

# 全体概要と気象・水文の状況

室蘭工業大学 中津川 誠

# 水害に特別な場所はない 自然は手加減してくれない

	;
2011. 7	新潟・福島豪雨
2011. 9	紀伊半島豪雨
2012. 7	九州北部豪雨
2013. 9	京都・滋賀豪雨
2013.10	伊豆大島豪雨
2014. 8	広島豪雨
2015. 9	関東・東北豪雨
2016. 8	北海道・東北豪雨

# 2016年8月北海道豪雨災害の概要

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。

大雨で発生した被害は9月12日現在で, 人的被害が**死者3名**および**行方不明者2名**ほか, 住家被害が**全壊13棟**, **床上浸水240件**および**床下浸水364件**ほかとなっており, 住民避難については最大323個所の避難所が開設され, 最大8,066名の避難者があった。ライフラインについては, **道路**, **鉄道**, 電気および水道に大きな被害が及んだ。とくに国道は道央と道東を結ぶ幹線の274号線が復旧の見通しが立たないほど損傷しているほか, 9月12日現在も3路線3区間が通行止めとなっている。また, 鉄道でも橋梁の流出等で長期間の運休を余儀なくされている路線もある。さらに産業被害については, 基幹産業の農業に**12,310.9ha**にわたる被害が出ているほか, 水産業, 林業, 商業および工業にも被害が及んでいる。

このような人的・物的に甚大な被害発生を受け, 国は今次災害を復旧事業の国の補助率をかさ上げして被災自治体の財政支援を後押しする**激甚災害**へ指定した。

# 2016年8月北海道豪雨災害の概要

## ※国管理河川の浸水被害等

**石狩川水系ゴクドウ川(美唄市)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 1箇所  
浸水 約7ha

**石狩川水系ビバイイクシュンベツ川(美唄市)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 2箇所  
浸水 約89ha

**石狩川水系石狩川(月形町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 1箇所  
浸水 約21ha

**石狩川水系札比内川(月形町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 1箇所  
浸水 約33ha

**石狩川水系美唄川(美唄市)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 1箇所  
浸水 約6ha

**石狩川水系幾春別川(岩見沢市)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 1箇所  
浸水 約4ha

**石狩川水系空知川(南富良野町)**  
8月30日からの台風に伴う被害  
堤防決壊 2箇所  
浸水 約132ha  
浸水家屋 107戸

**石狩川水系産化美唄川(美唄市)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 3箇所  
浸水 約57ha

**石狩川水系石狩川(旭川市)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
溢水 1箇所  
浸水 約27ha  
浸水家屋 4戸

**石狩川水系石狩川(深川市)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
溢水 1箇所  
浸水 約93ha  
浸水家屋 2戸

**石狩川水系石狩川(愛別町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 1箇所  
浸水 約5ha

**常呂川水系常呂川(北見市)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
堤防決壊 1箇所  
越水 4箇所  
浸水 約215ha

**石狩川水系辺別川(旭川市・美瑛町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 2箇所  
浸水 約6ha

**十勝川水系十勝川(清水町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 2箇所  
浸水 約3.5ha

**釧路川水系釧路川(標茶町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 8箇所  
浸水 約12ha  
浸水家屋 23戸

**十勝川水系音更川(音更町)**  
8月30日からの台風に伴う被害  
内水 2箇所  
浸水 約1ha

**十勝川水系利別川(池田町)**  
8月30日からの台風に伴う被害  
内水 1箇所  
浸水 約2ha  
家屋浸水 1戸

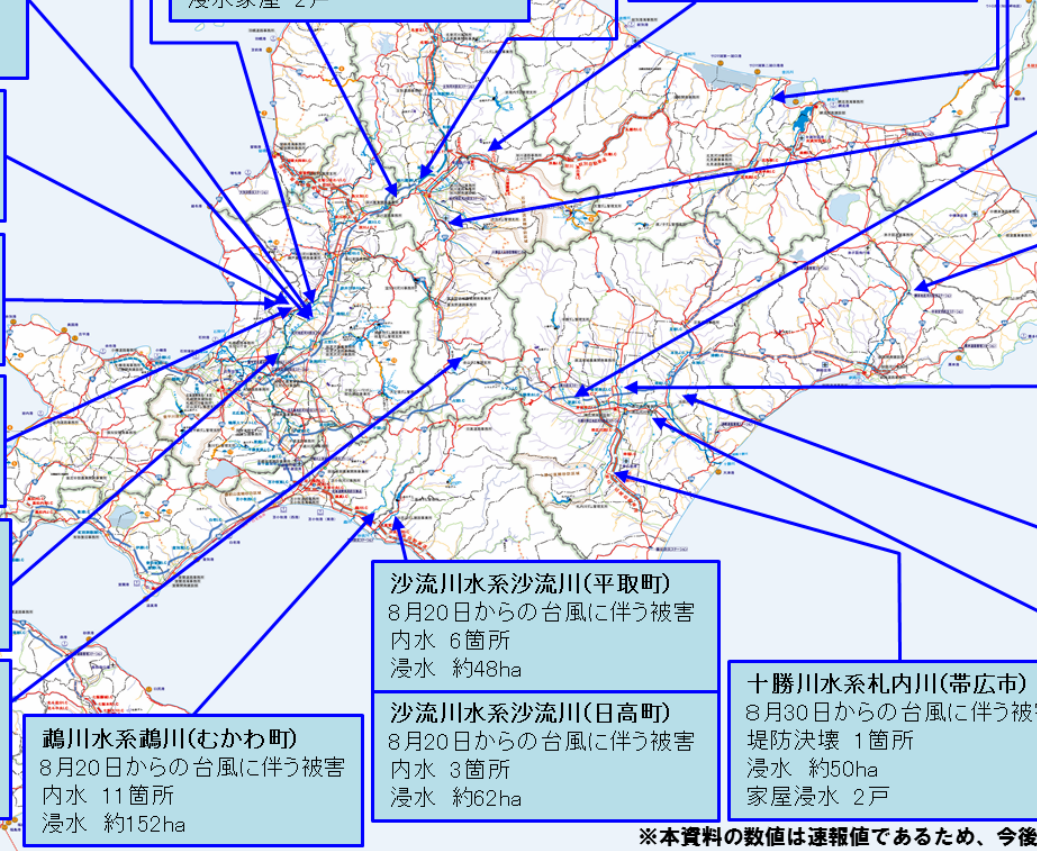
**十勝川水系猿別川(幕別町)**  
8月30日からの台風に伴う被害  
内水 1箇所  
浸水 約200ha  
家屋浸水 2戸

**沙流川水系沙流川(平取町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 6箇所  
浸水 約48ha

**沙流川水系沙流川(日高町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 3箇所  
浸水 約62ha

**十勝川水系札内川(帯広市)**  
8月30日からの台風に伴う被害  
堤防決壊 1箇所  
浸水 約50ha  
家屋浸水 2戸

**鶴川水系鶴川(むかわ町)**  
8月20日からの台風に伴う被害  
内水 11箇所  
浸水 約152ha



※本資料の数値は速報値であるため、今後の調査で変わる場合があります。

# 2016年8月北海道豪雨災害

## 国道274号線 道央～道東を結ぶ大動脈の壊滅的被害

④国道274号 日高町 三国の沢覆道 (H28.9.3の状況)



©北海道開発局

⑦国道274号 日高町 道路調査の状況 (H28.9.4)



©北海道開発局

### 沙流川の河岸浸食とチロ口橋の被災状況



2016.9.3 中津川誠撮影

## 空知川(そらちがわ) 堤防決壊状況

石狩川水系 空知川



# 土木学会調査団結成の背景と目的

## 背景；

北海道でこれまで例を見ないほど断続的に襲来する台風に関係して異常な量の雨が降り、中小河川のみならず大河川でも堤防の越水や決壊によって浸水被害が発生し、さらには多数の橋梁被害による犠牲者もでた。北海道の歴史に残るような大災害である。

## 目的；

上記のような異例ともいえる現象・事象の原因を究明し、その対策についても提案する。その際に今後の気候変動で予想される災害の激化についても留意する。

# 土木学会の調査団の発足と活動

## 2016年8月北海道豪雨災害調査団

### 土木学会水工学委員会

調査団員一覧 (団長・幹事・団員 (五十音順))

団長	清水 康行	北海道大学大学院 工学研究院
幹事	中津川 誠	室蘭工業大学大学院 工学研究科
	石田 義明	㈱水工技研 技術部
	泉 典洋	北海道大学大学院 工学研究院
	今井 素生	日本工営(株) 札幌支店
	川口 貴之	北見工業大学 工学部
	川尻 峻三	北見工業大学 工学部
	川村 育男	㈱建設技術研究所 北海道河川室
	木村 一郎	北海道大学大学院 工学研究院
	久加 朋子	北海道大学大学院 工学研究院
	田中 岳	北海道大学大学院 工学研究院
	西村 聡	北海道大学大学院 工学研究院
	早川 博	北見工業大学 工学部
	船木 淳悟	国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
	松岡 直基	一般財団法人 日本気象協会 北海道支社
	山崎 睦史	㈱ドーコン 河川部
	山田 朋人	北海道大学大学院 工学研究院
	Adriano Coutinho de Lima	北海道大学大学院 工学研究院
	渡邊 康玄	北見工業大学 工学部

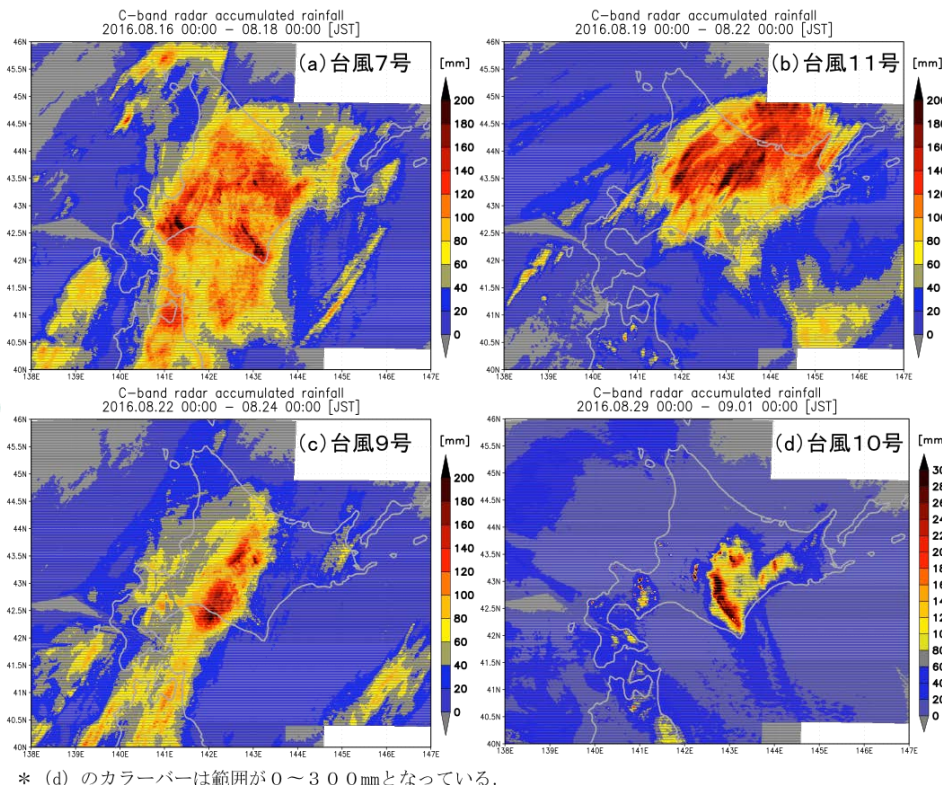
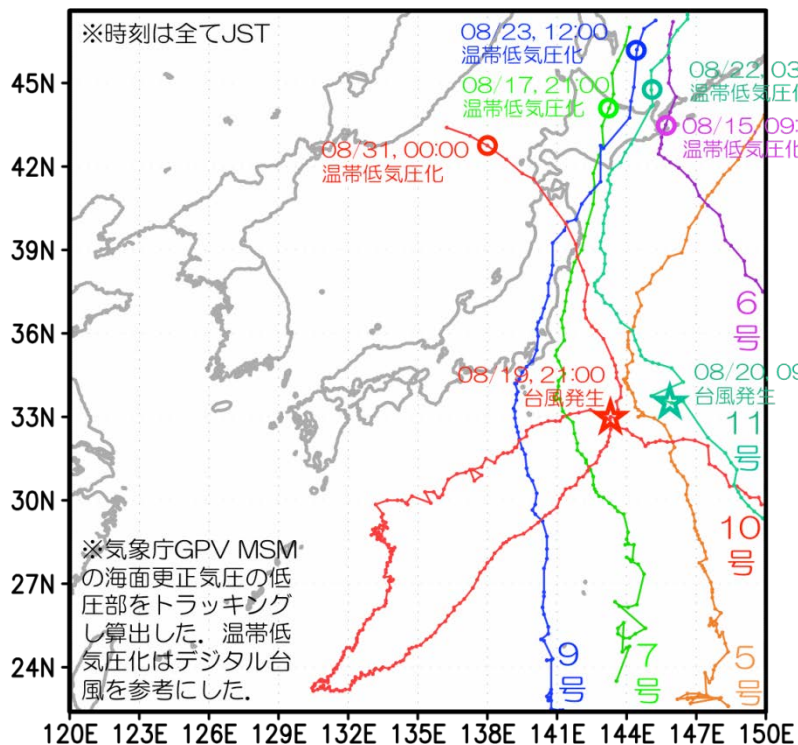


土木学会水害対策小委員会Facebookページより  
<https://www.facebook.com/JSCEsuigai/>



# 降雨の概要

8月中旬から1週間の間に3個の台風が北海道に上陸し、下旬には4個目の台風が接近して各地に大雨を降らせ、激甚な災害をもたらした。気象庁が1951年に台風の統計を開始以来、北海道に台風が3個上陸したことが無く、また台風10号は太平洋側から東北地方へ上陸するという初めてのコースをとった。

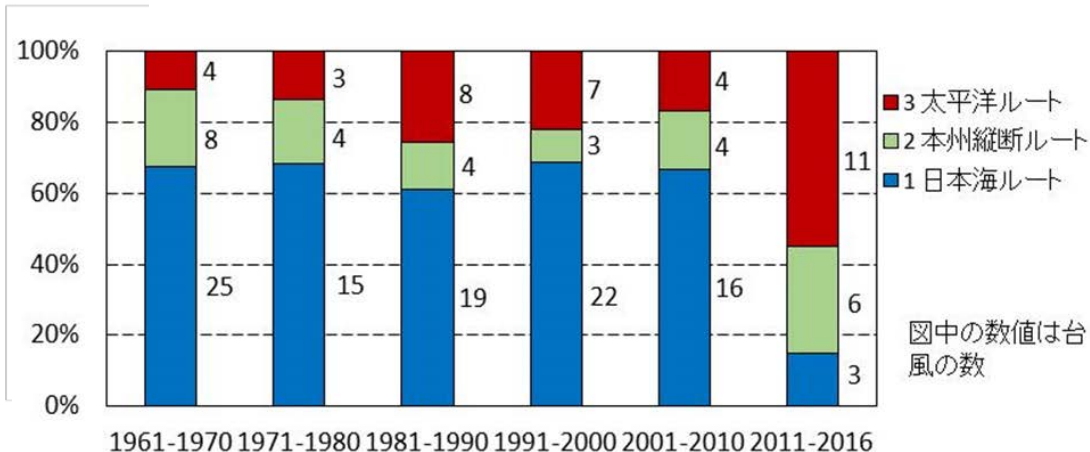
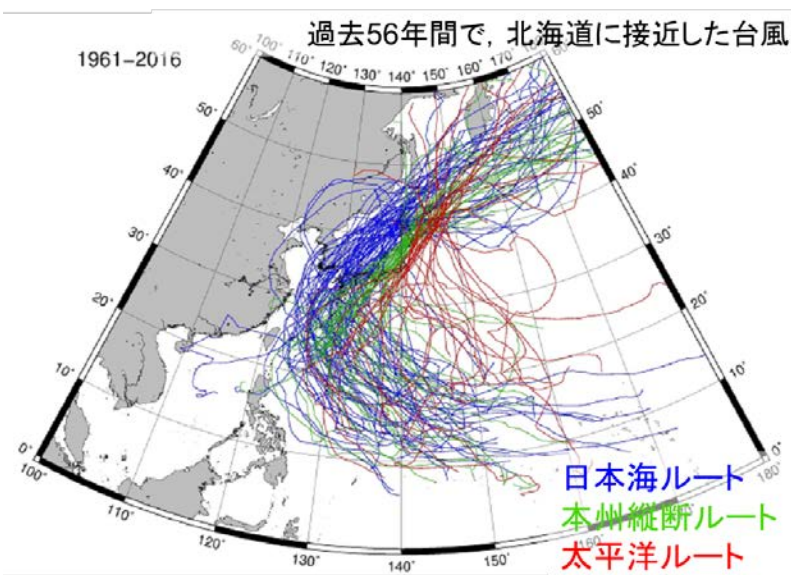


2016年8月に北海道を上陸もしくは周辺を通過した台風の経路。気象庁GPV MSMの海面更正気圧の低圧部を1時間おきにトラッキングし算出した。発生・温带低気圧化はデジタル台風を参考にした。図中☆印は台風発生地点、○印は温带低気圧化した地点。

2016年8月16日から9月1日までの台風ごとの積算降雨量。Cバンドレーダより算出。(a)2016年8月16日00時から8月18日00時までの積算降雨量(b)2016年8月19日00時から8月22日00時までの積算降雨量(c)2016年から8月22日00時から8月24日00時までの積算降雨量(d)2016年8月29日00時から9月1日00時までの積算降雨量

# 降雨の概要 北海道周辺を通過した台風の特徴

近年太平洋ルートが多い。北海道の周辺を通過する台風は、太平洋を經由するものの方が、低い中心気圧を維持したまま接近する。



\* 接近の定義: 北海道から300km以内の距離に達した台風

北緯30度から北緯40度を通過するまでの中心気圧の気圧変化度(hPa/° N)と数(N).

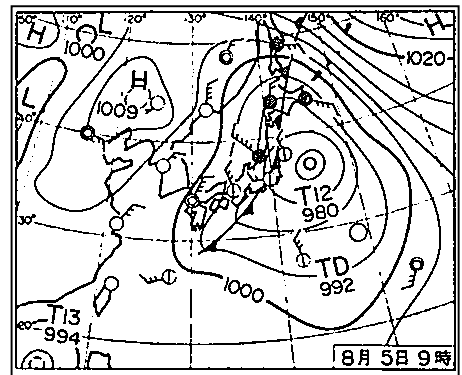
(北緯30度を中心気圧が980hPa以下で通過した台風を対象)

平均期間	年数	全ルート		1 日本海ルート		2 本州縦断ルート		3 太平洋ルート	
		気圧変化度	N	気圧変化度	N	気圧変化度	N	気圧変化度	N
1961-2016	56	2.62	116	2.90	67	2.68	24	1.82	25

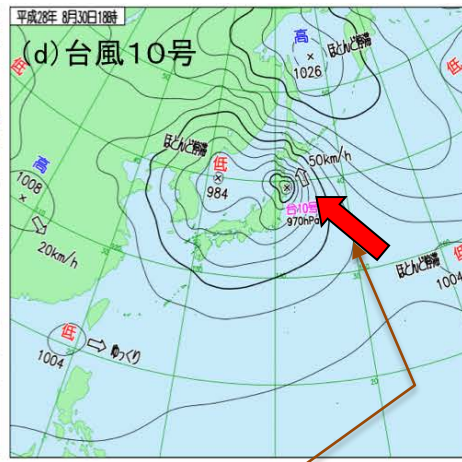
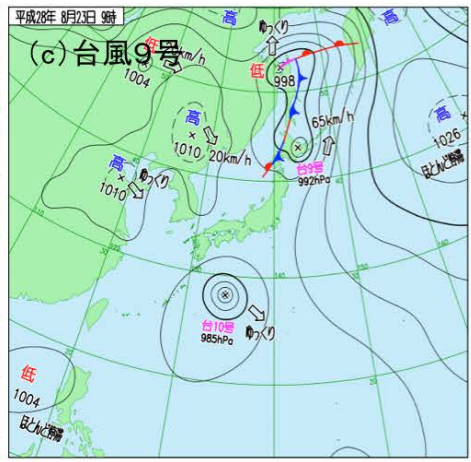
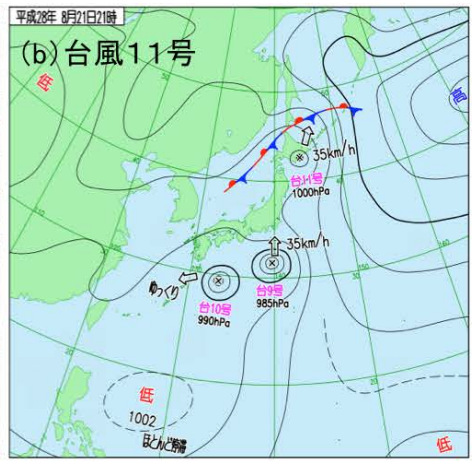
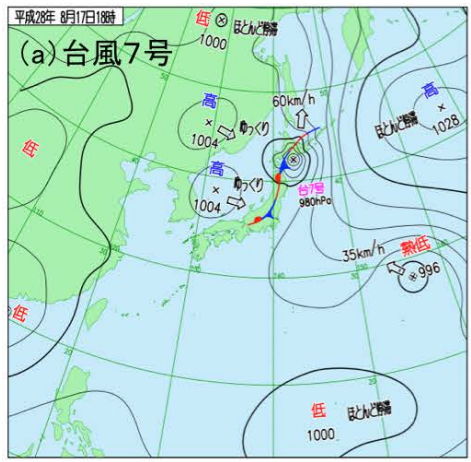
太平洋ルート: 北海道に接近する際に、他のルートと比較して弱体化しづらい。

# 降雨の概要

北海道の大雨は「前線と台風」の組み合わせが多く、代表的な1981年8月の“56豪雨”もこの気圧配置のパターンである。2016年も最初の3個は“**前線と台風**”であったが、台風10号は“**地形性降雨**”が発達したこれまでにないパターンとなった。



5日(水) 石狩流域決壊  
降始めより300~400mmの●で、夜には本流も溢水。浸水2万戸水田1万5千ha冠水、鉄道、道路マヒ。関東以西は朝からほぼ回復。東京夕立ちもあったが10m/sの北風、秋風1号?

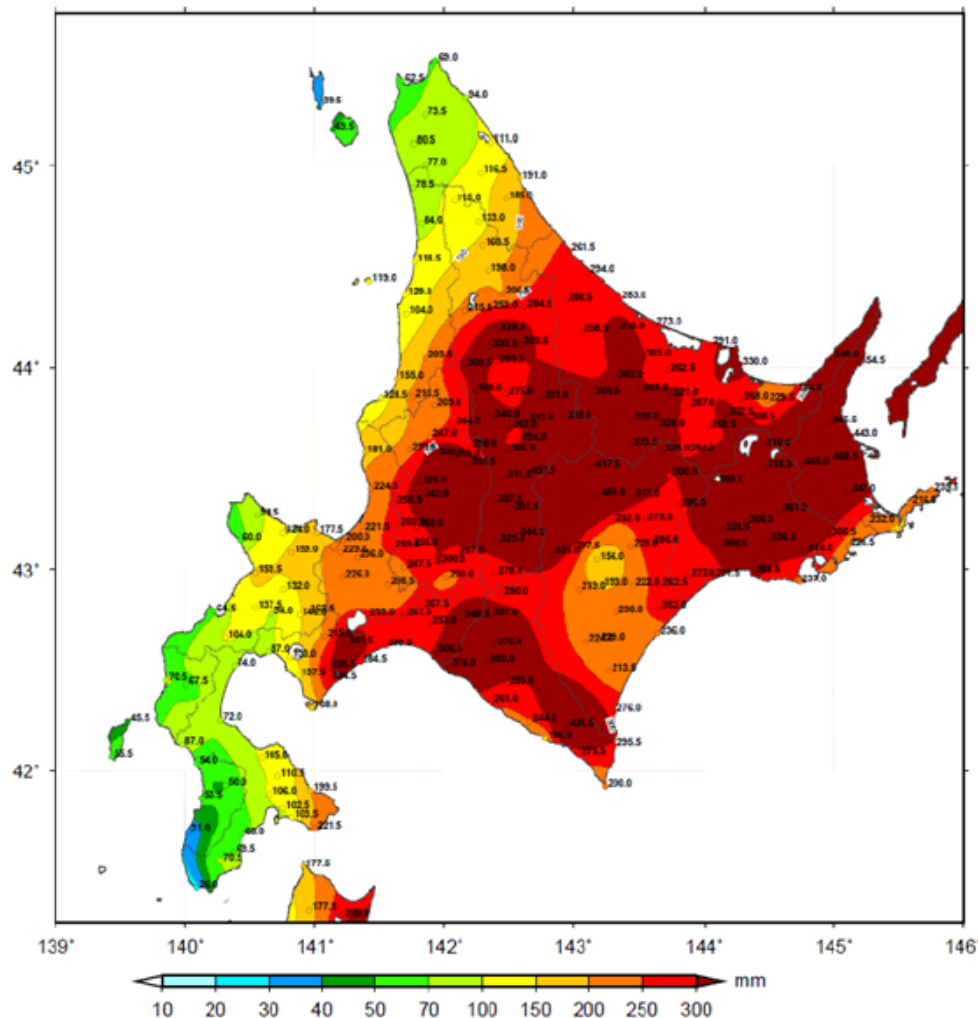


いずれも “**前線と台風**” の気圧配置  
北海道の大雨パターン

太平洋側から東北への上陸が日高山脈に南東風を長時間吹かせ、“**地形性降雨**”を降らせた。

# 降雨の概要 台風7・11・9号の大雨

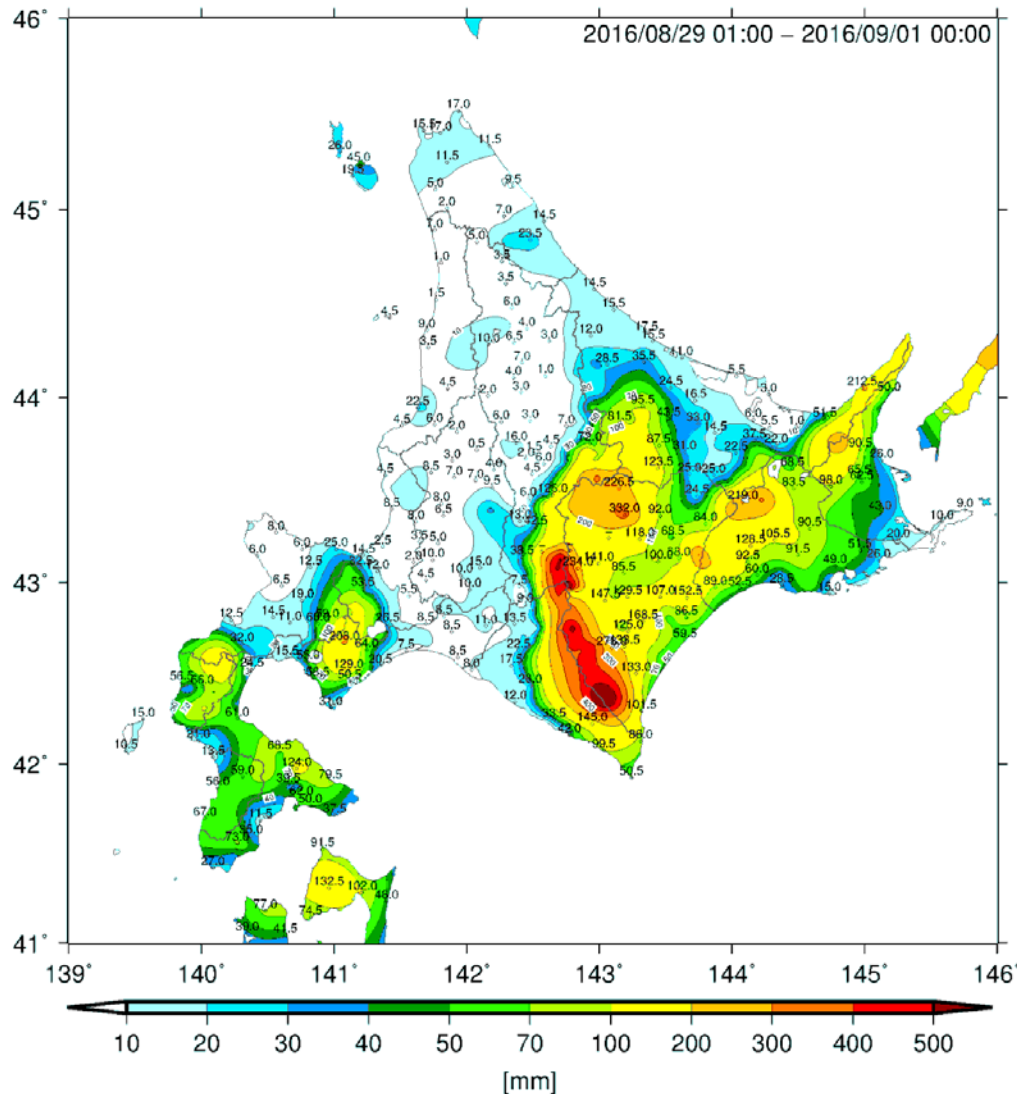
アメダス降雨量分布  
 (平成28年8月15日1時～24日24時)  
 (日本気象協会 配布資料から転載)



3つの直撃台風に伴い  
 北海道の広い範囲が大  
 雨に見舞われた。

# 降雨の概要

## 台風10号の大雨



日高山脈の標高の高い地域  
では**500mmを超える**まさに  
記録的な大雨となった。

主な観測所の総雨量  
2016年8月29日～31日

雨量観測所	総雨量
狩勝(河川)	512
日勝(河川)	367
ぬかびら源泉郷(ア)	351
札内川ダム(河川)	507
戸蔦別(河川)	530
野塚(道路)	713

参考値

◆道内の主要な地点における年平均降水量(mm)

地点名	年平均降水量(mm)	統計期間	地点名	年平均降水量(mm)	統計期間
札幌	1,097	1876～2015	釧路	1,077	1890～2015
函館	1,170	1873～2015	帯広	934	1892～2015
小樽	1,241	1943～2015	網走	829	1889～2015
旭川	1,097	1888～2015	北見	766	1976～2015
室蘭	1,183	1923～2015	留萌	1,244	1943～2015

降雨量分布図(2016年8月29日1時～31日24時)

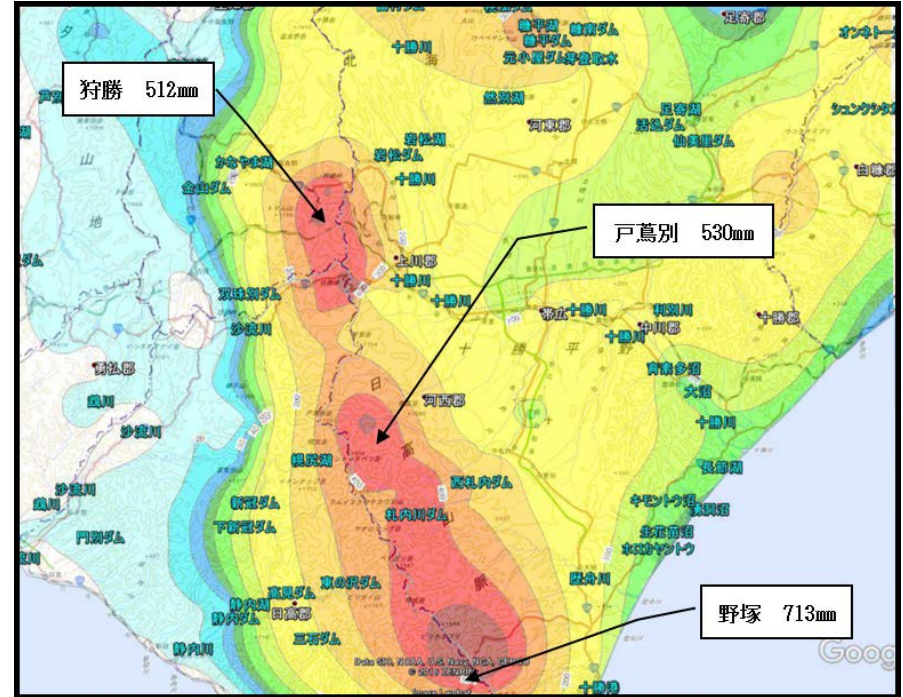
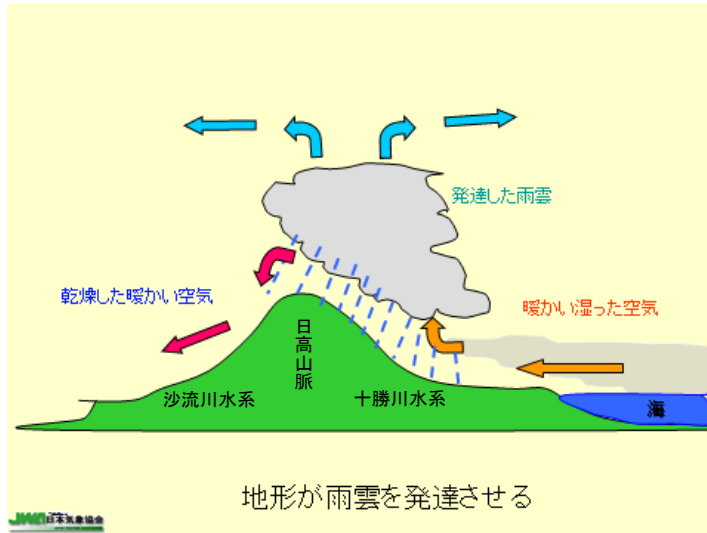
松岡直基(日本気象協会)作成資料 および

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より

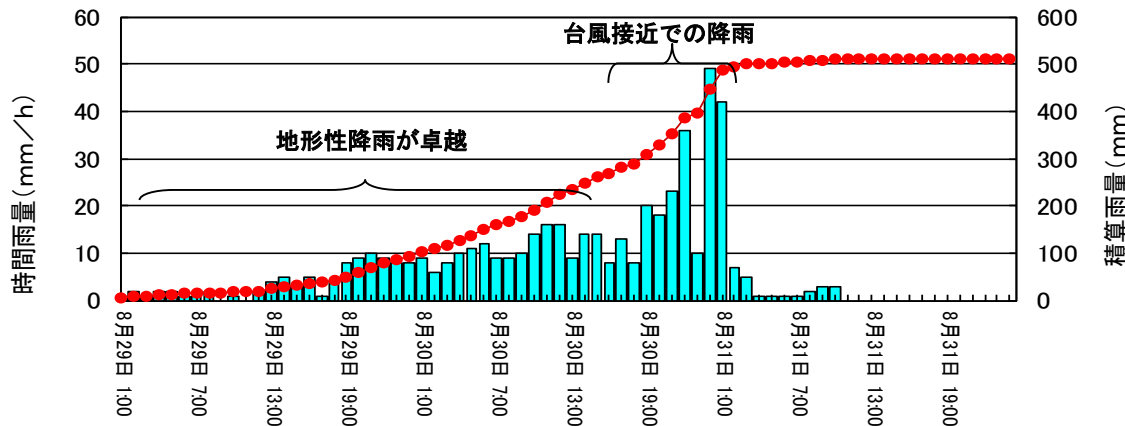
# 降雨の概要

台風接近前の東寄りの暖湿気が地形性降雨によって300mm程となり、本体接近で更に200mmの大雨が加わった。

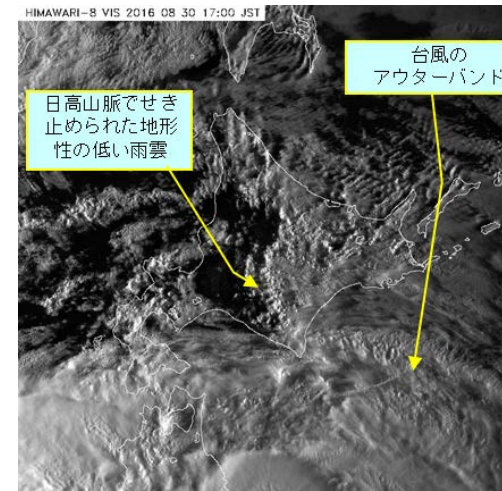
## 台風10号の大雨の特徴



狩勝の時間雨量と積算雨量



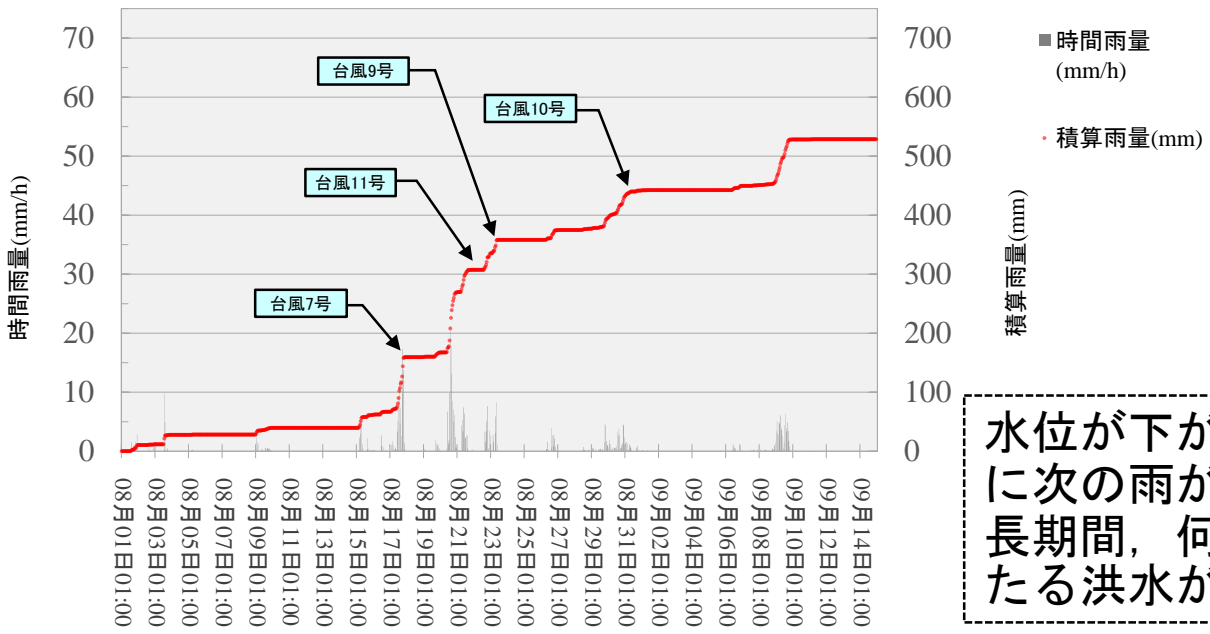
2016年8月29日1時～31日24時



松岡直基(日本気象協会)作成資料より

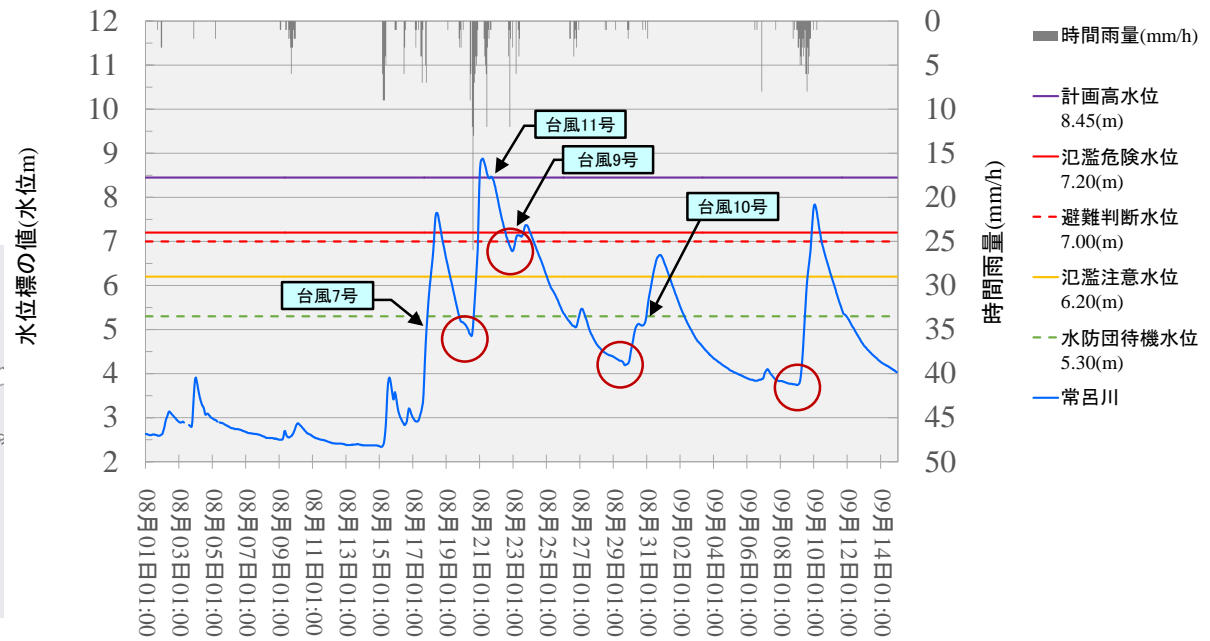
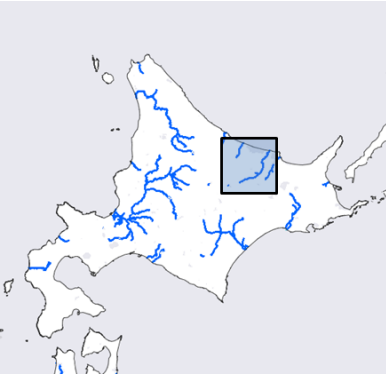
# 降雨と流出の概要 常呂川

常呂川流域  
上川沿地点流域平均  
時間雨量・積算雨量  
2016/8/1～2016/9/14



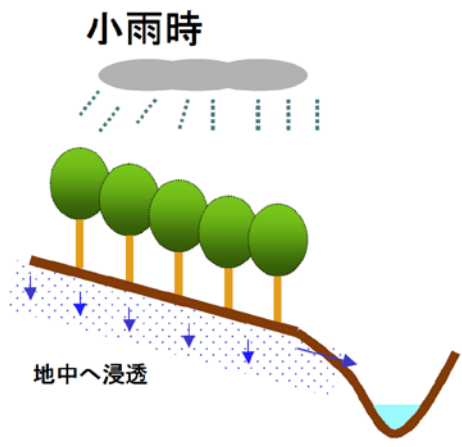
水位が下がりがきる前に次の雨が降った。  
長期間、何波にもわたる洪水が起きた。

常呂川流域  
上川沿地点  
水位  
2016/8/1～2016/9/14

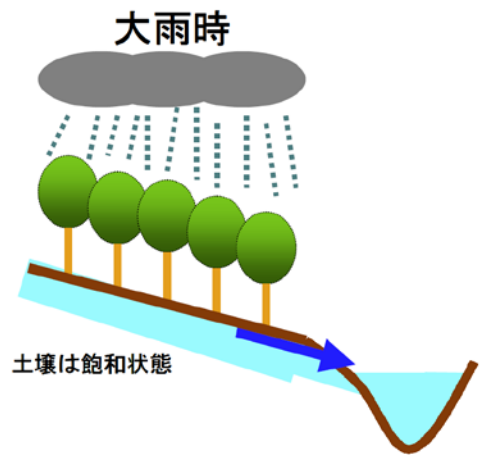


# 降雨と流出の関係

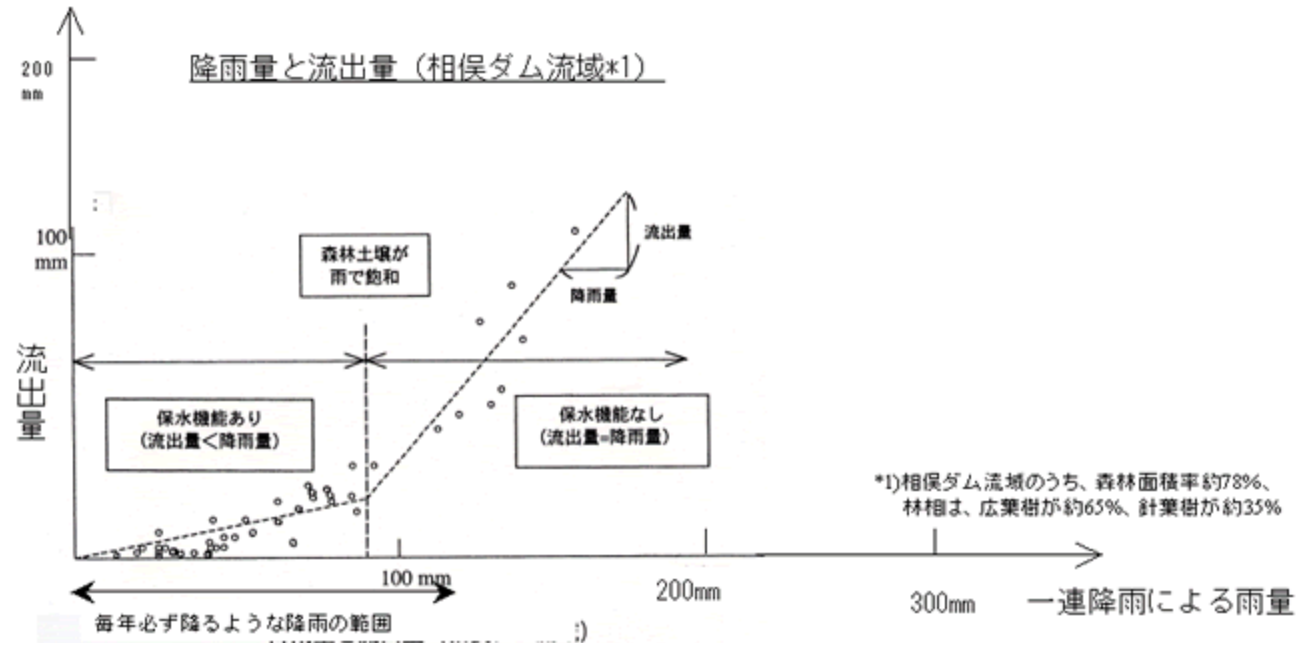
土壌の湿潤状態と流出のイメージ



小雨時には、雨は地中に浸透し直接流れ出る量は少ない。



大雨では、土壌が飽和状態となり、降った雨はそのまま流れ出す。

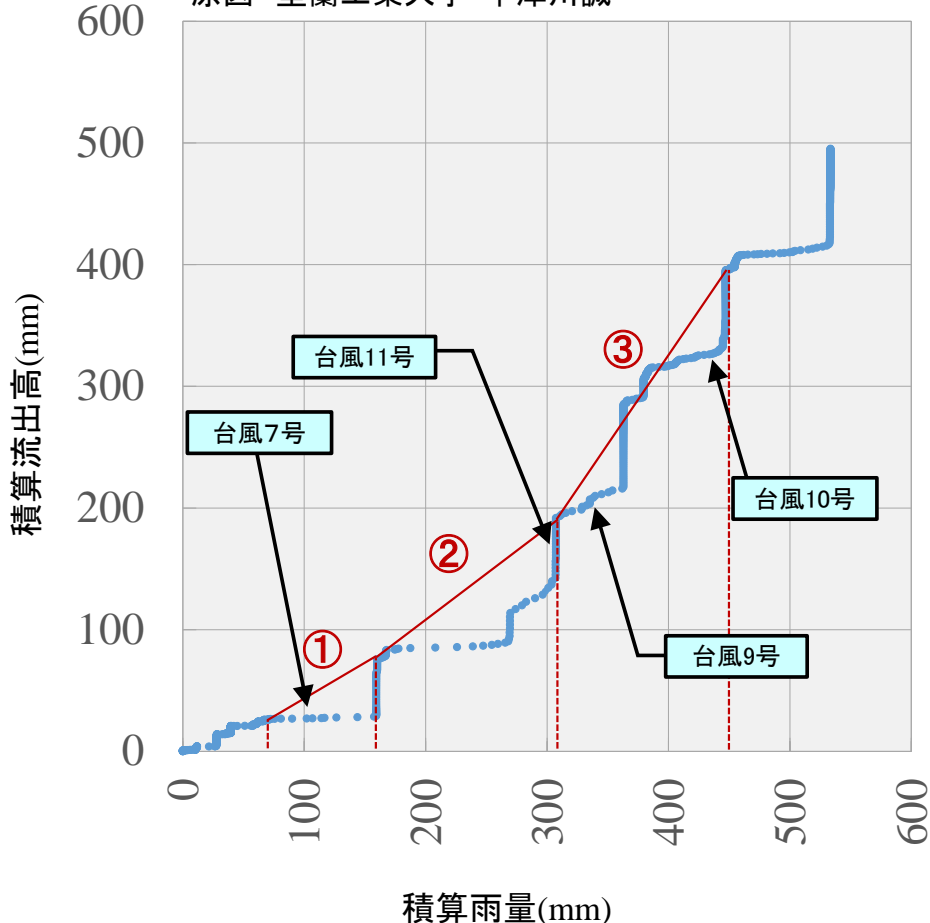




# 降雨と流出の概要 常呂川

## 積算雨量と積算流出高の関係

原図 室蘭工業大学・中津川誠



- ① 台風7号による降雨  
(8月17日3時～8月19日15時)

$$\frac{\sum Q}{\sum R} = \frac{49\text{mm}}{92\text{mm}} = 0.5$$

- ② 台風11号による降雨  
(8月19日16時～8月22日15時)

$$\frac{\sum Q}{\sum R} = \frac{117\text{mm}}{147\text{mm}} = 0.8$$

- ③ 台風9・10号による降雨  
(8月22日16時～9月6日9時)

$$\frac{\sum Q}{\sum R} = \frac{202\text{mm}}{137\text{mm}} > 1.0$$

### 積算雨量：

上川沿地点流域平均雨量をティーセン法で推算し、積算したもの。

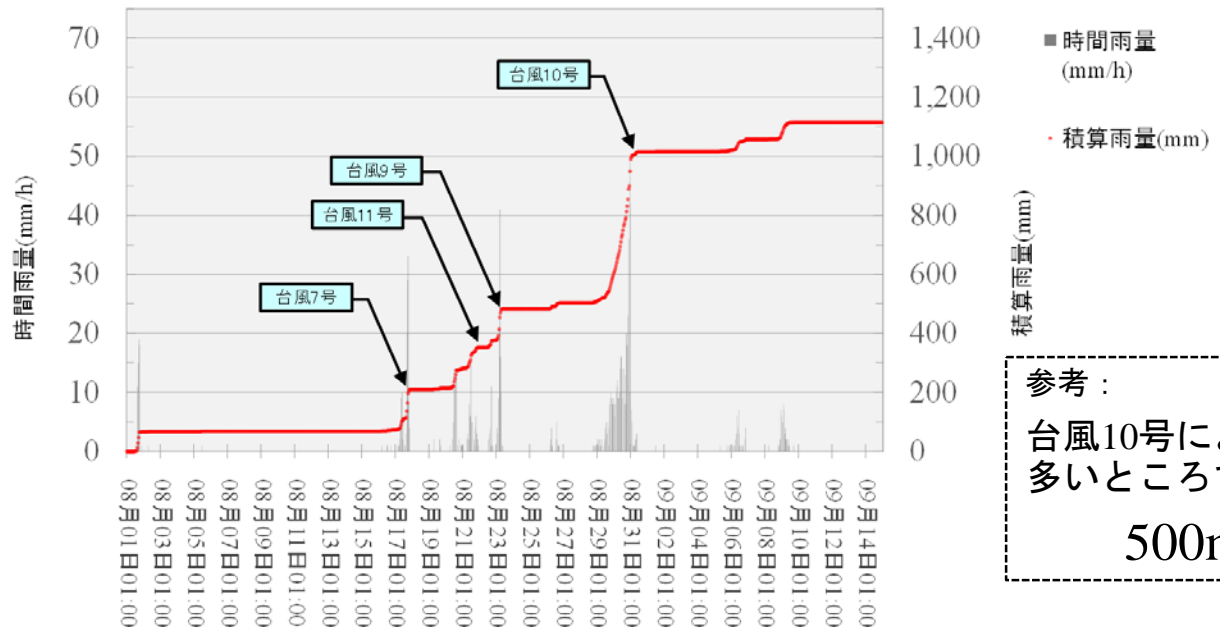
### 積算流出高：

上川沿地点流量を水位からH-Q式で求め、流域面積（1,897.6km<sup>2</sup>）で除してmm単位で推算し、積算したもの。H-Q式は過年度分を暫定的に使用していることに注意。

積算雨量と積算流出高の比が1に近いほど  
土壌が湿って降雨が損失せず、そのまま  
流出していることを意味する。

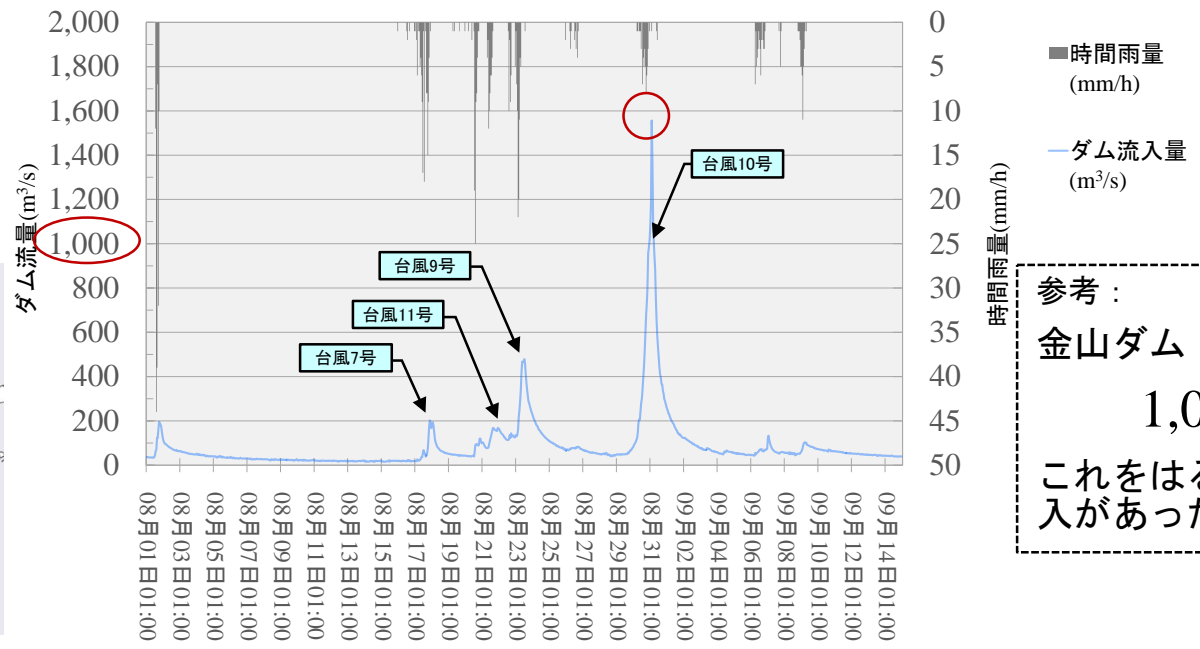
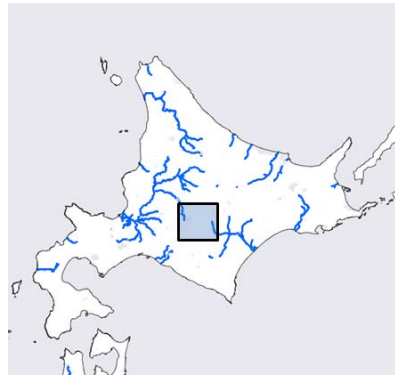
# 降雨と流出の概要 空知川

空知川流域  
狩勝地点  
時間雨量・積算雨量  
2016/8/1~2016/9/14



参考：  
台風10号により、流域の  
多いところで  
**500mm超**

空知川流域  
金山ダム  
流入量  
2016/8/1~2016/9/14

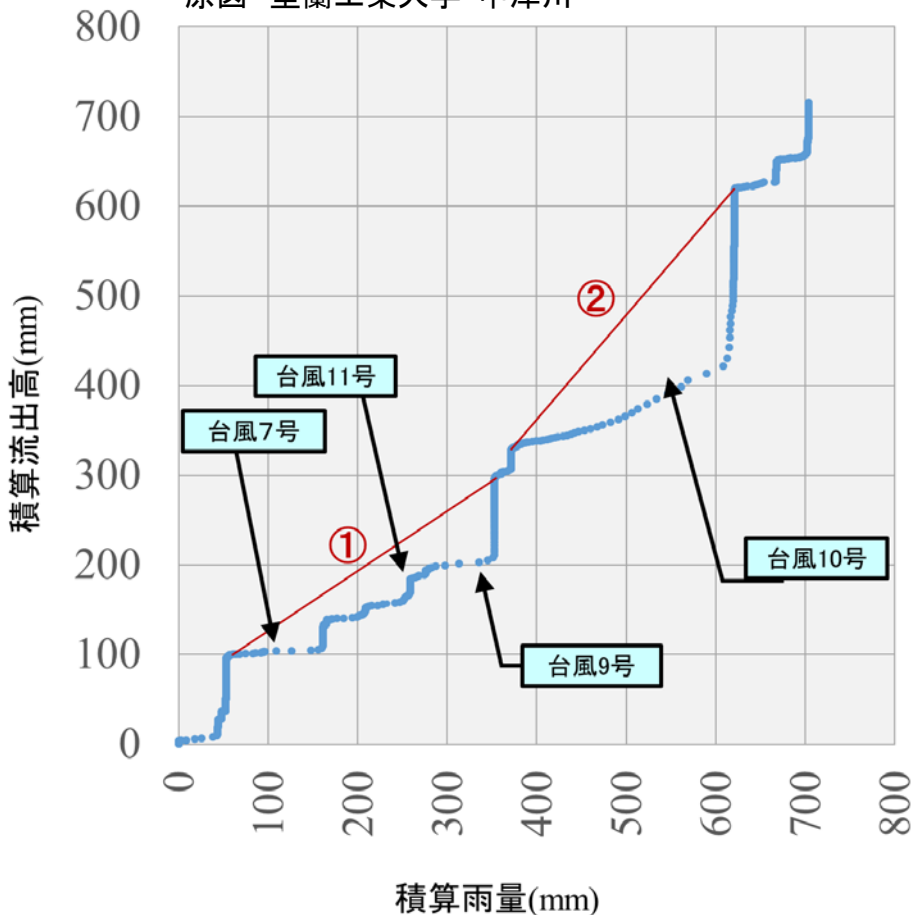


参考：  
金山ダム・計画高水流量  
**1,000m<sup>3</sup>/s**  
これをはるかに上回る流  
入があった。

# 降雨と流出の概要 空知川

## 積算雨量と積算流出高の関係

原図 室蘭工業大学・中津川



- ① 台風7号・11号・9号による降雨  
(8月16日13時～8月25日23時)

$$\frac{\sum Q}{\sum R} = \frac{198\text{mm}}{298\text{mm}} = 0.7$$

- ② 台風10号による降雨  
(8月28日19時～9月5日8時)

$$\frac{\sum Q}{\sum R} = \frac{285\text{mm}}{249\text{mm}} \doteq 1.0$$

### 積算雨量：

金山ダム流域平均雨量をティーセン法で推算し、積算したもの。

### 積算流出高：

金山ダム流入量を流域面積(470km<sup>2</sup>)で除してmm単位で推算し、積算したもの。

積算雨量と積算流出高の比が1に近いほど  
土壌が湿って降雨が損失せず、そのまま  
流出していることを意味する。

## まとめ 気象・水文

- 本年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”によるものであった。さらに、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”が発達したこれまでにないパターンとなった。
- 太平洋側から接近する台風は勢力が衰えづらく、近年接近頻度が増加する傾向にある。
- 水位が下がりきる前に何波にもわたり降った大雨で土壤の湿潤状態が飽和に近づき、降雨に対し流出が増加しやすい条件となっていた。
- 以上のような降雨規模の増大や何波も起きる洪水パターンを想定しての対策が必要である。さらに、今後の気候変動によるリスクも対策の中で考慮していく必要がある。