

# KORMEX, 장마 집중 감시 사업

오재호 · 권원태 · 류상범

기상 재해를 극소화시키기 위해서는 그 원인이 되는 악기상 현상의 동태를 신속하고 신뢰성 있게 예측하는 것이 선행되어야 한다. 이를 위하여 가장 시급한 문제는 기상 재해의 원인이 되는 악기상 현상을 정확히 감시하고 분석하여 그 현황을 세밀하고 정확하게 이해할 수 있어야 한다. 중위도 편서풍대에 위치하고 있는 한반도는 삼면이 바다로 둘러 싸여 있어 계절에 따른 바다와 육지의 열용량의 차이로 인한 영향이 심할 뿐 아니라, 산악이 많은 복잡한 지형으로 인해 국지적인 영향을 많이 받는다. 그러므로 한반도의 기상 배치는 대단히 복잡하다. 대규모의 기상 재해를 일으키는 기상 현상의 감시와 예측 역시 어렵지만 특정 지역에 집중적으로 기상 재해를 일으키는 국지 기상 현상은 그 공간과 시간 규모가 작기 때문에 감시가 어려울 뿐만 아니라 예측의 정확도도 아주 미약하다.

해마다 본격적인 더위가 시작되기 전에 내습하는 정마는 우리 나라에서 홍수와 가뭄 등 기상 재해를 유발하는 원천으로, 지난 1994년 이후부터 지금까지 계속되고 있는 가뭄 또한 근본적으로 정마기의 강우량과 깊은 관련이 있다. 지난 1983년부터 1992년까지 10년간 한반도에서 발생한 기상 재해 가운데 정마 기간동안 주로 발생하는 집중호우로 인한 것이 전체의 30%로 발생 빈도가 가장 높고, 그 피해액 또한 전체 피해액의 70%(연간 약 2,600억 원)에 달한다. 이 기간 중 가뭄으로 인한 피해액을 포함하면 훨씬 더 큰 규모가 될 것이다. 그리고 정마 기간동안의 강수량은 우리 나라 연간 총강수량의 40% 이상을 차지하는 수자원의 중요한 공급원으로 정마 기간과 강수량에 대한 장·단기 예측은 수자원의 효율적인 관리에 있어서 매우 중요한 정보라 할 수 있다.

전지구 및 지역 기후 변화의 정량적 이해와 예측을 위해 노력해 온 WCRP (World Climate Research Programme, 세계 기후 연구 프로그램)의 과학 위원회는 집중호우, 홍수, 가뭄 등 물 순환의 중요성을 인식하고 1987년부터 GEWEX(전구 에너지 및 물 순환 관측 실험) 사업을 추진하고 있다. GEWEX는 대기와 지표면의 에너지 교환 및 물 순환을 상세하게 조사 연구하는 것으로 전지구 복사 균형에서부터 구름 발달에 이르는 문제까지를 모두 포함하고 있다. 이 문제를 해결하기 위한 방안으로 먼저 각 지역에서 일어나는 각종 기상 현상에 대한 과학 지식과 기술 경험을 쌓고 다음 단계에서 전구 규모 현상까지를 포함하도록 계획되어 있다. 그 첫 단계로 미국 중서부 지역, 캐나다 서부 지역, 남미 아마존 지역, 아시아 몬순 지역, 발틱해 지역 등 5곳에서 현재 관측 사업이 현재 진행 또는 계획 단계에 있다 (그림 1).

기상연구소 예보연구실

중국과 일본은 이미 수년 전에 이 사업이 중요성을 인지하고 기상 위성, 슈퍼컴퓨터, 그리고 필요한 연구 사업 재원을 상호 협력적으로 출자하여 중국 대륙에서 동아시아 몬순을 집중 감시하려 하고 있다. 이들 국가에서 추진하고 있는 사업은 GAME (GEWEX Asian Monsoon Experiment, 아시아 몬순 관측 실험) (GAME, 1992)과 SCSMEX (South China Sea Monsoon Experiment, 남중국해 몬순 관측 실험) (SCSMEX, 1995)로 전지구 기후계의 에너지 전달과 물 순환에 대한 동아시아 몬순의 역할을 규명하고 동아시아 몬순의 예측 능력을 향상시키기 위한 사업이다. 이를 위해 1994년~1997년의 준비 단계를 거쳐 1998년 4월~8월 유라시아 대륙의 네 곳에서 집중 관측을 실시할 계획이다.

장마는 넓게는 동아시아 몬순 순환의 일부이며, 아직까지 아시아 몬순 또는 장마에 관한 본격적인 관측은 실시된 바가 없는 실정이다. 그러므로, 중국과 일본의 사이에 위치한 우리 나라 역시 이 사업에 동참하여 합리적인 장마 감시 계획을 수립하고 장마 예측의 신뢰도를 높이는 계기로 삼아야 할 것이다. 이에 산·학·연을 총망라한 관련 과학자들이 모여 1995년에 '한국 몬순 위원단(Korea Monsoon Study Panel, KMSP)을 구성하고 '장마 집중 감시(Korea Monsoon Experiment, KORMEX)' 사업을 기획하기에 이르렀다(KMSP, 1996).

KORMEX의 목적은 장마와 이에 동반된 집중호우를 이해하고 예측 능력을 향상시키는데 있다. 세부 목적은 한반도의 주요 물 공급원인 장마와 이에 동반된 집중호우 메커니즘에 대한 이해를 심화시키고, 집중호우의 예측 능력, 수치예보 모델과 기후모델의 수문 과정 처리를 개선하여 물 수지의 수일 및 수개월 예측 능력 및 엘니뇨와 지구 온난화에 관련된 몬순 순환의 변동에 따른 지역 물 순환의 경년 변동에 대한 이해를 향상시키는 동시에 수년에 걸친 예측 능력을 향상시키는 것이다. 이와 같은 목적을 달성하기 위해 그림 2와 같은 KORMEX 사업의 추진 체계를 구성하였다.

현재 기상청과 한국 몬순 위원단을 중심으로 KORMEX 사업의 기획과 사업 추진 체계 구성이 이루어지고 있다. KORMEX 사업의 체계적이고 효율적인 운영을 위해서 운영 위원회, 집행 위원회와 사업 사무국을 두고 실질적인 연구는 Working Group에 의해 수행될 예정이다. WG는 지역 집중호우 관측 실험, 위성 원격 탐사, 대기 복사 모니터링, 자료 동화, 모델링, 자료 관리, 기후 변동성 및 대기-해양 상호 작용 WG으로 구성되어 있다. 사업의 세부 단계적 추진 전략은 한반도 지역에서 장마와 집중호우를 위한 자료 생산을 바탕으로 집중호우에 대한 이해를 증진시키며, 장마의 모사와 장기예측 능력을 향상시키고, 집중호우 메커니즘 이해 및 예측성 제고 및 한반도 내의 지역 물 순환 메커니즘 이해를 통해 장마(아시아 몬순)의 변동이 지역 수자원에 미치는 영향을 평가할 것이다.

KORMEX 사업에서 수행될 작업은 크게 두 분야로 분류할 수 있다. 첫째는 장마 및 집중 호우 연구에 필요한 관측 자료의 생산 및 관리이며, 둘째는 장마 물리 과정의 모델링이다. KORMEX 관측 자료의 생산은 지상관측과 원격 관측에 의해 실행될 것이다. 지상 관측은 현재 한반도에 설치되어 있는 자동 기상 관측 시스템(총 400대), 라디오 존데, 상층 바람 연속 관측 장비 (Wind profiler) 등 첨단 기상 장비를 이용하여 사공간적으로 조밀한 자료를 생산할 것이다. 원격 관측은 정지 기상 위성(GMS-5), NOAA 극궤도 위성(NOAA-12, NOAA-14), 열대 강우 관측 위성(TRMM), 환경 관측 기술 위성(ADEOS-1) 등을 포함한 각종 위성 자료와 기상 레이더를 이용할 것이다. 생산된 관측 자료는 기상청 종합 유선 통신망을 통해 수집될 것이다. KAIN (KORMEX Archive Information Network, KORMEX 정보망)은

KORMEX사업을 통해 생산된 아외 관측 자료 및 4차원 동화 자료를 편집하여 연구자 및 현업 종사자로 하여금 한반도 지역의 물 순환 및 에너지와 물의 분포, 균형을 추정하는데 도움을 주고자 한다. 또한 GAME 정보망(GAME Archive Information Network, GAIN)과 연계하여 아시아 몬순의 연구에 필요한 한반도 자료를 제공하고자 한다. 이와 같은 자료 관리 정책이 KORMEX의 필수적이고 최종적인 임무이다.

KORMEX 사업에서 장마 물리 과정 모델링의 목적은 각 구름 시스템, 특히 중규모 구름 시스템의 물리 과정을 이해하고 기후 모델 내의 구름 모수화를 개선하기 위하여 그 결과를 적용하는 것으로 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) 구름 분해 모델의 개발과 중규모 구름 모델에 대한 응용
- (2) 중규모 구름 모델의 개발과 GCM 내의 적운 모수화에 대한 응용
- (3) 구름의 미세 구조 및 미세 물리 과정 연구
- (4) 기후 모델 내의 에너지 및 물 순환에서 구름 시스템의 역할에 대한 확인

KORMEX 사업의 실행 계획은 준비 단계(~1996), 예비 관측 단계(1997), 집중 관측 단계(1998), 자료 수집 및 장기 모니터링 단계(1997~2010) 등 4단계로 구성되어 있다. 그림 3은 KORMEX 사업의 전체 프로그램의 내용과 임시 시간표이다. 국내외 협조 방안 연구와 환경 조성을 위하여 국제 워크숍을 매년 1회씩 개최할 예정이다.

장마 집중 감시 사업은 세계 기후연구 계획의 일환으로 추진되고 있는 GEWEX (전구 에너지와 물 순환 관측 실험)의 아시아 몬순 관측 실험(GAME), 남중국해 몬순 관측 실험(SCSMEX), 티베트 고원 관측 실험(Tibetan Plateau Experiment, TIPEX), 유하 유역 관측 실험(Huai-he River Basin Experiment, HUBEX) 등 국제 공동 연구 사업과 유기적인 관계를 유지하여 1998년 여름에 집중 관측을 실시할 예정이다. 국제 공동 사업에 참여를 통하여 대규모 아시아 몬순계의 대기 순환, 에너지 및 물 순환 등 관측 자료를 공유함으로써 지역 관측 자료는 물론, 전구 관측 자료 세트를 구축하여 관련 분야 연구 활성화 및 장마와 이에 동반된 호우 예측에 크게 기여할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- GAME, 1994: GEWEX Asian Monsoon Experiment: Science Plan. Japan National Committee for WCRP.
- KMSP, 1996: 장마 집중 감시: 사업 기획. 한국 몬순 위원단, 기상청.
- SCSMEX, 1995: The South China Sea Monsoon Experiment: Science Plan. SCSMEX Science Working Group.

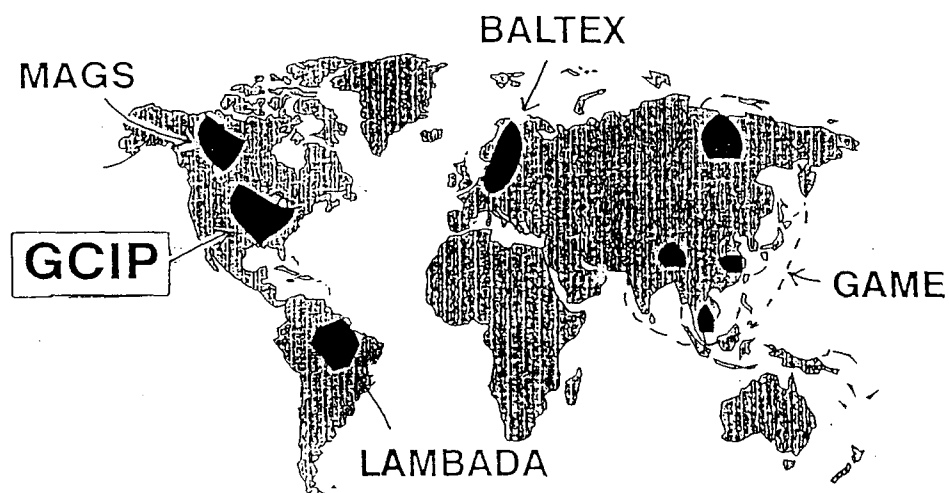


그림 1. GEWEX 집중 관측 실시 지역.

# KORMEX Structure

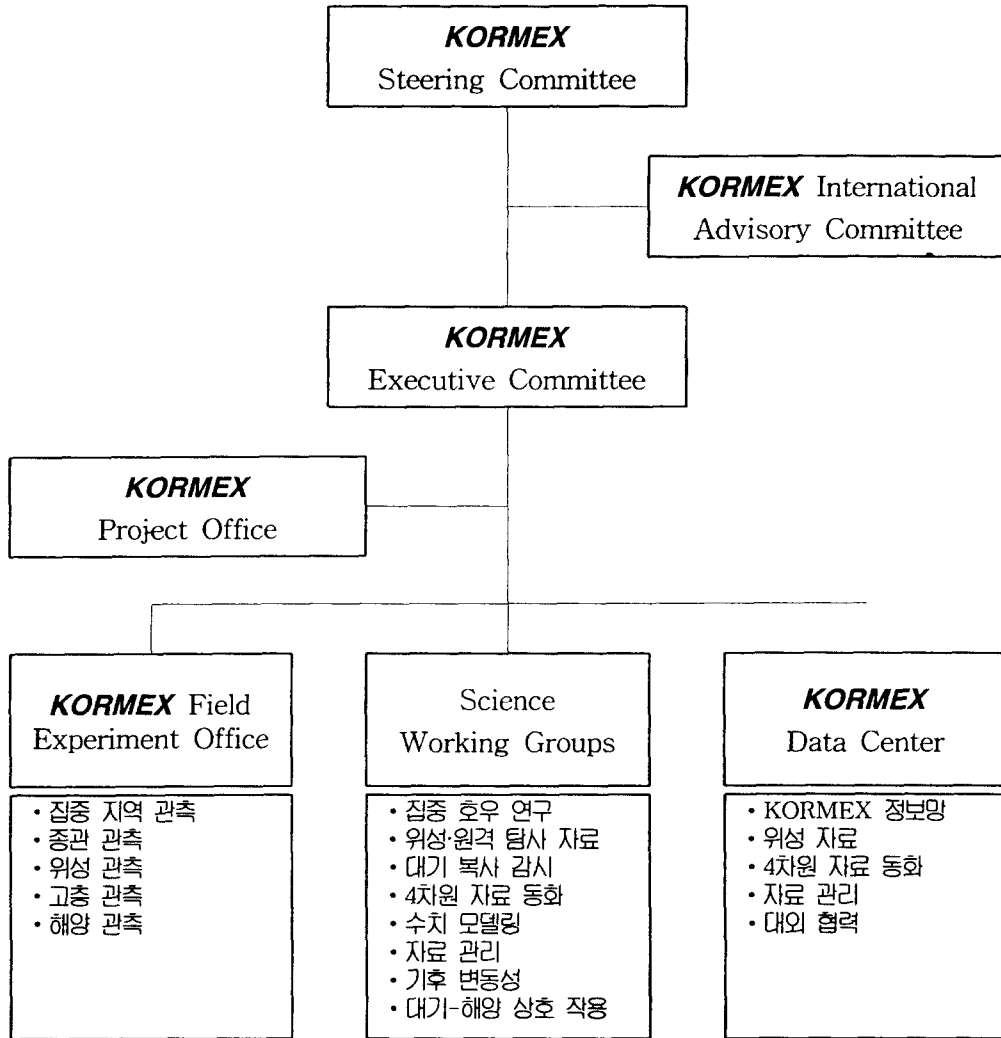


그림 2. KORMEX 체계도.

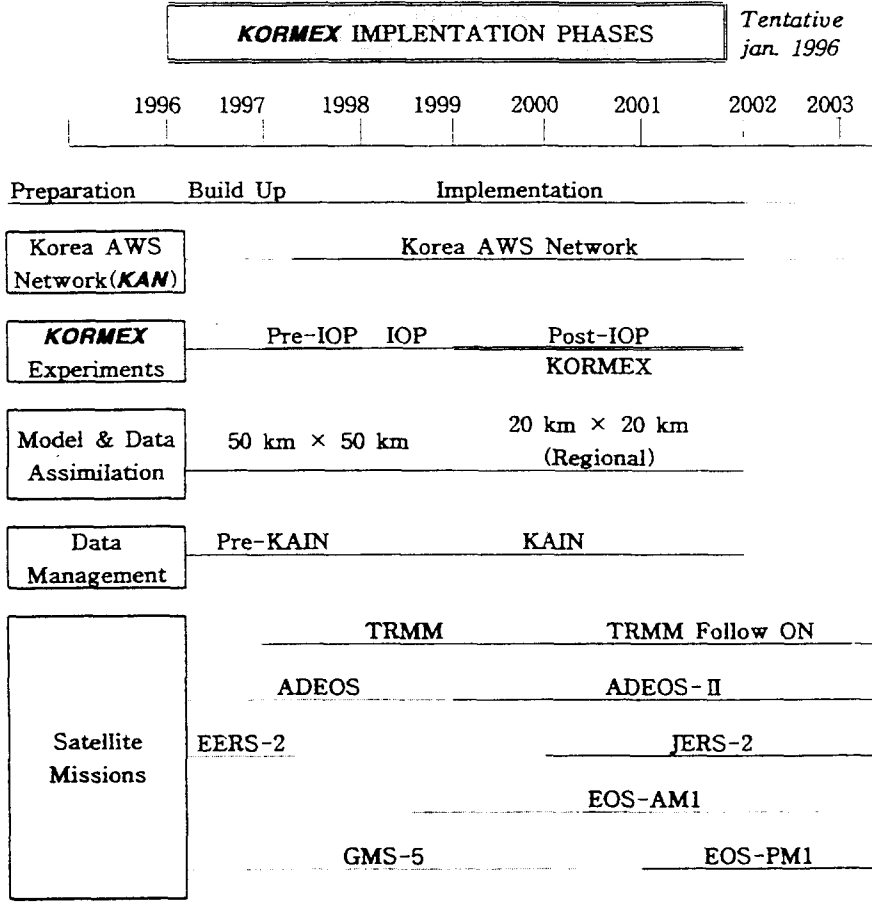


그림 3. KORMEX 실시 계획안.