



Title	北海道駒ヶ岳における軽石堆積地の水分条件と主要樹種の水ポテンシャル
Author(s)	笹岡, 英二; SASAOKA, Eiji; 好田, 美穂子 他
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 57(2), 105-112
Issue Date	2000-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21465
Type	departmental bulletin paper
File Information	57(2)_P105-112.pdf



北海道駒ヶ岳における軽石堆積地の水分条件と 主要樹種の水ポテンシャル

笹岡 英二¹ 好田美穂子² 矢島 崇² 渋谷 正人² 高橋 邦秀²

Soil Moisture and Xylem Water Potential of Tree Saplings on Mt. Komagatake, Hokkaido

by

Eiji SASAOKA¹, Mihoko YOSHIDA², Takashi YAJIMA², Masato SHIBUYA²
and Kunihide TAKAHASHI²

要 旨

1929年の噴火からおよそ70年が経過した北海道駒ヶ岳の軽石堆積地において、土壌のpF値と主要樹種の水ポテンシャル及び日中の最大光合成速度を測定した。対象としたのは、標高500mと700mに生育するカラマツ、シラカンバ、ドロノキの3樹種である。土壌のpF値は夏季に高くなったが、標高700mでより高い傾向にあった。pFの最大値は2.6程度であった。生育期間の夜明け前の水ポテンシャルは、標高700mでカラマツが他の2種より常に低い値で推移し、季節とともにさらに低下する傾向があった。3種間の季節変動に大きな違いはなかった。生育期間の日中の水ポテンシャルもカラマツが他の2種より低い値で推移した。カラマツはpF値が大きいと水ポテンシャルが低下したが、ドロノキは高いpF値でも水ポテンシャルの低下は明らかでなく、変動が小さかった。7月の日中の最大光合成速度はおよそ $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ で、3種間に有意な差はなかった。ドロノキは、高い水ポテンシャルを維持しようとする乾燥回避的樹種で、カラマツは低い水ポテンシャルに耐える乾燥耐性的樹種であると考えられた。シラカンバは両者の中庸な性質を示した。

キーワード：火山噴火、カラマツ、森林回復、先駆性樹種、水ポテンシャル

2000年3月3日受理。 Received March 3, 2000.

- 1：北海道美深道有林管理センター，中川郡美深町字東2条南4丁目，098-2232
District Forestry Office of Bifuka, Hokkaido Government, Higashi 2 Minami 4, Bifuka-cho, Nakagawa-gun, Hokkaido, 098-2232
- 2：北海道大学大学院農学研究科環境資源学専攻森林資源科学講座，札幌市北区北9条西9丁目，060-8589
Research Group of Forest Resource Science, Division of Environmental Resources, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Kita 9 Nishi 9, Kita-ku, Sapporo, 060-8589

はじめに

大規模森林攪乱のうち、火山噴火による噴出物の流下や堆積などの地表変動がともなう攪乱が生じた場合、光条件は良好であるが、土壌の物理性や水分条件、養分条件が劣悪な更新面が形成されるといわれる(伊藤・中村, 1994)。そのため、噴火攪乱地では樹木の生育を制限する様々なストレスが作用し(田川, 1973; 露崎, 1993)、森林の再生には長期間を要するのが一般的である(石塚, 1977)。噴火攪乱地での森林の再生機構を理解するには、攪乱地の養水分条件などによって、そこに生育する個々の種が受けるストレスの強度やそれに対する反応特性を把握する必要がある。

北海道駒ヶ岳(標高1,133 m, 北緯42°03', 東経140°40', 以下駒ヶ岳)では、1929年の大噴火の際に、軽石や火山灰などの堆積による大規模な植生攪乱が生じた(Yoshii, 1932)。噴火から約70年が経過した現在では、この軽石堆積地に移入種であるカラマツ(*Larix kaempferi* (Limb.) Carr.)を主体とする強光利用型の樹種からなる林分が再生している(笹岡ら, 1999)。ここではシラカンバ(*Betula platyphylla* Skatchev var. *japonica* (Miq.) Hara)やダケカンバ(*Betula ermanii* Cham.), ドロノキ(*Populus maximowiczii* A. Henry.), ヤマナラシ(*Populus sieboldii* Miq.)などの広葉樹類も、噴火4~5年後からカラマツとほぼ同時に侵入していたことが観察されているが(Yoshii, 1932)、現在の林分においては、広葉樹類はカラマツに比べて個体サイズが小さい(笹岡ら, 1999)。この傾向は物理的環境条件がより厳しいと考えられる高標高域(石塚, 1977)でさらに顕著であり、このような標高依存的な変化は、同じ環境条件に対して、樹木の受けるストレスの度合いが樹種間で異なることによって生じている可能性が考えられる。

樹木をとりまく環境条件の中でも水分は、欠乏すると細胞の膨圧低下、気孔閉鎖、光合成の低下という一連の反応を通して、樹木の成長低下を生じさせ(畑野・佐々木, 1993)、樹木の分布や成長に大きな影響を与える(Hinckley *et al.*, 1991)。噴火攪乱地においても、樹木の成長には重要な環境要因の一つと考えられる(伊藤・中村, 1994)。樹体内の水分状態は水ポテンシャルという熱力学的数値(単位はPa)によって表され、その減少の程度から水分スト

レスの影響が評価されるが(Hsiao, 1976)、同じ水分状態でも樹木が受ける水分ストレスの程度や反応は樹種によって異なり、樹体内の乾燥による光合成の低下の程度も異なると考えられる。したがって、樹木の受ける水分ストレスの度合いや反応特性の把握のためには、樹体内が乾燥したときの光合成能力を樹種ごとに明らかにする必要がある。

本研究では、噴火から約70年が経過した駒ヶ岳の軽石堆積地において、主要樹種間にみられる成長の差異は各樹種が受けている水分ストレスの違いに起因するのではないかと考え、土壌のpF値と主要樹種の水ポテンシャル及び日中の最大光合成速度を測定した。これらの測定結果から、同所的に生育している主要樹種の受ける水分ストレスの程度と、それともなう光合成能力の変化の差異について検討した。

調査地

調査地の駒ヶ岳は、北海道渡島地方の南東部に位置する成層型の活火山で(Fig. 1)、植生帯としては冷温帯に属している。山麓の森町における年平均気温は8.0°C、年平均降水量は973 mmである(札幌管区気象台, 1993)。山体は安山岩質火山灰、砂礫、火山岩層および溶岩の相互層により構成され、軽石と火山灰が広く分布している(勝井ら, 1989)。1929年の大噴火では火山灰と軽石が山体全体に堆積し、また軽石流が流下したため、広範囲の植生が消失した(Yoshii, 1932)。攪乱の激しかった軽石の堆積地では、噴火から4~5年後に木本、草本、コケ類の定着がみられた(松井, 1940)。この時期に軽石堆積地でみられた樹種は、シラカンバ、ダケカンバ、ドロノキ、カラマツなどであったが(Yoshii, 1932)、噴火から40年の時点でもミネヤナギ(*Salix reinii* Franch. *et* Savat.)やイヌコリヤナギ(*Salix integra* Thunb.)などからなる矮性のヤナギ群落が優占し、カラマツを含む高木類は少なかった(館脇ら, 1966)。現在ではカラマツの優占する林分が山体全体に成立している(笹岡ら, 1999)。林分は標高が高くなると、サイズや立木密度、林冠のうっ閉率、林床植生による植被率の低下がみられ、カラマツと広葉樹類とのサイズ差は顕著になるなど、林分構造には標高依存的な変化がみられる(笹岡ら, 1999)。

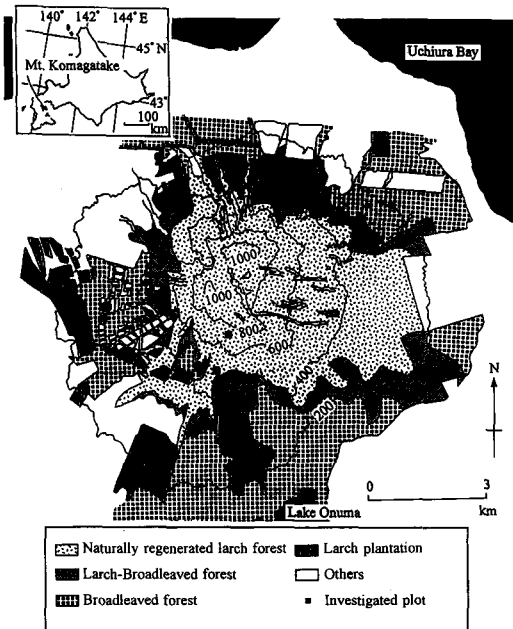


Fig. 1 Map of study site, showing locations of investigated plots.

調査方法

樹木の成長期間中の土壌水分状態の標高による違いを把握するため、データロガー付きテンシオメーターを1996年の毎木調査区s500とs700に設置した(笹岡ら, 1999)。1996年には予備調査を行い、土壌中深さ25cmに1台ずつ設置した。測定は7月~10月に行った。また、調査地周辺では高木類の根系は主に土壌の表層から深さ20cmまでに分布していたので(好田, 1998)、1998年には、それぞれの標高において深さ5cmと20cmにテンシオメーターを1台ずつ設置した。測定は5月~11月に行った。

樹木の水ポテンシャルと日中の光合成速度の測定は1998年に行った。対象はカラマツ, シラカンバ, ドロノキの3樹種とした。駒ヶ岳の再生林では樹高2m未満の個体が多かったことから、対象木のサイズは樹高2m前後のものとし、毎木調査区s500とs700において調査区内、またはその周囲の個体から各樹種7個体ずつを対象とした。サンプル木のサイズをTable 1に示した。

樹体内の水分状態を把握するため、選定した個体から、およそ高さ1mで南向きに側生している1

Table 1 Mean size (± SD) of sampled trees

Species	Plots	Height (cm)	Diameter at ground level (cm)
<i>L. kaempferi</i>	s500	194.7(± 57.9)	4.49(±0.64)
	s700	170.9(± 38.5)	6.27(±0.92)
<i>B. platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	s500	184.1(± 33.9)	3.40(±0.52)
	s700	121.9(± 25.9)	2.76(±0.86)
<i>P. maximowiczii</i>	s500	270.7(±105.8)	7.39(±4.35)
	s700	205.4(± 41.0)	5.29(±0.80)

The number of sampled trees in each species; n=7

年生以上の小枝を剪定ばさみで切り取り、カッターで斜めに切り直した後、プレッシャーチャンバー(PMS instrument Co. Ltd.)を用いて木部圧ポテンシャル(以下、水ポテンシャル)を測定した。測定は着葉期間を完全に含むように1ヶ月間隔で行った。着葉期間は、3~4日以内に降雨がなかった日を選び、樹体内の水分状態が最も回復していると期待される夜明け前と、蒸散により最も樹体内が乾燥していると考えられる日中12時前後に測定を行った。日中の水欠差状態における光合成能力をみるために、ポロメーター(LI-6400, Li-Cor Co. Ltd.)で最大光合成速度を1998年7月15日に測定した。測定時には、測定葉を挟み込むリーフチャンバー内の条件を、葉温22~24℃, 光合成有効放射束密度1,000 μmol m⁻² s⁻¹に設定した。測定は各樹種の短枝葉を対象として行った。カラマツの場合は測定時に個葉が重ならないようにし、測定後に葉をコピーした後、画像解析ソフト(Adobe Photoshop LE-J)で測定した全葉面積をもとに、単位面積あたりの最大光合成速度を算出した。

結果

1) 土壌水分の季節変化

土壌のpF値の季節変化について、1996年の結果をFig. 2に、1998年のs500とs700の結果をそれぞれFig. 3, Fig. 4に示す。最もpF値が高かったのは、1996年では8月中旬、1998年では7月下旬から8月上旬にかけてであった。最大値は1996年のs500で2.0, s700で2.2であり、s700の方がs500よりも大きい値で推移していた。1998年ではs500の深さ5cmで最大2.6, 20cmで2.2, s700の5cmで2.6, 20cmで2.3であり、両調査区とも深さ5cmの方が、深さ20cmと比べて大きいpF値で推移す

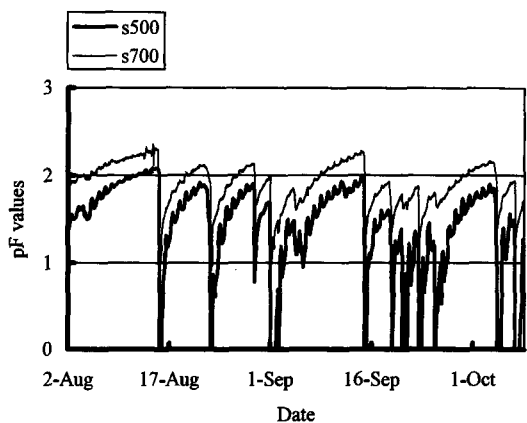


Fig. 2 Seasonal change of pF values at 25 cm depth in the soil in the s500 and s700 plots in 1996.

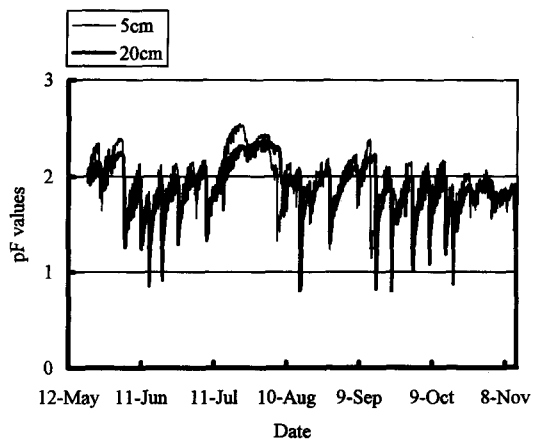


Fig. 4 Seasonal change of pF values in the soil in the s700 plots in 1998.

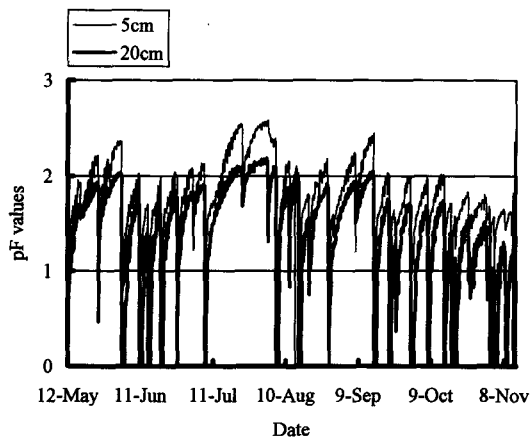


Fig. 3 Seasonal change of pF values in the soil in the s500 plots in 1998.

る傾向がみられた。

2) 主要樹種の水ポテンシャルの季節変化

主要樹種の水ポテンシャルの季節変化を Table 2 に示す。成長期間中の5月～9月の値は、一日で最も高いと考えられる夜明け前の水ポテンシャルを示した。3樹種とも、どの季節でもs700の方がs500よりも0.1～0.5 MPa 低かった。シラカンバの3月の値は、s500で約-2.5 MPa, s700で-4.0 MPa以下で非常に低かった。成長期間のカラマツの水ポテンシャルはs500, s700とも-0.5 MPa 前後からそれより低めで推移し、シラカンバではs500では-0.5 MPa より高い値で、s700では-0.5 MPa より低い値で推移していた。ドロノキでは比較的水ポテンシャルの低かったs700でも-0.5 MPa 前後で推移し、カラマツやシラカンバほど季節を通した変動

Table 2 Seasonal changes of xylem water potential of trees

Date	<i>Larix kaempferi</i>		<i>Betula platyphylla</i>		<i>Populus maximowiczii</i>	
	500m	700m	500m	700m	500m	700m
3/ 4	-0.78(±1.70)	-1.18(±1.90)	-2.64(±6.20)	-	-0.25(±1.20)	-0.48(±1.60)
4/22	-0.74(±0.58)	-1.14(±3.20)	-0.46(±0.80)	-0.52(±1.78)	-0.40(±0.69)	-0.71(±2.08)
5/21*	-0.46(±1.63)	-0.64(±0.59)	-0.52(±1.12)	-0.63(±2.15)	-0.35(±0.98)	-0.53(±1.40)
6/18*	-0.45(±1.17)	-0.68(±0.94)	-0.45(±1.20)	-0.65(±0.98)	-0.43(±1.05)	-0.54(±0.57)
7/15*	-0.26(±0.83)	-0.77(±1.58)	-0.13(±0.77)	-0.52(±0.68)	-0.13(±0.40)	-0.47(±0.47)
9/12*	-0.45(±1.61)	-1.03(±1.47)	-0.24(±0.35)	-0.70(±1.63)	-0.61(±2.28)	-0.83(±2.22)
11/19	-1.33(±0.75)	-1.48(±0.97)	-1.06(±0.56)	-1.03(±0.77)	-0.40(±0.68)	-0.72(±1.20)

Mean (S.D.)

* Water potential at predawn.

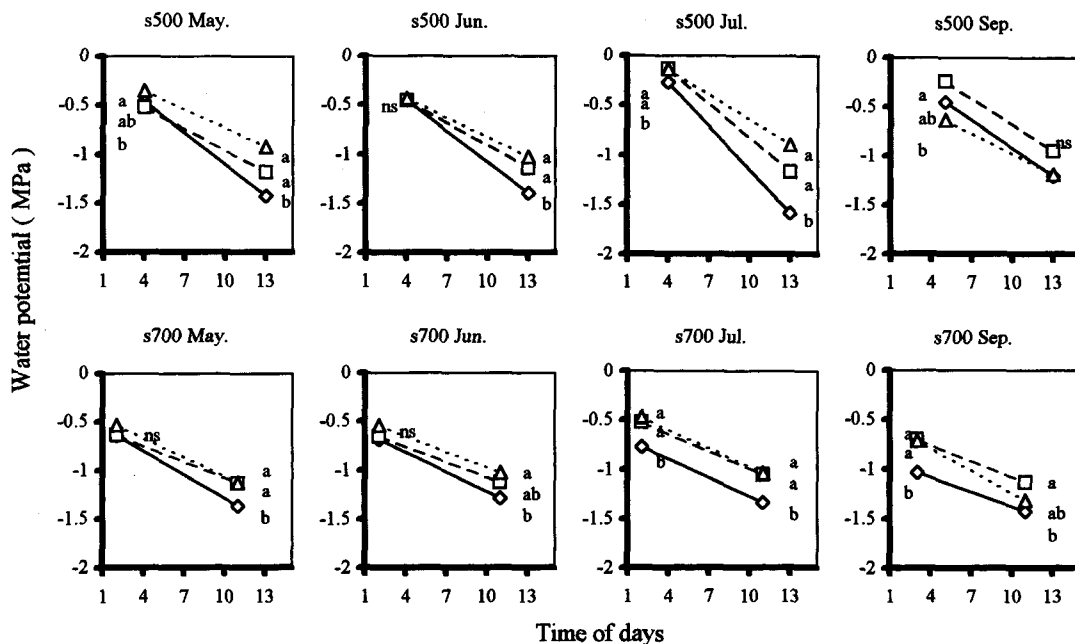


Fig. 5 Water potential at predawn and midday during the growth season. Symbols indicate tree species; \diamond ; *L. kaempferi*, \square ; *B. platyphylla*, \triangle ; *P. maximowiczii*. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) among species, tested by Kruskal-Wallis test with Tukey-type multipul comparison. "ns" means non-significant.

は大きくなかった。

3) 成長期間中における主要樹種の水ポテンシャルの日変化

成長期間中における夜明け前と日中の水ポテンシャルを Fig. 5 に示す。日中の水ポテンシャルは、カラマツが約-1.5 MPa, ドロノキが落葉の始まった9月をのぞき-1.0 MPa, シラカンバはその中間であった。日中の低下の度合いはカラマツで大きい傾向があった。

夜明け前の水ポテンシャルの樹種間差は日中に比べて小さい傾向を示しており, 7月のs500をのぞき, s500では-0.5 MPa 前後, s700ではそれより低い値を示していた。またカラマツはシラカンバやドロノキと比べ, 低い値を示すことが多かった。さらにs700のカラマツの水ポテンシャルは, 5月の-0.6 MPa から9月の-1.1 MPa と季節とともに次第に値が低くなる傾向がみられた。

4) pF値と主要樹種の夜明け前の水ポテンシャルとの関係

各樹種の夜明け前の水ポテンシャルと測定時のpF値との関係を Fig. 6 に示す。カラマツはpF値の

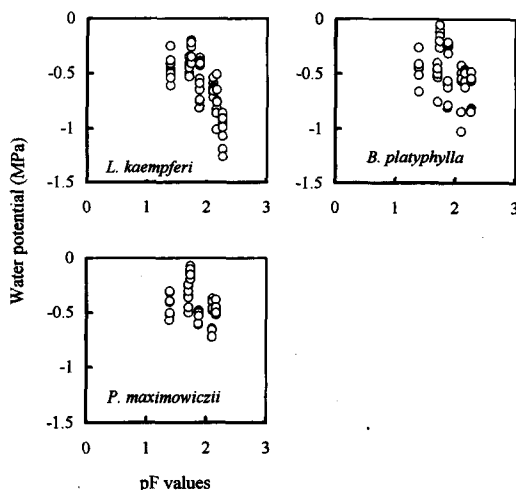


Fig. 6 Relationship between xylem water potential and pF values.

増加に対し、水ポテンシャルが減少する傾向がみられたが、ドロノキは高いpF値でも水ポテンシャルの低下は認められなかった。シラカンバでは明瞭な関係がみられず、中間的であった。

5) 主要樹種の日中の光合成能力

日中における水ポテンシャルと最大光合成速度との関係を Fig. 7 に示す。測定時の土壌の pF 値は s 500 で 1.86~1.95, s 700 で 1.86~1.90 程度であった。水ポテンシャルではカラマツで -1.6~-1.3 MPa, 広葉樹類で -1.1~-0.9 MPa で、樹種間に有意差がみられ、カラマツは広葉樹よりも低い水ポテンシャルを示していた。最大光合成速度では樹種間に有意差はみられず、3 種とも約 $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 前後であった。標高間では水ポテンシャル、最大光合成速度とも有意差はみられなかった。

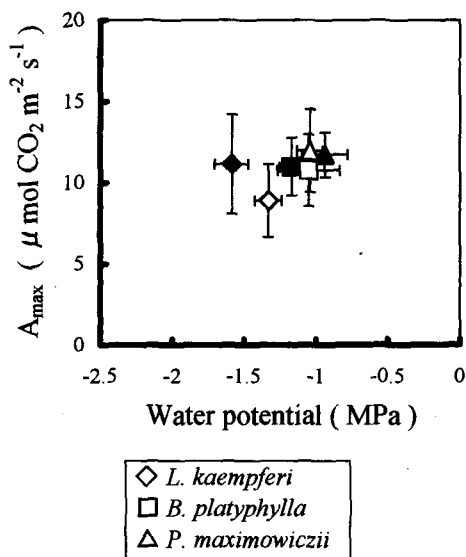


Fig. 7 Relationship between the maximum net photosynthetic rate (A_{\max}) and xylem water potential at midday in the s500 plot (black symbols), and the s700 plot (white symbols) in July. In both plots, there are significant differences in xylem water potential between *L. kaempferi* and the other two species, tested by MANOVA with Tukey's test.

考 察

軽石堆積地の pF 値は、測定年、深さにかかわらず、s 500 に比べ、s 700 の方が大きい値で推移する傾向がみられた (Figs. 2~4)。しかし、最も乾燥していた深さ 5 cm でも、pF 値は最大で 2.6 程度と、圃場容水量の 1.8 から初期萎凋点の 3.8 までの易有効水分の範囲にあり (河田, 1989)、標高 700 m でも樹木の吸水が困難なほど、極度な乾燥状態にはなかったと考えられる。地表面を覆う礫により土壌水分の蒸発が抑制される効果が報告されていることから (山寺ら, 1995; 加藤ら, 1998)、林冠が未閉鎖で、林床の植被率の低い駒ヶ岳では、地表に堆積した軽石礫 (勝井ら, 1989) が蒸発を抑制し、水分の保持に貢献しているものと考えられる。

しかし、各樹種の成長期間中における夜明け前の水ポテンシャルは、s 500 では 7 月に比べ、他の月の値が低いことや (Table 2, Fig. 5), s 700 では s 500 に比べて低い傾向を示していたことから (Table 2, Fig. 5)、調査対象の個体は、とくに標高 700 m で夜間における樹体内の水分回復が十分ではなかったといえる。高標高域では土壌がより乾燥していた (Figs. 2~4) うえに、風が強いことが推察されることから (石塚, 1977)、夜の間の風によって蒸散が促進されている可能性も考えられる。一般的に葉からの蒸散に対する風の影響は、日射や気温、葉温、大気湿度や樹種の性質によって左右されるといわれている (Kozłowski *et al.*, 1991) が、気温や葉温が低下する夜間の蒸散についても検討する必要があるだろう。

成長期間における日中の樹体内の水ポテンシャルでは、3 樹種とも標高間に差がみられなかった (Fig. 5)。夜明け前の水ポテンシャルが低下していても、気孔開度の調節や組織からの水分供給による樹体内の水分調節により、最小水ポテンシャルはそれぞれ一定レベルに保たれていた可能性 (Larcher, 1995) が考えられる。

樹体内の水ポテンシャルを樹種間で比較すると、成長期間における水ポテンシャルは、カラマツで最も低く、シラカンバとドロノキでは高い傾向を示していた (Fig. 5)。また、カラマツの夜明け前の水ポテンシャルは、s 700 で季節の進行にしたがい減少する傾向があったことや土壌水分の低下に同調する傾向がみられたことから (Fig. 6)、カラマツはシ

ラカンバやドロノキに比べ、土壌水分含量が低下すると夜間における土壌からの吸水が十分できず、日中に生じた水欠差が回復しにくい可能性が考えられる。実験室で水さした枝を対象に最大光合成速度を測定した例では、カラマツで約 $7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (短枝葉)、シラカンバで約 $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、ドロノキで約 $13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ という報告があり (小池・長坂・河野, 1988; Koike, 1988), 水ストレスのないときの最大光合成速度は、ドロノキ、シラカンバ、カラマツの順に高いと考えられるが、本研究の結果では樹種間に有意差はみられなかった (Fig. 7)。樹種によっては、養分の制限により最大光合成速度が低下している可能性も考えられるが (Larcher, 1995), カラマツは他の樹種に比べ、水ポテンシャルが低下しても高い光合成能力を維持できる性質があるのではないかと考えられる。

耐乾燥性は、低い水ポテンシャルにならないように水分を保持したり高い吸水能力を持つなど、できるだけ樹体内の水分状態を有利に保とうとする性質としての乾燥回避性と、低い水ポテンシャルに耐える性質としての乾燥耐性に区分して理解される (高橋, 1981)。他の *Populus* 属の例では、葉の水ポテンシャルが $-1.0 \sim -2.0 \text{ MPa}$ と比較的高いときでも、木部における通水性が失われているという報告があり (Braatne *et al.*, 1992), また本研究の結果では、ドロノキは水ポテンシャルの季節変動や土壌水分に対する変動は小さく (Table 2, Figs. 5~6), 日中も他の樹種より高い水ポテンシャルを維持していたことから (Fig. 5), ドロノキは低い水ポテンシャルに耐えるというより、高い水ポテンシャルを維持し続ける乾燥回避的樹種といえる。これに対し、カラマツは水ポテンシャルが低下しても光合成速度を比較的高く維持できる点や、葉の膨圧を失うときの葉の水ポテンシャルが -2.01 MPa で、シラカンバの -1.78 MPa より小さく、膨圧の維持の面で広葉樹より有利であると考えられ (Ranney and Skroch, 1991; 丸山, 1996), 乾燥耐性的樹種とみなすことができる。シラカンバは、成長期間中は両者の中間的な性質を示しており (Figs. 5, 6), 3種の中では、耐乾燥性に関して中間的性質を持つ樹種であるといえる。

本研究では、樹種間に水分ストレスに対する反応の違いが示唆された。単位蒸散量あたりの炭素同化量を表す水利用率はカバノキ属に比べてカラマ

ツ属の方が高いこと (Fitter and Hay, 1981), 駒ヶ岳においては、カラマツの葉量はシラカンバやドロノキと比べて多いこと (好田, 1998) から、カラマツは個体レベルで、シラカンバやドロノキよりも高い一次生産能力をもつ可能性が考えられ、このような性質が、駒ヶ岳の林分構造やその標高依存的な変化 (笹岡ら, 1999) の一因となっている可能性が考えられる。

引用文献

- Braatne, J. H., Hinckley, T. M. and Stettler, R. F. (1992) Influence of soil water on the physiological components of plant water balance in *Populus trichocarpa*, *Populus deltoides* and their F1 hybrids. *Tree Physiol.* 11, 325-339
- Fitter, A., H., and Hay, R., K., M. (1981) (太田安定, 森下豊昭, 橋本憲, 岩橋誠訊, 1992) 植物の環境と生理. 381 pp, 学会出版センター, 東京
- 畑野健一・佐々木恵彦 (1987) 樹木の生長と環境. 383 pp, 養賢堂, 東京
- Hinckley T. M., Richter H. and Shulte P. J. (1991) Water relations., (in A. S. Raghavendra eds., *Physiology of trees*. 509pp, A Wiley-Interscience Publication, New York.), 137-162
- Hsiao T., C. (1973) Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 23, 519-570
- 石塚和雄 (1977) 群落の分布と環境. 364 pp, 朝倉書店, 東京
- 伊藤 哲・中村太士 (1994) 地表変動に伴う森林群集の攪乱様式と更新様式. *森林立地* 36, 31-40
- 加藤民枝・菊池俊一・南里智之 (1998) 十勝岳火山砂防工事跡地における地表面被覆が土壌物理環境と植生回復に与える影響. *日本緑化工学会誌* 24, 12~21
- 勝井義雄・鈴木健夫・曾屋龍典・吉久康樹 (1989) 北海道駒ヶ岳火山地図. 10 pp, 地質調査所, 札幌
- 河田 弘 (1989) 森林土壌学概論. 399 pp, 博友社, 東京
- Koike, T. (1988) Leaf structure and photosynthetic performance as related to the forest succession of deciduous broad-leaved trees. *Pl. Sp. Biol.* 3, 77-87
- 小池孝良・長坂寿俊・河野耕蔵 (1988) 夏期におけるカラマツとグイマツの光合成. *日林北支論* 36, 57-59
- Kozlowski, T. T., Kramer P. J. and Pallardy S. G. (1991) *The physiological ecology of woody plants*. 657pp, Academic press, San Diego
- Larcher W. (1995) *Physiological plant ecology*. 506pp, Springer-Verlag, New York Berlin Heidelberg

- 松井善喜(1940)駒ヶ岳爆発後11年間に於ける植生遷移。昭和十五年度日本林学会春季大会講演集, 47-57
- 丸山 温(1996)北方産主要樹種の水分特性。北方林業48, 246-248
- Ranney, T., G. and Skroch, W., A. (1991) Comparative drought resistance among six species of birch (*Betula*), Influence of mild water stress on water relations and leaf gas exchange. *Tree Physiol.* 8, 351-360
- 札幌管区気象台(1993)北海道のアメダス統計(準平年値・累年値)。417 pp, 日本気象協会北海道本部, 札幌
- 笹岡英二・矢島 崇・渋谷正人・高橋邦秀・中村太士・清水 取(1999)北海道駒ヶ岳における天然生カラマツ林の林分構造と成立過程。日林誌, 81(1), 22-28
- 高橋邦秀(1981)トドマツ, アカエゾマツ苗木の耐乾性に関する研究。林試研報313, 111-160
- 田川日出夫(1973)生態遷移I。87 pp, 共立出版, 東京
- 館脇 操・柴草良悦・松下彰夫・小島 覚(1966)渡島駒ヶ岳の植生。82 pp, 日本森林植生会, 札幌
- 露崎史郎(1993)火山遷移は一次遷移か。生物科学45, 177-181
- Utsumi, Y., Sano, Y., Fujikawa, S., Funada, R. and Ohtani, J. (1998) Visualization of cavitated vessels in winter and refilled vessels in spring in diffuse-porous trees by cryo-scanning electron microscopy 1. *Plant Physiol.* 117, 1463-1471
- 山寺喜成・塩倉高義・福永健司・飯山禮文・田中さつき(1995)ジブチにおける砂漠等乾燥地緑化の実験的研究(III)ーストーンマルチ工法による植生導入実験ー, 砂漠緑化へのチャレンジジブチ共和国での試みー, 信山社サイテック, 141-145
- 好田美穂子(1998)渡島駒ヶ岳における高木類稚樹の器官量配分とシュート動態。26 pp, 北海道大学農学部卒業論文
- Yoshii Y. (1932) Revegetation of Volcano Komagatake after the great Eruption in 1929. *Bot. Mag.* 46, 208-215

Summary

We studied soil moisture, xylem water potential and the maximum net photosynthetic rate for tree saplings on Mt. Komagatake, a volcano in Hokkaido, that erupted in 1929 and drastically altered the vegetation of the area. The measurements were carried out at altitudes 500 meters and 700 meters for three different tree species; *Larix kaempferi*, *Betula platyphylla* var. *japonica* and *Populus maximowiczii*. These were common species that regenerated on the mountain. *L. kaempferi* is a introduced species which has been planted widely in Hokkaido. The pF values of the soil at 700 meters were higher than those at 500 meters, and they increased in summer with the maximum pF value being 2.6. Although the predawn water potentials of *L. kaempferi* at 700 meters showed lower values than those of the other two species and they declined with time, changes in seasonal patterns were similar in the three species. The midday water potentials of *L. kaempferi* were also lower than those of the other species. The midday water potentials of *L. kaempferi* declined as soil moisture decreased, by contrast, *P. maximowiczii* remained stable with changes in soil moisture condition. There were no significant differences in the maximum net photosynthetic rates at midday in July among the species. The maximum net photosynthetic rates were around $10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. We decided that *P. maximowiczii* was a drought avoidance species that could maintain high shoot water potential even in dry conditions, while *L. kaempferi* behaved as a drought tolerant species by sustaining its photosynthetic activity in lower water potentials. *B. platyphylla* var. *japonica* was suggested to be a moderate type.

Key words: eruption, forest recovery, *Larix kaempferi*, pioneer tree, water potential