

トローワイヤー、饋電線の降下回復を連日繰返すので、連用作業を伴ふこと故、レールセントルは出来るだけ取扱ひ易く軽量なものとしたこと。レールセントルの強度は少くとも壘築コンクリートと裏込土砂の重量を支持出来るものでありたいこと。4~10kg/cm²の様な土壓はこれでは支持出来ない。壘築コンクリート内空とセントルとの間隔は、内空断面の變状による凹凸が5cm程度であることと、將來改築の際上木を入れるなら6cm角を最少とすることより、當所では6cmとした。セントルは30kgレール2本を1組とし40cm間隔を原則とし16mmの継ぎボルトを使用

し10個所にて隣接セントルと結ぶのである。尙調査孔掘鑿や將來の便宜を考へて間隔を1.20mや0.80m等々の個所も設けた。セントルは側壁部とアーチ部との3部材に分ち、軌條繼手に似せ、その弱點を幾分でも補ふ意味で圖-2の如く當飯をレール上下突縁に熔接することとした。縦方向にはセントル内側に6cm角型鋼を熔接して繼ぎをとり全體として補強を計つてゐる。セントル加工は火造りである。

4. 尙12月中旬よりレールセントルの建込みを始める豫定である。(未完)

防風林に就て

河田三治*

1. 暴風が田畑、林野を荒し、家屋等の構造物を壞して、各方面に大きな慘害を及ぼすことは、誰でも知つてゐることである。然し暴風の來るのは稀であり、且つ一時的であるのに反して、常風の害の方は、繼續的であつて、直接、又は間接的に、吾々が受ける被害の總和は反つて大きいものである。防風林を必要とする理由は、此の常風の害を少くするのを目的としてゐる。勿論暴風の場合にも有効であるが、これが主なる目的ではない。

防風林を設置場所によつて區分してみると、

(i) 海岸防風林。(ii) 耕地又は牧場防風林。(iii) 畑地防風橋等に大別できる。

2. 防風林と云ふ名は近代のものであるが、風害防止の林は昔から營まれてゐたもので、藩政時代は場所によつて色々呼ばれてゐた。かぎよけ林、かぎよけ(風除)松、霜除松、海邊田畠風除松、風除並松、更におでんち(御田地)風除林、かぜかこひたておき(風圍立置)などと云ふ妙な名でも呼ばれた。單にかぎぎり(風切)とも呼ぶこともあつたが、これは英語のWind Break(防風林)の直譯みたいでなる。村落等を風害から守る爲の防風林は随分昔からあつた様であるが、古い文獻によれば天正時代、即武田勝頼の時代

に、戦争の爲林が伐られ、風害甚だしくなつた爲、某なる僧、松苗を植えて、風防林を作り、里人は之を徳としたと云ふ記事が出てゐる。

これは一例であるが、この様な例はいくらでも見られる。試みに山形縣酒田市附近に例をあげてみるに、昔此地方は日本海に面する側は砂丘が長く連り、樹木の生育するものもなく、冬季北西の季節風が吹けば、海岸の砂は飛んで村といはず、畑といはず飛び來り田畑は埋められ、家は住むに耐えられず、里人の惱みは非常なものであつた。百數十年前になつて、附近の先覺者達は海岸に林を作り、飛砂を止めんとし、工事を起し、幾多の失敗を重ね、中には子々孫々先祖の志をついで、造林に努力し今日の海岸防風林が完成し、飛砂の害は止んだのである。今日でも尙、植林事業は續けられ、國家の直轄事業として行はれてゐる。山形縣、湯の濱温泉に行かれる諸君は、これから北方の海岸數軒にわたつて、延々と植林準備の人工砂丘築造の工事が進められ、その後方には成林中の防風林を見出すことと思ふ。

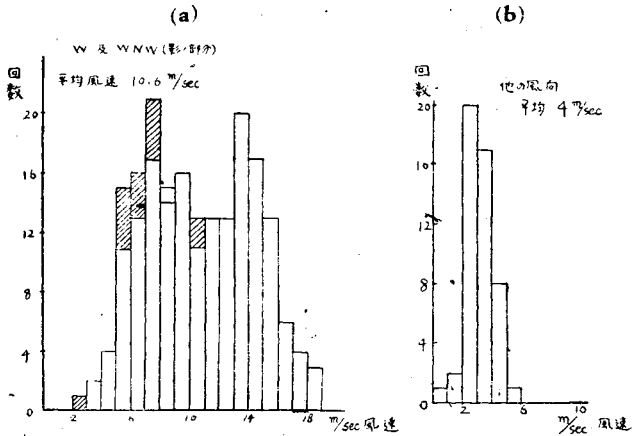
3. 前にも述べた様に防風林の主なる目的は常風の害を少くするのにある。常風の中で、目出つて害のあるのは冬の氣節風である。冬にはシベリヤ東部、即ちバイカル湖を中心とする地方に高氣壓區域が出來、此の區域からアリユト列島の兩方にある低氣壓帶と赤道

* 東京大學教授理工學研究所

附近の低気圧帯に向つて吹く2派の気流系が出来る。此の気流が冬の季節風であつて、其の勢は強く、連日に亘つて吹くことが多い。風向は日本内地ではNW風であるか、これは一般的話で、地形により場所によつて多少の變化はある。

筆者は昨年十二月、季節風が我國で最も強く、且海岸に大砂丘地を有する、静岡県池新田町海岸で風の観測を行つた。十日間ばかりの滞在であつたが、その間二、三日を除いては西風強く時には平均風速が20mに近い時さへあつた。此の砂丘地の東端に御前崎測候所があるが、此處の此の期間即12月6日から15日までの毎時の十分平均風速を分析して、季節風であるW乃至WNW方向とその他の残りの方向に分ち毎秒1m間隔の風速に分ち總數240回を各々の段階の回数を示すと圖一1(a)(b)の如くなる。此の地方では如何に西の強風が多いかが分ることと思ふ。尙測候所は池新田町から數km離れてゐて、且風速計は高地にある建物の屋上(海拔約60m)にあるのであるが、海岸(高さ1000m)で同時刻の風速を測つてみると、測候所のものより幾分強めに出た。此の風は

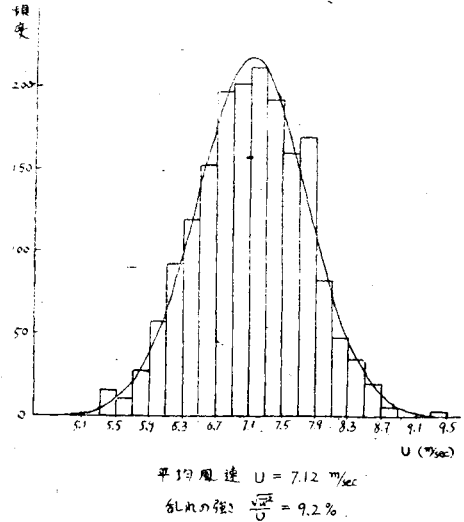
圖一1.



乾燥してゐる強風である爲に、同地方は防風林の保護がなければ、田畑は、飛砂の害、土地の乾燥、冷えすぎ、又風壓による麥の折損等の害で耕作が出来ない。實際、畑を小區域に分ち、四周の境界に松を植えて防風林とし、海岸には人工砂丘を作り、同じく松の植林を行ひつゝある。此の地方は年々土地が隆起してゐるので、海岸にも何線にも互り、かつての砂丘が見られ、此の砂丘は松の防風林をなし、大區域としての防風林をなしてゐる。

4. さて、天然の風は例へば10mの風速と云ふとも、實は平均風速が10mなので、各瞬間の風速は絶えず平均値の上下に變動するものなのである。瞬間風

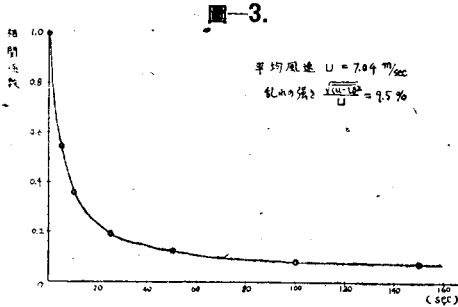
圖一2.



速の値は、風速計の種類によつて、多少異なる。これは、その固有の慣性の大きさが異なる爲に、ほんとうの瞬間値の測定が不可能な爲である。一例として筆者が昨年7月海岸(鶴沼海岸)に於て、回轉型風速計にて、5秒毎の風速を測定した結果を利用し、30分間の間に現はれる、各瞬間風速値の度数をプロットしてみた。圖一2はその結果で、風速の頻度曲線と云ふ。この曲線は誤差曲線に非常によく似てゐる。海岸の様な障害物が風の通路にない場合であると斯様になるが、都會地等複雑な地形のところでは、場合によつて、もつと複雑な曲線になることもある。以上は或一點における風速の時間による變化を述べたので

あるが、同じ時刻に於ても場所が數mも違えば風速は最早同じではない。圖一3は圖一2の測定結果を利用して、平均風速からの變動の値、 $w' = \bar{u} - u$ を色色な時間。例へば50秒、10秒等——離れた二つの値を読み取り、その相関係数 $w_1'w_2'/w'^2$ を時間間隔の函數としてプロットしたもので、此の値が1に近いほど同じ氣塊に屬する機會の大きいことを示すものである。圖一3では相関係数が、小さくなつてゐるのは50秒位たつてからであるが、元來かくの如き方法で計算

した値は相関を大きめに見ることになるので、ほんとうに一つの渦の固りに属する部分の相関係数は0.8以上であらう。時間では凡そ1~2秒程度、従つて大きさは、平均風速 7.04 m/sec は乗じて7~14 m 位のものとならう。



5. 次に、風はその平均値は、地上からの距離によつて異なるものである。地上からの距離は、初めの数十 m のところと、それ以上のところを分けて考へねばならぬものであるが、防風林の場合には、初めの部分 (Bodennahen Luftschicht) で足りるから、此の部分のみに限る。ここでは、地球の自轉、重力の影響は考へなくてよい。普通には地上から z のところの平均風速 v は

$$v = v_0(z/z_0)^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots(1)$$

の様な實驗式があるが、 n の値は實驗者に依つて色々あつて、1, 2,7 と 1 から 7 位迄の値が並んでゐる。これは、地面の状況、季節、風速に依つて n の値が變るからであつて、各々の測定の誤りでないことが、近代の空氣力學の進歩に伴つてはつきりしてきた。地面附近では、對數式の方がよいことが、はつきりして來たのであるが、最も新しく、且信頼出来る式としては、Paeschke⁽¹⁾ の式

$$v(z) = v(z_0) \frac{\log \frac{7.35(z-z_0')}{h_0}}{\log \frac{7.35(z_0-z_0')}{h_0}} \dots\dots\dots(2)$$

で與へられる、 z_0'/h_0 は地面の状況を示すもので、 z_0 は

	h_0 (cm)	z_0' (cm)
平 な 雪 の 面	3.64	3
休 閑 地	15.7	10
低 い 草 地	23.5	20
小 麥 畑	33.2	130
人 蔭 畑	49.3	45
高 い 草 地	29.0	30

地上障害物の高を (cm), h_0 は上表にある様な數字である。

此の式は氣層の溫度が平衡してゐる場合、高さで、溫度差の大體ない場合に於てはまるので、眞夏の如く、地上附近の氣温が非常に高い場合は、風速の變化少く、冬又は夜間の如く、地上の方が遙かに低温の場合は、高さによる風速分布が少くなるわけである。

又海上の風は著者の二、三の實測の結果では海面直上から少くとも 30 m 位迄は高さに関はず殆んど一定の様である。海岸で海の汀線から近いところで、測定してみると、地上から 2 m 附近迄は對數の規則に依つて風速が増すが、それ以上はあまり差違が認められない状態であつた。

6. 防風林の効果は字の示す如く風勢をそぐのにあるので、その他色々の効目が擧げられてゐるが大部分、風力が弱まつた爲に生ずる二次的のものである。海岸などで、相當の風がある時にも、一度防風林の中に入ると、それほど密生してゐず、又幅が廣くなくても忽ち靜穩の世界になることは吾々のよく經驗するところであつて、眼で判斷する以上は防風効果は大きいものである。防風林の効果として普通擧げられてゐるものは、先づ蒸發の抑制で、これは夏季に地面、葉面からの過度の水分蒸發を防ぎ、干害を避けるに役立つ。次には地温の上昇で、作物の成長によく、又雪の多い地方では、防風林の影の方が早く雪が消える。寒冷地では此の効果は大きく、防風林なくては收穫があげられないことさへある。我國では青森縣で六月の頃、ヤナセと呼ばれる東南の寒風が吹きつることがあつて、稲作に大害を及ぼすことがあるが、防風林はその害を防ぐに非常に役にたつことが實驗で確かめられてゐる。上に述べた諸効果の合計で一般に防風林によつて、保護されてゐる耕地は然らざるものに比して2割程度の増收が可能であり、殊に防風林の樹高の2~3倍位のところはその効果が著しいと云はれてゐる。

その外に海岸の防風林は潮風の鹽分の田畑に飛び來り害を與へ、弱い植物の枯死さへすることあるのを防ぎ、又、海上の霧の陸上迄來るを妨げ、津波の害を最小に止めることも擧げねばならぬ。

もう少し立ち入つて述べてみよう。地面からの蒸發抑制に就いて考へてみる。多濕のところでは問題は起らないが雨の少ないところでは、防風林が過度の乾燥による害を防ぐこと著しいものである。例へば地面からの水分の蒸發は氣温と濕度と風速等によるもので

Trapert⁽²⁾ の式に依れば次の様に示されてゐる。

$$V = C \left(1 + \frac{t}{273} \right) \sqrt{v(B-e)} \dots \dots \dots (3)$$

C=定 数

t=氣 温

v=風 速

B-e=飽和不定度

此の式でわかる通り他の條件さへ同じならば、蒸發は風速の平方根に比例する。防風林が蒸發を抑へるのは風下で(風上でも、高さの 2~3 倍は風速が落ちる)風速が落ちる爲である。雨の少ない場所又は時期に於ては、降雨量と蒸發量とのバランスを風が大いに左右し、防風林が收穫を増すのに大いに役に立つこととなるわけである。次に防風林は砂丘と相まつて、我國の海岸地方に於ては、飛砂の害から耕地を守る爲になくはならぬものである。

飛砂の量と風の亂れ、地上からの高さ等との關係は次の様な式で現はされる⁽³⁾。

$$m = m_0 e^{-\frac{w}{\epsilon} z} \quad (\text{Christiansen の式}) \dots \dots (4)$$

此の式で m , 單位容積の砂の質量
 m_0 , $z=0$ のときの m で速度の函數
 w , 砂粒の大氣中の落下速度
 ϵ , アウスタウシュ(風の亂れを表はす係數)
 z , 高 度

飛砂の量は、 w の小さい程即ち砂粒の小さいもの程多量で、 ϵ の大きいほど、即ち地面上の凹凸の多いほど又風速の大きいほど (ϵ の値は風速に比例すると思ふ) 量が多くなる。即ち防風林によつて風速を下げれば、有利なのである。

關東地方では、冬風が強く、麥畑の表土が飛散し、根が露出したり、肥料分が飛んで困る爲に、低い防風柵を作つたり、又わらを立てる等の方法が講ぜられてゐる。これは、飛砂の量は式でわかる様に z の小さい部分に限られるから、地面附近の風を落せばよいからである。飛砂は粒の細い方がよく飛ぶのではあるが、最近の實驗によれば直徑 0.1 mm~0.15 mm のものが最も飛び易く、それ以下では反つて飛び難いといはれる⁽⁴⁾。飛砂を起す最小速度は 5~6 m/sec 位であることに諸實驗が一致してゐる。防風林としては大風のときにもその影は此の最小速度以下に抑えておけばよいわけである。飛砂の量は大体 10 m の風速で直徑 0.15 mm の砂粒で毎秒 1 cm 當り 0.6 g 直徑 0.4 mm で 0.3 g

程度である⁽⁴⁾。筆者の昨年未遠州海岸の砂丘地での實測では 0.25 mm 位の砂粒では 10 m のとき 0.95g/cm/sec, 15 m では 7g/cm/sec の値を得た。尙筆者の實驗では式 (4) がよく成立することが確かめられた。

7. 今迄は防風林の效果だけを擧げたのであるが、反面害もないことはない。その主なものをあげてみると、

(i) 林帯の日影による收穫の減少で、樹高の一倍以内が特に甚だしい。(ii) 林帯附近の樹木の根の爲に土中の水分の缺乏すること、これは乾燥地に於て、特に横に長く根を張る樹の爲の害が多い。耕地と林帯の境に深い溝を作つて根の進出を防ぐことが有効である。其の他林帯の面積だけ耕地が少くなるわけであるが、以上の逆効果を差し引いても、全體として收穫は増し、その上に材木、落葉が得られる利益があるものである。

8. 北海道の内陸防風林に就いて高信保氏⁽⁵⁾が行つた防風效果を擧げてみよう。

時日 大. 10. 6. 26. 27.

場所 十勝空幕別村字札間原野

林帯 平均樹高 12 間、幅 100 間、延長 15 町餘のタモ、イタヤ混淆林

觀測位置	距離 (樹高の倍數)	東風 (防風林と直角) (m/sec)	東南東風 (m/sec)	南東風 (m/sec)
防風林の前面	10	3.0	5.7	3.9
	5	2.7	5.3	3.6
	0	1.9	3.9	3.2
防風林の後面	0	0.2	0.4	0.3
	5	1.0	1.6	1.7
	10	2.0	3.8	2.9
	15	2.3	4.2	3.2
	20	2.7	4.6	3.4

次に防風林による作物の反當收穫實例をあげてみると⁽⁵⁾

場所: 北海道空知支廳管内由仁村字三川
 林況: 潤葉樹人工並に天然、樹高 4 間、坪 1 本幅 10~60 間、延長 300 間、方向東西
 風向: 常風、暴風共に南

作物	小麥 (石)	燕麥 (石)	甜菜 (斤)	大豆 (石)	小豆 (石)	菜種 (石)
無保護區	1.0	2.0	1,800	1.0	0.7	0.8
保護區	1.0	2.7	3,500	1.2	0.8	1.0

又臺灣新竹に於て防風林により保護されてゐる水田の稲作に就いて調査した4ヶ所、3ヶ年の平均値に依れば⁽⁹⁾

防風林の高さ 3.8m				
防風林よりの距離 (m)	草 丈	分ケツ	一 穂 粒 數	一 穂 重 量
0	122.1	67.2	139.3	155.1
2	121.8	92.5	127.7	148.5
6	119.3	103.3	119.2	139.5
10	111.5	101.4	119.4	126.6
20	106.0	194.1	107.3	115.9
50	104.1	104.9	116.5	109.1
100	101.2	97.2	97.5	100.0
無 保 護 區	100.0	100.0	100.0	100.0

(無保護區を 100 とする)

9. 最後の一、二の我國に於ける著名防風林を擧げてみよう⁽⁹⁾

(i) 屏風立防風林

場所： 青森縣西津輕郡

林帯： 赤松を主林木としカシワ、ナラ、ブナ等の潤葉樹を混ぜ、延長 40 km、幅員 4 km、面積 4,100 町歩

常風： 西

保護區域： 人家 9,000 戸、耕地 10,600 町歩

(ii) 虹の松原

場所： 山口縣熊毛郡海岸

林帯： 黒松の純林、面積 24 町歩、延長 7.7 km

巾員： 40 m

常風： 西

保護區域： 人家 2,500 戸、耕地 250 町歩

此等の防風林の2つの例は、その創設古く又海岸防風林であつて、近世の内陸防風林の好い例とは云へない。大體林帯が厚すぎる傾きがある。アメリカ合衆國の中央大平原、ハンガリーの平原、丁抹の平原防風林等は代表的なものである。風が強く、降雨量も少いところなので防風林は農作物に大きな利益を與えてゐる。

此等の地方では防風林としては2~6列の樹木を並べて植えるのが近代的のやり方の様である。我國に於ても福島縣白河の種馬牧場附近、岩手縣六原農場には縦横に數列の近代的防風林が設けられてゐる。

次に防風林に好適の樹種は、その設定地の環境に適してゐること、風害に對して抵抗力が強大でしかも樹高高く、樹冠は密で防風の力の大きいものが望ましい。針葉樹は潤葉葉に較べれば一般に風害、殊に挫折の害に對する抵抗力は弱い、樹冠均ひ、樹高高く適してゐる。落葉樹は冬季の防風効果が少い缺點がある。

防風林に適してゐる我國の樹種を擧げてみると、

(i) 針葉樹 アカマツ、クロマツ、モミ、ツガ、カヤ、スギ、ヒノキ、サハラ、イチキ、カラマツ等。

(ii) 潤葉樹 カシ類、シヒ類、マサキ、ケヤキ、クリ、クマギ、ナラ、エノキ、ニセアカシア、ハンノキ、シホダ、ネムノキ、シデ等がある。

海岸の防風林は、防潮林(津波の防禦)も兼ねるもので、潮風に強い。クロマツ(北ではアカマツ)、フランス海岸松、ニセアカシア等が普通植えられてゐる。

—(完)—

文 献

- (1) W. Paeschke: Experimentelle Untersuchungen zum Rauhgigkeits und Stabilitätsproblem in der bodennahen Luftschicht. Beiträge zur Physik der freien Asuiosphäre. 1938.
- (2) R. Geiger: Das Klima der Bodennahen Luftschicht. 1927.
- (3) J. E. Christiansen: Distribution of fiet in open Channels, Trans Au, Geo. Union X, 1935.
- (4) W. S. Chepil: Dynamics of Wind Erosion, Soil Sci, 1945, 1946.
- (5) 農林省山林局: 防風林。

お願い——住所変更はお早くお知らせ下さい。同時に勤務先及叢書、論文集等の豫約ある方はその旨を御記入下さい。