

Mamalakis, Antonios, Randerson, James T, Yu, Jin-Yi, Pritchard, Michael S, Magnúsdóttir, Gudrun, Smyth, Padhraic, Levine, Paul A, Yu, Sungduk, and Foufoula-Georgiou, Efi. "Zonally Contrasting Shifts of the Tropical Rain Belt in Response to Climate Change." *Nature Climate Change* 11.2 (2021): 143-51.

1. 연구동기

- ITCZ의 변화는 열대 대기순환에 중요한 영향을 주며 열대 우림과 사바나 생태계와 수십억명의 사람들의 삶에 영향을 준다.
- 이전 연구들이 zonal mean change에 집중되어 있다.

2. 데이터

- 기후변화에 대한 ITCZ의 대응을 1983-2005를 기반으로 하여 2075-2100의 투영과 비교한다.
- CMIP6 (sixth phase of the Coupled Model Intercomparison Project) 지구계 모델 시뮬레이션 사용. 모델에 SSP3 (Shared Socioeconomic Pathway3) + RCP7.0 (Representative Concentration Pathway)을 강제함.
- ITCZ의 물리적변화는 SST(Sea Surface Temperature), AET(atmospheric energy transport), EFE(Energy flux equator)로 확인한다.

3. 결과

- 북쪽방향으로의 ITCZ변화는 유라시아 구역(20°E-130°E), 남쪽방향으로의 ITCZ변화는 동태평양-대서양 구역(110°W-0°)에서 일어난다.
- 동아프리카와 인도양에서 북쪽으로 이동/ 동태평양과 남아메리카와 대서양에서 남쪽으로 이동의 ITCZ 변화 차이가 존재한다.

Table 1 | Multimodel mean and intermodel standard deviation of future ITCZ and EFE shifts (2075–2100 minus 1983–2005; positive values indicate northward movement) and changes of the inter-hemispheric energetic asymmetry over different longitudinal sectors, as obtained from 27 CMIP6 model outputs

		Global zonal mean	Eurasian sector (20° E–130° E)	East Pacific–Atlantic sector (110° W–0°)
ITCZ latitude (° N)	Base period	3.6 ± 2.0	–1.0 ± 1.1	4.1 ± 2.3
	Future shift	–0.5 ± 1.2	0.8 ± 0.6	–0.7 ± 0.9
Q _s – Q _n (PW)	Base period	–0.03 ± 0.37	0.93 ± 0.21	–0.96 ± 0.23
	Future change	–0.05 ± 0.21	–0.24 ± 0.10	0.31 ± 0.16
EFE latitude (° N)	Base period	–0.3 ± 1.1	–3.5 ± 0.8	4.4 ± 2.2
	Future shift	0.0 ± 0.6	0.6 ± 0.4	–1.3 ± 1.2
EFE latitude approximation ¹⁰ (° N)	Base period	–0.4 ± 0.8	–3.3 ± 0.9	4.5 ± 1.7
	Future shift	0.2 ± 0.5	0.7 ± 0.4	–1.3 ± 1.0

The baseline values (referring to 1983–2005) are also provided. Values with bold font correspond to a multimodel mean that is statistically distinguishable from zero on the basis of the *t* test (*P* < 0.01). It is shown that there is a robust consensus across models regarding future changes in the Eurasian and eastern Pacific–Atlantic sectors, but such a consensus is not apparent in the global zonal mean. Note, for example, that in the sector-mean analysis, the intermodel variability (standard deviation) in future changes is either smaller than or of the same magnitude as the multimodel mean, while in the global zonal mean analysis, the intermodel variability is at least twice to four times larger than the multimodel mean.

- 두 기간동안의 유라시아 sector의 북쪽 방향의 ITCZ 변화는 양의 상관관계를 가진다(0.8°+/-0.6°). 동태평양-대서양 sector의 남쪽 방향의 ITCZ변화는 양의 상관관계를 가진다 (0.7°+/-0.9°). 지역별로의 asymmetry(불균형)이 커진다.
- 구역에 따라 변하는 반응은 대기 에너지 수송의 변화와 EFE의 섹터 평균 이동과 일치한다.
- 유라시아구역은 기후변화로 인해 북반구에 더 많은 에너지가 쌓일 것으로 예측된다. 반대로 동태평양-대서양구역은 미래에 북반구의 대기가 열을 잃을 것으로 추정되는데 AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation)의 약화 때문이다.
- 남동부 아프리카 마다가스카르에 예상되는 가뭄스트레스의 증가를 동시에 설명하기 위한 단위이론적 프레임워크를 제시. 그러나 에너지 프레임이나 열대강수의 변화 사이의 일관성을 확립했지만 40%의 모델간 변화의 분산만 설명할 수 있음. 해양-대기-지표를 묶은 매커니즘의 연구가 추가적으로 필요함.