

우리나라의 物理探查技術과 課題

資源開發研究所長 玄 炳 九

Abstract

우리나라에서 本格的으로 物理探查를 試圖한것은 1958~1960년에 實施한 航空磁力探查로서 그後 現在까지 不過 20년이 지나지 않았다. 그間 物理探查의 技術發展으로 資源探查分野에 많은 貢獻이 있었다.

現在까지 主로 適用된 分野는 鐵資源探查를 爲한 磁力探查, 地下水調査를 爲한 電氣比抵抗探查銅, 鉛等の 硫化金屬鑛物探查를 爲한 各種 電氣探查, 第3紀層 地質構造와 땀工事, 工業團地造成等の 基盤岩調査, 그리고 鑛山의 坑內 出水調査等を 爲한 彈性波探查, 우라늄資源을 爲한 放射能探查, 그리고 海底地質 및 資源調査를 爲한 海上物理探查等이다.

이와 同時에 石炭層調査를 爲한 電氣探查 및 Model研究磁力探查의 電算處理 適用, 그리고 鑛物 및 岩石의 物理的 性質等 學術分野에 對한 基礎研究도 繼續하여 왔다.

우리나라에 있어 物理探查의 適用條件은 比較的 險岳한 地形, 復雜한 地質構造, 鑛床의 不規則 또는 小規模의 發達과 散在等이다. 이와 같은 特徵은 探查解析의 精度를 높이기 爲하여 보다 高度의 科學技術問題의 解決을 要求하고 있으며 이와 同時에 現代的 探查方法과 研究開發로 對象資源의 探查地域擴大와 地下深部 探查等이 當面課題이다.

技術課題로서는 石炭 및 其他資源에 對한 物理檢層探查, 慶尙系 地質構造究明을 爲한 彈性波探查 및 重力探查의 適用, 航空磁力, 電磁 및 放射能探查 및 海洋의 各種物理探查의 技術開發이 있으며 그外 探查資料의 電算處理技術 및 地球科學의 基礎研究等이 있다.

1. 序 論

우리나라 國土의 約 80%以上은 山岳地帶로서 險岳한 地形으로 形成돼 있고 地質條件은 古期層의 岩石이 廣範하게 分布하며, 第三期層의 分布는 極히 狹少하다. 古期層은 大部分이 變成岩과 火成岩으로 構成돼 있고 堆積層은 韓半島 東南部に 分布한 慶尙盆地와 沃川地向斜의 一部地帶에 構成하고 있다. 地體構造上 南韓은 北으로부터 차례로 京畿陸塊, 沃川地向斜, 小白山陸塊 慶尙盆地로 大別되고 大體로 北東-南西의 方向

性을 지니고 分布하고 있으며 復雜한 地質構造를 가지고 있다.

이와 같은 地形 및 地質條件下에 分布된 鑛床은 大體로 不規則하고 小規模로 發達하며 散在돼 있어 探查에 對한 어려운 與件을 形成하고 있다. 이와 같은 事實은 野外에서의 物理探查資料 獲得段階에서 探查解析에 이르기까지 現代的 探查裝備에 依한 精密한 調査와 高度의 解析技術을 要求하고 있어 많은 研究課題를 提記하고 있다.

解放後 30년이 經過하였다. 우리나라의 物理

探査는 1958年을 基點으로 생각할 때 18年間이며, 其間 物理探査가 어떻게 發展되어 왔는지를 探査內容에서 考察하고, 探査分野別로 發展過程을 살펴보고져 한다.

2. 物理探査 技術現況

우리나라 物探人口는 大略 200名内外로 이들은 大學, 研究所 鑛業會社等에 分散해 있다. 大學은 理論과 Model基礎研究의 主導役割을 擔當하였고, 鑛業會社는 會社의 方針에 따른 探査를 進行하였다. 우리나라 全國土를 對象으로 廣域 調查, 概査, 精密調查를 擔當하고 있는 資源開發研究所는 探査의 中心機關으로 가장 活潑한 探査業務를 進行시키고 있다.

各機關에서 現在까지 適用된 分野는 鐵資源探査를 爲한 磁力探査, 地下水調查를 爲한 電氣比抵抗探査, 銅, 鉛等の 硫化金屬鑛物探査를 爲한 各種電氣探査, 第三紀層, 質地構造와 掘工事, 工業團地造成等の 基盤岩調查 그리고 鑛山의 坑內出水調查等を 爲한 彈性波探査, 우라늄資源을 爲한 放射能探査, 그리고 海底地質 및 資源調查를 爲한 海上物理探査等이다. 이와 同時에 石岩層調查를 爲한 電氣探査 및 Model研究, 磁力探査의 電算處理適用 그리고 鑛物 및 岩石의 物理的 性質等 學術分野에 對한 基礎研究도 繼續하여 왔다.

우리나라 物理探査裝備는 거의 全部가 外國製이며 國產品은 全無狀態이다. 探査의 發展過程은 새로운 探査裝備의 導入과 密接한 關聯이 있다. 特히 高價이고 精密한 探査裝備의 導入은 遲延되고 있는 狀態이며 航空物理探査裝備는 全無로서 國內技術에 依한 航空物理探査는 現在로서는 全히 實現 못하고 있는 形便이다. 國內에서 가장 多樣한 物理探査裝備를 保有하고 있는 資研의 裝備現況은 附表와 같다. 表에서 보는 바와 같이 모든 裝備는 Analog System이고 Tape를 利用한 Digital System은 아직 未備狀態로서 資料電算處理의 積極化가 遲延되고 있으나 磁力探査만이 部分的으로 解析段階에서 電算處理適用이 되고 있는 形便이다. 海上物理探査裝

備의 導入은 1970年度 부터 始作하였고 主로 淺海底探査裝備로서 港灣과 洩海底의 國土利用을 爲한 探査이고 deep Penetration裝備는 아직 갖추지 못하였다.

이와같은 裝備로서 資源調查가 어떻게 進行되었는가를 分野別, 年度別로 큰 Project를 中心으로 大略 살펴봄으로서 技術現況에 代身하고 다음 課題에 對하여 생각해 보기로 한다.

磁力探査

우리나라의 物理探査事業中 가장 活潑한 事業이 磁力探査였다. 主로 鐵資源을 찾기 爲한 事業으로 1958~1959년에 걸쳐 用役에 依한 航空磁力探査가 太白山地域, 慶尙盆地內의 一部를 對象으로 實施되었다. 航空探査는 Aero Service Corporation所有 Apache號에 依하여 總13,000 mile以上이 調查되었다. 이 事業은 우리나라에서 最初로 實施한 資源調查를 爲한 廣域探査로서 探査結果에 對하여 必然의으로 地上確認探査가 遂伴되었다. 地上確認探査는 1960년부터 始作되었으며 가장 간단한 Dip Needle로 부터 始作해서 SharpeA-3를 거쳐 Askania의 Schmitt Type Magnetometer와 ABEM의 Magnetometer를 거쳐 Proton Precession Magnetometer로 發展하였다. 探査裝備의 精密化 現代化에 따라 解析을 뒷받침하기 爲한 岩石帶磁力測定計와 殘留磁氣測定을 爲한 Spinno Magnetometer가 갖추어졌다.

한편 海上磁力探査는 1963年 小延坪島近海에서 처음으로 實施된 後 中斷되었다가 1969年 韓半島 周邊의 大陸棚을 對象으로 航空磁力探査가 實施되었다. 이는 ECAFE.CCOP後援으로 美國海軍 海洋研究所 所屬 DC-4 Air Craft에 依하여 探査되었으며 200,000km²의 面積을 對象으로 約 40,000 Line km以上이 測定되었다. 探査結果는 Digitizing된 後 全磁力 圖面으로 作成(1:250,000)되었고, 解析은 堆積盆地 分布規模와 磁力基盤까지의 Relief가 計算되었다.

이와 같은 解析研究는 獨逸 地質調查所와 共同으로 進行되었고 모든 解析은 電算處理方式에 依하였다. 1970年 以後는 Varian船上磁力計를

保有하게 되어 海上磁力探査가 實施되고 船位決定은 Raydist Navigation System을 利用 國內技術者에 依하여 資料가 處理되고 있다.

重力探査

우리나라에서 最初로 重力計를 使用한 것은 1963年 11月 Worden重力計를 利用한 浦項地域의 第三紀層 構造調查였다.

이 調査를 基點으로 해서 重力探査는 慶尙盆地地域에 擴大되어 進行中에 있다. 한편 鑛物資源探査를 爲한 重力探査가 勿禁 및 京仁鑛山에 實施된 바 있으나 鑛床調查의 利用은 極히 작고 主로 堆積盆地內에서의 重力基盤調查가 實施되고 있다.

最近 重力測定은 새로 導入된 Lacoste & Romberg重力計를 主로 利用하고 있으며 全國 重要地點에 對한 絕對重力綱이 形成되었다. 우리나라에서 重力圖가 作成돼 있는 地域은 慶尙盆地 沃川地向斜南部, 浦項地域等이다.

海上重力探査는 國內에 海底重力計가 導入돼 있지 않은 關係로 國內技術者에 依하여 調査가 實施되지 못한 形便이고 大陸棚 石油鑛區 地域內의 一部에 對해서는 外國石油會社에 依하여 重力探査가 實施되어 海上重力圖가 作成되었다. 重力圖가 作成돼 있는 地域은 二鑛區, 四鑛區, 七鑛區內의 第三紀層 分布地域으로 第三紀層 構造研究에 使用되고 있다.

彈性波探査

多成分(24ch)彈性波 探査裝備가 1964年 처음으로 國內에 導入됨에 따라 浦項地域 第三紀層의 構造調查가 始作되었다. 鑛山調查에 利用한 것은 枋鳴黑鉛鑛山에서의 構造調查를 비롯해서 土木地質과 關聯된 基盤岩調查, 工業園地 基盤調查等에 利用되었다. 또한 鑛山の 坑內出水調查를 爲한 彈性波探査가 枋鳴鑛山 및 報恩鑛山에서 實施되었다.

한편 海上彈性波探査는 Huntec會社에 依하여 1963年 浦項灣內에서 實施된 以來 中斷되었다가 1972年內에 Air Gun Profile System이 導入되면서 부터 西海에서 淺海底 彈性波探査가 實施

되어 海底地質 構造調查가 實施되었고, 1973年 Uniboom Profile System의 導入으로 臨海工業園地 周邊海域의 基盤調查가 國內技術者에 依하여 여러곳에서 調査되었다. 海底面調査는 現近 Side Scan Sonar에 依하여 調査되고 있다.

한편 大陸棚의 石油探査를 爲한 彈性波探査는 Digital Seismic System에 依하여 CDP方法의 調査가 廣範圍하게 外國石油會社에 依하여 實施되었으며 이들 野外資料는 電算處理後 記錄斷面으로 作成되어 大陸棚 海底構造研究에 利用되고 있다. 아직 國內에는 Digital Seismic System이 導入되지 않고 있는 形便이며 따라서 電算處理를 爲한 Software開發이 着手되고 있지 않은 狀態이다. 國內에서는 屈折法에 依한 調査가 主로 進行되었고, 따라서 深部構造研究를 爲한 反射法은 未開發狀態이나 가까운 將來에 Digital Seismic System의 導入이 이루어지면 堆積層地帶의 地質構造究明을 爲한 彈性波探査가 實施될 豫定이다.

電氣探査

우리나라의 電氣探査는 1960년부터 始作되었다. 硫化鑛物, 石炭, 黑鉛의 探査方法으로 가장 널리 使用한 方法이 自然電流法測定이었다. 其後 地下水 開發事業 및 傳導性 鑛物資源調查에 比抵抗探査가 廣範圍하게 適用되기 始作하였고 1968年 처음으로 I.P.System이 導入됨에 따라 銅, 鉛等 硫化鑛物深部探査에 適用되었다.

電磁探査

U.N.D.P資金에 依한 航空電磁探査가 1975年 4월에 太白山地域 및 慶尙地域內의 選擇된 地域을 對象으로 Sander Geophysics Co, Canada의 用役에 依하여 調査되었다. 本 調査는 500m測線間隔으로 5,800km²의 面積에 對하여 12,000 Line km 以上을 飛行하였다.

本 調査에서 나타난 電磁異常은 兩地域에 對하여 約 100個所에 達하며 現在 地上確認探査가 進行中에 있다. 地上電磁 探査는 Geonics VLF EM-16에 依하여 調査되고 있으며 解析은 定性的段階에 머무르고 있다. 地上確認探査는 電磁

探查外에도 磁力探查를 並行하고 있으며 補助資料로서 地化學探查, 精密鑛床調查가 並行되고 있다. 一次調查結果 電氣探查나 重力探查가 必要할 때는 綜合的 探查를 實施하여 여러資料에 依한 解析으로 正確性을 期하고 있다.

放射能調查

우리나라의 放射能探查는 大體로 三期로 나눌 수 있다. 第一期는 1955~1958년에 携帶用 放射能探查器에 依한 Pegmatite型 放射能探查였고, 第三期는 1970~1972년에 車輛放射能探查가 沃川系 및 洛東統을 對象으로 實施되었으며, 第三期는 1973年以來 放射能精密探查 및 試錐孔內의 放射能檢層이라 볼 수 있다. 現在까지 航空放射能調查는 實施된 일이 없으며 地上探查도 Scintillation Counter에 依한 全放射能 測定段階로써 野外用 Spectrometry나 表土層이 두꺼운 地域에서의 Radon計測方法等을 爲한 裝備가 具備안된 狀態이다.

音波探查

우리나라 沿岸淺海地域을 對象으로 音波探查가 처음으로 實施된것은 1964年 浦項灣에서 Air Gun調查였다. 其後 音波探查裝備가 導入됨에 따라 臨海工業團地海域의 基盤調查가 國內技術者에 依하여 實施되고 있으며, Air Gun, Uniboom에 依한 海上探查가 西海에서 每年 實施되고 있다.

3. 將來的 課題

우리나라의 物理探鑛의 歷史는 20年 未滿으로 他分野에 比해서 짧으며, 이 分野에 從事하는 人口 또한 적다. 序論에서 記述한 바와 같이 地形, 地質, 鑛床規模等の 自然條件은 物理探查를 効率的으로 遂行하는데 있어서 여러 困難이 存在한다.

이와 같은 特徵은 探查解析의 精度를 높이기 위하여 보다 高度의 科學技術問題의 解決을 要求하고 있으며 이와 同時에 現代的 探查方法과 研究開發로 資源의 探查地域擴大와 地下深部探

査等이 當面 課題이다.

技術課題로는 石炭 및 其他資源에 對한 物理檢層調查方法確立과 解析方法研究를 遂行하여 非岩芯試錐를 遂行할 수 있게 함으로써 試錐費用을 節減하는 同時에 岩芯分析에서 얻을 수 없는 情報를 獲得하여 精密하고 迅速한 解析이 可能하도록 유도해야만 할 것이다.

우리나라의 彈性波探查는 Digital時代에 들어 가지 못하고 있다. 野外調查方法도 Digital裝備에 適合한 重合法을 하루 빨리 導入할 뿐 아니라 磁氣錄音資料의 處理를 爲한 Software開發을 서둘러야 할 것이고 이와 同時에 Digital Seismic裝備가 導入되어야 할 것이다. 이와 같은 基礎的 研究는 慶尙系 地質構造究明을 爲한 彈性波探查를 効率的으로 遂行할 수 있게 加速化할 것이며 彈性波探查의 Digital時代가 開始될 것으로 生覺된다. 이와 同時에 重力探查도 電算處理가 可能하도록 技術開發을 서둘러야 할 것이다.

우리나라는 全體적으로 볼 때 一部地域에 對해서만 航空探查가 外國技術者에 依해서 遂行되었다. 새로운 資源을 經濟的으로 早速히 探查하기 爲하여는 航空磁力, 電磁 및 放射能探查等の 調查를 自立할 수 있도록 技術을 向上해야 할 것이며 이에 關聯된 基礎的 研究를 早速히 着手해야 될 것으로 생각된다. 이와 關聯된 여러가지 問題가 있으나 資料電算處理를 爲한 技術開發도 重點을 두어야 할 것으로 생각된다.

우리나라周邊 大陸棚은 1969年以來 外國石油會社에 依해서 石油 및 天然 Gas를 對象으로한 重力 및 彈性波探查가 進行돼 왔다. 將次 海洋의 各種 物理探查의 技術開發은 海洋資源探查技術의 國產化를 爲해서 必然的이며 이에 수반되는 基礎研究와 先進技術의 導入 및 人的資源養成이 當面한 課題이다.

其外에도 여러가지 探查 및 精密解析技術을 向上하기 爲한 基礎研究 및 電算處理技術開發을 爲한 많은 努力이 要請되며 人的資源養成과 確保가 時急한 課題로 生覺된다.

4. 結 論

落後된 物理探査技術을 向上시키고 資源探査를 効率的으로 遂行하기 爲하여는 하루속히 先進技術을 導入하고 人材養成 및 新裝備確保等に 努力해야 할 것이며 頭腦를 組織化하고 當面한 技術의 課題를 正確히 把握하여 資源探査技術과 基礎研究를 並行發展시켜 將次는 外國에서도 資源探査를 効率的으로 遂行할 수 있도록 自體能力을 培養해야 할 것으로 生覺된다.

〈附表〉 우리나라物理探査技術進步의 概要年表

年 度	探査法 및 其他事項
1955~1958	携帶用放射能測定器를 利用한 Pegmatite 型 放射能調査
1958~1959	Apache號에 依한 航空磁力探査
1960	Dip Needle에 依한 鐵鑛調査
1960	S.P 및 Resistivity에 依한 硫化鑛物調査
1962	Sharpe A-3에 依한 鐵資源調査
1963	Worden重力計輸入 第三紀層地質 構造查 開始
1964	多成分 彈性波探査器(24成分)輸入 第三紀層 地質構造調査開始
1965	Jalender磁力計, 帶磁率測定器 輸入
1966	Hz-4磁力計 輸入
1967~1968	Mount Scpris車輛放射能計에 依한 放射 能調査 開始

1968	Varian海上用 核磁力計輸入 海上磁力探査開始
1968	HEINRICH I.P. 電探器輸入, I.P. 探査 開始
1969	Lacoste & Romberg重力計輸入, 慶尙盆 地重力探査
1969	GT-2B 12成分 彈性波探査器輸入 基盤岩 調査
1969	WIDCO LOGGER輸入, 試錐孔內의 物 理檢層開始
1969	韓半島 大陸棚 航空磁力探査
1970	Spinner磁力計輸入, 岩石磁氣研究
1970	Air Gun輸入, 海上音波探査開始
1970~1972	沃川系 및 洛東統車輛放射能調査
1971	ALOKA SCINTILLATION COUNT- R輸入 地上放射能探査開始
1971	DR-S NAVIGATION SYSTEM輸入, 海上電子船位 測定開始
1972	ALOKA放射能檢層計輸入, 放射能檢層開 始
1972	Side Scan Sonar輸入, 海底面調査開始
1972	VARIAN核磁力計輸入, 陸上에서 全磁力 測定開始
1973	UNIBOOM PROFILING SYSTEM輸入 海上基盤岩調査開始
1973	Mac PHAR I.P.電探器輸入
1975	VLF EM-16輸入, 地上電磁探査開始
1975	太白山 및 慶尙地域에서의 航空電磁探査
1976	資源開發研究所設立, 資源探査의 組織化

집 집 마 다 과 학 생 활

사 람 마 다 일 인 일 기