

원격탐사기술의
연구현황과 발전방향

최근 국내 高速電算관련 산업과 디지털 위성 통신의 보편화로 지구의 곳곳에서 일어나는 TV 실험중계를 아침 저녁으로 안방에서 보고 듣게 되었다. 「百聞不如一見」이라고 우리 눈에 직접 보이는 것만을 가장 유력한 증거로 삼아 행동하는 것을 생활의 주축으로 해오던 시대에 살아왔다.

그러나 과연 우리가 눈으로 직접 보고 판단하는 대신, 로봇이 보고 상황을 분석하고 사람이 할 일을 대신 결정해 주는 시대로 우리는

66

빈약한 資源효율 극대화 위해 연구개발 시급

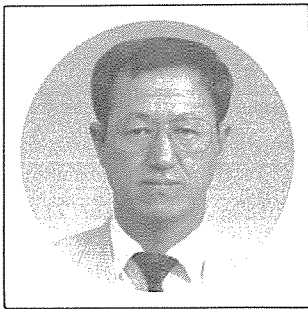
99

성큼 닳아서고 있다(물론 염려하는 후세대에는 전쟁마저도 로봇이 대신 해줄 시대를 예견하는 사람도 없지 않은게 사실이지만).

사람이 눈으로 보고 판단하는 것을 최신 技術이라는 카메라렌즈나 感知機(Sensor)로 보고 사진분석기나 컴퓨터가 판단하게 하는 것을 한마디로 일컬어 遠隔探査(Remote Sensing)라 한다. 이 말은 뜻 그대로 멀리서 感知한다는 것이다.

사람의 눈은 可視光線帶의 波長(0.4~0.7 μ m)에서만 일정한 거리에 있는 물체에 대하여 일정한 分辨력을 가지고 사물을 判別할 수 있는데 반하여 원격탐사용 센서로는 시력의 한계를 극복하여 광범위한 파장의 전자파 영역에서 때로는 구름이나 은폐물 뒷편의 사물까지도 또 고공이나 위성고도의 원거리에서도 여러사항을 알아낼 수 있는 새 시대의 기술로 각광을 받고 있다.

1800년대 사진기술의 발전으로 시작된 원격탐사기술의 진보는 1900년대 초반 항공기로부



朴景允

〈韓國 과학기술연구원 責任研究員〉

더 적은 항공사진의 판독과 항공측량기술의 발전으로 본격적으로 이루어졌고 두 차례의 세계 대전에서 국가 안보에 대한 중대한 정보수집원으로서의 가치를 인정받게 됐다. 2차대전 이후에는 농업, 산림, 해양자원과 기상분야 등에 응용범위가 확대되고 각 분야의 전문연구가 활발히 전개되었다.

특히 宇宙科學技術의 발전으로 근래에는 人工衛星에 원격탐사용 센서를 탑재하여 지구의 구석구석을 탐지하는 探査衛星들이 여러나라에서 개발되어 벌써 수십개나 지구위성궤도를 돌고 있고 우리도 적절한 돈만 지불하면 언제든지 구입하여 원하는 지역의 映像을 들여다 볼 수 있게 되었다. 탐사위성에서 얻어지는 자료는 대부분 衛星映像資料라 하는데, 이들은 광범위한 지역의 정교한 디지털영상자료로 구성되어 있으며 방대한 분량으로 배포되게 마련이다.

國內 遠隔探査 技術의 發展

우리나라에서 위성영상자료를 본격적으로 研究·利用하기 시작한 것은 1970년대 초반에 미국의 자원탐사위성인 Landsat계열 위성이 지구 궤도에 올려지고 이 자료들이 각국에 소개되면서부터인데 1970년대 후반에는 위성자료분석시스템이 한국과학기술연구원 시스템공학센터에 도입되었고, 잇달아 한국동력자원연구소, 해양연구소, 서울대 토목공학과에서 專門的 衛星映像分析 시스템을 갖추고 원격탐사 전문연구그룹들이 형성되었다.

대부분의 국내 연구기관에서는 그동안 선진국에서 개발된 시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 도입, 설치하여 사용해왔으므로 시스템의 유지와 보수에 어려움이 많았고 부분적인 보완이나 개발에도 제한이 많았었다. 그러나 특기할 것으로는 시스템공학센터에서 자체 개발한 퍼스컴용 映像分析 소프트웨어시스템은 저렴한 가격으로 1987년부터 국내 보급이 시작됐으며 연구기관에는 무료로 보급할 계획을 준비중이다.

또 한가지 국내 원격탐사분야에서 획기적인 진전의 계기는 氣象衛星수신장비 및 분석시스템의 도입 활용이다. 기상위성을 이용한 원격탐사 기술은 1960년대 후반부터 미공군을 통하여 TIROS 기상위성사진을 정기적으로 입수하면서 구름분포를 분석하여 기상예보에 활용해오다가 1970년에 중앙기상대에 NOAA위성사진을 직접 수신하는 간단한 장비가 설치된 바 있다.

지난 해에는 國防科學研究所에서 NOAA위성의 디지털영상자료수신장비와 분석시스템이 설치되어 활용되고 있으며 곧 서울대 海洋學科에서도 유사한 시스템이 가동될 예정이다. 특히 지난 6월 20일에는 중앙기상대에서 고가의 첨단 수신 및 분석장비를 갖추으로써 정지기상위성과 극궤도기상위성의 실시간(Real Time)수신 및 분석이 가능하게 되었다.

우리의 눈은 조건반사작용에서 나타나는 바와 같이 사물을 보는 순간 즉각적으로 판별할 수 있는 두뇌조직과 연결되어 그때 그때의 상황에 따라 대응동작을 연속적으로 이어가게 되는 신비스런 조직으로 이루어지고 있다. 원격탐사도 사람의 시각처럼 실질적인 실시간 상황분석이 가능할 때 가장 효율적인 Tool로 등장하게 될 것이다.

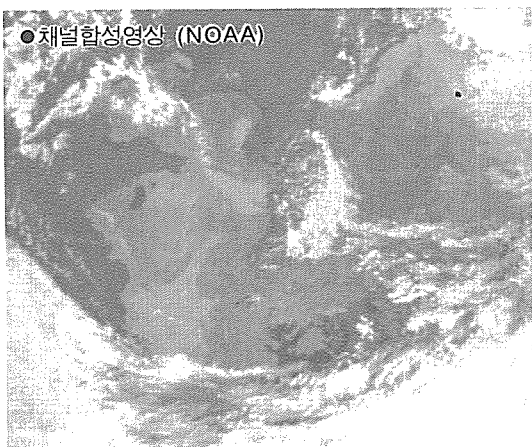
衛星映像分析 시스템

위성영상분석시스템은 컴퓨터와 디지털영상 분석 및 출력용 첨단장비와 고도의 기술집약형 소프트웨어로 구성되고 이를 사용하는 데는 원격탐사에 관한 많은 專門知識이 필요하다. 어떤 분야에 어떻게 활용하느냐에 따라서 특수한 전문지식이 필요하게 될 뿐아니라 각 분야가 거의 다 새로운 개척분야로 기술과 노-하우면에서 해마다 발전되고 있기 때문에 標準的인 시스템 활용방법 정립이 제대로 안되어 있는 것이 문제점이다.

그동안 국내 원격탐사기술 발전에 기여한 활동으로는 1984년 창립된 大韓遠隔探査學會 주관으로 1986년 10월23~28일에 서울 한국과학

〈표-1〉 운행중이거나 발사예정인 지구환경 감시 위성		
위 성	소유기관 / 소유국 / 운행여부	목적
NOAA	NOAA / 미국 / 운행	기상관측, 해수면온도
GOES	NOAA / 미국 / 운행	기상관측, 해수면온도
DMSP	미공군 / 운행	미국방성용 기상관측
METEOSAT	ESA / 유럽공동 / 운행	기상관측, 해수면온도 분포조사
GMS	NASDA / 일본 / 운행	기상관측, 해수면온도 분포조사
METEOR	소련 / 운행	기상관측, 해수면온도 분포조사
LANDSAT	EOSAT / 미국 / 운행	농작물, 토지이용, 자원탐사
LAGEOS	NASA / 미국 / 운행	중력장 분포조사
ERBE	NASA-NOAA / 미국 / 운행	지구복사열 균형조사
GEOSAT	미해군 / 운행	지형, 해양, 대기성분조사
GPS	미USGS 등 / '89완성	지형, 지각 변형조사
SPOT	불란서 / 운행	자원탐사, 지도작성
IRS	인도 / 운행	자원탐사, 기상관측
MOS	NASDA / 일본 / 운행	해양자원탐사, 대기연구
ERS	ESA / 유럽공동 / 예정	해양, 적설, 토양조사
N-ROSS	미해군 / 예정	해양수심, 바람, 적설조사
JERS	NASDA / 일본 / 예정	지구자원탐사
RADARSAT	캐나다 / 예정	극빙, 해양, 지구자원탐사
GRM	NASA / 미국 / 예정	지형, 자기장 측정
EOS	NASA-NOAA / 미국 / 예정	장기 지구환경 감시
TRMM	NASA(미)-NASDA(일) / 예정	열대지방의 강수량 측정
MFE	NASA / 미국 / 예정	지구자장 변화조사
MTE	NASA / 미국 / 예정	상층대기 성분 및 역학조사

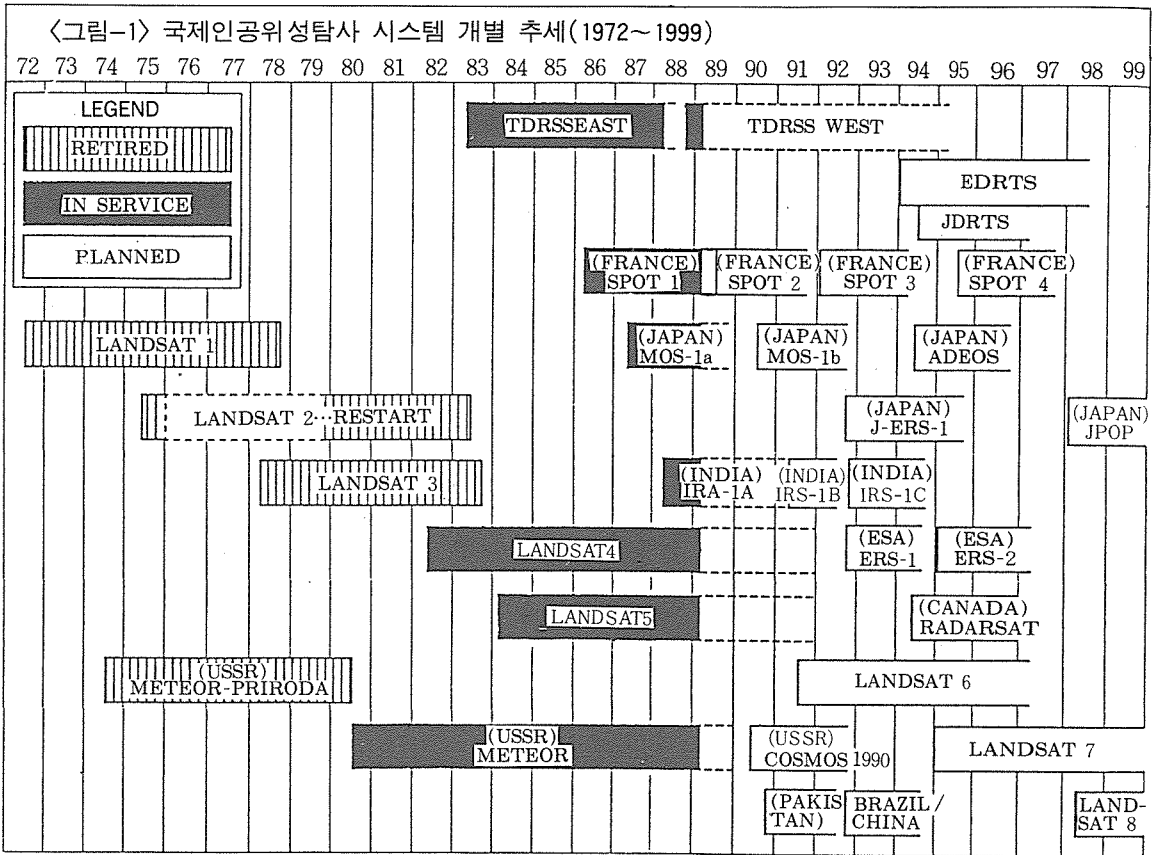
기술원에서 열렸던 제7차 아시아원격탐사 학술 대회인데, 이 대회에서는 미국과 유럽을 비롯한



15개국의 외국의 遠隔探査 専門家 108명등 총 217명이 참가해서 77편의 논문이 발표된 바 있고, 학술대회직후 「水資源개발을 위한 원격탐사 기술 이용」에 관한 1주간의 UN/ESCAP(UN 아시아·태평양 경제과학위원회) 지원의 국제 워크숍을 한국건설기술연구원 주관으로 서울의 건설회관에서 가졌었다. 이 두 국제학술행동으로 원격탐사의 중요성이 아시아지역 국내외에 인식되는 계기가 되었으며 연구 저변확대에도 크게 자극제가 되었다.

遠隔探査 研究活動

최근에는 국내 연구기관에서도 未來技術로서



원격탐사의 중요성이 부각되어 몇가지 특기할 연구과제들이 수행된 바 있는데, 이 중 몇가지 예를 들면 다음과 같다.

▲1985 : 원격탐사기술정착을 위한 마스터프랜작성 연구(과기처 특정연구개발과제, 총괄연구책임자 : KAIST 김명환교수)

▲1985~1988 : 위성탐사자료 응용기술 연구(과기처 특정연구개발과제, 총괄연구책임자 : 한국동력자원연구소 강필종박사; 참여기관 - KAIST 시스템공학센터, 해양연구소, 한국건설기술연구원, 교통부 수로국, 수산진흥청)

▲1986~1988 : 국토정보관리를 위한 원격탐사 응용기술개발(과기처 특정연구개발과제, 연구책임자 : KAIST 시스템공학센터 양영국·김의홍박사)

이상의 연구들은 국내 원격탐사 기술정착의 기초사업에 많이 기여했다고 보아진다. 그러나

아직 遠隔探査 専門家 양성기관이 없이 영세한 연구기관에서 응용기술연구를 통해서만 전문가 훈련과 기술발전을 기대하고 있어 연구의 저변 구축은 요원한 감이 없지 않다.

현재 추진되고 있는 프로젝트들에서도 재원이 빈약하여 간신히 연구실 지탱의 체면 유지 정도에 불과하다. 그중에서도 몇가지 두드러진 研究課題를 살펴보면 다음과 같다.

- 원격탐사 관련기술 실용화연구(1988. 12착수) <과학기술처 특정연구개발과제, 총괄연구책임자 : KAIST 시스템공학센터 박경운박사; 참여기관 - 한국동력자원연구소, 천문우주과학연구소, 성균관대학>

- 기상위성자료 應用技術개발연구(1987. 11착수) <과학기술처 특정연구개발과제, 총괄연구책임자 : KAIST 시스템공학센터 박경운박사; 참여기관 - 중앙기상대, 서울대, 연세대>

• 원격탐사에 의한 농작물 조사연구(1988. 5 착수) <과학기술처 특정연구개발과제, 농촌진흥청, KAIST/SERI공동연구>

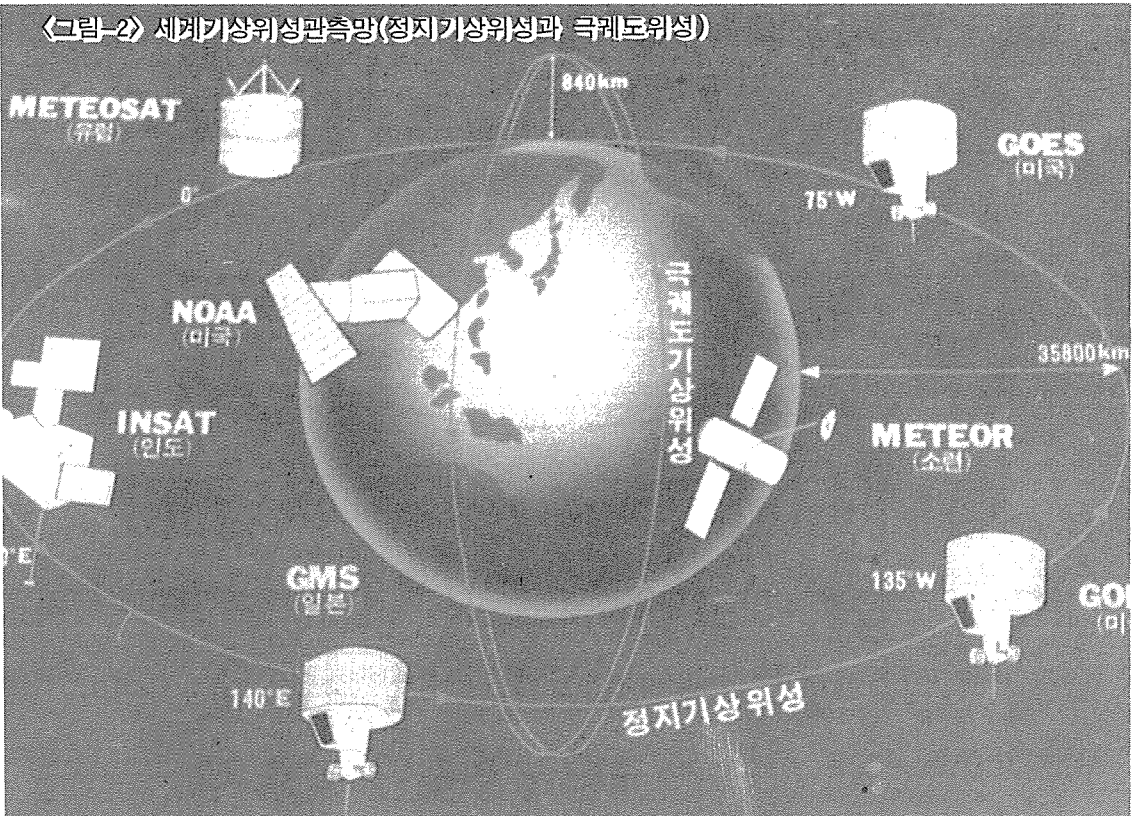
이상의 연구과제에서는 다수 연구기관의 協同研究로 추진되는 것으로서 원격탐사기술의 국내 기술기반확보에 크게 기여할 것으로 믿어진다. 그외에도 “원격탐사기법에 의한 대기오염 장거리 수송연구”가 국립환경연구원과 KAIST/SERI의 공동연구로 진행되고 있고 “근적외선 사진에 의한 전국산림자원조사”가 산림청에서, “Digital Mapping System도입 설치”가 國立地理院에서 추진되고 있다.

원격탐사시스템의 하드웨어가 포함되는 연구개발과제로는 KAIST 학사부에서 수행중인 “NOAA위성 수신시스템개발”과 “합성개구 Radar (SAR) 시스템개발연구”가 있으며, 기상연구소와 KAIST/SERI가 공동으로 추진하는 “기상 위성APT수신 및 처리시스템”이 있는데, 이들

과제에서는 간단한 소프트웨어가 부착된 하나의 하드웨어시스템으로서 보급가능성이 있는 見本品를 제작하려고 하고 있다.

外國의 遠隔探查 技術 현황

현재 미국과 소련을 비롯한 선진국들에서는 원격탐사기술이 일부 실용화되어 여러 방면에서 일상적으로 쓰이고 있으면서도 계속적인 첨단 科學技術의 발전과 함께 이분야 기술발전도 급속도로 진전되고 있다. 항공기에 의한 원격탐사는 거의 商用化되어 상업적인 이해관계로 학문적인 연구단계를 넘어서 실용화단계에 있는 실정이며 인공위성에 의한 원격탐사도 방법론에서는 고도의 이론적 발전이 상당히 體系化되었으나 하드웨어의 측면에서는 위성탐재 센서 시스템분야에서 아직도 향상되어야할 과제가 많이 남아있다.



〈표-2〉 원격탐사기술의 국내활용현황과 문제점			
응용분야	활용·연구추진현황	문 제 점	활 용 효 과
자 원	활용중: 광물탐사 추진중: 지질, 수문, 산림, 식생(Biomass)	보다 신속, 정확한 자료수집 및 분석 필요	- 국내, 해외 광역 자료분석 가능 - 수자원등에서 효율적, 경제적 분석자료 공급 가능
농 작 물	추진중: 농작면적, 계획중: 수확량, 작황	"	- 농산물 국제시장 현황에 대응가능 - 특수작물의 정확한 수확량 사전 예측
해 양	활용중: 해수온도(일부) 추진중: 어장분포, 적조, 해황, 해류	"	- 원양 수산업 진흥, 원양 항해사고 예방
환 경	추진중: 기상(해양기상포함) 도시개발, 대기오염, 해양오염 계획중: 일반환경오염	보다 신속, 정확한 광역자료 수집 및 고도의 분석기술 필요	- 한반도 인근, 해외지역까지 광역자료분석 가능 - 방재, 주거환경개선 기대
기 상	활용중: 구름사진분석 추진중: 실시간 기상예보	- 실시간(real time) 위성자료 수신 및 고도의 분석기술 개발필요	- 국민복지 향상 - 막대한 기상재해 예방
국토계획 (지도, 지리정보)	추진중: 도시계획, 수치지형자료(DEM) 지도제작, 지리정보(GIS) 계획중: 도로계획, 산지개발	선진, 전문기술 소요	효율적으로 경제적 정책자료 수시 취득 가능
국방, 안보		- 신속, 정확한 자료 필요 - 선진기술 도입 곤란/ 자체개발필요	안보, 작전정보(CI) 수집능력향상
기 초 Bata Base	활용중: 위성영상 Date Base 계획중: 기초연구	- Data Base 전산화, 관리효율향상시급 - 전용, 고속처리/ 보급전산망 필요	- 정보자료 활용증대, 정보산업 경쟁력향상 - 기초분야 연구추진
교육, 훈련 기 타	추진중: 기상위성 APT수신 계획중: 각종 교육 훈련교재, 장비개발	- 시범분야 최근 활용사례 다수 필요	- 첨단 우주과학기술분야 저변 확대 - 원격탐사기술 실용화 촉진
System	활용중: PC 및 범용 소프트웨어 추진중: Micro 및 Super Computer용 초단파Sensor(SAR)	- PC는 다량자료처리에 부적합 - 범용 소프트웨어는 제한 많음 - 국내개발 가능	기술 정착, 해외진출 기대

대부분의 탐사위성용 센서시스템은 國家安保能力과 깊이 관련되는 첨단 정보수집장비의 부류에 속하기 때문에 각국은 상호 기술이전이 불가능하여 모두 自國 스스로 개발에 힘쓰고 있다. 위성자료활용에 있어서는 LIN이 인정되

는 10m 이상의 地上解像力의 경우에 한해서 자료의 교환, 판매가 가능하며 실시간 자료수신 및 처리도 상호협조가 잘 되고 있다.

원격탐사 센서시스템을 탑재한 인공위성을 발사시켜 지구 주위 위성궤도에 진입시키는 데

는 몇억달러의 비용이 소요되고 그것을 계속 운영하는데도 상당한 施設投資가 필요하므로 이 財源을 국력으로 뒷받침할 수 있는 몇몇 나라만이 자국의 탐사위성을 보유할 정도이다.

〈그림-1〉은 기상위성을 제외한 각국의 탐사위성 개발추세를 보여주고 있다.

현재 정규적으로 운행중인 기상위성에는 정지위성이 5개(미국 2, 유럽, 인도, 일본 각 1), 극궤도 선회위성이 3개(미국 2, 소련 1)가 있으며 이들은 수명이 다하면 새 위성으로 대체되어 운행되고 있다. 〈그림-2〉 참조.

이상의 자원탐사위성과 기상위성을 통칭하여 환경위성이라고 부르고 있는데, 이들은 결국 地球全體의 각종 환경요소들을 우주에서 감시하는 시스템이다. 지금 운행중이거나 곧 발사되어 운행이 예정된 환경위성들은 〈표-1〉에 제시하였다.

〈표-1〉에 포함되지 않은 것으로는 중공과 브라질등에서 추진되고 있는 몇가지 위성프로그램들인데 최근 중공은 자원탐사위성을 몇차례 발사한 것으로 알려지고 있다.

원격탐사위성으로 地球環境 감시

이렇게 많은 위성들이 각국에서 개발되어 발사되는데는 직접적인 자국의 국력과시외에도 인류의 끊임없는 탐구욕을 만족시키려는 면도 없지 않을 것이다. 그러나 중요한 것은 날로 심각해져가는 지구의 環境問題를 근본적으로 해결할 수 있는 유일한 방법은 지구의 구석 구석을 24시간 끊임없이 감시할 수 있는 각종 인공 위성감시망의 구축 없이는 생각할 수 없다는 것이 각국의 공통된 견해이다.

미국의 宇宙開發機構인 NASA는 앞으로 15년간 150내지 300억달러가 소요될 “地球探査” 계획을 주도하고 있는데, 이미 23개국의 우주 담당기구가 참여하기 시작했고 향후 6년간 운행될 20여개의 각국 지구관측인공위성이 동원될 예정이다. 이 계획서에는 지구대기의 온실효과에 의한 대기온도의 상승현상을 관측, 조사하

고 특히 대기중 CO₂의 증가와 성층권에서의 오존층의 파괴추세를 줄여보자는 것이다.

국내 遠隔探査技術의 발전방향

원격탐사기술은 선진 각국에서 최근 눈부신 발전이 이룩되고 있고 특히 우리 주변 國家에서 급속한 발전을 보이고 있어 우리는 상대적인 기술 낙후와 그에 따른 國家安保의 위협을 느끼게 될 정도이다. 財源과 인력자원의 빈약으로 인해 지금까지 주변 국가와 겨룰만한 기술 개발에는 미치지 못했으나 최근 국내 첨단기술 분야의 현저한 기술축적에 힘입어 여건만 조성된다면 기술의 낙후성을 단기간내에 극복할 수 있으리라 믿어진다.

국내 遠隔探査技術의 先進化를 위해서는 다음과 같은 중점사업들이 조속히 추진되어야 할 것이다.

- ① 전문인력양성(예 : 원격탐사 전문석사프로그램 등의 추진)
- ② 위성탐사자료의 실시간 수신 및 분석장비 설치 운영(참고 : 외국에서 자료구입경우 4~6개월 소요)
- ③ 원격탐사자료 응용분야 연구에 대한 적절한 지원. 〈표-2〉 참조.
- ④ 값싼 영상자료분석장비의 개발보급 및 공동이용자료은행 구축.

맺 는 말

우리는 인구과밀의 지역에서 빈약한 資源을 가지고 이들을 최대의 效率로 활용하지 않으면 안될 숙명적인 과제를 안고 있다. 원격탐사기술은 이들 적은 자원을 가장 빠른 시간내에 지혜롭게 쓸 수 있게 하는 未來産業의 Tool이다.

방안에 앞서서도 시시각각으로 변하는 세계의 자연자원정보를 남보다 먼저 활용할 수 있는 頭腦開發과 여건조성이 무엇보다 시급함을 지금야말로 깊이 인식해야 할 때이다.