

筑波大学菅平高原実験センターにおける 過去35年間の気象観測からみた菅平の気象の傾向

清水悟

筑波大学菅平高原実験センター

〒386-2201 長野県小県郡真田町大字長 1278-294

・ 要旨

筑波大学菅平高原実験センター（北緯 36 度 31 分，東経 138 度 21 分，標高 1320m）において観測した 35 年間の気温、降水量の変化は次の通りであった。

1. 1970 年からの年平均気温は 5.3 度から 7.6 度の間で変動し、直線回帰した場合の変動傾向はわずかな上昇傾向（約 0.3℃/35 年）を示したが統計的には有意ではなかった。また、同じ時期における月最高気温の年平均値には上昇傾向はみられなかったが、月最低気温の年平均値には上昇傾向が確認できた。最高、最低極値については最高極値では上昇、最低極値では下降傾向が認められる。

2. 降水量は年総降水量、夏、冬の降水量とも増加する傾向が有意にみられた。前報（清水・峰村、1998）の傾向との大きな違いは夏の降水量が上昇傾向を示したことであった。冬に雪の状態以降る降水量は前回と同様、増加は有意であった。積算積雪の深さは大きな変化は認められないので、この観測結果は乾燥粉雪から湿った雪の状態が多くなっていることを示唆するものと考えられる。

上記 1、2 の結果をまとめると、菅平地域における気象の傾向は最高極値は上昇傾向、最低極値は下降傾向、最低気温は上昇傾向、冬季の降水量は増加している。また、冬の雪質も乾いた雪から湿った雪に変化してきている。

・ はじめに

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」がまとめた第 2 次評価報告書（IPCC, 1996）によると、地球の表面付近の気温は 0.3~0.6℃上昇しており、地球の温暖化が世界的な問題になっている。そこで、当実験センターで長年独自に観測を続けてきた結果を用いて、年間気温、年降水量から地球全体の現象が、地域的にはどのようにあらわれているかを知ろうと試みた。

1998 年に報告した「長野県菅平における 1970 年から 1997 年（28 年間）の気温、降水量の経年変化」（清水・峰村 1998）では 1970-1997 における菅平の気温と降水量の長期変動について報告した。本報告はその後 2004 年まで観測されたデータを加えて、改めて全体の傾向に変化があるかを再検討したものである。

・ 方法

菅平高原実験センターでは、1970 年以来 1977 年 3 月まで、総合気象観測装置（太田計器製作所）を用いて、気温、地温、降水量、日射量、風向風速などの気象要素を記録してきた。自記記録紙に記録したこれらの気象要素を、1 時間毎に読み取り、データベースとして保存した。1997 年 4 月より総合気象観測装置（横河ウエザック株式会社）の更新が実現し、湿度、日照、気圧などの観測要素も加わり、デジタル化されたデータを用いた。

気温データは、年間平均気温、四季別平均気温（春期：3 月～5 月、夏期：6 月～8 月、秋期：9 月～11 月、冬期：12 月～翌年 1、2 月）、最高、最低気温の 7 つの要素の平均値を算出し、それぞれ傾向を表した。さらに最高、最低気温については極値の傾向も示した。

年総降水量の測定では、4 月から 11 月の降水量は総合気象観測装置の雨量計を用いて測定し、1 月から 3 月まで及び 12 月の雪については、降雪のあった日の雪を採取し、定体積の雪を溶かして、それを水分量として測定した。これと総合気象観測装置の雨量計により得られた測定値を加算して冬季の降水量とした。

積雪深は観測地に設置した目盛りのついたポールで観測した。

降水量については年総降水量、夏期（4 月から 11 月）の降水量、冬（前年 12 月から当年 3 月）の降水量を算出した。

・ 結果と考察

過去 35 年間の年平均気温の推移を図 1 に示す。図 1 は上から、それぞれ年平均気温（A）、月最高気温の年平均値（B）、月最低気温の年平均値（C）である。図中の傾向線は、各観測値から最小自乗法を用いて直線回帰したものである。観測データを追加した結果、年平均気温は上昇傾向を示しているようにみえたが、前報（1998）で示された場合よりも上昇傾向が小さかった。その結果、上昇傾向は統計的にも有意ではなく、前報（1998）同様年平均気温の顕著な上昇は示されなかった。図 1-B の月最高気温の年平均値の傾向線も統計的に有意を示さなかった。図 1-C の月最低気温の年平均値においては危険率 5%以上で有意であり、最低気温の平均値では上昇していることを示していた。

最高、最低気温について極値を用いた結果について図2に示す。最高極値はわずかながらも上昇傾向にあり、観測期間の後半(1987年以降)には30℃を超える年が4回も記録された。1985年以前に最高極値が30℃を超える年はみられなかったことから、最近の最高極値の上昇は温暖化現象によるものかも知れない。一方、最低極値では明瞭な下降傾向が認められたが、-20℃以下の年は観測期間の前半の方が多数記録されており(1985年以前3回、1986年以降1回)極端な寒さはむしろ減少していた。

図3に季節別の平均気温の推移を示す。A:春の平均気温、B:夏の平均気温、C:秋の平均気温、D:冬の平均気温を表している。前報ではすべての季節において気温の上昇は確認できなかったが、本報では春、秋の平均気温において上昇傾向がみられた。夏、冬については統計的に有意な傾向を示さず、上昇あるいは下降の確認はできなかった。しかし、エルニーニョの発生年には冷夏と暖冬が出現する傾向がみられた。参考として1949年以降のエルニーニョ現象及びラニーニャ現象の発生期間(季節単位)を表1に示した。

図4に降水量の推移を示す。Aは年総降水量、Bは夏期の降水量、Cは冬季の降水量を示す。これらの図から年総降水量、夏の降水量、冬の降水量とも増加する傾向を示した。しかし統計的検定をすると、年総降水量と冬の降水量の増加のみが有意であった。

図4-Dに年度別積算降雪量を示す。1983年度と1995年度の豪雪を除けば、ほぼ同様な積算積雪量であり降雪量に変化はなかった。図4-Cと図4-Dを比較すると、冬期間の降水量は増加したが、降雪量に大きな変化がないことから、単位体積当たりの雪の水分量は増加したことが明らかである。すなわち乾燥粉雪から湿った雪に変わってき

ている。これは冬の気圧配置の変化と深く関係しているものと思われる。典型的な冬型である西高東低の気圧配置から沿岸低気圧が通過するような、春に多くあらわれる気圧配置が冬の期間にも多くなってきたことが原因と思われる。

これらを総合的にみて、冬の平均気温との関連からも暖冬傾向を意味している。

以上の観測結果から、地球全体の環境変化(温暖化、エルニーニョ現象など)の影響がこの菅平のような高地、寒冷地においても少なからずあらわれていることが明らかである。とくに、菅平高原では最低平均気温の上昇傾向と冬期間の降水量の増加が顕著である。

・謝辞

本報告書作成にあたり、ご指導ならびにご助言をいただきました菅平高原実験センター長 徳増征二教授、大学院生命環境科学研究科 鞠子茂助教授に厚く感謝し、お礼申し上げます。

・参考文献

- [1] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) . (1996) *Climate Change 1995*. Cambridge University Press.
- [2] 気象庁(2004) エルニーニョ現象及びラニーニャ現象. 気象庁ホームページ
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/elnino/mikata/whatiselnino.html>
- [3] 清水悟・峰村紀一(1998) 長野県菅平における1970年から1997年(28年間)の気温、降水量の経年変化. 筑波大学技術報告, (18):43-47

エルニーニョ現象	ラニーニャ現象
	1949 年夏～1950 年夏
1951 年春～1951／1952 年冬	
1953 年春～1953 年夏	1954 年春～1956／1957 年冬
1957 年春～1958 年春	
1963 年夏～1963／1964 年冬	1964 年春～1964／1965 年冬
1965 年春～1965／1966 年冬	1967 年夏～1968 年春
1968 年秋～1969／1970 年冬	1970 年春～1971／1972 年冬
1972 年春～1973 年春	1973 年春～1974 年春
	1974 年秋～1976 年春
1976 年夏～1976／1977 年冬	
1982 年春～1983 年夏	1984 年秋～1985 年夏
1986 年秋～1987／1988 年冬	1988 年春～1989 年春
1991 年春～1992 年夏	
1993 年春～1993 年夏	
1997 年春～1998 年夏	1998 年秋～1999 年春
	1999 年夏～2000 年春
2002 年春～2002／2003 年冬	

表 1 : 1949 年以降のエルニーニョ現象及びラニーニャ現象の発生期間 (季節単位)

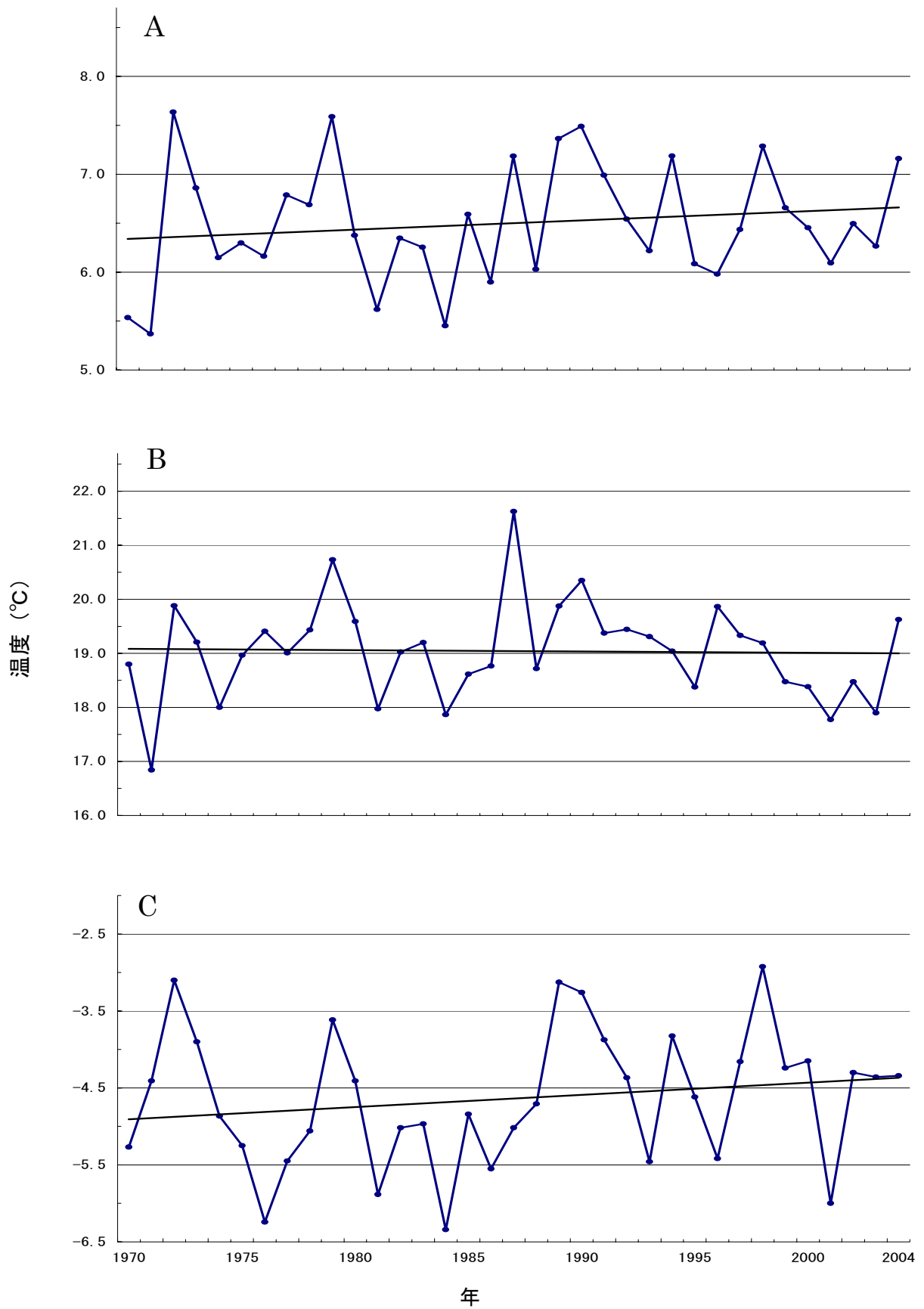


図1：菅平高原実験センターにおける1970年からの年平均気温(A)、月最高気温年平均値(B)、月最低気温年平均値(C)の推移

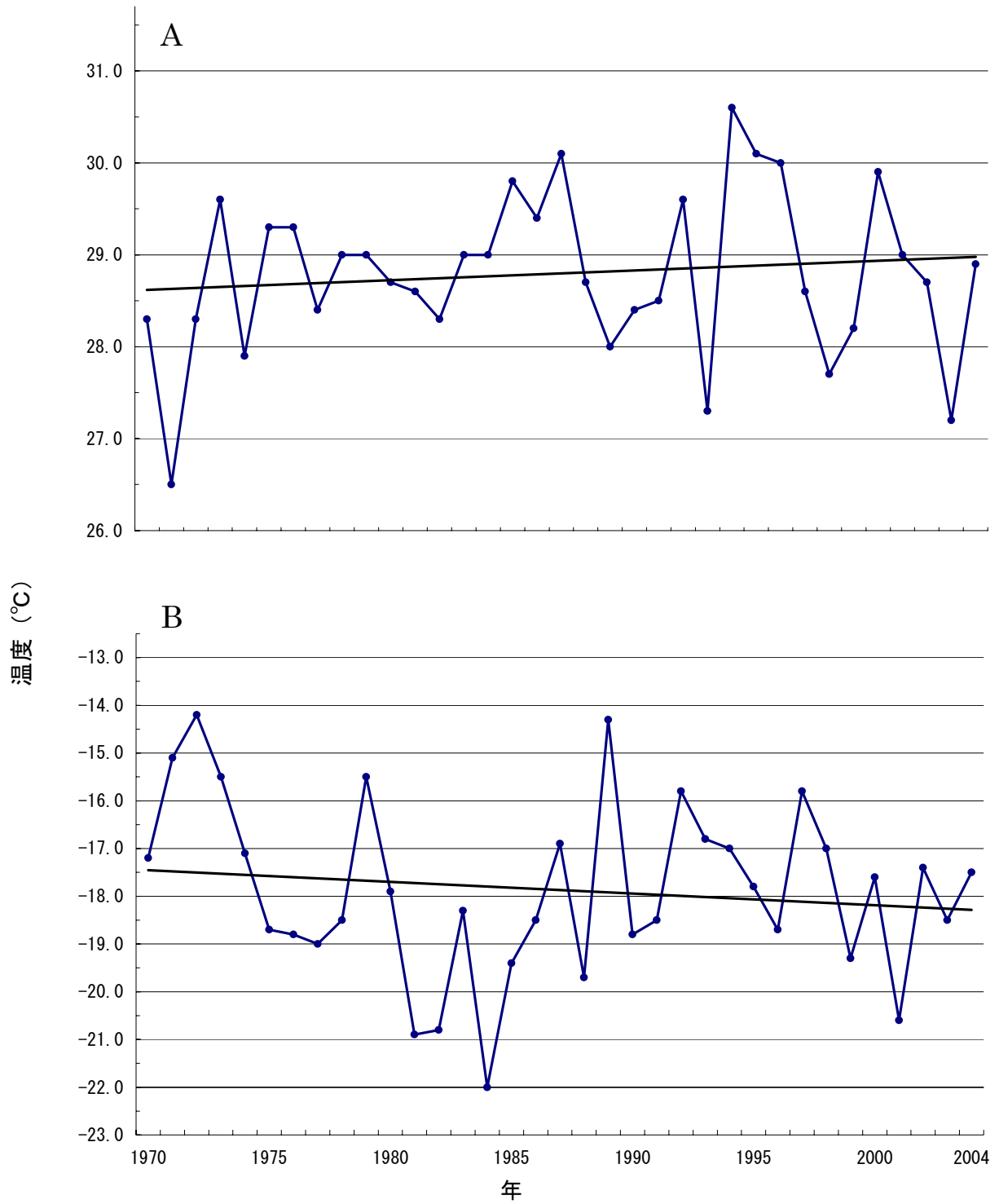


図2：菅平高原実験センターにおける1970年からの年最高気温(A)、年最低気温(B)の推移

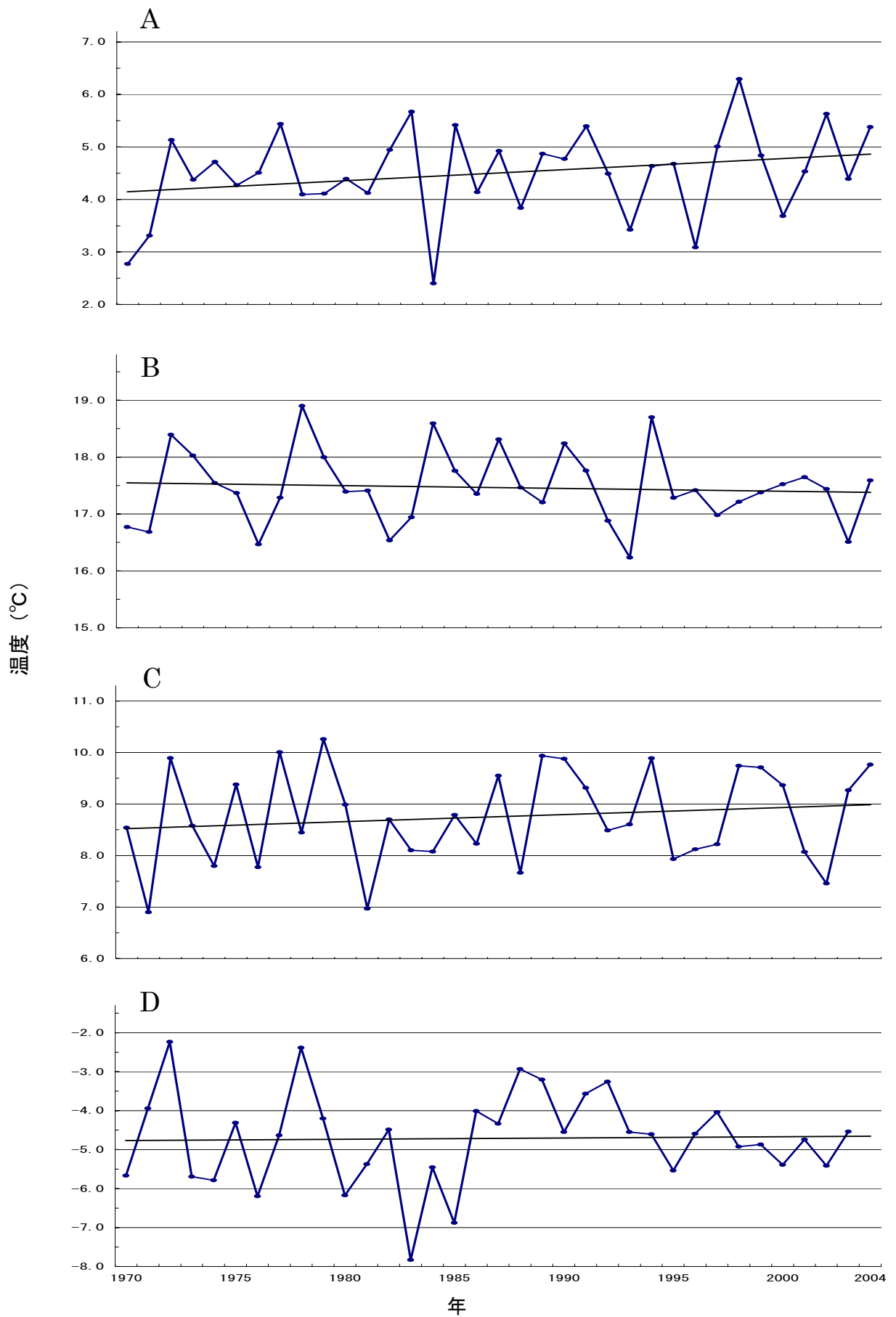


図3：菅平高原実験センターにおける1970年からの春(A)、夏(B)、秋(C)、冬(D)の平均気温の推移

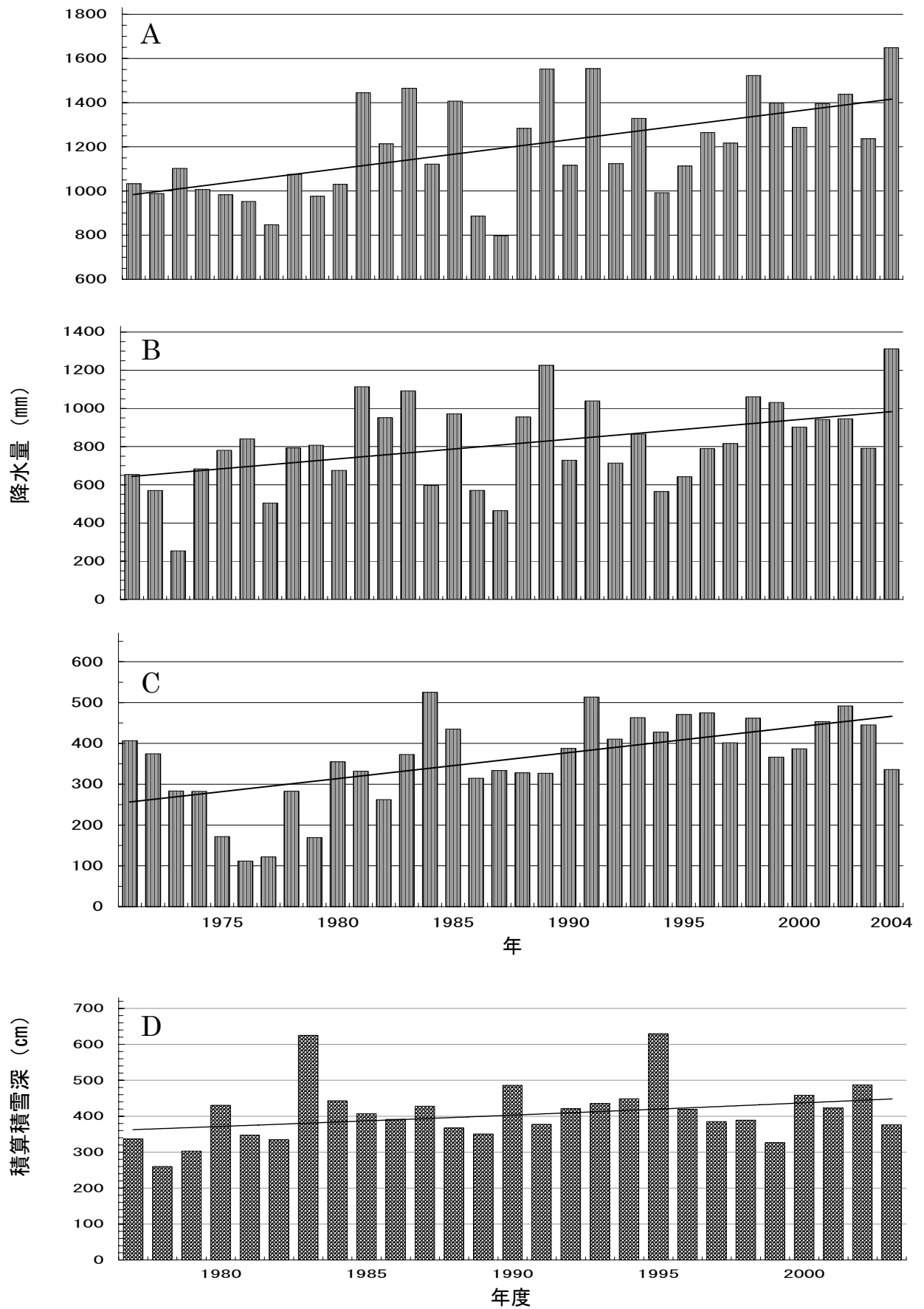


図4：菅平高原実験センターにおける1971年からの年総降水量(A)、夏の降水量(B)、冬の降水量(C)の推移、(D)は1977年からの積算積雪深を示す