

長野県霧ヶ峰高原における霧の発現

TAGUCHI, Makoto / 細田, 浩 / HOSODA, Hiroshi / 田口, 信

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

44

(開始ページ / Start Page)

3

(終了ページ / End Page)

14

(発行年 / Year)

2012-03-22

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00011638>

長野県霧ヶ峰高原における霧の発現

細田 浩・田口 信

長野県霧ヶ峰八島ヶ原湿原近くの地点に設置したライブカメラの画像を解析し、霧の発現について調査した結果、次のことが明らかとなった。霧は年間で263日発現した。霧の発現は7月、8月、9月に多く、4月、1月に少ない。霧は早朝から午前中に朝霧として発現することが多く、次いで夕方から夜間にかけて多く発現する。霧の発現は現地の相対湿度と共に増加する傾向にあるが、かなり低い相対湿度の場合でも発現する。霧の発現型と天気場との対応関係はよく、天気場の型と霧の発現型がよく一致する。自動車による移動観測で視程、気温、相対湿度を観測した結果、霧は車山の南西から西斜面に多く発現し、その垂直幅は300 m前後であることが多い。諏訪特別地域気象観測所の露点と霧ヶ峰の気温の比較から、前者のほうが高い場合に霧が発現する場合が多い。

キーワード：霧ヶ峰高原、カメラ映像分析、山岳の霧、霧発現日数、山地気候。

Keywords : Kirigamine-highlands, Live camera image analysis, Fog over mountains, Days of fog event, Mountain climates

I はじめに

長野県のほぼ中央に位置する霧ヶ峰高原は、最高峰の車山(標高1925 m)を主峰として標高1500～1900 mに広がる高原状の山地である(第1図)。霧ヶ峰という名称からして、この地域における霧の発生が多いことは推定されるのであるが、その科学的な全容は解明されているとはいえない。筆者らはこの地域に居住し、自らの気象観測結果を通じて霧ヶ峰の気候について若干のまとめを報告した(細田・田口：2009)。しかし、この報告では霧の発生に関しては十分な分析をしていない。そこで今回は新たな観測機器(ライブカメラ等)を設置し、観測方法も改善して霧についての調査を進めてきた。

本研究の目的は、鷲ヶ峰から車山にかけての霧ヶ峰高原における霧の発生実態を明らかにして、この地域の霧に関する気候的特性を解明しようとするものである。

対象とした地域の名称は霧ヶ峰である。多くのガイドに地名の由来は霧が多いためと書かれているが出典は不明である¹⁾。またこの地域は日本のグライダーの推進地域である。藤原咲平博士が昭和7年に「霧ヶ峰グライダー研究会」を設立し、滑

空所が整備された。グライダーの飛行には上昇気流が頻繁に出現することが条件となる。上昇気流の存在は断熱膨張による雲や霧の発生要因のひとつであるため、霧の発現を予期することができる。

II 従来の研究

霧の定義は「ごく小さな水滴が大気中に浮遊する現象で、水平視程が1 km未満の場合とされ(吉野他：1985)、あるいは「霧と雲との本質的な差異は無く、ただ平坦な地面と接している場合を霧という」などと記述されている(山本：1973)。吉野(1969)は山岳の霧について小気候の分野で日本の山岳における海拔高度と霧日数との関係を示し、1500m付近に極大をもつ雲層の存在を提示している。

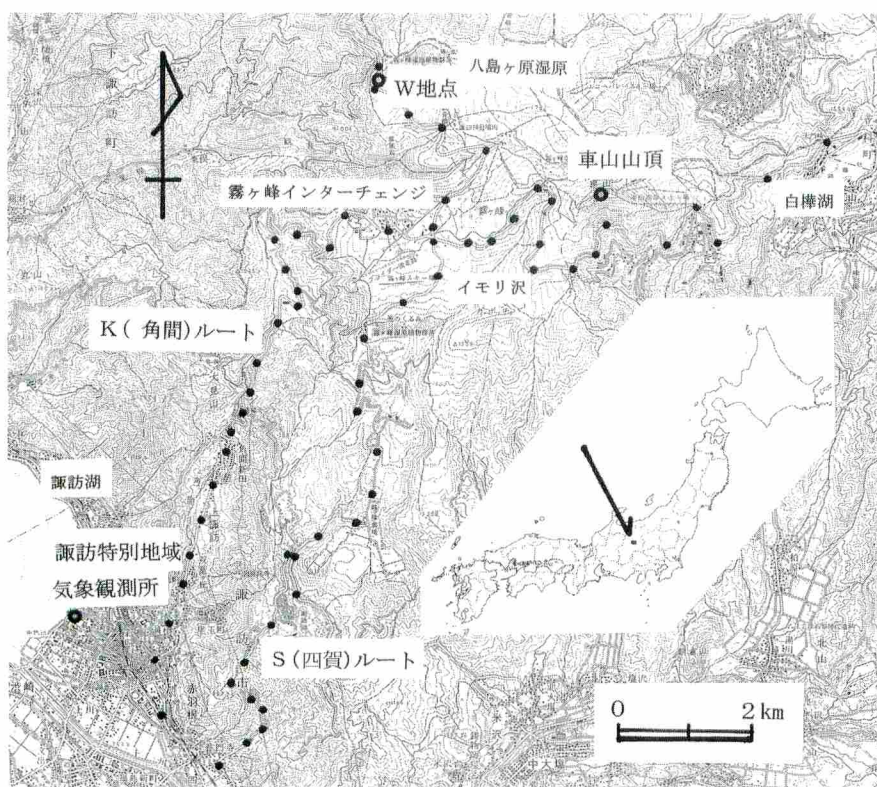
霧ヶ峰地域の霧に関しては研究や記述は必ずしも多くはない。従来、気候気象研究で用いられていたのは戦中戦後1944～1946年の3年間、車山山頂において得られた気象観測記録である(霧ヶ峰測候所：1944～1946)。これによれば霧ヶ峰における霧の発現日数は年間298日である。月別では最も多いのは8月で(30日)、5月から10までの夏季を中心に多く発現している(第2図)。諏訪

市教育委員会は1981年に出版した「霧ヶ峰の植物目録」の中で霧ヶ峰の気候について述べている。ここでは霧について「霧ヶ峰の(霧の回数²⁾は、)同標高くらいの各地方山地の霧回数と比べると、平均くらいやや少ない方である」と述べているが(諏訪市教育委員会：1981)、その資料については特にあげていない。R.Tardif, R.M.Rasmussen (2006)はニューヨーク市を中心とする17の周辺地点で霧の観測記録を分析している。地域が海岸地方で大都市の影響もあり、霧ヶ峰とは地域の状況は異なっているが、季節や地形との関係、分類の方法などは定量的な捉え方をしている。霧についての研究ではないが、田淵(1973, 1974)、野口(1975)、小川(1993)らの霧ヶ峰周辺の風について言及した研究は霧の発生を考えるうえで参考となる。

Ⅲ 研究の方法

八島ヶ原湿原に近い「鷲が峰ひゅって」(標高1660 m)において(以下W地点という)、筆者の一人である田口は1985年から気象観測を実施している³⁾(第1図)。霧については1990～1999年の10年間、午前9:00における霧の有無を目視で観測して記録している。その結果10年間の霧合計日数は612日で、年平均61.2日であり、この月毎の変化を第2図に示す。田口の観測は9時における霧の発現を記録したものであるから、車山の記録298日と比較するといかにも少ない。また霧の発生日数は7月、次いで6月に多く、2月に最も少ない(細田・田口：2009)。筆者らの前報告(2009)では、9時の目視による霧の観察を記録したが、さらに多くの時間の記録を取るために、2005年以後W地点地上10 mの屋根上に設置したライブカメラ(写真1)で常

時撮影し、その記録から5時から19時までの毎日15時間の各時刻における霧発現の有無を判定した⁴⁾。霧の視程は通常視程計で観測するが、筆者らはライブカメラの映像と自動車による目視で観測する方法をとった。霧の定義は視程1 km未満の場合なので、ライブカメラはあらかじめ1 km先の地点における目標物(八島湿原の対岸の樹林)が確認できるか否かによって、霧発現の有無を判定した。自動



第1図 研究対象地域および観測地点
(国土地理院発行：5万分の1「諏訪」図幅より作成)

車による視程の移動観測は、およそ移動方向の見えた対象物までの距離を2名で判定し、これを視程とした。移動観測の視程は観測方向による違いや、わずかな観測地点の違いで変化が大きいので、定点観測と比較すれば厳密性には自ずと限界がある。また調査地点から約10 km離れた諏訪特別地域気象観測所(北緯36度2.7分、東経138度6.5分、標高760 m)の観測値も使用した。

IV 結果の分析

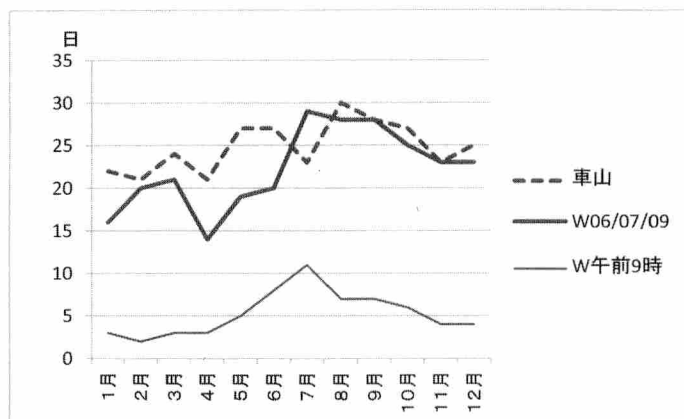
1. 霧の発現型

得られた資料は、2006年2月～2007年1月、および2009年1～12月の2年間分のライブカメラ画

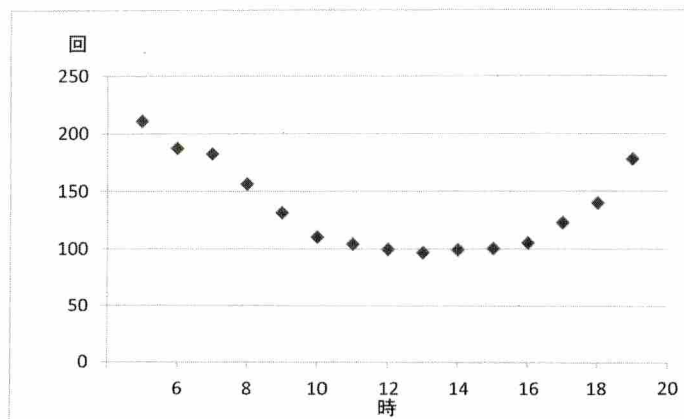


写真1 W地点のライブカメラ設置状況(矢印)

像である⁵⁾。その結果、霧が発現するのは年平均263日で、いずれかの時間帯で霧が発現すること



第2図 霧ヶ峰における霧発現日数



第3図 霧ヶ峰W地点における時刻別霧発現回数
(2006～7年, 2009年)

がわかった(第2図)。まったく霧の発現がみられなかったのは102日である。霧が発現するのは7月、8月、9月に多く、もっとも少ないのは4月、次いで1月である。1944～1946年車山での観測記録と1990～1999年W地点での09:00の記録と比較してみると、車山と今回のW地点の霧発現の傾向は似ており、夏季に多く、4月に少ない。異なっている点は車山では5、6月に多く、7月には霧発現が少ないが、W地点では5、6月に少なく、7月には最も多くなっている。7月は梅雨前線移動の年変動が大きいので、雨量も変動的である。W地点において09:00のみの記録は霧発現日数が著しく小さく、7月には霧発現が多くなっている。今回のライブカメラによる2年間の記録では霧発現の時間帯は夜間を除くと早朝05:00が最も多く、時間とともに次第に減じて昼間12:00～15:00の間は最も少なく、夕方再び多くなるという、逆J字型を呈する(第3図)。この霧発現の傾向や、さまざまな

霧の型の現れ方は季節によって変化する。そこで日々の霧の発現傾向を以下のように5つの型に分類して、霧発現のあり方を分析する。

A<一日霧型>：一日中、継続して霧の発現が持続する場合⁶⁾

M<朝霧型>：早朝05：00から霧は発現して(ただし、05：00以前は不明)、午前中(10：00以前)で消える場合。

N<昼霧型>：霧は昼ごろに発現し、その前後は消える場合。

E<夕霧型>：夕方(15：00以後)から夜(19：00)になるまで霧が発現する場合。

Z<霧無し型>：霧はまったく現れない場合(晴天の場合)

ここで表は省略するが、年間の各月の霧発現型の日数を分析すると、もっとも多いのは霧無し型の日で、総計102日、これは4月、1月、5月に多い。4月、5月の移動性高気圧に覆われた日には霧の発現をみないという経験則に合致する。また1月の冬型のときも霧の発現は少ないが、気圧配置型との関係は別項にて検討する。霧の発現でもっとも多いのは朝霧型であり、年間70日、この型は年間をとおして、いずれの月にも発現する。次いで多いのは一日霧型で61日。この型は7月に極端に多く発現している。調査年の梅雨期が6月よりも7月にかたよっていた年であることは考慮すべきである。次いで多いのは朝霧・夕霧型で57日、季

節は8、9月に多く発現している。もっとも少ないのは昼だけ霧が発現する型で、年間45日。これは無視してもよいほどの発現頻度である。

次いで、霧発現の型を日ごとに分類することなく、朝霧、昼霧、夕霧などのそれぞれが発現する回数を総計した(第1表)。この場合一日に朝霧、昼霧、夕霧が発現すれば、それぞれ各1回カウントするので、2年間の総計としては当然730回以上となる。こうしてそれぞれの霧型の発現数を見ると、調査対象の2年間に於いて最も多いのは朝霧で315回発現する。次いで多いのは夕霧で227回、これは霧の発現しない日205回よりも多い。各月の霧の発現する型の出現傾向は以下のとおりである。ここで第1表を月毎に考察する。

1月：霧の発現しない日は4月に次いで多く、一日中霧の日は年間で最も少ない。朝霧は多い(23回)。

2月：霧の発現に顕著な特徴はみられない。分類型は分散的で偏りが無い。その中では朝霧型が多い。

3月：2月と同様、霧の発現に顕著な特徴はみられない。

4月：霧の発現しない日が一年で最も多い(33回)。朝霧型が最も少なく、昼霧型が最も多い。

5月：霧の発現が無い日が多く、4月、1月に次ぐ(24回)。また一日中霧も多く、7月、9月に次ぐ(12回)。

6月：霧の発現しない日が多い。また、昼霧の多いのが特徴である。

7月：一年中で最も多く霧が発現する。霧の発現しない日が少ない。

8月：朝霧が最も多く発現する。夕霧も多い。

9月：霧の発現をみない日が一年で最も少ない。霧の発現は多く、夕霧は一年で最も多く発現する。一日中霧も7月に次いで多い。

10月：朝霧、夕霧、一日中霧とも発現の日が多い。

11月：霧の発現型に関して特に特徴はない。霧は比較的多い。

12月：11月同様、霧の発現に特徴はない。霧は比較的多い。

第1表 霧発現型の月別頻度(回)
(2006年2月～2007年1月、2009年)

2006,79年	朝霧	昼霧	夕霧	一日	霧合計	なし
1月	23	6	13	5	47	30
2月	20	6	16	9	51	17
3月	22	9	12	7	50	20
4月	12	13	5	6	36	33
5月	21	6	14	12	53	24
6月	24	10	19	6	59	21
7月	27	8	19	27	81	5
8月	43	8	28	10	89	7
9月	36	10	35	14	95	4
10月	26	4	27	10	67	13
11月	29	9	18	9	65	15
12月	32	9	21	7	69	16
合計	315	98	227	122	762	205

2. 霧と他の気候要素

霧と他の気候要素との関係を比較するために、一日の霧の発現型を細分して、霧の発現型を以下の9分類とした。その理由は前記の5分類では霧の現れる型としては異なる型を集計上含むおそれがあるからである。例えば、一日のうち朝霧と夕霧が発生する日と、朝霧のみの日、夕霧のみの日を総計した場合は区別できない⁷⁾。そこで以下のように分類する。

- 1 <一日霧型>：前述のA型に同じ。
- 2 <朝霧・昼霧・夕霧型>：一日中霧の発現が持続するA型とは異なり、朝霧が発生して消え、昼に霧が発生して消え、再び夕方発生する型。
- 3 <朝・昼霧型>：朝と昼に霧が発生する型
- 4 <朝・夕霧型>：朝と夕方に霧が発生する型
- 5 <昼・夕霧型>：昼と夕方に霧が発生する型
- 6 <朝霧型>：朝のみ霧が発生する型
- 7 <昼霧型>：昼のみ霧が発生する型
- 8 <夕霧型>：夕方のみ霧が発生する型
- 9 <霧無し型>：霧が発生しない日

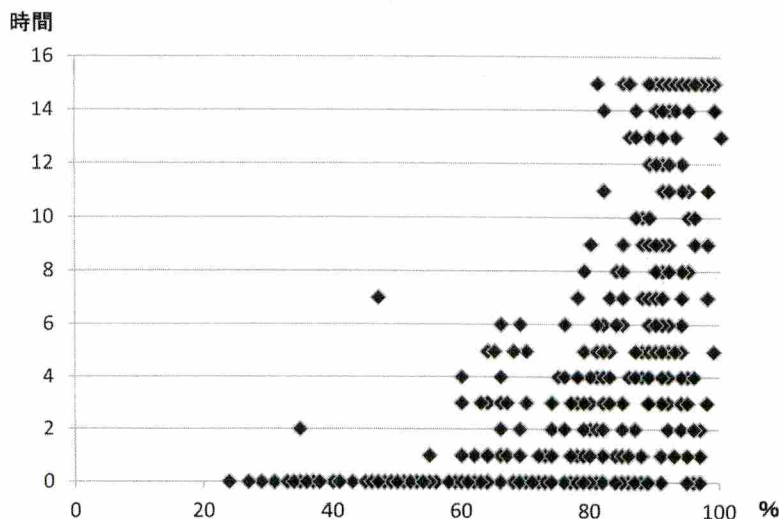
(1) 相対湿度

霧と他の気候要素の中で相対湿度および風向については霧の発現と関係が深いことが判明している(細田・田口：2009)。そこでW地点において観測された相対湿度と霧の発現について、2009年の

毎日05時から19時まで、W地点における霧の発現時間数を調べ、これと当日の相対湿度の相関を求めた(第4図)。霧の発現時間数が多い日は当然相対湿度も高いことが予想されるが、相対湿度は一日の平均値であり、例えば相対湿度80%でも一日中霧という例もある。霧の発現時間数が少ない場合は湿度は広い範囲でさまざまに変化する。もっとも端的な例は霧の発現はみられない日であっても、相対湿度は24~97%までさまざまな値をしめす。相対湿度が低い場合は霧が発生しにくいのは当然であるが、相対湿度が高い場合も霧が発生しないこともある。相対湿度とその日の霧発現時数の関係を各月について求めた(各月の図は省略)。ここで相対湿度をX、霧発現時数をYとする。相対湿度と霧発現の関係式の勾配がもっとも大きくなるのは4月・5月である。この場合は $Y = 0.18X - 7.6$ となる。4月・5月は霧ヶ峰がもっとも乾燥する月である。また8月は両者の関係式の勾配がもっとも小さくなる例である。この場合の関係式は $Y = 0.25X - 15.0$ となって、霧発現の多少にかかわらず相対湿度は高いといえる。

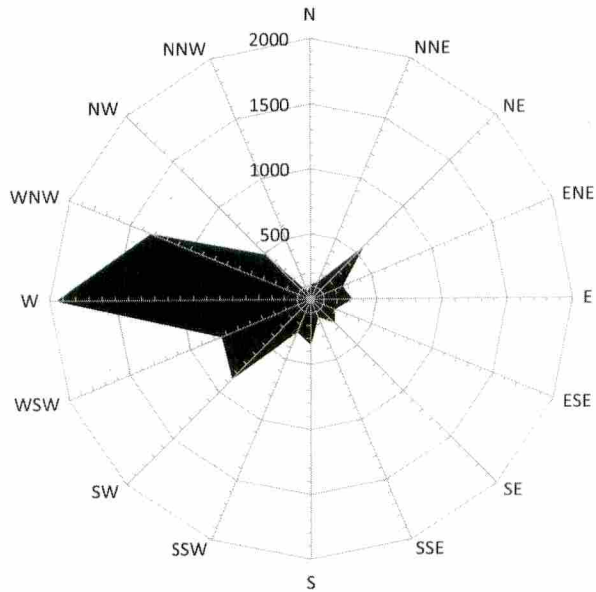
(2) 霧の発現と風向風速

山岳における風向については地形的、位置的影響が決定的である。車山の風の記録は1年間を通じて南の風が卓越し、一方車山の北西3.7 kmにあって、主稜線が南北に近いW地点では年間を通じて西(次いで西北西)の風が卓越する(第5図)。朝霧が発生した夏季早朝の風の分布は主峰に向かって吹き上げる微風が存在を示している(第6図)。W地点の年間の風配図からは西と西北西の風が卓越するが、これをまとめて第1成分とすれば、南西風が第2成分としてある。南西風は7月と11, 12, 1月に主に吹く。1990~1999年09:00のW地点における霧の発現日

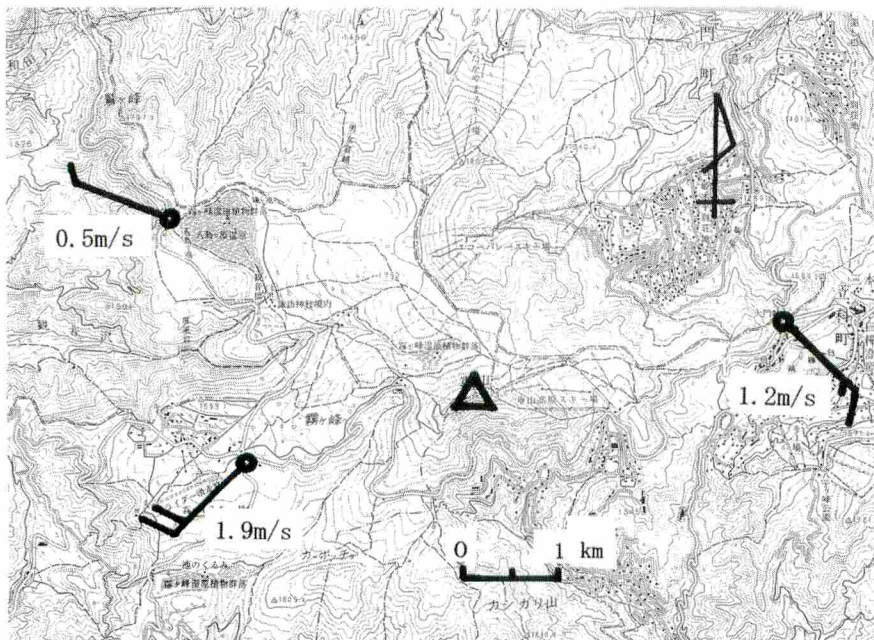


第4図 霧の日発現時間数とその日の相対湿度(2009年)

数と日最多風向が南西風である日数を重ねて示す(第7図)。霧の発現日は7月に最も多く、10年間で106日、次いで6月(81日)、8月(70日)である。一方霧の発現が少なかったのは2月で10年間で15



第5図 霧ヶ峰W地点における年間最多風向(1985～2010年)



第6図 霧ヶ峰における朝霧時の風向風速の分布(2011. 8.10. 5:22～7:08)

日、次いで3月(25日)、11月(31日)であった。これに対し、日最多風向が南西であった日は7月が最大で78日、次いで8月(74日)、5月(51日)である。南西風の日がもっとも少ないのは2月で20日、

次いで3月(22日)であった。09時の霧発現の傾向と16の各方位の風向との対応を概観すると、南西風の変化が霧発現の変化と傾向が最も似ているが、霧の発現と風向との発生的な分析には至っていない。

(3)霧の発現型と総観場との関係

2009年の気象庁発表の毎日の09時の天気図から、霧ヶ峰の存する中部日本における毎日の気圧配置型を以下のように分類した。

H 高気圧型：高気圧にこの地域が覆われている

L 低気圧・前線型：低気圧または前線がこの地域にかかっている

FF 前線前面型：前線が西からこの地域に近づいてくる

RF 前線後面型：前線が東に去ってゆく

W 冬型：西高東低の気圧配置

N 北前線型：この地域の北に前線、ないし

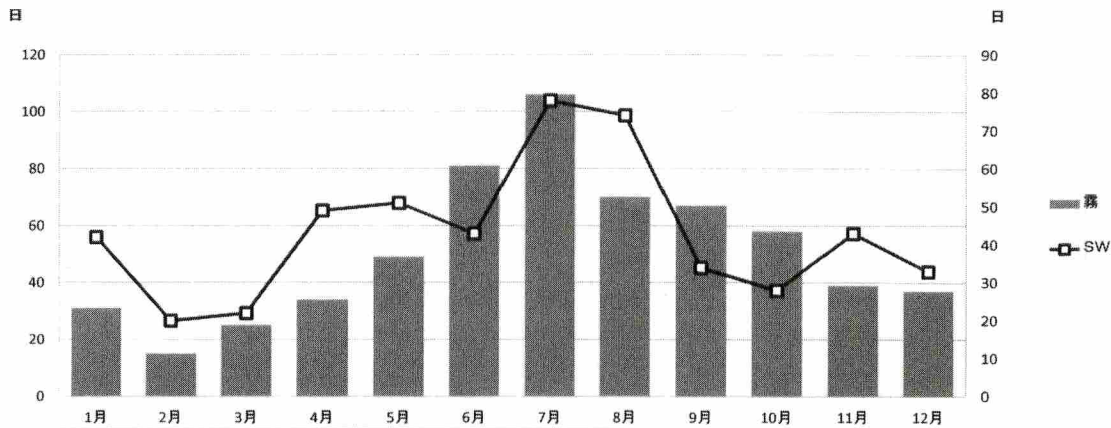
は低気圧が存在する

S 南前線型：この地域の南に前線、ないしは低気圧が存在する

T 台風型：台風が接近、あるいはこの地域にかかっている

このように2006年2月～2007年1月、および2009年の730日について、それぞれ霧出現型9種と天気型8種との組み合わせの相関を調べ、分析した(第2表)。

長野県霧ヶ峰高原における霧の発現



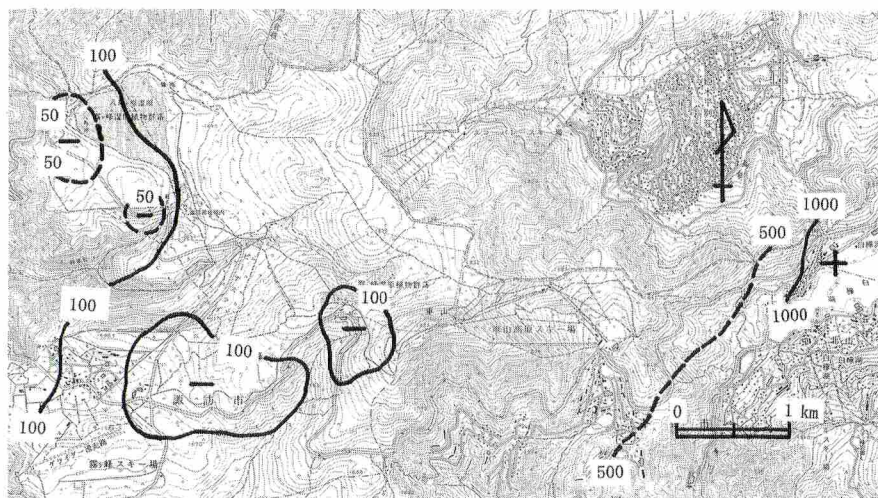
第7図 霧ヶ峰W地点における9時の霧発現日数(左側目盛)と日最多風向南西の日数(右側目盛) (1990～1999年)

年間気圧配置型でもっとも出現回数が多いのは高気圧H型である。この場合、霧は発現しない型が最多111日であるが、朝霧・夕霧型も多く、朝霧ないしは夕霧の出現日数を加算すると総計111日となる。特に朝霧が多い(88日)。低気圧・前線L型の日は一日中霧の日が最多である(52日)が、これに次いで朝霧型29日、朝夕霧型24日が多く、朝霧の現れる日の総計は87日で一日霧よりも多い。前線・低気圧の前面FF型の日は目立った傾向がみられない。一日中霧である場合(10例)もあれば、逆にまったく霧が出ない場合(8例)もある。また霧の型も朝霧、朝夕霧、夕霧がそれぞれ6、11、12日で目立った傾向がない。これとは逆に前線・低気圧の後面RF型では霧がまったく現れない日が多い(22日)。次いで朝霧型が多い(19日)。これは前線低気圧が去った後は天気は回復するこ

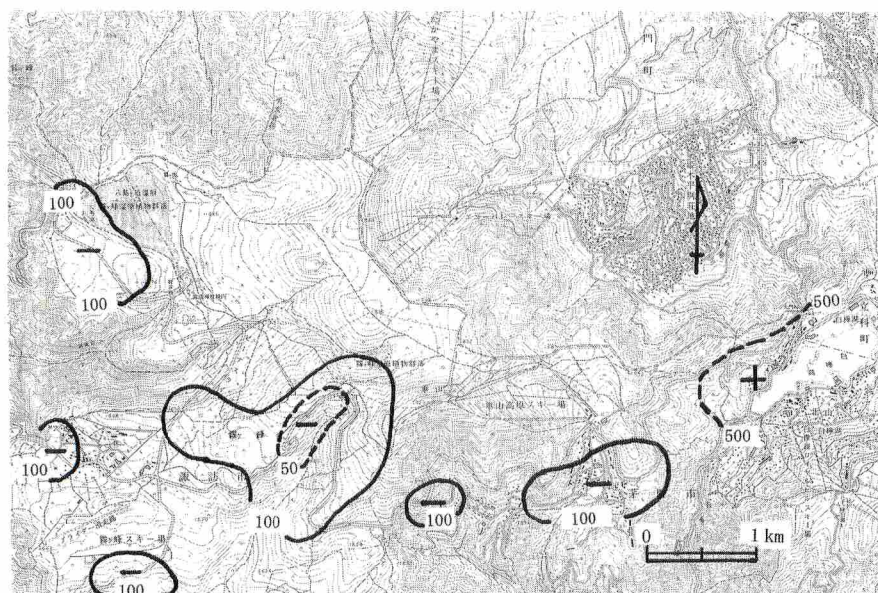
とを表していると考えられる。西高東低の冬W型の場合は霧が発現しない日が多い(24例)。しかし朝霧が発現する場合も多く、計33例である。また例数は少ないが、一日霧型が発現する日もある(2例)。N型とS型、すなわち北か南に前線がある場合は、あまり偏った傾向はみられない。一日霧の日はN型で11例、S型で25例ある。S型で一日霧型がやや多い理由は列島南岸に停滞する前線の影響であろう。一方まったく霧の発現しない日もそれぞれ12例、15例ある。また朝霧が発現してから消える場合もある(それぞれ12、13例)。これは前線の位置や前線との距離、前線の動きなどによって変化が多いからであろう。台風T型の例は数が少ないが、台風の場合は一日中霧型である場合がもっとも多かった。

第2表 霧の発現型と総観場との関係(回)
(2006年2月～2007年1月、2009年)

	一日型	朝昼夕	朝夕型	昼夕型	朝昼型	朝型	昼型	夕型	霧無型	合計
H型	11	5	44	3	2	37	0	20	111	233
L型	52	21	24	9	13	29	2	3	12	165
FF型	10	3	11	1	0	6	1	12	8	52
RF型	2	2	7	0	0	19	0	3	22	55
W型	2	5	7	1	4	17	2	4	24	66
N型	11	3	6	0	0	12	0	5	12	49
S型	25	1	11	6	2	13	0	6	15	79
T型	9	5	4	0	2	7	1	2	1	31
合計	122	45	114	20	23	140	6	55	205	730



a-2011年8月10日 5:15～6:25霧のち快晴(視程は対数目盛に補助線を加えた)



b-2011年8月19日 7:00～8:17雨(視程は対数目盛りに補助線を加えた)

第8図 霧ヶ峰における夏季早朝の視程分布(m)

国土地理院発行：2万5千分の1「霧ヶ峰」図幅より作成

は対数目盛が適している。視程は光の透過距離であるから、光が距離の二乗に反比例して変化することを考えれば、これは妥当であろうと考えた。したがって図の目盛りは1 m, 10 m, 100 m, 1000 mであるが、補助的に50 m, 500 mを加えた。霧発現の水平分布について、典型的な朝霧の場合(2011. 8. 10. 05:30)を表示する(第8図)。車山の南西と西側に視程の小さい(霧の濃い)地域が分布し、南東側(白樺湖方面)は大きい。この分布傾向は他の例でも認められ、雨天の場合(第8図b)でも同様な結果が得られた。これら6例の分布図を重ねた図から分析すると、特にグライダー滑走路のある

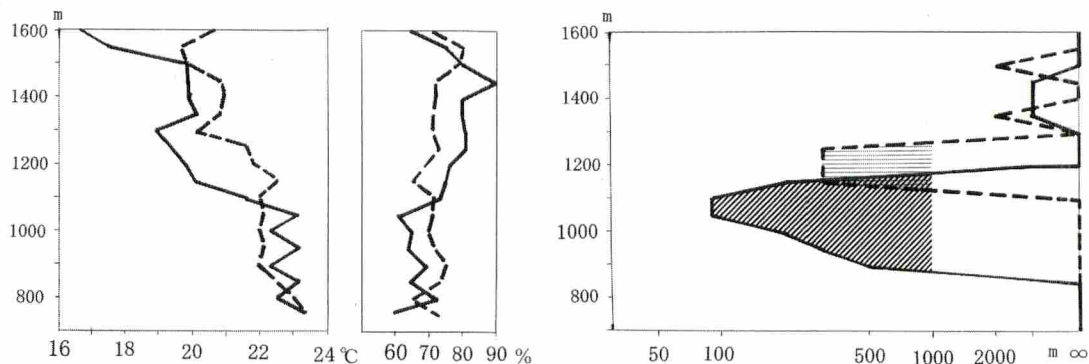
3 霧発現の水平、垂直的分布

霧の発現地域の水平的、および垂直方向の分布を明らかにするために、自動車で移動しながら視程を目視により測定した。併せて気温・相対湿度の移動観測を実施した。観測は2009～2011年に9回実施した。霧発現時の視程は数 mから1000 mまで極端に変化するので、視程の表現に

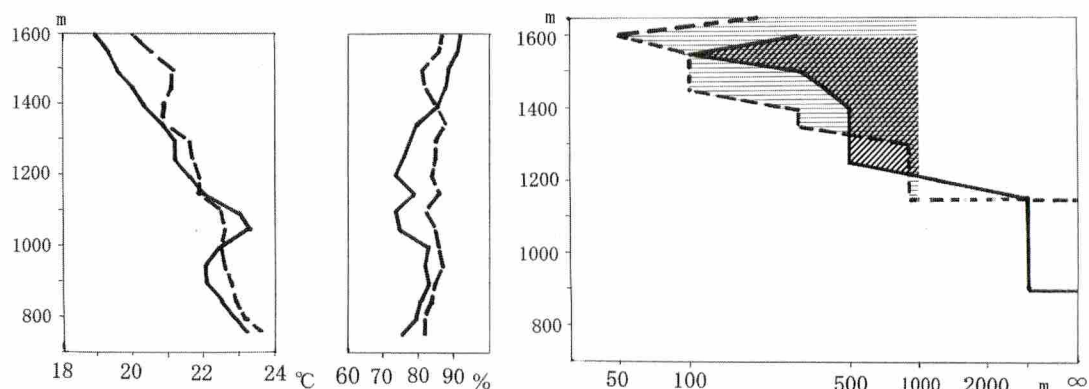
霧ヶ峰インターチェンジ付近や、車山肩から南のイモリ谷によく霧が発現する。

垂直方向については、霧ヶ峰インターチェンジ(1670 m)から諏訪湖畔(760 m)までは車山から南西方向の道路2系統を往復して同様の観測をした。標高50m毎の視程の観測結果を対数目盛で示す(補助線50 m, 500 m)。2011年8月9日早朝の

長野県霧ヶ峰高原における霧の発現



第9図 諏訪から霧ヶ峰までの気温(℃), 相対湿度(%), 視程(m)の垂直分布 (2011. 8. 9. 5 : 38 ~ 7 : 10)

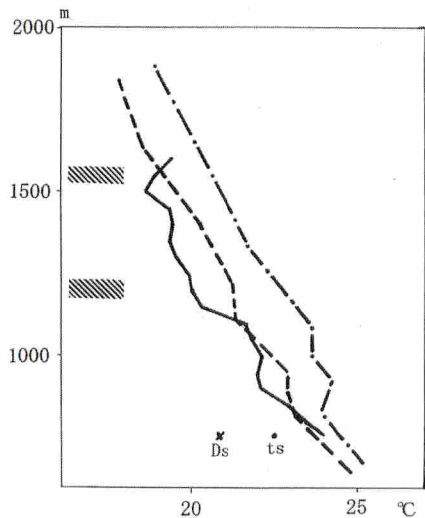


第10図 諏訪から霧ヶ峰までの気温(℃), 相対湿度(%), 視程(m)の垂直分布 (2011. 8. 10. 5 : 15 ~ 6 : 25)

場合は、霧ヶ峰からの展望は下の諏訪盆地、茅野盆地が雲海に覆われており、一方盆地底からの展望は層雲に覆われて曇天である。霧の発現は標高900~1200 mないし1300 mであり、霧垂直の幅は200~300 mである(第9図)。霧の層中、上部では視程が小さく、濃い霧を抜けるとその上は青空が広がっている。気温は霧の上で急激に下がり、相対湿度は霧の中でも70%以下のところがある。また2011年8月10日早朝の場合は、霧ヶ峰高原上部に霧が発現している例である(第10図)。この場合も視程は上部で小さく、霧の発現域は1200~1600 mまでと垂直幅が広い。気温は1000 m付近と1400 m付近で逆転しており、相対湿度は80%前後である。

4 大気の状態曲線と露点の関係

自動車による移動観測で得た諏訪―霧ヶ峰地方の大気の状態を周辺の高層大気との関連において調べるために、当該地域に近い気象庁の高層気象観測点、館野(北緯36° 03′, 東経140° 08′)と輪島(北緯37° 24′, 東経136° 54′)の気象記録を参照した。垂直方向の大気の状態と霧発現の関係を分析するために、館野、輪島の2000m未満の高度の記録から典型的な霧の日(2011年8月8日21:00)の状態曲線を描き、ここに諏訪市760m地点から霧ヶ峰1600m地点までの状態曲線を加えて比較検討する(第11図)。館野、輪島の気温は21:00の観測結果であり、霧ヶ峰から諏訪の気温は地上1.5 mの移動観測による、同日18:10~18:30の記録である。また図中に諏訪特別地域気象観



第11図 館野、輪島、諏訪から霧ヶ峰における大気の状態曲線(2011年8月8日夜間)
館野、輪島は同日21:00の気象庁高層気象観測記録による。諏訪―霧ヶ峰は18:10～18:30の移動観測記録。諏訪特別地域気象観測所21:00の気温(・印)と露点(×印)を示す。視程500m以下の霧発現帯を斜線で示す。館野は破線、輪島は一点鎖線、諏訪―霧ヶ峰は実線で示す。

測所の気温(・印)と露点(×印)を示した。館野では900 m付近に気温の逆転が見られ、輪島では900 mと1050 m付近に気温の逆転が見られる。一方霧ヶ峰から諏訪の気温は前2地点より低温である。諏訪特別地域気象観測所21:00の気温を参照すると、21:00にはより低温化していた。霧ヶ峰から諏訪の状態曲線は950～1000 mおよび1500～1600 m付近の2カ所で逆転している。この時、観測ルートに沿った霧の発現は950 mより高位で見られ、とりわけ相対的な濃霧(視程500 m以下)は1200 mと1550 m付近で発現している。気温の逆転層と霧の発現はある程度対応がよいと言えよう。諏訪特別地域気象観測所21:00の露点は20.8℃であるから、標高の増加と共に気温は低下し、露点に至る高度で凝結したと考えられる。

そこで諏訪特別地域気象観測所(以下ここでは諏訪と称す)の気温および露点と、W地点の気温を比較することによってW地点における霧の発生に何らかの関係が見込まれると予想した。W地点(霧ヶ峰)の気温 tw と、諏訪の露点 Ds とを比較すると

$tw < Ds$ のときはW地点には霧が発現する
 $tw = Ds$ のときはW地点は雲底にある
 $tw > Ds$ のときはW地点は晴れている

という仮説を立てた。すなわち $tw - Ds$ を霧の指標として、これが正(+)であれば晴れ、負(-)であれば霧であろうと予想する。2009年の典型的な3つの霧型日6例についてそれぞれ各日4時刻について比較した(第3表)。一日中霧であった7月8日と7月21日の場合、7月8日の07:00以外はすべて指標は―となっている。W地点の気温は諏訪の露点より低いということになり、一日中霧が発現していたことと矛盾しない。また、一日中晴れないし霧が発現しなかった日の9月25日、10月12日では、10月12日の早朝以外、9月25日は朝夕以外の指標は+で晴れである。この指標から判定すれば9月25日の早朝と夕方には霧の発現が見込まれる状態だが、実際には発現していない。その理由として凝結の諸条件や諏訪―W地点間のタイムラグなどが考えられる。8月1日と26日は朝夕に霧が発現している例である。8月1日の指標は一日中―となっているが、昼の値はわずか(−0.9)である。現実にはこの時間に霧は発現していない。8月26日は早朝に霧が発現し、指標値は−2.3であり、夕方にも霧が発現したが指標は+1.0である。以上、仮説の指標はある程度対応する。しかし、諏訪の露点とW地点の気温の比較だけでは指標と霧の発現が完全に一致することはなかった。

ここで諏訪特別地域気象観測所(760 m)における気温 ts と露点 Ds から、霧発現の標高 h を試算しようと試みる。大気の湿潤断熱減率を便宜的に $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ とすれば、

$$Ts - 0.5 \text{ h} / 100 = Ds \text{ となる。}$$

すなわち $200 (Ts - Ds) = h$

ここで典型的な朝霧の日(2009. 8. 26)の記録から凝結高度を算出する。 $h + \text{諏訪の標高} = \text{凝結高度}$

	(ts-Ds)値	h	諏訪の標高	凝結高度
朝	4.1℃	820m	760m	1580m
昼	11.1℃	2220m	760m	2980m
夕方	10.8℃	2160m	760m	2920m

すなわちこの条件では、霧ヶ峰の1600 m付近において朝は霧が発現し、昼以後は消えるということが予測できる。

長野県霧ヶ峰高原における霧の発現

第3表 典型霧型日のtw-Ds値

09.7.8 一日霧					09.7.21 一日霧				
時刻 (JST)	諏訪 気温 (℃) 露点 (Ds)		W 地点 気温 (℃)	tw-Ds	時刻 (JST)	諏訪 気温 (℃) 露点 (Ds)		W 地点 気温 (℃)	tw-Ds
7 : 00	16.3	13.2	14.7	1.5	7 : 00	20.5	18.3	16.2	- 2.1
9 : 00	20.5	18.2	14.9	- 3.3	9 : 00	21.9	18.2	16.8	- 1.7
12 : 00	22	15.9	15.5	- 0.4	12 : 00	22.9	19.1	17	- 2.1
17 : 00	24.6	15.8	14.8	- 1	17 : 00	22.3	18.7	15.8	- 2.9
09.8.1 朝夕霧					09.8.26 朝夕霧				
時刻 (JST)	諏訪 気温 (℃) 露点 (Ds)		W 地点 気温 (℃)	tw-Ds	時刻 (JST)	諏訪 気温 (℃) 露点 (Ds)		W 地点 気温 (℃)	tw-Ds
7 : 00	22	19.6	16.4	- 3.2	7 : 00	18.9	14.8	12.5	- 2.3
9 : 00	23.7	20.1	16.8	- 3.3	9 : 00	22.5	14.9	16.5	1.6
12 : 00	26.2	19.4	18.5	- 0.9	12 : 00	24.4	13.9	17.6	4.3
17 : 00		19.4	16.2	- 3.2	17 : 00	24.7	13.9	14.9	1
09.9.25 快晴					09.10.12 快晴				
時刻 (JST)	諏訪 気温 (℃) 露点 (Ds)		W 地点 気温 (℃)	tw-Ds	時刻 (JST)	諏訪 気温 (℃) 露点 (Ds)		W 地点 気温 (℃)	tw-Ds
7 : 00	16.3	13.2	11.3	- 1.9	7 : 00	7.3	5	4.4	- 0.6
9 : 00	19.1	14.2	13.2	- 1	9 : 00	9.6	6.2	6.4	0.2
12 : 00	23.3	15.9	17.4	1.5	12 : 00	15.8	7.3	9.3	2
17 : 00	24.6	15.8	15.4	0.4	17 : 00	16	7.8	8.8	1

第4表 湿原霧の発現日数(2006年2月～2007年1月, 2009年)

	湿原霧日数												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計(2年)
06-07.09	1	1	0	0	1	1	1	6	6	6	1	0	24

5. 湿原付近の霧の発現

ライブカメラには山越えの霧とは別に、八島ヶ原湿原の地表付近に発現する霧の存在が確認された。その例は少なく、2年間で24例である(第4表)。しかし、その発現は主に8, 9, 10月に偏っており、山地が急速に冷却する秋に主として発現する。夏の湿原表面の水温は高く、夕方には気温よりも高い場合がある。湿原に発現する霧についての名称はこれまでにないが、いわば「湿原霧」のような存在が予想される。この事柄について本論では予察に止めたい。

V まとめ

霧ヶ峰高原八島ヶ原湿原近くのW地点に設置したライブカメラの画像を解析して、夜間を除く毎日15時間の記録から明らかになった事柄、および移動観測の結果を分析して得た事柄を要約する。

(1)霧は特定の場において発現し、それには時刻的な特性がある。

霧ヶ峰において霧は年間で263日発現した。霧の発現は7月, 8月, 9月に多く、4月, 1月に少ない。霧は早朝から午前中に朝霧として発現することが多く、次いで夕方から夜間にかけて多く発現する。霧は車山の南西から西斜面に多く発現し、東や北側では少ない。

(2)霧の発現には周辺大気との関係性が強く関わる。

霧の発現は現地の相対湿度と共に増加する傾向にあるが、かなり低い相対湿度の場合でも発現する。霧の発現型と天気場との対応関係はよく、移動性高気圧の下では霧無し型か、朝霧夕霧型が多く発現する。低気圧や前線がかかる場合は一日中霧型が多く発現する。前線や低気圧の後面では霧無し型が多く現れる。西高東低の冬型の天気場では霧無し型か朝霧型が多く現れる。

(3)霧は垂直的な構造を有している。

上層に大気逆転層がある場合、諏訪地方の標高1600 m付近に雲帯があると予想される時は一日中霧や朝霧夕霧が発生することがある。上層に明瞭な逆転層が無い場合や高位置に逆転層がある場合は霧無し日に対応している。諏訪特別地域気象観測所の露点とW地点の気温の比較から露点のほうが高温の場合には霧が発現することが多い。典型的な朝霧、昼は晴れ、夕霧という一日の場合、昼は諏訪の露点が低く、これよりW地点の気温のほうが高い場合に対応している。山体斜面上の霧は垂直幅300 m前後であることが多く、霧層内の上部において視程は小さい。

謝 辞

本研究にあたり、東京学芸大学名誉教授の山下脩二先生、信州大学名誉教授の土田勝義先生より御助言いただきました。気象観測にあたり、田口美香氏、松永和子氏、その他多くの関係の方々のご協力をいただきました。記して謝意を表します。

なお本研究は日本地理学会2011年秋季学術大会で発表した結果をまとめたものである。学会においても多くの先輩諸兄から御指導をいただきました。

注 記

- 1)貞享4年(1687)の文書に「於干霧か峯」という地名が出てくるので、少なくとも近世以前からの地名である(諏訪市史編纂委員会:1988)。
- 2)引用した原文の意味が不明瞭となるため、筆者が加筆した部分である。
- 3)W地点の気象観測項目は1985年から、気温、地温、気圧、風向、風速、雲量、天気、湿度、雨量、積雪について記録している。ライブカメラは2005年から撮影している。いずれも機器はKiNOAから提供されている。
- 4)夜間、20時から4時までの間は暗いためカメラでは霧の有無を確認できない。
- 5)他の年のデータは、カメラの凍結等により年間の記録が得られなかったためである。
- 6)ただし1回だけ霧が消える場合(2時間以内)を含む。2時間連続して霧が現れなかったり、朝05:00、夕方19:00に霧が発現しない場合はこれに含まない。
- 7)この9分類は各月の霧発生の特徴を表すには煩雑すぎるが、各気候要素との対応を各日ごとに検討する場合にはより適していると考えた。

参 考 文 献

- 小川肇(1993):霧ヶ峰の風と偏形樹、山の山岳気象研究会ニュース, 82, p27-39.
- 小沢行雄・吉野正敏(1965):「小気候調査法」, 古今書院, p218.
- 気象庁(1958):「山岳気候表」p27.
- 霧ヶ峰湿原植物群落調査研究委員会(1998):「霧ヶ峰湿原植物群落調査研究報告書」諏訪市教育委員会, p223.
- 鈴木兵二監修(1981):「霧ヶ峰の植生 第一部霧ヶ峰の植生」諏訪市教育委員会, p246.
- 諏訪市教育委員会(1968):「霧ヶ峰の植生 第一部霧ヶ峰の植生」諏訪市教育委員会
- 諏訪市教育委員会(1971):「霧ヶ峰の植物」諏訪市教育委員会, p81.
- 諏訪市教育委員会(1981):「霧ヶ峰の植物」諏訪市教育委員会, p246.
- 諏訪市教育委員会(1981):「諏訪の自然史 植物編」諏訪市教育委員会, p655.
- 諏訪市史編纂委員会(1988):「諏訪市史 中巻」諏訪市, p1243.
- 田淵 洋(1973):周氷河地形による卓越風向の推定方法について－霧ヶ峰を例として－, 気候学研究13, p51-57
- 田淵 洋(1974):亜高山帯の周氷河地形－霧ヶ峰を例にとつて－, 地理19-10, p40-50.
- 中央気象台(1951):「山岳気象報告」中央気象台, p271.
- 永見順一(1959):氷河と氷河周辺の地形, 三野与吉編, 自然地理学研究法, 朝倉書店, p134-145.
- 日本自然保護協会編(2004):「生態学からみた身近な植物群落の保護」p229.
- 野口泰生(1975):霧ヶ峰高原における風の分布に及ぼす微地形の影響について, 天気, 22, p85-94.
- 細田 浩・田口 信(2009):長野県霧ヶ峰八島ヶ原湿原周辺の気候学的特性, 法政地理, 41, p3-20.
- 山本義一(1973):「気象学概論」, 朝倉書店, p227.
- 吉野正敏(1969):「小気候」, 地人書館, p274.
- 吉野・河村・設楽・新田・前島(1985):「気候学・気象学辞典」二宮書店, p742.
- Soma Seiji (1969): Dissolution of separation in the turbulent boundary layer and its application to natural winds. 気象研究所研究報告, 20-2, p111-174.
- Tardif R., Rasmussen R.M. (2006): Event-based climatology and typology of fog in the New York city region. Journal of applied meteorology and climatology. p2-73.