

火砕流台地に存在する水の定量的評価

Quantitative Evaluation of Water Existing in a Pyroclastic Flow Plateau

○久保田富次郎* 増本隆夫*
○ KUBOTA Tomijiro and MASUMOTO Takao

1. はじめに 都市域を中心として、市街地の拡大や土地の浸透機能の低下に伴って、地下水涵養機能の低下や湧水の枯渇、都市型水害の発生等が懸念される中で、農村や森林域を含めた流域の健全な水循環系の構築が課題となっている。農村地域、特に畑地農業地帯では、従来より排水路の整備や施設園芸、ビニールマルチ利用の増大など地表面の改変に伴う水循環への影響が懸念されているが、これは水環境の側面からは溶媒となる水の量に変化を及ぼすという点から、地域の水環境保全の観点からも影響を評価、検討する必要がある。

そのためには、河川流量や地下水といった資源量としての水の評価とは別に、不飽和帯の水など、流域に存在し水循環に関与する水の定量化を図る必要がある。しかし、不飽和帯や地下水帯水層の分布を考慮した水の存在量やその地理的分布の把握の重要性は認識されつつも、地下情報の欠如や費用等の面から、それらを定量的に評価した事例は多くない。そこで、本報では地質調査や地質データの収集に基づいて火砕流台地の水理地質構造を明らかにし、水量の地理的分布を検討するとともに、水収支法により台地に存在する水のストックとフローの試算を行った。

2. 対象地域と調査手法 (1)対象地域と地質 2万9千年前に始良カルデラが噴出した火砕流により形成された鹿児島県笠野原台地(周辺部を含め6910ha)を対象とする。一帯の地質は、代表地点におけるボーリング調査や収集した地質データに基づき作成した地質データベース(DB)を用いて不圧地下水層や地下水位の分布等の把握を行う。

(2)水の存在量の算定 評価対象を台地に賦存する不飽和水帯および不圧地下水とする。地層の分布は、地質DBや地質調査により把握する。評価単位を200mの正方メッシュとし、下式を用いて水の存在量や平均滞留時間を評価しマップ化を図る。なお、地質に関する点データは、矛盾のない範囲で古地形を想定したのち、3次元表面マップ化ソフトウェアを用いて面データに展開する。さらに、年水収支法により台地域の水収支について検討する。

$$W_{mesh} = W_{uns} + W_{grw} = \sum (LU_i \times \theta_i) + \sum (LG_n \times p_n) \dots \dots (1)$$

$$RT_{uns} = \frac{W_{uns}}{D} \dots \dots (2) \quad D = R - Q - E = R(1-r) - E \dots \dots (3) \quad r = \frac{\sum a_i r_i}{\sum a_i} \dots \dots (4)$$

W_{mesh} : 200mメッシュ内の水量[m] θ_i : 地層*i*の平均体積含水率[%] E : 年実蒸発散量[m/year]
 W_{uns} : 200mメッシュ内の不飽和帯の水量[m] p_n : 地層*n*の平均間隙率[%] Q : 地表流出量[m/year]
 W_{grw} : 200mメッシュ内の地下水量[m] RT_{uns} : 不飽和帯の平均滞留時間[year] r : 年平均地表流出率[%]
 LU_i : 不飽和帯の地層*i*の長さ[m] D : 地下水涵養量[m/year] r_i : 土地利用別地表流出率[%]
 LG_i : 地下水帯の地層*n*の長さ[m] R : 年雨量[m/year] a_i : 土地利用別面積[km²]

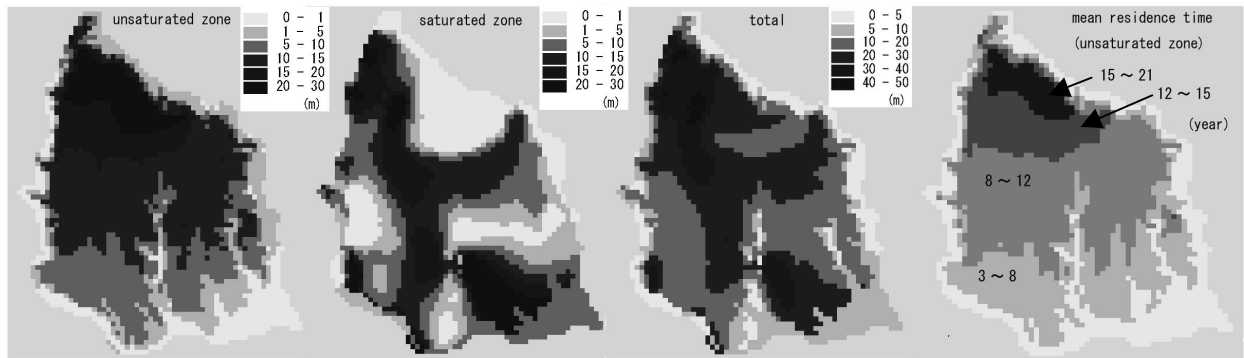
Table.1 水文要素と評価手法 estimation methods for data with relation to hydrological process

項目	データ・評価法	項目	データ・評価法	項目	データ・評価法
降水量	アメダス(鹿屋)	土地利用	1/10 細分土地利用	地下水位の分布	高橋ら(2003)
蒸発散量	大場ら(1997)	地表流出率	金子(1957), 市川ら(1988), 現地試験	地下水帯含水率	コア分析(間隙率)
農業用水	土地改良区資料	土壌水分	井上ら(2004)		
水田浸透量	現地試験	不飽和帯含水率	コア分析		

3. 結果と考察 対象地域では、不圧地下水帯にもまして不飽和帯に多量の水が存在し、それらの地理的な偏在が大きいことが明らかになった(Fig.1)。不飽和帯の水は標高と地下水位の差により存在量が規定され、飽和帯の水は不透水基盤の分布の影響を受けた複雑な分布がみられた。平均涵養量と存在水量から求めた不飽和帯の平均滞留時間は、最大 21 年、平均 10 年であった。不飽和帯と飽和帯を合わせた台地の地下に存在する水量は 1750Mm³、水深換算で 23m であり、シラス台地に水循環に関与する可能性が高い多量の水が存在することがわかった。

なお、台地内に存在する水量は地下の水理地質構造に大きく依存している。地質データの収集に努めたが、データが不足する地域では帯水層分布などの地質構造の推定の仕方によって結果が開きがでることがわかった。

また、年間の水収支の観点からは、台地上に存在する水田が涵養量の約 1 割を占めるなど台地の水循環に重要な役割を果たしていることがわかった(Fig.2)。畑地灌漑が整備された大規模台地では、上流の水資源を農業用水として利用するとともに、土壤に浸透した水の一部は地下水として蓄えられ、湧水として地表に現れた後、平野部の農業用水として再度利用される。このように当該台地は、流域の上下流を結ぶ水循環の間に位置することで、水資源を一時的に蓄え、安定的に下流の農業用水を供給する中間貯留機能を果たしているといえる。



貯留水量（不飽和帯） 貯留水量（飽和帯） 貯留水量（合計） 平均滞留時間（不飽和帯）
 Fig.1 火砕流台地に存在する水の分布と不飽和帯の平均滞留時間 space distribution of water storage and retention time in a plateau

Table 2 代表的な層位 stratigraphy

層位	層厚(m)	含水率
クロボク	0.5	0.56 (pF1.5)
クロニガ	0.7	0.65 (pF1.5)
アカホヤ	0.5	0.72 (pF1.5)
埋没腐植	0.4	0.71 (pF1.5)
薩摩テフラ	0.3	0.62 (pF1.5)
褐色ローム	0.4	0.66 (pF1.5)
二次シラス	2	0.30 (pF1.5)
シラス	~70	0.30 (core)
大隅降下軽石	5~10	0.7(飽和)

謝辞 調査、資料収集にあたっては、笠野原土地改良区、九州農政局肝属中部農業水利事業所、南部九州土地改良調査管理事務所、鹿児島県鹿屋耕地事務所、県農業試験場大隅支場、鹿屋市役所等にお世話になった。

参考文献 大場ら(1997):九農試研究資料 84, 金子(1957):農業水文学, 市川ら(1988):都市域の雨水流出とその抑制, 井上ら(2004):鹿児島県農試研究報告 32, 高橋ら(2003):応用地質学会発表発表会講演論文集

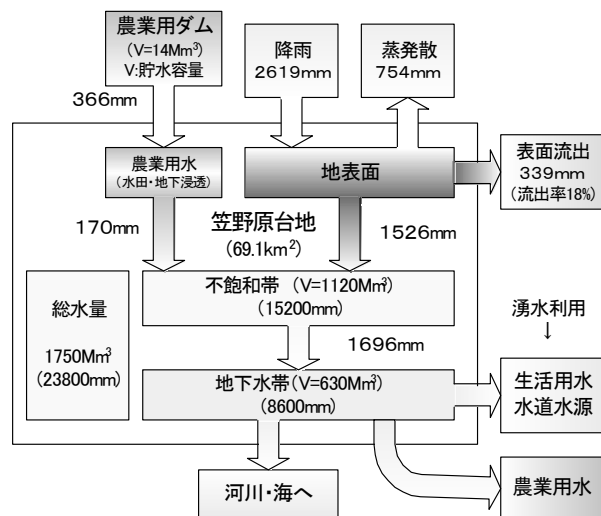


Fig.2 笠野原台地の水のフローとストック flow and stock of water in Kasanohara plateau