

恵那地方の盆地霧の特性について*

小気候団体研究会**

要 旨

盆地霧(“放射霧”)の特性を把握するために、岐阜県恵那地方で霧の観測を行った。

- (1) その結果、恵那地方の典型的な盆地霧は前日晴れて当日朝晴れの場合に見られ、木曾川沿いを中心に盆地底に出現の多いことがわかった。
- (2) 盆地霧の一生は、“発生期”・“変化期”・“発達期”・“消滅期”の4段階に分けられた。
- (3) 観測結果をもとに霧の発生から消滅までのメカニズムをまとめると次のように推論できる。霧は一旦発生すると、霧粒からの放射冷却や周囲との温度差などによって変化・発達し、霧粒の重みで降下して消滅するという過程をたどる。すなわち、霧の一生は霧の自己運動(内的要因)で説明できる。これに外的要因(地形・日射・局地風等)が加わって、拡大時期や消滅時期が決定される。
- (4) 恵那地方の盆地霧は単純な放射霧ではなく、放射冷却の影響が強い混合霧である。

1. はじめに

岐阜県の恵那地方は、県内でも霧の多い地方である。恵那市に気象通報所が開設されていた1957~1976年のデータでは、年間80日以上出現があり、「霧どころ」として知られる飛騨の高山測候所とほぼ同程度となっている。また、秋~初冬にかけて出現が多い。この地方の霧は、主に盆地底に発生するいわゆる盆地霧と呼ばれているものである。盆地霧は、一般には放射霧で、

豊岡盆地や上野盆地などで詳しく調査され報告されている。このうち、大阪管区気象台・豊岡測候所(1954)の調査では、豊岡盆地における夜間の観測(ケーススタディ)から霧の発生機構として放射による熱の移動、移流による気層の冷却などの要因をあげ、山麓数ヶ所に発生して急速に発達するとしている。また、水越允治・奥友親(1974)は、盆地霧の一般的でかつ面的な広がりを調べるため、上野盆地での2年間にわたる観測結果から、同じ盆地内の霧分布の地域差や霧の発生から消滅に至る変化の様子を示し、この地域の霧は、放射冷却の影響が強く、さらに川及び池からの蒸発の影響も受けており、放射冷却だけが霧の発生を左右する条件ではないとしている。しかしながら、まだ盆地霧(放射霧)の発生から消滅までのメカニズムが充分把握されたとはいえない。そこで、恵那地方の盆地霧(いわゆる放射霧)の実態を霧の出現が多い秋~初冬について調査し、盆地霧の発生から消滅までのメカニズムに迫った。

2. 調査地域

恵那地方は、第1図に示すように岐阜県南東部に位置しており、南には保古山・鍋山など標高700~900mの山が、北には笠置山・二ツ森山など標高900~1200

* On characteristic features of the basin fog at Ena district.

** Syoukikou Dantai Kenkyuu-kai.

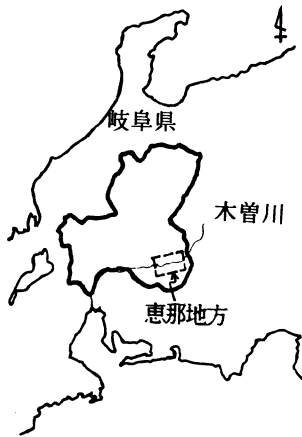
浅野和久(恵那郡・付知北小), 安藤敏幸(恵那市・東中), 石川斎(恵那郡・串原中), 岡田哲也(大垣市・南小), 岡田まゆみ(大垣市・静里小), 小竹康一(加茂郡・潮南中), 杉江良基(恵那郡・蛭川小), 杉江予支子(主婦), 須田勝治(羽島郡・松枝小), 田口 静(恵那郡・坂下中), 田口由紀子(中津川市・坂本中), 永尾栄子(主婦), 長谷川千里(ピアノ教師), 日比禎紀(大垣市・南中), 日比きよみ(主婦), 古橋徳昭(海津郡・日新中), 古山享嗣(日本気象協会・東海本部), 古山智百合(榑東栄), 山口拓男(可児市・東明小).

—1992年2月27日受領—

—1993年10月19日受理—

mの山がある(第2図参照)。それらの山々に囲まれた当地方は東西約20 km,南北約10 kmと、ほぼ東西(正確には東北東~西南西)に伸びた盆地(盆地底の標高280~320 m)となっている。盆地の中央よりやや北寄りに東西方向に木曾川が流れ、北からは付知川が合流

し、その下流に関西電力大井発電所のダムがつくるダム湖(恵那峡)がある。盆地内には恵那市及び中津川市の市街地があり、盆地の西側は標高400~500 mの丘陵地となっている。



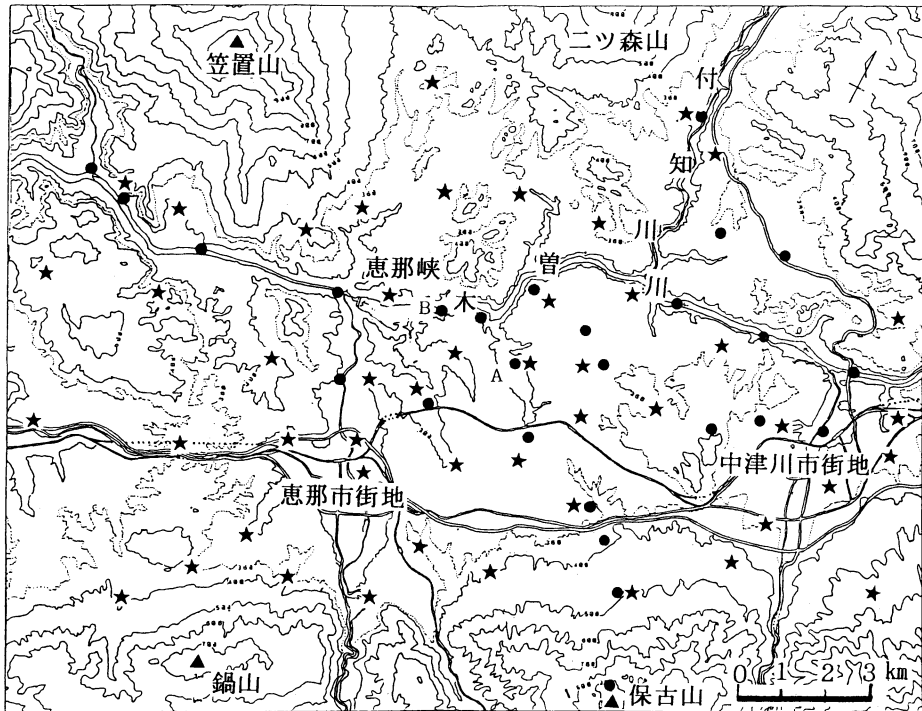
第1図 恵那地方の位置

3. 調査方法

調査は、恵那地方の霧の分布を把握するための『常時観測』と、霧の発生から消滅までの変化を把握するための『特別観測』の2通りを行った。第2図に常時観測及び特別観測の配置を示す。

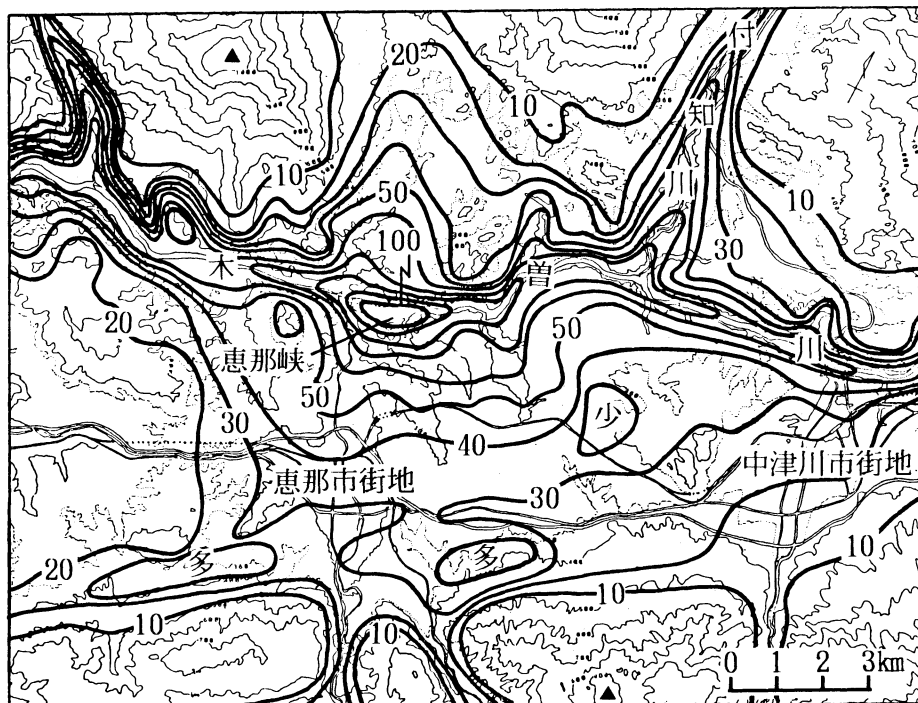
常時観測：1984年・1985年・1988年の10~12月の209日間、朝6時30分~8時00分の霧の出現状況、雨の有無と降水時間、1日の天気変化について観測した。観測は市民や高校生を含め約80名で、うち45名程度は定点観測として各人の家にて、また他の35名程度は通勤・通学時を利用した移動観測(経路上の霧の分布観測)を行った。

特別観測：1984~1988年の10~12月に15回の夜間から早朝の観測(うち5回は徹夜観測=1~2時間毎の観測)を行った。観測内容は、



第2図 観測地点配置図

- ：特別観測点 A：鉛直気温観測地点(盆地底)
- ★：常時観測点 B：鉛直気温観測地点(川沿い)



第3図 朝霧の出現状況 (209日間)

(注) 1. 数字は朝霧の出現日数
 2. 観測期間：1984年10月1日～12月24日
 1985年10月1日～12月23日
 1988年10月20日～11月30日

- ①移動観測；盆地内を移動して気温・湿度・霧（天気）・風を観測。また写真撮影も行う。
- ②山頂定点観測；保古山山頂付近（標高 930 m）にて気温・湿度・天気・風を観測。また、盆地内の霧を8ミリカメラ（コマ撮り）またはビデオカメラで撮影。
- ③霧定点観測；45地点で霧の有無を観測（主に脊の内と早朝）。一部では風も観測。
- ④鉛直気温分布観測；盆地底（第2図のA：標高 290 m）にて上空最大 400 m までの鉛直気温分布を観測。1988年は川沿い（第2図のB：標高 290 m, 橋の上, 水面からの高さ 50 m）でも鉛直気温分布を観測。また、係留気球の向きから風向を観測。
- ⑤水温観測；木曾川（恵那峡）で水温と気温を観測。尚、使用した観測機器は次の通りである。
 気温・湿度：アスマン通風乾湿計
 最低気温：ルサフォード型最低温度計
 風：吹き流し（ビニール紐を引き裂いて棒に付けたもの）

鉛直気温分布：JWA-76T 型低層ゾンデ, JWA-TW78 型低層ゾンデ

なお、観測日により観測項目・時間・配置を一部変更している。

4. 霧の出現状況

4.1 霧の出現状況

恵那地方の朝霧（6：30～8：00）の出現状況を調べるために常時観測期間（209日間）の霧の出現度数分布を作成すると、第3図のようになる。木曾川沿いで出現が多く60～80日、最も多い恵那峡では100日に達している。また恵那市街地では30～40日で、概ね、川沿いを中心に標高の低いところほど霧の出現が多い。

4.2 霧の規模と天気の関係

常時観測期間について1日毎の霧の分布図を作成し、分布の特徴から第1表のように霧の規模を分類した。恵那地方の多くの人々が霧の出現を知るのは、大規模及び超大規模霧である。

一般に盆地霧には高気圧が覆われて前日から夜間を通して晴れて発生するものと、低気圧等による雨が上

第1表 霧の分類基準

霧の基準	霧の分布範囲
小規模	木曾川沿い南側 1 km 以内
中規模	木曾川沿い南側 1 km~2 km
大規模	木曾川沿い南側 2 km より広い範囲で 120 km ² 以内
超大規模	木曾川沿い南側 2 km より広い範囲で 120 km ² 以上
層雲	木曾川沿いと山沿いの一部 (または大部分) が霧で、両者は層雲でつながっている。
その他	木曾川沿いを含まない霧
霧なし	霧が恵那地方に全くない。

第3表 天気別・霧の規模別出現度数

霧の規模 天気	小	中	大	超大	層雲	その他	なし	合計
A	20	16	29	8	2	8	24	107
B	6	3	1	0	2	8	26	46
C	1	0	3	8	6	1	3	22
D	5	1	1	0	9	11	7	34
合計	32	20	34	16	19	28	60	209

(注) 天気の記号は、第2表参照

がり夜間に晴れて発生するものがある。また、益川(1973)も、恵那地方の霧にはこの両者があることを指摘している。ここでは、この点を考慮して天気(観測場所:恵那市街地)の分類を第2表のようにA~Dの4通りとした。この基準に従って常時観測期間の霧の規模別の出現度数をみると第3表のようになる。天気分類Aは全観測日数の約半分を占めているが、なかでも大規模霧は天気分類Aが他の天気分類に比べ圧倒的に多い。また、天気分類Cは全観測日数の1割程度と度数は少ないが、超大規模霧の出現が多い。このように恵那地方では、前日から晴天が続く場合に大規模霧の発生が多く、雨後の霧は超大規模霧となることが多いといえる。1983~1984年の観測で、超大規模霧は、恵那地方の西方の瑞浪市~多治見市にかけて広く分布していることがあり恵那地方に特有の霧とはいえない。なお、気圧配置別にもと、第4表に示すように大規模霧及び超大規模霧は高気圧が当地方の西に位置するとき出現が多くなっている。

5. 霧出現時の気象状況と霧の動態

特別観測の結果から大規模霧出現時の気象状況をと

第2表 天気の分類基準

天気記号	前日の天気	当日朝7時の天気
A	晴または曇り(一時雨を含む)	晴(霧を含む)
B	晴または曇り(一時雨を含む)	曇り
C	雨または時々雨	晴(霧を含む)
D	天気に関係なし(晴・曇り・雨)	雨
	雨または時々雨	曇り

(注) 天気:恵那市街地の天気

第4表 気圧配置別・霧の規模別出現度数

霧の規模 気圧配置	小	中	大	超大	層雲	その他	なし	合計
HW	11	7	26	13	6	6	22	91
HM	4	5	2	0	0	4	8	23
HN	9	3	5	2	2	6	16	43
LF	8	5	1	1	11	12	14	52
合計	32	20	34	16	19	28	60	209

凡例

- HW:当地方の西方に高気圧が位置する場合
- HM:当地方が高気圧の中心に覆われる場合
- HN:当地方の北方又は東方に高気圧が位置する場合
- LF:当地方が前線や低気圧の影響を受ける場合

らえ、代表例を用いて、霧の発生から消滅までの動きと気象状況の関係を調べた。

5.1 霧出現時の気象状況

特別観測15回のうち、朝方の霧の規模は、超大規模が1回、大規模が6回、中規模が1回、小規模が1回、層雲が1回、その他が2回、不発生が3回であった。

このうち霧の発生期がとらえられたのは5回で、いずれも木曾川沿いの地域となっており、恵那峡周辺・付知川との合流部周辺などでは2回以上とらえられた。これらの地域が霧の発生源と考えられる。

次に、恵那地方に特徴的な大規模霧発生時(6回)の気象状況を知るため、不発生時(小規模霧を含む4回)との気象状況の特徴を比較した(第5表~第9表参照)。

大規模霧発生時には盆地内では明け方にかけて山頂(盆地底との標高差約650m)まで気温が低下する傾向にあり、湿度は明け方には山頂まで高くなっており、不発生時と比べて主に山頂で傾向が異なっていた(不発生時の山頂は気温が低下せず、湿度は比較的低い)。また風(第4図参照)は大規模霧発生時と不発生時(いずれも晴天時の夜間)とも木曾谷又は付知川沿いの山

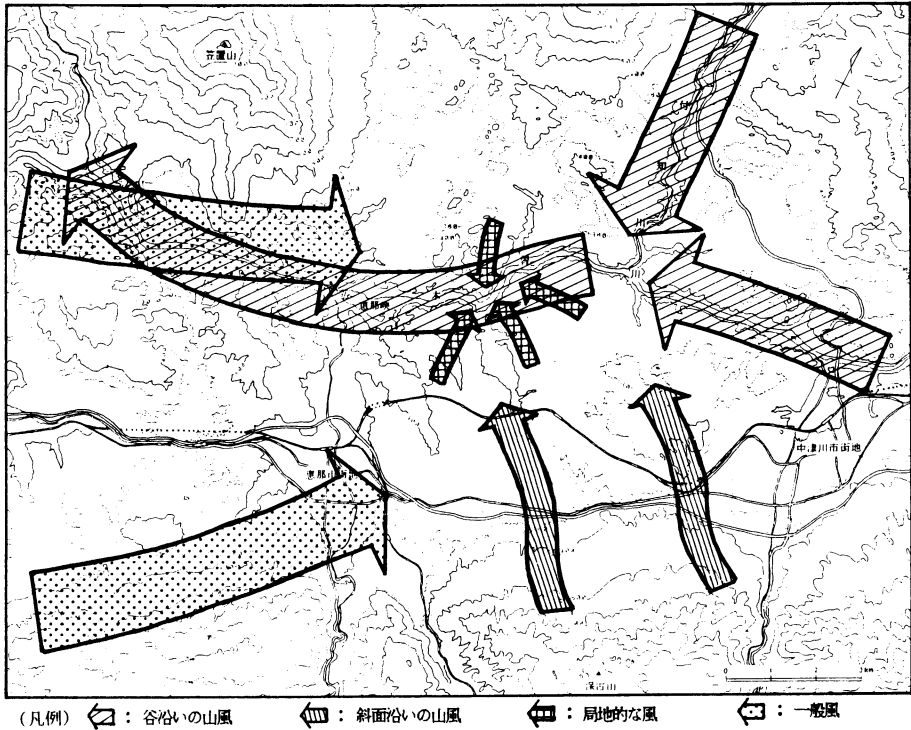
第5表 夜半前から明け方までの気温の変化

霧の有無	地形	山頂	斜面	丘陵地	盆地底	川沿い
大規模霧発生時		-1~-6°C	-2~-5°C	-3~-4°C	-3~-4°C	-3~-4°C
不発生時 (小規模霧を含む)		+3~0°C	+1~0°C	0~-3°C	+2~-2°C	+1~-2°C

(注)表中の気温=明け方(6時頃)の気温-夜半前(22時頃)の気温を示す。

第6表 明け方の湿度

霧の有無	地形	山頂	斜面	丘陵地	盆地底	川沿い
大規模霧発生時		87~98%	95~100%	98~99%	95~100%	95~99%
不発生時 (小規模霧を含む)		80%程度	64~91%	73~90%	82~100%	73~94%



第4図 分類した風の模式図

風(以後『谷沿いの山風』という)と保古山斜面を降下する山風(以後『斜面沿いの山風』という)がみられた。『谷沿いの山風』は、市街地の工場の煙などからも地上高 200 m~300 m 以上の高さに及んでいるのに対し、『斜面沿いの山風』は後述の鉛直気温分布観測時のゾンデの方向から主に地上高は 50~100 m 以下で

ある。川沿いの地域では地表まで『谷沿いの山風』となっているが、これには『斜面沿いの山風』が合流していると考えられる。大規模霧発生時には、この他霧に向かう風(以後『局地的な風』という)がみられた。これは、霧のないところでは霧のあるところと比べて地表面の放射冷却が強く、地表面付近の気温が低くな

第7表 風の状況

風の種類 霧の状況	谷沿いの山風	斜面沿いの山風	局地的な風	一般風	保古山の風
大規模霧発生時	有り (発生した霧を流す) 3~4	有り	収束する風が認められる。 (霧に向かう風 1~2) (霧の中の風 0~2)	なし	北~北東 4
不発生時	有り	有り	収束する風は認められず、 不規則な風有り。	有り (北西の風) (南西の風)	北系の風で 後に南系が入る

(注) 数字は吹き流しで観測した風力を示す。風力のランクは、
0: 風速 0 m/s 程度, 1: 風速 1 m/s 程度, 2: 風速 1.5 m/s 程度
3: 風速 2 m/s 程度, 4: 風速 3 m/s 以上とした。

第8表 鉛直気温分布の状況

項目	年. 月. 日	盆地底の鉛直気温分布の状況 (温度は逆転層の気温差)	恵那市街地の天気	観測上限高度	備考
大規模霧の発生時	1985年 10. 27	170 m 以下ほぼ等温・250 m 以上に逆転層	朝●(その上○)	300 m	170 m 以下は霧
	1985年 11. 16	110 m 以下逆転層 (2.5°C) 180 m~210 m に弱い逆転層	夜①→●	400 m	大規模霧発生前の観測
	1986年 11. 2	150 m 以下弱い逆転層 (2°C程度) その上部にも逆転層	朝●(その上○)	300 m	少なくとも 110 m 以下霧
	1987年 11. 21~22	110 m 以下逆転層 (3°C程度) 180 m 以上にも逆転層	○/○→ /●	380 m	天空の見える霧
	1988年 11. 5~6	120 m 以下逆転層 (2~4°C) その上部にも逆転層	○→/●	310 m	少なくとも 100 m 以下霧
霧不発生時	1986年 11. 22~23	140 m 以下逆転層 (4~7°C) その上部にも逆転層	○→/①	280 m	気温降下著しい
	1986年 11. 23~24	120 m 以下逆転層 (2~4°C) その上部にも逆転層	①	220 m	
	1987年 11. 22~23	130 m 以下逆転層 (4~6°C) その上部にも逆転層	①	390 m	未明に小規模霧発生

(注) 1985年11月16日~17日のうち、16日は深夜に大規模霧となったが、17日早朝には衰弱してほとんど霧がなくなった(その他の霧)。

るためであると考えられる。『局地的な風』の地上高は主に 50~100 m 以下である。鉛直気温分布については盆地底(第2図A)で観測したが、観測日はいずれも晴天であり、200~350 m 以下が逆転層となっている。この逆転層を詳しくみるとおよそ 100~150 m 以下の逆転層と、さらにその上の逆転層に分けられる。前者は放射冷却による接地逆転で、後者は冷気湖と一般風の境界がつくる逆転層と考えられる。更に接地逆転層は、霧が出現していない場合には安定度が大きく、霧の出現時にはほぼ等温層となっている(第8表及び後述の第8図参照)。水温と気温の差についてみると、雨後の霧となった第9表の1と2のケースでは4°~6°C程度であったが、晴れから霧となった3と7のケースは9°~10°C程度と大きくなっていった。データ数

が少ないが、これまでの知見から考えて水温と気温の差が大きいかほど蒸発が活発であり、霧の発生にプラスに影響していることが推察される。

5.2 目視観測による霧の動態

霧の目視観測(写真・8ミリを含む)は保古山山頂付近からと移動観測中に行った。保古山山頂付近からは霧の発生をとらえる事はできないが、写真(大規模霧の1例:1984年11月25日、カラーページ参照)に示すように、夜明け前から霧が急速に拡大し、日射とともに消滅する様子をとらえた。この写真では2通りの霧の拡大がみられ、写真の①~③のAにみられるように盆地底に広がる場合と、①~④の霧先端部Bの動きからわかるように霧が谷沿いの山風の方向に広がる場合であった。前者は霧の背が低く(地上高数10m)、

第9表 木曾川(恵那峡)の水温

番号	年. 月日. 時間	水温	気 温	霧の規模	恵那市街地の天気
1	1984 12. 1 12. 2 10時	5.9	MIN 0.3	大規模	1日 ○→◎→● 2日 ①/◎→◎//●→○
2	1985 10.26 10.27 8時	11.3	MIN 7.0	超大規模	26日 ●→◎ 27日 ◎→○
3	1985 11.16 22時 11.17 9時	8.9	1.2 MIN -0.5	大規模 その他	16日 ① 深夜◎ 17日 ◎→●
4	1988 11. 2 23時 11. 3 5時	9.6 9.4	4.1 5.5	その他	2日 ●→①→○ 3日 ◎→◎→●→①→○
5	1988 11. 3 23時 11. 4 6時	9.5 9.2	2.8 -0.4	中規模	3日 ◎→●→①→○ 4日 ○→①
6	1988 11. 4 22時 11. 5	9.5	7.1	層雲	4日 ○→① 5日 ●→①/●→○
7	1988 11. 5 23時 11. 6 6時	9.7 9.6	1.4 -0.4	大規模	5日 ●→①/●→○ 6日 ◎→○

(注) 気温の MIN は最低気温, その他は水温観測時と同時刻の気温

後者は背が高く(地上高 50~150 m) になっていた。

日が当たり始めると、それまで水平方向に細長い繊維状の様相を呈していた霧に、④以降しだいに小さな盛り上がりが見られるようになった。そして一部では地面から離れて層雲となり、盆地全体に日が当たる頃には⑤のように隙間も見え始めて塊状の層積雲(或いは積雲)となった。そして⑥のように急速に消散した。

以上のような現象は程度に若干の差はあるものの、どの大規模霧にもほぼ共通してみられた。

また、移動観測では発生時の霧はいずれも川沿いの地域(主に川の上)で、もや状のものが霧となるが、範囲は川の上や川岸などのごく一部であった(後述の“発生期”)。川の上の霧は、川からの蒸気霧がみられる場合でも、蒸気霧とその上の霧が連続したケースはほとんどなかった。これは蒸気霧が一旦消滅し、その空気塊が上昇して冷気と混合したり、断熱冷却により再び霧となるものと考えられる。橋の上での観測では発生期に霧粒が上昇している様子が幾度となく確認されている。また、空気塊が岸壁にぶつかり、霧が発生する場合もみられた。その他、盆地底では霧に覆われる場合に上層に層雲がかかり、間もなく霧に包まれることが多かった。そして盆地底が霧に覆われた場合には霧粒が降下している様子も観測している。

霧の厚さは、大規模霧の場合は盆地底では 50~100 m 程度となることが多く、超大規模霧の場合には 150~200 m 程度に達していた。

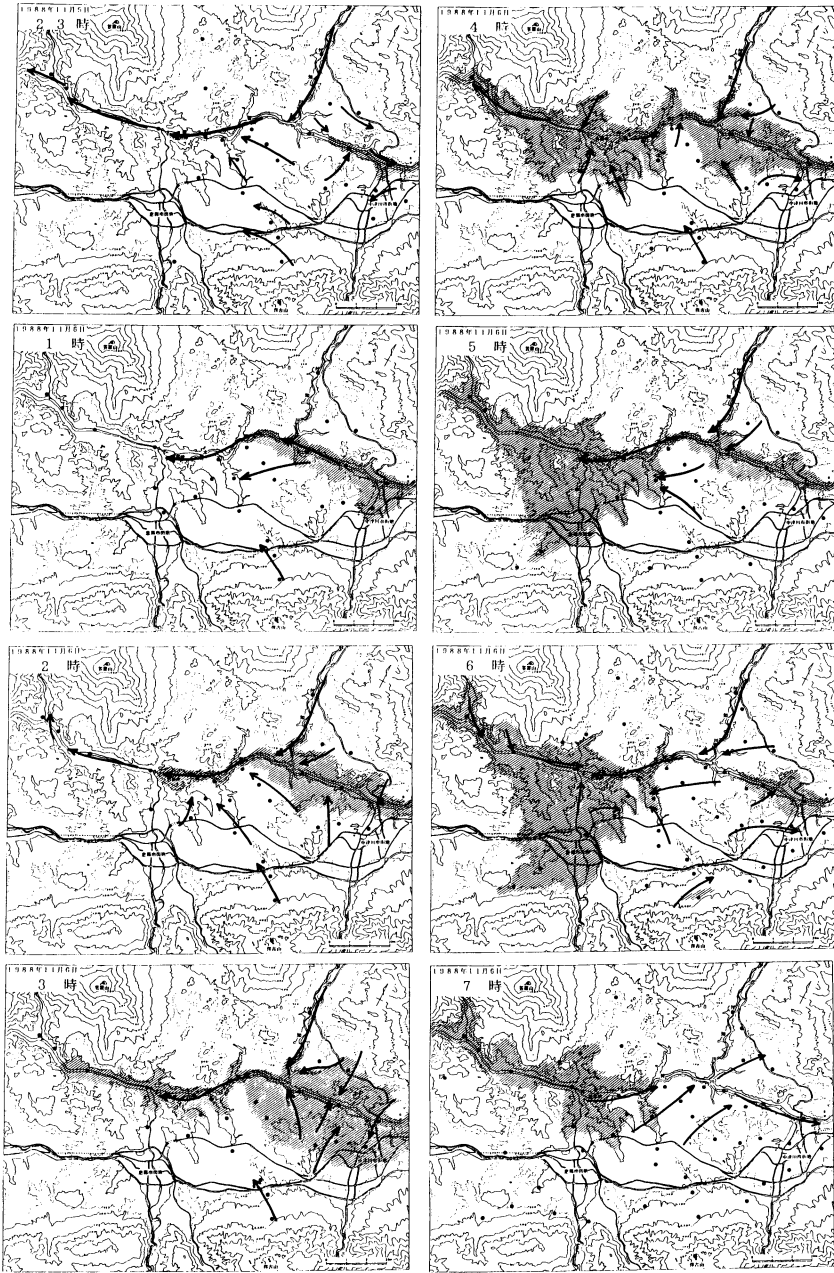
5.3 霧の動態と気象状況(事例解析)

大規模霧が発生したケースのうち、1988年11月 5

~6日の例をあげて霧の発生から消滅までの動き(第5図)と気象状況との関係を調べた。

この日は日中からよく晴れ、第6図に示すように、夕方頃まで盆地内にみられた北西風(一般風)も夜にはみられなくなって、全体に山風となった。気温は下降し湿度は飽和近くなった。22時の気温分布は第7図のように、川沿いの地域に比べて盆地底の方が低くなっている。湿度は川沿い・盆地底ともほぼ95%以上となっている。その1時間後の23時には、盆地全体に山風が吹いており、木曾川と付知川の合流部より上流に霧が出現した(後述の“変化期”)。霧の出現場所の周辺では『局地的な風』が収束していた。このとき、水温と気温の差は約8℃(翌日6時には10℃)であり、水面からの蒸発が活発であったと考えられる。

霧は次第に拡大し、特に2時~4時には、風が霧に向かって収束(『局地的な風』)しており、この時、盆地底への拡大が進んでいる(後述の“発達期”)。気温の鉛直分布をみると、第8図のように、6日0時に川沿いの方が100 m 以下で2℃前後高くなっている。これは川沿いに100 m 以下のドーム状の高温域(第9図参照)ができていたためと考えられる。3時には30 m 以上で、盆地底と川沿いの気温がほぼ同じになっているが、これは川沿いの暖気が盆地底からの冷気(南東~南の風)の補償流(北の風)として、あるいはまた付知川沿いの山風(北東系の山風)によって盆地底の上層に流入したためと考えられる。このとき盆地底(鉛直気温観測地点:A)では、上層に層雲がかかり間もなく霧に覆われた。5時になると『谷沿いの山風』の



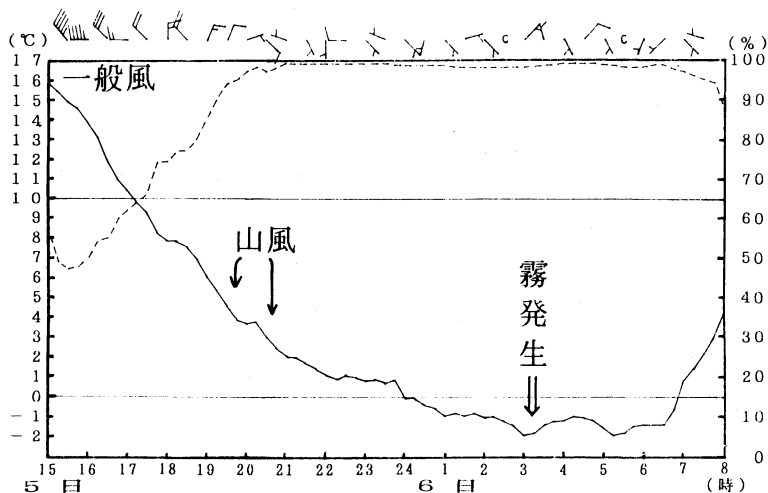
第5図 霧分布の時間変化 (1988年11月5日23時～6日7時)

流れに沿うように恵那市街地方面にも急速に霧が拡大した。

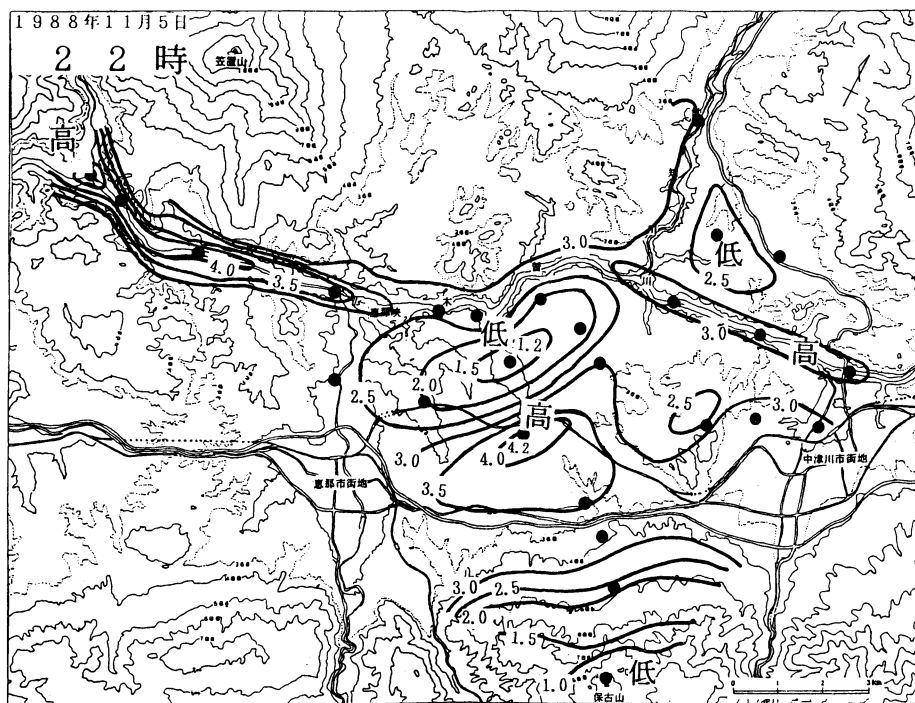
中津川市街地では、4時以降徐々に霧が衰退し、恵那市街地では、6時以降南西系の風(一般風)が入って衰退し、更に日射の影響で消滅した(後述の“消滅期”)。

6. 恵那地方の霧の発生から消滅までのメカニズム
以上の結果をもとにして、恵那地方の典型的な霧(=出現が最も多い前日から当日にかけて晴れた場合の大規模霧)の発生から消滅までのメカニズムを検討した。

霧の発生から消滅に至る最も大きな外的要因は、放射冷却と日射による昇温である。これに恵那地方特有



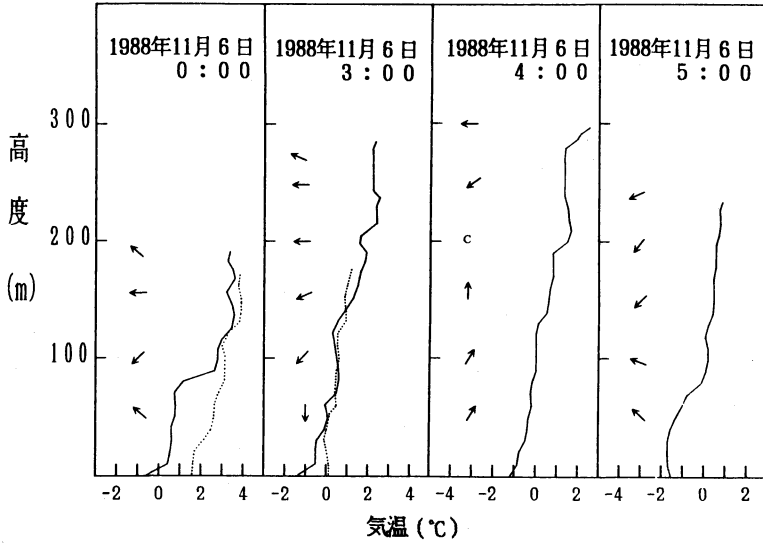
第6図 気温と湿度の時間変化 (1988年11月5～6日)
 (注) 観測地点は盆地底 (鉛直気温観測地点A)



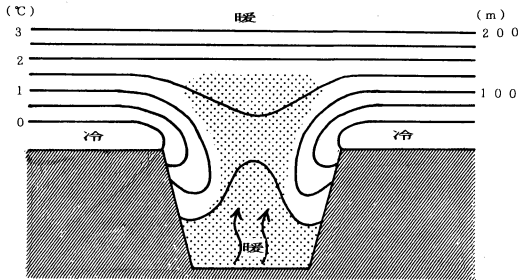
第7図 22時の気温分布 (1988年11月5日)

の東西方向にのびた盆地地形及び盆地底を東西に流れる木曾川が霧の発生から消滅までのメカニズムに大きく影響していると考えられる。これまでの観測結果などから、霧の発生から消滅までの過程を次の4段階に区分した。

- (1)発生期：木曾川沿いのどこかに霧（霧粒）が発生する時期
- (2)変化期：霧が発生した場所（川沿い）で濃くなり厚くなる時期
- (3)発達期：霧が発達し盆地底へ広がる時期



第8図 0時～5時の気温の鉛直分布 (1988年11月6日)
 (凡例) — : 盆地底 (鉛直気温観測地点A)
 : 川沿い (鉛直気温観測地点B)
 → : 風向



第9図 ドーム状高温域のモデル
 (注) 等値線は気温, 陰はドーム状高温域

(4)消滅期：霧が衰退し消滅する時期

各段階のメカニズムは次のように考えられる (第10図参照)。

<発生期>

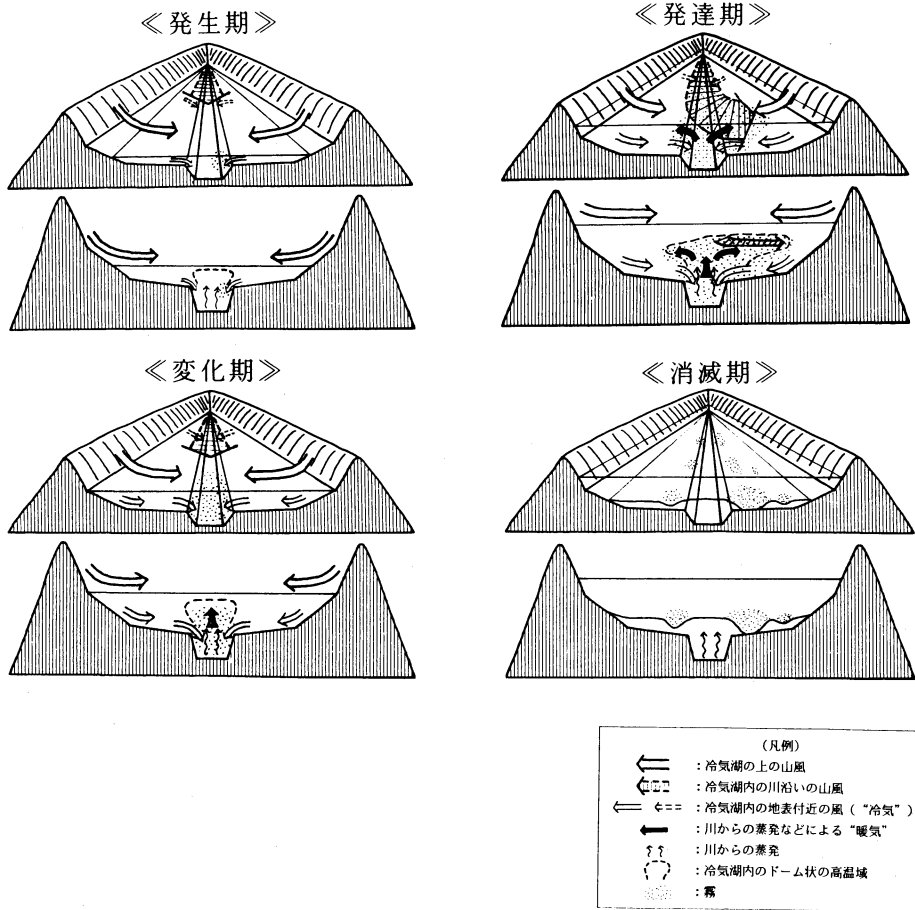
高気圧が西から当地方を覆い晴天となる。夕方から放射冷却が進んで山風に伴い、盆地底には冷気が侵入する。夜になって放射冷却により盆地底の気温はさらに低下し、湿度は上昇する。斜面沿いの山風は盆地底の気温が低いいため、その上部に入り冷気が堆積する。この現象が夜間続くため、冷氣層の厚さは増す。

一方、木曾川沿いの地域では盆地底からの冷気が木曾川や付知川へ流れて収束し、下流側へ移動する。この冷気に比べて川の水温が高い (水蒸気圧が高い) た

め蒸発が起こる。このため川沿い (川の上) では、盆地底に比べてドーム状に気温が高くなり、湿度も飽和に近くなる。一旦ドーム状の高温域が発生すると、盆地底の冷氣 (時間が経つにつれ更に低温になる) が入り込み、水温との差が大きくなって蒸発が更に活発となる。また、周りの盆地底が放射冷却で気温が下がるのに対し、川沿いの地域では川面からの熱の補給によって気温の低下が小さくなるため、盆地底との気温差が次第に大きくなる。こうしてドーム状の高温域は発達し、川沿い全体に厚い層となって大きな流れを作る。

このように、川沿いには“高温多湿”，盆地底には“低温多湿”の空気塊ができる。すなわち、盆地の中はいつでもどこでも霧が発生しやすい状況となる。そして、つぎの4ケースのいずれか又は複数が原因となって霧が発生する。

- ①川沿いの高温域へ盆地底の冷気が流入し混合する。
- ②川沿いの“高温多湿”の空気塊が上昇して断熱冷却する。
- ③川沿いの“高温多湿”の空気塊が川の湾曲部分や合流部で岸壁をはいあがり、断熱冷却する。
- ④川沿いの“高温多湿”の空気塊が一部盆地底寄りに入り、直接放射冷却の影響を受ける。



第10図 霧のメカニズムのモデル

この段階（発生期）の霧は、一部の水蒸気が霧粒に変わったばかりであり、発生しても①～④の現象が継続しなければ消滅する。

＜変化期＞

発生期の霧はわずかな霧粒が漂っている状態であるが、上記の①～④の現象が継続すると霧が川の上に広がり、濃くなり厚くなる。また、霧粒発生時の潜熱の放出により、周囲に比べて気温が高くなり冷気の流入を助長するため、混合により霧は更に濃くなり厚くなる。霧層の上面では放射冷却により冷えてより一層霧が濃くなり厚くなる。この時、霧粒の発生による潜熱の放出があるが放射冷却や冷気の流入による気温の低下の影響のほうが大きい。

この段階では霧は川沿い（川の上）にあり、盆地底までは広がらない。

＜発達期＞

霧が川沿いの地域を覆う頃には、盆地底は放射冷却により気温が低下し、霧の発生しやすい多湿な状況となる。

そして、霧が厚くなって盆地底に流入し始めると、次の2通りの発達が起こる。

①盆地底で霧のある場所とない場所（盆地底）と比べると、霧のない場所は放射冷却により地表面の気温が下がるため、霧の縁辺部への冷気の流入が活発となる。このため、冷気側に向かって混合霧が発生し霧の範囲が拡大する。拡大した霧においても同上的現象が起こるため霧は次々と拡大する。

②霧の上部（相対的に高温多湿）が山風（付知川沿いの山風の場合が多い）によって、風下側の盆地底の冷気塊上部に層雲の形で流入し、霧粒の降下や一部層雲を伴う空気塊（相対的な“暖気塊”）と冷気塊との混合（混合霧）などで霧の範囲が拡大する。

夜半過ぎから①・②により霧の拡大が始まり、当初川沿い中心の霧はその周辺の盆地底へ広がり（主に①による）、霧の厚さが増すにつれ恵那市街地方面や更に南に拡大する（②による）。

一方、霧が山風などにより移動しても、川沿いなどでは多くの場合霧が消滅することはない。これは盆地底からの（霧のない場所からの）冷気の流入と川からの蒸発による水蒸気の補給、及び上記の霧の拡大のメカニズムにより次々と新たに霧が発生するためである。

<消滅期>

霧の消滅には、2通りのケースがある。1つは、霧粒が成長し重くなって降下する場合である。霧は、霧層の上面からの放射冷却や周囲からの冷気の流入で全体としては維持されるが、霧が発達して盆地底を埋め山地の急斜面近くまで及ぶと斜面からの新たな冷気の流入はなく、霧の縁辺部から消滅する（層雲となる場合もある）。

もう1つは、日の出を迎え日射の影響により昇温する場合である。日射により霧の無い所で昇温し始め、霧の薄い所でも次第に昇温が始まる。すると、それまでほぼ平らな霧の上面では地表面からの上昇気流で盛り上がりが見られるようになる。霧の薄いところは消滅し、一部では霧が地表から離れて層雲となる。更に昇温が進むと、層雲に切れ間ができて層積雲（又は積雲）となり、しだいに乾燥した周囲の空気と混合して消滅する。この時川沿いの地域は、蒸発による水分の補給があることや盆地底より昇温が小さいため霧の消滅は遅れるが、それでも朝の内には完全に消滅する。

なお、“変化期”には、主に霧の発生条件（“発生期”の①～④）の継続によりつぎつぎと霧粒が発生し、次第に川沿いを覆うような霧の塊へと成長していく。それが“発達期”になると霧全体が一つの塊としての動きをするようになる。すなわち“変化期”は、霧粒としての動きから霧全体としての動きへ質的な変化をする移行期である。

7. まとめ

(1)恵那地方における秋期（秋～初冬）の霧観測では、木曾川沿いの地域を中心に盆地底で出現度数が多く、標高の高いところほど少なくなっている。

(2)恵那地方によくみられる大規模霧は前日晴れ当日晴れの場合で周辺地域には殆どみられない。

(3)大規模霧は、盆地底・川沿いから山頂までの気温

が夜半過ぎから早朝にかけて低下し湿度が高くなるときの発生している。この時には『谷沿いの山風』・『斜面沿いの山風』の他、『局地的な風（霧に向かう風）』がみられた。

(4)盆地霧の一生は、“発生期”・“変化期”・“発達期”・“消滅期”の4段階に分けられた。

(5)観測結果をもとに恵那地方の霧の発生から消滅までのメカニズムをまとめてみると次のように考えられる。

霧の発生から消滅に至る過程は、内的要因（霧の自己運動）で説明できる。つまり霧は一旦発生すると霧粒からの放射冷却や周囲との温度差による局地的な風などによって変化・発達する一方、霧粒自身の重みで降下し消滅する。これに外的要因（地形・一般風・山風・日射など）が加わって、拡大範囲や消滅時期が決定される。

(6)このうち“変化期”は、霧粒から霧の塊となり、自己運動によって発達する過程（“発達期”）へ質的な変化をする移行期である。

(7)“発達期”については2通りの発達があり、一つは霧の有無で気温差が生じそれに起因した局地風によって気塊が混合して霧が拡大する。もう一つは、霧層が厚くなり『谷沿いの山風』に乗って霧層上部が運ばれ冷気塊への霧粒の降下や気塊の混合などによって拡大する。

(8)恵那地方の盆地霧は、単純な放射霧ではなく、放射冷却の影響を受けた混合霧であるといえる。

(9)霧の発生から消滅までのメカニズムの中で、“発達期”に山風で霧層上部が運ばれ拡大する際の冷気塊への水蒸気の供給方法、“消滅期”で自己運動による霧の消滅が霧粒の降下だけかあるいは別の消滅があるのかなどについては今後の検討課題である。

(10)ここで述べた霧の発生から消滅までのメカニズムは、盆地で大きな河川のある地域では共通する部分が多いと考えられる。しかし、谷の向きや盆地を形成する周囲の山の高さにより、一般風の現われ方などが異なるため、地方によって霧の出現しやすい気圧配置が多少異なることも考えられる。

8. 謝辞

この研究は、盆地霧＝放射霧といわれることに疑問を抱き、盆地霧の実態を調べようと、地元の気象に興味を持った仲間です。スタートした。その趣旨をご理解いただき観測にご協力くださった、恵那市・中津川市・

恵那郡福岡町・蛭川村などのみなさん、県立恵那高等学校及び県立中津高等学校の先生・生徒の皆さん、名古屋大学理学部地震観測所の木股文昭助手、岐阜大学教育学部地学科佐々木嘉三教授及び学生の皆さん、地理科の先生・学生の皆さん、(財)日本気象協会東海本部の皆さんに心から感謝致します。そして、忙しいなかこの原稿をお読み頂き貴重なご意見を下さった元(財)日本気象協会相談役正務章博士に心よりお礼申し上げます。またこの論文の編集委員及び査読者の皆さんのご配慮とときめ細かなコメントに心より感謝申し上げます。尚、本研究の一部には会員の一人である田口静の昭和62年度文部省科学研究費補助金(奨励研究(B))「霧のメカニズム」の研究結果が含まれる。

参考文献

花沢正策・小堀龍一, 1954: 豊岡盆地の霧について, 研究時報, 6, 647-650.

井尻正二, 1966: 科学論, 築地書館.
 井尻正二, 1973: 科学の階級性, 築地書館
 近藤純正, 1982: 複雑地形における夜間冷却, 天気, 29, 935-949.
 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, 10, 5.
 益川 修, 1973: 恵那の霧について, 東京管区地方気象研究会誌, 6, 221-223.
 水越允治・奥 友親, 1974: 上野盆地における霧の局地気候学的研究, 地理学評論, 47-5, 313-322.
 大阪管区気象台・豊岡測候所, 1954: 1952年秋の豊岡盆地の霧観測報告, 研究時報, 6, 638-646.
 斉藤直輔・新田 尚共訳, 1981: オーク境界層の気候, 朝倉書店.
 沢井哲滋, 1982: 霧の理解のために, 天気, 29, 731-747.
 沢井哲滋, 1990: 霧の Nowcasting, 天気, 37, 509-518.
 畷田義一, 1978: 上野盆地における最近の霧について, 東京管区地方気象研究会誌, 11, 173-175.

地球環境のための中層大気観測国際ワークショップ

- 1 名称
地球環境のための中層大気観測国際ワークショップ
“International Workshop on Middle Atmosphere Observation for Understanding the Earth Environment”
- 2 テーマ
～中層大気に光を当てる～“Throwing light on the middle atmosphere”
- 3 日時 平成6年3月17日(木) 09:30～17:30
- 4 会場 三田共用会議所 1F講堂
東京都港区三田2丁目1-8
- 5 主催 郵政省
- 6 後援(予定)
科学技術庁/環境庁/気象庁/社団法人日本リモートセンシング学会/社団法人電子情報通信学会/地球電磁気・地球惑星圏学会/社団法人日本気象学会