火山灰の状態と土石流の発生について

熊本県立済々黌高等学校　　１年　村田崚麿，村上里穂，大竹真紀，岩井愛美

研究の動機

火山噴火による降灰後の土石流の発生については、火山灰が地面を覆うことにより斜面への浸透率が低下することで起こりやすくなると考えられている。土石流発生の一つの要因は、この斜面の浸透率であり、細粒の物質で成り立っていることと粒子間の空隙率が大きく関係していると考えられる。過去に堆積し、圧力の加わった古い火山灰は細粒の堆積物からなり、圧密作用で空隙率も小さくなっていると考えられる。その上に新しく未固結の火山灰が積もると少量の雨によって土石流が発生するのではないかと考えた。９月１４日に阿蘇山中央火口から噴火がおこり、少量の新しい火山灰が堆積した。過去より阿蘇周辺に分布する古い火山灰(通称；赤ボク土)と新たに堆積した新しい火山灰について、土石流がおこるメカニズムを調べたいと考えた。また、阿蘇周辺には過去にも幾度となく土石流が発生しており、土石流を防ぐための工夫について実験を通して調べたいと考えた。

研究

準　備　雨量ペットボトル、合板(斜面用)、赤ボク土(O 灰)、新しい火山灰(N 灰)、かみ粘土、割り箸、洗濯のり、カイワレ大根、ふるい(2mm；mesh9)、分度器、パソコン、カメラなど。

測定１　斜面に見立てた合板の左右の縁に 3.5cm 辺の角材を取り付け、底にかみ粘土をはり古い火山灰とした。その上に、厚さ 2.5cm 程度の O 灰と N 灰を、ふるい(目の開き；2mm)を使いそれぞれ堆積させ固めた。斜面の角度を 20°、25°、30°、35°と変化させ、それぞれに 10mm/h、30mm/h、50mm/h、80mm/h の雨量に匹敵する雨を降らせ、どの時点で土石流がおきるかを５回ずつ測定した。

新しい火山灰

10mm/h

時…雨を降らせた時間(秒で表記)
残…ペットボトルに残っていた水の量
降…降らせた水の量

20°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	X	X	X	X	X
残					
降					

25°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	X	X	X	X	X
残					
降					

30°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	267s	192s	X	246s	X
残	500ml	590ml		510ml	
降	500ml	410ml		490ml	

35°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	171s	X	150s	155s	163s
残	630ml		700ml	700ml	650ml
降	370ml		300ml	300ml	350ml

新しい火山灰

30mm/h

時…雨を降らせた時間(秒で表記)
残…ペットボトルに残っていた水の量
降…降らせた水の量

20°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	X	X	60s	X	X
残			700ml		
降			300ml		

25°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	48s	57s	X	X	70s
残	640ml	620ml			650ml
降	360ml	380ml			350ml

30°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	43s	69s	56s	X	54s
残	770ml	640ml	730ml		740ml
降	230ml	360ml	270ml		260ml

35°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	52s	40s	70s	63s	44s
残	750ml	795ml	630ml	687ml	775ml
降	250ml	205ml	370ml	313ml	225ml

新しい火山灰

50mm/h

20°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	75s	X	X	115s	X
残	500ml			560ml	
降	500ml			220ml	

25°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	X	42s	40s	47s	46s
残		600ml	610ml	650ml	650ml
降		400ml	390ml	350ml	350ml

30°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	39s	44s	105s	48s	37s
残	660ml	620ml	550ml	640ml	660ml
降	340ml	380ml	450ml	370ml	340ml

35°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	38s	36s	40s	37s	31s
残	690ml	695ml	660ml	700ml	750ml
降	310ml	305ml	340ml	300ml	250ml

新しい火山灰

80mm/h

時…雨を降らせた時間(秒で表記)
残…ペットボトルに残っていた水の量
降…降らせた水の量

20°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	X	X	48s	X	X
残			496ml		
降			504ml		

25°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	43s	X	X	36s	X
残	550ml			570ml	
降	450ml			430ml	

30°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	X	28s	27s	26s	27s
残		640ml	680ml	660ml	680ml
降		360ml	320ml	340ml	320ml

35°

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
時	28s	27s	40s	26s	X
残	670ml	660ml	600ml	690ml	
降	330ml	340ml	400ml	310ml	

測定２　**測定１**と同じ斜面条件で、割り箸を斜面方向に直行するように３か所に設置し、N 灰がどの条件で土石流を発生するかを測定した。

新しい火山灰　ダムを設置した場合

時…雨を降らせた時間(秒で表記)
残…ペットボトルに残っていた水の量
降…降らせた水の量

50mm/h

	25°	30°	35°
時	X	X	X
残			
降			

80mm/h

	25°	30°	35°
時	X	X	X
残			
降			

測定３

測定１と同じ斜面条件で、N 灰の上に**洗濯のり**をうすく塗りどの時点で土石流が発生するかを測定した。

新しい火山灰　洗濯のりでコーティングした場合

50mm/h

だんだん角度を大きくしていったが1往復しても崩れなかったので2往復目もした

	20°	30°	40°	50°
時	X	X	X	X
残				
降				

	20°	30°	40°	50°
時	X	X	X	31s
残				750ml
降				250ml

測定４　**測定１**と同じ斜面条件で、**①0.23本/cm²**　**②0.31本/cm²**　**③0.42本/cm²**の割合で 10 日間育てた**カイワレ大根**を植生の生えた斜面だと見立てて、どの時点で土石流が発生するかを測定した。

新しい火山灰　植林した場合

50mm/h
各回3分ずつ雨を降らせた

0．23本/ cm2

	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
時	×	×	×	×	×	×	×
残							
降							

0．31本/ cm2

	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
時	×	×	×	×	×	×	×
残							
降							

0．42本/ cm2

	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
時	×	×	×	×	×	×	×
残							
降							

新しい火山灰　植林した場合

80mm/h
1L降らせた

0．23本/ cm2

	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
時	×	×	×	×	×	×	×
残							
降							

0．31本/ cm2

	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
時	×	×	×	×	×	×	×
残							
降							

0．42本/ cm2

	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
時	×	×	×	×	×	×	×
残							
降							

分析１・角度が大きいと少ない降水でも土石流が、おこりやすい。
・降水した量が一定以上になると土石流がおこる。
・土石流が起こった時点での降水量が O 灰の方が多かった

分析２・砂防ダムに見立てた割り箸が土砂が流れるのを止めていたので急激な崩壊はおこらなかった。

分析３・7．25 L 降らせるまで土石流は起こらなかった。洗濯のりで火山灰が固まっている。
→　洗濯のりで地盤を固めると、土石流は起こりにくい

分析４・降った雨が葉に当たったり茎を伝ったりすることで土の直接的なダメージが減らされ、流れるスピードが遅くなる。
・土壌全体に根がはりめぐらされており、根によって、土が流れ落ちるのが妨げられている。
→　崩れにくい、土石流が起こらない

結果・まとめ

- ◆ 何も生えてない土地では土石流が起こりやすいことがわかった。
- ◆ 土だけだとゲリラ豪雨などには耐えられない。
- ◆ 新しい火山灰の方が土石流が起こりやすい。
  → 雨がそこまで激しくなくても、土石流に注意する必要がある。
- ◆ 植林、砂防ダム、地盤のコーティングはいずれも土石流対策に有効である。
- ◆ だが、植林は木が大きくなるまでに時間がかかる。
- ◆ 砂防ダムは建設費が本体だけで 1 ～4億円はかかり、その他の付帯工事も含めると倍の額にもなり、危険性のある全ての場所に作ることができない。
- ◆ コーティングをした場所は、植物が生えることが出来ないため、環境破壊が進む。
- ◆ コーティングをした場合、何らかの力が働き（地震など）一部に亀裂が生じると水が入りこんでしまう。
  → コーティングした土から下の層は水をしみこみ、深層崩壊を起こす可能性がある。
  → 植林が最も現実的かつ環境保護にもなり、良い方法なのではないか。
  植林については、木の根がしっかりと地面に張り巡らされる必要がある。葉などに当たって雨の勢いが軽減されると尚良いので針葉樹よりも広葉樹が効果的ではないかと考える。
  → 広葉樹で、深根性の樹木が良い（ケヤキ、カシワ、クヌギ、カツラ、ミズナラなど）

課題 ・O 灰（赤ボク）での実験回数が少なく、あまり N 灰と比較できなかった。
・ただの土での実験がなかったので火山灰の特性が見えなかった。

謝辞 サイエンスセミナー in 阿蘇において、阿蘇の地形・火山噴火の歴史・火山灰の観察の仕方および土石流災害について、詳しく丁寧に解説していただいた熊本大学大学院減災型社会システム実践研究教育センターの鳥井真之准教授に心よりお礼を申し上げます。また、実験の仕方やデータのまとめ方についても教示していただき大変感謝しています。ありがとうございました。

４年前におきた阿蘇の土石流被害調査を担当され、現在は阿蘇地域振興局の矢津田達昭災害第二担当主幹には、工事中にもかかわらず建設中の砂防堰堤現場まで案内していただき大変感謝しています。

参考文献

・池谷ほか（1995）：火山噴出物の被覆による浸透能の減少－雲仙における比較試験－，砂防学会誌，Vol.48，No.2，p.22-26
・野村ほか（2002）：火山灰の物理特性が泥流発生に与える影響，砂防学会研究会概要集，p.14-15
・恩田ほか（1996）：雲仙火山灰が浸透能低下を引き起こす原因, 砂防学会誌, Vol.49, No.1, p.25-30