

流域雨量指数や危険度分布の活用による 中小河川の洪水からの避難

犠牲者が目立つようになってきた中小河川の洪水災害
どうして中小河川で犠牲者が出るのか？

近年の中小河川で何が起きているのか？

<Point>
中小河川では
急激な水位上昇
が発生する

中小河川では急激な水位上昇が発生する

平成29年7月九州北部豪雨 大分県日田市 小野川

平成29年7月5日



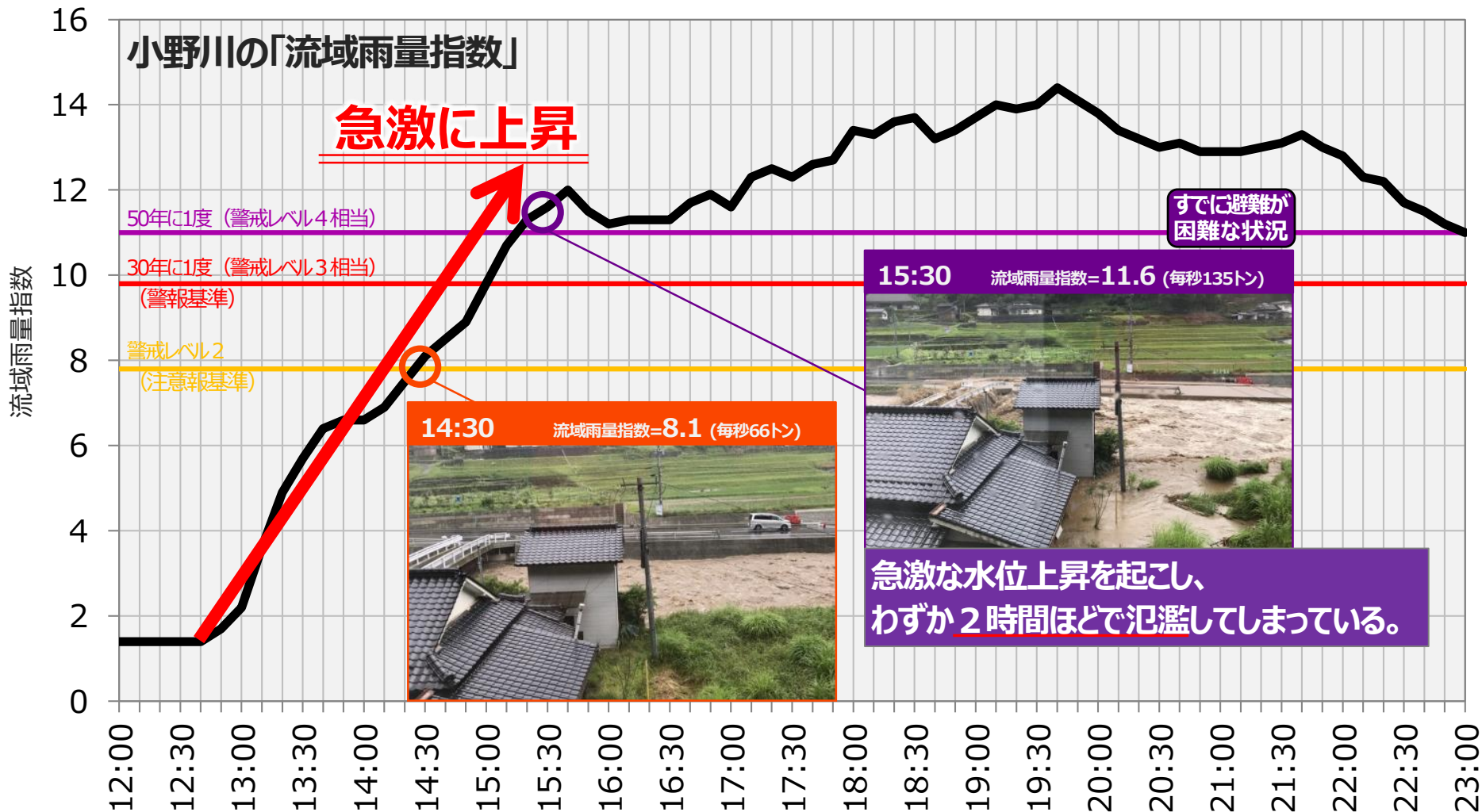
わずか
1時間で
急激な増水



(写真：日田市職員提供)

中小河川では急激な水位上昇が発生する

平成29年7月九州北部豪雨 7月5日 大分県日田市



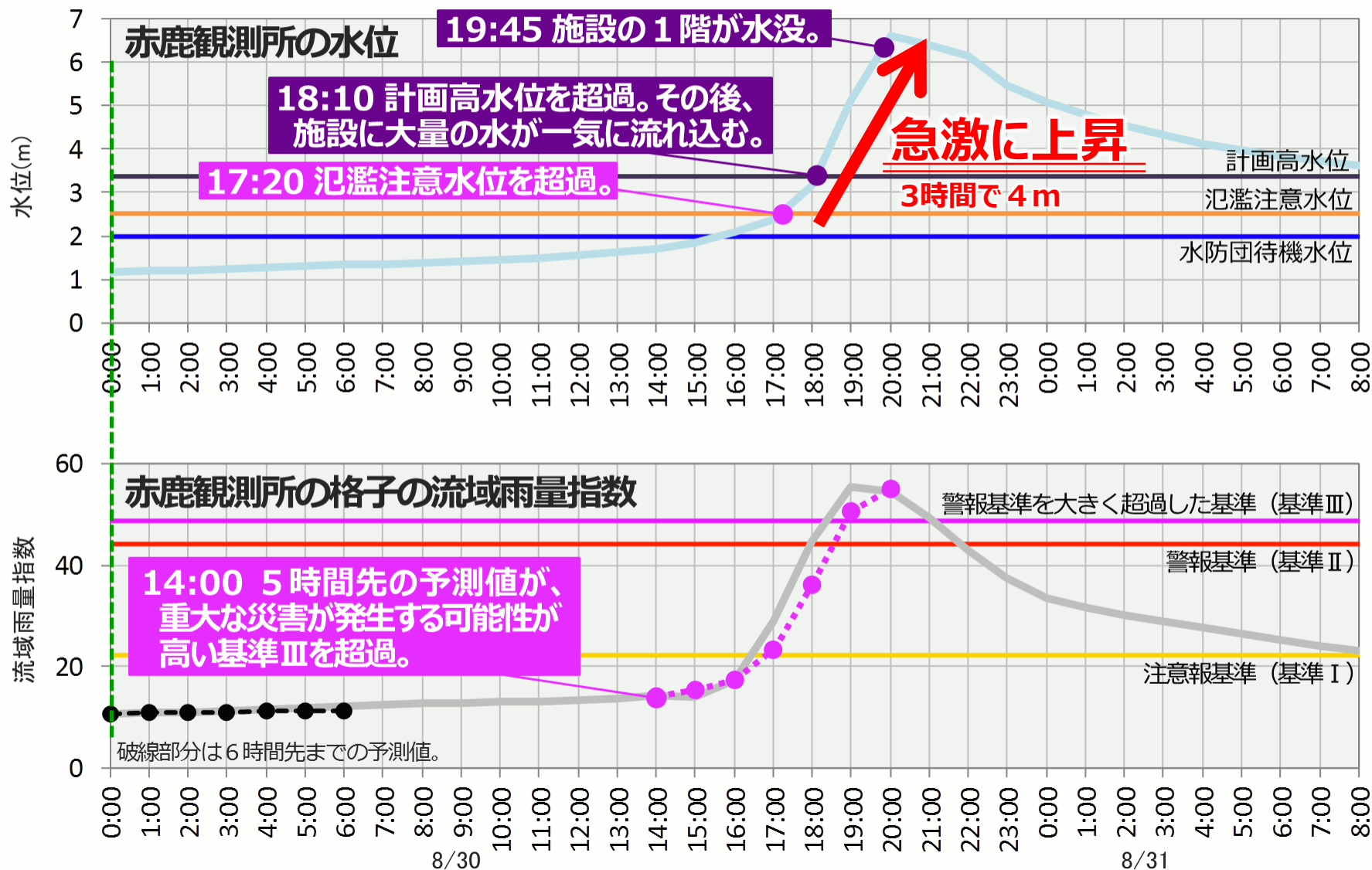
※ 写真は日田市職員提供。

中小河川では急激な水位上昇が発生する

30日00時

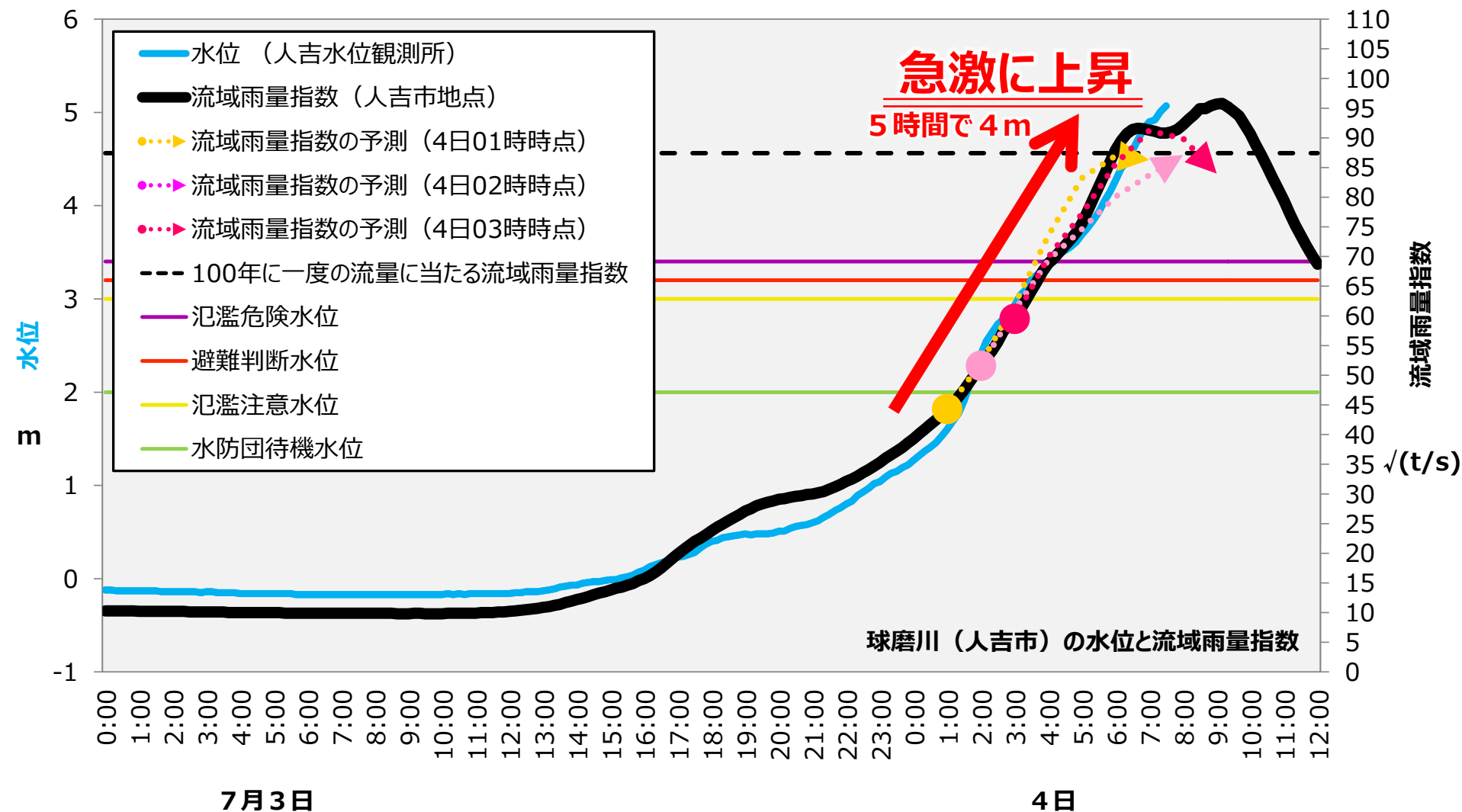
平成28年台風第10号

平成28年8月30～31日 岩手県岩泉町 小本川



大河川の上流部でも急激な水位上昇が発生する

令和2年7月豪雨 熊本県人吉市 球磨川



(参考)

<Point>

流域雨量指数は

地質や都市化率も考慮

した高度な計算を行っている

<Point>

(専門家向け)

流域雨量指数は、タンクモデルや運動方程式で計算された

流量の平方根

(参考) 流域雨量指数の計算の概要

「流域雨量指数」は、河川の上流域での降雨によって、下流の対象地点での洪水リスクがどれだけ高まるかを把握するための指標。上流域での降雨が、地表面や地中を通して河川に流れ出し、河川を流れ下る量の平方根（流量の平方根）を計算することで、洪水リスクの高まりを指数化している。

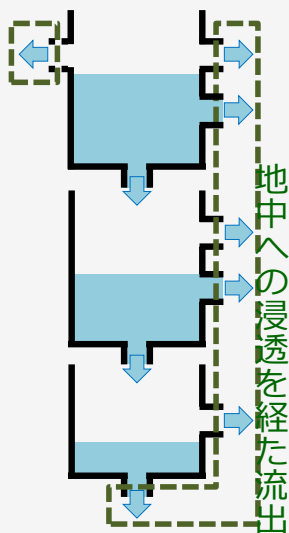
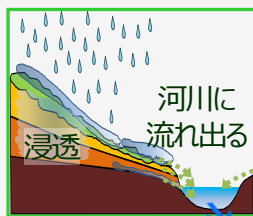
流出

地質・都市化率
も考慮

非都市用 タンクモデル

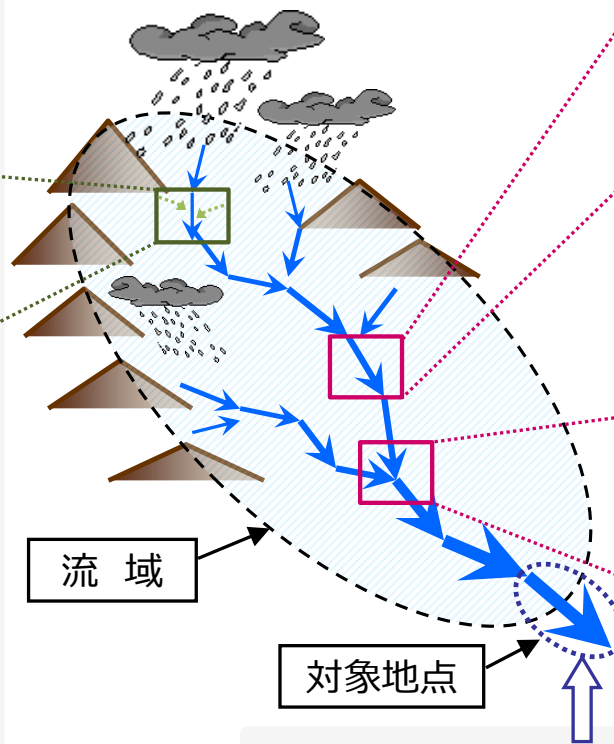
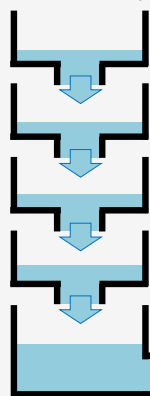
地質に応じた
5種類の
流出特性の
異なるモデル

河川の上流域に降った雨水が
地表面を流れたり、
地中にしみ込んだりして
河川に流れ出る。



都市用 タンクモデル

地表面からの急速な流出



流下

河川に
流れ出た
雨水が、河川に
沿って流れ下る。

・運動方程式

勾配が大きく水深が深いほど
流れが速くなることを表す式

・連続の式

水量の保存則

各河川で各地点の
流量を計算

流量を
合算

上流から流れて
きた雨水が、
河川の合流により
集められる。

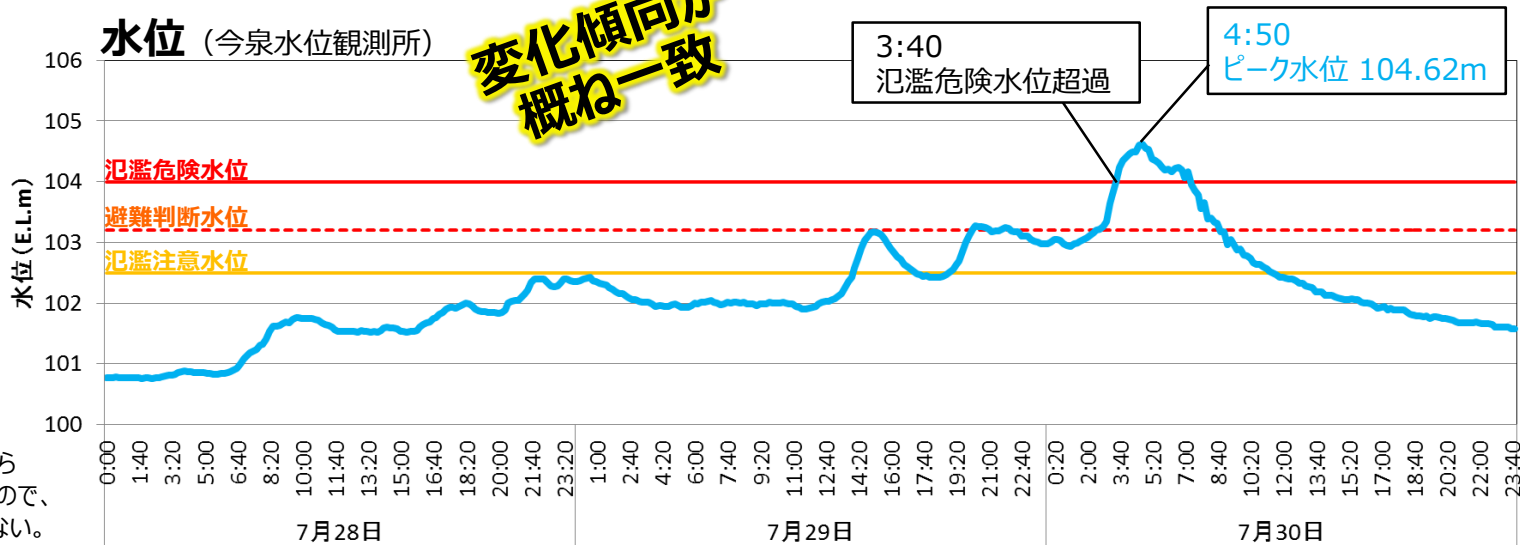
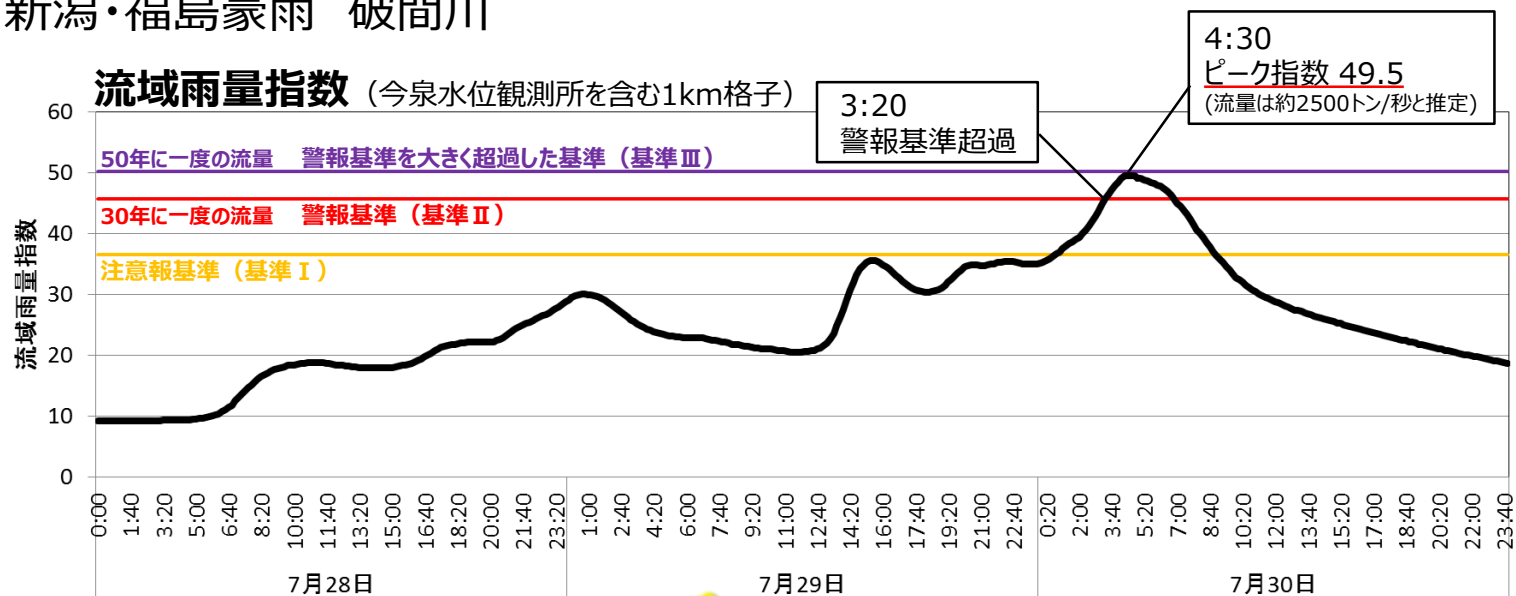
流出・流下の計算により、流量(トン/秒)を算出

流量の平方根 = **流域雨量指数**

※ 流量の平方根は水位に比例

(参考) 流域雨量指数と水位 ~「流量の平方根」は水位に比例する~

例：平成23年7月新潟・福島豪雨 破間川



※ データはいずれも10分毎。
※ 流域雨量指数は、降った雨等から洪水の危険の度合を算定したもので、実際の水位を推計したものではない。

<Point>

ハザードマップが作成されていないような中小河川であっても

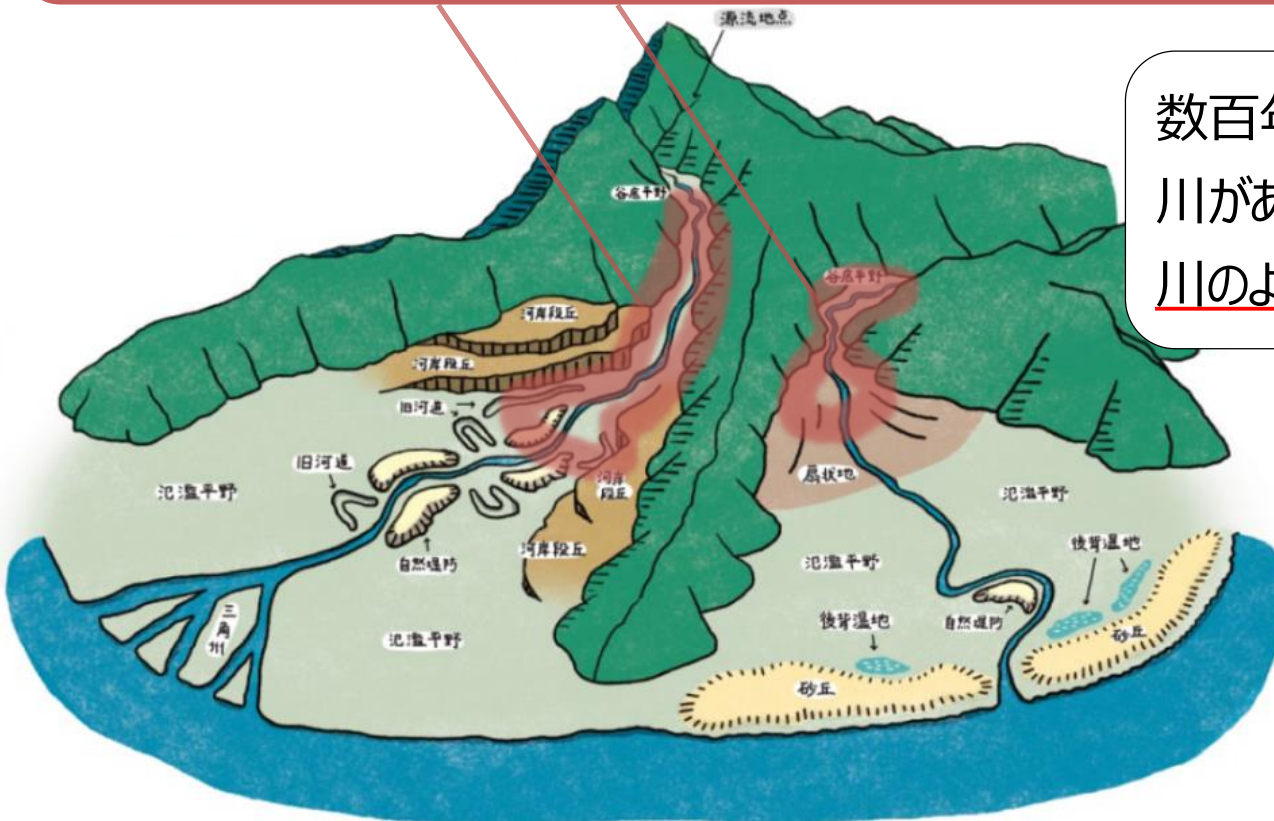
命が脅かされる危険性

が認められる場所がある

洪水災害で命が脅かされる危険性がある場所 ～山地河川洪水のリスク～

中小河川（特に山間部を流れる山地河川）

- 勾配が急で流れが速くなるため、氾濫する前から水流によって川岸が削られて家屋が押し流されるおそれがある。
- 氾濫した際も幅の狭い谷底平野に流れが限定されて水かさが増え、破壊力の大きな氾濫流が生じて家屋が押し流されるおそれがある。



数百年に一度の大雨となったとき、川があふれて、谷底平野の全体が川のようになってしまう。

図：気象庁作成



谷底平野の全体が
川のようにになってしまう

図：気象庁作成



中小河川（特に山間部を流れる山地河川）のリスク

○勾配が急で流れが速くなるため、氾濫する前から、水流によって川岸が削られて家屋が押し流されるおそれがある。

平成24年7月九州北部豪雨

○氾濫した際も、幅の狭い谷底平野に流れが限定されて水かさが深くなる。このため、破壊力の大きな氾濫流が生じて家屋が押し流されるおそれがある。

平成29年7月九州北部豪雨



川があふれると、
谷底平野の全体が
川のようにになってしまうこともある



山地河川洪水の例として、
・和歌山県 那智川（平成23年8月）
・岩手県 小本川（平成28年8月）
・福岡県 赤谷川（平成29年7月）
・福島県 五福谷川（令和元年10月）
・熊本県 球磨川（令和2年7月）
等の氾濫によって犠牲者が出ている。

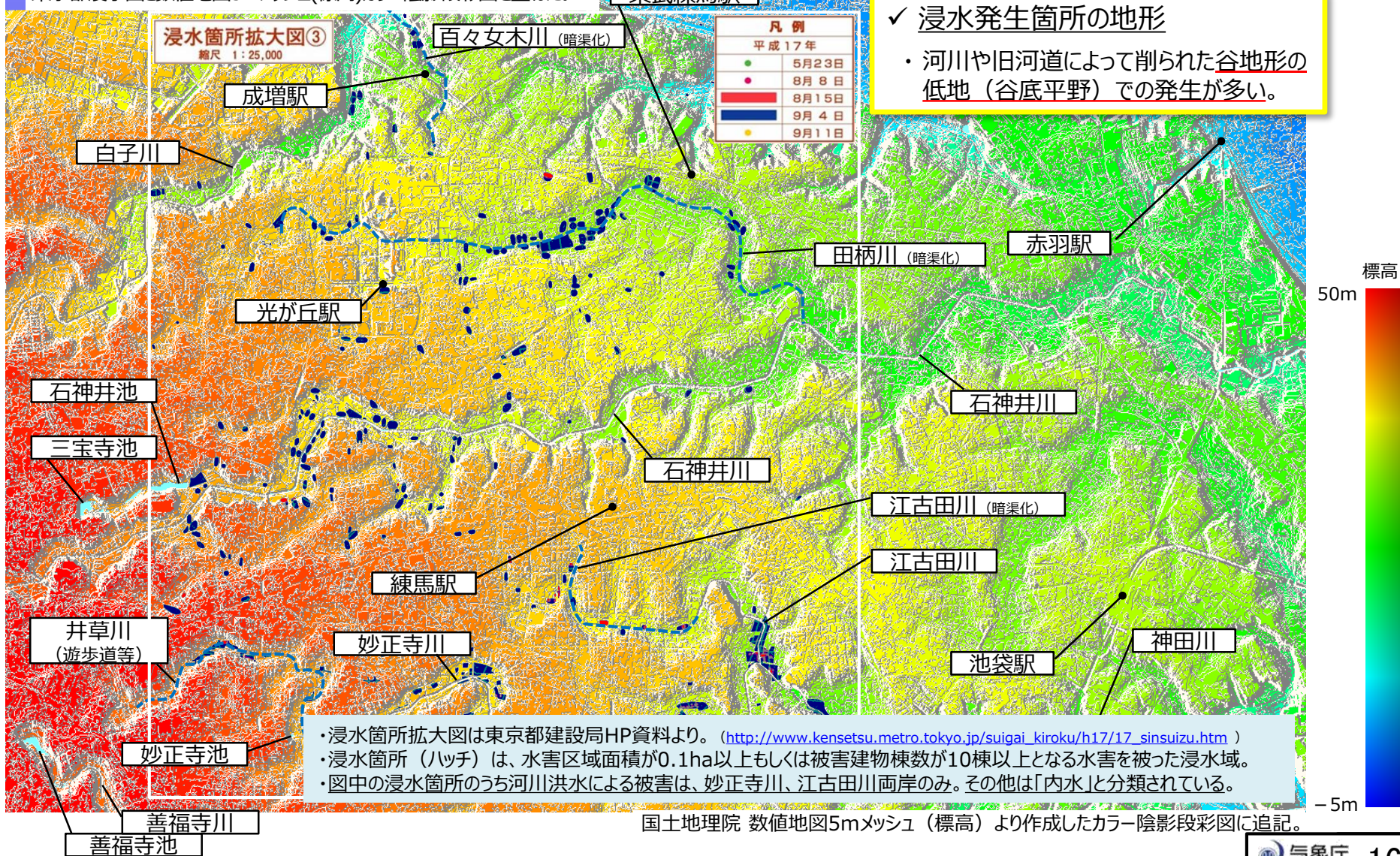
谷底平野から
台地へ避難せよ

九州北部豪雨における赤谷川の被害状況
（平成29年7月7日国土地理院撮影）

谷底平野の浸水リスク ～都市部の浸水例～

平成17年（2005年）9月4日の事例（練馬区付近の主な浸水箇所）

東京都浸水図と数値地図5mメッシュ（標高）カラー陰影段彩図を重ねた。





中小河川であっても、
川があふれると、谷底平野の全体が
川のようにになってしまうこともある

谷底平野から
台地へ避難せよ

平成29年7月九州北部豪雨 赤谷川の被害（福岡管区気象台撮影）

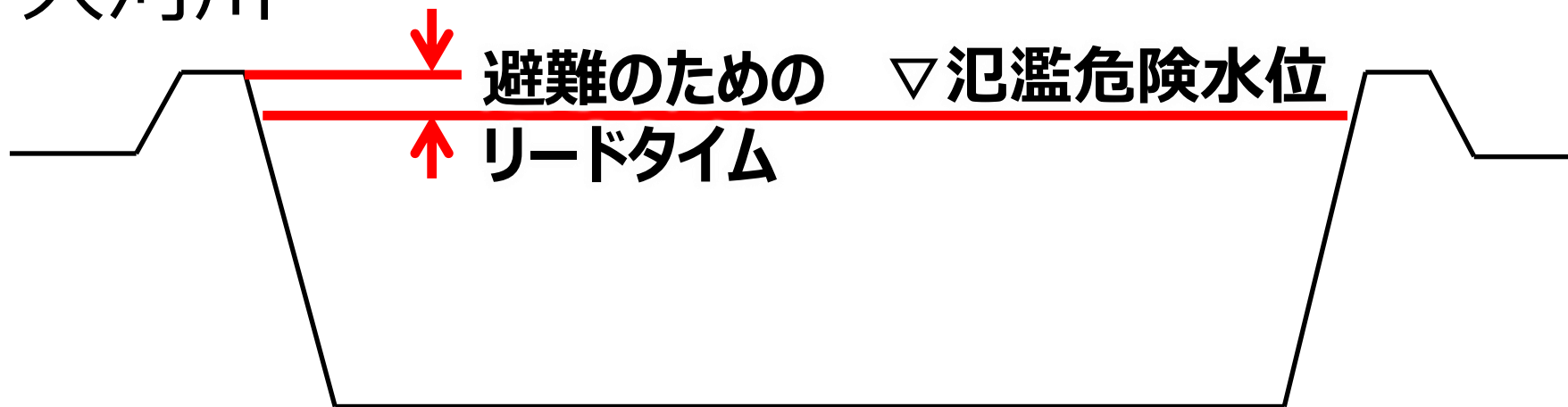
<Point>

ところが、中小河川では

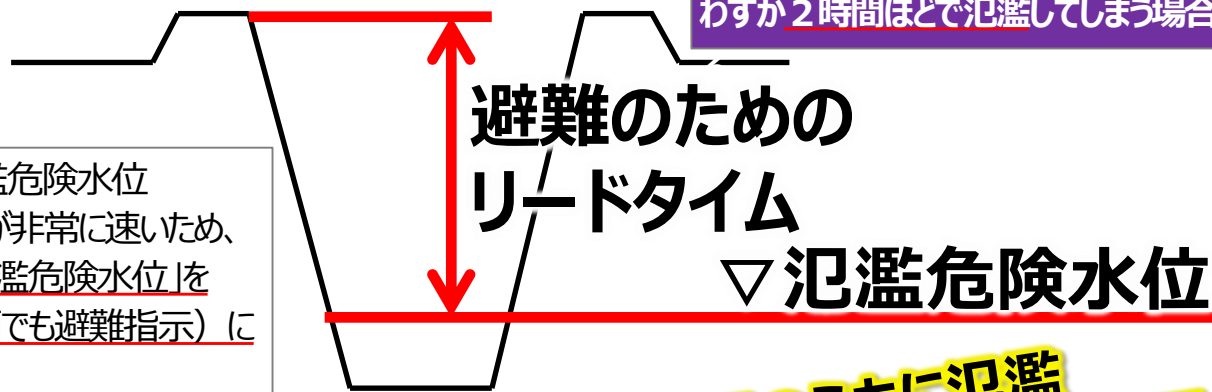
避難の目安となる水位の設定が難しい

中小河川では避難の目安となる水位の設定が難しい

大河川



小河川



中小河川は、水位上昇速度が非常に速く、
わずか2時間ほどで氾濫してしまう場合もあ

- 避難のタイミング = 避難指示 = 氾濫危険水位
- 中小河川においては、水位上昇速度が非常に速いため、避難のためのリードタイムを確保した「氾濫危険水位」を設定すると非常に低い位置（少しの雨でも避難指示）になりかねず、設定が難しい。
- あまりに低い氾濫危険水位を設定すると、空振りが増えることになり、避難する人が減ってしまうことが懸念される。
- 大河川での発想や手法が通用せず、悩ましい。

**短時間のうちに氾濫
水位が低いうちから避難が必要**

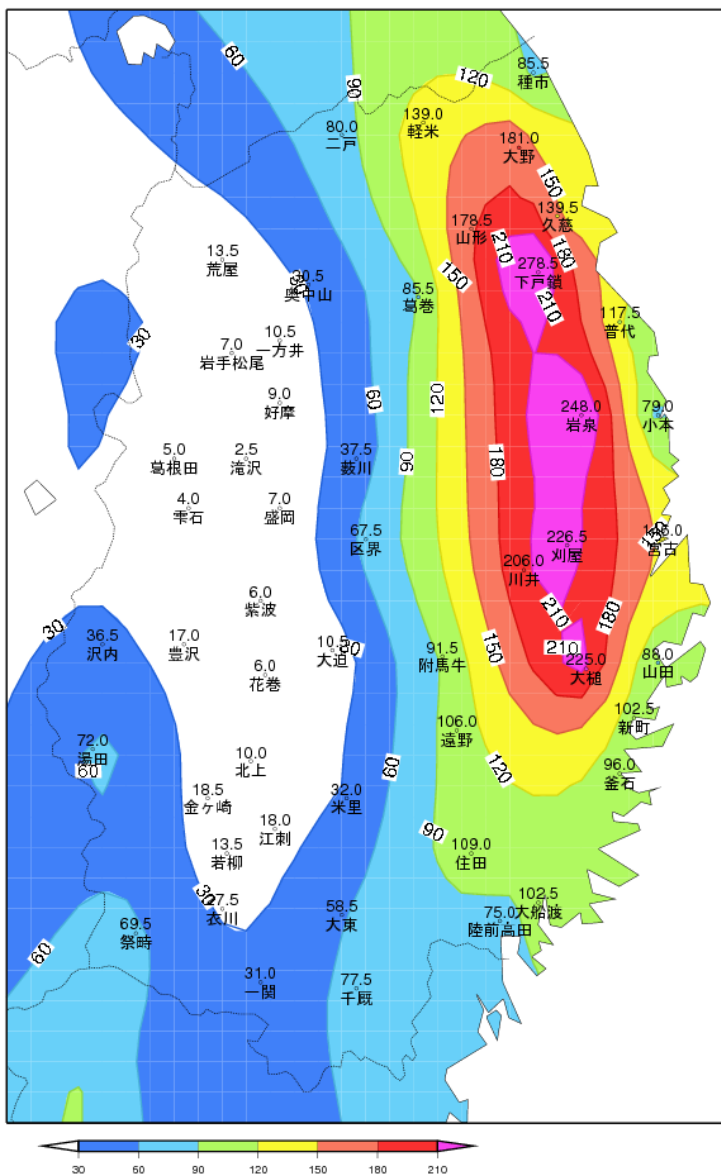
<Point>

**中小河川では水位上昇が極めて急激なため
避難の判断に水位計がほとんど役立たない例も
みられる（大河川での発想や手法が通用しない）**

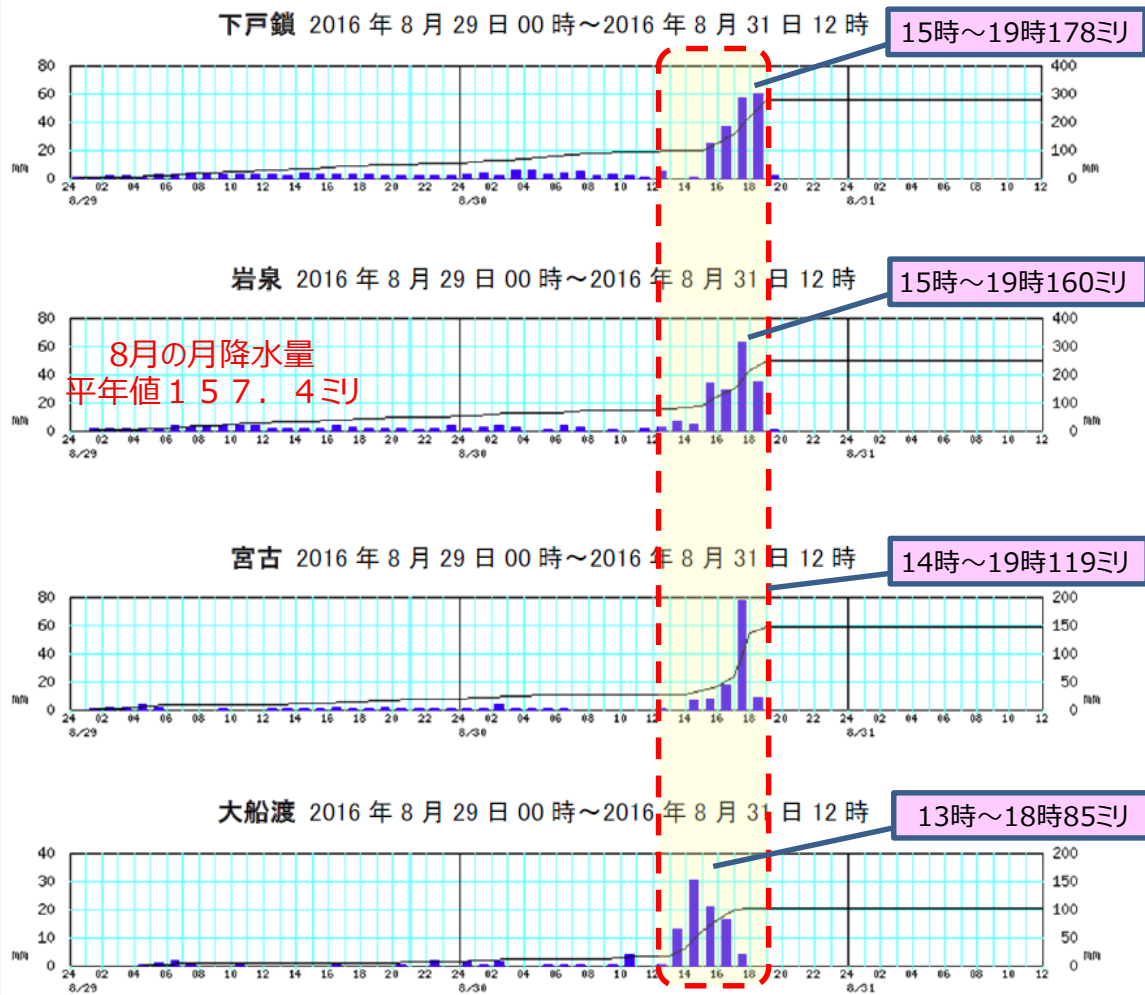
小本川の洪水（岩手県岩泉町）

平成28年台風第10号

総降水量（8月29日0時～31日12時）



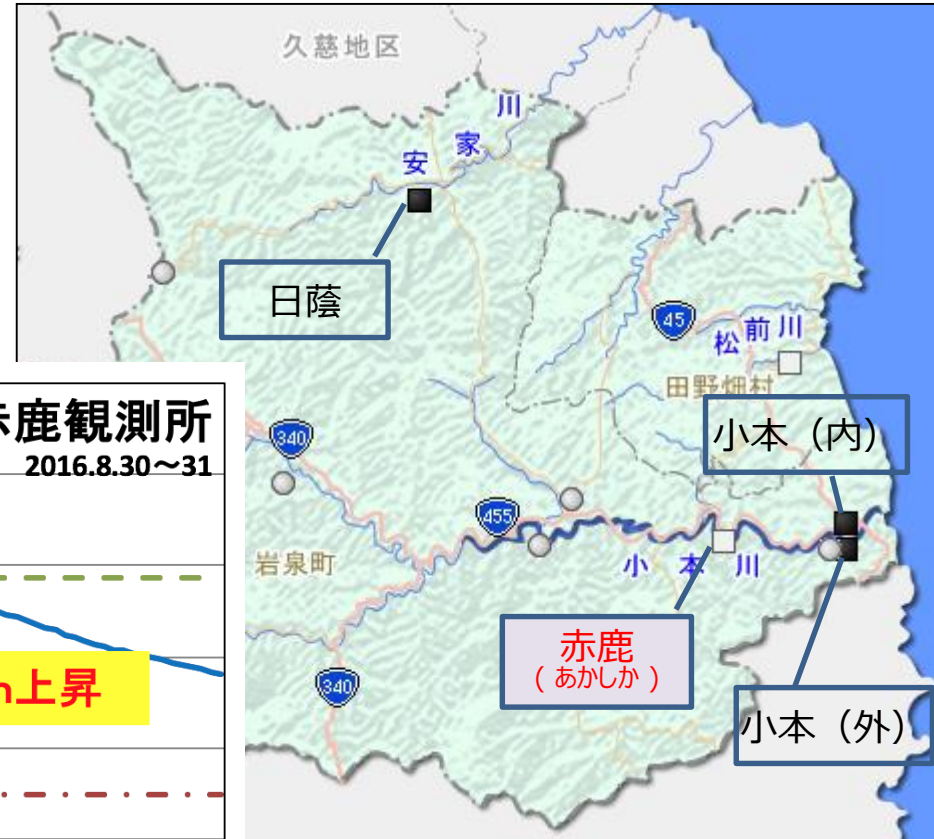
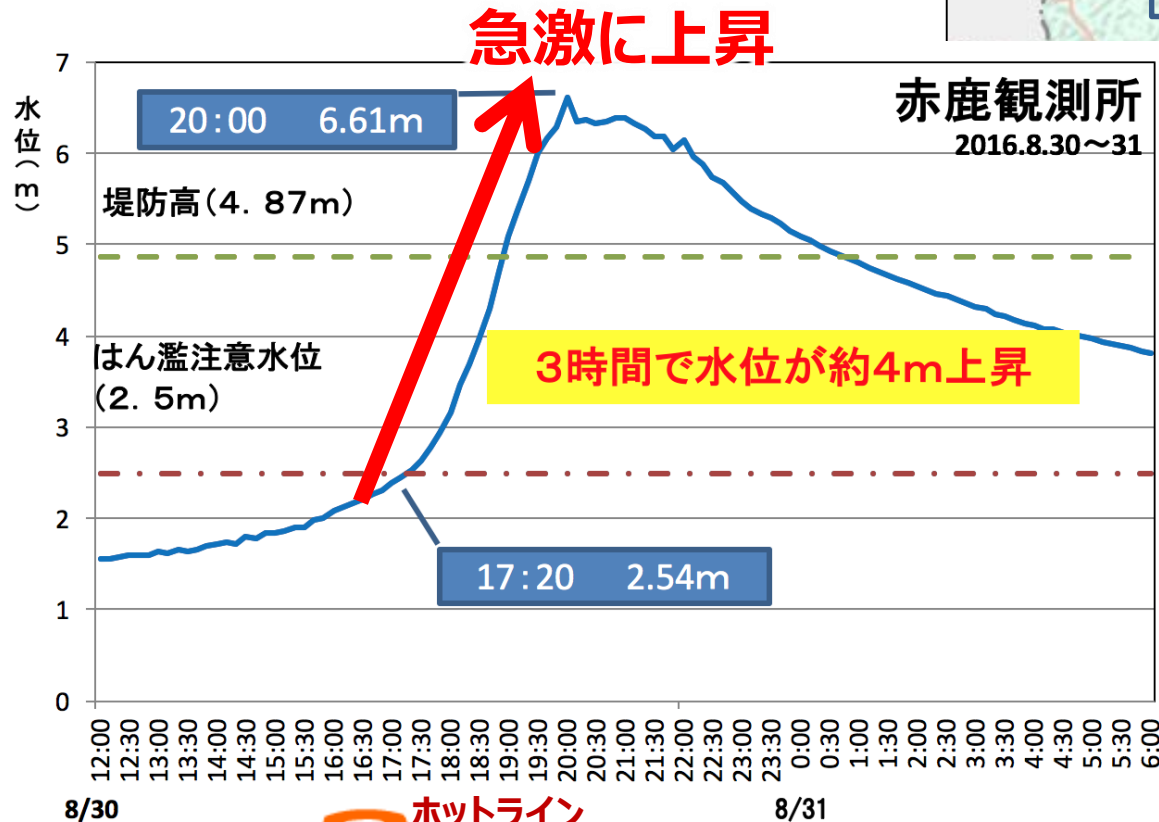
主な地点の降水量時系列



小本川の洪水（岩泉町）

平成28年台風第10号

- ・ 夕方からの雨の強まりとともに水位が急上昇。
- ・ 氾濫危険水位や避難判断水位は設定されていなかった。



岩手県河川情報システム
ホームページより

 **ホットライン**
気象台→岩泉町：16時47分

岩泉町の被害状況 平成28年台風第10号



谷底平野

岩泉町長の記者会見 平成28年台風第10号

平成28年9月1日



**17時頃の時点では、それほど水位は増えていなかった。
まだ避難しなくても大丈夫だからと避難指示を見送った。**

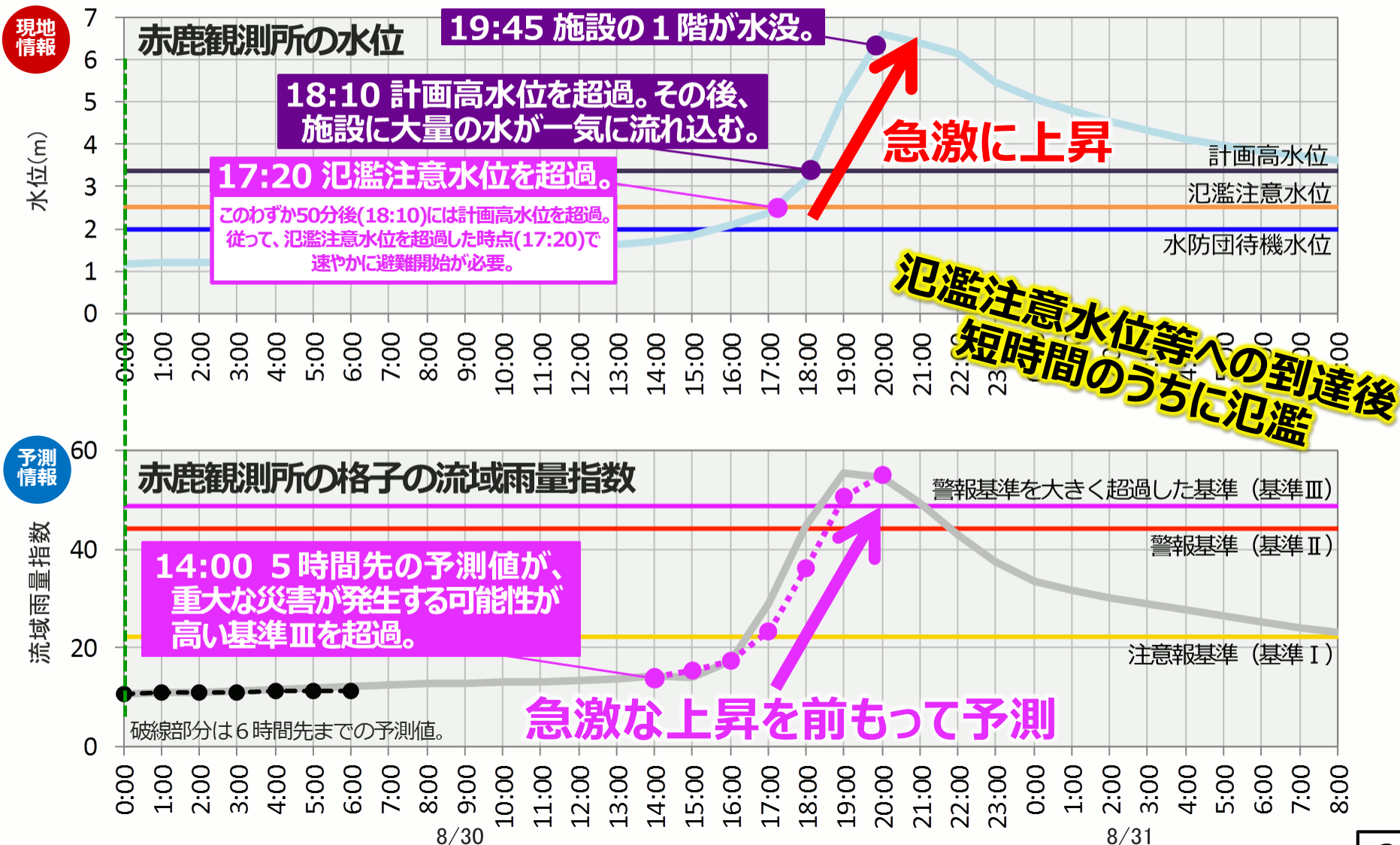
<Point>

中小河川の避難判断の考え方が見直され、
急激な水位上昇に対応するために、水位計に加え、

水位上昇の見込み（水位予測）
も利用することとなっている

30日00時

高齢者福祉施設の入所者9名全員が犠牲になった。



（内閣府「避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドラインに関する検討会」資料に一部加筆）

■ 防災情報提供システムによる精緻化した流域雨量指数の提供イメージ

2016年8月30日14時00分

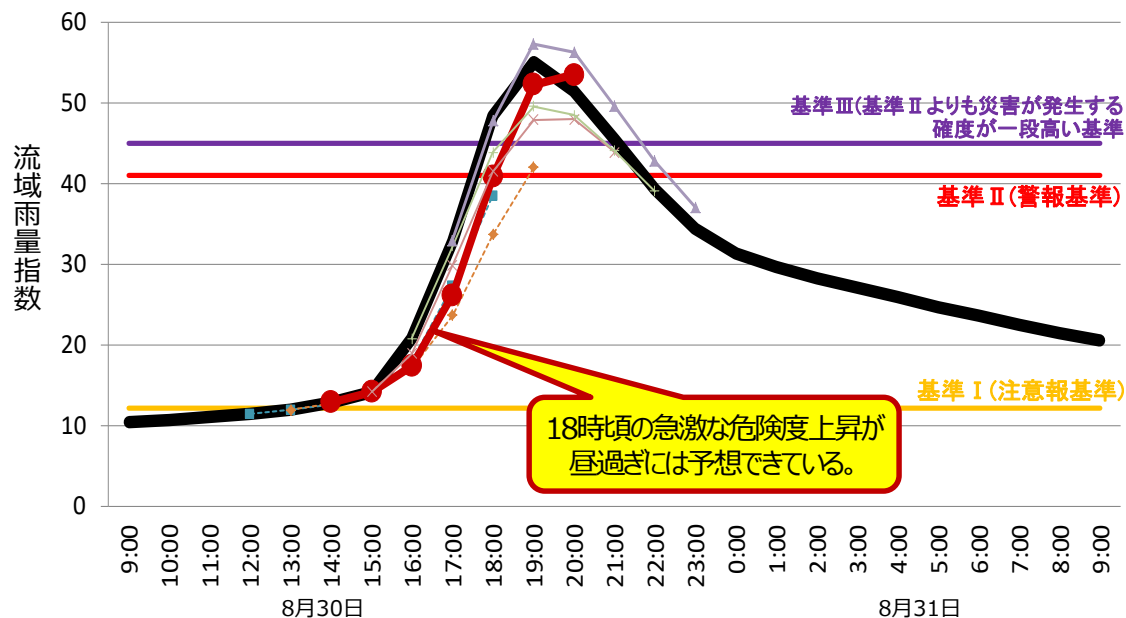
市区町村 岩泉町 ▾

過去12時間分の実況値

6時間先までの
予測値

市町村	基準河川	基準Ⅲ	基準Ⅱ (警報基準)		基準Ⅰ (注意報基準)		2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時
		指数 基準	指数 基準	複合 基準	指数 基準	複合 基準	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分	0分
岩泉町	安家川	23	16		12	(10)	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	7	8	9	10	12	19	27	29	26
	折壁川	7	6		4		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	6	8	8	7
	小本川	45	41		12	(6)	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	11	12	13	14	17	26	41	52	54
	鼠入川	14	11		10		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	7	11	14	14	13
	撰待川	12	11		9		3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	7	10	12	12	10

■ 精緻化した流域雨量指数の予測値（平成28年8月30日～31日、小本川）



- 実績値(流域雨量指数)
- 12:00時点の6時間先までの予測値
- 13:00時点の6時間先までの予測値
- 14:00時点の6時間先までの予測値
- 15:00時点の6時間先までの予測値
- 16:00時点の6時間先までの予測値
- 17:00時点の6時間先までの予測値

平成28年8月30日の大雨の事例について事後検証したもの。

中小河川における避難指示等の判断の考え方の見直し

内閣府のガイドラインが改定され（平成29年1月）、急激な水位上昇が発生する中小河川（水位周知河川・その他河川）における避難指示等の判断には、水位計や監視カメラから得られる“現地情報”に加え、「洪水警報の危険度分布」（流域雨量指数の予測値）などの水位上昇の見込みが判断できる“予測情報”も合わせて活用するという新たな考え方が追記された。

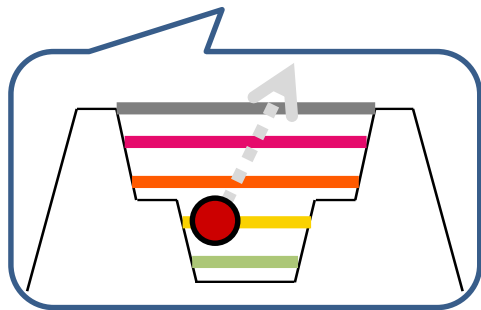
現地
情報



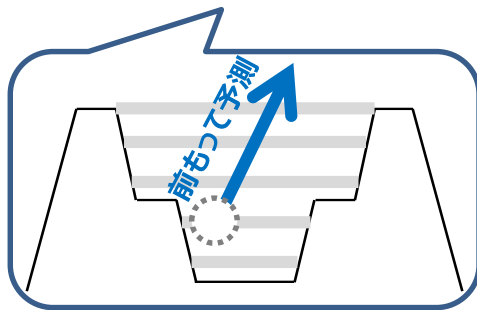
予測
情報



避難
指示



水位の実況値（水位計）



水位上昇の見込み（水位予測）



「避難情報に関するガイドライン」（内閣府）における 避難指示等の発令を判断するための情報の考え方

◆ 内閣府「避難情報に関するガイドライン」

発令判断に資する情報の詳細（洪水等）

(1) 水位の実況値 (略)

ポイント：急激な水位上昇に前もって対応できる等のために、水位の実況値に加え、水位上昇の見込みに関する情報を組み合わせることが有効。

(2) 水位上昇の見込み

避難情報の発令基準については水位の実況値を基本的な判断材料としつつも、急激な水位上昇をとらえて前もった対応ができるようにしたり、氾濫発生の前に一定の猶予時間を確保したりするために、その後の水位上昇の見込みに関する情報を組み合わせることが有効である。

水位上昇の見込みを判断するための情報

		洪水予報河川	水位周知河川	その他河川
確からしさ	①	水位予測（指定河川洪水予報）		
	②	上流の水位（上流地点に水位観測所がある場合）		
	③		<u>洪水警報の危険度分布</u> <u>流域雨量指数の予測値</u>	
		実況雨量や予測雨量（流域平均雨量、代表地点の雨量等）		

事例 平成29年 小野川の洪水（大分県日田市）

平成29年7月5日 日田市鈴連町

小野川の「洪水警報の危険度分布」の危険度（色）

12時 13時 14時 15時 16時 17時 18時 19時 22時

紫の基準を超えると
災害がすでに発生
していてもおかしくない

小野川の「流域雨量指数」

急激な上昇を予測

50年に一度の流量

30年に一度の流量

(警報基準)

(注意報基準)

15:30 流域雨量指数=11.6

18:00 流域雨量指数=13.4

すでに避難が
困難な状況

すでに避難が
困難な状況

14:30 流域雨量指数=8.1

15:00 流域雨量指数=9.8



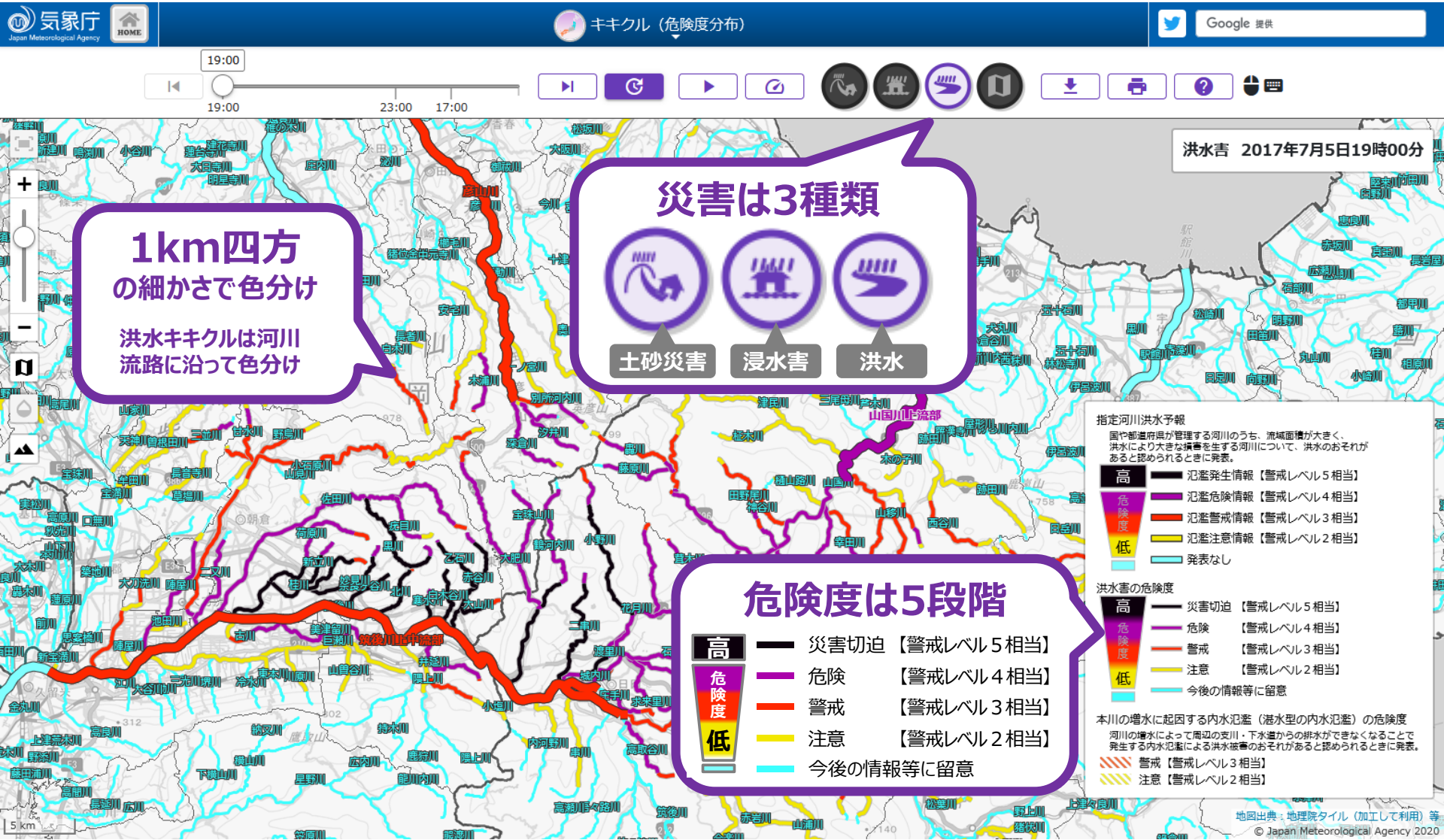
※ 破線は60分先までの予測値を表す。写真は日田市職員提供。

<Point>

**洪水警報の危険度分布は
数時間先までの
洪水災害の予報**

危険度分布（キキクル）とは

- 雨による災害の危険度を地図上にリアルタイム表示（気象庁ホームページ上で10分ごとに更新）
- 土砂災害・浸水害・洪水それぞれの危険度を5段階に色分けして表示

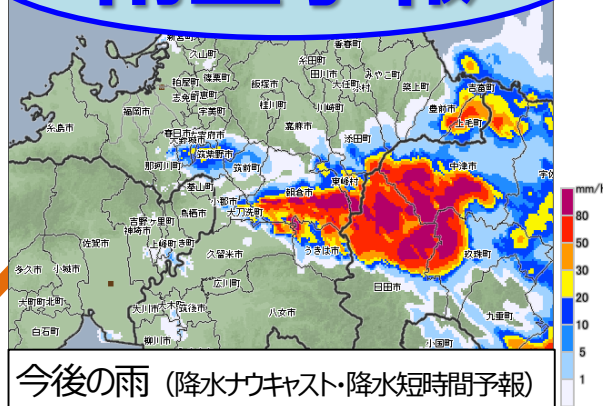


「雨量の予報」から「災害の予報」へ

大雨の降っている場所や
今後大雨となる場所は
レーダー等で把握可能

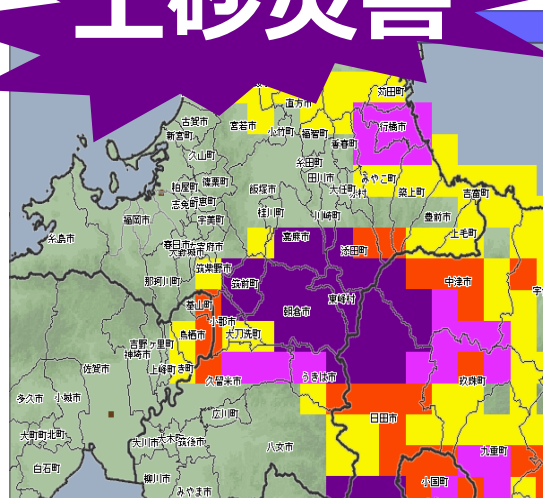
(しかし、災害の発生する
場所・時間とは、
必ずしも一致しない。)

雨量予報



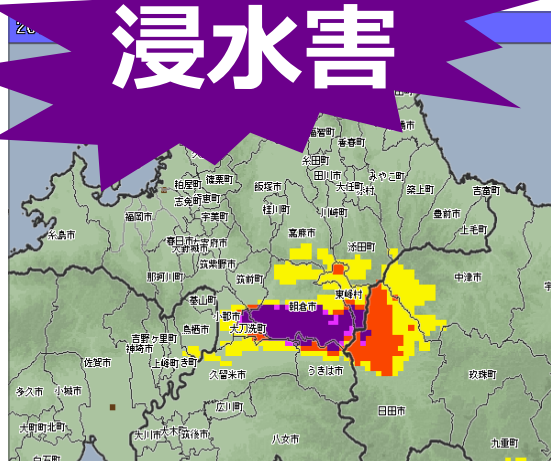
雨量の予報を
災害の予報へ
翻訳

土砂災害



大雨警報(土砂災害)の危険度分布
(土砂災害警戒判定メッシュ情報)

浸水害



大雨警報(浸水害)の危険度分布

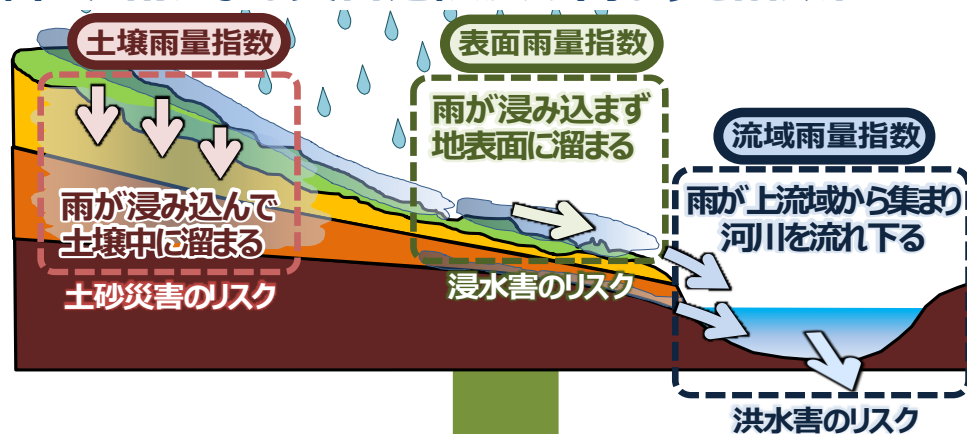
洪水災害



洪水警報の危険度分布

「雨量の予報」から「災害の予報」へ

① 降った雨による災害危険度の高まりを指数化



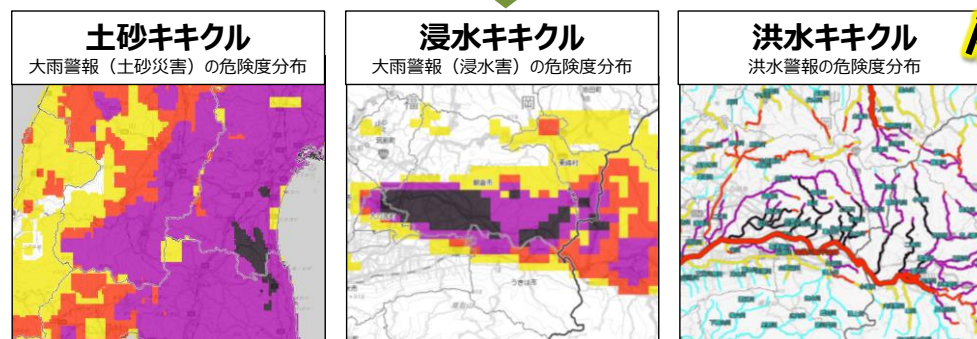
雨量を加工して
災害に直結する指数に

② 過去30年分の災害データから「基準」を設定



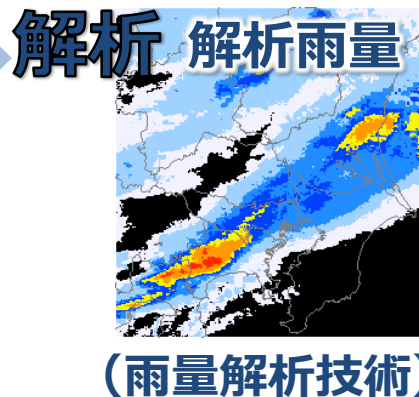
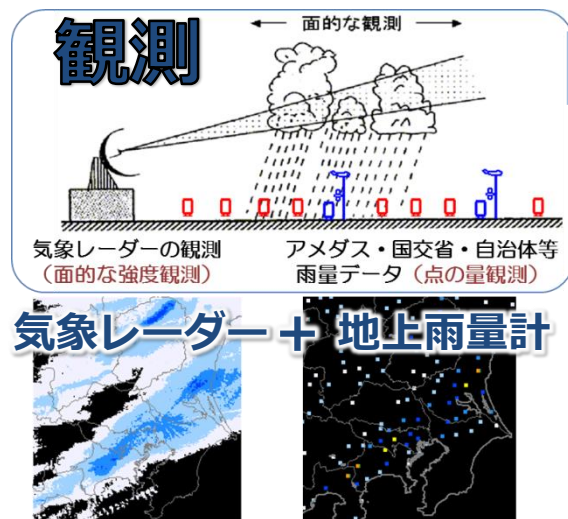
インフラの整備状況や
地盤の崩れやすさを
反映した基準

③ 指数を基準で判定した結果をキキクルとして表示

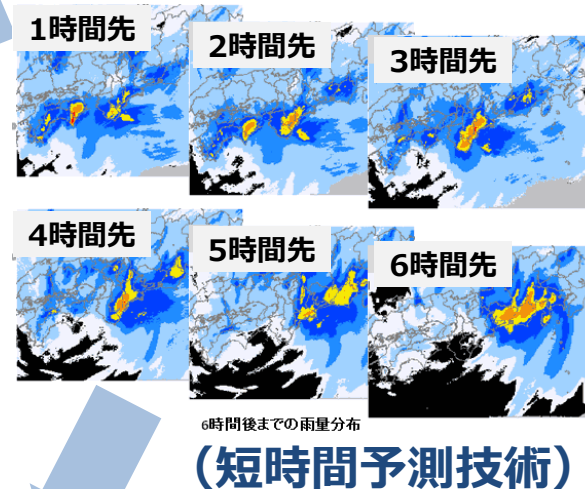


雨量の予報を
災害の予報に翻訳

「雨量の予報」から「災害の予報」へ



予報 降水短時間予報



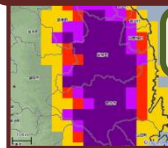
雨量を災害リスクに翻訳する技術

危険度分布

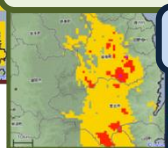
③ 指数を基準で判定した結果を
キキルとして地図上に表示

② 過去30年分の災害データから
「基準」を設定

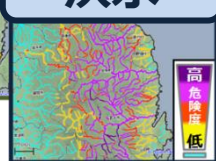
土砂災害



浸水害



洪水



土砂災害



浸水害

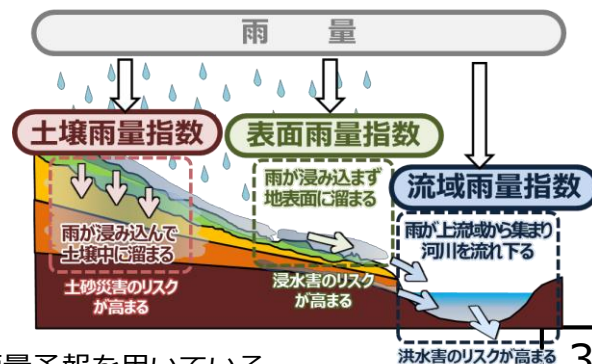


洪水災害



指数

① 降った雨による災害危険度の
高まりを指数化



※ 避難時間等を考慮し、土砂災害は2時間先、浸水害は1時間先、洪水は3時間先までの雨量予報を用いている。

キキクル「黒」を待つことなく「紫」で避難の判断を

「災害切迫」（黒）は、災害がすでに発生している可能性が高い状況。

色と
その意味

表示条件

黒
災害切迫

↓大雨特別警報の指標に用いる基準

指数の**実況値**が
大雨特別警報基準に到達した場合

**「紫」が出現した段階で
速やかに安全な場所に避難する判断を！**

紫
危険

↑過去の災害発生時に匹敵する状況を示す基準
・**50年**に一度の洪水
・土砂災害警戒情報の基準 等

指数の実況値又は**予測値**※が
警戒レベル4 相当の基準等に
到達する場合

赤
警戒

↑**警報基準**
・**30年**に一度の洪水 等

指数の実況値又は**予測値**※が
警報基準に到達する場合

黄
注意

↑**注意報基準**

指数の実況値又は**予測値**※が
注意報基準に到達する場合

今後の情報に
留意

指数の実況値及び**予測値**※が
注意報基準未満の場合

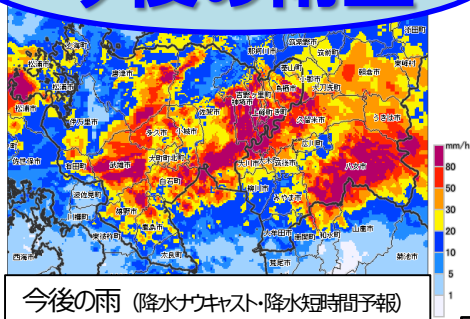
※ 土砂災害は2時間先、浸水害は1時間先、洪水は3時間先までの予測値を用いている。

危険度分布とは ～「雨量の予報」を「災害の予報」に翻訳～

- 雨量データから、災害発生の危険度を表す指標（指数）を開発。
- 過去約30年分の災害データを用いて危険度の高まりに応じた基準を段階的に設定し、雨量予報データから算出した災害危険度の予報を地図上に色分けして表示（黄→赤→紫→黒）。
- 注意報、警報、土砂災害警戒情報、指定河川洪水予報に対応する危険度がひと目で分かる。
- 過去の重大な災害発生時に匹敵する状況を示す基準をまもなく超えそうな「紫」の領域においては速やかに避難。

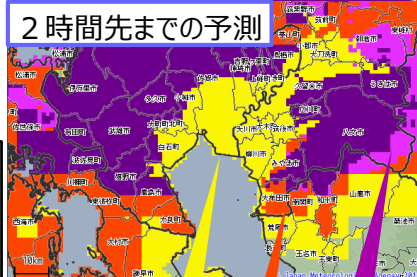
今後の雨量

傾斜、地質、都市化率、過去災害等を考慮して危険度を算出



土砂災害

2時間先までの予測



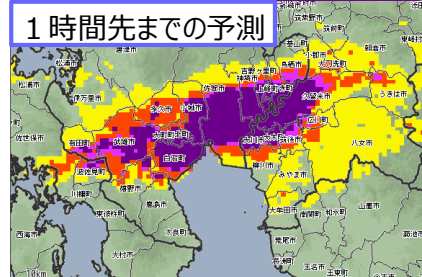
大雨警報(土砂災害)の危険度分布

注意報級

警報級

浸水害

1時間先までの予測



大雨警報(浸水害)の危険度分布

土砂災害警戒情報に対応する危険度の高まり（警戒レベル4相当）も確認可能

洪水

3時間先までの予測



洪水警報の危険度分布

指定河川洪水予報に対応する危険度の高まりも確認可能

雨量の予報を
災害の予報に翻訳

<Point>
急激な水位上昇をあらわす、
危険度分布の紫は避難の合図

新たな「緊急安全確保」や「避難指示」にキキクルが対応

令和4年6月～

色	避難情報	キキクル
黒	緊急安全確保	5相当 災害がすでに発生している可能性が高い
警戒レベル4までに必ず避難！		
紫	避難指示	4相当 災害がいつ発生してもおかしくない
赤	高齢者等避難	3相当
黄色		2相当
白(水色)		今後の情報等に留意

特別警報基準超過
「黒」で表示

警戒レベル4
「紫」に統一

警戒レベル導入前（平成31年以前）

色（危険度分布）	避難情報	状況
濃い紫	避難指示	災害がすでに発生している可能性が高い
うす紫	避難勧告	災害がいつ発生してもおかしくない
赤	避難準備・高齢者等避難開始	警報級
黄色		注意報級
白(水色)		今後の情報等に留意

この基準を超過すると
災害がすでに発生して
いてもおかしくない状況

「危険度分布」によって急激な水位上昇を見越した対応を

- 中小河川は、上流域に降った雨が河川に集まるまでの時間が短く、短時間のうちに急激な水位上昇が発生しやすい（あっという間に氾濫する） 特徴があり、洪水危険度の急激な高まりに気づきにくい。
- 不意を突かれて逃げ遅れることのないよう、まだ水位が高まる前の早い段階から、水位上昇の見込みを示す「洪水警報の危険度分布」（洪水キキクル）を活用して避難開始を判断することが必要。

平成29年7月5日



わずか
1時間で
急激な増水



急激な水位上昇により氾濫が発生し、
避難できなくなるおそれ
予測情報の活用を！

「紫」は避難の合図！

小野川(大分県日田市)の洪水 -平成29年7月九州北部豪雨-

指数の実況値が紫の基準を超過すると、道路冠水等ですでに避難が困難な状況となっているおそれがあるため、遅くとも紫（警戒レベル4相当）が出現した時点で河川の現況を確認し、速やかに避難の判断をすることが重要です。

14時30分
赤



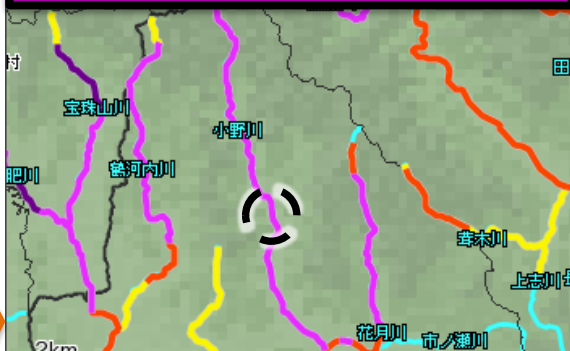
警戒レベル3（高齢者等避難）相当



画像：日田市職員提供（平成29年7月5日）

3時間先までの見通し（予報）として、危険度分布には「赤」が出現しており、まもなく重大な災害となる可能性がある。

15時00分
紫



警戒レベル4（避難指示）相当



川は増水しているが、まだあふれてはならず、まだ徒歩での避難も可能な状況。しかし、危険度分布には「紫」が出現しており、まもなく重大な災害となる可能性が高い。

15時30分

指数の実況値が紫の基準を超過



すでに避難が困難な状況



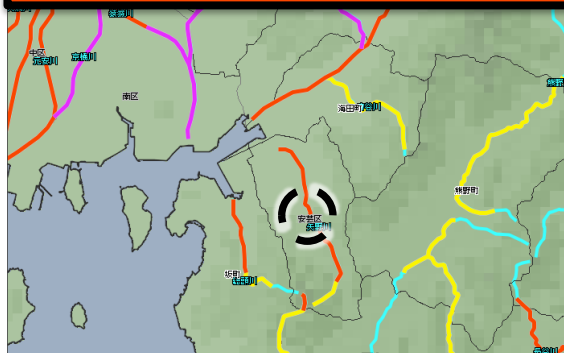
紫の基準を超過した小野川が氾濫。芝生に水があふれ、橋にも激流がぶつかっている。このように紫の基準を超過してからでは、避難が困難となるおそれがある！

「紫」は避難の合図！

矢野川（広島市安芸区）の洪水 -平成30年7月豪雨-

指数の実況値が紫の基準を超過すると、道路冠水等ですでに避難が困難な状況となっているおそれがあるため、遅くとも紫（警戒レベル4相当）が出現した時点で河川の現況を確認し、速やかに避難の判断をすることが重要です。

18時30分
赤



警戒レベル3（高齢者等避難）相当

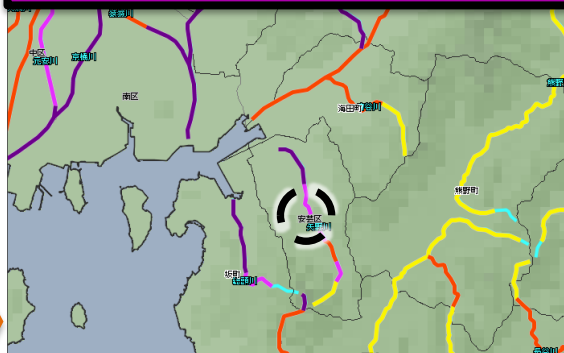
18:30:00



画像：梶岡博氏提供（平成30年7月6日）

3時間先までの見通し（予報）として、危険度分布には「赤」が出現しており、まもなく重大な災害となる可能性がある。

19時30分
紫



警戒レベル4（避難指示）相当

06 19:30:00



道路をにぎった水が流れ始めた程度で、まだ歩いて避難は可能な状況。しかし、危険度分布には「紫」が出現しており、まもなく重大な災害となる可能性が高い。

20時30分

指数の実況値が紫の基準を超過



すでに避難が困難な状況

2018-07-06 20:32:58



紫の基準を超過した矢野川が氾濫。道路が川のようになり、車も流されている。このように紫の基準を超過してからでは、避難が困難となるおそれがある！

5段階の警戒レベルとキキクル（図解版）

土砂キキクル 色に応じた住民等の行動の例

黒：災害切迫

レベル5相当

大雨特別警報（土砂災害）の指標に用いる基準に実況で到達

状況

土砂災害が切迫/すでに発生している可能性大

行動例

命の危険！
直ちに身の安全を確保

警戒レベル4までに必ず避難！

紫：危険

レベル4相当

2時間先までに土砂災害警戒情報の基準に到達すると予想

状況
いつ土砂災害が発生してもおかしくない

行動例
土砂災害警戒区域等の外へ避難を！

赤：警戒

レベル3相当

2時間先までに警報基準に到達すると予想

状況
土砂災害への警戒が必要

行動例
避難所
高齢者等は土砂災害警戒区域等の外へ避難。高齢者等以外も避難の準備/判断

黄：注意

レベル2相当

2時間先までに注意報基準に到達すると予想

状況
土砂災害への注意が必要

行動例
MAP
避難行動の確認
雨の降り方に留意

白：今後の情報に留意

監修：気象庁 制作：Yahoo!ニュース

洪水キキクル 色に応じた住民等の行動の例

黒：災害切迫

レベル5相当

大雨特別警報（浸水害）の指標に用いる基準に実況で到達

状況

洪水災害が切迫/すでに発生している可能性大

行動例

命の危険！
直ちに身の安全を確保

警戒レベル4までに必ず避難！

紫：危険

レベル4相当

3時間先までに警報基準を大きく超過した基準に到達すると予想

状況
重大な洪水災害が今後発生する可能性が高い

行動例
一定の水位を超えている場合、安全な場所へ避難を

赤：警戒

レベル3相当

3時間先までに警報基準に到達すると予想

状況
洪水災害への警戒が必要

行動例
一定の水位を超えている場合、高齢者等は避難を。高齢者等以外も避難の準備/判断

黄：注意

レベル2相当

3時間先までに注意報基準に到達すると予想

状況
洪水災害への注意が必要

行動例
MAP
避難行動の確認
雨の降り方に留意

水色：今後の情報に留意

監修：気象庁 制作：Yahoo!ニュース

まとめ

<Point>

中小河川沿いの**谷底平野**では、
急激な水位上昇に**不意**を**突**かれやすいため
まだ水位が低い状況であっても、
水位上昇が**見込**まれた**時点**で**避難**

「危険度分布」によって急激な水位上昇を見越した対応を

- 中小河川沿いの谷底平野では、洪水時に家屋が流される場合もあり、避難が必要だが、中小河川は、急激な水位上昇が起こる特徴があり、危険度の急激な高まりに気づきにくい。
- 不意を突かれて逃げ遅れることのないよう、まだ水位がそれほど高まる前の早い段階のうちに、水位上昇の見込みを示す「危険度分布」を活用し、避難開始を判断することが必要。

小野川が氾濫



矢野川が氾濫



災害がすでに発生している可能性が高い	緊急安全確保	5 相当
まもなく災害となる可能性が高い	避難指示	4 相当
まもなく災害となる可能性がある（警報級）	高齢者等避難	3 相当
注意報級	—	2 相当
今後の情報等に留意	—	—

中小河川の氾濫は
あっという間に起こる

遅くとも紫の時点で
谷底平野から台地へ避難

