

## 六甲山系における森林の植生と土壌を調べる

小舘誓治（兵庫県立大学自然・環境科学研究所 講師）

「森林土壌」と聞いて、どのようなものを思い浮かべますか？森林内に入っても、地下の土壌を見る機会はないと思います。人と自然の博物館（以下、ひとはく）で植物を観察するセミナーを開催すると、多くの年配者が参加されます。一方、土壌をテーマにセミナーを開催すると、とっつきにくいのか、馴染みがないのか、あるいは興味がないのか、参加希望者が少ないのが現状です。かくいう私も、植物の調査をきっかけに土壌の調査を始めました。

私の場合は、卒業研究として、地質図をたよりに異なる地質地帯の森林を対象に植生調査を行い、地質と植生の関係について調べたことが始まりです。その後、地質よりも、より直接的に植物に影響を与える土壌へと興味を持ちだしたのは自然の流れでした。それ以来、植生と土壌の調査・研究を続けてきました。

### アカマツ林とスダジイ林の土壌はぎとり標本

ひとはく本館3階展示室の「六甲のアカマツ林」というコーナーに、森林土壌の展示があります（写真1）。それは六甲山系の再度山（標高470m）周辺のアカマツ林とスダジイ林のそれぞれの「土壌はぎとり標本」で、その名のとおり、森林の地面に穴を掘って土壌断面を作り、それをはぎ取ってきた標本です。

この土壌はぎとり標本（土壌モノリスともいう）は、私が、ひとはくに採用されて始めて関わった展示の1つです。展示制作の専門業者と一緒に、幅約1m×奥行約1m×深さ約1mの穴を掘って土壌断面を作ります。そこに特殊な樹脂を塗ったあと、布を貼り付け樹脂が固まったところで、布ごと土壌断面をはぎ取るのです。比較的近い場所にあるアカマツ林とスダジイ林のそれぞれで、同様の作業を行いました。山の斜面地での作業ですから、今考えると、若かったからできたことだなと思います。

展示されている両樹林の土壌はぎとり標本を見比べると、アカマツ林の方が全体的に淡い色で、角ばった大きな礫が上層から下層まで多く不連続にみられ、未熟な土壌に感じられ



写真1 ひとはく3階にある「六甲のアカマツ林」の土壌はぎとり標本展示

ます。一方、スダジイ林の土壌は大きな礫が少なく、全体的に暗い色をしています。上層の暗くて濃い色から下層にかけて徐々に薄い色に変化していく様子は、じっくり時間をかけて土壌化しているように思われます。どちらも花崗岩類が風化してできた土壌なので、土の粒子が砂っぽい感じです。

アカマツ林の場所では、神戸市が永久植生保存地として、1974年から5年ごとに植生と土壌の調査を行っています。私も調査に参加した2014年（第9回目）の結果をもとに、それぞれの植生と土壌のイメージ図を描いてみました（図1）。

この場所は、1900年ごろまでは植物がほとんど生えていない状態でした。その斜面地に等高線に沿って階段状に石積をして、1902年ごろからアカマツ、クロマツ、ヒノキ、スギなどの苗木が植栽されました。植栽して約110年後の

2014年の調査時には、樹高約16mの樹林になっていました。高木層には冬でも緑色の葉をつけている常緑樹のアカマツやソヨゴ、落葉樹のコナラが優占していました。林内には伐採に強い常緑樹のソヨゴやヒサカキが繁茂している一方、常緑樹のスダジイの低木もみられました。ここは標高460mで、気候的極相（その場所で最終的に到達する植物群落）としてスダジイやアカガシなど常緑広葉樹（照葉樹）を主体とする照葉樹林が発達する場所です。

スダジイ林の土壌のはぎ取り場所は、大龍寺の周辺にある、いわゆる社寺林です。250年以上は経っていると思われ、高木層のスダジイやアカガシは樹高18m以上で幹直径が80cm以上の大径木がみられます。林内には常緑樹のモチノキ、ヤブツバキ、ネズミモチなどが生育しています。

一般に森林土壌は、落ち葉などがたまった有機物層（A<sub>o</sub>層）と、岩石が風化して細かくなった鉱質土層に大きく分けられます。鉱質土層では、有機物が分解され黒っぽい色になった腐植（ふしょく）を多く含む層をA層といい、土壌の母材（ぼざい）となる岩石が風化した層をC層と呼んでいます。A層とC層の間中間的な特徴を持つ層をB層といいます（図1下の土壌のイメージ図を参照）。

樹木にとって有益なA層とB層を合わせた土層の厚さを比べると、再度山のアカマツ林で約40cm、スダジイ林で約70cmとなり、スダジイ林の方が厚いことが分かります。それぞれの樹林から土壌試料を採取して最大毛管容水量（毛管現象で最大に保持できる水分量）やpHを測定してみました。地表から30cmの深さまでの土壌で比較すると、最大毛管容水量はアカマツ林で36.5%、スダジイ林で57.8%となります。この数値が小さい方が乾燥しやすいので、アカマツ林の方が乾燥しやすい環境といえます。pHを比較するとアカマツ林が4.5に対してスダジイ林が5.0となり、アカマツ林がより酸性化していることが分かりました。アカマツ林の中にスダジイの低木が生育していることから、このアカマツ林は将来、スダジイ林へ移り変わると考えられます。植生もそうですが、土壌が変化するのも、相当な時間がかかると思われます。

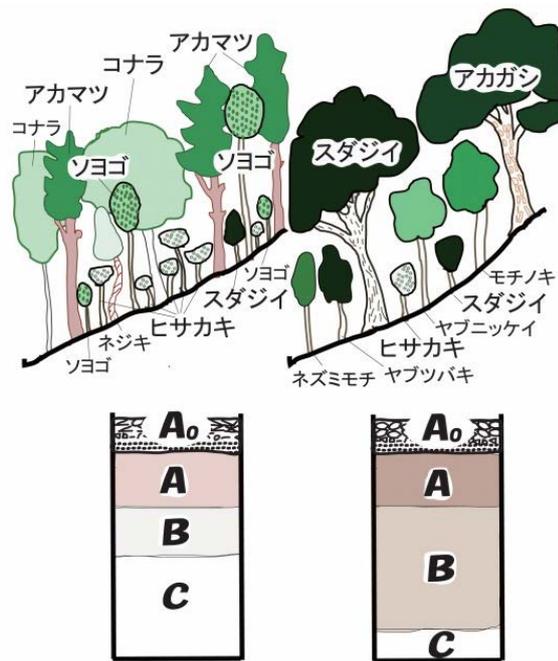


図1 アカマツ林（左）とスダジイ林（右）の植生と土壌のイメージ図



写真2 皆伐した翌年の2005年9月の現場



写真3 皆伐6年後の2010年9月の現場

### アカマツの再生と土壌環境

アカマツ林は、関西の里山の代表的な植生の1つです。何も植物が生えていない裸地からどのように植生が再生していくのかを、再度山に隣接する再度公園の周辺で調査する機会がありました。調査地はもともとアカマツやコナラなどの高木が優占している樹林でした。その一定面積（約20m×20mの範囲）を伐採して、地表部にある落葉落枝（有機物層）およびA層を含む表層土壌（深さ0～5cm）と植物の株や根の部分除去した状態を人工的に作ったところです。標高は398mで気候的極相は照葉樹林です。

ここは花崗岩類が風化してできた土壌で、砂礫が多くて色が白っぽい感じです（写真2）。水はけは良いのですが、逆に言えば水持ちが悪くという特徴になります。皆伐後に、その範囲の中心部に10m×10mの方形区が設置されました。さらに縦方向と横方向に1mごとに杭を打ってロープを張り、小方形区が作られています。植物がない状態から6年経つと、周りから種子が供給されるなどして様々な植物が生えてきます（写真3）。小方形区ごとに6年経過した状態の優占種（被度%が高い植物）を調べ、アカマツの成長（地際直径や樹高）、出現植物の高さ・被度%、出現種類数などを調べました。優占種としては、アカマツ、ヌルデ、ニガイチゴと、草本種（メリケンカルカヤあるいはススキなど）があげられます。それらの各優占種に着目して、深さ0～5cmの土壌の最大毛管容水量、礫量などの測定も行いました。

皆伐から6年後の調査時には、個体数の差は大きいですが、アカマツの実生や幼木が各優占区においてみられました。アカマツは、節（枝分かれている位置）の数を

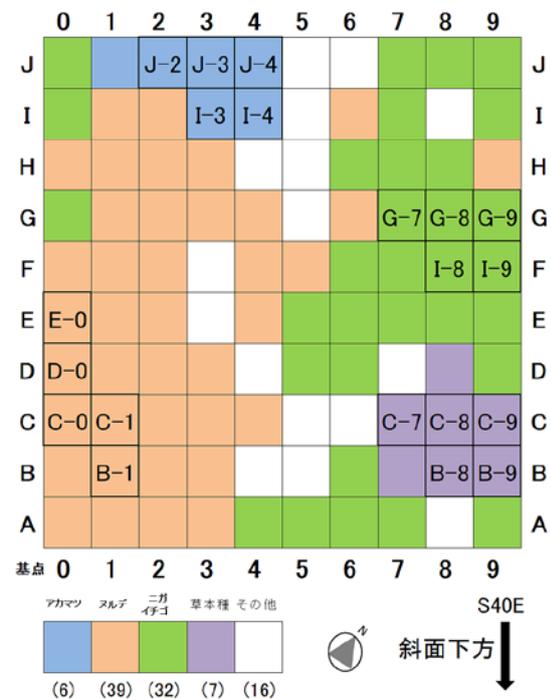
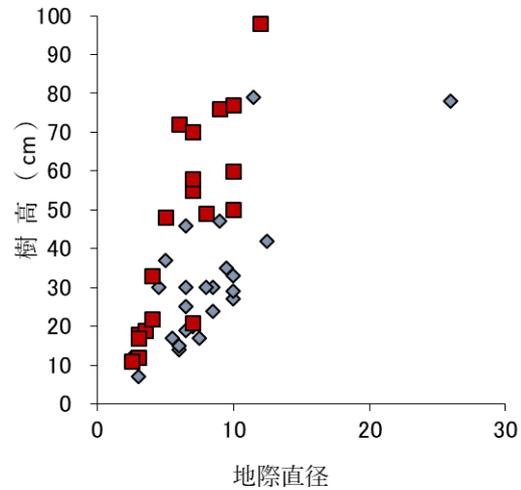


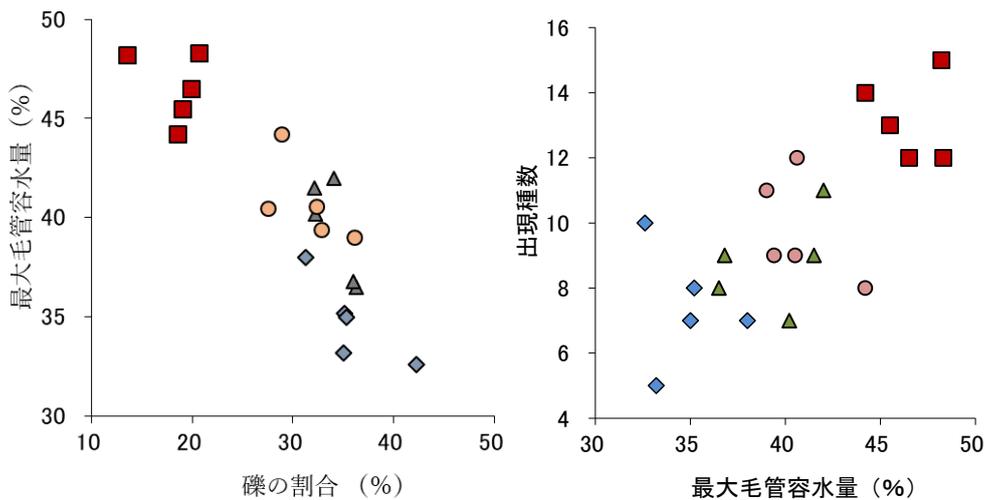
図2 10m×10mの方形区のイメージと選定された小方形区 名称が書かれているものが土壌を調査した小方形区。凡例下の( )内の数字は、小方形区数を示す。

数えると樹齢を推定できます。特にアカマツ優占区とヌルデ優占区に着目して、4年生以上のアカマツの幼木について地際直径と樹高の関係を調べました(図3)。同じ地際直径で比較すると、ヌルデ優占区のアカマツの方が、アカマツ優占区のアカマツよりも樹高が高いことがわかります。深さ0~5cmの土壌の径2mm以上の礫の重さの割合と最大毛管含水量との関係も調べました(図4)。その結果、礫の割合が減って細かい土粒子の割合が増えると最大毛管含水量が増えるという関係にあることがわかりました。深さ0~5cmの土壌の最大毛管含水量と出現種数との関係をみると、最大毛管含水量の増加に伴い、出現種数も増加する傾向がみられました(図4)。すなわち、アカマツ優占区の表層土壌は乾燥しやすく、出現する植物の種類も少なく、アカマツの伸長成長も良くありませんでした。

一方、ヌルデ優占区の表層土壌は、最大毛管含水量が高く比較的乾燥しにくい環境であり、他の植物も多く生育していることがわかりました。ヌルデ優占区のアカマツの伸長成長は良いのですが、ヌルデがアカマツよりも樹高が高いため、調査時点ではアカマツに対する上方からの光はヌルデによって制限されている状態でした。しかし、上方を他の樹種に覆われていないアカマツ優占区のアカマツは、その後も順調に生育するものと思われます。このように狭い範囲でも、土壌条件の違いで植生の再生の様子も違ってくるようです。



◆;アカマツ優占区, ■;ヌルデ優占区  
 図3 4年生以上のアカマツにおける地際直径と樹高の関係



◆;アカマツ優占区, ■;ヌルデ優占区,  
 ▲;ニガイチゴ優占区, ●;草本種優占区.

図4 深さ0~5cmの土壌の、礫の割合と最大毛管含水量の関係(左)および最大毛管含水量と出現種数の関係(右)

### 砂防堰堤上流側にみられる森林植生と土壌環境

六甲山系は、大部分が花崗岩類から形成されているため地形が急峻で、斜面崩壊や土砂（石）流の発生が多い地域として知られています。このような地域では、それらを防ぐための砂防ダムや治山ダム（ここではそれらを総称して「堰堤」と呼びます）が、同じ流路内にたくさん設置されています。これらのうち、堰堤上流側が砂礫によって満杯となったまま比較的安定している部分に森林植生がみられるところがあります。六甲山系の鉢巻山（標高898m）近くの溪流部で、そのような森林の土壌を調べる機会がありました。ちなみに、その標高は800m前後であり、気候的極相として夏緑林が発達する場所です。

堰堤の上流側の砂礫堆積地を便宜的に「堰堤部」、その近くに位置する斜面崩壊地を「斜面部」と呼んで区別し、同じ流路で連続した複数の堰堤でそれぞれの調査を行いました。比較のために、周辺部斜面の森林（夏緑二次林）も調べました（図5）。

堰堤の施工年代から推定すると、いずれも20年以下の比較的若い森林植生です。堰堤部と斜面部の森林植生の高さは、それぞれ、6m～9mと8m～10mです。一方、周辺部の夏緑二次林は高さが15mで、落葉樹のリョウブやコナラが優占していました。堰堤部と斜面部で共通して出現する樹種は、落葉樹のタニウツギ、ヤマヤナギ、オオバヤシャブシ、ウリハダカエデ、クマシデ、ウツギ、コゴメウツギ、コアカソなどです。そのうち、斜面部ではオオバヤシャブシ、堰堤部ではヤマヤナギが、それぞれ優占している地点が多くみられました。しかし、周辺部の夏緑二次林と共通する樹種は、斜面部でリョウブ、コナラ、ヤマツツジがわずかに生育するだけで、堰堤部には共通する出現樹種はほとんどありませんでした。



図5 調査した堰堤部と斜面部の位置のイメージと植生と土壌のようす

深さ 0~10cm の土壌は、100ml の円筒土壌試料の乾燥重量（容積重）が夏緑二次林で 100g 以下だったのに対して、斜面部で 116~143g、堰堤部で 124~150g といずれも値が高く、ち密で空気や水が入る隙間が少ないことがわかりました。また、斜面部では地表面や土壌中に大きな礫がたくさんみられました（図 5）。このような土壌環境では植物根の発達も容易ではないため、周辺部の夏緑二次林の構成樹種が斜面部や堰堤部へ侵入するのは難しいのかも知れません。

今後も、様々な地上部の植生を調査するとともに、地下部の土壌も地味に調査したいと考えています。

### 参考文献

- 1) 中西 哲・高橋竹彦（1975）再度山永久植生保存地調査報告書（第 1 回），神戸市土木局公園緑地部，1-39.
- 2) 服部 保（1988）気候条件による日本の植生．「日本の植生 侵略と攪乱の生態学」（矢野悟道編），東海大学出版会，2-11.
- 3) 武田義明（1993）六甲山系の植物群落．「六甲山の植物」，神戸新聞総合出版センター，158-167.
- 4) 武田義明・飯島尚子・猿田けい・小館誓治（2010）再度山永久植生保存地における植物群落の遷移に関する研究 VIII．「再度山永久植生保存地調査報告書（第 8 回）」，神戸市建設局公園砂防部，3-79.
- 5) 小館誓治（2009）六甲山系における砂防堰堤上流側に発達した森林植生とその土壌環境．日本造園学会誌（ランドスケープ研究），72，905-908.
- 6) 小館誓治・橋本佳延・武田義明（2015）再度山永久植生保存地における植生遷移と土壌理化学性との関係（第 9 回）．「再度山永久植生保存地調査報告書（第 9 回）」，神戸市建設局公園部，103-138.
- 7) 小館誓治・武田義明（2016）アカマツ林小面積皆伐初期におけるアカマツの定着・成長と土壌環境．人と自然，27，33-41.