

## ●論文

## 霧ヶ峰の卓越風が半自然草原への樹木の侵入と定着に及ぼす影響

齋藤風菜<sup>1</sup>・藤間竣亮<sup>1</sup>・大窪久美子<sup>2</sup>・  
百原 新<sup>3</sup>・沖津 進<sup>3</sup><sup>1</sup>千葉大学園芸学部<sup>2</sup>信州大学農学部<sup>3</sup>千葉大学大学院園芸学研究科

## An influence of wind on invasion and establishment of trees into semi-natural grassland in Kirigamine, Nagano Prefecture, central Japan

Funa Saito<sup>1</sup>, Shunsuke Fujima<sup>1</sup>,  
Kumiko Okubo<sup>2</sup>, Arata Momohara<sup>3</sup>,  
Susumu Okitsu<sup>3</sup><sup>1</sup>Faculty of Horticulture, Chiba University<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Shinshu University<sup>3</sup>Graduate School of Horticulture, Chiba University

## Abstract

We conducted a transect survey on the leeward northern side and upwind southern side of a forest isolated in subalpine semi-natural grassland in Kirigamine, central Nagano Prefecture, to clarify the influence of a southwest wind on the invasion of trees into the grassland. Although *Rhododendron japonicum* and *Malus toringo* were scattered widely in the grassland, the other trees were likely to have been propagated from seed sources in the isolated forest. Poorer establishment of trees and lower tree heights in the grassland on the southern side indicates dryer soil on the southern side than on the northern side of the forest caused by the prevailing southwest wind. The composition of trees in the grassland on the leeward northern side of the forest was dominated to a greater extent by trees with wind-dispersed seeds than that on the upwind southern side, indicating that southwest winds have promoted the dispersal of tree seeds to the northern side of the forest.

**Key words** : distribution of trees, disturbance of establishment, grassland management, seed dispersal, subalpine zone  
キーワード : 樹木分布, 定着阻害, 草原管理, 種子散布, 亜高山帯

## はじめに

長野県中部の諏訪市, 下諏訪町, 茅野市, 長和町にまたがる霧ヶ峰の草原は, 刈取りや火入れによって維持されてきた半自然草原である。霧ヶ峰は, 本来なら亜高山帯針葉樹林が発達すべき地域であるため(諏訪の自然を学ぶ会 2011), 近年火入れや刈取りがされなくなったことで, 草原内に樹木が侵入し森林化が進行していることが報告されている(山崎ほか 1981; 栗原ほか 2001)。

霧ヶ峰の草原内への樹木の侵入は, 主に火入れや刈取りを免れた樹木の周辺から広がっているとされている(栗原ほか 2001; 尾関ほか 2006)。これまでの霧ヶ峰の樹木周辺の草原の遷移についての研究は, 空中写真の判読を主体とした研究があるが(栗原ほか 2001), 樹種まで詳細に記録した報告はない。樹林から草原にかけての樹種の分布を把握することで, 森林化の過程を明らかにすることが可能となる。稀少な生物の生育の場としての草原の役割や, 景観の重要性を考えると, 草原を維持するために, こうした草原から森林への遷移の詳細な調査が重要である。

草原の森林化が危惧されている一方で, 霧ヶ峰の草原は,

刈取りや火入れが50年以上も行われていないにも関わらず草原が維持されており, 遷移の進行が非常に遅いといわれている(西村ほか 1997; 土田・大窪 1998)。水野(1984)は, 森林限界以下の草原は, 風衝といった攪乱により, 樹木の侵入が妨げられて維持されていることを報告している。霧ヶ峰でも, 年間を通じて南西の強い卓越風が吹くことが明らかになっており(野口 1975, 1999; 小川 2000), 風が草原の維持に関わっている可能性がある(今井ほか 1989)。しかしながら, 亜高山帯の半自然草原が維持される要因については, ほとんど明らかにされていない(西村 1988)。

霧ヶ峰の南西の風は, 尾根上や山頂に強く吹き付けており, しばしば北から東の方向に折れ曲がった木(偏形樹)が見られる(小川 2000; 諏訪の自然を学ぶ会編 2011)。このような強い卓越風によって, 樹木の風上側では植物の生育や定着が阻害されたり, 種子供給源となる樹木の風上と風下で種子供給に偏りが生じることで, 樹木の風上側と風下側で樹木の分布に差異が生じる可能性がある。本研究では, 樹林から草原への樹木の侵入や定着に及ぼす卓越風の影響を明らかにするため, 霧ヶ峰の草原の中に点在する樹林から草原への樹木の分布調査を行った。

本研究は, 霧ヶ峰自然再生計画策定の基礎調査実施を目的

とした、霧ヶ峰多様性研究会の事業の一環である。

## 調査地と調査方法

### 調査地

調査は、霧ヶ峰高原北西部の、物見石の南に位置する樹林とその周辺の草原（標高約1,750m、物見石牧野組合所有）で行った（図1；図2）。この樹林は、物見石の尾根とその南側の標高1,792mのピークとなる尾根との間の谷部に分布し、東西に約400m、南北に約50mの範囲に広がる。樹林の北側は南向き斜面の下部に位置し、南側は西向き緩斜面の上部に位置する。

この樹林は、山崎ほか（1981）によりダケカンバ、ミズナラ、ミネザクラ、オガラバナ、コミネカエデ、ズミ、オオカメノキ、ノリウツギ、ザリコミ、ニシキウツギ、ヒロハツリバナ、ハリブキ、アラゲヒョウタンボク、コヨウラクツツジを含む樹種から構成されることが明らかになっている。

この樹林の周辺には、主にススキ、ニッコウザサ、ヒゲノガリヤスが優占する草原が広がっている。この草原は1960年代ごろから刈取りや火入れが停止された後（浦山 2006；栗原 2002）、現在までそれらは行われていない。調査地の約600m西の谷部に調査地よりも面積の小さいミズナラが優占する樹林地が分布し、南西側に約600m離れた場所にカラマ

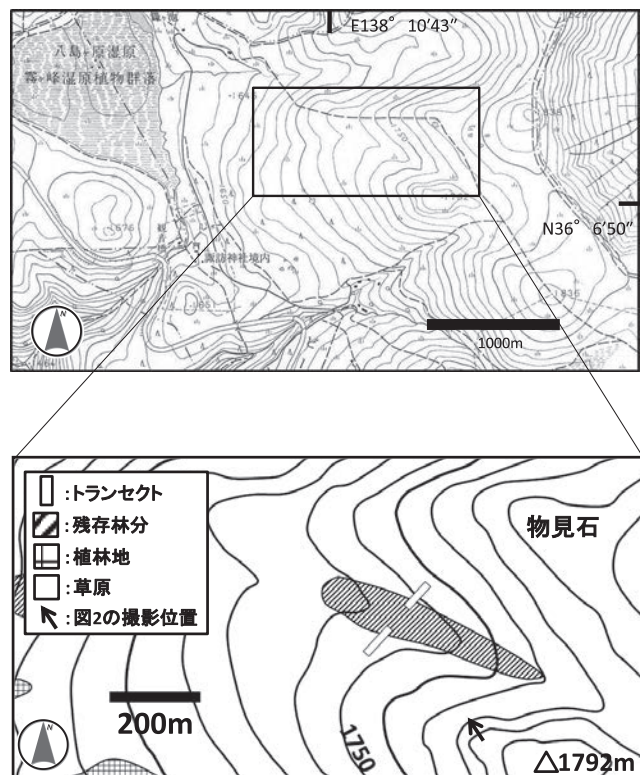


図1 霧ヶ峰高原の調査地の位置と周辺の樹林の分布  
 国土地理院（2002）1/25,000地形図「霧ヶ峰」と国土地理院（2000）空中写真をもとに作成。



図2 霧ヶ峰高原の調査地周辺の樹林と草原の様子  
 標高点1,792mの西側緩斜面から撮影（図1の下図矢印位置）。谷部に樹林があり、周辺に樹木が広がっている。樹林から離れると樹種はズミに限られてくる。樹林の左が南側、右が北側となっている。

ツの植林が分布している（図1）。

### 樹林とその周辺の植生調査

樹林内から草原にかけて樹木の分布の連続的な変化を明らかにするために、2012年8月から9月に、樹林内から草原にかけてのトランセクト調査を行った。トランセクトは、風の方向を考慮し、樹林の南側（風上側）と北側（風下側）に南北方向に各1本設置した（図1）。

トランセクトは林縁を距離0mとして、林縁から樹林内に向けて10m、林縁から草原に向けて50mの、合計60m、幅10mとした（図3）。ここで、林縁の位置は草原性の植物であるススキが出現し始めた位置とした。トランセクトを10m区画に区分し、区画内に出現したすべての樹木について種名と高さ、林縁からの距離を記録した。同時に、風の影響を調べるために、トランセクト内に分布している樹木の風による樹形の偏形の有無も記録した。レンゲツツジといった株立ちをする樹種は、地際で幹が50cm以上離れているものを別個体とみなし記録した。樹林の南側と北側で、樹林外の各10m区画内の最大樹高の平均値に差があるかどうかを調べるために、t検定を用いて比較した。

## 結果

### トランセクト内に出現した樹種

トランセクト内に出現した樹木は全11種で、個体数は計164個体だった（表1）。種子散布型別に見ると、鳥散布型3種、風散布型7種、重力散布型1種と、風散布型が最も多かった。南側では、5種69個体の樹木が見られた。樹林内でのみ出現した樹種は重力散布型のミズナラと風散布型のコミネカエデであった。その他の風散布型のダケカンバ、レンゲツ

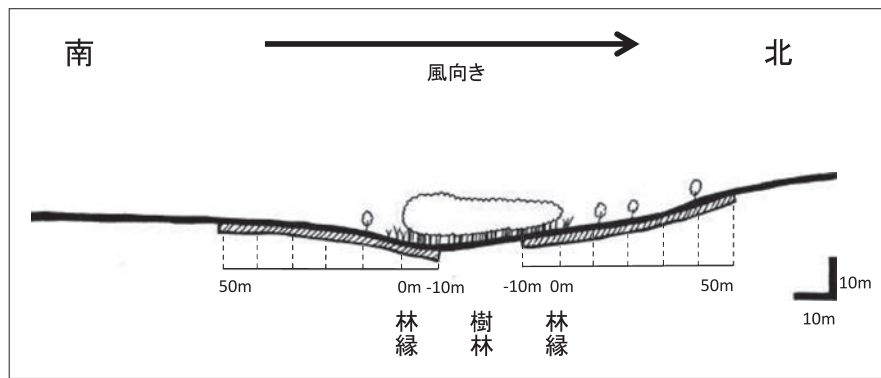


図3 トランセクの模式図

表1 樹林の南側と北側のトランセク内の樹木の分布

樹種		散布型	林縁からの距離 (m)												合計	
			南側						北側							
種名	学名		40	30	20	10	0	-10*	-10*	0	10	20	30	40		
			50	40	30	20	10	0	0	10	20	30	40	50		
ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i> Cham.	W				1		3							4	
ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	G						4							4	
ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Siebold	W							9	3					12	
ミネザクラ	<i>Cerasus nipponica</i> (Matsum.) Ohle ex H. Ohba	B							8						8	
コミネカエデ	<i>Acer micranthum</i> Siebold et Zucc.	W						3	5				1		9	
オオイタヤメイゲツ	<i>Acer shirasawanum</i> Koidz.	W							3						3	
コヨウラクツツジ	<i>Menziesia pentandra</i> Maxim.	W							4						4	
ニシキウツギ	<i>Weigela decora</i> (Nakai) Nakai	W							4		1				5	
イボタヒョウタンボク	<i>Lonicera demissa</i> Rehder	B							9	2		1	1		13	
ズミ	<i>Malus toringo</i> (Siebold) Siebold ex de Vriese	B			1**	5**	2	3	3	4	5	1	4	1	5	34
レンゲツツジ	<i>Rhododendron molle</i> (Blume) G. Don subsp. <i>japonicum</i> (A. Gray) K. Kron	W	5	7	15	8		9			4	8	9	3	68	
合計			5	8	21	10	3	22	46	10	6	13	12	8	164	

種子散布型はB：鳥散布型，W：風散布型，G：重力散布型を示す。\*樹林内のトランセクト，\*\*偏形樹を含む。学名は米倉浩司・梶田忠（2003-）BG Plants「和名-学名インデックス（Ylist）」を引用。

ツジ，鳥散布型のズミは，樹林内と樹林外ともに見られた。

北側では，9種95個体の樹木が見られた。樹林内にのみ出現したのは，風散布型のオオイタヤメイゲツ，コヨウラクツツジ，鳥散布型のミネザクラであった。風散布型のノリウツギ，ニシキウツギ，コミネカエデ，鳥散布型のイボタヒョウタンボク，ズミは，樹林内と樹林外どちらにも見られた。風散布型のレンゲツツジは樹林外にのみ出現した。

風によって偏形していた樹木は，南側のトランセクトで確認された。30-40m区のズミ1個体と，20-30m区のズミ2個体の梢の北東方向へ偏形していた。北側のトランセクトでは，偏形した樹木は見られなかった。

### 樹木の樹高分布

南側の樹林内では，樹高1,400cmのダケカンバが樹冠を形成していた。そのほか，樹高900cmのミズナラ，樹高500cmのズミが見られた。北側の樹林内では，主に樹高600cm程度

のミネザクラが樹冠を形成し，樹高400cm以上のノリウツギ，ズミが見られた。

樹林外の樹木は，北側と南側ともに，主に最大樹高200～550cmのズミで構成されていた（表2）。南側では，ズミの他，レンゲツツジとダケカンバが最大樹高を示した。北側では，0-10m区でノリウツギが最大となった以外はすべての10m区でズミが最大であった。

樹林外の各10m区画内の最大樹高の平均値は，北側に対して南側が有意に低くなっていた（ $t=-2.55$ ,  $df=8$ ,  $p<0.05$ ）。南側では，20-30m区のダケカンバが樹高404cmで最大であった。40-50m区では，最大樹高が76cmに留まった。北側では，30-40m区のズミが樹高550cmで最も高くなった。逆に最も低いのは0-10m区の樹高334cmのノリウツギであった。

表2 トランセクの各10m区内に出現した樹木の最大樹高と樹種

林縁からの距離 (m)	南 側		北 側	
	最大樹高 (cm)	樹 種	最大樹高 (cm)	樹 種
0—10	223	ズミ	334	ノリウツギ
10—20	104	レンゲツツジ	391	ズミ
20—30	404	ダケカンバ	482	ズミ
30—40	339	ズミ*	550	ズミ
40—50	76	レンゲツツジ	355	ズミ
最大樹高の平均	229.2**		422.4**	
標準偏差	143.0		91.1	

\*梢が北東方向へ偏形していた。 \*\*南側で樹高が有意に低いことを示す (P<0.05)

## 考 察

### 樹林外に侵入した種の種子供給源

トランセクト内の樹林内と樹林外の両方で見られた7樹種のうち、レンゲツツジとズミは林縁からの距離による分布量の偏りが顕著ではなかった。特にレンゲツツジは、樹林北側では樹林内や樹林に隣接した0-10m区の草原内には分布せず、樹林から離れた場所で分布密度が高くなっていた(表1)。この2種は、樹林から離れた草原内にも広く分布していることから、必ずしも樹林が種子供給源となって樹林から草原へと広がったわけではなく、すでに草原内に広がっていた個体からも種子が供給された可能性が高い。ズミは樹林内にも分布するが、樹林外のトランセクト内や樹林から離れた草原内では、樹高の高いズミの個体の下にズミの実生が見られることから、草原内のズミが母樹となっていることがわかる。一方、その他の5種類の樹木は、いずれも樹林外よりも樹林内のほうが個体数は多く、樹高も高いことから、樹林が種子供給源となって樹林から草原へと広がっていったと考えられる。

### 卓越風が樹木の侵入と定着に及ぼす影響

霧ヶ峰では年間を通じて南西の強い卓越風が吹くことが明らかになっている(野口1975, 1999; 小川2000)。調査地のトランセクト内では、樹林南側の林縁から20m以上離れた位置の数本にだけ偏形が見られ、南側の樹林に近い位置や樹林の北側では偏形が見られなかったことは(表1)、卓越風の影響は樹林南側のトランセクトで強いことを示唆する。

ここで、樹林の南側と北側の樹木の分布を比較すると、レンゲツツジ以外の樹木の出現種数、個体数がともに南側で少ないことがわかる。レンゲツツジは、調査地周辺を踏査した際に尾根や標高1,792mのピーク付近の風が強く当たる草原内にも見られたことから、本調査で見られた他の樹種に比べ風の影響を受けにくい可能性がある。これに対し、その他の樹種は、風上側にあたる南側での樹木の定着に卓越風の影響が

大きいと考えられる。広く草原内に点在し、樹林外から種子が供給された可能性もあるズミでさえも、樹林南側から30mより離れた場所では1個体しか分布していなかった(表1)。さらに、南側の樹林外の最大樹高が北側よりも低く(表2)、風上側では樹高生長が抑制されていることが示唆される。

このように風上側で樹木の定着や生長が阻害される要因として、風の強い場所では植物体の蒸発量が増加して乾燥が進むこと(水野1999)や、冬季に強風によって雪が吹き飛ばされ積雪が相対的に浅くなるため、冬の雪解けが早くなり、土壌水分が少なくなることが考えられる。調査地周辺の積雪分布記録(Midorikawa et al. 1964; 野口1999)では、尾根の南側斜面から尾根の頂点にかけて積雪が最も浅くなっていた。調査地点の南側トランセクトの南側は、北側トランセクトの北側よりも尾根に近い位置にあるために(図1)、卓越風の影響をより受けやすい位置にあると考えられる。冬季には樹林の南側では雪が吹き飛ばされ、樹林やその北側では雪が吹きだまるため、雪解け時期も遅くなり、土壌が比較的湿潤に保たれることで樹木の定着や生長が促される環境になっている可能性がある。

樹林の北側でレンゲツツジとズミ以外の樹種が多く分布する要因として、北側がより樹木の定着や生長に適した環境であることに加え、北側に分布するレンゲツツジとズミを除く4種の樹木のうち3種が風散布型の種子を持つ樹種であり(表1)、卓越風によって樹林の南側よりも北側へ種子がより多く散布され、定着した可能性が考えられる。

樹林地の南側と北側での樹木の定着や生長の差に影響を及ぼした、卓越風以外の要因として、斜面地形の違いが考えられる。樹林南側がやや凸な斜面なのに対し、北側はやや窪んだ斜面である(図3)。さらに、樹林北側の尾根のほうが南側よりも相対的に標高が高く、傾斜が急である(図1)。これらの地形の違いにより、北側で斜面上部からのリターや土壌水分の供給量が多くなり、樹木の定着や生長に差をもたらした可能性がある。

今回調査したのはわずか2本のトランセクトであったた

め、樹木の定着や生長に及ぼす風や地形の影響について、その可能性の提示に留まった。樹林から草原への樹木の侵入過程を明らかにするためには同様の調査を追加し、さらに土壌水分や積雪量といった環境条件を測定する必要がある。草原を維持管理するためには、樹木の侵入しやすい立地を明らかにするためのより詳細な調査が必要であると考えられる。

## 摘 要

長野県中部の霧ヶ峰高原の、半自然草原内に残存する樹林から草原への樹木の侵入と定着に卓越風が及ぼす影響を明らかにするために、樹林の風上側（南側）と風下側（北側）で樹林から草原にかけてのトランセクト調査を行った。樹種の分布を見ると、草原に広く分布するレンゲツツジやズミ以外の樹種は草原に面した樹林内にも分布することから、樹林から草原へと分布拡大したと考えられた。樹林の南側では北側に比べ林縁から離れたところで定着した数が少なく、樹高も低くなった。これは、南側では風によって乾燥環境になることで定着や樹高生長が阻害されたことが要因の一つと考えられた。樹林の北側では南側よりも風散布型の種子を持つ樹種が多く見られ、風下側である北側に南側よりも多くの種子が散布された可能性が示唆された。今後、草原の維持管理のために、土壌水分や積雪といった詳細な環境条件の調査が必要だと考えられる。

## 謝 辞

本研究の調査許可は霧ヶ峰生物多様性研究会として長野県諏訪地方事務所からいただいた。調査期間中、長野県自然保護センター、下諏訪町立八島ビジターセンターの職員の方からご助言をいただいた。ここに、厚く御礼申し上げる。

## 引用文献

- 今井健樹・坂本主司・行田哲夫・植原直樹 (1989) 霧ヶ峰・ハケ岳の植物 補訂版. 信濃毎日新聞社, 長野.
- 栗原雅博・井内正直・古谷勝則 (2001) 霧ヶ峰草原における樹林化の把握と保全手法に関する研究. 環境情報科学論文集 15: 215-220.
- 栗原雅博 (2002) 霧ヶ峰の二次草原における伝統的土地利用方法

とその衰退に関する研究. 環境情報科学論文集 16: 115-120.

- Midorikawa, B., Iwaki, H., and Hogetsu, K. (1964) Studies on the productivity and nutrient element circulation in Kirigamine grassland, central Japan I. Climate, soil and vegetation of Mt. Kirigamine. Bot. Mag. Tokyo 77: 260-269.
- 水野一晴 (1999) 高山植物と「お花畑」の科学. 古今書院, 東京.
- 水野一晴 (1984) 赤石山脈における「お花畑」の立地条件. 地理学評論 57 (6): 384-402
- 西村 格 (1988) 草原の攪乱と植生遷移: 日本の植生. (矢野 悟道編). 東海大学出版会, 東京, 129-136.
- 西村 格・曾我友紀子・津田 智・西条好迪・莫 文紅 (1997) 霧ヶ峰亜高山草原における標高によるイネ科草本の種組成変化. 日本草地学会誌 42 (4): 324-334.
- 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 (2): 85-94.
- 野口泰生 (1999) 長野県中信高原・霧ヶ峰の気候環境—第二次世界大戦中の山岳測候所資料と最近の現地観察から—. 国土館大学文学部人文学会紀要 32: 47-68.
- 小川 肇 (2000) 霧ヶ峰—落葉広葉樹とカラマツの偏形: 日本の気候景観—風と樹 風と集落—. (青山高義・小川 肇・岡 秀一・梅本 亨編), 古今書院, 東京, 51-55.
- 尾関雅章・堀田昌伸・川上美保子・大塚孝一 (2006) 2-2 霧ヶ峰草原における植生変化の実態把握. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告 4: 17-24.
- 諏訪の自然を学ぶ会編 (2011) 霧ヶ峰の自然—自然観察ハンドブック—. ほおずき書籍, 長野, 38.
- 田川日出夫 (1981) 種子の結実から発芽まで: 種子の科学 (沼田 真編). 研成社, 東京, 43-81.
- 土田勝義・大窪久美子 (1998) 半自然草原の自然保護: 自然保護ハンドブック (沼田 真編). 朝倉書店, 東京, 433-476.
- 浦山佳恵 (2006) 2-1 霧ヶ峰における伝統的な草原の利用・管理とその変遷. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告 4: 11-16.
- 山崎君男・小松正夫・今井建樹 (1981) 各地域の植物: 諏訪の自然誌植物編 (諏訪の自然史・植物編編集委員会編). 諏訪市教育委員会, 長野, 359-368.
- 米倉浩司・梶田 忠 (2003-) BG Plants 和名-学名インデックス (Ylist). [http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist\\_main.html](http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist_main.html) (2013- 3- 9 アクセス)

(受付: 2013年2月12日 受理: 2013年3月25日)