

## 亜熱帯低気圧

亜熱帯低気圧 (subtropical cyclone ; 以後 ST とする) の定義は、実は統一されたものがない。ここでは最初に、現業気象機関の発表する警報における定義を述べることにする。最大風速34ノット (17.2m/s) 以上かその恐れのある熱帯低気圧 (tropical cyclone ; 以後 TC) に関する各海域の警報がリアルタイム表示されているウェブサイト (WMO 2005) には、その警報に関連して用いられる用語の定義 (terminologies) も掲載されており、ST については以下のようになっている。

- ・北大西洋・北東太平洋海域等 : 「TC と温帯低気圧の両方の性質を持つ、前線を持たない低気圧。最も一般的なタイプは上層寒冷低気圧の循環が地上まで達しているもので、最大風速半径は100マイル (約160km) 以上。TC と比較すると、強風の範囲は広く、風や対流雲の分布は非対称。もうひとつのタイプは衰弱中の前線の近辺に発生するメソ低気圧で、最大風速半径は30マイル (約48km) 以下、初期の循環全体の直径は100マイル以下。一般に短命で、寒気核の場合も暖気核の場合もある。」
- ・北西太平洋海域 : 「亜熱帯の海上で発達する低気圧で、初期には TC の特徴をあまり持っていない。時間がたつと TC になることがある。」
- ・南西インド洋 : 「TC と温帯低気圧両方の特徴を持つ総観規模低気圧。(後略)」

ST は過去には WMO (1977) において「(a) 大規模な前線性低気圧の内部か上層寒冷トラフの東に発生した小規模暖気核低気圧 ; (b) 大規模寒冷低気圧の内部に発生した小規模暖気核低気圧」と記述され、小規模暖気核低気圧の構造が強調されていた。しかし上述の WMO (2005) の定義ではどちらかというやや大きなスケールの低気圧のように記述され、北大西洋海域等の定義のみにメソ低気圧が含まれている。

北大西洋海域等の警報を担当している米国では、近年、ST の定義がさらに変化している。米国では毎年

5月に、ハリケーン等に対する米国内関係機関の対応の実施計画 (National Hurricane Operations Plan) が策定されており、2005年版までは ST の定義として上述の北大西洋等の定義と同様に2種類が併記されていた。ところが、2006年版からメソ低気圧の部分が削除され、ST は上層寒冷低気圧に対応し TC より大規模な低気圧とされている。警報を担当するハリケーンセンターの用語集も同様である (National Hurricane Center 2010)。つまり米国で現在発表される警報では、擾乱の種別としては大規模な構造で分類することになっている (これと上述の WMO (2005) に記載の北大西洋海域等の ST の定義は一致しない状態にあるが、今後いずれかに統一されると思われる)。なお、アメリカ気象学会の用語集 (American Meteorological Society 2000) では「通常は純粋な熱帯システムより最大風速半径が大きい」とされている。

このような状況が生じた原因を知るには、米国における調査研究の歴史を振り返る必要がある。米国で ST という用語を用いた初期の研究として知られているのは、Simpson (1952) の kona storm の調査である。これは寒候期にハワイ近海でしばしば発生・停滞する擾乱で、はじめは寒気核構造で、最大風速半径が数百マイルと TC より大規模だが、その後は暖気核構造となり TC に類似してくることが特徴とされた。このタイプは、上述の北大西洋等の ST の定義のうちの大規模低気圧に関する部分の起源になっている。その後、Simpson and Pelissier (1971) は北大西洋の衛星画像にそれまで認識されていなかったメソスケール擾乱がしばしば見られることを指摘し、これも ST とした。これが上述の北大西洋等の ST の定義のうちメソ低気圧の起源になっている。このようにして、米国では2種類のスケールの擾乱が ST として併記される状態が生じた。それでも、Hebert and Poteat (1975) が開発した雲パターンによる ST 強度推定法は、システムの直径が緯度15度程度以上と大規模で TC より非対称性の大きい雲域を対象としていた。

1980年代には ST に対する関心は低下していたのだ

が、1991年10月末に、のちに映画「パーフェクト・ストーム」の題材になった温帯低気圧が北米東海上で猛烈に発達した後に急速に衰弱しつつ南下し、海面水温26°Cの領域に達したところで対流雲が活発になってSTとして再発達し、最終的にハリケーン強度に達した(Pasch and Avila 1992)。類似の事例はその後も北大西洋でたびたびあり、Davis and Bosart (2004)が温帯低気圧のTC化と呼んだ。彼らは、もとは前線を伴っていた低気圧の前線が弱まり、低気圧自体が暖気側へ進むと同時に、低気圧中心周辺上空の鉛直シアの弱まりに伴って低気圧中心付近の対流雲が発達・組織化することでSTを経てTCとなると説明している。Hart (2003)はSTを上層寒気核・下層暖気核で熱的非対称性が弱い(前線が弱い)と定義し、温帯低気圧のTC化については、寒気核構造の温帯低気圧の前線が弱まった後、下層の暖気核が強まってSTとなり、さらに上層まで暖気核化するとTCになると説明した。McTaggart-Cowan *et al.* (2006)は南大西洋初のハリケーンとして話題になった2004年3月のブラジル沖の擾乱について、もとは弱い温帯低気圧だったものが、上層のプロッキングによって生じた鉛直シアの弱い領域に進んだ際にSTからTCのような擾乱に変わったと指摘した。Guishard *et al.* (2009)は再解析データセットを用いて北大西洋のSTの気候学的調査を行い、従来型の雲パターン等に基づく解析とはかなり異なる結果になったとしている。

これらの研究ではSTをTCの総観規模前駆擾乱の一種(ただしSTからTCに発達せずに衰弱するものや温帯低気圧になるものもある)ととらえ、STの発生及びTCへの組織化・発達の条件の解明を目指している。これまでのところ、STの発生・発達には、その名称が亜熱帯海域での発生を示唆するように、ある程度高い海面水温と、大気中の若干の水平温度傾度・条件付不安定成層に加え、鉛直シアがTC発生環境よりはやや強いが弱まる傾向にある環境場が好適で、さらにそこに初期渦の存在が必要と考えられている。ただし、擾乱の定義としては総観規模で判断する傾向があるものの、メソ渦も含む小さいスケールの内部構造がSTからTCへの構造変化・発達に関係するという指摘があり(例えばDavis and Bosart 2004)、その一般性の確認やメカニズムの解明を進めることも必要である。これは、眼の壁雲が組織化されていない擾乱でもTCと呼ぶことがあるが、一般にTCの発達には眼の壁雲が重要だと考えられていることと同様である。

なお、中緯度で急発達する温帯低気圧や、TC化とは逆にTCから温帯低気圧化の過程にある擾乱については、上層寒気核・下層暖気核構造であっても顕著な中緯度ジェット・前線システムと強く相互作用する点が異なるとして、この立場ではSTに分類していない。

日本では、気象庁の予報用語にSTが含まれておらず、このような名称の擾乱は気象情報には現れない。ただし、1991年に発行された気象庁予報部の台風予報に関する予報作業指針には、北西太平洋の台風のうち上層寒冷低気圧近傍で発生するものがSTに対応すると記述されている。つまり北西太平洋ではSTは発生しないと考えられているのではなく台風に含まれている。北西太平洋のSTの調査は例えば藤田ほか(1995)があるが、これはHebert and Potat (1975)の雲分類に基づいたもので、近年の大西洋のSTに関する調査も踏まえた再検討の余地がある。STの名のもとに多様な擾乱が取り込まれ混乱が生じている感はあるが、問題の整理と今後の調査の進展が望まれる。

#### 参考文献

- American Meteorological Society, 2000 : Glossary of Meteorology. 2nd ed., American Meteorological Society, 855pp.
- Davis, C. A. and L. F. Bosart, 2004 : The TT problem : Forecasting the tropical transition of cyclones. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **85**, 1657-1662.
- 藤田由紀夫, 菊池 正, 中鉢幸悦, 上野忠良, 長谷川洋平, 田口晴夫, 1995 : 北西太平洋の亜熱帯低気圧とその強度推定について. 気象衛星センター技術報告, (30), 1-31.
- Guishard, M. P., J. L. Evans and R. E. Hart, 2009 : Atlantic subtropical storms. Part II : Climatology. *J. Climate*, **22**, 3574-3594.
- Hart, R. E., 2003 : A cyclone phase space derived from thermal wind and thermal asymmetry. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 585-616.
- Hebert, P. H. and K. O. Potat, 1975 : A satellite classification technique for subtropical cyclones. NOAA Tech. Memo. NWS SR-83, 25pp.
- McTaggart-Cowan, R., L. F. Bosart, C. A. Davis, E. H. Atallah, J. R. Gyakum and K. A. Emanuel, 2006 : Analysis of Hurricane Catarina (2004). *Mon. Wea. Rev.*, **134**, 3029-3053.
- National Hurricane Center, 2010 : Glossary of NHC Terms. <http://www.nhc.noaa.gov/aboutgloss.shtml> (2010.3.24閲覧).
- Pasch, R. J. and L. A. Avila, 1992 : Atlantic hurricane

- season of 1991. *Mon. Wea. Rev.*, **120**, 2671-2687.
- Simpson, R. H., 1952 : Evolution of the kona storm : A subtropical cyclone. *J. Meteor.*, **9**, 24-35.
- Simpson, R. H. and J. M. Pelissier, 1971 : Atlantic hurricane season of 1970. *Mon. Wea. Rev.*, **99**, 269-277.
- WMO, 1977 : The Use of Satellite Imagery in Tropical Cyclone Analysis. WMO/TD-No.473, Technical Note No. 153.
- WMO, 2005 : Severe Weather Information Centre. <http://severe.worldweather.wmo.int/> (2010.3.24閲覧).

(気象研究所 北畠尚子)

---