

アジア海洋大陸近傍における雷放電及び対流活動の関係

三宮 佑介 [1]; 高橋 幸弘 [1]; 佐藤 光輝 [2]; 山下 幸三 [3]
[1] 北大・理・宇宙; [2] 北大・理; [3] サレジオ高専・電気

Correlation between lightning and convection activity around the Maritime Continent

Yusuke Sanmiya[1]; Yukihiro Takahashi[1]; Mitsuteru SATO[2]; Kozo Yamashita[3]
[1] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [2] Hokkaido Univ.; [3] Dept. EE, Salesian Polytechnic.

Area around the Maritime Continent (MC) is one of the most important regions for lightning and convection activities in the world. Therefore, detail research in this area leads to understanding of climate change.

Until now only a few statistical studies on the lightning activity with energy information of individual discharge have been made for global scale since there have been no lightning observation network which covers lower frequency range down to an order of few Hz where large discharge dissipate a significant part of its energy. GEON, Global ELF observation Network, constructed by Hokkaido University, provides information including energy of individual lightning stroke which occur anywhere in the world. GEON consists of four observation sites and detects electromagnetic waves in the frequency range of 1-100 Hz, radiated from cloud-to-ground lightning discharges, with a detection threshold of 950 C-km. The estimated average error in geolocation is about 600 km. We compared GEON data with OLR (Outgoing Longwave Radiation) as a kind of proxy of cloud amount or strength of atmospheric convection.

In this work we examined the relationship between lightning and convection activities in the MC, Western Pacific Warm Pool (WPWP) and East Indian Ocean (EIO), from August 2003 to July 2004.

In EIO, just west of the MC, seasonality variation is dominant both for lightning and for convection activity, but the WPWP, just east of MC, monthly cycle is more prominent. Peak of OLR data show phase shift between these areas, implying the eastward propagation of convection system at a phase speed almost same as typical MJO. On the other hand no significant phase shift is found in lightning activity. This results suggest that a kind of coupling between thunderstorm and OLR occur as the convection system goes through the MC.

アジア海洋大陸 (Maritime Continent: MC と略記) 近傍は海面水温が高いため対流活動が世界で最も活発な地域の一つである。そのため、地球規模の大気循環に関与しており、エルニーニョなどの気象現象を通して、地球規模の気候変動と密接な関係がある。対流活動が活発なこの地域は、雷放電活動が高い地域としても知られている。この地域の雷放電及び対流活動を調べることは、気候変動の理解に繋がると期待される。

これまで、全球規模での雷放電活動は、衛星を用いた光学観測や地上の電波観測によって研究されてきた。しかし、衛星からの光学観測では、雷放電電流の極性やエネルギーの推定は困難である。また多くの全球規模の電波観測網は、比較的高い周波数を使用しているため、放電電流のピーク値を推定することはできても、エネルギー推定には不向きであった。そこで我々は、エネルギーの推定が可能な GEON (Global ELF Observation Network) のデータを用いた。この GEON は、1-100Hz の電波を計測するため、特に規模の大きな落雷のエネルギー推定に適している。世界中に 4 地点の観測地点を配置することで、全球で発生している電荷モーメント 950 [C-km] 以上の落雷をすべて検出し、そのエネルギーを推定することが可能になっている。950 [C-km] 以上の落雷の頻度は、全体の約 0.02% であるが、1 年間に検出される数は約 60 万個にのぼり、地域毎の雷放電の規模や頻度と対流活動との比較を初めて可能にした。位置評定精度は約 600km で地球規模の地域性の研究には十分であるが、日本国内での詳細な検討などには、VLF 波帯等の位置精度の高い観測網のデータとマッチングするなどの方法が考えられる。

雲量のひとつの指標として、人工衛星で観測される地球からの赤外線放射強度 OLR (Outgoing Longwave Radiation) を用いた。OLR は、海面、地面、雲頂からの放射を含むが、雲粒の温度は周囲の気温にほぼ等しく地表に比べ低温なため、対流活動が活発になり雲量が増えると OLR は小さくなる傾向がある。

今回は GEON と OLR のデータを用いることにより、2003 年 8 月から 2004 年 7 月までの 1 年間について、東インド洋 (East Indian Ocean: EIO と略記)、MC、西太平洋暖水塊 (Western Pacific Warm Pool: WPWP と略記) のそれぞれの地域における雷放電及び OLR の変動が、どのような関係を持つかを調査した。

その結果、EIO では、雷放電と OLR のどちらも約 1 年、あるいは半年周期の大きな変動を示すのに対し、WPWP ではそうした季節変化は相対的に小さくなり、約 1 カ月の周期変動が顕著になることが分かった。また、OLR の 1 ヶ月変動に注目すると、地域 (経度) によって位相差があり、対流のパターンが EIO から WPWP の方向へ東進していることを示唆している。その速度はおよそ 6 degree /day と見積もられ、いわゆるマッデン・ジュリアン振動 (MJO) の位相速度と矛盾しない。東進するにつれ、雷放電と OLR の両方に約 1 ヶ月の周期が見られ、WPWP ではそれらのピークが逆位相で重なるという初期結果が得られた。このことは、雷放電活動が反映する積乱雲と、OLR が指標となるそれ以外の比較的低温の雲が、対流が東進するにつれ強い結合を形成していくことを示唆している。

Takahashi et al., [2010] は、WPWP における OLR は、11 年周期の太陽極大時に 27 日前後の周期性を持つことを報告しており、今回発見された WPWP での 1 ヶ月周期がそうした現象とどう関係しているのかについても検討を進める。