

## 京都大学 第30回市民防災講座 アンケート質疑応答

山口大学 楮原准教授のご講演に関する質疑応答

Q1

大規模土石流が発生したところは、数十年は安全と考えてよろしいのでしょうか？

A1

安全と言いたい所ですが、そうは言い切れません。講演では割愛してしまいましたが、斜面の免疫性の実証でも、残念ながらカスリーン台風時の斜面崩壊地のうち1.4%は、西日本豪雨の時に73年という短い時間で崩壊が生じてしまいました。2014年の広島土砂災害被災地域などといった地域スケールでの山地斜面や溪流の状況は、押し並べると同じようにみえますが、溪流の流路（曲がり具合や支流の数など）や勾配、風化土層の厚さ、植生、林道の有無など、土石流の発生条件に関わる様々な状況は、1溪流単位で異なり、時間的にも変化していきます。雨の降り方の変化についても然りです。そのあたりの状況次第では、数十年は安全と想定しても大規模土石流から数年で再来した、ということも実際には生じうると考えます。

Q2

50年前に、左京区北白川東平井町に住んでいました。下宿のすぐ近くには、疎水が流れていました。その疎水への影響はどのようにお考えでしょうか。

A2

疎水がどのような位置にどのような形で敷設されているのかによって、土石流という現象に対する疎水の影響の姿や範囲は変わると思われれます。例えば、疎水が山麓線付近や低地に敷設され、溪流と直接交わることがない状況を考えてみます。この場合、溪流と疎水が直接影響することがないので、疎水の建設に伴う溪床勾配の急激な低下や上昇は生じにくいと考えられます。そのため、そうした地形的な変化による、土石流の発生状況の変化は生じにくいと思われれます。しかし、土石流がその溪流で発生した時には、溪流から疎水に土砂が流入すること、さらにその衝撃により疎水が壊れることも考えられますので、その場合には、2次の被害（疎水を通じて土砂が広範囲に移動し、溪流と外れた地点に被害をもたらすことや、疎水の壊れたコンクリート壁のブロックが土石流に加わり、建物等の被害を拡大させるなど）が発生すると考えられます。一方で、疎水が土石流の土砂を受け止める場合も考えられます。疎水は土砂で埋め尽くされてしまいますが、疎水よりも下流側に流れる土砂は随分と少なくなり、土石流の破壊力も低減する場合もあると考えられます。そのかわりに、疎水としての本来の機能は一次的に失われることとなります。

Q3

山口大学の楮原先生の話で四国では適度に大雨が降っているから適度に土砂が流れて堆積しないため、大きな土砂災害が発生しないというお話がありました。毎年のような短時間・連続した大雨が降り、四国のように適度に土砂が流れてもよさそうな感じがありますが、大きな土砂災害が発生しています。これはたまたま崩れた場所が違う、あるいは中国、四国地方と地質や植生が異なって崩壊の周期が早いとか別の要因があるのでしょうか。

A3

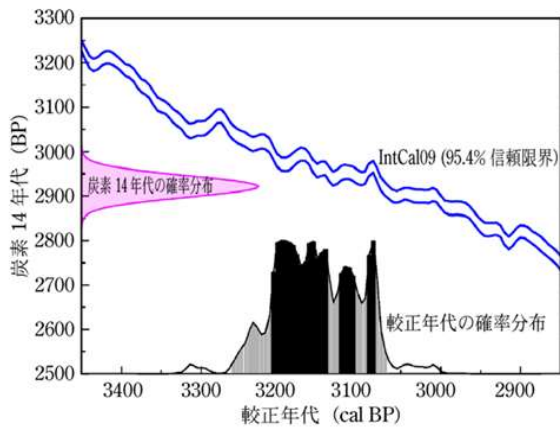
まずは、講演中の四国を例に取り上げたところでは、西日本豪雨の総降水量分布と斜面崩壊・土石流の発生密度を比べた際、南四国は総降水量が多い割には、斜面崩壊・土石流の発生が少なかったこと、年降水量2000mmを超える地域で、強い雨も度々振る割には災害事例が少ない（ただし、地すべりは発生しやすい）という傾向を頭に思い浮かべながら説明していました。少々短く説明しすぎたと反省しております。さて、ご質問の回答ですが、ご指摘の要因はいずれも、どこかの地域で当てはまっている要因と思います。地質の違いでみていきますと、九州地域は大雨を受けると崩壊しやすい地質が広範囲に分布しています。風化花崗岩、第四紀火山の噴出物、古第三系堆積岩などです。風化花崗岩については広島や山口の土砂災害の素因ともなった地質です。第四紀火山は、過去数10万年を振り返ってみると何度も激しい噴火活動をしてきた山で、なかには今も噴火活動が活発な山もあります。そのような地域では、火山噴火によって大量の火山灰などが山の斜面を覆うということを繰り返してきました。そのため斜面と概ね平行な地層の境界がはっきりとできあがってきたり、元々あった尾根や谷等の地形を埋め尽くした台地（典型例はシラス台地）ができあがったりしています。火山灰や火山礫などは隙間の多い地層を作りやすいので、砂山に水をかけると流れてしまう、そのような現象と同じように、火山灰層などで崩壊が発生し、土石流となる・・・そのような現象が起こりやすくなります。シラスも非溶結な部分や風化した部分は崩壊しやすい特徴があります。また、地質としては若く、開析が進んでいないため、至る所に適度に土砂を流すという仕組みができていないところが残っています。そのような場所では、崩壊や土石流が起きやすくなっています。

Q4

史料との比較、広島地区での検討結果のスライドにおいてKBH-4,5,6が付してある黒塗りのグラフ、縦軸・横軸は、何を意味していますか？形状がそれぞれ違います。

A4

黒塗りのグラフは、年代測定を行った試料から推定される年代が、実際の暦（こよみ）に合わせてみたときに、何年になりそうか、その確率を示しています。横軸が年代、縦軸が確率の高さです。研究で用いた放射性炭素14年代測定法は、炭素の同位体（ $^{12}\text{C}$ 、 $^{13}\text{C}$ 、 $^{14}\text{C}$ ）が天然に一定割合で存在すること、そのうち $^{14}\text{C}$ は放射壊変で時間と共に別の原子にかわり存在量が減っていくこと、この放射壊変は試料となるものが大気や水との炭素交換を行わなくなってから（樹木であれば、枯死してから）始まることを利用した測定法です。 $^{14}\text{C}$ の量が半分になるのにかかる時間（半減期）が5730年であるので、測定試料の $^{14}\text{C}$ の量から、その試料の基となった樹木等が枯死してからどれくらいの時間が経過したのか推定します。一方で、天然の炭素同位体の存在比は、太陽の活動を受けたりすると変化してしまうので、樹齢の大きい樹木等の情報をもとに、過去における同位体比の変化を読み取ったデータを使用して、補正をかけ、より実際の年代値に近い年代値を求めるという作業を行います。この作業を「暦年較正」といいます。この暦年較正の作業では、確率法と呼ばれる統計学的な処理が行われるのが一般的で、今回の研究例でも確率法を採用しています。この方法では、較正前の年代値を中央値とする確率分布（下図：ピンク色の確率分布）と、較正曲線データの信頼限界95.4%（ $2\sigma$ ）にあたる領域（下図：青線）を求め、揺らぎのある較正曲線の中でも、中央値に近い較正年代が高いピークとして捉えられるような分布図（下図：較正年代の確率分布）がもとまります。この分布図が講演資料の黒いグラフとなります。



炭素 14 年代はピアソン分布に従い（赤色で示す）。較正年代は複雑な確率密度分布で示される（確率分布の黒塗部分と灰色部分は、それぞれ較正年代の 68.2 %、95.4 % の有意水準での推定期間である）。

図 2 伊豆半島のカワゴ平火山の噴火で埋没した神代杉の炭素 14 年代 (2974±27 BP) の較正年代

北川 (2014) ぶんせき「炭素 14 年代法による高精度年代 決定と編年モデル構築」より

<https://www.jsac.or.jp/bunseki/pdf/bunseki2014/201402nyuumon.pdf>

Q5

楮原准教授、中谷教授への質問です。気象庁の土砂災害警戒情報の適中率は、5～10%未満です。適中率は、市町村単位で発表し、その市町村内で人命に危険が及ぶような規模の土砂災害が1件以上発生した割合です。見逃し率は5%以下（95%は捕捉している）です。雨量の観測と予測が数100mスケールで、パーフェクトにできると仮定した場合、発生条件やメカニズム等の研究の進展によって、同じ見逃し(捕捉)率で、発生予測の適中率どこまで向上すると思われますか？

A5

雨の観測と予測が数100mスケールで完璧にできたとしても、山地の地質や溪流の不安定な土砂の状況を数100mスケールで網羅するのは至難の業と考えます（リモートセンシングですべて把握できればよいのですが、地質が複雑で植生にも厚く覆われている日本では難しいと思われます）。さらに植生や構造物など土砂災害に影響を与える要素が多岐に及ぶことも含めると、適中率100%となること、仮に100%を達成しても、それを維持し続けることは難しだろうと思います。また、発生条件やメカニズム等の研究が進んだとしても、予測技術が進んだとしても、住家はともかく人命の被害については、当人がどのように判断したのかでも変わってきてしまいます。また、市町村単位で行われる集計を予測精度の空間分解能を考慮した単位で集計することでも適中率は変化する様に思います。適中率の向上が、土砂災害警戒情報の信頼性やそれによる人々の危機感の向上にも役立つのだと思いますが、「人の命を土砂災害から守る」ことが土砂災害警戒情報の第一義であれば、高い補足率を維持し、「空振り」を上手く受け止められる社会を目指したいですね。

京都大学の中谷教授のご講演に関する質疑応答

Q1

土石流シミュレーションにおいては、砂の粒径や形（まる、さんかく、しかく・・・）の影響はどの程度あるのですか？また、違いが生じるとなったときに、分布のようなものはどのように調査・設定するのですか？

A1

現状では形状の違いによる変化は考慮しません。ただ、土砂の大きさの違いは現地調査により設定することができます。代表値となるサイズを見つけること、土石流先端に集中する大きな岩のサイズを抽出すること、駅相として挙動する細かい土砂のサイズ、分布を考慮することにより、土石流の流れ方や堆積の仕方が変わることがわかっています。

Q2

土石流のシミュレーションを再現されているのを見て今後様々な事に活かすことができそうでワクワクしました。土石流と同様に流木に関するシミュレーションも可能でしょうか。あるいはこういった点が難しいのでしょうか。

A2

流木の挙動をシミュレーションで追跡することは難しいのが現状です。土砂と比較して形状が複雑だったり比重が異なること、流木の発生過程も知見が十分でないためです。ただし、流木は土石流先端に集まる性質を持つことや、流木が大きな影響を及ぼすのは、橋への閉塞や、透過型砂防堰堤への閉塞が主であることから、流木や橋、堰堤の条件を別で設定して閉塞の有無を考慮することで、シミュレーションでその影響を反映することが出来ます。

Q3

楢原准教授、中谷教授への質問です。気象庁の土砂災害警戒情報の適中率は、5～10%未満です。適中率は、市町村単位で発表し、その市町村内で人命に危険が及ぶような規模の土砂災害が1件以上発生した割合です。見逃し率は5%以下（95%は捕捉している）です。雨量の観測と予測が数100mスケールで、パーフェクトにできると仮定した場合、発生条件やメカニズム等の研究の進展によって、同じ見逃し(捕捉)率で、発生予測の適中率どこまで向上すると思われますか？

A3

降雨予測の精度が上がったとしても、現時点では土砂災害の発生の有無、タイミングの予測にはまだまだ不明な点が多いです。気象予測と合わせて山間部や斜面での水、土砂の挙動を多地点で空間的、時間的に観測し、実験や数値解析などの検討を重ねても、パーフェクトになるにはまだまだ時間がかかると思います。また、精度のいい予測や技術の向上が、必ずしも効果的な避難に繋がっていないことが、防災上の大きな課題だと考えています。

山口県土木建築部の藤原様のご講演に関する質疑応答

Q1

①災害ポータルは後でじっくり見てみますが、各地区の避難施設の掲載があるのでしょうか？  
②避難施設としては、学校や公民館が想定できますが、ショッピングセンター等の大型施設が臨時的避難施設となった場合は、ポータルに随時掲載されるのでしょうか？希望としては、臨時的避難施設である旨のアナウンスもポータルにあると良いし、そういう施設が増えてほしいと思います。

A1

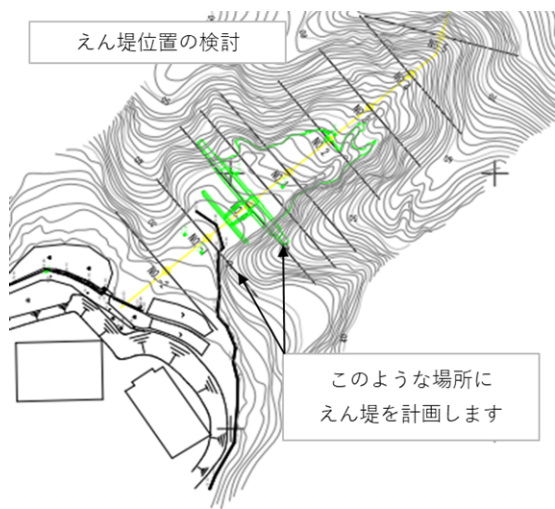
①土砂災害ポータル左側の凡例に避難場所を表示するチェックボックスがあります。  
②避難場所については、県の防災部局からの情報を基に表示しております。大型ショッピングセンター等については、支町が避難場所として指定すれば土砂災害ポータルでの掲載が可能となります。

Q2

堰堤の設置個所や形状はどのように決定するのですか？

A2

経済性やえん堤の機能を最大限発揮できるように、谷地形が明瞭な場所に設置するようにしています。また、えん堤の形状は溪流の不安定土砂を捕捉（貯める）できる高さとし、亮端は基準で定められた深さまで地山に埋め込みます。



Q3

自治体として、気象庁の「土砂キキクル（危険度分布）」を住民が活用することについて、どのようなお考え、あるいはご感想をお持ちでしょうか？

A3

土砂キキクルのほか、国交省の川の防災情報、山口県土木防災情報システム等から防災情報を収集しております。引き続き情報集約及び避難行動に役立てていただけたらと思います。山口県砂防課では、砂防課職員が小学校や公民館等に伺い、「砂防出前授業」として土砂災害対策について説明を行う取り組みを行っておりますので、活用していただけたらと思います。

西日本旅客鉄道株式会社の藏原様のご講演に関する質疑応答

Q1

雨量計の設置個所は区間内で最大の雨量が観測されると予想される箇所に設置されているのですか？

A1

雨量計の設置位置については、雨量計と雨量計の間隔や地形条件等を考慮して決定しています。

Q2

P14の「降雨災害への備え<ハード対策>」で鉄道盛土の法面補強についてご説明がありましたが、補強工法は多種あり、どの工法を選択するのが課題となっています。JR西日本さんで路線の重要度、想定雨量、法面勾配・長さ、経済性など様々な要素がある中でどの工法をどういった考え方で選択されているのか実例を交えてご教示いただけませんか？

A2

鉄道盛土に対する補強工法の選定にあたっては、鉄道構造物に対する設計方法等を規定した規程類類を基本に、現地の地形条件や環境条件、経済性等をもとに選定しています。

Q3

東海道山陽新幹線での降雨による停止は、特に影響が大きいです。AIなどを活用し、どの区間が不通になったら、どのように運行をすとかいったシミュレーションが出来て計画運休と同じように国民の理解が得られれば、ユーザーとしての選択肢も取りやすいのではないのでしょうか？

A3

降雨に伴う運転休止について、ご利用されるお客様のご不便を極力減らすことができるよう、いただいたご意見も参考に引き続き取り組みを進めてまいります。

Q4



計画運休は、必要なことだと理解して説明していますが、受講者から「なぜ一律に、JR西日本の高山線、氷見線、城端線が計画運休するのか。また、私鉄は動いていたり、運休時間が短いのに、なぜJR西日本だけ長いのか。」との質問が出て、回答に困っています。個別でも構いませんので、教えていただければと思います。

A4

ご不便をおかけし、申し訳ありません。計画運休後の運転再開に関しては、線路設備等の点検を行う必要があるため、一定の時間をいただいております。他社さまの運転休止・再開に関する判断基準等を把握していないため、明確な回答を申し上げることはできませんが、ご利用されるお客様のご不便を極力減らすことができるよう、いただいたご意見も参考に引き続き取り組みを進めてまいります。

Q5

衛星写真や観測に対する「踏査」の強みはどういった点ですか？（実際に足を運ぶのは危険が伴うと思いますので強みを詳しく知りたいです）

A5

現地において、直接、状態を確認できることが強みと考えております。

事務局への質疑応答

Q1

京都大学第31回市民講座が正しい表示ではないですか？30回？

A1

今回で第30回を迎えました。第31回は12月に開催しますのでぜひご参加いただけますと幸いです。