

2016 年台風 10 号による岩泉町乙茂における洪水・氾濫痕跡から見えること

秋田大学 ○正員 松富英夫 学生員 今野史子 非会員 鎌滝孝信

1. はじめに 2016年8月30日の台風10号豪雨で人的被害が目立った岩手県の小本川における洪水・氾濫の理由として①乙茂地区中心部(道の駅・図-1)から直線距離で約2km上流に位置する河川の大蛇行による河川水位の上昇, ②その直下流における増水状態での洪水流の高速化とそれに起因する河畔林の流木化, ③川幅が約180mの乙茂橋地点における左岸側から河川流心方向へ約50m突き出た乙茂橋へのアクセス道路の盛土と橋梁での流木滞留による河積減少などが考えられる。本研究は乙茂地区とその上流約3km区間における洪水・氾濫の最大痕跡水面位や地盤高, 浸水深を実測し, 上記理由などを実証する。

2. 現地調査 現地調査は2016年9月12, 16, 18, 21, 22, 29日と10月9日の7日間行った。主な調査項目は洪水・氾濫の最大痕跡水面位の水準測量である。水準測量点は明瞭かつ不動な目印があるところとし, 測点間の位置関係や水平距離はGoogle earthから把握・評価することとした。水準測量には自動レベルと長さ5mの標尺を用いた。

3. 調査結果と考察

3.1 最大痕跡水面位などの空間分布と流況 図-2に最大痕跡水面位(○地点)と地盤高(△や▲地点)の調査結果を示す。数値は水色が最大痕跡水面位(上段: 建築物の前面または側面, 下段: 側面または背面)で, 白色が地盤高である。○地点の白色数値も地盤高で, ここでは浸水深が評価できる。黄色数値は氾濫域中に堆積した漂流物の上端を最大痕跡水面位としたものである。これらは楽ん楽ん近くの国道455号沿いの三級基準点(図中の☆地点, 基455-29, TP約32.0m)と対応付けられている。

表-1に最大痕跡水面位と地形図(基盤地図情報¹⁾)から評価した水面や河床勾配などの結果を示す。表-2にManning式に基づく常・射流の判定例を示す。 h は水深, g は重力加速度, I は(河床)勾配で, Manningの n は0.03, 河川断面形は広矩形としている。図-3に図-2と表-1に基づく最深河床高, 最大痕跡水面位と下述の推定流況を示す。

図-2, 3と表-1, 2から以下が判断される。

①A-B間の水面勾配は1/250, 河床勾配は1/585で, 水面勾配が河床勾配より大きい。B-C間の水面勾配は逆勾配, 河床勾配は1/248で, C地点は湾曲部の始点(一般に最大水深となる地点)である。洪水の水深を5~9m, Manningの n を0.03, エネルギー補正係数を1.0, 河川断面形を広矩形としたときの限界勾配は1/194~1/236(表-2参照)で, A-B間の河床は緩勾配, B-C間の河床は限界勾配程度と判断される。したがって, A-B間の水面形は M_2 (低下背水)曲線, B-C間の水面形は C_1 (場合によっては S_1)曲線と推定される。B-C間の水面形はB-F間における160°近い湾曲による流れの堰止め効果のためと考えられる。

②C-D間の水面勾配は1/164と大きく, D-E間の水面勾配は1/397と緩い。C-D間の大きな水面勾配はC-F間の河床勾配が限界勾配より大きいことやD地点で川幅が広がることから(C-D間は S_2 曲線), D-E間の緩い水面勾配はE-F間が湾曲部の始点であること, D-H間における170°近



図-1 現地調査対象域の地形図(国土地理院)

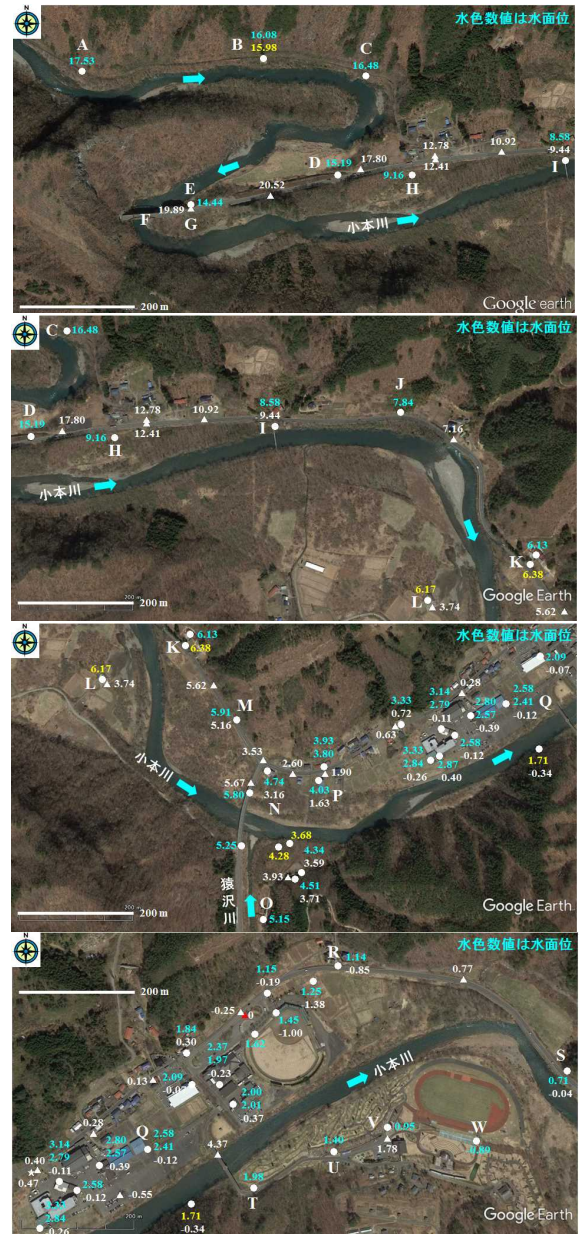


図-2 最大痕跡水面位などの空間分布 (Google earthに加筆)

キーワード: 洪水, 氾濫, 現地調査, 台風10号

連絡先(〒010-8502 秋田市手形学園町1-1 TEL 018-889-2363)

い湾曲とF地点における狭窄（川幅約75m）による堰止め効果から（D-E間は S_1 曲線），理解できることである．したがって，C-E間で跳水が形成されたと考えられる．

③E-H間の水面勾配は1/116，河床勾配は1/241で，水面勾配が河床勾配より大きい．D-F間の水面勾配を一定としたとき，F-H間の水面勾配は1/105，河床勾配は1/259で，河床はかろうじて緩勾配である．したがって，F-H間の水面形は M_2 曲線と判断され，川幅増加を考慮しなければならないが，この間で流速が大きくなったと考えられる．

④H-J間の水面勾配は1/417，河床勾配は1/599の緩勾配で，水面勾配が河床勾配より大きい．これは氾濫域幅が増加したためと考えられる．したがって，H-J間の水面形は M_1 （堰上げ背水）曲線で，H-K間における80°近い湾曲による流れの堰止め効果によると考えられる．

⑤J-K間の水面勾配は1/266，河床勾配は1/228で，水面勾配が河床勾配より緩い．J-M間で見れば，水面勾配は1/310，河床勾配は1/248で，この傾向は明瞭となる．河床は限界勾配より緩く，水面形は M_1 曲線と判断される．これには乙茂橋へのアクセス道路の盛土や盛土・橋梁部での流木滞留による流れの堰止め効果が関係していよう．

⑥乙茂橋路面上の最大痕跡水位（5.80m）が周辺より高い．左岸側にある橋梁へのアクセス道路の盛土や盛土・橋梁部での流木滞留による流れの堰止めが認められる．

⑦乙茂橋左岸側における流れの堰止めや比較的急な下り勾配（ $0.93/75=1/81$ ）の局所陸上地形の影響もあつてか，M-NとN-P間の水面勾配（各々1/113と1/166）がE-H間のものに劣らず大きい．乙茂橋左岸側の国道455号上やその左側（川から離れる方向）で支配断面（限界水深）が形成さ

表-1 現地調査結果

対象区間	水平距離 (m)	積算距離 (m)	水深 (m)	高低差 (m)	水面勾配	2地点の河床高 (m)	河床高差 (m)	河床勾配	平均河床勾配	備考
A-B	363	363	A:8.24	1.45	1/250	40.82, 40.20	0.62	1/585		A-C 1/532
B-C	196	559	B:7.41	-0.40	-1/490	40.20, 39.41	0.79	1/248		
C-D	212	771	C:8.20	1.29	1/164	39.41, 38.46	0.95	1/223		C-E 1/250
D-E	298	1,069	D:8.26	0.75	1/397	38.46, 36.95	1.51	1/197		
E-F	75	1,144	E:9.02			36.95, 36.48	0.47	1/160	地形図 (1/283)	0.19 m
F-G	70	1,214		5.28	1/116	36.48, 36.20	0.28	1/250		1/105
G-H	466	1,680				36.20, 34.41	1.79	1/260		
H-I	287	1,967	H:6.28	0.58	1/495	34.41, 33.99	0.42	1/683	基盤図 (1/283)	1/417
I-J	264	2,231	I:6.12	0.74	1/357	33.99, 33.49	0.50	1/528		
J-K	388	2,619	J:5.88	1.46	1/266	33.49, 31.79	1.70	1/228		1/310
K-M	210	2,829	K:6.12	0.47	1/447	31.79, 31.08	0.71	1/296		
K-L	220	-	L:3.30	0.21	1/1,048	31.79, 34.40	-2.61	-	地形図 (1/465)	横断方向
M-N	132	2,961	M:6.36	1.17	1/113	31.08, 30.36	0.72	1/183		1/133
N-P	118	3,079	N:5.91	0.71	1/166	30.36, 29.87	0.49	1/241	地形図 (1/465)	
O-P	340	-	-	1.12	1/304	33.20, 29.87	3.33	-		猪沢川
P-Q	472	3,551	P:5.69	1.45	1/326	29.87, 27.70	2.17	1/313	基盤図 (1/388)	1/334
Q-R	493	4,044	Q:6.41	1.44	1/342	27.70, 26.79	0.91	1/310		
R-S	468	4,512	R:5.88	0.43	1/1,088	26.79, 25.49	1.30	1/360		
Q-U	328	3,879	-	1.18	1/278	27.70, 26.84	0.86	1/381		
T-U	152	3,727	T:6.07	0.58	1/262	27.44, 26.84	0.60	1/422		1/262
U-V	118	3,997	U:6.09	0.45	1/262	26.84, 26.80	0.04	-		
V-W	161	4,158	V:5.68	1.84	1/88	26.80, 25.49	1.31	1/123		W:5.15 m
S-W	216	-	S:6.75	1.60	1/135	25.49, 25.49	0	-		横断方向

※太字は基盤地図情報から評価したもの。

表-2 常流・射流の判定例（ $n=0.03$ ）

h (m)	$\sqrt{gh}$ (m/s)	I	u (m/s)	h (m)	$\sqrt{gh}$ (m/s)	I	u (m/s)
5	7.00	1/100	9.73	8	8.85	1/100	13.33
		1/194	7.00			1/200	9.43
		1/200	6.88			1/227	8.85
		1/300	5.62			1/300	7.70
		1/400	4.87			1/400	6.67
6	7.67	1/100	11.00	9	9.39	1/100	14.43
		1/200	7.85			1/200	10.21
		1/206	7.67			1/236	9.39
		1/300	6.35			1/300	8.33
		1/400	5.50			1/400	7.22
7	8.28	1/100	12.20	注) 網かけは射流			
		1/200	8.71				
		1/217	8.28				
		1/300	7.04				
		1/400	6.10				

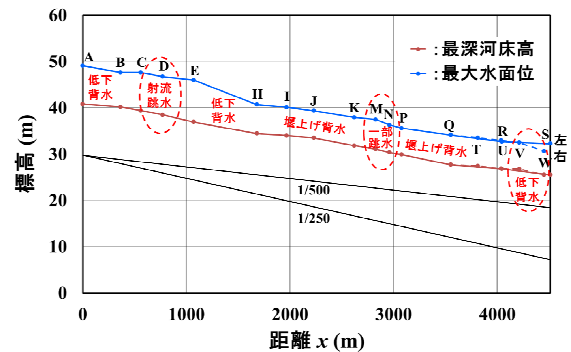


図-3 洪水・氾濫の最大痕跡水面位に基づく推定流況

れ，その下流で局所的な跳水が形成されたと考えられる．

⑧最大痕跡水面位の空間分布から乙茂橋直下流の氾濫に猪沢川の洪水が影響したと考えられる．

⑨左岸側のP-R間の水面勾配は1/334で，1/313の河床勾配（緩勾配）よりやや緩い．右岸側のT-V間はP-R間と逆である．この理由として左岸側の広い平坦な氾濫域の存在，Q-S間における90°近い湾曲と氾濫域幅の増加が考えられる．実際，広い平坦な氾濫域の存在と湾曲による堰止め効果でR-S間の水面勾配は1/1,088と非常に緩く，C-D間やF-H間，J-K間の状況と異なる．一方，右岸側の水面形は M_2 曲線の可能性がある．実際，下流のV-W間やS-W間（河川横断方向）の水面勾配が非常に大きくなっている．

4.2 乙茂中心部左岸側における氾濫流速 乙茂中心部左岸側の最大痕跡水面位時における建築物の前面と側面での水位差は上流から順にふれんどりー岩泉で0.49m（=3.33-2.84），楽ん楽んで0.35m（=3.14-2.79），岩泉乳業で0.23m（=2.80-2.57），道の駅で0.40m（=2.37-1.97）である．前面浸水深 h_f を用いる式(1)²⁾から評価される氾濫流速 u は順に3.8，3.7，3.5，3.1m/sである．風間ら³⁾は乙茂中心部左岸側の氾濫水深が2m以上のところでの氾濫流速は3m/s以上であることを数値解析により示しており，著者らの評価と整合している．式(1)は水平床上的津波氾濫流を対象として導かれたものである．国道455号沿いの路面勾配は約1/710の下り勾配であるが，この程度の勾配であれば式(1)は洪水氾濫流にも適用できることが判った．

$$u = 0.66\sqrt{gh_f} \quad (1)$$

4. 主な結果 ①乙茂地区中心部（道の駅）から直線距離で約2km上流に位置する河川の大蛇行部で水位が上昇し，最大水深は深いところで9m以上に達した．他の対象区間における最大水深は6m前後で，下流に位置する基準点赤鹿における最大水深6.6mよりやや浅い．②大蛇行部の直下流で洪水流が高速化し，河畔林が流木化した．③乙茂橋へのアクセス道路の盛土と盛土・橋梁部における流木滞留により，左岸側橋台付近で水位が上昇した．④本洪水・氾濫災害は小本川のような山地河川で，洪水調節を行うところもない川沿いの平坦地は全てが氾濫域（複断面河川の高水敷相当）であることを改めて示した．

参考文献 1) 国土地理院：基盤地図情報サイト，<http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html>，2016.12.16参照．2) Matsutomi et al.: Inundation flow velocity of tsunami on land, Island Arc, Vol.19, pp.443-457, 2010. 3) 風間ら：平成28年台風10号による二級河川小本川での洪水発生状況の考察，土木論文集B1, Vol.73, No.4, 2017. (印刷中)