

## II-52

## 山地表層土壌における水分と溶質の移動に関する研究

北海道大学工学部 学生員 水戸 聰  
 北海道大学 正員 藤田 睦博  
 北海道大学 正員 亀井 翼  
 パシフィック・コンサルタンツ(株) 正員 寺島 貴志  
 北海道開発局開発土木研究所 正員 市川 嘉輝

### 1. はじめに

近年、紫外部260nmの吸光度(E260)、硝酸態窒素等を用いた流出解析が多くなされている。しかし、土壌水分と土壌水質を同時に測定した例は少ない。そこで、著者らは定山溪ダム流域の一斜面で測定された土壌水分、フミン質の指標であるE260、E260の内容を成分分子量の大小によって検知する高速液体クロマトグラフを用いた分子量分布より得られる全分子に対する高分子(分子量6000以上)の割合(高分子/TOTAL)、E220を主たる指標として山地表層土壌における水の挙動について考察した。

### 2. 試験地の概要

現地観測を行った実験斜面を図-1に、ST.2付近の土質柱状図を図-2に示す。

圧力水頭を測定するためのテンシオメーターをST.1-ST.5の各点に深さ20cm、40cm、70cm、100cmに4本を設置し、地中水採水のためのポーラスカップをST.2、ST.3、ST.4の各点に深さ20cm、40cm、70cm、100cmに4本を設置した。

### 3. 圧力水頭の測定結果と考察

1993年10月3日0:00から同年11月2日10:55までの期間、ST.2で測定された圧力水頭の時間変化を図-3に示す。全体の傾向として深い層ほど乾燥しており、雨水が浸透することによって浅い層から順に圧力水頭が上昇することがわかる。ここで、水分が側方、下方に移動する割合について調べてみる。本来ならば、土中水分量の連続の式、

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \left( \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_z}{\partial z} \right)$$

(ここで、xは地表面に沿った斜面方向、zはx軸と垂直な下方向を表し、 $V_x$ 、 $V_z$ はそれぞれの浸透流フラックスのx、z成分、 $\theta$ は体積含水率、tは時間を表す。)

を用いることによって調べなければならないが、実測の $t-\psi$ の関係をここでは図-4のように、圧力水頭の変化、つまり体積含水率の変化から水分が側方、下方に移動する割合について調べる。比較的圧力水頭の変化がはっきりしていた10月22日から10月25日までの期間のデータを用いることにする。この結果を図-5に示す。この結果から、この斜面における雨水の大部分は深さ0-40cmまでの層を浸透していると推定できる。なお、この期間の総雨量は137.5mmで最大降雨強度は18mm/hrであった。

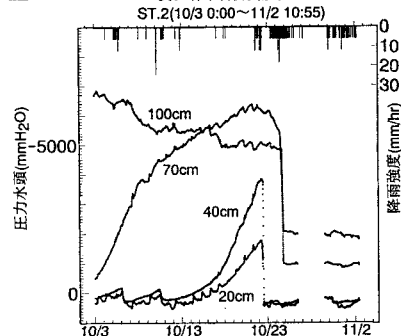


図-3 ST.2の圧力水頭の経時変化

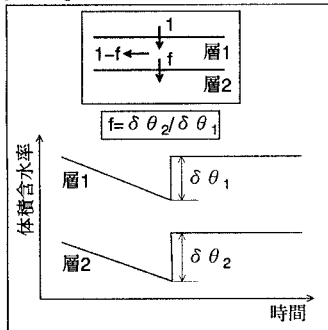


図-4 算出法

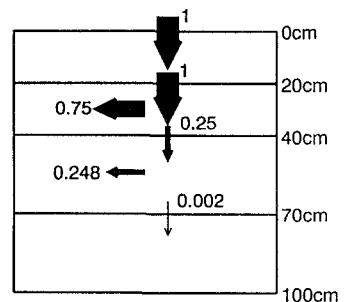


図-5 ST.2における浸透量の割合

### 4. 水質の測定結果と考察

#### 4-1. E260、高分子/TOTAL

ST.3におけるE260の鉛直分布を図-6に示す。E260の鉛直分布が指数関数で表せることは多くの研究で示されて

いることから、これは水分量の鉛直分布によらない特有なものと考えられる。高分子/TOTALの鉛直分布を図-7に示す。上層ほど高分子/TOTALの値は高く、ほとんど変化していないことがわかる。ST. 3のE260の変化をみると、10月26日から11月2日にかけて全ての層においてE260が減少している。もし、E260が雨水浸透によって下方に移動するならば、上層ではE260の値は減少し、下層では増加するものと考えられる。E260と高分子/TOTALとの間には正の相関があること、上層ほどE260、高分子/TOTALが高いこと、全ての層においてE260の値が減少していることからE260は雨水浸透によって下方に移動しにくいもので、側方に移動しやすいものと考えられる。このことは深層にいくほど土粒子は細くなることによって高分子のものが下方に移動しにくい性質と符合する。以上のことから各層のE260の減少分は各層からの浸透量に反映される、つまり浸透量はE260の減少量に比例するものと考えられる。そこで、ST. 3において10月26日から11月2日までの期間の各層の浸透量の比率を調べると図-8のようになる。ここでも雨水浸透の半分以上は深さ0-40cmまでの層を浸透していることがわかる。この期間の総雨量は45mmで最大降雨強度は12mm/hrであった。また、E260の変化から雨水浸透が深さ100cmの層に浸透する割合を調べると、その値は0.16となった。

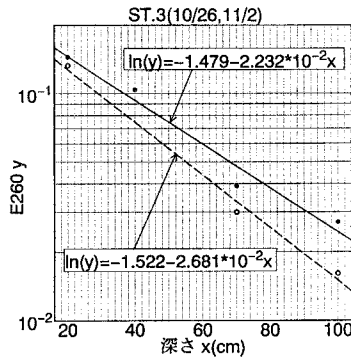


図-6 ST. 3のE260の鉛直分布

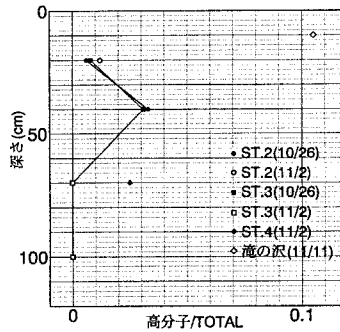


図-7 高分子/TOTALの鉛直分布

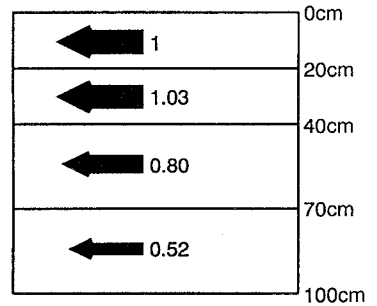


図-8 ST. 3の層での浸透量の割合

#### 4-2. $\text{NO}_3^-$ と $\text{HCO}_3^-$

紫外部220nmで吸収を示す物質としてフミン質、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ などがある。今回、フミン質のE220はE260の1.7倍とし、 $\text{NO}_3^-$ と $\text{HCO}_3^-$ を合わせた濃度としてE220からE260の1.7倍を差し引いた値を用いる。ST. 3における10月26日、11月2日の( $\text{NO}_3^-$ + $\text{HCO}_3^-$ )の鉛直分布を図-9に示す。この図より $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ は雨水浸透にともなって土層中を降下する現象を持つと考えられる。もし損失がなければ、上層(0-50cm)における $\text{NO}_3^-$ と $\text{HCO}_3^-$ の減少量と下層(50-100cm)における $\text{NO}_3^-$ と $\text{HCO}_3^-$ の増加量は等しくなると考えられる。そこでST. 3において10月26日から11月2日までの期間、雨水浸透が深さ100cmの層に浸透する割合を調べてみるとその値は0.17となった。

この値はE260の変化から求めた値に非常に近い。このことはE260が土層中を下方に移動しにくい物質であるという仮定が正しい証拠と考えられる。

10月26日から10月29日までの期間、計測器が故障したため、圧力水頭の変化、つまり体積含水率の変化との対応が出来なかった。

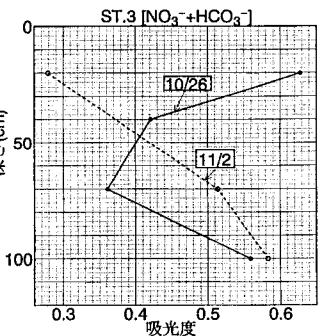
#### 5. まとめ

圧力水頭、E260、 $\text{NO}_3^-$ と $\text{HCO}_3^-$ の変化から層ごとの浸透量の比率、下層に浸透する割合を算出することを試みた。その結果以下のことがわかった。

- 1) 雨水の大部分は深さ0-40cmの層を浸透している。
- 2) 10月26日から11月2日までの期間、40cm以深からの浸透量が比較的多いのは深層まである程度湿潤していてそれが押し出されたためと考えられる。
- 3) E260は土層中を下方に移動しにくい物質であり、流出成分分離に非常によいトレーサーであると考えられる。

#### 参考文献：

- 1) 亀井 翼・丹保憲仁・洪 廷芳・山田 正：紫外部E260と電導率E.Cからみた流出解析、土木学会北海道支部論文報告集、pp. 367-372、1987。
- 2) 佐藤 悟・佐藤敦久：山地小流域からの有機物の降雨流出特性について、土木学会第45回年次学術講演会、pp. 908-909、1990。
- 3) 吉田 弘・端野道夫・田村隆雄：白川谷森林試験地における硝酸態窒素の降雨流出特性、水文・水資源学会1993年研究発表会要旨集、pp. 114-115、1993。


図-9 ST. 3の $\text{NO}_3^-$ と $\text{HCO}_3^-$ の鉛直分布