

## 森林における物質循環

植生と土壌は物質の環境で結ばれている

堤 私は、これまでの話とはちょっと視点を変えて、物質循環という側面から森林というものについてお話ししたいと思います。

本来、生物というものは、それが生きている限り、必ず外からエネルギーと物質とを自分の身体の中に取り入れる必要があります。そして、それを一時自分の身体の中に蓄えた後、必ずまた外へ放出します。したがって、生きものとそれを取り巻いている環境との間には、必ずエネルギーと物質の出入りが生じます。もちろん、森林とてその例外ではなく、たとえばこれまでのお話のように、植生と土壌ということで考えてみた場合でも、植物と土壌との間、そしてそれらを取り巻いている環境との間には、必ず物の出入りというのことができ、それによって初めて森林が成立しているわけです。

ところで、この物の出入りと一般的にいいましても、物質によってその流れは違い、それぞれにあるきまった流れがあります。そうした物質の流れをみるために、いま、森林を幾つかのコンパートメントに分けて考えてみます。この分け方というのは幾つにでも分けることができるのですが、本日の話のテーマは、植生と土壌の相互作用ですから、さしあたっては、森林を樹木の部分と土壌の部分に大別し、樹木の方は同化器官である葉の部分<F>と、幹・枝・根という非同化部分<C>に、土壌の方は地表に堆積したA<sub>0</sub>層の部分<A<sub>0</sub>>と、土の中で無機化したいわば土壌中にある可給態の各物質<M>に分け、最後に未風化の岩石<R>という、この5つぐらいのコンパートメントに分けて考えてみます。図4-1がこうした分け方でみた物質の流れで、図Aが炭素、図Bがチッ素、図Cがミネラルの流れです。

### 炭素の循環

まず炭素について考えてみます。よく知られているように、炭素というのは、植物体を構成している物質の中では、大変に大きな部分を占めております。この炭素は、系外からは、大気中の二酸化炭素が植物の光合成によって植物体の中に取り入れられます。取り入れられた炭素の一部は、葉とか幹・枝で行なわれる呼吸を通じてもう一度大気中に返っていきます。しかし、取り入れられた炭素のかなりの部分は植物体に

蓄積し、そして落葉・落枝というような植物体の部分的な死やあるいは樹木の枯死というような植物の死にもなると、いわゆる植物遺体(リターフォール)として土壌表面に落ちます。土の中には、さきほど小川さんのお話にありましたように、そういう動植物遺体をエネルギー源にするいろんな生きものがいて、それらを直接ないし間接にエサにしてそこで生活をする。その結果、動植物遺体は分解され、腐植として土の中に集積されます。このうち地表面にたまったものをA<sub>0</sub>層といい、分解の段階によってそれをL、F、Hの3層に区分することは、さきほどの山谷さんのお話にあつたとおりです。鉱質土壌へ移行した腐植は、A層を発達させ、土層の層状構造をはじめさまざまな土壌の性質をつくるのに大きな役割をもっています。動植物遺体中の炭素は、最終的には二酸化炭素として土壌から大気中にかえります。土壌面から二酸化炭素が放出される現象を土壌呼吸といいますが、これには根の呼吸も含まれます。それからまた土壌中に蓄積された炭素の一部は、水に溶けて流れ出すとか、あるいは物理的に移動したりなどして系外に流出してしまいます。

### 森林の極盛相 物質循環の動的平衡

炭素の場合には、大ざっぱに言ってこういう動き方をしているわけですが、こんどはこの動きを、それぞれのコンパートメントについて考えます。それぞれのコンパートメントでは、物質の収入と支出があるわけですから、各コンパートメントの大きさというのは、そこでの収支のバランスに左右されていることになります。植物が成長するというこれは、この図においては、たとえば<F>とか<C>というコンパートメントの大きさが増大することです。ところが実際には、森林が限りなく成長するということはあり得ません。たとえば炭素の収支ということだけに限ってみると、幹・枝・根といったいわゆる非同化部分が増えていき、その結果、そこでの呼吸消費が大きくなって、葉での炭素の収入と量的にバランスしてしまうことが考えられます。閉鎖した森林では、他の条件が著しく変らない限り、あるあたえられた条件の下で葉量がほぼ一定になりますから、森林は無限に大きくなれないわけです。また、このような条件下ではリターフォールの量、つまり土壌への炭素の収入はほぼ一定になります。したがって土壌生物による有機物の無機化の量も、土壌中の有機物

の集積量の増大とともに増えてゆき、どこかでリターフォールによる収入とバランスして、コンパートメントの大きさはほぼ一定になると考えられます。

裸地に森林が成立し、それが次第に大きくなっていくにつれて、リターの生産量も増えていき、それにつれて土の中にも次第に物質がたまり込んで<A<sub>0</sub>>や<M>は大きくなっていきます。こうして、総支出も増えていく。そして、やがてどこかで、収入と支出とがきれいにバランスしてしまうだろう。こうしてある時間の経過の後には、それぞれのコンパートメントの大きさがきまってしまって、そして物は動くけれども、コンパートメントのそれぞれの大きさは変動しなくなる。いわゆる森林の極盛相というのがこういう状態です。こうした過程を別の言葉でいいますと、これはつまり、土の中に腐植がたまっていけば当然土の性質が変わってきます。それに対応して植物の種類も変わってくるし、植物の種類が変わればそれに対応して土壌生物も変わってくる。そうすると、土の性質もまた変わってくるということで、結局、植生遷移が進む、土壌の層状構造も発達してくる。こうした変遷過程を経て、やがて植生も土壌もいわゆる極盛相の状態に近づき、先ほど申しましたように、それぞれの各コンパートメントが量的な意味での動的平衡に達して、それぞれの与えられた条件のもとで物の収支がほぼ一定になるだろう。このように考えられるわけです。

### チッ素の循環

次にチッ素ですが、一般に植物は、土の中のチッ素を根から吸収して成長するわけですが、生態系に含まれるチッ素の供給源というのは、多分大気中のチッ素であろう。それが、生物を通じて土の中に固定され、蓄積されてきます。そして植物は、このチッ素を根から吸収して樹体に集積しますが、同時に植物は、この集積したチッ素を落葉・落枝を通じて土へ返すわけです。ですから、チッ素の循環径路というのは炭素の場合と違って、土から植物へ、植物から土へという、森林の中での再循環過程をもってあります。同時に土の中でのさまざまな変化の過程で森林の中を通り抜けて、水に溶けた形で森林の外に流出します。あるいはまたガス状の形で脱窒する場合もありましょう。もちろん雨水の中にもかなりのチッ素が入っておりますから、そういう形での系外からの供給も当然あるわけで

す。およそチッ素の場合には、外界との出入りというの以上のような関係になっております。そしてこのチッ素の場合にも、さきほどの炭素で申し上げましたと同じような過程を経て、各コンパートメントが次第に大きくなりますが、それにも限度があって、収支のつりあった動的平衡が達成されるだろう。理論的にはこのように考えられるわけです。

#### 治山造林における物質の集積過程

では実際に植生が成立し発展する過程の中でみられる、森林の物質集積の量的変化をみてみます。図4-2がその1例です。これは瀬戸内一帯に分布する花こう岩のはげ山での変化過程です。はげ山に治山造林するために樹木を植え込んで、そこに森林をつくっていく。その森林の成立につれて炭素やチッ素の量がどういふふうに変わるかということ、A<sub>0</sub>層と土壌中と、それから樹木の部分とに分けて示したものです。ごらんのように、それぞれコンパートメントの大きさはだんだん大きくなりますが、その大きくなり方は、最初の20年ぐらいまでは各コンパートメントとも非常に急激です。そして次第にゆるやかになり、最後にはほとんど一定の状態

になってしまいます。もちろん物質によって、各コンパートメントの大きさは違ってありますが、それらの発展過程というものは、大体同じような傾向を示しております。

#### ミネラルの循環

次に、カルシウム、マグネシウム、燐という、いわゆるミネラルの仲間ではありますが、これは炭素やチッ素とは給源が全く違っていて、もともとは岩石に含まれていたものが風化して、土壌の中にもたらされているわけです。岩石の中にあるものがさまざまな変遷を経て無機化され、それが根から吸われて樹体に集積される。そしてチッ素と同じようにリターとしてまた土へ返ってくる、それがまた土の中で微生物などを通じて無機化され、再び植物によって利用される。この場合もやはり土から植物へ、植物から土へという、いわゆる再循環過程をもっています。こういう循環過程の中でチッ素と同じようにやはり流出が起こりますし、また雨水からの収入というの、もちろんあるわけです。ですから、ミネラルとチッ素というのは、森林の中の再循環過程と外界との収支、この二つの回路をもつことでよく似ております。しかし系外からの

獲得方法についていえば、炭素は、植物の働きによって系の中に蓄積され、チッ素は、土壌微生物の働きで系の中へ持ち込まれる。ミネラルの場合は、母岩からの風化によるものが主流であるというように、それぞれの物質によってはっきりとした違いがあります。炭素、チッ素の給源としての大気の組成は、陸上の生態系にとってはほぼ均一とみられますから、生態系への収支は、もっぱらそれにかかわる生物活動によってきまると考えられます。一方、ミネラルは、母材の性質やその風化・集積にかかわる気候、地形、植生などの影響によってきまるので、地域的にかなり異なります。

そして植物が生活してゆくためには、炭素、チッ素、ミネラルのそれぞれを、ある一定のバランスのとれた量を必要としますから、物質循環の過程でこれらのものが統一されることになると考えられます。土壌中の物質の集積は、植物生産物であるリターフォールによって影響をうけますが、同時にまた植物生産は、土壌中のチッ素やミネラルの無機化によって支配される。つまり、土壌は植物の生産を支配するが、植物もまた土壌を支配していることになり、図4-1

図4-1 - 森林における物質循環の模式図

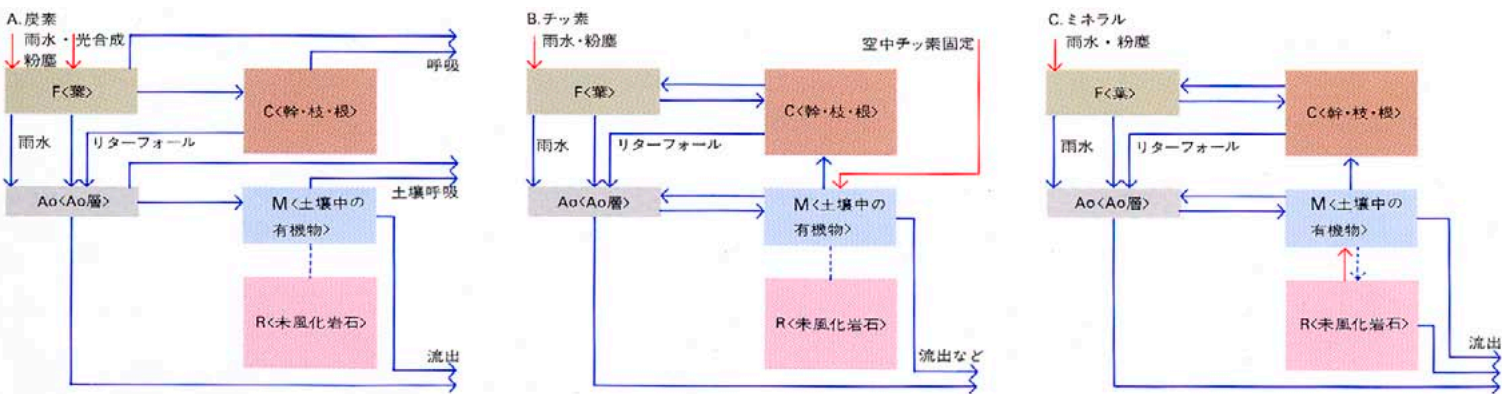
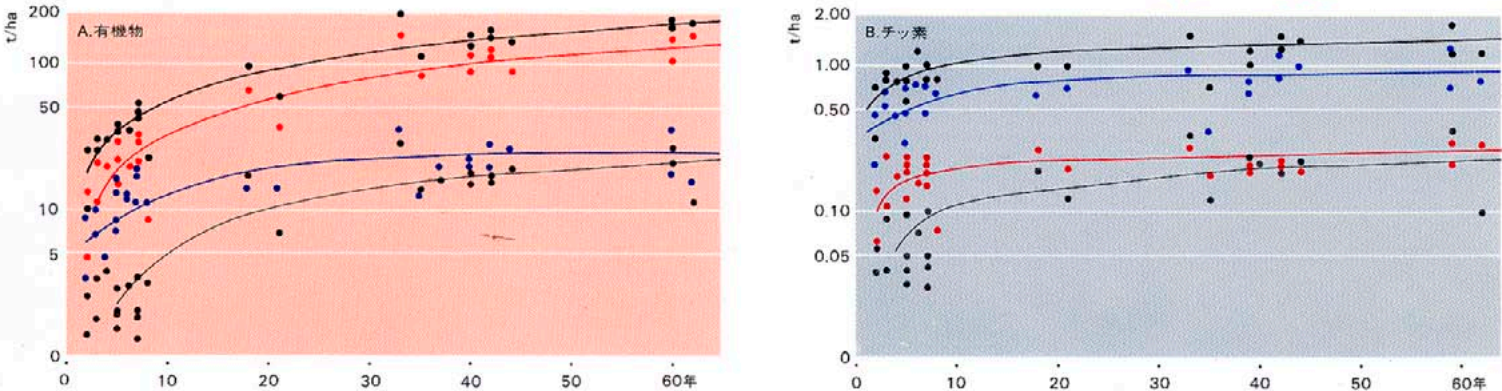


図4-2 - アカマツ天然林の成立にともなう有機物とチッ素の量的変化



に示した各コンパートメントは、相互に関連しあっているわけです。しかも、相互にバランスしてある一定の動的平衡を保っている。それが自然の生態系なのです。

地球上にはさまざまな環境があり、炭素、チッ素、ミネラルの収支にかかわる要因がそれぞれ違います。その結果、各コンパートメント間のバランスのとり方が違い、その違いが、植生・土壌の違いとしてあらわれている。このように考えられるわけです。

#### 落葉の分解にかかわる諸要因

A<sub>0</sub>層の場合についてみますと、そこへ供給される動植物遺体は、主に植物生産の結果です。ところが、A<sub>0</sub>層からの支出にかかわるものは、植物ではなくて土壌生物です。ですから環境の変化、たとえば温度の変化に対する反応は、収入側と支出側とでは、当然違ってくるものと考えられます。A<sub>0</sub>層での落葉の分解は、いろいろな意味で土壌の生成に重要ですから、ここで落葉の分解について考えてみたいと思います。落葉の分解にかかわる要因は数多くありますが、主なものとして、温度、水分、落葉の性質、土壌生物の種類などをあげることができます。温度条件と落葉の分解についての研究は古くからあって、他の条件が変らない限り、温度が高くなるほど分解速度は指数関数的に速くなることが知られています。たとえば図4-3は、A<sub>0</sub>層の有機物をいろいろの温度条件下で分解させ

たものです。落葉などの有機物中の炭素は、分解すると最終的には二酸化炭素として放出されますから、その二酸化炭素の量によって、落葉の分解速度を比較したものです。また図4-4は、森林での土壌呼吸をいろいろな温度条件のもとで測定したものです。これらのことから、温度というのは、落葉の分解速度をきめるのに大変重要な因子になっていることがわかります。また、水分条件もきわめて重要です。乾燥した落葉はなかなか腐りませんし、逆に過湿状態でも落葉の分解はおくれます。図4-5は、土壌をいろいろな含水率にして、その呼吸量を調べた結果です。

次に落葉の性質と分解速度との関係ですが、だいたい落葉の形態やその有機・無機質の性質はきわめて多様で、それらの分解速度もかなり違います。かつてヨーロッパでは、広葉樹にかえてトウヒを主とする針葉樹の一斉林をつくったことがあります。その結果、その土壌がポドゾル化して土壌が悪くなり、広葉樹を混交すべきであるという議論が行われたことがあります。これは主に、トウヒのような針葉樹の落葉が分解しにくく、厚いA<sub>0</sub>層を発達させる。A<sub>0</sub>層が厚く発達するために、その過程で生成される酸性物質が土壌中の塩基を溶脱させてしまうというものでした。

図4-6は、身近な樹木の葉の分解速度を比較したものです。ごらんのように、樹種によって

かなりの相異があります。また同じ樹種でも、条件によって分解速度が違います。そこで、落葉の分解速度を、落葉の有機・無機組成との関係で明らかにしようとする研究が数多く行われてきました。この関係はなかなか複雑で、一口に説明することはむずかしいのですが、一般に草にくらべて樹木の葉は分解がおそい。また、樹木では広葉樹落葉のほうが、針葉樹落葉よりも分解が速い場合が多い、というような傾向があります。草にくらべて樹木の葉はリグニンが多く、広葉樹にくらべて針葉樹には樹脂や蠟質物が多いことなどが分解速度の違いに関係していると考えられます。またナラ類のように、タンニン物質を多く含む種は分解しにくいともいわれています。

そのうえに、チッ素やリン、カルシウムなどのいわゆる養分物質の量的な違いがあります。落葉や落枝の養分物質の含有率は、かなり低いものです。その1例を図4-7に示します。チッ素についてみますと、落葉のC/Nは、ヒノキ・スギ・アカマツなどで90~110、クリ・コナラ・ケヤキなどで45~50という測定例があります。図4-8にみるように、C/Nが小さい、いいかえるとチッ素含有率が高いほど分解は速くなる傾向がありますが、樹木の落葉は明らかにC/Nが大きすぎ、チッ素含有率が低く、そのことが草にくらべて分解のおそい原因の一つになっています。

図4・3 - A<sub>0</sub>層有機物の分解と温度との関係 <千葉, 1975>

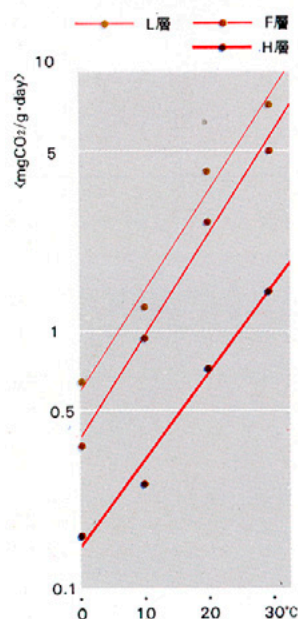


図4・4 - 土壌呼吸と気温との関係

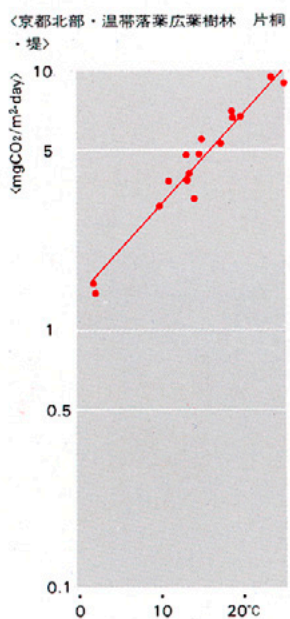


図4・5 - 土壌の含水率と土壌有機物の分解

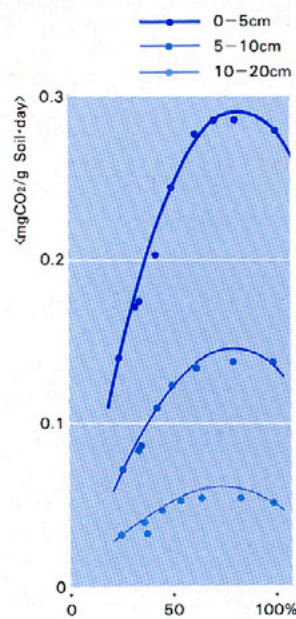
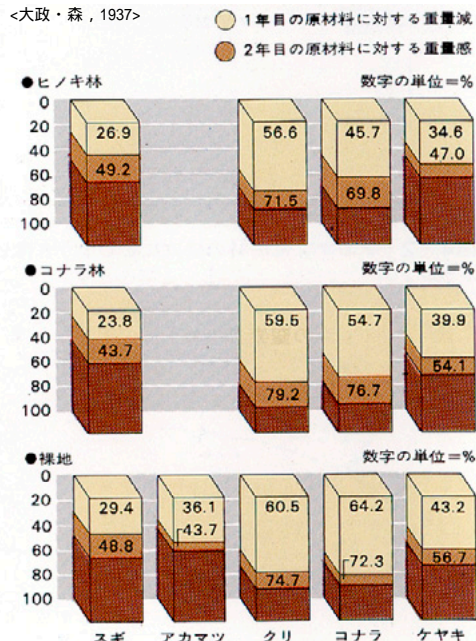


図4・6 - 各種落葉の分解速度の比較



このほか、かたく分解しにくいクチクラでおおわれた葉の表皮の発達の違いなど、葉の形態的な違いも考慮しなければなりません。いずれにしても、針葉樹落葉のように葉がかたく、分解しにくい物質を多く含み、チッ素やミネラルの含有率が低くなると、一般に分解はおそくなると考えてよいでしょう。

それから最後に土壌生物ですが、これら生物の数や組成というものが、さきほどの小川さんの話のように、きわめて重要なかわりをもってはいるわけですが、たいへんに複雑です。それでここでは、土壌動物はもっぱら落葉を細かく砕く作用をもち、そのことによって微生物による落葉の分解、無機化が大いに促進されているというにとどめます。土壌生物は、乾燥したり、土壌が堅密であったりすると、その活動が衰えますから、乾燥は土壌生物の組成を通じて分解に影響することになります。

落葉の分解 野外での実例から

ところで野外の実際の林地では、落葉分解は、上述したさまざまな諸要因の複合的な作用のもとで進行します。図4-9に、野外での落葉分解の実験例を示します。実験した場所は、温帯落葉広葉樹林帯の天然生林です。ゆるやかな尾根部には天然生スギ林、斜面部はブナを主とする林分、斜面下部はトチ・ミズキ・イヌシデ・ブナ・カエデ類のほかミズナラの大径木を含む林分があります。これらの林分で、それぞれ新鮮

な落葉を集め、相互に交換しておき、分解速度を調べたわけです。

図でみるように、落葉の種類による分解速度の違いはどの林分でも共通していますが、なかでも斜面下部の広葉樹落葉の分解が最も速く、ついでブナ落葉、スギ落葉の分解は最もおそくなっています。また、環境の違いも明らかで、斜面下部の広葉樹林で最も速く、他の二つはおくられています。このように環境と樹種とが組合わせた自然の状態では、分解速度の違いが大きくなります。18ヵ月(2生育期)を経た後では、斜面下部の林分では、その林分の落葉は殆んどなくなっていますが、ブナ林ではブナ落葉は61%、尾根のスギ林ではスギ落葉が25%分解されたにすぎず、その比率は、10:6:3ということになります。このように地形にもとづく水分や土壌条件の違いに樹種組成の違いが加わって、野外での実際の落葉分解速度には大きな違いがあることがわかります。

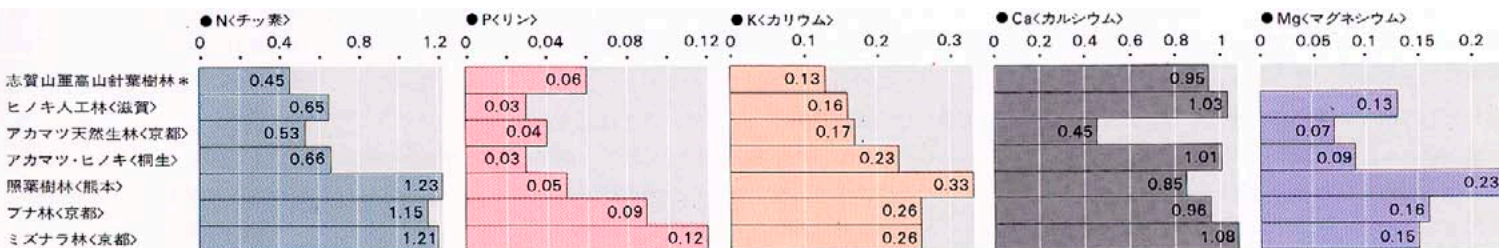
落葉の分解と物質循環

熱帯降雨林と亜寒帯針葉樹林を例にして以上のように落葉の分解というのは、単一の要因では整理できないのですが、この事情を、熱帯降雨林と亜寒帯針葉樹林を例として考えてみます。まず土壌に加えらるる量 リターフォールの量は、熱帯降雨林ではヘクタールあたり年20トンという測定値が報告されていますが、亜高山ないし亜寒帯の針葉樹林では年3.5~4.9

トンという値です。このように熱帯降雨林では、亜寒帯針葉樹林のおよそ4~7倍ものリターフォールを供給しています。しかし一方で気温の違いが大きく効いてきて、分解速度はさきほど申しましたように温度とともに指数関数的に変るので、分解速度の違いはぐんと大きくなります。そのうえ落葉の性質は、広葉と針葉という違いがありますから、リターの分解速度には大きな違いが予想できます。おおまかな推定では、熱帯降雨林では落葉は数ヵ月で分解してしまうのに対し、亜寒帯針葉樹林では落葉の分解に数年はかかるといわれています。鉱質土壌に含まれている有機物も加えて、土壌での全有機物の平均の分解率を推定しますと、亜寒帯針葉樹林が1~3%、熱帯降雨林が約25%というぐらいの違いがあります。

このために、亜寒帯針葉樹林では、熱帯降雨林にくらべてリターフォールの量ははるかに少ないのですが、図4-10および図4-11にみるように、A<sub>0</sub>層や鉱質土壌での炭素の集積量は、熱帯降雨林にくらべて非常に大きくなっています。つまり、熱帯降雨林では、多量のリターフォールが活発に分解され、物質の回転率が高い物質がどんどん回転しているのでA<sub>0</sub>層や土壌での物質の集積量が少なくてもよいわけです。しかし亜寒帯の針葉樹林では、物質の回転率が低い物質の流れ方がおそいのでA<sub>0</sub>層や土壌に多くの物質を集積していないと、リターフォ

図4-7 - 落葉の年間平均養分濃度



\* コメツガ・オオシラビン, IBP志賀山1973, 他は河原1971より図化

図4-8 - 落葉の窒素含有率と分解速度

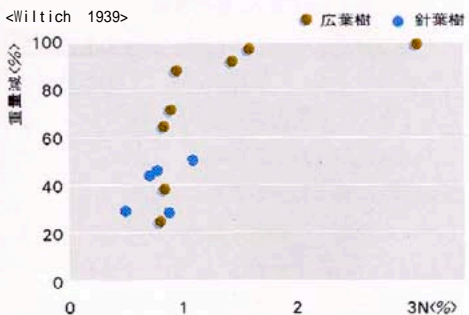
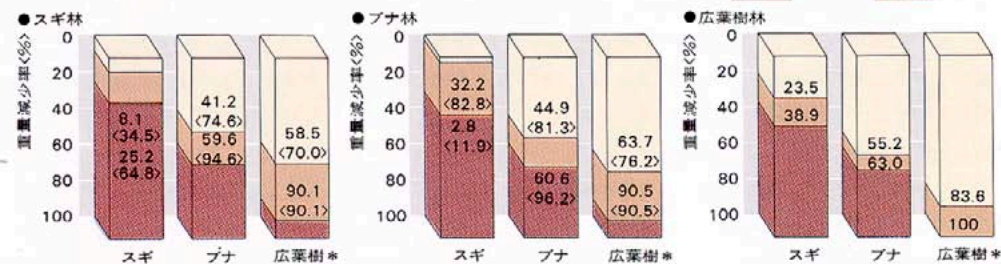


図4-9 - 落葉の分解速度<京都・芦生> <堤ら, 1961>



\* 山脚部落葉広葉樹林でトチ, ミズギ, ブナ, オオモジ, ミズナラなど  
●注く>内の数字は広葉樹林帯のそれぞれの樹種を100とした場合の減少率比

ール量に見合う土壌有機物の無機化がおこりえないことになっているわけです。一方、チッ素の方は、両者の違いは炭素ほど大きくはありません。このことは、チッ素の収支にかかわる諸要因が、熱帯と亜寒帯とではかなり違うことを示唆しているものと思われます。

ところでミネラルについてはどうかといいますと、土壌中の有機物の分解がおそいと、落葉・落枝に含まれて土壌に入ったミネラルの無機化も、それだけおそくなると推定されます。したがって、亜寒帯林ではより多くのミネラルを土壌に集積していなければ具合が悪いことになるはずですが、ところが実際には、寒冷な針葉樹林帯は、低温のためポドゾル化作用によって土壌中からミネラルが溶脱してしまっていて、土壌中でのミネラルの集積は少なくなっていることがあると推定されます。では一体、このような条件下での植生と土壌との関係は、どのように調整されているのであろうか。この辺の問題を解くためには、図1-1に示した各コンパートメントの大きさと、その間を流れる物質の循環速度を測定しなければなりません。

起伏における物質循環の違い

それでつぎに、このような測定の一例を中心にして話をすすめます。調べたところは、京都府北部の海拔600mほどの山地にある温帯の天然生の落葉広葉樹林で、ここは斜面になっているので、地形の起伏に応じて水分環境が変わり、さきほどの山谷さんや有光さんの話にありましたように、土壌の性質や植生が変化します。図4-12は、こうした水分環境と植生の変化する様子を示したもので、図のヨコ軸は乾湿度指数であらわしており、数字が大きくなるほど乾燥の度合が高まることをあらわしています。タテ軸は、そうした水分環境の変化に対応して出現する樹種の様相で、だいたい直径5 cm以上の本数の出現頻度をパーセントであらわしています。そうしますと、湿った方にはトチノキ、サウグルミ、あるいはミズキという種類が多くあらわれ、乾いた方向に向かうにつれてそれらの樹種が減ってきて、それにかわって今度はブナなどの種類が増え、やがてスギに代わります。そして最も乾性なやせた尾根の上などにゆきますと、クロソヨゴ、ネジキ、あるいはリョウブとかタムシバとかいうものが多くなってきます。

では土の中の物質の集積のほうは、こうした乾湿に対応してどう変わってくるのか、といいま

すと、これについては、まだデータが少ないので一つの例ということで申しあげるわけですが、適潤性ないしは弱湿性の土壌から乾性の土壌に向かうにつれて、A<sub>0</sub>層の量およびそれに含まれるさまざまな物質の量が増えるといえます。土の中の量というのは、かなりバラツキがあってよくわからない。総量でみてもそれほどはっきりした変化はないのですが、チッ素と置換性のカルシウムについては適潤性から乾性土壌にむかうにつれてかなり急激に減ってきています。炭素とチッ素の割合、C/N比は、適潤性から乾性にむかうにつれて大きくなります。土の中の物質の集積については、だいたい以上のような変化がありまして、さきほどの山谷さんの説明とよく一致した傾向を示しております。ではこういった条件の違いに応じて、森林の物質循環はどう変わるのか、あるいは図1-1の各コンパートメント間のバランスはどう変わるのかということが問題になります。このかんじんの問題になりますと、じつはまだよくわからないというのが実情であります。ただ、乾性土壌でA<sub>0</sub>層が発達するということは、これは当然乾燥することが一つの原因ではありますが、同時にまたチッ素の集積が少ないとか、あるいは置換性カルシウム。これは置換性塩基全般といってもいいかも知れませんが、そういうものが少なくなっている。つまり貧栄養化しているわけで、このために土壌生物の活動が抑制される。その結果、落葉などの有機物の分解がおくれ、そしてA<sub>0</sub>層が発達するが鉱質土壌での物質の集積は進みにくい。土壌での物質集積については、このように説明できるでしょう。

土壌での物質の回転については、さきほどもお話ししましたように、斜面部分で地形的な乾湿のある条件の下で、植生の変化を考慮にいれると、落葉の分解にはかなりはっきりした違いがありました。ですから、斜面で適潤から乾燥にむかうにつれて、土壌における物質の回転はおそくなっているといえます。そのうえさらに、土壌中の集積量というの、いま申しましたように、チッ素やカルシウムのように乾燥にむかうにつれて少なくなっている。そうしますと、循環する物質の量はきわめて少なくなってしまうはずで、植物生産に大きな影響を及ぼさず。<F>や<C>というコンパートメントの大きさは、適潤から乾燥にむかうにつれて小さくなるを得ない。こういうことになってしま

うわけです。

リーピヒの最小量の法則という有名な法則がありまして、それは、ある植物の生長は、その植物が利用できる栄養物質の中の最小量のものに依存している。というものです。土の中にある栄養物質の循環量が小さければ、それに合わせて<F>や<C>の大きさが制限される、ということになります。ごく常識的には、土の中の養分の多少ということが、土のいわば生産力の一つの目安のように考えられていまして、肥料をたくさんやればそれだけ植物がよく育つというのが一般的な考えです。農業の場合には、作物を常に人間が収穫していますから、その分だけ人間が肥料というかたちで必ず補給してやらなければならない。その上、だいたい一年生の作物ですから、可給態のものを植物が必要とするときにたくさん与えてやれば、それだけ生産力が高まるわけです。ですから植物の物質生産量と養分との関係は、森林などとくらべてずっと単純なのではないかと思います。

植物の成長にとっては、チッ素とかミネラルは基本的に必要なものであって、これが潤沢に供給されているかどうかということは、森林にとってもその生長を支配しているはずなのですが、しかし、これまでのところでは、樹木の成長速度と土壌中の養分濃度との関係は、少なくとも人工林に関していえばわりあいあいまいで、はっきりしてはおりません。これまでではむしろ、土壌の物理性の方が、森林の成長にとってとくに人工林の成長にとって、ずっと重要であるというように理解されてきたわけです。それは森林では、土壌と植物との間を養分物質がたえず循環していますから、土壌中での養分の集積量が少ない場合でも、物質の動いている割合が大きい。つまり回転率が高ければ、結構それで間にあうという事情があるわけで、この点をいままでも余り考慮していなかったからだと思います。

モル型土壌におけるA<sub>0</sub>層の役割

この辺の関係をみるためには、森林における物質の流れをもう少し具体的にみていかなければなりません。物質循環の各コンパートメントごとに、物質がどれくらい動いているかということを実際に調べてみる必要があるのです。しかし、いまのところこうしたデータは余りありませんので、これは一般化した形では言えないのですが、一例として、私どもでやりましたもの

をお目にかけておきます。

この調査は、さきほど述べました京都府北部の天然生の落葉広葉樹林の一つの斜面で、斜面下部と尾根部と、いわゆるムル型の土壌とモル型の土壌とで、それも、植生や土の中の物質の集積量にかなりはっきりとした違いが認められる二つの土壌を選びまして、相互に比較をしてみたわけです。図4-13に示すように、それぞれの物質について各コンパートメントの大きさと、そこへの物の出入りのうちで実測できたものだけを図にあらわしています。上の方がムル型の土壌で下の方がモル型の土壌です。植生は、ムル型がトチ、ミズキ、サワグルミ、それにブナなども少し入っております。モル型の方は、ミズナラ、コナラ、マルバマンサク、クリ、それとタムシバのようなものが入っております。

まず、土壌での物質の集積<M>についてみますと、モル型のほうが、各物質ともムル型にくらべて非常に少ないことがわかります。とりわけカルシウムが非常に少ないのが目立ちます。ムル型のほうを1にした比率で比較した場合、<Ao>と<M>との合計でみますと、モル型のほうは、炭素で0.6、チッ素で0.34、リンで0.9、カリウムで0.35、カルシウムで0.12、マグネシウムで0.15というように非常に少ない。

それに対して樹体のほうはどうかといいますと、物質によって多少の違いはありますが、<F>と<C>との合計でムル型を1とした場合、モル型のほうはだいたい0.28から0.30くらいのところで安定しております。

それから土への収入、つまりリターフォールと雨水で供給されるものとの合計量をそれぞれ比較してみますと、ムル型を1とした場合、モル型は炭素で0.61、チッ素で0.43、リンで0.27、カリウムで0.44、カルシウムで0.38、マグネシウムで0.41となっています。カルシウムなどでは、モル型では集積の量は少ないのに収入の量はその割合に少なくない。動いている量はかなり多いという結果になっています。土の中での集積が非常に少ないのにこれだけの量のものが動いている。このことは、そこでは物質の回転が速くなっているとか考えられないわけです。ところが、こういうモル型の土壌での落葉の分解というのは、さきほどもいいましたように、一般には速度はおそく、回転率は低いのです。この場所でも、一応有機物の平均の回転率を計算しますと、かなり低くなる、とくに

図4-10 - 亜寒帯の森林における炭素と窒素の集積量<北海道トドマツ天然生林>

<堤, 1973>



図4-11 - 熱帯の森林における炭素と窒素の集積量<タイ国南部熱帯降雨林>

<堤, 1973>

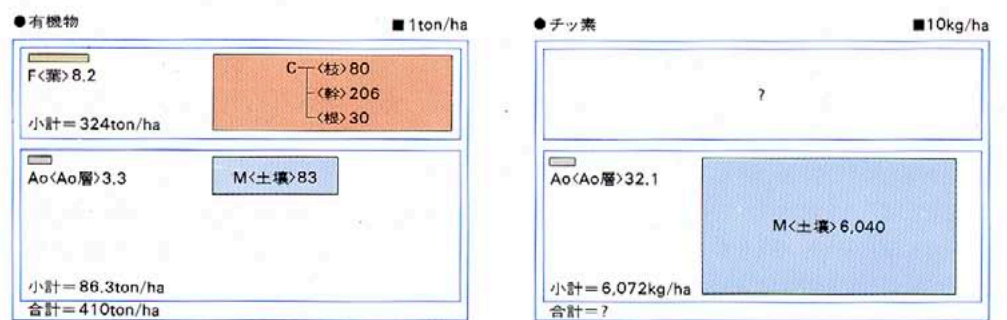


図4-12 - 京都北部の温帯落葉樹林における乾湿度勾配と種の分布及び土壌中の物生の集積

