



Australian Government

Department of Industry
Tourism and Resources

책임주의

광산업을 위한 지속가능발전
프로그램의 주도적 실천



SOCIAL
ECONOMIC
ENVIRONMENTAL

광산업을 위한 지속가능발전 프로그램의 주도적 실천

책임주의



2006년 10월

법적책임면제

광산업을 위한 지속가능발전 프로그램의 주도적 실천

이 출판물은 전문가, 산업, 정부와 비 정부 대표들이 모인 실무그룹에 의해 개발 되었습니다. 실무 그룹의 모든 구성원들의 노고에 깊이 감사 드립니다.

이 출판물에 게시된 견해와 의견은 반드시 호주 연방정부 또는 호주 산업부의 견해와 의견을 반영하는 것은 아닙니다. 이 출판물 내용의 사실적 정확성을 보장하기 위해 합당한 노력이 이루어졌지만, 호주 연방정부는 이 내용의 정확성 또는 완전성에 대한 책임을 수용하지 않으며, 이 출판물의 내용을 사용하거나 신뢰함으로써 직접적 혹은 간접적으로 발생하는 어떤 손실 또는 손해에 대해 책임을 지지 않습니다.

이 안내서 사용자들은 이 출판물이 일반 참고문헌으로 제작된 것이며, 개인 사용자들의 특정 상황에 관련된 전문적 조언을 위한 것으로 제작된 것이 아님을 명심해야 합니다. 이 안내서에서 언급된 회사들과 제품들을 호주 연방정부가 추천하는 것으로 받아들여서는 안됩니다.

겉표지: 리오턴토 알루미늄 주식회사 - 보크사이트 채광 및 운송, 퀸즈랜드 주의 웨이파 지역

© Commonwealth of Australia 2006

ISBN 0 642 72469 5

이 출판물은 저작권의 보호를 받습니다. 저작권 법 1968 하에서 허용되는 바를 제외하고는, 호주 연방 정부 (Commonwealth)의 사전 서명 동의가 없이는 어떤 절차로도 이 책의 일부를 복제할 수 없습니다. 복제와 판권과 관련된 요청 및 문의는 해당 웹사이트 (<http://www.ag.gov.au/cca>)나 다음 주소를 통해 이루어져야 합니다: Commonwealth Copyright Administration, Attorney General's Department, Robert Garran Offices, National Circuit, Canberra ACT 2600

목차








	감사의 글	iv
	머리말	vii
1.0	서문	1
1.1	지속가능발전	1
1.2	책임주의란 무엇인가?	2
2.0	왜 책임주의를 실천해야 하는가?	5
2.1	운영허가 유지	5
2.2	책임주의 비즈니스 케이스	5
	사례연구 : 우라늄 책임주의 - 도전을 받아들이다	6
2.3	누가 책임주의에 관여해야 하는가?	8
2.4	공동규제	8
2.5	비 정부 조직의 참여	9
2.6	국제 규제 지표	10
3.0	광물의 수명주기 정의	11
4.0	책임주의 개념 및 실천	14
4.1	재료 책임주의	14
	사례연구: 광물산업 위험관리 수단	15
	사례연구: 그린리드 (Green Lead™)	16
	사례연구: 호주 후지 제록스	18
	생태경제효율성	19
4.2	자원 책임주의	20
	부산물 시너지 전략	21
	사례 연구: 엑스트라타 구리제련소, 마운트 이사 광산	22
	사례연구: 메탄가스 포획 및 활용, 앵글로 석탄 (Anglo Coal)	24
	공정혁신	25
4.3	공정 책임주의	26
	유틸리티 시너지	26
	사례연구: 야부루 (Yabulu)	27
	공장 최적화	28
	사례연구: 핀자라 (Pinjarra) 알루미늄 정련소	28
	청정생산	30
	사례연구: 포트 캄블라 (Port Kembla) 제철소의 소결광 가스방출 감축 공장	33
4.4	제품 책임주의	34
	사례 연구: 정보 제공 - 글로벌 납 조연 및 후원 서비스의 역할	35
	녹색조달	36
	사례연구: 라이트칩	37
	환경친화적 설계	39
	사례연구: 철강 건축재	40
	환경정보 공개	42
	사례연구: 환경친화적 제품선언	42
5.0	결론	46
	참고 문헌	47
	관련 웹사이트	50
	용어 설명	51
	부록 A: 수명주기 평가	53
	부록 B: 구체적인 사례들	55



감사의 글

지속가능발전 프로그램 주도적 실천은 호주 산업관광자원부의 지휘 하에 운영 위원회가 운영하고 있습니다. 정부기관, 산업체, 연구단체, 학문단체 및 지역사회의 대표자들이 모여서 만든 실무그룹은 이 프로그램의 14가지의 논제들을 전개하였습니다. 이 실무그룹의 모든 멤버들의 협조와 적극적인 참여로 인해, 이 주도적 실천지침 안내서가 완성될 수 있었습니다.

아래와 같이 이 책임주의 실무그룹에 참여하신 분들, 그리고 이 프로그램에 귀중한 시간과 전문지식을 할애 할 수 있도록 조치해 주신 이분들의 고용주 분들께도 감사를 표합니다.

 ROYAL AUSTRALIAN CHEMICAL INSTITUTE	Ian D Rae 교수 의장 - 책임주의 실무그룹 왕립 호주 화학 연구소	www.raci.org.au
 Australian Government Department of Industry, Tourism and Resources	Katie Lawrence 서기관-실무그룹 주임, 산업관광자원부 지속가능 광업부	www.industry.gov.au
 Mineral & Petroleum Council of Australia	Mr Cormac Farrell 환경 정책관 호주 광물 협의회	www.minerals.org.au
 RIO TINTO	Peter Glazebrook 박사 주 자문관 - 제품 책임주의 리오티토 보건안전환경	www.riotinto.com
 the Crucible	Joe Herbertson 박사 대표 크루서블 그룹 주식회사	www.thecrucible.com.au
 S3 Minerals	Margaret Matthews 박사 주 컨설턴트 S3- 지속가능 전략 솔루션	s3mmatthews@hotmail.com
 BPIC	Mr Tony McDonald 회장 건설 제품 혁신 협의회	www.bpic.asn.au



Ron McLean

기술 이전 부장
호주 광물 확대 연구센터

www.acmer.com.au



Elizabeth O'Brien

부장
글로벌 납 조언 및 후원 서비스

www.lead.org.au



Mick Roche

제품 책임주의 부장
BHP 빌리톤

www.bhpbilliton.com



Melanie Stutsel

국장 - 환경 & 사회 규정
호주 광물 협의회

www.minerals.org.au



Phillip Toyne

대표
에코퓨처 주식회사

www.ecofutures.com



Ed Turley

북 퀸즈랜드 환경부 부장
엑스트라타 코퍼

www.xstratacopper.com.au



Rene van Berkel 교수

연구 프로그램 지도자
지역 및 공급망의 상승효과
지속가능 자원 공정을 위한 CRC

www.csrp.com.au



머리말

호주의 광산업은 전세계적인 지속가능발전 추구에 발맞추고 있습니다. 지속가능발전 주도적 실천에 대한 광산회사의 참여는 지역사회 내에서 ‘사회적 운영 허가’를 얻고 이를 유지하는 데 있어서 매우 중요합니다.

이 광산분야의 지속가능발전을 위한 실천 지침 안내 시리즈는, 광산지역의 탐사부터 건설, 운영, 폐쇄까지, 모든 단계에 걸쳐 나타나는 환경적·경제적·사회적인 측면을 통합하였습니다. 간단하게 말하자면, 주도적 실천이란 주어진 장소에서 일을 처리하는 최선의 방법입니다. 특정 장소에 적합한 해결책을 개발하는 데 있어서 주도적 실천은 유연하고 혁신적이어야 합니다. 왜냐하면 새로운 난제가 발생함에 따라 이에 대한 새로운 해결책이 개발되거나, 혹은 기존의 문제들에 대한 더 좋은 해결책이 고안되기 때문입니다. 비록 토대가 되는 원리들이 있지만, 주도적 실천은, 일련의 고정된 실천방안 혹은 특정기술에 관한 것인 만큼, 접근방식과 태도에 관한 것이기도 합니다. 주도적 실천은 지속적인 평가와 최적의 과학적 원리 적용을 통한 ‘실제로 해보면서 배우는’ 과정을 일컫는 ‘적응관리’의 개념도 포함하고 있습니다.

광물, 금속 국제협의회 (ICMM)의 정의에 따르면, 광산 및 금속 분야를 위한 지속가능발전은 기술적으로 적합하고, 환경적으로 건전하며, 재정적으로 이익이 되며, 사회적으로 책임 있는 투자를 의미합니다. *지속가능발전을 위한 호주 광산업의 뼈대인 항구적 가치*는 ICMM의 원리와 구성요소를 호주 광산업이 운영 단계에서 실행할 수 있도록 안내합니다.

다양한 조직들이 운영 위원회 및 실무그룹을 대표하고 있으며, 이는 광산업 주도적 실천에 반영된 다양한 이해관계를 나타냅니다. 산업관광자원부, 환경 문화유산부, 산업자원부 (웨스턴 오스트레일리아 주), 천연자원 광산부 (퀸즈랜드 주), 일차산업부 (빅토리아 주), 호주 광물 협의회, 호주 광물 확대 연구 센터, 대학 부문 및 광산회사 대표들, 기술연구부문, 광산·환경·사회 컨설턴트, 그리고 비 정부 조직들이 여기에 참여하였습니다. 이들은 협력하여 호주 광산업의 지속가능개발 실무지침을 예증하고 설명해주는 다양한 주제에 대한 정보를 수집하고 제시 하였습니다.

위 결과로 제작된 이 출판물들은, 광산업의 모든 부문들이 지속가능발전 주도적 실천 원리를 따름으로써, 광물 생산이 지역사회 및 환경에 미치는 부정적인 영향을 감소시키는 것을 도울 수 있도록 고안되었습니다. 이 출판물들은, 호주 경제에 매우 중요한 경제부문을 지속유지하고 호주의 자연 유산을 지키기 위한, 투자입니다.

Ian Macfarlane 하원의원
산업관광자원부



1.0 서문

이 안내서는 지속가능발전 주도적 실천 프로그램의 한 주제인 책임주의를 설명하고 있다. 이 프로그램의 목표는 광산업의 지속가능발전에 영향을 미치는 주요 쟁점을 파악하고 정보를 제공하며, 더욱 지속 가능한 광산업의 토대를 보여주는 사례연구를 제시하는 것이다.

이 안내서는 소비자들뿐만 아니라 광산·마케팅 관리자들이 책임주의 원리를 적용하여, 계속적으로 광산업의 지속가능발전이행을 향상시키는 데 있어서 중요한 역할을 수행하도록 격려하기 위해 집필되었다. 광산업에서는, 탐사, 실현 가능성, 설계, 건설, 운영 및 폐쇄에 대한 책임주의가 매우 중요하다. 또한, 광산 외부의 유통시장에서도 광물제품에 대한 책임주의가 필수적이다. 주도적 실천지침의 원리들은 종종 포괄적이지만, 특정 장소에서의 지속가능성 계획을 지원하는 데 유용하게 활용될 수 있다.

이 안내서는 또한 광산업의 주도적 실천에 관심을 가지고 있는 이들에게도 (예를 들어, 환경 관리사들, 광산 건설터트, 정부, 규제기관, 비 정부 조직, 광산 지역사회 및 학생 등) 유용할 것이다. 이 안내서는 이들이 광산업의 지속가능발전이행을 향상시키는 데 중요한 역할을 수행하도록 격려하기 위해 집필되었다.

1.1 지속가능발전

가장 널리 인정되는 지속가능발전의 정의는 ‘환경 및 개발 국제위원회’가 발행한 *우리 공동의 미래 (Our Common Future)*라는 획기적인 보고서 (브루트란트 보고서)에 실려있다. 이 보고서에 따르면, 지속가능발전은 ‘미래세대가 그들의 필요를 충족시킬 능력을 저해하지 않으면서 현세대의 필요를 충족시키는 것’이다. 이 보고서 이후, 이 정의를 특정 부문 또는 특정 인구에게 적합하게 재 진술하고 확대하려는 시도가 있었다. 따라서, 이 안내서는 지속가능발전에 대한 몇 가지 정의들을 고찰할 것이다.

광물 부문에서 지속가능발전은 재정적으로 이익이 되며, 기술적으로 적합하며, 환경적으로 건전하고, 사회적으로 책임 있는 광물 프로젝트에 대한 투자를 의미한다. 재생이 불가능한 자원 추출에 관련된 비즈니스는 전략적 의사결정과정 및 운영과정에 지속가능발전 개념을 적용시키라는 압력을 점점 더 강하게 받아 왔다. 이와 관련해서, 책임 있는 기업들은 다양하고 적절한 책임주의 주도(主導)를 개발함으로써 지속가능발전을 향한 진보를 이루어 올 수 있었다.

경제적 발전, 환경에 미치는 영향, 그리고 사회적 책임을 잘 관리해야 하며, 정부, 산업, 그리고 다른 이해관계자들 간에 생산적인 관계가 수립되어야 한다. 이런 상황을 조성하는 것은 좋은 사업운영의 한 방식이다.

지속가능발전원리를 나타내는 중요한 진술은 **지속가능발전을 위한 호주 광산업의 토대인 항구적 가치**에 담겨 있으며, 이는 호주 광산업 내에서 지속가능발전 원리의 이행을 뒷받침한다. 항구적 가치는 책임주의를 크게 중시하며, 수명주기에 전반에 걸쳐 재료관리를 수행한다. 항구적 가치가 추구하는 바는 다음과 같다.

- 수익과 효율성의 극대화
- 사회적·환경적 영향에 대한 보다 나은 관리
- 생산 및 이용의 잠재적 이윤에 대한 보다 나은 관리

지속가능하고 공정한 생산과 제품내의 광물 및 금속물의 사용을 지지하는 재료 책임주의는 광산업에서 새롭게 대두되는 개념이다.

환경친화적 관리에 대한 광물산업 규정을 대체한 항구적 가치는 광물부문의 현재 활동이 미래세대가 그들의 필요를 충족시킬 능력을 저해하지 않도록 보장하기 위한 정책입안을 뒷받침하는 기본 토대이다. 항구적 가치의 기본 토대는 세계적인 산업주도와 발을 맞추고 있으며, 특히, 광물 및 금속 국제협의회(ICMM)의 지속가능발전 원리와 운영수준에서 이 원리를 적용하는 것과 관련해 중요한 지침을 제공하고 있다. 제품 책임주의, 환경 책임주의 및 기업의 사회적 책임 원리들이 여기에 포함된다. 이 토대는 산업의 차별화 및 리더십을 위한 수단이 되며, 효과적인 호주의 천연자원관리를 통해서 산업 및 지역사회에 장기적인 이익을 가져다 줄 것이다 (이에 대해서는 나중에 더 자세히 설명할 것이다).

1.2 책임주의란 무엇인가?

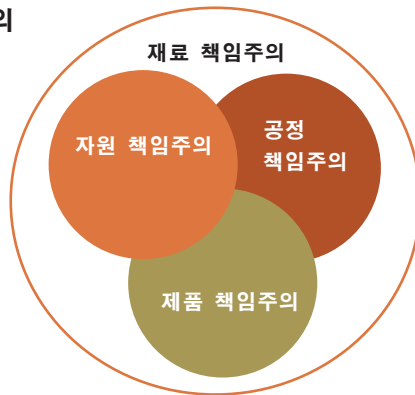
광산업은 인간의 필요를 충족시키면서 가치를 창출하는 다양한 제품 및 서비스의 핵심 요소인 광물과 금속물을 제공한다. 채광·공정 활동은 사회의 복잡한 재료 주기의 중요한 부분을 차지하며, 다른 한편으로는 천연자원 순환 및 생태계와 상호 영향을 미친다. 기업들은 우리가 통제할 수 없는 가치사슬 및 수명주기의 중요한 일부를 차지한다. 광산업의 지속가능성은 이런 순환주기들을, 경제·환경·생태계에 미치는 부정적인 영향을 최소화 하면서 사회에 주는 가치를 최대화 하는 방식으로, 관리하는 것이다. 직접적인 통제를 넘어서서 공유된 수행의무를 부담하는 것이 책임주의의 핵심개념이며, 이는 근본적으로 전체 시스템 단계에서 이루어지는 가치전달의 향상에 관한 것이다. 효과적인 책임주의는 비즈니스의 운영방식과 사고방식에 혁신을 가져다 주는 원동력이 된다.

책임주의는 제품 수명주기 전반에 걸쳐 그 제품을 처리하고 관리하는 것을 의미한다. 광물의 탐사, 채광, 공정, 정련, 제작, 사용, 회수, 재생, 그리고 폐기는 명시적인 수명 주기에 속한다. 수명 주기에 대해서는 다음 장에서 더욱 자세하게 고찰할 것이다. 책임주의는 모든 재료, 과정, 제품 및 서비스가 사회적으로, 환경적으로 책임 있는 방식으로 관리되도록 보장하는 데 목표를 둔 통합된 행동 프로그램이어야 한다.

책임주의는 광산업 내에서 부각되고 있는 개념이며, 제품 수명주기 전반에 걸쳐 생산·사용·폐기의 지속가능성을 보장해주는 협력관계를 형성하는 데 목표를 두고 있다. 책임주의의 본질적 원리는 각 부문의 참여자들이 자신이 속한 산업 내에서 책임주의에 대한 의무를 지는 한편, 다른 산업의 수명주기에 대해서도 관심을 갖는 것이다.

아래 그림 1. 에 제시된 모형은 재료 책임주의가 세가지 다른 책임주의 (자원, 공정, 제품)를 포괄하는 것을 보여준다. 세계적 지속가능발달 주도와의 관련성은 다음 장에서 소개될 것이다.

그림 1: 재료 책임주의



자원 책임주의는 광물, 물, 화학물질 등, 공정에 투입되는 자원이 가장 효율적이고 적합한 용도로 사용되도록 보장하는 행동 프로그램을 포함한다.

공정 책임주의는 원광, 정광 및 다른 광물제품을 생산하는 데 사용되는 공정과정이 (예를 들어, 선광, 침전, 압착, 중량분리 등) 사회적·환경적으로 책임 있는 방식으로 수행되도록 보장하는 데 초점을 맞춘 실행 프로그램을 포함한다.

제품 책임주의는 가장 잘 알려진 책임주의의 한 형태이며, 인간의 건강과 환경을 보호하는 제품중심 접근방식이다. 제품 책임주의의 목표는, 각 수명주기 단계에 적합한 규제 및 규정뿐만 아니라 제품 및 제품 시스템 설계를 통해서, 제품 사용 (제조과정, 배급, 서비스, 제품수명 말기 관리 등이 포함)이 환경에 미치는 긍정적인 영향을 최소화 하는 것이다. 제품 책임주의는 제품 수명주기에 관련된 모든 이들의 참여를 유도하는 제품중심 접근방식이다.

제품에 대한 광범위한 책임 체제 즉, 책임주의 체제 하에서, 책임을 공유하는 다른 이해관계자(협력자)에는 소비자 (해당 재료의 사용과 폐기)를 비롯하여 수명말기에 제품을 처리하는 재생처리자 혹은 폐기물 관리자가 속한다.

재료 책임주의는 자원, 공정, 제품에 모두 적용되기 때문에 책임주의 접근방식을 모두 포괄하고, 따라서 전체 수명주기를 망라한다. 지속가능발전을 위한 세계 비즈니스 협의회 (WBCSD)가 정의한 데로, 재료 책임주의를 전반적으로 가장 잘 포착하는 개념은 '환경자원은 절약하면서 보다 많은 경제적 가치를 창출' 하는 것 즉, 생태경제효율성이다.

지속가능발전을 위한 세계 비즈니스 협의회 (WBCSD)는 기업들이 지속가능 발전에 참여하도록 생태경제효율성이라는 용어를 만들었다. 생태경제효율성은 '생태계에 끼치는 영향을, 그리고 제품수명주기 동안의 자원집약도를 지구의 지탱능력에 맞게 점차적으로 줄이면서, 경쟁력 있는 가격으로 인간의 욕구를 충족시키고 삶의 질을 높여주는 제품과 서비스를 공급함으로써 얻어' 진다 (WBCSD, 2000).

생태경제효율성과 상호대응적인 청정생산은 효율성을 증가시키고 인간과 환경에게 부가되는 위험을 줄이는 방식으로 생산과정, 제품, 서비스에 통합된 환경보호 전략을 지속적으로 적용하는 것을 의미한다 (van Berkel, 2002). 환경오염과 자원낭비를 줄이고 계속적인 향상을 추구함으로써, 청정생산은 환경적인 이익뿐만 아니라 재정적인 이윤도 가져다 줄 수 있다.

산업 생태학은 생산 및 소비 활동 내에서의 재료 및 에너지 흐름, 이 흐름이 환경에 미치는 영향, 그리고 경제적, 정치적, 규제적, 사회적 요소가 이 흐름, 사용, 변환에 미치는 영향을 연구한다. 특히, 한 생산물이 폐기되어 다른 생산물에 투입되는 자연환경 체제 내의 전 과정을 모방하는 데 초점을 두고 있다.

제품 설계에 대한 최근 접근방식은 환경에 미치는 영향을 최소화 하기 위한 제품 재설계를 통해 생기는 상당한 재정적·환경적 절약효과를 입증해왔다. 세계적으로 환경친화적 설계 또는 친환경 설계로 알려진 이 접근방식은 제품의 전체 수명주기를 조사하여, 제품의 생산·배급 및 사용과정에서 그리고 제품 사용 후 야기되는 환경오염을 최소화 하기 위한 제품 설계 변경을 제안한다.

기타 책임주의 진술

다양한 문헌을 통해 좀 더 철학적인 책임주의에 대한 선언들을 접할 수 있다. 최근 호주에서 발행된 문헌 (*광미 관리를 위한 전략적 체제 및 광물산업의 용수 관리의 전략적 체제*)에서는 '책임주의는 개발업자를 지역사회 자산의 일시적인 관리자 라고 보는 개념에 기초 한 천연자원 관리에 대한 접근방식' 이라며, 책임주의를 진보시켰다.



2.0 왜 책임주의를 실천해야 하는가?

2.1 운영허가 유지

최근 기업들은 정부, 소비자, 주주, 경쟁사, 투자자, 지역사회 등으로부터 경제적 이윤추구와 환경과 사회에 대한 우려 간의 균형을 맞추고, 이를 통해 지속가능발전에 대한 기여도를 증명하라는 압력을 점점 더 강하게 받고 있다. 이에 따라, 광산업은 산업의 정당성과 사회적 승인을 확보하고 유지해야 할 필요성에 직면하고 있으며, 또한 광산업은 더 이상 지역 및 국가 환경법을 준수하고 있다는 주장에만 의존하여 이런 정당성과 사회적 승인을 획득할 수 없게 되었다. 특히 광산업은 국내외 비 정부단체들의 (NGOs) 비난의 대상이 되기 쉬우며, 더 이상 국내 환경법에 따르고 있다는 주장에만 의존 할 수 없게 되었다 (van Berkel, 2006; Bossilkov, 2005). 규제자들에게서 뿐만 아니라 광범위한 지역사회로부터 승인을 얻는 것은 일반적으로 ‘운영허가를 받는 것’ 이라고 알려져 있다. 오늘날 이런 운영허가에는 한 장소에서의 사업운영 허가뿐만 아니라 거래시장에서의 제품판매 허가도 포함된다.

광산업은 현대사회에 필수적인 수많은 제품들의 수명주기 시작점이기 때문에, 이점은 상당히 중요하다. 이것의 항구적 가치는, 지역사회, 정부, 금융부문, 보험부문 등과 함께, 사회적 자본을 건설하는 데 필요한 지침을 제공해준다. 이는 또한 광산업이 지역사회의 기대에 부응하는 방식으로 운영할 수 있도록 지도해준다.

이 사회적 허가는 사업을 움직이는 강력한 원동력인 ‘거래허가’ 및 ‘개발허가’ 로 확장된다. 성장은 가치를 전달하는 능력을 확대시키지만, 환경·사회에 대한 우려에 대처하는 혁신이 없는 성장은 사업이 미치는 부정적 영향을 확대시킨다. 성장은 또한 전진적인 기회와 위험요소를 가져온다. 이런 이유로, 사회적, 환경적 성과에 대한 책임주의는 지속가능한 성장을 추구하는 기업들에게 중요한 쟁점이 된다.

2.2 책임주의 비즈니스 케이스

잘 실행된 책임주의 계획은 다음과 같은 이익을 가져다 준다.

- 제품의 수송과 사용에서 에너지, 물, 기타 부재료들의 소비가 감소된다.
- 인간과 환경을 위협하는 가스방출 수준이 감소된다.
- 재사용 및 재활용 기회를 극대화 하여, 제품낭비가 감소된다.

제품 수명기간에 관련된 모든 이들에 대한 적절한 정보관리 규정은 책임주의의 필수 구성요소이다.

제품 책임주의의 예는 보석, 첨단기술 등의 제품·브랜드 차별화가 중요한 제조산업 및 거래시장에서 종종 찾을 수 있다.

원리 실천의 한 예로 토너카트리지 혹은 복사기 수거 및 재제조와 같은 사무 기기 대여 및 수거제를 들 수 있다 (4.1장 제록스 사례연구 참조).

지속가능발전을 위한 세계 비즈니스 협의회 (WBCSD)는, 생태경제효율성을 고려하여, 비즈니스 가치를 산출 할 수 있는 일곱 가지 요소를 제시하였다. 즉, 상품 및 서비스의 재료집약도 절감, 상품 및 서비스의 에너지 집약도 절감, 유독화합물 분산 절감, 재료 재활용성 증대, 재생가능 자원의 지속가능 사용 최대화, 제품 내구성 증대, 상품 및 서비스의 애프터서비스 집약도 증대가 이에 포함된다 (WBCSD, 2000).

책임주의를 주도하는 기업들은 지속가능성을 반드시 지켜야 할 문제로 여기기 보다는, 미래 공정, 제품, 서비스, 관계를 형성하는 문제로 여긴다. 지속가능성을 사업 전략으로 채택하면 혁신과 가치 창조에 초점을 맞추게 된다. 따라서, 책임주의는, 관리자와 고용인들이 자신들의 비즈니스와 전체 사회를 보강하는 복잡한 재료 주기를 건전하게 관리하도록, 동기를 부여하는 강력한 수단이다. 지속가능하게 행동한다는 말은 사업 전반에 걸쳐 장기적인 안목을 가진다는 말이다. 이는 회사들이 운영을 위해 수명주기를 재편성하는 데 도움이 될 수도 있다. 사업 개발과 실제적으로 인식된 영향 간의 적절한 균형점을 찾기 위해서는, 어디에 제약과 보상이 있는지를 알아야 한다.

사례연구: 우라늄 책임주의 - 도전을 받아들이다

보다 많은 교육과 정보를 통해 지역사회의 자각이 높아짐에 따라, 광산업의 운영, 거래, 개발을 위한 사회적 허가에 대한 압력이 점점 더 증가하고 있다. 또한 광산업의 제품을 사용하는 하류부문도 추가적인 압력을 가하고 있다. 이 하류부문의 공정업자, 제조업자, 사용자, 재활용자들은 모두 상품의 일차 공급자를 밝히려는 압력을 받고있다.

우라늄 수요가 세계적으로 증가할 것이라는 기대로 인해, 세계 우라늄 시장은 중요한 확장과정을 거치게 될 것으로 예측되며, 이에 따라 우라늄 가격이 증가하고 있으며 핵연료가 운실효과에 미치는 잠재적 이점에 대한 인식도 높아지고 있다. 호주는 저렴한 (일 킬로당 미화 40불 미만) 전세계 우라늄 자원의 약 36%를 가지고 있으며, 세계 우라늄 시장의 확장을 통해 이득을 얻을 수 있는 좋은 위치에 있다.

호주 산업관광자원부 장관인 Ian Macfarlane 하원의원은 2005년 8월에 우라늄 산업 체제 (UIF)를 처음으로 도입하였다. UIF의 목적은 호주 우라늄 광산업의 지속가능발전의 장·중·단기 기회와 장애물을 파악하는 데 있으며, 관련 주 정부와 테라토리 정부, 산업 및 다른 이해관계자들의 협력으로 발전되고 있다.

UIF는 지속가능성 성취를 위한 책임주의의 역할을 인정하고, 우라늄 책임주의 실무그룹을 설립하였다. 이 실무그룹의 제안 중 하나는 다음과 같다:

‘호주 우라늄 산업은 현재 세계 핵 협회가 개발하고 있는 세계 우라늄 책임주의에 참여하는 기초로서 우라늄 책임주의의 강령을 수립한다’

세계 핵 협회 (WNA)는 원자력을, 앞으로 몇 세기 동안 지속가능한 연료로서, 전세계적으로 평화롭게 사용하는 것을 추진하는 국제조직이다. 특히 WNA는 원자력발전, 그리고 채광, 변환, 농축, 연료공정, 공장 제조, 운송, 사용된 연료의 안전한 폐기 등을 포함한 핵연료 주기의 모든 측면에 관심을 기울인다. 현재 WNA의 회원들은 미국 이외에 전세계적으로 생산되는 원자력 전기의 90%, 전세계 우라늄, 변환, 농축의 90% 정도를 책임지고 있다.

2006년 6월에 WNA 우라늄 책임주의 실무그룹 창립회의가 런던에서 열렸으며, 핵 수명주기에 관련된 모든 부문의 대표자가 이 실무그룹에 참여하였다. WNA 우라늄 책임주의 실무그룹이 내린 우라늄 책임주의의 정의는 다음과 같다.

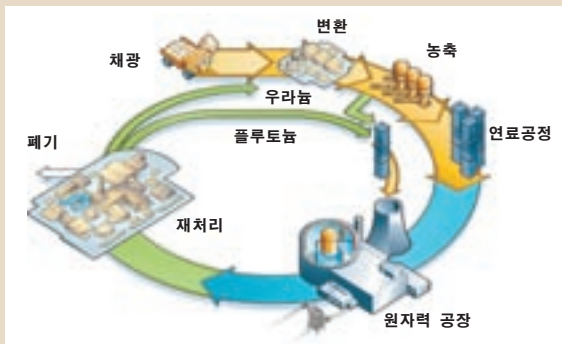
‘안전하고 용인되는 우라늄 생산·사용·폐기를 증명하는 행동 프로그램이다. 이 프로그램은 수명주기 접근방식을 채택하고 가치사슬에 따라 보건, 안전, 환경, 사회적 측면을 위해 주도적 실천을 이행하도록 촉진하며, 낭비를 최소화하는 데 중점을 두고 재활용을 촉진한다’ .

공동책임 접근방식과 함께하는 최선의 주도적 실천 수립은 다음과 같은 본질적으로 중요한 두 가지 결과를 얻는 데 그 목표를 두고 있다.

- 통합적 접근방식 및 ‘공동 학습 (learning – by – sharing)’ 과정을 개발함으로써 우라늄 산업의 경쟁력을 증가시킨다
- 수명주기 전반에 걸쳐 ‘주도적’ 실천이 ‘기준’ 지침이 되도록 한다.

핵 폐기물에 대한 장기적인 관리는 책임주의의 한 켠점이며, 이를 위해서는 적절한 처리방식 및 매장지에 대한 산업, 정부, 그리고 지역사회의 합의가 필요하다. 현재까지 이런 합의는 모든 관련 국가들이 아닌 일부국가들에서만 이루어지고 있다.

핵연료 순환



출처 : 세계 핵 협회(World Nuclear Association)

2.3 누가 책임주의에 관여해야 하는가?

자원을 찾아 시굴하는 순간부터 채광, 공정, 제조, 사용, 재생 또는 재활용과정에 걸쳐, 재료와 어떤 관련을 가진 모든 사람들은 책임주의에 관여해야 한다.

그러나 우리는 더 나아가서, 책임주의를 실행하는 책임자와 책임자를 대신하는 참여자들을 규정할 필요가 있다. 자원의 집약적 사용자이며 에너지 소비자인 생산자들은 제품 수명주기의 사용 전 단계에 관여하며, 책임주의 역할을 증중 수행해 왔다.

하지만, 유럽, 일본, 한국 등 생산자책임재활용제도 (EPR)를 의무적으로 실시하는 일부 관할권의 상황은 좀 다르다. EPR 체제 하에서는, 제품 및 서비스의 환경적 또는 사회적 영향을 관리해야 할 책임이 전체 수명주기 동안에 단 한 당사자에게만 부과되고, 일반적으로 상품을 거래시장에 내놓는 자가 그 당사자가 된다. 자발적인 제품 책임주의와 비교했을 때, EPR 시책을 명백히 규정하는 특징은 법적 강제성이다. 재활용 비용 지불의 의무 등과 같이, 제품 수명말기에 제품을 수거하거나 혹은 다른 방식으로 책임을 지도록 하는 법적요건 등이 법적 강제성에 포함된다. 모든 당사자들에게 책임을 부과하면 다른 이들이 해줄 것을 기대하여 누구도 관여하지 않게 될 위험이 따르기 때문에, 한 주체에게만 책임을 부여하는 하는 것이 유익하다는 주장이 있다. 이런 부정적인 현상은 보통 ‘공유의 비극 (the tragedy of the commons)’ 으로 알려져 있다.

이 보다 더 바람직한 책임주의 접근방식은 공급자, 소비자 등과 함께 전 수명주기에 걸쳐 협력관계를 구축하려고 시도하는 공유 접근방식이다. 광범위한 제품 책임 즉, 책임주의 체제하에서는 책임을 공유하는 다른 이해관계자들 (협력자들)간의 협조와 협력이 특히 강조된다. 다른 이해관계자들이란 (재료의 사용과 폐기에 대한 책임을 지도록 기대되는) 소비자뿐만 아니라, 수명말기에 제품을 처리하는 재활용자 혹은 폐기물 관리자들도 의미한다.

2.4 공동규제

폐기물을 관리하고 제품이 환경에 미치는 다른 영향을 관리하는 산업 행위는 자발적 접근방식부터 완전히 규제된 접근방식까지의 연속선상에서 다양하게 나타날 수 있다. 자발적인 제품 책임주의 체제 하에서는 자발적으로 참여하는 부문들이 많을 수 있으나, 자발적으로 참여하지 않는 회사들, 다시 말해서 제품 책임주의 체제를 이행하기 위해 비용을 지불하지 않는 회사들은 시장에서 불공정한 이득을 얻을 수 있다. 이런 이유로, 호주 산업이 적극적으로 지지하는 다른 접근방식이 추진되어왔다. 이는 불공정하게 이득을 취하는 회사들을 색출해 내는 규제적 안전망에 의해 보강되는 자발적 참여주도이다. 이 접근방식은 공동규제로 알려져 있다.

공동규제 체제의 한 예로는 사용한 윤활유 및 석유의 재생 및 재활용을 위한 호주연방정부의 제품 책임주의 (석유) 법령 2000 하에서 운영되는 윤활유 및 석유 재생을 위한 석유 제품 책임주의 프로그램이 있다.

텔레비전 및 타이어 부문은, 자발적 부문 체제 부문의 비 참여자들도 유사한 성과를 내도록 요구함으로써 공평한 경쟁을 보장하는 국가적 ‘규제 안전망’ 개발과 관련해, 호주 정부와 교섭해 왔다. 이와 동일한 동기로 인해, 국가적 자발 포장 서약 (National Packaging Covenant)을 보장하는 ‘사용된 포장재를 위한 국가환경보호조례(NEPM)’가 개발되었다.

전 세계 금 산업에서 사용되는 시안화나트륨에 대한 우려로 인해, 유독물질 관리를 위한 자발적 산업규약이 제정되었다. 금 생산에서의 시안화물 제조, 운송, 사용을 위한 시안화물 관리 국제 규약은, 유엔환경계획단 및 ICMM의 후원 하에, 다양한 이해관계자들에 의해 개발되었다. 국제 시안화물 관리 연구소에서 관리하는 이 규약은 웹사이트를 <<http://www.cyanidecode.org/>> 통해 볼 수 있다. 국제 시안화물 관리 연구소는 모든 이해관계자들에게 이 규약을 장려하고, 인간과 환경을 보호하기 위해 이 규약을 채택하도록 격려한다. 대부분의 국가에서는, 산업주도와 함께 공동규제를 제공해 주는 환경규제에 따라 시안화물을 관리해야 한다.

다른 부문들도 지속가능발전을 위한 세계 비즈니스협의회 (WBCSD)의 활동을 통해 공동규제 체제를 옹호해 왔다. 이와 관련된 광산업의 한 예는, 광산업 지속가능 강령에 앞서 개발된 ‘광업·광물·지속가능발전 프로젝트’이다. WBCSD는 1992년 리우데자네이루에서 열린 지구정상회담에 세계 비즈니스의 참여를 융합시키려는 목적으로 설립되었다. 이 협의회는 지속가능발전을 증진시키고 있으며, 이 협회의 주요 프로그램은 생태경제효율성 및 기업의 사회적 책임, 석명성, 투명성 등의 책임주의 요소를 담고 있다..

2.5 비 정부 조직의 참여

산업기구 또는 개별 사업체들은 특정 프로젝트에 대한 관련된 자문, 지속적인 자문, 연차 환경보고서 비평, 혹은 공정을 위한 제3자 인증 (현재 증가 추세에 있음) 등을 제공해 주는 컨설팅 그룹을 구축한다. 이런 비 정부 조직들 (NGOs)과의 컨설팅은 해당 산업직업공동체 밖의 의견을 들을 수 있도록 한다. 일반적으로 비 정부조직들은 위험요소는 더 조심스럽게, 이점은 덜 낙관적으로 평가한다. 회사는, 비 정부조직들과의 자세한 컨설팅을 통해, 지역사회가 현재와 미래의 자사 운영에 대해 어떻게 반응할 것인가를 미리 알 수 있다.

비 정부조직들은 참여와 조력의 대가로 더 많은 정보를 얻고, 또한 회사들이 이들의 조언에 따르면 지역사회를 대신해 계속적으로 책임주의에 참여하도록 고무된다 (보통 자발적이며 무보수임).

산업 조직들과 개별 광업 회사들도 컨설팅 그룹을 구축하거나 다른 방식으로 NGO에 참여할 수 있다. 예를 들어, 호주 광물 협의회외의 외부자문단도 NGO이다.

호주 정부 부처 및 규제기관들도 비 정부기관들과 지속적으로 컨설팅을 한다. 산업 NGOs는 일반적으로 특정 산업부문을 중심으로 하는 반면, 지역사회에 근거한 NGOs는 환경에 특별한 관심을 가진다.

2.6 국제 규제 지표

호주는 특정 화학물질들과 그 폐기물들을 줄이거나 제거하여 이들이 인간의 건강과 환경에 미치는 영향을 제한시켜야 한다는 모든 국제 협약을 승인하였다. 다양한 유엔 기관들이 집행하는 이 국제 협약들은 호주 국내 화학물질 관리에 대한 위한 규제 지표이다.

이 협약들 중 광산업에 가장 중요한 것은 아마도 바젤 협약일 것이다. 바젤 협약의 목표는, 유해 폐기물을 산출부터 제거까지 환경적으로 건전하게 관리하기 위해, 한 당사자 내에서, 법적·제도적·기술적 조건을 이행하는 것이다. 이는 자원과 최대한 근접한 곳에서 관리가 이루어져야 함을 뜻하며 국가간의 폐기물 운송을 불리하게 만든다. 광산업에서는 생산품과 폐기물간의 경계선이 쉽게 구분되지 않으므로, 광산업체는 금속이나 (안티몬, 비소, 베릴륨, 카드뮴, 크롬, 구리, 수은, 셀레늄, 텔루르, 탈륨 및 아연), 금속 합성물들이 포함된 폐기물이 이 협약에 적용되는지 알아야 한다.

두번째로 중요한 협약은 로테르담 협약이며, 이 협약은 유해물질의 교역을 감시하고 통제하는 데 그 목적을 두고 있다. 이 협약은 수입 국가들에게 어떤 화학물질을 수입할 것인가를 결정하고, 안전하게 관리할 수 없는 화학물질은 배제시킬 수 있는 권한을 부여하였다. 따라서, 화학물질 수출은 수입하는 당사자의 정보에 입각한 사전 동의가 있어야만 가능하다. 만약 거래가 성사되면, 표시조건 및 건강과 환경에 미칠 수 있는 영향에 대한 정보규정을 통해 이 유해 화학물질들의 안전한 사용을 증진시킨다. 로테르담 협약에 수록된 대부분의 물질은 유기 화합물이지만, 수은과 그 혼합물, 석면과 유기주석 혼합물 이에도 포함된다.

독성 화학물질에 대한 국제적 조치를 위한 정책 골자인 국제화학물질관리전략(SAICM)은 2006년 2월 유엔의 후원 하에 열린 다국가 회담에서 결의되었다. 이 협약에서 내린 ‘화학물질’의 정의는 매우 광범위하며, 일부 광물 제품들도 이에 포함될 수 있다.

광산업에 직접적으로 큰 영향을 미치지 않는 다른 두 협정으로서는, (비엔나 협약을 보완하는) 오존층 보호를 위한 몬트리올 의정서와 잔류성 유기오염물질에 관한 스톡홀름 협약 이 있다. 이 두 협약은 모두 유기 화학물질을 다루고 있으며, 호주는 이 협약들을 지속적으로 이행하고 있다. 몬트리올 의정서는 염화불화탄소(CFCs) 및 관련물질의 사용을 점차 중단시켜나갈 것이다. 스톡홀름 협약의 관련성은 잘 알려지지 않았다. 하지만, 유해 화학물의 우발적인 방출을 최소화하거나 제거하라고 요구하는 이 협약은 (그리고 호주의 국가적 실행 계획은) 채굴 과정에서 생기는 폴리염화디벤조 다이옥신과 디벤조푸란 및 핵사클로로벤젠과 같은 물질들의 우발적인 방출에 적용된다.



3.0 광물의 수명주기 정의

산업 제품의 수명주기에 대한 이해는 책임주의의 핵심적인 요건이며, 수명주기 평가는 의사결정을 하는데 있어서 상당히 유용하다. 수명주기를 평가하기 위해서는, 회사가 제품 수명주기의 각 단계를 조사해야 하며, 이 때 수명말기 제품 처리 등과 같이 쉽게 간과되는 단계들도 포함시켜야 한다.

제품 수명주기 단계에는 일반적으로 재료 추출 및 공정 단계, 제조, 수송 및 배급 단계, 사용, 재사용 및 유지 단계, 재활용 및 최종 폐기 단계가 포함된다.

최종 폐기는 매립처리, 안전 격납, 소각, 또는 환경으로의 방출로 세분화 될 수 있다. 이런 식으로 각 단계를 확인할 때에는 각 단계에서의 부수적인 자원의 사용 (물, 공기, 에너지 등), 실제로 혹은 잠재적으로 환경에 미치는 영향, 그리고 효율성과 작업 건강 및 작업 안전 등과 같은 요소들에 초점을 맞춘다.

환경독성화학회 (Society of Environmental Toxicology and Chemistry)는 종종 수명주기 분석이라고도 불리는 수명주기 평가 (LCA)를 아래와 같이 정의하였다:

‘...사용된 에너지 및 재료, 그리고 환경에 방출된 폐기물을 규명하고 정량하여 제품, 공정, 또는 활동과 연관된 환경부하를 평가하고, 이 에너지 및 재료의 사용과 환경으로의 방출이 미치는 영향을 측정하고, 환경 개선에 이바지 하는 기회를 평가하고 측정하는 실증적 과정이다. 이 평가에는 제품, 공정, 또는 활동의 전 수명 주기가 포함된다...’ (Fava et al., 1991, p. 1).

따라서 LCA는 제품이 ‘요람에서 무덤까지’ 전 과정에 걸쳐 환경에 미치는 영향을 정량하는 과정이며, 환경개선과정을 어떻게 측정하느냐에 따라 생산 공정 전 과정에 걸친 에너지 감축 등과 같은 양적인 결과를 가져다 줄 수 있다.

그린리드의(Green Lead) 프로그램을 위해 고안된 지표처럼 (3.1장의 사례 연구 참조), 제품의 수명주기도 지표로 나타낼 수 있다.

수명 주기의 주요 요소들은 다음과 같다:

- 제품 수명주기 내의 주요 부문들 - 각 부문들은 자신이 속한 부문의 책임주의에 대한 의무가 있으며, 전 수명주기에 걸쳐 제품의 책임주의에 관심을 갖는다.
- 각 부문은 운송고리로 연결되어 있다 - 부문들 간의 관리 사슬은 제품 책임주의의 협의사항에서 구체화 되어야 한다 (라이트칩 사례 연구 참조)
- 각 부문은 사람들 및 지구행성과 고유한 (어쩌면 독특한) 잠재적인 상호작용을 가지고 있으며, 동시에 각 부문은, 제품 수명주기 내에서, 다른 부문들과의 공동 연결고리의 일부이기도 하다.
- 수명주기의 각 부문과 그 부문들 간의 산출은 (제품 수명주기에서 지구로 향하는 화살표) 제품이 생물권에 미칠 수 있는 영향을 나타낸다. 이런 영향들은 제품 자체의 결과물 (예, 납) 이거나 제품 공정의 결과물 (예, 온실가스 또는 폐기물) 일 수 있다.

- 투입은 (지구에서 제품 수명주기로 향하는 화살표) 전 수명주기에 걸쳐 제품이동에 대한 ‘생물권의 기여’ 를 나타내며, 이 ‘기여’ 는 자원, 에너지 또는 물이 될 수 있다.

이상적으로는 광산을 벗어난 금속물은 제조·사용·재활용을 포함하는 폐회로에 속해있다고 여겨져야 한다. 이런 경우, 책임주의는 재료가 이 폐회로에 머물러 있도록 책임지는 것이다. 그러나, 산화 티타늄(TiO_2)과 같은 어떤 금속들은 분산적으로 사용되며, 그 특성상 재생 및 재활용이 불가능하다. 이런 경우, 책임주의는 이미 유해성이 밝혀진 재료의 분산적 적용을 중단하는 것을 의미한다.

그림 2: 제품 수명주기의 주요 요소



출처: www.greenlead.com

수명주기 평가(LCA)의 결론은 직관과 반대로 나타날 수도 있다. 왜냐하면 이 분석은 사전준비 없이 내려지는 판단에서는 고려되지 않는 요소들을 포함시키기 때문이다. 이런 판단은 수명주기의 명시적인 한 단계 또는 환경에 미치는 한가지 영향에 의해 더 크게 좌우되는 경향이 있다.

예를 들어, 철·강철과 대비하여, 알루미늄과 다른 경금속의 생산에 사용되는 에너지 소비량과 발생하는 온실가스 방출량은 - 경금속들이 자동차 제작에 사용되었을 때 - 더 나은 자동차 연료 효율성으로 더 상쇄될 수 있다. LCA 연구들은, 한 자동차의 수명주기 동안, 사용된 알루미늄 1킬로그램 당, 이산화탄소를 기준으로 한 온실가스의 온난화 영향도가 (CO_2 -eq) 20 킬로그램 정도 감소됨을 증명했다. 이와 유사하게, 철을 사용해서 경량화 시키는 현명한 설계도 선보였다.

광산업에서는 미래 자원으로의 재생을 위한 폐석 및 광미 관리가 책임주의에 포함되며, 이런 관리에는 유독성 물질의 방출을 저지해 주는 장치가 이용된다. ‘요람부터 무덤까지’ 제품 수명주기를 책임지는 이런 책임주의는 현 광산업 부문을 물·토지·생태계 관리 및 지역사회의 협력으로까지 확대시킨다. 광산업에서 좀 더 환경친화적인 제품에 대한 시장의 압력도 예측할 수 있다. 이런 압력의 일부는 구매한 광물과 금속의 제품수명주기를 평가하는 회사들로부터 나오는 경향이 있다.

LCA는 다양한 산업부문들이 각별한 호감을 보여온 ISO14040 시리즈의 환경 관리 도구이다. LCA를 채택한 회사들은 환경을 위한 ‘재료 책임자’로서의 역할을 받아들인다. 이 회사들은, 환경에 미치는 영향을 최소화하는 방법을 결정할 때, 자신들이 다루는 재료의 전체 수명주기를 고려하도록 요구된다.

다시 말하면, 단순히 한 공정 또는 한 지역에서 발생하는 잠재적 유해성을 규명하는 데 그치지 않고, 공급 사슬내의 상류부문 및 하류부문에서 행해지는 모든 활동으로 인해 발생하는 잠재적인 유해성도 고려해야 한다. 이 분석 결과는 또한 상류부문과 하류부문의 사용자들이 공급 사슬 내에서 다른 사용자들과의 상업적 거래가 환경적으로 책임이 있는 것인지 평가하는 데 활용될 수 있다. 좀 더 중요하게는, LCA의 기여자들은, 나중 단계에서, 폐기물의 최소화, 재생 또는 재활용을 촉진하는 자신만의 공정을 수정할 수 있다.

일반적으로 LCA를 바라보는 산업계의 입장은 부분하지만, 몇 개 회사들은 이미 자사의 환경 관리 체제에 LCA를 통합했다. 비록 LCA 절차에 대한 국제 표준 ISO 14040—14043이 있긴 하지만, LCA 방법론을 더 표준화 할 필요성이 남아있다. 특히, 수명주기 연구의 영역과 (어떤 부문이 연구되어야 하는지, 어떤 환경적 영향을 고려해야 하는지를 정함), 고려되어야 하는 환경적 영향의 범주들과 관련해 표준화가 이루어져야 한다.

불균형 접근방식의 예로는 어떤 당사자들이, 수명주기에 관련된 다른 당사자들의 부진한 실적으로 인해, 비경제적인 책무를 지도록 강요당하는 경우이다. 최종적으로 형성된 재료 책임주의가 환경파괴에 대한 회사 및 전문직업인들의 책임을 결정하며, 위험 평가를 실시한 전문인들이 취할 조치를 결정한다는 점을 감안할 때, 재료 책임주의의 형태를 만들어가는 과정에 참여하는 것은 광산 업계에 유익하다.

책임주의를 공유책임에 근거한 기업의 자발적인 지속가능성 주도로 본다면, LCA는 공급사슬 전반에 걸쳐 실제로 무슨 일이 진행되는지를 명백하게 보여줄 수 있다. 따라서, LCA는 잠재적인 피해를 일으키는 요소들을 규명하는 데 도움이 되며, 이를 통해 좀 더 바람직한 결과를 얻을 수 있도록 공정과정을 적절하게 수정할 수 있다. LCA에 대한 좀 더 자세한 정보는 안내서 부록 A 에 실려있다.

향구적 가치 골자는 ICMM이 채택한 원리 및 구성요소와 이에 수반되는 실천 지침을 포함하며, 수명주기 접근방식의 일부로서 더 지속가능한 실천방안을 개발하는 데 사용될 수 있다.

표 1: 향구적 가치: 수명주기 접근 방식의 원리와 구성요소

ICMM 원리 안내 구성요소	설명
원리 8	책임 있는 제품설계와 사용·재생·재활용·폐기를 조장하고 증진시킨다.
구성요소 8.1	금속과 광물의 특성에 대한 이해를 높이고, 이 제품들의 수명주기가 인간의 건강과 자연환경에 미치는 영향에 대한 이해를 증진한다.
안내	금속 및 광물 제품들의 수명주기가 인간의 건강과 자연환경에 미치는 영향에 대한 이해를 증진하는 연구를 적절하게 지원한다. 수명주기와 관련한 논점들에 대한 진보된 지식으로, 채굴과 운영이 작업·지역사회·환경 보건에 미치는 영향들을 감시하고 재검토한다. (구성요소 1.4, 2.4, 4.1, 6.1, 7.2, 7.3, 8.3 참조)

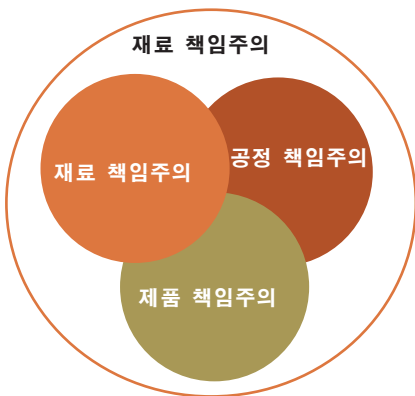


4.0 책임주의 개념 및 실천

책임주의에 대한 개념과 광물·광산업에 대한 적용은 현재까지도 다소 생소하다. 책임주의에 대한 다양한 해석들이 문헌에 나와있지만, 이런 다양성은 책임주의 개념을 다양한 산업환경에 적용하는 데 유용할 수도 있다. 일반적으로, 책임주의는 모든 재료, 가공, 상품 또는 서비스가, 그 수명주기에 따라, 사회적·환경적으로 책임 있는 방식으로 생산되고, 소비되고, 폐기되도록 보장하는데 그 목표를 두고 있는 통합적 행동 프로그램이다.

책임주의의 다양한 측면에 적용되는 정의들은 아직까지도 ‘다소 모호하고 중복되는 경향이 있다며’ 논란이 되고 있지만, 수명주기의 각기 다른 참여자들이 모두 쉽게 인식할 수 있는 가장 적절한 개념 및 수단을 허용하는 이론적 틀의 활용은 편리하다. 이런 접근방식들은 긴밀하게 관련되어 있기 때문에, 상호 배타적으로 실행되지 않는다. 이 접근방식들은 어떤 광산·광물 수명주기 단계에서나 책임주의를 운영에 통합시키기를 원하는 운영자들에게 시작점을 제공해 준다. 최선의 논리로 따지면, 자원 책임주의는 광산 단계에서, 공정 책임주의는 광물 가공 단계에서, 그리고 제품 책임주의는 일차 금속 및 광물의 사용자들에 의해 시작된다.

그림 3: 재료 책임주의



4.1 재료 책임주의

책임주의는 광산업에서 ‘재료’라고 명명한 천연자원의 흐름을 관리하는 데 중점을 둔다. 이 재료에는 채광된 매장물, 원광, 표토, 광석뿐만 아니라 폭발물, 시약, 연료 등과 같이 추출과 가공에 사용되는 물질과 화학물질도 포함된다. 또한, 광업 및 광물 운영에 반드시 필요한 자원인 에너지와 물도 재료에 속한다.

재료 책임주의의 일반적인 정의를 특정 광물 사례에 적용하면, 한 광물의 전체 수명주기가 통합된다. 재료 책임주의는 한 광물이 그 수명주기 동안 직접적으로 혹은 가공된 형태로 인간과 환경에 미치는 위험성을 이해하는 것과 관련된다. 따라서 재료 책임주의는 광물의 종류에 따라 그 광물(및 금속)의 생태독성·인간독성 및 생태이용가능성에 대한 이해를 요구한다. 또한, 재료 책임주의는, 적절히 관리되지 않을 경우, 인간 또는 환경을 심각하게 해칠 수 있는 광물의 부적절한 사용을 규명한다.

책임주의의 환경적 측면에 대한 고려가 적절하게 이루어지고 있다. 하지만, 채광 및 광물 처리 공정의 건강관련 측면도 책임주의 주도에 중요한 요소이다.

이런 배경 속에서, 광물산업 위험관리 수단은 (MIRMgate), 작업장의 위험요소를 최소화 하기 위한 목적으로, 산업 전반에 걸친 의사소통과 관련된 주도적 실천의 한 예를 제시한다. 여기서 중요하게 잡고 넘어가야 할 점은, ISO 14000에 의해 제공된 환경관리 도구에는 관리자들이 책임주의 프로그램의 성공여부를 평가하는 데 유용한 기준으로 사용하는 많은 양적 목표들이 포함되지 않는다는 점이다. 특히 우려되는 점은, 혈중 납 농도 등의 실제로 인간의 건강에 미치는 영향들, 혹은 하상퇴적물이나 생물상과 같은 환경조건들에 미치는 실제 영향들을 측정해주는 환경조건지표들의 사용이 제한되어 있다는 점이다.

사례연구: 광물산업 위험관리 수단

광물산업 위험관리 수단은 광산 및 광물 운영에서의 위험을 규명하고, 위험 관리를 지원한다. 이 웹사이트는 지속가능 광물협회에 소속된 브리스번 지역의 퀸즈랜드 대학 (University of Queensland) 광물산업 안전보건 센터 (MISHC)에서 운영하고 있다.

이용이 편리한 광물산업 위험 관리 수단 (MIRMgate)은 광산 및 광물 산업의 의사결정자들에게 사용하기 편하고 유용한 정보원이다. 이 웹사이트는, 채굴부터 광물가공까지, 이 산업이 가지고 있는 위험들을 이해하고, 분석하고, 통제하는 데 유용한 정보를 주의 깊게 선별하여 제공한다.

MIRMgate 는 사용자들이 광산 및 광물 운영의 수명주기 전 과정에 걸쳐 나타나는 위험을 규명하도록 돕고, 또한 광물 부문, 정부, 기관, 조직, 회사들 간의 협조와 지식공유를 증진시키기 위한 목적을 가지고 2004년 3월에 설립되었다.

초기에 MIRMgate는 정보기관들로부터 출처된 좋은 실행지침을 가지고 호주 주 정부와 테라토리 정부들로부터 투자를 받았다. 그 이후 MIRMgate는 호주 광물 산업으로부터 투자를 받기 시작했다. 초기에는 개인 회사들로부터 투자를 받았고, 현재에는 호주 광물 협회를 통해 기금을 받고 있다. ICMM은 더 나은 산업성과, 지역사회와의 관계, 그리고 규제적 접근방식을 육성하는 데 있어서 전세계적으로 주도적 역할을 수행할 수 있는 MIRMgate의 잠재력을 인정하여, 2005년과 2006년에 추가적인 지원을 제공하였다. ICMM 기금은 더 좋은 설비를 구축하고, 세계적인 정보자원을 개발하고, 이 웹사이트에 대한 국제적인 인식과 사용을 증가시키고, 이 웹사이트에 실린 새로운 자원들에 대한 편집자 안내를 제공하는 데 사용되었다.

2005년 세계 정보자원에 대한 수적인 표는 세배 이상 초과달성 되었으며, 2006년 목표는 6개월 만에 초과달성 되었다. ICMM의 기금으로 총 850개 이상의 새로운 세계자원기록과 250개 이상의 경험에서 얻은 교훈을 담은 새로운 세계 기록들이 더해졌다. ICMM 회원들 즉, 캐나다, 유럽연합, 남아프리카, 미국의 안전보건 규제기관들; 국제노동기구, 국제 석유·가스 생산자 연합 (OGP)이 이를 후원하고 있다. 2005년 웹사이트 방문횟수는 거의 27000 회에 달하였고, 1월에만 방문횟수가 7000회를 도달한 2006년에는 이 숫자를 능가할 것이라고 기대된다.

현장에서 실시되는 위험평가에 알맞게, MIRMgate의 정보들은 위험규명과의 관련성, 위험분석과의 관련성, 그리고 적절한 통제방식 규명과의 관련성의 세가지 영역에서 등급이 매겨진다. MIRMgate는 또한 그간 벌어졌던 사건들을 통해 얻은 교훈과 관련된 정보뿐만 아니라 잠재적으로 위험을 줄이는 데 도움이 되는 산업인정혁신과 관련된 정보도 제공한다. MIRMgate의 업데이트는 매 분기마다 ICMM 회원들에게 이메일로 보내진다. 더 자세한 정보는 MIRMgate 웹사이트에서 얻을 수 있다 (<<http://www.mirmgate.com>>).

위험관리에는 종종 작업장에서의 위험물질 노출, 그리고 더 일반적으로는 환경방출 통한 노출이 종종 포함될 것이며, 위험관리는 광물 주기의 모든 단계에서 책임주의를 향상시키려는 목표를 가지고 시너지를 제공할 것이다.

재료 책임주의에는 특정 광물의 책임자가 그 광물이 어떻게, 어떤 제품에 사용되는지 알 수 있도록 해주는 좋은 추적시스템이 필요하다. 그린리드 사례연구에서 보여지는 것처럼, 대부분의 경우에는 제품 책임주의 하에서 실시된 주도와 중복될 것이다.

사례연구: 그린리드 (Green Lead™)

그린리드 프로젝트는, 일차 납 채광부터 연속전지에 함유되는 이차 납의 생산과 재활용까지, 연속전지의 전 수명주기 단계에서 납 노출이 인간과 환경에 미치는 위험을 최소화 하는 데 목표를 둔다. 이 프로젝트는 납 수명주기 동안에 공유 책임을 포함하는 제품 책임주의 모델을 기초로 실행된다. 비록 다른 형태의 납 사용 (때때로 더 분산적인 사용)이 인정되기는 하지만, 이 프로젝트는 납의 최종 사용 즉, 연속전지 (LAB) (80% 이상)에 중점을 두었다. 이 프로젝트는 광산업이 최초로 확립을 시도한 책임주의 프로그램이다.

그린리드의 주도적 프로젝트는, 호주 퀸즈랜드 주 북서부에 위치한 세계에서 가장 큰 규모의 은·납 채굴광산인 BHP 빌리톤 (BHP Billiton)의 케닝톤 광산에서 고안되었다. 그 이후, BHP 빌리톤, 지니펙스 (Zinifex), 엑스트라타 (Xstrata), 호주 제련합금 (Australian Refined Alloys) 등과 같은 굴지의 납 광산회사들과 가공회사들의 지원을 받아 그린리드 컨소시엄으로 발전해오고 있다. 국제 회사들과, 산업 및 산물 협의회들, 정부 연합기관들 및 비 정부기관들도 이 컨소시엄에 참여하고 있다. 유엔환경계획 (UNEP), 바젤협약 사무국, 일차산물공동기금, 국제 납·아연 연구그룹, 국제 납·아연 연구조직, 국제 납 관리 센터, 광물 및 금속 국제협의회, 국제 납 개발 조합, 브리타니아 제련 금속 (Britannia Refined Metals), 앵글로 아메리칸 (Anglo American), 팔콘브리지 (Falconbridge), 필리핀 국제 전지 (Philippines Batteries International), 램카 그룹 (Ramcar Group of Companies), 오리엔탈 & 모토라이트 (Oriental & Motolite), 그리고 포드 자동차도 (Ford Motor Company) 이 컨소시엄에 참여하고 있다.

인간의 건강과 환경에 영향을 미치는 납의 독성에 대해서는 잘 알려져 있다. 이런 이유로, 몇몇 국가에서는 가정용 페인트, 주행 자동차 연료 등에 납 사용을 서서히 중단하고 있다. 예를 들어, 덴마크에서는 전지와 엑스레이 차폐에만 납 사용이 허용된다.

호주와 다른 몇몇 국가에서는, 바젤협약의 금지조항 등을 적용하여, 국가 간의 유독성 폐기물 운송에 대해 엄격한 규제하고 있다. 유럽연합 (EU) 혹은 경제협력개발기구 (OECD) 국가로부터 비 회원국들로 운송되는 납도 이런 규제에 영향을 받는다. 또한, 유럽에서는, 생산자책임 재활용제도에 관한 법률이 납 생산자와 전지 제조자들에게 큰 영향을 미치게 될 것이다.

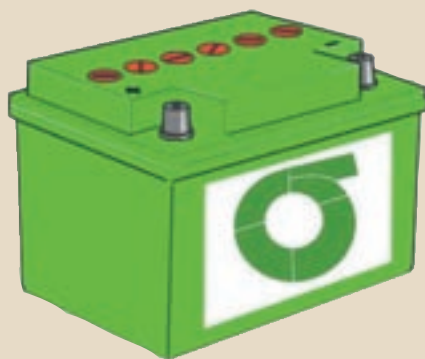
그린리드 컨소시엄은 일련의 조약과 지침을 개발해오고 있으며, 이를 잘 이행하면 납의 노출로 인한 인간과 환경에 대한 위험을 최소화 할 수 있을 것이다. 이 컨소시엄은, 2005년 말에 LAB 수명주기 내에서, 그린리드 조약에 따라 설비를 평가하는 데 유용한 그린리드 평가도구를 개발했다. 이 평가도구는 엘살바도르에 위치한 주요 광산들의 전지 제조·재활용 시설, 호주의 제련회사 및 재활용업체, 그리고 필리핀의 전지 제조업체들과 재활용업체들이 시험적으로 사용하고 있다.

이 평가도구는 또한 미첼 로지스틱 (Mitchell Logistics) (도로) 및 퀸즈랜드 철도 (Queensland Rail) (철도) 등과 같이 산업무문들을 연결해 주는 운송업체 등에서도 시험적으로 사용되었다.

이 평가도구에 대한 시험 검사가 끝나면, 제3자 수행검증을 촉진하기 위해 그린리드 인증계획과 그린리드 관리조직이 설립될 것이다.

지속가능발전에 대한 납 산업의 기여 능력은 제품 책임주의 원리를 이해하고 이행하는 능력에 크게 좌우된다.

수명주기 평가(LAB)를 위한 그린리드 프로그램이 시행되면, 이 프로그램은 다른 납 사용으로도 확대될 것이다.



출처: www.greenlead.com 및 Roche & Toyne (2004)

후지 제록스 (Fuji Xerox) 사례연구는 책임주의가 사회적·환경적 이득을 가져다 줄 뿐만 아니라 사업적으로도 실리적임을 보여준다. 이런 사고의 전환이 실행 되기 위해서는, 한 제품이나 서비스의 수명주기에 관여된 모든 이들의 참여가 요구되며, 이 참여자들은 자신의 행동에 직접 책임을 지고, 자신이 관여하는 수명주기의 단계에 따라 소비자, 공급자 등의 다른 참여자들과 공유하는 책임도 이행해야 한다. 이 사례연구는 복사기 부품의 재제조 및 재활용을 다룬다. 비록 그린리드같은 사례가 있기는 하지만, 광산업과 같이 회사제품의 다양한 사용자가 있는 산업에서는 이런 완전한 폐쇄고리가 존재하지 않을 수도 있다.

사례연구: 호주 후지 제록스

많은 독자들은 복사기 토너 카트리지를 재활용 할 수 있다는 사실은 잘 알고 있지만, 호주 후지 제록스 (FXA)가 1960년 대 이래로 계속 다양한 중고 부품 및 기기를 재생해왔다는 사실은 잘 모르고 있을 것이다. 세계적인 운영기준이 된 후지 제록스의 친환경적 제조시설은 시드니의 젯랜드라는 지역에 위치해 있으며, 이곳에서는 중고 부품 또는 부속품들을 ‘새 것 같은’ 상태로 재생하거나, 훨씬 더 좋은 상태로 재제조 한다. 최근 태국에 두번째 시설이 오픈되었다.

작동되지 않는 부품은 그 원인을 규명하기 위한 오작동 상태 분석을 거친다. 또한, 이와 연관된 프로그램에서, 인쇄기 접지번호 분석을 통해 신호분석제품수명연장의 기회를 결정하며, 이 분석은 FXA가 중고 부품과 새 부품의 접지번호를 비교하여, 이 중고부품의 남은 수명을 결정하도록 돕는다. 이 두 프로그램들을 통해 얻어진 정보는 후속 제품을 개발하는 디자인 설계자들에게 보내진다. 제품의 재활용을 염두 했을 때, 제품설계의 주요 기준은 자산회수이다. 따라서 제품 설계 시에 부품 및 재료의 재활용 가능성뿐만 아니라 제품분해의 용이성도 고려한다.

일차제조는 호주 밖에서 이루어지지만, 제품분해와 재활용은 호주에서 시작되었다. 1997년에는 2600대 이상의 복사기와 28000개 이상의 카트리지가 FXA에 의해 재제조 되었다. 친환경적인 제조는 현재 호주 소비자들을 위한 소모품과 예비부품의 65 퍼센트 (가치로 계산했을 때)를 공급한다. 재제조 공정에서 발생된 폐기물의 90 퍼센트가 재활용 되며, 따라서 매년 600톤 가량의 매립 폐기물을 감축한다. 새 재료 구입을 하지 않게 됨으로써, FXA가 절감한 금액은 1996년에 약 8백만 불에서 2000년에 약 2천5백만 불까지 증가했다. 소비자들도 낮은 가격과 직접폐기를 할 필요가 없다는 이득을 얻었다. 후지 제록스는 이 재제조 공정의 효과를 최대화 하기 위해 제품반환 정책을 운영한다.

2004년까지는 태국이 기계 재활용의 중심지였으며, 호주 운영을 위해 10만개 정도의 카트리지를 재활용하거나 재제조 했다. 현재 친환경 제조의 중심지인 호주 젯랜드에서는 매년 30만개 이상의 재제조 부품을 생산하고 있으며, 호주 예비 부품들의 약 70 퍼센트를 차지하는 재제조 또는 재활용 제품들이 태국 및 호주 운영을 통해 제공되고 있다. 젯랜드 재제조시설은 호주 운영자금 중 2천 1백만 불을 절감시켰고, 수출을 6백만 불까지 증가시켰으며 (2001년 수출액 80만불), 771 톤의 매립 폐기물을 감축시켰다.

FXA 운영 초기에는, 정부 또는 지역사회로부터의 친환경적 주도에 대한 압력이 거의 없었고, 소비자들도 제품 제재조에 대해 회의적이었다. 그러나 고품질 제품들을 가져다 주는 이 접근방식에 대한 인식이 높아지면서, FXA의 이 모험적인 시도가 성공을 거두게 되었다. 이 공정에 대한 더 자세한 정보는 다음 웹사이트를 통해 볼 수 있다. <<http://www.deh.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/xerox-def.html>>.

당시 FXA의 이사였던 Graham Gavanagh-Jones 은 ‘환경에 이익이 되면 사업에도 이익이 된다’ 라고 말했다.

생태경제효율성

채광 및 광물 처리공정을 위해, 지속가능발전을 위한 세계 비즈니스 협의회(WBCSD)의 생태경제효율성 원리를 다음과 같이 더 상세화 할 수 있다.

- 제품 및 서비스의 재료 집약도를 줄인다 - 이는 더 나은 자원 이용, 처리 공정 잔여물 감축, 그리고 물 사용 감축을 통해 성취될 수 있다.
- 제품 및 서비스의 에너지 집약도를 줄인다 - 이는 온실가스 배출 감축까지 확대될 수 있다.
- 독성 물질 살포를 줄인다 - 이는 미량원소 및 유독물질에 대한 더 나은 통제를 요구한다 (WBCSD, 2000; DeSimone and Popoff, 1997).

생태경제효율성은 기본적으로 ‘적게 들여 많은 일을 하는 것’이다. 다시 말해서, 생태경제효율성은 동일한 또는 더 적은 양의 자원을 가지고 더 큰 비즈니스 가치를 창출하는 것이다. 이는 어떤 산업부문에도 적용이 가능한 지속적인 개선전략이다. 표2는 생태경제효율성의 몇 가지 예를 제시한다.

표2: 생태경제 효율성의 예 (van Berkel, 2005)

광물처리과정을 위한 생태경제 효율성	예
효과적인 자원이용 및 재료 효율성	타이웨스트 (Tiwest)는 합성 금홍석 및 코크스를 재생하고 폐기물을 매년 12톤 까지 줄이기 위해 합성 금홍석 재생을 도입하였다.
공정 잔여물 감축 및 연산물의 가치 증대	블루스콥 스틸 (Bluescope Steel)은 하급 시멘트 대체물로서 사용되는 고로 슬래그 미분말을 매년 300킬로 톤 정도 재생하기 위해 에코셈 분쇄 공장을 가동하였다.
물 사용과 영양 감축	뉴몬트 (Newmont)는 물을 절약하고, 시안화물 유실을 줄이고, 금 재생을 향상시키고, 광미 처리 (placement) 및 분량을 개선하기 위해, 시멘트풀 침전농축 장치를 가설하였다.
에너지 소비와 온실가스 배출 감축	이루카 리소시스 (Iluka Resources)는, 동력을 산출하고 통례적으로 사용되는 공기오염 가스세정기를 사용하지 않기 위해서, 금홍석 공장에 혁신적인 폐열회수 보일러를 가설하였다.
미량원소 및 유독물질 분산에 대한 통제 향상	알코아 (Alcoa) 포트랜드의 제련 알루미늄의 전해 공정 폐기물 처리과정은 탄소질물질을 태워서 없애고, 내화물을 불활성 슬래그로 녹이며, 불화물을 용광로에 재 사용하기 위해 불화 알루미늄으로 재생 시킨다.



4.2 자원 책임주의

자원 책임주의는 자원 매장의 수명주기 전반에 걸쳐 확대되며, 이 결과로 자원의 채광은 최대 이윤을 산출해낸다. 명백한 경제적 이유로 가장 중요하게 고려해야 할 점은 원광의 회수, 그리고 원광에 함유된 광물과 금속물의 회수를 최대화 시키는 것이다. 하지만 책임주의는 원광 채굴을 위해 이동된 다른 재료들까지로도 확대될 수 있으며, 이런 재료들에는 표토, 식생, 폐석, 채굴된 원광에 함유된 연산물 등이 포함된다. 채굴 프로젝트를 통해 형성된 지형 및 인프라 이용도 자원 책임주의에서 고려될 수 있다.

자원 책임주의에 대한 광산업의 접근방식은 축적된 천연자원 (매장량 또는 매장지)으로부터 지역사회와 세대간에 얻을 수 있는 이익을 최대화시키는 방법이다.

자원 책임주의는 각각 별도로 고려될 수 있는 두 가지 측면을 가진다. 다시 말해, 자원 책임주의는 폐기되어 환경을 오염시킬 수 있는 자원의 일부를 활용하는 것과, 개선된 경영을 통해 동일한 양의 자원으로 더 많은 제품을 생산하는 것이다.

부산물 시너지 전략

부산물 시너지는 이전의 한 공정과정에서 생긴 부산물이 다른 공정에 투입되어, 결국 이 부산물이 다른 비즈니스 투입을 대체하는 부산물 이용을 의미한다 (van Berkel, 2006).

이는 산업 생태학 또는 산업 공생협력력이라고 알려진 부산물 이용법의 한 방식이다. 고체, 액체, 또는 기체 형태의 부산물은 공정처리 과정에서 (예, 제조공정에서 잔여물과 폐기물 처리) 발생하거나, 유지, 창고 적재, 관리 등과 같은 공정처리 이외의 과정에서도 생길 수 있다. 이 자원 교환을 위한 추진력이 되는 활동으로는 특정 재료의 재생, 혹은 자원흐름에 사용된 에너지 또는 물의 재생 등이 있다.

채광 및 광물처리 산업에서도 부산물 시너지전략의 예를 많이 볼 수 있다. 특히, 호주 카이냐와 (웨스턴 오스트레일리아 주), 글래드스톤 (퀸즈랜드 주) 등 광물처리공장이 집약된 지역에서 더욱 잘 나타난다 (Bossilkov, 2005). 알코아 회사는 근처 CSBP 석고 화학물 공장에서 발생된 부산물을 카이냐와 지역의 보크사이트 잔류물 폐기장내에 초목을 키우는 데 사용한다. 시멘트 오스트레일리아는 호주 퀸즈랜드 주 글래드스톤 지역에 위치한 보인알루미눔 제련소에서 사용 후 폐기한 셀 라이닝 (cell lining)을 시멘트 제조를 위한 대체연료로 사용한다.

부산물 시너지전략은 채광 시에도 실현될 수 있으며, 각 공정 단계별로 적용될 수 있다. 예를 들면, 캬버튼 (웨스턴 오스트레일리아 주) 지역에 위치한 심코아 회사의 실리콘 제련소는 목탄을 재생 가능한 환원제로 사용하는 데, 이 목탄은 근처 보크사이트 광산 및 미네랄 모래 광산들이 광산개발을 위해 개간한 나무뿌리와 다른 목재폐기물들을 이용하여 현장에서 생산된다. 제련공정의 지속가능발전가능성은 공장에서 생산된 목재 대신에 저급 나무뿌리를 사용함으로써 강화될 수 있고, 이와 동시에 근처 채광 공장에서는 현장에서 태운 나무뿌리와 다른 목재폐기물을 적절하게 이용하는 방법을 강구함으로써 자원 책임주의를 실현 할 수 있다.

다음에 소개되는 사례연구는 호주 퀸즈랜드 주의 마운트 이사 (Mt. Isa) 지역에서 황화물 광석 제련과정을 통해 생성되는 이산화황을 황산으로 정련하는 공정을 다루고 있다. 이런 공정은 광물산업 부문에서 이미 잘 알려져 있다. 하지만, 이 공정의 효과적인 실천을 위해서는 보통 정련된 황산을 이용할 수 있는 준비된 시장을 찾아야 한다. 연안해역이나 산업지역 내에 위치한 제련소로 황화물 광석을 운반하게 되면, 이 근접지역에서 황산이 발생될 것이다. 하지만, 서던크로스 안산비료 공장 등과 같이, 황산을 이용하는 큰 산업공장들이 위치한 벽지지역에서 제련공정을 실시하게 되면, 황산 제조를 통해 재정적인 이익을 얻을 수 있을 것이다.

사례 연구: 엑스트라타 구리제련소, 마운트 이사 광산

엑스트라타 구리 회사는 재료 책임주의와 통합 공정에 대한 헌신을 다음과 같이 보여주고 있다.

- 마운트 이사 지역에 위치한 구리 제련소에서 발생하는 이산화황 (SO_2)의 재생을 증가시키고, 이를 비료 제조에 사용되는 황산으로 변환시킨다.
- 황산공장의 가동력을 최적화하여, 추가적인 황산투입의 필요성을 감소시킨다.
- 쉽게 누설되는 SO_2 가스 방출을 감소시키고, 이를 황산으로 변환될 수 있도록 한다.
- 전기집진 (ESP) 더스트를 처리 할 때 타운스빌 구리 정련소 (Townsville Copper Refinery)에서 공급되는 물을 사용함으로써, 구리 재생을 최대화 하며 이와 동시에 물을 선용하고 제련소 하부처리시설을 통합한다

마운트 이사 광산에 위치한 엑스트라타 구리 제련소의 지속가능발전을 위한 운영의 핵심은 공장운영의 최적화이다. 최적화 과정의 일환으로서, 구리재생을 증진시키고 SO_2 가스를 포획하기 위한 전략을 시행하였다. 이 결과로 엑스트라타 구리는 2006년에 구리 제련에서 방출되는 SO_2 가스 포획을 80퍼센트에서 95 퍼센트로 증가시켰다. 이산화황은 구리 정광을 제련할 때 생성되며, 생성된 이산화황은 부근에 위치한 서던크로스 비료회사의 황산 공장에서 황산을 만드는 데 사용된다.

엑스트라타 구리 제련소는 1953년에 설립된 이후 계속적으로 확장되었으며, ISASMELT 용광로, 회전식 부산물 활용 용광로 (RHF), 4대의 Pierce-Smith 변환기, 전지 용광로 등을 이용한 생산공정을 통해 매년 약 24만 톤의 구리전극을 생산할 수 있게 되었다. 2004년 11월에는 4천 1백만 달러를 투입하여 매년 24만 톤에서 28만 톤으로 구리전지 생산량을 증대시킬 수 있는 규모로 구리 제련소의 규모를 증축했다. 이 구리 제련소는 2만 1천명의 인구를 가진 마운트 이사 지역에 부근에 위치해 있는 엑스트라타 회사는 공기오염관리 (AQC)센터를 운영하고 있으며, 이 센터는 제련소에서 마운트 이사 지역으로 방출되는 이산화황 가스량이 자사 환경허가 기준을 초과하지 않도록 제련소 운영을 관리감독 한다.

1999년 9월에는, 구리 제련소에서 방출되는 SO_2 가스를 황산으로 변환시키도록 설계된 황산공장을 WMC 비료 주식회사가 마운트 이사 지역에 위탁하였다. 이 황산공장은 현재 서던크로스 비료 제조사가 관리하고 있다.

마운트 이사 지역 내 광산들의 전략은 구리 재생 및 SO_2 가스 포획을 최대화 시키기 위한 공정운영 효율성을 향상시키고, 이와 더불어 실현되는 엔지니어링 및 업무운영을 개선하기 위해 시행되었다.

구리 제련소 및 황산공장의 담당자들과 공기오염관리 센터의 직원들이 함께, 아래와 같은 목적으로 가스포획증대 팀을 구성하였다:

- 폐쇄를 조정하기 위해
- 공정 수정을 논의하기 위해

- 가스유출을 검열하고 가스누설을 최소화 하기 위해
- 황화물 투입량과 산출량 간의 균형을 맞추기 위해
- 황산공장에서 황화물을 태워야 할 필요성을 줄이기 위해
- 커뮤니케이션을 증진하기 위해

2006년에는 ISASMELT 용광로에 공기대신 산소부화공기를 이용하기로 결정되었다. 대기중의 공기에 포함된 질소가 용광로를 지나지 않으면 가스 부피가 크게 줄어들기 때문에 가스가 황산공장으로 이동하는 과정에서 SO₂의 농도가 증가되며, 이에 따라 황산공장의 수용력이 상대적으로 증가하여 다른 구리 제련공정에서 생성되는 가스들도 처리할 수 있게 되었다. 이 결과로 더 나은 성과를 가져다 주었다.

특별히 설계된 변환기의 덮개는 변환기 취관(吹管) 주기에서 쉽게 누설되는 가스의 포획을 증진시킬 것이다. 이 프로젝트는 황산공장의 수용력을 소모시키는 희석공기를 최소화 시키기 위한 전체 통풍장치 개선 작업의 일환이다.

2006년 슬래그 클리닝 용광로추가 설치는 진보된 책임주의 실행의 또 다른 예이다. 이 용광로는, 재가공 단계를 생략하고, 구리함유량이 낮은 슬래그를 생성하고 폐기할 수 있다.

최근에는 함유된 구리를 복구하기 위해 원광보다 금속함유도가 낮은 슬래그를 재가공 하는데, 이런 방식은 구리 농축 및 구리 제련 단계에서 실시되는 가공시간 보다 더 많은 시간이 소요되며 에너지 집약도가 더 크다.

구리 ISASMELT 에서 나온 공정 폐가스는 '더스트' 라고 알려진 미립자 물질을 포획하는 ESP를 거쳐 황산공장으로 들어간다. 이 먼지로부터 구리를 회수하기 위해 새로운 ESP 더스트 침출설비가 위탁되었다. 이 과정에는 처리할 산(酸)이 필요한데, 타운스빌 지역에 위치한 엑스트라타 구리 제련소에서 생성되는 사용된 산성전해질을, 폐기하지 않고, 이 더스트 침출 과정에서 필요한 산(酸)의 보충물로 이용할 수 있음이 확인되었다. ESP 더스트 침출 설비로부터 생기는 부산물은 중화되어, 구리 광산을 매우는 데 사용되는 시멘트에 고착된다.

엑스트라타 구리 회사는 공장 최적화가 생산과 환경보전에 큰 이득을 가져다 줄 수 있다는 사실을 체득하였다. SO₂ 가스배출 감소 등의 환경보전 성과들을 통해 엑스트라타는 사회적 운영허가를 유지할 수 있을 것이다. 이런 성과의 중요성은 지역사회와 고객들뿐만 아니라, 미래운영 지침



을 위해 현재 운영실태를 조사하는 잠재적 개발확장지역의 규제자들에게도 적용된다.

마운트 이사 광산의 엑스트라타 구리 제련소 - 구리 제련소 (적색·흰색 굴뚝) 및 황산공장 (흰색 굴뚝)

사례연구: 메탄가스 포획 및 활용, 앵글로 석탄 (Anglo Coal)

깊은 탄층, 특히 강점탄을 보유하고 있는 탄층에는 상당한 양의 메탄이 포함되어 있다. 광산안에 축적된 메탄은 ‘탄광가스’ 라고 알려져 있으며, 수 많은 탄광폭발 사건의 원인이었다. 이 때문에 광부들에게 미치는 위험을 최소화 하기 위한 안전램프들이 개발되었고, 이 중 가장 유명한 것은 Sir Humphrey Davy 경이 발명한 램프이다.

이런 안전상의 이유로, 호주 탄광산업은 가스로 가득 찬 지하탄광 밖으로 메탄을 배출해왔다.

그러나 메탄은 또한 강력한 온실가스라는 사실이 밝혀졌다. 메탄이 온실 효과를 일으킬 가능성은 이산화탄소보다 21배나 높으며, 호주 앵글로 석탄 회사가 배출하는 전체 온실가스의 70 퍼센트를 차지한다.

앵글로 석탄 회사는 메탄가스 배출 감소를 위한 전략으로, 메탄가스 포획 증진, 수송관 개발, 및 광산지 메탄 활용 이라는 세가지 중요한 조치를 취했다.

메탄가스 포획 증진

앵글로 석탄 회사는 채광에 앞서서, 탄층 내부에 가스가 남아있지 않도록 탄층의 표면으로부터 가스를 배출시키는 ‘표면에서 탄층내부 (surface to in-seam)’ 라는 굴착기술을 개발하고 활용하면서 메탄가스 포획을 증진시켜왔다. 수 년간 지속 될 수 있는 채광 전 가스배출의 가능성과 함께, 이 기술은 메탄가스 포획의 재생과 가격 효율성을 향상시킨다. 이 기술은 센트럴 퀸즐랜드의 보엔베신이라는 탄전에 위치한 앵글로 석탄의 다우손 탄광 (구명칭: 모우라)에서 개발되었고, 수년째 활용되고 있다. 탄층내부 굴착기법은 캡석탄 (Capcoal) 및 모란바노스 (Moranbah North) 등의 다른 앵글로 석탄의 다른 지하 점결탄광까지 확대되어 사용되고 있다.

메탄 판매를 위한 수송관 개발

가스 수송관을 사용할 수 있는 기회는 광산에서 배출되는 메탄으로 이윤을 창출할 수 있는 가능성을 제공한다. 따라서 메탄가스 배수 설비 대한 투자 당위성이 뒷받침되며, 더 나아가서는 쉽게 누설되는 가스의 방출이 감축된다. 앵글로 석탄 회사의 다우손 탄광에서 시작된 초기 메탄 가스 배수 설비 개발은 근처 글래드스톤 가스 수송관 사용기회로 인해 활력을 얻었다.

앵글로 석탄 회사는 이 수송관 사용을 모란바 노스 및 캡석탄 탄광까지 확대시키기 위해 수년간 적극적으로 노력해왔다. 그 결과, 모란바노스 탄광에서 ‘표면에서 탄층내부’ 로의 굴착기술을 통해 확보된 메탄의 판로를 제공하는 수송관이 건설되었다.

광산지 메탄 활용

만약 가스 수송관 시설이 없는 경우에는, 광산지 내에서 메탄 활용 프로젝트를 시행할 수 있다. 예를 들어, 앵글로 석탄회사는 에너지개발 주식회사와 함께 캡석탄 탄광 내 가스연료발전 프로젝트 건설계약을 맺었다.

이 프로젝트를 통해 지하 채광 공정에서 배출된 메탄을 광산지 내의 전기 생산에 활용할 것이며, 이 생산된 전기량은 작은 마을의 전기를 공급하기에 충분할 것이다. 각각 2메가 와트의 전기를 생산하는 16개의 왕복엔진이 사용되는 이 32메가 와트 전기생산 프로젝트는 호주 연방정부로부터 보조금을 지원받는다. 이 프로젝트 운영은 2006년 중반에 시작될 것이다. 이 연료발전 프로젝트가 최대로 운영되면, 이산화탄소를 기준으로 온난화에 영향을 주는 온실가스가 매년 약 120만 톤 정도 감소될 것이다. 여기에는 온실가스배출이 국가 전력 망에 공급될 전기생산을 위해 대체연료로 활용되지 않았을 때의 효과도 포함된다. 이 온실가스 배출 감소량은 160만개의 나무를 심거나, 도로에서 달리는 25만 대의 차를 없앴을 때 나타나는 효과와 동일하다.

폐기물 최소화, 동력생산, 그리고 온실가스 배출감축은 환경과 재무수익에 이득을 가져다 주는 책임주의의 좋은 예이다.

공정혁신

공정혁신은 금속물 회수 향상이라는 결과를 가져다 주거나, 당장 경제적으로 가공처리가 불가능한 저급 원광들을 유용하게 이용할 수 있도록 해주는 자원 책임주의의 측면과 관련되어 있다.

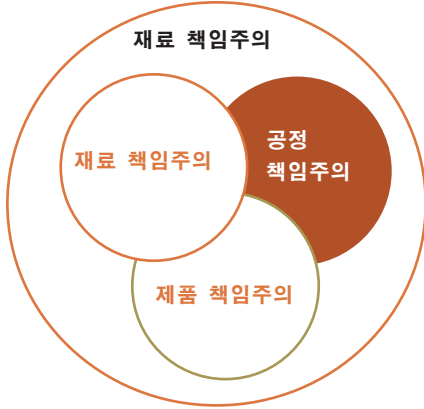
호주는 쓰레기 및 기타 물질의 방출에 의한 해양오염 방지 협약인 런던협약(1972), 그리고 해양방출 금지 물질 목록을 제시하지 않고 (최초 협약과 달리) 단순하게 해양방출이 허용된 7가지 유형의 물질을 제시한 1996년 런던협약의 정서의 조약국이다. 이에 관한 자세한 정보는 다음 웹사이트에서 볼 수 있다 (<<http://www.deh.gov.au/coasts/international/pollution>>). 이 의정서에 서명하기 몇 년 전에, 파스민코 (Pasminco) (현, 지니펙스)라는 회사가 타즈매니아 주의 리스톤 지역에 위치한 아연 정련소에서 나온 부산물인 자로사이트를 바다에 투기할 바 있다. 호주정부는 1995년 11월에 내린 허가를 마지막으로 이런 공정에 대한 허가를 중지하였고, 실제 방출은 1997년에 중단되었다.

한 공정변화는 중간산물 대신 파라 침철석을 산출해 낸다. 파라 침철석은 재처리를 위해 사우스 오스트레일리아 주 포트파일리 지역에 위치한 납 제련소로 수송되며, 이 제련소에서는 이 침철석으로부터 추가적으로 금속을 적출하여 가치를 창출한다. 이 제련 후에는 비활성 유리체 물질이 잔여물로 남는다 (Bossilkov et al., 2005).

뉴크레스트 (Newcrest) 회사는 서 호주에 위치한 텔퍼 광산 (Telfer Mine)을 재개발 할 때, 가공공장의 기본 지출구조를 금 공장에서 구리 공장으로 개편했다. 이 결과로, 현재 금은 채굴된 원광에서부터 적출된 구리의 부산물로 생성된다. 이런 변화로 인해 금과 구리의 회수율을 증대할 수 있었으며, 결국 광석 매장물의 고유가치를 더 잘 이용할 수 있게 되었다.

공정혁신의 또 다른 예는 직접 환원철 제조 기술인 하이스멜트(HISMELT) (리오턴토) 에서 찾을 수 있다. 현재 이 기술은 서 호주의 퀴나나 지역에서 상용화 수준으로 시범 실행되고 있으며, 이 기술로 인해 저급 철 원광 (고순도의 인 함유), 그리고 철 원광 채굴의 부산물이며 현재 사용이 불가능한 철 미분을 이용하여 선철을 제조할 수 있게 되었다. 하이스멜트 공장은 또한 코크번 시멘트 (Cockburn Cement) 회사에서 생성된 저급 석회로 먼지를 탈황 공정과 부산물 생산에 이용함으로써 부산물 시너지 전략에 참여하고 있다. 이때 생기는 부산물은 석고이며, 코크번 시멘트 회사에서는 이 부산물을 시멘트 제조에 사용한다 (Van Beers et al., 2005).

4.3 공정 책임주의



공정 책임주의에서, 책임주의는 광산운영이 환경에 미치는 궁극적인 영향을 최소화 하고 경제적 이득을 증진하기 위해 광산운영 또는 공정설비까지 확대된다. 이 책임주의는 공정 투입물 사용량 감축 (특히 시약 에너지 및 물)과 자연환경에 미치는 영향 감소를 다룬다. 이런 감축과 감소는 불필요한 부산물과 가스방출 비율을 줄이고, 토지 및 생물다양성을 관리함으로써 성취된다. 또한, 시약 에너지 및 물 소비 감축으로 인한 운영비용의 절감, 위험 및 환경적 책임 감소 등의 경제적 이득도 크다.

유틸리티 시너지

유틸리티 시너지는 여러 공정과정에 유틸리티 인프라를 공동으로 사용하는 것을 의미한다. 유틸리티 시너지는 동일한 회사 내에서 혹은 회사들 간에 이루어질 수 있다. 이 예로는 에너지 수송 장치 제작 (예: 동력, 증기, 또는 압축공기) 및 공정수 생산 (예: 탈이온 수), 혹은 물·가스방출의 공동처리 (예: 재료 재생 시설 또는 폐수처리 설비의 공동사용) 등이 있다 (van Berkel, 2006; Van Beers et al., 2005). 이런 공동 유틸리티 운영은 몇몇 공정들에서 발생하는 작은 부산물들을 결합시켜 규모의 경제를 실현시켜주고, 몇몇 공정들에서 필요하긴 하지만 그다지 중요하지 않은 유틸리티에 대한 필요를 충족시켜준다. 게다가, 유틸리티 시너지는 특수전문 업체들이 (예: 민영 동력생산 업체 또는 환경 서비스 회사) 유틸리티 운영에 책임을 질 수 있도록 하며, 이 업체들이 핵심 생산 공정에 주력할 수 있도록 해준다. 부산물 시너지와 유사하게, 유틸리티 시너지도 산업 생태계 또는 산업 공생협력을 실현하는 본보기이다 (van Berkel, 2006).

한 회사 내에서는 유틸리티 시너지를 추구되어 왔으나, 다 기업간의 유틸리티 시너지를 구축할 수 있는 가능성에 대한 관심은 최근에서야 높아지고 있다. 특히 이런 관심은 광물 처리 업체들이 밀집해 있는 서 호주 주의 카이나와 및 퀸즈랜드 주의 글래드스톤 등의 지역에서 커지고 있다 (Bossilkov et al., 2005). 예를 들어, 퀸즈랜드 알루미나 회사는 최종 적토를 씻어낼 때, 이 ‘목적에 적합한’ 용수로 근처 폐수 처리공장에서 나오는 2차 처리수를 사용하여, 글래드스톤 지역 수원(水原)에서 공급되는 물의 양을 매일 최대 650만 리터까지 절감한다. 농업 및 산업 부문에서 이와 유사한 많은 시도들이 문서로 입증되었으며, 한 예로는 BP 브리스번 정유공장에 냉각수를 공급하는 근접 하수 처리장을 들 수 있다. 이처럼, 산업에서 처리수를 이용하는 사례는 점점 늘어나고 있는 추세이다. 이 뿐만 아니라, 카이나와 지역의 타이웨스트 염료공장은, 버브 에너지 회사와 협력하여, 안전하고 비용면에서 효율적인 고압력 증기와 전기에너지를 공급해 주는 열병합 발전소를 설립하였다.

아래 제시된 사례연구는 호주 퀸즈랜드 주에 위치한 단일업체 내의 (QNI 야부루 지역 니켈 정련소) 최적화 운영을 다룬다. 이 회사는 에너지·물 시너지를 창출하기 위해 다음과 같은 세 가지 프로젝트를 실행하였다. 즉, 스틸 폐가스

압축을 위한 냉각 보일러 용수 사용, 니켈 침전농축 회로에 녹조 재사용, 그리고 코발트 공장 용수 재사용이다. 이 세가지 프로젝트의 결과로, 특정 에너지 소비량을 2.6 퍼센트, 특정 물 사용량을 9.8 퍼센트, 그리고 온실가스 배출집약도를 2.3 퍼센트 감축했다. 그리고 연간 운영비용도 약 4백만 달러 정도 절감되었다 (UNEP Cleaner Production Centre, University of Queensland, 2004).

사례연구: 야부루 (Yabulu)

BHP 빌리톤 회사의 퀸즈랜드 니켈 (QNI)는 지속가능한 광물 처리공정을 추구하는 호주의 주도적 회사이다. 이 회사는 퀸즈랜드 주 타운스빌 북부에서 약 25킬로 떨어진 곳에 위치한 야부루 지역에서 니켈 정련소를 운영하고 있으며, 이 정련소에서는 라테라이트 원광으로부터 연간 3만 톤의 니켈 (니켈금속 및 산화니켈) 과 2000 톤의 코발트를 정련한다. 이 회사는 스텐레스 강철, 특수 강철뿐만 아니라 합금 및 화학물질을 생산하는 니켈과 코발트를 판매한다.

2001년 이래로, QNI는 처리공장에 투입되는 연료·물·원광 1톤 당 생산되는 니켈과 코발트의 양을 증가시키는 데 주력하는 야부루 최적화 주도 (Yabulu Optimisation Initiative)를 실행하기 위해 노력해왔다. 2003년에는, 코발트 회수를 증가시키면서 다른 한편으로는 에너지와 물을 재사용하기 위해 세 가지 프로젝트를 선정하였다. 관련 환경성과지표는 QNI 및 BHP 빌리톤의 연간 HSEC 보고서에 실려있다. 이 사례연구의 자세한 내용은 다음 웹사이트에서 볼 수 있다 <<http://www.deh.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/nickel-refinery.html>>.

정련공정에는 보통 지역내의 상수원과 공장의 북쪽에 위치한 마운틴스펙 국립공원 댐에서 공급되는 물을 사용하는데, 이 프로젝트는 생산품 1톤당 사용되는 깨끗한 물의 양을 20.3 킬로리터만큼 감축했다. 니켈과 코발트 생산수준을 고려하면, 이는 전체 물 사용이 현저하게 감축되었음을 보여준다. 또한, 생산물 1톤 당 사용되는 에너지의 양을 583 기가 줄(J)에서 16 기가 줄(J) 만큼 감축시켰고, 이로 인해 이산화탄소를 기준으로 한 온실가스의 온난화 영향도가 46.5 톤에서 45.4 톤으로 감소되었다. 이 현저한 자원절감은 다음과 같은 변화를 통해 실현되었다.

- (암모니아, 이산화탄소, 수증기로 구성된) 폐가스의 뜨거운 증기에서 생성되는 열을 이용하여 보일러 용수를 예열한다.
- 과거에는 침전농축장치에서 생기는 녹색 염기성 탄산니켈의 슬러리로부터 제거된 용수는 바로 광미장으로 흘러 들어갔지만, 현재는 이 용수를 (약 85° C, 하루 1.3 메가 리터) 니켈 액체 유로(流路) 예열 초기 단계에 사용한다. 예열에 사용된 물은 광미장에서 냉각되고 재사용을 위해 용수처리탱크로 주입된다.
- 과거에는 모발트 산화/수산화 코발트를 형성하는 코발트 공장에서 생기는 온수(하루 평균 0.35 메가 리터)는 폐열과 폐수를 저장하는 광미 댐으로 유출되었지만, 현재는, 이 온수를 코발트 공정 초기단계에서 깨끗한 물 대신 사용한다.

책임주의를 이행함으로써 연간 3백 8십만 불에 상당하는 비용 절감을 체험한 QNI는 환경을 보호하는 프로젝트가 어떻게 건전한 경제적 이득도 가져다 주는 지를 보여준다.

공장 최적화

공장최적화는 보다 높은 공장 효율성, 보다낮은 온실가스 배출도, 또는 고용 인·지역사회·환경에 미치는 위험도 감소 등의 결과를 가져다 주는 공정 책임주의와 연관되며, 특히 공정강화 (작업단위의 공정 용량 또는 규모는 동일하게 유지하면서 공정 처리량을 증대시켜준다)와 공정통합 (한 작업단위 내에서 두 가지 이상의 공정 단계를 처리할 수 있도록 한다)을 보장해 준다. 채광 및 광물처리공정에 적용된 공장최적화는 지속가능하거나 생태효율적인 공장설계로 이해될 수 있다 (van Berkel, 2004; Twigge-Molecey, 2004).

공장최적화는 공장의 생산규모 확대 및 효율성 증대를 통해 생기는 더 중요한 기회들을 가지고 계속적으로 성장해 나가는 과정이다 (brown-field projects).

사례연구: 핀자라 (Pinjarra) 알루미늄 정련소

알코아의 핀자라 알루미늄 정련소의 최근 효율성 증대는 주도적 실천 기술로의 전환과 지역사회의 참여가 가져다 주는 이점을 보여준다.

이 효율성 증대는 주목할 만한 환경적·사회적 이득을 창출하면서 정련소의 생산규모를 65만 7천 톤만큼 증가시켜 연간 420만 톤의 알루미늄을 생산하는 결과를 가져다 주었다. 이는 알코아의 웨이저업 제련소와 해외 공장들로부터의 기술이전을 포함해, 생산성과 에너지 효율성을 향상하는 기술이전의 주도적 실천이 수반되었다.

주요 프로젝트 요소들은 다음과 같다:

- 공정흐름 및 유틸리티 흐름: 침출부터 가성화 단계에 걸친 수증기 회수(이산화탄소를 기준으로 한 온실가스의 온난화 영향도를 연간 약 25만 톤 정도 감축하는 데 1km 절연증기수송관이 요구된다), 그리고 일괄 공정을 실시할 때 필요한 조건들로 인해 생기는 시너지 효과 등을 통하여, 에너지 회수를 최대화했다.
- 최적의 운영 기술로의 전환: (침전단계에서 알루미늄 재생을 증대시키기 위해) 바이에르 회로에 시드침전을 포함시켰다. (약 5 퍼센트 정도의 에너지 소비를 절감해주는) 에너지 효율적인 하소기와 2대의 축열식 연소로를 추가로 구축했다 (한 대는 휘발성 유기화합물 관리를 위해 설치했고, 다른 한 대는 옥살산가마에 설치했다).
- 엔지니어링 설계: 바이에르 회로의 모든 부분에 걸쳐 펌핑과 공정관리를 다양한 측면에서 향상시키고, 시간 당 450톤을 처리했던 보크사이트 분쇄기를 개량, 수리, 재설계해 보크사이트 분쇄와 생산규모를 증가시켰다.

같은 지역에 위치한 알린타 열병합 발전소들도 추가적인 에너지 및 온실가스와 관련된 이득을 창출하였다 (유틸리티 시너지의 한 예가 된다). 이 발전소들은 알코아와 동일한 원료를 이용하여 전기와 열 에너지를 생산하고, 이를 통해 온실가스와 관련된 이득을 가져다 준다. 알린타는 생산된 전기를 전력망에 판매하고 알코아는 전기생산에서 발생하는 증기를 활용한다.

비슷한 규모의 석탄연료 발전소와 비교했을 때, 각 열병합 발전소에서 생산한 전기는 연간 약 45만 톤의 온실가스 배출을 절감시킨다. 각 발전소는 좀 더 효율적인 증기 생산을 통해 알코아 정련소의 온실가스 배출을 연간 13만 5천 톤 정도 감소시킬 것이다.

이 프로젝트는 광범위한 지역사회의 자문을 구함으로써, 모든 프로젝트 단계에 지역사회의 직접적인 의견을 투입하였다. 주요 목표는 현지 도급업자 및 직원들을 채용하여 그 지역의 잠재적 이득을 최대화시키는 것이었다. 2005년에는 1500명의 도급업자들이 핀자라 정련소의 효율성 증대 프로젝트를 위해 고용되었다. 웨스턴 오스트레일리아 주의 환경보호 당국은 이 프로젝트를 시민참여의 가장 좋은 실천 예라고 설명한다.



왼쪽 사진: 핀자라 정련소의 열병합 발전소는 이 정련소의 온실가스 배출량을 연간 13만 5천 톤만큼 감소시킬 것이다.



오른쪽 사진: 핀자라 정련소의 효율성 증대 프로그램의 열병합 발전 및 다른 에너지 효율성 증대 방안을 통해 핀자라 정련소의 온실가스 집약도가 8 퍼센트만큼 감소될 것이다.

청정생산

청정생산은 일반적으로, 생태경제효율성을 증대시키고 인간과 환경에 미치는 위험을 줄이는 데 그 목표를 둔, 공정·제품·서비스의 통합적 환경오염 방지 전략의 지속적인 실행으로 정의된다 (ANZECC, 1998; Environment Australia, 2000).

청정생산의 목표는, 환경오염물질과 폐기물이 발생한 후에 이를 통제하고 관리하기 보다는, 사전예방 접근방식을 통해 공정·제품·서비스가 환경에 미치는 영향을 점진적으로 감소시키는 것이다. 이 사전예방 접근방식은 경제적·생태적 효율성을 중시하며, 그 결과로 환경에 미치는 위험을 줄이는 데 도움이 된다.

청정생산의 목표는 천연자원(원자재, 에너지, 물)을 좀 더 효율적으로 사용하고, 자원의 공급자인 자연환경에 누출되는 폐기물과 가스방출을 감축하는 것이다. 이 목표는 일반적으로 제품변형, 대체물 투입, 기술변형, 바람직한 회사경영, 현장 재활용 및 재사용 등의 결합으로 성취된다 (USEPA, 1992).

아래의 표는 위의 다섯 가지 예방책이 채광 및 광물처리에 어떻게 적용될 수 있는지를 보여주는 예를 제시한다 (van Berkel, 2002).

표3: 채광 및 광물처리에 적용된 청정생산 실천방식

예방책	적용	
	채광	광물처리
1. 자원사용 최적화	<ul style="list-style-type: none"> • 좀 더 순도 높은 원광 생산을 위해 표토와 다른 폐기물들을 더 잘 분리한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 원광에서 다양한 광물/금속을 재생하기 위해 연속적으로 침출한다. • 폐기물과 가스방출을 유용한 부산물로 전환한다. • 안전보관을 위해 잔여물을 지구화학적으로 쉽게 분해되지 않도록 처리한다.
2. 대체물 투입	<ul style="list-style-type: none"> • 생분해성 윤활유와 유압오일을 사용한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경친화적인 화학시약과 가공 부재료를 사용한다.
3. 기술변형	<ul style="list-style-type: none"> • 운영 및 폐업 기간 동안에 재료의 이동을 최소화하기 위한 효율성을 감안해 광산을 설계한다. • 채굴장 벽을 경사지게 만든다. • 채굴장에서 분쇄 및 분리를 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 대안적인 야금가공공정(예, 생물학적 침출 공정)을 이용한다. • 에너지 효율적인 발동기를 사용한다. • 연료 효율적인 용광로와 보일러를 설치한다. • 전체적인 재생을 증대시키기 위해 침출 및 다른 공정들을 더 효과적으로 관리하고 통제한다.
4. 바람직한 경영	<ul style="list-style-type: none"> • 화물선의 연료 효율성을 관리하고 그 기준을 정한다. • 직원 훈련 및 의식 교육을 실시한다. • 탄화수소(연료, 윤활유, 유압오일) 등의 유출 및 노출을 방지한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 직원 교육을 증진하고, 직원들의 의식을 함양한다. • 유압오일, 압축공기, 물, 화학물 등의 유출 및 노출을 방지한다.
5. 현장 재활용	<ul style="list-style-type: none"> • 광산지 개간으로 인해 생긴 생물쓰레기로 퇴비를 만들거나, 열/증기를 생산한다. • 광산지를 점진적으로 원상태로 회복시킬 때 표토/ 폐석을 재 사용한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 폐기물 중 화학반응이 일어나지 않은 광석을 재생하여 재처리한다.. • 세정 공정에서 물을 역류적으로 사용한다(counter-current use).

표 4: 청정생산을 위한 항구적 가치의 구성요소

ICMM 원리/ 지침 구성요소	설명
원리 8	우리 제품의 책임 있는 제품 설계, 사용, 재사용, 재활용 및 폐기를 촉진하고 조장한다.
구성요소 8.2	에너지, 천연자원 및 다른 재료들을 이용하는 데 있어서 안전하고 효율적인 제품과 기술을 장려하는 연구와 혁신을 실행하고 지지한다.
	생산공정과 제품의 생태경제효율성을 증진하는 연구를 적절하게 지원한다.
	청정생산 공정, 재활용, 재료의 재사용을 통한 폐기물 감축 방안을 재검토하고 혁신시킨다.
	에너지와 물 사용의 효율성을 증진하는 방안을 재검토하고 혁신시킨다. 공기와 물의 질, 물의 환경적 흐름을 포함하여, 현재·미래에 다른 사용자가 필요로 하는 것을 고려한다.
	공급자와 함께 에너지 소비의 감축을 위한, 그리고 온실가스 생성 및 가스 방출을 감소시켜주는 재생가능 자원의 사용을 위한 기회를 찾는다.
	에너지 소비를 감축하거나 온실가스 생성 및 다른 가스 방출을 감소시키기 위해.
	자원이용 시에 시너지를 개발하는 산업생태 활동에 협력할 수 있다면 그렇게 한다 (참조할 구성요소: 1.4, 2.4, 4.1, 6.1, 7.2, 7.3, 8.3).

사례연구: 포트 캠블라 (Port Kembla) 제철소의 소결광 가스 방출 감축 공장

블루스콧 철강회사는 포트 캠블라 제철소 직원들과 부근 지역주민들에게 더 깨끗한 공기를 제공하기 위해 9백 40만 달러를 투자하여 소결광 가스방출 감축 공장을 2004년 9월에 세웠다. 이 프로젝트는 제철소 및 주변 환경 상태를 증진시키기 위한 블루스콧 철강회사의 노력을 잘 보여주는 예이다.

철 제조 공정과 같이, 소결공장에서는 코크스·철 원광·석회 미립자와 재활용된 철 함유 먼지를 태워 소결을 제조한다. 따라서 소결공장 굴뚝을 통해 배출되는 가스에는 미세한 먼지입자와 미량의 다이옥신이 함유되어 있다.

블루스콧 철강회사는 이런 먼지입자와 다이옥신 방출 문제를 해결해 줄 수 있는 기술을 찾기 위해 세계적인 조사를 실시한 후, 일본 수미토모 중공업이 개발한 기술을 채택하였다.

이 기술에는 활성화 슛을 이용하여 폐가스를 여과하는 탄성필터가 사용된다. 활성화 슛은 다이옥신, 이산화황, 3산화물 및 중금속을 흡착하며, 사용된 슛은 다이옥신을 파괴하는 고온에서 재생 (재 활성화) 된다.

가스 정화설비를 설치하기 전에는, 폐가스 기류에 1입방 미터 당 80-100 밀리그램 정도의 먼지와 표준가스 1입방 미터 당 3 나노그램의 다이옥신이 함유되어 있었다 (1 나노그램은 10억분의 1그램, 모래알 하나의 무게는 약 30만 나노그램이다).

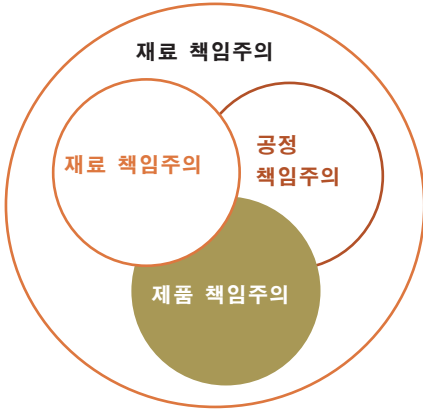


현재는 먼지 함유량을 표준가스 1입방 미터 당 20밀리그램 이하로 감축하려는 (80 퍼센트 감축) 목표를 달성하고 있으며, 다이옥신 수준을 1입방 미터 당 0.3 나노그램 수준으로(약 97퍼센트 감축 성과를 달성하고 있음) 개선하고 있다는 사실이 여러 검사들을 통해 밝혀졌다.

이 시설향상은 먼지 수준과 다이옥신 방출을 감축했고, 포트 캠블라 제철소 굴뚝에서 유일하게 가장 많이 뿜어져 나왔던 가스 연기를 실질적으로 제거했다.

4.4 제품 책임주의

제품 책임주의는 광물의 광석과 원광을 통해 생산되는 소비재 및 다른 최종제품에 초점을 둔다. 다시 말해서, 책임주의는 원자재 발굴, 제조, 보급, 소비, 서비스, 수리, 수명말기제품 관리 등을 위해



필요한 시스템과 공정을 비롯하여, 제품 및 서비스의 환경적 측면에 중점을 둔다. 책임주의의 일차 목표는, 최종 사용자가 누리는 제품 기능성의 한 단위 당, 제품이 환경에 미치는 긍정적인 영향을 최소화 하는 것이다. 일반적으로 제품 책임주의는 환경에 미치는 다양한 영향들을 고려한다. 즉, 어떤 환경적 영향들은 재료, 에너지, 물, 보조재 등과 관련되며, 다른 영향들은 생산 시스템에서 수로와 공기에 방출되는 폐수 및 가스방출과 연관된다.

대부분의 채광회사들과 광물처리회사들은 제품제조를 자신들의 사업에 통합시키지 않기 때문에, 광산업에서는 이 접근방식이 그다지 크게 주목 받지 못한다. 하지만, 수명주기평가 (LCA) 등과 같이 제품의 전 과정을 다루는 책임주의 프로그램이 도입되면서, 이 접근방식에 대한 관심이 증가되고 있으며, 특히 가치를 최대화하고 시장접근을 확보하기 위한 광산업의 차별전략 측면에서 이런 관심이 더욱 커지고 있다. LCA는 제품 책임주의의 방향을 제시해 주는 기본적인 분석도구이다. LCA의 기본원리는 3장에서 이미 논의되었고, 더 자세한 정보는 참조부분 에서 볼 수 있다.

제품 책임주의 정책 실행을 위한 비즈니스 케이스는 다음과 같다:

- 거래시장에서 제품차별화를 증대시킨다
- 경험을 통해 얻어진 제품관리 정보를 모든 사용자를 위해 브랜드화 한다.
- 시장접근을 유지한다.
- 재활용 및 재생 기회를 최대화 한다.
- 추가적인 규제가 요구되지 않도록 한다.

제품 책임주의에 대한 비즈니스 케이스에 주력할 때, 책임주의 실행자들은 다음과 같은 점을 염두 해야 한다. 즉, 제품 중심 체제를 구축 할 때 비즈니스 케이스에 주력하면, 자원 및 공정 책임주의에서 공통적으로 사용되는 위험중심 접근방식에서와는 아주 다른 방식으로 쟁점들을 평가할 수 있다. 소비자가 우려하는 주요 쟁점들은, 실제 위험분석을 통해서가 아니라, 대중매체가 이 쟁점들을 어떻게 다루느냐에 따라 결정된다. 이와 더불어, 제품 책임주의 체제 내에서는 운영전반에 걸친 위험요소들이 무엇인지, 이 위험요소들이 어떻게 관리되고 있는지, 그리고 제품들을 어떻게 안전하게 관리하는지를 소비자들에게 알리는 데 초점을 맞출 필요가 있다.

사례 연구: 정보 제공 - 글로벌 납 조언 및 후원 서비스의 역할

비 정부기관인 LEAD 단체는 1991년에 설립된 이래로, 규제기관, 산업체 및 광범위한 지역 공동체들을 참여시키는 옹호 시스템을 개발해왔다. LEAD 그룹은 '세계에서 유례없는, 무료' 글로벌 납 조언 및 후원 서비스 (GLASS) 를 운영하고 있다.

GLASS는, 납중독·납오염의 관리와 예방과 관련해, 정보·조언·상담·전문가 위탁 등의 서비스를 제공한다. GLASS는, 필요에 따라, 도움을 요청한 이들에게 지역사회 등의 단체들, 전문 소매업자, 그리고 조직기관들을 소개해 줄 수 있다. GLASS는 또한 LEAD 그룹 웹사이트를 통해 정보를 제공해 주며, 도서관 데이터베이스 등의 데이터베이스를 유지하고 있다.

GLASS는 납중독·납오염의 관리와 예방에 대한 정보를 직접 제공해왔다. 이 단체는, 정보서비스기관으로서, 80개 이상의 국가로부터 4만8천5백 건 이상의 요구에 따라 위와 같은 정보를 수령하고, 웹사이트를 통해 175개국의 33만 명 이상의 방문자들에게 정보를 제공해왔다.

GLASS는 현재 납에 관련된 다양한 주제를 다루는 9개의 e-그룹을 운영하고 있다. 가장 큰 e-그룹은 납중독 자폐아를 위한 부모들을 위한 그룹이며, 총 회원 수는 280명이 넘는다. GLASS는 주정부의 납 관리 규정부터 모유에 함유된 납까지 다양한 주제를 다루는 30개의 사실자료를 제작하고 인터넷 상에서 발행하였다. GLASS는 1995년부터 16개의 언어로 쓰여진 68만 개 이상의 도서관 자료를 보급해왔다. 또한, GLASS는 데이터베이스를 통해 의학, 환경, 및 다른 납 관련분야에서 일하는 4천 7백 명 이상의 전문가들을 소개하고 있다.

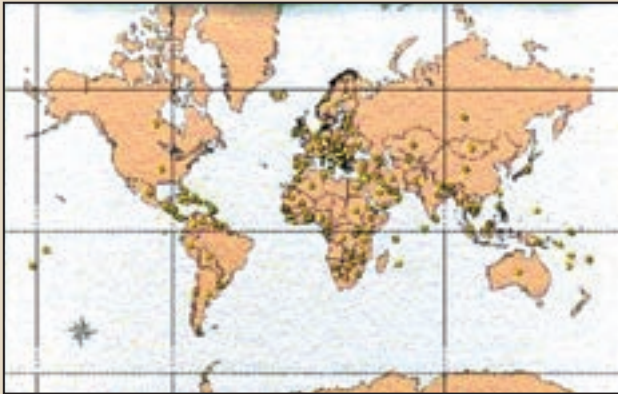
GLASS는 기업 후원금, 정부 보조금, 그리고 개인 기부금을 통해 운영되고 있다. 이런 운영자금의 제약 때문에, GLASS는 일상업무처리에 다양한 자원봉사자들을 활용한다. 23명의 적극적인 자원봉사자들은 통화내역 기록, 까다로운 문의에 대한 답변 조사, 웹사이트 관리, 도서관 업데이트, 회계장부관리, 시스템 관리, 특수 프로젝트 진행 등의 업무를 처리하고 있다. 실습대학생들은 단기프로젝트에 참여한다. 한 예로는, 최근 시드니 대학에 재학 중인 학생이 주도한 호주 제품 책임주의 프로젝트 등이 있다.

2000년에 세계보건기구(WHO)가 추정한 바에 따르면, (혈중) 납 농도가 $10\mu\text{g}/\text{dl}$ 을 초과하는 전세계 인구는 약 1억 2천만 명이다. 미 연방 질병통제예방센터가 권고한 5세 미만 아동의 혈중 납 농도 최고치는 $10\mu\text{g}/\text{dl}$ 이다. 납으로 인해 피해를 입은 모든 이들이 예방과 관리에 관한 조언을 받도록 보장하려면, 이들이 확실한 정보를 얻고 지원을 받을 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다.

GLASS가 수집한 자료를 통해, LEAD 그룹은 시간 추이에 따라 주도적 변화와 유효성을 모니터 해주는 데이터분석 및 경향분석을 이용하여 납과 관련된 주요 쟁점들을 제시한다. 이 정보화 시대에서, 비 정부기관 (NGO), 정부, 그리고 산업의 노력을 통해 제공되는 정보는 제품 책임주의가 더욱 넓게 적용될 수 있도록 해 줄 것이다.

더 자세한 정보는 아래 웹사이트에 실린 ‘납 채광 책임주의- 회색연과 GLASS의 역할’ 이라는 출판물에서 볼 수 있다

<<http://www.lead.org.au/fs/fst31.html>>.



176개 국가로부터 30만 명 이상이 납 관리 정보를 찾기 위해 LEAD 그룹 웹사이트를 방문했다. <<http://www.lead.org.au/>>.

제품 책임주의를 위한 주도적 실천은 녹색조달, 환경친화적 설계, 환경정보공개를 포함한다. 하지만, 실제적으로는, 이 세 가지의 요소들이 결합되어 제품 책임주의 프로그램을 효과적으로 실현한다.

녹색조달

본질적으로, 녹색조달은 사업 투입물을 조달할 때 환경 및 환경적 요구를 고려하는 것을 의미한다. 공학기술, 유지관리 및 운송 서비스, 채광 및 가공처리 장비, 에너지 및 연료, 그리고 운할제, 청소제, 시약등과 같은 소모품 등이 이런 투입물에 속한다. 더 큰 맥락에서는 녹색조달을 때때로 ‘공급사슬의 녹색화’ 라고 지칭하기도 한다.

지속가능발전을 위한 뉴질랜드 기업협의회(NZ BCSD)는 ‘지속가능한 공급사슬’ 을 위한 실천지침을 개발했다. ‘지속가능한 공급사슬’ 은 ‘명백하게 고려된 사회적, 환경적 영향에 대한 개선과 더불어, 공급자로부터 제조자/서비스업자에게, 제조자/서비스업자로부터 소비자들에게 그리고 다시 공급자에게 연결되는 원자재 및 서비스 관리’ 이다 (NZ BCSD, 2003).

녹색조달은 다음 세가지 영역에 주력한다 - 조달 (외부 공급자들로부터 조달 받은 제품 및 서비스를 조사한다), 내부 운영(원자재에서 소비자까지의, 그리고 다시 소비자에서 원자재까지의 물류와 전환과정이 미치는 영향을 관리한다), 그리고 제품 개발 및 제품 책임주의 (고객 및 판매인과 효과적으로 일한다).

효과적인 녹색조달을 달성하려면 해당 공급의 특성을 고려해야 한다. 어떤 경우에는, 특정 성과수준을 강력하게 요구할 수 있다 (예를 들어, 공정설비 및 화물운송수단의 에너지와 물 효율성). 다른 경우에는, 공인된 환경관리 체제 수립을 통해서 (현재 주요 자동차·전자제품 제조업자들 간에는 일반적임) 혹은 서

비스공급자들에게 구매회사의 환경기준 및 환경정책에 따르도록 요구함으로써 (현재 기술·관리 도급업자들에게 널리 받아들여지고 있음), 공급자에게 구체적인 환경관리성과 수준을 강요하는 것이 더 적합할 수도 있다. 또 다른 경우에는, 공급자로나 고객들과 협력하여 가장 좋은 실행안을 개발하는 것이 더 적절할 수도 있다 (주요 광산회사들과 운송서비스 공급업자들이 만든 실행안이 이와 유사함).

광산업은 전세계에 생산품을 운송할 때 선박에 크게 의존한다. 많은 선박들이 그레이트 베리어 리프, 코크번 사운드, 글래드스톤 온난전선 등과 같이 세계적인 자연유산지 혹은 환경적으로 중요한 지역을 지나기 때문에, 선박들의 무결성이 상당히 중요하다.

라이트쉽 (RightShip)에 대한 사례연구는 이런 상황에 접근하는 산업의 예를 보여준다. 광물 제품을 운송하는 선박들은 운항 전에 다양한 수행분석 기준들에 따라 조사된다.

사례연구: 라이트쉽

리오틴토와 BHP 빌리톤은 제품들이 안전하게, 그리고 환경적으로 건전하게 보관·수송되는지 확인하며, 자사 운영뿐만 아니라 제품 공급사들 전반에 걸쳐 적용될 수 있는 최선의 책임주의 실행안을 찾는다.

리오틴토와 BHP 빌리톤은 해로를 통해 매년 수 백만 톤의 제품을 소비자에게 운송하기 때문에, 해상운송은 이 회사들에게 주요한 사안이다. 이런 이유로 이 두 회사들은 수년간 선박 안전진단에 막대한 투자를 해왔다. 선박안전진단은 정보를 수집하고, 화물수송을 위해 지정된 선박들의 품질을 검사하고, 선박운송 위험을 최소화 시키는 과정이다.

이 두 회사는 양측의 뛰어난 선박안전조사 전문성을 제휴하여 2001년에 라이트쉽 주식회사를 설립했다 (BHP 빌리톤과 리오틴토가 각각 지분의 반씩 소유함). 전문 선박안전조사 회사인 라이트쉽은, 조언과 강화된 서비스를 제공해주는 선박안전조사 전문가 네트워크를 통해, 유례없이 포괄적인 온라인 시스템을 제공한다.

라이트쉽은 리오틴토와 BHP 빌리톤이 화물을 운송하는 데 이용하는 모든 선박에 대해 안전조사를 실시한다.

지명된 선박은 온라인 시스템에 입력되고, 40가지의 기준에 따라 이 선박이 지정된 과업을 수행하기에 적합한지를 평가한다. 이 평가기준은 선박의 구조적 안정성 및 내력, 선박 소유주·관리자·선원들의 역량 등을 다룬다.

각 선박은 즉시 만족스럽다는 평가가 내려지거나, 혹은 향후 재심사가 필요하다고 표시된다. 신속하고 적절하게 의사결정을 내리는 데 있어 중요한 정보를 즉시 전달해 주는 이 온라인 시스템은 의사결정의 필수적인 도구이다.

리오틴토와 BHP 빌리톤이 이런 시스템의 필요성을 파악했을 당시에는 세계 선박운송 산업은 용인될 수 없는 인명적, 환경적, 재정적 손실을 입고 있었다. 건산 화물선 선적회사들은 노화된 저기능 선박들로 인해 어려움을 겪었다. 1990년과 2000년 사이에, 730명의 선원들이 사망했고, 160개의 화물선을 잃었고, 888명의 중상자와 2879명의 경상자가 속출했다.

규모가 가장 큰 건산화물선 선적회사인 리오틴토와 BHP 빌리톤은 자사의 위험을 관리해야 했다. 이 두 경쟁사의 결합은 이상하게 여겨질 수도 있다. 하지만, 이 두 경쟁사들은 공동의 목표를 가지고 있었다. 즉, 두 회사 모두 당사가 당면한 위험을 효율적·효과적으로 관리하고, 고품질의 선박과 그 선원들이 상업적인 불이익으로 손해를 입지 않도록 하기 위해 기준에 미달하는 선박들과 선박운영자들을 산업에서 제명시키고자 했다.

위험도가 높은 선박과 그 운영자들에게 더 큰 압력을 가하기 위한 목적으로, 라이트쉽은 선박안전조사와 관련해 지원을 받기 원하는 회사들에게 당사의 귀한 전문가들을 제공했다. 라이트쉽은 현재 50개 이상의 기업고객들에게 서비스를 제공하고 있다. 2005년에 라이트쉽은 온라인으로 9162개의 선박을 조사했고 (약 8억 2천 7백 만 화물선자체중량), 431개의 선박을 검사하고 평가했으며, 165개의 위험도가 높은 선박을 고객의 공급사슬에서 제외시켰다.

45개 국가에 고객을 확보하고 있는 라이트쉽의 영향력은 국제 고객층을 통해서도 볼 수 있다. 당사 운영의 이익과 산업전반에 걸친 폭넓은 개선을 위해 리오틴토와 BHP빌리톤이 위험을 관리하고 귀중한 인적·환경 자원을 보호하는 데 막대한 투자를 감행함에 따라, 라이트쉽은 적절한 책임주의를 보여주었다.

라이트쉽의 성공을 통해 배울 수 있는 교훈은 다음과 같다.

- 긴박한 요구를 파악하고, 혁신적이고 독창적인 방식으로 유용한 대처 방안을 개발한다
- 효과를 최대화 하기 위해 폭넓게 사고하고, 심지어 상업적인 경쟁자 간에도 공동의 이해관계를 기초로 동맹관계를 찾는다.
- 열의가 넘치는 전문가들이 혁신적인 아이디어를 개발하고, 회사 내에서 그리고 다른 회사들과의 동맹관계 내에서 이 아이디어의 적용을 계속적으로 향상시킬 수 있도록 자원을 제공한다.



알루미나 제련소로 향하는 보크사이트 선적 (리오틴토 알루미늄社) 퀸즈랜드 주 글래드스톤

환경친화적 설계

때때로 친환경 설계, 친환경 재설계, 또는 수명주기 설계라고도 불리는 환경친화적 설계는 사업체들이 한편으로는 시장우위를 차지하며 혁신을 촉진하면서, 다른 한편으로는 환경에 미치는 영향을 최소화 하는 제품설계를 더욱 크게 고려하는 것을 격려하는 접근방식이다 (Environment Australia, 2001). 실질적으로 말하면, 친환경적 설계는 '환경' 이 설계의 방향을 결정하는 데 도움을 준다는 말이다 (Brezet et al., 1997). 다시 말해, 제품개발에 환경을 크게 고려한다. 이 과정에서 환경은 이윤창출, 기능성, 미학, 인간공학, 이미지, 제품 질 등의 전통적인 사업적 가치와 동등하게 중요한 요소로 자리매김을 한다. 따라서, 제품의 특성이 강화되고 환경적 요소도 향상된다. 환경친화적 설계 원리는 단순하며, 원칙적으로는 사업체의 규모에 상관없이 적용될 수 있다.

환경친화적 설계 주도의 성공을 결정하는 주요 세 요소는 다음과 같다:

- 체계적인 설계 및 제품 개발
- 수명주기 고려
- 친환경적 설계 전략

몇 가지 일반적인 친환경적 설계 전략들은 이미 수립되어있다. 예를 들어, 유엔환경프로그램 (UNEP)은 아래와 같은 8가지 전략을 수반하는 접근방식을 장려하고 있다 (Brezet et al., 1997).

- 제품 기능성에 대한 신개념 개발
- 환경에 영향을 적게 미치는 재료 선택
- 재료사용량 감축
- 생산 기법의 최적화
- 공급체계의 최적화
- 제품사용이 미치는 영향 감축
- 수명주기 초기 관리 최적화
- 수명주기 말기 관리 최적화.

일반적으로, 이런 전략들을 특정 산업부문 혹은 특정 제품범주에 맞게 변형시키는 것이 유익할 것이다. 하지만, 어떤 경우에는 채광 및 광물 회사들은 자사를 위해 이런 전략들을 이행하기 보다는, 자동차, 전자제품 등의 생산을 위해 일차 광물 및 금속을 사용하는 산업고객들이 환경친화적 설계를 주도하는 데 기여하게 될 것이다.

사례연구: 철강 건축재

건축환경 (건물 및 인프라)는 호주 경제 재료 흐름의 절반에 상당한다. 호주 전체 총량에 대비하여, 건물은 원자재의 30 퍼센트, 에너지의 42 퍼센트, 담수의 25 퍼센트를 소비하며, 대기 중 가스방출의 40퍼센트, 폐수방출의 20퍼센트, 고체 폐기물의 25퍼센트에 대한 책임이 있다. 건축환경은 또한 수 많은 광물·금속 재료들의 수명주기의 주요 단계이기도 하다. 따라서 건축환경은 책임주의를 실현하는 데 있어 도전이 되며, 동시에 기회가 되기도 한다. 특히, 철강부문에서 이런 현상이 두드러지게 나타난다. 광산, 기술공학, 사회기반시설을 제외하고, 주거용 건물만 호주 철강 소비의 33 퍼센트를 차지한다.

하지만, 건축환경 산업은 생태효율적 생산, 재활용, 그리고 철강을 활용한 독창적인 건물시스템 설계를 통해, 철강재의 수명주기 환경보호 성과를 증대시키는 실적을 쌓아왔다.

지난 25년 간 철강 생산의 에너지·온실가스 집약도는 약 40퍼센트 정도 줄었고, 지속적인 개선노력과 계속적인 주물 기법 도입으로 지난 10년간 담수사용량이 절반으로 감축되었다. 주요 공정에서 생성되는 잔류물 (슬래그)의 70퍼센트를 현재 시멘트 블렌드로 판매하고 있으며, 나머지 잔류물들은, 건축골재로서, 현장에 비축되고 매립지로 운송되지 않는다. 자투리 철강 건축재의 재생비율은 85퍼센트로 상당히 높다.

재생된 철강은 기본적인 산소용접 및 전기아크 철강제조 공정을 통해서 재활용 되지만, 어떤 경우에는 재용해 과정없이 곧바로 재사용된다.

철강의 특성을 강화하는 건물 시스템 설계의 혁신은 미래진보를 위해 가장 결실력이 있는 영역으로 간주된다.

원 스틸 (OneSteel) 과 블루스콥 스틸 이 제공한 아래 사진에서 보이는 것처럼, 좋은 기능적·미학적·환경적 설계는 철강의 고유한 특성, 즉 무게 비율에 대한 강도 대 중량비, 표면코팅, 용접성, 유연한 제작/철거 기법 등을 더욱 강화시켜준다. 또한, 건물의 내구성과 가치를 증대시키면, 건물의 수명주기가 환경에 미치는 영향을 크게 개선해준다.

건물 수명주기 전반에 걸쳐 개선된 환경적 성과를 가져다 줄 수 있는 자재로서 철강을 부각시킨다고 해서, 원목, 콘크리트, 혹은 알루미늄 등의 다른 건축자재를 보다 철강이 '더 나은' 재료라고 주장하는 것은 결코 아니다. 모든 재료는 특정 상황에서 고유한 특성과 장점을 가진다. 따라서, 다양한 재료들 간의 환경적 영향을 비교할 때에는 창출된 가치, 실현되는 기능, 처리해야 할 요구, 특정 적용을 위한 건축미학을 고려해야 한다.

시장에서의 가치창출과 철강 수명주기 전반에 걸쳐, 더 중요하게는 건물의 총체적 수명주기에서 발생하는 환경적 영향의 감축을 강조하는 책임주의는 운영 및 시장적합성에 영향을 주는 강력한 사업 동력이 될 수 있다.

이 사례연구에 대한 더 자세한 정보 및 참고문헌을 위해서는 다음 문헌을 참조할 수 있다. Strezov, L & Herbertson, J 저 2006, *건축환경에서 철강 수명주기 성과*, 호주 철강 협의회



경구조

뉴사우스웨일즈 주 시드니에 위치한 라티튜드@월드 스퀘어 (Latitude @ World Square) 빌딩은 경량형강 골조가 사용되어 동일한 무게로 더 많은 층이 세워졌고, 이와 더불어 강화비용 및 건물지반 건축비용이 절감되었다.



개조 융통성

좀 더 효율적인 최신 에어컨 시스템을 설치하고 엘리베이터 의존도를 줄여주는 내부 층계를 설치 하기 위해서, 시드니에 위치한 치플리 타워 (Chiffley Tower)의 강철골조를 개조했다.



물적가치 건설

시드니 켄트 스트리트 (Kent Street) 347번지에 위치한 15층 건물에 경량형강 골조를 사용하여 건물을 폐쇄하지 않고 8층을 더 증축하였다. 따라서 증축기간 동안 약 1000명의 건물 세입자들은 일상생활을 영위할 수 있었다. 경량형강 골조는 강화의 필요성을 절반 이상 감축시켰다

새로 증축된 층에서 더 좋은 경관을 즐길 수 있기 때문에, 더 높은 임대수입을 가져다 준다.



재사용을 위한 설계

경기장 좌석과 같이 완전히 철강으로 만들어진 구조물들은 다른 장소에서 다른 목적으로 사용될 수 있다. 올림픽 폐막식이 끝난 후 철거되어 울롱공 지역의 윈 스타디움 (WIN Stadium)으로 재배치된 시드니의 아쿠아틱 센터 (the Aquatic Centre)의 일부가 좋은 예이다.

환경정보 공개

책임주의 성과를 입증하는 조건은 환경적·사회적 성과(가능하다면)에 대한 투명성 및 석명성이다. 현재 글로벌 지속가능발전 보고주도 등과 같은 프로젝트를 통해 기업들이 보고서를 작성하고 이를 표준화 하는 경향은, 채광 및 광물 회사들이 주식보유자들뿐만 아니라 더 광범위한 지역사회 이해관계자들에게 까지도, 자신들의 석명성을 인정한다는 희망적인 움직임이다. 하지만, 성공적인 책임주의 주도를 위해서는 전체기업, 혹은 사업부서, 혹은 상품 수준에서 통합적인 보고서를 제시하는 것만으로 충분하지 않을 수도 있다.

정보공개 접근방식의 유형은 매우 다양해졌다. 가장 자세한 정보는 수명주기 평가연구에서 발생하며, 이 정보는 제품환경선언 또는 환경라벨링 제도로 전환될 수 있다. 다른 대안, 즉 보다 덜 양적인 접근방식에서는 행동강령 혹은 적절한 주도적 실천의 수립이 수반되며, 이런 강령 혹은 지침은 그린리드 사례연구에서 본 것처럼 외부기관을 통해 검증될 수 있다.

유럽에서 가장 유력한 접근방식은 통합제품정책에 관한 유럽연합 집행위의 녹서에 잘 나와있다 나와있다 <www.europa.eu.int/comm/environment/ipp/home.htm>. 유럽연합 집행위는, ‘환경친화적인 생산에 있어서 비즈니스 리더십을 강화하는 도구와 동기’ 라는 표제 하에서, ‘오도된 정보가 없는 시장 내에서 이용가능성, 사용자중심, 영향력의 증가’ 를 요구하면서, 정확한 정보를 생성하고 수집하는 것이 이를 실행하는 첫 단계일 것이라고 언급했다. 유럽연합 집행위는 자동차의 수명주기 관리, 에너지 소비과정, 전기전자 제품 폐기, 포장, 배터리, 우편물, 광고 전단지 등을 위한 주도적 지침들을 개발했다.

산업계는, 제품 설계를 할 때, 환경적 요소를 좀 더 적절하게 통합시키는 방법에 주목해야 하며, 소비자들은 좀 더 환경친화적인 제품을 구입하는 방법과 이 제품들을 더 효과적으로 사용하고 폐기하는 방법을 평가할 수 있어야 한다. 더 자세한 정보는 다음 웹사이트에서 볼 수 있다 <www.dti.gov.uk/sustainability/IPP.htm>.

생산과 관련된 잠재적 영향에 대한 의사소통에 있어서, 선도적인 접근방식은 환경친화적 제품선언 개발을 수반한다.

사례연구: 환경친화적 제품선언

리오틴토의 사업부인 케네콧 유타 코퍼 주식회사 (Kennecott Utah Copper Corporation)는 미국 유타 주의 솔트레이크 시티에서 남서쪽으로 25마일 떨어진 빙함케니언 광산 (Bingham Canyon Mine)을 운영된다. 이 광산에서 다루는 광체(鑛體)는 주로 금속 황화물로 이루어져 있으며, 약간의 귀금속 물질도 포함되어 있다. 매년, 이 광산은 구리 약 25만톤, 몰리브덴(금속) 1만 5천 톤, 황산 85만톤, 그리고 부산물로 생긴 금 (30만 트로이온스)과 은(3백만 3천 트로이온스)을 생산해 낸다.

이 회사는 ‘지속가능발전은 우리가, 채광·제련·정련 회사로 살아남는데 상당히 중요하다’ 라고 믿는다. 그리고, 책임주의 성과를 이해관계들과 주변지역사회의 ‘사회적, 재정적 투자에 가치를 전달하는 데 필수적인 것’ 이라고 여긴다.

이 목표를 추구하는 데 있어서, 이 회사는 ISO 14040 기준에 따라 빙햄 케니언 공정에서 세가지 중요한 제품의 수명주기를 평가하였다. 각 평가서는 평가내역에 포함된 것과 포함되지 않은 것을 분명히 밝히고 있는데, 포함되지 않은 것에는 자본장비, 현장 외 행정설비, 현장 외 완제품 수송 등이며, 포함된 것은 원광·표토 채광, 재료 추출 및 가공, 포장, 동력생산과 폐기물 관리 (현장 내외) 등의 주요 공정들이다.

각 평가를 위한 최초공정은 세가지 모두 동일하며, 이 최초공정에는 굴착, 폭파, 적화, 분쇄, 운반, 제분, 부유선광 등이 포함된다. 평가 후에는 각 공정 단위의 투입물을 명확하게 고려한다. 이 투입물에는 물, 다양한 에너지원전, 알루미늄 질산염 등의 폭발물, 철강파편 및 고무 타이어 등을 비롯하여 공정 재료, 질소 및 유황, 그리고 불용성 암석입자, 스트론튬, 납, 망간 및 다른 금속들이 광미처리조로 수송되는 과정이 포함된다.

부유선광 공정은 몰리브덴과 구리황화물을 분리시키는 과정이다. 이 공정을 통해 분리된 물질들은 분리 소각로에서 제련된다. 부유선광 공정의 결과물인 산화 몰레브덴은 정제를 위해 현장 외로 선적되고, 조동은 99.99 퍼센트 순도의 금속으로 정제되기 위해 전기분해 과정을 거친다. 소각로에서 나오는 이산화황은 접촉공법으로 촉매반응을 통해 산화되어, 황산을 산출해 낸다. 몰레브덴 황 혹은 구리철 황화물, 그리고 황동광 등에 함유된 황의 93퍼센트가 이런 방식으로 포획된다. 이런 공정방식은 환경을 오염시키는 산성 가스 방출을 크게 줄이며, 생성된 황산은 산업용 화학물로서 다양한 산업고객들에게 제공된다.

위에서 설명된 것처럼, 세 가지 제품의 공정흐름 각 단계는 에너지 및 재료 투입을 위해, 그리고 산성 가스와 휘발성유기화합물 (VOCs) 등과 같은 운실가스나 공기오염물질을 방출을 위해 분석되었다. 이 회사는, 환경친화적 제품선언으로서, 제품들에 관한 이 분석결과를 발행하였고, 소비자뿐만 아니라 관심 있는 다른 이해관계자들에게도 이 출판물을 제공한다.



케네코트의 빙햄 케니언 광산에서의 채광

표5는 제품 책임주의 점검표로 사용될 수 있는 항구적가치의 일부 구성요소들을 보여준다.

표5: 제품 책임주의 점검표로 사용되는 항구적가치 원칙

ICMM 원리 안내 요소	설명
원리 2	기업 의사결정 과정에서 지속가능발전에 대한 고려사항을 통합한다.
구성요소 2.4	고객, 사업협력자, 그리고 제품 및 서비스 공급자들이 우리회사의 원리와 규정과 호환 가능한 원리와 규정을 채택하도록 격려한다.
안내	주요 도급계약 내에서 지속가능발달 성과를 포함하는 도급계약정책을 시행한다 (구성요소 1.4, 2.4, 6.4, 8.2-8.5 참조).
	도급업자, 공급자, 고객들과의 협력관계를 통해, 공급사슬 전반에 걸쳐 제품 책임주의 주도를 장려한다 (구성요소 1.4, 8.1-8.5 참조).
	소비자, 도급업자, 공급자, 사업 협력자들이 지속가능발전 정책과 원리를 채택하도록 격려한다.
	지속가능발전 척도에 맞는 ‘최상의 공급자’ 를 설립한다. 예를 들어, 지역 경제를 증진시키는 데 있어서 현지채용, 현지 서비스, 현지 공급 등을 수행하는 공급자 (구성요소 1.4, 8.1-8.5).
원리 8	책임 있는 제품 설계, 사용, 재사용, 재활용, 폐기를 촉진하고 장려한다.
구성요소 8.3	금속광물 수명주기에 통합된 재료관리 개념을 개발하고 증진한다.
안내	비즈니스 투입물과 결과물을 쉽게 전달되고, 보고가 가능한 형태로 기록한다.
	공급사슬 전반에 걸쳐 재료의 안전한 취급, 저장, 사용을 증진한다.
	광물제품의 안전하고 책임 있는 사용법, 그리고 재생을 위한 선택권에 대한 정보를 고객에게 전달한다 (구성요소 2.4 참조).
	재료와 자원을 안전하고 책임 있게 공급하는 우선공급자를 개발한다. (구성요소 2.4 참조).
구성요소 8.4	과학적으로 결함이 없는 제품 · 공정관련 자료 및 분석을, 규정 결정의 토대로서, 규제자들과 다른 이해관계자들에게 제공한다.

안내	정책개발 시에 예방적 원리와 이 원리의 적용을 이해하고, 이를 계획, 설계, 관리 재평가 주기에 통합시킨다 (구성요소 1.3 및 2.1 참조).
	현장관리 결과를 포함하여, 과학적이고 기술적인 조언을 규제자들과 과학연구자들에게 제공한다 (구성요소 1.4, 4.1, 6.4, 7.2-7.3, 10.1-10.3 참조).
	처리공정, 제품, 부산물의 수명주기 영향에 관한 연구에 적절하게 협조한다 (구성요소 2.4, 4.1, 6.3, 7.2-7.3, 10.3 참조).
	향상된 과학과 정보를 바탕으로 한 정책개발의 촉진을 위해, 연구 혹은 실증 프로그램에서 정부, 산업, 과학연구자들간의 협력을 장려한다 (구성요소 1.4, 4.1, 6.4, 7.2-7.3, 10.1-10.3 참조).
구성요소 8.5	안전한 광물제품 사용을 조장하며, 과학적으로 결함이 없는 정책, 규제, 제품기준, 재료선전결정의 개발을 지지한다.
안내	<p>산업, 회사, 현장, 공급사슬 수준에서, 아래와 같은 관련분야에 관한 지식을 창출하고 공유한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 재료취급에 대한 규제, 기준, 요구사항 • 유해물질의 관리 • 재료선택 통제 • 제품기준 설립 및 규제 <p>산업, 회사, 현장, 공급사슬 수준에서, 관련 사법관할권 내의 정책개발에 건설적으로 참여한다 (구성요소 1.4, 4.1, 6.4, 8.4, 10.1-10.3 참조).</p>



5.0 결론

책임주의는 현대 산업화 시대의 모토가 되었다. 다시 말해, 인간의 건강과 환경에 가해지는 잠재적인 피해를 관리하고 자원의 효율적 사용을 증진하는 데 있어서 책임주의가 적합한 대처방안이라는 일반적 합의가 이루어졌다. 이에 반대하는 의견은 없을 것이다. 하지만, 우리는 책임주의가 나에게 어떤 의미를 가지는 지, 그리고 다른 이에게 어떤 의미를 가져야 하는 지에 대해 각자 다르게 규정한다.

책임주의의 목표는 가치사슬과 수명주기 전반에 걸쳐 경제적, 환경적, 그리고 사회적 성과를 증진시키는 데 있다. 따라서 책임주의는 우리가 전통적인 비즈니스의 경계선을 뛰어 넘어 행동해야 하며, 이런 기회를 가지고 있다는 사실을 함축하고 있다. 많은 조직들에게는 비즈니스의 목적과 생존능력을 유지하면서, 직접 통제가능 영역을 넘어서는 시스템 사고를 자극하고 혁신을 장려하는 방법을 찾아나가는 것은 문화적 도전이다. 책임주의의 성공적인 실행의 핵심인 비즈니스 운영방식과 비즈니스에 대한 사고방식을 혁신시키는 일은 우리에게 도전이며 기회이다.

책임주의에 대한 지지가 전세계적으로 증가하고 있으며, 이는 공정과 제조 과정에서부터 재료의 사용과 최종 폐기 단계까지의 자원 적출을 연결하는 활동사슬 내의 각 구성요소와 산업의 모든 측면을 포괄한다. 폐해의 위험을 감소 시킴으로써 책임주의는 사회에 이득을 가져다 준다. 이와 유사하게, 많은 회사들이 발견한 것처럼, 자원보존과 자원의 효율적 사용은 합리적이며, 비즈니스에도 이득이 된다. 광물부문은 모든 산업활동에 책임주의 원리를 적용하는 데 있어서 선도자 역할을 해왔으며, 이를 통해 비즈니스와 사회에 부가된 이득은 이미 명백하게 증명되었다.

책임주의에 대한 내재적 지지에 수 많은 책임자들이 있다. 이 책임자의 범위는 종종 책임주의의 사전예방 원리로 단결된 환경단체 및 지역사회 단체로부터 정부규제자들 및 당사자인 기업체들까지 해당된다. 책임주의의 결과에 영향을 미치는 힘의 고리는 책임주의 원리와 실천을 추진하는 거대한 원동력이 될 수도 있다. 따라서, 한 제조업체는 광물처리업체 등과 같은 재료 공급자가 책임주의를 합의된 수준으로 이행했을 때만 그 공급업체와 거래할 것이라고 명시할 수 있다. 소비자들이 본인들의 선호도를 표현하고 재활용업체들이 폐기물을 효율적으로 수집할 수 있도록 폐기물분리를 요구함에 따라, 이런 행위는 고리를 따라 내려가면서 반복될 수 있다. 또한 이런 상황은 소비자가 제품을 책임 있게 사용할 것이라는 어떤 보장이 없으면 그 소비자에게 공급을 거부할 수 있는 공급자에 의해 강화될 수도 있다.

다른 산업들과 마찬가지로, 광산업도 그 산업에 속한 최악의 기관들을 기준으로 대중에게 평가된다. 이 안내서는 책임주의 원리 적용과 관련해서 광산업의 우수한 업적 중 몇 가지를 소개하였다. 광산업은 국제적인 사업이며, 호주 회사들은 이 국제적 사업의 중요한 참여자들이기 때문에, 호주와 세계적인 사례 연구들을 제시하였다.

참고 문헌

ANZECC, 1998, *Towards sustainability: achieving cleaner production in Australia*, Australia and New Zealand Environment and Conservation Council, Canberra, p. 80.

ANZECC, 1998, *지속가능성을 향해: 호주의 청정생산 실현*, 호주 및 뉴질랜드 환경 보존 협의회, 캔버라, p. 80.

Baird, G 2005, *Eco-efficiency in Pinjarra efficiency upgrade*. Eco-efficient entrepreneur series, WA Sustainable Industry Group, Perth.

Baird, G 2005, *핀자라 효율성 증대에서 나타난 생태경제효율성*. 생태경제적으로 효율적인 기업인 시리즈, WA 지속가능 산업 그룹, 퍼스.

Bossilkov, A et al. 2005, *Regional synergies for sustainable resource processing: a status report*, Centre for Sustainable Resource Processing, Perth.

Bossilkov, A et al. 2005, *지속가능한 자원 처리과정을 위한 지역적 시너지: 상황 보고*, 지속가능 자원 처리 센터, 퍼스.

Brezet, H et al. 1997, *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption*, United Nations Environment Programme, Paris.

Brezet 외, 1997, *친환경디자인: 지속가능 생산 및 소비를 위한 유망한 접근방식*. 유럽연합 환경 프로그램, 파리.

DeSimone, L & Popoff, F 1997, *Eco-efficiency: The business link to sustainable development*. 1st edn, the World Business Council for Sustainable Development, The MIT Press, Cambridge, p. 280.

DeSimone, L & Popoff, F 1997, *생태경제효율성: 지속가능발전을 위한 사업 연계*. 제1판, 지속가능발전을 위한 세계 비즈니스 협의회, MIT 출판, 캠브리지, p. 280.

Environment Australia, 2000, *Cleaner production, best practice environmental management in mining*, Canberra.

호주 환경부, 2000, *청정생산, 광산업을 위한 최선의 환경 관리 실천*, 캔버라.

Environment Australia, 2001, *Product innovation: the green advantage (an introduction to design for environment for Australian businesses)*, Canberra.

호주 환경부, 2001, *제품 혁신: 친환경적 이점 (호주 비즈니스를 위한 환경친화적 설계 요강)*, 캔버라.

Fava, JA, Denison, R, Jones, B, Girran MA, Vigor, B, Selke, S & Barnum, J 1991 *A technical framework for life cycle assessment*, Society of Environmental Toxicology and Chemistry and the SETAC Foundation for Environmental Education, Pensacola, p. 1.

Fava, JA, Denison, R, Jones, B, Girran MA, Vigor, B, Selke, S & Barnum, J 1991 *수명주기 평가를 위한 기술적 틀*, 환경독성화학회 및 환경교육을 위한 SETAC 기초, 펜사콜라, p. 1.

International Council of Mining and Metals, 2006, *Maximizing Value: Guidance on implementing materials stewardship in the minerals and metals value chain*, London.

광물 금속 국제 협의회, 2006, *가치의 최대화: 광물 금속 가치 사슬 내에서의 재료 책임주의 실행 지침*, 런던.

Minerals Council of Australia 2004, *Enduring value – the Australian minerals industry framework for sustainable development*, Minerals Council of Australia, Canberra.

호주 광물 협의회 2004, *항구적 가치 – 지속가능발전을 위한 호주 광물 산업의 골자*, 호주 광물 협의회, 캔버라.

Minerals Council of Australia 2004, *Enduring value – the Australian minerals industry framework for sustainable development*, Guidance for implementation, Minerals Council of Australia, Canberra.

호주 광물 협의회 2004, *항구적 가치 – 지속가능발전을 위한 호주 광물 산업의 골자*, 수행 지침, 호주 광물 협의회, 캔버라.

Ministerial Council on Petroleum and Mineral Resources and Minerals Council of Australia, 2003, *Strategic Framework for Tailings Management*, ISBN 0 642 72243 9. 석유 및 광물 자원 각료 회의 및 호주 광물 협의회, 2003, 광미 관리를 위한 전략적 틀, ISBN 0 642 72243 9.

Ministerial Council on Petroleum and Mineral Resources and Minerals Council of Australia, 2006, *Strategic Water Framework for Water Management the Minerals Industry*, ISBN 0 642 72522 5.

석유 및 광물 자원 각료 회의 및 호주 광물 협의회, 2006, *물 관리와 광물 산업을 위한 전략적 수자원 관리를 위한 골자*, ISBN 0 642 72522 5.

New Zealand Business Council for Sustainable Development, 2003, *Business guide to a sustainable supply chain*, Auckland, p. 52.

지속가능발전을 위한 뉴질랜드 기업 협의회, 2003, *지속가능 공급사슬에 관한 비즈니스 지침*, 오클랜드, p. 52.

Twigge-Molecey, C 2004, *Approaches to plant design for sustainability in green processing*, (Second International Conference on Sustainable Processing of Minerals, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Fremantle.

Twigge-Molecey, C 2004, *환경친화적 공정처리에서 지속가능성을 위한 공장 설계를 위한 접근*, 광물의 지속가능 공정처리에 대한 제2회 컨퍼런스, 오스트랄라시아 광물 야금 협회, 프리맨틀.

UNEP Cleaner Production Centre, 2004, *Energy and water reuse at Queensland Nickel Refinery*, University of Queensland, Brisbane, p.8.

UNEP 청정생산 센터, 2004, *퀸즈랜드 니켈 정련소의 에너지 및 물의 재사용*, 퀸즈랜드 대학, 브리스번, p. 8.

USEPA, 1992, *Facility pollution prevention guide*, United States Environmental Protection Agency, Washington, p.140.

USEPA, 1992, *설비 공해 방지 지침*, 미국 환경보호청, p.140.

van Beers, D et al., 2005, *Capturing regional synergies in the Kwinana industrial area: 2005 status report*, Centre for Sustainable Resource Processing, Perth.

van Beers, D et al., 2005, *카이나와 산업 지구의 지역적 시너지 확보: 2005 상 황보고*, 지속가능자원공정 센터, 퍼스.

van Berkel, R 2002, *Application of cleaner production principles and tools for eco-efficient minerals processing*, proceedings Green Processing 2002: international conference on the sustainable processing of minerals, Australian Institute of Mining and Metallurgy, Cairns.

van Berkel, R 2002, *청정생산 원리의 적용 및 생태계경제효율적인 광물 공정 처리를 위한 도구*, 친환경적 공정처리 2002 회보: 지속가능한 광물 공정처리에 대한 국제 컨퍼런스, 호주 광물 야금 협회, 케언즈.

van Berkel, R et al., 'Sustainability as a framework for innovation in minerals processing' , *The AusIMM Bulletin: the Journal of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, 2004, pp. 80-86.

van Berkel, R et al., '광물 공정처리의 혁신을 위한 토대로서의 지속가능성' , *The AusIMM Bulletin*, 호주 광물 야금 협회 저널, 2004, pp. 80-86.

van Berkel, R et al. 2005, *Eco-efficiency for design and operation of minerals processing plants*, CHEMECA 2005, Institute for Chemical Engineering Australia, Brisbane.

van Berkel, R et al. 2005, *광물 처리 공장의 설계 및 운영을 위한 생태경제효율성*, CHEMECA 2005, 호주 화학엔지니어링 협회, 브리스번.

van Berkel, R 2006, *Regional Resource Synergies for Sustainable Development in Heavy Industrial Areas: an overview of opportunities and experiences*, Curtin University of Technology, Perth, p.112.

van Berkel, R 2006, *중금속 산업지구에서의 지속가능발전을 위한 지역 자원 시너지: 기회와 경험에 대한 개관*, 커틴 과학기술 대학, 퍼스, p. 112.

WBCSD, 2000, *Eco-efficiency: creating more value with less impact*, World Business Council for Sustainable Development, Geneva, p.32.

WBCSD, 2000, *생태경제효율성: 적은 영향으로 큰 가치 창출*, 지속가능발전을 위한 세계 비즈니스 협의회, 제네바, p. 32.

관련 웹사이트

- 호주 온실효과 연구소 (AGO) Australian Greenhouse Office - (www.greenhouse.gov.au/)
- 오스트랄라시아 광물 야금 협회 Australasian Institute of Mining and Metallurgy - (www.ausimm.com.au/)
- 유해 물질에 대한 바젤 협약 Basel Convention on Hazardous Materials (<http://www.basel.int/>)
- 지속가능 자원 공정 센터 Centre for Sustainable Resource Processing (www.csrp.com.au)
- 호주 산업관광자원부 Department of Industry, Tourism & Resources (www.industry.gov.au)
- 주도적 실천 지속가능발전 프로그램 Leading Practice Sustainable Development Program (www.industry.gov.au/sdmining)
- 광물 및 석유 자원 각료회의 Ministerial Council on Mineral and Petroleum Resources (www.industry.gov.au/resources/mcmpr)
- 호주 환경유산부 Department of the Environment and Heritage (www.deh.gov.au)
- 그린리드 Green Lead (www.greenlead.com)
- 광물 금속 세계 협의회 International Council on Mining & Metals (www.icmm.com)
- ICMM 지속가능발전 원리 ICMM Sustainable Development Principles (www.icmm.com/icmm__principles.php)
- 국제 시안화물 관리 규약 International Cyanide Management Code (www.cyanidecode.org)
- 호주 광물 협의회 Minerals Council of Australia (www.minerals.org.au)
- 항구적 가치 Enduring Value (www.minerals.org.au/enduringvalue)
- 몬트리올 협약 Montreal Convention (www.jus.uio.no/lm/air.carriage.unification.convention.montreal.1999/)
- 책임있는 보석업 Responsible Jewellery (www.responsiblejewellery.com/)
- 라이트SHIP Right Ship (www.rightship.com/)
- 책임있는 광산업 Responsible Mining (www.responsiblemining.net/)
- 로테르담 협약 Rotterdam Convention (<http://www.pic.int>)
- 국제 화학물 관리에 대한 전략적 접근 Strategic Approach to International Chemicals Management (www.chem.unep.ch/saicm/)
- 잔류성 유기 오염물에 관한 스톡홀름 협약 (<http://www.pops.int/>)
- 리드 그룹 The LEAD Group Inc (www.lead.org.au)
- “그린 리드” - 모순인가 혹은 미래 비전인가? “Green Lead” - oxymoron or future vision? (www.lead.org.au/bbip/Green__lead/index.htm)
- 유엔 환경 프로그램 United Nations Environment Programme (<http://www.unep.org/>)
- 지속가능발전을 위한 세계 비즈니스 협의회 World Business Council for Sustainable Development (www.wbcsd.org)

용어 설명

적응관리 (Adaptive management)

운영 프로그램의 결과를 통해 학습하며, 이를 통해 관리 방침 및 실행을 지속적으로 개선해 나가는 체계적인 과정이다. ICMM (광물 금속 국제협의회)의 광산업과 생물학적 다양성에 관한 지침에서는 '실행하고, 감독하고, 평가하고, 수정하는' 과정으로 정의되었다.

청정생산 (Cleaner production)

효율성을 증가시키고 인간과 환경에 부가되는 위협을 줄이는 방식으로 공정, 제품, 서비스에 통합적 환경보호 전략을 지속적으로 적용하는 것을 의미한다. 환경오염과 자원낭비를 줄이고 지속적인 향상을 위해 노력함으로써, 청정생산은 환경적인 이득뿐만 아니라 재정적인 이윤을 가져다 줄 수 있다.

환경친화적인 설계 (또는 친환경 설계) {Design for the environment (or eco-design)}

제품의 전체 수명주기를 조사하고, 이를 통해 이 제품의 제조 및 배급 과정에서 발생하고 전체 수명주기 동안 야기되는 환경적 영향을 최소화 하기 위해 제품 설계를 변경하도록 제안하는 접근방식이다.

생산자책임재활용제도 (Extended producer responsibility)

제품의 생산자 (혹은 상표)가 수명말기에 그 제품이 부가하는 환경적, 사회적 영향을 관리해야 할 책임을 적용하는 것이다.

생태경제효율성 (Eco-efficiency)

생태경제효율성은 “수명주기 전반에 걸쳐 생태계 영향과 자원집약도를 지구의 지탱능력에 맞게 진취적으로 감축시키는 반면, 인간의 욕구를 충족시키고 삶의 질을 높여주는 제품과 서비스를 경쟁력 있는 가격으로 공급함으로써 실현” 된다. (WBCSD 2000)

산업생태학 (Industrial ecology)

산업운영에 대한 생태계의 근본원리(동태 균형)를 적용하는 것이다. 다시 말해, 폐기물 흐름(부산물 포함)을 자원 흐름으로 변환시키는 것이다.

수명주기 (Life cycle)

회사는 수명주기를 평가 할 때, 수명이 다한 제품의 처리 등과 같이 간과되기 쉬운 단계들까지 포함시켜서 수명주기의 각 단계를 조사해야 한다.

수명주기단계에는 일반적으로 재료의 추출 및 공정, 그리고 제조, 운반 및 배급, 그리고 제품의 사용, 재생 및 유지관리, 그리고 재활용 및 최종 폐기가 포함된다.

재료 책임주의 (Materials stewardship)

재료 책임주의는 자원, 공정, 제품에 모두 적용되기 때문에 책임주의 접근방식을 모두 포괄하고, 따라서 전체 수명주기를 망라한다.

공정 책임주의 (Process stewardship)

선광, 침전, 압착, 중량분리 등 원광, 정광 및 다른 광석제품을 추출하는 데 사용되는 공정과정이 사회적, 환경적으로 책임 있는 방식으로 수행되도록 하는데 주력하는 실행프로그램을 의미한다.

제품 책임주의 (Product stewardship)

가장 잘 알려진 책임주의의 한 형태이며, 인간의 건강과 환경을 보호하는 제품 중심 접근방식이다. 제품 책임주의의 목표는, 규제적 통제뿐만 아니라 제품 및 제품 시스템 설계 그리고 모든 관련자들을 위한 정보관리 규정을 통해서, 제품 사용 (제조과정, 배급, 서비스, 제품수명 말기 관리 등이 포함)이 환경에 미치는 긍정적인 영향을 최소화 하는 것이다. 제품 책임주의는 소비자들을 포함해 가치사슬 전반에 걸쳐 참여를 유도하는 제품중심 접근방식이다.

광범위한 생산책임 즉, 책임주의 체제 하에서, 다른 이해관계자(협력자)는 소비자 (해당 재료의 사용과 폐기)를 비롯하여 수명말기에 제품을 처리하는 재생처리자 혹은 폐기물 관리자를 포함한다.

자원 책임주의 (Resource stewardship)

광물, 물, 화학물질, 에너지 등의 공정에 투입되는 자원이 가장 효율적이고 적절하게 사용되도록 보증하는 실행프로그램을 의미한다.

사회적 운영허가 (Social licence to operate)

사회적 운영허가는 지역사회에 끼친 회사의 공헌에 대한 인정과 수용이다. 지역사회에 공헌하는 회사는 기본적인 법규가 요구하는 것 이상을 이행하여, 이해관계자들과 지속가능한 사업을 위해 필요한 건설적인 관계를 수립하고 유지하는 방향으로 사업을 운영해 나간다. 사회적 운영허가는 일반적으로 정직과 상호존중에 근거하여 관계를 형성하려는 노력에서부터 생긴다.

책임주의 (Stewardship)

책임주의(재료 책임주의라고 알려져 있기도 함)는 제품 책임주의, 공정 책임주의, 그리고 자원 책임주의를 포괄하는 용어이다. 책임주의는 가치사슬에 따라 생산되고, 소비되고, 폐기되는 모든 재료, 공정, 제품 및/또는 서비스가 사회적·환경적으로 책임 있는 방식으로 생산되고, 소비되고, 폐기되도록 보증하는데 목적이 있는 통합적인 실행프로그램을 말한다.

가치 사슬 (Value chain)

제품의 가치를 총체적으로 포함하는 재료 또는 생산품의 생산과 사용에 관련된 과정 및 실행이다.

휘발성유기화합물 (VOCs)

휘발성유기화합물은 어떤 고체 또는 액체에서 발생하는 가스이다. 일부 휘발성유기화합물은 장·단기적으로 건강에 영향을 끼친다. 유기화합물은 페인트,ニス, 왁스, 세제, 살균제, 화장품, 취미활동에 쓰이는 제품 등의 많은 가정용품에 광범위하게 사용된다.

부록 A: 수명주기 평가

수명주기 평가를 위한 방법론적 토대는 다음과 같은 네 가지 구성요소를 포함한다.

- 목표와 범위 규정
- 수명주기 목록
- 수명주기 영향 평가
- 수명주기 해석.

위의 첫 번째 표제 하에서, 조사하고 있는 제품 또는 설비단위의 시스템 범위를 정한다. 이 때, 자원 적출 및 광물 처리에 수반되는 공정들도 포함시킨다. 수명주기 목록에는 조사하고 있는 시스템에 대한 자원의 구성 및 폐기물 목록을 포함시킨다.

투입물을 파악할 때는 탐사굴착과 그 후속으로 시행되는 굴착에 사용되는 재료부터 시작해서, 원광자체와 원광 처리 또는 정제에 사용되는 물질을 고려하고, 제품 제작에 사용되는 재료를 포함시킨다. 공정에 사용되는 용수도 수명주기 목록에 포함될 수 있다. 이와 유사하게, 석유제품, 가스, 석탄, 또는 전기동력과 같은 에너지 예산도 투입물에 해당된다.

수명주기 영향 평가는 영향을 분류하는 판단과정이다. 이 과정이 끝나면 각 분야 별 평가 계량 법을 채택한다. 예를 들어, 온난화 현상의 기여도는 이산화탄소를 기준으로 한 온실효과 기여도, 이산화황을 기준으로 한 산화도, 그리고 인산염을 기준으로 한 질화도 등의 수치로 보고할 수 있을 것이다.

마지막 단계는 수명주기 해석이며, 이는 데이터와 방법론의 불확실성과 관련해 전 단계들에서 나온 조사결과들을 재검토한다. 이를 통해서, 시스템의 어떤 부분이 연구된 환경영향 분야에 가장 크게 기여했는지에 대한 중요한 결론에 도달한다 (이를 기여도 분석이라고도 한다). 수명주기 해석은 의사결정 과정으로 투입되며, 규명된 직·간접 영향들에 대해 어떻게 대처할 것인가에 대한 결정을 내리게 된다. 이런 결정들은 환경적인 차원에서뿐만 아니라 경제적인 차원에서도 분석되고, 때때로 이 두 가지가 동시에 분석될 때도 있다. 예를 들어, 전기소비를 감축하면 회사는 비용을 절감하고, 먼 지역에서의 전기생산을 통해 발생하는 온실가스와 다른 오염물질을 줄일 수 있게 된다.

각각의 수명주기 단계를 하나씩 확인하는 수명주기 평가 개발은 귀납적이고 반복적인 과정이다. 평가 개발 시에, 하나 이상의 단계를 간과하거나 혹은 각 단계의 중요성이 완전히 인식되지 못하는 경우도 있다. 하지만, 폭넓은 자문을 구하면 모든 단계를 파악하고 각 단계의 세부조항들을 고려할 수 있을 것이다.

수명주기 평가 개발에는 경영자들뿐만 아니라 회사 내의 기술 전문가들도 참여할 수도 있지만, 규제 체제에 대한 고려까지 확대되어야 하고, 이미 확립된 지역사회 자문위원회 등을 통해 파악 할 수 있는 일반대중의 견해도 고려해야 한다.

따라서, 수명주기 평가에는 다양한 견해를 통합하여 핵심사항을 규명하는 위험 평가 요소들도 포함되어있다. AS/NZS 4360기준에 제시된 대로, 위험 처리에는 전형적으로 내재적 위험, 위험에 노출될 가능성, 그리고 이런 노출 때문에

발생될 수 있는 결과분석 등이 포함된다. 그러나, 다양한 이해관계자들이 있을 경우에는, 이들이 위험을 어떻게 인식하는 지 고려하는 것도 필요하다. 경험에 비추어 볼 때, 지역사회 구성원들은 위험을 과대평가 하는 경향이 있고, 산업 대표자들은 특히 자신이 속한 산업이나 산업 부문의 위험을 과소평가 하는 경향이 있다. 모든 이가 어떤 책임주의 체제를 수용하도록 보장하려면, 지역사회의 견해를 고려하고, 이들이 우려하는 바를 산업운영에 적절하게 반영하는 것이 중요하다.

부록 B: 구체적인 사례들

B1: 자원 책임주의의 한 예로는 센트랄 퀸즈랜드에서 운영되는 용수관리 시스템과 같은 산업 생태 시스템이 있다. 상수를 록햄튼 주거지역에 먼저 식수로 공급하는 이 시스템에서는, 상수를 가장 유익하고 적절한 용도로 사용한 후 하수 처리장으로 보낸다. 하지만, 하수처리 된 방류수를 근처 강으로 방출하지 않고, 고급용수 대신에 이 저급용수를 근처 글래드스톤 지역에 위치한 퀸즈랜드 알루미늄 정련소에서 산업 용수로 사용한다. 글래드스톤 발전소에서도 하수처리된 방류수의 일부를 재(ash) 컨디셔닝을 위해 사용하기는 하지만, 약 6.5 메가리터의 용수가 이 알루미늄 정련소에 공급되고, 그 결과 담수의 소비가 감축된다. 따라서, 이 두 수명주기 단계에서, 이 방류수는 가장 효율적이고 적절하게 사용된다. 이 산업 방류수는 또한 정련소 고체 폐기물을 운반하는 데도 사용된다. 현재로는 이 보다 더 가치있는 용도를 위해 방류수를 처리하는 것은 불가능하다. 이 프로젝트에 관한 정보는 웹사이트에서 볼 수 있다 <http://www.csrp.com.au/database/au/glad/qal_effluentreuse.html>.

B2: 사용된 윤활유 및 석유 재생 및 재활용에 관한 호주연방정부의 *제품 책임주의 (석유) 법령 2000* 하에서 운영되는, 윤활유 및 석유 재생 프로그램을 위한 제품 책임주의는 공동규제 체제의 한 예이다 (van Berkel, 2006). 자세한 내용과 연차 보고서는 웹사이트에서 볼 수 있다 <<http://www.deh.gov.au/about/publications/annual-report/03-04/reports-oil-stewardship.html>>.

B3: 텔레비전 및 타이어 부문은, 자발적 부문 시책의 비 참여자들도 유사한 성과를 내도록 요구함으로써 공평한 경쟁을 보장하는 국가적 ‘규제 안전망’ 개발과 관련해, 호주 정부와 교섭해 왔다. 이와 동일한 동기로 인해, 국가적 자발 포장 서약 (National Packaging Covenant)을 보강하는 ‘사용된 포장재를 위한 국가환경보호조례(NEPM)’가 마련되었다. 2005년에 NEPM은 향후 5년 간 더 연장되었다. 추가 정보는 웹사이트에서 볼 수 있다 <http://www.ephc.gov.au/nepms/upm/upm_intro.html>.

B4: 다른 부문들도 지속가능발전을 위한 세계 비즈니스협의회 (WBCSD)의 활동을 통해 공동규제 체제를 개발해왔다. 이 협의회는 1992년 리우데자네이루에서 열린 지구정상회담에 세계 비즈니스의 참여를 융합시키려는 목적으로 설립되었다. 이 협회는 지속가능발전을 증진시키고 있으며, 이 협회의 주요 프로그램은 생태경제효율성 및 기업의 사회적 책임, 석명성, 투명성 등의 책임주의 요소를 담고 있다. 공동규제 체제를 개발 할 때, 만약 자발적인 체제가 실제적인 결과를 가져오지 못 하면, 완전규제 등과 같은 다른 대안들을 고려하며 정부를 배제하지 않는다. 책임주의 체제에 대한 정보는 이 협회의 웹사이트에서 볼 수 있다 <<http://www.wbcsd.org/>>.

B5: 호주에서 생태경제효율성이라는 목표는 ‘생태경제효율성 협정’ 등을 통해 이행되는데, 생태경제효율성 협정은 호주 산업협회와 호주 환경 유산부 간의 조합계약이다. 이 협정은 자발적이며, 계약 유효기간은 3년이다. 이 협정의 내용은 융통성이 있고, 따라서 다양한 산업과 사업 부문의 필요와 요구에 맞게 조절될 수 있다. 한 협정은 이 산업협회가 절차표준을 넘어서, 재정적·환경적 이익을 모두 가져다 주는 변화를 위한 실질적이고 효과적인 전략을 이행하기 위해 협회회원들과 협력할 수 있도록 해준다. 2005년 중반까지, 호주 환경 유산부는 산업협회와 25개의 생태경제효율성에 대한 협정을 맺었다. 광물 부문을 직접 대표하는 이는 없었지만, 광물 부문의 많은 공급자들과 소비자들이 직

접 이 협정에 참여했다. 또한, 각 주 와 준 주의 상공회의소와 산업 (혹은 이와 동등한 단체)도 호주연방정부와 이 협정을 맺었다. 더 자세한 정보는 웹사이트에서 볼 수 있다. <<http://eriss.erin.gov.au/settlements/industry/corporate/eeep/agreements/index.html>>.

B6: 호주의 보크사이트/알루미나/알루미늄 산업들은 국제화 산업의 큰 일부이며, 아시아 청정개발을 위한 아시아 태평양 제휴 그리고 온실효과 감축안 (Greenhouse Challenge)/ 감축안 플러스 (Challenge Plus) 등과 같은 호주 프로그램뿐만 아니라 “미래 세대를 위한 알루미늄”이라는 국제 알루미늄 지속가능발전 주도에도 참가하고 있다. 국제 알루미늄 협회 (IAI)가 감독하는 *미래세대를 위한 알루미늄* 주도는 알루미늄 산업의 역할을 지속적으로 향상시키는 프로그램이다. 이 프로그램은 알루미늄 수명주기에서 중요한 모든 단계를 다루는 12가지의 자발적 목표로 구성되어 있다. 이 목표들을 성취하는 데 있어서 산업의 성과는 매년 12가지의 성과 지표들에 따라 측정된다. 자발적 목표의 숫자는 해가 지남에 따라 증가하고 있다. 최신 자료는 웹사이트에서 볼 수 있다 <http://www.world-aluminium.org/iai/publications/documents/update__2005.pdf>.

