

유럽 차세대 극궤도기상위성 MetOp시스템 구축과 활용



박 정 현 >>
기상청 지구환경위성과
pjh21@kma.go.kr



서 애 숙 >>
기상청 지구환경위성과장



박 종 서 >>
기상청 지구환경위성과

1. 서 론

유럽의 차세대 극궤도위성 MetOp-A는 2006년 10월 19일, 카자흐스탄에 위치한 러시아 Baikonour

기지에서 발사 성공하였으며, 6개월간의 시험운영을 거쳐, 2007년 5월 16일 공식적으로 현업운영을 시작하였다.

유럽은 약 30년 동안 정지궤도기상위성으로 잘 알려진 Meteosat을 운영해왔으나, 극궤도 위성으로서는 MetOp-A가 최초이며 이로써 미국과 유럽의 공동 극궤도 관측망이 최초 구축되었다. 태양전지 패널을 포함하여 길이 17.6m로 무게가 4톤이 넘는 MetOp-A 위성은 일기예보와 전지구 기후변화 감시를 위하여 IASI(Infrared Atmospheric Sounding Interferometer), MHS(Microwave Humidity Sounder), GOME-2(Global Ozone Monitoring Experiment), ASCAT(Advanced Scatterometer), GRAS(GNSS Receiver for Atmospheric Sounding), AVHRR-3(Advanced Very High Resolution Radiometer), HIRS(High Resolution Infrared Sounder), SEM-2(Space Environment Monitor) 등 12개 기구를 탑재하고 있다.

기상청은 2008년 국가기상위성센터 설립 및 국내 최초 통신해양기상위성(Communication, Ocean and Meteorological Satellite, 이하 COMS) 발사

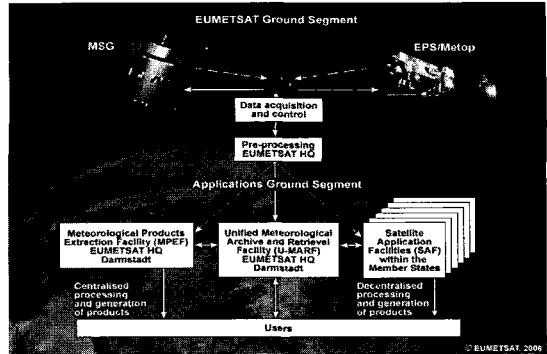
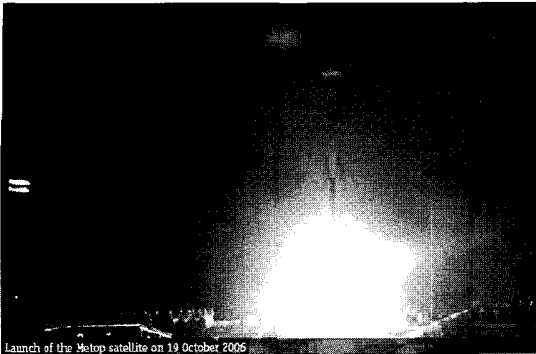


그림 1. MetOp-A 위성 발사(2006년 10월 19일) 장면과 Svalbard의 CDAS (Command and Data Acquisition stations) 및 Madrid의 백업 관리센터

를 앞두고 신기술 센서들을 탑재한 차세대 극궤도 위성 MetOp 자료 수신시스템을 구축하여, NOAA 위성자료 수신과 더불어 전체 극궤도 위성관측시스템을 구축하고자 한다. 또한, 수치예보능력 향상에 크게 기여할 분석자료를 산출하는 등 기상위성DB 및 웹기반 위성영상분석시스템 등의 위성자료검색시스템을 통해 각종 기상정보를 실시간 제공할 것이다.

2. MetOp 위성 탑재체

위성발사 후 독일 암스테르담에 위치한 유럽우주기구(European Space Agency, 이하 ESA) 유럽우주운영국(European Space Operations Centre)의 관리와 EUMETSAT(European Organization for

the Exploitation of Meteorological Satellites)의 시험운영 기간 6개월을 거쳐, 비교적 빠른 시간에 안정화되어 현재 정상적으로 현업운영되고 있다.

MetOp-A 위성은 EUMETSAT 극궤도 시스템(EUMETSAT Polar System)의 하나로서, 미국 국립해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, 이하 NOAA)의 극궤도 현업환경위성(Polar Operational Environmental Satellite) 시스템과 병행하여 운영된다. 미국 NOAA 위성들이 오후 궤도 임무를 맡고 유럽의 MetOp이 오전궤도 임무를 수행하게 된다.

임무수행을 위해, 현재 NOAA 위성에 탑재된 것과 유사한 미국의 센서들과 유럽의 차세대 원격탐사기구를 탑재하고 있다. 프랑스 국립 우주 연구센터(le Centre National d'Etudes Spatiales, 이하

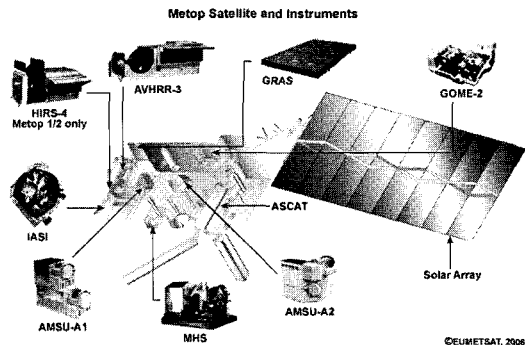
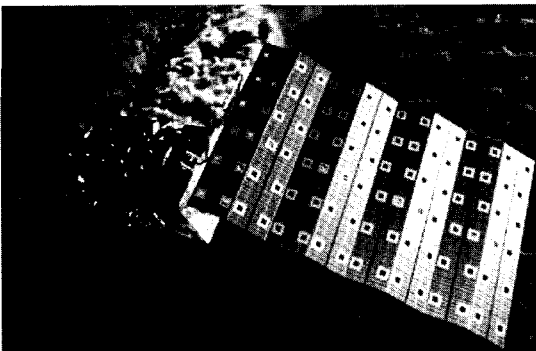


그림 2. MetOp-A 위성과 탑재체들

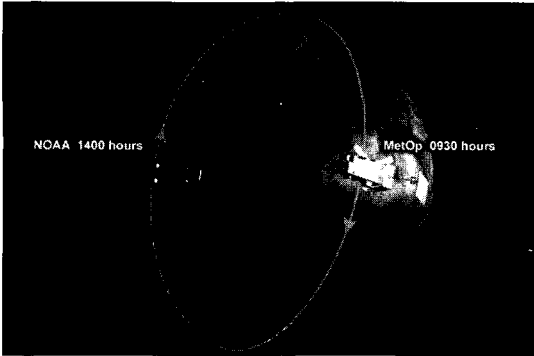


그림 3. NOAA와 MetOp의 극궤도 관측시스템 및 EUMETSAT과 NOAA 협약에 의한 IJPS (the Initial Joint Polar System)

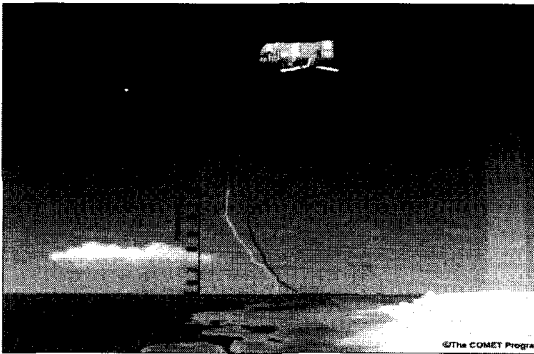
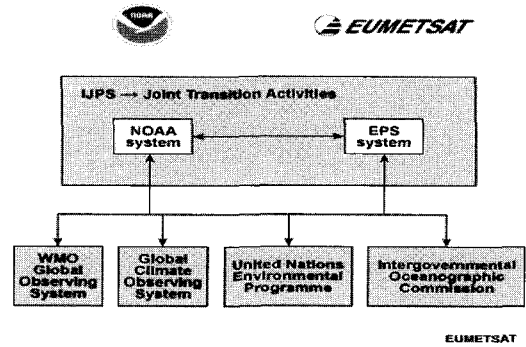


그림 4. IASI 관측 온도와 습도 프로파일

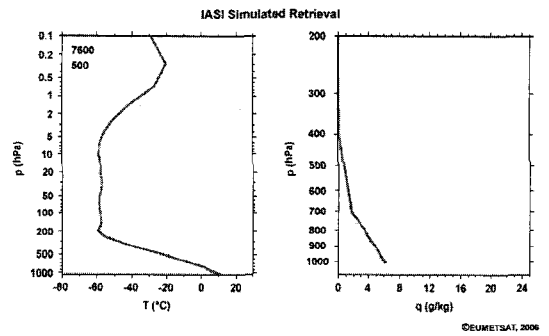
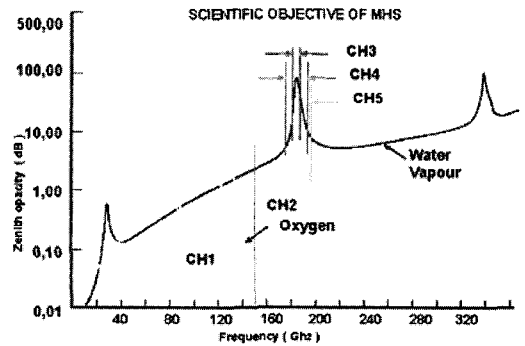


그림 5. MHS 센서와 관측채널



CNES)에서 제공하여 현업극궤도 위성에 최초 탑재된 IASI 센서는, 8000개 이상의 채널을 가진 고분해능의 적외 대기 사운딩 간섭계이며 수치예보모델 입력자료가 되는 온도와 습도 프로파일 및 오존, 일산화탄소, 이산화탄소, 메탄, 아산화질소 등의 미량기

체 측정에 활용된다. 또한 신규 센서인 마이크로파 습도 사운더인 MHS 센서는 5개 채널 복사계로서 향후 발사될 NOAA 위성에도 탑재될 계획이다.

ESA와 EUMETSAT이 공동 개발한 전구 오존 감시기구 GOME-2는 오존과 기타 미량기체 프로파일

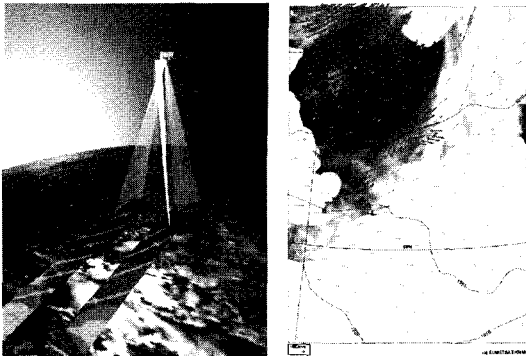


그림 6. ASCAT 관측 해상풍.

관측을 위해 ERS-2에 이미 탑재된 관측 분광계를 개선한 것이다. ESA와 EUMETSAT이 공동 개발한 또 다른 기구로 ASCAT이 있으며, 이 산란계는 강화된 C 밴드 레이더가 해수면의 풍속과 풍향을 측정하고 수치예보모델에 피드백하고 해빙, 적설, 토양수분 정보 등을 제공한다.

ESA와 EUMETSAT 공동개발한 새로운 장비 중 하나인 GRAS는 고도 2만 km를 돌고 있는 네비게이션 위성 GNSS(Global Navigation Satellite System)으로부터 전파를 수신하는 장치로, 전파가 대기를 통과할 때 신호의 차폐효과를 이용하여 대기 사운드자료를 구한다.

그 외에도 미국 NOAA에서 제공하는 해양과 지표면 및 전구 구름영상을 위한 고해상 복사계인 AVHRR-3, 대기 온도 프로파일 관측을 위한 15개 채널 마이크로파 사운드 장치 두 개의 AMSU-A(Advanced Microwave Sounding Unit), 20개 채널의 고해상 적외 복사 사운드 HIRS 등을 탑재하고 있다.

이러한 신기술 센서를 탑재한 MetOp-A 위성은 유럽과 미국의 공동노력으로 위성체 및 탑재체의 제작에서 발사까지 성공적으로 이루어질 수 있었으며, EUMETSAT, ESA, CNES, NOAA, NASA의 관리하에 시험운동을 거쳐 안정적인 현업운동을 시작되었다. 시험운영 기간동안, Svalbard의 지상국에서는 MetOp-A 위성의 전파사 자료를 성공적으로 획득하여 암스테르담의 EUMETSAT 본부로 전송함에도 문제가

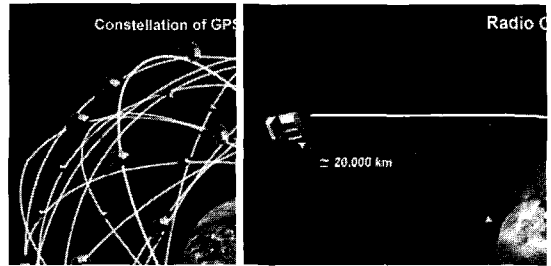


그림 7. MetOp의 GRAS

없었다. 또한, ATOVS 자료분배, ECMWF(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)와 영국 Met Office에서 2007년 1월 각각의 수치예보모델 AMSU와 MHS 자료동화를 시작하였다.

시험운영 후 성공적으로 현업운동을 시작한 MetOp-A는, 24억 유로화의 투자로 약 15년간 계획된 3기의 MetOp 프로그램에서 첫 번째 위성으로서, 미국과 유럽의 공동 극궤도 위성시스템 구축에 있어서 획기적인 사건이다.

3. 기상청의 MetOp 위성자료 수신 및 분석활용시스템 구축

기상청은 2008년 국가기상위성센터 설립에 앞서, 기상위성센터가 위치할 충청북도 진천에 MetOp 위성수신 안테나와 전처리시스템을 구축하여, NOAA 위성자료 수신과 더불어 전체 극궤도 위성관측시스템을 확보하고자 한다. 더불어, 기상위성자료 수신처리에 대한 국내기술력 확보를 위해 EUMETSAT-기상청간의 협약을 맺는 등 독자 전처리시스템을 개발을 위한 노력을 기울이고 있다.

MetOp위성자료는 세 가지 방식으로 전세계로 분배되며, 안테나를 통한 직접 분배, EUMETCast 및 FY-Cast를 통한 지역자료 서비스와 전지구 자료서비스가 이에 해당한다. 전지구 자료 서비스는 CDA(Central Data Acquisition Station)에서 한 주기마다 덤프한 데이터를 EPS의 CGS(Core Ground Segment)에서 처리하여 EUMETCast를 통해 서비

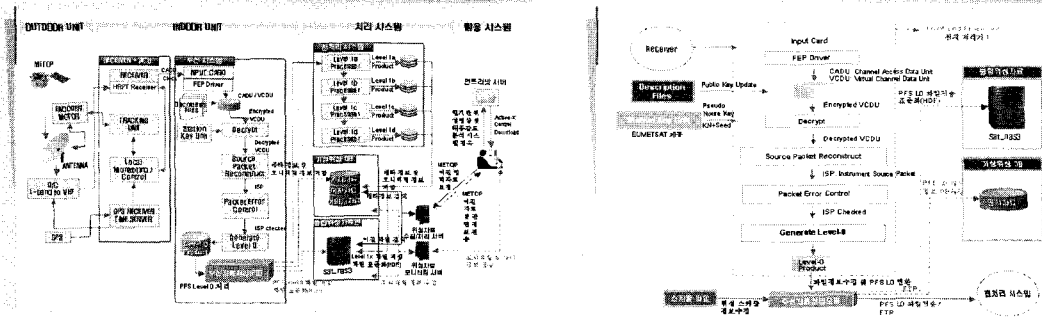


그림 8. 기상청의 MetOp위성자료 수신 및 분석활용시스템 구성도

스 하며, 분배시간은 관측 이후 Level 1 자료는 135 분이며 Level 2 자료는 180분이다. 전지구 자료 서비스되는 Level 1 자료는 ASCAT, ATOVS, AVHRR, GOME, IASI 자료로 BUFR 나 PFS 포맷으로 분배되며, Level 2 자료는 ASCAT은 SAF(Satellite Application Facility)로부터 BUFR 포맷으로, ATOVS는 BUFR, AVHRR/GOME/GRAS/IASI의 BUFR 포맷 등이다. 지역자료 서비스는 EARS(EMETSAT Advanced Retransmission Service)에서 제공되는 지역자료를 EUMETCast를 통해 서비스하며, 지정된 수신국으로부터 데이터를 수집하고 Level 1으로 처리하여 EUMETSAT 헤더 쿼터로 전송된다. 기상청에서 안테나를 통해 직접 수신할 자료는 L 밴드 AHRPT와 VHF 의 LRPT 중 전 자료로서 AHRPT 자료에 모든 센서관측자료가 포함되어 전송된다. 현재 기상청은 AAPP 혹은 OPS-

LRS(Operational Software-Local Reception Station)로 처리 가능한 센서자료인 AMSU, AVHRR, HIRS, IASI, MHS 자료를 수신처리하는 시스템을 개발중이다.

기상청은 2.4m L 밴드 안테나를 통해 AHRPT (Advanced High Resolution Picture Transmission) 자료를 직수신하고, AHRPT의 송신 단위인 CADU(Channel Access Data Unit) 1024 바이트 패킷자료를 처리한다. CADU는 극궤도 기상 위성 수신장치에서 VCDU(Virtual Channel Data Unit)으로 디코드 후 헤더정보가 추가된다. 이 자료는 전처리시스템으로 전송되어, 센서별 자료(Level 0)로 분리된다. 이후 해당 센서자료별로 calibration 및 navigation 처리를 실시한다. Level 0 자료는 EPS의 PFS(Product Format Specification) Level 0자료 포맷으로, 기상청은 PFS Level 0 및

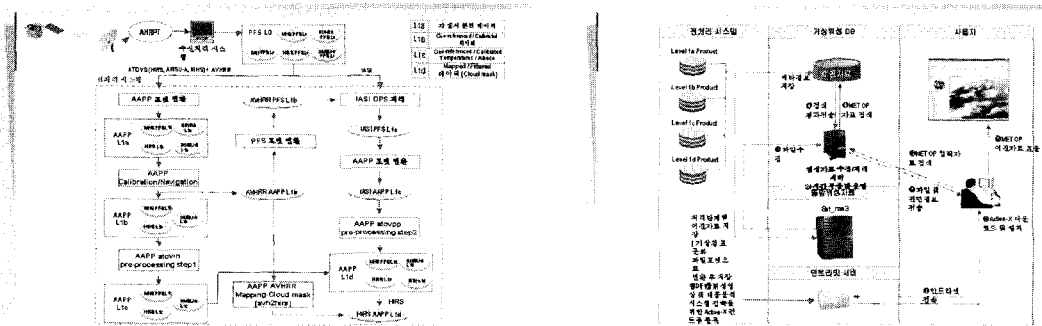


그림 9. 기상청의 MetOp위성자료 수신처리 및 자료제공 흐름도

AAPP Level 1 자료의 메타정보와 이진 파일을 종합적으로 관리하는 통합 기상위성 DB를 확대구축하며, 2006년 개발된 웹기반 위성영상분석시스템과 유기적 통합운영을 수행할 것이다.

4. MetOp 위성활용 기상분석자료 산출

위성관측기술 향상 및 센서 정밀도 증가 등으로 전지구 약기상분석 및 예보를 위한 관측자료로서 정지 및 극궤도 기상위성의 활용도는 점차 증가되고 있다. 기상청은 정지기상위성으로 GMS로부터 GOES-9, MTSAT(HiRID, HRIT, LRIT 전 송 자료), Meteosat, FY-2 등을, 극궤도 기상위성으로 NOAA, FY-1, Aqua, Terra 자료 등을 실시간 수신하여 기본관측영상 및 기상분석자료를 제공하고 수치

예보 활용자료를 제공해 왔다. 2008년 국내최초 기상위성 COMS 발사, 유럽 최초 극궤도 위성 발사, 미국 극궤도 위성 NOAA의 NPOESS로의 세대교체, 해양위성 Jason-3 발사 등을 앞두고, 기상청은 국내 기상위성관측기술 및 수신처리와 분석활용기술의 향상을 위해 노력하고 있다. 이를 위해 2006년 MTSAT-1R 위성의 HRIT 자료 독자처리시스템을 구축하였으며, 2007년 극궤도 기상위성으로서는 처음으로 독자 처리시스템을 개발하고 있다.

MetOp 위성에는 미국 NOAA의 AVHRR 센서도 탑재되어, 그 센서의 0.58~12.5 μ m 영역대의 6개 스펙트럴 밴드 관측자료로부터 지표면 정보, 육해상 및 구름 정보, 해수면온도, 적설 및 식생정보를 산출할 수 있다.

탑재된 NOAA 및 AQUA 위성 등의 AMSU 관측 센서를 활용하여, 지표면으로부터 약 40km까지의 대기온도 프로파일, 강수정보, 지표 방출률 정보 등

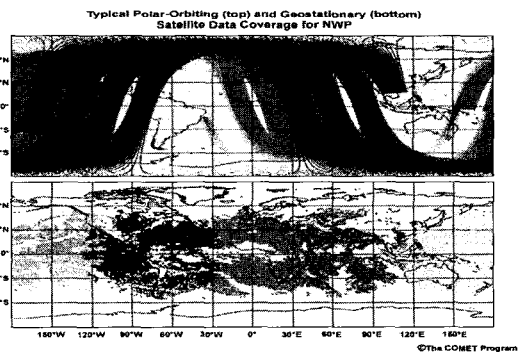
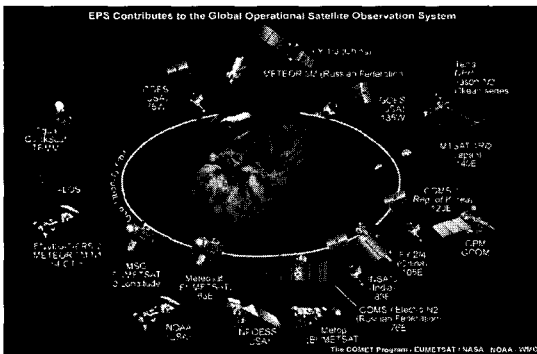


그림 10. 전지구 현업 위성관측시스템과 수치예보활용 위성자료관측망

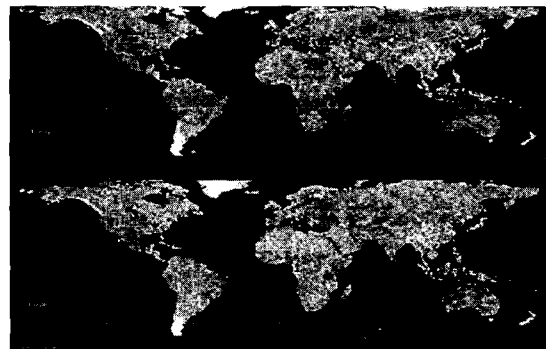
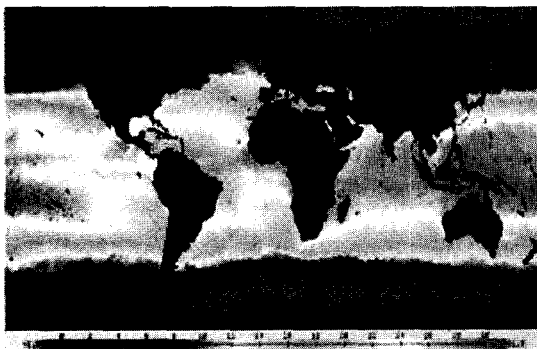


그림 11. AVHRR 활용 해수면온도와 식생정보

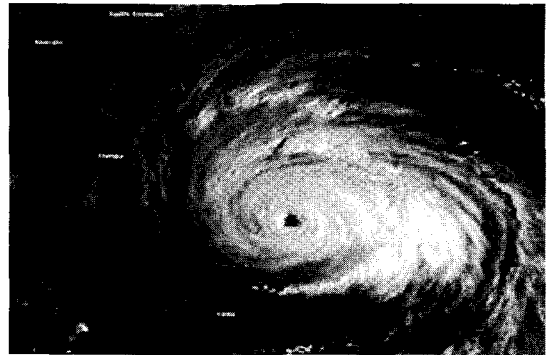


그림 12. AMSU 센서활용 Total precipitable water field와 HIRS 센서활용 허리케인 관측자료

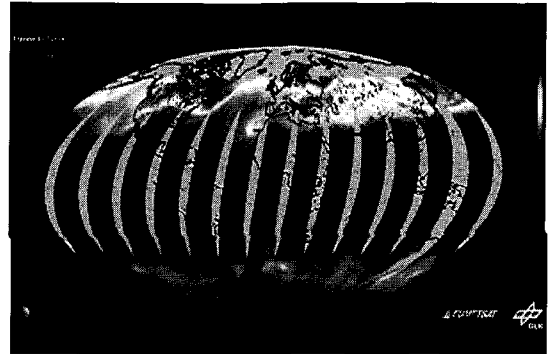


그림 13. GOME-2 센서활용 오존량(Total Ozone)

을 산출하고 대기 수증기 효과 보정에 활용가능하다. HIRS 센서자료와 함께 강수, 적설이나 해빙 농도, 토양 수분등의 지표면 정보 획득할 수 있다.

ERS-2에 탑재되었던 MetOp의 GOME-2 센서관측자료를 활용하여 오존과 기타 미량기체 프로파일 자료를 산출할 수 있으며, 또하나의 ESA와 EUMETSAT의 공동개발 센서인 ASCAT은 C 밴드 레이더가 해수면의 풍속과 풍향을 측정하고 수치예보모델에 피드백하여 해빙, 적설, 토양수분 정보 등을 제공한다.

CNES의 IASI 센서는, 8000개 이상의 채널을 가진 고분해능의 적외 대기 사운드링 간섭계이며 수치예보모델 입력자료가 되는 온도와 습도 프로파일 및 오존, 일산화탄소, 이산화탄소, 메탄, 아산화질소 등의 미량기체 측정에 활용된다. 또한 신규 센서인 마이크로파 습도 사운드링인 MHS 센서는 5개 채널 복사계로서 AMSU, AVHRR, HIRS 센서자료와 함께 활용된다.

이외에도, IASI 센서자료를 활용하여 온도와 습도 프로파일, 오존량, 지표면 온도, 지표 방출률, 운정온도, 운정기압, 구름상태, 미량기체 정보 등을 산출할 수 있으며, 이러한 MetOp위성자료는 대기·육지·해수면의 전지구 환경정보를 주야간으로 관측하여 해상풍, 태풍발달 등의 악기상을 분석하고 지구 기후변화 감시능력을 강화하며, 지구기후시스템에 영향을 미치는 다양한 요소간의 복잡한 상호작용 이해와 수치예보모델의 자료동화 등에 활용된다.

5. 결 론

유럽은 14년 계획으로 MetOp 위성프로그램을 계획하여 제 1기 위성 MetOp-A를 발사 성공하였으며, 6개월간의 시험운영을 거쳐, 2007년 5월 16일 공식

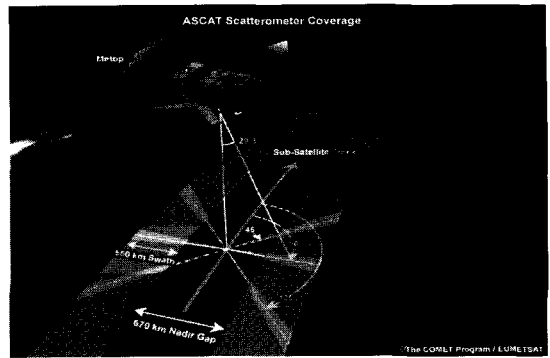
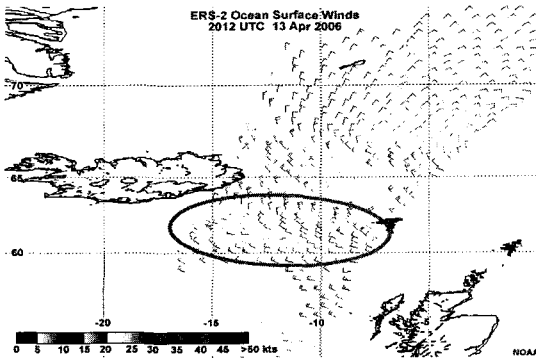


그림 14. ASCAT 센서활용 해상풍자료

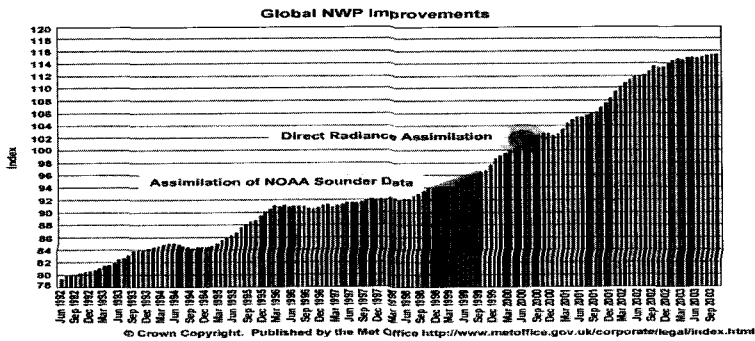


그림 15. 위성자료 동화와 전지구 수치예보모델의 성능향상도(Met Office 제공)

적으로 현업운영을 시작하였다. 정지궤도기상위성만을 약 30년간 발사·운영해오던 유럽으로서는 최초 극궤도 위성을 보유하게 되었으며, MetOp-A 위성에는 AVHRR이나 ATOVS 자료외에 IASI, ASCAT, MHS, GOME-2, GRAS 등의 신기술 센서를 탑재하고 있어 보다 정밀하고 고해상의 기상정보를 제공할 수 있게 되었다.

기상청은 국가기상위성센터 설립 및 국내최초 기상위성인 COMS 발사를 앞두고 이러한 신기술 센서들을 탑재한 차세대 극궤도 위성 MetOp 자료 수신 시스템을 구축하고, NOAA 위성자료 수신과 더불어 전체 극궤도 위성관측시스템을 구축함으로써, 수치예보모델 자료동화 등을 통해 예보능력 향상 뿐 아니라, 미국과 유럽의 공동 극궤도 관측망 자료를 활용

하여 전지구 기후를 감시하고, 태풍, 오존, 전지구 미량기체 감시 등을 통해 악기상 정보 제공에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- EUMETSAT, 2006 : Report of the 34th Meeting of the CGMS,
- EUMETSAT, 2006 : EPS-CGS/Polar Station Facility - Reference User Station Architecture, EPS-IE-DD-0002.
- EUMETSAT, 2006 : EPS Architectural Design Document, EPS-KSPT-AD-5121.