

近年の豪雨災害に学ぶ 地域の水害リスク

講演 平成30年6月30日(土) 京都市市民防災センター

京都大学防災研究所
社会防災研究部門 准教授

佐山 敬洋氏

■はじめに——

最近、九州や関東で大きな洪水がありました。今日お話しすることが、もし京都ならどうであっただろうかと想像して、自分の地域でどのような水害のリスクがあるのかを考えるきっかけになればと思っております。

未曾有の災害に備えるために、今日は規模の大きな水害についてお話しさせていただきます。

「リスク」という言葉をよく使いますが、「まだ顕在化していないけれども危険性が高くなっている」という意味です。自然現象としての問題と、社会の要因を両方考えようという意図で、リスクという言葉がよく使われます。被害を受ける社会の側がどういう状況になっているのかも、このリスクを考える上で重要であるという意味で、水害リスクという言葉を使っています。

社会の方も、都市化、過疎化、高齢化と、どんどん変わっていきます。一方で気候変動等、自然現象も変わっていくというなかで、両面でリスクの変化を考えていくことが重要であると思っています。

今日の講演の内容を大きく五つに分けています。

- ①気候変動の兆候は現れているか
- ②近年の大規模水害に学ぶ。これは九州、関東の二つの例を取り上げます。
- ③災害情報とハザードマップ
- ④京都市域の過去の水害とリスク
- ⑤我々研究者がどんなことをしているのか、のご紹介も織り込みながら、お話しさせていただきます。

■気候変動の兆候

実際に地球の気温は上がってきているのは観測の事実としてあります。これは日本でも過去100年くらいにわたって平均で1.15℃上昇しています。

CO₂の濃度というのは工業化以前より、1960年代に比べても40%増加しているということがわかっていますし、温室効果ガスの二酸化炭素の濃度が増えると、地球が温暖化するというメカニズムはわかっています。

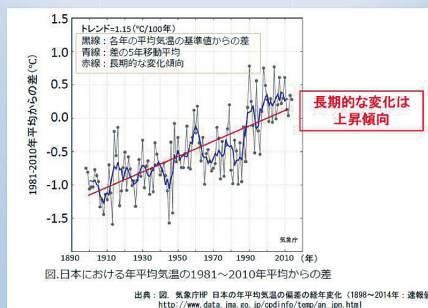
将来にわたって気温はどう変化していくのかを予測するわけです。

このように温室効果ガスを排出していくと、将来こうなりますよというシナリオに基づいた予測をいくつか立てています。したがってシナリオに応じてその予測も変わってきます。例えば、このRCPという温室効

果ガスがどのくらいの量、排出されるかに応じて気温が今より少し高い状態で、2℃以下に留まるというシナリオもあれば、今のまま温室効果ガスをどんどん排出していくと4℃くらい上昇していくと予測されます。(図1) (図2)

地球温暖化: 日本の平均気温

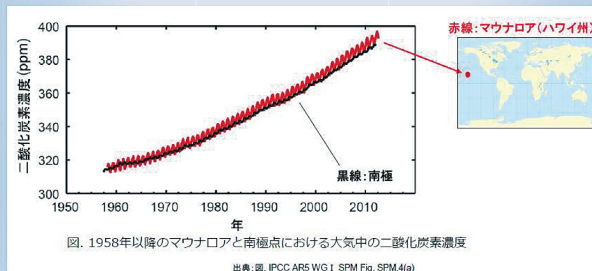
- 日本の平均気温も、1898年から2014年で100年あたり約1.15℃上昇している (気象庁)



(図1)

地球温暖化: 二酸化炭素濃度

- CO₂濃度は工業化以前より40 %増加している。



(図2)

ただ、このRCP2.6というシナリオにいくためには、非常に厳しい排出削減をしていかなければなりません。2030年以降はずっと下げていく、70年、80年になると温室効果ガスの排出はゼロになる、それでやっと先ほどお話ししましたRCP2.6のシナリオになってくるということです。それで2℃以下以内に収まるということです。

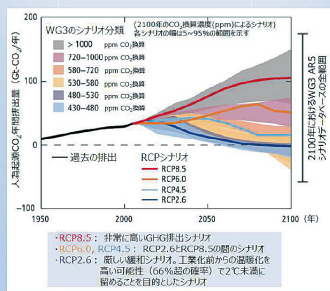
世界としてはそれを目指していこうと動いていますが、なかなか実現できるかどうかはわかりません。

(図3)

一方で今のままいくと、RCP8.5のシナリオにいけますので、温室効果ガスがどんどん出ていって、4℃上昇するということが懸念されているわけです。

温室効果ガスの排出シナリオ

- RCP2.6シナリオを実現するためには、世界の温室効果ガスの排出量を、2050年までに40%から70%程度削減する必要がある (IPCC)。



13 (図3)

地球温暖化の対策としては、例えば、温室効果ガスの排出削減がうまく進んで、緩和策がうまく進んだとしても、すぐに温暖化は止まりません。今、何とか緩和策を講じて気候変動の動きを少しでも止められたとしても、それに対する影響が出てきます。要するに温室効果ガスの削減を進める緩和策と、それをしても気候変動は生ずるので、それに対応していく適応策の両方が重要だと言われています。

雨の話になると非常に難しくなります。雨が増えるのか減るのかどうかは、実はよくわからないのです。

全般的には気温が上がると、大気に蓄える水の量が増えて来るので、基本的には雨は増えて来ると考えられますが、一方で、地球全体で予測をした結果を見ると、必ずしも増えるばかりではなく、渇水がより起こるという所も予測されています。悪いことに、ヨーロッパやアフリカのように乾燥している地域がより乾燥し、湿潤な所がより湿潤になるということが懸念されています。それが一番問題です。(図4)

IPCC第5次報告書の降水量将来予測

- 降水量は将来どう変化するのか？

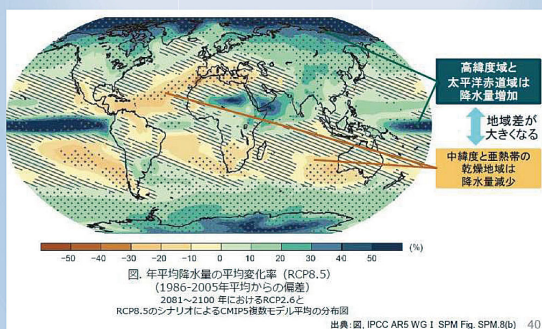


図. 年平均降水量の平均変化率 (RCP8.5) (1986-2005年平均からの偏差) 2081-2100年におけるRCP2.6シナリオ

出典: IPCC AR5 WG I SPM Fig. SPM.8(b) 40

湿潤地域はより湿潤に、乾燥地域はより乾燥になる

12 (図4)

では、日本の降水量はどうかと言いますと、顕著に雨が増えているとか減っているかは、あまりわかっていない。一方、年間の変動が大きくなっていくということが記録されています。みなさんも何となく、雨が多い時と少ない時の振幅が大きくなっているのではないかと感じられていると思います。

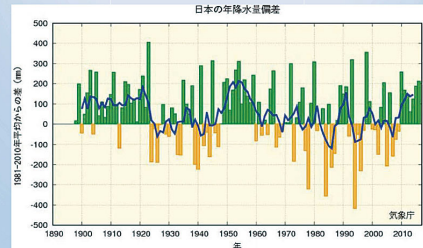
これも気候変動の一つのあらわれではないかと考えられます。(図5)

そして、日雨量と言って、一日に100mm、200mm降る

強い雨、その日数は増加しています。これは観測の事実としてわかっておりまして、要するに強い雨が増えてきています。

日本の年降水量

- 日本の年降水量に長期的な変化傾向は見られない。1920年代半ばまでと1950年代は多雨期。1970年代以降は年変動が大きくなっている。



気象庁(2016) 気候変動監視レポート (国内51観測地点での年降水量の偏差: 1981-2010年平均からの差)

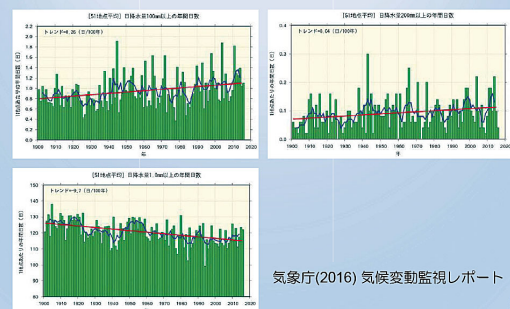
14 (図5)

一方で、日降水量1mm以上、要するに雨が降っている日の回数は減っています。そして降るとなったら強く降るという、両極端になってきています。

日本の気候が、熱帯のような気候に変わってきていると言われることもあります。(図6)

日雨量の変化

- 日降水量100mm以上、200mm以上の日数が増加、日降水量1.0mm以上の日数は減少している。大雨の頻度が増える反面、降水日数は減少。



気象庁(2016) 気候変動監視レポート

14 (図6)

そこで気候変動についてまとめますと、温室効果ガスの排出量の増加にともなって気温は上昇している、台風も強度は増加すると考えられています。海面の気温が上昇すると台風が強まる傾向にあります。数は減るかもしれません。

温暖化すると、大気に水がたくさん貯えられますから、それが降り出すという、そのメカニズムを知っておく必要があるかと思ひます。

ここまでが気候変動の兆候のお話です。

■近年の大規模水害に学ぶ

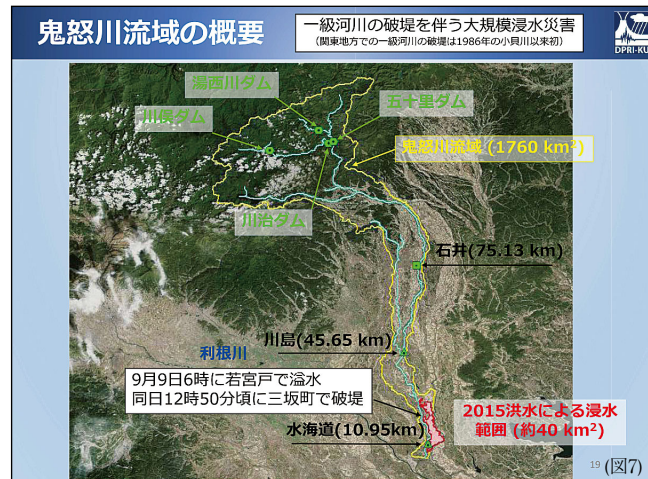
◎平成27年関東・東北豪雨、鬼怒川の洪水 (図7)

破堤した鬼怒川の水がどんどん常総市のほうへ流れ込んだ水害で、平成27年9月に発生しました。

鬼怒川の上流域は日光です。そこには4つのダムがあり、そのダムも洪水のコントロールをしたのですが、それでも防ぎきれなかったのです。

石井、川島、水街道とありますが、こういう所は河川の水位を観測している所です。

では、洪水の予測についてお話しさせていただきます。



川の水位が今後どのように変化していくかをベースに洪水予測情報が出されます。それを元に、市町村では避難指示や避難勧告が出されるとお考えください。

鬼怒川の流域で、一級河川の破堤を伴う大規模な浸水被害が発生しています。

この時は朝6時に常総市の北側で水が溢れ出しまして、12時50分に破堤が起きます。

領域としては約40km²が浸水しました。(図8)



(図8)

これはレーダーエコーで、その当時どんなふうに雨が降っていたかを示しています。

雨域が集中する時間帯と場所があります。

ちょうどこの時は線状降水帯が鬼怒川の流域をすっぽり覆うようなかたちになりまして、流域の平均雨量は、3日間で500mmの雨が降りました。20mmくらいの雨がずっと、14時間、15時間と、降り続けていました。

結果的に、多くの方がとりに残されて4,300名が救助されました。死者2名、多くの床上・床下浸水が発生しました。

西側に鬼怒川、もう一つ、東側には小貝川という川があります。実は、この小貝川が1986年に破堤をしていますので、常総市に古くから住んでいる人達は2回洪水の被害を受けています。記憶にもあるわけです。小貝川が決壊してこんなことが起きたということを知っている方もたくさんいらっしゃるわけです。

川の付近のほうが浸水が深くなるというイメージをお持ちだと思います。もちろんそういう所はありますが、常総市の場合は実は川の付近のほうが浸水は小さく、一方で鬼怒川と小貝川の間が浸水が大きくなっています。

これは「自然堤防」と言いまして、この地域はやはり地形的に何度も水害を繰り返してきた、水害の危険性のある地域なのです。一方で、その裏側は湿地帯で、現在は水田になっています。

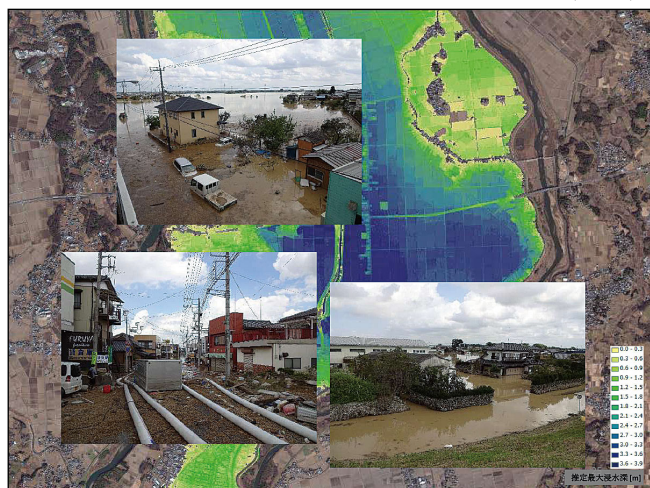
こういう所は一度洪水が起きると、浸水深が大きくなります。

地元の人は良く知っていて、昔からの集落は川沿いにあります。それを今は水が浸きにくいように堤防で守っています。(図9)



(図9)

そうなるとうどうなるかと言いますと、もともと浸水の被害がある所に道路ができ、徐々にまちが形成されていきます。一方で今回も、川沿いの昔の集落は意外と被害が小さいということがわかっています。(図10)



(図10)

◎平成29年北九州豪雨(図11)

去年の7月、九州北部で災害が起きました。

これまで、道路や畑、水田として使っていた所が、気が付いたら川になっているといった状況が起きています。水、土砂、流木がたくさん流れて来たこともあって対策を難しくしたと思われます。死者、行方不明者41名という大規模な被害になってしまいました。

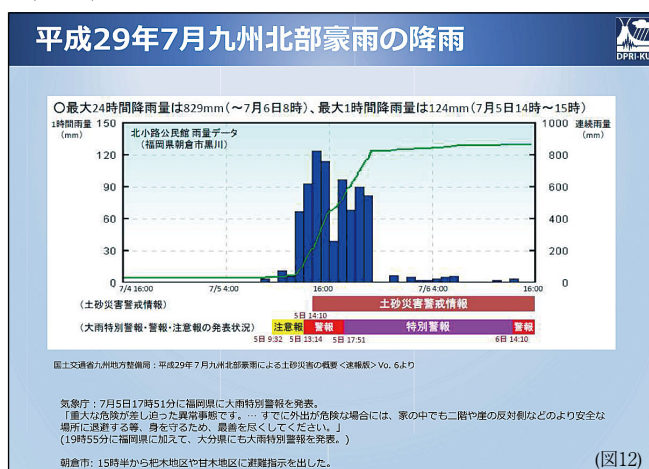


この当時の雨を見ますと、多い所は830mm降っています。これはまさに異常な雨です。1時間では124mm。場所的には限られた所ですが、非常に強い雨が降っています。

雨の情報としては「特別警報」「土砂災害警報」と、いろんな情報がどんどん出ていました。

ちなみに「大雨特別警報」が5時51分に出ています。場所によっては避難指示等も出ていたということです。

何を言いたいかと言いますと、情報はいろいろ出ていて、市町村の方も、避難指示等、いろんな情報を出していましたが、実態としては、こういった強い雨が降り、大きな災害になってしまったということです。(図12)



どうい所で被害が出たかということですが、一般河川の筑後川に流れ込む、中小河川と言われる支川沿いの、いろいろな所で被害が出ています。調査すると、白木谷川の流域は、流木が橋につかえて、その上に土砂が溜まり、土砂が家屋の中にも入り込んでいるという状況でした。(図13、14)



今年の3月、半年後に再度、現地を訪れましたが、本川の土砂だけは何とか、行政の努力で取り除かれた状態でした。一方、その周辺の家屋の状況は、ほとんど何も変わっていませんでした。

要するに、関東東北豪雨の鬼怒川の場合は、翌日から泥を掻き出すなど、みなさん、すぐに復旧に動き出したのですが、九州北部のように土砂流出をとまなう場合は、どう対処したらよいのかわからないといった状況で、半年たっても、改善していない地域が多くあります。(図15、16、17、18)



近年の大規模水害に学ぶということで、今お話ししたことをまとめますと、関東東北豪雨と九州北部豪雨は、全然違うということです。

関東東北豪雨は、主要河川の堤防決壊をとまなう洪水氾濫です。浸水範囲が広く、決壊地点では家屋の流出もあります。これは広域に雨が降る場合に発生する災害です。

一方で、九州北部豪雨は、中小河川の洪水です。中山間地域における、水、土砂、流木の複合災害ということで、斜面が崩壊して、土砂が流出して、それが川に溜まって洪水が起きるという連鎖が起きてしまいました。普段だったら、ちょろちょろと流れているような、あるいは割と低い所を川が流れているという印象を地元の方は持たれていたと思いますが、それが思わぬ高さで土砂が溜まって、家の近くまで氾濫する。おそらく想像すらできなかった現象ではないかと思います。

あと、この朝倉地点は、1980年代からのアメダスの観測で、一番大きいものの2倍程度の雨が降ったということです。

これをどう考えるかというのが、今日の話のポイントです。「2倍程度の雨」というのは、けっこう起こるという感覚を私は持っています。

災害情報とハザードマップ

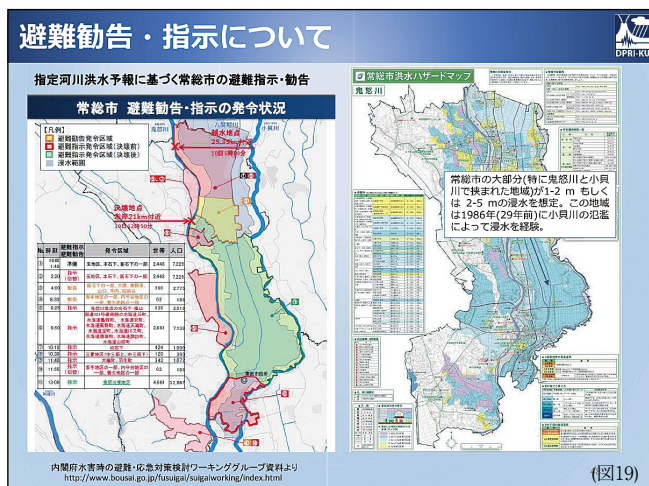
次に関東東北豪雨と九州北部豪雨の、災害の情報、避難、ハザードマップについてお話をさせていただきます。

常総市のハザードマップを見ますと、全部が浸かるという地域です。これをどうとらえるかですが、この地域全部が浸水の可能性のある地域です。ただし、よ

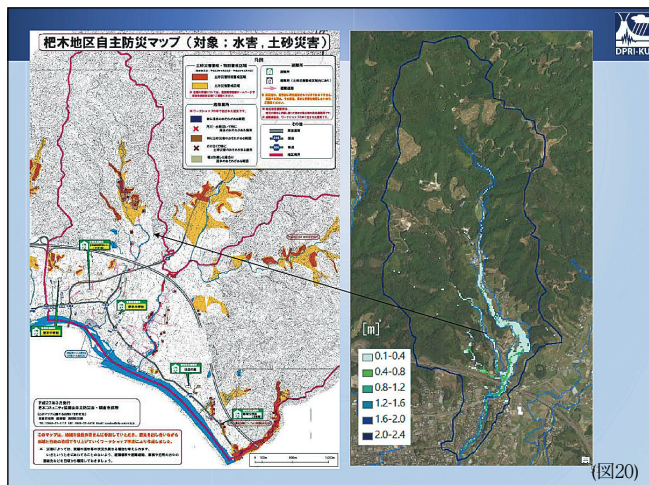
く見ると、その中でも、より安全な避難場所というのはここですよということが載っています。

例えば、避難の情報は、比較的早い段階で出されています。しかも、そこは常総市ですが、「つくば未来市まで逃げてください」と、広域避難指示が出ていたわけです。でも、水は本当に来るのかと言う、少し懐疑的な気持ちなどもあってなかなか逃げられない。でも、「外は水が来ている」という声で避難を開始したケースがあります。

ここでわかるのは、やはり、そこで見て来たと、人に言われると人は動くのだなということです。(図19)



一方で、九州北部は、また全然違います。まさに強い雨が降って気が付いた時は、川が大変な状況になっていたと思われます。実はこの地域は、過去にも水害を受けた地域で、コミュニティでハザードマップを作っています。(図20)



通常の洪水ハザードマップは、比較的大きな河川で破堤したらどうなるかということを示したもので、山の中の中小河川のハザードマップはありません。それに対して、行政の支援も含めて、地域で自主防災マップを作っておられます。恐らく、それを作る過程で、自分の地域はどんなだろうと考えて作られたと思います。そういう意味でも、こうした取り組みは非常に効果的だと思います。

災害情報と避難の関係でまとめますと、今の洪水避

難情報のシステムは、基本的には河川の水位がどうなっているのかを監視したうえで、主要な河川の水位を予測します。そうした危険情報を市町村は、河川管理者から受け取り、避難勧告、避難指示というかたちで住民に伝える流れになっています。

どこで危ないかは、事前にハザードマップで確認しておくことも一連の洪水避難情報システムで重要になります。

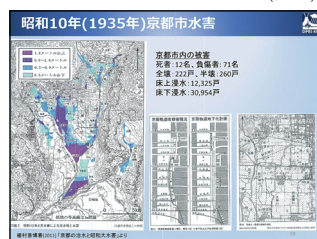
では、どうやって逃げたらよいのか。ハザードマップを見て、住民の方がどう対処するか、ここがポイントだと思います

常総市の場合を見ても、いざ逃げるとなると、行動に移すのが難しいと思います。何か言えるとするならば、どのくらいの人が鬼怒川の洪水を、必然的に、水が来ると、後で考えれば当たり前なのですが、それをイメージできたかということだと思います。想像力というのは、非常に大事ではないかと思います。それからもう一つ、常総市の場合でもそうでしたが、実際に水が出ている現状を見た人がお互いに情報を伝達していくと、避難できるのではないかと、感じるころがあります。

九州北部豪雨は、洪水予測はあくまでも河川の水位の情報で、それがあるところはいいのですが、中小河川ではありません。ですから、雨は情報がありますが、川はどうなっているか分からないような小さな川が問題です。これは記録的短時間大雨情報が出た時、また実際に大雨が降って来た時にどういうことが起きるのか、それを想像できるかどうか、やはりそれが大事なのだと思います。自分の地域で起きたらどういうことになるのかを考えてみる、これしかないのかと思います。

そういう意味で九州、関東のタイプの違う二つの大きな災害を見ていただきました。

■ 京都市の過去の水害とリスク



京都市はずっと、市全体に及ぶ大きな水害は起きていませんが、1935年(昭和10年)まで遡ると、京都市大水害があったということです。昔の写真を見て、鴨川が氾濫をして橋が流出して、どこで浸水していたか

がわかります。これをどう考えるかが重要な点です。

安全性は当然、昔に比べて高まっていると言えます。したがって、同じような雨が降った時、同じような洪水になるとは思いませんけれども、先ほど申しましたように2倍、3倍の雨が降っているわけですので洪水が起きる可能性は、否定できないと思います。(図21、22、23、24)

平成27年に水防法が改正され、「想定最大」と言う言葉が出てきます。要するに最悪の事態を想定して、最大クラスの洪水に対して少なくとも命は守り、社会全体、社会経済に壊滅的な被害が発生しないことを目標に、リスク情報を共有することが言われています。これに伴い、それぞれの地方で過去にどれくらいの雨が降ったかを基本ベースにして、この地域でこのくらいの雨だったら、最悪、降り得るという想定がされています。近畿地方ですと、255km²という流域面積のなかで、1時間で最大91mm、3時間で187mmの雨で、相当強い雨の想定です。もちろん発生頻度は極めて低いですが、その可能性は否定できません。

■研究者がどんなことに取り組んでいるか

洪水の予測の研究として、上述の雨を京都に降らせたらどうなるかというシミュレーションしてみました。これはどういうことかと言いますと、雨を降らせて、どういう所で水害が起こり得るかということを想定します。

これは下水の影響ですとか、河川の堤防の影響など、細かい設定はできていませんが、ただ一つ言えることは、このパターンと過去に起きたパターンが、ある程度類似しているということです。

もう一つ申し上げたいのは、今年の5月に市民新聞にもありました新しいハザードマップです。それは想定最大の浸水深を示すハザードマップです。以前のものと何が違うかと言うと、従来は100年に一度くらいの災害を想定して、堤防の高さなど河川整備の対象となる規模と、それよりもっと大きい想定最大という2段階でハザードマップを策定しています。(図25、26)



(図25)



(図26)

この想定最大のハザードマップを見ますと、さっきのシミュレーションと似ていると思います。これを見てどう考えるかなのですが、さっきの常総市と構図は似ているかと思います。常総市の場合、破堤があって、上から水がどんどん流れて来ました。鴨川でも水が溢れて来るといった状況が考えられます。ハザードマップだけを見ますと、全部が浸かっているように見えます。あきらめ状態で「これでどうしたらいいのか、もうだめではないのか」と思うのか、「こういう

こともあるのだな」と考えるのか、その二つのどちらになるかで、災害時の行動はだいぶ違ってくるのではないかと思います。当然、後者の方が正しい考え方であって「こうしたこともあり得るのだな。それならば自分はどうすべきかな」と考えるきっかけとして、このハザードマップは出されていると思います。

私の専門の洪水の研究についてですが、今やっているのは、先ほど見ていただいたようなシミュレーションの研究と、もう一つは現場の情報です。これをいかにうまく組み合わせるか、ハザードマップを見て、自分の所はどうなっているのかを把握する技術についても、取り組んでいます。

今日お話をさせていただいたことを、二つの視点でまとめさせていただきます。

「想定外」と「共助」です。

自然現象ですから当然想定を上回ることがあり得ます。

九州の災害でもそうですが、同じ想定外でも想像すらできていないのか、想像はしていても何もしていないのか、想像を巡らせてできることから考えるのか、で被害は異なると思います。さらに想像を巡らせて、自分の地域では、どうしたらよいのだろうと考える、それができれば、日本各地で頻発している災害から多くのことを学べると思います。

もう一つは共助です。関東・東北豪雨は、ハザードマップも含めて、ある程度想像されていた浸水と言えます。ただ、それを当時、どこまで地域の住民や行政の方が想像できたかがポイントです。防災意識の高い人、行政の人、そういう人が考えたことを伝えることで、多くの人に情報が伝達され、避難などの行動に結びつくと思います。様々な治水対策が進んだ今、小規模で発生頻度の高い水害は少なくなっています。それは非常によいことなのですが、一方で水害の経験も少なくなります。そうするとより想像が難しくなります。だからこそ、コミュニティハザードマップなどを作成する過程で地域のリスクを見直すことが有効だと思います。

今は、携帯もありますし、いろんなセンサーを使って情報を収集するとともに、情報をいろんな形で発信しやすくなっています。その地元の情報をうまく共有していく仕組みが今後は大事になってくると思います。

(図27)



(図27)