

2017年7月秋田豪雨による雄物川洪水氾濫の現地調査

秋田大学 ○正員 松富英夫 学生員 今野史子

1.はじめに 2017年7月22～23日の前線性秋田豪雨(以下,本豪雨)により雄物川沿いの横手市大森町,大仙市神宮寺,刈和野,峰吉川,寺館大巻(峰吉川の対岸),淀川,秋田市新波などで大規模な洪水氾濫が発生した.内水や支川からの溢水・越水ばかりでなく,本川の無堤部から溢水が発生したため,総氾濫面積は36 km²程度¹⁾に達した.死傷者はおらず,2016年台風10号豪雨のときのような流木災害²⁾も目立たなかったが,土木施設や農作物・農業用施設,住家被害が大規模に発生した³⁾.本研究は洪水氾濫域の現地調査に基づき,本豪雨による雄物川沿いの主な氾濫域における氾濫状況の実態や特徴を論じる.

2.現地調査 現地調査は2017年7月23日～9月2日の14日間行った.主な調査項目は氾濫域の各地点における最大浸水痕跡水位と地盤高の水準測量である.測点は不動な印がある地点とし,測点間の位置関係や距離はGoogle Earthから評価した.水準測量には自動レベルを用いた.

3.氾濫状況の実態例

3.1 大仙市峰吉川地区 本地区はかなりの部分が無堤(築堤途上)で,氾濫は主に雄物川本川からの溢水による.

図-1に本氾濫域における最大浸水痕跡水位(白○地点)と地盤高(白△や赤▲地点)の調査結果を示す.数値は水色が最大浸水痕跡水位で,白色が地盤高である.黄色数値は氾濫域際に堆積した漂流ゴミ(枯草)上端や植生上の浸水痕跡を最大浸水痕跡水位としたもので,低めである.これらの水位や地盤高は国道13号沿いの一等水準点(白☆地点,TP 22.8 m)と対応づけられている.

本氾濫域におけるA-B間の水面勾配と地面勾配は各々(1.24-1.01)/920≒1/4,000と(3.95-1.55)/920≒1/380で,B-C間は(1.42-1.24)/740≒1/4,100と(6.08-3.95)/740≒1/350である.水面形はM₁曲線である.定常等流と広矩形を仮定し,マンニングの粗度係数を0.04とすれば,B点近傍の浸水深3.98-1.21=2.77 m,D点の浸水深3.13-1.19=1.94 mに対する最大浸水位時の氾濫流速は各々0.78 m/sと0.61 m/sと評価される.フルード数は各々0.15,0.14と評価される.

一方,B点近傍とD点にある窓なしの農業用倉庫(幅3.8 m×奥行6.5 mと3.4 m×4.8 m)の前背面における浸水痕跡水位差⁴⁾は各々0.048 mと0.031 mであった.よって,氾濫流速は,エネルギー損失を無視したベルヌーイの定理から $\sqrt{(19.6 \times 0.048)} \approx 0.97 \text{ m/s}$ と $\sqrt{(19.6 \times 0.031)} \approx 0.78 \text{ m/s}$,平坦地の氾濫流と考えると流速係数を0.6とすれば⁴⁾, $0.6 \times 0.97 \approx 0.58 \text{ m/s}$ と $0.6 \times 0.78 \approx 0.47 \text{ m/s}$ と評価される.本氾濫域は湛水性の傾斜域で,流速係数0.6は不適と考えられる.流速係数を0.8とすれば,氾濫流速は各々0.76 m/s,0.62 m/sとなり,マンニング式から評価したものとほぼ同じになる.以下,経験値として氾濫域の流速係数は0.8を採用する.

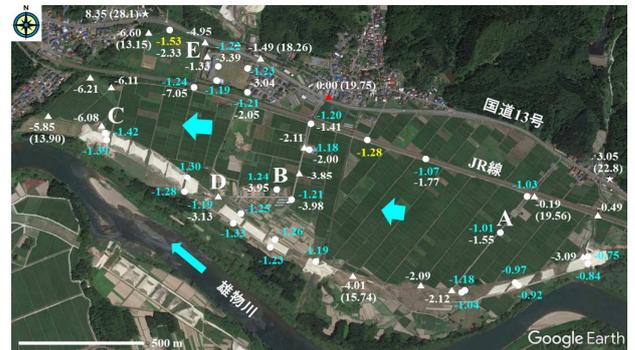


図-1 大仙市峰吉川地区(雄物川右岸)における雄物川の溢水氾濫による最大浸水痕跡水位などの空間分布(Google Earthに加筆.赤▲地点を基準.白☆は一等水準点,▶は推定氾濫方向,(○)内は標高,単位m).本地区で確認できた最大浸水深は5.81 m.



図-2 大仙市刈和野地区における右支川土買川の外水と内水の氾濫による最大浸水痕跡水位などの空間分布(Google Earthに加筆.凡例は図-1と同じ).確認できた最大浸水深は6.02 m.



図-3 横手市大森町地区における左支川大納川の外水と内水の氾濫による最大浸水痕跡水位などの空間分布(Google Earthに加筆.一部を除き,凡例は図-1と同じ).最大浸水深は2.18 m.

3.2 大仙市刈和野地区 図-2に本地区における最大浸水痕跡水位と地盤高の調査結果を示す.凡例は図-1と同じである.本氾濫域も湛水性で,内水と国道13号以東の雄物川の右支川土買川からの外水による.

本氾濫域におけるF-G間の水面勾配と地面勾配は各々(1.35-0.61)/1,190≒1/1,610と(4.62-1.91)/1,190≒1/440である.本氾濫域は低湿地があるなど地形や流向が複雑である.

3.3 横手市大森町地区 図-3に本地区における最大浸水痕跡水位と地盤高の調査結果を示す.凡例は図-1と同じで,白○地点の橙色の数値は浸水深である.本氾濫域は内水と雄物川の左支川大納川からの外水による.

本氾濫域におけるH-I間の水面勾配は $(3.34-1.20)/915 \approx 1/430$ 、I-J間は $(1.20-0.29)/544 \approx 1/600$ である。H-J間の地面勾配は $(1.87+0.31)/1381 \approx 1/633$ である。流下するにつれて、水面勾配は緩く(M₁曲線)、浸水深が小さくなっている。水面勾配に比べて地面勾配が緩い。これは河川から越流した氾濫水が幅広に拡がったためである。

定常等流と広矩形を仮定し、マンニングの粗度係数を0.04とすれば、H-I間の平均浸水深 $(0.99+0.43+0.86+0.87)/4 \approx 0.79$ m、I-J間の平均浸水深 $(0.86+0.87+0.47+0.60)/4 \approx 0.70$ mに対する最大浸水位時の氾濫流速は各々1.03 m/sと0.81 m/sと評価される。フルード数は各々0.37、0.31と評価され、本氾濫域も湛水傾向を持った氾濫域と言えよう。

4. 氾濫域の貯留量 代表的な2氾濫域（峰吉川と刈和野地区）における最大浸水位時の氾濫面積 A_I と貯留量 V_I を概算する。図-4に7月24日撮影の2地区の写真を示す¹⁾。

峰吉川地区の氾濫面積と貯留量は、氾濫域は2つの長方形からなると仮定し、浸水深は測量結果に基づけば、

$$A_I = 2.17 \text{ km} \times 0.34 \text{ km} + 0.33 \text{ km} \times 0.19 \text{ km} \approx 0.80 \text{ km}^2$$

$$V_I = 2,170 \text{ m} \times 340 \text{ m} \times 2.4 \text{ m} + 330 \text{ m} \times 190 \text{ m} \times 4.8 \text{ m} \approx 2.1 \times 10^6 \text{ m}^3$$

刈和野地区の氾濫面積と貯留量は、氾濫域は台形と仮定し、浸水深は測量結果に基づけば、

$$A_I = 0.5 \times (1.33 \text{ km} + 0.57 \text{ km}) \times 0.86 \text{ km} \approx 0.82 \text{ km}^2$$

$$V_I = 0.5 \times (1,330 \text{ m} + 570 \text{ m}) \times 860 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \approx 2.0 \times 10^6 \text{ m}^3$$

一方、総降水量(体積) V_R は流域平均の期間降水量を212 mm（本流域内38観測点¹⁾の算術平均値）とすれば、

$$V_R = 4,710 \text{ km}^2 \times 0.212 \text{ m} \approx 9.99 \times 10^8 \text{ m}^3$$

氾濫域の総貯留量 V_{II} は総氾濫面積を36 km²、浸水深を1~2 m（斜め写真¹⁾、地形図、踏査から推定）とすれば、

$$V_{II} = 36 \text{ km}^2 \times (1 \sim 2) \text{ m} \approx 4 \sim 7 \times 10^7 \text{ m}^3$$

よって、氾濫域は最大で総降水量の4~7%程度を貯留したことになる。これは国交省管理の玉川ダムと秋田県管理の5ダムの総洪水調節量約 $5.2 \times 10^7 \text{ m}^3$ （東京ドーム42個分。うち玉川ダムは25個分）⁵⁾に匹敵する。ただし、両者の洪水調節効果を比較するときは貯留場所や調節状況、調節時間帯の違いなどに注意する必要がある。

5. 特徴と課題

5.1 人的被害 本豪雨では死傷者がいない³⁾。本流域では1955年6月洪水を最後に洪水のみによる死者・不明者の記録はない⁶⁾。今回を含めてこの間に11回の洪水が発生しており、これまでのハードとソフトの治水対策や地域の絆が効果を発揮していると言える。今回は事前防災行動計画⁵⁾、秋田式の气象台ホットライン⁷⁾、見逃し三振より空振り三振の姿勢⁷⁾も功を奏した。とは言え、2016年3月時点の本川4領域の河川整備率は下流から順に77、48、75、57%である⁸⁾。河川整備率の向上を急ぐ必要がある。

5.2 建物被害 氾濫面積が広い割に全壊住家が3棟と重大な建物被害が少なかった。理由として、1)本川からの氾濫は溢水で、氾濫域は湛水性の農地が多く、氾濫流速が小さかった、2)支川では越流氾濫も発生したが、堤防近傍に建物がないか(刈和野地区)、越流水の流勢が弱かった(大森町地区)、3)浸水深が大きいところに気密性



図-4 大仙市峰吉川地区(左図)と刈和野地(右図)における最大貯留量評価域(国交省提供写真に対象域を加筆)



図-5 大仙市淀川地区(Google Earthに加筆。凡例は図-3と同)

の低い最近の住家がなかったことが考えられる。3)の例として、図-1中のB点近傍の農業用倉庫や図-5に示す雄物川の右支川淀川の中・下流部境界域(淀川地区)におけるN点の農業用倉庫(4.7 m×7.4 m)がある。N点の倉庫は浸水深が1.89 mに達したが、気密性の問題と前背面における浸水痕跡水位差がなく、最大浸水位時の倉庫周辺の氾濫水が淀んでいたため、浸水被害に止まった。

5.3 揚排水機場建屋の根入れ問題 図-5に示す淀川地区のK点において2.3 m程根入れした揚水機場のRC造建屋(7.9 m×8.6 m)が溢水した氾濫流による洗掘で傾斜・回転した。下流側から見た被災状況を図-6に示す。この建屋は道路橋の下流約140 m、河川右岸法肩から約25 mのところの位置し、建屋周りは舗装されていた。建屋の陸側は水田であるが、氾濫水が大規模に湛水するところではない。この建屋から川沿い約250 m下流のL点に位置する簡易水道浄水場のRC造建屋(7.9 m×6.9 m)は洗掘被害を受けず、建屋前背面における浸水痕跡水位差は1.60-1.17=0.43 mであった。氾濫流速は流速係数を0.8とすれば $0.8 \times \sqrt{(19.6 \times 0.43)} \approx 2.3$ m/s、著者の前面浸水深を用いる評価式⁴⁾によれば $0.66 \times \sqrt{(9.8 \times 1.60)} \approx 2.6$ mと評価される。この浄水場建屋はそばの河畔林に守られており、被災した揚排水機場建屋における氾濫流速は上流の橋の影響もあり、ここより大きいと推定される。今回の被災により、揚排水機場建屋の根入れ深さの再検証が必要と思われる。

6. おわりに 現地調査に基づいて、湛水性の氾濫域における氾濫流の流速係数が0.8程度、氾濫域の貯留量が総降水量の4~7%で、6ダムの総洪水調節量とほぼ同じであることなどを明らかにし、河川整備率の早急な向上、揚排水機場建屋の根入れ深さの再検証の必要性を指摘した。

参考文献 1)国交省秋田・湯沢両河川国道事務所提供(速報値)。2)土木学会他:平成28年台風10号による岩手県災害調査報告書, 2017。3)秋田県:平成29年7月22日からの大雨による被害状況, 2017/8/16参照。4)Matsutomi and Okamoto: Inundation flow velocity of tsunami on land, Island Arc, 2010。5)国交省東北地方整備局:平成29年7月22日出水(梅雨前線)の概要, 第2報 7月28日17時時点, 2017。6)松富:出羽の穀倉地帯を育んだ雄物川, 季刊 河川レビュー, 2013。7)読売新聞社:《上》雄物川中流の整備不十分, 《下》避難情報 空振り辞さず, 2017/08/25参照。8)国交省東北地方整備局:雄物川水系河川整備計画(大臣管理区間), 2017.4。