

大気循環場の新旧平年値の比較

佐藤 均、佐藤 大卓（気象庁 大気海洋部 気候情報課）

1. はじめに

気象庁では、2021 年 5 月に平年値（平年値期間）を更新する予定である。このうち、気候系監視や季節予報業務に大きく関わる大気循環場の平年値について、更新による影響を事前に把握するため、暫定新平年値（1991～2019 年平均値）を用いた新旧平年値間の特性比較調査を進めてきた。ここでは、その結果の概要を報告する。

本報告では、暫定新平年値を新平年値、従来の平年値（1981～2010 年平均値）を旧平年値と表記する。大気循環場のデータは JRA-55 (Kobayashi et al., 2015)、熱帯の積雲対流活動の評価には外向き長波放射量 (OLR) データ (Liebmann and Smith, 1996)、海面水温 (SST) は COBE-SST (Ishii et al., 2005) を用いる。

2. 比較結果

(1) 全球・熱帯域

全球的な年平均気温の変化と新旧平年値の変化の特徴を把握するため、図 1 には対流圏全球層厚換算温度の経年変化と帯状平均気温の新旧平年値間の差の緯度-鉛直断面を示す。対流圏層厚換算温度の経年変化を見ると、地球温暖化に伴う昇温トレンドが明瞭であり、平年値の差の緯度-鉛直断面では対流圏の北半球中高緯度を中心とした昇温が大きいことが分かる。一方、成層圏では新平年値で気温の低下が見られ、地球温暖化に伴う変化傾向と整合的である。

次に熱帯域における平年値の変化の一例として、12～2 月平均の 200hPa 速度ポテンシャル、OLR、SST の新旧平年値の差を図 2 に示す。200hPa 速度ポテンシャルの平年値では、インド洋東部～太平洋西部の赤道付近で発散が強まり、アフリカの赤道付近で収束が強まる変化傾向が見られる。このような特徴は年間を通して概ね共通する（図略）。OLR の平年値では、東南アジア付近、オーストラリア、アフリカなどで対流活動の活発化、南太平洋熱帯域の中部で不活発化の変化傾向が見られる。このうち、東南アジ

ア付近での対流活発化の変化は、対流圏上層の大規模発散の強化や周辺海域での SST 平年値の上昇とも整合する。一方、アフリカ付近の対流活発化 (OLR 低下) の変化は、200hPa 速度ポテンシャル平年値における収束強化の変化傾向と整合しない。このように対流活動の評価においては、特にアフリカ付近ではデータセット間の変化特性に違いがあることに留意する必要がある。

以上のような新旧平年値間の変化は、年々変動の大きさに比べると相対的に小さい。このため、ある年の季節平均など特定の期間に対して新・旧平年値それぞれを用いた平年偏差分布を比較すると、平年偏差の値はやや変化するものの、偏差分布の特徴はほとんど変わらない（図略）。

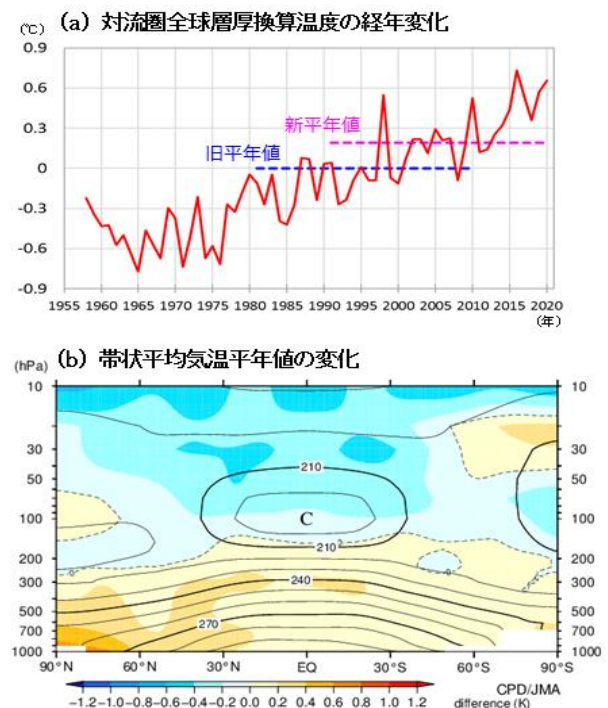


図 1 対流圏全球層厚換算温度の経年変化と帯状平均気温平年値の変化の緯度-鉛直断面
いずれも年平均した値。(a)対流圏全球層厚換算温度の旧平年値に対する偏差[°C]。層厚の対象気圧面は 300～850hPa。破線は新旧平年値とその期間を表す。(b)陰影は帯状平均気温の新旧平年値の差(新平年値-旧平年値)、等値線は新平年値[K]を表す。

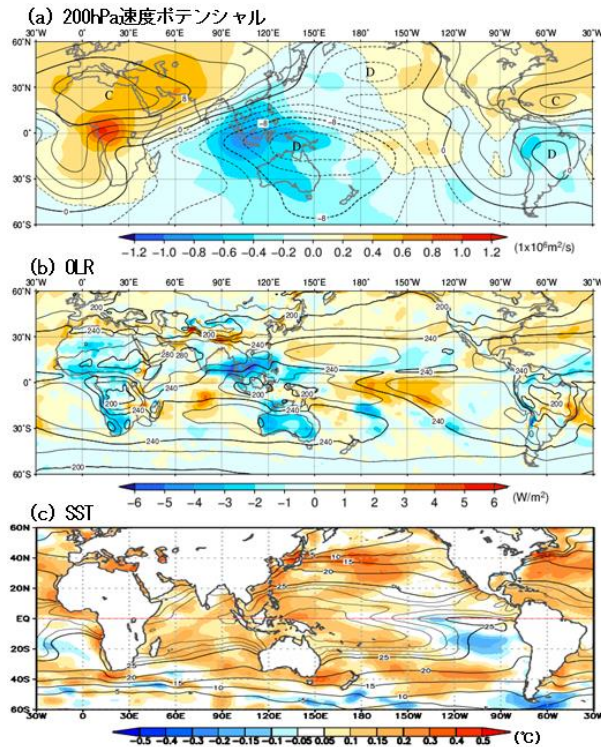


図 2 200hPa 速度ポテンシャル、OLR、SST の年平値の変化(12~2 月平均)
陰影は新旧年平値の差(新年平値-旧年平値)、等値線は新年平値を表す。単位は、(a) $10^6\text{m}^2/\text{s}$ 、(b) W/m^2 、(c) $^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 北半球・日本付近

次に、北半球における新旧年平値間の差を冬(12~2 月)平均について図 3 に示す。このうち 500hPa 高度では、北極付近や中緯度帯を中心に広範囲で高度の上昇が見られ、30hPa 高度では成層圏の極渦が弱まる変化が見られる。海面気圧はシベリアの北極海沿岸からユーラシア大陸中央部で上昇し、シベリア高気圧は北寄りの位置で強まる変化傾向である。また、アリューシャン低気圧は弱まり、アイスランド低気圧は強まる変化が見られる。850hPa 気温は広範囲で昇温し、特に海氷の減少に対応するとみられるバレンツ・カラ海付近での昇温が大きい。一方、ユーラシア大陸中央部では気温の低下が見られる。

同様に図 4 は夏の新旧年平値間の変化である。冬と同様に北極付近や中緯度帯を中心に広範囲で高度上昇が見られる。海面気圧では、日本の南海上で太平洋高気圧が強まり、オホーツク海付近では気圧の低下する変化が見られる。オホーツク海高気圧の出現日数は旧年平値期間に比べて新年平値期間でやや

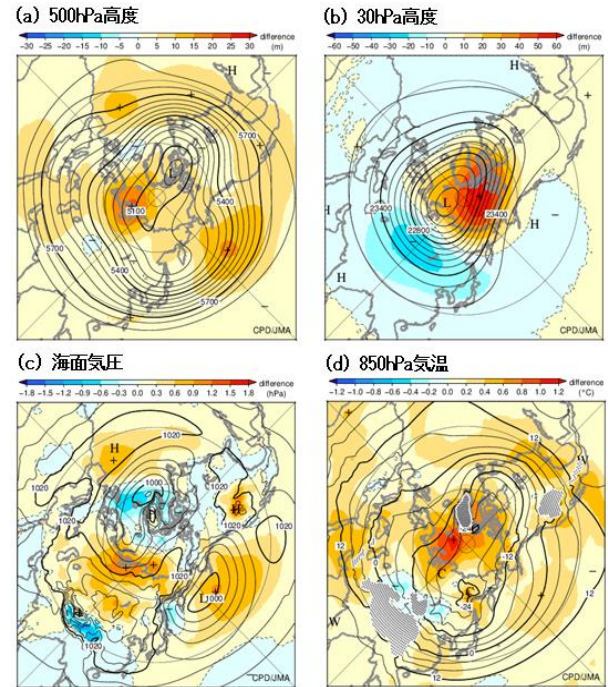


図 3 北半球における年平値の変化(12~2 月平均)

(a) 500hPa 高度[m]、(b) 30hPa 高度[m]、(c)海面気圧[hPa]、(d) 850hPa 気温 $^{\circ}\text{C}$ 。陰影は新旧年平値の差(新年平値-旧年平値)、等値線は新年平値を表す。

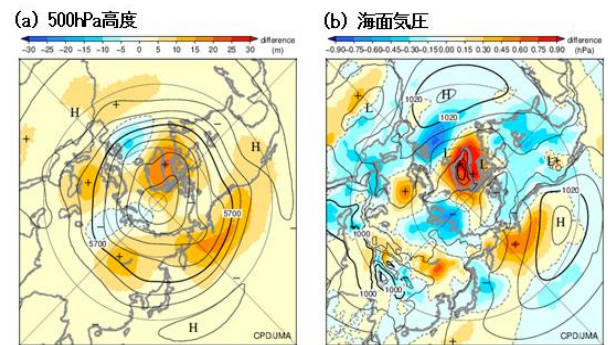


図 4 北半球における年平値の変化(6~8 月平均)

(a) 500hPa 高度[m]、(b)海面気圧[hPa]。陰影は新旧年平値の差(新年平値-旧年平値)、等値線は新年平値を表す。

減少する傾向(図略)であることと整合する。

夏の 500hPa 高度の変化のうち、グリーンランド付近の高度上昇とヨーロッパ北西部の高度低下は、夏の 500hPa 高度を対象とした主成分分析(図 5)の第 1 主成分、アリューシャン付近の高度上昇は第 2 主成分の変動に対応し、旧年平値期間から新年平値期間で第 1 主成分スコアは負側へ、第 2 主成分スコアは正側へ変化していることに対応している。

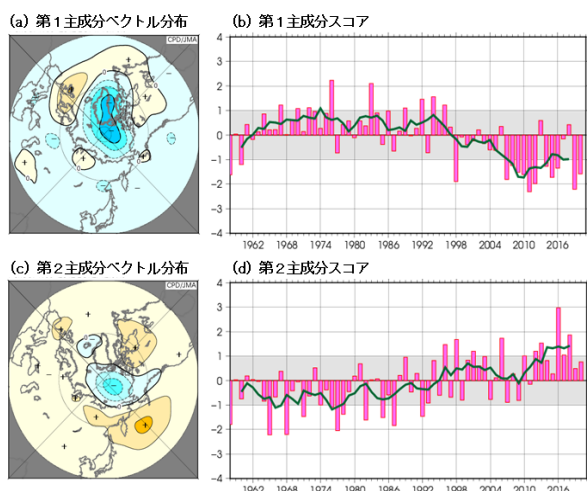


図 5 北半球における夏の 500hPa 高度の主成分分析による固有ベクトル分布と主成分スコアの時系列
主成分分析の対象期間は 1958～2012 年。固有ベクトルは、1981～2010 年の主成分スコアの標準偏差をかけたもので、単位は m。スコアの棒は各年の値、緑線は 5 年移動平均値。寄与率は第 1 主成分 18.8%、第 2 主成分 12.9%。

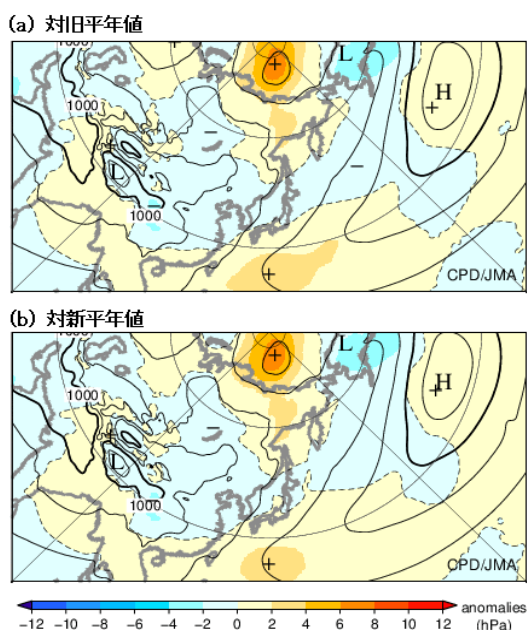


図 6 2020 年夏(6～8 月)の海面気圧・平年偏差
等値線は実況値、陰影は(a)旧平年値に対する平年偏差、(b)新平年値に対する平年偏差を表す。単位は hPa。

以上のような北半球の循環場における新旧平年値間の変化は、熱帯域と同様、年々変動の大きさに比べて相対的に小さい。このため、特定の期間に対して新・旧平年値それぞれを用いた平年偏差の値はやや変化するが、偏差分布の特徴はほとんど変わらない。例として、2020 年夏の海面気圧の新旧平年値に

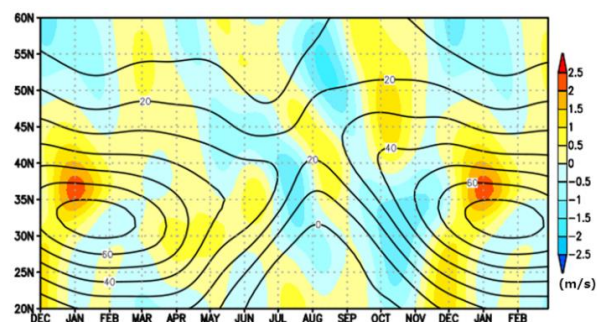


図 7 日本付近の 200hPa 東西風平年値の緯度-時間断面
等値線は新平年値、陰影は新旧平年値の差(新平年値-旧平年値)。日別平年値を利用し、東経 120～150 度平均。

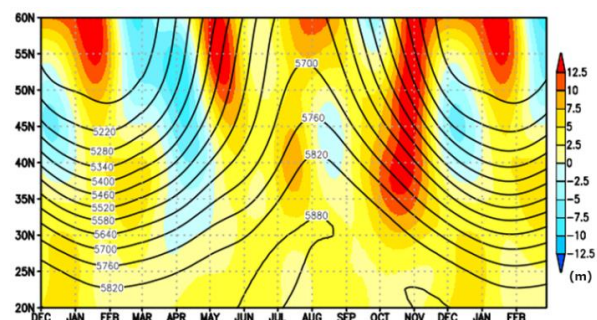


図 8 日本付近の 500hPa 高度平年値の緯度-時間断面
等値線は新平年値、陰影は新旧平年値の差(新平年値-旧平年値)。日別平年値を利用し、東経 130～140 度平均。

対する平年偏差の比較を図 6 に示す。新平年値へ変更することにより、日本の南海上の正偏差や北日本付近の負偏差がともにやや縮小する変化は見られるものの、平年偏差分布の特徴はほとんど変わらない。

次に、日本付近における偏西風や高度場の季節変化に関して、日別平年値を用いて新旧平年値間の比較を行う。図 7 は東経 120～150 度で平均した 200hPa 東西風、図 8 は東経 130～140 度で平均した 500hPa 高度のいずれも新旧平年値間の差の緯度-時間断面である。日本付近の偏西風は、冬に北寄りで強く、春は南寄りで強くなる変化傾向がある。夏は月により変化傾向が異なり、秋は 10 月を中心に北寄りで強まる傾向がある。春と秋は、季節進行が遅れる傾向といえる。日本付近の 500hPa 高度場では、4 月に高度低下傾向、10 月に上昇傾向が見られ、偏西風の季節進行の遅れと対応する変化傾向である。また、冬には 12 月の北日本を除いて全般に高度が上昇する傾向があり、夏も 8 月の北日本を除いて広く上昇する変化が見られる。

3. まとめ

大気循環場の平年値の更新に向けて、新旧平年値の特性を比較する調査を進めている。これまでの結果からは、平年値の更新により年々の各事例における平年偏差分布の特徴に大きな変化はないことが確認された。平年値の変化の特徴として、地球温暖化に伴い全球的に対流圏気温の上昇が見られる。また、冬の北極海では海氷減少領域付近での対流圏下層気温の昇温が大きい。アフリカ付近の対流活動に関する変化に関しては、データセット間で変化傾向が異なることに留意する必要がある。

今後は、平年値更新に向けた確定平年値による準備作業を進めるとともに、平年値の特性変化に関する解説資料の作成や、変化の要因分析などもさらに進めたい。

参考文献

- Ishii, M., A. Shouji, S. Sugimoto and T. Matsumoto, 2005: Objective Analyses of Sea-Surface Temperature and Marine Meteorological Variables for the 20th Century Using ICOADS and the KOBE Collection. *Int. J. of Climatology*, **25**, 865-879.
- Kobayashi, S., Y. Ota, Y. Harada, A. Ebita, M. Moriya, H. Onoda, K. Onogi, H. Kamahori, C. Kobayashi, H. Endo, K. Miyaoka, and K. Takahashi, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 5-48.
- Liebmann, B. and C. A. Smith, 1996: Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 1275-1277.