

【研究成果報告時/研究成果の概要】様式-1-ウ**法学・水工学の協働による、水防法・気象業務法改正に表れた官民の公私領域における役割分担の再編**

龍谷大学 准教授 石塚武志
島根大学 名誉教授 磯村篤範
鹿島技術研究所 主任研究員 野原大督

2023（令和5）年に、国等による洪水予報の高度化、民間気象事業者による洪水予報の許可制導入を趣旨とする水防法・気象業務法改正が行われた。本研究は、この法改正に着目し、水害対応に必要な洪水予測情報の提供について、国等と、民間の主体との役割がどのような関係にあるのかを検討した。今次の法改正の背景として、水害の規模や頻度、態様の変化と、それをも受けた洪水予測情報に対するニーズの変化が挙げられる。洪水予報に対するニーズは長時間先の予報、個別的・局所的な予報へと多様化しており、他方で、それに応じ得る気象・洪水予測技術の進展がみられる。洪水予報の許可制度は、このようなニーズに対して民間気象事業者による予報が応じることとするものであり、国（政府）は許可制度を通じてその質を担保する役割を担う。もっとも、洪水予報は災害対応（人的なものも含む被害の回避）に直結する情報であるため、国等は、研究機関や民間気象事業者と連携しつつ、社会全体としての洪水予測情報の充実、多様化に向けた積極的な役割を担っていくべきである。

Key Words : 洪水予測、長時間予報、局所的予報、民間気象事業者、洪水予報許可

1. 気象・洪水予測情報とニーズの多様化**(1) 水災をめぐる対応と被害の変化**

我が国の平均地上気温は、1960年代後半から比較的低温の時期が継続した後に、1980年代後半以降から急速に上昇した。例えば、2020年の年平均気温は1981～2010年の平均気温と比較して0.95℃上昇しており、100年間の年平均気温の平均上昇量が1.26℃であることを踏まえると、ここ30～40年で温暖化のペースが一段と上がっていることが窺える¹⁾。

こうした急激な気温上昇も相まって、近年では豪雨が激甚化の様相を呈しており、従来の治水制度や水害対応実務の課題が浮き彫りとなるような大規模な水害が相次いで発生している。例えば、2000年9月に発生した東海豪雨災害では、人口・資産・産業が集積しライフラインが高密度に配置される都市域での水害の被害の甚大性や複雑性が示されたが、同時に想定を上回る短時間での集中豪雨と状況悪化に自治体による避難勧告等が間に合わないケースが出るなど、水害対応に大きな混乱が生じた事例でもあった。

一方、2009年8月に兵庫県佐用町で発生した水害では、夜間の集中豪雨による急速な状況悪化の影響

もあり、自治体からの避難情報が十分に発令もしくは住民に伝達できず、同町での犠牲者20名のうち11名が避難所や集会所への避難経路上で浸水に巻き込まれて亡くなるなど²⁾、夜間の水害対応の困難さと急速に変化する現地の状況を行政が適時的確に把握することの難しさが改めて浮き彫りになった。それゆえに、状況が悪化する前に必要な避難行動を完了できるように、降雨予測情報の積極的な活用や精度の向上が課題とされる災害であった。

その後、2010年代に入ると、平成23年（2011年）新潟・福島豪雨や2011年台風第12号による水害（紀伊半島水害）など、計画規模を超過するような規模の水害が相次いで発生したほか、2013年の伊豆大島での土砂災害や2014年の広島市での土砂災害など線状降水帯の発生を伴う大規模な豪雨災害や、平成23年東北地方太平洋沖地震における津波浸水被害を受け、超過洪水における人的被害を防ぐべく2015年に水防法が改正され、浸水想定区域や洪水ハザードマップの作成対象となる降雨シナリオとして、新たに想定最大降雨が追加された。

しかし、同年9月の平成27年関東・東北豪雨災害では、鬼怒川流域において流下能力を上回る洪水によって溢水や堤防の決壊により広範囲にわたる浸水

1 カ年研究用 (R6)

が生じたことによって、昼間の発災にも関わらず多数の住民が避難できずに孤立し、約4300名がヘリコプター等によって救助される事態となった³⁾。この反省を踏まえて、同年12月に新たに水防災意識社会再構築ビジョンが策定され、「施設の能力には限界があり、施設では防ぎ切れない大洪水は必ず発生するもの」へと意識を変革し、社会全体で洪水氾濫に備える必要がある⁴⁾ことが明記された。続く2016年には、北海道に3つの台風が相次いで襲来し、大規模な洪水氾濫を引き起こしたほか、岩手県岩泉町では県管理河川である小本川の氾濫によって沿川に立地していた高齢者施設が浸水して入居者9名が亡くなるなど、大きな被害が生じた。これらを受け、中小河川を含む流域での水害対応の向上と水防災意識の更なる向上に向けて、2017年6月に水防法の再改正が行われ、「逃げ遅れゼロ」、「社会経済被害の最小化」に向けて、大規模氾濫減災協議会制度の創設、要配慮者利用施設における避難確保計画の作成等の義務化などが新たに定められた。

2017年7月に発生した九州北部豪雨では、線状降水帯による集中豪雨により、特に山地部における中小河川の沿川において甚大な被害が発生した。被害のあった地域では5年前にも豪雨災害を経験していたことにより全体的に水害対応の意識は高かったものの、降雨強度の急速な増大や大量の土砂・流木の流出・堆積に伴う急激な災害状況の進展などによって、情報の収集や共有、避難の実施などに支障が生じ、結果として40余名の犠牲者が生じる結果となった。特に急速に状況が悪化する山間部での水害対応の困難さが改めて浮き彫りになったことから、自ら危険を判断し避難すること（自助）や近隣住民への避難の呼びかけ（共助）によって避難することの重要性が改めて認識されるとともに、中小河川における水位計・河川監視カメラ等の設置促進や、流域雨量指数の予測値を含めた河川水位に関連する予測等を活用することの重要性が示された⁵⁾。

2018年に発生した平成30年7月豪雨では、活発な梅雨前線の活動により西日本を中心とする広い範囲において長時間にわたる豪雨と甚大な浸水被害が発生した。浸水被害が大きかった流域では計画規模を超過する降雨となったほか⁶⁾、地球温暖化による降水量増加への影響が定量的に示された豪雨事例でもあり⁷⁾、また、避難や状況把握が困難な夜間に水害の状況が悪化した被災地が多かったことから、気象予測等を適切に活用して避難情報等を日中の明るいうちに提供することの重要性が改めて認識された災害でもあった。

2019年10月には、令和元年東日本台風による水害が東日本を中心とする各地で発生した。大河川の支川を中心に破堤氾濫が発生し多くの人的被害が生じたほか、長野市では千曲川の氾濫によって東日本旅客鉄道株式会社（JR東日本）の新幹線車両基地が浸水し、北陸新幹線車両10編成120両が浸水によ

て廃車を余儀なくされるなど、甚大な物的被害が生じた。首都圏でも鉄道を中心に公共交通の計画運休が実施され、経済活動にも大きな影響を与えた。鉄道の計画運休はそれまでも実施されてはいたものの、同年7月に公表された「鉄道運休の実施についての取りまとめ」⁸⁾において、利用者の混乱を抑えるべく可能な限り早期に計画運休の実施またはその可能性、区間、期間などを周知することが求められていたことから、JR東日本などでは台風上陸の1日～1日半前から計画運休の実施が予告されるなど、社会の注目を集めた。気候変動の影響が示唆される大規模な水害の相次ぐ発生を受けて、社会資本整備審議会河川分科会気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会における検討の結果、2020年7月に答申が行われ、従来の河川整備に加えて流域全体での水害対策を積極的に実施しようとするいわゆる流域治水政策の導入が答申された⁹⁾。

令和2年7月豪雨では、線状降水帯による著しい豪雨によって、特に球磨川流域において50名の人的被害を含む甚大な氾濫被害が生じた。この著しい豪雨は、気象予報では予測できておらず、線状降水帯の発生予測の難しさが改めて浮き彫りになったが、気象庁ではその後線状降水帯の予測モデルの開発を進め、2022年6月からは全国11地域単位での線状降水帯予測の提供（線状降水帯による大雨のおそれについて半日程度前からの呼びかけ）を開始している（2024年5月27日からは府県単位での発表）。

(2) 水害対応における情報ニーズの変化

厳密に言えば、水害対応における情報ニーズは従来と比べて本質的に変わってきたわけではないが、近年の度重なる水害の教訓から、水害対応を効果的に行う上での行政、住民、各種事業者における情報提供・利用上の課題や情報のニーズは徐々に整理されてきている。その中で、近年特に強まっている情報ニーズの特徴を取り上げると以下ようになる。

a) 水害対応の判断における長時間予測の必要性

例えば、2009年の佐用町での水害や平成30年7月豪雨災害では、周囲の状況の視認が困難である夜間に降雨や洪水の状況が急激に悪化し、行政や住民の水害対応にとって大きな障害となった。そのため、夜間に洪水が発生するおそれがある場合には、住民らが日中の間に屋外での避難行動を完了できるよう、自治体からはできる限り早い時間帯に避難情報を提供することが求められている。こうした自治体の判断に資する長時間のリードタイムを有した気象情報が求められており、実際に気象庁から提供される気象予報も長時間化が進められている。

一方で、高齢者や障害者といった災害時要配慮者や避難行動要支援者が利用することが多い福祉施設などにおいては、水害時における利用者の避難に時間を要することが想定される。自治体からはこうした人達を対象として早めに避難情報（高齢者等避

1 カ年研究用 (R6)

難)が発令される制度となっているものの、福祉施設等によっては利用者の避難を事前に完了するためには更に長時間を要する場合があります、一般に利用できる気象情報よりも長時間のリードタイムを持った気象・洪水予測情報に対するニーズが存在する。また、公共交通事業者等においては、洪水発生が懸念される場合における計画的な運休の実施判断のためには、洪水発生の1,2日前から洪水終了までの期間を予め把握する必要があり、そのためには多少の不確実性はあっても数日～1週間程度のリードタイムをもった予測情報が利用できることが望ましい状況にある。こうしたニーズは公共交通事業者に留まらず、事業所の操業計画や生産、サプライチェーンの調整等の目的で他の事業者にも存在する。

b) 水害の局所性

水害はその先行現象となる降雨の局所性に加えて、河川との位置関係や標高などの要因が水害の発生有無や態様に大きく影響することから、非常に局所性の強い災害である。それゆえ、行政による避難情報等も、各地点の浸水危険性の実態に合うよう空間的にきめ細かく発令されることが望ましい。しかし、このような地点ごとの浸水危険性は気象情報・予報からは推定しづらく、雨水流出や氾濫過程を表現できる洪水予測モデルの活用が重要となってくる。特に、河川の水位だけではなく、内水や外水の氾濫のシミュレーションによって各地点の浸水危険性の予測が得られれば、真に避難を必要とする地点に絞った避難情報の発令が可能となり、住民との意思疎通の効果も高まることが期待される。

他方で、水害は災害の進展が非常に速い特徴も併せ持つことから、避難情報等の発令を担う行政が時々刻々と変わる各地の状況を観測情報から適時かつ正確に把握することが困難であるケースも見られる。より実効性のある水害対応のためには、予測される降雨の状況から想定される河川水位や氾濫原の各地点での浸水の状況把握を予め行うことが有効であり、その意味でも特に十分なリードタイムを持った洪水予測の利用に対するニーズは強いと考えられる。

c) 実際の洪水現象を踏まえた水害対応の重要性

近年、浸水想定区域図やハザードマップ、浸水シミュレーション結果の表示システムなどが整備され、特定のシナリオの下での浸水の時間的推移についてはある程度情報が得られるようになってきた。しかし、実際の降雨の時空間パターンは多様であり、現実の洪水に伴う浸水は上述のようなシミュレーション結果の通りに推移するとは限らない。特に、内水氾濫のリスクが大きい地域においては、豪雨の際には河川氾濫に先行して排水路や下水システムからの氾濫が生じる可能性が大きく、降雨の分布などによってどの地点から浸水が進行するかをリアルタイムで予測し予め把握することは、有効性のある避難情報の発令や安全な避難の実施の上で非常

に重要となる。そうした意味でも、例えば内水氾濫と外水氾濫の一体的な予測のように、実際の洪水現象や浸水の機序を再現可能な洪水予測に対するニーズは高いと考えられる。

d) 情報ニーズの個別性と多様性

水害対応の実施主体は行政、住民、事業者、あるいは近隣コミュニティなど多様であり、かつ流域内の広い範囲に分布している。各主体が取るべき水害対応行動は、居住地・所在地や社会的役割、能力、他者との関係などによって異なり、個別性が強いことから、それぞれの主体が水害対応の判断にあたって必要とする情報も多様である。こうした多様なニーズにきめ細かく対応した情報を一元的かつ集約的に行政が提供することは現実的には困難であるから、各主体の水害対応判断を個別かつより高度に支援し得る災害情報の提供に向けては、多様な情報提供者の存在を前提とした分散的な情報提供体制を整備することが必要となる。

(3) 気象・洪水予測技術の進展

気象予測や洪水予測の技術は順次向上しており、特に近年は計算資源の向上によって進展が著しい。水害対応における情報ニーズがこうした予測技術の進展を促した側面もある一方で、予測技術の向上が逆に情報利用のニーズを掘り起こした側面もある。以下では、気象・洪水予測技術の動向のうち、前節で述べた情報ニーズの変化と関連が深いと考えられるものを取り上げる。

a) 予測モデルの長時間化、高解像度化

気象予報の基礎となる気象庁の数値予報モデルは継続して高度化が進められており、それに伴って提供される気象予報の内容も年々充実が進んでいる。例えば、提供される気象予報の中で最も空間分解能が細かい降水短時間予報(1kmメッシュ)では、6時間先までの1時間降水量の予測値が30分間隔で提供されるが、2018年6月からは7～15時間先までの前1時間降水量が空間分解能約5kmで得られる降水15時間予報が合わせて提供されている。これは、夜間から明け方の暗い時間帯における降水量の予測を前日の夕方までに提供し、明るいうちの避難行動に繋げることを目的としている。

集中豪雨を引き起こす要因である積乱雲やメソ対流系擾乱を表現可能なメソ数値予報モデル(非静力学モデル)を用いて作成され、豪雨や洪水の予測で用いられるメソ数値予報(空間分解能5km)でも、予報システムの改良や更新が頻繁に行われている。2007年以前では予報対象時間が15時間であったが、その後順次延長されて2022年以降は最大78時間となっており、これによって集中豪雨の可能性を最長で3日程度前から把握できるようになっている。一方で、線状降水帯の予測に必要とされる空間分解能(2km)を有する数値予報モデルで作成される局数値予報では、2019年3月以降は10時間先までの予

1 カ年研究用 (R6)

報値が提供されていたが、2024年3月以降は予報対象時間が最大18時間先までに延長されている。こちらも夜間における線状降水帯による大雨の発生の危険性を日中のうちに把握し防災行動に役立てることが意図されている。予報対象時間がさらに長い全球数値予報（執筆時点で予報時間：132～264時間、日本域の空間分解能：0.1度×0.125度）や週間予報（予報時間：264時間、日本域の空間分解能0.375度）でも予報の長時間化と空間分解能の高解像度化が進められており、予報精度の改善が図られている。

b) 洪水予測の汎用化、シームレス化

計算資源の解析技術の向上を背景に洪水予測技術も進展しており、解析・予測モデルの高解像度化や精緻化が進められている。これにより、河川の特定の区間における水位の予測や、氾濫原におけるより具体的な地点を対象とした浸水予測などが可能となっている。さらに、近年では、従来は別々に計算されていた複数の物理過程を一体的に解析・予測する技術も確立されてきており、例えば降雨流出過程と氾濫過程を一体的に解析できるモデル¹⁰⁾も開発されている。また、内水氾濫と外水氾濫を一体的に解く解析・予測モデルも用いられるようになってきている¹¹⁾。このほか、学術分野では中山間地での洪水予測で重要となる流砂や流木を伴う洪水の解析技術¹²⁾など、実際の洪水の複雑な現象を忠実に再現しようとする方向で技術開発が進んでいる。

計算資源の向上はこうした高度な解析・予測技術の汎用化も促しており、例えば全国の河川を対象とした氾濫予測をリアルタイムで同時に実施する技術も実用化されてきている¹³⁾。また、長時間化が進む降雨予測を入力とすることで、より長時間を対象とした洪水予測も可能となってきている。

c) 予測の不確実性の評価技術の進展

気象予測では、一般に予測のリードタイムが長くなるほど、予測誤差も大きくなる傾向がある。近年では、こうした予測の特性を踏まえ、特に予測誤差が大きくなりやすい長時間予測においてはアンサンブル予測技術が導入されている。アンサンブル予測では、単一の予測シナリオではなく、観測状況から想定し得る複数の予測シナリオが提供され、これらシナリオ間での予測値のばらつきを見ることで将来起こり得る状態やその可能性、あるいは予測の不確実性の程度などを把握することが可能となる。気象庁の現業気象予報でも予測リードタイムが長いメソ予報や週間予報などで本技術が導入されており、降雨のアンサンブル予測値を入力して洪水予測を行うことで、洪水予測のアンサンブル予測化も可能である。

こうしたアンサンブル予測を活用することで、予測利用者の意思決定構造（洪水の見逃しはできる限り避けたい、予測幅が大きい間は判断を慎重に行いたい、など）に応じて予測の活用方法を柔軟に変えることができる。また、単一の予測シナリオのみで

は見逃されていた洪水発生の危険性を複数の予測シナリオを用いることで予測しやすくなることから、特に予測誤差が大きくなる長時間予測において、洪水発生の危険性を早めに把握する上で効果的であるなど、その有効性に期待が寄せられている。

d) 気象庁以外の機関が作成する気象予測の利用

近年では、情報通信設備の整備により、世界各国の気象機関が作成する気象予測情報を利用することも技術的には可能となっている。特に、米国や欧州、その他先進諸国の気象機関による気象予測情報を活用して、独自の降雨予測情報や洪水予測情報を作成する民間技術やサービスも登場している¹⁴⁾。

(4) 求められる情報提供のあり方

近年の水災による被害の態様や、水害対応における情報ニーズ、予測技術の進展等を踏まえると、円滑な水害対応のために求められる洪水予測情報の提供のあり方は次のようにまとめられる。

まず、水害対応行動が高度化し、より長時間の気象・洪水予測情報が必要とされるに至った今日においては、長時間予測において問題となる予測の不確実性の増大に対して利用者が適切に対応できるような情報提供が求められる。上述のアンサンブル予測の積極的な活用も有効な手段の一つであり、水害対応の判断において今後更なる利用普及が期待される。

一方で、水害対応のための意思決定構造が千差万別である多様な予測利用者の個別性の強い情報ニーズに応え、水害対応行動の高度化・円滑化に資するためには、各地点の河川水位や氾濫、浸水深といった一般的な洪水物理量の予測値が提供されるのみでは必ずしも十分ではない。各利用者の水害対応行動の安全性や支障度に直接的に対応する判断基準を予め同定し、予測される状況が所定の水害対応行動を実施する基準を満たすか否かを容易に判断できるよう、場合によっては利用者の水害リスク構造に応じて加工する必要がある。こうした予測の利用者ごとに異なるリスク構造や意思決定構造は、ユーザーモデル（user application model¹⁵⁾）とも呼ばれ、予測情報の提供によって利用者による実際の行動を引き出す上では非常に重要な過程である。そのため、今後はこれらユーザーモデルの同定や組み込みが、効果的な予測情報の提供にとって必要になるものと考えられる。水害対応を専門または職務としない予測利用者にとっては、自らの水害対応の意思決定構造（ユーザーモデル）を明確に認識できていない場合も考えられ、その場合には予測情報の提供と合わせて意思決定構造の認識の支援も含めたコンサルティングが重要となってくるだろう。

なお、予測には常に誤差が内在し、完全な予測は本質的に存在しないわけであるから、洪水予測の提供にあっては、予測の不確実性に関する情報を正確に利用者に伝えることが重要である。この

ような予測の不確実性や統計的特性に関する情報は、特にアンサンブル予測など高度な予測技術が用いられるほど一般の利用者にとっては解釈が困難となることが予想され、これら先端的な洪水予測にかかるリスクコミュニケーションの向上は今後の大きな課題であると考えられる。

2. 洪水予測に対するニーズの多様化への対応：洪水予報業務の許可制度

(1) 2023年改正気象業務法の趣旨・内容

a) 従前の気象業務法改正の経緯

気象業務法は、1952年に制定された法律である（昭和27年法律第165号；以下、同法のことを単に「法」という場合がある）。同法の制定以後の法改正では、国の機関である気象庁が中心となって気象業務が提供されることを基本としつつも、社会・経済の発展と技術の向上を踏まえ、災害対策や官民連携等の強化が目指されてきた¹⁶⁾。その過程で、気象庁以外の者が許可制のもとで予報業務に携わることが順次認められてきた。

従前の気象業務法の改正で、本研究の観点からも重要であるのは1993年改正である。法はその制定時から、気象庁以外の者が許可を受けて予報業務を行うことを可能とする規定を置いており（法17条；この枠組みは今日においても異ならない）、1993年改正前の許可制では、契約等に基づいて特定の者に対して提供する「特定向け予報」と、不特定多数を対象として提供する「特定向け以外の予報」が認められていた（ただし、気象庁が発表した予報を解説する「解説予報」のみで、「独自予報」を行うことはできない；なお、いずれにしても、災害対応に直結する警報の発表を行うことは認められていない）。これに対し、1993年の法改正の趣旨は「予報の自由化」ともいわれ、具体的には、「対象地域を特定した一般向けの局地的な予報」を行うことが民間事業者認められた（また、このような民間事業者による予報の質を確保するために、気象予報士の資格制度が導入された。この1993年改正においても、「利用者の個別的目的に適合する情報の提供については民間部門に委ねることとし、柔軟性に富んだ活力ある民間気象事業の発達をはかる」ことが趣旨とされていた¹⁷⁾。

このような法改正の動向とも相まって、平成期以降、予報業務の許可事業者の数が増えていった¹⁸⁾。以上のような従前の法改正の経緯からは、気象庁が一般向けの予報、および、注意報・警報等の防災気象情報の充実に取り組む一方で、気象等の情報に対する多様なニーズには民間気象事業者がきめ細かなサービスを提供するという趣旨がうかがわれる。他方で、従前の制度改変を通じて、気象庁の「防災官庁」としての性格が強調されていく点¹⁹⁾にも留意されるべきである。

b) 「洪水及び土砂災害の予報に関する検討会 報告書」と、2023年気象業務法改正

以上のような気象業務法の従前の改正の経緯のなかで、洪水予報については、予報業務の許可の対象とはされてこなかった。これは、洪水予報につき、「防災対応との関係が強く、また、「気象現象の予測だけでなくインフラの整備・運用状況や、その時々の下線の状態……等の様々な要因に影響をうけるため、民間気象事業者等が技術的に適確な予測を行うことが困難」とされてきたことによる²⁰⁾。2023年の法改正の意義の一つは、このような洪水予報に関し、許可制度のもとで民間気象事業者の業務の対象とすることが認められた点にある。これは、1. で取り上げたような高度化された洪水予報、利用者の多様なニーズに対応した洪水予測情報の必要性を背景として、研究機関や民間気象事業者等において洪水予測に関する様々な研究や新しい技術開発が進展していることをふまえたものである。

2023年の水防法・気象業務法改正は、2021年に設置された「洪水及び土砂災害の予報に関する検討会」（座長：沖大幹・東京大学大学院教授）における検討が契機となっている。同検討会の報告書（2021年10月；以下単に「報告書」ということがある）の内容のうち、国等による洪水予報の高度化と、民間気象事業者による洪水予報の提供に関わる点につき、国等と、民間気象事業者・研究機関等の役割に着目しつつ整理すると、次のようになる²¹⁾。

- ・報告書において、国等には洪水予報の高度化を進めることが求められており、具体的には、水系・流域が一体となった洪水予測の実施が提言されている。この提言を受けて、今次の法改正では、国の予測情報をもとに都道府県が洪水予報を行うことを可能とする改正が行われている。また、報告書では、この洪水予報の高度化と併せて、引き続き、市区町村の防災対応や住民の避難のための予報について、単一の発信元からの責任と一貫性を有する提供（いわゆるシングルボイス）を行う重要性にも言及されている。
- ・報告書では、局所的な予報や長時間先の予報に対する多様なニーズについては、民間気象事業者等による予報の提供によって応じるべきものと位置づけられている。報告書では、この、民間の主体による洪水予報の提供に向けた制度構築のあり方について提言が行われ、許可に際し河川の水位等に関する水文学・水理学・砂防学の技術的な水準を担保する基準を定めて審査を行うこと、民間気象事業者等は予報の特性を十分に理解した特定の利用者に対して予報を提供するようにすることなどが求められている。もっとも、報告書では、「研究機関や民間気象事業者等による有益な最新の研究・開発の成果の社会実装の障壁とならないよう」に、最新の研究・開発の成果を十分に調査したうえで、可能な範囲で多様な予測技

術活用を認めるような方向が望ましいとされている。

- ・報告書は、洪水予報の更なる高度化に関し、国が「研究機関や民間気象事業者等の技術を積極的に活用するとともに、そのために最新の予測技術の評価・実装する体制の強化を進めていく」ことを提言しており、予測技術の高度化の局面では、官民の連携の必要性を強調している。

(2) 洪水予報許可制度の概要

次に、2023年改正後の気象業務法による洪水予報の許可制度の内容を整理する²²⁾。

a) 洪水予報事業許可に係る審査の体制

気象業務法上、洪水予報を含め、予報業務の許可権限は気象庁長官にあるが（17条1項）、法の規定においても、洪水予報業務に係る許可をしようとする場合について「洪水の予想の方法が〔法18条〕第一項第六号イの技術上の基準に適合するものであることについて、…水防に関する事務を行う国土交通大臣に協議しなければならない」と定められており、具体的には、国土交通省（水管理・国土保全局）が洪水予報の許可の審査に関与するとのことである²¹⁾。

b) 許可にあたっての審査内容

気象業務法では、18条で気象業務の許可基準が示されている。また、改正気象業務法施行（2023年11月）に前後して、法の定める許可基準を前提に、「洪水の予報業務の許可等に関する審査基準」²³⁾（以下「審査基準」という）、「洪水の予報業務許可等の申請の手引き」（気象庁情報基盤部、最新のものが2024年12月；以下「手引き」という）²⁴⁾、国土交通省令（気象業務法施行規則；以下「規則」という）が定める技術上の基準が公表された。洪水予報は、気象業務法にいう「気象関連現象予報業務」（法17条2項）及び「特定予報業務」（同17条3項）にあたり、法18条が示す基準のうち、以下の点が審査の対象となる。

- ・施設・要員に関する基準として、予報業務を適格に遂行するに足りる予報資料の収集及び解析のための施設及び要員を有すること（法18条1項1号）、予報業務の目的・範囲に係る気象庁の警報事項を迅速に受けることができる施設・要員を有すること（同条2項2号）が求められている。さらに、洪水予報が特定予報業務にあたることから、予報の利用者に対し、その利用に当たって留意すべき事項等を説明する義務（法19条の3）を適確に行うことができる施設・要員を有するものであることが求められている（法18条1項3号）。

なお、民間気象事業者が洪水予報を行うために気象の予想をも行う場合には、気象の予想を行う事業所ごとに、事業所ごとに国土交通省令で定めるところにより気象予報士を配置することが必要である（法18条1項6号ロ・19条の2）。

- ・洪水予報は気象関連現象予報業務に該当し、技術

1 カ年研究用（R6）

上の基準への適合性として、洪水の予想の方法が国土交通省令で定める技術上の基準に適合するものであることが求められている（法18条6号イ・ロ）。

この国土交通省令による技術上の基準は、規則10条の2第7号において定められており、予測の内容としての「洪水の状況」の予想（水位、流量、氾濫により浸水する区域又はその水深等を予想するものであること）、予報資料に含まれる気象の予想の取得方法（気象庁が行う気象の予想等による）、予想の性質（洪水に関して一般に認められている専門的な知見に基づく物理的方法又は統計的方法により行うものであること）について規定されている。

規則の定める技術上の基準を前提に、審査基準および手引きにより詳細な事項が記されている点がある。技術上の基準への適合に関し重要な審査項目となる「現象の予想の方法」については、手引きの付録にある「洪水の予想の方法に関する審査上のポイント」が技術審査の要点をさらに詳細に示している。予想の方法が一般に認められている専門的な知見に基づく物理的方法又は統計的方法によることについては、「基準類や査読付論文等を引用し、申請された予測の方法が一般に認められている専門的な知見に基づくものであるかを示すとともに、予想の方法の計算式や入出力データの関係等を示し、物理的な関係性を有することを説明する」²²⁾こととされている。また、予想の妥当性に係る審査項目として、洪水の実績値と、実績雨量に基づく再現計算結果との比較により、予想が妥当であることが確認できているかを審査するとされている。

以上のような技術上の基準の性格に関しては、「従来のような予測と洪水等の予測を一体的に行う手法ではなく、気象の観測結果・予測値を入力値として、後続する水や地面の現象の過程をシミュレーションするモデル計算により予測する、気象の予測と洪水等の予想を分割して行う手法が主流となりつつある」ことが前提とされ、今次の改正の趣旨として、「気象予報士の設置基準から、技術上の基準へ移行する」性格のものともされている²⁵⁾。

c) 予報の利用者に対する説明義務

2023年改正後の気象業務法19条の3は、特定予報業務（災害に関係する社会的な影響が大きい現象であり、洪水予報はこれに含まれる）の許可を受けた者に、利用に当たって留意すべき事項その他の国土交通省令で定める事項を予報の利用者に対して説明することを義務付けた。

これは、報告書でも述べられていたように、気象庁が発する警報等と内容が相違することもあり得る民間気象事業者の洪水予報について、そのまま社会に広く流布され、その特性を十分に理解していな

1 カ年研究用 (R6)

い者が受け取った場合に、避難行動や防災対応の妨げとなる等の防災上の混乱が生じる懸念があるためである。このため、利用者が予報の精度（あるいは、予報に不確実性が伴うこと）その他の留意事項につき事前に説明を受けて十分に理解したうえで予報を利用することが必要であり、また、そのような説明を受けたのでない者に予報の内容が伝達されることを防止する必要があるとされる。

法19条の3を受けた法18条1項3号や審査基準では、この特定予報業務に係る説明を適確に行うことができる施設・要員を有することが許可の審査の項目とされている。また、当該説明を受けた者以外の者に予報事項が伝達されることを防止するために必要な措置が講じられていることも、許可の基準となっている（法18条第1項3号）。説明の内容等の詳細については規則11条の3に規定されており、「気象庁の予報事項と異なる予報事項となる場合があること」、「現象の予想の精度」、「現象の予想を行う場合に仮定する条件及び考慮する施設に関する情報」「当該特定予報業務を利用しようとする者以外の者に予報事項が伝達されることを防止するための措置」、そのほか「予報の利用に当たって留意すべき事項」を説明しなければならないとされている（規則11条の3第1項）。ここでの説明については、実質的な説明を行うことが想定されており、例えばアプリ等において利用規約が表示され、同意ボタンを押下するだけで契約をすることは、ここでの説明には馴染まないとされる²¹⁾。

(3) 法改正後の洪水予報の活用と課題

以下では、民間気象事業者による洪水予報がどのように活用され得るのか、またその際にどのようなことが課題となり得るのかを、洪水予報の利用者の類型（市区町村、予報の利用者たる民間事業者）に応じて検討する。

a) 市区町村での新たな洪水予報の活用

今次の気象業務法改正によると、基礎自治体（市区町村）が民間気象事業者と契約して、局所的な洪水予報、また長時間先の洪水予報を入手することが可能となる。

2. (2) でみた洪水予報業務許可の審査項目にもあるように、局所的な洪水予報の内容としては、予報の対象となる地点ないし区域を限定したうえで、洪水の「水位、流量、氾濫により浸水する区域又はその水深その他の洪水の状況」が示されることとなる。洪水の準備段階の情報として洪水浸水想定区域図ないしハザードマップ（地域ごとの浸水深や浸水継続時間の予測に基づくものである）が整備されていることや、「避難情報に関するガイドライン」

（2021〔令和3〕年5月、内閣府（防災担当）；以下「避難情報ガイドライン」という）・地域防災計画を通じて避難情報の発令基準の明確化が要請されていることも考え併せると、局所的な洪水予報は、市区町

村において避難情報をより有効な形で発することにつながり得る。

長時間先にわたる洪水予報については、市区町村において、より早い段階での避難情報の発令につながり得ることが実証的に示されている²⁶⁾。より長時間先（例えば12時間先や24時間先）までの洪水予報を入手することができるならば、市区町村における防災対応のための体制について検討するために用いることもできる。1. (1) で挙げたように、日没以降の避難情報の発令への躊躇等が結果として災害対応、住民避難の遅れを招き、人的被害の発生につながったともされる事例があることから、このような長時間先の洪水予報の意義を確認することができる。

さらに、市区町村が発する避難情報のうち、高齢者等（避難に時間を要する又は独力で避難をできない在宅又は施設を利用している高齢者や障がいのある人等、及び避難を支援する者）については、避難情報ガイドラインにおいても警戒レベル3（高齢者等避難）の避難情報の対象に位置づけられており、避難指示（警戒レベル4）よりも早い段階で発令を検討すべきこととなる。長時間先までの洪水予報は、高齢者等に関する避難情報についての判断を適確に行うために寄与し得る。

b) 民間事業者における洪水予報の活用

洪水予報の提供先に関し、報告書においても「民間企業における事業所の事業継続や重要設備の待避などのリスク判断への活用などが可能」とされていた。

とりわけ、民間の事業者において「避難行動要支援者」にあたる者へのサービスが提供されている場合（民間の主体が運営する医療機関、福祉施設等）、このような予報の活用は、上記の市区町村におけるのと同様の重要性を持つ。例えば、医療機関において科学的根拠に基づく水害タイムラインを策定し、被害の軽減・医療継続を図る試みが紹介されているが、その際、例えば特定の地点における河川水位の予測情報を、タイムラインが定める防災行動の「トリガー」とすることが考えられる²⁷⁾。このような場面での河川水位等の予測情報が、民間気象事業者による洪水予報として提供されることが期待される。この他、例えば製造業や運輸業等においても、局所的ないし長時間先の洪水予報により、重要設備等の待避や、計画運休の実施といった、発災前の一定時間を要する対策をとることが可能となり、事業継続計画（BCP）の遂行に実効性をもたらし得る。

c) 改正気象業務法による許可制度での、洪水予報の利用の制約・課題

洪水予報許可にあたっての審査項目に関して触れたように、改正後の気象業務法において、洪水予報を提供する民間気象事業者は、予報の特性等の留意事項について予報の利用者に事前に説明をする義務があり（法19条の3）、さらに、説明を受けた者

以外の者に予報事項が伝達されることを防止するための措置を講ずることが求められている（法18条1項3号）。この、洪水予報を提供する民間気象事業者の説明義務とその履行に関しては、次のような適用上の課題があるように思われる。

第1に、この説明義務は、洪水予報が災害対応に直結するものであり、予報の特性を踏まえず利用にされる場合の懸念を回避する趣旨のものであるから、そのような説明は実質的なものとして（利用者に十分理解されるものとして）実施されなければならない。もっとも、予報利用者における説明の十分な理解という結果までを含めて説明義務の履行確保を図ることは困難であるし、より一般的には、民間気象事業者が提供する洪水予報が利用者によってどのように用いられるかについては、気象業務法は（予報事項の第三者への伝達の防止措置を予報提供者に求めている点を除き）規制していない。

この点とも関わるが、第2に、洪水予報の利用者の活動が一定の公共性を有する場合、民間気象事業者の発する洪水予報は、予報を利用する事業者の活動・事業を通じて、消費者等の公衆に影響を及ぼすことになる。上で取り上げたような医療機関や福祉施設、交通機関のほか、例えば（地下空間を有するような）大規模小売店舗等が洪水予報を利用するような場合にも、これらの事業者が洪水予報を受けてどのような災害対応を取るかが、当該事業者からサービスの提供を受ける者に大きな影響を与える（人的なものを含む被害発生の可能性とも無関係ではない）。そして、このような状況においては、予報の利用者が予報の内容を第三者に伝達すべきではないという要請と、予報の利用者が適確な防災対応をとるべきという要請が背反しかねない関係にあるように思われ（高度な洪水予報を受け取った事業者は、当該事業者からサービスの提供を受ける者（医療機関や福祉施設の利用者、交通機関や大規模小売店舗の利用者）に対して、当該予報の内容を説明すべきではないか、という問題）、ひいては、予報の利用者が予報の内容を第三者に伝達してはならないという規範自体の正当性が問われる余地もでてこよう。しかし、現在の法制度において、この問題については、災対法等の法令や地域防災計画、避難情報ガイドライン（「施設管理者等の責務等」の項目等）によって、公共性のある事業を行う主体の災害対応が適確に行われるように規範的要請をかけることが対応の軸とされている。

洪水予報の利用者が公的な主体である場合の典型は、市区町村が民間気象事業者による洪水予報を（補足的に）考慮して防災対応をとる場合である。この場合には、現在の制度によると、市区町村が民間気象事業者から得た洪水予報の内容を直接住民に発信することができないが、この点については、上に述べたのと同様の課題が伏在する。さらに、より制度的な課題として、市区町村等の公共団体自身

が、国等により一般に提供される洪水予報よりも高度な（局所的ないし長時間先にわたり、一定の精度を有する）洪水予測を行う場合について、気象業務法における位置づけが必ずしも明らかではないという点がある。

本研究では、そのような、地方公共団体自身が洪水予測を行う試みとして、静岡市における「巴川予測システム構築研究会」²⁸⁾につきヒアリングを行った。静岡市では、令和4（2022）年台風15号の際に二級河川・巴川の流域で生じた浸水被害に関し、避難等に有用な情報が市民に分かりやすい形で発信できていなかったとの問題意識から、2023年以降、巴川の水位上昇や氾濫域を予測するシステムを構築し、事前の避難行動に繋げる情報を提供することを目指して検討が進められている。システムでは、県管理区間等からの外水氾濫と、支川・下水道等の内水氾濫の複合的な要因で浸水被害が発生するという巴川の氾濫特性に応じた水位・氾濫域の予測モデルにつき検討がなされ（最大15時間先までの予測を想定）、また、住民への周知という観点において予測情報を活用する（市民の避難行動により繋がりがやすい情報を提供する）ための方針や具体的な表示システムについても詳細に検討されている。その過程で、市自体が洪水予報許可を取得する可能性等も含め予測情報の活用方針について検討がおこなわれたが、予測情報につき当面は市内部での利用に限定し（これによっても予測水位等をもとに避難情報の発表判断が可能となるという改善がもたらされる）、将来的には住民への提供が可能となるように検討を継続することとされている。もっとも、近時開催された同研究会（2024年12月16日）においては、内水に起因する水位上昇の予測（1時間先）、氾濫域メッシュに係る予測計算結果（1時間先）については、災対法60条1項による市長の避難指示等の権限の範囲内で（避難情報の参考資料として）市民に提供することが可能との方向性が示されている。

3. まとめと検討課題

(1) 洪水予報の提供にあたって期待される民間の役割と、それをサポートする官のあり方

本研究では、民間気象事業者によって提供される洪水予報の可能性と課題、また、社会全体における洪水予報のあり方について検討してきた。ここではまとめとして、洪水予報にあたっての民間の主体に期待される役割と、国等（政府）が担うべき役割について検討する。

2. (1)でも触れた1993年の気象業務法改正につながる方向性を示したのは、気象審議会の答申「社会の高度情報化に適合する気象のあり方について（答申18号）」（1992年）であった。この答申は、「気象情報に関しても利用者の目的に即した良質の気象情報を、必要に応じて入手したいという国民の要

望に応じて気象サービスの高度化を図ることが必要である。このため、気象庁、関係機関、民間気象事業者間の役割分担を明確にした上で、連携・協力関係を強化し総合的な気象サービスの推進を図り、国民の期待に応えるよう検討すべきである」としていた。

この答申を受けて、「天気予報の自由化」が実現される一方で、国（気象庁）の役割に関し、一般向けの予報及び防災気象情報（注意報・警報等）を一元的に発信することが重視されるようになっていったとされる²⁹⁾。今次の気象業務法改正の前提となった報告書も、洪水予報に対する新たなニーズ（局所的な、あるいは、長時間先にわたる予報へのニーズ）は民間気象事業者によって提供されるものとしており、前掲の答申18号で示されていた方向性の延長において理解することが可能である。

他方で、洪水予報は災害対応にまきに関わるものであり、この点において、今次の気象業務法の改正は、上記答申18号が示気象業務の民間化の経緯から一歩踏み出している面を含んでいる（もっとも、地震動や火山現象の予報業務は、2007年の気象業務法改正において既に許可の対象とされており、防災に直接関わり得る予報をも民間事業者の許可業務の対象として認めることは、この時期以降の流れといえることができる）。

洪水予報等、災害対応により直接的に関わる予報に係る官・民の役割の関係については、民間気象事業者が提供し得る洪水予報（国等が提供はしない洪水予報）にあっても、そのような予報が得られることによって災害による被害発生（生命等に係る被害を含む）を回避することができる情報が含まれることに留意すべきであり、とりわけ洪水により発生し得る被害が生命等に係るものである場合には、そのような予報は公的主体（国等）が発するべきなのではないかという問題が生じよう。この問題については、少なくとも現状においては、そのような（現在国等が提供している洪水予報よりも局所的ないし長時間先の）予報について、ニーズが多様（個別の状況に依存する面が大きい）であるということもあり、国等が責任をもって全国的に適切に提供できる体制となっていない、ということが解答ではないかと考えられる。

そのうえでなお、報告書からは今後の展望を読み取ることもできる。報告書は、高度な洪水予報に政府が関わることを否定するものではなく、国等として提供可能な洪水予報についてはなお高度化を図る必要性に繰り返し触れられており、その際、「新たな技術を持つ研究機関や民間気象事業者等と連携を強化して技術改善や情報の充実・高度化を進め」とされている。また、報告書の提言には、洪水予報の前提となる気象等の情報について国が積極的な提供を進めていくべきことが含まれている。この点は、洪水予報の提供にあたって気象の予測に大き

なコストが必要なものであり、また、洪水予報の精度の確保において気象の予測が相当程度重要な意義をもつものであるとすれば、社会全体における洪水予報の高度化にあたって、この点において国がその役割を担うべきことを述べたものと理解することができよう。

(2) 今後の検討課題

2024年の年末以降、民間気象事業者に対する洪水予報の許可が実際に出始めている。今後は、本研究に引き続き、新たな洪水予測情報が、市区町村、地域コミュニティ、民間事業者等の各主体において、実際にどのように活用されていくかを中止していきたい。

より具体的には、①新たな洪水予報が市区町村の避難情報発令にどのような影響を与えていくか、②自主防災組織等の地域コミュニティにおいて洪水予報のどのような活用例が出てくるか、③今回の法改正を受けて民間気象事業者による予報提供が普及するようになった場合に、（予報の利用者である）民間事業者のBCPや、災害対策計画・避難確保計画がどのように変化していくか、といった点に着目していきたいと考えている。

謝辞：本研究の実施にあたり、一般財団法人河川情報センターの助成を受けました。また、一般財団法人日本気象協会、佐山敬洋・京都大学防災研究所教授、国土交通省水管理・保全局河川環境課、静岡市役所の皆様に、ヒアリングに協力頂きました。記して感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 気象庁：気候変動監視レポート2020，2021.
- 2) 佐用町第9号災害検証委員会：台風第9号災害検証報告書，2010.
- 3) 国土交通省：『平成27年9月関東・東北豪雨』に係る鬼怒川の洪水被害及び復旧状況等について（平成27年10月13日版），2015.
- 4) 社会資本整備審議会：大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の変革による「水防災意識社会」の再構築に向けて～答申，2015.
- 5) 平成29年7月九州北部豪雨災害を踏まえた避難に関する検討会：平成29年7月九州北部豪雨災害を踏まえた避難に関する今後の取り組みについて，2017.
- 6) Nohara, D., Takemon, Y. and Sumi, T.: Real-time flood management and preparedness: Lessons from floods across the western Japan in 2018, *Advances in Hydroinformatics - Models for Extreme Situations and Crisis Management*, Gourbesville, P. and Guy, C. (eds.), Springer Water, Springer, Singapore,

1 カ年研究用 (R6)

- pp. 287-304, 2020.
- 7) Kawase, H., Imada, Y., Nakaegawa, T., Murata, A., Nosaka, M. and Takayabu, I.: Contribution of historical global warming to local-scale precipitation in western Japan estimated by large ensemble high-resolution simulations, *J. Geophys. Res.*, Vol.124, No. 3, pp. 6093-6103, 2019.
 - 8) 国土交通省：鉄道の計画運休の実施についての取りまとめ, 2019.
 - 9) 社会資本整備審議会：気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～答申～, 2020.
 - 10) Sayama, T., Ozawa, G., Kawakami, T., Nabesaka, S., Fukami, K.: Rainfall-Runoff-Inundation analysis of the 2010 Pakistan flood in the Kabul River basin, *Hydrolog. Sci. J.*, Vol.57, No. 2, pp. 298-312, 2012.
 - 11) 例えば, 北野真広, 和田高宏, 石徹白伸也: 都市型水害に対応した氾濫解析手法について, 第6回都市水害に関するシンポジウム論文集, pp. 17-23, 2007.
 - 12) 例えば, 原田大輔, 江頭進治: 流砂・流木を伴う洪水流の解析-2017年7月九州北部豪雨による赤谷川洪水を対象として-, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 74, No. 4, pp. I_937-I_942, 2018.
 - 13) 近者敦彦, 関本大晟, 阿部紫織, 岩崎貴志, 崔国慶, 小島広宜, 中村要介, 佐山敬洋: 降雨流出氾濫一体解析を用いた全国ベースでの氾濫予測の試み, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 75, No. 2, pp. I_1321-I_1326, 2019.
 - 14) 道広有理, 木戸研太郎, 曾田英輝, 角哲也: 長時間アンサンブル降雨予測を活用した多目的ダムの高度運用に関する検討, 河川技術論文集, Vol. 29, 485-490, 2023.
 - 15) Palmer, T.N., Barkmeijer, J., Buizza, R., Klinker, E. and Richardson, D.: The future of ensemble prediction, *ECMWF Newsletter*, No. 88, pp. 2-8, 2000.
 - 16) 羽島光彦: 気象業務法等の沿革 -法制度から見た特徴とその意義-, 測候時報83巻, 2016.
 - 17) 山本孝二: 気象業務法の一部改正について, ジュリスト1029号, 1993.
 - 18) 村上律雄: 民間気象会社の歴史と役割, オペレーションズ・リサーチ49巻5号, 2004.
 - 19) 若林悠: 日本気象行政史の研究 天気予報における官僚制と社会, 東京大学出版会, 2019.
 - 20) 洪水及び土砂災害の予報のあり方に関する検討会: 報告書, 2021.
 - 21) 気象庁総務部企画課＝国土交通省水管理・国土保全局水政課＝国土交通省水管理・国土保全局河川計画課: 「気象業務法及び水防法の一部を改正する法律」(令和5年5月改正) の概要とその経緯について, 河川941号, 2024.
 - 22) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課: 洪水の予報業務の許可審査における技術審査, 河川941号, 2024.
 - 23) https://www.jma.go.jp/jma/kishou/minkan/ki jun/kouzui_ki jun.pdf (2025年1月31日最終閲覧)
 - 24) https://www.jma.go.jp/jma/kishou/minkan/te biki/kouzui_tebiki.pdf (2025年1月31日最終閲覧)
 - 25) 気象庁総務部企画課: 気象業務法及び水防法の一部改正の概要, 砂防と治水55巻5号, 2023.
 - 26) 立川康人＝中安正晃＝佐山敬洋: アンサンブル予測を活用した長時間／広域洪水予測と社会実装, 河川77巻1号, 2021.
 - 27) 角哲也＝佐山敬洋＝鳥山亜紀＝長谷川夏来: 水害時の医療継続への課題とその対策 科学的根拠に基づいた「タイムライン防災計画」策定と災害時情報共有システムの開発, 看護75巻5号, 2023.
 - 28) <https://www.city.shizuoka.lg.jp/s9568/s012539.html> (2025年1月31日最終閲覧)
 - 29) 山本孝二: わが国の気象業務の動向, 天気51巻10号, 2004.
 - 30) https://www.jma.go.jp/jma/kishou/minkan/min kan_sonota.html (2025年1月31日最終閲覧)