

局地的大雨から身を守るために

鈴木和史（気象庁予報部業務課）

1. はじめに

平成 20 年の夏には、ごく狭い範囲に短時間で強い雨が降る局地的大雨による事故や災害が多発しました。現在の技術では、数十～数百キロメートル四方の範囲(例えば都道府県程度の広がり)について、そのどこかで局地的大雨が発生するかもしれないことを 1 日程度前から予想することは可能です。しかし、ピンポイントで場所や時間を特定し十分な時間的余裕をもって局地的大雨の発生を予想することは、難しいのが現状です。

気象庁は、気象実況の監視を強めると共に、数値予報技術の改良に努めるなど、局地的大雨への監視強化および予測精度向上に向けた努力を続けています。

ここでは、気象庁における不安定性の降水に対する監視・予測の仕組みを説明するとともに、局地的大雨から身を守るための防災気象情報の活用についてお話しします。

2. 局地的大雨とは

いわゆる「ゲリラ豪雨」は、局地的かつ突発的に発生し予測困難であることから、こう呼ばれているようだ。気象庁では、従来から「局地的大雨」や「集中豪雨」という用語を用いている。

「局地的な大雨」は、単独の積乱雲の発達によって、狭い範囲で一時的に雨が強まることにより起き、局地的に数十 mm 程度の雨量となる。

「集中豪雨」は、積乱雲が同じ場所で次々と発生・発達を繰り返すことにより起き、激しい雨が数時間にわたって降り続き、狭い地域に数百 mm の雨量となる。

3. 大雨の監視

(1) 雨量の観測

気象庁では、全国に設置したアメダスでは、約 1300 ヶ所の雨量計により降水量を観測している。このほか、国土交通省や都道府県が観測している雨量計約 9000 点の雨量データも監視に利用している。

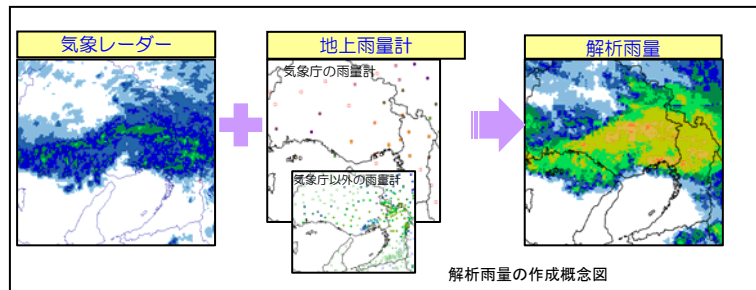
(2) 気象レーダー

気象レーダーは、半径 300～400 km の範囲

内の雨や雪を観測する。気象庁は、気象庁が設置した 20 基のレーダーのほか、国土交通省が設置した 26 基のレーダーの観測情報も利用している。各レーダーの観測情報は、全国分を集めて合成され、5 分ごとに 1km メッシュのレーダー合成図として発表される。

(3) 解析雨量

解析雨量は、雨量データと気象レーダーの両者の長所を生かし、1km メッシュの面的に隙間のない雨量分布を精度良く推定したもので、30 分ごとに 1 時間雨量を計算する。



4. 大雨の予想

(1) 予測の手法

① 力学的手法（数値予報）

数値予報は、物理学の方程式に基づき将来の大気の状態を予測する方法である。連続量である大気の状態を離散的な格子点の値で表現する。この仮想的な格子点に、各種大気状態を表す物理量の計算式を組み込んだプログラムを数値予報モデルと呼ぶ。現在気象庁でルーチンに用いている主な数値予報モデルは下表のとおり。

名称	略称	水平解像度	鉛直解像度	予測期間	
				時間	UTC
全球モデル	GSM	20km	60層	84時間	(00,06,18UTC)
				216時間	(12UTC)
メソ数値予報モデル	MSM	5km	50層	15時間	(00,06,12,18UTC)
				33時間	(03,09,15,21UTC)

② 運動学的手法（ナウキャスト）

ナウキャストとは、今（ナウ）と予報（フォーキャスト）を組み合わせた造語である。過去から現在までの変化傾向(実況の補外)に基づき、1 時間程度先までのごく短い予測を行う。最新の状況を反映できるので、状況変化の大きい局地的な現象の予測には有効な手段といえる。

降水ナウキャストは、気象レーダーがとらえた降水域を基に、1時間先までの各10分間雨量の分布を予報するもので、10分ごとに新しい予報を発表する。

③ 併用手法（降水短時間予報）

降水短時間予報は、6時間先までの各1時間降水量の分布を、1kmメッシュで予報するもので、30分ごとに予報を発表する。

降水短時間予報は、運動学的手法（実況補外）と力学的手法（MSM）を組み合わせることで精度を上げる工夫をしている。一般に目先の予報は実況補外（過去の降水域の動きから将来の降水域の移動を予測する）の精度が良い。さらに、降水域の単純な移動だけではなく、山の風上斜面で雨が強まったり、山を越えて雨が弱まったりする地形の効果も考慮する。一方、予測時間が長くなると、降水の盛衰を的確に予測できない実況補外の手法は精度が低下する。このため、予測時間が先になるほど数値予報結果（MSM）を重視した予報となる工夫をしている。

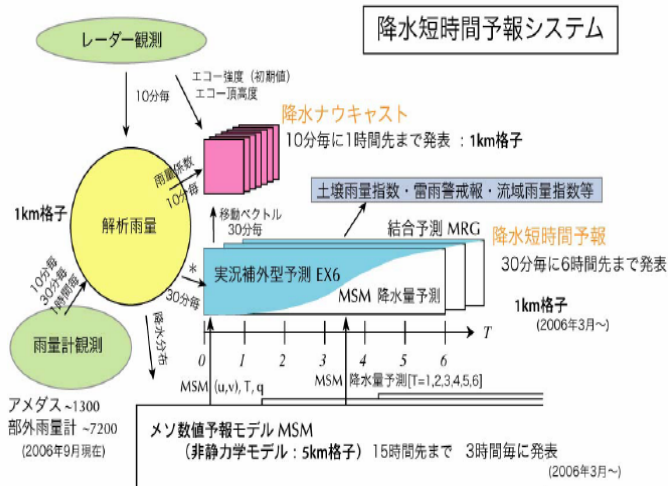
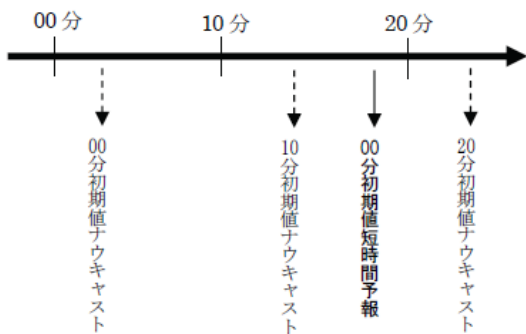


図 入手可能時刻の関係



④ 統計的手法（ガイダンス）

ガイダンスは、数値予報資料に基づき、降水量などの予報要素を精度良く推定した予測資料であり、また最大降水量・降水確率などの予報要素を作成し予報を支援する資料でもある。ガイダンスを作成する手法として、カルマンフィルターやニューラルネットワーク等の技術が用いられる。

雨に関する主な MSM ガイダンスを下表に示す。降水量ガイダンスは 20km 格子ごとに、最大降水量ガイダンスは警報等を発表する単位である二次細分区域ごとに、作成される。

名称	予報要素	対象領域
降水確率	前3・6時間降水確率	20km格子
降水量	前3時間降水量 前24時間降水量	
最大降水量	前3時間内の1時間最大降水量	二次細分区域 (全国で374区域)
	前3時間の平均・最大降水量	
	前24時間の平均・最大降水量	

(2) 大雨予想に用いられる指標

大雨をもたらす積乱雲の発達予想に用いられる主な指標を説明する。

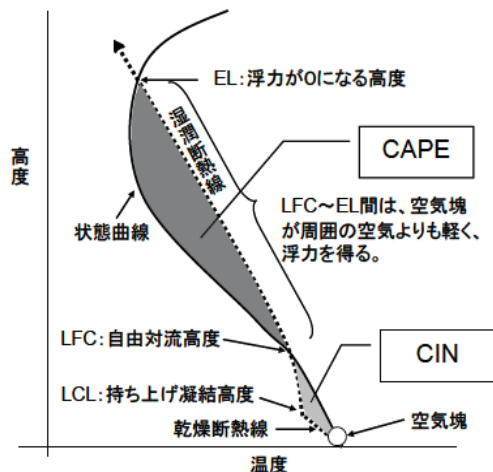
① SSI (シュワルターの安定指数)

500hPa における気温と、850hPa の気塊を断熱的に 500hPa まで持ち上げたときの気塊の温度との差と定義される。安定度の監視に最も多く用いられる指標。SSI<0 では大気の状態は不安定となる。

② CAPE(対流有効位置エネルギー)

地上付近の気塊を断熱的に持ち上げたとき、LFC(自由対流高度)と EL(浮力が0になる高度)の間で浮力が気塊に為す仕事(エネルギー)と定義される。値が大きいほど大気の状態は不安定となる。

図 対流の発達に関する概念の説明



③ SReH (Storm Relative Hericity)

SReH は、積乱雲が発生した場合にそれがスーパーセル型の構造になる可能性を示した指数で、積乱雲に流入・上昇する気塊が運び込む回転の大きさを表す。米国の研究では、150以上で弱い竜巻の発生可能性があるといわれている。

気象庁では以下の式で計算している。

$$SReH = \int_{地上}^{3km} (V - C) \cdot \omega_h dz \quad (\text{単位: } m^2/s^2)$$

$$\omega_h = \left(-\frac{\partial v}{\partial z}, \frac{\partial u}{\partial z} \right) : \text{鉛直シアーによる水平渦度}$$

$V=(u,v)$: 水平風ベクトル

C : ストーム (積乱雲) の水平移動ベクトル

④ EHI (Energy Hericity Index)

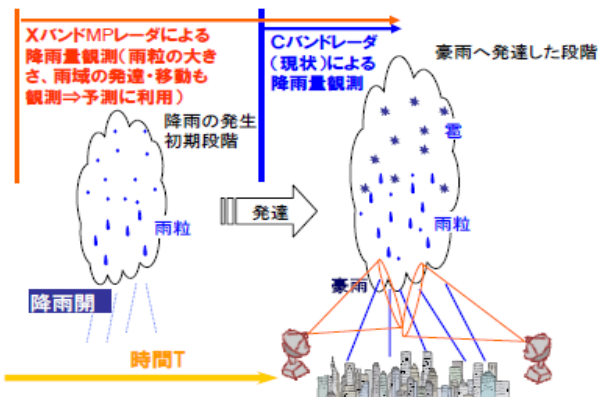
スーパーセルの発生のしやすさを、CAPEとSReHを用いて経験的に指数化したもの。米国における目安では、1.0以上でスーパーセルの発生可能性があり、4.0以上で顕著な竜巻が発生する可能性が高いとなっている。

$$EHI = \frac{CAPE \times SReH}{160,000}$$

(3) 大雨などの予想に向けた新しい動き

① XバンドMPレーダーの利用

MP (マルチパラメータ) レーダーは、従来の気象レーダーと異なり、水平方向と垂直方向の偏波面をもつ二種類の電波を使う。雨滴から返ってくる様々な信号を解析することで、きめ細かい雨量推定が可能といわれている。一方、電波が遠くまで届かず、探知範囲が狭い。局地的大雨の監視として、発生発達初期の雨雲はMPレーダーで、十分発達した雨雲を気象レーダーで捕らえることなどが提案されている。なおXバンドは電波の波長帯の名称で約3cmの波長を表す。



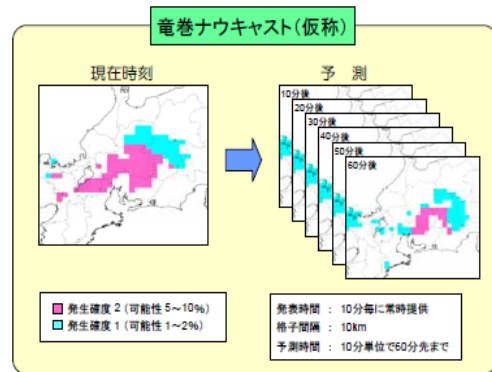
② GPS 可降水量データの利用

GPS 衛星から出される電波が地上の受信装置に到達する時間は、大気中の水蒸気量が多いほど遅くなる。この性質を利用して、地上から大気上端までの水蒸気量を積算した「可降水量」を算出することができる。気象庁は、全国約1200地点の国土地理院のGPS位相データを利用して可降水量を求め、この情報を取り込むことで、初期値の水蒸気量の精度を向上させ、MSMの降水等の予測精度向上を目指している。

③ 竜巻ナウキャスト(仮称)の提供

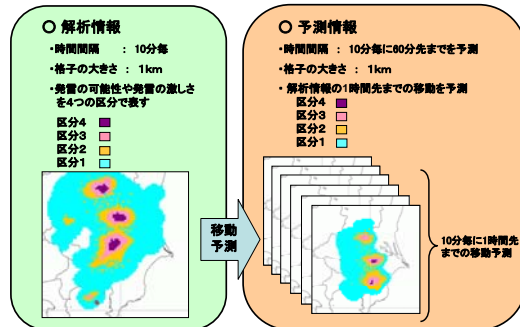
気象庁は平成22年度から、竜巻など激しい突風が発生する確度(確からしさ)をきめ細かな地域分布として表した予測情報(仮称: 竜巻ナウキャスト)を発表する。

これはドップラーレーダによるメソサイクロンの検出と数値予報による突風の危険度予測を組み合わせたナウキャストによる予報である。10分ごと1時間先までの発生確度の予報が毎10分に発表される。



④ 雷ナウキャスト(仮称)の提供

気象庁は、平成22年度から、雷に関する予測情報(仮称: 雷ナウキャスト)を発表する。これは雷監視システムによる発雷情報とレーダーエコーを組み合わせたナウキャストによる予報である。10分ごと1時間先までの発雷の可能性や発雷強度の予報が毎10分に発表される。



5. 大雨から身を守るために

-防災気象情報の利活用-

局地的大雨に対して安全を確保するためには、まず局地的な大雨によって身近な場所で発生しうる危険を知ることが基本となる。加えて、事前に天気予報や雷注意報など気象情報を確認し、活動中にも天気の変化に備えて最新の気象情報や周囲の気象等の状況に注意を払うことが必要である。

しかし現状では、局地的大雨による身近な危険とその回避行動の必要性について、国民の意識はまだ十分ではない。国民一人ひとりが局地的大雨の危険を知り、自ら気象情報等を活用して安全を確保する必要がある。

(1) 防災気象情報の種類

気象庁が提供する雨に関する主な防災気象情報は下表のとおり。

気象レーダー	目的	形式	発表間隔	特徴	使い方		
アメダス	気象状況の監視	図形式	5分ごと	市町村あるいはそれより狭い領域での雨の領域や強さの分布を把握できる	行動の数時間前から行動中にチェックする		
解析雨量			1時間ごと				
警報・注意報			30分ごと				
天気予報	気象状況の予報	文字形式	随時	都道府県を数区域に分割した程度の広さに対する雨の降りやすさを予報する	行動の1日前から数時間前に注目する		
降水短時間予報			1日3回				
降水ナウキャスト			図形式	30分ごと		市町村あるいはそれより狭い領域での雨の領域や強さの分布を予報する	行動の数時間前から行動中にチェックする
				10分ごと			

(2) 防災気象情報の利用

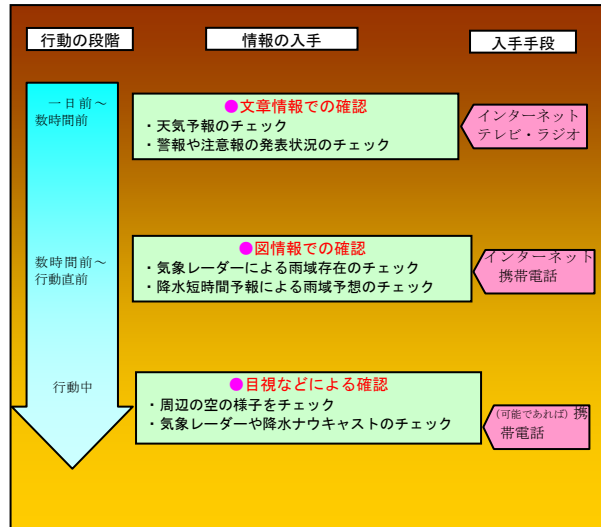
各地の気象台が発表する防災気象情報を効果的に利用するには、それぞれの行動段階に応じた情報の入手が求められる。

行動の1日前から数時間前には、県単位程度の広がり、大気が不安定な状況になるかどうかを確認する。テレビ・ラジオの天気予報番組やインターネットを利用して、天気予報で「大気の状態が不安定」「天気が急変するおそれ」「所により雷を伴い」といった表現がないか、大雨警報・注意報、雷注意報が発表されていないかをチェックする。

行動の数時間前から行動直前には、行動地域周辺での雨の降り方を知ることが重要となる。インターネットや携帯電話を利用して、気象レーダーや降水短時間予報によって、行動地域周辺での雨域の様子をチェックする。

行動中も、大気が不安定な状況や行動地域周辺で雨が降っていたり、降ることが予想されている状況では、携帯電話を利用できる場

合は気象レーダー画像を随時チェックする、利用できない場合は周辺の空の状況に注意を払うなど、天気の急変に備える。



(3) 戸外活動での留意点

戸外での行動では、自分の居る場所や状況では、どのようなことに注意すべきかを認識して、必要なチェックを行う。

積乱雲が近づく兆しなど、天気の急変に注意し、危険を感じたらすぐに身の安全を図る。

○ もし、こんな場面にいたら

- 川などの釣りや水遊び
- 河原や中洲でのキャンプ・バーベキュー
- アンダーパスなど周囲より低い道路
- 河川や下水道の工事現場

○ チェックすべき項目

- 看板 → 「危険地域」などの表現がある
- 空の状態 → 「急に真っ黒な雲が近づいてきた」「雷鳴が聞こえる」「稲光がみえる」
- 川の状態 → 「水かさが増える」「濁ってくる」「流木や落ち葉が流されてきた」
- 警報装置 → サイレンの音が聞こえる

《携帯電話サービスを利用できる場合》

- 気象レーダー → 周辺や上流側に雨域が観測されている
- 降水短時間予報、降水ナウキャスト → 周辺に雨域が予想されている

「発達した積乱雲の近づく兆し」とは…

- ◆ 真っ黒い雲が近づき、周囲が急に暗くなる。
- ◆ 雷鳴が聞こえたり、雷光が見えたりする。
- ◆ ヒヤッとした冷たい風が吹き出す。
- ◆ 大粒の雨や「ひょう」が降り出す。

ひょう

