

森林土壌通過による水質変化

宮崎大学農学部 中尾登志雄・黒木 嘉久
宮内 拓郎

1. はじめに

森林の水質浄化機能は森林土壌に依存しており、森林から出る水の性質を一定のレベルで安定させている。ここでは森林土壌の水質浄化機能を土壌カラム実験により測定し、土壌通過による成分変化から土壌の水質浄化機能での各層の働きなどについて検討した。測定分析は1995年12月に行った。

2. 実験方法

実験用の土壌カラムは宮崎大学キャンパス内の標高約50mのスギ林(林齢20数年)で直径約11cmの塩化ビニルパイプを深さ60cmまで打ち込み、周りを掘り下げて採取した。これを実験室に持ち帰りA層上中下部、B₁層上中下部の6箇所から採水できるように側面に穴を開け、テンションメータ用ポーラスカップ(18×75mm)をつけた塩化ビニルパイプを水平に挿入した。土壌層位はA層14cm、B₁層46cmで、以下B₂が続いているが、ここではB₁までを使った。B₁層はアカコヤである。採水パイプの深さと層位との関係は図-1のとおりである。表面から処理した水は蒸留水、スギ樹幹流、スギ林表面流で、スギ樹幹流は9月からのスギ樹幹流を貯留しておいたもの、表面流は学内の池の水を林内にまいて地表面を流化してくる水を集めたものである。カラムへの水の供給は上部から噴霧器を用いて行った。噴霧は15分毎に10mm相当の量を15秒間でかけ、4時間半まで続けた。これは時間雨量40mmで合計180mmの降雨に相当する。土壌水の採取は中間にトラップを付けたテフロンチューブを側面のパイプにつなぎ、サッカードー-20mmHgの負圧をかけた状態で、1時間毎に分け、6時間まで続けた。処理は蒸留水、スギ樹幹流、表面流の順に行い、各実験の間には2日間の間隔をおいた。採水した水のpHはガラス電極法で、Cl⁻、SO₄²⁻、NO₃⁻の陰イオンについてはイオンクロマトグラフ法、Na、K、Mg、Caの陽イオンについては原子吸光光度法で分析した。処理した蒸留水、樹幹流、表面流のpHお

よび成分濃度は表-1に示した。表面流のNa、Cl濃度が高いのは用いた池の水での濃度が高いためである。

3. 結果と考察

樹幹流を処理した場合の結果を図-2に示した。採水量は一負圧をかけているにもかかわらず、部位で大きな差があり、A層下部とB₁下部からの流出量が多かった。A層下部からの量が多いのは層の境界での透水係数の差によるものと考えられる。樹幹流のpHは3と低いが、A₀層を通過しただけで5前後まで上昇し、A層からB₁層と通過するにつれ変化しながらも6近くまで上昇した。この値は現地林分の外での溪流の湧き出し部分でのpHに近い(表-2)。A₀層での緩衝能は最初1時間の分で大い。成分濃度の時間変化、垂直変化をみると、Cl⁻、NO₃⁻、Na、Ngは最初はA層上部で減少するが、時間が経つと減少が小さくなりA層での減少度合いが小さくなる。この後の減少はB₁層上部で見られる。SO₄²⁻はA₀層とA層上部で大きく減少し時間変化はあまり見られない。Kはやや変動があるがA₀からB₁上部まで減少し、B₁中間で一旦増加した後B₁下部でまた減少する。CaはA₀層で増加し、A層からB₁層上部で減少した。

蒸留水を処理した場合の結果を図-3に示した。流出量は細かい部分で樹幹流の場合と差があるが、全体的にはやはりA層下部とB₁層下部からの量が多い。A₀層通過水のpHは6前半となり、以下変化しながら一旦はB₁層中間で下がるがB₁通過後は6前後になっている。成分濃度の時間変化、垂直変化は各成分で異なった。比較的良く似ているのはNaとClで、A₀層通過でやや増加するが、A層通過ではほとんど変わらない。B₁層では上部と中間で上昇するが下部ではあまり変化がない。NO₃⁻はA₀層で増加した後、A層上部で減少する。A層下部ではあまり変わらないが、B₁層上部で大きく増加し、B₁中間でやや増加した後、B₁層下部で大きく減少する。SO₄²⁻はA₀層とA層上部で増加し、A層下部およびB₁層上部で減少した。そしてB₁中間で一旦増加後、B₁下部でまた減少し2ppm前後の安定した値となってい

る。CaはA₀層、A層上部で増加後、A層下部とB₁上部で減少、B₁中間でやや増加した後1ppm前後の濃度になっている。Mgはあまり変化がないが、B₁中間で一旦増加後、B₁層通過時点では0.4ppm程度になっている。KはA₀層からB₁中間まではClに似ているが、B₁下部で大きく減少して0.2から0.4ppmに減少している。通常の降雨中の成分濃度は低いので、蒸留水を処理した場合のような成分変化をしていると考えられ、降雨時の土壌水の水質を筑波森林試験地のスギ林で調べられた結果^{1,2)}と比較すると、Cl、NO₃、Na、Ca、Mgなどは蒸留水処理のA層から下の結果とよく似ている。しかし、KのB₁中間での増減などの現象はみられず、土壌の違いがあるものと考えられる。

表面流の実験結果の詳細については省略するがpH変化での差異や成分増減の時間、深さで若干の違いがあるものの樹幹流の場合と似ていた。

水質浄化、安定機能を各処理の4時間後にB₁層を通過した水のpHおよび濃度でみると表-2のように驚くほど似通った水になっている。また表-2には渓流水の年平均値(1993年)を示したが、NO₃やSO₄、Ca、Mgなどにやや濃度差があるものの比較的近い値となっ

ている。この違いはB₂層以下のより深い層での変化や渓流水への表面流などの流れ込みなどの影響があるものと思われる。

以上のように森林土壌の水質浄化機能、安定化機能ははっきりと認められたが、スギ樹幹流のように強酸性で各成分濃度が高い水の場合、A₀層はCaを除く成分の減少に、A層は一部時間による吸着能の低下はあるものの全成分の減少に寄与し、さらにB₁層上部で全成分が濃度低下している。A₀からB₁層上部が大きく寄与しているといえるが、今回の土壌ではB₁層上部まで浄化して来ているので、B₁層中間以下があまり効いていないように見える可能性もある。もしB₁層上部までで浄化出来ずにより濃度の高い水がB₁層上部を通過してきた場合にはB₁層中間以下の層が浄化することになるのではないだろうか。今後これらの点も検討していきたい。

引用文献

- (1) 平田健正・村岡浩爾：「河川汚濁のモデル解析」, 40-47, 技報堂出版, 東京, 1989
- (2) MURAOKA, K. and T. HIRATA: Jour. Hydrol., Vol. 102, No.1-4, 235-253, 1988

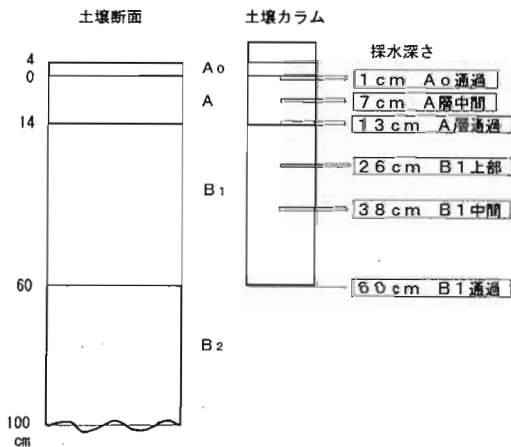


図-1 実験に用いたスギ林土壌層位と土壌カラムでの採水部位

表-1 処理した水のpHおよび成分濃度(ppm)

	pH	Cl	NO ₃	SO ₄	K	Na	Ca	Mg
蒸留水	6.88	0	0	0	0.3	0.5	0.6	0.06
樹幹流	3.14	97.8	29.3	33.2	5.3	28.5	20.7	14.2
表面流	6.14	70.1	2.5	12.3	3.4	48.5	6.4	2.0

表-2 処理4時間後のB₁層通過水および渓流水のpHおよび成分濃度(ppm)

	pH	Cl	NO ₃	SO ₄	K	Na	Ca	Mg
樹幹流	5.7	7.2	0.7	1.8	0.4	3.4	1.1	0.4
表面流	5.5	6.9	1.0	1.7	0.5	3.5	1.1	0.4
蒸留水	6.0	7.7	0.6	1.8	0.4	3.4	1.4	0.4
渓流水	5.8	9.5	4.2	5.1	0.4	5.7	2.6	1.2

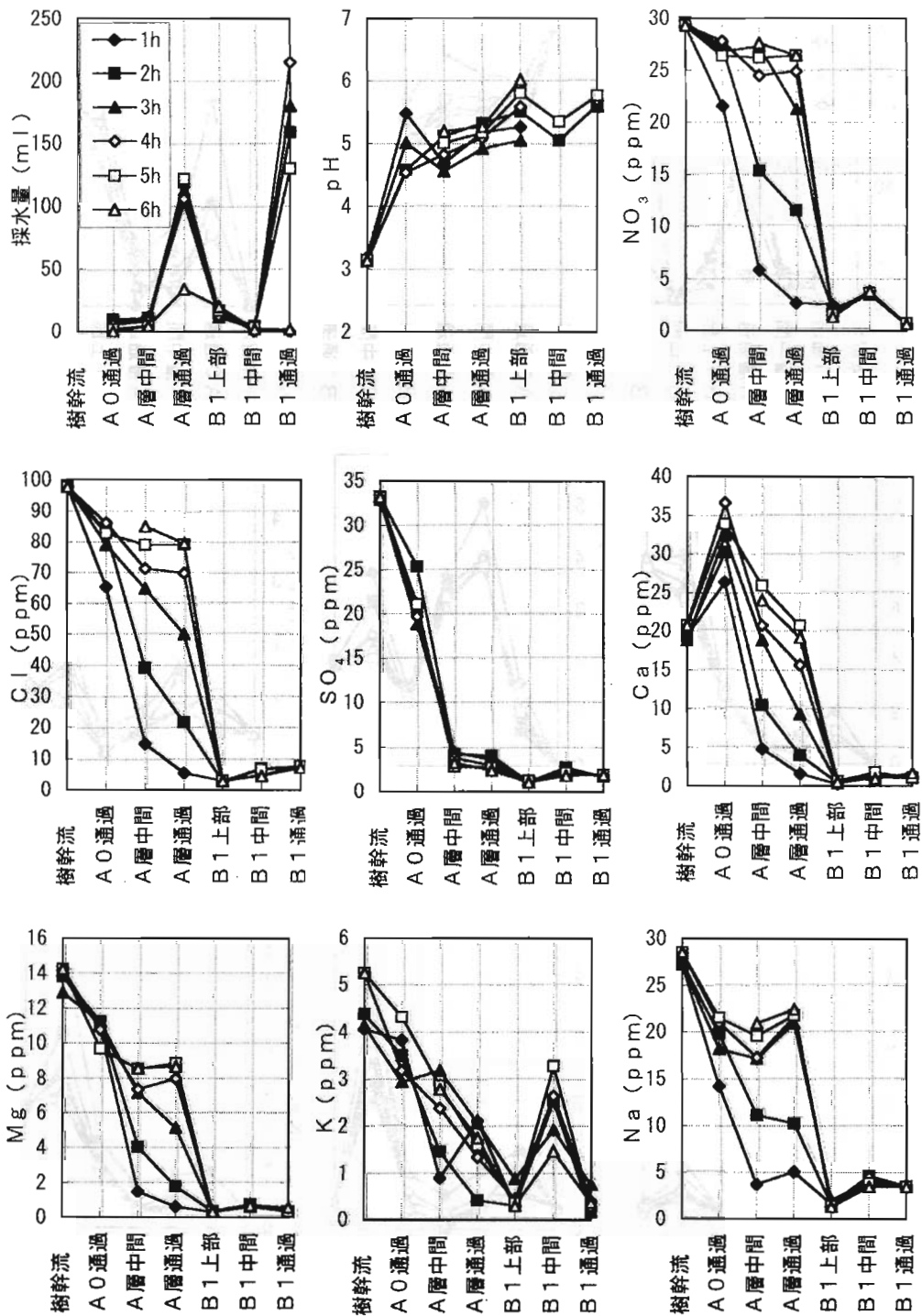


図-2 樹幹流を処理した場合の採水量、pHおよび成分濃度の変化

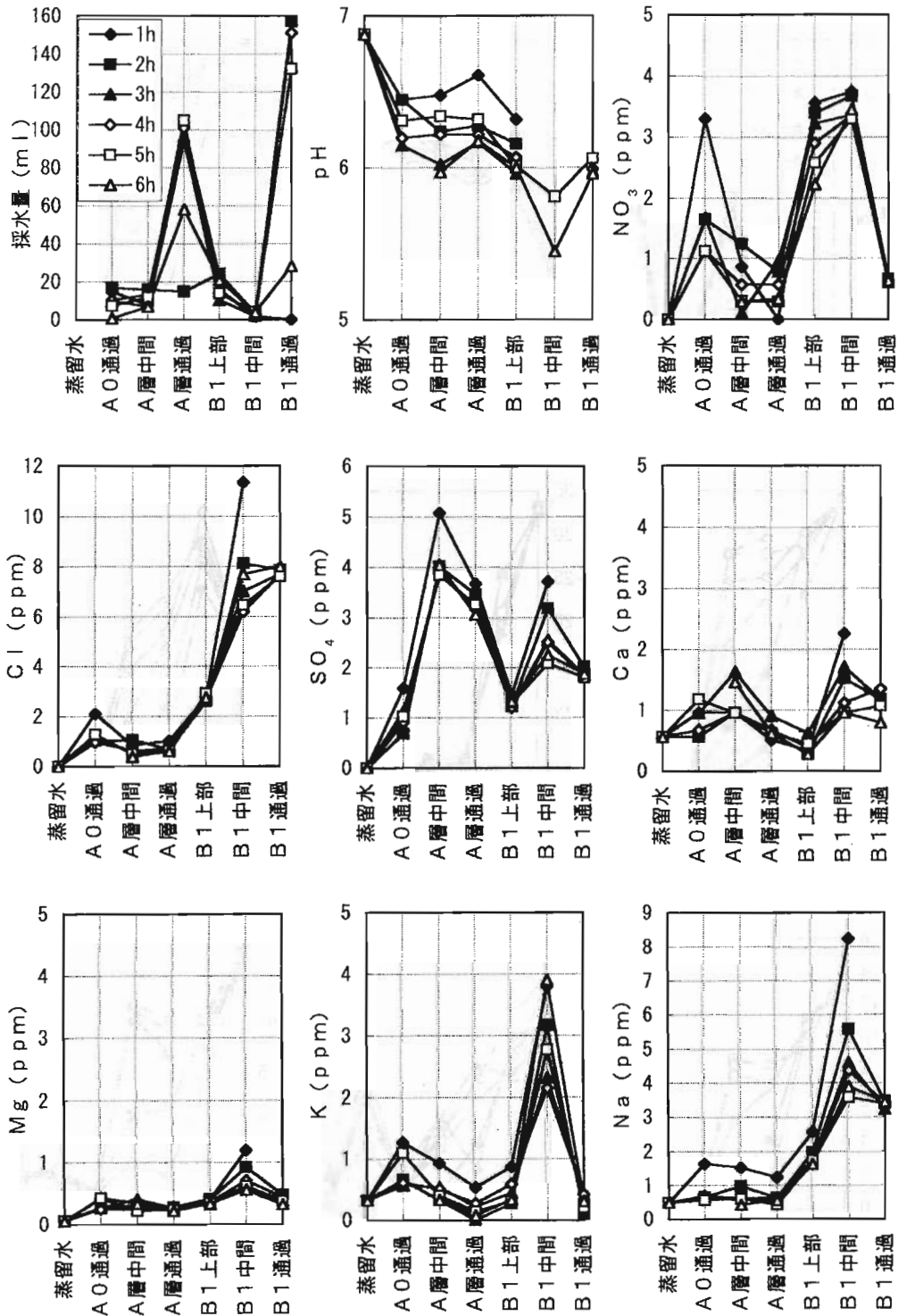


図-3 蒸留水を処理した場合の採水量、pHおよび成分濃度の変化