

【研究成果報告時/報告書（概要版）】様式-2-ウ

水害リスクにさらされている企業や工場等の危険源の把握とタイムラインによる地域の安全確保の枠組みの設計に関する研究

香川大学 特命准教授 磯打千雅子

名古屋工業大学 教授 渡辺 研司

防災科学技術研究所 副センター長 酒井直樹

本研究では、水害時における対応行動を地域と企業が共に考える機会創出を目的に、水害 BCP タイムラインと検討支援ツールの開発を行った。検討にあたっては、行政、企業と共に検討ワーキングを設置し、平成 30 年 7 月豪雨災害で被災した岡山県倉敷市真備町の企業 4 社の対応行動をタイムライン形式にとりまとめた。また、令和元年佐賀豪雨における油流出の影響を文献調査と聞き取り調査により明らかにした。

調査結果をふまえて、水害リスクにさらされている企業や工場等が危険源を把握し、タイムラインによる地域の安全確保の枠組み設計に携わる機会創出を目的とした水害 BCP タイムラインを試作した。また、ハザードや周辺地域の状況情報を閲覧可能な検討支援ツールを試作した。作成したツールをもとに企業で試行した。結果、地域と企業との連携の必要性は佐賀豪雨の事例からも明らかではあるものの、その実現には関係性の構築が欠かせないことから、地区防災計画制度等を通じて多様な主体がコミュニティの防災活動に携わることの重要性が示唆された。

Key Words :BCP, タイムライン, 水害, 2次被害, 操業リスク

1. はじめに

近年の記録的な大雨や台風の大型化に伴う水害リスクの高まりは、企業の操業にも大きな影響を及ぼしている。平成 30 年 7 月豪雨災害のアルミ工場爆発事故や令和元年佐賀豪雨の鉄工所からの油流出など、被災企業に端を発する周辺地域への 2 次被害の拡大は顕著である。

今後、気候変動の影響による記録的な大雨や台風の大型化などによる浸水被害は益々頻発することが想定される。そのような被害発生頻度が高まれば浸水に起因する危険物施設の事故も増加することが想定される。

筆者らが実施した平成 30 年 7 月豪雨のアルミ工場爆発で被害を受けた地域の状況調査では、地域住民が行政と連携して迅速に避難したことで被害の影響を最小限に抑えることができていた。このような事例をふまえると、地域を共有する住民と企業が地域内の危険源を事前に把握し、災害警戒時におけるお互いの行動を把握しておくことで、2 次的な被害を回避することができると考えられる。

一方、企業が有する操業リスクに関する情報は、地域や外部に開示し難く、地域コミュニティと企

業との間で関係性の構築が欠かせない。この関係性構築には、地域コミュニティの地区防災計画活動に企業が参加するなど、コミュニケーションの機会を多く得ることが重要となる。

そこで本研究では、まず、企業における水害警戒時等の対応行動を検討可能な啓発ツールとして企業向け水害 BCP タイムラインの開発と検討支援ツールの開発を行った。

水害による 2 次被害の拡大は近年顕著である。関係機関と事前に情報共有がなされることで、水害発生後の被害状況の予測が円滑になされること、2 次被害発生防止・拡大抑止に向けた企業や関係機関の活動が平時になされることが期待される。

2. 既往災害における事故事例調査

検討にあたっては、まず、既往災害における事故事例を調査した。

調査対象は、近年豪雨被害により企業の被災が確認された平成 30 年 7 月豪雨と令和元年佐賀豪雨とした。

(1) 平成 30 年 7 月豪雨

平成 30 年 7 月に西日本を中心に甚大な被害が発生した平成 30 年 7 月豪雨災害では、特に岡山県、広島県、愛媛県において多数の犠牲者が発生した。この災害の特徴は、長引く大雨により西日本の各地で河川の氾濫による浸水や土砂崩れ等が同時に発生し、ピーク時における避難者数が 4 万人に達したほか、崩壊土砂等による公共交通機関の途絶やライフラインの寸断など、居住者の生活に大きな支障が生じたことにある²⁾。

51 名の犠牲者が発生した岡山県倉敷市真備町では、1 級河川小田川と支川の末政川、高馬川、真谷川の破堤による外水氾濫の影響により、町全体面積の約 3 割が浸水し、全壊をはじめとした住家被害は 5,970 棟にも及んでいる³⁾。

調査は、本災害で被災した真備・船穂商工会の会員企業 4 社を対象に、被災当時の対応状況について時系列行動を聞き取り調査により明らかにした。

調査にあたっては、まず、オンラインで災害発生前後の時系列行動について半構造化インタビューを行った。その後、国土交通省高梁川・小田川緊急治水対策河川事務所、企業、研究者からなる検討会を設置。検討会では、グループワークにてオンラインインタビューで得られた意見を災害発生前後の時系列に配置し、当時の対応行動を補足した（写真-1 参照。2021 年 10 月 15 日実施）。



写真-1 検討会で実施したグループワークの様子

グループワークは、家具製造業、運輸業、金融業、鉄鋼製造業の 4 社をモデルに実施し、警戒レベルに応じた時系列のタイムラインシートとしてとりまとめた。

(2) 令和元年佐賀豪雨

令和元年 8 月の前線に伴う大雨では、2019 年（令和元年）8 月 27 日から佐賀県と福岡県、長崎県を中心とする九州北部で集中豪雨が発生した。当災害では、長崎県から佐賀県、福岡県にかけての広い範囲で、秋雨前線の影響で線状降水帯が発生し、8 月 28 日を中心として各地で観測史上 1 位

の値を更新する記録的な大雨となり、3 県に大雨の特別警報が発表された⁴⁾。

この災害において佐賀県大町では、大雨による冠水の影響で佐賀鉄工所大町工場から油が流出し、周囲に 2 次被害が発生している⁵⁾。有明海の満潮時刻と重なり、堤内地から六角川本川への自然排水が困難な状況となり、大町町内の鉄工所が浸水し、製造ラインの一部で鉱物油を常時使用している機械に水が流入したことで油が溢れ、敷地外へ大量に流出した。このため、近隣の病院や住宅及び工場並びに農地に流れ出た油が付着するなど大きな被害をもたらした⁶⁾。

調査は、文献調査と行政当局に対する聞き取り調査により実施した。

文献調査では、行政機関、報道機関の発表資料を収集した。

表-1 油流出に関する被害の影響概要（報道機関発表資料に基づき整理）

項目	内容
①復旧活動への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・油の流出で排水を進められずに被害が広がった可能性 ・国土交通省は油流出に関する対応実施
②周辺住民への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・健康被害（油にふれることによるかぶれ、アレルギー、ガスを吸ってしまうことによる呼吸器疾患の可能性） ・流れ込んだ油の匂いで吐き気や体調不良 ・水が引いた後も周辺に臭いが残る ・生活用品に油臭が残り廃棄せざるを得ない、住宅材にも油のしみ込み ・油で滑り怪我
③農業等の事業への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・田んぼや畑の農作物に深刻な影響 ・吸着シートでの油の除去作業をしているが収穫目の稲に油が付着し出荷は厳しい状況 ・農作物は土壌ごと入れ替える必要が出てくる可能性、海産物は雨が続きば油が有明海に流れ、有明海苔などに影響が出る可能性
④その他の影響	<ul style="list-style-type: none"> ・流出油を川に流すことはできないため、ポンプによる排水作業も慎重にならざるを得ない。 ・周辺住宅だけでなく病院にも油が流れ込んだ

結果、企業の操業リスクが水害に直面した際に、行政機関の排水・復旧対応や周辺住民の対応行動に対して様々な直接的・間接的影響が発生することが確認された。

このことから、水害発生時に想定される被害について、地域に在る様々なステークホルダーで具体的に想定しておく必要性がうかがえた。

行政機関の聞き取り調査は、佐賀県庁の担当部局を対象に 2021 年 9 月 3 日にオンラインで実施した。調査結果では、大雨等の災害時における製造業者からの油等の流出を防止するための対策として有用な手段を提供することを目的に研究会を立ち上げ、報告書とチェックシート⁶⁾を作成するなど

の活動に関する情報を得た。また、市町村の防災・消防部局との連携による効果や今後の課題に関する情報を得た。

結果、都道府県や市町村、消防部局等の行政機関間においても事前に情報共有や連携がなされることで災害発生時の対応行動が円滑になされる可能性が示唆された。

3. 企業版水害 BCP タイムラインの試行

本章では、平成 30 年 7 月豪雨災害、令和元年佐賀豪雨における油流出事故に関する調査結果に基づき、企業、周辺地域、国、自治体、消防等の連携を目的としたタイムラインの試作版を作成する。

試行にあたっては、検討会の参画を得ながら作業ワーキングにより、試行版を作成した。

(1) 既往事例の整理

水害 BCP タイムラインの試行にあたり、既往事例の調査を行った。調査は、危険物施設の風水害対策に係る調査分析報告書（総務省消防庁危険物保安室⁷⁾）と平成 30 年 7 月豪雨で被害を受けた倉敷市真備町の取り組みを対象とした。

a) 危険物施設の風水害対策

本報告書は、平成 30 年 7 月豪雨災害や台風 21 号において危険物施設に多数の被害が発生したことを鑑み、実施した調査結果とガイドラインを策定について取りまとめたものである。

調査では、平成 30 年 7 月豪雨災害における愛媛県大洲市、倉敷市真備町の被害状況をとりまとめている。調査結果によると、大洲市・真備町内の給油取扱所及び地下タンク貯蔵所は 40 箇所あり、地下貯蔵タンク内への水混入は 10 件で、水深（メッシュ内平均）2m 以上で発生していた。また、移動タンク貯蔵所は 17 箇所あり、破損被害は 15 件であった。また、破損被害のうち、水没による全損は 8 件で、全て水深 3m 以上で発生していた。

同報告では、調査結果をふまえて企業が活用可能なタイムライン様式が作成されている（表-2 に項目を掲載）。タイムラインでは、災害発生前の対応行動に重点が置かれている。

b) 要配慮者マイ・タイムライン

平成 30 年 7 月豪雨災害で被害を受けた倉敷市真備町では、要配慮を含む 51 名の方が犠牲となった。この教訓をふまえて地域住民や福祉事業者、行政機関などにより、「地域連携型のマイ・タイムライン」として要配慮者マイ・タイムラインが作成、活用されている⁸⁾。

要配慮者マイ・タイムラインでは、要配慮者本人、家族、地域住民、福祉事業者等の関係者の他言う行動を警戒レベルに応じて事前に記入しておくことで、支援の抜け・漏れを防ぐことを目的と

表-2 タイムライン（浸水・高潮）の記載内容（資料に基づき整理）

タイミング	対応行動
台風来襲前の備え	<ul style="list-style-type: none"> ・防災計画の策定と従業員への教育 ・危険物施設のリストアップと対応の検討 ・基礎・土台の形状などによる建物の位置を高くすること止水板、水密扉等での建物への浸水遮断 ・ポンプ等の準備 ・設備の高所設置などによる浸水被害の軽減電源確保に対する検討 ・食料等、残留要員に向けた備蓄
台風来襲直前の備え	<ul style="list-style-type: none"> ・土嚢設置や防水板設置といった浸水対策機械等の避難 ・情報収集及び連絡 ・事業上の対応（休止等）に関する広報従業員、顧客、関係者等の避難
台風来襲後の対応	<ul style="list-style-type: none"> ・情報収集 ・消防及び救助 ・情報連絡体制の構築応急資器材の運用事業の早期復旧

図-1 要配慮者マイ・タイムライン⁸⁾

している。様式を図-1 に示す。

本様式では、4 者が連絡先を共有し、警戒レベルに応じた対応行動を記入可能なようになってい。また、裏面には要配慮者本人の症状や必需品について記入ができ、避難先で使用可能な配慮がなされている。

本事例を概観すると要配慮者マイ・タイムラインには、各人の行動を可視化することで、連携を促進させる効果があることが示唆された。

(2) 水害 BCP タイムライン様式の作成

本研究では、企業が自社の事業継続を策定している事業継続計画（BCP：Business Continuity

Plan) に沿ったまたは準ずる対応行動を検討するためのツール作成を目的としている。

作成に当たっては、BCP に盛り込むべき要素として、災害発生後の対応行動にも重点を置く検討が可能な様式とする必要がある。

ここで、BCP とは内閣府ガイドライン⁹⁾によれば以下のとおりである。

一大地震等の自然災害、感染症のまん延、テロ等の事件、大事故、サプライチェーン（供給網）の途絶、突発的な経営環境の変化など不測の事態が発生しても、重要な事業を中断させない、または中断しても可能な限り短い期間で復旧させるための方針、体制、手順等を示した計画のことを事業継続計画（Business Continuity Plan、BCP）と呼ぶ。

BCP の概念によれば、本研究で作成するツールは、操業リスクによる事故発生後にも重要な事業を中断させず、または中断しても可能な限り短い期間で復旧させるための手順等を示したものである。

また、要配慮者マイ・タイムラインの事例からは、企業の事業継続に資する対応行動を可視化することで、多機関での連携行動の促進効果が期待される。

様式の作成にあたっては、検討会において試行版に基づきグループワークで意見を抽出した。検討会は、2022年8月22日に実施した。



写真-2 検討会で実施したグループワークの様子

グループワークでは、まず、平成30年7月豪雨災害で被害を受けた企業への聞き取り調査結果をふまえて作成したタイムライン記入様式試行版について説明を行った。

説明にあたっては、表-2 に示す①～⑦の記入手順に基づき、記入目的や記入方法について説明したのちに、改善意見の提供を依頼した。

本様式は、まず、BCP を検討するにあたり自社の被害の認識を得ることを目的にハザードマップ等を用いた危険性の認識と、それに基づく被害について確認する。想定される被害が発生した場合に、自社の業務を継続するにあたって支障を抽出、重要業務に対する影響を簡易に記入するようし

ている。自社の認識をふまえて、警戒レベルに応じた対応行動を記入する。ここで、検討するフェーズを3段階とした。

フェーズ1では、自社に影響を及ぼすことが想定される事象の発生が見込まれる段階における行動である。例えば、台風の予想経路が自社関連施設を通過する見通し情報が得られた段階であり、情報収集や確認作業を対応することとなる。この段階での対応行動は、自社の通常事業に影響するものではなく、見通しが外れれば即通常業務に戻ることが可能である。

フェーズ2では、自社に影響を及ぼすことが想定される事象の発生がより切迫性が高まっている段階の行動である。例えば、周辺地域で被害が発生するなど自社への被害発生が見込まれる段階である。この段階での対応行動は、自社の通常事業を非常時対応にシフトすることとなり、従業員の安全確保や事業の中断・変更などが見込まれる。

フェーズ3では、災害発生後の対応行動である。自社における被害を最小限にし、事業を継続させるための対応行動をとる。

本様式では、BCP を念頭においていることから、フェーズ3の対応行動を円滑化することを目的に、フェーズ1・2の行動を行うことも必要であるため、比較が可能なように双方を横並びに配置した。

また、フェーズごとの記入内容は、情報収集・避難行動、BCP 対応、地域との連携（近隣への配慮）の項目を設けることで、自社対応のみならず、周辺地域への影響を考慮するようにした。

様式の記入は、個人または部署単位、事業所単位（比較的小規模を想定）が想定される。

表-3 水害 BCP タイムライン様式の項目

目的	記入内容
水害リスク情報を認識する	①ハザードマップから読み取れる情報を認識する
想定される被害を認識する	②想定される被害
業務継続の支障（困ること）を抽出する	③業務を継続するにあたって発生する支障
重要業務を抽出する	④止めてはいけない重要業務
事前準備の場面での防災行動を考える	⑤フェーズ1 事前準備 ⑤' 行動目標
災害警戒期の場面での防災行動を考える	⑥フェーズ2 災害警戒期の防災・避難行動 避難開始のタイミングとトリガー情報 ⑥' 行動目標
応急対策期の場面での減災行動を考える	⑦フェーズ3 被害を最小限にし、事業・業務を継続する ⑦' 行動目標

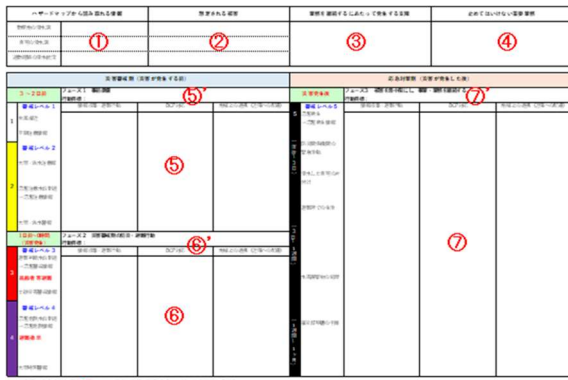


図-2 検討会で試行した水害 BCP タイムライン

また、記入の際の参照資料として、真備町のモデル企業で作成したタイムラインシートに基づき、チェックシートを合わせて提示し、意見を得た。

4. 検討支援ツールの試作

高梁川・小田川流域を対象にマップビュー機能による、現状把握支援、意思決定支援を有した検討支援ツールを試作する。

支援ツールは、平時の備えや BCP 発動基準（トリガー）の検討に資するとともに、演習などの教育訓練への利活用を想定した。

図-3 はマップビュー閲覧画面の例である。本表示では、ハザード情報等の地理的情報に対して、製造業・鉱業、医療機関、福祉施設・幼稚園、学校の位置が表示される。自社の被害状況の確認に加えて、周辺施設の状況が確認可能な機能を有している。

これにより、水害 BCP タイムラインの検討時に周辺地域の状況を想定支援が可能となる。

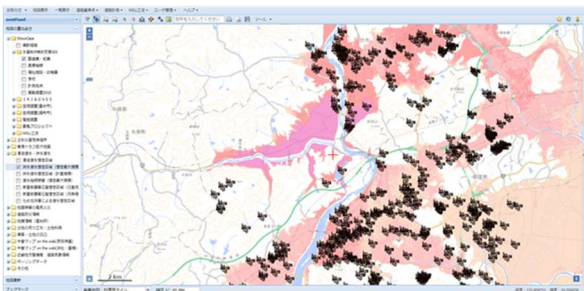


図-3 マップビュー画面（ハザード情報と企業情報の重ね合わせ）

5. おわりに

本研究では、平成 30 年 7 月豪雨や令和元年佐賀豪雨における企業の操業リスクが地域に与えた影響を調査し、企業の BCP における水害への対応と、周辺地域との連携を促進させる水害 BCP タイムラインの作成を行った。

水害による 2 次被害の拡大は近年顕著である。流

域内の関係機関と事前に情報共有が成されることで、水害発生後の被害状況の予測が円滑になされること、2 次被害発生防止・拡大抑止に向けた企業や関係機関の活動が平時になされることが期待される。

本研究で開発した水害 BCP タイムラインに基づく演習等を重ねることにより、一定の様式に基づく取り組みの蓄積が可視化され、課題の分析や改善点の検討資料として寄与することが期待される。この結果、企業においては、自社の重要資源の保管場所・方法の見直しや水害警戒期における BCP 発動基準、2 次被害防止に向けた危険物の移動や撤去タイミング、電気炉等の冷却開始時間など、業態に応じた水害 BCP タイムラインの策定が促進される。

さらに、企業の所在する周辺地域に対する 2 次災害発生予測と事前対応（操業停止・従業員避難勧告、近隣住民への避難指示等）の判断支援、行政からの避難・防災情報発信支援に資することから、その効果は先の水害における被害影響を見ても計り知れない。同様の水害リスクにさらされている産業地域へ全国展開の礎となることが期待される。

本研究で作成した水害 BCP タイムライン作成研修を香川県内の化学薬品を製造する企業で試行した。

参加者からは、「BCP が頭に入っていると思っていたが、いざ時系列で書き出してみようとするときできないことがわかった」「特に被災後の対応で地域との関係で周辺住民への配慮について書き出すことが難しく、事前に検討しておくことの必要性がうかがえた」といった意見が得られ、本研究で目的とした趣旨に沿った成果が期待される。

一方で、地域と企業が共に水害時の課題について取り組むことは効果的であることは令和元年佐賀豪雨の事例からも明らかではあるものの、検討会に参加した企業の声からは、その実現は容易ではないことが示唆された。

今後においては、水害 BCP タイムラインの作成をきっかけにして、企業目線で地域と共同で取り組むことのメリットの普及に加えて、地域目線でも企業との防災活動の取り組みに関する事例や効果について普及啓発が必要である。このような点においては、平成 26 年に施行された地区防災計画制度を媒体にして多様な主体が連携した取り組みを推進することも一手段であると考えられる。

謝辞：本研究は、一般財団法人河川情報センターの令和 2 年度研究助成を受けて行った研究成果である。ここに記し感謝の意を表します。

参考文献

1) 磯打千雅子・渡辺研司、企業と地域のリスクコミュニケーションに見る地区防災計画の可能性—平成 30 年 7 月豪雨災害を事例に、地区防災計画学

会誌(14): 81-82. 2019

2) 平成 30 年版 消防白書

3) 倉敷市：真備地区復興計画策定委員会資料，平成 30 年 11 月.

4) 気象庁：前線による大雨 令和元年(2019 年)8 月 26 日～8 月 29 日（速報）. 気象庁（2019 年 9 月 3 日）.

5) 日本新聞：九州北部記録的大雨 2 人死亡 88 万人避難指示 3 県に特別警報、2019 年 8 月 29 日.

6) 佐賀県産業労働部：災害による製造業者の油流出防止対策報告書、令和 2 年 4 月.

7) S O M P O リスクマネジメント：危険物施設の風水害対策に係る調査分析業務 報告書 令和元年 12 月 13 日

8) 国土交通省高梁川・小田川緊急治水対策河川事務所：要配慮者マイ・タイムライン，<https://www.cgr.mlit.go.jp/takaoda/mytimeline/youhairyosya.html>（2023.1.17 閲覧）

9) 内閣府防災担当：事業継続ガイドライン—あらゆる危機的事象を乗り越えるための戦略と対応—（令和 3 年 4 月）