

Lee, E., T. N. Chase, B. Rajagopalan, R. G. Barry, T. W. Biggs, and P. J. Lawrence (2009), Effects of irrigation and vegetation activity on early Indian summer monsoon variability, *International J. of Climatology*, 29, 573-581.

### 1. 연구 목적

- 선행연구에서 Modeling을 통해 관개농업은 지구 권역의 흐름에 변화를 주는 것을 밝혔음
- 토지 피복과 변화들의 관계에 대해서 는 밝히지 않음.
- 관개/식생 활동의 효과를 관찰된 기록을 통계적 방법을 사용하여 분석

### 2. 연구 방법 및 결과

- 회귀 추세의 공간분포를 확인. (time - NDVI, rainfall, LHF, SHF, surface tmperature)  
correlation coefficient of the standardized PC1 (MAM NDVI anomalies 와 7월 ISM(India summer monsoon)의 강수 anomalies)을 계산하여 Kendall과 Spearman 방식의 비모수 검정을 실시.

#### 1) changes in land use/land cover

- data : GIMMS NDVI, (1982년~2003년, 총 22년) NOAA-7, 9, 11, 14, 16 위성에서 생성한 자료(해상도  $0.073^\circ \times 0.073^\circ$ ). 해상도  $1^\circ \times 1^\circ$ 로 사용.
- MAM NDVI anomaly 의 EOF1 분석을 진행. 양의 고유값이 인도 지역 전체에 나오고 특히 중부-서부에서 높게 나옴.

#### 2) effects of land cover change on early ism variability

- data : (1)의 data, 200hPa와 850hPa의 u, v wind의 평균으로 wind vector and divergence를 계산. 사용.
- India central / southern은 MAM NDVI anomaly 와 July ISM 강수사이의 음의 상관관계, India northern에서는 양의 상관관계.
- MAM NDVI anomalies의 PC1가 높았던 5년, 낮았던 5년의 7월 200hPa 의 바람벡터를 composit analysis 수행 결과 = westerly wind강화 -> 대류권상층의 easterly wind약화 -> 7월ISM 약화
- MAM NDVI anomalies의 PC1가 높았던 5년, 낮았던 5년의 7월 850hPa 의 바람벡터를 composit analysis 수행 결과 = NDVI 높을때는 해양에 강한 ISM, 대륙에 약한 ISM. 해양에만 강한비.

#### 3) physicl mechanism

- data : surface sensible heat flux(SHF), latent heat flux(LHF) -> 표면온도경향 관찰
- (1982-1998) 7월 LHF 증가, SHF감소, pre-ISM의 지표면온도 감소, 해양온도 증가 -> 대륙-해양간 열 차이 감소 -> 몬순 감소 -> 강우감소
- 관개농업 증대 -> MAM NDVI 증가 -> 토양수분, 증발산량 증가 -> LHF 증가, SHF감소

### 3. 결론

- 1982-2003년동안 녹색혁명으로 관개지역이 매년  $8682\text{km}^2$  씩 증가하였다. MAM의 NDVI는 1982-1998년동안 증가하였고, 관개지와 양의 상관관계를 이룬다. 토양수분이 증가-> 식생성장 증가 -> 증발산량 증가 -> pre-ISM의 LHF 증가, SHF 감소 -> 온도 경도력 감소. 복합분석 결과 pre-ISM의 지표 식생활동이 MAM의 식생활동보다 약함 -> ITCZ가 인도 내륙으로 들어오는 것을 막고 주변 바다에 강수를 내리게 함.
- 본 논문에서는 ENSO나 대기 에어로졸과 같은 요소가 작용하는 메커니즘은 설명하지 않았다.
- 제시한 메커니즘에서 SHF의 물리적 역할에 대해 구체적인 관찰이 더 필요하다.

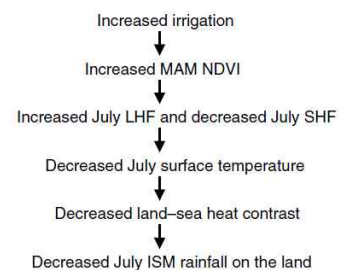


Figure 6. Physical linkages proposed between irrigation and vegetation activity and early ISM rainfall.