

北アルプス乗鞍岳における車道際のハイマツ年枝の伸長生長

誌名	長野県自然保護研究所紀要 = Bulletin of Nagano Nature Conservation Research Institute
ISSN	13440780
著者名	井田,秀行 尾関,雅章
発行元	長野県自然保護研究所
巻/号	3巻
巻号補足	
掲載ページ	p. 1-7
発行年月	2000年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



北アルプス乗鞍岳における車道際のハイマツ年枝の伸長生長

井田秀行^{*1}・尾関雅章^{*}

中部山岳乗鞍岳の自動車道路付近のハイマツを対象に、その年枝長の測定によって最近20年間(1980～1999年)の年枝伸長量の推移を把握した。車道敷設による攪乱の影響を直接受けていないハイマツ群落内部、裸地との際縁部分、風衝斜面のハイマツは年枝伸長と前年夏期(6～8月)の気温と正の相関関係が認められ、それらの立地間の伸長推移には同調性が存在した。一方、車道敷設による攪乱の影響を直接受けている車道際斜面の上側(U区)および下側(L区)のハイマツは気温との対応関係は認められず、自然立地との伸長推移の同調傾向は顕著ではなかった。また、測定した20年間の平均年枝伸長量は5立地中U区で最小、L区で最大であった。以上から、車道際では気候や地形といったマクロな環境条件よりも車道の存在がもたらす温度条件や消雪時期などの微細な環境条件がハイマツの年枝生長により強い影響をおよぼしていることが推察された。

キーワード：ハイマツ、年枝伸長、高山帯、自動車道路、気温

はじめに

わが国の高山帯を特徴づける樹種であるハイマツ *Pinus pumila* Regelは、中部山岳以北の一部の火山を除いた高山に分布し、一般的には純林状に矮性低木林を形成する。ハイマツに関する研究は、これまでに地理的な分布特性(例えば、沖津 1984, 1991)、物質生産過程(梶本(1995)を参照)や更新過程(沖津・伊藤 1983; Hayashida 1994; 中新田 1995; Kajimoto *et al.* 1998)といった様々な視点に基づいて行われ、その生理・生態は徐々に明らかにされつつある。しかし、人為的作用の影響がハイマツの生理・生態におよぼす影響について議論した報告はこれまでにほとんどない(氏原ほか 1974)。

ハイマツの枝は一生育期間に一節ずつ伸長し、節目状に残る年枝跡間の長さからシュート(以下、年枝)の伸長量の年次変動を知ることができる(Sano *et al.* 1977)。また、年枝の伸長は6月から8月の夏期の間に完結するため(Kajimoto 1993)、その長さは各年次の生育条件を反映していると考えられている(沖津 1988)。氏原ほか(1974)は、このようなハイマツの伸長生長の特性に着目して、乗鞍岳の高山帯に敷設された自動車道路(以下、車道)際におけるハイマツの年枝伸長量を車道敷設前後で比較し

た。彼らは、車道敷設直後の年枝伸長量が敷設直前に比べて車道際の上側で悪く、下側では良好になっていたことを示唆している。車道敷設後36年経た現在、その影響は一体どのようになっているのであろうか。近年、レクリエーションの場として利用が盛んになりつつある高山帯において、ハイマツなどの植生への影響を長期的な観察によって明らかにすることは、今後の山岳域の利用形態や保全対策を検討する上できわめて重要な課題である。

本研究では、氏原ほか(1974)が調査を行った乗鞍岳のハイマツ群落中の車道際において、最近20年間(1980～1999年)のハイマツ年枝の伸長量の推移の把握を同様の手法を用いて行い、車道がハイマツ年枝の伸長におよぼす影響について検討した。さらに車道際におけるハイマツ群落の更新動態について考察した。

調査地

調査地は、本州中部に位置する北アルプス乗鞍岳(3,025.6m)の東斜面に広がる位ヶ原のハイマツ群落中の車道付近(標高約2,610m、北緯36°6'40"、東経137°33'45")と位ヶ原から約5km北方に広がる桔梗ヶ原の風衝斜面のハイマツ群落(標高2,670m、北緯36°7'45"、東経137°33'35")である。位ヶ原の斜面

* 長野県自然保護研究所 〒381-0075 長野市北郷2054-120

¹ E-mail: pida@nagri.pref.nagano.jp

を横切る車道は1962年から1963年にかけてハイマツ群落を分断して敷設された。この付近は幅員約5 mの車道際の下側に沿って幅約5 mの駐車場が併設（いずれも舗装）されており、6月から10月は相当数の自動車を利用する。調査区は、位ヶ原の斜面における車道際の上側（U区）と下側（L区）の他に、比較のために、車道による攪乱の影響を直接受けていない、群落内部（C区）、林縁部分（E区）、風衝斜面（W区）にも自然の立地として設置した（Plate 1）。なお、U区とL区は氏原ほか（1974）の調査地点とほぼ一致する。C区は車道から斜面上方25～50 m付近の群落、E区は車道から斜面上方20～100 mの範囲にあって自然攪乱によって形成された裸地との際縁にある群落、W区は桔梗ヶ原の風衝斜面にあってパッチ状に発達する群落である。

方法

調査対象としたハイマツは5つの立地からそれぞれ損傷のない主幹を20本選んだ。先述のようにハイマツの年間の伸長量は年枝跡間の長さで表されていることから、氏原ほか（1974）と同様に、年枝跡間長の測定によって年枝伸長の推移を把握した。ハイマツの年枝を正確に判断できるのは通常20年前後であることから（沖津 1987）、年枝の測定は、年枝跡が明瞭に残されている1980年から1999年までの20年間を対象とした。同時に地際直径も測定した。以上の現地調査は1999年8月10～11日と同年9月29～30日に行った。

また、ハイマツの伸長量と気温の年次変動の対応関係を検討するために、調査地から約11km東方に位置する奈川村におけるAMeDAS奈川（標高1,068 m、北緯36°5′3″、東経137°41′2″）の気温観測値を用いた。ハイマツの年枝伸長には、少なくとも夏期（6～8月）の温度条件が関与していることから（沖津 1988）、1979年から1998年までの毎年の6～8月の平均気温を算出して分析に用いた。

各立地間の地際直径の比較にはANOVAのSheffe法を用いた。平均気温と年枝伸長量の対応関係および各立地間の伸長生長推移の同調性の検討にはPearsonの相関係数を用いた。各立地の年枝伸長量の差異については、5年ごとに平均値を算出して各年代ごとにANOVAのSheffe法によって比較検討した。

結果

各立地の地際直径の差異

各立地それぞれのハイマツ主幹の地際直径は、W区で平均3.3 cm（±0.2（SE））と有意に小径であったのを除くと、他の4つの立地（U区：6.9±0.2 cm；L区：6.9±0.3 cm；C区：7.1±0.3 cm；E区：6.7±0.4 cm）の間では有意な差は認められなかった（ $P < 0.001$ ）。

気温と年枝伸長量の関係

夏期（6～8月）における3ヶ月平均気温の年変動（Fig. 1A）によると、平均気温18℃以下の比較的低温の年は1982年、1989年、1993年であり、それに対応して翌年の年枝の平均伸長量が落ち込む傾向がみられた（Fig. 1B）。その他の年次においても立地の違いによる絶対値の差異はあるものの、気温が前年よりも顕著に落ち込んだ年の翌年にはおおむね伸長量も落ち込む傾向を示していた。各年次での年枝の年平均伸長量と前年の夏期の3ヶ月平均気温との関係を検討すると（Fig. 2）、車道際のU区とL区ではいずれも前年夏期の気温との相関関係は認められなかったが（ $P > 0.10$ ）、5つの立地の平均値では正の相関関係が認められた（ $P < 0.05$ ）。また、最も強い正の相関関係が認められたのはE区であった（ $P < 0.01$ ）。C区およびW区ではいずれも弱いがある程度の正の相関関係が認められた（ $P < 0.10$ ）。

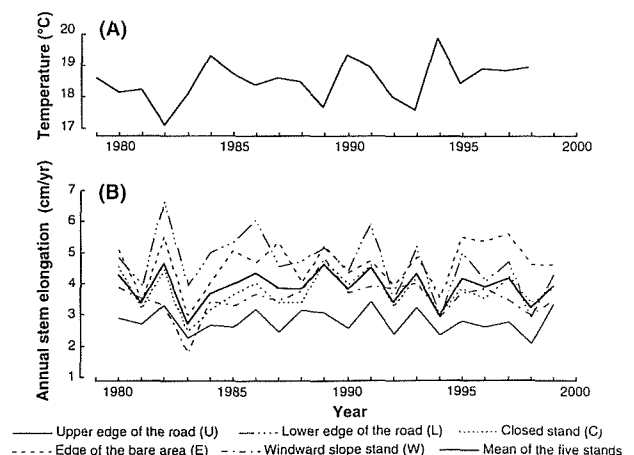


Fig. 1. Changes (A) in the air temperature (mean of June, July and August) and (B) in the annual stem elongation of *Pinus pumila* (mean of 20 stems) for each stand. The meteorological station (1,068m a. s.l.) is approximately 11km distant from the study area (2,610 - 2,670m a.s.l.).

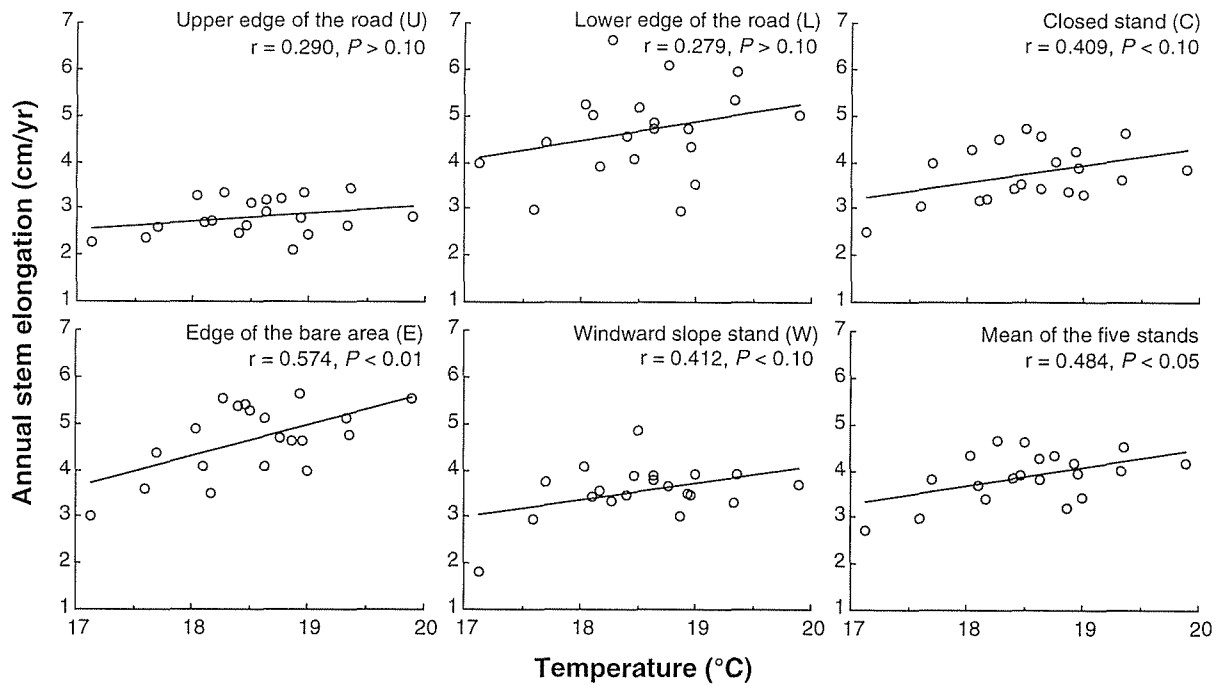


Fig. 2. Correlation shown by Pearson's correlation coefficient between annual stem elongation of *Pinus pumila* (mean of 20 stems) and air temperature (mean of June, July and August) of the previous year during the period from 1980 to 1999 for each stand. The meteorological station as in Fig. 1.

各立地間の伸長生長推移の同調性

年枝伸長の年次変動について立地間の同調性を検討すると (Table 1), 多くの組み合わせにおいて有意に正の相関関係が認められたが, U区とE区, L区とW区の組み合わせでは相関は認められず, E, W区といった自然の立地と車道際のハイマツの伸長推移の同調傾向は顕著ではなかった。

各立地の年枝伸長量の差異

年枝伸長量の立地間における差異を5年ごとに比較すると (Fig. 3), 1980~1984年に最大の伸長量を示していたL区 ($P < 0.05$) は, 1995~1999年にはE区よりも伸長量が小さくなっていった ($P < 0.05$)。さ

らに, L区は1995~1999年にはC区と差が認められなくなっていた。E区では伸長量と前年夏期の気温との間に最も強い正の相関関係が認められたように (Fig. 2), 気温の推移のパターン (Fig. 3A) と同調する傾向が顕著であった。一方, C区とW区では20年間を通じて伸長量の差は認められなかった。U区では, 1980~1984年でW区と伸長量の差が認められなかったがそれ以降は5立地中伸長量は最小であった ($P < 0.05$)。

なお, 1980年から1999年までの20年間の年平均年枝伸長量 (平均±SE cm/年) は, U区が最も小さく (2.8 ± 0.05 cm/年), L区が最大 (4.7 ± 0.08 cm/年) でE区 (4.7 ± 0.09 cm/年) とほぼ同じであった ($P < 0.001$)。C区 (3.8 ± 0.05 cm/年) とW区 (3.3 ± 0.06 cm/年) は, それらの中間的な値であった。

Table 1. Correlation matrix of annual stem elongation shown by Pearson's correlation coefficient among the *Pinus pumila* stands

	U	L	C	E
Upper edge of the road (U)				
Lower edge of the road (L)	0.775**			
Closed stand (C)	0.721**	0.671**		
Edge of the bare area (E)	0.357 ^{NS}	0.513*	0.712**	
Windward slope stand (W)	0.520*	0.341 ^{NS}	0.704**	0.505*

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, NS: not significant ($P > 0.10$).

考 察

各立地の生育環境

調査を行った立地は全て同一山岳地内にあり, 特に風衝斜面のW区を除いた4つの立地はいずれもほぼ同標高の同一斜面上に位置するために, マクロな生育環境としての気候や地形は一様な条件であると推察される。W区を除く4つの立地間で地際直径に

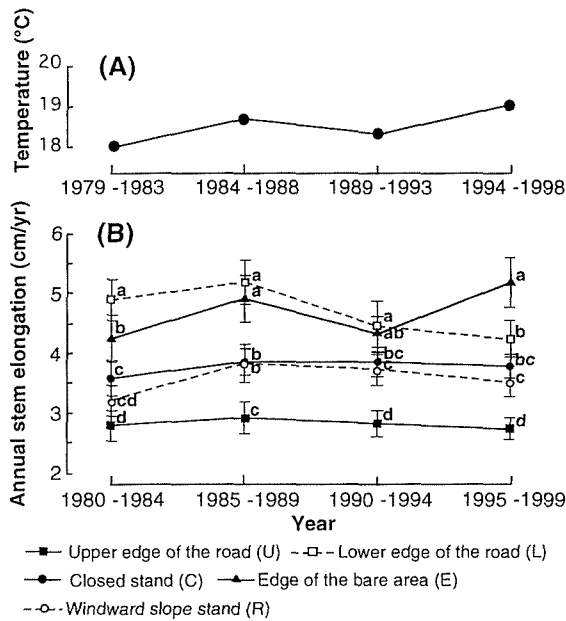


Fig. 3. Changes in the five year average (A) of the air temperature (mean of June, July and August) and (B) of the annual stem elongation of *Pinus pumila* (mean of 20 stems) for each stand. The meteorological station as in Fig. 1. Mean values within the same period followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$ (ANOVA, Sheffe test). Vertical bars indicate SE.

差が認められなかったことはこれを支持しており、車道敷設以前はいずれの立地も同様の環境条件であったことを示唆する。また、直径の肥大成長量は積雪量と関係があることから（名取・松田 1966）、地際直径が顕著に小さかったW区は、風衝地形であるために東斜面に位置する他の4つの立地よりも冬季の季節風が卓越して、積雪量の少ない環境条件下にあると考えられた。

ハイマツ年枝の伸長生長と環境条件の関係

Sano *et al.* (1977)は、東日本の5山岳地で1953年から1972年までの20年間のハイマツ年枝の伸長生長を比較することによって、年枝伸長量と前年の夏期（6～8月）における平均気温と正の相関関係が成り立つことを示し、さらに、5山岳地の年次変動の同調性を見出した。また、中新田・増田（1998）も、尾瀬の至仏山や燧ヶ岳におけるハイマツで同様の結果を示している。本研究でも、おおむねこれらを支持する結果が得られた（Fig. 1, 2）。しかし、車道際では上側、下側ともに年枝伸長と温度との間に対応関係は認められないだけでなく（Fig. 2）、同一山岳地内でありながら他の立地間との同調性も明瞭

には認められなかった（Table 1）。沖津（1988）は、同一山岳地内の場合、ハイマツ年枝伸長に影響をおよぼす立地環境の差異は、各地の山岳地間での環境の差異ほど大きくはないと指摘している。さらに、年枝伸長と前年夏の気温との相関が比較的高いことを支持してはいるものの、ハイマツの年枝伸長に対して温度条件は単独では大きな影響をおよぼしていないとも指摘している。これらのことから、車道際ではマクロな環境条件よりも局所的な微細な環境条件が年枝伸長により強く影響を与えている可能性があることが推察された。

車道がハイマツの伸長生長と更新動態におよぼす影響

今回調査した車道敷設後のハイマツの年枝伸長量は、20年間の平均値でみると車道際の上側（U区）では5立地中最小であったのに対して下側（L区）では最大であった。同様の傾向は、車道敷設直後から観察されていた（氏原ほか 1974）。ところが、最近5年間（1995～1999年）のL区の平均伸長量はE区よりも小さくC区と差が認められなかった（Fig. 3）。このことは年枝が車道際から群落の内部へ伸長したことを示唆する。実際に、著者らは調査を行ったL区のハイマツの多くがその新梢部分が群落内部の葉群中に達しているのを観察している。

本研究では車道際の上側と下側で伸長量に大きな差が生じた理由は明らかにはできなかったが、以上の結果から、少なくとも車道の存在がハイマツの年枝生長に物理的・生理的に影響をおよぼしている可能性は高いと推察された。例えば、融雪期に行われる車道の除雪作業によって車道際には雪が積まれるが、車道の上側と下側で堆積する雪の量が異なれば消雪時期も変化すると考えられる。ハイマツは積雪深と消雪時期によってその群落高や伸長生長が異なるため（小泉 1974）、このような消雪時期の変化は車道際のハイマツの生育期間や伸長量に大きな影響をおよぼす可能性がある。また、観光シーズンでもある生育期には自動車の排気ガスやアスファルトの放射熱などの影響も考えられ、今後はこれらの影響を把握していくことが必要であろう。

次に、車道の存在がハイマツの更新動態におよぼす影響について検討する。ハイマツは接地した幹から順に不定根を発根（沖津・伊藤 1983）させながら伏条更新をしていると推察されている（Kajimoto 1992）。さらに、このような伏条更新に伴い、幹や枝の元の部分を枯死させながら別個体へと枝分かれを

して、ある方向へ移動する (Kajimoto 1994)。また、斜面に分布する林分では風よりも冬季の積雪圧の影響で斜面下方へ伏条更新による移動が進行すると考えられている (Okitsu & Ito 1984; Kajimoto 1992)。実際に車道際の下側ではハイマツの枯死が観察されている。したがって、車道によるハイマツ群落の分断は、斜面上方からの伏条更新によるハイマツの移動を途絶えさせるだけでなく、車道際の下側直下にある根元からの枯死に伴って裸地化を進行させる可能性があるかと懸念する。

おわりに

本報では、ハイマツ群落を分断する車道の敷設が車道際のハイマツの年枝伸長や更新動態に影響をおよぼすことが判明した。現在、車道際の下側でハイマツの枯死にともなう裸地化が始まっているだけでなく、その群落中には空き缶やその他のゴミなども目立った。また、近くにトイレが設置されているにも関わらず、糞尿の跡も少なくはなかった。植生の保全対策等の検討も重要ではあるが、こうした車道利用者のマナー向上こそがまずは重要な課題であるといえよう。

謝辞

本報の作成にあたり、宮城大学事業構想学部の宮原育子氏には原稿をご校閲を頂いた。千葉大学園芸学部の沖津進氏、森林総合研究所東北支所の梶本卓也氏、山形大学農学部の林田光祐氏には文献収集にご協力を頂いた。長野県自然保護研究所の研究員諸氏には有益なコメントをいただいた。以上の方々のご厚意に深く感謝し、心からお礼申し上げます。

引用文献

Hayashida, M. (1994) Role of nutcrackers on seed dispersal and establishment of *Pinus pumila* and *P. pentaphylla*. In: *Proceedings-Subalpine stone pines and their environment: the status of our knowledge* (eds. W.C. Schmidt & F-K. Holtmeier), pp. 159-162. U.S. Department of Agriculture Forest Service, General Technical Report INT-GTR-309, St. Moritz, Switzerland.

Kajimoto, T. (1992) Dynamics and dry matter production of belowground woody organs of *Pinus pumila*

trees growing on the Kiso mountain range in central Japan. *Ecological Research* 7: 333-339.

Kajimoto, T. (1993) Shoot dynamics of *Pinus pumila* in relation to altitudinal and wind exposure gradients on the Kiso mountain range, central Japan. *Tree Physiology* 13: 41-53.

Kajimoto, T. (1994) Aboveground net production and dry matter allocation of *Pinus pumila* forests in the Kiso mountain range, central Japan. *Ecological Research* 9: 193-204.

梶本卓也 (1995) ハイマツの生態. 日本生態学会誌 45: 57-72.

Kajimoto, T., Onodera, H., Ikeda, S., Daimaru, H. & Seki, T. (1998) Seedling establishment of subalpine stone pine (*Pinus pumila*) by nutcracker (*Nucifraga*) seed dispersal on Mt. Yumori, northern Japan. *Arctic and Alpine Research* 30: 408-417.

小泉武栄 (1974) 木曾駒ヶ岳高山帯の自然景観一とくに、植生と構造土について. 日本生態学会誌 24: 78-91.

中新田育子 (1995) 「球果痕」から復元したハイマツ球果の豊凶周期と生産様式. 日本生態学会誌 45: 113-120.

中新田育子・増田暁生 (1998) 尾瀬至仏山と燧ヶ岳におけるハイマツの分布および生長と球果生産の経年変化. 「尾瀬の総合研究」(尾瀬総合学術調査団編), pp.161-175. 前橋.

名取 陽・松田行雄 (1966) 乗鞍岳ハイマツの樹令および幹の肥大生長. 日本生態学会誌 16: 247-251.

沖津 進 (1984) ハイマツ群落の生態と日本の高山帯の位置づけ. 地理学評論 57: 791-802.

沖津 進 (1987) ハイマツ地上部の年輪推定. 日本林学会誌 69: 195-197.

沖津 進 (1988) ハイマツ年枝生長の地理変異. 日本生態学会誌 38: 177-183

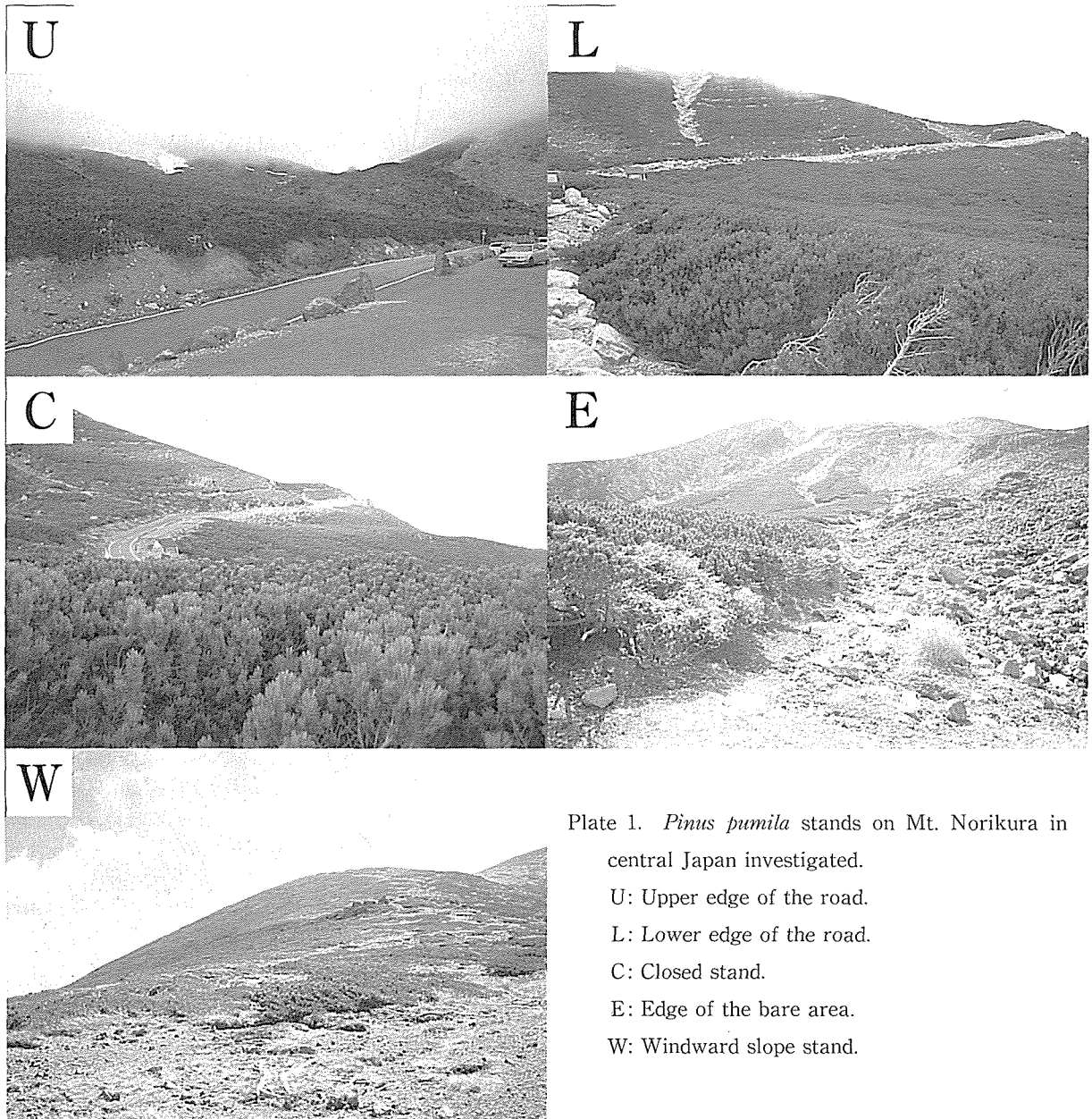
沖津 進 (1991) ハイマツ群落の現在の分布と生長からみた最終氷期における日本のハイマツ帯. 第四紀研究 30: 281-290.

沖津 進・伊藤浩司 (1983) ハイマツ群落の動生態学的研究. 環境科学 (北海道大学) 6: 151-184.

Okitsu, S. & Ito, K. (1984) Vegetation dynamics of the Siberian dwarf pine (*Pinus pumila* Regel) in the Taisetsu mountain range, Hokkaido, Japan. *Vegetatio* 58: 105-113.

Sano, Y., Matano, T. & Ujihara, A. (1977) Growth of *Pinus pumila* and climate fluctuation in Japan. *Nature* 266: 159-161.

氏原暉男・佐野 泰・俣野敏子・羽柴保夫 (1974) 乗鞍位ヶ原における車道開設がハイマツの生長におよぼす影響. 「中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究」(清水建美編), pp.2-5. 信州大学, 松本.



Shoot dynamics of *Pinus pumila* Regel along the road in Mt. Norikura, central Japan

Hideyuki IDA^{*,1} AND Masaaki OZEKI^{*}

**Nagano Nature Conservation Research Institute, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan*

¹E-mail: pida@nacri.pref.nagano.jp

Annual shoot dynamics over the past 20 years (1980-1999) of the Japanese stone pine (*Pinus pumila* Regel) growing along the road on Mt. Norikura in central Japan was investigated. Annual stem elongation of the pine correlated positively with the mean temperature in June, July and August of the previous year in the three natural *P. pumila* stands; closed stand, edge stand of the bare area and windward slope stand. Annual fluctuation of the stem elongation among the three stands showed a similar trend. In the roadside stands; upper edge (U) and lower edge (L) of the road, however, there was no significant correlation between the annual stem elongation and the temperature. There was a similar trend of the annual fluctuation between the roadside stands and the natural stands. The mean annual stem elongation of the 20 years was the smallest in stand U and the largest in stand L among the five stands. These findings suggest that shoot dynamics of the stone pine growing in the habitat disturbed by human impact, such as the road construction would be more influenced by a small-scale condition (i.e., local temperature, time of snow release) than the large-scale condition (i.e., climate, topography).

Key words: air temperature, alpine zone, road construction, stem elongation, stone pine.