

地球温暖化に伴う冬型気圧配置と伊勢湾岸地域の局地風の変容について

On the Changes in West High and East Low Pressure Patterns and Local Wind in the Ise-Bay Region, Central Japan, Accompanied by Global Warming

大和田 道 雄 (おおわた みちお)

愛知教育大学 特別教授

1. はじめに

近年の地球温暖化 (IPCC, 2007) による全球的な気温上昇は、熱帯海域の海面温度 (SST) の上昇に伴う熱帯地域での集中豪雨や洪水被害、および中緯度地域での乾燥化によって食料生産地域への影響が大きく、現在の地球約60億以上の人口が加速度的に増加する傾向にあることから、世界的な食料危機が懸念される。これは、地球温暖化に伴う対流圏の大気大循環場の変動によるもので、ハドレー循環による低緯度の上昇気流域の強まりは下降気流域にあたる中緯度の亜熱帯高圧帯領域を拡大させ、ステップやサバナ気候区が砂漠化されるからである¹⁾。このような大気大循環場の変動は、中緯度を流れる偏西風の緯度的・経度的位置を変え、温帯低気圧や熱帯低気圧 (台風) による突風や洪水被害、北太平洋高気圧の張り出しの変容に伴う異常猛暑²⁾や都市域に形成されるヒートアイランドによる熱環境の悪化等³⁾、地域気象への影響も懸念される。そこで、本論では、地球温暖化に伴う温帯低気圧の移動経路の変動がもたらす地域気象の例として、伊勢湾岸地域の風の変容と中部国際空港 (セントレア) への影響について述べることにする。

2. 地球温暖化による大気大循環場の変動

2.1 ハドレー循環の強化による亜熱帯高圧帯領域の拡大

1980年のClimate shift以降、亜熱帯高圧帯領域は著しい拡大傾向を示している⁴⁾。これは、熱帯海域における海面温度 (SST) が近年著しい上昇傾向を示しているからである (図-1)。特に、北太平洋海域は、インド洋や大西洋に比較しても上昇率が高く、西太平洋熱帯海域にその影響が大きく現れている (ラニーニャ現象)。これは、亜熱帯高圧帯領域の拡大によって貿易風が強まっている可能性も否めない。このため、西太平洋熱帯海域でのハドレー循環が強化され、下降気流域にあたる中緯度の亜熱帯高圧帯の勢力も増す傾向にあり^{5), 6)}、その西縁部にあたる北太平洋高気圧の張り出しによって異常猛暑となる全面高気圧型、および南高北低の夏型気圧配置の出現頻度が高くなってきた⁷⁾。

2.2 大気大循環場の変動によるジェット気流の北上と南下

これは、冬季においても例外ではなく、ITCZ (熱帯

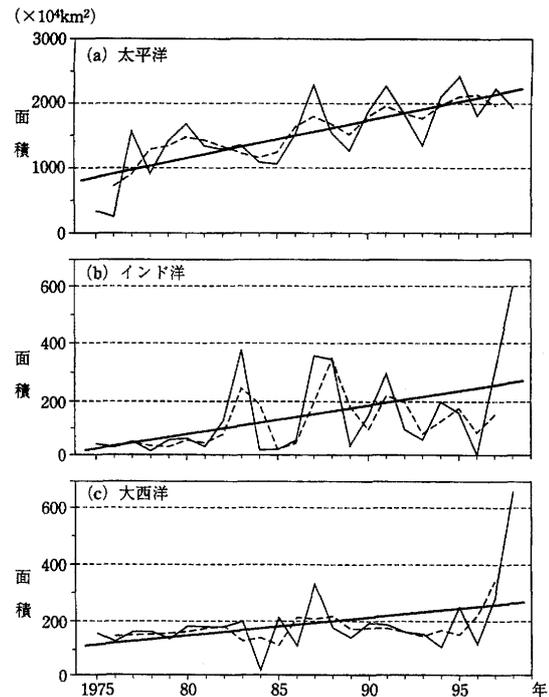


図-1 夏季 (8月) における3大海洋の高温領域面積 (29°C以上) の経年変動⁵⁾。実線は近似線、破線は移動平均を表す。

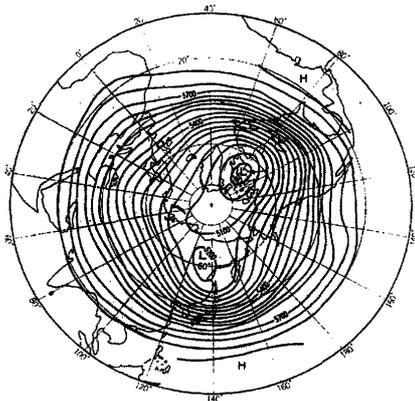
内収束帯) が南半球にシフトする季節であっても西大西洋、および西太平洋に亜熱帯高圧帯が現れるようになった⁸⁾。その結果、亜熱帯高圧帯の北側に沿う亜熱帯ジェット気流の緯度的の北上と蛇行に伴うトラフの経度的位置の変動によって、南岸低気圧の移動経路が日本列島に接近、および日本海に侵入するケースも現れた。

また、高緯度側では氷河の融解にもみられるように地球温暖化の影響によって気温上昇が著しくなっており⁹⁾、極を中心とした寒気面積が縮小傾向にある。しかし、寒気面積と寒気の南下指数とは逆相関にあり、寒気面積の小さい年ほど寒気を取り巻く寒帯前線ジェット気流の蛇行が激しく¹⁰⁾、寒気が南下しやすい傾向にある。特に、中緯度の偏西風波動地域に位置する我が国は (図-2)、周期的に南下する寒気の影響を受けやすい地域であるといえる (図-3)。

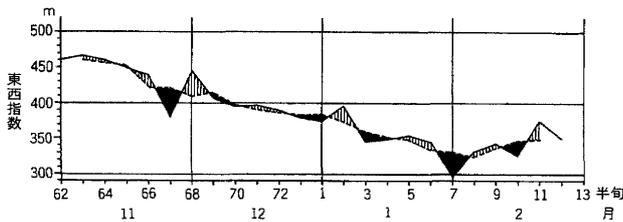
3. 冬型気圧配置の変容と局地風

3.1 地球温暖化による冬型気圧配置の変容

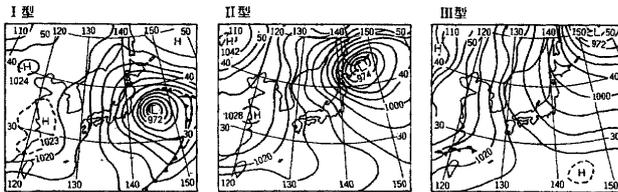
東アジアの代表的な冬型気圧配置は、いわゆる「西高



図一 2 北半球における冬季（1月）の月平均500 hPa等圧面高度場¹¹⁾。



図一 3 日本付近の寒気南下指標となる東西指数（m）の半旬別変化。移動平均より低指数が寒気の南下¹⁰⁾。

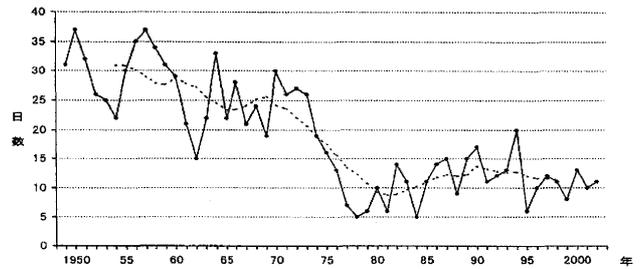


図一 4 冬型気圧配置分類。I型は低気圧の中心が三陸沖で北北西、II型はオホーツク海で北西、およびIII型は千島列島で西北西の気圧傾度風向になる¹⁵⁾。

東低型」といわれているもので、大陸に発達したシベリア高気圧があって日本列島の東の海上に温帯低気圧が存在する気圧配置型である。この気圧配置は、日本列島付近の等圧線が南北の縦縞模様となり、強い北西の風が吹くことで知られている。風の強さは、シベリア高気圧と温帯低気圧の中心示度との気圧差（hPa）であるが、風向は東の海上にある低気圧の緯度的・経度的位置で決定する¹²⁾。したがって、低気圧の中心が三陸沖に位置していた場合には北北西の風、オホーツク海では北西の風、千島列島北部では西北西の風となる（図一 4）。1980年の climate shift 以前は、日本列島を通過する日本海低気圧、および南岸低気圧のいずれもが三陸沖を通過する頻度が高かった¹³⁾。しかし、近年では寒帯前線ジェット気流、および亜熱帯ジェット気流の北上に伴って、低気圧の移動経路が三陸沖からオホーツク海、および千島列島北部に移行する傾向がみられ、気圧傾度風向に変化がみられるようになったことも事実である¹⁴⁾。

3.2 伊勢湾岸地域の局地風

このため、日本列島の狭隘部の風下側にあたる伊勢湾



図一 5 伊吹おろしの吹走日数の経年変化（1949～2002年）。1970年代後半から伊吹おろしは急激に減少した。日数は12～3月の合計日数、破線は10年間の移動平均¹⁶⁾。

岸地域では、冬型気圧配置に伴う寒気の吹き出しが少なくなった¹⁶⁾。これは、寒帯前線ジェット気流の北上による日本海低気圧がさらに高緯度側で発生するようになったため、東の海上に抜けたとしても西日本は大陸から張り出す高気圧圏内となり、気圧傾度が弱まったからである。その結果、気圧傾度風向も西よりに変化し、これまで伊勢湾岸地域に冬型気圧配置で吹いていた北よりの局地風「伊吹おろし」の吹走日数が激減し（図一 5）、西よりの「鈴鹿おろし」の吹走頻度が高まっている¹⁷⁾。

4. 温帯低気圧の異常発達

4.1 2つ玉低気圧

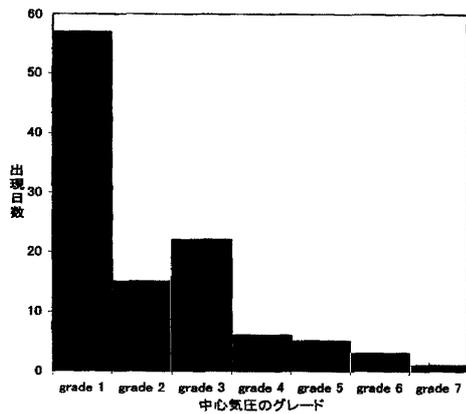
中川ほか2005・2006年^{18),19)}、および2007年²⁰⁾の研究から、近年、日本列島を通過する温帯低気圧が熱帯低気圧が台風となる最大風速17.2 m/sを上回るような異常発達する傾向がみられ、特に中心気圧が960 hPa以下になることも少なくない（図一 6）。これは、これまでのように冬型気圧配置を形成する温帯低気圧が単体ではなく、複数の低気圧が同時に通過する「2つ玉低気圧」および「3つ玉低気圧」型が増えてきたからに相違ない²⁰⁾。

2つ玉低気圧とは、日本海低気圧と南岸低気圧とが同時に発現し、移動過程において接近・合体する型である（図一 7）。この型の特徴は、二つの低気圧が合体する過程において異常発達する傾向があり、上空の寒気南下との相互作用によっては台風並みに発達する特徴を有している。

4.2 異常発達のメカニズム

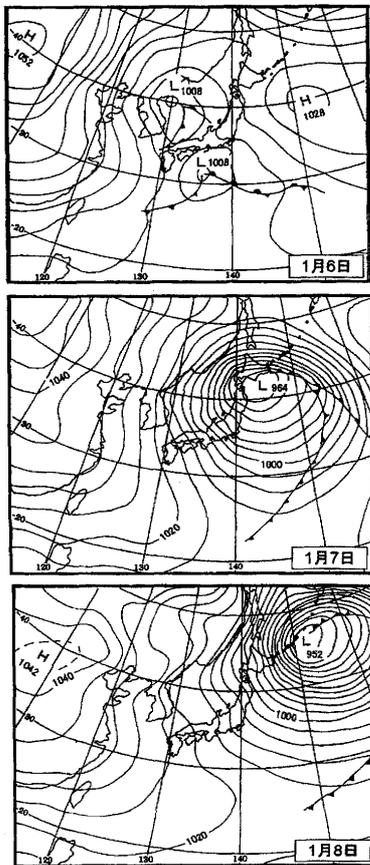
これは、地球温暖化による西太平洋に形成される亜熱帯高圧帯領域拡大に伴う亜熱帯ジェット気流の北上によって日本付近にリッジ（気圧の尾根）を形成するため（図一 8）、亜熱帯大気に触れる大気場が築かれていることと、南北の熱交換作用による寒帯前線ジェット気流の蛇行によって同時にトラフ（気圧の谷）も同じ経度帯に形成され、極寒気の南下を容易にしているからである（図一 9）。このため、亜熱帯ジェット気流による南岸低気圧の反時計回りの渦が低緯度側の亜熱帯大気を運び込み、寒帯前線ジェット気流の蛇行で発生した日本海低気圧から吹き込む高緯度側の寒気が直接接することになり、低気圧の鉛直擾乱が活発となって異常発達するようになったと思われる^{18),8),22)}。

報告



grade 1: 980~976hPa, grade 2: 975~971hPa, grade 3: 970~966hPa, grade 4: 965~961hPa, grade 5: 960~956hPa, grade 6: 955~951hPa, grade 7: 950hPa以下

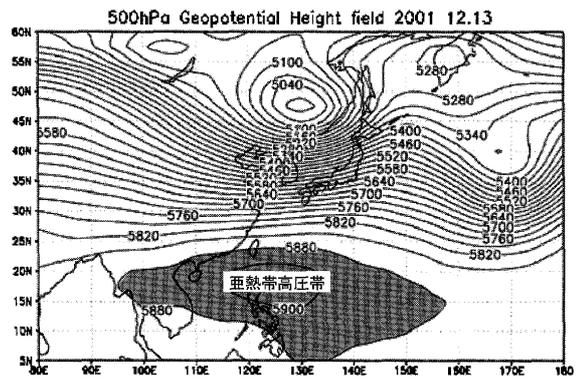
図一六 春季(3月)における2つ玉低気圧による中心気圧のGrade別出現日数(1971~2005年)²⁰⁾。



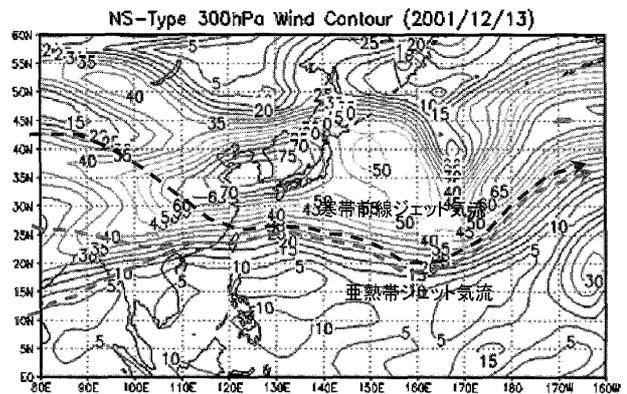
図一七 日本海低気圧と南岸低気圧の合体(2つ玉低気圧)過程。2007年1月6~8日²¹⁾。

5. 中部国際空港への影響

特に、2つ玉低気圧が合体して異常発達する緯度的・経度的位置の多くは、オホーツク海よりやや東側の千島列島付近であることが多い。したがって、北日本では台風並みの温帯低気圧の通過で大荒れの天気となり、海難事故につながるケースも出てきたが、西日本でも強い西よりの突風が予想される。例えば、伊勢湾岸地域の四日市では、北西~北北西の強風頻度が減少しているのに対し、亀山では西よりの強風が増加傾向を示している¹⁷⁾。



図一八 温帯低気圧が異常発達する上層気圧場(500hPa面)。亜熱帯高圧帯によるリッジと寒帯前線ジェット気流のトラフ(2001年12月13日)。



図一九 300hPa等圧面高度場における水平風速(m/s)からみた亜熱帯ジェット気流と寒帯前線ジェット気流の接近(2001年12月13日)。

これは、伊吹山地から吹き下りる「伊吹おろし」²³⁾の影響が少なくなり、鈴鹿山系からの「鈴鹿おろし」²⁴⁾の吹走頻度が増していることを意味している。亀山は中部国際空港の風上側にあたり、これまでも東名阪高速道路でトラックの強風による横転事故が発生するなど、鈴鹿山脈の狭隘部にあたる鈴鹿峠からの吹き出し口あたる地域である。したがって、中部国際空港はこの風下側にあたるため、風下波動も含め地球温暖化による千島列島付近での温帯低気圧の異常発達によって伊勢湾岸地域に西よりの強風を吹かせ、横風による航空機の離発着へ少なからず影響を与えていることは事実である²⁴⁾。

参考文献

- 1) 大和田春樹・大和田道雄：中国乾燥地域における降水量変動の気流系解析，愛知教育大学研究報告，第54輯（自然科学編）pp. 47~54, 2005.
- 2) 大和田道雄：地球温暖化による日本の地域気象・気候への影響について—名古屋の異常猛暑を例として—，愛知教育大学共通科目研究交流誌，教養と教育，第6号，2006.
- 3) 大和田道雄・中川由雅・岩田充弘・櫻井麻理・梅田佳子：名古屋市における熱帯夜の分布と緑地効果について，愛知教育大学研究報告，第56輯（自然科学編）pp. 19~24, 2007.
- 4) 大和田道雄・石川由紀：地球環境変化にかかわる中緯度高気圧の変化—最近の北半球における亜熱帯高圧帯の面

- 積拡大傾向と移動性高気圧の帯状化との関係について一、地球環境, Vol. 7, No. 1, pp. 117~127, 2002.
- 5) 大和田道雄・井上智重: 熱帯海域における海面水温の経年変動と亜熱帯高圧帯との関係について, 日本地理学会春季大会予稿集, 2002.
 - 6) 大和田道雄・秋山祐香里・石川由紀: 北半球の夏季における熱帯海域の SST と亜熱帯高圧帯との関係について, 愛知教育大学研究報告, 52, pp. 43~47, 2003.
 - 7) 大和田道雄: 総観気候からみた名古屋の暑さ. 日本気象学会中部支部公開気象講座テキスト「名古屋の夏は何故暑い?」, pp. 1~6, 2001.
 - 8) 鳥居 司・大和田道雄: 冬季における亜熱帯高圧帯領域の変動と温帯低気圧の異常発達, 日本地理学会春季大会予稿集, 2008.
 - 9) IPCC: Climate Change 2007 The Physical Science Basis. Working Groups 1 Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press, UK, 1056 p., 2007.
 - 10) 大和田道雄・山田光範: 冬季における本邦付近の東西循環の変動. 愛知教育大学地理学報告, 68, pp. 61~67, 1989.
 - 11) 吉野正敏: 気候学. 大明堂, 331 p., 1978.
 - 12) Owada, M.: A climatological study of local winds (oroshi) in central Japan. Doctoral Thes., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, 98 p., 1990.
 - 13) 田坂郁雄: 冬季の低気圧通過に伴う日本の降水分布について. 地理学評論, 41(11), pp. 695~703, 1980.
 - 14) 大和田道雄・平岩浩二: 最近10年間における本邦付近の切離低気圧の発現回数とその移動経路. 日本気象学会春季大会予稿集, 59 p., 1991.
 - 15) 大和田道雄: 伊勢湾岸の大気環境. 名古屋大学出版会, 219 p., 1994.
 - 16) 櫻井麻理: トラフの変動に伴う冬型気圧配置の減少と局地風の関係について. 愛知教育大学総合科学課程総合理学コース地球環境科学領域卒業論文. 1-39., 2001.
 - 17) 大和田道雄・鳥居 司: 地球温暖化に伴う局地風の変容について. 愛知教育大学研究報告, 第57輯(自然科学編) pp. 31~37, 2008.
 - 18) 中川由雅・大和田道雄・櫻井麻里: 温帯低気圧異常発達の高気圧場解析, 日本気象学会春季大会予稿集, 2005.
 - 19) 中川由雅・大和田道雄・鳥居 司: 温帯低気圧の異常発達に関わる帯状流変動解析, 日本気象学会春季大会予稿集, 2006.
 - 20) 中川由雅: 大気大循環場の変動と温帯低気圧の異常発達との関係. 愛知教育大学大学院教育学研究科修士論文, pp. 1~84, 2007.
 - 21) 鳥居 司: 冬季における亜熱帯高圧帯領域の変動と温帯低気圧の異常発達. 愛知教育大学大学院教育学研究科修士論文, pp. 1~71, 2008.
 - 22) 鳥居 司・大和田道雄: 冬季における亜熱帯高圧帯領域と西太平洋SSTの関係. 日本気象学会秋季大会予稿集, 2007.
 - 23) 大和田道雄: 濃尾平野における「伊吹おろし」の小気候学的研究. 愛知教育大学地理学報告, 45, pp. 132~139, 1976.
 - 24) 大和田道雄・原田香子: 伊勢平野に卓越する局地風「鈴鹿おろし」の局地気候学的研究. 愛知教育大学研究報告, 27 (人文・社会科学), pp. 173~182, 1978.

(原稿受理 2009.1.8)