

中央アルプス千畳敷におけるハイマツの年枝伸長量

尾関雅章¹・浜田 崇²・飯島慈裕³

中央アルプス千畳敷カールで得られたハイマツを用いて、1980年から2009年までの30年間の年枝伸長量を計測した。計測した30年間では、ハイマツの年枝伸長量は平均4.14cmであった。この30年間で年枝伸長量は有意な増加傾向を示した。年枝伸長量と気温の関係では、前年の6月と7月の月平均気温と有意な正の相関関係が認められた。

キーワード：ハイマツ，年枝伸長量，年次変動，高山帯，気候変動

1. はじめに

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第4次評価報告書は、過去50年で平均気温は急速に上昇し、その原因は人間活動による温室効果ガスの増加である可能性が非常に高いとしている¹⁾。そして、この温暖化にともなう長期的な展望の一つとして「極地や高山の地域社会、生態系など特異で危機にさらされているシステムへのリスクの増加」を示している。

日本の本州中部山岳で、その最上部に形成される高山帯は、北半球におけるハイマツやライチョウなど北方性または周極性の生物の世界的な分布南限となっている。この高山帯域は、その分布域が極めて限定的であること、またその形成に温度、風衝、積雪などの気候条件が深く関与していることから、気候の変化にきわめて脆弱な生態系の一つと考えられる。

ハイマツ *Pinus pumila* Regel は、日本では本州中部山岳から北海道に分布する常緑低木で、中部山岳の森林限界以上の植生における優占種となっている。ハイマツの年枝は、およそ6月から8月にかけて伸長し、その年枝は翌年以降伸長しない²⁾。その特性を利用して、節間の長さから年枝の伸長成長量を20～30年程度さかのぼって計測することができる^{3,4)}。この年枝伸長量は、前年夏の気温と相関が高いことが明らかとなっており^{3,5)}、その性質から、近年の気候変動がハイマツの年枝伸長に及ぼす影響を検討した研究もある⁶⁾。しかし、本州中部

山岳高山帯における気候変動と高山植物の成長に関する研究事例は乏しく、その影響については十分明らかとなっていない。

2009年9月に中央アルプス県立自然公園内ならびに長野県天然記念物の千畳敷カールにおいて、登山道管理の一環として登山道周辺のハイマツが伐採された。このほど、その伐採されたハイマツ幹枝を研究試料として得たことから、中央アルプス高山帯での高山植物の成長量の変動に関する資料として、ハイマツの年枝伸長量を計測したので報告する。

2. 材料と方法

2.1 ハイマツ試料の採取

千畳敷カール (N35° 46'39" E137° 48'47") は、木曾山脈北部の宝剣岳 (標高2,933m) 東方直下に位置し、カール底の標高は2,640mである。カール底はほぼ森林限界に位置しており、カール内の植生は、カール壁や山腹の凸型斜面にハイマツ林、カール底や山腹の凹型斜面に亜高山高茎草原群落、亜高山夏緑低木群落、カール壁上端の稜線部に風衝草原群落などからなる⁷⁾。

今回計測に用いたハイマツは、千畳敷カール底から宝剣岳南峰の鞍部である極楽平 (標高2,700m) に至る登山道の沿線で伐採されたもので、伐採後に集められた幹枝から採取したため、試料の個々の生育位置は明らかではない。

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

2 長野県環境保全研究所 循環型社会部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

3 海洋研究開発機構地球環境変動領域 〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

2.2 ハイマツ年枝伸長量

ハイマツ年枝長の計測は、損傷のない幹を対象とし、試料から20本を選定し行った。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、年枝跡間長の測定によって年枝伸長の推移を把握した。また、ハイマツの年枝を正確に判断できるのは通常20から30年とされる^{3,5,8)}。そのため、今回の調査では、1980年から2009年までの30年間を測定対象とした。

2.3 統計解析と気象観測

ハイマツの年枝伸長量の年次変動傾向の分析には一次回帰分析を用いた。

また、千畳敷カール周辺の気候変動とハイマツの年枝伸長量の関係を検討するため、千畳敷カールより約1.4km北北西で、木曾駒ヶ岳(標高2,956m)の南斜面、標高約2,850mの風衝地において、筆者らが1996年から設置している気象観測サイトでの気温観測資料を用いた。同サイトでは、地上高約1mの気温を観測し、データロガー(Campbell Scientific社製:CR-10X)を用いて記録している。

測定された気温データの1時間値を利用し、月平均気温を算出し、ハイマツの成長期間に相当する6月から9月の月平均気温をもとめた。なお、月平均気温の算出にあたっては気象庁の基準に準じ、日平均気温が得られた日数が月の日数の85%を上回った場合のみ求めた。参考として、同サイトの年平均気温を、月平均気温が12ヶ月分揃った年のみについて求めると、 $-1.48 \sim 0.03^{\circ}\text{C}$ ($n=6$)であった。

ハイマツ年枝伸長量は、前年夏の気温と相関が高いことがすでに報告されていることから^{3,5)}、ここでは、1997年から2009年のハイマツ年枝伸長量と前年の6月から9月の月平均気温の関係について、相関係数を用いて検討した。

3. 結果および考察

3.1 ハイマツ年枝伸長量とその年次変動

ハイマツの年枝伸長量は、30年間の平均で $4.20 \pm \text{SD}1.55\text{cm}$ ($n=551$)であった。30年間を1980年代、1990年代、2000年代に分割すると、1980年代が $3.70 \pm \text{SD}1.40\text{cm}$ ($n=151$)、1990年代は $4.18 \pm \text{SD}1.46\text{cm}$ ($n=200$)、2000年代は $4.60 \pm \text{SD}1.64\text{cm}$ ($n=200$)で、2000年代が最も伸長量が大きかった。

年枝伸長量の年次変動の傾向について一次回帰分

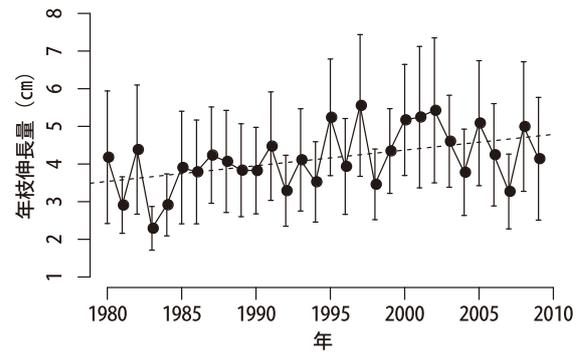


図1 千畳敷におけるハイマツの年枝伸長量の年次変動(1980年から2009年までの30年間)。
主幹20本の平均値±SEを示している。破線は回帰直線 ($Y=-78.90+0.04 \cdot X$, $r^2=0.18$, $P=0.011$)。

析を用いて検討すると、今回計測した1980年から2009年までの30年間では、年枝伸長量は有意な増加傾向を示した ($r^2=0.18$, $P<0.05$, $n=30$) (図1)。

Wada, et al. (2005)⁶⁾は、本州中部山岳のうち北アルプスの3山域(浄土山, 爺ヶ岳, 乗鞍岳)においてハイマツ年枝伸長量が1980年から2003年にかけて増加傾向にある一方、北日本のハイマツではそうした傾向が見出されないことを報告している。今回の計測結果から、中央アルプスの千畳敷カールにおいても、近年のハイマツ年枝伸長量の年次変動について、北アルプスと同様の傾向を示すことが明らかとなった。

3.2 ハイマツ年枝伸長量と気温の関係

1997年から2009年のハイマツ年枝伸長量と前年の6月から9月の木曾駒ヶ岳南斜面での月平均気温の関係について、相関係数を用いて検討すると、前年の6月と7月の月平均気温とは有意な正の相関が認められたが ($P<0.05$)、8月と9月については有意な関係は認められなかった(図2)。8月については、弱いがある程度の正の相関関係が認められた ($P<0.10$)。また、ハイマツの成長期間全体(6~8月)の平均気温と年枝伸長量については、有意な正の相関が認められた ($P<0.05$)。

中央アルプス北部の主稜線部でのハイマツの年枝の伸長様式については、年枝は6月から7月にかけて、針葉は6月から8月中旬にかけて伸長すること、また冬芽長は9~10月まで徐々に増加することが報告されている²⁾。

これらのことから、千畳敷カールで得られたハイマツの年枝伸長量には、前年の夏季、とくにハイマ

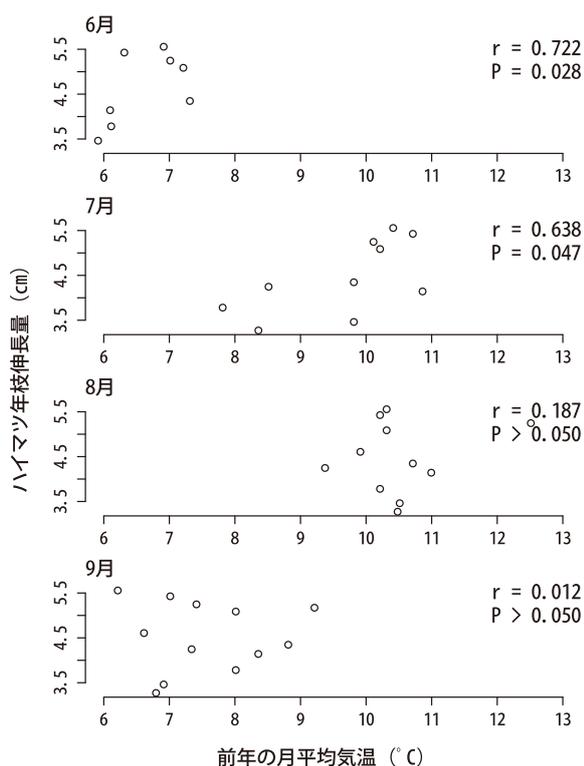


図2 千畳敷におけるハイマツの年枝伸長量（主幹20本の平均値）と、木曾駒ヶ岳南斜面の風衝地（標高約2,850m）における前年の6月、7月、8月、9月の月平均気温（1996年～2009年）の関係。

ツの成長期間のうち、当年枝や葉の伸長がすすむ6～7月の気温がより強く関与している可能性が考えられる。また、こうした年枝の季節的な伸長との関係だけでなく、千畳敷カール内では、6月から7月にかけて融雪がすすむことから、6～7月の気温により融雪状況が変化し、ハイマツの同化開始の時期や同化期間を変動させ、翌年の年枝伸長量が変動している可能性も考えられる。

一方、上記のハイマツ年枝伸長量が過去30年間で増加傾向にあること、およびこのハイマツ年枝伸長量と前年6・7月の木曾駒ヶ岳付近の気温に正の相関関係が認められたことから、木曾駒ヶ岳周辺の高山帯では、夏季の気温が過去30年間で増加傾向にあった可能性が示唆される。

日本の山岳地では、富士山や伊吹山などにおいて気温の上昇傾向が報告されているが⁹⁾、山岳地の観測地点は少なく、山岳地での気候変動の監視にむけた山岳気象観測地点網の今後の整備が期待される現状にある¹⁰⁾。今回の年枝伸長量をはじめとするハイマツの成長量と既存気象観測資料との関係の解析は、気象観測資料の乏しい山岳地での気候変動に関する学術的資料として期待される。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、南信森林管理署、長野県教育委員会事務局文化財・生涯学習課にはハイマツの幹枝の採取について多大なる便宜をはかっていただいた。また、年枝伸長量の計測には、宮澤雅光氏の協力をいただいた。石川県白山自然保護センターの野上達也氏には、ハイマツ年枝伸長量について有益な助言をいただいた。ここに記して深謝致します。なお、本研究は、環境省環境研究総合推進費(S-8)の支援により実施された。

文 献

- 1) IPCC (2007) Climate change 2007: Impact, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge Univ. Press.
- 2) Kajimoto, T. (1993) Shoot dynamics of *Pinus pumila* in relation to an altitudinal and wind exposure gradients on the Kiso mountain range, central Japan. *Tree Physiology* 13: 41-53.
- 3) Sano, Y., Matano, T., and Ujihara, T. (1977) Growth of *Pinus pumila* and climate fluctuation in Japan. *Nature* 266: 159-161.
- 4) 尾関雅章・井田秀行 (2001) 亜高山帯・高山帯を通過する車道周辺の植物相および植物生態に関する研究. 長野県自然保護研究所紀要4(別冊2): 27-39.
- 5) Takahashi, K. (2003) Effects of climatic conditions on shoot elongation of alpine dwarf pine (*Pinus pumila*) at its upper and lower altitudinal limits in central Japan. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 35: 1-7.
- 6) Wada, N., Watanuki, K., Narita, K., Suzuki, S., Kudo, G., and Kume, A. (2005) Climate change and shoot elongation of alpine dwarf pine (*Pinus pumila* Regel): Comparisons between six Japanese mountains. *Phyton (Austria)* 45: 253-260.
- 7) 亀山章 (1979) 木曾駒千畳敷周辺の植生—植物群落と生育環境について—. 信州大学農学部演習林報告 16: 57-85.
- 8) 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.
- 9) Yoshino, M. (2006) Global warming and mountain environment. *Global Environmental Research* 10: 3-12.
- 10) 長野県環境保全研究所 (2008) 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告書 6 長野県における地球温暖化現象の実態に関する調査研究報告書 . 長野県環境保全研究所.

Shoot elongation of alpine dwarf pine (*Pinus pumila*) in Senjojiki cirque, central Japan

Masaaki OZEKI¹, Takashi HAMADA² and Yoshihiro IJIMA³

1 Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan

2 Nagano Environmental Conservation Research Institute, Recycling Society Division,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan

3 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology Research Institute for Global Change,
2-15 Natsushima-cho, Yokosuka-shi, Kanagawa 237-0061, Japan