



## 2016年8月の豪雨災害をもたらした気象・水文要因 に関する調査概要

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2018-03-23 キーワード (Ja): キーワード (En): Typhoon, Heavy rain, Flood, Bank breach, Meteorological and hydrological factors 作成者: 中津川, 誠 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/00009609">http://hdl.handle.net/10258/00009609</a>

# 2016 年 8 月の豪雨災害をもたらした 気象・水文要因に関する調査概要

中津川 誠<sup>\*1</sup>

## Research Outline of Meteorological and Hydrological Factors on Disasters Due to Heavy Rain in August 2016

Makoto NAKATSUGAWA<sup>\*1</sup>

(原稿受付日 平成 29 年 11 月 21 日 論文受理日 平成 30 年 2 月 19 日)

### Abstract

From August 17 to August 23, three typhoons of No.7, No.11 and No.9 continuously landed in Hokkaido one, and floods and sediment disasters occurred mainly in eastern Hokkaido. Also, heavy rain due to the front and the approach of Typhoon No.10 from August 29 induced bank breaches and floods in the Tokachi River system and upstream of the Sorachi river in the Ishikari River system. Moreover, it caused serious disaster as runoff of roads and bridges on the east side of the Hidaka Mountain range. In response, Japan Society of Civil Engineers formed the August 2016 Hokkaido Heavy Rain Disaster Inquiry Team (Head: Prof. Yasuyuki Shimizu in Hokkaido University and Secretary: Prof. Makoto Nakatsugawa in Muroran Institute of Technology) and have conducted a survey. Mission of the team is to investigate the causes of extraordinary phenomena and to propose measures for that. We have already published the report as the research team. Based on those results, especially, the findings on meteorological and hydrological factors are summarized as follows.

Keywords : Typhoon, Heavy rain, Flood, Bank breach, Meteorological and hydrological factors

---

### 1 土木学会水工学委員会調査団による調査について

2016 年 8 月 17 日から 8 月 23 日の 1 週間に 7 号、11 号、9 号の 3 個の台風が続々と北海道に上陸し、北海道東部を中心に大雨により河川の氾濫や土砂災害が発生した。また、8 月 29 日からの前線と台風 10 号の接近による大雨で十勝川水系や石狩川水系・空知川上流で堤防の決壊や河川のはん濫、日高山脈東側での道路や橋梁の流失などが相次ぎ、大きな災害となった。このことを受け、土木学会水工学委員会では 2016 年 8 月北海道豪雨災害調査団（団長：北海道大学・清水康行、幹事：室蘭工業大学・中津川誠）を結成し、調査を実施した。調査団の目的は、上記のような異例ともいえる現象・事象の原因を究明し、

---

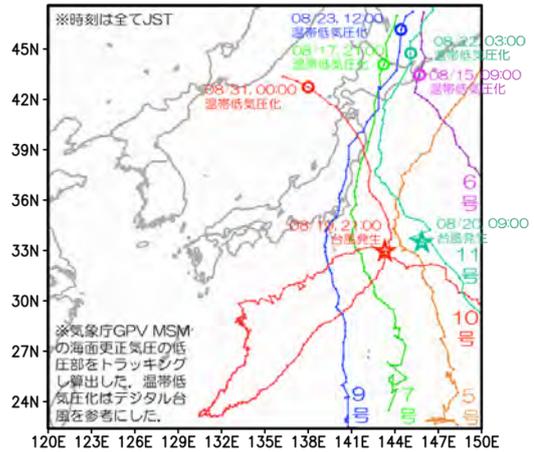
\*1 室蘭工業大学 くらし環境系領域

その対策についても提言することである。調査団としてすでに報告書(1)をまとめているが、それを援用し、以下に気象・水文要因に関する調査結果の抜粋を示す。

## 2 気象の概要

気象庁では 1951 年から台風の統計を開始しているが、これまで北海道では 1 年間に 1 個以上の台風が上陸することはなかった。しかし、2016 年 8 月後半の半月ほどの間に 3 個の台風が上陸、1 個の台風が接近し(図 1)、未曾有の大雨をもたらした。上陸した 3 個の台風はいずれも「前線」と「台風」の組み合わせで、これは北海道に大雨をもたらす天気図パターンである。前線の位置や台風の通過コースによって降雨域も変わり、3 個の前線と台風による降雨域を足し合わせると、ほぼ北海道を覆うようになった(図 2 上)。一方、台風 10 号は初めて太平洋側から三陸地方へ上陸するという、特異なコースを取った。このため北海道では東寄りの湿った暖かい風が三日間に渡って吹き続け、日高山脈や大雪山系の南東斜面で「地形性降雨」を発達させ、山脈沿いに特異な大雨を記録した(図 2 下)。この際、十勝管内のぬかびら源泉郷アメダスの積算雨量が一週間で 500 mm を超え、台風 10 号によって更に 350 mm 以上の雨が加わって 858.5 mm を記録したという例がある。

2016 年 8 月の台風の特徴を考えるため、既往の台風で「北海道に接近した台風」を抽出し、「日本海ルート」、「本州縦断ルート」、「太平洋ルート」に分類した(分類方法は文献(1)参照)。ここで、1961 年以降に北海道に接近した台風の経路、中心気圧については台風経路データ(3)を用い、経路が離島を除く北海道の陸域から 300 km の範囲に入ったものを「北海道に接近した台風」と定義した。なお、温帯低気圧化後も除外せず台風経路として扱った。これらの台風の経路を図 3 に記す。図 4 は 1961 年から 10 年毎(最後の年代は 2011-2016 年の期間)の北海道に接近した台風の数と割合をルート別に記す。これから北海道に接近した台風の総数自体は 1 年あたり約 3 個と年代に大差ないが、2011 年以降は 3 つのルートのうち、太平洋ルート为数が 6 年の間に 11 個と多い。とくに 2016 年 8 月に発生したものは台風 5、6、7、10、11 号の 5 つに及んだ。山田らは、この太平洋ルートを通して北海道に接近した台風は、他のルート



2016年8月に北海道を上陸もしくは周辺を通過した台風の経路。気象庁GPV MSMの海面更正気圧の低圧部を1時間おきにトラッキングし算出した。発生・温帯低気圧化はデジタル台風を参考にした。図中☆印は台風発生地点、○印は温帯低気圧化した地点。

図 1 2016 年 8 月に北海道に上陸または周辺を通過した台風の経路(台風発生以前の熱帯低気圧及び温帯低気圧化後の進路も含む)(1)

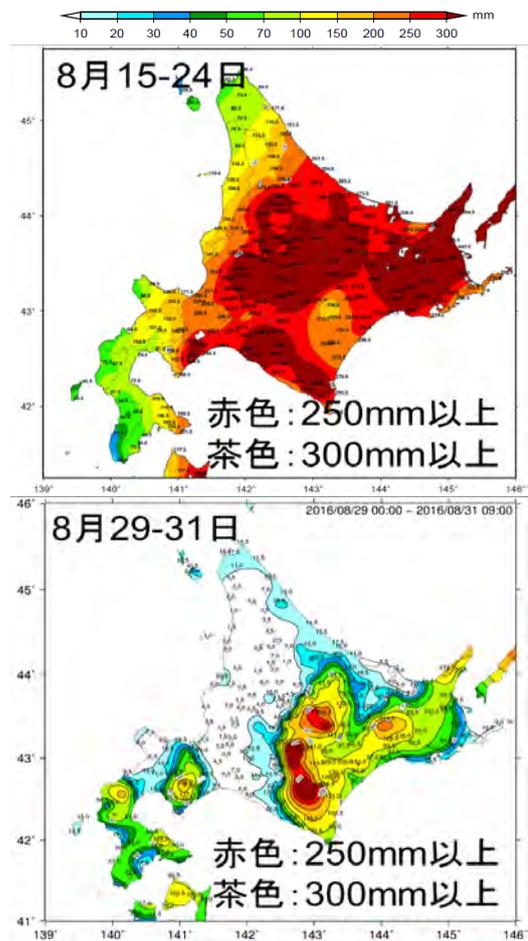


図 2 雨量分布図の比較 上:前線と台風による大雨(2016/8/15~8/24) 下:地形性降雨と台風による大雨(2016/8/29~8/31)(日本気象協会北海道支社配布資料(2))

に比べ北緯 40 度で低い中心気圧を記録し、北海道以南の北緯 30-40 度帯で中心気圧が他のルートに比べ上昇しにくい、すなわち、より強く衰えづらい台風であることを指摘している(1)。なお、この北緯 30-40 度帯は、北海道へ影響を及ぼす範囲として着目したものである。

### 3 河川流出の概要

河川流量・水位に関しては、一例として常呂川・上川沿地点の例(図 5 左)では計画高水位を超過し、観測史上最大の水位を記録した。また、8月30日には台風第10号によりもたらされた降雨により、石狩川水系や十勝川水系では堤防の決壊や河川の氾濫が発生するなど甚大な被害となった。今次洪水の特徴として、先行する3つの台風により水位が下がりきる前に大雨に見舞われ、土壌水分量が高い状態で維持されたことで、台風10号の降雨が流出を増大させた点が挙げられる。図5右に洪水期間前後の常呂川流域・上川沿地点における積算雨量-積算流出高(R-Q)の関係と各台風に由来する降雨期間に区切った流出率(=R に対する Q の比)を示す。後半には流出率が 1.0 もしくはそれを上回る状態となり、土壌の湿潤により、降雨が浸透貯留されずに流出する状態となっていたことが示唆される。同様な現象は空知川水系・金山ダム集水域、十勝川水系・札内川ダム流域でも確認された。

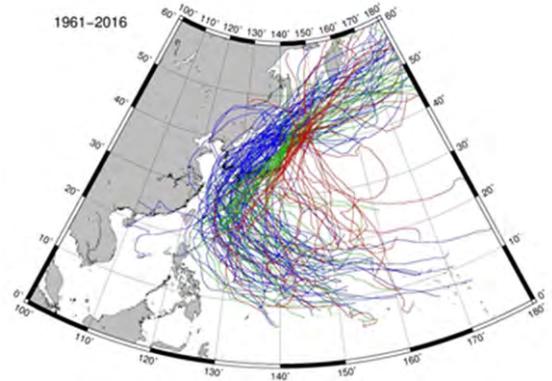


図 3 北海道に接近した台風のルート(図中の青、緑、赤線はそれぞれ日本海、本州縦断、太平洋ルートに該当する)(1)、(3)、(4)

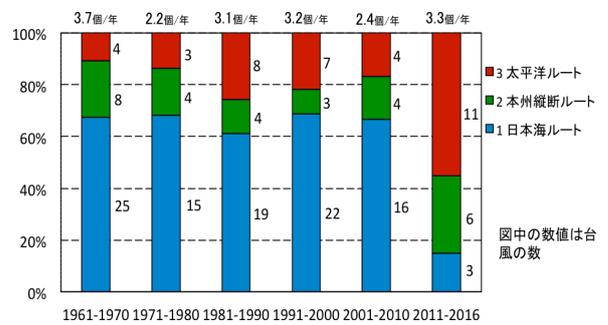


図 4 北海道に接近した台風ルートの年代別割合(図中の数字は台風の個数、2016年については8月までのデータ)(1)、(3)、(4)

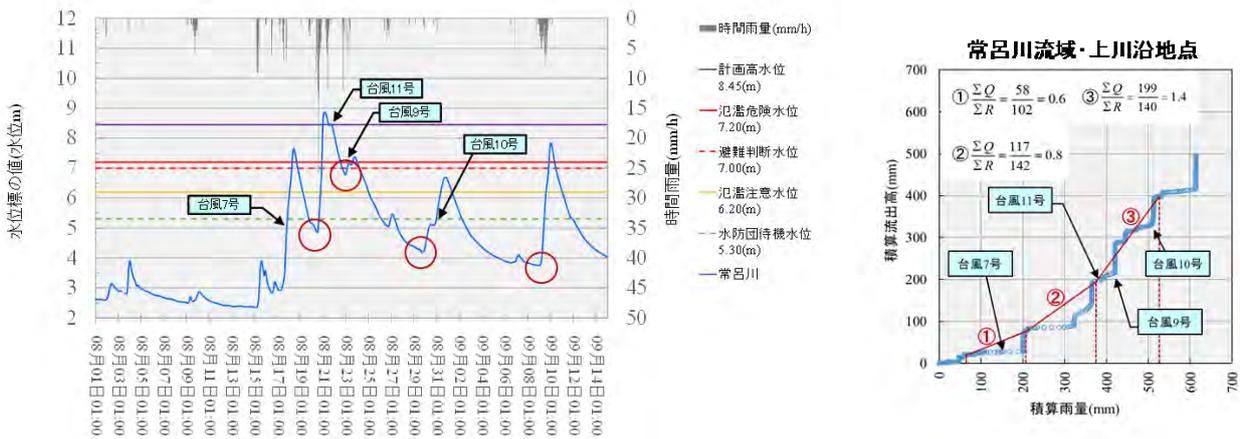


図 5 常呂川の上川沿地点の水位(左)と積算雨量-積算流出高の関係(右)(2016/8/1~2016/9/15)

表 1 水文学的手法と水理学的手法による算定流量との比較(1)、(5)

河川	パンケシントク川		ペケレベツ川			
	本研究		水理的手法	本研究		水理的手法
手法	2段法	合理式		2段法	合理式	
ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)	147	149	343	250	244	402

2016年8月の大雨ではとくに中小河川で多くの被害が発生した。とくに被害が甚大であった十勝川水系上流部のパンケ新得川（流域面積 27.8 km<sup>2</sup>）、ペケレベツ川（流域面積 42.1 km<sup>2</sup>）を対象に流出量の推算を行った。上記のような中小河川の多くでは流量観測が行われておらず、最適なモデルパラメータの設定（流出解析）ができない。そこで、実績流入量データがあり、地質構成の近い札内川ダムの観測データを用いた流出解析も実施した。雨量は、1 km メッシュのレーダー解析雨量を用いた。流出量は、1 段型と 2 段型の 2 種類の貯留関数法（モデル概要は文献（1）参照）による流出計算やモデルパラメータの最適化ができる iRIC ソルバー SRM を用いて推算した。まずは、札内川ダムの 2016 年台風 10 号による雨量と流入量の観測データで最適化されたパラメータを用い、2 段型貯留関数法（以下 2 段法）で流出計算を行ない、ピーク流量を求めた結果を表 1 に示す。この際、浸透を表わすパラメータは下限値（=浸透が 0）に近い数値に設定され、先行する台風の影響で地中が飽和状態となり、降雨が浸透せずに流出していることを表わす結果となった。また、クロスチェックのため、合理式でもピーク流量を推算した。合理式は流量  $Q$  m<sup>3</sup>/s を  $Q=1/3.6frA$  で推算するが、流出係数  $f$  は両河川とも 0.73、平均降雨強度  $r$  mm/h の到達時間は両河川とも 1.6h（北海道建設部河川砂防課より聞き取り）、流域面積  $A$  km<sup>2</sup> を与える。表 1 をみると、iRIC SRM の計算によるピーク流量と合理式によって求めたピーク流量はほぼ同じ値となり、これから対象地点上流域の貯留効果が失われた状態で流出していることが結果として示された。

ところが、管理者である北海道が痕跡水位を基に等流計算によって算出した流量（水理学的手法）と比較してみると、上記の貯留関数法、合理式といった水文学的手法が流量を大幅に過小評価していることがわかった（表 1）。そこで、計算に用いた雨量データを精査してみた。図 6 は両河川の近傍にある狩勝観測所の地点雨量と直上のレーダー解析雨量を比較したものである。図よりレーダー解析雨量は地上雨量を過小評価しており、流量の過小評価を招いていることが示唆される。そこで、同地点におけるレーダー解析雨量と地点雨量の総雨量の比を本研究で用いていたレーダー解析雨量（流域平均雨量）に掛け合わせ補正し、パラメータもピークに合わせるように調整した結果、図 7 のように両河川で水理的手法と同様の結果を得ることが出来た。以上より、山岳部と平地で雨量が大きく異なることに留意し、レーダ雨量の補正に注意する必要があることや、連続した洪水の流量再現では土壤の湿潤状態を考慮したパラメータ設定に留意する必要があることがわかる。

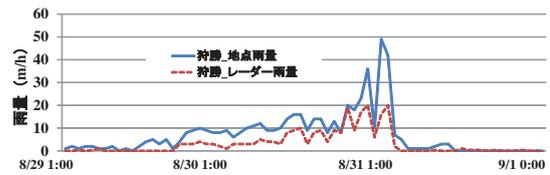


図 6 レーダー解析雨量と地点雨量の比較 (1)

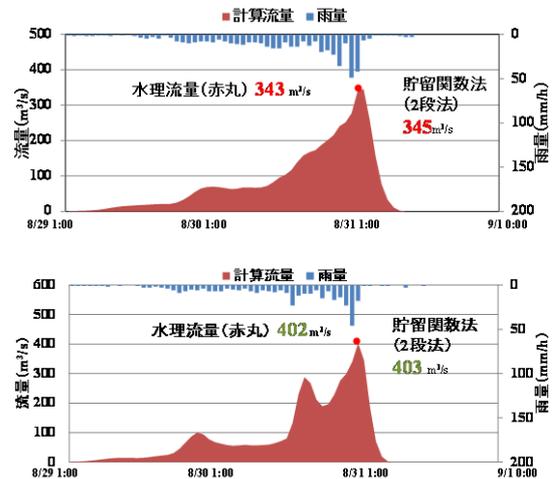


図 7 パンケ新得川（上）とペケレベツ川（下）の 2 段法による流出計算の結果 (1), (5)

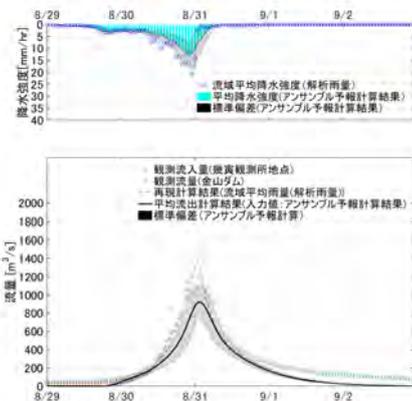


図 8 領域気候モデルの再現・予測結果を用いた空知川上流域のハイト及びハイドログラフ (1), (6)

#### 4 流出予測の事例

領域気候モデルを用いた予報計算結果を入力値として、8月29日から9月3日の台風10号を対象として空知川上流域において降雨流出計算を行った例を示す。降雨予測計算と流出計算の詳細は文献(1)を参照されたい。図8には計算結果を示す。アンサンブル予報結果の降水強度の標準偏差は最大で約5mm/hであり、アンサンブル予報の平均値がピークに達した時、約750~1,100 m<sup>3</sup>/sを予測した。一方、観測雨量による再現計算結果のピーク流量は解析雨量で約1,400 m<sup>3</sup>/s、金山ダムで計測された流入量では約1,600 m<sup>3</sup>/sであった。

#### 5 まとめ

以上に関連した調査結果を以下に要約する。

- 1) 2016年8月に立て続けに北海道を直撃した3個の台風による雨は“前線と台風”、4個目として太平洋側から接近した台風10号は“地形性降雨”が発達した異例のパターンであった。
- 2) 太平洋側から接近する台風は、他のルートを辿る台風より強くて衰えづらく、近年の接近頻度の増加傾向にある。
- 3) 水位が下がりきる前に何波にもわたり降った大雨で土壌の湿潤状態が飽和に近づき、降雨量に対し流出量が増加しやすい条件となっていた。
- 4) 今後の気候変動で頻発する洪水に対し、河川流量や水位を推定・予測するために必要な雨量の観測や予測精度の向上、不確実性の評価や土壌の湿潤状態に考慮すべきである。

#### 謝辞

調査にあたり、公益財団法人河川財団・河川基金の助成を受けた。また、国土交通省北海道開発局、北海道建設部、一般財団法人・北海道河川財団、公益社団法人土木学会の関係各位には多大なご協力をいただいた。ここに記して深甚なる謝意を表する。

#### 文献

- (1) (公社)土木学会 社会支援部門ホームページ, 2016年8月北海道豪雨災害調査団報告書, <http://committees.jsce.or.jp/report/> (閲覧日 2017/5/12) .
- (2) 国土交通省北海道開発局河川管理課, 平成28年8月20日からの大雨及び台風第10号による出水の概要, 2016.9.10.
- (3) 山本太郎, 北海道に接近・通過した台風の経路と降雨の分布傾向について, 平成26年度土木学会北海道支部論文報告集, 第71号, B-02, 2016.
- (4) 北野慈和, 山本太郎, 小林彩佳, 山田朋人, 2016年8月豪雨事例を含む過去56年間に北海道周辺を通過・上陸した台風の統計的解析, 土木学会水工学論文集, 61, 2017, I\_1231-I\_1236.
- (5) 小池達也, 中津川誠, 2016年8月の連続した大雨に伴う洪水流出量再現検証, 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集, 第73号, B-14, 2017.
- (6) 小林彩佳, 岡地寛季, グエンレズン, 山田朋人, 降雨観測の空間分布と気象予測に起因する山地流域における降雨量と河川流量の不確実性, 土木学会論文集 G(環境), Vol.73, No.5, 2017, I\_63-I\_69.