

□小田川における洪水氾濫状況

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

平成30年6月28日から7月8日において梅雨前線や台風7号の影響により、西日本を中心に広い範囲で記録的豪雨が発生した。この豪雨により、広島県・岡山県・愛媛県を中心に、死者・行方不明者数が230名を超える平成最悪の豪雨災害が発生した。特に高梁川水系小田川とその支川では、堤防が9か所も決壊し、それに伴い岡山県倉敷市真備町の約3割が浸水し、死者は51名に達した¹⁾。今次水害では、洪水氾濫は7月6日23時台に始まったが、当該地区の避難勧告は同日22時、大雨特別警報は同日22時40分にそれぞれ出され、気象警報・避難情報は氾濫発生前に出されていた。そ

れにも関わらず、これだけの人的被害が発生した要因を調べることは、極めて重要である。本報では、小田川における洪水氾濫状況の実態を明らかにするとともに、真備町における51名の人的被害の特徴や洪水氾濫過程との関連性を明らかにすることを目的とする。

2. 今次水害の気象・河川水位状況

大きな被害を受けた小田川は、岡山県高梁川の一つの支川であり、流路延長は33km、流域面積は491km²である。小田川下流域の概要を図-1に示す。小田川の支川としては、左岸側（北側）では末政川、高馬川、内山谷川、背谷川、大武谷川、

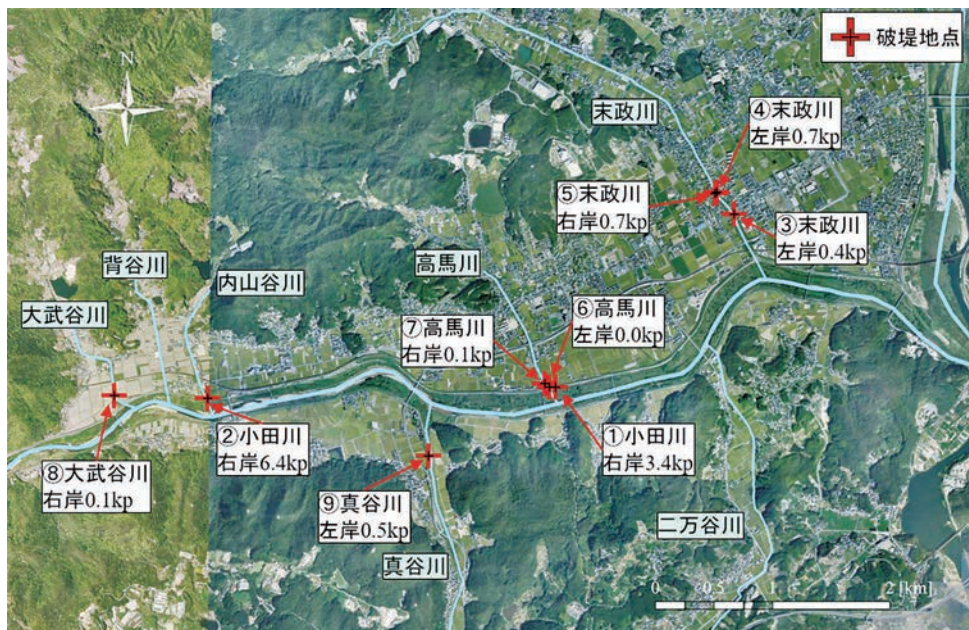


図-1 小田川下流部と堤防決壊箇所

右岸側（南側）では二万谷川、真谷川がある。

今次水害における高梁川と小田川の水位の時間変化を図-2に示す。ここでは両河川の流域平均時間雨量の経時変化も示す。図中では、小田川の井原（高梁川合流点より25.6km）、矢掛（同13km）、東三成（同9.6km）、矢形橋（同0.8km）、高梁川の日羽（河口から27.6km）、酒津（同10.2km）、船穂（同6.4km）の計7地点の水位データが記載されている。時間雨量では、7/6夜と7/7朝にピークが見られ、ピーク間を比べると7/6夜の方が大きい。これに対応して、上流域の小田川・井原及び高梁川・日羽観測所では、明確な二つの水位ピークが見られ、その最大値は7/7 0時頃に現れている。一方、その他の観測地点では、一つ目の水位ピークは明確であるものの、二つ目（7/7 12時ごろは）不明瞭であり、下流域の水位波形は上流域と比べて変形している。その様子は、小田川合流点付近の小田川・矢形橋や高梁川・酒津地点で顕著である。

3. 現地調査に基づく洪水氾濫状況の実態解明

3.1 堤防決壊状況

小田川と支川の堤防決壊マップと詳細情報を図-1と表-1にそれぞれ表示する。表中における堤防高と破堤幅、破堤高さ（＝堤防高－敷高）について、高梁川水系小田川堤防調査委員会²⁾をベースと表示している。また、推定破堤時刻は、住民証言やマスコミによる映像データに基づいている。これより、小田川の堤防決壊は2箇所であり、いずれも左岸であること、さらに支川の合流点下流側であることが分かる。一方、支川に関しては、末政川3か所、高馬川2か所、真谷川1か所、大武谷川1か所であり、合計すると本川2か所、支川7か所であった。破堤幅は概ね50m前後であるが、末政川0.7km（小田川合流点からの距離）では左岸で110m、右岸で150mと突出している。

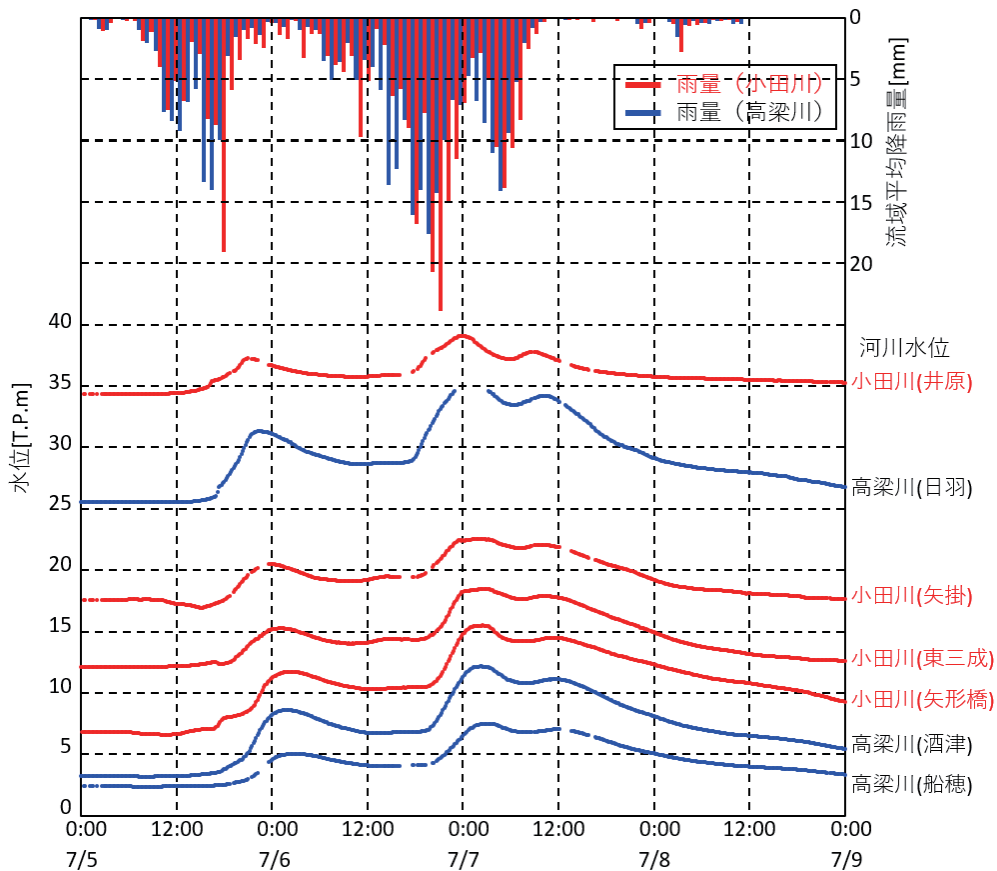


図-2 高梁川・小田川における水位の時系列変化

堤防決壊時刻の推定値より、まず、最初に高馬川右岸0.1kmと末政川右岸0.7kmが7/7 0時頃に決壊した。その後、7/7 3時過ぎに小田川左岸3.4kmで決壊した。さらに、夜が明けた同日7時前後に末政川左岸側0.4km、0.7kmが決壊した。なお、推定破堤時刻が書かれていない箇所のうち、大武谷川以外については、住民証言や周囲の浸水状況から7/7未明に決壊したものと推測される。このように、最初の堤防決壊から時間をかけて次々と堤防決壊しているが、全ての堤防決壊が夜間に発生したわけではなく、朝方に発生していることは重要な事項である。

(2) 洪水氾濫状況

洪水氾濫状況を把握するために、洪水痕跡調査により得られた浸水深コンターを図-3に示す。この図より、小田川北側では5mを越える浸水深が南北1km、東西3.5kmという広大な範囲に発生したことが分かる。また、北側の浸水域の大部分が浸水深3m以上となっている。一方、小田川の南側でも真谷川周辺で浸水深5mを越える状況となっていることが伺える。一般に、家屋の1階分が高さ3mに相当することから、浸水深5mは、2階の大部分が水没する状況となる(図-4)。そのため、1階から2階への垂直避難が通用しない水害であると言える。

表-1 決壊箇所の詳細データ (ハイフンは未計測か未定の項目である)

| 河川名 | 破堤地点 | 左右岸 | 堤防高 [T.P.m] | 破堤幅 [m] | 破堤高さ [m] | 推定破堤時刻 |
|------|-------|-----|-------------|---------|----------|-----------------|
| 小田川 | 3.4km | 左岸 | 16.0 | 92 | 7.5 | 7/7 3:00~3:30 |
| | 6.4km | 左岸 | 17.2 | 54 | 6.3 | - |
| 末政川 | 0.4km | 左岸 | 15.5 | 40 | 7.0 | 7/7 7時頃 |
| | 0.7km | 左岸 | 15.4 | 110 | 3.4 | 7/7 7時頃 |
| | 0.7km | 右岸 | 15.2 | 150 | 6.1 | 7/7 0時頃 |
| 高馬川 | 0.0km | 左岸 | 15.8 | 20 | 6.8 | - |
| | 0.1km | 右岸 | 15.8 | 55 | 6.1 | 7/6 23:30~24:00 |
| 大武谷川 | 0.1km | 右岸 | - | 57 | - | - |
| 真谷川 | 0.5km | 左岸 | 16.5 | 75 | 6.2 | - |

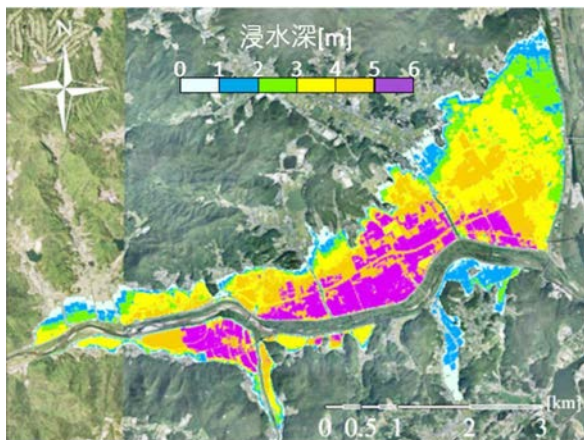


図-3 小田川周辺の浸水深コンター



図-4 浸水深4.8mの状況

表-2 今次水害小田川と H27年鬼怒川の洪水氾濫状況の比較

| 豪雨名 | 平成30年7月豪雨 (西日本豪雨) | 平成27年関東・東北 豪雨 |
|------------|--|---------------------|
| 場所 | 岡山県倉敷市真備町 | 茨城県常総市 |
| 浸水範囲 | 全体:10.3km ² (左岸:8.5km ²) | 40km ² |
| 氾濫水量 | 3531万m ³ | 3400万m ³ |
| 最大浸水深(実測値) | 5.38m | 3.01m |
| 決壊時間 | 夜間～朝方 | 昼間 |

表-2は今次水害における小田川と H27年の関東・東北豪雨による鬼怒川の洪水氾濫状況を比較した結果を示す。これより、浸水範囲は小田川では10.3km²であり、これは鬼怒川の場合(40km²)の約1/4に相当する。それに対して、氾濫水量は両洪水共に同程度である(鬼怒川:3400万m³、小田川:3531万m³)。これより、小田川のケースの方が、相対的に狭い範囲に大量の氾濫水量が発生したため、より大きな浸水深が記録されたものと考えられる。

4. 洪水氾濫シミュレーションによる洪水氾濫状況の時間的推移

(1) 浸水深の空間分布

現地調査では、洪水の痕跡から、どの程度まで水が浸かったか、すなわち浸水深の最大値は把握できるが、洪水氾濫がどのように広がっていったかは不明である。そこで、洪水氾濫シミュレーションを実施し、洪水状況の再現を試みた。シミュレーション結果に基づく浸水深分布の時間変化を図-5に示す。まず、7/7 1時では、末政川や高馬川の周囲で浸水が始まるが、それらの浸水範囲はまだ決壊地点の周囲に限られ、浸水深も1m程度である。また、小田川6.4km地点の決壊に伴い、対象範囲の西側で浸水が発生し、氾濫水は決壊地点から東側に進んでおり、一部で2mを超える浸水深となっている。7/7 4時では高馬川西側で浸

水深が5mを超えている。これは、小田川6.4kmからの氾濫水と高馬川0.1km右岸からの氾濫水が合わさり、これらの氾濫水が高馬川堤防でブロックされ、高馬川西側で大きな浸水深となったものと考えられる。また、高馬川と末政川に挟まれた範囲が全域で浸水し、浸水深が2mを超えている。これは、小田川3.4kmの決壊により浸水が始まった結果である。この時点では、末政川東側の浸水範囲は限定的である。次に、7/7 7時では、高馬川と末政川に挟まれたエリアの浸水深が5mを超えており、短時間で水位が上昇したことが分かる。これは、小田川3.4kmからの氾濫水が両支川の堤防でブロックされて貯まった結果である。このように高馬川や末政川のような天井川からの氾濫では浸水深が大きくなるだけでなく、浸水深の上昇速度も非常に大きいことが伺える。また、この時刻では、末政川左岸2か所の堤防決壊の影響を受けて末政川東側にも氾濫水が広がっている。その後の10時と13時では、高馬川西側や高馬川と末政川の間エリアでは浸水深が徐々に大きくなると共に、末政川東側では浸水範囲の広がりとともに、浸水深が大きくなっている。また、13時では、末政川東側における最終的な浸水範囲が概ね水没しており、最初の浸水(7/6 23時台)から約半日かけて全範囲が浸水したことになる。最後に、7/7 18時では、末政川東側では浸水深が増加し、末政川沿いでは5mを超えるエリアが見られる。また、末政川西側のエリアでは、全体に浸

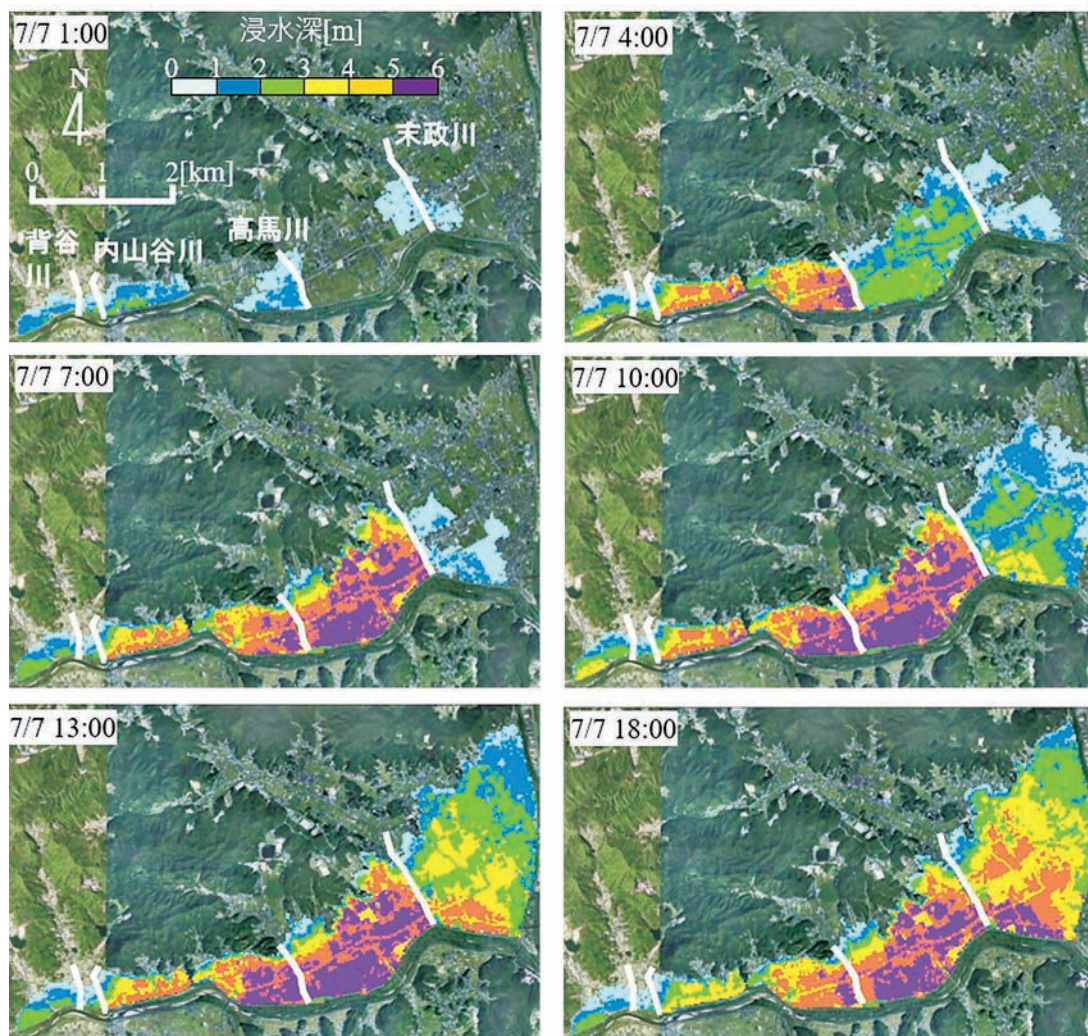


図-5 シミュレーション結果に基づく浸水深分布の時間的推移

水深は減少し始めている。このように氾濫域の水位ピークは7/7の午後（13-18時）に現れた。

(2) 水位上昇速度

次に、氾濫域における水位の時間変動特性を検討するために、浸水深の時間変化を図-6に示す。ここでは、同図上に示される地図上の地点のうち、高馬川西側 (Stn.5) と高馬川～末政川の間 (Stn.7、11)、末政川東側 (Stn.13、14) の5地点にて得られた浸水深のシミュレーション結果を表示している。これより、Stn.5では7/7 0時過ぎより浸水深が急激に増加しており、4時台には最初的水深ピーク (=5.44m) を迎えた。この0～3時の間では、末政川に近い Stns.11や13においても末政

川からの氾濫により浸水が始まっているが、水位上昇の傾きは Stn.5と比べて小さい。次に、Stn.7に関しては、3時過ぎから本格的な浸水が始まり、6時までに水深は4.4mに達した。これは、末政川と高馬川に挟まれたエリアに、小田川左岸3.4kmにおける堤防決壊に伴う氾濫水が流れ込んだためである。また、Stns.13と14においては、7時過ぎから本格的な浸水深の上昇が始まっているが、そのタイミングは末政川に近い Stn.13の方が相対的に Stn.14よりも早い。この Stns.13と14における水位上昇の傾きは他の3地点と比べて小さいになっている。これは、末政川東側の氾濫域の範囲が相対的に広いためである。

上述の浸水深の時間変化より、水位上昇速度

を求めた。その結果、多くの地点において1m/hourを越え、最大で2.7m/hourを記録した。2015年関東・東北豪雨による鬼怒川洪水氾濫では、水位上昇速度の最大値は0.5m/hourであった。そのため、今次水害による小田川洪水氾濫の水位上昇速度は、鬼怒川のケースよりも5倍以上と大きいことが分かる。この浸水エリアは大きな河川（高梁川と小田川）の堤防で挟まれている低地であることに加えて、そのエリアが支川（高馬川、末政川）の堤防で区切られ氾濫水が支川の堤防でブロックされたため、大きな水位上昇速度が発生したものと考えられる。

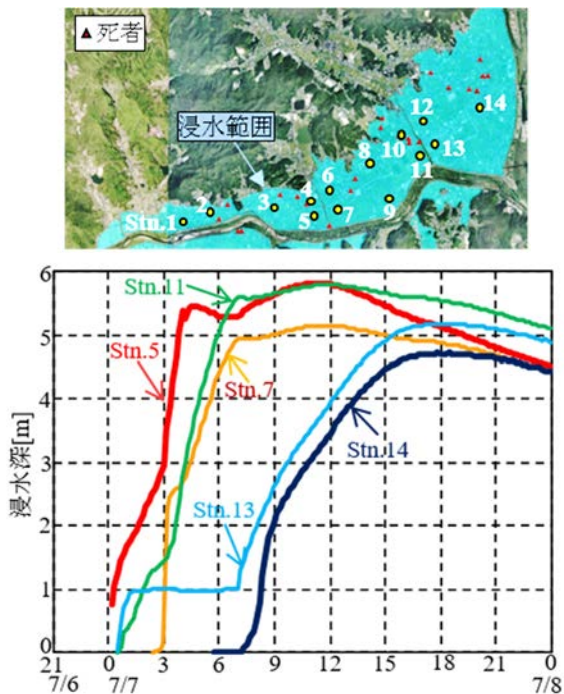


図-6 浸水深の時間変化

5. 人的被害と洪水氾濫の関係

真備町において亡くなった方51名の自宅（合計41棟）位置を図-7に示す。被災場所別の家屋数（死者数）は小田川左岸（北側）に38棟（47名）、右岸（南側）に3棟（4名）であり、左岸側に集中した。また、左岸側の家屋数を詳細に見ると、高馬川西側に7棟、高馬川と末政川の間19棟、末政川東側に12棟であり、東西に広い範囲に分布す

るが、真備町箭田・有井地区がある高馬川と末政川の間が顕著となっていることが分かる。また、小田川左岸側では、小田川の近傍ではなく、避難所に近い北側に人的被害が集中していた。

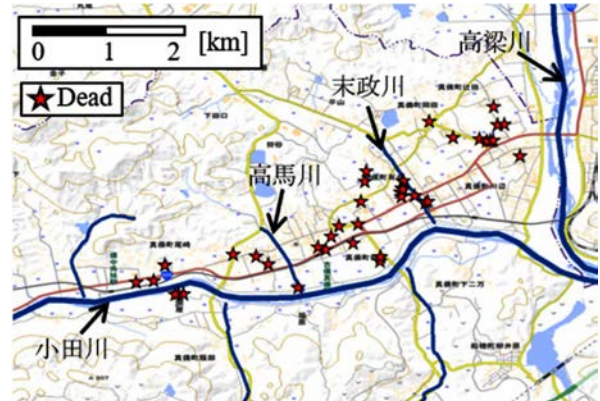


図-7 真備町における死者発生位置

人的被害の特徴を得るために、死者の発見場所、自宅の浸水状況（浸水深、浸水開始時刻、水位上昇速度）を、家屋数として整理した結果を図-8に示す。なお、浸水深は観測結果、浸水開始時間や水位上昇速度はシミュレーション結果より算出した。これより、発見場所としては、自宅が33棟あり、そのうち32棟（全体の78%）が自宅一階で見つかった。また、自宅が流失したのは3棟（全体の7%）であり、これらは末政川右岸側と高馬川左岸側の決壊地点近傍に限られる。このように家屋流失よりも浸水そのものが人的被害に大きな影響を与えた。

次に、浸水深としては、一階が水没する3m以上が30棟（73%）と多く、そのうち20棟（67%）が4m以上であり垂直避難が困難であった状況が伺える。また、残りの11棟（27%）も2～3mの浸水深であり、一階の大部分が没する水深であった。浸水開始時刻は小田川の決壊が起こった夜間が26棟（63%）であるが、日中も15棟（37%）である。これより、人的被害は夜間と日中共に発生しており、浸水開始時刻に関わらず人的被害が生じたことが分かる。さらに、水位上昇速度としては28棟が1m/hour以上となった。2015年の鬼

怒川大洪水では氾濫域の水位上昇速度が最大で0.5m/hourであり、上記の1m/hourは非常に大きな水位上昇速度である。

死者の約8割は自宅一階で見つかり、1階建てと2階建ての人数は半々であったことから垂直避難すら困難な状況であったと言える。これは、65歳以上の高齢者が45名と大半であることに加えて、大きな浸水深と水位上昇速度が関係していると考えられる。

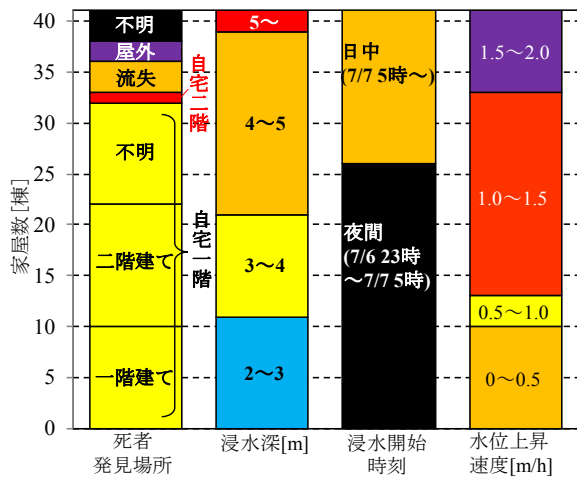


図-8 人的被害の特徴のまとめ

6. まとめ

本研究により、小田川からの洪水氾濫は、最初の浸水(7/6 23時台)から約半日かけて全範囲が浸水した。また、支川(高馬川・末政川)の堤防により氾濫水がブロックされ、5mを越える大きな浸水深が生じると共に、急激な水位上昇が発生した。今次水害における小田川の人的被害では、二階にすら避難できない事例が多く存在したが、その要因として、大きな水位上昇速度と住民の高齢化の可能性があると指摘された。

参考文献

- 1) 岡山県「平成30年7月豪雨」災害検証委員会、
<http://www.pref.okayama.jp/page/574750.html>.
- 2) 国土交通省・高梁川水系小田川堤防調査委員会：
<http://www.cgr.mlit.go.jp/emergency/odagawateibochosa.htm>.