

<基調講演記録>

基調講演 「変貌する国土と土砂災害減災の将来像 —多様な土砂災害と警戒・避難—」

東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 鈴木 雅一さん

<本講演録は、滋賀県において取りまとめ、文責も本県が負うものです。>

○鈴木教授

皆さん、こんにちは、ただいまご紹介をいただきました鈴木でございます。

【スライド1】

タイトルは、お手元の資料のとおり「変貌する国土と土砂災害減災の将来像」ということでお話いたします。

【スライド2】

まずは、私の自己紹介をさせていただきますと、この20年ほど東京で仕事をしております。それ以前、学生時代から20年と少し京都大学で学んで研究をしておりまして、その頃の森林そして土砂災害の研究というのは主に、滋賀県の周辺でさせていただきました。ですからこの大津で、滋賀県主催の会でお話をさせていただけるということで、たいへん懐かしく光栄に思っております。

本日のシンポジウムのテーマである流域治水ということだと、通常は主に身近な平野部での水害などが議論の対象かと思えます。そこでは、今日私がお話しするような土砂災害というのは、もしかすると少し場違いな気もいたしますが、山地の傾斜地の上流部のところもこれは流域の中ですので、流域治水ということの中では一緒に考えていただきたいということで、今日は急傾斜地での土砂災害のお話をさせていただきます。

【スライド3】

今日お話しするのは、6つくらいテーマがあります。

最初、土砂災害というのいろいろありますよという話で、どんなものがあるのかをお話しして、それから森林と土砂災害がどういうつながりを持っているのか、森自身がこの50年、100年でどんな風に変わっているか、そしてそれが土砂災害にどういう影響を与えているかをお話します。

それから、震災後の南海トラフ等の地震で、土砂災害というのはどんな風に起こるのか、それについて今どんな研究が進んでいるのかということをお話します。

それから、この60年ほどの間、日本の自然災害というのがどういう変遷を示しているかということをお話して、これからの警戒避難というものの考え方、そして将来の長期計画

というようなお話をしたいと思います。

【スライド4】

土砂災害ですが、表面侵食、斜面崩壊、土石流、地すべり、がけ崩れというふうに、お手元の資料にありますように、土砂災害にはかなりの種類があります。なぜこんなふうに分けるかという、原因を調べて対策を考えるという時にいろいろ変わるからです。

【スライド5】

それぞれスライドで写真をお見せいたしますが、まずがけ崩れ。これは昭和40年代ぐらいに高度経済成長で都市に人口が集中する。そして周辺の丘陵地に人家が迫ってくる。そこで、そこにある急な崖が非常に危険な存在になったというようながけ崩れの災害というのがあります。

【スライド6】

それからこれは木が一本も生えていない山です。はげ山。最近はこの景色は日本から消え去りまして、最近は何だとも見たことないかもしれませんが、少し前まで、と言っても30年、40年前ですが、そのころまでこういう景色が日本にはありました。

そういうところで起こるのは、雨が降ったときに、降った雨が地表を流れて、そして地表にある土砂を押し流すというような現象が起きます。これが表面侵食という、地表面の砂が雨によって流されるという土砂の移動形態です。

【スライド7】

滋賀県の南部の田上山などというところは、かつてはげ山が広がっていて、これは田上山でどれくらい土砂が流れるかというのを調査している写真ですけれども、こういう表面侵食という現象が生じます。

【スライド8】

次に表層崩壊。これは斜面が崩れる崩壊ですが、浅い崩壊といわれるもので、これはですね、何をもちいて浅いとかといいますと、ちょうど斜面に生えている森林の根っこがあるような深さ、根っこがあるようなところの森林土壌が崩れるいうものを表層崩壊というように呼んでいます。大雨が降ると森林の斜面というのはこの表層崩壊という形で崩れます。山ひだ山ひだで土砂が流されるというようなことが起きます。

【スライド9】

そこでちょっとこの写真をよくご覧いただきますと、右上の方の少し植生が少ない、薄いところがたくさん起きて、森林がよく茂っているところは頻度が下がるというような傾向がありまして、森があるとこの表層崩壊というものの起き方は変わるということがあります。

【スライド10】

この写真は、先ほど知事さんもお話になられた滋賀県南部の昭和28年、1953年の多羅尾災害というときに山でどんな土砂が崩れたかという写真であります。雨が降って、これもですね、このちょうど滋賀県の南部、甲賀市と京都府との境ですが、たまたまなのか京都府側はですね、植生が少し薄くてたくさん表層崩壊が起きている。県境を挟んで滋賀県側

は森林が少しよく茂っていて、頻度が少ないというようなことがここで起こっています。

【スライド 11】

最近新聞とかでニュースになる深層崩壊というものがあります。深層崩壊は木の根っこがあるよりもずっと深くでですね、このケースだと…これは 1969 年に北アルプスの黒部川上流で起きたものですが、これは深さが 80 メートルあります。ぼっこり崩れています。

【スライド 12】

それからこれは 1997 年、九州の鹿児島県出水市で起きました深層崩壊。これは深さ 15 メートルぐらいです。深層崩壊で崩壊しましてそれが土石流になって人家を襲ったというものであります。

【スライド 13】

次が、これは表層崩壊が起きてそれが土石流になって流れ下るというパターン。

【スライド 14】

また地すべりというのがありまして、これは地面のもっと深くから浸み込んだ水がゆっくり流れるというような形態を示す土砂の流れ方です。

【スライド 15】

これは地震で山が崩れまして、木曾の御嶽山、1984 年、ここが崩れてこれが土石流になってずうっと流れたというものです。発生した直後はですね、大変に荒れた状態でした。ただ復旧工事で年を経て 10 年、20 年しますと、かなり落ち着いたものに戻ってくるというようなものです。

【スライド 16】

昨年 9 月紀伊半島の大雨では深層崩壊というのが多発したということがありまして、土砂が川を止めて堰止湖ができる。天然ダムというのがたくさんできる。

【スライド 17】

今の実実は紀伊半島の十津川では、去年たくさん深層崩壊が起きたのですが、実はその 120 年ほど前、1889 年、明治 22 年にも実は同様の雨が降って同様の大規模な崩壊があつて、堰止湖もできております。明治 22 年というのは、もう気象台がありまして天気図ができていくんですね。この日の天気図、ここ四国にですね台風がいて 10 キロから 15 キロでゆっくり進んでいます。だから昨年とほとんど同じようにですね、同じような雨が降って、同じような現象が起きているということです。

【スライド 18・19】

これが明治のころに起きた崩壊と堰止湖です。昨年起きたところは、こういうところですから、ほとんど同じところで 120 数年をおいて繰り返しているというような事象です。

【スライド 20】

今は典型的な例をお見せしましたが、はげ山で雨が降ると表面侵食。森林があるところでも今度は浸み込んだ水が斜面崩壊というものを引き起こす。それが深いところから起こると深層崩壊という。浅い方は森林が影響しますが、深い方はもうこれは雨の大きさで地質的な問題ですから、地上の森林の良し悪しというのはほとんど関係なくなる。というよ

うな現象ごとにいろいろなメカニズムが違ふし、対応のしかた、森林の影響のしかたというのが違うのだというふうに説明をされております。

【スライド 21】

さて一方で日本の森林というものはみなさんが思っているよりもいろいろ移り変わっております、ただ一番変わっていないものが森林面積なんですね。これは百年前の日本の土地利用図と割と最近の土地利用図です。これは明治の終わりくらい土地利用、なぜ明治の終わりくらい土地利用がこんなデジタルマップで存在するかというと、これは明治の終わりのころ、国土地理院の五万分の一の地図というのが完備しました。そこには田んぼの印とか、針葉樹は広葉樹の印が書いてありますので、その地図を全部読み取ると土地利用図が正確にできると、こういうわけでありまして。そこで区分すると昔の国土の三分の二が森林であり、現在も国土の三分の二が森林である。ですから他の国、例えば発展途上国なんかで、森林が経済成長に伴って少なくなるというようなことがありましたけれども、日本は、面積は変わっていないのです。ところがですね、例えば赤で書いてある東京とか市街地ですね、これは当然百年間で広がります。農地も北海道なんか見ていると黄色で書いてあるところですが、広がっています。すると都市が広がって農地が広がって森林が面積を保ったのはなぜかということになるんですけども、それは百年前の地図だとピンク色の荒地という区分が国土の十数パーセントあります。これが森林になっていって、森林の国土の三分の二という面積が保たれているのです。ですから森林の面積というのは、かなり長期間変わっていないのですが、一部は場所が変わっている。この荒地というのはどういうところかということ先ほどお見せしたようなはげ山とか、あるいは採草地で植生がほとんどないというような場所ですね。そういうところがあったんです。

【スライド 22】

これは愛知県の例ですが、明治 39 年に工事を始めて、植林をしていきます。階段を作って植林をする。それでも大正のころには森になる。こういうようなことが行われて、この時点で上手にいかなかったところも、戦後—これは愛知県の尾張地域の階段を作った面積の動向なんですけども、1950 年、60 年代は活発にこういう工事をしていますが、75 年でこの事業が終わります。つまり 1975 年にこの地域からはげ山がなくなったと、こういうわけです。

【スライド 23】

滋賀県も同様なことでして、これは田上山ですね。1964 年にははげ山がまだずいぶんあったけれども、82 年の航空写真だとかなり緑になっている。ここに少し残っているところがありますが、現在でも昔のはげ山というのがどういうところだったかわかるように、琵琶湖河川事務所がわざわざ工事をしないではげ山の状態を取ってあるということです。

【スライド 24】

こういうことで滋賀県南部に広がっていた荒廃山地も—これは信楽町の写真ですが—森におおわれていく。今はもうこの景色しか見ていませんから、みなさんはげ山ということをはほとんど記憶からなくなっていく。

【スライド 25】

これは竜王町、野洲町の境にあります希望が丘文化公園の遊歩道から見た景色の変化ですね。左側にありますのは、これは1911年、明治44年の写真、これが同じところを見た最近の写真ということでもあります。これもですね、明治44年になんでこんな写真があるか。よく見るとここに階段の跡があるんですね。これは階段工事を始めたころです。山腹工事を始めたころです。これが今はもうこのころの景色はわからないほど森におおわれるようになっています。

【スライド 26】

さてこの先ほどお見せしたこの表層崩壊が多発している写真ですけれども、

【スライド 27】

これがその後ですね。その雨が降る前の森林の状態。そして雨が降って晴れます。崩れたところがだんだん回復していきます。それを1947年から99年までの写真を見て、比較しているところですが、回復してくるんですね。このへんは1980年代後半ゴルフ場が造成されているというようなことも写っています。

【スライド 28】

このときの1953年、昭和28年の雨ですが、これは彦根气象台が出している雨量のデータですが、実はこれを見てもですね、ちょうど夏の8月のある朝の3時間ぐらいの間に強い雨が降って、総雨量で300ミリくらいということですから、ちょうど今年の大津であった雨とよく似た短い時間に強い雨が降った。そしてこういう崩壊が起きているというようなことだと思います。

【スライド 29】

それではもっと奥深い山の森林というのはどうなのかという事例がこれです。これは中央アルプスの西側、南木曾というあたりの山の状態です。1947年くらいは広葉樹におおわれた森林ですが、伐採をしまして林道をつける。このころの林道は大変荒っぽいつけ方をしています。そうすると山が荒れていきます。そこで今度は回復のための治山事業をやり始めまして、最近ではまた針葉樹の人工林に覆われた落ち着いた山になるというようなことで、一見ですね森が続いているように見えるかもしれないけど、途中にはこういうことがあるというような場所も多くあります。

【スライド 30】

それでは森林を切るとなんで山が崩れるのか、崩れやすくなるのか、表層崩壊が起きやすくなるのかということの説明なんです。それはこの森林の持っている根っこの強さなんですね。根っこが森林土壌に根を張っている。そうするとこれが、土砂が崩壊するのをとどめる。これを森林根系の土質強度補強効果というのですが、ところがこの森林の地上部が伐られますと、根っこがだんだん枯れて腐っていきます。それがこちらの絵で、もともと伐った途端はまだ強いのですが、時間とともにだんだん弱くなっていきます。新しく植林をしますが、新しく植えたものは時間が経たないと根っこが強くなっていきません。

【スライド 31】

そうするとこれを合わせた根っこの強さというのが、弱い時期がありまして、だいたい森林伐採の5年から20年のときが、表層崩壊が起きやすい期間だ、こういうことになります。ですから森林が伐られた、伐られただけでなく、すぐはまだ元の根っこが残っていますが、しばらくして危なくなるんです。

【スライド 32】

日本の現在の森林なんですけど、この絵はあまり見慣れないかもしれませんが、横軸が面積で、縦軸が植えてから何年目かの森かということです。つまり日本の人工林が今、植えて何年の木がどれだけありますかという分布図です。これは1980年に調べたらこの形、90年だとこれ、2002年だとこれということで、結局1980年に植えたここがですね、10年経てば10歳年齢が増えてこう動いてくるわけですね。それで今度は今林業が不振でなかなか森林を伐採しませんから、植える場所がないというので植替えの面積がだんだん減っていきます。つまりこれは人口ピラミッドと同じようにですね、日本の人工林というのは少子高齢化をたどっている。

【スライド 33】

そういう日本の今の人工林の現状でありますけど、そこに先ほどの根っこの弱い木があるというのを当てはめてみると、ここが5年から20年、ここは危ないんですが、この面積がですね、1980年ごろにはすごく多かったです。これが、年を追って減ってきています。

【スライド 34】

つまり日本の山は少子高齢化という人工林の林齢分布がずっと動いているために若い人工林が減って山は崩れにくくなっている、表層崩壊は減っているということです。ですから表層崩壊は、先ほどお見せしたように教科書に乗せるような表層崩壊の写真というのは、昭和20年代の後半から30年代の写真が多いんです。

【スライド 35】

このまま林業的に考えたらこれはまずいということで、林野庁はこれから森林林業再生プランということでもう少し林業を活発にして、木材を山から取り出してそして新しい森林を、新たな植林をしようという作戦を立てておりますが、

【スライド 36】

その作戦の中で今お見せした人工林の林齢分布ですね、これを最終的にですね、だいたい年ごとに面積の揃ったこういう形にしていきたいと、こういうのも含んでいます。ただこの形というのはいつできるのかということですね、最近5年間に植えたとこってこれだけです。これは50年したらここですから、つまり人口ピラミッドと一緒にですね、ある年生まれた数の子供が少なければ、50年後にそれより増やすということはできませんので、この形も同じなんです。

【スライド 37】

つまりこの形にできるには100年後になる。ただ、これはかなりいろいろ考えていまして、若い森に二酸化炭素を吸わせるとか全体にはこの面積を減らして、人工林を少し減らして天然林に持っていく分がある。さらにこの林齢分布をそろえていくというようなこと

で計画が立てられています。この形に行くには100年かかる。それ以外はありません。

こういう風に日本の森林・林業が進むかどうかということは分かりませんが、こういう風に進めていけば、若い森は今より増えます。途中で今より若い森がだいぶ大きい時があります。そうすると、表層崩壊だけから見ると、今よりさらに起きやすくなるという心配もないでもありませんが、そこはですね、急なところにある森林は天然林に戻すとか、いろいろ工夫をすることによって、こういう風に行くのではないかというような議論がされているわけでありませう。

【スライド38】

今までみてきたように土砂災害というのはいろいろありますが、その時、その時で起きやすい現象というのは変わってきています。

昔、国土が荒れていた時、はげ山がいっぱいあった時、その頃に森林法とか砂防法、あるいは河川法もできるのですが、その時ははげ山を対象にしてどうするかという話があります。

それから今度、昭和の40年、1960年代から70年の半ばくらいまで、たくさん森林を伐採して、植林をした時があります。これが、今の人工林の団塊の世代をつくっているところですが、その頃は森林伐採が多くて、若齢林が多かった時代があります。

【スライド39】

それから、現在、手入れの遅れた人工林が増えてきているという、森林も時代とともに変わっているし、今度、土砂災害の方から見ると、はげ山があつて、降ってきた雨が浸み込んで、地表流が起きて、表面侵食する。

【スライド40】

それから今度、森林を伐採したら根っこが弱くなって、浸み込んだ水が表層崩壊を起こすという風になりまして、

【スライド41】

最近だとこれは手入れの遅れた人工林で、森林はあるけれど、林床の下草がなくて、表面流が起きる。あるいは、さらに深く潜った水が深層崩壊を引き起こすという風に、現象も変わってきているというわけでありませう。

【スライド42】

そこで、手入れが悪い森をどうするかというのと一緒にですね、ここに野生動物の影響ということが書いてありますので、ちょっと寄り道ですが、鹿と森林の話をしてませう。

【スライド43】

今日ここで例として挙げるのは、神奈川県丹沢の例なんですけれども、神奈川県丹沢というのは、関東大震災の時に、山がたくさん崩壊して、土砂災害が多い場所です。だから、それに対する復旧事業というものも、行われています。

一方で大変きれいな溪流環境もあつて天然林、自然林もある。そういうところで、今度は都会の廃棄ガスとか様々なものが植生に影響を与える。

あるいは鹿が増えて、これらが森林を劣化させて、土壌が流出して、さらにそれがダム

の堆砂問題というような複雑な多様な課題が生じている山地であります。

【スライド 44】

これに対して、今、保全再生をするということで、現在の山を良くしていくというようなことが考えられているわけですが、

【スライド 45】

その時に、実は、鹿というのが非常に問題になるわけです。山の上の方の天然林にも鹿が影響するし、麓の里地にも鹿がいろいろでてくる。これをどういう風にコントロールして、望ましい姿にしていくかという議論をしています。

【スライド 46】

その中で、じゃあ、鹿が増えた時に何が起きるかということですが、下層植生がなくなってしまうというところがあって、そこで、保護柵を作って、保護柵で植生が回復してきたところと、ないところで、下層植生の被度ごとに土砂がいくらでてくるかというのを調べました。

そうするとですね、鹿が多くて、下層植生がなくなったブナ林の下、このデータなんですけど、これは、東京農工大学の石川先生らが精力的に調査をされましたが、実は、ここからでてくる土砂の量というのは、昔、はげ山だった時の田上山で調査した土砂の量とほとんど同じです。そういう土砂がでてきました。

【スライド 47】

さて、問題はですね、保護柵の外側の植生をどういう風に回復させるかということなわけですね。

神奈川県東丹沢地域でやっている行政をずっとリストアップしたら、ある小流域で行われている事業をリストアップしたら、国交省の砂防事業、砂防法に基づく事業、森林法に基づく林野庁の事業、環境省の鳥獣保護と自然公園に基づく事業、それから県単独の事業もある。

こういう風に、いろいろなものが鹿に対応する、あるいは森林管理に対応するためやってるんだということが分かりました。その次に分かったのは、森林保全のために間伐をすると、下草が回復してくる。そうすると、それを鹿が食べて、鹿が増えて、森林に影響を与えるというようなことがあるので、これは一体化して、つまり、縦の系列は、これは法律の体系ですから、そうなんですけど、実際は現場の流域では、これを連携して進めないといかんというような話になって、

【スライド 48】

そして、今はですね、各、県の事業、環境省の事業、林野庁の事業、国交省の事業というのを全部、それぞれのところで、どういう風につながるかを把握して、連携しています。

鹿の管理というのは、実は個体数の管理、里地の被害防除、生息環境管理というように、わかれていますけど、生息環境管理に関しては、森林の様々な事業とあるいは土砂に関わる場所と連携して行うというような仕掛けを考えてきています。

【スライド 49】

今どうなっているかというところでですね、最初鹿が増えて大変だと言って調査したところは、当時は1km²あたり、鹿が30頭から40頭いました。これを、管理捕獲をして、最近では5頭くらいまで落としています。

そうすると保護柵の外的下層植生も緑が回復してきている。現在、これは、ここの下流側で、川の水の濁り、つまり浮遊砂量を観測していて、これは年ごとに雨量と濁りの量の関係、土砂量の間接関係をとっていて、これが減っているのか減っていないのかという議論はあるのですが、一応、鹿の話と森林の話と川にでていく土砂の話が、県の持っているデータとして一枚のスライドで、例えば私がこういうところでご説明できるような、そういうところまで神奈川県はきたというようなことです。

ちょっと寄り道になりましたが、次の話へ行きます。

【スライド50】

昨年、震災があってから、いろいろ防災ということについての考え方が議論されていますが、そこへ行く前に、土砂災害というのは、この地震で何が起きたのかというのをまずご紹介します。

東日本大震災での土砂災害というのは122件で亡くなった方は19名。ですから、人的被害は津波とかの被害と比べると相対的には大きくはなかった。亡くなられた方を軽く見るわけではありませんが、相対的には、この震災では、土砂災害というのは比較的軽微だったという風に思われています。

【スライド51】

その次に心配されたのは、震災後の雨による土砂災害ということです。これは、従来、震度5強くらいでゆすられると、割と弱い雨でも崩れるということがあって心配されました。

ところが、これもおかげさまでそれほどのことはありませんでした。一時期、避難警戒の雨量をぐっと下げて、注意をしていたということはあるのですが、あまり大きなことは起きませんでした。ただ、一般的に言って、地震時には液状化とか岩石の落石、岩盤崩落、表層崩壊、大規模な崩壊や地滑り、様々なことが起きます。

【スライド52】

そして、その復旧・復興に向けて、土砂災害対策というものの、防災施設を活用するというようなことが、例えば高台移転の時の平地の作り方、あるいは、こういう出てきた土砂の処理をして、平地をつくるというようなことで、土砂災害対策事業を防災施設に活用するという議論がありました。

【スライド53】

その中で、ひとつはですね、この避難階段、急傾斜地の保全施設ですね。これはいわゆるハード対策としてののがけ崩れを防止する施設ですが、その避難階段、これは管理用道路とかつては言われていましたが、積極的に住民の人が避難用に使えるように考えるとこういう議論があります。

つまり、これは、いくつかのことを言っていて、ハード対策でも工夫をすると様々な価

値がさらに生まれるということ。それから、逃げるというソフト対策の中で、階段というソフト対策のためのハードというような課題があるというようなことも示しているように思います。

【スライド 54】

さて、もう一つこの地震であった土砂災害はですね、福島第一原発で、がけ崩れがありました。これは盛土崩壊です。大規模盛土の崩壊で、ここに鉄塔がありますが、もう一本横にありまして、このもう一本あった鉄塔が、外部電源だったわけです。この崩壊が鉄塔を倒して外部電源の遮断になった。

土砂災害というのは人命に影響を与えるだけでなく、ライフラインに与える影響も場合によっては、非常に重要な課題を見出しているということの例であります。

【スライド 55】

ただ、ここは元々谷地形だったところに埋めた盛土でして、こういうケースは田をつくったり、畑をつくって、それから地震の時に液状化になる。これは過去から同じパターンで起こっていることです。

地震で土砂災害が起こったところというのがどんなことなのかということをご紹介しました。

【スライド 56】

今後、来る地震がどうなのかという話になります。

そのために例えば内閣府では、地震の見直しというのが行われて、例えば南海トラフが過去の想定よりどれくらい強くなりそうかということを見直しました。

【スライド 57】

それを受けて、今度、津波がどれくらい高くなるのかということを見直しています。

【スライド 58】

これを踏まえて、今後土砂災害がどういう風に起きるのか、という研究が着手されています。それは過去の土砂災害を、過去の地震に対して、どのような災害があったのかということを探るところから始めています。

【スライド 59】

大規模に土砂が崩れて、天然ダムができたような事例をずっと調査しているわけですが、河道閉塞、天然ダムという現象は日本中起きている。

61 災害 168 事例が今、集まっていて、今日これからお話しするのは、高知県仁淀川の例、1707 年、それからこれが 887 年大月川岩屑なだれというのを紹介します。それから、これで見ると、滋賀県のちょっと近くに一つと中に一つあります。これについてお話しします。

【スライド 60】

海溝型の地震というのは、東北の大震災で起きて、その時、土砂災害が起きた場所がここに書いてあります。安政の東海地震、安政の南海地震、この二つは、2か所書いてありますが、実は 39 時間ずれているだけで起きていますが、この緑で書いてある場所で、この緑の点のところで土砂が動いている。それから宝永の地震ではですね、この赤いところで

崩れているということで、今、これから言いますのは、まず、宝永の地震で、この赤い高知県なんです、

それは崩壊が起きて、川を堰き止めて、大きな水たまりが生まれたというようなことです。

【スライド 61】

これは宝永地震、南海トラフ地震の一つですが、それでこういうところが崩れたら天然ダムができる。

現在のここにある集落がですね、当時、水がたまったところよりも高いところに全部人家があるという報告であります。

【スライド 62】

それから八ヶ岳の例、これが南海トラフの地震だとそれが、太平洋側の海沿いが大変でしようと思なさん思うわけですけども、実は、この八ヶ岳ですね。ここの山の上が崩れてきて、土砂が落ちてきて、川を埋めて、大きな水たまりができて、この天然ダムが一年後に決壊します。

決壊した土砂がずっと流れて、長野盆地まで土砂がいつて被害を出します。これは 887 年仁和地震によるもので、南海と東南海、東海の連動地震とも言われていますが、このような現象があります。

海から遠いからといって安心できないという例です。

【スライド 63】

さて、滋賀県に近いところ。これは、伊賀上野地震というのが、1854 年にありまして、これは、先ほど安政地震と同じ年なんです、安政地震は 11 月、これは 7 月ですから半年早い。直下型地震で、大きさはだいたい阪神大震災と同じくらいと言われています。

【スライド 64】

いくつかの土砂の移動がありまして、これは幕末といいますか、1854 年ですから、情報がかかなりいっぱいあってですね、村ごとに亡くなった人の数も調べられています。

ここが三重と滋賀の県境ですから、滋賀県側の記録はありませんが、随分近いところでこういうことが起こったということです。

【スライド 65】

もう一つ、これは県内ですが、琵琶湖西岸地震、1662 年、寛文年間といいます。

町居崩れという、今も崩壊地の跡が分かりますが、比良山の裏側が崩れて、安曇川に天然ダムをつくったという例ですね。土砂の直撃によって、約 560 人の方が土砂にのまれたという記録があります。

これは福井県の三方五湖のところの断層と花折断層の北半分が動いたということでありまして、この震災については、内閣府が過去の震災を調査するというので、委員会もつくって、報告書がでています。この報告書を読むと、花折断層の南側は、この時、動かないで、今に至るまでひずみを蓄積し続けているというようなことが書かれています。

ということで、地震にかかわる震災というのは、実はこういう風に記録がある。これか

らこういう問題について、どういう風に、地域防災計画等につないでいくかということ、まだ、必ずしも議論も、こなれてないと思いますけども、将来はこのあたりもどのように考えていくかという議論が必要になってくると思います。

【スライド 66】

さて、昨年の地震が起きる前までの自然災害の被害のトレンドというのをお話ししたいと思います。これは横軸が年数で、縦軸が毎年の自然災害、ここでは地震は含みませんが、水害とか土砂災害で亡くなった方の数です。毎年の数はばらつきますけど、10年ずつならしてですね、過去5年、先5年を平均して10年にして、ならした移動平均の値というのが実線で書いています。

1967年代から土砂災害だけの集計もありますので、それをピンク色でスライドでは示しています。そうすると戦後すぐ、1950年から60年ごろ、毎年平均しても1,000人から2,000人ぐらいの人が亡くなっていた。洪水と土砂災害で亡くなっていました。それがずっと、これは対数グラフですので、指数関数的に下がってるんですね。かつては1,000人を越えていたものが下がり、今は、水害土砂災害を合わせて、だいたい100人と少し。そして、土砂災害だけだったら40人ぐらいまでできています。

なぜ減ったかということですが、1つ目は防災施設の充実、堤防ダム、砂防ダム。2つ目、気象情報伝達の進歩であります。天気予報だとか、今日雨降りますよ、台風がきますよ、早く家に帰ってください、こういうことです。3番目、これも先程申しあげた、若い森林が減って山が崩れにくくなっている。表層崩壊が減っているということもあります。

これらによって死者数が下がっている。去年は、いっぱい災害があつて大変だったと言いますが、2011年土砂災害は、先程の地震も含めて、地震で家が倒れる、津波はのけてありますが、地震も土砂災害も含めて、土砂災害で亡くなった方は72名。今年、お手元の資料は8月3日現在ですが、最新のデータを入れたいと思ひまして、スライドは12月3日現在となっております。件数が812件、こっちはちょっと増えていますが、死者24名はお手元の資料と変わりません。ということで、去年は72名と多いですが、100人を上回りません。昔は10年平均して200人ぐらいあったわけですから長期トレンドがあつて、災害が起きにくくなっている。これは日本、各自治体の防災行政の成果だと思ひて誇っていただきたい結果です。

【スライド 67】

そこで、これを更に減らすのにどうするかということ。ハード対策で大いに減らしてきた部分があつて、ここからさらに減らすために、ハード対策はこれ以上あつてもなかなか減らないかもしれないということで、ソフト対策という話が出てくるわけです。

それで、ハード対策も大事だがソフト対策も一生懸命やりましようっていうことになって、土砂災害に係るソフト対策というのは2つです。1つは土地利用による対応で、危ないところには住まない。2つ目が危ない時は危ない所から逃げ出すという事前の避難、この2つです。

【スライド 68】

これには危険な場所の予測といつ起こるかという時期の予測が出来ないといけない。法律については平成13年に土砂災害防止法というのが出来て、危ない所は都道府県知事が指定をすれば、用途を制限できるようになりました。これが危ない所に住まないという1つの法律的な手立てです。

【スライド69】

急傾斜の所、土石流がきそうな所、地すべりが起きそうな所について、レッドゾーンとかイエローゾーンというのを設定しましょうということが、法律になってきています。

【スライド70】

そして今度は、「いつ」ということなんですが、「いつ」というのは雨に関して言うと、雨がだいぶ降ってくる、あるいは降りそうだ、これだけ降ったら危ない、という限界を決めるということなんですが、その限界を決めるという時に理屈っぽくなりますが、2つの考え方があります。

1つは物理的に考える物理力学モデル。雨が降ったらどんな風にしみこむか、しみこんだらこの土がどのくらいの強さがあるって力学的なバランスがいつ崩れるかというのを数式で計算していきます。その上で、崩れる限界の時に危ないよという判断をします。

もう1つは、応答モデル。これは過去の経験と併せて、昔こういう雨が降った時にこのタイミングで崩れたという経験測を集めて、それでこの降り方でここまで来たら崩れるよということで、危ない所を決めるという考え方です。

【スライド71～スライド81】

まず、物理力学モデルというのは方程式です。雨が降った時に、土ですね、厚い斜面、薄い斜面、それぞれ雨が降ったら水がどのように浸み込むかということ計測する。あるところまでやると、地下水が発生して飽和の地下水が発生して出てきて、ここで崩れるこのタイミングを計算で考える。ところが都道府県で、あるいは市町村で、いつ崩れるか。無数の斜面がありますから、長さや深さの違う斜面があるから、この仕掛けでまだ計算できません。それで、経験測でやります。

【スライド82】

一番進んでいるのは、鉄道を危ない時に止めるという判断です。これは以前は、雨の強さと降り始めからいくら降ったかで、この線より右上だったら危ないから止めましょうって行ってました。それが、今はですね、バケツに雨を入れて溜まった水の量を計算で出す。つまり、斜面がバケツだとは決して思わないけれど、これに溜まったものとして、溜まっている深さを判断基準にして考えるわけです。この出口の水が漏れるコックがついてるんですが、これを全部止めれば、このグラフの横軸の連続雨量になります。全部開ければ、その時瞬間にかかっている雨の強さになります。この2つの軸の途中のものを、ここを絞って探そうと。いつ起きたかというのが、例えばJR東日本だと線路や鉄道にかぶった経験を3,000台ぐらい持ってますので、そのうち重大事故があった時には必ず止まっているというルールを探していくわけです。同じ時間止めても、危なさが減っている。あるいは危なさが一緒でも、止めてる時間が短いというようなルールを探していく。これが応答モデ

ル的な考え方。

【スライド 83】

こういう考え方で、例えば気象庁が土壌雨量指数、やはりタンクを使っています。こういうもので土砂災害警戒情報というのを降ってる雨ごとに計算していて、今、この5年間で一番危ない状態だというメッセージを出すようになってるわけです。

【スライド 84】

こういう風にして、研究は研究で進んでいます。ただ、これだけではなくて危ない時が分かった、発生時期の予測点が分かって予測できても、その逃げろという人が、その責任は、今は市町村長さんなわけですけども、市町村合併をすると1人の市長や町長さんが見るべき範囲が広がっていくというようなことが課題だったりして、ここも議論があります。この予測法ももっと良くする必要があります。更にどこに逃げていくかということもあるし、先程もいったようにソフト対策、逃げていく先の建造物の問題もあります。逃げる場所がないというのも山の中には結構あるわけです。こういうような議論は少なくとも公助の範囲でやっていく必要があります。

自助、共助で、お手元の資料では空欄になってますが、今日はプロの方がいっぱいいるので、私がここで時間を使うのはいかがかというので、皆さんの課題ということで、ここだけ書かせていただきました。

【スライド 85】

話題はまだございまして、さて、これから土砂災害の防止・軽減から見た、今後の国土づくりということで、今のようなことで見てくると、戦後日本の国土というのは、大変荒廃していた。そこで、今ずっと走っている様々な国土管理の長期計画があります。それは戦後の荒廃した国土を初期条件として、いい国を作ろう、いい国土を作ろうとって計画された長期計画。こういうものが大体土台となっています。これからという事を考えていくと、それは半世紀以上にわたり安全にかかわる投資がなされた現況、変わった国土、それを初期条件に計画して、かつ、その防災建造物の維持管理も考慮して、これからの計画というものを進める、こういう発想になってくるわけです。過去の成果、これがどこがうまくいって、どこに課題があるのか検証する。ただ、様々な条件を考えるとやはりセーフティーネット、安全を確保しなくてはならないが何もかも出来るという贅沢な計画が立てられる状況ではないので、選択と集中という議論をしなければいけない、というようなことになろうかと思えます。

砂防事業というのが、従来水系砂防というのは大きな流域で大きな土砂が下流まで出て、流域全体で影響がないかどうかというものと、地先砂防といまして裏山が崩れて、被害を受けることはないかということで、2つの視点で事業をやってきました。これは、まだ計画論が確立していませんが議論されているのは、大規模土砂災害対策、これは火山の噴火であるとか大規模な地殻変動に対応する。多分、これには事前にはハード対策はありえないのでソフト対策になります。事後はハードとソフトで行われる、こういうことが議論されています。

いずれにしても計画の詳細が、中山間地の土地利用の暮らし方というのがどういう風になるのか、この将来像の設定によって、長期的な形態が変化します。まだ、煮詰まってこうだとはなかなか言いにくい状況であります。

【スライド 86】

今までだともうこういう議論だった、これからホットな議論というのが、先程のこの絵ですが、被害が減ってきた、ここまできた、もっと減らすという話をしてきましたが、被害現象の捉え方ですね。他の見方もあります。

【スライド 87】

例えば、最近教えていただいたものです。九州大学の河川工学の先生の小松利光先生の絵ですが、横軸が年ですね、2000 年が真ん中の。黒い線で書かれてあるのが災害外力、毎年の雨の降り方だと思ってください。ブルーの線が防災力、これはそれに対抗する防災の力ですね。これは、かつては防災力が弱くて外力が強かった。だから被害がいっぱい出た。特に戦後はそうだった。そこからインフラ整備をしてきた。だいたい追いついてきたから、先程のように被害が減ってきた。

【スライド 88】

ところが、これからは温暖化の進行を見つめて、雨がたくさん降ってくるかもしれません。あるいは、もっと大きな想定外というのをなくすために、この想定をもっと高い所におかなければいけないかもしれない。その時に、またこのギャップが出てくる。これをどう考えるかという議論をしましょうという提起があります。

【スライド 89】

で、これはですね。今まで、防災力をあげて成功してきた。この考え方だと、投資をして強くしよう、こういう考え方になります。もう 1つは強くするギャップを埋める。ただど一方では、環境、社会環境的制約をどういう風に調和するのということになります。

【スライド 90】

そうすると、ここのところの、こういう議論がですね、災害が 2000 年代に向けてずっと減ってきた。防災力と災害外力が、かなりつり合ういいところまできた。これからどうするかという議論ですね、これが今始まっているんです。両者を踏まえた新たな長期計画、過去の延長では多分ないだろうとすると、この 2つを踏まえた長期計画というのが必要であるという風に思うわけです。

今日は滋賀県の流域治水シンポジウムということですが、滋賀の流域治水というのは、まさにこの今までの考え方でない、新しい考え方でこの安全度を高めていこうとされているのではないかというのが、今の所の私の見立てであります。だからそういう意味では、将来を先取りしている、あるいはそういう風に向けて進んでいく努力をされているのだらうなと思っています。流域治水について、私が触れるのはこれだけなんですけど、こういう災害、防災、減災をめぐる議論というのは、今、自治体も国もいろいろ考えていますが、研究者もいろいろ、知恵を絞らなければとやってやっています。

【スライド 91】

1つの例は学術会議に集る色んな学会が連携して、「巨大災害から生命と国土を護る」あるいは「大震災を契機に国土づくりを考える」というテーマで、30 ぐらいの学会が集って議論する。こういう議論は土木学会、建築学会というところが主導していますが、私は砂防学会の会員として参加しております。他にも原子力学会もありますし、地震学会いるし、学術会議ですから色んな人が入っています。ただ、それが自由に議論を、シンポジウムも今年だけでも8回やってるんですけど、こういう議論を今、重ねています。

【スライド 92】

国土作りの色んな議論をしておりますが、ただですね、例えば、この30学会で共同声明を出した時があるんですが、その中に数十年から数百年に一度の頻度で起こる大災害には、構造の強化・施設の整備による防災政策で対処すること。数百年から千年に一度の頻度で起こる巨大災害には、人命の犠牲を最小にするべく、避難設備の整備と避難教育の充実を組み合わせる総合的な減災を行うという議論があります。

ただ、めったにない事を想定しようとするのは分かるけれども、大災害と巨大災害という定義、それに対する対処の仕方がですね、私は構造物に片寄りすぎてるんじゃないかなという風にも思います。

そしてもう1つですね、根拠がないわけじゃなくて、私どもの土砂災害というのは対象が自然斜面なんですね。これは人間が作ったものではないから、いつ崩れるか分からないという危険性を持っているので、いつ崩れるかというのは本当には分からない。だから、いざとなれば逃げなきゃいけない。こういうことなんですね。ところが、建築学とかあるいは、都市工学、これらは全部、人間が作ったものだから、強く作ればそこまではもつ、もってくれなければ困る。こういうものですね。そこで、建築基準法だと何かの発想だと、やはり、この辺行きたいんだと、こういうような議論ですね。

つまり、現象ごとに相手にする対象ごとに、この基準、あるいは守り方は、多分、多様なんだろうと思います。それが一様だとするから、堅くなるので、それぞれごとにやはり、適切なものがあると思います。土砂災害の場合、これは、数十年に一回、場合によっては十年に一回の現象に対しても逃げなきゃいけない、あるいは逃げて対応するというようなのが適切だという部分も多々あるように思います。

いずれにしても、今までこういう議論ありませんでしたので、これから議論するところですし、これから行政の担当の方、あるいは実際に逃げる立場の方と議論を重ねて答がでてくるものなのかなあと考えております。

【スライド 93】

それから、長くなりますが、要は、山の災害を減らすと言うときには、一つは、今日は私が結構客観的にというか山がこう崩れる、麓にどう暮らしかあるかと言うことと別に山の話だけをした訳ですが、そこで被害を減らそうとすれば、これは平野部の都市に住んでいる方が、その現象を理解して、それを支えていただかないと、山地の災害対策は進まないと言うことだと思います。そういうのを山に対して責任がある人が、独りよがりいろいろと考えないで、都市の方ときちんと説明をして話をしながら作っていく必要があ

るといようなことです。それから、もう一つは、土砂災害の減災に関わる技術者とか研究者は、そうこれから事業量が増えるとかこういう話がありませんが、志を持って元気にやりましょうと言うようなことが、ここで書いてあります。

【スライド94】

まとめです。様々な土砂災害がある。いろいろな顔をしていますよ。森林、これも歴史的に少し、50年、100年というスパンで見ると、変わっていきますよということです。それから、森林を含む国土、これも、時代とともに変わって災害の起き方も変わっている。土砂災害と言っても、昔ははげ山で、土砂が雨ごとにザラザラ出てくる表面侵食というのが問題だったけれども、それから、たくさん森林を伐採して、植林をした頃は、斜面崩壊、表層崩壊がたくさん起きて問題だった。これが、そのとき植えた森林がだいたい植えてから50年になってきて、根っこが強くなってきて簡単には崩れなくなった。その代わり、昔、起きてたし今も起きている深層崩壊、頻度は少ないけれども大雨の時に起きるそういうようなことが目立つようになってきた。時代とともに変わってきます。そういうのに対して、国土保全の長期計画、これは、長い見通しとともに着実に進めると言うことが大事です。国家100年の計ですから、着実に進める。ただ、国土と社会というのは、少しずつ変わるから、それに対応した見直しというのは必要であって、これが合わなくなっているのに、前の条件、状態のものにこだわっているというのもおかしな話にある。

5番目、その中でも構造物を使った防災計画というのは、これは、これからもあるでしょう、有効なものは一生涯懸命作って行く必要があります。ただ、これは、前のルールで決まっているからということだけで進むのではなくて、いろいろな発想で、新しい用途、新しいやり方、それで、選択と集中という考え方で計画論を作っていくことが必要だろうというふうに思います。いろいろ申しましたが、防災減災について行政と住民のそれぞれの役割というのが、これからますます大事になっていく。これは間違いありません。今日、ここに集まっている方のように意欲の高い方がもっと増えていって議論が進むように思います。

私の話は以上です。ご静聴ありがとうございました。

一方的にお話をしましたので、もし会場からご質問あればどなたでも。

○質問者

砂防ボランティア防災エキスパートに参加しています〇〇と言います。今日は興味あるテーマありがとうございました。その中で、鈴木先生が若い頃経験された田上山それからその流域では、砂防治山、河川改修と進んできていますが、安全度について、定性的に昭和28年の多羅尾災害が頭にあるのですが、そのあたりと比べてどの程度安全になったのか、その辺のところを教えていただけるとありがたいと思います。

○鈴木教授

ここ20年、私は滋賀県から失礼しておりますので、今がどのくらいかというのは、正直

よく分かりませんが、そうですね、分からないと言うのが正直なところ、本当にそうです。

それと、ずっと何もないからいいじゃないかということでは決してなくて、やはり心配なところは心配ですし、ここまでやったから絶対平気だと言うこともないと思いますが、ただ、全般に言えば、やはり昭和28年の多羅尾災害があった時のインフラに比べたら、今は、一つは、山の状態も違いますし、山間部に入っている空きポケットを持っている砂防堰堤の数とか治山堰堤の数、これも間違いです。ですから、そういう意味では、基本的には日本中どこでもある程度は強くなっているはずだ。その上で、いろいろな地域地域で、投資の大きい小さい、あるいは、いろいろな知恵の絞り方の善し悪しというので、安全度というのは違ってくるものだろうと思いますけど、果たして、今こちらがどうか、全く情報を持ち合わせませんので、お答えはそのくらいにさせていただきます。

それでは、以上で基調講演を終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

<本講演録は、滋賀県において取りまとめ、文責も本県が負うものです。>