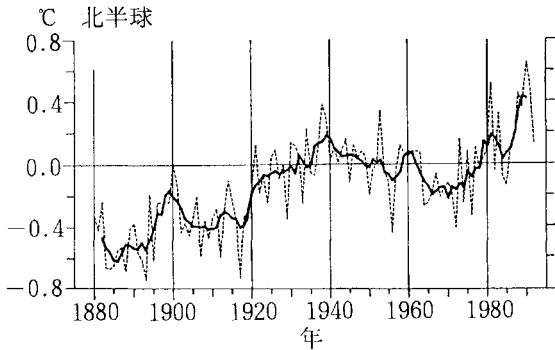


徳島における積雪変化と気圧配置

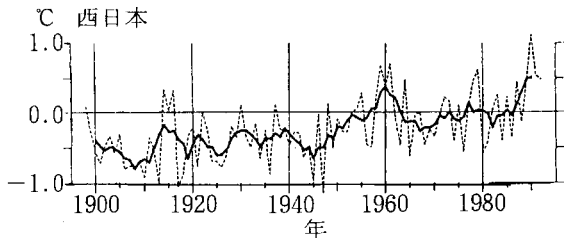
岡崎 純子

1. はじめに

近年、温暖化問題等地球環境の悪化が大きな問題となっており、国際的な規模での気候変化の研究も進んでいる。北半球の気温変化を、年平均気温の平均年差の経年変化（第1-1図）からみると、前世紀の終わり頃から1940年頃は温暖化、1940年頃以後は寒冷化、1970年代に入ってか



第1-1図 半球における年平均地上気温（陸上）の経年変化
1961～1990年の平均からの差（年差）で示す。点線：年平均値、実線：年平均値の5年移動平均値。（気象庁、1994より引用）



第1-2図 西日本の1898～1992年の年平均気温年差の経年変化
1961～1990年の平均からの差で表してある。実線は5年移動平均。（気象庁、1994より引用）

らは温暖化傾向に転じたことが指摘されている。他方、日本についてみれば（第1-2図）、1960年頃が高温で一時低温となり、その後は北半球平均気温と同様に最近温暖化が進んでいると考えられる（気象庁、1994等）。

本研究の目的は、そのような広い範囲の温暖化が徳島における積雪状況の変化からとらえられるかどうかを明らかにすることである。徳島の積雪を取り上げたのは、温暖ではあるが降雪がみとめられる地域においては、近年積雪量などの減少が指摘されている北日本等の豪雪地域に対し、雪が降るか降らないかということに、温暖化の微妙な影響がより明確に現れてくるのではないかと考えたからである。すなわち、「徳島の気象100年」（米沢新三郎、1991）によれば、徳島の降雪は、北西季節風吹走時及び、南岸低気圧の両方によって生ずるとされており、徳島の降雪状況を調べ、これらの気圧系の出現と結び付けることにより、日本における温暖化に対し新たな情報が得られる可能性がある。なお、東北・北陸・山陰では、最近、少雪傾向が顕著である（気象庁、1994等）が、上記の視点からの徳島というような温暖な地域での研究はなされていない。そこで、温暖化が積雪に与える影響を、積雪量、降雪日数について、気温、気圧配置の関係などの、様々な面から検討していくことにする。

2. 資料及び研究方法

ここでは、本論で対象とする徳島における雪に関する気候要素等につき、使用したデータと処理の概要を示す。

徳島気象台開設以降の明治24年（1892年）から平成6年（1994年）までの103年間分について、12月・1月・2月・3月の毎日の最深積雪量と、月平均気温を気象庁月報と気象累年原簿のマイクロフィルムから得た。ここで、12月・1月・2月・3月のデータを対象にしたのは、徳島での積雪は、ほとんどが12月・1月・2月・3月にみられ

るためである。以下、この12月・1月・2月・3月の4ヶ月間を寒候期としてひとまとまりに考え、例えば、94年の寒候期とは、93年12月から94年3月を指し、94年と記すことにする。

2.1 最深積雪量変化

この103年間について、各寒候期最深積雪量データを求め、さらに10年間毎に(1892~1901年, 1902~1911年, 1912~1921年, ...) 最深積雪量の平均値を求めた。ただし、1982~1994年だけは13年間となっている。

2.2 降雪日数

次に、降雪日数の変化を調べたが、降雪日数についてデータを1892年まで約103年間さかのぼって見たが、観測はなされていなかった。そこで、日別積雪量データがある1935年寒候期~1994年寒候期の60年間について降雪日数を導き出すことにする。その際に、日別最深積雪量データから降雪日数を導き出すための方法は次の通りである。

前後の日に記録が無い日は、降雪日となる。次いで、最深積雪量を記録した日から、数日間連続して最深積雪が記録されている場合については、前日量より減っている日は降雪が無かった日とした。

これは、ある日大雪が降ってたくさん積もり、その雪が後日まで全部溶けずに残っていて、降雪がなかったにもかかわらず、最深積雪が記録されている日を除外するためである。ただし、この方法では、積雪があったにもかかわらず、積雪量よりも溶ける量の方が多くて、前日量よりも記録量が減ってしまったような日も除外されてしまうことになり、降雪日数は、実際の降雪日数より少なく算定されるという誤差がある。

2.3 寒候期平均気温

気温については、寒候期について103年間分の月別データが得られ、そこから寒候期の平均気温を求めた。ここでの寒候期平均気温とは、寒候期中の12月・1月・2月・3月の4ヶ月間の月平均気温の平均をとって求めたものである。

2.4 気圧配置

次に、徳島に積雪をもたらす気圧配置の変化を

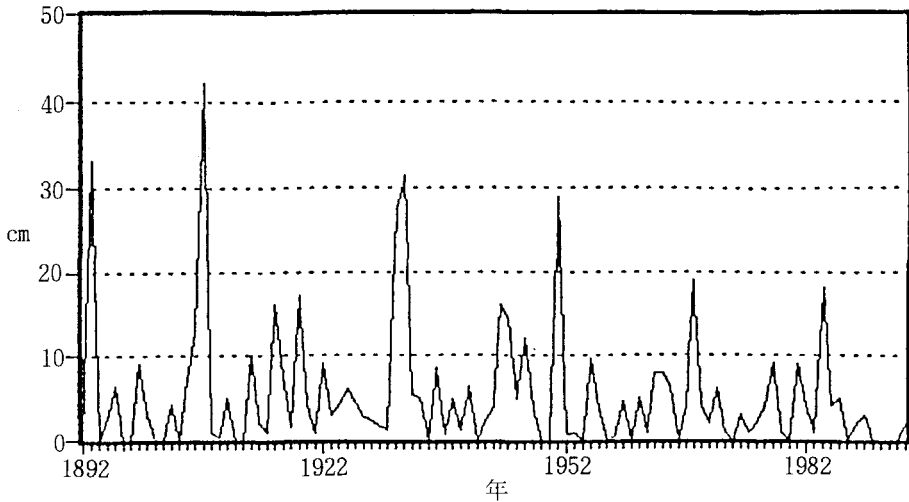
合わせて考えていくために、最深積雪量、寒候期平均気温、降雪日数の3つのデータが揃っている1935~1994年の寒候期(12月~3月)の毎日について、気圧配置のタイプ分けを行った。タイプ分けを行うにあたって1935年寒候期から1945年寒候期は極東天気図(午前6時)、1946年寒候期から1994年寒候期は気象要覧・天気図集成・気象「天気図日記」(午前9時)の天気図を使用した。タイプ分けについては、北からの寒気の影響と、南岸に近づく低気圧の影響に注目して、大きく2つに別けることにした。1つのグループは、北からの寒気の影響を受けていると考えられる西高東低型・北日本低気圧型・日本海低気圧型(冬型)で、もう1つのグループは、南岸を通過する低気圧の影響を受けていると考えられる南岸低気圧型・二つ玉低気圧型(南岸型)である。気圧配置のタイプ分けの方法については、吉野・山川(1974・1985)が気圧配置を15のタイプへの分類を行っており参考にした。吉野・山川による分類と本研究で考察する気圧配置との対応は、次の通りである。西高東低型・北日本低気圧型・日本海低気圧型のグループを冬型グループ、南岸低気圧型・二つ玉低気圧型のグループを南岸型グループとする。なお、吉野・山川による移動性高気圧等は、積雪をもたらすには程遠いと考えられるので、検討の対象から除外した。

3. 結果及び考察

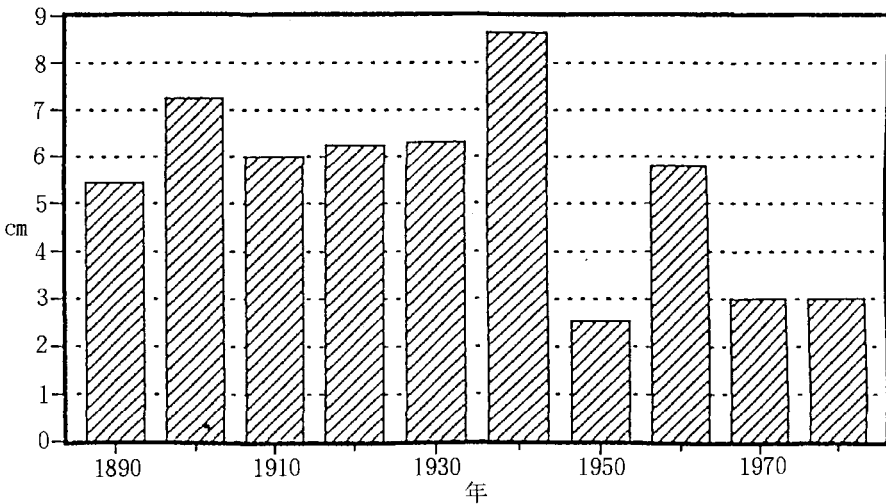
3.1 最深積雪量変化

最深積雪量の103年間の経年変化をグラフ化した第2図から検討してみることにする。まず、1893, 1907, 1931, 1951, 1968, 1984年に、その前後と比べて顕著な大雪が出現していることが注目される。これらの大雪は、10数年から20数年の間隔で現れている。1893~1907の14年間を除くと、1907年以降は24年間(1907~1931年)、20年間(1931~1951年)、17年間(1951~1968年)、16年間(1968~1984年)というふうに大雪の年間隔は短くなってきている。それと共に、その最深積雪量の方も減少してきている。

次に第3図に示した最深積雪量平均値(10年間隔)のグラフを見てみると、1892年から1941年までは、6.0cm前後で大体一定しているが、1942年



第2図 寒候期（12月～3月）の最深積雪量



第3図 寒候期（12月～3月）の最深積雪量の10年間平均

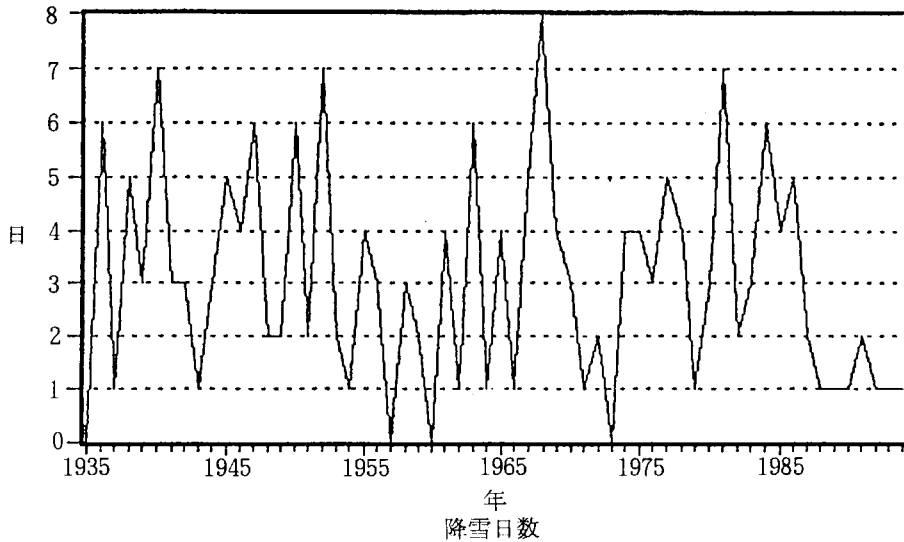
注. 1892～1901年の平均値を1890年に示しており、以下同様に示す。

から1951年の平均値は急増して8.6cmになり、次の10年平均値（1952～1961年）は、大幅に減少して2.5cmになるなど、その後も変動を繰り返しながら、近年3.0cmに至っている。1972年から1994年の3.0cmという値は、1941年以前の約半分の量になっており、1972年以降、減少傾向が特に強まってきていることは明らかである。

つまり、最深積雪量は希にみられる大雪を見ても、大雪以外も含めた全体的な量を見ても、減少

してきており、特に近年その減少化が進んでいるといえる。

第3図に示された事実は、1940年頃と1960年頃に極大を示すことが、北半球の気温の経年変化の極大と一致しており、1960年頃の極大が顕著な日本または西日本の気温経年変化との対応がよくないことは興味深い。



第4図 寒候期（12月～3月）の降雪日数

3.2 降雪日数

1935年寒候期～1994年寒候期までの60年間の降雪日数を第4図でみると、年により降雪日数は大幅に異なっていることが分かる。しかし、1987年以降は、それほど年による違いはなく、1～2回に落ち着いている。大局的に、1935から1960年頃まで減少し、その後増加と減少を繰り返していたが、1980年頃から急激な減少傾向となっている。この60年間を通して、降雪日数は、減少化傾向にあると言える。

気温の経年変化と比較すると、積雪量とは異なり、1960年頃の日本及び西日本の気温の極大及び1980年以降の高温期ともに降雪日数は少なくなっている。

この変化を詳しくみるために、この変化の境にあたる1960年と1980年で区切り回帰分析した。1960年以前は傾き -0.04 で、1960年から1980年は傾き 0.02 ではほぼ一定している。1980年以降は、傾き -0.30 で、3.1でみた最深積雪量と同じく減少が特にすすんでいることが分かる。

3.3 寒候期平均気温

2.3に述べた方法で求めた寒候期平均気温のグラフ（第5図）によると、1945年頃から1954年頃にかけてと、1985年頃から1994年にかけての急激な上昇が日につく。全体的に見ても、上昇傾向に

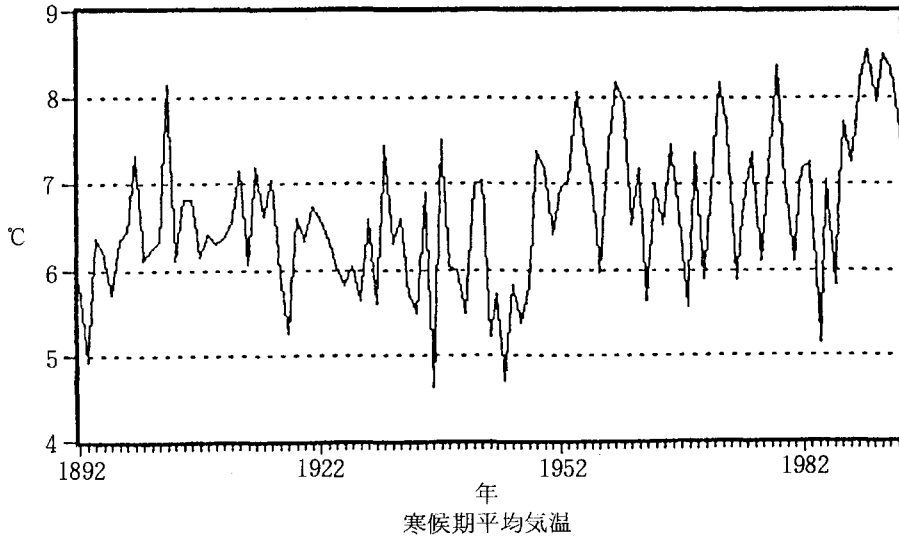
あることがいえる。この変化は、気象庁（1994）に示された冬季の西日本の年平均気温平年差（図省略）と一致する。なおこれは、先に示した西日本の年平均気温平年差の経年変化とはほぼ一致している。

この変化も3.2と同様に、1960年と1980年で区切り求めた回帰直線は、1935～1959年は 0.06 、坊宝1960～1979年は 0.00 、1980～1994年は 0.10 となっており、1960年代と1970年代は1960年以前に比べ、少し高い気温で一定し、その後、特に1980年以降、高い上昇率を示していることが分かる。

3.4 積雪量・降雪日数・寒候期平均気温

最深積雪量についても降雪日数の変化の境にあたる1960年と1980年で区切り、同様に回帰分析を行った。それぞれ傾きは1935～1959年は 0.00 、1960～1979年は -0.10 、1980～1994年は -0.40 というふうに減っており、近年特に1980年以降は、その減少が激しくなっていることが分かる。

これら降雪日数・積雪量・寒候期平均気温の、それぞれの回帰分析結果を合わせて変化を見ても、1980年以前は変化はほとんどなく、一定しているが、1980年以降変化が大きくなり、降雪日数・最深積雪量共に減少が進んでいる。一方、寒候期平均気温は、上昇している。全体的に、1980年以降変化が大きくなっていることが分かる。



第5図 寒候期（12月～3月）の平均気温

そこで、それぞれのデータの相関を調べるために、相関係数を求めてみる。ただし、3種のデータがそろっているのは1935年～1994年なので、その期間について分析した。すると、最深積雪量と気温は-0.54、降雪日数と気温は-0.61、降雪日数と最深積雪量では0.44となり、危険率5%でどれも有意であった。つまり、寒候期平均気温が高くなると、降雪日数は減少し、降雪量も減少する。

3.5 気圧配置型別積雪量・降雪日数

上記で、積雪量と降雪日数の減少を、気温（温暖化）面から検討してきたが、次に、気圧配置面から検討する。そこで、まず冬型と南岸型の気圧配置型別に、積雪量や降雪日数の特徴をつかみ、その上で、気圧配置と積雪量、降雪日数について述べていく。

まず、降雪日数を最深積雪量ごとに、0 cm以上4 cm未満、4 cm以上8 cm未満、8 cm以上12 cm未満、12 cm以上16 cm未満、16 cm以上20 cm未満、20 cm以上の6つの階級に分けてそれぞれの階級における降雪日数とその割合を冬型と南岸型別に求めた。この結果を第1-1、2表に示す。

これらを見てみると、まず、積雪日数の多くは冬型によってもたらされていることが分かる。そして、冬型にしても、南岸型にしても一番多くを占めるのが、0 cm以上4 cm未満の階級であり、特

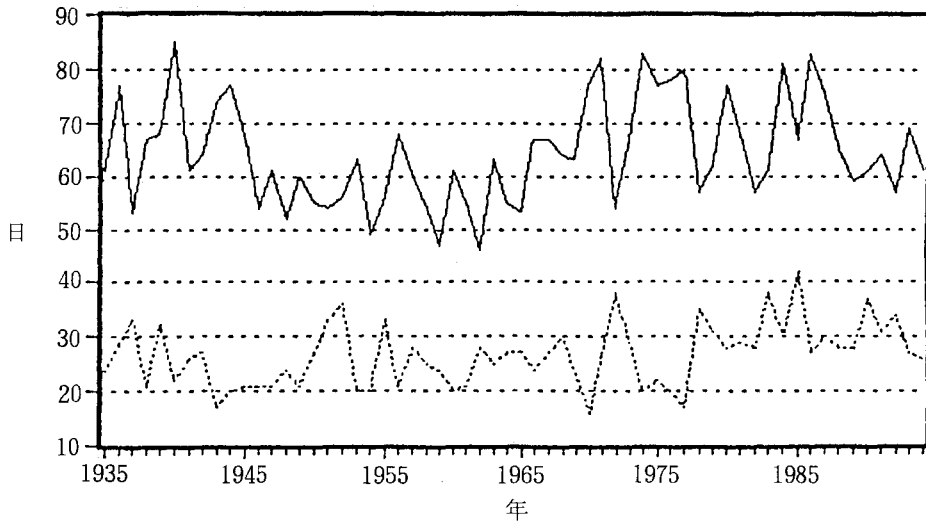
第1-1表 冬型による積雪量の割合

最深積雪量 (cm)	日数	割合 (%)
0 以上 - 4 未満	107	82.9
4 - 8	13	10.1
8 - 12	5	3.9
12 - 16	3	2.3
16 - 20	0	0.0
20 -	1	0.8
合計	129	100

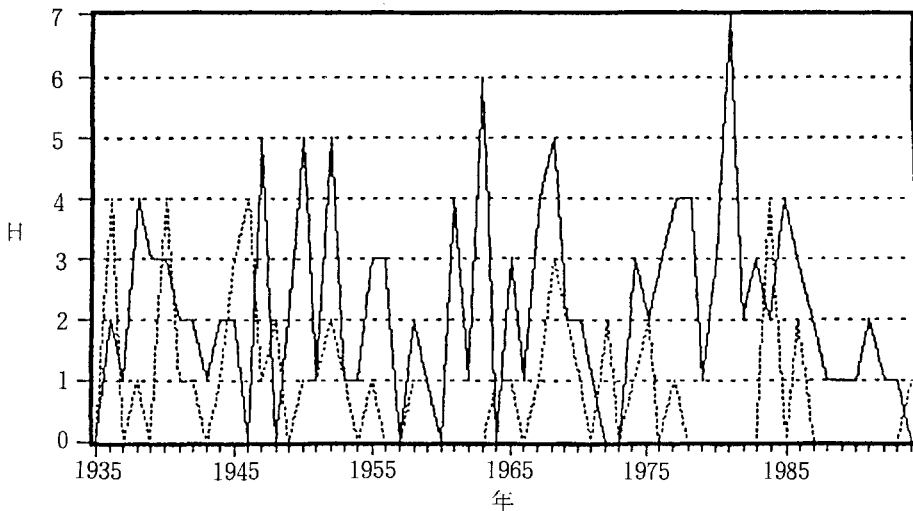
第1-2表 南岸型による積雪量の割合

最深積雪量 (cm)	日数	割合 (%)
0 以上 - 4 未満	36	65.4
4 - 8	9	16.4
8 - 12	5	9.1
12 - 16	1	1.8
16 - 20	3	5.4
20 -	1	1.8
合計	55	100

に冬型での降雪は約83%がこの階級である。しかし、南岸型は割合の変化をみてわかるように、冬型ほどその減り方は急ではない。しかも、16cm以



— 冬型の出現日数 南岸型の出現日数
 第6図 寒候期（12月～3月）の気圧配置型別出現日数



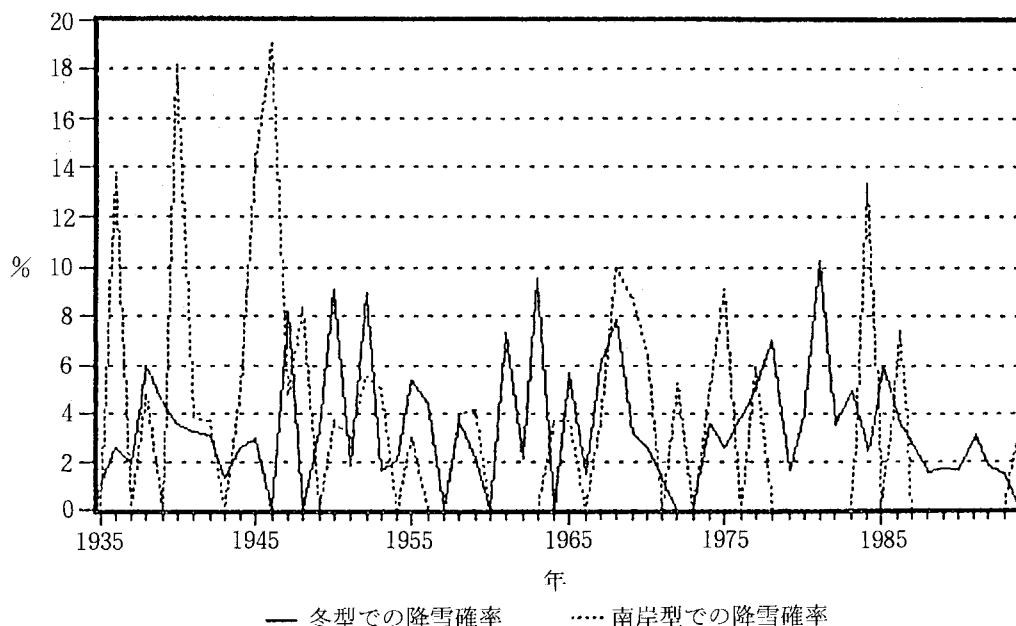
— 冬型の降雪日数 南岸型の降雪日数
 第7図 寒候期（12月～3月）の気圧配置型別降雪日数

上の大雪の場合について注目してみると、5例のうち4例が南岸型である。

これらのことから、冬型での降雪は日数は多いものの、その量は少量であり、南岸型での降雪は、日数は少ないものの、その量には幅があり、特に大雪をもたらしやすいのは南岸型である、ということが分かる。

3.6 気圧配置型別降雪日数・降雪確率

3.5より、冬型での降雪は、日本海、瀬戸内海で供給された水蒸気のうち、本州で雨・雪などとして降らせた残りが雪となって徳島に降るので少量であり、南岸型での降雪は、南からの空気を運んでくるので大量の水蒸気を含んでおり多量の雪、大雪をもたらしやすいと考えられるので、この点に注目して、毎日の気圧配置の出現を気圧配



第8図 寒候期（12月～3月）の気圧配置型別積雪確率

置型別に分けた経年変化（第6図）と、気圧配置型別の降雪日数の経年変化（第7図）と、冬型と南岸型別に求めた降雪確率（（冬型での降雪日数）/（冬型出現日数）、（南岸型での降雪日数）/（南岸型出現日数）、第8図）を見ていく。3.1で述べた積雪量の減少を気圧配置の面から考察すると、大雪をもたらしやすいのは南岸型なので、南岸型気圧配置の方が積雪量に影響すると考えられる。しかし、南岸型の出現は第6図に示されたように、減少傾向にはなく、ほぼ一定ないしは、近年若干増加している。他方、第7図から南岸型での降雪日数をみると、近年減少している。つまり、南岸型気圧配置は出現しているが、降雪は起こりにくくなってきている。すなわち、南岸型での降雪確率が低下してきている。（第8図）

そこで、南岸型での降雪確率低下の原因を調べてみるために、寒候期平均気温と南岸型気圧配置の出現日数、寒候期平均気温と南岸型での降雪日数それぞれについての相関を求めてみると、それぞれ0.36と-0.57となり有意性（5%）を示した。

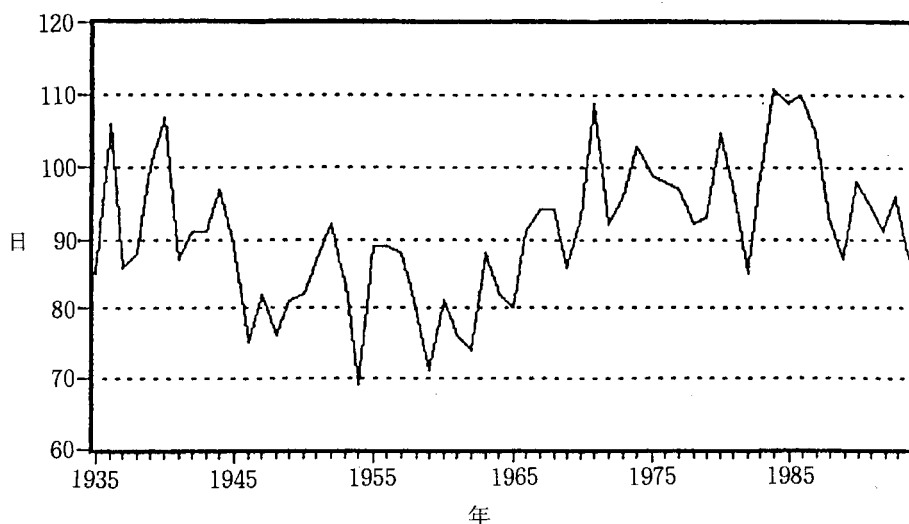
つまり、南岸型での降雪日数も気温と負の相関があるので、寒冷的な冬に南岸型気圧配置が出現すると、降雪日数が多くなる。しかし、近年の温暖

化状況下では、気温が上昇してきているので、南岸型気圧配置の出現は増加しているものの、南岸型気圧配置での降雪が起こりにくくなり、必然的に大雪も起こりにくくなって、積雪量の減少につながっているようだ。

次に、降雪日数の変化を気圧配置面からみていくことにする。そこで、積雪をもたらす可能性のある気圧配置型の出現日数（（冬型出現日数）+（南岸型出現日数））の変化をグラフ化し第9図に示す。これは、南岸型の出現日数が冬型より少なくほぼ一定しているため、冬型の出現日数（第6図）と似た変化を示すことになる。

第9図によれば、1940年過ぎから1960年頃と、1980年以降減少傾向にある。この減少傾向にある時期は、第5図からも分かるように、気温が急上昇している期間である。つまり、気温が急上昇する期間は、積雪をもたらす可能性のある気圧配置型の出現、特に冬型気圧配置の出現が減っている。第8図より、冬型での降雪確率は数%の範囲で変動し、顕著な増減はないので、冬型での降雪日数は、冬型での出現日数を反映するものとなる。

従って、近年の冬型出現日数の減少が冬型降雪日数の減少をもたらしており、それが積雪量減少



— 冬型と南岸型の出現

第9図 寒候期（12月～3月）の冬型と南岸型の出現日数

にもつながり、また、降雪日数の多くを冬型による降雪日数が占めているため、降雪日数の減少に大きく影響しているといえる。

これらのことより、温暖化により冬型出現日数が減少し、それによって、冬型による降雪日数は減少する。他方、南岸型による降雪は、南岸型気圧配置の出現増加しているが、南岸型での降雪日数は減少、従って降雪確率は減少し、積雪量も減少してきている。温暖化は、冬型にも南岸型にも影響を与え、その結果、積雪（大雪日数、積雪量、降雪日数）の減少がもたらされているのである。

4. おわりに

本研究では、温暖化状況下での積雪量・降雪日数について、気温・気圧配置等の面から検討してきた。温暖化に伴い、積雪量、降雪日数は減少しており、その減少は1980年以降、特に激しくなってきた。

この減少には、温暖化にともなう冬型気圧配置出現日数の減少が影響してきており、この冬型出現日数の減少により、冬型での降雪日数だけでなく、南岸型での降雪日数や降雪確率も減少してきている。冬型、南岸型での降雪日数の減少は、それだけにとどまらずに、大雪をもたらしやすい気

圧配置である南岸型での降雪確率の低下も招き、大雪の減少や積雪量の減少につながっている。特に大雪をもたらしやすい南岸型での降雪確率の低下により、大雪が減少し、冬型気圧配置出現の減少により、降雪日数の多くを占める冬型での降雪日数が減少してきている。

しかし、3.1でふれた10数年間隔で出現する大雪の間隔が短縮してきていることについての解明には、まだ今後の研究が必要である。そして、この研究では、雪が降るか降らないかの微妙な温暖な地域の1つとして徳島を取り上げたが、更にもっと多くの地点での研究をすすめて、広い地域での温暖化の影響を比較検討していくことも今後の課題として残っている。

[文 献]

- 朝倉 正 (1980) : 近年における日本の気候変化. 『気候変動の実態』古今書院 (河村 武編), 137~150.
 河村 武 (1980) : 都市における大気汚染の変遷. 『気候変動の実態』古今書院 (河村 武編), 211~219.
 北出 寿江 (1980) : 人間活動活動と降水量の変化. 『気候変動の実態』古今書院 (河村 武編), 220~230.
 北出 寿江 (1986) : 都市化・工業化が降雨・降雪に及ぼす影響. 『気候変動の周期性と地域性』古今書

- 院 (河村 武編), 208~223.
- 木村 龍治 (1992): 地球温暖化と地域気候変化. 地理, 37巻8号, 14~22.
- 倉嶋 厚 (1996): 『日本の気候』古今書院 (グローバル・シリーズ), 253.
- 高柳 弘 (1983): 日本の気候総覧 (下巻). 東洋経済新報社, 991.
- 高柳 弘 (1983): 日本の気候総覧 (上巻). 東洋経済新報社, 772~774.
- 對馬 勝年 (1984): 降雪・積雪にみる地域性. 地理, 29巻12号, 7~12.
- 徳島県史編さん委員会 (1962): 『徳島県災異誌』教育会印刷部, 88.
- 徳島県史編さん委員会 (1981): 『徳島県災異誌』教育会印刷部, 119.
- 中島 暢太郎 (1991): 暖地性降・積雪の研究のすすめ. 文献, 2, 1~2.
- 中村 和朗・木村 竜二・内嶋 善兵衛 (1986): 『日本の気候』岩波書店 (日本の自然, 第5巻), 237.
- 「根本 順吉・朝倉 正 (1980): 『気候変化・長期予報』朝倉書店, 200.
- 正木 明 (1987): 南岸低気圧による近畿地方中部の大雪. 技術情報, 61号, 50~54.
- 森永 由紀 (1991): 北半球の気温と日本の積雪. 文献, 2, 3~4.
- 森永 由紀 (1992): 地球温暖化と雪氷圏の変化. 地理, 37巻8号, 23~30.
- 山口 真之 (1973): 天気図型の分類による降水量の気候学的予想. 技術情報, 6号, 55~58.
- 山本 主夫 (1973): 台湾低気圧の発生に対する考え方について. 技術情報, 6号, 50~54.
- 吉村 稔 (1980): モンスーンアジアの降水量の変動. 『気候変動の実態』古今書院 (河村 正編), 79~93.
- 米澤 新三郎 (1991): 徳島の気象100年. 徳島出版株式会社, 6~40, 78~101, 111.
- “YOSHINO, MASATOSHI & YAMAKAWA, SHUJI” (1974): Pressure Pattern Calendar of East Asia, 1941-1970, and Its Climatological Summary, CLIMATOLOGICAL notes 16. Institute of Geoscience University of Tsukuba, 71.
- “YOSHINO, MASATOSHI & YAMAKAWA, SHUJI” (1985): Pressure Pattern Calendar of East Asia, 1971-1980, and Some Climatological Discussion, CLIMATOLOGICAL notes 34. Institute of Geoscience University of Tsukuba, 37.
- Allen L. Edwards (1979): 『回帰直線と相関』一心理・教育・社会学のための統計学入門一. 慶応通信 (並木博, 小林ポオル, 内藤俊文, 左伯千鶴子訳), 79~83, 203.

[資料]

- 気象庁: 気象累年原簿. 1892年~1946年.
- 気象庁: 気象月表原簿. 1929年~1952年.
- 気象庁: 気象庁月報. 1945年~1994年3月.
- 気象庁: 気象庁年報. 1928年~1993年.
- 気象庁: 地上気象観測法. 1969年. 1988年.
- 気象庁: 気象要覧. 1945年~1955年.
- 気象庁: 極東天気図. 1934年~1945年.
- 日本気象協会: 天気図集成. 1956年~1980年.
- 日本気象協会: 気象. 1981年3月~1994年5月.
- 気象庁: 近年における世界の異常気象と気候変動~その実態と見直し~ (V). 1994年, 57~77, 91~95.