



Title	大雪山土壤温度の通年変化
Author(s)	工藤, 岳; KUDO, Gaku; 兒玉, 裕二 他
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 49, 15-32
Issue Date	1991-03-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18770
Type	departmental bulletin paper
File Information	49_p15-32.pdf



大雪山土壤温度の通年変化*

工藤 岳

(北海道大学大学院環境科学研究科)

兒玉 裕二

(低温科学研究所)

(平成2年12月受理)

I. は じ め に

北海道中央部に位置する大雪山系は、溶岩台地からなる平坦な地形と豊富な積雪ならびに夏季の降水量のため、多種の高山植物が大規模な群落を形成している。植物の分布パターンを決定している環境要因は主に冬季の積雪深、消雪時期ならびに生育期の土壤水分状態であり、積雪の果たす役割は大きい。積雪は直接的には植物の年間の生育期間の長さに作用し、間接的には冬季から春季にかけての低温や強風からの保護、融雪時の水分供給源として、植物の分布や生育と大きく関わっている¹⁾。大雪山系では消雪時期の最も早い場所には地衣類やイワウメ・ミネズオウ・ガンコウラン等を主構成種とする風衝地植生が発達し、次いでハイマツ群落が優占する。夏まで積雪が残る場所には広範囲にわたって雪田植物群落が成立しており、8月中旬以降消雪する雪田底部では高等植物は少なくなり、鮮苔類がパッチ状に生育するようになる。

温度は植物の生長やフェノロジーに作用する重要な要因の一つであるが、高山や極地域では気温よりもむしろ土壤温度の影響が大きいことが知られている²⁻⁴⁾。また、土壤温度は土壤動物や菌類・細菌の活性に作用し、有機物分解による土壤形成とも密接に関係していることが知られている^{2,4)}。しかしながら高山域での長期にわたる土壤温度の測定はこれまでにほとんど行われておらず、特に冬季の積雪下での土壤温度環境については測定例がない。そこで著者等は1989年10月から90年9月にかけて、大雪山南部ヒサゴ沼付近で植生タイプの異なる4地点の通年にわたる土壤温度変化を測定したので、その結果について報告する。

II. 調査地および方法

調査地は大雪山南部ヒサゴ沼北西に位置する南東向き斜面とした。この斜面は冬季の季節風の影響で大規模な雪渓が形成され、消雪時期も4月下旬から9月上旬まで、場所により非常に異なっている。例年9月下旬頃降雪が始まり、10月上旬から中旬頃根雪となる。1989年9月末に以下に述べる4地点に自記温度計（コーナースystem, KADEC-U）を設置し、翌年10月初旬まで1時間間隔で土壌温度を測定した。なお、測定深度は植物の根系の主分布域である4 cmとした。

1. 地衣類が優占する風衝地 (Lichen field)

尾根上あるいはテラス状地形に発達するハナゴケ・エイランタイ等の地衣類がマット状に優占する群落。地衣類以外には、ミネズオウ・チシマツガザクラ・ガンコウラン・キバナシャクナゲ・クロマメノキ・ウラシマツツジ等の矮性低木が多く見られる。冬季の積雪は少なく、4月中旬から下旬にかけて消雪する。測定地点の標高1850 m。(Photo. 1)

2. ハイマツ群落 (*Pinus pumila* community)

樹高1~2 mのハイマツ密生林。林床にはコガネイチゴ・ヒメタケシマラン・エゾイソツツジ・コケモモ等が疎生している。林縁部はキバナシャクナゲ・ガンコウランからなる袖群落が発達している。林冠は5月上旬頃積雪から開放される。測定地点の標高1850 m。(Photo. 2)

3. 雪田植物群落 (Snow meadow)

エゾノツガザクラ・アオノツガザクラ・チングルマ等の矮性低木やハクサンボウフウ・エゾコザクラ・ミヤマキンバイなどの多年生草本からなる湿性草原。6月上旬から7月下旬にかけて消雪する場所に広く発達する。測定地点の標高1790 m。(Photo. 3)

4. 雪田底部コケ群落 (Moss mat)

8月上旬以降に消雪する場所に成立するコケ密生群落。植被率が非常に低く、鮮類(*Polytrichum sexangulare*)がパッチ状にマットを形成している。マットの厚さは1~8 cmにおよび、ミヤマキンバシゲ・ミヤマクロスゲなどの禾本類を主体とする数種の高等植物がこのマット上に疎生している。測定地点の標高1800 m。(Photo. 4)

III. 測定結果

各測定地点における土壌温度の日平均ならびに最大値・最小値をTable. 1に示す。Fig. 1には各測定地点の月平均土壌温度の年変化を示す。

地衣類が優占する風衝地では10月中旬に根雪になった後、3月まで土壌温度は低下し続ける。3月の平均土壌温度は -5.5°C で、測定期間中の最低温度は -8.8°C であった。4月以降7月まで温度は上昇し続け、7~8月は平均土壌温度は 14°C を越える。夏季の日変化は非常に激しく、温度差が 20°C を越える日も珍しくない。夏季(6~9月)の最高温度は 33°C 、最低温度は -1.5°C であった。日平均土壌温度が 10°C 以上になった日は一年間で86日間(途中10日間の欠測があるが)であった。

ハイマツ林内では冠雪後土壌温度は緩やかに低下し、最寒月は2月の -1.3°C であった。測定期間

中の最低温度はまだ積雪が少ない10月中旬の -7.1°C で、冠雪後は -2°C 以下になることはほとんどなかった。消雪は6月初旬でその後温度は急激に上昇する。最暖月は8月の 12.2°C で、日変化は一般に少なく温度差が 10°C を越えることはなかった。夏季の最高温度は 18.5°C 、最低温度は -0.2°C で土壤温度環境は比較的安定している。日平均温度が 10°C 以上の日は年間70日(途中11日間の欠測があるが)あった。

雪田植物群落では冠雪後の10月から3月にかけて土壤温度は緩やかに低下し、最低温度 0.1°C となった後、5月上旬から消雪前の7月上旬まで緩やかに上昇する。消雪後の7月中旬から9月中旬までの2ヵ月間は日平均温度 10°C 以上を保ち、晴れた日の日較差は 15°C 前後であった。測定期間中の最高温度は 26.4°C 、最低温度は 0.1°C で年間を通して土壤温度が氷点下になることはなかった。日平均温度 10°C 以上の日は66日間であった。

雪田底部のコケ群落では冠雪後土壤温度は非常にゆっくりと低下し、5月上旬に最低温度 0.3°C に達した後再び上昇し、消雪直前の8月上旬まで 0.6°C に保たれていた。無雪期間は年間約60日足らずであり、平均土壤温度が 10°C になるのはわずか41日間であった。測定期間中の最高温度は 28.7°C 、最低温度は -0.8°C で、晴れた日の日較差は 20°C 以上あった。土壤温度が氷点下になったのは冠雪直前の10月初旬の3日間だけで、ほぼ年間を通して土壤温度は 0°C 以上に保たれていた。

以上の測定結果から、植生タイプにより土壤温度環境は大変異なっていることが明らかとなった。積雪が少なく消雪時期も早い風衝地は土壤温度の季節変動が大きく、冬季にはかなりの深さまで凍結していることが予想され、このような環境に生育するためには強い耐寒性が要求されると考えられる。また、生育期の土壤温度の日変化も激しく、植物の生育にとって厳しい環境であると思われる。ハイマツ林内では冬季の温度はそれほど低下せず、凍土層も薄いと予想される。夏季においても土壤温度は 20°C 以下に保たれ、日変動も少なく安定した温度環境にあることがわかった。これは地上部が一年中密生したハイマツに覆われているためであると思われる。雪田群落やコケ群落では一年の大部分が厚い積雪に覆われており、雪による断熱効果のため冬季間も土壤は 0°C 以上に保たれている。雪解けは夏になってから起こるために、消雪後は直ちに土壤温度が 10°C 以上に上昇する。従って、このような場所に分布している植物は、高山域にありながらほとんど土壤凍結が生じない温暖環境下に生育していることになる。

本調査に要した経費の一部は平成元年度文部省科学研究費補助金一般研究(B)「雪渓の水循環に関する水文学的研究」(課題番号01460053 研究代表者 山田知充)および、平成2年度科学研究費補助金奨励研究(特別研究員)「高山植物の積雪に対する反応と適応」(02954013 工藤岳)によった。

参 考 文 献

- 1) 石塚和雄 1949. 八甲田山における積雪と植物群落との関係—特に雪田の植物群落について. 生態学研究 11, 193–203.
- 2) Bliss, L. C. 1962. Adaptations of arctic and alpine plants to environmental conditions. Arctic 15, 117–438.
- 3) Holway, J. G. and Ward, R. T. 1965. Phenology of alpine plants in northern Colorado. Ecology 46, 73–83.
- 4) Bliss, L. C. 1971. Arctic and alpine plant life cycles. Ann. Rev. Ecol. Syst. 2, 405–438.

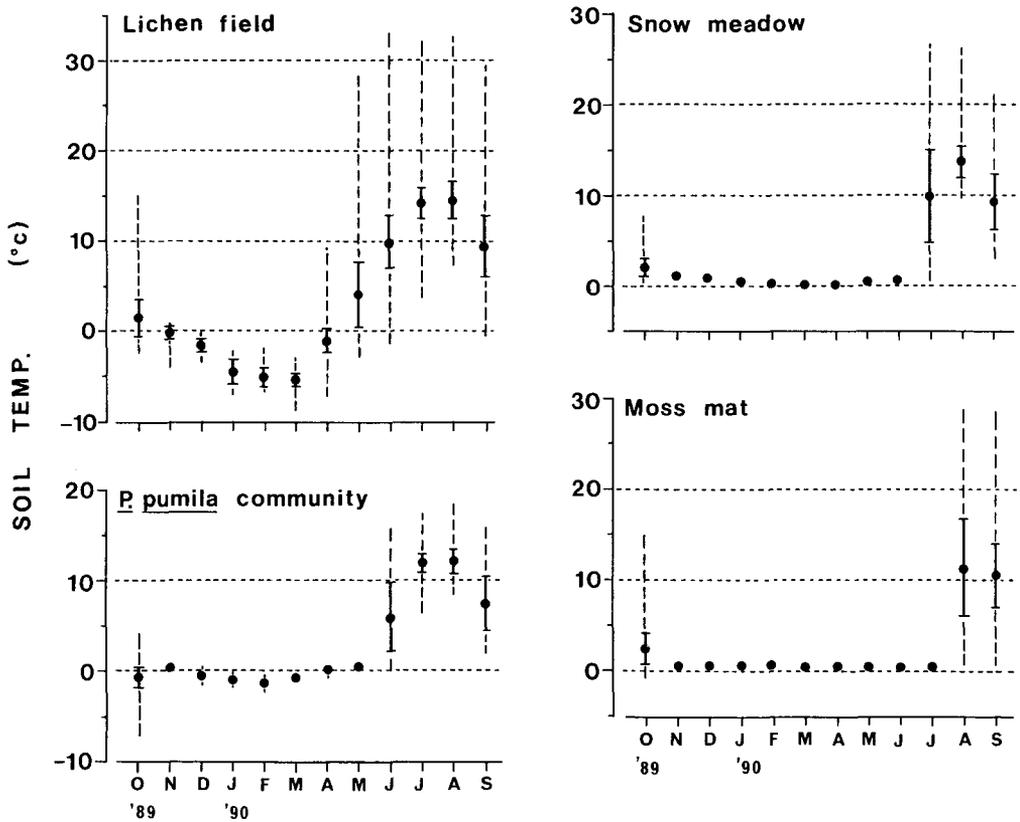


Fig. 1 Annual transitions of soil temperatures at the points of four vegetation types, during October in 1989 to September in 1990. Closed circles denote monthly mean values, vertical lines show s. d. of daily means in each month, and vertical broken lines show monthly ranges (max. - min.).

Table 1. Soil temperatures of four vegetation types. Measurement depth was 4cm, at one hour interval.

No. 1

1989	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	2.0	4.8	-0.2	0.4	0.7	-0.2	2.5	4.0	1.0	2.6	4.7	0.1
2	2.0	11.3	-2.1	-0.8	0.3	-4.2	1.0	2.1	0.2	3.2	13.5	-0.8
3	3.0	13.3	-0.8	-0.3	0.4	-1.3	2.0	5.1	0.6	3.4	12.2	-0.3
4	3.0	11.7	-0.7	-0.0	0.6	-1.3	2.5	5.7	0.8	3.3	9.8	0.1
5	5.6	16.7	-0.8	0.7	1.2	-0.5	4.2	7.6	1.0	6.0	14.9	0.2
6	5.4	9.8	2.8	3.3	4.4	1.6	5.2	7.6	3.1	5.9	9.2	3.7
7	3.0	8.4	-0.6	0.8	4.0	-2.0	3.2	4.8	1.0	4.5	10.8	0.2
8	0.1	1.7	-1.5	-2.1	-1.5	-3.1	1.0	1.6	0.5	1.0	3.6	-0.4
9	-0.3	0.0	-0.7	-2.7	-2.4	-3.2	1.5	1.6	1.3	1.4	1.4	1.3
10	0.3	1.8	-1.3	-1.4	0.5	-2.9	1.6	1.6	1.5	1.4	1.5	1.3
11	1.8	5.4	0.6	0.5	0.5	0.4	1.2	1.5	0.8	1.6	2.5	1.3
12	4.3	13.4	0.1	0.5	0.5	0.4	1.2	1.4	0.9	3.1	7.4	0.6
13	3.5	17.0	-0.7	0.5	0.5	0.4	1.3	1.4	1.0	4.1	13.3	0.2
14	4.3	17.7	-0.9	0.5	0.5	0.4	1.3	1.5	0.9	5.6	14.7	0.4
15	3.7	8.6	-0.4	0.5	0.5	0.4	1.7	2.4	1.4	4.5	8.9	1.0
16	5.2	10.5	3.5	0.6	0.9	0.5	4.5	7.3	2.6	5.7	9.8	4.3
17	1.7	4.0	0.0	-0.1	1.9	-2.6	2.8	4.3	2.0	2.8	4.7	1.8
18	-1.3	0.0	-2.1	-3.0	-1.7	-7.1	1.8	2.0	1.7	1.6	1.8	1.4
19	0.3	1.0	-0.8	-1.0	-0.7	-1.7	1.6	1.7	1.6	1.3	1.4	1.3
20	0.5	0.6	0.2	-0.5	-0.5	-0.7	1.6	1.6	1.5	1.2	1.3	1.1
21	-0.7	0.1	-1.9	-0.2	-0.1	-0.4	1.5	1.5	1.5	1.1	1.1	1.0
22	-0.4	0.5	-1.9	-0.0	0.0	-0.1	1.5	1.5	1.4	1.0	1.0	1.0
23	-0.6	0.2	-1.5	-0.1	-0.1	-0.2	1.5	1.5	1.4	1.0	1.0	1.0
24	-1.0	-0.2	-1.6	-0.1	-0.1	-0.2	1.4	1.5	1.4	0.9	1.0	0.9
25	0.5	1.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	1.4	1.4	1.4	0.9	0.9	0.9
26	0.8	2.0	0.4	0.2	0.3	0.0	1.4	1.4	1.4	0.9	0.9	0.9
27	0.0	0.4	-1.0	0.4	0.4	0.3	1.4	1.4	1.4	0.9	0.9	0.9
28	-0.1	0.6	-1.1	0.4	0.4	0.4	1.3	1.4	1.3	0.9	0.9	0.9
29	-0.7	0.5	-2.1	0.4	0.4	0.4	1.3	1.3	1.3	0.8	0.9	0.8
30	-1.4	0.0	-2.5	0.4	0.4	0.4	1.3	1.3	1.3	0.8	0.8	0.8
31	-0.7	0.2	-2.4	0.4	0.4	0.4	1.2	1.3	1.1	0.8	0.8	0.8

Ave.* 1.4 ± 2.1°C -0.6 ± 1.1°C 1.9 ± 1.0°C 2.4 ± 1.7°C

* Averages of daily mean ± S.D.

1989 Nov.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	0.1	0.7	-2.4	0.4	0.5	0.4	1.3	1.3	1.1	0.8	0.8	0.8
2	-2.0	0.7	-4.0	0.5	0.5	0.5	1.3	1.3	1.2	0.8	0.8	0.8
3	-1.6	0.0	-4.3	0.5	0.5	0.5	1.1	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8
4	-0.1	0.7	-2.3	0.4	0.5	0.4	1.2	1.2	1.1	0.8	0.8	0.8
5	-2.4	0.1	-3.7	0.4	0.4	0.4	1.2	1.2	1.2	0.8	0.8	0.8
6	-1.5	-0.6	-3.1	0.4	0.4	0.4	1.2	1.2	1.2	0.8	0.8	0.8
7	0.1	0.5	-0.6	0.4	0.4	0.4	1.0	1.2	0.8	0.8	0.8	0.7
8	-0.1	0.7	-2.2	0.5	0.5	0.4	1.0	1.1	1.0	0.7	0.7	0.7
9	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.9	1.0	0.9	0.7	0.7	0.7
10	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	1.0	1.0	0.9	0.7	0.7	0.7
11	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7
12	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7
13	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.1	1.0	0.7	0.7	0.7
14	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.1	1.1	1.0	0.7	0.7	0.7
15	0.4	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	1.1	1.1	1.1	0.7	0.7	0.7
16	0.3	0.3	0.2	0.5	0.5	0.5	1.1	1.1	1.1	0.7	0.7	0.7
17	0.2	0.3	0.2	0.5	0.5	0.5	1.1	1.1	1.1	0.7	0.7	0.7
18	0.2	0.3	0.2	0.5	0.5	0.5	1.1	1.1	1.0	0.7	0.7	0.7
19	0.2	0.3	0.2	0.5	0.6	0.5	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7
20	0.2	0.2	0.1	0.5	0.6	0.5	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7
21	0.1	0.1	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7
22	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	1.1	1.1	1.0	0.7	0.7	0.7
23	-0.1	0.0	-0.2	0.5	0.5	0.4	1.1	1.1	1.1	0.7	0.7	0.7
24	-0.2	-0.2	-0.3	0.4	0.4	0.4	1.1	1.1	1.0	0.7	0.7	0.7
25	-0.3	-0.2	-0.3	0.3	0.4	0.3	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7
26	-0.2	-0.2	-0.3	0.3	0.3	0.2	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7
27	-0.1	-0.1	-0.2	0.3	0.3	0.2	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.6
28	0.0	0.1	-0.1	0.2	0.3	0.2	1.0	1.0	1.0	0.6	0.7	0.6
29	0.0	0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6
30	-0.2	-0.1	-0.4	0.3	0.3	0.3	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6
Ave.	$-0.1 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$			$0.4 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$			$1.1 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$			$0.7 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$		

No. 3

1989 Dec.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	-0.5	-0.4	-0.7	0.2	0.3	0.2	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6
2	-0.6	-0.5	-0.7	0.2	0.2	0.2	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6
3	-0.4	-0.4	-0.5	0.2	0.2	0.2	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6
4	-0.3	-0.1	-0.4	0.1	0.2	0.1	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6
5	-0.5	-0.2	-0.8	-0.0	0.1	-0.1	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.6
6	-0.9	-0.8	-1.0	-0.1	-0.1	-0.2	0.9	1.0	0.9	0.6	0.6	0.6
7	-1.0	-1.0	-1.1	-0.2	-0.1	-0.2	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6
8	-0.9	-0.8	-1.0	-0.2	-0.1	-0.2	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6
9	-0.9	-0.8	-1.0	-0.2	-0.2	-0.2	0.9	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6
10	-1.3	-1.0	-1.5	-0.4	-0.2	-0.5	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
11	-1.5	-1.4	-1.6	-0.5	-0.4	-0.6	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
12	-1.5	-1.4	-1.6	-0.5	-0.4	-0.6	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
13	-1.7	-1.5	-1.9	-0.7	-0.5	-0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
14	-1.9	-1.8	-2.0	-0.6	-0.6	-0.7	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
15	-1.6	-1.5	-1.8	-0.7	-0.6	-0.9	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
16	-1.8	-1.6	-1.9	-0.9	-0.8	-1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
17	-1.7	-1.6	-1.8	-0.8	-0.7	-0.9	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
18	-2.1	-1.8	-2.4	-1.0	-0.9	-1.1	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
19	-2.8	-2.5	-3.4	-1.1	-0.9	-1.5	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
20	-3.4	-3.1	-3.1	-1.6	-1.5	-1.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6
21	-2.6	-2.3	-3.1	-1.6	-1.5	-1.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
22	-2.3	-2.1	-2.4	-1.5	-1.3	-1.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
23	-2.0	-1.9	-2.1	-1.2	-1.2	-1.3	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
24	-2.2	-2.0	-2.3	-1.2	-1.1	-1.3	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
25	-2.0	-1.8	-2.2	-1.0	-1.0	-1.1	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5
26	-1.7	-1.6	-1.8	-0.9	-0.9	-1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
27	-1.5	-1.3	-1.6	-1.0	-0.8	-1.1	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
28	-1.3	-1.2	-1.7	-0.7	-0.6	-0.8	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
29	-2.1	-1.7	-2.2	-0.6	-0.5	-0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
30	-2.0	-1.9	-2.1	-0.5	-0.5	-0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
31	-2.3	-1.9	-2.9	-0.4	-0.4	-0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
Ave.	-1.6 ± 0.7°C			-0.6 ± 0.5°C			0.8 ± 0.1°C			0.6 ± 0.1°C		

1990 Jan.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max	Min.
1	-2.9	-2.8	-3.1	-0.4	-0.4	-0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
2	-3.0	-2.9	-3.1	-0.5	-0.4	-0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
3	-2.8	-2.7	-3.0	-0.4	-0.4	-0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
4	-2.6	-2.5	-2.7	-0.4	-0.4	-0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
5	-3.0	-2.6	-3.1	-0.6	-0.5	-0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
6	-3.1	-2.8	-3.3	-0.5	-0.5	-0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
7	-3.1	-2.8	-3.4	-0.7	-0.6	-0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
8	-3.4	-3.2	-3.6	-1.0	-0.9	-1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
9	-2.9	-2.5	-3.2	-1.2	-1.1	-1.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10	-2.4	-2.2	-2.5	-1.1	-0.9	-1.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
11	-2.4	-2.2	-2.8	-0.9	-0.8	-1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
12	-3.1	-2.8	-3.2	-0.8	-0.7	-0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
13	-3.1	-3.0	-3.4	-0.8	-0.8	-0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
14	-3.7	-3.4	-3.9	-0.9	-0.8	-1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
15	-4.1	-3.9	-4.3	-0.9	-0.9	-1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
16	-4.4	-4.3	-4.4	-1.2	-1.0	-1.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
17	-4.4	-4.4	-4.5	-1.4	-1.3	-1.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
18	-4.6	-4.3	-4.7	-1.6	-1.5	-1.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
19	-4.0	-3.8	-4.3	-1.6	-1.5	-1.7	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
20	-4.2	-3.8	-4.7	-1.5	-1.5	-1.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
21	-4.9	-4.7	-5.1	-1.4	-1.3	-1.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
22	-5.2	-5.1	-5.2	-1.4	-1.3	-1.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
23	-5.1	-5.0	-5.3	-1.3	-1.2	-1.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
24	-5.6	-5.3	-5.7	-1.2	-1.1	-1.2	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
25	-5.6	-5.5	-5.7	-1.1	-1.1	-1.1	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
26	-6.0	-5.7	-6.3	-1.2	-1.1	-1.2	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
27	-6.5	-6.3	-6.6	-1.2	-1.1	-1.2	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
28	-6.9	-6.5	-7.0	-1.1	-1.0	-1.1	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
29	-6.5	-6.1	-6.8	-1.3	-1.1	-1.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.5
30	-6.4	-6.1	-6.9	-1.5	-1.3	-1.7	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5	0.5
31	-6.9	-6.7	-7.0	-1.7	-1.6	-1.8	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
Ave.	-4.3 ± 1.4°C			-1.1 ± 0.4°C			0.5 ± 0.1°C			0.5 ± 0.0°C		

No. 5

1990 Feb.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	-6.5	-6.3	-6.7	-1.9	-1.8	-1.9	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
2	-6.6	-6.4	-6.8	-2.1	-1.9	-2.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
3	-6.0	-5.4	-6.4	-2.1	-2.0	-2.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
4	-5.6	-5.5	-5.9	-1.9	-1.7	-2.1	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
5	-6.2	-5.9	-6.5	-1.6	-1.5	-1.7	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
6	-6.2	-5.6	-6.5	-1.4	-1.3	-1.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
7	-5.4	-5.3	-5.5	-1.2	-1.2	-1.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
8	-5.4	-5.3	-5.5	-1.2	-1.1	-1.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
9	-5.5	-5.4	-5.7	-1.1	-1.0	-1.1	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
10	-5.6	-5.2	-5.9	-1.1	-1.0	-1.1	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4
11	-4.8	-4.3	-5.1	-1.1	-1.1	-1.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4
12	-4.3	-4.2	-4.6	-1.0	-0.9	-1.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
13	-4.9	-4.6	-5.2	-1.2	-1.1	-1.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
14	-5.4	-5.2	-5.5	-1.4	-1.3	-1.5	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
15	-5.8	-5.5	-6.1	-1.5	-1.4	-1.5	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
16	-5.8	-5.1	-6.2	-1.5	-1.4	-1.6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
17	-5.1	-5.0	-5.2	-1.6	-1.5	-1.7	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
18	-5.4	-5.2	-5.6	-1.6	-1.6	-1.7	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
19	-5.7	-5.3	-6.0	-1.5	-1.4	-1.6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
20	-5.0	-4.6	-5.3	-1.5	-1.4	-1.7	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
21	-4.2	-3.8	-4.6	-1.4	-1.4	-1.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
22	-3.4	-3.0	-3.8	-1.3	-1.2	-1.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
23	-3.0	-2.7	-3.2	-1.1	-1.0	-1.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
24	-2.6	-2.4	-2.7	-0.9	-0.9	-1.0	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
25	-2.3	-2.1	-2.4	-0.8	-0.7	-0.9	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
26	-2.3	-2.1	-3.1	-0.7	-0.7	-0.8	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
27	-4.0	-3.2	-4.6	-0.6	-0.5	-0.7	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
28	-5.5	-4.6	-6.1	-0.5	-0.5	-0.6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
Ave.	$-5.0 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$			$-1.3 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$			$0.2 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$			$0.4 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$		

1990 Mar.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	- 5.9	- 5.5	- 6.3	- 0.5	- 0.4	- 0.5	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
2	- 5.8	- 5.2	- 6.2	- 0.4	- 0.4	- 0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
3	- 5.6	- 5.0	- 6.0	- 0.4	- 0.3	- 0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
4	- 4.6	- 4.0	- 5.0	- 0.3	- 0.3	- 0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
5	- 4.9	- 4.1	- 5.3	- 0.4	- 0.3	- 0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
6	- 5.2	- 5.0	- 5.4	- 0.3	- 0.3	- 0.4	0.2	0.2	0.1	0.4	0.4	0.4
7	- 5.3	- 5.0	- 5.5	- 0.3	- 0.3	- 0.3	0.2	0.2	0.1	0.4	0.4	0.4
8	- 4.9	- 4.5	- 5.9	- 0.3	- 0.3	- 0.4	0.2	0.2	0.1	0.4	0.4	0.4
9	- 6.0	- 5.6	- 6.5	- 0.4	- 0.4	- 0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
10	- 5.3	- 4.8	- 5.7	- 0.3	- 0.3	- 0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
11	- 4.4	- 4.0	- 4.8	- 0.3	- 0.3	- 0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
12	- 3.9	- 3.5	- 4.2	- 0.3	- 0.3	- 0.3	0.2	0.2	0.1	0.4	0.4	0.4
13	- 5.4	- 3.5	- 8.5	- 0.4	- 0.3	- 0.4	0.1	0.2	0.1	0.4	0.4	0.4
14	- 6.8	- 5.3	- 8.8	- 0.4	- 0.3	- 0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
15	- 5.5	- 4.3	- 6.6	- 0.3	- 0.3	- 0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
16	- 5.6	- 5.0	- 6.3	- 0.4	- 0.3	- 0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
17	- 6.1	- 5.3	- 7.0	- 0.5	- 0.4	- 0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
18	- 5.8	- 4.8	- 6.7	- 0.5	- 0.5	- 0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
19	- 5.7	- 5.0	- 6.3	- 0.5	- 0.5	- 0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
20	- 5.4	- 5.0	- 5.8	- 0.6	- 0.5	- 0.6	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
21	- 5.5	- 4.5	- 6.2	- 0.6	- 0.6	- 0.6	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
22	- 5.7	- 5.0	- 6.2	- 0.6	- 0.6	- 0.6	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
23	- 5.6	- 4.7	- 6.6	- 0.6	- 0.6	- 0.6	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
24	- 5.3	- 5.0	- 5.8	- 0.6	- 0.5	- 0.6	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
25	- 6.3	- 5.5	- 6.9	- 0.6	- 0.6	- 0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
26	- 6.9	- 6.1	- 7.7	- 0.7	- 0.7	- 0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
27	- 6.5	- 5.7	- 7.5	- 0.7	- 0.7	- 0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
28	- 6.0	- 4.9	- 7.2	- 0.7	- 0.7	- 0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
29	- 5.7	- 4.5	- 6.7	- 0.7	- 0.7	- 0.8	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
30	- 5.5	- 4.1	- 6.8	- 0.7	- 0.7	- 0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
31	- 4.3	- 3.1	- 5.8	- 0.7	- 0.7	- 0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
Ave.	-5.5 ± 0.7°C			-0.5 ± 0.2°C			0.1 ± 0.1°C			0.4 ± 0.0°C		

No. 7

1990 Apr.	Lichen field			Pinus communiy			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	-2.4	-1.6	-3.3	-0.7	-0.6	-0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
2	-1.8	-1.1	-2.6	-0.6	-0.6	-0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
3	-2.5	-1.7	-3.4	-0.5	-0.5	-0.6	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
4	-1.7	-1.1	-2.6	-0.4	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
5	-2.5	-1.8	-4.0	-0.4	-0.3	-0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
6	-4.1	-3.1	-4.7	-0.3	-0.2	-0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
7	-3.3	-1.5	-4.9	-0.2	-0.2	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
8	-2.9	-2.0	-3.5	-0.2	-0.1	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
9	-4.0	-3.5	-4.9	-0.1	-0.1	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
10	-4.1	-2.5	-5.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
11	-2.3	0.1	-4.8	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
12	-0.5	0.5	-2.1	-0.1	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
13	0.1	0.5	-1.0	-0.0	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
14	-0.1	0.6	-1.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
15	-0.7	1.1	-2.6	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
16	-1.2	2.7	-4.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
17	-1.6	4.2	-5.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
18	-1.2	5.1	-7.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
19	-1.2	4.6	-6.8	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
20	0.0	7.5	-5.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
21	1.6	9.1	-2.0	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
22	0.9	3.6	-1.1	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
23	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
24	0.0	0.6	-2.8	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
25	-1.2	0.5	-4.3	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
26	-0.4	0.5	-2.9	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
27	-0.4	0.5	-2.4	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
28	-0.5	0.5	-2.6	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
29	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
30	0.2	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4
Ave.	-1.2 ± 1.5°C			0.1 ± 0.4°C			0.1 ± 0.0°C			0.4 ± 0.0°C		

1990 May	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	- 0.1	0.1	- 0.3	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
2	- 0.1	0.5	- 0.8	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
3	0.4	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
4	0.3	0.5	- 0.4	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
5	0.6	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.6	0.1	0.3	0.3	0.3
6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3
7	1.3	4.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
8	2.6	8.8	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
9	4.3	12.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
10	1.6	3.9	0.2	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
11	5.2	13.8	0.0	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
12	4.3	11.9	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4
13	1.7	7.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
14	2.8	9.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
15	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
16	0.5	0.7	0.1	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
17	2.3	10.2	0.1	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
18	6.6	17.6	0.0	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
19	2.7	3.9	1.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
20	7.6	22.5	2.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
21	6.2	18.4	0.1	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
22	0.7	1.9	0.0	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
23	2.3	10.3	- 1.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
24	3.1	13.6	- 2.9	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
25	3.3	10.6	- 0.8	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
26	9.3	21.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
27	7.5	21.2	0.1	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
28	11.3	27.7	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
29	10.6	26.8	- 0.1	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
30	11.2	28.0	1.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
31	11.9	28.3	2.2	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ave.	4.0 ± 3.7°C			0.5 ± 0.0°C			0.5 ± 0.2°C			0.5 ± 0.1°C		

No. 9

1990 Jun.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	6.4	9.8	3.7	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
2	6.0	8.6	4.9	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
3	5.2	9.0	3.4	1.4	2.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
4	6.9	16.9	- 0.9	2.2	3.6	0.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
5	7.6	20.0	- 0.5	1.9	4.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
6	8.4	23.2	- 0.8	1.4	3.8	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
7	11.3	33.0	- 1.5	1.7	3.7	- 0.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
8	9.6	23.0	4.0	5.5	9.0	1.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
9	8.7	17.6	5.4	5.8	7.4	3.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
10	9.6	15.1	4.2	6.3	8.7	3.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
11	9.3	19.6	4.4	5.8	10.9	3.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
12							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
13							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
14							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
15							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
16							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
17	No data			No data			0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
18							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
19							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
20							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
21							0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
22	17.6	24.2	7.2				0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
23	10.4	18.2	6.2	9.5	11.6	7.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
24	8.7	10.8	6.6	9.5	10.2	8.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
25	9.5	18.1	6.1	9.1	11.7	7.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
26	12.2	21.9	5.8	9.9	13.1	7.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
27	13.4	26.1	5.1	10.2	14.9	6.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
28	8.8	11.9	6.9	8.7	10.1	7.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
29	11.8	20.7	5.0	10.1	13.7	6.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
30	14.4	28.6	5.1	11.3	16.2	7.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ave.	9.8 ± 3.0°C			5.9 ± 3.8°C			0.6 ± 0.0°C			0.6 ± 0.0°C		

1990 Jul.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	15.2	29.8	6.2	11.9	16.8	7.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
2	14.8	28.9	5.9	11.9	17.0	7.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
3	15.1	26.3	5.8	11.6	16.2	7.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
4	9.7	13.2	7.3	9.4	10.9	7.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
5	12.0	15.8	8.7	11.4	13.2	9.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
6	13.0	17.4	9.8	12.0	13.9	10.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
7	14.0	21.5	9.3	12.1	14.3	10.3	3.9	10.9	0.6	0.6	0.6	0.6
8	14.8	28.5	7.1	11.5	15.1	8.2	8.6	17.8	2.6	0.6	0.6	0.6
9	14.9	26.2	6.7	11.3	15.3	7.8	9.8	17.1	3.6	0.6	0.6	0.6
10	14.5	23.9	6.3	11.3	14.3	7.2	9.7	15.1	4.1	0.6	0.6	0.6
11	15.3	30.3	8.5	12.1	15.6	9.5	11.1	18.9	6.3	0.6	0.6	0.6
12	15.7	30.3	6.7	11.8	17.4	7.7	12.3	21.9	5.5	0.6	0.6	0.6
13	11.5	17.9	8.1	9.9	13.3	7.8	9.5	15.9	6.3	0.6	0.6	0.6
14	12.3	21.3	5.3	10.6	13.0	6.6	10.1	16.6	4.9	0.6	0.6	0.6
15	16.2	26.8	10.9	13.1	15.3	11.2	12.5	18.1	9.0	0.6	0.6	0.6
16	11.8	13.0	10.5	11.4	11.8	10.9	10.3	11.1	9.3	0.6	0.6	0.6
17	13.9	20.4	9.7	12.3	14.1	10.6	12.1	17.2	8.9	0.6	0.6	0.6
18	14.2	19.2	11.2	12.5	13.6	11.6	12.5	16.4	10.5	0.6	0.6	0.6
19	16.2	29.3	10.2	12.4	14.9	10.5	14.4	23.1	10.5	0.6	0.6	0.6
20	14.3	26.4	7.6	11.2	14.3	8.5	13.4	20.9	8.5	0.6	0.6	0.6
21	15.9	27.8	7.1	12.0	15.7	8.5	14.8	23.2	9.1	0.6	0.6	0.6
22	13.3	14.1	12.5	13.3	14.2	11.8	13.6	14.7	12.7	0.6	0.6	0.6
23	14.5	17.9	12.1	13.5	14.4	12.7	14.1	16.7	12.8	0.6	0.6	0.6
24	15.4	23.3	11.3	13.8	15.2	12.3	14.8	19.1	12.1	0.6	0.6	0.6
25	13.6	15.9	12.2	13.3	13.8	12.6	13.9	15.3	12.7	0.6	0.6	0.6
26	11.6	14.5	5.3	11.2	13.0	7.8	11.8	13.2	7.7	0.6	0.6	0.6
27	12.8	25.7	3.7	10.1	13.9	6.3	12.5	21.3	6.4	0.6	0.6	0.6
28	17.0	32.3	6.9	11.9	16.0	7.7	15.3	26.4	8.9	0.6	0.6	0.6
29	12.7	15.3	9.6	12.0	13.3	11.0	13.0	15.1	11.1	0.6	0.6	0.6
30	17.5	31.9	9.0	12.7	15.8	10.3	15.4	24.9	10.5	0.6	0.6	0.6
31	15.3	28.4	8.7	11.8	14.7	9.4	14.3	21.4	10.8	0.6	0.6	0.6
Ave.	14.2 ± 1.7°C			11.9 ± 1.0°C			9.9 ± 5.1°C			0.6 ± 0.0°C		

No11

1990 Aug.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	14.0	21.3	9.8	11.9	13.5	10.0	13.4	17.1	11.1	0.6	0.6	0.6
2	13.2	15.8	10.7	12.6	13.4	11.5	13.4	14.9	11.9	0.6	0.6	0.6
3	17.6	30.1	10.2	13.5	16.0	11.3	15.9	24.2	11.5	0.6	0.6	0.6
4	18.3	32.6	10.3	13.9	17.3	10.9	16.9	26.3	12.3	0.6	0.6	0.6
5	18.9	31.4	10.9	14.2	16.9	11.3	16.8	23.6	12.9	0.6	0.6	0.6
6	18.0	29.7	11.7	14.6	18.5	12.0	16.9	24.2	13.5	2.4	5.6	0.6
7	17.5	29.0	11.5	14.3	16.8	12.1	16.4	24.2	13.3	12.3	22.0	4.8
8	15.9	30.4	9.4	11.8	14.4	9.3	14.4	20.4	11.1	12.3	25.3	5.6
9	14.8	26.0	8.4	10.4	12.5	8.4	13.6	20.6	10.1	12.1	22.9	3.5
10	11.9	15.5	7.7	10.8	12.5	8.4	12.2	13.9	10.2	10.3	13.5	5.6
11	13.9	17.4	11.6	13.4	15.4	11.2	14.3	17.5	11.9	14.1	17.6	10.8
12	12.4	14.5	10.9	11.9	12.6	11.1	12.6	13.5	11.7	12.5	14.5	11.1
13	11.5	12.9	10.4	11.2	11.8	10.4	11.8	12.6	11.2	11.4	12.7	10.4
14	12.0	13.9	10.7	11.8	12.1	11.2	12.2	12.9	11.5	12.3	13.7	11.0
15	12.8	16.5	10.4	12.2	13.6	11.0	12.8	14.8	11.3	13.0	17.0	10.7
16	12.1	13.7	10.4	11.6	12.2	10.5	12.4	13.6	11.2	12.7	14.2	11.1
17	15.6	30.4	10.3	11.7	14.4	10.3	13.3	19.5	11.0	16.0	26.4	10.4
18	15.1	26.0	9.5	10.7	12.4	9.2	13.4	20.0	10.9	16.5	27.2	10.6
19	16.0	29.4	7.8	11.2	14.5	8.3	13.8	21.3	9.8	16.3	28.7	8.1
20	13.0	17.3	10.8	11.9	13.0	10.1	12.9	14.7	11.7	13.5	17.4	10.9
21	16.1	28.0	9.9	12.0	13.9	10.3	14.2	20.0	11.2	17.3	27.5	10.6
22	13.1	14.2	11.0	12.3	14.0	10.6	13.3	14.2	11.9	13.9	15.0	12.1
23	15.8	17.3	13.6	15.4	17.2	14.0	16.1	17.5	14.1	16.2	17.6	14.3
24	13.6	15.1	11.3	13.1	15.5	11.1	13.8	15.9	11.2	14.1	15.9	11.9
25	12.9	18.4	8.4	11.0	12.5	9.9	12.2	15.0	10.4	13.6	19.0	9.9
26	12.0	15.1	8.2	11.0	12.4	9.1	11.8	13.6	9.9	12.5	15.9	8.9
27	13.3	22.8	7.1	11.6	13.7	9.7	12.6	16.0	9.9	14.6	21.9	8.8
28	13.2	20.5	7.9	11.3	13.0	9.8	12.4	15.9	10.3	14.0	20.0	9.3
29	14.2	24.4	7.4	11.4	14.4	9.1	12.7	16.9	9.7	14.7	23.1	8.2
30	12.2	15.0	10.8	11.3	11.9	10.4	12.0	13.0	11.2	12.9	15.7	11.2
31	14.4	20.5	11.9	12.9	14.2	11.8	13.7	16.8	12.2	15.4	22.0	12.5
Ave.	14.4 ± 2.1°C			12.2 ± 1.25°C			13.7 ± 1.6°C			11.3 ± 5.3°C		

1990 Sep.	Lichen field			Pinus community			Snow meadow			Moss mat		
	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
1	14.5	20.5	10.3	12.3	13.6	10.3	13.5	16.1	11.4	15.3	21.0	11.2
2	15.5	20.5	14.0	14.8	15.8	13.8	15.2	17.3	14.1	16.5	20.6	15.0
3	14.8	23.2	12.5	13.8	15.2	12.6	14.7	18.4	12.9	15.5	20.8	13.3
4	11.2	15.9	8.4	10.1	12.4	8.5	11.1	13.1	9.1	12.0	16.4	9.1
5	12.1	21.3	7.8	8.7	10.4	7.1	11.0	15.0	8.9	12.9	21.1	8.4
6	11.1	17.6	6.7	9.1	10.4	7.0	10.9	13.8	8.8	12.4	18.4	8.4
7	11.2	20.7	3.7	8.5	11.4	5.6	10.5	14.8	7.2	12.6	20.9	5.7
8	13.4	28.8	4.8	8.3	13.1	4.2	11.7	20.4	7.3	14.3	28.0	5.5
9	14.5	29.4	5.6	9.1	13.4	4.9	12.5	21.2	8.1	15.0	28.0	5.6
10	13.8	23.4	9.7	10.8	12.9	8.7	12.6	16.5	10.5	14.5	25.2	10.3
11	11.2	14.0	8.9	10.4	11.4	9.4	11.5	12.9	10.3	12.0	14.4	10.1
12	9.5	20.0	- 0.6	9.8	11.6	7.6	10.9	14.3	8.8	11.3	18.5	6.6
13	10.4	18.9	1.1	8.6	10.9	7.0	11.0	16.7	8.0	13.2	23.5	5.8
14	11.5	20.9	4.8	8.3	11.8	4.9	11.1	18.1	6.9	12.9	23.4	5.6
15	7.9	8.9	6.4	7.5	8.2	5.6	8.6	9.8	6.9	8.4	9.2	7.4
16	7.8	12.8	4.2	5.5	7.4	3.1	8.4	12.7	6.2	10.0	18.4	4.7
17	7.1	10.4	2.6	6.1	7.5	3.7	7.8	9.8	5.6	7.7	10.9	3.5
18	11.1	14.0	7.1	10.2	11.7	7.1	10.8	12.9	7.4	12.3	18.8	7.6
19	8.2	10.9	5.3	6.6	10.7	4.5	8.9	11.2	6.9	9.3	14.2	6.1
20	4.9	7.1	2.8	5.0	6.6	3.0	6.1	7.8	4.3	5.4	7.4	2.8
21	7.1	15.9	1.1	3.8	5.7	1.9	6.3	12.1	2.9	8.5	20.9	0.6
22	5.7	7.7	4.4	5.1	5.9	4.0	5.9	7.2	4.5	6.2	10.8	4.6
23	6.7	11.1	4.1	5.0	6.1	4.2	6.5	8.9	4.2	8.0	13.0	4.7
24	5.4	6.5	4.0	5.2	5.8	4.5	5.9	6.9	4.4	6.3	7.3	4.9
25	6.3	9.6	3.8	5.6	7.2	4.4	6.5	8.8	4.3	7.1	10.5	4.8
26	7.7	15.4	2.6	4.5	6.1	2.7	7.0	12.6	4.4	9.9	19.9	4.4
27	6.5	12.3	1.4	3.9	6.0	1.8	6.0	9.4	3.1	7.8	15.7	2.2
28	4.3	7.1	2.3	3.8	5.2	2.9	4.9	7.4	2.9	5.3	8.2	3.6
29	4.7	6.8	1.8	4.3	5.1	2.8	5.1	6.4	3.5	5.7	8.3	3.0
30	4.9	7.6	2.2	4.5	6.2	2.8	5.7	8.1	3.9	5.9	9.3	3.1
Ave.	9.4 ± 3.4°C			7.6 ± 3.0°C			9.3 ± 3.0°C			10.5 ± 3.4°C		

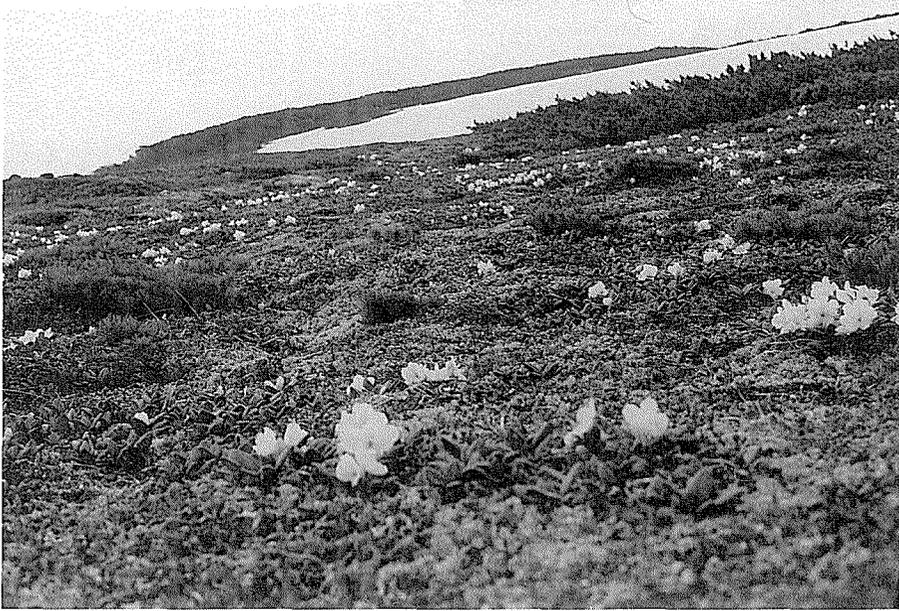


Photo. 1 Lichen field (1850 m). Time of snow melt was mid to late April.

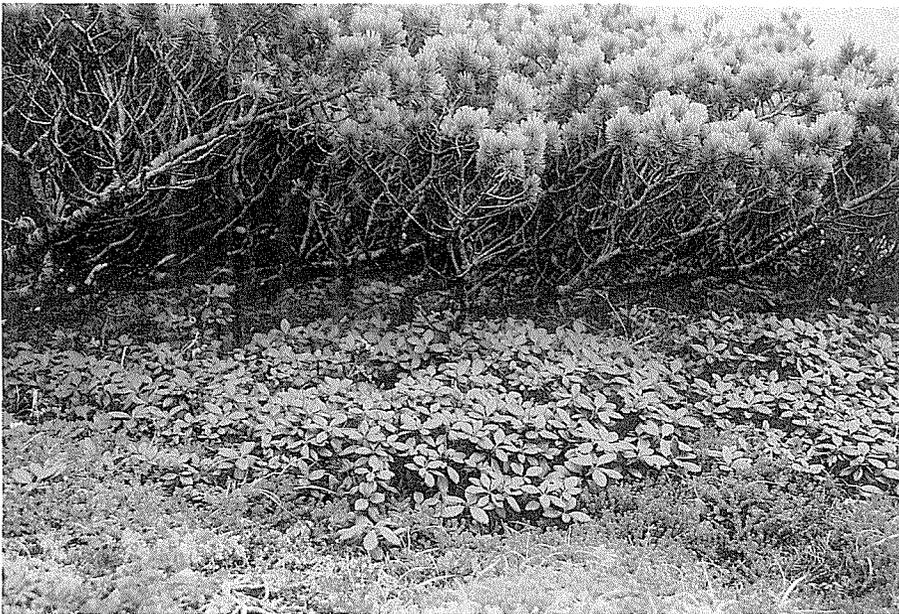


Photo. 2 *Pinus pumila* community (1850 m). Times of snow melt were early to mid May in shrub crown, and early June in shrub floor.



Photo. 3 Snow meadow (1790 m). Time of snow melt was early to mid July.



Photo. 4 Moss mat (1800 m). Time of snow melt was early to mid August.