 상대적 중요도 계산

평가항목들의 상대적 중요도는 일반적으로 합이 1인 가중치(Weight)들로 나타낸다. 즉, n개의 요소가 있는 경우엔 아래와 같이 벡터 형태로 표현될 수 있다.

$$W^T = (w_1, w_2, \cdots, w_n), \quad w_i \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

그리고 이 가중치 벡터 W는 다음과 같은 고유치 문제(eigenvalue problem)를 풀어서 도출해 낼 수 있다. $\lambda_{\max}$ 는 고유치 중 가장 큰 것을 말하며 이에 대응하는 고유벡터가 가중치 벡터 W가 된다. A는 쌍비교행렬이다.

$$A'W = \lambda_{\max} W$$

(4) 평가항목간의 상대적 중요도 계산한 후, 총중요도를 계산한다. 논리적 일관성을 검토를 CI와 CR값을 다음 수식을 통해 계산한다. 이때, CR값이 10% 이상이 되면 의사결정자의 결정과정에 일관성이 결여되어 있다고 판단하고 자료의 가치는 상실되므로, 다시 조사를 하거나, 조사자료를 버려야 하는 경우가 발생한다.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

$$CR = CI / RI, \text{ where } RI : \text{random index}$$

따라서, 설문항목에 대한 답변의 일관성 유지를 위하여 광해종합지수 산출표의 대분류별, 중분류별 소분류별 AHP설문그룹을 달리하여 대분류내에

서의 설문, 중분류내에서의 설문그룹을 달리하여 설문의 일관성을 유지할 수 있도록 할 계획이며, 설문 양식은 부록-I, 부록-II에 작성하여 두었으며, 향후 설문결과에 따라 평가항목간 가중치를 정하고자 한다.

제 2 절 우선순위 시뮬레이션을 위한 전산시스템 제안

본 연구에서 도출된 광산별 평가항목이 97개이며, 6,037개에 광산별 광해실태조사 결과를 입력한다면 585,589건의 데이터를 관리하여야 한다. 광산별, 광해유형별 광해종합지수를 산출하여 순위 부여 및 우선순위 등급을 부여할 때 엑셀 활용은 데이터가 많은 문제와 비교 분석의 다양성을 지원하기에 부족하고 오류를 일으킬 문제점이 있어, 대외적인 신뢰도 확보를 위하여 시스템 개발이 필요하다고 본다. 이에 아래와 같은 시스템을 제안하여 실태조사 입력에 따라 신속하고 정확하게 복원 우선순위 선정 결과를 도출하고자 한다.

1. 필요성

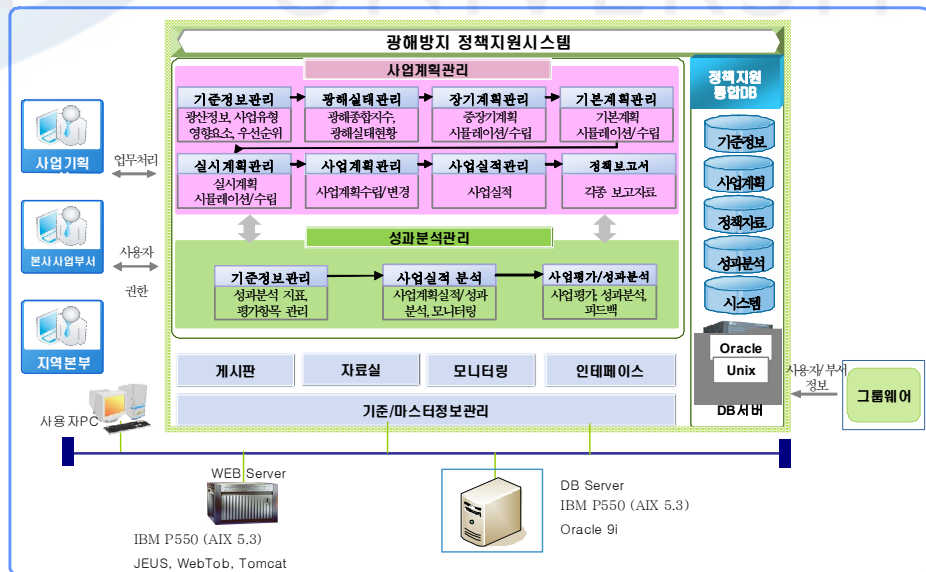
사업계획의 수립·집행·평가 등 전 프로세스에 걸친 선순적 분석 프로그램을 개발하고, 복원 우선순위에 따른 사업계획 수립의 효과성을 제고하고, 5개년 광해방지기본계획 등 중·장기적 관점에서의 사업기간 및 소요재원에 대한 요구사항이 발생하고 있다. 이러한 업무 지원을 위하여 계획수립에서부터 집행, 평가 및 환류에 이르기까지 전체 프로세스에 대한 시스템 지원이 필요하다. 대내·외부 의사결정자들과 불특정 다수의 국민도 광산별 광해방지사업 추진현황 조회, 잔여 광해방지사업 대상에 대한 단기적, 중·장기적 사업기간 및 사업비를 확인하고 싶어한다. 이를 만족시킬 수 있는 신속한 회신이 가능하도록 자동화된 시스템 개발이 한국광해관리공단에게는 전문기관으로서의 위상제고를 위하여 필요하다.

2. 시스템 구축 범위

광산별 광해실태자료 관리 기능을 구현하고, 기 추진 사업량과 사업비를 분석하여 물가상승률을 적용한 사업비 소요전망 가능, 적정 사업계획 수립 및 보고를 위한 모델링 기능을 개발하여야 한다. 광해방지기본계획 및 장기계획 관리 시스템 개발을 개발하고, 광산별 광해실태 정보 및 기추진 사업실적 입력 및 사업비 산출근거인 단가 산출 기능과 사업에 따른 광해량 제거로 광산별 잔여 광해량 조회 기능 구현, 잔여 광해량 제거를 위한 사업비 산출, 예산에 따라 탄력적으로 사업유형별 우선순위에 따른 사업대상지 선정 기능을 구현하여야 한다. 폐광산 사업이 완료되면 수질정화시설물과 광미유실방지시설은 반영구 시설로 사후관리비용이 발생한다. 따라서 향후 사후관리 비용 전망이 가능한 시스템이어야 한다.

광해방지기본계획에 따라 매년 광해방지사업계획 수립 지원 기능 구현, 공단 각 지사로부터 가행광산 소요를 파악할 수 있는 기능 구현, 사후관리 시설물의 개·보수사업비와 지속적인 운영을 위한 사업비 요구 기능 구현

3. 제안 시스템 아키텍처 및 프로그램 구성요소



<그림 13> 제안 시스템 아키텍처 및 프로그램 구성요소

4. 시스템 구성

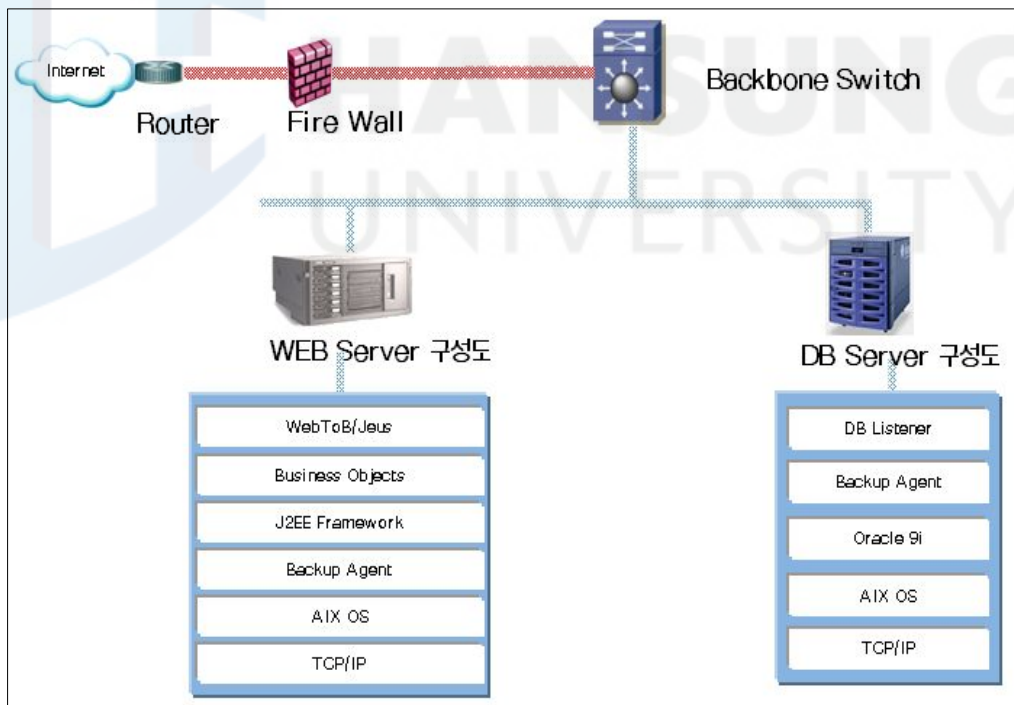
기존 공단의 하드웨어와 소프트웨어를 최대한 이용할 수 있다.

1) 하드웨어 구성

[표 15] 운영서버와 DB서버 현황

구 분		모 델	수 량	비 고
사내 업무 서버 활용	운영서버	IBM P550(AIX 5.3)	1	EKP, 그룹웨어, KMS, MIS, Jeus/WebtoB
	DB 서버	IBM P550(AIX 5.3)	1	ORACLE 9i

2) 소프트웨어 구성



<그림 14> 시스템 구성도

3) 도입 S/W 내역

[표 16] Business Intelligence 구성요건

구분	구성 요건	수량
Business Intelligence	* 제공기능 - Performance management - Match actions with strategy Dashboarding, Scorecarding - Reporting - Access, format, and deliver data Operational Reporting, Embedded Reporting - Query and analysis - Self-serve analysis for users. Interactive Analysis, Ad Hoc Query - BI platform - Manage BI tools, reports, and applications - Data integration - Access, transform, and integrate data * 지원 Operating System - Sun Solaris 8,9,10 - IBM AIX 5.2 / 5.3 - HP-UX 11.11(PA-RISC), HP-UX 11.23(PA-RISC) - Linux Red Hat 4.0 / SLES 9.0 - MS Windows 2000/2003 (Datacenter포함) * 지원 Database - Oracle 9.2 / 10G(R1,R2) - IBM DB2/UDB 8.1, Informix, RedBrick - Sybase IQ 12.5 / 12.6 ASE 12.5 - NCR Teradata V@R5, V2R6 - MS SQL Server 7.0/2000/2005, Access, MySQL	1

4) 도입 S/W 지원 요건

[표 17] 도입 S/W지원요건

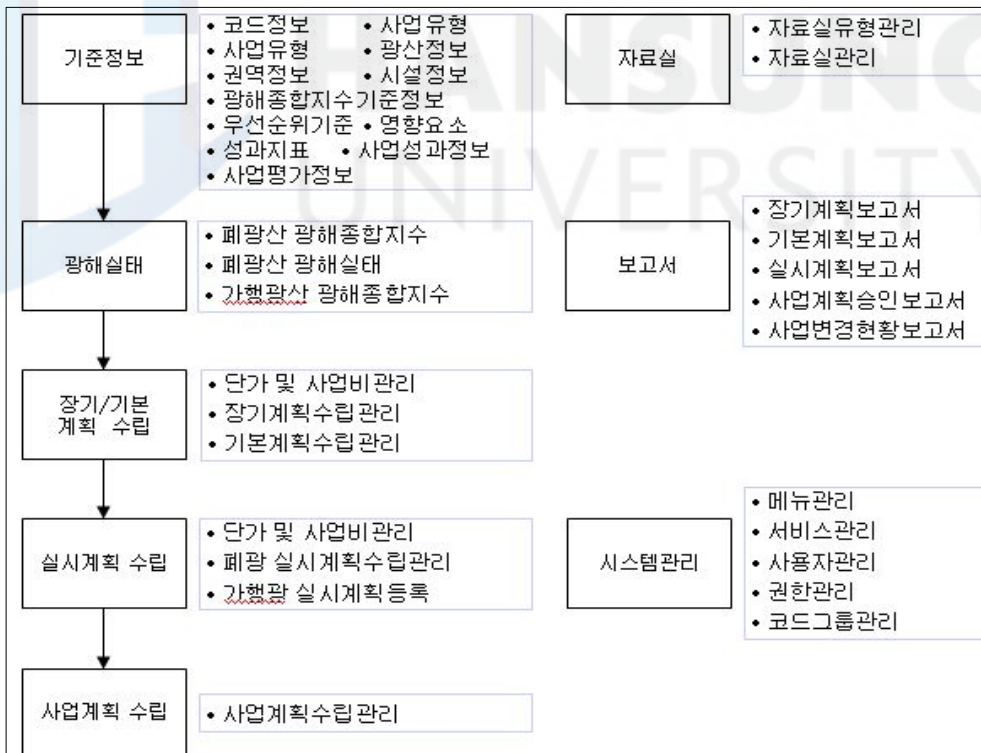
구분	내용	비고
계정정보	1) 정책지원시스템 계정생성 2) CMS Repository 용 별도 계정 생성	DB 담당자 사용자 ID/PW
연결정보	Oracle DB 연결 파라미터 정보	IP, Hostname, TNS정보
DB 공간	1) 정책지원시스템 DB 용 테이블 스페이스 공간 생성 2) CMS Repository DB 용 테이블 스페이스 공간 생성	DB 담당자 DB 사용용량 협의 필요
DB 권한	1) 데이터베이스에서 테이블을 추가 및 삭제할 수 있는 권한 2) 테이블 행을 읽고 쓰고 편집할 수 있는 권한	DB 담당자 권한 부족 시 설치 불가

5) 운영서버 요건

[표 18] 운영서버 지원요건

구 분	내 용	비 고
접속정보	IP Address,Hostname	
Unix 계정	Server admin 계정 (ID/PW)	변경 불가
OS 환경 설정 (.Profile 설정)	Locale UTF-8 사용 가능해야 함 (유니코드 사용) 설치에 필요한 Unix 명령어 실행이 가능해야함	
폴더권한	설치 폴더에 대한 읽기, 쓰기, 실행권한 (설치디렉토리 생성, FTP권한)	
디스크 공간 확보	최소 20GB (설치 공간 및 설치파일 복사 공간)	파일업로드가 고려된 추가용량 확보 권장
Memory	최소 2GB RAM 이상	
DBMS	Oracle Client 설치	OLAP Repository 연결을 위함.

5. 시스템 업무흐름도(Flow-Chart)



<그림 15> 시스템 업무흐름도

6. 사업비 설계 조건

1) 오염수질정화사업의 사업비 설계 조건

① 사업비 산출 조건으로 광산별 갱구단위로 실태 관리가 필요하다. 광해실태정보에서 갱내수량(m^3/day) 정보와 정화시설 공법에 따라 사업비는 달라지며 향후 유지보수 비용도 지속적으로 발생할 것인지가 결정된다. 또한 수질정화시설은 2년 이상의 기간이 소요되는 사업으로 공법 선정과, 사업기간을 수질담당부서에서 개략 결정해 주어야 사업비 시뮬레이션이 가능하다.

② 수질개선사업에 있어서 사업비의 영향요소로 부지매입 단계가 있다. 부지매입비의 개략산정식을 분석하였다.

- 부지매입면적은 선택한 정화공법에 따라 산출한다.

· (세미)패시브공법 : m^3/day 당 8.4 m^2

· 액티브공법 : m^3/day 당 0.7 m^2

- 부지매입비 = 부지매입면적 * 부지매입단가

③ 수질개선사업은 완료후 지속적인 사후관리가 필요하므로 사후관리비를 산출하여야 한다. 산출을 위하여 조사한 결과 (semi)Passive Treatment 공법의 경우는 시공종료년도에 4년후부터 비용이 발생하고, Active Treatment 공법의 경우는 시공종료년도 1년차 이후부터 비용이 투입되어야 한다. 이를 고려하여 시뮬레이션 기능이 구현되어야 한다.

2) 광미유실방지사업의 사업비

① 광미량(m^3)에 의하여 사업비의 규모가 차이가 나며 많은 양의 광미가 방치되어 있다면 사업을 우선적으로 시행해야한다. 광미량은 계곡 등에 적치 되어 있는 경우가 많아 시공비를 일괄 산출하는 것은 큰 의미가 없으며, 현재 이용중인 공사비 산출식을 시뮬레이션시 활용하고자 한다.

- 추세선 활용(시공단가 산출식) : $-31.935 * LN(\text{사업량}) + 406.12$

- 설계요율 등록 : 공사비 금액별 설계요율을 적용한다..

② 광미사업의 경우 사업기간이 1년내 마무리 되지 않을 것이므로 사업기간을 담당자가 입력토록 하여 사업기착수 시기등을 배정할 수 있도록 하여야 한다.

3) 오염토양복원사업의 사업비 산출

① 토양복원사업의 경우는 사업량의 규모가 광산지역의 오염정도에 따라 사업기간이 달라지는 문제와 통보를 받은곳에 조사를 착수하였을 때 통보때와의 사업량이 달라지는 경우가 대부분이므로 그간의 실적으로 광산별 평균오염면적을 산출하여 장기사업비를 산출하고자 한다.

② 토양의 경우는 다른 사업과 달리 휴경보상비를 전망하고 관리하는 기능 구현이 필요하다.

4) 지반침하방지사업의 사업비 산출

① 지반침하방지사업의 경우는 광산단위가 아닌 광산권역별로 사업을 진행하고 있으며, 폐탄광의 경우는 사업이 90%이상 진행되었으나, 폐금속광산의 경우는 그간 지자체에서 사업을 수행해 왔기 때문에 전국을 기반으로 체계적인 계획수립과 전문성이 결여되는 문제가 있었다고 볼 수 있다. 지반침하방지사업비 산출은 기본조사, 정밀조사, 계측조사(지반거동모니터링), 보강공사순으로 사업이 진행되고 있으나 95년부터 공단이 추진해 온 폐탄광과 채굴적의 범위가 다른 폐금속광산이 실적 개수가 부족하지만 통계를 통한 사업비를 산출하고자 한다. 그러나 기본조사 만은 통계치 적용이 가능하므로 광산별 사업량(km²)에 단가와 물가상승률을 곱하여 기본조사비를 산출하고자 한다. 기본조사 이후 정밀조사, 계측조사, 보강공사의 사업량과 사업비는 2007년 이후 평균치를 적용하여 산출한다.

② 기본조사에서 정밀조사로, 정밀조사에서 계측조사로, 계측조사에서 보강공사로 진행되는 비율로 사업비를 산출 적용한다.

5) 폐석유실방지 및 산림복구 사업비 산출

① 폐석량의 적치 위치에 따라 폐석유실방지 사업으로 할 것인지 산림복구사업으로 진행할 것인지가 결정된다. 광해실태에 등록된 사업량(m^3)을 활용하여 사업비를 산출한다.

6) 폐시설물 및 폐공사 철거 사업비 산출

① 광산별 광해실태정보에 폐시설물 사업량이 있으면 폐시설물종류별 석면포함여부, 사업량(광해실태에 등록된 폐시설종류별 면적)을 적용하여 사업비를 산출한다. 설계비, 철거비, 폐기물처리비, 공사비가 산출되어야 한다.

- 폐기물처리기준 : 건설폐재의 폐기물처리기준표 적용(단위 : ton/ m^2 당)

7) 사후관리 비용 입력

사업이 완료된 시설물은 모두 사후관리 대상이 된다. 그러나 비용은 모두 발생하는 것이 아니고, 꾸준한 운영비가 발생하는 것이 아닌 경우에는 자동으로 비용산출은 어렵다. 따라서 사후관리 비용 산출은 그간 운영 중인 시설에 대하여는 전년 단가 또는 당해 연도 단가를 산정하여 물가상승률을 반영하고자 한다. 운영시설이 아닌 사후관리 대상시설은 현장 조사 결과 크게 개보수를 하여야 할 경우도 있고, 작은 비용이 발생하는 개보수도 있을것이므로 직접 입력을 하여 차년도 사업비는 반영해야 하며, 장기 계획 수립을 위하여는 매년 늘어나는 사후관리시설물을 고려하여 일정금액의 예산을 증가시키도록 사업비를 시뮬레이션 해야 한다.

제 4 장 결 론

광산은 가행중은 물론 폐광후에도 지속적으로 광해를 유발함에 따라, 정부 주도의 광해방지 및 복구를 위하여 「광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률」을 제정하고 광해방지전담기관을 설립하였다. 정부는 20년내 폐광산 광해방지 및 복원을 완료할 목표로 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사와의 협의를 하여 매 5년마다 기본계획을 수립하고, 매년 사업계획을 승인하여 사업을 추진하고 있다.

그러나, 그간 추진경과를 보면 기본계획대로 사업을 추진하지 못하여 광해로부터 국민의 건강을 보호하고자 하는 정부의 정책에 불신이 야기될 우려가 있다. 또한 언론보도나 정보 매체를 통한 정보 습득이 실시간에 가까운 지금은 폐광산 환경피해에 대한 인식이 한층 더 높아져 정부중앙부처, 지자체, 광산지역 주민, NGO 등의 광해복구 요구는 급격히 증가하고 있으며, 한정된 재원 때문에 요구에 부응하지 못할 경우에는 기관에 대한 불신의 목소리가 높아지고 항의가 거세지고 있다. 이에 대한 대책으로는 누구나 객관적으로 타당하다고 인정할 수 있는 복원 우선순위 선정기준 마련이 필요하다.

기존 기본계획 수립시에는 폐탄광, 휴·폐금속광산, 가행광산별로 복원 우선순위 선정기준이 상이하여 폐광산 복원 우선순위 선정기준에 일관성이 없었음을 알 수 있었다. 또한 기본계획 달성률이 저조한 상황으로 볼때 복원 우선순위 선정기준이 미흡함을 알 수 있다. 본 연구는 국내·외 사례 분석과 기존 기본계획의 문제점을 검토하고 보완하여 복원 우선순위 선정기준을 제시하였다. 첫째, 국내·외 사례로는 광산환경오염 광해관리지침 연구(정영욱, 2005:133~140)의 부록 C. 폐광산 복원사업 선정기준(미국 Pennsylvania Dept. of Environmental Protection)에 연구된 자료와 폐금속광산에 국한하여 토양오염정화 우선순위 평가기준(이종득, 2008:1857~1909)이 제시되고 있으나, 국내Xvi든 폐광산(폐탄광, 폐금속광, 폐비금속광)에 대한 복원 우선순위 평가는 그간 연구된 바가 없었다. 둘째, 기존 기본계획의 복원 우선순위 선정기준 미흡으로 인한 계획외 개소 추진 계

획외하였으며, 주요 사유는 가행광산 광업권자(조광권자)가 계획수립 시점처럼 사업 신청을 하지 않았고, 지반침하 등의 긴급복구가 필요한 사업이 발생, 토지소유자의 복구동의 거부, 수질정화시설 부지매입 곤란, 사업을 위한 진입로 미확보, 동절기 공사중지, 광해방지 대상 시설물의 가압류 설정, 부적절한 사업비 및 사업기간 산정, 민원성 언론보도, 지역개발계획 사업과의 연계 등으로 인해 계획 대상지의 취소, 계획을 당겨 추진한 개소, 신규 추진한 개소가 발생하게 되었다.

위와 같이 선행사례의 비교·분석 결과 광산별, 광해유형별 광해종합지수 산출 기준을 대분류, 중분류, 소분류로 구분하였다. 대분류는 ①광해유발요인, ②광해오염정도, ③주변영향범위, ④정책행정반영, ⑤비용편익산정, ⑥조사자판단으로 분류하였다. 중분류는 대분류별로 모든 광해유형의 관점에서 선정하였다. ①광미, ②토양, ③수질, ④지반, ⑤폐석/산지, ⑥폐시설물로 분류하였다. 소분류 또한 광해유형별로 광해를 평가하는 실태조사가 가능한 항목으로 선정하였다. 표 8은 광산별, 광해유형별 복원 우선순위 선정기준을 요약한 것이다.

광산별, 광해유형별 평가항목의 점수는 기존 사업추진중 복원 우선순위에 따라 부여한 것이며, 향후 평가항목간 가중치는 다자간 의사결정방법인 AHP기법을 사용하여 재배정이 필요하다. 전산시스템에 실태조사 결과 입력전 기존의 복원지역과 AHP기법에 따라 가중치를 재조정하고 시뮬레이션 한 결과의 부합성 등을 비교하여 가중치를 확정하여야 한다.

[표 19] 광산별, 광해유형별 복원 우선순위 선정기준 요약

대 분 류	광산별 점수	광해유형별 점수						비고
		광미	토양	수질	지반	폐석/산지	폐시설	
① 광해유발요인	100	20	20	20	20	15	5	
② 광해오염정도	300	55	55	50	50	50	40	
③ 주변영향범위	200	40	40	40	40	20	20	
④ 정책행정반영	150	30	30	30	30	30	30	
⑤ 비용편익산정	250	40	40	45	45	40	40	
⑥ 조사자판단	250	40	40	45	45	40	40	
광해종합지수 (①~⑥의 합)	1,250	225	225	230	230	195	175	

- ① 광해유발요인 : 광해유형별로 영향을 줄 수 있어야 하며, 육안 판별이 가능한 광해 현상
- ② 광해오염정도 : 광해오염도(위해도, 안전사고우려도) 등의 정량적 분석 결과값
- ③ 주변영향범위 : 광해요인과 광해정도가 영향을 줄 가능성이 있는 광해 유형별 대상
- ④ 정책행정반영 : 정책적/행정적 외부영향요소 반영
- ⑤ 비용편익산정 : 투입비용 대비 효과를 비용으로 산정
- ⑥ 조사자 판단 : 광해방지전문가(공단 조사자 또는 실태조사자 등)의 판단자료

본 연구를 통하여 광산별, 광해유형별 복원 우선순위 선정을 위한 평가 기준을 마련하고 실태조사 방법을 상세히 기술하여 조사자의 혼선을 방지하고자 하였다. 또한, 광산별 97개 평가항목을 조사하게 되면, 6,037개 광산에 관리 대상 항목수는 총 585,589건이 해당된다. 이렇게 방대한 자료를 체계적으로 입력·관리할 수 있는 전산시스템은 복원 우선순위 선정을 위하여 필수적인 시스템이라 할 수 있다. 실태조사 결과를 입력하여 광산별 광해를 체계적으로 관리하고, 신속하게 복원 우선순위 선정을 지원할 수 있는 시스템 구현이 필요하다. 이에 본 연구에서는 광해실태조사 자료를 입력하여 광해량, 사업기간, 사업비의 시뮬레이션과 중·장기 복원 우선순위 계획수립 지원이 가능하도록 기초가 되는 광해실태조사 항목을 설계 항목으로 도출하고 광해종합지수 산출과 구현이 필요한 프로그램을 목록화 하였다.

향후에는 본 연구에서 제안한 AHP기법을 통한 평가항목간 가중치 설정과 광해방지사업에 따른 비용편익산정 연구용역이 완료되면 본 연구에서 개발한 평가항목마다의 세분화된 선정기준에 실태조사자료를 입력하여 폐광산 주변 환경피해의 복원 우선순위를 시뮬레이션 하게 되면 제대로된 광해종합지수 산정이 이루어질것이라 예상된다. 시뮬레이션 결과가 광해실태 조사 전문가의 의견과 일치하는지와 기존 사업대상지가 선우선순위 인지를 검토하여 폐광산 주변 환경피해의 복원 우선순위 선정기준을 확정하고 시뮬레이션을 위한 전산 시스템 설계항목과 항목간의 가중치를 정확히 제안하고자 한다.

【참고문헌】

- 한국광해관리공단, 『광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률』, 2008
- 권현호, 「광해관련 정책과 법령」, 제1차광해방지단기교육, 한국지구시스템공학회, pp. 29-44
- 권현호, 남광수 譯, 『광해방지공학』, 도서출판 동화기술, 2007
- 영월군 外, 『폐탄광 광해실태조사 용역』, 석탄산업합리화사업단, 2001
- 정영욱 外, 『휴·폐금속광산 정밀실태조사 연구』, 석탄산업합리화사업단, 2005
- 김익수, 이경한, 조원재, 『광해방지사업 장기 수요예측에 관한 연구』, 광해방지사업단, 2006
- 장운호 外, 『광해방지사업 기초자료 확보를 위한 연구』, 한국광해관리공단, 2009
- 정영욱 外, 『광산환경오염 광해관리지침개발 연구』, 산업자원부, 2005:133~140
- 이종득 外, 『2008년도 폐금속광산 토양오염실태 정밀조사』, 환경관리공단, pp 1857~1909
- 정명채, 정문영, 「국내 휴폐금속광산의 환경오염 평가 및 향후 관리방안」, 한국지구시스템공학회지 Vol 43, No. 5 (2006) pp. 383-394
- 김택수 外, 『광해방지사업 성과지표 개발』, 한국광해관리공단, 2008
- 김양수 外, 『물금광산 지반안정성 기본조사』, 광해방지사업단, 2007
- 임병재 外, 『대덕탄광 수질정화시설 타당성조사』, 한국광해관리공단, 2009
- 장병주 外, 『신태일탄광 수질정화시설 타당성조사』, 한국광해관리공단, 2009
- 장병주 外, 『삼보광산 수질정화시설 타당성조사 및 PILOT TEST』, 한국광해관리공단, 2009

【부 록】

부록-1 : 광해종합지수 평가항목 계층구조(대분류, 중분류
(=광해유형구분), 소분류(=조사항목))

부록-Ⅱ : 광해종합지수 평가항목간 가중치 결정을 위한
AHP 설문양식



부록-1 : 광해종합지수 평가항목 계층구조(대분류, 중분류(=광해유형구분), 소분류(=조사항목))

대분류	광해유형구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
① 광해유발요인	광미	광미량(㎡)	5천 이상	3천~5천 미만	1천~3천 미만	50~1천 미만	50 미만
		광미 침출수 유무 (유출혼적 포함)	발생중	흔적있음	-	-	무
		광미 노출 유무	유	-	-	-	무
		광미 적치형태	계곡형	사면형	평지형	기타	적치없음
		배수시설 작동상태	배수안됨	-	-	정상	시설없음
	토양	광미장, 갱내수, 폐석장 선처리 필요부분	해당없음	동시처리 가능	1가지 선처리 필요	2가지 선처리 필요	3가지 선처리 필요
	수질	갱내수 유량(㎡/d)	200 이상	150~200 미만	100~150 미만	50~100 미만	50 미만
	지반	미폐쇄 갱구의 갱 종류	수갱	사갱	수평갱	안전조치 시행완료	없음
	폐석/산지	폐석 적치장 면적(㎡)	6만㎡ 이상	3만~6만㎡ 미만	2만~3만㎡ 미만	1만~2만㎡ 미만	1만㎡ 미만
		폐석 적치형태	계곡형	사면형	평지형	기타	해당없음
		폐석장 침출수 유무(유출혼적 포함)	발생중	흔적있음	-	-	무
	폐시설	폐시설수	11동 이상	6~10동	2~5동	1동	없음

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
② 광해 오염 정도	광미	광미오염도 (폐기물공정시험법)	지정폐기물	일반폐기물			해당없음
		광미장상부복토시료오염도 (우려기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준초과	2개 기준초과	1개 기준초과	기준이내
		광미장침출수오염도 (배출허용기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준초과	2개 기준초과	1개 기준초과	기준이내
		식생상태(%)	30% 미만	30~50% 미만	50~70% 미만	70~80% 미만	80% 이상
	토양	토양오염율 (=우려기준을초과한오염필 지건수/총조사건수*100)%	50% 이상	25~50% 미만	10~25% 미만	5~10% 미만	5% 미만
		농업용수 오염도 (배출허용기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준초과	2개 기준초과	1개 기준초과	기준이내
		농작물오염 통보	농식품부 통보지역	과거 농작물 오염 이력 있음	-	통보이력 없음	오염없음 으로 통보지역
		환경부 토양오염 통보	환경부 1등급 통보지역	환경부 2등급 통보지역	환경부 3등급 통보지역	통보이력 없음	오염없음 으로 통보지역
	수질	강내수오염도 (배출허용기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준초과	2개 기준초과	1개 기준초과	기준이내
		오염거리(m)	1000 이상	500~1000 미만	200~500 미만	200 미만	해당없음
	지반	지표함몰 발생건수 (갱구로부터 반경1km이내)	10건 이상	7~10건 미만	4~7건 미만	1~4건 미만	해당없음
		시설물 기울어짐 및 균열건수율(기울어짐 및 균열건수/ 총조사건수*100)(갱구로부터 반경1km이내)	30% 이상	20~30% 미만	10~20% 미만	10% 미만	해당없음
		지표함몰 최고깊이	10m 이내	7~10m 미만	4~7m 미만	4m 미만	해당없음
	폐석 /산 지	폐석장의 침출수 오염도 (배출허용기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준초과	2개 기준초과	1개 기준초과	기준이내
		폐석유실률(%)	30% 이상	20~30% 미만	10~20% 미만	10% 미만	해당없음
		식생상태(%)	30% 미만	30~50% 미만	50~70% 미만	70~80% 미만	80% 이상
	폐시 설물	안전사고우려도	건물 노후화에 따른 붕괴 우려	청소년 비행장소 활용 우려	주변경관 훼손	방치	사용중
		폐시설물 위치에 따른 위험도	도심지 내	도로변, 관광지 등 가시권	마을 등산로 등 유동인구가 있는곳	인적이 별로 없는 산간지역	기타

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
③ 주변 영향 범위	광미	광미장 이용현황	농경지	시설물	야적장	방치	해당 없음
		광미장과 하부수계 하천과의 이격거리	1~50m 미만	50~100 m 미만	100~300 m 미만	300~200 0m 미만	2000 m이 상
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가 구 미만	10~20가 구 미만	10가구 미만	가구 없음
	토양	오염원으로부터 하류방향 반경 2km이내 주요 재배 농작물	10대 농작물	과수, 비닐하우스	비식용작 물	기타	해당 없음
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가 구 미만	10~20가 구 미만	10가구 미만	가구 없음
	수질	오염원으로부터 하류방향 반경 2Km이내 오염하천 주변시설	관광지	주거지	농경지	도로, 철도	기타
		갱내수를 포함한 하천수 활용처	상수원	농업용수	-	-	해당 없음
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가 구 미만	10~20가 구 미만	10가구 미만	가구 없음
	폐석 / 산지	폐석장으로부터 반경 2Km이내 시설	주거지, 관광지	도로, 철도	농경지	임야	기타
		폐석장과 하부수계 하천과의 이격거리	1~50m 미만	50~100 m 미만	100~300 m 미만	300~200 0m 미만	2000 m 이상
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가 구 미만	10~20가 구 미만	10가구 미만	가구 없음
	지반	함몰지로부터 반경 0.5km 이내 시설	도로, 철도, 건물	농경지	임도	임야	해당 없음
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가 구 미만	10~20가 구 미만	10가구 미만	가구 없음
	폐시 설물	갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가 구 미만	10~20가 구 미만	10가구 미만	가구 없음

대 분 류	광해유 형구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
④ 정 책 행 정 반 영	광미	지역개발계획	1년 이내	2년 이내	3년 이내	4년 이내	5년 이상
		요청기관	부, 처, 청	지자체	공공기관	지역주민	해당없음
		언론보도(최근 2년)	전국망(TV)	전국망(신문 등)	지역망(TV)	지역망(신문 등)	해당없음
		민원	20인 이상	5인 이상	개인민원	민원개연성	해당없음
	토양	지역개발계획	1년 이내	2년 이내	3년 이내	4년 이내	5년 이상
		요청기관	부, 처, 청	지자체	공공기관	지역주민	해당없음
		언론보도(최근 2년)	전국망(TV)	전국망(신문 등)	지역망(TV)	지역망(신문 등)	해당없음
		민원	20인 이상	5인 이상	개인민원	민원개연성	해당없음
	수질	지역개발계획	1년 이내	2년 이내	3년 이내	4년 이내	5년 이상
		요청기관	부, 처, 청	지자체	공공기관	지역주민	해당없음
		언론보도(최근 2년)	전국망(TV)	전국망(신문 등)	지역망(TV)	지역망(신문 등)	해당없음
		민원	20인 이상	5인 이상	개인민원	민원개연성	해당없음
		부지확보가능성	적정	부족	없음	-	해당없음
	지반	지역개발계획	1년 이내	2년 이내	3년 이내	4년 이내	5년 이상
		요청기관	부, 처, 청	지자체	공공기관	지역주민	해당없음
		언론보도(최근 2년)	전국망(TV)	전국망(신문 등)	지역망(TV)	지역망(신문 등)	해당없음
		민원	20인 이상	5인 이상	개인민원	민원개연성	해당없음
	폐석/ 산지	지역개발계획	1년 이내	2년 이내	3년 이내	4년 이내	5년 이상
		요청기관	부, 처, 청	지자체	공공기관	지역주민	해당없음
		언론보도(최근 2년)	전국망(TV)	전국망(신문 등)	지역망(TV)	지역망(신문 등)	해당없음
		민원	20인 이상	5인 이상	개인민원	민원개연성	해당없음
	폐시설 물	지역개발계획	1년 이내	2년 이내	3년 이내	4년 이내	5년 이상
		요청기관	부, 처, 청	지자체	공공기관	지역주민	해당없음
		언론보도(최근 2년)	전국망(TV)	전국망(신문 등)	지역망(TV)	지역망(신문 등)	해당없음
		민원	20인 이상	5인 이상	개인민원	민원개연성	해당없음

대 분 류	광해 유 형구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
⑤ 비용 편익 산정	광미	복원비용	고	중	저		
		편익비용	고	중	저		
	토양	복원비용	고	중	저		
		편익비용	고	중	저		
	수질	복원비용	고	중	저		
		유지보수비용	저	중	고		
		편익비용	고	중	저		
	지반	복원비용	고	중	저		
		편익비용	고	중	저		
	폐석/ 산지	복원비용	고	중	저		
		편익비용	고	중	저		
	폐시설 물	복원비용	고	중	저		
		편익비용	고	중	저		

대 분 류	광해 유 형구분	조사 항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
⑥ 조 사 자 판 단	광미	광해 확산가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
		광해 축적가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
		광해 긴급가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
	토양	광해 확산가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
		광해 축적가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
		광해 긴급가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
	수질	광해 확산가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
		광해 축적가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
		광해 긴급가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
	지반	광해 확산가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
		광해 긴급가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
	폐석/ 산지	광해 확산가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
		광해 긴급가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음
	폐시설 물	광해 긴급가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당 없음

부록-Ⅱ:광해종합지수 평가항목간 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

1) 대분류 평가항목간 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
광해유발요인																	광해오염정도
광해유발요인																	주변영향범위
광해유발요인																	정책행정반영
광해유발요인																	비용편익산정
광해유발요인																	조사자판단
광해오염정도																	주변영향범위
광해오염정도																	정책행정반영
광해오염정도																	비용편익산정
광해오염정도																	조사자판단
주변영향범위																	정책행정반영
주변영향범위																	비용편익산정
주변영향범위																	조사자판단
정책행정반영																	비용편익산정
정책행정반영																	조사자판단
비용편익산정																	조사자판단

1. 광해유발요인, 광해오염정도, 주변영향범위, 정책행정반영, 비용편익산정, 조사자판단별로 평가항목간 가중치 결정을 위한 AHP 설문 양식

1) 광해유발요인 AHP 설문 양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대적중요		비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
광미																			토양
광미																			수질
광미																			지반
광미																			폐석/산지
광미																			폐시설
토양																			수질
토양																			지반
토양																			폐석/산지
토양																			폐시설
수질																			지반
수질																			폐석/산지
수질																			폐시설
지반																			폐석/산지
지반																			폐시설
폐석/산지																			폐시설

* 광해종합지수 산출표

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 유발 요인	광미	광미 량(m ³)	5천 이상	3천~5천 미만	1천~3천 미만	50~1천 미만	50 미만
		광미 침출수 유무(유출혼적 포함)	발생중	혼적있음	-	-	무
		광미 노출 유무	유	-	-	-	무
		광미 적치형태	계곡형	사면형	평지형	기타	적지없음
	토양	배수시설 작동상태	배수안됨	-	-	정상	시설없음
		광미장, 갱내수, 폐석장 선처리 필요부분	해당없음	동시처리 가능	1가지 선처리 필요	2가지 선처리 필요	3가지 선처리 필요
		수질	갱내수 유량(m ³ /d)	200 이상	150~200 미만	100~150 미만	50~100 미만
	지반	미폐쇄 갱구의 갱 종류	수갱	사갱	수평갱	안전조치 시행완료	없음
	폐석/ 산지	폐석 적치장 면적(m ²)	6만m ² 이상	3만 ~ 6만 m ² 미만	2만 ~ 3만 m ² 미만	1만 ~ 2만 m ² 미만	1만m ² 미만
		폐석 적지형태	계곡형	사면형	평지형	기타	해당없음
		폐석장 침출수 유무(유출 혼적 포함)	발생중	혼적있음	-	-	무
	폐시설	폐시설수	11동 이상	6~10동	2~5동	1동	없음

2) 광해유발요인중 광미의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대적중요		비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
광미량(m ²)																			광미 침출수 유무 (유출혼적 포함)
광미량(m ²)																			광미 노출 유무
광미량(m ²)																			광미 적치형태
광미량(m ²)																			배수시설 작동 상태
광미 침출수 유무 (유출혼적 포함)																			광미 노출 유무
광미 침출수 유무 (유출혼적 포함)																			광미 적치형태
광미 침출수 유무 (유출혼적 포함)																			배수시설 작동 상태
광미 노출 유무																			광미 적치형태
광미 노출 유무																			배수시설 작동 상태
광미 적치형태																			배수시설 작동 상태

* 광해종합지수 산출표

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 유발 요인	광미	광미량(m ²)	5천 이상	3천~5천 미만	1천~3천 미만	50~1천 미만	50 미만
		광미 침출수 유무(유출혼적 포함)	발생중	혼적있음	-	-	무
		광미 노출 유무	유	-	-	-	무
		광미 적치형태	계곡형	사면형	평지형	기타	적치없음
		배수시설 작동상태	배수안됨	-	-	정상	시설없음

4) 광해유발요인중 폐석/산지의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문 양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
폐석 적치장 면적(㎡)																		폐석 적치형태
폐석 적치장 면적(㎡)																		폐석장 침출수 유무 (유출 혼적 포함)
폐석 적치형태																		폐석장 침출수 유무 (유출 혼적 포함)

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 유발 요인	폐석/산지	폐석 적치장 면적(m ²)	6만m ² 이상	3 만 ~ 6 만 m ² 미만	2 만 ~ 3 만 m ² 미만	1 만 ~ 2 만 m ² 미만	1만m ² 미만
		폐석 적치형태	계곡형	사면형	평지형	기타	해당없음
		폐석장 침출수 유무(유출 혼적 포함)	발생중	혼적있음	-	-	무

2. 광해오염정도내의 평가항목간 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

1) 광해오염정도중 광미의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요	매우중요	중요	약간중요	동등	약간중요	중요	매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
광미오염도 (폐기물공정시험법)										광미장상부복토 시료오염도 (우려기준)
광미오염도 (폐기물공정시험법)										광미장침출수오 염도 (배출허용기준)
광미오염도 (폐기물공정시험법)										식생상태(%)
광미장상부복토시료 오염도 (우려기준)										광미장침출수오 염도 (배출허용기준)
광미장상부복토시료 오염도 (우려기준)										식생상태(%)
광미장침출수오염도 (배출허용기준)										식생상태(%)

* 광해종합지수 산출표

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 오염 정도	광미	광미오염도 (폐기물공정시험법)	지정 폐기물	일반 폐기물			해당없음
		광미장상부복토시료오염도 (우려기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준초과	2개 기준초과	1개 기준초과	기준이내
		광미장침출수오염도 (배출허용기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준초과	2개 기준초과	1개 기준초과	기준이내
		식생상태(%)	30% 미만	30~50% 미만	50~70% 미만	70~80% 미만	80% 이 상

2) 광해오염정도중 토양의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비 교 항 목 (A)	절대적중요	매우중요	중요	약간중요	중요	약간중요	매우중요	절대적중요	비 교 항 목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	
토양오염율 (=우려기준을초과한 오염필지건수/총조 사건수*100)%									농업용수 오염 도 (배출허용기준)
토양오염율 (=우려기준을초과한 오염필지건수/총조 사건수*100)%									농작물오염 통 보
토양오염율 (=우려기준을초과한 오염필지건수/총조 사건수*100)%									환경부 토양오 염 통보
농업용수 오염도 (배출허용기준)									농작물오염 통 보
농업용수 오염도 (배출허용기준)									환경부 토양오 염 통보
농작물오염 통보									환경부 토양오 염 통보

* 광해종합지수 산출표

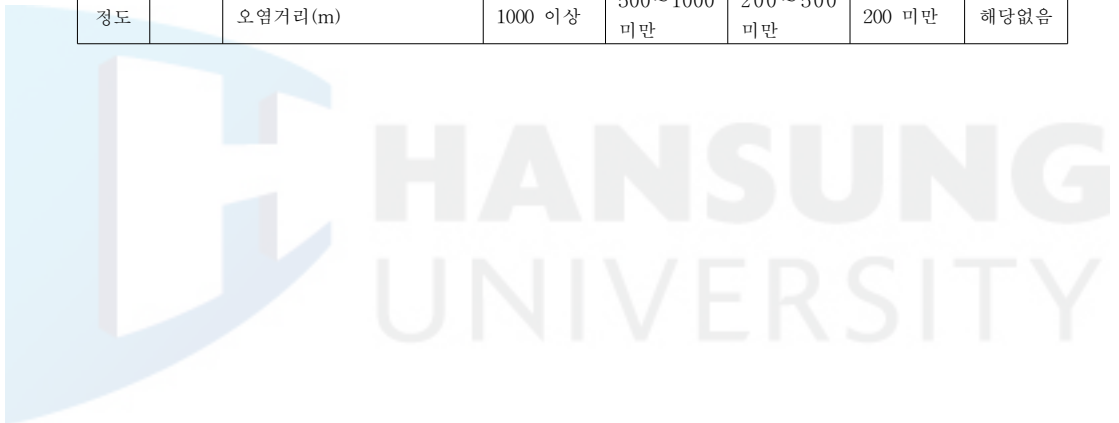
대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 오염 정도	토양	토양오염율 (=우려기준을초과한오염 필 지건수/총조사건수*100)%	50% 이상	25~50% 미만	10~25% 미만	5~10% 미만	5% 미 만
		농업용수 오염도 (배출허용기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준 초과	2개 기준 초과	1개 기준 초과	기준이내
		농작물오염 통보	농식품부 통보지역	과거 농작 물 오염 이 력 있음	-	통보이력 없음	오염없음 으로 통 보지역
		환경부 토양오염 통보	환경부 1 등급 통보 지역	환경부 2 등급 통보 지역	환경부 3 등급 통보 지역	통보이력 없음	오염없음 으로 통 보지역

3) 광해오염정도중 수질의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문 양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
갱내수오염도 (배출허용기준)																	오염거리(m)

* 광해종합지수 산출표

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 오염 정도	수질	갱내수오염도 (배출허용기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준 초과	2개 기준 초과	1개 기준 초과	기준이내
		오염거리(m)	1000 이상	500~1000 미만	200~500 미만	200 미만	해당없음



4) 광해오염정도중 지반의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
지표함몰 발생건수 (갱구로부터 반경 1km이내)																	시설물 기울어 짐 및 균열건 수율(기울어짐 및 균열건수/ 총조사건수 *100)(갱구로부 터 반경1km이 내)
지표함몰 발생건수 (갱구로부터 반경 1km이내)																	지표함몰 최고 깊이
시설물 기울어짐 및 균열건수율(기울어 짐 및 균열건수/ 총 조사건수*100)(갱구 로부터 반경1km이 내)																	지표함몰 최고 깊이

* 광해종합지수 산출표

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 오염 정도	지반	지표함몰 발생건수 (갱구로부터 반경1km이내)	10건 이상	7~10건 미 만	4~7건 미 만	1~4건 미 만	해당없음
		시설물 기울어짐 및 균열 건수율(기울어짐 및 균열건 수/ 총조사건수*100)(갱구 로부터 반경1km이내)	30% 이상	20 ~ 30 % 미만	10 ~ 20 % 미만	10% 미만	해당없음
		지표함몰 최고깊이	10m 이내	7~10m 미만	4~7m 미만	4m 미만	해당없음

5) 광해오염정도중 폐석/산지의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
폐석장의 침출수 오염도 (배출허용기준)																	폐석유실률(%)
폐석장의 침출수 오염도 (배출허용기준)																	식생상태(%)
폐석유실률(%)																	식생상태(%)

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 오염 정도	폐석/ 산지	폐석장의 침출수 오염도 (배출허용기준)	4개 이상 기준초과	3개 기준초과	2개 기준초과	1개 기준초과	기준이내
		폐석유실률(%)	30% 이상	20~30% 미만	10~20% 미만	10% 미만	해당없음
		식생상태(%)	30% 미만	30~50% 미만	50~70% 미만	70~80% 미만	80% 이상

6) 광해오염정도중 폐시설물의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
안전사고우려도																	폐시설물 위치에 따른 위해도

* 광해종합지수 산출표

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
광해 오염 정도	폐시 설물	안전사고우려도	건물 노후 화에 따른 붕괴 우려	청소년 비 행장소 활 용 우려	주 변 경 관 훼손	방치	사용중
		폐시설물 위치에 따른 위해 도	도심지 내	도로변, 관 광지 등 가 시권	마을 등산 로 등 유동 인구가 있 는곳	인적이 별 로 없는 산간지역	기타

3. 주변영향범위내의 평가항목간 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

1) 주변영향범위중 광미의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요	매우중요	중요	약간중요	동등	약간중요	중요	매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
광미장 이용현황										광미장과 하부수계 하천과의 이격거리
광미장 이용현황										쟁구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수
광미장과 하부수계 하천과의 이격거리										쟁구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변영향범위	광미	광미장 이용현황	농경지	시설물	야적장	방치	해당없음
		광미장과 하부수계 하천과의 이격거리	1~50m 미만	50~100m 미만	100~300m 미만	300~2000m 미만	2000m 이상
		쟁구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가구 미만	10~20가구 미만	10가구 미만	가구없음

2) 주변영향범위중 토양의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대적중요		비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
오염원으로부터 하 류방향 반경 2km 이내 주요 재배 농 작물																		갱구로부터 하 류방향 반경 2Km이내 가구 수	

* 광해종합지수 산출표

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변 영향 범위	토양	오염원으로부터 하류방향 반경 2km 이내 주요 제배 농작물	10대 농 작물	과수, 비 닐하우스	비식용작 물	기타	해당 없음
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이 내 가구수	3 0 가 구 이상	20~30가 구 미만	10~20가 구 미만	1 0 가 구 미만	가구 없음

3) 주변영향범위중 수질의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
오염원으로부터 하류방향 반경 2Km 이내 오염하천 주변 시설																	갱내수를 포함한 하천수 활용처
오염원으로부터 하류방향 반경 2Km 이내 오염하천 주변 시설																	갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수
갱내수를 포함한 하천수 활용처																	갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해유형구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변영향범위	수질	오염원으로부터 하류방향 반경 2Km이내 오염하천 주변 시설	관광지	주거지	농경지	도로, 철도	기타
		갱내수를 포함한 하천수 활용처	상수원	농업용수	-	-	해당없음
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가구 미만	10~20가구 미만	10가구 미만	가구없음

4) 주변영향범위중 폐석/산지의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
폐석장으로부터 반경 2Km이내 시설																	폐석장과 하부수계 하천과의 이격거리
폐석장으로부터 반경 2Km이내 시설																	갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수
폐석장과 하부수계 하천과의 이격거리																	갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변영향범위	폐석 / 산지	폐석장으로부터 반경 2Km이내 시설	주거지, 관광지	도로, 철도	농경지	임야	기타
		폐석장과 하부수계 하천과의 이격거리	1~50m 미만	50~100m 미만	100~300m 미만	300~2000m 미만	2000m 이상
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가구 미만	10~20가구 미만	10가구 미만	가구없음

5) 주변영향범위중 지반의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문지

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요	절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
함몰지로부터 반경 0.5km 이내 시설																	갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해유형구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변영향범위	지반	함몰지로부터 반경 0.5km 이내 시설	도로, 철도, 건물	농경지	임도	임야	해당없음
		갱구로부터 하류방향 반경 2Km이내 가구수	30가구 이상	20~30가구 미만	10~20가구 미만	10가구 미만	가구없음

4. 정책행정반영내의 평가항목간 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

1) 정책행정반영중 광미의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

(토양, 지반, 폐석/산지, 폐시설 설문지 동일)

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대적중요		비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
지역개발계획																		요청기관	
지역개발계획																		언론보도(최근 2년)	
지역개발계획																		민원	
요청기관																		언론보도(최근 2년)	
요청기관																		민원	
언론보도(최근 2년)																		민원	

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변 영향 범위	광미	지역개발계획	1년 이내	2년 이내	3년 이내	4년 이내	5년 이상
		요청기관	부, 처, 청	지자체	공공기관	지역주민	해당없음
		언론보도(최근 2년)	전국망(TV)	전국망(신문 등)	지역망(TV)	지역망(신문 등)	해당없음
		민원	20인 이상	5인 이상	개인민원	민원개연성	해당없음

2) 정책행정반영중 수질의 조사항목간의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

비 교 항 목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대적중요		비 교 항 목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
지역개발계획																			요청기관
지역개발계획																			언론보도(최근 2년)
지역개발계획																			민원
지역개발계획																			부지확보가능성
요청기관																			언론보도(최근 2년)
요청기관																			민원
요청기관																			부지확보가능성
언론보도(최근 2년)																			민원
언론보도(최근 2년)																			부지확보가능성
민원																			부지확보가능성

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해유형구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변영향범위	수질	지역개발계획	1년 이내	2년 이내	3년 이내	4년 이내	5년 이상
		요청기관	부, 처, 청	지자체	공공기관	지역주민	해당없음
		언론보도(최근 2년)	전국망(TV)	전국망(신문 등)	지역망(TV)	지역망(신문 등)	해당없음
		민원	20인 이상	5인 이상	개인민원	민원개연성	해당없음
		부지확보가능성	적정	부족	없음	-	해당없음

5. 비용편익산정내의 평가항목 및 가중치는 ‘10년 6월경 완료되는 광해방
지사업 비용편익분석 연구결과를 반영한 AHP 설문양식 작성

6. 조사자판단내의 평가항목간 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식

1) 조사자판단중 광미의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식(토양, 수질 동일)

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
광해 확산가능성																		광해 축적가능성
광해 확산가능성																		광해 긴급가능성
광해 축적가능성																		광해 긴급가능성

* 광해종합지수 산출표

대 분 류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변 영향 범위	광미	광해 확산가능성	1년이내또 는 50%이상	2년이내 또는30~ 50% 미만	3년이내 또는10~ 30% 미만	3년이상 또는5~ 10% 미만	해당없음
		광해 축적가능성	1년이내또 는 50%이상	2년이내 또는30~ 50% 미만	3년이내 또는10~ 30% 미만	3년이상 또는5~ 10% 미만	해당없음
		광해 긴급가능성	1년이내또 는 50%이상	2년이내 또는30~ 50% 미만	3년이내 또는10~ 30% 미만	3년이상 또는5~ 10% 미만	해당없음

2) 조사자판단중 지반의 가중치 결정을 위한 AHP 설문양식(폐석/산지 동일)

비교항목 (A)	절대적중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대적중요	비교항목 (B)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
광해 확산가능성																		광해 긴급가능성

* 광해종합지수 산출표

대분류	광해 유형 구분	조사항목	세부선택 항목				
			100%	75%	50%	25%	0%
주변 영향 범위	지반	광해 확산가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당없음
		광해 긴급가능성	1년 이내 또는 50% 이상	2년 이내 또는 30~50% 미만	3년 이내 또는 10~30% 미만	3년 이상 또는 5~10% 미만	해당없음

ABSTRACT

A Study on the Priority Decision Supporting System for Restoration of Environment Damage around Abandoned Mine

Kim, Jung-A

Major in Information System engineering

Dept. of Information System engineering

Graduate School, Hansung University

In general, mines have mine hazard which endangers human health long after the closure, Korean government has been carrying out mine reclamation. However Korea government's basic master plan would not be proceeded in their destined orders so popular complaint about not protecting their health is frequently issued. Also the press and news media deal with the mine hazard problems seriously, but the limited budgets would not satisfy the people's need, so the central and local government is worried about it.

For the mitigation of this problem, the reliable priority order method for the mine hazard evaluation needs to be suggested.

In the establishment of the mine reclamation plan, the criterion is different for the metallic and non-metallic or coal mines and also for currently operating and abandoned mine.

In this study the problems of the present basic master plan is surveyed and the criteria for the priority order was suggested as follows.

All-items indexes categorized as 3 items, sections, divisions, groups. Sections include ①Main factors of mine hazards(Main factors have a effects owing to mine types) ②Mine hazard contamination degree(Quantitative factors, such as risks and accident probability) ③ Environmental influencing area ④Reflections of political measures and administration ⑤Cost benefit analysis ⑥Judgment Sampling. Divisions include in every mine hazard types (a)mine tailings (b)Spoiled soil (c) Wastewater (d)Geotechnical subsidence (e)Waste rock and ruined forestry (f)Waste facilities. Groups include items of research on the actual condition for the evaluation of mine hazards. In the future the weight values will be given according to multi-decision making AHP methods.

Using vast investigation data of actual condition, simulation for the project scale, project duration and project cost was executed and system design and basic architecture was deduced.

Keywords: Priority Decision Supporting System, Mine hazard, investigation of actual condition

감사의 글

학업에 쏟을 시간이 부족한 직장인 학생을 서슴치 않고 입학시켜 주신지가 엇그제 같은데 세월은 빨리도 지나가 학위논문을 마치게 되어 감개무량 합니다. 오늘 이 글을 통하여 한성대학교 정보시스템공학과 교수님들의 그간의 노고에 대하여 머리숙여 감사드립니다. 특히 이기원 지도교수님의 전공에 대한 열정과 학생에 대한 사랑은 한성대학교 정보시스템공학과에 다니는 것을 더욱 보람되게 만들었습니다. 그간 직장 동료들의 관심과 배려 덕분에 대학원도 무사히 마치게 되었고, 특히 대학원 동기들과 교수님들의 수업시간 조정이라는 큰 배려로 오늘이 있게 되었습니다. 다시 한번 감사의 마음을 전합니다. 대학원 진학을 적극 권하고, 의지를 갖게 하고, 성취하게 만든 한국광해관리공단 이사장님 이하 교육지원 정책을 아낌없이 펼쳐주신 임·직원 분들에게도 감사의 마음을 전합니다. 대학원이라는 곳에서의 학습은 나라는 사람을 한 단계 더 성숙되고 겸손하게 만드는 곳이었습니다. 앞으로는 그간 배운 지식 및 연구방법 등을 적극 활용하여 개인 직무 역량이 회사의 역량이 되게 하고자 합니다.

2007년부터 회사일, 시험, 숙제, 논문 등으로 바쁜 아내를 위하여 늘 격려와 사랑으로 배려해준 남편에게 고마움과 사랑을 전합니다. 집안의 든든한 기둥이신 시어르신들과 친정어르신들 사랑스런 박재현, 박해주가 있어 이 학위논문이 더욱 값지다고 느껴 집니다. 제 곁에서 항상 격려를 아끼지 않으신 분들과 저를 사랑해주시는 모든 분들에게 학위논문을 통하여 감사의 마음을 전합니다.