

北海道林業試験場時報

第 5 4 號

結 霜 に 就 て
北海道に於ける晩霜と初霜に就て
堆積腐植の石灰に就いて



北海道林業試験場

北海道・江別町野幌

昭和 19 年 5 月

序

本場に於ける試験成績は北海道林業試験場報告として之を發表しをるも、右試験中比較的簡易なるもの、或は急速に其の成績を發表する必要あるもの其他試験経過の一部なるも、應用性ありと認むるもの等を本時報に掲ぐることにす。

昭和19年5月15日

北海道林業試験場長

技師 服部正相

北海道林業試験場時報

第 5 4 號

結 霜 に 就 て

技 師 阿 部 富 士 夫

目 次

- I. 緒 言
- II. 結霜と被害概説
 - (1) 霜の種類
 - (2) 霜の發生原因
 - (3) 霜害の原因
- III. 結霜と氣象要素の關係
 - (1) 氣 温 (2) 關係溫度
 - (3) 絶對濕度 (4) 露 點
 - (5) 飽 差 (6) 風 力
 - (7) 風 向 (8) 雲 量
- IV. 結霜と氣塊の關係
 - (1) 晚 霜 (2) 初 霜
- V. 結霜と太陽黑點の關係
- VI. 林内外の結霜
 - (1) 林 外 の 霜
 - (2) 林 縁 の 霜
 - (3) 林 内 の 霜
 - (4) 笹 地 の 霜
- VII. 結霜の豫知
- VIII. 結 論

I. 緒 言

霜の問題は地表面の氣候として植物の生育に最も関係が深い。本道は緯度比較的高い爲晩春或は初秋の候に於て林木が低温の作用を受ける事が少くない。殊に林業上晩春の霜害は最も顯著なる作用に屬し局部的には造林事業の殆ど不可能なる箇所もあり、苗圃人工造林等一般造林事業は勿論、天然更新遂行上に於ても伐採木の選定等に於て霜害対策上特殊の技術を要する點が多い。一方樹種の天然分布を考察すれば、局所的に或る樹種は分布を制せられて他の樹種のみ繁榮し、又水平的には樹種に應じて或る限界線を越えて北上を許されざる如き、又垂直的には高山に於ける樹種の分布に見る如く比較的霜害に對して抵抗力強い樹種程上昇し居るが如き、之等樹種の分布と霜害とは想像以上に關係を有するものゝ如く、斯かる自然現象を明確に把握し以て施業上參考とすべき點からざる様思考せらるゝ所で、疎林地の植栽或は裸地造林等に於ては特に保護樹、地形等を充分考慮するを要し適地適木の意義に霜害現象を重視すべき所が尠くない。霜害問題に對する林業上の課題は、適切なる林業的防除対策の樹立にありと考へられるが結霜の過程、被害の經過、氣象要素との關係等霜害に對する基礎的事項を知悉するに非ざれば対策も自ら樹立し難き理である。固より圃地と林地の別に依り著しく立場を異にし考究すべき事項も自ら廣汎に亘り將來の調査研究に俟つべき所尠くないが、上述したる當面の基礎事項を明にし其他二、三の問題に就いて此處に記述せんとす。

II. 結霜と被害概説

霜の種類、發生原因、被害の過程等に關し既往の諸文献に現れたる所を綜合記述しやうと思ふ。

(1) 霜 の 種 類

霜害或は凍害と稱せられるは、氣溫の降下に因り植物の生活器官が害せられる現象であり土井藤平氏は Frost なる語は氷點以下の氣溫の降下を意味してゐるとせられて居り、獨逸にて所謂 Frosttage の算出の場合等に最低寒暖計の指度が一日中氷點以下に降下したといふ事實を特性として統計せられた例もあり、故新島

善直博士も初霜、晩霜等と稱する霜は必しも白霜を結ぶに至らない迄も低溫度に因る植物器官の凍結を言ふとせられ霜、霜害等の語を廣義に解されてゐる。又土井藤平氏は植物器官の凍結する場合は霜を結ぶのが普通であるとせられてゐるが何れにしても霜、霜害等の語は廣い意味に解する方適切であると思はれる。

本邦氣象學に依れば地物が冷却し溫度が氷點以下に降下すると其の周邊の薄い氣層も同様氷點以下に降つて飽和し、其の中の水蒸氣が固體となつて凝結するのが霜である。氣溫が氷點以下數度にて出来る場合は無定形の霜で水滴の氷結したものであり、氷點下10度内外で出来る場合は直ちに結晶形の霜となると稱せられ即ち無定形の霜と結晶形の霜と2種類に區別せられてゐる。更に物體の種類により形成せられる霜の形態が異り、氷結の状態、結晶の状態等に依り細別し得る様であるが林業上には關係が薄いと思はれる。空中濕氣が少く低溫にて出来る霜は水分が少く硬い感があるが此の種のもは嚴霜或は硬霜と稱すべきもので即ち結晶形の霜に屬し、空中濕氣が多く比較的高溫にて出来る霜は水っぽく軟い感があり弱霜或は軟霜と稱すべきもので即ち無定形の霜に屬してゐる。

又發生する箇所の廣狹に依り強いて名稱を附すれば地形、地被物等の狀況に作用せられて限られた小範圍に出来る霜は局所霜であり、廣い地域一帯に出来る霜は地方的霜である。局所霜に對しては造林上特に留意する必要がある。雜草、笹原等の表面は地上と同様霜を結び易く、斯かる箇所に形成せられる霜は特に Grasmist 和稱せられてゐるが、本道の林業上では寧ろ笹霜と稱すべきものと思ふ。又盆地、谷或は樹冠に依つて形成せられる凹形地等に於ては寒氣が停滯し局所霜が出来易く、斯かる箇所に生成せられる霜を特に Muldenfrost 谷霜と稱してゐるが、上記の2種は特に林業上關係が深い。

次に季節に依り年を通じて區別すれば初霜、冬霜、晩霜とされるのが普通である。植物生長期間の有害な霜として Geiger 氏は晩、初霜の外に夏の夜の霜を擧げてゐる。之等の中で林業と最も關係深いものは言ふ迄もなく晩霜であり、霜害と言へば直ちに晩霜を聯想する如きである。次に冬期雪上に於て樹葉が赤變枯死する例を見るが特殊な寒風の害は別として此の寒害の原因は冬霜であり、林業上では寧ろ晩霜に次いで重視する必要がある。本道に於ては普通7、8月の候には霜を見ないのであるが、大正13年8月末北見、釧路の山岳地方に於て霜害を發生

した記録があり、夏霜と全く無関係であるとは言ひ難い。吾木道の著名な高山の上部界に於ては夏季と雖も霜を結び易く森林限界上部の植生には慢性的霜害型の見本が多い。

初霜は春の短い北方地方等では生長の未だ終熄せざる間に起り易いので、晩霜よりも寧ろ樹種の分布限界を決する因子に富んでゐると稱せられてゐるが、本道の平地山麓の圃地、造林地等では初霜の影響は比較的少いと思はれる。

夏の霜は特殊のものである故別として晩霜、初霜、冬霜を如何にして區別すべきかは實用上必要な事である。Müttrich氏は獨逸で晩霜を5, 6, 7の各月、初霜を8, 9, 10の各月に區分してゐる。Geiger氏は晩霜は年氣溫曲線が上昇する間に、初霜は其の下降する間に現れるとし其の限界線は年氣溫曲線の最高點にありとし、獨逸では7月の最後の日が之に相當するとしてゐる。即ち7月30~31日の霜は晩霜とし7月31日~8月1日の霜は初霜としてゐる。又冬霜の區分は實際問題として困難であるが、同氏は長年の統計に依り年氣溫曲線を 0°C の線を以て切斷した點を以て夫々初霜、晩霜と區別する事が氣象學的にも最も合理的であるとしてゐる。之等の區分は場所に依り異なるので確定は出来ないが、北海道に於ては普通無霜期間が入つて來るので晩、初霜の區別は明瞭である。假りに年氣溫曲線の最高點を求めて見ると、野幌及び上川森林治水試験所に於ては何れも略8月初旬に該當する。 0°C の切斷點は、初點は野幌11月末にして上川は約7日早く、終點は野幌3月末日に當り上川約7日遅延の状態であるが本道各地に於ても此の區分法に従ふべきものと思はれる。

(2) 霜の發生原因

前項に於て一部霜の成因に就いて觸れたが霜が發生する原因として其の理由、動機に就いて述べる必要がある。但し林業上最も重要な植物生長期間の霜を對象として述べる事とす。

從來文献に現れたる所を綜合すれば霜の強さ、作用に就いては第一に天候、第二に環境因子が擧げられる様である。雲が無く晴朗にして無風且寒冷な晩には氣溫が低下し地物の放熱作用が烈しく危険な霜が發生し易い事は衆知の事である。又地形、土質、海拔高、植生の種類、被覆の状態等環境因子が、結霜の性情に大きな影響のある事も既に知られてゐるが、天候條件が遙に重要視せられ獨逸、ソ

ビエト諸國に於ては霜發生の原因として天候に基礎を置き二つの型に區別せられるのが普通である。

I. 平流型 北方より流入する 0°C 以下の寒風に原因する場合で Advective frost, Kälte frost, Wind frost 等と稱せられるものである。

II. 輻射型 晴れた晴夜に土壤、地被物等が熱を放散する事に原因する場合で Strahlungsfrost と稱せられるものである。

以上二型の外特に蒸發に依る寒冷に原因する場合を摘出し三型としてゐる者もあり、Staudacher氏は之を輻射型に一括してゐる。輻射と蒸發に依る冷却は結合し相伴つて起る場合が多いので霜型としては上記の二型にて充分と思はれる。唯低溫地、沼澤の周邊等特殊の箇所に於ては、蒸發に依り冷却せられる事が顯著に現れる様であり本道の特殊泥炭地等は適例である。寒風に依る平流性の霜害は比較的少いと稱せられてゐるが本道に於ても位置的に此の種の被害は必ずしも輕視する事が出来ない所で、現に北見地方沿岸に於て此の種の霜害を見る。

本道に於ては勿論輻射型の霜害が最も多いのであるが、北方諸國で平流型の霜害の起る場合を見ると晩春五、六月の候に北風に依り雲量の多少と無關係に發生し隆起した Gelände、山頂、風衝斜面、北側林縁等に於て被害が見られ所謂霜孔或は凹地等輻射型の霜害地に於ては風に對する保護により寧ろ被害が少いと(12)の事で被害の態様は兩者相反する有様である。

(3) 霜害の原因

霜害に依つて植物器官の枯死する原因を知る事は被害の過程を知悉すると共に防除對策を施す上に極めて必要な事である。之等の事は元來植物生理學の問題に屬するのであるが從來の諸説を取纏め此處に記述する事とす。

Duhamel, Senebier 等古い植物學者は凍死の原因は形態的現象にありとし細胞内に發達した氷塊の爲に細胞壁が破壊される事にあり、或は氷結した部分が硬化する場合には導管や細胞が恰も水の氷つた塊の様に氷塊の爲に機械的に粉碎される爲であるとしてゐたが、Goepfert, Sachs 氏等は此の考へ方の誤謬を指摘し、Sachs 氏は凍死の原因は氷結にあるのはでなく寧ろ融解の種類に依るもので即ち液汁の氷結してゐる細胞は急激に鋭く融ける場合は水分の吸収が困難となる爲枯死するが、徐々に融ける場合は水分の吸収が可能で回復する事が出来るのである

とした。之に對し Goeppert 氏は凍死は融解の際に起るに非ずして氷結した状態の下に起ると考へた。其の後 H. Müller=Thurgau 兩氏は植物の氷結及び凍死に關して包括的な研究を遂げ其の原因は生理學的現象にある事を明にし、凍死の原因は氷結の際に細胞内の水分を奪取する事により原形質の分子構成が破壊される爲であり、融解の遲速等には何等關係が無いとして Goeppert 氏の理論を認定し且補充説明を加へた。氷塊の形成は細胞内に於て行はれるのではなく細胞間隙に於て爲されるものである。氷結に際して先づ少量の水分が細胞壁に出で次に原形質の水分、細胞溶液が細胞壁を通して氷形成の箇所に移動する。氷結は植物の種類、部分、年齢等に依つて含水量に差異がある爲一様でなく、又細胞内容の性質が異なるので水分缺乏に對する抵抗力も異つて來るのであると。

Molisch 氏は特殊の裝置に依り實際的事情に基いて凍死の理論を研究し此の説を確證し、植物の凍死は本質的に氷の形成に因つて起る原形質の水分消失に歸せられるもので、此の水分消失が組成を破壊するのであるといふ結論に到達した。氷結は細胞内に於ても起る事あるが細胞自體は氷結せず、水分は細胞外に出で細胞間の外部の表面で氷結するのが法則である。凍死は常に強い水分缺乏と關係するもので又氷結は 0°C では起らず其以下の温度で起るものである。凍死は氷結の際に起るもので融解の際或は融解後に起るものではなく、融解の遲速が生命の保存と無關係である事は法則である。而し若干の例外として徐々に融ける事により生命を保持し鋭く融ける事により死を來す事もあり、此の場合凍死は氷結の際に非ず融解の際に起る事になるとして Sachs 氏の主張を特例として認めてゐる。爾來凍死に關する理論は Molisch 氏の學說が最も有名である。

其の後植物生理學者 Maximow, 綱瀬理一郎氏等は植物の耐乾性は耐寒性と共通的關係にあり、耐寒性の諸問題は畢竟耐乾性の問題に歸一する事を明にし何れも根本は細胞、原形質の水分奪取にある事が明確にされてゐる。而しながら同じく水分消失に由來するとしても高温死の場合は原形質の凝固に原因するが、低温死の場合は一層複雑であると言ふ。綱瀬氏に依れば凍死の主要原因は原形質が急激に水分を奪取する點にあり、其の際原形質が一定限度以上に水分を消失する爲に生活的構造が機械的に破壊される結果である。又此の際水分奪取の結果細胞液が濃厚となり之が原形質に對して化學的に有毒に働く事が死因であらうといふ説も

あり、直接の死因に至つては尙不明の點がある様である。含水量の多い細胞は少い細胞よりも凍死し易いのは結氷が起り易いといふ事以外に水分奪取が急激に行はれる事も與つて力あるものとされてゐる。冬季針葉が極寒に抵抗するのは生長時期よりも含水量が少い爲で、此の寒氣に耐える抵抗の現象を Reger 氏は特に Winterreife と稱してゐる。晩霜時期に新葉が被害を受け舊葉が被害から免れるのは含水量の多寡に依る事が主因であるが、試みに野幌に於て新舊葉の含水量を調査した結果は第1表の如くである。但しトマツ、エゾマツは昭和18年5月20日資料採取、アカエゾマツは同6月21日採取し絶體乾燥状態に於て調査を行つた。

第1表 春季針葉含水量 %

樹種別	トマツ		エゾマツ		アカエゾマツ	
	新葉	舊葉	新葉	舊葉	新葉	舊葉
含水量/生重	78.41	53.19	84.47	51.38	80.62	52.38
含水量/乾重	363.12	113.63	543.84	105.69	415.91	110.00

之に依れば各樹種共舊葉は生重量に對し50%餘の含水率なるに對し新葉は80%内外の含水率である。更に乾燥重量に對する含水率はエゾマツ最大でトマツ最小である。エゾマツがトマツに比し霜害に對し抵抗力の弱いのは發芽が早い關係もあるが含水率が高いのも一因であると言へる。

次に秋季秋芽に就いて同年10月26日採取し含水量を調査した結果は第2表の如くである。

第2表 秋季針葉含水量 %

樹種別	トマツ		エゾマツ		アカエゾマツ	
	秋芽	舊葉	秋芽	舊葉	秋芽	舊葉
含水量/生重	65.73	62.09	60.01	54.63	59.86	58.23
含水量/乾重	191.77	163.78	150.09	120.43	149.15	139.38

舊葉は總じて春季に比し含水量が高まつてゐる。秋芽は初霜の危険性があると考へられてゐるのであるが、含水量は10月末に於ては舊葉に比し僅に多い程度であり、春季の新葉に比すれば遙に少く10月末頃は既に危険が無くなつてゐる。又冬季の状態を知らんとし昭和19年1月11日採取し調査の結果第3表の如くである。

第3表 冬季針葉含水量 %

樹 種	ト ド マ ツ	エ ザ マ ツ	アカエゾマツ
含水量 / 生 重	51.06	49.73	50.86
含水量 / 乾 重	104.34	98.93	103.51

冬季は生活休止期の爲もあるが含水量は最も少く前述の Winterreife の意義も自ら首肯される所である。

扱て問題は凍死の時期に就てであるが、Molisch 氏以後最近の諸説を綜合するに綱領氏に依れば、一旦凍死した植物體でも氷の融解後死せざるものもあり凍結其物を以て直ちに凍死の原因とする事は出来ないと稱して居り、又 Heß-Beck 氏は其の著書にて氷結した植物の部分が凍死状態になるには更に一層の冷却が必要となるので、多くの植物は凍結した丈では被害を受けないものであると説き、更に生長時期の凍死は融解の種類に關聯を有し、徐々に融解する場合は急激に鋭く融解する場合よりも容易に凍死を免れると稱してゐる。又 Wagner 氏も其の著書にて霜が弱い場合には鋭く融解する時に死を來し、霜が強い場合には既に死を來してゐると稱してゐる。

凍死の時期に就いては霜害豫防上から最も關心を要する問題であるが現在尙未解決の點もあり今後の研究に俟つべき所もある様思考せらるゝ所であるが、要は霜の強弱に依つて融解の種類にも關係ある事は否定し難い様に思はれる。

III. 結霜と氣象要素の關係

輻射霜の場合には特に各氣象状態の如何が結霜の程度を左右する事となるが、地表層の氣象の變化と結霜の強弱を知る事は霜の豫知、豫防上にも至大の關係があり實用上必要な問題である。而るに此の重要な問題は場所的に特性を有し或る場所の數値は其儘他の場所に適用する事が出来ないで、場所毎に其の特性を究めねばならぬ。即ち緯度、海拔、地形、地被物の状態等環境要素の影響が大きく又同一箇所と雖季節、月毎に數値の異なるのは勿論、霜は其の時々の變化に富む氣象要素の結合に因つて生起するので各要素を個々に分離して考察する事は固より不合理であるが、先づ以て其の傾向と程度を數字的に知らんとするのが目的であ

る。結霜に最も關係深い氣象要素は露量は言ふ迄もないが氣温と温度であり就中空中濕氣の絶體量が問題である。更に風力の如何が關係し之等の諸要素が綜合して作用する事となるのである。普通氣象状態を測定するに我々の施業範圍では、地上一定の高さに於て百葉箱を使用してゐるが之は地面の氣象狀況とは著しく異なる。殊に霜の發生時に於ては顯著な差異が出て來るのであるが、地面の特に幼苗の葉に極めて近接せる部分の微細氣象の測定は現在の氣象機械を以つてしては殆んど不可能の状態にあるので、或る範圍内にて満足すべきは止む無き事である故實用的に百葉箱内の氣象狀況を對象として結霜の關係に就いて述べ、場所としては野幌林業試験場構内（標高35m、緯度43°4'5"）の調査を主とし、上川森林治水試験所構内（標高380m、緯度43°50'1"）の調査を參考的に記述する事とし、氣象要素としては氣温、露點、關係温度、絶體温度、飽差、風力、風向、雲量を選び生長期間の霜として晩霜及び初霜に就いて述べる事とす。野幌に於けるものは昭和7年より同16年に至る10ヶ年間の統計である。上川に於けるものは昭和13年より同16年に至る4ヶ年間の統計である。結霜に對しては地形の狀態が最も影響が多く箇所の記述を要する所で其の概要を記すれば、野幌に於ける觀測地は緩斜地の高臺に位し南方約 70m に森林を控へ周圍は開墾地である。上川の觀測地は平坦地に位し北々東の方向に小尾根筋を控へ約 150m にして潤葉樹の幼齡林あり周圍は畑及び水田にして平坦である。

(1) 氣 温

從來霜の強弱を定めるに一定の根據が無く試験調査上甚だ不便を感じる所である。結霜量を秤量して目方の差異を基準とする例も見受けるが、少量の場合でも甚だしき嚴霜もある故秤量に依る事必しも穩當ではない。一般に温度の低い程出來る霜は強い筈であるが空中濕氣の含量が關係するので露點と配合せなければならぬ。而し結ばれた白霜其物に對して強弱を言ふとせんとする場合は少しく意味が異り、從來根據の無い單なる觀察眼に依り強弱を附するを常とした。従ひて本調査の統計に於ても其の時々の觀察者に依り多少の差異を生ずる事は免れないであらうが主として質と量により純白色にして水分が少く乾いた感があり且結量の多いものは強霜とし、甚だ貧弱にして局部的に生じ時には其の有無判別し難き程度の霜は弱霜とする事が標準とせられ、弱を0とし中を1とし強を2として夫々

数字を以て表示する方法に依り従来記録された所を統計し、霜の強弱による時間的溫度變化及び有霜日、無霜日の差異を第4表及び第5表に表示した。

第4表 晩霜と氣温(°C)

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時	平均最低温度	供試回数	最低温度範圍
野	4月	0	4.1	2.3	1.6	1.0	0.3	(-) 0.3	0.3	(-) 1.2	22	-9.6~3.9
		1	3.7	2.0	1.1	0.5	(-) 0.2	(-) 0.4	0.5	(-) 1.7	29	-7.1~2.1
		2	4.1	1.8	0.7	(-) 0.1	(-) 0.9	(-) 1.4	0.5	(-) 2.8	41	-8.8~1.5
		有霜日平均	4.0	2.0	1.0	0.4	(-) 0.4	(-) 0.4	0.0	(-) 2.1	92	
		無霜日平均	5.5	4.1	3.5	3.2	2.6	2.4	2.6	1.1	208	
幌	5月	0	8.4	6.1	5.0	4.2	3.4	2.4	4.0	1.4	13	0.3~3.5
		1	8.2	5.5	4.3	3.7	2.3	1.6	3.2	0.4	9	-1.6~3.7
		2	7.7	5.3	3.6	2.8	2.3	1.4	2.3	0.0	5	-2.6~2.8
		有霜日平均	8.2	5.8	4.5	3.8	2.8	2.0	3.4	0.8	27	
		無霜日平均	11.0	9.1	8.3	7.8	7.3	7.1	7.8	6.1	252	
上	4月	有霜日平均	3.7	1.4	(-) 0.7	(-) 1.8	(-) 3.0	(-) 3.5	(-) 3.0	(-) 4.8	29	-13.6~0.1
		無霜日平均	4.0	2.5	1.8	1.2	0.3	0.0	(-) 0.1	(-) 1.5	91	
		有霜日平均	8.6	5.1	3.0	2.0	1.1	0.4	2.3	(-) 0.9	6	-1.7~0.7
		無霜日平均	11.8	9.5	7.7	6.7	5.7	5.3	6.2	3.8	118	
川	6月	有霜日平均	12.0	9.1	7.3	5.6	4.3	3.6	5.1	2.0	6	0.9~3.4
		無霜日平均	17.2	14.6	13.0	11.8	10.9	10.6	11.5	9.8	54	

第5表 初霜と氣温(°C)

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時	平均最低温度	供試回数	最低温度範圍
野	9月	0	10.2	8.5	7.6	6.8	6.6	5.2	5.0	3.6	2	3.0~4.1
		無霜日平均	16.9	15.6	15.0	14.4	14.2	13.7	13.6	12.5	58	
		0	9.5	8.4	7.1	6.1	5.2	4.6	4.1	2.9	26	-2.6~4.3
		1	7.6	6.5	5.2	4.0	3.5	2.7	2.4	1.1	22	-2.6~4.7
		2	6.5	5.4	4.6	3.7	2.5	1.0	0.6	(-) 0.5	9	-1.3~1.2
幌	10月	有霜日平均	8.3	7.2	6.0	4.9	4.1	3.3	2.9	1.7	57	
		無霜日平均	10.8	10.0	9.3	8.9	8.7	8.3	8.1	6.8	253	
		0	2.9	2.1	1.7	1.1	0.8	0.6	0.4	(-) 1.1	27	-6.3~1.9
		1	2.2	1.6	1.0	0.4	(-) 0.3	(-) 0.4	0.6	(-) 2.2	44	-10.3~3.1
		2	2.5	1.6	0.8	0.0	(-) 0.4	(-) 0.6	1.1	(-) 2.5	36	-8.8~0.8
川	11月	有霜日平均	2.5	1.7	1.1	0.5	(-) 0.0	(-) 0.2	0.5	(-) 2.0	107	
		無霜日平均	4.0	3.5	3.1	2.8	3.1	3.0	2.9	1.2	193	

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時	平均最低温度	供試回数	最低温度範圍
上	9月	有霜日平均	9.9	7.9	6.6	4.9	3.7	2.9	2.8	1.4	6	-0.8~4.4
		無霜日平均	15.1	13.6	12.5	11.9	11.7	11.3	11.2	10.3	84	
		有霜日平均	6.0	4.2	2.7	1.9	1.4	1.0	0.7	(-) 0.7	38	-3.3~4.2
		無霜日平均	8.8	7.7	7.1	6.8	6.8	6.8	6.5	4.4	86	

上川に於ける調査は資料少きを爲強弱を省略する事とした。該表に示された所を要約すれば18時より翌朝4時頃迄次第に氣温低下し6時には上昇してゐる。霜が強くなる程冷却の度が烈しく、之は平均最低温が明瞭に示してゐる。氣温は4月から5、6月と次第に上昇して来るので晩霜に於ては有霜日最低温も月と共に次第に上昇するのが常である。而し初霜に於ては反對に9月から10、11月と次第に氣温低下するので有霜日最低温も月と共に次第に低下するのが常である。但し最低温の範圍は霜の強弱に對して甚だ區々で、例へば野幌4月弱霜の最低温氷點下9.6°Cに對し強霜の最低温は却つて高く氷點下8.8°Cである。斯かる現象は常に現れるのであるが前述の如く空中濕氣の含量に基因するが爲である。又晩霜、初霜とも無霜日の最低温は同月を比較すれば野幌に比し上川の方低温であるが、之は上川の方緯度及び海拔が高い事に由來する。晩霜に於ける最低温中の最高温は野幌4月の3.9°C、上川6月の3.4°Cで之に依れば晩霜の發生する最低温の高い方の限界は百葉箱内で大體4°Cとなし得る。而し初霜は晩霜に比し幾分高い様である。又有霜日と無霜日の温度経過には特に顯著な差異ある事を指摘し得る。

晩霜は野幌に於て6月皆無であるに對し上川に於ては毎年大略1回位の平均にて發生し、又9月の初霜野幌に於ては10年間に僅か2回發生したるに對し上川に於ては毎年1回以上の發生を見てゐる。又温度の冷却の度合は上川の方遙に急激である。

晩霜は月の進む程強度減じ初霜は反對に強度を増してゐる。

(2) 關係濕度

結霜と關係濕度の關係を第6表及び第7表に表示した。

該表に現れた特徴を列記すれば、關係濕度は夜間時間の経過と共に次第に増加し晩霜時には6時に至り減少する傾向あるに對し、初霜時には必らずしも然らず寧ろ増加する傾向があるが、此の差異は日の出時刻の遅速に基因するものである。

第6表 晩霜と関係温度 (%)

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	4月	0	69	75	76	76	80	84	82
		1	71	76	79	79	80	82	79
		2	69	78	81	82	86	88	86
		有霜日平均	70	77	79	80	83	85	83
		無霜日平均	73	80	83	84	85	85	85
幌	5月	0	68	76	80	80	83	87	84
		1	72	84	86	86	90	90	88
		2	70	81	88	91	91	91	89
		有霜日平均	69	80	83	84	87	88	86
		無霜日平均	75	83	86	88	89	90	88
上	4月	有霜日平均	61	71	77	81	84	87	86
		無霜日平均	66	73	77	79	81	83	84
	5月	有霜日平均	49	68	82	85	89	91	87
		無霜日平均	61	72	79	83	86	88	86
川	6月	有霜日平均	64	77	84	91	93	94	91
		無霜日平均	65	76	82	86	88	90	87

有霜日と無霜日を比較するに野幌に於ては10月を除き晩霜、初霜とも無霜日の方関係温度が高い傾向あるに對し、上川に於ては晩霜、初霜何れの場合も関係温度は有霜日の方が高く反對現象を呈してゐるが、此の現象は有霜日に當り野幌に比し上川の方気温の低下冷却の度合比較的烈しきに因るものと考えられ、野幌に於ては感覺的に乾性の状態に於て結霜せられ上川に於ては湿性の状態に於て結霜せられる事となる。

第7表 初霜と関係温度 (%)

箇 所	月 別	霜 の 強 弱	18時	20時	22時	24時	2 時	4 時	6 時
野	9 月	0	66	72	78	81	79	91	90
		無霜日平均	84	88	89	90	91	92	92
	幌	10 月	0	79	83	86	89	91	92
1			79	80	84	86	87	89	90
2			77	80	82	86	90	94	94
有霜日平均			78	81	84	87	89	91	92
無霜日平均			80	83	84	85	86	87	87

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	11月	0	74	74	75	75	75	74	78
		1	78	78	79	81	82	82	83
		2	78	79	82	86	87	87	88
		有霜日平均	77	77	79	81	82	82	83
		無霜日平均	78	81	82	83	84	85	85
上	9月	有霜日平均	78	85	85	92	93	94	94
		無霜日平均	82	88	90	91	92	92	92
	10月	有霜日平均	75	84	88	90	91	92	92
		無霜日平均	79	84	86	87	87	87	87

霜の強さを増すと共に関係温度が如何に變化するかについて野幌の例に徴すれば不確實ではあるが規則的に高くなる傾向がある。此の現象は霜の強さを増すと共に温度の低下冷却の度合が比較的烈しくなる事に因るものと思はれる。

(3) 絶 對 濕 度

絶對湿度の傾向を知らんが爲水蒸氣現在張力を第4,5表の気温と第6,7表の関係温度より水蒸氣最大張力表に依つて算出せる結果を第8,9表に示した。

第8表 晩霜と絶對湿度 (水蒸氣張力mm)

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	4月	0	4.22	3.99	3.89	3.73	3.74	3.75	3.83
		1	4.22	4.01	3.90	3.74	3.60	3.64	3.74
		2	4.22	4.06	3.89	3.72	3.68	3.63	3.79
		有霜日平均	4.25	4.06	3.88	3.76	3.69	3.77	3.79
		無霜日平均	4.92	4.89	4.86	4.82	4.68	4.61	4.68
幌	5月	0	5.58	5.34	5.21	4.92	4.83	4.72	5.10
		1	5.83	5.66	5.33	5.11	4.85	4.61	5.05
		2	5.48	5.38	5.19	5.08	4.90	4.60	4.80
		有霜日平均	5.59	5.50	5.21	5.03	4.85	4.64	5.01
		無霜日平均	7.33	7.15	7.01	6.93	6.78	6.77	6.93
上	4月	有霜日平均	3.62	3.59	3.34	3.25	3.08	3.05	3.16
		無霜日平均	4.01	3.99	4.00	3.93	3.78	3.79	3.81
	5月	有霜日平均	4.08	4.45	4.64	4.48	4.40	4.28	4.69
		無霜日平均	6.28	6.36	6.19	6.07	5.87	5.84	6.08
川	6月	有霜日平均	6.68	6.63	6.40	6.17	5.77	5.55	5.96
		無霜日平均	9.48	9.39	9.13	8.86	8.54	8.56	8.78

空中水蒸気の含量は結霜に對して至大の關係があり、著しく多量に存する場合は輻射を遮り又著しく少量の場合は露點低下し結霜に對して不都合な條件となる

第9表 初霜と絶體温度(水蒸氣張力mm)

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	9月	0	6.11	5.95	6.07	5.96	5.74	6.01	5.86
		1							
		無霜日平均	12.01	11.59	11.28	10.97	10.96	10.73	10.65
	10月	0	6.98	6.81	6.47	6.25	6.01	5.82	5.68
		1	6.15	5.78	5.54	5.22	5.10	4.93	4.88
		2	5.56	5.35	5.19	5.11	4.91	4.62	4.48
梔	11月	有霜日平均	6.36	6.13	5.85	5.62	5.44	5.26	5.17
		無霜日平均	7.71	7.59	7.32	7.22	7.21	7.09	7.00
	11月	0	4.50	4.41	4.33	3.71	3.63	3.53	3.67
		1	4.17	3.99	3.88	3.81	3.67	3.64	3.63
		2	4.26	4.04	3.97	3.93	3.86	3.80	3.71
		有霜日平均	4.20	3.97	3.90	3.84	3.75	3.69	3.66
上	9月	有霜日平均	7.08	6.75	5.95	5.94	5.52	5.28	5.25
		無霜日平均	10.39	10.19	9.70	9.43	9.41	9.16	9.11
	10月	有霜日平均	5.23	5.17	4.88	4.71	4.60	4.52	4.42
		無霜日平均	6.66	6.58	6.47	6.40	6.40	6.40	6.28
	10月	有霜日平均	5.23	5.17	4.88	4.71	4.60	4.52	4.42
		無霜日平均	6.66	6.58	6.47	6.40	6.40	6.40	6.28

表示せられた特徴を列記すれば晩霜、初霜何れの場合も各時刻を通じ霜日には空中濕氣が少いが、霜日には高氣壓の影響に依り下降氣流の爲空氣が乾燥し易く又熱の輻射と蒸發の寒冷により温度降下し、爲に地物からの蒸發が減すると共に地表面の水蒸氣が霜の生成に消費せられ上層の水蒸氣が下層に移動補給せられる事に因るもので、時間の経過と共に有霜日と無霜日の張力の差が次第に大となる傾向があり、換言すれば空中濕氣の減少度は霜日の方が大で之は特に初霜に於て顯著に認められる。

又例外もあるが霜の強さを増すと共に空中濕氣が減少する傾向があり、各強度の張力に就いて時間毎の差を算出して比較すると強さを増すと共に水蒸氣の減少が日出頃迄時間的に長く続き且日出頃の減少量も大なる傾向あり。

(4) 露 點

第8,9表の水蒸氣現在張力より水蒸氣最大張力表に依つて露點を算出したものを第10,11表に掲げた。露點は結局水蒸氣張力と平衡するので數値の大小、推

移の關係は絶體温度の項に於けると同一である。

第10表 晩霜と露點(°C)

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	4月	0	(-) 1.1	(-) 1.9	(-) 2.2	(-) 2.8	(-) 2.7	(-) 2.7	(-) 2.4
		1	(-) 1.1	(-) 1.8	(-) 2.2	(-) 2.7	(-) 3.3	(-) 3.1	(-) 2.7
		2	(-) 1.1	(-) 1.6	(-) 2.2	(-) 2.8	(-) 3.0	(-) 3.1	(-) 2.6
		有霜日平均	(-) 1.0	(-) 1.6	(-) 2.2	(-) 2.7	(-) 2.9	(-) 2.6	(-) 2.6
		無霜日平均	1.0	0.9	0.9	0.8	0.3	0.1	0.3
梔	5月	0	2.8	2.2	1.8	1.0	0.8	0.4	1.5
		1	3.4	3.0	2.1	1.6	0.8	0.1	1.4
		2	2.5	2.3	1.8	1.5	1.0	0.1	0.7
		有霜日平均	2.8	2.6	1.8	1.3	0.8	0.2	1.3
		無霜日平均	6.7	6.4	6.1	5.9	5.6	5.6	5.9
上	4月	有霜日平均	(-) 3.2	(-) 3.3	(-) 4.3	(-) 4.6	(-) 5.4	(-) 5.5	(-) 5.0
		無霜日平均	(-) 1.8	(-) 1.9	(-) 1.8	(-) 2.1	(-) 2.6	(-) 2.6	(-) 2.5
	5月	有霜日平均	(-) 1.6	(-) 0.4	0.2	(-) 0.3	(-) 0.5	(-) 0.9	0.4
		無霜日平均	4.5	4.7	4.3	4.0	3.5	3.4	4.0
川	6月	有霜日平均	5.4	5.3	4.8	4.2	3.3	2.7	3.7
		無霜日平均	10.5	10.4	10.0	7.8	9.0	9.0	9.4

第11表 初霜と露點(°C)

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	9月	0	4.1	3.7	4.0	3.7	3.2	3.9	3.5
		無霜日平均	14.2	13.6	13.2	12.8	12.8	12.4	12.3
	10月	0	6.0	5.7	4.9	4.4	3.9	3.4	3.0
		1	4.2	3.3	2.7	1.9	1.5	1.1	0.9
		2	2.7	2.2	1.8	1.6	1.0	0.1	(-) 0.3
		有霜日平均	4.7	4.1	3.5	2.9	2.4	2.0	1.7
梔	11月	無霜日平均	7.5	7.2	6.7	6.5	6.5	6.2	6.1
		0	(-) 0.2	(-) 0.5	(-) 0.7	(-) 2.8	(-) 3.2	(-) 3.5	(-) 3.0
		1	(-) 1.3	(-) 1.9	(-) 2.2	(-) 2.5	(-) 3.0	(-) 3.1	(-) 3.1
	11月	2	(-) 1.0	(-) 1.7	(-) 1.9	(-) 2.1	(-) 2.3	(-) 2.5	(-) 2.8
		有霜日平均	(-) 1.2	(-) 1.9	(-) 2.2	(-) 2.4	(-) 2.7	(-) 2.9	(-) 3.0
		無霜日平均	0.5	0.5	0.3	0.2	0.7	0.7	0.5
上	9月	有霜日平均	6.2	5.5	3.7	3.7	2.6	2.0	1.9
		無霜日平均	11.9	11.6	10.9	10.5	10.4	10.0	9.9
	10月	有霜日平均	1.9	1.7	0.9	0.4	0.1	(-) 0.1	(-) 0.5
		無霜日平均	5.3	5.2	4.9	4.8	4.8	4.8	4.5
	10月	有霜日平均	1.9	1.7	0.9	0.4	0.1	(-) 0.1	(-) 0.5
		無霜日平均	5.3	5.2	4.9	4.8	4.8	4.8	4.5

(5) 飽 差

飽差は其の気温に於ける水蒸気最大張力と現在張力との差を以て表示すべきであるが、此處に於ては気温と露點の相互の關係を明示する爲第4, 5表の気温より第10, 11表の露點の夫々該當數値を差引き其の差を第12, 13表に表示した。該數値の大小、推移は飽差の其れと同一にして又相互の關係は第6, 7表の關係温度の場合と逆關係にあり。

第12表 晩 霜 と 飽 差 (°C)

箇 所	月 別	霜 の 強 弱	18時	20時	22時	24時	2 時	4 時	6 時
野	4 月	0	5.2	4.2	3.8	3.8	3.0	2.4	2.7
		1	4.8	3.8	3.3	3.2	3.1	2.7	3.2
		2	5.2	3.4	2.9	2.7	2.1	1.7	2.1
		有霜日平均	5.0	3.6	3.2	3.1	2.5	2.2	2.6
		無霜日平均	4.5	3.2	2.6	2.4	2.3	2.3	2.3
幌	5 月	0	5.6	3.9	3.2	3.2	2.6	2.0	2.5
		1	4.8	2.5	2.2	2.1	1.5	1.5	1.8
		2	5.2	3.0	1.8	1.3	1.3	1.3	1.6
		有霜日平均	5.4	3.2	2.7	2.5	2.0	1.8	2.1
		無霜日平均	4.3	2.7	2.2	1.9	1.7	1.5	1.9
上	4 月	有霜日平均	6.9	4.7	3.6	2.8	2.4	2.0	2.0
		無霜日平均	5.8	4.4	3.6	3.3	2.9	2.6	2.4
	5 月	有霜日平均	10.2	5.5	2.8	2.3	0.6	1.3	1.9
		無霜日平均	7.3	5.0	3.4	2.7	2.2	1.9	2.2
川	6 月	有霜日平均	6.6	3.8	2.5	1.4	1.0	0.9	1.3
		無霜日平均	6.7	4.2	3.0	4.0	1.9	1.6	2.1

第13表 初 霜 と 飽 差 (°C)

箇 所	月 別	霜 の 強 弱	18時	20時	22時	24時	2 時	4 時	6 時
野	9 月	0	6.1	4.8	3.6	3.1	3.4	1.3	1.5
		無霜日平均	2.7	2.0	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3
	10 月	0	3.5	2.7	2.2	1.7	1.3	1.2	1.1
		1	3.4	3.2	2.5	2.1	2.0	1.6	1.5
		2	3.8	3.2	2.8	2.1	1.5	0.9	0.9
		有霜日平均	3.6	3.1	2.5	2.0	1.7	1.3	1.2
幌	11 月	無霜日平均	3.3	2.8	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0
		0	3.1	2.6	2.4	3.9	4.0	4.1	3.4
		1	3.5	3.5	3.2	2.9	2.7	2.7	2.5
		2	3.5	3.3	2.7	2.1	1.9	1.9	1.7
		有霜日平均	3.7	3.6	3.3	2.9	2.7	2.7	2.5
		無霜日平均	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.3

箇 所	月 別	霜 の 強 弱	18時	20時	22時	24時	2 時	4 時	6 時
上	9 月	有霜日平均	3.7	2.4	2.9	1.2	1.1	0.9	0.9
		無霜日平均	3.2	2.0	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3
川	10 月	有霜日平均	4.1	2.5	1.8	1.5	1.3	1.1	1.2
		無霜日平均	3.5	2.5	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0

(6) 風 力

地上約10mの箇所に於ける風力の消長を調査したるものを第14, 15表に掲げた。結霜は快晴、静穏の夜に多いと考へられてゐるが、風力の相當強い例も見受けられる。風は空氣の交換に預つて力ある故気温、空中濕氣等結霜時の重要因子に影響する所多く結霜に對して關係深い因子である。一日中の風力の消長を見るに、日中最も強く、夕方より衰へ夜半最も弱く朝方より再び増大する傾向がある。該表に於ても此の傾向を首肯し得るが全體として無霜日には時間の経過と共に漸減的傾向少きに反し、有霜日には幾分其の傾向多きを認める。一般に無霜日に風力大に有霜日に小である。又霜の強さを増すと共に風力も次第に減する傾向が顯著

第14表 晩 霜 と 風 力 (m/s)

箇 所	月 別	霜 の 強 弱	18時	20時	22時	24時	2 時	4 時	6 時
野	4 月	0	3.6	3.3	3.0	3.1	2.5	2.9	2.5
		1	3.6	2.8	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0
		2	3.5	2.3	1.9	2.0	2.0	2.2	2.4
		有霜日平均	3.6	2.7	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3
		無霜日平均	4.2	3.7	3.5	3.6	3.7	3.9	3.6
幌	5 月	0	5.1	2.9	3.1	2.3	2.2	2.0	2.3
		1	4.7	2.4	1.3	1.6	1.9	2.0	2.0
		2	3.8	1.9	0.3	0.3	0.4	0.6	1.4
		有霜日平均	4.8	2.6	2.2	1.8	1.9	1.8	2.1
		無霜日平均	4.2	3.5	3.3	3.3	3.3	3.2	3.3
上	4 月	有霜日平均	2.5	1.9	1.3	1.1	0.6	0.7	0.5
		無霜日平均	3.0	2.5	2.3	2.0	2.0	1.7	1.7
	5 月	有霜日平均	3.3	3.2	1.8	1.2	1.0	0.6	0.6
		無霜日平均	3.0	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.6
川	6 月	有霜日平均	3.0	2.4	1.4	1.6	1.3	1.2	0.5
		無霜日平均	2.5	2.2	1.6	1.3	1.2	1.1	0.9

0~1.4m/s 静 穏 煙直上し樹葉動かざる程度
 1.5~3.4 軟 風 風あるを感ずる程度
 3.5~5.9 和 風 樹葉を動かす程度

であるが、風は結霜の妨害因子で即ち無風、静穏である程強い霜を結び易い。

第15表 初霜と風力 (m/s)

箇所	月別	霜の強弱	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	9月	0	4.4	3.1	1.9	2.1	2.0	1.7	2.0
		無霜日平均	2.7	2.3	2.4	2.2	1.8	1.9	2.0
	10月	0	1.8	2.1	1.8	1.4	1.4	1.8	1.8
		1	1.8	2.3	2.1	1.9	1.7	1.7	1.6
		2	2.5	2.5	1.9	1.4	1.6	1.7	1.8
		有霜日平均	1.9	2.2	1.9	1.6	1.5	1.8	1.7
幌	11月	無霜日平均	2.4	2.5	2.4	2.6	2.5	2.5	2.4
		0	2.9	2.6	3.0	2.7	2.7	2.6	2.6
		1	2.6	2.2	2.2	2.1	2.2	1.9	2.1
		2	2.1	1.9	1.6	1.6	1.7	1.9	1.8
	有霜日平均	2.5	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1
		無霜日平均	3.2	3.1	2.9	2.9	3.0	3.2	3.2
上川	9月	有霜日平均	2.5	1.6	0.7	1.2	0.3	0.9	0.7
		無霜日平均	2.2	1.6	1.4	1.4	1.4	1.5	1.2
	10月	有霜日平均	2.1	1.6	1.9	1.0	0.9	0.7	0.6
		無霜日平均	2.4	2.1	1.9	1.9	2.0	2.2	2.0

(7) 風 向

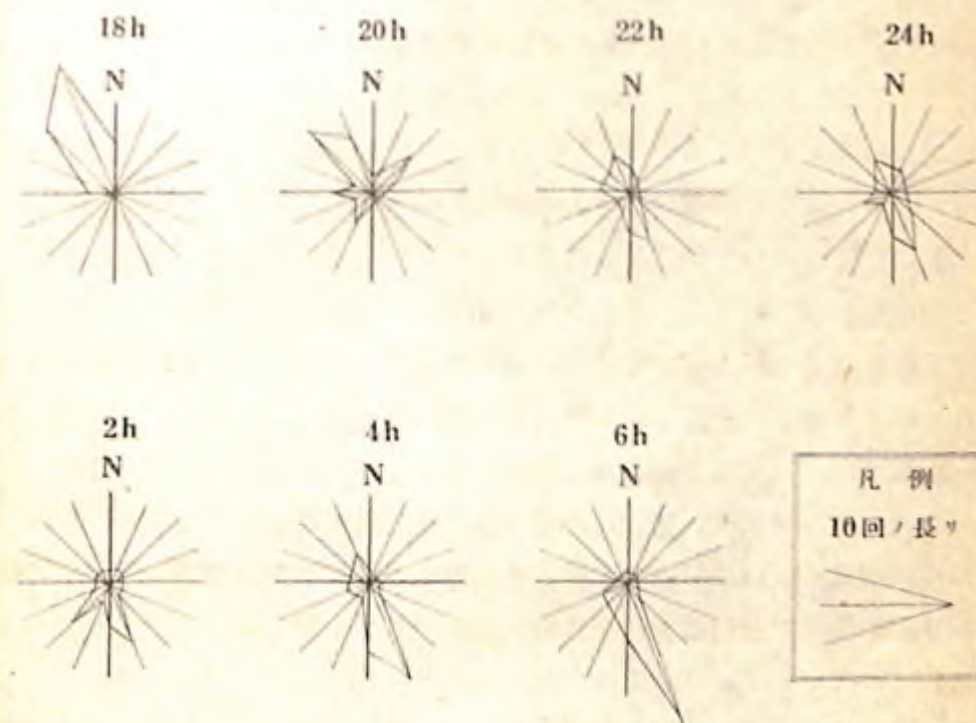
結霜の夜は概して静穏の数が多く試みに晩霜の例を見るに夜半最も多く野幌約30%、上川約60%であるが此の静穏に次ぐ最多風向を調査せるものが第16、17表である。

第16表 晩霜と風向

箇所	月別	種別	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	4月	有霜日	NW	S	S	S	S	S	S
		無霜日	NW	S	S	S	S	S	S
	5月	有霜日	NNW	NW	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE
		無霜日	N	S	S	S	S	S	S
上	4月	有霜日	WNW	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE
		無霜日	W	W	E	W	W	W(E)	W(E)
	5月	有霜日	W	E	E	E	E	E	E
		無霜日	W	E(W)	E	E	ESE	ESE	E
川	6月	有霜日	E	E	E	E	E	E	E
		無霜日	W	W	W	WNW	—	—	—

野幌に於ては晩霜、初霜時とも南偏風が多く上川に於ては東南東の風が多いが後者は地形の影響に依つて東偏となる様である。16時以後風向変化の状態を10年間27回の霜日に就き統計したものは別圖の如くである。又霜の有無により風向に

晩霜發生時の風向變化



第17表 初霜と風向

箇所	月別	種別	18時	20時	22時	24時	2時	4時	6時
野	9月	有霜日	NNW	NNW	SW	SW	SSE	SSE	SSE
		無霜日	S	S	S	S	S	S	S
	10月	有霜日	WSW	S	S	S	S	S	S
		無霜日	N	S	S	S	S	S	S
幌	11月	有霜日	SW	SW	SW	SE	SE	SE	SE
		無霜日	W	W	W	S	S	S	S
上	9月	有霜日	NW	SE	ESE	ESE	SSE	SSE	SSE
		無霜日	E	ESE	ESE	SE	ESE	ESE	ESE
	10月	有霜日	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE
		無霜日	W	ESE	WSW	W	W	W	WNW

幾分差異を存するが氣壓の配置と密接な關係がある故詳細は次項に於て述べる事とす。

(8) 雲 量

結霜は次項に述べんとする高氣壓の影響顯著なる時に現れ野幌及び上川に於ては殆ど快晴の天候條件に限られてゐるので、雲量の多少と結霜の關係等は調査すべくもないが、從來雲量と輻射量は反比例的關係にありとせられてゐる。之は霜の性質として輻射型に屬する場合であるが、平流型の霜の場合は雲量とは無關係で寧ろ雲量の多い事が豫想せられてゐる。雲の結霜に對する直接の影響は輻射を遮る事にあり、從つて地物の冷却するを妨げ氣溫の低下するを防ぐ事となる。雲は水蒸氣の凝結によつて形成せられるのであるが、雲に非ざる水蒸氣と雖其の多少は夜間の輻射に影響少からざるものとせられてゐる。雲量或は雲の厚薄、性質等が輻射に影響ある以上霜の生成に對しても雲量等に或る限界の存する事が推察せられるのであるが此の種の調査報告は未だ見聞するに至らぬ。Münch 及び Liske 兩氏は Sachsen 地方の霜日と然らざる日の雲量を比較し霜日の前夜には弱い薄曇が多いとして居り、又霜日の朝は霜と雲量度との關係は認められないと稱してゐる。雲量の變化は氣壓の配置、移動に關係する事勿論であるが10年間の霜日の朝10時の雲量を統計した結果は晩初霜を通じ平均野幌に於ては $7.5-5.4=2.1$ 上川に於ては $7.6-4.6=3.0$ となり何れも無霜日に比し霜日の朝は雲量が少い。結霜時の氣塊が本道に及ぶ影響を考察すれば霜日の前後には一般に雲量の少い事が豫想せられる。

IV. 結霜と氣塊の關係

結霜が氣象上の諸要素と如何に密接な關係にあるかに就いて前述したが、結霜時には言ふ迄もなく各要素が綜合的に作用する事となり霜の成否、強弱は主として氣象要素の綜合作用換言すれば天候によつて左右されると言ふべきである。而るに天候其物は偶然發生する高氣壓及び低氣壓の大小、位置、移動等の偶然性に影響される事となるので、結霜現象も全く偶然的發生に過ぎないが天候の豫知が或る程度可能である以上結霜の豫知も可能であるべきで、結霜と氣塊特に高氣壓との關係を究明する事は結霜を豫知する上にも極めて必要な事である。依つて野

幌に於て發生したる霜日に就いて晩霜に對しては昭和2年より同13年に至る12年間に5月中發生したる27回に就き、初霜に對しては昭和7年より同9年に至る3ヶ年間に10月中發生したる30回に就き調査をなし、傾向の大勢を推知する事とし天氣圖により霜日の夕方18時及び翌朝6時の氣壓配置の狀態を調べ高氣壓、低氣壓の位置、移動等の狀況に關し調査の結果次の如くである。

(1) 晩 霜

18時の高氣壓の位置を大別すれば次の如くである。

上	海	方	面	5
九	州	方	面	5
日	本	方	面	7
太	平	方	面	4
ホ	ホ	方	面	2
二	方	面	以	上
計				27

二方面以上に亘る場合も東支那海最も多く概括的には約50%は上海から九州方面にかけ即ち東支那海方面の高氣壓であり最も關係深いと言へる。オホーツク海方面の2回を除き全部は本道以南に

存在して居り大略朝鮮南端方面を其の中心點となし得る。

次に高氣壓の移動方向を大別すれば次の如くで、東方に移動するものが最も多い。不動に屬するものゝ殆ど全部は高氣壓の中心が著しく大面積に亘る場合である。

東	方	13
東	方	6
北	方	1
北	方	7
不	動	
計		27

次に低氣壓の位置はシベリア、滿洲、太平洋、オホーツク海等不定で貧弱なるものゝ散在する場合が常である。而し低氣壓が本道附近にあつて相當發達してゐる場合は高氣壓の本道への影響を凌駕する事となり、本道の半ばは晴天にして結霜の危險があるに對し他の一半は曇又は降雨となつてゐる場合も見受けるので結霜を誘致する如き天候には高氣壓のみを重視する事も當らぬ。

本道の晩霜に關係する高氣壓は大陸に發生し東進するものが最も多く即ち揚子江氣塊とシベリア大陸氣塊が最も優勢である。之等の兩氣塊は溫度が極めて小さく上方迄雲の發生しないのが特徴で霜害と關係が深い。霜日の風向が北西から南又は東へ變化する傾向のあるのは高氣壓が東進するに伴ひ大陸の低氣壓と對蹠的關係に立つ爲と考へられる。高氣壓が夕方より朝方にかけ不動の場合は高氣壓の中心が大きく且散在するか本邦一帯が其の中心となる如き場合にして、昭和13年5月22日、6月17日、6月20日の本道一帯の大霜害の場合は高氣壓の中心が本道より本州全體を包含し且不動性のものであつた。斯る特殊の場合は最も危險性の

ある事勿論であるが、要するに本道に於ける晩霜の危険性は18時頃高気圧の中心位置が朝鮮南端方面にあり且本道附近に顯著なる低気圧が存せぬ場合であると言ひ得る様である。

次に5月中晴天勝ちなるに拘らず結霜無き場合に就いて見るに、高気圧の位置移動の状況は結霜時と全く同一であるが低気圧が本道附近にありて卓越するか又は西方、南方より進行しつゝある場合にして其の前後に雲が発生し易く気温の低下が妨げられる傾向あるを認める。

(2) 初 霜

18時の高気圧の位置を大別すれば次の如くである。

滿洲方面	4	本道を中心とて千島、オホーツク海、本州、太
黄海	3	平洋、日本海方面に位置する場合最も多く約70%
上 海	1	を占め、支那及び本州南方に存する事少く此の點
日本海	3	晩霜の場合と全く趣を異にする所である。
北海道附近	13	
北海道、本州	4	
本	2	
計	30	

次に高気圧の移動方向を大別すれば次の如くで約80%は不動性のものであり、

東北東方	3	此の點亦晩霜の場合と著しく異なる所である。
東 東	1	
東南東方	1	次に18時の低気圧の位置はシベリア、滿洲等大
不 動	25	陸方面が大部分を占め之亦晩霜の場合と多少趣を
計	30	

異にす。

本邦に影響ある氣塊の特性として冬季は大陸に高気圧発生し海洋上に低気圧が発生し易く、夏季は反對に洋上に高気圧発生し大陸に低気圧が発生し易いのであるが、晩霜時期は未だ冬季の影響があり初霜時期には尙夏季の影響がある爲高気圧の出所、位置、移動の様相等も晩初霜の別に依り上記の差異を現はすものと思はれる。従つて初霜時の風向が南の多い事も首肯される所である。要するに初霜時の高気圧の位置は本道附近にありて不動性である事が特徴である。

V. 結霜と太陽黒點の關係

太陽の黒點數は太陽の活動を象徴するものとせられ地球上の氣象現象にも種々の影響あるべきを想定せられ、從來黒點と氣象要素の關係に對しても屢論ぜられた所であるが未だ明確に突止められてゐない状態にあり。今二、三の關係事項を

述べれば、黒點が最多の時には地球上の平均温度が下り黒點數が100 遞へば平均温度が半度乃至1 度異なる事が推定せられて居り、又黒點と春季の冷却との間には局地的相關はあるが、本邦全體としては何等相關が認められないとの報告もあり西川砂氏は岐阜縣の晩霜の強さは黒點の二週期年數と同様略23年を週期として循環する事を明言してゐるが、若し各所とも斯く判然と言ひ得るとすれば甚だ好都合と思はれる。依つて當地方の關係を検する事とし野幌より約20軒隔りたる札幌に於ける統計資料を用ひ晩霜との關係に就いて調査を試みた。明治22年より昭和14年に至る51年間の5月の霜に關し5月のWolf 黒點數との相關々係を求め同時に太陽週明と晩霜との關係等に対しても考察を行つた。

太陽黒點數との相關係數を算出したる事項は、(1) 霜の數量を意味するものとして強さと回數を加味し各年の5 月中に發生したる霜に對し弱霜を1 とし中霜を2 とし強霜を3 とし之等の合計數値、(2) 強霜の數、(3) 強弱に關せず霜の回數、(4) 平均最低気温、(5) 最低気温の極、(6) 平均気温、(7) 平均最高気温、(8) 最高気温の極の8項目にして其の結果は第18表の如くである。

概して低次ながら霜の量、強霜の數及び最低温に對しては正、普通温、最高温等に對しては負の關係が現れてゐる。

第18表 霜現象と太陽黒點數との相關々係

	數 量	強霜數	回 數	平 均 最低温	最低温 極	平均温	平 均 最高温	最高温 極
係 數	+ 0.069	+ 0.132	- 0.003	+ 0.134	+ 0.146	- 0.146	- 0.129	- 0.034
確 誤	± 0.094	± 0.093	± 0.094	± 0.093	± 0.092	± 0.092	± 0.093	± 0.094

霜或は気温に影響する因子は氣壓の配置、雲量、海流、海水温等であり、従つて太陽黒點數の増減と之等中間因子との關係が不明である限り霜現象との相關的關係も明瞭ではない。

次に霜の發生に23年毎の週期的循環現象が果して當地方に於ても現れるや否やを検する爲前述したる霜の量及び回數に就いて明治22年以降明治44年迄の統計と明治45年以降昭和9 年迄の統計との相關係數を算出して見た。23年毎の週期的循環現象が存するとすれば高次の數値が期待される筈であるが、其の結果霜の量に對しては -0.113 ± 0.139 、回數に對しては -0.042 ± 0.140 となり當地方に於ては循環現象は認められない。

VI. 林内外の結霜

結霜の程度が地物の種類に依つて異り日中熱を吸収し夜間放熱冷却し易い物に多く結霜する事は衆知の事で、又裸地と草生地にて異り地被物の種類に依つても著しく相違し、殊に森林の存する場合は林縁の影響は言ふ迄もなく樹種、林相、疎密等關係する所多種多様で之に地形の狀態が關聯して結霜の有無、強さの程度は甚だ複雑なるものゝ如く霜害地の造林に當りては特に考慮を要する所である。依つて實際問題として必要なる二、三の事項に就き調査を爲したる結果を此處に記述せんとす。尙本節に於ては霜の比較に最低温を用ひてゐるが同じ霜夜に於ては温度の低い方霜が嚴しいと見て支障が無いと思はれる。

(1) 林外の霜

気温は地上高さを増す程減ずるのが普通であるが、快晴の夜間には反對に地面に接近する程気温が減じ即ち気温の逆轉現象を呈する事となる。此の現象は特に霜夜に於て顯著であるが斯る天氣の場合は地面は空氣よりも早く放熱し之に接してゐる空氣は著しく冷却し上方に傳導される事に因るのであるが、其の影響する高さは地上 300m 内外とされてゐる。而し林業上關係ある所謂霜高と稱する地上の被害範圍は遙に少く普通數米である。霜高は箇所に依り著しく相違するは勿論であるが寒度と共に上昇し、地上温 -2.1°C で 4m であるに對し -5.8°C 及び -6.5°C で被害がナラ、カバの喬木の先端に及んだといふ記録がある。⁽¹¹⁾

地上高の相違或は標高差の問題は冷氣の沈積、流動する事から甚だ重大な意義を有するものである。霜害地の林縁の保護作用は重要な問題であり後述する所であるが Geiger 氏は標高差と老林からの距離に就いての關係式を研究し、1m の標高差が夜の温度に及ぶ影響は老林から 100m の距離差に等しく、標高が夜の温度に及ぶ影響は老林からの距離の遠近の影響よりも 100 倍も重要な意義がある、と稱してゐる。土地の高低即ち標高差と地上高差とは自ら意義が異なるが結霜時冷氣が下方に沈積する點から高所と低所と解し共通の意味がある。

Hoffmann 氏は Kiefer の造林地の霜害を調査し造林地の凹地と低所に最も被害多く斜地と高所には被害が無かつたと報じてゐる。⁽³⁵⁾ 何れにしても高さを増すに従ひ霜の弱くなる事は當然で、野幌の露場に於て 4 月霜日の最低温を調査した結

果第 19 表の如くである。

第 19 表 晩霜時地上高別最低温 ($^{\circ}\text{C}$)

年 月 日	2cm	30cm	50cm	100cm
17 4 23~24	- 7.1	- 4.2	- 4.5	- 3.9
17 4 24~25	- 1.7	- 1.0	+ 0.3	+ 1.2
18 4 15~16	- 6.4	- 4.3	- 4.0	- 4.0
18 4 16~17	- 7.3	- 4.9	- 4.5	- 4.4
18 4 17~18	- 5.4	- 2.3	- 2.8	- 2.6
18 4 18~19	- 0.4	+ 0.2	+ 0.7	+ 0.8
18 4 22~23	- 5.1	- 4.4	- 3.8	- 4.1
18 4 23~24	- 8.6	- 7.4	- 6.1	- 6.5
18 4 24~25	- 3.9	- 3.4	- 2.4	- 2.8
18 4 25~26	- 2.1	+ 0.3	+ 1.1	+ 0.5
18 4 26~27	- 4.6	- 3.0	- 2.8	- 3.0
平 均	- 4.8	- 3.1	- 2.6	- 2.6

本調査には無蓋寒暖計を使用した。地上 2cm と 50cm の間に 2°C 以上の差が出て居り該表に見る如く結霜時の垂直的溫度差は極めて顯著なものである。Geiger⁽³⁴⁾氏は同様晩霜時の地表空氣層の研究を行ひ地表に近い程日中最高温は高く、夜間最低温低く較差が甚大で垂直的に 1.5m の標高差は水平的に 100km に相當する氣候の差異ある事を指摘してゐる。

無蓋寒暖計を使用する場合は地物の實温に近くなるのであるが、植物體殊に針葉樹の幼苗等は容積の割に表面積が大きく従つて輻射面積が大なる爲眞の気温よりは一層低い事が想像せられてゐる。

次に昭和 17 年 11 月 4~27 日初霜時同一箇所に於て調査したる結果は第 20 表の如くで霜日と無霜日は逆の關係を示してゐる。有霜日は晩霜時と同様地上の高さ

第 20 表 初霜時地上高別最低温 ($^{\circ}\text{C}$)

種 別	2cm	30cm	50cm	100cm	摘 要
有 霜 日	- 7.7	- 6.8	- 6.7	- 6.3	4日間
無 霜 日	- 2.5	- 2.9	- 3.5	- 3.3	18日間

を増す程最低温上昇し無霜日には反對に下降してゐる。無霜日 1m に於て気温の上昇が認められるが、殊に日中地表空氣層に於て地上 1m 附近に垂直的溫度分布の不連續面のある事が既に確められ、Geiger 氏は Sekundären Maximums と名稱して居り夜間にも類似の現象が起ると稱してゐるが (5, S59)、本調査の最低温

も亦之を裏書してゐるものと思はれる。

有霜日には地上に接近する程温度が低く従つて霜の強さも比例し植物に及ぶ被害の程度も之に比例して増加するものと考へられるのであるが、結ばれた霜の量は概して地上 2cm より 30cm に多く、30cm 附近を最大として上下に遞減してゐる。此の現象に対しては今後尙精査の要がある。

地上の高さに依り霜夜の数が異なる事に對しては多くの報告がある。⁽¹⁵⁾ ⁽²⁴⁾之に依れば場所により著しく異なるが 150cm 高さよりは 5cm 高さの方霜夜の数が少くも 30% 多いといふ事である。

次に土壤の濕氣が結霜に對して如何なる影響を及すや其の概念を得んが爲野幌及び上川に於て昭和 18 年の晩霜時二、三の實驗を試みた。普通の裸地の外極端な箇所を選定し、上川に於いては充分貯水せる水田と其の畔上、野幌に於ては幅 2m の停滯水の澤の上と適度の水分を含みたる水際より 3m 距離の岸邊を對象とした。其の結果を第 21 表に示す。上川の調査は同地森林治水試驗所高田岩次氏に依るものである。

第 21 表 水 温 と 最 低 温 (°C)

箇 所	月 日	裸 地	水 面	岸 邊	摘 要
上 川	5 11~12	- 1.0	+ 0.6	+ 1.0	無 霜 霜 霜 霜 霜
	5 12~13	- 3.8	- 1.0	- 0.5	
	5 14~15	- 5.0	- 2.7	- 1.8	
	5 15~16	- 4.8	- 3.0	- 2.2	
	平 均	- 4.7	- 1.5	- 0.9	
野 幌	4 6~7	- 8.1	- 7.7	- 5.3	無 霜 霜 霜 霜 霜
	4 9~10	- 2.0	- 1.4	- 1.3	
	4 15~16	- 7.3	- 7.2	- 6.2	
	4 16~17	- 8.9	- 8.3	- 8.0	
	4 17~18	- 6.1	- 6.3	- 6.3	
	平 均	- 6.5	- 6.2	- 5.4	

土壤水分の少い裸地最も低温にて水面之に次ぎ、適度の水温を保持する岸邊は最も高温である。Staudacher 氏は水上、沼澤地等の箇所に於て調査を行ひ類似の結果を得てゐるが其の説明を記述すれば、水面は温度が平均されて霜が和げられるのが常で、之は大きな水面に於ては寒夜に放熱の爲冷却された重い水の表面の⁽¹¹⁾部分が沈降し暖い軽い部分が上昇して來る事に依ると。又 Danckelmann 氏は

Frostboden なる語を用ひて Moorboden, Sandboden 及び強い Leimboden が之に屬すと稱してゐる。Geiger 氏等も Moorboden は其の生成地の多くが地形上寒氣の集積地なるのみならず土性的にも極めて不都合なる事を指摘してゐる。Schwalbe 氏は Sand と Moorboden に就いて調査を行ひ Moor の方低温で霜が強く、霜日数も多く且終霜が 10 日も遅れるとして居り、一般に水面よりも湿地、泥炭地に於ては表面水の交換が妨げられる爲放熱が盛で霜の策源地であり、適度の濕つた土壤は斯る現象が無いとせられる。⁽⁴⁾ ⁽¹⁾本調査の結果も之を首肯せしめるものがあり、土壤に適度の水分を保持せしめる事は霜を著しく和げる因となる様である。泥炭地に關しては今回調査を缺くが上述の説明に依れば甚しく霜の危険地である點に於て一致して居り、泥炭地は立地としての特殊性も然る事ながら其の生育樹種がアカエゾマツ、ハンノキ、カバ、ヤナギ等の如く一般に耐霜性樹種である事は分布上からも興味ある事實である。

(2) 林 縁 の 霜

樹木の保護作用は下方及び側方の二つに分けられてゐる。幼樹の上方に樹冠の存する場合は夜間輻射が妨げられ樹葉の温度は低下せず霜害から免れる。又樹冠内の温和な空氣は外方に影響を及し周邊に保護作用を齎す事となる。樹木の保護の下に旺盛な生長を遂げてゐる箇所は天然にも少からず見受けられる所で、山火跡地、疎林地等の造林に當りては既往の殘存木は貴重な存在となる事言ふ迄もなく殊に霜の激害地に於ては之が成林の發祥地ともなるのである。Amann 氏はカバ林の保護作用に關して調査報告をなしてゐるが、本道の山火跡地の造林に當りては特に前生カバ林を利用して効果を擧ぐべき所が少ない。又 Geiger 氏は München 市郊外 Anzing 地の霜害地に關し Fichte の森林の側方保護に就いて極めて顯著な事例を報告して居り、林縁に近い程霜害少く階段的生長を呈する状態を明にし霜害地の造林計劃上豫備調査として各地點の温度測定の方途に及んでゐる。本道の代表的霜害地とも言ふべき根室、釧路地方にも之に比すべき好例が多數見受けられる所で、何れ詳報を期して居るものであるが取敢ず林分の保護作用に關し調査の結果を此處に記述せんとす。

野幌市街附近に存する幅 50m 樹高 9m のドイツツツヒの鐵道防雪林を對象とし昭和 18 年 4 月晩霜に就いて調査を行つた。同防雪林は NE より SW の方向に造成

せられSE側は鐵道により調査不適でNW側林縁に直角の方向に最低寒暖計を設置した。其の調査結果は第22表の如くである。

第22表 防雪林林縁最低温 (°C)

No.	日	林内	0m	3m	6m	9m	12m	15m	18m	摘 要
1	18~19	+	1.3	+ 0.6	- 1.5	- 2.1	- 2.2	- 2.7	- 3.2	- 3.4 弱 霜
2	19~20	+	1.3	+ 0.7	- 1.4	- 1.8	- 1.7	- 1.9	- 2.1	- 2.7 露
3	22~23	-	2.7	- 3.5	- 5.7	- 6.4	- 7.0	- 6.5	- 6.4	- 6.2 強 霜

林内は林縁より10mの箇所に、0mは林縁木の根元に設置した。No.1は前夜より翌朝にかけ平均5.0m/s SSEの風があり、No.2は4.0m/s SEの風、No.3は2.5m/s SSEの風があつた。従つて該表は防風林の風下の効果となり指度のみによつては判断し得ないが、觀察の結果No.3は樹冠の先端に近い林縁3mの箇所と雖白霜を見たる有様であり、樹冠の影響として本表の指度の如く林縁に近い程霜が弱い爲被害の程度も弱まるのであらうが、強霜ともなれば林縁と雖被害は免れないものと想像される所である。又風上と風下で異り霜の程度は矢張り風上に於て強烈である。K. Rebel氏は15mのカバ林で保護作用は12mであると稱し、Geiger氏亦之を認めて居り、固より概數であるが保護作用に影響と解する場合は自ら異り、又霜害地の既往造林地の成績に徴しても林縁の成績は箇所に依り著しく異つてゐるのが見られ、林縁の保護的距離を數的に定める事は困難である様に思はれる。林縁の霜に對しては風力が著しく關係し且複雑なるものゝ如くである。概して弱霜の場合林縁の影響が大きい様に見受けられる所で開葉後5月、6月の晩霜は多くは弱いので、結果として現れる林縁の所謂保護的作用は案外擴大されるだらうと想像されるのである。

次に住宅地に造成された樹高8mのドイツツウヒ樹列の影響を検せるに第23表

第23表 樹列林縁最低温 (°C)

No.	月 日	0m	1m	2m	3m	4m	5m	6m	摘 要
1	4 25~26	- 0.8	- 1.6	- 1.8	- 2.2	- 2.7	- 3.0	- 2.9	弱 霜
2	4 26~27	- 1.9	- 2.3	- 2.9	- 3.2	- 3.3	- 3.1	- 3.1	弱 霜
3	5 1~2	+ 0.5	- 1.0	- 1.5	- 2.3	- 2.2	- 2.3	- 2.4	露

の如くである。樹列はNWよりSEの方向に設定せられ最低寒暖計はNE側に

直角の方向に設置した。昭和18年晩霜時の調査である。本表に依れば林縁僅少の距離にて常温に達し其の影響する所概して微弱である。又同時に孤立木の影響如何を検せんが爲、樹高5mのドイツツウヒに就いて調査せる結果は第24表の如くで其の影響甚だ微弱であり、略々樹冠の先端に當る1mにして既に常温に等しい温度を得てゐる。尤も孤立木と雖樹種、樹形に依り大いに異なる事勿論である。保護樹としての單木に就いては從來調査研究が少いが概して効果が少いと報告されてゐる。

第24表 孤立木林縁最低温 (°C)

No	月 日	0m	1m	2m	3m	摘 要
1	4 25~26	- 0.7	- 2.4	- 2.5	- 2.5	弱 霜
2	4 26~27	- 1.4	- 2.8	- 2.8	- 2.8	弱 霜
3	5 1~2	+ 0.7	- 1.8	- 1.8	- 1.7	露

以上は林縁に及ぶ樹林の影響に就いて述べたのであるが、側方保護は案外少い様に推定せられる所で尙今後實地調査に依り之を明にする必要があり、又樹冠下に於ては殆ど完全な保護を認め得るが上方樹冠と雖餘りに密に失する時は生長を阻害する事になるので保護を與ふべき最小限度の樹冠密度に關し調査研究の必要がある。尙林縁の保護的作用に關しては次項孔狀地の霜の記述に於ても觸れる事となる。

(3) 林 内 の 霜

完全に鬱閉された林内に於ては輻射が妨げられる爲霜害が起らないのであるが風害、病虫害等に依り鬱閉が破れて來ると霜害の危險性が高まり林業上問題とされてゐる霜孔を形成する事となる。Lücke孔狀地と稱すべき大小の疎開地は林内に到る所に存在するので、造林、更新上からも孔狀地の氣象條件の特性を知悉する事は極めて肝要であると考へ人工的に之を作り調査を進めて來た所で、其の調査の一端として結霜に關して此處に記述する事とす。

Staudacher氏は谷或は凹地が地形上の霜の策源地である事から斯る箇所に發生する霜をMuldenfrostと稱し、Muldenを形成する誘因として林業上から上記の如きGeländeの外に樹冠に依る場合を擧げてゐる。即ち林分の孔或は林冠の沈下部に於て霜の危險性が高められる事から特に之をKronenmuldenfrostと稱してゐる。

るが、前述したる林内孔状地の霜も重い冷氣が集結沈積する事から Gelände の谷或は凹地の霜と其の生成の過程は同一である。

林内孔状地は周囲の樹高が対象となる事から野幌國有林に於て樹高 20m のトマツ平地林内に、樹高の二分の一 10m 直徑の孔、樹高と同一 20m 直徑の孔及び樹高の 2 倍 40m 直徑の孔を作り調査を行つた。昭和 18 年に於ける晩霜及び初霜時の月別平均最低温は第 25 表の如くである。

第 25 表 月別平均最低温 (°C)

地上 1.5m 百葉箱

月 別	林 外	大 孔	中 孔	小 孔	林 内
4 月	— 0.5	— 0.8	— 0.6	— 0.6	— 0.6
5 月	5.5	5.5	5.4	5.4	5.7
10 月	6.0	5.6	5.9	5.9	6.3
11 月	— 1.4	— 1.4	— 1.3	— 1.2	— 1.1

概して中孔と小孔は殆ど差が無く大孔は少しく懸隔があり低温を示してゐる。

次に 4 月、10 月の有霜日の平均最低温は第 26 表の如くである。

第 26 表 霜 日 最 低 温 (°C)

地上 1.5m 百葉箱

月 別	林 外	大 孔	中 孔	小 孔	林 内
4 月	— 2.2	— 2.7	— 2.0	— 2.1	— 2.1
10 月	0.8	0.4	0.9	1.0	1.2

概して中孔と小孔に差少く大孔は著しく低温で霜日には其の差一層顯著に現れ林外よりも遙に低温である。

Amann 氏は樹高 11m のカバ林内 10m 直徑の孔状地に於て調査を行ひ、孔の放熱は狭い最も地面に接した空氣層に限られ 1m の高さでは孔の影響が既に消失してゐるので、此の高さでは植物に對する霜害の危険性も少い事を意味してゐると稱して居り興味のある事であるが、昭和 16 年以降嚴霜に就いて數回調査した結果地上 30cm の結霜の程度は、大孔は林外と殆ど同程度であり、中孔は極めて薄霜で時には霜無く植物に對しては無害の程度であり、小孔は一回も霜を見るに至らなかつた。第 26 表に於ても地上 1.5m に於ては中、小は霜孔の性質を認め難きも

大孔は然らず。要は孔の大きさに依る事で樹高と同一直徑の孔の大きさでは元來霜孔の性質が現れず却つて和ぜられるのである。孔内の空氣は外部の其れと交換が少く且周囲の溫暖な林内空氣に影響されるので、假令冷氣が外部から沈降して來ても霜の小なる間は周囲の林内空氣に混和されるが、孔の大きさが或る限度を越えると混和される事が困難となり、所謂霜孔の作用が現れる事となる。前述したる調査結果に依れば周囲樹高と同一直徑の孔では保護的作用が顯著であるに對し、樹高の 2 倍の直徑の孔では既に判然と霜孔作用が起つてゐる。Danckelmann 氏は孔の直徑 D と周囲林分高 H との比 D/H を以て現し、闊閉松林で調査を行ひ殆ど完全な保護を期待し得る同形孔は其比 1.25 であり、被害抑制の限界を 1.5 として居り、2.0 の所では霜の危険を低めると言ふよりは寧ろ高める傾向があると記述してゐる。又其の記載に依れば周囲の林分が完全な闊閉を保たず疎開してゐる場合或は砂地の如き同氏の言ふ Frostboden 等に於ては被害抑制の限界値が低くなつて行く様である。而し上記の事は主として平地の場合に適用し得る事で傾斜地に於ては冷氣が下方に流動するので全く異なる様である。本道の根室、釧路地方の例に見ても傾斜地に於ては孔、疎林地と雖霜害の箇所は殆ど見出すに至らなかつた。尤も周囲の林分が下木、林套を有せぬ關係もある事である。

次に霜孔の場合、孔内に霜が如何に分布されるかに就いて 2 倍直徑の孔に於て調査したる結果を記するに、中央の一定範圍が最も激甚にて林縁に近づく程弱まつてゐるのが觀取せられ、昭和 18 年 4 月 9 日間の霜日に中心より西側林縁に最低寒暖計を地上に設置して調査の結果第 27 表の如くである。林縁より 2m 附近及び孔の中心 20m の箇所には百葉箱が設置してあるので其の影響が判然現れて附近は温度が昇つてゐる。表中 2 回は林外温度の方高く霜孔作用の現出せざる場合が起つてゐるので、結霜時には必ず霜孔になるとは斷言出來ない様である。林縁から中心に向つて次第に温度が低下してゐるが、其の途中に於て林外地上温と等しい所迄は林縁の影響と認め、其れ以下は霜孔作用の圈内と見做せば其の作用範圍は自ら明瞭となるであらう。個々の場合に就いて見れば大小不同であるが平均値に依れば林縁 9m に於て林外温と同一である。表中霜孔作用の起つてゐる場合にのみ就いて平均を取れば林縁 7m 附近が林外温に最も近くなるので、霜孔作用は大略孔内中心部に於て半徑 13m の面積となる。又百葉箱の温度を比較すると地上 1.5m

に於ても霜孔作用の起つてゐる事が認められる。孔内の霜の分布は風によつて多少異なる様で、昭和16年11月26~27日の霜は夜10時より4時迄平均 2.3m/s の南風に依り孔の北側は結霜少く南側は其れに比し多い事が観察せられたが、孔の北側は南風の流入する爲空氣が攪拌せられ冷氣が混和される事に因るものと思はれる。結霜時には南東風が多いので孔内の霜孔部は南東側に偏する事となる。

第27表 孔内最低温分布 (°C)

月 日	孔 内										林 外	
	林内	0m	3m	6m	9m	12m	15m	18m	19m	箱内	地上	箱内
15~16	-1.9	-2.4	-2.5	-4.0	-5.6	-5.7	-6.1	-5.8	-5.4	-2.1	-6.4	-2.6
16~17	-1.9	-3.1	-3.6	-4.7	-6.0	-5.7	-6.7	-6.7	-6.2	-2.8	-6.3	-2.5
17~18	-1.9	-2.7	-2.9	-4.1	-5.9	-6.1	-6.4	-6.4	-6.2	-2.2	-5.4	-1.2
18~19	+1.2	+0.1	-0.3	-1.7	-3.0	-3.3	-2.9	-2.9	-2.9	+1.5	-1.4	+2.0
22~23	-2.8	-4.4	-3.8	-5.5	-6.0	-7.0	-7.0	-7.0	-6.9	-3.3	-5.1	-2.6
23~24	-2.6	-4.0	-3.6	-5.6	-6.2	-7.3	-7.4	-6.8	-6.7	-2.8	-8.6	-3.1
24~25	+1.2	-2.7	-2.5	-4.2	-4.1	-6.1	-5.6	-5.1	-5.0	-1.4	-3.9	-1.2
25~26	+0.5	-1.1	-0.8	-2.3	-2.1	-4.2	-3.3	-3.1	-3.5	+0.4	-2.1	+0.9
26~27	-1.8	-3.4	-3.2	-4.2	-5.5	-6.7	-6.4	-6.7	-6.3	-1.7	-4.6	-1.6
平 均	-1.1	-2.6	-2.6	-4.0	-4.9	-5.8	-5.8	-5.6	-5.5	-1.6	-4.9	-1.3

以上孔状地の結霜状態から再び林縁の保護的作用を考へるに距離的に見て大開放地の林縁は其の作用が狭められ、林内疎開地等に於ては或る範囲内では其の作用が著しく擴大される傾向が見える。

(4) 笹 地 の 霜

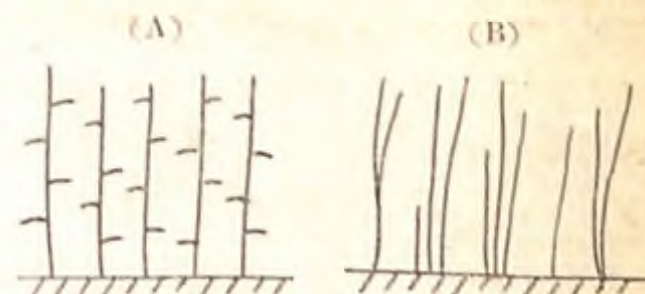
本道の山野には到る所笹が生育し上木を疎開すれば笹の繁茂が旺盛となり更新の阻害せられる事が多い。従つて霜害地の未立木地、山火跡地等上木が少く笹が繁茂してゐる箇所の更新、造林等には地拵の方途を講じて笹の保護作用を利用すべき場合が尠くない。依つて笹地の結霜状態を調査したる結果を此處に記述する事とす。

表面積が大であれば蒸發面も大となり熱の放散が多くなるので温度が降下し易く、従つて結霜が多くなるが雑草の繁茂してゐる所が裸地に比し温度の低下するものも此の理由に基くもので、雑草の先端が霜の發祥地となる事から Staudacher⁽⁴⁾氏は特に之を Grasfrost と稱してゐる。既に述べたる如く本道に於ては特に笹霜と稱すべきであらうが、霜害地に於て幼木が笹の高さ迄は易々と伸長するが其れ以上に頭角を現す事が出来ず、畸形を呈してゐる例を多く目撃するが、之等は

Grasfrost の被害に依るもので霜の無い年に遭遇すると漸く之を脱出して伸長する事となる。

同氏は又雑草を A 型と B 型

に區別してゐる。A の如く水平方向に葉を有するものは垂直方向に於て蒸發、放熱及び空氣の運動を妨げ内部に保護作用を現すが B は



其の作用が少い。笹は A 型に屬するもので内部に保護作用を有するが一步出れば其の表面は反對に霜の發生地で危險作用を呈する。之等の關係を明にせんが爲昭和18年4月霜日に野幌に於て調査した結果を第28表に示す。

第28表 笹地内外の最低温 (°C)

日	笹 上	笹 下	裸 地 上 部	裸 地 下 部
2~3	-5.2	-4.1	-5.0	-7.3
6~7	-6.8	-4.9	-6.1	-8.1
9~10	-0.6	-0.3	-0.1	-2.0
15~16	-6.7	-5.4	-6.4	-7.3
16~17	-7.5	-5.8	-6.9	-8.9
17~18	-6.5	-4.4	-6.0	-6.1
平 均	-5.6	-4.2	-5.1	-6.6

笹の高さ 50cm にして、笹上は其の直上に於て測定せるもの、笹下は笹内地上に於て測定せるもの裸地上部は地上 50cm にして笹上に相當し地上高同一にして笹の有無による差異を検せるもの、裸地下部は地上に於て測定せるものにして位置は笹下の場合と同一とす。笹上は地上高同一なる裸地に比し 0.5°C 低温であり笹下は霜無く笹上に比し 1.4°C、裸地地上に比し 2.4°C 高温である。

次に昭和18年4月霜日に野幌に於てエゾユヅリハの影響を検した結果は第29表に示す如くである。

エゾユヅリハは高さ 40cm にして冬季雪壓の爲葉は着生點より下垂し笹に比し地上を遮蔽する事少い爲 B 型に類似するもので、下方への保護が少く上下最低温度の差は 0.3°C に過ぎない、而し葉の形質から笹に比し輻射が旺盛で裸地 40cm

高の其れに比し 0.7°C 低温である。

第29表 エゾユヅリハ上下の最低温 ($^{\circ}\text{C}$)

日	草 上	草 下	裸 地 上 部	裸 地 下 部
15~16	— 4.0	— 3.4	— 3.6	— 5.6
16~17	— 4.3	— 4.4	— 4.0	— 6.2
17~18	— 4.4	— 4.2	— 3.9	— 5.7
18~19	— 1.1	— 1.2	— 1.0	— 3.1
22~23	— 5.3	— 4.8	— 4.0	— 5.9
23~24	— 4.7	— 4.5	— 4.2	— 6.3
24~25	— 3.7	— 3.1	— 2.1	— 4.1
25~26	— 1.4	— 1.0	— 0.1	— 2.0
平 均	— 3.6	— 3.3	— 2.9	— 4.9

次に昭和18年秋季初霜に就き上川森林治水試験所に於て笹地の結霜状況を調査した。本調査は同試験所高田岩次氏に依るものである。箇所は上木の無い笹地で笹の高さ 1.3m、筋刈地拵幅 1.0m、大孔は笹高の2倍直径の孔、中孔は笹高と同一直径の孔、小孔は笹高の二分の一直径の孔として前述したる樹林の孔状地と同様とし、比較の爲掲げたる裸地上部は笹高と同一地上 1.3m に於けるもの及び裸地下部は地上に於ける測定である。其の結果を第30表に示す。

第30表 笹地内外最低温 ($^{\circ}\text{C}$)

月	日	笹 上	笹 下	筋 刈	大 孔	中 孔	小 孔	裸 地 上	裸 地 下
10	6~7	— 1.8	+ 0.8	— 1.4	— 3.0	— 0.7	— 0.3	— 1.0	— 4.7
10	7~8	— 1.8	+ 1.0	— 1.5	— 2.5	— 0.8	— 0.1	— 1.0	— 5.0
10	8~9	— 1.8	+ 0.9	— 1.3	— 4.4	— 0.3	+ 0.5	— 1.0	— 4.8
10	13~14	— 1.7	+ 0.5	— 1.5	— 2.3	— 0.7	0.0	— 1.4	— 4.5
10	20~21	— 4.8	— 1.5	— 3.2	— 4.2	— 3.0	— 2.1	— 3.7	— 5.5
10	21~22	— 5.7	— 1.5	— 4.0	— 4.8	— 3.3	— 2.7	— 4.1	— 6.7
10	30~31	— 8.4	— 1.9	— 4.2	— 5.4	— 3.4	— 2.9	— 4.2	— 7.0
10	31~1	— 7.5	— 3.5	— 5.0	— 7.2	— 5.2	— 5.0	— 5.5	— 9.2
11	2~3	— 6.5	— 1.7	— 4.0	— 5.8	— 3.7	— 3.3	— 4.0	— 7.7
平 均		— 4.4	— 0.8	— 2.9	— 4.4	— 2.3	— 1.8	— 2.9	— 6.1

筋刈、孔状部は何れも其の中心に於て地上の測定である。笹が高い爲第28表に比し顕著な差異が現れてゐる。笹上は笹の無い同高の裸地上に比し 1.5°C 低温で笹霜の影響が明瞭に出てゐる。笹下と裸地にて實に 5.3°C の差があり、笹の保護作用が判然としてゐる。又裸地 1.3m の上下の差は 3.2°C に及んでゐる。笹高の2倍直径の大孔では樹林の場合の如く霜孔現象は認められず裸地よりも平均 1.7°C

高温であるが、何れの場合も地上に白霜が現れ中、小孔は白霜が現れるに至らず笹高よりも狭い 1.0m の幅員の筋刈地は帯状に開けてゐる爲笹高 1.3m と同一直径の中孔よりも平均 0.6°C 低温で -3.0°C 以下に於て地上に白霜を見てゐる。概して孔状地の結霜状況は樹林の場合に近似して居り、周邊笹高の半分以下の孔が安全で霜害地の造林に當り地拵の方法を考慮すべき事言ふ迄もない。而し笹高の半分直径の小孔と雖嚴霜の場合には顕著な白霜は無いが地上落葉の凍結現象が現れるので絶體安全とは言ひ難い。此の凍結現象は笹地の中に於てすら観察されてゐるのである。

新芽の枯死温度は $-3.0^{\circ}\text{C} \sim -5.0^{\circ}\text{C}$ とされてゐるので ⁽²⁶⁾ Annan 氏の如く假りに -4.0°C とすれば第30表に於て、裸地で -9.0°C に達する時でも笹下では保護を受け、裸地で -8.0°C に達する時でも小孔では保護を受けるが中孔では危険性のある事が推定せられるのである。而し之等の事は笹の大小、疎密に依つて著しく差異のある事で一概に斷ずる事は出来ない様であり、第28表の如く矮小なる笹地では保護力が著しく低下してゐる事が知れる。而しながら被害の有無は別として上方が蔽はれてゐる場合は輻射が無いので假令気温が降下しても樹葉の温度は高く此の點裸地と反對の現象を呈する。

VII. 結 霜 の 豫 知

近時本道に於ても晩霜時の霜の豫報が行はれてゐるが、本道全般に通ずる如き概括的な豫報は當時の天氣模様或は前述したる如く夕刻の氣壓配置殊に高氣壓の位置に依つて略々推察する事が出来るが、之は單に霜の有無に關する豫察の程度で霜の強さに至つては更に詳細調査する事が必要である。殊に霜の有無、強さは場所に依り著しく異なるので其の地點の結霜状況を豫知するには箇所毎に若干の統計値が必要である。一般に霜の強さを豫知するに夜間の最低気温を豫察する方法が最も多く行はれてゐる。アメリカ、獨逸、ソビエト諸國に於ては既に種々の數式或は圖表があり、本邦に於ても二、三試みたものがあるが何れも一定範圍の誤差は免れない様である。之等の方法の中で誤差が少く簡易な方法に就いて野幌の例に對して試みた結果を此處に記述する事とす。

⁽⁵⁾ A, Ångström 氏は t_1 を濕球寒暖計の指度、 k を定數とし $t_{\min} = t_1 - k$ なる

式を作つた。k は雲量、場所、季節、月別、時期等により異なる数値で、従つて何時、何處でも應用し得ない點に本式の不便缺點があるとされるが數理的な基礎に立つ實驗式である。本式の資料に就いての觀測時刻は夜間遅い程正確であると考へられるが、必しも然らず午後2時頃の氣象盛時がよいとしてゐる。野幌に於ける既述10ヶ年間5月の27霜日に就いて百葉箱の数値を基礎に算出した結果、各時刻のkの値及び各實驗式の確率誤差は第31表の如くである。又夫々の誤差の配分状態は第32表の如くである。

第 31 表

觀 測 時 刻	k 値	誤 差 °C
14	6.355	1.25
20	3.592	1.97
21	3.148	0.97
22	2.644	1.00

第 32 表

觀 測 時 刻	0.0~1.0	1.1~2.0	2.1~3.0	3.1~4.0 °C
14	14	6	3	4
20	13	9	2	3
21	16	6	4	1
22	13	8	5	1

以上の結果より21時の觀測資料が最も誤差が少い様である。依つて野幌に於ける午後9時の濕球指数に依る最低溫推定の實驗式は $t_{\min} = t_1 - 3.148$ となし得る。普通苗圃では百葉箱を使用し最低寒暖計を設置してゐるので其儘利用し得るが、地表上の觀測資料を採用すれば誤差は大となる様であるが霜の強弱を推定するには寧ろ好都合と思はれる。而し一般に氣溫が低くなる程強い霜が現れる様に思はれ易いが、既述の如く其の傾向はあるにしても其の時々の氣象状態殊に空中濕氣等關係深く簡単に豫想する事は困難の様である。

参考迄に無霜日の場合に就いて昭和16年5月に於ける21時の最低溫推定實驗式を算出した結果 $t_{\min} = t_1 - 1.088$ となりkの値は霜日に比し著しく小となる。

VIII. 結 論

以上主として輻射型結霜に對し林業上關係ある基礎的部面に關し調査の一端を述べたのであるが實用上必要なる主要點を此處に要約すれば

(1) 北海道地方に於ては各地毎に晩霜と初霜の限界線を年氣溫曲線の最高點の月日を以てし、冬霜と晩霜及び初霜の限界線は夫々年氣溫曲線を 0°C の線に依り切斷した點の月日を以てする事が適切と思はれる。

(2) 北海道地方に於ては其の大部は輻射型の霜に屬し寒風の襲來に依る平流型の霜はオホーツク海沿岸の一部に過ぎない。

(3) 植物細胞凍死の原因時期に關し既往の諸説を綜合するに、強霜の場合には結霜時に於て既に死を來し弱霜の場合には融解の遲速に關係し鋭く融解する時に死を來すものと解せらる。

(4) 結霜の強弱と氣象要素の關係は統計的に氣溫、關係溫度及び風力に對し最も顯著に現れ霜の強くなるに従ひ氣溫低く、關係溫度は高く風力は減する傾向がある。

(5) 本道に於ける晩霜發生時の高氣壓中心位置は18時頃朝鮮南端方面にありて東進するのが普通で、初霜時には本道附近海洋上に最も多く不動性である。

(6) 土壤に適度の水分を保持せしめる場合は霜を弱める事になるので圃地土壤に對し灌水装置を施し置くは乾季の旱害豫防にも至便であり一舉兩得である。

(7) 谷、低地、凹地等は地形的霜孔地となるので造林上耐霜性の樹種を選定する必要がある事言ふ迄もない。

(8) 平坦なる林内孔狀疎開地に於ける孔の直徑は周圍林分高と同一なれば霜害の懸念無く、林分高の2倍直徑の孔となれば中央に霜孔作用現れ、被害抑制の限界直徑は林分高の1.5倍と見られてゐる。

(9) 林縁の保護作用として大開放地の林縁は保護範圍狭く林内疎開地等の林縁は比較的廣汎である。

(10) 笹の表面は霜の發源地となり所謂笹霜が形成せられるのが常である。霜害地の地拵は壺刈が最も適し笹の高さの半分以上直徑の小なる程危險度が少く、植栽苗が笹の高さに達した頃笹霜を避ける爲林地の笹を全部刈拂ふ手段を取れば

霜の最危険帯は地上苗木の足下に移る事になり霜害の危険度が減少する事となる
尙刈拂ひたる笹類を林地に散在せしめる事は霜を誘發するので除去するか一部に
散點堆積する必要がある。

(11) 上木は輻射を遮り樹葉の温度を保持するので年々の霜害激甚地等に於て
は残存上木を保護樹として利用する外途無く、上木を缺く所は耐霜性なるカバの
前植が好適で霜害地の樹種としては生長早く且回復力旺盛にして速に霜高を脱す
るカラマツが適當と思はれる。

(12) 圃地床面の霜害防除に當り著しく強霜の爲葦藁を以て被覆する程度にて
は防除し得ない事あり、之は輻射と寒氣の流入に依るので四周を完全に被覆する
必要がある。此の際被覆物は藁藁の如き放熱し難いものを用ふるが肝要である。

(13) 霜の豫知は前日夕刻の氣壓の配置を知る事に依り略々可能である。霜の
強さは $t_{\min} = t_1 - k$ 式により最低温を知れば其の概略は推察せられる事となる。

引用並に参考文献

- (1) K. Rubner : Die Spätfröste und die Verbreitungsgrenzen unserer Wald-läume. Forstwissenschaftliches Centralblatt. 1,921 S.41 S54 S100
- (2) 岡田 武松 : 氣象學
- (3) 島山 久尙 : 霜の色々. 天氣と氣候. 第3卷第12號
- (4) Staudacher : Die Frostschäden im Frostbetrieb, deren Ursachen und Bekämpfung. Forstw. Centr. 1,924 S1. S54. S98.
- (5) R. Geiger : Das Klima der bodennahen Luftschicht. S184. S194. S211.
- (6) E. Münch : Winterschäden an Fichten und anderen Gehölzen, Tharandt. Forstliches Jahrbuch 1,928 S276
- (7) Müttrich : Ueber Spät und Frühfröste. Zeitschrift für Forst und Jagdwesen 1,898 S201
- (8) A. Bühler : Waldbau II S285
- (9) M. Woelfle : Waldbau und Forstmeteorologie
- (10) C. Wagner : Lehrbuch des Forstschutzes. S80
- (11) Danckelmann : Spätfrostbeschädigungen in märkischen Walde. Forst-und Jagdwesen, 1,898 S389
- (12) E. Münch und F. Liske : Die Frostgefährdung der Fichte in Sachsen. Tharandt. forstl. Jahrb. S97. S129. S161. S197
- (13) E. Wimmer : Die Lehre vom Forstschutz. S3
- (14) C. Wagner : Lehrbuch des Forstschutzes. S. 80
- (15) Heß-Beck : Forstschutz. S330.
- (16) Danckelmann : Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen (H. Moli-sch). Z. f. Forst u. Jagdw. 1,898. S192
- (17) 柳瀬一郎 : 植物水分生理
- (18) 新島 善直 : 森林保護學
- (19) 土井 藤平 : 森林保護學
- (20) 荒川 秀俊 : 日本附近の各氣塊の特性. 氣象集誌. 昭10. 第9號
- (21) 關口鯉吉・鈴木敬信 : 天文學通論
- (22) 間野浩・曾我部清澄 : 太陽黒點と晩霜との關係. 氣象集誌. 昭5. 第5號
- (23) 西川 砂 : 晩霜凍害の循環週期に就て. 氣象集誌. 昭4. 第10號
- (24) R. Geiger : Spätfroste auf den Frostflächen bei München. Forstw. Centr. 1,926. S279.
- (25) K. Rubner : Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. I S101. III. S54

- (26) H. Amann : Birkenvorwald als Schutz gegen Spätfröste. Forstw. Centr. 1,930. S493. S581
- (27) 増山元三郎 : 降霜豫報法概観. 天氣と氣候. 第6巻第1號
- (28) 密田新田郎 : 山梨縣に於ける晩霜と其の豫知. 天氣と氣候. 第6巻第3號
- (29) 黒澤 滋 : 霜害豫防法に就て. 北林會報. 大正14. 第5號
- (30) 須田 瀧雄 : 霜害豫知の一方法. 天氣と氣候. 第4巻第12號
- (31) 北澤 貞雄 : 寒さの垂直分布と晩霜に就て. 天氣と氣候. 第5巻第9號
- (32) 篠尾正明・守田榮 : 太陽黒點と氣温との關係. 氣象集誌. 昭6. 第8號
- (33) 黒澤 滋 : 太陽黒點數の増減と北海道氣温相關. 北林會報. 大正14. 第1號
- (34) 關口 經吉 : 太陽
- (35) D. Hoffmann : Frostschaden bei Kiefern. Z. f. Forst u. Jagdw. 1895. S87
- (36) W. Naegler : Ueber die Frostwahrscheinlichkeit in Sachsen. Forstw. Centr. 1928. S763.
- (37) L. A. Hauch : Die Wirkung des Spätfrostes in jungen Buchenwaldungen. Forstw. Centr. 1909. S307.
- (38) R. Geiger : Höhenlage und Spätfrostgefährdung Forstw. Centr. 1933. S579. S737. 1,934. S465.
- (39) A. Schmanß : Die Frühjahrskälterückfälle. Forstw. Centr. 1930. S196
- (40) 田中波慈女 : 地表空氣層及森林の氣候と生態

北海道に於ける晩霜と初霜に就て

技 師 阿 部 富 士 夫

目 次

緒 言
I. 各地の結霜狀況
II. 結霜の初終期日
III. 結 霜 回 數
IV. 位 置 と 結 霜
(1) 緯 度 と 結 霜
(2) 海 拔 と 結 霜
(3) 地 域 と 結 霜
A. 結 霜 現 象
B. 結 霜 頻 度

緒 言

北海道本島は北緯約41度半より45度半に亘り、中央高地は海拔 2,000m 餘に達し且四周海を廻らし寒暖兩海流の交錯地點に當る事から島内各地の氣候も自ら複雑となる事當然にして、森林植物帶上よりするも一部は溫帶林、一部は寒帶林に屬し森林施業技術の上にも反映する所尠からず大なるものあり。従ひて各地の特に森林地帶の氣候の大勢を知悉する必要から、別圖の如く道内に約50箇所の簡易氣象觀測所を設置し一般氣象の觀測を實施して來た所である。前述の如く本道は位置、環境の點から造林諸問題と低溫度殊に霜現象とは豫想外に密接な關係あるものゝ如く、依つて之等の統計値を基礎に道内各地方の結霜狀態特に輻射霜に就いて調べ其の趨勢を詳にして施業上參考の資に供せんとするのが本稿の目的である。而しながら結霜には其の地點の環境の様相が尠からず影響するので選ばれた僅々數箇所を以て其の地方を代表せしめる事は固より困難で、要は其の大勢を窺

知せんとするに外ならないのである。

本稿に引用したる箇所は下表の如くである。

観測所名	森林氣象観測所位置	標高 (米)	緯度	經度
沼川	北見國宗谷郡稚内町大字豊間村字上豊間	—	—	—
中領別	北見國枝幸郡中領別村	苗圃 國 33	44°56'3	142°18'4
枝幸	北見國枝幸郡枝幸村	苗圃 國 7	44°55'7	142°34'5
安平志内	天鹽國中川郡中川村字安平志内	擔當區員駐在所 70	44°44'5	142°24'3
上幌内	北見國紋別郡雄武村字上幌内	國民學校 140	44°31'3	142°39'9
名寄	天鹽國上川郡名寄町	地方費林苗圃 100	44°21'7	142°27'7
下湧別	北見國紋別郡下湧別	苗圃 國 5	44° 7'2	143°37'5
幌加内	石狩國雨龍郡幌加内村	擔當區員駐在所 159	44° 0'4	142° 9'4
鹽狩	天鹽國上川郡和寒村字鹽狩	苗圃 國 285	43°57'7	142°28'1
上川	石狩國上川郡上川村日東	森林治水試驗所 380	43°50'1	142°48'2
美幌	北見國網走郡美幌町	苗圃 國 18	43°49'0	144° 7'5
當麻	石狩國上川郡當麻村	地方費林苗圃 280	43°47'1	142°34'7
札鶴	北見國斜里郡小清水村札鶴	苗圃 國 71	43°46'9	144°31'0
層雲峽	石狩國上川郡上川村層雲峽	擔當區員駐在所 620	43°43'4	142°57'1
中標津	根室國標津郡中標津二四線	苗圃 國 100	43°38'7	144°48'9
磐ノ澤	石狩國樺戸郡雨龍村	地方費林苗圃 120	43°38'0	141°48'2
上置戸	北見國常呂郡置戸村字上置戸	擔當區員駐在所 290	43°38'0	143°30'6
阿寒	釧路國阿寒郡飽別村字阿寒湖畔	擔當區員駐在所 420	43°25'9	144° 6'2
上足寄	釧路國足寄郡足寄村字上足寄	擔當區員駐在所 220	43°21'2	143°47'2
屈足	十勝國川上郡屈足村字ベンケニコロベツ	擔當區員駐在所 240	43°10'2	142°55'2
落合	石狩國空知郡南富良野村字落合	擔當區員駐在所 420	43° 7'3	142°40'9
野幌	石狩國札幌郡江別町字野幌	北海道林業試驗場 35	43° 4'5	141°31'4
上浦幌	十勝國十勝郡浦幌村字上浦幌	地方費林苗圃 240	43° 3'1	142°39'9
厚岸	釧路國厚岸郡厚岸町	出張所 1	43° 1'8	144°51'0
池田	十勝國中川郡池田村	地方費林苗圃 45	42°56'1	143°13'3
俱知安	釧路國虻田郡俱知安町	苗圃 國 175	42°54'1	140°47'1
千呂露	日高國沙流郡幌去村字千呂露	擔當區員駐在所 360	42°53'4	142°32'1
厚真	釧路國勇拂郡厚真村字上幌内	國民學校 90	42°47'4	142°13'1
幌別	釧路國幌別郡幌別村	苗圃 國 —	—	—
上札内	十勝國河西郡大正村字上札内	擔當區員駐在所 260	42°38'0	143° 5'8
花石	後志國瀬棚郡利別村字花石	擔當區員駐在所 80	42°26'7	140°10'2
木間内	渡島國檜山郡厚澤部村字木間内	苗圃 國 85	41°55'8	140°20'8
七飯	渡島國龜田郡七飯村	苗圃 國 —	—	—
寅澤	渡島國龜田郡銭龜澤村字寅澤	地方費林造林地 森分區員駐在所 —	—	—
福島	渡島國松前郡福島村	森分區員駐在所 —	—	—

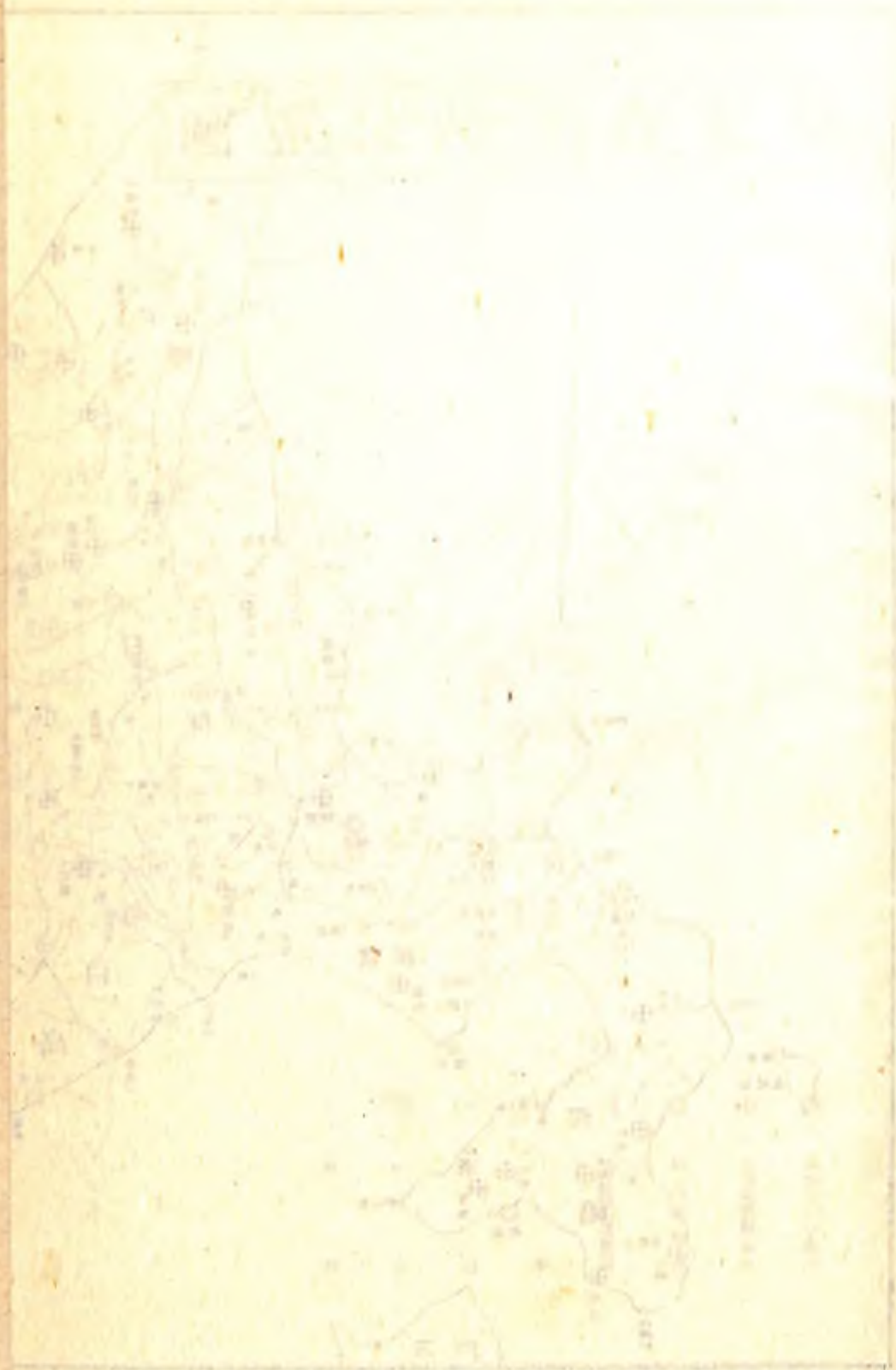
林 森



凡
例

森林氣象觀測所位置圖





I. 各地の結霜状況

昭和7年以降昭和16年迄の10箇年に建する箇所のみを選定し同期間に結霜したる回数を最低気温別に統計し比較の爲便宜4月より7月迄の結霜を晩霜とし、8月より11月迄の結霜を初霜として夫々第1表及び第2表（別表折込に據る）に表示した。前夜より翌日に及ぶものは結霜日数としては2日とすべきであるが此處に於ては結霜回数として1回とした（以下同）。

II. 結霜の初終期日

各地の終霜及び初霜の平均月日及び其の間を無霜期間として表示したものが、第3表である。

第3表 各地結霜ノ初終期日

箇所名	終霜		初霜		無霜日数	調査年数
	月	日	月	日		
沼安上名幌加	6	8	9	28	111	18
	5	21	10	8	139	14
	6	8	9	29	112	13
	5	27	10	5	130	13
菅中磐上阿	5	23	10	7	136	17
	5	15	10	5	142	13
	5	26	9	29	125	10
	5	17	10	8	143	13
上屈落野上厚池俱千厚	6	8	9	28	111	18
	6	2	10	1	120	18
	5	27	9	29	124	18
	5	16	10	1	137	18
厚池俱千厚	5	30	9	27	119	18
	5	11	10	7	148	18
	5	22	10	4	134	13
	5	6	10	18	164	13
上花木七札	5	14	10	5	143	13
	5	16	10	5	141	18
	5	21	10	3	134	18
	5	16	10	7	143	13
厚福	5	22	10	4	134	18
	5	7	10	5	150	12
	5	15	10	6	143	18
	5	7	10	14	159	12
厚福	5	19	10	6	139	13
	5	15	10	6	143	13
厚福	5	6	10	24	170	11
	5	6	10	24	170	11

III. 結霜の回数

4月より11月迄1年間の各月平均結霜回数を表示したものが第4表である。10箇年の平均値とす。

第4表 各地結霜回数

箇所名	月 IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
沼川	1.2	2.3	0.7	0.2		1.4	5.7	3.4
安志内	4.9	3.3	0.5			0.2	4.4	4.9
上幌加内	0.7	2.7	1.1			0.9	4.9	2.4
名寄	2.9	3.4	0.4			0.6	6.3	6.1
幌加内	2.7	3.1	0.5			0.3	4.4	4.7
富良野	1.2	2.9	0.1			0.3	5.1	3.5
札中	3.9	1.7	0.1			0.3	6.4	9.8
標津	3.7	6.0	1.7			0.6	10.7	13.4
磐前	3.0	2.2	0.1			0.1	3.6	2.1
上阿部	3.2	3.6	1.2			0.8	11.2	11.7
阿部	6.8	4.7	0.6	0.1		1.0	9.2	14.0
足寄	16.4	4.8	0.5			0.9	13.4	18.9
屈路	3.4	2.5	0.4			0.4	7.8	9.3
上厚	2.1	2.8	0.8	0.1		1.3	8.1	3.0
池田	5.2	4.1	0.6			0.5	12.0	16.9
千原	2.1	1.0	0.2			0.1	3.8	9.1
上花	6.3	3.6	0.3			0.3	10.0	17.8
木七	7.4	3.0	0.1			0.2	6.4	7.1
寅	3.4	3.3	0.2			0.3	7.6	5.0
	5.0	3.3	0.4			0.2	7.1	8.4
上花	3.6	2.4	0.4			0.3	9.9	11.5
木七	7.4	4.1	0.2			0.5	7.3	6.9
寅	7.5	2.7	0.7			0.1	6.7	7.7
	8.1	1.4	-			-	4.6	7.4
	4.9	2.9	-			0.1	5.7	5.7

IV. 位置と結霜

前述の如く本道は緯度に於ても約5度の隔りがあり、沿岸と内陸施業地とは海拔にも相當の差違がある。又同じく海岸地方としても、日本海、太平洋、オホーツク海岸では氣候狀態が異り内陸地方に至りては更に特徴を有するので、之等位置の關係が霜現象に如何程の影響を齎してゐるかを本道の實例に依つて検討して見やうと思ふのである。

(1) 緯度と結霜

本邦の實例に徴しても南より北に至るに従ひ一般に霜現象が顯著になつて来る

氣 溫	沼川	安志内	上幌加内	名寄	富良野	札中	標津	磐前	上阿部	阿部	足寄	屈路	上厚	池田	千原	上花	木七	寅
20.0~19.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.0~18.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.0~17.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.0~16.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16.0~15.1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15.0~14.1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.0~13.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.0~12.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.0~11.1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.0~10.1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.0~ 9.1	3	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.0~ 8.1	1	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.0~ 7.1	5	2	2	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.0~ 6.1	8	3	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.0~ 5.1	8	2	1	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0~ 4.1	11	10	5	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0~ 3.1	13	4	7	9	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.0~ 2.1	16	12	11	15	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.0~ 1.1	14	20	17	21	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) 1.0~ 0.1	16	25	12	31	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) 0.0~ 0.9	5	9	16	20	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.0~ 1.9	1	4	2	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.0~ 2.9	-	1	4	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.0~ 3.9	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0~ 4.9	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0~ 5.9	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.0~ 6.9	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.0~ 7.9	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.0~ 8.9	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.0~ 9.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.0~10.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
回	105	95	82	130	94	8	16	59	237	2	た							
(-) 97	(-) 97	(-) 80	(-) 59	100	(-) 74	(-) 7	-	-	(-) 200	(-) 2								
(+) 8	(+) 8	(+) 15	(+) 23	(+) 30	(+) 20	(+) 1	-	-	(+) 37	(+) 2								

第1表 各地晩霜時の最低温

氣 温	沼川	安平 志内	上幌 内	名寄 内	視加 内	當麻	札蘭	中標 津	野澤	上置 戸	阿寒	上足 寄	足寄	落合	上浦 幌	厚岸	千島 路	厚賀	上札 内	花石	木間 内	七飯	寅澤	福島	野幌
20.0~19.1	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.0~18.1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.0~17.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.0~16.1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16.0~15.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
15.0~14.1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
14.0~13.1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
13.0~12.1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	3	3	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
12.0~11.1	1	2	-	-	-	-	2	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.0~10.1	1	1	-	2	1	-	-	1	-	-	-	6	-	2	-	-	3	-	-	1	1	-	-	-	-
10.0~ 9.1	1	-	-	1	1	-	3	2	1	1	7	4	-	1	-	-	2	-	-	2	2	-	-	-	1
9.0~ 8.1	1	6	-	-	5	-	-	5	1	1	4	11	1	5	1	-	6	-	-	6	3	-	-	-	1 2
8.0~ 7.1	2	5	1	1	1	-	4	4	3	1	6	13	-	3	2	-	5	1	-	6	3	2	-	2	- 4
7.0~ 6.1	-	7	2	3	1	-	2	6	3	3	2	13	-	1	3	-	5	1	3	1	13	1	3	-	4
6.0~ 5.1	3	7	1	2	4	-	3	10	6	6	7	13	5	2	4	1	7	7	5	6	6	7	3	-	1 2
5.0~ 4.1	3	7	6	6	5	2	5	7	4	6	10	31	5	10	9	4	14	9	16	6	6	10	3	1	1 5
4.0~ 3.1	9	5	3	4	4	3	8	12	8	8	14	29	10	4	13	8	14	10	9	3	9	15	6	5	9 15
3.0~ 2.1	5	11	3	5	6	8	6	12	5	3	17	34	8	8	25	3	15	14	22	11	18	15	8	17	19 17
2.0~ 1.1	3	10	12	16	15	13	6	26	15	9	20	25	8	7	22	3	13	12	13	9	18	15	26	6	16 17
(-) 1.0~ 0.1	5	15	12	15	6	15	6	11	2	7	12	25	9	4	19	4	9	8	11	6	17	8	16	10	13 18
(+) 0.0~ 0.9	2	3	3	10	7	1	8	2	3	5	4	1	10	4	1	6	9	3	3	4	7	11	15	8	11 13
1.0~ 1.9	2	3	1	1	3	-	1	3	1	11	2	-	4	1	-	3	-	2	2	2	3	12	12	6	4 15
2.0~ 2.9	-	-	1	1	1	-	-	-	-	5	-	-	1	1	-	-	-	2	2	2	3	2	12	2	7
3.0~ 3.9	-	2	-	-	1	-	1	-	-	1	1	-	-	2	-	1	-	-	-	4	5	-	4	-	3
4.0~ 4.9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	2	2	-	-	-	1	1	-	3	1	-	5	-
5.0~ 5.9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	1	2	-
6.0~ 6.9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.0~ 7.9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.0~ 8.9	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.0~ 9.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
10.0~10.9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
回 44 87 45 67 63 42 57 102 53 80 122 217 63 58 99 33 05 69 87 64 117 109 95 78 81 .119 (-)36 (-)76 (-)40 (-)55 (-)51 (-)41 (1)47 (-)97 (-)49 (-)51 113 216 (-)46 (-)48 (-)98 (-)23 96 (-)62 (-)79 (-)56 (-)97 (-)74 (-)65 (-)41 (-)64 (-)81 (+) 8 (+)11 (+) 5 (+)12 (+)12 (+) 1 (+)10 (+) 5 (+) 4 (+)29 (+) 9 (+) 1 (+)17 (+)10 (+) 1 (+)10 9 (+) 7 (+) 8 (+) 8 (+)20 (+)35 (+)30 (+)37 (+)17 (+)38																									

各地初霜時の最低温配布

氣 温	沼川	安平上内	志内	名寄内	鏡加内	富	上戸	上足	足合	野根	上浦	厚岸	池田	安	千呂	厚賀	上礼	花石	木内	七股	寅澤	龍島		
20.0~19.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
19.0~18.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
18.0~17.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
17.0~16.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
16.0~15.1	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
15.0~14.1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-		
14.0~13.1	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	5	-	-	-	-	-		
13.0~12.1	-	-	-	-	-	-	3	1	8	-	-	-	1	-	1	-	5	-	-	-	-	-		
12.0~11.1	1	-	-	-	-	-	3	5	9	3	1	2	-	1	-	4	4	-	-	-	-	-		
11.0~10.1	1	-	-	2	-	-	7	7	8	-	1	3	-	5	-	2	4	2	-	-	-	-		
10.0~ 9.1	3	-	1	-	1	-	6	14	17	1	-	5	-	3	1	2	6	-	-	-	-	-		
9.0~ 8.1	1	1	1	-	2	-	11	10	20	3	-	15	1	11	2	3	2	5	1	-	-	-		
8.0~ 7.1	5	2	2	1	3	-	9	10	14	4	8	1	16	1	16	1	2	10	3	-	-	-		
7.0~ 6.1	8	3	2	3	4	1	14	11	25	3	9	8	21	7	10	6	11	15	6	4	-	-		
6.0~ 5.1	8	2	1	9	3	1	27	15	30	8	12	4	21	5	39	4	3	12	15	10	4	2		
5.0~ 4.1	11	10	5	8	4	-	25	19	35	16	19	5	32	10	31	6	13	12	13	13	12	1	3	1
4.0~ 3.1	13	4	7	9	6	1	22	21	47	14	12	9	37	18	40	14	15	25	16	19	19	3	1	3
3.0~ 2.1	16	12	11	15	14	5	22	33	35	21	12	23	39	14	40	27	11	25	21	23	21	14	6	13
2.0~ 1.1	14	20	17	21	19	7	28	32	51	22	13	26	46	15	45	27	16	18	20	18	22	21	13	18
(-) 1.0~ 0.1	16	25	12	31	18	13	21	28	23	21	16	16	43	20	28	29	17	31	29	28	23	15	11	22
(+) 0.0~ 0.9	5	9	16	20	11	1	10	19	2	23	11	18	5	12	5	13	17	7	24	11	17	16	15	12
1.0~ 1.9	1	4	2	5	5	2	17	10	1	27	4	20	6	11	2	6	9	3	12	3	15	21	16	2
2.0~ 2.9	-	1	4	1	2	2	4	-	1	5	5	14	1	12	3	-	9	-	8	3	4	9	13	7
3.0~ 3.9	-	1	-	-	1	-	3	3	1	1	-	9	1	3	-	-	8	-	2	1	1	8	13	-
4.0~ 4.9	1	-	-	1	-	-	2	3	-	3	1	6	1	-	1	-	2	-	-	3	-	7	13	-
5.0~ 5.9	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-	1	1	1	4	5	-	-
6.0~ 6.9	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	1	-	2	-	-
7.0~ 7.9	-	-	-	3	-	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
8.0~ 8.9	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
9.0~ 9.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
10.0~10.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	105	95	82	130	94	8	237	242	332	175	124	166	294	130	281	137	129	157	217	147	145	120	115	79
	(-)97	(-)80	(-)59	(-)100	(-)74	(-)7	(-)200	(-)206	(-)327	(-)116	(-)102	(-)95	(-)280	(-)91	(-)270	(-)118	(-)79	(-)146	(-)170	(-)123	(-)105	(-)54	(-)36	(-)57
	(+) 8	(+)15	(+)23	(+)30	(+)20	(+)1	(+)37	(+)36	(+) 5	(+)59	(+)22	(+)71	(+)14	(+)39	(+)11	(+)19	(+)50	(+)11	(+)47	(+)24	(+)40	(+)66	(+)79	(+)22

1 初霜時の最低温配布

可	上	屈	落	野	上	厚	池	安	千	厚	上	花	木	七	野	島
寒	足	合	視	浦	岸	田	知	呂	眞	礼	石	内	七	野	島	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	5	-	-	-	-	-
1	8	-	-	-	-	1	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-
5	9	3	-	1	2	1	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-
7	8	-	1	-	3	-	5	-	2	4	2	-	-	-	-	-
14	17	1	-	-	5	-	3	1	-	2	6	-	-	-	-	-
10	20	3	-	2	15	1	11	2	3	2	5	1	-	-	-	-
10	14	4	8	1	16	1	16	1	-	2	10	3	-	-	-	-
11	25	3	9	8	21	7	10	6	-	11	15	6	4	-	-	-
15	30	8	12	4	21	5	39	4	3	12	15	10	4	-	2	-
19	35	16	19	5	32	10	31	6	13	12	13	13	12	1	3	1
21	47	14	12	9	37	18	40	14	15	25	16	19	19	3	1	3
33	35	21	12	23	39	14	40	27	11	25	21	23	21	14	6	13
32	51	22	13	26	46	15	45	27	16	18	20	18	22	21	13	18
28	23	21	16	16	43	20	28	29	17	31	29	28	23	15	11	22
19	2	23	11	18	5	12	5	13	17	7	24	11	17	16	15	12
10	1	27	4	20	6	11	2	6	9	3	12	3	15	21	16	2
-	1	5	5	14	1	12	3	-	9	-	8	3	4	9	13	7
3	1	1	-	9	1	3	-	-	8	-	2	1	1	8	13	1
3	-	3	1	6	1	-	1	-	2	-	-	3	-	7	13	-
-	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-	1	1	1	4	5	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	1	-	2	-
1	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
42	332	175	124	166	294	130	281	137	129	157	217	147	145	120	115	79
06	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
36	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

事は明瞭である。之が本道内に於て如何に現れるかを知らんとし沿岸、海拔高等の關係比較的類似し緯度因子のみ異なる5箇所を選定し結霜に関する諸現象を比較したものが第5表である。各地點の局所的環境の相異は勿論止むない事である。

本表に依れば南より北に至る程年平均霜が判然と規則的に低下してゐる。終霜月日は北方に至るに従ひ規則的に遅延してゐる。初霜月日は最南の幌別⁽³⁾に比し最北の沼川は約20日早く現れてゐるに對し其の間の各地は明瞭ではないが緯度の高くなる程初霜も早くなるのが當然と思はれる所で、無霜期間は北する程⁽³⁾短縮されてゐる。之等の點は本邦各地の例にも明に現れてゐる。次に結霜回数は5月、10月の霜の最盛季には緯度の關係不明瞭であるが、霜の少い6月の晩霜及び9月の初霜時には比較的判然とし北方位回数が多い。又結霜時の最低温中の最高温即ち霜の現れる最高限界温は明瞭でない。次に結霜時の平均最低温は區々であるが緯度の高い方低温なる傾向ある様に見受けられる。

第5表 緯度と結霜

箇所	緯度 海拔	終霜 月日	初霜 月日	無霜 期間 日數	結霜回数				最低温中の最高温				年平均 均温
					V月	VI月	K月	X月	V月	X月	V	X	
幌別	秘—	5.9	10.18	161	3.5	0	0	4.0	1.8	1.5	0.0	0.0	7.7
野幌	43°45' 35m	5.11	10.7	148	2.7	0	0.2	5.7	3.7	4.7	0.8	1.7	6.9
磐ノ澤	43°38'0" 120m	5.17	10.8	143	2.2	0.1	0.1	3.6	0.1	2.3	-2.4	-1.2	5.9
安平志内	44°44'5" 70m	5.21	10.8	139	3.3	0.5	0.2	4.4	7.8	2.4	-0.6	-1.1	5.6
沼川	秘—	6.8	9.28	111	2.3	0.7	1.4	5.7	8.5	1.1	-2.6	-2.9	4.6

(2) 海拔と結霜

結霜に對して海拔が如何に影響するやを検せんが爲には、特に考慮を拂はれた試験地を必要とするのであるが本稿に於ては任意緯度の差違少く且氣候區を同一とする所に5箇所を選定したものである。従ひて海拔の差も少く159mより620m迄で我々の施業範圍内の對象に過ぎない。第6表は之に關する霜現象を表示したものである。

第6表 海 拔 と 結 霜

箇 所	海 拔 度	終霜	初霜	無霜 期間 日数	結 霜 回 数				最低温中霜日平均 の最高温最低温				年平均 均温
		日 日	月 日		V月	VI月	K月	X月	V月	X月	V月	X月	
幌 加 内	159m 44°0'44"	5.23	10. 7	136	3.1	0.5	0.3	4.4	1.7	6.0	-1.3	-0.8	5.1
當 麻	280m 43°47'11"	5.15	10. 5	142	2.9	0.1	0.3	5.1	0.1	5.4	-1.4	-0.5	5.7
鹽 狩	285m 43°57'7"	5.23	9.29	128	3.0	0.5	0.8	5.8	8.0	4.0	0.1	-0.4	5.7
上 川	380m 43°50'11"	5.30	6.25	117	1.5	1.5	1.5	9.5	2.1	5.4	-0.9	-0.7	5.6
層 雲 峽	620m 43°43'44"	5.25	9.24	121	2.1	0.3	1.1	6.5	3.0	8.5	-2.0	0.4	4.1

之に依れば終霜月日は區々であるが、初霜は海拔の上昇と共に判然と早期に現れて居り、無霜期間は區々であるが海拔の上昇と共に短縮される傾向が認められる。年平均温度は幌加内を除き海拔高と共に低下してゐるが結霜回数、最低温等は一定の傾向が無い。海拔高と結霜との關係に就いて二、三の報告に接するが、九州地方に於ては海拔を増す程結霜温度が高まると報ぜられてゐる。Geiger氏等は本問題に就いて特に廣汎な研究を行ひ海拔が高くなると風の影響が加はり霜日の最低温は低所程降下しないとして居り、又Münch及びLiske兩氏は反對に霜の數と危險期間の長さとは、同じ状態であれば海拔の上昇と共に増加するが、森林施業に當つて考慮を要するは700m以上で其れ以下の箇所では寧ろ環境要素を考慮すべしと稱してゐる。其他賛否相半ばし定説が無いが要するに我々の施業範圍では場所毎の局所的環境が重要である。

(3) 地 域 と 結 霜

前述したる如く本道は氣候上地域的に特性を有するので次の如く5區に分ち霜現象の比較を行つた、各地域に算入した観測所は下の如くである。

1. 天 鹽 沿 岸・安平志内、磐ノ澤、野幌
2. 北 見 沿 岸・中頓別、枝幸、上幌内、美幌、下湧別、札鶴
3. 太 平 洋 沿 岸・中標津、厚岸、池田
4. 道 南 地 方・木間内、七飯、福島、花石、寅澤
5. 内 陸 地 方・當麻、上置戸、屈足、落合、上足寄

本節を A. B. に分ち結霜の諸現象と結霜頻度に關して記述する事とす。

A. 結 霜 現 象

結霜の諸現象に關し各區毎に平均値を算出して第7表に表示した。

第7表 地 域 と 結 霜

地 方 別	終霜	初霜	無霜 期間 日数	結 霜 回 数				最低温中霜日平均 の最高温最低温				年平均 均温
	月 日	月 日		V月	VI月	K月	X月	V月	X月	V月	X月	
天 鹽 沿 岸	5.16	10. 8	144	2.7	0.2	0.2	4.6	3.9	3.4	-0.7	-0.2	6.1
北 見 沿 岸	5.28	10. 4	128	2.8	0.6	0.5	6.3	3.6	6.2	-1.3	-0.5	5.5
太 平 洋 沿 岸	5.15	10. 7	144	3.5	0.7	0.3	8.2	2.8	5.6	-1.4	-1.3	6.0
道 南 地 方	5.10	10.11	153	2.5	0.2	0.1	5.3	5.5	5.9	0.4	0.1	7.9
内 陸 地 方	5.25	9.30	127	3.3	0.6	0.7	9.1	2.9	4.9	-1.4	-2.1	5.2

本表に依れば道南地方は年平均温も最も高く、終霜も早く、初霜は最も遅れて現れ、無霜期間は最も長し。霜日の平均最低温は0°C以上を示し結霜回数も最も少い傾向を示してゐる。

天鹽沿岸と太平洋沿岸とは年平均温も殆ど同一にして終霜、初霜各期日及び無霜期間等も略同一である。而し太平洋沿岸の方霜日の平均最低温遙に低く、結霜回数も著しく多く晩霜としては本道隨一で特に根室地方の中標津最も顯著である。

次に北見沿岸と内陸地方とは年平均温も近似し終霜、初霜の期日も地域としては最も近接し無霜期間は同一である。而し内陸地方は霜日の平均最低温低く結霜回数も一般に多し。以上に依つて見れば晩霜の最も顯著なるは太平洋沿岸即ち根釧地方で内陸地方之に次ぎ北見地方、天鹽地方の順で道南地方は危険性最も少し。

B. 結 霜 頻 度

本道の晩霜に對しては特に大陸に發生する高氣壓が最も關係深く之に本道附近の氣壓の配置が關聯してゐる事が知られてゐる。而して晩冬、早春に於ける氣壓の配置、寒氣の襲來には年々一定の傾向あるものゝ如く、從ひて之が本道の晩霜に對して何等かの傾向を齎しはしないか、又地域的に異なる所はないか、之等の點を明にする爲既述したる5區の各観測所に就き、夫々開設以來昭和18年迄の5、6月の霜日の配分状態を調べたものが第8表(1)及び(2)である。之に就き調査



年數20年に達せざるものは便宜20年分に換算して各區域毎に平均し、更に3點平均法に依つて曲線を平滑にし區毎に圖示すれば別圖の如くである。

之に依れば結霜の頻度は本道一圓に亘り同一傾向のある事が知れる。而して曲線の山を挙げれば5月1日、8日、13日、22日、29日、6月4日、12日、19日の各日で之等の日の前後に於て霜が最も多く起つてゐる事が知れるので霜の豫知豫防上注意が肝要となる譯である。

圖面の曲線を見ると約7日置き位に山が現れ霜が週期的に循環しつゝある事に氣が付くであらう。支那北部や朝鮮では古來3寒4溫といふ俚諺があり、之は3日間寒さが續けば後の4日は溫暖で寒暖交互して現れるといふ意味であるが、之は冬期の氣溫の統計と良く一致し、又シベリア大陸の高氣壓の發生とも良く一致してゐるとの事で、本道霜現象がシベリア大陸の高氣壓と密接な關係にある點から此の霜の週期的循環現象は故無きに非ず甚だ興味ある事である。

又本邦に於ては寒さの戻りとして八十八夜の別れ霜といふ言ひ傳へがあり、中部以北で立春から88日目の5月の初め頃には年々霜があり桑葉に被害の起るを常とし、又東方地方の一部では八十八夜が済んでから作物を播種する習しがあり、

第8表(1) 各地霜の回数(5月)

5月	安平	野田	中標	厚岸	池田	當麻	上置	屈足	落合	上置	上足	下別	中別	校中	上内	美幌	札内	木内	七飯	網走	花石	資澤
1	3	2	5	6	1	5	1	1	1	1	3	3	3	1	2	3	1	4	3	1	6	6
2	3	3	2	1	4	2	2	4	4	6	5	4	4	1	1	2	1	3	1	1	2	2
3	2	3	1	1	3	3	3	3	3	4	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	2	2	2	2	2	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
計	52	31	46	71	18	57	40	64	53	69	93	34	60	34	42	53	36	49	25	18	64	50
調査年數	16	15	20	11	15	15	15	20	20	20	20	12	20	20	15	20	15	20	15	13	14	15

第8表 (2) 各地霜の回数 (6月)

6月	安平 志内	磐ノ 野幌	中標 津	厚岸	池田	雲梯	上置 戸	屈足	落合	上足 寄	下通 別	中額 別	枝幸	上標 内	美幌 札内	木内	七飯	福島	花石	寛澤
1	1	-	-	1	-	-	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	-	-	-	-
2	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
計	7	2	15	2	3	1	18	4	18	8	3	11	8	13	9	5	9	13	14	19
調査年数	16	15	20	15	15	15	20	20	20	20	12	20	20	15	20	15	20	15	14	19

地方別初霜頻度



八十八夜頃迄は霜害の心配があるといふ意味であるが長野縣では寒さの戻りの起る日は5月1日、9日、15日、24日頃であると言ひ本道の共れと略一致する事も甚だ興味ある事である。又歐州に於ても5月10日過ぎ頃に寒さの戻りの現象があり、特に Eisleben といふ名稱を附してゐるが6月にも此の現象があり之等は矢張り高氣壓の發生と關聯し定期的寒氣の襲來に原因するとの事である。

本道の初霜に對しても別圖の如く略々週期的な循環を認め得るが晩霜の場合に比し明瞭でない。

引用並に参考文献

- (1) Vater : Zur Kenntnis der Schneemengen und der Spät- und Frühfröste in Sachsen. Tharandter forstliches Jahrbuch 1921. S171
- (2) M. Woelfle: Waldbau und Forstmeteorologie.
- (3) 神宮神部署: 昭和19年曆
- (4) 上野 巳熊: 九州地方の地勢と結霜. 森林治水氣象彙報第9號
- (5) Geiger, Woelfle, Seip: Höhenlage und Spätfrostgefährdung Forstwissenschaftliches Centralblatt. 1933 S579. S737 及び 1934. S141. S221. S255. S357. S465.
- (6) E. Münch: Winterschäden an Fichten und anderen Gehölzen. Tharandt, forstl. Jahrb. 1928 S276.
- (7) Münch, Liske: Die Frostgefährdung der Fichte in Sachsen, Tharandt, forstl. Jahrb. 1926. S97 S129. S161. S197.
- (8) A. Schmauss: Die Frühjahrskälterückfälle. Forstw. Centralb. 1930. S196
- (9) 福井英一郎: 日本の氣候
- (10) 北海道森林氣象略報. 昭和17年
- (11) 岡田 武松: 氣象學

堆積腐植の石灰に就いて

技師 内 田 丈 夫

堆積腐植は落葉枯枝其他地床植物等の遺棄物の集積によつて林地上に構成されたもので、その外觀的形態によつて粗腐植並に精腐植等に分類されることは前報に於て概略を述べた。この堆積腐植中の粗腐植は各種の遺棄物の分解が添加された遺棄物の量に遙かに劣る結果地表面上に集積するに外ならない。即ち樹木の落葉其他が分解し去り、有機物は瓦斯體となり又水として去り、無機物は地中に還元すべきものが充分に混抄せず地表面上に停滯する結果である。而して農耕地等に於ては作物の完全な生育の爲には施肥、耕耘等の人工的方法により常に作物の生育に良好な状態を土壤に與へ、作物は充分な生育を續けることが出来るが、森林、殊に本道のやうに大部分の收穫を天然林に期待する場合農耕地のやうに施肥又は耕耘を行ふと云ふやうなことは考へられない。然し吾人は出来る限り完全な方法を取り速かに大きな收穫を上げることに努む可きである。斯様な天然林に於て林木が利用し得る養料は遲滯なく供給せしむ可きで、この堆積腐植は完全に速かに分解しその中に含まるゝ養料が再び植物に利用されねばならない。殊に林木の完全な生育に多量に要求される窒素は殆ど全てがこの遺棄物の中に存在する含窒素化合物の分解生成物に依存する。然し植物が利用し得る窒素の形態は殆ど全てが土壤中の可溶性窒素、即ち硝酸態並にアンモニア態である。遺棄物中に炭水化合物が分解緩慢な爲に多量に残存すると土壤微生物は之を炭素源とし、存在する可溶性窒素を窒素源として菌體蛋白を構成し、再び複雑な形態の窒素とし植物の利用を困難にするとされて居る。又リグニンの多量に存在することは蛋白の分解を困難にすると考へられて居る。粗腐植は酸性を呈し爲に中性に於て繁殖可きアゾトバクターの活動を阻害し、窒素給源の一つを停止する結果ともなる。

植物遺棄物が地表面に到達し、こゝに於て土壤微生物の作用を被り分解されるとその終局に於て水、炭酸瓦斯、其他アンモニア等になるが、腐植化作用によつては遺棄物中のリグニン等は種々の變化を受け腐植酸を構成するに至るとされて

居る。この腐植酸はその周囲に多量の鹽基が存在する場合にはこれ等のものと結合して所謂中性腐植を構成し、土壤状態を良好にし、延いては植物の生育に種々良好な影響を與へる。然しこれ等鹽基類が缺乏して居る場合には所謂酸性腐植が残存することになる。腐植酸は無機複合體に比べてその飽和の爲には多量の鹽基を必要とするとされて居り、これ等の鹽基が少なれば土壤に酸性を附與する結果となる。

Gedroiz⁽¹⁾によれば多濕な地域に於ては水中の水素イオンは土壤複合體から鹽基を置換しこれ等を不飽和となし、漸次腐植酸は可溶性となると共に硅酸礬土を容易に遊離の三二酸化物に分解する。即ち土壤の理化學的性質に大きな關係を有し植物の生育に重要な意義を有する土壤複合體は鹽基の缺乏の爲破壊され流下する水分と共に下方に洗滌される。又腐植酸はその保護作用によつて土壤粘土分を伴ひ移動し、結局土壤表層はこれ等のものゝ破壊損失が考へられる。Kötze⁽²⁾は林木の榮養に對して決定的なものは腐植の影響を受けた20cmの表土であると述べて居り、淺根性で土壤表層附近にその生活の給源を求めて居るものに就いては特にこの影響が考へられる。更に洗滌された各種成分が沈澱の條件を満す下層の部分に到達した時これ等のものはこゝに沈澱して堅硬な層を形成し、これは根系の發達に大きな障害となり且つ水分の停滯等を生ずる結果となる。

酸性腐植の生成は土壤に種々の障害を齎し、その結果はこゝに生育する林木の生長に大きな障害を與へることになる。而して土壤反應が中性の場合は酸性の場合に比べてバクテリアの繁殖が優勢であるが、酸性の時は微類の繁殖が盛であることは一般に良く認められて居り、Romell⁽³⁾は粗腐植の場合には酸性を附與する微類が大きな活動をなし、精腐植の場合には微類は比較的少なくバクテリアが優勢な活動をするとして述べて居る。かくて粗腐植の形成はこの酸性腐植の生成を助長する大きな原因を有することが知られる。

粗腐植の形成する原因に就いては各種の條件が挙げられ論議されるが、その内添加される遺棄物の性狀が大きな原因の一つであると考へられて居る。更にKrauss⁽⁴⁾は良好な腐植の生成に對して影響を有する因子は多數挙げられるが、土壤の石灰含量が重大な役割をすることを述べ、更に土壤の石灰含量は樹木の落葉によつて影響される事實を例を挙げて示して居る。Joffe⁽⁵⁾は潤葉樹落葉の灰分は

針葉樹落葉の灰分の2.6倍に達することより土壤の漂白化を阻害する原因とし、Gaussen⁽⁶⁾は針葉樹落葉に依り堆積腐植の酸性の低減することを認めて居る。其他諸氏によつて石灰の土壤に對する良好な影響が認められて居る。充分な石灰が土壤に存在する場合、生ずる酸性物質は之が爲に飽和され、土壤は中和を保つに至る。即ち堆積腐植中の酸性物質は之により飽和され中性を保つことになり分解に對して良好な結果を齎すとされる土壤バクテリアの繁殖を促進せしめ、加へられる遺棄物は完全に分解するに至ると考へられ、又Gaussen⁽⁶⁾が述べたやうに石灰含量の少ないことによる土壤理學性の惡化、即ち土壤粒子の緊密性を生ずることはない。

斯様に種々の影響を堆積腐植の上に及ぼす石灰は堆積腐植の場合その給源は大部分落葉其他植物遺棄物中のものによるものである。吾々は前報に於て本道の堆積腐植を二大別して粗腐植並に精腐植にした。この二種類の堆積腐植とこれに含まれる石灰との間に前述のやうな關係が認められるが、更に潤葉樹等の混生がこの堆積腐植の石灰に如何なる影響を示すかを知らんとし、種々の堆積腐植に就いてその石灰を試験した。結果をこゝに述べて參考に供する次第である。

供試品の採取に就いては從來述べたところであり、之は省略して採取した林地の概略を記述するに止める。本供試品採取に際して種々御高配を煩した各管内營林區署各位に深く謝意を表する。

I. 野上事業區49林班 エゾマツの大徑木が點在する地域で、鬱閉は疎、地表はゴンゲンスゲによつて被はれ、粗腐植に屬する7.0mの堆積腐植はこの植物の根系によつて縫合されて居た。その下に横はる礫質土壤は石礫に富む砂壤土にして表層は褐黑色を呈した。

II. 同事業區50林班 アカエゾマツの大徑木が生育して居る下にトドマツの小徑木が生存して居た。地表は藓類に被はれた粗腐植に屬する5.8mに達する堆積腐植に被はれた。その下の礫質土壤は石礫に富む火山灰質で、黑色を呈して居た。

III. 同事業區同林班 アカエゾマツの大徑木が散在する下に多數のトドマツの小徑木が密生し鬱閉は密であつた。地床には殆ど植物を缺き針葉樹落葉から形成された11mに達する粗腐植が礫質土壤表面を被ふた。礫質土壤は石礫を

含み黒色を呈する火山灰質の軽鬆な土壌であつた。

IV. 同事業區 49 林班 III の林地と同じくアカエゾマツの大徑木多数存在し、之にトドマツの小徑木が密生し、鬱閉は稍密であつた。地表面には殆ど見る可き地床植物は認められなかつた。9.8 匁に達する粗腐植に屬する堆積腐植よりなり、礦質土壌は石礫を含み黒褐色を呈した。

V. 同事業區 同 林班 アカエゾマツの大徑木の下にトドマツの小中徑木が存在した。鬱閉は中庸であつた。地床植物としてはゴンゲンスゲが優勢種として表はれ、5.4 匁に達する粗腐植に屬する堆積腐植よりなり、これはゴンゲンスゲの根系によつて縫合されて居た。礦質土壌は石礫を含み黒褐色を呈するものであつた。尙本事業區の他の試験地は南面又は西南面の急峻な傾斜地であつたが本試験地は北面の稍平坦な地域であつた。

VI. 同事業區 同 林班 エゾマツの大中徑木が散在し、林冠は疎開して居る地域で、地表にはゴンゲンスゲが繁茂し、處々にオシダが認められた。4.8 匁に達する粗腐植に屬する堆積腐植からなり、前同様之はゴンゲンスゲの根系によつて縫合されて居た。礦質土壌は數層からなる火山灰質のもので、黒色を呈した。本林地は傾斜の下位にあつて稍平坦であつた。

VII. 北邊別事業區 75 林班 ミズナラの一齊林にして林冠は稍密、地床はクマイザサによつて被はれ、精腐植に屬し 2 匁に過ぎぬ堆積腐植が存在した。H 層に屬するものは下の礦質土壌表層と混合して居た。礦質土壌は埴土にして褐色を呈して居た。

VIII. 千 歳 村 有 林 各種の潤葉樹からなる薪炭林として經營されつゝある地域にして地床は各種の草本類が生育を續けて居た。精腐植に屬し H 層 4.5 匁に達する堆積腐植からなり、樹木及草本類の根系は大部分この H 層を貫通分布して居た。礦質土壌は火山礫に由來する礫土にして、數層よりなる。平坦な地域であつた。

IX. 同 村 有 林 前同様薪炭林として設定された地域にして各種の潤葉樹から成り立つて居た。精腐植に屬し 5.3 匁に達する堆積腐植にして VIII と同じく厚い H 層を有し、各種植物の根系は大部分この間を貫通分布して居た。

礦質土壌は VIII に同じ。

X. 足寄事業區 75 林班 雌阿寒岳の山麓に位するアカエゾマツ及びトドマツ並に潤葉樹の混淆する鬱閉中庸の地域にして、地表はオシダ、クマイザサ、フツキソウ等に被はれた。F 並に H 層からなる粗腐植に屬する堆積腐植で H 層は下の礦質土壌層と混合して居た。礦質土壌は火山灰に由來すると考へられる埴土であつた。地勢は平坦。

XI. 同事業區 同 林班 アカエゾマツ及びトドマツ並に潤葉樹の混淆する林冠の疎開した林地にして、クマイザサの繁茂する中にゴゼンタチバナ、シラネウラボ、コミヤマカタバミ等が混在して居た。F 層の稍厚い 4.3 匁に達する粗腐植に屬する堆積腐植からなり、礦質土壌は前者に等しかつた。

XII. 同事業區 同 林班 エゾマツ、トドマツ及び各種潤葉樹の混淆した地域で、鬱閉中庸。クマイザサの繁茂する内にフツキソウ、オシダ等が混在し粒狀を呈し下の礦質土壌と混和した 3 匁の H 層を示し、F 層は膨軟にして 2.5 匁に達する粗腐植からなる。礦質土壌は前者と同様であつた。

XIII. 同事業區 同 林班 エゾマツ、トドマツ、アカエゾマツの針葉樹及び各種の潤葉樹の混淆する林地にして鬱閉は中庸、地表にはクマイザサの繁茂する内にシラネウラボ、シヤクナゲ、コヤウラクツ、ジ等が存在した。H 層は薄く F 層の厚い粗腐植にして、F 層は 5 匁、H 層は 0.5 匁内外に過ぎなかつた。礦質土壌は前同様であつた。

以上各供試品の採取地は I より VII 迄は北見地方より、VIII より IX 迄は札幌附近より、X より XIII 迄は足寄地方から選定した。かやうに位置的に異なり且つ氣象條件を異にする地域から採取したものに就いては堆積腐植の外觀的狀態のみを比較することは之が氣象的條件に影響されることの多い爲に種々の支障を生ずる。然し堆積腐植の石灰其他組成等その林地の樹種又は地床植物に主として由來すると考へられるものを比較すること及び夫等の狀態を見ることは差支へないと考へられた。

今本試験に使用した各供試品の現地に於ての狀態を略述すれば次表の通である。

この表からは粗腐植は針葉樹を主林木とする地域に存在し、精腐植は全て潤葉樹を以て占められて居る林地に認められる。又潤葉樹を混淆する林地の堆積腐植

第 I 表

番號	層名	層厚	地床植物	林木	地名	地積腐植
I	F。	0.5	ゴンゲンスゲ	エゾマツ	野上事業區 49 林班	粗腐植
	F	6.5				
II	F。	1.0	藪	アカエゾマツ	同 事 業 區 50 林班	"
	F	4.8				
III	F。	1.0		アカエゾマツ	"	"
	F	10.0				
IV	F。	1.0		アカエゾマツ	同 事 業 區 49 林班	"
	F	8.8				
V	F。	0.4	ゴンゲンスゲ	アカエゾマツ	"	"
	F	5.0				
VI	F。	0.5	"	エゾマツ	"	"
	F	4.3				
VII	F。	—	クマイザサ	ミズナラ	北湧別事業區 75 林班	精腐植
	H	2.0				
VIII	F。	1.0		各種潤葉樹	千歳村有林	"
	H	4.5				
K	F。	1.0		"	"	"
	H	4.3				
X	F	2.0	クマイザサ フツキソウ、オシダ	アカエゾマツ 各種潤葉樹	足寄事業區 75 林班	粗腐植
	H	2.0				
XI	F	3.3	クマイザサ ゴゼンタチバナ シラネウラボ	アカエゾマツ 各種潤葉樹	"	"
	H	1.0				
XII	F	2.5	クマイザサ フツキソウ、オシダ	エゾマツ 各種潤葉樹	"	"
	H	3.0				
XIII	F	5.0	クマイザサ シラネウラボ シクヤナゲ	エゾマツ アカエゾマツ トマツ各種潤葉樹	"	"
	H	0.5				

F。=落葉を標示する。F 並に H は Hesselmann に従つた。

第 II 表

(乾物中)					
番號	層名	有機物 %	強鹼性可溶性石灰 %	吸着容量 (乾物 100 瓦耗當量)	置換性石灰 %
I	F。	86.692	2.258	77.13	1.526
	F	64.179	1.680	68.12	0.958
II	F。	90.417	1.616	53.85	0.678
	F	88.670	1.006	70.89	0.671
III	F。	90.849	1.758	64.82	1.133
	F	72.891	1.671	86.37	0.900
IV	F。	86.542	2.537	76.01	1.508
	F	76.872	1.871	88.93	1.116
V	F。	89.166	2.590	68.40	1.383
	F	83.078	1.495	76.25	1.004
VI	F。	86.810	2.813	69.86	1.692
	F	73.546	2.146	83.39	1.578
VII	F。	77.644	3.543	99.04	2.517
	F	51.016	2.199	76.45	1.686
VIII	F。	74.518	3.903	102.70	2.767
	H	35.881	2.005	57.42	1.291
K	F。	67.945	3.257	101.98	2.499
	H	37.184	1.971	51.39	1.168
X	F	69.004	3.056	99.48	1.906
	H	26.186	2.402	55.52	0.982
XI	F	81.997	1.897	86.29	1.243
	H	41.709	1.650	53.81	0.747
XII	F	75.947	3.132	101.92	2.359
	H	38.709	2.355	55.82	1.158
XIII	F	67.333	2.007	67.84	1.245
	H	28.590	1.460	42.34	0.620

は粗腐植に属するが、針葉樹を主林木とする林地の夫れとは趣を異にしII層が明かに現はれて居る。粗腐植は一般に厚く、精腐植は薄いと考へられて居るが本調査の場合には必ずしもかやうな結果は認められなかつた。

以上の二種類、即ち粗腐植並に精腐植の各層に就いて有機物を灼熱損失量から測定した結果第II表の如く、落葉は91~68%平均83%の有機物を、F層は83~64%平均75%を、H層は51~29%平均40%の有機物を含有する同一の堆積腐植に於ては落葉よりF層へ、又F層よりH層に有機物は減少した。H層に於て急激に有機物の減少することはこの層が下の礦質土壤層と混淆する爲に當然のことである。兩種堆積腐植の落葉に就いて見れば粗腐植に属するものは精腐植に属するものに比較して有機物含量は多い。II層を有する粗腐植のF層と然らざるもの、F層とを比較すると、H層を有するもの、即ち潤葉樹の落葉を混じて居るものは概して有機物含量は少ない結果を示して居る。次ぎに兩種堆積腐植のH層を比較するとその間には明かな相違は認められない。粗腐植として明かな形態を取るものは各層に於て他のもの、各層よりも有機物に富み、潤葉樹を混淆する場合には兩種純林の堆積腐植各層の中間に位する結果を示して居る。かゝる結果は潤葉樹の落葉が針葉樹の落葉に比べて多量の灰分を含有すると云ふ事實に原因すると考へられる。

その灰分含量を異にする落葉から形成された各種堆積腐植の石灰を王水によつて處理し、溶解せしめて、之を測定した結果第II表の数値を得た。

粗腐植の落葉は2.8~1.6%平均2.3%を、精腐植の落葉は3.9~3.3%平均3.6%を示して、粗腐植の落葉は精腐植の夫れに比べて少ない石灰含量を示して居る。H層に就いて見れば精腐植は2.2~2.0%平均2.1%を示すが粗腐植のものは2.4~1.5%平均2.0%を示して、この間に於ては大差は認められなかつた。潤葉樹を混淆した林地と然らざる林地の堆積腐植のF層を比較すれば前者のF層は3.1~1.9%平均2.5%を示し、後者の夫れは2.1~1.0%平均1.6%を示して潤葉樹を混淆する林地の粗腐植のF層は然らざる林地の夫れに比べて石灰含量の多いことが知られる。即ち潤葉樹の落葉により構成されるか又は之が混入した場合の堆積腐植の各層は針葉樹落葉のみから構成されたものに比べて石灰含量に富む。更に針葉樹のみからなる林地の粗腐植の石灰含量をその地床状態によつて分け、之を見るにI、V並にVIのやうにゴンゲンスゲに被はれた地域とII、III及びIVのやう

に鮮類又は殆ど地床植物を缺ぎ、粗腐植が主として針葉樹落葉のみから構成されて居る林地との粗腐植に於ては石灰含量に明かな相違が認められた。即ち前者は2.8~2.3%平均2.6%の石灰含量を落葉中に示すが、後者は2.5~1.6%平均2.0%を示すに過ぎない。又F層に於て見ると前者は2.1~1.5%平均1.9%を示し、後者は1.9~1.0%平均1.5%を示して概して後者の夫れは前者に劣ることが知られる。この結果から推測すると堆積腐植の石灰含量は林木の落葉のみならず從來餘り注意されなかつた地床植物の遺棄物も亦之に關與することを考へ入れねばならない。以上の結果から粗腐植は精腐植に比べて石灰含量に於て劣ることを示して居り、潤葉樹の混淆する場合、適當な地床植物が存在する場合には石灰含量は本來の針葉樹落葉のみから形成された堆積腐植に比べて石灰含量は増加することが窺はれた。

森林土壤の酸度は腐植酸に由來することが多いとされて居り、この土壤酸度の如何は前述のやうに落葉其他の分解に對して大きな影響を與へると共に樹木の生育にも大きな役割をするとして居る。Kappen⁽⁷⁾は土壤が明かに酸性を呈する場合土壤複合體は鹽基に不飽和な状態を示し、腐植酸鹽が炭酸其他の酸の作用によつてその鹽基を奪はれた場合遊離の腐植酸が生ずる、即ち腐植酸鹽の鹽基の代りに作用した酸の水素が入つたものであらうと述べて居る。Gedroiz⁽¹⁾は土壤複合體が鹽基に不飽和となると漸次腐植は可溶性となることを認めて居り、土壤の有機複合體と考へられ得る腐植の不飽和の状態が土壤酸度に大きな影響を齎らすと考へられる、且つ腐植は無機膠質物に比べてその飽和の爲には多量の鹽基を必要とされて居る。

兩種の堆積腐植の石灰含量には種々の相違が認められたが、この石灰が堆積腐植中の複合體の吸着容に對して如何やうに存在するかを知る爲に吸着容をマツトサン法により、置換性石灰に就いてはウィリアム法により測定しその間の消息を求めて得た結果は第II表の通りである。

粗腐植の落葉は77~54瓊當量平均68瓊當量の吸着容を示すが、精腐植の夫れは103~99瓊當量平均101瓊當量を示して精腐植の落葉は粗腐植の夫れに比べて甚しく大きな吸着容を示して居る。II層に就いて見ると粗腐植は56~42瓊當量平均52瓊當量を示すが、精腐植の夫れは76~51瓊當量平均62瓊當量を示して、精腐植

のものが大きな吸着容を示して居る。次いで粗腐植中の F 層を比較すると、潤葉樹落葉を混淆するものと針葉樹落葉のみからなつたものとに於て前者は 102~68 瓊當量平均 89 瓊當量を示し、後者は 89~68 瓊當量平均 79 瓊當量を示して潤葉樹を混淆する林地の粗腐植の F 層は然らざる林地の粗腐植の F 層に比べて吸着容の大きいことが窺はれた。落葉、F 層並に H 層等に就いてその吸着容を比較すると粗腐植の場合落葉より F 層に吸着容は一般に増加する傾向を示し、F 層から H 層に至れば減少する傾向が知られた。即ち粗腐植の場合には Powers も認めたやうに F 層に最も大きな吸着容がある。精腐植の場合之に就いて見ると落葉の場合に最も高く、H 層に至ると減少する結果となつた。潤葉樹落葉から形成された堆積腐植、又は之を混淆したものは針葉樹落葉のみのものから形成された場合より大きな吸着容を示して居る。

粗腐植の落葉の有機物に対する吸着容の割合は精腐植の落葉、即ち主として潤葉樹落葉からなるものゝ割合に比べて低い結果となる。H 層に至れば針潤混淆林のものと潤葉樹林のものととはこの間に於て大きな差は認められない。又粗腐植の F 層に於ては潤葉樹落葉を混じたものは然らざるものに比べて稍大きな比率を示して居る。同一の粗腐植各層に就いて見ると落葉の場合には 1.0 以下を示すが、

(平均値より算出)

有機物に対する吸着容
(1g 有機物 : 吸着容)

粗 腐 植	F ^o F ^o	瓊當量
		0.77 1.03
精 腐 植	F ^o H	1.38 1.49
粗 腐 植	F H	1.21 1.53

F 層に至れば増大して来る。更に H 層に至ればこの比率を大とならしむることが知られた。

植物體を構成する有機組成成分中に於てもこの吸着能力を有することが知られ、Muller は植物有機組成成分中この性能を有するものはリグニンであらうと云ひ、Powers は泥炭中のリグニン様物質がこの性質を最も多く示すと述べて居る。堆積腐植中には腐植酸として取扱はれる有機物が存在すると共に尙腐植酸に至らないリグニンに由来すると考へらるゝ中間物の存在が考へられ、之等が綜合して

この吸着状態を示すと考へられる。こゝではこれ等リグニン様物質をも含めて測定する目的から 72% 硫酸を使用してリグニン様物質を求めた。その結果は第 III 表の通りである。

第 III 表

番號	層名	リグニン様物質 %	
		乾物中	有機物中
I	F ^o	37.73	43.52
	F ^o	33.45	52.12
II	F ^o	35.34	39.09
	F ^o	41.39	46.68
III	F ^o	40.84	44.95
	F ^o	34.09	46.78
IV	F ^o	38.90	44.94
	F ^o	37.15	48.32
V	F ^o	39.36	44.14
	F ^o	39.80	47.91
VI	F ^o	37.64	43.35
	F ^o	36.00	48.94
VII	F ^o	37.45	48.23
	H	31.98	62.68
VIII	F ^o	35.81	48.06
	H	21.12	58.86
IX	F ^o	33.45	49.23
	H	23.62	63.52
X	F	34.33	49.75
	H	16.56	63.24
XI	F	33.52	40.88
	H	27.35	58.38
XII	F	36.48	48.03
	H	22.49	58.10
XIII	F	31.71	47.09
	H	17.34	90.34

本表から知らるゝやうに兩種堆積腐植のリグニン様物質は落葉に於ては粗腐植のものは精腐植の夫れに比べて稍大きい結果が知られる。F 層に於ては混淆林のものが幾分少ない結果を示して居る。この結果から見ると潤葉樹落葉に由来するものを含んだ層は然らざるものに比べてリグニン様物質は少ない結果が窺はれる。H 層に就いて見ると粗腐植並に精腐植の間に明瞭な差を認めることは出来ない。有機物中のリグニン様物質に就いて見ると粗腐植中針葉樹落葉に由来するものは落葉と F 層との間に大きな差は認められないが、F 並に H 層を有する粗腐植に於ては明かに H 層に大きい結果を示して居る。精腐植も亦同様に落葉と H 層とに於ては H 層に明かに大きい。即ちリグニン様物質は落葉より F 層を経て H 層に有機物中に増加するが、腐植がリグニンに由来すると考へられる時、他の有機組成成分は速かに分解し去り、リグニンは變化は受けるも相對的增加を來したと考へることが出来る。

これ等リグニン様物質が前の吸着容の全てを支配するものとして兩者を比較すると次の結果が得られる。(各層のリグニン様物質及吸着容の平均値から算出)

リグニン様物質1gに對する
吸着容 (延量)

粗腐植	F ^o	1.8
	F ^o	2.1
精腐植	F ^o	2.8
	H	2.4
粗腐植	F	2.4
	H	2.5

粗腐植の落葉は精腐植の夫れに比べて甚しく低い、H層に於ては兩者は同一の結果を示すに至つて居る。粗腐植のF層に就いては混淆林のものは然らざるものに比べて稍々大きい結果を示して居る。F層並にH層を具備する粗腐植は針葉樹落葉から形成された粗腐植のやうに明かな差をF並にH層に認め得ない。この比率は樹種を異にする落葉の場合甚しい差を示すが、F又はH層に至ると漸次近似の数値を示すに至つて居る。MattsonはOden法に依る腐植酸に就き100gに對し306.4延量の吸着容を認めたが、本試験結果は稍々低い結果を得た。Joffeもこの點に就きA。中の有機物複合體の形成に對し、これに關係ある分解狀態が吸着容に影響するとし、Mullerも分解の進捗と共に吸着容の増加を認めた。本試験結果はMattsonの数値より低い、前述のやうに落葉よりH層へ、精腐植の場合を除けばこの比率は増加する傾向を示して居る。リグニン様物質の有機物中に於ける増加が腐植化作用の進捗を示すものと考へる時、Mullerの述べたやうに吸着容の増加が認め得らるゝだらう。唯だ潤葉樹落葉が甚しく大きい比率を示す原因に就いては更に別個の攻究が必要である。

かゝる吸着容を示して居る各種堆積腐植の置換性石灰を見ると第II表の通りである。粗腐植の落葉の置換性石灰量は1.7~0.7%平均1.3%を示し、精腐植の落葉に於ては2.8~2.5%平均2.6%を示して明かに精腐植の夫れに多い。粗腐植のH層は1.2~0.6%平均0.9%を示すが、精腐植の夫れは1.7~1.2%平均1.4%を示し、こゝに於ても精腐植に於て優ることが知られた。粗腐植のF層間に就いて見ると潤葉樹を混淆して居るものゝ場合2.4~1.2%平均1.7%を示すが、然らざるものゝ場合には1.6~0.7%平均1.0%を示して石灰の場合と同じく潤葉樹を混淆するものに富むことが知られた。同一の堆積腐植の各層に就いて見ると粗腐植、精腐植共に置換性石灰は落葉より下層に至るに従ひ減少することが知られる。粗腐植の場合落葉よりF層に吸着容は増加の傾向を取るが、置換性石灰は減少し、又

H層に於ては吸着容の減少と共に置換性石灰の減少することが兩種の堆積腐植共に認められる。置換性石灰の大小と吸着容との關係に就いて見ると落葉並にF層に於ては見ると可きものはないが、H層に於ては吸着容の増加と置換性石灰の増加とが規則的ではないが認められた。

今吸着容中に占むる石灰の割合を見るに第IV表の通りの結果となつた。

第IV表

番號	層名	吸着容中の置換性石灰(%)	強鹽酸可溶石灰中(%)		PH	
			置換性石灰	非置換性石灰	(H ₂ O)	(KCl)
I	F ^o	70.5	67.58	32.42	5.5	5.0
	F ^o	50.2	57.03	43.97	5.4	4.5
II	F ^o	45.2	41.96	58.04	4.5	3.9
	F ^o	33.9	66.70	33.30	4.1	3.5
III	F ^o	62.0	64.44	35.56	5.0	4.5
	F ^o	37.0	53.85	46.15	4.6	3.9
IV	F ^o	78.6	59.44	40.56	5.4	
	F ^o	44.7	59.65	40.35	4.9	
V	F ^o	72.1	53.40	46.60	5.6	4.8
	F ^o	46.9	67.15	32.85	4.9	4.0
VI	F ^o	86.3	60.15	39.85	5.6	5.1
	F ^o	67.5	73.53	26.47	5.5	5.0
VII	F ^o	90.6	71.06	28.94	6.4	5.9
	H	78.6	76.68	23.32	6.1	5.7
VIII	F ^o	96.0	70.89	29.11	6.4	6.2
	H	80.1	64.39	35.61	6.2	6.1
K	F ^o	85.7	76.73	23.27	6.1	—
	H	81.3	59.25	40.75	6.1	5.8
X	F	68.3	62.37	37.63	5.9	5.4
	H	63.1	40.88	59.12	5.6	5.2
N	F	51.4	65.52	34.48	5.2	4.8
	H	49.4	45.27	54.73	4.9	4.0
XII	F	82.5	75.32	24.68	6.0	5.7
	H	73.9	49.17	50.83	5.3	5.2
XIII	F	49.7	62.03	37.97	5.1	4.2
	H	52.2	42.46	57.54	4.7	3.9

粗腐植の落葉に於ては85~45%平均69%を示すが、精腐植の夫れは96~86%平

均91%を示す結果となつた。H層に就いて見ると粗腐植に属するものゝ夫れは74~49%平均57%を示すが、精腐植に属するものは81~79%平均80%を示して居る。粗腐植に於て潤葉樹を混淆するものゝ場合のF層は83~50%平均63%を示すが、然らざるものゝ場合には68~34%平均47%を示して居る。かくして見る時潤葉樹落葉から主として形成された堆積腐植又は潤葉樹落葉が混入したものゝ場合は強酸可溶の石灰が多いと共に置換性石灰に富み、且つ吸着容に對するこの置換性石灰も多い結果が知られた。而して落葉からF層を経てH層に各種堆積腐植間には相違はあるが吸着容に對する置換性石灰量の減少が認められる。

強鹽酸可溶の石灰に對する置換性石灰の割合を見ると大略落葉の場合には兩種堆積腐植共に置換性石灰が大半以上を占め、F層に於ても略々同様の結果を認めることが出来た。而して精腐植と粗腐植との落葉を比較すると置換性石灰の強鹽酸可溶の石灰中に占むる割合は後者の場合68~42%平均55%を示すが、前者の場合には77~71%平均74%を示して、前者の強鹽酸可溶石灰中の多量は置換性石灰によつて占められて居ることが知られる。前者の落葉は毎年新しく添加されるに反して後者のものはその含量少なく、且つ有機物の分解の緩慢な爲、長く降雨等に曝らされ、漸次洗滌され、かゝる結果を招來するものと考へることが出来やう。H層に就いて見ると、前者は77~59%平均67%を示すが、後者は49~41%平均44%を示してこゝに於ても落葉と同様のことが知られる。粗腐植のF層を見ると潤葉樹を混淆するものゝ場合は75~62%平均66%を示して居り、然らざるものゝ場合は74~54%平均73%を示して潤葉樹落葉を混合して居る場合が一般に強鹽酸可溶石灰中に多くの置換性石灰を有することが窺はれる。而して粗腐植の落葉とF層とを比較すると強鹽酸可溶石灰中の置換性石灰は大體落葉中に少なく、F層に多い結果を示し、H層に至れば再びこの割合は減少する。精腐植の場合も有機物に富むH層を有するVII以外はH層に減少する傾を示して居る。落葉中の石灰は降雨等の爲移動容易なものは下方に移動し、移動の困難なものが殘留するに至る。H層に於ては礦質土壤中の石灰が強鹽酸に溶出しかゝる結果を示すものであらうと想像される。かやうに潤葉樹落葉からなるか又はこれを混淆する場合強鹽酸可溶石灰中の置換性石灰含量の大きいことは兩樹落葉の石灰含量の差と共に、兩者の分解狀態の相違による石灰供給の相違がかゝる差を兩者の上に示すものであら

う。

Gaussen⁽¹⁰⁾が述べたやうに森林に於て土壤酸度が林木の生長に大きな影響を有するとし又土壤酸度の如何が活動する土壤微生物の種類に影響するに於ては土壤酸度の有機物分解に對する意義も大なるものがあらう。而して森林土壤に於ては活性酸度に大きな役割を有するものは腐植酸で、酸性を抑制するに充分な石灰が存在する場合には當然土壤反應は中性乃至はそれに近いものゝを示し、且つかゝる土壤反應狀態に於ては有機物の分解は速かである爲腐植酸等の生ずることも抑制されることになる。

而して前述のやうに精腐植と粗腐植とに於てはその強鹽酸可溶の石灰含量及び置換性石灰含量に大きな相違が認められ且つ吸着容中の置換性石灰の割合にも亦明かな差が知られた。これ等の結果から土壤反應の上にも當然相違のあることが考へられる。今蒸留水に懸濁した儘のものゝ就いてPHを電氣的に測定した結果を示せば第IV表の通りである。

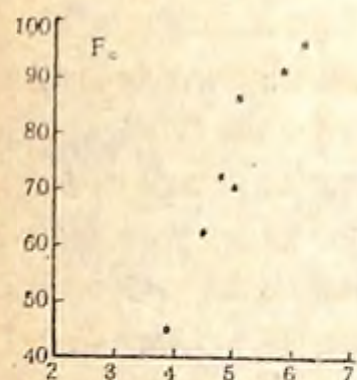
粗腐植の落葉及び精腐植の落葉に就いて比較すれば前者は5.6~4.5を示すが、後者は6.4~6.1を示す。H層に就いて見れば前者は5.6~4.7を示し、後者は6.2~6.1を示して、こゝに於ても精腐植のPHは高い、即ち酸度は低いことが知られる。又粗腐植のF層に就いて見れば潤葉樹を混淆して居る林地のものゝ場合には6.0~5.1を示すが、然らざるものゝ場合には5.5~4.1を示して、前者のものが酸度の幾分低い傾を示して居る。而して針葉樹を主とする林地の粗腐植の場合、之に地床植物、木試験に於てはゴンゲンスゲの存在することにより強鹽酸可溶の石灰の場合と同様にPHに差が認められ、ゴンゲンスゲを有するものに稍々PHは高いことが知られる。即ちゴンゲンスゲを缺ぐものゝ落葉は5.4~4.5を示すが然らざるものゝ場合には5.6~5.5を示して居る。F層に於ても前者は4.9~4.1を示すが、後者は5.5~4.9を示して居る。

Görbing⁽¹¹⁾は水中に於ての反應とKCl液中の反應とを比較すると土壤の鹽基缺乏の比較的な程度に就いて知り得るだらうと述べて居るが、KCl液中に土壤を懸濁した場合、KClのKは複合體のHと置換し、液中にHClを作る結果、前のPHよりもKCl液中に於て測定したPHは低い結果を示すことになる。即ちKCl液中のPHは土壤複合體に吸着されたHが液中に表はれ、その結果と水

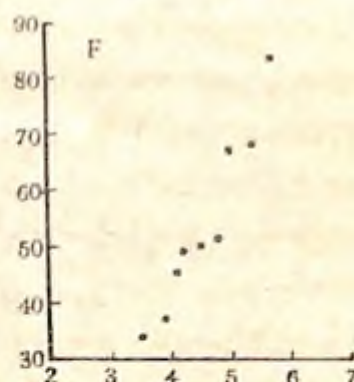
中に溶存するHとの濃度の和を示すことになる。このPHが示す結果を示すことより鹽基に不飽和の土壤複合體の状態をこのPHを測定することに依り窺はれるであらう。今一規定のKCl液中に供試品を懸濁せしめてPHを電氣的に測定した結果第IV表の數値を得た。

精腐植の落葉の場合は6.2又は5.9を示すが粗腐植の場合には5.1~3.9を示して居る。H層の場合には精腐植は6.1~5.7を示すが、粗腐植は5.4~3.9を示して居る。又粗腐植のF層を比較すると、潤葉樹を混生するものは5.7~4.2を示すが、然らざるものゝ場合には5.0~3.5を示して居る。この場合に於ても精腐植の各層のPHは粗腐植の夫れに對應する各層のPHよりも高い數値を示して居る。潤葉樹を混生したものゝ場合針葉樹のみからなる林地のものよりも高いPHが認められる。而して水に懸濁した時のPHと同様にこの場合のPHも常に落葉よりF層

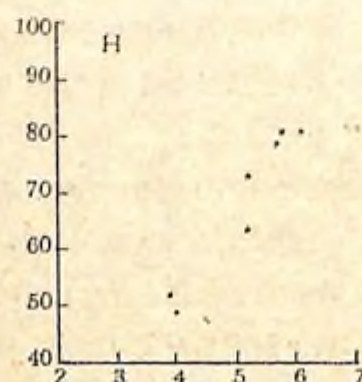
第I圖



第II圖



第III圖



を経てH層に至るに従ひ低くなる結果が認められる。吸着容に對する石灰含量の割合とこのPHとは直線的な關係は本試驗結果からは認められないが、この割合の大きいものは大略このPHは高いことが知られる。この事柄を圖示すれば第I~III圖の通りである。

以上の試驗結果より精腐植は一般に云はれて居るやうに多量の石灰を含み、且つその複合體は多くの石灰によつて飽和され、活性酸度は低い結果を知ることが出來た。かやうな状態を示す精腐植は粗腐植に比べてその有機物の分解速かにして、これに含まるゝ石灰等を容易にその下に横はる礦質土壤に供給することが出來やう。

(12) Ehrenberg は地上に存在する植物が根本的に除かれると土壤構造の上に危險を生ずる、皆伐によつて疎開された林地に於ては土粒は強い洗滌を受けるが、特に石灰の缺乏及び多量に存在する腐植の保護作用によつて甚しい結果を示すと述べて居る。この事に就いては Gelroiz の述べたやうな事からも考へ得ることであらう。本試驗結果から針葉樹林の場合のやうな粗腐植に於て、特に砂質を下の礦質土壤が有する場合この點に考へを及ぼす必要があると考へらるゝと共に、潤葉樹林に於けるやうな精腐植に於ても分解の進捗により石灰等は容易に移動し、且つ石灰等を補給する落葉等の缺乏により漸次以上の危險性を礦質土壤に與へるに至るのではないかと考へられる。唯だ地床植物のあるものはかゝる危險性から或る程度礦質土壤を保護することも以上の結果から窺はれるが、地床植物は大部分その根系を堆積腐植に分布し、堆積腐植の性状の變化と共に變化し來るものゝ如く、土壤反應の變化と共に地床植物の異なることは諸氏の認めたところである。

1. 本試験は粗腐植10種、精腐植3種に就いて行つた。粗腐植の内6種類は針葉樹林より、4種は針潤混生林から採取したものであつた。又6種の針葉樹林より採取したものゝ内3種はゴンゲンスゲが被ふた地域から、他は蘚類を有するのみか、又は全く地床植物を缺いた地域から採取された。精腐植は全て潤葉樹林より得た。

2. 粗腐植は精腐植に比べて落葉中の有機物は多い結果を示して居る。H層に於ては大差は認められなかつた。針葉樹林よりのF層と針潤混生林よりのF層とに於ては後者は有機物は少なかつた。

3. 石灰に就いて見ると粗腐植の落葉は精腐植の落葉に比べて少量の石灰を含有して居た。H層に於ては大差は認められなかつた。前同様にF層を比較すると針葉混生林のものは針葉樹林のものに比べて多い結果を示して居る。又地床植物を有する（本試験に於てはゴンゲンズゲ）林地の堆積腐植は石灰に富む結果を示して居る。

4. 吸着容を Mattson 法によつて測定した結果、精腐植は粗腐植に比べて各層共に大きい吸着容を示した。前同様にF層を比較すると針葉混生林のものに大きい結果を得た。粗腐植に於て、リグニン様物質の吸着容は落葉よりF層を経てH層に増加する傾を示した。

5. 置換性石灰を Williams 法によつて測定した結果、精腐植の各層は粗腐植の各層に比べて多い結果を示した。粗腐植のF層を比較すると針葉混生林のものが稍々多い結果を示して居る。

6. 吸着容中の置換性石灰を比較すると精腐植の各層は粗腐植の各層に比べて多量の石灰を示した。F層の場合針葉混生林のものに大きい結果が知られた。

7. 石灰中の置換性石灰の割合を見ると精腐植は粗腐植に比べて多量の置換性石灰を石灰中に有した。F層を比較するとその間の差は少ないが、針葉樹林のものが少ない結果を示して居る。

8. 供試品を水中に懸濁してPHを電氣的に測定した結果、精腐植の各層は粗腐植の各層に比べて高いPHを示した。粗腐植のF層を比較すると針葉混生林のものが針葉樹林のものよりも稍高いPHを示した。

9. KCl 液に懸濁して測定した結果は精腐植の場合粗腐植の夫等よりも高いPHを示した。粗腐植のF層に就いて見ると針葉樹林のものは針葉混生林のものよりも低い結果を示して居た。

本試験に關する實驗は元屈宇佐美トキ子氏に負ふ處が多い。こゝに謝意を表する。

文 獻

1. Gedroiz : - 1929 Der adsorbierende Bodenkomplex.
2. Kütz : - 1929 Untersuchungen über Waldtyp und Standortsbontät der Fichte im sächsischen Erzgebirge. Allg. Forst- u. Jagd-Ztg. 105. 41.
3. Romell : - Ecological problems of the humus layer of the forest (cf. Broad-foot : 1939 Soil S. 48. 329).
4. Krauss : - 1926 Ueber die Schwankungen des Kalkgehaltes im Rotbuchenlaub auf verschiedenen Standort. Forstw. Centralbl. 48. 401.
5. Joffe : - 1936 Pedology.
6. Ganssen : - 1926 Der Einfluss des Kalkgehaltes und der Azidität des Bodens auf das Wachstum d. Holzarten im nordwestdeutsch-Flottlebengebiete. Mitt. a. d. Lab. d. Preuss. Geol. Landesanst. H. 5. 1.
7. Kappen : - 1929 Bodenazidität.
8. Powers : - 1932 The significance of replaceable bases in organic soil horizons. Bodenk. Forschung. III. 20.
9. Muller : - 1932 Some observation on base exchange in organic materials. Soil S. 35. 229.
10. Mattson : - 1932 The laws of soil colloidal behavior : VII. Proteins and Proteinated complexes. Soil S. 33. 41.
11. Görbing : - 1926 Bodenreaktion und Kalkzustand.
12. Ehrenberg : - 1933 Der Bau des Ackerbodens.

昭和十九年七月一日印刷

昭和十九年七月十日發行

北海道林業試驗場

(北海道江別町野幌)

札幌市北一條西二丁目

印刷人 安 藤 勇 逸

札幌市北一條西二丁目

印刷所 (北札43) 札幌印刷株式會社

111
F