

해외광물자원개발 사업성 검토를 위한 평가시스템

고 은 미 · 최 선 규 · 김 창 성

고려대학교 지구환경과학과

세계적으로 자원산업은 부존자원의 편재성, 탐사 리스크, 대규모 개발투자비, 장기 회임성, 매장량 고갈 및 국제금속가격 변화 등 다양한 요소가 내재된 불확실성이 높은 사업특성을 가지며, 최근까지 국내 기업은 단기성과 중심의 경영평가와 투자실패의 위험부담요인에 기인하여 광물자원사업에 대한 투자를 기피하였다. 한편 세계자원시장은 1990년대까지의 수요자 중심구조에서 2000년대 들어 공급자 중심으로 개편되는 수급구조의 변화양상을 보이고 있어, 원료자원의 안정적 공급에 대한 중요성이 세계적으로 재인식되고 있다.

국가 경제적 측면에서 광물자원의 안정적 공급은 “통상적 경제활동으로 허용되는 가격변동의 범위에서 필요한 자원 물량이 자국 산업분야에 지속적으로 공급되는 상태”로 정의되며 (Kojima, 2002), 이는 산업 경쟁력을 유지 강화하기 위한 필수 조건과 동시에 국가전략 차원에서 경제안전보장의 기본요건이다. 특히, 최근 세계적으로 나타나는 원료금속의 가격급등은 과거 간접적 요인에 의한 일시적 현상이라기보다는 광물자원시장의 중·장기 수급 불균형으로 야기된 수급 불안정이 근본적인 문제로 지적되고 있으며, BRICs로 대표되는 신흥공업국들의 경제성장 가속화와 함께 지속적으로 유지될 것으로 예측되고 있다. 이에 따라 다국적 메이저

광업회사뿐만 아니라 일본, 미국 등 기존 선진 공업국과 중국, 인도 등 후발공업국간의 광물자원 확보경쟁이 더욱 치열해지고 있으며, 향후 지속적으로 심화될 것으로 예견되고 있다.

한편 국내 광물자원의 산업구조는 중류부문의 제련/제철 업종에서 생산된 금속산업으로부터 시작하여 하류부문의 소비재 산업으로 구성되어, 상류부문인 광업은 와해, 단절된 기형적 산업형태로서, 현재 시점에서 높은 경쟁력을 보이는 국내 제련/제철 산업은 매우 불안정한 산업 기반위에 놓여 있는 것으로 평가된다. 즉, 철강 및 비철금속을 대상으로 하는 제철/제련 업계는 원료광석을 거의 전량 해외에 의존하고 있는 현실에서 자원보유국으로부터 광석 공급이 중단될 경우, 관련 산업 자체가 소멸될 수 있는 취약점에 노출되어 있다.

해외광물자원사업은 오지화, 심부화, 저품위화, 대형화 등 개발여건이 악화됨에 따라 탐사 위험도가 증대되고 있으며, 탐사·개발·생산 단계까지 성공 가능성은 수십 % 정도에 지나지 않기 때문에 공급 측면에서 단기적인 정광생산이 확대될 수 없는 한계를 보이고 있다. 이와 같은 현실에서 광물 자원개발 프로젝트를 수행 시, 제한된 시간과 비용으로 효과적인 사업 선정과 선정된 사업에 대한 합리적인 투자 결정을 위하여 체계적인 가치평가 작업이 요구되고 있다.

광물자원 개발사업의 가치평가

자원 선진국에서 시행되고 있는 광물자원의 가치평가는 지질학적 측면, 개발타당성 측면, 시장경제적 측면 등 크게 세 가지 주요 지표에 따라 종합적으로 고려되고 있다(그림 1). 지질학적 측면에는 부존광체의 확인을 위한 단계별 포괄적 탐사활동이 포함되며, 개발타당성 측면에서는 지질학적으로 검토된 대상 광체에 대한 임계 품위 및 매장량과 함께 개발관련 위험요소를 종합적으로 평가한다. 시장 경제적 측면에서는 대상 광물의 현재 및 미래 가치를 종합적으로 검토하여 프로젝트의 수익성을 정량적으로 평가하고 있다(John and Peter, 2003). 이와 같은 종합적 평가를 통하여 대상 프로젝트의 성공 가능성을 체계적으로 판단하고, 수행 중 발생할 수 있는 각종 위험요소에 대하여 예측, 대비할 수 있다. 특히 해외광물자원 프로젝트는 각 단계별 위

험도를 최소화하고 수익성을 극대화하기 위한 방안을 종합적으로 검토할 필요가 있으며, 이를 위해 각 지표에 대한 효과적인 해외광물자원사업에 대한 방향성을 제시하고자 한다.

지질학적 측면

광상탐사의 단계는 크게 원격탐사 단계, 광역탐사 단계, 지역탐사 단계, 정밀탐사 단계의 4단계로 구분되며(그림 1), 각 단계별 적절한 지질학적·지구화학적·지구물리학적 탐사기법들을 활용, 경제성 있는 광상을 발견할 것인가를 검토하는 것이 최우선의 목표이다. 이를 위해 거의 유사한 의미로 적용되고 있는 자원량(resources)과 매장량(reserves)의 개념에 대한 명확한 인식이 요구된다. 자원량은 광범위한 개념으로, “경제적 측면에서 형태와 양적으로 현재 또는 잠재적 개발타당성의 조건을 갖추고 있는 지각 내에 존재

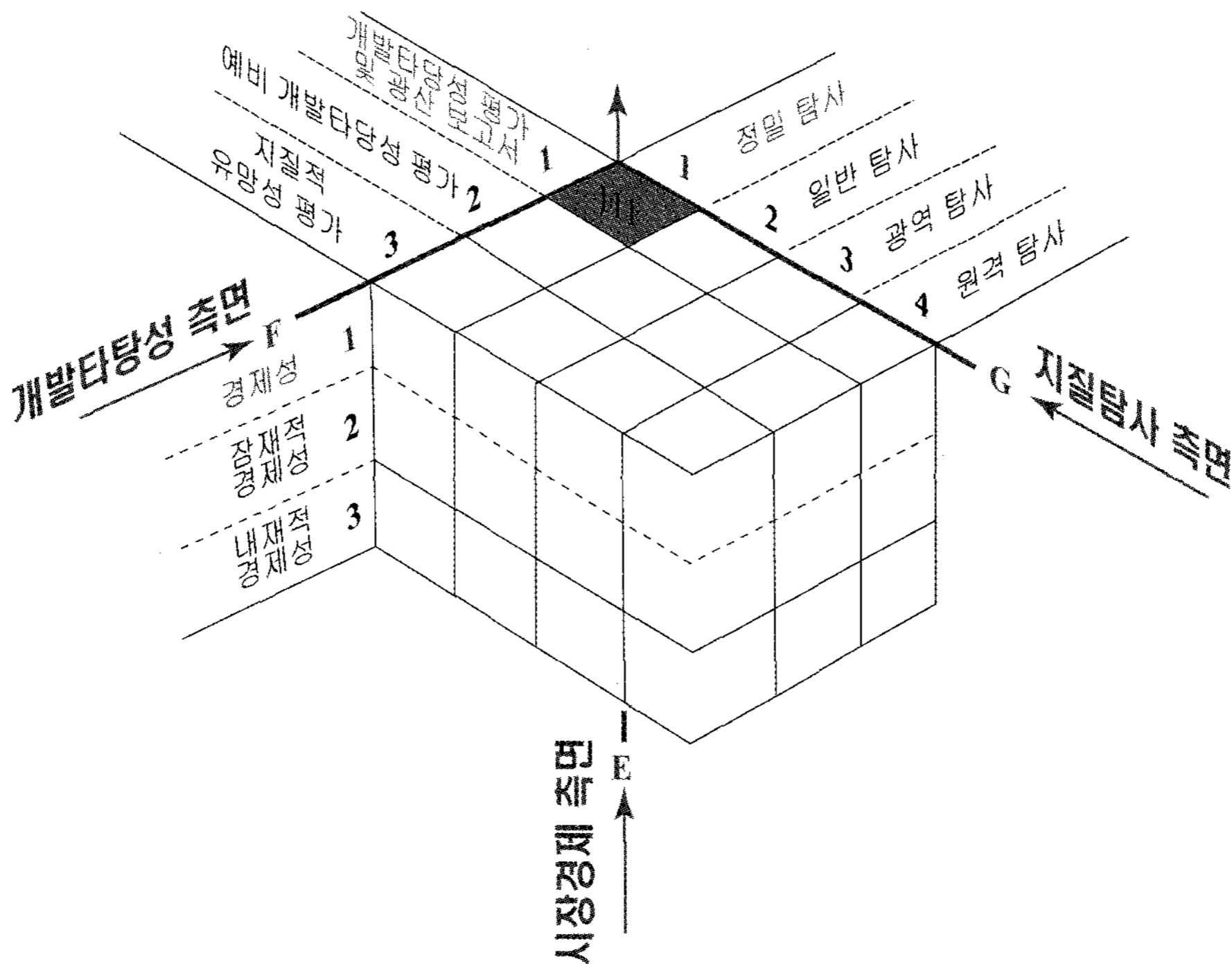


그림 1. 광물자원 탐사 시 고려되어야 할 세 가지 지표(United Nations, 1996; Kirk, 1998).

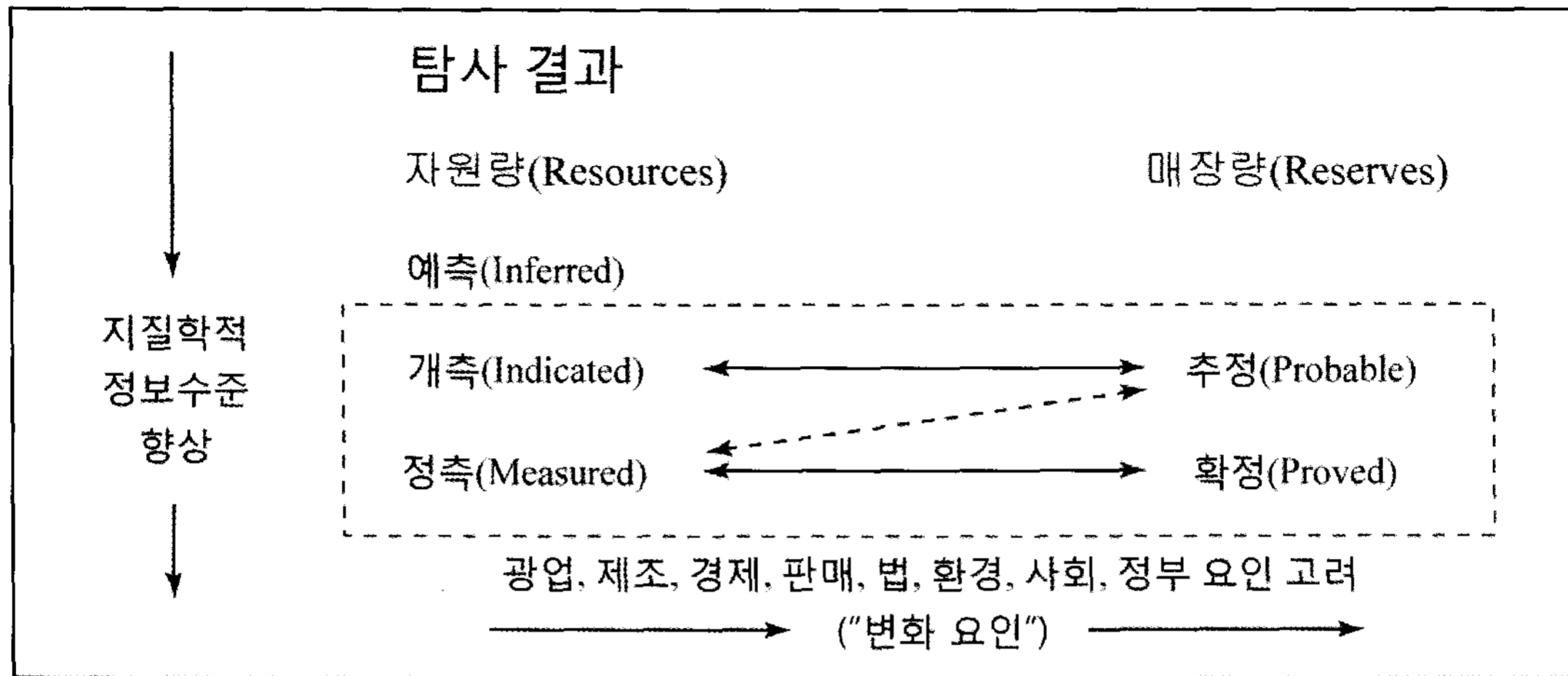


그림 2. 탐사결과 및 자원량과 매장량과의 일반적 관계도(JORC: Australian Joint Ore Reserves Committee, 1999).

하는 고체, 액체, 기체 물질들의 집합체”로 정의된다. 매장량은 직접적 경제성이 고려된 제한된 의미로, “최소한 물리 화학적 기준에 부합하며 수익을 창출하는 자원의 일부분”으로 정의되며, 이와 함께 현재의 기술력 및 경제상황에서는 경제성이 부족하더라도, 경제적 가용성에 대한 상당한 잠재성을 지닌 자원의 일부분을 포함할 수 있다(USBM and USGS, 1980). 이들은 다시 예측(inferred), 개측(indicated), 정측(measured)과 추정(probable) 및 확정(proved)으로 세분된다(그림 2).

예측 자원량은 지질학적 근거에 의한 존재의 여부는 인지하였으나 정확한 위치나 품위를 알 수 있는 증거가 부족한 단계이며, 추정/개측은 부분적 측정을 통하여 대략적 품위를 포함한 지질학적 기반의 프로젝트가 일부 진행되었으나, 신뢰도를 갖는 실제 탐사를 시행하기에 시·공간적 한계가 존재하는 단계이다. 확정/정측은 실제 노두나 광산 현장, 시추공에서 정량적 측정을 통하여 자원의 형태나 범위, 품위를 인지할 수 있는 단계이다(John and Peter, 2002). 이와 같은 단계는 미국, 한국 등 대부분의 국가에서 공통적으로 받아들여지고 있으며, 러시아,

베트남 등 일부국가에서는 각 단계별 다소간 범위의 차이를 보인다.

시추자료가 부족하거나, 시추공의 간격이 너무 넓을 경우 정측을 할 수 없으며, 단지 개측 또는 예측의 수준에 머물게 된다(그림 3). 이와 같은 경우 대상 광상에 대한 정량적 평가가 불가능하여 실제 개발 시 위험요소가 증대된다. 지하에 위치하는 광체의 특성상 체계적이고 세밀한 탐사가 요구되며, 광물자원의 수요증가와 고갈에 의한 탐사의 오지화, 심부화가 진행되고 있는 현 시점에서 개발단계 이전의 지질학적 기반을 바탕으로 한 체계적인 탐사에 의한 충분한 평가가 이루어져야 한다.

또한, 개발비용의 절감을 위해 광체의 형태, 깊이 등에 대한 명확한 측정이 요구된다. 특히, 광체의 부존깊이는 개발 방법 결정에 상당한 영향을 미친다(그림 4). 광체의 깊이에 따른 개발 단위비용은, 갱내채광의 경우 깊이에 따라 비례적으로 증가하는 반면, 노천채광 시에는 광체가 지표근처에 존재할 경우는 매우 낮은 비용으로 개발이 가능하다. 반면에 지하 심부 단계까지 개발될 경우 심도 d 이후에는 갱내채광에 비해 개발비용이 증대되기 때문에 가장 효율적인 개

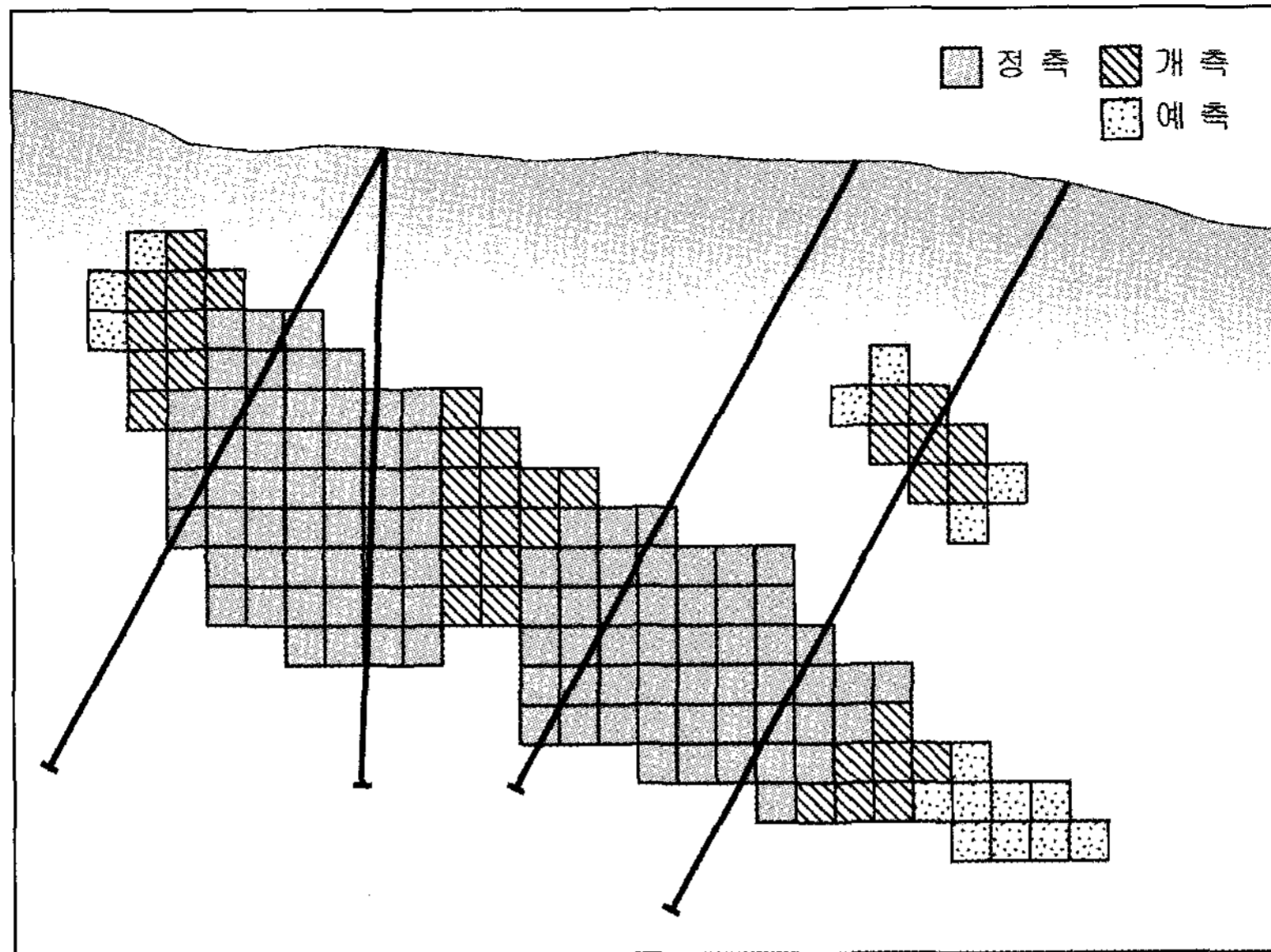


그림 3. 시추자료에서 확인할 수 있는 자원의 단계 구분(Snowden, 2001).

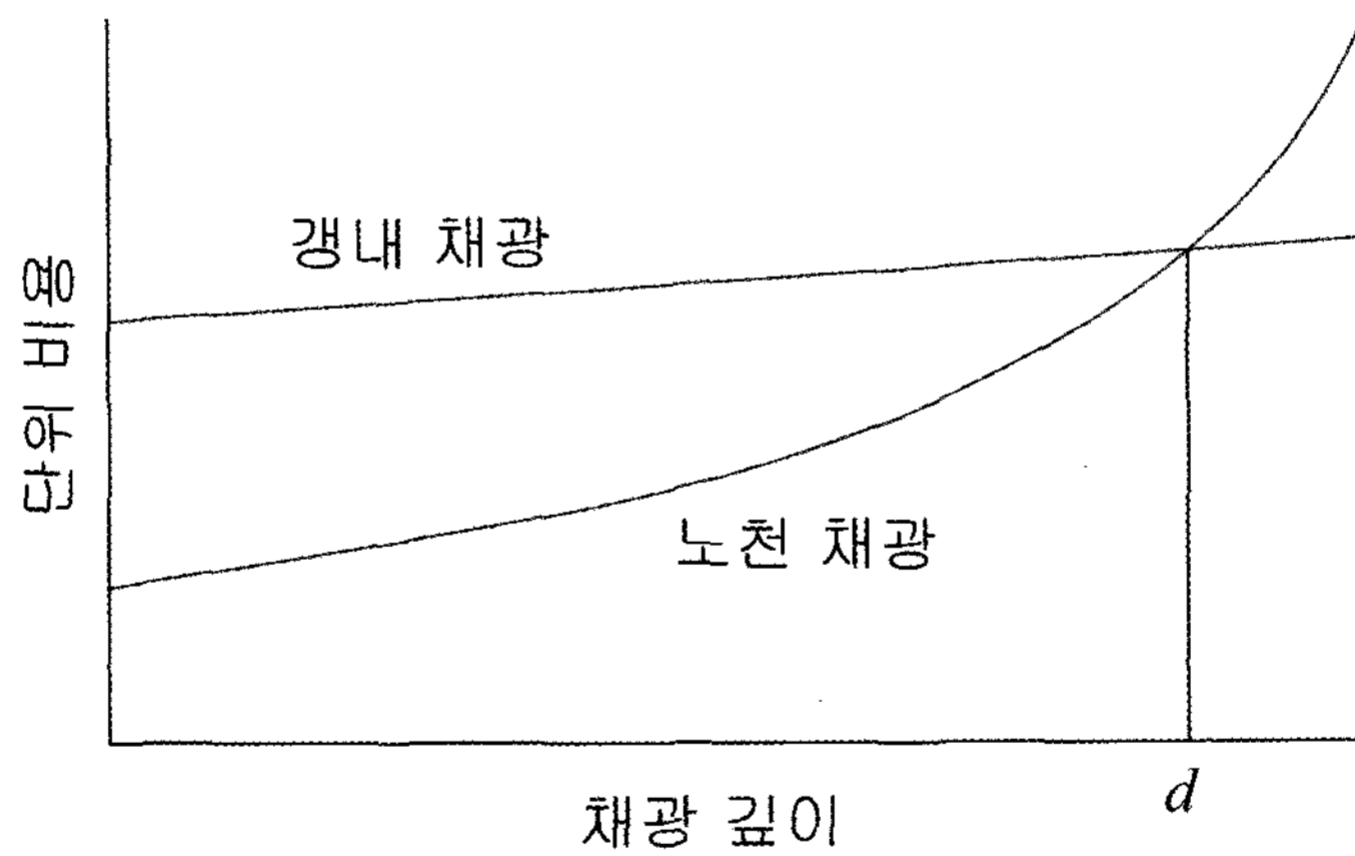


그림 4. 광체의 깊이에 따른 단위 소요비용의 변화(Open University, 1996).

발방법을 선택하기 위한 광체의 정확한 심도 측정이 요구된다.

개발타당성 측면

광물자원개발사업의 개발타당성 검증은 시장, 기술, 인력, 자금 등의 요소를 기초로 하여 사업의 실행가능성을 검토하는 것이다. 즉, 개발타

당성 조사를 충실히 수행하여야 위험요소를 최소화할 수 있으며, 보다 안정적인 투자 결정을 유도할 수 있다.

시장 여건의 변화에 따른 정확한 예측을 통해 개발 사업의 선택에 있어 최적의 의사결정을 유도할 필요가 있으며, 사업 운영에 있어서 발생하는 위험도 역시 주요 고려 대상이다. 또한 대상국가의 경제, 정치, 사회, 환경적 여건에 의한

국가위험도에 따른 투자가치의 변화가 발생할 수 있다.

개발타당성 측면의 조사는 다음의 여러 단계를 걸쳐서 진행된다. 개념적 조사는 최초의 평가로써 탐사허가 이전에 행해지는 단계이며, 사업 허가를 위한 일반적인 지질 정보 등의 기초 자료를 제공한다. 제한된 기초 정보 해석을 통하여, 치명적인 결함 여부를 확인하며, 사업 추진 여부를 결정한다. 예비타당성 조사는 탐사진행/완료단계에서 행해지며, 지질 및 매장량 등에 관한 충분히 확보된 자료에 기초하여, 초기 사업의 위험도 평가를 완료하는 단계이다. 타당성 조사단계는 세부적인 사업의 위험도 평가를 완료하며, 경제성분석 등으로 획득한 정보를 통해 개발여부를 결정한다. 최종타당성 조사단계에서는 모든 계약을 완료하고 사업의 시행계획을 완성, 실시한다. 사용된 전제조건을 재확인하기 위한 검토 단계도 실시하며, 투자자 또는 금융기관의 투자 검토가 동시에 이루어진다.

경제성 있는 광상의 존재가 확인된 후 본격적인 생산을 위한 준비 과정 중에서 투자에 대한 의사결정과정은 필수적이며, 이는 경제성평가와 민감도분석의 과정을 포함한다.

경제성평가는 대상이 되는 투자안의 예상 현금흐름을 측정 후 선택/포기의 여부를 결정하는 것으로, 투자안의 타당성 여부를 평가하는 작업이다. 경제성 평가 방법에는 여러 종류 방법이 있으나 광물자원 사업의 타당성 조사 시 다수 사용되는 순현재가법(NPV: Net Present Value method), 내부수익률법(IRR: Internal Rate of Return method)을 간략히 살펴보고자 한다. 과거 조사에 의하면 경제성 평가시 광업회사들의 55%가 내부수익률법을, 40%가 순현재가법을 사용한 것으로 보고된 바 있다(Bhappu and Guzman, 1994).

순현재가법은 화폐의 시간가치를 고려하는 평가 방법 중 하나로 순현재가는 투자안으로부터 얻은

모든 수익의 현재가치에서 투자비용을 차감한 값을 의미한다. 이 때 순현재가는 다음과 같은 식에 의해 산출된다.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+k)^t} - C_0 \quad (NPV : \text{순현재가})$$

이때, C_t 는 t 시점에서의 현금흐름을, C_0 는 최초 투자액을, k 는 할인율을 의미한다. 순현재가가 (+)인 투자안은 경제적 타당성이 있는 것으로 추정되나, 사업규모가 클수록 순현재가도 계속 커지는 단점이 있다.

내부수익률법은 예상되는 수익인 미래 현금유입의 현재가와 투자비용인 현금유출의 현재가 일치되는 시기, 즉 순현재가가 0이 되는 시기의 할인율인 내부수익율을 이용하여 대상의 경제가치를 판단하는 방법으로, 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+IRR)^t} = C_0 \quad (IRR : \text{내부수익률})$$

일반적으로 내부수익률이 자본비용보다 클 경우 경제적 타당성이 있으며, 클수록 더욱 유리한 투자안으로 평가할 수 있다. 이 방법은 화폐의 시간적 가치 변화를 반영할 수 있는 유용한 방법이나, 반복적이고 복잡한 계산이 필요하다는 단점을 지닌다.

민감도분석은 모든 투자 사업시 존재하는 불확실성을 투자 이전단계에서 분석, 대비하여 위험도를 최소화하기 위한 평가과정이다. 계획된 사업에 중대한 영향을 미칠 수 있는 주요변수를 파악하고 사업여건 변화에 따른 사업성 변동 폭을 측정하여 계획사업의 사업위험을 측정하는 분석법으로, 각각의 입력변수들이 결과변수에 미치는 영향력에 대한 정보를 제공해 준다. 입력변수와 결과변수가 높은 상관계수를 갖는다면 입력변수가 결과변수에 대해 유의한 영향력을 갖는다는 것을 의미한다(박준선, 2005).

이와 같이 사업 투자의 의사결정을 위한 평가 방법은 다양하고, 각 방법은 장점과 단점이 상존하고 있어 어느 방법이 가장 우월하다고 결론 지을 수 없다. 특히, 투자시의 주변 상황은 매우 복잡하므로, 하나의 방법에 의존하지 말고 다양한 방법들을 이용한 비교, 검토가 반드시 고려되어야 할 것이다.

시장경제적 측면

해외광물자원개발 사업은 단기간에 이루어지는 것이 아닌 장기 회임성 사업으로 세계 시장에서의 수익성 부분을 신중히 검토하여야 할 필요가 있다. 세계 시장의 가격의 변동을 야기시키는 요인에는 대상광종의 공급과 수요, 해당 정부의 역할, 광물자원의 재사용(재순환), 새로

운 탐사 기술의 발달, 투기자본의 유입 등 다양한 요인들이 작용하고 있다.

사업기간 동안 금리변동은 이자비용에 직접적인 영향을 주며, 금리 상승에 따른 이자비용의 상승은 수익성에 매우 큰 위험요인으로 작용할 수 있다. 또한, 환율 변동에 의한 수익의 증감에 대한 위험도 역시 중요한 고려 대상이 되며, 이를 위해 대상 국가의 경제, 사회적 안정성에 대한 고려가 중요한 평가 요소가 될 것이다.

최근 비철금속 광물자원의 가격급등 현상은 광산업계의 노동쟁의, 자연재해나 폭동의 발생, 투기자본의 유입 등에 의한 일시적인 생산 중단과 같은 단기적 요인 보다는 광물자원의 중·장기적 수급불균형으로 야기되고 있다. 최근 가격 상승의 요인은 생산자(공급국가 또는 다국적 메이저회사)의 과도한 점유율(약 70%)에 의한

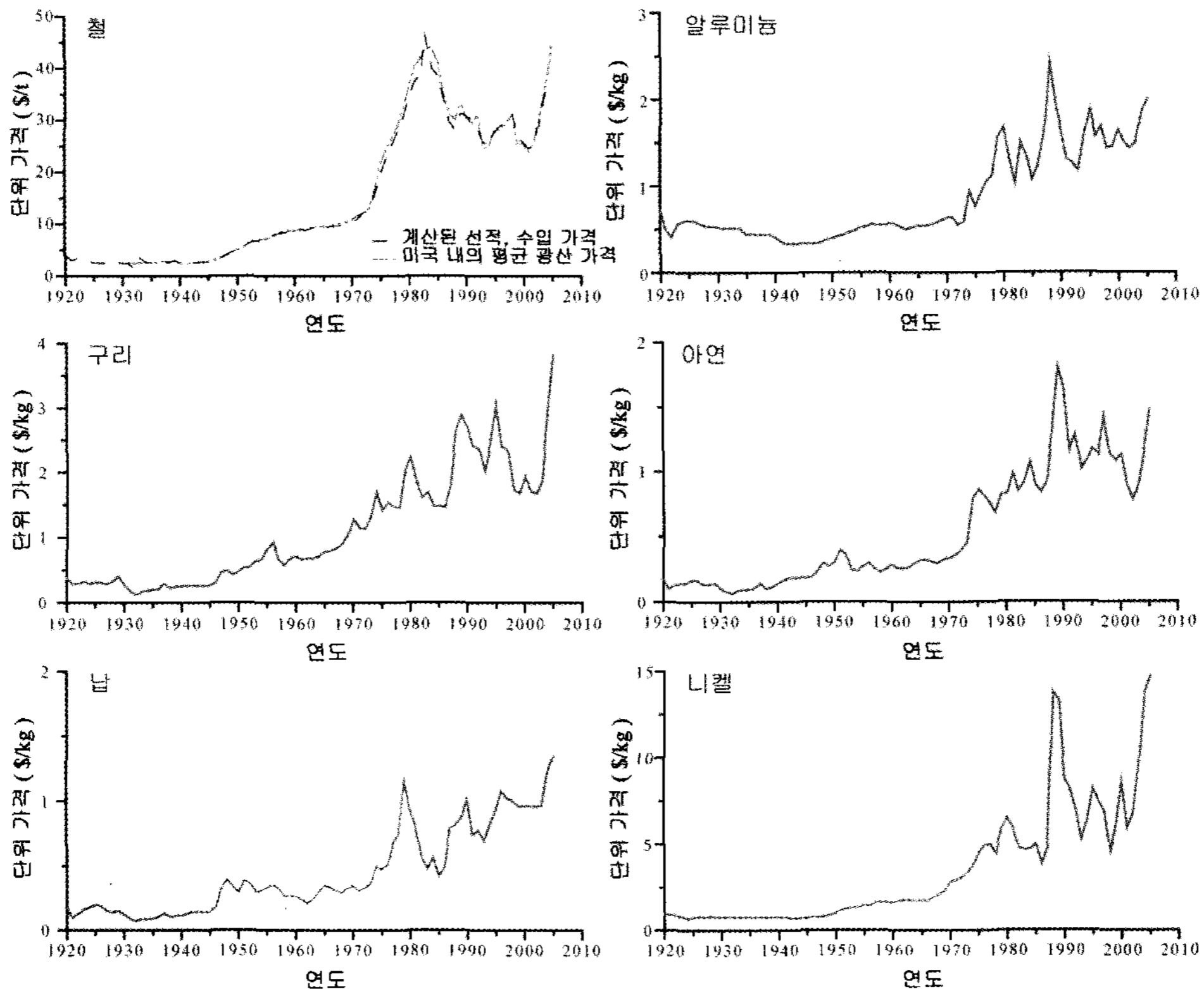


그림 5. 연도별 주요 금속의 세계 시장가격 변화(한국자원정보서비스, 2007).

표 1. 국내 소비 주요 금속의 최근 가격 변화(한국자원정보서비스, 2007)

금속명		철	알루미늄	니켈	구리	아연	납
단위		US\$/t	US\$/t	US\$/kg	US\$/t	US\$/t	US\$/t
가격	2003년 7월	31.4	1,436.0	8.8	1,710.0	827.5	514.8
	2007년 7월	83.4	2,733.0	33.4	7,973.9	3,546.9	3,083.6
증가율(%)		266	190	380	466	429	599

공급구조변화와 함께 중국, 인도를 포함한 새로운 자원소비국의 지속적 수요확대에 의한 글로벌 산업구조의 변화에 기인한다.

특히 기반/첨단 산업과 밀접하게 연관된 원료 금속(철·알루미늄·구리·납·아연·니켈 등)의 국제시세는 2000년대 이전에는 단기적인 등락세를 보이고 있으나, 이후 중국으로 대표되는 신흥 공업국의 경제성장과 더불어 급격한 상승세를 보이고 있다(그림 5). 특히, '03년 7월 대비 '07년 7월의 철, 구리, 아연, 납, 니켈 등 주요 금속의 가격은 약 300~600%로 상승하였다(표 1).

저개발 국가의 경제성장과 광물자원의 소비성향은 산업구조의 변화에 따라 민감하게 반응하여 서로 정비례적 관계를 보이고 있다. 예를 들어 신흥 자원소비국으로 대두되는 BRICs 국가의 경제발전은 광물자원 소비자로서 세계 시장에 커다란 영향을 미치고 있으며, 특히 최근 5년간(2001~2005년) 중국의 광물 자원 수요가 폭발적으로 증가함으로써 수급의 불균형이 유도되어 급격한 국제 가격의 상승을 초래하고 있다(USGS, 2007). 따라서, 장기적 수급관점에서 중국, 인도, 브라질 등 거대국가들의 경제가 고도성장을 지속적으로 유지할 경우 자급률이 낮은 금속의 공급 불안정이 예상된다. 이와 같이 시장경제적 측면에서 다양한 세계 정황의 변화에 따른 대상 광물의 가치 변화를 종합적으로 검토하여, 향후 사업 투자 시 사업의 수익성을 정량적으로 평가하여야 한다.

위험도 평가와 현황

해외광물자원개발 시에는 가치평가의 세 가지 측면(지질학적, 개발타당성, 시장경제적 측면)에서 발생할 수 있는 위험도의 검토가 필수적이다. 캐나다, 호주 등 자원 선진국들의 광물 전문분야 잡지에는 대상 국가별 광물자원 개발사업의 수익성과 위험도를 전망하여 주고 있으며, 이는 실제 탐사 투자에 매우 유용한 정보를 제공하고 있다. Metals Economics Group(MEG)과 Fraser Institute는 대표적인 탐사정보를 제공하는 회사로, 전 세계의 광산정보, 탐사전략, 판매 방법, 컨설팅 등 전반적인 분야에 대한 정보를 제공해 준다. 평가를 통하여 국가별 순위를 발표하고 있으며, 대상 국가는 매년 지속적으로 추가되고 있는 실정이다.

위험도 평가는 자원개발 사업에 있어서 새로운 분야가 아니다. 1556년 De Re Metallica의 저자 Georgius Agricola에 의하면 “새로운 광산업자가 맥을 채굴하기 전에 상황, 조건, 물, 길, 기후, 소유권, 주변 환경 등 7가지를 고려해야 한다.”고 주장하였다(James, 2006). 4세가 지난 후에도 이 조언은 여전히 유효하며, 새로운 요소가 추가되고 있다. 세계 메이저 광업회사인 Rio Tinto의 회장이었던 Crowson은 과거에 비해 복잡해진 현대사회에서 광물자원탐사 사업에 투자하기 위해서는 다음의 8가지 전제조건이 필요하다고 주장하였다(James, 2006). 이는 유망한 지질학적 광화대, 정치와 사회적 안정, 시행 가능한 광업 규약, 소유권리, 효율적

경영, 법적 구조, 안정적 세금제도, 수입·이자
와 상환율의 안정이다.

UN의 사업 계획에서는 탐사와 광업회사의 더
좋은 투자에 대한 이해를 위해 국가의 광물 투
자 환경 평가를 60여 개의 요소를 포함하여 시
행하였으며(Otto, 1992), 이 요소들은 9개의
주요 항목은 표 2와 같다.

광물자원사업의 단계

광물자원사업은 탐사 단계로부터 개발 단계로
진행됨에 따라 전반적으로 투자비용은 증가하는
반면 투자 위험도는 감소하는 경향을 보이고 있
다(그림 6).

사전조사 및 계획의 단계에서는 관련된 문헌
을 조사하고 이를 바탕으로 기초적인 현장조사
를 실시한다. 광역탐사 단계는 주로 원격탐사를
실시하는 단계로, 항공 탐사를 통한 중력탐사,
자력탐사, 적외선 탐사 등을 수행하여 광물자원
의 부존위치, 규모 등을 추정한 개략적인 대상

지역을 선정한다.

지역탐사 단계에서는 선택된 지역에 대하여
구체적인 지구화학적, 지구물리학적 탐사를 실
시하여 효율적인 탐사를 위한 지질도, 지화학도
작성 등의 작업을 실시하고 실제 개발 가능한
대상지를 선정한다. 정밀탐사 단계에서는 이전
단계에서 선정된 대상지에 대한 시추탐사를 실
시하여 탐사 대상물을 보다 정확히 규명하고,
구체적인 경제성 평가를 통해 대상구역의 개발
가능성을 확정한다.

생산단계 이후는 폐광 처리 및 환경복원 단계
로 폐석, 슬러지 등의 처리와 침출수의 처리, 식
수 등이 이에 해당한다. 이와 같은 과정을 통해
광산의 탐사, 개발은 진행이 되고 단계가 진행
될수록 비용은 점진적으로 증가하나, 생산 개시
와 함께 일정한 수준을 유지하게 되며, 투자 위
험도는 정밀탐사 단계에서부터 감소하게 된다.

탐사 사업의 투자비용에 대한 수익성 부분을
고려하면, 탐사의 기간에 따른 차이는 존재하지
만 대체로 광산에서의 생산이 이루어지기 직전
까지 비용의 투자단계로부터 생산이 시행된 이

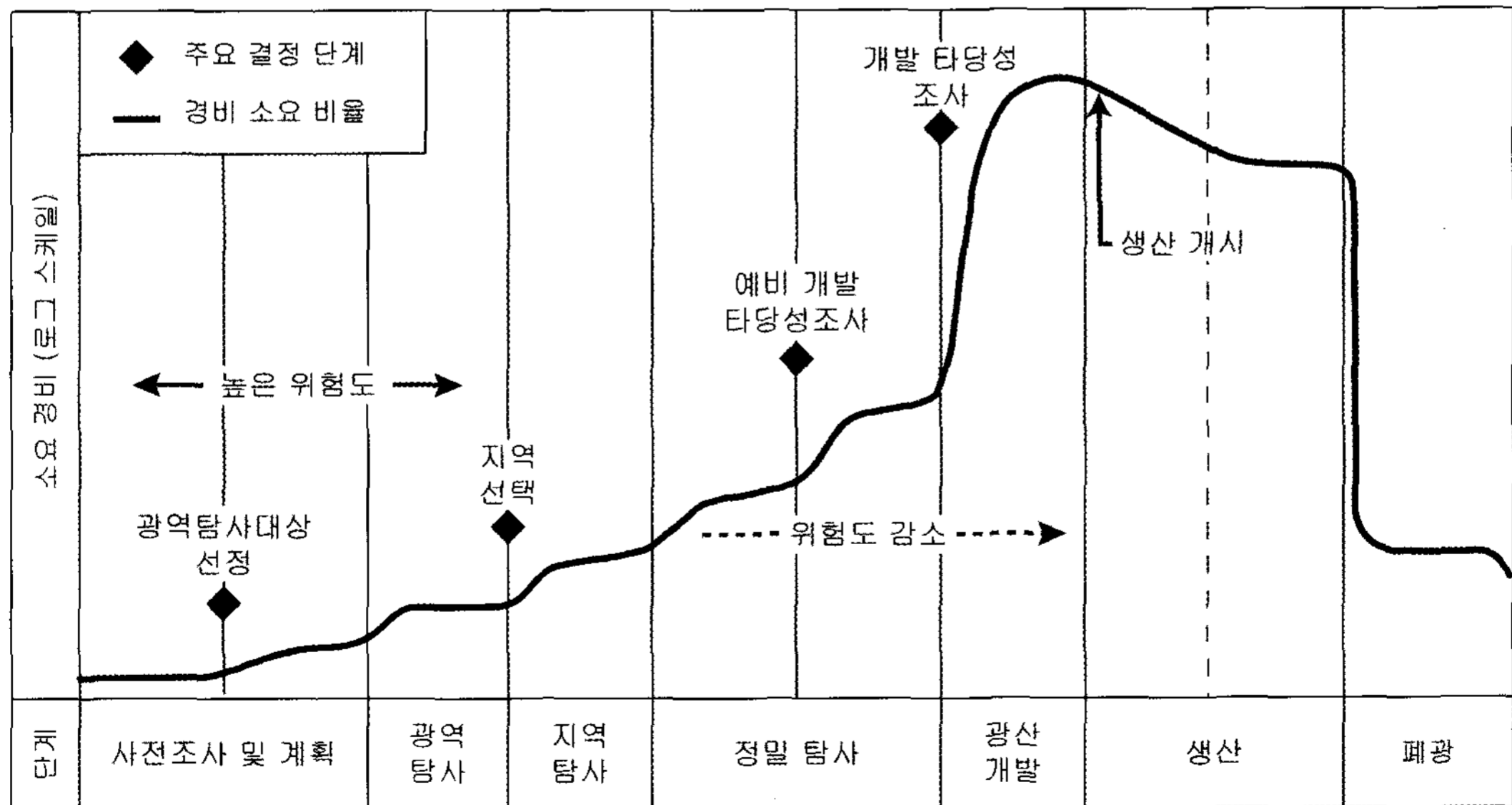


그림 6. 광산 탐사 및 개발 단계별 소요비용(Charles et al., 2006).

표 2. 국가의 광물자원 투자 환경 평가 시 항목별 요소 (Modified from Otto, 1992)

지질학적 측면	개발타당성 측면					시장경제성 측면		
	정치	법규	환경·사회	운영	수익	시장	회계	외환
광물 부존량 광물 분포도 지질학적 가능성 지질정보 유용성 인근광산 정보 지질자료 평가 기술의 적용능력 토지취득 가능성 탐사숙련도	장기간 국가 안정성 정권 안정성 광업정책의 일관성 국제보안 인접 적대국 의 존재 유무 외국인 투자 보험 유효성 양국투자 조약 정부 형태	광산관련 법규 탐사/채굴 기간의 안정성 광산 소유권 토지 소유권 운송 소유권 광구의 크기 탐사권의 존속 기간 논쟁 조정 국가기관 간섭	환경 보전의 법적요구 환경관련 책임의 사전 결정 능력 폐광·복원 에 대한 금융 보증 요구 지역·국제적 반광업집단 환경에 대한 상대적 민감도 인구 밀도 사회요구의 변화 지속가능한 발전 정책	직원에 대한 위험(납치, 풍도병 등) 기존 제반 시설 물·전력의 용이성 기후 변화 지역 노동력 의 숙련도 사용언어 채용, 해고, 임금협상의 제약 정부 부패 노조 영향력 기진출 기업 사례	수익성 예측 방법 경쟁 비용 (노동 비용, 자본 비용)	지리적 위치 자국 수요의 존재 여부 운송 기반 시설 수출/수입 정책 무역 협정 수요·가격 예측	세금부과 방법과 정도 세금 보상의 유효성 일반회계 제도안정성 이중 세금 부과 해외 노동자 에 대한 조세 제도	외환 법률 해외 송금 계좌 허가 유무 외부 자금 조달 능력

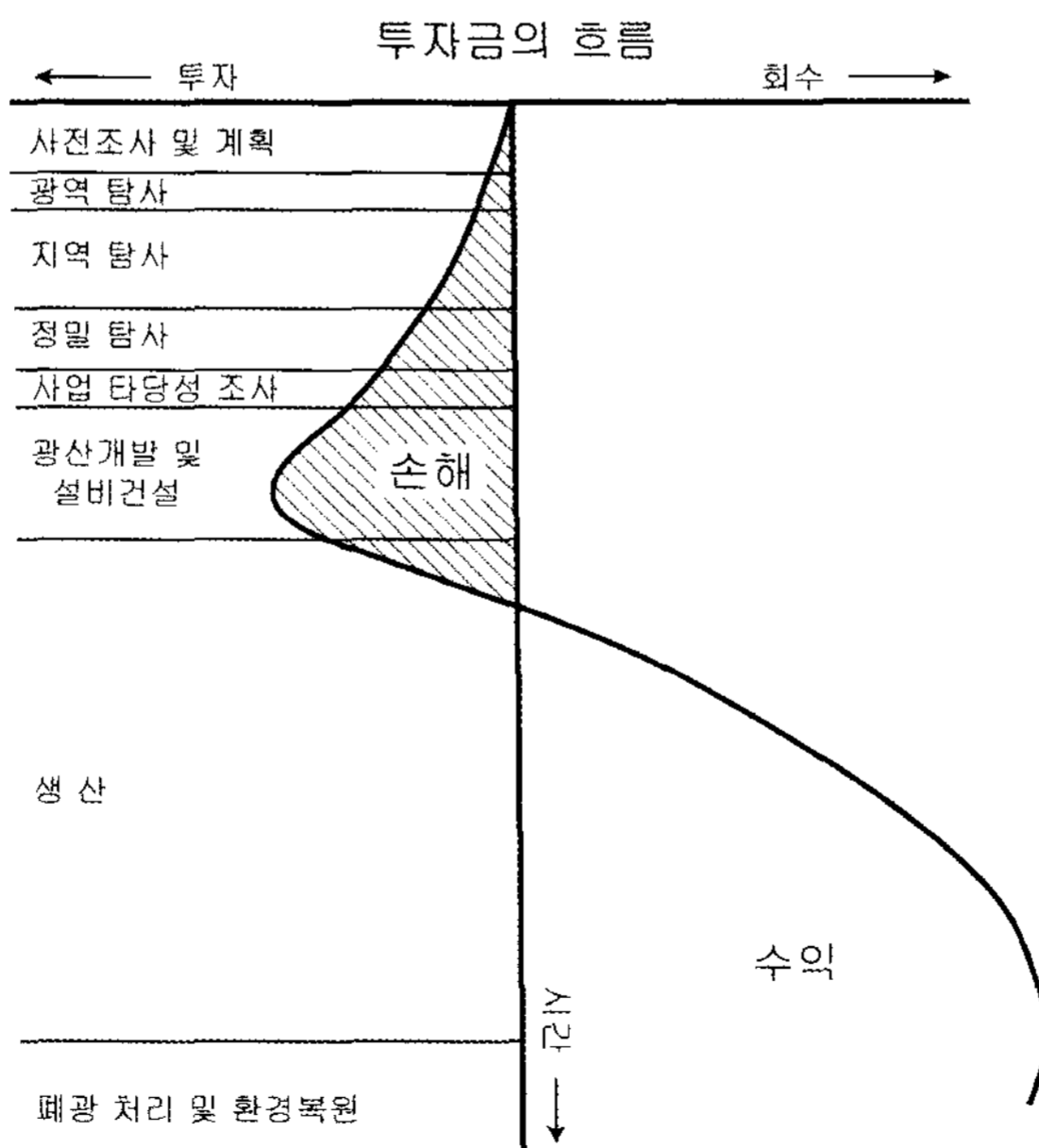


그림 7. 광산 탐사 및 개발 단계별 수익률(Richard and Keith, 1986).

후에는 회수의 단계로 접어들어 수익성이 급격히 증대되는 경향이 나타난다(그림 7). 광물자원의 개발 단계에서는 지질학적 측면을 제외한 다른 요소는 변수로 작용할 수 있다는 것을 전제로 두어야 할 것이다. 또한 체계적인 탐사방법을 사용했음에도 불구하고 경제성이 있는 광상을 찾지 못하거나 탐사비용이 더 많이 들어갈 가능성, 확보된 자원의 효율적인 운반이 이루어지지 못하는 경우는 이와는 별개로 고려해야 할 부분이다.

사업성 평가 시스템

사업성 평가는 연속적인 평가 과정을 통해 이루어지며, 사업성 평가의 실제 단계는 투자의 구체적 상황과 규모에 따라 다양하게 나타난다. 대규모의 투자일수록 보다 철저하고 긴 기간에 걸친 조사가 요구된다.

사업성 평가의 가장 첫 번째 단계는 장/단기 이윤과 목적을 결정하는 것으로 목적과 평가요소를 충분히 고려할 필요가 없으며, 효과적 사

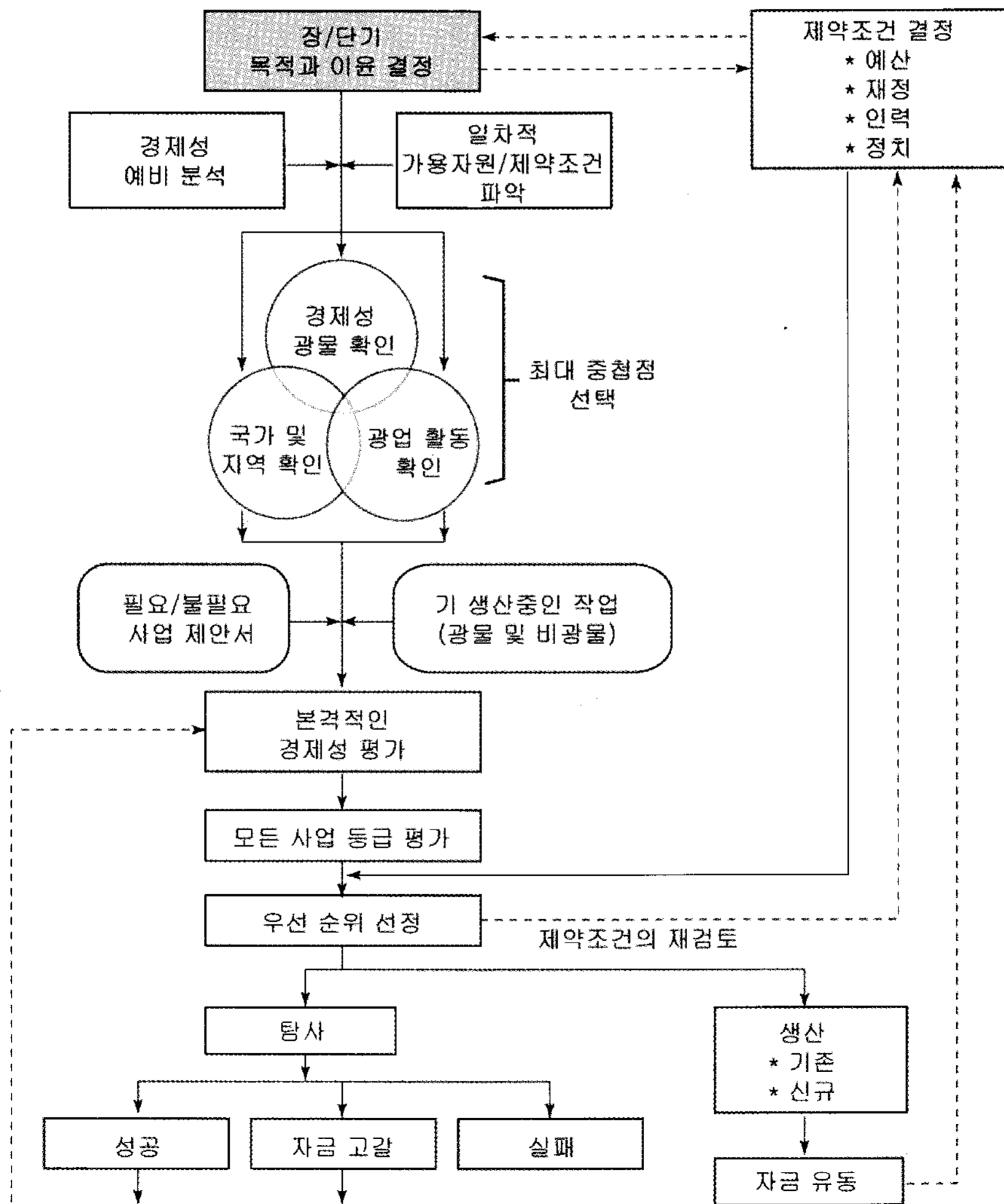


그림 8. 광산 탐사 및 개발의 경제성 평가 흐름도(Thomas, 1998).

업을 위해 목적과 가용자원이 일관되어야 한다 (그림 8). 이때의 제약조건으로는 재정, 예산, 전문 인력, 정치 환경 등의 요소들이 있으며, 광산 개발이 소요되는 정도에 따라 사업의 요구와 수행정도에 따라 변화한다.

새로운 사업은 기존의 사업 평가요소, 목적, 제약점들이 고려된 예비 정보에 기초한 분석이 우선시 되어야 한다. 기업이나 정부는 광물자원개발의 성공 가능성이 높은 프로젝트를 선정하며, 이때 최우선적으로 고려할 핵심요소는 수익성 있는 대상광종, 대상국, 대상광종의 광업 현황, 경제성 등을 복합적으로 고려하여 종합적인 평가를 통해 최대의 타당성을 도출하여야 한다. 제안된 다수 사업들 중에는 기존 사업 운영자로부터의 제안서 뿐 아니라 광물 개발 사업과 관련된 사업 또는 그 외의 농업, 운송시설 등 광업과 비관련 분야의 제안서까지 고려하여 평가한다. 제안된 모든 사업에 대하여 주어진 목적, 제약점, 장래 사업의 특성에 따라 경제성 평가를 수행하고, 사업의 등급을 평가한다. 결정된 등급에 따라 자원은 가장 타당한 사업에 배분될 수 있고, 이는 기존의 제약점에 따라 다시 재조정될 수 있다. 결정된 탐사의 시행 이후에는 실패, 자금고갈, 성공의 3가지 결과를 얻을 수 있으며, 자금의 부족과 탐사 성공은 새롭게 주어진 자금의 할당으로 또 다른 사업에 착수할 수 있다(Thomas, 1998).

결 언

해외광물자원 개발 사업은 국가 자원안보적 측면에서 반드시 수행되어야 하는 사업이지만, 국내 광물자원개발사업에 비하여 국제 광물자원시장의 가격 변동, 환율, 국가위험도, 정보의 제약 등 다양한 위험요소를 포함하고 있다. 따라서, 지질학적, 개발타당성, 시장경제적 각 측면의 가치 평가를 구체적이고, 효율적으로 실시하고, 이

에 따른 위험도를 최대한 정확하게 검토하여야 한다. 또한 사업성 평가는 주어진 환경의 변화에 따라 지속적인 유동성을 갖고 있으므로, 사업 시행과 더불어 단계적, 지속적인 평가가 필요하다.

자원·에너지 안정공급은 기본적으로 국가 산업의 경쟁력을 유지 강화하기 위한 전제 조건이며, 동시에 국가 경제안전보장의 기본요건으로 강조되고 있다. 현재 세계적인 금속자원 및 에너지 시장의 수급불안정에 의한 가격상승과 함께 국가적 차원에서 원료자원에 대한 안정공급 필요성이 재인식되고 있으며, 이러한 국제자원시장의 현실에서 해외자원개발에 대한 정부 및 국내 기업의 사업 투자는 필수불가결한 요소로 강조되고 있다. 따라서, 해외광물 자원개발 사업에 있어서의 합리적이고, 구체적인 평가시스템은 효율적인 사업의 선정과 투자 위험도의 최소화를 위한 매우 중요하고 필수적인 과정으로 요구된다.

사 사

이 연구는 산업자원부의 전력산업 인프라구축 지원 사업을 위한 정책사업인 "전력산업과 자원개발의 해외동반진출 전략 연구"에 의하여 수행되었으며, 논문 심사 시 유익한 조언을 주신 고상모 박사님께 깊은 사의를 드립니다.

참고문헌

- 박준선 (2005) 시뮬레이션을 이용한 미래형 리스크 분석: 스프레드시트 모델링과 크리스탈볼. (주)이레테크, 군포, 549p.
- 한국자원정보서비스 (2007) 주요 금속의 가격 통계. www.kores.net.
- Australian Joint Ore Reserves Committee (1996) Australasian code for reporting

- of identified mineral resources and reserves(JORC Code). Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Carlton, Victoria, Australia, 19p.
- Bhappu, R., and Guzman, J. (1994) Mineral investment decision making: a study of mining company practices. Paper presented at the Third Annual Meeting of the Mineral Economics and Management Society, March 24-26 at Washington, D.C.
- Charles, J.M., Michael, M.G.W., and Anthony, M.E. (2006) Introduction to mineral exploration. Blackwell Publishing, 481p.
- James, M. (2006) The competitive position of countries seeking exploration and development investment. In: Doggett, M.E., and Parry, J.R. eds. Wealth creation in the minerals industry: integrating science, business and education. Society of Economic Geologists Special Publication 12, 109-125
- John, G., and Peter, G. (2002) Introduction. In: Stone, J.G., and Dunn, P.G. eds. Ore reserve estimates in the real world. Society of Economic Geologists Special Publication 3, 1-6
- Kirk, W.S. (1998) Iron ore reserves and mineral resource classification systems. Skillings Mining Review, June 6.
- Kojima, S. (2002) Stable supply of mineral resources. 31p. <http://www.rieti.go.jp/jp/projects/koubutsu/pp01r001-r0712e.pdf>
- Otto, J. (1992) Criteria for assessing mineral investment conditions. in: Otto, J., and Waelde, T. eds. Mineral investment conditions in selected countries of the Asia-Pacific region, United Nations ST/ESCAP/1197, United Nations Publications, New York, 6-34.
- Richard, E., and Keith A. (1986) Ore deposit geology. Chapman and Hall, 456p.
- Snowden, D.V. (2001) Practical interpretation of mineral resource and ore reserve classification guidelines. in: Edwards, A.C. ed. Mineral resource and ore reserve estimation - the AusIMM Guide to Good Practice, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne, 643-652
- Open University (1996) Resource exploitation (Metal 2). The Open University, 146p.
- Thomas, F. (1998) Evaluating mineral projects: applications and misconceptions. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc., 153p.
- United Nations (1996) United Nations international framework-classification for reserve/resources. Economic and Social Council, Energy/WP.1/R.57.
- U.S. Bureau of Mines and U.S. Geological Survey (1980) Principles of a resource/reserve classification for minerals. U.S. Geological Survey Circular 831, 9p.
- USGS (2007) Minerals Yearbook. United States Geological Survey, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/myb.html>.