

【テーマ別検証】

a) 気象、河川流出の特性

平成23年9月22日

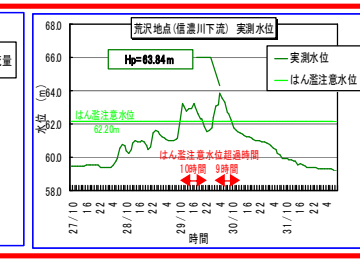
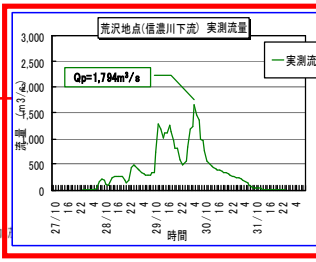
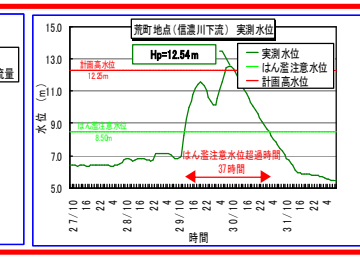
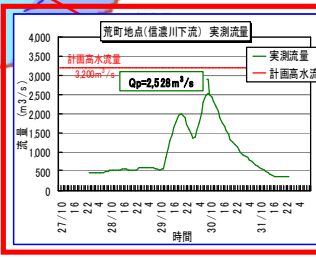
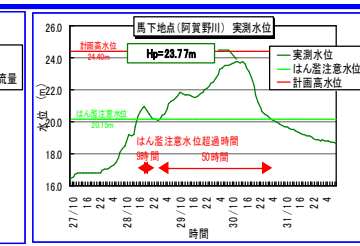
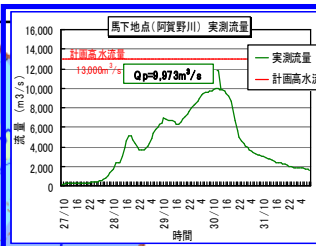
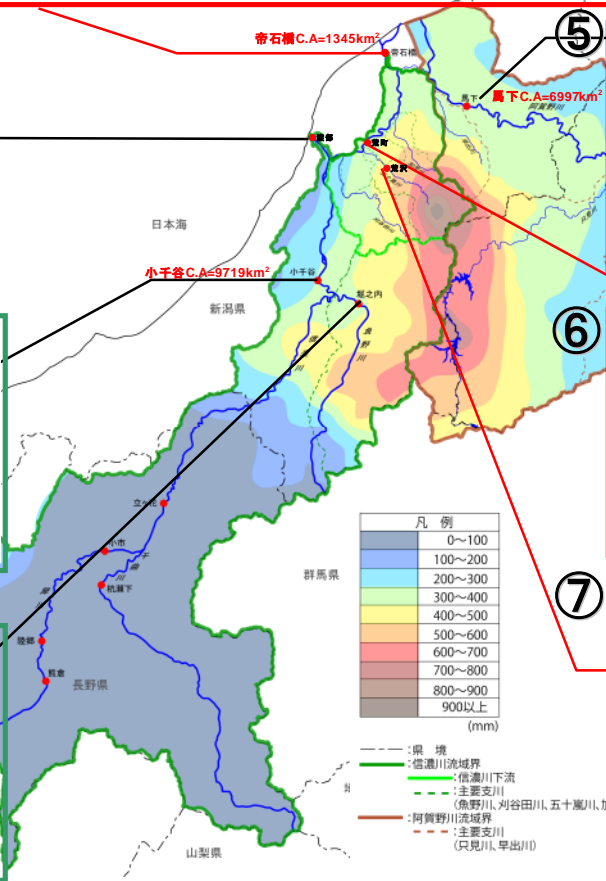
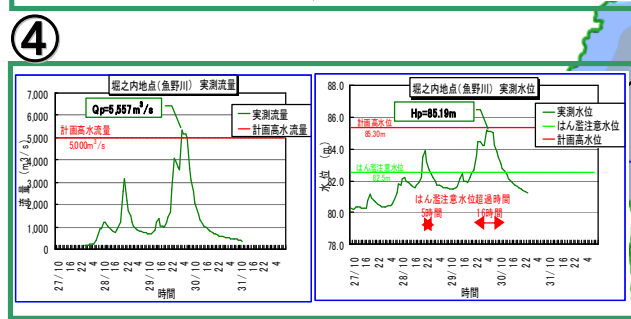
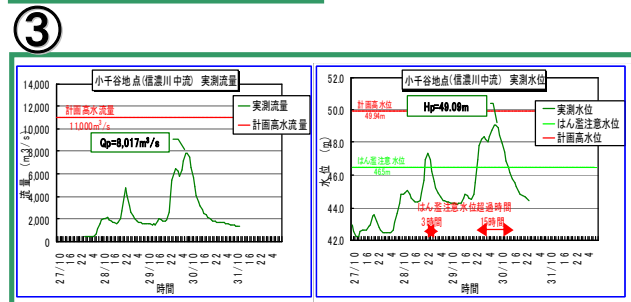
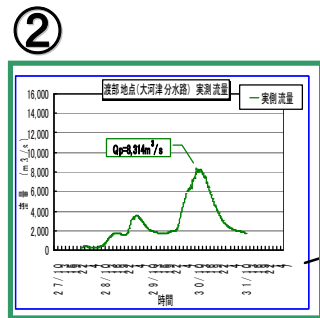
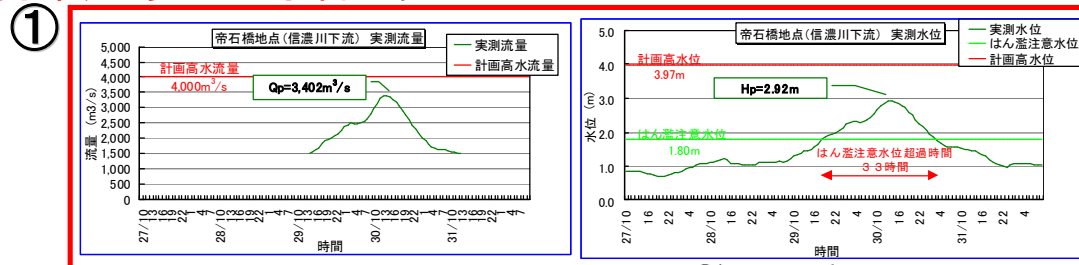
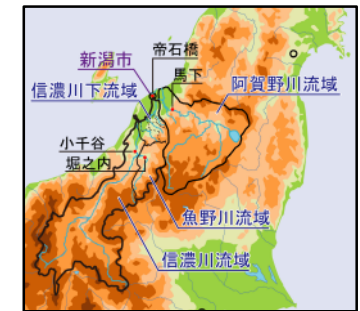
検証項目と検証手法(案) 【a) 気象、河川流出の特性】

※赤字: 今回の全体会で説明する内容

検証テーマ	検討事項	検証手法
水災を生じた気象条件(水文、流量)	1) 豪雨の発生メカニズム(特性)について (今回の豪雨の特徴:大雨が同じ地点で長期化) ・発生の要因について ・大雨の長期化の要因について ・同じ地点で降り続く要因について	1) 気象台へのヒアリングを行うことで、気象要因のとりまとめを以下の観点で行う。 ・豪雨時の梅雨前線位置・停滞時間などの整理 ・大気の状態(バックビルディング現象など)の整理 ・地形が豪雨をもたらす要因となっているかの確認 ・その他
	2) 超過豪雨として特性検証 ・降雨特性について ・降雨確率について	2) 雨量観測データ(国、県、アメダス)より、降雨の傾向、降雨特性分析、超過確率の算定を以下の観点で行う。 ・2日雨量等の統計(本川:基準点、支川:刈谷田川、五十嵐川) ・2日雨量等の計画雨量の超過傾向・頻度(本川:基準点) ・降雨特性(ハイエト、地域分布、短時間分布等)のH16、H10豪雨等との比較 ・アメダスデータを使った確率降雨量分布図やDAD解析による評価 ・降雨確率の算定(本川:基準点)
	3) 流出の特性検証 ・流出量及び流出分布 ・流量確率について	3) 水位・流量観測データ、流出解析等により、水位・流量の傾向、流出特性分析、超過確率の算定を以下の観点で行う。 ・年最大ピーク水位・流量の統計 (本川:基準点、主要地点、支川:刈谷田川、五十嵐川) ・年最大ピーク水位・流量の計画高水位、計画高水流量の超過傾向・頻度(本川:基準点、主要地点) ・水位・流量波形のH16、H10豪雨等と比較 (本川:基準点、主要地点、支川:刈谷田川、五十嵐川) ・高水流量観測について ・流量確率の算定(本川:基準点、支川:刈谷田川、五十嵐川)

平成23年7月豪雨の出水状況

■新潟県・福島県県境の山間部を中心に広範囲での豪雨となり、**信濃川下流部、魚野川、阿賀野川下流部、只見川**で水害が発生

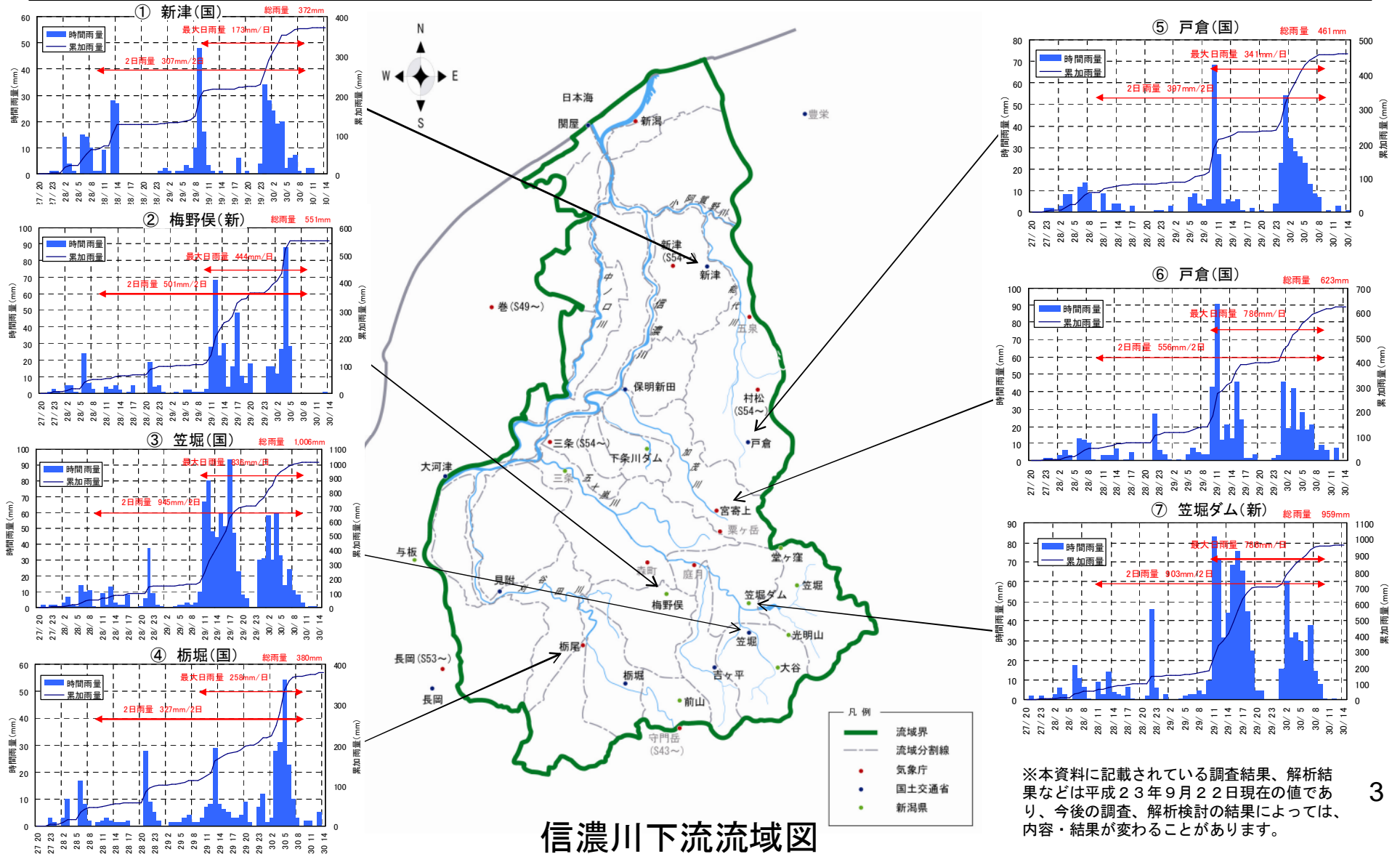


等雨量線図 (総雨量7/27 10:00~7/31 9:00)

※本資料に記載されている調査結果、解析結果などは平成23年9月22日現在の値であり、今後の調査、解析検討の結果によっては、内容・結果が変わることがあります。

平成23年7月出水の状況(雨量)

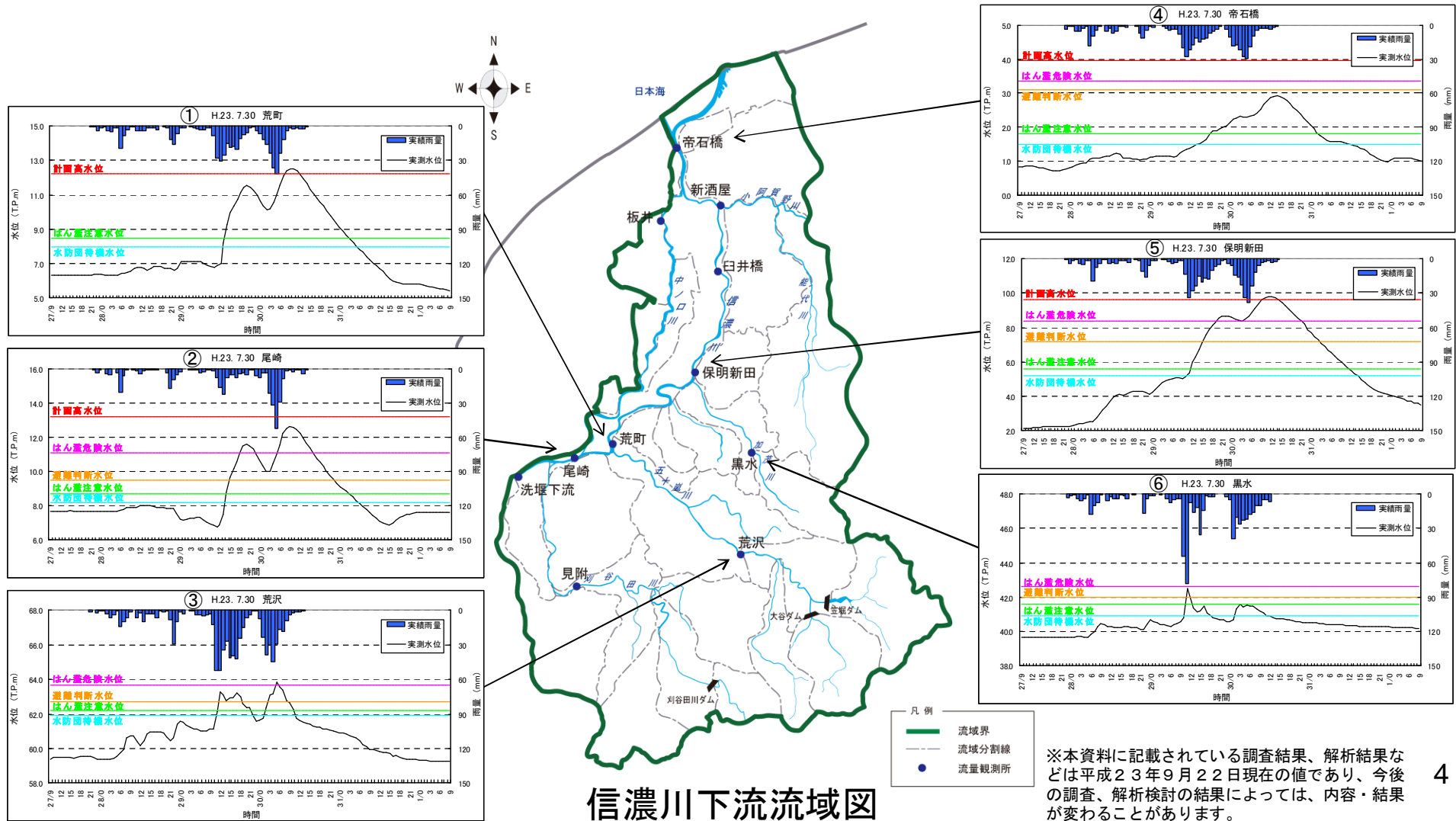
■五十嵐川流域において、笠堀(国)、笠堀ダム(県)雨量観測所において、2日雨量900mmを越える
 ■下流域平野部の新津(国)においても2日雨量307mmを記録し、平野部でもまとまった降雨となった



※本資料に記載されている調査結果、解析結果などは平成23年9月22日現在の値であり、今後の調査、解析検討の結果によっては、内容・結果が変わることがあります。

平成23年7月出水の状況(水位)

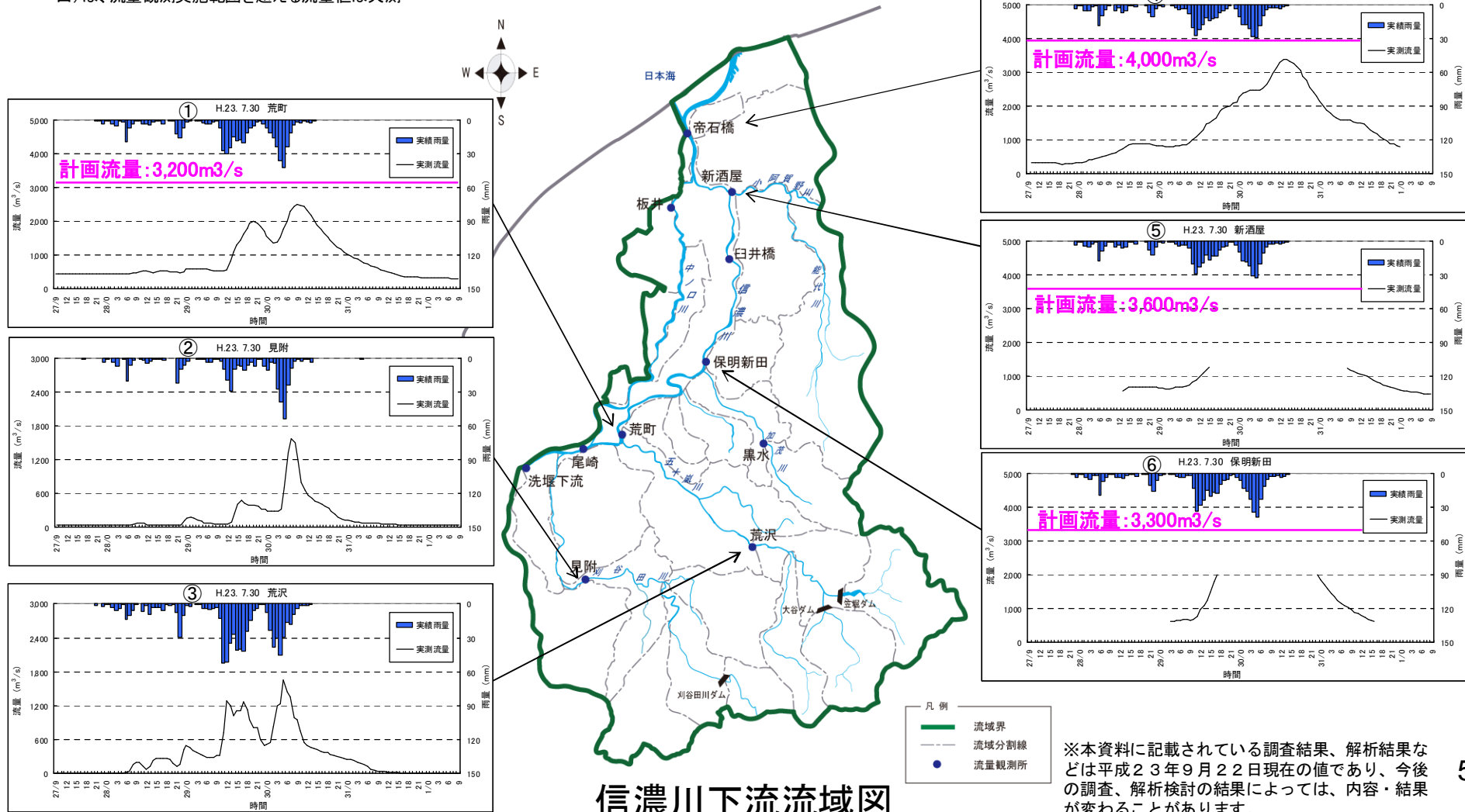
- 本川中上流部(荒町、保明新田)で計画高水位を超過している。
- 支川の五十嵐川(荒沢)では、はん濫危険水位を超過する状況となっている。



平成23年7月出水の状況(流量)

- 五十嵐川流域を中心に大きな降雨量となったが、本川では計画高水流量を超過していない。
- 支川の五十嵐川では明確な二山洪水となっている。

※ 平成23年7月洪水においてピーク水位付近の流観未実施観測所(新酒屋、保明新田)は、流量観測実施範囲を超える流量値は欠測



※本資料に記載されている調査結果、解析結果などは平成23年9月22日現在の値であり、今後の調査、解析検討の結果によっては、内容・結果が変わることがあります。

平成23年7月新潟・福島豪雨の特徴

→ 大雨が同じ地点で長期化した。

○1,000mm超過地点があった。

○前線が停滞し同じ地点で降り続いた。

○平成16年7月新潟・福島豪雨を上回る豪雨

検討事項

○発生 of 要因について

○大雨の長期化の要因

○同じ地点で降り続く要因

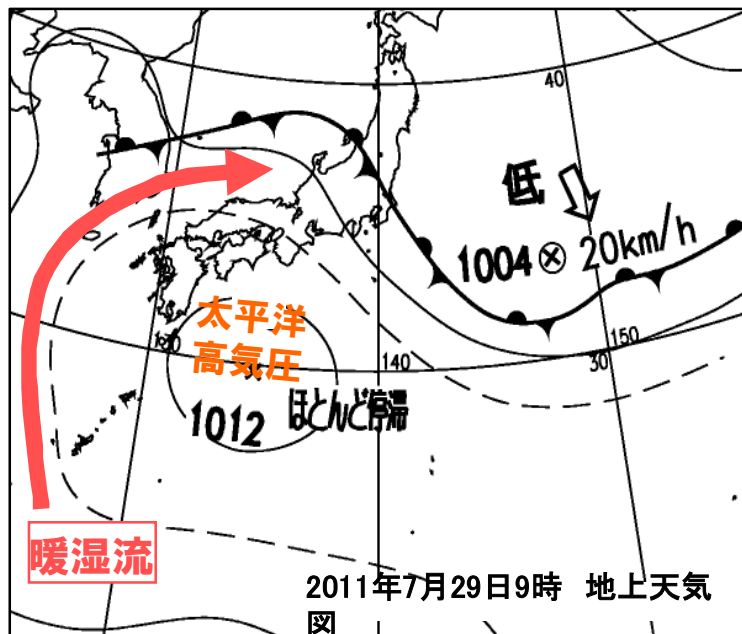
気象要因

※新潟地方気象台コメント

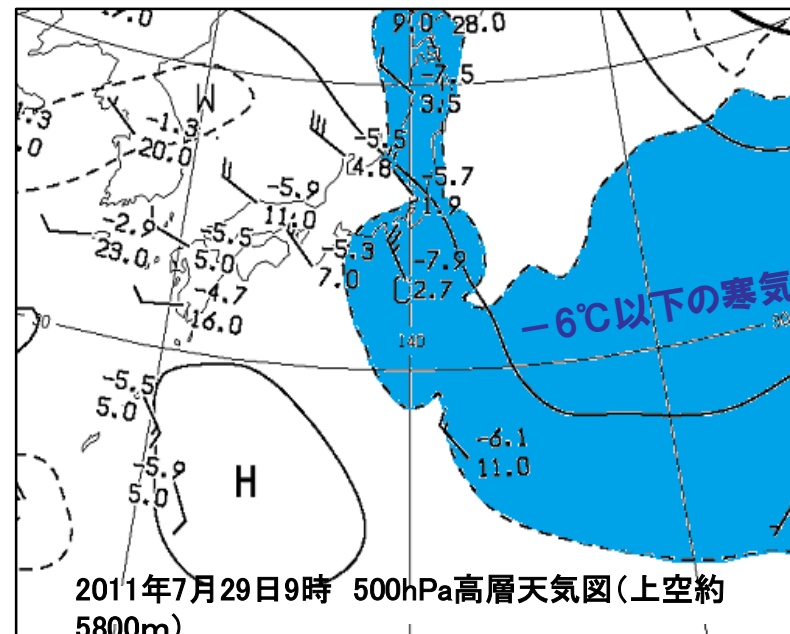
- ・前線が日本海から新潟県付近に停滞した。
- ・非常に湿った空気が日本海から新潟県に流入した。
- ・上空に寒気があり、大気の状態が不安定であった。

今回の雨の降り方の特徴

- ・大雨を降らせる気象状況が数日にわたって続いた。
- ・積乱雲の持続時間は数時間～6時間程度だが、広い範囲で次々と発生した。
- ・猛烈な雨が所々で降った。

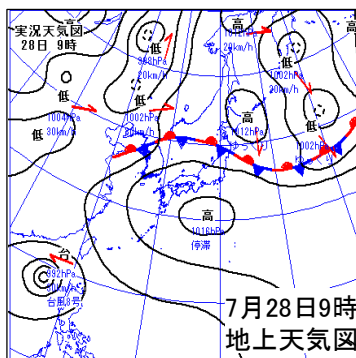


太平洋高気圧の縁に沿って暖湿流が流入

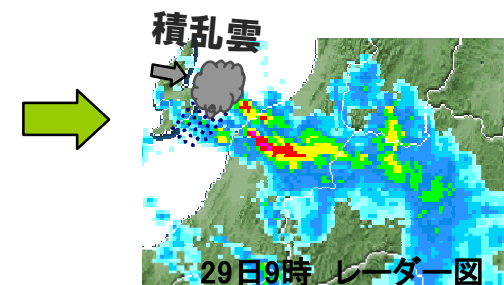
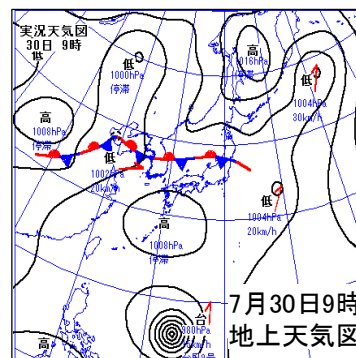
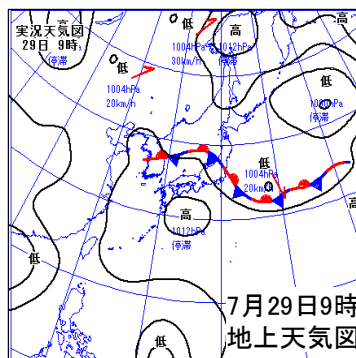


上空(約5800m)の寒気により大気の状態が不安定

同様な状態が
長期間継続



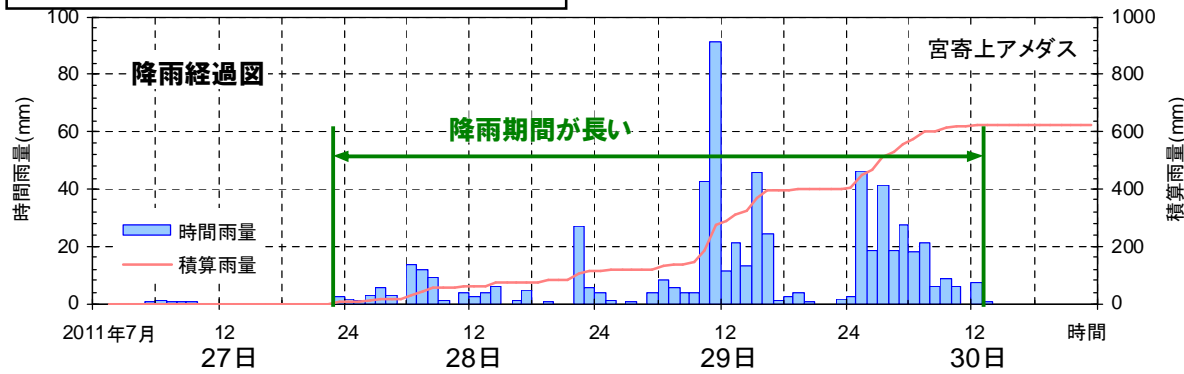
前線の停滞が長期化



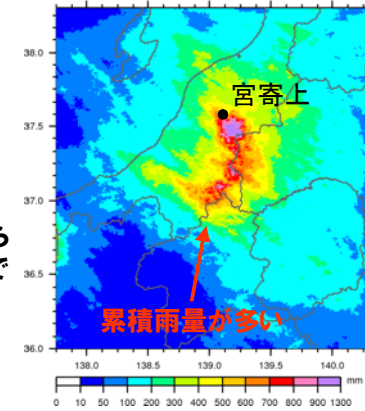
積乱雲が次々と発生し
記録的な大雨に

過去豪雨との比較：降雨の時間変化と累積雨量

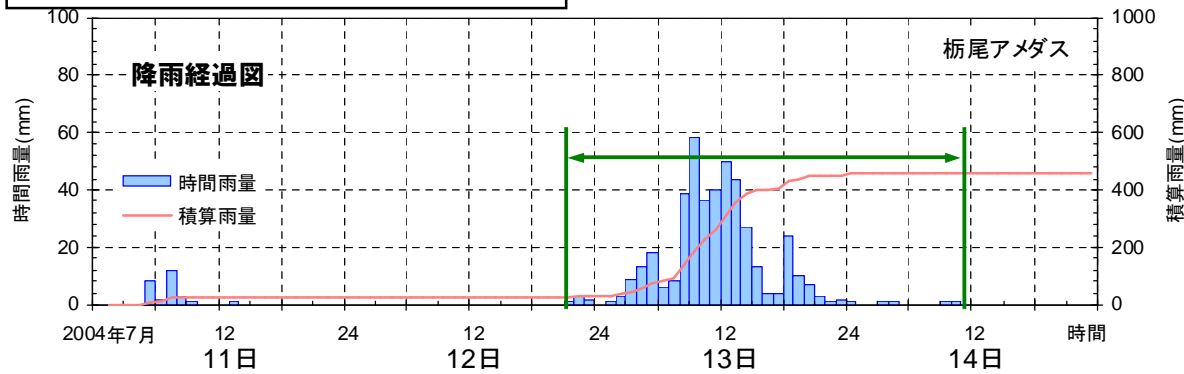
平成23年7月新潟・福島豪雨



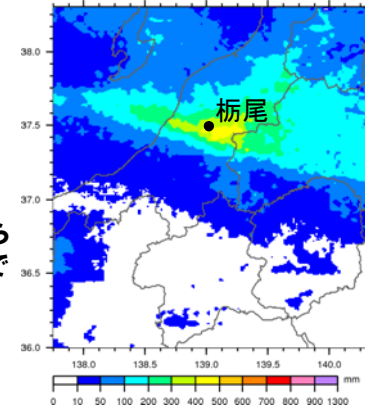
累積雨量分布図
2011年
7月27日から
7月30日まで



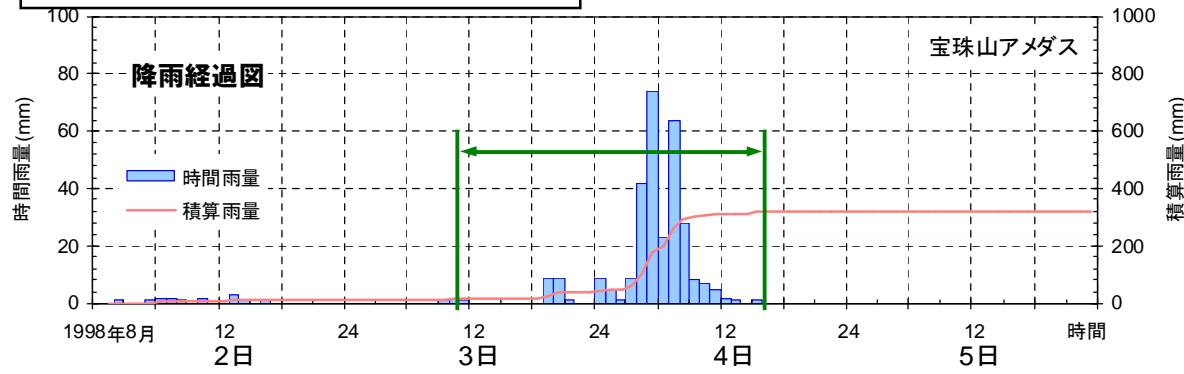
平成16年7月新潟・福島豪雨



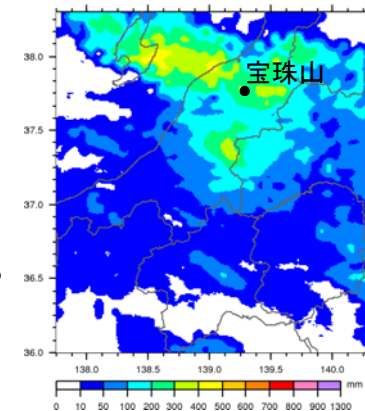
累積雨量分布図
2004年
7月12日から
7月14日まで



平成10年8月新潟豪雨



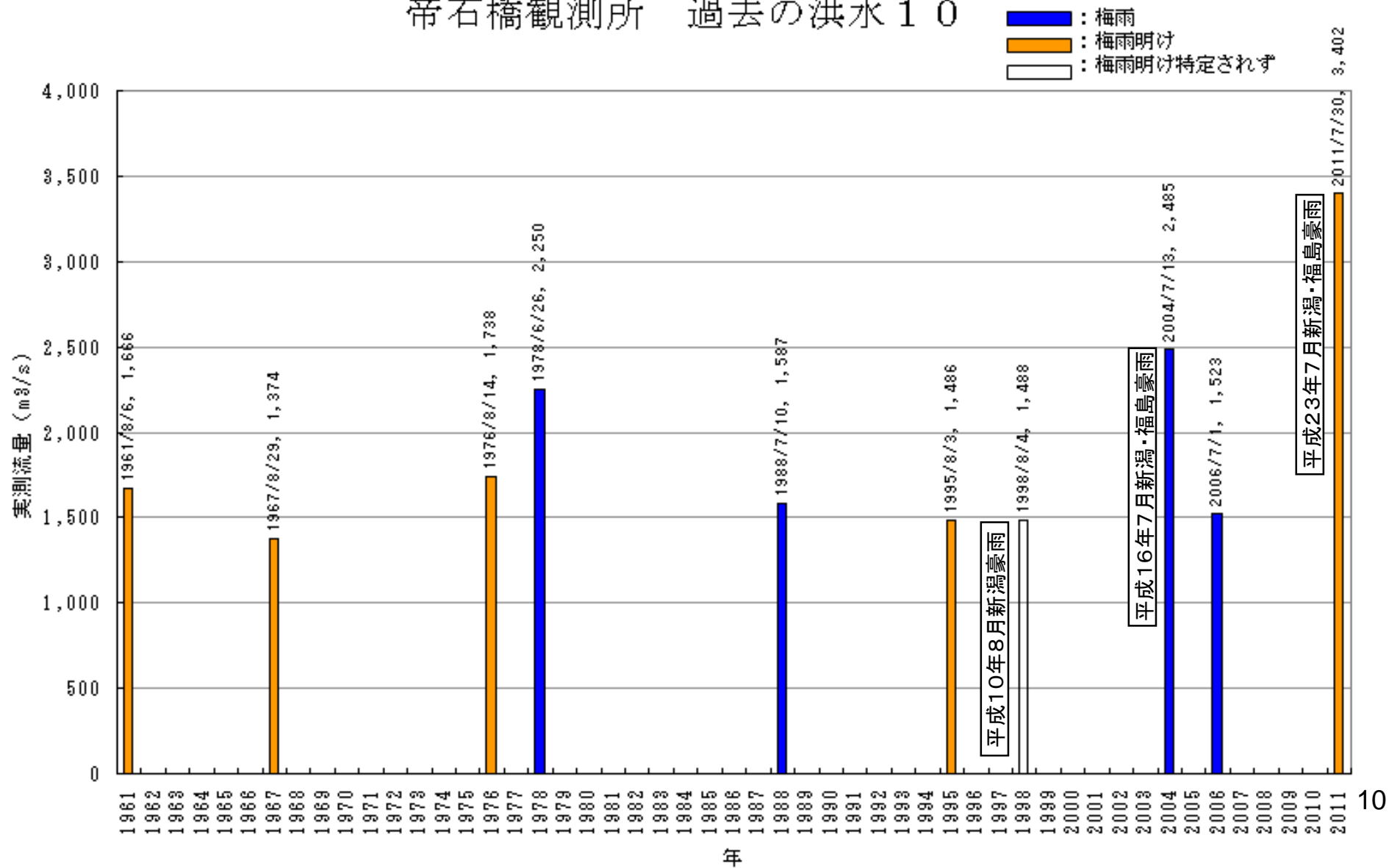
累積雨量分布図
1998年
8月3日から
8月4日まで



過去の洪水上位10 (信濃川下流)

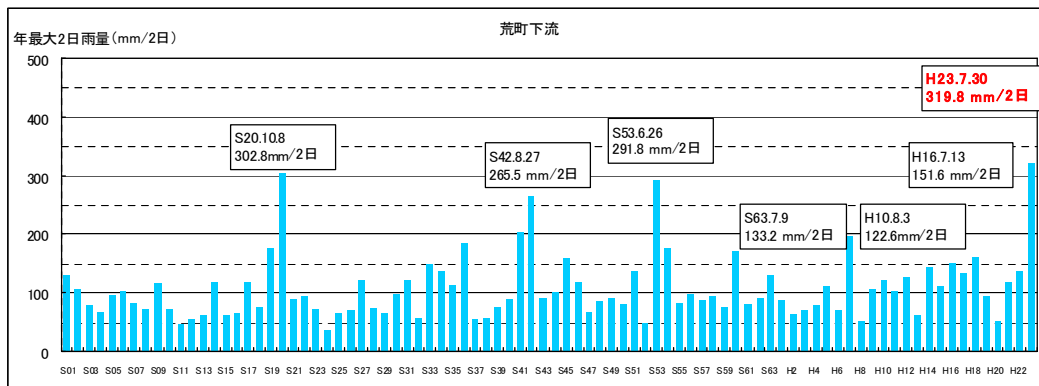
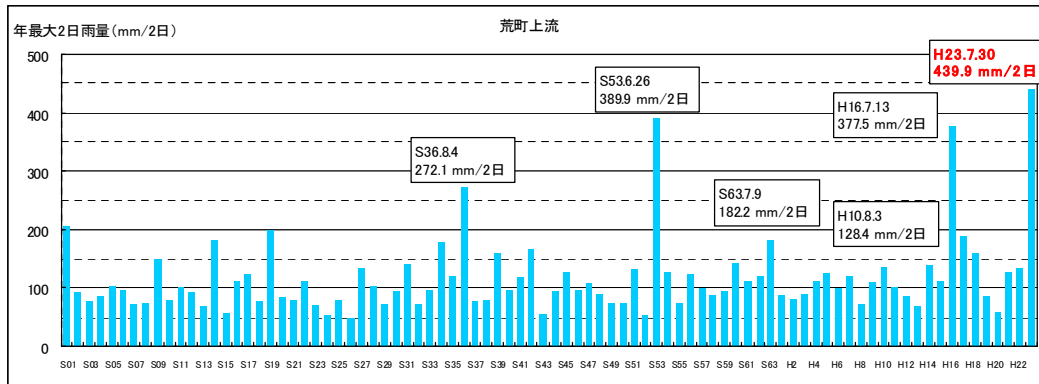
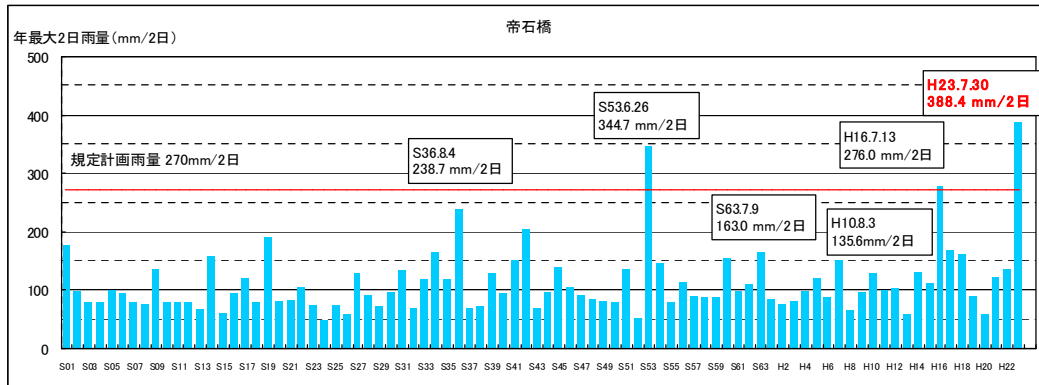
平成10,16,23年と豪雨の発生頻度は、それ以前と比べて高まっているが、
豪雨の周期性は認められない

帝石橋観測所 過去の洪水10

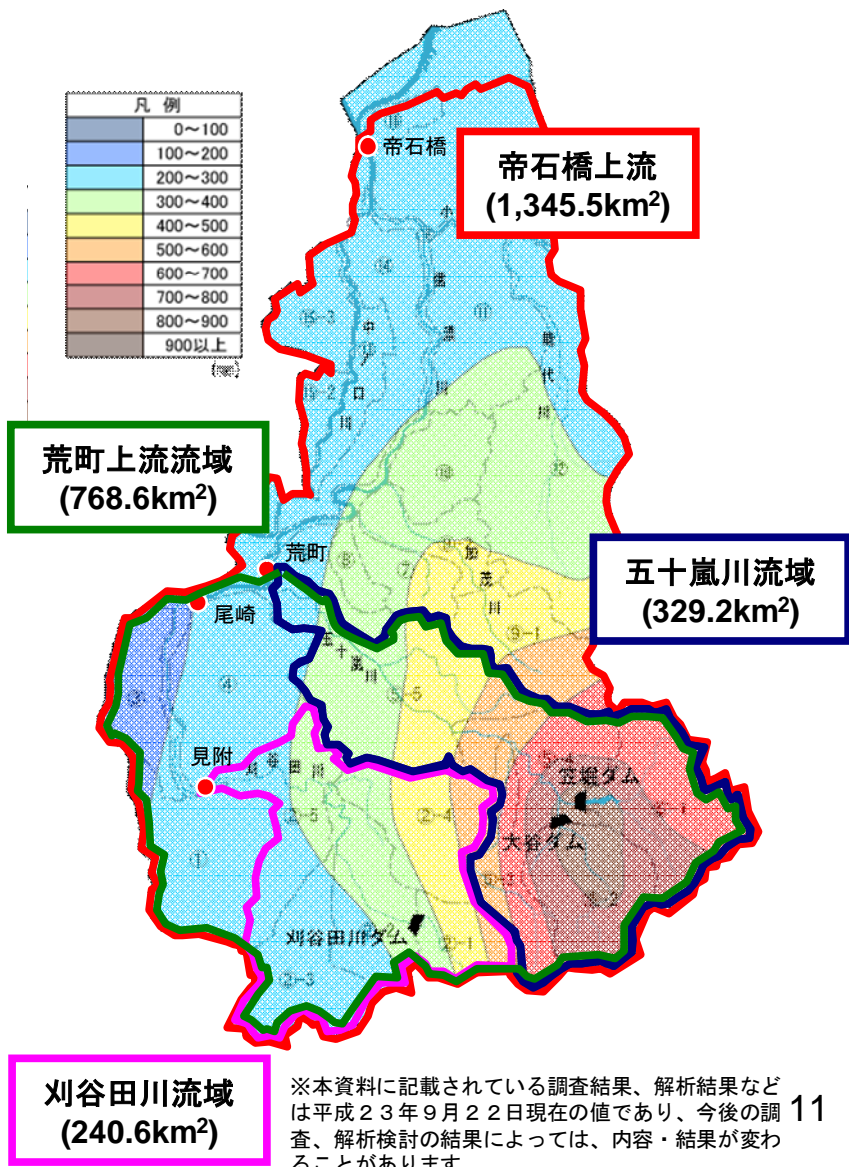


降雨特性：年最大雨量の経年変化(帝石橋、荒町上・下流域)

■ H23.7出水の2日雨量は帝石橋、荒町上・下流域のいずれも既往最大を記録



0~100
100~200
200~300
300~400
400~500
500~600
600~700
700~800
800~900
900以上

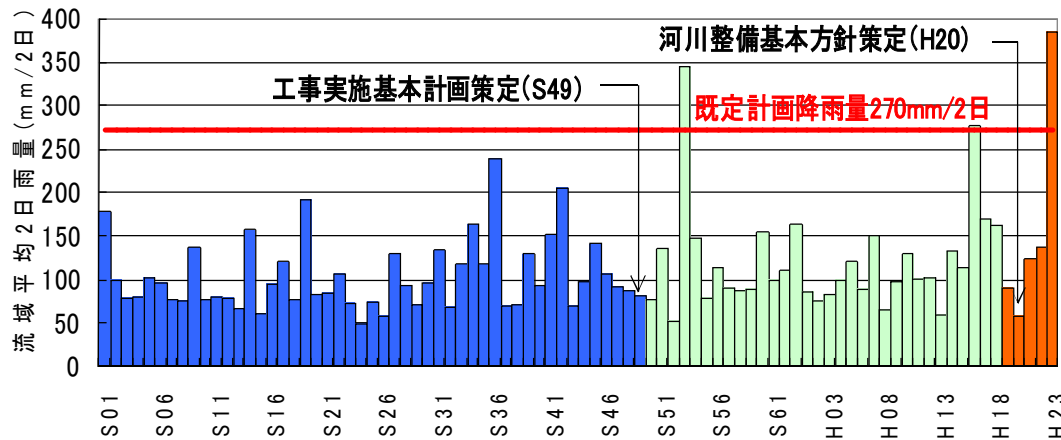


※本資料に記載されている調査結果、解析結果などは平成23年9月22日現在の値であり、今後の調査、解析検討の結果によっては、内容・結果が変わることがあります。

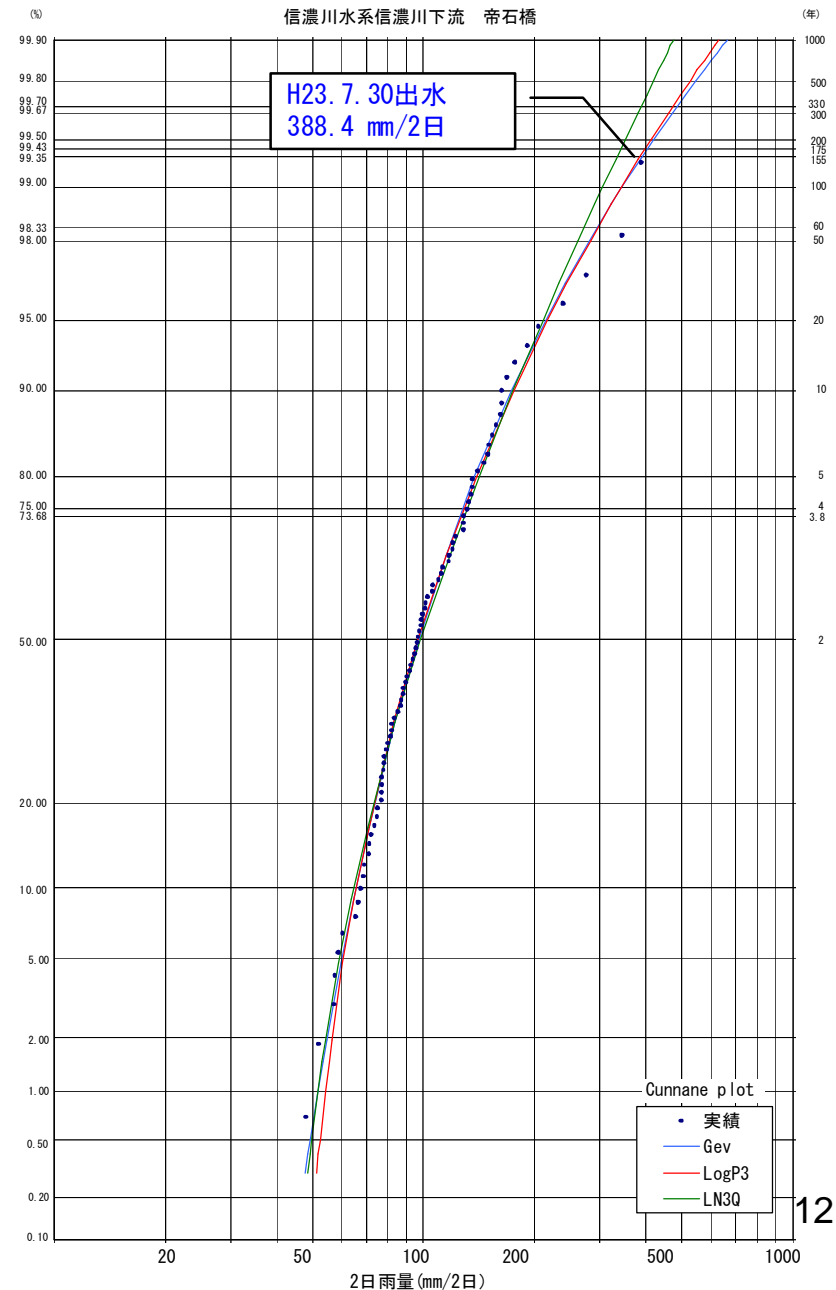
降雨特性：雨量データによる確率からの評価

■今回、観測された帝石橋上流域平均2日雨量は
388.4mm/2日を記録し、S53.6を超え既往最大を記録。
 ■その確率は、**最小の確率評価で1/150、最大で1/300**
年となり、**治水安全度目標の1/150を上回る**。
 ・年最大流域平均2日雨量(昭和元年～平成23年 n=86)
 ・水文統計ユーティリティーにより評価(SLSC<0.04以下の手法)

※本資料に記載されている調査結果、解析結果などは平成23年9月22日現在の値であり、今後の調査、解析検討の結果によっては、内容・結果が変わることがあります。 [年最大2日雨量]



出水日	流域平均2日雨量 (mm/2日)	幅による評価		
		上限値に係る場合	~	下限値に係る場合
H23.7.30出水	388.4	1/150 (330.0mm/2日~ 387.8mm/2日)	~	1/300 (381.4mm/2日~ 473.2mm/2日)

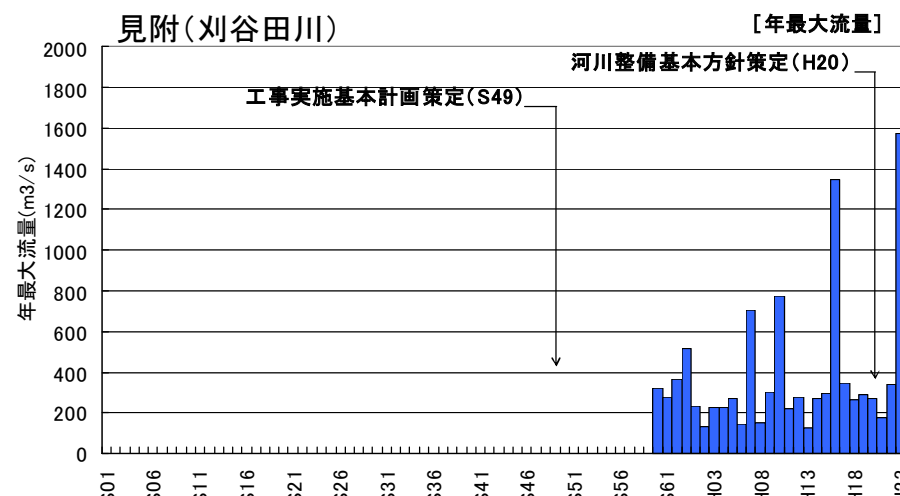
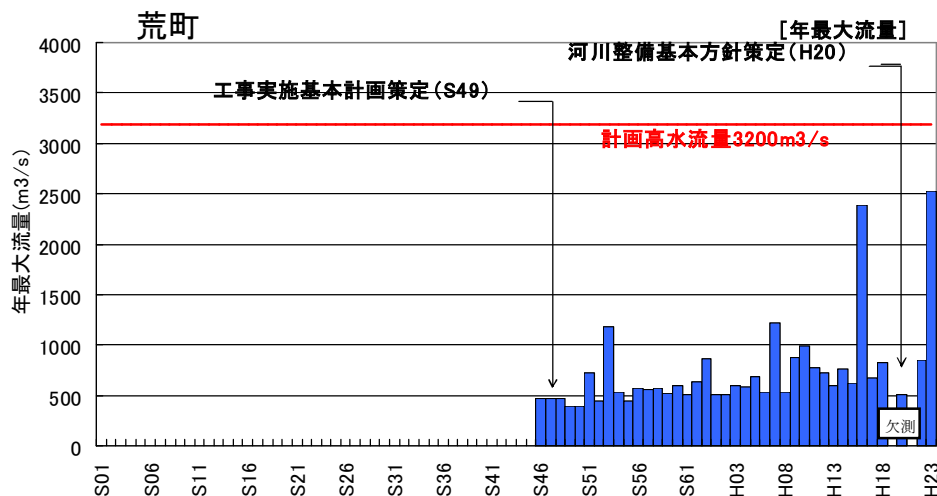
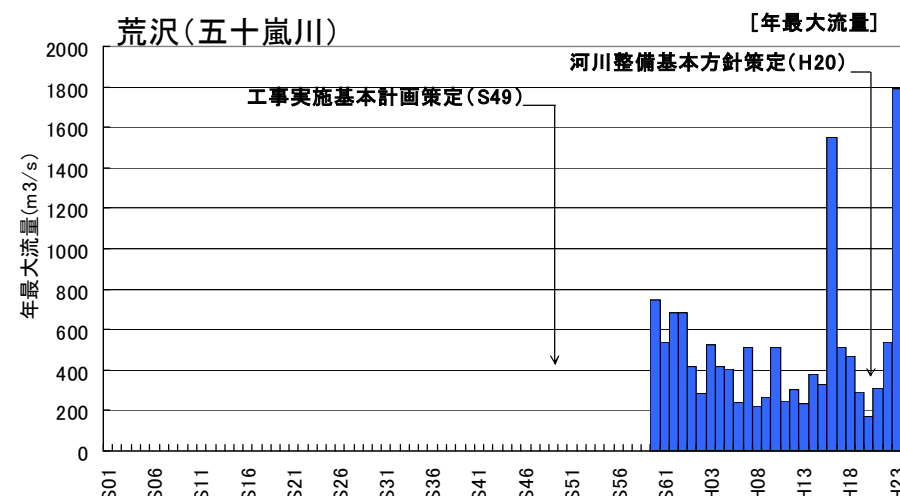
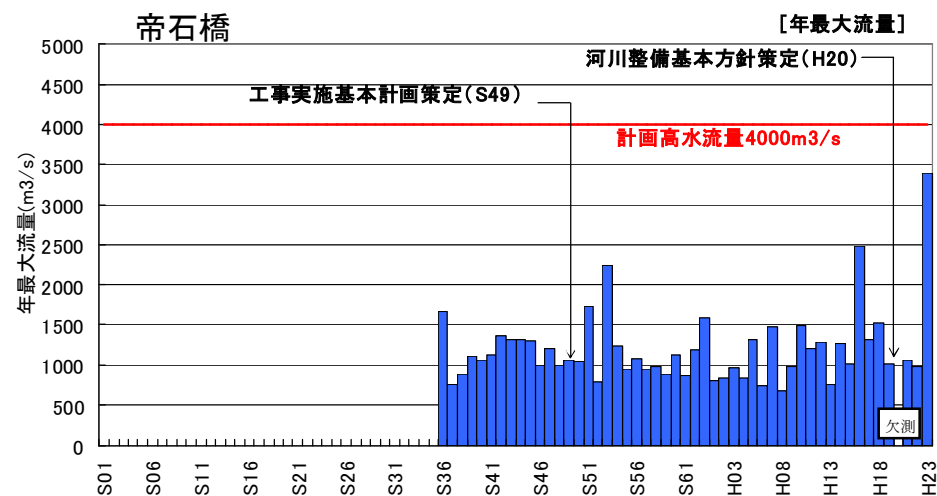


流出特性：年最大流量の経年変化(本川、支川)

■ 本川の荒町、帝石橋、支川の荒沢(五十嵐川)、見附(刈谷田川)で既往最大流量を観測。

※本資料に記載されている調査結果、解析結果などは平成23年9月22日現在の値であり、今後の調査、解析検討の結果によっては、内容・結果が変わることがあります。

主要地点の年最大実績流量図



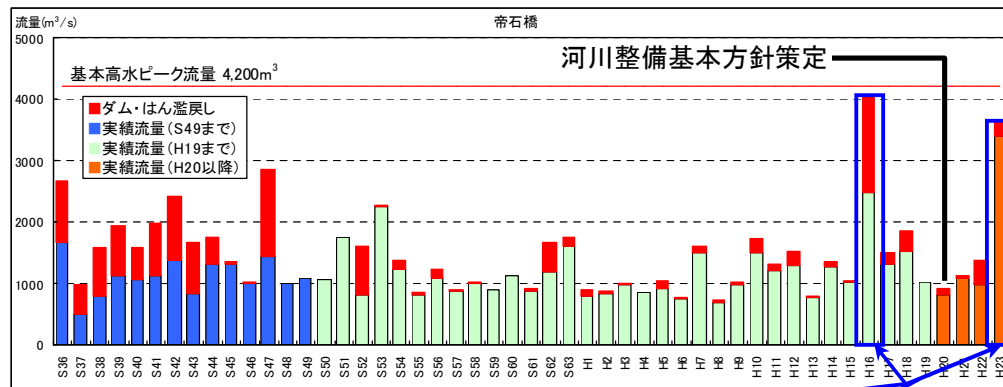
流出特性：流量データによる確率からの評価

■ **帝石橋**における**ダム・遊水池・氾濫戻し後のピーク流量**は昭和36年から平成23年までの期間で**第2位**となる**約3,700m³/s** ※2 と推定。流量確率は最小の確率評価で1/80、最大で1/100となる。

■ 今回洪水を踏まえ、計画規模である**1/150の確率計算をした結果、最小値が約4,000m³/s、最大値は4,800m³/s**。既定計画の基本高水ピーク流量(帝石橋:4,200m³/s)は、**その範囲内**であり、**妥当と考える**。

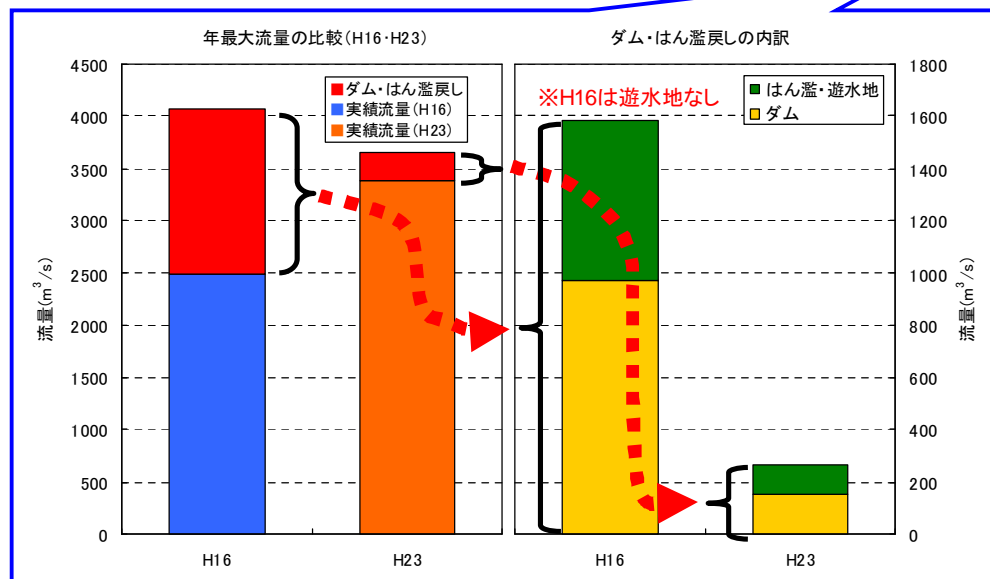
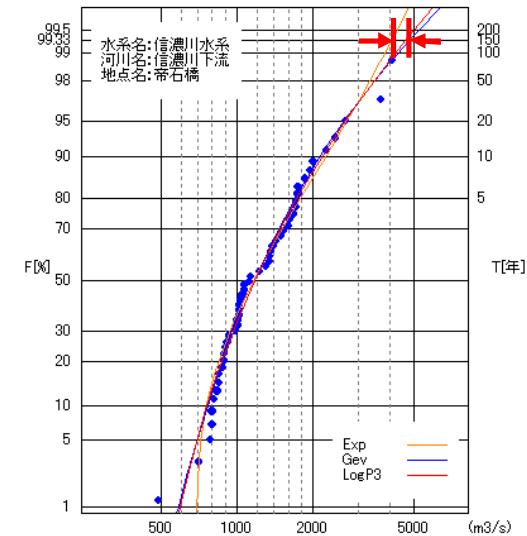
・年最大流量(昭和36年から平成23年 n=51)、水文統計ユーティリティにより評価(SLSC≤0.04の手法)

※2:ダム・遊水池・氾濫戻し後の流量(推定値)は、仮試算値であり、変更が生じます。(現在、関係機関と確認・調整中)



◆ 帝石橋1/150確率流量

※2 **約4,000~約4,800m³/s**

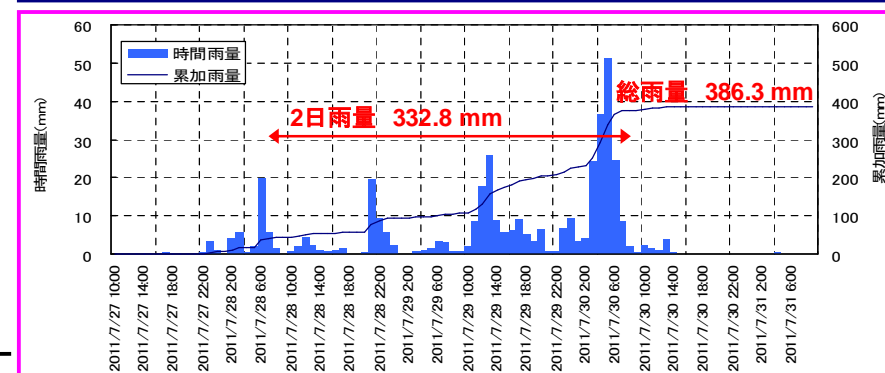
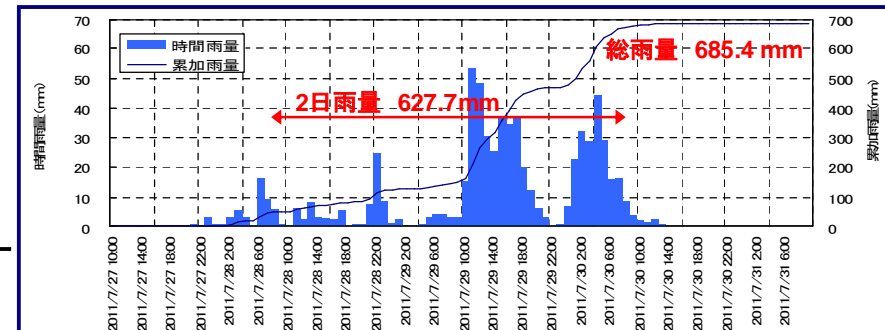
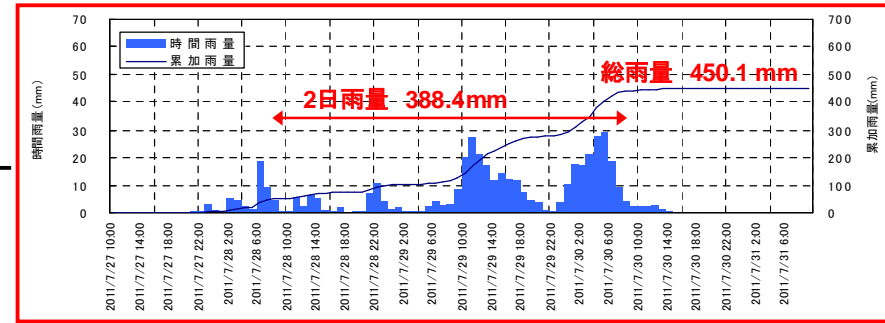
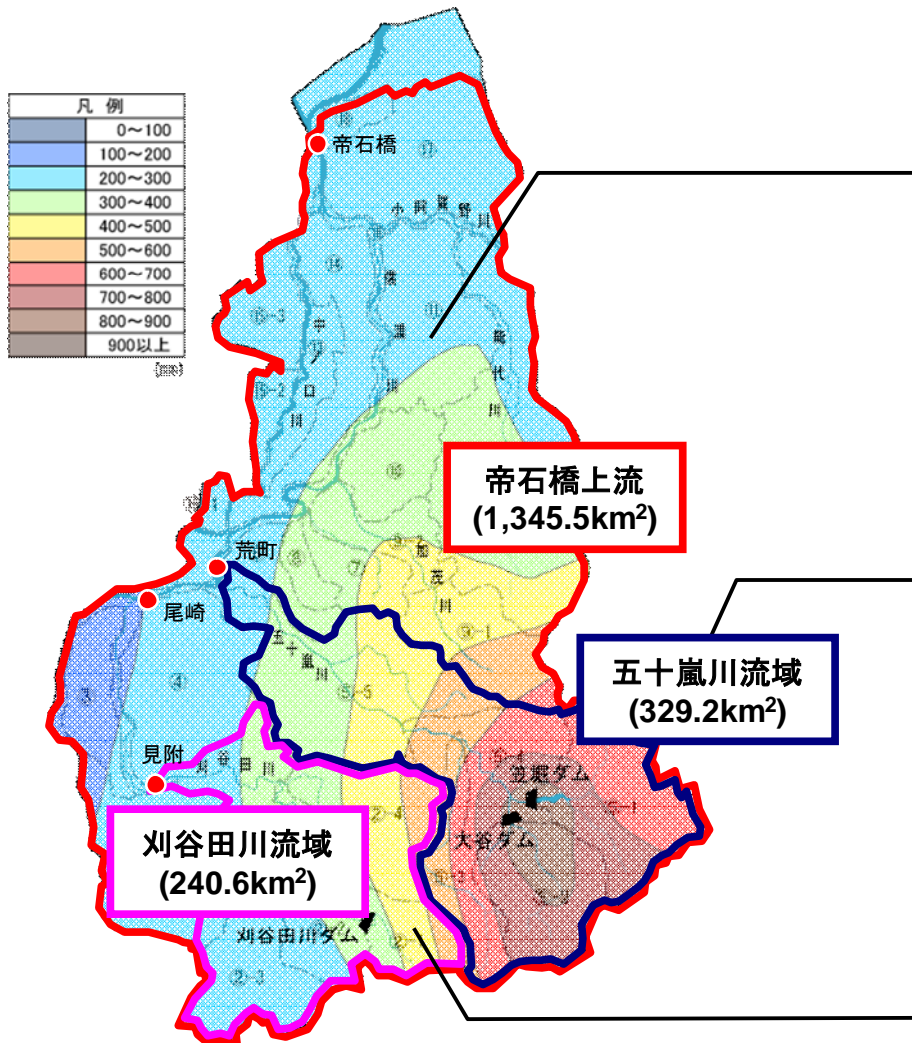


出水日	帝石橋流量 (ダム・氾濫戻し) (m ³ /s)	幅による評価	
		上限値に係る 場合	下限値に係る場 合
H23.7.30 出水	※2約3,700m ³ /s	1/80 (3,668m ³ /s~ 4,016m ³ /s)	1/100 (3,819m ³ /s~ 4,285m ³ /s)

※本資料に記載されている調査結果、解析結果などは平成23年9月22日現在の値であり、今後の調査、解析検討の結果によっては、内容・結果が変わることがあります。

降雨特性：降雨状況(基準点、主要支川)

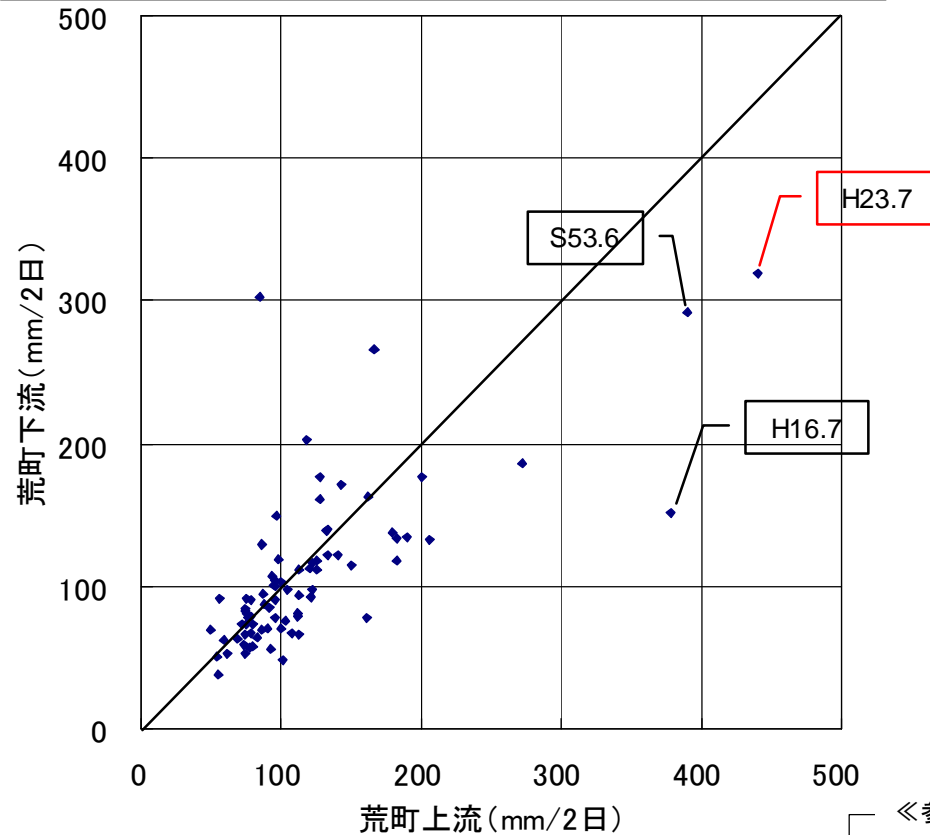
- 主要な支川である刈谷田川、五十嵐川、加茂川の流域など広く分布した降雨であった。
- 帝石上流域は総雨量で450.1mm、約30mmの降雨が二山生じた。
- 五十嵐川流域は総雨量は685.4mm、刈谷田川流域は、386.3mmといずれの流域も二山で2日を超える長雨であった。



降雨特性: 降雨の分布状況

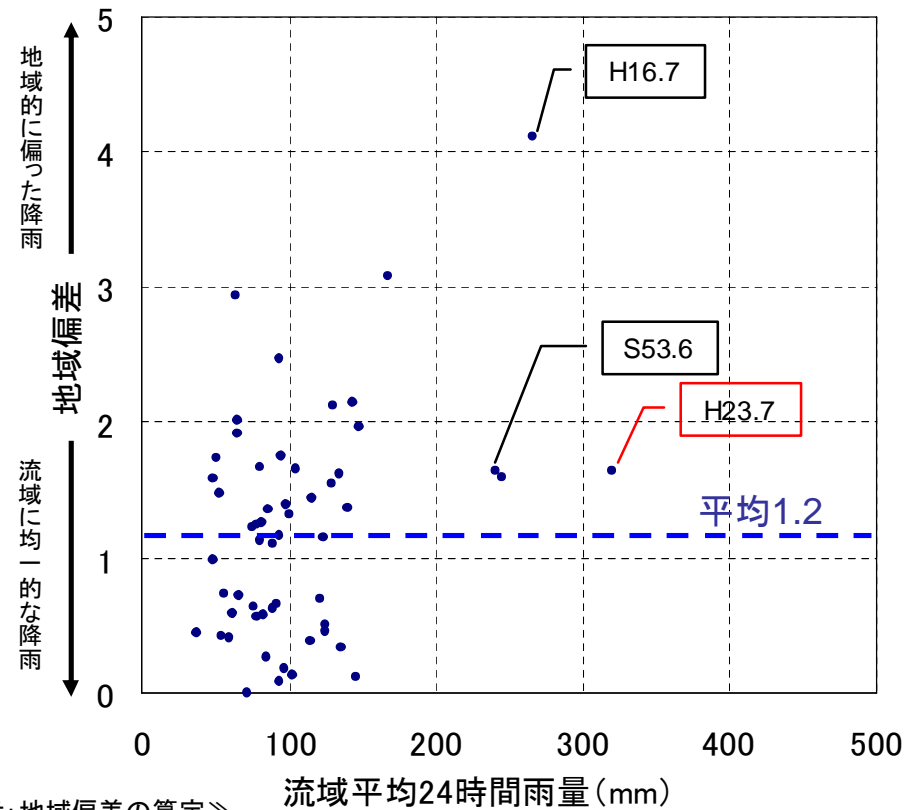
◇ 上下流の分布状況 (荒町上・下流2日雨量)

- H23.7出水は上流・下流域で既往最大を記録
- H16.7出水は上流ではH23.7と概ね同程度であるが、下流域では半分程度と少なかった。



◇ 「地域偏差: Sr」からみた降雨分布の偏り

- 地域偏差の平均は1.2、最大はH16.7の4.1と突出している。
- H23.7の地域偏差は1.6で地域的な偏りが少なく、特異な分布ではなかった。



《参考: 地域偏差の算定》

各小流域の総雨量を全体流域の総雨量に対する割合を示す。

$$Sr = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(1 - \frac{Ri}{Rave}\right)^2 \times \frac{Ai}{A}} \times 100$$

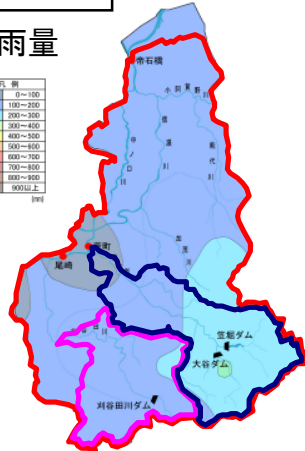
ここに、Rave: 基準地点上流域の降雨継続時間平均雨量
 Ri: 小流域平均雨量
 A: 基準地点流域面積
 Ai: 小流域面積
 N: 小流域の数 (流域分割数)

降雨特性：時間分布による評価(主要洪水等との比較)

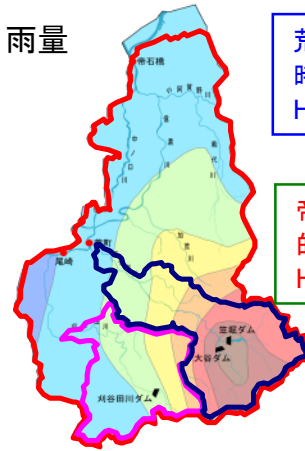
■ H23.7出水は**主要洪水と比較して、荒町上流域(1,6,12h)**及び刈谷田川流域以外、ほとんどの時間降雨で最大を記録。
 ■ なお、**帝石橋地点を代表する洪水到達時間の24時間で最大雨量を記録するピーク流量の増大に寄与。**
 ■ 荒町地点を代表する洪水到達時間の12時間雨量では、H16.7出水が最大雨量。

H23.7.30出水

12時間雨量



2日雨量

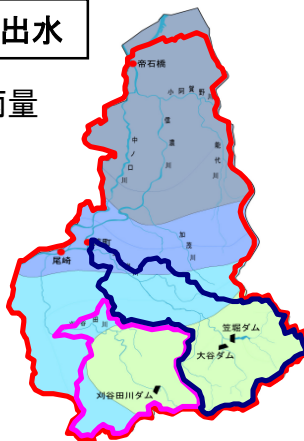


荒町地点の代表的な時間雨量12時間はH16.7出水が最大

帝石橋地点の代表的な時間雨量24hはH23.7出水が最大

H16.7.13出水

12時間雨量

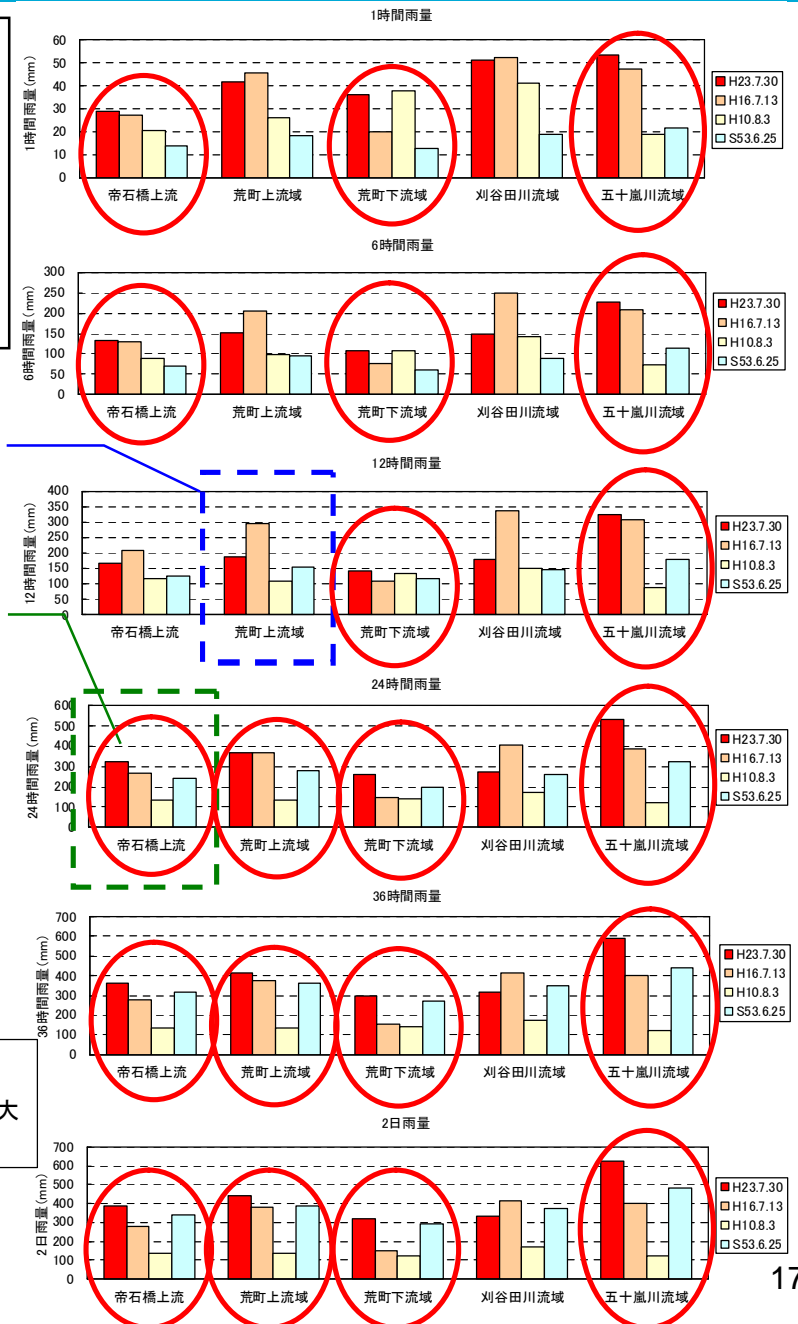


2日雨量



凡例

○ 主要洪水の中でH23.7出水が最大となる時間

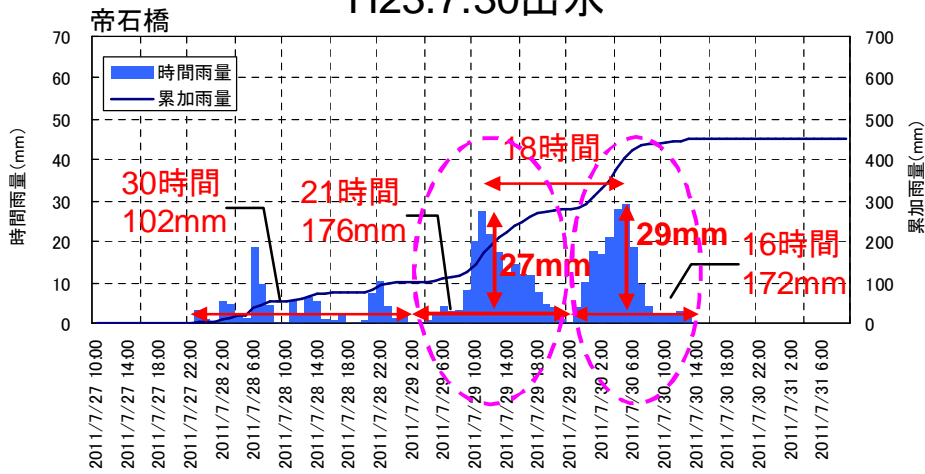


降雨特性：累加雨量曲線による評価(H16.7出水との比較)

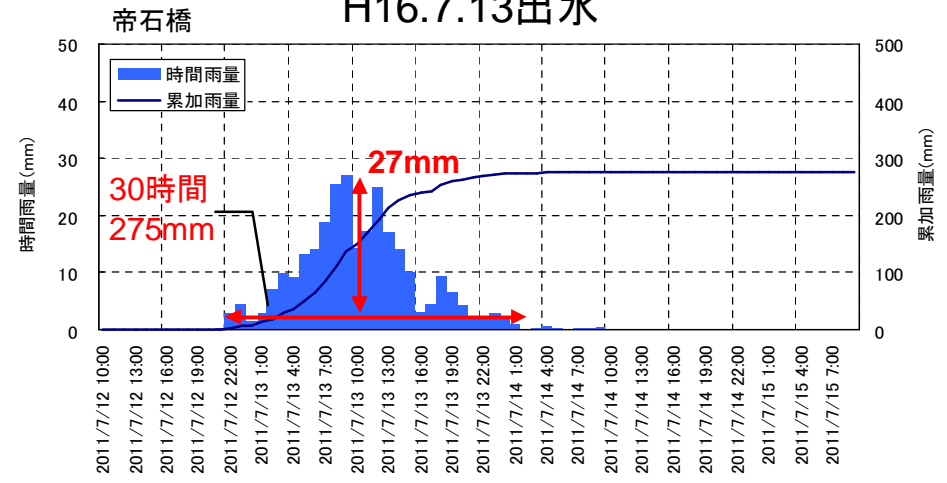
■ H23.7出水の時間分布をみると、継続時間が16時間～20時間程度で、H16.7出水と同程度のピーク雨量を伴った降雨が連続して二山生じている。

■ H23.7出水は1山目の前に100mm以上の断続的な降雨が30～40時間継続し、それが総流出量や二山目の流出量に影響を与えたと考えられる。

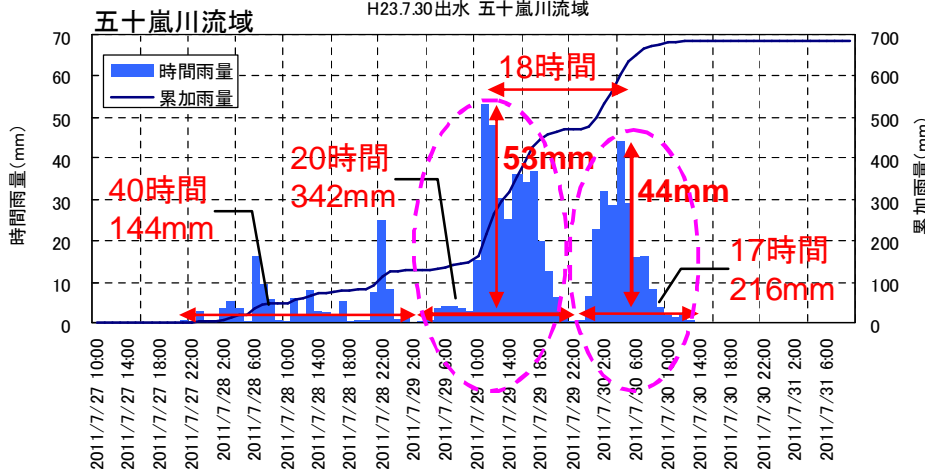
H23.7.30出水



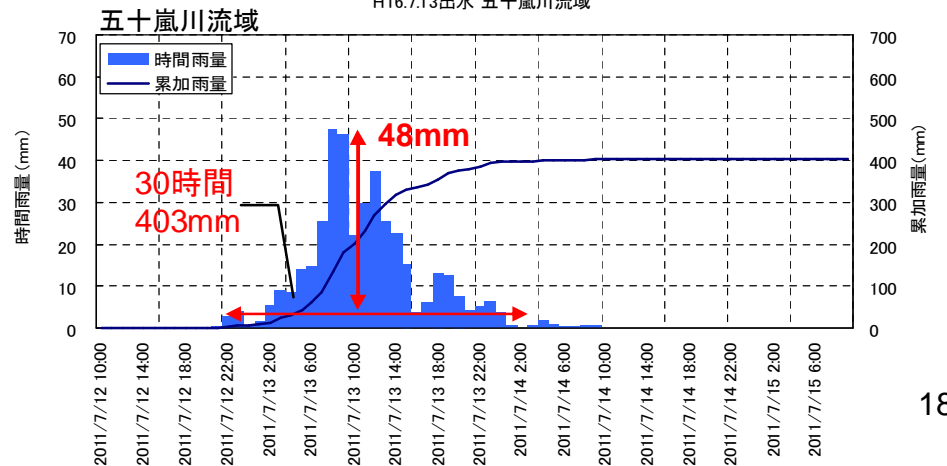
H16.7.13出水



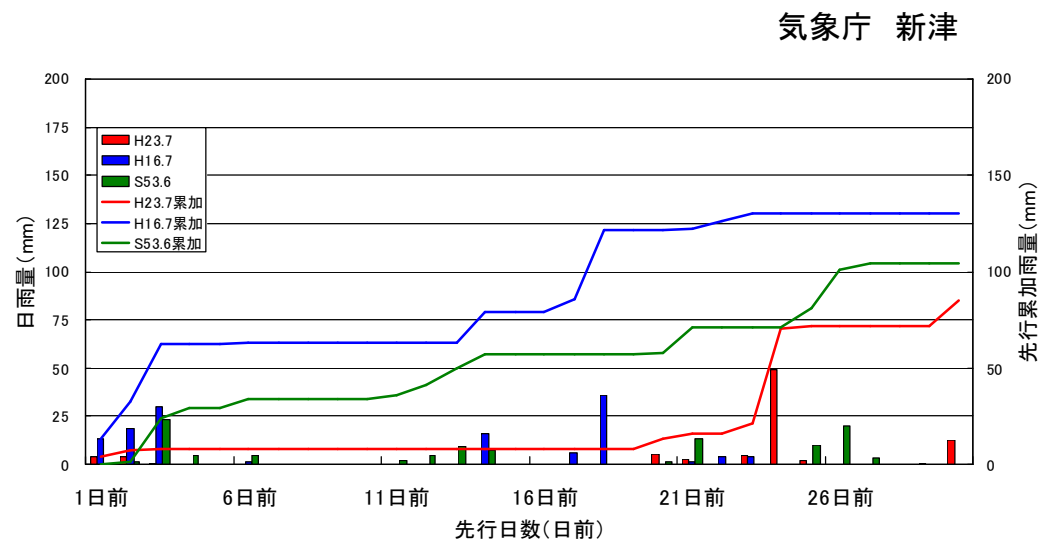
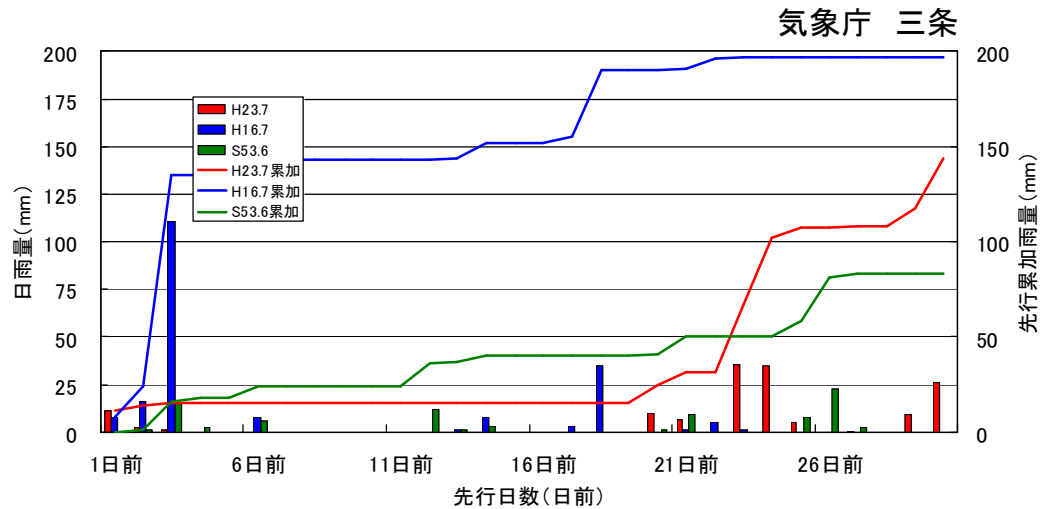
H23.7.30出水 五十嵐川流域



H16.7.13出水 五十嵐川流域

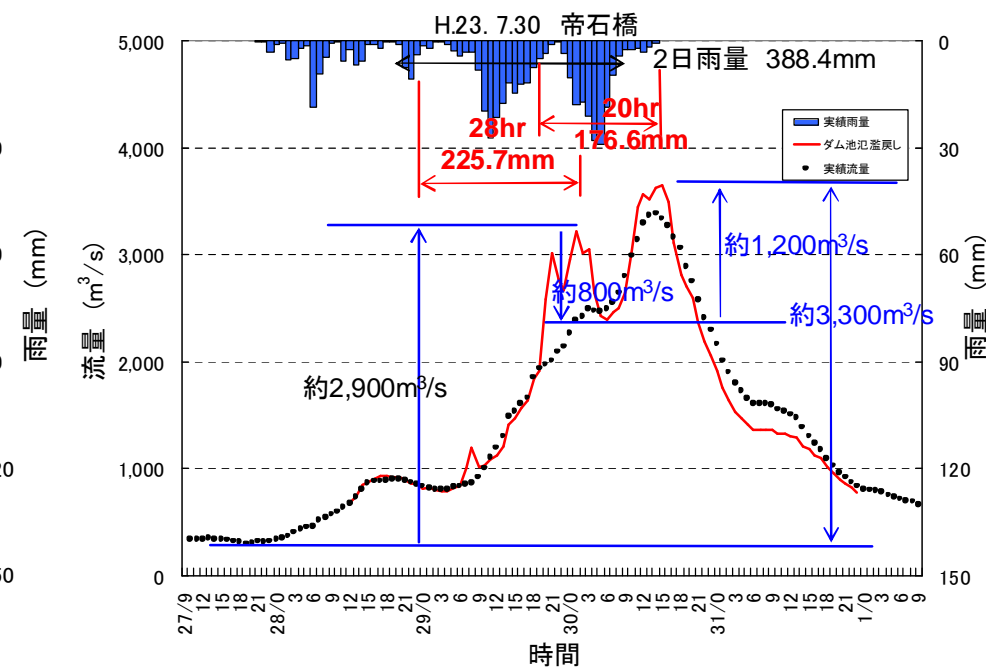
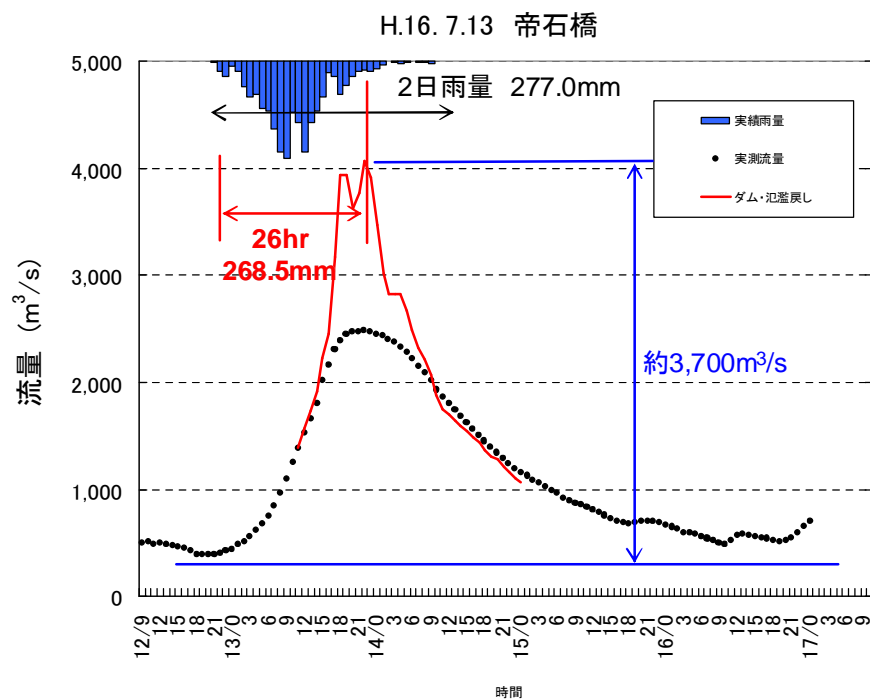


- 先行30日間雨量を比較するとH23.7出水は無降雨が継続したことから降雨初期の損失雨量は大きかったと考えられる。
- 一方、H16.7出水は3日前までに100mm(三条)を超える降雨があり、H23.7出水に比べ湿潤状態にあり、直接流出に結びつきやすかったと考えられる。



流出特性: 帝石橋 流出特性の比較(平成16年7月出水と比較)

- 流出量(ピーク) 寄与する洪水到達時間内の降雨では、H23.7出水は2山で1山目(28h)は約230mm、2山目(20h)は約180mmでH16.7出水(26h)の約270mmと比較すると少ない。
- H16.7出水は単峰で流量増加量は約3,700m³/s、H23.7出水は約2,900m³/s、約1,200m³/sの二山の増加(二山流出)
- H23.7出水は二山の降雨・流出により、降雨の切れ間に流出量が約800 m³/s低減することで、降雨規模に対して、ピーク流量は小さくなる傾向にあった。



※本資料に記載されている調査結果、解析結果などは平成23年9月22日現在の値であり、今後の調査、解析検討の結果によっては、内容・結果が変わることがあります。

本資料のまとめ

1. 本資料のまとめ

◇豪雨の発生メカニズム(特性)について

- ・大雨が同じ地点で長期化したのは、前線が日本海から新潟付近に停滞し、太平洋高気圧の縁をまわるように暖かく湿った空気が流れ込み、上空の寒気が居座った影響で大気の状態が不安定となり、その状態が長く続いたためである。
- ・今後の豪雨の発生時期を予測することは困難であるが、地球温暖化等の各種要因が、比較的高緯度である日本海側での豪雨の発生頻度を高めている可能性もあるので、今後引き続き気象状況等に注視が必要である。

◇降雨特性、流出特性について

- ・帝石橋上流流域平均2日雨量は、S53.6を超え既往最大。超過確率は1/150～1/300年となり、計画の規模(超過確率年)1/150年を上回る降雨が発生。
- ・帝石橋地点のダム効果・氾濫戻しピーク流量は、統計期間の第2位となる流量が推定され、流量確率は、最小の確率評価で1/80、最大で1/100。今回洪水を踏まえ、計画規模である1/150の確率計算をした結果、既定計画の基本高水ピーク流量(帝石橋:4,200m³/s)は、その範囲内であり、妥当。
- ・降雨状況は、ピーク雨量はH16.7出水と同程度であるが連続した二山降雨が特徴。地域分布は偏りが少なく、特異な分布ではない。時間分布は帝石橋地点の洪水到達時間で主要洪水を上回る雨量を記録。
- ・洪水到達時間内の降雨では、H23.7出水の1山目と2山目の降雨はH16.7出水と比較すると少ない。二山降雨・流出により、降雨の切れ間に流出量が低減することで降雨規模に対してピーク流量は小さくなる傾向にあった。

2. 今後の作業項目

◇高水流量観測について

・もぐり橋のためピークを観測できなかった観測所における今後の対応を検討する。

◇降雨のDAD解析による評価

・今回豪雨の強度(Depth)-面積(Area)-継続時間(Duration)の3者の関係に着目し、今回豪雨の規模に関する特徴を検討する。