



Title	冬期高所観測基地としての雪洞竝に天幕について
Author(s)	菅谷, 重二
Citation	低温科学, 1, 79-87
Issue Date	1944-12-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17385
Type	departmental bulletin paper
File Information	1_p79-87.pdf



冬期高所観測基地としての雪洞竝に天幕について

菅 谷 重 二

序

北海道のニセコアン山稜上において、北大理學部中谷教授の指導の下に、昭和16年2月より同17年3月の2冬に亘つて行はれた樹氷の物理學的研究のために、その前進観測所としてニセコアンヌプリの山頂附近に、雪洞及び天幕による基地を建設した。第1年目は雪洞を用ひた。その結果にかんがみ、第2年目には天幕を使用し極めて良好なる結果を得た。今此等の結果について報告する。

第1章 雪 洞 (昭和16年)

§ 1. 雪洞使用の目的

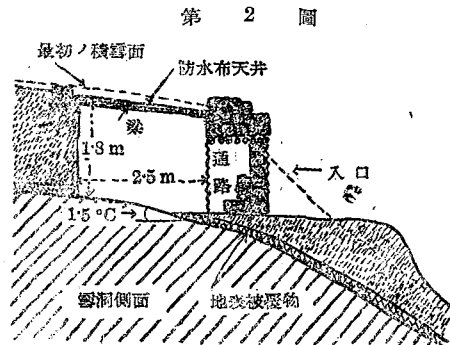
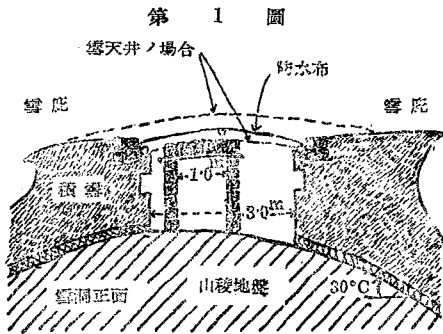
この雪洞は、冬期雲中における着氷現象（主として樹氷）について、その現象及び氣象條件を観察するための前進観測所として、何時も雲に覆れ勝ちなこの山塊の最高峰（ニセコアンヌプリ、1308m）の西山稜上に設けられたもので、観測隊員の休息及び観測器具、機械の格納等に使用されたものである。観測隊員はこの山稜の西方下1.2 km 離れてゐる、海拔660mの鐵道局山の家に滞在してゐて、スキーでこの観測所へ登降し、16年2月23日より3月14日に至る20日間、毎日平均8時間づつ滞在した。

§ 2. 雪洞の位置及び工作

雪洞の位置は前に述べたニセコアンヌプリの西山稜上、海拔1100m附近で、その南側は昆布澤に落ち込んでをり、北西側は長大な斜面を作つて、ニセコ温泉へ裾を引てゐる。この山稜の二番目の棚が急に藻岩山側に落ち込んでゐる所にある。積雪量は例年に比べて此の年は特に少なく、雪洞附近で1.5m乃至2m位である。積雪層は表層10cm位は堅い風成殻雪をなしてゐて、その層を打破ると下は所々に堅綿粉雪を交へた硬綿雪をなしてゐた。此の雪層は1m位續きその下は全く堅凍雪で、地熱と壓力の影響で再結晶して出來た氷粒の集合體で、非常に堅密に締つてゐた。雪洞工作は22日隊員の1人によつて吹雪の中で始められたが、強風のために作業がはかどらず、午後2時より2時間の間に、劍先大形スコップを使用して、奥行き2.5m幅2m深さ1.5mの切取りを作つたに過ぎなかつた。

翌 23 日現場に到着して見ると、昨日来の吹雪のために穴は完全に埋まつてゐたが、積雪が軟かいため簡単に發掘した。この日は隊員2名人夫2名で、昨日の通路の正面より奥へ上向きに掘込んで居室を作つた。洞内での作業はどんどん進行したが、洞外の作業は強風によつて飛散する氷粒のため、盲目作業となつて随分苦しんだ。作業中の気温は -13°C で風速は 20m/sec に達した。

居室とした横穴の大きさは $3\text{m}\times 2.5\text{m}\times 1.6\text{m}$ 位である。床面は地表を覆つてゐる熊笹等の露はれる迄掘下げた。その結果居室の地盤は第1圖及び第2圖に示す様に、右側が昆布澤に 10° 位、



奥より入口に向つて全體に 15° 位の傾斜をなしてゐることが判明した。この事が滞在中絶えず積雪層が(深さによつて相違はあるが)傾斜の下方に向つて沈下移動するのに悩まされた原因であつた。この雪層が傾斜面に沿ふて移動することはチンダル教授がアルプスの氷河の中でも観測した。積雪量は雪庇を利用して猶、 2.2m 乃至 2.4m にしか達してゐなかつた。通路は掘出した雪塊を壁として積んだので、幅 1m 奥行 1.5m 高さ 1.5m となつた。その天井には灌木を横たへその上を雪塊で覆つた。居室と通路との入口には、防水布の扉を天井の横木に固定して垂らし二重扉として、吹雪が居室に吹込むのを防いだ。この作業には4人して約4時間を要した。使用した道具は、土工用剣先きスコップ2丁、雪塊切出し用双先 1.5 尺の鋸1丁、雪塊搬出用防水布2枚(扉布を利用した)等である。

以上のやうな用具を用ひて雪洞工作をなす時作業能率が一番高い様である。この時の作業人員の單位は4人が最も適當である。我々の場合における作業能率を概算して見ると、比重 0.4 乃至 0.45 位の相當堅く堅く締つたいはゆる極堅凍雪で(その堅さは伸々鋸を差込めなく、極めて切出し難い程度のものであつた)1時間平均3立方米、概算 1.2 甕を切出し搬出したことになる。洞内での雪塊切出し作業は割合順調に進んだけれども、搬出作業は外部の風雪と用具の不完全さのため、屢々停滞し又困難を感じた。此等の困難は搬出用防水布よりこぼれ落ちた雪塊片のため、通路及び外部の床面が洞内より次第に高まつて行く爲であつて度々作業を中止して雪を削取らねばならなかつた。搬出に用ひる防水布を特に船型に出来るものを使用すれば、作業能率はいちじるしく高まる事であらう。*

* 積雪の深い時には一般に雪塊の運搬、除雪を容易にするために、雪洞入口通路を最初から著しく傾斜させて、上方に掘上がる方法もしばしば行はれてゐる。

その後観測の合間に少しずつ雪洞を改修した。雪壁に箱を埋込んで棚を作つたり、壁に雪棚を掘込んで風力計の自記装置を乗せたりなどした。以上の様な雪洞を利用して 26 日より 29 日迄 4 日間観測した。この間連日の降雪のために天井の荷重が増加して来たので、中央部が次第に垂下してきて居住性が著しく悪化した。29 日の午後より隊員全部が下山することになったので、雪洞天井の中央部に厚い板を當て、支柱で支へて補強し洞内には自記寒暖計を装置し、入口は完全に雪塊で密閉して歸札した。

3 月 4 日に再び隊員 2 名は観測所に到着した。3 月 1 日より 3 日にかけて來襲した低気壓のため、ニセコ附近では猛烈な風雪となつて濕潤新雪が 1m も降り、そのために雪洞工作物は殆んど埋まつてゐたが、入口の除雪をして洞内に這入つて見ると、周囲の壁及び内部の装置は完全であつた。唯天井のみは著しく垂下してゐて、中央の支柱の當て板を中心として雪面が高く圓錐形に突上げられてゐて、その板の周囲から雪面は、丁度幕を垂れた様になつて 80cm 乃至 1m 迄下り、洞壁のところの上つてゐた。これは積雪が長時間に亘つて徐々に及ぼされる壓力に對しては、プラスチックな性質を示す良い例であつた。

§ 3. 防水布を天井とする雪洞の工作

最初の計畫において雪洞天井は、積雪の多少に拘らず防水布をもつて屋根天井を作る豫定であつたが、建設當初においては風雪のため工作が不可能であつた。第 2 回目の観測に際し、雪洞を計畫通りに改造することにした。先づ雪洞周囲の壁を補強する意味で、外側から壁の上部に雪塊を積んで充分に踏み固め、その上に山麓から背負ひ上げた雑木丸太を大體四角に置いて軒梁とし、その中央に入口と平行に棟木をわたし、これに兩側から灌木を寄かけて垂木とした。棟木は洞の中央で内部から白樺の丸太で支へた。この骨組みに防水布の屋根布を覆ひかけて、覆ひ布の裾を雪塊で嚴重に覆ひ踏みかためた。最後に天井の積雪は雪洞内部から全部削り落して洞外へ搬出した。この作業は前回と同様吹雪の中で行はれたため、この様な順序を取つたのであるが、この順序はあらゆる場合に用ひて極めて適切であると思はれる。これ等の工作に用ひた雪塊は密度の大きいことを必要としたので、全部 1m 以上の深部から掘出した。居室の地盤を整地して平にしようとしたが、熊笹の根と用具不足のために斷念して、地盤を露出させる程度に止めた。この結果洞内の高さは 2m となつた。このやうに改修した雪洞を 5 日より 14 日迄 10 日間使用した。其の間観測の合間に洞内の温度變化、湿度、雪壁温度、地温などに就て色々な測定を試みたので、此等を基礎として雪洞の利用價值及び居住性等に就いて述べてみよう。

§ 4. 雪洞の居住性及び其の條件

我々の場合における雪洞の使命は、第一に高所の山稜上において強風と寒氣に耐へ得て、長期間に亘つて、貴重な観測機械を安全に保存することであつた。この點においては我々が今運用ひて來た天幕は必ずしも安全であり得なかつた爲に、試みに雪洞に頼ることにしたのである。此の點雪洞はいかなる天候、例へば滯在中の最高風速は 45m/sec に達し、観測時にはいつも 10m/sec

内外の風速であつて、此の様な天候においても何等の不安を感じせしめられることがなかつた。又5日間全く無人のままに放置したのにも拘らず完全であつた。

第二の使命は精密な観測をするに必要な快適な居住性であるが、これは甚だ不満足であつた。その結果は観測の結果に悪影響を及ぼした。快適な居住の爲には雪洞容積、床面及び天井の状態、温度、湿度、換氣、照明、採暖等を考慮すべきである。

大抵の観測は洞外のテラスで行つたので、問題は居住性に多くかかつてゐるのであるが 2.5m × 3m の洞面積は、機械器具の配置を考慮しても、常時3人の隊員の居住には狭ま過ぎることはなかつた。又實際問題としてこれ以上面積を擴げることは、我々の場合の積雪状態では雪洞天井の強度より考へて、難かしい問題であつた。

高さは出來得る限り高くすることが望ましいが、最少限度 1.8m は必要であつた。我々の場合には高さは屢々 1.6m を割つた。雪天井の場合に注意しなければならぬ事は、天井の垂下である。垂下速度は積雪の密度、天井面積に對する天井積雪層の厚さの割合等に因るのであらうが、天井の形状等には餘り關係なく、意外に大きいものである事が分つた。我々の場合の垂下速度は 24 時間に約 10 cm に達した。雪洞側壁における積雪の沈下速度は、地表面上 15cm より 50cm 迄の間 ($\rho=0.42$)、50 cm より 1m 迄の間 ($\rho=0.39$)、1m より 1.5m の間 ($\rho=0.35$) に於て、50 時間にそれぞれ、0.7 cm、1.2cm、1.8cm しか示さなかつた。以上の如き概算數からでも分る如く、長時間に亙つて雪洞を使用する場合には、洞壁の沈下量を考慮して工作すれば、色々な手數が省けることになる。平地に於ける積雪の沈下量の測定は多くの人に依つてなされており、實驗式などもある⁽¹⁾。

雪天井の形態には多くの人達によつて行はれた色々な方法及び型がある。我々は過去の經驗より雪天井が雪洞生活に及ぼす悪影響、例へば温度上昇による水滴の落下、湿度過多等に就いて充分惱まされてゐるので、初めから防水布を用ひて天井を作る豫定であつたが、建設當時の猛吹雪のため止むを得ず雪洞を掘つた。その後防水布天井に改造したので兩者の比較をする機會を得た。我々は防水布天井も建設後降雪のために忽ち埋没してしまふ事を豫想してゐたが、地形の關係から天井の上には何時も積雪は無かつた。即ち風が常に除雪をして呉れる状態にあつたのである。その爲天井の沈下は殆んどなく、洞内は明るくなり、その他色々な點で著しく居住性が良好となつた。

§ 5. 普通雪洞と防水布天井の雪洞との居住性比較

自記寒暖計の記録より、兩者の洞内温度を人の在室に因る影響のない夜間のみ就いて比較して見ると次の通りである。乃ち雪天井の場合の 2 月 26 日より 28 日迄の 3 日間は、洞内温度は -0.5°C より -1.5°C の間を示してゐた。同じく放置された 29 日より、3 月 4 日午後にいたる 5 日間は日中、夜間にかかわらず $+0^{\circ}\text{C}$ から -0.5°C の間を昇降してゐた。後の場合には雪

(1) 田口龍雄，雪，昭和 15 年，101~102。

洞天井は積雪下 1.5m 位下にあつたので、外氣の溫度變化の影響は殆んど洞内に及ばなかつた⁽¹⁾。

防水布天井とした 3 月 6 日以後における記録は、隊員の退室後より室温は次第に低下し、夜中には -2°C より -3°C 位に達し、最低溫度は午前 6 時乃至 8 時の間に現はれた。即ちこの場合には洞内溫度は明らかに外氣溫の影響を受けた。この間 6 日より 13 日までの洞外最低氣溫は -13.5°C であり、その最低平均氣溫は -11°C であつた。この僅かに 1 枚の防水布天井を隔てて外氣と接觸してゐる洞内溫度が、比較的高溫度を示してゐる原因は、地盤の露出に因るものと推斷される。3 月 6 日以前の雪洞において、その床面の状態は、雪、熊笹、這松等の混合物が 20 cm 乃至 30 cm の厚みで被覆して、地熱の傳導を妨げてゐた。防水布天井に改造後はこの被覆物を除去して殆んど地盤を露出した。雪洞側壁内部の積雪溫度の垂直分布においては、地表面溫度は常に 0°C より $+0.5^{\circ}\text{C}$ を示してゐた。

以上に述べたことより、雪洞内部溫度の維持に役立つ最大原因は、地盤より傳導によつて供給される地熱であつて、雪壁及び天井の厚み等は二次的なものと思はれる。その推論に基いて本年度の観測に當つては、地表面を平らに整地した露出地盤上に、頑丈な骨組を持つた屋根型天幕を建て、その周圍を壁布に密着させた雪塊をもつて圍んだ。そしてその内部溫度の測定を試みた結果、以上の推論を確認することが出來た。その結果については第 2 章で報告する。

雪洞内に於ては、前に述べた程度の低溫度は居住的條件としてはあまり問題とならない。反つてそれより高い溫度、乃ち 0°C 以上の溫度が恐ろしいのである。言ふ迄もなく溫度が氷點以上に上昇すれば周圍の壁は融解し初め、絶對濕度は急激に増加するからである。此の點では防水布天井は溫度の上昇を防ぎ、又過飽和の水蒸氣は寒冷な天井布に凝結結霜して濕度を減少させるのに役立つ。この意味から、雪洞を使用する場合には採暖は出來得る限り避くべきである。我々の場合においては特別に完全な防寒服を用ひたので、特に手袋等を乾燥する時以外には殆んど採暖の必要を認めなかつた。時々一寸とした炊事のために、ガソリンストーブを使用した。洞内溫度は $+2^{\circ}\text{C}$ 乃至 3°C に上昇し、時には 7°C に達したことさへあつた。その様な場合には、入口の兩扉を開放しても猶洞内は水蒸氣で濛々とかめられた。その状態では防寒服はしつとり濡れ、洞外へ出ると忽ち凍結して氷の鎧を着た様になつた。長期間に亘つて雪洞を用ひる場合には、炊事室は必ず分離すべきである。

洞内溫度及び濕度の上昇は通風筒を用ひることに依つて、可成に防止することが出来る。又一般には洞内の炭酸瓦斯を排除するために入口を居室より低く作るが、その様な注意をすれば幾分よくなる筈である。特に精密な計器を使用する時には、通風筒などによつて通風換氣に注意して濕度の減少につとめねばならない。

照明については雪天井の場合には、時には蠟燭を用ひることもあつたが、防水布天井となつてからは特にその必要を感じなかつた。

(1) 加納一郎、氷と雪、昭和 4 年 164 頁。

第 2 章 天 幕 (昭和17年)

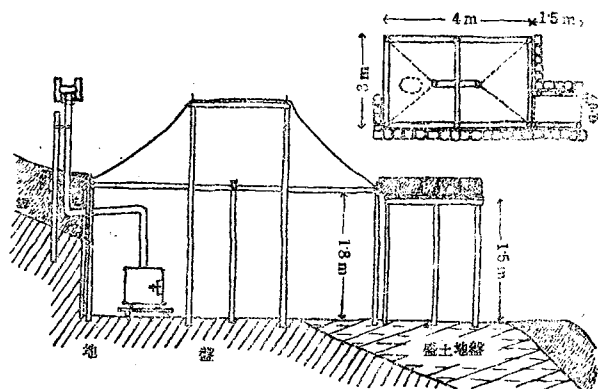
§ 1. 天幕の位置及び工作

本年度の観測基地の建設は、運搬の都合上第 1 期及び第 2 期に分けて行つた。16 年 12 月 20 日より 23 日迄に筆者は、入夫 7 名を使用して天幕材料、ストーブ、燃料其他 500kg の荷を建設地迄運び上げた。その位置は寫眞 No. 58 に示す 2, の地點で雪洞より 30m 高く 80m はなれてゐた。西山稜からニセコ温泉側へ出てゐる枝尾根の分岐點にあたつてゐる。23 日の午後より豫定地點の除雪をなし、地表面を厚く覆つてゐる太い這松を伐採した。積雪量は 1.2m 位ですでに堅凍雪となつてゐた。翌 24 日入夫 4 名を使用して、鶴嘴、鋏、スコップを用ひて地盤の整地を行つた。現場附近は山稜上の一丈とした柵をなしてゐる所で、北西方向に約 20° の傾斜をなしてゐた。そこで斜面の南東半分を削つて下方に土盛した。切取面の高さは約 1m で、移動させた土量は 3 立方メートル、整地面積は 4m×5m である。積雪のため地盤は凍結してゐなかつたので切取作業は比較的樂で、作業時間の大部分は抜根のために費された。吹雪中の作業で飛散する土砂のため、入夫の全部は眼を痛め、又盛土中に雪が混入したので後から地盤が沈下する原因となつた。整地面に板を敷きつめ、山側切取面に殘餘の荷を積上げ藁で覆ひをして下山した。作業中の氣温は -8°C で平均風速は 15m/sec であつた。

本年 2 月 26 日筆者は入夫 5 名と共に現場に観測機械をあげた。直ちに地盤の發掘作業を行ひ、30 分にして整地面を露出することが出来た。積雪量は 1.5m であり、極堅凍雪であつた。板を取のぞいて見ると地表面は此の積雪の下にあるのに凍結してをり、凍結深度は 15cm に達してゐて、土盛地盤は多少沈下してゐた。これは 12 月に整地して放置した後、晴天が続いて氣温が降下した爲である。

除雪面は最初より 3.5m×4.5m に、積雪面に垂直に掘下げて、その中に天幕を建てた。一般に積雪面に天幕を建てる場合には、その周圍に防風雪壁を 1m 内外離して築くのであるが、我々は前回の實驗により、屋根布丈け露出させた雪洞に類似の形態にしようと試みた。

使用した天幕は第 3 圖に示すもので、その重量は支柱 8 本、梁 6 本を入れて 55 kg である。その構造は、8 オンス帆布で出来てゐる屋根のみの天幕に、別個の 10 オンス帆布のネスムツク型天幕をほぐして壁布として、假りに縫ひ合せて作つたものである。軒梁



第 3 圖

として 6 cm 角の垂木の骨組と、周囲 6 本、中央 2 本の末口 5 cm の丸太の支柱とを持つてゐる。これ等の支柱は 6 本の張綱で、1 m の深さの積雪中に埋めてある灌木の束に固定した。壁布の裾は支柱の外側より當ててある木板で押へて、雪で壓縮されて内側に入り込むのを防いだ。天幕の周囲は壁布と、切取つた雪壁との間に、密度の大きな雪塊を 4~5 cm 位精確に離して、天幕の梁の高さ迄積み上げた。此の雪壁と天幕との間の空気層を外氣と遮断するために、軒梁と雪壁の上面とにかけて、平らな板状の雪塊を載せて、その雪塊間の間隙には雪を詰めて密閉した。此の結果天幕は空気層をもつた二重天幕の如くなり、壁布は何時も全く乾燥してゐた。居室及び入口を二重扉とした事は雪洞と同様である。天幕の内部及び通路の大部分には床板を敷いて、その中央後部には、長徑 50 cm、高さ 35 cm の楕圓型の薪ストーブを取りつけた。

以上の如くに作られた天幕は、半雪洞式と稱すべきもので、外氣に對する露出面積は少く、又支柱と梁との組合せによつて頗る強固に出来てゐて、完全な耐風力を示した。滞在中に測定した最高風速は 25m/sec 以上に達したが、わずかに屋根布及び中央支柱が動く程度で、全期間を通じて側壁支柱は一度も動かなくつた。天幕の耐風力を信頼して風の通路に建てたため、屋根布の上は何時も雪はなく、殆んど常に乾燥してゐた。以上の天幕を利用して 2 月 28 日より、3 月 16 日迄 17 日間観測した。

§ 2. 天幕の居住性

高所の山稜上において天幕を用ひる場合に先づ問題となることは、その耐風力である。居住性の良否は第一にこの點に懸つてゐる。それは冬期においては特に大切な問題で、強風の場合には天幕内に居住すること自身が一つの勞働である。我々の場合においては、此の問題は天幕の構造によつて簡単に解決された。又積雪面より突出した入口通路と、二重扉とをそなへたことは、除雪及び防雪の手間を殆んどなくした。天幕が地盤上に建てられてゐるため、床面の沈下、崩潰等の心配より全く開放された。即ち天幕における居住は何等の苦勞なしに、安全に快適に行はれ、毎日の三分の二の時間を心配なしに放置することが出来た。

§ 3. 天幕内の溫度及び湿度

滞在中はストーブを焚いたので、天幕内溫度は何時も 15°~20°C を保持することが出来た。特に一般天幕と異なる點は、ストーブの使用に伴ふ湿度の上昇を相當抑制し得たことである。即ち天幕の壁布は雪壁との間に外氣より隔離密閉された空気層をもつてをり、又屋根布は吹きさらしになつてゐて何時も乾燥してゐたからである。吸湿度の減少にはストーブの吸込みによる通風も大きな効果があつた。燃料の消費量はストーブの使用時間が毎日 8 時間位で、平均、乾燥せる堅木の薪 2 本 (15 kg) 木炭 5 kg であつた。

天幕の保温力を示すものとして、ストーブの影響のない夜間溫度について、全期間の天幕内、室外氣溫、地中溫度を第 1 表に示す。即ち天幕周壁の完全であつた最初の一週間においては、天幕内溫度は何時も外氣溫より可成り高い溫度を示してゐる。3 月 6 日以後においては、氣溫の上

昇と降雨のため、天幕周壁は沈下又は小破して、その保温力は減退した。3月9日より天幕内に自記寒暖計及び自記湿度計を設置したが最高最低寒暖計と大した差を認めることが出来なかつた。

寫眞 No. 56 は 11 日以後における室内温度の自記である。即ち天幕内温度は外気温の變化に拘らず、規則正しく隊員の退室後徐々に低下し、その最低温度は殆んど同一時刻、即ち日出前に現れた。外気温が日没後急激に低下して日出時迄持續するのに対して、此の曲線は天幕の保温力をよく示すものである。

隊員在室時における天幕内温度の水平分布は著しい差を認めることは出来なかつたが、その垂

第 1 表

温度	外 氣	天 幕 内	地 中 温 度	温度	外 氣	天 幕 内	地 中 温 度
月 日	最低温度 °C	最低温度 °C	°C	月 日	最低温度 °C	最低温度 °C	°C
2~28	-10.0	-7.3	-2.	9	-9.3	-9.3	-1.5
3~1	-9.0	-5.8	-1.4	10	-4.	-1.5	-0.6
2	-4.5	-2.0	-0.5	11	-5.5	-2.8	-0.2
3	-11.0	—	-0.8	12	-6.8	-5.0	-0.6
4	-13.0	-7.3	-1.6	13	-6.5	-6.2	-1.0
5	-12.5	-8.3	-1.8	14	-4.8	-3.5	+0.2
6	-7.0	-2.5	+0.3	15	-10.5	-8.8	-0.2
7	-16.0	—	—	16	-10.2	-7.5	-0.2
8	-9.0	-8.8	-1.5				

註 外氣最低、戶外特種百葉箱中の自記寒暖計による。一般測定法に比し2~3°C高く示す。室内最低、9日迄は地表上1.7mの軒梁に下げた最高最低計による。10日以後は自記なり。

地中温度、切取地盤中深さ10cmにおける温度、毎日入室直後における測定による、時刻不定。

直分布は凍結地盤を床面とする關係からか、極めて著しい温度差を示してゐた。ストーブより1.7m天幕側壁より30cmの距離における温度分布の測定結果の1例を第2表に示す。

地中30cmの深さに於て、地温が+2.4°Cを示してゐる點、又第1表に示す如く地中凍結線が漸次上昇してゐる點より、地熱の供給が天幕内の温度保持に相當働いてゐることが分る。今回の天幕はその三方が雪壁をもつて圍まれており、又屋根布は積雪面上に露出してゐるので熱の逸

第 2 表 天幕内温度の垂直分布 (3月15日)

測定位置	地 面 表 上 (高さ)				地 中 (深さ)		
	1.8 m	1.0 m	0.5 m	3cm	5cm	10cm	30cm
温度 °C	+14.8	+11.5	+5.6	+3.0	-0.6	+0.2	+2.4

散は可成り著しい筈である。それでその内部が比較的高い温度を示す原因は、露出した地盤より傳導によつて供給される地熱の影響に因るものと思はれる。

天幕内温度については寫眞 No. 57 に示した例を見るに、晝間ストーブを使用せる間は60~80%の極めて良い条件にある。又夜間においても90%内外を示すに過ぎない。即ち夜間においては水蒸氣の大部分は、天幕内における小規模の気温の逆轉のために、冷い地表面に結霜して空

は比較的乾燥せる状態を示してゐた。朝入室せる際には床板及び地表面には多くの結霜が見られ、屋根布は比較的乾燥せる状態を示してゐた。ストーブを使用したため通風換氣等は完全であつた。採光については屋根が露出してゐるため極めて明るく申し分無い状態であつた。

結 語

以上に述べた如く、2 冬に亙つて行はれた本教室の樹氷観測の経験より、雪洞は観測の前進基地としては止むを得ぬ場合の外は不適當であることが分つた。その工作と運用のために極めて多くの時間と労力とを用ひなければ、雪洞によつて充分なる観測結果を期待することは困難であると結論した。もつとも我々の場合においては、單に雪洞の良否によるばかりでなく、耐寒食料の充分なる攝取を缺いた爲もあつたが、精密なる観測を長くつづけることは出来なかつた。第2年目に使用した上述の天幕は、我々の利用した地勢及び氣象状態の範囲内においては、雪洞と同程度の労力と資材とで良好な成績をあげ、相當な精度の観測をつづけることが出来た。

以上の報告は北大理學部、中谷教授の御指導の下において教室の全員を擧げて行はれた樹氷の研究の一部をなすものである。此の報告の御閲讀を賜つた中谷教授に厚く感謝する次第である。