

宇都宮大学 正員 長石部 正孝
 東京工業大学 正員 日野 幹雄

1. まえがき

本報告は、安定同位体 O^{18} を用いたの流出分離⁽¹⁾とフィルター分離AR法(逆探法)による流出分離とを比較して、分離した地下水流出成分について検討するものである。なお、ここでは、前論文⁽¹⁾に、さらに解析例を増やしている。この結果、本解析の淡水の地下水流出成分には、毛管水縁効果(Capillary fringe effect)によるものと考えられる早い応答を示す流出成分と遅い応答を示す地下水流出成分が存在することが示された。

2. 安定同位体比($\delta^{18}O$)による流出分離

解析流域は、カナダのケベック市の80 Km北側の Ruisseaux des Eaux Volées流域⁽²⁾である。安定同位体比($\delta^{18}O$)は、下記式で定義される。なお、図-1に解析例を示す。

$$\delta^{18}O = \left(\frac{R_s}{R_{std}} - 1 \right) \times 1000 (\text{‰}) \quad (1)$$

ここに、 R_s : O^{18}/O^{16} , R_{std} : R の標準試料。

さて、安定同位体比($\delta^{18}O$)による流出分離は、質量保存式と連続式により下記式により行われる。

$$\left. \begin{aligned} y(t) &= y^{(1)}(t) + y^{(2)}(t) \\ C(t)y(t) &= C^{(1)}(t)y^{(1)}(t) + C^{(2)}(t)y^{(2)}(t) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

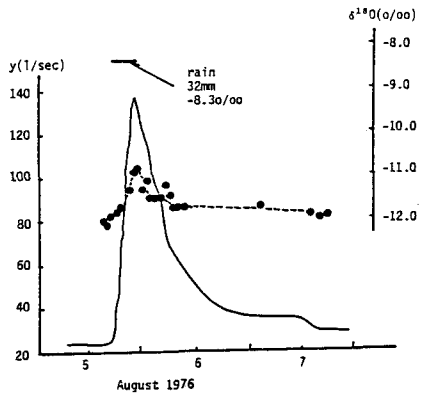


図-1

ここに、 $y(t)$; 全流出量, $C(t)$; 全流出量の $\delta^{18}O$ 濃度, 上付添字(1), (2)は、地下水流出系, 中間・表面流出系を示す。本研究の解析例での地下水流出成分として表面・中間流出成分(降雨)の $\delta^{18}O$ 濃度は、一定として下記の値をとる。

$$C^{(1)} = -12.0 \text{ ‰}, \quad C^{(2)} = -8.3 \text{ ‰}$$

ここで、安定同位体比 $\delta^{18}O$ 濃度 $C(t)$ として全流出量 $y(t)$ は文献⁽²⁾の論文から読み取った値である。図-2に(2)式より、地下水流出成分と中間流出成分とに流出分離したものを示す。

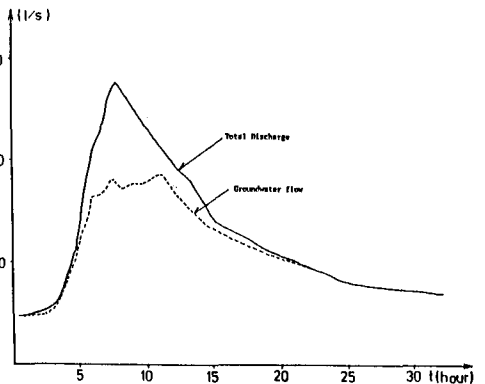


図-2

3. フィルター分離AR法による流出分離(基底流出量)

従来まで、基底流出量と全流量から差し引いて地下水流出成分と中間あるいは表面流出成分に流出分離してしたが、 $\delta^{18}O$ つまり地球化学的手法を用いた流出分離では基底流出量を除いて解析するわけにはいかない。そのため、本解析に関しても、まず、基底流量と差し引く必要がある。そこで、過去の経験的な方法つまり淡水過剰部の変曲点と基底流出量からの立ち上がり部とを直線と結び基底流量を除く方法とフィルター分離AR法により基底流量を除く方法とを比較して図-3に示す。両者は良く一致していることが理解できる。

4. $\delta^{18}O$ による流出分離とフィルター分離AR法による

流出分離の比較

図-2, 図-3の両図から, 同じ地下水流出成分でも地球化学的方法で流出分離された地下水成分のほうが, フィルター分離AR法により流出分離された成分より大きい。この理由として, 前論文⁽²⁾の Sklash & Farvolden と R. N. Gilham⁽³⁾ は, 地下水流出成分には, 毛管水縁効果 (Capillary fringe effect) により早く流出する成分が存在することと指適している。これらの論文によれば, 毛管水縁は, 地下水水面と水理的に直接接触した水を含む予飽和帯で, 毛管力により地下水面上に保持されている地帯があるということである。このように, 毛管水縁効果により早い応答特性をもつ地下水流出成分が存在することが示されている⁽²⁾。

以上のことから, 図-4のハッチした流出部分が, 毛管水縁効果による早い応答特性をもつ地下水流出成分と推定される。

5. 早い応答特性をもつ地下水流出成分への逆探法の適用

さて, 全流量から, フィルター分離AR法により推定した遅い応答特性をもつ地下水流出成分と差し引いたハイドログラフの過減部の流量を図-5に示す。この図から, 基底流量を除いた成分の過減部の勾配から求めた時定数 T_c は, 9 hour位である。

次に, 上記の時定数 T_c と δ (本報告では, 2.1) を用いて, 数値フィルターにより流出分離する。流出分離した結果と先に地球化学的手法により求められた地下水流出成分の早い応答特性を示す成分との比較を図-6に示す。両者は, ほぼ一致している。このことは, 毛管水縁効果により早い応答をもつ地下水成分が, 数値フィルターで流出分離される逆探法により解析された。

6. あとがき

ここに示した解析例により早い応答特性をもつ地下水流出成分をフィルター分離AR法により解析した説明ができることと明らかにしたが, 今後は, このような例をもう少し解析して検討していく必要があると思われる。

参考文献

- (1) 日野幹雄・長谷部正孝: 地球化学的 $\delta^{18}O$ とフィルター分離AR法による流出成分分離について, 第28回水講。
- (2) M. G. Sklash & Farvolden. R. N. 1979; The role of groundwater in storm runoff, The George Burke Maxey Memorial Vol. J. Hydrol. 43
- (3) Gilham. R. W., 1984; The capillary fringe and its effect on water table response, J. Hydrol. 67

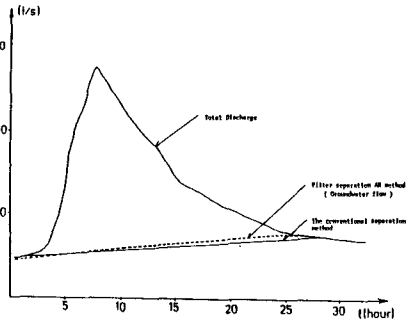


図-3

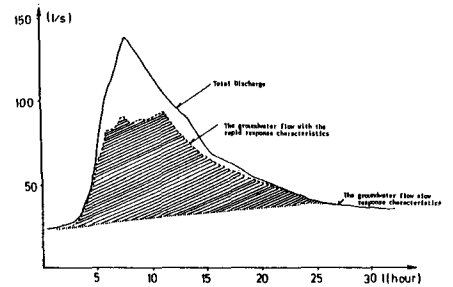


図-4

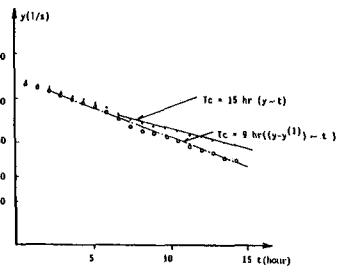


図-5

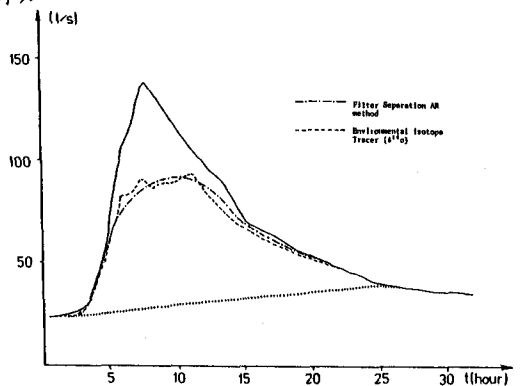


図-6