

II-38

森林小流域の溪流水質（2）

国立公害研究所 正員 平田健正

国立公害研究所 正員 村岡浩爾

1. 研究目的とこれまでの経緯

森林域からの水と物質の流出機構を調べるため、筑波森林試験地において降雨から森林生態系を経て溪流に流出するまでの水移動と水質の化学的变化を観測してきた。中でも降雨時の溪流水質変化から、溶存物質の流出特性は大きく2つのタイプに分類できることが見い出された。¹⁾ 降雨終了後にはほぼ降雨前のベース値に戻るType I とベース値を上回るType II である。さらに流量減速時の溪流水構成成分から判断して2つの流出特性は土壌水質の違いに由来すること、すなわちType I に属する物質についてその濃度は土壌水で鉛直方向にほぼ一様か表層土壌水で小さく、一方Type II の物質濃度は表層土壌水で高濃度になっていることも明らかにされた。

土壌は元々岩石が風化したものである。土壌の形成過程で化学変化があり、土壌の堆積環境も異なるが、ここで対象とする森林土壌は高々1m程度の厚さであることから、土壌の形成初期には土壌に含まれる物質も土壌水質も鉛直方向に大差なかったと推定される。それではどのような機構で上に述べた土壌水質が作られ、決定されるのであろうか。ここに土壌水質の形成過程を解く一つの手掛かりがある。Type I とType II の物質を列挙するとType I ; SiO_2 , Na^+ , Cl^- , Type II ; NO_3^- -N, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} であるが、よく見るとType I の物質は SiO_2 や Na^+ のように植物体にとって必要とされない物質か、必須であっても Cl^- のように微量元素であるのに対して、Type II の物質は全て多量必須元素に属することである。

著者らは養分物質として森林生態系での物質循環に組み込まれた物質とそうでない物質とでは、次第に森林土壌中の物質含有率が変化し、それに伴い土壌水質も変化すると考えている。本報では森林生態系での物質循環特性を踏まえた上で、森林土壌に含まれる物質量を明らかにすると共に、物質循環と溪流水質の関連について著者らの基本的な考え方をまとめることにする。

2. 森林生態系における物質循環

溪流水には多様な物質が含まれており、大気由来の物質もあれば土壌を起源とするものもある。物質の起源も含め、森林生態系での物質循環特性は図1にある3つのグループに大別することができる。

(1)窒素：本来土壌には含まれない物質であり、火成岩等の成分には窒素の項目はない。その起源は土壌微生物による大気中の窒素ガスの固定に始まる。さらに表層土壌からの植物吸収、落葉・落枝や林内雨・樹幹流に溶脱されて林床に戻る。これらの窒素は植物体に再利用される。このように窒素は森林内を循環するが、窒素固定に加えて脱窒作用で土壌から窒素ガスとして大気に放出されることから、窒素の循環は半閉鎖系と呼ばれる。また降雨にも含まれるが、これだけでは森林内を循環する窒素量は賄えない。

(2)ミネラル：リン、カリウム、カルシウム等のミネラルは土壌・岩石の主構成成分であり、土壌中に多量に蓄えられている。土壌起源の物質として、植物吸収、落葉・落枝などによって森林内を循環し、その形態は閉鎖系と呼ばれている。

(3)炭素：有機物の主体をなす物質である。植物体の光合成で大気中の炭酸ガスが取り込まれ、一部分は落葉・落枝として林床に負荷される。またある部分は植物体の呼吸や土壌中の有機物分解によって炭酸ガスとして大気に帰る。元々土壌に含まれていない点は窒素と類似しているが、炭素については根からの吸収はなく、森林内を循環しないことから炭素の循環は開放系と呼ばれる。

3. 森林土壌に含まれる物質量

著者らは、森林生態系での物質循環特性は最終的に森林土壌の物質含有率に反映されると考えている。そこで筑波森林試験地で土壌を採取し、元素分析を行った。結果はType I, Type II とその他に分けて、図2に描いている。土壌は2地点で、深さ1mまで採取した。2地点共にA層は1cm以下、深さ30cmまではA層、それ以上はB層である。

Type I に属するケイ素とナトリウムは土壌起源の物質であり、特にケイ素は降雨にほとんど含まれない

物質である。植物体に必要とされず、表層土壌でこれらの物質の含有率も低くなっている。一方Type IIの窒素とカルシウムは表層土壌中で含有率が高く、リンと炭素の含有率鉛直分布も窒素と似ている。

このように、森林が発達し物質循環が生じた結果、養分物質であれば窒素や炭素のように元々土壌に含まれない物質でも表層土壌に蓄積され、カルシウムやリンのような土壌起源の物質は表層土壌でさらに濃縮されることになる。一方物質循環と係わりのないケイ素やナトリウムは、植物遺体等の有機物が混入することによって、表層土壌中の存在量が次第に減少すると見られる。

土壌水が接している土壌の物質含有率は土壌水質を決定する最大の要因であり、図2にある含有率鉛直分布が、物質毎に濃度レベルの異なった土壌水質を作り、この土壌水が降雨時に流出することによって先述したType IとType IIの流出パターンが生じると考えられる。土壌の物質含有率と植物体の根からの吸収量や落葉・落枝等の循環量とは密接な関係があると考えられるが、これらの観測結果は講演時に報告する。

文献1）平田・村岡(1987)：第31回水講，2）平田・村岡(1988)：第32回水講

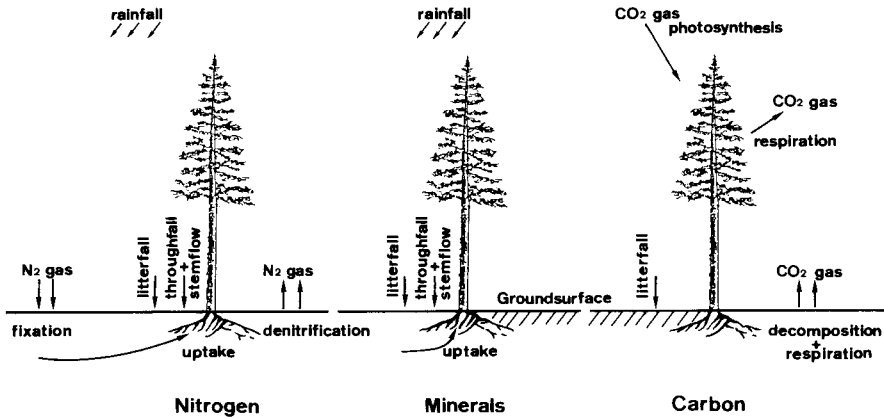


図1 森林生態系における物質循環

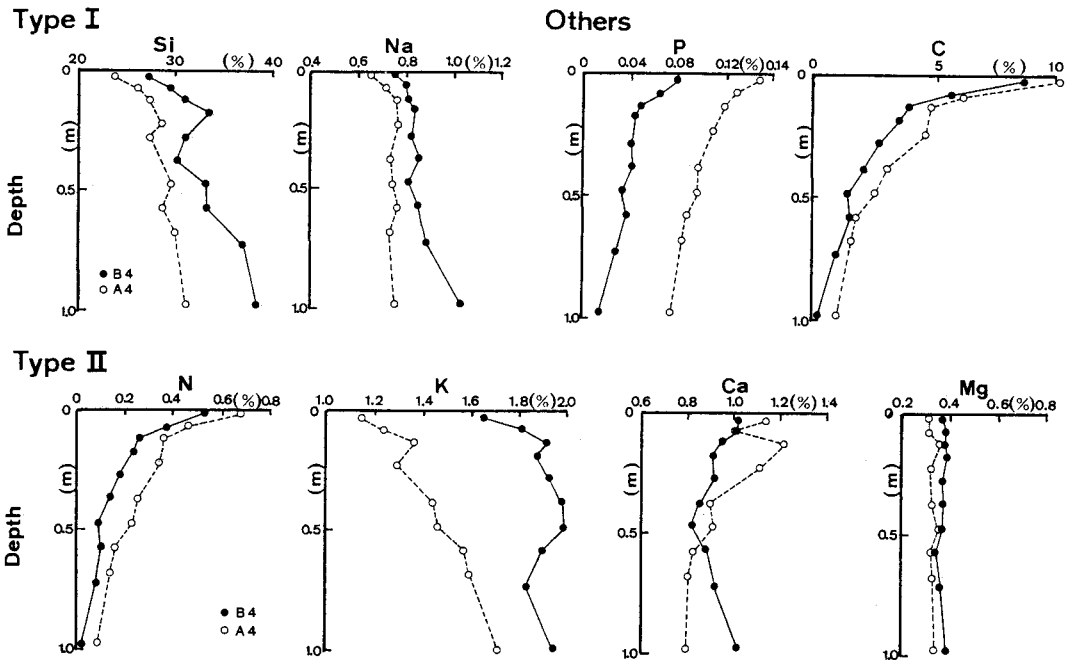


図2 森林土壌の物質含有率（1987年3月20日土壌採取）