

## 6. 地球温暖化に伴う日本の気候区分の変化

土屋十圀<sup>1</sup>・沼山 翔<sup>2</sup>

<sup>1</sup>フェロー会員 工博 前橋工科大学教授 社会環境工学科 (〒371-0816 群馬県前橋市上佐島町460-1)

<sup>2</sup>正会員 青森県三沢市役所土木課 (〒033-8666 青森県三沢市桜町1-1-38)

E-mail:tsuchiya@maebashi-it.ac.jp

2007年IPCCの報告では、20世紀の気温上昇は人間活動に起因するもので、地球温暖化の進行は疑う余地がないとし、21世紀の将来、世界の平均気温は更に1.8℃～4.0℃の上昇をもたらすと予測している。気候システムの温暖化のもとで改めて、日本の気候区分を見ると、戦後1950年に旧東京教育大学の関口が初めて算定を行っている。気候区分は成因的気候区分と結果的気候区分の2つの方法に分類される。関口は後者の方法で、気象観測の結果得られた気候要素に着目している。気候要素間の相関係数を用いて気温の日較差、降水日数、日照率および水分過剰量の1年間の年変化型の比較検討を行い、気候区分を算定して、27の気候区分に分類した。本研究では、関口による研究と同様の手法により、沖縄と小笠原諸島を除く、全国127の観測所の気象データから年変化型の比較検討を行い、2000年の気候区分を算定し、1950年の気候区分と比較検討を行った。その結果、日本列島の気候区分には顕著な変化は見られなかったが、北海道など緯度の高い地域では小さい気候区分が増加した。本州では明確に区分できない遷移領域が増加し、気温の上昇は都市部と緯度の高い地域において顕著となり、最低気温は上昇している。

**Key Words :** *global warming, Classification of Japan's Climate, diurnal range of temperature, amount of water surplus, Hokkaido district*

### 1. はじめに

IPCCの最終報告<sup>1)</sup>では、近年の気候変動は地球規模での気温上昇の事実とその原因が、かなりの確度で人間活動に起因するものであることが科学的に明らかにされた。21世紀の世界の平均気温は平均より1.8℃～4.0℃の上昇が予測されている。地球温暖化の原因であるCO<sub>2</sub>の変動が人為的な要因と自然的な要因を重ねることによってしか説明がつけられないことが明らかにされ、今後の気温の増大は北半球で大きく極端な豪雨や渇水が頻発することが予測されている。欧州、北米、日本や東南アジアでも異常気象によって洪水による水害と渇水が頻発している。2008年夏は各地で局地的な集中豪雨による被害が頻発している<sup>2)</sup>。このような地球規模の温暖化と気候変動の確からしさが明らかにされるなかで、現在の日本の気候区分は約50年前のものであり、近年の気候区分を再評価する必要があると考えられる。

従来の気候区分に関する研究を外観<sup>3) 4)</sup>すると、静気候学的方法と、動気候学的方法に区分され、前者は関口武、福井英一郎による実用的な方法が提案され、気候を気候要素に分けて各気候要素の地域区分を行い、これを重ね合わせて気候区分を行う方法である。一方、後者は

鈴木による事例があるが、気候区分の指標として気候の成因を表す気団や前線の分布、季節的移動を用いて気候区分を行う方法である。この方法は大気候区分には便利であるが、中気候以下の細分は困難であることが欠点として指摘されている。更に、経験的区分としてケッペン、ソーンスウエイトによる植生分布を指標とした気候区分があり、欧米などの大陸の気候区分に適用していた。

60年前、関口が行った気候区分は静気候学的方法であり、この方法は更に、成因的気候区分と結果的気候区分の2つの方法に分類される。前者は、気候を特徴付ける原因となるものが同じならば、結果として気候は似たものになるという仮定に基づき、気候を形成する原因に着目して気候区分を行ったものである。後者は、気象観測の結果得られた気候要素に着目して行ったものであり<sup>5)</sup>、関口が行った気候区分は後者にあたる。関口は気温の日較差、降水日数、日照率及び水分過剰量の4つの気象要因の相関係数を用いて1年間の年変化型の比較検討を行い、気候区分の算定を行った。本研究では、関口による研究と同様に、50年間の各都市の気象情報を収集し、気温の日較差、降水日数、日照率及び水分過剰量の年変化型の比較検討を行い、現代の気候区分を算定する。関口による気候区分と各気候区の気候型を現代のものと比較し、再評価することを目的とする。また、この50年、

都市の人口が大幅に増加しているため都市における社会変動と気候変動の関連性、日本全体の温暖化の影響について検討することを目的とする。

## 2. 研究対象と気候観測地点

研究対象は日本全国であり、北海道の稚内から鹿児島県の屋久島までの127ヶ所の地方気象台及び測候所を用いた。但し、沖縄及び小笠原は除く。観測地点の配置は図-1に示す通りである。研究に用いた観測地点について、先行研究<sup>9)</sup>では120～130ヶ所の観測地点を用いていたが、具体的にどの地点が把握するのが困難であった。そのため、先行研究が発表された時期から推測して、1950年以前から存在する観測地点を対象とした。1950年以前から存在する観測地点は全国で127ヶ所であり、現在、存在する観測地点は155ヶ所である。



図-1 気象観測地点(127箇所)

## 3. データの収集方法と各要素の定義

解析に用いた要素は気温の日較差、降水日数、日照率、および水分過剰量であり、これらについて以下に示す。研究に用いたデータの入手方法に関しては、気象データはすべて気象業務支援センター発行の気象年報2002年版及び気象庁ホームページ、電子閲覧室より入手した。

### (1) 気温の日較差

関口の研究では月平均気温の年変化型では全国各地ともほとんど一様であり、これによる気候区分は不可能であることは明らかとなっている。そのため、先行研究<sup>9)</sup>と同様には気温の日較差を用いた。気温の日較差とは、1日の最高気温の月平均値と1日の最低気温の月平均値の

差から算出される。また、本研究では、年平均気温の比較も行った。これは、日本各地の気温の特性を比較する上で年平均気温は重要な意味をなすからである。植物の生育に重要な一定期間の温度の算出などは、全国の気温の年変化型が同一であるため、結局は年平均気温に若干の加工を施せば、全国一律に容易に算出できることを意味している。すなわち、年平均気温ですべてを代用できることを示している<sup>6)</sup>。

### (2) 降水日数

大気中に含まれている水分が最も具体的な形となって現れるのは降水である。一般的に大気中に存在する水蒸気量が多いほど降水量は多くなる。また、気温が高ければ高いほど降水量は多くなる傾向がある。降水量は次式で表される。

$$R = i \cdot t \quad (1)$$

ここで、R:降水量を表し、i:単位時間の雨の強さであり、t:降水時間である。iは気温の影響を敏感に反映する性質があり、tは降水そのものの特性を表す。降水の特性を調べるには降水時間の検討を行わなければならないが、全国的に降水時間の統計は行われておらず、降水時間に最も近いものとして降水日数で代用せざるを得なかった。降水日数とは降水量が0.1mm以上あった日数の月別の総量であり、その日の晴や雲の状態は考慮していない。快晴の日に夕立があっても降水日となる。つまり、雲量を主にして分けた天気日数とは別の天気状態を示すものである<sup>7)8)</sup>。

### (3) 日照率

天気状態の特性を示す要素として、快晴日数、雲天日数、降水日数、雲量、日照率と様々なものが観測されているが、最も直接的な測定を行えるものとして日照率を取り上げた。日照率とは、任意の地点で全く太陽が雲によって遮られずに照らした場合に照射し得る時間と実際に照射した時間との割合である<sup>7)8)</sup>。

### (4) 水分過剰量

気候の乾湿を考えるには、その土地の降水量だけ取り上げたのでは不十分である。降水の何割が蒸発によって大気に変換され、その差がその土地に残留してその地域の乾湿を決定する。つまり、降水量と同時にその地域全体からの蒸発量を知る必要がある<sup>9)</sup>。そこで、気候の乾湿を表すものとして関口の研究と同様に、水分過剰量を用いた。これは、降水量と蒸発量の差から算出される。蒸発量は月平均気温から算定されるThornthwaite式<sup>10)</sup>を使用した。なお、気温がマイナスになると蒸発量を計算することができないため、その場合はPenman式<sup>11)</sup>により補完を行った。

## 4. データ解析

### (1) 相関係数の算定

前述した各地における4要素の年変化型の異同を相互に比較するために、関口の先行研究と同様に相関係数を用いる方法を採用した。それは、隣接する観測地点の2000年の毎月の値の気候状態の相関係数を順次計算する。相関係数の絶対値が1に近いほど2つの変数間に直線関係が見られる。相関係数は変数間の関係を統計的に表すものであり、事実関係を作り出す原因と結果との関係は関知しない。

### (2) 相関係数の検定

上記のように相関係数は2つの変数間の直線関係を示す指標にすぎない為、その有意性について検定する必要がある。相関係数は式(2)から求められる $t_0$ が自由度( $n-2$ )の $t$ 分布に従う確率変数とみなすことができる為、ここでは検定を用いて相関係数の有意性を検定した。

$$t_0 = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} \quad (2)$$

$r$ : 相関係数  $n$ : 変数の総数

自由度 $n-2$ 、有意水準 $\alpha\%$ とした場合の棄却限界値 $t_{n-2}(\alpha)$ との比較により、次のことが言える。

$t_0 \geq t_{n-2}(\alpha)$ : 有意な相関性が認められる。

$t_0 < t_{n-2}(\alpha)$ : 無相関である。

本研究では1年間の毎月の変動の相関係数を求めるため、変数の総数は12となる。よって、自由度は10、有意水準は5%及び1%を用いた。このときの棄却限界値は表-1となり2つの棄却限界値を満たす場合を相関が高いとし、それ以外を相関が低いとした。結果は有意水準1%で判断した。

表-1  $t$ 検定による棄却限界値

| 有意水準  | 5%       | 1%       |
|-------|----------|----------|
| 棄却限界値 | 2.228139 | 3.169262 |

### (3) 気候区分の決定方法

#### (a) 各要素の気候区分の決定方法

各要素の気候区分線の設定方法は次の通りである。各地点間の相関係数を図上に記入する。もし、相関係数が負または著しく小さい値の場合は両者の気候状態は異なっており、気候区分を分ける境界線が存在するものと考えられる。図-2に示すA-B線のように境界線を連続して引けない場合は点線で繋ぐこととする。この場合の設定基準<sup>13)</sup>は相関係数が1%の誤差水準で現れる0.708を取り上げた。上記のように境界線が引けたら、同一境界線に囲まれた地域の該当気候要素の平均年変化型を算定し、その地域の気候型とする。ここで求められた平均年変化型と各地の年変化型との相関係数を算出し、気候区分線の位置を確認する<sup>9)</sup>。決定方法の事例を図-2に示す。

#### (b) 全体の気候区分の決定方法

(a)で求められた気候区分線を重ね合わせ、日本の気候区分とした。手順は次の通りである<sup>13)</sup>。

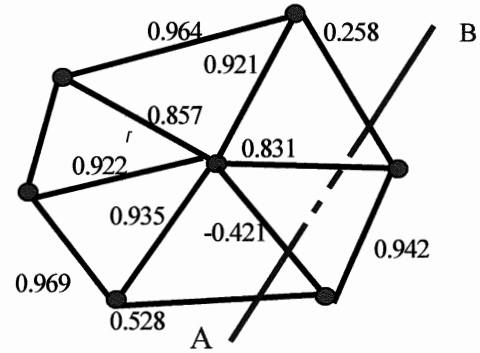


図-2 気候区分線の設定方法(事例)

手順1: 1枚のトレーシングペーパーに4要素の気候区分線を写し取る。

手順2: 要素ごとに、どの観測地点がどの気候型になるか分類した。気候型だけでは根拠として不十分なので、副判断材料として各要素に新たに気候特性を示す指標を設けた。それは、気温の日較差に関しては年平均気温、降水日数に関しては年間降水量、日照率に関しては年間日照時間、水分過剰量に関しては年間水分過剰量である。さらに、関口の研究<sup>12)</sup>と同様に、これらの各要素について階級区分を行った。それを表-2に示す。更に、各要素の気候型と副判断材料の指標を127箇所の地点別に一覧にし、類似度の高いものを一括して気候型の設定を行った。

手順3: 手順2で求められた気候型を基に、手順1での4本の気候区分線を、更に別のトレーシングペーパーに1本の気候区分線としてまとめた。それをカーボン紙により白地図に写し、日本の気候区分を決定した。

なお、上記の設定方法でも境界線が引けない地域、独自の年変化型を示す狭い地域は遷移気候区とした<sup>12)</sup>。

表-2 副判断材料の概略

| 副判断材料<br>階級区分 | 日較差<br>年平均気温    | 降水日数<br>年間降水量   | 水分過剰量<br>年間水分過剰量 |
|---------------|-----------------|-----------------|------------------|
| A             | 13.5℃以上         | 2000mm以上        | 1250mm以上         |
| B             | 11.1℃～<br>13.5℃ | 1500～<br>2000mm | 750～1250mm       |
| C             | 6.1℃～<br>11.1℃  | 1500mm未満        | 750mm未満          |
| D             | 6.1℃未満          |                 |                  |

(注)年間日照時間に関しては、関口による研究でも階級区分は行われていないため、同様にここでは階級区分を行わなかった。

#### (4) 標準偏差による検定

1950年代の気候区分と比較する年を2000年としたが、その年が特異年か否かということを観測地点別に1950年から2000年までの50年間の標準偏差を算出し、検定を行った。検定結果は次項(5)の結果と合わせて示す。127地点すべての結果を示すのは困難であるので、ここでは、代表的な札幌、東京、大阪、福岡の計4地点の結果を示す。

#### (5) 変動係数の算出

前節で標準偏差について述べたが、標準偏差はその大小が、データのばらつきの大きさと対応している。標準偏差の単純な大小比較は、各集団のデータの平均値が類似した値の場合は有効であるが、平均値が異なる場合は類似した標準偏差の値でも実質的な意味が異なってくる<sup>14)</sup>。そこで、実質的なデータのばらつきの大きさを評価する指標として変動係数の算出を行った。

127地点の標準偏差及び変動係数を算出したが、全体的に各要素の標準偏差のバラツキが目立った。しかし、変動係数に関しては、50年間の下図による目視によってもバラツキがあまり見られず、2000年が特異な年となっている観測地点は少なかった。また、比較の対象とした1950年も2000年と同様に特異点と判断し難い。従って、両者とも研究対象として妥当だと言える。主な結果は図-3,4,5,6に示す。

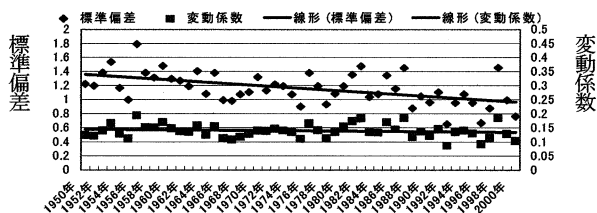


図-3 札幌の日較差の標準偏差及び変動係数

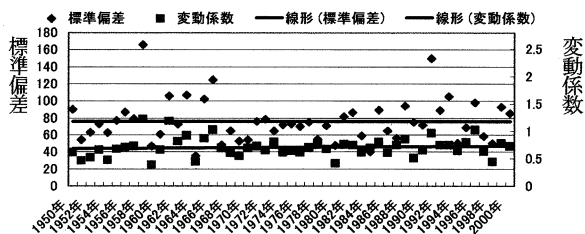


図-4 東京の水分過剰量の標準偏差及び変動係数

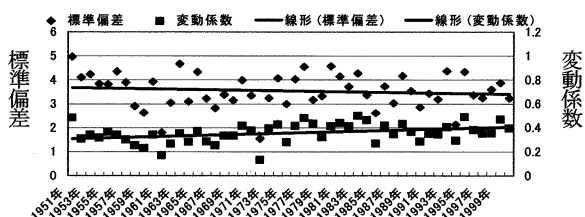


図-5 大阪の降水日数の標準偏差及び変動係数

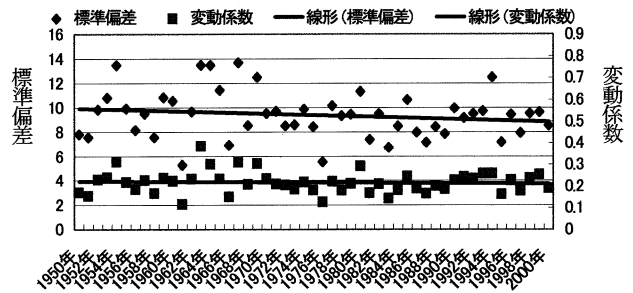


図-6 福岡の日照率の標準偏差及び変動係数

表-3 1950年と2000年の日本の気候区分の比較

| (1950年)            | (2000年)       |
|--------------------|---------------|
| I 裏日本(日本海)気候区      | I 日本海気候区      |
| 1. オホーツク海沿岸地方      | 1. 東北日本海型     |
| 2. 西北北海道地方         | 2. 北陸日本海型     |
| 3. 出羽地方            | 3. 中国日本海型     |
| 4. 北陸地方            | II 九州気候区      |
| 5. 山陰地方            | 1. 九州型        |
| II 九州気候区           | 2. 北一九州型      |
| 1. 北九州地方           | 3. 北西一九州型     |
| 2. 南九州地方           | 4. 南一九州型      |
| III,IV 表日本(太平洋)気候区 | III,IV 太平洋気候区 |
| 1. 東北北海道地方         | 1. 東北太平洋型     |
| 2. 三陸地方            | 2. 関東太平洋型     |
| 3. 東関東地方           | 3. 中部太平洋型     |
| 4. 西関東地方           | 4. 南太平洋型      |
| 5. 房総地方            | 5. 中央高地型      |
| 6. 東海地方            | V 瀬戸内海気候区     |
| 7. 南海地方            | VI 北海道気候区     |
| 8. 豆南地方            | 1. 北一北海道型     |
| V 瀬戸内海気候区          | 2. 北北東一北海道型   |
| 1. 東瀬戸内海地方         | 3. 北東一北海道型    |
| 2. 西瀬戸内海地方         | 4. 東一北海道型     |
| VI 対馬・南鮮気候区        | 5. 南一北海道型     |
| 1. 日高地方            | 6. 西一北海道型     |
| 2. 北上地方            | VII 遷移気候域     |
| 3. 福島地方            | 1. 旭川一岩見沢地方   |
| 4. 中央高地            | 2. 室蘭一函館地方    |
| 5. 伊賀地方            | 3. 八戸一盛岡地方    |
| 6. 徳島地方            | 4. 山形地方       |
| 7. 宇和島地方           | 5. 長野地方       |
| 8. 大分地方            | 6. 尾鷲地方       |
|                    | 7. 津山地方       |

ここで、札幌、東京、大阪、および福岡を例示した。その特徴は、札幌は緯度の高い日本海気候区で気温の上昇、およびこの50年間の日較差のバラツキが小さくなってい



ること、東京は太平洋気候区で大都市の気温上昇と降雨量の視点から水分過剰量を、大阪は瀬戸内海気候区として降水日数を示し、福岡は九州気候区の代表として日照率のバラツキが小さくなっている。

## 5. 各要素と気候型の算定

前述した4要素を集積し、2000年の日本全体の気候区分を算定した。結果を表-3と図-7に示す。なお、1950年の関口による気候区分も表-3と図-8に示した。2000年の気候区分及び代表的な気候型の比較は次の通りである。

### (1) 気候区分の比較

両者を比較すると、北海道の変化が著しいことが分かる。浦河周辺に存在した遷移領域は消滅し、新たに旭川及び岩見沢、室蘭及び函館周辺に形成されている。また、本州においては、区分線の位置はあまり変化していないものの、遷移領域に変化が見られる。盛岡周辺の遷移領域は八戸まで拡大され、新たに山形、津山、尾鷲に形成され、高山の遷移領域は消滅した。

### (2) 気候型の比較

気候型に関して、50年前では表日本(太平洋)型と裏日本(日本海)型、両者の中間にある瀬戸内海型の3つに大きく分類されていた。2000年の場合もこれとほぼ同様な結果となった。但し、北海道に関しては、50年前では裏日本(日本海)と表日本(太平洋)の大きくは2つに分類されていたが、2000年では、南西北海道地域を除く地域はすべて両者に属さない独特な気候型となった。特に、遷移領域が拡大し、かつ6つの気候区分に細かく分類される。また、瀬戸内海型は範囲が拡大された。九州型は瀬戸内海型に類似しているが、各地点と瀬戸内海型との相関が悪く、年降水総量などの違いから別の気候型とした。しかし、はっきりとした境界線を設けるのが困難であるため点線で境界線を設置した。

### (3) 水分過剰量の変化

水分過剰量は気候の乾湿を示す指標であり、降水量と蒸発量の差がゼロかマイナスの場所と時期がある。それは九州および北海道を除く地域で共通している。一部では12月、2月に生じているが、その主な時期は8月である。この要因としては夏の降水量の減少と考えられる。降水日数の年変化型から太平洋型の特徴として真夏に極小を示すことがあげられる。また、他の日本海型、瀬戸内海型も8月に著しい極小を示している。したがって、夏に降水量が減少していることが推察できる。また、日照率の年変化型からも推察できる。日照率の年変化型は日本海型の8月の顕著な極大、太平洋型の8月の二次極大、瀬戸内型の8月の極大となっている。その値も60%前後を示している。図-9、図-10には、日本海型と瀬戸内海型の降水日数と日照率の年変化型を示した。

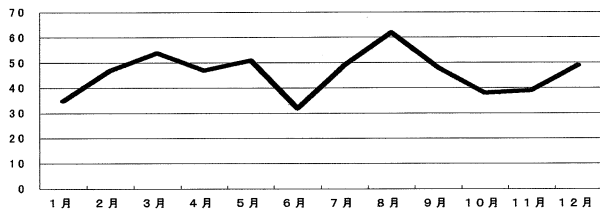
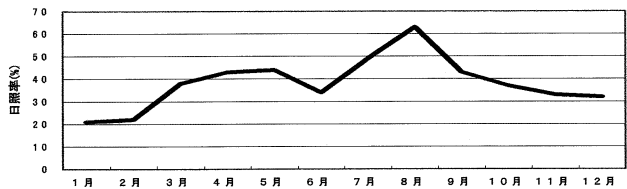


図-9 日照率の年変化型(日本海型上と瀬戸内海型下)

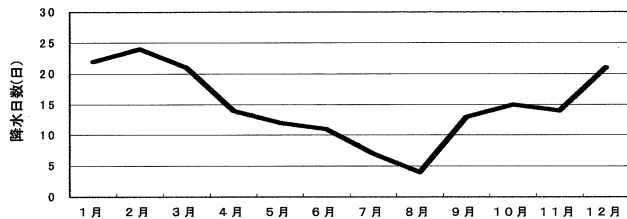
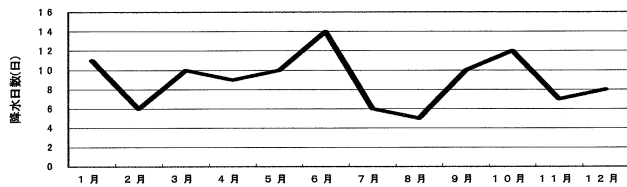


図-10 降水日数の年変化型(日本海型上と瀬戸内海型下)

## 6. 気候区分の変化と温暖化

各要素および全体の気候区分では北海道の変化が著しいことがわかった。年変化型も日本海型と太平洋型のどちらにも属さない独立した年変化型となった。この要因としては温暖化の影響と考えられる。これは水分過剰量の変動のもう一つの要因とも推察できる。異常気象レポート2005<sup>9)</sup>に示されているように、1950年代以降日本の年平均降水量は減少傾向にある。同時に、水分過剰量に影響する年平均地上気温もこの50年間で上昇してきたことと符合する。一方、温暖化の影響を検討するには最低気温の変化について着目する必要がある。ここでは北海道内の観測地点別の年平均気温の1950年、2000年の比較を行った。図-11に示すように20箇所のうち13地点で年最低気温が上昇している。とくに、札幌では1.8℃上昇しており、倶知安1.5℃、岩見沢1.0℃と札幌周辺では上昇が著しい。

また、岩見沢と同様な遷移領域を示している旭川では0.6℃上昇している。周辺の都市でも上昇している度合いが高い。最低気温が低下している地域は北東・北海道型に分類される雄武および網走、遷移領域となっている室蘭であり、これらのことから北海道の気候変化は温暖化の影響と考えられる。しかし、札幌などの大都市部はヒートアイランド効果もあり、これらの影響を分離した検討が今後の課題である。

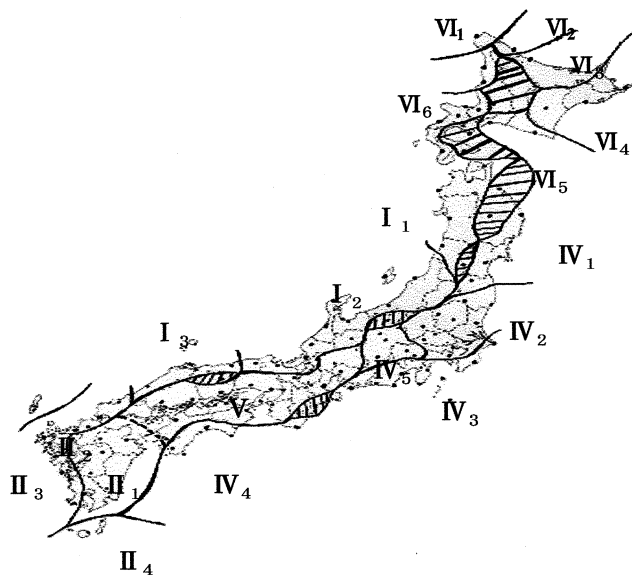


図-7 2000年の日本の気候区分

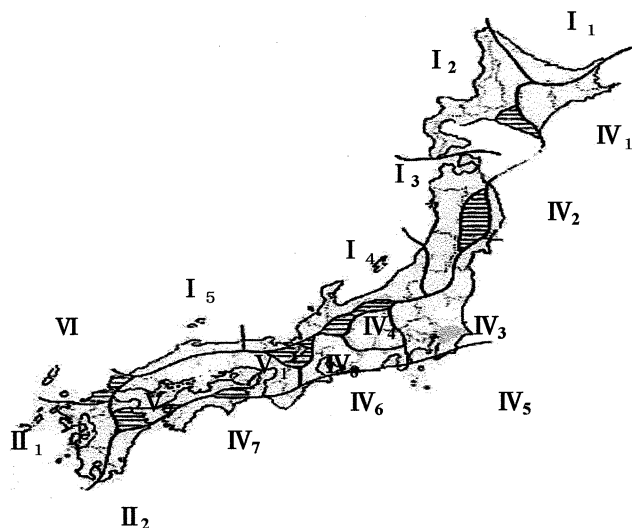


図-8 1950年代の日本の気候区分(関口)

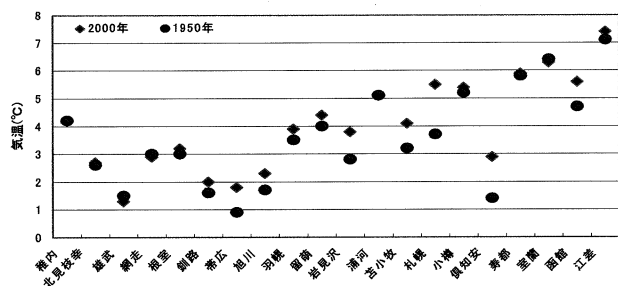


図-11 北海道の観測地点別年平均最低気温分布

北海道の年平均最低気温の上昇が確認できることから日本全国での温暖化の影響と考えられる最低気温の検討を行った。図-12に観測地点別年平均最低気温分布を示す。北海道と同様に本州及び九州でも年平均最低気温が上昇しているのが分かる。年平均最低気温が全国平均値で $0.82^{\circ}\text{C}$ 上昇しており、気温低下が見られた地点は127地点中わずか6地点だけであった。気温上昇が大きい地点は西日本に多く見られ、近畿地方から以西では平均して

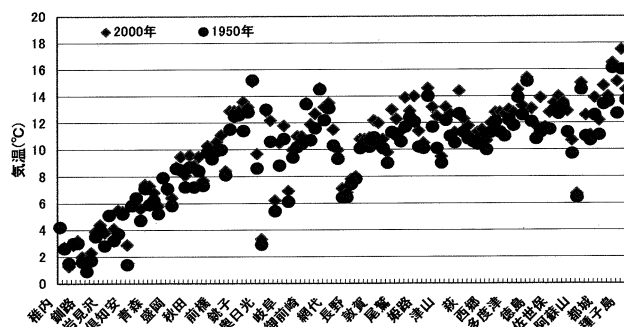


図-12 観測地点別年平均最低気温分布

約 $1^{\circ}\text{C}$ 上昇している。各要素の気候区分で、西日本の気候区分線が実線部分より点線部分が多く見られたのは、この温暖化の影響で日本海型と太平洋型の区別が明確にし難くなっていると推察される。実際に、各要素の年変化型の解析をみても、瀬戸内海型や九州型は日本海型と太平洋型のどちらにも属していると言えるような年変化型を示している。気温上昇が大きい地点をみると、大きい順に福岡が $2.6^{\circ}\text{C}$ 、鹿児島及び岡山 $2.4^{\circ}\text{C}$ 、東京及び大阪 $2.2^{\circ}\text{C}$ 、神戸 $1.9^{\circ}\text{C}$ 、札幌 $1.8^{\circ}\text{C}$ となっている。鹿児島及び岡山は年平均気温の比較で気温上昇が最も大きかった地点である。それ以外の上位の地点は、すべてが人口100万人を越える政令指定都市であり、過去50年間の社会変動が大きな都市であったことが影響していると言える。

従って、今後の課題は大都市における気温上昇が $\text{CO}_2$ など起源の温暖化と、ヒートアイランド現象と呼ばれる人工排熱の増大、都市の構造物の変化に起因する要因<sup>10)</sup>が指摘されており、これらの影響を分離した検討が必要である。

## 7. 結論

### (1) 気候区分について

関口の気候区分ではどの要素も類似した形となっているが、2000年の場合は要素ごとに違う形になった。特に、北海道の変化が著しい。全体的に遷移領域が増加し、本州の遷移領域が大きく変化した。しかし、本州における気候区分線の位置に大きな変化は見られなかった。

### (2) 気候型について

50年前は日本海型及び太平洋型、瀬戸内海型の5タイプに分類されていたが、2000年も同様に、5タイプに大きく分類された。しかし、北海道の一部を除いて、新たに北海道気候区が形成され、これは、日本海型及び太平洋型のどちらにも属さない独特な気候型となった。また、九州型は瀬戸内海型に類似しており、両者とも日本海型と太平洋型の間隔的な気候型と言えるが、明確に判別し難くなっている。

### (3) 気候変動について

50年前と比較して、本州から九州にかけて降水量が減少している。特に冬2月の降水量の減少が著しく、夏の降水量の減少も確認できた。木本が「異常気象レポート

2005」を引用し、言及しているように日本の平均降水量は1950年代以降僅かに減少傾向が見られることと符号している<sup>7)</sup>。また、最低気温の比較から、日本全体で温暖化の影響が進行しているものと推測される。人口100万人を超える大都市での最低気温の上昇が大きく、年間降水量も減少している。社会変動の大きい大都市で都市化に伴う気候変動を確認することができた。今後の課題は大都市の気温上昇がCO<sub>2</sub>の起源に伴う温暖化と、ヒートアイランド現象の影響を分離した検討が必要である。

#### 参考文献

- 1) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, 2007. Cambridge University Press, Cambridge United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 996.
- 2) 「ゲリラ豪雨にどう備える」毎日新聞, 2008年9月18日朝刊, 13版, p. 3
- 3) 栗山恵吉: 植物季節現象の経年変化による日本の気候区分の試論, <http://www1.plala.or.jp/kissan/princomp/1-3-1.html>
- 4) 高橋裕編: 河川水文学, 共立出版, 1980, pp. 142-144
- 5) 吉野正敏・福岡義隆: 環境気候学, 東京大学出版会, 2003, pp. 207
- 6) 関口武: 日本の気候の特性2 地域1巻(3) 日本書院, 1952, pp. 65-68
- 7) 関口武: 日本の気候の特性1 地域1巻(2) 日本書院, 1952, pp. 41
- 8) 関口武: 日本の気候の特性3 地域1巻(4) 日本書院, 1952, pp. 53-57
- 9) 関口武: 気候の合理的分類の道, 地理学評論, 日本地理学会, 1949, pp. 280
- 10) 中野秀章: 森林水文学, 共立出版, 1977, pp. 113
- 11) 山口伊佐夫: 応用山地水文学, 地球社, 1996, pp. 45
- 12) 関口武: 日本の気候区分, 地理学研究報告III, 1959, pp. 66-69
- 13) 沼山翔, 土屋十園, 中村要介, 砂口真澄: 日本の気候の再評価に関する研究, 水文水資源学会2005年研究発表会要旨集, 2005, pp. 328-329,
- 14) 石井一郎・湯沢昭: 計画数値, 森北出版, 2000, pp. 47, pp. 97-99
- 15) 気象庁: 異常気象レポート2005, 近年における世界の異常気象と気候変動, pp. 383
- 16) 三上岳彦: 都市型集中豪雨はなぜ起こる, 技術評論社, 2008, pp. 101-108
- 17) 木本昌秀: 変化する地球環境と気象災害, 第5回水文水資源学会セミナー, 「気候変動と水災害・生態系」, 2006年, pp. 2-3

(2010. 2. 5受付)

(2010. 7. 11受理)

## Classification of Japan's Climate in View of Global Warming

Mitsukuni TSUCHIYA<sup>1</sup>, Shyo NUMAYAMA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Civil Engineering, Maebashi Institute of Technology

<sup>2</sup>Construction Division, Public Office of Misawa City, Aomori Prefecture

A report by the Intergovernmental Panel on Climate Control in 2007 confirmed that global warming occurred steadily throughout the 20th century and forecast that mean temperatures around the world would rise another 1.8°C to 4.0°C by the end of the 21<sup>st</sup> century. In reviewing climatic change in Japan in light of this warming, we found that Takeshi Sekiguchi, a professor at the now-defunct Tokyo University of Education, first classified Japan's climate in 1950. Climate can be classified in two basic ways, by origin or by results. Sekiguchi employed the latter method, focusing on climate factors derived from the results of meteorological observations. Using correlation coefficients to interrelate climate factors, he conducted comparative studies of inter annual changes in diurnal range of temperature, number of days of rainfall, percentage of possible sunshine, and amount of water surplus. Using this data, he classified Japan's climate into 27 categories. In this study, we used the same method as Sekiguchi to compare inter annual changes using meteorological data from 127 observatories from all parts of Japan except Okinawa and the Ogasawara Islands. We then computed a climate classification for the year 2000, and compared our classification with that determined in 1950. Although we found no notable overall change in the climate classification of Japan's archipelago, in high-latitude areas such as Hokkaido, the number of climate divisions increased. In Honshu the number of transition regions that cannot be clearly classified also grew. Significant temperature increases were seen in cities and high-latitude areas, and minimum temperatures have also risen.

**Key Words :** *global warming, Classification of Japan's Climate, diurnal range of temperature, amount of water surplus, Hokkaido district*