

河川の洪水氾濫と 企業の水災対策について

株式会社日立パワーソリューションズ 情報システム部 技師

山口 悟史 *Satoshi Yamaguchi*

1. はじめに

地球温暖化が進むにつれ水災が増えるといわれている。しかし、水災への備えがある企業は多くない。水災を具体的にイメージできず、漠然とした不安のまま放置されていることがその原因ではないだろうか。本稿では、最近の具体的な水災として鬼怒川堤防決壊による水災事例を示し、企業にも水災対策が求められていることを述べる。それを踏まえ、先進的な企業がとった水災対策の実例および水災リスク対策の進め方を紹介し、最後にまとめを述べる。

2. 企業に求められる水災対策

2015年9月10日、茨城県常総市で鬼怒川の堤防が決壊、広域にわたり深刻な被害が発生した。濁流に流される家屋や浸水した町並み、そして避難生活の様子や復旧活動が大きく報道された。これを機に、水災によって引き起こされる被害の深刻さが再認識されるようになったと感じている。

この事例では、浸水したエリアは時間とともに下流に広がり、最終的に広大なエリアが浸水した。浸水域は東西約4 km、南北約18 kmと見積もられている。常総市の水災事例において、実際に浸水したエリアとシミュレーション結果との比較を図1に示す。

この図で、①のシミュレーション結果は、

日立パワーソリューションズの水災シミュレーションソフトウェア DioVISTA/Flood を使用して著者らが行った結果である。②は①のシミュレーション結果の図と③の1日後の浸水範囲の図を重ねて合成し比較したものである。③の堤防決壊から1日後の浸水範囲は、国土地理院が9月11日13:00の空撮画像から判読したデータ¹⁾をもとに筆者らが作成した。

実際に浸水したエリア③とシミュレーションによる浸水域の計算結果①は、②で示すようによく一致している。このように精度の高いシミュレーションにより、実際に起こりうる水災リスクを高い精度で再現することが可能であることがわかる。

この水災の一因となったのが「関東・東北豪雨」である。台風17号に伴う南東の風と、台風18号に伴う南風が合流して、南北200 kmに渡る「線状降水帯」が関東地方上空に作られた。図2は当時観測された大雨をもたらした積乱雲の立体的な分布である。青、黄、赤の領域はそれぞれ3, 12, 24 mm/hの降雨強度を示す。東京湾から北に延びる積乱雲の帯と、房総半島から北西に延びる積乱雲の帯が合流し、鬼怒川上流域において極端な大雨をもたらした。

このような極端な大雨は、ごくまれにしか起きないのだろうか。文部科学省、気象庁、環境省は、温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」の作成を行った。これによれば、地球温暖化

図1 常総市水災事例のシミュレーション結果と浸水域との比較

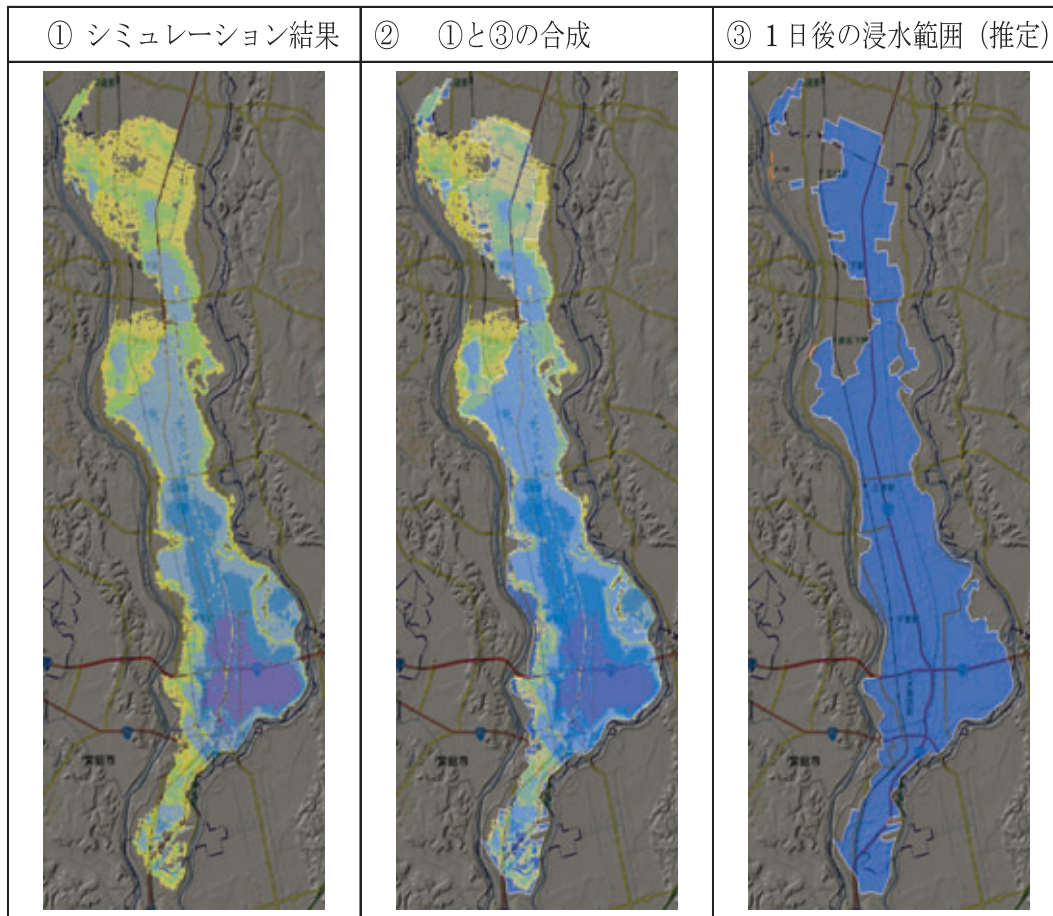
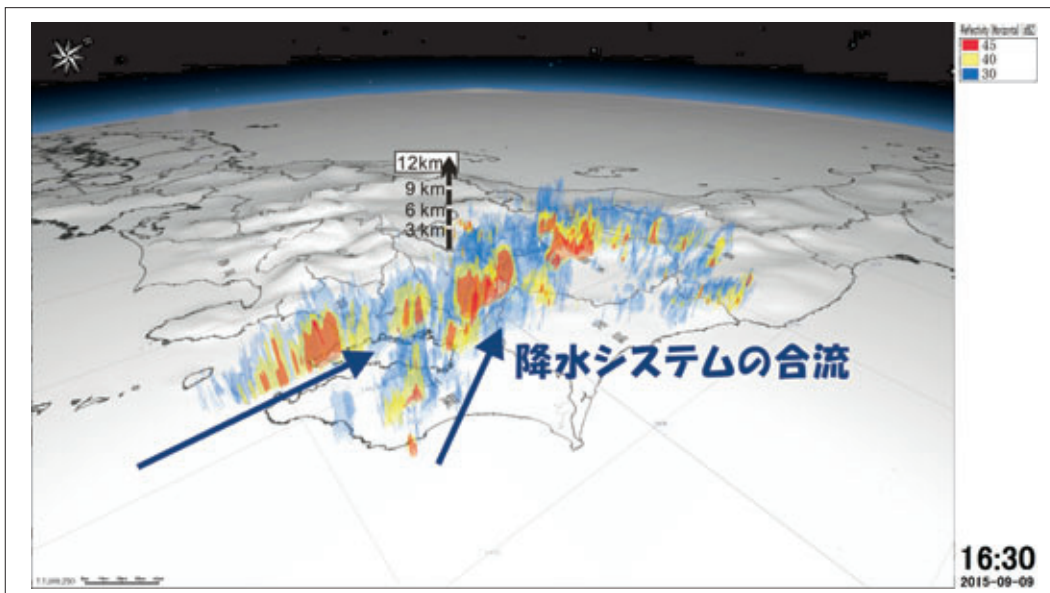


図2 2015年9月10日0時の雨雲の3次元分布図



(国土交通省 XRAIN レーダに基づく。凡例はレーダの反射エネルギー Z をデシベルで示す。) この図は国立研究開発法人 防災科学技術研究所から提供いただいた²⁾。

の影響により極端な大雨は今後増加すると考えられている³⁾。国土交通省は2015年1月に「新たなステージに対応した防災・減災のあ

り方」の中で温暖化の進行により危惧されているような極端な雨の降り方が現実起きており、明らかに雨の降り方が変化していると

の認識を示して、被害を減らすために社会全体で対応する方針を掲げた⁴⁾。

企業に対しても水災への備えが求められるようになった。2013年に改正された水防法（第15条の4）では、一定の条件を満たす大規模な事業所に対し、浸水防止計画の作成、訓練の実施、自衛水防組織の設置を努力義務として求めている⁵⁾。一方、その事業所には洪水予報が市町村から直接伝達してもらえるようになる。さらに、国土交通省の災害情報普及支援室⁶⁾では、企業に対し浸水防止計画の作成、訓練の実施などの技術的助言を行っている。今後、企業の自発的な努力を求める流れは一層強まっていくであろう。

3. 放送局における水災対策

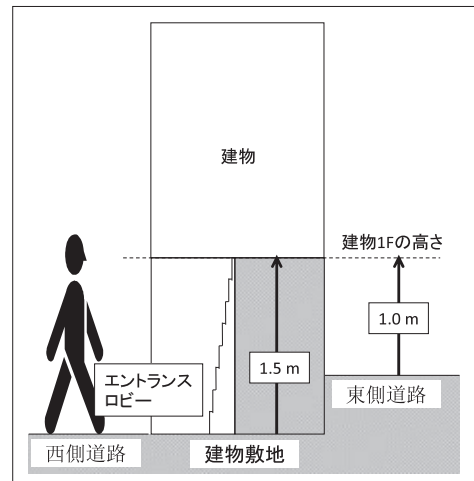
企業の水災対策の支援に取り組んできた経験から、企業の水災対策には、対策すべき水災を具体的な数値で示す「定量化」が重要だと感じている⁷⁾。本稿では、放送事業者 A における水災定量化の例を紹介する。

放送事業者 A は現在、2016年の完成を目指し新しい建物を建設中である。この建物は水災時でも放送事業を継続できるよう、1階が道路よりも1.5 m 高く設計されている（図3）。1階の高さは建物の使い勝手に大きく影響する。洪水・津波などで浸水した際の、水面から地面までの深さを浸水深という。1階の高さが浸水に対し必要最小限かつ十分な高さになるよう、著者らは想定すべき浸水深を独自の水災シミュレーションにて算出した。

多くの場合、想定すべき浸水深は自治体の発行する洪水ハザードマップなどを参照すればよいであろう。ところがこの建物の設計の場合、この情報を使うことができない2つの理由があった。

第一の理由は、ハザードマップの深さ情報が建物の設計には大まかすぎたことである。

図3 放送事業者 A の社屋の1階の構造



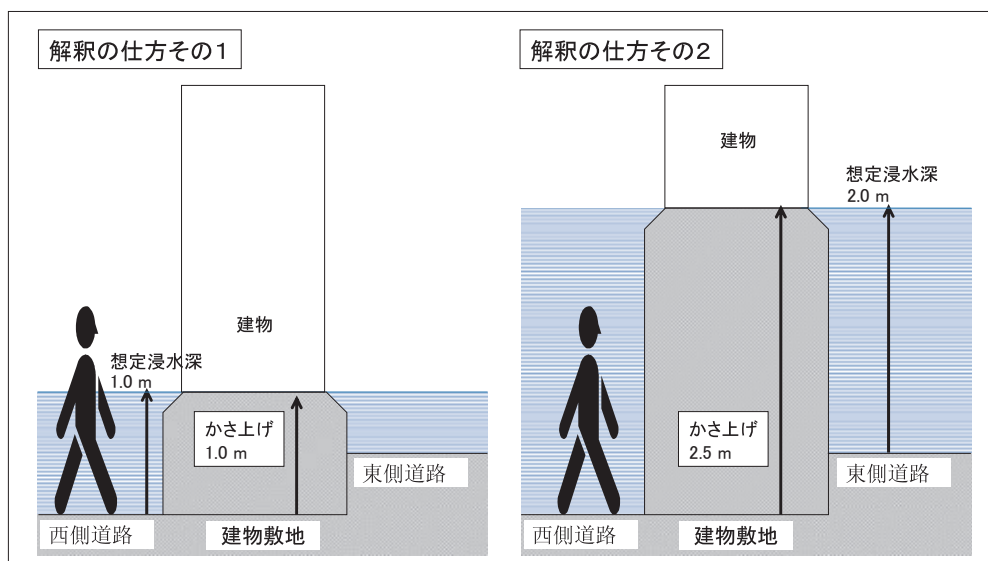
市の洪水ハザードマップからは、この建物の土地では1~2 m の浸水が想定されていた。ところがこの土地は緩い勾配となっており、敷地東側は敷地西側より0.5 m 高い。従って1~2 m の浸水に対応するには、かさ上げ高さを1.0 m とする解釈も、2.5 m とする解釈も可能である（図4）。どちらの解釈にするかで建物の使い勝手は大きく変わる。このように避難のための情報を提供するハザードマップが、建物の設計にとって十分な情報を提供できないことがある。

第二の理由は、ハザードマップの想定を上回る災害に対しても放送事業の継続が求められていたことである。ハザードマップでは市内にある2つの河川がそれぞれ単独に洪水を起こす想定であった。しかし昭和の初期に発生した災害では2つの河川が同時に洪水を起こした。こうした過去の災害を踏まえ、ハザードマップの想定を上回る災害に対しても、放送事業が継続できるような建物が求められた。

そこで筆者らは独自の調査を行い、150年に一度以下の確率で起こるシナリオとして次の想定をし、それに基づくシミュレーションを行った。

想定：150年に一度の大雨により河川 X が増水し堤防が決壊する。すでに市内の別の河川 Y が50年に一度の大雨により増

図4 ハザードマップにおける「浸水深1~2m」の解釈の違い



水し、市内いたるところが浸水している。さらに、伊勢湾台風相当の台風が来襲しており、かつ大潮の満潮であり、沿岸では高潮による浸水が起き、河口部の河川水位も高まっている。この状況下で、堤防の決壊箇所を様々に変え、そのすべてをシミュレーションした。また、これに加え、100年に一度の確率で起こるゲリラ豪雨を想定したシミュレーションを行った。

その結果、かさ上げをしない場合建物は浸水するが、1.0 mのかさ上げをすると建物は浸水を免れる結果となった。また、郷土の歴史によれば、建物の敷地は少なくとも江戸時代より前から小高い丘であり、周囲に比べ安全であることが分かった。この結果などから総合的に考察し、最終的に建物は1.5 mのかさ上げをすることとなった。

4. 水災リスク対策の効率的な進め方

このような水災定量化を行うことで、関係者一同が水災リスクを理解し、自社にとって

必要最小限の対策を決定できるようになる。しかし水災定量化の調査と、それに基づく対策の実施には時間とコストがかかる。

この課題には、水災リスクの高い事業所を見極め、そこから優先して対策する手法が有効である(図5)。

(1) 机上調査

まず、自社の全事業所について、机上にてリスクを解析する。洪水ハザードマップがあればそれを参照し、なければ独自に水災シミュレーションを行う。

(2) 詳細調査

その結果に基づき、事業に深刻な影響が想定される事業所から優先的に詳細調査を行う。放送局のように、浸水被害の影響が事業所外に及ぶ場合、対策の優先度は高くなる。工場であれば、製品の納期遅延リスクとともに、浸水による有害廃液の流出、危険物の爆発などのリスクも考慮すべきだろう。

(3) 対策

詳細調査の結果、定量化された想定水災について具体的な対策を行う。

図5 水災リスク対策の進め方

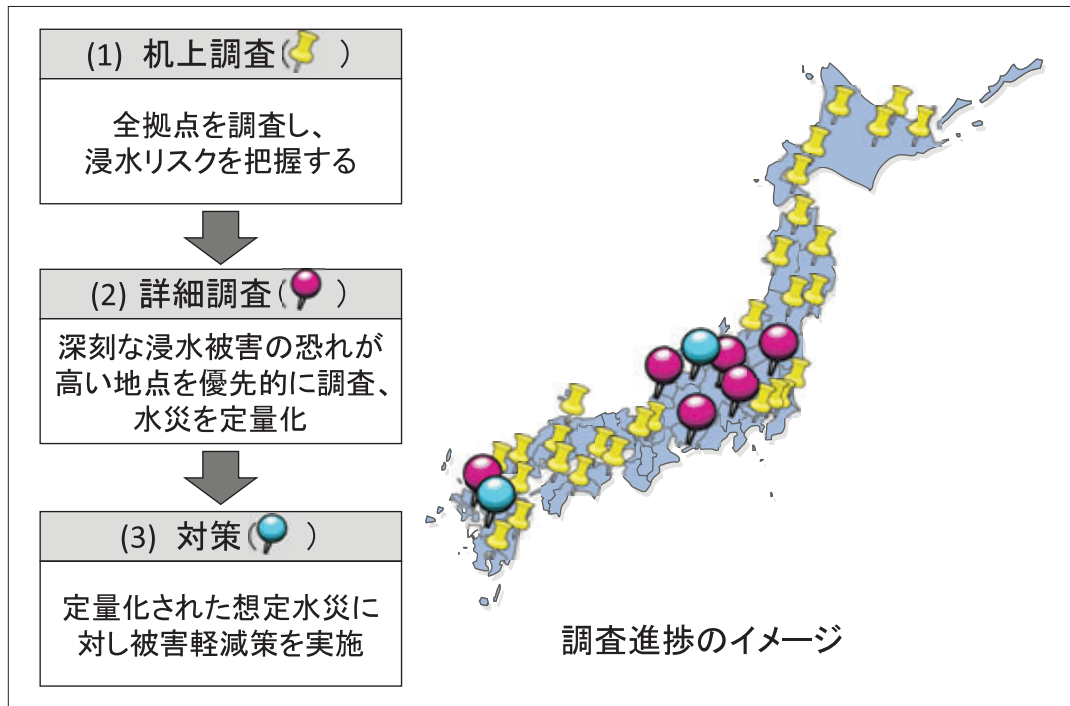


表1 詳細調査で用いる手段

No.	内容	目的
(1)	科学的な水災シミュレーション	科学的な知見を得るため。ある想定の下、浸水深と浸水域の時間変化を定量化することができる。
(2)	行政機関(国・県・市)との対話	科学的データ、および経験に基づく知見を提供いただくとともに、事業所が認識する浸水リスクを報告し、水災対策に関心が高いことを伝え、事業所側の要望を理解いただく。
(3)	地域に残る伝承や古地図の調査	その土地の特性の理解を深めるため。かつて河川敷、川の中州や遊水地だった土地を改良している場合、かつての古地図を見ることで周辺の土地よりも潜在的な水災リスクが高いことを、関係者一同が理解できる。

詳細調査においては、科学、対話、伝承という大きく異なる3つのアプローチを同時にとることが効果的である(表1)。これにより関係者一同が理解し、対策すべき具体的な対象にすることができると感じている。

表1(1)に示した水災シミュレーションは、科学的な知見を得るために用いる。最新の技術を使えば、実際に起こりうる水災を高い精度で再現することができる。たとえば、冒頭の図1に示したとおりである。近年ではこのような精度の高いシミュレーションにより、水災リスクをシミュレーションにより見積もることが可能である。

日本の主要な河川や下水道は行政機関(国、都道府県、市町村)が管理している。そのた

め、表1(2)に示した行政機関からのヒアリングは、その河川や下水道、土地をよく知る方の科学的データや経験に基づく知見を提供いただくうえで欠かせない。また、事業所が認識する浸水リスクを報告し、水災対策に関心が高いことを伝えることは、事業所側の要望を理解いただく上で有用である。たとえば、決壊すると事業所が被災する堤防をシミュレーション結果に基づき特定し、事業所がその堤防に特別な注意を払っていることを伝えれば、その堤防の重要性を行政機関と共有できるであろう。

水災シミュレーション用ソフトウェアは、どのように浸水するのかを示す上で有効である。一方、なぜ浸水するのかを示すにはシミュ

レーション結果だけでは不十分である。大きな被害が想定される場合、シミュレーション結果が絵空事として拒絶され、理解が進まないことがある。その場合に有効なのが地形の断面図や3次元図に加え、地域に残る伝承や古地図である(表1(3))。たとえば、大規模な工業団地などでは、かつての河川敷、川の中州や遊水地だった土地を改良していることがある。その場合、かつての古地図を見ることで周辺の土地よりも潜在的な水災リスクが高いことを、関係者一同が理解できる。

5. まとめ

地球温暖化の影響により頻度を増す水災への備えが、今後の重要な課題となるだろう。本稿では水災を定量的かつ具体的にシミュレーションすることで、水災に強い建物を設計した事例を紹介した。また、対策を効率的に進めるために、水災リスクの高い事業所を見極め、そこから優先して対策する手順を示した。漠然とした不安のまま放置されがちな水災リスクであっても、科学、対話、伝承という3つのアプローチにより、関係者一同が理解し、対策すべき具体的な対象にすることができることをご理解いただければ幸いである。

参考文献

- 1) 国土地理院：平成27年9月関東・東北豪雨の情報，2015。
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>
- 2) 防災科学技術研究所：平成27年台風18号による関東地方の大雨に関するレーダ解析（速報），2015。
- 3) 文部科学省，気象庁，環境省：温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート日本の気候変動とその影響，2009。
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/rep091009/full.pdf>
- 4) 国土交通省：新たなステージに対応した防災・減災のあり方，2015。
<http://www.mlit.go.jp/common/001066501.pdf>
- 5) 水防法：<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S24/S24HO193.html>
- 6) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室：自衛水防（企業防災）について，2015。
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/jouhou/jieisuibou/index.html>
- 7) 山口悟史：水災対策 企業の水災対策の最前線，RMFOCUS，48，18-21，2014。
http://www.irric.co.jp/risk_info/rm_focus/pdf/rmfocus48.pdf

※図1、図2：この図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図25000（地図画像）、数値地図50 mメッシュ（標高）および数値地図5 mメッシュ（標高）を使用したものである（承認番号平17総使、第635号）。

やまぐち さとし

2003年東北大学大学院理学研究科修了。株式会社日立製作所中央研究所を経て2012年より現職。水災シミュレーションソフトウェアの研究開発に従事。博士（理学）。