

II-3 長池試験流域における降雨期間中の水収支

東京大学生産技術研究所
東京大学大学院
東京大学大学院

正会員 虫明 功臣
学生員 安藤 義久
学生員 〇内田 善久

1. はじめに

本研究では、前出の「多摩丘陵長池試験流域の流域特性」に示されている観測施設により得られた結果をもとにして、長池試験流域において降雨期間中の水文要素を評価するために水収支解析を行った。解析は、観測体制が整備された後の1977年9月から同年12月までの6降雨を対象とした。

2. 観測結果

図1は降雨期間中の観測結果の一例である。観測項目は、林外雨量 P 、林内雨量 P_f 、不圧地下水位(H_{1L} , H_{2L} , H_{3L} , H_{4L} , H_{6L})、被圧地下水位(H_{1s} , H_{2s} , H_{3s} , H_{4s} , H_{6s})、長池水位 W 、長池からの流出量 Q である。雨量の観測結果をみると降雨の遮断量がかなりあることがわかる。降雨開始時における不圧地下水の地表から地下水面までの距離は、 $H_{1L}=5.9m$, $H_{2L}=9.8m$, $H_{3L}=12.7m$, である。 H_{1L} が他に比べ早くから上昇し、大きく変動するのは、地下水位が浅いためであろう。被圧地下水位は、降雨期間中はこの他の降雨についても大きく変動しないようである。

3. 解析方法

3-1 解析に当、この仮定

前稿の指摘も踏まえて、解析に当、2次のように仮定した。①地下水の流域界は地表水の流域界に一致する。②地下水位変化部分の有効蒸発率は4%である。③降雨期間中を対象としているので蒸発散量は0と仮定する。④不圧地下水から被圧地下水への漏水は無視する。⑤地表における貯留は長池だけで、他の凹地貯留は無視できるとする。

3-2 水収支式

3-1 から次の水収支式が得られる。

$$P - Q = I_c + \frac{\Delta M_s}{\Delta t} + \frac{\Delta H R_s}{\Delta t} + \frac{\Delta W_s}{\Delta t}$$

ただし 流域への流入量: P , 流域からの流出量: Q
流域内の貯留量: 樹冠遮断量 I_c , 不飽和帯の水分貯留量 M_s , 地下水貯留量 $H R_s$, 長池における貯留量 W_s 。

図1. 降雨期間中の観測結果

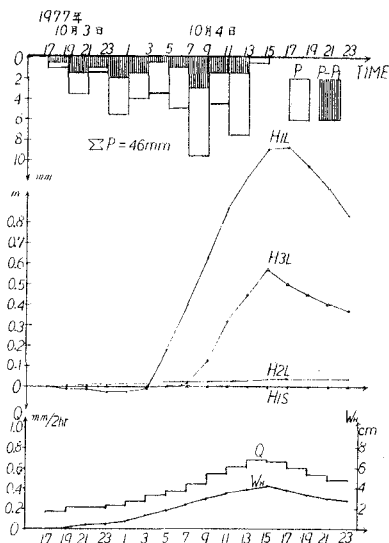


図2. 降雨期間中の水収支

9月26日 27日 $\Delta t = 8 \text{ hr}$ $P = 13 \text{ mm}$	9月30日 10月1日 $\Delta t = 10 \text{ hr}$ $P = 17 \text{ mm}$	10月3日 4日 $\Delta t = 22 \text{ hr}$ $P = 46 \text{ mm}$
I_c 36%	I_c 28%	I_c 29%
ΔM_s 45%	ΔM_s 41%	ΔM_s 25%
$\Delta H R_s$ 15%	$\Delta H R_s$ 15%	$\Delta H R_s$ 32%
ΔW_s 4%	ΔW_s 5%	ΔW_s 5%
Q 14%	Q 11%	Q 9%

11月4日 5日 $\Delta t = 18 \text{ hr}$ $P = 10.5 \text{ mm}$	11月16日 17日 $\Delta t = 26 \text{ hr}$ $P = 92 \text{ mm}$	11月26日 27日 $\Delta t = 14 \text{ hr}$ $P = 15 \text{ mm}$
I_c 31%	I_c 8%	I_c 13%
ΔM_s 59%	ΔM_s 64%	ΔM_s 77%
$\Delta H R_s$ 17%	$\Delta H R_s$ 17%	$\Delta H R_s$ 17%
ΔW_s 7%	ΔW_s 4%	ΔW_s 7%
Q 4%	Q 6%	Q 4%

Δt : 降雨期間
 P : 総降雨量
 I_c : 樹冠遮断量
 $I_c = P - P_f$
 ΔM_s : 不飽和帯の貯留量変化
 $\Delta H R_s$: 地下水帯の貯留量変化
 ΔW_s : 長池の貯留量変化
 Q : 流出量

I_c : ここでは $I_c = P - P_f$ と定義する。 P_a : 有効空隙率,
 Δt : 水収支対象期間, ΔH : 地下水位変化量(観測井の代
 表面積で加重平均した)。この水収支式より ΔH を求めた。

4. 解析結果と考察

図2には、各降雨について水収支対象期間 Δt を降雨期
 間として不飽和帯の水分貯留の変化 ΔH を算出し、水収支
 の各要素間の相互関係をみるために、降雨量 P を100とし
 てそれぞれを要素を比で示した。図3には、観測方法の
 制限から $\Delta t = 2\text{hr}$ として各要素が降雨期間中にどのような
 時間変化するかを累積値で示した。図3(a)の前期降雨は
 3日前の17mm、図3(b)の場合は11日前の10.5mmであって
 初期条件が異なる。

図2について考察する。いずれの降雨についても流域
 からの流出高は10%前後となっており、降雨の90%が流
 域内に貯留されていることが注目される。比較的降雨量
 が大きいものをとってみても、10月3,4日の場合、総降雨
 量46mmに対し流出高は4.1mm、11月16,17日の場合、92mmに
 対し5.9mmと極めて小さい。また図1をみれば降雨後は流出
 の増加はない。以上から流域の貯留能が大きいことがわ
 かる。次に貯留能をもつ各要素について考察する。樹冠
 遮断量($I_c = P - P_f$ と定義した)と不飽和帯の水分貯留が大
 きい値を示している。樹冠遮断量が減少した場合でも不
 飽和帯に貯留されることから、不飽和帯の貯留能は相当
 大きいことがわかる。11月16,17日の場合でも降雨量92mmに
 対し ΔH は58.9mmである。

次に各要素の時間変化について考察する(図3)。 ΣI_c と
 $\Sigma \Delta H$ は降雨と共に増加することから、両者の貯留能が大
 きいことがわかる。図3(a)の場合、累積降雨が20mm程で
 地下水貯留が増加しているのに対し、図3(b)の場合には
 40mm程である。これは不飽和帯における初期水分量の違
 いから生じたと考えられる。図3で $\Sigma \Delta H$ が一時減少して
 いるのは、降雨量が小さい時に不飽和帯の貯留能が回復
 したことを意味すると考えられる。

5. まとめ

以上により事例数は少ないが、流域単位で降雨期間中
 の水収支と各要素の時間的变化を追うことができた。関
 東ロームで覆われたこのような丘陵地では流域貯留の効
 果が極めて大きい。特に不飽和帯の働きが注目される。
 今後、事例数を増やして同様の検討を進めるとともに、
 不飽和帯の水分の挙動について検討を進める予定である。

図3 降雨期間中の水収支要素の累積値

ΣP : 林外雨量の累積値

ΣI_c : 樹冠遮断量の累積値

$\Sigma \Delta H$: 不飽和帯の水分貯留量の変化の累積値

$\Sigma \Delta H_R$: 地下水貯留量の変化の累積値

$\Sigma \Delta H_L$: 長池の貯留量の変化の累積値

ΣQ : 流出量の累積値

図3(a)

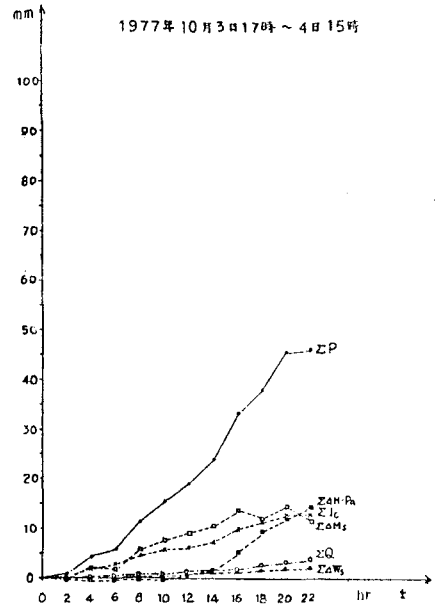


図3(b)

