



建設現場におけるピンポイント気象予測の重要性 安全建設気象モバイル KIYOMASA で豪雨被害を防ぐ

斉 藤 雄 一

昨年の夏、九州北部地方では線状に連なる活発な雨雲、いわゆる線状降水帯による大雨災害が発生した。ライフラインの寸断や農林業への影響にとどまらず、死者・行方不明者合わせて41人という甚大な被害に見舞われた。また、平成27年には、関東・東北地方で記録的な雨が降り、鬼怒川が氾濫。さらにその前年には、広島県で大雨に伴う大規模な土砂災害が発生し、多くの人命が奪われ、家屋の全壊は100棟を超えた。このように、最近では毎年のように局地的な豪雨被害が発生し、今後も大雨災害の増加が示唆されている。本報では、特に建設現場において、どのように大雨の危険と向き合い被害を抑えることができるのか、その取り組みについて紹介する。

キーワード：天気予報，豪雨，安全管理，河川工事，アラートメール

1. はじめに

天気予報と聞いて初めに思い浮かべるのは、あすの天気や最高気温・最低気温などではないだろうか。もちろん、こういった情報は重要であるが、単なる天気の予想だけではなく、気象条件の変化が何にどう影響するのかを分析することで、例えば、商品の需要を予測したり、健康アドバイスの提供を行ったりするなど、天気予報の活用の幅は実に多岐にわたっている。

これを建設向けに特化させたサービスが「建設気象」で、建設工事現場における安全管理はもとより、コンクリート打設などの工程・品質管理にも重要となる気象情報を、現場ごとにピンポイントで提供している。これにより、空模様が怪しくなってきた際の現場それぞれの作業可否判断や、風の強さを予測した上で、強まる時間帯を避けて高所作業を行なうなど、工程の工夫に活かすことが可能となる。ひいては作業の効率化やコストの削減にもつなげることができる。

2. 気象予報の歴史

そもそも、日本で最初の天気予報が発表されたのは、今から130年ほど前の明治17年のことである。その後、海洋気象観測や航空気象業務など、新たな取り組みが次々と始まったが、革新的な進化を遂げたのは、昭和34年の科学計算用大型コンピュータを用いた数値予報の導入がきっかけである。この数値予報は、現在で

も天気予報の根幹をなしている。

数値予報とは、物理学の方程式に基づき、風や気温などの時間変化をコンピュータで計算して、将来の大気の状態を予測する方法である。図1のように、規則正しく並んだ格子で大気を細かく覆い、そのひとつひとつの格子点の気圧、気温、風などの値を世界中から送られてくる観測データを使って求め、それをもとに未来の気象状況の推移をコンピュータで計算するやり方である。そして、最終的にはこの数値予報のデータを基礎として、気象予報士や予報官による修正が加えられて、天気予報が出来上がるのである。

数値予報の計算に用いられるプログラムは数値予報モデルと呼ばれ、予報する範囲や期間、格子間隔の違いでいくつかの種類に分類されている。

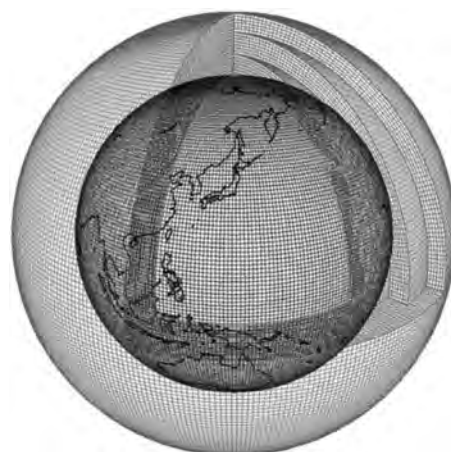


図1 全球の大気を格子で区切ったイメージ図

主なものとしては、地球全体を予報領域としている全球モデル（Global Spectral Model：GSM）、日本及びその近海の大気を対象としたメソモデル（Meso-Scale Model：MSM）、日本領域の大気を対象とした局地モデル（Local Forecast Model：LFM）が挙げられる。

一般に、格子間隔が20 kmの全球モデルでは、図一2に示すように、高・低気圧や台風、梅雨前線など水平規模が100 km以上の現象を予測することができる。格子間隔が5 kmのメソモデルは、局地的な低気圧や集中豪雨をもたらす組織化された積乱雲など水平規模が数10 km以上の現象を、格子間隔が2 kmの局地モデルでは、水平規模が10数 km程度の現象までが予測可能となる。ただし、まだ個々の積乱雲の動きを表現できる程には至っていないのが現状である。



図一2 気象庁の数値予報モデルが対象とする気象現象の水平及び時間スケール

また、数値予報による改革が進む一方で、観測技術も大幅な進歩を遂げている。昭和49年に地域気象観測システム（AMeDAS）の運用が開始され、昭和53年には初の静止気象衛星（ひまわり）による観測が始まった。現在、気象衛星ひまわりは8号が運用されているが、日本付近の気象衛星の観測は、初代ひまわりの3時間ごとから、ひまわり8号の2.5分ごとへと、70倍以上の頻度に大きく向上している。

この観測技術の向上は、もちろん予報の分野にも大きな恩恵をもたらした。例えば、高解像度降水ナウキャストや雷ナウキャストなど、目先の天気をより詳細に行なう予報では、正確な実況データを入手できるようになったことで、その精度が大幅に向上し、局地的な集中豪雨の危険などをより早く察知することが可能となった。

数値予報以外にも、平成5年の気象業務法の改正、いわゆる天気予報の自由化が気象業界の大きなターニ

ングポイントに挙げられるだろう。この法改正に伴って、民間の気象会社は独自の予報を行なうことができるようになった。ある会社では地域を絞り込んだ局地的な予報を発表し、またある会社では海や山など、特定の環境下での気象予報に活路を見出したりもした。

また、技術の発展による気象予報への影響も大きい。昔はデータの膨大さゆえに計算負荷が大きく、なかなか実用的な時間内での計算が難しかった気象データだが、データをリアルタイムで収集したり解析したりということが可能になってきた。例えば、数値予報のデータに対して、実況値を用いた補正を行なったり、他のモデルによる計算結果を組み合わせたりという処理もできるようになった。

まだ比較的歴史の浅い天気予報という分野ではあるものの、利用者のニーズはすでに「きょう・あすの天気」といった予報ではとても満足できるものではなくなっている。そして、その声に応えるようにして誕生したのが、安全建設気象モバイル KIYOMASA（以下「KIYOMASA」という）である。

3. KIYOMASA 開発のきっかけと特徴

平成19年頃、まだ現在のような詳細なデータが数少ない中、食品スーパーや小売店の店舗ごとにより細かい気象情報を提供すべく、のちのKIYOMASAの初期バージョンとなる「1 km メッシュのピンポイント気象予測」を開発していた。

そんな中、平成20年8月5日に東京都豊島区で、下水道管内で作業員5人が現場及び現場の上流で発生した集中豪雨による急な増水で流され、亡くなってしまったという痛ましい事故が発生した。

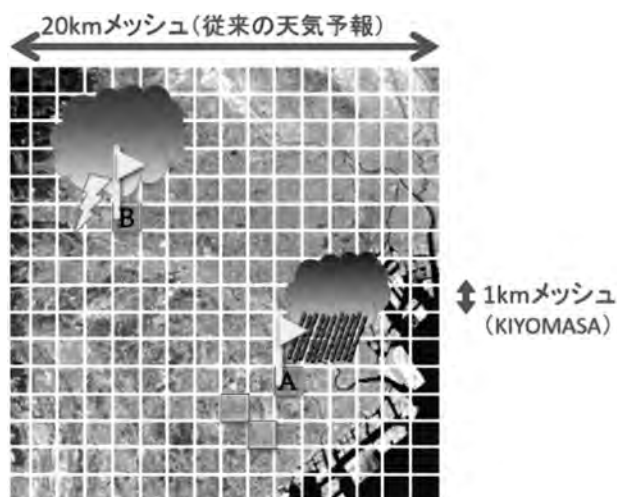
当時の気象状況を少し振り返ってみると、事故当日、関東地方には前線が停滞し、雨雲・雷雲が発達しやすい状態だった。朝には雷注意報が発表されていたものの、まだ大雨警報は発表されていなかった。昼前になると、これまでにないほど急速に雨雲が発達し、局地的な集中豪雨が発生した。現場では、雨の降り出しから僅か十数分で、1時間80 mmに達する程の猛烈な強さの雨が観測されたが、当時の20 km メッシュの天気予報では、このような局地的な豪雨は十分に表現することはできなかった。

この事故を受け、建設現場の安全・工程管理などにも、1 km メッシュという高精細の気象予測が役立つのではないかと考えた。そこで、建設現場のニーズ調査を行ない、平成21年3月、KIYOMASAのリリースに至ったのである。

当初 KIYOMASA は降水に特化した予測コンテンツの提供をしていた。その後、徐々に利用現場が増えていく中で、橋梁や建築現場から風速予測に対するニーズも多く寄せられ、1時間ごとの平均風速予測や、最大風速・最大瞬間風速予測、地上だけでなく高所の風速予測を搭載したバージョンをリリースすることになった。現在では、雷予測や地震・水位観測アラートメールなど、様々なコンテンツを提供している。

従来の天気予報と KIYOMASA には、メッシュの細かさと高精度でリアルタイムの予測を行なっているという、大きく二つの点で違いがある。

まず一つ目の違いは、空間解像度、すなわちメッシュの細かさである。KIYOMASA の開発時点では、前述した 2 km メッシュの局地モデルは提供されておらず、従来の天気予報は 20 km メッシュの全球モデルが基本だった。20 km メッシュという空間解像度は比較的粗いため、データが平均化されてしまい、数 km スケールの急激な天気の変化を捉えることができなかった。図—3 を例に見てみると、図の右下に位置する A 地点で雨が降り、左上の B 地点は雷雨となっているが、そのほかの大多数の地点では晴れやくもりの天気になっている。これを 20 km メッシュの予報とする場合には、すべての天気が平均化されてしまい、局地的には雨や雷雨となっているのに、予報としては晴れやくもりとなってしまうことがある。



図—3 メッシュとは

このため、KIYOMASA では、独自の解析・予測技術によって 1 km メッシュという小さな空間解像度の降水予測を行なっている。具体的には、降った雨や雪の量を実際に観測しているアメダスデータ、気象レーダーによる雨や雪の強さの観測データ、衛星からの映像などを組み合わせて、1 km メッシュのピンポイント

で現场上空の予報を作成した。1 km メッシュの気象予測であれば、局地的な豪雨を捕捉することができ、現場ごとの詳細な雨量を予測することが可能である。特に 10 mm 以下の降水量については 1 mm 単位で判別し、コンクリート打設の可否判断などに活用しやすいようにしている。また、山間部から沿岸部まで、全国各地およそ 40 万地点において、局地降水予測を行なっているため、日本全国どのような現場であっても対応が可能である。

二つ目の違いは、更新頻度が高く、時間解像度の高い高精度リアルタイム予測である。局地的な豪雨など、天気は僅かな間に急変することが多くある。KIYOMASA では、降水予測を 1 日に 288 回更新しており、10 数分程度で急激に発達する豪雨についても捕捉することが可能となっている。

また、KIYOMASA では風の予測にも力を入れており、高度 600 m までの平均風速、最大風速、最大瞬間風速を 10 m 毎に予測することが可能である。さらに、竜巻やダウンバーストなど局地的な突風の予測や、台風の暴風域に入る確率などの情報も提供しているため、中止基準に基づいた作業の可否判断やクレーンなどの機材転倒対策に役立てることができる。加えて、KIYOMASA の高精細な風の予測データを用いた粉じんの飛散予測といった、単なる気象予測ではない発展系の予測も行なっている。

4. KIYOMASA 活用実績

KIYOMASA は、雨が降ることによって水位の上昇などの影響を直接的に受ける河川に関連する工事で最も多く活用されてきた。

KIYOMASA の降水予測には、1 時間先までを対象とした 10 分単位の降水予測（図—4 左）と、24 時間先までを対象とした 1 時間単位の降水予測（図—4 右）の 2 種類があるが、特に河川工事では、より詳細な雨を予測できる 10 分単位の降水予測がよく利用されている。

加えて、KIYOMASA では、雨の危険を知らせるアラートメールを配信している。これは、あらかじめ設定した閾値以上の降水が予測されると、自動配信メールが瞬時に現場へ通知されるというものである。この閾値の設定対象地点は、集水地点や河川の合流地点など、現場を含めて 5 地点を指定することができる。現場以外の地点を複数指定することにより、図—5 のように、たとえ現場で雨が降っていなくても、上流や中流の雨の状況を把握することができ、迅速な作業可



図—4 10分単位の降水予測画面(左)
1時間単位の降水予測画面(右)



図—5 アラートメールのイメージ図

否判断が可能となる。

2番目に活用実績の多い橋梁工事も、河川での工事が多く発注されることもあって降水予測への関心が高い。直近の豪雨への対策は前述した通りだが、24時間先までの予測も1kmメッシュで1日48回更新されており、常に最新の降水予測が取得できるため、翌日の工事計画や当日のスケジュール管理、コンクリート打設の可否判断などに有効な情報といえる。

また、雨だけでなく、雷も十分に注意しなければならない気象要素のひとつである。周辺に高い建物の少ない山岳部や沿岸部はもちろん、都市部においても注

意が必要で、玉掛けした資材を降ろす際にクレーンに落雷し、作業員が感電したという実際の例がある。

こういった被害を防ぐために、KIYOMASAでは、落雷の危険がある場合にアラートメールを送信する雷予測アラート機能が搭載されている。また、それだけではなく、最大24時間先までの発雷危険度を確認できる雷危険度予測、さらに、実際に落雷を観測した場合にメールが飛び、差し迫った危険を知らせる雷の観測アラートといった3種類の情報が取得できる。

5. おわりに

気象予報は、歴史が浅く、まだ発展途上の分野ではあるが、技術は年々飛躍的に進歩し、その活用の幅は確実に広がってきている。だが、技術の発展に伴って、得られる情報の種類や量は膨大なものとなり、必要な情報の取捨選択が難しくなっているという側面もある。

このような膨大な気象データの中から、必要なものだけを選び出し、実際の生活やビジネスの中で、利用する人にとってどれだけ使いやすく価値の高い気象情報を作り上げられるのかが、私たち気象会社にとっての今後の課題といえるだろう。

その一つとして開発したKIYOMASAは、これまで様々な工種で広く利用されてきたが、潜在的なものも含めて、まだ全てのニーズには応えられていない。

出来る限り多くの建設現場において、気象の影響を回避した工程管理を可能にする有益な情報の発信や、気象に起因する労働災害を減らせるようなより良いサービスを今後も模索していきたいと考えている。

JICMA

《参考文献》

- ・気象庁ウェブサイト
(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/intro/gyomu/index2.html>)
(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/whitep/1-3-1.html>)
(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/whitep/1-3-4.html>)

【筆者紹介】

斉藤 雄一 (さいとう ゆういち)
(株)ライフビジネスウェザー
気象予報部
気象予報士・防災士

