

## 구리자원의 국내 물질흐름 분석

에코시안 자원경제연구소 손지호 연구위원

## 1. 서론

구리는 전 세계적으로 철, 알루미늄 다음으로 많이 소비되는 금속으로 전기 및 열전도성이 우수하고 전성(展性)과 연성(延性)이 뛰어나 가공이 쉬울 뿐만 아니라, 금, 은, 아연, 주석, 니켈 등과의 용이한 합금성(合金性)으로 인해, 전기전자, 건설, 운수송, 기계 등 다양한 산업 분야에서 소재로 사용되어, 산업발전의 정도 및 생활수준과 연관성이 큰 자원이다.<sup>1)</sup>

구리의 전세계 매장량은 약 470백만톤으로 추정되며, 연간 세계 생산량은 약 15백만톤/년으로 이를 기준으로 구리의 가채년수는 30~35년에 불과한 것으로 추정된다. 우리나라는 구리 원광(정광)의 대부분을 수입에 의존하고 있으며, 이를 제련 및 정련하여 만들어진 전기동(Cu 함유량 약 99.9% 이상) 등은 제조 가공되어 다양한 형태(동선, 동판, 동봉, 동박 등)로 산업 전반에 걸쳐 광범위하게 이용된다. 구리의 공급과 수요는 중국 등의 급속한 경제성장으로 인하여 2000년대 중반 세계적으로 전기동의 공급 부족 및 가격 폭등을 유발시켰다. 이러한 경험은 구리의 전과정(Life cycle)에서 원광 확보의 중요성 뿐만 아니라 구리 2차 자원(스크랩)의 재순환에 대한 관심을 높이게 하였다.

자원은 국가, 기업, 제품의 지속가능성을 결정하는 중요한 요인이며 이를 구체화하기 위한 한 방법으로 물질흐름분석에 대한 연구가 진행되어 왔다. 국외의 경우 대륙, 국가, 지역 단위에서 여러 금속(철, 아연, 구리, 은, 니켈 등)에 대한 물질흐름분석의 적용이 활발히 진행되었다.<sup>2)</sup>

국내의 경우 물질흐름분석의 정책적 의미 및 방법론 소개 등, 국가 및 산업단지 단위에 대한 방법론 논의 및 적용 등이 있었고, 물질/제품 단위에서는 철강에 대한 물질흐름분석의 적용 등이 있어, 물질흐름분석의 적용 및 중요성은 증대되는 추세이다.

이에 금번 리포트에서는 국내 구리자원에 대한 물질흐름 분석 및 지수 산정 결과를 소개하고자 한다.

## 2. 접근 방법

구리에 대한 물질흐름분석을 위하여 시스템 경계는 광물 확보(구리 정광 수입 등), 제련(전기동 생산), 제조·가공 단계, 사용, 폐기, 재순환 단계를 포함하는 기술계로 하였다. 시간적 경계는 2007년으로 설정하였다. 물질흐름 분석 관련 자료는 표 1과 같이 수집하였고, 구리(Cu) 계산식은 표 2에 기초하였다.

표 1. 물질흐름분석 자료 조사 범위 및 출처<sup>3)</sup>

	세부 자료	자료 출처
광물 확보	국내 원광 생산, 수출 정광 수입	한국자원정보서비스, 한국지질자원연구원
제련	전기동 생산, 내수, 수출·입	한국비철협회, 세계금속통계사무국
제조·가공	구리제품 생산, 내수, 수출·입	한국비철협회
사용, 폐기 재순환	구리 관련 산업 현황, 스크랩(수출·입, 공급)	통계청, 한국무역협회, 금융감독원

1) International Copper Study Group. The World Copper Fact Book. p. 1~64, 2007

2) <http://research.yale.edu/stafproject>3) 통계청. 국가통계포털, <http://www.kosis.kr/>와 다수

표 2. 단계별 물질흐름분석 계산식

$$Cu_{사용} = Cu_{생산} - Cu_{수출} + Cu_{수입} + Cu_{재고증감}$$

물질흐름 지수에서 국가 단위는 총 물질 투입 자원 단위가 어느 정도의 경제적 가치(gross domestic product, GDP)를 창출하는지를 파악하는 지표로 자원생산성 등이 있다. 구리의 경우, 제련 등 관련 산업에 투입된 원재료량을 부가가치액으로 나눈 자원집약도 지수와 구리 관련 물질 투입량을 국가 인구수로 나눈 1인당 물질투입 지수 값을 산정하였다.

### 3. 물질흐름분석 결과

국내 구리 자원의 물질흐름에서 광물 확보 단계의 경우 구리의 원광인 동광석(Cu 함량 약 2% 이하)은 금광개발의 부산물로 간헐적으로 소량씩 생산될 뿐 주요 광종으로 개발되는 광산은 없다. 따라서 정광(Cu 함량 29~30%)의 형태로 칠레, 인도네시아 등에서 수입하며, 2007년도에 1,402천톤/년에 이른다.

제련 단계의 경우 국내의 전기동(Cu 함량 99.9% 이상) 생산량은 584천톤/년이며, 수입량은 375천톤/년, 수출량은 140천톤/년으로 내수량은 819천톤/년에 이른다(그림 1).

제조가공 단계의 경우, 전기동, 스크랩, 합금(아연, 주석 등)을 원료로 다양한 중간재(동선, 동관, 동판, 동봉 등)가 만들어지며, 생산량은 1342천톤/년, 수출량은 362천톤/년, 수입량은 103천톤/년이다.

구리관련 제련업 및 중간재 제조업을 표준산업분류에서 파악하면, 동 제련, 정련 및 합금 제조업(세분류: 27211)이며, 동 압연, 압출 및 연신제품 제조업(세분류: 27221), 동주물 주조업(세분류: 27322)으로 분류(그림 2)될 수 있으며, 이는 구리관련 협회 자료, 및 산업 통계의 확보가 범위이기도 하다.

사용 단계의 경우 구리 중간재는 특히 전기전자, 건설, 운수송, 기계, 기타 소비재 등에 다양한 제품의 소재로 사용되며, 제품의 내구 년한 등에 의해 폐기된다.

폐기된 구리 제품은 수집 등의 과정을 거쳐 재순환되며, 수출 물량은 폐전선 등의 스크랩 형태(Cu 함량 약 20~40%)로 216천톤/년에 이른다. 수입 물량은 221천톤/년으로 수출 물량에 비하여 구리의 함량은 높은 것으로 파악된다.

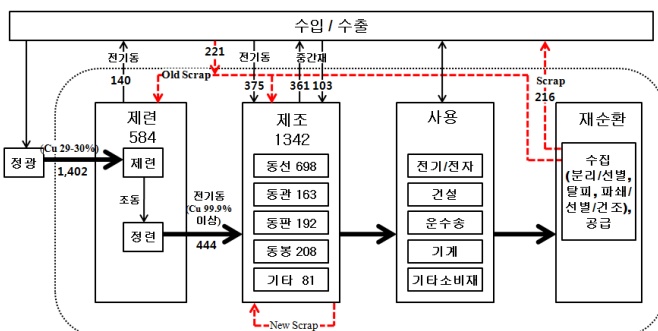
구리 스크랩과 같은 2차 자원의 재순환은 회수기술, 경제성 등 여러 요인에 영향을 받으나, 광물 자원의 확보만큼이나 그 중요성이 있다.

### 4. 물질흐름 관련 자원관리 지수

#### 1) 자원집약도 지수

구리에 대한 자원집약도는 국내 구리 제련업 및 중간재 제조업에 대하여 1999년에서 2006년까지 통계청(부가가치액, 생산액, GDP), 한국지질자원연구소, 한국무역협회, 한국비철금속협회 자료로 산정되었다.

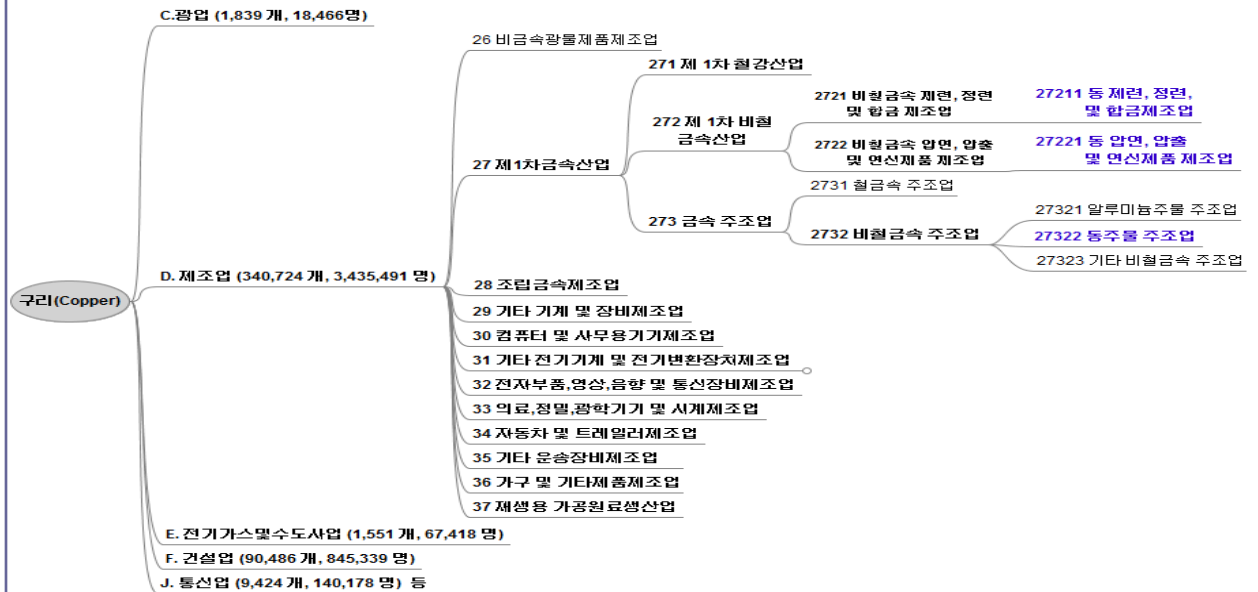
그림1) 구리의 물질흐름도(단위: 천톤/년)



$$\text{자원집약도} = \frac{\text{정광} + \text{전기동} + \text{스크랩 (톤)}}{\text{동제련, 압연, 주조업 (부가가치액)}}$$

산정된 자원집약도는 1999년 2.07톤/백만원에서 2006년 0.82톤/백만원으로 개선되는 값을 나타내어, 같은 양의 자원(물질)을 사용하여 더 많은 부가가치를 생산한 것으로 파악된다.

그림 2. 표준산업분류에서 구리관련 산업분류



동관련 산업의 GDP 비중은 1999년 0.72%에서 2006년 1.52%로 증가하는 값을 나타내었다(그림 3). 추후 산업 간, 국가간, 자원별로 지수관련 자료 분석을 통한 비교가 필요하다.

전기동 소비량은 세계적으로 1996년 12,399천톤/년 수준에서 2007년 18,034천톤/년으로 45.4% 증가하였다. 이는 아시아의 소비 증가에 기인하며, 특히 중국 등의 소비 증가에 기인한다. 반면 유럽, 아메리카 등은 뚜렷한 증가 추세를 나타내지 않았다(그림 4).

구리관련 1인당 물질투입량 지수는 2007년도 세계 평균치가 3.02kg/명, 대만은 26kg/명, 한국은 17kg/명으로 나타났다(그림 5). 세계 전기동 소비 증가를 야기하는 중국은 1996년에 0.97kg/명에서 2007년도에 3.66kg/명으로 약 376% 증가하였고, 이는 세계 평균치를 조금 상회한다. 따라서 추후 중국의 산업·경제활동은 구리자원의 전세계 소비에 중요한 요인이다.

## 5. 제언

자원의 국가, 산업 등의 지속가능성을 좌우함으로 이를 위하여 자원 및 물질흐름에 대한 관심, 정보 확충, 인프라 마련 등으로 준비함이 필요하다.

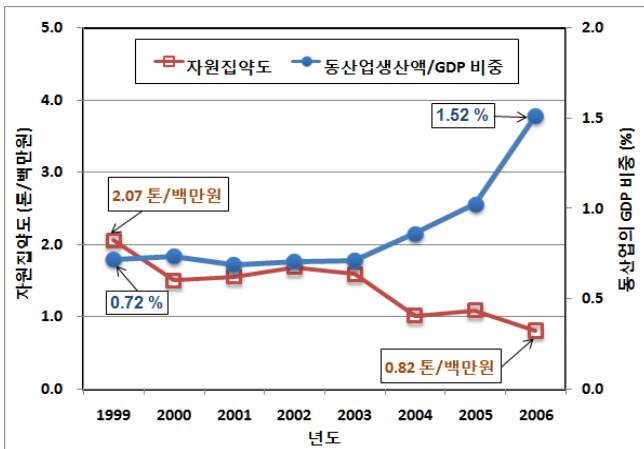


그림 3. 구리자원의 자원집약도 및 산업 비중

### 2) 1인당 물질투입량 지수

구리 자원의 전과정에서 전기동은 구리의 함량이 99.9% 이상으로 구리 관련 국가별 용이하다. 따라서 1인당 물질투입량 지수는 한 국가의 전기동 소비량을 국가 전체 인구수로 나누어 지표를 작성하였다.

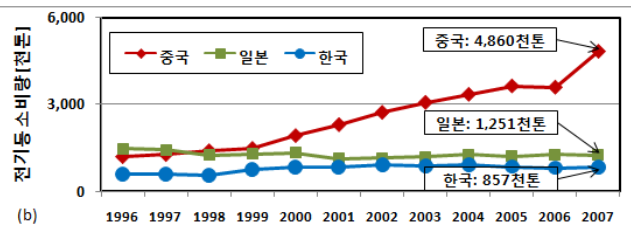
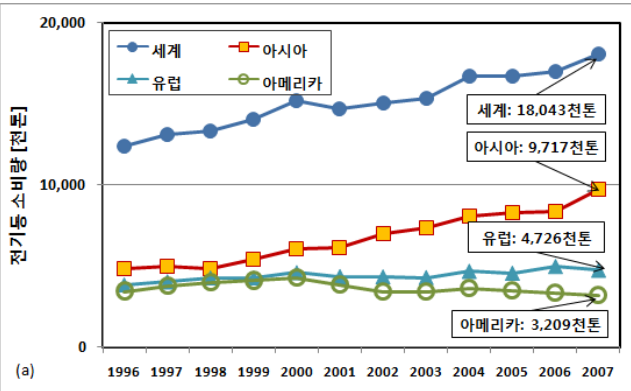


그림 4. 전기동소비량. (a)세계 및 대륙, (b)아시아

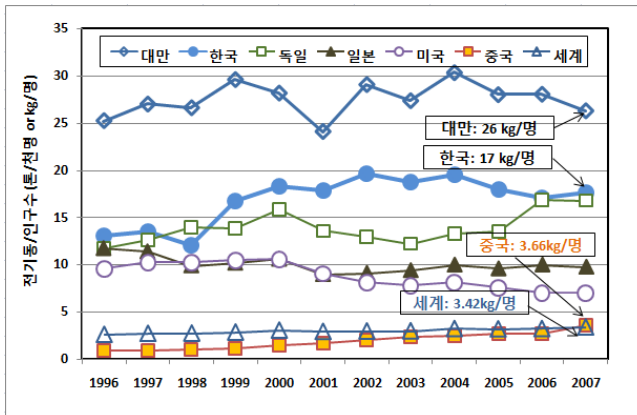


그림 5. 국가별 1인당 전기동소비량

손지호



(주)에코시안 자원경제연구소/연구위원

Tel : 02)890-7567 / Email : jhson87@ecosian.com

서울 구로구 구로3동 184-1 우림e-Biz 2차 613호 자원경제연구소