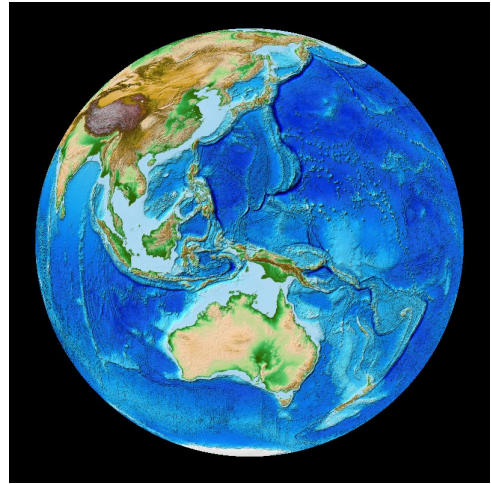


기후변화 시대와 기상위성, 그 가능성과 우리의 현실

서애숙
기상청 진천기상위성센터

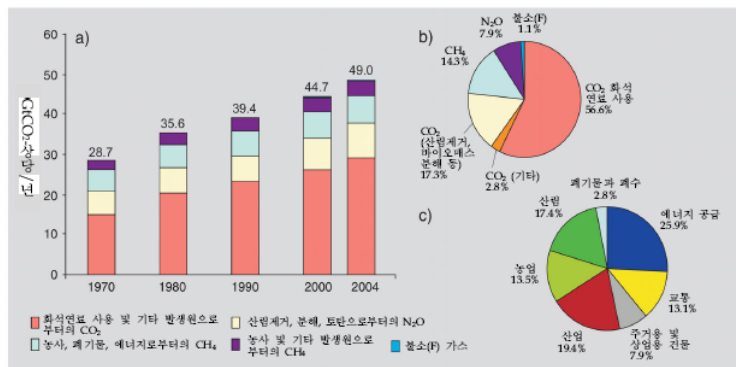
1. 서론 - 변화하는 지구

- 지구 시스템 변화의 현실
 - 2009-2010년 겨울 전국적인 폭설 빈발
 - 2010년 3월에 수 차례 대설주의보가 발령
 - 2009년 한해 한반도 접근 태풍 개수 Zero
 - 2010년 1호 태풍 오마이스 3월 발생
 - 2010년 아이티와 칠레에 대지진
 - 2004년 인도양 쓰나미, 2009년 쓰촨성 대지진
 - 2010년 2월 9일 시흥에서 지진이 발생
- 전세계 이러한 재해성 기상현상의 예는 거의 매일 뉴스에 보도
 - ⇒ 우리의 지구는 분명 달라지고 있다



2. 변화의 원인 - 자연적 or 인위적?

- 지구는 천체역학적 환경 즉, 태양 주변의 공전, 궤도 이심률, 지구 자전축 경사, 세차운동 등과 같은 조건에 의해 주기적인 환경 변화
- 이슈가 되는 지구변화의 원인은 인간의 역할?
 - 과거 100만년간의 이산화탄소 발생량 중의 70%와 열대 산림 감소의 50%가 20세기
 - 극단적인 지구 환경의 불안정성의 원인이 전적으로 인류 활동에 의해서만 야기된 것인지 아니면 자연적인 원인인지 많은 논의가 존재
 - IPCC 4차 보고서의 신뢰성에 대한 논쟁은 현재의 변화가 인간의 경험과 지식을 넘어서는 수준의 현상들이기 때문에 발생하는 것이라 해석 가능



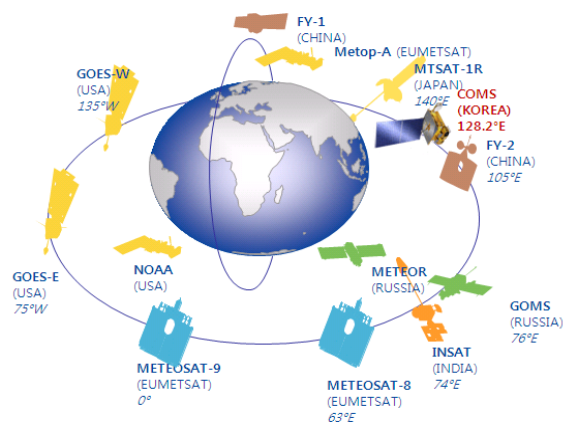
- 자연계 변화와 인류 활동이 지구환경변화에 미치는 영향에 대해 정확한 과학적 이해가 요구
 - 인류는 생존을 위한 자원공급의 지속가능성(sustainability)의 위기
 - 다음의 인류 세대의 삶에 필수적인 자원 공급 유지에 대한 의무가 대두
 - 자연에 대한 보다 높은 수준의 이해와 분석 필요
- “지구시스템 과학” 대두
 - 지구상 모든 부분은 서로 강하게 연관되어 있어 한 영역에서의 변화는 다른 영역에 반드시 영향을 미친다
 - 지구 규모에서의 변화는 점진적으로 생물권 전반에 걸쳐 영향을 미치게 되고, 때론 즉각적으로 생태계에 심각한 결과를 초래
 - 변화의 결과가 재난이나 재해로 다가오기 전에 현상을 파악을 하고 원인을 이해하여 적절한 대응 필요

3. 기상위성 관측

- 지구를 바라보는 새로운 시야 - 인공위성
 - 변화하는 지구 시스템의 정확히 이해를 위한 관측능력 강화 필요
 - 무엇보다도 전 지구적 환경 변화의 원인들에 대한 포괄적이고 지속적인 관측 필요
 - 인공위성을 활용하는 관측은 우리가 직면한 문제를 가장 정확하고 통합적으로 바라볼 수 있는 새로운 시야

○ 기상위성의 역사

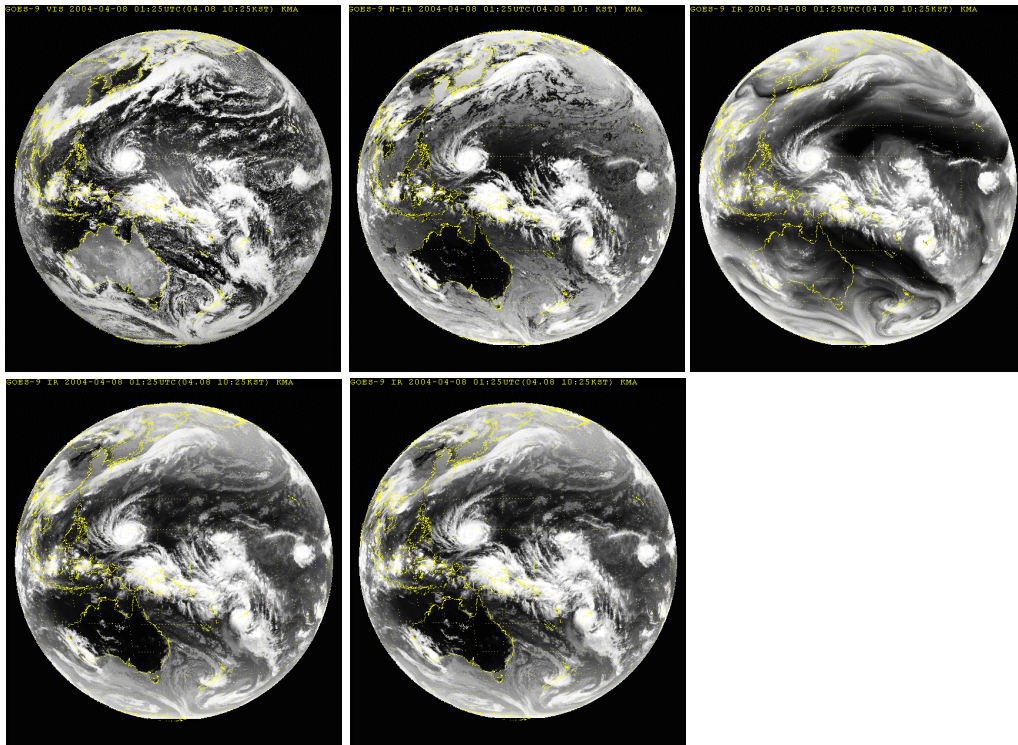
- 1960년, 미국의 NASA의 TIROS-1 위성으로부터 위성을 활용한 기상위성 관측 시작
- 1966년, 미국 ATS-1은 최초의 정지궤도상에서 기상현상 관측
- 1970년대 후반, 미국 2, 유럽 1, 일본 1, 인도 1개씩의 정지궤도 기상위성 관측망 구성, 전세계 기상변화 실시간 관측
- 이후 러시아와 중국의 기상위성 발사, 운용으로 기상위성 보유국 진입



- 우리나라의 기상위성 활용 - 기상청의 기상위성 업무
 - 1970년 미국 NOAA 위성 영상수신시스템 구축·운영
 - 1979년 일본 GMS-1호 위성 영상 수신
 - 2003년 통신해양기상위성 개발사업 착수
 - 2009년 국가기상위성센터 신설
 - 현재, 미국, 일본, 중국, 유럽의 12개 기상 및 환경위성 자료 수신·활용
 - 2010년 상반기, 통신해양기상위성 발사
- 기상위성 관측의 의미
 - 기상예보를 위해서는 일국차원의 관측자료만으로는 국경을 초월하는 기상변화 현상을 예측하는 것이 원천적으로 불가능
 - 전지구적인 관측자료의 공유는 모든 국가들의 필수사항
 - 수백~수천 km의 공간 규모와 연속적인 변화의 성격을 가지는 기상현상에 대해 우주 궤도상에서 관측이 되는 날씨 현황과 구름의 이동 정보는 기상학 발전에 있어서 획기적인 사건
 - 지상기상관측과 위성기상관측의 비교

장점	단점
- 해양과 오지를 포함한 전지구범위 관측	- 대기, 해양 및 수문변수에 대한 간접관측
- 넓은 지역에 대한 높은 시공간해상도 자료 확보 가능	- 정확도 낮음 → 기기의 검보정 및 자료 처리에 대한 지속적인 주의 필요
- 다양한 종류의 기상변수 관측/분석	- 새로운 측기개발에 오랜 시간 소요
- 관측자료 생산량을 고려할 때 유리한 편익/비용	- 위성의 제작·발사와 지상국시스템 운영·구축에 비용부담
- 다양한 변수의 동시관측	- 측기의 실패는 모든 자료의 상실위험
- 악기상시에도 중단 없는 관측	- 구름존재시 지표면 및 하층대기 관측 제한
- 대기의 수직분포 관측	- 자료량의 과다로 인해 자료수집시 사용자 개입 제한

- 통신해양기상위성의 기상업무
 - 통신해양기상위성(COMS : Communication, Ocean and Meteorological Satellite)는 우리나라 최초의 정지궤도 복합위성으로써 교육과학기술부, 국토해양부, 방송통신위원회 및 기상청의 공동사업으로 추진
 - 독자 기상위성 운용을 통한 위험기상 감시강화, 한반도 주변의 해양환경 감시, 초고속 멀티미디어 위성통신 서비스 기술의 우주 성능검증의 임무를 수행
 - 미국 GOES 위성 및 일본 MTSAT 위성과 동일한 성능을 가지는 통신해양기상위성 기상관측 탑재체는 1개의 가시채널(해상도 1km)과 4개의 적외채널(해상도 4km)의 멀티 스펙트럼 영상을 산출



COMS 기상영상기의 5채널 영상의 예상 모습

- 기상관측 영상 분석을 통하여 수치모델 입력장 제공 및 지표면 온도, 해수면 온도, 대기운동벡터 등 16종의 기상요소를 산출



통신해양기상위성 기상관측 산출물

○ 독자 기상위성 보유의 기대효과

- 기상분석과 일기예보를 위해 사용되는 위성자료의 독립 → 세계 7번째 기상위성 보유국가
- 통신해양기상위성을 독자적으로 운영함으로써 외국위성자료를 수신할 때보다 두 배 이상의 한반도 영역 관측주기 향상을 통해 위험기상 감시능력 향상
- 수치예보 입력자료로 활용되어 다양한 기상예측 정보 생산에 사용
- 기상위성자료 분석을 위한 원천기술 확보를 통한 기후·환경감시 등 기상관측정보의 활용범위 확대
- 통신해양기상위성 발사후 변화되는 상황

COMS 발사 전	COMS 발사 후
미국과 일본 등 다른 나라의 위성자료를 수신하여 일기예보에 이용	우리나라 위성을 이용하여 기상관측을 수행, 일기예보에 활용, 주변국에 위성자료 제공
태풍, 호우 등 악기상 발생시 관측영역 및 관측시각의 조정이 불가능	태풍, 호우 등 악기상 발생시 우리나라 영역을 중심으로 독자적인 관측영역 및 관측시각 조정 가능
정지궤도 기상위성 개발경험이 없음	COMS 개발 이후 정지궤도에서 기상이나 해양등의 지구환경관측을 할 수 있는 위성개발의 기초기술을 확보

○ 통신해양기상위성 이후

- 전세계 기상위성 운용국가들은 2010년대 후반을 목표로 차세대 기상위성 개발을 추진중
- 높아진 공간해상도, 관측주기 및 채널수 증가를 통해 기상관측 능력 확대와 함께 지구환경감시 기능 강화 추구
- 기상청은 차세대 정지궤도 기상관측 탑재체 보유를 목표로 교육과학기술부, 국토해양부, 환경부와 함께 정지궤도복합위성 개발을 추진중

4. 기상, 기후 그리고 지구환경변화의 관측

○ 우주의 평화적 활용

- 지구 궤도상에 존재하는 수 천개 위성들의 절대 다수는 첩보·군사위성 및 상업용 통신위성
- 지구관측을 위한 현업용 및 연구용위성은 기상위성을 포함하여 그 수가 매우 제한
- 지구환경 변화의 위기를 맞이하여 다양한 관점에서의 노력 필요

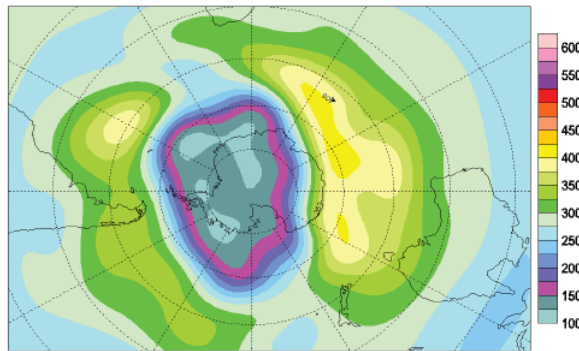
○ 인공위성을 통한 지구환경 변화 관측의 사례

- Blue Marble은 인간이 처음으로 지구를 직접 눈으로 보고 나서 붙인 이름으로, 우리가 사는 행성에 대한 인식의 전환을 가져온 계기였음

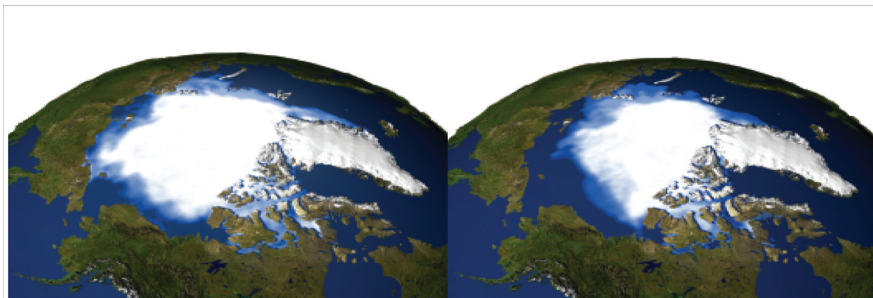


Blue Marble

- 남극의 오존홀이나 그린란드 빙하의 변화와 같은 대규모의 환경변화 현상 관측 역시 인공위성 관측자료 없이는 불가능

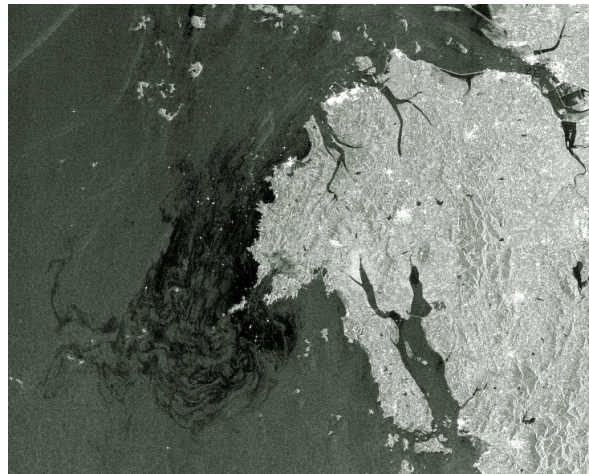


남극의 오존 홀

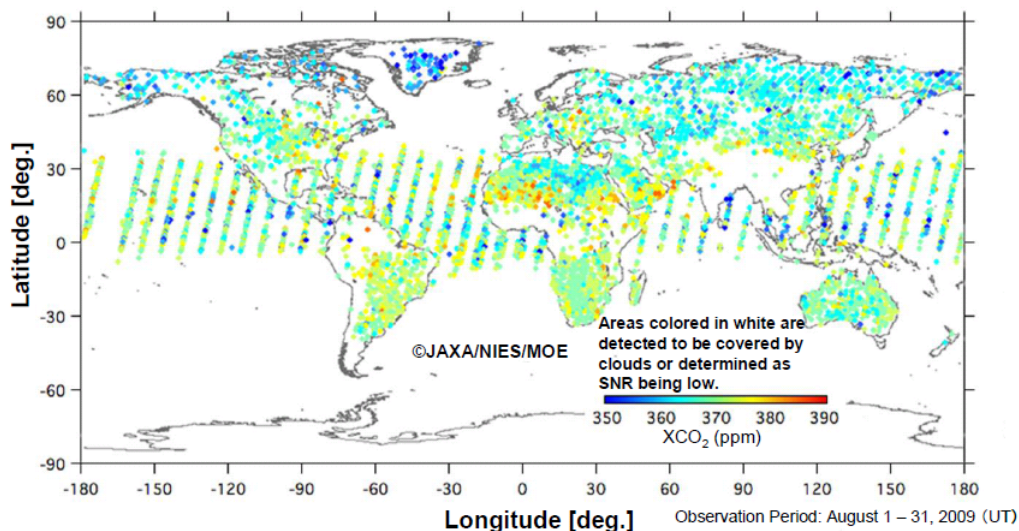


북극 빙하의 변화

- 1991년부터 ESA의 지구관측프로그램의 일환으로 진행된 ERS-1/2와 ENVISAT 위성의 RA(Radar Altimeter, 레이더 고도계)는 전지구의 평균 해수면 높이가 매년 약 3mm 상승됨을 관측
- ASTR(Along Track Scanning Radiometer)은 해수면 온도가 매 10년마다 0.1 3℃ 씩 상승하며 이 상승률이 점차 가속되고 있음을 제시
- ENVISAT의 SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography) 센서는 중국대기의 이산화질소의 급속한 증가량을 측정
- ENVISAT 위성의 ASAR(Advanced Synthetic Aperture Radar) 센서는 태안 기름유출사고의 영상을 제공



- 일본의 세계최초 온실기체 관측위성인 2009년부터 GOSAT은 전지구 이산화탄소 농도 관측 시작



○ 지구관측위성 개발을 위한 국가별 활동

- 미국의 경우에는 2020년까지 지구환경변화 감시를 위한 20여개의 중장기 위성개발 계획을 추진 중
- 유럽은 ESA(European Space Agency)를 중심으로 그간 진행해온 지구관측프로그램의 후속으로 "Living Planet Programme)"
 - "Living Planet Programme"은 연구목적의 지구탐사임무(Earth Explorer mission)와 현업 운영목적의 지구감시임무(Earth Watch mission)로 구분
- 일본은 미국과 TRMM 및 GPM 그리고 유럽과 EarthCare 프로그램을 공동 추진하고 있으며 그 외 7여개의 지구관측위성 프로그램을 진행
- 중국은 기상 및 해양위성 관측 분야의 활발한 활동 및 2008년에는 첫 생태환경 위성을 발사
 - 브라질과 공동으로 지구자원위성 CBRES(China Brazil Earth Resources Satellite) 개발

○ 지구관측위성 개발을 위한 전지구적 협력

- 지구관측그룹(GEO; Global Earth Observation) 중심으로 GEOSS(the Global Earth Observation System of Systems) 추진
- 세계기상기구(WMO; World Meteorological Organization)는 우주프로그램을 통해 기상위성 중심의 GOS(Global Observation System) 협력 추진
- 주 목적은 모든 관측자료들을 인류 공동의 자료로 공유하는 시스템 구축, 전 지구 시스템 변화를 감시하고 예측, 자연 및 인간 생활의 변화 연구
- 기후 변화에 있어서 대양의 역할, 대기와 대양의 상호 작용, 토지와 대양의 상호 작용, 해양 생태계 기능, 지구대기의 구성성분의 변화 등 다양한 물리화학적 특성을 정확히 측정을 위한 위성관측기기를 개발·운영을 위한 국제 공동프로그램 시도
- 기상위성 관측망은 실시간 자료전달이라는 현업의 바탕으로 이러한 전지구적 관측자료 공유의 중심적인 역할을 수행
 - 기상위성 운영기관들간의 정기적인 협력체인 CGMS(Coordination Group for Meteorological Satellite)는 30년이 넘는 역사를 통해 국제협력을 주도

5. 결론

- 눈앞으로 다가온 급격한 기후변화의 시대를 대비하여 전 사회적인 대응방안 마련되어야 할 것이며, 좀 더 정확한 미래 예측 및 자연재해 대응을 위해서는 우주기

술 활용에 보다 적극적인 국가의 활동 필요

- 2010년 발사가 예정된 국내 최초의 기상관측위성인 통신해양기상위성 및 다목적실용위성 5호는 기후변화를 대비하는 국가차원 노력의 결과물
- 24시간 운영되어야 하는 기상위성 시스템을 보유함으로써, 위성기반 전지구 관측자료의 국내 활용기반이 강화될 것으로 기대됨