

地球温暖化により十日町の雪は減る？

安成哲三・森永由紀 (筑波大学地球科学系)

1. はじめに

最近、「地球温暖化」という言葉を耳にすることが多くなった。地球の地上平均気温が過去1世紀の間に約1度上昇し、今もなお上がり続けていることによる環境への影響が問題になっている。この「温暖化」の原因は、人間活動起源の二酸化炭素などの増加による温室効果の強化ではないかともいわれているが、まだ決定的な答は出ていない。

図1は北半球と南半球の陸上の年平均気温の変化の傾向を1861-1989年について示している(IPCC,1990)。北半球の気温は今世紀に入ってからゆるやかに上昇し、1960-70年代にかけて一時低温傾向にあったが、70年後半から再び上昇傾向に転じ、80年代はかつてない高温を記録した。最近の温暖化といわれるのはこの70年代後半からの気温の上昇傾向をさす。(南半球の気温変化は北半球とは若干異なるもの、ほぼ同様な傾向をもつ。)

さてこの地球規模の温暖化であるが、地球の年平均気温が上がるということは一体何を意味するのだろうか？たとえばここ十日町の気温も同様に上がっているのか？そういえば過去数年雪が少なかったけれども、これは温暖化のせいなのか？今後雪は減っていくのかどうか・・・？これらを明らかにする目的で、十日町の積雪と気温の関係を北半球全体の気温や大気の流れの場と対応させて解析を行った。用いた資料は、新潟県十日町市の気象70年報1918-1987年(森林総合研究所研究報告、1990)、Jones et al.(1986), Jones(1988)ほかの北半球地上平均気温、気象庁500mb等圧面高度場(対流圏中部、約5,000m付近の気圧の分布)など、いずれも月平均値である。

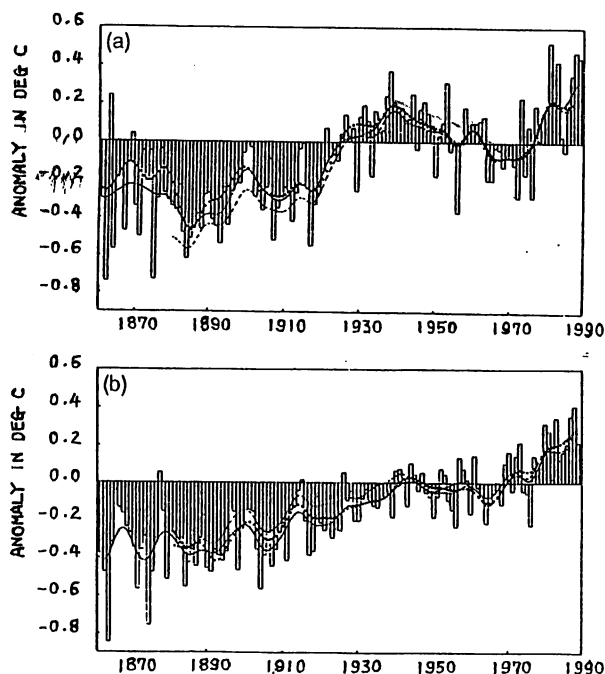


図1 地上気温(陸地)の1951-1980年からの偏差の推移。

(a)北半球 (b)南半球

(IPCC Report, 1990)

2. 「地球温暖化」というけれど、どこでも気温が上がっているわけではない

図2は、1967-1986年の北半球年平均地上気温の変化傾向の分布を示す(Jones, 1989)。実線で囲んだのは、温度が上がっている地域で、たとえばユーラシア大陸の内部やアラスカが顕著である。一方、破線で囲んだのは温度が下がっている地域で、北太平洋や北大西洋などにみられ、気温が上がっているところもあれば下がっているところもある、というように気温変化の傾向は場所によって異なる。図1aの北半球平均でみられる温暖化がどこにでも現れているわけではない。日本付近をみると北日本を中心にむしろ下がっている地域にあたるようだが、はっきりとした特徴は見いだせない。つまり、地球規模の温暖化がそのまま十日町の積雪に影響するというほど単純なものではなさそうだ。

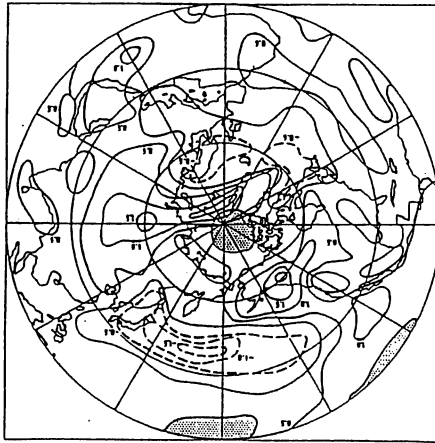


図2 1967-86年の北半球平均気温の変化率
(データは陸地と海洋を含む)
実線が上昇域、破線が下降域。影をつけた部分はデータなし。
(Jones, 1989)

3. 過去70年の十日町の雪と北半球平均気温の変化は傾向が違う

この問題を考えるにあたって、まず十日町の積雪の方からみる。図3は日本の100地点の日平均降雪深の変動の様子を調べたものだが(杉山, 1986)、斜線で示した地域内では降雪は似たような傾向で生じているので、これから解析する十日町の雪の降り方は日本海側の積雪地帯を広く代表していることがわかる。積雪の指標としては各月の降雪量、根雪期間、積算降雪深などいくつかあるが、ここでは最大積雪深を用いる。最大積雪深は表1に示したように、他のいくつかの要素と高い相関関係にあるので、雪に関する各種の情報を併せもっていると思われる。

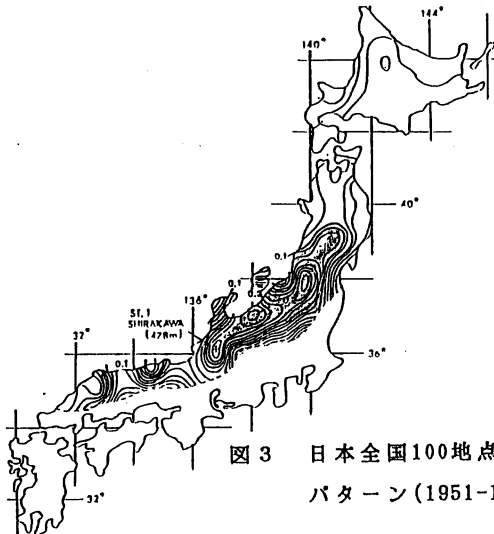


図3 日本全国100地点の日降雪深の第一主成分(寄与率22.4%)の空間パターン(1951-1982)。(杉山, 1987)

表1 最大積雪深と雪に関する諸要素間の相関係数
(十日町1917-1989年)

	相関係数	サンプル数
最大積雪深-根雪期間	0.72	73個
-積算降雪深11-4月	0.94	73個
-12月降雪量	0.58	66個
-1月降雪量	0.73	66個
-2月降雪量	0.70	66個

(いずれも危険率99%で有為)

5. 少雪だった最近4年間・・・1986/87を境に何かが変わった？

さて、これまで十日町の気温は北半球平均気温とは無相関で、最近の温暖化のはじまった70年代以降はむしろ逆相関でさえあると述べてきた。しかし過去4年間、すなわち1984/85の冬以来日本に暖冬が続き積雪も減少していることは知られているし、図5aを見てもわかる。図10に、一冬ごとの積算積雪深の経年変化を1918-90について示す。積算積雪深は最大積雪深と関係が深い（表1）図5aとも傾向が似ているが、1950年代から増え続けてきた積算積雪深が過去4年間で減少傾向に転じたことがより明瞭に現れている。十日町の11-3月の平均気温（図11）にも同様な傾向がみられる。これは1984/85の冬期を境に気温の変化傾向が変わり、それが積雪深に影響しているためと考えられる。

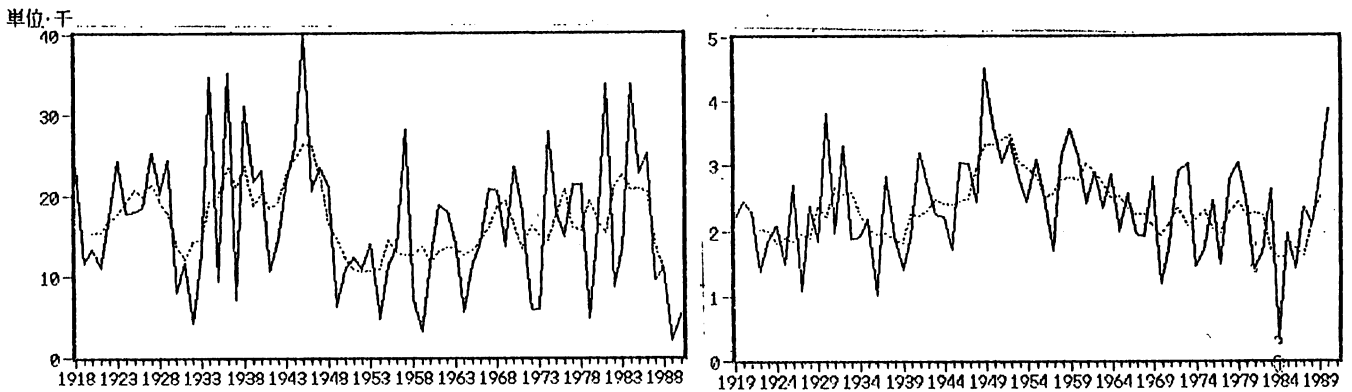


図10 11-3月の積算積雪深の経年変化。 図11 図10に同じ。但し11-3月の平均気温
破線は5年間移動平均

もしこれが最近言われるような気候変化、つまり大規模な大気の流れの場の変化によって生じたならば、同じ少雪でも過去4年間とそれ以前の少雪年ではそれをもたらす気圧配置が異なると考えられる。そこで、過去4年間とそれ以前の少雪年4年間の12月の500mb高度の気圧配置の合成図を比較のために作成した（図12a,b）。

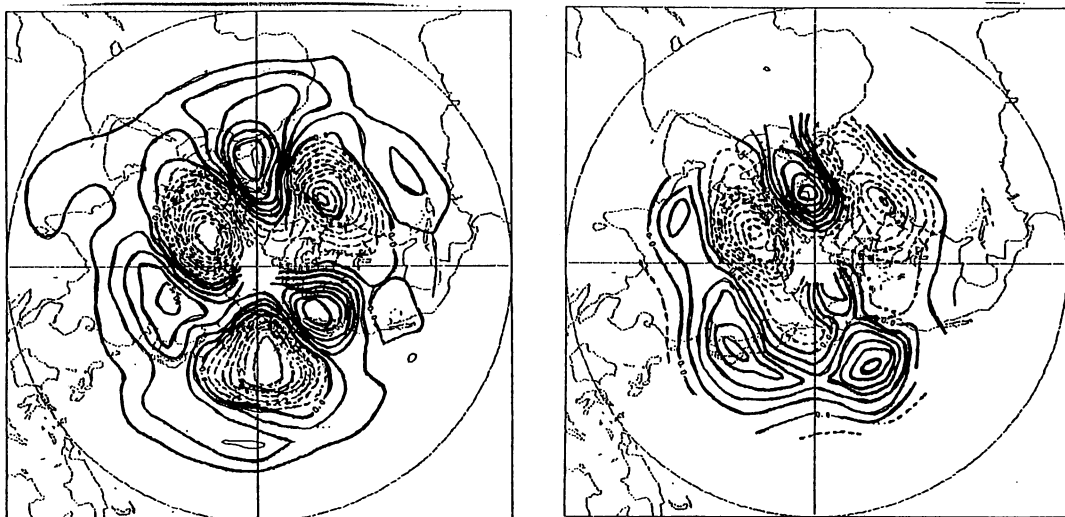


図12 (a) 最近4年間(1986-89年)の12月の500mb高度場(偏差)の合成図
図12 (b) 12(a)に同じ。但し過去に最大積雪深の少なかった4年間 (1948,58,63,71年)

これからわかるように以前の少雪年は図8と逆の気圧配置であり、極から中央アジアにかけて広く気圧が(-)を示していたのが、最近4年間は日本の上空にあった(+)が広く極側にまで及んでいるのが特徴的で、この気圧配置ではユーラシア大陸にも少雪をもたらしている可能性がある(ユーラシアの積雪に関しては最近のデータが入手できず未確認だが、北半球全体では図13のように1978年以降積雪面積は減少の一途をたどっている)。つまり以前は逆の相関であった日本とユーラシアの積雪の変動が、最近は、ともに減少していて、むしろ正の相関になっている。

興味深いことに、この二つの気圧配置図でもっとも大きく異なっているところは、北太平洋から北米大陸にかけての気圧分布である。すなわち北米側ではアリューシャンが負、アラスカが正、という偏差が以前より強調され、PNAパターンと呼ばれる気圧配置(Wallace & Gutzler, 1981)が強められている。近年の北半球の温暖化にこのPNAパターンが上記のEUパターンと同時に一役買っていることは、最近の研究(Trenberth, 1990, Nitta & Yamada, 1989, Yasunari 1990 など)によっても指摘されているが、このPNAパターンが日本海側の積雪にどのように影響を与えているかは、今後の課題である。

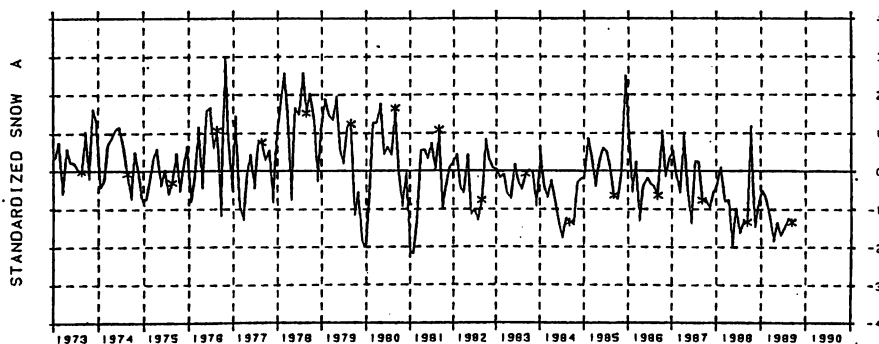


図13 北半球積雪面積の月平均値の時系列変化。値は標準化してあり、*は8月の値を示す。

6. おわりに

これまで述べたように、最近問題になっている地球規模の温暖化の影響は地域によって一様でなく、北半球平均の気温変化をそのまま十日町の気温にあてはめて考えることはできない。しかし、十日町の気温とその影響を強く受ける積雪は、局地的ではなく北半球規模の大気の流れの場と密接に関係しているので、大規模な気候変動の影響は何らかの形でこうむる。とくに過去4年間の暖冬・少雪をもたらしている気圧配置は過去数十年のものとは異なった様相を示しており、今後北半球全体の大気の変動と関連させながら、十日町の積雪の変動を見守っていく必要がある。

[参考文献]

- 1) IPCC report (1990): Observed climate variations and change, Scientific assessment of climate change, IPCC report, WMO/UNEP. (未出版)
- 2) 森林総研十日町試験地(1990): 「新潟県十日町市の気象70年報」森林総研研報 No.357.
- 3) Jones, P.D., S.C.B. Raper, R.S. Bradley, H.F. Diaz, P.M. Kelly and T.M.L. Wigley (1986): Northern Hemisphere surface air temperature variations, 1851-1984. *J. Clim. Appl. Met.*, 25, 161-179.
- 4) Jones, P.D. (1988): Hemispheric surface air temperature variations: recent trends and an update to 1987. *J. Clim.*, 1, 654-660.
- 5) Jones, P.D. (1989): Global temperature variations since 1861, "Proceedings of International Symp. on the Long-term Variability of Pelagic Fish Populations and their Environment", 1989, Sendai.
- 6) 杉山貴子(1987): 「日本の降雪分布と大気循環場」、筑波大学大学院環境科学研究科修士論文(昭和61年度)。
- 7) Wallace, J.M., and D.S. Gutzler(1981): Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 784-812.
- 8) Morinaga, Y. and T. Yasunari(1987): Interactions between the snow cover and the atmospheric circulations in the northern hemisphere. *IAHS Pub. No.166*, 73-78.
- 9) 森永由紀(1987): Interactions between snow cover and atmospheric circulation in the northern hemisphere. 筑波大学大学院地球科学研究科修士論文(昭和61年度)。
- 10) Trenberth(1990): Recent observed interdecadal climate changes in the northern hemisphere. *Bull. Amer. Soc.*, 71, 7, 988-993.
- 11) Nitta, T. and S. Yamada(1989): Recent warming of tropical sea surface temperature and its relationships to the northern hemisphere circulation. *J. Meteor. Soc. Japan*, 67, 359-374.
- 12) Yasunari, T. (1990): Changes in atmospheric circulation patterns associated with the recent warming in the Northern Hemisphere. Annex, WMO IPCC Report, WG1. (投稿中)