

山地地下水水文現象における先行降雨について

神戸大学 工学部 正 田中 茂 沖村 孝
学 〇 十 河 睦 松尾 隆

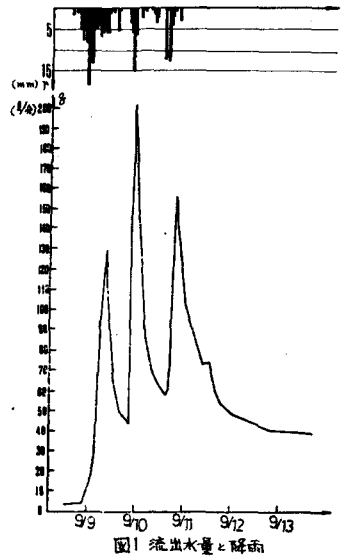
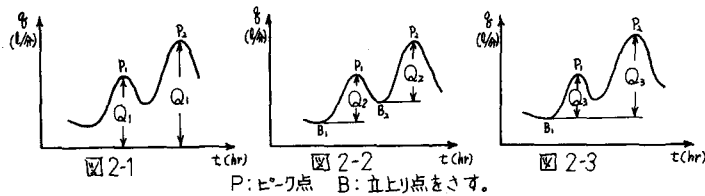
まえがき

崖くずれや山くずれなどの誘因の一つである降雨を考えると、先行降雨を考慮する必要があると言われている。本研究は、過去4ヶ年にわたって、六甲山地の神戸市鶴甲における水平ボーリング孔No.1からの流出水量と降雨との観測データ(図1にその一部を示す)をもとに、流出水量と降雨との関係、その時の先行降雨について調べる。

1. 増加流出水量(Q)と当該降雨との設定

増加流出水量は解析の対象とした水平ボーリング孔からの流出水量とし、増加流出水量に直接的に寄与していると考えられる降雨を当該降雨と定義する。ここでは、流出水量の立上り時刻より、ピーク時刻までの降雨を当該降雨とした。

また、流出水量は、基準となる値のとり方により、種々の量が定まるため、ここでは、図2-1～図2-3に示した $Q_1 \sim Q_3$ の値を以下の解析用の増加流出水量とした。



2. 先行降雨と先行期間について

各ピーク流出水量の立上り時刻よりさかのぼって、先行期間 T^* を設定した。先行降雨は、増加流出水量に対して間接的に寄与していると考えられるため、先行期間内の降雨に、ある重みを与えることによって先行降雨量(WPRE)を求めることとした。重みは、立上り時刻よりさかのぼった先行時間 t ($1 \leq t \leq T$)を変数として、次の3種類の重み関数 $w(t)$ によって与えた。

$$(1) w_1(t) = \alpha \cdot \text{EXP} \cdot (-\beta \cdot t) \quad (2) w_2(t) = A + B \cdot t \quad (3) w_3(t) = 1.0 - \alpha \cdot \text{EXP} \cdot (-\beta(T+1-t))$$

ここにおいて、 α, β, A, B は初期条件によって決定される定数である。初期条件は $t=1^{\text{hr}}$ で0.99、 $t=T^{\text{hr}}$ で0.01の重みを与えた。WPREは、各重み関数に対して、先行時間 T^* における降雨強度を $I_2^{\text{(mm/hr)}}$ とすると

$$\text{WPRE}(T) = \sum_{t=1}^{T^*} I_2^{\text{(mm/hr)}} \cdot w(t)$$

によって求められるものとする。

3. 流出水量と降雨との関係

解析に用いた先行期間 T^* は 12^{hr} より 432^{hr} まで 12^{hr} づつ増加させた値、すなわち、36通りの先行期間について考えた。各先行期間 T^* に対して、各重み関数によって求めたWPRE(T)と

当該降雨との和である総降雨量(R)と各増加流出との間で相関係数を求めた。先行期間 T^k に対する相関係数の値の変化の一例を図3($W(t)=1.0$)の場合も示す)に示す。また、各重み関数に対して $WPRE(T)$ の T による変化の一例を図4に示す。図3より、相関係数の変化は $W(t)$ によって、相当の差があることがわかる。 $W(t)$ と Q との各組み合わせにおける最大相関係数を表1に示す。また、最大相関係数を示し $E R$ と増加流出水量 Q に対して、回帰直線 $Q=a+bR$ の切片 a を表2に示す。表1には、当該降雨のみと Q との相関係数も示す。

表1 各重み関数・増加流出水量に対する最大相関係数

	W_1	W_2	W_3	$W(t)=1.0$	当該のみ
Q_1	0.8284	0.8402	0.8497	0.7874	0.7580
Q_2	0.8957	0.9107	0.9122	0.8589	0.8482
Q_3	0.7142	0.7223	0.7304	0.8854	0.6805

表2 回帰直線の切片 a

	W_1	W_2	W_3
Q_1	21.150	17.910	22.481
Q_2	-12.514	-9.002	-13.633
Q_3	7.425	5.441	8.718

表1より、 Q と W にかかわらず、当該降雨のみの相関係数の値は、先行降雨も考慮したときよりも、はるかに低い値であった。ゆえに、増加流出水量を解析する際には、総降雨量で考察する必要があると言える。また、相関係数の値は、各増加流出水量に対して、 $W_3(t)$ のときが最も大きな値であった。増加流出水量の各定義に対しては、 Q_2 のときが、 Q_1, Q_3 よりも明らかに相関係数は大きく、特に、 Q_3 は Q_1, Q_2 に比べてかなり小さい値になっている。よって、増加流出水量の設定は、立上り時とピーク時の流出水量の差で表わしたものが降雨量との関係で最も良いようである。これより、近接したピーク間には、関連性があると言える。表2より、切片 a は W に関係なく、 Q_1, Q_3 では正、 Q_2 では負の値である。切片 a の値が正であることは、降雨と無関係にボーリング孔から流出がたえず存在することを意味する。しかし、過去の観測で、乾期においては、流出水量が全くないことが確認されており矛盾した結果となる。これより、増加流出水量は、 Q_2 のみ妥当となり、相関係数の値より推定した最適増加流出水量の定義方法と一致して、興味ある結果となった。以上のことより、鶴甲におけるボーリング孔No.1では、増加流出水量の設定は、立上り時よりピーク時までの流出水量、重み関数 W は、 $W_3(t)$ の場合が最も良い結果をうる。しかし、 Q_2 に対する $W_2(t)$ と $W_3(t)$ の最大相関係数は、同程度であるため、重み関数 W は $W_2(t)$ と $W_3(t)$ の両にあると考えられる。これは、予想していた重み関数 $W_1(t)$ とは反対の結果となったが、今回の解析結果で、最適先行期間が極端に短く(約36h)、このため、重み関数 W の違いによる最大相関係数で示し得なかったものと考えられる。今後、他の場所で得られたデータによって同様の考察を進めていく予定である。

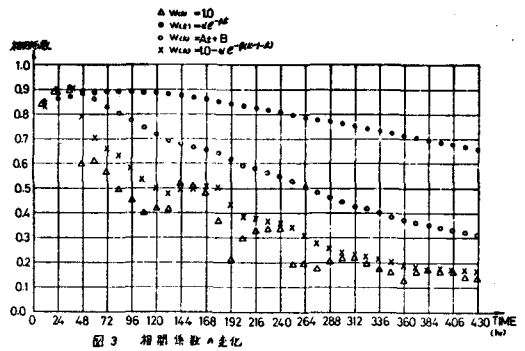


図3 相関係数の変化

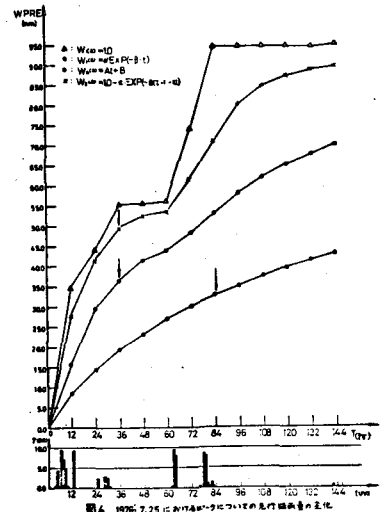


図4 1976.7.25における鶴甲-1における重み関数の変化