北海道釧路市における海霧の観測

著者	上田 博, 八木 鶴平
雑誌名	国立防災科学技術センター 研究報告
巻	29
ページ	69-92
発行年	1982-01
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00000876

国立防災科学技術センター研究報告　第29号　1982年10月

551.575(524.71)

北海道釧路市における海霧の観測

上田　博*・八木鶴平*

国立防災科学技術センター

Observation of Sea Fogs at Kushiro in Eastern Hokkaido

By

Hiroshi Uyeda and Tsuruhei Yagi

National Research Center for Disaster Prevention, Japan

Abstract

Surface observation of sea fogs was carried out in and around Kushiro City from July 14 to July 20, 1981 in cooperation with the Meteorological Research Institute, the Japan Meteorological Agency and the Civil Engineering Research Institute, Hokkaido Development Bureau. The sea fogs are advection fogs coming from over the Northwestern Pacific Ocean in spring and summer. They very often shroud the southeastern seacoast of the island of Hokkaido, producing remarkably low visibility of about 50 m.

At two points in Kushiro, Yanagimachi (in the urban area) and Otanoshike (in the suburbs and at the seashore), visibility, water content, temperature, wind and other meteorological factors were measured continuously throughout the seven days. The cloud physical characters of the fogs observed at Yanagimachi and Otanoshike were compared, and in addition an analysis was made of the general features of the fogs around the urban area.

At Otanoshike, the lowest visibility was 60 m, and the highest water content was 0.75 g/m^3. These values are closer to the extreme values of the sea fogs recorded in this district. At Yanagimachi, on the other hand, the lowest visibility was 90 m and the highest water content was 0.45 g/m^3.

The fogs observed were classified into three cases:

1. From the beginning of July 14 to the dawn of July 17, typical sea fogs continued.
2. At dawn on July 18, the fog was of radiation type.
3. From the end of July 18 to the dawn of July 19, a very dense sea fog moved from west to east.

On the data obtained from the present observation, the roles of the urban area in the dissipation of sea fogs are discussed.

* 第1研究部異常気候防災研究室

1. 緒言

北海道から東北地方の太平洋沿岸は毎年5月から8月にかけて海霧に襲われる．特に，北海道の釧路・根室地方の海岸部では霧日数が毎年約110日もあり，その多くは海霧によるものである．この地方の海霧は，沖合の冷水域で発生した霧が南風によって移流するもので，海岸付近に数日間継続して濃霧をもたらし，視程50mにも低下することがある．この濃霧による視程障害等により例年種々の被害がもたらされている．

北海道太平洋沿岸での海霧による被害の大きなものとしては，札幌管区気象台（1964）による「新版北海道の気候」の1400年代から最近までの記録のなかに，1930年以降に船舶の座礁，衝突事故を中心に航空機事故などが記録されている．また，漁船の海霧中での事故は，たとえば，函館海洋気象台（1962）による「北海道気象災害誌」に，1950年から1958年までの期間について，同種の事故が毎年のように数件記録されている．海霧中での船舶の事故は，近年レーダー等の設備の完備により減少傾向にあるが，最近では，交通の発達や都市化により，海霧被害として新たな問題が生じている．すなわち，航空機の運航の確保や海岸付近を通る鉄道・道路の交通の確保が重要な問題であり，濃霧中での交通事故対策も重要問題になっている．また，釧路市は海岸に沿って都市化が進んでいるため海霧の影響を受けやすく，視程障害だけでなく，日照不足による健康への影響も懸念されるなど，生活面への種々の影響が問題にされている．

釧路・根室地方の海霧の研究としては，1943年～1945年に大規模な合同調査（技術院研究動員会議，1945）が，1950年～1953年に大規模な防霧林の研究（北海道林霧部（1953）など）が行なわれている．これらの基礎的調査研究の成果に基づき，海上交通・道路交通上の対策など種々の海霧対策がなされてきた．しかし，海霧対策向上には詳細な観測研究と基礎的データの蓄積が必要であるが，1940年代と1950年代の大規模な観測以後，釧路・根室地方における海霧の大規模な観測は行なわれていない．最近では都市化や生活様式の多様化等により，交通事故対策，都市計画，保健衛生面の考慮など，海霧対策も多様化が求められ，海霧の予報精度の向上と，海霧の特性の詳細な調査の強い要望が最近とみに高まってきた．そこで，最近までの測定機器の発達に基づいた協同研究が国立防災科学技術センター，気象研究所及び北海道開発局土木試験所によってなされた．

本研究における現地観測において著者らは，市街地と郊外の霧の特性を比較するために，釧路市の柳町（市街地）と大楽毛（郊外・海岸）で24時間体制の地上連続観測を行ない，両地点での観測結果を中心に，周辺の観測記録を利用して解析を行なった．観測の概要については八木・上田（1982）の報告に記されているので，本論文では観測期間中の数例の霧について行なった詳細な解析結果について述べる．

2. 観測・解析方法

北海道釧路市の柳町（市街地）と大楽毛（郊外・海岸）で，1981年7月14日から20日まで，7日間海霧の連続観測を行なった．柳町の観測点は，釧路市の市街地の中心部から北へ約2㎞，一番近い海岸（南西方向）から約2㎞の地点にある市のスケートリンクで，その中の芝地を観測露場に使用した．大楽毛の観測点は柳町の西へ約7㎞の地点にあり，海岸から約100mの平坦な砂地を観測露場とした．

柳町と大楽毛では24時間体制で，気象庁の地上気象観測法に準拠して，目視による大気現象の観測及び視程の観測を行なった．また，気温・露点（地上0.3m，1.5m，8.6m），風向・風速，視程について連続自動測定を行なった．なお，柳町の風向・風速は，スケートリンク脇で行なわれていた環境庁の「釧路地方の大気常時測定局の測定結果」を使用した．霧の発現時には細線式霧水量計による霧水量測定（30秒間隔）及び自由落下法による霧粒の粒径分布の測定（30分間隔）を行なった．観測項目及び測定機器の詳細は，八木・上田(1982)によって述べられた通りである．

ここでは，八木・上田（1982）によって説明されていない粒径分布の測定方法について少し詳しく述べる．霧粒の粒径分布は，丸山・浜（1954）による，酸化マグネシウム煙でいぶした測定板に霧粒を受け，その痕跡から霧粒の直径を求める方法によった．未感光フィルムを定着処理により透明にし，シリコン油（KC88）を塗布してスライドマウントにはさみ，酸化マグネシウムの煙でいぶした．このように処理をしたスライドマウントフィルムを採取板とした．採取板を30秒前後大気中に露出させ，自由落下法により霧粒を採取した．フィルム面上の痕跡直径を0.75倍して霧粒の直径とし，水滴直径ごとの個数を数えて粒径分布を単位面積（㎠）当り30秒当りの個数に換算し直して表示し，採取地点，採取時刻相互の粒径分布の違いを比較した．

得られた粒径分布から，ストップウォッチで測定した露出時間と次に述べる霧粒の落下速度の仮定を用いて，霧水量を計算した．直径50μm 以上の霧粒については Gunn and Kinzer（1949）の実験曲線から落下速度を求め，直径50μm 未満の霧粒についてはストークスの法則を適用して落下速度 v を次式によって求めた．

$$v = \frac{2(\rho - \rho_a)g}{9\mu} r^2$$

v：霧粒の落下速度，ρ：水の密度，ρ_a：空気の密度，g：重力加速度，μ：粘性係数，r：霧粒の半径．

以上の柳町と大楽毛における測定記録に加え，両地点の周辺の観測記録として，図1に示した地点での観測結果を解析に利用した．図中の点々の領域は湿原である．視程（○印）の記録は，鶴居，下幌呂，北斗，空港，西港において，北海道開発局土木試験所が透過型の視

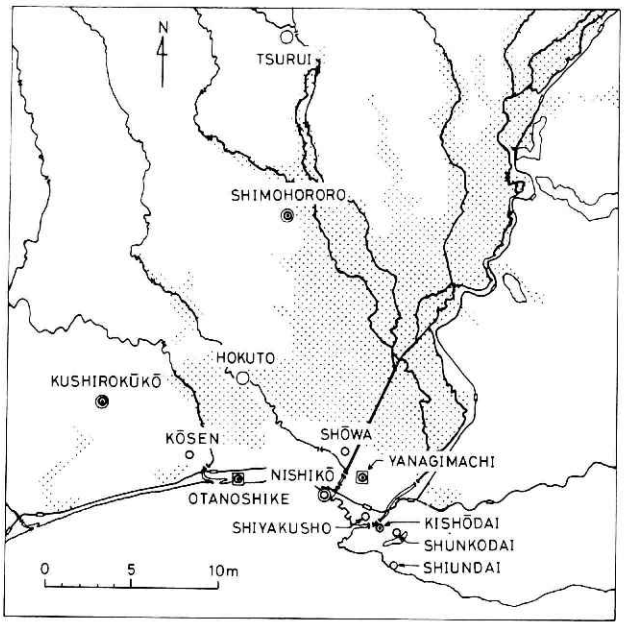


図　1　測定項目及び観測点．□：反射型視程計による視程（柳町，大楽毛），○：透過型視程計による視程（鶴居，下幌呂，北斗，釧路空港，西港），◦：風向・風速（下幌呂，釧路空港，高専，大楽毛，西港，柳町，市役所，気象台，春湖台，紫雲台），・：気温（下幌呂，釧路空港，大楽毛，柳町，気象台）．

Fig. 1　Schematic map around Kushiro City showing location of observation sites. The marks show the following observation instruments: □: visibility meter (back scatter type), ○: visibility meter (transmissometer), ◦: wind vane and anemometer, ●: thermometer.

程計を用いて測定したものである．気温（・印）と風向・風速（◦印）について，釧路空港（釧路地方気象台釧路空港出張所），気象台（釧路地方気象台）及び下幌呂（気象研究所）の記録を使用した．また，風向・風速（◦印）として，環境庁による「釧路地方の大気常時測定の測定結果」の工専（釧路工業高等専門校），昭和，市役所（釧路市役所）及び春湖台における記録と紫雲台（気象研）における測定記録を使用した．

解析に使用した上記の記録は，各測定点の測器の型や記録方式に差異があったが，解析に必要な精度では相互に比較し得るものであった．特に，透過型の視程計は，柳町と大楽毛での視程（□印）の測定に用いた反射型の視程計と測定方式がかなり異なるものであったが，測定値は相互に比較し得るものであった．反射型の視程計の時定数は40秒としたのに対して透過型の視程計の時定数は10秒であった．このため透過型の視程計の記録は変動の激しいものであった．反射型の視程計との比較のために，透過型の視程計の記録を目視で平均化し，5分間隔で読み取った．

柳町と大楽毛及びその周辺の地上観測結果をもとに，釧路市の市街と郊外の海霧の特徴の差を明らかにするために，霧の分布の時間変化を中心に解析を行なった．釧路地方における

霧には海霧以外にも何種類か考えられ，また，海霧の場合にも他の要因による霧が重なっている場合もあると考えられる．そこで，観測期間中の釧路地方における霧の特徴をタイプ別に解析し，より詳細な検討を行なうための基礎とした．観測期間全体の概要については八木・上田（1982）によって述べられているので，本論文では，観測期間中の三つのケースについて解析した結果について述べる．

3. 結　果

観測期間中，1981年7月14日から17日未明まで海岸部で連続して霧が観測され，18日未明には内陸部のみ霧が観測され，19日未明には各観測点で濃い霧が観測された．これら3ケースについての解析結果を以下に述べる．

(1)　14日～17日未明

14日から17日未明まで，釧路地方はオホーツク海高気圧の圏内にあり，南風が吹き，海霧の襲来しやすい気象状態にあった．その様子は，たとえば図2に示したように，15日9時の地上天気図でもわかるとおりである．図3に，柳町と大楽毛で共に霧の濃かった時刻の周辺観測点の風向・風速の分布図を示した．釧路空港と下幌呂は，図の範囲から外れるので，図の左上の別枠に示した．4例とも南西から南東の風が卓越している．他の時刻にも南西から南東の風が継続していた．また，各観測地点の気温は，霧の濃かった朝方には13～14℃に下がった．写真1に15日9時の静止気象衛星“ひまわり”の可視画像を示したが，釧路地方及びその沖合いには雲が広がっており，衛星写真からはその雲の下に霧が存在するかどうかの様子をつかむのは困難である．

視程計の記録をみると，大楽毛では，14日22時から17日3時まで連続して視程1㎞を記録

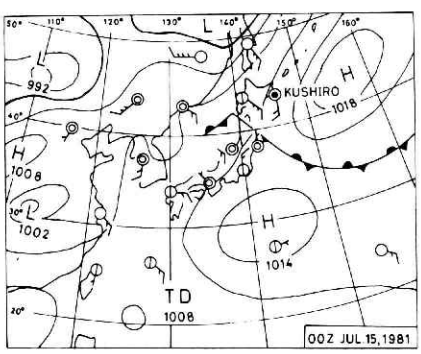


図　2　1981年7月15日9時の地上天気図．
Fig. 2　Surface weather chart at 09JST(00Z) Jul. 15, 1981
(○ :clear, ① :fine, ◎ :cloudy, ● :rain, ◉ :fog).

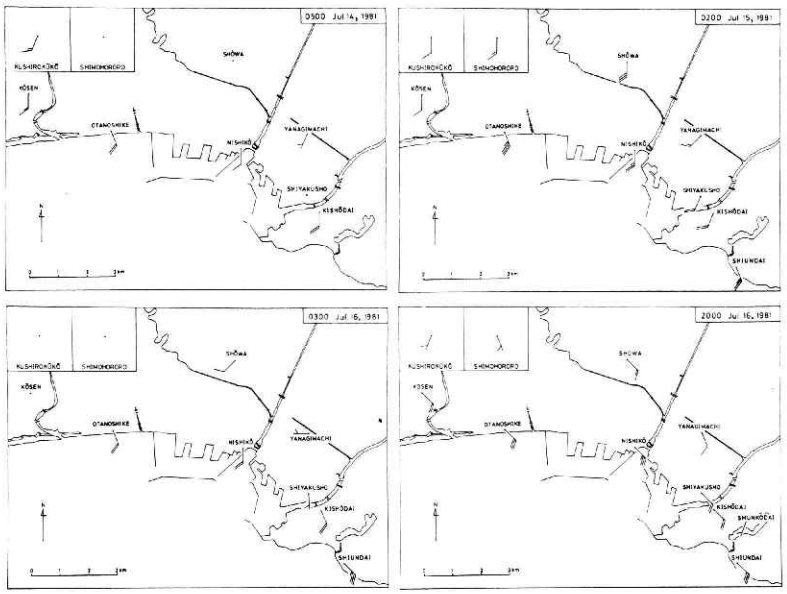


図　3　1981年７月14日５時，15日２時，16日３時，16日20時の釧路市周辺の地上風（↱：１m/s）．

Fig. 3　Surface wind (↱: lm/sec) around Kushiro City at 05JST Jul. 14, 02JST Jul. 15, 03JST Jul. 16 and 20JST Jul. 16, 1981.

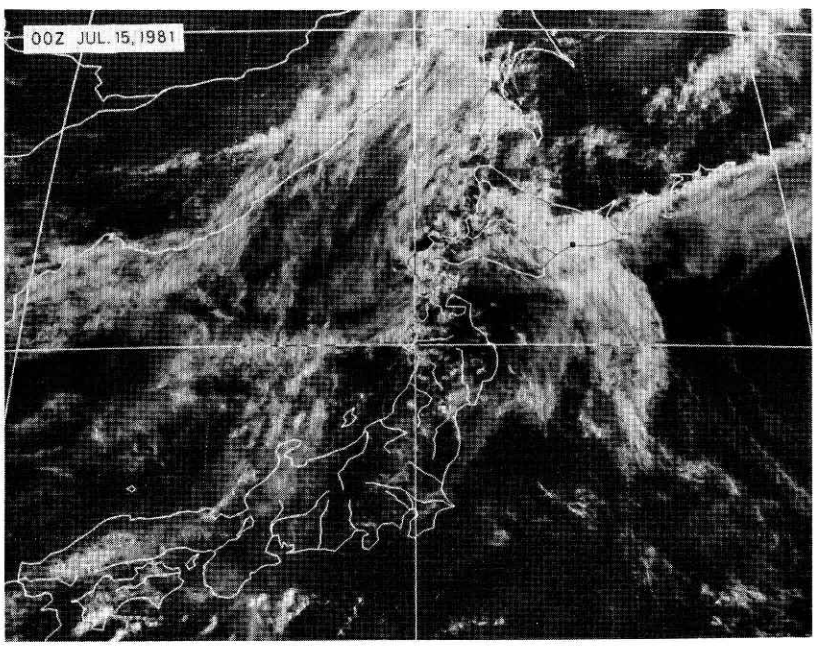


写真１　1981年７月15日９時の静止気象衛星“ひまわり”の可視画像．黒丸で釧路市の位置を示した．

Photo.1　Visible image of the Japan area from the satellite GMS at 09JST(00Z) Jul. 15, 1981. The black dot indicates the location of Kushiro City.

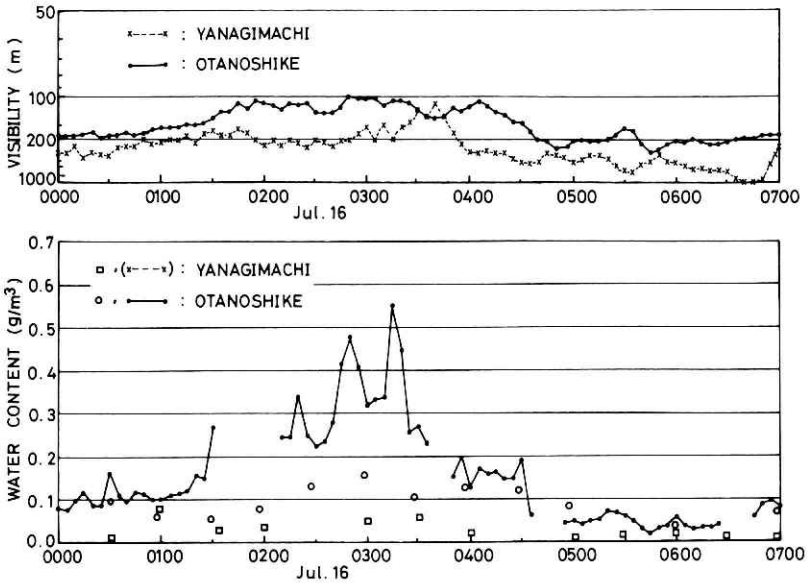


図　4　1981年7月16日0時から7時までの柳町と大楽毛における視程と霧水量の変化．実線は大楽毛における細線式霧水量計による霧水量を示す．□，○印はそれぞれ柳町，大楽毛における粒径分布から求めた霧水量を示す．

Fig. 4　Variation of visibility(upper) and water content (lower) from 00JST to 07JST on Jul. 16, 1981 at Yanagimachi and Otanoshike. Water content measured by an instrument at Otanoshike is shown by solid line and water contents calculated from the size distribution are shown by the following marks: □: Yanagimachi, ○: Otanoshike.

し，15・16日には日中でも濃霧にあたる視程200 m以下を記録した．柳町では，全般的に大楽毛より視程は良かったが，15日12時から16日8時まで連続して視程1㎞以下を記録した．

14日と15日には霧雨を伴った．柳町では，14日17時半頃から21時半頃までと15日6時半頃から11時頃まで霧雨があり，15日11時以降も22時頃まで粒径分布に大粒の霧粒がみられた．一方，大楽毛では14日15時頃から21時半頃までと15日4時半頃から11時頃まで霧雨があり，15日11時以降22時頃まで，粒径分布に大粒の霧粒がみられた．

14日から17日未明までの期間のうち，最も霧の濃かった16日未明の，反射型視程計による視程，細線式霧水量計による霧水量（大楽毛のみ作動），粒径分布から求めた霧水量の変化を図4に示した．視程は5分ごとの読み取り値を，霧水量計による霧水量は5分間の平均値（30秒ごとに測定，10回の平均）を5分間隔で示した．柳町では，3時から4時にかけて視程200m以下になり，4時半すぎに一時的に視程100mに近づいたが，視程200m以上の期間が長かった．一方，大楽毛ではほとんど視程200m以下で，2時から4時にかけて100mに近い値を示した．大楽毛について，霧水量計による霧水量と視程の変化を比較してみると，量的な比較をするのは困難であるが，視程の悪いときに霧水量が大きくなる傾向がみられる．霧水量計による霧水量と粒径分布から求めた霧水量（□：柳町，○：大楽毛）を比較すると，

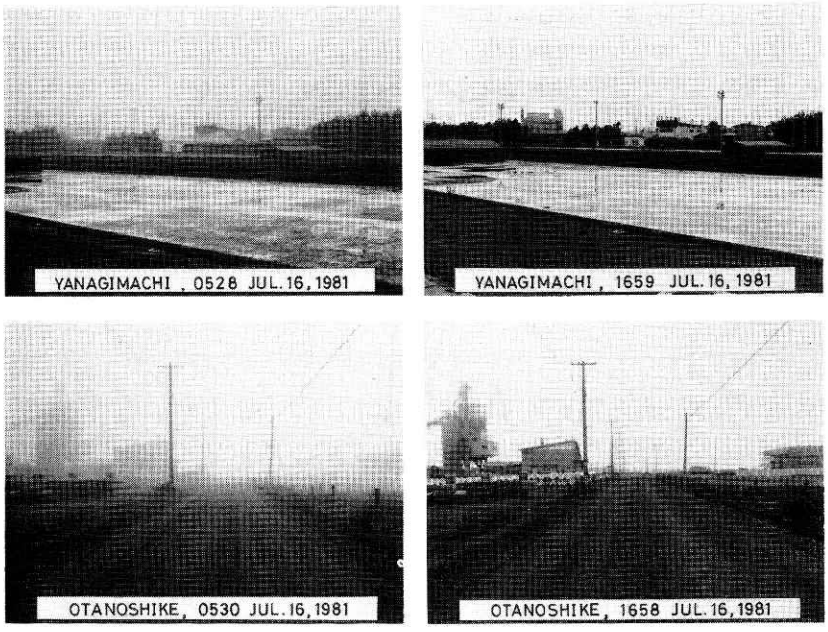


写真 2　1981年７月16日５時半の柳町と大楽毛での霧の写真．右側に霧のない７月16日17時の例を示した．

Photo. 2 Photographs(left) taken in fog at Yanagimachi (0528JST) and Otanoshike (0530JST) on Jul. 16, 1981. Photographs(right) taken in high visibility at Yanagimachi (1659JST) and Otanoshike (1658JST) are shown for the comparison.

霧水量計による霧水量は，値の大きなときには，粒径分布から求めた霧水量の２倍程度になっている．

写真２の左側に16日５時30分頃の柳町と大楽毛の写真を示した．それぞれの右側に霧のない16日17時頃の写真を示した．柳町は西方向を向いて，大楽毛は海岸に平行に東方向を向いて撮影したものである．柳町では視程約 500m，大楽毛では視程約 170m の様子である．

最後に14日から17日未明の期間について，柳町と大楽毛での粒径分布の比較を行なう．両地点でほぼ同時刻に測定された場合で，しかも霧雨を伴わない場合について，粒径分布のピーク値と霧水量を表１に示した．ピーク値は大楽毛の方が少し大きな場合がみられるが，顕著な差はみられない．しかし，霧水量では柳町の方が大楽毛より明らかに小さくなっている．この具体的な例として，16日３時，３時半，４時の粒径分布の柳町と大楽毛の比較を図５に示した．粒径分布は単位面積（cm^2）当り30秒当りの霧粒数で示して，各分布を相互に比較できるようにしてある．なお，霧水量（W. C.）は粒径分布から計算したものである．

以上みてきたように，14日から17日未明にかけての柳町（市街地）と大楽毛（郊外・海岸）の霧の特性の差が明らかになった．定性的には，予想された通り市街地ではかなり霧が薄くなっている．両地点の差は海岸からの距離にも関係するので，どの条件がど

表　1　柳町及び大楽毛の粒径分布のピークと粒径分布から求めた霧水量.

Table 1　Peak value of the diameter on size distribution of fog droplets and water content calculated from size distribution at Otanoshike and Yanagimachi.

	OTANOSHIKE		YANAGIMACHI	
	PEAK (μm)	W.C. (g/m^3)	PEAK (μm)	W.C. (g/m^3)
Jul. 14 2330	17.5	0.09	12.5	0.02
Jul. 15 0000	17.5	0.26	12.5	0.03
0030	17.5	0.14	12.5	0.02
0100	17.5	0.25	12.5	0.03
0130	12.5	0.14	12.5	0.06
0200	17.5	0.16	12.5	0.03
0230	15.0	0.14	12.5	0.04
1500	12.5	0.02	12.5	0.02
2000	22.5	0.12	17.5	0.04
2030	27.5	0.13	17.5	0.03
2130	22.5	0.09	12.5	0.01
2200	12.5	0.06	12.5	0.03
Jul. 16 0000	12.5	0.08	12.5	0.02
0030	12.5	0.10	12.5	0.01
0100	7.5	0.06	12.5	0.08
0130	12.5	0.06	7.5	0.03
0200	12.5	0.08	12.5	0.04
0300	12.5	0.16	12.5	0.05
0330	12.5	0.10	12.5	0.06
0400	17.5	0.13	12.5	0.02
0500	12.5	0.09	7.5	0.01
0600	12.5	0.04	7.5	0.02
0700	12.5	0.07	10.0	0.01
0730	12.5	0.09	12.5	0.03
1730	12.5	0.09	12.5	0.01
1800	22.5	0.13	12.5	0.01
2000	12.5	0.08	12.5	0.06
2030	20.0	0.15	12.5	0.05
2100	12.5	0.10	12.5	0.04
2230	12.5	0.04	12.5	0.03
2300	12.5	0.03	12.5	0.01
2330	12.5	0.06	12.5	0.07
Jul. 17 0000	12.5	0.11	12.5	0.02
0130	12.5	0.08	12.5	0.02
Jul. 19 0230	22.5	0.25	12.5	0.03
0300	12.5	0.12	7.5	0.03
0330	20.0	0.11	15.0	0.03
0400	32.5	0.35	12.5	0.02
0430	12.5	0.08	12.5	0.02
0500	12.5	0.07	12.5	0.06

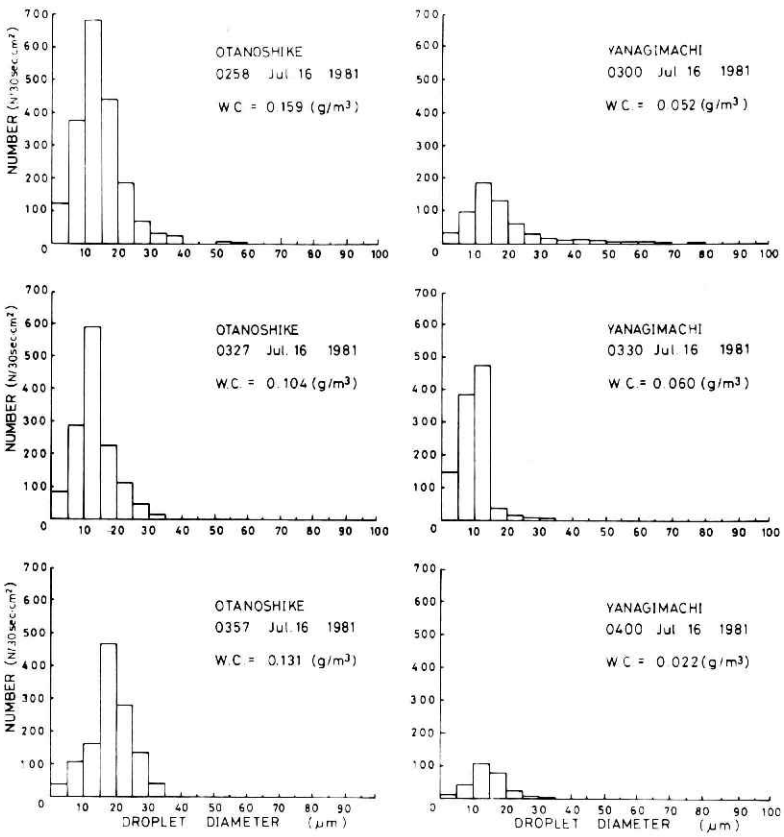


図　5　1981年7月16日3時，3時半，4時の柳町と大楽毛の粒径分布.

Fig. 5　Size distribution of fog droplets at around 0300JST, 0330JST and 0400JST on Jul. 16, 1981 at Otanoshike and Yanagimachi.

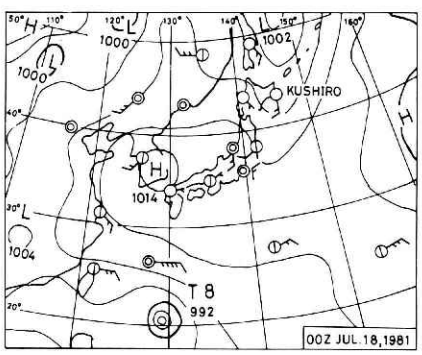


図　6　1981年7月18日9時の地上天気図.

Fig. 6　Surface weather chart at 09JST(00Z) Jul. 18, 1981 (○:clear, ◑:fine, ◎:cloudy, ●:rain, ◉:fog).

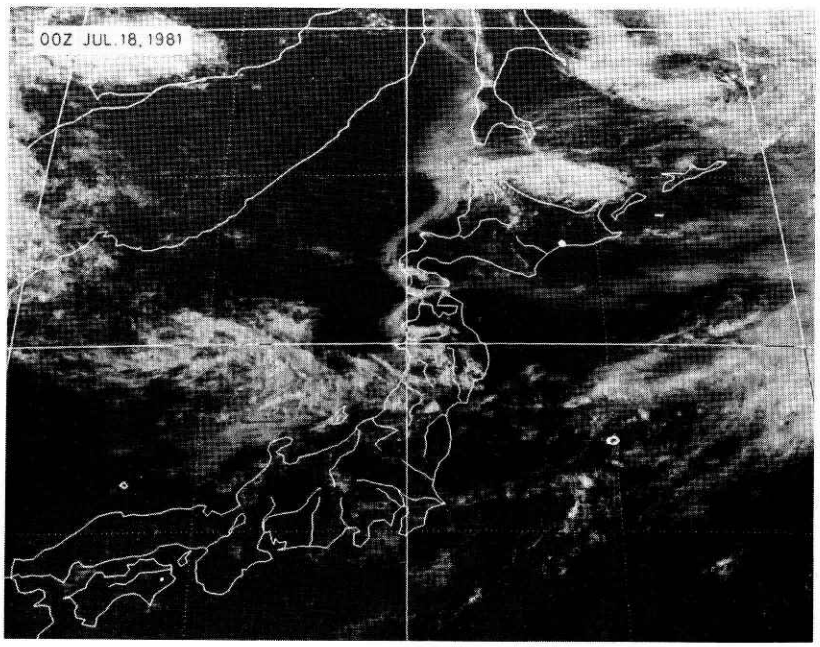


写真　3　1981年7月18日9時の静止気象衛星"ひまわり"の可視画像．白丸で釧路市の位置を示した．

Photo. 3　Visible image of the Japan area from the satellite GMS at 09JST(00Z) Jul. 18, 1981. The white dot indicates the location of Kushiro City.

の程度霧の消散にきくかを量的に取り扱うことは難しい．全体的にみて，14日から17日未明の霧は，南風が続き，視程の悪い状態が数日間連続し，気温が低かったことなどから，海霧であったと考えられる．さらに詳しいことは，海上の観測データの解析結果にまたれる．

(2)　18日未明

17日朝から柳町，大楽毛共に霧が晴れ，柳町では17日日中に20℃以上になり，17日19時頃から18日夜半まで晴天が続き，大楽毛でも17日22時頃から18日夜半まで晴天が続いた．両地点とも18日未明には全く霧が観測されなかったのに対して，内陸部では視程1km以下を記録した．18日9時の地上天気図（図6）を見ると，釧路地方はオホーツク海高気圧が遠ざかり，気圧の谷になっている．18日9時の静止気象衛星"ひまわり"の可視画像（写真3）でみると，釧路地方及びその沖合はこの時刻には良く晴れていることがわかる．

図7に北海道開発局土木試験所による7月18日1時30分から7時までの視程の測定結果を，図4に示した視程の表示方法に合せて示した．内陸部の鶴居，下幌呂，北斗及び釧路空港では視程200m以下になったのに対して，海岸部の西港では視程1km以下になっていない．さらに，この時間，大楽毛，柳町共に視程1km以上で霧は全くみられなかった．

図8に，18日1時30分から7時までの5観測点の気温の変化を示した．内陸部の下幌呂ではかなり気温が低下し，14℃まで下がっている．少し高台（約90m）の釧路空港ではあまり

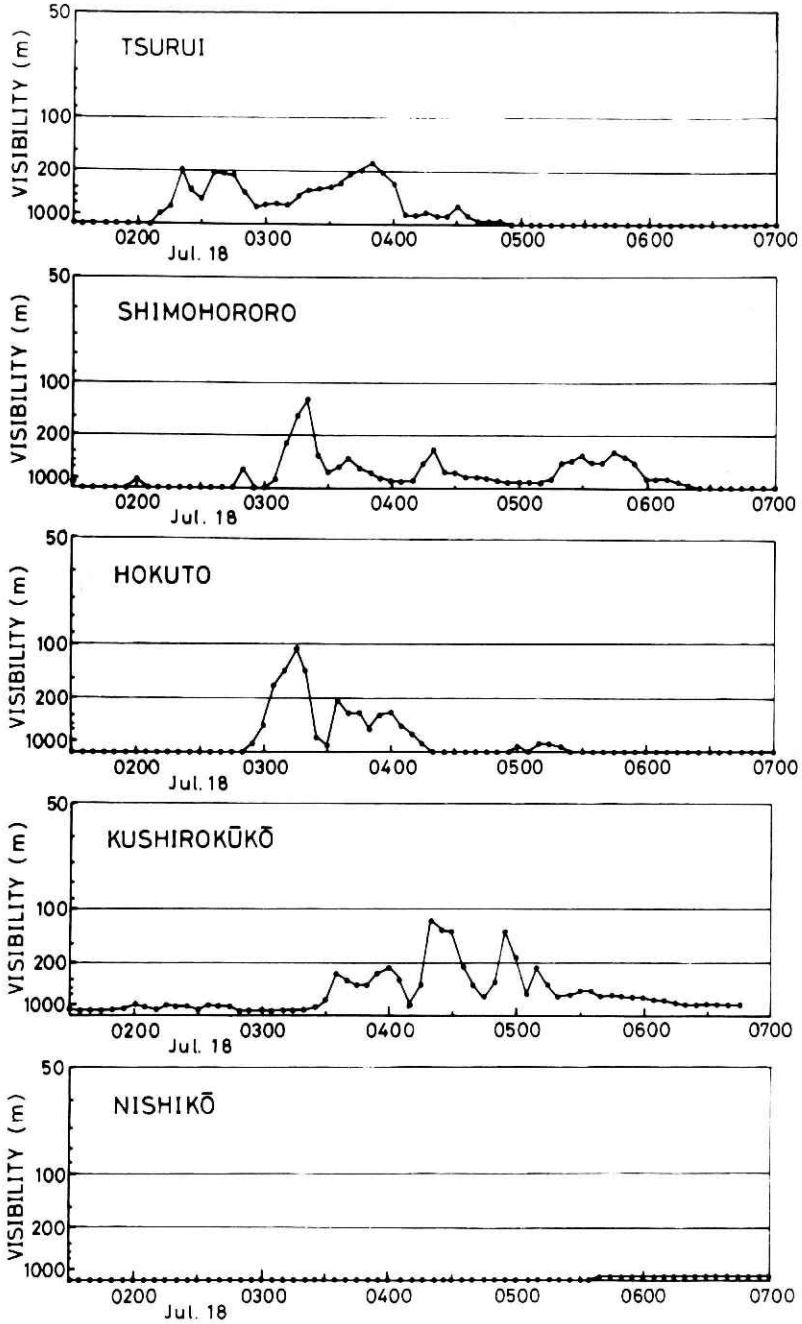


図　7　1981年7月18日1時30分から7時までの鶴居，下幌呂，北斗，釧路空港，西港の視程（北海道開発局土木試験所測定）．

Fig. 7　Variation of visibility from 0130JST to 0700JST on Jul. 18, 1981 at Tsurui, Shimohororo, Hokuto, Kushirokuko and Nishiko. These were measured by transmissometer of Civil Engineering Research Institute, Hokkaido Development Bureau.

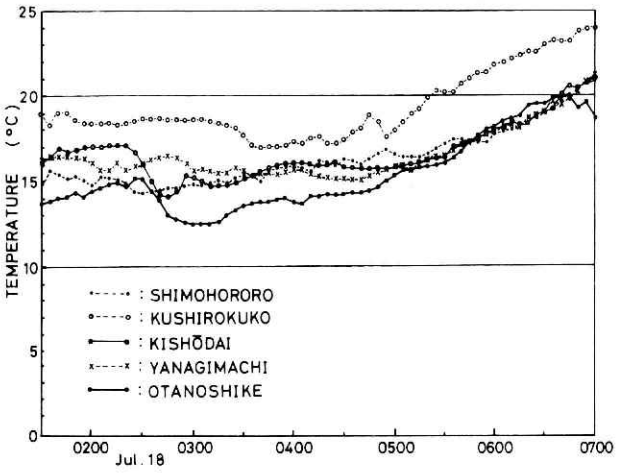


図 8 1981年7月18日1時30分から7時までの下幌呂，釧路空港，気象台，柳町，大楽毛での気温の変化.

Fig. 8 Temperature variation from 0130JST to 0200JST on Jul. 18, 1981 at Shimohororo, Kushirokuko, Kishodai (Kushiro District Meteorological Observatory), Yanagimachi and Otanoshike.

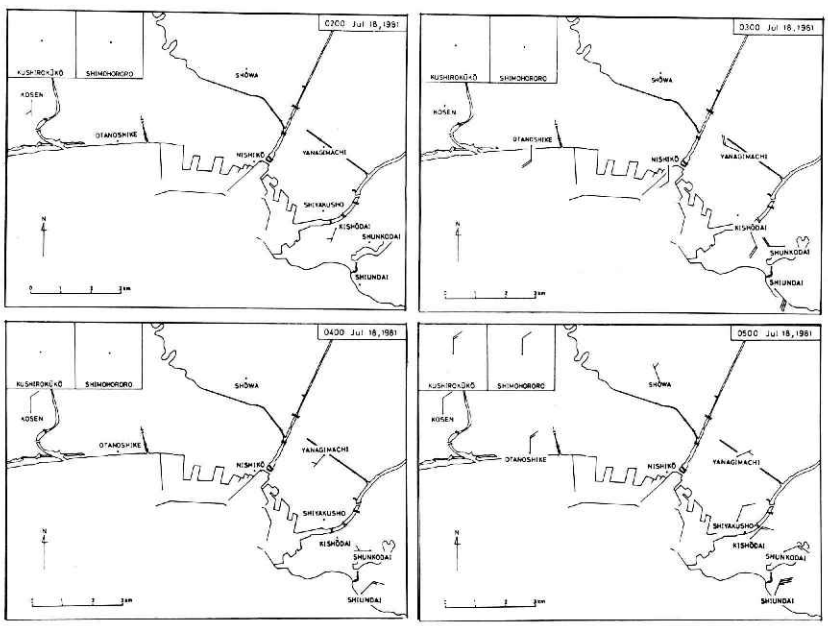


図 9 1981年7月18日2時，3時，4時，5時の釧路市周辺の地上風（┌：1 m/s ）.

Fig. 9 Surface wind (┌ : 1 m/sec) around Kushiro City at 02JST, 03JST, 04JST and 05JST on Jul. 18, 1981.

気温が下がっていないが，視程1km以下になった3時半頃に17℃まで下がった．

図9に18日2, 3, 4, 5時の風の分布を示した．ほとんど無風に近い状態であったが，3時には海岸部で南風の地点がみられ，5時には内陸から海岸まで北風になった．全体に北風が吹き出した5時頃にはほとんど霧が薄くなっている．

以上のことから18日未明の霧は放射霧と考えられるが，釧路空港では気温が17℃までしか下がらず，鶴居，下幌呂及び北斗では3時～4時の間に悪視程のピークがあるのに対して釧路空港では4時すぎに悪視程のピークがみられる．このため，釧路空港は他地点と同一の放射

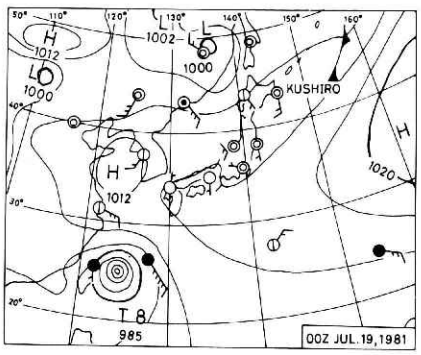


図 10　1981年7月19日9時の地上天気図．

Fig. 10 Surface weather chart at 09JST (00Z) Jul. 19, 1981 (◯:clear, ◑:fine, ◎.cloud, ●:rain, ◉:fog).

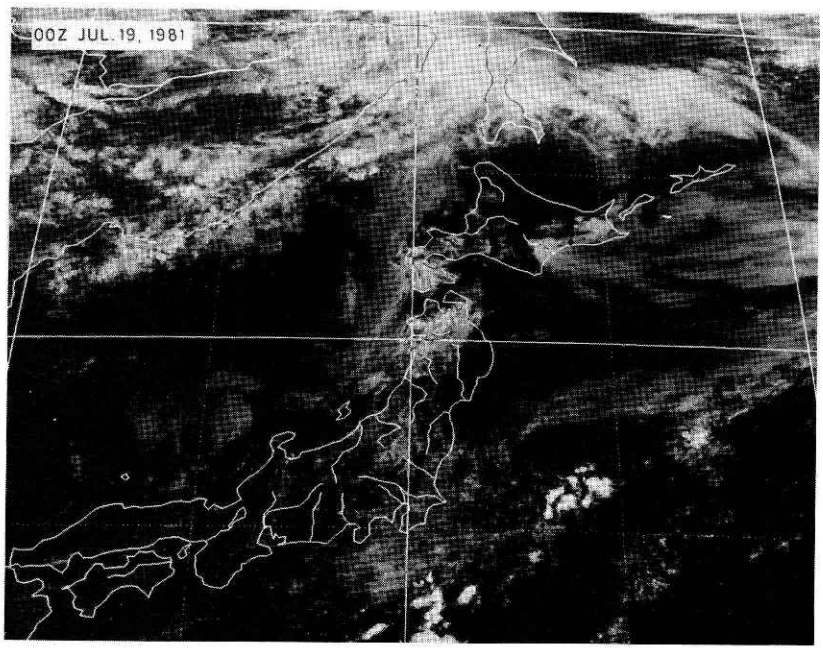


写真4　1981年7月19日9時の静止気象衛星“ひまわり”の可視画像．黒丸で釧路市の位置を示した．

Photo.4 Visible image of the Japan area from the satellite GMS at 09JST(00Z) Jul. 19, 1981. The black dot indicates the location of Kushiro City.

霧としては考えずらい．しかし，全体としては，気温の下がった大楽毛では霧が出ず，内陸部のみに霧が出たことから，19日未明の霧は海霧や前線霧ではなく，放射霧であったと考えられる．

(3) 18日夜半～19日未明

18日日中は晴天で，柳町で27℃，大楽毛で24℃まで気温が上昇し，18日夜も星空が広が

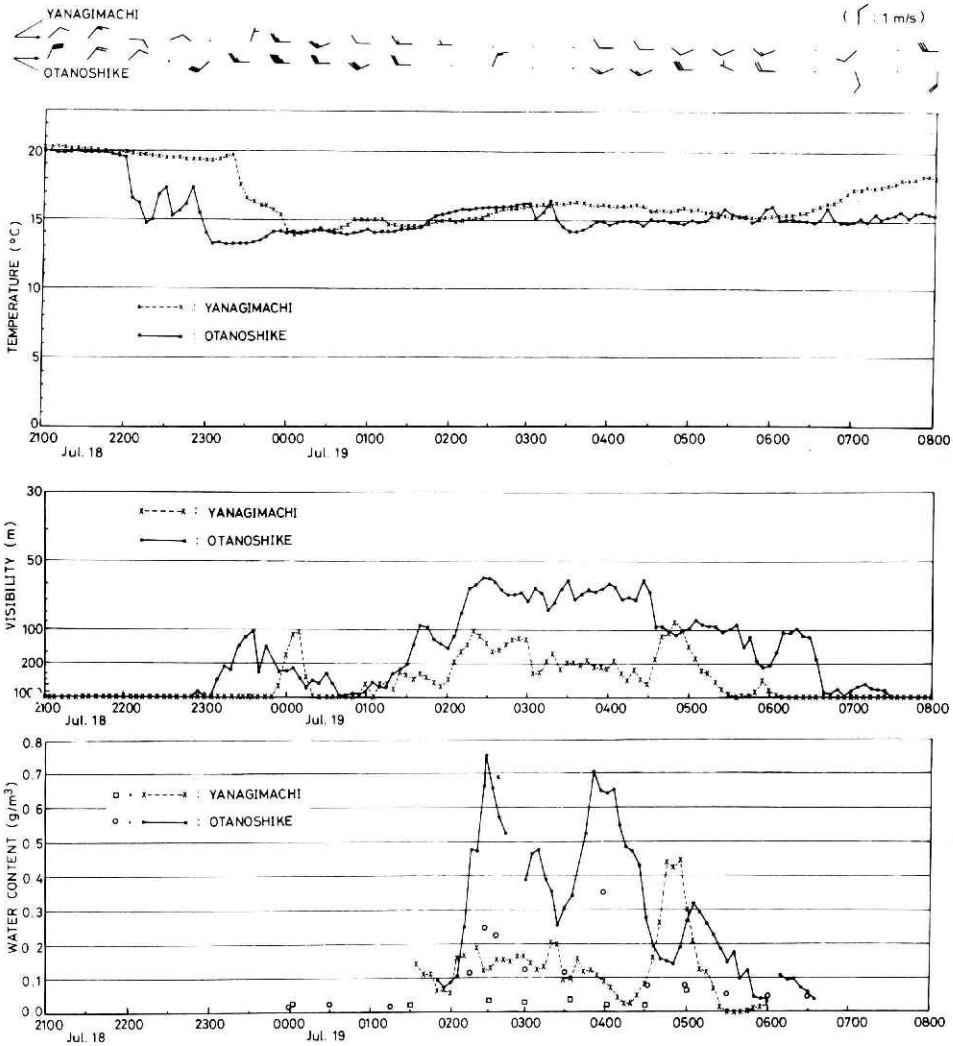


図 11 1981年7月18日21時から19日8時までの柳町と大楽毛における風向・風速，気温，視程，霧水量の変化．破線と実線はそれぞれ柳町と大楽毛における細線式霧水量計による霧水量を示す．□，○印はそれぞれ柳町，大楽毛における粒径分布から求めた霧水量を示す．

Fig. 11 Variation of surface wind, temperature, visibility and water content of fog from 21JST Jul. 18 to 08JST Jul. 19, 1981. Water contents measured by an instrument at Yanagimachi and Otanoshike are shown by broken line and solid line respectively. And water contents calculated from the size distribution are shown by the following marks: □: Yanagimachi, ○: Otanoshike.

った．ところが，大楽毛では18日23時頃に霧が発現し，柳町でも少し遅れて19日０時頃に霧が発現し，それぞれの地点で19日７時，６時頃に消霧するという顕著な変動がみられた．霧の晴れた直後の19日９時の天気図（図10）をみると，東北地方北部が17日に梅雨明けした後オホーツク海高気圧が退き，大規模な海霧は釧路地方に現われそうにない．写真４に示した静止気象衛星“ひまわり”の19日９時の可視画像では，雲があり，釧路地方及びその沖合に海霧があるかどうかの判断は難しい．

18日夜半から19日未明の霧の変動をみるために，18日22時から19日８時までの柳町と大楽毛の風向・風速，気温，反射型視程計による視程，細線式霧水量計による霧水量及び粒径分布から求めた霧水量の変化を図11に示した．風向・風速は，気温等の時刻の表示位置に測定時刻をそろえて30分間隔で図示した．矢羽根１本で１m/sとして表示した．視程と霧水量は図４と同様の表示方法で示した．

大楽毛では，風向が北東から南西に逆転し，気温が約13℃に下がった18日23時頃に霧が発現した．18日23時半頃に視程100ｍに達した後視程は回復し，19日１時すぎからまた視程が悪化し，２時すぎから４時半まで視程80～60mが継続し，７時すぎに霧が消散した．一方，柳町では，北東風から西風に変わり，気温が約14℃に下がった19日０時頃に霧が発現した．19日０時すぎに視程約100ｍに達した後すぐ視程が回復し，１時すぎからまた視程が悪化し，２時から４時までほとんど視程200ｍ以下で，５時前には視程90mに達し，６時頃に霧は消散した．

霧水量計による霧水量は，大楽毛で19日２時半と４時頃に0.7g/㎥を越え最大0.75g/㎥に達し，柳町では５時頃に0.45g/㎥に達した．粒径分布から求めた霧水量は，霧水量計による霧水量が大きな場合には大きな値を示すが，霧水量計による霧水量の半分ないしそれ以下であった．霧水量計による霧水量と視程の関係は，視程の悪いときには霧水量計が大きくなるという定性的な対応はみられるが定量的な対応はつけずらい．上に述べたことは柳町と大楽毛に共通に言えることであるが，柳町と大楽毛で，霧水量が大きく視程の悪い時刻がずれているので，同じ時刻に直接両地点の値を比較するのは難しい．

粒径分布に注目してみると，表１の19日２時半から５時までの６例の比較から，大楽毛の方が柳町より粒径分布のピークも霧水量も大きかったことがわかる．このことは，図12に示した19日２時半，３時，４時，５時の具体的な粒径分布の例からわかる．ただし，柳町で霧の濃かった５時には柳町の粒は大きくなっている．

写真５の左側に19日５時の柳町と大楽毛の写真を示した．それぞれの右側に霧のない18日11時半の写真を示した．撮影方向は写真２と同じである．柳町と大楽毛共に視程約100ｍの非常に霧の濃い状態である．

大楽毛と柳町の比較のもう一つの方法として，急激な気温の変動のあった18日21時30分から19日０時30分までの３高度（地上0.3m，1.5m，8.6m）の気温の変化を図13に示した．柳町

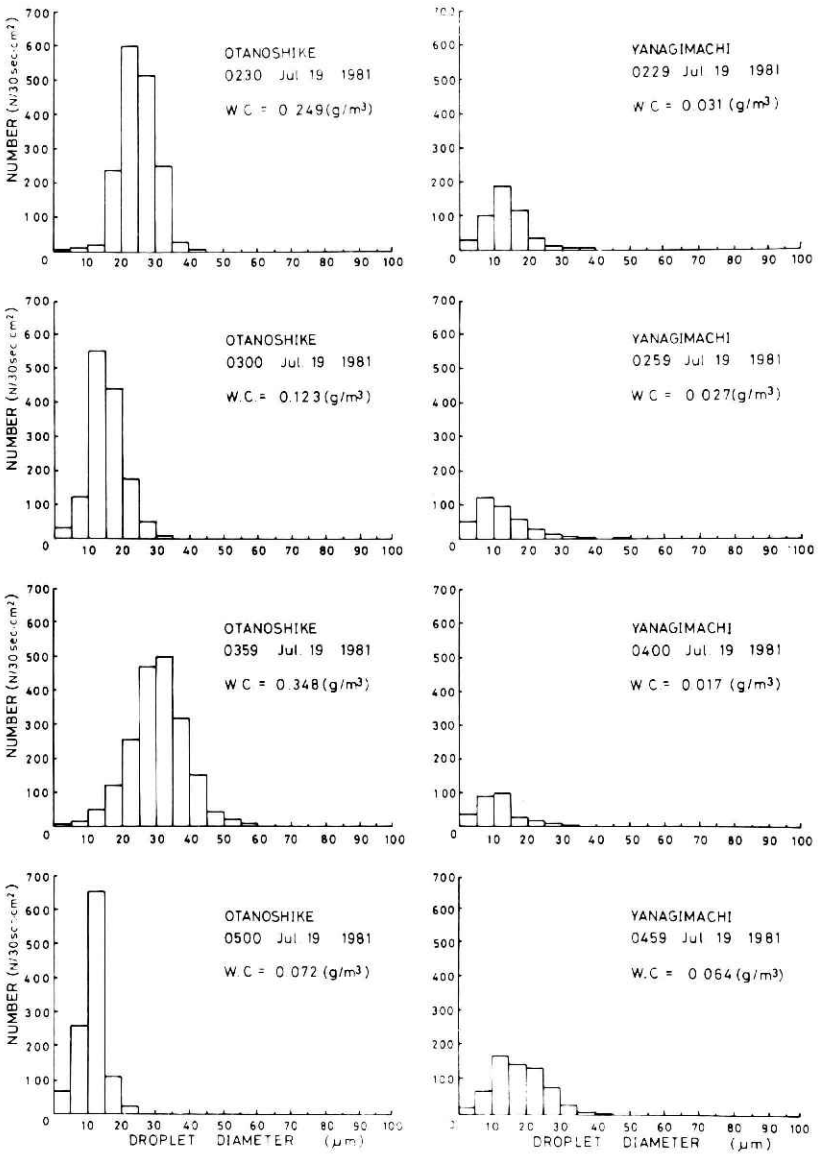


図 12 1981年7月19日2時半, 3時, 4時, 5時の柳町と大楽毛の粒径分布.

Fig. 12 Size distribution at around 0230JST, 0300JST, 0400JST and 0500JST on Jul. 19, 1981 at Otanoshike and Yanagimachi.

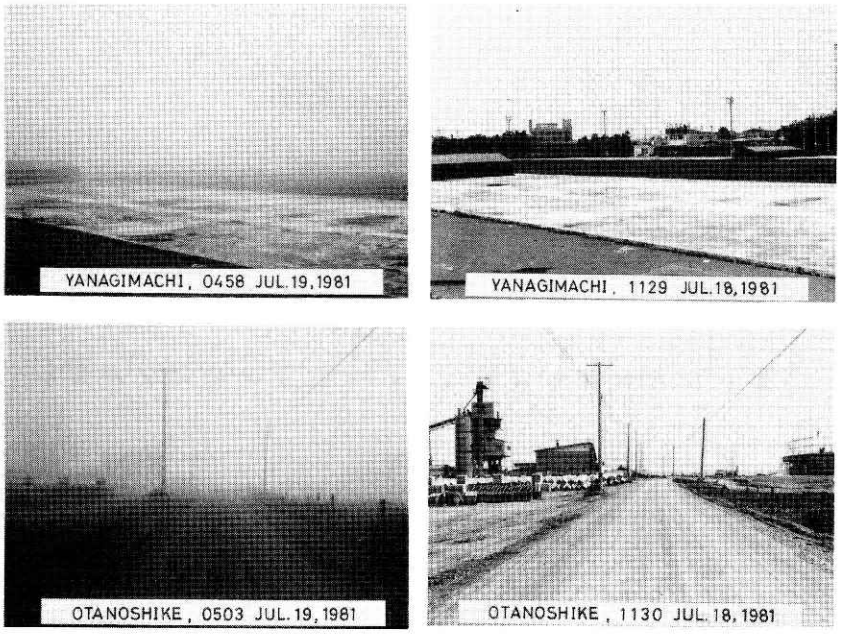


写真 5　1981年 7 月19日 5 時の柳町と大楽毛での霧の写真．右側に霧のない 7 月18日11時半の例を示した．

Photo. 5　Photographs(left) taken in fog at Yamagimachi(0458JSY) and Otanoshike(0503JST) on Jul. 19, 1981. Photographs(right) taken in high visibility at Yanagimachi(1129JST) and Otanoshike(1130JST) on Jul. 18, 1981 are shown for the comparison.

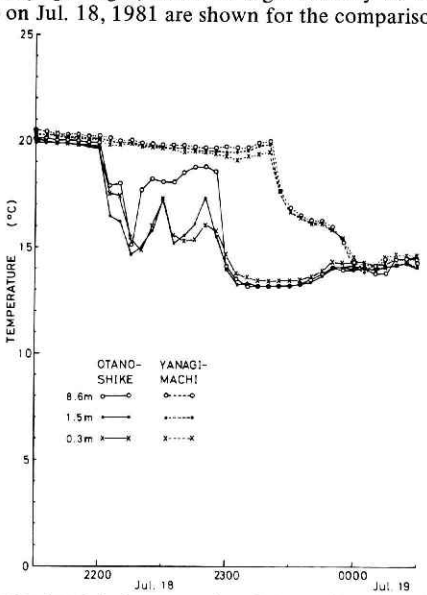


図　13　1981年 7 月18日21時30分から19日 0 時30分までの柳町と大楽毛における 3 高度（0.3m, 1.5m, 8.6m）の気温変化．

Fig. 13　Variation of temperature at the three heights (0.3m, 1.5m and 8.6m over the ground) at Yanagimachi and Otanoshike from 2130JST Jul. 18 to 0030JST Jul. 19, 1981.

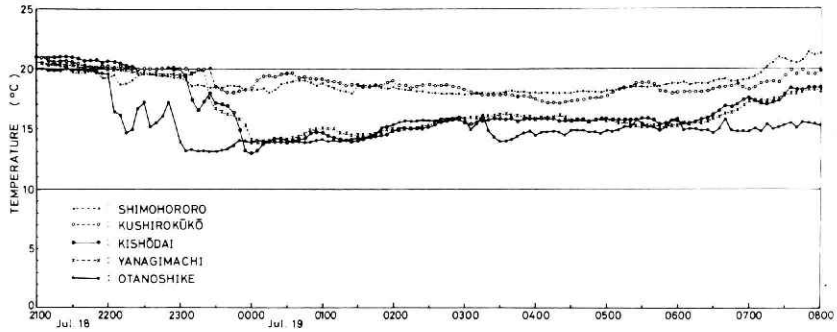


図 14 1981年7月18日21時から19日8時までの下幌呂，釧路空港，気象台，柳町，大楽毛での気温の変化.

Fig. 14 Temperature variation from 2100JST Jul. 18 to 0800JST Jul. 19, 1981 at Shimohororo, Kushirokuko, Kishodai (Kushiro District Metrological Observatory), Yanagimachi and Otanoshike.

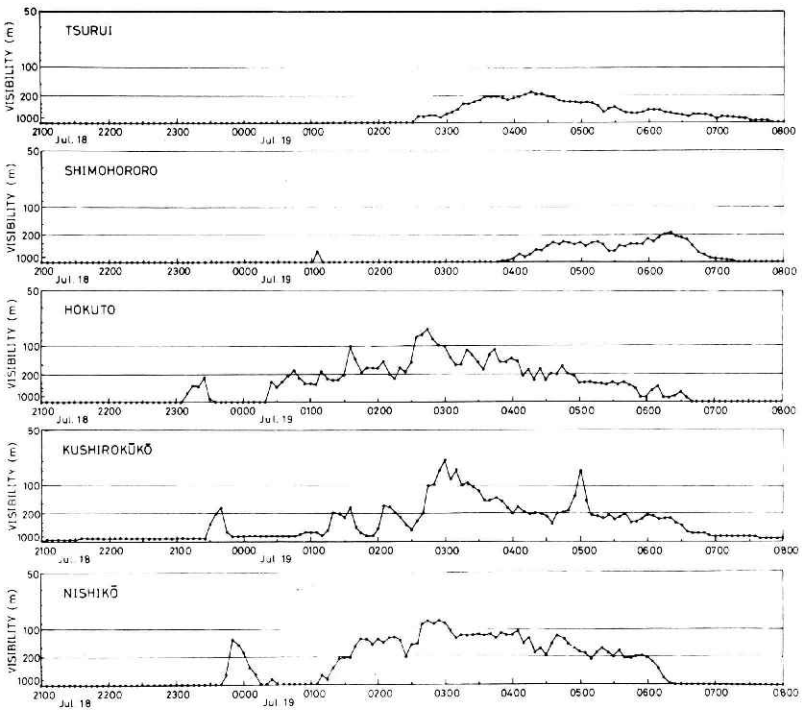


図 15 1981年7月18日21時から19日8時までの下幌呂，釧路空港，西港の視程（北海道開発局土木試験所測定）

Fig. 15 Variation of visibility from 2100JST Jul. 18 to 0800JST Jul. 19, 1981 at Tsurui, Shimohororo, Hokuto, Kushirokuko and Nishiko. These were measured by transmissometer of Civil Engineering Research Institute, Hokkaido Development Bureau.

では18日23時半から19日０時にかけて３高度とも同時に気温が低下しているのに対して，大楽毛では気温が20℃から13℃に下がる18日22時から23時の間に３高度の気温差が大きくなっている．特に，大楽毛の地上8.6m の気温の低下が遅れている．これは，市街地で建物の密集地域にある柳町には地上10m程度までは十分かき混ぜられた気塊が進入して来るのに対して，大楽毛は海岸から約100ｍの平担地であるため，海側から気塊が進入する際に地上付近の空気が十分かき混ぜられないためであると考えられる．

柳町と大楽毛の周辺の18日21時から19日８時までの気温の変化を図14に示した．海岸の大楽毛と海岸から数kmの柳町と気象台では気温が13～14℃まで低下したのに対して，内陸の下幌呂と丘陵上の空港では17℃程度までしか気温は低下しなかった．気象台では柳町とほぼ同時刻に気温が６～７℃急に低下した．釧路空港でも23時半頃に気温の急な低下がみられるが，

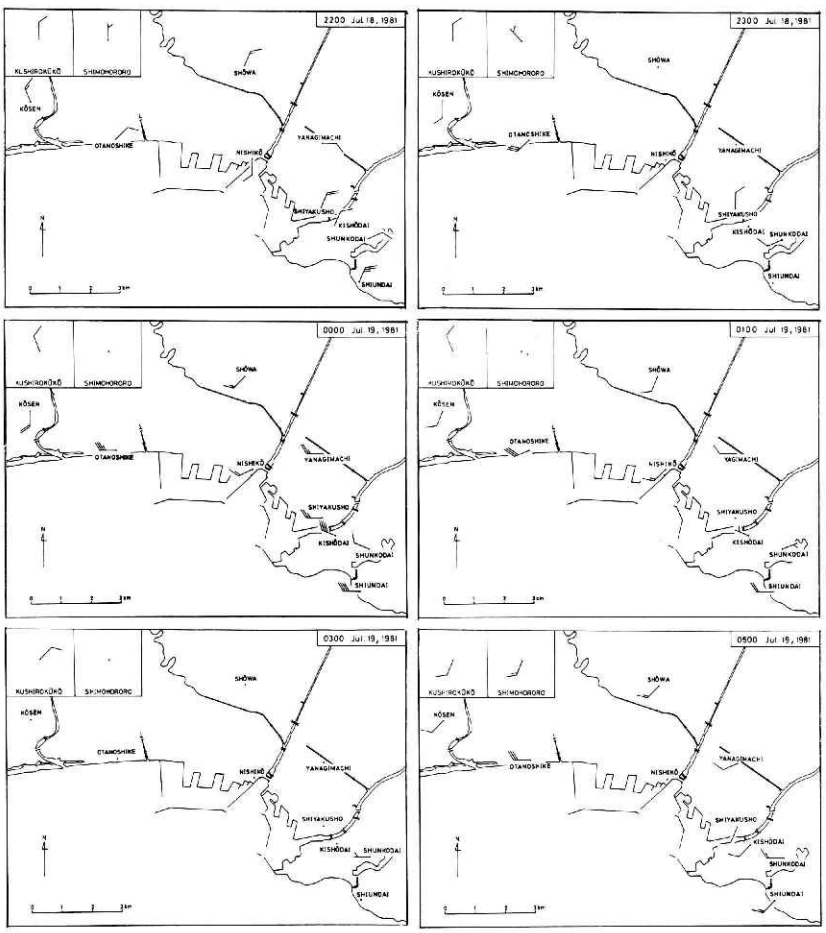


図　16　1981年７月18日22時，23時と19日０時，１時，３時，５時の釧路市周辺の地上風（┌：1 cm/sec ）．

Fig. 16 Surface wind (┌: 1m/sec) around Kushiro City at 22JST on Jul. 18 and 00JST, 01JST, 03JST and 05JST on Jul. 19, 1981.

約2℃しか低下していない．内陸部の下幌呂では気温の急な低下はみられない．

柳町と大楽毛の周辺の視程（北海道開発局土木試験所の透過型視程計による）の変化を図15に示した．視程の表示は図4の表示方法に合わせた．大楽毛から北に約6km内陸部の北斗では18日23時すぎに，丘陵上の釧路空港では18日23時半頃に視程1km以下になった．さらに内陸の下幌呂，鶴居では18日23時から19日0時頃にかけての霧の発現ではなく，それぞれ19日2時半，19日4時以降に視程1km以下になっている．北斗，釧路空港，西港で19日1時から6時頃まで視程が悪かったことは柳町及び大楽毛と共通であるが，その間の視程の細かな変動についての観測点相互の対応はつけずらい．図11と図15の視程の変化を総合すると，大楽毛より西側にある釧路空港の霧の発現時刻が遅くなっているという問題は残るが，最初の霧の発現時刻と視程回復後の霧の発現時刻のずれなどから，18日夜半から19日未明の霧は，西から東へ移流しながら内陸部まで達した霧であったと考えられる．

地上風の分布の時間変化を図16に示した．18日22時には西港以外はほぼ北風で，陸から海岸に向かって風が吹いていた．大楽毛で霧の発現した18日23時には高専，大楽毛でそれぞれ南風，南西風になり，他はほぼ無風又は北風であった．柳町でも霧の発現した19日0時には，釧路空港と下幌呂を除いて南西～西北西の風になり，全体に西成分をもった．その後，4時まで風が弱く，5時には全体的に南西～西の風になった．この後，図には示さなかったが，8時以後南風が強まり，海岸部では霧がかかったが，全体に霧が晴れた．地上風の分布からも，18日夜半から19日未明にかけて，霧が西から東へ移流したことが推定される．

4. 考　察

1981年7月14日～20日の観測期間中，一部の欠測を除き，視程，霧水量，気温・露点及び風向・風速の連続測定を行なった．その結果について，最初に，海霧観測で重要な働きをした視程計と霧水量計についての検討，次に柳町（市街地）と大楽毛（郊外・海岸）の霧の特性の比較，さらに，観測期間にみられた三つのタイプの霧についての考察を行なう．

視程計は時間精度の良い連続記録がとれた．1000，500，200，100，50m程度に霧の濃さを別けてみる上では視程計の精度は十分であり，視程計による視程と目視による視程も良い一致を示したと言える．著者らの使用した反射型の視程計と北海道開発局土木試験所の透過型の視程計とは測定方式が異なり，時定数もそれぞれ40秒，10秒と別の値を用いたが，同時刻の各観測点の観測結果を比較した限りでは，同一の濃度の霧に対してはほぼ同じ程度の視程を示すものと推定される．

海霧の霧水量は，黒岩・大喜多（1959）による霧の総合解説書などによると，0.1～1.0g/㎥程度であることが知られているが，大楽毛に設置した霧水量計では霧水量が0.75g/㎥まで達した．一方，大楽毛での粒径分布から求めた霧水量は最大でも0.35g/㎥までしか測定され

なかった．また，霧水量計による霧水量は粒径分布から求めた霧水量より常にかなり大きかった．これは，霧水量計が霧粒をよく補捉するのに対して，自由落下法による霧粒の採取法では，風などの影響のために，十分霧粒を採取できないためであると考えられる．自由落下法による霧粒の採取法は霧粒の大きさの分布を調べるためには有効であるが，霧水量を量的に測定するためには霧水量計によるのが良いと考えられる．

視程計による視程と霧水量計による霧水量の変化傾向は，図4と図11に示したように，定性的には一致している．しかし，これらの量的な対応ははっきりしないので，今後詳しい検討を行なう必要がある．粒径分布の差による影響，測定時間の長さと測定空間の体積の違いなどによる影響も考えられるので，今後も視程と霧水量はそれぞれ別々に連続測定しておく必要がある．

柳町と大楽毛での連続観測から，市街地と郊外の霧の視程，霧水量等の特徴を明らかにした．郊外の大楽毛の視程が観測期間ほとんど市街地の柳町より悪かった．これは，大楽毛が海岸から約100ｍの地点にあるため海からの霧が直接入るのに対して，柳町には海岸から2～4㎞市街地を通過した霧が入るためである．霧が市街地を通過する間に薄くなる理由として，市街地の気温が周辺より高いこと，樹木や建造物に霧粒が補捉されること，建物などで空気が撹拌されることなどが考えられる．その様子は図8，14に示した気温の変化，図13に示した3高度の気温の変化，表1，図5，12に示した粒径分布の差などからわかる．しかし，どの要素がどの程度きくかについての量的な取扱いは今回の観測結果からは困難である．

図4に示した16日3時半すぎや図11に示した19日5時前のように一時的には柳町の方が大楽毛より視程が悪くなる場合があった．これは，両観測点が約8㎞離れているために，霧の濃さが海岸からの距離の差や市街地かどうかの違いよりも，海岸に沿ってどの場所が特に濃くなっているかの違いが強く出たためと考えられる．また，19日未明の例は，霧の移流によって発現の時間的な差が出たとも考えられる．

最後に，三つの特徴的なケースについて考察する．14日から17日未明の霧は，釧路地方の海霧としては最大級ではなかったようであるが，視程100ｍに達し，3日間以上継続した霧であったので，典型的な海霧であったと考えられる．しかし，沖合のデータがまだ解析されていないので，大きな場からみた議論は今後にまたれる．

18日未明の霧は，海岸部には霧が出ず内陸部のみ霧が出たこと，風がほとんど無風であったことなどから放射霧であったと考えられる．ただし，丘陵上の釧路空港では気温があまり下がらず，霧の発現時刻が他の地点より遅れたことから，単純な放射霧ではなかった可能性もある．

18日夜半から19日未明にかけての霧は，霧の発現時刻が東に行くにつれて少しずつ遅れていること，内陸部であまり気温が下がらなかったこと及び風向が変化した時に霧が発現したことなどの解析結果から，西から東へ移流し，海岸部から内陸部へ進入した霧であったと考

えられる．霧が日の出以後も続き，海岸部では8時以後も霧が残ったことから，18日夜半から19日未明の霧は海霧であったと考えられるが，沿岸付近だけにかかる霧であった可能性もあり，今後の海上のデータの解析がまたれる．

以上のように7日間の観測期間中に何種類かのタイプの霧が観測された．また，単純に海霧，放射霧，前線霧などとは区別できず，数種の霧が重なっている場合も考えられる．そのため，市街地と郊外の比較を量的に行なうためには，種々のケースについての観測を積み重ね，霧の物理的な特性を調べるとともに，いくつかの種類の霧が重なった場合の特性も明らかにしておく必要がある．

1982年に予定されている観測では，市街地と郊外の霧の特性を量的に調べる一歩として移動観測を行ない，さらに詳細な解析を行なう必要があると考えられる．

5. 結　語

1981年7月14日～20日に，北海道釧路市の柳町（市街地）と大楽毛（郊外・海岸）で海霧の地上連続観測を行なった．14日から17日未明まで大楽毛で連続して霧が観測され，柳町と内陸部では霧が断続した．18日未明には柳町，大楽毛ともに霧は観測されなかったが内陸部では霧が観測された．18日夜半から19日未明にかけては，各観測点で濃い霧が観測された．

柳町と大楽毛の連続記録の比較から，市街地の柳町の方が，郊外で海岸の大楽毛より，ほとんどの期間薄い霧が出現していたことがわかった．視程と霧水量の最大値は7月19日に柳町で90m，0.45g/㎥を，大楽毛で60m，0.75g/㎥を記録した．大楽毛の値は霧の濃さとして知られているものの上限に近いものであった．柳町と大楽毛での連続記録は，周辺及び海上の記録を加えた詳細な解析に利用されることが期待されることとともに，種々の方面で必要な基礎データとしても重要なものとなった．

観測期間中に発現した霧について，特徴的な三つのケースについて，柳町と大楽毛の連続記録に周辺の記録を加えた解析を行なった．その結果，14日～17日未明の霧は，少し薄かったが，南から移流し数日間継続した典型的な海霧であり，18日未明の霧は放射霧であり，18日夜半～19日未明の霧は西から東へ移流した継続時間の短かい海霧であったと考えられた．

釧路地方の海霧についてさらに詳しい解析を行なうためには，移動観測を含め，さらに観測を充実させる必要がある．1982年の観測は今回の観測・解析結果を生かして行なう予定である．

謝　辞

釧路市役所には，観測用地の提供，環境庁による「釧路地方の大気常時測定結果」などの

資料の収集等大変御世話になった．気象研究所には気温，風向・風速の観測データを参照させていただいた．同研究所佐粧純男室長には，霧水量計による霧水量の測定方法について多くの御教示を受けた．また，霧粒の粒径分布の解析には，気象研究所において解析装置を利用させていただき，佐粧純男室長と松尾敬世主任研究官には多くの有益な議論をいただいた．北海道開発局土木試験所には視程計の記録を参照させていただき，また，同試験所竹内政夫室長には有益な御討論をいただいた．記して感謝の意を表わしたい．

本研究は科学技術庁の科学技術振興調整費による「北日本太平洋沿岸地方における海霧と山背風に関する総合研究」の一環としてなされたものである．

参 考 文 献

1) 技術院研究動員会議（1945）：千島，北海道の霧の研究．206pp．（1981年に日本気象協会により復刻版が刊行された．）
2) Gunn, R. and G. D. Kinzer (1949) : The terminal velocity of fall for water droplets in stagnant air. *J. Met.* **6**, 243.
3) 函館海洋気象台（1962）：道南気象災害誌．210pp.
4) 北海道林務部（1953）：防霧林に関する研究．第4輯，299pp.
5) 黒岩大助・大喜多敏一（1959）：最近の霧の研究とその展望．気象研究ノート，第**10**巻，第**5**号.
6) 丸山晴久・浜　昊一（1954）：酸化マグネシウム煙による霧粒の測定法．*J. Meteor. Soc. Japan*, **32**, pp. 167－174.
7) 札幌管区気象台（1964）：新版北海道の気候．391pp.
8) Sasyo, Y.（1968）: Studies and developments of meteorological instruments for cloud physics and micrometeorology (1). *Papers in Meteorology and Geophysics*, **19**, 587－598.
9) 八木鶴平・上田　博(1982)：北海道釧路市における昭和56年度海霧観測の概要．国立防災科学技術センター研究速報，第**45**号．18pp.

（1982年6月3日　原稿受理）