

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月14日現在

機関番号：50103

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20500901

研究課題名（和文） 釧路湿原の酸性霧に関する気候学的研究

研究課題名（英文） Climatological study of the acidic mist on the Kushiro Marsh.

研究代表者

佐川 正人（SAGAWA MASATO）

釧路工業高等専門学校・電気工学科・准教授

研究者番号：60435394

研究成果の概要（和文）：

本研究では釧路湿原の酸性霧の状況を明らかにするために、釧路湿原の南端に位置する釧路市大楽毛において海岸と湿原の両地点で霧の酸性度を観測した。霧の出現を確定する方法としては大楽毛に位置する釧路高専屋上において視程の連続観測を実施した。海岸と湿原の間には大規模な製紙工場があるため、海岸から工場を通過して湿原に向かう霧（主に南風）と湿原から工場を通過して海岸に向かう霧（主に北風）に分けて解析した。その結果風向きによる酸性度の差異は明確に現れなかった。酸性度としては北風・南風共に pH3.5 程度となることが多かった。

研究成果の概要（英文）：

In this research, fog acidity is measured both on the coast and on the marsh at Otanoshike, Kushiro city, which is located at the southern end of Kushiro Marsh, to reveal the presence of acid fog. Visibility, which is used as the index for the appearance of the fog, is continuously observed on the rooftop of Kushiro National College of Technology in Otanoshike. At the same time, fog is collected from the air using a weather balloon and the acidity is measured. Since a large-scale paper mill is in between the coast and the marsh, analyses are performed for the fog from the coast to the marsh through the mill (mainly in the south wind) and that from the marsh to the coast through the mill (mainly in the north wind). As a result, no clear difference in the acidity by the direction of the wind appeared. Most likely acidity of the fog in both the north and the south wind is pH of about 3.5.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：気候、酸性霧、釧路湿原、電気伝導度、塩分濃度、移流霧

1. 研究開始当初の背景

本研究では環境破壊等で問題になっている酸性霧に関して鉛直的分布や平面分布の測定をおこない、その気候学的特徴を明らか

にする。酸性霧は森林・湿原の生育・保全に大きく影響を与えている。さらにその濃度によっては人体に影響を及ぼし、日常生活に支障が生じる可能性がある。このため、持続可

能な環境・社会の実現のために、酸性霧の特徴を明らかにすることは環境研究としても大きな意味があると考え。特に申請者の住居・勤務する地域（釧路高専周辺）は、霧の多発地域および世界的な自然環境資源であり日本で初めてラムサール条約にも指定された釧路湿原を抱えており、この研究をおこなうには最適である。

2. 研究の目的

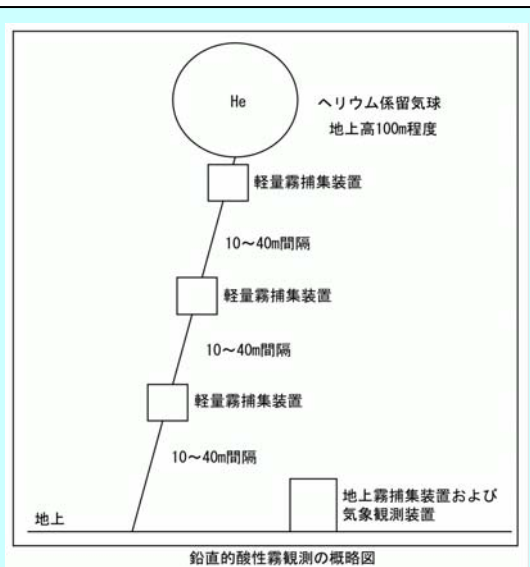
これまで、酸性雨に関する森林への影響については改めて一つ一つ研究事例を述べるまでもなく、国内はもとより世界各地において解析・研究が進められている。これらの結果は酸性雨が森林や湿原の衰退に与える影響が大きいことを提示しており、この結果は各種の政策立案のトリガーとなっている。他方、酸性霧の生態系への影響は以前から指摘されており、環境省も酸性霧の実態調査について1991年度よりおこなっている。この観測・調査は山間部という人家の密度が少ない地域を主に対象としている。酸性霧の研究が酸性雨に対して遅れてきた理由は、霧を捕集できるほどの高濃度の霧が発生している地域は一般に調査に多大な労力を有する山間部などに限られていたからである。さらに山間部に設置する機器は無人で動作する必要がある。霧捕集装置は雨の捕集装置と比較して、機構が複雑かつ高価であり、定期的に一定間隔で採取するのが困難であった。霧そのものの研究は古くからおこなわれており、近年ではドップラーレーダーを用いた単発的な霧の観測もおこなわれているものの、霧の水平的・垂直的動態について小気候学的には未解明な部分が多い。

このように霧の研究は徐々に明らかにされつつあるにもかかわらず、酸性霧の研究は平面的なものにとどまっている。これは森林の構造を考えると、樹冠付近と地上付近では酸性霧の影響は異なるはずであり、これに酸性霧の研究が対応していないことは問題がある。また、湿原に発生する霧は周囲の地形起伏の影響を多く受けるために、その平面的・鉛直的構造が大きく問題となる。これら問題の解析は社会的に潜在的な要請はあったと考えられる。これらの問題を解決するためには酸性霧の平面的かつ鉛直的観測・研究解析が必要と考えられる。

これらを考慮して次の2つを目的とした。

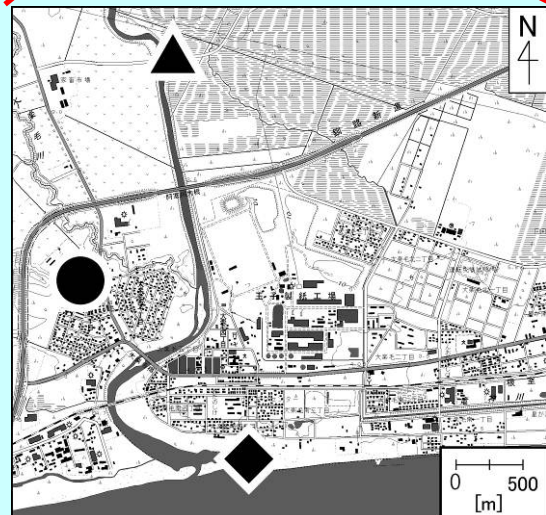
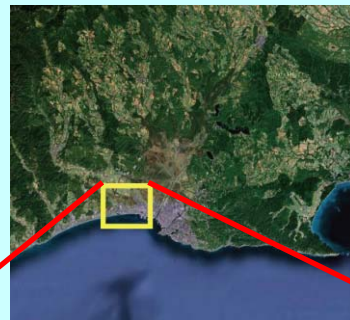
①北海道東部太平洋側では濃霧の頻発することが知られている。しかし、「濃霧」とは概念的にわかっているものの、その濃さ（視程）や酸性度についてはよく分かっていない。今回、視程の連続観測を実施し、同時に霧の酸性度について鉛直的、水平的な値を明らかにすることを目的とする。

②霧の捕集装置は従来日単位や半日単位で



第1図

の捕集を考慮されておらず、数日や一週間ほど放置して捕集するものがほとんどである。また霧発生にあわせて観測する装置は商用電源が必要で大規模かつ高価なものしか無



第2図：観測地点。

国土地理院『電子国土』より加筆引用

●：釧路高専，▲：湿原地点，◆：海岸地点

い。そこで本研究では半日単位で霧を捕集できる安価な装置を開発することを目的とした。この際、係留気球に取り付けて上空の霧を捕集できるように軽量であることに留意した。

3. 研究の方法

(1) 平面的・鉛直的酸性霧の観測解析。

鉛直的酸性霧観測の概略図は第1図のとおりである。このような観測機器をもって釧路市の本校（釧路工業高等専門学校）敷地内にて鉛直的な酸性霧の観測をおこなう。本校は海岸線より約1km、釧路湿原とは隣接しており、酸性霧の観測および、酸性霧が釧路湿原に及ぼす影響について考慮する場合にもっとも適した地点にあると考えられる。観測期間は霧の発生時期である該当年度の5月から7月とした。係留気球は北風・南風（≒海陸風）の変化に合わせ、おおむね半日に一回上下させ、酸性霧の時間変化についても研究解析をおこなう。鉛直的な酸性霧の解析にはその地域の気候（気象）的な背景の把握が不可欠であるので、地上において平行して霧を主とする気象観測および霧の捕集をおこなう。特に地上における霧濃度（視程）の観測は不可欠であり、この項目を包含する気象観測を行う。気球を係留する時期は霧発生時であり、研究対象地点と勤務地が同一である点を生かし、機動的に観測をおこなう。これらから得られた観測資料と周辺のAMeDAS等既存の気象観測資料から総観気候学的な解析をおこない研究を実施する。係留気球に充填するガスは無人で係留することになるので安全性の高いヘリウムガスを用いる。

酸性霧の平面的観測は釧路湿原南端と王子製紙を挟んで海岸側でおこなう（第2図）。これは釧路湿原南端に発生する霧は海からの「移流霧」と湿原で発生する「放射霧」の2種類あり、両者についてその酸性度の差異を風向と製紙工場との位置関係から比較検討をおこなう。

(2) 仕様資料・解析方法。

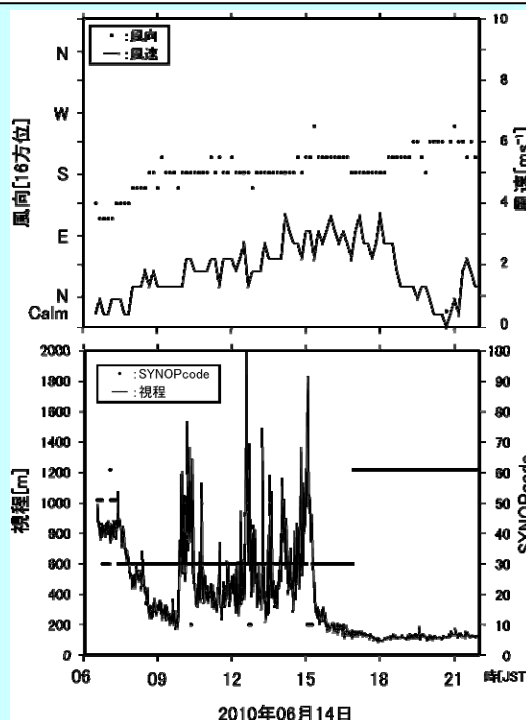
使用資料として風向および視程の資料は釧路高専屋上に設置した風向風速計および視程計（VAISALA社PWD22）より得られた資料である。霧の酸性度と電気伝導度を測定するために、釧路湿原南端の地点と大楽毛海岸で霧を自然滴下させ、ポリ瓶に収集し回収した。ポリ瓶の設置と回収は、早朝と夕方におこなった。回収した資料に対して酸性度を測定した。同時に参考として霧の電気伝導度も測定した。これは海洋からの霧（移流霧）の場合には放射霧とは塩分濃度が異なると考えたためである。気象条件等が揃った場合には、釧路高専裏の湿原において、上空の霧についても同様の観測を実施した。上空の観測には係留気球を用い、係留ロープの100mお



第3図：本研究で作成した霧捕集装置。

高さ約120cmほどの位置に漏斗を設置して自然滴下させ、ポリ瓶に霧を回収。クリアファイルはB4サイズ。

よび50mの位置に先ほど同様のポリ瓶等を設置した。係留は夕方から早朝にかけ連続して実施したので、ポリ瓶の高度は必ずしも一定ではなかった。



第4図：2010年6月5日の釧路高専屋上における風向風速、視程、天気コードの時間変化。

4. 研究成果

(1) 霧捕集装置の開発.

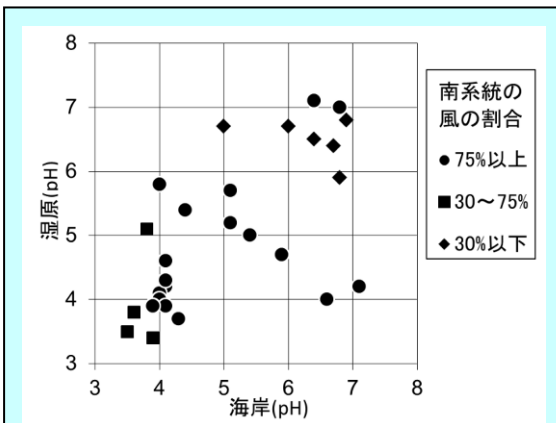
観測の前に霧捕集装置の開発をおこなった. 当初は12Vのバッテリーで操作させる電動FANで網(約3mmメッシュ)に霧を含む大気を当て、滴下する霧を捕集しようと試みたが、視程が100m程度の濃霧においても、一晩では測定できるほどの霧を捕集できなかった. これは大気との接触面積が不足しているためと考え、「面」で捕集することにした. 「安価」かつ「軽量」ということを考慮してB4サイズのクリアファイルを用いて作成した. この結果、一晩で数ml捕集できることが確認できた. クリアファイルには漏斗を取り付け、捕集した霧を確実に集めるようにし、集めた霧はポリ瓶に滴下するようにした. 設置の様子を第3図に示す.

(2) 霧出現時の風向・風速、視程、酸性度との関係.

霧出現時の一例を第4図に示す. このようにポリ瓶を設置した期間全体(赤矢印)にわたって視程1000m以下(=霧)であり、かつ、15時前後からは視程が200m以下の濃霧となっていた. この時の海岸における酸性度は4.3pH、湿原におけるそれは3.7pHであった.

(3) 海岸と湿原との酸性度の比較.

2010年5月22日から6月22日および2011年5月25日から7月28日の間に39事例分の資料回収をおこなった. これは、視程計から得られるSYNOPコードより霧と判定された日を抽出してある. また、霧の濃い場合(視程200m以下)では「雨」と判定されることもあったが雨量計の値を鑑みて霧の判定をおこなった. 海岸と湿原の両観測点の酸性度を比較したのが第5図である. 第5図は単に海岸と湿原の酸性度を比較するだけではなく、ポリ瓶設置期間中の霧発生期間(視程1km未満の期間)の風向を分類し、東南東から西南西の風(=南系統の風)の割合で記号を変えプロットした. これを見ると、南系統の風が30%以下の場合にはpHの値が高い傾向にあ



第5図：海岸側と湿原側の酸性度の比較.

る. また当初想定していた海岸と湿原の酸性度の差は明瞭ではなかった.

(4) 上空の霧の酸性度.

上空の酸性度および電気伝導度についても霧出現時に測定した. 結果として、4回の観測であるものの、上空の方が地上と比較して酸性度は低く、電気伝導度は大きい傾向にあった(第1表). ただし、観測回数が4回と極めて少ないので、客観性を求めるためには今後の観測の積み重ねが求められる.

第1表：上空のpHおよび電気伝導度.

測定地点は釧路高専裏の湿原.

長さは必ずしも高さを示すものではない.

開始	2011/06/17 15:35	
終了	2011/06/18 07:15	
測定要素	pH	電気伝導度(S/cm)
100m	6.9	2.4E-3
50m	3.9	670.0E-6
地上	4.3	98.0E-6
開始	2011/06/19 17:05	
終了	2011/06/20 06:55	
測定要素	pH	電気伝導度(S/cm)
100m	6.2	450.0E-6
50m	5.4	210.0E-6
地上	5.2	340.0E-6
開始	2011/06/20 17:35	
終了	2011/06/21 06:59	
測定要素	pH	電気伝導度(S/cm)
100m	6.2	195.0E-6
50m	6.4	167.0E-6
地上	6.5	88.0E-6
開始	2011/06/28 17:21	
終了	2011/06/29 04:35	
測定要素	pH	電気伝導度(S/cm)
100m	6.9	114.0E-6
50m	7.1	102.0E-6
地上	7	73.0E-6

(5) 総括.

酸性霧の研究は先にも述べたように半日単位では無く、数日間霧を捕集して、その酸性度を測定する、という手法が多かった. また一地点でかつ山間部の研究が多く、複数地点における同時観測というのは、少なくとも国内で初の試みであった. 今回の研究では海岸部と湿原とでは、風向別に分類しても大きな差異は認められなかった. また、上空の霧の観測も事例数が少なく客観性に欠ける点が惜まれる. 今後の課題としてはより内陸部の霧を捕集し、どれだけ内陸まで酸性霧が到達しているのかを明らかにすると同時に、

係留気球の高度を何らかの形で一定にする、もしくは高度をリアルタイムで計測するなどして、鉛直方向の酸性霧について明らかにしていきたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計3件)

①佐川正人・松岡孝佳・村田雅通, 北海道釧路市に出現する霧の酸性度と電気伝導度, 日本気象学会, 2011年11月16日, 名古屋大学.

②佐川正人・松岡孝佳・中屋敷祐太郎・大前佑斗, 北海道釧路市に出現する霧の特徴, 日本地理学会, 2010年10月02日, 名古屋大学.

③戸村尚仁・佐川正人, 霧出現時の視程計による指定と画像判定による視程との関係, 日本気象学会, 2009年11月27日, アクロス福岡.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐川 正人 (SAGAWA MASATO)

釧路工業高等専門学校・電気工学科・准教授
研究者番号：60435394