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(2019年10月21日)

京都大学防災研究所 西嶋一欽 京都大学防災研究所 山田真史 東京大学建築学専攻 小山 毅 宇都宮大学建築都市デザイン学科 藤本郷史

本初動調査の目的は、後続する氾濫解析および住宅被害分析調査の参考とするため、

(1)氾濫流の向きを推定するための根拠となる痕跡を収集し,(2)住宅の浸水深を記録することである. 現地調査ではまた,基本的な住宅の特徴と被害状況についても情報収集を行った. 調査期間および場所は,2019年10月20日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である(図0-1参照). 調査メンバーは京都大学防災研究所西嶋一欽,山田真史,東京大学小山毅,宇都宮大学藤本郷史の4名である.

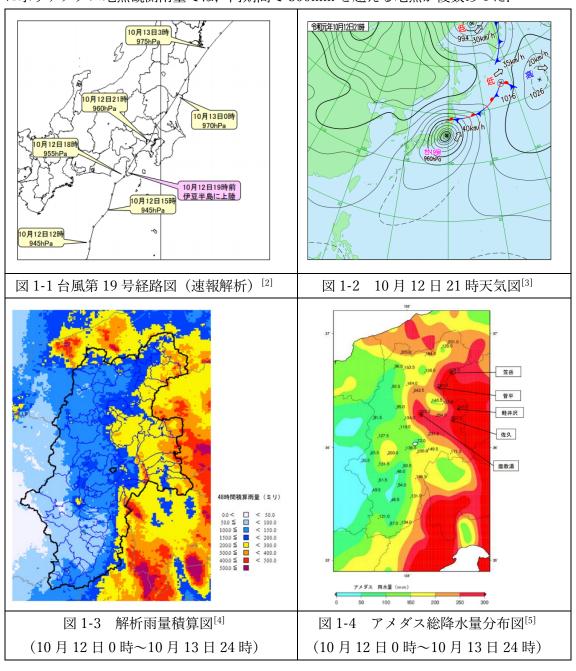


図 0-1 調査を行った穂保地区と豊野駅周辺 (OpenStreeetMap)

1. 2019 年台風 19 号気象概要

2019 年 10 月 6 日 3 時 (日本時間,以下同様)にマリアナ諸島東海上で発生した年台風 19 号ハギビス(Hagibis)は、10 月 7 日 19 時までに大型で「猛烈な」台風へと発達し、小笠原諸島沿いを北上して、10 月 12 日 19 時前に静岡県伊豆半島へと上陸した^[1].経路を図 1-1 に、10 月 12 日 21 時点の天気図を図 1-2 に示す。

台風に先行した降雨および台風本体の雨雲により、千曲川上流部となる長野県東部において記録的な大雨が生じた。図 1-3 に示す解析雨量を用いた積算値では、10 月 12 日 0 時より 10 月 13 日 24 時までの 48 時間で約 600mm となる地点もあった。また、図 1-4 に示すアメダス地点観測雨量では、同期間で 300mm を超える地点が複数あった。



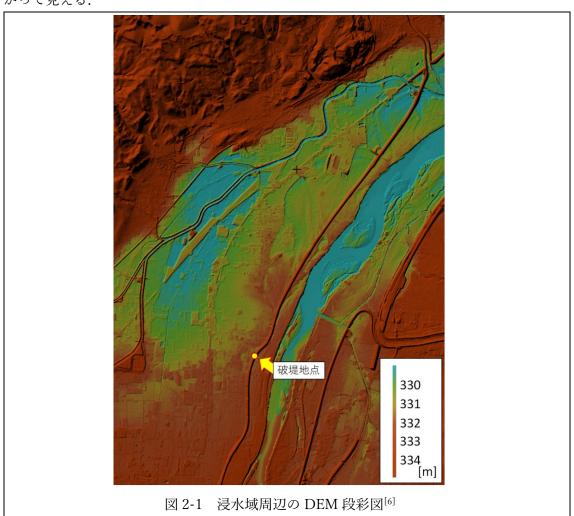
2. 氾濫流分析

・氾濫発生の経緯

長野盆地を流れる信濃川水系千曲川においては,10月12日20時以降,複数の地点での越水が生じはじめた.長野市穂保地先では10月13日0時55分に越水,同日3時に欠損が確認された.そして同日5時30分には堤防の決壊および周辺での浸水発生が報告された.決壊延長は約70mであった.

・浸水域周辺の地形条件

地理院地図を用いて作成した標高段彩図(陰影有り)を図 2-1 に示す。浸水域の大部分は標高 330~335m に収まる。破堤地点周辺やその北東部の堤防沿いは標高が比較的高く、破堤地点の北西に向かうにつれて標高が低くなっている。最も標高が低くなるのは千曲川の左支川である浅川周辺であり、北陸新幹線車両基地の盛り土が島状に浮き上がって見える。



着目すべき微地形としては以下のようなものが挙げられる。まず、国道 18 号線が線形微高地として氾濫領域を南北に貫いている。その北西側には浅川の両岸堤防が線形構造物として並行しており、破堤地点の真北で浅川と合流する左支川の三念沢川の両岸堤防もまた浸水域を区切っている。破堤地点北部の旧集落が乗った自然堤防性の微高地やその東側の旧河道性微低地もまた、国道 18 号線東部の浸水域を区切る微地形であり、旧河道性微低地の東側領域は、何らかの微高地を越えないと氾濫水が到達できない領域となっている。なお、破堤地点付近は江戸時代に長沼城が存在した。破堤地点西側の半円状の微高地上の集落は当時の武家屋敷に相当すると考えられる。

・流向および流勢

流れの向きに関する痕跡として、樹木・電柱等の倒壊方向、建物外壁の剥離、柱上構造物への草木・瓦礫の引っかかりや周辺の洗堀痕を調査・記録した。結果を図 2-2・図 2-3 に示す。



図 2-2 破堤地点周辺の流向痕跡分布[7]

図 2-3 広域の流向痕跡分布[8]

破堤地点周辺の流向痕跡には、図 2-2 に破線囲み領域①で示す西向きの領域と、破線囲み領域②で示す北向きの領域が存在した。写真 2-1 は領域①内で撮影した電柱である(南向きに撮影)。氾濫流に含まれる草木などが巻き付き、流体力を受けた部分が西に向かって「くの字」に折れた結果、下半分が西向きに、上半分は東向きに倒れている。また、写真 2-2 は領域②内で撮影した樹木である(南西向きに撮影)。写真右奥すなわち南側から流されてきた住宅屋根や草木などが幹にぶつかり、流体力を受けて北に向かっ

て傾いている. これら領域①と領域②の間には長沼体育館と長野市長沼公民館があり、これら2つの建物によって、破堤地点からの氾濫流が大きく二分されたと考えられる.



写真 2-1 領域①内の電柱



写真 2-2 領域②内の樹木

破堤地点から約600m離れた図2-2の破線囲み領域③では、東西の道路に沿った西向きの流れの痕跡が草本の倒れとして確認された(写真2-3)。周辺の家屋にも構造部材の破壊等は見られず、道路に沿った流れが生じていたと考えられる。図2-1の破線囲み領域④では、果樹の周辺に北西向きの流れが形成する馬蹄型の洗堀が見られた(写真2-4)。この領域では完全に倒れた果樹はまれであった。



写真 2-3 領域③内の草本の倒れ



写真 2-4 領域④内の樹木周り洗堀跡

破堤地点北西部の国道 18 号沿いでは、線形の微高地である国道を西側から東側へほぼ直角に越える流れの痕跡が図 2-3 の地点 a, b で見られた。写真 2-5 は地点 a で撮影した駐車場である(国道に沿って北東向きに撮影)。黒い車が浮力により浮き上がり、西側の柵に乗り上げている。写真 2-6 は地点 b で撮影した道路柵である(国道と直角に東向きに撮影)。写真奥から手前に向けて、氾濫流に含まれた草がトラップされている。一方で、破堤地点から北東へ約 2.5km 離れた地点 c では、国道を北西から南東へ越える流れの痕跡が見られた。写真 2-7 は地点 c で撮影した道路柵である(国道と直角に北西向きに撮影)。写真奥から手前に向けて、氾濫流に含まれた草がトラップされている。



写真 2-5 国道 18 号沿いの駐車場(地 点 a)



写真 2-6 国道 18 号沿いの柵 (地点 b)



写真 2-7 国道 18 号沿いの柵 (地点 c)

一方で、豊野駅周辺では、氾濫流の流向を示す痕跡は確認できなかった。現地住民からの聞き取りによると、地点 d・地点 e の双方で、次第に水位が上昇する湛水型の浸水であったという。また、地点 e においては、湛水の水位が南側の三念沢川左岸堤防を越えたのち、三念沢川河道へ堤防を越えて氾濫水が流れ込み、その後さらに河道の水が三念沢川右岸側(南側)へ溢れたという。

3. 建築物の被害

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た。写真 3-1 は破堤地点から北西に約 100m 地点で撮影したものである。住宅が基礎だけを残して流出している。写真 3-2 はこの住宅の上部構造と基礎の緊結部である。流体力によって破断したしたものと思われる。写真 3-3 は先の住宅に近接する、1 階がピロティ構造になっている住宅である。流体力を受けて構造材が変形したが、かろうじて倒壊を免れていた。写真 3-4 は破堤地点のすぐ北側に位置する木造住宅の写真である。隅部を流出しつつも残存している。穂保地区で構造部材に被害が出ている、あるいは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 程度に限定されていた。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物もあった。



写真 3-1 流出した上部構造



写真 3-2 破断した基礎緊結部

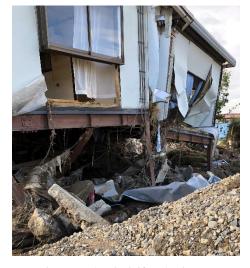


写真 3-3 倒壊寸前の住宅



写真 3-4 隅部が流出したものの残存している住宅

穂保交差点から破堤地点へと向かう道沿いの住宅では、住宅基礎上端から計測した浸水深は 1m~2m 程度であった。この地域の住宅の多くは、盛り土や基礎をかさ上げする

ことで、基礎部が道路面から $0.5m\sim1m$ 程度高くなっていることが確認された(写真 $3-5\sim3-7$)。参考までに、かさ上げされていないビニールハウスの浸水痕を写真 3-8 に示す。



写真3-5 石積みによりかさ上げ



写真 3-6 コンクリートによりかさ上げ



写真3-7 石積みによりかさ上げ



写真 3-8 付近のビニールハウスの浸水痕

穂保地区に多く見られる土壁では、剥離の被害が見られた(写真 3-9)。また、特徴的な被害として、漂流物の衝突が原因と思われる外装材の被害(写真 3-10)や内水圧(動圧あるいは静水圧)の上昇が原因と思われる外装材の剥離(写真 3-11)が見られた。







写真 3-9 土壁の脱落

写真 3-10 漂流物の衝突 と思われる被害

写真 3-11 外装材の剥離

千曲川破堤地点から北に約2.5km離れた豊野南団地では、戸建住宅の2階床上まで浸水したことが確認された(写真3-11、写真3-12、それぞれの写真は別の住宅で撮影したもの)。

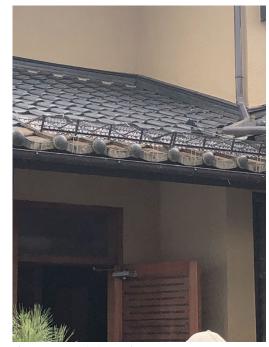


写真 3-11 玄関の屋根上に残った泥



写真 3-12 2 階の押し入れに残った浸水痕

穂保地区の住宅で布基礎 (床下には小石を敷き詰めている) が多く採用されている印象を受けた. 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た (写真 3-13, 写真 3-14). 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た. 写真 3-14 の住宅では, べた基礎上の堆積した泥水の排水にポンプを

使用していたが、完全に泥を取り除くことが困難なことから、周囲の基礎に孔をあけ洗浄 した水を住宅の外に排水されていた. なお、基礎に孔をあける際には建築業関係者が設計 図を参照しつつ孔をあけることで、配筋を切断しないように注意が払われていた.



写真 3-13 布基礎の住宅



写真 3-15 基礎の一部にあけた開口 (外側)



写真 3-14 べた基礎の住宅



写真 3-16 基礎の一部にあけた開口 (内側)

4. 部位ごとの被害

住宅の外壁:

外壁がサイディング材で仕上げられている場合、浸水後に拭き取られていたりして、 外壁面から浸水高さを識別できない住宅も多くみられた。また、浸水によってサイディング材や壁内部の構成材料の含水率は上昇していると思われるが、本調査の範囲では、 サイディング材においては目視観察による色調変化がみられた例はなかった。

他方で, ラスモルタル塗外壁においては色調変化が明瞭で, 浸水深さが目視で識別できる住宅があった。

小舞壁(土塗り壁)においては、土が流出して小舞竹が残っている例が多くみられた。

開口部:

破堤箇所の直近や氾濫流が建物内を通った箇所ではガラス窓が割れている一方で、浸水深さが2階の床上に達していても、破堤箇所から遠ければ開口部のガラス面が割れていない例が多かった。(写真 4-1、写真 4-2)



写真 4-1 破堤箇所の近くだがガラスが破損していない例



写真 4-2 写真 4-1 より破堤箇所から遠いが、 氾濫流が通過してガラスが破損した例

屋根:

部材と緊結されていることが多い屋根葺材も流失していないことがほとんどであった。 例えば、2階床上まで浸水した住宅においても、屋根葺材はほぼ流失していなかった。 また、破堤箇所の直近にあっても、構造躯体ごと破損している部位を除けば、屋根葺き 材は流失していなかった。

軽量な仮設建築物などの状況:

簡易な基礎の上に設置された倉庫等の軽量な建築物では、転倒している例があった。 (写真 4-3)



写真 4-3 転倒した構造物(倉庫と思われる)の例

参考文献および図の出典引用元

- [1] 気象庁 令和元年 台風第19号に関する情報 第5,75,76号
- [2] 長野地方気象台「令和元年台風 19 号に関する長野県気象速報」p.2
- [3] 気象庁「過去の天気図」
- [4] 長野地方気象台「令和元年台風 19 号に関する長野県気象速報」p.8
- [5] 長野地方気象台「令和元年台風 19 号に関する長野県気象速報」p.9
- [6] 国土地理院地理院地図「自分で作る標高段彩図機能」を用い、山田が編集
- [7] 背景に Google Maps を用い山田が編集
- [8] 背景に Google Maps を用い山田が編集