

북한의 광해원인 분석과 실태에 관한 연구

조정구¹⁾ · 이정희^{2)*}

A Study on Analysis of Current Status and Causes of Mine Hazards in North Korea

Cheong koo Cho, and Jung-Hee Lee*

(Received 26 October 2017; Final version Received 11 December 2017; Accepted 22 December 2017)

Abstract : Due to production oriented resources development, mine hazards in North Korea have been in severe situation. If inter-Korean relations improve after resolving the North Korean missile crisis, mine hazards in the mining industry of North Korea can pose significant environmental risk to resource-development cooperation between the two Koreas. Moreover, impact of mine hazards spreads over time, increasing rehabilitation costs and undermining the sustainability of mining industry. Therefore, cooperation in mine reclamation is as important as that in resource-development. The purpose of this study is to identify current status and causes of mine hazards in North Korea as groundwork for Inter-Korean cooperations in the field of mine hazards.

Key words : Mine hazards, The mining industry of North Korea, Sustainability, Inter-Korean cooperations in the field of mine hazards, Environmental risk

요약 : 북한은 생산 중심 자원개발에 치중하다 보니 광해가 심각한 상태이다. 향후 북한의 핵·미사일 문제 해결로 남북 교류·협력이 재개되었을 때 북한의 광해는 남북 자원개발 협력에 의외로 큰 환경적 리스크로 작용할 수 있다. 더욱이 광해는 시간이 경과할수록 확산되고 복구비용의 규모도 증가하는 특성이 있으므로 남북 광해협력은 자원개발 협력만큼이나 중요하다. 또한 통일비용 절감 차원이나, 건강한 생태계를 미래 세대도 누려야 한다는 지속가능성 측면에서도 가치가 있다. 본 연구는 북한 광해에 대한 대책을 수립하기 위한 전제 작업으로서 북한 광해의 원인과 실태를 규명코자 했다. 북한의 환경관, 지속가능성 입장에서 본 북한광업의 특성, 언론분석, 새터민 전문가와와의 인터뷰, 문헌 분석 등 다양한 방법을 통해 북한에서 왜 광해가 발생하고 지속되는지 고찰하고 남북 광해협력의 의미를 정리하였다.

주요어 : 광해, 북한광업, 지속가능성, 남북 광해협력, 환경적 리스크

서 론

광업은 에너지 생산 및 자동차 산업·제철산업·화학공업·전자산업·우주공학 등에 활용되는 원료를 제공함으로써 인류의 문명생활을 풍요롭고 지속가능하게 만들어 주고 있다. 독일의 유명 물리학자 막스 플랑크(Max Planck)는 ‘광업이 모든 것이 아니라, 광업 없이는 모든 것이 아무 것도 아니다.’(Mining is not everything but without mining everything is nothing)라고 언급할 정도로 인류 문명에 대한 광업의 기여는 지대하다(Dubinski, 2013).

국내 광업 역시 우리나라 경제발전과정에서 지대한 공헌

을 하였으나 현재는 자원고갈이나 경제성 문제로 현재는 사양화되었다. 반면 북한은 부존자원이 풍부한 것으로 알려져 있고 광업이 산업에서 차지하는 2016년 기준 12.6% 정도로 비중도 높다. 따라서 대부분의 자원을 수입해야 하는 한국의 입장에서 지리적으로 바로 접해 있는 북한의 지하자원에 대해 관심이 높은 것은 당연하다. 이에 따라 학자나 발표기관에 따라 북한의 지하자원 가치에 대해서도 논쟁이 많다. 북한 지하자원의 가치가 1경 원이 넘을 것이라는 추정부터 예상보다는 가치가 높지 않을 것이라는 주장까지 다양하다. 그러나 북한의 지하자원 매장량이나 가치를 논할 때, 북한 광산지역의 심각한 광해실태도 간과해서는 안 된다. 향후 북한의 핵, 미사일 문제 해결로 남북 교류·협력이 재개되었을 때 북한의 광해문제는 남북 자원개발 협력에 의외로 큰 환경적 리스크로 다가올 수 있기 때문이다. 이런 상황에 선제적으로 대처할 필요가 있다. 남북 관계가 경색되어 있다 하더라도 북한의 광해 실태에 대한 연구

1) 한국광해관리공단 광해기술원

2) 중앙대학교 경영경제대학 경제학부

*Corresponding Author(이정희)

E-mail; junghlee@cau.ac.kr

Address; Chung-Ang University, 84, Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul, Republic of Korea

를 통해 환경적 리스크를 줄일 수 있는 방안을 준비해야 한다. 올바른 해결방안 도출을 위해서는 정확한 원인 분석이 선행되어야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 다양한 각도에서 북한의 광해발생 원인과 실태에 관해 분석하였고 남북 광해협력의 의미에 대해 고찰하였다.

분석 방법론

북한의 광해원인과 실태를 정확히 규명하기 위해서는 북한 광산지역에 대한 현장조사가 필요하다. 그러나 현재 남북관계는 북한의 핵 및 장거리 미사일 문제로 경색되어 있으므로 광해현장에 대한 실태조사는 불가능하다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 본 논문에서는 북한의 환경관, 인터뷰를 통한 분석, 북한의 언론보도 분석, 국내 문헌분석, 구글어스 위성사진을 통한 광해실태 증명 등 다양한 방법들을 동원하여 북한의 광해발생 원인과 실태를 분석하였다. 우선 북한의 사회주의 체제에 주목하여 환경훼손을 어떤 시각에서 보고 있는 지에 대해 조사하였다 두 번째 지속 가능한 광업발전의 관점에서 북한 광업의 성숙도를 가능해 보고 이를 북한의 대표적 언론기관들의 광산관련 보도내용 분석을 통해 검증하였다. 세 번째로 북한에서 광업에 종사하다가 탈북한 새터민들을 심층 인터뷰하여 북한의 광산 운영실태가 광해와 어떤 연관을 가지고 있는지 분석하였다. 네 번째 광산 가동률이 저조한 경우 휴·폐광에 준하는 광해가 발생하고, 또한 생산광종의 품위가 낮은 광산의 경우에도 정상 품위 광산보다 광해 발생량이 많은 점에 착안하여 문헌조사를 통해 이러한 경우가 존재하는지 살펴보았다. 마지막으로 광해 실태는 북한자원 개발협력 전문가와의 인터뷰, 구글어스 위성사진을 활용하여 증명하였다.

북한 광산의 광해발생 원인분석

현실과 괴리된 북한의 환경관

북한에서 환경오염이 심각하다는 사실은, 이 분야를 지속적으로 연구해온 학자들과 정책 연구소 연구원들의 연구 성과 덕분에 이미 잘 알려져 있다. 이러한 연구 성과에서 광업활동으로 발생하는 광해는 산업폐수, 대기오염, 산림훼손을 야기하는 주요 원인 중의 하나로 거론되고 있다. 그런데 북한의 사회주의 이념에서 볼 때 환경오염이라는 개념은 없다고 할 수 있다. 북한의 환경관은 기본적으로 구공독과 같은 사회주의권 국가들과 맥을 같이 하고 있으며 환경오염을 “자본주의 사회에서는 자본가들이 최대 이윤과 생산 이익을 위해 자연 환경을 파괴하고 손상시키는 일을 거리낌 없이 하고 있는 반면에, 공해 방지 등 환경보호 사업들을 비생산적 지출이라고 판단하여 투자하지 않는다.”라고 한다(Son, 2007). 즉 환경오염과 파괴는 이윤극대화를 추구하는 자본주의 사회에서나 발생하는 현상이므로 북한에서는 환경오염이 발생할 수 없다는 시각을 가지고 있다. 그러나 북한의 사회주의 이념적환경관과 실제 환경현실은 정반대이다. 이와 같이 현실과 괴리된 환경관은 광업정책 담당자, 광산기업, 광산종사자 등이 광해문제를 있는 그대로 인식하지 못하게 하는 원인이 될 수 있다.

지속가능한 광업발전 관점에서 분석한 광해발생 원인 북한 광업의 성숙도

지속가능한 광업발전 관점에서 광업의 성숙도(Maturity)는 stage 1에서 stage 4까지 분류할 수 있다(Ian Satchwell, 2014). Fig.1과 같이 광업의 성숙도 단계(Stage)는 이익(Benefit)과 비례적으로 높아진다(Sustainable Mineral Insti-

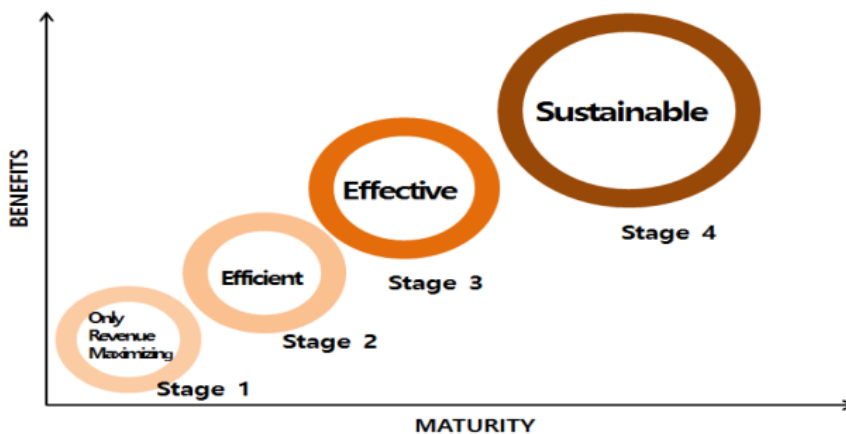


Fig. 1. The relation of maturity and benefit in mining industry (The University of Queensland, 2014).

Table 1. Lexical analysis of the North Korean press report on mining industry

News agency	Period	Number of times	Frequently used words
Rodong sinmun, Minju Choseon	2014.5.13. ~ 2017.6.30.	231	Achievement of production planning, Improvement, Outperform, Surplus production, Year-on-year increase, technical innovation, Quarterly plan and goal achievement, Improvement in productivity

Source: South-North Korea Exchanges and Cooperation Support Association, 2017.08.26, <https://www.irenk.net:50015/>

tute, the University of Queensland, 2014). 광업의 성숙도와 이익과의 관계에서 stage 1은 광업주가 수익 극대화에만 초점을 맞추어 광업을 영위하는 단계이다. stage 2는 생산의 효율성만을 강조하는 단계로 광물을 효율적으로 채취하는 데에만 집중하는 단계이다. stage 3은 환경, 지역공동체 및 산업과의 연계를 통하여 이익과 성과를 증진시키는 단계이다. stage 4는 지속가능한 광업의 단계이다. 이 단계에서는 모든 의사결정 및 비즈니스 관행에 지속 가능한 발전의 개념이 단단히 자리 잡고 있다. 즉 미래 세대의 필요를 위협롭게 하지 않으면서 현재 세대의 경제적·환경적 요구사항을 고려하는 단계이다.

북한 언론기관들의 광산 보도관련 표제어 분석을 통해 북한 광업(the mining industry of North Korea)의 성숙도 단계를 판단해보면 생산의 효율성(Efficient)을 강조하는 stage 2단계에 머무르고 있음을 알 수 있다.

언론보도 분석을 통해 본 북한광업의 성숙도 분석

사회주의 계획경제의 속성상, 북한에서는 생산 목표 달성을 독려하는 수단으로 금전적인 인센티브를 제공하지 않는다. 비금전적인 이념교육, 총화, 영웅칭호 수여 등 명예 제공, 천리마 운동과 같은 군중운동이 주요 수단으로 동원된다. 북한 언론 역시 당 정책 및 혁명 사업을 선전·선동하며, 인민대중의 집단 교양자 및 조직 동원의 기능을 수행함으로써 북한의 체제유지를 위한 중요한 역할을 하고 있다 (Institute for Unification Education, 2014).

광업 분야에서도 북한 언론들은 생산목표 달성을 위한 선전·선동의 역할을 충실히 수행하고 있다. 북한에서 가장 영향력 있는 중앙지이자 전국에 배포되는 노동당 기관지인 노동신문과 최고인민회의 상임위원회 및 내각의 기관지인 민주신문에 보도한 광업관련 표제어를 분석해보면 이러한 경향을 확인할 수 있다. 2014년 5월 13일부터 2017년 6월 30일까지 3년간 양대 신문의 광업 관련 보도는 총 530회였고, 이 중 개별광산에 관한 보도는 231회였다.

표제어의 대부분은 Table 1의 빈번사용 어휘 분석에서 알 수 있는 바와 같이 생산량의 달성을 독려하는 내용들이다. 증가, 달성 등의 선전 어휘는 있는 반면 광산별 구체적인 생산량이나 전년 대비 생산량에서 몇 %가 증가 되었는

지 등의 비교 수치는 없다. 이는 북한의 정보 폐쇄성을 보여주는 것이라 하겠다. 또한 기술혁신, 설계능력 향상 등 프로세스 효율성을 강조하는 어휘도 자주 등장한다. 환경과 관련해서는 “덕천탄광 연합은 상반기 물 배수 과제를 3월말까지 끝내고 수십만 톤의 석탄 매장지를 확보, 안주탄광은 계획된 물 배수 목표를 끝내고 수백만 톤의 매장지 확보”(South-North Korea Exchanges and Cooperation Support Association)와 같이 오히려 매장지 확보를 위해 갯내수를 별도의 조치 없이 갯외로 배출한 것으로 추정되는 내용도 있었다. 북한에서는 일반적으로 갯내수를 배출하는 경우 국내처럼 오염도를 측정해서 적절한 조치를 취하는 경우가 없으므로 오염된 갯내수가 그대로 배출되었을 가능성이 크다고 하겠다. 결국 생산목표 달성에만 치중하는 언론의 보도 관행으로 판단 시, 북한 광업의 성숙도는 생산의 효율성을 강조하는 stage 2 정도에 머무르는 것으로 보인다. 따라서 광산운영에서 광해와 같은 환경 문제를 고려할 정도로 광업의 수준이 성숙되지 않았음을 추정할 수 있다.

새터민 인터뷰를 통한 광해원인 심층분석

북한의 광해실태를 좀 더 현실성 있게 파악하고자 광산에서 근무하다 탈북한 새터민 인사들을 인터뷰하였다. 대상자 선정 시, 석탄광, 금속광산 등 광종별로 선정하였다.¹⁾ 인터뷰 결과를 범주별로 묶어 분석한 북한의 광해실태 및 원인은 다음과 같다.

광해 관련규정은 존재하나 준수되지 않음

북한 광업에서 광해라는 용어는 국내에서 사용하는 용어이므로 물론 없다. 그렇다고 해서 광해와 같이 광산지역의 환경 피해를 종합적으로 표현하는 용어도 없다. 국내의 「광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률」과 같이 광해만을 위한 법률도 존재하지 않는다. 다만, 개별법에 광해관련 조항들이 산재하고 있다. 「지하자원법」(2007년) 제27조(폐광, 폐갱), 제28조(사고, 자연피해의 방지), 제31조(생활환경, 생태환경의 보존), 「유색금속법」(2006년) 제7조의 파유색금

1) 인터뷰 인사들의 성명이나 근무광산, 지역은 탈북인사라는 점을 고려하여 밝히지 않았다. 인터뷰는 총 세 차례 개인별로 진행하였다(2017.8.20; 8.26; 9.10).

속의 관리, 「물자원법」(1999년) 제18조의 기관, 기업소, 단체의 정화장, 침전지 건설 및 버림물의 정화 침전 의무, 「석탄법」(2009년) 제35조(생태 환경, 생태환경의 보존), 제44조 선탄과정에서 나온 버력은 정해진 대로 처리해야 한다는 규정, 제47조(사고와 자연피해방지), 제49조(폐광, 폐갱), 제56조(석탄보관), 제67조 중앙석탄공업지도기관과 해당기관, 기업소, 단체의 폭우, 지진과 같은 자연재해로부터 탄광보호의무, 제72조 국토환경보호질서에 위배한 경우를 탄광개발 및 석탄생산 중지 요건의 하나로 규정한 것들이 광해와 직·간접적으로 관련되는 조항들이다. 특히 석탄법 제75조에는 석탄 탐사, 탄광개발과 같은 석탄생산과정에 환경이 파괴되었을 경우 행정처벌의 대상이 된다는 점을 규정하고 있고, 제76조에는 이런 행위가 범죄에 이를 경우 형사적 책임의 대상이 된다고 규정하였다.

그러나 광해관련 규정이 존재한다는 것과 실제 준수여부는 별개의 문제이다. 새터민들의 증언을 종합해보면 광해관련 규정들이 제대로 작동하지 않는다. 다만 개별법들에 광해관련 규정이 있다는 사실로 미루어 볼 때 북한에서도 광해에 대한 기본적인 인식과 우려는 있는 것으로 해석된다. 이런 점은 남북 광해분야 협력을 위한 긍정적인 조건으로 작용할 수 있다. 만일 광해에 대한 인식조차 없다면 애초 협력 자체가 불가능하기 때문이다.

광산 내 환경전담 조직 부재

국내 대표적 에너지 공기업인 대한석탄공사 산하 장성, 도계, 화산 등 3개 광업소는 공무부에 환경담당 부서를 설치하거나 환경 전담자를 지정하고, 폐수 정화와 같은 광해는 물론 탄소배출권 관리와 같은 일반 환경문제까지 관리하고 있다. 이와 대조적으로 북한의 광산조직에는 환경을 담당하는 조직은 없다. 이러한 사실은 생산목표 달성에 치중하는 북한의 특성상, 친환경적인 자원개발은 아직까지는 고려 요소가 아니라는 점을 설명해주고 있다.

식량배급 부족으로 광산 가동률 저조

북한의 광산은 가동률이 저조하다. 잦은 정전 등 전력 공급 불안정이나 장비 노후화 문제는 이미 잘 알려져 있는 원인이다. 다른 또 한 가지 원인은 광산의 식량 배급능력과 관련이 있다. 광산근로자들은 식량 배급 일수만큼만 작업을 한다. 하루 분 식량을 배급받으면 하루만 근무하고, 일주일 분 식량을 배급받으면 일주일만 작업한다. 부족한 식량을 장마당에서 장사로 충당해야 하기 때문이다. 따라서 식량 배급 문제를 해결하지 못하면 광산 가동률이 올라갈 수 없는 구조이다. 근로자들이 정상적으로 광산에서 근무를 하지 못하고 있다는 증언으로부터 광해가 발생해도 신속하게 대처할 수 없다는 사실을 유추할 수 있다.

광해방지 및 안전사고 발생

광산 운영에서 생산목표의 달성에만 집중하고 있으므로 광해 및 안전문제는 상대적으로 소홀히 다루어진다. 북한 광산에서는 갱내수와 침출수, 갱도굴진 폐석, 선광장의 광물찌꺼기, 지표침하 등 광해 인자들을 제거하기 위한 조치가 없다. 산성광산 배수(AMD: Acid Mine Drainage)일 수도 있는 갱내수와 침출수는 하천으로 흘러보내고, 폐석은 별도의 관리조치 없이 적치하고 있다. 폐광 관리도 규정대로 지켜지지 않는다. 그 결과 새터민 증언에 의하면 평남북부 탄전의 순천지구에서는 1, 2개 마을 전체 지반이 침하될 정도의 트러프(trough)형 지반침하 사고가 발생한 경우도 있다고 한다. 이와 같은 지반침하가 발생하는 원인은 주로 적절한 관리 없는 장벽식 채탄법이나 갱내 지주(pillar) 파괴 때문이다. 광산 근로자에 대한 안전 관리도 미흡해서 인명피해 사고도 자주 발생한다. 예를 들면, 봉락식 채탄법을 적용하는 탄광의 경우 채광 실수율을 높이기 위해 무리하게 채 채굴을 실시하게 되고 이로 인해 지하공동이 붕괴되면서 인명피해 사고가 많이 발생한다. 또한 함경북도의 갈탄광산 지역에서는 가스로 인한 인명피해도 종종 일어난다.

광해에 대한 낮은 관심

환경피해가 발생하는 경우, 중앙의 노동안전국으로부터 연합기업소의 노동안전과를 경유하여 현장의 광산으로 환경오염에 대처하라는 지시가 내려오기도 한다.²⁾ 그러나 광산에서 지시대로 피해방지 조치를 취하는 경우는 거의 없다. 또한 환경오염이 주민들의 안전이나 보건에 미치는 영향도 간과하고 있는 관계로 인해 폐석더미 상부에 근로자 숙소가 있는 경우도 있다. 폐석더미는 유실방지시설을 갖추고 있지 못하면 사면붕괴의 가능성이 있고, 침출수도 발생할 수 있음에도 간과하고 있다. 간혹(3방송³⁾)을 통해 환경오염 소식을 방송하는 경우도 있으나 주민들의 관심은 낮다고 한다. 이러한 증언들로 종합해 볼 때, 광해에 대한 기본적인 인식은 있으나 경제난 등으로 인해 우선 증산과 같은 생산 측면에 대한 관심은 높은 반면 광해 등 환경에 대한 관심은 저조한 것으로 판단된다.

문헌 분석을 통한 북한 광해발생 원인

조업 중지 및 저조한 가동률로 인한 광해 악화

북한 광산의 저조한 가동률도 광해발생에 영향을 미친다. 광물 생산량은 고난의 행군을 전환점으로 대폭 감소하

2) 노동안전국, 노동안전과 등의 부서의 명칭은 새터민 기억에 의한 것으로 정확하지 않을 수 있다.

3) 3방송은 가정집, 기업소 등에 설치되어 있는 유선방송으로 단일채널이고 on, off 기능만 있다. 매년 우리의 우체국에 해당하는 체신소에서 정기점검을 한다

Table 2. Operating rates of major mines in the North Korea

Mine	Commodity	Capacity (A)	Output (B)	Year	Operating rate B/A (%)
2.8 Gikdong	anthracite	1million t	30,000 t	2005	3
Cheonseong	anthracite	1million t	12,000 t	2005	1.2
Ryongdeung	anthracite	1.5million t	12,000 t	2005	0.8
Ryongmoon	anthracite	0.75million t	73,000 t	2004	9.7
Seochang	anthracite	0.5million t	350,000 t		70
Huapung	lignite	1million t	200,000 t		20
Holdong	gold, silver, copper	Au 2 t, Ag 2.5 t	Au 0.85t, Ag 1.674 t	1991	Au 42.5, Ag 70.0
Woosan	gold, silver	Au 2.63 t, Ag 1.4 t	Au 0.63t, Ag 1.4 t		Au 24.0, Ag 100.0
Hyeoseong	copper	Ore dressing capacity: 1.2 million t	Ore 350,000t (Cu 1.49%)		29.1
Eunryul	limonite	Ore 1.5 million t	Ore 300,000t	2005	20
Chaeryeong	limonite	Ore 700,000 t	Ore 200,000 t	2005	28.5
Cheondong	limonite	1million t (Fe 57.3%)	100,000 t (Fe 57.3%)		10
Geomduk	lead, zinc	Ore dressing capacity: 10 million t	Ore 3.5 million t (Fe 5.09%)	2006	35
Mannyeon	tungsten	Ore Concentrate: 4,500 t (Wo ₃ 70%)	Ore Concentrate: 2,538 t (Wo ₃ 60%)	2004	56.4
Daeheung	magnesite	Ore 1 million t	Ore 400,000 t	2007	40

Source: Korea Resources Corporation, 2011

였다. Table 2와 같이 2000년대 중반 석탄광들의 가동률은 매우 낮다. 2.8 직동청년광산 등 대표적인 석탄광들도 서창청년탄광을 제외하면 가행탄광이라고 할 수 없을 정도이다. 새터민 증원에 의하면 평남 안주탄전과 함경도 지역의 갈탄 탄광들은 홍수 등 자연재해로 인한 침수 피해로 가동이 중단되기도 하였다고 한다. 철광산의 가동률도 30% 수준에도 미치지 못함을 알 수 있다. 가동률이 비교적 높은 홀동광산은 북한 경제가 어려움에 처하기 전인 1991년 기준이다. 광산이 조업 중단이나 간헐적 조업 상태에 있는 경우, 휴·폐업 광산에 준하는 광해가 발생할 수 있다. 아울러 북한 광산의 광종별 생산량을 보면 2000년대 후반에 다소 회복 조짐을 보이고 있지만 아직도 소위 고난의 행군 이전인 1990년대 초반 생산량의 절반에도 미치지 못하고 있어 휴·폐업 광산은 계속 증가되었을 것으로 추정 가능하다. 이에 따른 광해도 지속적으로 발생하고 있다고 분석할 수 있다.

저품위 광산개발에 따른 광해 발생

광해 관점에서는 매장량 보다는 광종별 품위가 중요하다. 국내에서는 탐사권 허가기준에도 미치지 못하는 품위를 가진 광산들도 북한에서는 인건비 등 투입비용이 적기

때문에 개발이 가능하다. 또한 주광종의 품위가 저질이라도 수반광물 생산으로 사업성이 확보될 수도 있다. 국내 탐사권 허가기준에 미달하는 저 품위 광산의 존재 여부를 파악하기 위한 문헌분석 결과 북한 광산의 생산광종별 품위는 대부분 국내기준보다 높았다(Korea Resources Corporation, 2011). 특히 석탄의 열량은 대부분 6,000kcal/kg 이상으로 국내 기준 4,000kcal/kg를 초과하였다. 물론 북한 광산들의 생산광종 품위가 국내의 탐사권 허가 기준을 넘었다고 해서 반드시 경제성이 보장된다고 할 수는 없다. 실제 경제성 분석을 위해서는 개발대상 광산의 인프라, 전력망, 광산설비, 채광여건 등 많은 변수들을 검토해야 하기 때문이다.

문헌분석 결과 Table 3과 같이 일부 광산은 국내 탐사권 허가 기준에 미달하고 있다. 저품위 광산을 개발할 때 문제점은 정상품위 광산을 개발하는 경우보다 광해 발생량이 많아 진다는 점이다. 일례로 저 품위 광산은 폐석의 발생량도 정상 품위 광산보다 증가할 것이고 그만큼 지하 갱내공동도 커질 것이다. 또한 선광 과정에서 투입되는 시약도 더 많은 양이 필요하므로 광물찌꺼기의 독성도 강할 것이다. 따라서 일부 경제성 없는 저품위 광산의 개발로 인한 광해도 존재한다고 볼 수 있다.

Table 3. Lower grade mines in North Korea

Commodity	¹ Standard for permission of mine development	² Low grade mines in North Korea	³ Remarks
Gold	> Au 2g/t	· Sangnong mine(1g/t)	
Silver	> Ag 80g/t	· Woonsan mine(9~10g/t)	major : gold
Copper	> Cu 1%	· Sangnong mine(0,23%), · Mandeok mine(0,5%)	major : gold major : iron
Iron	> Fe 20%	· Wongjin iron mine(13~15%) · Changsongri iron mine(15~32%)	

annotation1) The National Law Information Center, 2017
annotation2) and 3) Korea Resources Corporation, 2011

북한의 광해실태

북한 자원개발 전문가 인터뷰 사례에서 확인한 주요 하천 오염실태⁴⁾

평남북부 탄전의 광산배수로 인한 대동강 중류 오염

평남북부의 탄전지역을 이동하면서 평양으로 흘러 들어가는 대동강의 중류지역이 오염된 사례를 목격하였다. 평남북부지역 탄광들의 갠내 오염수나 폐석적치장의 침출수로 인해 오염된 것이라고 추정할 수 있다. 보통 광산이 정상적으로 가동 시 산성광산배수(AMD)의 발생 가능성은 높지 않다. 북한 탄광들은 가동률이 저조하고 이에 따라 갠내수의 갠내 체류시간이 길어지는 경우, 산성광산배수(AMD)가 발생할 수 있다. 또는 평남북부 탄전지역에 부존되어 있는 무연탄의 형성 시기에 속성작용(퇴적물이 퇴적암으로 생성되는 과정에서 물리적, 화학적, 광학적 변화를 받는 현상으로 철 이온과 황 이온이 결합하여 철 황화물 생성)이 활발했을 경우에도 산성광산배수가 발생할 가능성이 존재한다.

함경북도 무산철광 광물찌꺼기로 인한 두만강 오염사례

무산철광 인근의 성천수와 두만강의 수생 생태계가 광해로 인해 오염되었다는 사실은 국제적으로 알려져 있다. 주요 원인 중의 하나는 전기품질 불량이다. 무산철광의 자철석은 자성이 강하므로 자력선별방식을 적용하고 있는데, 전기품질 불량으로 철 정광 품위가 국제 거래기준 품위인 Fe 65%에 이르지 못하고 50% 대 정도에 머무른다. 반면 광미는 Fe 성분 10% 정도이다. 높은 품위의 광물찌꺼기가 무산철광의 용수 공급원인 성천수를 거쳐 두만강 하상으로 퇴적되면서 하천을 검정색으로 오염시키는 것이다.⁵⁾

4) 2000년대 중반 북한 측과 자원개발 협력 업무에 종사한 인사업

5) 자철광의 조흔색(광물고유의 색)이 검정색이어서 두만강이 검게 변색되는 현상이 발생한다.

양강도 해산청년 동광산의 갠내수로 인한 압록강 오염사례

북한의 대표적 동광산인 해산청년광산에서 갠내수를 정화하지 않고 압록강으로 방류하는 모습을 해산광산의 맞은편의 중국 장백지역에서 목격하였다. 구리는 원래 황화물을 포함하고 있으므로 해산청년광산의 갠내수는 산성광산배수이다. 해산청년광산에는 마산광구, 본산광구, 청년갱 등 세 개의 갠이 있다. 마산광구와 본산광구는 채광 종료 상태이므로 갠내수가 배출되는 갠구는 청년갱으로 추정된다.

구글어스 위성사진으로 분석한 북한의 광해실태

북한 광해실태에 직접 접근이 제한된 상황에서 차선책으로 구글어스 위성사진을 활용하여 지금까지 문헌상 자료로만 추측했던 북한 광산의 오염 실태를 확인하였다. 구글 위성사진으로 확인할 수 있는 광해 인자는 “폐석 및 광물찌꺼기”, “산림훼손”, “광산 주변 수계 및 토양 오염”, “광물찌꺼기 적치장의 침출수”이다. 또한 “정광작업이 이루어지는 선광장”, “유가금속 회수 시설인 미광처리장”, “광물찌꺼기 적치장” 등 광해 발생 원인을 제공하는 광산 시설물들도 확인할 수 있다. 실제 현장 조사가 필요한 “지반침하”, “소음, 진동, 분진” 등을 파악하기는 곤란하지만 시공간적으로 광해의 변화추이와 광해실태를 광범위하게 파악할 수 있다.

무산광산

가채 매장량 13억 톤(Fe 24%)의 아시아 최대 철광산으로 함북 무산군 창령로동지구에 소재하고 있다. 중국 국경까지 직선거리로 불과 4 km로 수질오염 등 광해는 중국까지 영향을 미치고 있다(Korea Resources Corporation, 2011).

Fig. 2의 Viewpoint 1부터 4까지는 무산광산의 광해발생 현장이다. Viewpoint 1은 둘레 9 km의 폐석 적치장이고, Viewpoint 2는 둘레 14 km의 노천 채굴적이다. 계단방식



Fig. 2. The sites of mine hazards in Musan iron mine (2014).



Fig. 3. The expansion of mine waste rocks from 2009 to 2015.



Fig. 4. The tailing dam of Holdong gold mine.

으로 채광이 이루어진 것을 알 수 있다. 노천 채광으로 인해 산림이 훼손되었으나 복구 흔적은 보이지 않는다. 노천 채굴 적하부에서는 갱내 채광도 하는 것으로 추정된다. 갱내 채광으로 인해 발생하는 폐석 및 광물찌꺼기 적치 장소를 추가로 설치 시 산림훼손이 심해질 것으로 예측된다. Viewpoint 3은 폐석 및 광물찌꺼기가 하천으로 유실되는 것을 보여주고 있다, Viewpoint 4는 무산광산 뒤편으로 유실된 광물찌꺼기 내 철을 회수하고 적치한 광물찌꺼기 적치장이다.

Fig. 3(Viewpoint 1)의 폐석 적치장은 2009년부터 2015년까지 6년 간 북중 국경 방향으로 계속 확장되고 있다. 위성사진으로 분석 시 갱내 채굴에서 발생한 폐석을 갱구에서 계곡 방향으로 연결된 레일을 이용해서 배출하고 있는 것을 볼 수 있다. 폐석배출 갱구가 계곡 방향으로 향하고 있으므로, 갱내 채굴은 갱구 뒤편에 위치하고 있는 노천 채굴적하부에서 이루어지는 것으로 추정된다. 그러므로 노천 채굴적하부에 대한 침출수 관리, 산림복원 및 폐석유실방지 등 광해관리를 위해서는 선행적으로 지반 보강 등 안정화 공법이 필요할 것으로 예측된다. 또한 중국국경 방향으로 확장되고 있는 폐석 규모가 커질수록 유실 위험성도 그만큼 더 커지므로 폐석배출과 병행해서 폐석유실방지사업도 시행되어야 할 것이다.

홀동광산

홀동광산은 황해북도 연산군 홀동노동자구에 위치하고 있으며 금(Au)이 주광종이며 수반광종으로 동, 비스무스, 몰리브덴 등을 생산하고 있다. 금(Au)의 매장량은 46톤(품위: 2 g/t)이다(Korea Resources Corporation, 2011).

Fig. 4에서 확인되는 계곡형 광물찌꺼기 적치장이 홀동광산의 주요 오염원으로 추정된다. 계곡 상부까지 광물찌꺼기가 적치되어 있어 적치장은 포화상태로 보인다. 계곡 하부의 홀동천으로 중금속과 선풍약품으로 오염된 광물찌꺼기와 침출수가 배출됨으로써 댐은 유지되고 있는 것으로 보인다. 계곡 하부의 토양은 광물찌꺼기와 유사한 회색으로 변색될 정도로 오염이 심하다. 적치장 상부에서는 계곡수가 지속적으로 유입되고 있어 댐 체에 부담을 줄 가능성이 있다. 적치장의 용량은 구글 위성사진으로 추정한 면적과 높이를 기준으로 추정 시 약 124만 톤 정도로 판단된다.⁶⁾ 따라서 폭우나 홍수로 인해 해 계곡수가 갑자기 증가하여 댐 체가 광물찌꺼기의 하중을 견디지 못하고 붕괴되는 경우 100만톤 이상의 광물찌꺼기가 유실될 가능성이 있다. 유사 사례로는 2007년 홍수 시 검덕광산의 광물찌꺼기가

북대천을 크게 오염시킨 경우가 있다. 그러므로 적치장에 대한 보강공사가 필요할 것으로 추정된다.

결론

북한과의 자원개발 협력은 남북이 2007년 북한 단천지역 3개 광산의 아연과 마그네시아 클링커(magnesia clinka)의 개발을 위한 공동조사를 실시했었던 사례를 볼 때, 향후 남북 개발협력 사업의 대상이 될 가능성이 있다. 그러나 광해를 고려하지 않은 채 자원개발 협력을 진행한다면, 결국 광해문제가 지속적인 남북 협력에 걸림돌로 작용할 수 있다. 광해로 인한 복구비용이 자원개발로 얻을 수 있는 수익성 분석에 영향을 미칠 수가 있기 때문이다. 또한 북한의 광해에 대한 인식 정도, 경제난 등을 고려할 때, 북한 자체의 역량만으로는 광해문제 해결이 어렵다. 현재 북한의 상황은 같은 사회주의권국가였던 구동독의 상황과 유사하다. 통일 독일은 구동독의 광해를 무시한 생산 중심 광업의 대가로 갈탄 광산지역의 복원을 위해 1991년부터 1997년까지 40억 74백만 유로(약 5조 4천억 원)의 재원을 조성하였으며 1998년부터 2002년까지 23억 4천만 유로(약 3조 1천억 원)를 집행하였다(Korea National Environmental Technology Information Center, 2013). 독일의 사례를 볼 때, 북한의 광해를 계속 방지한다면 통일이 이루어지는 과정에서는 물론 미래 세대에게도 부담으로 작용할 것이다. 이와 같은 경제적 측면 뿐 아니라, 북한과 광해복구 협력을 추진하는 과정에서 북한 광산지역 주민들의 보건을 증진시키고 환경을 개선해 줌으로써 남북한 간의 신뢰 구축의 계기를 만들 수 있다. 또한 광해분야 협력은 통일 한국의 환경적·생태적 건강성을 유지하여 지속가능한 발전을 도모하기 위한 정지작업이기도 하다. 따라서 자원개발 협력과 병행하여 광해분야 협력도 추진해야 한다. 이를 통해 북한의 광업을 환경 친화적으로 변화시켜 통일 이후의 미래 세대도 깨끗한 환경을 누리면서 북한 자원의 가치를 향유할 수 있도록 해야 한다. 이런 점에서 지속가능한 발전의 개념을 일부 차용하여 남북 광해분야 협력의 의의를 설명하자면 “통일 이후 미래 세대의 자원 수요를 훼손하지 않으면서 미래 세대의 생태 공간을 보호하고, 더 나아가 광업 이후의 지속가능한 지역발전의 토대를 마련하기 위하여, 광해분야에서 협력하는 것”이라고 할 수 있다.

우리 사회의 정치, 경제, 사회, 문화 등 각 영역의 활동 주체들이 통일 한국의 지속가능한 발전을 위해 각 영역별로 담당하는 역할이 있을 것이다. 남북 광해협력은 자원개발 분야에서 이러한 역할을 수행하기 위한 것이며, 향후 추진 전략과 로드맵은 남북의 수용가능성 토대를 바탕으로 상호 윈_윈(win-win)하는 방향에서 수립되어야 할 것이다.

6) 광물찌꺼기 적치장의 적치 용량 = 광물찌꺼기 적치장 면적 × 높이 × 1/3(원뿔형 체적환산계수)으로 산정하였다. 홀동광산의 경우 구글 위성사진으로 측정된 면적 및 높이를 기준으로 적치용량을 산정 시(123,736 m² × 30 m × 1/3) 약 124만 톤이 산출된다.

References

- Dubinski, J., 2013. Sustainable development of mining mineral resources. *J. of Sustainable Mining*, 12(1), 1-6.
- Institute for Unification Education, Ministry of Unification, 2014. *Understanding North Korea*, Neulpoom Plus, Seoul, Korea, 361p.
- Korea Resources Corporation, 2011. *Mineral Resources Development in North Korea*, KORES, Seoul, Korea, 647p.
- Son, G.W., 2007. *Environmental policies and current status of North Korea*, Unification course with theme 16, Institute for Unification Education, Ministry of Unification, Hyeon Print Seoul, Korea, 72p.
- South-North Korea Exchanges and Cooperation Support Association, Information System for Resources of North Korea, 2017.08.26, <https://www.irenk.net:50015/>
- Status of coal mine and reclamation policies in Germany, 2017. 10.02, http://attfile.konetic.or.kr/konetic/uploaded_data/MARKET_FOREIGN/_20110223PM34156.pdf
- The National Law Information Center, 2017.08.15, <http://law.go.kr/admRulSc.do?menuId=1&p1>
- The University of Queensland, 2017. <https://im4dc.org/wp-content/uploads/2013/07/Mining-and-sustainability-in-Australia-English.pdf>.



조 정 구

1986년 연세대 정치외교학과 학사
 2010년 Colorado School of Mines 석사
 Master of International Political
 Economy of Resources
 (자원국제정치경제학 석사)
 2017년 중앙대학교 대학원 동북아학과
 박사과정 수료

현재 한국광해관리공단 광해기술원장
 (E-mail; jkcho@mireco.or.kr)



이 정 희

1985년 중앙대 경제학사
 1989년 미국 오클라호마주립대 석사
 (응용경제)
 1993년 미국 오클라호마주립대 박사
 (응용경제)

현재 중앙대학교 경영경제대학 경제학부 교수
 (E-mail; junghee@cau.ac.kr)