

# I 最近の土砂災害の特徴と それから身を守るための知識



京都大学防災研究所  
流域災害研究センター 教授 **藤田 正治氏**

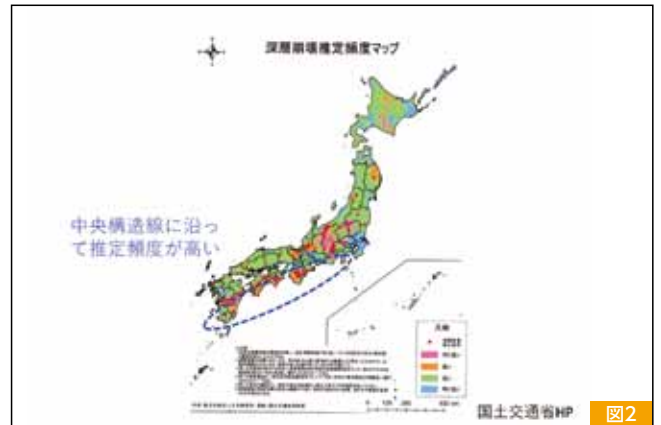
## 1 最近の土砂災害、そこから学ぶこと

今日は、最近の土砂災害の特徴と、それから身を守るための知識という内容でお話ししたいと思います。

まず、2011年台風12号紀伊半島大水害(図1)、これは最近起こった特徴的な災害です。台風12号は紀伊半島を直撃したわけではなく、高知県から岡山を抜けて鳥取へ抜けました。なのに、なぜ、紀伊半島で大水害が起こったのか。この台風は、非常にゆっくりした台風で、時間をかけて日本を横断したのですが、その進路が紀伊半島に非常に多くの雨をもたらすものになったのです。それにより、時間雨量20~40mmの雨が2日間、紀伊半島を覆うぐらいの広範囲に降り続けました。

雨を見る時の一つの指標として、強さと総量に着目して頂きたいと思います。強さは1時間にどれだけの雨が降るかという量です。この場合は平均して1時間に30mm程降ったのですが、非常に強い雨という値ではありません。ただそれが2日間ずっと降り続いたというところが問題になります。その結果、全部でどれだけ雨が降ったかという積算雨量に着目してください。この時、奈良県の風屋で1,400mm、日本の平均降水量が約1,800mmですので、1つの台風で約1年間分の雨が降ったこととなります。

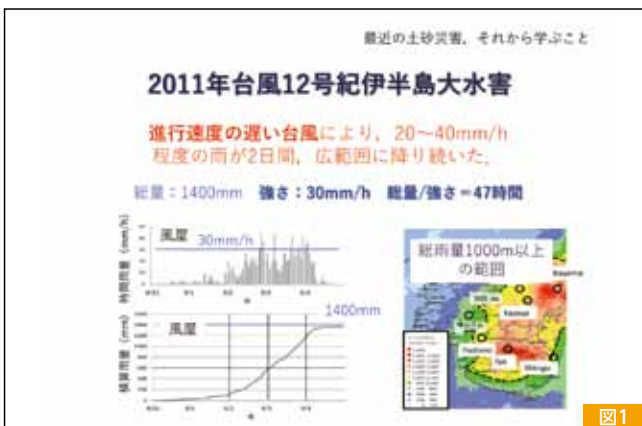
紀伊半島の地質特性は、地層区分で言うと付加体と呼ばれる地層になります。これは土砂が堆積してできた地層で、簡単に言えば、滑り台の上に地層が載っていると



いうものです。通常の崩壊は表面の土層だけが崩れるだけなのですが、こういう所に沢山雨が染み込むと、一つの大きな層がガラッと崩れるという現象が起こります。もちろん、その前に前兆が起こっていて、それを全国的に調べて、国土交通省が深層崩壊推定頻度マップ(図2)というものをしています。

雨が長時間続くといろんな形態の災害が起こります。その特徴を紹介しておきます。

大雨が降ると川の水位が上がり、裏山が崩れるという危険性が高くなるのですが、その原因は上流側に発生した崩壊で、上流から災害が襲ってくるというのも一つの特徴です。上流で大規模に崩壊したものが、川まで下って、対岸の集落にも襲いかかる、この深層崩壊という非常に大規模な崩壊が起るといのが特徴的な災害ですが、この現象によって、時系列的にどのようなことが起



- 最近の土砂災害、それから学ぶこと
- 2011年台風12号紀伊半島大水害から学ぶこと
- 四十万帯のような付加体の地質の地域に、
  - 降雨強度はそれほど強くなくても、
  - 数日にわたり降り続けると、
  - 総降雨量が非常に大きくなり、
  - 深層崩壊を伴う大規模災害が発生する。
  - 天然ダムの形成と決壊、急激な河床上昇、貯水池の下流などでは急激な河床低下、洪水氾濫などによる危険状態が長期間継続する中で、色々な方向から土砂や洪水が襲いかかる。降雨が終了した後に深層崩壊が発生することもある。
  - しかし、気象情報や土砂災害警戒情報などを活用して、早期避難する余裕はある。



図3

こったのかということが、避難する上では大事な情報になってきます。

土砂災害警戒情報が発令された後、小規模土石流や落石、小規模氾濫等が起こり、避難困難状態に陥っていきます。更に雨が降り続けると、土の中に水がどんどん浸透し、大規模崩壊が発生し始めたり、橋の破損等も起こってきます。そして深層崩壊、天然ダムの形成、大洪水の危険性が大きくなってきます。この後、雨が止んでも土の中の水量はすぐには減らず、山の斜面、土中には水が一杯溜まった状態です。紀伊半島大水害では、この時にも深層崩壊が起こりました。雨が止めばもう安全だというわけではないのです。降雨強度がそれほど強くなくても、数日間降り続けると、総降雨量が大きくなります。ゆっくり進む台風は、非常に注意しないとイケないということです。

次に、2014年の広島での災害で、非常に局地的に土石流が発生した事案(図3)です。

最近、線状降水帯(図4)という言葉をよく耳にしますが、これは強い雨の域が線状にあり、これが少しずつシフトしていくことによって、強い雨が同じ地域に集中し続けるというものです。このとき広島では、1時間に80mm程度の雨が3時間続きました。そうすると、水量が多いため、土砂を含む流れが露岩するまで侵食し、大量の水と土石の流出を伴う大土石流(図5)が襲うという構図になります。強さだけではなく、総雨量がやはりここでも問題でした。また、この広島災害は局地的な雨で

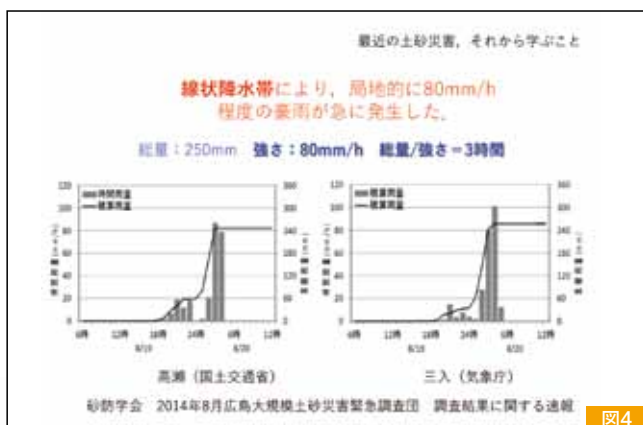


図4



Google Earthより 図5

最近の土砂災害、それから学ぶこと

### 2014年8月広島大規模土砂災害から学ぶこと

- ・ 局地的に非常に強い降雨が急に発生し、
- ・ 数時間(2, 3時間)継続する、
- ・ 局地的に表層崩壊や土石流が急激に発生する、
- ・ 総降雨量が大きく、流量が大きくなり、河床が侵食され、大土石流となる、
- ・ 総降雨量が大きく洪水氾濫も発生する、
- ・ 気象情報や土砂災害警戒情報から避難するまでの時間が短い、
- ・ 地域の中でより安全な場所、より危険な場所を知っておき、近くに緊急避難場所を見つけておくことが必要、

参考

したから、気象情報や土砂災害警戒情報から避難するまでの時間が非常に短くなります。ですから、事前に地域の中でより安全な場所、より危険な場所を知っておき、近くに緊急避難場所を見つけておくことが必要になってきます。

3つ目は、伊豆大島で起こった台風災害(図6)です。これもやはり雨が12時間ほど、降り続けました。土の中に水が一杯染み込んだ状態で、更に、かなり沢山の雨が広範囲に降りました。こういうことが起こると、様々な所で、同時多発的な斜面崩壊と広範囲な斜面侵食が起こります。十数時間の先行降雨の後、非常に強い降雨が長時間継続すると同時多発的な表層崩壊や土石流(図7)が発生し、流木が土砂と共に流出し、災害規模を大きくします。

2017年の九州北部豪雨災害(図8)でも線状降水帯と

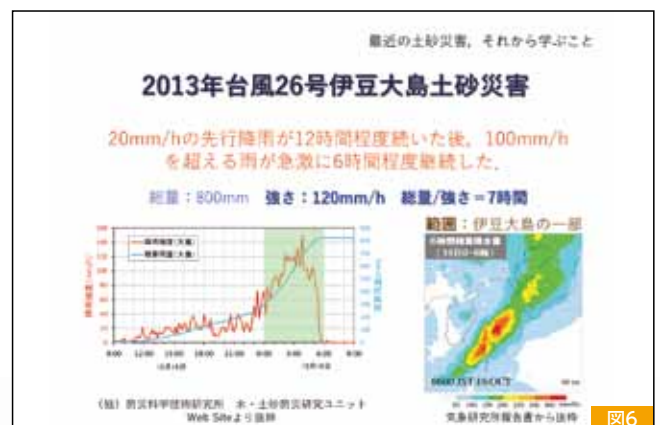


図6





という言葉がよく紹介されましたが、1時間当たり80mm程度の豪雨が数時間継続しました。やはり、このような雨が降ると非常に広い範囲で崩壊や土石流が発生します。広島では局地的でしたが、この場合には広い範囲で災害が起きました。2018年の西日本災害(図9)もよく似たタイプです。原因は台風と前線で、台風が前線を刺激し、そこから線状降水帯というものが居座ります。去年はこの線状降水帯がいろんな所で発生して、非常に広い範囲にたくさんの雨をもたらしたというのが特徴です。

## 2 土砂災害警戒避難の問題点と改善点

災害が起ると、皆さんは土砂災害警戒避難をされるわけですが、ここで、その問題点と改善点について述べておきます。(図10)

土砂災害警戒情報(図11)は気象庁が出し、それを受けて都道府県が情報を流し、市町村はこの情報を見ながら避難勧告や避難指示を出すという仕組みになっているのですが、この警戒情報が機能するということが非常に重要になっています。

最近、様々な検討会で「なぜ住民は避難しないのか」ということが問題になっています。避難警戒情報が出た後、避難勧告等が出て、避難する方が少ないのです。必ずしもみんな避難すべきというわけではありませんが、避難すべき人が避難しないというのは、非常に問題です。

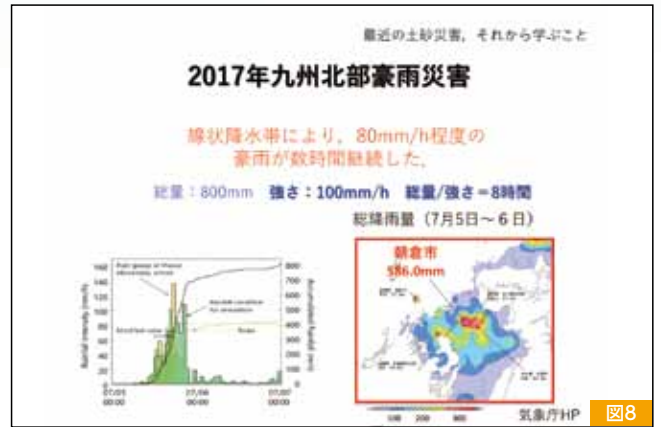
捕捉率というのは災害が発生した所で、事前にその情報が出ていたかどうかということです。この捕捉率は比

最近の土砂災害、それから学ぶこと

### 2013年台風26号伊豆大島土砂災害から学ぶこと

- ・ 十数時間の先行降雨の後、
- ・ 非常に強い降雨が長時間継続する。
- ・ 同時多発的な表層崩壊や土石流が発生する。
- ・ 流木が土砂とともに流出し、災害規模を大きくする。
- ・ 先行降雨の間が避難のタイミング。
- ・ 森林は通常の豪雨には耐えることができるが、さらに激しい豪雨になると耐えられず、かえって流木を生み出し災害を助長する。

参考



較的高く、災害が起こった所に大抵は警戒情報が出て、かなり高い率で捕捉はしています。ただ、警戒情報が出て土砂災害が発生しないという、いわゆる空振りが非常に高いことも問題です。去年の西日本大水害では捕捉率は殆ど100%でしたが、空振り率も70～80%です。災害情報が出て、殆ど災害が起っていないという、これが避難しない人がいる一つの原因ではないかと指摘されています。

適切な避難の観点から、警戒情報が複合的土砂災害に対して有効かということが大事です。土砂災害が起こる前に、浸水や冠水、小さな土石流等、様々なものが複合的に発生するということがありますが、そのような現象に対して、適切に避難するにはどうすべきかと考えた時に、安全に避難できる時に行動するのが適切な避難となるのであれば、そのために、この警戒情報が有効に活かしているかということです。

最近の土砂災害、それから学ぶこと

さらに、2018年西日本豪雨災害

### 土砂・洪水氾濫

2018年豪雨災害（呉市天応）

最近の土砂災害、それから学ぶこと

### 2012年、2017年九州北部土砂災害、2013年伊豆大島土砂災害、2018年西日本豪雨土砂災害から学ぶこと

- ・ 非常に強い降雨が
- ・ 長時間（7、8時間）継続する。
- ・ 広範囲に表層崩壊や土石流が発生する。
- ・ 総降雨量が大きく、流量が大きくなり、土砂が下流域まで流送され、洪水氾濫を助長させる。
- ・ 上流では崩壊と土石流、下流では土砂・洪水氾濫。
- ・ 多量の流木が発生し、災害を甚大化する。
- ・ 気象情報や土砂災害警戒情報から避難する余裕はあるが、洪水氾濫も含めて対応しなければならない。
- ・ 避難が遅れると逃げるのが困難になる。避難のタイミングが重要。

参考

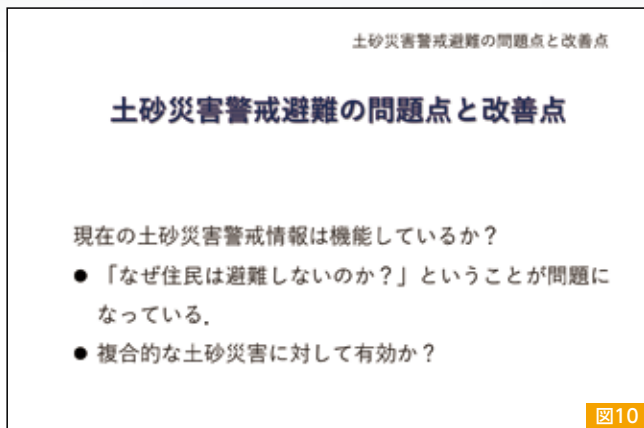


図10

気象庁から大雨警報、洪水警報、注意報、土砂災害警戒情報等が市町村に出され、それを受けて市町村が地域、地区に対して避難準備、避難勧告、避難指示を出すわけです。このような情報を受けて、住民は避難をする等の行動をとるといことになっていきますが、これらは大体、一方向的に住民に伝わってくるため、どうしても住民のほうが受け側になっている。ここにも一つの問題があります。やはり地域のことは地域の方がよくご存知なので、地域の方が自分達で避難計画を作るということが最近重要になっています。地区防災計画を立てて、その地区に住む方々でどういう行動をすべきかを考えておくということが非常に大事なのです。

今年から警戒レベルが5段階になっています。警戒レベル3になると、高齢者等は避難、4になると、全員避難ということですが、実際に、このような情報がどれだけ有効かを今年、少し見ていかなければならないと思います。警戒レベル4の時に、自分の周りが一体どのような状況を見た時に、そんなに避難する程ではないと見ると避難されないでしようし、これはいつ災害が起こってもおかしくないと思われたら、早急に避難されると思うのです。この時にやはり、何か付則的な情報がないと、適確な判断が難しいのではないかと思います。

最近、皆さんもパソコンやインターネット等を使われると思うのですが、そこに京都府ポータルサイトというのがあり、土砂災害警戒情報が出るページがあります。自分の住んでいる所や、親戚、知り合いの家がどういう状況になっているかを、目で見えてわかるようになってい

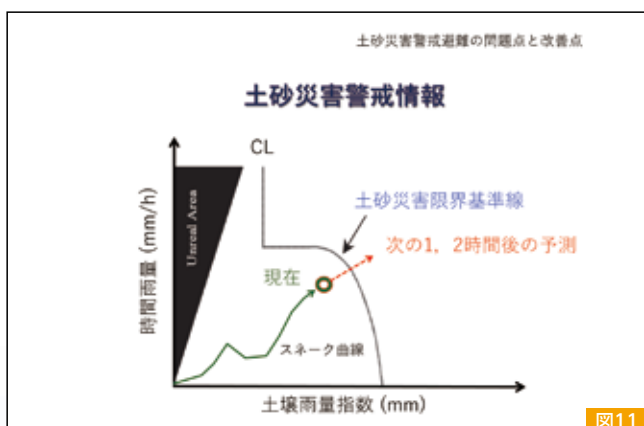


図11

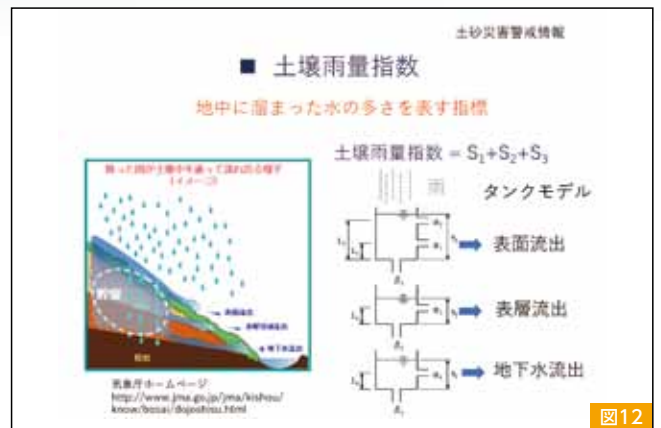


図12

ます。さらにこの中を少し見てみると、こういうグラフ(図11)になり、これが警戒情報のデータです。

なぜそこで警戒情報が出ているのかということも、ここをクリックすることによって出てきます。これは雨の強さです。それと土壌雨量指数(図12)、水が地中にどれだけ溜まったかというものです。ここにクリティカルライン(C L)という線がありますが、これは土砂災害の発生基準雨量で、ここを超えると非常に危険であるという境界線です。ですから、皆さんがお住まいの所で雨が強く降った時にこれを見て頂き、線が近づいてくると、もう危険だということがわかるのです。

次に、土砂災害警戒情報の意味が分かるか、どんなハザード…洪水や浸水、斜面崩壊や土石流等というものが発生するかがイメージできるか、災害のシナリオを描けているかということです。

例えば、警戒情報が出ても、場所によって雨の条件が全然違いますので、同じ地域の中でも起こることは違うはずで。ですから、同じように警戒情報が出ても、今後どのような状況になるかをイメージできると、適切な避難に繋がってくると思います。

土砂災害警戒情報の意味を理解して頂くということから、土壌雨量指数や限界線のお話をしましたが、この図(図13)から、次のように解釈して頂ければと思います。Aは、土砂災害は発生しませんが、まれに散発的な落石や崖崩れは起こることがあります。Bになると、土砂災害の危険性が高まっていて、災害が発生してもおかしくありません。Cでは、土砂災害の危険性が高く、かつて

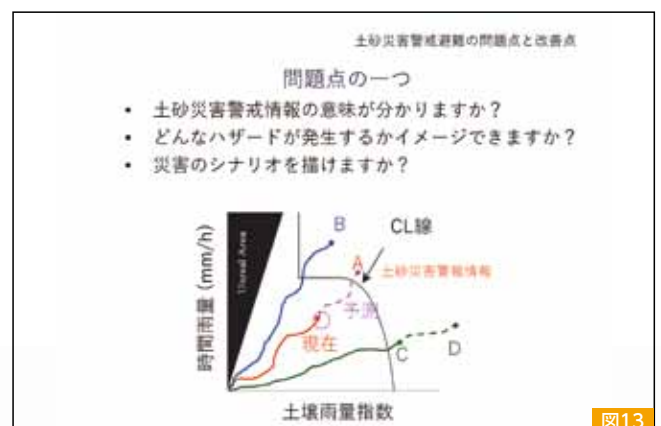


図13



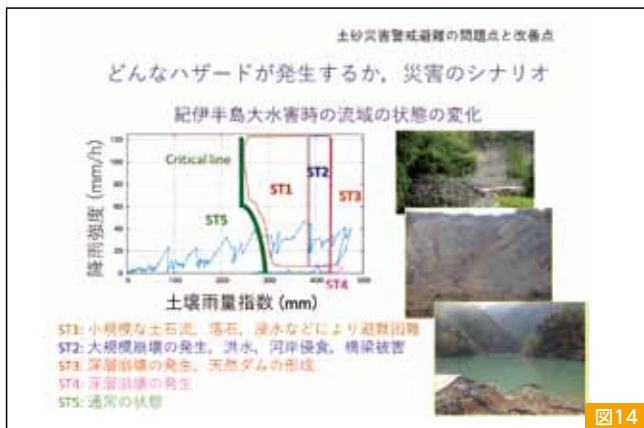


図14

災害が発生したこともあり、危険性は高いけれども、起こらないこともあります。Dは、土砂災害の危険性がかなり高く、起こらなくても極めてそれに近い状況にあります。広域的な降雨の場合では、浸水や洪水氾濫の危険性も高いと言えます。そしてEは、すでに土砂災害が発生している所があると考えられ、規模も大きく、土砂・洪水氾濫の危険性が高く、深層崩壊の危険性も高いと言えます。

警戒情報が出たからといって、必ず災害が起こるわけではないのですが、かなり危険性は高くなっている状態の時に、このような情報が出るということをよく理解して頂き、安全な所でも必ずしもいつも安全ではなく、雨が降れば小さな現象が、散発的に起こる可能性はあるということです。

紀伊半島の大水害の場合にも、土砂災害警戒情報の出た後に、かなり避難が困難な状況になっていくという現象が起きました。ですから、この土砂災害警戒情報が出るあたりが、避難するタイミングとして最終的なタイミングかなと思います。

土砂災害警戒情報が、その災害の特徴を考慮した情報であるかということですが、起こる現象や災害の特徴を見てみると、表層崩壊や深層崩壊、土石流、土砂氾濫等、原因となるハザードは突発的、複合的、局地的であるというのが一つの特徴です。それによって災害形態や地域、地区内での災害のリスクも違ってきます。(図14)

例えば、土石流で被害を受けた地域に行くと、このあ

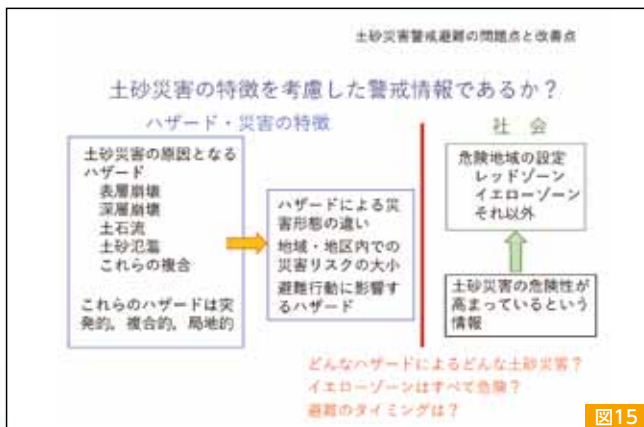


図15



図16

たりは被災しているけども一軒隣は全然大丈夫だというように、非常に局地的です。けれども洪水氾濫は面的に水が広がるため、広範囲に危険な状態になります。このようにハザードは避難行動にも影響してきます。

また、土砂災害の危険性のレベルによって、レッドゾーン、イエローゾーン等と、危険地域(図15)が設定されています。気象庁、都道府県、市町村からきて、市町村が出す情報や指示だけではなく、自分の住んでいる地区は、どのくらいの危険性で、強くて長い雨が降ると、どのような現象が起こると考えられるのか等を、事前に地区の中でイメージし、それにどう対処するのか、避難場所や避難するタイミング等を決めておくということが大事だと思います。また、行政の方でも、危険性を伝えるだけではなく、具体的にどのような危険が高まっているのかという情報を提供するという事も必要なことです。

### 3 最近の研究を生かせるか？

我々も日頃から研究していることを、そういう所にどのように活かせるかということを考えていますので、それについて最後に紹介したいと思います。

どういったことが起こるのかを予測するということは、かなり難しいですが、研究を続けて、世の中に役立てて頂きたいと考えています。また地区で考える防災についても、研究を進めていきたいと思っています。

一つは、数値シミュレーションの活用(図16)です。これは、地域の中におこる現象を予測しようということ

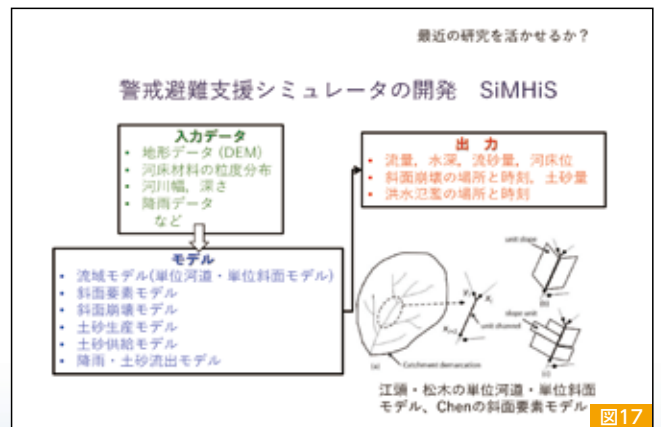


図17



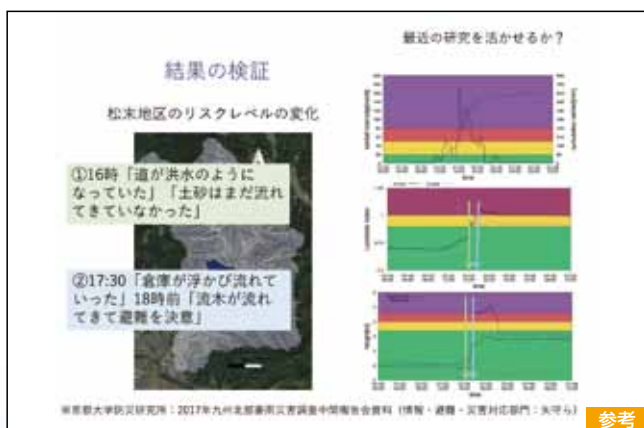
図18

で、これをコンピュータでシミュレーションするというものです。(図17) 地域の状況や条件をコンピュータに入力して、雨のデータをそこにインプットすると、その地域の中で、何が起こるかということが予測できるというものです。シミュレーションですから、必ずそのとおりになるとは言えませんが、日頃から防災計画、地区防災を考える上で参考になり、非常に役に立つと思います。この数値シミュレーションによって、より危険、より安全な場所を特定できたり、イエローゾーンの中の緊急避難場所を設定するのに役立ちます。また、どこで土石流が発生するか等がわかると、より適切な避難経路を設定することもできるわけです。(図18)

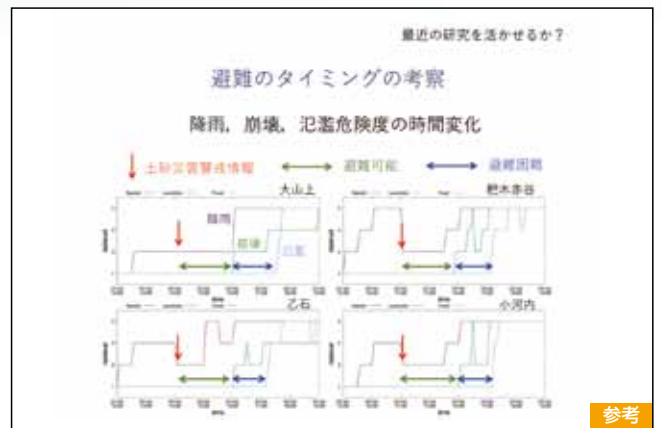
最終的に我々が目指しているのは、警戒避難意思決定支援システムの開発です。警戒避難する上で、避難してくださいと意思決定する。これは行政から市町村に行くのですが、これを支援するシステムができたらということで、今も研究を続けています。

最後に少しまとめておきたいと思うのですが、行政の警戒避難指示というものを元に、地域独自で警戒避難を考える地区防災というものが大事になってきます。それは自分達だけでいうのではなく、行政の警戒システムと連動し、行政から出てくる情報を活かしながら地区の人が防災を考えるということです。行政でなければわからない情報、地区でなければわからない情報があるので、行政と地区の連携が必要なのです。

また、災害の原因となるハザードの特徴を知ること



参考



参考

### 最後に

- 行政の警戒避難システムの下に、地域独自で警戒避難を考える地区防災が重要性である。
- 行政でなければわからない情報、地区でなければわからない情報があるので、行政と地区の連携が必要である。
- 行政は地区防災を支援する補足情報を提供する必要がある。
- 災害の原因となるハザードの特徴を知ることによって、初めて適切な対応が可能になる。いくら大規模なハザードでも、そうすることで人命だけは守ることができる。
- 専門家・研究者の協力が不可欠である。
- 今後の防災のために、詳細な災害記録を残す。とくに、ハザードの発生場所、規模、形態、発生時刻は重要である。

参考

によって、初めて適切な対応が可能になります。大規模なハザードが起こると、何かもう壊滅的な印象を持つてしまうと思うのですが、日頃から防災意識を持つことによって、自分の命を守ることに限って言うと、必ず方法はありますので、悲観的になる必要はありません。それから、今後の防災のために詳細な災害記録を残すということです。特に、ハザードの発生場所、規模、形態、発生時刻は重要です。土砂災害警戒情報というのは、過去の災害の事例を元に決めています。例えば、「この線を越えると危険」という判断も、過去にその線を越えた時に災害が発生したという事例があるからなのです。

いいデータ、災害の記録を収集していい記録を出すと、土砂災害警戒情報もだんだん精度も上がってくると思います。よく我々は被災地に行って災害のことを聞くのですが、勿論こちらとしては大変な時なので心苦しいのですが、それは今後の防災のために非常に大事なことです。ですから、いつ、どこで、何が、起こったかということを、地域の中で共有すると共に、行政等にも報告するという、これがこれからのいい防災体制を作る上では大切なことだと思います。