

野幌国有林のトドマツ林におけるマウンド内部の土壌の理化学性

北海道大学大学院環境科学院 三好 祐司・川久保恵理・山東 豪
北海道大学地球環境科学研究所 春木 雅寛

はじめに

風倒等による樹木の根返りにより発生したマウンドは、風倒後の森林における更新の中でも重要な位置を占めているとみられる(2)。また、本研究の調査地である野幌国有林において、根返りにより成立した微小立地であるマウンドやピットによる更新過程が報告されている(4)。2010年9月に野幌国有林のトドマツ林内に散在するマウンドやピットにおいて植生調査を行ったところ、トドマツ等の主要樹種の個体数は80%以上がマウンド上に成立しており、調査区(30m×30m)全体においても70%以上がマウンドおよびピット上に成立していた。これらの結果から、樹木の主要な成立箇所であるマウンド等の性状を明らかにすることは、今後、成木の風倒防御の方法を考える上でも重要であると考えられる。そこで、本研究ではこれまで十分な検証が行なわれていないマウンドおよびピット等の微小立地における土壌の性質に着目し、今回は深度による土壌の理化学性の違いを明らかにすることを目的とした。

調査地

野幌国有林(面積1,500ha)は、札幌市に隣接し江別市および北広島市にまたがる森林である。土壌母材は、新生代第四紀洪積層に属する野幌層や忠庭、支笏火山放出物(軽石流堆積物)からなる。野幌層は、粘土と砂礫の互層からなり、その上に褐色森林土が分布している(2)。森林は天然生林が約70%を占め、トドマツを主体とする針葉樹林と落葉広葉樹林、およびこれらが混生した針広混交林がみられる。すでに詳しい植生調査(5)や森林生態学的基礎調査(1,6)も行われている。

調査・測定方法

調査は、石狩森林管理署管内の野幌国有林内(39林班および49林班)のトドマツ林内において2010年春から秋にかけて行なわれた。トドマツ林内において以下の四つの地形区分(図-1,2)について土壌試料の採取を行った。まず(1)2004年9月の台風18号で根返り倒伏した樹高20mを超すトドマツ5個体を任意に選定した。これらは、いずれも根返りによって根際から広がる根系とA₀層や根圏土壌が密接に結合したままの状態でも90度回転して半分が地上に出現したもので、地表面からおおよそ1mの高さであった。また、水平方向には3-4mの幅をもっていた。ここでは、これを根返り根土盤(以下、根土盤(こんどばん))と呼称する。根土盤はおおよそ20-30cm

の厚みをもっていることから真裏側(樹冠頂部の反対側)からみて、頂部(90度)から地表面際(おおよそ0度)にかけて中間の45度の3箇所を任意に選んで根土盤中央部の土壌試料を採取した。次に(2)根土盤の下方はA₀層や表土が根返りによって除去されておおよそ20-30cmの深さの凹地(ピット)となっている。この凹地はいずれも上方からみれば全体的には楕円形をなしており、長径およびこれに直交する短径の中心点およびこの中心点と長径および短径の両端部との中間点の5箇所土壌試料を採取した。(3)ピットからおおよそ1m離れるとA₀層や土壌は攪乱されておらず、地形的にはほぼ平坦であることから、根土盤周辺の非攪乱地を含めてこれを平坦部と呼ぶことにした。根土盤とピットを巡る周囲の平坦部にそこから約1m離れた地点をほぼ等距離になるように5箇所を選んで、ここでも土壌試料を採取した。(4)トドマツ林内では、根土盤から徐々に根系が分解し、結合していた土壌とともに抜け落ちるなど全体が沈降していきなだらかな盛土壘(マウンド)が形成されていく(1)。マウンドは上方からみれば楕円形をなしている。方位によって植生の違いが観察されるようで、今回はマウンド頂部および頂部から東西南北の四方向に巻尺で直線を引き、それぞれ下部および下部と頂部の間を3等分して上部と中間部において土壌試料の採取を行なった。なお、各方位とも土壌内部では腐朽した根などはみられなかった。(5)以上の各地形区分ごとに選んだ5箇所の土壌試料採取時にはA₀層厚の計測を行ったのち、5m×5mの面積で植生調査を行い、植生率、出現樹木の個体数、最大樹高などを記録した。

土壌試料はそれぞれ深度0-5、5-10、10-15cmで採取しクローラーボックスに入れて実験室に持ち帰り、いずれも生土を用いて含水比、pH(H₂O)、灼熱減量(マッフル炉により500℃、4時間燃焼)、Total C、Total N(Yanaco, MT1600CN コーダ使用)、C/N比を調べた。無機態窒素量(アンモニア態窒素量、硝酸態窒素量)は土壌試料を2NのKCl水溶液で1時間攪拌して抽出し、アンモニア態窒素量(インドフェノール青法)、硝酸態窒素量(カドミウム還元法)の測定を行った(3)。これとは別に近隣の2004年台風の影響がみられなかったトドマツ林内に30m×30mの調査区を設定して、樹高1.3m以上の樹木個体について毎木調査を行い、それらがどのような地形区分上に成立しているかを調べた。

結果

Yuji MIYOSHI, Eri KAWAKUBO, Go SANDO (Grad.Sch.of Env.Sci., Hokkaido Univ. Sapporo 060-0810) and Masahiro HARUKI (Fac.of Env.Earth.Sci., Hokkaido Univ., Sapporo 060-0810),
Soil characteristics of mounds and pits in Nopporo National Forest. —Case study of *Abies sachalinensis* stand—

1) 地形区分別の成立樹木個体 (表-1) : 表-1 に示したように地形区分ではマウンド上が多く、個体数で多数を占めるトドマツ (82.7%) やこれに次ぐナナカマド (88.9%) は 80% を越えており、シウリザクラ (58.8%) やアカイタヤ (53.8%) でも 54% と半数を超えていた。全体でも 74.4% がマウンド上に成立していた。

2) ピット, 根土盤, 平坦部およびマウンド上の植生 (表-2) を, 低木種を除く出現種数と個体数でみるとピット上では空間的な孔状地に多くみられるタラノキ (樹高 0.9m), 湿性に多いヤチダモ (同 0.9m), 遷移の後期にみられるシナノキなど 7 種 21 個体がみられ, 根土盤でもタラノキのほかハルニレ稚樹 (同 0.04m) など 10 種 17 個体がみられた。平坦部においては林床に優占しているハイヌガヤに混じって 1 種, 1 個体のキタコブシ (同 1.5m) がみられただけであった。マウンド上ではトドマツ, ミズナラなど遷移後期に出現する常緑針葉樹, 落葉広葉樹を含め 10 種 35 個体がみられた。

3) 四つの地形区分別の土壌測定項目: マウンドの数値は頂部と各方位の上部, 中部, 下部の平均値を計算して表示した。含水比 (図-3) では, 根土盤は各深度ともほとんど違いがみられず, 平均値で 30-31% と少なかった。一方, 他の地形区分間の差は少なかったが, 表層から深くなるにつれて減少していく傾向がみられた。全体としては平均値で 59-41% の範囲にあった。マウンド上においても頂部, 上部, 中部, 下部に分けてみると表層から深くなるにつれて減少していく傾向は同様であった。方位別には南向きの深度 0-5cm で 76% と, 他の地点の 56-64% よりも 3-4 割より高い値を示した。pH は図示しないが, 各地形区分とも表層に比べて下部の深度 10-15cm でやや高くなっているが全体としては表層から深度 10-15cm まで, 4.8-5.1 の弱酸性でほとんど差はみられなかった。マウンドにおいても頂部, 上部, 中部, 下部でほとんど差はみられず 4.4~4.7 の範囲で, 方位別にみても各深度とも 4.6~4.7 とほとんど違いはみられなかった。

有機物含有量の指標とされる灼熱減量 (図-4) は, 根土盤は各深度ともほとんど違いがみられず平均 7.1-7.6% と少なかった。他の各地形では地形間で違いはあるが, 表層から下部へと減少した。平坦部では深度 0-5cm で平均 16.2 (標準偏差 4.4) %, 5-10cm で 12.7 (標準偏差 2.1) %, 10-15cm で平均 11.8 (標準偏差 1.3) % となり, マウンドもこれらとあまり違いはみられなかった。一方, ピットでは深度 0-5cm で平均 10.6 (標準偏差 2.4) %, 5-10cm で 9.2 (標準偏差 1.6) %, 10-15cm で平均 8.7 (標準偏差 0.9) % といずれも平坦部やマウンドの 2/3 程度であった。マウンド上においても頂部, 上部, 中部, 下部でみるといずれも若干だが表層から深くなるにつれて減少していく傾向にあった。下部がやや顕著で深度 0-5cm の平均 18.7% から 5-10cm で 13.9%, 10-15cm で平均 11.9% となった (図-4)。方位別にみると南向きが顕著で, 深度 0-5cm の平均 21.0% から 5-10cm で 15.6%, 10-15cm で平均 13.1% と各深さとも他の方位に比べて大きな値を示した (図-9)。

Total C (図-5) も灼熱減量と同様に表層から下部へと減少した。根土盤は表層から下層に向かって平均値で 2.1-1.9% と少なく, ピットで 4.1-2.7%, マウンドで

7.6-4.2%, 平坦部で 7.4-4.3% と, マウンドと平坦部ではほとんど違いはみられなかった。マウンド上においても頂部, 上部, 中部, 下部でみると, 図示しないが, 灼熱減量と同様に下部の深度 0-5cm が 19%, 5-10cm の 6% と他より少し高いが深くなるとほとんど変わらなかった。方位別にみるとこれも図示しないが, 灼熱減量と同様に南向きが各深度で若干高い値を示した。Total N も表層から下部へと減少し, Total C とほぼ同様の傾向を示し, 根土盤は表層から下層に向かって平均値で 0.2-0.1% と少なく, ピットで 0.3-0.2%, マウンドで 0.6-0.3%, 平坦部で 0.7-0.4% と, マウンドと平坦部ではほとんど違いはみられなかった。マウンド上においても下部の深度 0-5cm が 0.7%, 5-10cm の 0.5% と他より少し高いが深くなるとほとんど変わらなかった。方位別にみるとここでも南向きが各深度で若干高い値を示した (図-8)。C/N 比は各地形とも深さで大きな差はみられず, 根土盤は平均値で 16-18 とやや高く, ピットで 14-13, マウンドで 14-16 であった。他方, 平坦部では 11-10 と土壌微生物の活動に適しているとされる 10 に最も近い値を示した。マウンド上においても頂部, 上部, 中部, 下部でみると, 頂部が各深度とも 19 であったことを除いて, 他は各深度とも 12-15 の範囲でほとんど変わらなかった。方位別にみると頂部と南向きで各深度とも 18-22 の範囲であったが, 他の方位では 11-13 の範囲に収まっていた (図-7)。

無機態窒素量 (NH_4+NO_3 , 図-10) も, 地形間で違いはあるが, 根土盤を除き表層から下部へと減少した。根土盤は表層から下層に向かっていずれも少なく, 平均値で深度 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm の順で 10.1-10.5-7.3 (mg/kg) となった。ピットは 19.7-12.5-10.1 で, マウンドは 44.2-27.4-14.3, 平坦部は 42.6-30.0-15.7 (mg/kg) となり, 灼熱減量, Total C, Total N と同様にマウンドと平坦部ではほとんど違いはみられなかった。マウンド上においても頂部, 上部, 中部, 下部でみると, 下部の深度 0-5cm が 55.1, 5-10cm, 10-15cm ともに 37.3 (mg/kg) と他より少し高く, 他は深度 0-5cm が 39.6-41.1, 5-10cm で 20.7-25.3, 10-15cm が 12.5-23.5 (mg/kg) の範囲であった。方位別にみるとここでも南向きが深度 0-5cm で 84.3, 5-10cm が 49.4 (mg/kg) と他よりかなり高い値を示した。他は 0-5cm で 24.5-41.1, 5-10cm が 15.2-28.9, 10-15cm で 10.5-23.5 (mg/kg) であった (図-10)。

考察

トドマツ林内に設けた 30m×30m 調査区内の地形区分別成立個体数からみると, マウンド上が樹木の更新立地として大きな役割をもつことが示された。これまでのトドマツ林内やエゾマツ林内, さらに種々の広葉樹林内の結果と同様であり, 広く野幌森林内でみられる事象といえよう。

このようなマウンドの形成は上木の倒伏が根返りをともなった場合, 根土盤から徐々に形成されていく。根土盤は含水比, 有機物含量 (灼熱減量), Total C, Total N, 無機態窒素量が他の地形に比べてかなり少なかった。

平坦部は他の地形に比べ安定しており, 攪乱を受けていないため各項目とも大きな数値を示した。また, マウ

ンドも内部に根土盤でみられたような分解途中の腐朽根がみられないことから形成後 30-40 年の年数を経ていると考えられ(1), 土壌の理化学性はほとんど平坦部と変わらないほどになっていると考えられた。各地形区分毎の出現植生(低木を除く樹木)からみると, 根土盤も種数, 個体数とも比較的大きな値を示したが, 野幌森林内で観察されるマウンド上の成立木で根株から長い側根を伸ばした個体はまれに観察される程度であることから, 現在侵入定着中の稚樹は, 根土盤からのマウンド形成が迅速に進まないと含水比が少ないことから, 乾燥条件に耐えて根系が平坦部の表土中に到達できず, 枯死する可能性が高いと考えられる。これに対して, ピットは平坦部とマウンドの中間的な値を示していた。しかし, 野幌森林内では不透水層の形成によりほとんどの場所で地下水位が高いことから, 湿性条件に強いヤチダモなどを除き, 上木となる可能性が低いことを表-1 は示している。ヤチダモ林内でも上層を形成するヤチダモのほとんどはマウンド上にあるからである(3)。一方, 平坦部は最も攪乱が少ないため, 出現種数, 個体数とも少なかった。これらに対し, マウンド上は方位別にみて多少のばらつきはあるが, 各深度で今回測定した理化学性の数値は安定しているということができ, マウンド上の方位や頂部, 上部, 中部, 下部, の位置にかかわらず, 種々の樹木の定着箇所となることが可能であると考えられる。

まとめ

- (1) 野幌国有林のトドマツ林分において, 根土盤, マウンド, ピット, 平坦部の四つに地形区分をして表層から 15cm までの深度の土壌試料について理化学性を測定し比較した。
- (2) 根土盤は含水比, 有機物含量(灼熱減量), Total C, Total N, 無機態窒素量が他の地形に比べてかなり少なく, 出現種数や個体数は多いが, マウンド形成が早く進まな

- い場合, 地形区分別の成立樹木個体数調査結果にみられるように多くは枯死に至ると考えられた。
- (3) 平坦部は地形的に最も安定し, 攪乱が少ないため各項目とも大きな数値を示したが, 出現種数, 個体数とも少なかった。
- (4) ピットは土壌理化学性において平坦部とマウンドの中間的な値を示していた。しかし, 野幌森林内では不透水層の形成によりほとんどの場所で地下水位が高いことから, (2) と同様に, 湿性条件に強いヤチダモなどを除き, 上木となる可能性が低いとみられた。
- (5) それらに対して, 根土盤から進んだマウンド上は方位別にみて南向きで化学的養分の濃度が少し高かった。多少のばらつきはあるが, 各深度で今回測定した理化学性の数値は安定しており, マウンド上の方位や頂部, 上部, 中部, 下部の位置にかかわらず, 種々の樹木の侵入定着箇所となることが可能であったと考えられる。

文献

- (1) 春木雅寛(1985) 野幌トドマツ林の根返り跡更新. 北大農演研報 42 (4) : 809-835.
- (2) 春木雅寛・板垣恒夫・猪股英史(2007) 野幌国有林における二, 三の天然性林分について. 日本北支論. 55 : 119-121.
- (3) 三好祐司・春木雅寛・荻原裕(2010) 野幌国有林の代表的な林分における土壌の化学性. 日林北支論. 58 : 67-70
- (4) 夏目俊二(1984) エゾマツ更新の立地条件と初期生長に関する研究. 北海道大学学位論文. 198pp.
- (5) 館脇 操・五十嵐恒夫(1973) 北海道石狩国野幌森林の植物学的研究. 札幌管林局, 札幌, 355pp.
- (6) Yukio ISHIKAWA and Koji ITO (1989) The regeneration process in a mixed forest in central Hokkaido, Japan. Vegetatio.79 : 75-84.

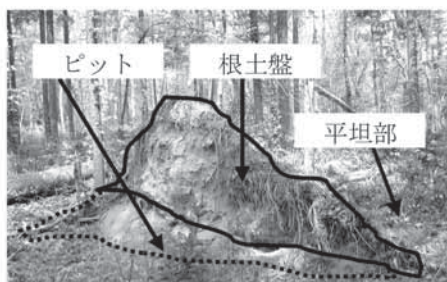


図-1 2004年9月の台風による倒状で生じた根土盤とピット。周囲は平坦部。

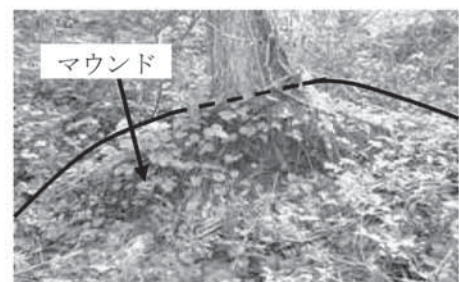


図-2 根土盤の沈降により形成されたマウンドとその上に定着した樹木。

表-1 (30m×30m) 調査区内の地形区分別の成木個体数

樹種	平坦部 (%)	マウンド上 (%)	全個体数
トドマツ	1 (2.0)	51 (98.1)	52
ナナカマド	0 (0.0)	18 (100.0)	18
シウリザクラ	0 (0.0)	17 (100.0)	17
アカイタヤ	1 (8.3)	12 (92.3)	13
その他19種	5 (8.6)	58 (92.1)	63
合計	7 (4.5)	156 (95.7)	163

注) 樹高1.3m以上で, 低木種を除く

表-2 各地形区分別の出現樹木調査結果

調査箇所	種数	個体数	主要種	最大樹高 (m)
平坦部	1	1	キタコブシ	1.5
ピット	7	21	ヤチダモ	0.9
			ハルニレ	0.8
根土盤	10	17	タラノキ	0.9
マウンド	10	35	トドマツ	12.5
			ミズナラ	1.6

注) 5m×5mの調査区3ヶ所の合計

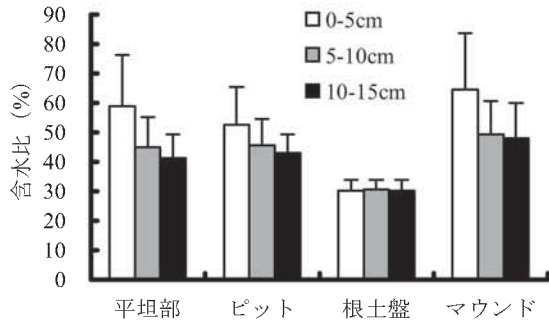


図-3 各地形別、深度別の土壌含水比

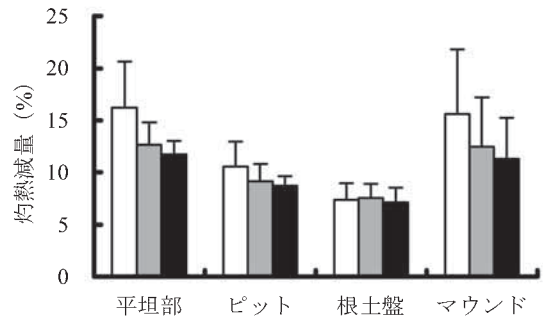


図-4 各地形別、深度別の灼熱減量

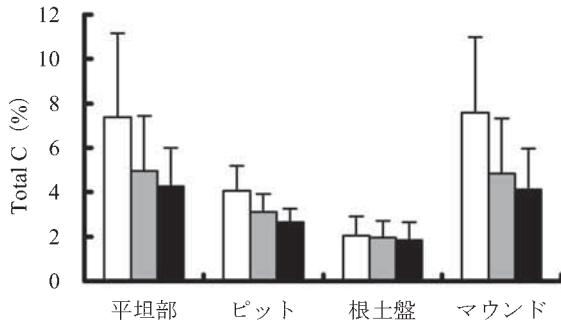


図-5 各地形別、深度別の Total C

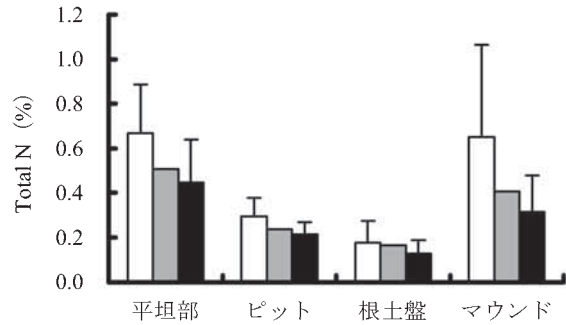


図-6 各地形別、深度別の Total N

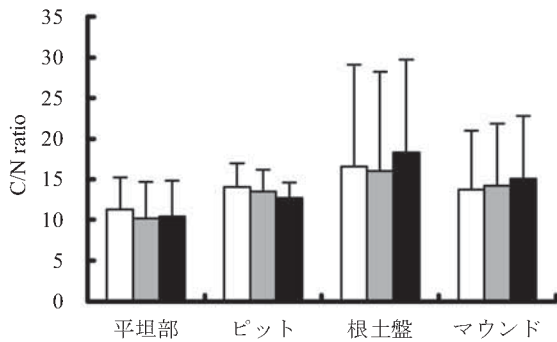


図-7 各地形別、深度別の C/N 比

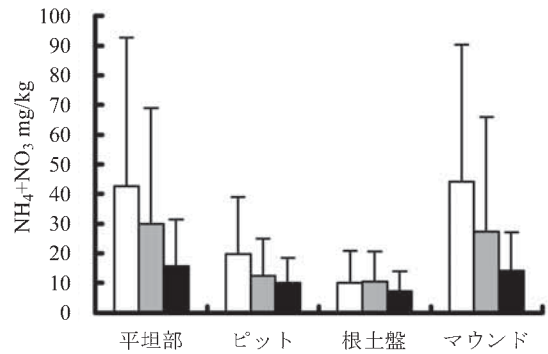


図-8 各地形別、深度別の NH₄+NO₃ 量

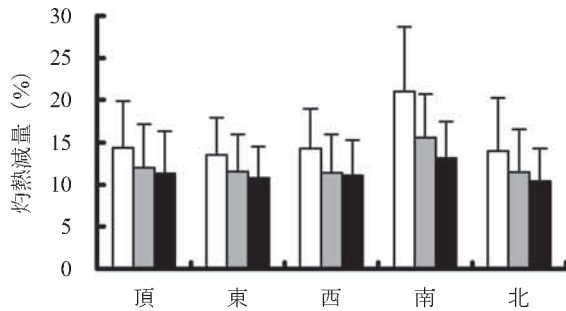


図-9 マウンド上の方位別、土壌深度別の灼熱減量

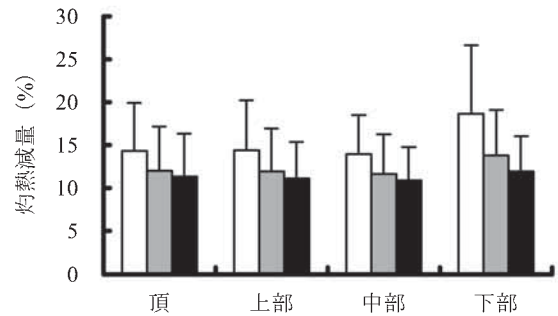


図-10 マウンドの部分別 (頂部, 上部, 中部, 下部), 深度別の灼熱減量