HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	融雪季の洪水におよぼす森林の予防効果(Ⅰ):凍結林地の不凍結地點
Author(s)	今田, 敬一
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 17(2), 647-658
Issue Date	1955-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20728
Type	departmental bulletin paper
File Information	17(2)_P647-658.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

融雪季の洪水におよぼす森林の予防効果 (I)

凍結林地の不凍結地點

今田敬一

INFLUENCES OF FOREST ON SPRING FLOOD (I)

NON-FREEZING SPOTS IN FROZEN FOREST FLOOR

By

Keiichi KONDA

目　次

序 …… 647
1. 林内に不凍結地點を見出した經過 …… 648
2. 研究の場所 …… 649
　a. 概　況 …… 649
　b. 土壤の凍結 …… 650
3. 林内の局所的不凍結地點 …… 651
　a. 1952年初冬の知見 …… 651
　b. 1953年晩冬の知見 …… 653
　c. 1954年嚴冬の知見 …… 656
結　言 …… 657
Summary …… 658

序

寒冷な積雪地方の山地では，おびただしい量の雪どけ水が，固く凍つていてほとんど滲透性のない斜面の凍土の上を一時に流去し，春の洪水の素因となつている場合がある。このような場合，裸地——たとえば耕地のようなところは特に凍結するが，ある条件をそなえた森林の地床には，地床全体としては固く凍結していても，局所的な不凍結地点が散在し，そこから雪どけ水をさかんに地下に滲透させていることがあるものである。この滲

今田敬一　北海道大學農學部造林學及び理水砂防工學　教授

透の狀態については改めて充分檢討しなければならないが，林床に不凍結地点があるため，雪どけ水の地表流去量を相当すくなくする場合があるのは確かである。したがつてこのことは，春の雪どけ水の洪水を予防または緩和する森林の効果のひとつと考えられるので，とりあえず凍結林床上に不凍結地点が散在する事実を報告し，森林の洪水予防効果に，春と夏でちがう面があることをとりあげてみたい。

この研究は文部省科学研究費の補助をうけた「融雪季の洪水に及ぼす森林の予防効果」に関する研究の一部分で，実施にあたつては苫小牧演習林派出所長谷口三佐男講師ほか所員の助力をえた。挿入した写真はすべて谷口講師のうつしたものである。

1. 林内に不凍結地點を見出した經過

固く凍結している林床のところどころに，局所的な不凍結地点があるらしいということは，1952年の融雪季の終りころ偶然気がついたが，そのときは林床の融解が最早はじまつていたので確信はもてなかつた。そこで冬になるのをまち，寒冷季にはいつた同年の12月18日あらためて予備調査をした。

調査したのは雑木の二次林——第1表のNo. 5とNo. 6のある森林（後でのべる）で，すでに凍結していた林床のさまざまなところに，長さ6～7 m，幅30～40 cmの溝を数本ほり，凍結のちがいが局所的にどのようになつているか，また不凍結地点があるかないかを調べてみた。

溝の断面にみられた土壌の凍結は，深いところで約10 cmあつたが，3 cm内外の浅いところがたくさんあり，またごく僅かしか凍つていないところやまつたく凍つていないところもあつた。要するに，落葉や枯草などの載積の狀態，植物地被ことに蘚苔の繁茂の狀態，くさつた根株やくさつた倒木のあることなどが，林床の凍結の深さや固さに影響していることがわかり，また初冬の凍結した林床上に，まだ凍結していない地点が残つていることは確かであつた。

つぎの調査は1953年の3月24日，これから本当の雪どけがはじまろうとする直前で，林床は積雪の下で20～25 cm凍つていた。不凍結地点は雪の上からピッケルを突きたてさぐつたが，前回で所在の見当がついていたため，たやすく30箇所ほどさぐりあてることができた。

3回目は特に厳冬季をえらび，1954年2月16日また積雪の上から林床上の不凍結地点をさぐり，前回とおなじように局所的な所在をたしかめることができた。

このようにして，苫小牧の森林の中に，冬も凍らない地点のあることがわかつたが，凍らないところは，ある条件をそなえたきまつたところだから，その所在を積雪の上から予知できる場合がしばしばであつた。

2. 研究の場所

a. 概　況

1952年12月以来たびたび不凍結地点を調査した場所は，幌内事業区第39林班の保存林とその周辺であつた。この林は南東にのびている比高30 mたらずの丘山にあり，エゾマツなど有用樹を伐つたあとの雑木の二次林で，ナラなどの大径木が散在し，その下にモミヂ類・サワシバ・アヅキナシ・シウリザクラ・シラカバなどの幼壮木の疎生しているところが大部分で，下草は茂つていない。(**第1圖**)

地床には小さい不規則な起伏がたくさんあり，古い根株やくさつて半分うづもれた倒れ木が相当ある。これらの小さい地床の凹み，くさつた根株と倒れ木の周りが，主な不凍結地点になつている。

土壌は樽前山から噴出した多孔質の火山砂礫が，灰白色凝灰岩の上に7～8 mも堆積したもので，表土の組成は礫50% 以上，砂およそ40%，粘土10% 未満で粗鬆，これが20～25 cmの厚さで，その下には大径の礫を主とした空隙にとむ厚い層がある。地表の落葉層は所によつてちがうがおよそ2～3 cm，その下に下草の根が密な網の目のようになつた5 cmくらいの層がある。またくさつた倒れ木の上や陽あたりのわるい地表の凹みなどには，蘚苔類が相当発達しているが，この蘚苔類の厚い層は，不凍結地点の形成に大いに役立つていた。

第1圖　不凍結地點が散在している林床
昭和29年4月5日　谷口三佐男寫

b. 土壌の凍結

研究を実施した北大苫小牧演習林は，北海道苫小牧市の北にあたる火山灰の丘陵地帯をしめ，冬は非常に寒冷，1月のはじめから2月の上旬にいたる厳冬季には，毎年 −25°C 内外の低気温が林地の露場にあらわれる。

冬になつても積雪をみるのは遅く，12月の中旬か下旬までは落葉と枯草の地面で，ほとんど積雪というほどの雪をみないのが常である。

12月になると，夜はほとんど毎日 −10°C 以下になるから，月のなかばまでに，森林の内も外もすべての地面がほとんど凍結する。その経過は凍結前後の低気温のあらわれかた，雨や雪のふりかたなどによつて毎年ちがい，凍結の状態もまたちがう。雨がふつた後のいちじるしい低気温は，土壌を急激に深く固く凍結させ，引続き低温でしかも積雪がすくなければ，12月のうちに，その冬の最大限度の深さまでほとんど凍結してしまう。

凍結の状態はまた，地床の地被，斜面の方位，傾斜などがちがうために場所ごとのちがいがある。つぎの表は，研究に従事した場所に隣合ついるさまざまな地域の凍結深度をしめし，1949年の初冬から翌50年の早春にかけて16回測つたなかから摘記したものである。凍結深度は凍土層の厚さで，落葉，枯草，草株，粗腐植質を除いてはかつた4箇所を平均している。最も雪が深かつた1月中旬の深度は，場所により 27～40 cm の間であつた。

第1表　土壌の凍結深度 (cm)

1949～1950　苫小牧火山灰土

試験地番號	No. 1	No. 2	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
斜面方位	平地	平地	NE斜面	SW斜面	SW緩斜面	SW緩斜面
地被	裸地 (畑地)	トウヒ林	若い雜木林	若い雜木林	雜木林	裸地 (畑地)
XII 15	18.5	11.0	8.0	2.0	4.0	12.5
I 6	27.8	12.8	21.8	13.5	11.0	25.5
I 26	28.7	14.7	18.3	12.6	12.5	26.7
II 16	24.7	9.7	10.6	10.6	10.9	16.5
III 17	23.9	10.0	12.7	12.8	13.8	15.8
III 23	20.8	10.7	12.0	12.3	10.0	15.3

No. 1 の畑地には大きい畦があり，そのため測定値が不整になつた。

1月以後の測定値の増加は必ずしも凍結深度の増加を意味せず毎回測定箇所がちがうためである。

表によると，林床の凍結は地被のない耕地に比べるといちじるしく緩和されていることがわかる。しかしこの年の状態ですくなくとも 13 cm くらいまでは凍結する。1月6日の凍結深度はまた，積雪が浅かつた12月中に凍結が進んだことをしめしている。積雪が深さをまし 40 cm くらいまでになつた1月は，だいたいおなじ凍結深度がつづき，2月の

中ごろから，凍土の下からとけて凍結はいくらか浅くなる傾向をみせてた。春がきてまず雪がきえ，凍土の表面の融解がはじまり，次いでまつたくとけ終つたのは，No. 5 と No. 7 が 4 月 10 日，No. 1 と No. 6 が 4 月 14 日，No. 2 と No. 4 は最もおくれて 4 月 23 日であつた。

苫小牧演習林としてこの程度の土壌の凍結は浅いくらいで，積雪 30～50 cm とみて土壌の凍結深度は林内 18 cm，林外 33 cm くらいがあたりまえである。年によつては凍結がもつと深くなり，林内でも 25 cm 以上 50 cm くらいまで，林外は 60 cm くらいまで凍結することがある。また 2 月になつて凍結深度をますこともある。そして 3 月も森林の内と外を問わず固く凍結した地床のまま融雪季をむかえるのが常なのである。

さかんに雪がとけるのは普通 3 月下旬だが，0°C 前後のつめたい雪どけ水が流れているかぎり，凍土の表面はほとんど融解しない。雪どけ水の大部分は，このほとんど滲透性のない凍土の表面を流去する。苫小牧演習林の林道は谷にそつて設けられたものが多いから，春の林道は雪どけ水の小川に変るところもある。

しかし苫小牧の森林内の地床には，冬も凍結していない地点が多数に散在し，滲透性のたかい火山灰土のことであるから，斜面の上から流れてくる春の雪どけ水を，そこからさかんに滲透させて地下におくつているのである。

3. 林内の局所的不凍結地點

a. 1952 年初冬の知見

調査した 12 月 18 日の林内は一面に落葉がつもり，日陰に数 cm の雪が残つているところもあつたが本格的な積雪はまだはじまらず，土壌は前にいつたとおり深いところで約 10 cm 凍つていた。

しかし落葉が厚く積つている箇所の凍結の深さは僅かで，またエゾメウマの大きい株の根元は凍結していないことがあつた。老木の根元が奥に入込んだ凹みも凍結していないことがあつたが，幼木や若い萠芽樹の根元はみな凍結していた。

倒木の周りやその下に凍結していないところがあるのは目立つ事実であつた。以下はその例である。

例 1. ナラの倒木，なかば土にうづもれ，表面の一部分は蘚苔に厚くおおわれている。元口径 40 cm，長さ 7.3 m，凍土を掘り凍結の状態をみると，周りの土壌は 5～6.5 cm の深さに凍つているが，倒木と地表が接している箇所の蘚苔 (厚さ 2.8 cm) の下の土壌は凍つておらず，倒木の真下の土壌も凍つていなかつた。

例 2. おなじ倒木，これに密着してホホノキとアサダの若木径 15 cm 内外のもの 3 本発生，密着している部分は蘚苔におおわれていたが，その下の土中——倒木と若木の間に

第 2 表　雑木木林内の不凍結地點

番號	位　置	大　さ (cm)	摘　　要
1	稜　線	17×7	地中の腐つた粗朶の間
2	〃	徑　7	大きいヤマモミヂの根元，斜め下は空洞になつている
3	SW斜面	徑　80	徑 180 cm，深さ 35 cm の凹みの中心部
4	NE斜面	徑　55	小さい隆起の上手にある細長い凹みの一部，隆起の下に倒木があるらしい
5	SW斜面	徑　30	積雪 8 cm，徑 60 cm，深さ 20 cm の凹みの中心部，葉落層 3～12 cm
6	〃	徑　75	積雪 18 cm，徑 140 cm，深さ 43 cm の凹みの中心部，若いナラとホホノキの根元
7	〃	徑　10	ナラの根元の僅かな凹み
8	NE斜面	徑　30	倒木と根株の間にある徑 60 cm，深さ 17 cm の凹みの中心部，倒木の下も不凍でこれと連絡している
9	稜　線	33×15, 20×12, 20×10	大きいナラの根株の周邊
10	SW斜面	徑　35	徑 75 cm，深さ 42 cm の孔状の凹みの中心部，土壤は非常に粗鬆
11	〃	徑　27	徑 70 cm，深さ 23 cm の凹み，禾本科の雑草に厚くおおわれている
12	稜　線	徑　15	徑 100 cm，深さ 18 cm の凹みの中心部
13	NE斜面	徑　30	積雪 28 cm，徑 110 cm の浅い凹みの中心部
14	〃	徑　46	シラカバなど若い雑木本の根元，徑 60 cm，深さ 30 cm の凹み
15	〃	徑　30	古い枯損木の根元，積雪 20 cm，徑 60 cm の浅い凹みの中心部
16	〃	80×50	腐つた大きい倒木の縁，一部分空洞になつて地下に通ず，積雪 30 cm
17	SW斜面	徑　18 徑　18	徑 130 cm，深さ 22 cm の凹みの中心部に 2 箇所
18	稜　線	140×25 35×20	腐つた大きい倒木（元口 53 cm 長さ 335 cm）の縁，積雪 16 cm 以上
19	〃	徑　30	積雪 16 cm，徑 80 cm の浅い凹地の中心
20	NE斜面	徑　45	雪積 23 cm，浅い凹みの中心部
21	〃	徑　5	同　上
22	〃	徑　30	積雪 20 cm，立木と倒木の間にある徑 100 cm，深さ 18 cm の凹地の中心部
23	〃	70×45	積雪 26 cm，腐つた倒木に沿う 250 ×100 cm の凹みの一部分
24	〃	徑　80	腐つた大きい根株（徑 100 cm）の上手にある徑 130 cm，深さ 28 cm の凹地の一部，積雪 28 cm
25	〃	徑　8	積雪 20 cm，腐つた倒木の縁
26	〃	徑　13	積雪 27 cm，　〃
27	〃	徑　30 徑　35 徑　35	大きい倒木の上手，70 及び 130 cm をへだて 3 箇所
28	〃	徑　25	積雪 25 cm，徑約 15 cm の腐つた倒木の上手，倒木に 70×10 cm の空洞あり不凍
29	稜　線	徑　45	積雪 28 cm，徑 90 cm，深さ 18 cm の凹みの中心部

凍つていない大きい空洞があつた。

例3. くさつたイタヤの倒木，これもなかば土にうづもれ元口12 cm，厚く蘚苔におおわれている。蘚苔の下の，地面と接する倒木の縁に凍つていないところがあり，地下の空洞につづいていた。

このような倒木が斜面を横断していれば，凍土の表面を上から流れてくる雪どけ水をさえぎることになる。また凍つていない地点がそのまま雪どけ季まで残つているとすれば，さえぎつた雪どけ水に滲透の機会をあたえることが想像された。

b. 1953年晩冬の知見

初冬の知見により，雪どけ前の林床にも不凍箇所のあることが予想されたので，融雪季にうつる直前の3月24日，前回とおなじ雑木林について不凍結地点を調査した。

年頭ごろの寒気が例年より厳しかつたため，林内土壌の凍結深度は20～25 cmくらい，後に述べる局所的な不凍結地点のほかは全面的に凍つている。最も融雪がはやい稜線附近の日向側（SW斜面）は，ごく小部分だけ積雪がなくなつていたが，他の大部分はまだ雪で深度12 cmくらい，稜線と日陰側（NE斜面）には24～36 cmくらいの積雪があつた。陽あたりのよいところは，これからさかんな雪どけが始まろうとしていたが，雪どけ水が斜面の凍つた地表をながれる状態にはなつていない。

不凍結地点は，稜線ぞいの帯状地50×15 mくらいのところで，雪の上からピッケルを地面につきたてて捜した。ありそうなところは，前回の経験上雪の上からだいたいわかつたが，見落しもたくさんあつたにちがいない。とにかく**第2表**のように局所的な不凍結地点が林内にあることは確かであつた。その形は楕円形にちかいものが多く，根株や倒木の周りにあるものは狭い帯状のものが多かつた。表の径は長径である。

前年の初冬の調査のときは，くさつた根株や倒木の周りなどに不凍箇所を見出したが，(**第2圖，第3圖**) 今回はそれらのほか地床の局所的な小さい凹みにもたくさんあることを知つた。(**第4圖，第5圖**) これらの凹地には腐植質と落葉が厚くつもつている場合が多く，またエゾメウマの膨軟な大きい根株が繁つていることもある。積雪の底と凹みの間はしばしば大きい空洞になつていた。また凹みの上層の土壌は一般に非常に粗鬆で，そこに下草類の根が地中ふかく進入し，雪どけ水の滲透に都合のよい状態になつており，雪どけ水が多くあつまるところでは，凹みが孔になつて急に落ちこんでいるところもあつた。根株や倒木は，ふるいくさつたものの周りの或る部分——ことに蘚苔で厚くおおわれている部分に不凍箇所があり，比較的あたらしい根株や倒木の周りにはほとんど見られない。地中に埋れた太い枝条材や粗朶のあるところも，くさつていれば不凍箇所になることがある。しかし地上に載積している粗朶の下は，積雪の被覆が不充分でかえつてかたく地面が凍つているところもあつた。また幼木の根元には不凍箇所がなく，根が上つた老木の根元にはま

第2圖　周りに不凍結地點のある倒木

圖の倒木の土際に斷續して不凍結地點がある。ただしこの林地は若木が多く，地床は全面的に凍つていて不凍結地點は少くないところである。　　昭和29年2月23日　谷口三佐男寫

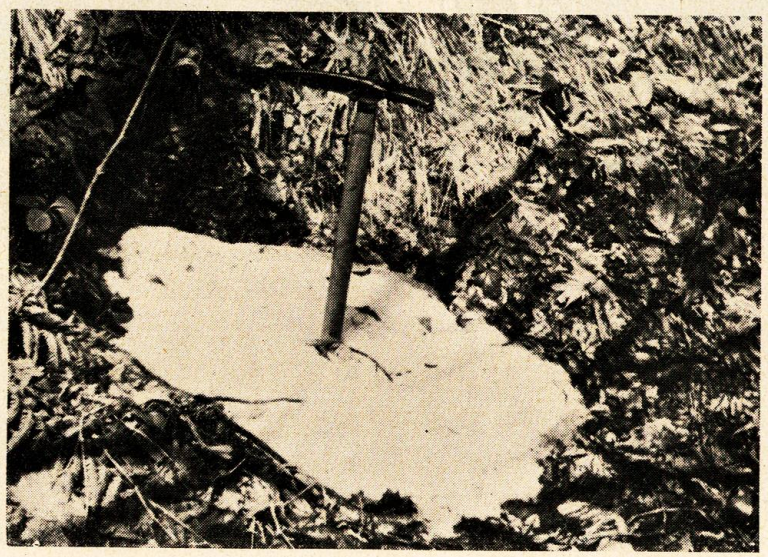
第3圖　くさつた根株の不凍結地點

右のピッケルの土際が不凍結地點，この根株の土際はここだけが凍つておらず，他の部分は左のように，どこも固く凍つていてピッケルは地床に刺らない。この寫眞はもうすこし下げて寫した方がよかつた。　　昭和29年2月16日　谷口三佐男寫

第4圖　小さい凹地の不凍結地點 (1)

ピッケルの周りが不凍結地點，雪の上の楕圓形の凹みが，不凍結地點の所在をしめしている。

昭和29年2月23日　谷口三佐男寫



第5圖　小さい凹地の不凍結地點 (2)

殘雪の下の凹みは不凍結地點，雪のない周りの地床はまだ固く凍つている。地表を流れてくる多量の雪どけ水がここから地下に流れこむ。

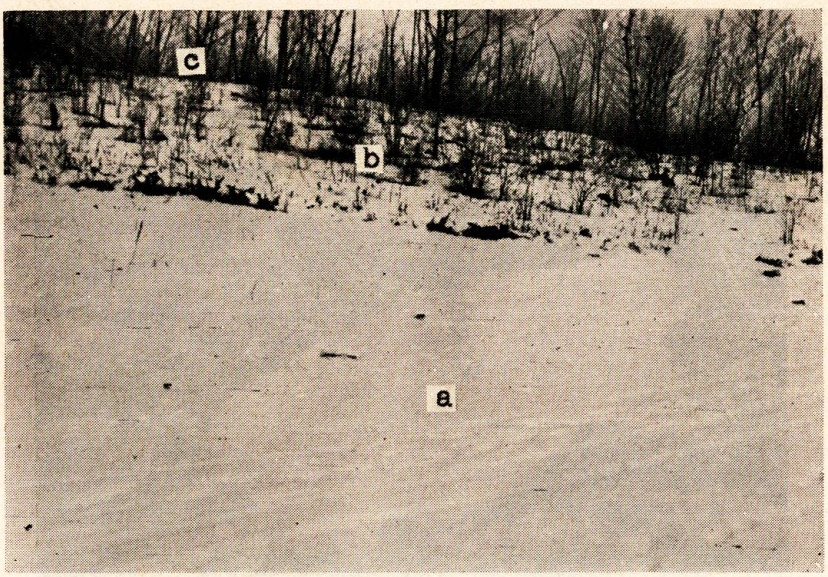
昭和29年4月9日　谷口三佐男寫

れに不凍箇所があつた。

c. 1954年嚴冬の知見——特に林内に局所的不凍結地点があること

以上の不凍結地点はすべて雑木林のなかで見出された。しかし附近のまだあたらしいカラマツ造林地（昭和27年植栽，平地），トドマツ造林地（昭和25年植栽，傾斜地），成林している古いドイツトウヒ造林地（平地），若木が散生している草地（平地）なども同時に調べてみたが不凍箇所はほとんどなく，ただ，くさつた根株や倒木があつた時その周りにわずかに見出しただけであつた。

1954年2月16日，以上の調査を補うため一層徹底的な踏査を実施した。場所は前記の雑木林と地続きの一劃で，雑木林の丘を横断する延長164 m，幅20 mの帯状の踏査地を設定した。地床の状態は，基点が丘の裾の耕地（裸地），丘を48 m（斜距離）登つて廃耕地（雑草地に幼木および灌木疎生），28 m登つて雑木林，稜線を越え反対側の斜面に出てで谷にくだるが，その間は全部雑木林である。積雪は15～42 cm，調査の方法は4名の調査員が横隊になりそれぞれ狭い帯状の区域を受持ち，積雪の上からピッケルの石突または鉄棒によつて，不凍結地点を綿密にさぐりながら前進した。結果はつぎのとおりである。**（第6圖，第3表）** またこれによつて，厳冬季にも不凍結地点のあることがわかつた。



第6圖 不凍結地點のない耕地と廢耕地

手前の耕地（a）とその奥の廢耕地（b）は，全面的に凍つて不凍結地點が全く見出されない。しかし地續きの二次林（c）の林床には，多くの不凍結地點を見出すことができる。

昭和29年2月23日　谷口三佐男寫

第3表　不凍結地點の所在

地被の狀態	區劃 (m)	不凍結地點の數	摘要
耕地（裸地）	48×20	0	SW斜面（10°），カラマツ伐採跡地，積雪28 cm
雜草地（廢耕地）	28×20	0	SW斜面（13°），カラマツ伐採跡地，雜草の間に灌木など疎生，積雪24 cm
雜木林（丘）	46×20	24	SW斜面とNE斜面（ともに14），ナラの多い若い雜木林，平均樹高8 m，直徑の最大13 cmで密生，積雪15～35 cm
雜木林（谷）	44×20	2	底の部分はやや廣いSW斜面（5），老齡木をまじえた疎林，日光射入，落葉と腐植がすくない

このように不凍結地点があるのは雜木林のなかだけで，しかもほとんど丘の雜木林である。この林は前回に調査した雜木林のつづきであるが場所はちがつている。また丘の24の不凍結地点は46×20 mの区劃のなかにどこにもおなじように分布していたのではなく，地床に小さい起伏が多くまた林木が密生しているところ——主として稜線附近からNE斜面の上部およそ15×20 mの比較的せまい区域に偏在していた。そこには積雪の上からわかつた倒木が3箇所あり，それらの周りには少なくとも2～3箇所づつかなり大きい不凍結地点があつたから，それらもいちいち数えれば，不凍結地点の数はもつとふえるのである。谷は平らかで小さい起伏がすくなく，林木は疎生して落葉や腐植もすくなかつたので，不凍結地点がほとんどなかつたのであろう。土壤が裸出している耕地には不凍結地点がなく，しかも林床より深く固く凍つていることは，1954年にはじめて知つたのではない。

結　　言

凍結している林床に局所的な不凍結地点が散在し，凍土の上を急激に流去する雪どけ水をそこから滲透させ地下におくることは，融雪季の洪水にたいする森林の予防効果のひとつと考えられる。その滲透の量についてこの稿は全くふれていないが，不凍結地点の所在の調査とともに実施した試験の結果は，苫小牧の林地のように，もともと滲透しやすいところでは相当多い量で，不凍結地点がなければ，雪どけ水のほとんど全部は凍土の表面を流去している。したがつてこのような場合，林床の不凍結地点の治水上の意義は大きいと思う。

凍結する林床の局所的な不凍結地点の所在は，林床に小さい凹みがありそこに落葉や腐植質が厚く載積しているところや，くさつた根株やくさつた倒木が地面と接しているある部分——ことに蘚苔に厚くおおわれている部分などに多く見出された。おなじ森林の中でも狀況次第で，多数に散在しているところもあるし，ほとんどないところもある。また日光が多く射入落葉や腐植もすくないような疎林，灌木地，草地などにはほとんど不凍結

地点がなく，ことに土壌が裸出している耕地にはまつたくなかつた。手入れがゆきとどいている新しい造林地にもほとんどなく，とくにたくさんあつたのは自然状態にちかい森林の林床である。

Summary

In the heights of the Tomakomai Experiment Forest, Hokkaido University, the soils under the 30 to 50 cm of snow in the forest freeze every winter. Average maximum depth of freezing under hardwoods may be at 18 cm, in the open at 33 cm. The rapid melting of the snow in the spring especially in the open favors surface runnoff from the frozen soil and lessens seepage. The close examination showed that 29 or more non-freezing spots were scattered in the floor of 50×20 m dense natural hardwood, which converted surface runoff to underground seepage.