

# 気象官署のデータからみた軽井沢の霧

鈴木 智恵子

## 1. はじめに

近年、地球温暖化と関連して、森林における二酸化炭素吸収量に関しても、科学的に検証可能な方法での評価が求められている。著者は2001年秋から約2年半、長野県の浅間山東麓の森林（図1の地点K，以下地点K）における炭素収支研究の一部として、二酸化炭素フラックスの連続観測をする機会を得た（たとえば 鈴木ほか，2004）。二酸化炭素フラックスの連続観測では、大きな目的が年間積算値の算出であるため、欠測が発生した場合はデータの補間が欠かせない。

一般に、直径数十 $\mu\text{m}$ 以下の小さな水滴（または氷晶）が大気中に浮かんでいる現象が原因となって、水平方向の視程が1 km未満になる場合を

霧という（気象庁，2002）。著者が参加した観測地点（地点K）では霧の発生頻度が比較的高く、フラックス観測に使用した機器の中には、霧の影響を受けてたびたび計測不能、つまり欠測となるものもあった。吉野（1986）では、日本の山岳における年間霧日数と標高との関係が1500 m付近に極大をもつことが示されている。著者が参加した観測地点（地点K）は標高約1380 mであることから、統計的に霧日数の多い標高であった可能性がある。しかしながら、霧をとらえることを目的とした観測は当時行っておらず、その実体は不明であった。

そこで、筆者が参加した観測地点（地点K）に最も近い気象官署である軽井沢測候所のデータを用いて、霧の発生状況とその気候学的な平均像について調べた。ここではその結果を簡単に報告す

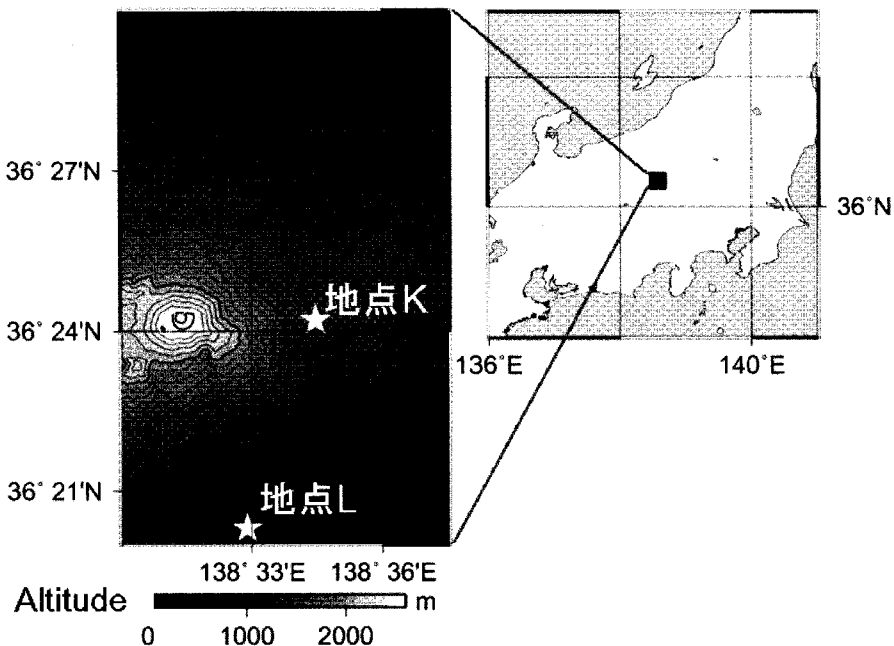


図1 観測地点の概要  
地点L：軽井沢測候所、地点K：北佐久試験地

る。解析の対象とした期間は、著者が観測に参加した期間と重なる2001年1月から2003年12月である。

## 2. 使用したデータと解析方法

観測地点の概要を図1に示す。今回使用したのは、長野県の浅間山南麓の標高999 mに位置する軽井沢測候所(地点L)の気象観測データである。図中の北佐久試験地(地点K)は、財団法人電力中央研究所が標高約1380 mの林内に設けた観測地点である。

軽井沢測候所では、目視によって大気現象の観測が常時行われている。霧の発生が確認された場合、日単位の記録である地上気象観測原簿の記事欄に発生、消滅時刻とともに残されている。今回は、気象月報に掲載された日別値の大気現象欄に霧の発生を示す記録があった日を霧が発生した日として、霧の有無を判別した。大気現象としての霧の記録は、浮遊する霧粒の状態と高度から霧と低い霧、水霧の3つに分けられているが、ここでは区別しない。霧が発生した日の数を観測期間の月別に積算し、季節変化を考察した。

つぎに、晴天日と非晴天日における霧の発生頻度を比較した。晴天日と非晴天日は、日照時間の日積算値で判別した。晴天日と非晴天日を判別したのは、木村(1994)で指摘される熱的局地循環にともなう山岳域への水蒸気輸送を考慮するためである。軽井沢における霧の発生にも、平地から山岳域へ輸送される水蒸気関与していることが予想される。晴天日の基準は、日照時間が5時間以上の日とした。厳密な区分には、朝夕の日照の影響を除き、また季節による日照時間の違いを考慮する必要があるが、ここでは考慮していない。局地循環の水平規模を考えた場合、晴天日の判別に対しては数地点の平均値を使うことがのぞましいと考えられ、木村(1994)でもそのような方法

が採用されている。ただし、今回は局地循環の詳細な検討を目的としていないため、1地点における日照時間で代表させることとした。

軽井沢測候所では、大気現象の観測と同様、視程の観測も目視によって9、15、21時の1日3回行われている。霧の中の相対湿度は、発達中の霧では100%に近いが、発生した場所から移動して消えつつある霧では小さい(小倉, 1999)。そこで、視程が短いときでも、相対湿度が低い場合があると考え、観測原簿に掲載された視程の記録と同時刻の相対湿度の特別値を用いて、両者の比較を行った。

相対湿度は、水蒸気圧の飽和水蒸気圧に対する比を百分率であらわしたものであり、大気中に含まれる水蒸気量が同じでも気温が低ければ相対湿度は高くなる。そのため、相対湿度で水蒸気含有量の大小を単純に比較するのは難しい。ここでは、霧発生という観点で水蒸気をみることで、一般に霧が生じるのは空気塊が飽和している状態であることから、相対湿度で十分であると判断した。

他に、気温、相対湿度の日平均値および日最高気温、日最低気温を使用し、霧との関係を調べた。

## 3. 結果と考察

月別にみた霧の発生頻度を表1に示す。表中の霧ありと霧なしとは、霧が発生した日、霧が発生しなかった日を意味する。2001年から2003年の合計1095日のうち、霧が発生した日は356日あった。年平均の日数に換算すると、1971年から2000年の平年値である134日(国立天文台, 2004)より15日ほど少ないが、それでもなお1年のうち3分の1は霧が発生している。霧の発生日数が多いのは、5月から9月にかけての暖候季で、とくに2001年の8月、2003年の7月は霧の発生日数が20日を上回っていた。3年平均した発生頻度も7月と8月は5割近い。寒候季は頻度が下がるが、

表1 霧の発生日数の年変化(2001年~2003年)

		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	総計
霧あり	晴天日	5	12	6	3	13	9	17	16	15	14	12	14	136
	非晴天日	10	11	11	10	19	28	27	26	24	15	19	20	220
霧なし	晴天日	54	47	58	56	44	25	27	30	26	40	43	46	496
	非晴天日	24	14	18	21	17	28	22	21	25	24	16	13	243
総計		93	84	93	90	93	90	93	93	90	93	90	93	1095

少ない月でも平均4、5日は霧が発生している。

1日あたりの日照時間が5時間以上と定義した晴天日の数は、霧発生とは逆に1月から5月までと、10月から12月の寒候季に多い。それぞれ約20日が晴天日である。6月から9月にかけては日照時間が長いにもかかわらず、晴天日は少ない。

表1に対して、霧が発生した日のうち晴天日について考察する。霧が発生しなかった場合と比較すると、どの月も霧が発生した日に占める晴天日の割合は小さい。月別にみると、4月と6月はとくに小さく3割に満たないが、年平均すると霧が発生した日のうち晴天日が約4割を占めた。このことから、霧が発生したといっても、上空に雲の多い日とは限らないことがわかる。逆に霧が発生していない日について見ると、晴天日ばかりではなく、とくに6月と9月は、霧が発生していない日のうち半分は非晴天日であったことがわかる。山岳域では、山にぶつかった雲も霧と判別される。このため雲が多いときには霧が発生し、雲が少ないときには霧が発生しないと想像しがちであるが、以上のデータは必ずしもそうでないことを示している。

次に、観測された視程と相対湿度の関係について図2に示す。相対湿度が高いときの視程と視程が長いときの相対湿度には、ばらつきがある。一方、視程が短くなったときの相対湿度は、高湿度側に限定されている。視程1 km未満であった時の相対湿度を調べると、191事例のうち183事例が相対湿度95%以上であった。そこで、解析対象期間においては、霧が発生した場所から近いかあるいは発達中の状態で観測されることが多かったと考えられる。

月平均相対湿度を2001年から2003年の3年平均および各年別に図3に示す。これは、非晴天日を霧の発生した日としない日に分け、それぞれ日平均値を月ごとに平均した値である。3年平均でみると、霧が発生した日の方が、発生しない日と比べて平均相対湿度が高く、1年を通じて90%から95%の範囲でほぼ変動しており、季節変化が小さい。一方、霧の発生しない日の平均相対湿度は季節変化が大きい。暖候季には霧が発生した日との差が小さい、つまり相対湿度が高いのに対し、寒候季とくに1月から4月にかけての積雪時期には、霧が発生しない日の相対湿度が大幅に下がっている。暖候季については、霧発生の有無に関わらず、

## Visibility

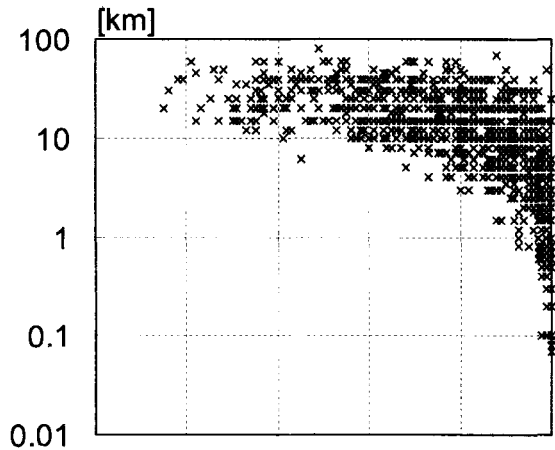


図2 相対湿度と視程の関係

大気が飽和に近い状態であることがわかる。各年別でみると、霧の発生しない日は1年の最低値が3月に現れること、霧の発生しない日の方が季節変化の大きいこと、はどの年にも見られる。ただ、霧が発生した日と発生しない日の湿度差が小さい時期は年によって前後している。晴天日においても同様の傾向であるが、非晴天日と比較すると霧が発生した日で約10%、霧が発生しない日で約15%値が小さい。

2001年から2003年の日平均気温、日最高気温、日最低気温の月別平均値を図4に示す。ただし、図3と同様、非晴天日について霧の発生した日としない日に分け、それぞれを平均した値である。霧の発生が多い暖候季には、7月について霧が発生した日の方が平均気温、最高気温が低くなっているが、相対湿度と違って霧の有無による気温の違いは明確ではない。むしろ寒候季に気温差がはっきりみられる。月別に見て最も気温差の大きい1月には、霧の発生した日の方が、平均気温で約2.5℃、最低気温で約5.0℃高い。これは、霧によって放射冷却が十分起きなかったことが予想される。晴天日については、年間を通じて霧の有無による気温差は小さい結果が見られた。

さらに霧の発生した日としない日のそれぞれについて日最高、日最低気温の出現頻度を調べた。夏季の最高気温25℃以上の日を見ると、霧の発生しない場合は4月から9月にわたって出現するのに対し、霧の発生した場合は6月から9月に限られ、出現頻度も低かった。冬季に最低気温、最

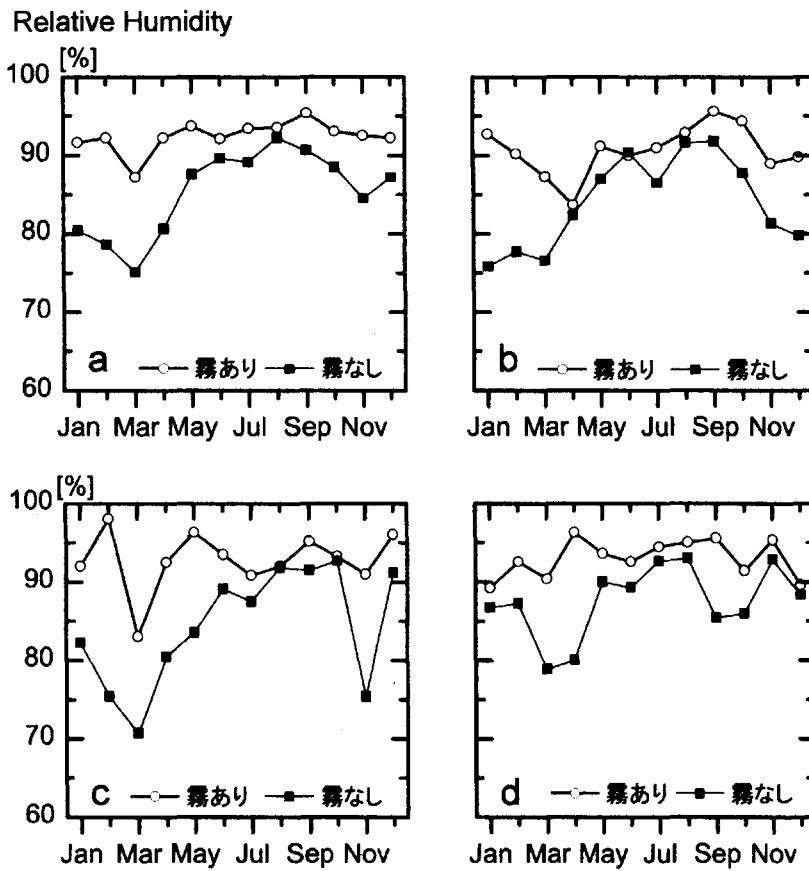


図3 相対湿度の年変化 (非晴天日)  
 a : 2001年から2003年の平均, b : 2001年, c : 2002年, d : 2003年

Air Temperature

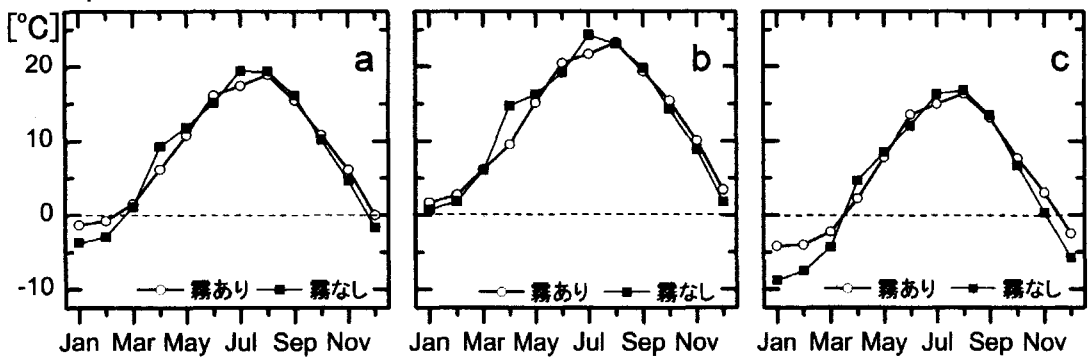


図4 気温の年変化 (非晴天日)  
 a : 日平均気温, b : 日最高気温, c : 日最低気温

高気温が0℃未満の日をみると、これらも霧の発生した場合の出現頻度が低かった。つまり霧の発生する場合は、霧の発生しない場合と比較して最高気温と最低気温の極値が出にくいおだやかな変化をすることがわかった。

#### 4. まとめ

標高約1000 mに位置する軽井沢測候所の2001年から2003年のデータを用いて、霧の発生日数および霧発生時の気温、相対湿度について検討した。霧の発生日数は、年平均で約120日あり、暖候季に多い。晴天日であっても霧が発生する日は、月によっては約5割に達することが明らかになった。また、霧の有無による相対湿度と気温の違いは、いずれも寒候季に大きく、月平均気温で最大約2.5℃に達した。日最高・日最低気温で比較すると、寒候季の日最低気温の差がとくに大きい。このことから、平均気温に見られた差は、夜間の放射冷却の大きさがきいていると考えられる。霧がある方が最高気温と最低気温の極値が出にくい穏やかな変化をすることがわかった。

今回は、日別値のみを使用した。一日のうちでは朝方やあるいは夜間に発生する霧の頻度が高いことが予想されるため、時別値を用いた解析を今後の課題としたい。

#### 謝辞

本研究のテーマは、著者が財団法人電力中央研究所に所属当時、同研究所の皆さん、とりわけ中屋耕さん、小林卓也さん、池田英史さん、安池慎治さん、石井孝さんとの議論の中で生まれたものである。東大火山観測所浅間火山観測所の小山悦郎さんからは、軽井沢の霧の発生状況について有益な情報を頂いた。ここに記して心より感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 小倉義光 (1999) : 一般気象学 第二版. 東京大学出版会. 308p.  
気象庁 (2002) : 地上気象観測指針. 気象業務支援センター. 154p.  
木村富士男 (1994) : 局地風による水蒸気の水平輸送一晴天日における日照時間の地形依存性の解析一. 天気, 41, 313-320.

国立天文台 (2004) : 理科年表, 丸善.

- 鈴木智恵子, 中屋耕, 小林卓也, 池田英史, 安池慎治 (2004) : 森林上における領域平均ゼロ面変位の特徴. 日本気象学会2004年度春季大会講演要旨集.  
吉野正敏 (1986) : 新版小気候. 地人書館. 298p.

すずき ちえこ

千葉県立長生高等学校