



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	特殊土壌地帯の森林再生 : 天塩地方演習林・中の峰地区を中心に
Author(s)	香山, 雅純; Kayama, Masazumi; 杉下, 義幸 他
Citation	北方森林保全技術, 第18号, 5-10
Issue Date	2000-10-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/73320
Type	departmental bulletin paper
File Information	1999_1-2.pdf



I-2 特殊土壌地帯の森林再生

—天塩地方演習林・中の峰地区を中心に—

大学院北方森林保全学講座	香	山	雅	純
天塩地方演習林	杉	下	義	幸
	菅	田	定	雄
	秋	林	幸	男

はじめに

世界では、植物の生育が困難な特殊土壌が各地に分布し、その中でも塩類土壌に関して問題は深刻である。我が国では、塩類土壌に相当する土壌の一つとして蛇紋岩土壌が挙げられ、北大天塩・中川地方演習林に広く分布するほかにも、日高アボイ岳・岩手早池峰山・尾瀬至仏山など、日本各地に分布している。蛇紋岩土壌においては、土壌の持つ特性から生育可能な植物は限定され、天塩地方演習林内に希産するテシオコザクラのような、蛇紋岩地帯のみに分布する固有種も数多く存在する。

このような特殊かつ脆弱な環境である蛇紋岩地帯で、一度山火事などによって環境が破壊されるとどのようなようになるのだろうか。実際に、天塩地方演習林内の蛇紋岩地帯にて 1900 年頃に山火事が発生した地域では、100 年経過した現在でも未だにササのみが生育するに過ぎない。当林では、このような状況を打破するため、この地域に 1982 年から 1997 年の間、「山火事跡森林復元試験」として、50 万本を越えるアカエゾマツが植林された⁶⁾。今回、これらのアカエゾマツの生育調査を行った結果、様々な知見が得られたのでここに報告する。

I 蛇紋岩土壌の特徴と植物への影響²⁾

蛇紋岩は、有色造岩鉱物であるカンラン石を多量に含んだ超塩基性岩であるかんらん岩が、高い圧力と熱を受けた状態で水と反応することによって形成される。蛇紋岩の風化によって形成された蛇紋岩土壌の特徴として以下のような要因が挙げられる。

i 重金属の存在

蛇紋岩土壌中には、ニッケル、クロム、コバルトといった重金属が含まれている。これらの重金属そのものの毒性によって植物の生育が阻害することが考えられる。

ii 高濃度のマグネシウムの存在

蛇紋岩土壌中には、造岩鉱物であるカンラン石中に含まれるマグネシウムの影響から、高濃度のマグネシウムが含まれている。マグネシウムは植物の生育にとって必須な元素ではあるが、高濃度になると植物の生育に悪影響を及ぼす。具体的には、マグネシウムによって他の必須元素と拮抗し、吸収阻害を引き起こすことが考えられる。

iii 必須元素の欠乏

蛇紋岩土壌中には、植物の生育に特に必要不可欠な、窒素、リン、カリウムといった元素の濃度が特に低い。そのため、i、ii の要因以外でも、これらの元素の欠乏によって植物は生育できないことも考えられる。また、同じく必須元素であるカルシウムに関しては、マグネシウムの毒性をうち消すことが報告されているが、低濃度である。

II. アカエゾマツの分布と生理、生態的特徴

I に報告した原因から、蛇紋岩土壌において、生育可能な植物の種数は限定されている。しかし、主に北海道を中心に分布しているトウヒ属の樹木であるアカエゾマツ (*Picea glehnii*) は、蛇紋岩土壌においても生育可能であり、広範囲に分布している樹木である。天塩地方演習林の

蛇紋岩地帯には、アカエゾマツが純林を形成している地域も存在する。このアカエゾマツは、同じく北海道に分布する近縁のエゾマツ (*Picea jezoensis*) とはかなり分布域が異なっている。エゾマツは、トドマツなどとともに褐色森林土を中心に分布しているのに対し、アカエゾマツは蛇紋岩土壌のほかにも湿地、砂丘、火山灰地、岩礫地、山火事跡地といった、他の樹木の生育が困難な地域に分布している⁸⁻¹¹⁾。アカエゾマツとエゾマツは近縁であるにもかかわらず、同じ地域に分布することはまれである。

以上のように、アカエゾマツは立地環境に対して比較的適応性が高い樹木といわれている⁸⁻¹¹⁾。実際に、蛇紋岩地における造林地においても、アカエゾマツはエゾマツやヨーロッパに広範囲に分布するトウヒ属樹木であるヨーロッパトウヒ (*Picea abies*) と比較して、生存率が高く、順調に生育している¹²⁾。しかし、アカエゾマツの生理特性に関しては2例のみが報告されているにすぎない。光合成に関しては過去に坂上ら⁹⁾によってアカエゾマツ苗木を用いて光合成能力の季節変化が測定され、トドマツと比較して光合成の開始時期は6月下旬と若干遅いが、11月上旬まで高い光合成を維持することが報告された。また、葉内元素に関しては、Blandonら¹⁾が北大天塩地方演習林の分布する樹木のうち、蛇紋岩と褐色森林土に生育している植物体の葉内元素と土壌中の元素の対応に関して検討した。その結果、蛇紋岩地域に分布するアカエゾマツに関しては、土壌中に多量に含まれるマグネシウムは葉内にはほとんど含まれず、逆に低濃度であるはずのカルシウムが相対的に高い濃度を示したことが報告されている。

III. 山火事跡修復試験地におけるアカエゾマツの生育実態調査

以上のように、蛇紋岩土壌においても順調な生育を示しているアカエゾマツであるが、その能力を生かすかたちで、天塩地方演習林 134・135 林班(中の峰地区、図1)における「山火事跡修復試験地」で、アカエゾマツを中心に多くの苗木が植林された。しかし、強風寒冷地でもある本試験地は、地域のなかで生育状況に大きな差が出ているのが現状である。一般的には、北斜面より、南斜面に植林を行った地域の方が生育がよいといわれている¹³⁾。本試験地も、林道の通る尾根を境にして、134 林班は南向、135 林班は北西向の斜面である。このことから、斜面の方向が異なることで、地温、積雪深、樹体の被害程度が異なり、その結果、生育状況に差が生じることが予想される。この予想を検証するため、アカエゾマツ植栽後 13 年目の生育実態調査を 1999 年 9 月 28 日から 10 月 2 日にかけて行った¹⁴⁾。

図1に示した南向斜面および北西向斜面に4カ所ずつのプロットを設定し、無作為に30個体のアカエゾマツの樹高を測定した結果、各プロットとも北西向斜面の方が南向斜面より有意に樹高が高くなった(図2)。さらに、アカエゾマツの樹体の被害程度を比較するため、葉齢ごとの針葉の残存率(単位枝長あたりの葉痕数に対する生存する針葉数の割合、図3)、窒素濃度(図4)、クロロフィル濃度(図5)を検討した。この結果、針葉の残存率は、南向斜面の個体では2年目の葉から40%ほどの葉が落葉し、5年目になるとほとんどの葉が落葉した。一方、北西向斜面の個体ではあまり落葉が見られず、5年目の葉でも70%ほどの葉が残った。窒素濃度は、3・4・5年生の針葉に関して、斜面間に対して有意な濃度差が認められ、南向斜面の方が濃度が低くなる傾向を示した。クロロフィル濃度に関しては、南斜面の4・5年生の針葉に関して、集光性であるクロロフィルbの濃度が有意に低い値を示した。また、a/b比は値が高くなり、クロロフィルbの割合の低下が認められた。

さらに、アカエゾマツの樹体に直接的な被害を引き起こすと考えられる、冬季の気象条件を検討するため、アカエゾマツの樹高を測定したプロット試験地における冬季の積雪調査を2000年1月25日から4月28日の間4回実施した(図6)。その結果、北西向斜面の積雪深は南向斜面より約2倍近くの積雪深を示した。また、4月に測定した結果から、特に南向斜面では融雪が早い傾向を示した。

南向斜面と北西向斜面の間で積雪深が大幅に異なる原因として、試験地における強い風の影

響が考えられる。試験地の風向は特に南西方向に偏っており、南西方向の風速も平均7メートルと強いことが明らかにされた⁴。南向斜面では風向は斜面に対して平行に方向となり、風の影響によって雪はためられず、積雪深が低くなったことが推察される。一方、北西向斜面では、風向は斜面に対して垂直な方向となり、斜面によって雪がためられ、積雪深も深いことが推察される。冬季に雪に保護されていない環境では、樹木は風の影響によって低温・乾燥ストレスを受けることが報告されており¹⁰⁾、積雪深の低い南向斜面に植林されたアカエゾマツは多くの針葉が低温・乾燥ストレスを受けたものと考えられる。その結果、針葉の早期落葉や、窒素・クロロフィル濃度の低下を招いたと考えられる。そして、樹体全体の光合成生産量が低下し、その結果、北西斜面の個体と比較して成長量にも差異が生じたものと考えられる。

IV. おわりに —これまでの研究成果と今後の研究の方向性に関して—

本研究によって、山火事跡地森林復元試験地のなかで、冬季における積雪深が深い地域においては、アカエゾマツは生育が良好であった。このことから蛇紋岩土壌における森林復元には、アカエゾマツは特に有用な樹種であることが確認された。しかし、試験地内の全ての地域でアカエゾマツの生育が良好でないのが現状である。現在、特に生育の悪い地域には、耐雪柵を設けて冬季の積雪深を人為的に高くする試みが行われている。ただ、耐雪柵を設けた地域の全てが積雪深が高くなっているわけではない。今後、耐雪柵に関してはより高い効果を得られるように、実地調査を継続していくことが望まれる。

本試験地におけるアカエゾマツの生育実態調査に関して、1999年11月6日に行われた第48回日本林学会北海道支部会と、2000年3月30～4月2日に行われた第111回日本林学会で報告した。また、北海道支部会にて発表した内容は、日本林学会北海道支部会論文集に記載された。さらに、アカエゾマツの生育実態調査と併せて行ったササの生育試験の成果は *Bamboo Journal* に掲載された。

このほかの調査結果として、トウヒ属におけるアカエゾマツの基本的な光合成特性の位置づけを行うため、外来種を含めたトウヒ属8種の光合成能力と窒素、クロロフィル濃度の季節変化を検討した。この結果に関しては、アラスカ大フェアバンクス校で2000年3月21～23日に行われた *Frostfire 2000* と2000年3月22～25日に行われた第47回日本生態学会で報告した。また、松田ら⁷⁾の報告に関わる追加調査として、アカエゾマツ・エゾマツ・ヨーロッパトウヒ3種の植林を行った蛇紋岩と、褐色森林土の造林地にて、それぞれ光合成能力と葉内の窒素、クロロフィル、各種金属元素濃度の季節変化を検討した。この結果は、今年の7月に長野で行われる *IAVS* (国際植生学会)2000 にて発表予定である。また、蛇紋岩土壌だけでなく、酸性土壌下に生育する弟子屈町川湯に分布するアカエゾマツに関しても、同様の調査を行う予定である。また、トウヒ属樹木の生育や、実生の定着に大きく関与している菌根に関する実験も実施予定である。これらの研究結果は、今年の12月につくばで行われる *Acid rain* (酸性雨国際学会)2000 にて発表予定である。

今後の研究予定として、アカエゾマツの高い土壌環境に対する適応性に関して、特に苗木の生理特性をさらに検討している予定である。昨年、天塩地方演習林ヌカナン苗畑と235林班に当林で採取した蛇紋岩土壌と、蘭越町にて採取した酸性土壌を添加した苗畑を造成した。その苗畑にアカエゾマツ・エゾマツ・ヨーロッパトウヒ・シラカンバ・ダケカンバ・ミズナラ・ブナの計7種の樹木を植林した。今年は、これらの樹木に関する成長解析と、光合成能力と葉内の窒素、クロロフィル、各種金属元素濃度の季節変化を検討する予定である。また、強い光を受けた樹木に対する、土壌養分濃度の影響を検討するため、蛍光反応を用いた測定を、森林総合研究所北海道支所で行う予定である。

最後に、本研究を遂行するにあたり、多岐にわたって協力して頂いた天塩地方演習林の技官、技能補佐員の方々に感謝いたします。また、北大演習林の小池孝良、松田 彊、笹 賀一郎、

佐藤冬樹、植村 滋、野村 睦、柴田英昭各氏、および森林総合研究所北海道支所の丸山 温、北尾光俊、飛田博順には、本研究をまとめるにあたり有益なアドバイスを頂きました。重ねて感謝いたします。

文 献

- 1) Blandon, D. M. Z., Satoh, F., Matsuda, K., Sasa, K. and Igarashi, T. (1994) : The mineral condition of soils and tree species in serpentine and non-serpentine areas of northern Hokkaido, Research Bulletin of the Hokkaido University Forests 51, 1-13
- 2) Brooks, R.R. (1983) : Serpentine and its vegetation, 455pp, Croom heim, London and Sydney
- 3) 香山雅純・北岡 哲・笹賀一郎・秋林幸男・中嶋潤子・北條 元・杉下義幸・松田 彊・小池孝良(2000) : アカエゾマツによる山火事跡再生試験の解析ー北大天塩地方演習林「中の峰」試験地の事例ー、日本林学会北海道支部論文集 48、72-74.
- 4) Kayama, M., Nomura, M., Sugishita, Y., Satoh, F., Sasa, K. and Koike, I. (2000) : Growth and survival of Sasa (*Sasa senanensis*) community grown under cold and strong windy environment in northern Japan, Bamboo Journal 17, 20-26
- 5) Koike, T., Häsler, R., and Item, H (1994) : Needle longevity and photosynthetic performance in Cembran pine and Norway spruce growing on the north- and east-facing slopes at the timberline of Stillberg in the Swiss Alps, Proceedings- International Workshop on Subalpine Stone Pines and Their Environment, the Status of Our Knowledge, 78-80
- 6) 小宮圭示(1996) : 山火事跡地森林復元試験の経過と今後の課題ー山火事跡強風寒冷地における森林造林法の確立プロジェクトー、北海道大学演習林試験年報 14、28-31
- 7) 松田 彊・滝川貞夫・豊田一雄(1973) : 蛇紋岩地帯における造林成績、日本林学会北海道支部論文集 22、90-93
- 8) 松田 彊(1989) : アカエゾマツ天然林の更新と成長に関する研究、北海道大学演習林研究報告 46、595-717
- 9) 坂上幸雄・藤村好子(1981) : トドマツ、アカエゾマツ苗の光合成速度、呼吸速度の季節変化、日本林学会誌 63、194-200
- 10) 酒井 昭(1982) : 植物の耐凍性と寒冷適応ー冬の生理・生態学ー、469pp、学会出版センター、東京
- 11) 舘脇 操(1943) : アカエゾマツ林の群落学的研究、北海道大学演習林研究報告 13、1-181

図：(以下は、全て未発表ですので、無断で転写しないでください。)

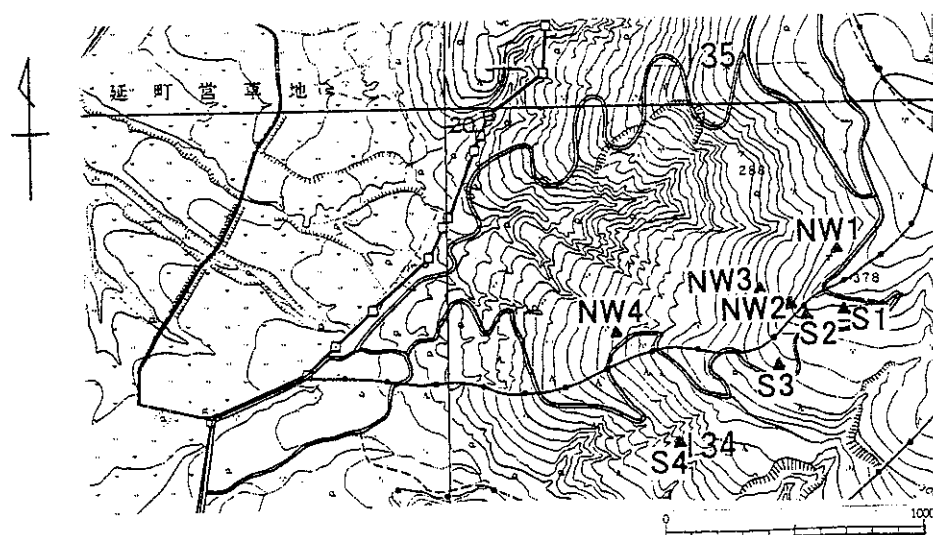


図1 山火事跡森林復元試験地の位置

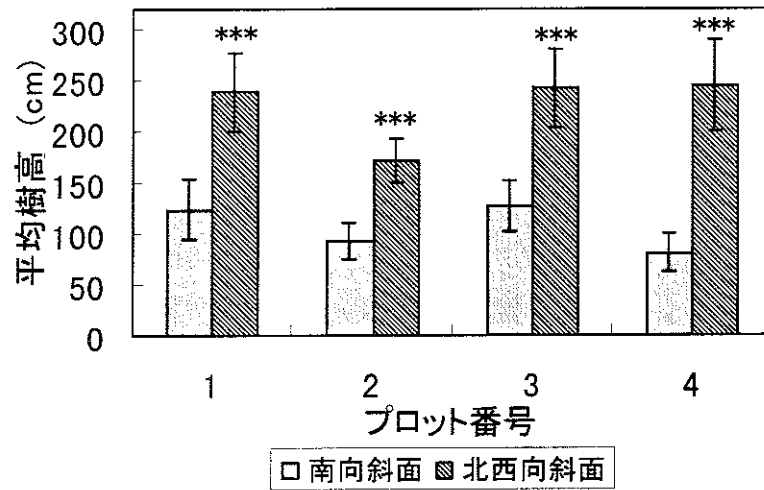


図2 異なる向きの斜面に植林されたアカエゾマツの樹高 (*** - $p < 0.001$)

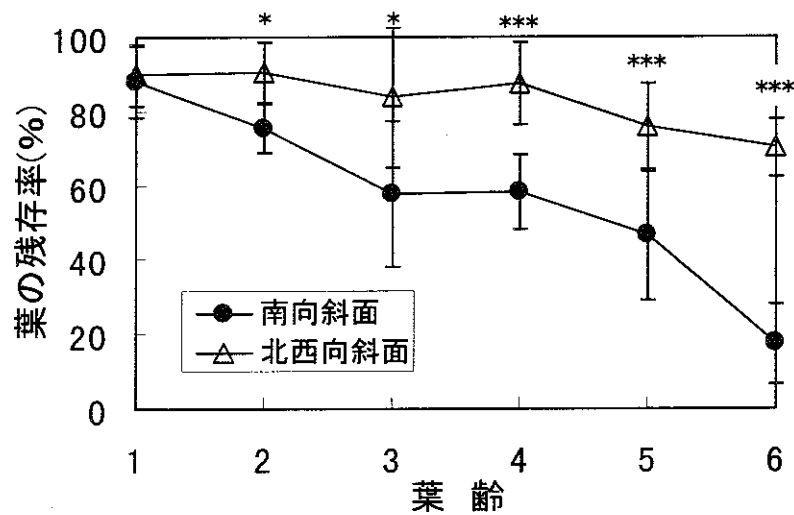


図3 異なる向きの斜面に植林されたアカエゾマツにおける葉齢別の針葉の残存率 (* - $p < 0.05$, *** - $p < 0.001$)

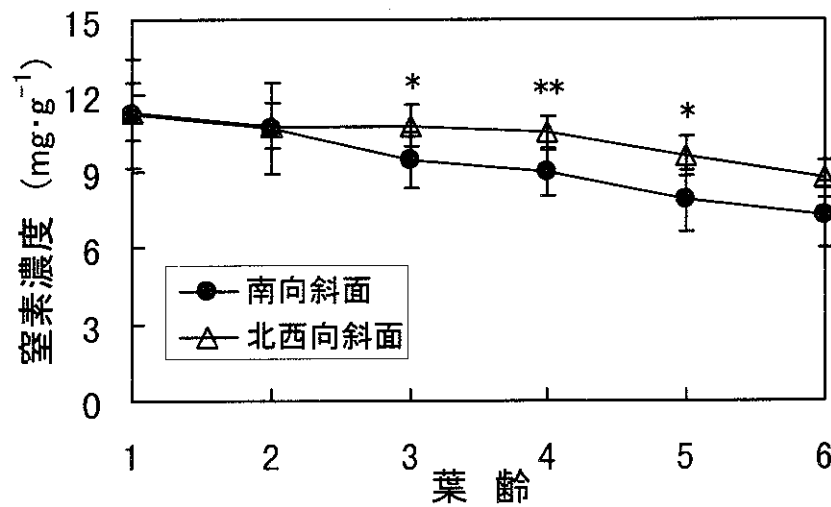


図4 異なる向きの斜面に植林されたアカエゾマツにおける葉齢別の針葉中の窒素濃度 (* - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$)

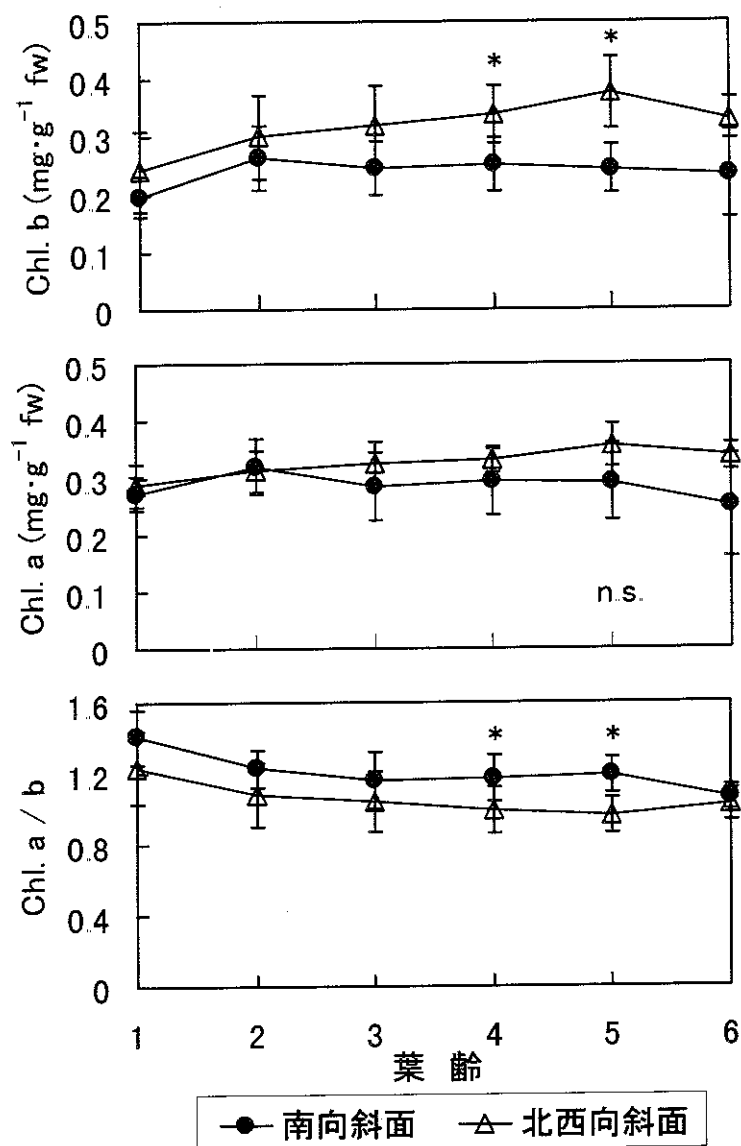


図5 異なる向きの斜面に植林されたアカエゾマツにおける葉齢別の針葉中クロロフィル濃度
(* - $p < 0.05$, *** - $p < 0.001$)

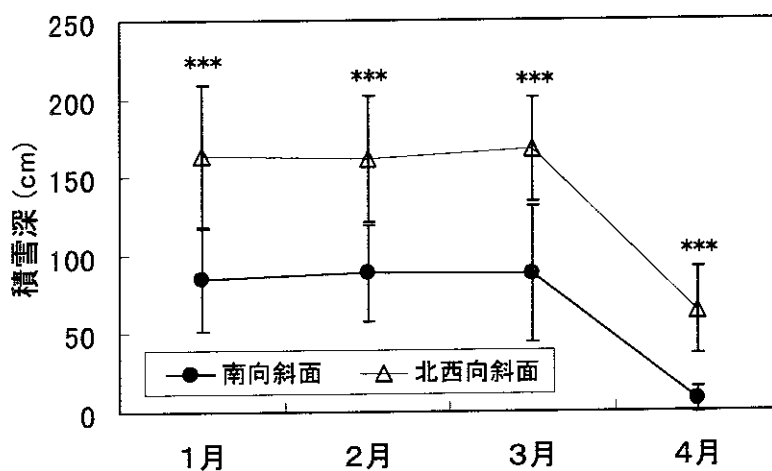


図6 異なる斜面のアカエゾマツプロットにおける積雪深の季節変化
(平成12年 香山未発表, *** - $p < 0.001$)