

“資源과 國土建設에

이바지하는 遠隔探查技法”



朴景允
〈韓國건설기술연구원 研究委員〉

수년전 美國이 띄운 地球資源技術衛星(Earth Resources Technology Satellite, 후에 Landsat이라고 改稱)에서 찍힌 白頭山 隣近의 사진이 韓國의 신문지상에 나온 일이 있는데, 이때 많은 이가 이 寫眞을 보면서 이제 우리는 앉아서 가볼 수 없는 以北의 山川을 觀望하며, 資源까지 탐사하고 새 地圖도 만들어 낼 수 있구나 하고 탄복했던 것으로 기억이 생생하다. 이렇듯 寫眞 및 衛星·通信技術의 발달로 時時刻刻 변화하는 세계 各處의 상황을 우리는 안방에 앉아서 TV로 볼 수 있을 뿐만 아니라, 화면에 나타난 映像들을 電算機에서 처리하여 각종 情報資料로 변환, 또는 圖面化하여 사용하고 있다. 사람이 직접 현장에 나가서 탐사하지 않고도 遠距離에서 사진기나 어떤 探查機器를 사용하여 사물의 여러가지 物理的 特性을 조사하는 것을 遠隔探查 즉 Remote Sensing이라 한다. Remote Sensing 분야는 현대 첨단 종합 과학기술의 產物로서 광범위한 地域의 映像資料들을 순식간에 電算機로 처리하여 갖가지 政策決定에 필요한 資料의 중요한 獲得 手段이 되면서 情報

時代의 寵아로 등장되었다. 오늘 우리는 遠隔探查技術이 어떠한 것이며 이 기술이 Engineering과 資源探查등등 무엇에 사용되고 우리에게 주어진 환경에서 어떻게 활용해 나감이 바람직한가 살펴 보겠다.

◇ 遠隔探查의 基本原理

Remote Sensing技法의 기본원리는 마치 사람이 눈으로 사물을 보고 그에 관련된 갖가지 상황을 그때 그때 판단해 내듯이, 寫眞機나 Video Camera와 같은 특수 장비로 얻어진 映像資料를 분석하여 필요한 情報를 獲得하여 활용하는 것이다. 사람의 눈은 可視光線部分의 波長帶에서는 각종 色彩 分別力이 예민하나, 現今의 Remote Sensing 機器는 可視光線은 물론 紫外線, 赤外線 및 短波(Microwave)와 音波(Acoustic Wave)線등의 각종 波線이 이용되므로 지금까지 사람이 識別 못하던 갖가지 사실들을 탐색해낼 수 있다. 한가지 예를 들면 人工衛星에서 地球表面을 찍은 赤外線 사진으로 地表의 溫

度分布를 밤이나 낮에 관계없이 알아낼 수 있고, 또 이를 이용하여 밤과 낮의 溫度變化의 分布圖를 조사함으로써 地形의 특성 또는 여러가지 天然資源의 탐색에 중요한 자금을 도출해 내기도 한다. Radar와 같은 短波線이 사용되는 遠隔探査機器로는 구름에 가려있는 지역의 사진 촬영도 가능하다. 이러한 형태의 写真資料는 항간에 흔히 보는 사진과 다른 概念으로 되어있는데 하나의 사진은 수많은 點(Picture Element 또는 Pixel이라고도 함)의 집합으로 되어있고 각 點은 각 波長帶의 電波線強度를 나타내는 數字의 組合으로 되어있다. 이것은 마치 天然色 TV에 나오는 映像이 세가지 다른 色像의 波線이 한점, 한점에 모여서 總天然色 화면을 이루게 되는데 이 화면을 Video Tape에 녹화했다가 언제든지 필요할 때 다시 TV에 재현시킬 수 있는 원리와 같은 것이다. 이런 写真資料는 Digital화된 映像이라하여 電算機에 언제든지 入力시켜 필요한 용도에 따라 갖가지 방법으로 활용되고 있다.

Remote Sensing技法은 사람의 눈처럼 原理上으로는 가장 단순한것 같으면서도 그것이 실용적으로 사용되기까지는 여러가지 복잡한 고도의 기술을 필요로 하고 있다. 宇宙通信, 電算 및 情報處理 기술의 발전에 힘입어 現今의 航空 및 人工衛星 映像資料 활용은 写真識別이나 측량에 끝나지 않고 방대한 施設物이나 都市 주변의 環境變化 분석, 건축 및 토목공사에 요하는 地形 또는 해석의 기초자료로 쓰여지고 있다.

일반 写真의 활용은 누구나 알고 있으므로 여기에서 언급하지 않고 人工衛星사진의 경우를 살펴보겠다. 현재 지구 주위를 돌면서 映像資料를 地上에 송신하고있는 人工衛星은 수십개나 된다. 그중에 氣像衛星과 地球資源技術衛星(Landsat) 사진이 가장 널리 사용되고 있는데 이 Landsat은 1972년에 1호가 처음 발사된 후 세계 각처 수많은 映像資料가 受信되어 활용되고 있다. 1982年 7月 16日에는 제 4호가 발사된 바 있으며 여기에는 종전의 器機이외에 더 발전된 Thematic Mapper라는 새로운 映像 攝影機

를 장치하여 軌道에 진입되었고 1984년도초에는 이와 똑 같은 제 5호가 발사될 예정이다. 이 人工衛星은 한번 지나갈 때 100(MSS는 185)km의 폭으로 南北으로 계속하여 사진을 찍고 다음번엔 그 다음 地域을 차례로 촬영하여 地上 受信所에 그 때마다 送信한다 <그림-1> 人工衛星 地上受信所에서는 이 신호를 받아 몇가지 처리 절차를 거친 후 磁氣Tape에 錄化해두고 Microfilm도 만들어 資料室에 保管하였다가 需要者들의 요구에 따라 写真 또는 電算用(Computer Compatible) Tape의 형태로 보급되고 있다.

우리가 어떤 지역의 映像資料를 입수한 경우, 이것을 光學處理시스템이나 電算機를 사용하는 Remote Sensing資料處理시스템에 人力시켜 여러가지 계산과 처리과정을 거쳐 우리에게 필요한 情報資料로 변환시켜 활용하게 된다. 특히 요즘 우리가 관심을 갖는 것으로는 映像電算處理System인데 과거에는 이들 價格이 비싸고 규모가 커서 보급에 제한이 많았으나 최근에는 마이크로컴퓨터의 出現으로 전체의 값도 내려가고 있으며 近間에는 몇萬弗정도의 것도 나오고 있어 원격탐사기술이 널리 활용될 전망이 밝다. 이 중에 한가지 예가 요즘 개발되고 있는 HOTLIPS (Home and Office Technique for Local Image Processing Station)라는 시스템인데 이는 요즘 市中에 많이 나와있는 퍼스널 컴퓨터를 사용하여 航空 및 人工衛星 映像資料를 처리할 수 있게 되었다.

◇ 遠隔探査 映像資料의 活用

우리는 우리의 衣食住를 개선하기 위하여 끊임 없는 노력을 경주하고 있다. 값싸고 좋은 옷, 맛있는 음식, 그리고 평안한 안식처를 마련하기 위하여 부단히 工場을 지어야 하고, 團地를 조성하며 도로를 닦고, 교량을 가설하고, 댐을 축조하는 등 갖가지 시설들을 짓고있다. 이럴 때마다 이것들을 어디에다 부설할 것인가를 決定하기 위해서, 그리고 工事過程과 工事後의 관리를 잘 하기 위하여 현지를 답사하고 측량하며

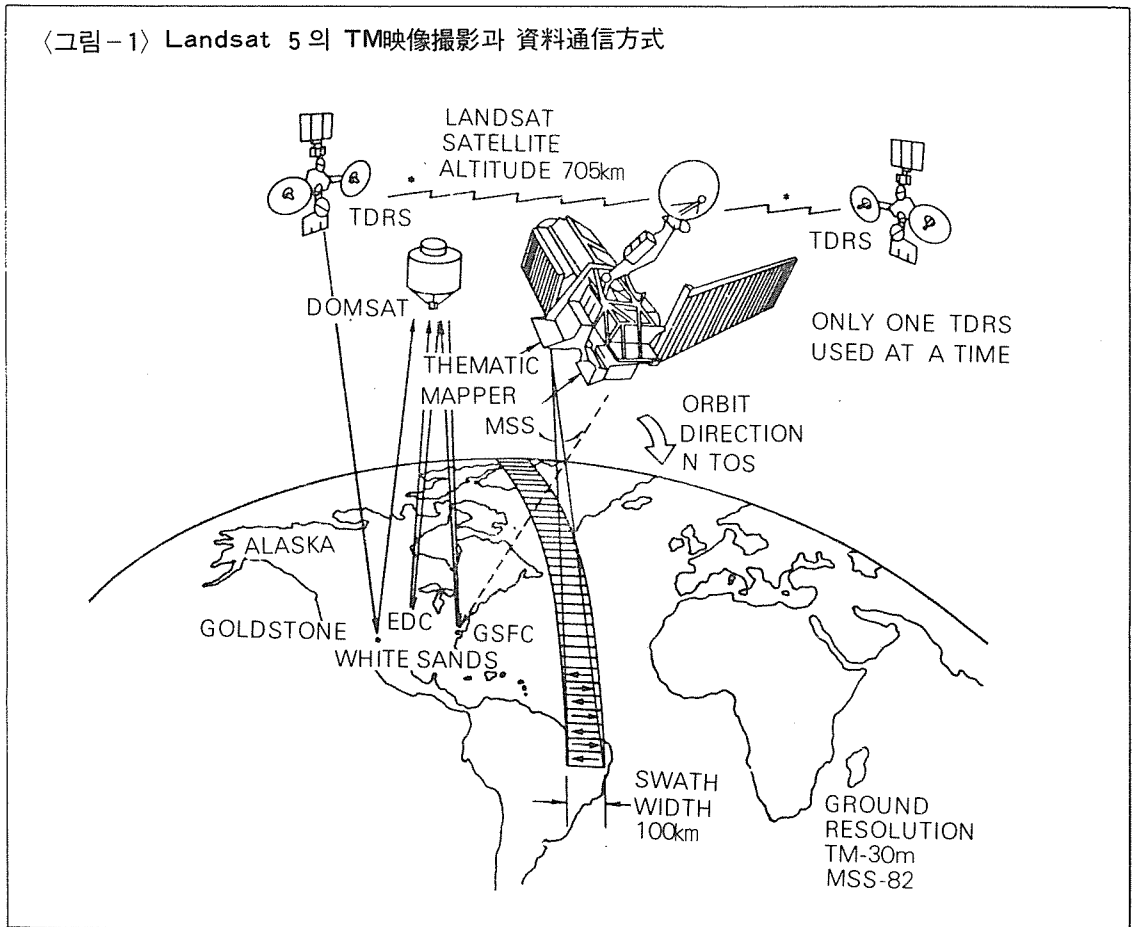
地圖를 만들고 사진을 찍는등 필요한 많은 기술 자료를 취득하여 이를 토대로 설계하고 공사를 진행시킨다. 이미 만들어진 일반 地圖가 시중에 많이 있으므로 대체로 기존 地圖에서 소오 자료를 얻기도하지만 상세한 최신 技術資料가 필요할 때는 새로 답사를 시작하여야하는 번거로움을 되풀이하는 일이 허다하다. 이에 反하여 새로이 개발된 遠隔探査 시스템들은 이러한 상세한 자료를 적절히 録化해 두었다가 필요한 즉시 원하는 형태로 바꾸어 쓸 수 있도록 고찰되어있는 것이 특징이라 하겠다. 예를 들어 仁川과 아산만 지역을 조사할 경우 필요한 시기에 촬영된 人工 위성 写真과 映像資料 録化 테프(즉 CCT)를 구입하여 映像處理(Image Processing)시스템으로 분석한다면 隣近 지역 전부 조사할수도

있고, 極小 부분만을 처리하여 상세한 자료를 취득하거나 映像을 확대하여 Monitor나 写真등의 여러가지 방법으로 활용된다.

反面에 광범위한 지역, 즉 韓平島 전체라든가 大陸 전체의 写真 地圖도 만들어 낼 수 있다.

遠隔探査의 가장 기초적이면서도 가장 중요한 適用 분야는 역시 地圖를 만드는 일이다. 地圖에는 그 用途에 따라 그 종류가 수없이 많은데 대부분의 地圖作成에서 종래 探査地域의 구석구석을 직접 探訪하며 여러가지 測地器機를 동원하던 過程은 이제 航空이나 人工위성의 平面 또는 立体映像資料를 電算處理하여 만드는 방식으로 代替되고 있다. 電算方式에서는 地圖의 크기, 축적등을 마음대로 조절할 수 있고 넓은 地域의 상세한 地圖를 값싸게 만들 수 있을 뿐 아

〈그림-1〉 Landsat 5의 TM映像撮影과 資料通信方式



나라, 홍수범람이라든가 화산폭발등으로 인한 地勢의 변화 또는 都市開發등의 진전상황이 수시로 반영된 地圖를 適時에 만들어낼 수 있다.

새로운 遠隔探査 방법으로 얻어진 映像資料解析의 결과, 상세한 地質 및 地形圖들이 작성되고 또 지금까지 알려지지 않았던 天然資源과 斷層線들의 所在가 발견되어 확인되고 있는데 이는 地下資源 발굴에 활용되거나 地震豫想 지역으로 부각되어 이미 설치됐거나 建設予定인 시설물의 敷地 조사 및 管理資料로 유용하게 사용되고 있다. 映像資料는 電算機에 入力되어 쓰여지므로 CADD (Computer Aided Design and Drafting) 라는 電算機를 사용하는 施設物의 設計作業 및 工程管理등의 엔지니어링에 필요한 자료로 쓰여지고 있다. 그 이유는 龐大한 댐을 築造하거나 道路를 건설하는등의 이유로 山을 깎고 땅을 메우거나 水路를 바꿀때, 自然環境의 변화라든가 暴雨時 홍수범람의 樣相의 변화가 예측될 경우, 이 映像資料를 근거로하여 施設前後의 附隨現狀을 電算機로 Simulation하여 각종 代案 設計에 따른 문제점들을 多角度로 검토할 수 있기 때문이다. 특히 급속한 도시개발로 인한 土地用途의 變動으로 말미암아 집중호우때 예상치 못한 排水路나 江의 범람을 초래하여 많은 水害를 끼치게 될 때가 허다한데, 遠隔探査 자료를 적절히 활용하여 만든 Model로 降雨量과 降雨의 強度에 따른 江의 水立를 예보할 수 있고 저지대의 沈水被害와 施設의 붕괴위험을 최소로 할 수 있는 철계가 시도되고 있다. 또 우리나라와 같이 傾斜地가 많은 곳에서 築台의 붕괴나 土砂가 물에 휩쓸려가는 것을 방지하는 여러가지 엔지니어링作業에도 遠隔探査자료가 유리하게 쓰여지고 있다.

中東이나 아프리카의 사막지대와 같은 地域에서는 바람에 의한 土砂의 移動으로 인해 이미 건설된 道路나 한 마을이 모래속에 파묻히게 되기도 하는데 遠隔探査를 잘 活用하여 이러한 災害를 미연에 방지하도록 조치하거나 적절한 位置 選定을 모색하고 있다. 熱帶의 밀림지대와 같이 인간의 事前踏査가 거의 없었거나 直接踏

査에 막대한 費用이 소요되는 龐大한 지역에 道路를 가설할 경우 원격탐사자료를 잘 활용함으로써 후보지 選定에서부터, 設計 및 工程管理에 이르기까지 상당한 경비를 절감하는 예를 볼 수가 있다.

또 工場의 폐수가 江이나 海岸을 오염시키며 拡散되는 과정을 원격탐사하여 이 資料를 汚染防止 대책마련을 위한 엔지니어링과 監督資料로 사용하고 있다. 특수한 원격탐사장비는 공장굴뚝에서 나오는 煤煙의 대기오염 확산을 측정하는데 쓰여지고 있고, 여기서 얻어지는 資料는 즉시 電算機에 入力되어 汚染의 피해방지와 都市環境淨化 대책에 사용되고 있다.

지금까지 원격탐사기술이 엔지니어링에 활용되는 면을 주로 살펴보았는데, 人類에게 가장 절실한 과제의 하나인 농수산물 增産 方面에 적용되는 예를 간단히 고찰해 보겠다. 農作物들은 계절에 따라 성장하는 과정이 각기 다르고 成長의 程度에 따라 변화하는 독특한 反射 Spectrum을 가지므로 遠隔探査技法에 의해 얻어진 映像資料들은 여러가지 農作物作況 분석에 중요한 源泉資料가 되고 있다. 作物栽培에 적절한 관리방침을 適時에 策定하고 收穫量을 推定하는데 항공사진이나 인공위성의 映像資料들이 많이 사용되고 있다. 한편 特殊作物의 產地나 野生動物의 棲息處를 탐색하는데 원격탐사자료가 활용되며, 例로서 산속이나 一般農作物 사이에 감추어 栽培되고 있는 양귀비나 마리화나 같은 植物의 所在를 찾아내는 방편으로도 쓰이고 있다.

地球 주위를 쉴새없이 돌면서 보내오는 人工衛星 영상자료는 전세계에 걸친 植物의 성장상태를 조사하고 Biomass의 分布圖를 주기적으로 작성하는데 쓰여지고 있는데, Biomass란 單位 면적에 자라고 있는 植物의 總重量으로서 이 양은 얼마나 많은 動物이 棲息할 수 있는가를 나타내는 尺度이기도 하다. 이 尺度가 중요한 것은 人類의 生活圈도 Biomass의 限度에 따라 한계가 지워지기 때문이다. Biomass가 極少한 不毛地에 아무리 좋은 住居施設과 龐大한 工場들이 세워진다 하더라도 長期間 많은 사람이 그

곳에서 생활을 持續하는데는 여러가지 制約을 받게된다는 것은 우리가 잘 알고있는 사실이다. 우리가 주의해야 할 점은 地球上의 Biomass 分布는 끊임없이 변동하고 있는데도 이러한 변화 추세는 아직 세계적인 규모로 연구조사된 바가 以前에 거의 없었으며 이 방면의 基礎研究는 全無한 상태라 하겠다. 세계의 여러 科學者 및 技術者들이 有用한 遠隔探查技法 개발과 함께 이에 대한 기초연구를 위해 많은 활약이 기대되고 있다.

우리가 매일 TV나 신문지상에서 광범위한 地域의 일기변화를 생생하게 보여주는 氣象衛星의 映像 화면은 원격탐사技法의 가장 잘 알려진 활용의 예인데, 여기에서도 구름의 분포 및 移動狀態, 降水 地域의 분포등을 손쉽게 導出해낼 수 있다. 최근에는 大氣溫度나 대기중의 水蒸氣量, 구름의 종류, 風向, 風速 등에 이르기까지 遠隔探查 방법으로 관측되고 있다. 다른 衛星資料와 달리 氣象衛星의 映像資料는 거의 無料로 받게 되어있어 필요한 기관에서는 수시로 이를 受信하여 活用하고 여러가지 유익한 정보로 변환하여 사용되고 있다. 이 자료는 世界各處의 時時刻刻으로 변하는 기상의 파악과 기상예보 및 海水溫度 分布圖 작성, 따라서 週期的인 漁況情報 분석에 쓰여지고 있다. 우리나라의 船舶들도 이제 오대양의 곳곳을 航海하고, 또는 곳곳에서 不斷히 어로작업을 하고있어 이들에게 該當地域의 이와같은 最近況의 情報를 수시로 제보할 수 있는 기능을 확립함이 바람직하다. 좀더 發展된 遠隔探查技法을 활용할 경우 海洋資源의 根源이라고 할 수 있는 프랑크톤의 분포정도뿐 아니라 海流의 現況등을 알아내고 이러한 要素가 日氣變化에 미치는 영향등을 밝혀내기도 하고, 沿岸 水深圖 作成에까지 이용되어 중요한 航海資料로 활용되고 있다. 이러한 資料들을 통하여 수시로 얻어지는 세계각처의 情報는 國內나 海外에서 추진하고있는 건설사업의 工程管理 개선에도 有效하게 쓰여질 수 있음을 周知하여야 할 것이다.

더우기 遠隔探查技法은 天體나 별들의 구조를

밝히는 天文學의 발전에도 많이 기여하고 있으며 微細한 身體의 內部構造를 手術하지 않고도 들여다 볼 수 있게하고 病의 진단에까지 이용되어 그 영향은 仁術에도 파급되고 있다. 특히 最近에 많이 보급된 熱赤外線을 사용한 특수사진 촬영장치는 건물이나 施設物의 熱損失을 측정할 수 있게 되었으며, 이러한 자료는 곧 에너지 節約型의 건물이나 시설의 엔지니어링 資料로도 쓰여지고 있다. 또 放射線 寫真機로는 구조물내에 숨겨진 鐵製物의 量이라든가 龜裂등을 조사하는 遠隔探查技法이 활용되고 있다. 이와같이 遠隔探查 분야는 광범위한 지역의 探查에서 微細한 構造物의 품질검사에 이르기까지 폭넓게 쓰여지고 있으며, 그 技法은 科學技術의 발전과 함께 계속하여 개발·개선되고 있다.

우리는 지금까지 遠隔探查技法이 무엇이며 어디에 사용되고 있는가를 개략적으로 살펴보았다. 오늘날 電算技術이 눈부시게 발전하고 있고 세계각처에 대한 온갖 最新情報資料의 요구가 날로 증가하고 있어 원격탐사기술의 발전과 보급 전망이 밝음을 알았다. 더우기 원격탐사기술의 보급으로 말미암아 엔지니어들의 자칫 좁아지는 視野가 넓어지고, 人間의 大役事들이 自然속에 좀더 調和할 수 있도록 우리를 開眼시키고 있다.

팽창일로에 있는 人口의 안식처 마련과 국민 복지향상을 위하여 우리는 끊임없이 國土를 개발하고 각종 시설을 세우지 않을 수가 없다. 이와 병행하여 우리가 고려하여야 할 것은 이러한 課業遂行이 自然環境을 변화시키고 한정된 天然資源을 變質시키게 되어 결국에 自然의 섬세한 균형이 깨뜨려지고 예기치 못한 災害를 自招할 지도 모른다는 점이다. 그러므로 우리는 광범위하고 장기적인 안목의 人類福祉를 가져오게 할 國土開發이나 建設工事 추진이 필요하며 이를 지원하기 위한 수단으로서 遠隔探查技術이 활용되어야 하겠다. 또 海外 技術用役會社 등에서 수행하고 있는 異域萬里에 세워질 施設物의 계획, 설계, 공사의 원활한 추진을 위해서도 電算時代의 產物인 遠隔探查 즉 Remote Sensing技術이 더욱 개발되고 많이 활용되어야 할 것이다.