

## 北関東地域における降水量・気温の長期変動傾向について

### Study on the long-term variations of precipitation amount and temperature in northern Kanto District

小葉竹重機\*・川島仁\*\*・久田民主\*\*\*

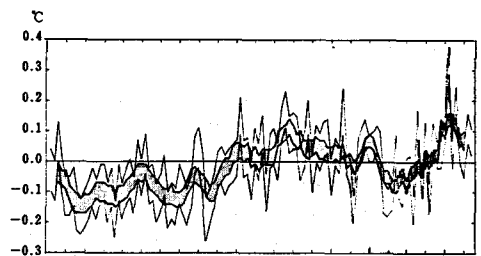
By Shigeki KOBATAKE, Hitoshi KAWASHIMA and Tamiyuki HISADA

The rise of temperature by "greenhouse" effect attracts public attention. So far many papers on this problems have been presented, but the results are sometimes different from each others. Such differences are probably caused by data treatment. This paper intends to examine long term variations of temperature and precipitation amount in Kanto District, focusing on the contrast between urban areas and rural districts, moreover between the Pacific side and the Japan sea side. The main results are as follows: the present state of temperature variations is in low-stage in rural districts and rising state in urban areas, and precipitation amount are decreasing at many observation points.

Keywords: temperature, precipitation, greenhouse effects, urbanization

#### 1. まえがき

気象庁編による異常気象レポート'89<sup>1)</sup>では今後の気温の見通しとして、「全球平均の地上気温は温室効果気体による上昇に自然的要因による変動が重なった形で、変動を繰り返しながらも徐々に上昇する。温室効果気体が現在とほぼ同じ増加率で増え続けるとすれば、2030年代に、現在より1.5～3.5℃程度上昇する。」としている。また、このレポートでの現状認識は、図-1に示す愛知学院大学星合教授の計算した北半球の平均偏差の5年移動平均(同レポートp.18の第Ⅲ-3図をそのまま転載)に基づいている。すなわち、「このような変化は、若干の相違はあるものの(脚注が次のようにしている:この相違は、おもに算出方法、特にデータ空白域の取扱いの違いによっている。)他の調査によっても同様の変化が示されており、1960年代後半以降の急速な昇温と現在までの高温状態の持続が指摘されている。」、というものである。一方、ごく最近の新聞報道によれば(報告書名などの詳細は不明であるが)、米国内の気温の観測点の平均値は1960年代以降現在も下降中である、との事である。わ



第Ⅲ-3図 北半球の平均地上気温の平均偏差の経年変化  
(1876～1987年)

図-1 北半球の気温の経年変化(星合による)

\* 正会員 工博 群馬大学助教授 工学部建設工学科  
(〒376 桐生市天神町1-5-1)

\*\* 東亜建設工業(株) (〒102 千代田区四番町5)

\*\*\* 大東建託(〒454 名古屋市市中川区福住町1-15)

れわれは上州名物といわれた「空っ風」と雷の発生回数が、近年極端に減少していると感覚的に受け止めており、気候の長期変動の中で現在がどのように位置づけられるのかを知るために検討を進めてきたが、その結果は、むしろ最近の米国での結果を支持するような結果であった。

本論文では気温と降水量に的をしばって、都市化域と非都市化域との比較を通して明らかとなった変動傾向と、三国山脈をはさんだ太平洋側と日本海側との比較等について述べる。

2. 解析に用いた資料と対象地点

資料と対象地点の一覧を表-1に示した。地点名の後に括弧書きで現在の観測機器の標高を示したが、ほとんどの観測点は過去に数度の変更があり、それに伴って標高も変わっているが、群馬県伊勢崎市で1955年に112mから現在の73mに変わったことを除けば、変化は数m以内である。したがって標高の変化に伴う気温の変化は考慮しないことにする。もう一つの問題は、観測時刻の変更あるいは気温の平均の計算法の変更がある。気温の平均として大別すれば、最高・最低の平均、1日の中の全観測値の平均があるが、後者はまた1日の観測回数の変更によっても変わる。近年では、基幹観測所では毎正時の平均、その他観測所では最高・最低の平均が多いが、これらを統一的に揃えることは資料の不足もあって困難なため、ここでは一応、年報等に平均値として記載してあるものをそのまま用いることにした。

地点の秋田、新潟、高田（上越市）、相川（佐渡）の位置はとくに記す必要はないと思われるので、群馬県の5地点の位置のみを示しておく。図-2において外側の一点鎖線は県境、太い実線は1000m、点線は500mの等高線、細線は利根川を表している。1、2が前橋、高崎で都市部として、3が伊勢崎で都市部と非都市部の中間として、4、5が沼田、中之条で非都市部として選んだものである。また、前記の秋田、新潟は都市部、高田は中間、相川は海洋の影響を受ける非都市部として選んだものである。

表-1 解析資料一覧

|     | 資料名       | 資料期間                       | 対象地点(海拔高度)                         |
|-----|-----------|----------------------------|------------------------------------|
| 群馬県 | 群馬県気象年報   | 明治30年～昭和31年<br>(1897～1956) | 前橋市(112m)<br>高崎市(98m)<br>伊勢崎市(73m) |
|     | 群馬県気象年報   | 昭和32年～昭和62年<br>(1957～1987) | 沼田市(430m)<br>中之条町(350m)            |
| 新潟県 | 新潟県気象年報   | 明治19年～昭和25年<br>(1886～1950) | 新潟市(2m)<br>高田(13m)<br>(上越市)        |
|     | 新潟県気象年報   | 昭和26年～昭和63年<br>(1951～1988) | 相川町(35m)                           |
| 秋田県 | 秋田県気象90年報 | 明治19年～昭和63年<br>(1886～1988) | 秋田市(9m)                            |



図-2 群馬県内の対象地点の位置

3. 気温の変動傾向

3.1 年平均気温の変動傾向

図-3は都市部として選んだ秋田（左上）、新潟（左下）、前橋（右上）、高崎（右下）の年平均気温の経年変化である。縦軸の範囲はいつでも7℃の範囲で描いており、図中の細線は最小自乗法で二次曲線をあてはめたもので、判断の材料ではないが目安として入れたものである。この図から、いづれの都市においても北半球で一般的にいわれている、1950～60年からの下降現象は現れておらず、後述の自然的要因による減少を上回る都市化の影響と考えられる。とくに都市化の進展率では4都市の中で一番大きいと思われる高崎では、1900年頃と比較して現在は1℃を大きく上回る上昇を示している。つぎに図-4は中間的な都市として選んだ、高田（左）と伊勢崎（右）で、高田では1960年以降はほぼ同じ、伊勢崎では1960年以降下降してきたことは明らかであるが、1985年頃から再び上昇傾向とも見れる。図-5は非都市部として選んだ沼田（左）と中之条（右）の結果であり、1960年以降の下降は顕著であるが、伊勢崎と同様ここ数年の上昇傾向も読み取れる。また、図-6は佐渡の相川の経年変化で、他のどの地点とも異なっ

て、1945年頃のステップ的な上昇（これは他のどの地点でも見られる）も小さく、それ以降もほぼ一定で、全体として変動の幅が小さい。

さて、非都市部で見られた1960年以降の減少傾向については、1980年に出版された気候変化・長期予報の中で、根本順吉はつぎのように述べている。<sup>2)</sup> これは当時一般に受け入れられていたI. Budyko(1969), J. K. Angell & J. Korshover(1976)らによる図-7などに基づくもので、「1891年～1950年の温暖な時代を小氷期の間氷期とみると、50年以降の寒冷化は小氷期の第四ステージにあたることになる。そのような意味から現在は第四小氷期と名付けても、決して不自然ではないのであり、10年以上前からその名称を筆者は使ってきた。」としている。この本が出版されたのは前記のように1980年であり、図-5に現れている1985年以降の上昇傾向はまだ顕著ではなかった。現在の情報も考慮したとき、どう考えればよいのであろうか。一つは、自然的変動である小氷期が終わって再び温暖化の傾向に転じた、とする考え方であり、これまでの自然的変動の幅、周期から考えても決して不自然ではない。

もう一つは、自然的変動である小氷期は継続しているが、その下降を上回る温室効果の影響が現れ始めたとする考え方である。さらにもう一つは、依然として小氷期のステージであり、1985年以降の上昇傾向も自然変動の一時的なものである、とする考え方である。

いずれの考え方も確証がないため、はっきりとした事は言えないが、仮に1985年以降の上昇が一時的なものではないとしても、この原因をすべて温室効果に求めるのは、図-5に見られる上昇の勾配から考えても無理であろう。最も無難な考え方としては、長期変動としては低温期であるが、現在が底ないしは上昇傾向に転じた時期であり、これにながしかの温室効果に乗っているとすることであろう。ただ、図-1に見られる1965年以降の特徴的な上昇は、これが多地点の平均値であることを考慮しても、ここでの対象地域では現れてこないと考えられる。すなわち、群馬県、新潟県、秋田県の全ての気温観測点における結果を単純に平均すると、おそらく、前述の米国での結果と同じ結果が得られるものと考えられる。

結論的には、確かにここ数年、非都市部においても気温の急上昇傾向が認められるが、過去の変動の幅、その変化の勾配と今回の上昇の様子とを比較すれば、この上昇の原

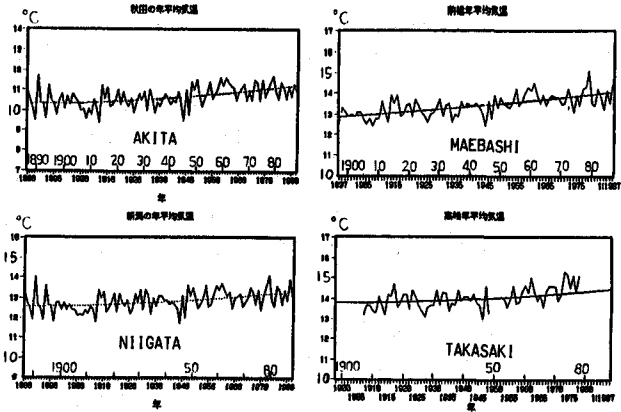


図-3 都市部における年平均気温の経年変化

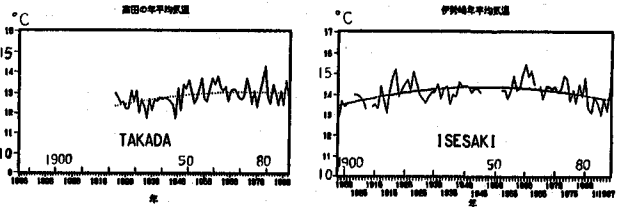


図-4 中間的都市における年平均気温の経年変化

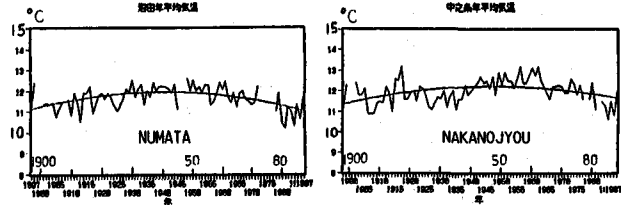


図-5 非都市部における年平均気温の経年変化

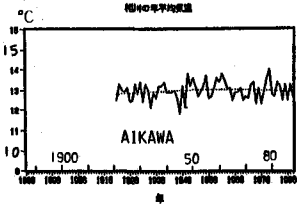


図-6 相川の経年変化

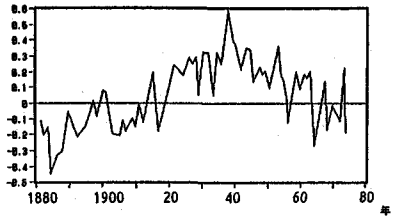


図-7 Budykoらによる北半球における気温の経年変化

因は全球規模での低温化傾向が上昇に転じたことが主因で、温室効果の影響はあまり含まれていないと考えるのが妥当ようである。ただし、都市においては都市化の影響がはっきり現れており、年平均気温は一方方向的に上昇中である。

つぎに、太平洋側と日本海側との比較であるが、図-8は前橋、新潟、秋田の3市について、年間偏差の5年移動平均をとったものである。実線が前橋、点線が新潟、破線が秋田である。3市とも全く同じような変動を示し、とくに1950年以降は偏差の値もほぼ一致している。

### 3. 2 季節別の変動傾向

#### (a) 季節別平均気温の変動

図-9、図-10はそれぞれ9地点における夏期(6、7、8月)および冬期(12、1、2月)の3ヶ月の平均の経年変化を、5年の移動平均をとって示したものである。縦軸の範囲はいずれも3℃の範囲である。まず、図-9の夏期の変化について見ると、上4枚に示した都市部における変化は1910年から1950年にかけてほぼ一定であり、それ以後1955年頃まで減少

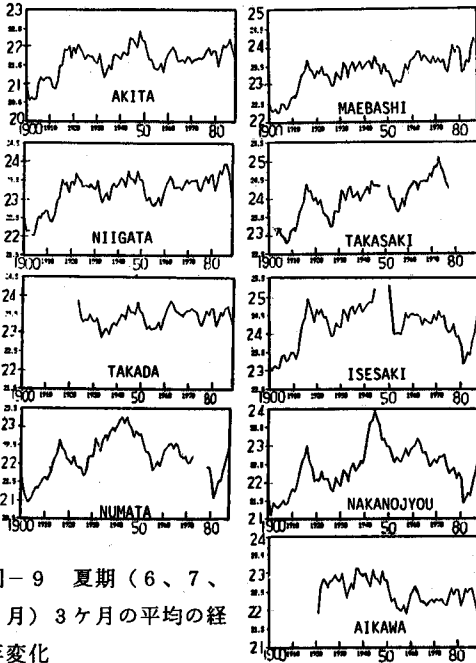
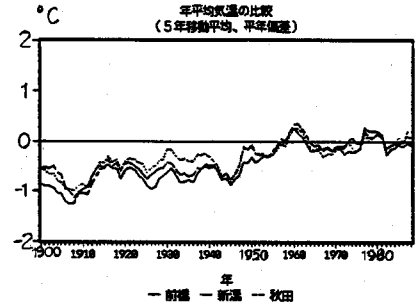


図-9 夏期(6、7、8月)3ヶ月の平均の経年変化

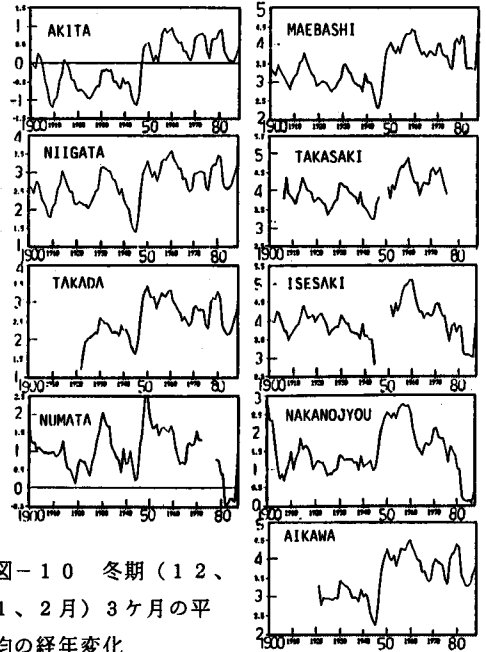


図-10 冬期(12、1、2月)3ヶ月の平均の経年変化

し、その後一方方向的に上昇している。1950年~55年にかけての減少も1900~10年代の減少に比べれば小さい。これに対して、中間的な都市である高田は1920年からほぼ一定で、顕著な変動は見られない。伊勢崎および非都市部の沼田、中之条は、比較的大きな幅の変動を経て、1960年以後も減少を続け、近年再び上昇している。以上の都市部、非都市部の変化に比べて、図最下端の相川の変化は全く異なっている。すなわち、1940年代半ばの前後でステップ的に変化しており、変化前後ではほぼ一定値となっている。これはつぎに述べる冬期の結果と対照的であるが、海洋の影響を受けていることは明らかである。

つぎに、図-10の冬期についてであるが、都市部、非都市部にかかわらず、1940年代半ばでステップ的に上昇している。都市部においてはその後で大きな幅の変動はあるもののほぼ一定値をとるのに対して、非都市部では上昇後の高温が続かないで1960年頃~1985年頃にかけて減少してきた。図-9と併せて見ると、1900年~1910年代にかけての年平均の低温化は、夏期の気温が低かったことが原因

と考えられる。また、都市部における1960年以後の年平均の上昇は夏期の上昇の寄与が大きいことがわかる。また、先に触れたように相川の変化は顕著であり、夏期の変化と丁度打ち消しあって、年平均としてはあまり変化のない変動となっていることがわかる。

#### (b) 季節別最高・最低気温の変動

まず、日最高の年平均と日最低の年平均の変化の概要を述べておくと、日最高については、高崎と新潟を除く他の全ての地点で、年平均気温と同じ形態の1960年以後の減少傾向が見られる。一方、日最低については、都市部においては一方向的な急上昇、非都市部においても1970年頃から横ばいかやや上昇傾向が見られる。以上は平均的な概要であるが、個々に詳しく見ると季節によって特徴的なことがいくつかある。その一つは7月における全ての地点での最高気温の減少傾向である。もう一つは相川を除く（横ばい）他の全ての地点での、5月における最低気温の上昇ないしは急上昇である。

日最高と日最低について総括的に表現するならば、都市部においてさえも最高気温は1960年～1985年頃にかけては減少傾向であるが、最低気温の上昇がこれを上回り、結果的には都市部においては年平均気温が上昇する結果となっている。

都市部と非都市部に対する最高気温と最低気温の寄与の仕方を見たものが、図-11である。これは2月（上）と8月（下）について、高崎と沼田の最高気温の差（左）と最低気温の差（右）を示したものである。この図からもわかるように、都市部と非都市部の気温の差には、冬期においては最低気温の差が、夏期においては最高気温の差の寄与が大きい。

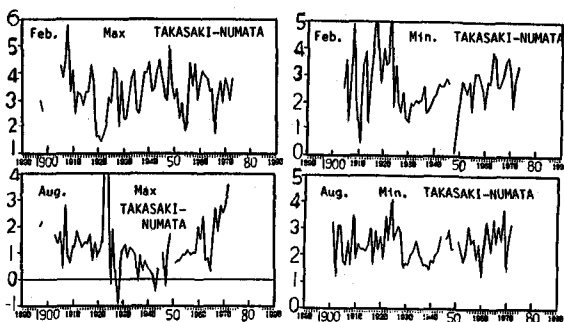


図-11 2月と8月における都市部と非都市部の最高気温の差と最低気温の差

#### 4. 降水量の変動傾向

図-12は9地点の年降水量、夏期（6、7、8月）降水量、冬期（12、1、2月）降水量の経年変化を一括して示したものである。いずれも5年の移動平均を行っている。一番左の列が年降水量で、縦軸の範囲はいずれも1000mmで、高田が2500～3500mm、秋田、新潟、相川、中之条がおおむね1000～2000mm、その他が数百～千数百mmの範囲である。真中の列は夏期3ヶ月の平均で、縦軸の範囲は140mmで平均的には100mm～2百数十mmである。右側の列は冬期3ヶ月の平均で、縦軸はいずれも0～300mmである。上から4段が日本海側、下5段が群馬県である。日本全体としては近年の少雨傾向が指摘されているが、個々の観測点を見ると必ずしも少雨傾向ばかりではなくて、上2段の秋田、新潟と群馬の高崎では、少なくとも対象期間内の平均値のまわりでの変動のように見える。これを検討するために、少し長い18年の移動平均（両端9年分は異なる）をとって、秋田、新潟と前橋との比較を行ったものが図-13である。18年の意味は降水量の自己相関を計算してみると、9年と18年のところで相関が高くなることによる。（これは気温でもそうである。なお、降水量は黒点とは負の相関、気温は正の相関である。）秋田、新潟は周期的な長期変動の中での少ない時期である、と考えられるのに対して、前橋は平均値を持たない非定常過程のようにも見える。群馬県の高崎以外の地点ではこれとほぼ同じ少雨傾向を示す。日本海側の高田、相川でも少雨傾向であるが、資料期間が若干短いこともあって、同様の少雨傾向かどうかははっきりしない。ただ、日本海側と太平洋側の少雨の原因は明らかに異なっており、高田、相川では冬期の降水量の減少、太平洋側は夏期の降水量の減少が原因である。10月の降水量の減少は、台風の上陸数の減少が原因であると考えられている。

日本海側と太平洋側との降水量の変動の相違をみたものが図-14である。これは前橋と新潟の夏期（上）と冬期（下）の降水量の年偏差を5年移動平均したものである。とくに冬期において位相が逆になってい

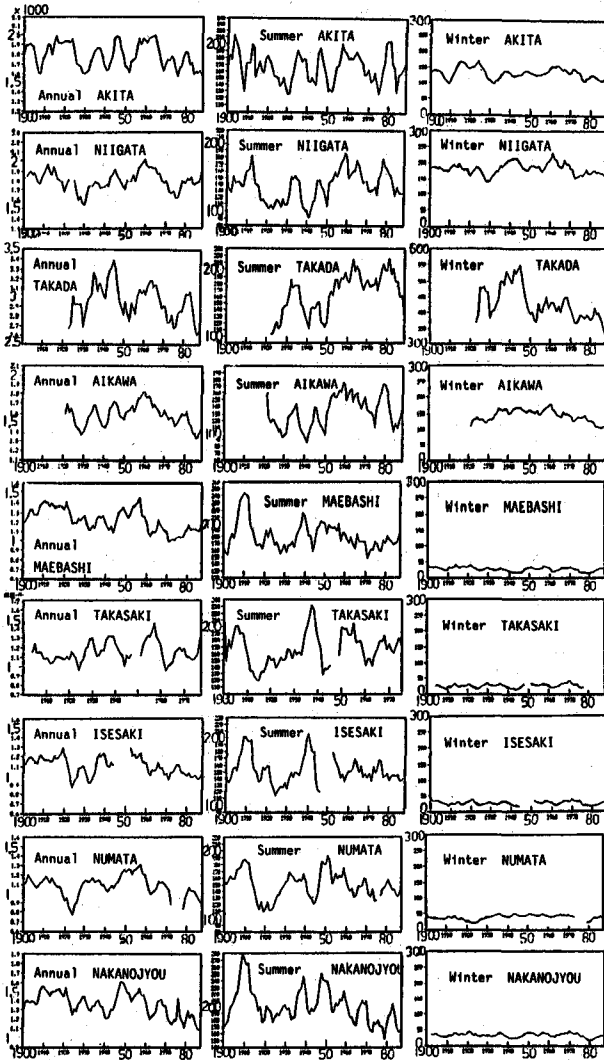


図-12 9地点の年間、夏期、冬期の降水量の経年変化

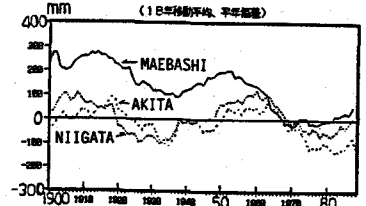


図-13 年降水量の18年移動平均

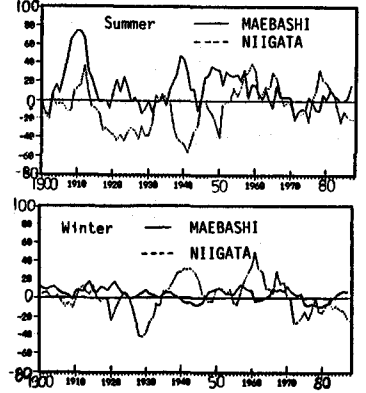


図-14 前橋、新潟の変動の比較

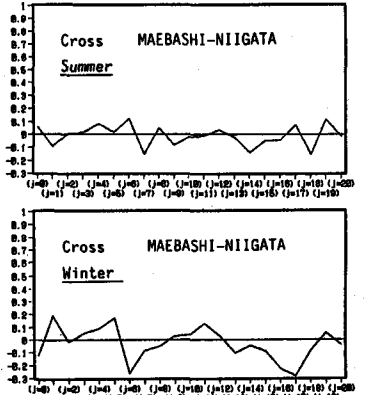


図-15 偏差の相互相関係数

るように見受けられる。そこで、相互相関を計算した結果が図-15である。資料数が100程度であるので、0.2程度の値から相関が有意であると考えられるが、夏期においてはいずれもこの値よりも小さく有意とは判定できないが、冬期においては大きな変動があるものの、ずらしが6年と17年のところに0.3程度の有意な負の相関が現れている。6年という値に意味があるのかどうかは物理的な考察を加えていく必要があると考えられる。

## 5. あとがき

群馬県、新潟県、秋田県の気象累年報を用いて、降水量と気温の長期変動傾向を調べた。気温については、非都市部では1960年以後の低温化から近年上昇傾向に転じており、都市部では一方向的な昇温傾向である。降水量は1960年以降、平均的な変動からすこしはずれた少雨傾向を示す地点が多い。

参考文献 1) 気象庁編：異常気象レポート'89、大蔵省印刷局発行、p.408、平成元年

2) 根本順吉、朝倉正：気候変化・長期予報、朝倉書店、p.72、1980年