

河川砂防技術研究開発 【成果概要】

①研究代表者	氏名 (ふりがな)	所属	役職	
	てばかり たいち 手計 太一	中央大学理工学部都市環 境学科	教授	
②技術研究 開発テーマ	名称	急流河川流域における水害版BCPの河川計画・管理への実装可能性に関する研究		
③研究経費 (単位: 万円) ※端数切り捨て。	平成31年度	令和2年度	令和3年度	総合計
	166 万円	166 万円	166 万円	498 万円
④研究者氏名	(研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)			
氏名	所属機関・役職 (※令和 年3月31日現在)			
呉 修一	富山県立大学 准教授			
九里 徳泰	相模女子大学 教授			
⑤研究の目的・目標 (様式地河-1、地河-2に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)				
<p>本研究の目的は、これまでほとんどデータや情報が集約されていなかった急流河川を対象に、水害版BCPを将来の河川計画や防災計画に実装する方法を検討することである。</p> <p>対象とするのは、常願寺川と神通川に囲まれた富山市である。近隣の立山町、舟橋村、射水市についても一部を研究対象とする。対象域内の企業を対象にBCPの策定状況を定量的に調査し、特に水害版BCPに基づく対応を実施している企業を抽出し、水害版BCP策定時に重要視した洪水被害要因・影響、河川管理者への要望等を調査し、河川計画への実装可能性を評価する。</p> <p>富山市中心部は複数の急流河川に囲まれており、橋梁の損壊や不通は復旧・復興活動における輸送力に多大な影響を及ぼす (S44洪水時に富山大橋の橋脚破損実績)。本研究の成果は、企業の復旧・復興活動を考慮した新しい河川計画、河川整備・管理に適用できる。</p>				

⑥研究成果

(具体的にかつ明確に記入下さい。4ページ程度。)

I. 水害BCPの課題抽出

(1) 富山市の企業立地を考慮した水害ポテンシャル評価

水害BCPの課題抽出調査のために、事前に富山市域の水害ポテンシャルを評価した。

常願寺川、神通川、熊野川、井田川、西派川の5河川の浸水想定区域における社会経済データと水害ハザード情報のGISレイヤー化を行い、企業の水害ポテンシャル評価を行った。

洪水浸水想定区域図は、国土交通省富山河川国道事務所が管理する常願寺川、神通川、熊野川、井田川、西派川の5河川の5 mメッシュ想定最大規模 (L2) 浸水想定区域図 (最大浸水深、最大流速、浸水継続時間) のデータ (以下、DS1と表記する) を使用した。企業データは、政府統計の総合窓口 (e-Stat) で公開されている国勢調査 (2015年) で調査された人口総数と経済センサス活動調査 (2016年) で調査された全産業事業所数と全産業従業者数の統計データ (以下、DS2と表記する)、北陸三県会社要覧2020 (一般財団法人北陸経済研究所発行) に掲載されている北陸三県の主要企業2,219社 (賛助会員会社及び、北陸三県に本社または事業所を有する資本金1,000万円以上の企業の中で情報の回答があった企業のみ) から抽出した富山市、射水市、立山町及び舟橋村の4市町村に本社または事業所を有する、浸水深領域内に位置する企業489社のデータ (以下、DS3と表記する)、エラベル2021北陸版 (株東京商工リサーチ発行) に掲載されている株東京商工リサーチのデータベース登録企業の内、富山県に本社を有する企業の売上高 (最新のデータは令和元年10月末集計) 上位200社から抽出した、浸水深領域内に位置する企業103社のデータ (以下、DS4と表記する) を使用した。

次に、洪水浸水想定区域図と社会経済データの空間的統合化について詳述する。4次メッシュ内に分布する最大10,000個の5mメッシュのデータから最大値を採用し、それを4次メッシュ内の数値とした。5河川ごとに同様の抽出を行い、5河川の浸水想定区域図を4次メッシュ化した後、全てを重ね合わせてL20浸水想定区域図 (最大浸水深、浸水継続時間) とL2最大値 (L2M) 浸水想定区域図 (最大浸水深、最大流速、浸水継続時間) を作成した。本研究では、複数の河川が同時に氾濫するという最悪の想定を検討するものである。そのため、特に、L20最大浸水深は過大な数値となるものの、富山市中心部は対象5河川に囲まれた地域であり、複数河川による同時浸水リスクとして評価するに値するものと考え、本研究では採用した。

なお、住民や従業員の避難についてはL2Mで評価し、企業のリスク評価にはL20で評価を試みた。水害ポテンシャル評価を行った結果、L1 (計画規模) 人口: 510,396人、労働人口: 358,064人、経済被害: 1兆9,664億円 (347社)、L2 (想定最大規模) 人口: 667,266人、労働人口: 420,226人、経済被害: 2兆1,565億円 (387社) であった。

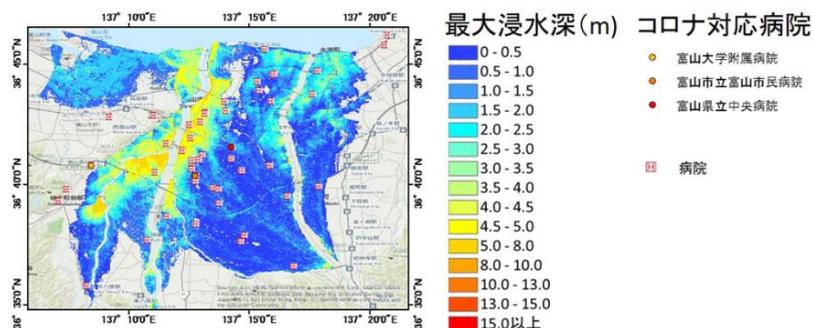


図 コロナ対応病院を含む病院の立地と最大浸水深 (想定最大規模) の関係

企業立地の関係のみならず新型コロナウイルス感染症の拡大を受けて、病院・診療所およびコロナ対策指定病院の水害リスクを評価するために立地と浸水深の関係を評価した。図に富山市周辺のコロナ対応病院 (富山大学付属病院、富山市民病院、富山県立中央病院) と想定最大規模の最大浸水深の関係を示す。富山市民病院、県立中央病院は浸水範囲内であるが、比較的浸水深の低い場所に立地していることが確認された。

(2) 水害BCPインタビュー調査

過去に富山河川国道事務所が実施した水害BCP関連のインタビュー調査に加えて、追加のさらなる詳細インタビュー調査を実施した。対象は、本研究の対象領域にあり、過去の調査において、すでに水害BCPを策定していると回答した朝日建設、辻建設、北陸電力、十全化学、そして未策定であると回答した佐藤鉄工と立山製薬工場である。加えて、富山県では最大規模の企業であるYKKにもインタビュー調査を実施した。

以下にインタビュー調査における重要なポイントを示す。

- ・ 地震の場合、想定震度が5強など被害規模の想定が行いやすいように規模が設定されているが、浸水深が1000年に一度の水害想定で3 mとされていても想像しづらい。またその水害規模の対策には多額の費用が必要となり、費用面の問題で対策のための工事が行われなかったことがある。本当にその水害想定に沿った水害対策が必要なかわかりづらい。（複数大企業）
- ・ 水害は地震と違い被災までのリードタイムがあり、被災までにその区域から避難することが可能であるため、対策を策定する優先順位が低くなってしまう。（製薬会社）
- ・ 地震と水害では対策が異なる（例：電源設備や経理データのサーバーといった重要設備を建屋の上部に設置した場合、水害リスクは低下するが地震リスクが増加する）ため、災害ごとの対策のバランスを考える必要がある。（建設会社）
- ・ 大企業病として、会社上層部がBCPを策定すると考えていた場合であっても、即時に各地の事業所が策定を行えるわけではなく、トップダウンの動きでは各事業所や建屋のセクショナリズムによって、BCP策定に時間がかかってしまう。（大企業）
- ・ 実際に水害BCPを策定する際、水害BCP策定のノウハウを一切持っていないため、近い立地条件の企業でのBCP策定事例や専門家からのアドバイスが欲しい。（製薬会社）
- ・ BCPの策定によるメリットを実感しづらいため、策定による入札のインセンティブ等のメリットが欲しい。（建設会社）
- ・ 富山県では近年災害が発生していないため、あまり危険意識がない。神通川の破堤は考えにくいですが、仮に破堤した場合は富山市中心部が浸水するため、甚大な被害が想定される。そのため、中部高校や日本赤十字病院といった堤防近くの施設を含めて、堤防と町の立て直しを行う必要がある。そのために、地域のハザードマップなどで、その地域の水害リスクを大々的に公表したほうがよい。（建設会社）
- ・ 重要データのクラウド化を進めたいが、費用の問題がネックになっている。国からの費用補助など、手助けが欲しい。（建設会社）

いずれの企業も一部のリスク計算を除いてBCP策定は内製化していることが特徴である。社外秘情報が含まれることもあるが、企業固有の課題や問題が多くあることが水害BCP策定の難しさの最大の要因であると考えられる。また、上述したリスク計算についても、大企業はコンサルタントに発注できる余裕があるものの、中小企業は自ら評価しなければならず、水害BCP策定の普及が広まらない要因であると考えられる。

(3) BCP作成支援からの課題抽出

具体的企業を対象とした実際の水害BCP作成支援からその課題抽出を試みた。九州地方整備局武雄河川事務所や関東地方整備局が整備されている水害BCP策定マニュアルの中には具体例として記載されていない情報系企業を対象とした。

本研究にご協力いただいた株式会社ハイテックスは1987年に設立された、システムのコンサルティングから設計、開発、検証、運用からサポートまで、情報システムに関する総合的なサービスを提供するIT企業である。資本金は1,500万円、売上高は3億6,000万円（2017年7月）であり、現在の従業員数は40名である。内訳として、富山オフィス（富山市向新庄町）に26名、黒部オフィス（黒部市新牧野）と東京オフィス（千代田区内神田）にそれぞれ7名の従業員が在籍している。

今回、水害BCPの策定支援は富山オフィスのみ対象とした。富山オフィスは、日本で初めて国から指定された企業団地である富山機械工業センター内に位置している。富山オフィスの浸水想定は、L2（想定最大規模）最大浸水深が2.3 m、L1（計画規模）最大浸水深が1.1 m、L2最大流速が0.5 m/s、L2浸水継

続時間が300分である。

九州地方整備局武雄河川事務所と関東地方整備局が公開している水害BCP策定マニュアルを用いて実施した、株式会社ハイテックスの水害BCP策定過程の中で得られた課題を挙げる。BCP策定前の段階の課題として、企業の担当者が初めて水害BCPを策定しようとする際に、その策定手順が全くわからないことが挙げられる。策定手順の見本となる九州地整、関東地整の水害BCP策定マニュアルはインターネット上で公開されているが、それ以外には中小企業庁のホームページに一部情報が提供されているにすぎず、インターネット上を丁寧に検索しても、なかなか便利な情報は得られにくいのが実情である。また、BCPは業種や企業ごとに内容が全く異なること、そして地域ごとに水害リスクが異なるため、九州地整、関東地整以外の整備局においても、地域特有の水害リスクや、水害リスクを考慮した水害BCP策定マニュアルもしくは作成手順を提供することは、水害BCP策定の普及、啓発には欠かせないであろう。

BCP策定中に得られた課題として、ハザードマップや浸水想定区域図からは、事業所の特定の位置における最大浸水深、最大流速、最短到達時間や浸水継続時間といった洪水ハザードの具体的な情報やデータが得られず、例えば0.5～3.0 mといったある幅での数値でしか得られないことが挙げられる。企業のニーズは、事業所ごとに少なくとも10 cm単位の浸水深であるため、幅ではなく数値データが得られるインターネットサイトやアプリ等があることで、より適切な浸水対策を考案できる。

今回利用した2つのマニュアルには、タイムライン（防災行動計画）の作成具体例において明確な時間設定が記載されていないため、初見の人には設計し辛い。また、近年の企業によく見られるサプライチェーンや複数事業所の連携やそれらネットワーク間の水害BCP策定も必要である。

(4) 行政インタビュー調査

富山市と富山県を対象に行政のBCP支援についてインタビューを実施した。富山市においては平成20年くらいまでBCP作成セミナーへの支援を行っていた記録が残っているものの、現在は実施していない。一方、商工会議所への間接的なセミナー支援の形はある。市当局が積極的に支援している体制ではない。富山市9月議会でBCPの質疑があったが、これは新型コロナウイルス感染症が主たる内容であった。

富山県においても実質的には富山市と同様に、商工会を通じた間接的な支援を実施している。例えば、県から商工会の実行計画（セミナー等）への予算支援がある。担当者からは、中小規模の事業者にとってBCPの策定は極めてハードルが高いと指摘があった。県としては、「事業継続力強化計画」（県内220事業者が認定済み）を積極的に普及しており、加えて小規模事業者支援法に基づく「事業継続力強化支援計画」の作成を強く勧めている。合わせて、県では「とやま中小企業チャレンジファンド」防災・減災対策促進事業（新世紀産業機構）もあることをPRしている。

富山県、富山市ともに河川や治水に携わる担当者のBCPへの理解が浸透していないと感じる。また、上述のインタビューの設定時においても、縦割り行政の弊害として、どこの部署が所管しているのか庁内でも調査してもらう必要があった。

(5) アンケート調査

Webアンケート調査を通じた、企業の水害版BCP策定において障害となる要素（ボトルネック）の抽出を行った。企業の水害による被害の軽減のためには、被災後の事業継続を目的としたBCPの策定が効果的だが、多くの企業が対象とするのは地震や津波であり、河川災害や土砂災害への想定はほとんどされていない。そこで、水害版BCP策定時のボトルネックを考察することで水害版BCPの策定率向上に必要な対策を検討した。中小企業庁認定の事業継続力強化計画認定企業から水害リスクの高い急流河川を有する富山、石川、福井、新潟の4県の企業892社に対してWebアンケート調査を実施した結果、回答企業180社中、水害版BCPを策定済みの企業は31.7%、策定中は12.8%、策定検討中は41.7%、策定を諦めた企業は3.9%、策定する気がない企業は10%だった。BCPを策定しない理由として、人員、時間に余裕がない企業が全体の34.2%と最も多く回答されボトルネックであるといえる。

(6) ワークショップ

Webによる座学講習を1時間程度実施し、1か月ほど時間を置き、対面型での水害版BCPに関するワークショップを実施した。企業の担当者の知識レベルに応じて3グループに分け、レベルに応じたワークショップとした。レベルAはすでに水害版BCPも作成済みのグループである。このレベルでは今後PDCAを回していくための課題や社員全員が共有するための課題について議論した。レベルBは、水害

版BCP策定の予定があり、情報収集をしている段階のグループであった。初学者にとって水害ポテンシャルに関する情報やデータの検索は難しい。グループCはBCPそのものの策定に関する知識や情報がほとんどなかったため、基礎的な情報提供や議論をするにとどまった。しかしながら、このようなワークショップに参加する意思があるため、ある一定以上の意識はあった。

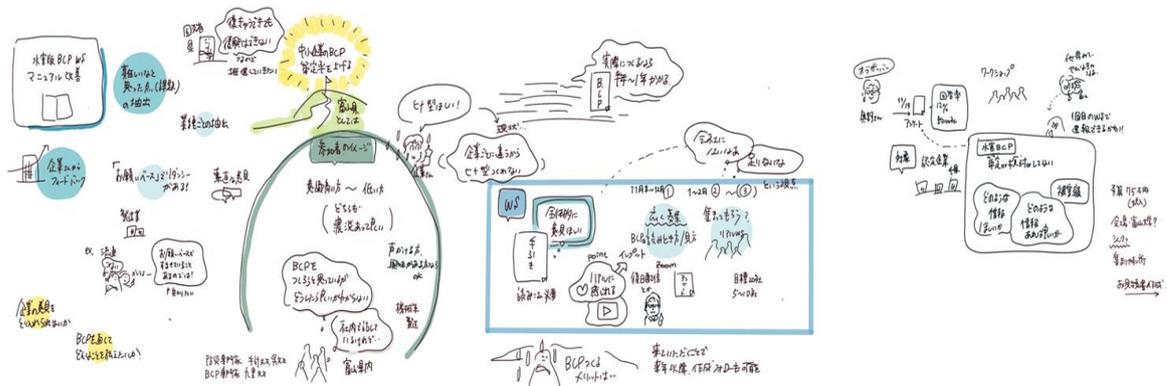


図 グラフィックレコーディングの一例

(7) ボトルネック

ここまでで得られた水害版BCP策定における主要なボトルネックを挙げるとともに、解消へ導く提案をする。

- 策定を行う人員、時間に余裕がない
 - ➡策定支援組織を立ち上げ、支援窓口となる。
- 水害版BCPを策定する意味・メリットがない
 - ➡行政からのインセンティブを充実させる必要。
 - ➡BCPの質的維持・向上のための認証機関を組織する
- 地域の水害リスクを知らない
 - ➡水害情報の翻訳家の育成

II. 「富山県版水害版BCP作成手引き（案）」の作成

上述したように、九州地方整備局武雄河川事務所や関東地方整備局が整備されている水害 BCP 策定マニュアルを基礎として、北陸域や富山域で利用できるように作成した。

全体構成は大きく変更することはなかったものの、特に中小企業でも利用しやすいように作成した。例えば、サンプル業種を増やし抽象的な記述からできる限り具体的な記述へ変更した。水害関連情報が入手しやすいように、国、県、市等が公表している情報を項目ごとにリスト化した。また、企業の水害被災例の新聞記事を付録とすることで危機感を高めてもらう記述を追記した。いずれも、これまでのインタビュー調査等から得られた改善意見案を基にしたものである。

III. 結論

水害版 BCP を河川計画や河川管理に反映させることは、流域治水の観点からも重要である。具体に水害版 BCP を河川計画や河川管理に反映できる内容を例示する。

- 流域委員会への企業の参画
 - 沿川企業の水害版 BCP を反映した河川管理
- 一方、水害版 BCP 策定には上述したように大きなボトルネックがあるため、次のような解消方法を提案したい。
- 水害版 BCP 策定の支援・認証機関の設置
 - 水害版 BCP 策定による優遇措置の強化
 - WEB 上の水害関連情報の再整理

⑦研究成果の発表状況・予定

(本研究の成果について、論文や学会への投稿等又はその予定があれば記入して下さい。)(以下記入例)

- ・これまでに発表した代表的な論文
 - ・著書(教科書、学会抄録、講演要旨は除く)
 - ・国際会議、学会等における発表状況
 - ・主要雑誌・新聞等への成果発表
 - ・学術誌へ投稿中の論文(掲載が決定しているものに限る)
 - ・研究開発成果としての事業化、製品化などの普及状況
 - ・企業とのタイアップ状況
 - ・特許など、知的財産権の取得状況
 - ・技術研究開発成果による受賞、表彰等
1. 奥野佑太, 呉修一, 手計太一, 九里徳泰: 北陸地域の企業を対象とした Web アンケート調査による水害版 BCP 策定時のボトルネックの考察, 令和3年度土木学会中部支部研究発表会, II-09, 2022.
 2. 奥野佑太, 呉修一, 手計太一, 九里徳泰: 富山県内企業を対象としたヒアリング調査による水害版 BCP策定時のボトルネックの考察, 第29回地球環境シンポジウム講演集, pp. 161-166, 2021.
 3. 九里徳泰, 呉修一, 手計太一: 水害対策を目的とした事業継続計画 (BCP) とレジリエンス (災害復旧) に関する検討, 社会企業研究, 第1巻, pp. 41-51, 2021.
 4. 八木隆聖, 呉修一, 石川彰真: 2019年長野県千曲川洪水氾濫を対象とした家屋被害の調査報告と水害調査ガイドライン(案)の改善の提案, 河川技術論文集, Vol. 26, pp. 101-106, 2020.
 5. 八木隆聖, 呉修一: 常願寺川および神通川における洪水氾濫解析とリスクランク評価による垂直・水平避難ゾーンの提案, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 76, No. 2, pp. I_715-I_720, 2020.
 6. 石川彰真, 呉修一: 富山県河川を対象とした洪水解析に基づく堤防の越水・浸透・侵食ポテンシャル評価, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 76, No. 2, pp. I_655-I_660, 2020.
- 上記に加え土木学会論文集に投稿した論文一本が査読中である.

⑧研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

- 2020年7月29日(水) 35面「生産拠点急ぐ水害対策」

⑨表彰、受賞歴

(単なる成果発表は⑦⑧に記載して下さい。大臣賞、学会等の技術開発賞、優秀賞等を記入下さい。)

無し

⑩研究の今後の課題・展望等

(研究目的の進捗状況・達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や河川政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

水害版BCPに関する情報は徐々に増えているが(例えば、国土技術研究センターなど)、それゆえに、散在している状況にある。このままでは、結局、企業担当者はどこを見れば良いのかわからないままである。統一化ないしは、上述で提案したように、支援・認証機関を一本化すべきであろう。そのため、情報整理は今度必要になると考えている。

また、流域委員会など組織の中に企業を参画してもらった枠組みを作るべきである。

⑪研究成果の河川砂防行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、河川政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

水害BCP策定過程における問題や課題を具体的に明らかにできたため、今後の水害BCP作成マニュアル等へ反映していただければ幸いである。

富山市域におけるL1、L2規模の経済被害を算出した。その算出手法についても新しい視点で提案しており、今後の流域治水にも反映できると考えている。