

## 第2章 大雨・洪水警報作業に用いる新しい指数

### 2.1 はじめに\*

気象庁では、大雨警報（浸水害）及び洪水警報の改善に向けて、平成29年度出水期までに浸水害発生との関連の高い表面雨量指数（仮称）（旧名称：浸水雨量指数）（以下、「表面雨量指数」）の導入と流域雨量指数の精緻化を計画している。また、これらの指数の導入に合わせて、市町村内のどこで災害の危険度が高まっているかを地図上で分かりやすく確認できるよう、これらの指数を警報・注意報基準で1kmメッシュ毎に判定した結果をメッシュ情報として提供する予定である。

以下、本章では、流域雨量指数の精緻化（2.2節）洪水警報・注意報基準の設定の考え方（2.3節）洪水警報を補足するメッシュ情報の作成手法（2.4節）について、それぞれ技術的な観点から解説するとともに、新しい指数を使った予報作業の概要（2.5節）を説明する。

なお、流域雨量指数の基本的な計算原理については田中ほか（2008）を、表面雨量指数や大雨警報（浸水害）を補足するメッシュ情報の技術的な解説については太田・牧原（2015）太田（2016）をそれぞれ参照願いたい。

### 2.2 流域雨量指数の精緻化\*

#### 2.2.1 精緻化の概要と目的

洪水警報・注意報の改善に向けて、平成29年度出水期までに、洪水警報・注意報の発表基準として用いている流域雨量指数の精緻化を計画している。ここで精緻化とは、主に第2.2.1表に示した3つの内容指している。

第2.2.1表 流域雨量指数の精緻化に伴う主な変更

	計算対象河川の拡大	計算格子の高解像度化	計算間隔の高頻度化
現在	国土数値情報に登録されている河川のうち、流路長が15km以上の河川（4,002河川）	5km 四方格子	30分毎
精緻化後	国土数値情報に登録されている全ての河川（21,394河川）	1km 四方格子	10分毎

河川流路データ W15-52L（作成年度：1977年）

流域雨量指数の精緻化によって、これまで計算対象外だった小河川を取り扱うことができるようになる。一般に、そのような小河川では急激に水位が上昇する傾向があるが、計算格子の高解像度化や計算間隔の高頻度化によって、小河川の急激な危険度の高まりも適切に表すことができるようになると思われる。

ただし今回の精緻化は、単に警報の指標として用いている流域雨量指数の精度向上という位置付けに留まるものではない。精緻化した流域雨量指数による洪水警報・注意報基準の設定にあたっては、その設定手法自体も高度化を図っており、例えば、現在のように特定格子のみに基準値を設定するのではなく、流域雨量指数の全ての計算格子に基準値を設定する等、災害と流域雨量指数をより密接に結び付けることができるような工夫をした。また、現在はメッシュ情報として規格化版流域雨量指数（流域雨量指数をその過去最大値

\*太田 琢磨（気象庁予報部予報課気象防災推進室）

で割った値)を防災情報提供システムで提供しているが、精緻化と適切な基準によって危険度が高まっている河川流域の識別が容易になり、指数を警報・注意報基準で1kmメッシュ毎に判定したものをメッシュ情報として地図上に示すことで、この利用価値の向上に寄与すると考えられる。すなわち、精緻化による指数の精度向上に加え、基準設定の工夫や効果的な地図表示等がもたらす相乗効果により、今回の洪水警報の改善がより高度となり、地域防災への更なる貢献につながることが期待できる。その意味でも今回の精緻化は水害に関する防災気象情報改善の主要な柱として位置付けられる。

### 2.2.2 精緻化に伴う処理の変更

本項では精緻化に伴う主な変更点を中心に解説する。

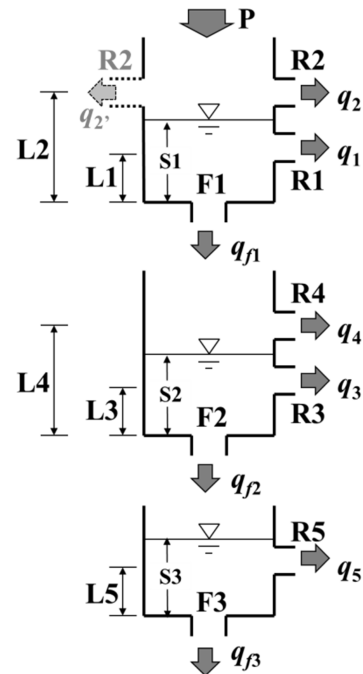
なお、以下の記述では、便宜上、現在の流域雨量指数(5km四方格子、流路長15km以上の河川が対象)のことを“現指数”、精緻化した流域雨量指数のことを“新指数”と称する。

#### 2.2.2.1 地質に応じたタンクパラメータの割当方法

現指数の非都市用タンクモデルでは、Ishihara and Kobatake(1979)の5つのパラメータ(第2.2.2表)のうち、No.2、No.3、No.5の3流域のパラメータを用いているが、新指数では5流域すべてのパラメータを用いることとした。

第2.2.1図、第2.2.2表に非都市用タンクモデルとそのパラメータを示す。これは、Ishihara and Kobatake(1979)の直列三段タンクモデルを1km四方程度の小流域にも適用できるようにタンクの構造やパラメータを修正したものである。

第2.2.2表に示した5種類のパラメータは、国土数値情報の地質データに対応させて使い分ける。具体的



第2.2.1図 非都市用タンクモデル

L: 流出孔までの高さ、F: 浸透係数、R: 流出係数、q: 流出量、 $q_f$ : 浸透量、S: タンク水位、P: 入力降雨。パラメータL、F、Rの値は第2.2.2表を参照。

第2.2.2表 非都市用タンクモデルのパラメータ

No.	河川名 (地域)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	L5 (mm)	F1 ( $10\text{min}^{-1}$ )	F2 ( $10\text{min}^{-1}$ )	F3 ( $10\text{min}^{-1}$ )	R1 ( $10\text{min}^{-1}$ )	R2 ( $10\text{min}^{-1}$ )	R3 ( $10\text{min}^{-1}$ )	R4 ( $10\text{min}^{-1}$ )	R5 ( $10\text{min}^{-1}$ )
1	筑後川 (小平)	40	75	15	75	15	0.20	0.08	0.01	0.30	0.30	0.12	0.06	0.01
2	馬洗川 (南島敷)	30	60	10	60	15	0.20	0.08	0.01	0.30	0.40	0.15	0.06	0.01
3	木津川 (月ヶ瀬)	15	60	10	60	15	0.20	0.03	0.01	0.30	0.40	0.15	0.06	0.01
4	長良川 (美濃)	30	75	5	75	15	0.16	0.02	0.01	0.30	0.40	0.10	0.06	0.01
5	夕張川 (清幌橋)	15	40	5	40	15	0.16	0.01	0.01	0.30	0.40	0.18	0.06	0.01

注) 1. パラメータ番号及び河川名は Ishihara and Kobatake(1979)による。

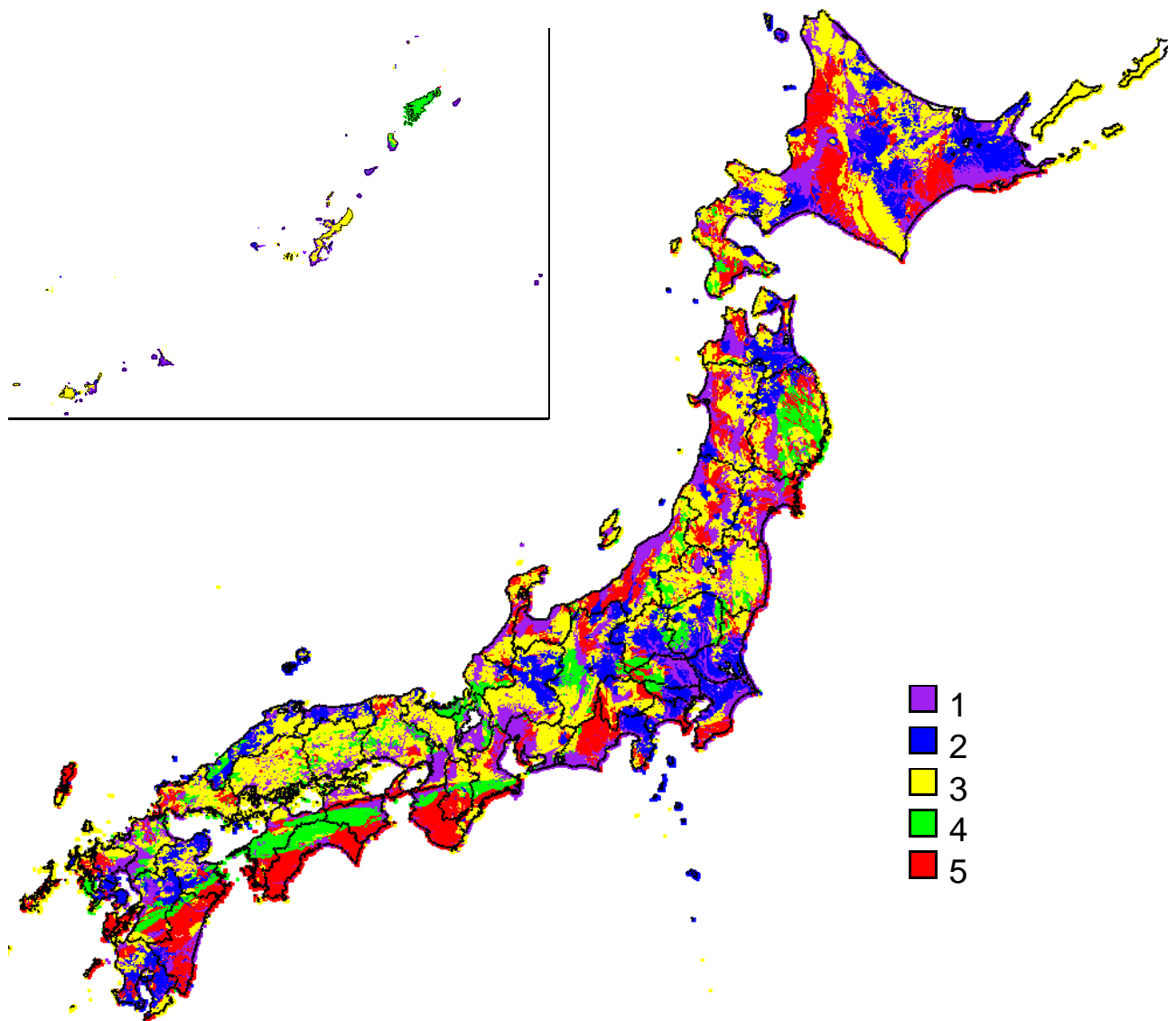
2. F、Rの単位時間は10分である。

3. F1、F2はそれぞれ第一タンク、第二タンクの水位に応じて変化する。

には各地質の透水性に着目して以下の通り対応付けた。

- ・ 花崗岩を中間的な透水性を持つ地質として対応させて、浸透係数  $F$  が中間的な値として与えられている No.3 を割り当てる。
- ・ 第四紀層の未固結堆積物及び石灰岩は透水性が大きいので No.1 を割り当てる。
- ・ 小葉竹・石原（1983）の分類を参考に、第四紀火山岩は No.2 を、古生層は No.4 を割り当てる。
- ・ 第三紀及び中世層は透水性が小さいので No.5 を割り当てる。

第2.2.2図にタンクパラメータの分布を示した。ここで、東京、大阪、名古屋などの大都市圏で透水性の大きいパラメータ No.1 が割り当てられているが（他のパラメータに比べ緩やかに流出する傾向がある）これら地域では都市用タンクモデルの使用割合が大きく都市用タンクによる流出量が支配的になることから、特に問題にはならない。



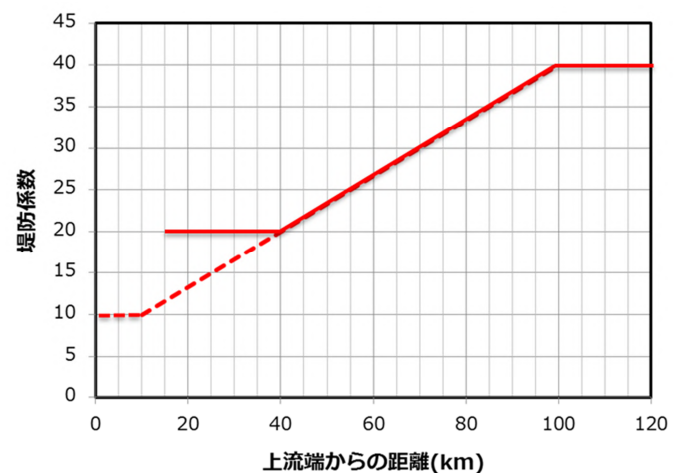
第2.2.2図 非都市用タンクモデルのパラメータ分布

凡例の数字1~5は、第2.2.2表のパラメータ番号に対応している。

## 2.2.2.2 流下計算に関わる係数

[ マニングの粗度係数 ] 河道を流れる水の速さは水文分野で広く使われているマンニングの式によって求めることができる(マンニングの式に関する解説は、例えば日本河川協会(2008)を参照されたい)。この式で用いるパラメータがマンニングの粗度係数であるが、現指数では全ての河川で一律0.040を設定している。新指数では、都市部の中小河川の急激な水位上昇への対応を考慮して、都市部を流れる河川(都市化率80%以上の地域を流れる流路長30km未満の河川)の粗度係数を0.020に設定することとした。これは、日本河川協会(2008)に示される粗度係数の代表的な値として、人工水路・改修河川の値の範囲が0.014~0.030だったことから、そのおおよその平均値にあたる0.020を採用したものである。それ以外の河川については現指数と同じ0.040を設定した。

[ 断面形状を決める堤防係数 ] マニングの平均流速公式を用いるためには、河道の断面形状を決める必要がある。流域雨量指数の流下計算では、逆三角形で深さに比例して幅が広がるような断面形状を仮定している。現指数の堤防係数は、上流端からの距離が100km以上は40、40km未満は20、その間は比例配分として設定していたが、新指数では、上流端からの距離が100km以上は現指数と同じ40だが、10km未満を10として、その間を比例配分で設定することにした(第2.2.3図)。小河川の堤防係数を小さく設定することで流速が速くなるという効果がある。

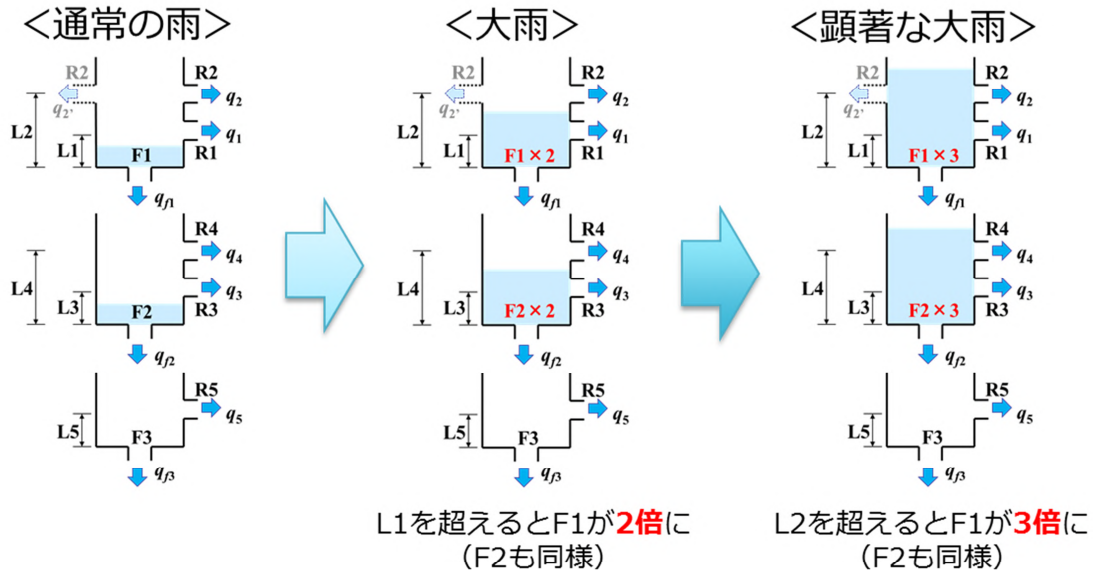


第2.2.3図 上流端からの距離と堤防係数

赤実線は現指数、赤破線は新指数

## 2.2.2.3 非都市用タンクパラメータの調整

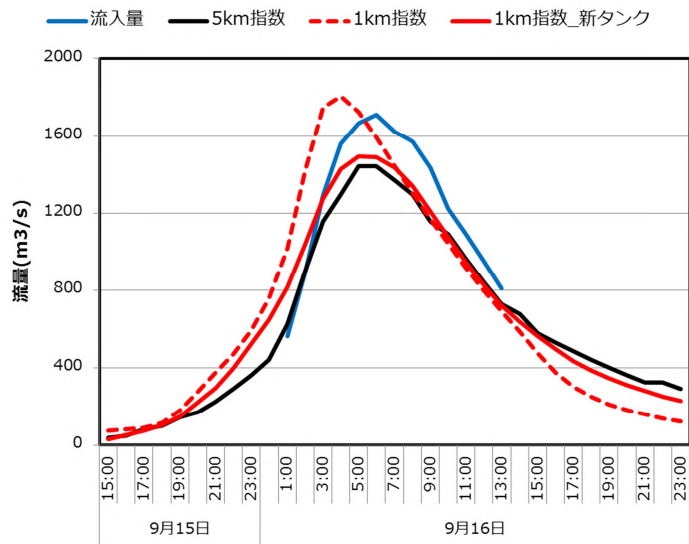
流域雨量指数では、非都市域を対象とした流出計算にIshihara and Kobatake(1979)の直列三段タンクモデルを用いているが、このモデルには顕著な大雨が入力されたときのハイドログラフの再現性が低い - 具体的には実績流量に比べ指数が過大(ピーク時刻が早い)という課題があった。そこで、今回の精緻化を機に対策を検討し、「タンクの水位に応じて浸透係数を変化させる」手法を組み込むことで、顕著な大雨事例の再現性を高めることができるようになった。



第2.2.4図 改良後の非都市用タンクモデル

具体的には、第一タンクの水位を  $S1$ 、浸透係数を  $F1$  としたときに、 $S1 < L1$  の場合は第2.2.2表の  $F1$  の値をそのまま用いるが、 $L1 < S1 < L2$  の場合は  $F1 \times 2$ 、 $L2 < S1$  の場合は  $F1 \times 3$  と変化させるようにした(第2.2.4図)。第二タンクについてもこれと同様に扱う。

改善例として、第2.2.5図に平成25年(2013年)台風第18号における由良川の大野ダムの検証結果を示す。改良後の指数(第2.2.5図赤実線)は改良前の指数(赤点線)に比べ過大な流出が抑えられ、ピーク時刻も実績流量(青実線)に近づいている。



第2.2.5図 平成25年(2013年)台風第18号における由良川(大野ダム)の検証結果

流域雨量指数は流量に換算して表示。青実線はダム流入量、黒実線は現指数、赤点線はタンク改良前の新指数、赤実線はタンク改良後の新指数。

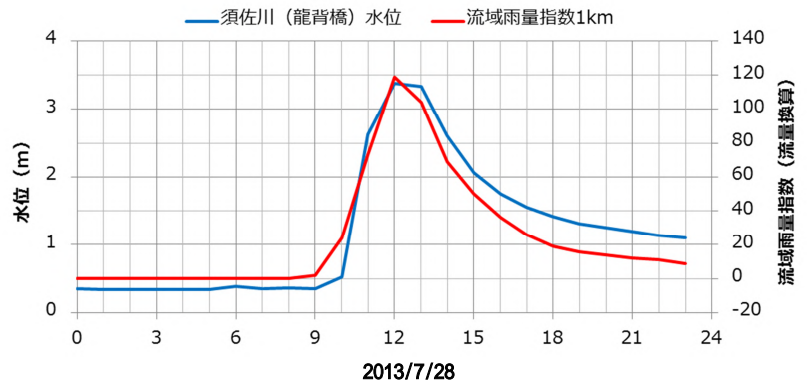
## 2.2.3 精緻化の効果

### 2.2.3.1 小河川の流域雨量指数の改善事例

平成25年(2013年)7月28日梅雨前線及び大気不安定による大雨事例を対象に、山口県萩市を流れる水位周知河川である須佐川の例を紹介する。

本事例では、須佐川で大規模な外水氾濫が発生し、全壊1棟、半壊2棟、床上浸水429棟、床下浸水148棟などの大きな被害をもたらした。須佐川は流路長6.3km程度の小河川であり、現指数では計算対象にはならないが、新指数では新たに計算対象となる。第2.2.6図に須佐川の水位と新指数との比較を示した。

第2.2.6図から水位と指数のピーク時刻が一致し、また変化傾向もよく再現している様子がわかる。新指数では、流路長6.3kmの須佐川に対して計算格子を8格子割り当てているが、実際の流下計算は1km格子内の流路をさらに6分割(1分割領域あたりの流路長は平均で130m)して処理している。これにより小河川の洪水流が平滑化されずに再現されていると考えられる。



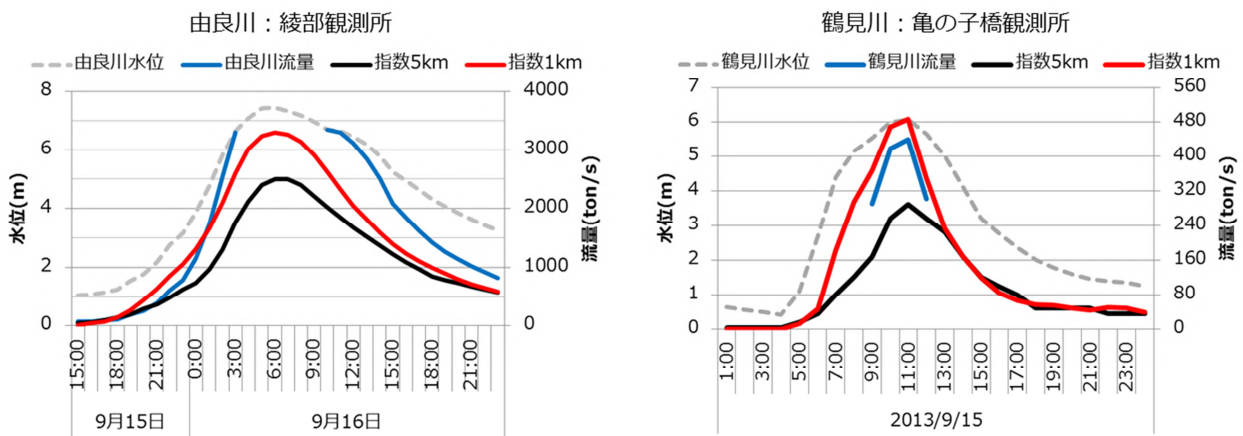
第2.2.6図 須佐川(龍背橋)の水位と精緻化した流域雨量指数

なお、現指数では流量の平方根をとって整数化したものを最終的な指数としているが、新指数では極めて小さな河川も対象となるので、整数化せず小数点第一位までを有効数字として出力している。

### 2.2.3.2 現計算対象河川の流域雨量指数の改善事例

精緻化の主な目的は、指数の計算対象河川を増やし、新たに計算対象となった小河川の洪水危険度を精度良く推定することにあるが、精緻化の効果は、新たに計算対象となった小河川に限らず、現指数で計算対象としている15km以上の河川に対しても確認できている。

第2.2.7図は平成25年(2013年)台風第18号の京都府の由良川(綾部)及び神奈川県鶴見川(亀の子橋)での流量による検証結果である。新指数は現指数に比べ、河川流量との対応がよくなっているのが分かる。これは、計算格子の高解像度化により流域界を適切に取り扱えるようになったことに加え、各種地理データの精緻化や設定パラメータの最適化等が寄与しているものと考えられる。なお、変化傾向やピーク時刻の観点で見れば、現指数も河川流量や水位とよく対応しているといえる。



第2.2.7図 平成25年(2013年)台風第18号における由良川(綾部)と鶴見川(亀の子橋)の検証結果  
流域雨量指数は流量に換算して表示。青実線は河川流量、灰破線は水位、黒実線は現指数、赤実線は新指数。

## 2.2.4 利用上の留意点

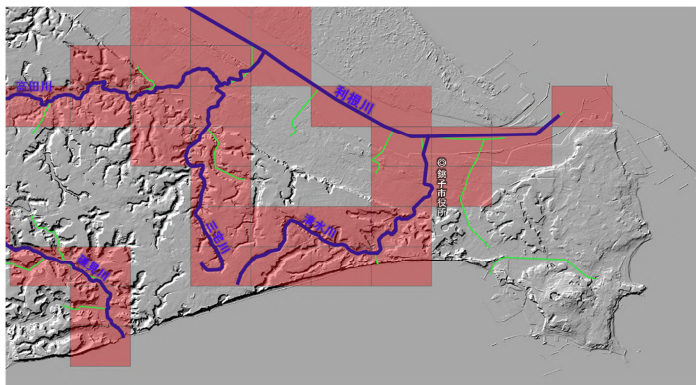
田中ほか(2008)では、指数の計算上、考慮されていない事項として「ダム等の人工的な水量調節」「湖沼の貯留効果」「潮位の影響」の3つを挙げ、その留意事項を示しているが、今回の精緻化にあたり、この留意事項の基本的な考え方に変更はない。一方、これら指数の計算に考慮されない事項は、過去に発生した洪水害との関係に基づく洪水警報・注意報の基準値に一定程度反映されている点にはあらためて留意いただきたい。流域雨量指数による洪水害発生危険度は、単に指数値の大小で判断するのではなく、洪水警報・注意報の発表基準など過去に発生した洪水害との関係に基づいた基準との比較により判断する必要がある。

なお、田中ほか(2008)で示されていた3つの今後の改善事項「融雪量の取り込み」「流域雨量指数の高度化」「流域雨量指数のわかりやすい表示方法」に関して、は今回の流域雨量指数の精緻化によって実現されたものである。また、のわかりやすい表示方法については、後述する洪水警報を補足するメッシュ情報の提供に通ずるものといえる。の融雪量の取り込みについては、これまで地方官署の協力を得て現指数をベースにした検証を進めてきたところであるが、今後は新指数に融雪量を取り込んで検証を行うことを計画している。

## 2.3 精緻化した流域雨量指数による洪水警報・注意報基準の設定\*

### 2.3.1 指数計算格子と基準設定格子

現在の洪水警報・注意報は、流域雨量指数の計算対象河川のうち、いくつかの代表的な河川を対象に特定の基準設定格子を定めて基準値を設定しているが、今回の精緻化にあたり、洪水警報・注意報基準は全河川・全格子に設定することとした。全格子に基準を設定することで、その判定結果を地域的な危険度分布(メッシュ情報)という形で提供することも可能になる。なお、全国の陸上格子の中には流域雨量指数の計算対象



第2.3.1図 銚子市付近の地形図

灰色のシェードは5mメッシュ標高、紫色は流域雨量指数の計算河川(国土数値情報(W15-52L、作成年度:1977年)に登録されている河川)、黄緑色はJPGIS形式の国土数値情報(W05、作成年度:2006年~2009年)に登録されている河川、半透明の赤い格子は流域雨量指数計算河川の存在する格子を表す。

も多数認められ、そこにも(国土数値情報に登録されていない)河川の存在をうかがわせる。すなわち、計算対象河川のない格子であっても、それはあくまで国土数値情報(W15-52L、作成年度:1977年)に登録されている河川がないということであり、そこに河川が全く存在しないことを意味するのではない。洪水警報は、河川の水が増すことにより災害の発生する恐れがある場合に発表するものであることから、当該格子にも基準値を設定して警戒判定を行うことにしている。

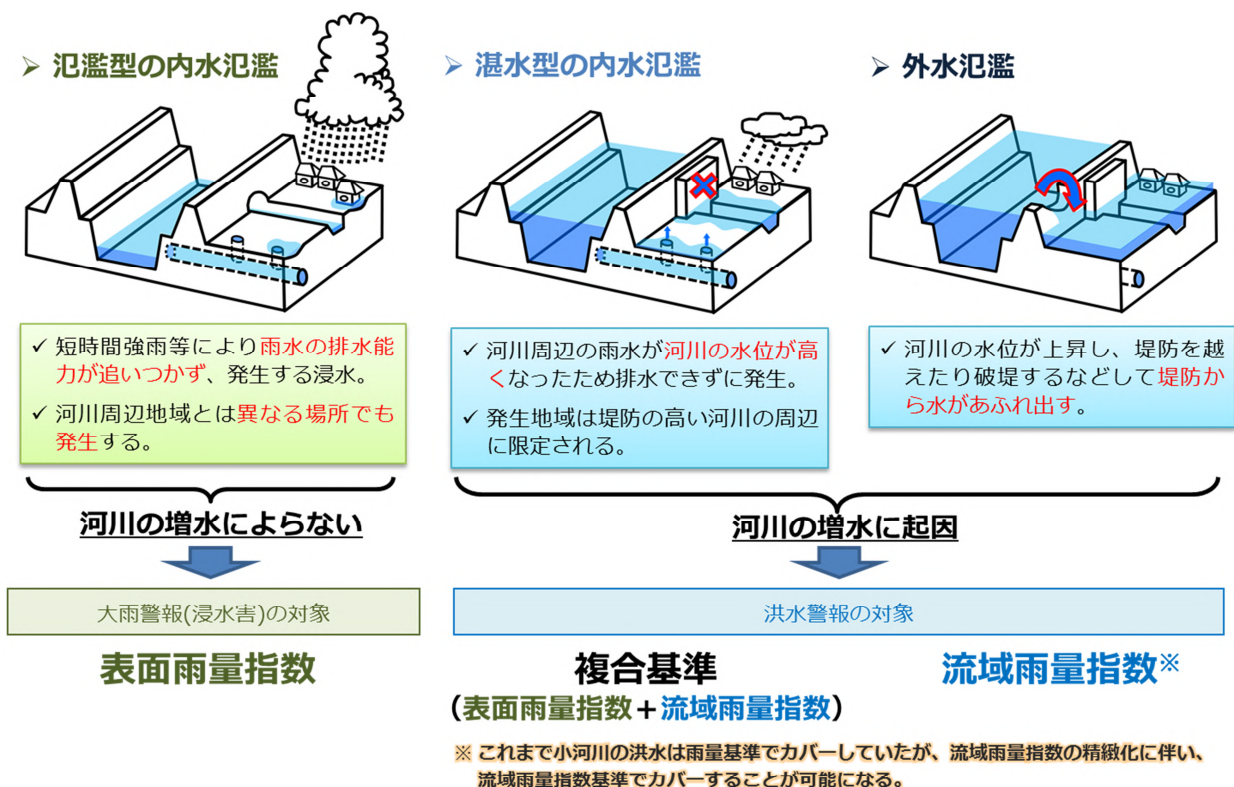
\*太田 琢磨(気象庁予報部予報課気象防災推進室)

### 2.3.2 水害の分類と基準要素

水害を3種類に分類し、それぞれに適した基準を設定するという基本的な考え方は現在と変わらないが、流域雨量指数の精緻化及び大雨警報（浸水害）への表面雨量指数の導入に伴い、以下の点が変更となる。

- ・ 氾濫型の内水氾濫を対象に設定する大雨警報（浸水害）・大雨注意報の基準は、雨量（1時間雨量、3時間雨量）から表面雨量指数に変更する。
- ・ 湛水型の内水氾濫を対象に設定する洪水警報の複合基準は、流域雨量指数と雨量（1時間雨量、3時間雨量）の組み合わせから流域雨量指数と表面雨量指数の組み合わせに変更する。
- ・ 現指数の計算対象とならない流路長15km未満の河川の外水氾濫については、これまで雨量基準（1時間雨量、3時間雨量）でカバーしてきたが、流域雨量指数の精緻化に伴い、多くの中小河川が指数計算対象となったことから、洪水警報の雨量基準は廃止する。

表面雨量指数及び精緻化した流域雨量指数導入後の、水害と基準要素の対応関係を第2.3.2図に示す。



第2.3.2図 表面雨量指数及び精緻化した流域雨量指数導入後の水害と基準要素の対応関係

### 2.3.3 基準の設定方法

表面雨量指数や精緻化した流域雨量指数の導入にあたっては全国的に大雨警報（浸水害）・洪水警報基準等の見直しを行うが、今回の見直しを機に新たに警報基準よりも一段高い基準を設けることとした。この基準は、警報が発表された後の更なる警戒の呼びかけ等に活用すること等を想定して設定するものである。

第2.3.1表に基準値の設定方法をまとめた。ここでは、注意報基準を基準、警報基準を基準、警報よりも一段高い基準を基準と称している。基準値の設定は二次細分区域毎かつ流域毎に行い、外水と内水を区別した災害資料を用いて流域雨量指数基準と複合基準のそれぞれを設定する。流域雨量指数基準は原則全河川を対象に外水氾濫に起因する災害事例をもとに設定する。複合基準は湛水型の内水氾濫に起因する災害事例をもとに設定する。



第2.3.1表 洪水警報・注意報基準の設定方法

基準	基準要素	対象とする災害	基準設定手法
警報相当	流域雨量指数基準	流域で発生した規模の大きい浸水害（外水氾濫に起因）	基準 よりも一段上の基準として、外水氾濫事例を高い確度で捕捉するように設定
	流域雨量指数基準	流域で発生した規模の大きい浸水害（外水氾濫に起因）	外水氾濫事例を適切に捕捉するよう、コストロス法から流域雨量指数基準を設定（調査期間内に災害が発生していない河川は「30年確率値」を設定）
	複合基準	流域で発生した規模の大きい浸水害（湛水型の内水氾濫に起因）	規模の大きい浸水害を適切に捕捉するよう、コストロス法から流域雨量指数と表面雨量指数の複合基準を設定（調査期間内に災害が発生していなければ設定しない）
注意報相当	流域雨量指数基準	軽微な河川被害等	対象とする災害を適切に捕捉するよう、コストロス法から流域雨量指数基準を設定
	複合基準	流域で発生した浸水害（湛水型の内水氾濫に起因）	浸水害を適切に捕捉するよう、コストロス法から流域雨量指数と表面雨量指数の複合基準を設定（調査期間内に災害が発生していなければ設定しない）

## 2.4 洪水警報を補足するメッシュ情報\*

### 2.4.1 メッシュ情報の作成方法と利用上の留意点

警報・注意報の発表等の予報作業に利用するのは、解析雨量を入力した指数実況値による判定や降水ナウキャスト、降水短時間予報、MSM 平均降水量ガイダンスといった予想雨量を入力した指数予想値の判定である。一方、プロダクトとして配信するメッシュ情報については、実況の判定値と予想の判定値のうちの最大の判定値を出力・表示する予定である。第2.4.1表に、洪水警報を補足するメッシュ情報の判定値の定義を示した。これは土砂災害警戒判定メッシュ情報及び大雨警報（浸水害）を補足するメッシュ情報（平成29年度出水期運用開始予定）と同じ仕様だが、何時間先までの予想値を用いるかについては、土砂災害警戒判定メッシュ情報が2時間、大雨警報（浸水害）を補足するメッシュ情報が1時間であるのに対し、洪水警報を補足するメッシュ情報は3時間先までの予想値を用いることとしている。これは、流域内の雨量誤差を吸収できるという流域雨量指数の計算処理上の特徴から、流域雨量指数の予測精度は土壌雨量指数や表面雨量指数よりも高くなる傾向があることを踏まえたものである。

第2.4.1表 洪水警報を補足するメッシュ情報の判定値

判定値	定義
4	実況で基準 以上に到達
3	予想で基準 以上に到達
2	実況又は予想で基準（洪水警報基準）以上に到達
1	実況又は予想で基準（洪水注意報基準）以上に到達
0	実況及び予想で基準（洪水注意報基準）未満

\*太田 琢磨（気象庁予報部予報課気象防災推進室）



況を確認し、実際に洪水危険度が高まっている地域についてはメッシュ情報で確認する、といった利用が有効である。

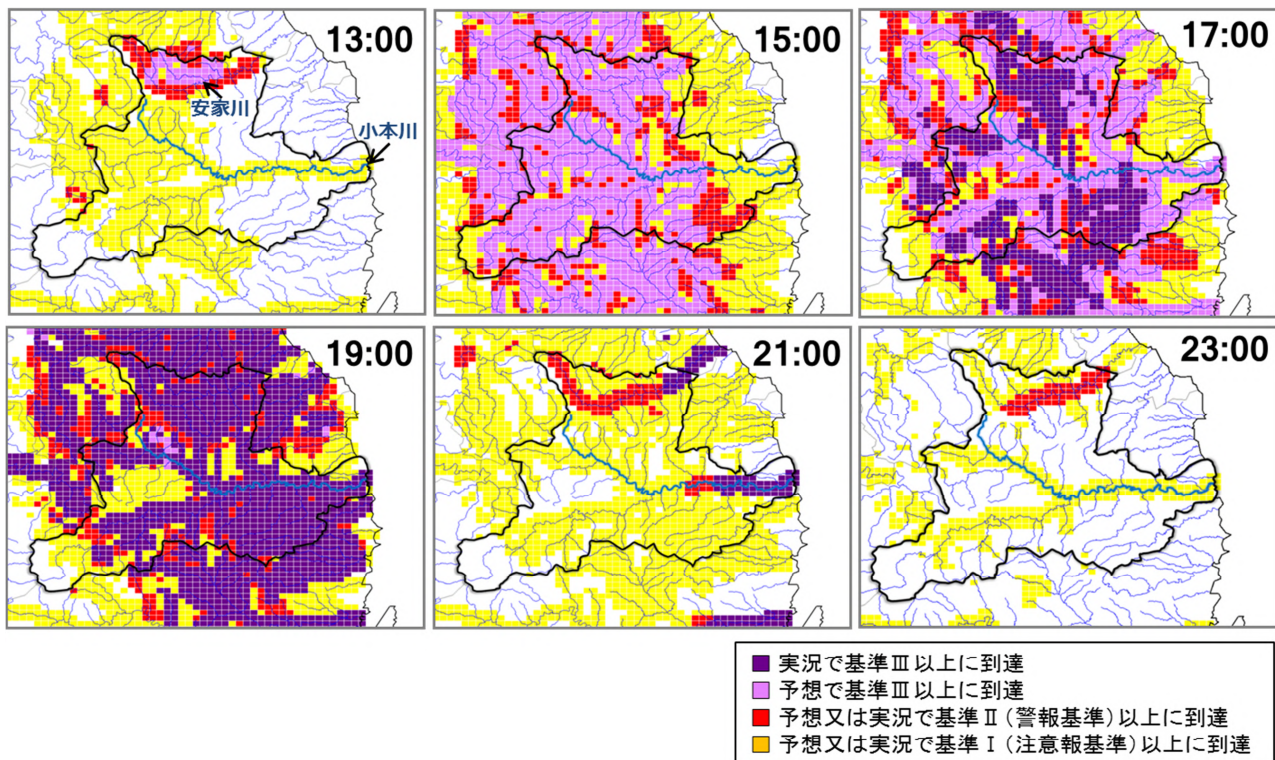
## 2.4.2 具体事例

洪水警報を補足するメッシュ情報の具体事例として、平成28年(2016年)台風第10号の岩手県岩泉町の豪雨災害事例を示す。

台風第10号は、8月30日に暴風域を伴ったまま岩手県に上陸した。この台風の影響で、岩手県では29日から30日にかけて沿岸部を中心に雨が降り続き、総降水量が300mmに達するなど記録的な大雨となった。この大雨により、河川の氾濫、浸水害、土砂災害等が多数発生し、また人命が失われるなどの深刻な被害もたらされた。

第2.4.2図に、台風第10号における岩手県岩泉町周辺のメッシュ情報を、8月30日13時から23時にかけて2時間毎に示した。

13時には小本川周辺で基準を超える予想、また安家川流域では基準や基準を超える予想が出現している。15時になると小本川の上流域でも基準を超える予想が広く出現し、17時には小本川の下流域にも基準を超える予想が拡大している。この時点ですでに小本川の支流で、実況で基準を超過しており、洪水発生危険度が極めて高まっている状況であることが分かる。19時には実況で基準を超える地域がさらに広がって、岩泉町の広い範囲で危険度が極めて高まっている状況となっている。21時の時点ですでに降雨は終了しているが、小本川や安家川の下流域では引き続き危険度が高い状況となっている。



第2.4.2図 メッシュ情報の具体事例

平成28年(2016年)台風第10号における岩手県岩泉町周辺図を、8月30日13時から23時まで2時間毎に示した。

## 参考文献

- 田中信行, 太田琢磨, 牧原康隆, 2008: 流域雨量指数による洪水警報・注意報の改善, 測候時報, **75**, 35-69.
- 太田琢磨, 牧原康隆, 2015: 大雨警報における浸水雨量指数の適用可能性 - タンクモデルを用いた内水浸水危険度指標 -, 気象庁研究時報, **65**, 1-23.
- 太田琢磨, 2016: 浸水雨量指数と浸水害警戒判定メッシュ情報 - 浸水害と対応の良い新たな指標 -, 平成27年度予報技術研修テキスト, 112-122.
- Ishihara, Y. and S. Kobatake, 1979: Runoff Model for Flood Forecasting. Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, **29**, 27-43.
- 小葉竹重機, 石原安雄, 1983: タンクモデルおよび集中面積図を利用した洪水流出モデルの総合化. 土木学会論文報告集, **337**, 129-135.
- 日本河川協会, 2008: 建設省河川砂防技術基準(案)同解説・調査編 改訂新版, 技報堂出版, 132.

## 2.5 新しい指数を使った予報作業の概要\*

### 2.5.1 大雨警報（浸水害）・大雨注意報

大雨警報（浸水害）・大雨注意報の運用は、表面雨量指数（仮称）（旧名称：浸水雨量指数）（以下、「表面雨量指数」）の導入により第2.5.1表のように変更される。

第2.5.1表 大雨警報（浸水害）・大雨注意報の運用に係る変更点

	現在	平成29年度出水期以降
基準	二次細分区域毎の1時間雨量、3時間雨量	二次細分区域毎の表面雨量指数
判定	防災時系列の1時間雨量、3時間雨量と基準を比較	防災時系列の1時間雨量、3時間雨量の降水があった場合に、表面雨量指数の基準を超過するかどうかを判定

大雨警報（浸水害）・大雨注意報の作業手順については、現在、予報作業支援システムの防災時系列に入力された1時間雨量、3時間雨量と大雨警報（浸水害）の基準を比較して、基準を超過する場合に大雨警報（浸水害）の発表を行っている。平成29年度出水期からは新たに導入された表面雨量指数が基準となるが、基本的な作業手順である予報担当者による気象シナリオの構築とそれに基づく雨量予想を行い、作成した最大1時間雨量・最大3時間雨量予想の防災時系列を利用して、基準との比較により警報等をシステム判定する、という流れに大きな変わりはない。

今回の変更点は、警報等の判定において、入力された雨量と基準を直接比較するのではなく、新しい表面雨量指数による基準を導入して次のような判定を行うことである。

浸水害警戒判定A（目先1時間先までの警報等の判定に利用）

リアルタイムに計算される「表面雨量指数基準到達までの必要雨量」と予報担当者の予想雨量の比較に基づく判定

浸水害警戒判定B（防災時系列の任意の時刻の警報等の判定に利用）

面的に一樣な雨を1時間または3時間降らせたシミュレーションから算出した「表面雨量指数基準相当雨量」と予報担当者の予想雨量の比較に基づく判定

また、予報作業支援システムにおけるこれらの判定とは別に、客観的予測資料である降水ナウキャストと降水短時間予報から算出した浸水警戒度の予想及び予報作業を支援するための報知機能も防災気象情報の発表判断に利用できる。

次に、表面雨量指数が基準として導入された後の、大雨警報（浸水害）発表までの作業の流れを時系列で解説する（第2.5.1図）。

予告的気象情報の発表の目安となる現象発生の24時間以上前の段階においては、浸水害警戒判定B、もしくは同判定Bで用いられる「表面雨量指数基準相当雨量」と量的予想及び予想の確度等を考慮して、防災気象情報の発表判断を行う。

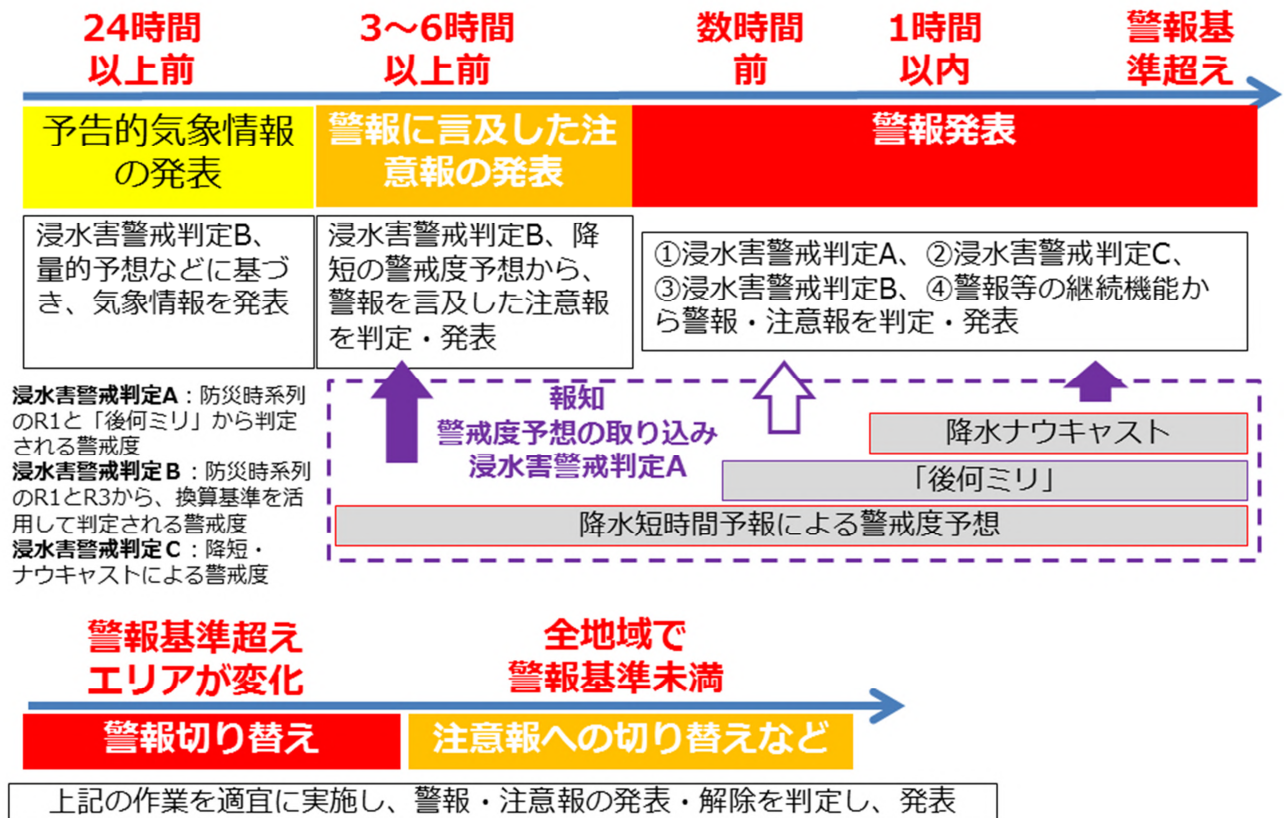
降水短時間予報の対象期間に入る現象発生6時間前からは、浸水害警戒判定Bに加え、降水短時間

\*竹田 康生（気象庁予報部予報課）

予報から算出された浸水警戒度の予想も使えるようになるため、これらの資料を使って、注意報（警報に言及した注意報を含む）の発表判断を行う。

さらに降水予想の確度が高くなる、現象発生の概ね2～3時間前には、警報の発表判断を行う。

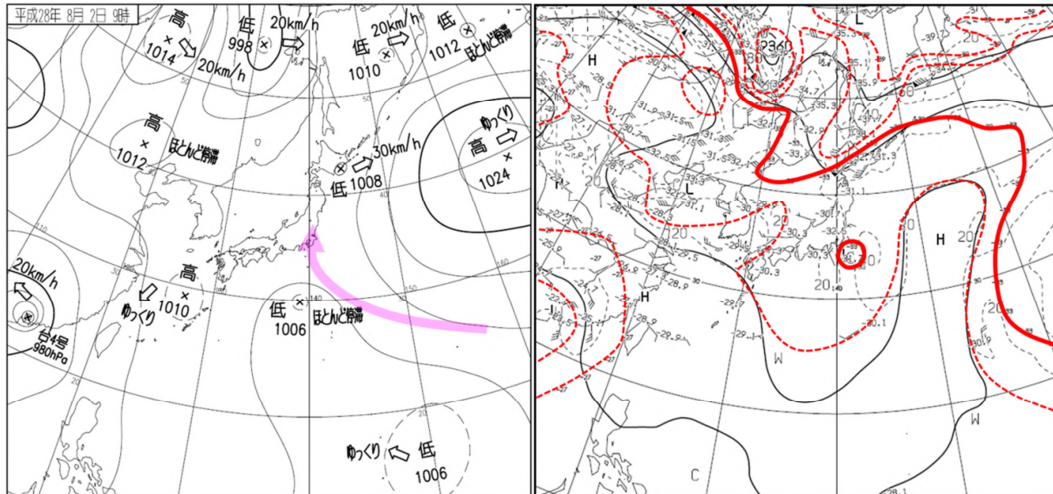
現象の発生する1時間前には、表面雨量指数の実況から計算される「表面雨量指数基準到達までの必要雨量」を用いた浸水害警戒判定Aも警報の発表判断に用いる。なお、客観的予測資料については、降水短時間予報から算出された浸水警戒度の予想に加え、降水ナウキャストから算出された浸水警戒度の予想も利用できるようになる。



第 2.5.1 図 表面雨量指数を導入した大雨警報（浸水害）の予報作業の流れ

次に、具体例として、平成 28 年（2016 年）8 月 2 日に東京地方で従来の雨量基準に基づいて大雨警報（浸水害）が発表された事例について、上述の表面雨量指数基準を導入した場合の予報作業の概要を解説する。

8 月 2 日の関東地方は、下層は日本のはるか東の高気圧の縁辺をまわる暖湿気が流れ込みやすい気圧配置の中、上層 300hPa では関東の東海上には-30 以下の寒気を伴った寒冷渦があり、大気の状態が不安定であった（第 2.5.2 図）。東京地方では断続的に対流雲が発達して降水が強まり、大雨警報が 5 時 40 分～8 時 15 分に発表された（第 2.5.3 図）。

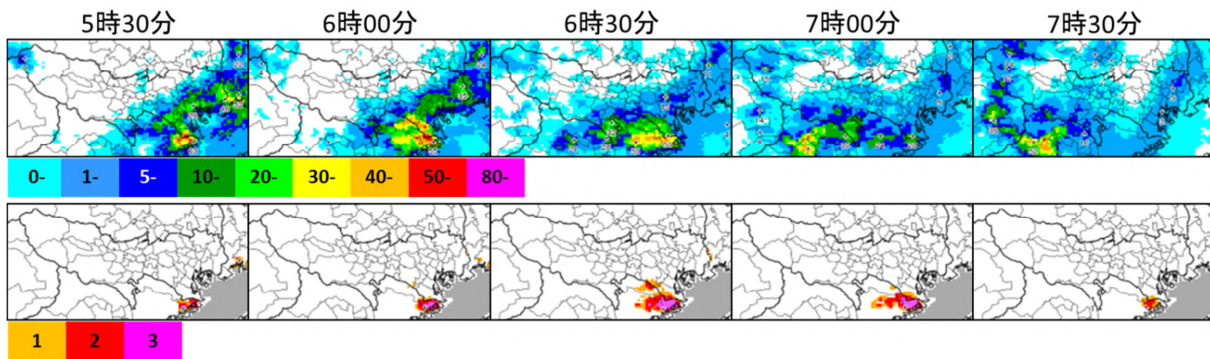


第2.5.2図 平成28年8月2日09時の地上天気図(左)と300hPa天気図(右)

地上天気図の矢印は暖湿気の流れ。300hPa天気図の実線は-33、破線は3間隔の等温線。



第2.5.3図 2日の東京地方における大雨警報・注意報の発表状況



第2.5.4図 2日5時30分~7時30分の解析雨量(上)と浸水警戒度(下)

第2.5.2表 雨量基準及び表面雨量指数基準に基づく大雨警報発表地域(網掛け)と実況の浸水警戒度(数字またはローマ数字)の対応(2日5時00分~8時30分)

	雨量基準								表面雨量指数基準(警戒判定B)							
	5		6		7		8		5		6		7		8	
	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30
千代田区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
港区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新宿区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
文京区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
品川区	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	I	I	0	0	0	0
目黒区	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	I	I	0	0	0	0
大田区	0	2	2	1	0	0	0	0	0	I	II	II	II	I	0	0
世田谷区	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	I	I	0	0	0	0
渋谷区	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中野区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
杉並区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
豊島区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
板橋区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
練馬区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
台東区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
墨田区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
江東区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
荒川区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
足立区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
葛飾区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
江戸川区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

雨量基準の0は注意報基準未滿、1は注意報基準超過、2は警報基準超過を示し、表面雨量指数基準の0は注意報基準未滿、1は注意報基準超過、IIは警報基準超過を示す。網掛けは各基準による大雨警報(浸水害)の発表地域と発表期間を示す。

第2.5.4図には、2日5時30分~7時30分の解析雨量と浸水警戒度を示す。浸水警戒度1は注意報基準、2及び3は警報基準を超過していることを示している。また、二次細分区域毎に、雨量基準及び表面雨量指数基準それぞれについて、警報を発表した2日5時40分時点の防災時系列に基づく大雨警報(浸水)発表の状況及び実況に基づく浸水警戒度をまとめた(第2.5.2表)。ここで表面雨量指数の警報判断は最大1時間雨量と最大3時間雨量に基づいて、浸水害警戒判定Bを用いてシミュレーションしたものである。

5時40分の大雨警報の発表では、大田区において5時30分の解析雨量で現行の雨量基準を超過する降水量が解析された。警報発表の作業時間を考えると、リードタイムの確保は出来なかったものの、実況超過を覚知する前に警報発表の判断を行い、量的予報を適切に修正して発表作業を行えたといえる。この際、同様に量的予報を修正して表面雨量指数基準で警報発表を行ったとすると、大田区で警報基準を超過するのが6時00分のため、リードタイムは短いものの、基準超過前に警報発表となる。また、本事例における大田区の表面雨量指数基準による警報基準超過については、5時00分の警報判定Aで捕捉できるため、「表面雨量指



数基準到達までの必要雨量」を監視し、予報作業支援システムの浸水危険度画面で適切にガイダンスを取り込んで警報判定を行うことで、より長いリードタイムを確保して大雨警報の発表ができるようになる。

本事例から、大雨警報（浸水害）に関する作業では、基本的にこれまでどおり予報担当者は気象シナリオの構築とそれに基づいた量的予報を行い、警報判定はシステムにより行うことで適切な警報・注意報の発表が可能となるが、リードタイムを確保するためには警報判定 B や降水短時間予報により判断して発表することが重要となる。また、この時点で警報発表の判断をしなかった場合、「表面雨量指数基準到達までの必要雨量」（警報判定 A）による判定、降水ナウキャストなどの監視を十分に行い、警報基準超過の判断をした時には、迅速に警報発表ができるようにしておくことが必要である。

## 2.5.2 洪水警報・洪水注意報

洪水警報・洪水注意報は、流域雨量指数の精緻化及び表面雨量指数の導入により、第 2.5.3 表のような変更となる。

第 2.5.3 表 洪水警報の運用に係る変更点

	現在	平成 29 年度以降
基準	流域雨量指数基準 流域雨量指数と 1 時間雨量もしくは 3 時間雨量との複合基準 1 時間雨量もしくは 3 時間雨量（大雨警報（浸水害）と同じ基準）	精緻化した流域雨量指数 精緻化した流域雨量指数と表面雨量指数の複合基準
判定	洪水警戒度（上記 3 種の基準のうち短時間雨量基準を除く流域雨量指数基準と複合基準から判定したもの）と、防災時系列の 1 時間雨量、3 時間雨量による判定の、高い方のレベルに基づき判定 指定河川洪水予報との整合	洪水警戒度（上記 2 種の基準、防災時系列の雨量は用いない）による判定 指定河川洪水予報との整合

洪水警報・洪水注意報の予報作業手順について、現在は、大雨警報（浸水害）と同じ 1 時間雨量もしくは 3 時間雨量の基準に基づいて発表されているが、平成 29 年の出水期からは、1 時間雨量、3 時間雨量の基準がなくなる。また、流域雨量指数に防災時系列で入力した雨量予想は使われず、降水ナウキャスト・降水短時間予報・MSM 平均降水量ガイダンスといった客観的な予想資料を用いることになる。このように、予報作業支援システムによる判定では、予報担当者の気象シナリオに依存する部分がほとんどなくなる。また、この精緻化により流域雨量指数の対象は長さ 15km 未満の河川にまで広がるため、基本的に精緻化された流域雨量指数の格子単位での判定に基づき洪水警報・洪水注意報の発表判断が行われる。指定河川については、予報作業支援システムで指定河川洪水予報と洪水警報・注意報との整合判断がなされることから、基本的にはシステム判定に基づいて洪水警報・洪水注意報の運用をしていくことになる。

このことについて、浸水害や土砂災害は、その場で降った降水の時系列が災害発生に重要な役割をしているのに対し、洪水害は、着目する河川の流域で降った降水が流下し、時間をかけて下流に集まることによって発生する災害であり、河川の規模によっても流域への降水から増水するまでの時間差や増水のスピードが変わってくるなど、浸水害や土砂災害と比較して降水現象から災害発生までのメカニズムが複雑であり、予

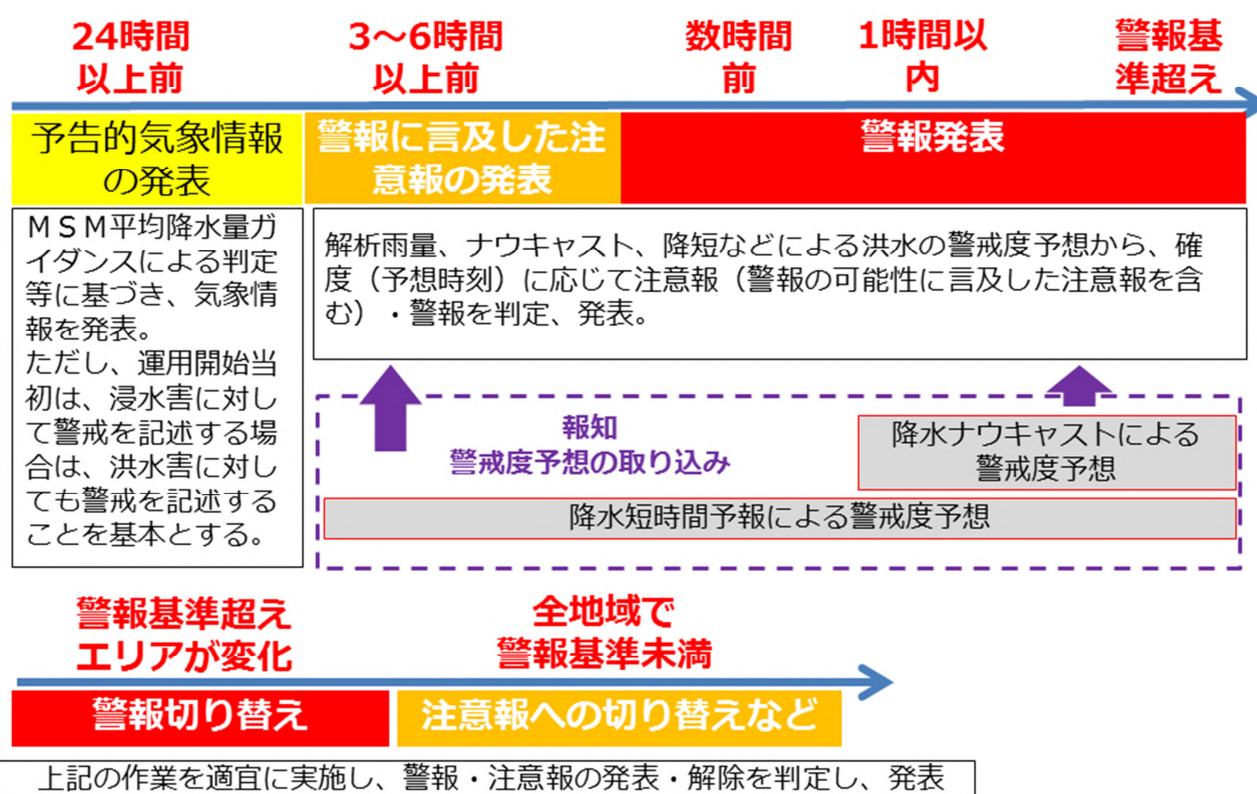
報官による洪水害に対する主観的な危険度の修正が困難である。また、中規模・大規模河川では、その時点までに流域に降った降水が流下してくるため、今後の流域における降水のシナリオに予報誤差があっても、流域雨量指数への影響は比較的小さく、予測が安定しているという特徴がある。このため、洪水警報・洪水注意報の予報作業においては、システム判定を基本とすることが合理的であると考えられる。

次に、平成 29 年度出水期以降の洪水警報発表までの作業について、時系列で解説する（第 2.5.5 図）。

平成 29 年度の運用開始当初は、予告的気象情報の発表の目安となる現象発生 の 24 時間以上前の段階で、浸水害に対して警戒（注意）を記述する場合は、洪水害に対しても警戒（注意）を記述することを基本とする。なお、官署が保有する知見に基づいて記述することが可能な場合は、この限りではない。

降水が始まると、精緻化した流域雨量指数の確度は向上し、予想も安定するため、現象発生 の 3～6 時間前の警報に言及した注意報や、現象発生 の数時間前の警報の発表判断は、適切なリードタイムを考慮して、システム判定により行われることになる。

精緻化した流域雨量指数を用いた予報作業の具体例はここでは示さないが、これまでに実施した、府県予報区内の過去の大雨事例を用いた「大雨に関する総合的な予報作業シミュレーション」の結果などから、現行基準に基づく洪水警報・注意報の作業と精緻化した流域雨量指数に基づく洪水警報・注意報の作業の違いや運用上の課題について官署内で共有し、運用開始後の適切な洪水警報・注意報の発表に生かしていく必要がある。



第 2.5.5 図 平成 29 年度出水期以降の洪水警報の予報作業の流れについて

### 参考文献

太田琢磨, 2016: 浸水雨量指数と浸水害警戒判定メッシュ情報 浸水害と対応の良い新たな指標 . 平成 27 年度予報技術研修テキスト, 気象庁予報部, 112-122.