

자원탐사를 위한 리모트 센싱 기술 응용



姜 必 鍾

(韓國동력자원연구소
원격연구실장 · 理博)

원격탐사(Remote Sensing)이란 어떤 현상이나 물체를 X-ray에서 Radio波에 이르는 모든 에너지를 망라한 전자파(Electromagnetic Energy)란 매체를 이용하여 간접적으로 관찰, 분석하는 것이다. 이는 대상물의 물리적, 화학적 특징에 따라서 흡수(absorption), 반사(Reflection) 및 방사(Radiation)하는 전자파의 파장에 따른 양이 다르다는 사실에 기초하여 개발 발전된 것이다.

반사 및 방사하는 전자파를 수집하는 장치를 Sensor라고 하며, 카메라와 Scanner 등을 말한다. 카메라는 일반적으로 우리가 사용하는 사진기, 항공사진을 촬영하는 메트릭카메라(metric camera), 다파장대 카메라(multispectral camera) 등을 들 수 있으며, Scanner는 다파장대 Scanner(multispectral scanner), 열적외선 Scanner (Thermal Infrared Scanner), 그리고 Radar Sensor 등을 예로 들 수 있다.

이들 Sensor를 운반 및 장치하는 것은 비행기, 인공위성 그리고 지상구조물 등이 있다.

Sensor에 의하여 수집된 자료를 응용할 수 있는 형태로 만드는 과정을 画像 및 映像처리라고 한다. 화상처리란 일반적인 사진처리를 말하며 영상처리란 컴퓨터에 의한 복잡한 처리과정으로써 전처리(preprocessing)와 후처리로 나눌 수 있다.

전처리란 Digital data의 映像化, Sensor 인공위성 등의 platform 그리고 대기영향에 의한 오차보정, 그리고 영상의 기화학적 보정을 말하며, 후처리란 영상을 판독·분석하는데 가장 적합한 상태로 만든다든가 또는 직접 정보를 추출하는 처리를 말한다.

위에서 설명한 과정을 거침으로써 비로소 실질적으로 응용할 수 있는 자금 또는 영상으로 리모트센싱 데이터가 전환되는 것이다.

◇ 응용범위 광범위해

리모트센싱자료는 지상에서 촬영한 사진, 항공사진, 다파장대 항공사진 및 영상 그리고 인

공위성 영상 및 사진, 더 나아가 수치적으로만 제시되는 것 등이 있다.

이들 자료는 직접 눈으로 관찰할 때 인지할 수 없는 정보를 제공할 뿐만 아니라 갖가지 막대한 지상 및 대기에 대한 정보를 내포하고 있어 그 응용범위가 광범위하므로 이들 정보를 필요에 따라 정확히 그리고 최대한으로 추출하여 활용할 수 있는 응용기술개발이 꾸준히 계속되어 왔으며 앞으로도 그러할 것이다.

이 리모트센싱자료 특히 인공위성 자료는 파장대 해상력(spectral resolution), 시간적 해상력(Temporal resolution) 그리고 공간적 해상력(spatial resolution)을 갖고 있으므로 광활한 지역을 한눈에 관찰할 수 있을 뿐만 아니라 계절 또는 일정주기에 따른 변화상을 관측할 수가 있다. 그리고 사물이나 현상의 전자파에 대한 특성을 관찰할 수가 있으므로 서로간의 차이를 쉽게 판별할 수가 있다. 즉, 예로서 농작물의 분포현황, 계절적 변화상 그리고 정확한 조사를 막대한 인력과 시간을 절약하면서 쉽게 광역적으로 할 수 있다.

위에서 설명한 바와 같이 리모트센싱 기술은 적은 인력으로 광활한 지역 또는 악조건(장글지대)지역에 대하여 적은 시간 또는 적시에 필요한 정보를 정확히 수집할 수 있는 방법이다.

자원이라 하면 광물자원, 수자원, 산림자원, 농업자원 및 해양자원 등을 말하며 이들에 대한 리모트센싱 기술의 응용은 1972년 이후 계속적으로 증가하고 있으며 응용효과가 높이 평가되고 있다.

자원탐사 및 조사를 위한 리모트센싱 기술의 응용은 가시광선($0.4\mu\text{m} \sim 0.7\mu\text{m}$)에 의한 항공사진의 응용에서 시작하여 인공위성에 의한 리모트센싱에 이르렀으며, 더 나아가서 음파(Seismic wave), 지구중력, 자력 등에 의한 리모트센싱 기술도 응용하고 있다.

광물자원 탐사를 위한 리모트센싱 기술 응용은 간접적인 응용과 직접적인 응용으로 나눌 수 있다.

간접적인 응용은 암석분포 및 암석들간의 관

계를 판독하고 광화작용을 일으키는 광화용액이 통과할 수 있는 공간인 단층, 절리, 그리고 열극(깨어진 틈)의 크기, 연장 및 상태를 판독하여 광물탐사에 필요한 지질학적 정보를 제공하는 것을 말한다.

직접적인 응용은 광물에 감도가 높은 전자파를 이용하여 광화 작용을 받은 지역(광화대)을 탐사한다든가 또는 기존의 리모트센싱자료(Landsat의 multispectral scanner)와 TM(Thematic mapper)자료를 영상처리기법에 의하여 광화대를 추출하여 조사하는 것이다.

◇ 주기적으로 일정지역 관찰 利點

수자원, 산림자원, 농업자원 그리고 환경보존관리 및 국토이용 현황조사 등에도 리모트센싱기술이 많이 응용되고 있다. 이는 위의 분야들은 변화성이 많고 적시의 정보가 필요한 분야인데, 인공위성에 의한 리모트센싱 기술은 일정한 주기로 같은 지역의 정보를 수집할 수 있으므로 주기적 변화를 관찰할 수 있고 필요한 정보를 적시에 제공받을 수가 있기 때문에 응용도가 날로 증가하고 있다. 특히 이들 정보는 국토개발계획 및 자원계획에 있어서 중요한 가치를 가지고 있다.

수자원분야의 응용은 지하수 탐사와 지표수의 지역적·계절적 분포현황을 파악할 수 있으므로 수자원 공급계획 및 관리, 그리고 홍수에 대한 대책을 강구하는데 중요한 자료가 된다.

산림자원분야에 있어서는 산림 분포도 작성, 산림분포 현황조사, 산림의 병충해 조사, 산불 및 자연재해에 의한 피해조사에 응용할 수 있으며 산림자원 관리 및 계획에 필요한 정보를 수집하는 중요한 방법으로 응용할 수가 있다.

농업자원분야는 농작물의 분포 및 작황을 파악하여 농작물 수확량을 예보하고 병충해 및 자연재해(홍수, 가뭄 등)에 의한 피해를 조사하는데 응용되고 있으며, 식량수급계획을 위한 정확한 통계자료를 제시할 수 있다. 예를 들면 미국 농작물거래상들이 세계의 농작물작황을 인

공위성 리모트센싱에 의하여 항상 파악하여 농산물값을 조정하고 있는 것이다.

환경보존관리에 있어서의 응용은 환경감시로서 특히 환경오염 즉, 수질오염, 해양오염, 토양오염 및 대기오염 등을 조사·감시하는데 있어서 리모트센싱 기술은 중요한 역할을 하고 있다. 즉 리모트센싱 기술에 의하여 오염의 원천지와 그 확산과정을 쉽게 그리고 정확히 조사할 수가 있다. 그리고 이 자료는 사진이나 영상의 상태로 표시되기 때문에 가장 설득력이 있고 신빙성이 있다.

국토이용현황은 근래에는 급진적인 산업화와 인구증가로 인하여 빠르게 변하고 있으므로 세계 각국에서는 이에 대한 정보를 적시에 수집하기 위하여 노력하고 있으며, 그 방법으로 리모트센싱 기술을 응용하고 있다.

우리 나라에서는 건설부와 각 지방관서에서 수시로 조사하여 종합하고 있으나 이에 소비되는 인력과 시간은 막대하다. 그리고 때로는 그 자료가 너무 늦어 사용가치가 없을 수도 있다. 그러나 리모트센싱기술을 응용하면 적시에 정확한 변화에 대한 자료를 얻을 수 있고 인력과 시간을 최소화시킬 수가 있다.

특히 인공위성 리모트센싱에 의하면 전국토의 현황을 단시일내에 파악할 수가 있다.

위와 같이 첨단기술인 리모트센싱 기술의 응용범위는 넓고 그 효과가 인정되어 실용화되고 있으나 아직도 발전단계에 있다고 할 수 있다. 특히 인공위성인 경우 地上해상력(Spatial resolution)이 10m×10m라는 관계를 갖고 있다는 것이 현재의 제한점이다.

◇ 地上해상력에는 限界있어

Landsat 1호(1972년)에서 Landsat 5호(현재 가동중)까지 10여년에 걸친 꾸준한 리모트센싱기술 응용기술 연구개발 결과 자원분야의 응용효과가 뚜렷이 증명됨으로써 미국과 프랑스는 자원탐사용 인공위성을 상업화하기로 결정하였다.

현재 자원탐사 위성 보유국은 미국, 프랑스, 소련 그리고 중공 등이며 소련과 중공 위성은 거의 활용되고 있지 않으며 주로 미국의 Landsat 인공위성이 활용되고 있고 프랑스의 SPOT 인공위성이 지난 3월에 발사 되어 시험단계에 있으나 일부에서 활용되고 있다.

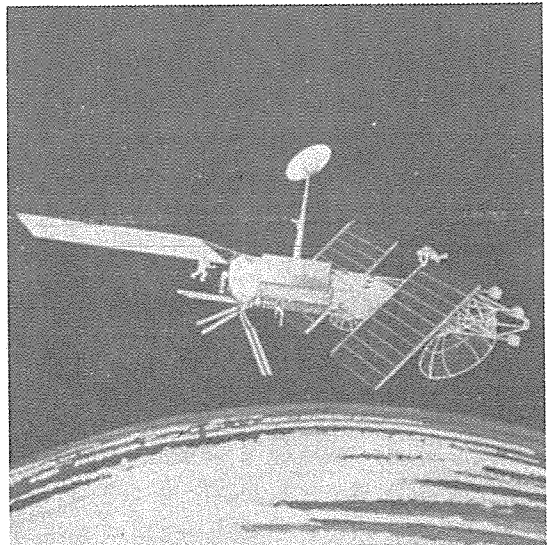
그리고 발사계획중인 자원탐사위성은 일본의 MOS 1, ERS, 캐나다의 Radarsat, 인도 및 유럽 우주국의 자원탐사위성이 있다.

인공위성 보유국은 물론 인공위성 자료 이용국가들의 거의 대부분이 리모트센싱 기술의 자원탐사에서의 응용을 적극화 시키기 위하여 이를 관리 및 지원하는 전담기관을 정부산하에 신설하여 운용하고 있다.

광물자원탐사를 위한 응용의 예로는 인도네시아의 니켈광상, 파키스탄의 동광상, 호주의 우라늄광상, 미국, 중동 및 아프리카에서의 석유 및 가스탐사등이 있으며 그외 세계 각국에서 리모트센싱 기술을 응용하여 새로운 광상들을 발견하였다.

이외에도 석탄자원조사, 온천 및 지열자원조사 그리고 지하수탐사 등에서 응용효과가 매우 높았다.

미국등 선진국에서는 리모트센싱기술을 응용



하여 세계의 농작물 작황을 파악하고 있으며 아프리카의 사막화 과정을 인공위성으로 관찰하고 있다.

해양자원분야에서는 특히 일본등의 수산업국에서 리모트센싱 기술을 응용하여 어장을 예보하고 있으며, 기상예보 및 대기교란 등에 대한 응용은 TV를 통하여 이미 우리에게도 잘 알려져 있다.

산림자원분야에서는 산림자원확보를 위한 조사와 산불 및 인간에 의한 산림훼손을 조사하는데 인공위성자료를 이용하고 있다.

국토이용계획을 세우는데 중요한 환경자료를 수집하는데 또한 인공위성 자료를 이용하고 있다.

이와같이 리모트센싱기술 응용의 효과가 실질적으로 증명됨으로써, 그리고 인공위성 및 우주산업의 상업화에 따라 선진국 뿐만 아니라 개발도상국에서도 자체 자원탐사위성개발을 추진하고 있는 실정이다.

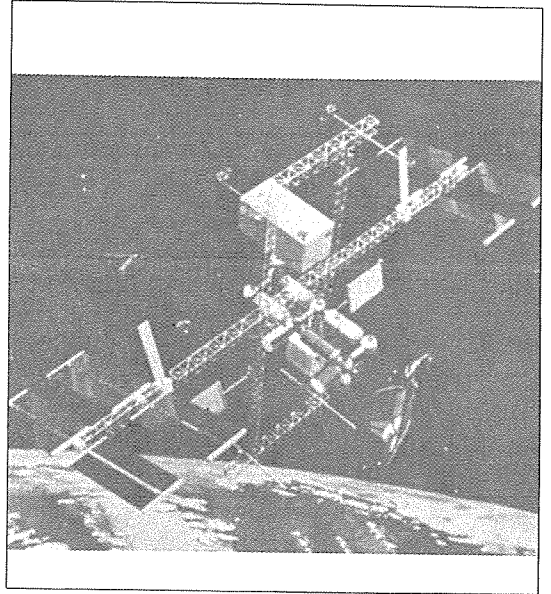
◇ 개발도상국들도 탐사위성에 흥미

1972년 이래 수차에 걸쳐 리모트센싱 기술응용을 시도해 왔고 체계적인 발전을 유도하기 위하여 노력하고 있다. 특히 과학기술처와 동력자원부에서 자원탐사에의 응용을 위한 실험적 사업을 시행하면서 적극 지원하고 있다.

그리고 1985년에는 우리나라 리모트센싱 기술응용을 조직적으로 활성화시키기 위하여 리모트센싱 마스터프랜을 과학기술처 주도로 완료하였으며 또한 우주과학기술 연구를 위한 전담연구소인 천문우주과학연구소가 한국전자통신연구소 산하에 설립되었다.

지금까지 우리나라에서의 가장 활발한 응용분야는 광물자원 탐사를 위한 지질학적 응용이며 해양환경 및 해안선조사 분야에도 상당히 많이 응용하고 있다.

그리고 산림, 토양, 농업, 국토조사분야는 인공위성에 의한 리모트센싱보다 항공사진에 의한 리모트센싱 기술을 활발히 이용하고 있다.그



결과는 지형도, 산림분포도, 토양분포도, 지질도 등으로써 국가 중요계획의 중요한 기본자료로 널리 활용되고 있다.

자원탐사위성의 지질학적 응용은 주로 국내 석탄자원개발과 우라늄자원 탐사를 위한 지질학적 자료를 제공하였으며 기타 지진연구, 원자력발전소 및 댐의 기반조사에 응용하였다.

현재는 미국 자원탐사위성인 Landsat 5호의 TM자료에 의하여 국내광물자원탐사를 위한 리모트센싱 기술을 개발하는데 치중하고 있다.

해양환경조사분야에서는 자원탐사위성을 이용하여 낙동강 하천수가 해양에 미치는 영향등을 연구하고 있다.

위와 같이 몇개 분야에서는 리모트센싱 기술응용의 실용화 단계에 이르고 있으나 일반적으로 볼때 외국에 비하여 상당히 뒤떨어져 있는 것이 사실이다.

그 이유는 물론 시설장비와 인력의 부족도 있겠지만 리모트센싱 기술로 얻어지는 정보의 가치에 대한 이해부족이 중요한 요인이 아닐까 여겨진다. 즉, 첨단분야에 대한 기초과학의 미래적인 효과를 고려하여 적극적인 정부지원이 있지 않고는 리모트센싱 기술응용의 발전에 지장이 클 것으로 본다.

◇ 未來的인 효과인식 시급

이 리모트센싱은 아직도 개발과정에 있다고 볼 수 있다. 즉 리모트센싱이 극도로 발전하면 자원에 대한 대부분의 정보가 연구실에서 판독 분석되어 사람이 직접 현장답사를 할 필요가 없어질 것이다. 예로서 현재 군사용의 인공위성이 수집하는 자료에 의하여 소련과 미국에서 군사 작전을 수행하는 것과 같이 정확한 정보가 수집된다는 사실이다.

자원탐사위성이 좀더 발전한다면 자원분야에 있어서도 같은 현상이 일어날 수 있다는 기대가 허무한 것은 아니다.

이와같은 리모트센싱 기술의 응용이 우리나라에서 기대되는 분야는 광물자원탐사 개발 및 관리, 기상 및 천문분야, 국토이용관리 및 계획, 농업자원의 작황조사, 병충해조사, 산림조사 및 관리, 해양자원조사 및 관리, 수자원 분포조사 및 관리, 환경보존관리, 유적지탐사 그리고 홍수 등에 의한 재해조사 및 예방등을 들 수 있다.

광물자원분야도 국내 부존자원을 확보함과 동

시에 해외 자원탐사에서 그 응용효과가 기대된다. 즉 앞으로 자원의 공급을 위하여는 해외 자원탐사에 참여해야 되고, 또한 해외 자원부존지는 대체로 자연환경이 악조건이므로 리모트센싱 기술이 절대적으로 필요하게 된다.

국토개발계획에는 정확한 국토이용현황이 적시에 제공되어야만 치밀한 계획을 수립할 수 있는데, 위에서 설명한 바와 같이 리모트센싱 기술은 가장 경제적이고 적시에 필요한 자료를 제공할 수가 있다.

농업자원분야중 식량수급계획을 세우는 데는 전국에 걸친 농작물작황에 대한 정확한 통계자료가 필요하다. 리모트센싱 자료는 계절적인 변화를 주기적으로 관찰하는데 가장 효과적이며, 광역적으로 적은 인력과 시간으로 통계적인 자료를 제공해 준다. 그리고 병충해 조사로서 병충해 확산을 미리 예방하기 위한 자료도 된다.

산림조사는 지금까지 항공사진을 이용하던 것을 일부 자원탐사위성자료로 대체함으로써 많은 경제적인 효과를 기대할 수가 있다.

해양자원에 있어서는 리모트센싱 기술을 이용하여 해양오염을 조사하여 양식어업을 보호하고 수면온도 탐지에 의하여 어장을 예보하는데 응용효과가 기대된다.

수자원분야는 공업용수 및 식수를 위한 지하수 개발, 관개용수와 수력발전등을 위한 계절적 地表水 분포현황을 조사하고 우기에 있어서의 홍수를 예방하기 위한 지표수 관리대책을 강구하는데 응용할 수 있을 것이다.

환경오염은 인류생활에 미치는 영향이 심각하며 급진적인 산업화에 따라서 증가되고 있음이 사실이다. 이를 예방하기 위하여서는 항상 관심을 가지고 조사를 계속하여야 할 것이다.

그러나 이를 직접 조사한다는 것은 막대한 인력과 조사비가 소요된다. 여기에 리모트센싱 기술을 응용하면 쉽게 그리고 정확히 조사, 파악할 수가 있다.

위와 같이 리모트센싱 기술의 국내 응용분야가 상당히 다양 하므로 리모트센싱 응용기술을 효과적으로 발전시켜야 할 것이다.

