

摩周湖周辺の樹木減少についての考察

北海道立総合研究機構環境科学研究センター 山口高志・野口 泉
弟子屈町 小林 史和・田中智大

はじめに

近年、摩周湖外輪山周辺でダケカンバの立ち枯れが報告されている⁽¹⁾。類似した現象として神奈川県丹沢山地でのブナの衰退が報告されており、その要因として大気汚染物質のオゾンや虫害、シカの食害などの複合影響⁽²⁾や酸性霧⁽³⁾が挙げられている。摩周湖ではオゾン濃度が高いことから⁽⁴⁾オゾン濃度および霧の化学性⁽⁵⁾について調査が継続されている⁽¹⁾。また、摩周湖では水分ストレスの影響も指摘されている⁽⁶⁾。

本報告ではオゾン濃度の測定結果と合わせて、前報で報告した樹木減少地域推定結果(図-1)⁽⁷⁾を更に検証した結果を報告する。また、第三展望台での樹木減少時期の推定についても報告する。

調査方法

- 1) 大気中オゾン濃度の測定:小川式パッシブサンプラーにより、第一展望台から100mほどの位置の登山道沿いで月平均濃度を測定した。期間は2009~2014年である。
- 2) 航空写真による樹木減少地域の推定:前報⁽⁷⁾において1977, 2008年の2時期の航空写真を教師付き分類して抽出した結果(図-1)をもとに、過去の写真や映像について弟子屈町所蔵のものや川湯エコミュージアムセンター所蔵の映像、弟子屈町在住の方からの提供及びホームページ上で使用許可を得られたものを使用した。その中でも比較的多く写真が収集された第三展望台と、登山道沿いの地点で比較・考察を行った。

調査結果および考察

- 1) 大気中オゾン濃度
2006~2014年のオゾン月平均濃度を示す(図-2)。例年3-4月には約60-70ppbと高濃度だが、ダケカンバの展葉から落葉までの6-9月は30-40ppb前後に低下する。オゾンは主に気孔から吸収されるため、展葉前や落葉後の影響は小さいと考えられる。2010年からの自動測定機による測定で80-100ppb程度の高濃度も確認されているが、3-5月に多いこと、期間が数時間から1日程度と短いことから影響は限定的と考えられる。一方で春季に高濃度オゾンに曝露される常緑樹への影響は検討する必要があるだろう。
- 2) 現地踏査による樹木減少地域の確認
航空写真から樹木が減少したと推定された摩周湖南斜面の地点を検証した(図-1, 3)。1970年代では根尾沿いに樹木が確認されたが、現在は草地となり、草地周辺と

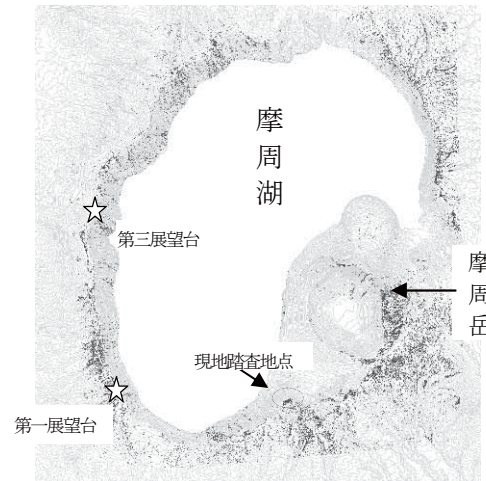


図-1 航空写真による推定樹木減少地域(黒塗り部)

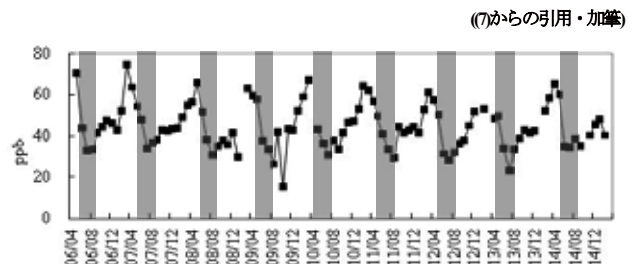


図-2 大気中オゾン月平均濃度測定結果 (網掛け部は6~9月)

斜面下部に多くの枯死木および倒木が確認された。このことから航空写真による推定はおおむね妥当と考えられる。また、この付近の登山道沿いでも、1970年代には登山道近くまで樹木が存在していたが、現在は摩周湖側斜面内側まで後退した事も確認された。さらに、1987年製作の映像では登山道沿いに灌木が多く見られたが、現在その多くが枯死、衰退し、草地へ変化すると考えられる(図-4)。これらのことから、この地点では登山道周辺から摩周湖側斜面で樹木減少が進んでいると考えられる。一方で摩周岳周辺で減少とされた地点について摩周岳頂上から確認すると、一部はササの繁茂が確認できたが、倒木等は確認できず、急斜面のため確認できない地点も多かった。これらのことから航空写真による推定は平坦な地点についてはおおむね妥当と思われるが、摩周岳周辺など急斜面については、現地でのより詳細な検証が必要である。

Takashi YAMAGUCHI, Izumi NOGUCHI (Hokkaido Research Organization, Institute of Environmental Sciences, Kita-19, Nishi-12, Kitaku, Sapporo 060-0819), Fumikazu KOBAYASHI, Tomohiro TANAKA (Teshikaga Town Office, Teshikaga, Kawakami-gun, Hokkaido 088-3292).

An evaluation of tree decline area and its causes around Lake Mashu

3) 第三展望台付近の樹木減少について

第三展望台では 1965 年の写真から、稜線付近のダケカンバ群落が消滅した事が判明していた⁽⁸⁾(図-5)。今回、更に収集した写真から 1989 年までは群落が存在したが、1998 年には枯れ木が多くなり、2004 年には枯死木が倒伏して草地となった景観変化の過程が明らかとなった。

同地点の摩周湖側斜面でも同様に、1960 年代には稜線近くまで樹木があったが、現在は斜面下部まで後退しており、景観が変化していると考えられる。

また、第三展望台付近の人為影響がほぼ無い稜線部でも草地への変化が確認された。この地点についてはまだ情報が少なく時期や樹種については討が必要である。

4) 第一展望台付近の立ち枯れについて

第一展望台南側では 2005 年に健全とみられた樹木が 2010 年に立ち枯れたことが確認されている(図-6)。また、2005 年に観察されていた枯損木は倒伏し景観が変化している。これらのことから第一展望台でも第三展望台同様に小群落の消滅があった、もしくはその過程の可能性はある。要因が同じとは限らないが、現在も樹木の減少と景観変化が進んでいる一例として重要と思われる。

その他の要因についての考察

1) 霧の酸性度と窒素沈着量

摩周湖の霧は夏-秋に数回の pH 3 台の事例が確認されているが、平均 pH は 4.6 である⁽⁹⁾。樹木へは pH3 程度で影響するため⁽⁹⁾、霧酸性度の影響は小さいだろう。

一方で摩周湖の霧中の無機イオン成分を国内他地点の霧と比較すると⁽⁵⁾⁽¹⁰⁾、大気汚染由来の SO_4^{2-} 、 NO_3^- 濃度は低いが、 NH_4^+ の割合が大きい⁽⁶⁾。また気温が低下し NH_3 の発生量が少なくなる秋に pH3 台の霧が多いことから⁽⁶⁾、摩周湖の霧は NH_3 により中和作用を受けていると考えられる。 NH_3 の主要発生源は根釧台地の酪農業と考えられ⁽¹¹⁾、この地域は 1950 年代に大規模開発が行われたため、過去 60 年間に NH_3 発生量は増加したと思われる。

これらのことから NH_3 発生量が少ない時代は霧は現在よりも酸性だったが、近年はそれが緩和されると共に、霧による窒素沈着量が増加するなど⁽⁶⁾、植生に対する影響が変化していると推測される。窒素沈着の植生影響は多く指摘されており⁽¹²⁾、今後検討が必要だろう。

2) 気象要因など

・台風について

第三展望台及び登山道の写真から、樹木の立ち枯れは 1980 年代から 2000 年代初頭にかけて起こったと推測される。1990 年代に報告された奥日光などの立ち枯れについては台風を起因とする報告があり⁽¹³⁾、摩周湖でも台風による長期的な影響については検討が必要である。

最近では 2004 年に道内に甚大な被害をもたらした台風 18 号があるが、その到達日(9 月 8 日)以前に既に多くの立ち枯れが第三展望台で確認されているため(図-5)、枯損木の倒伏などはあっても、この地点の樹木減少の主要因ではないと考えられる。

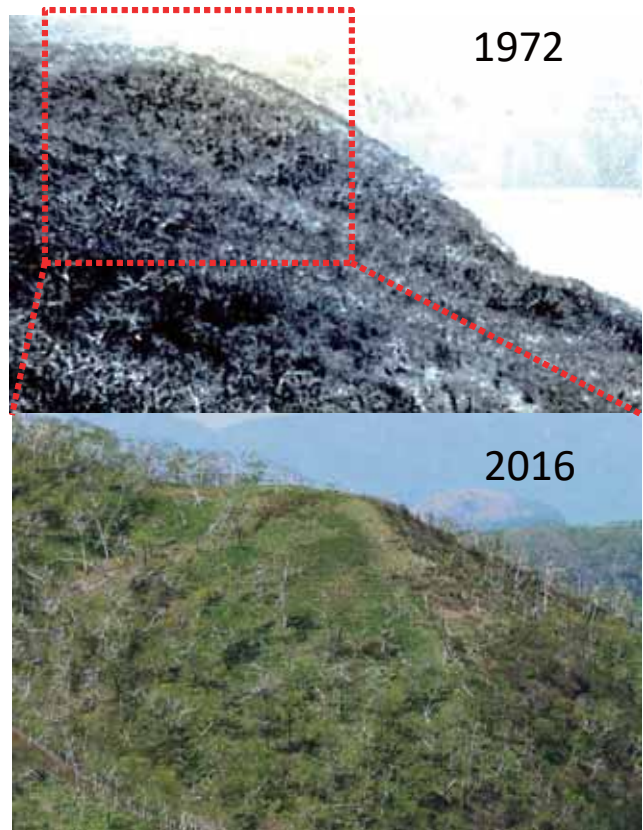


図-3 現地踏査で確認された樹林減少地点



図-4 登山道沿いの枯死木

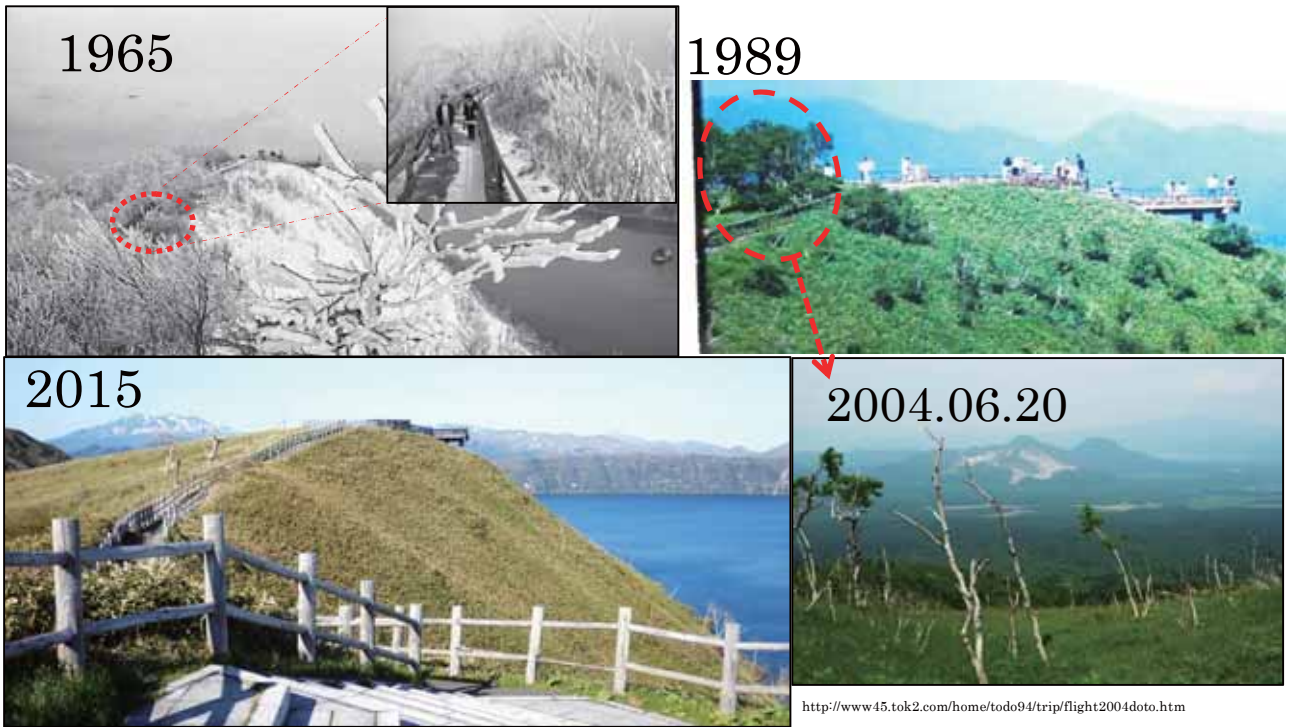


図-5 第三展望台付近の樹木の消失

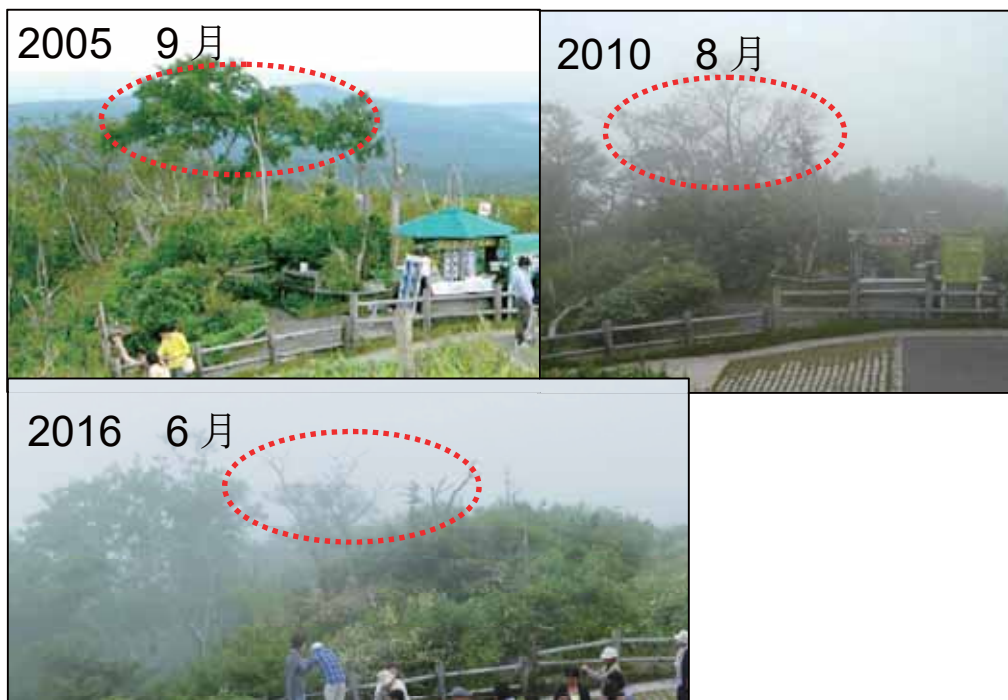


図-6 第一展望台付近の立ち枯れ

・気温・降雪量など

気象台の報告によると⁽¹⁴⁾1950年代から2000年代にかけて、降雪量は釧路や根室以外の道東地域では横ばいで最深雪量も有意な増減傾向は見られなかった。しかし、月ごとの気温では冬-春季にかけて+1~1.5°C程度上昇しており、融雪期の早期化などが考えられる。

3) 立ち枯れか寿命による枯死か

現在立ち枯れが観察されている地点では、枯死木の多くが樹高 5-10m 程度と比較的大きく、小径木は少ない。このことから立ち枯れとされている事象は単純に老木の寿命による枯死と、草本類との競争での更新阻害が組み合わさって立ち枯れの様に観察されている可能性がある。しかし、第三展望台のように、何らかの要因で群落が枯死した後に小径木は速やかに倒伏し、結果的に大木のみが残っている可能性もある。今後の検討には、過去の写真や年輪解析など経時的な情報を得て、どのような経緯で発生したものかを明らかにする必要がある。

まとめ

摩周湖外輪山で、最近 50 年間で樹木減少により景観が変化している地点が確認された。一部地点ではその変化時期がある程度特定されつつあるが、道路沿い以外では情報が少なく調査は難航している。

大気汚染物質については、摩周湖のダケカンバに対してはオゾンや霧酸性度の影響は小さいと考えられる。一方で霧による窒素沈着量が大きく、この地域での酪農の大規模開発によって窒素沈着量は増加したと考えられる。また窒素については北海道全体でも越境汚染による積雪中の NO₃が増加していることや⁽¹⁵⁾、その融雪期の短期間の放出など積雪地域特有の条件も考慮すべきだろう。

樹木の立ち枯れや減少は様々な素因・誘因によって起こされ⁽¹⁶⁾、明治-大正期には摩周湖周辺での山火事の報告もあることから、立ち枯れと見られる状態はこのような様々な攪乱を視野に入れて検討すべきだろう。また、複数地点での樹木減少の要因や経過はそれぞれで異なる可能性もあり、画一的な解釈は避けるべきである。

いずれにせよ、樹木の履歴は重要な情報であり、将来の摩周湖周辺の環境保全のためにも本報告で示したような写真などの情報収集、保存および今後の継続的な観察が必要である。

謝辞

写真を提供頂いた藤泰人氏と様々な助言を頂いた細川音治氏、その他に写真提供を快諾頂いた諸氏に感謝する。

引用文献

(1) 渡辺 誠・龍田慎平・斎藤秀之・小池孝良・稲田秀俊・久保島康行・江口将之・渡邊陽子 (2010) 摩周湖外輪山のダケカンバ衰退に関する生理生態学的調査. 日林北支論 **58**:13-16.
(2) 谷脇 徹 (2013) 衰退の現状(<特集>ブナ林の衰退-丹沢山地で起きていること-). 森林科学 **67**:2-5.

(3) 井川 学・大河内博 (2009) 丹沢大山における大気化学観測と酸性沈着が森林生態系に及ぼす影響. エアロゾル研究 **24**:97-104.
(4) 山口高志・野口 泉 (2011) 摩周湖周辺の大気環境--霧とオゾンについて (特集 摩周湖外輪山の大気環境と樹木の衰退). 北方林業 **63**:30-32.
(5) Yamaguchi T・Katata G・Noguchi I・Sakai S・Watanabe Y・Uematsu M・Furutani H (2015) Long-term observation of fog chemistry and estimation of fog water and nitrogen input via fog water deposition at a mountainous site in Hokkaido, Japan. Atmospheric Res **151**:82-92. doi: 10.1016/j.atmosres.2014.01.023
(6) 佐久間彬・渡辺 誠・若松 歩・川井田東吾・小池孝良 (2013) 摩周湖外輪山における森林衰退と土壌要因. 北森研 **61**:105-106.
(7) 山口高志・酒井茂克・野口 泉・渡邊陽子・若松 歩・渡邊 忠 (2012) 摩周湖周辺の樹木衰退とその要因としての酸性霧の検討. 北森研 **60**:45-46.
(8) 山口高志 (2016) 1G1615-3 摩周湖周辺の樹木減少についての調査(広域大気汚染影響評価におけるリモートセンシングの活用, 7.酸性雨分科会). 大気環境学会年会講演要旨集 **57**:158-159.
(9) Fowler D・Cape JN・Deans JD・Leith ID・Murray MB・Smith RI・Sheppard LJ・Unsworth MH (1989) Effects of acid mist on the frost hardiness of red spruce seedlings. New Phytol **113**:321-335.
(10) 吉田耕治・竹中千里 (2004) 酸性霧が樹木生理に及ぼす影響(<特集>樹木の環境適応とストレスフィジオロジー). 日林誌 **86**:54-60.
(11) Kannari A・Tonooka Y・Baba T・Murano K (2007) Development of multiple-species resolution hourly basis emissions inventory for Japan. Atmos Environ **41**:3428-3439.
(12) Dise NB・Ashmore MR・Belyazid S・Bobbink R・De Vries W・Erismann JW・Spranger T・Stevens C・van den Berg L (2011) Nitrogen as a threat to European terrestrial biodiversity. Eur. Nitrogen Assess.
(13) 谷本丈夫・劉 岩・里道知佳・大久保達弘・二瓶幸志 (1996) 奥日光・足尾・赤城山地における森林衰退と立地環境(<講演会特集>関東北部山地における森林の衰退現象). 森林立地 **38**:1-12.
(14) 気象庁札幌管区気象台・函館海洋気象台 (2010) 北海道の気候変化～北海道における気候と海洋の変動. <http://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/kikou/kikohenka/kikohenka.html>.
(15) Yamaguchi T・Noguchi I (2015) Long-term trends for nitrate and sulfate ions in snowcover on Hokkaido, northern Japan. J Agric Meteorol **71**:196-201. doi: 10.2480/agrmet.D-14-00056
(16) Manion PD (1981) Tree disease concepts. 399p. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey