

“장마집중감시에 관한 워크샵” 결과 보고

(Korea Monsoon Experiment : KORMEX)

백희정* · 류상범* · 권원태* · 오재호*

1. 개 요

1996년 3월 22일, 세종문화회관 대회의실에서 1996년 기상의 날을 맞아 기상연구소, 기후변화 연구회, 대기환경 연구회, 위성탑재용 기상관측 센서 기술 연구회, 장마의 역학적 구조와 발달과정 연구회, 한반도 집중호우 관측 이론 예보 연구회 공동으로 “장마 집중 감시에 관한 워크샵”을 개최하였다. 이 워크샵에서는 장마에 대한 여러 연구 결과와 사업 계획에 대한 발표가 있었으며, 130여 명 이상의 관련 전문가들과 이 분야에 관심있는 많은 분들이 참가하여 심도있는 토론을 통해 좋은 결실을 얻었다.

이날 오전에 있었던 개회식 및 초청강연은 기상연구소 홍윤 연구관의 사회로 진행되었는데, 홍성길 기상연구소장의 개회사와 봉종현 기상청장의 격려사로 시작되었다. 이어서 한국 문순위원단장이며 연세대 교수인 김정우 교수와 국제 START 동아시아(TEACOM) 위원장인 노재식 박사는 기초연설을 통해 각각 한국에서의 KORMEX의 중요성과 TEACOM, APN의 소개 및 KORMEX와의 관련성을 역설하여 이 워크샵의 의미와 중요성을 부각 시킴으로써 참가자들의 호응을 얻었다. 초청강연 순서에서는 중국과학원 대기물리실의 문순 전문가인 Ronghui Huang 와 Renhe Zhang 교수가 아시아 문순과 ENSO와의 관련성에 관한 연구 결과

를 발표하였다.

오후에는 KORMEX에 관하여 여러 전문가들의 발표가 1, 2부로 나누어 진행되었다. 제 1부에서는 서울대 이동규 교수를 좌장으로 장마 집중 감시와 관련된 관측 및 연구 계획 등의 발표가 있었으며, 제2부에서는 시스템공학 연구소의 오성남 부장을 좌장으로 장마 관련 모델링 및 예측 분야에 대한 연구 결과 발표가 있었다. 마지막으로 KORMEX 사업 office 구성 및 Working Group 결성, 그 외 KORMEX에 대한 여러 관심 사항이 토의되었다.

2. 개회식

기상연구소 홍성길 소장은 개회사에서 장마기에 발생하는 집중호우로 인한 엄청난 기상재해와 연강수량에 있어서 장마가 차지하는 비중을 강조하고, 이전의 지엽적이고 단편적인 장마 연구를 지양하고 입체적이고 집중적인 관측을 통한 자료의 획득과 4차원 자료동화를 통한 자료의 재구성으로 장마의 예측성 향상을 기할 수 있도록 기상청을 비롯 대학과 연구소가 결집된 범국가적인 장마감시 사업의 필요성을 역설하였다. 이를 위해 현재 WMO 국제협력 사업으로 1995년부터 2002년까지 8년간에 걸쳐 실시 중인 “전지구 에너지 및 물순환 실험 (Global Energy and Water Cycle Experiment : GEWEX)”의 일환으로 수행되는 아시아 문순 관측 실험(GEWEX/Asian Monsoon Ex-

* 기상연구소 예보연구실

periment : GAME)과 연계하여 KORMEX 사업을 진행시켜 장마기의 집중 호우, 홍수, 가뭄 등에 대한 예측성을 향상시킬 수 있는 좋은 기회가 될 수 있도록 하며, 이 워크샵이 성공적으로 끝날 수 있도록 참석자들의 적극적인 참여를 당부하였다.

이어서 봉종헌 기상청장은 격려사를 통해 “장마 집중감시에 관한 워크샵” 개최를 축하하는 인사말과 함께 KORMEX 사업은 기상재해로 인한 피해 경감 차원에서 투자의 타당성이 있으며 국지적인 악기상 감시와 예측의 정확도를 향상시켜, 우리나라 기상기술을 한 단계 비약시킬 수 있는 좋은 기회가 될 것임을 피력하였다.

한국 몬순위원단장인 김정우 교수는 매년 우리나라에 사회·경제적으로 많은 영향을 미치는 장마의 예측성 향상을 위해 계획된 KORMEX 사업에 대해서 정부의 적극적인 지원이 있어야 할 것이며, KORMEX의 성공을 위해 기후변화, 복사, 몬순 역학, 집중 호우, 구름 물리 등 비록 분야는 다르더라도 공통적으로 장마에 대한 관심을 공유하는 여러 분야의 과학자들의 참여를 요청하는 내용의 기조연설을 하였다. 또한 TEACOM 위원장인 노재식 박사는 지구 변화 연구를 위한 지역 협의체인 START와 2차 세계대전 이후 빠른 산업 발전이 이루어지고 있으며 전세계 인구의 절반이 살고 있는 아시아·태평양 지역에서의 지구변화 연구와 지구환경 문제에 대한 대응 능력을 향상시키기 위한 정부간 협의체로서 “지구 변화 연구 아시아·태평양 정부간 네트워크(Asian Pacific Network : APN)을 소개하였으며, 이 프로그램과 KORMEX의 관련성을 제시하고 한국 기상학자들의 세계적인 연구 프로그램에서의 주도적 역할을 수행하도록 당부하였다.

3. 초청 연설

본격적인 KORMEX에 관한 전문가 발표에 앞서 중국과학원 대기물리연구소 Huang 교수와 Zhang 교수의 초청강연이 있었다. Huang 교수는 동아시아 몬순과 ENSO와의 상호작용에 대한 연구 결과를 제시하였으며, Zhang 교수는 '86/'87, '91/'92 엘니노 때의 동아시아 몬순의 대규모 현상에 대해

서 발표하였다. 아래에 두 교수에 의해서 발표된 내용을 요약하였다.

• Huang, Rouhai : Interaction between the East Asian Monsoon and the ENSO Event

ENSO는 동아시아 몬순에 큰 영향을 미친다. 여러 관측 자료는 ENSO가 양자강과 황하 유역에 심각한 가뭄과 홍수를 유발하며, 중국 북동부에 저온 현상을 야기시키는 결과를 보였다. ENSO에 대한 동아시아 몬순의 영향을 관측자료를 사용하여 분석한 결과, 적도 태평양상의 서풍 아노말리는 서태평양 warm pool의 고온 상태에서 적도 동·중 태평양에 warm episode를 일으킬 수 있음을 보였다. 또한 적도 태평양상의 서풍 아노말리는 열대 순환 뿐만 아니라 비열대로부터 적도로의 서풍 아노말리의 전파, 특히 EU 원격상관 패턴과 연결된 동아시아 몬순 지역으로부터의 서풍 아노말리의 전파와의 연관성을 설명하고 있다. 또한 ENSO에 대한 동아시아 몬순의 영향을 IAP-OGCM으로 모의한 결과, 동아시아 지역의 서풍 아노말리는 적도 중·동 태평양에 warm episode를 일으킬 수 있음을 보여 주었다.

• Zhang, Renhe : Anomalous circulation features of the east Asian Monsoon during the '86/'87 and '91/'92 El-Nino Episodes

'86/'87과 '91/'92 엘니노 현상의 진단적 연구 결과, 엘니노 성숙기 동안 동아시아 연안을 따라 대류권 하부에서 남풍 아노말리가 나타났다. '86/'87의 경우, 성숙기는 북풍 계절의 여름에 나타났으며, 동아시아 여름 몬순은 강화되었다. 한편, '91/'92의 경우, 성숙기는 북반구 겨울철에 나타났고 동아시아 몬순은 약화되었다. 또한 동아시아 몬순에 대한 엘니노 영향은 적도 서태평양상의 대류활동의 변동을 통해 감지되며, 이 지역의 대류는 적도 태평양의 해수면 온도 아노말리의 발달에 크게 영향 받고, 성숙기 동안 억제되며, 이는 열대 서태평양

과 동아시아상의 몬순 순환에 직접적으로 유의한 영향을 가하게 된다. 이전 기록에 의해서도 동아시아 몬순과 엘니뇨 사이의 관계가 확인되나, 역의 관계성은 라니냐 기간에 성립되지 않음을 보였다.

4. 워크샵의 주요 결과

오후에 1, 2부로 나뉘어 KORMEX와 관련된 내용을 가지고 10명의 전문가의 발표와 함께 활발한 질의와 응답이 이루어졌다. 여기서 간략히 각 발표자와 제목 및 내용, 그리고 질의와 응답을 실었다.

4.1 제 1부 : 장마집중감시

- 강인식(서울대학교) : Seasonal evolution of East Asian summer Monsoon

[요약] 1985년~1989년 5년 평균 ISCCP high cloud 자료와 NASA/GEOS 동화자료를 사용하여 동아시아 여름 몬순의 계절적 전개 양상을 조사하였다. High cloud 변동의 첫 번째부터 세 번째까지 주요 고유모드가 아시아와 서태평양 지역에서 나타났다: 첫 번째 모드는 20°N과 35°N에 중심을 둔 서태평양에서의 남북 seesaw로 특징지워지는데, 초여름(6월)에 남에서보다 북에서 더 많은 구름이 나타났고 늦여름(8월)에는 반대의 경향을 보였다. 두 번째와 세 번째 고유모드는 각각 한 달 시간 규모를 가진 인도 강우 및 계절내 변동과 연결된 동아시아 몬순 강우대를 나타낸다. 강우 모드와 관련된 지상 아노말리 패턴이 singular value decomposition 방법을 사용하여 얻어졌으며, 늦봄과 여름동안 동아시아 몬순 강우대의 급속한 변화를 결합 방법으로 조사하였다. 봄 중순에 나타나는 남중국해상 운량의 급속한 증가는 서태평양 ITCZ의 jump와 관련되며, 메이유 시즌은 6월초에 나타나는데 이는 동아시아 동안의 대류권 상부 행성과의 끌의 위치와 관련된다. 한편 6월 하순에서 7월 초에 나타나는 장마는 동아시아 대류권 상부 제트의 갑작스런 jump와 관련되며, 장마의 강우대는 경압 불안정에 의해 유지되는 것으로 보인다. 결과적으로 장마는 태평양상에 뚜렷한 하류 wave

train을 가지고 있다.

질의: 메이유 출현(onset)에 대한 정의는?

응답: 화남과 화중 지방에서 ISCCP 구름 자료의 운량이 갑자기 증가, 200 hPa 바람의 불연속 발생, 그리고 강수가 5일 이상 지속되는 상황을 종합하여 결정된다.

질의: 메이유와 장마의 출현의 차이를 중규모 현상으로 어떻게 설명할 수 있는가?

응답: 메이유와 장마는 대규모상의 지역적 변동이며, background 하에서 어떤 대류 운동이 존재한다. 장마는 경압 불안정, 메이유는 열대 역학으로 설명할 수 있다.

- 오재호(기상연구소) : 한반도 장마 집중 감시(KORMEX) 사업 계획

[요약] 몬순은 WCRP의 주요 연구 계획인 GEWEX와 CLIVAR 모두에 속하는 기상 현상으로 관측과 모델링 모두 중요하다. 한국, 중국, 일본 등에 크게 영향을 미치는 아시아 몬순에 대한 집중 관측 실험은 일본의 경우 쓰쿠바 대학의 Yasunari 교수 주도하에 GAME을 계획, 수행하고 있다. KORMEX는 GAME의 협조하에 한반도 수자원의 주 공급원인 장마와 이에 관련된 집중 호우 현상의 이해, 현상 이해를 바탕으로 한 수치 모델과 기후 모델의 예측 능력 향상, 엘니뇨 및 지구 온난화와 관련된 장마의 변동 추이와 지역적 물순환 이해를 위해 기획되었다. 이 KORMEX에서 요구되는 실험은 3차원적 대기흐름 파악, 대기와 지표간 열과 에너지 교환을 이해할 수 있는 여러 규모의 정밀 관측 실험, 위성을 이용한 에너지와 물순환 감시, 복사 수지 모니터링, 4차원 자료동화, 모델링 연구(중규모, 소규모 등), 자료 수집·분석·배포를 관장할 자료 센터 운영 등이 요구된다.

- 이천우(기상청) : 새로운 자동 기상관측 자료의 수집체계

[요약] 기상 재해를 일으키는 대부분의 현상은 집중호우와 같은 소규모 기상 현상으로서 그 공간 규모

모는 수~수십 km, 시간 수명은 수십분~수시간이다. 따라서 기상청에서는 94년말까지 자동기상관측장비(Automatic Weather Station : AWS) 400대를 전국에 설치하여 공간적으로 약 20km 간격의 관측망을 구성하였다. 그러나 관측 자료의 수집 주기가 매 1시간 또는 3시간으로 집중호우 등 소규모 기상 현상의 감시에 불충분하며, 기존의 Dial-up, 다단계 수집 시스템으로는 장애율이 높아 자료의 유실이 많다. 또한 수집된 자료를 문자, 숫자, 표 형식으로 편집·분배하므로 전국적인 호우상황을 한눈에 파악하기 어렵다. 따라서 국지기상연속감시 시스템을 통하여 AWS 관측자료의 수집 및 분석자료의 시스템을 개선하여 매 분 단위로 관측자료 수집, 자동 품질 검사, 객관 분석 및 특보 분석 등을 한 다음 영상 처리하여 지방 관측소와 방재 유관 기관에 분배한다. 사용자는 분석된 영상 자료의 확대, 중첩, 동화 등을 통하여 전국적인 호우 상황을 실시간으로 파악할 수 있도록 하였다. 이 시스템이 구축되면 기상요소의 분포영상을 실시간으로 항시 볼 수 있고, 자동적인 진단과 감시로 시스템 관리가 편리해지며, 실시간적인 자료활용과 일관 수집·분배 체계가 정립되고 자동감시로 자료에 대한 신뢰도가 향상되어 효율적인 방재 기상자료 이용체계가 확립된다. 또한 집중호우 등과 같은 자연재해의 원인이 되는 악기상을 상시 감시함으로써 피해를 예상하여 신속히 통보할 수 있고, 방재·수문·농업·교통·해운·환경·건설·레저 등 현대사회가 요구하는 다양한 욕구에 부합된 기상정보와 서비스를 제공할 수 있다. 더욱이 방재 관련 유관 기관에서 지금까지 각 기관별로 수행하고 있는 기상 관측 자료를 범국가적으로 통합하여 수집·처리·공동 활용할 수 있는 시스템을 구축함으로써 국가 방재업무의 효율성을 제고할 수 있는 기반이 조성되고, 기상재해로 인한 인명 피해나 재산 손실을 경감시키는데 기여할 수 있을 것이다.

질의 : 앞으로 추가되어질 요소가 있다면 무엇인가?

응답 : 앞으로 30대~50대 정도의 자동 기상관측장비를 개선해야 하나 기존장비의 개선과 더불어 신장비의 추가도 가능하다. 그러나 그 보다는 유관기관(한강홍수통제소, 공군 등)

의 기상관측자료를 공유할 수 있는 방안이 필요하리라 본다.

질의 : AWS의 공간적 관측망은 매우 훌륭하나 KORMEX, GAME 프로그램에서 중요한 대기과 지표면 사이의 에너지 및 물순환의 분석을 위해서는 온도, 강수량, 바람 이외의 지표면의 증발산에 대한 정보가 요구될 것으로 생각된다.

응답 : 앞으로 관측되어질 기상요소의 확대가 필요하며, 성공적인 수평적 관측망 구성과 더불어 연직적인 감시 체계 구축이 필요하리라 본다.

• 이회훈, 김금란(기상청) : 장마집중관측을 위한 기상위성의 역할

【요약】 기상청에서는 GMS-5호 정지기상위성과 NOAA-12, -14호 극궤도 기상위성으로부터 자료를 실시간 수신하여 운정온도, 운정고도, TOVS 연직 온습도 분석, 구름해석보 등 각종 기상정보를 추출 분석, 기상예보 지원업무를 하고 있다. GMS-5호 위성은 1개의 가시채널, 2개의 적외 Split Window(SP) 채널, 1개의 Water Vapor(WV) 영상채널을 보유하고 있는데, SP 영상자료로부터는 대기의 복사흡수효과를 보정한 광역의 해수면온도 및 자강수량을 산출할 수 있고, 이 두 채널의 적외차 영상에서는 야간의 하층운 탐지와 태풍에 동반된 구름에서 적란운역과 권운역의 구분이 용이하다. WV 영상자료로부터는 대기 상층의 수증기량을 산출할 수 있고, 패턴의 이동으로부터 수증기 이동벡터를 산출할 수 있으며, 패턴의 형상 및 변화는 기압계의 패턴, 대기의 순환 구조에 대한 정보를 시공간적으로 연속적이고 균일하게 제공하므로 KORMEX 실행에 중요한 자료를 제공할 것으로 기대된다. 또한 GMS-5 위성자료로부터 유용한 기상정보를 산출하기 위해 위성관측의 화소자료들을 위경도 0.5 간격으로 구분한 히스토그램 DB를 구축함으로써 위성기상파라메타 산출을 위한 공동 기본 자료 DB의 작성을 완료하였다.

현재 NOAA 위성의 후속인 NOAA-K 위성이 금년에 발사될 계획이다. 새 위성에는 현재 운용

중인 위성측기의 성능을 개선한 측기들이 탑재되며 이와 같은 NOAA 측기의 변경 및 자료 처리 방법의 변화로 인해 NOAA 위성의 원시 자료의 포맷이 부분적으로 변경, 추가, 삭제되므로 이에 대처하여 자료의 수신 활용을 위해서는 현재 기상청의 NOAA 위성 수신 시스템의 개조와 자료 처리 및 분석 패키지의 갱신이 필수적으로 수반되어야 한다. 기상청 위성담당에서는 KORMEX 예비 관측 단계인 1997년까지 KORMEX 실행을 위한 GMS-5, NOAA-K 위성 자료 처리 및 기상요소 산출 알고리즘을 개발하여 집중 관측 및 주관측단계에 위성정보가 충분히 역할을 할 수 있게 되기를 기대하며, TRMM, ADEOS, EOS 계열의 지구관측 위성 자료의 수집이 가능하게 되면 이들 자료의 분석 지원도 병행할 수 있는 체계를 구축하고자 한다.

질의: 위성관측 시간이 상당히 길지만 위성을 보유하지 않고 있는 현 시점에서 이러한 관측 시간의 간격을 줄이기 위한 한 보완 방법으로 레이더 자료와 연계할 수 있는가?

응답: 현재는 위성자료와 레이더 자료를 연계하여 사용하고 있지는 않으나 앞으로 참조하겠다.

• 손병주(서울대학교): SSM/I Observation of tropical storm

【요약】 1993년 8월 7일, 21 N, 132 E 부근에 위치, 한국을 통과했던 tropical storm Robyn의 수증기 경로, cloud liquid water, 그리고 강수 특성의 시·공간적 변화를 조사하기 위해서 Microwave/Imager(SSM/I) 관측을 위한 특별한 센서를 사용하였다. 관측 결과는 가시영상과 적외 영상에 의해 항상 나타나지 않았던 와도의 눈과 깊은 대류 지역을 포함하는 보다 세밀한 물리적 양상을 보여주었다. 이는 microwave radiation은 storm의 cirrus를 통과할 수 있기 때문이다. 해양상의 storm 위치는 보편적인 위성 영상에 의해서보다 더 정밀하게 나타난다. 더욱이 이 관측 결과는 SSM/I 관측을 사용하여 중위도 대류계나 장마전선의 물리적 특징의 발달과정을 감시하고 조사하는데도 사용될 수 있음을 보여준다.

4.2 제 2부: 장마 관련 모델링과 예측

• 이동규(서울대학교): 한반도 집중호우 관측실험 및 모델링 연구

【요약】 우리나라의 집중호우 다발 지역인 전남, 충남 지역에서 10년간 자료를 이용하여 집중호우를 분석한 결과 장마, 경암불안정, 제트와 관련해서 집중호우가 나타났으며, 지역적으로 집중호우 다발 지역은 전남 지방이나 강도면에서는 충청·경기 지역이 더 우세하였다. 시기적으로는 6월과 7월에 집중되며, 가장 강한 집중호우를 보였던 때의 역할을 살펴보면 상층과 하층에 제트, 대류 불안정 층이 존재하였고 수분이 밀집되어 있었다. 이 중 집중호우가 가장 강했던 10개 경우에 대해서 수치모의를 수행하였다. meso- α 와 meso- β 의 중규모 현상에 대해서 수평격자가 각각 60km와 20km인 중규모 모델을 사용하여 모의한 결과 강수량이 관측치보다 50% 미만으로 예측되었다.

다른 나라의 중규모 관측망은 미국 Oklahoma의 Mesonet과 대만의 TAMEX을 들 수 있는데 전자는 111개의 mesonet site을 가지고 있으며, 후자는 중규모보다는 집중호우에 대한 연구를 주로 수행하나 메이유 전선에 대한 강우 및 중규모 현상을 규명하기 위해 노력 중이다. 이에 따라 한반도 집중호우에 대한 중규모 관측망을 구성하여, 관측 및 관측자료 추출, 관측자료 분석 및 이론 연구, 수치모델링의 파라미터 연구, 한반도 집중호우의 이해 및 예측을 향상하기 위한 집중호우 집중관측실험을 실시하고자 한다.

질의: 집중관측의 발상은 매우 훌륭하나 ① 집중관측을 필히 장마 기간에 해야하는가? ② 발표한 집중관측 개요만으로 mesoscale을 관측할 수 있는지. 외국의 경우 많은 관측 장비(aircraft, radar enhancement, integrated sounding system) 등이 동원되는데 현 관측 시스템에 보완할 대책은?

응답: ① 과학적 정당성이 있어야 하지만 호우가 반드시 장마와 관련된 것이 아니므로 다른 방향의 접근도 가능하다. ② 시간과 공간에

관한 해상도를 mesoscale 관측에 맞게 조절하는 것이 타당하지만 이미 작성된 것을 기본으로 조정할 수 있을 것이다.

질의: 모델을 통한 우리나라 집중호우 분석은 매우 중요하다. 그런데 meso- α 와 $-\beta$ 집중호우 모델링에 있어서 분해능을 달리하였을 때 강수량에서 차이가 나타나고 있다. 이러한 원인은 단순히 분해능 차이에 기인한 것인가, 아니면 운물리에 의한 것인가?

응답: 모델링에 있어서 초기치 문제는 매우 중요하나 현재 이에 대한 고려를 제대로 못하고 있는 실정이다. 그리고 같은 초기치를 가지고 분해능이 다를 때 나타나는 모델링의 결과의 차이점은 분해능에 의해서보다는 미세 규모 물리과정의 매개변수화에 의한 것으로 생각된다.

• 오성남(시스템공학연구소): 위성관측에 의한 동아시아 수분 구조 연구에 관한 동향

【요약】 수자원은 우리나라의 경우 강수를 담수하는 하천의 저수지 등에 주로 의존되어 있으므로 기후변화에 의한 수자원 공급 영향 예측은 필연적 과제라 할 수 있다. 그러나 아직은 전구(全球) 규모의 대기 대순환 모형 결과가 격자 간격이 소하고 시간적 불일치로 이들 시나리오를 소형 하천 유역의 물 수지 계산에 적용하기에는 용이하지 않다. 또 지금까지 수자원의 미기상학적 고찰도 강수 측정자료만으로 연구되었고 대규모 수분 이동변화와 이에 대한 강수 예측 시나리오 생산 등은 선진국 등에서도 개발되어 있지 않다. 따라서 기후변화와 이로 인한 몬순 아시아 지역의 수분 공급 등 전구 규모의 해석과 지역적 수문 예측 연구를 위한 시나리오 설정 등은 대기, 해양, 육지 등의 기후학적 구조(메카니즘)를 이해하는데서 비롯된다고 본다. 하천 유역 등 지역적 미기상학적 물 수지 예측을 위한 전구 및 종관규모의 열 및 물 순환구조의 모형 개발과 이들 모형의 활용을 위하여 폭넓은 범위의 기후 요소에 대한 관측 data가 필수적으로 수집되어야 한다.

이 연구는 아직도 완전히 파악되어 있지 않은 지

구 규모의 열 및 물 순환 구조를 몬순 아시아 지역을 중심으로* 정의하고 우리나라의 지역 물 수지 구조에 적용할 지표 수분 상태와 기후 변화의 영향을 파악할 수 있는 관측 자료를 Landsat이나 NOAA 등으로 조사할 것이며, 특히 기후변화 영향이 기후변화에 되돌려져 feedback 현상을 발생시킬 수 있는 과정을 GCM 개발에 포함시킬 수 있도록 인공위성 관측이 포함되어야 하겠다.

질의: 위성으로부터 한국 해안선에서 20~30km 이내의 SST가 어느 정도 해상도로 산출될 수 있는가?

응답: NOAA 위성의 분해능은 1km×1km이고, 최근 위성은 1m 정도의 분해를 가지고 있는 등 매우 높은 해상도를 갖고 있다.

질의: 분해능은 좋으나 실제로 repetition frequency가 길므로 새로운 자료로 update 되기 위해서는 한달 이상의 시간이 걸릴 수도 있다. 이 경우 수치모델에서는 전혀 의미가 없으므로 시간 간격을 2~3일로 update 될 수 있는 방안을 강구해야 하지 않겠는가?

응답: 수치모델에서 불가능하나 기후모델(대규모 물수지 계산 등)에는 유용하리라 본다.

설명: 현재 위성자료를 이용하여 동해안의 SST를 산출하고 있다.

• 정용승, 전종갑*(한·중대기과학연구센터, 서울대학교*): 대기환경연구회의 2년간 활동 결과

【요약】 대기환경분야의 업무는 국민의 일상생활과 건강의 유지에 활용되고 각종 재해의 예방 및 산업 활동에 크게 이용되고 있다. 대기환경연구회는 1994년 4월에 구성되어 기상업무와 대기오염 분야의 제반 문제들을 분석, 토론하여 그 결과를 관련 학계, 연구소, 정부 및 산업체에 이전시키고 있다. 기상청의 기상업무법은 국민 봉사의 개선 차원에서 개선되어야 한다. 태풍, 호우, 대설 특보 역시 개선될 것이 많으며 효과적인 통보의 발표가 요망되고 있다. 특히 주요 보도진이 휴무인 토요일과 일요일에 상륙하는 태풍 통보는 그 효력이 매우 미흡하였다. 각종 특보는 현상의 발생 가능성이 클 경우 재

해 예방을 위해 가능한 한 미리 발표함이 바람직한 것으로 제안되었다. 대기과학 분야의 국제화가 매우 요망되고 있다. 예를 들어 기상연구소의 국제 논문 출판은 매우 부족하며, 기상연구소의 출연연구소화에 대한 문제는 1986년 이후 여러 차례 논의되었다. 대기환경 업무에는 전문인력이 크게 부족한 것으로 분석되었다. 대기오염의 모니터링 및 국민 봉사의 개선 차원에서 환경부의 전문 인력 확충이 크게 요구되고 있다. 그 외 강수 자원의 문제, 대기과학의 상업화 문제, 대기과학의 국제 공동 실험 연구 등이 행해져야 할 것이다.

• 홍기훈, 강동진, 석문식, 한상준, 박병권 (해양연구소) : 문순과 해양

【요약】 문순기후대의 해양이 대기로부터 받는 영향은 주로 바람, 집중호우와 대륙 먼지의 이동으로서, 한반도 주변 해양의 해류, 수괴 형성, 해양 생태계, 퇴적물 이동 등 제반 해양 과정은 문순 기후에 큰 영향을 받는다. 그러한 예를 다음에 열거하였다.

5월경(겨울)의 강수는 산소 동위원소적으로 가장 무겁고(가볍고) 낱210 방사능은 가장 낮다(높다). 이는 여름의 강우는 대륙의 영향을 가장 적게 받고 겨울의 강우는 크게 받음을 시사한다. 여름철 황해 해상에 직접 내리는 강수량이 주변 대륙의 하천으로 공급되는 양의 2배에 달한다. 또한 4월에 절정에 달하는 황사는 동해의 경우 해저에 축적되는 침적물의 약 20%를 차지하는 등 주변 해양 및 태평양 중앙부에 도달하는 주요 대륙 물질이며, 해양의 식물 플랑크톤 번식을 촉진시켜 대기 중의 이산화탄소를 해양으로 흡수하는 촉진제이다.

황해의 퇴적물 이동 현상은 바람과 집중호우에 의하여 결정되며, 해양의 식물 플랑크톤의 광합성은 빛과 영양염류의 가용 여부에 달려 있다. 겨울의 북풍(겨울몬순)이 강하면 물기둥의 수직혼합 깊이가 증가하고 가용할 영양염류가 증가하여 봄의 식물 플랑크톤의 대번식의 크기를 결정하며 이는 이차 이상의 생산자의 생산물량을 결정하게 될 뿐만 아니라 대기 중 이산화탄소의 해양 흡수력을 결정한다. 육지로부터 연안 해양으로 유입되는 담수

는 해양 물리 특성과 생지화학과정에 크게 영향을 미친다. 한반도의 강우형태는 몬순의 영향으로 하계 3개월에 연간 담수유입량의 60%, 연간 하천 운반 영양염류, 중금속, 인위적 유기물질의 50% 이상을 집중적으로 해양으로 배출시킨다. 따라서 연안 해양은 하계에 급격한 환경변화에 시달리게 된다. 여름철 남해안의 적조 현상, 저층수의 혐기성화는 생태계를 급격하게 변화시키게 된다.

질의: 바다 표면의 부유물질이 많으면 빛의 영향으로 영양염류가 많아 생산력이 높다고 했다. 그러나 빛과 부유물질은 서로 반작용의 효과를 보이지 않는가?

응답: 광합성 활동에 빛이 부유물질을 제어할 정도는 아니다.

질의: 부유물질에 따라 해수온도의 어떻게 되는가?

응답: 부유물질이 많으면 해수면 온도는 증가한다.

• 김용준(한국환경기술개발원) : 지구적 변화 연구에 관한 아시아-태평양지역협의체(Asia-Pacific Network for Global Change Research)의 구성 추진동향과 정책 대안

【요약】 아시아·태평양 지역은 세계 인구의 절반 이상이 살고 있으며, 높은 경제 성장이 계속되는 등 지구적 변화에 큰 영향을 미치는 요소들이 많을 뿐만 아니라 그 영향도 매우 크게 받고 있다. 그래서 아·태 지역의 지구적 변화에 관한 연구를 활성화하며, 이 지역의 지속적 발전을 위한 정책의 개발 및 시행을 주관할 정부간 협의체 구성이 필요하다. APN (Asia-Pacific Network for Global Change Research)은 지구적 변화 연구에 관한 아시아·태평양지역 정부간 협의체로, 각 국 및 역내의 지구적 변화와 관련된 연구를 활성화하며 지구환경 문제에 대한 대처 능력을 향상시키는데 그 목적이 있다. 중점적 추진사항은 지구적 변화 연구 분야의 지역내 협력 증진, 자료 표준화와 수집, 분석, 상호 교환, 각 국의 과학기술 능력과 연구 체제 향상, IAI, ENRICH, START 등 다른 지역 협의체 및 국제 기구들과의 협력 강화, 획득한 과학적 지식을 일반인에게 알리고 정책 결정자에게

제공, UNCED의 AGENDA 21에 명시된 기술이전을 촉진할 적절한 수단 개발 등이다. 3월의 The 1st Inter-Governmental Meeting of APN을 계기로 APN이 정부간 협의체로의 발전이 가시화될 것이며, APN에 적극적으로 참여하여 최대한의 투자이익을 얻고 한국의 위상도 높일 필요가 있다. 국내에서는 우선 우리 나름대로 national network을 구성한다. 국내의 APN 업무를 주관할 national focal point와 APN의 주요 연구 분야별로 실제 연구를 수행할 분야별 focal point를 결정한다. National focal point는 APN 사무국과의 연락, 국제 정보 수집 및 배포, 한국을 대표하여 국제회의의 참가, 국내 network 구성 및 운영, 국내 연구사업의 창출 또는 조정과 자원 확보, 국내 연구기관과 국제 연구기관간의 협동 연구 활성화, 연구결과의 정책화와 홍보 등의 업무를 담당한다. 분야

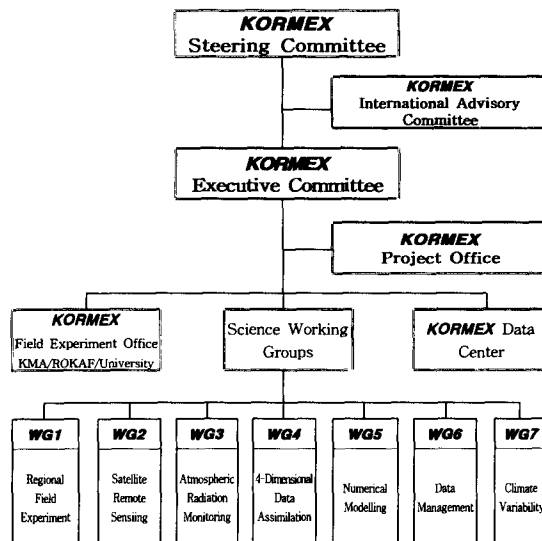
별 focal point는 세부 주제별로 연구 과제와 연구기관 선정, 국내 및 국제 협동 연구 수행, 필요 자원 확보, 국내외 외국의 관련 연구 결과 수집 및 배포, 관련 국제회의의 참가 및 주최 등을 한다. 또한, APN 합의에 따른 의무 이행은 물론 국내 연구 현황 및 연구진 파악을 위해 국내에서 수행되었거나 수행중인 지구적 변화 관련 과제의 inventory 조사가 이루어져야 한다.

질의 : APN과 같은 성격의 기구가 다른 지역에도 있는가?

응답 : 같은 성격의 것이 미주 지역에서는 IAI(The Inter American Institute for Global Change Research), 유럽, 아프리카 지역에서는 ENRICH (European Network for Research in Global Change)가 있다.

5. 토 론

1) KORMEX 추진 체계도



2) 질문(○)과 응답(●)

- Steering committee 및 KORMEX의 참여 인원이 많다.
- KORMEX는 매우 방대한 인력과 장비가 예산이 투입되리라 보는데, 그렇다면 투자에 대한 효과를 평가할 분과가 필요하리라 본다.
- 집중관측에서 해양에서의 관측이 부족하므로 보강이 필요하며 효과면에서 수자원과 관련된 분야의 연구원의 참여가 필요하리라 본다.
- 정부기관의 KORMEX에 대해서 어느 정도의 관심을 가지고 있으며, 실현가능성은?
- 우리나라에서 처음으로 기획되는 사업이므로 좋은 결과가 있었으면 좋겠으나 그러한 만큼 경험 미숙과 부담이 매우 클 것으로 생각된다. 보다 신중을 기해야 되지 않겠는가?
- 다른 정부 부처와의 경쟁에서 경제적, 실질적인 이익을 제시하여 예산을 확보할 수 있도록 해야 할 것이며, 각 working group에도 외국 전문가를 활용하는 방안은?
- KORMEX는 전세계적으로 추진 중인 전구 에너지 및 물순환 실험의 일환으로 일본과 중국에서 이미 시작한 GAME 등과 연계하기 위해서 현재 추진되고 있다. 일본과 중국의 '98년의 집중관측과 연계하여 실시한다면 단독 관측보다 훨씬 더 많은 자료 획득이 가능하다. 그러한 이유로 KORMEX 사업이 빠르게 추진되고 있다.
- 근본적으로 실측을 기본으로 한 연구가 적다. 이에 대한 방안으로 국제적 추세에 맞추어 사업을 추진하면 소규모 관측을 통하여 광범위한 자료를 획득할 수 있는 계기가 될 것이다. 1998년에 관측을 위해서는 1997년에 모든 준비가 완료되어 측정장비와 인력, 예산이 뒷받침되어야 하며, 이를 위해서는 1996년도에 예산이 반영되어야 1997년부터 집행이 가능하다. 또한 장비에 대한 효율적 이용을 위한 기간이 필요하다. 이러한 이유로 이 사업이 빠르게 진행되었으나 실제 어떤 장비를 어느 정도 시·공간 분포로 어느 기상요소를 관측해야하는지는 구체적으로 토의된 바는 없다.
- 정부기관의 예산편성상 3월과 4월에 예산 반영이 필요하여 공감대를 형성하기 전에 이러한 계획이 추진되었다. 앞으로 어느 정도 계획의 변경과 준비가 가능하며 여러 분야의 협력을 통해 각 분야에서 요구하는 기상요소의 관측을 수행하도록 하며, 보다 구체적인 계획을 세워 추진해야 할 것으로 생각된다.
- 이 관측 사업이 자료 획득을 목적으로 하면, field work로도 가능하리라 본다. 그러므로 조직을 축소하여 관심사항에 중점을 두어야 할 것이다. 그리고 인원 구성면에서 지역인이 소외되었으며, 관측면에서 소규모 현상에 대한 계획이 포함되어 있지 않다. national work 수행시 지역에서 행하는 관측은 어떻게 할 것인가?
- 수용가능하다. 관측을 잘하기 위해서는 예측을 잘해야 한다는 의미에서 group이 결성되었다. 관측 규모면에서 한반도 전체에 대해서는 대규모 관측을 수행하며, 한반도내 한 지역을 택해 메조 규모 관측, 메조 규모 관측내의 한 지역내에서 소규모 관측을 수행할 것이다. 이에 대한 적절한 조화가 요구되며, 이는 나중에 토의될 것이다. 1998년 관측이외의 기간에도 소규모 관측은 가능하리라 본다.
- 느낀 바로는 KORMEX가 일본의 GAME에 맞추기 위해서 현재 진행되는 것으로 생각된다. 그러나 GAME은 세계 각지의 모델의 결과가 좋지 않아 전세계 부분을 나누어 대기의 상황을 파악하여 모델 개선의 목적으로, 이를 위해 관측이 수행될 것이다. 일본의 경우 Yasunari는 3~4년전부터 이 사업을 계획하고 발표하였다. 이에 비하면 우리나라는 어떤 관측을 어떤 방법으로 할 것인가에 대한 계획이 없어서 GAME의 집중관측과 보조를 맞추기 어려울 것으로 보이며, 관측을 수행하기 위해서는 일본에 비해 2배의 노력이 필요하리라 본다. 차후에 실질적인 관측에 기여할 사람들의 의견을 받아들여 진행시켜야 할 것으로 생각된다.
- KORMEX는 한국의 목적과 스타일에 맞추어 진행되며, 목적은 장마를 정확하게 예보하는 것이다. 그 목적을 만족하기 위해서 목표는 일단 5~6년간 메조스케일을 확고히 이해하고자 한다. 목표 달성을 위해 현재 전세계적으로 문헌과 관련된 계획과 자금적 맞추어 진행할 것이다.
- 더 많은 의견이 있을 것으로 생각되나 여건상 모두 반영하지 못했다. 앞으로 예산면에서의 방향이 중요하리라 본다.

6. KORMEX 워크샵 폐회

이 워크샵은 1996년 3월 22일 오후 6시 20분에 폐회되었으며, 저녁 식사와 함께 개인적으로 다양한 정보 교환 및 토론이 있었다. ☺