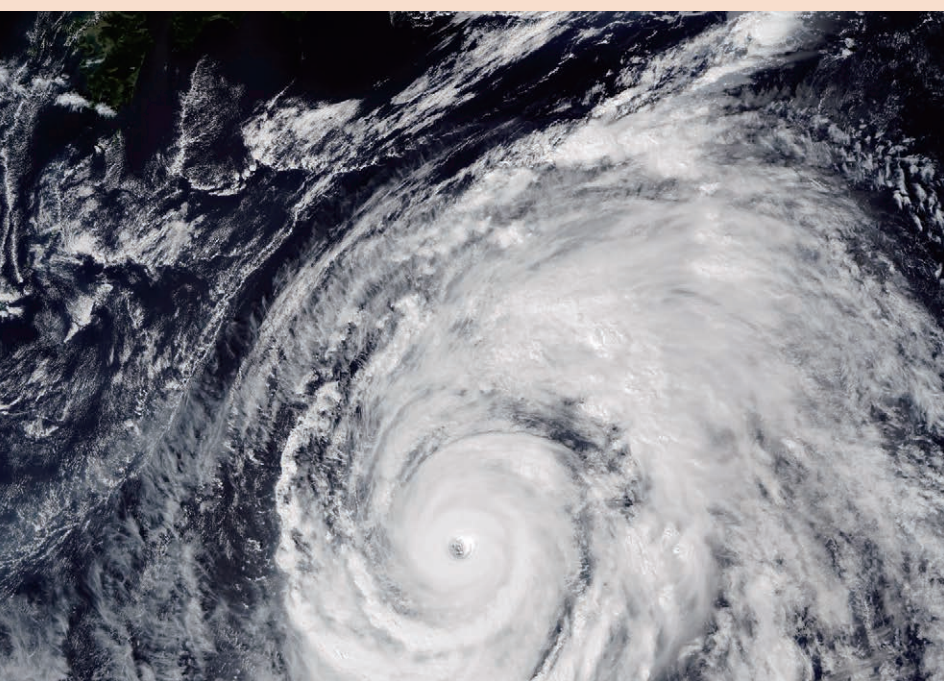


DPRI NEWSLETTER

93
2020.2

座談会
02

予測できた災害、予測できなかった災害



2019年台風19号ハギビス（2019年10月9日、NOAA撮影）

■座談会出席者

橋本 学
矢守 克也
松島 信一
佐山 敬洋
清水 美香（総合生存学館）
[司会]
井口 敬雄

■特集 2019年台風19号・速報

降水分布はいつから予測できたのか

榎本 剛

千曲川氾濫による住宅被害

西嶋 一欽

様々な形態で発生する内水氾濫

川池 健司

台風19号におけるダムの効果と洪水操作の課題

角 哲也

連載

11 世界と結ぶ ⑤ 後藤 浩之

風の街で地震と向き合う —— ニュージーランド ウェリントン

12 新刊紹介

『宅地崩壊 —— なぜ都市で土砂災害が起こるのか』 釜井 俊孝 著

『京都の災害をめぐる』 橋本 学 監修／大村 潤三・加納 靖之 著

DPRI 掲示板 受賞・表彰／人事異動

編集後記



京都大学防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

座談会

予測できた災害、 予測できなかった災害

昨年2019年には、台風15・19号が大きな被害をもたらしました。台風19号の接近に際して気象庁がメディアを通じて繰り返し呼びかけ、「命を守る行動を」は、2019年流行語大賞ノミネート30語のひとつにも選ばれました。一昨年2018年の西日本豪雨・台風21号も記憶に新しいところです。ある意味で、災害は予測できていたともいえます。これをどう考えるか、所長とともに4人の研究者に語ってもらいました。

司会：井口敬雄 助教（広報・出版専門委員会）

「25年経っても阪神・淡路大震災の教訓が生かされてない。大反省」

橋本 🗿 メディアでもさかんに注意を呼びかけていたものの、台風15号の強風、さらには台風19号の記録的な大雨によって関東・甲信・東北地方で大きな被害が出ました。前年の2018年7月豪雨（西日本豪雨）と台風21号の教訓が生かされていません。いくら科学技術が進んでもそれだけでは足りない、そして、情報が本当に必要な人に届いていないのだということをまざまざと見せつけられました。

矢守 🗿 想定外よりもむしろ想定内だとされてきた事柄に問題がたくさんあるのではないかと考えています。今年は阪神・淡路大震災から25年ですが、その時から課題として指摘されていたことが、その後の災害でも反省点として残り続けている

ます。災害が起きるたびにメディアは新しい出来事 what's new を見つけ出そうとしますが、それよりも過去にも起きた課題にきちんと対応することを考えるべきです。

松島 🗿 被害イコール災害ではないと思います。最新の技術をもってしてもすべての被害を防ぐことはできませんが、それが災害という規模の大きなものに発展する過程で、どうすれば拡大や連鎖を食い止めたかを検証し、問題があったところは穴埋めしていかなければいけないと感じました。

矢守 🗿 そして、実際に被害が起きた場所ばかりに世間の注目が集まりますが、ギリギリで被害を免れた場所への関心は低い。次はここで起こるかもしれない、という what's next にも光を当て、社会へ発信していく工夫が必要ではないかと思います。

佐山 🗿 台風19号では、利根川流域の茨

城県境町では高齢者らをバスで隣の市に避難させる広域避難を行いました。一方、荒川下流の地域では広域避難は見送りとなりました。そういう点で、さらなる災害が発生する手前まで行ったポテンシャル事例だったかとも思っています。

清水 🗿 台風19号で問題になったダムの緊急放流については、報道によれば事前にルールを作っていたダムは全国的に見ても1割程度だったそうです。これは一例ですが、社会対応の整備という点ではまだまだ検証の余地があり、専門家だけではなく社会全体で学習していくことが大事になってくるのではないかと思います。そういった意味では、阪神・淡路大震災から25年が経ってもまだ出来ていないことが多いのは大反省すべきです。

矢守 🗿 私は全てを予測しようとする姿勢は間違いだと思います。想定外のことは必ず起こります。だから、むしろ不測の

事態に直面する練習をした方がいい。その時どう立ち向かうか、それを経験してもらおうと思い、「逃げトレ」というアプリを開発しました。

清水 私も同感で、地震のリスクについても不確実性は起こるものであり、それに対して何をどうすればよいか単一の解を提供することはできないけれども、不確実性をどう捉えどのようにアプローチしていくのか、について研究者として貢献できる余地があると考え、活動しています。

「科学者の言葉が伝わらない」

橋本 科学者のこれまでの営みは「すべての問いに解を与えよう」というものです。でも、実際には科学者にもわからないことが一杯あるのに、それを無理矢理積み上げて対策を築き上げてしまったという反省があります。きれいな報告書が出来たからそれで良しとするのではなく、その中に潜む魑魅魍魎の部分を世の中になるべく伝えようとしています。そういう話は受けが悪い。そこにも認識のギャップがあるかなと思います。

松島 研究でわかっていることと、まだわからないことの両方を伝えていかなければならないと思います。研究者が「わからない」ということが何を意味するかを理解したり、「何が起こり得るか」を想像したりすることは、一般の人にとっては難しいことだと思います。

佐山 豪雨災害についてはこの20年ほどで予測技術が格段に進歩していると考えています。気象庁が配信している「メソアンサンブル予報」という39時間先まで

の雨量予測情報があるのですが、台風19号の予測雨量を用いて予測した河川の流量と、実績の雨量を用いて解析した流量を比較すると、アンサンブル予測流量の中央付近に解析値がくるまでになっています。今回の台風で気象庁がメディアを通じて異例なトーンで何度も強く呼びかけていたのは、このメソアンサンブル予報を含めて、今回の台風はいつもと違うと予見したからかもしれません。

矢守 推測ではありますが、気象庁の人は「今回はただごとではない」と感じたのではないかと思います。その土地の普段の様子、過去の大雨や最もひどかった時の状況など、いわば平熱、微熱といった状態を知っているのがプロです。こういうことが分かる人材が自治体等に育って、セミプロ、プロになり、新たなツールを使いこなせるようになってくれば。

橋本 地震のハザードマップもどう利用したらいいかわからない、という声をよく聞きます。マップで「ここが揺れます」と表示されていても、どんな対策をどのタイミングで行えばいいのかと。ハザードマップはユーザーに親切にできてはいないです。

松島 私はハザードマップは十分役立つと思っていますが、地震の場合はタイムスパンが長く、対策をとっても効果がなかなか実感できないというのはありますね。正しい使い方を教えてあげなければいけないというのは確かにおっしゃる通りです。また、震源の位置や揺れの強さは正確に予測できないとしても、土地の揺れやすさはある程度わかりますし、それと築年数や構造から危ない建物というのは割り出すことができます。そうした建物に警告し、対策を促すということもやっておくべきではないでしょうか。

橋本 不動産取引の際には、土砂災害や洪水といったリスクに関する情報もできるだけ提供した方がいいと思います。個人の財産ですからいろいろと難しい面もあるでしょう。

清水 とにかく、known knowns（わかっていると知られていること）、known unknowns（わからない（不確実であ



橋本 学 Manabu Hashimoto
所長 / 地殻変動論

る）と知られていること）の事柄については、いろんな人に対してわかりやすい形でどんどん情報を伝えていくのがまず大事ではないでしょうか。そして、専門家が知っているのに世の中には知られていないunknown knownsの事柄に対しても、できるだけ世の中の理解を深めておかないと、専門家と市民との認識のギャップが不信感をもたらしえてしまう恐れがあります。最も厄介なのがunknown unknowns、わからないことがわからない、こういうことが起こりうるかどうかすらわからない、という事柄についてです。とても難しいですが、こういうことを一般の人が聞いて分かる形で伝える努力をしなければ。例えば南海トラフ等の巨大地震が起きた場合、どのようなことが起こり得るかという話になると、起こり得ることだけに焦点を絞って対応を固定してしまっただけに社会に混乱をもたらしかねません。想定外のことが起こり得ることについても理解を事前に進め、想定外のことが起きててもどのように柔軟に対応するかについてトレーニングしておくことが、いったん災害が起きたときに被害をより小さく抑える上で重要だと思います。

「次に来るのは 南海トラフ地震ではないかも」

橋本 東日本大震災のとき問題になったのは、阪神・淡路大震災の後、「次は東海地震」と騒がれてそれにばかり目が向けられていたのに東北沖で起きたことです。現在は「次は南海トラフ地震」



松島 信一 Shinichi Matsushima
教授 / 地震工学



矢守 克也 Katsuya Yamori
教授 / 防災心理学

と言っていますが、今度も違う所に来るのではないかと多くの地震学者が危惧しています。研究が進むとそれに応じて高精度の予測がしたいというのは科学者の欲望としてありますが、その時々限界もある訳で、予測をいたずらに吹聴するのは良くないと思います。また、一般市民が情報の提供に対して受け身になってしまい、情報が出るまで動かなくなるのもかえって危ないのではないのでしょうか。専門家と実際に被害を受けるかもしれない人たちとのコミュニケーションが必要です。

矢守 〇たとえば「南海トラフの臨時情報をどうとらえたらいいですか」と聞かれたときに僕がよく話すのは「白黒つかないでグレーで捉えよう」ということです。日本人は白黒をつけたがる傾向があると思います。平常時と非常時ははっきり分けるのではなく、半分警戒しつつも半分は日常を過ごして両にらみで考えるのです。社会の側にもこのグレーな対応モードに慣れる練習があってもいい。最近、台風の接近が予想されると鉄道会社が計画運休を実施するようになりましたが、これは半分警戒・半分日常のグレーな対応の例です。こうした対応モードを身に付けるにはリアルに経験して実践することが一番です。

清水 〇そして、予想がはずれても、それは「空振り」ではなく「素振り」なんだと。

矢守 〇災害に備えるとは元々そういうもので、それまで20回避難して何も起こらなかったとしても、21回目の避難の時に

災害現象が起きれば、その1本のヒットのためにそれまでの20回はあったと言えるわけです。その意味で、それまでの20回は「空振り」というネガティブな名前ではなくて「素振り」と呼ぶべきです。

橋本 〇科学者の方も経済的損失が出るからと非難されることを恐れ、空振りを避けようとすると思う方向に行ってしまうですね。

「責任やコンプライアンスを世間が求め過ぎ」

矢守 〇予測は完全にはできないのだから、大きな被害のシナリオのみを想定しておけばいいだろうという「大は小を兼ねる」的考え方にも弊害があります。被害想定が大きすぎると、避難をあきらめてしまう人が出てくるし、大きな被害には耐えられなくてもそこそこの被害でなら十分機能を果たす避難先もダメ、ということになってしまう。

松島 〇そういう弊害は相当あると思います。たとえば2割の場合にはダメでも8割の場合なら大丈夫な避難先については、「ダメ」ではなく「大丈夫な場合もある」と危険度とともにきちんと伝えることも必要です。東日本大震災の経験があるから気持ちは分からないではありませんが、最悪のシナリオが来るものだと思ってかかると、遠くの避難所を目指している間に津波に飲まれるといった悲劇が起こる可能性が高まります。

矢守 〇メディアも「本当に大丈夫なんでしょうね？ その避難所は」と行政を問い詰め過ぎなんです。逃げ先の選択肢を減らしてしまうことになりかねず、避難行動の助けにはならないんです。120点ばかりを求めて60点を否定してしまっています。

清水 〇「専門家の描くシナリオを見て、もしものときには自分はこうするのだと決めていた。でも実際はそうはならなかった。……というシナリオも起こり得る」という想定をしておいたほうがいいですね。

矢守 〇そう、こんな話があります。学校の避難訓練でヘルメットをかぶらないで逃げると怒られるんだそうです。なので、

せっかく運動場にいた生徒がわざわざ教室の中にヘルメットを取りに戻っちゃった。もっとフレキシブルに考えたほうがいい。

橋本 〇どうしてそうなっちゃうんだろう。もっと臨機応変に応用問題を解けないものかなあ。この点に、この社会の問題が凝縮されていると思います。南海トラフでも「科学的に想定される最大クラスの地震」という言い方をするのですが、科学的に考えればそんなのわからないとしか言えないですよ。日本の防災対策は非常に教条主義的です。

松島 〇当局やメディアのあり方へこのように苦言を呈すのは、まさに大学が果たすべき役割ですね。今世の中で考えられていることが正解でないと考えれば、われわれは「正解でない」と発信しなければならない。最終的にはたくさんあるパターンの内のいくつかのシナリオについて、受け取る側がどう行動すればよいかを考えてもらうようにならないと、結局は一つの解を求めようとしてしまうでしょう。

市民から教えてもらう「オープンサイエンス」

橋本 〇われわれ研究者の側も、一般人へ伝えていくためのコミュニケーションスキルを磨く必要があるでしょう。

清水 〇科学者と一般の人の間はまだまだ遠いです。両者をとりもつ中間的な存在を作るなど、隙間を繋いでいく仕組みを考えて、同じ失敗を繰り返さないために、すでにたくさんある教訓や知識を共有することが必要です。



清水 美香 Mika Shimizu
総合生存学館 特任准教授
防災政策、レジリエンス

佐山 最近「シチズンサイエンス」や「オープンサイエンス」という言葉がよく使われるようになってきました。研究者の知識を一方的に与えるのではなく、市民が持っている知見を取り入れた科学のあり方を防災分野でももっと考えるべきかもしれません。土地・川などの地形や水害の被害については地元の人たちがとてもよく知っています。科学とローカルな知をつなぐキーワードかなと思います。

矢守 賛成です。天文学や考古学や生態学の分野では従来から市民が参加して観測を担うことが盛んです。参加を通じて市民のリテラシーも高まります。科学の成果をいかに市民に伝えるか、という枠組みではなく、科学本体の推進を市民に助けてもらおうという考え方です。オープンデータが技術的に可能になったこともこの動きを後押ししています。

佐山 「水害」というとネガティブな印象になりますが、川・地形・土地マニアに楽しみながら関心を持ってもらうことが、シチズンサイエンスや防災につながると思います。NHK「ブラタモリ」のように実際にその現場を歩いてみて「この土地はこういう場所なんだ」と来歴や特徴を知る楽しさもあると思います。

松島 地震防災の立場から言えば、もし、各家庭に小型地震計を設置してもらえようになったら各段に観測網が充実するなあ、と思います。

佐山 自分が住む場所の揺れの特性が分かるというメリットもありますしね。

「防災分野での政策決定のあり方は遅れている」

清水 防災政策を決定する過程にも様々なステークホルダーが関わる必要があります。今の日本での防災政策決定の過程はまだまだ閉じられています。一方で、政策決定に加わる人たちの側にも重い責任を負わされるといった不安があるはずです。オープンにすべき情報はオープンにしつつも、誰が何を言ったかといった責任の押しつけ合いにならないように建設的に議論を発展させていく方法を考えていく必要があると思います。

橋本 南海トラフの検討委員会も初めはクローズドでした。後にマスコミの傍聴が認められるようになりましたが。クローズドでなければ忌憚のない意見が言えないという声もありますが、むしろオープンな方が言いやすいこともあると思います。クローズドな議論で決めてしまうやり方は時代に逆行しているのでは。災害対策はさまざまな要素を斟酌しながら議論する必要がありますが、実際に被害を受けるかもしれない人たちがあまり議論に参加できていないのが現状です。

矢守 現在、「コンセンサス会議」や「熟議」と呼ばれる市民参画を通じた政策決定プロセスがさまざまな現場でさかんに取り入れられています。この点で、防災の分野は率直に言ってとても遅れています。こうした新たな手法を、問題点も含



佐山 敬洋 Takahiro Sayama
准教授／水文学・洪水災害

めて勉強して、取り入れていく努力は必要かなと思います。

佐山 治水は独特の世界で、過去の歴史をみても行政そのものであったという面があります。水害リスクを軽減するためには土地利用から考えていかなければならなかった現在では、リスク情報の開示がすべての原点になると思います。情報をオープンにしても、当事者の方々が心配しているほど軋轢は起こらないと思うんです。最近「気候変動」がキーワードになっているため、それに対応するには今までのやりかたを変えていかなければ上手くいかないだろう、という認識も共有されてきています。

橋本 地震防災でも同じことです。リスク情報をオープンにし、共通理解としたうえで、次の土地利用や町づくりを行っていくべきです。こういう提言をしていくのは、やはり大学の研究者の役割ですね。



特集 **2019年台風19号・速報****降水分布はいつから予測できたのか**

榎本 剛
Takeshi Enomoto
気象・水象災害研究部門
准教授

2019年10月11日から12日にかけて、台風第19号に伴い中部地方東部から関東地方、東南北部の広い範囲で大雨となりました。図1に10月12日の気象庁全国合成レーダーの日降水量を示します。このような降水分布は、いつから予測できていたのでしょうか。

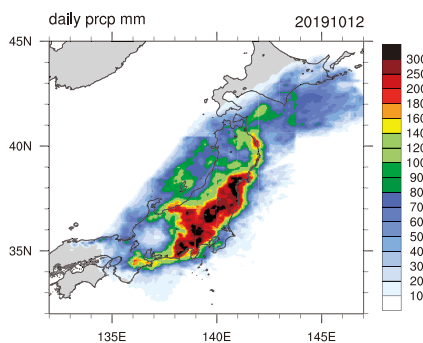


図1 2019年10月12日の日降水量。
気象庁全国合成レーダー

概況

気象庁の資料^(※1)に基づき、2019年台風第19号の接近時の総観規模場や海況について確認します。東北地方に停滞前線があり、太平洋高気圧が例年よりも

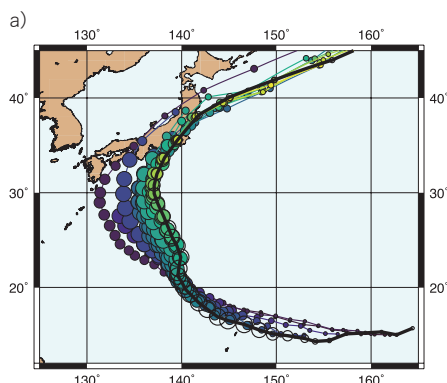
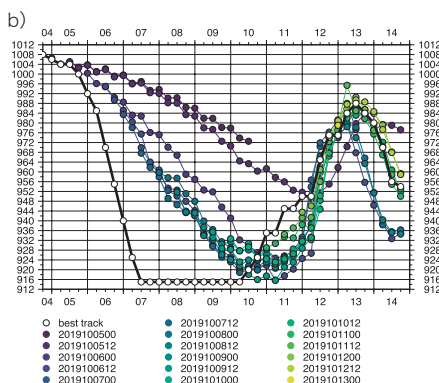


図2 台風第19号のa)経路とb)中心気圧。観測は気象庁ベストトラック(太実線)、予測は気象庁全球数値天気予報(初期時刻は凡例参照)

西に張り出していました。台風は太平洋高気圧の縁に沿って進みました(図2a 太実線)。台風の経路上で海面水温は例年よりも1℃程度高く、発生域の南鳥島近海では30℃を超えていました。そのため、台風は急速に発達し、6日00UTC(日本標準時21時)からの24時間で中心気圧は52hPaも低下しました。最発達時には、中心気圧が915hPaに達し、これを3日間以上に渡って維持しています(図2b 太実線に○)。静岡県伊豆半島に上陸した12日10UTC(日本標準時19時)時点での中心気圧は955hPa、最大風速は40m/s(144km/h)と推定されています。

降水分布の予測可能性

12日12UTCの海面気圧と12日の日降水量を図3に示します。図3aは気象庁解析値の海面気圧と合成レーダーの日降水量、図3b~dは全球数値天気予報の海面気圧と日降水量です。1日前からの予報(図3b)では、東日本に200ミリ以上の領域が広がっている様子(図3a)が



よく予測できています。強度が過大ですが、台風の関東上陸も予測されています。5日前からの予報の中心位置の誤差は、200キロ程度と5日予報の平均値を大きく下回ります(図3c)。6日前からの予報(図3d)では関西付近に、7~8日前からの予報(図省略)では南西諸島東方に台風の中心が予想されています。なお、9日前以前からの予報では、台風の発生は予測できていません。

西日本豪雨との比較

広範囲に大量の降水があったことは、西日本を中心に災害をもたらした平成30年7月豪雨(西日本豪雨)と共通しています。西日本豪雨の直前に台風が接近しましたが、台風に伴う降水ではなく、台風通過後に強化された梅雨前線に伴って大雨が発生しました。台風は通過の際、北から寒気を南から暖気を引き込み、梅雨前線強化につながったと考えられます^(※2)。2019年台風第19号では、太平洋側で山岳における上昇流や停滞前線に伴う降水も考えられますが、第一義的には暖かい海を旅して大量の水蒸気を運んできた台風自体の接近・上陸により大雨が生じたと考えられます。台風第19号に伴う大雨は5日程度のリードタイムがあり、西日本豪雨同様予測可能性が高い現象でした。

謝辞 京都大学生存圏研究所にアーカイブされている気象庁全国合成レーダー及び数値予報GPVを用いました。科研費19H05698の助成を受けました。

参考文献

(※1) 気象庁、2019：台風第19号による大雨、暴風等、災害をもたらした気象事例、http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun_sokuji20191010-1013.pdf、2019年10月25日閲覧

(※2) Enomoto, T, 2019: Influence of the track forecast of Typhoon Prapiroon on the Heavy Rainfall in Western Japan in July 2018. SOLA, 15A, 66-71, doi:10.2151/sola.15A-012.

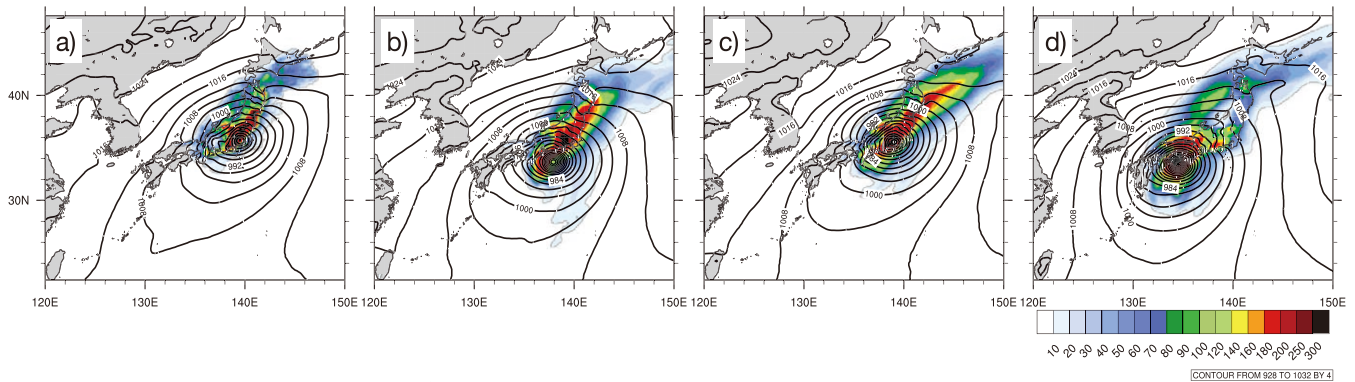


図3 2019年10月12日12 UTCの海面気圧(hPa)及び10月12日の日降水量(mm)。
a) 気象庁解析値と気象庁合成レーダー、b～d)は1、5、6日前からの気象庁全球数値天気予報

千曲川氾濫による住宅被害



西嶋 一欽
Kazuyoshi Nishijima
気象・水象災害研究部門 准教授



図1 調査を行った穂保地区と豊野駅周辺
(OpenStreetMap)

調査概要

2019年10月20日に長野県豊野町穂波地区および豊野駅を中心とする千曲川左岸において住宅の被害調査を行いました(図1)。従来水害調査は土木分野の専門家らが中心となって実施されてきましたが、近年住宅に対する水害が増加している実情を受けて、本調査では建築分野の専門家らが中心となり、個々の住宅単位で浸水深を実測するとともに、当該地域の住宅の特徴及び被害を記録しました。被災住宅の復旧や水没した部材等の劣化を含めた影響分析は現在進行形ですが、本記事では先般実施した被害調査によって判明した特徴的な住宅様式および被害

形態を報告します。なお、被害調査の詳細については「2019年台風19号に伴う千曲川における氾濫および建物被害調査速報(第1報)」*を参照ください。

住宅の特徴と被害

調査を行った地区のうち、破堤地点に近い場所では建築物の一部または全部が流出した事例が確認されました。図2は破堤地点から北西に約100m地点で撮影したものです。住宅が基礎だけを残して流出しています。図3は流体力によって破断したと思われる、この住宅の上部構造と基礎の緊結部です。穂保地区で構造部材に被害が出ているか部分または全部が流出している住宅は、破堤地点から半径100m程度地域に限定されていました。また、この範囲内にあっても構造部

材に被害が出ていないように思われる建築物もありました。構造部材以外の被害では、土壁の脱落や外装材の剥離のほかに、漂流物の衝突によると思われる外壁の被害(図4)などが見られました。

破堤地点に近い住宅では、石積によって住宅をかさ上げる(図5)などの建築的工夫も見られましたが、今回の洪水では効果を発揮しなかった事例が複数確認されました。また、これらの地区では、布基礎(床下には小石を敷き詰めている。排水しやすい)が多く採用されている印象を受けました。一方、豊野駅周辺の住宅では布基礎、べた基礎の両方が見られました。べた基礎、特に外断熱工法の住宅では排水作業に困難が伴うことが聞き取り調査で確認されました。



図2 流出した上部構造



図3 破断した基礎緊結部



図4 漂流物の衝突と思われる被害



図5 石積みによるかさ上げ

今後の課題

洪水による住宅被害に対する調査事例が少ないことから、水没した部材の継続使用や復旧方法に関して不明な点が多いのが現状です。また、住宅性能向上の観点から導入された構法が結果的に洪水に対する対応力を低下させる事例も確認され、より総合的な建築的対処の必要性が課題として挙げられます。

参考文献

* <http://www.taifu.dpri.kyoto-u.ac.jp/wp-content/uploads/2019/10/201919rapidsurveychikuma01.pdf>

様々な形態で発生する内水氾濫



川池 健司
Kenji Kawaike
流域災害研究センター
准教授



丸森町の水門(右)と内水排除ポンプ(中央) 新川からの逆流を防ぐため水門は閉鎖されたもののポンプの排水が不足 (Herman Musumari氏(M2学生)撮影)

台風19号によって、東日本を中心に内水氾濫による浸水被害が発生しました。国土交通省によると、15都県140市区町村で発生し、浸水戸数は3万戸に及んでいます(2019年11月末時点)。

ポンプの容量不足／ 河川からの逆流／ポンプの停止

宮城県丸森町では、阿武隈川本川の堤防決壊は免れたものの、支川の内川やさらにその支川の新川からの堤防決壊による氾濫に加え、町役場のある中心市街地では内水氾濫による浸水被害が発生しました。この地域は阿武隈川堤防と新川堤防と山地に囲まれており、小規模な水路から新川に排水するポンプが

設置されていました。阿武隈川、新川の水位が上昇したことで水門が閉鎖されたものの、集められた内水の量に対してポンプの排水能力が追いつかず浸水が発生しました。周辺では1m程度の浸水深に達し、多くの家屋で床上浸水にみまわれました。

内水氾濫の原因は、堤内地に降った雨水のみとは限りません。川崎市中原区の武蔵小杉駅周辺で発生した浸水は、多摩川の水位が上昇し、多摩川の洪水が排水管から逆流することで発生しました。駅の周辺にはタワーマンションが建ち並び、浸水とともに停電や断水による被害も発生しました。将来的な気候変動によって海面が上昇する

と、これまで自然流下で排水できていた下水道システムが機能しなくなり、同様の仕組みで発生する内水氾濫が増加することも懸念されます。

千曲川の堤防決壊により大規模な氾濫にみまわれた長野市の穂保地区ですが、先行した内水氾濫がこの被害に影響したともいわれています。千曲川の支川の浅川では、水位の上昇した千曲川からの逆流が確認されたために水門を閉鎖してポンプの稼働を始めましたが、千曲川の水位がさらに上昇を続けたためポンプを停止せざるを得なくなりました。このために、浅川の洪水を排水することができなくなり、浅川が千曲川に合流する地点付近で浅川の洪水があふれて内水氾濫が発生しました。



丸森町の床上浸水した家屋 浸水深は1m程度 (山野井一輝助教撮影)



千曲川合流直前の浅川と浅川第二排水機場(右) 千曲川の水位上昇のため水門の閉鎖に続いてポンプの運転も停止

おわりに

以上のように、今回の台風19号では各地で様々なメカニズムで内水氾濫が発生しました。内水氾濫を引き起こすのは、短時間の集中的な豪雨のみならず長時間の降雨の場合もあります。地形によっては内水氾濫でも数mの浸水深に達することもあり、その被害は軽視することはできません。排水システムや貯留浸透施設の

整備とともに、近年の極端な規模の降雨において、ポンプや下水道が計画通りに機能しなかった事態を想定したハザードマップの整備が望まれます。

長野市穂保地区の側溝堆積した土砂で閉塞してしまい氾濫水が流入できず排水不能に



台風19号におけるダムの効果と洪水操作の課題



角 哲也
Tetsuya Sumi
水資源環境研究センター
教授

ダムが大きく洪水を受け止めた、一方で課題も発生

2018年7月の西日本豪雨でも課題とされましたが、2019年10月の台風19号でも河川の合流部などを中心に、全国で71河川、合計140箇所もの堤防が決壊しました。一方で、利根川、荒川、相模川水系などで合計146基の多目的ダムが洪水を受け止め、上流にこうしたダムや調整池がある場合には、洪水量を減らしたり、流出を遅らせたりすることにより下流の被害軽減に大きな効果を発揮しました。しかしながら、昨年に続いて6つのダム（城山ダム、水沼ダム、塩原ダム、高柴ダム、竜神ダム、美和ダム）で洪水調節容量を使い切ったのちに「異常洪水時防災操作」（いわゆる「緊急放流」）が行われました。さらに、そこまでは至らなかったものの、予告が行われ、その一手前で踏みとどまったものも多く発生しました。

相模川は危機一髪だった

相模川は、図1のように富士山麓の山中湖を水源とし、相模湾まで流れる一級河川です。ここには、城山ダム（神奈川県管理）や宮ヶ瀬ダム（国土交通省管理）など、多くのダムが設置されています。なお、城山ダムの有効貯水量の実に76%を利水容量が占めるように、相模川は神奈川県民6割の水をおぎなう「利水」の川で、上流の利水専用の相模ダムや宮ヶ瀬ダム

などと連携して利水運用されています。一方で、洪水に対する備えも必要なため、城山ダムでは、大規模洪水が予測される場合には、予備放流を行って一時的に利水容量を減らして洪水調節容量を確保する計画になっています。

しかしながら、今回の台風では1982年の既往最大を越える実績500mm以上の降雨が発生し、図2（中段）のように最終的に満水となり、異常洪水時防災

操作が実施されました。しかしながら、洪水のピーク流量は低減しており、洪水を遅らせる効果は十分発揮していると考えられます。一方、相模川の支流中津川の宮ヶ瀬ダムは、流域面積に対して有効貯水容量が非常に大きいことから、今回は流域平均で約800mmに達する莫大な降雨を貯留し、その洪水量の大部分を貯留することに成功しました（図2下段）。こうした両ダムの効果により、相模

川下流の相模大橋地点の洪水は大きく低減され（図2上段）、両ダムが無ければ流域に甚大な洪水被害が発生していた可能性があります。

なぜ異常洪水時防災操作が頻発するのか

西日本豪雨および台風19号に共通するのは、ダム流域に降った降水量が非常に多いことです。ただし、同じように降雨が発生したものの、満水になったものも

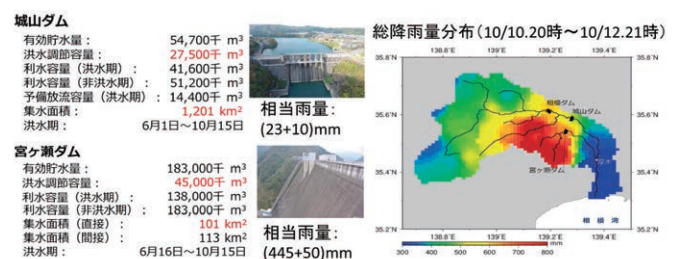


図1 相模川流域のダムと降雨分布 (10/10 20時～10/12 21時)

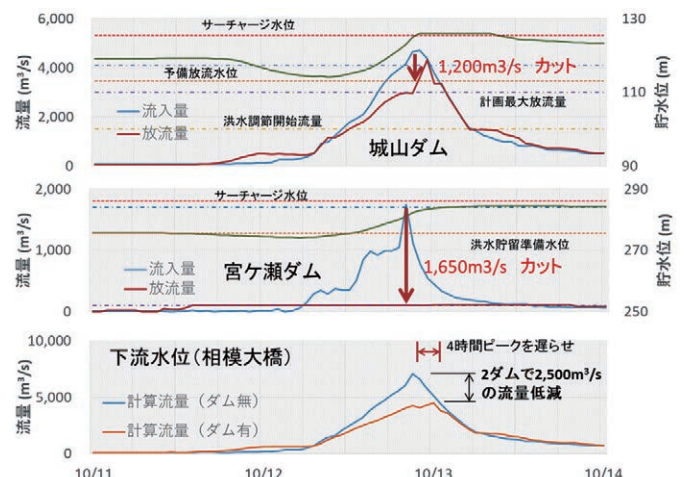


図2 城山・宮ヶ瀬両ダムによる洪水調節と下流の洪水流量低減効果の推計 (相模大橋)

あれば、最後まで持ちこたえたダムもあります。その差を考えるために、ダムの洪水調節能力を比較する「相当雨量」を紹介しましょう。相当雨量（mm）はダムの洪水調節容量（V；m³）を流域面積（A；km²）で除して調節可能な雨量に換算したものです。

西日本豪雨や台風19号において異常洪水時防災操作を行ったダムは、いずれも50mm以下と、そもそも容量が十分ではないと考えられます。図2に示したように城山ダムは流域面積が非常に大きいことから、予備放流を行っても合計33mmしかありません。これに対して、宮ヶ瀬ダムは本来の445mmに加えて、事前放流で50mm相当の容量を空けて洪水を待ち受けました。台風19号時に予告を行ったものの最終的にはこれを回避した

利根川上流の下久保ダムや草木ダムなどは150mm以上あり、十分な実力を有したダムであることがわかります。

東京オリンピック渇水の再来を防ぐために

台風19号を受けて、限られたダムの容量でいかに洪水を防ぐかが話題になっています。今後は、ダムごとの特性（相当雨量など）を見極めた上で、予備放流や事前放流の形で必要に応じて洪水調節機能の強化を図るとともに、堤体の嵩上げや放流設備の改良などの本格的なダム再生の可能性についても検討することが求められます。

一方で、2020年は東京オリンピックの年です。あまり話題になりませんが、前回のオリンピックを前にした1961年から1964年には、約3年半にも及ぶ「東京

オリンピック渇水」が発生し、1964年7月には最大給水制限50%まで達し、自衛隊が給水のために出動するほどの事態になりました。台風19号は10月中旬にきた台風で、本来であれば洪水期明けで、非洪水期に向けて水をしっかり貯留しなければならない時期にあたりました。その中で、前回の東京オリンピック渇水の再来を起こさないように、多くのダムの管理者は、目の前のダムの貯留水を減らさないように、一方で、迫りくる台風とどう戦うか、大変難しい舵取りであったことも共有する必要があります。

今年の冬は記録的な暖冬で、少雪が続いています。温暖化の影響は、洪水のみならず渇水にも大きく影響を及ぼし始めていることを忘れないようにしたいと思います。

DPRI掲示板



川瀬 博 特定教授
Board member,
Seismological
Society
of America [SSA]
2020年4月27日から
任期3年間

釜井 俊孝 教授
第7回古代歴史文化賞
優秀作品賞
[2019年11月]
■受賞著書 『埋もれた都の
防災学
ー都市と地盤災害の
2000年ー』

井口 正人 教授
第70回南日本文化賞
(個人の部・学術部門)
[2019年11月]
■受賞理由 鹿児島県内の火山を長年にわたり研究し、桜島の噴火メカニズムの解明をはじめとする仕事で火山防災に多大な貢献をしたこと、火山観測データの分析を通して口永良部島新岳噴火の際の島民の安全な帰島を手助けしたこと、そしてアジア地域の火山研究に尽力したことなどの功績

中北 英一 教授
橋本 郷志 気象・水象災害研究部門／工学研究科M2
森元 啓太郎 国土交通省・昨年度修士卒
小坂田 ゆかり 気象・水象災害研究部門／工学研究科D2
令和元年度水工学論文賞
[2019年11月]

■受賞題目 「気候変動に伴う大気安定化及び水蒸気浸潤がゲリラ豪雨生起頻度に及ぼす影響」

上田 恭平 助教
地震工学論文奨励賞
[2019年12月25日]
■受賞論文 上田恭平・和田冬馬・渦岡良介「液状化傾斜地盤の地震時挙動予測の高精度化に向けた遠心模型実験及び有効応力解析」(地震工学論文集第38巻)

加藤 慎也
地震予知研究センター／理学研究科D1
2019年度日本地震学会
学生優秀発表賞
[2019年10月]
■受賞題目 「近畿地方中北部の下部地殻における断層帯深部の地震学的構造」

原 将太
地震予知研究センター／理学研究科M2
2019年度日本地震学会
学生優秀発表賞
[2019年10月]
■受賞題目 「深層学習によるP波初動検出と決定プロセスの可視化」

Wendi Harjupa インドネシアLAPAN, 2019年9月博士卒
Eiichi Nakakita, Yasuhiko Sumida 気象庁, 2009年修士卒
Aritoshi Masuda 日本気象協会, 2016年博士卒
Best International Paper Award, 64th Annual Meeting of Hydraulic Engineering Committee on Hydrosience and Hydraulic Engineering Japan Society of Civil Engineers [2019年11月]
■受賞題目 「RDCA index based updraft area and its verification using polarimetric Doppler radar」

菊池 美帆
地盤災害研究部門／
理学研究科M1
第4回
京都大学久能賞
[2020年1月]

>>> 人事異動

*教授・准教授・講師・助教・職員（常勤・客員・特定・特任）を掲載

[2019年10月1日]
技術室技術職員 宮町 凛太郎／採用
担当事務室主任 中村 亜都子／異動→桂地区総務課人事掛主任へ
担当事務室主任 大村 慶子／異動→宇治地区総務課人事掛主任から
[2019年10月11日]
水資源環境研究センター特任助教 胡 茂川／名称付与
[2019年10月22日]
技術室技術職員 種継 主佑／辞職

[2019年12月1日]
次世代防災・減災研究推進プロジェクト(巨大災害研究センター)助教 中野 元太／採用
[2020年1月1日]
巨大災害研究センター特定助教 GUZMAN URBINA, Alexander／採用
[2020年1月6日]
地震災害研究部門京都大学招へい教授 Aguirre-Gonzalez Jorge／受入れ・名称付与
[2020年1月27日]
社会防災研究部門外国人客員教員(招へい研究員) ROY, Sudip／採用
[2020年2月1日]
次世代防災・減災研究推進プロジェクト(気象・水象災害研究部門)助教 宮下 卓也／採用

世界と結ぶ 5

風の街で地震と向き合う
——ニュージーランド ウェリントン

後藤 浩之
Hiroyuki Goto
地震災害研究部門 准教授

「国際的な活躍」が期待できる研究者の育成事業」の支援を受け、2019年2月から4月、そして2019年8月から2020年3月の2回に分けて、ニュージーランドにあるGNS Scienceを研究訪問しています。ニュージーランドと日本は、内陸活断

GNS Science
の看板
Te Pū Aoは
マオリ語の機関名



層型の地震を近年経験していたり、海溝型地震の発生リスクが危機感を持って捉えられていたり、地震工学の立場から見ると共通するところが多くあります。ここで私は、地震災害の発生メカニズムに関するいくつかのテーマについて、日本とニュージーランドの知見を融合するような国際共同研究を進めています。

GNS Scienceは地球物理学における最先端の研究機関の1つで、ニュージーランド全域に展開された地球物理学に関する観測システム（例えば地震計ネットワーク）GeoNetもここで運営されています。また民間組織としてリスクアセスメントに関するコンサルタント業務が行われるなど、工学的／社会科学的な内容にも取り組まれています。様々な知見を持つメンバーが有機的に連携している中に身を置きながら、とても充実した研究生活を過ごしています。

さて私の通うGNS Scienceは首都であるウェリントン都市圏にあります。多くの人々が（GNS Scienceの同僚も私も）ウェリントンと周囲の街を生活圏にして、日頃から行き来しています。ここウェリントンでは、ヒ克蘭ギ沈み込み帯による巨大海溝型地震や、市

内を縦断するウェリントン断層による地震の発生が考えられてい

ます。そのため、生活圏を往来するための幹線道路や鉄道がごく限られていることや、地震により市内中心部に供給されるライフラインが途絶することも大きな問題として考えられています。人口50万弱程度の小さな首都ですが、色々な方と話してみると地震は大きな関心事の1つのように感じられます。

ウェリントンはニュージーランド北島の最南端、クック海峡に面した街で、風の街としても知られています。数日に一度40km/h（こちらは時速表示）を超えるような強い風を浴びるのはなかなか辛いですが、穏やかな日であれば美しい自然の中での心地よい生活です。近くのbushやtrailを散策したり、少し足を伸ばして海や山に行くこともできます。これからの暖かい夏（そして暖かいクリスマス）がとても楽しみです。

昼食を楽しむ中庭とプール
映画撮影スタジオの一部を
そのまま利用した
ユニークな建物



ウェリントン
近郊にみられる
ウェリントン断層崖



遊具も
自然の中に



釜井 俊孝 著

『宅地崩壊 ——なぜ都市で土砂災害が起こるのか』

NHK出版新書・2019年4月刊

都市域の土石流や地すべり、そして開発がもたらした土砂災害についての本です。それらは、都市の膨張と成熟を反映した歴史的必然性の産物なので、学問体系を越えた多面的な見方が大事です。そこで、エピソードを繋ぐ形で、全体像を浮かび上がらせる手法を取りました。「アネクトド以外に、一体正しい歴史がありえようか」（メリメ）というわけです。本書は、日経コンストラクションの「土木を深める本」の一冊にも選ばれました。



(釜井俊孝)

橋本 学 監修／大邑 潤三・加納 靖之 著

『京都の災害をめぐる』

小さ子社・2019年9月刊

防災研での日々の研究、出前授業、講演会などのために調べ書きためていたネタを集成しました。歴史と自然災害、地理を取りまく最新情報も盛り込みました。書ききれなかった情報や収録した地図については、出版社Webサイト*で公開しています。京都のガイドブックを意識したデザインになっているので、観光や修学旅行などの手引きとしても活用していただけたと思います。本書を開いて「さあ、京都の災害探検に出かけよう！」



(橋本・大邑・加納)

*『京都の災害をめぐる』特設ページ[小さ子社HP]
<https://www.chiisago.jp/kyoto-saigai/>

編集後記

今号では座談会で5人の研究者に災害対策のあり方、考え方を語ってもらいました。記事の中の「不測の事態への対応の仕方を身につける」というのは少しレベルが高いかもしれませんが、「過去の災害の教訓を生かす」とこと「自分が住んでいる土地に潜むリスクを知る」ことは誰でもできますし、すべきことだと感じました。災害のメカニズムについては説明が進みましたが、いつどこで発生するかをピンポイントで予測することは残念ながらできません。しかし土地に潜むリスクの研

究・調査の成果はハザードマップ（お住まいの自治体ウェブサイトでご覧になれます）という形で利用できるようになっています。

「まさか自分の住む所が……」と思いたくなるのは分かりますが、その「まさか」が起きるのが災害です。ひとたび大きな災害が発生すれば、平時のように警察も消防も短時間で駆け付けられませんが、必要な物資もすぐには届きません。いま自分にできる準備は何か、考えてみる必要があると思います。

(井口敬雄)

「DPRI Newsletter」のほかに、こちらからも防災研の情報がご覧になれます。



ホームページ
<http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/>



YouTubeチャンネル
<https://www.youtube.com/channel/UCQ22ABWTJkxolMXLAnLKMLQ/>



Facebookページ
<https://www.facebook.com/DPRI.Kyoto.Univ>



メールマガジン（登録ページ）
https://dpricon.dpri.kyoto-u.ac.jp/mailmagazine/mailmagazine_user.php



Twitter
<https://twitter.com/dpritwit>

京都大学防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

編集／京都大学防災研究所 広報・出版専門委員会、広報出版企画室 発行／京都大学防災研究所

〒611-0011 宇治市五ヶ庄 Tel: 0774-38-3348 (代表) 0774-38-4640 (広報)

ご意見・ご要望はこちらへ toiawase@dpri.kyoto-u.ac.jp

2020年2月発行