三陸沿岸に侵入する海霧の雲物理特性

井上君夫*・吉本真由美**・阿部博史***

(** 東北農業試験場
*** 農業環境技術研究所)

Cloud Physical Property of Sea Fog Induced
by Yamase in the Sanriku Seashore

Kimio INOUE*, Mayumi YOSHIMOTO** and Hiroshi ABE***

(**Tohoku National Agricultural Experiment Station, Morioka, Iwate, 020-01, Japan
***National Institute of Agro-Environmental Sciences, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki,
305 Japan)

Abstract

The Pacific side of Tohoku district has been frequently suffered from cool foggy easterly (Yamase) in summer times, resulting in severe decrease of rice production. The penetration of sea fog into inland area gives important effects on solar radiation impinging on crop fields.

This study was made to make clear cloud physical characteristics of sea fogs penetrated from the sea into the Taneichi region. The observations were made during the sea fog seasons from May to August in 1990 and 1991, respectively. The fog penetrates more frequently in periods of weak or no solar radiation, such as evening, night, and morning, than in daytimes. It was also observed that the sea fog into crop field is more frequent and strong under weather conditions with the wind directions from E to S.

The size distribution of sea fogs was measured by the Poval film method at the each observation point with different distances from the Taneichi seashore. The average size of sea fogs decreases linearly with the distance from the Taneichi seashore. This reason was mainly due to water evaporation on fog droplet surface. The results were compared with average size of sea fogs estimated indirectly from Eq. (2). Although there is relatively large scatter of points, it is reasonable to say that Eq. (2) can be used to estimate average values for droplet size from the data of visibility and fog water content.

Key words: Yamase, Taneichi seashore, Sea fog, Poval film method.

キーワード: やませ, 種市海岸, 海霧, ポバールフィルム法

1. ま え が き

オホーツク海高気圧の張り出しに伴う偏東風—やませは夏期に集中して吹く冷湿な気流である。やませは霧を伴うことが多く、釧路の霧では最盛期で40%以上に達する(深石, 1973)。霧は地上に到達する日射を遮り、地表温度や植物体温の上昇を妨げ、蒸散を抑制するなどの影響の他に、葉を濡らすことで水分ストレスを作物に与える生理的要因となる(佐々木・ト蔵, 1970)。やませ観

測は過去に北海道の道東や道南で多く実施され、オホーツク海高気圧の張り出しに伴って発現する海霧の雲物理特性は十分に解明されている。

一方、東北地方の太平洋沿岸地帯ではやませに起因する冷害が1980年以降に多発しているにもかかわらず、三陸沿岸地帯を中心とするやませ観測は非常に少なく、作物への影響等を議論するには情報が不足していた。そこで筆者らはこの地帯に侵入する霧の動態とその雲物理特性の把握を目的に一連の実験的研究を実施した。その結果、釧路に侵入する海霧の特性などと異なる知見が得られたので報告する。

平成3年度東北支部大会にて発表

1996年9月24日 受付, 1997年1月8日 受理

* 現在, 農業研究センター

Present address: National Agriculture Research Center,
Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan.

2. やませ観測の概要

(1) 観測地点

やませは陸上と海上の温度が逆転する5月から8月にかけて発現するが、一般に陸上に侵入する霧は短時間かつ断続的であるためにその実験的把握は難しい。著者らはできるだけ多くの観測データを得るために、岩手県種市町小路合(北緯 $40^{\circ}24'$ 、東経 $141^{\circ}43'$)に約 10 m^2 のプレハブ小屋を設置し、ここを中心的な観測点(Key Observation site)とした(Fig.1)。この観測点は沿岸から約1km内陸に入った標高約40mの地点(約2haの大豆畑)にある。陸上の北方向に民家が点在し、西方向に国道が走る他は何もなく、北東および南東方向からの霧の侵入に全く問題はないと判断される場所である。図中のA～Gの各点は霧の粒径分布の測定を行った地点である。Fig.1に地点付近の地形を示したが、100m毎の等高線はほぼ沿岸線に沿って走っている。30 km^2 程度の局地的スケールでみると、階上岳(約500m)や久慈平岳(約700m)は海上から陸上に侵入するやませの障壁となっている。

(2) 観測期間

観測期間は1990年が5月30日から8月25日、1991年が6月4日から7月23日であった。霧水量や霧粒の測定は霧の発現時に行うが、それらの効率化のためには天気図などを使った霧の発現予想が必要である。経験的には、Fig.2に示す気圧配置の場合、霧は種市や久慈の沿岸から内陸に高い頻度で侵入してくることが分かった。例示した1988年7月16日9時の地上天気図は本観測時のものではないが、この年はやませがよく卓越し、とくに7月15日から17日にかけてE～SSWの冷たく、霧を伴うやませが終日吹くという最も典型的なやませ日の天気図であった(7月16日の最小視程は約45m、最大霧水量は約 0.3 g/m^3 であった)。これは典型的かつ代表的な霧を伴うやませの気圧配置である。関東南岸上の梅雨前線とその前線上の日本海低気圧は共に北東方向に進行中、一方オホーツク海上には強い勢力を保ったオホーツク海高気圧が居座るというパターンである。富野(1975)は宮古付近の霧の発現と気圧配置との関係を調査し、気圧配置を8つの型に分類している。この分類に従うと、Fig.2は日本海低気圧型に分類できる。宮古の場合、北高型で霧の発現回数が最も多く、前線横断型、前線縦断型、日本海低気圧型の順であると報告している。宮古より高緯度に位置する種市で、梅雨前線が如何なる

Fig. 1. Map showing the distribution of sea fog observation points in the Taneichi district of the Sanriku Seashore. Contour is shown by the solid lines.

K.O ... Taneichi shoujiai (the key Observation site)

A ... Taneichi seashore, B ... Yokote, C ... Arayasiki
D ... Jounai, E ... Tateno, F ... Hituwari, G ... Kawajiri.

Fig. 2. Surface weather chart when Sanriku district was affected by a heavy sea fog (09 JST July 16, 1988).

役割を果たしているかについては後述する。

(3) 観測方法

1990年および1991年の観測方法および観測項目はほぼ同様であった。まず耕地上の熱収支状態を把握するために、傾度法を用いて熱収支観測を実施した。風向・風速分布は微風向風速計(manox)を使い、風速を5高度で、風向を高さ4mで測定し、霧の侵入方向とその時の風速を決めるのに用いた。つきに霧の雲物理特性を明らかにするための観測を実施した。地上に到達する日射量はネオ日射計で測定した。霧中にネオ日射計を置くと、ガラ

ス表面に水滴がつき、正確な日射量が測定できない。そこで、近くのプレハブ小屋から大きなパイプで室内空気を引き、この空気を日射計の下から送風することによって、ガラス表面への霧の付着を防いだ。霧水量はSasyo (1968) が開発した細線式霧水量計により霧発現時に連続的に測定した。視程は反射型視程計 (TZE-4) で測定したが、測定期間は(2)項に記したとおりである。

霧の作物への熱的影響を明らかにするために、赤外線放射温度計 (サーモトレーサ 6T07) を霧粒の温度測定に利用した。測定は霧に覆われて地物の識別が不可能になった時点で行った。また霧粒を除去した空気の乾・湿球温度および霧水量は福富・須川 (1953) の霧中の湿度の測定装置を参考に作った通風式乾・湿球温度計で測定した。霧の粒径は1991年のみの測定であったが、その方法はポパールフィルム法 (Poval film method, Tanaka (1972)) によった。これはPVA膜上に霧粒が落ちると、水溶性のPVAが溶けて丸い痕跡ができるが、その時の数と直径を電子顕微鏡で測定し、実際の粒径に換算する方法である。PVA膜は定着済みのNEOPANフィルムを5%のポリビニールアルコール溶液に浸し、乾燥後にこのフィルムをマウントに装着すると出来上がる。

3. 結果および考察

1) 霧の発生と消滅

Fig.3は1990年と1991年の両年における観測点での霧の発現時間数(左)と発現回数(右)である。時間別の発現回数をみると、10時から18時の時間帯は5回程であるのに対し、その他の時間帯では8回程とやや多くなっている。また図示はしていないが、霧が発現しても10分以内で消滅する頻度は圧倒的に昼間の時間帯で多かった。つぎに発現した総時間数は10時頃から激減し、再

び19時頃から増加に転じる明瞭な日変化をする。この図から推測できることは、Fig.2のような気圧配置になると、海上に発生した霧は陸上に接近するが、10時から18時頃の日射の強い時間帯では沿岸に到達する前に消滅する。これが日没後になると、霧は消滅しないまま沿岸に押し寄せ、やがて陸上に侵入してくるようになる。夜間から翌朝にかけて、霧は陸上への侵入と停滞および侵入した霧の消滅を繰り返すものと思われるが、翌朝には風向の変化によって海上に吹きはらわれたり、日射によって消散してしまうものと推測される。

遠峰ら (1988) は三沢飛行場に侵入する霧を調査し、夕方と朝方に認められる霧発現頻度の最大値は気温が急降下する時期と一致すると報告している。気温の降下は日射エネルギーの減少を意味し、蒸発による霧粒消滅の減少につながると解釈できるが、本研究では他の気象要素の関与との分離が難しく、断定はできなかった。

つぎに霧の発現時の風向と消滅時の風向について考察する。発現時の風向はE~SEが最多で、つぎがNW~NEであった(井上, 1993)。一方、消滅時の風向は昼間がE~SE、夜間は昼間ほど明瞭ではないが、NW~Nと北寄りの風であった。これはFig.2に示すような気圧配置の場合に霧が最もよく発現することは既に述べたとおりであるが、その結果として梅雨前線の北上に伴う南寄りの風(E~SE)に乗って侵入してくると思われる。また消滅時の風向もほぼ同様であるが、これは以下のように解釈される。すなわち、やませ日の気圧配置となって安定化してくると、海寄りの風が数日間にわたって吹く場合が多くなることから陸上での霧発現の可能性は非常に高くなる。しかし、実際の霧の発現はこの海寄りの風に霧が乗るかどう(海上での霧の発現の有無)によって決まるのではないかと考えられる。この点に関しては海上に観測点がないことから明確にはならないが、北東方向からの侵入が最多であろうと当初予想した結果とFig.3の結果は明らかに異なっており、これが種市に侵入する霧の一つの特徴であるといえる。

種市よりも南東に位置する宮古の霧については、富野 (1975) の調査研究がある。霧が発現する時の地上風向はN~NEが多く、南寄りの風向で少ないと報告している。また深石 (1973) は釧路の霧について調査し、霧の発現は梅雨型気圧配置と夏型気圧配置で多く、時間帯は9時頃から18時までで少なく、その他の時間帯で多くなると報告している。八木・上田 (1983) が観測した1981年および1982年の海霧は、いずれも梅雨末期の時期で、オホーツク海高気圧の南下と梅雨前線の北上および太平洋高気圧の形成という気圧配置の下であった。したがって、釧路の霧の発現時間帯は筆者らの結果と一致

Fig. 3. Diurnal variation of fog duration and frequency at the key observation site.

するが、気圧配置については大局的には一致するが、日々の天気図を検討すると、梅雨前線が形成されていない、停滞する梅雨前線の位置が遙か海上である等の違いが見られる。また宮古の霧の発現時の風向と気圧配置は種市の場合と若干異なっていることが分かる。この宮古と種市の霧の侵入特性の差異は観測年の違いによるよりも、富野が指摘しているように、宮古の霧は地形的に北東から侵入しやすいためであると考えられる。また、先に述べた梅雨前線との関係については、梅雨前線が種市上空を通過すると、種市では霧よりも降雨になるケースが多かったが、高い山の陰に位置する宮古では雨より霧になるケースが高いのではないと思われる。

2) 発現時の風向・風速と視程

霧の発現が気圧配置や風向と関係していることは先に指摘したが、つぎに風速との関係について考察する。やませ吹走時の風速については、強風と弱風という異なる報告があるが、この問題には霧の有無が関係しているものと考えられる。このような観点から風向・風速と霧の濃度(視程)に関し、1991年の観測データ(10分間平均値)を整理したのがFig.4である。図中の白丸は19時から翌朝の5時までの時間帯(夜間)のデータであり、黒丸は6時から18時までの時間帯(昼間)のデータである。ここでは観測数の多かった夜間のデータを白丸で表示した。まず夜間に注目すると、霧発現時の風向はほぼ全方向で、その時の風速は1m/s程と弱風である。やませの

定義からすると、 $W \sim N$ ($270 \leq \theta < 360$) の陸上からの風はやませではないが、夜間の霧の挙動をみるために示した。夜間の場合、視程が変化しても風速はほとんど変化しない。つぎに昼間についてみると、発現頻度は夜間より極端に少なく、風向別の頻度分布は $E \sim S$ ($90 \leq \theta < 180$) に偏っている。この分布域の風速は夜間よりも強く、その風速は視程が短くなると減少する傾向にある。これは海面で発生した霧の鉛直混合が風速の減少によって弱まり、海面付近の霧が濃くなったからであると推測される。1990年について同様の整理をすると、昼・夜間の風速は1991年のそれより1m/s程強く、頻度分布は昼間の $E \sim S$ 成分 ($90 \leq \theta < 180$) で大幅に増大するが、その他に関しては同様の結論が得られた。

このように年次によって若干の違いは認められるが、風向別の昼夜の霧の発現頻度および視程と風速の関係についてはつぎのように整理できる。夜間の場合、霧は全方向から同程度の頻度で侵入し、その時の風速は1~2m/s以下と弱風である。風速は霧の濃度(視程の変化)によってほとんど変化しない。ここで図示した風向別の頻度は厳密には霧の侵入方向と必ずしも一致するものではなく、2m/s以下と弱風であることから日没後に陸上に侵入した霧が停滞しながら前進(海上から陸上へ)と後退(陸上から海上へ)を繰り返しているのではないかとと思われる。これらの陸上における詳細な霧の挙動については新たな観測手法によって解明を図らなければならないが、

もう一つ明らかになった事実として、夕方から翌朝にかけて発現することが圧倒的に多いことである。したがって、この夜間の霧と大豆わい化病などの関係について検討することが今後必要であろう。

一方、昼間の霧の侵入頻度は $E \sim S$ ($90 \leq \theta < 180$) に偏り、 $N \sim E$ ($0 \leq \theta < 90$) の北成分の頻度は僅かである。昼間の場合、圧倒的に南成分が多いのは梅雨前線に起因した霧が侵入しやすいためと考えられる。それは梅雨前線から三陸沿岸に吹き込む距離が短いからである。これに対してオホーツク海上(あるいは遠く沖合洋上)で発生した霧は三陸沿岸に到達する間に日射によって消散したり、強い海風によって離散してしまうためではないかと思われる。風が強いと霧が発現しにくいことは富野(1975)が述べており、宮古の霧の場合、3m/s以下の地上風速でよく発現し、それ以上では発現しにくく報告しており、Fig.4の結果はこれらともよく一致する。佐々木・ト蔵(1972)は青森県の百石町から

Fig. 4. Relationship between the wind velocity and the visibility on sea fog at the key observation site. θ is wind direction.

十和田町の間でやませの変質を観測している。それによると、やませが侵入する川口地区の風速は $2\text{m/s} \sim 9\text{m/s}$ と非常に強いが、雨滴まじりの“シケやませ”であるといっていることから、霧の状態と若干異なることが予想される。雨まじりの強いやませ風(シケやませ)が侵入した1970年7月6～8日の天気概況は、全国的に荒れ模様で、台風2号が四国沖から山陰沖に進んでいたという報告であり、同様にやませが観測された1969年7月5～11日の気圧配置(佐々木・ト蔵, 1970)は東南北部までオホーク海高気圧が張りだし三陸遥か沖合いには梅雨前線があった。以上のとおり、百石・八戸と種市・久慈および宮古・大船渡では霧侵入の風向・風速および霧発現時の気圧配置、すなわちオホーク海高気圧の張り出す位置および停滞する梅雨前線の位置や霧発生の有無に差異のあること、また風速は霧の有無や発生源と考えられる場所によって異なることが明らかとなった。

3) 霧の粒径分布

霧の密度と粒径分布は霧層中の日射減衰、すなわち地上に到達する日射量と密接に関係すると共に、霧の発生条件や場所を知る重要な手がかりとなる。霧の粒径測定は1991年のみ実施したが、この地域での測定ははじめてである。実際の霧粒の直径は電子顕微鏡で読みとったPVAフィルム上の痕跡の直径から次式を使って求められる。

$$D = 4.54d^{0.8} \quad (10\mu\text{m} \leq d \leq 300\mu\text{m}) \quad (1)$$

ここで、 D は実際の霧粒の直径であり(μm)、 d は電子顕微鏡で読み取った痕跡の直径である。 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径については、上式を外挿する方法をとった。本法の難点は $10\mu\text{m}$ 以下の微粒子がPVA上に捕捉されにくいことであるが、補正の方法が明確になっていないことから、以下に示す結果についてはそのような補正は行っていない。測定はPVAフィルムを貼ったマウントを細線式霧水量計(約 1.5m の高さ)の上に乗せ、4分間暴露させる。測定箇所はFig.1に示すA, B, C, D, E, F, Gの7箇所である。内陸部に設けた測定点は吹走距離に伴う粒径分布の変化を調べるためである。沿岸から最も遠いD地点は約 6km 内陸に入るが、霧はこの付近までかなりの頻度で侵入することが経験的に分かっている。

Photo.1, 2, 3はフィルム上に固定した霧粒の痕跡である。霧密度の異なる3例を示した。霧密度によって痕跡の数と分布が大きく変化することから、それらの平均値を得るには事前検討が必要である。ここではマウントを24分割した35の全格子点における粒数と粒径を基本としながら、 $5\mu\text{m}$ 毎の度数分布を作成した時に滑らかな度数分布になるようにカウントする格子数を決めた。Photo.1は1991年7月6日の7時48分～52分にE地

Photo.1 Droplet diameter in sea fog at E point (sampling duration. 07:48–07:52, July 6, 1991).

Photo.2 Droplet diameter in sea fog at the key position (sampling duration; 09:23–09:27, June 18, 1991).

Photo.3 Droplet diameter in sea fog at A point (sampling duration; 15:45–15:49, July 6, 1991).

点で測定した痕跡の一部である。この場合は3個の霧粒が見えるだけの希薄状態にあるが、最大粒径は約 $200\mu\text{m}$ であることが分かる。霧の密度が小さいのは中程度のやませであったこと、測定点が沿岸から約 4.5km 程内陸

に入っているからである。Photo. 2 は 6 月 18 日の 9 時 23 分から 27 分に観測点 (K.O) で測定した痕跡の一部である。200 μm から 20 μm 位の大小の霧粒の痕跡がはっきりと確認できる。一つの痕跡の上に別の霧粒が乗っても各々の粒径が確認できることも分かる。Photo. 3 は海岸線の A 地点で 7 月 6 日の 15 時 45 分から 49 分に測定した痕跡の一部である。この地点は霧水量が多いために痕跡は重なりあっているが、粒数と粒径は判別できる。このような場合には暴露時間を短縮し、測定回数を増やす必要がある。

Fig. 5 は霧水量の多い順に並べた粒径分布である。総粒数は霧水量が多くなると、増える傾向がみられ、10～20 μm の領域で極端に尖り度合も違ってくる (但し、6 月 18 日の 6 時 30 分と 4 時 30 分は逆転している)。その分布は 15 μm 付近に最大値をとり、0 から 150 μm の範囲に分布するが、60 μm 以上の割合は極端に少なくなる。右下の図は全測定値に対する頻度分布であるが、やはり個々のケースと同様で霧粒の大部分は 5～30 μm の狭い範囲に分布する。八木・上田 (1984) は北海道の釧路市周辺で霧粒の観測を行っており、それによると霧粒は 5～30 μm の範囲に分布し、粒径モードは 20 μm 付近にあると報告している。Fig. 5 の分布と比較すると、そのモードは釧路の霧が若干大きいように思われる。種市に侵入する霧の場合、その侵入ルートは北東方向と南東方向の 2 ルートがあって北東方向の霧粒は小さく、南東方向の霧粒は大きいのが特徴である。Fig. 5 に示す粒径分布が測定された時の風向は何れも E, N 成分を含んでおり、

北東方向の侵入ルートであったと考えられ、これが八木らの結果と異なる平均粒径の差となって現れたと思われる。

4) 霧の平均粒径の推定と比較

竹内ら (1983) は釧路の霧を対象に霧水量と視程の関係を整理し、以下の関係を得ている。

$$w = 2.6 r / v \quad (2)$$

ここで、 w は霧水量 (gm^{-3})、 v は視程 (m)、 r は霧粒の半径 (μm) である。

上式は視程が悪く (短く) になると、霧水量は増大し、粒径が大きくても霧水量は増大するという関係である。筆者らは三陸沿岸に侵入する海霧についても (2) 式がほぼ成立することを 1988 年から 1992 年の観測データで確認している (井上, 1992)。ただし、ポバールフィルム法による粒径測定は 1991 年のみであるから、それ以外の測定年に関してはつぎのような前提の下に確認作業を行った。すなわち、同一観測日の霧水量と視程を直角座標上にプロットし、同座標上に (2) 式から得られる理論線を内挿する。理論線上にプロットされた観測値が乗っていれば、ほぼ (2) 式が成立し、その時の r を平均粒径と見なす。このような方法によって得られた代表的な観測値としては、1988 年 7 月 16 日の場合; 風向 E～SSW, 気温 15～17 $^{\circ}\text{C}$, 視程 100 m 以下, 推定された平均半径 4～8 μm , 7 月 17 日の場合; 風向 SE, 気温 15～16 $^{\circ}\text{C}$, 推定半径 8～12 μm , 1990 年 7 月 21 日の場合; 風向 S～SSW, 気温 16 $^{\circ}\text{C}$, 推定半径約 20 μm , 1992 年 7 月 31 日の場合; 風向 SE, 気温 15～17 $^{\circ}\text{C}$, 推定半径 4～

8 μm であった。多くの観測データは理論線上に分布することがこのような作業によって確認できた。

Fig. 6 は 1991 年のデータに基づき (2) 式を手がかりに推定した平均粒径とポバールフィルム法で推定した平均粒径との比較である。両者は近似的に比例関係にあると思われるが、測定点は 1 対 1 の直線上に広く分布し、特に 24 μm 以下の小さい粒径域ではポバールフィルム法で求めた値より系統的に小さくなっている。このような両者の相違は (a) 観測時刻の僅かな違いによる霧層の微細構造の変化, (b) ポバールフィルム法による微粒子捕捉率の低下, (c) 粒径の大きい領域での (2) 式の適用性の低下, 等に関係していると思われる。同様な相互比較をさらに行う必

Fig. 5. Frequency distribution curve of fog droplets diameter in sea fog. $w(\text{g}/\text{m}^3)$ indicates liquid water content.

Fig. 6. Comparison of sea fog droplet diameter estimated from Eq. (2) with observed one by Poval film method.

Fig. 7. Reduction of average diameter of sea fog droplets with distance from the seashore line (point A).

要はあるが、現段階では同一観測日に得られた霧であれば、これは(2)式から平均粒径が近似的に推定できることを裏付けている。

既に多くの研究から知られているように、海上から侵入してきた霧は陸上を吹走する過程で熱的影響を受け、変質しながら最後に消滅する。このような変質過程を定量的に把握するために、Fig.1に示す8地点でポバールフィルム法による測定を実施した。Fig.7に示した結果をみると、霧の平均的粒径は明らかに吹走距離に伴って直線的に減少する。海岸で約 $26\mu\text{m}$ あった霧の粒径は内陸に約4.5 km入ると、約 $20\mu\text{m}$ まで急速に小さくなる。ここで、D地点の粒径が大きいのは霧層の不均一性によるものと思われる(全領域でカウントされた個数10個程と非常に僅かであった)。D地点より僅かに1 km程内陸

に入った所で、霧の消滅を目視している。沿岸から5 km程内陸に入るだけで粒径が急速に先細り、消滅するという結果はこの付近までをやませ常襲地帯と住民がいう事実と一致している。また吹走距離に伴って、霧状の粒径が小さくなるのは霧粒の表面から蒸発が起り、次第に先細っていくためと思われる。吹走距離に伴う平均粒径の減衰割合は霧を伴うやませの規模や強度と関係していると思われることから、さらに事例を蓄積していけばそれらを知る手がかりになると思われる。

4. ま と め

三陸沿岸の種市に侵入する海霧の動態と雲物理特性を把握する目的から、やませ常襲地帯である種市地区に観測点(K.O)を設け、1990年と1991年の夏期にやませ気象観測を実施した。それらはつぎのように要約される。

1) 種市沿岸に侵入する霧を時刻別にみると、霧の侵入は10時から18時頃の日射の強い時間帯に少なく、それ以外の時間帯で多い。特に日没直後からの侵入が多かった。夜間の風向・風速分布などから推測すると、日没直後から侵入した霧はあまり消散することなく、一晩中陸上に停滞しているのではないと思われる。霧の発生回数を風向別にみると、何れの観測年においてもE~Sが最多であることから、霧は梅雨前線と日本海低気圧が一對となって北東進する過程で発生するケースの多いことが分かった。N~Eの北寄りとS~Wの南寄りの風で侵入する頻度は大体同じであった。

風速は夜間より昼間が強いが、それでも 2 m/s 以下であり、この結果は既往の結果とよく一致するが、これは霧を伴うやませの特性の一つであると推測された。

2) ポバールフィルム法で測定した霧の粒径分布はやや歪んだ正規分布を呈し、 $15\mu\text{m}$ 付近に最大度数(モード)をとった。最大粒径は $150\mu\text{m}$ であったが、 $60\mu\text{m}$ 以上の粒径の割合は非常に少なかった。この方法で測定した霧の粒径と経験式(2)から推定した粒径を比較・検討した結果、両者にデータのばらつきは見られるものの一定の関係が見いだされた。これは(2)式から経験的に平均粒径が推定できるを示唆している。ポバールフィルム法で測定した霧粒の大きさは沿岸からの吹走距離に伴って急速に小さくなることが明かになったことから、霧の変質過程が把握され、これがやませ常襲地帯の範囲に大体一致した。

5. 謝 辞

本研究のとりまとめに当たり、宮崎公立大学内嶋善兵衛先生より貴重な助言を賜った。ここに心より謝意を表す。なお、本研究は特別研究“やませ霧の微気象特性

と作物の障害発生機構の解明”の一環として行った。

引用文献

- 深石一夫, 1973: 釧路における夏の霧. 地理学評論, **46** (11), 741-754.
- 福富孝治・須川 明, 1953: 霧中に於ける湿度の一測定. 低温科学, **11**, 19-27.
- 井上君夫, 1992: 霧を伴うやませの気象特性. 天気, **39** (8), 459-467.
- 井上君夫, 1993: 画像解析法による霧の動態解析とそのモデル化. 研究成果情報 285, 農林水産技術会議, 6-13.
- 佐々木信介・ト蔵建治, 1970: やませ風時の気象的特質—特に日射量について—. 農業気象, **26** (3), 143-146.
- 佐々木信介・ト蔵建治, 1972: やませ風時の気象的特質—内陸部への吹走にともなう各気象要素の推移について—. 農業気象, **27** (4), 159-163.
- Sasyo, Y., 1968: Studies and Developments of Meteorological Instruments for Cloud Physics and Micrometeorology (1). *Pap. Met. Geophys.*, **19** (4), 587-598.
- 竹内政夫・石本敬志・野原他喜夫・福沢義文, 1983: 霧の消滅機構及び防霧効果に関する研究. 北日本太平洋沿岸地方における海霧と山背風に関する研究成果報告書, 科学技術庁研究調整局, 112-120.
- Tanaka, T., 1972: The method for measuring water droplets by means of polyvinyl alcohol (poval) film. *Pap. Met. Geophys.*, **23**, 287-306.
- 遠峰菊郎・坂井米雄・阿部成雄・道本光一郎・平山 力, 1988: 三沢飛行場に霧が侵入する際の気温の沿直分布と時間変化について. 天気, **35** (3), 179-187.
- 富野重夫, 1975: 宮古付近の霧とその予報. 研究時報, **27**, 365-370.
- 八木鶴平・上田 博, 1983: 都市域と郊外の霧水量等の変動特性に関する研究. 霧の消滅機構及び防霧効果に関する研究. 北日本太平洋沿岸地方における海霧と山背風に関する研究成果報告書, 科学技術庁研究調整局, 81-111.