

## 森林土壌における鉛直浸透水の質的・量的変化

京都大学農学研究科 ○町田尚子, 小杉賢一朗, 勝山正則, 水山高久, 尾坂兼一

### 1. はじめに

雨水が土壌中を鉛直浸透する過程は, 自然災害発生や環境汚染の予測と密接に関係している. 例えば山地斜面での豪雨に伴う表層崩壊は, 雨水が表層土壌を不飽和浸透し地下水位を上昇させることにより引き起こされる. そのため不飽和浸透水量の経時変化を正確に知ることが, 災害予測において重要である. また現在, 環境汚染の深刻化から, 森林のもつ公益的機能としての水質浄化機能に対する期待と関心が高まっている. そのため表層土壌を不飽和浸透する水の量と質の定量的評価が求められている.

しかしながらこの不飽和浸透過程に関しては, 未だ十分な定量的評価が成されていないのが現状である. 不飽和浸透水量は土壌のマトリックポテンシャルの鉛直勾配と不飽和透水係数から求めることができるが, これは含水状態により数オーダー変化するため, 精度の高い測定が難しく, 浸透水量の算定に大きな誤差を生じやすい. また水質計測には浸透水を土壌から分離する必要があるが, 現在用いられている採水手法は不飽和浸透理論と照らし合わせて必ずしも適切なものではない(小杉, 2000). 近年最も一般的に用いられているテンションライシメーター法は, 土壌中の一点のみからの採水であるため浸透量を求めることが難しく, 溶存物質の移動量の推定に誤差を生じやすい. また吸引圧の大きさにより, 採水された水の水質が変化するという問題点も指摘されている(Rhoades and Oster, 1986). 本研究では, 不飽和浸透理論に基づいた制御型吸引ライシメーター法による採水を, 林地で長期間にわたって実施し, 採取した水の量と質の観点からその性能評価を行う.

### 2. 方法

#### 2.1 観測地

滋賀県南部に位置する桐生水文試験地(5.99ha)内の源頭部小流域であるマツ沢(0.68ha)流域のG34地点に制御型吸引ライシメーターを設置し, 採水を行った. 土壌の母材は風化花崗岩, 土層はおよそ8~10m, 植生はヒノキを中心とする人工林である.

#### 2.2 採水方法

深度50cm, 100cmにポーラス板(PP)を設置した. PP直上, 及び近接する土壌断面中のPPと同深度の圧力水頭をテンシオメーターで測定し, 両者を等しく維持するように吸引期間を自動制御し採水した. この制御により, 採水断面の水分状態を自然断面により近い状態に保ち, 適切な量と質の採水を行うことができる(小杉, 2000). 自然断面では, 25cm, 75cm, 125cm深での圧力水頭も計測し, 採水制御の正確性を確認した. さらに林内雨(TF), 樹幹流(SF)のサンプルを1~3週間間隔で採取し, 主要溶存イオン濃度をイオンクロマトグラフィー法で, Si, Fe, Mn, Al

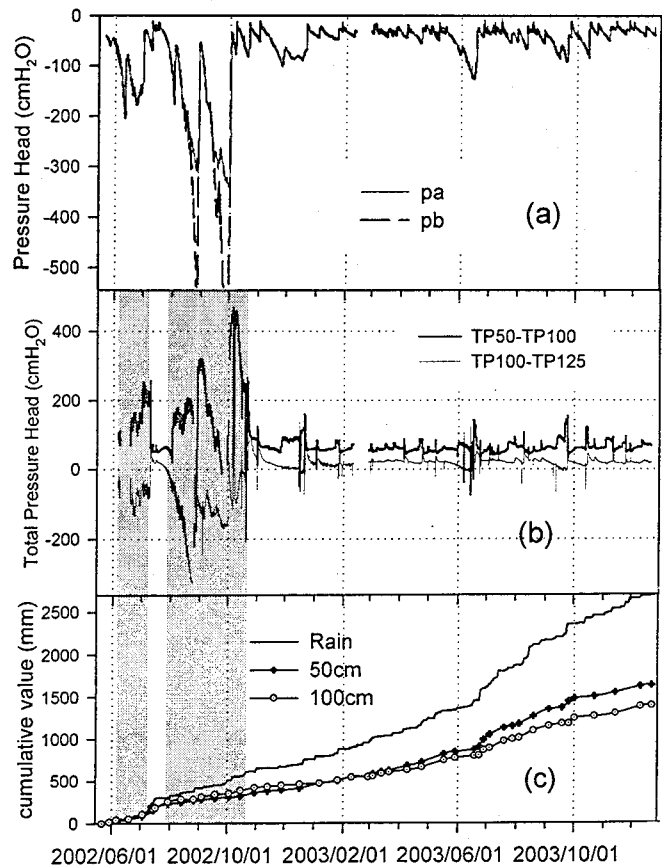


図1:(a)深度50cmにおける自然断面と採水断面の圧力水頭, (b)各深度における全水頭の差, (c)降水量と各深度の採水量の積算値

濃度をICP発光分光分析法で分析した。観測は2002年5月から行った。

### 3. 結果・考察

深度 50cm での採水断面と自然断面の圧力水頭(各々 pa, pb とする)と採水量を図1(a)に示した。2002年8月下旬から10月中旬まで、土壌が極度に乾燥したために pa と pb を等しく維持することができなかったが、他の期間では良好に制御できたことがわかる。自然断面における全水頭の差を図1(b)に示した。背景の異なる期間(2002年6月～2002年10月)において、深度100cm(TP100)と125cm(TP125)の全水頭の差が負の値となっており、表層土壌の乾燥に伴い100cm以深で上向きのフラックスが生じたことを示していた。この期間に深度100cmの採水量が過大評価されたため、2003年1月中旬まで深度100cmの積算採水量が深度50cmのそれを上回った。解析期間全体の浸透水量は深度50cm, 100cmで降水量の各々60%, 51%であり、各々40%, 49%の水分が蒸発散により失われたと考えられる。桐生試験地の年平均降水量、流出量は1630.0mm, 872.9mm(流出率53.6%)であるが2002年は渇水年であり、各々1179.3mm, 405.3mm(流出率34.4%)であった。

G34地点で測定した地温と深度50cm, 100cmのSiO<sub>2</sub>濃度を図2(a), (b)に示す。一般にSiO<sub>2</sub>は雨水にはほとんど含まれず生物による分解・吸収の影響が少なく、風化に伴い溶出するとされており、濃度は風化速度を決定する地温と関係すると言われている。観測期間中は深度100cmの濃度が常に深度50cmのそれを上回り、地温の季節変動との相関も見られた。2002年5月から2003年10月までの平均濃度、積算移動量は深度50cmが12.6mg/l, 555.7mg, 深度100cmが16.9mg/l, 711.3mgであった。不飽和水帯においては深く浸透するほど多く溶け出すと言われており、積算量値より自然濃縮だけでなく50cm以深からも供給されていることがわかった。

同地点、同深度において、吸引圧-13.3kPaによるテンションライシメーター法で採水されたSiO<sub>2</sub>濃度を図2(c)に示す。観測期間中の平均濃度は深度50cm, 100cmで各々11.5mg/l, 14.3mg/lであった。本研究の採水法と比較するとほぼ同濃度であったため、-13.3kPaの吸引圧による採水は水質への影響はないと言える。

### 4. まとめ

このように長期にわたる観測結果より、量的・質的に妥当な採水が行われたものと考えられる。ただし量的には、極度の乾燥状態における吸引制御能力の向上という課題や、上向きのフラックスが生じたことにより、採水量が過大評価されるという問題が指摘された。質的には、硝酸やカチオンといった生物活動の影響を受ける物質への、PP埋設時における土壌攪乱による影響の抑制などの課題が挙げられた。またSiO<sub>2</sub>を見る限りテンションライシメーター法による水質変化は認められなかった。

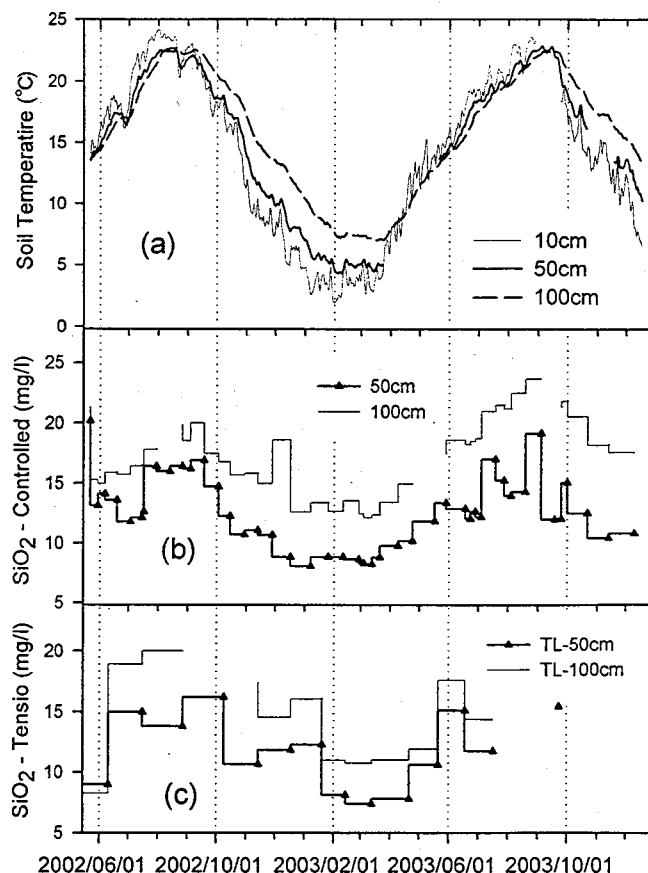


図2:(a)地温, (b)制御型吸引ライシメーター法と, (c)テンションライシメーター法によるSiO<sub>2</sub>濃度の時系列

【引用文献】小杉賢一朗(2000):水文・水質学会誌 Vol.13, No6, pp.462-471 Rhoades, J.D. and Oster, J.D.(1986):Methods of Soil Analysis, Part1:Physical and Mineralogy Methods, pp.985-1006