

# 제주 도시광산화 사업 가능성 모색

제주발전연구원 초빙연구위원 한승철

도시광산업사업은 천연자원의 추출이 아닌 폐금속자원의 재사용이라는 점에서 자원효율성 향상과 환경친화성을 높이는 효과도 가지고 있어 녹색성장시대에 부합한다 하지만 도시광산화사업의 성공 가능성을 가로막는 장애요인을 파악해 우선적으로 제거하는 것이 선행되어야 할 것이다

## I. 들어가며

도시광산(Urban Mining)화사업이란 폐휴대폰, 폐컴퓨터, 폐디지털카메라, 폐TV, 폐에어컨 등에서 금속자원을 회수하는 것을 말한다. 도시광산(Urban Mining)은 1980년 일본의 도호쿠(東北)대 선광제현연구소의 난조 미치오 교수진이 폐가전제품, 산업폐기물 등에 축적된 금속자원 중 일련의 재활용과정을 거쳐 자원화하는 ‘금속 재활용’의 의미로 처음 사용하였다.

〈표 1〉 도시광산의 개념과 흐름

도시광석	1차 가공품(저순도)	공업용 광석(고순도)
제품 또는 부품이 용도 폐기된 상태	도시광석을 회수-분리-선별 및 제련과정을 거쳐 광석괴로 추출	제련 및 정련 과정을 거쳐 고순도 물질로 가공한 상태

자료: 지식경제부(2009)

첨단산업이 꾸준히 발전하면서 폐금속자원의 발생량이 계속 증가하는 추세로, 최근 도시광산화 사업이 크게 주목을 받고 있다. 왜냐하면 상시수거 체계의 구축

및 고도의 처리기술로 폐금속자원을 자원화하면 국가적 자원 확보에 기여하고, 처리시설운영 등을 통한 새로운 일자리도 창출될 것으로 판단되고 있기 때문이다.

특히 환경오염원이 될 수 있는 폐기물을 철저히 수거하고 이를 적정하게 처리하는 것은 자원의 확충과 함께 우리의 환경을 보호하는 차원이기도 하다.

폐금속자원은 일상 생활활동에 수반하여 발생하는 폐기물(생활계)과 제조공정에서 발생하는 부산물과 사업장에서 사용완료 또는 폐기된 선박, 기계·기구 등의 사업장계로 구성된다. 폐금속자원으로부터 회수·가공하여 생산원료로 재사용하는 금속은 철(강철, 주철), 일반비철(알루미늄, 구리, 주석, 연 등), 귀금속(금, 은 등), 희유금속(니켈, 코발트, 바나듐, 인듐, 몰리브덴, 티타늄, 텅스텐, 리튬, 희토류 등) 등으로 분류된다. 폐금속자원에 함유된 금속 종류를 보면, 폐휴대폰에는 금, 팔라듐 등 16종 이상, 폐자동차에는 백금 등 5종 이상, 폐PC에는 금, 은 등 14종 이상의 금속이 들어 있다.

아직 정확한 통계는 수립되지 않았지만, 57만 제주도민의 생활폐기물과 사업장에서 발생하는 폐금속자원의 발생량은 상당할 것으로 예측된다.

세계환경수도 실현을 꿈꾸고 있는 제주로서는 섬이라는 특성상, 폐금속자원을 재활용하는 도시광산화사업이야말로 언젠가는 반드시 추진되어야 할 과제로 여겨진다.

## II. 도시광산의 중요성과 해외사례

### 1. 도시광산의 경제적 중요성

우리나라는 주요 금속자원의 대부분을 해외수입에 의존한다. 철광석의 97%, 동 연 및 아연이 100%를 수입에 의존하고 있으며, 1인당 금속 원자재 소비량도 한국이 1,050kg/년인데 비해 일본은 600kg/년, 미국은 400kg/년으로 추산된다. 그런데 도시광산은 주요 금속자원의 공급기반을 구축하고, 특히 첨단산업에 주로 투입되는 희유금속의 수입의존을 획기적으로 낮출 수 있다.

따라서 국내의 도시광산 자원의 활용도를 높인다면 원자재의 해외의존도를 줄일 수 있으며, 수입대체 효과까지 도모할 수 있다. 폐전자제품, 폐전선 등 산업폐기물은 천연광석보다 높은 비율의 광물자원을 포함하고 있다.

한국지질자원연구원의 조사로는 국내 도시광산 보유량은 폐전자제품 860만대로, 이를 재활용시 금 2,574kg, 팔라듐 1,572kg, 은 20,000kg을 추출할 수 있는 것으로 나타났다.

〈표 2〉 폐금속자원 회수시 귀금속 분포

(단위: g)

내용	금	은	팔라듐	로듐	구리	알루미늄	코발트	플라스틱
폐휴대전화	0.04	0.2	0.03	0.002	14	-	27.4	-
폐PC	0.6	5	-		100	1,000	-	2,000

산업폐기물에서 금속자원을 추출하여 고품위 물질로 제련 정련하는 공정은 고부가가치 산업으로 분류되어야 한다. 또한 도시광산은 환경친화형 녹색성장에서도 중요성을 가진다. 최근 재사용, 재생산 등의 개념이 등장하여 폐쇄순화 생산으로 발전하면서 환경 전략과 경영시스템의 결합을 통해 기업들은 가치사슬 전 단계에 걸친 환경책임으로 확장하고 있다. 제품의 폐기과정에서 100%재사용, 재활용을 목표로 하는 폐쇄순환생산 시스템은 특히 폐기물을 생산시스템의 새로운 자원으로 활용하는데에 의의가 있으며, 도시광산은 그중 가장 적극적인 형태의 재자원화에 해당한다고 볼 수 있다.

## 2. 일본 등 해외사례

일본의 경우 2001년 1월 순환형사회형성 기본법을 제정하여 폐금속자원 재활용을 정착화하고 있으며, 이에 앞선 1997년 기타큐슈시를 시작으로, 이후 지금까지 총 27개의 에코타운조성 사업을 전개 중이다. 일본은 오래전부터 도시광산 개념을 활용한 금속 리사이클링 사업을 성공적으로 영위하는 기업들이 존재하고 있다.

〈표 3〉 폐금속자원 재활용 기업사례

국명	회사	주요 사업내용
일본	도와 홀딩스	- 20년 이상 비철금속 제련을 본업으로 해왔으며, 10여년전부터는 폐기된 IT기기를 회수하여 금은동 등 귀금속과 희유금속 추출 - 전체매출(2009년도) 5,340억엔, 도시광산사업으로 730억엔 매출
	아키타 주식회사	- 희소 금속 회수·재활용 전업 - 아연제련 공정 스크랩에서 갈륨, 인듐 메탈, 이산화 게르마늄 등 회수
	고사카 제련(주)	- 폐금속 칩, 폐전자기판 등에서 재활용원료 조달 진행 - 자동차의 슈레더 더스트, 폐전자기판 등에서 금·은·동을 전 생산량의 20%이상, 백금, 팔라듐 등은 90%이상 생산
벨기에	(주)유미코어	- '07년도에 코발트 등 17종의 귀금속 및 희유금속 재활용·생산 (83억 유로 매출, 종업원 1,878명)

자료: 관계부처 합동(2009.9)

### III. 우리나라 도시광산의 현황 및 문제점

#### 1. 폐금속자원 재활용 대책

우리 정부는 2009년 9월, 폐금속자원 재활용 대책을 마련하여 시행하고 있으며, 같은해 11월, 코발트, 망간, 인듐, 몰리브덴, 리튬, 크롬, 텅스텐, 희토류, 마그네슘, 티타늄을 10대 희소금속으로 발표하였다.

환경부는 2010년 폐금속자원 재활용 비전 및 추진목표를 다음과 같이 수립하였다

〈표 4〉 환경부 폐금속자원 재활용 비전 및 추진목표

정책 비전	폐금속자원화 전략을 통해 금속자원 자급률 제고 및 21세기 국가경쟁력 강화를 견인하는 동력으로 육성	
정책 목표	1단계 (10년~13년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 재활용 기술 및 산업 경쟁력 기반 완비</li> <li>· 폐금속자원 재활용률 55%(4대 전자제품 기준 現 35.8%) 달성</li> <li>· 무역역조 연 9.3억불 이상 개선(총 37억불 이상)</li> </ul>
	2단계 (14년~20년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 재활용 기술 및 산업 선진화</li> <li>· 폐금속자원 재활용률 75% 달성</li> <li>· 무역역조 연 12.5억불 이상 개선(총 75억불 이상)</li> </ul>
추진 분야	① 재활용체계 강화 ② 수거체계 효율화 ③ 기술개발 및 산업경쟁력 제고 ④ 제도개선 및 기반 구축	

자료: 환경부(2010.3)

#### 2. 폐금속자원 재활용방안

2008년도 기준으로 TV 등 10대 전기·전자제품의 경우 약 1억7천만대를 보유하고 있으며, 매년 약 3천6백만대가 교체되는 것으로 나타났다. 현재 국내에는 매년 약 3,526만대의 폐전기·전자제품의 배출되고 있으며, 폐자동차는 매년 약 57만대 발생하고 있다.

폐금속자원 보유 및 발생량은 〈표 5〉와 같다.

〈표 5〉 폐금속자원 회수시 귀금속 분포

구분	계	TV	냉장고	세탁기	에어컨	PC	오디오	휴대 전화	복사 기	팩시 밀리	프린터
보급대수('08년)	173,204	24,637	30,224	16,788	9,084	14,933	3,582	67,032	431	830	5,663

구분	계	TV	냉장고	세탁기	에어컨	PC	오디오	휴대 전화	복사 기	팩시 밀리	프린터
연배출량(추정)	35,264	3,361	3,930	2,195	1,553	3,790	559	18,275	97	159	1,345
평균수명(년)		7.33	7.69	7.65	5.85	3.94	6.41	2.53	4.43	5.23	4.21

자료: 환경부(2010)

이 같은 국내 폐금속자원 보유량을 경제적 가치로 환산하면, 총 46조4천억원으로 추산되고 있으며, 매년 4조3백억원의 폐금속자원이 발생하고 있다(2009.9.환경부 자료).

지식경제부에 따르면, 폐가전에서 구리와 은 등을 추출하는 등 다양한 분야에 관련된 업체들이 전국에 총 1,100여개나 된다. 그러나 울산에 있는 고려아연, LS-니코동제련 등 큰 기업체를 제외하면 대부분 영세한 규모이다. 고려아연의 경우, 연 및 아연제련 업체였으나 폐기물 재처리과정에서 인듐, 은을 생산하여 부산물의 수익기여 비중이 50%를 상회하고 있으며, 세계 최대 규모인 광산회사인 BHP(호주)를 앞서는 생산업체로 부상하고 있다.

〈표 6〉 폐금속자원 회수시 귀금속 분포

상호	재활용대상	최종산출	직원수	연매출
나인디지트	정광, 공정스크랩(1차 가공된 것)	금, 백금, 인듐, 갈륨 등	25	80억
토리콤	PCB Scrap, 도금폐액, 폐ITO타겟	금, 은, 백금, 팔라듐, 인듐	59	625억
성일하이텍	폐전자, 폐전자스크랩, 공정오니	금, 은, 백금, 팔라듐, 인듐	29	430억
대흥엠앤티	폐전산장비, 폐통신장비, 폐전자스크랩	금, 고철, 구리, PCB 분쇄물	24	52억
리사이텍	폐휴대폰, 폐전자스크랩 등	PCB 분쇄물 등	13	24억
엠알씨	폐가전제품	고철, 구리, 알루미늄 등	38	18억

자료: 관계부처 합동(2009.9)

정부는 최근 도시광산업을 육성하기 위해 관련 제도개선 및 기술개발지원 등 다양한 지원방안을 추진하고 있다.

〈표 7〉 폐금속자원 회수시 귀금속 분포

구분	2010	2011	2012	2013	소계	'14~'20
재활용 창업·기술지도 지원 실시	344	388	456	528	1,716	3,696

구분	2010	2011	2012	2013	소계	'14~'20
재활용 산업육성 용자	5,000 (5,000)	5,000 (5,000)	10,000 (10,000)	10,000 (10,000)	30,000 (30,000)	70,000 (70,000)

\* 폐금속자원 재활용업 중 50%는 폐차업 육성 용자금에 투자

### 3. 지방자치단체 폐금속자원 재활용실태와 개선과제

도시광산화사업을 활발히 전개하고 있는 곳은 서울시와 경기도다. 서울시는 2009년 6월부터 폐금속자원 재활용사업을 본격 추진해왔으며, 그 결과 지난해 말까지 당초 목표(150만대)를 초과한 220만대(146% 달성)의 폐가전 및 휴대폰을 수거해 그 수익금 2억2,000만원 전액을 서울시 사회복지공동모금회에 기부했다. 또한 서울자원(SR)센터(성동구)를 건립해, 민간단체의 에코시티 서울 컨소시엄에 운영을 맡겼으며, 이를 통해 폐소형가전 재활용률을 현재 30%에서 2014년 83%로 높인다는 계획을 수립 추진 중이다.

경기도는 반월 시화산업단지 등 5개 산업단지 폐기물 자원화 사업을 추진하고 있다. 기존의 산업단지에서 발생하는 폐기물을 원료나 에너지로 자원화하는 사업으로 향후 100억원의 정부 예산이 투입된다.

지방자치단체의 폐금속자원 재활용의 문제점으로는 ①수거체계의 미흡, ②기술수준의 열위, ③공간대의 부족 및 제약여건 등을 들 수 있다.

첫째 현재 국내에는 폐전자제품의 회수가 취약할 뿐만 아니라, 전문적인 회수업체가 없어 원재료 확보에 어려움이 있다. 또한 많은 양의 폐자원들이 불법적인 수단으로 중국에 반출되는 등 국외로 유출되고 있다. 서울시의 경우 회수할 수 있는 폐휴대전화 및 폐가전제품은 연간 1,228만대 정도로, 회수되는 폐가전제품의 5%정도인 81만대만 재활용되고, 나머지는 대부분 매립되거나 소각되고 있다. 전반적으로 우리나라는 전근대적인 수거체제로 가지고 있고, 폐기물 배출 및 수거 비용이 과다하다. 이를 개선하기 위해서는 전근대적인 수거체제에서 수거체제의 선진화 틀을 만들어야 한다. 폐전기 전자제품, 폐자동차의 수거율을 우선적으로 높이기 위해 중앙정부와 지자체간 협력체제를 강화하여 기업에 대한 폐제품의 회수 의무를 부과하도록 해야 한다.

둘째, 국내에서는 폐기물의 적정량 확보가 어려운 측면이외에도 기술력 부족으로 금, 은, 동 등 일부 귀금속 및 광물만 회수하고, 나머지는 폐기하고 있는 등 관련 기술수준이 열위에 있다. 일본의 도시광산사업은 단순 폐기물 처리수준이 아닌 고난위 제련기술형 사업을 전개하고 있는 반면, 우리나라의 경우, 석유탈황촉매인 몰리브덴이나 바나듐의 경우, 폐촉매를 고순도 물류질로 재정제할 수 있는 업체가 없는 실정이다. 특히 개별 금속의 고순도 재정제를 넘어 복합 광물을 한꺼번에 제련하는 기술은 현재 매우 낮은 수준이다.

셋째, 국민인식이 저조하여 도시광산에 공감대가 크게 형성되지 않아 산업단지의 공장설립 불가 등 법률적 뒷받침이 안 되고 있는 실정이다. 또 다른 예로는 가전제품의 폐기물 배출비용이 축소되었다고 하지만 여전히 배출비용이 부과되고 있어 소비자들의 재활용의지를 저하시키는 요인으로 작용하고 있으며, 2003년부터 생산자책임재활용제도(EPR)를 실시하고 있으나 휴대폰과 같이 생산은 전자업체가 판매는 통신업체가 수행하는 경우 실질적인 수거체계가 작동하지 않는 경우도 있다.

그리고 도시광산사업의 입지 및 사업활동에 있어 유무형의 제약이 여전히 존재하고 있다. 도시광산이 적용되는 폐기물재활용산업은 2008년에 산업분류 개정과정에서 제조업에서 제외되면서 산업단지 내 공장설립이 제한되었다. 따라서 국가산단 혹은 지역 산단입주 및 설비 신증설시 관련 법률 혹은 시행령의 개정을 반영하여 산단 및 지자체의 관리규정이 조기에 개정되어야 한다. 또한 현재 도시광산은 제조업이 아닌 원료재생 및 환경복원업종 내 환경폐기물 처리업으로 구분되어 제조업에 준하는 기업활동이 어렵다. 따라서 환경폐기물처리업을 수집·분류업과 금속원료 추출 정련업으로 구분하여 후자는 제조업으로 재분류하여 도시광산업체들의 생산활동, 즉 산업단지 내 공장에서는 제조 활동, 즉 추출, 정련 가공이 원활하게 이루어져야 한다.

#### 4. 제주지역 폐금속자원 현황

제주에는 폐금속자원이라는 개념이나 통계 없이 폐가전제품들이 배출되고 있다. <표 8>은 2010년 1년동안 제주시관내에서 폐기물 배출신고된 것만 집계한 것으로, 나머지 가전제품 생산자(삼성, LG 등)가 생산자책임재활용제도(EPR)에 의해 수거되어 처리되는 물량은 통계가 잡히지 않아 제주지역에서 얼마만큼의 폐전기·전자제품이 배출되는지는 확인할 수 없는 실정이다.

<표 8> 폐금속자원 회수시 귀금속 분포

	품목	배출량
폐전기·전자제품	텔레비전	1,200
	냉장고	1,250
	세탁기	202
	에어컨디셔너	23
	개인용컴퓨터	464
	오디오	215
	전화기	500

품목		배출량
폐전기·전자제품	프린터	91
	복사기	17
	팩시밀리	7
	기타	1,700
합계		5,684

자료: 제주시 생활환경과(2011)

도내에서 폐기물 배출신고 후 배출된 폐가전제품들과 생산기업(삼성, LG 등) 물류센터에서 수거한 폐가전제품은 제주시 소재 (주)제주리사이클링센터로 운반되어 분리 처리되어 도외로 반출되는데, 2010년 한해동안 집계된 양은 폐TV 9천여대, 폐냉장고 8천여대, 세탁기 6천여대, 컴퓨터 1천여대 등 2만4천여대에 이른다. 이외에 폐자동차를 포함한 각종 폐기물에서 분리되어, 고물상(재활용수집업자)과 그 조합을 통해 육지부 업체에 넘겨지는 폐금속자원이 있다.

결국 제주지역에는 폐가전제품에서 귀금속이나 희소금속을 추출하는 도시광산사업을 영위하는 기업은 한 곳도 없는 셈이다. 즉, 수거 및 선별, 파쇄, 압축 등의 단순처리시설을 갖추고 있을 뿐, 상시적 분리배출 수거제도 및 고도의 재활용 기술이 접목된 처리시설은 없다. 최근 제주시와 서귀포시의 경우 폐휴대전화기 13,000개를 수거하여 육지부 행사주최측에 넘겼다.


#### IV. 마무리

도시광산사업은 천연자원의 추출이 아닌 폐금속자원의 재사용이라는 점에서 자원 효율성 향상과 환경친화성을 높이는 효과도 가지고 있어 녹색성장시대에 부합한다. 하지만 도시광산화사업의 성공 가능성을 가로막는 장애요인을 파악해 우선적으로 제거하는 것이 선행되어야 할 것이다. 입지규제의 조기철폐와 실효성 확보, 도시광산을 제조업으로 재분류, 폐금속자원 수집 및 유통체계의 선진화, 도시광산업 기술개발의 체계화 등이 필요하다.

제주지역에 한해서는 물량확보와 기술확보가 무엇보다 선행되어야 할 요인이다. 한정된 물량으로 사업타당성이 있겠느냐는 논란을 잠재우려면, 물량확보를 통한 경제성 향상이 급선무이다. 폐전지, 폐휴대전화, 폐가전제품을 수거하기 위한 '전용 수거함'의 설치가 반드시 필요하다(관공서 등에 종이상자 비치, 공동주택에서는 재활용품 마대 설



치 등). 무엇보다 폐기물이 산업자원으로 활용될 수 있다는 공감대가 필요하다. 또한 관련기업이 있어야 한다. 현재는 규모화가 안 되어 있지만, 섬이라는 지역특성상, 지역에서 사용하고, 처리하고, 재사용하는 폐쇄순환생산시스템 구축차원에서 관련기업의 유치 등이 필요하다.

차제에 폐금속자원이외에도, 제주지역에서 배출되는 폐비닐, 폐종이 등의 재가공처리 기업의 도입·유치에 대한 진지한 고민과 관심이 필요하다. 

\*\* 참고문헌 \_\_\_\_\_

- 김석택(2010.7), 도시광산화 사업의 정책 추진방안, 울산발전연구원 이슈리포트 제24호
- 유호현(2009.4), 일본 사례를 통해 본 도시광산의 미래, 「LG Business Insight」.
- 정은미(2010), 도시광산사업의 효율적 추진과 정책과제
- 정호성(2011.7), 도시광산 내 희소금속의 잠재가치 평가, 「삼성경제연구소 Issue Paper」.
- 환경부(2009. 9), 폐금속자원 재활용대책:숨은 금속자원 찾기 프로젝트 전개.
- 환경부(2010. 7), 폐금속자원 재활용대책 세부 실행계획.