



# 北海道の森林土壌とその分布状況

宮下進治

## 1. はじめに

私は、昭和31年から35年までの4年間、全道に分布している道有林の皆伐予定地の土壌調査業務を担当し、平成13年からの10年間は、コンサルタント業務で自然環境調査の一環として土壌調査を指導してきた。この経験を踏まえて、北海道における森林土壌の実態とその分布状況の概要を説明し、各種事業の参考にしてもらうことにした。

北海道における森林土壌調査の歴史は浅く、国有林においては昭和26年から、道有林を含めた民有林は昭和29年から実施されたが、昭和50年頃には、拡大造林の終焉とともに面的な土壌調査は一段落した。面的に調査して土壌図を作成するという業務はなくなっても、林業が土地生産業としての一面を持っている限り、手を加えようとする森林の土壌を正しく認識することはきわめて大切である。

現在までに土壌調査は国有林の70%と民有林の37%に実施され、これらの調査によって北海道の森林土壌の全貌がほぼ明らかになった。全国的に実施された土壌調査に基づいて、現在林野庁は森林土壌の類別に多少手を加えて新しい分類基準を示し、森林技術者の利便に供している。

## 2. 森林土壌の特質

森林土壌は、低山の丘陵地帯から亜高山帯の広範囲な自然環境下における山岳地の傾斜面に存在している。平地にあって、耕耘、施肥、土壌改良などが行われ、短期間に収穫の繰り返される農業土壌に比べると、人為によるインパクトはきわめて小さく、その諸性質や肥沃度などは自然環境の影響がずくぶる大きい。このように森林土壌は、土壌学の主体を

なしている農業土壌とは異質な面が大きい。森林土壌が自然土壌と呼ばれるのはこのためである。

自然状態にある土壌は、母材、気候、生物、地形などの主要な環境因子の組み合わせによってもたらされ、さらに一定の法則性をもって時間の経過にもなって未熟な段階から成熟していく。したがって、同じ環境因子の組み合わせのもとでは同じ土壌が生成されていくが、諸因子の組み合わせが異なれば違った土壌になる。これらの環境因子の影響の中で最も大きいのは気候で、グローバルに見ると気候帯に沿って(または、気候の相違に支配される植生帯に対応して)成帯土壌が生成される。この成帯土壌は、水平的には緯度に沿うことが多いのは当然であるが、垂直的に海拔高に沿っても帯状に出現する。成帯土壌の分布域の中に、気候にあまり支配されずに局所的な環境因子の影響を強く受けて生成される土壌を、間帯土壌と呼んで区別している。また、土壌生成のきわめて未熟な段階にあって、未だ環境因子の影響を明瞭に示すに至らないものは未熟土として区分される。

人為の加わらない自然状態にある森林土壌の特質は、土壌が示す地表面から垂直な方向への不均質さである。仮に均質な岩石の風化物層や火山灰層に土壌が生成されたとしても、地表には植生の供給する腐植がたまって黒い色を呈するし、地表に近い無機質土はその腐植の浸入と植物の根や土壌動物の働きによって暗色で空隙の多い土壌となる。さらに深い下層土になると腐植の色調は薄れ、堅さも増していく。このような地表面とほぼ平行に配列する土壌の各層のことを土壌層位と呼んでいる。

自然物としての土壌の認識は、植物や動物などと

同様、まず形態の記載から始まる。そして土壌の形態を上記述べた層位の積み重なりによって記載する。この形態の記載のために、地面に垂直な断面を掘り出すが、これを土壌断面という。この土壌断面の形態は、その土壌の生成過程の歴史を物語るものなので、逆にこの土壌断面の形態的特徴から生成に関与した環境因子の影響を明らかにすることができる。

森林土壌の断面形態の調査方法や具体的な区分基準の詳細は省略するが、後述する土壌群の分類基準を理解するうえに必要なので、模式図によって簡単に層位区分の概要を説明しておく。

地表面の生物(主として植物)遺体およびその分解過程にある有機物層はA<sub>0</sub>層と総称される。A<sub>0</sub>層の形態はリターの分解過程の良否と関連して、土壌の化学的性質や肥沃度と関係が深いために、森林土壌では特に重要視されている。

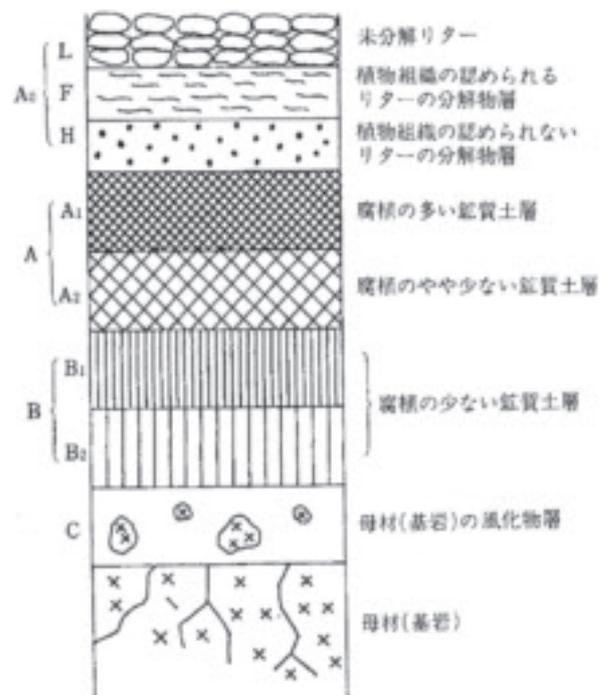
無機質土層の最表層部で、環境諸因子の影響を最も強く反映している部分をA層、最下部で土壌生成作用の影響を受けていない母材(主として岩石)の風化物層をC層とし、これら両層の中間に位置する層をB層と称する取り決めになっている。さらに各層位は、土色、構造、堅密度などの特徴によって層内の分化が認められる場合は、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、…、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、…と細分する。なお、後述のポドゾルの場合は、特別に溶脱層をA<sub>2</sub>層、集積層をB<sub>1</sub>層とする決まりになっている。また、土壌分化と関係なく、火山灰のように堆積年代を異にしているために

できた層には、上からⅠ層、Ⅱ層、…とし、これらの層内に土壌分化の認められる場合は、A、B、Cを付記する。

### 3. 北海道の森林土壌の分類体系

森林土壌の分類体系の基本は昭和26年当時と変わっていないが、土壌調査の進展に伴って新しい土壌の存在が明らかになるなどしたため、昭和51年に分類体系を再構築して次表のような「森林土壌分類表」が示された。

北海道全域にわたって調査されたときの分類基準



土壌断面層位模式図

森林土壌の分類表(北海道分のみ)

土壌群	土壌亜群	土壌型
ポドゾル P	乾性ポドゾル P <sub>D</sub>	P <sub>DⅠ</sub> P <sub>DⅡ</sub> P <sub>DⅢ</sub>
	湿性鉄型ポドゾル P <sub>W(ⅰ)</sub>	P <sub>W(ⅰ)Ⅰ</sub> P <sub>W(ⅰ)Ⅱ</sub> P <sub>W(ⅰ)Ⅲ</sub>
褐色森林土 B	褐色森林土 B	B <sub>A</sub> B <sub>B</sub> B <sub>C</sub> B <sub>D</sub> B <sub>E</sub> B <sub>F</sub>
	表層グライ化褐色森林土 gB	gB <sub>B</sub> gB <sub>C</sub> gB <sub>D</sub> gB <sub>E</sub>
黒色土 Bl	黒色土 Bl	Bl <sub>B</sub> Bl <sub>C</sub> Bl <sub>D</sub> Bl <sub>E</sub> Bl <sub>F</sub>
グライ G	グライ G	G
	グライポドゾル PG	PG
泥炭土 Pt	泥炭土 Pt	Pt
	黒泥土 Mc	Mc
未熟土 Im	未熟土 Im	
	受蝕土 Er	

は土壌群とその土壌型であり、その後追加された土壌亜群は研究機関などでは詳細に調査研究されているが、広域的に調査された実績に乏しいので全体像を評価するものとはいえない。したがって、ここでは土壌群とその基幹土壌型を取り上げて、その形態や性質などを簡単に記述する。

### 1) ポドゾル群

これは、寒冷多湿な気候条件下にあって、ポドゾル化作用を主要な生成因子とする強酸性の成帯土壌である。ポドゾル化作用は、寒冷なために土壌微生物の有機物分解活動が抑制されて酸性腐植が地表面に堆積し、この酸性物質が雨水によって土層に入り込むことによって起こる。土中に浸透した雨水の強酸によって土層中の粘土が破壊され、鉄やアルミニウムが溶脱されて下層に集積される現象のことをいい、溶脱層は白色系になり集積層は赤褐色になるのが典型的なものである。

ポドゾル化作用の初期にはまず集積層が肉眼で認められる程度に発達するが、溶脱層は明瞭には認めがたい。進行に伴って溶脱層は斑状から帯状に次第に厚くなり、集積層も鉄さび色の色調が濃くなる。ポドゾルの生成にはきわめて長い年月を要することが指摘されており、典型的な形態を示すのには3,000年以上かかるといわれている。

### 2) 褐色森林土群

この土壌群は、多雨気候下の暖帯から温帯にかけての主として広葉樹林に発達し、北海道ではポドゾル群に接して分布する成帯土壌である。地表面に堆積した落葉の分解が良好なため、この分解によって生成された腐植は直下の無機質層に浸入、多孔質な団粒状構造の発達した暗褐色のA層をつくる。浸透水によって塩類や塩基類の溶脱は進行するが、鉄やアルミニウムの遊離酸化物は流亡しないので、粘土生成と同時にできたこの遊離酸化物によってB層は褐色系統の色調を呈するようになる。

この土壌群は北海道における森林土壌の74%を占めるなど、母材に大きな影響を受けることなく発達しているため、さらに水分環境に基づく層位の発達や土壌構造などによって次の6つの土壌型に分けて対処することとされている。

- ① B<sub>A</sub>型 乾性褐色森林土(細粒状構造)、ここでは樹木の生長は限定的である
- ② B<sub>B</sub>型 乾性褐色森林土(粒状構造・堅果状構造)
- ③ B<sub>C</sub>型 弱乾性褐色森林土(堅果状構造)
- ④ B<sub>D</sub>型 適潤性褐色森林土(団粒構造・塊状構造)
- ⑤ B<sub>E</sub>型 弱湿性褐色森林土(団粒構造・塊状構造)
- ⑥ B<sub>F</sub>型 湿性褐色森林土、グライ班があり、直根の入らない樹木が繁茂する

### 3) 黒色土群

安定した地形で火山灰に覆われている地域に出現するのが一般的で、厚い黒色のA層を有しB層への推移は明瞭なのが特徴である。黒色のA層には多量の腐植を含み、その腐植の形態がポドゾル群や褐色森林土群とは著しい相違を示している。このような事情を踏まえて、黒色土の生成過程については数多くの説明が試みられているが、未だに定説がない。一般に黒い土は肥沃な土地と考えられがちであるが、農業関係者からは昔からクロボクと称されて肥料分に乏しい土壌とされてきた。それは、火山灰の風化によって生成されたアロフェンによってリン酸吸収係数が大きくなり、植物の生育に必要な養分供給を阻害するためである。

### 4) グライ土壌群

比較的浅いところに、地下水ないしは季節的な停滞水の影響を受けて生成された灰白色のグライ層を有する土壌である。本来的に停滞水のある過湿な土層中の空気(酸素)は少なくなっているが、そのうえに植物の根や土壌微生物の呼吸作用によって酸素が消費されると、土壌はさらに嫌氣的になってしまう。このような状態になると、土壌中の三価鉄が二価鉄に還元されて青灰色を呈するようになるが、季節的変動に伴って地下水位が下がれば部分的に三価鉄の赤班が生ずる。この現象をグライ化作用といっている。

グライ化作用は地下水の影響だけでなく、平坦地形や微凹地形などの透水性の不良な土壌では、融雪時などの一時的滞水によっても起こり、表層グライ化現象として顕在化することがある。

### 5) 泥炭土群

泥炭とは、かつて沼沢地であった時代に湿草群落

の遺体が分解されずに、長年にわたって堆積して生成された有機質の土層である。泥炭は、植物の種類によって高位、中位、低位泥炭に区分されるが、森林土壌では一括して泥炭層として取り扱っている。この泥炭の分解が進んで、植物の組織が肉眼で認められなくなったものを黒泥といい、地表面に黒泥層を持つものを黒泥土と称している。

#### 6) 未熟土群

これは、土壌生成の過程を経過する時間が短いか、または土層が広範囲に侵蝕されたために層位を欠如するものなどで、いずれも土層分化の不十分なものを一括した呼称である。新しい火山噴出物、河川の氾濫堆積物、土石流堆積物、高山石礫地、砂丘などがこれにあたるが、森林土壌としては火山噴出物が最も重要である。

### 4. 母材から見た北海道特性

北海道全域を土壌母材という観点から概観すると、湧別町付近から旭川を通過して石狩川の河口に至る線によって、ほぼ南側と北側に分けることができる。南側は新しい火山灰が表層土壌を規制している地帯であり、北側はこれまで重粘土地帯といわれて農業関係者を悩ませてきた地域である。これは、土壌母材が北海道の気候条件と結びついて生成した土壌の性質である。この両者はともに褐色森林土に分類されるので、森林土壌としての分別カテゴリーは同じである。

#### 1) 火山灰

北海道の南半分は、新第三紀から第四紀にかけて活動した火山噴出物が広く堆積し、この火山灰が母材となった土壌が分布している。特に、第四紀に入ってから活動した渡島大島、恵山、駒ヶ岳、有珠山、羊蹄山、恵庭岳、樽前山、十勝岳、旭岳、雌阿寒岳、アトサヌプリ、摩周などの火山噴出物は重要な位置を占めている。そして火山灰は、噴出源に近いほど粒子は粗く離れるにしたがって細粒になり、ついには風成塵となり空气中をさまよい粘土粒子として定着する。

十勝地方と根釧地方の火山灰の大部分は土壌化がある程度進んでいるが、胆振地方では1,000年前

以降の新しい火山灰が表層の66%を占めているため土壌化が不完全で、未熟土と判定されるケースが多い。しかし、未熟土であっても火山灰の場合は、空隙が多く水分保持に優れていることから、植物は定着する。定着した植物による土壌化の途中で、降灰によってできかかった土壌が埋没してしまう。

例えば、樽前山の降灰が主体を占める千歳空港周辺の未熟土の土壌断面を見ると4層になっている。20 cmあるI層の上部10 cmは暗色になりA層ができかかっているがその下は軽石層、II層は上部に薄い暗色のA層をもった50 cmの火山灰層になっている。I層は1739年、II層は1667年の降灰とされている。その下にあるIII層(25 cm)のA層は腐植で真っ黒になっているが下部はC層である。このIII層が地表面にあった期間は約1,900年とされているが、これでは土壌化には不十分である。IV層は20 cmを超える黒色のA層、厚い赤褐色のB層、黄褐色の軽石質C層からなり、かなり土壌化が進んでから埋没したもので、この層が地表面になっていて土壌化を受けた期間は約6,000年と見られている。

#### 2) 重粘土

重粘土とは、湿ると粘性が強くなり、乾くと逆に著しく堅くなる性質を持ち、化学的には強い酸性を示す土壌である。このような粘質で堅密な土壌は、道北から道央にかけての新しい火山灰の堆積していない地域に分布している。北海道開拓史上からも農業に適さない特殊土壌とされてきた重粘土の母材は、その土地の岩石の風化したものではなく、大陸起源の風成塵であるとされるようになった。

道北地方から道央にかけてみられる北海道のなだらかな地形は、85万年前から始まった氷河期に形成された周氷河作用という特殊な地形形成要因に基づくものとされているが、その間に大陸から風に乗って運ばれてきた微細な砂塵が積もって土壌母材となったというのである。重粘土が持つ粘土鉱物組成や強酸性を呈する化学的性質も、大陸起源の広域風成塵の特徴をよく示しているという。

この風成塵の堆積は平坦地では1～1.5 mに達しているが、傾斜地では流亡などによって薄くなっ

ており、これが層位区分のA層とB層を占めている。この土壌は粘性が強く堅密であるため土壌構造の大部分は堅果状を示し、その下層に塊状のものが見られるので、全国共通の土壌分類指標に合致していない向きがある。

## 5. 土壌を規制する主な地形種

### 1) 山地地形

傾斜のある山地の地形は複雑であるが、地形学的には垂直断面形から凸形斜面(上昇斜面)、等斉斜面(平衡斜面)、凹形斜面(下降斜面)に、水平断面形として尾根型斜面(凸形)、直線斜面、谷型斜面(凹形)に分けることができるので、これらを組み合わせた9種類の斜面型を区分している。そしてこれに、斜面量としての斜面長と傾斜度を加えて地形を表現することとされている。わが国のように雨量の多い山地では斜面形成の進捗が速いため、一つの斜面が頂部から山麓に向かって、頂部凸形部、中部等斉部(直線部)、基部凹形部として垂直断面形の斜面が複合していることが多い。

これら斜面形の形成過程を見ると、頂部凸形斜面は水の侵蝕作用が岩石の風化作用より激いため土層が薄くなり、基部凹形斜面は水の浸食作用が弱まることで上部から移動してくる土壌物質が堆積して土層が厚くなると考えられている。中部等斉斜面は、上部から供給される土壌物質と下方に移動する土壌物質が均衡している地形と考えられており、土壌物質の粒径によって移動速度が異なるため、大きな風化砕屑物が残留して礫質な土壌となりやすい。また、斜面形の凹形斜面と谷型斜面の組み合わせた地形を一般に谷頭と呼んでいるが、地下水の集中しやすいことから湿潤な土壌が出現する。

### 2) 段丘地形

川や海の周囲には比較的平らな低地が分布するが、これより高いところにあつて崖によって区画された平坦な地形を段丘と呼んでいる。台状の平坦な地形がまとまって広がる場合には台地と呼び、そこには農地や集落が発達している。しかし、海岸や河川沿いに階段状に発達する狭い段丘面は森林地帯になっていることが多い。

いずれにしても段丘面は平坦なことから過去の遺物が残留している。かつて地表面を形成していたときの堆積物や、遠方から飛来して堆積した火山灰や風成塵などが土壌化して表層部に存在しているのである。

### 3) 周氷河地形

氷期の北海道には、広い範囲にわたって永久凍土が広がっていた。世界的に見れば現在も地球上には多くの永久凍土地帯があり、北半球では北極を取り巻く地域と中緯度の高山に広く分布している。このような永久凍土の土壌表面の凍結と融解が活発に起きているところを、周氷河地域と呼んでいる。更新世氷河期における北海道の大部分は、その周氷河地域になっていたのである。

周氷河地域では、凍結による岩石の破碎や、凍結と融解の繰り返しによる土壌の擾乱、流土などの周氷河現象が起こり、周氷河地域特有の地形がつくられる。すなわち、この周氷河地域では、ゆったりと波うった波状地形や、広い皿状のなだらかな凹地がつくられる。北海道は更新世の半ば以降、現在より寒かった時代の方が、暖かかった時代よりはるかに長かった。北海道のなだらかな起伏や斜面は、長期にわたる周氷河作用によるものであり、このような地形形成過程で表面に堆積した道央から道北にかけての風成塵は特異な土壌を生成することとなったとされているのである。

## 6. 基幹土壌型の分布状況

### 1) ポドゾル土壌(P型)

ポドゾルは寒冷な地域に出現する成帯土壌であるため、上川北部、オホーツク北部、宗谷地域では低山地帯にも分布する。これは乾性ポドゾルとされるもので、山頂部や台地の肩部などに点状または線状に出現する。これらの地点は地形的に乾燥しやすいが、同時に風衝地形になっているため、さらに乾燥が助長される。特に春先から初夏にかけての乾燥は著しく、A<sub>0</sub>層の分解が進まないために厚く堆積した腐植が、ポドゾル化を促していると考えられている。

また、寒冷な気候条件下にある高山帯や亜高山帯

では、空中湿度が高いために地表の水分蒸散が妨げられ、土壌は湿潤な水分環境におかれている。そのためこれらの地域は、主として鉄型の湿性ポドゾルによって占められている。これらの土壌では、表層グライ化作用を受けて、A<sub>2</sub>層やB<sub>1</sub>層に還元鉄の灰白班(グライ班)の認められることがある。

## 2) 褐色森林土(B型)

北海道の山地における土壌の太宗を占める褐色森林土は、山地の微地形によって大きく支配されている。それは地形の位置と形状によって水分環境が異なっていることによる。凸形斜面は山地の頂上付近に出現することから、土壌化してポアラスになったA層は比較的薄い。そして水分も上部からの供給がないため乾燥系の土壌になりやすい。一般にはB<sub>A</sub>型、B<sub>B</sub>型土壌が出現する。また前述したような広くなだらかな山頂をもった周氷河地形では、山頂平坦面に融雪水や秋雨などが一時的に滞水して、表層グライ褐色森林土が見られることがある。

斜面の下方になるほどA層の厚さは増し水分も増加するため、この地形に続く等斉斜面はB<sub>D</sub>型土壌となるが、礫質土壌の出現することが多くなる。山麓になると凹形斜面になり、A層は著しく厚くなって水湿状態も良好になってB<sub>E</sub>型土壌が広く分布するようになる。凹形斜面から河川沿い平坦地に移行するあたりは地下水位が高くなるため、下層に還元班の散見されるB<sub>F</sub>型土壌が出現する。川沿いの古い洪涵堆積地にはB<sub>E</sub>型またはB<sub>F</sub>型土壌の分布するのが一般的であるが、ところによってはグライ土壌の見られるところがある。

## 3) 黒色土(BI型)

北海道の黒色土は、主に十勝地方から根釧地方にかけての段丘平坦面と丘陵地の山頂緩傾斜部に分布し、森林土壌の約7.2%になっているが、現在の気象条件の森林植生下では生成されないと考えられている。したがって、第四紀完新世のいつの頃に樹木が消失してイネ科植物(特にススキとササ)の繁茂した時期があって、その草本遺体に由来しているのではないかとされている。平坦な地表面に堆積したイネ科主体の草本腐植が、移動することなく土層に吸着したのは、やや湿った環境下に置かれていた

ためであろう。

## 4) グライ土壌と泥炭土(G型、Pt型)

この両者は、ともに過湿な平坦地に出現する特殊土壌である。グライ土壌は、土層が低滞水の影響を受けて生成されるから、沖積平野(洪涵堆積地も含めて)や台地上の平坦地に出現するが、大面積にわたって分布するというものではない。一時的にせよ過湿な状態が継続する地形というおのずから特定されるし、また植生も湿性系のものが生育しているので、一目瞭然、判別することができる。

泥炭土が広く分布しているのは、石狩川下流域の石狩低地帯や釧路湿原、霧多布湿原などの特殊な地域で、普遍性のあるものではない。このようなところでは地下水位が異常に高いので、ヤチハンノキなどの特殊な樹木以外は生育しない。

## 5) 未熟土(Im)

森林土壌の未熟土においては、火山灰が重要であることは前述したとおりであるが、数cm以下の薄い降灰は腐植と同化して分からなくなる。しかし、降灰量が多くなって厚く堆積すると、土壌形態が一変して未熟土になる。この厚く堆積した土壌化の進んでいない火山灰は面的な広がりを持ち、貧栄養とはいいながらも樹木類も草本類も生育する。事実、胆振地方と石狩南部(特に恵庭以南)にはこの種の未熟土が広く分布しているが、全般的に森林地帯になっているところが多い。近年は第四紀の火山噴火の履歴が地質学で研究され、その火山灰の堆積層序の編年が広域的に進められている。特に1万年前からの完新世には駒ヶ岳、有珠山、樽前山が繰り返し大規模なプリニー式噴火を繰り返し、渡島半島から根釧平野にいたる広い範囲に降下火山灰を堆積させている。これら火山の噴出源に近い胆振地方と石狩南部では、これらの火山灰が表層部に厚く堆積し、その土壌化が不完全なため未熟土と判定されるものが多いのである。

## 7. おわりに

北海道の土壌は、現在の冷温帯から亜寒帯に繁茂する植生の腐植と更新世の氷河期の影響を受けた土層が交じり合い、さらにその上に新しい火山灰の堆

積した地域があるなど、大変に複雑な様相を呈している。また、植物の根系は、草本類ではせいぜい30 cm までの深さで活動するし、樹木でも根系の活動する範囲は1.5 m の深さである。したがって、森林土壌としては1.5 m 程度までが大切であって、それ以上の深層土は土壌学的にあまり意味をもたない。

森林土壌を土地生産性という面から見ると、傾斜地の下方ほど腐植による無機養分の供給が多くなるため、植物の成長には好都合である。しかし、平坦になって地下水位が上がって過湿になると特定の植物しか育たなくなる。また、ポドゾル土壌は寒冷気候と重なって、トドマツやエゾマツなどの寒帯性樹木の生育に適しているが、温帯性の広葉樹類に適しているとは言い難い。

森林土壌は農業土壌と違って人間生活に密着していないことと、数千年にも及ぶ長期間の土壌化現象を対象とするため、分からないことが多い。しかし、森林土壌は自然物なので、それに時間軸を加えて面的に理解することは、人間社会の環境を考えるうえで役立つに違いないと考え、ここに報告させてもらった次第である。

## 参考文献

1. 日本の森林土壌 日本の森林土壌編集委員会編  
林野庁監修 1983
2. 森林土壌学概論 河田弘著 博友社 2000
3. 北海道自然のなりたち 石城謙吉・福田正巳編  
北海道大学図書刊行会 1997

---

**宮下進治** (みやした しんじ)

技術士(森林部門)

藤井測量設計 株式会社

