

南岸低気圧

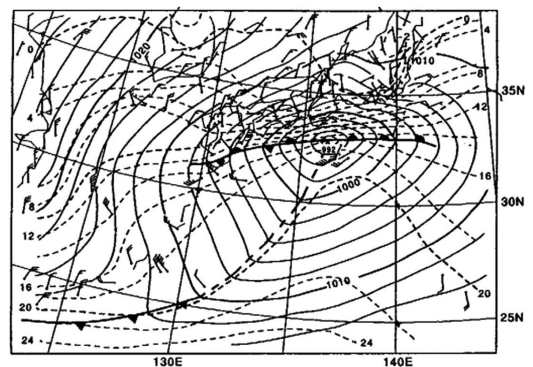
荒木 健太郎*

秋から春にかけて、前線を伴う温帯低気圧が本州の南海上を北東進し、広い範囲に降雨や降雪をもたらすことが知られている。本稿では、このような温帯低気圧を「南岸低気圧 (south-coast cyclone)」と呼び、その環境場、構造、メソスケール現象との関係、雲・降水、災害について概観する。

南岸低気圧の存在は古くから知られており、過去には「太平洋低気圧」や「南海低気圧」と呼ばれていた時期があった。また、発生位置によって低気圧を「台湾低気圧 (台湾坊主とも呼ばれたが現在は使わない)」や「東シナ海低気圧」と分類していたこともあった。1970年代になってから気象庁の全国予報技術検討会等で盛んに南岸低気圧という言葉が使用されるようになり、それ以降に定着したものと考えられる。

南岸低気圧は温帯低気圧であり、その発達過程は基本的には傾圧不安定で説明される。この他にも南岸低気圧の発達に寄与する力学として、上層ジェットストリークの出入口に伴う非地衡風の鉛直方向の二次循環が挙げられる。南岸低気圧は上層ジェットストリークの出口北側の上昇流の影響を受けて発達すると指摘する報告が多い (Takano 2002 ; Yoshida and Asuma 2004等)。これに加えて、傾圧不安定の場において地上低気圧中心の北西側に上層渦が位置する際のカップリング発達 (Takayabu 1991) も南岸低気圧の急発達に寄与したという事例解析結果もある (Takano 2002)。また、黒潮流路での海面からの熱フラックス供給を通じた大気海洋相互作用や、対流による潜熱解放も低気圧発達に寄与すると指摘されている (Nakamura *et al.* 2012 ; Hirata *et al.* 2015)。

南岸低気圧の構造的特徴としては、Shapiro-Keyser モデル (解説は北島 (2005) 参照) で表現される後屈前線 (bent-back front) や T ボーン構造、暖気核等が指摘されている (Takano 2002 ; 津村・山崎 2005 ; Kuwano-Yoshida and Asuma 2008 ; Ogura *et al.* 2009 ; Hirata *et al.* 2015)。冬季本州に大雨や大雪をもたらした南岸低気圧では、これに加えて寒冷前線に伴う水平温度勾配が小さく、低圧部が東西に扁平であること (第1図, Takano 2002)、温暖前線の傾圧性が大きいことも指摘されている (Kuwano-Yoshida and Asuma 2008等)。なお、これらの先行研究では、温暖コンベヤーベルト (warm conveyor belt) や寒冷コンベヤーベルト (cold conveyor belt)、乾燥貫入 (dry intrusion) 等の一般的な温帯低気圧の気流構造 (Carlson 1991 ; Browning 1990 ; 北島ほか 1995) も南岸低気圧において確認されてい



第1図 1994年2月12日09時 (日本時間) の総観スケール環境場。海面気圧 (実線, 2 hPa 毎) と気温 (破線, 2°C 毎), 前線は主観解析されたもので、太い一点鎖線は風のシアで特徴付けられる寒冷前線。Takano (2002) を編集したもの。

* Kentaro ARAKI, 気象庁気象研究所。

araki@mri-jma.go.jp

© 2016 日本気象学会

る。

南岸低気圧の接近に伴って、関東平野ではメソスケールの現象として Cold-Air Damming (CAD; 荒木 2015b) や沿岸前線 (Fujibe 1990; 荒木 2015a) が発生する。CAD は北が高気圧、南が低気圧の総観スケール環境場において、南北に連なる山地の東側の平野部で発生する現象であり、大気下層で北寄りの風を伴う冷気と気圧のリッジが強化される現象である。冬季関東平野で発生する沿岸前線は CAD を伴うことが指摘されており (Fujibe 1990)、関東甲信地方で顕著な大雪となった2014年2月14-15日の事例でもこれらの現象が発生していたことがわかっている (Araki and Murakami 2015)。

南岸低気圧に伴う降水は、主には温暖前線北側の層状雲によるものであるが、その雲物理特性の研究例は多くはない。Murakami *et al.* (1992) は雲粒子ゾンデやドップラーレーダーによって南岸低気圧に伴う温暖前線北側の層状性の雲の観測研究を行い、上層に氷粒子の急速な昇華成長をもたらす生成セル (generating cell) が存在することなどを明らかにした (村上 2005)。Araki and Murakami (2015) は関東甲信地方に大雪をもたらした降雪雲の数値実験を行い、上層から落下する降雪粒子が山地斜面の強制上昇によって発生した過冷却雲粒の下層雲に種まき (seed-feeder メカニズム; 荒木 2014) を行うことで、降水効率が増大して山地を含む内陸部での降雪量が増大したことを指摘している。

南岸低気圧に伴って発生する気象災害は大雨によるものに留まらず、大雪による都市部を中心とした交通障害、農業温室等の農業被害、建築物の被害、送電線への着雪による停電、雨水による樹林への着氷被害、雪崩等、多様である。特に大雪による気象・雪氷災害は2014年2月の大雪を契機に精力的に研究が進められているが (荒木ほか 2015a,b)、観測例が依然として多くはなく、今後も事例の蓄積が必要である。

一方、南岸低気圧は当然ながら大気循環場の影響を受ける。Ueno (1993) は冬季北半球で卓越するテレコネクションパターンである NAO (North Atlantic Oscillation)、PNA (Pacific North American)、WP (Western Pacific) パターンが低気圧の進路や太平洋側での降水量等に影響を及ぼすと指摘している。また、EU (Eurasian) パターン (Tachibana *et al.* 2007) のほか、北西太平洋におけるブロッキング (Yamazaki *et al.* 2015) も日本付近の大気下層の気

温場や低気圧の進路に影響を及ぼすことが指摘されている。ただし、1980年代後半以前とそれ以降では低気圧活動が変調しており (Nakamura *et al.* 2002)、大気循環場に内在する冬季卓越振動パターンが変化している可能性が示唆されている (上野ほか 2010)。

以上のことから、南岸低気圧の存在は古くから知られているものの、未知な点は多く残されているといえる。特に雲・降水過程は観測研究が極めて少なく、数値予報モデルの雲物理過程によって降水予測が大きな影響を受けることも指摘されている (Araki 2016)。防災の観点からは降雪粒子・積雪物理の観測研究 (石坂ほか 2015等) の積み重ねも重要である。南岸低気圧による関東甲信地方の降水・降雪現象はアメリカ東海岸における “Northeast snowstorm” (Kocin and Uccellini 2004) とよく似ており、海流や山地を含む地理的特徴だけでなく、低気圧活動とその環境場、雲・降水過程についても共通点が多い可能性がある。今後、様々な時空間スケール、物理プロセスの観点で研究を進め、体系的に南岸低気圧を理解する必要がある。

南岸低気圧の英語表記は、“winter extratropical cyclone” (Takano 2002) や “subtropical low” (Ogura *et al.* 2009) のように温帯低気圧で表記する先行研究がほとんどである。南岸低気圧は日本国内では認知されている現象であるが、今後一層その実態が解明され、いずれはアメリカ気象学会等の場でも “south-coast cyclone in Japan” といえば「南岸低気圧」と理解されることへの期待を込めて、本稿では冒頭の通り “south-coast cyclone” と表記した (Nakamura *et al.* 2012; Araki 2016等)。

参考文献

- 荒木健太郎, 2014: 雲の中では何が起きているのか。ベレ出版, 343pp.
- 荒木健太郎, 2015a: 沿岸前線. 天気, 62, 541-543.
- 荒木健太郎, 2015b: Cold-air damming. 天気, 62, 545-547.
- Araki, K., 2016: Influence of cloud microphysics scheme and ice nuclei on forecasting a heavy snowfall event in Japan associated with the “South-Coast Cyclones”. CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, (46), 4.03-4.04.
- Araki, K. and M. Murakami, 2015: Numerical simulation of heavy snowfall and the potential role of ice nuclei in cloud formation and precipitation develop-

- ment. CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, (45), 4.03-4.04.
- 荒木健太郎, 中井専人, 前多良一, 2015a: 2014年度秋季大会スペシャル・セッション「南岸低気圧による大雪: その要因, 実態, 予測可能性」報告. 天気, 62, 133-142.
- 荒木健太郎, 中井専人, 上野健一, 加藤輝之, 上石 勲, 中村一樹, 2015b: 「南岸低気圧とそれに伴う気象・雪氷災害に関する研究会」開催報告. 雪氷, 77, 491-495.
- Browning, K. A., 1990: Organization of clouds and precipitation in extratropical cyclones. Extratropical Cyclones, The Erik Palmén Memorial Volume, C. W. Newton and E. O. Holopainen, Eds., Amer. Meteor. Soc., 129-153.
- Carlson, T. N., 1991: Mid-Latitude Weather Systems. Harper Collins, 507pp.
- Fujibe, F., 1990: Climatology of the coastal front in the Kanto Plain. Pap. Meteor. Geophys., 41, 105-128.
- Hirata, H., R. Kawamura, M. Kato and T. Shinoda, 2015: Influential role of moisture supply from the Kuroshio/Kuroshio Extension in the rapid development of an extratropical cyclone. Mon. Wea. Rev., 143, 4126-4144.
- 石坂雅昭, 藤野丈志, 本吉弘岐, 中井専人, 中村一樹, 椎名 徹, 村本健一郎, 2015: 2014年2月の南岸低気圧時の新潟県下における降雪粒子の特徴. 一関東甲信越地方の雪崩の多発に関連して. 雪氷, 77, 285-302.
- 北畠尚子, 2005: 温帯低気圧と前線の構造と時間発展—概念モデルにおける表現—. 天気, 52, 742-750.
- 北畠尚子, 金崎 厚, 海老原 智, 重岡博明, 緒方洋一, 出口 一, 上清直隆, 牟田佳史, 鈴木和史, 1995: Browning: 温帯低気圧—温帯低気圧における雲と降水の構造—. 測候時報, 62, 1-31.
- Kocin, P. J. and L. W. Uccellini, 2004: Northeast Snowstorms (Volume I: Overview, Volume II: The Cases). Meteor. Monogr., No.54, Amer. Meteor. Soc., 818pp.
- Kuwano-Yoshida, A. and Y. Asuma, 2008: Numerical study of explosively developing extratropical cyclones in the northwestern Pacific region. Mon. Wea. Rev., 136, 712-740.
- 村上正隆, 2005: 温帯低気圧の雲と降水. 天気, 52, 751-759.
- Murakami, M., Y. Yamada, T. Matsuo, H. Mizuno and K. Morikawa, 1992: Microphysical structures of warm-frontal clouds —The 20 June 1987 case study—. J. Meteor. Soc. Japan, 70, 877-895.
- Nakamura, H., T. Izumi and T. Sampe, 2002: Interannual and decadal modulations recently observed in the Pacific storm track activity and East Asian winter monsoon. J. Climate, 15, 1855-1874.
- Nakamura, H., A. Nishina and S. Minobe, 2012: Response of storm tracks to bimodal Kuroshio path states south of Japan. J. Climate, 25, 7772-7779.
- Ogura, Y., R. Kumabe and S. Nisimura, 2009: Initiation and evolution of a subtropical low observed near the Japan Islands. J. Meteor. Soc. Japan, 87, 941-957.
- Tachibana, Y., T. Nakamura and N. Tazou, 2007: Interannual variation in snow-accumulation events in Tokyo and its relationship to the Eurasian pattern. SOLA, 3, 129-132.
- Takano, I., 2002: Analysis of an intense winter extratropical cyclone that advanced along the south coast of Japan. J. Meteor. Soc. Japan, 80, 669-695.
- Takayabu, I., 1991: "Coupling development": An efficient mechanism for the development of extratropical cyclones. J. Meteor. Soc. Japan, 69, 609-628.
- 津村知彦, 山崎孝治, 2005: 日本付近で発達した Shapiro タイプの温帯低気圧—前線形成の視点から見た事例解析—. 天気, 52, 105-118.
- Ueno, K., 1993: Inter-annual variability of surface cyclone tracks, atmospheric circulation patterns, and precipitation patterns, in winter. J. Meteor. Soc. Japan, 71, 655-671.
- 上野健一, 大門亮太, 足立幸穂, 清水 悟, 2010: 菅平高原で観測された低気圧活動に伴う凹型積雪深変動. 雪氷, 72, 237-253.
- Yamazaki, A., M. Honda and A. Kuwano-Yoshida, 2015: Heavy snowfall in Kanto and on the Pacific Ocean side of northern Japan associated with western Pacific blocking. SOLA, 11, 59-64.
- Yoshida, A. and Y. Asuma, 2004: Structures and environment of explosively developing extratropical cyclones in the northwestern Pacific region. Mon. Wea. Rev., 132, 1121-1142.