九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

火山山麓における谷地形の発達と火砕物の影響

執行, さや香
九州大学農学部砂防工学研究室

丸谷, 知己
九州大学農学部砂防工学研究室

https://doi.org/10.15017/23521

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 48 (3/4), pp.231-237, 1994-03. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌 (Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.)
第48巻 第3・4号 231-237 (1994)

火山山麓における谷地形の発達と火砕物の影響

執 行 さや香・丸 谷 知 己
九州大学農学部砂防工学研究室
(1994年1月14日受理)

Distribution of Volcaniclastic Material and Evolutions of Valleies in Piedmont of Volcano

Sayaka SHIGYO and Tomomi MARUTANI
Laboratory of Soil and Water Conservation, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-03, Fukuoka 812

はじめに

火砕物の分布する火山山麓では，谷地形が火口を中心として放射状に発達している．これらの谷地形は，初期には幅方向より深さ方向へ発達する溝状のガリー（地隙）を形成するが，やがて幅の広いV字型の開析谷へと発達していく．このような侵食作用が進む一方で，火山噴火によって新たな火砕物が絶えず火口から供給されるため，堆積作用も高い頻度で生じている．また，これら新たな火砕物も堆積直後から侵食作用が開始される．このように，火砕物は火山山麓に刻まれる谷地形の発達にとって，素因として大きな役割をはたしていることになる．

火砕物は，噴出時の生成条件によって土粒子の粒径や固結の程度などが相違するため，斜面に堆積した後に流水の透過特性に差異がもたらされる．とくに，浸透能（単位時間あたりに一つの堆積層を通過する水の量）の差異に基づいて，降雨を表面流と地下浸透流とに分離する役割をはたしている．浸透能の高い火砕物が分布する地域では，地下浸透流が増加することによって，長期間にわたって低水流量が維持される．逆に，浸透能の低い火砕物が分布する地域では，降雨のたびに発生する表面流が集中流となって短時間に流れ去りガリー侵食が発達する．

このように，火砕物は降雨の流出経路を分離することによって，侵食過程に大きな役割をはたしているが，ガリー侵食の発達における堆積構造の影響を解明することは容易ではない．火山山麓に分布する火砕物は，堆積層序と堆積後の経過時間とによって侵食過程が異なるため，火砕物の物性が明らかとなっても流域全体での谷地形の侵食速度の予測は困難である．

現在の谷地形は，侵食作用に寄与した火砕物に基づいて発達していると考えられるが，侵食作用の結果形成された谷斜面では初期の火砕物はもはや見られない．しかし，侵食作用をまぬがれた尾根上では火砕物は比較的堆積初期の状態で保存されている．本研究では，まず尾根上の林道切取面を利用して火砕物を調査し，これらの組み合わせからいくつかの堆積層序のパターンを分類した．次に，それぞれのパターンの分布範囲と現在の谷地形との関係を分析し，その結果と浸透能の関係を明らかにすることによって，火山山麓での谷地形の発達におよぼす火砕物の影響を考察した．

調査方法

1．調査対象地

調査対象地として，久住山の西側に位置する小国町宮原（430.125km^2）地域を選んだ（図1）．この地域は久住山，猟師山，涌蓋山等の数個の火山の山麓にあたるが，過去に7回記録された火山活動による火砕物と阿蘇山から噴出した火砕物（Aso-4）とが，分布範囲を変えて多数存在している．そのため，場所の違いにより様々な堆積層序を観察することができる．

火砕物を下刻する谷地形は，久住山を源とするものは主に南方向に開析され，その他は四方に開析されているが，多くは北西方向に開析された杖立川に流入している．

2．谷地形の計測方法

谷地形を区分するため，Horton-Strehler 方式の次

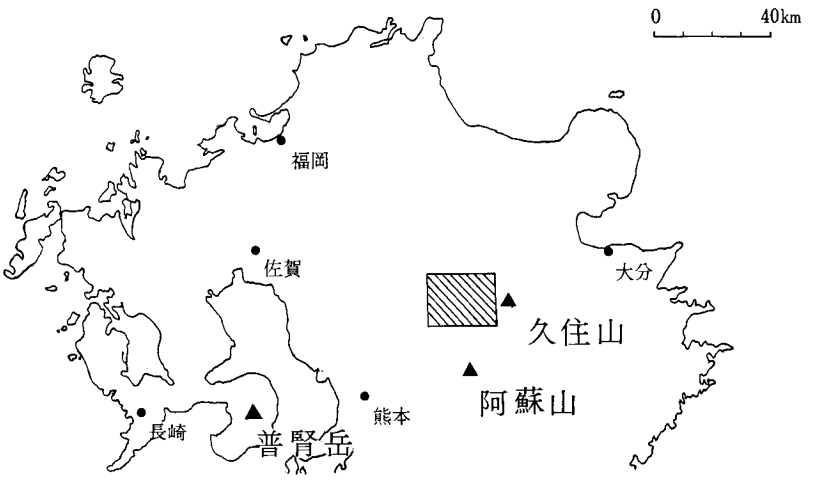

図1　調査位置図

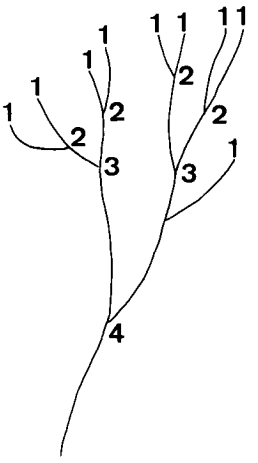

図2　谷次数区分の方法

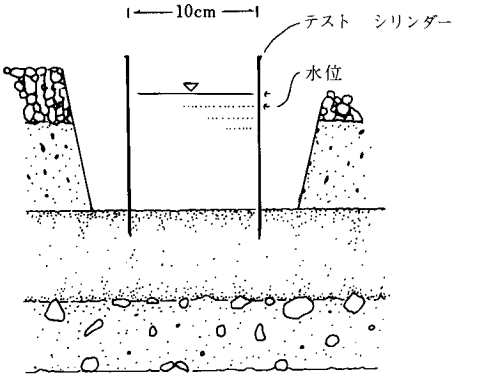

図3　浸透能試験方法

数区分を用いた．これは，地形図上で区分された流域において谷の中心線に沿って水路を記入し，それぞれの水路にランクを付け，最源流の谷を1次谷とし，1次谷どうしの合流によってできる谷を2次谷というように同次数の谷が合流するたびにランクをあげる（図2）方式である．

これを用いて決定した3次谷に含まれる水路について，谷密度と谷頻度を計測した．谷密度は水路長の合計を流域面積で割ったものであり，谷頻度は流域内の1次谷の数を流域面積で割ったものである．谷頻度が大きいほど細かい地形のひだが発達していることを表している．

本論では，25000分の1の地形図上に水路を記入し，等高線の屈曲角度が90度より小さいものを1次谷とした（塚本ら，1973）．

3．浸透能の計測方法

浸透能の試験方法は図3に示す．直径10cmの硬質プラスチック製の透明円筒を火砕物の堆積層表面に接地し，約800cm^{3}の水を注ぎいれて，浸透によって低下する水位を1分ごとに円筒側壁に記録した．1分当たりの水位低下量が一定値に達したときの値を最終浸透強度といい，この堆積層の浸透能Rf（mm/min）とした．

結果と考察

1．火砕物の分布

図4に堆積層序の調査地点を示す．結果の一部を図5に示すが，これらのうち7種類の火砕物が多くの地点で観察されることから，広域に分布している火砕物であると推定された．これらの7種類の火砕物の堆積した順序を図6に示した．それぞれの堆積層の名称は上層から順にアルファベットで表した．また，その特性を表1に示した．A層は，アカホヤ火山灰層（6300 y. B. P.）の下部に位置するので，6300年以前に堆積した火砕物であることが分かった．また，G層は最下層であり，F層の上部の厚さ約15mの溶岩がAso-4火砕流（70000～80000 y. B. P.）であること（新エネルギー・産業技術総合開発機構，1989）から，これらは70000～80000年以前に堆積した火砕物であることが分かった．

図7は，広域に分布する7種類の火砕物の分布範囲を示した．A層，C層，F層，G層は，久住火山郡の西北西の方向に広く分布しており，D層はこれら4層と分布方向において類似しているが，分布範囲はより狭い．B層は，火山郡の近傍付近に比較的狭い分布範囲を形成し，E層は主に涌蓋山の火口の西側に分布している．

表1　7種類の火砕物の特性

層	A	B	C	D	E	F	G
色	赤，オレンジ 黄土，茶	茶	白，灰色 黒	白，黒，黄土 黄，茶，灰色	ピンク，黄，白， オレンジ，水色	黒，紫	黄土
レキ径 (cm)	0.5 ～10	20～50	3 ～20	－	10～20	－	－
発泡の有無	○	×	○	×	○	×	×
層の厚さ (m)	0.2 ～0.5	5 <	15<	1 >	5 <	10<	10<

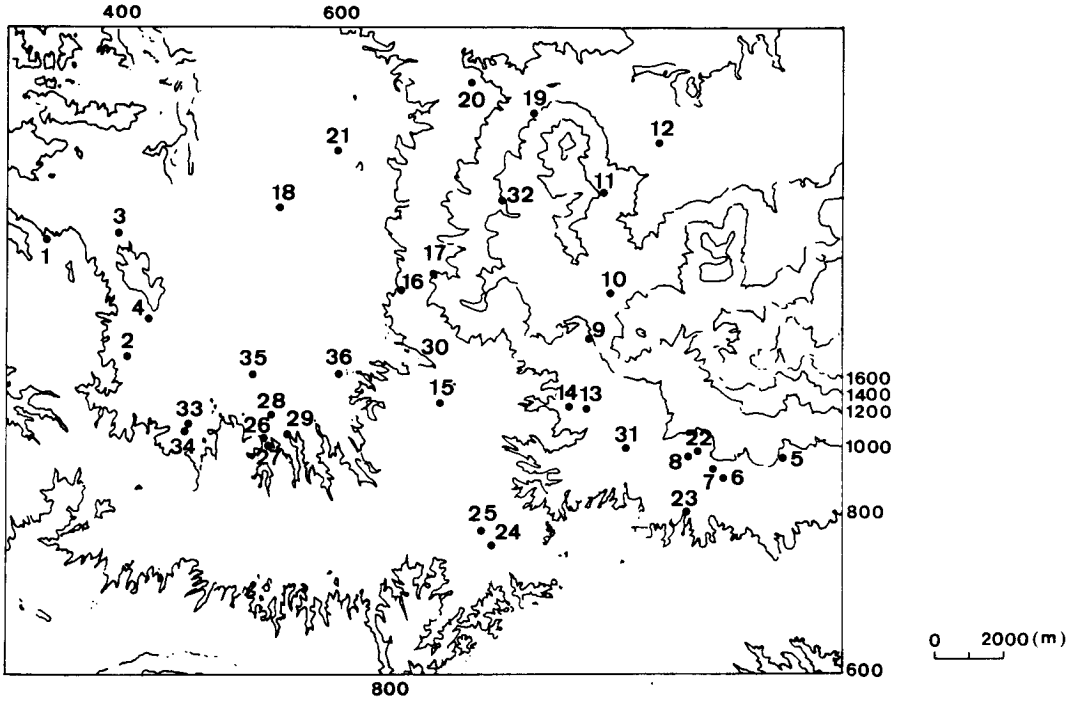

図4　堆積層序の調査地点

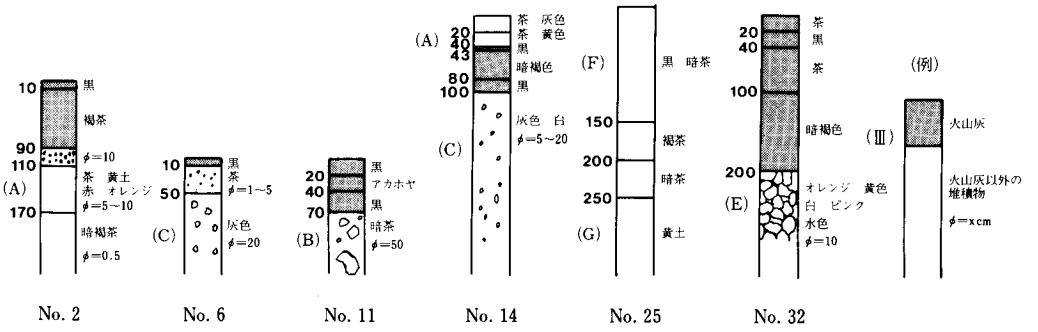

図5　柱状図

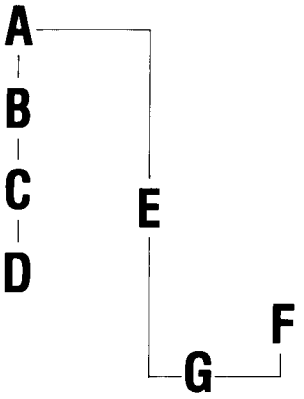

図6　7種類の火砕物の層序

図7において，火砕物の組み合わせから，堆積層序をタイプ1(F)，タイプ2(E)，タイプ3(C)，タイプ4(A)，タイプ5(B+C)，タイプ6(C+D+E)，タイプ7(C+E)，タイプ8(A+F+G)，タイプ9(A+C+F+G)，タイプ10(A+C+D+G)，タイプ11(A+C+G)，タイプ12(A+C+D+E) の12種類に区分した．

2．火砕物の堆積層序と谷地形との関係

火山体の侵食量は斜面の中腹付近で最大である（オリエル，1991）とされている．これには，（1）火山体が円錐形であるため火口近傍では必然的に集水域が小さくなること，（2）中腹では，火砕物の堆積層が多孔質なため，侵食作用を引き起こす表面流が発生しにくいこと，（3）斜面傾斜の変化量が大きくなり，侵食される堆積物量が多くなることなどの原因が考えられる．このように，侵食量は標高とともに変化するため，侵食作用の結果である谷密度や谷頻度においても標高による差異があらわれると推測される．

図8は，谷密度と谷頻度との平均値，最大値，最小値を標高100m毎に示したものである．谷密度については，いずれもほぼ類似した傾向を示しており，標高800m～900mで最大となり，さらに標高が高くなると減少している．谷頻度については，若干異なる傾向を示しており，最大値については標高700mまで徐々に増加し，標高700m～800mで最大となり，さらに標高が高くなると減少しているが，平均値については，標高900mまではほぼ一定で，それより標高が高くなるにつれ減少している．また，最小値については，標高が高くなるにつれ減少している．

このように谷密度と谷頻度とは標高によって大きく変化し，それぞれが増加する標高700m～900mの流域と減少する標高1300m以上の流域とを実数において比較することはできない．そこで，標高の違う流域を比較するために，谷密度と谷頻度のいずれもが平均値において最大となる標高800m～900m（谷密度7.86 km/km^2，谷頻度42.98本/km^2，での計測値を用い，他の標高との差を求め，それぞれの標高に位置する流域の谷密度と谷頻度に加えた．

谷密度と谷頻度とについて12種類の層序タイプが分布している地域での平均値を求めた（図9）．谷密度と谷頻度とは，ともにタイプ6で最も小さく約5 km/km^2，約20本/km^{2}であり，最も大きいタイプ1との差は約3.5km/km^{2}であった．

図10には，図9から求めた谷密度と谷頻度のタイプごとの平均値（以後，谷密度と谷頻度の値とする）を小さい順に並べ，12種類の層序タイプを表した．谷密度と谷頻度とでは，一部は順序が相違するが，いずれもタイプ6，タイプ12で最も小さく，タイプ1，タイプ8で最も大きい．このような谷密度や谷頻度の

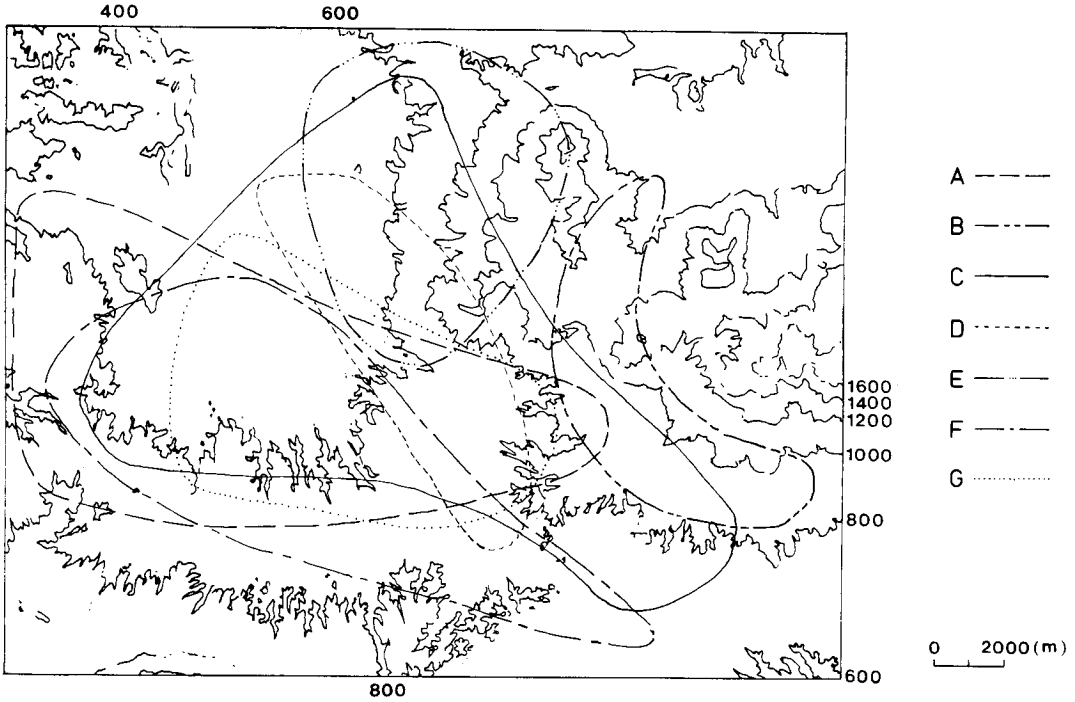

図7　火砕物の分布

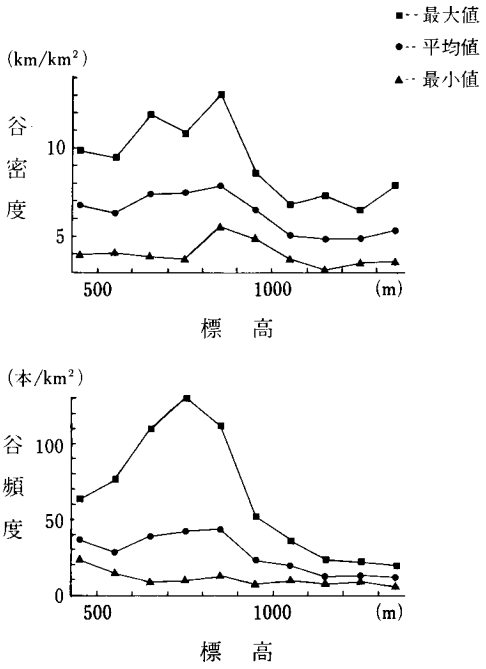

図8　標高による谷密度と谷頻度の変化

順序は，最上層をしめる火砕物の違いよりむしろ，タイプ6とタイプ12のような小さな値をとるタイプにはE層が分布しており，タイプ1とタイプ8のような大きな値をとるタイプにはF層が分布していることから，下層であるE層，F層により特徴づけられていると考えられた．

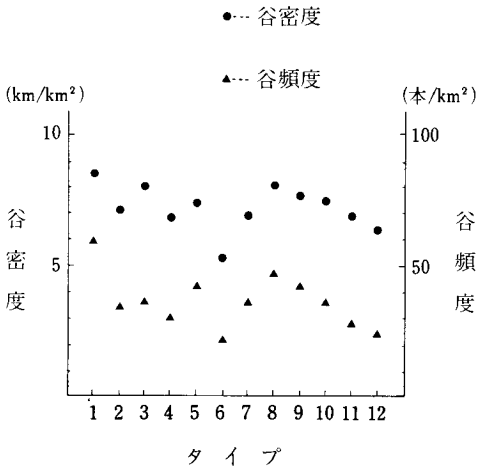

図9　12種類の層序タイプにおける谷密度と谷頻度

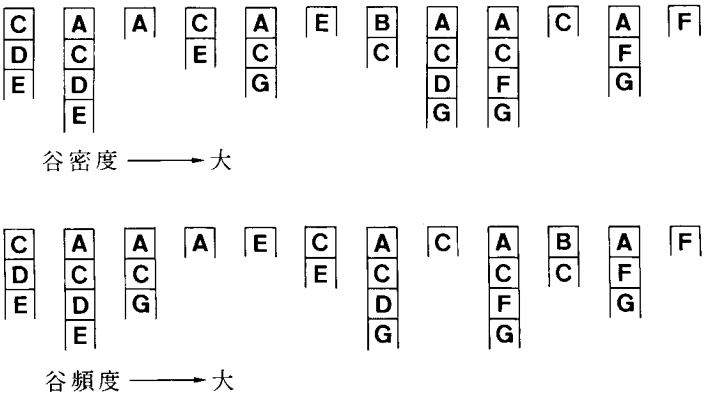

図 10　谷密度と谷頻度により順序づけた 12 種類の層序タイプ

表 2　7 種類の火砕物の浸透能

層	A	B	C	D	E	F	G
浸透能 (mm/min)	1.9	0.2	3.0	3.0	0.48	0.8	≒ 0

3．浸　透　能

浸透能の測定結果を表 2 に示す．A 層，C 層，D 層では，浸透能は約 2.0 ～ 3.0mm/min であり，他の 4 層では，1.0mm/min 以下であることが分かった．また，12 種類の層序タイプ毎にみると，浸透能の低い 4 層のうち，E 層，F 層は，いずれのタイプでも表層以外で浸透能の低い最上部の難透水層であることが分かる．G 層は，タイプ 10 とタイプ 12 では，最上部の難透水層であるが，タイプ 8 とタイプ 9 において上位に F 層が分布することから，全てのタイプで最上部の難透水層とならないことが分かった．浸透能の低い 4 層の内，唯一上位に分布している B 層は，下層よりも浸透能が低いことが分かった．

4．谷地形の形成プロセス

以上の結果から，上位に分布する A 層，C 層，D 層は谷密度や谷頻度に大きな差異をもたらさず難透水層である E 層，F 層は下層に位置するにもかかわらず，谷密度や谷頻度の差異をもたらすことが明らかとなった．

堆積層中の水の移動は，下方へ移動する降下浸透と，傾斜に沿って側方へ移動する側方浸透とに分けられる．堆積層中を移動している水が，上層よりも浸透能が低い層に到達すれば 2 層の浸透能の差異により側方浸透が降下浸透よりも卓越し，多くの水が浸透能の低い下層に沿って移動することになる．そして，側方浸透流は，この下層が地表面上に露出した時代に形成された流域に集中し，それ以降に堆積した火砕物の侵食を引き起こすと考えられる．このことから，ある流域に多くの水路が形成されていれば，その上に火砕物が堆積した後，それ以前の地形面に沿ってさらに谷地形の発達が進むものと考えられる．同様に，谷密度と谷頻度は水路の長さと数により決定されるため，下層の谷密度や谷頻度の値が大きければ，火砕物の堆積後もそれぞれの値は大きくなると考えられる．

以上のことから，E 層，F 層のような，上層よりも浸透能の低い層の存在により地下水の集中が促され，それに伴い水路が形成されるために，谷地形は浸透能の高い上層よりも，浸透能の低い下層によって特徴付けられることが分かった．現在の堆積層よりも浸透能が高い火砕物が新たに堆積した場合，現在の水路に沿った谷地形が将来形成されるものと予想される．

要　　約

火山山麓での谷地形の発達に及ぼす火砕物の影響を明らかにするため，火砕物の分布を調べ，堆積層序のパターンに分類し，現在の谷地形との関係を分析した．調査地域内において，広範囲に分布する 7 種類の火砕物の分布範囲より堆積層序のパターンを 12 種類に区分した．谷地形の特徴を表す目標として，谷密度と谷頻度を用い，その値によって堆積層序のパターンの順

序付けをおこなった．その結果，谷地形を特徴付けるのは，上位に分布する火砕物の堆積層とは限らず，難透水層が，過去に形成した谷地形によることが明らかになった．

文　　献

クリフ　オリエル　1991　火山．古今書院，187-188

通商産業省　1989　地熱開発促進調査報告書 No. 18（久住地域），新エネルギー・産業技術総合開発機構：48-50

塚本良則・湯本敏夫　1973　侵食谷の発達様式に関する研究（II）－谷の分岐に関する一考察．新砂防，**26**(**1**): 1-6

丸谷知己・ムハマド　ヌルディン・執行さや香　1993　メラピ火山におけるガリー侵食の発達プロセス．九大農学部演習林報告 **68**: 61-72

丸谷知己　1988　土石流の発生に及ぼす浸透効果について．鹿児島国際火山会議論文集：624-627

横山勝三　1985　大規模火砕流堆積物の地形．地形 **6**(2): 131-152

M. A. Melton 1985 Geomorphic properties of mature drainage systems and their representation in an E4 phase space, J. of Geology. **66**

Summary

At volcanic mountain slope, geomorphological change is caused by gully erosion according to volcaniclastic material. A purpose of this study is to clear the relationship between the development of valley profile and the hydrological effect of volcaniclastic material. Authors analyzed about drainage net works in river basins and stratifications made by pyroclastic flow units. The drainage net works develop under the effect of final infiltration rates of each volcaniclastic material. Distribution areas of volcaniclastic materials accord to hard layer with low infiltration in stratification. As a result, development of valley profile is changed by the buried valley including the volcaniclastic material with low infiltration.