

PRE (Predecessor Rain Event)

台風が日本の南方に離れて位置しているとき、日本付近に停滞していた前線（または潜在的な前線）が活発化して大雨が降ることがある。これはしばしば「台風が前線を刺激した」と説明されるが、「刺激」とは具体的に何が起きていることを意味するのだろうか？「台風から暖かい湿った空気が前線に吹き込む」と説明されることもあるが、成熟期の台風の基本的構造としては下層空気は収束するはずで、台風から前線へと吹き出すというのは奇妙ではないか？

大西洋の熱帯低気圧 (TC) が転向して中緯度に北上する際にも、その北側に1000kmほど離れた北米大陸上に東西走向を持つメソスケールのレインバンドが発生・停滞して豪雨になることがある。このパターンについて、近年、ニューヨーク州立大学の Lance F. Bosart らのグループが predecessor rain event (PRE: 米国人は「プリ」「プレ」のように発音している) と呼んで研究を進めている。彼らの PRE は Cote (2007) の最初の定義では、24時間雨量が100 mm 以上であること、レーダー画像で親 (parent) TC と PRE レインバンドが明らかに離れていること、親 TC 近傍にあった大量の水蒸気を含む空気 (可降水量50mm 以上) が PRE レインバンドに達していることが条件である。

Galarneau *et al.* (2010) は PRE を基本的に Cote と同様に定義し、ただし1個の親 TC に対して1個の PRE のみ (複数の PRE がある場合は最初のもの) を対象として調査を行った。北大西洋海域の TC のうち、転向したものの約30%が少なくとも1個の PRE を伴っていた。PRE の発生は8月と9月に多く、この2ヶ月で年間の75%を占めた。PRE の半数以上 (57%) は Category 3 以上 (1分風速96ノット以上; 1ノット=0.51m/s) に達した強いハリケーンを親 TC としていたが、PRE 発生時には親 TC は衰弱過程にある傾向が見られた。PRE と親 TC の間の距離は中央値が約1000km (最短410km, 最長1700km),

PRE の寿命は最短6.5時間、最長28時間であった。PRE 発生位置に相対的なコンポジット解析では、以下のような特徴が見られた。

(1) PRE は $T = 0$ (PRE 発生時) に200hPa 面のジェットストリークの入り口右側、リッジの西、トラフの南東に位置する。

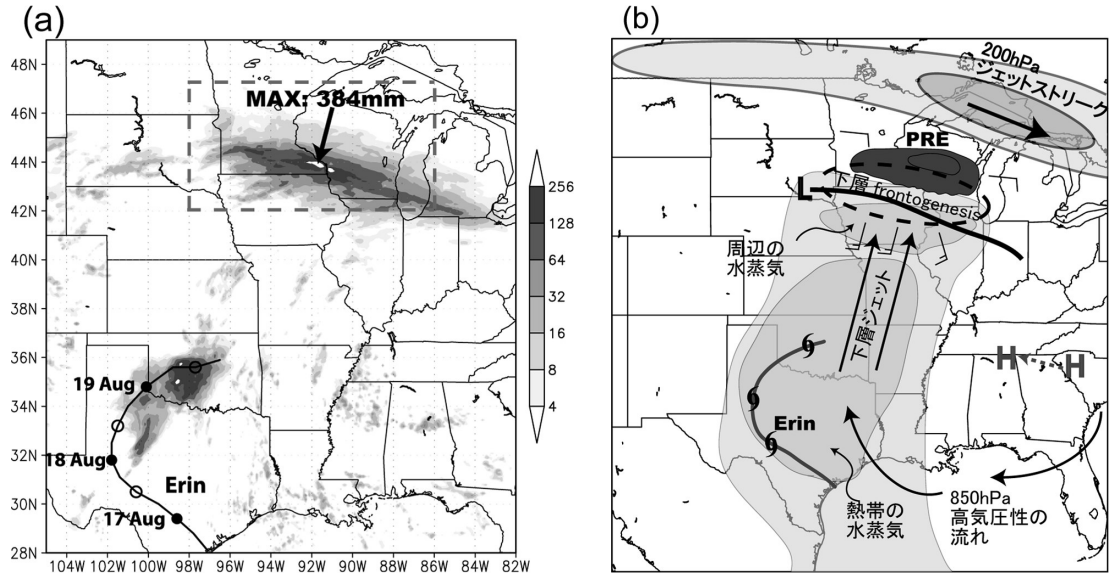
(2) 可降水量分布では、水蒸気を含んだ厚い層は $T = -24\text{hr}$ には TC 付近に分布しているが $T = 0$ には PRE に達しており、これは下層の南風 (TC とその東の高気圧の間の気圧傾度に加え、上層ジェットストリークに関連する二次循環による強化を示唆) で移流しているように見える。

(3) 準地衡風オメガ方程式による診断では、PRE は $T = -24\text{hr}$ から $T = 0$ に西から接近したトラフによって励起された frontogenesis と上昇流域 (これは700hPa 面の水平温度傾度域の南側) に発生したように見える。また925hPa 相当温位のリッジ (すなわち暖湿空気の北上が大きかった領域) でもある。これらは可降水量分布と整合する。

(4) 上部対流圏に再度目を向けると、非断熱加熱によって生じたと考えられる渦位極小が、 $T = -24\text{hr}$ には TC 上空に分布していたのが、 $T = 0$ には TC の北東側から PRE 発生地域の東へと移動し、対応して上層リッジが強化している。

すなわち、TC に伴う非断熱加熱分布の変化による TC 東側の上層リッジ強化と、西からの中緯度トラフ接近により、偏西風帯のジェットストリークが強化される。このジェットストリークに沿った対流圏の frontogenesis に伴う上昇運動と、そこへ流入する TC 近傍起源の水蒸気が、PRE の発生に直接寄与すると考えられる。これらを2007年の TC Erin を例として模式的に示したのが第1図である。

Galarneau *et al.* (2010) はさらに、アンサンブル予報で TC Erin の進路の精度が良くないにもかかわらず PRE の強雨の可能性が予想されていることから、PRE には中緯度の総観場が重要であることを示唆した。Schumacher *et al.* (2011) は同じ事例につ



第1図 (a) Tropical Storm Erin (2007) の経路と8月19日1200UTCまでの24時間降水量。Erinの北のレインバンドがPRE。破線の長方形内の平均積算雨量は17.9mm。(b) ErinとPREの位置関係、及びPREに関する典型的なメカニズムの概念図。Erinは転向し、その東で高気圧が西進する。高気圧とErinの間は南風が強まる。Erinの北側の傾圧帯では下層frontogenesisが生じる。これは200hPaジェットストリークの入口右側にあたる。共に Schumacher *et al.* (2011) より。

いて、Erinの水蒸気を除去した場合のシミュレーションでPREの降水が25%減少したことを示した。これらの結果は、PREの降水は基本的には中緯度システムによって発生するが、親TCの遠隔効果によって降水量がさらに増大することを示している。

これまでの研究で指摘されたPREのメカニズムはTCの温帯低気圧化に関する Bosart and Lackmann (1995) 等の指摘と多くの部分で共通している。ただし傾圧帯がTCから離れた場所なのでTCの強風が下層frontogenesisに直接寄与しない点が温低化とは異なる。

PREに類似したシステムによる大雨は日本でも発生することがある。Bosart (私信) は2000年9月の東海豪雨(北畠 2002)について、強いPREである可能性を指摘した。ただし、日本で「台風が前線を刺激する」と説明される事象のすべてがPREの考え方で説明できるとは限らない。上述のように Bosart らが研究対象としているPREはかなり限定的に定義されており、そこで重視されていない特徴に着目すれば異なる側面が明らかになる可能性が残されているように思われる。

参考文献

- Bosart, L. F. and G. M. Lackmann, 1995: Postlandfall tropical cyclone reintensification in a weakly baroclinic environment: A case study of Hurricane David (September 1979). *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 3268–3291.
- Cote, M. R., 2007: Predecessor rain events in advance of tropical cyclones. M.S. thesis, Department of Atmospheric and Environmental Sciences, University at Albany, State University of New York, 198pp.
- Galarneau, T. J. Jr., L. F. Bosart and R. S. Schumacher, 2010: Predecessor rain events ahead of tropical cyclones. *Mon. Wea. Rev.*, **138**, 3272–3297.
- 北畠尚子, 2002: 2000年9月11–12日の東海地方の豪雨に対する対流不安定と前線強化に伴う循環の役割. 気象研究所研究報告, **53**, 91–108.
- Schumacher, R. S., T. J. Galarneau Jr. and L. F. Bosart, 2011: Distant effects of a recurring tropical cyclone on rainfall in a midlatitude convective system: A high impact predecessor rain event. *Mon. Wea. Rev.*, **139**, 650–667.

(気象研究所 北畠尚子)