

防風林

その歴史と将来

高橋 英紀

私がこの原稿を書き始める二日ほど前に、中国から一通の手紙がとどいた。それは北京にある林業科学院の宋兆民氏からの手紙であった。内容は中国で

読んで字のごとくで砂が漂う、つまり強風によって表土が剥ぎとられ、流され飛ばされる現象である。場所は狭西

省の西端、内蒙古自治区との境界付近である。年降水量は三〇〇ミリ程度で、かろうじて草原が成立している地域で

ある。この地域は元来が蒙古族が遊牧の地としてかなり密度のうすい土地利用がなされてきた。しかし一九五〇年代後半から次第に砂の動きが激しくなり一九七〇年代の後半には五十年代前半に比べ三倍以上の漂砂量となっている。原因として考えられているのは、戻して起きたかんばつが直接的な引金であるとしても、土地利用形態の変化も潜在的原因となっているものと考えられる。このような砂漠の拡大現象は単にアフリカ中部に見られるものではなく、世界の食糧生産の担い手

は防風林の造成が国家の重要課題の一つであり、河北省がその研究対象地域に指定され研究が続けているがそれに手を貸してほしいとの依頼であった。私はすでに中国の最北にある黒竜江省で省気象科学研究所の孫玉亭氏と五年ほど前から共同で研究を始めており、また二年前からは中国の最南の大きな島である海南島でも同島にある華南熱帯作物研究院の郝永路教授とゴムノキの防風林について共同研究を始めたところであった。そこに中国の中央部に近い河北省の話が舞い込んだ訳である。なぜ中国が防風林造成を国家的事業として行なっているのか。図1、図2を見ていただきたい。河北省から山西省をはさんで西側の狭西省で起きている漂砂の拡大現象である。漂砂とは

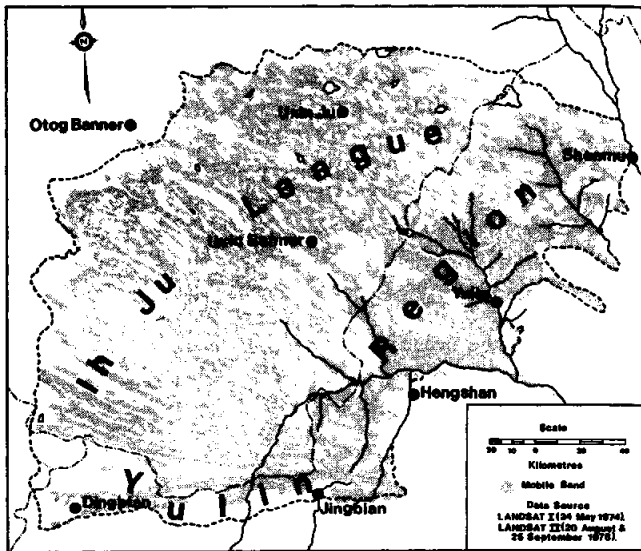
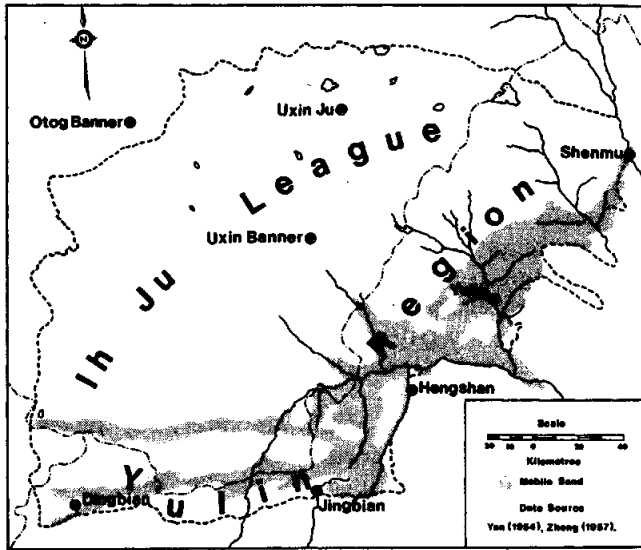


図1 中国狭西省で起きている漂砂の拡大。灰色の部分が漂砂。上図は1957年、下図は1974年と1978年の調査 (Luk, 1983)

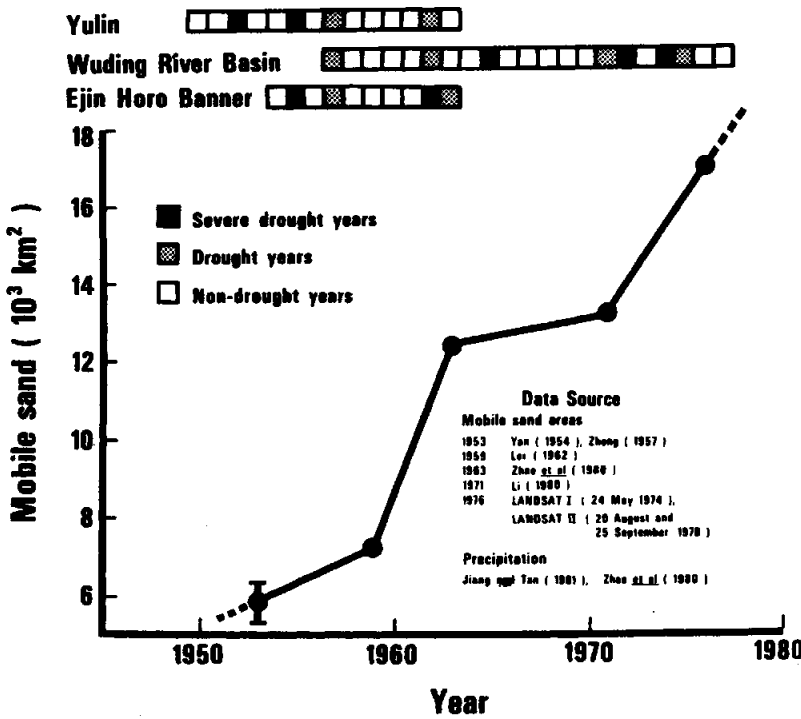


図2 中国陕西省の調査地域における漂砂面積の経年変化 (Luk, 1983年)

である北半球中緯度地帯でも懸念されつつある問題である。例えば、中央アジアから東ヨーロッパにかけての北緯五〇度付近の中高緯度地帯でかなり頻繁に砂嵐が発生している。この地帯は穀類の栽培地帯と羊などの放牧を行なっている半乾燥地帯との境目に当る地域でそれだけに気候の変動や土地利用の変化に対し敏感に反応しているもの

と見られる。中国における防風林施業の目的の第一はこの漂砂の防止にあるとされている。そのために中国では西部の半乾燥地帯の七ヶ所に大グリーンベルト地帯を造成しているとのことである。また、やや湿潤な東北地区や河北でも春先の強風対策として防風林が各地で造成されつつある。このようにお隣の中国で

は防風林の役割を認識し今日的課題として取上げているが我が国の場合にはどうであろう。北海道を例としてその経過を見てみよう。

北海道の防風林

——そのはじまりと展開

北海道の開拓はまず原始林の伐開から始めなければならなかった。しかし日本人は元来、樹木と共存共栄をはかってきた国民である。したがって樹木の持つ諸々の機能については身についた知識があつたためであろうか、開拓の当初に現代でも十分に通用する内容で樹木の重要性を説いた条件が出されている。それは明治一一年に出された「森林監護条令」と「山林原野仮条令」である。それらの中で、森林の持つ水源涵養、土砂止、景観、防風、魚付、道路並木などの諸機能が明確にうたわれ、それらの機能を持つ樹木の伐採を禁じている。この明治一一年は札幌農学校の初代教頭、ウィリアム・スミス・クラーク博士が一年間の滞在で札幌農学校の基本教科を編み、修学年限を決め、学府の基礎をかためて札幌を去った翌年に当る。当時の授業科目には林業関係の科目は特に含まれておらず、したがって北海道開拓の指針の一つに樹林の持つ諸機能が導入されたのは札幌農学校とはかわりなしにということになる。それ以上の詳しいいきさつ

については寡聞にして知らないが、日本人本来の樹木に対する深い関心と知識の上に西洋風の考え方が加わって次第に体系化されたものであろう。

組織的に防風林を残そうという試みは明治二九年に出された「殖民地選定及区画施設規定」がはじまりであろう。これはいわゆる植民区画のはじまりで、少くとも一八〇〇年間隔に十分な幅の防風林、風致林、水源涵養林などを残置するように規定が盛り込まれた。その後、大正中期にかけて規定が整備され、現実に北海道内各地に幹線防風林が残されていった。ところが幹線防風林の間隔が一八〇〇間(三二四〇m)というのはいかにも広すぎで、木の高さを二五mとしても樹高の一三〇倍の間隔である。通常、防風林の効果範囲は樹高の二五倍までであるとされているから少くとも中間に防風林帯は五本ぐらいは必要となってくる。そのため昭和初期から農家自身の手で一五列植のいわゆる耕地防風林が造成されるようになった。それに対し北海道庁は昭和八年に耕地防風林造成奨励規程を設けて造成費の半額補助を行なっている。丁度そのころ北アメリカでは乾燥化がすすみ、スタインベックの「怒りの葡萄」の舞台にもなった砂嵐と表土の流亡、それにもない農業が荒廃して行った時期でもある。アメリカも農業の荒廃を手をこまぬいて見ているだけで

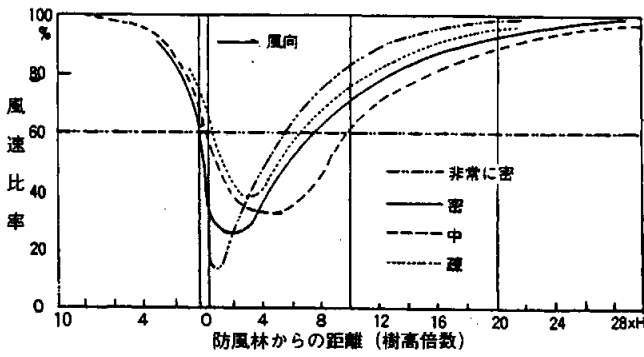


図3 防風林の密度と防風効果 (Nägeli, 1946)

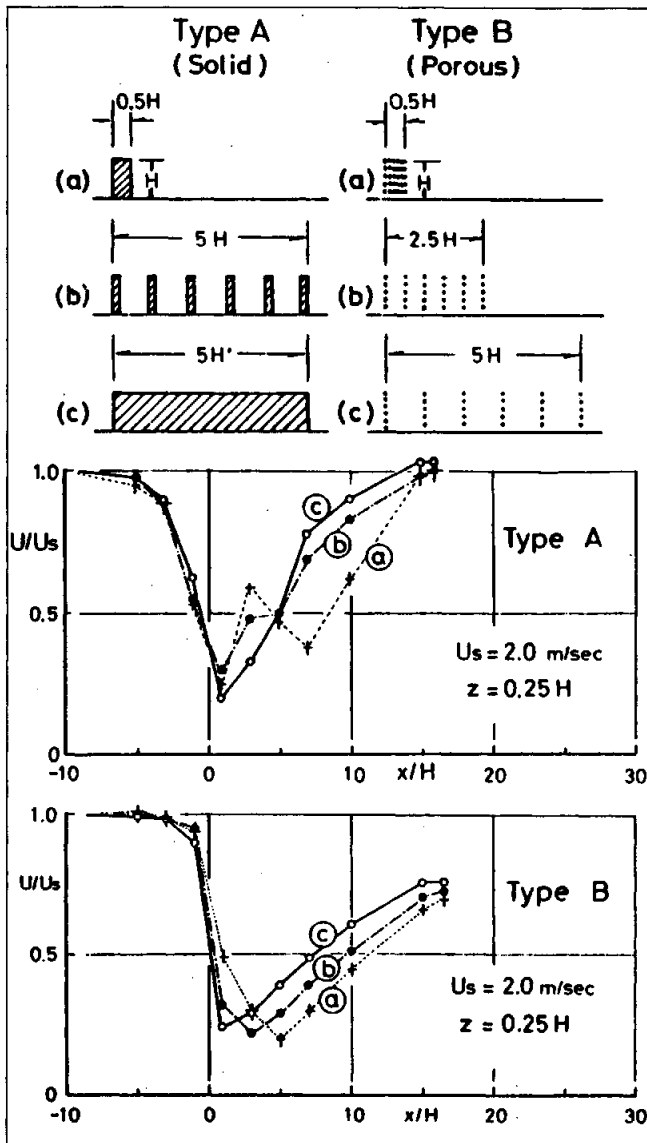


図4 防風林の幅と防風効果 (Takahashi, 1978)

はなかつた。様々な樹種の高木やかん木を植えて防風し耕地を荒廃から救う努力が続けられた。ただし、当時アメリカでは防風林の樹列は一〇列以上なければ防風効果が少ないと考えられ、林として成立させるために帯の広いものが造成されていた。防風林の効果は一〜五列植の防風林の方が密度さえ適切ならばより効果的であることがわかったのはそれから二〇年以上も後のことであった。

北海道において農家が昭和の初め、すなわち一九二〇年代後半から一九三〇年代にかけて一〜五列の耕地防風林を盛んに造成していたということは世界に先がけたすばらしい達観であったと言える。

戦後、昭和二十年代後半になって再び耕地防風林造成の機運が高まって来た。それは北海道庁による苗木給与による造成促進がきっかけとなったものである。現在、十勝や斜網地域の防風林を基幹とした農村景観はこれらの時期に植えられた民有の耕地防風林によるものであり、それは北海道の開拓農民が厳しい風土の中から自らの知恵と

努力で造り出したものである。ところが昭和三〇年代の後半から、農業の機械化にともなう作業効率向上の名のもとにこれらの防風林が無秩序に伐採されはじめた。幹線防風林は国や道町村などの公共機関が管理していることから、大規模な伐採はまぬがれたが、民有の耕地防風林はもろかった。後述するように防風林は地域全体を組織的にカバーするように造成しなければ十分な効果が期待できない。個々の農家が勝手に伐採をはじめると永年培われてきた地域の局的な好条件が、高き異なる防風林と比較するた

防風林の機能あれこれ

防風林はその文字が示すごとく風を防ぐことが第一の機能である。防風林がどの程度風を弱めるかは防風林前後の風速を測定すれば知ることができ、そしてその風速を防風林がない場合との比で表現する訳である。防風林の高さが高いほどその効果範囲は広くなる

が次第に失われるという結果になりかねない。防風林の持つ幅広い機能へ目を向け再考してほしいものである。

めに防風林からの距離を樹高の倍数で表わす。防風林はあまり密生しすぎて風が吹き抜けづらいものも、逆に疎でありすぎて風が通りすぎるものも効果が少ない。図3はスイスの林学者ネーグリーが一九四〇年代に発表し、現在幅広く引用されている密度の異なる防風林の防風効果を示したものである。一般に非常に密な防風林は風下直後での防風効果は大きいが、その後の風速の回復が早いため広い範囲でその効果を期待することはできない。疎な防風林では風に対する抵抗が少ないから全体としても効果が少なくなる。中程度の密度のものが最も良いとされている。六〇〜八〇%の密度が良いと言われるが、防風林の場合にこの数値にはつきりとした定義がある訳ではない。人によっては防風林から少し離れて立ったとき防風林の向う側が見える面積の割合(透かし度)を一〇〇%から引いた値で表わすこともある。しかし、この値もやや曖昧で林が幅の狭いものであるれば使えるが、幅が広い場合には過大評価するおそれがある。防風垣や防風ネットのように幅が狭い場合には風が通る透間の面積率を用いて、間隙率、通風率などと呼び、その逆を遮蔽率、密閉率と呼んでいる。防風林・防風垣・防風ネットを含めて風の通りやすさを表わすには通風度という言葉が良いであろう。

ところで、同じ通風度であっても防風林の幅が広いと防風効果の範囲が狭くなる。このことは先に述べたごとく北米大平原に造成された防風林帯が当初は一〇列以上の幅の広いものであったが次第に一〜五列植のものに変った原因でもあるが、図4に風洞実験で防風林の幅の影響を調べた結果を示している。防風林の幅が狭くなるにつれて防風効果範囲が後方へ伸びていくことがわかる。以上で防風林の持つ防風機能の概要を述べたが、この風を防ぐということでは防風林の周辺では様々な変化が起つてくる。

風蝕防止機能

強風が地面の表土を剥ぎ、吹き飛ばしてしまう現象は風蝕と呼ばれている。

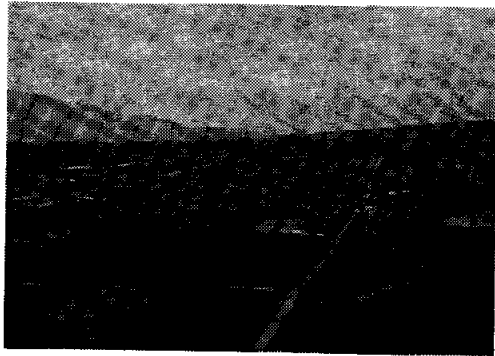


写真1 斜網地域の耕地防風林

前述の漂砂・砂嵐などはその最たるものである。我国でも本州では海岸砂丘

地や内陸の群馬や栃木で、北海道では十勝平野や網走から斜里にかけての内

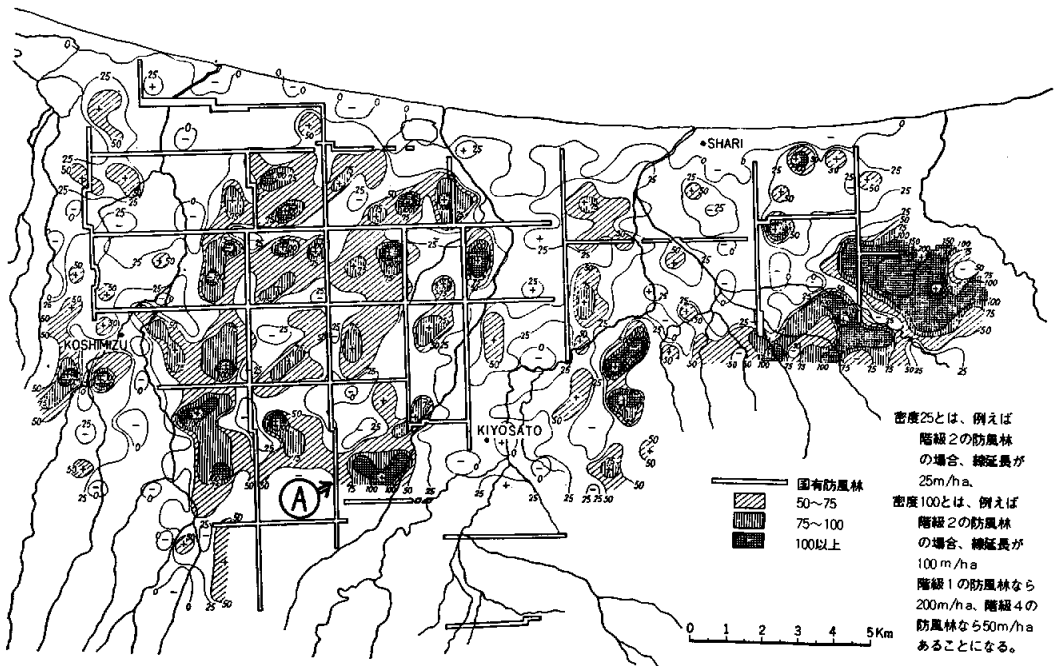


図5 網走・斜里地域の防風林の密度 (吉野ら、1972に一部加筆)

陸火山灰地帯で頻発する。本州では冬季に多いが北海道では五月から六月にかけて雨が少なく、空気や表土が乾燥し、そこへ山地に残る雪面上の冷空気と低地の乾燥し日射で暖まった空気との熱的なアンバランスが季節風に加わって局地強風となり風蝕発生の原因となっている。図5は斜網地域における防風林の密度の分布を示したものであり、図中のA点から矢印の方向を見たものが写真1である。やや統一性に欠けるくらいはあるが斜里岳方面から吹く強風を防ぐために耕地防風林がかなりな密度で造成されており、その機能美がすばらしい。ただし、この地域の強風の卓越風向はこれらの防風林に対し直角ではなく二〇〜三〇度ほど斜めになっている。防風機能がそのためかなり落ちるため防風林間の間隔が普通よりも狭くなっている。また防風林の端は隣りの防風林との間に透き間が見られる。この部分は風が反って強まるおそれのある部分であり各農家が勝手に耕地防風林を造成するとこのような部分が多くなる可能性がある。地域ごとに組織的な防風林網が必要とされる所以である。

耕地における風蝕は単に表土が動くというだけでなく、その土が局所に堆積して作物を埋没し、あるいは表土が剥ぎ取られることにより作物の根露出し、移動する土は作物体を損傷させ

て甚しい場合に枯死に至ることがある。よく聞く話であるが、せつかく播いた種が飛ばされ、種馬鈴薯の塊茎もゴロゴロ転がってあるくほどであるという。

防風林の温度効果

フランスの西岸につき出ているブルターニュ半島、そこは農業が盛んな地域であるが、かなり古くから、おそらくは近世に入つてすぐあたりからの営農方式の一つとして、耕地を林帯で囲む方法が採用されていた。聞くところによるとこの地方にも農業の機械化の波がおしよせ、北海道の場合と同様に作業効率向上の名のもとにかなり伐採されてしまった。ところがその後、この地方の気候が変わり、耕地の水収支のバランスがくずれてしまい、畑作を主体とした農作物の収量は激減し、少しオーバーとは思いますが六〇%程度の収量しか上げられなくなったとのことである。私はこの問題には温度的な影響も入っているものと思う。これらのことは農業の近代化を急ぐあまり、在来農法が持っていた永年にわたる知識の集積を無視したことによる自然のしっぺ返しと言えよう。

北海道はわずかに一五〇年前には農業不適地として考えられていた地域である。それはむろん寒冷という気象条件が阻害要因であった訳であるが、この

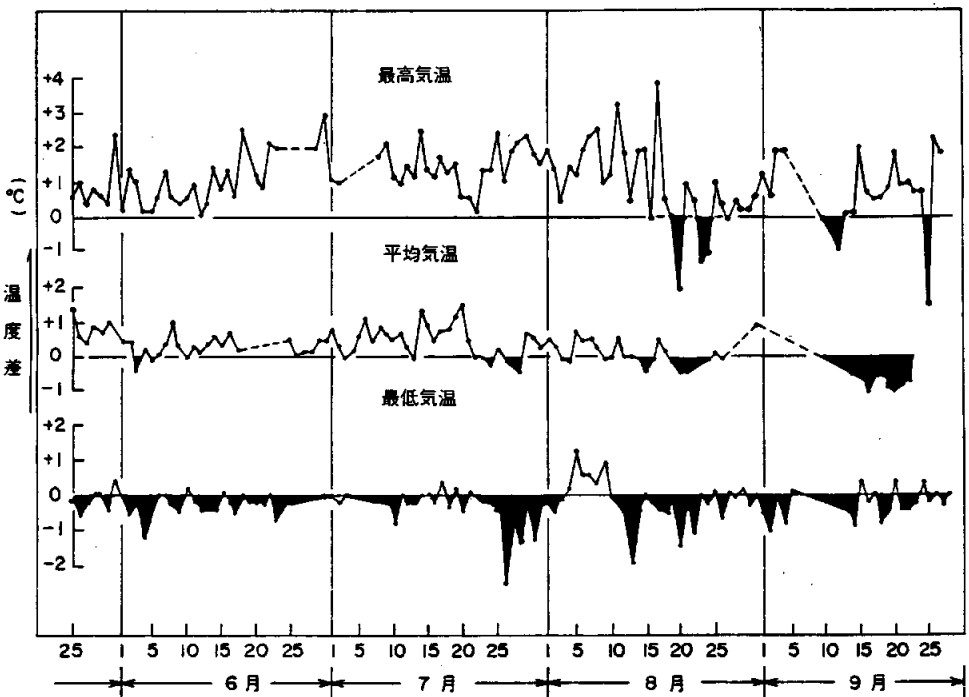


図6 防風区と対照区の気温差 (高橋、1977)

寒冷という条件を克服しつつ北海道農業は発展を上げてきた訳である。その技術の一つに防風林の温度効果の利用がある。一般に防風林という風蝕防止を頭に浮かべがちであるが、北海道のように寒冷で農作物への温度ストレスが強い地域では防風にとまなう昼間気温・葉温・地温・水温の上昇は生育へ

与える効果は大きく特に冷害年のように温度ストレスが強い場合には一段と効果がある。図6は防風林の代りに防風ネットを使い、防風区と吹きさらしの対照区での気温を比較したものであり、防風にもとなう温度効果を明らかにしている。つまり、昼間は地表や植物体に吸収された日射はそれぞれの温度を上昇させ、それと接触している空気の温度も上げる。もし風が強い場合にはこの地表付近で暖められた空気は乱流輸送といわれる現象で上空に運び去られてしまう。しかし防風林で風を弱めるとその暖い空気が上空に運ばれる量が少くなり気温は暖い状態に保たれる。一方、夜の場合には日射による熱の供給がなくなり、地表からは放射冷却によって熱は奪われて気温は低下の一途をたどる。通常は失われる熱を地中からの伝導熱や気層の上空から風によって熱が補給されるので次第に気温の低下速度は緩くなり極端な低温になることはない。しかし防風林によって減風し上空からの熱補給が抑えられると気温の低下はその分だけ大きくなる。それらのメカニズムが、防風区の方が最高気温が高く、最低気温が低いという現象とな

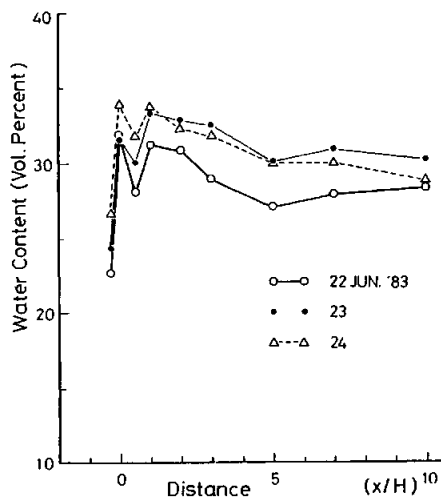


図7 防風林風下の土壌水分

防風林の保水効果

地球規模で見ると動物植物の生存を決定する要因としては温度と水分がほぼ同等にその重要な役割を演じている。我が国のように降水量が比較的多く、かんばつの頻度が少ない地域では見すごされがちであるが、他の地域では地中の水分を保つ目的のためにも防風林が活用されている。図7は女満別町にある防風林の風下側での土壌水分の分布である。防風林の欠点の一つとして畑の水分を奪い近くの農作物へ影響を及ぼすということが度々指摘される。しかしそれは極めて近視眼的な見方であり、広域的に見れば土壌水分の保水に大きく貢献していることを図は示している。実は私が中国の東北地方で研

究を実施している目的の一つがこの問題なのである。中国大陸では東部の太平洋に近い地域では降水量が多く比較的安定した農業が営まれている。しかし、西に進むにつれて降水量は減じ植物に対する水のストレスは高まる一方となる。このような地域において防風林が地中・地表・植物の水分状態に与える影響を明らかにしようとしている訳である。これらの地域では防風林によって捕捉される雪も春先の植物の発芽に大きな役割を演じているという。年間を通じての防風林周辺での水の動態を明らかにすることが防風林の価値を一層高めることにつながると考えている。

これからの防風林の役割

中国の東北端に三江平原という北海道の総面積に等しい広さを持つ低平地がある。ここは終戦前に多くの日本人農家が入殖し終戦とともに地獄のような逃避行が展開された地域でもある。それでも一九五〇年ごろには耕地面積は全体の数パーセントにすぎなかった。しかし、一九八〇年ごろには平地の五〇%に達する地域が耕地化されたといわれる。ところがこの急激な農地開発はその地域に内在していた気象災害を顕在化させる結果となってしまった。つまり、当初はほとんどの地表が自然植生で覆われていたために表土がその



写真2 中国海南島におけるゴム園の防風林で、左がゴムノキ、右がユーカリの防風林

地域特有の春先の強風から保護されていたが、耕地化されることによってそれが強風下にさらされる結果となった。そのため風蝕が多発するようになり表土の流亡も甚しく、三江平原が新しくかかえる問題の一つまで発展してしまつた。このように、この地球上で未耕地として残されている地域は様々な問題を内在している地域であり、それが風あるいは温度・水分に起因している地域であれば、防風林の持つ諸機能の活用なくしては開発は不可能と考えよう。

一方、我が国のように耕地化が進んだ地域では土地生産性を高める手段としての活用が望まれる。ここ二〇年来、北海道では畑地における水利用が盛んになってきた。それは畑地かんがい施

設の普及と同時に進められた訳であり、品質の向上、増収、生育ステージの調節など多様な利用が期待されている。

しかし畑地に撒いた水が吹きさらしの地表からどんどん失われて行くという様を展開するのはあまり賢明とは言えないであろう。特に北海道のように地温のストレスが強い地域では留意すべき点である。これを解決するのが防風林である。水・熱の効果的利用を促進する安価な手段として防風林は見なおされるべきであろう。

中国の海南島ではゴムノキの栽培が盛んである。これは中国の人口政策上に不可欠な製品の原料として将来も需要が続くと見られているが、このゴム園のまわりには立派な防風林が造成されている。ゴムノキはアマゾンの熱帯雨林が原産で低温に対する抵抗性が少なく、北緯二〇度の海南島で栽培するには防風林による保護が必要とされるためである。ゴムノキの成木は高さ二〇mに達する。これを防風するため高さ三〇〜四〇mに達するユーカリ、モクマオウ、ホマリウム、アカシアなどが数列の幅で造成されている。これは熱帯原産の高温植物を寒冷な地域で栽培されるときに必然的に生じる問題で、北海道における水稻栽培と同じ意味を持つものと言えよう。

このように防風林の役割は土地利用形態の変化にともない発生する諸災害

の防止、土地生産性の向上などの点からも今後の展開が期待される。

(北海道大学大学院環境科学研究所)

参考文献

- 北海道林務部、一九八三・北海道環境林造成促進対策事業、昭和五七年度報告書。一四〇―一四三。
- 高橋英紀、一九七七・大気の熱的諸現象の模型実験とその農業への応用に関する研究。北海道大学農学部邦文紀要、一〇、二、一四七―一七五。
- 吉野正敏、星野光子、大和田道雄、一九七二・北海道の斜里・網走地域の局地風の防風林密度について。農業気象。二七、四、一四五―一五二。
- Luk, S. 1983: Recent Trends of Desertification in the Maowusu Desert, China. Environmental Conservation, 10, 213-224.