

熊本大学 正員 下津 昌司
 倉上 矢北 孝一
 鴻池組 古賀 圭二

1. はじめに 従来、成層火山流域の特徴ある水文現象が、流域の水理地質的特性にもとづくことが、指摘されてはいるが、地下水帯への雨水の浸透、涵養、流動の各過程の実態については、必ずしも十分な把握はなされてはいない。本研究は、水質的側面を通して、この水循環過程の実態を検討しようとするものである。

2. 対象流域の概要 対象流域は図-1に示す阿蘇火山中央火口丘と外輪山に囲まれ、通称“南御石”および白川最上流部と、“阿蘇谷”の黒川最上流部の両地帯である。中央火口丘斜面は、成層火山特有の多孔隙の火山噴出物より構成された地層で、斜面で浸透した雨水は、山麓扇状地末端部では、被圧地下水帯を形成して湧出している。この地下水の流動経路と考えられている、図-1の矢印の方向に沿って、地下水の採水をおこなった。図中の数字は採水地号を示す。またハッチの領域は地下水の流出域を示す。この線上(2~5)の地層断面を示すと、図-2のよう

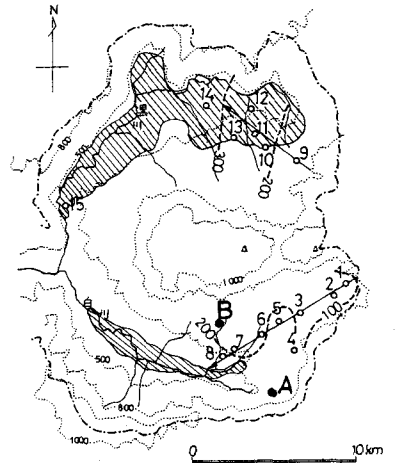


図-1 流域概要

にローム値の火山灰土の下位に、火山礫やキレツの多い凝灰岩、安山岩、カルデラ湖跡地の湖成堆積物(被圧地下水層)が、順に堆積している。

3. 涵養・流動過程における水質変化

主要イオンについての分析結果を図3,4

に示す。水質組成分類(I)の炭酸カルシウム型に属するのは、流域上流部(1~5, 9)の地下水であり、流動するにつれ、(Ⅲ)の非炭酸カルシウム型に変わっていく。この場合、陽イオンより陰イオンの組成変化に特徴がみられる。それは主に SO_4^{2-} の増加

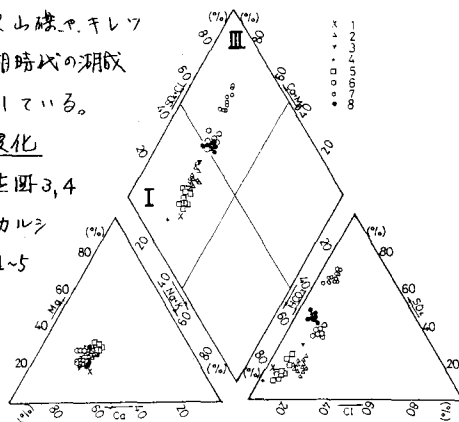


図-3 水質組成(トリリネータグラム)

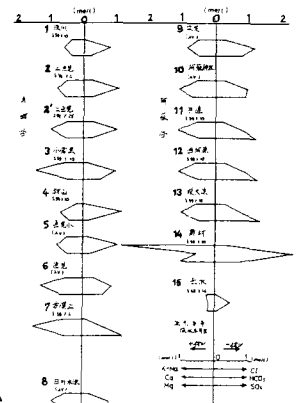


図-4 ヘキサグラム

によるものである。これら物質の供給源を明らかにする目的で、図-1のA, B地帯の表層土柱(1m)を不攪乱試料として採取し、表面から蒸留水を透過させ、溶出物質の分析をおこなった結果は、表-1(a)の通りである。

表-1 溶出成分分析値

	溶出成分分析値				
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
pH	6.3	6.55	6.71	6.82	6.97
EC (μmho/cm)	7.7	6.9	15	9.7	10.5
Ca (mg/l)	0.27	0.25	0.06	0.05	0.04
Mg (mg/l)	0.21	0.23	0.10	0.14	0.09
K (mg/l)	0.03	0.10	0.04	0.02	0.03
Na (mg/l)	0.19	0.17	0.01	0.01	0.02
HCO ₃ (mg/l)	0.27	0.24	0.16	0.18	0.15
SO ₄ (mg/l)	0.33	0.39	0.02	0.03	0.02
Cl (mg/l)	0	0	0	0	0

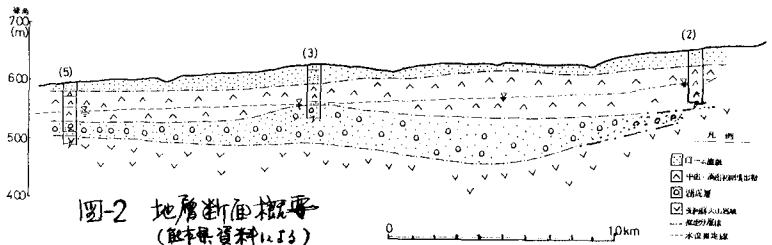


図-2 地層断面概要
(熊本県資料による)

一方では、地層を構成している火山噴出物からの溶出成分は、ボーリングコアを礫状、(20~50mm)にして、蒸留水と共に一定期間溶出保存し、これからの溶出物質の経時変化を求めたものの一部を表-1(b)に示す。表層からの浸透水は、地奥(15m)浅層地下水と同組成を示している。岩石からの溶出は、経過時間が短く、資料としては不十分であるが、池田による富士の火山噴出物からの溶出実験を参考にする。アニオンでは、 HCO_3^- が多く、 SO_4^{2-} は、岩石からは少く、表層からの供給が主体で、これは噴出口からの継続的な供給をうかがわせる。 Cl^- はほとんど溶出しない。カチオンでは、本来火山岩成分としては少い、 Ca^{2+} が、表層土中から供給されていて、地奥(2)(7)(9)のように灌漑期に Ca^{2+} 濃度の増加が起こるのは、いずれも、水田からの直接浸透水が混入する場所である。これは火山の酸性土壌改良のため、可溶性の CaCO_3 を含む炭酸苦土石灰などが、大量に使用されるためで、58年に新しく開田された地奥(2)において、灌水後、地下水への影響が顕著に現われた。この Ca^{2+} を1種のトレーサーとして、鉛直方向涵養過程の検討を試みる。この場合、地下水揚水による灌漑面積8.2ha、灌水開始5月20日、開田中止命令による灌水停止が7月15日であり、最初に散布された量は、 CaCO_3 にして1,378kgであった。一方、周辺が畑・林地である地奥(5)の水質変化と比較して、図-5に示す。この図で10月から11月にかけての、 Ca^{2+} および HCO_3^- の増加は、雨水の浸透による自然涵養と対応しているようにみえる。その場合、水位の最大に対し、濃度が薄れている傾向がみられることや、トリチウム測定による調査からみて、当地域での地下水の循環形態は、キレフ等を降下する比較的循環速度の早い成分の割合が大きく、ピストン流よりは、混合流の形態をとっていることが考えられる。いま濃度 $C = C_0 \cdot e^{-\lambda t}$(1)で変化する Ca^{2+} を連続的に地表から地下水(深さ約65m)まで浸透させる場合、測定される地下水の Ca^{2+} 濃度の変化の型に合致するように、鉛直一次元拡散方程式

式 $\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ (2) (2)式を用いて数値的に、試行的に求めた u 、 D_x の1例)は、図-6のようになる。このケースは、 $\lambda = 0.05$ で灌水開始日より停止日まで Ca 濃度と低下させるが与えら結果、 $u \approx 1.2 \text{ m/day} = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ に対し、 $D_x \approx 0.1 \text{ \%} = 0.012 \text{ cm}^2/\text{s}$ と $D_x = 0.3 \text{ \%}$ を示している。地中での吸着は無視している。ここで、 u は表土層および帯水層の透水係数とオーダ的には合致する。一般に縦分散係数 $D_x = \alpha \cdot u$ と表わされるとして、 $n \approx 1.1$ と仮定すると、 $\alpha \approx 16$ となり、 α が平均粒径に対応する指標とすると、比較的スケールの大きいキレフの流れを示唆していることとなる。今後、火山噴火に伴い、間欠的に供給される特殊な物質、例えば、 F^- 濃度の低下状態など、いくつかの指標物質の選定、組合せにより、火山地帯における水循環形態の把握をすすめてゆきたい。水質分析に同じ構造要素の御助力を頂きたいことをし謝意を表す。参考文献) 1) 岩合敏郎他、放射能地下探査報告書(熊本県産地工)熊本県、2) 池田真次治「静岡県富士山から地下水の水質の研究」時地下水学誌24-2、3) 川口、4) 地下水・水工学、建設省調査会 p105.

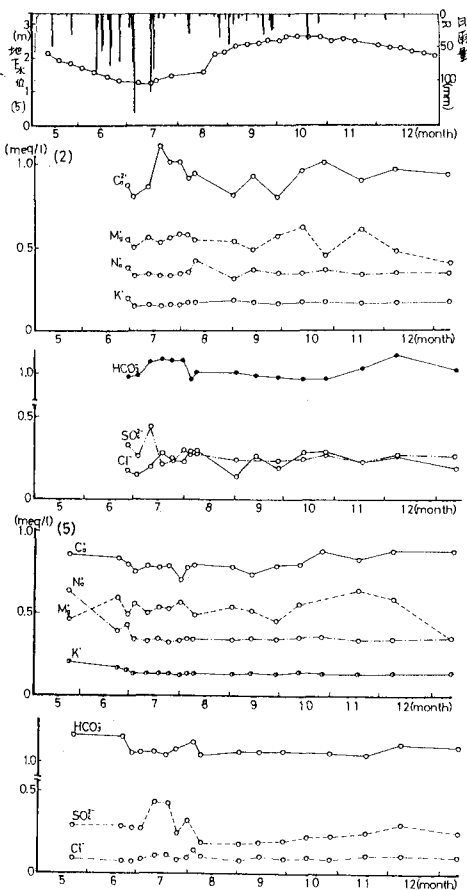


図-5 地奥別水質経時変化

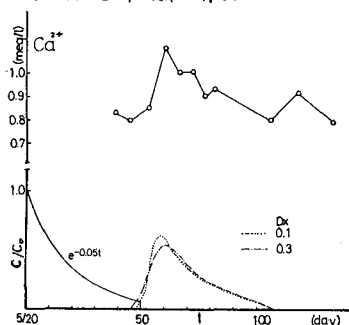


図-6 Ca^{2+} 濃度の経時変化