

雛形林による海霧の捕捉について

Tokuji KASHIYAMA, Kikumatsu TAKAHASHI and Kaichi KITAMURA:
On the Capture of Sea Fog Particles by a Model Shelterbelt.

梶 山 徳 治*
高 橋 龜 久 松*
北 村 嘉 一*

昭和 27 年 7 月に、北海道防霧林研究会の委嘱により、同会の海霧防止のための共同研究の一部として、森林の存在が地表附近の海霧の量にどのように影響するかを調べてみた。ただし、現実林についての測定には種々の困難がともなうので、根室郡和田村字落石海岸に雛形林を一時的に造成して、これによつて海霧が減少する程度および範囲を知る目的で、地表近くの海霧の量の雛形林附近における水平的分布を、比較的長時間の平均値から求めてみた。森林による霧の捕捉については、既に実験的および理論的研究が種々発表されているが¹⁾、われわれの測定では、平坦な草地に孤立した雛形林帯の風下側に相当広範囲の海霧減少区域を生ずることが認められたので、この点から雛形林による海霧の捕捉について少しく考察してみた。

測定実施に際して多大の御援助を受けた帯広営林局・根室営林署・落石事業所・北海道庁根室支庁、および結果のとりまとめに当つて御指導と御助言とを頂いた防災部長荻原貞夫博士・気象災害科長四手井綱英技官・東京教育大学玉手三稜寿教授に感謝の意を表わす次第である。

雛形林の構成

雛形林を造成した場所は、海面高約 40 m の断崖に囲まれた岬の上で、草丈 30 cm 前後の平坦な草地であつた。

雛形林の材料はトドマツとアカエゾマツの梢で、全長 2.5 m、樹冠の最大直径 1.2 m 前後、樹幹の最下端の直径 5 cm 前後、その上部 50 cm までの枝をはらつて樹幹を地中に挿し込み直立させた。

林木の配置は、樹幹間隔 1.5 m の正三角形千鳥型としたので、列間間隔は 1.3 m となつた。

林の延長は 40.5 m、幅は 13 m (11 列)、樹高 2 m の一斉林で、枝下高は 0 m、全林木の約 70% がトドマツであつた。その様相は写真に示すとおりである。

* 防災部気象災害科気象および風害研究室

測定装置と方法

海霧の量の測定には北海道大学低温科学研究所製作の霧水量計7台を、また風速の測定にはロビンソン風力計7台にそれぞれ電接回数自記器をつけて使用した。別に風信器1台を用いて風向を自記させた。

この霧水量計は、直径 0.12 mm・長さ 15 cm のエナメル銅線を約 1 mm の間隔で、直径 12 cm の円筒状になるよう垂直に張り、これを霧粒捕捉部として下に漏斗状の受け器をつけてある。したがって、各々の針金縦線に捕捉された霧粒は針金を伝わって流下し、受け器の下端から滴下するようになっている²⁾。

測点の位置は、林の延長の中央において林に直交する線上で、林縁から樹高の整数倍の距離の地点とした。

草丈が平均 30 cm 程度であることを考慮して、計器支持台の地上高を 40 cm とし、便宜上同じ台の上に霧水量計と風力計とを併置したため、霧水量計は霧粒捕捉部の中央の地上高が 58 cm (強)、風力計は風杯中心の地上高が 70 cm となつたが、この不一致は無視して取り扱つた。

海霧の量の測定は、計器に捕捉されて滴下する霧水を容器に受けて、1時間ごとにその量をメスシリンダーで計つた。捕捉された霧水の量から計器を通過した空気中の海霧の量を算出するに当つて、風速に対する計器の霧粒捕捉率は、製作者が室内実験から求めた実験式を用いた³⁾。この場合、風速は風力計の自記記録の対応する1時間の全風程から平均値を求めて用いた。

測定に当つては、林の風上側の樹高 10 倍点から風下側の樹高 20 倍点までの範囲で、7箇所の測点に計器を配置し同時測定を行つて、雛形林附近の地表に近い空気中の海霧の量の水平的分布を求めた。

測定結果とその考察

ここに採り上げた測定結果は、7月26日6~16時の間に得られたもので、この間の風向はWSW~Wで、雛形林の延長に直角な方向(WSW)からの偏りが22.5度以内であり、きた平均風速も3~4 m/secの範囲であつたので、これらの差はいずれも無視して、各回の測定が風向・風速についてはすべて条件が同等であると見なし、さらに雛形林の延長が40.5 mである点を考慮して、結果を2次的に取り扱つた。

海霧の量は、各測点の地上 0.6 m 附近の空気 1 m³ 中に含まれる霧粒を集めて水とした場合の量に換算して表わし、これを‘霧水量’と名づけ、その1時間の平均値を用いた。

雛形林の風上樹高 10 倍点の霧水量および風速は、事実上林の存在に影響されないとみて、

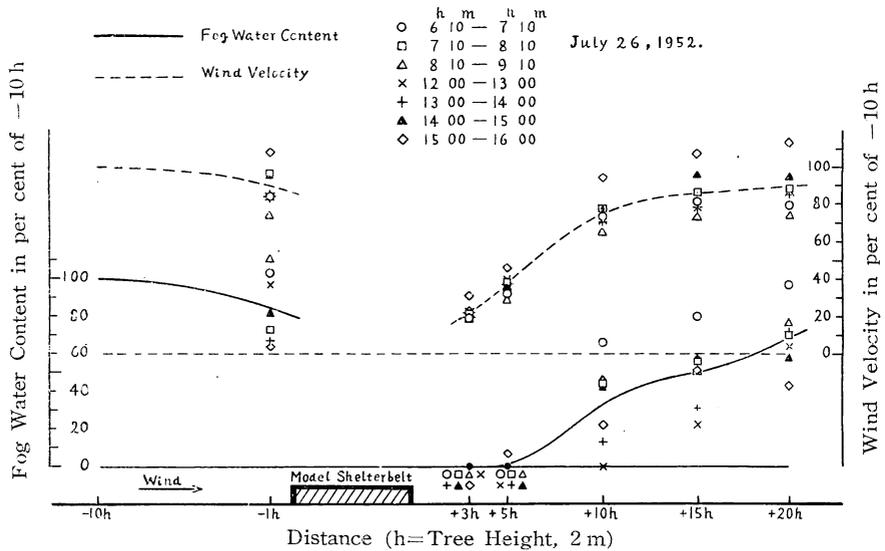


Fig. Distribution of Fog Water Contents and Wind Velocities at about 0.6 m above the Ground near a Model Shelterbelt.

Table Fog Water Contents at the Distance of 10 h (h=Tree Height, 2 m) on the Windward Side of Model Shelterbelt.

Time	Fog Water content (g/m ³)	Wind Velocity (m/sec)	Wind Direction
h m h m			
6 10~ 7 10	0.265	3.7	WSW
7 10~ 8 10	0.274	3.1	WSW
8 10~ 9 10	0.160	4.1	WSW
12 00~13 00	0.097	3.8	WSW~W
13 00~14 00	0.137	3.9	W
14 00~15 00	0.333	3.1	W
15 00~16 00	0.532	3.0	W~WSW

この値を基準として他の測点の値を比の形で表わすと図のとおりとなる。また基準点における霧水量と風向・風速は表に示して置く。

図から明らかとなり、霧水量は雛形林附近において風速と大体平行して変化し、しかもその減少の程度と範囲とは風速の場合よりも大きく、風下樹高 20 倍点においても基準点の値の 70% 程度を示している。雛形林が存在しない場合は、霧水量が全測定区域にわたつて一様であつたものとすれば、林の存在が地表近くの霧水量におよぼす影響はきわめて顕著であると思われる。ただし風下樹高 3 倍および 5 倍点の霧水量が零であるのは、計器の針金に捕捉された霧粒が流下して受け器まで到達するほどにならなかつたため、この附近に霧粒が存在しなかつたことを意味するものではない。

一般に、移流霧の消散については、日射によつて暖められた地表からの熱の伝達による霧粒の蒸発、地表面と地上の障害物とによる霧粒の捕捉、重力による霧粒の自然落下、霧の上層か

らの熱拡散等、種々の機構が考えられるが、地表付近では後の2機構による消散効果は小さいと考えられている。したがって、森林が霧におよぼす影響としては、林の存在による大気乱流の発達が渦動拡散を増大して霧粒の林木と地表面とによる捕捉を増加する効果、およびこの乱流によつて地表面からの熱の伝達が増大して霧粒の蒸発が促進される効果が最も大きいとされよう⁴⁾。

上の測定結果のうち、12~14時の記録は林の霧粒捕捉効果以外の作用の影響が大きく現われたものと思われるので、この間の測定値を除外し、朝夕の測定結果を上述の諸効果の総合されたものと考え、籬形林による海霧捕捉量の程度を推算してみよう。

まず、地上0.6m付近で断面 1m^2 の風向に平行な空気層を考え、上の測定の平均値を用いて任意の時刻におけるこの中の霧水量について概略の見積りを行うと、籬形林風下林縁から樹高20倍点までの範囲内で8g程度の霧水量が失われていることになる。林の存在しない場合は、同じ空気層中に12g程度の霧水が存在していたものと見積られることから、その70%近くが籬形林の影響によつて消失したことになろう。

霧水量の垂直分布は、かつて籬形林位置近くにおいて実測された1例によれば、地上6mから1.5mまでは地表に向つて急激に減少していて、それ以下についてはこの傾向が継続して地上では零になるものと考えられている⁵⁾。しかし、この減少率はひと続きの海霧においても異なることが予想され⁶⁾、特に地上2mまでの範囲の分布は不明であるので、この高さまでの霧水量の平均値として地上0.6m付近の実測値を用い、また風速についても同様に上の実測値をその平均値に代用しても、森林の影響による海霧の減少量の程度を推定するにはさしつかえないであろう。

そこで、林帯幅の小さいことから、籬形林によつて地上2mまでの霧粒が影響を受けるものと仮定すれば⁷⁾、霧水量 0.313g/m^3 の海霧が風速 3.4m/sec の風に乗つて林に近づく場合は、林の存在による海霧減少量は、上の推定値から全林帯に対して1時間当たり200kgの程度となり、これを籬形林の林木1本当りの量に換算すると0.7kg程度であり、さらにこれを林帯の面積および各林木の樹冠投影面積当りの降水量とみれば、それぞれ1時間当たり0.4mmおよび0.6mm程度となる。

この中で樹冠と樹幹とによつて直接捕捉されて地表に流下した量の占める割合は簡単には推定できないが、以上の推算においては、風下側で林縁から遠ざかるにつれて上層からの拡散によつて霧水量が増加することを無視している上に、海霧中の湿度の大きいこと、朝夕は地表からの熱拡散による霧粒の蒸発が少くなること、平坦な草地在が拡散だけによつて捕捉する霧水の量は毎時0.02mm程度と見積られているが³⁾、籬形林の風下側では風上側に較べて草の濡れ方が少く、特に林縁近くは草地在が乾燥に近い状態を示していたことから、林の影響によつて風下側の草原による霧粒捕捉の増加する程度は比較的少いと思われること、および籬形林で実際

に霧粒を捕捉していたのは風上側から第6列までの林木であるのが観察されたこと、等を考慮すれば、海霧の全減少量中林木に捕捉されて流下した量の割合は相当大きいと考えられ、上の測定の場合に、霧粒の捕捉に直接関与した林木1本当りの1時間の捕捉量は、捕捉量の大きい林縁木とこれの小さい林内木とを平均して1kg(樹冠投影面積当りの降水量としては0.9mm)に近い値になつたのではないかと推定される。この場合の海霧は翌朝まで24時間以上も継続したので、この間の捕捉量は離形林内の林縁近くでは20mm以上の降水となつたであろうと思われる。

この量は、霧水量とその垂直分布・霧の粒径分布・風速とその垂直分布・樹種・樹形・樹高等によつて勿論変化するから、上の結果をそのまま現実の森林の場合に準用することは危険であるが、霧の発生の多い夜間および朝夕には、現実の林木が霧を捕捉してこれを地上に流下させる量が相当多量であることは、この結果から推察できるであろう。実際に、大台ヶ原山腹で樹高約7mのモミ林内外の降水量の測定から、濃霧をともなつた降雨で林外降水量100mmの場合に、林木の霧捕捉による林内降水量の増加が40mmと推定された例があり⁹⁾、また国外でもOregon海岸に近い85年生の針葉樹林で、霧の捕捉による林内降水量の増加が林外量の44.6%となつた例も報告されている¹⁰⁾。

したがつて、高地の多霧地帯にある森林の水源涵養機能の一因子として、森林の霧捕捉作用を定量的に考察する必要があると思われる。

文 献

- 1) 真山利雄：大台ヶ原山上の樹雨に就て 森林治水気象彙報 第2号 大正12年
J. KITTRIDGE: Forest Influences McGraw-Hill Book Co. 1948 pp. 115—119
福富孝治, 田畑忠司, 影浦均, 浅田宏, 石川政幸：昭和25年落石針葉樹林附近に於ける霧水量測定結果報告 防霧林に関する研究 昭和25年度 北海道林務部 昭和26年
福富孝治：林の捕捉に依る霧水量の変化に就いての一理論的考察 同上
今堀克巳：移流霧の消散機構と森林の防霧作用について 防霧林に関する研究 昭和26年度 北海道大学低温科学研究所 昭和27年
福富孝治：林の捕捉による移流霧の霧水量の変化に関する1理論的考察 同上
大浦浩文：林による霧の捕捉 同上
- 2) 田畑忠司, 藤岡敏夫, 松村信男：回数自記器を利用した自記霧水量計 同上
- 3) 2) に同じ
- 4) 今堀克巳：1) に同じ
福富孝治：1) に同じ
- 5) 黒岩大助, 木下誠一：繫留気球用霧水量計ならびにそれによる霧水量の高度分布の測定(附 草原による霧粒の捕捉) 防霧林に関する研究 昭和26年度 北海道大学低温科学研究所 昭和27年
- 6) 田畑忠司, 藤岡敏夫, 松村信男, 黒子元昭：1951年度の落石針葉樹林附近における霧水量測定結果 同上
- 7) 福富孝治：1) に同じ

- 8) 5) に同じ
- 9) 真山利雄: 1) に同じ
- 10) J. KITTRIDGE: 1) に同じ

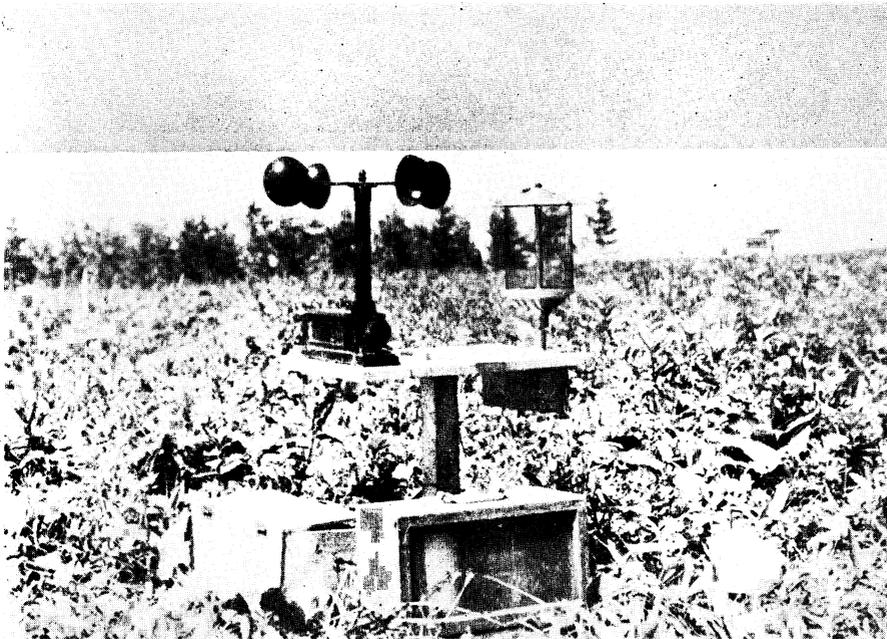
Résumé

On a grassland at the coastal fog belt in Hokkaido, we built a model shelterbelt of white fir and Sakhalin spruce 2 m high with a width of 13 m and investigated the distribution of fog water contents in the neighbourhood of this belt. It was estimated from our results that fog water, captured down to the ground by model trees, would amount to about 1 mm per hour near the windward edge of belt under the condition that fog water content and wind velocity in the open averaged 0.3 g/m^3 and 3.4 m/sec respectively. This effect, accordingly, should be considered as a factor in connection with the headwater conservation function of forests in upland regions frequented by fogs.





Sea Fog



Fog Meter