

### 第3章 地域別の再現性検証と将来予測\*

#### 3.1 解析方法

気候特性を考慮して東北地方を4地域に細分（東北北部太平洋側，東北南部太平洋側，東北北部日本海側，東北南部日本海側）し，それぞれの地域で平均した気温（平均気温，最高気温，最低気温）および降水量を対象に，現在気候の再現検証および将来予測結果の解析を行う．モデル側の地上気温は，アメダス地点へ空間内挿したRCM20の地上1.5m気温（以下では，地上気温と表記）を使用する．アメダス地点への内挿方法については第2章で述べた通りである．

再現性の検証は，現在気候の気温，降水量の20年平均値と年々変動の標準偏差，将来予測の検討は，将来気候の20年平均値と年々変動の標準偏差について行う．いずれも，細分化した地域平均値を用いる．なお，平均気温の標準偏差については平面分布図も示した．また，気温，降水量の背景となる大規模場を調べるために，RCM20とRCM60の循環場（500hPa高度，地上気圧）の解析も行った．

#### 3.2 再現性の検証

第3.2.1図～第3.2.4図にAMeDASおよびRCM20の20年平均値（上半分）と標準偏差（下半分）を示す．

##### 3.2.1 20年平均値

月平均気温は，RCM20が観測に比べて若干高い傾向がみられるが，年間を通じおおむね良く再現されている．平均日最高気温は，春にRCM20が観測に比べて若干低くなる傾向があるほかは，良く再現されている．平均日最低気温は，一年を通してRCM20が観測に比べて高くなる傾向がみられる．以上の誤差は東北地方の全ての地域で共通する特徴である．このように，モデルの地上気温における系統誤差は，細分化した地域毎の違いは小さく，気象庁（2005a）で用いた北海道と東北地方を含めた大地域区分の「北日本太平洋側」や「北日本日本海側」の特徴と良く一致している．また，細分化した地域においても気象庁（2005a）の大地域区分と同程度

の再現精度はある．

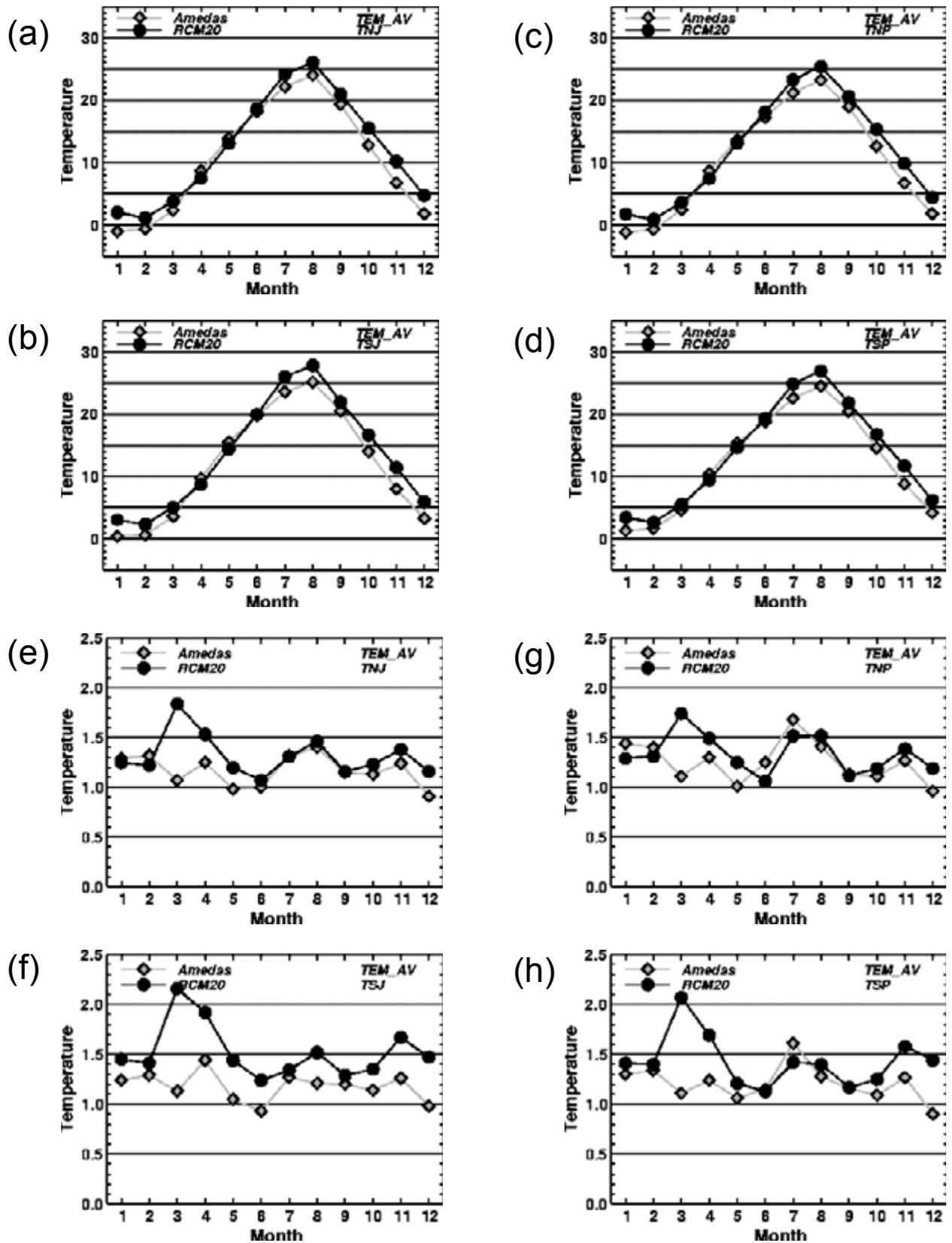
RCM20の月降水量の季節変化は，どの地域でも定性的には再現されているが，地域によりモデルの系統誤差が異なる．たとえば冬季は，東北北部日本海側でRCM20が観測に比べて多く，反対に東北南部日本海側では若干少ない．また，東北太平洋側は南部を中心にRCM20が観測に比べて多く，特に7月，8月に差が大きい．そして，東北南部太平洋側では秋季から冬季にRCM20が観測よりも多い．モデルの系統誤差は，大まかな傾向として，東北北部は気象庁（2005a）の北日本，東北南部は気象庁（2005a）の東日本の特徴に近い．また，細分化した地域においても気象庁（2005a）の大地域区分と同程度の再現精度はある．

##### 3.2.2 標準偏差

3～4月の気温（平均気温，最高気温，最低気温）の標準偏差はすべての地域でRCM20は観測に比べて大きい．これ以外の季節の特徴を以下に記述する．平均気温の月ごとの標準偏差の季節変化は，どの地域でも定性的には良く再現されている．東北南部日本海側では一年を通じてRCM20が観測に比べて若干大きい傾向が見られる．東北南部では11～12月にRCM20が観測に比べて大きい傾向が見られる．平均日最高気温の標準偏差は，東北太平洋側で6～7月にRCM20が観測に比べて小さいほかは，良く再現されている．6～7月においては，観測では東北日本海側と東北太平洋側の違いが大きい，RCM20では両地域の違いは小さい．平均日最低気温の標準偏差は，東北南部日本海側ではほぼ一年を通じてRCM20が観測に比べて若干大きい傾向が見られる．東北南部では11～12月にRCM20が観測に比べて大きい傾向が見られる．その他は良く再現されている．

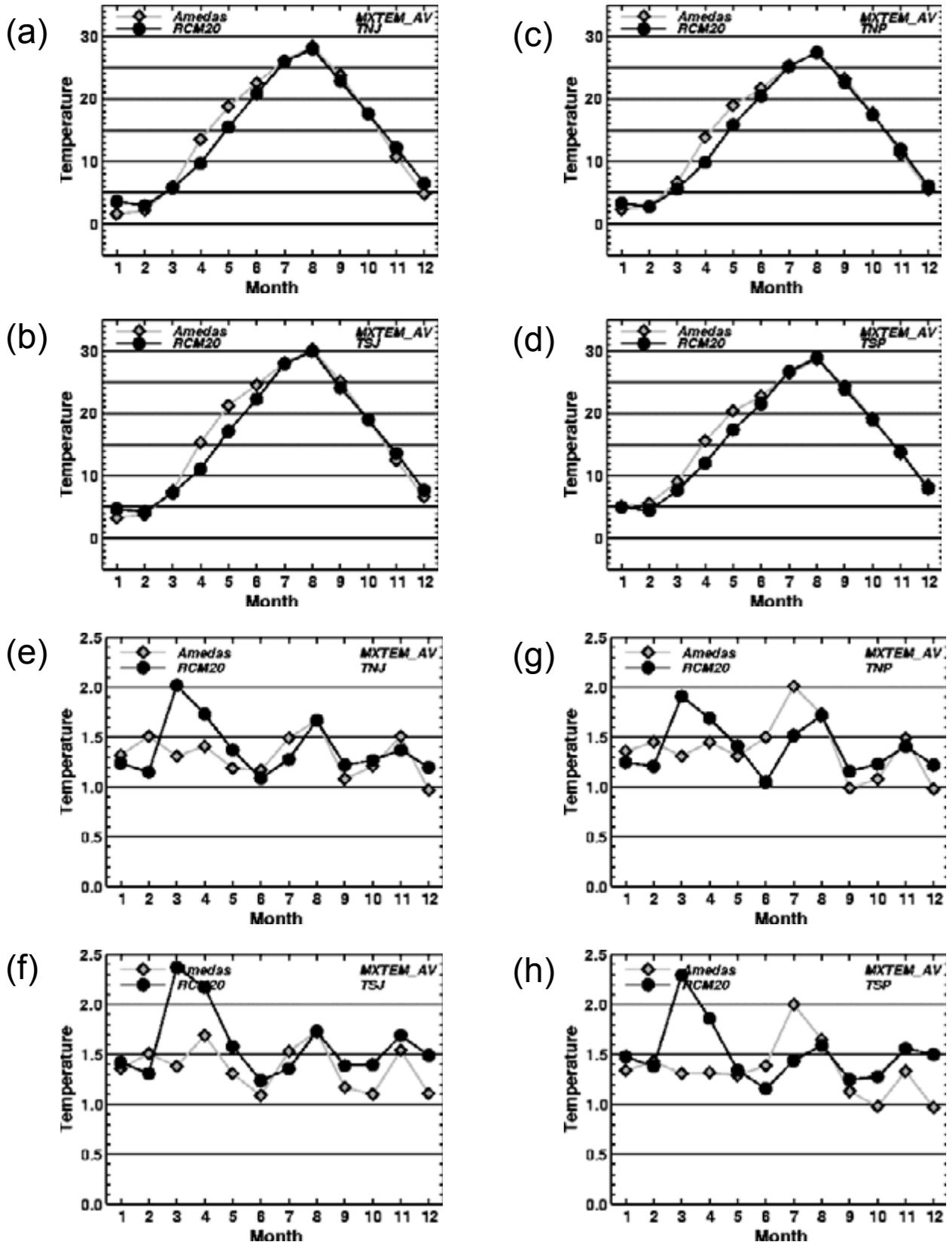
月降水量は，標準偏差の季節変化は定性的にはどの地域でも良く再現されている．定量的には，東北南部太平洋側では年を通じてRCM20再現値は観測

\* 遠藤洋和（仙台管区気象台気候・調査課，現 気候研究部），蒔苗 仁（仙台管区気象台気候・調査課），松澤一雅（仙台管区気象台気候・調査課，現 気象庁観測部）

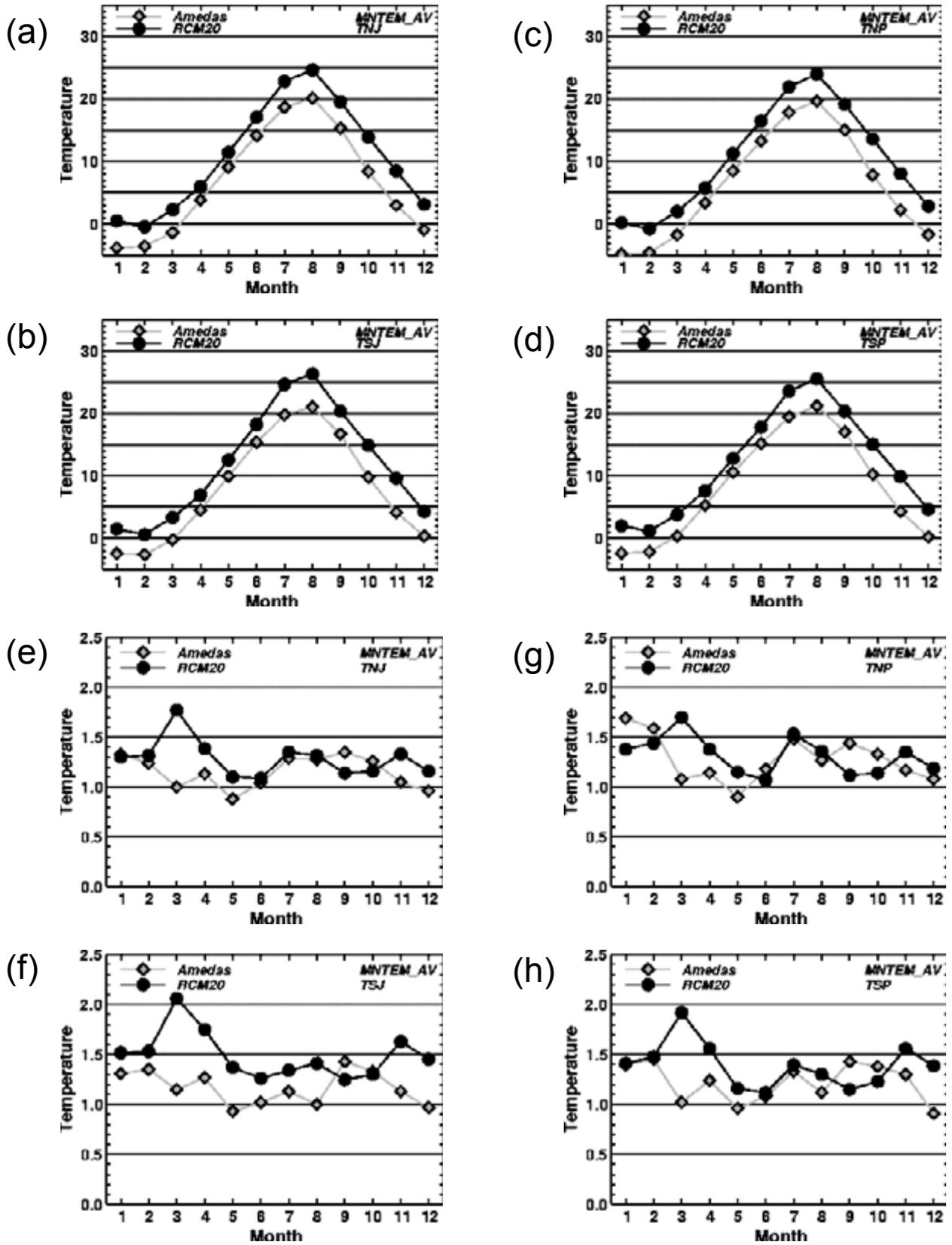


第3.2.1図 細分地域における平均気温の20年平均値と標準偏差の比較（現在気候）。

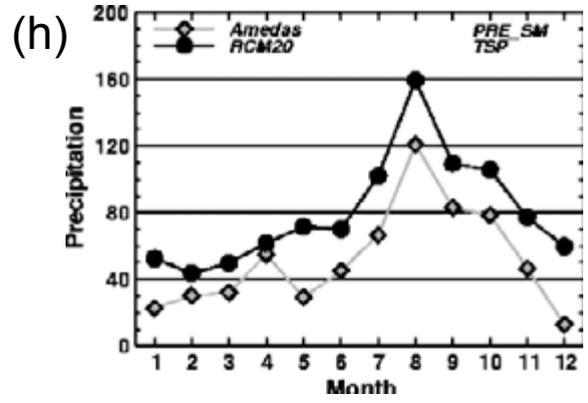
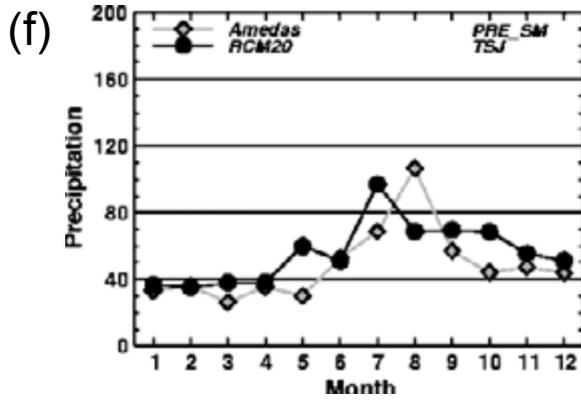
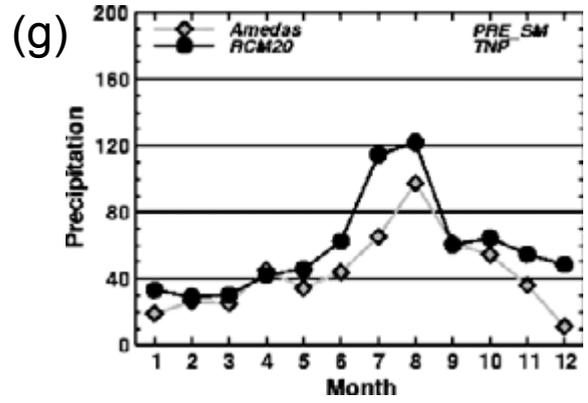
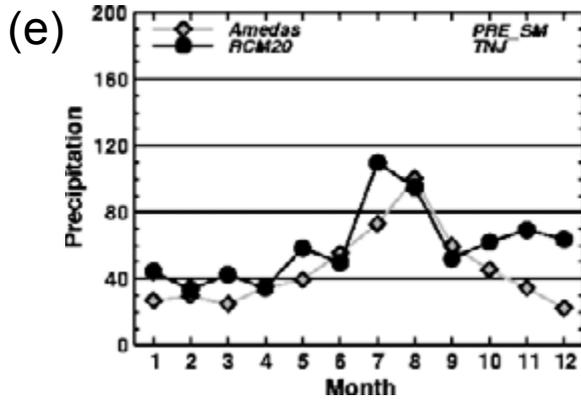
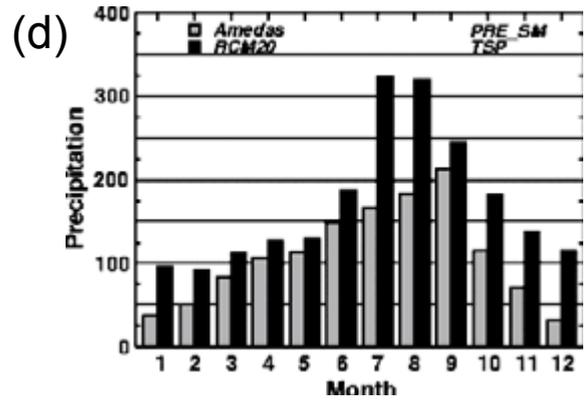
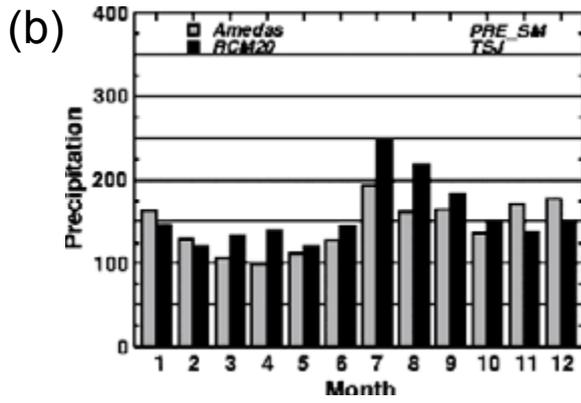
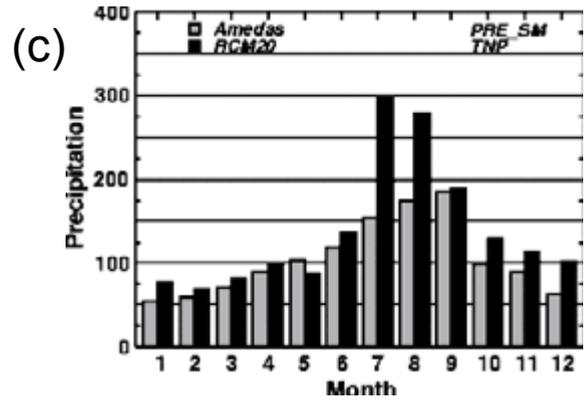
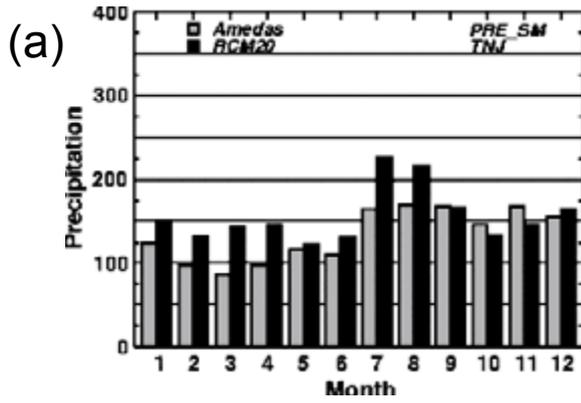
(a)～(d)は20年平均値，(e)～(h)は標準偏差。(a)，(e)は東北北部日本海側，(b)，(f)は東北南部日本海側，(c)，(g)は東北北部太平洋側，(d)，(h)は東北南部太平洋側。灰色はAMeDAS観測値，黒色はRCM20再現値の地上1.5m気温。単位はいずれも℃。(e)～(h)の縦軸は標準偏差。



第3.2.2図 平均日最高気温である以外は第3.2.1図と同じ。



第3.2.3図 平均日最低気温である以外は第3.2.1図と同じ.



第3.2.4図 月降水量である以外は第3.2.1図と同じ。ただし、単位はmm.

に比べて大きく、6～8月は東北北部太平洋側においてもRCM20は観測よりも大きい、全般に再現されている。なお、RCM20と観測のいずれも月降水量の多い地域、季節では標準偏差が大きい傾向が見られる。同様の指摘は高藪（2006）によってもされている。

第3.2.5図にAMEDASおよびRCM20の地上平均気温の標準偏差の分布図を示す。観測の標準偏差は季節により大きく変化している。1月は北海道のオホーツク海側や内陸、本州の内陸で大きい。4月や10月は全体的には小さいが、内陸では大きな地域もある。7月はオホーツク海側や北海道～関東の太平洋側で大きく、日本海側とのコントラストが明瞭に見られる。このような特徴についてRCM20の再現値と比較する。1月は北海道での再現性が悪い。東北地方では値はほぼよいが、東北南部以南で値が大きすぎ、北部では小さすぎる傾向が見られる。4月は上述したように値が大きすぎる。7月はオホーツク海側や東北太平洋側における大きな標準偏差は再現されているが、東北南部太平洋側や関東地方の再現は悪い。10月は値はやや大きいがおおむね再現されている。

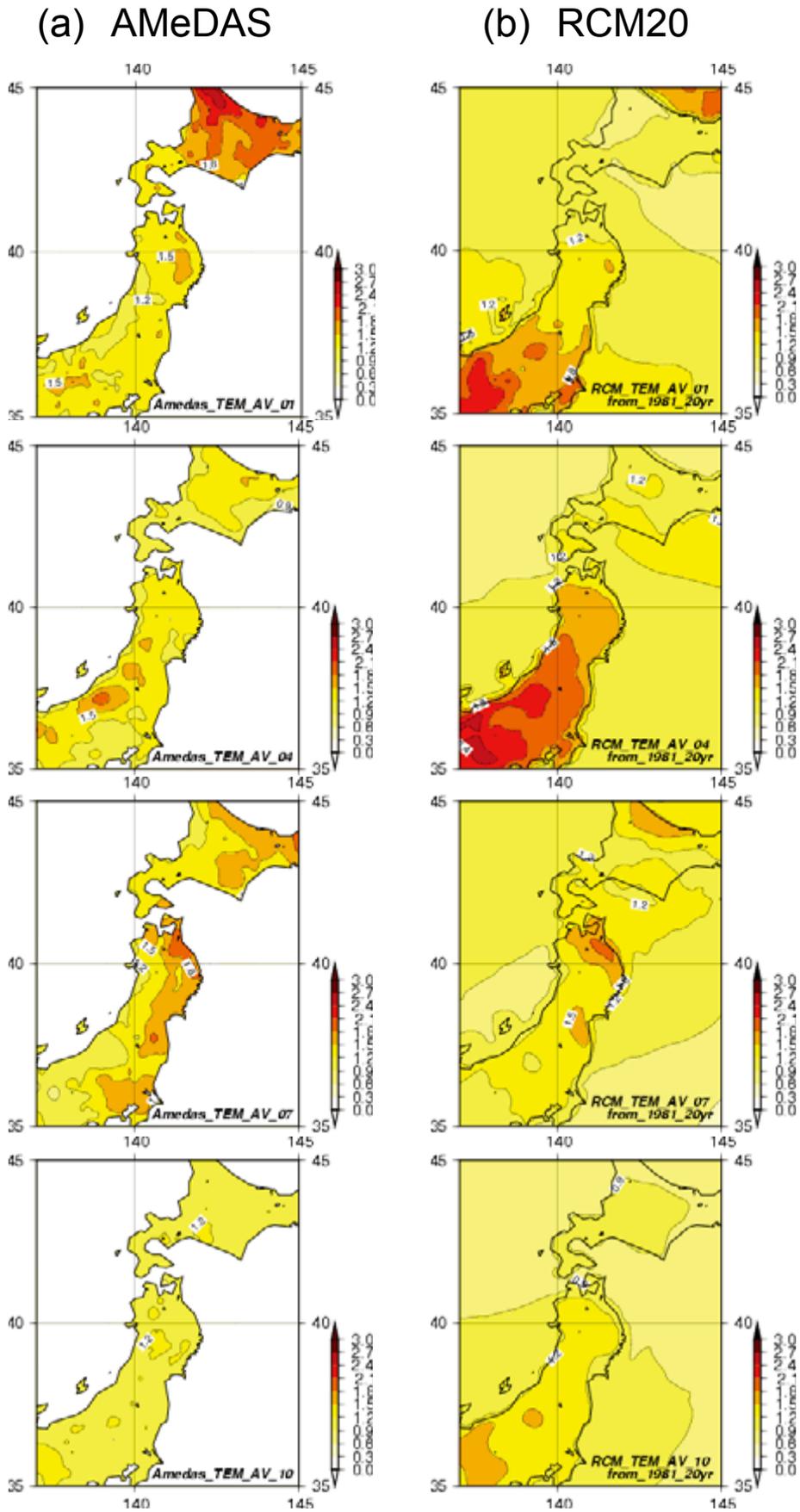
### 3.2.3 循環場

現在気候期間の20年平年値と標準偏差の分布図について、500hPa高度を第3.2.6図、地上気圧を第3.2.7図に示す。いずれも、NCEP-DOE (Kanamitsu *et al.*, 2002)、RCM60、RCM20の解析値を対象としている。

最初に、地域気候モデル (RCM20、RCM60) の循環場の20年平年値の再現性について述べる (第3.2.6図)。1月のRCM60の500hPa高度を見ると、極東域におけるプラネタリー波の南北蛇行はNCEP-DOEよりも小さく、東北地方の高度は等高度線1本分 (60m) 程度高い。これに対応して、RCM60の地上気圧ではシベリア高気圧とアリューシャン低気圧はともに弱く、日本付近の東西傾度はNCEP-DOEよりもかなり小さい。一方、RCM20の地上気圧の東西傾度はRCM60よりもかなり大きい。また、RCM60のアリューシャン低気圧の中心はNCEP-DOEよりも西寄りに位置している。4月のRCM60の500hPa高度を見ると、チベット付近

のプラネタリー波のリッジはNCEP-DOEに比べてやや弱いものの、極東域の再現性は良い。RCM60の地上気圧を見ると、アリューシャン低気圧およびその南の高気圧はNCEP-DOEよりも強い。7月のRCM60の500hPa高度を見ると、中国大陸から日本にかけて等高度線の南北蛇行が、NCEP-DOEより強く現れている。RCM60の地上気圧を見ると、亜熱帯高気圧の日本の南への張り出しはNCEP-DOEよりも弱いものの、その他は良く再現されている。RCM20の地上気圧では、日本海に低圧部が見られ、RCM60およびNCEP-DOEと異なる。10月のRCM60の500hPa高度を見ると、極東域の再現性は良い。RCM60の地上気圧を見ると、低圧部がオホーツク海付近に見られ、NCEP-DOEよりもやや強い。一方、日本付近における再現性は良い。

次に、地域気候モデル (RCM20、RCM60) の循環場の標準偏差の再現性について述べる (第3.2.7図)。1月におけるRCM60の500hPa高度の標準偏差を見ると、東北地方ではNCEP-DOEよりも値が小さいが、RCM20になるとNCEPよりも値が大きい。RCM60の地上気圧の標準偏差を見ると、全般的に再現性は良いが、日本付近ではNCEP-DOEよりもやや値が大きい。4月におけるRCM60の500hPa高度の標準偏差を見ると、カムチャッカ半島の南に値の小さな領域が見られるが、NCEP-DOEではそのような傾向は見られない。日本付近の標準偏差は、RCM60はNCEP-DOEよりも小さいが、RCM20はNCEP-DOEよりも大きい。RCM60の地上気圧の標準偏差を見ると、アリューシャン低気圧の中心付近の値はNCEP-DOEに比べて大幅に小さい。その他は良く再現されている。7月におけるRCM60の500hPa高度の標準偏差は、オホーツク海や北太平洋ではNCEP-DOEに比べて小さい。RCM60の地上気圧の標準偏差は、日本の南海上および北太平洋からオホーツク海で大きい。前者はNCEP-DOEを良く再現性しているが、後者の領域はNCEP-DOEよりも北寄りである。10月におけるRCM60の500hPa高度の標準偏差は、日本付近ではNCEP-DOEよりも小さいが、RCM20はNCEP-DOEと同程度である。RCM60およびRCM20の地上気圧の標準偏差は、日本の南海上でNCEP-DOEよりも大きい。

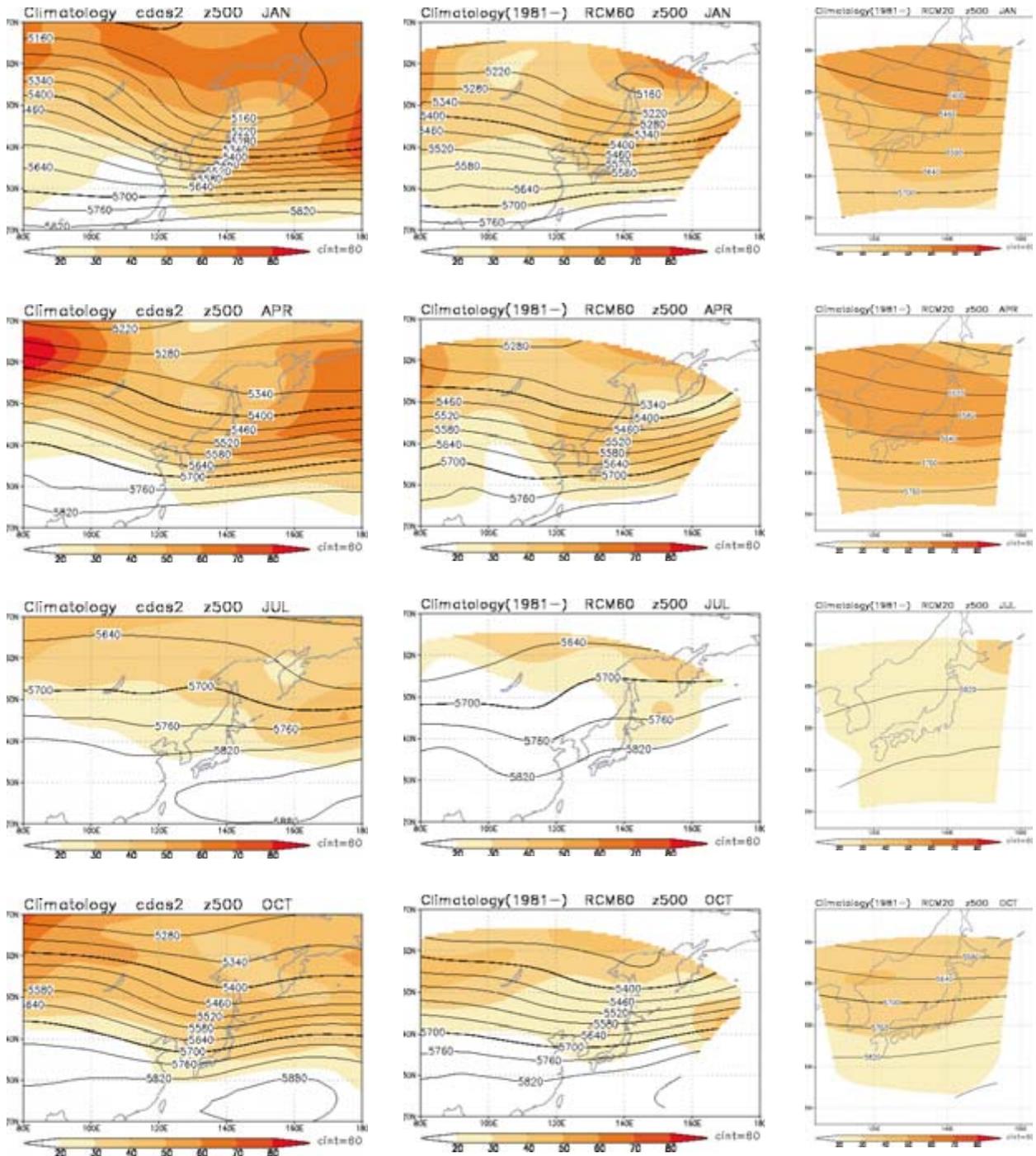


第3.2.5図 平均気温の標準偏差（現在気候20年間）。  
 左列が(a) AMeDAS, 右列が(b) RCM20再現値。上から順に1月, 4月, 7月, 10月。単位は℃。

(a) NCEP-DOE

(b) RCM60

(c) RCM20

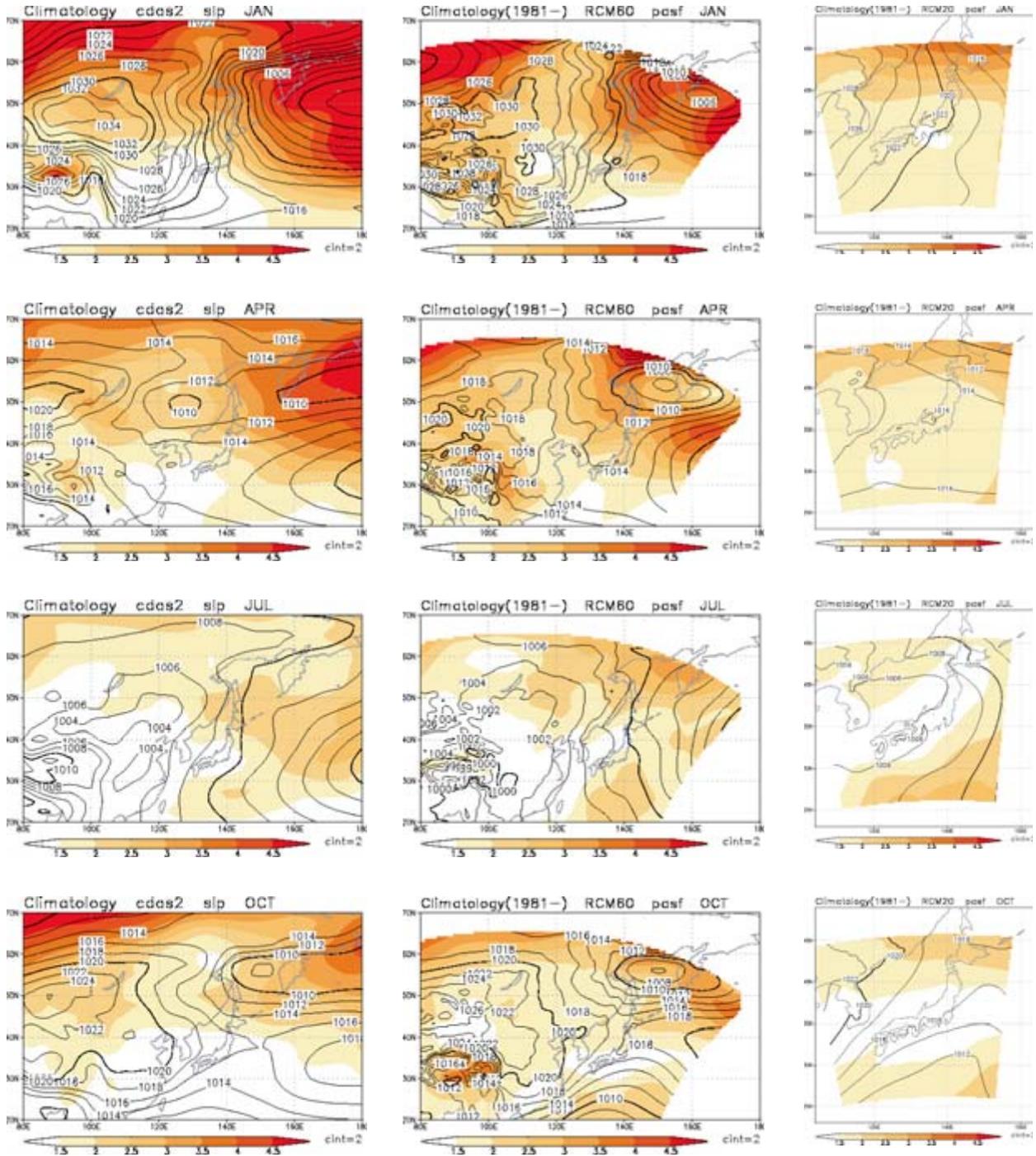


第3.2.6図 500hPa高度の20年平均値と標準偏差（現在気候20年間）。  
 左列は (a) NCEP-DOE, 中列は (b) RCM60再現値, 右列は (c) RCM20再現値。上から順に1月, 4月, 7月, 10月。等値線は20年平均値, 陰影は標準偏差。単位はいずれも m。

(a) NCEP-DOE

(b) RCM60

(c) RCM20



第3.2.7図 地上気圧である以外は第3.2.6図と同じ.

### 3.3 予測結果

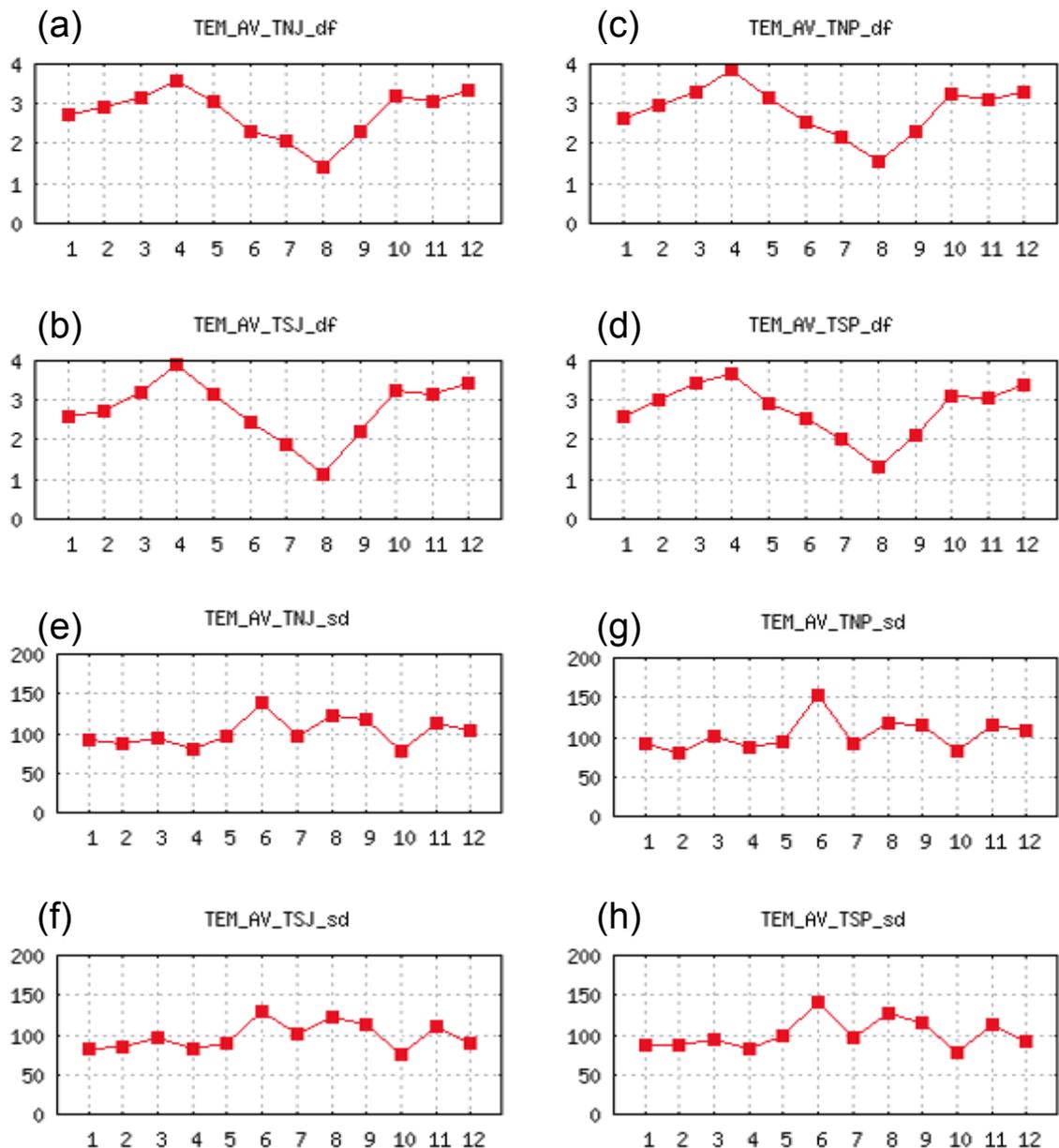
第3.3.1図～第3.3.4図にRCM20による月平均気温・降水の変化量（上半分）と標準偏差の変化率（下半分）を示す。

#### 3.3.1 20年平均値

月平均気温は、一年を通して上昇すると予測されているが、季節により昇温幅が大きく異なる。また、細分地域ごと変化の違いは小さい。夏の昇温はほか

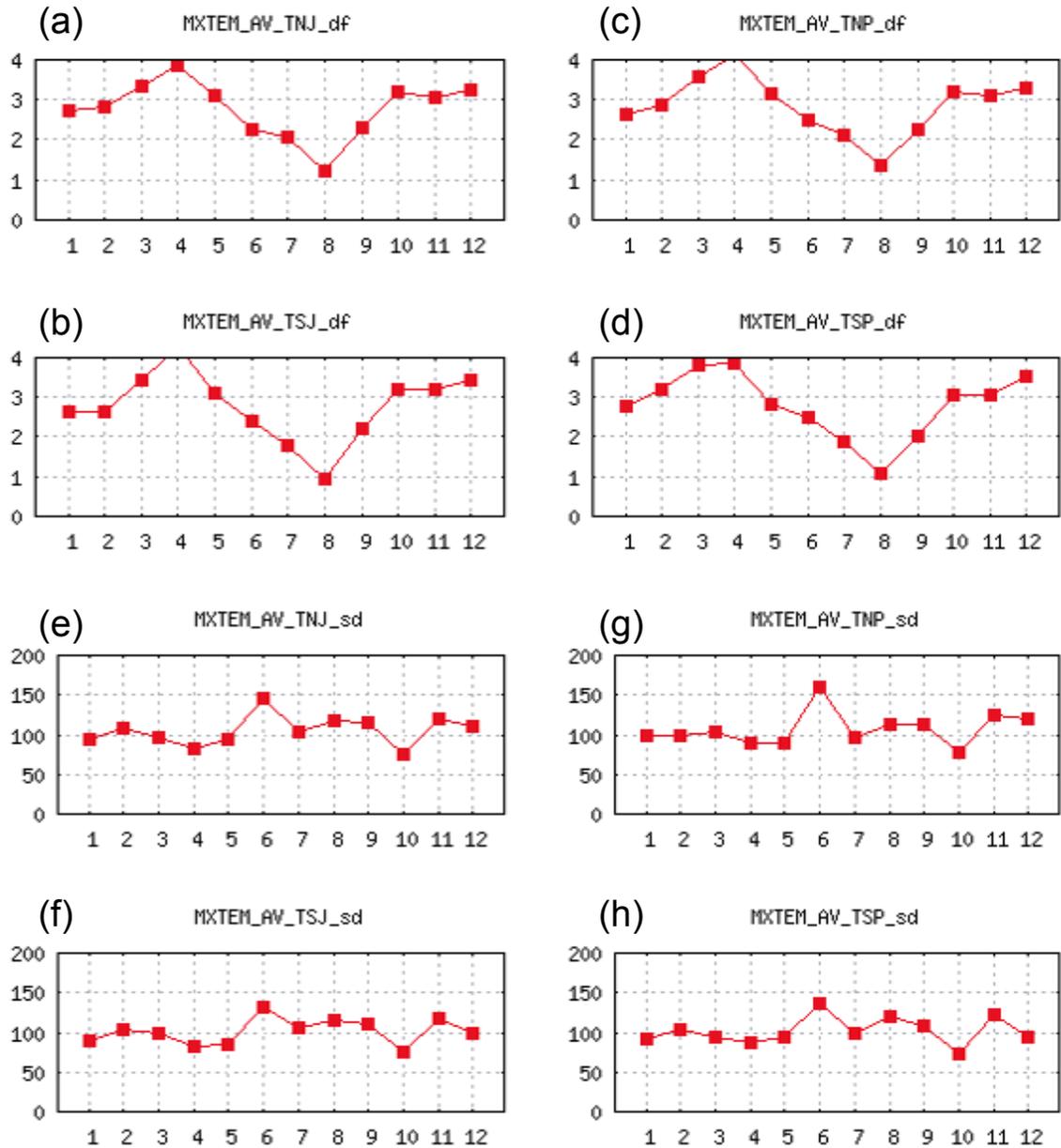
の季節と比較すると小さく、昇温の大きさは8月に最小である。いずれの地域も昇温の最大は4月であり、気象庁（2005a）の大地域区分の予測（北日本太平洋側：2月，その他の地域：12月）とは異なる。平均日最高気温，平均日最低気温の昇温の季節変化は、月平均気温とほぼ同様の傾向である。

月降水量は、いずれの地域においても8月から10月にかけて増加することが予測されており、東北太平洋側地域では10月，東北日本海側地域では8月に



第3.3.1図 細分地域における平均気温の変化量と標準偏差の変化率。

(a)～(d)は変化量，(e)～(h)は標準偏差の変化率。(a)，(e)は東北北部日本海側，(b)，(f)は東北南部日本海側，(c)，(g)は東北北部太平洋側，(d)，(h)は東北南部太平洋側。変化量は、(将来気候20年平均値)－(現在気候20年平均値)，標準偏差の変化率は(将来気候20年標準偏差)÷(現在気候20年標準偏差)。単位は、(a)～(d)は°C，(e)～(h)は%。いずれもRCM20の地上1.5m気温を使用。

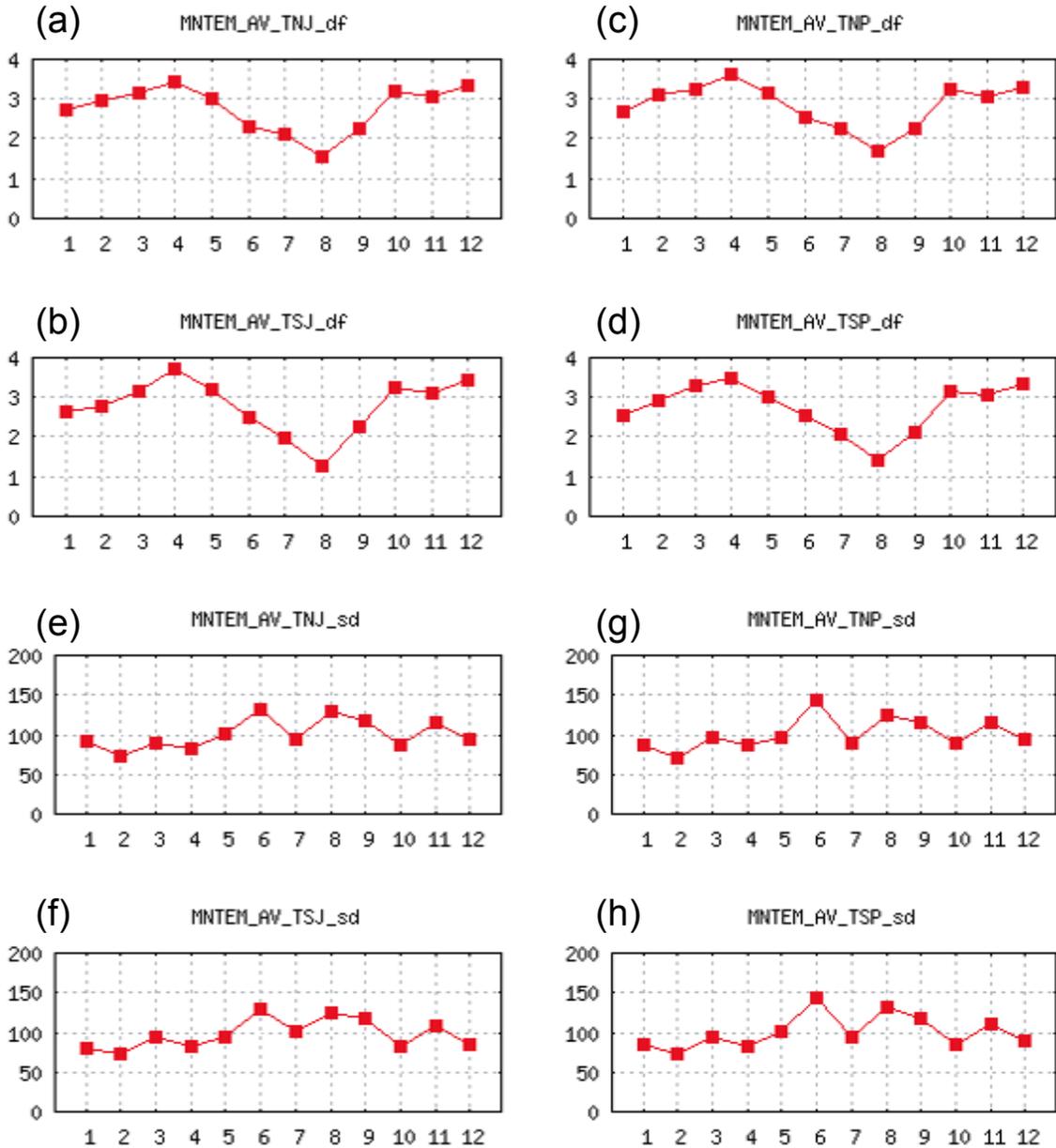


第3.3.2図 平均日最高気温である以外は第3.3.1図と同じ。

増加のピークを持つ。冬はいずれの地域においてもほとんど変化がないが、若干減少すると予測されている。気象庁（2005a）による大地域区分の予測結果を見ると、北日本太平洋側では10月に増加のピークが見られるが、その他の地域（南西諸島を除く）では日本海側を中心に8月に増加のピークを持つ。8月の降水量の増加については、Kurihara *et al.* (2005) がCGCM2.2の解析から、将来気候のエルニーニョ型の海面水温により日本の南の亜熱帯高気圧の強まるためである、との解釈を示している。

### 3.3.2 標準偏差

月平均気温の標準偏差は、冬～春はわずかに減少、6～9月は増加することが予測されている。増加のピークは6月で、東北太平洋側地域で特に増加している。気象庁（2005a）による大地域区分の予測結果を見ると、北日本では6月に増加のピークが見られるが、東日本以西では8月にピークが見られる。平均日最高気温、平均日最低気温は、月平均気温とほぼ同様の傾向である。なお4.1節で詳しく述べるが、RCM20における6月の循環場および地上気温



第3.3.3図 平均日最低気温である以外は第3.3.1図と同じ。

の年々変動の再現性は良くないため、6月の将来予測値には注意が必要である。

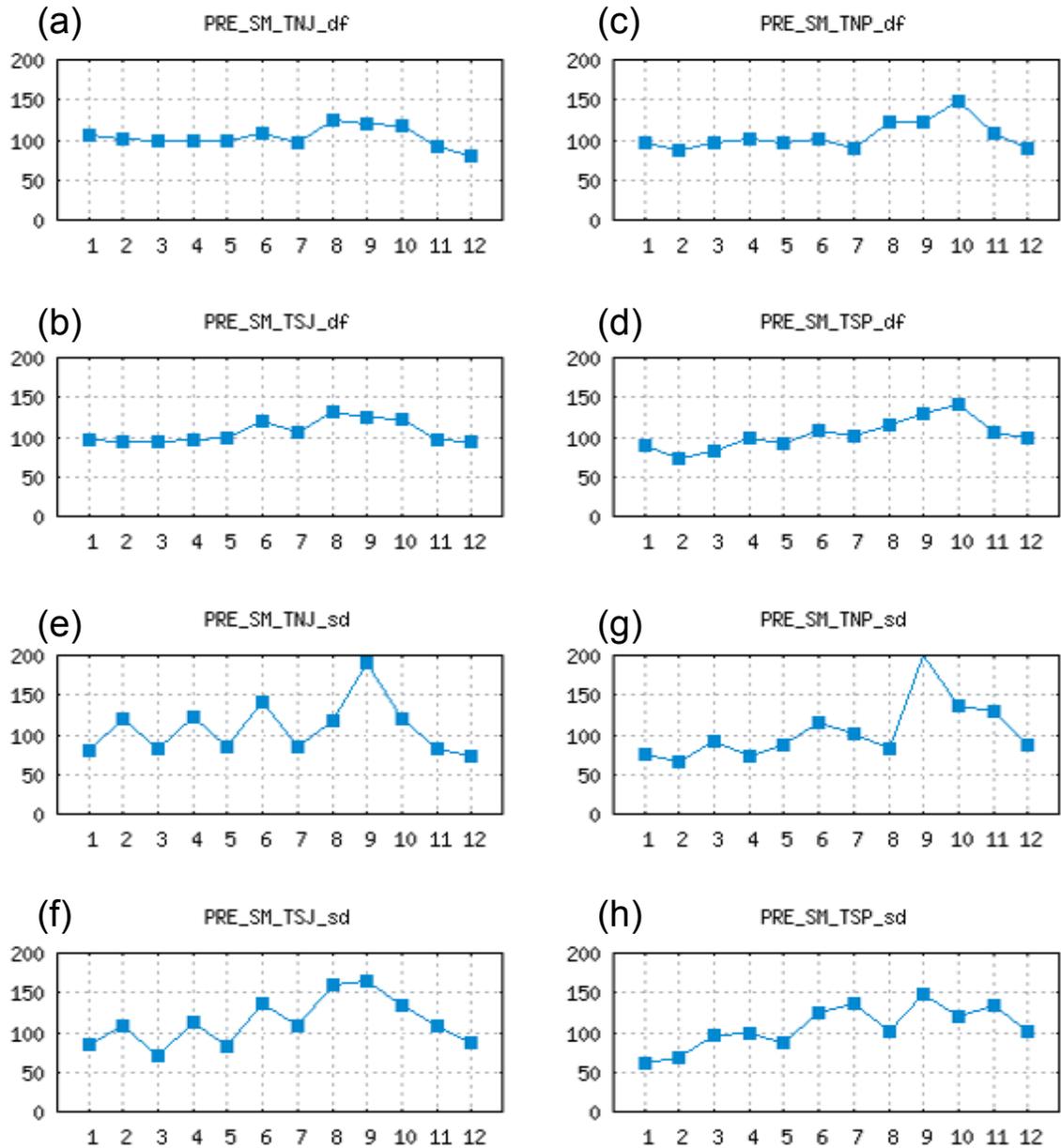
月降水量標準偏差は、いずれの地域も6月から10月にかけて現在気候を上回る標準偏差が予測されている。

第3.3.5図にAMEDASおよびRCM20の地上平均気温の標準偏差変化率の分布図を示す。気温の標準偏差は、1月については、東北地方では内陸で値が小さい。4月には、内陸で標準偏差は大きく、日本海側では現在気候よりも減少している。7月には、

東北部太平洋側に標準偏差が減少する地域が見られる。7月は他の季節に比べ変化が小さい。10月には、東北地方では標準偏差はほぼ一様で、現在と比べると標準偏差が減少する地域が多い。

### 3.3.3 循環場

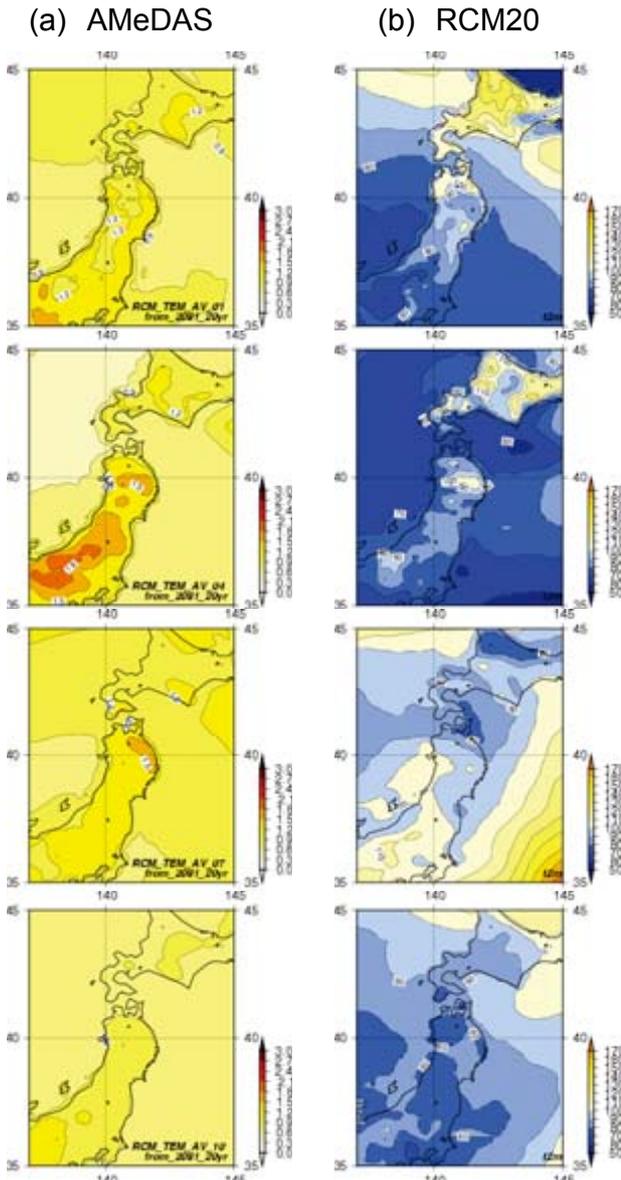
第3.3.6図に将来気候の循環場の20年平年値および、現在気候からの変化量を示す。1月のRCM60の500hPa高度を見ると、日本の東海上を中心に現在気候に比べて上昇しており、極東域におけるプ



第3.3.4図 月降水量である以外は第3.3.1図と同じ。ただし、(a)～(d)の単位はmm.

ラネタリー波の南北蛇行は現在気候にくらべて弱まる。これに伴い、RCM60の地上気圧ではシベリア高気圧とアリューシャン低気圧ともに現在気候より弱くなるが、RCM20の地上気圧では日本付近の東西気圧傾度はほとんど変化していない。4月のRCM60の500hPa高度を見ると、日本付近で現在気候に比べて上昇しており、1月と同様に極東域におけるプラネタリー波の南北蛇行は現在気候にくらべて弱まる。これに伴い、RCM60の地上気圧ではアリューシャン低気圧が現在気候より弱まり、日本の

東方海上の高気圧が強まる。RCM20の地上気圧も同様の傾向である。7月のRCM60の500hPa高度を見ると、亜熱帯域と高緯度域で現在気候に比べて上昇する一方で、北緯40度付近の上昇量は相対的に小さい。このため、東日本や西日本では傾圧性が増大する。RCM60の地上気圧を見ると、亜熱帯域では日本の南海上を中心に現在気候に比べて上昇している。オホーツク海北部でも上昇している。一方、日本付近では現在気候に比べてやや下降している。このような傾向はRCM20の地上気圧でも見られる。



第3.3.5図 将来気候における平均気温の標準偏差と標準偏差の変化率。

左列は(a)将来気候20年の標準偏差, 右列は(b)(将来気候20年の標準偏差)÷(現在気候20年の標準偏差). 上から順に1月, 4月, 7月, 10月. 単位は(a)は℃, (b)は%. いずれもRCM20の地上1.5m気温.

10月のRCM60の500hPa高度を見ると, 北日本を中心に現在気候に比べて上昇している. RCM60とRCM20の地上気圧は, 日本付近で現在気候にくらべ下降している.

第3.3.7図に将来気候の循環場の標準偏差および, 現在気候からの変化率(%)を示す. 1月におけるRCM60の500hPa高度の標準偏差をみると, 中国大陸から日本の南部にかけては現在気候に比べて減少している. RCM60の地上気圧の標準偏差を見

ると, 日本付近では西日本を中心に現在気候よりも減少しており, 同様の傾向はRCM20の地上気圧でも見られる. 4月におけるRCM60の500hPa高度の標準偏差をみると, 日本付近では西日本を中心に現在気候に比べて減少する一方, アリューシャン低気圧が位置するカムチャッカ半島の南では現在気候に比べて増加している. RCM60の地上気圧の標準偏差は, 日本付近やその周辺では現在気候よりも減少, カムチャッカ半島の南では増加している. 日本付近の標準偏差の減少傾向はRCM20の地上気圧でも見られる. 7月におけるRCM60の500hPa高度の標準偏差をみると, 日本付近では現在気候に比べて減少している. RCM60の地上気圧の標準偏差を見ると, 西日本から東シナ海にかけて現在気候よりも大きく増加しており, 亜熱帯高気圧の変動に関連した変動量の大きな領域が現在気候よりも北西方向へ拡大している. 一方, 東日本以北の標準偏差は現在気候に比べて減少している. RCM20の地上気圧の標準偏差は, 西日本から北陸にかけて現在気候に比べて増加している. 10月におけるRCM60の500hPa高度の標準偏差をみると, 日本付近では現在気候に比べて減少する一方, 北緯50度付近では増加している. RCM60の地上気圧の標準偏差では, 北緯50度付近では現在気候に比べて増加し, 北緯40度付近では減少, 本州の南東海上では増加している. RCM20の地上気圧では, 本州南東海上における標準偏差の増加が明瞭である.

### 3.4 考察

3.2節の再現性の検証および, 3.3節の将来予測結果で特徴的な事項について若干の考察を加える.

#### 3.4.1 再現性の検証

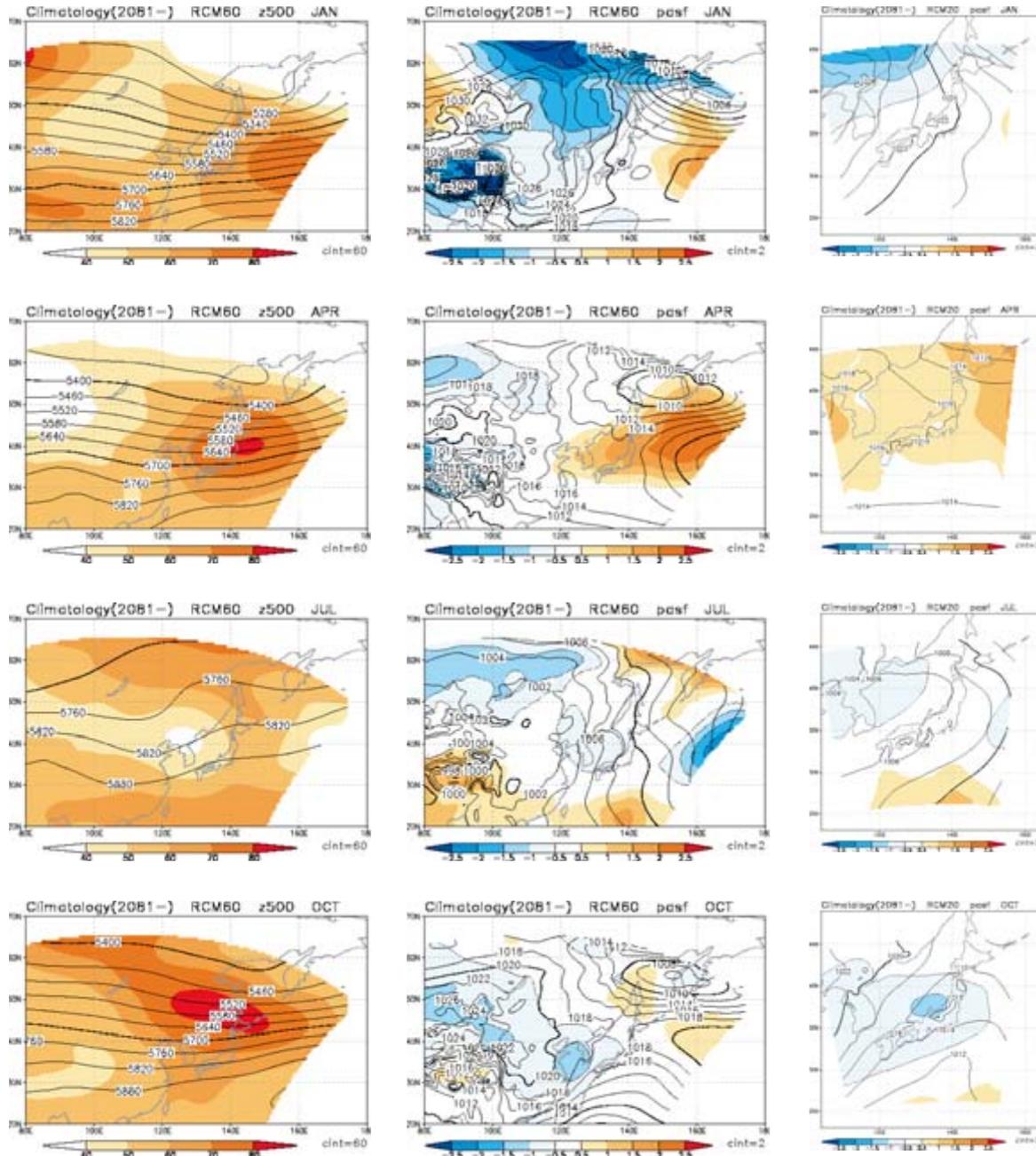
##### (1) 初春の気温変動

第3.2.1図で示したように, RCM20における3~4月の地上気温の標準偏差は観測に比べて大きく, 観測との乖離が目立つ. 3月のRCM60の循環場を第3.4.1図に示す. 陰影は年々変動の標準偏差である. RCM60の500hPa高度の標準偏差を見ると, 北日本を中心に値の大きな領域が分布しているが, NCEP-DOEではそのような特徴は見られず, 値の大きな領域はカムチャッカ半島の東側に分布してい

(a) RCM60 Z500

(b) RCM60 SLP

(c) RCM20 SLP



第3.3.6図 将来気候における循環場の20年平均値と変化量。

左列は(a) RCM60将来気候の500hPa高度, 中列は(b) RCM60将来気候の地上気圧, 右列は(c) RCM20将来気候の地上気圧。変化量は, (将来気候20年平均値) - (現在気候20年平均値)。等値線は20年平均値, 陰影は現在気候からの変化量。単位は(a)はm, (b)と(c)はhPa。変化量が負の場合, 等値線を点線で表す。

る。次にRCM60の地上気圧の標準偏差を見ると, 北太平洋の値の大きな領域はNCEP-DOEに比べ西寄りであり, 値の大きな領域が東北地方にもかかっている。RCM60のアリューシャン低気圧の中心位置もまたNCEP-DOEに比べ西寄りであることから, これと上述の事柄は関連していると考えられる。こ

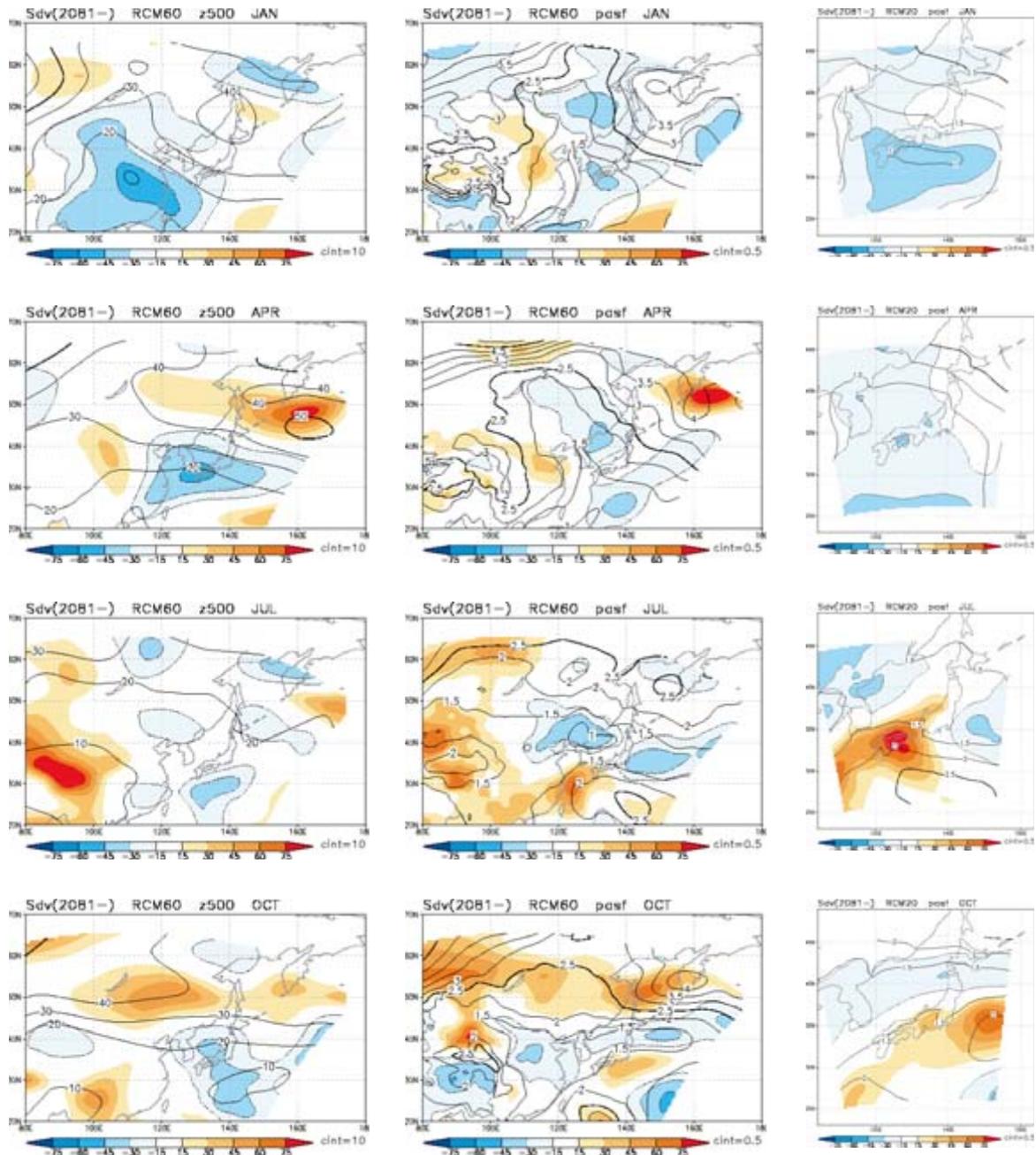
のため, RCM20の初春の過大な気温の標準偏差は, プラネタリースケールの大規模循環場の変動の再現性と関連していると言える。

第3.4.2図は東北平均した月平均気温を年別に示したものである。観測とRCM20いずれも, 3月の平均気温の上位10年と下位10年を分類して示して

(a) RCM60 Z500

(b) RCM60 SLP

(c) RCM20 SLP

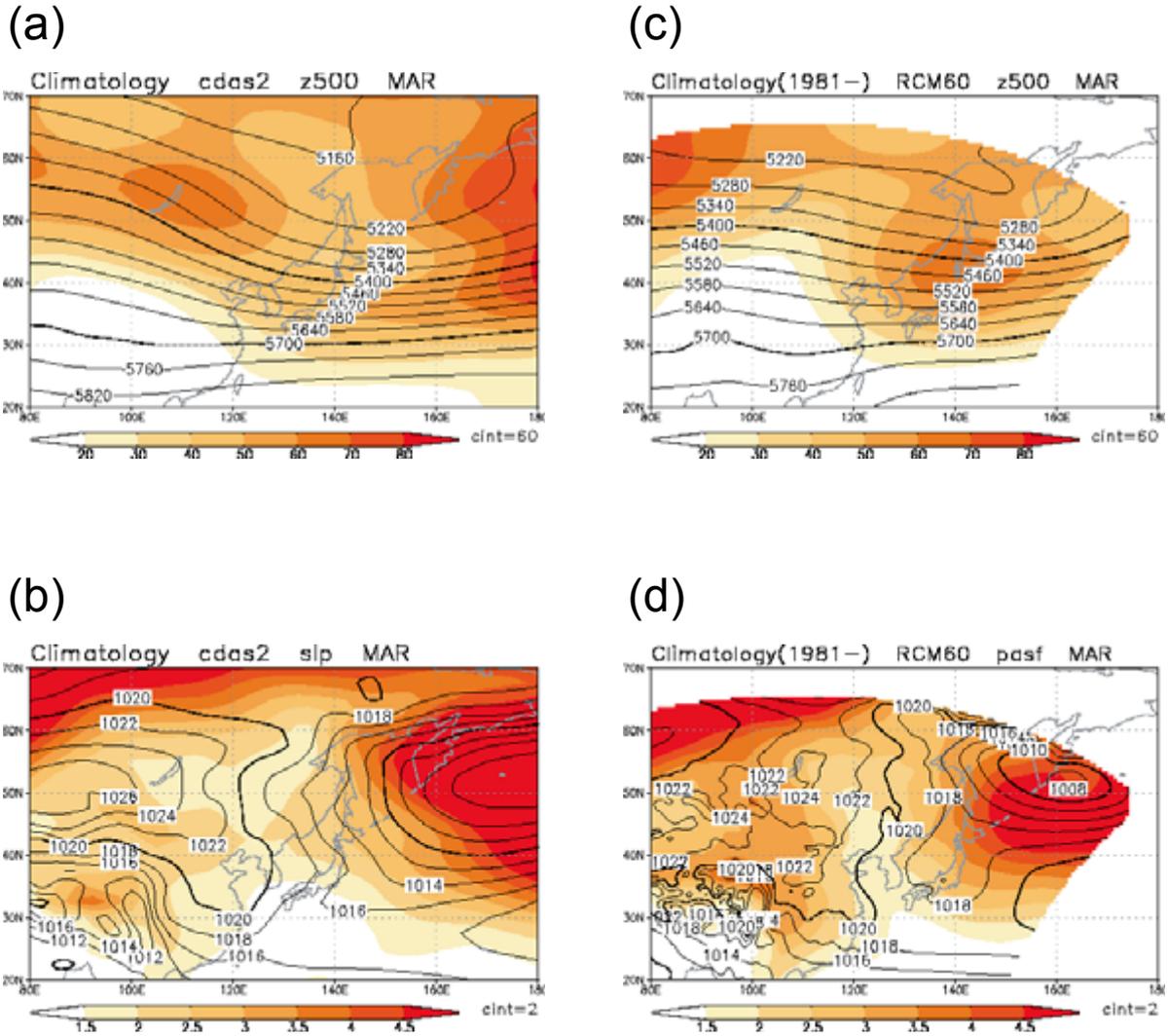


第3.3.7図 将来気候における循環場の標準偏差と標準偏差の変化率。

標準偏差の変化率は (将来気候20年標準偏差) ÷ (現在気候20年標準偏差)。等値線は標準偏差, 陰影は標準偏差の変化率(%). 等値線の単位は (a)はm, (b)と(c)はhPa. これ以外は第3.3.6図と同じ。

いる。この図により、3月の気温偏差とその前後の月の気温偏差の関係を見ることができる。RCM20の3月の気温は、正偏差のグループで年々のばらつきが大きい。すなわち、3月の過大な標準偏差は主に異常高温によって作られている。そして、そのような年の2月や4月の気温偏差を見ると、3月

の気温偏差とは無関係に推移している。つまり、RCM20の3月の過大な気温偏差は、一過性であり、季節進行という観点からは説明できそうもない。一方、観測の方は3月の気温偏差はその前後の月、さらには冬季を通しての気温偏差と明らかに関係がある。年代に注目すると、観測における3月の気温の



第3.4.1図 3月の循環場の20年平均値と標準偏差の比較（現在気候）。  
 左列はNCEP-DOE，右列はRCM60再現値。上段は500hPa高度（m），下段は地上気圧（hPa）。

負偏差年は1980年代，正偏差年は1990年に主に出現しており，北極振動などの数10年変動と関連が深いと考えられる。

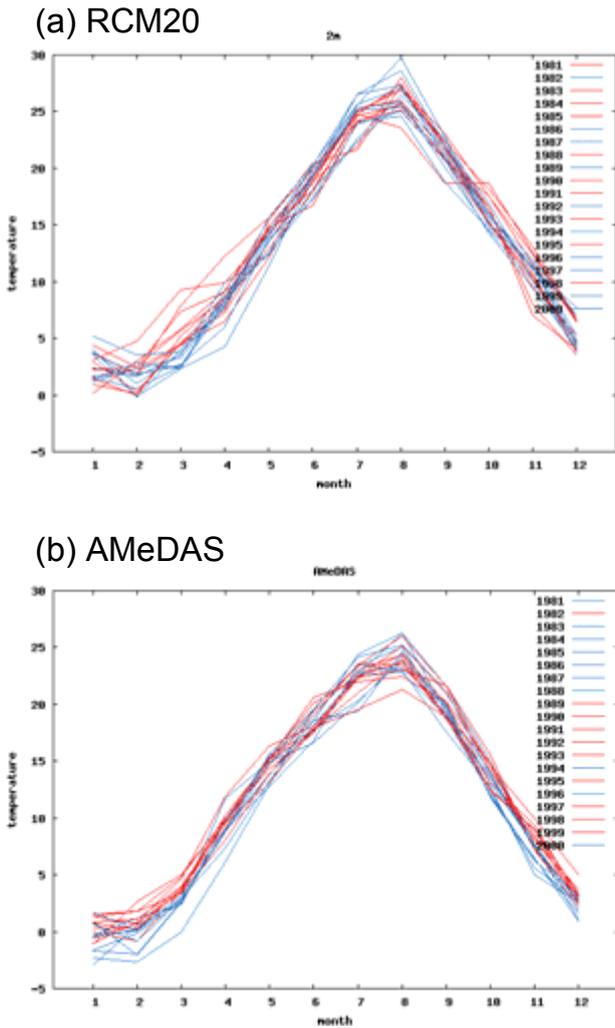
(2) 初夏の太平洋側の気温変動

第3.2.5図で示したように，7月のオホーツク海側および北海道～関東の太平洋側の気温の大きな標準偏差は，RCM20でも定性的には再現されていたが，とくに東北南部以南の地域ではその程度は観測よりも小さかった。観測における標準偏差の大きな領域は，明らかに地形の影響を受けて太平洋側に偏っており，オホーツク海方面から南下する下層冷気の変動と密接に関連すると考えられる。このため，RCM20では下層冷気の南下が十分に再現されてい

ないと推測される。このような特徴は平均日最高気温ではより顕著に見られる（第3.4.3図）。観測では，北海道～関東の太平洋側における平均日最高気温の標準偏差は，平均気温のそれよりも大きいですが，RCM20では両者の違いはほとんど見られない。

(3) 冬の最低気温の変動

1～2月の平均日最低気温の標準偏差は，観測では東北部太平洋側では他の地域よりも大きいですが，RCM20では同地域は周辺地域に比べて大きくはない（第3.2.3図）。そこで，1月の平均日最低気温の標準偏差の空間分布を見ると（第3.4.4図），東北部太平洋側地域の大きな標準偏差は主に内陸部の特徴を反映したものであることが分かる。一



第3.4.2図 東北地方の月平均気温の時系列の比較（現在気候）。  
 (a)はRCM20の地上1.5m気温、(b)はAMeDAS観測値。縦軸は気温(°C)、横軸は月。3月の月平均気温の上位10年(下位10年)を赤線(青線)で示す。

方RCM20では、東北地方の内陸部の大きな変動は再現されているものの、観測よりも程度が弱い。RCM20の標準偏差分布をRCM20の地形図(第2.1.1図)と比較すると、北海道を除く地域では標準偏差の大きな地域は本州山岳部などの標高の高い地域に相当する。ところで、地形分布に大きく依存する気象要素について、それほど多くはない観測地点の値から空間内挿している点にも問題がある。そこで、観測地点の値をドットでプロットし、実際の地形図に重ねて示す(第3.4.5図)。標準偏差の大きな地域は内陸を中心に分布し、盆地および山間部の窪地では特に標準偏差が大きいことが分かる。このような小スケールの盆地や窪地は20kmメッシュでは解

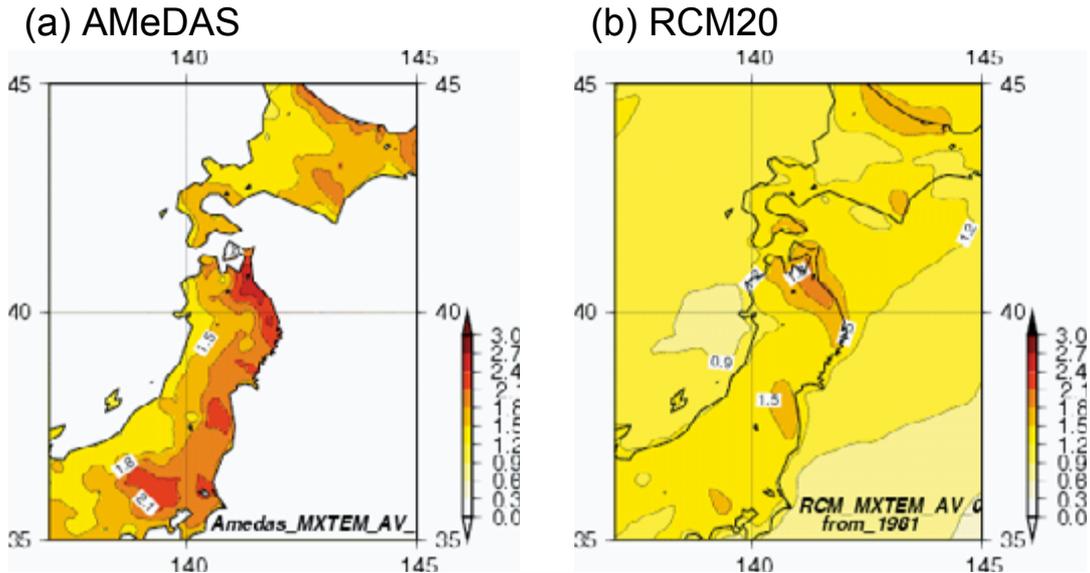
像されないため、RCM20と観測の分布が合わないのは当然であるとも言える。4.3節で詳しく示す夏の高温についても同様である。このように、地形により敏感に変化する気象要素については、その再現性評価、将来予測の扱いに関して注意が必要であるし、そのようなものを精度良くモデルで再現するためには解像度の高い地形分布が必要になる。

### 3.4.2 将来予測

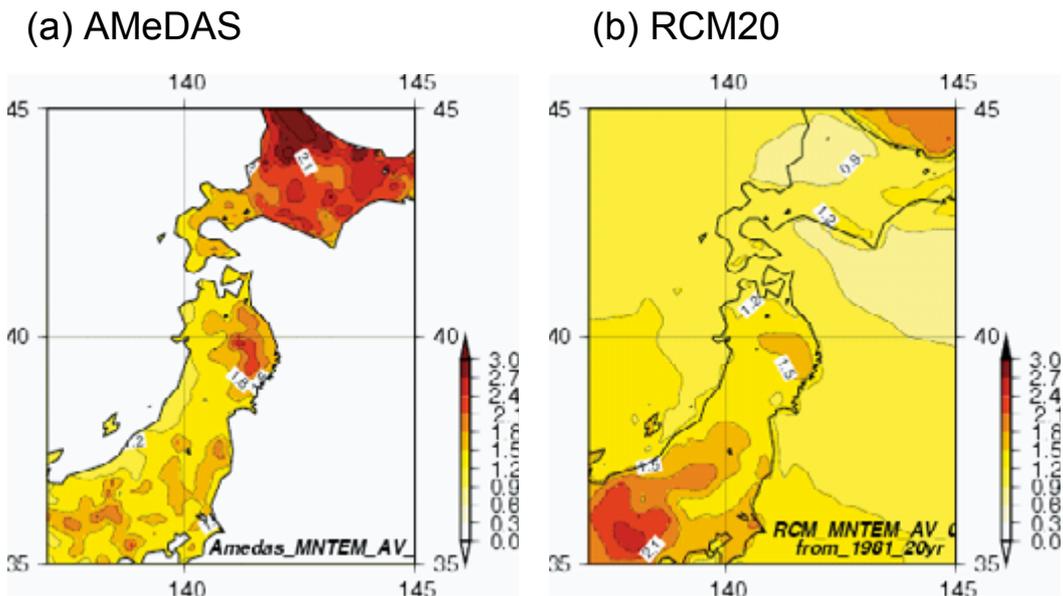
#### (1) 4月の気温上昇

東北地方の平均気温の昇温量(将来気候の気候値-現在気候の気候値)は4月に最も大きいが(第3.3.1図)、気象庁(2005a)による大地域区分の予測では、北日本太平洋側では2月、その他の地域では12月の昇温量が最も大きかった。昇温のピークを示す季節が地域により異なる点は興味深い。第3.4.6図は4月と5月における平均気温の変化量である。4月は本州の標高の高い地域、北海道の平野部で昇温幅が大きい。5月になると、昇温幅の大きな地域は、本州の特に標高の高い地域、北海道の標高の高い地域に移る。そこで、RCM20の積雪存在率の変化を見ると(第3.4.7図)、昇温の大きな地域と積雪存在率が減少している地域は1か月程度の遅れをもって良く一致している。積雪面積の減少(地表アルベドや土壌水分の変化)→地面温度の上昇→気温上昇というプロセスを考えると、多少のタイムラグはあっても良い(内山, 私信)。すなわち、東北地方の4月の大幅な昇温は、初春の積雪面積の減少によってもたらされていると推測される。

気象庁(2005a)の大地域区分の将来予測では、4~5月の北日本における気温の上昇幅は大きいものの、他の季節を凌駕するほど大きくはない。この理由として、気象庁(2005a)と本研究では使用しているモデルの格子点が異なる点を指摘する。つまり、気象庁(2005a)では地上気象官署、本研究ではAMeDAS観測点近傍の格子点を用いて地域平均値を算出しているため、本研究の地域平均値には相対的に内陸の格子点が多く含まれている。このため、本研究で示した気温変化には積雪域の減少に伴う内陸の昇温が強く反映されていると考えられる。本来の地域平均値という意味では、本研究で示した値の方がより正確であるが、過去の気候統計は地上気象



第3.4.3図 7月の平均日最高気温の標準偏差(現在気候).  
 (a)はAMeDAS, (b)はRCM20の地上1.5m気温. 単位は℃.



第3.4.4図 1月の平均日最低気温である以外は第3.4.3図と同じ.

官署の観測値から算出されているため(たとえば気象庁(2005b)), それらとの整合は気象庁(2005a)の方が良い. これらは過去の観測値の解析, モデルの再現性検証, 将来予測結果の解釈を行う際は常に留意すべき事項である.

### 3.5 まとめと結論

地域気候モデル(RCM20)の現在気候再現実験結果について, AMeDAS観測値を用いて統計的な再現精度の評価を行った. その際, 東北地方を4つの地域に細分し(東北北部太平洋側, 東北南部太平洋側, 東北北部日本海側, 東北南部日本海側), その地域平均値を用いた. 解析した要素は, 気温(平

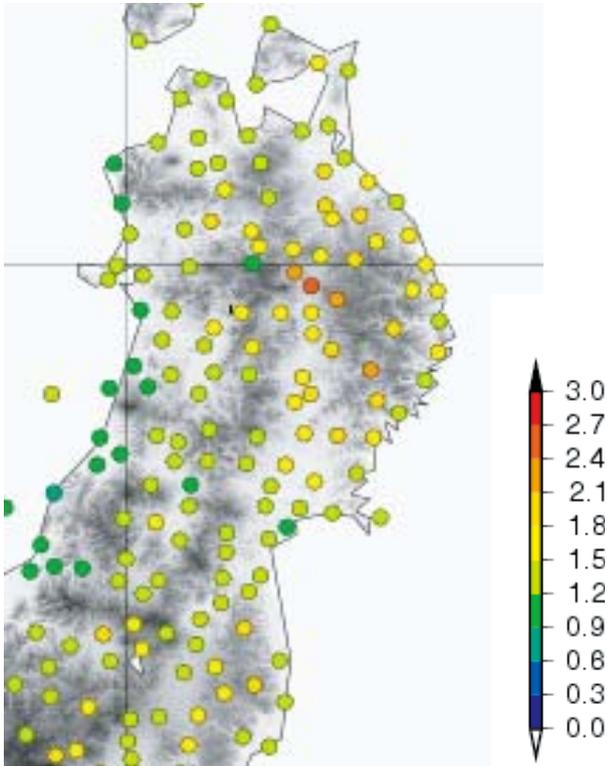
均気温, 平均日最高気温, 平均日最低気温), 月降水量およびその標準偏差である。また, RCM20とRCM60の現在気候の循環場を再解析データ

(NCEP-DOE)と比較した。さらに, 地域気候モデルの将来予測結果についても, 同地域, 同要素で検討を行った。その結果, 以下のことが分かった。

<再現性検証>

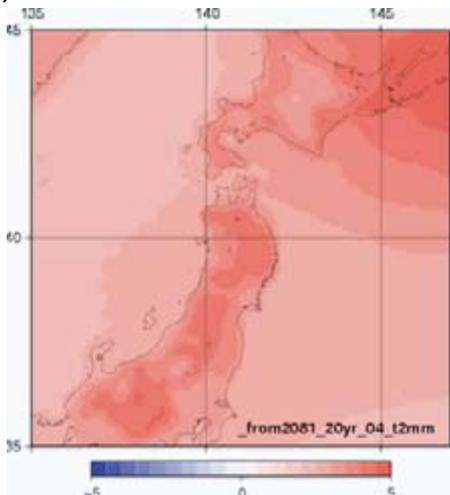
20年平均値の検証では次のことが分かった。気温(平均気温, 平均日最高気温, 平均日最低気温)のモデルの系統誤差は, 細分地域ごとの違いは小さく, 気象庁(2005a)の示した大地域区分の北日本の特徴と良く一致していた。降水量のモデルの系統誤差は細分地域ごとの違いが見られた。大まかな傾向として, 東北北部地域の系統誤差は気象庁(2005a)の北日本, 東南北部地域の系統誤差は気象庁(2005a)の東日本の特徴に近かった。

標準偏差の検証では次のことが分かった。3~4月の気温(平均気温, 平均日最高気温, 平均日最低気温)の標準偏差はいずれの地域でもモデルは観測に比べて過大だった。その要因として, この時期のモデルの大規模循環場が極東域で過大に変動していることを指摘した。その他の季節では, 平均気温の標準偏差は定性的には良く再現されていた。平均日最高気温や平均日最低気温の標準偏差の再現性も良いが, 一部の地域で再現性の悪い季節もあった。月降水量の標準偏差の季節変化は, 定性的にはどの地域でも良く再現されていた。月降水量の多い地域, 季節では年々変動量が大きくなる傾向が見られた。

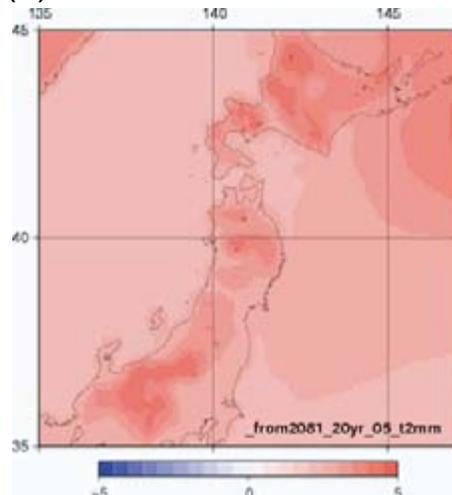


第3.4.5図 値をドットでプロットしている以外は第3.4.4図と同じ。ただしカラーバーは異なる。実際の地形の標高を灰色の濃淡で示す(GTOPO30を使用)。

(a) 4月



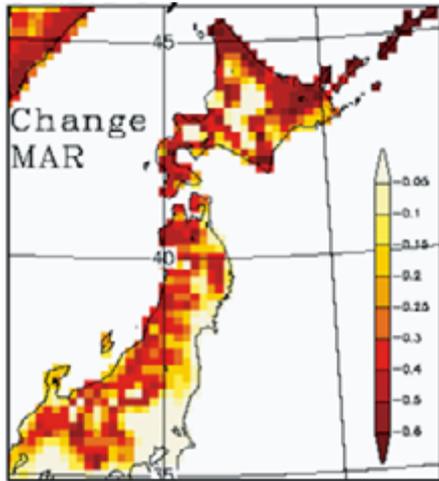
(b) 5月



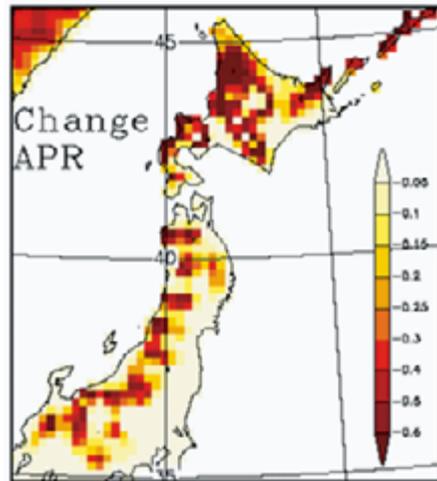
第3.4.6図 月平均気温の変化量。

(a)は4月, (b)は5月。変化量は(将来気候20年平均値)-(現在気候20年平均値)。単位は℃。

(a) 3月



(b) 4月



第3.4.7図 積雪存在率の変化量。

(a) は3月, (b) は4月. 変化量は (将来気候20年平均積雪存在率) - (現在気候20年平均積雪存在率). RCM20の積雪存在率 (%). 積雪存在率とは各月の20年分の計620日のうち積雪のある日の割合.

以上より, 次のことが結論づけられる.

- ・気温(平均気温, 平均日最高気温, 平均日最低気温)の20年平均値は, 細分地域ごとのモデルの系統誤差は小さく, 細分地域においても気象庁(2005a)の大地域区分と同様の再現精度を持っている.
- ・降水量の20年平均値は, 細分地域ごとにモデルの系統誤差が異なっていたが, 細分地域の再現精度は気象庁(2005a)の大地域区分と同様の再現精度を持っている. モデルの系統誤差は, 東北北部は気象庁(2005a)の北日本, 東北南部は気象庁(2005a)の東日本に近い.
- ・平均気温や降水量の年々変動の標準偏差の季節変化は, 一部の季節を除き定性的には良く再現されている.
- ・平均日最高気温や平均日最高気温の年々変動の標準偏差は, 平均気温に比べて局地性が強く, 再現性は平均気温よりもやや劣る.

<将来変化>

将来気候と現在気候の20年平均値の変化は次のような特徴を示した. 月平均気温は, 一年を通して上昇すると予測されているが, 季節により昇温幅が大きく異なっていた. 細分地域ごとの違いは小さかった. いずれの地域も昇温の最大は4月であり, 気象庁(2005a)の大地域区分の予測(北日本太平

洋側:2月, その他の地域:12月)とは異なる. 東北地方の4月の大幅な昇温は, 初春の同地域における積雪面積の減少によってもたらされていることが示唆された. 平均日最高気温, 平均日最低気温の昇温の季節変化は, 月平均気温とほぼ同様の傾向であった. 月降水量は, いずれの地域も8~10月に増加することが予測されており, 増加のピークは東北日本海側では8月, 東北太平洋側では10月に見られた.

将来気候と現在気候の標準偏差の変化は次のような特徴を示した. 月平均気温の標準偏差は, 冬~春はわずかに減少, 6~9月は増加すると予測されていた. 平均日最高気温, 平均日最低気温についても月平均気温とほぼ同様の傾向であった. 月降水量は, いずれの地域も6~10月に標準偏差の増加が予測されていた.

参考文献

Kanamitsu, M., W. Ebisuzaki, J. Woollen, S.-K. Yang, J. J. Hnilo, M. Fiorino and G. L. Potter, 2002 : NCEP-DOE AMIP- II Reanalysis (R-2), *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, **83**, 1631-1643.  
 Kurihara, K., K. Ishihara, H. Sasaki, Y. Fukuyama, H. Saitou, I. Takayabu, K. Murazaki, Y. Sato, S.

- Yukimoto and A. Noda, 2005 : Projection of Climatic Change over Japan Due to Global Warming by High-Resolution Regional Climate Model in MRI. *SOLA*, **1**, 97-100.
- 気象庁, 2005a : 地球温暖化予測情報第6巻, 58pp.
- 気象庁, 2005b : 異常気象レポート2005, 383pp.
- 高藪出, 2006 : 地域気候モデルシステムによる日本周辺での降水現象の将来の変化予測, 日本気象学会2006年度春季大会公開シンポジウム要旨集, 13-18.
- Yukimoto, S., A. Noda, A. Kitoh, M. Sugi, Y. Kitamura, M. Hosaka, K. Shibata, S. Maeda and T. Uchiyama, 2001 : A New Meteorological Research Institute Coupled GCM (MRI-CGCM2) -Model Climate and its Variability-. *Pap. Meteor. Geophys.*, **51**, 47-88.