

カスリーン台風による日立市宮田川の氾濫の検証

VERIFICATION OF FLOOD OF THE MIYATA RIVER IN HITACHI CITY
BY TYPHOON KATHLEEN

本田尚正¹・川松由季²

Naomasa HONDA and Yuki KAWAMATSU

¹ 正会員 博(工) 茨城大学准教授 理学部地球環境科学コース (〒310-8512 茨城県水戸市文京 2 丁目 1 番地 1)

² 非会員 茨城大学理学部地球環境科学コース (〒310-8512 茨城県水戸市文京 2 丁目 1 番地 1)

The Miyata River in Hitachi City was flooded by Typhoon Kathleen in September, 1947, and a great deal of harm was caused, centering on the Hitachi mine company houses. Sato (2001) inferred that the debris-flow generated in a small mountain torrent that joined the Miyata River hit the company houses directly, flowed into the Miyata River, and caused the flood. In the present study, the flood generated at the upstream of the Momiji Bridge is verified by runoff analyses and numerical simulation of debris flow based on Sato's study. According to the numerical results, even if the maximum flow discharge by rainfall and that of debris-flow are added, flooding is not caused at the upstream of the Momiji Bridge. Therefore, one must consider the possibility of the obstruction of a cross section of the river with sediment runoff and material like driftwood and slag at the point of the Momiji Bridge, which can be assumed safely enough from victims' testimony and documentary photography. As a result, there is the possibility of generating flooding with the above amount of the rainfall outflow and the quantity of the debris-flow.

Key Words: Typhoon Kathleen, river flood, debris-flow, obstruction of a cross section of the river

1. 緒言

1947年9月、カスリーン台風が関東地方に接近し、茨城県下では日立市の宮田川が氾濫して日立鉱山社宅を中心に死者・行方不明者31名、罹災者1,960名等の甚大な被害が発生した。佐藤¹⁾は当災害を地理学的見地から研究し、谷底平地や扇状地といった地形条件、宮田川と社宅との位置関係、証言記録等から、小支流で発生した土石流が社宅を直撃し、宮田川に流入して氾濫に及んだ、と推論した。佐藤自身も当時日立在住の教員として被災直後の沿川の様子をつぶさに見聞しており、その推論には十分な説得力がある一方、力学的な裏付けはなされていない。

カスリーン台風の猛威は60余年を経た今も首都圏住民の語り草であり、多くの自治体が同台風級の大規模水害を想定して地域防災計画を策定している。また近年、過去の大災害の実態を文献解析、現地調査、数値解析等を組合せて解明する研究も進んでいる(たとえば森ら²⁾)。よって今日、カスリーン台風による災害の実態を現在の知見を駆使して明らかにすることには大いに意義がある。

本研究ではカスリーン台風による宮田川の氾濫について、佐藤の推論をもとに力学的見地から考察する。まず、宮田川の流下能力と降雨流出量の時間変化との関係から流入土石流の最大規模を推定する。次に、そのような規模の土石流が小支流で発生する可能性があったかどうかについて、土石流の流動解析により検討する。以上の結果

をもとに、宮田川沿いで被災規模が最も大きかった楓橋(もみじばし)上流での氾濫について考察する。

2. 宮田川および災害の概要

(1) 宮田川の概要

宮田川は茨城県北部の高鈴山(標高 623m)を水源とし、大雄院橋下流で神峰川と合流し、日立市街を流下して太平洋に注ぐ、流域面積約 21.4km²、総延長約 8.8km の二級河川である(図-1)。上流部は深いV字谷を刻み、河床勾配は 1/15 と急峻である。河床勾配は大雄院橋付近(標高約 120m)で急変し、瑞穂橋(標高約 60m)までの平均勾配は 1/40 である。宮田川はこの区間で谷幅が拡大して谷底平地を形成し、瑞穂橋付近からは扇状地が発達する。そして宮田橋(標高約 40m)付近から河岸段丘を形成して河口部に至る(図-2)。このように宮田川周辺の地形は、河川による侵食・運搬作用を強く受けて形成されている。

社会的には、宮田川流域は日立鉱山(1905 年開業)とともに発展し、工場や社宅が次々と建設された。社宅の多くは図-3 のように谷底平地や扇状地などの僅かな平地上にあった。これらの自然的・社会的要因が複合し、当流域ではカスリーン台風により甚大な被害が生じることとなる。

(2) 災害の概要

カスリーン台風(正式名称: 台風 194709 号)は 1947 年

9月8日にマリアナ諸島東方1000kmの洋上に発生した戦後最大級の超大型台風である。この台風による被害は関東地方を中心に全国で死者1,077名、行方不明者853名、負傷者1,547名、住家損壊9,298棟、浸水384,743棟に上り、敗戦後間もない疲弊した日本の国土に大きな爪痕を残した。

日立地方では10日から15日にかけてすでに計202.1mmもの降雨があった³⁾。さらに15日22時から16日2時までの僅か4時間で163.2mmの集中豪雨があり、10日～16日の総降水量は373.1mmに達した。日立地方の平均年降水量は約1,400mmであり、まさに記録的な豪雨であった(図-4)。

日立鉾山社宅の被害は表-1のとおりである。なかでも本山通り社宅と供給下社宅の被害は甚大であった(図-5～図-7)。佐藤は、本山通り社宅の倒壊家屋が25戸と突出する一方、流出家屋が皆無であることに注目した。さらに、社宅の地盤高は宮田川の河床高よりも4m以上高いこと、ここより上流の社宅では家屋の倒壊や流失がないこと、当時の日立鉾山関係者から「(本山通り社宅の)被害は沢水によるものだ。」との証言を得ていることなどから、当社宅は宮田川自体の氾濫ではなく、社宅の中央部を流れる牛小屋沢で発生した土石流によって被災したと考えた。一方、表-2は日立鉾山史⁴⁾の供給下社宅付近に関する記事であるが、これと写真-1から、宮田川の氾濫は15日23時過ぎに始まったこと、社宅下流の楓橋には土石、流木、電柱等の漂着物が大量に絡まっていたことなどがわかる。以上より、佐藤は本山通り社宅の被災(牛小屋沢土石流)と供給下社宅の被災(楓橋上流での宮田川の氾濫)との関係を次のように推論した。

- カスリーン台風来襲時、楓橋には漂着物が大量に絡まり、宮田川の水位は急上昇していた。
- 牛小屋沢で土石流が発生して本山通り社宅を直撃し、家屋を多数倒壊させて宮田川に流入し、楓橋上流の供給下住宅付近で氾濫し、多くの家屋が倒壊・流出した。

3. 検討手順および解析方法

(1) 宮田川の流下能力の算定

牛小屋沢合流点から楓橋地点までの宮田川の流下能力を算定する。ここでは、簡便的に川幅 B 、水深 h の矩形断面にManningの式を適用する。

当時の宮田川の断面形状は不明である。しかし、宮田川は現在も河川整備計画が未策定であり、断面確保のための河床掘削は行われていない。また、昔も今も右岸には道路、左岸にはカラム(鉾率)の山が迫り(写真-2)、この60年余りで川幅 B や河床勾配 i に大きな変化が生じたとは考えにくい。そこでここでは、当時と現在で B や i の値に大きな差異はないものと考え、現況データを用いる。 n は自然河川の標準値 $n=0.030$ とする。

(2) 宮田川の降雨流出量の時間変化の算定とそれに基づく牛小屋沢土石流の最大流量の推定

宮田川の降雨流出量の時間変化を流出解析により求める。



図-1 宮田川の概要

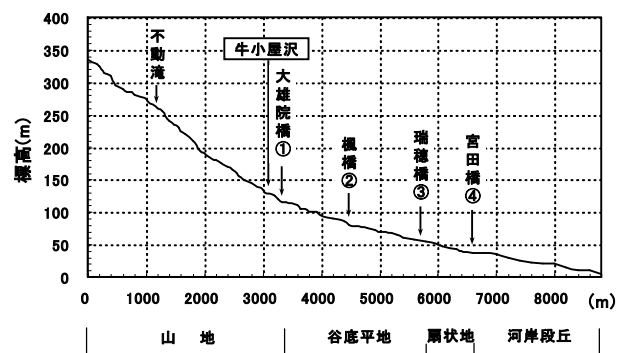


図-2 宮田川縦断面図

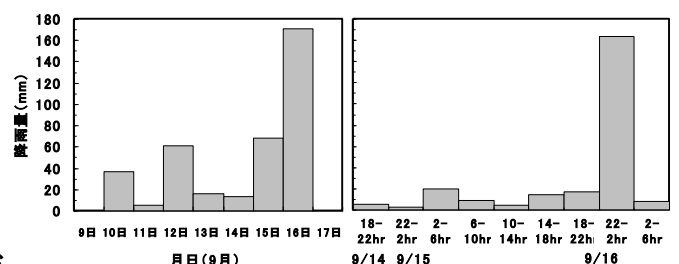


(a) 日立鉾山社宅 (b) 本山社宅 (c) 本山通り社宅 (d) 供給下社宅 (e) 大雄院役宅 (f) 学校下社宅 (g) 杉本下社宅 (h) 久保田社宅

図-3 宮田川沿いの日立鉾山社宅の分布

表-1 日立鉾山社宅の被災状況

社宅名	倒壊家屋	流出家屋	浸水家屋	死者	罹災者
(a)日立鉾山社宅			24戸		80人
(b)本山社宅			31戸		129人
(c)本山通り社宅	25戸		26戸	4人	284人
(d)供給下社宅	10戸	13戸	60戸	18人	384人
(e)大雄院役宅			10戸		174人
(f)学校下社宅		2戸	26戸	5人	81人
(g)杉本下社宅		4戸	30戸		209人
(h)久保田社宅		2戸	1戸		15人
計	35戸	21戸	208戸	27人	1356人



(a) 日雨量(9/10～9/16) (b) 4時間雨量(14日18時～16日2時)

図-4 日立地方の降雨の推移(神峰山測候所)



図-5 本山通り社宅と供給下社宅の位置関係

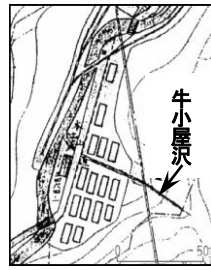


図-6 本山通り社宅 (佐藤, 2001)



図-7 供給下社宅 (佐藤, 2001)

表-2 宮田川氾濫前後の供給下社宅付近の様子 (9月15日21時頃~)

21時頃	ラヂオ報道により、日立鉱山消防隊全員出動非常警戒に当たった。
22時頃	宮田川及びその支流の流量急増し、前々日来の雨に飽水せる流域の土砂は次第に流出した。
23時頃	河川が氾濫し、河岸の崩壊が続出し、土石の流下物凄く倒壊せる流木電柱は流下して橋梁にかかり、之を押し流し、之等流出物は紅葉橋附近以下の緩流地帯に堆積して河底を高め、水位を増し、供給下以下新町に至る住宅地帯を洗い、この間、約1,500米は住宅地も道路も悉く河底に変し、今日に見る如き惨害を蒙った。



写真-1 被災直後の供給下社宅 (宮田川左岸より撮影) (佐藤, 2001)

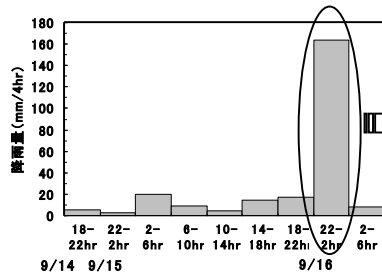


(a) 宮田川右岸の現況 (左岸より撮影)

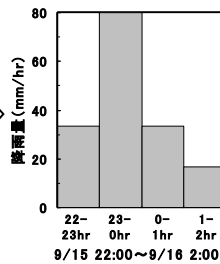


(b) 宮田川左岸の現況 (右岸より撮影)

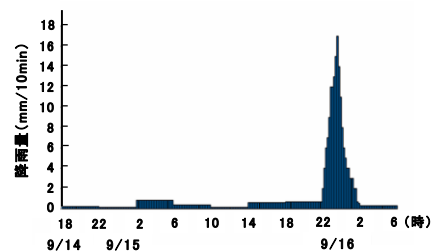
写真-2 現在の楓橋



(a) 実際の降雨データ



(b) 4時間最大降雨量の配分



(c) 流出解析に用いた降雨データ (10分間隔)

図-8 流出解析に必要な降雨データの作成

検討対象時間帯は4時間連続雨量163.2mmの集中豪雨を記録した15日22時から16日2時までを中心に14日18時から16日6時まで(総雨量245.6mm)とする。

降雨データは図-8(a)の4時間雨量では不十分である。そこで水戸気象台の観測記録⁵⁾を調べると、水戸では15日22時から8時間で179mm、そのうち23時から1時間で82.0mmの降雨量があった。水戸気象台は神峰山測候所の南南東約35kmに位置し、その降雨ピークは北上する台風との関係から神峰山測候所よりも1時間以上早く出現した可能性もある。しかしここでは神峰山測候所で観測された4時間連続雨量163.2mmのうちの時間最大雨量を大まかに見積もるため、水戸気象台での時間最大雨量を参考に15日22時から4時間雨量を1時間間隔で図-8(b)のように配分し、さらに23時30分~40分を降雨ピーク(16.7mm/10min)として山なりになるよう、10分間隔で図-8(c)のように分配した。それ以外の4時間ごとの降雨は10分間隔で均等に分配した。

一方、流量データはないので、中安の総合単位図法⁹⁾を用いる。同法は流域面積や最大流路長といった地形特性値をもとに単位図を作成する方法である。具体的には、楓橋地点から上流の宮田川流域を図-9のように3分割し、表-3の地形特性値を用いて小流域ごとの単位図(単位雨

量1.67mm/10min)を図-10のように作成した。単位時間を10分としたのは、小流域での降雨流出の応答は短時間であると考えたからである。この単位図に図-8(c)中の有効降雨量に乗じて重ね合せ、対象流域全体の降雨流出量の時間変化を求める。このとき、流出率 f をいかに設定するかは解析上非常に重要であるが、その手がかりとなる現地データはない。連日の降雨の影響で山地斜面の浸透能力がかなり低下していたことは想像に難くないが、ここでは $f=0.50$ と小さめに設定して解析を進める。

次に、牛小屋沢土石流の最大流量は、宮田川流域の降雨流出量と宮田川の流下能力を比較して推定する。

(3) 牛小屋沢土石流の流動解析

牛小屋沢土石流の流動過程を土石流の一次元支配方程式⁷⁾により追跡する。数値計算に必要な条件は、60余年を経た今日ではその多くを現況データや一般値に基づく仮定に拠らざるを得ないが、次のとおり定めた。

a) 初期河床縦断形状および流動幅

牛小屋沢は、図-11のように沢A、沢Bで構成される。各沢の初期河床縦断形状は1/2,500地形図をもとに図-12とする。流動幅は流動深を1.0mと仮定した場合に1/2,500地形図から読み取れる谷幅とし、図-13とする。

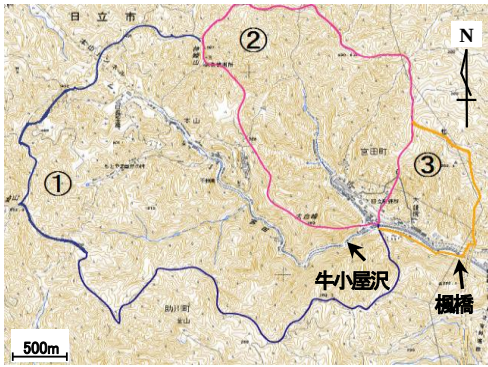


図-9 宮田川流域図（楓橋地点より上流部）

表-3 宮田川流域の地形特性値

計画諸元	①	②	③	流域全体
流域面積 (km ²)	4.1	2.7	1.1	21.4
最大流路長 (km)	5.0	1.1	0.8	8.8

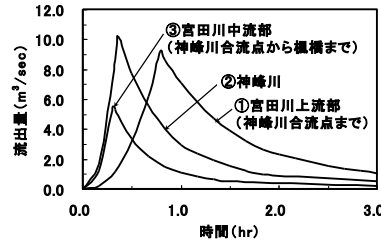


図-10 宮田川流域の単位図

表-4 土石流の流動解析に必要な物理定数

砂礫粒子の密度	$\sigma = 2.70 \text{ g/cm}^3$
砂礫粒子の内部摩擦角	$\phi = 39.0^\circ$
堆積物の代表粒径	$d = 5.0 \text{ cm}$
間隙水（泥水）の密度 （微細砂濃度10%）	$\rho = 1.00 \times 0.90 + 2.70 \times 0.10 = 1.17 \text{ g/cm}^3$
堆積物の静止堆積濃度	$C_s = 0.50$ （江頭ら、参考文献7）
差分条件 （leap-frog 法）	$\Delta t = 0.025 \text{ sec}$, $\Delta x = 5.0 \text{ m}$



図-11 牛小屋沢流域図

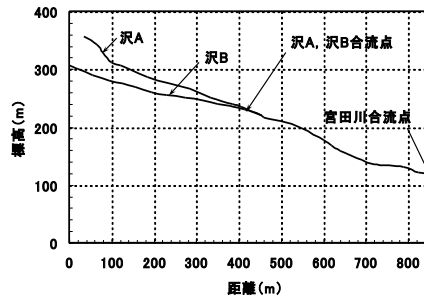


図-12 牛小屋沢 河床縦断形状

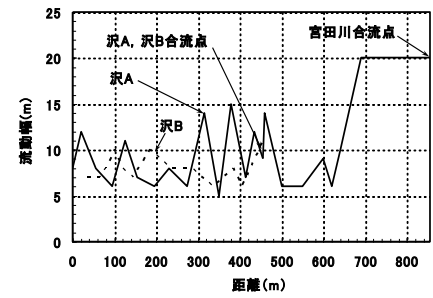


図-13 牛小屋沢 流動幅

b) 土砂供給源に関する条件（元河床の侵食条件）

崩壊箇所の特定は困難なため、渓床堆積物の移動のみを考える。元河床の侵食条件として、非粘着性材料の飽和時の安定限界勾配に着目し、河床勾配が 22° よりも緩い所には堆積物が存在するものとして堆積厚（限界侵食深）を変化させ、流下土石流の規模を調べる。

c) 水の供給条件

渓流水に関するデータはないが、数値計算上は、ほぼ飽和状態の渓床堆積物が移動開始するための少量の水が供給されれば十分である。そこでここでは $Q_{in} = 0.10 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水を沢の最上流端から定常的に供給する。

d) 数値解析に必要な物理定数

表-4 のとおり仮定した。とくに微細砂による間隙水の密度の上昇と浮力への影響は、土石流の流動解析上無視できないので⁷⁾、ここでは微細砂濃度 10% とした。

4. 結果および考察

(1) 宮田川の流下能力の算定結果

図-14 のとおり、牛小屋沢合流点から楓橋地点までの約 1.3km 区間で流下能力が最も小さい箇所は牛小屋沢合流点から約 150m 下流の(a)地点で $114 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、次いで楓橋から約 200m 上流の(b)地点で $169 \text{ m}^3/\text{sec}$ であった。なお、楓橋地点の流下能力は $354 \text{ m}^3/\text{sec}$ であった。

(a), (b)地点で流下能力が小さいのは、表-5 のとおり、(a)地点は川幅が狭くて流水断面積が小さく、(b)地点は河床勾配が緩やかで流速が小さいためである。また、(b)地点は氾濫地点である供給下住宅の西端（宮田川沿いとしては上流端）とほぼ一致する。

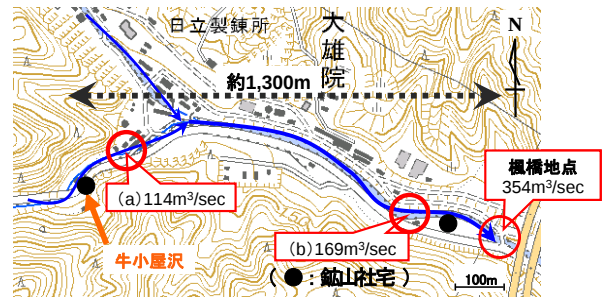


図-14 宮田川の流下能力の算定結果

表-5 宮田川の流下能力の算定結果

	(a) 地点	(b) 地点	楓橋地点
川幅 B (m)	7.0	10.5	10.0
河床勾配 i	0.013	0.005	0.020
水深 h (m)	3.05	3.96	4.30
断面積 A (m ²)	21.4	41.6	43.0
流速 V (m/s)	5.3	4.1	8.2
流量 Q (m ³ /s)	114	169	354

(2) 宮田川の流出解析の結果とそれに基づく牛小屋沢土石流の最大流量の推定

図-15 に流出解析の結果を示す。楓橋付近では 15 日 22 時の時点でかなりの水位上昇があったと思われるが（表-2）、同時点の降雨流出量は $6 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度と小さく、氾濫が生じる規模ではない。また、楓橋地点でのピーク流出量は 16 日 0 時 20 分に出現するが、これは氾濫開始時刻である 15 日 23 時過ぎよりも 1 時間以上遅い。これらは現地データが乏しい中、入力降雨パターンや流出率など、さまざまな仮定の下での計算結果であり、観測流量データに拠らない総合単位図の適用も含めて流出モデル設定の適否には課題を残すが、宮田川の氾濫に降雨以外の要因があったことを示唆している。

そして、それは佐藤の推論によれば、楓橋地点での河積阻害による背水の影響と牛小屋沢土石流の流入によって宮田川の水位が上昇し、氾濫に及んだとされる。背水の影響については(4)で詳しく考察することとし、ここでは牛小屋沢土石流の最大規模を推定してみよう。

図-14 中の(a)地点(流下能力 $114\text{m}^3/\text{sec}$)は牛小屋沢合流点の下流に位置するが、この地点で氾濫が生じたという記録はない。したがって(a)地点の通過流量は流下能力以下と考えられる。一方、15日23時から23時30分までの間を氾濫開始時間帯とすると、図-15より、神峰川合流点直下流地点におけるこの30分間の平均流出量は $15\text{m}^3/\text{sec}$ である。よって、(a)地点での降雨流出以外の流量、すなわち、牛小屋沢からの流入土石流の規模は最大で $100\text{m}^3/\text{sec}$ 程度と推定される(図-16)。

(3) 牛小屋沢土石流の流動解析の結果

図-17 は、沢 A で限界侵食深を 1.0m から 4.0m まで変化させて計算を行い、谷出口での土石流の総流量(水+土砂)と流速の時間変化を示したものである。同図(a)から、沢 A では限界侵食深 4.0m の場合にピーク流量 $105\text{m}^3/\text{sec}$ 、同じく 2.0m の場合に $75\text{m}^3/\text{sec}$ の土石流が発生する可能性がある。一方、同図(b)から、限界侵食深の違いによるピーク流速の差は小さい。このことから、同図(a)にみられる限界侵食深の違いによるピーク流量の差はピーク水深の差によるものである。ちなみに限界侵食深 4.0m の場合のピーク水深は約 1.4m 、同じく 1.0m の場合のピーク水深は約 0.7m であった。

図-18 は、沢 B で沢 A と同様に計算した結果である。同図(a)から、沢 B では限界侵食深 $2.0\text{m} \sim 4.0\text{m}$ の場合にピーク流量 $80\text{m}^3/\text{sec}$ 程度の土石流が発生する可能性がある。限界侵食深 $2.0\text{m} \sim 4.0\text{m}$ の間でピーク流量に差がみられないのは、侵食深 2.0m で全区間がほぼ平衡勾配に達し、それ以上の河床侵食が進行しなかったためである。同図(b)で限界侵食深 1.0m の場合とそれ以外の場合とでピーク流速に差があるのもこの理由による。また、ピーク流量が沢 A に比べて小さいのは、上流部の河床勾配の差による河床侵食量の差によるものである。

なお、土砂濃度は沢 A、沢 B ともにピーク濃度 30% 程度であり、ピーク出現後も濃度 20% 程度の土砂流が流出している。これは表-2 中、15日23時頃から宮田川で土石の流下が増大化していることとも符合する。

以上より、牛小屋沢を構成する2つの沢のいずれでも発生し得る土石流は最大 $70 \sim 80\text{m}^3/\text{sec}$ 程度(限界侵食深 2.0m)と推定される。当時の溪床堆積物の分布状況は不明であるが、限界侵食深 2.0m は荒廃溪流における土砂堆積厚として想定可能な値と考えられる⁷⁾。

(4) 楓橋上流での宮田川の氾濫に関する考察

以上の検討結果をもとに楓橋上流での宮田川の氾濫について考察する。なお、氾濫地点である図-14 中の(b)地点は楓橋の上流約 200m に位置するが、この2地点

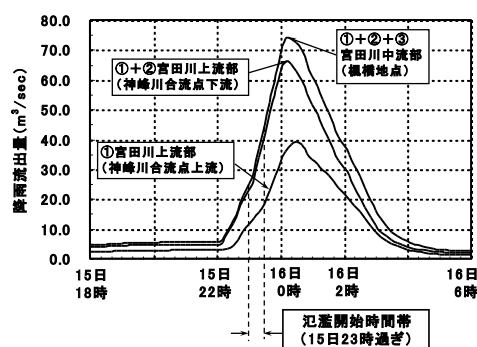


図-15 宮田川流域の降雨流出量の時間変化

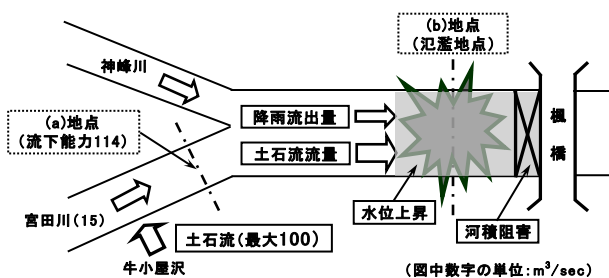


図-16 宮田川氾濫時の降雨流出、土石流、河積阻害および背水による水位上昇の関係(模式図)

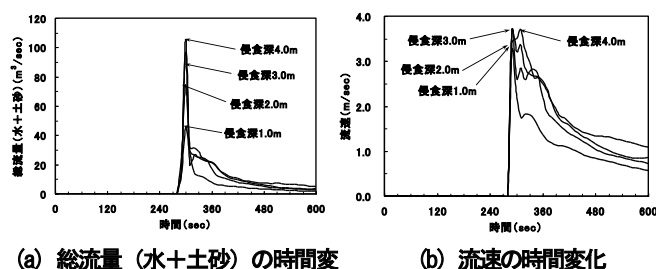


図-17 沢 A の土石流特性値(谷出口)

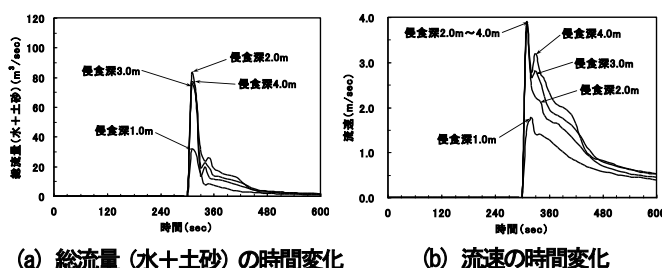


図-18 沢 B の土石流特性値(谷出口)

間には横流入量はなく、川幅の差も小さい(表-5)。そこで以下では、(b)地点の降雨流出量は楓橋地点のそれと等しく、楓橋地点での河積阻害による水位上昇量と(b)地点での背水による水位上昇量も等しいとする。

図-15 より氾濫開始時間帯における楓橋地点の平均流出量は $30\text{m}^3/\text{sec}$ (流出率 $f=0.50$) である。(b)地点で降雨流出量 $30\text{m}^3/\text{sec}$ 、土石流の流入流量 $70\text{m}^3/\text{sec}$ として、合計 $100\text{m}^3/\text{sec}$ の流量に相当する水深は、表-6(1)より 2.74m であり、護岸高までの水深 3.96m との差は 1.22m である。(b)地点ではこの 1.22m 分の水位が背水によって上昇し、氾濫が生じたと考えられる(図-16)。

表-6 氾濫地点および楓橋地点における水位上昇量、川幅の閉塞率等の計算結果

諸 元	氾 濫 地 点 (図-14中の(b)地点)					楓 橋 地 点							
	流下能力	土石流の最大流量 70m ³ /s				降雨流出量 (f:流出率)							
		降雨流出量 (f:流出率)											
		(1) 30m ³ /s (f=0.50)	(2) 36m ³ /s (f=0.60)	(3) 42m ³ /s (f=0.70)	(4) 48m ³ /s (f=0.80)	(5) 30m ³ /s (f=0.50)	(6) 36m ³ /s (f=0.60)	(7) 42m ³ /s (f=0.70)	(8) 48m ³ /s (f=0.80)				
川幅B(m)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.0	<u>3.3</u>	10.0	<u>3.8</u>	10.0	<u>4.3</u>	10.0	<u>4.8</u>
河床勾配 i	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
水深 h(m)	3.96	2.74	2.84	2.96	3.06	0.81	} 2.03	0.91	} 2.03	1.00	} 2.00	1.09	} 1.99
[水位上昇量]	—	[1.22]	[1.12]	[1.00]	[0.90]	[1.22]		[1.12]		[1.00]		[0.90]	
断面積 A(m ²)	41.6	28.8	29.8	31.1	32.1	8.1	6.7	9.1	7.7	10.0	8.6	10.9	9.6
流速 V(m/s)	4.1	3.5	3.5	3.6	3.7	3.7	4.4	4.0	4.7	4.2	4.8	4.4	5.0
流量 Q(m ³ /s)	169	100	106	112	118	30	30	36	36	42	42	48	48
川幅の閉塞率						(10.0- <u>3.3</u>)/10.0 =0.67	(10.0- <u>3.8</u>)/10.0 =0.62		(10.0- <u>4.3</u>)/10.0 =0.57		(10.0- <u>4.8</u>)/10.0 =0.52		

一方、楓橋地点において降雨流出量 30m³/sec に相当する水深は、表-6(5)より 0.81m である。このとき、同地点で河積阻害により 1.22m の水位上昇が発生し、流量 30m³/sec で水深が 2.03m となるような川幅を逆算すると、表-6(5)より 3.3m である。これは同地点の川幅 10.0m の 33% に相当する。つまり、楓橋地点で川幅の 67% を超える河積が閉塞状態にあった場合、同地点の上流では 1.22cm を超える水位上昇が発生し、(b)地点で氾濫する可能性は十分にあったといえる (表-6(5))。

以上述べた計算結果と考察は、降雨流出の規模 (流出率 f) をいかに設定するかによって内容が異なってくる。そこで平均流出量 30m³/sec ($f=0.50$) をもとに、 $f=0.60\sim 0.80$ を用いた比例計算によって平均流出量を概算すると、36m³/sec ($f=0.60$)、42m³/sec ($f=0.70$)、48m³/sec ($f=0.80$) となる。それらと土石流流量 70m³/sec との合計流量から(b)地点での背水による水位上昇とそれを誘起する楓橋地点の河積阻害 (川幅の閉塞率) を求めると、表-6(2)～(4)および(6)～(8)のようになる。

同表から、楓橋地点での川幅の閉塞率 52%～67%、つまり、川幅の 1/2～2/3 が閉塞状態にあった場合、楓橋上流で氾濫が生じる可能性は十分にあったといえる。また、同地点においてそのような規模の河積阻害の発生は、被災証言や記録写真から十分に想定できる。

5. 結語

本研究では、カスリーン台風による日立市宮田川の氾濫の実態を佐藤の推論をもとに力学的見地から明らかにするため、流出解析や土石流の流動解析といった手法を組合せて検討を行った。被災後60余年を経た今日では現存するデータは乏しく、種々の解析のために必要な条件の多くは一般的な仮定に拠らざるを得ない。とくに、宮田川流域の流出特性 (流出率) と牛小屋沢の溪床堆積物の分布条件 (限界侵食深) は、台風来襲時の降雨流出と流下土石流の規模を決定する非常に重要な条件であるが、その手がかりとなる現地データはもはやない。そこでここでは、この2条件にとくに注目して検討を進めた。

その結果、牛小屋沢で発生し得る土石流の最大流量は 70～80 m³/sec 程度 (限界侵食深 2.0m) と推定された。また、台風来襲時の流域の降雨流出特性として流出率 0.50～0.80 を考慮すると、楓橋地点で川幅の 1/2～2/3 が閉塞状態にあった場合、河積阻害による背水の影響と牛小屋沢土石流の流入によって宮田川の水位が上昇し、楓橋上流で氾濫が生じる可能性は十分にあったと考察した。

楓橋地点において上記の規模の河積阻害の発生は、被災証言や記録写真から十分に想定できる。以上より、カスリーン台風来襲時に宮田川沿いで最も被災規模が大きかった楓橋上流での氾濫は、佐藤の推論のとおり、小支溪からの土石流の流入と楓橋地点での河積阻害、という二つの要因が重なり合って発生した、と結論付ける。

謝辞： (株) ニュージェック 江頭 進治先生には土石流の数値解析に関して日頃より貴重なご助言を賜っている。郷土文化研究会理事 佐藤 惣一先生にはご自身の研究成果はもとより、数多くの貴重な資料をご提供いただくとともに、地理学者の立場から適切なご助言をいただいた。ここに記して深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 佐藤惣一：日立市宮田川河谷におけるカスリーン台風による水害と地形—郷土研究および地理教育の視点から—、茨城地理、第2巻、pp.15-24、2001。
- 2) 森 俊男・井上公夫・水山高久・植野利康：梓川上流・トバタ崩れ (1757) に伴う天然ダムの形成と決壊対策、砂防学会誌、第60巻第3号、pp.44-49、2007。
- 3) 日立鑛業株式会社：神峰山観測所気象月報9月分、1947。
- 4) 日立鑛業株式会社：日立鑛山史、pp.404-406、1952。
- 5) 水戸気象台：水戸気象台気象月報9月分、1947。
- 6) 中安米蔵：本邦河川洪水のUnit Graphについて、建設省直轄工事第7回研究報告、pp.333-346、1956。
- 7) 江頭進治・本田尚正・宮本邦明・有村真一：姫川支川蒲原沢土石流のシミュレーション、水工学論文集、第42巻、pp.919-924、1998。

(2009. 9. 30受付)