

アラスカ内陸部のクロトウヒの成長と葉の $\delta^{15}\text{N}$ の関係

田中(小田)あゆみ¹、田中憲蔵¹、鳥山淳平²、野口享太郎¹、松浦陽次郎¹、

¹ 森林総合研究所

² 森林総合研究所九州支所

Relationship between tree growth and leaf $\delta^{15}\text{N}$ values of black spruce in Interior Alaska

Ayumi Tanaka-Oda¹, Tanaka Kenzo¹, Jumpei Toriyama², Kyotaro Noguchi¹ and Yojiro Matsuura¹

¹ Forestry and Forest Products Research Institute

² Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

Nitrogen is one of the most limiting nutrients on plant growth in Interior Alaska. Foliage stable nitrogen isotope ratio ($\delta^{15}\text{N}$) reflects patterns of soil-plant nitrogen uptake. We analyzed foliage and roots $\delta^{15}\text{N}$ values of black spruce (*Picea mariana*) grown in different position of northeast facing slope, in which tree size significantly differed. We established four plots in Caribou Poker Creek Research Watershed (CPCRW) and measured above ground biomass (AGB) of black spruce, foliage $\delta^{15}\text{N}$ values, active layer depth and soil characteristics. We also set two transects (one along a slope gradient, and a second on a north to east axis at a fixed elevation) of 1.6 kilometer length across the plots. We collected foliage and root samples and measured their current shoot growth, $\delta^{15}\text{N}$ signatures and N contents. The AGB and shoot growth varied widely across the gradient: 12.5 t ha⁻¹ in lower slope position to 85.7 t ha⁻¹ in upper slope position. Tree growth rate was strongly affected by elevation and aspects of slope; growth rate at lower elevation with shallow active layer in growing season was lower than higher elevation with deeper active layer, and was also limited in northeast facing slope. Foliage $\delta^{15}\text{N}$ values varied between 2.9 to 13.1‰ and had positive correlation with tree growth rate. These results indicated that nitrogen utilization of black spruce significantly varied with slope position. On the lower slope, where the soil active layer was shallow, black spruce growth was reduced by the low availability of inorganic N and an elevated dependency on mycorrhizae for N uptake.

アラスカ内陸部の不連続永久凍土地帯では窒素が植物の成長を制限する主要因である。植物体の窒素同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$)は、土壌から植物への窒素吸収(共生菌根菌や、有機態窒素の吸収など)を反映して変化するため、窒素制限下での植物の窒素吸収源や根の共生菌類の指標となる(Mayor et al. 2012, Tanaka-Oda et al. 2016, Kenzo et al. 2016)。アラスカ内陸部の永久凍土上に優占するクロトウヒ(*Picea mariana*)は、同一斜面上でも成長量に差があることが知られている。クロトウヒの成長と土壌特性及び窒素吸収の関係を明らかにするため、アラスカ州フェアバンクス郊外のカリブポーカークリークウォーターシールド(CPCRW)にある北東斜面上に生育するクロトウヒ林において、葉や根の窒素同位体比を調べた。調査は2012年と2014年に行い、同一斜面上に標高の異なる4つのプロットと、そのプロットを縦断するトランセクトを設置した(図1)。プロットでは土壌プロファイルを作成し、クロトウヒの地上部現存量と葉の窒素同位体比を測定した。トランセクトでは20mごとにクロトウヒの葉と根を採取し、根は太さ別に分けて窒素濃度と同位体比をそれぞれ測定した。その結果、地上部現存量は斜面位置による違いが大きく、斜面上部で85.7 t ha⁻¹、斜面下部では12.5 t ha⁻¹と同一斜面上で7倍の違いがあり(図2)、地上部現存量と窒素同位体比には正の相関があった。トランセクト上におけるクロトウヒの成長速度と葉の窒素濃度と同位体比にも正の相関があったが、それらは根の窒素同位体比から求めた窒素吸収における菌根菌への依存度と関係があった。斜面下部では生育期間における永久凍土の融解深が浅く、斜面上部より土壌温度が低いため、有機物の無機化が起こりにくい。そのような環境では共生菌根を通じて窒素吸収を行うため、菌根による窒素同位体分別(Mayor et al. 2012, Tanaka-Oda et al. 2016)により根や葉の窒素同位体比が低下していると考えられた。以上から、クロトウヒの地上部現存量や成長は同一斜面内でも窒素吸収の違いにより変化が大きく、今後、温暖化や窒素降下などの環境変動が樹木の成長に影響を及ぼす可能性が考えられた。

References

- Kenzo, T., Tanaka-Oda, A., Matsuura, Y. and L.D. Hinzman, Morphological and physicochemical traits of leaves of different life forms of various broadleaf woody plants in interior Alaska, Canadian Journal of Forest Research, in press, 2016.
- Mayor, J.R., E.A.G. Schuur, M.C. Mack, T.N. Hollingsworth and E. Bååth, Nitrogen isotope patterns in Alaskan black spruce reflect organic nitrogen sources and the activity of ectomycorrhizal fungi. Ecosystems, 15, 819–831, 2012.
- Tanaka-Oda, A., Kenzo, T., Inoue, Y., Yano, M., Koba, K., and Ichie, T. Variation in leaf and soil $\delta^{15}\text{N}$ in diverse tree species in a lowland dipterocarp rainforest, Malaysia. Trees, in press, 2016.

Chapin, F.S., and Hollingsworth, J. Citing online sources: Caribou Poker Creek Research Watershed GIS Data, Digital Elevation Model (DEM), Bonanza Creek LTER - University of Alaska Fairbanks, BNZ:435, 2010.

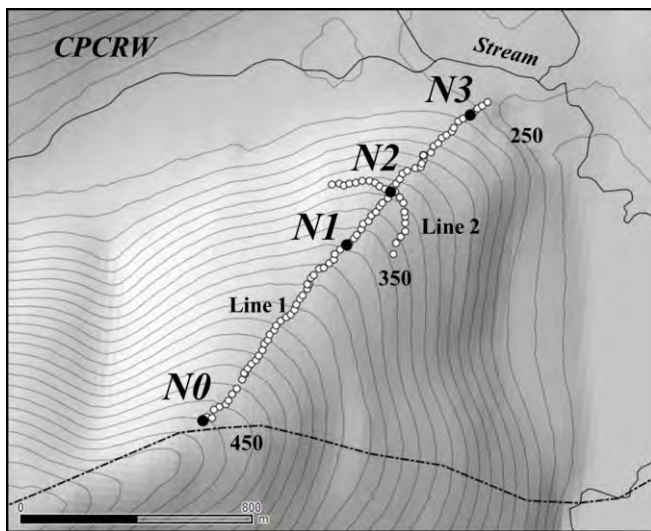


図1 サンプルング地点の地図

N0-N3 はプロットを、○はサンプルを採取した個体を表す。アラスカ大学 HP 上に公開されている CPCRW の Digital Elevation Model (DEM)により作成(Chapin and Hollingsworth, 2010).

Figure 1. Locations of the two transect lines. N0-N3, sample plots (10 × 10 m). Circular symbols indicate sampled individuals. The figure was created by author based on Digital Elevation Model (DEM) of CPCRW (Chapin and Hollingsworth, 2010).



図2 斜面上部(N0:上)と下部(N3:下)プロットの林相の違い
Figure 2. Differences tree size and density between upper (N0) and lower (N3) plots on the northeast facing slope in CPCRW.