

大佐渡山地の霧の実態に迫る ―金山・朱鷺に続く佐渡第3の観光資源を育む霧―

新潟大学災害復興科学センター

河島 克久 伊豫部 勉

1. はじめに

佐渡島は日本海に浮かぶ日本最大の離島である（択捉・国後・沖縄を除く）。島の半分を占める大佐渡山地は、暖候期の多くの時間を雲で覆われる“霧の山”であり、そこには2008年のG8洞爺湖サミットで世界中に紹介されたスギ原生林が広がっている。この原生林の成立には暖候期の霧が大きく関係していると言われている。このような大規模なスギ原生林は、日本では佐渡を含め、屋久島など数箇所には存在しない貴重なものであり、“霧が育てたスギの森”は国際競争力を有する「隠れた観光資源」である。実際に、佐渡市では「神秘の大自然 原生林と杉巨木群トレッキング」と題する滞在型観光（エコツーリズム）の取り組みが始まりつつあり、これが少子高齢化時代の地域活性化の切り札となることが期待される。

地域を支える観光産業へとエコツーリズムを育て、持続可能なものとするためには、自然（霧とスギ原生林）の理解と保全が必要不可欠であるが、これまで大佐渡山地の霧の実態や生態系との関わりについてはほとんど解明されていない。

2. 本事業の概要

本事業では、大佐渡山地の霧に対して、気象学・水文学・生態学など複数の分野の調査・観測を暖候期に行う。将来的には、これらから得られる成果を融合させ、特に生態水文学(Ecohydrology)の視点から霧とスギ原生林の成立の関わりを解明することを目指す。得られた科学的知見については、スギ原生林のエコツーリズムを推進している佐渡市や新潟県等の団体が、地域資源の保全、観光情報の提供などの観光地域づくりに直接的に役立てることができるよう、成果を画像（動画も含む）とともに分かりやすくまとめた電子解説書（DVD）を作成し、関係団体に無償配布・提供する。

本報告では、まず大佐渡山地における霧の実態解明を目的とした現地観測の結果として、霧の発生特性、霧発生時の放射特性、霧がスギ原生林の土壌水分に及ぼす影響に関して得られた知見をまとめる。その後、本事業で作成した電子解説書の概要を説明する。

なお、大佐渡山地における霧の発生特性の観測は2009年暖候期から開始しており、本報告では2009年度の成果も含めて述べる。

3. 観測場所と方法

本事業における霧の観測場所は、大佐渡山地北部の稜線部に位置する関越（標高780m、新潟大学農学部附属演習林）周辺である（図1）。

霧の発生特性に関する観測では、関越においてインターバルカメラを用いてスギ原生林を覆う霧の長期自動撮影（日中時間帯、1時間間隔）を行った。また、2009年9月と2010年8月には、数日間にわたってビデオカメラと目視による霧の集中観測を実施した。さらに、関越及び外海府海岸（小田）・内海府海岸（浦川）の合計3箇所において自動気象観測（気温、湿度、風向風速など）を行った。

霧発生時の放射特性に関する観測では、2010年8月に関越の林外（open site）に放射収支計を設置

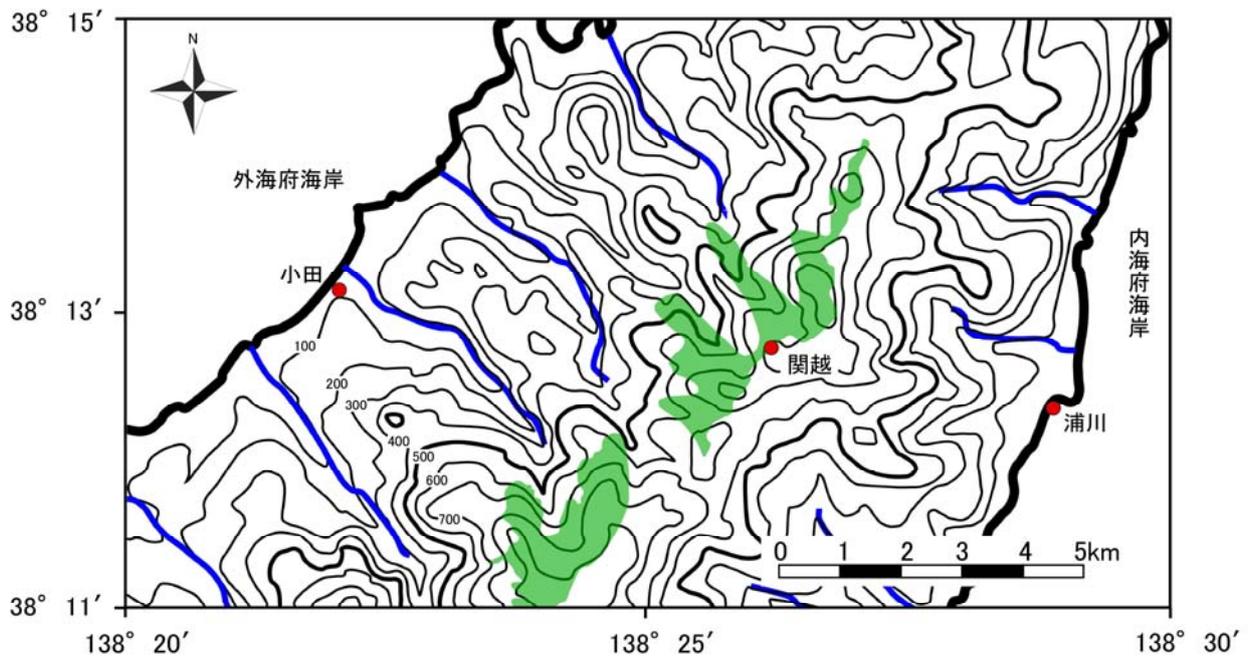


図1 観測場所（陰影部分はスギ原生林の領域を意味する）

し、全天日射量、反射量、大気放射量、地球放射量を測定した。

霧発生時のスギ原生林の土壌水分量に関する観測では、関越に隣接するスギ原生林内の5地点に蒸発パン（縦33.5 cm×横23.5 cm×深さ7 cm）を設置し、約半日間隔（朝、夕）で蒸発パン全体の質量を電子天秤を用いて測定した。

4. 霧の発生特性に関する主な観測結果

- (1) 関越では、6月から9月までの4ヶ月間のうち、2009年は約65%の日で、2010年は73%の日で霧が観測された（両年における同期間の相川特別地域気象観測所の霧日数は0）（図2）。月別にみると7月の霧日数が最も多く、植物の活性が高まる時期に発生頻度が高いことが特徴である。平均的にみると、霧日には日中時間帯の約50%の時間で霧が発生している。
- (2) 2009年9月2～4日に行った雲霧の集中観測から、霧は山腹の比較的低い高度で凝結が始まり、

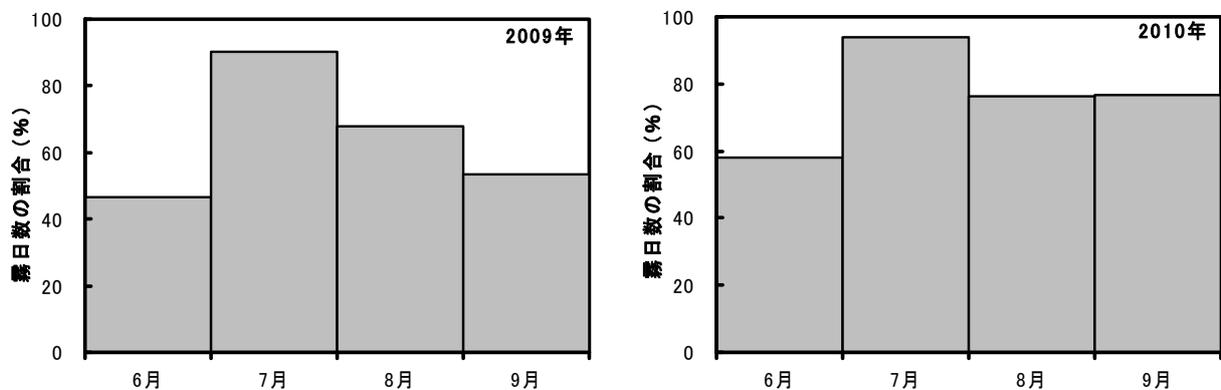


図2 暖候期における月毎の霧日数の割合

数分間のうちに発達しながら稜線部一帯覆い、その後 20 分間以内に消散するというプロセスで発生していることが分かった(図 3)。

- (3) 地上天気図や周辺の気象状況等から、暖候期に発生した霧のほとんどが上昇霧であると推定される。関越・小田・浦川の気象データから Henning の公式を用いて持ち上げ凝結高度 (LCL) を算出したところ、霧日の LCL のほとんどは関越の標高よりも低いことが分かり、上昇霧とした推定結果と整合していた(図 4)。また、気温減率から推定した大気の鉛直安定度は、霧日の多くで条件付不安定であり、上昇風が生じやすい状況であったといえる(図 5)。

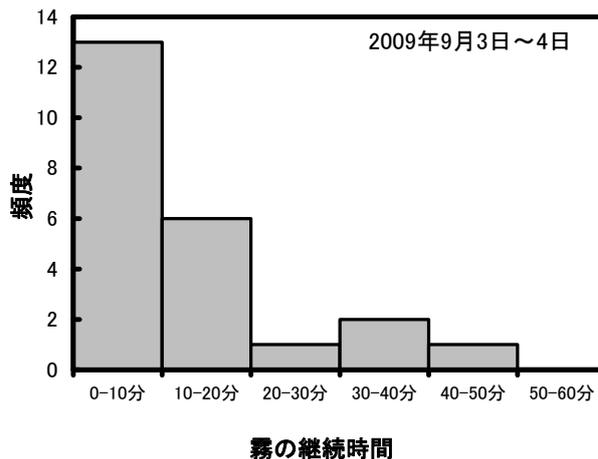


図 3 霧の継続時間の頻度分布

この霧日における LCL と気温減率の特徴は、小田・浦川のどちらの気象データを用いても認められる。つまり、関越周辺は外海府・内海府両サイドから上昇霧が発生し得る場所であり、このことが霧日数を高めることに貢献していると考えられる。

- (4) LCL を霧の下限高度と考えて、高度による上昇霧の発生頻度の違い(累積頻度分布)を考察した結果、上昇霧は高度 150 m 以上で発生すること(相川で霧が全く観測されなかったことと符合)、標高 700 m 以上では霧日にはほぼ確実に霧で覆われること等が明らかになった。この結果は、暖候期の霧が標高 700 m 以上に広く分布するスギ天然林の成立と深く関わっていることを示唆するものである。

5. 霧発生時の放射特性及びスギ原生林の土壌水分に関する主な観測結果

- (1) 晴天時と霧発生時の放射収支の時間変化を比較した結果、霧は、日中時間帯の放射加熱及び夜間の放射冷却の双方を低減させ、一日の放射収支を平滑化させる効果があることが分かった(図 6)。この効果は、霧の出現によって気温の日較差を低減させることになり、その結果、大気の湿度や土壌水分の安定化・維持をもたらすことを意味すると考えられる。

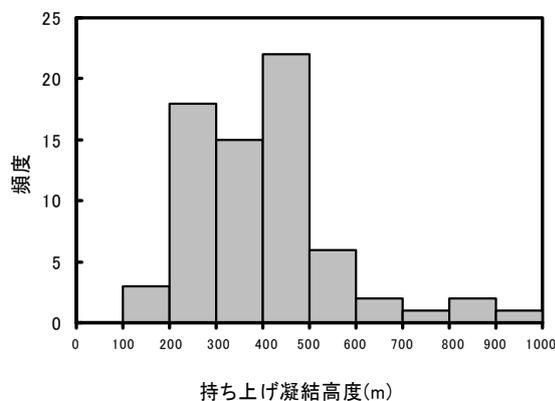


図 4 2009 年霧日の LCL の頻度分布

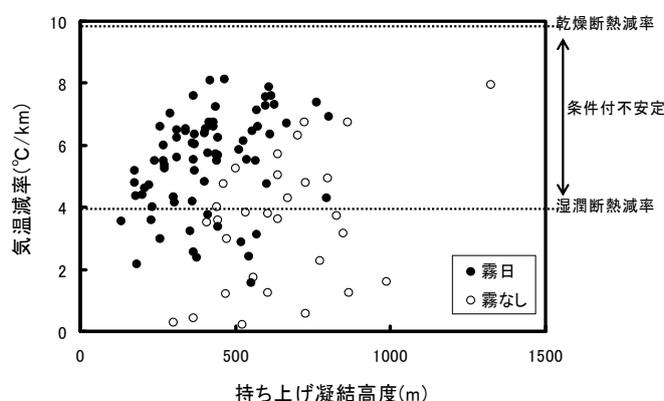


図 5 2009 年暖候期の LCL と気温減率との関係

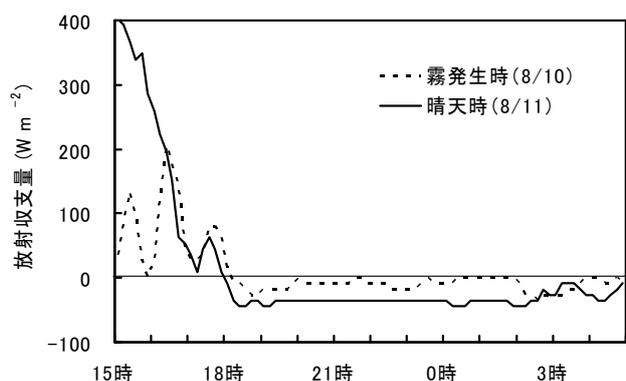


図6 放射収支量の時間変化

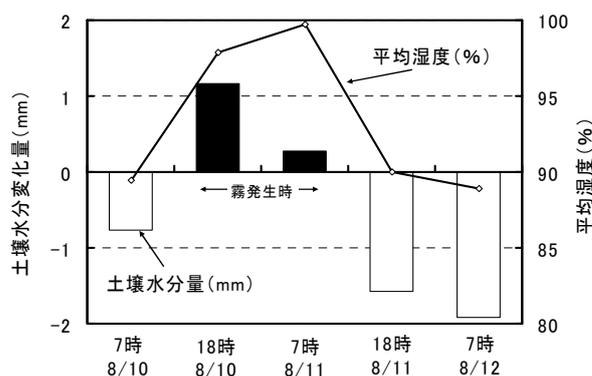


図7 土壌水分変化量及び湿度の変化

(2) 蒸発パンの測定から、スギ原生林内の土壌表層（リター層）の水分変化量を算出した結果、霧発生時以外の時間帯では水分量が減少（半日で1~2 mm程度）しており、土壌表層からの蒸発が生じていることが分かった（図7）。一方、頻繁に霧が発生した時間帯では、降雨は観測されなかったにもかかわらず、土壌水分量が増加していた（半日で0~1 mm程度）。霧発生時に土壌水分量が増加する原因は今後の調査を待つ必要があるが、スギが霧を捕捉し水滴（樹雨）あるいは樹幹流として地表に供給している可能性がある。その他にも、霧の地表面への吸着、結露などが考えられる。

6. 電子解説書「霧の森—大佐渡山地のスギ原生林—」の作成と提供

大佐渡山地のスギ原生林を観光資源としたエコツーリズムの推進・育成、観光情報提供の高度化・充実化、地域の環境保全意識の高揚などを目的として、2009~2010年度の調査結果を分かりやすくまとめた電子解説書（DVD）を500部作成し（図8）、関係機関・団体に無償配布した。

電子解説書は、本編「霧の森—大佐渡山地のスギ原生林—」と資料「大佐渡山地の気象データ」の2部構成となっており、収録時間（動画再生時間）はそれぞれ15分27秒、3分21秒である。本編では、大佐渡山地のスギ原生林を育む霧の実態をビデオカメラ映像、観測データ、アニメーションなどを交えながら分かりやすく解説している。一方、資料では、大佐渡山地の稜線（標高800m）で観測された気温、湿度、降水量、積雪深のデータを見ることができる。

500部作成したうち、佐渡市及び新潟県の観光・環境・農林・教育関係の部課や、観光協会・図書館・博物館・関係研究機関・環境NPO等へ約100部無償配布した。さらに、電子解説書のチラシ（電子版）を作成し、これとともに電子解説書の無償提供の情報を新潟大学ホームページのホーム画面（新着情報）に2011年3月3日にアップロードした。その後、提供希望者からの連絡が多数寄せられ、随時、電子解説書の送付作業を行っている。



図8 作成した電子解説書

7. おわりに

観光は少子高齢化時代の地域活性化の切り札である。本事業は大佐渡山地のスギ原生林を対象として、それを育む霧に焦点をあて、その実態や生態系との関わりについて解明することにより、スギ原生林を観光資源としたエコツーリズムの発展に寄与することをねらいとした。また、本事業では霧の実態調査に留まらず、成果をまとめた電子解説書の作成・配布によって観光情報提供の高度化・充実化に寄与することに重点を置いた。

その結果、大佐渡山地で霧の頻度、継続時間、種類（分類）など、霧の発生特性に関して多くの知見を得ることができた。また、霧発生時の放射特性やスギ原生林の土壌水分量変化に関しても現地観測を実施し、生態水文学(Ecohydrology)の視点から霧とスギ原生林の成立の関わりを解明する上での足がかりをつかむことができた。今後、霧発生時の土壌表層の水収支観測や熱収支観測を行い、霧がスギ原生林に果たす役割について明らかにしていきたいと考えている。

研究成果のアウトリーチ活動として作成した電子解説書は、佐渡市や新潟県の関係者を中心に概ね好評を博しており、多くの追加希望があった。言葉（文書）や写真では十分には伝えきれない現象・研究成果に対して、ビデオ映像（動画）やアニメーションをナレーションとともに編集するという手法は極めて有意義であった。

最後に、本事業の助成団体である（社）北陸建設弘済会に対し深甚なる謝意を表します。また、本事業の遂行でお世話になった新潟大学農学部附属フィールド科学教育研究センター佐渡ステーション及び新潟大学災害復興科学センターの関係各位にお礼申し上げます。