

今年の夏の天候について

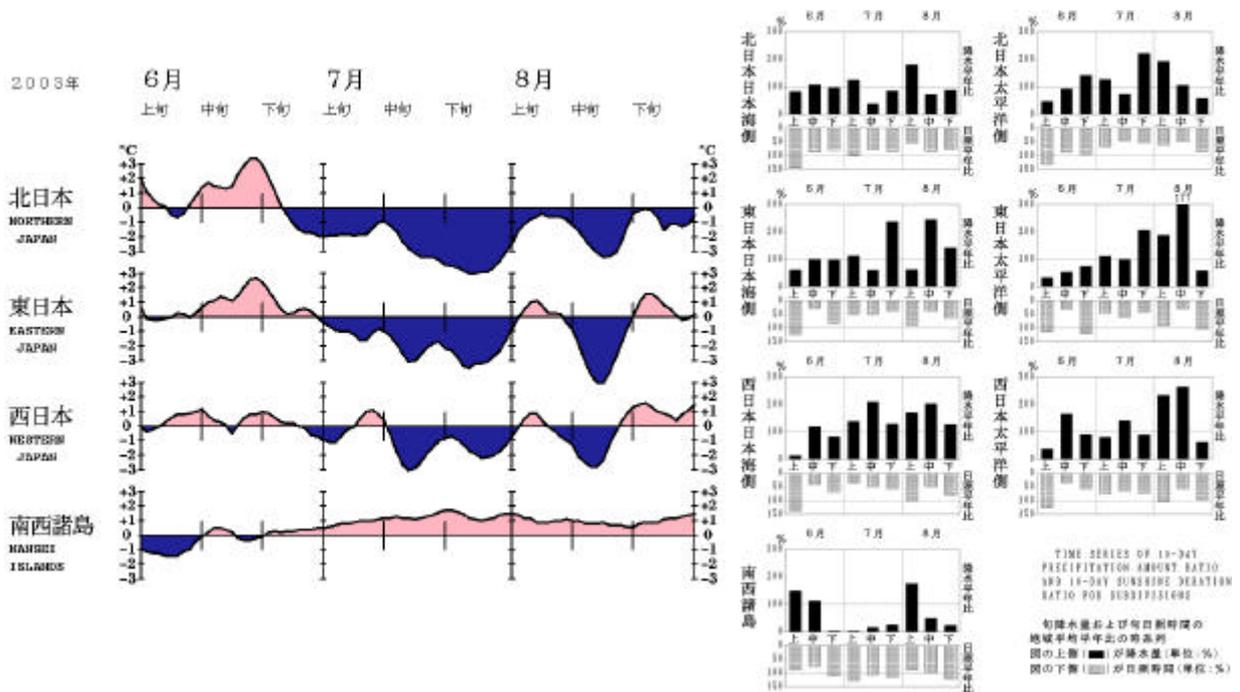
気象庁 田中昌太郎、前田修平

今夏（6～8月）の日本の天候は、北～西日本は低温、寡照で、東・西日本では多雨となった。一方、南西諸島は高温、少雨、多照だった（第1図）。この傾向は、7、8月に明瞭にみられた。以下に、このような天候の背景となった大気循環場の特徴および夏の天候と循環場に関する統計的な調査結果をまとめる。

1. 今夏の循環場の特徴

日本付近の循環場をみると、夏（6～8月）平均した500hPa高度（第2図左側）では、カスピ海付近から中国北部、本州付近にかけて帯状に負偏差が広がった。一方、この負偏差の北側のシベリアでは正偏差が分布した。また、日本の南海上から中国南部にかけては正偏差となり、北西太平洋の亜熱帯高気圧は西への張り出しが平年より強く、南西諸島はこの高気圧に覆われやすかった。これらの偏差分布は、濱田（2003）による北～西日本の気温偏差と500hPa高度の回帰分布から判断される冷夏時の特徴と一致する。夏平均した200hPa風（第2図右側）では、ユーラシア大陸上で亜熱帯ジェットは平年より強く、また、寒帯前線ジェットは平年より明瞭だった。これらのジェットに挟まれた領域では、50°N帯を中心に弱風域となった。月ごとにみると、日本付近の亜熱帯ジェットは、6月は平年より弱かったが、7、8月は平年よりかなり強かった。また、平年に比べて南偏傾向だった。東シベリア付近では、しばしばブロッキング高気圧が形成され、6月下旬から7月末にかけてオホーツク海高気圧がみられた。8月中旬にも明瞭なオホーツク海高気圧が現れ、北～西日本にかけては顕著な低温となった。

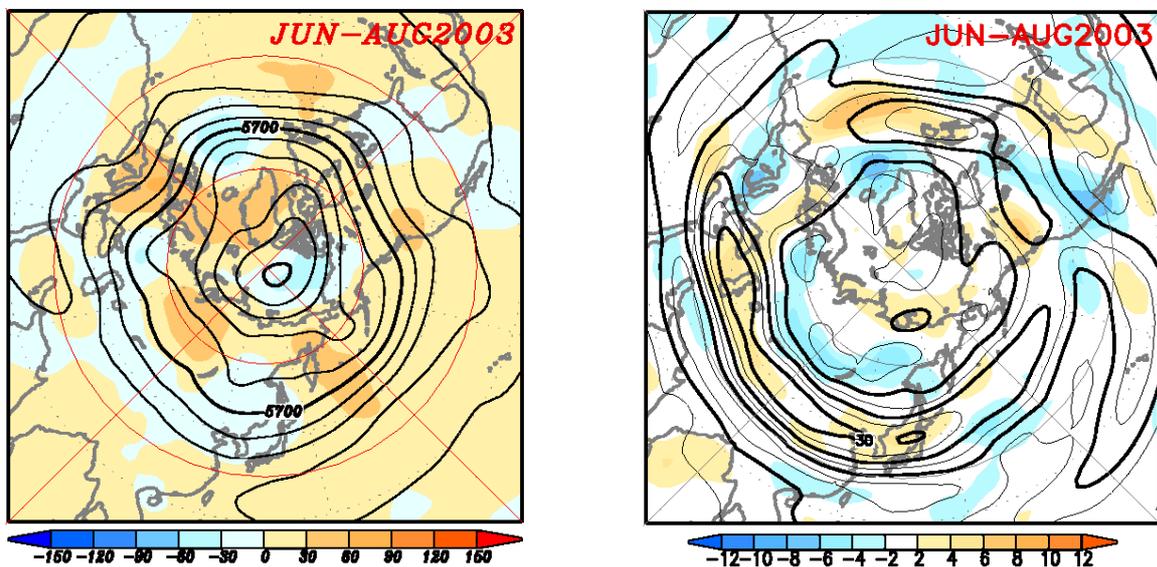
熱帯の状況をみると、海面水温（第3図）は全般に平年より高く、アラビア海、インド洋中部、太平洋西部から中部などで+0.5以上の正偏差域がみられた。太平洋東部はおおむね平年並だった。熱帯の対流活動（第4図）は、太平洋ではおおむね平年並、インド洋からインドネシア付近では、西部で平年より活発、東部で不活発という、双極子状の偏差パターンが明瞭だった。太平洋赤道付近の大気循環は、エルニーニョ現象が2002/2003年冬に終息した後、おおむね平年並の状態に移している。今夏のアジアモンスーンに伴う対流活動は、広い範囲でみると全般に平年より弱かった。南シナ海からフィリピン付近にかけての対流活動は、6月は平年並、7月は平年より不活発、8月は活発となった。7月はこの領域における不活発な対流活動の応答として、下層に逆位相のPJパターン(Nitta,1987)的な偏差が分布した。



第 1 図 2003 年 6 ~ 8 月の日本の気温、降水量および日照時間の時系列

左図：地域平均気温平年差の 5 日移動平均時系列

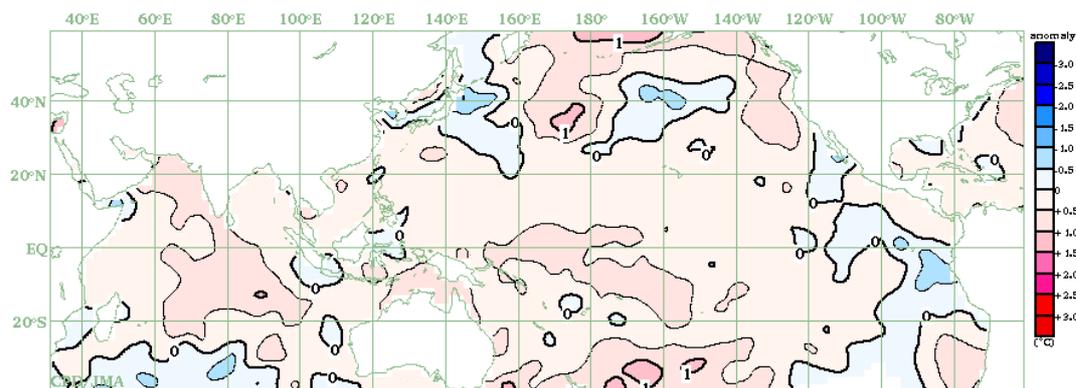
右図：旬降水量（上側）および旬日照時間（下側）の地域平均平年比（%）の時系列



第 2 図 2003 年 6 ~ 8 月平均した 500hPa 高度および偏差（左図）と 200hPa 風速および偏差（右図）

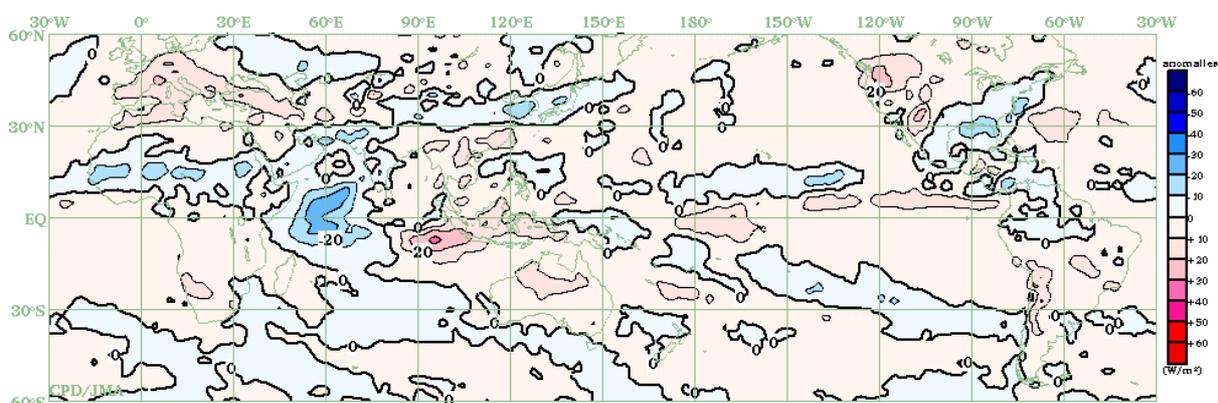
左図：実線は 500hPa 高度を表し、等値線間隔は 60m。シェイドは平年偏差を表す。平年値は ERA-15 による 1979-1993 年平均値。

右図：実線は 200hPa 風速を表し、等値線間隔は 5 m/s。シェイドは平年偏差を表す。平年値は ERA-15 による 1979-1993 年平均値。



第3図 2003年6～8月平均した海面水温平年偏差

等値線間隔は0.5。平年値は1971～2000年平均値。データは気象庁作成の海面水温解析値。

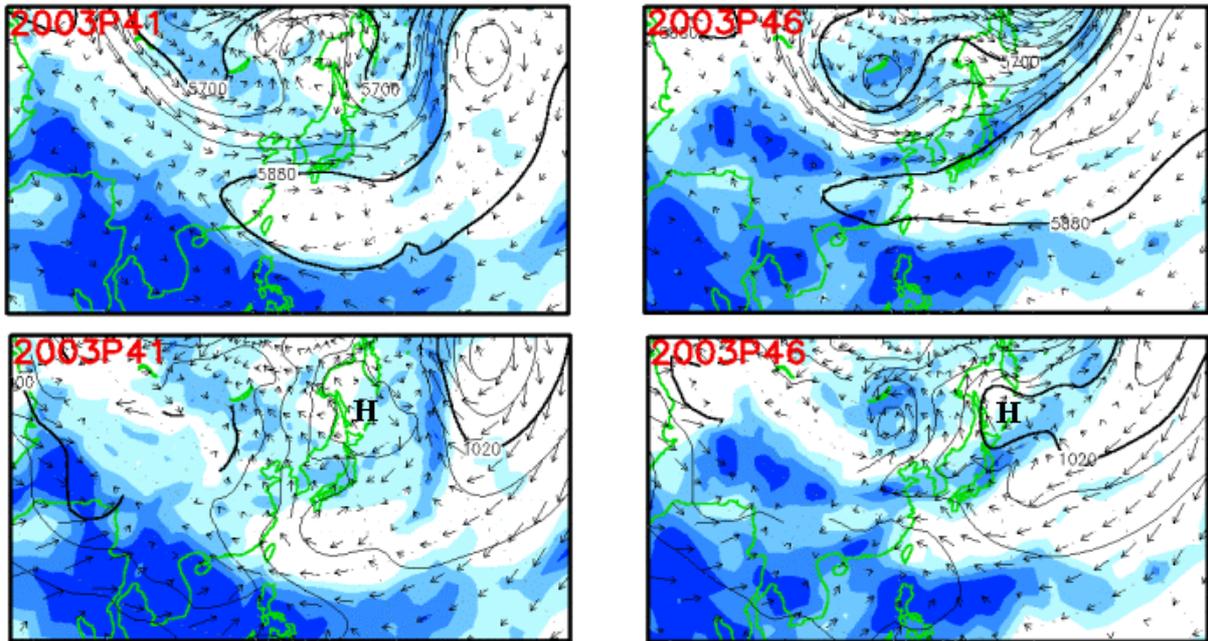


第4図 2003年6～8月平均した外向き長波放射量（OLR）平年偏差

等値線間隔は10W/m²。平年値は1979～2000年平均値。データはCPC/NCEP/NOAA提供による月平均値を使用。

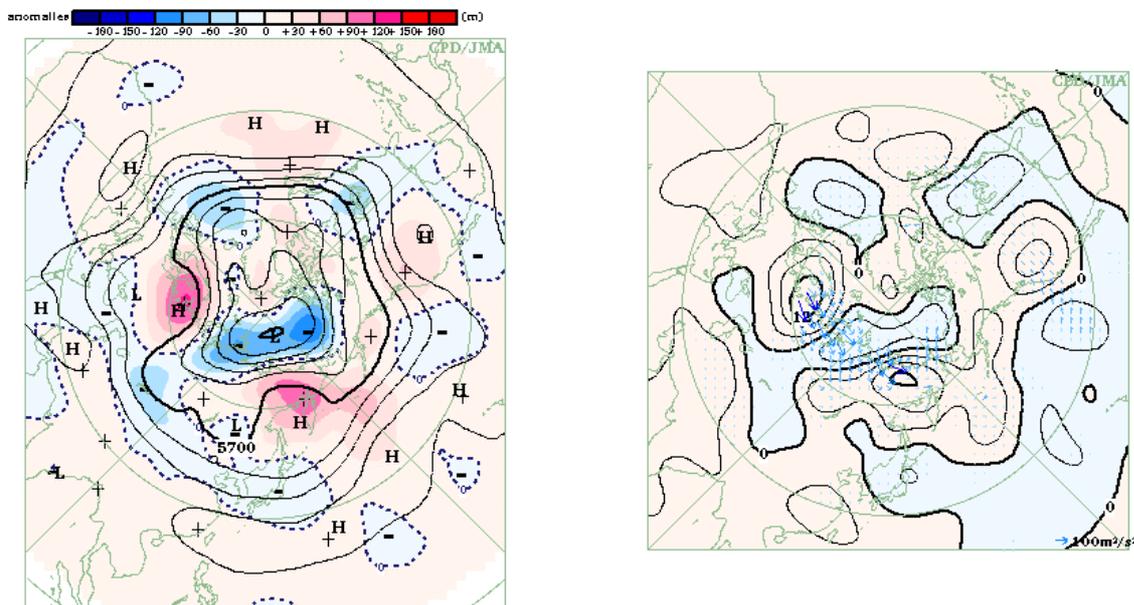
2. オホーツク海高気圧

6月下旬から7月末にかけてと8月中頃にオホーツク海高気圧が形成され、この時期、北日本を中心に北～西日本は低温傾向となった。7月のオホーツク海高気圧は、東シベリアに形成された上層のブロッキング高気圧によって形成、維持されたものとみられる（第5図左側）。この時期の対流圏上層における波の活動度フラックスをみると、ヨーロッパ北部から東シベリアにかけて明瞭なフラックスがみられた（第6図）。このことは、定常ロスビー波束の伝播が東シベリアのブロッキング高気圧の形成に寄与していることを示している（中村、1997）。一方、8月中旬頃にみられた明瞭なオホーツク海高気圧は、この高気圧の西側の上層にリッジはみられるものの、7月のようにブロッキング高気圧は形成されておらず、下層中心の高気圧であった（第5図右側）。



第5図 2003年7月20～24日（左側）および8月14～18日（右側）における5日平均500hPa高度（上段）、海面気圧（下段）とOLR

等値線間隔は、500hPa高度が60m、海面気圧は4hPa。青色シェイドはOLR(240W/m^2 以下)を表し、シェイド間隔は 20W/m^2 。なお、海面気圧は、標高1500m以上の領域では描画していない。



第6図 2003年7月の500hPa高度および偏差（左図）と300hPa波の活動度フラックスおよび流線関数平年偏差（右図）

左図：実線は500hPa高度を表し、等値線間隔は60m。平年値はERA-15による1979-1993年平均。シェイドは平年偏差を表す。

右図：ベクトルは波の活動度フラックス（Takaya and Nakamura, 2001）を表す。スケールは凡例の通り。実線は流線関数平年偏差を表し、等値線間隔は $4 \times 10^6 \text{m}^2/\text{s}$ 。平年値はERA-15による1979-1993年平均。水色シェイドは負偏差（低気圧性循環偏差）を表す。

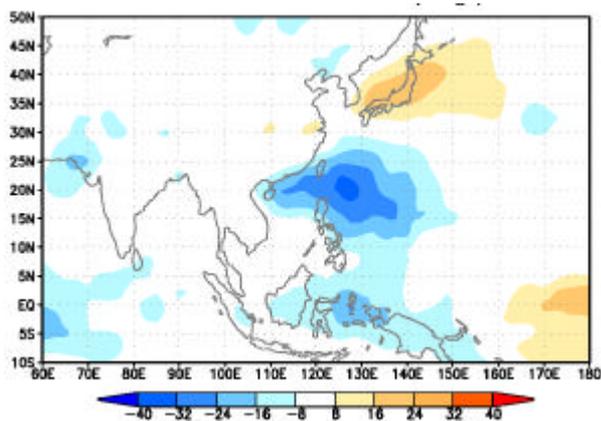
3 . 南シナ海からフィリピン付近にかけての対流活動

第7図は、8月の北日本の気温が高い年（1971～2000年統計に基づいた3階級区分による高温年）のOLR平均値と低い年（同3階級区分による低温年）の平均値との差を示す。これをみると、南シナ海北部からフィリピン北部付近には明瞭なOLR負偏差が分布しており、この領域における対流活動が盛夏期における北日本の気温と高い相関関係があることを示唆している。8月の東日本の気温でも、この領域で明瞭なOLR負偏差がみられた。また、濱田（2004刊行予定）による気象要素と循環場の回帰分布からも、北～西日本における夏平均気温とこの領域におけるOLRには有意な線形関係がみられる。これらを踏まえて、気象庁では、現在、この南シナ海からフィリピン付近にかけての領域で平均したOLRによる指数（以下、OLR-AREA8と呼ぶ、詳細は第2表参照）を作成し、この領域における対流活動を監視している。なお、このOLR指数は、通常のOLR偏差の符号を反転させたものであり、正の値は平年と比べて対流活発、負の値は不活発なことを示す。

7～8月におけるOLR-AREA8と北～西日本の気温との間には、有意な正の相関関係があり（第2表）、長年、フィリピン付近の対流活動の指標として使用してきたHCLD-PH（GMSの観測による上層雲量平年偏差を 10° ～ 20° N、 110° ～ 140° Eで領域平均した指数）と比べてもより強い正の相関関係がみられた。

第8図は、8月平均のOLR-AREA8（左図）およびHCLD-PH（右図）による500hPa高度の回帰分布である。OLR-AREA8による回帰分布では、フィリピンの北から日本、および太平洋にかけてPJパターンに関連した波列パターンが明瞭にみられる。HCLD-PHによる回帰分布でも同様の偏差パターンはみられるが、OLR-AREA8の振幅はそれに比べてかなり大きく、本州付近の正偏差は4倍程度となっている。盛夏期における日本の天候には、PJパターンを通じた熱帯からの影響が重要な役割を果たすが、OLR-AREA8はPJパターンを励起する対流活動を監視する上でより重要な指標といえる。

今年のOLR-AREA8の値は、7月：-2.0、8月：+0.9となった。7月は、顕著な負の値（対流不活発）に対応して、下層の循環場では統計的にみられやすい負のPJパターンが分布し、本州付近では低温となった。一方、8月は正の値（対流活発）だったが、PJパターンはみられず、本州付近の下層は低気圧性循環の偏差となり、統計的な傾向とは逆に本州付近では低温となった。



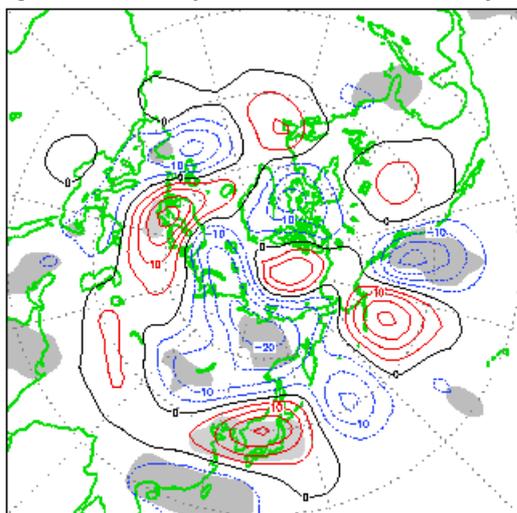
第7図 8月の北日本が高温年だった年のOLR平均値から低温年の平均値を引いた偏差 (W/m^2)
 データは1974~2002年(1978年は欠測)の8月平均OLRを用いた。ここで定義した高温(低温)年は1971~2000年統計に基づいた3階級区分による高温(低温)年である。

第2表 南シナ海からフィリピン付近にかけての対流活動と日本の気温

南シナ海からフィリピン付近(15-25°N、110-130°E)で領域平均したOLR 年間偏差を使った指数 OLR-AREA8 (平年値は1979-2000年平均。この期間の標準偏差で規格化し、符号を反転させたもの)と夏の日本の気温との相関係数を示す。統計期間は、1979~2003年。危険率5%で有意な値は太字斜体で示す。

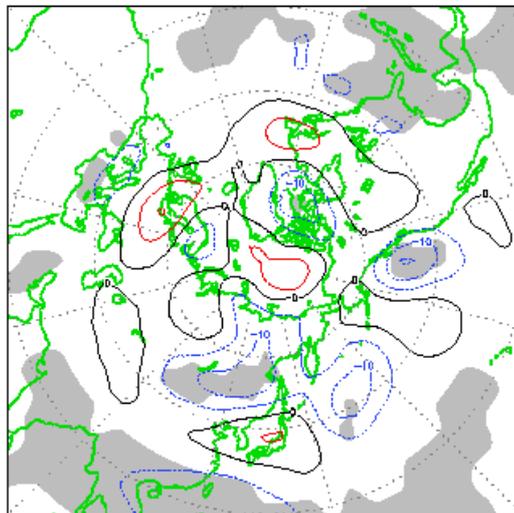
	北日本	東日本	西日本	南西諸島
6月	0.11	-0.02	0.08	-0.33
7月	0.69	0.64	0.48	-0.34
8月	0.66	0.65	0.54	-0.34
7~8月平均	0.79	0.73	0.59	-0.39
6~8月平均	0.72	0.66	0.55	-0.32

Regression of Monthly Mean z500 on OLR-AREA8 (AUG)



Contour Interval: 5.0m
 Shading: 95% confidence level

Regression of Monthly Mean z500 on HCLD-PH (AUG)



Contour Interval: 5.0m
 Shading: 95% confidence level

第8図 8月平均のOLR-AREA8(左図)およびHCLD-PH(右図)による500hPa高度の回帰分布

それぞれの指数が+1.0のときにおける500hPa高度の回帰分布を表す。赤色実線は正偏差、青色破線は負偏差を示す。等値線間隔は5m。陰影は危険率5%で有意な領域を示す。統計期間は、1979~2001年。

4. アジアモンスーンの対流活動

気象庁では、より広い範囲のアジアモンスーンに伴う対流活動を監視する指数として、夏のアジアモンスーン OLR 指数(SAMOI)を利用している(藤川、1997)。活動度を表す SAMOI-A は、ベンガル湾からインドシナ半島、フィリピン付近にかけての領域で平均した OLR 平年偏差を使った指数である(詳細は第3表を参照)。なお、この OLR 指数も、通常の OLR 偏差の符号を反転させたものであり、正の値は平年と比べて対流活発、負の値は不活発なことを示す。

SAMOI-A と夏の日本の気温との相関係数を第3表に示す。北日本を中心に、北～西日本では有意な正の相関関係が多くみられる。OLR-AREA8 と比べると、月平均での相関係数は小さいが、夏(6～8月)平均では+0.78となり、より大きな値を示している。広い範囲でみたアジアモンスーンの対流活動と北～西日本の天候との関係は、月平均でみると、南シナ海からフィリピン北部にかけてのより狭い領域の対流活動(OLR-AREA8)に比べて相関は低いが、夏平均では相関が高くなっており、季節平均程度でみた本州付近の気温を監視する上で、重要な指標だといえる。

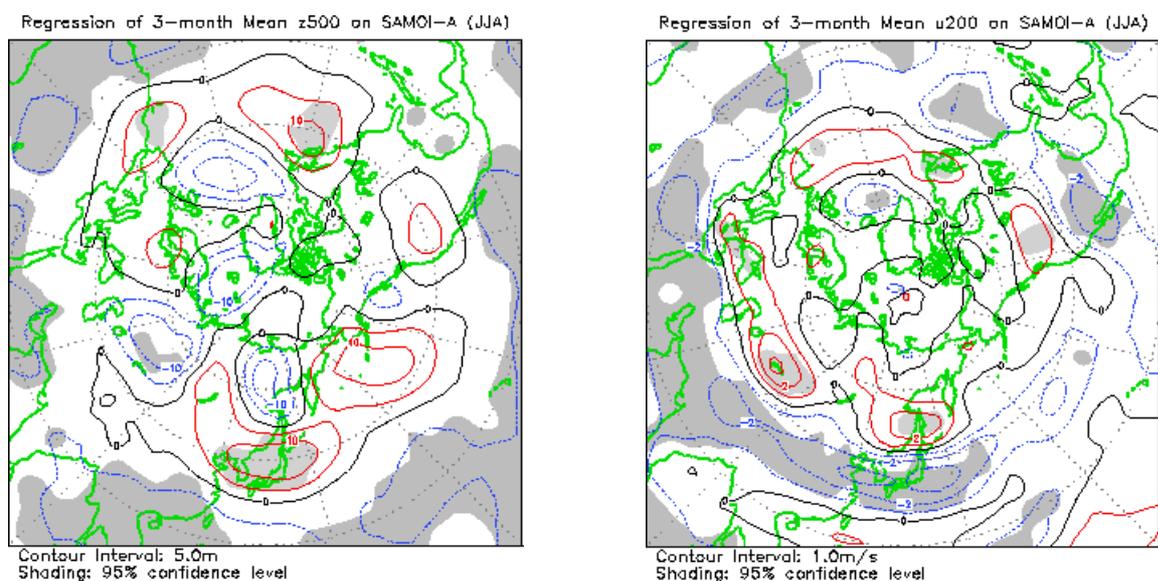
夏平均した SAMOI-A による北半球 500hPa 高度と 200hPa 東西風の回帰分布を第9図に示す。アジアモンスーンの対流活動が平年より活発な場合、500hPa 高度では、日本の南からアジア南部にかけて負偏差が広がり、一方、本州付近では有意な正偏差が分布している。また、200hPa 東西風の分布から、ユーラシア大陸上の亜熱帯ジェットは平年に比べ北寄り(アジアモンスーンが不活発な場合は南寄り)になる傾向がみられる。

今年の夏平均した SAMOI-A は 0.7 となり、平年より不活発傾向を示した。今夏のアジア域の循環場は SAMOI-A による回帰分布の傾向と似ており、また、夏平均した北～西日本の気温は低温だったことから、今夏も統計的な傾向と一致していた。

第3表 夏のアジアモンスーンの対流活動と日本の気温

SAMOI-A と夏の日本の気温との相関係数を示す。SAMOI-A はベンガル湾からインドシナ半島、フィリピン付近にかけての領域(5 - 25 °N、80 - 105 °E および 5 - 20 °N、107.5 - 140 °E)で平均した OLR 平年偏差を使った指数(平年値は1979 - 2000年平均。この期間の標準偏差で規格化し、符号を反転させたもの)である。統計期間は、1979～2003年。危険率5%で有意な値は**太字斜体**で示す。

	北日本	東日本	西日本	南西諸島
6月	0.40	0.19	0.24	0.06
7月	0.48	0.44	0.40	- 0.09
8月	0.41	0.53	0.41	0.06
7～8月平均	0.60	0.61	0.48	- 0.15
6～8月平均	0.78	0.68	0.54	0.01



第 9 図 夏（6～8 月）平均した SAMOI-A による 500hPa 高度（左図）および 200hPa 東西風（右図）の回帰分布

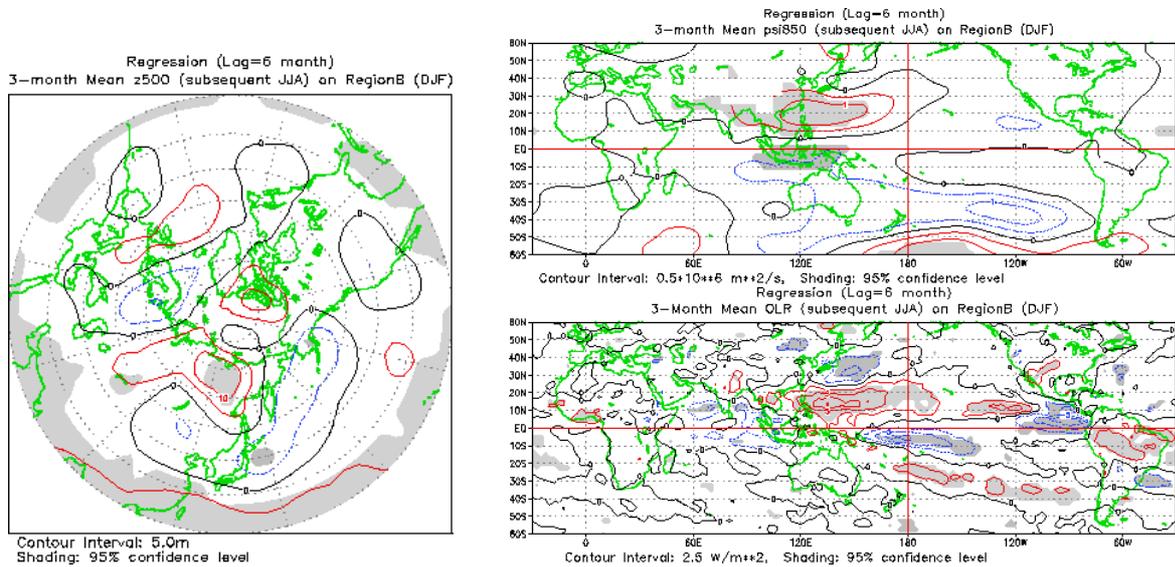
夏平均した SAMOI-A が +1.0 の時における回帰分布を表す。赤色実線は正偏差、青色破線は負偏差を示す。500hPa 高度の等値線間隔は 5 m、200hPa 東西風では 1.0m/s。陰影は危険率 5% で有意な領域を示す。統計期間は、1979～2001 年。

5 . ENSO との関連

エルニーニョ現象は、2002 年終わり頃をピークに 2002/2003 年冬に終息した。エルニーニョ監視海域（RegionB：4°S～4°N、90～150°W）の海面水温偏差は今年に入ってから急速に低下し、今春には負の値を示すようになった。これに関連して、今春のインド洋から太平洋熱帯域では、エルニーニョ現象時の特徴がほとんど見られず、反対にラニーニャ現象時にみられやすい特徴（インド洋から太平洋西部にかけての北半球側で対流活発、太平洋赤道付近の偏東風は平年より強い等）を示した。今夏の熱帯太平洋域は目立った偏差がみられず、おおむね平年の状態だった。

冬季の ENSO とその後の夏の循環場との関連に注目して解析してみる。夏（6～8 月）平均した循環場とその前の冬（12～2 月）で平均した RegionB の SST 偏差とのラグ回帰分布（第 10 図）から、北西太平洋の亜熱帯高気圧は西への張り出しが強く、中国北部から本州付近にかけての前線活動は平年より活発、また、オホーツク海高気圧が形成されやすい等の傾向が読み取れる。これらの特徴は、Y. Wang ら（2001）による研究でも示され、今夏の実況はこれらの特徴と一致する。一方、ラグ回帰では、フィリピン付近からその東海上にかけて帯状に対流不活発な領域が分布しているが、今夏はおおむね平年並だった。Kawamura（1998）は、冬から夏にかけて NINO-3 の SST 偏差が持続傾向にあった 1970 年代後半から 1990 年代前半までの解析に基づいて、ENSO のシグナルが陸域と海洋に記憶されることにより、エルニーニョ現象後の夏のアジアモンスーンが不活発になりやすい

ことを示している。しかし、今春は、RegionB における SST 正偏差の持続はみられず、北インド洋からアジア南部、太平洋熱帯域にかけての状況は、Kawamura (1998) の解析期間の特徴とは異なっていた。



第 10 図 冬 (12 ~ 2 月) 平均したエルニーニョ監視海域における SST 偏差指数とその後の夏 (6 ~ 8 月) 平均した循環場とのラグ回帰分布

左図：500hPa 高度を表し、等値線間隔は 5.0m。
 右上図：850hPa 流線関数を表し、等値線間隔は $0.5 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ 。
 右下図：OLR を表し、等値線間隔は $5.0 \text{ W}/\text{m}^2$ 。

赤色実線は正偏差、青色破線は負偏差を表す。陰影は危険率 5% で有意な領域を示す。統計期間は、RegionB が 1979/80 ~ 2001/2002 年の冬、循環場が 1980 ~ 2002 年の夏である。

6. まとめ

夏平均でみた日本付近天候および大気循環場の特徴は、より広い範囲におけるアジアモンスーンの対流活動との間にみられる統計的な関係とおおむね一致していた。日本付近の循環はエルニーニョ現象後の夏に現れやすい特徴を示していたが、今春のインド洋から太平洋にかけての熱帯域はエルニーニョ現象後に現れやすいパターンを示していなかった。

月ごとにみると、7 月は、南シナ海からフィリピン付近にかけての対流活動が不活発であり、また、月を通してオホーツク海高気圧が見られたことに対応して、北 ~ 西日本では顕著な低温、南西諸島では高温となった。8 月は、月平均で見ると、南シナ海からフィリピン付近にかけての対流活動は活発で、オホーツク海高気圧指数も負の値だったが、北・東日本は低温となった。8 月の低温は、中旬の明瞭なオホーツク海高気圧に伴った顕著な低温が結果として効いたものとみられる。

参考文献

中村尚・泉卓也・新保明彦, 1997: オホーツク海高気圧に伴う上層のブロッキング

- グの時間発展とその力学，気象研究ノート 189，63-99．
- 濱田啓次，2003：地域特性と循環場の関係、平成 14 年度全国季節予報技術検討会資料，13-25．
- 濱田啓次，2004 刊行予定：平成 15 年度全国季節予報技術検討会資料（作成中）．
- 藤川典久，1997：夏のアジアモンスーン OLR インデックス、気候系監視報告（平成 9 年 6 月号），44-45．
- Takaya, K., and H. Nakamura, 2001: A formulation of a phase-independent wave-activity flux for stationary and migratory quasigeostrophic eddies on a zonally varying basic flow. *J. Atmos. Sci.*, 58, 608-627.
- Kawamura, R., 1998: A possible mechanism of the Asian summer monsoon-ENSO coupling. *J. Meteor. Soc. Japan*, 76, 1009-1027.
- Yang, S. and K.-M. Lau, 1998: Influences of sea surface temperature and ground wetness on Asian summer monsoon. *J. Climate*, 11, 3230-3246.