

□ 台風19号による洪水被害

東京理科大学理工学部土木工学科
教授 二瓶 泰雄

1. はじめに

令和元年10月6日に発生した台風19号(Habigis、その後、東日本台風と気象庁が命名¹⁾)は同月12日の19時に非常に強い勢力で日本に上陸し、関東甲信地方・東北地方の1都12県に大雨特別警報が発表された。その結果、東日本の広い範囲において、甚大な洪水氾濫・土砂災害が発生した。この台風により、全国で死者・行方不明者107名の甚大な被害が生じた。この中、250km²以上の洪水氾濫が発生した。2018年西日本豪雨の氾濫面積が185km²であったので、今次台風の洪水氾濫範囲が如何に大きいか分かる。このような氾濫をもたらした主要因は堤防決壊発生地点数が多かったためである。本稿では、台風19号による洪水被害の状況を報告する。

2. 降雨状況

気象庁は、台風19号上陸の一日前に、今次台風の説明に当たり「伊豆に加えて関東地方でも土砂災害が多発し、河川の氾濫が相次いだ、昭和33年の狩野川台風(台風22号)に匹敵する記録的な大雨」と述べた²⁾。台風19号の進路は、図-1に示すように、東海・関東地方から上陸し、太平洋沿岸に沿って東北地方を北上した。これは、1958年狩野川台風(台風22号)や過去のいくつかの台風と類似し、いずれの台風も東北地方にも大雨をもたらした。台風

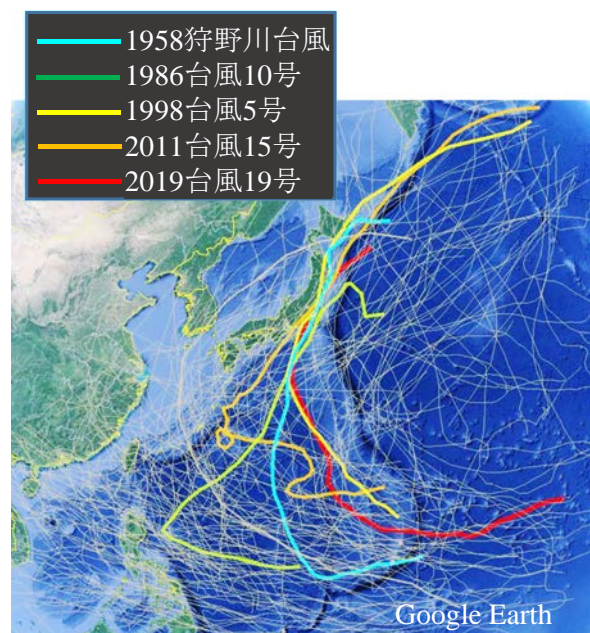


図-1 2019年台風19号と過去の台風の進路(福島大学・川越清樹教授作成図面に加筆)

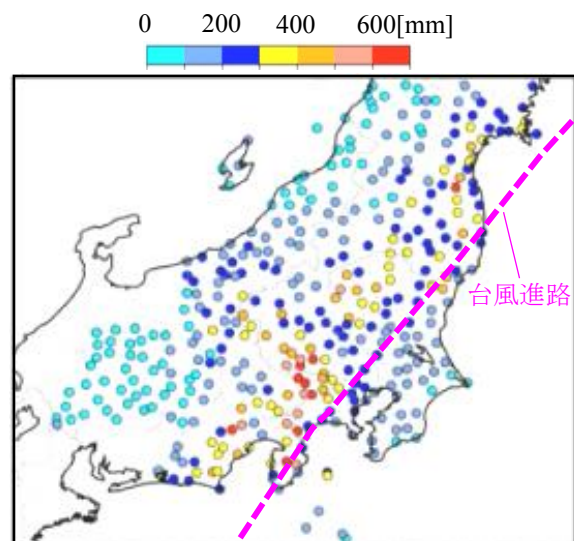


図-2 総降水量マップ(2019/10/11-13)と台風進路

19号の大きさを示す例えに「狩野川」という静岡県を流れる河川名がつけられた台風を挙げたため、静岡県から遠く離れた北信越地方や東北地方の住民には「今回の台風の影響は小さい」と誤解を与えた可能性がある。

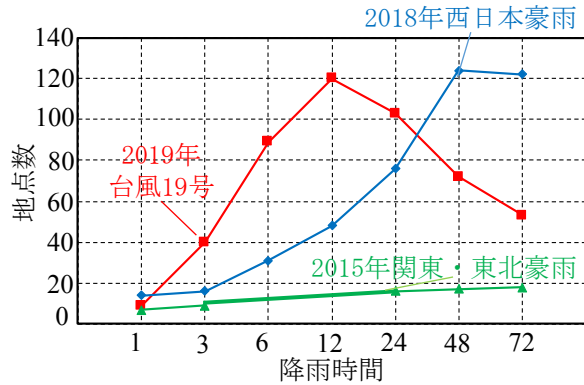


図-3 降雨継続時間毎の観測史上1位を更新したアメダス観測所数

台風19号によりもたらされた総降水量マップを図-2に示す。ここでは、アメダス気象観測所における2019/10/11～13の3日間雨量を図示する。これより、300mm以上の降水エリアが静岡県から宮城県まで帯状に分布し、概ね、台風進路の西側に位置している。これは、南海上からの湿った気流が山岳地帯にて上昇し、雨雲が発達するためである。台風19号の降雨特性の特徴を見るために、観測史上1位を更新したアメダス気象観測所の数を降雨継続時間毎に整理した結果を図-3に示す。ここでは、2015年関東・東北豪雨や2018年西日本豪雨の結果も示す。これより、2018年西日本豪雨は48、72時間がピークであり、長時間降雨が顕著であった。一方、台風19号では、更新した観測所数は6、12、24時間雨量で大きくなった。この台風19号は、全国のアメダス地点の日雨量が歴代2位（一位は2004年10月20日）であり³⁾、半日程度の短い間で、大量の雨が広範囲にもたらされたことが分かる。

3. 被害の全体像

2019年台風19号による人的・建物被害をまとめた結果⁴⁾を図-4に示す。ここでは、近年の代表的な水害である2018年西日本豪雨と2015年関東・東北豪雨も対象とし、人的被害として死者・行方不明者、建物被害として全壊・半壊・一部損壊・床上浸水・床下浸水をそれぞれ表示している。これより、死者・行方不明者の和としては、2018年西日本豪雨（245名）の方が台風19号（107名）よりも大きい。また、建物被害の総和は台風19号（101,673棟）の方が2018年西日本豪雨（50,470棟）の約2倍となっている。2015年関東・東北豪雨は、他2つの豪雨災害と比べて人的・建物被害共に小さい。このように台風19号は、建物被害が突出しており、それは浸水範囲が非常に広がったためである（現段階で正確な数値は公表されていないが、氾濫面積は少なくとも250km²以上であり、2018年西日本豪雨の1.4倍以上である）。

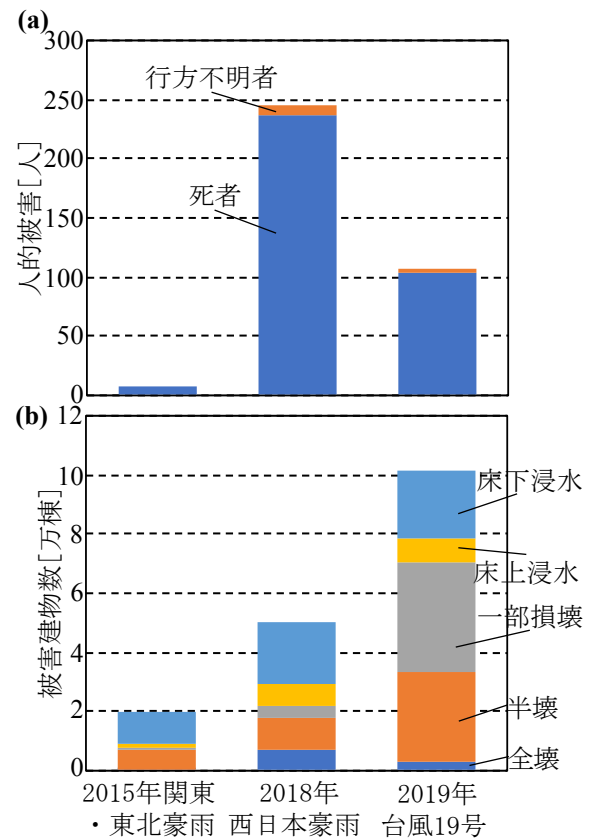


図-4 人的・建物被害状況

4. 河川堤防の決壊状況

このような広域の氾濫をもたらした主要因は、各地で河川の堤防決壊が発生したためである。堤防決壊は、図-5に示すように、東北地方（宮城・福島県）、関東地方（茨城・栃木・埼玉県）、北信越地方（新潟・長野県）の非常に広い範囲に確認され、堤防決壊が発生した河川数は71、地点数は142であった⁵⁾。堤防決壊地点数を水系別に整理した結果を表-1に示す。ここでは、一級水系は個別に示し、二級水系はまとめた合計値を表示している。また、各水系の国・県管理別や本川・支川別に示している。これより、決壊142地点のうち、国管理は14、県管理は128であり、県管理区間の発生が全体の90%を占めている。水系別には、二級水系よりも一級水系において決壊が集中し、特に阿武隈川水系が53地点（国管理1、県管理52）と全体の中で突出している。53地点のうち、阿武隈川本川では7地点（国管理1、県管理6）のみであり、多くが支川で発生しているといえる。このように、決壊地点は県管理区間の支川に集中しており、特に福島県と宮城県が突出していることが大きな特徴といえる。

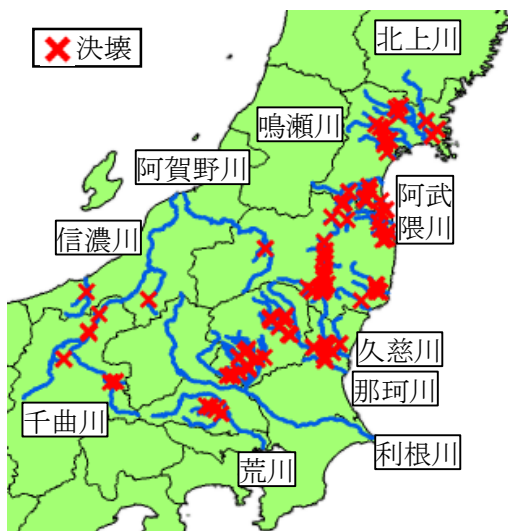


図-5 台風19号による堤防決壊地点マップ

表-1 水系別堤防決壊地点数（台風19号）

水系名	全体	国		県	
		本川	支川	本川	支川
北上川水系	8				8
鳴瀬川水系	7		1		6
阿武隈川水系	53	1		6	46
信濃川水系	8	1			7
関川水系	1				1
久慈川水系	7	3		1	3
那珂川水系	14	3			11
利根川水系	18				18
荒川水系	7		5		2
二級水系	19			16	3
小計	142	14		128	

(2) 堤防決壊要因

国管理区間においては、堤防決壊後より堤防調査委員会が立ちあげられ、決壊要因の究明が行われた。それらの結果を踏まえて、国交省⁶⁾によりまとめられた決壊要因を図-6に示す。ここでは、140地点における決壊要因として、越水、侵食、浸透、その他に分類している。これより、越水が85.7%（120地点）と最も大きくなっている。侵食や浸透はそれぞれ8.6%（12地点）、1.4%（2地点）に過ぎない。過去の決壊事例を整理した結果より、堤防決壊の8割は越水であると指摘されているので、今回の台風19号も同様の傾向となっていると言える。

国交省では、2015年関東・東北豪雨による鬼怒川の堤防決壊を受けて、越水対策である「危機管理型ハード対策」を始めた⁷⁾。これは、堤防の天端舗装や裏のり尻にブロック工を敷設するものである。台風19号では、危機管理型ハード対策が施された箇所でも越水による決壊を回避した事例が都幾川で確認された⁶⁾。このように危機管理型ハード対策が一定の効果を発揮した形と言える。

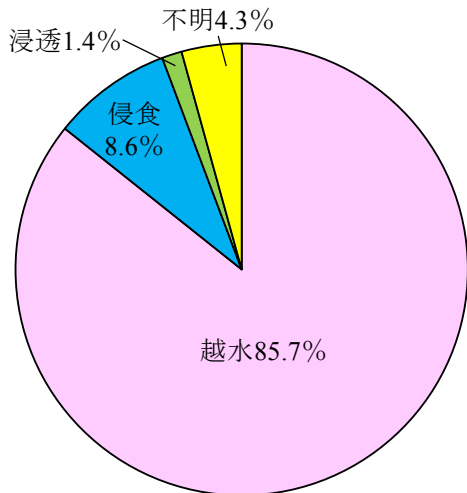


図-6 堤防決壊要因 (台風19号)⁶⁾

(3) 堤防決壊地点数の報告状況

決壊を防ぐ堤防強化技術だけでなく、危機管理上は「いつ堤防が決壊したか」を把握（モニタリング）することは極めて重要である。発災後から日々国交省が公表する被害状況⁸⁾に基づいて、堤防決壊地点数の報告状況の推移を図-7に示す。これより、国管理区間では、発災から一日後(10/14)で12地点の報告がなされた。一方、県管理区間では、決壊地点報告数は10/14時点で40しかなかったが、最終的な128地点となったのは10/23と発災から約10日たった後であった。このように、決壊の把握には時間がかかり、特に県管理区間で顕著であった。住民の避難行動を考えると「リアルタイムに決壊を把握する」ことは最低限であるが、県管理区間はもとより、国管理区間でも特に夜間は不十分と言わざるを得ない。このため、堤防管理の効率化を踏まえた堤防変状・決壊状況モニタリング技術の開発と展開は喫緊の課題である。

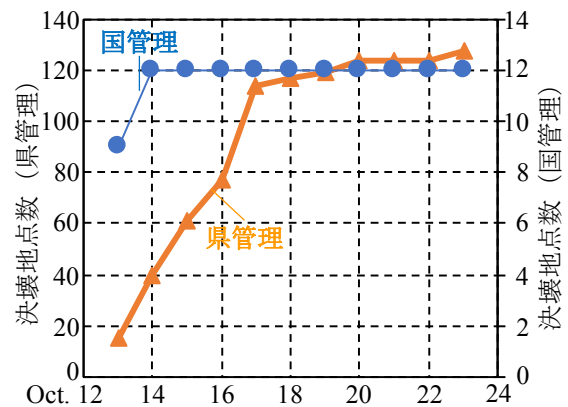


図-7 台風19号による決壊地点数の報告状況

(4) 堤防決壊発生数の経年変化⁹⁾

近年の堤防決壊発生回数の経年変化を図-8に示す。ここでは、水害レポート（国交省）や各種災害調査報告書に基づいて、堤防決壊事例を収集し、決壊した河川数や地点数を年毎に整理したものである⁹⁾。データを取得できた2000年から2019年までを図示している（2002、2003年はデータ欠測）。これより、堤防決壊した河川数・地点数の全体は共に経年的に上昇トレンドとなっており、特に2015年、2018年、2019年が大きい。2015年は関東・東北豪雨、2018年は西日本豪雨、2019年は台風19号による豪雨が発生したためである。2019年の台風19号により71河川・142箇所の堤防決壊数は、河川数は7.7年分、地点数は10.1年分に相当し、台風19号豪雨災害のインパクトの大きさが分かる。

近年、気候変動により、短時間雨量が経年的に増加していることが多く報告されている。降雨量の増加が河川水位に及ぼす影響を検討した結果を図-9に示す。ここでは、洪水氾濫に直接関与する河川水位データとして、河川計画上の水位（計画高水位、HLW）を超過した水位観測所数を1000地点あたりに換算した値の経年変化とその近似曲線も図示する。これより、HLW超過地点数に関しては、全体的には、1980年代から1990年代までは減少傾向、2000年代から2010年代にかけて増加傾向が見取れ、近似曲線でその様子は明確である。河川整備は着実に進んでいるため、その効果

で1990年代までの HWL 超過地点数の減少となっている。一方、近年（2000年代→2010年代）の増加傾向は、気候変動の進展に伴う雨の降り方の変化を反映している。これより、治水事業の整備スピードと比べて、気候変動に伴う洪水外力(雨量)の増加が上回っている可能性が示唆される。このように、気候変動に伴う河川水位の上昇が、越水の発生リスクを上昇させ、結果として決壊箇所の増加に寄与しているものと考えられる。

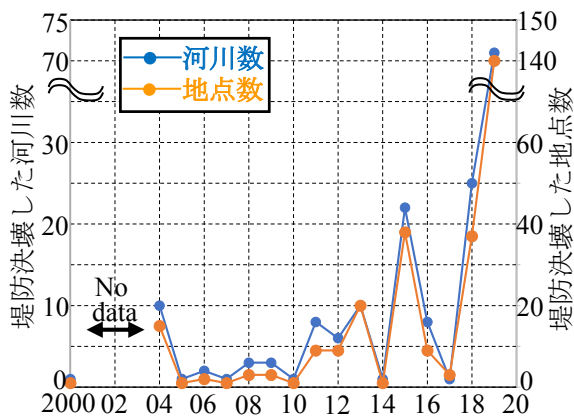


図-8 堤防決壊発生数の経年変化

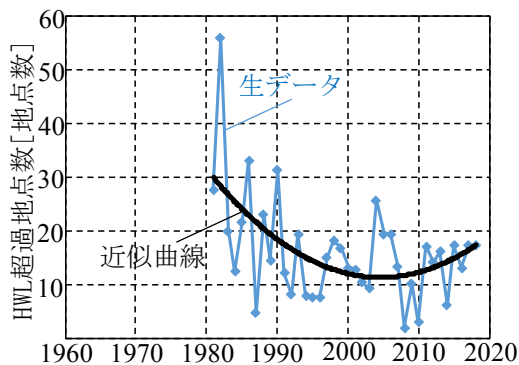


図-9 HWL を超過した水位観測所数（1000地点ごとに換算）の経年変化

5. 洪水氾濫状況

(1) 荒川流域

台風19号では、各地の一級河川で洪水氾濫が発生したが、首都圏を流れる荒川では、比較的広範囲の氾濫が発生した。荒川は、埼玉県と東京都を流域に抱える一級河川であり、流域面積2940km²、流域人口は975万人（全国3位）である。台風19号により、荒川水系で最も大きな支川の入間川流域（流域面積721km²）の越辺川・都幾川の計7地点（国管理5、県管理2）にて堤防決壊が発生し、入間川流域を中心に、氾濫面積約31km²、氾濫水量約3000万m³の洪水氾濫が発生した（図-10）。浸水は決壊地点周辺のみならず、それ以外のエリアでも発生しており、越辺川・都幾川等からの外水氾濫に加えて、内水氾濫も同時に発生していることが分かる（図-11(a)）。ただ、荒川本川の越水や堤防決壊は起こっていない。これは、荒川本川流域に整備されたダム群や調節地の洪水調節効果が発揮されたためである。具体的には、上流ダム群により約4,500万m³を貯留すると共に、荒川第一調節地（図-11(b)）で約3,500万m³、計8,000万m³も貯留した⁶⁾。このような洪水調節施設の治水対策効果は利根川や鶴見川、中川でも見られた。

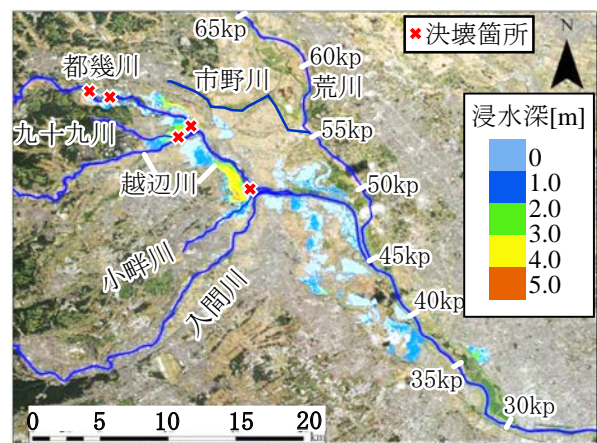


図-10 荒川流域における浸水深マップ



(a) 入間川合流点付近



(b) 荒川第一調節池

図-11 荒川流域の洪水の様子 (10/13 11時頃、著者がヘリより撮影)

(2) 千曲川流域

千曲川では、11か所の越水・溢水、1か所（長野県長野市穂保地区、57.5k 左岸）の堤防決壊が発生し、甚大な浸水被害が発生した。千曲川流域における氾濫状況の様子を図-12に示す。これは発災当日の10/13 10時頃に上空のヘリコプターより撮影された。千曲川左岸57.5kpの決壊地点の真上から見ると（同図(a)）、堤防決壊地点から河川水が堤内地側に氾濫しており、堤防決壊幅は70mに達した。また、堤防の裏のり面側が決壊地点上下流の広範囲にわたり侵食されており、越水の発生が伺える。千曲川右岸上空から決壊地点周辺を見ると（同図(b)）、左岸側ではあたり一面浸水しており、浸水範囲は非常に広いことが分かる。決壊時間は13日3時から5時半の間と推定されて

おり、決壊から5～7時間でこれだけの広範囲に氾濫水が広がったことが分かる。この氾濫域内には、北陸新幹線の線路や車両基地が含まれており、新幹線車両が水没している様子が確認された（同図(c)）。決壊地点は狭窄部の上流側に位置しているが、この狭窄部による河川水位の上昇が越水・決壊の一因になったと考えられる（同図(d)）

6. さいごに

本稿では台風19号による洪水被害の特徴を指摘した。気候変動が顕在化しつつある中、2019年台風19号は「特別な」台風ではなく、「よくある」台風と思い、水害のためのハード・ソフト対策を行う方がよい。原稿執筆時点（2020年4月）では、世界中に新型コロナウイルスの感染が広がるパンデミックとなり、日本全国に緊急事態宣言が発令されている。3密（密閉・密接・密集）を避けて生活をしなければいけない中で、豪雨災害が毎年のように発生すれば避難行動に大きな制約が生まれることは容易に想像がつく。河川整備には時間とお金がかかるため、すぐに治水整備レベルが向上できるわけではないので、一人一人が例年以上に豪雨災害発生時にどう行動するかを真剣に考えるときが来ている。

参考文献

- 1) 気象庁：令和元年に顕著な災害をもたらした台風の名称について、https://www.jma.go.jp/jma/press/2002/19a/20200219_typhoonname.html（閲覧日：令和2年4月17日）。
- 2) 気象庁：台風第19号について（10月11日）、<https://www.jma.go.jp/jma/press/1910/11b/201910111100.html>（閲覧日：令和2年4月17日）。
- 3) 気象庁：令和元年台風第19号とそれに伴う大雨などの特徴・要因について（速報）、https://www.jma.go.jp/jma/press/1910/24a/20191024_mechanism.html，（閲覧日：令和2年4月17日）。
- 4) 内閣府：令和元年台風第19号等に係る被害状況等について（令和2年4月10日9時00分現在）、<http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/>



図-12 千曲川流域における洪水氾濫の様子（ヘリより10/13 10時台に撮影）

- r1typhoon19_45.pdf（閲覧日：令和2年4月17日）.
- 国土交通省：堤防決壊箇所一覧（4月8日12:00時点），https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_191012.html（閲覧日：令和2年4月12日）.
 - 国交省社会資本整備審議会河川分科会 気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会：第3回資料3 ハザードの制御を中心としたハード対策について，http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_

- blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/kikouhendou_suigai/1/index.html（閲覧日：R2年4月19日）.
- 国土交通省水管理・国土保全局：水防災意識社会 再構築ビジョン，2015.
 - 本間升一朗・片岡智哉・二瓶泰雄：地震・洪水複合災害発生状況の事例解析，土木学会論文集 B 1（水工学），Vol.75，2019.