

# 歐美各國鑛業界的最近動向\*\*

金 滙 基\*

## 1. 世界鑛業界的概況

現在世界的으로 商業的 規模로 제공되고 있는 鑛物은 兪르광물을 除外하고 70餘種에 달하는데 이중 約 30種의 主要 金屬 및 非金屬 鑛物이 全 自由世界 鑛物 生産量의 約 95%를 占有하며 그 生産額은 1970年度에 美貨로 近 240億이 達하는 것으로 推산되고 있다. 이 들 中 生産액 順位로 보면 工業用鑛物에 屬하는 시멘트 原料가 첫째이고 그 다음은 Base metal group의 銅鑛石, 다음에 鐵鑛石, 金, 亞鉛, 鉛, 니켈, 錫, potash, 알미늄原鑛, 鑛, 銀, 망간의 順位이다.

1970年度 比 1985년까지는 鑛産物 수요가 約 倍增할 것으로 예상되고 있는데 이는 年平均增加率 4.5% 以上 유지할 것이라는 推定이다.

Skinner's Mining Yearbook에 의하면 시멘트, 알미늄, 鐵鋼, 肥料鑛物 關係會社를 제외하고 約 600個가 실려 있는데 이중 約 100個 會社가 年間 販賣額이 5,000萬弗 以上의 規模를 가진 會社들이다.

美國의 Anaconda會社 같은 경우는 資産 총액이 近 20억불이고 年販賣量도 10억불을 上廻하는 水準이다.

이들 鑛業會社들의 構造的 類型을 보면 다음 네가지로 大別할 수 있다.

첫째로 英國의 National Coal Board나 Bolivia나 Indonesia의 Tin처럼 國營企業의 形態를 가진 會社들이다.

둘째로는 Manufacturing Miners라고도 일컬어지고 있는 探鑛, 採鑛, 製鍊, 加工, 販賣 一貫의 수직적 統合形 企業 즉 Vertical Integrated 된 會社 들이다,

이들은 흔히 그들이 探掘하는 鑛物自體보다는 오히려 市場에 販賣되는 最終製品으로서 더욱 알려진 경우가 흔하다. 例를 들면 알미늄 製品의 경우는 Alcoa, Kiynolds, Kaisa, Alcon會社들이, Asbestos 製品은 Johns Manville, Nickel 製品은 Inco가, Molybdenum

製品은 Amax, Perroalloy는 Union Carbide, Magnesium은 Dow Chemical 等이다,

셋째로는 企業의 수직적 統合보다는 各國에서 鑛山을 개발하는 국제적 광업회사 的 形態이다. 이들은 大部分 둘째 類型인 수직적 統合형태의 鑛業會社를 根幹으로 해서 국제적으로 水平的으로 進出하는 경우가 흔한데 銅鑛業系, 니켈 鑛業系, 鉛, 亞鉛鑛業系 主要會社들이 여기에 主로 참여하고 있다.

넷째로는 特定鑛體의 探掘에만 局限해서 稼行하고 있는 會社들이다. 우리나라 大韓重石도 이 범주에 屬하는 會社로 간주할 수 있을 것이다. 最近 大韓重石이 Ammonium Paratungstat 製品工場 建設을 하고 있는 것은 수직적 發展形態라 할 수 있으며 이와 같은 發展은 類似한 여건下에 있는 Union Carbide 會社의 Pine Creek 鑛山에서는 일찍부터 실시되어오고 있는 것이다.

앞에서는 鑛業會社의 構造에 關한 靜的 觀察에 依한 分類이지만 動的인 시찰을 한다던

첫째로 鑛山開發에 所要되는 投資의 巨大化 現象이 두드러지게 나타남에 따라 一個 會社 만에 依한 開發이 어렵게 되고 또 鑛山의 位置가 최근 大部分 資本 축적이 比較的 적은 國家에서 發見되어 多會社 多國間 協力化 現象이 나타났다. 이로 因해 形成되는 것이 多會社, 多國籍 企業의 出現이다.

호주의 Robe River, Iron Project 같은 것은 約3억불의 投資가 所要되고 남아 연방의 Palabora Copper Project는 Open pit, Copper mining, Concentrator, smelter, Complex 등으로 1천 1백만 불이 所要되어 財源週達도 Rio Tinto Zinc, Newmount Mining, Amax 等 多國籍으로 合資會社가 設立되었고 거기에 다 株式上場에 依한 株式公募와 또 精鍊을 할 西獨의 製鍊會社와의 長期계약 等 多枝한 方法을 動員하고 있다.

最近의 經驗으로는 金, 銀, 鑛開發의 경우는 흔히 그 投資規模가 1000~1500萬弗, 鐵鑛, 鋁, 鋁사이트 等

\* 本學會 第5次 定期 總會 講演

\*\* 科技處 情報管理官

은 1억불代, 銅鑛은 1.5~2억불代의 巨大規模 投資가 흔하게 되었다.

둘째로는 鑛業會社들의 合併 또는 新規投資에 依한 統合化(Integration) 또는 多邊化(Diversification) 現象이다. 石油會社들의 유라늄, 니켈, 石炭 Tar Sands, Oil shale 等 分野進出에 依한 多邊化 現象은 두드러진 것으로 美國의 Anti-trust法에 依한 規制로 이룩하지 못한 Kennecott會社의 Peabody Coal 合併計劃을 비롯한 Homestate Mining과 Bunker Hill, Utah Construction과 Bunker Hill 等を 除外하고도 St. Joseph Lead의 Hanna Mining 會社, Continental oil의 Consolidate Coal合併, Occidental oil의 Island Creek Coal 合併, Essex Wire와 Cerro Corp. Cyprus Mines와 Rome Cable, Le Nickel과 Pennaroya, Newmount Mining과 Magma Copper의 合併 等 美國 뿐만 아니라 프랑스, 日本, 이태리, 호주 等 여러 나라에서 이런 현상은 점차 증가하고 있다.

한편 鑛業會社들의 多邊化 현상은 鑛種面에서 뿐만 아니라 地理的 面에서도 증가하고 있는 추세이다.

統合化의 徑路로는 鑛種보다 그 樣態가 다르지만 흔히 알미늄의 경우는 Fabrication에서 製鍊, 採鑛으로 가는 後方的 統合(Bacward Integration) 形態를 흔히 취하고 있는 反面 銅鑛은 反對로 前方的 統合(Forward Integration)을 擇하는 樣態가 더욱 흔하다.

最近 歐美 鑛業界가 當面하고 있는 最大의 과제가 있다면 이는 바로 鑛業으로 因해 發生되는 公害 및 環境變化에 對한 社會的 책임 문제이다.

美國의 鑛務局이나 地質調査所 모두가 연구 조사 사업의 핵심적 焦點이 環境保全에 두어지도록 배려를 하고 있다.

그래서 廢棄物의 處理方法 같은 것은 가장 높은 우선 순위를 가진 研究事業으로써 美國 鑛務局에서 적극적으로 推進하고 있고 其他 研究事業도 소위 “환경 딱지(Environmental Tag)”를 부여야 하는 정도로 中 극적 목표 중의 하나가 되어가고 있다.

또 한가지 국제적으로 광업계에 나타나고 있는 主要한 事業 中の 하나는 政府 및 主要 巨大 企業에 依한 資源外交의 積極化 現象이다.

自給을 原則으로 하는 소련을 비롯한 共產國家들도 소련의 경우 칠레, 알제리아, 모로코, 에집트 等 國家에 對한 資源개발 보조정책과 이와 같은 政治理念具現을 위한 수단으로서의 資源外交와는 달리 상업적 實利 위주로 未開發 資源을 가진 後進國에 對한 開發지원을 積極화하고 있는 日本과 노르웨이, 프랑스, 等 여러 나라와 또 美國 等의 政府 및 民間 界의 투자 協력이 크게 促進되고 있다.

日本은 海外資源開發의 要員 양성을 위해 최근 資源開發大學까지 세워 광업경영, 관리자 훈련을 시도하고 있다.

또한 국제 연합을 통한 後進國의 資源開發 지원사업도 1960年代 中반에서 부터 지금까지 1億弗 以上이 投入되어 約 6億弗의 開發投資를 유도했고 아울러 約 120억불 以上の 채취가능 광량을 개발했다고 알려졌다.

작년도에만도 世界各地에서 약 47個의 U. N. 개발 자금 지원에 의한 광물자원 탐사개발 사업이 進行 中이다.

## 2. 稼行기술 및 방법의 추세

鑛業은 製造業에 비해 일반적으로 研究 개발비 투자와 相對的으로 低位水準이고 또 그렇기 때문에 最近에는 광업기술이 다른 산업기술을 先導한 예는 극히 드물고 타산업 기술의 開發過程에 따른 낙수효과(Spill-Over effects)에 힘입은 기술의 진보가 大部分이다.

探査分野에 있어서는 自由 世界 통털어 年間 約 2萬弗의 資金이 搬入되는 것으로 알려져 있고 美國의 대규모 광산회사의 경우 年平均 200~300萬弗 정도의 탐사비 支出은 흔히 볼 수 있다. International Nickel 會社는 年 約 180餘萬弗이나 채광비로 지출하는 것으로 有名하다. 探査가 鑛業에 있어서 아주 費用이 많이 먹는 단계이긴 해도 캐나다 Quebec 洲에서의 1945~1961年間의 탐사실적으로는 每1弗의 탐사비 지출로 95弗 상당의 鑛產物 生産額 또는 鑛量의 증가가 되었다는 것은 探査效果를 잘 나타내 주는 例라할 수 있겠다.

探鑛分野에 있어서는 두드러진 추세가 費用 절감을 위한 ① 大規模化(Larger Scale) ② 作業의 高速化(Higher Speed) ③ 作業의 連續化(Continuous Operation) 等이다.

探掘의 大規模化 例는 美國의 Anaconda會社 所有의 Arizona 洲 所在 Twin Butte鑛山의 경우 地表로부터 약 140m 下部의 0.5~0.7% 銅鑛을 探掘하기 위해 表土除去만도 에집트의 유명한 아스완 댐 建設에 所要된 量과 맞먹는 2億톤이 되고 Open pit의 直徑이 地表에서 1.5mile이 되는 큰 規模이다.

發破面에서의 大規模化 例로는 International Nickel 會社의 Froid 鑛山에서 464톤의 화약으로 525만톤의 암석발파를 한 것이나 American Metal Climax 會社의 Climax 鑛山에서 glory hole 굴착시에 208톤의 폭약으로 850만톤, 미네소타의 한 Taconite 鑛山에서의 850만톤의 Slurry로써 130만톤 발파 等이다.

大規模化 계획은 무엇보다 大規模 鑛山機械 製作, 使用추세가 主된 推進力이다.

爆削面에서의 使用추세는 1950年代 後年과 1960年代의 Open pit operation에 혁명을 가져왔다고 볼 수 있

는 AN/FO가 Slurry blasting agent(SBA)의 등장으로 점점 그 중요도가 감소하고 있다.

AN/FO의 사용이 미국의 경우 1955년 후에서 1966年度에는 70만톤에達했었고 이로 인해 Taconite 鐵鑛山의 경제성 유지에 크게 기여했다고 했다.

한편 SBA는 AN/FO의 長點 以外에 AN/FO의 短點은 가지고 있지 않아 SBA의 進出이 더욱 加速化될 것으로 예상되고 있다.

核爆劑의 岩石發破에의 적용은 美國 原子力委員會와 Kennecott 會社와의 共同 事業인 Project sloop를 基金으로 實用化 段階를 넘나보고 있다. 10 Kiloton devise가 약 35萬弗, 그 Megaton devise는 약 60만弗에 使用할 수 있어 이것으로 岩石 ton當 3~6cent에 發破가 가능해질 수 있다는 것이다.

굴착면에 있어서는 piston 혹은 hammer에 의한 Percussion方法, drog bit 또는 roller bit에 의한 rotary 方法, 그리고 jet piercing. 等 以外에 새로이 여러 方法들이 새로이 등장, 實用化를 위한 개발단계에 있다. 이들을 열거하면

1. Fusion and vaporization drilling 方法으로는

① Electric arc ② Electric heaters ③ Electron beam ④ Nuclear ⑤ Plasma ⑥ Laser 等の 使用方法이 있고

2. Thermal spalling drilling 方法으로서는

① Electric disintegration ② Forced flame ③ High frequency electric ④ Induction ⑤ Jet piercing ⑥ Microwave ⑦ Terra jetter

3. Mechanical drilling 方法으로는

① Pellet ② Spark ③ Turbine ④ Ultrasonic 等 이 있고

4. Continuous penetrator drilling 方法으로서는

① Erosion ② Explosion ④ Implosion

5. Chemical drilling 方法으로는 Fluorine의 使用法이 있다.

tunnelling에 있어서는 地下 核爆發 實驗用 堅抗굴착과 大規模 上下水道用 tunnel 굴착사업의 영향을 받아 大規模 抗道굴착과 高速굴착 技術이 크게 發展을 보이고 있다.

坑道掘進 速度가 一週間に 겨우 1 foot 정도 밖에 진척 못하는 一世紀 時代에서 17世紀에서의 2feet, 黑色火藥을 使用하고서 부터의 19세기 前年の 1週間 4~12 feet,, 기계적 drilling에다 고성능 폭약을 사용하기 始作한 19세기 後年の 25~105 feet와 今世紀에서 널리 채용된 drill—blast method에 의한 boring machine으로서의 계속작업에 의한 150~800 ft/week

수준으로 굴착의 高速化가 實用化 되었다.

美國에 있어서 1980年代 非採鑛用 坑道の 80%가 tunnel borer에 의한 굴착작업이 이루어질 것으로 예상되고 있다.

한편 작업의 계속 화면에 있어서는 앞서 例示한 continuous tunnel borer도 그 한 예이지만 제련 分野에 있어서는 WORCRA process로 알려진 金屬의 계속제련법과 英國 Imperial Smelting 會社의 Imperial Smelting furnace 方法은 이미 그 사용처가 크게 확대되어 최근 世界 亞鉛生産의 약10%, 鉛 生産量의 6%가 ISF 方法으로 생산되었다고 알려졌다.

選鑛, 抽出 技術면에 있어서는 flotation process의 등장이전 iron ore의 pelleitzing 方法을 제외하고는 변혁적 技術의 진보가 없다고 보는 견해가 지배적이긴 해도 侵出法에 의한 抽出 技術면에서는 상당한 진보가 있었다고 보아야 할 것이다.

탐사기술면에서는 세계적으로 보아서는 1960년대에 科學的 證명을 할 수 있었던 Theories of Sea Floor Spreading and Continental Drift와 數理地質學 및 Computer에 의한 자료 처리기술이 탐사에 있어서 가장 큰 변혁을 초래할 수 있는 發展으로 간주되고 있다. 그래서 흔히들 통합된 탐사 방법이라 해서 地質的 geological study 에다 geophysical, geochemical 탐사도구와 理論의 적용 그리고 여기에다 數理地質學의 분석방법의 併用을 하게 되었다.

mathematical geology란 地質學의 數學化 접근 방법이라 할 수 있다. 地質學의 궁극적 문제는 항상 numerical한 것이기 때문에 地質學 過程의 特性을 確率 特性으로 理解하는 것이 mathematical geology의 目的이다. 이 mathematical geology가 地質現象의 stochastic 즉 probabilistic 特性을 이해하기 위한 확률론, 수리통계학 및 이에 상응하는 computational mathematics을 道具로 使用함으로써 geological process에 對한 modelling을 시도하는 것이다. 1920년대부터 미미하게나마 시도되어 1940년대에는 朝鮮, 英國에서는 한때 malytical geology로서도 알려졌다.

An drew B. Vistelius를 中心으로 한 朝鮮 과학 아카데미의 數理地質學 연구소의 활동이나 독일의 1920년대의 Niggli에 이은 研究와 美國의 Krumbein 교수 를 비롯해 始作된 이 分野의 학문의 연구가 우리나라에서도 신속히 이루어지게 되기를 바란다.

mathematical geology가 다루는 分野로서는 single random variable에 對한 確率分布特性研究, paragenesis 研究에 관련된 문제, 地質斷面 및 profile에 對한 分析, 그리고 地質特性的 mapping에 관한 것 등이다.