

**事業所における浸水被害を対象とした
リスク管理方策に関する研究**

2013 年 9 月

高西 春二

論文要旨

この学位論文は、浸水被害を対象として事業所等の被災実態や被災後の対応などを整理し、中小企業が浸水リスクを対象としたBCP（Business continuity plan；事業継続計画）を策定する際に重要となるリスクコントロール方策等について提案したものである。

自然災害が発生した場合でも中小企業が生き残るためには、事業継続計画（BCP）を策定することが非常に重要である。2011年3月11日に発生した東日本大震災以降にBCPの認知度が高まり、その重要性が再認識されつつある。内閣府が2012年3月に行った「企業の事業継続の取組に関する実態調査―過去からの推移と東日本大震災の事業継続への影響―」によれば、BCP策定済みまたは策定中の割合は、地震59.9%、新型インフルエンザ50.2%、水害（津波以外）22.8%となっている。浸水被害（水害）に注目すると、その発生頻度と危険性がともに高い割には、東日本大震災の発生後においてもBCP策定はあまり進んでいない。これは、事業所における浸水被災事例の情報が少ない上に、事業継続に必要なリスク分析や対策の検討が難しいことが要因となっていると考えられる。

事業所被害に関しては、地震災害を対象とした被害実態や災害対応の分析は行われているが、水害を対象とした事業所被害の分析を行った研究は少ない。また、水害時の事業所の被害額算定に関する研究はなされているが、浸水リスクの管理についてはさらなる研究が必要である。

本研究の目的は、浸水リスクやライフライン事業の途絶リスクを開示することの重要性を示した上で、中小企業が浸水リスクを対象としたBCPを策定する際に重要となるリスクコントロール方策等について提案することである。

本論文の第2章では、浸水リスクの種類およびBCPの必要性を示し、浸水リスクの管理が必要であることを整理した。

第3章では、近年に発生した集中豪雨による事業所の浸水被害の実態とその対応について分析するとともに、事業所が抱える浸水被害に対する課題を整理した。対象とした豪雨災害は、堀船水害（東京都北区）、新潟福島豪雨、九州北部豪雨、紀伊半島豪雨などである。

第4章では、河川沿いに立地しているために浸水リスクが高い水道事業者に注目し、浸水被害の実態とその対応について分析するとともに、水道事業者が抱える浸水被害に対する課題を整理した。

第5章では、浸水リスクの発生頻度と被害規模の関係について整理するとともに、業種ごとの復旧日数の長短要因を整理し、リスク管理の対象とすべき災害規模の設定方法を提案した。さらに、リスクの保有だけでなく、リスクファイナンスを含めたリスクの移転についても言及し、総合的な浸水リスクの管理方策について考察した。

第6章では結論として、5章で提案したリスク管理の対象とすべき災害規模の設定方法の有用性を述べるとともに、総合的なリスク管理の必要性を述べた。事業所が災害時に早期復旧するためには、ライフライン事業者は自らの事業の途絶リスクを開示することが重要であること、行政は治水安全度を適切に開示することが重要であることを指摘した。

2013年9月

目 次

Page

第1章 序論	1
1-1. 研究の背景	1
1-2. 本論文の目的及び構成	2
第2章 災害リスクと事業継続（BC）の社会的要請	4
2-1. 災害リスクの種類	4
2-2. 事業継続マネジメントの重要性	6
2-3. まとめ	10
第3章 豪雨災害による事業所の被災と対応	13
3-1. 集中豪雨による氾濫特性の整理	13
3-1-1. 新潟福島豪雨（2011年，新潟県）	13
3-1-2. 堀船水害（2010年，東京都北区）	23
3-1-3. 佐用町水害（2009年，兵庫県佐用町）	40
3-1-4. 九州北部豪雨災害（2012年，熊本県）	41
3-1-5. 4洪水の特徴	47
3-2. 事業所における浸水被害の実態分析	48
3-2-1. 新潟福島豪雨（2011年，新潟県）	48
3-2-2. 堀船水害（2010年，東京都北区）	52
3-2-3. 佐用町水害（2009年，兵庫県佐用町）	56
3-2-4. 九州北部豪雨災害（2012年，熊本県阿蘇市）	65
3-2-5. 事業所における浸水被害の実態分析	69
3-3. まとめ	75
第4章 豪雨災害による水道事業者の被災と対応	77
4-1. 集中豪雨による氾濫特性の整理	77
4-1-1. 平成21年（2009年）7月 中国・九州北部豪雨	78
4-1-2. 平成21年（2009年）8月 台風9号による大雨	79
4-1-3. 平成22年（2010年）7月 梅雨前線による大雨	79
4-1-4. 平成23年（2011年）9月 台風12号 紀伊半島豪雨	80
4-2. 水道事業者の被災実態調査	82
4-2-1. ヒアリング調査の対象とその方法	82
4-2-2. 調査結果	85
4-3. 水道事業者が抱える浸水被害に対する課題	94
4-3-1. BCP策定の必要性	94
4-3-2. 断水リスク認識の必要性	94
4-3-3. 復旧日数を短縮する対策の必要性	95
4-3-4. 応急対策上の課題	95
4-4. まとめ	96
第5章 事業所における総合的な浸水リスク管理	98
5-1. 浸水リスクの評価	98
5-1-1. 水害時（河川氾濫）のリスク	98
5-1-2. 他の災害リスクとの比較	99
5-1-3. 業種ごとの復旧日数の長短要因	101
5-2. 浸水被害のリスクコントロール方策	102
5-2-1. 対象とすべき業種別の災害外力規模	102
5-2-2. 浸水被害に対する総合的なリスク管理	104
5-3. まとめ	109
第6章 結論	111
謝辞	113

第1章 序論

1-1. 研究の背景

自然災害が発生した場合でも中小企業が生き残るためには、事業継続計画（BCP）を策定することが非常に重要である。2011年3月11日に発生した東日本大震災以降にBCPの認知度が高まり、その重要性が再認識されつつある。内閣府が2012年3月に行った「企業の事業継続の取組に関する実態調査－過去からの推移と東日本大震災の事業継続への影響－」^[1]によれば、BCP策定済みまたは策定中の割合は、地震59.9%、新型インフルエンザ50.2%、水害（津波以外）22.8%となっている。浸水被害（水害）に注目すると、その発生頻度と危険性がともに高い割には、東日本大震災の発生後においてもBCP策定はあまり進んでいない。これは、事業所における浸水被災事例の情報が少ない上に、事業継続に必要なリスク分析や対策の検討が難しいことが要因となっていると考えられる。

事業所被害に関しては、地震災害を対象とした被害実態や災害対応の分析は行われている^{[2],[3]}が、水害を対象とした事業所被害の分析を行った研究は少ない。また、水害時の事業所の被害額算定に関する研究はなされている^[4]が、浸水リスクの管理についてはさらなる研究が必要である。

1-2. 本論文の目的及び構成

本研究の目的は、浸水リスクやライフライン事業の途絶リスクを開示することの重要性を示した上で、中小企業が浸水リスクを対象としたBCPを策定する際に重要となるリスクコントロール方策等について提案することである。

本論文は、6つの章で構成しており、各章の概要は以下に示すとおりである。

第1章は、本章（序論）である。

第2章では、浸水リスクの種類およびBCPの必要性を示し、浸水リスクの管理が必要であることを整理した。

第3章では、近年に発生した集中豪雨による事業所の浸水被害の実態とその対応について分析するとともに、事業所が抱える浸水被害に対する課題を整理した。課題の整理にあたっては、筆者の在学中に発生した豪雨災害の現地へ出向き、事業所等の被災実態や被災後の対応などについてヒアリング調査を行った。ヒアリング調査を行った豪雨災害は、堀船水害（東京都北区）、新潟福島豪雨、九州北部豪雨、紀伊半島豪雨などである。

第4章では、河川沿いに立地しているために浸水リスクが高い水道事業者に注目し、浸水被害の実態とその対応について分析するとともに、水道事業者が抱える浸水被害に対する課題を整理した。課題の整理にあたっては、和歌山県の新宮市および那智勝浦町、山口県の山口市および山陽小野田市の4市町の水道事業所を対象としてヒアリング調査を行った。

第5章では、浸水リスクの発生頻度と被害規模の関係について整理するとともに、業種ごとの復旧日数の長短要因を整理し、リスク管理の対象とすべき災害規模の設定方法を提案した。さらに、リスクの保有だけでなく、リスクファイナンスを含めたリスクの移転についても言及し、総合的な浸水リスクの管理方策について考察した。

第6章では結論として、5章で提案したリスク管理の対象とすべき災害規模の設定方法の有用性を述べるとともに、総合的なリスク管理の必要性を述べた。事業所が災害時に早期復旧するためには、ライフライン事業者は自らの事業の途絶リスクを開示することが重要であること、行政は治水安全度を適切に開示することが重要であることを指摘した。

【参考文献】

- [1] 内閣府：企業の事業継続の取組に関する実態調査，53p,
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/topics/pdf/kentoukai12_10.pdf#page=8，（参照：2013年3月26日）
- [2] 多々納裕一，梶谷義雄，土屋哲：新潟中越沖地震の社会経済的影響，京都大学防災研究所年報第48号A平成17年4月，2005.
- [3] 梶谷義雄，中野一慶，多々納裕一，朱佳慶：2007年新潟中越沖地震による産業部門への経済的影響－企業の被害実態と災害対応効果－，地域安全学会論文集，No.10，pp.161-168，2008.
- [4] 木村秀治，石川良文，片田敏孝，浅野和広，佐藤尚：都市型水害における事業所被害の構造的特質に関する研究，土木学会論文集D，Vol.63 No.2，pp.88-100，2007.

第2章 災害リスクと事業継続（BC）の社会的要請

2-1. 災害リスクの種類

災害リスクの種類は、表 2-1 に示すように多岐に及ぶ。

表 2-1 災害の種類

大分類	中分類	小分類
自然災害	気象災害	風水害, 土砂災害, 雪害, 等
	地震	建物の倒壊, 津波, がけ崩れ, 等
	火山	火砕流, 溶岩流, 降灰, 等
	その他	インフルエンザ, 伝染病, 隕石落下, 等
人的災害		交通事故, 列車事故, テロ, 等

日本では、豪雨・土砂・高潮・地震・津波などの自然災害が多発しており、その中でも表 2-2^[1]に示すように高潮や豪雨による浸水被害が多く発生している。

事業所が防災対策等を検討する際には、地震災害や火災などを対象にすることが多い。しかし浸水被害に着目すると、その発生頻度は高く、事業継続に及ぼす影響が大きいにもかかわらず、対策はあまり進んでいない。

本論文では、豪雨による浸水リスクを主な対象とする。

表 2-2 災害をもたらした近年の気象事例^[1]

発生年	No.	災害名	発生日	概要
平成16年 (2004年)	1	台風第6号	6月18日～6月22日	台風接近・通過時を中心に暴風。 九州地方から東海地方にかけての太平洋側で300mmを超える大雨。
	2	平成16年7月新潟・福島豪雨	7月12日～7月14日	新潟県中越地方や福島県会津地方で記録的な大雨。
	3	平成16年7月福井豪雨	7月17日～7月18日	福井県や岐阜県で大雨。 福井県美山では1日で平年の月降水量を上回る降水量。
	4	台風第10・11号	7月29日～8月6日	相次いで四国に上陸。 徳島県で、これまでの日本の記録を上回る日降水量
	5	台風第15号、前線	8月17日～8月20日	四国地方や九州地方などで非常に激しい雨。 日本海側の各地で、台風接近時を中心に暴風。
	6	台風第16号	8月27日～8月31日	高松港、宇野港などで観測開始以来最も高い潮位を観測。 瀬戸内中心に高潮被害顕著。
	7	台風第18号	9月4日～9月8日	沖縄地方から北海道地方にかけて、各地で猛烈な風。 広島で最大瞬間風速60.2m/s、札幌で50.2m/s。
	8	台風第21号、秋雨前線	9月25日～9月30日	三重県では1時間に130mmを超える猛烈な雨。 尾鷲の日降水量740.5mm。
	9	台風第22号、前線	10月7日～10月9日	台風の中心付近では猛烈な雨や風。 静岡県石廊崎で最大瞬間風速67.6m/s。
	10	台風第23号、前線	10月18日～10月21日	広い範囲で大雨。 土砂崩れや浸水等により甚大な被害。
平成17年 (2005年)	11	梅雨前線による大雨	6月28日	新潟県を中心に北陸地方で大雨。
	12	梅雨前線による大雨	7月1日～7月6日	西日本と中部地方で記録的な大雨。
	13	梅雨前線による大雨	7月8日～7月10日	九州地方や東海地方で激しい雨。
	14	台風第11号	8月24日～8月26日	関東地方南部と伊豆地方を中心に大雨。
	15	台風第14号、前線	9月3日～9月8日	九州・四国・中国地方で長時間にわたる暴風雨、高波。 4日夜、東京都と埼玉県で局地的に1時間に100ミリを超える猛烈な雨。
	16	平成18年豪雪	平成17年12月～	12月から1月上旬を中心に大雪、 除雪中の事故等による甚大な被害。
平成18年 (2006年)	17	梅雨前線による大雨	6月21日～6月28日	熊本県を中心に西日本で大雨。
	18	平成18年7月豪雨	7月15日～7月24日	長野県、鹿児島県を中心に九州、山陰、近畿、北陸地方の 広い範囲で大雨。
	19	台風第13号	9月15日～9月20日	沖縄地方、九州地方、中国地方で暴風、大雨。 宮崎県では竜巻により死者が発生。
	20	低気圧による暴風と大雨	10月4日～10月9日	近畿から北海道にかけて暴風や大雨。 各地で海難事故や山岳遭難が発生。
平成19年 (2007年)	21	低気圧による暴風、高波、大雪	1月6日～1月9日	西日本から北日本の広い範囲で暴風や高波および大雪。
	22	台風第4号と梅雨前線による大雨と暴風	7月1日～7月17日	沖縄から東北部の太平洋側にかけての広い範囲で大雨。 沖縄、西日本の太平洋側と伊豆諸島で暴風。
	23	台風第9号	9月5日～9月9日	東海から北海道にかけて大雨、暴風。
	24	秋雨前線による大雨	9月15日～9月18日	岩手県、秋田県、青森県の各地で大雨。
平成20年 (2008年)	25	大気の状態不安定による大雨と突風	7月27日～7月29日	中国・近畿・北陸・東北地方を中心に大雨。 東北から近畿地方の広い範囲で突風による被害が発生。
	26	大気の状態不安定による大雨	8月4日～8月9日	関東甲信・東海・近畿・四国・九州地方を中心に大雨。
	27	平成20年8月末豪雨	8月26日～8月31日	愛知県を中心に東海・関東・中国および東北地方などで記録 的な大雨。
平成21年 (2009年)	28	平成21年7月中国・九州北部豪雨	7月19日～7月26日	九州北部・中国・四国地方などで大雨。
	29	熱帯低気圧・台風第9号による大雨	8月8日～8月11日	九州から東北地方の広い範囲で大雨。
	30	台風第18号による暴風・大雨	10月6日～10月9日	沖縄地方から北海道の広い範囲で暴風・大雨。
平成22年 (2010年)	31	梅雨前線による大雨	7月10日～7月16日	西日本から東日本にかけて大雨。
	32	前線による大雨	10月18日～10月21日	奄美地方で大雨。
平成23年 (2011年)	33	平成23年7月新潟・福島豪雨	7月27日～7月30日	新潟県や福島県会津で記録的な大雨。
	34	台風第12号による大雨	8月30日～9月6日	紀伊半島を中心に記録的な大雨。
	35	台風第15号による暴風・大雨	9月15日～9月22日	西日本から北日本にかけての広い範囲で、暴風や記録的な
平成24年 (2012年)	36	低気圧による暴風・高波	4月3日～4月5日	西日本から北日本にかけての広い範囲で、記録的な暴風。
	37	平成24年7月九州北部豪雨	7月11日～7月14日	九州北部を中心に大雨。
	38	前線による大雨	8月13日～8月14日	近畿中部を中心に大雨。
	39	台風第16号および大気不安定による大雨・暴風・高波・高潮	9月15日～9月19日	沖縄地方から近畿地方太平洋側にかけて大雨・暴風。 沖縄地方、九州地方を中心に高波・高潮。

2-2. 事業継続マネジメントの重要性

自然災害が発生した場合でも中小企業が生き残るためには、事業継続計画（BCP）を策定することが非常に重要である。

BCPとは、企業が災害などを含む何らかの原因で被害を受け、あるいは必要な資源の確保ができなくなっても、重要業務を中断が許される時間内に（なるべく早く）復旧させる（ただし、中断が許されないものは中断させない）ための対策を定めた計画である（図 2-1 参照）。そのためBCPでは、「何を」「いつまで」に「どのレベルまで」に復旧するかを明確に定める必要がある。

BCPは、従来の防災対策のように想定される被害を網羅しすべての対応を行うということではなく、災害発生後の混乱した状況下でも制限的な能力で事業を行うためにはどうしたらいいのか、あらかじめ災害時でも継続すべき優先的な重要業務を決め、その事業を実施するために投入するリソース、スケジュールなどを定めた実効性のある計画である。

BCPはリスクマネジメントの一環として取り組むべきものである。まずBCPを策定（Plan）し、BCPの管理体制や管理ルールを整理し、組織内に徹底したうえで事前準備や教育活動を実行し（Do）、その活動をチェック（Check）し、BCPを見直す（Act）というPDCAサイクルにより維持管理していくこと、つまり事業継続マネジメントが重要である。

また、以下の理由から、経営者が自ら意志決定すべき“経営戦略”であることが非常に重要な点である。

- BCPの策定・運用は、トップダウンで進める必要がある
- BCPは、経営理念や経営戦略との関わりが深い
- BCPは、資金計画と密接に関わる
- 非常時には全社的な指揮命令が必要である
- BCPは、発動の判断が必要である

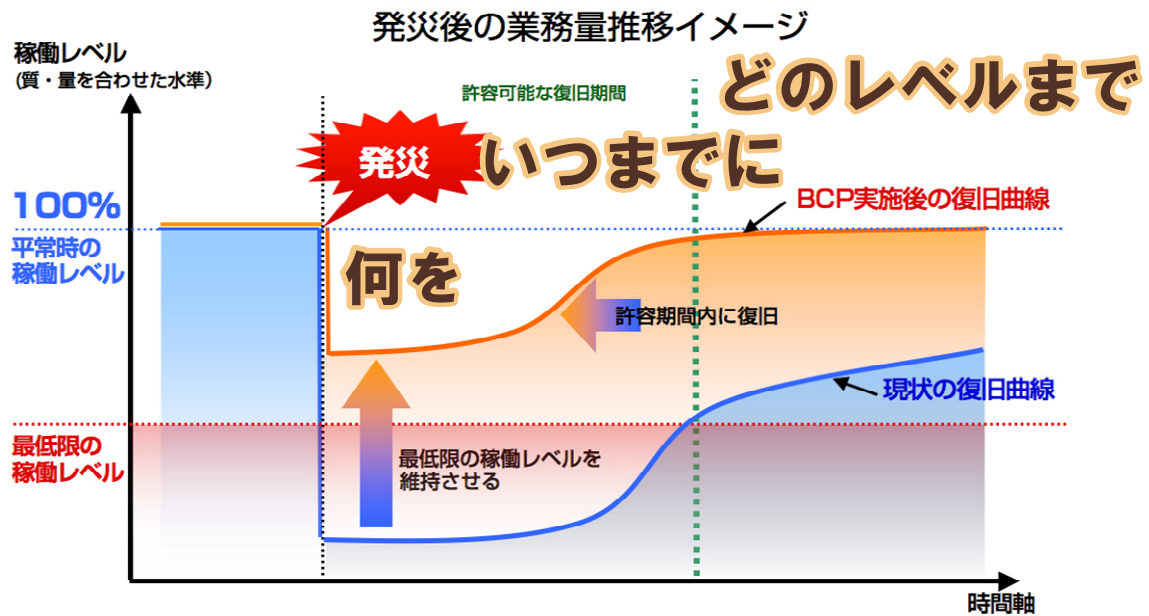


図 2-1 事業継続計画（BCP）の概念

国内企業が事業継続（BC）に対する意識を高める契機になった災害は、阪神・淡路大震災（1995年1月）、新潟県中越沖地震（2007年7月）、新型インフルエンザ（2009年5月）である。

事業継続（BC）が注目されている日本が、単にとりわけ災害が多い国であるという背景だけでなく、以下のような日本の企業がおかれている環境の変化や事業内容の変化，社会システム全体の変化が影響している。

- 事業の選択と集中
- アウトソーシングの進展
- IT化の進展
- 雇用形態の変化
- テロなどの新たなリスクの出現
- 企業情報開示の要請

2011年3月11日に発生した東日本大震災以降にBCPの認知度が高まり，その重要性が再認識されつつある。内閣府が2012年3月に行った「企業の事業継続の取組に関する実態調査－過去からの推移と東日本大震災の事業継続への影響－」によれば，BCP策定済みまたは策定中の割合は，地震59.9%，新型インフルエンザ50.2%，水害（津波以外）22.8%となっている。

浸水被害（水害）に注目すると，その発生頻度と危険性がともに高い割には，東日本大震災の発生後においてもBCP策定はあまり進んでいない。これは，事業所における浸水被災事例の情報が少ない上に，事業継続に必要なリスク分析や対策の検討が難しいことが要因となっていると考えられる。

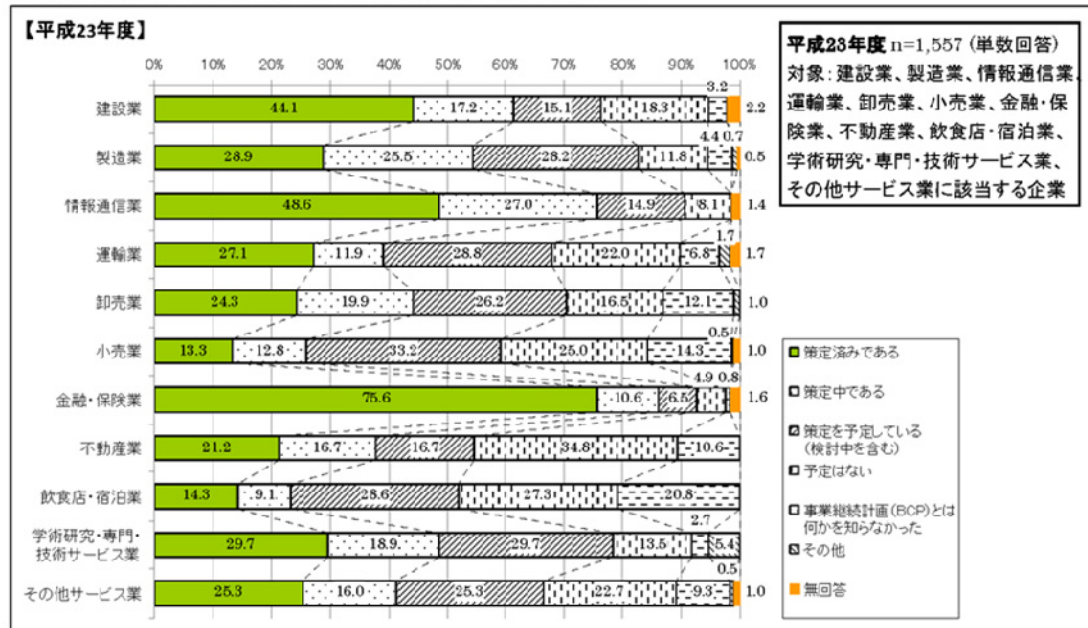
日本における業種別の現在のBCPの策定状況および策定理由は，図2-2，図2-3に示す²⁾

とおりである。

BCPの策定済み企業の割合は、業種によって大きく異なる。例えば金融業や情報通信業においては、本部機能を被災地以外へ即座に移転する（切り替える）ことで、十分に重要業務の業務継続が可能である業種であることが伺える。一方で製造業などにおいては、製造拠点を即座に移転することは困難であり、代替製造機能を予め準備することも困難であるため、BCP策定そのものが困難であるといった背景が考えられる。

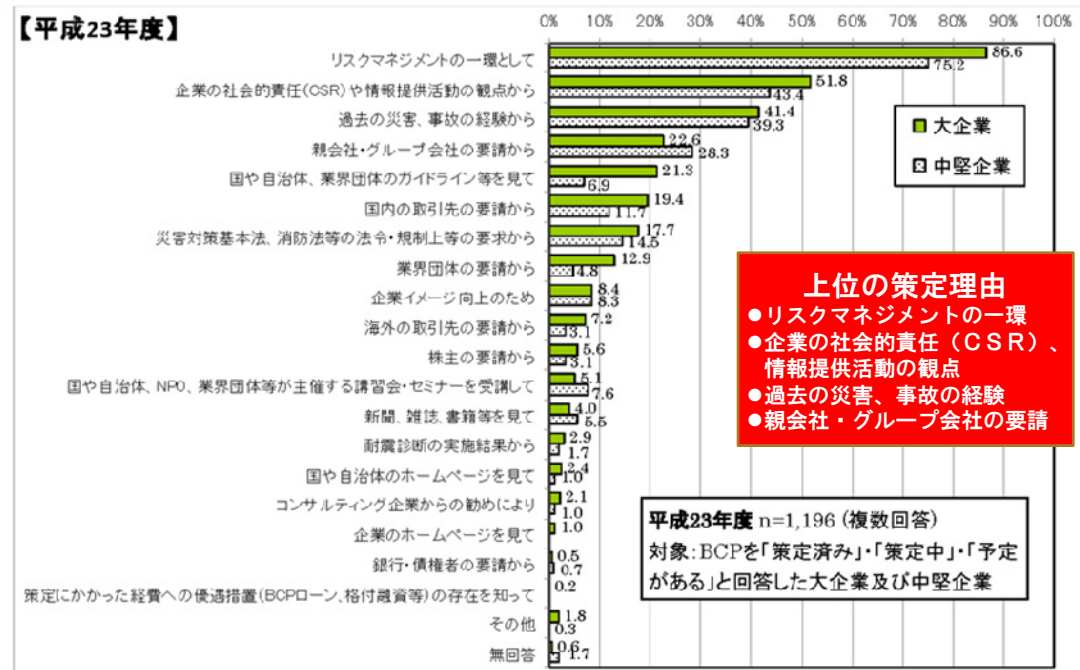
また、作成済み企業の策定理由については、「企業の社会的責任やCSR（企業情報開示の要請）」、「親会社からの要請」といった近年日本の企業がおかれている環境の変化や事業内容の変化が伺える。

回答数が30社以下の業種については、サンプル数が少ないためグラフを表示していない



出典) 企業の事業継続の取組に関する実態調査H23.11 - 内閣府

図 2-2 BCPの策定状況



出典) 企業の事業継続の取組に関する実態調査H23.11 - 内閣府

図 2-3 BCPの策定理由

2-3.まとめ

BCPの策定過程は、図 2-4 に示すとおりである。

この過程の中で『リスク分析』において対象とするリスクを決定する。対象とするリスクは、その種類と規模を明確に定めることが重要である。

本研究においては、浸水被害を対象とする。浸水被害について、どの程度の規模（頻度）の水害を想定すべきかについて、その考え方や指標を明確に示した書籍や文献は存在しない。

本研究では、この災害の規模（頻度）について、業種ごとの設定方法について提案を行う。

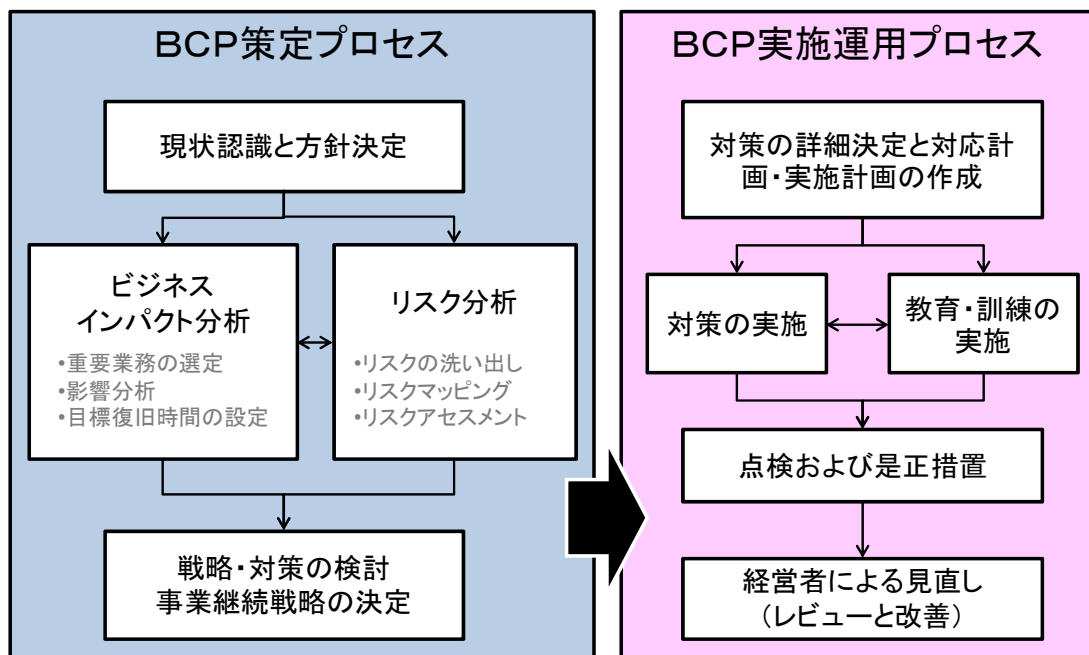


図 2-4 BCPの策定手順

一方、すべての企業（業種・規模）においてBCPが必要なわけではない。

BCPは、耐震化や耐火・防火措置などの減災対策、非常時における指揮命令系統の確立や製品・サービスの供給継続対策などからなるものであり、リスク軽減策の1つであると言える。

しかし、災害などが発生した場合、製品・サービスの供給継続計画が確立されていたとしても、資金面において十分な余裕がなければ事業継続ができない。そのため、保険などのリスクファイナンスの計画（リスク移転）も含めて考える必要がある。

あるいは企業が経営戦略を考える上では、図 2-5 に示すように、経営者がり損害保険などでリスクを移転することだけで事業継続が可能であると経営判断する場合もある。

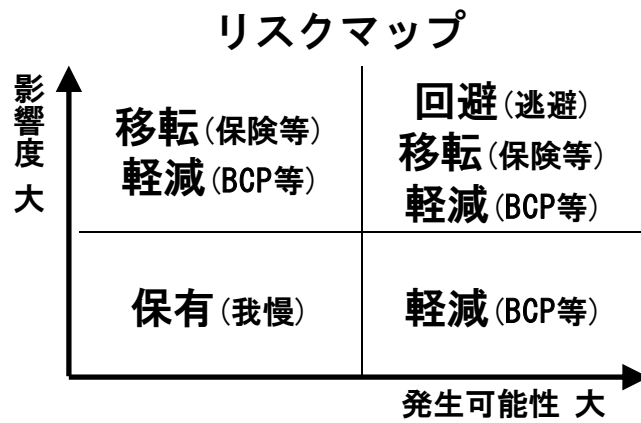


図 2-5 リスクの対処方法

本研究では、リスクを管理すべき被害規模とリスクを移転すべき被害規模の境界を見いだすための一手法を提案する。これにより、この研究成果は企業が浸水被害を対象とした BCP を策定する上で被害想定や策定の動機付けの一助となり得ることを示す。

【参考文献】

- [1] 気象庁：気象等の知識，災害をもたらした気象事例（平成元年～本年），
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index.html>，（参照：2013年6月24日）
- [2] 内閣府：企業の事業継続の取組に関する実態調査，pp.5-6，
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyou/topics/pdf/kentoukai12_09.pdf，（参照：2013年6月24日）

第3章 豪雨災害による事業所の被災と対応

3-1.集中豪雨による氾濫特性の整理

同様の特徴を持つ、近年に発生した4つの局所的・短期的集中豪雨による浸水被害を取り上げ、以下にその特性を整理する。

3-1-1.新潟福島豪雨（2011年，新潟県）

2011年7月27日から30日にかけて、新潟県と福島県会津を中心に大雨となった。特に、28日から30日にかけては、大気の状態が不安定となって、新潟県と福島県会津を中心に記録的な大雨となった。

この期間の雨量は、図3-1に示すように福島県南会津郡只見町只見(タダミ)で711.5ミリ、新潟県加茂市宮寄上(ミヤヨリカミ)で626.5ミリとなり、それぞれ7月の平年の月降水量の2倍以上となった。これは100年を越す確率の降雨であった^[1]。

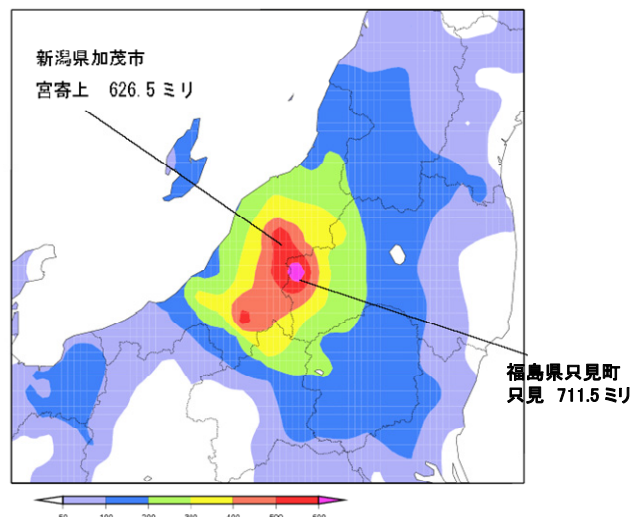


図 3-1 7月27日～30日の期間降水量分布図 ^[1]

1時間降水量では、新潟県十日町市十日町（トカマチ）で29日20時51分までに121.0ミリの猛烈な雨が降り観測史上1位を更新し、福島県南会津郡只見町只見（タダシ）で29日19時00分までに69.5ミリの非常に激しい雨が降り観測史上1位を更新するなど、新潟県から福島県会津を中心に非常に激しい雨が降った[1]。

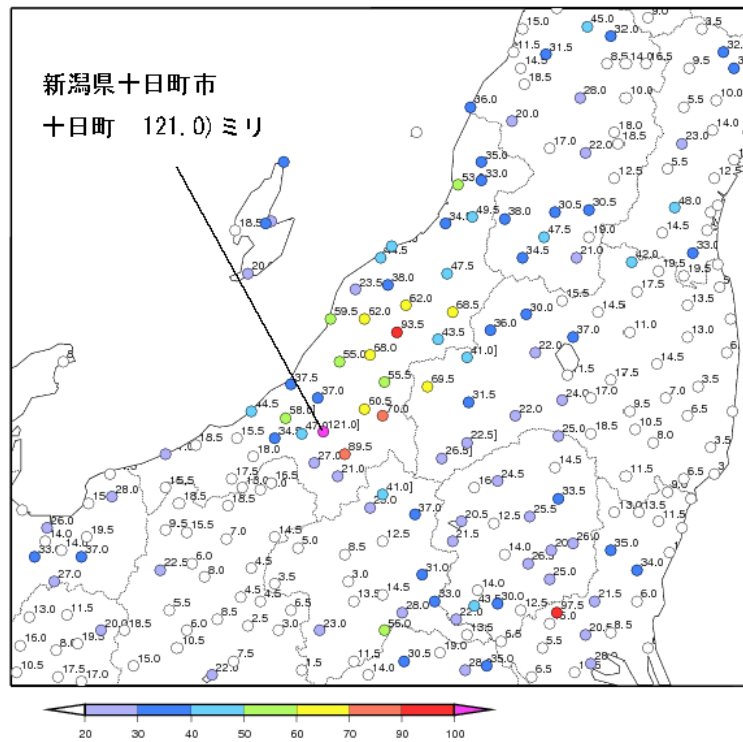


図 3-2 期間最大1時間降水量分布図（単位：ミリ） [1]

新潟県加茂市宮寄上（ミヨリカミ）では、ピーク時の1時間雨量が93.5ミリとなり、累加雨量は、7月の平年の月降水量の2倍以上となった。

降水量時系列図

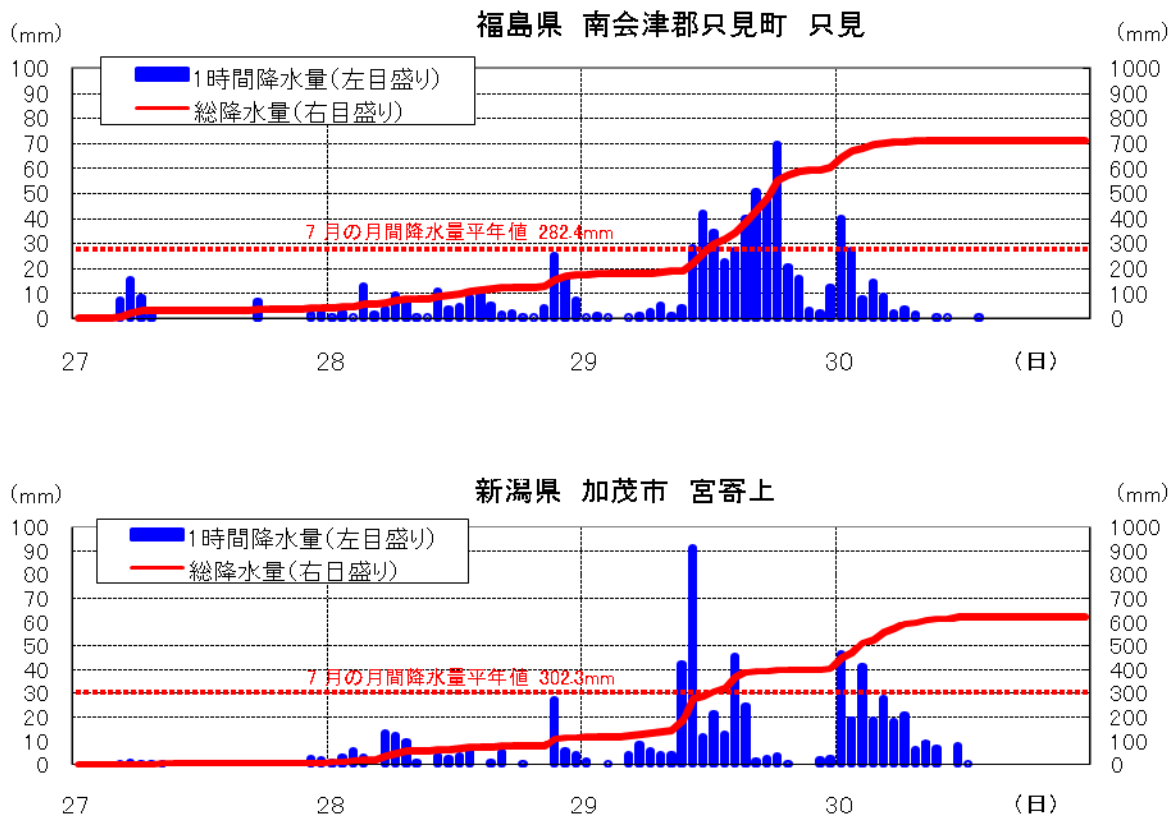


図 3-3 降水量時系列図（新潟福島豪雨）

新潟県では五十嵐川などの信濃川水系の6つの河川で堤防の決壊が相次ぎ、三条市など、広範囲で浸水被害が発生した。鉄道施設の被害も深刻であり、只見線では会津川口駅－会津大塩駅間で鉄橋が崩落し、会津坂下駅－大白川駅間が不通となるなどの被害が生じた。

この新潟県中越地方北部から福島県にかけての地域では、周知のとおり2004年（平成16年）7月にも豪雨災害が発生している。信濃川水系の五十嵐川・刈谷田川・中之島川の11ヶ所で破堤し、五十嵐川流域の三条市と刈谷田川流域の中之島町を中心に、長岡市、見附市など、広範囲で浸水被害が生じた。

図 3-4、図 3-4 に、魚野川と五十嵐川の水位波形を示す。これらは、後述する被害状況のヒアリングを行った企業に最も近い観測所の実測水位である。いずれも氾濫危険水位に相当する水位にまで上昇しており、しかも急激に水位が上昇していることがわかる。

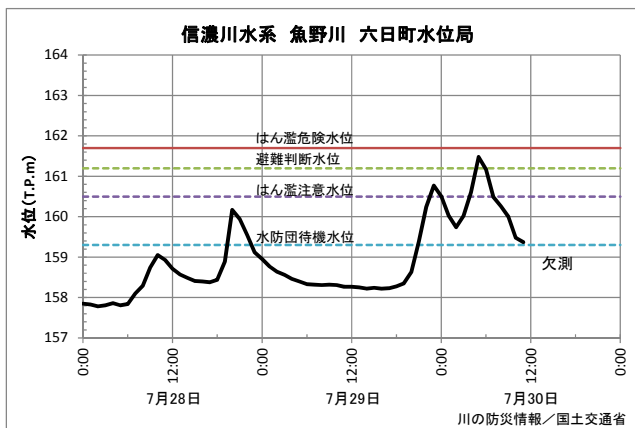


図 3-4 魚野川の実績水位波形

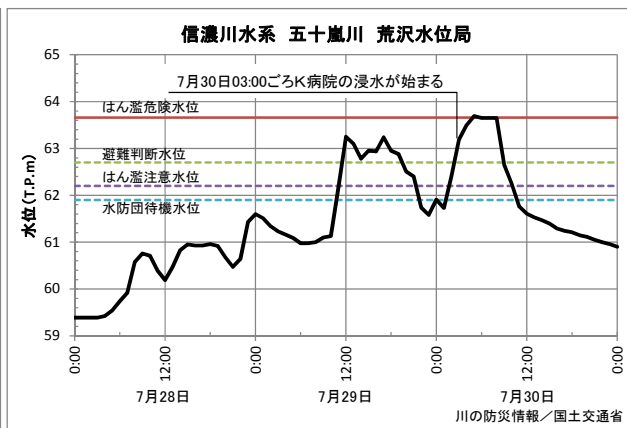


図 3-5 五十嵐川の実績水位波形

2011年8月11日～13日，図 3-6 に示す新潟県の三条市，魚沼市，南魚沼市，十日町市において被害状況の現地調査を行った。

図 3-7～図 3-17 に調査状況写真を示す。

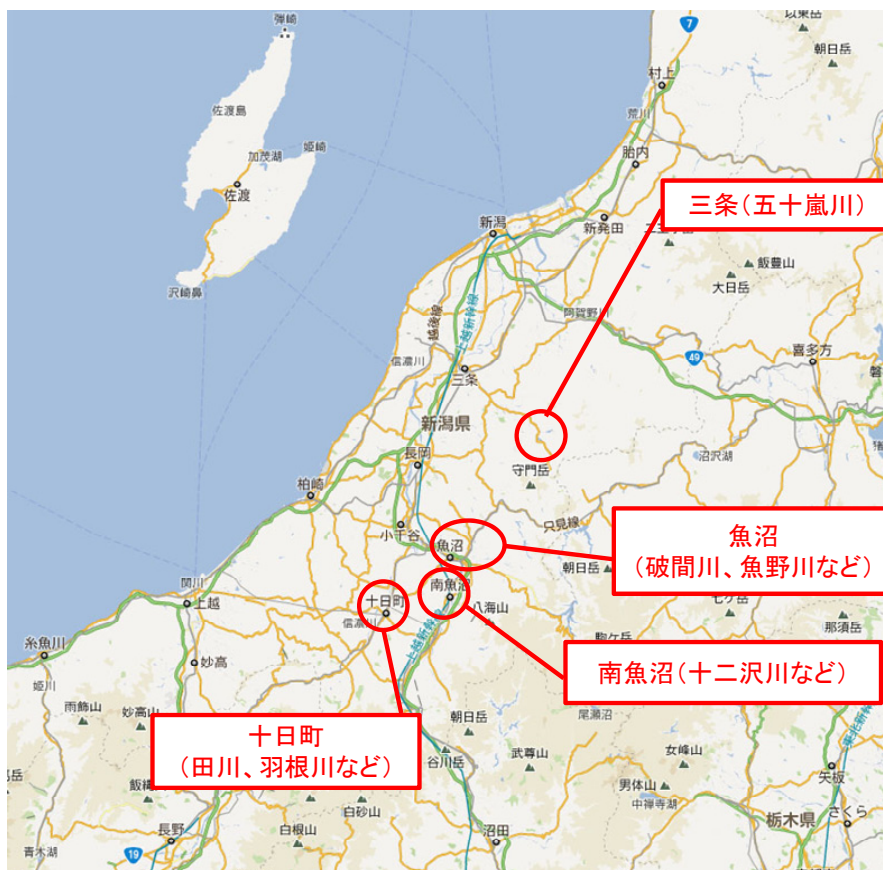


図 3-6 調査対象箇所

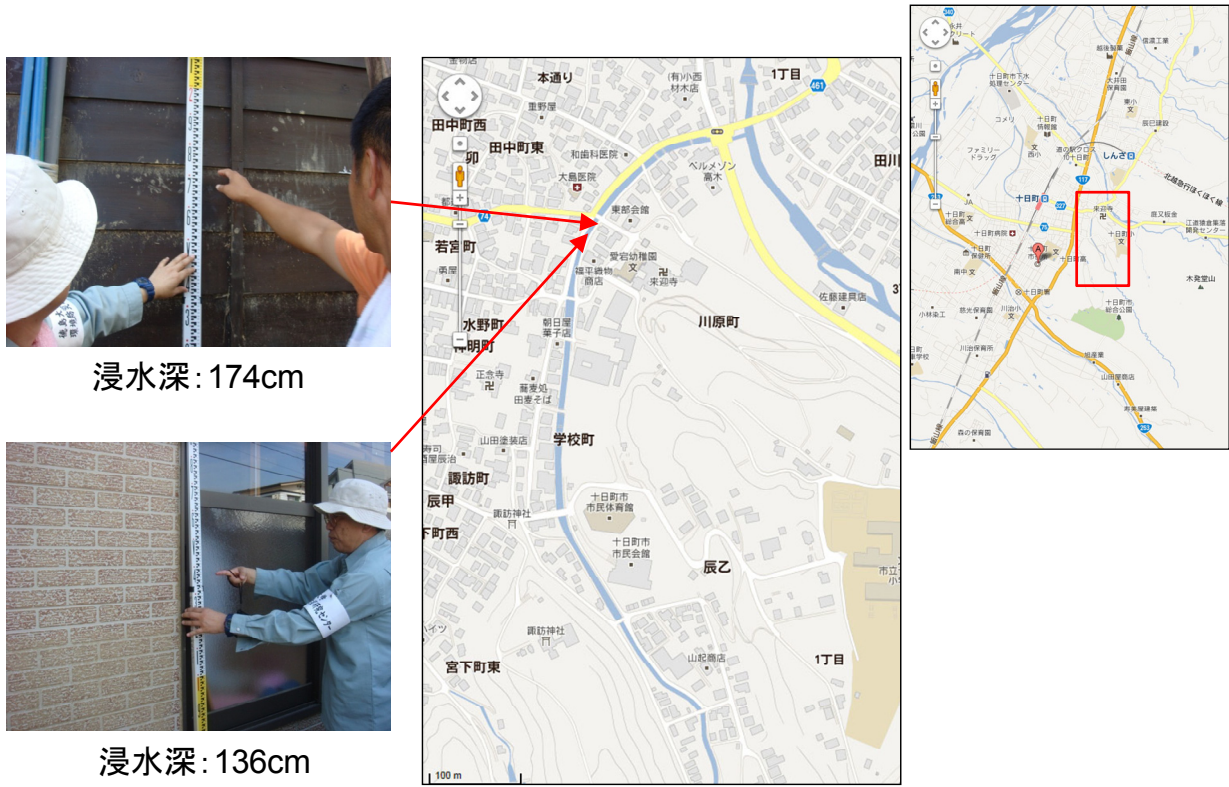




図 3-9 十日町市（晒川）住民の方からご提供いただいた写真（1）



図 3-10 十日町市（晒川）住民の方からご提供いただいた写真（2）



図 3-11 十日町市（晒川）住民の方からご提供いただいた写真（3）



図 3-12 魚沼市（破間川）現地調査写真（1）



浸水深:133cm

図 3-13 魚沼市（破間川）現地調査写真（2）



浸水深:86cm

図 3-14 魚沼市（魚野川）現地調査写真



図 3-15 三条市（五十嵐川）現地調査写真（1）



図 3-16 三条市（五十嵐川）現地調査写真（2）



図 3-17 三条市（五十嵐川）現地調査写真（3）

3-1-2. 堀船水害（2010年，東京都北区）

(1) 石神井川流域・河川の特徴

石神井川は，東京都北区の JR 王子駅の東で隅田川に合流する河川延長 25.2km，流域面積約 61.6km² の一級河川である（図 3-18 参照）．流域には，4 市 4 区を擁し（図 3-19 参照），都内の中小河川では比較的規模が大きい河川である．

流域の高低差は約 85m あるが，JR 王子駅より下流では低平地となっており（図 3-21 参照），浸水被害が発生している．

石神井川は，昭和 30 年から 40 年代にかけて，日本経済の高度成長とともに市街化も急速に進み，現在の河川や周辺の状況が形作られてきている．この後も，中上流部において昭和 50 年から 60 年代にかけて市街化が進み，現在では流域の 90% 近くが市街化され，人口・資産が非常に集積している状況である．

現在は 1 時間 50 mm の降雨に対応した改修を実施している（図 3-20 参照）．



図 3-18 石神井川位置図（東京都河川分布図） [2]



図 3-19 石神井川流域概要図 [3]

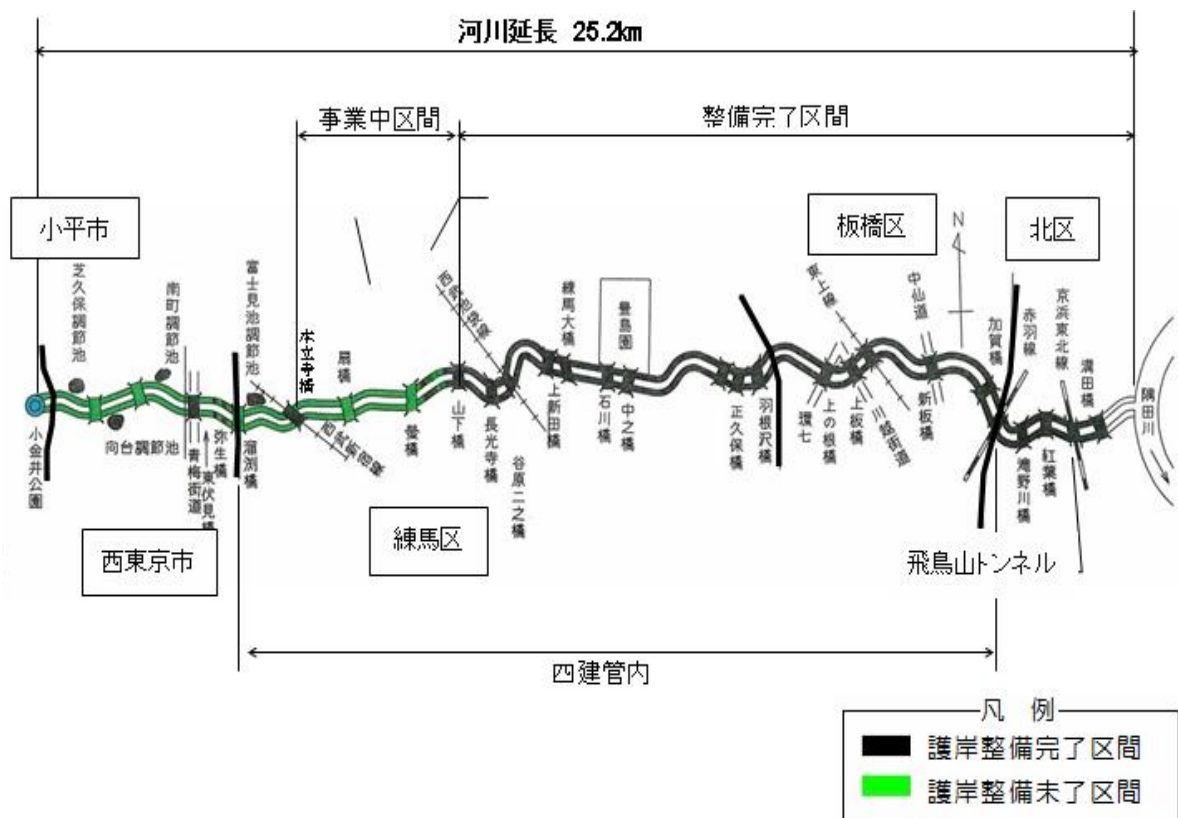


図 3-20 石神井川管内図 (50 mm/hr 対応の護岸整備状況) [3]

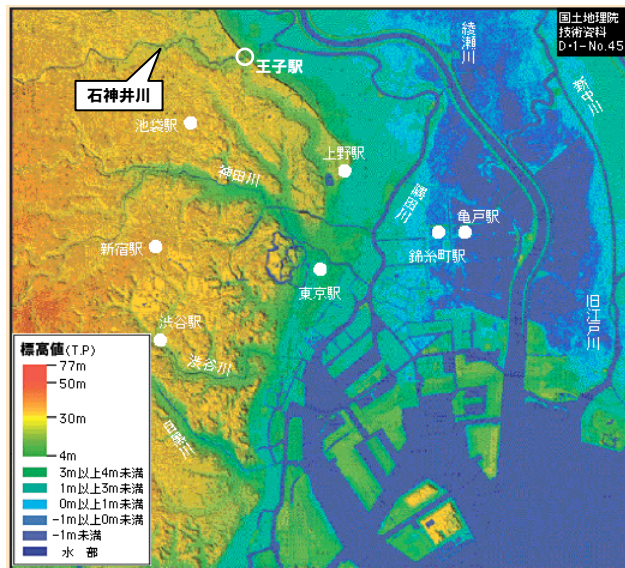


図 3-21 関東地方の標高 [4]

(2) 堀船水害の概要

石神井川流域では、表 3-1 に示すように、頻繁に浸水被害が発生している。

表 3-1 石神井川流域の主要水害記録 [5]

年月日	洪水要因	浸水面積 (ha)	被害棟数		降雨記録		
			床下 (棟)	床上 (棟)	観測所名	日雨量 (mm)	時間最大雨量 (mm)
昭和 33 年 9 月 26 日	狩野川台風	21,103.00	464,030		東京	371.9	76.0
昭和 41 年 6 月 28 日	台風 4 号	309.40	8,213		中野	175.5	30.0
昭和 49 年 7 月 20 日	集中豪雨	48.40	1,449	84	練馬	91.0	31.0
昭和 49 年 8 月 1 日	集中豪雨	2.60	500	56	練馬	4.5	2.0
昭和 49 年 9 月 9 日	台風 18 号	42.40	863	51	練馬	71.5	22.5
昭和 50 年 10 月 5 日	台風 13 号	15.10	882	72	石神井	82.5	32.0
昭和 51 年 9 月 9 日	台風 17 号	110.50	1,800	1,398	石神井	206.5	43.0
昭和 52 年 8 月 17 日	集中豪雨	31.00	728	94	石神井	30.0	9.0
昭和 53 年 4 月 6 日	集中豪雨	19.90	127	522	石神井	68.0	27.0
昭和 57 年 9 月 12 日	台風 18 号	19.20	658	516	石神井	177.0	58.0
昭和 62 年 7 月 31 日	集中豪雨	21.35	707	222	練馬	47.0	47.0
平成元年 8 月 1 日	集中豪雨	7.37	454	179	練馬	175.0	58.0
平成 17 年 9 月 4 日	集中豪雨	15.82	457	464	石神井	242.0	109.0

(注) 狩野川台風の浸水面積、被害棟数は都全体。昭和 49 年以降は、石神井川流域において 500 棟以上の浸水被害のあったものを表示

出典:「水害記録(都建設局)」

その中で、東京都北区堀船地区では、平成 17 年(2005 年)と平成 22 年(2010 年)の二度にわたって水害に見舞われている。

図 3-22、図 3-23 に、練馬区の西側に位置する [石神井] 雨量観測所と板橋区の東端に

位置する〔加賀橋〕水位観測所の実測値を示す（観測所位置は図 3-19 参照）。

2005年洪水の雨量は、9月4日のピーク時 22:20 には、10分間で 22mm を記録し、60分最大（21:30～22:20）では 109mm もの雨量を記録している。水位については、4日 21:30 からの 60分間に水位が約 4.5m（3.1 から 7.6）上昇している（ピーク前の 22:10 には 10分間で 1.3m 上昇）。

2010年洪水の雨量は、7月5日のピーク時 19:10 には、10分間で 17mm、60分最大（19:10～20:00）では 42mm であり、2005年と比較すれば小規模である。しかし水位については、5日 19:20 からの 60分間に水位が約 6.8m（9.2 から 16.0）上昇している（ピーク前の 20:00 には 10分間で 3.0m 上昇）。その結果、石神井川の溝田橋地点右岸から越水氾濫が発生し、堀船地区の住宅・事業所に浸水被害が生じた（図 3-27 参照）。

下流部に位置する板橋区雨量観測所で 114mm/hr を記録する局所的・短期的集中豪雨が発生した。これは 100年を超す確率の降雨であった⁵⁾。この豪雨は典型的な雷雨性豪雨であり、時間最大雨量は非常に強いものの、24時間雨量は 137mm と少ない。

この豪雨により、都内では床上浸水 449 戸、床下浸水 358 戸もの被害があった⁵⁾。この地区では、2005年9月にも同じ地区で浸水被害が発生している（図 3-26 参照）。2005年洪水、2010年洪水のいずれの場合も夜間に集中豪雨・浸水被害が発生したという特徴を持っている。地区の住民や事業主は、まさかわずか5年で二度の浸水を経験するとは考えていなかった。

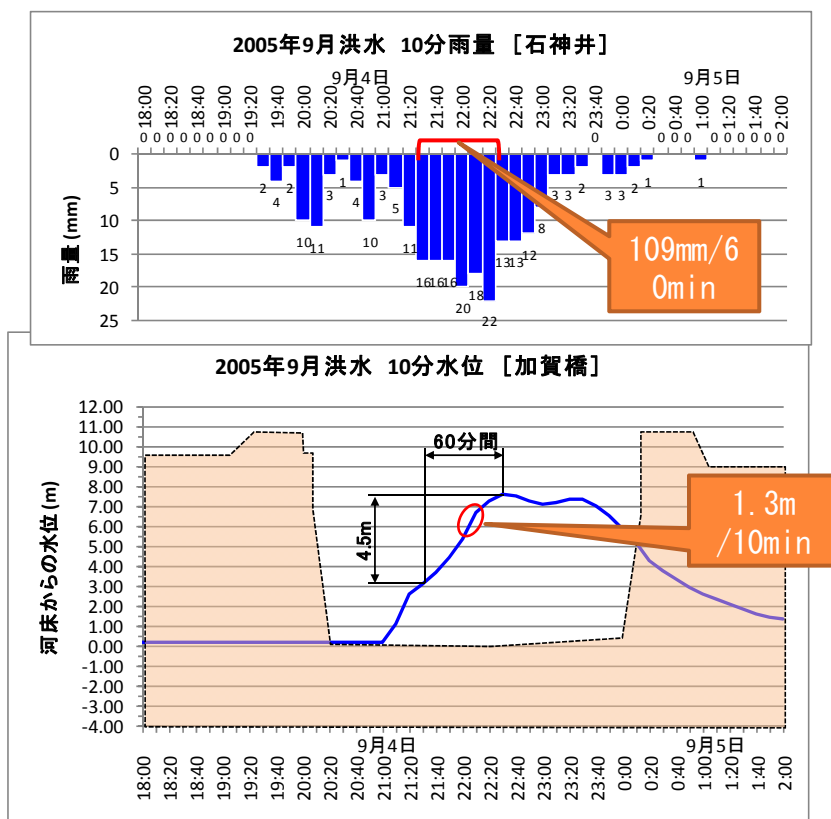


図 3-22 平成 17 年(2005 年)9 月洪水の雨量・水位

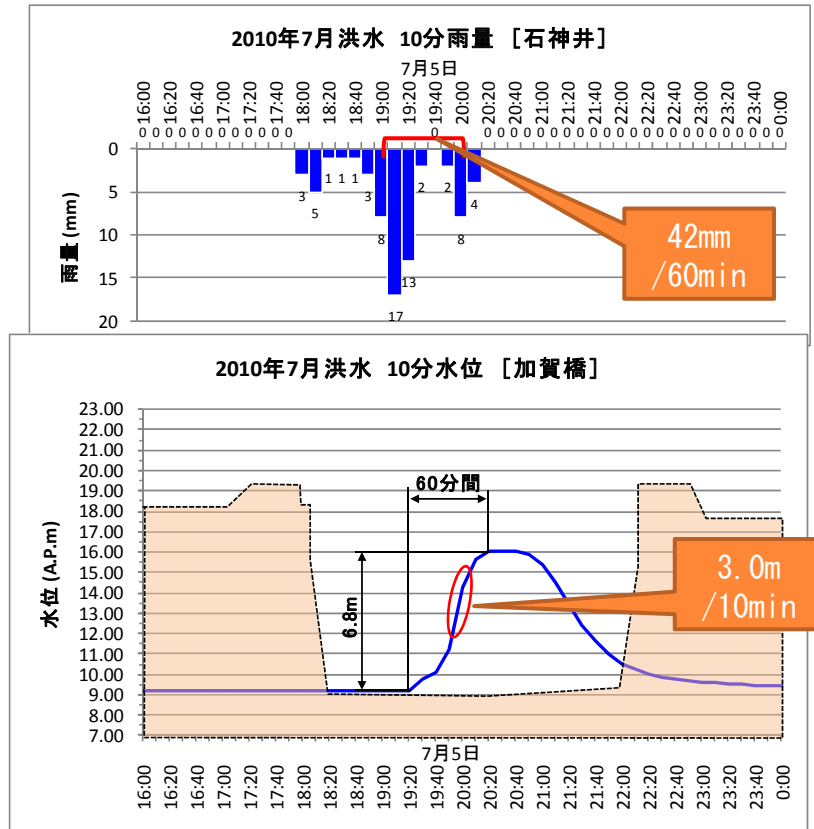


図 3-23 平成 22 年(2010 年)7 月洪水の雨量・水位

被害発生当時、首都高速(株)が石神井川を横架する首都高速中央環状王子線の王子南出入口の工事行っており、2005 年 9 月洪水では、この工事で設置していた仮設護岸が倒壊し、氾濫被害が発生している (図 3-25, 図 3-26 参照)。この洪水では、首都高速(株)から地域住民へ賠償金が支払われた。

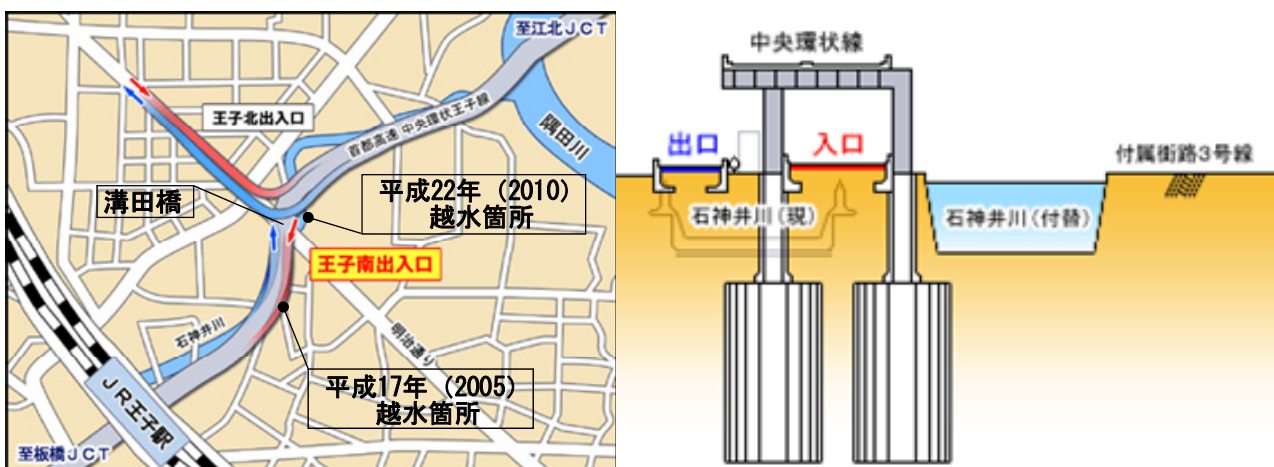


図 3-24 首都高速中央環状王子線 王子南出入口工事の概要



現在の仮設護岸
(2010年11月29日撮影)

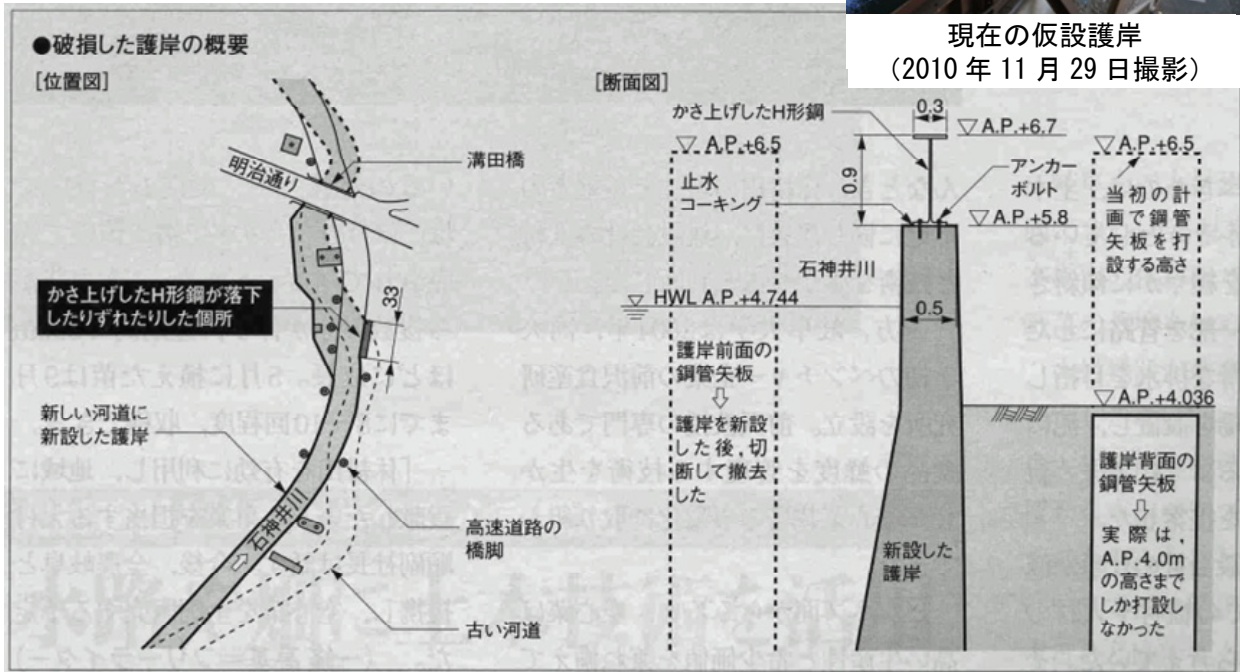


図 3-25 2005年9月越水氾濫の原因を報じる記事(日経コンストラクション)



図 3-26 平成17年(2005年)9月洪水の浸水実績

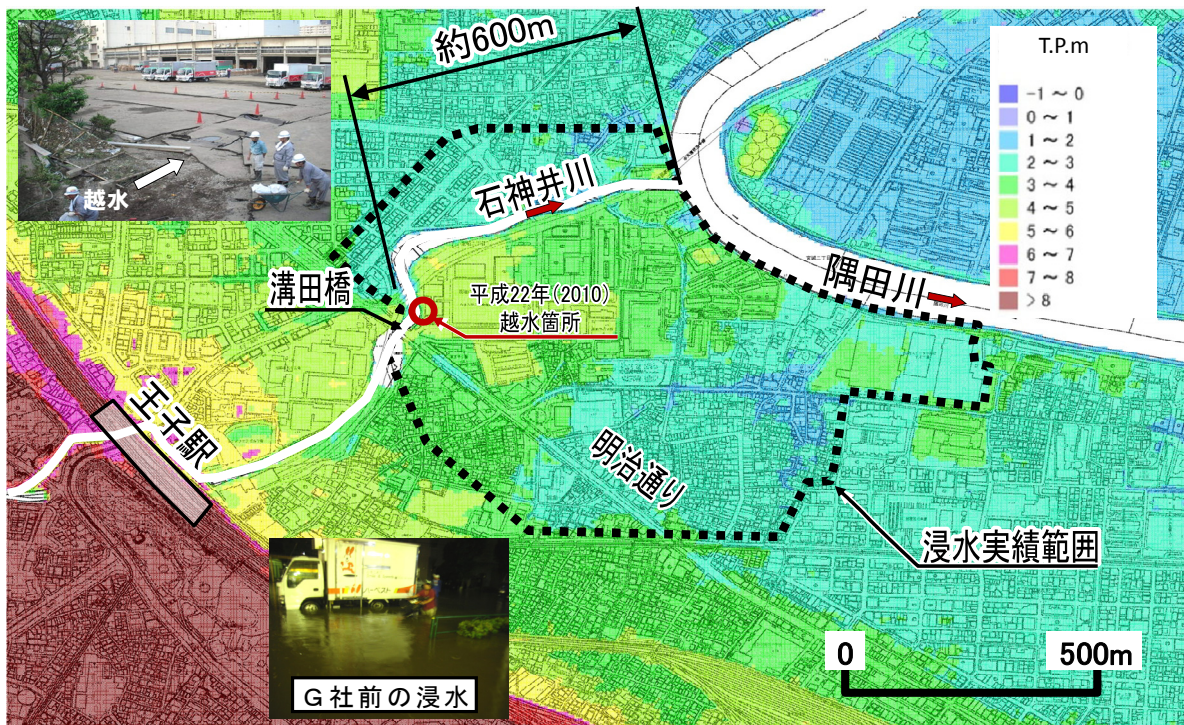


図 3-27 石神井川下流部地盤高分布と浸水範囲

(3) 現地調査

2010年11月29日、2011年2月1日に、被災地の現地調査を行った。

図 3-28、図 3-29 に調査状況写真を示す。



図 3-28 東京都北区 石神井川 溝田橋付近 現地写真



図 3-29 東京都北区 隅田川合流点付近 現地写真

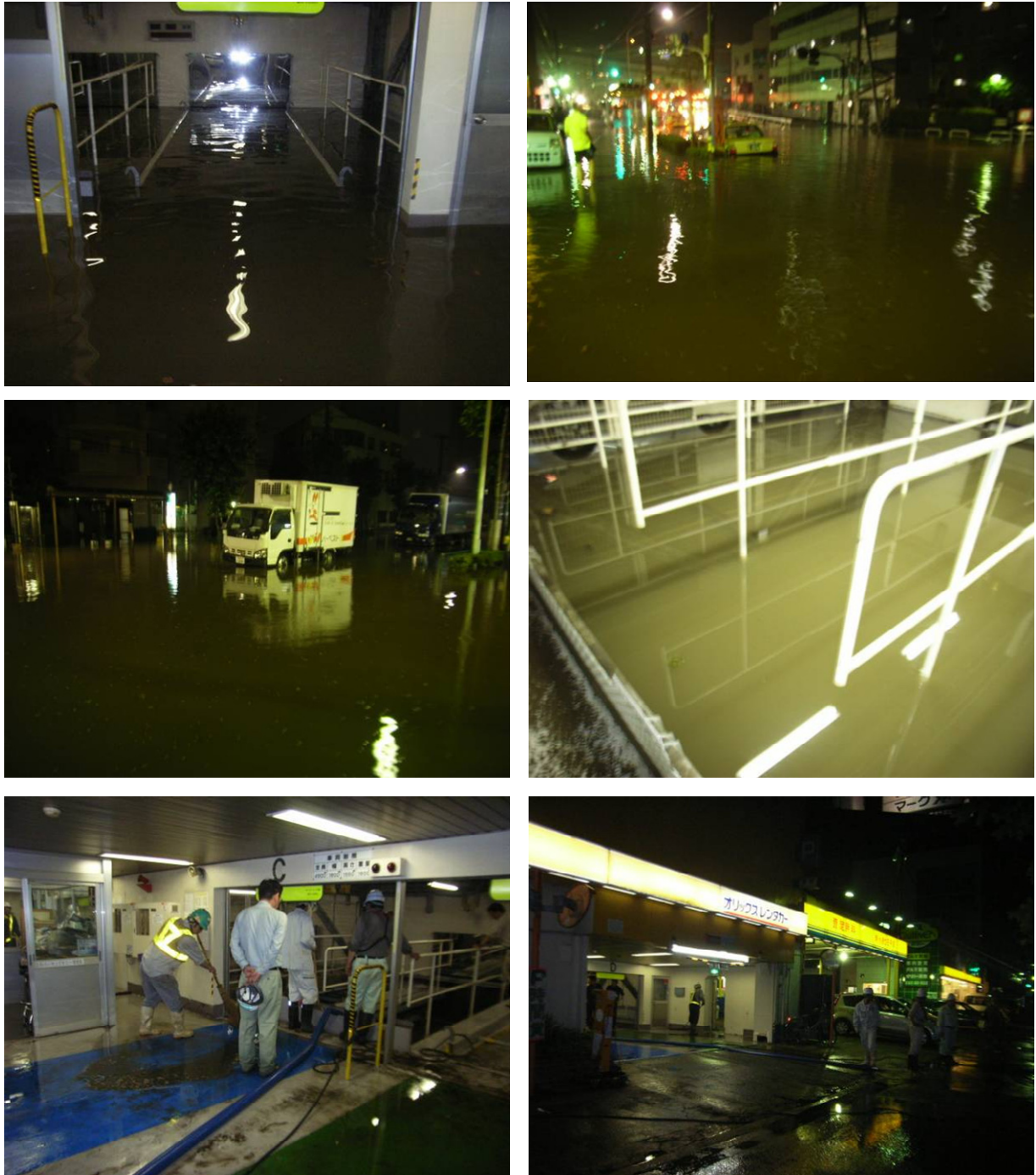


図 3-30 東京都北区明治通り 中古車販売会社（G社）からご提供いただいた写真

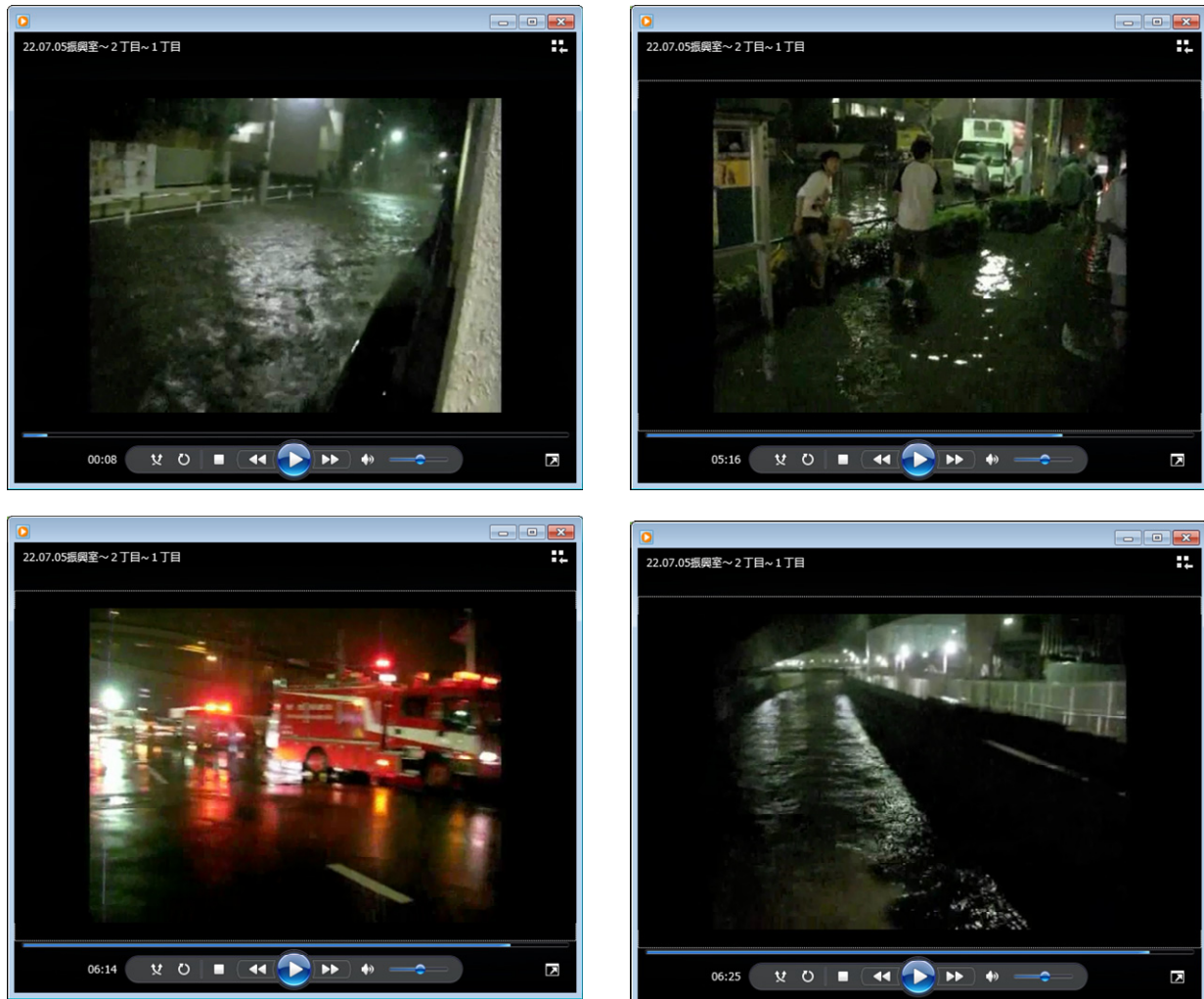


図 3-31 平成 22 年 7 月洪水の車道を流れる氾濫流を捉えた動画
(住民から提供された動画)

(4) 氾濫状況の再現

堀船水害の平成 22 年(2010 年)7 月洪水を対象として氾濫解析を行い、氾濫状況を再現した。

a. 氾濫解析条件

氾濫解析には、一般的な 2 次元浅水流方程式を用いた。氾濫原の地盤高には三次元レーザー測量データ (5.0m メッシュ, グラウンドデータ) を用い、できるだけ精度良く流況を再現するため、計算メッシュサイズも三次元レーザー測量データと同じ 5.0m とした。

氾濫原の粗度係数は、一般的に浸水想定区域図作成等で用いられる方法と同じく、土地利用や建物占有率に応じて設定した。

越水地点に越水流量ハイドロを与え、石神井川右岸域を対象に氾濫計算を行った。越水地点より下流で河道へ復流した箇所はなかったため、河道の水面追跡計算は行っていない。

越流地点の河道水位波形は、越流地点に近い水位観測所（加賀橋、越流地点より2.7km 上流）の水位波形をもとに、「越流氾濫は約 50 分間続いた」という東京都の調査結果を使って越流敷高を設定した。

越流量波形は、上記の越流地点の水位波形を用い、正面越流（河道線形より判断）で越流するものとして本間の公式を用いて算出した。

最大越流水深は 0.6m，最大越水流量は 53m³/s となった（図 3-32 参照）。

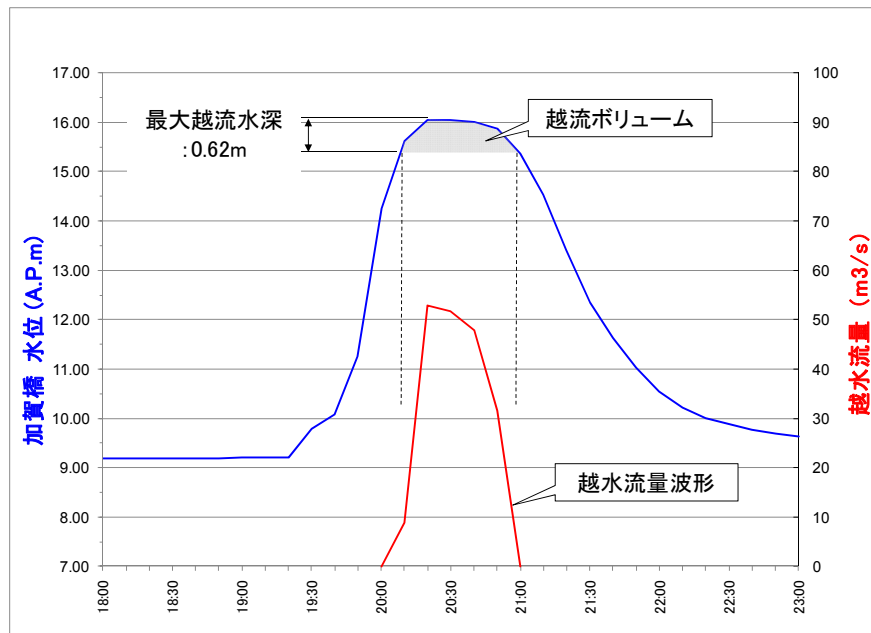


図 3-32 設定した越流地点の水位・越水流量波形

氾濫解析条件を整理すると、表 3-2 のとおりである。

表 3-2 氾濫解析条件

項 目		算 定 条 件
氾濫解析モデル	氾濫形態	氾濫形態は、「拡散型」である。
	氾濫計算手法	拡散型であることから二次元不定流モデルを使用する。
	メッシュ分割	約 5m×約 5m メッシュ，地盤高は LP データより設定。
	氾濫原粗度係数	土地利用別の粗度を面積比で設定し，建物占有率と氾濫水深により算定。
	盛土構造物	考慮しない。
	水路・下水路	考慮しない。
	樋門・樋管	考慮しない。
	排水ポンプ	考慮しない。
河道モデル		考慮しない

b. 氾濫解析結果

石神井川右岸域を対象に平成22年(2010年)7月洪水の氾濫解析(再現計算)を行った結果、図3-33に示すようにほぼ浸水実績と合致する結果が得られた。図中の着色した丸印は、実際に浸水した箇所であり、青丸印が床下浸水、赤丸印が床上浸水である(筆者らの聞き取り調査による)。

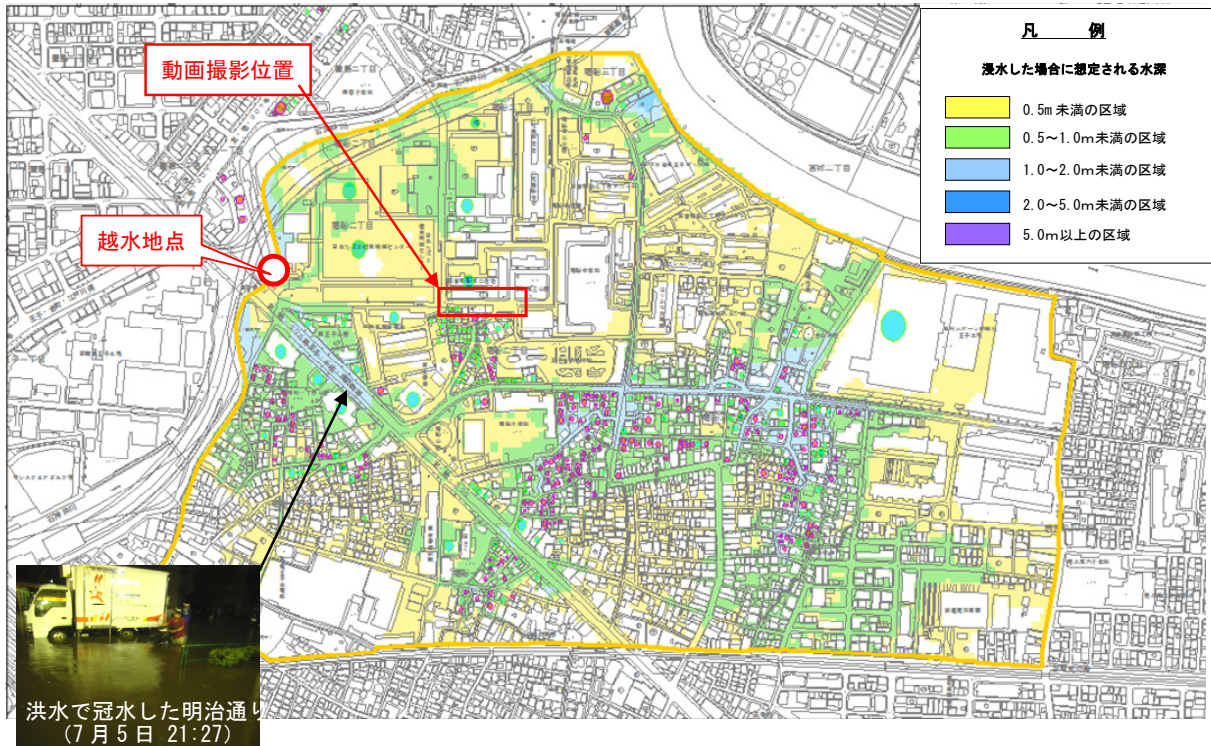


図 3-33 平成22年(2010年)7月洪水 想定最大湛水深図

次に、前述の動画(図3-31)が撮影された道路(車道)の流速について検証した。この道路上の計算最大流速は約0.5m/sである(図3-34参照)。一方、動画から計測した流速は約1.0m/sである。



図 3-34 平成 22 年(2010 年)7 月洪水 想定最大流速図

この差異の原因は複数存在すると考えられ、その一つに氾濫原の粗度係数があると考えられる。今回準拠した『氾濫シミュレーション・マニュアル』によると、氾濫原粗度係数は標準値が建物・農地：0.060，道路：0.047，その他：0.050 となっており、それぞれの面積比率や建物占有率・水深によって算定することとなっている。この動画撮影位置の道路のように、土地利用種別が道路のみで、かつ、建物占有率がゼロである場合、粗度係数は水深の変化に関わらず 0.045 となる。『氾濫シミュレーション・マニュアル』に記載されたこの土地利用別の粗度係数は、メッシュサイズが 250m 程度の比較的大きな格子を用いることを前提に定められた数値であるため、比較的大きな粗度係数となっているものと考えられる。自然河床の河道の粗度で 0.035 程度、三面張り河道の粗度で 0.025 程度であることを考えると、格子全体が道路のみである場合に 0.045 という粗度係数は過大であると考えられる。もう一つの原因として、映像のひずみが十分に補正できていないことが挙げられる。この動画は定点カメラで撮影されたものではなく、撮影方向が常に変化していることもあり、流速を正確に算定できていない可能性がある。

この道路（車道）の水深については、記録された動画の水深（約 0.3m）より若干小さいが、ほぼ近い値となった（図 3-35）。

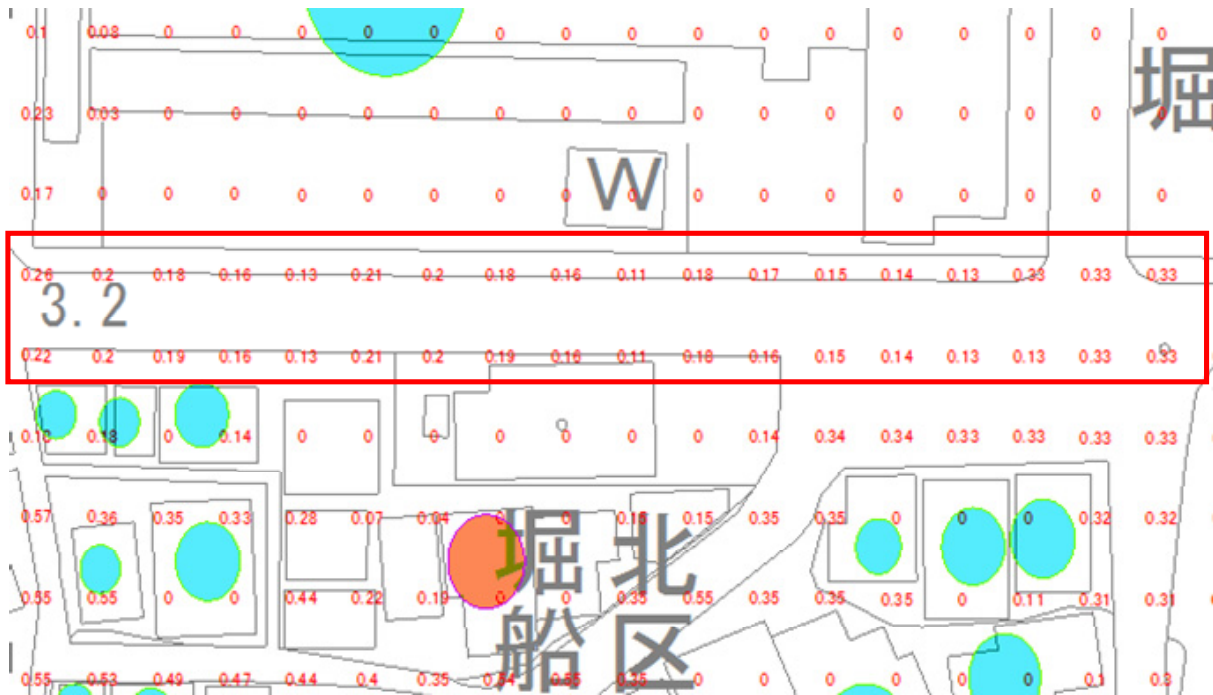


図 3-35 平成 22 年(2010 年)7 月洪水 想定最大湛水深

次に、氾濫の広がり方について検証する。図 3-36 に赤丸印を記入した地点において地域住民に聞き取りした結果、「ここには、氾濫流が 2 方向から流れてきて合流した」という報告を得た。各時刻の湛水深図から氾濫の広がり方を検証したところ、この報告どおりに氾濫流が 2 方向から合流する現象が再現できた。

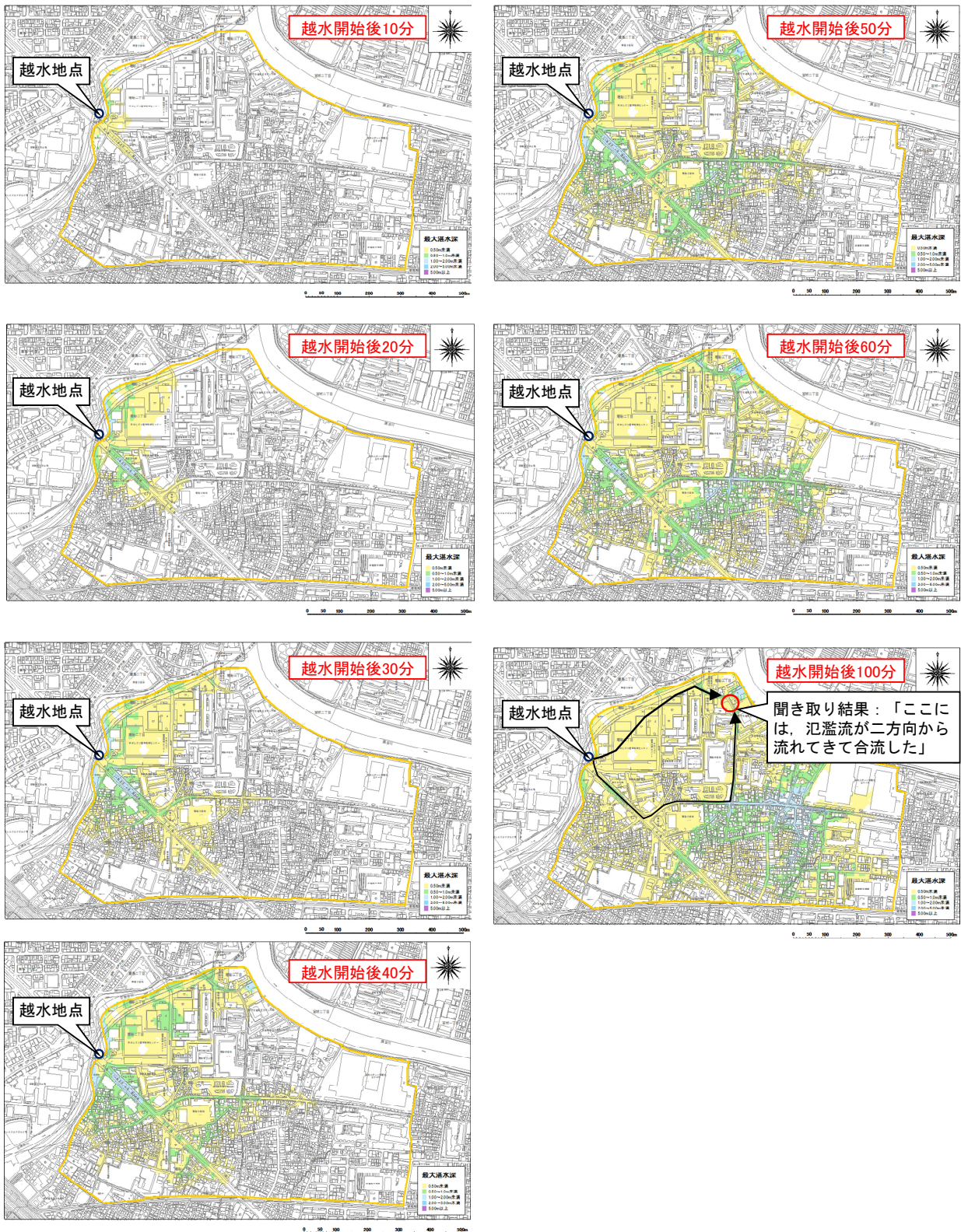


図 3-36 時系列湛水深図



図 3-37 越水開始後 100 分時点の湛水深図

c. 水位上昇特性

本稿で対象とした平成 22 年(2010 年)7 月の堀船水害では、幸いにも死者は出ていないが、10 分間で 3.0m の水位上昇が発生していることから、石神井川は非常に危険な流出特性を持つ河川であると言える。

地元住民らは、平成 22 年(2010 年)7 月の浸水被害は首都高の工事が原因であると主張しているが、石神井川の合流先である隅田川の水位の影響も無視できない。図 3-38 に示すように平成 22 年(2010 年)7 月洪水時には、石神井川の水位（[新柳橋]：越水地点より約 0.4km 下流）は、自己流ピークと隅田川（[岩淵水門]：石神井川合流点から約 6km 上流）のピーク水位がほぼ重なった（21:00 ごろ）ことも越水の一因である。降雨分布によっては、石神井川の流量ピークと隅田川の水位ピークが重なり、隅田川の背水によって石神井川下流部の水位は大きく上昇する可能性がある。なお、首都高の工事終了後における氾濫の危険性については、今後検討する余地がある。

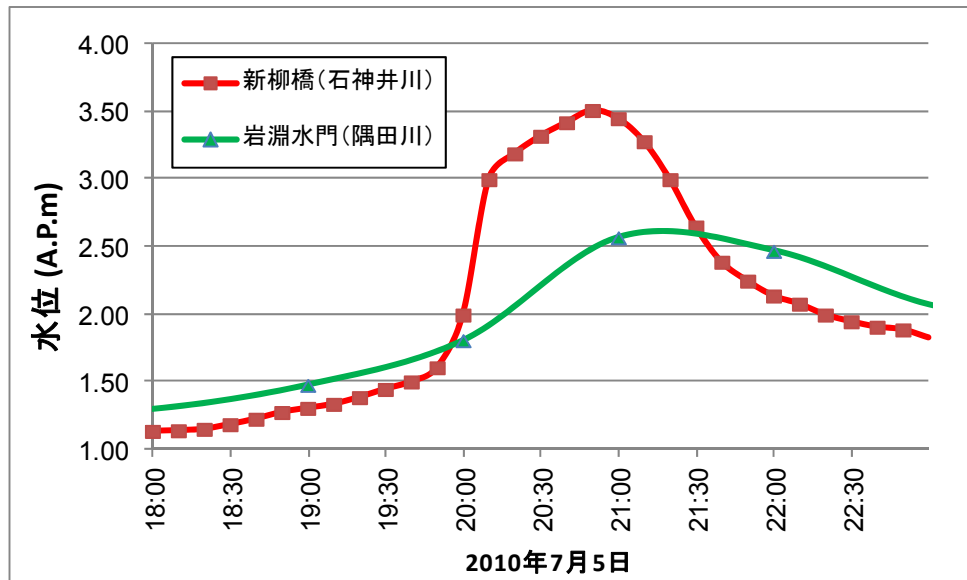


図 3-38 石神井川と隅田川の水位波形

d. 氾濫特性

筆者らが入手した水害時の氾濫状況を記録した動画（図 3-31）には、道路を氾濫流が川のように流れる状況が記録されている。もし水位がさらに上昇し続けていた場合、2009 年の佐用町での被害のように避難中に被災する可能性が十分に考えられる。

本研究では、近年身近に入手可能となってきた精密な地形データ（三次元レーザー測量データ）を用いて細密に氾濫解析を行い、道路上の流速を概ね予測し示すことを示した。各自治体においては、本研究で行ったような氾濫解析により高速流が発生する可能性がある道路を事前に予測しておけば、避難経路の選定あるいは危険箇所の抽出に反映することができる。

また、図 3-37 に示したように、地形的に氾濫流が集まり長期的に湛水しやすい場所を氾濫計算によって予測することにより、排水対策の立案に反映することができる。

e. まとめ

近年では、全国的に突発的で局地的な豪雨であるいわゆるゲリラ豪雨が頻発している。急流河川の沿川だけでなく、本稿で事例として挙げた密集市街地の低平地であっても、本川の水位上昇によって生じる背水と自己流ピークが重なって氾濫が生じる可能性があり、ひとたび氾濫すると、道路上では避難が困難な流速が発生する恐れがある。そのため地域住民においては、近隣河川で起こりうる水害の特性を理解し、日頃から水害に備える意識を持つことが重要である。

また、筆者らが被害実態をヒアリングした事業所の中には、数億円の損失を負った会社があった。一方で 2005 年の水害時に 1800 万円の損失を負ったことで、その教訓を活かして 2010 年水害では迅速に事業を始めることができた会社もあった。事業所においては、耐水化を進めるとともに BCP（事業継続計画）の早期策定が望まれる。

3-1-3.佐用町水害（2009年，兵庫県佐用町）

2009年8月9日15時に日本の南海上で発生した台風9号のもたらした湿った空気の影響で、8月9日から11日にかけて西日本から北日本の広い範囲で大雨となった。特に兵庫県佐用町では24時間雨量326.5mmの観測史上1位となる記録的な集中豪雨で佐用川，幕山川，千種川などが氾濫し，指定避難所に移動中の住民が流されるなど20名の死者・行方不明者を出した。また，住家被害は全壊139棟をはじめ，大規模半壊，半壊，床上浸水の被害は合計1,048棟にのぼった⁶⁾。さらに佐用町役場をはじめとした公共施設，佐用中央病院などの医療機関，製造業，個人商店など種々の事業所でも深刻な浸水被害が発生したため，泥出しから，建屋や設備の修復など長期間にわたる復旧対応を余儀なくされた。佐用川の水位は，図3-39に示すように氾濫危険水位を大きく超過しており，水位上昇速度は，60分間に約2mであった。

この地区では，2004年の23号台風でも被害があり，二度にわたって被災した事業所があった。住民や事業主のほとんどは，まさか被災するとは考えていなかった。

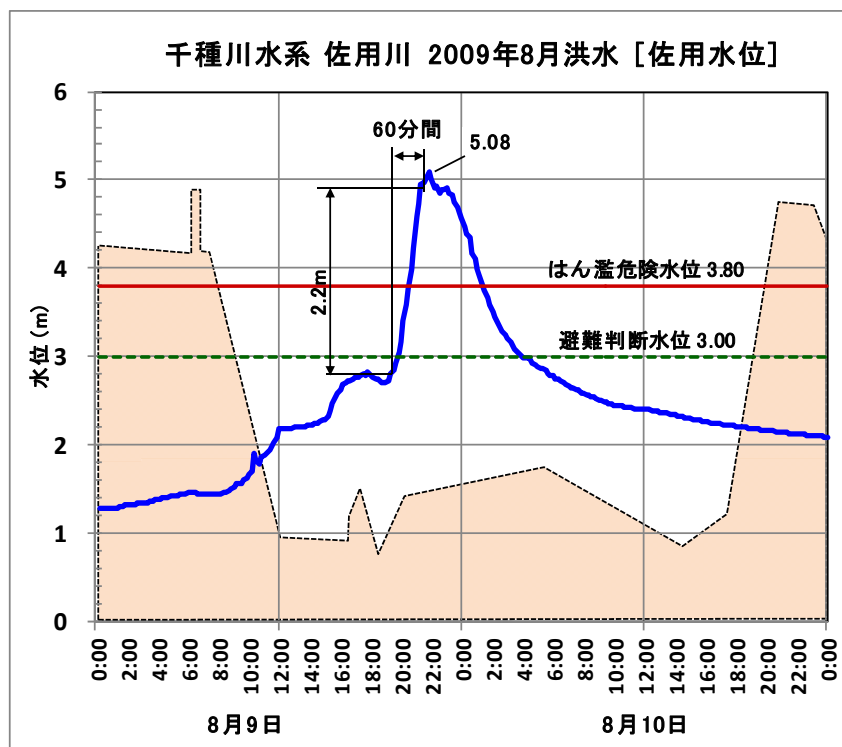


図 3-39 佐用豪雨実績水位

3-1-4.九州北部豪雨災害（2012年，熊本県）

(1)九州北部豪雨災害の概要

7月3日の早朝から昼にかけて、筑後川と山国川の流域を中心に猛烈な降雨が発生し、短時間雨量の記録を更新した箇所があった。また、7月12日深夜から14日にかけても九州北部において猛烈な降雨が発生し、同様に短時間雨量の記録が更新された箇所が多数あった。白川上流域の阿蘇地方で記録的な降雨が発生し、国土交通省の坊中（ぼうちゅう）雨量観測所（熊本県阿蘇市黒川）において、1時間雨量124mm、3時間雨量315mmを記録したほか、他4観測所にて3時間雨量において観測史上第1位の雨量を記録した。

白川の代継橋（よつぎばし）水位観測所の水位は、観測史上第1位の水位を記録し、2時間で4mもの水位上昇を記録した⁸⁾。

この豪雨の規模は、[阿蘇乙姫]地点で最大日雨量、最大1時間雨量ともに70年であった⁷⁾。

二度にわたり襲った「これまで経験したことのないような大雨」と表現されたこれらの豪雨は、熊本・大分・福岡・佐賀県域を中心に甚大な被害をもたらした。

阿蘇市における人的被害は、死者・行方不明者が22人、住家被害は全壊・半壊が1,181棟であり、いずれも熊本県全域の被害の8割以上を占めており、阿蘇市での被害が最も甚大であった⁹⁾。

商工業の被害では、阿蘇市で被害総額が約36億円であった。ライフライン被害では、熊本県内で3,800戸が停電し、7月14日に全戸復旧した。水道は2,970戸断水し、全戸復旧したのは8月9日であった。

この地域は、平成2年にも同様に水害を経験しており、この水害を受けて遊水地整備を進めている状況であった。後述する内牧地区では、内牧遊水地が完成していたため、住民の水害に対する危機意識が薄れていた。



図 3-40 浸水した内牧地区(阿蘇市提供)

(2) 現地調査

平成2年（1990年）に阿蘇市で発生した水害を機に、熊本県は図3-41に示すような遊水地の整備を進めていた。今回の豪雨では、遊水地からの溢水は確認されず、その効果が発現された（図3-42）が、遊水地背後を流れる水路が詰まり、ここからの越水（図3-42）によって周辺が浸水した。これにより遊水地に隣接する養護老人ホーム（上寿園）も大きな被害に見舞われた（図3-43）。同施設は市営であるため、従業員はすべて阿蘇市職員である。平日（日中）が9名、夜間及び土日（終日）は2名の勤務体制で入居者44名（特別養護老人ホームではないため、寝たきり入居者はいない。入居者の年齢は65～97歳）の養護に当たっている。深夜から早朝にかけての発災だったため、当直2名で対応にあたった。施設は平屋構造のために垂直避難もままならず、入居者達は足を濡らしながら5、6時間も救助を待たねばならなかった。



図 3-41 内牧遊水地（1）

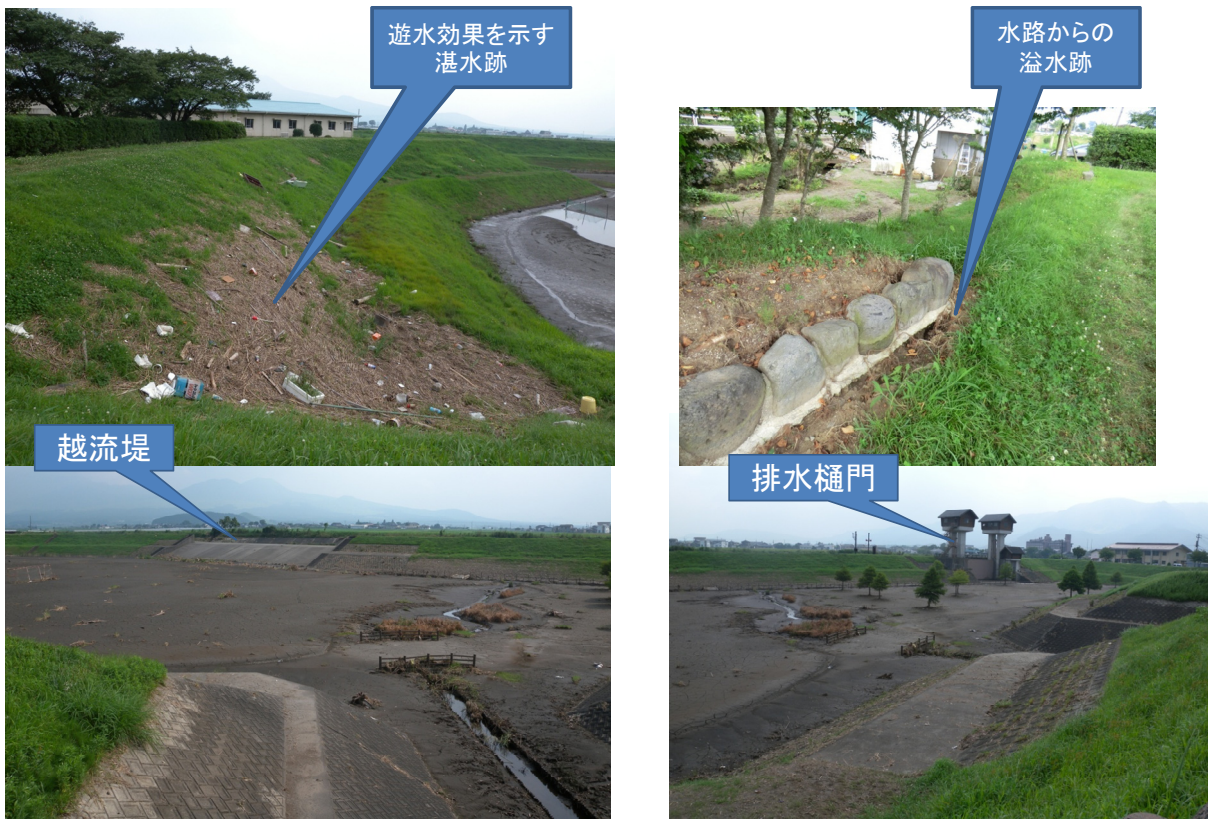


図 3-42 内牧遊水地（2）



図 3-43 被災した養護老人ホーム（1）



図 3-44 被災した養護老人ホーム（2）



図 3-45 被災した養護老人ホーム（3）

当時、当直者はまず市に連絡したが、市は既に対応で手一杯の状態であり、消防に救助要請するように指示があった。そこで、地元の消防に連絡したが、消防署も動けないとのことであった。孤立する中、自衛隊が見えたので、その活動場所まで浸かりながら歩いて行き 44 名を救出してくれと直接要請し、救助されるに至った。入居者が避難できたのは水が引いた 14 時ごろのことであった。職員は「初めての経験であり、助かったのが奇跡だと思う」と語った。

読売新聞は、今回の豪雨について下記（図 3-46）のように報道している。

豪雨で阿蘇・内牧地区の遊水地3か所あふれる

ツイートする | おすすめ | 4 | チェック | ?



7月12日の豪雨で満水状態となった遊水地。奥の堤防の向こうが黒川(県阿蘇地域振興局土木部提供)

九州北部豪雨により阿蘇市内牧地区を中心に大規模な水害が起きたが、県が同地区周辺に建設した遊水地3か所がいずれも満水になり、あふれていたことが分かった。県が進める「黒川流域遊水地整備計画」では、阿蘇市に7か所の遊水地を造る予定だが、3か所では整備完了時の約2割の貯水能力しかなかった。さらに今回、記録的な大雨が降ったことで、県は、今後建設する4か所の規模や位置などの

修正が必要かどうか、計画の検証を始めた。(本部洋介)

◇「川の流量抑えた」県は一定の評価

遊水地は地面を掘り込み、大型の水門を設置。大雨で川の水位が上がると、堤防が低くなった部分から水が流入する。

同整備計画は、1990年7月の阿蘇土石流災害と同程度の雨量でも、阿蘇市の水害を防ぐことを目指す。これまでに、内牧(貯水容量約35万トン)、小野(約31万トン)、無田(約22万トン)の3か所を計約84億円をかけて建設した。7か所の総容量は約500万トン。整備完了時期の目標は、計画策定の2002年から起算し、「今後20～30年」としている。

県は今年度から、小倉(おくら)地区で、7か所で最大となる約157万トンの遊水地の建設に本格着手した。建設費は約80億円を見込む。

既設の3か所は民有地を買い上げて建設したが、小倉遊水地は、約100人の地権者らに米や野菜の栽培を続けてもらい、豪雨時だけ遊水地にする。測量と設計を終え、6月に補償契約交渉に入ったばかりだった。ただ、地権者数が多いうえ、予算の制約もあり、完成は早くて10年後という。

3か所の遊水地があふれたことについて、県河川課は「満水になった分、川の流量を抑えられたことになり、遊水地の機能を果たした」と一定の評価をしたうえで、「整備計画の修正の必要があるかどうか検証している」としている。

一方、国は白川治水を目的に「立野ダム」(南阿蘇村など)建設を、県の黒川の遊水地整備とセットで計画している。83年に関連工事を始めたが、ダム事業見直しにより、本体工事には着手していない。

7月12日の豪雨では黒川が各所で氾濫。阿蘇市内牧支所によると市街地だけで、民家や旅館、商店など約3000軒の8割前後が床上、床下浸水の被害を受けたという。

黒川が流れ込む白川本流は阿蘇豪雨の度に増水、1953年の「6・26大水害」では流木が熊本市中心部の橋を次々に流し死者・行方不明者422人を出した。

(2012年8月25日 読売新聞)

図 3-46 黒川の遊水地に関する読売新聞記事

遊水地が満杯となって遊水地から水が溢れたような報道がなされたが、我々は、遊水地の脇を流れる水路が、遊水地をサイフォン構造になっているため、このサイフォン部の疎通能力が低いと、図 3-42 に示すように水路から溢れたものと判断した。

遊水地の周囲堤は越流堤周辺の堤防(圍繞堤)と同じ高さで建設するはずであるため、

仮に遊水地から溢れたとすれば、黒川の対岸側（左岸側）へも溢れているはずである。黒川の左岸側へ溢れた形跡は確認できなかった。



図 3-47 内牧遊水地の下をくぐるサイフォン

3-1-5. 4 洪水の特徴

新潟福島豪雨災害は、他の3洪水に比べて浸水範囲が広く、河川の規模も大きい。中小河川である石神井川（東京都）、佐用川（兵庫県）、黒川（熊本県）については、河川の整備水準に対して、激しい集中豪雨が発生したために水害が発生した。堀船水害については、越水箇所は50mm/hr 対応の整備が終了していたが、局所的集中豪雨によって氾濫した。佐用町水害については、河道が未整備であった上に計画を大きく上回る集中豪雨があったために氾濫が生じた。黒川は、平成2年の洪水を受けて遊水地が完成していたが、暫定規模を上回る豪雨が発生したため、遊水地下流で氾濫が生じた。

この4地域に共通することは、二度にわたって水害を経験している点である。いずれの洪水でも、住民や事業主には「前回浸水しなかったから今回も大丈夫だと思った」あるいは「前回浸水したから、遊水地が完成したから、もう浸水しないだろう」という思い込みがあった。

対象洪水の発生頻度、対象河川の計画規模や整備レベルを表 3-3 に整理した。

表 3-3 対象洪水の発生確率と対象河川の河川整備計画規模

水害名	左記水害の発生頻度(年確率)	水系名 河川名 地点名	計画高水流量 (計画規模)	被災時の河川整備レベル
新潟福島豪雨 (2011年)	約1/300	信濃川水系 五十嵐川 [荒沢]地点	1300m ³ /s (H16.7洪水規模) (約1/300)	K病院地点は約500m ³ /sの流下能力であったが、約1,000m ³ /sの洪水が発生した。
堀船水害 (2010年)	1/50～ 1/100	荒川水系 石神井川 [加賀橋]地点	480m ³ /s 50mm/hr規模 (1/3)	堀船地区では50mm/hr規模(480m ³ /s)の整備が終了していたが、これを超える洪水が発生した。
佐用町水害 (2009年)	1/200～ 1/300	千種川水系 佐用川 [佐用水位]地点	560m ³ /s (1/20～1/30)	被災箇所の現況流下能力は約400m ³ /sであったが、約900m ³ /sの洪水が発生した。
九州北部豪雨災害 (2012年)	1/70	白川水系 黒川 [坊中]地点	不明 (1/50)	内牧遊水地(熊本県)が完成していたが、調節能力を上回る規模の洪水であった。

3-2. 事業所における浸水被害の実態分析

3-2-1. 新潟福島豪雨（2011年，新潟県）

(1) 繊維業（絹織物製造業）

信濃川水系魚野川の支川である伊田川からの氾濫で浸水被害を受けた繊維業のY社を対象に被害状況等についてヒアリングを行った。

Y社は、新潟県南魚沼市塩沢にある創業、1913年(大正2年)、資本金5000万円の株式会社で、絹織物業がさかんなこの地域で産地生産の半数以上を担い、織物の伝統を守り続けている会社である。

従業員はパートも含めて37名が勤務していた。

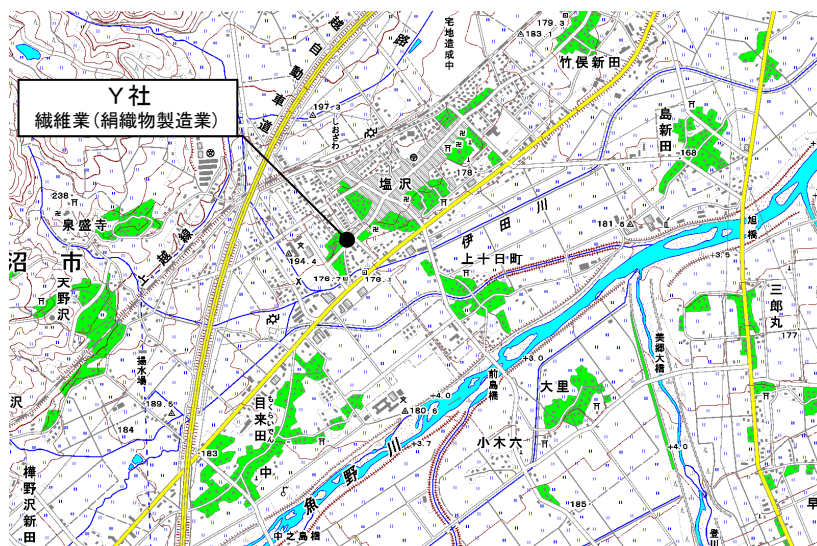


図 3-48 Y社位置図

<被害状況>

- 社屋（右写真）は敷地が高いために被害はなかったが、少し低くなっている工場が被災した。
- 織物機械が浸水した。機械は正常に動作したが、湿気のため、織ったものはすべて商品にならなかった。
- 復旧にかなりの期間を要するため、休業に追い込まれた。
- 土曜日の朝の被害だったため、社員が月曜日出社したときには乾いてしまっていて、乾いた泥がかなり舞い散った。
- 水道は1.5日間断水した。しかし業務にも使用している地下水があったため、冠水したものを洗い流す水には苦労しなかった。



図 3-49 Y社の社屋

<過去水害の経験など>

- 伊田川の河川改修がされる以前（戦後）には、浸水被害があったと聞いているが、その後では今回の浸水が初めてである。
- 2004年（平成16年）の水害時には、この地域には被害はなかった。

<今後の対応予定など>

- 今回の浸水クラスまでは水が来ないように、止水板の設置や床高を上げるなどの対策をしたい。

(2) 医療機関

信濃川水系五十嵐川からの氾濫で浸水被害を受けた医療法人のK病院を対象に、被害状況等についてヒアリングを行った。

K病院は、新潟県三条市長野の五十嵐川沿いにある主に高齢者を対象とした医療機関である。180床を有し、すべてが療養病床である。一般外来の診療も行っているが外来の患者は少ない。診療時間は朝9時から11時である。



図 3-50 K病院位置図（五十嵐川）



図 3-51 K病院の外観およびK病院から見た五十嵐川

<浸水状況>

- 30日の早朝3時くらいに駐車場が浸かり始めて、わずか25分くらいで1mほど水位が上昇し、急に浸水した。
- 浸水していた時間は2時間くらいだった。
- 1Fの一番深いところで屋内の浸水深は約50cm。屋外は約1m。ガラスが割れなかったため、屋内は浸水しなかった。
- 1Fには大きなガラスが30面くらいある（多すぎる）。リハビリルームは天井から床までガラスであり、これが割れていたら大変な被害になっていたと思う。
- バリアフリーになっている（屋外との段差がない）ため、屋外の水が隙間から入ってきて、通路などの排水が追いつかなかった。
- 駐車場に浸水した水は排水溝に吐けず、病院の建物側に流れてきた。

<浸水時の対応>

- 高齢者の患者が多いため送迎を行っているが、浸水時は陸の孤島となって送迎ができなくなった。
- 浸水当時は、180床のうち179床に入院患者がいた。
- 80名が勤務していた。昼間の浸水に加えて翌朝未明の対応もできた。
- 浸水が夕方から（日勤の職員が帰ったあとに）始まっていたら大変だったと思う。
- 低層階に設置していた移動可能な医療器具は、すべて3Fに上げた。
- 1Fにいた職員には、すぐ2Fに上がるように指示をしたが、荷物を取りに戻ったりする者がおり、心配であった。
- 消防の分署がそばにあって、そこから土嚢を借りて使用した。
- 最近の紙おむつは高分子シートになっており、水の吸収率が高い。浸水初期は1cm～2cmくらいの浸水であったため、職員の発案で大量にストックしていたこの紙おむつを使用し、屋内の水を処理した。

<被害状況>

- 今回は、五十嵐川の堤防がすべて流失した。
- 幸いにも人的な被害はなかった。
- 病院所有の車5台が冠水した。移動させる余裕はなかった。

- エレベータは機械が地下にあるため、故障した。
- 1Fに置いていたCTやX線などの大きな医療機械が冠水し、故障した。修理費が高額であるため、再度購入する予定である。厨房の冷蔵庫や家電製品も冠水し、故障した。
- 機械室と電気室は水が入らなかったため、被害が最小限に食い止められた。ドアは止水処理が施されていた。

<過去水害の経験など>

- 2004年（平成16年）洪水のときには、浸水はなかった（五十嵐川からの氾濫はなかった）。
- 近所のご老人は、「自分が生まれてから、子供の頃に1度だけ同じ規模の水害が起きたことがある」と言っていた。その方は、今回の洪水時には車で避難された。

<今後の対応予定など>

- 「浸水被害など発生しないだろう」と軽く認識していたことを反省する必要がある。
- 水位がどれぐらいになったら、何をどうするかといったことをマニュアル化してなかった。
- 夜間における緊急参集のマニュアルを見直す必要があることがわかった。
- 吸水土のうや止水板などのハード対策を検討する。

3-2-2.堀船水害（2010年，東京都北区）

2010年7月の堀船水害の事業所被害の概要について以下に示す。

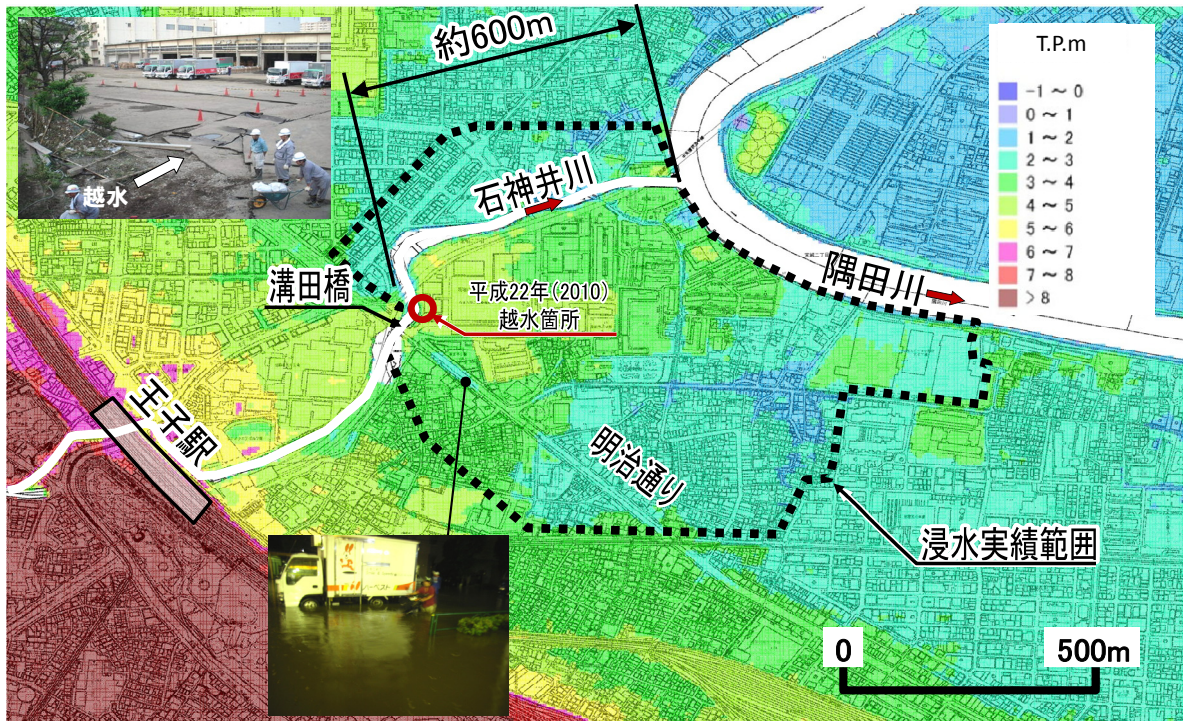


図 3-52 堀船地区の地盤高と浸水範囲

ヒアリング調査を行った事業所は，図 3-53 に示すとおりである。

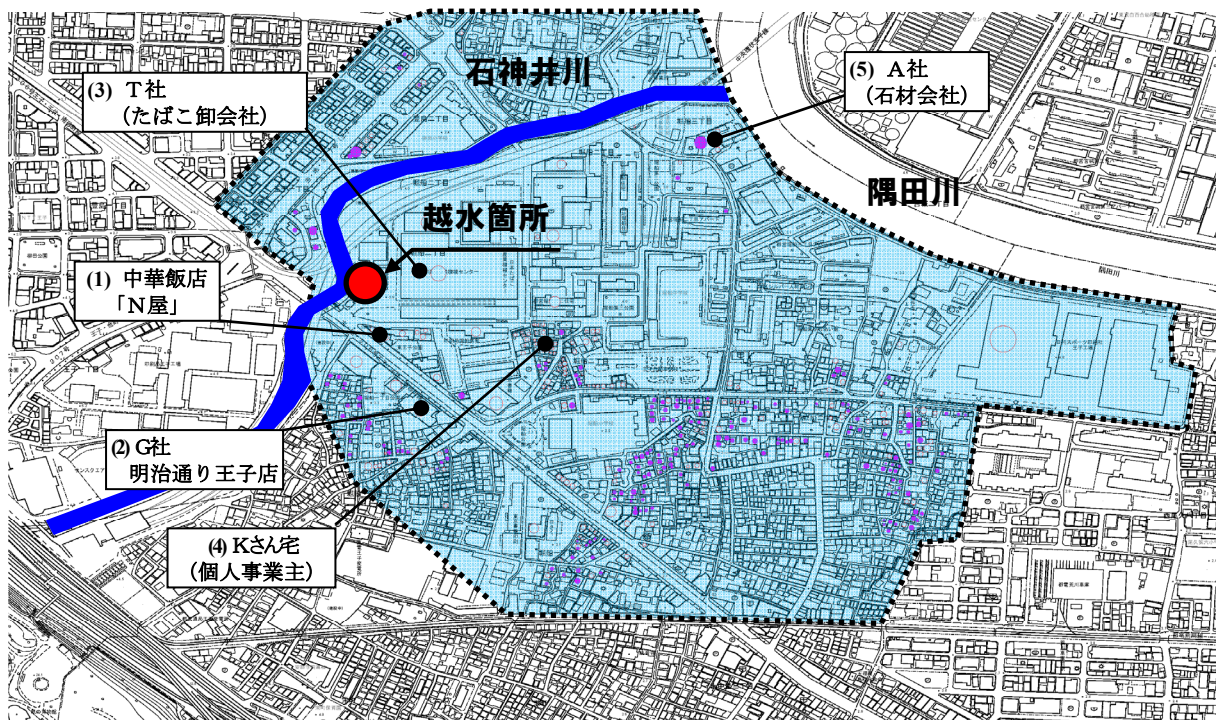


図 3-53 ヒアリング調査対象事業所位置図



図 3-54 2010年7月洪水 越水箇所の被害写真



図 3-55 2010年7月洪水で冠水した明治通り (G社前) (7月5日 21:27)

表 3-4 事業所を対象とした現地ヒアリング結果

事業所	浸水状況	被害額など	洪水に対する日頃の備えなど
(1) 中華飯店「N屋」	<ul style="list-style-type: none"> 2005年水害時には被害がなかった。 1Fで膝程度の浸水があり、地階が浸水した。 	<ul style="list-style-type: none"> 復旧に2ヶ月を要した。 	<ul style="list-style-type: none"> 建て替えのときに浸水に備えて宅版高を嵩上げしたにもかかわらず浸水した。
(2) G社 (中古車販売、レンタカー、貸し駐車場)	<ul style="list-style-type: none"> 2005年にも浸水した。 水の勢いは2005年の方が大きかった。 水位上昇速度は2010年の方が大きかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 2005年水害の被害額は約1800万円。廃業しようかと考えたほどの被害であった。 2度目の水害に遭うとは夢にも思わなかった。 2010年水害では、職員6~7名全員がすぐに参集し、復旧にあたった。 	<ul style="list-style-type: none"> 2010年は2度目の浸水であったため、代替え措置などの対応が迅速にできた。 BCPを策定しているわけではないが、何が重要業務であるかが良く把握できている。
(3) T社 (たばこ卸会社)	<ul style="list-style-type: none"> 倉庫内では腰まで浸水した。 ダンボール箱内のタバコはすべて損害を受けた。 	<ul style="list-style-type: none"> 被害総額は数億円。 復旧（操業再開）までには1ヶ月を要した。 従業員は150人程度。 	<ul style="list-style-type: none"> 水害への対策はしてない（考えていなかった）。 地震に対する防災対策は行っている。
(4) Kさん宅 (自動車部品等製造の個人事業主)	<ul style="list-style-type: none"> 2005年水害時には被害がなかった。 浸水深は70cm。 	<ul style="list-style-type: none"> 部品などの製造機械が故障し損害額は総額で約900万円。 復旧に時間を要している間に顧客をすべて失った。 	<ul style="list-style-type: none"> 水害に遭うなんて考えてもいなかった。
(5) A社 (石材会社)	<ul style="list-style-type: none"> 波打つ濁流が押し寄せ、敷地が10分もたらずに満水になった。（敷地は石神井川右岸堤防と隅田川右岸堤防に囲まれた低い土地）。 浸水深は事務所で90cm。 	<ul style="list-style-type: none"> 復旧（操業再開）までには1ヶ月を要した。 すべて排水が終わるまでに3日を要した。（地区で最も低い土地であるため水が集まる） 	<ul style="list-style-type: none"> 敷地自体が低いいため、対策のしようがない。

上記のうち、(2)G社でのヒアリング結果について詳述する。この会社では、中古車販売、レンタカー、月極駐車場の3事業を行っている。

<浸水状況>

- 20:00 少し前ぐらいから浸水が始まり、ピークでガードレールが水没するほどまで水位が上がった。
- 浸水開始からピーク水位に達するまでの時間が30分以内という短時間であったため、土のうを積んでいる時間はなかった。
- 立体駐車場（200台収容）が地上約60cmまで浸水した。
- 2005年水害では、明治通りを直接勢いよく流れてきた。今回（2010年）水害は、2丁目、3丁目を通して（遠回りして）水が押し寄せてきた。

<浸水時の対応>

- 浸水時は営業時間内であったため、従業員が4人、アルバイトを含めて6、7人が在社していた。2005年水害の経験が活かされ、約20名が深夜までに参集できた。
- 駐車場契約者を減らせないため、修理期間中の2ヶ月間は、人力で車を出し入れし

た。月極駐車場の契約者は、一度解約されると再契約してもらえない。時間貸しは全面休業した。

- 深夜には水が引いてきて、まず月極駐車場の契約者（約 100 件）にすべて事情を連絡した。それでも 24 時間出し入れできるようにし、必要に応じてレンタカーを手配した。
- 記録的な猛暑の中、2ヶ月間は 24 時間体制で月極駐車場の手動対応を行った。従業員に大変な苦勞をかけた。

<被害状況>

- 電気室、集中制御板が立体駐車場の地下にあり、全損した。これの修理に約 1,800 万円、2ヶ月が必要（注文生産のため）。

<過去水害の経験など>

- 50 年営業しているが、水害は 2005 年が初めてで、今回（2010 年）が 2 回目だった。
- 伊勢湾台風時でもくるぶし程度の浸水であったため、まさか浸水するとは思わなかった。
- 5 年前の水害の経験があったため、優先すべき業務、代替え措置などの対応が迅速にできた。

3-2-3. 佐用町水害（2009年，兵庫県佐用町）

佐用町水害で被災した事業所を対象としたヒアリング結果を以下に示す。



図 3-56 佐用川沿川の事業所位置図

(1) ホルモン焼きうどん店（その1）

【概要】7年前より営業。佐用川左岸側

- ① 被害の状況
 - ・ 8月9日は営業中であった
 - ・ お盆はかき入れ時なので、在庫を多くしていたがダメになった
 - ・ 20：30～20：40 浸水に浸水開始。山から水が来て、急激に水位が上がった
 - ・ 消防署に連絡したが、パニック状態であった
 - ・ 平成16年23号台風の際は被害なし
- ② 従業員の被災状況
 - ・ 従業員は20：30ごろに帰した
 - ・ 自分達は帰るに帰れない状況。明け方まで残って応急処置に追われた
- ③ 応急対応
 - ・ 身内に電話，状況を知らせた
 - ・ 排水溝から濁水が吹き上げてくるのでタオルを詰めた
 - ・ サッシ等にシート貼り
 - ・ 水の吐き出し
- ④ 事前対策
 - ・ 平成16年23号台風の際は被害なかったため、事前対策は特にしていなかった
- ⑤ 今後の取組または課題
 - ・ 土のうでは意味がない
 - ・ 隙間にスッポリ入り込んで水をシャットアウトできるようなものが必要

- ・ 保険には入らない。それよりも、「できることをする」
- ⑥ その他
- ・ 10日間営業休んだ
 - ・ 橋の向こうは流木・岩が流れる濁流
 - ・ 本川の勢いで支川の水吐けが悪くなり、支川に大量の土砂が堆積した
 - ・ 観光客が減った
 - ・ 災害直後にはボランティアの方がたくさん来てくれた
 - ・ 今月（11月）あたりから観光客回復の兆しが見えてきた

(2) JR 佐用駅 駅員

【概要】 姫新線，1日の平均利用者数数百人程度，姫路への通勤・通学利用者多い。

- ① 被害の状況
- ・ 切符売り場・改札口（地下通路）は完全水没
 - ・ 発券システムは故障したため，全て入れ替えた
 - ・ その後に来た18号台風では無事で良かった
- ② 従業員の被災状況
- ・ 自宅のある津山から通行規制のかかっている国道を通過して到着
 - ・ 職員5人のうち，1名は農機具倉庫が浸水。車も廃車。
- ③ 応急対応
- ・ 切符売り場のところは完全浸水で，何もできなかった
 - ・ 待合室の泥出し
 - ・ 代行バスの案内業務（姫新線復旧まで続いた）
- ④ 事前対策
- ・ 事前対策は特に考えていなかった
- ⑤ 今後の取組または課題
- ・ 特に予定していない

(3) S タクシー 配車係の女性

【概要】 佐用駅前のタクシー会社。営業車 6 台。

運転手 3 名+主人と奥様（兩人とも運転可能）

- ① 被害の状況
- ・ 8月9日 17:30 最後の従業員を家に帰した
 - ・ 18:30～ 主人と2人で，営業車を高台に上げる（奥様は主人の送り迎え）
 - ・ 自宅の車だけ，役場の駐車場に回したが，これは浸水して廃車
 - ・ その後，重要な書類等を2Fへ上げた
 - ・ 上の棚（水深170cm程度）まで水位が上がった

- ・ 井戸の水が使用できたため、ペットボトルに汲んで、トイレ等に使用した。
 - ・ 防災無線も避難勧告も聞こえなかった
 - ・ 平成16年23号台風の際は、店の裏の実家の畳まで浸水した
- ② 従業員の被災状況
- ・ 運転手3人のうち、1人は自宅が半壊
- ③ 応急対応
- ・ 営業再開は2週間後
 - ・ その間は、店の裏の自宅、車庫等の泥の吐き出し
- ④ 事前対策
- ・ 平成16年23号台風の際は、店の裏の実家の畳まで浸水したので、無線などをなるべく高いところに置くようにしていたが、今回の被災を受けて、これらの機械類は棚の上上げるようにした。
※電話・無線・FAX全て水没して借り換え（解約して再契約）
 - ・ 保険は、機会があれば検討したいが、事業所向けのがない（あるのは個人向けばかり）

(4) 自動車販売店（その1）

【概要】 佐用川左岸側，佐用町役場近く，従業員（営業所，工場合わせて）5人

- ① 被害の状況
- ・ 営業所は浸水しなかった（今回，前回とも）
 - ・ 街中にある工場は浸水した（前回20cm前後，今回1m40）．駆けつけることもできず，車を移動させることができなかった（70台が水没）
 - ・ 前回よりも雨は多く，あふれる気配はあった
 - ・ 対岸側が浸水したため，こちらの被害は軽くて済んだのではないか
 - ・ 佐用町内では車は1人1台が当たり前．一家あたり3～4台は保有しているので今回の被害は，300～500万円／家は出ている．さらに家屋が被災した人は，損害額が1桁違う．
- ② 従業員の被災状況
- ・ 5人のうち，1人は農機具小屋が浸水（業務を優先，出勤してもらった）
- ③ 応急対応
- ・ 引き取りと代車の手配
 - ・ いち早く「廃車」にすることで，自動車税を軽減した（日割で精算できるようになったので1日でも早く手続きするよう薦めた）
 - ・ 見舞金代わりに，値引き幅を上げた（それぐらいしかできなかった）
 - ・ 車の購入（新車・中古車・新古車）手続きは10月には納車完了した
- ④ 事前対策
- ・ ・特になし（工場の浸水に対して，前回も「まさか」，今回も「まさか」）
- ⑤ 今後の取組または課題

- ・ 街中にあった工場（今回も前回も水没）をこの営業所（水没せず）隣に移転した。地中に埋没させる精密機械があるので地盤の高いところに移動した

⑥ その他

- ・ 山間部に放置されていた倒木が被害を助長した
- ・ 農機具や田畑が被災しているため、農業から離れる人は多いと思う

(5) ホルモン焼きうどん店（その2）

【概要】 店長1人で経営

① 被害の状況

- ・ 雨は昼から降り続いていた。14時で一旦店を閉め、17時に再開
- ・ 最後のお客さんが引いたのは、20時過ぎ
- ・ 道が川になっていく状況がわかった。
- ・ 20cm浸水した（23時ごろには水は引いた）
- ・ 橋は渡れる状態であったが、流木や流された車が橋の欄干に衝突する音が聞こえた
- ・ 水道は使用できたが10日から出なかった。停電はしなかった
- ・ 平成16年23号台風の時は、店は無事であった

② 従業員の被災状況

- ・ 家の前の溝の構造が悪いのか、前回も今回も塀が土砂で埋まった
- ・ 10日朝4～5時、塀が土石流で倒れた（溝が土砂で埋まって今もそのまま）
- ・ 床下浸水で済んだ

③ 応急対応

- ・ （お店）冷蔵庫だけは上に上げた

④ 事前対策

- ・ 特になし

⑤ 今後の取組または課題

- ・ 自宅は、今回の被災を機に、フェニックス共済に入った。
- ・ お店は賃貸なので特に保険はかけていない
- ・ 今度同じような目に遭ったら辞めてもいいかなと思っている

⑥ その他

- ・ 客層は、（災害復旧関係の）工事現場の人が多い。近所のリピーターも多い。
- ・ 行政に「やってくれ」と言うだけではダメ。浸水の危険のあるところにはしっかり保険をかける。自分達でなんとかしないといけない。
- ・ 流木が被害を大きくしたように思うので、これの再資源化はできないだろうか？欲しい人が無料で持っていける仕組みをつくるとか。
- ・ 河川の合流点付近は、溢れるのが当たり前。家の建て方も考えなければ。また、河幅を拡げるのも、立ち退き等を考えると莫大な補償金がある。それよりも、安価でできることを考えた方がいいのでは？

- ・ 希望としては、復興に必要な支援が欲しい。また、行政の方で強制力をもって保険に入らせることも考えてみたらどうか。地区で災害に対する積み立てを強制的に行うとか。

(6) ホルモン焼きうどん店（その3）

【概要】 佐用警察署近く 1人で経営。昭和26年より営業
昭和52年より、今の場所で経営

① 被害の状況

- ・ 朝から雨が降っていた。営業はしていた。17時に店を閉め、帰宅（自宅は被害なし）
- ・ 帰る時（8月9日17時半ごろ）、対岸（右岸）のオレンジ色の堰板の半分くらいまで川の水が増水していた（畑の用水の水の量と河川の水の量をいつも見て帰る習慣がある）
- ・ 翌朝は9時半ぐらいに店に来た。道路にゴミが散乱していた
- ・ 在庫はなかった、水も電気もストップ
- ・ 平成16年23号台風は被害なし

② 従業員の被災状況

- ・ 自宅は無事

③ 応急対応

- ・ 泥の掻き出しを3回ぐらいやった
- ・ 広島から娘がペットボトル6本、お茶ケース、カップ麺を持って来てくれたので食事には困らなかった
- ・ お店を再開したいが、仕入先（酒屋、うどん屋）が被災していて10日ほど店を休んだ（8月26日夕方、うどん屋再開にあわせて営業も再開）

④ 事前対策

- ・ 特になし

⑤ 今後の取組または課題

- ・ 水害保険への加入を考えたい
- ・ 川幅を拓げるよりも堤防の強化が重要。川底の掘削は、岩が出ているので難しいと思う
- ・ 土のうをもらっておく

⑥ その他

- ・ 対岸（コーヒーショップ）の堤防が切れたので、こちらの浸水は免れた
- ・ 客層は地元の昔からのお客さんが多い。土日、休日、連休になると京阪神からの観光客も多い
- ・ 「町民の暮らし応援券」は、今回は2万円購入が上限。前はよその地区に回って大量に購入する人がいたため、今回は役場がしっかり管理するらしい。

(7) 自動車販売店（その2）

【概要】 佐用川右岸側，従業員 16 名

① 被害の状況

- ・ 18時に店を閉めた
- ・ 8月9日 20:30 地下の壁が倒れる（勧告はこの時点では出ていなかった）。側から水が来た
- ・ 8月9日 21:00 地下に置いていた車 20 台（顧客の車，レンタカー）が水没
- ・ このときには橋までたどり着くことが不可能であった
- ・ 役場からの指示はなく，自治会役員の携帯に電話するものの，誰も出ない
- ・ 停電した
- ・ 水は，上町，佐用駅の方からきた。佐用高校につながる道が浸水していた
- ・ 浸水も早かったが，水が引くのも早かった（0時過ぎには道を歩くことができた）
- ・ 平成 16 年 23 号台風のときは，この店の被害はなし。商店街で床下浸水。
- ・ 福井大学との産学連携でやっていた EV 車（1500 万相当）が廃車。8月8日に最終点検を終えたばかりだった。

② 従業員の被災状況

- ・ 家も家族も無事
- ・ 盆休み・休日返上で出勤

③ 応急対応

- ・ 貸出用の軽トラックを 7 台用意し，これが大盛況であった。
- ・ 水没車の引き上げを全て無料でやった。どこに流されたのかわからなかったり，埋まっているのもあって大変だった。引き上げたのは契約車のみ（150 台程度）。
- ・ 引き上げ総数は 1,500 台近くにのぼると思う
- ・ 引き上げた車は，有料で借りた土地に置いた。
- ・ 神戸・大阪の業者が水没車を買いに来た
- ・ 翌日から役場との連絡，回覧に追われる。8 月中は役所の代わりに被害状況の把握，ボランティアの手配，お弁当配布を行った
- ・ 役場は何でも自治会を通じて伝達してくるから大変だった
- ・ 自治会の若い人と一緒に土嚢を 300～400 ほど製作した
- ・ 通常的車検・整備は後回しにした
- ・ 9 月前半までは，新古車。中古車の手配に追われた（豊岡の系列会社から応援を受けた）
- ・ 役場は公用車 60 台が水没。うち 25 台はうちと契約。お盆過ぎに代車を手配
- ・ できなかったことは，顧客の代車の手配をすぐに用意できなかった
- ・ マスコミからワゴン・軽四のレンタルの問い合わせが多かった
- ・ 井戸水が使えたので，近所にトイレを開放した

④ 事前対策

- ・ 太陽光発電で停電時でもリフト等を稼働させられるようにしていたが、最近の落雷で稼働しなかった
- ⑤ 今後の取組または課題
 - ・ 200V 工業用コンプレッサの設置
 - ・
- ⑥ その他
 - ・ 水 4000 リットル（ドラム缶 20 本分）が救援物資として届けられ、軽トラックで災害センターに運んで住民に配布した
 - ・ タオル 2000 本（皆生温泉組合様から）、軍手や自動車 20 台も届けられた
 - ・ お見舞いの問い合わせもたくさん頂いた（新潟県十日町中古車センターなど、面識のないところからも気にかけて頂いた）
 - ・ 困ったこととしては、
 - ☆ 家はしっかりある。補償目当てで立ち退かない。
 - ☆ 蚊がわく
 - ☆ アリが多い
 - ☆ 井戸の水が枯れ始めている
 - ☆ 悪徳業者の横行
 - ☆ ボランティアを装った泥棒（集団で来ていた）
 - ・ 「町民の暮らし応援券」は、商店街の活性化につながるかどうか疑問。ガソリンスタンドには何千万円とお金が落ちるはず。

(8) ホルモン焼きうどん店（その4）

【概要】上町交差点近く、従業員 5 人

- ① 被害の状況
 - ・ 営業はしていた。満席だった。
 - ・ 8 月 9 日 20 時に川の様子をみて、客と従業員を家に帰した
 - ・ 上町交差点付近は冠水し、店は車が動かなくなった人の一時的な避難場所になった。店に入れてタオルなどを貸してあげた。
 - ・ その後、消防団の方の誘導で小学校に避難してもらった
 - ・ 本人は、夫、息子とともに店に残った。2F へ避難した。
- ② 従業員の被災状況
 - ・ 自宅が浸水した従業員が 2 人
 - ・ 山崩れで、家の近くまで土砂が迫ってきた家もあった
- ③ 応急対応
 - ・ 2 週間は店を休んだ
 - ・ 知り合いの家や仕入先、近所の家の手伝い
 - ・ 在庫で「ホルモンうどん」やおにぎりを作って、近所に配った

- ④ 事前対策
 - ・特になし
- ⑤ 今後の取組または課題
 - ・ 対策を行う予定はない
 - ・ 保険は4～5年前に火災と地震にだけ入っている
- ⑥ その他
 - ・ 客層は遠方からの観光客が多い（高速1000円効果があると思う）

(9) 焼肉店

【概要】佐用インター近く、1人で経営

- ① 被害の状況
 - ・ 佐用川の水が店の玄関前1mのところまで迫ってきた
 - ・ 裏山の水が、溝から溢れて浸水。裏の倉庫も浸水。
 - ・ 大きな石が転がってきた。家の裏は腰まで土砂が来た
 - ・ 濁流ではない。砂利とともに滝のように流れてきた。坂道が水路になっていた。
 - ・ 対岸（佐用川左岸側）の集落の何軒かは床上浸水
 - ・ 対岸の山際まで水が一面に張っていた
 - ・ 前の道をドラム缶や流木が流れていた。
 - ・ 8月9日20:00ごろ 消防団の人が来てくれて、公民館へ避難した。
 - ・ 同日21:00過ぎには、避難所にいた。
 - ・ 同日0時前には自宅に戻っていた。
 - ・ 平成16年23号台風の時も山の水が来た。
- ② 従業員の被災状況
 - ・ 上記の通り（1人で経営）
- ③ 応急対応
 - ・ 裏の倉庫内の荷上げ
 - ・ 下水道の蓋を開けた
 - ・ 土のうを積んだ
 - ・ 大雨の時は、消防の方が応援に来てくれる（毎回）
 - ・ 店の再開は1ヶ月後
 - ・ 食事、水には困らなかった
- ④ 事前対策
 - ・特になし
- ⑤ 今後の取組または課題
 - ・ 中途半端な応急処置ではダメ
 - ・ お金をかけるのであれば、完璧にしないといけない。
- ⑥ その他

- ・ 「店ができるだけいい（＝もっと被害の大きい人もいる）」と言われた
- ・ 自粛期間が長くて、客足が遠のいた。来てもらった方が力をもらえる。「どうだった？」と聞いてもらえる方がありがたい。

以上までのヒアリング調査結果で注目すべき項目を整理すると、以下の通りである。

- ・ 水害保険には消極的な事業所が多かった。
- ・ 復興を支援するため、佐用町が「町民の暮らし応援券」※という商品券を販売したが、あまり効果が得られなかった。

※佐用町が平成 21 年に販売した商品券で、13,000 円分の商品券を 10,000 円で販売したものである（千円券が 13 枚で 1 セット.）。

- ・ 災害時の自治体（佐用町役場）の人員体制が脆弱であった。
- ・ 佐用町の住民は、行政にはあまり期待していない。

3-2-4.九州北部豪雨災害（2012年，熊本県阿蘇市）

筆者らは，2012年九州北部豪雨において被災した阿蘇市内牧地区の5つの事業所を対象（図3-57）に，被災状況とその対応についてヒアリング調査を実施した。

対象とした業種は，金融業，宿泊業，小売業，医療・福祉である．調査結果の概要を一覧形式で表3-5に示す．



図 3-57 調査対象事業所（阿蘇市内牧地区）

(1) H銀行内牧支店（金融業）

【被災状況】

1階の床上30cmが浸水し，ATM，両替機，事務端末，自家発電，倉庫，重要書類，自動車が被災した．機器類が全て故障した．

【復旧状況】

災害発生直後には専門業者に連絡し，機器類の復旧（部品の交換）は被災当日の夜中までに完了した．

未明に発生した災害であったため，職員は不在であった．職員数は16名で，12日の午前5時30分に支店長が職員全員に参集連絡を行っており，12日の午前6時に支店長を含む3名が出勤した．残り13名は，道路冠水や通行止め等のために参集不可能であった．緊急参集した職員3名が，応急対応として簡易土嚢の設置，パソコン・重要書類等の上層階への移動などを行った．

緊急連絡体制が十分に整っていたため，翌日には必要最低限の操業を再開することができた（復旧期間：1日）．事務室などのバックヤードの清掃が完了するまでには，1週

間程度を要した。

(2) A.P.ホテル（宿泊業）

【被災状況】

1階が1.2mの床上浸水となり、宴会場、畳、厨房、機械室、お皿、家具（ソファー）、事務室内のOA機器、ホテル駐車場の自動車が被災した。また、ホテル4階に設置している高圧受電設備が雨水の影響で故障し、ホテル全体が停電した。

【復旧状況】

災害発生当時は夜間体制をとっていたため、10名が勤務しており宿泊者は250名であった。職員数は65名で、午前6時に新たに4名が出社し、14名で宿泊者の対応等を行った。12日の午前6時15分に浸水が始まり、1階宴会場の畳が浮き上がった。2階の宴会場を避難場所とし、宿泊者と従業員の安全を確保した。泥による被害が復旧を遅らせた最大の原因である。火山灰を含む泥は粒子が細かく隅々までいきわたるため、清掃に時間を要した。復旧までに3ヶ月を要した。

水害保険に加入していたため、資金面に不安はなかった。最も重要な宿泊予定者の名簿データをクラウド環境で保存していたため、迅速な対応ができた。平成2年の水害後に遊水地が建設されたことで安心し、浸水による被害が発生するとは想像もしていなかった。

(3) コンビニエンスストア内牧温泉入口店（小売業）

【被災状況】

1m弱の床上浸水で、ATM、コピー機、レジ、商品が浸水した。機器類全てが故障したが、チェーン店本部からの支援があったため、営業上の大きな支障はなかった。

【復旧状況】

災害発生当時は夜間体制をとっていたため、従業員は1名のみであった。12日午前5時30分に店長、マネージャーに対し、夜間勤務のスタッフから駐車場が冠水し始めたこと緊急報告があった。報告を受けた店長らが店舗に向かったが、午前7時に店舗前道路の冠水のために店舗に近づけなかった。店舗内に取り残された従業員に携帯電話で連絡をとり、店内の緊急対応（レジ内の金銭の移動、高額商品の移動、鍵を閉める等）を指示したが、パニック状態で対応できなかった。泥による被害が大きかった。完全復旧まで2週間を要した。

(4) A.O.病院（医療業）

【被災状況】

A.O.病院は一般病床62床、療養病床198床で、整形外科をはじめ15の診療科を有し、職員数は300名（医療従事者260名、事務など40名）の病院である。

床上60cm（屋外は2m以上）の浸水となり、CTやMRIなどの主要な検査装置を1階に設置していたため、診療機器全てが故障した。また、透析治療を行うポンプが故障したため、透析患者（当時78名）を他の病院に受け入れてもらった。被害総額は2億円以上にのぼった。外来患者の受け入れは1週間ストップした。

【復旧状況】

12日の午前6時に、阿蘇テレワークセンターから一斉メールを送信して、職員や委託業者含めて400人に出勤停止の連絡をした。12日の14時には水が引き始め、委託業者に連絡を行い本格的な復旧作業を始めた。職員が少ない時間帯に災害が発生したが、連絡はスムーズに行うことができた。泥による被害が大きかった。復旧までに1週間を要した。夜間勤務の職員だけでの対応に追われたこと、医療機器類、調理場、事務書類などがすべて1階にありこれらが冠水したために復旧が遅れた。

(5) U保育園（福祉業）

【被災状況】

パソコン、コピー機、教室も含めた床暖房、畳、室外機が被災した。また、泥被害が深刻で、園庭が泥の堆積によって1ヵ月間使用できなかった。

【復旧状況】

災害発生当時、道路冠水や通行止め等により、12日の7時から16時まで園内に近づけない状況が続いた。緊急連絡先の名簿が園内の事務所にあり、16時になって園内に入ることができ、職員や園児らへの連絡を開始した。職員数は24名で、連絡を受けた16名が参集できた。8名の職員は自宅が被災し参集できなかった。12日の16時から泥出し作業を行った。17日から園児たちを受け入れる体制が整った。復旧まで（園児を受け入れるまで）に2週間を要した。平成2年にも浸水被害を経験していたため、水害保険に加入していた。

表 3-5 九州北部豪雨災害（阿蘇市内牧地区）ヒアリング調査結果

業種	金融業	宿泊業	小売業	医療、福祉		
事業所名	H銀行 内牧支店	A.P.ホテル	コンビニエンスストア 内牧温泉入口店	A.O.病院	U保育園	
被害状況	概要	店内は膝下約30cmで床上浸水。店舗前は腰あたりまで冠水。	浸水深1.2mの床上浸水。1階ロビーすべてが浸水。	浸水深1m弱の床上浸水。	院内は62cmの床上浸水。外の道路は2m以上の冠水。別館は1.12m浸水。地下通路は水没。	水深1m程度の床上浸水。泥が30cm堆積。
	被災した施設	店舗、ATM、両替機、事務端末、自家発電、倉庫、自動車。すべて浸水被害。1階にある重要書類が冠水。	宴会場、厨房、機械室、お皿、家具、70台の自動車など。	ATM、コピー機、レジなどすべて入れ替え。冠水した商品はすべて廃棄処分。	1階機器(MRIなど)はすべて浸水のため故障。エレベーター、自動車、カルテ、透析用ポンプなどが冠水。	事務室のPCやコピー機、室外機、床暖房、畳などが浸水。
	ライフラインの状況	水道:断水なし。 電気:停電(被災当日17時~18時頃復旧)	水道:3日間断水。 電気:4~5日間停電。	特になし。	水道:断水なし。 電気:停電	特になし。
復旧状況	職員の参集状況	未明からの豪雨であったこと、道路冠水などで人員が集まらなかった。店舗人員16人中、被災当日は3人が参集した。全員が参集できたのは7月19日。	被災当日65人中10人程度が出勤した。宿泊客は250名。	7月12日未明からの浸水で店舗に近づくことができず。店舗内にいた夜勤スタッフ1名のみで対応した。	7月12日のスタッフは20人程度。医師1名、当直15名、警備1名、調理4名。病院全体300名(医療関係260名、事務など40名)	道路冠水のため保育園に近寄れなかった。24名中16名が参集できた。在籍園児は合計132名。
	概要	翌日には必要最低限の操業を再開した。 被災当日の夜中までにすべての機器類の復旧を完了した。本部から5名ほど人員を送ってもらい対応。	オープンまでに3か月(11月1日リニューアル)かかった。被災当日から3日間はバキュームでの泥出し。1階の家具などを全部外に出すことができたのは、豪雨から12日後。	泥による被害が大きかった。完全復旧まで2週間を要した。	泥による被害が大きかった。被害総額は約2億円。限られた人員で被災当日入院患者(260名)の対応を行った。外来患者受け入れは1週間ストップした。調理場は4日目に復旧。	12日の16時から片づけ開始。翌日から休園し、2週間後には全員受け入れることができた。泥出しはスコップ、一輪車、重機などで行った。
	復旧日数	1日	3ヶ月	2週間	1週間	2週間
	復旧長短原因	機器類は翌日までに復旧したが、通常営業したのは8月上旬。	泥による被害が復旧を遅らせた最大の原因。火山灰を含む泥は粒子が細かく隅々までいきわたるため、清掃に時間を要した。	未明の災害であったため、人員が不足したことが大きな原因。スタッフ1名のみでの対応でパニックに陥った。	夜間勤務の職員だけでの対応に追われたこと。医療機器類や調理場、事務書類などがすべて1階にありすべて冠水したことから復旧が遅れた。	保育園は黒川沿いに立地しており、堆積した泥の影響が大きく、復旧の大きな障害となった。
被災前の事前対策	過去の被災履歴など	平成2年の水害時は被災なし。	平成2年は床上30cmの浸水。しかし、泥被害がなかったため10日で復旧、オープンできた。	なし。	なし。	平成2年に水害を受けて水害保険に加入していた。
	浸水災害に関する事前対策	水害に対する備えはないが、緊急連絡体制がしっかりしていたため、スムーズに事業継続ができた。 簡易土嚢、飲料水、救急用品、カンパン、毛布、ラジオ、懐中電灯を常備している。	水害保険に加入していた。一番重要な宿泊予定者の名簿データをクラウド環境で保存していた。 平成2年の災害後に遊水地が建設されたため、被害を想定していなかった。	強盗マニュアルはあるが、水害に対する備えはなかった。フランチャイズ店であるため、一定の金銭補償があった。	火災・火山のマニュアルはあるが水害のマニュアルはない。	水害保険に加入していた。
今後の計画	反省点など	浸水被害リスクに対する意識が低かった。	従業員の給与など、資金調達に難しかった。休業補償には加入していなかった。	高額商品の設置場所、鍵等の場所をスタッフ全員が把握できていなかった。	浸水に関する情報の収集ができなかった。	園児の連絡網などを保育園に保管していたために安否確認連絡ができなかった。 危機管理体制を検討する必要がある。
	今後の対策等	土嚢の常備、レイアウト変更(重要書類などを2階に移動)、自家発電の嵩上げ、金庫の浸水対応、BCP策定。	誘導マイクを2階に設置する。	時間帯ごとに対応方法を考える。水害に対する認識を向上させる。	透析用機器等の耐水化を検討する。職員の参集確認方法の検討が必要。	メール等の一斉送信システムが必要。備蓄品を検討する。

ヒアリング調査結果で注目すべき項目を整理すると、以下の通りである。

- ・今回の豪雨災害では、火山灰混じりの泥の堆積が復旧を遅延させる原因となった。
- ・復旧作業を遅延させた最も大きな原因は、ライフラインの停止(断水や停電)である。
- ・熊本県が黒川に遊水地を設置したことによる安心感から、水害に対する危機意識が欠如していた。
- ・平成2年の水害経験から水害保険に加入していたために損害を補填できた。

以上のことから、下記のような情報開示が必要であると考えます。

- ・各事業所がBCPなどの計画を策定する上で、ライフラインの停止日数は非常に重要であるため、ライフライン事業者は、被害規模に応じた停止日数の目安を積極的に公表すべきである。
- ・行政は、治水事業の進捗を住民が過大評価しないよう、現状の浸水リスクについて、住民にわかりやすく、正確に伝えるべきである。

3-2-5. 事業所における浸水被害の実態分析

前述した4洪水について、筆者らは複数の業種の被災した事業所（中小企業）を対象に、被害実態についてヒアリング調査を行った。調査結果概要を表 3-6 に示す。このうち佐用町水害については、筆者らが過去にヒアリング調査した結果^[10]を用いた。

表 3-6 被害実態ヒアリング調査結果概要（河川氾濫）

日本標準産業分類		事業所名	水害	河川氾濫による被害			復旧までに要した日数
大分類	中分類			水系・河川名	発生頻度	水深(cm)	
E 製造業	11 繊維工業	F社(織物会社)	N	信濃川水系五十嵐川など	1/100以上	130	60
		Y社(織物会社)	N	信濃川水系五十嵐川など	1/100以上	50	60
	21 窯業・土石製品製造業	A石材株式会社	H	荒川水系石神井川	1/30～1/100未満	90	30
	29 電気機械器具製造業	H電機製作所	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	50	30
	31 運送用機械器具製造業	K氏(自動車部品)	H	荒川水系石神井川	1/30～1/100未満	70	30
F 電気・ガス・熱供給・水道業	33 電気業	電気(関西電力)	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	不明	30
	36 水道業	簡易水道事業	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	不明	20
H 運輸業、郵便業	43 道路旅客運送業	Sタクシー	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	170	14
	47 倉庫業	T社(たばこ卸会社)	H	荒川水系石神井川	1/30～1/100未満	80	30
I 卸売・小売業	56 各種商品小売業	コンビニエンスストア	K	白川水系黒川	1/70	100	14
		G社(中古車販売、貸しガレージ、レンタカー)	H	荒川水系石神井川	1/30～1/100未満	80	60
	59 機械器具小売業	I農機	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	不明	14
J 金融・保険業	62 銀行業	H銀行	K	白川水系黒川	1/70	100	1
M 宿泊業、飲食サービス業	75 宿泊行	A.P.ホテル	K	白川水系黒川	1/70	120	180
		中華飯店「N屋」	H	荒川水系石神井川	1/30～1/100未満	50	60
	76 飲食店	焼うどん店A,B(2軒)	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	0	10
		焼うどん店C(1軒)	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	20	14
		焼き肉店	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	30	30
P 医療、福祉	83 医療業	S病院	S	千種川水系佐用川など	1/100以上	不明	7
		H病院	N	信濃川水系五十嵐川など	1/100以上	80	14
		A.O.病院	K	白川水系黒川	1/70	200	7
	85 社会保険・社会福祉・介護事業	K病院	N	信濃川水系五十嵐川など	1/100以上	100	1
		U保育園	K	白川水系黒川	1/70	100	14

水害名：
 N:新潟福島豪雨(2011)
 H:堀船水害(2010)
 S:佐用町水害(2009)
 K:九州北部豪雨災害(2012)

これらヒアリング調査結果から、各事業所の浸水深と被害の影響度を整理した（図 3-58）。

影響度については、企業の規模や立地条件（都市部か地方部かなど）に左右されずに評価できるよう、被害額ではなく“復旧日数”を用いた。単に経済損失だけに着目した場合、浸水対策（防災対策）を進めることが困難となるおそれがあるため、BCPなどの防災対策を検討する上では復旧日数を用いることが適切であると考えた。

復旧日数と水深は、業種別にグラフにして図 3-58 に整理した。例えば製造業の復旧は、水深が概ね1m未満の場合に1ヶ月、水深が1m以上の場合には2ヶ月を要している。製造業以外の業種については、水深と復旧日数についての明瞭な関係はないと考えられる。

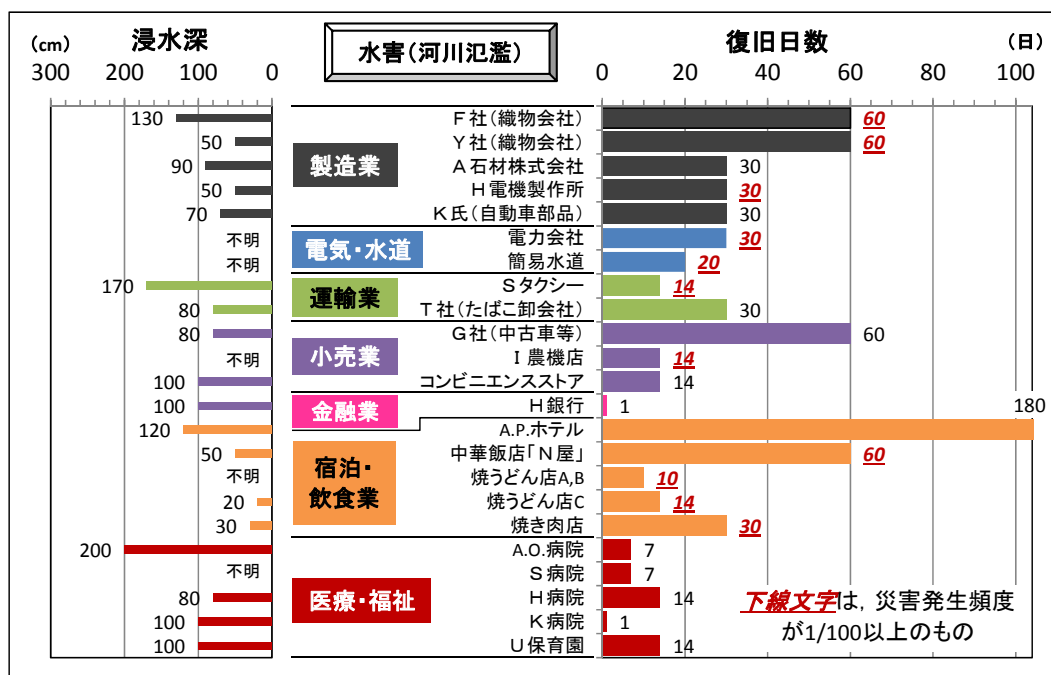


図 3-58 水害時における浸水深と実績復旧日数

また、後述する災害リスク評価でリスクを比較するため、高潮被害の場合と地震被害の場合についても同様に復旧日数を整理した（図 3-59、図 3-60）。

高潮被害については、代表的な被害として、既往研究成果より高松市で甚大な被害が発生した台風 0416 号（2004）^[11]と伊勢湾台風（1959）^[12]を取り上げた。図 3-59 に示したとおり高潮災害時では、製造業が他の業種と比較して復旧日数が長い結果となっている。これは 1959 年当時の伊勢湾台風時の被害であり、伊勢湾の干拓地にある主要工場（大企業）を対象としており、被災面積が大きいことに対して、復旧に必要な重機や設備などが現在ほど整っていなかったことなどが原因と考えられる。

表 3-7 既往文献による被害実態一覧（高潮災害） [11],[12]

日本標準産業分類		事業所名	所在地	台風名	発生頻度	復旧までに要した日数	
大分類	中分類						
E 製造業	11 繊維工業	T繊維工場	名古屋市	I	1/100以上	3週間	
	12 木材・木製品製造業 (家具を除く)	漆工房作業所	高松市	T	1/30~1/100未満	6日	
	16 化学工業	N化学工場	名古屋市	I	1/100以上	3ヶ月	
		T化学工場	名古屋市	I	1/100以上	1.5ヶ月	
	22 鉄鋼業	製鋼工場A	名古屋市	I	1/100以上	1.5ヶ月	
		製鋼工場B	名古屋市	I	1/100以上	1ヶ月	
	24 金属製品製造業	S軽金属工場	名古屋市	I	1/100以上	3週間	
A軽金属工場		名古屋市	I	1/100以上	1.5ヶ月		
25 はん用機械器具製造業	時計電機工場	名古屋市	I	1/100以上	1ヶ月		
F 電気・ガス・熱供給・水道業	33 電気業	S電力会社	高松市	T	1/30~1/100未満	2日	
		T電力会社	名古屋市	I	1/100以上	10日	
	34 ガス業	Tガス	名古屋市	I	1/100以上	2日	
I 卸売・小売業	57 織物・衣服・身の回り品小売業	衣料品店	高松市	T	1/30~1/100未満	30日	
		58 飲食料品小売業	和菓子店	高松市	T	1/30~1/100未満	30日
	菓子店		高松市	T	1/30~1/100未満	16日	
	酒屋		高松市	T	1/30~1/100未満	5日	
	乳業販売所		高松市	T	1/30~1/100未満	6日	
	60 その他小売業	燃料店	高松市	T	1/30~1/100未満	7日	
		ガソリンスタンド	高松市	T	1/30~1/100未満	5日	
		文具店	高松市	T	1/30~1/100未満	5日	
		化粧品店	高松市	T	1/30~1/100未満	8日	
	M 宿泊業、飲食サービス業	76 飲食店	雑貨店	高松市	T	1/30~1/100未満	8日
レストラン			高松市	T	1/30~1/100未満	4日	
焼鳥屋			高松市	T	1/30~1/100未満	9日	
焼肉屋			高松市	T	1/30~1/100未満	5日	
喫茶店			高松市	T	1/30~1/100未満	12日	
食堂			高松市	T	1/30~1/100未満	8日	
N 生活関連サービス業、娯楽業	78 選択・理容・美容・浴場業	うどん屋	高松市	T	1/30~1/100未満	16日	
		公衆浴場	高松市	T	1/30~1/100未満	23日	
		79 その他の生活関連サービス業	コインランドリーA	高松市	T	1/30~1/100未満	16日
			コインランドリーB	高松市	T	1/30~1/100未満	23日
クリーニング店	高松市		T	1/30~1/100未満	1日		
P 医療、福祉	83 医療業	病院A	高松市	T	1/30~1/100未満	1日	
		病院B	高松市	T	1/30~1/100未満	5日	
		歯科医院A	高松市	T	1/30~1/100未満	6日	
		歯科医院B	高松市	T	1/30~1/100未満	5日	
		R サービス業	92 その他事業サービス業	理容院A	高松市	T	1/30~1/100未満
理容院B	高松市			T	1/30~1/100未満	9日	
美容院	高松市			T	1/30~1/100未満	10日	
塗装会社	高松市			T	1/30~1/100未満	2日	
電気店	高松市			T	1/30~1/100未満	1日	
電気工事店	高松市			T	1/30~1/100未満	5日	

台風名：

I: 伊勢湾台風(1959)

T: 台風0416号(2004)(高松高潮)

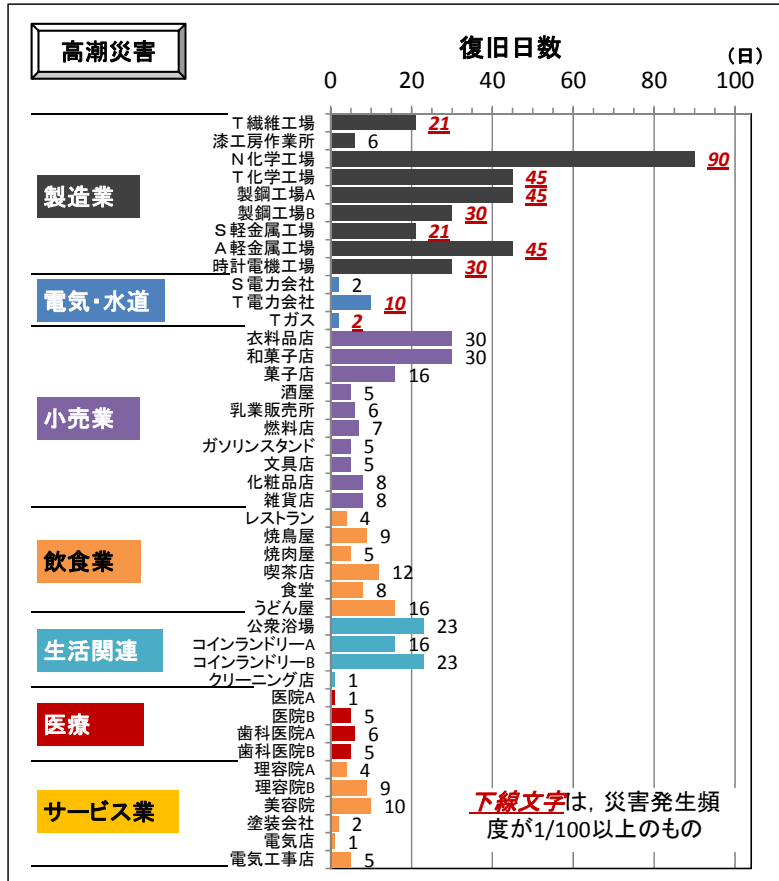


図 3-59 高潮災害時における実績復旧日数

地震被害については、これも既往研究成果より阪神・淡路大震災（1995）^[13]、新潟県中越地震（2004）^{[14],[15]}、新潟県中越沖地震（2007）^[15]を取り上げた。

表 3-8 既往文献による被害実態一覧（地震災害） [13],[14],[15]

日本標準産業分類		業種など	地震			復旧までに要した日数
大分類	中分類		地区名	震災名	発生頻度	
E 製造業	11 繊維工業	合繊メーカー	小千谷市, 十日町市ほか	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	10日
		織物産業	小千谷市	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	6ヶ月
	14 パルプ・紙・紙加工品製造業	製紙会社	長岡市	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	1週間
		ケミカルシューズ製造業	神戸市長田区	阪神・淡路大震災(1995)	1/100以上	1ヶ月
	22 鉄鋼業	製鋼工場	長岡市	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	1週間
	24 金属製品製造業	部品製造業(自動車部品のプレス加工)	神戸市	阪神・淡路大震災(1995)	1/100以上	1ヶ月
	27 業務用機械器具製造業	加工機械製造業	長岡市	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	3日
	29 電気機械器具製造業	電気機械・精密機械(上場企業)	小千谷市, 長岡市ほか	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	1~2週間
31 運送用機械器具製造業	自動車部品工場	小千谷市	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	2日	
I 卸売・小売業	卸売・小売業全般	商店街	中越地域全域	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	1ヶ月
		36 各種商品小売業	コンビニエンスストア(9軒)	小千谷市, 長岡市ほか	新潟県中越地震(2004)	1/100以上
	コンビニエンスストア(8軒)			新潟県中越沖地震(2007)	1/100以上	2~4日
	スーパー(8軒)		小千谷市, 長岡市ほか	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	3~12日
	スーパー(11軒)		柏崎市, 上越市	新潟県中越沖地震(2007)	1/100以上	1~5日
	59 機械器具小売業	家電量販店(5軒)	小千谷市, 長岡市ほか	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	8日
58 飲食料品小売業	食品商店	神戸市	阪神・淡路大震災(1995)	1/100以上	6ヶ月	
	新潟県酒造組合加盟40社	小千谷市, 長岡市ほか	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	1ヶ月	
J 金融業・保険業	62 銀行業	金融機関(24軒)	小千谷市, 長岡市ほか	新潟県中越地震(2004)	1/100以上	4~14日
		金融機関(9軒)	柏崎市ほか	新潟県中越沖地震(2007)	1/100以上	2~7日
P 医療・福祉	83 医療業	病院(5軒)	柏崎市, 長岡市ほか	新潟県中越沖地震(2007)	1/100以上	1~4日

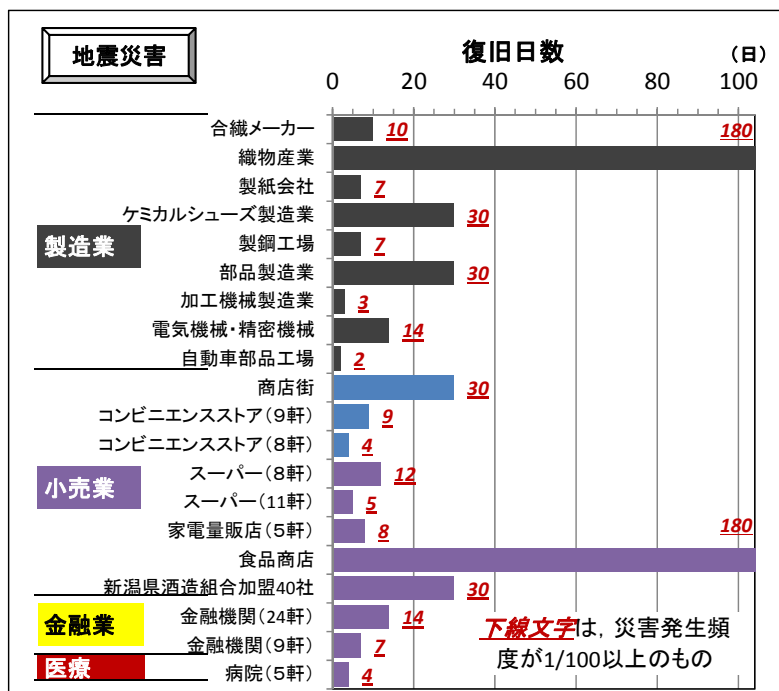


図 3-60 震災時における実績復旧日数

これらを比較すると、水害時（河川氾濫）が最も復旧に時間を要していることがわかる。これは、以下の理由によるものと考える。

【水害】

- ・泥出し作業を行うためには、水道・電気の復旧を待つ必要があり、操業に至るまでに時間を要するが多い。
- ・浸水によっては、損壊せずとも製品価値がゼロになることが多い。
- ・同じ高さの敷地内が一様に被害を受ける。
- ・自動車が冠水すると運搬が困難となる。
- ・降雨が長期的に続けば、浸水が長期化する。

【地震】

- ・直ちに復旧作業に向かえる。
- ・水害と比較すれば清掃作業等に要する日数が短い。
- ・すべてが使えなくなるわけではなく、損壊していない商品・機械が活用できる場合が多い。

【高潮】

- ・沿岸部に上水施設があることは稀であり、河川水害のように断水は発生しにくい。
- ・被害が沿岸部に限られるため、電気は比較的早く復旧することが多い。
- ・低気圧が通過し、潮位が下がれば浸水は比較的短時間に解消する。

3-3.まとめ

以上までの災害実態調査の結果、事業所が浸水被害に対して重要視すべき事項として、以下のことがわかった。

- 調査対象の事業所のうち、BCPを策定済みの事業所はなかった。
- 事業所における浸水被害に対する危機意識は総じて低い。
- 医療業は、人命を預かる業種であることから防災対策が比較的整っており、復旧日数は短い傾向にある。
- 復旧作業を遅延させた最も大きな原因は、ライフラインの停止(断水や停電)である。
- 九州北部豪雨災害においては、熊本県が黒川に遊水地を設置したことによる安心感から、水害に対する危機意識が欠如していた。
- 過去の水害経験から水害保険に加入していたために損害を補填できた事例があった。
- 行政は、治水事業の進捗を住民が過大評価しないよう、現状の浸水リスクについて、住民にわかりやすく、正確に伝えるべきである。
- 各事業所がBCPなどの計画を策定する上で、ライフラインの停止日数は非常に重要であるため、ライフライン事業者は、被害規模に応じた停止日数の目安を積極的に公表すべきである。
- 復旧過程においては泥出しのための水の確保が非常に重要である。そのため、ライフライン事業の中で水道事業の継続が特に重要である。水道事業は、ライフライン事業として、水害以外の災害時でも非常に重要である。次章においては、水道事業者に焦点を当てる。

【参考文献】

- [1] 気象庁：平成23年7月新潟・福島豪雨，3p，
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/new/jyun_sokuji20110727-30.pdf，（参照：2013年6月24日）
- [2] 東京都建設局：河川の管理と活用，東京都河川分布図，
<http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kasen/gaiyo/02.html>，（参照：2013年6月24日）
- [3] 東京都：石神井川水系河川整備計画，1p，
<http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kasenseibikeikaku/pdf/syakujiihonbun.pdf>，（参照：2013年6月24日）
- [4] 国土交通省：洪水・土砂災害リスクの増大，図表 I-1-2-2 関東地方及び近畿地方の標高
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/hakusho/h20/html/j1121000.html>，（参照：2013年6月24日）
- [5] 東京都（中小河川における今後の整備のあり方検討委員会）：東京都内の中小河川における今後の整備のあり方について 中間報告書，2011
- [6] 佐用町：台風第9号災害検証委員会報告書，228p.，2010.
- [7] 土木学会：平成24年7月九州北部豪雨災害土木学会調査団報告（第3章 白川水系の豪雨災害），16p，<http://committees.jsce.or.jp/report/system/files/3-14-26.pdf>（参照：2013年4月2日）
- [8] 国土交通省球種地方整備局：（情報提供）平成24年7月九州北部豪雨について，4p，
[http://www.qsr.mlit.go.jp/n-kawa/kensyo/02-tateno/houkokusyo\(tateno\)/houkokusyo_ref/05_ref_hokubu_gouu.pdf](http://www.qsr.mlit.go.jp/n-kawa/kensyo/02-tateno/houkokusyo(tateno)/houkokusyo_ref/05_ref_hokubu_gouu.pdf)（参照：2013年6月25日）
- [9] 熊本県：平成24年7月12日熊本広域大水害に係る被害状況と本県の対応，pp.1-28，
http://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/1068413_1153956_misc.pdf（参照：2013年3月30日）
- [10] 中野晋，宇野宏司，高西春二，騎馬貴子：平成21年台風9号の豪雨災害による事業所等の被災と対応，土木学会安全問題研究論文集，Vol.5，2010.
- [11] 国土交通省国土技術政策総合研究所：台風0416号高潮による家屋・公益施設の被害の状況－高松市を中心にした整理－，国土技術政策総合研究所資料，No.268，2005.
- [12] 科学技術庁資源調査会：伊勢湾台風と臨海都市～名古屋市部災害の対策と問題点～，科学技術庁資源調査会報告第17号 伊勢湾台風災害調査報告 付属資料 I，1960.
- [13] 中小企業庁：中小企業BCP策定運用指針～緊急事態を生き抜くために～，
<http://www.chusho.meti.go.jp/bcp/index.html>，（参照2012-04-01）.
- [14] 多々納裕一，梶谷義雄，土屋哲：新潟中越沖地震の社会経済的影響，京都大学防災研究所年報第48号A平成17年4月，2005.
- [15] 星野公男，安達俊夫，宮村正光，太田 宏地形：地盤条件に着目した事業継続性の評価手法に関する研究（その1. 新潟県中越地震，新潟県中越沖地震の被害調査），平成22年度 日本大学理工学部 学術講演会論文集，pp.193-194，2011.

第4章 豪雨災害による水道事業者の被災と対応

4-1.集中豪雨による氾濫特性の整理

各種事業所のうち、水道事業所（浄水場等）は、沿川に立地しているために破堤や越水等による浸水被害を受けやすい。ここで過去の水道施設に影響を与えた代表的な洪水について、被害状況を表 4-1^[1]に示す。より、浄水場やポンプ場が水没するだけでなく、送水管が河川を横過する箇所では、管の露出・流失・破断といった事例が発生している。

表 4-1 洪水による代表的な水道施設被害^[1]

年月	災害名	被害地域	水道施設被害状況
S22(1947).9	カスリーン台風	東京都	浄水場冠水 ポンプ場運転停止 取水所一部破壊 配水管破損 断水人口約58万人
S42(1967).7	昭和42年7月豪雨	神戸市	導水・送水・配水管の被害
S57(1982).7	昭和57年7月豪雨 (長崎大水害)	長崎市	貯水池への土石流の流入 浄水場の冠水 送水・配水・給水管の破損 停電による取水停止 断水戸数約93,000戸
H17(2005).9	H17台風第14号	宮崎市	浄水場の冠水 送水・配水・給水管の破損 水源地の崩落による断水 高濁水のため取水停止 停電による取水停止 断水戸数57,638戸
H21(2009).7	平成21年7月中国・九州北部豪雨	山口市	浄水場冠水 送・配水管破損 断水戸数35,377戸
H21(2009).8	熱帯低気圧・台風第9号による大雨	佐用町	浄水場・ポンプ場冠水 水管橋流失 断水戸数4,616戸
H22(2010).7	梅雨前線による大雨	山陽小野田市	浄水場冠水 送水管破断 断水戸数約9,000戸
H23(2011).9	台風第12号による大雨 (紀伊半島豪雨)	那智勝浦町	取水場水没・流失 導水管破損、配水管露出 断水戸数約6,800戸
		新宮市	取水ポンプへの土砂流入 浄水場敷地へ土石流 断水戸数約14,700戸
		日高川町	浄水場・取水井水没 ポンプ施設水没 配水管破損 断水戸数約3,700戸

水道事業は、ライフライン事業であるため、市民生活や他業種の事業所の復旧に与える影響が大きい。そのため水道事業は早期復旧が必要であり、BCPなどの事前対策が非常に重要な業種である。しかし、水道事業の分野ではBCPの概念が導入されていない事業所が多く、現時点では事前対策が十分とは言えない。

本論文では、水道事業に着目し、被害実態や被災前後の対策等について、水道事業者へのヒアリングや文献等により調査した。また、この調査結果より、浸水被害が水道事業者にもたらす影響と課題について考察するとともに、BCPの必要性和水道事業者が想定すべき事前対策等について提案する。

まず、対象とした集中豪雨による氾濫特性について整理した。

4-1-1.平成21年(2009年)7月 中国・九州北部豪雨

7月19日から26日にかけて、西日本で梅雨前線の活動が活発となり、21日には山口県を中心に非常に激しい雨が降り、防府市では19日から3日間の雨量が332mmに達した。その後、24日から26日までの3日間の雨量は、福岡市618mm、飯塚市568mm、佐賀市458mmであり、場所によっては雨量が7月の平均雨量の2倍近くとなった。

山口市では、20日から2日間の雨量が294mmとなり、特に21日は日雨量277mm、時間雨量77mmに達した。その後24日から3日間の雨量が252mm、総雨量(20日～26日)は、7月平均雨量の2倍近くとなる546mmに達した。

山口市では、榎野川(ふしのがわ)などが氾濫し(図4-1)^[3]、全壊2戸、半壊9戸、床上浸水418戸、床下浸水1,561戸の被害が発生した^[4]。



図 4-1 榎野川から朝田浄水場への越水状況^[3]

4-1-2.平成21年（2009年）8月 台風9号による大雨

2009年8月9日15時に日本の南海上で発生した台風9号は10日には四国、紀伊半島の沖を北東に進み、11日には東海地方、関東地方の沖を東に進んだ。この台風9号のもたらした湿った空気の影響で8月9日から11日にかけて西日本から北日本の広い範囲で大雨となった。特に兵庫県佐用町では24時間雨量326.5mmの観測史上1位となる記録的な集中豪雨で佐用川、幕山川、千種川などが氾濫し、指定避難所に移動中の住民が流されるなど20名の死者・行方不明者を出した。また、住家被害は全壊139棟をはじめ、大規模半壊・半壊・床上浸水の被害は合計1,048棟にのぼった。さらに役場などの公共施設、佐用中央病院などの医療機関、製造業、個人商店など種々の事業所でも深刻な浸水被害が発生した（図4-2）^[2]。



図 4-2 被災から4日目の久崎商店街の状況^[2]

4-1-3.平成22年（2010年）7月 梅雨前線による大雨

2010年7月10日九州南部に停滞していた梅雨前線が、11日にかけて朝鮮半島南岸まで北上し、その後12日から15日にかけて山口県から九州北部付近に停滞した。15日は、梅雨前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、未明から朝にかけて前線の活動が活発となったため、西日本から東日本にかけて大雨となった^[5]。

山口県西部では、15日の未明から朝にかけて大雨となり、美祢市や下関市を中心に時間雨量50mm以上の非常に激しい雨を観測した。連日降り続いた大雨により土砂災害・洪水災害の危険性が高まり、県内の多くの地域で避難勧告が発令され、下関市・山陽小野田市・防府市では、それぞれ891世帯・3317世帯・11世帯に避難指示が出された。

厚狭川（あさがわ）においては最大時間雨量77.5mmを記録し、厚狭大橋地点で氾濫危険水位を大きく（約1m）超過し、氾濫が生じた（図4-3）ことにより、山陽小野田市だけで床上浸水600戸、床下浸水240戸の被害が生じた。



図 4-3 洪水により送水管が破断した状況

4-1-4.平成 23 年 (2011 年) 9 月 台風 12 号 紀伊半島豪雨

8月25日9時にマリアナ諸島の西の海上で発生した台風12号は、日本の南海上をゆっくり北上して四国地方、中国地方を縦断して4日未明に日本海へ進んだ。その後もゆっくり北上を続け、5日15時に温帯低気圧に変わった。台風12号は動きが遅く上陸後も大型の勢力を保っていたため、長時間台風周辺には非常に湿った空気が流れ込み、西日本から北日本にかけて広い範囲で記録的な豪雨となった。特に紀伊半島では降り始めの8月30日17時からの総雨量が多いところで1,800mmを超えた。和歌山県管轄の新宮観測所では最大時間雨量131mmを記録し、熊野川の水位は日足地点(三和大橋右岸)で氾濫危険水位を5m以上も超過した(図4-4)。被害は、新宮市で床上浸水1,188戸、床下浸水957戸、那智勝浦町では、那智川や太田川の氾濫(図4-5)により死者27名、行方不明者1名、全壊103戸、半壊905戸、床上浸水440戸、床下浸水962戸の甚大な被害が発生した。



図 4-4 台風 12 号出水時の新宮市日足地区

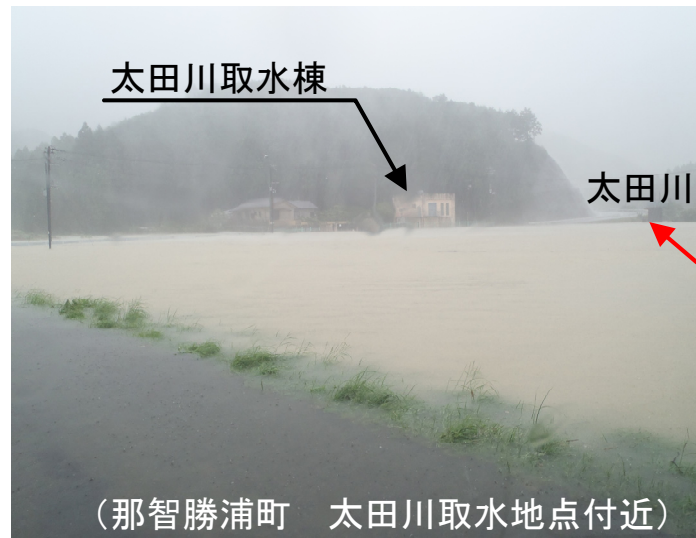


図 4-5 台風 12 号出水時の太田川

4-2. 水道事業所の被災実態調査

4-2-1. ヒアリング調査の対象とその方法

近年に水道施設において豪雨災害が発生した山口市・佐用町(2009年)、山陽小野田市(2010年)、那智勝浦町・新宮市(2011年)の5水道事業所を対象にヒアリングを行い、被害実態と被災後の対応について調査した。

なお、このうち佐用町水害については、筆者らが過去にヒアリング調査した結果²⁾を用いた。

ヒアリングは、表 4-2 に示す項目について、30分程度の聞き取りを実施した。調査結果概要を一覧形式で表 4-3 表 4-3 に示す。

表 4-2 ヒアリング項目

被害状況	被災した施設
	被災誘因・原因
	断水戸数
復旧状況	時系列復旧状況
	地区別の復旧の長短原因
	住民からの苦情
	応援給水の状況
事前対策	職員の参集状況
	BCP等の緊急時対策マニュアルの有無
	浸水被害を想定していたか、過去の被災履歴等 浸水対策(止水壁など)は施していたか
今後の計画	反省点等
	今後の対策(対策項目や留意点など)

表 4-3 水道事業者を対象としたヒアリング調査結果の概要（1）

調査項目	対象市町	山口市	佐用町	山陽小野田市
	対象豪雨	平成21年7月 中国・九州北部豪雨	平成21年8月 台風9号	平成22年7月豪雨
	河川名	榎野川	佐用川	厚狭川
	ヒアリング実施日	(メールによる回答)	2009/11/26	2012/7/5
被害状況	被災した施設	朝田浄水場が冠水(水深1m以上)。機会棟の地下に設置された送水ポンプ、沈殿池、濾過池などが水没。1階の発電機室も0.1mの浸水。	真盛浄水場、本位田浄水場、久崎浄水場、大酒浄水場、北部浄水場が冠水。1上水、6簡易水道の計7系統のうち7浄水場で被害、5浄水場が冠水した。	鴨庄浄水場が冠水。ポンプ室及び制御盤が0.6m浸水。ただし、制御盤等は多少壊れたが、ポンプ自体はかろうじて浸水を免れた。受電を停止したために断水した。送水管破断(新橋が半壊したため)
	被災誘因・原因	榎野川からの越水氾濫	佐用川からの越水氾濫	厚狭川からの越水氾濫
	断水戸数	35,377戸(市内給水戸数の約50%)	4,616戸(町内給水世帯の65%)	約9,000戸(市内給水戸数の約40%)
復旧状況	時系列復旧状況	7/21 12:35 朝田浄水場送水ポンプ停止 7/21 12:40 榎野川から越流開始 7/21 14:00 榎野川からの越流終了 7/22 09:00 朝田浄水場場内清掃開始 7/23 22:35 朝田浄水場清掃作業完了 7/24 15:00 朝田浄水場浄水池消毒完了 7/25 18:20 朝田浄水場運転開始 7/26 09:30 朝田浄水場送水試験 7/26 14:50 配水池へ順次送水開始 7/29 23:20 全区域の断水が解消	8/09 佐用川氾濫で5つの浄水場が冠水 8/09 本位田浄水場の送水水管橋が落橋 8/11 地下が水没していた久崎浄水場が復旧し、生活用水として送水開始 8/13 北部浄水場の取水口土砂除去完了 8/14 0.6m冠水していた真盛浄水場が生活用水として送水開始 8/16 奥海浄水場が飲料水として送水開始 8/17 北部浄水場が飲料水として送水開始	7/15 08:30 新橋(浄水場の直下流)冠水 7/15 09:25 鴨庄浄水場冠水 7/15 09:50 新橋送水管破断(断水) 7/15 10:15 給水車を順次配置 7/15 20:00 相互融通管バルブ開 7/16 18:15 受電開始、ポンプ起動 7/16 21:00 浄水処理再開 7/17 18:00 送水関係施設点検完了 7/18 03:52 順次送水開始 7/19 10:00 全区域の断水が解消
	復旧の長短原因	隣接市(宇部市)との相互融通管による通水により、一部では早期に断水が解消した。朝田浄水場から配水池までの距離に比例して復旧(給水開始)が遅れた。	他は遅くとも10日程度で復旧したが、北部簡易水道のみ復旧に2週間以上も要した。浸水した加圧ポンプと道路陥没により被災した配水管の復旧に時間を要し、残る3戸への給水が遅れたためである。	鴨庄浄水場から配水池までの距離に比例して復旧(給水開始)が遅れた。
	住民からの要望・相談	広報車を用いて断水状況や応急給水活動等を広報したが、「音量が小さくて聞こえない」「自宅近くには来ていない」などの連絡が相次いだ。「今回のような災害を想定していなかったのか?」という問い合わせが多かった。	「復旧の目途は。」 「給水開始後すぐに飲み水として利用できるのか?」 身体的理由等により給水所まで水を取りに行けない方々から「なんとかして欲しい」といった要望があった。	浄水場の復旧目処が立たないことから「断水はいつまで続くのか」という問い合わせが多かった。身体的理由等により給水所まで水を取りに行けない方々から「自宅まで水を運んで来てほしい。」といった要望があった。
	応援給水(団体名、日数、給水車台数)	日本水道協会山口県支部から12市、中国四国地方支部から28市・1企業団、陸上自衛隊が、延べ9日間・給水車548台・作業員1,984名で応援給水を行った。	22日間に延べ30団体、給水車222台で応援給水を行った。	日本水道協会山口県支部から11市が、給水車18台で5日間、作業員延べ130名で応援給水を行った。自衛隊も10台の給水車を提供。
	職員の参集状況	大雨警報が発表されたのが7/21 04:18と早朝であったが、緊急参集し大きな問題はなかった。関係業者の手配も迅速にできた。	8月9日 14:15に警報が発表され、その数時間後に職員の参集が行われたが、既に冠水や土砂崩れ等により参集できなかった職員が数名いた。	新橋が冠水したのが7/15 08:30と出勤後であったため、職員の参集に問題はなかった。
	BCP等の緊急時対策マニュアルの有無	緊急時対策マニュアルは策定済みで、策定時に図面や手順を確認してあったことが役立った。しかし、一週間以上にわたる大規模な断水を想定したマニュアルにはなっていないかった。	応援給水を網羅した簡易な緊急対策マニュアルは策定していた。	インフルエンザを対象とした緊急時対策マニュアルは策定済みであるが、それ以外はない。
事前対策	浸水被害を想定していたか、過去の被災履歴等	大規模な浸水被害は想定していなかった。近年では断減水は発生していない。	一部の浄水場では過去に浸水した被害を受けており、耐震貯水槽等を設置し応急給水に備えていた。しかし他の浄水場では過去の同様な被害はなく、大規模な浸水被害は想定していなかった。	洪水に対してはまったく想定していなかった。過去に停電や水質事故による断水を経験した。
	浸水対策は施していたか	止水壁を設置していたが、それを上回る浸水深であった。	JR上月駅直上流の水管橋が流失したが、パイパスルートを事前に構築していたため、給水に支障がなかった。	事前対策はしていなかった。
今後の計画	反省点等	緊急時対策マニュアルを作成するだけでなく、全員で訓練をすることが重要。広報車での広報方法、Webページでの広報、自治会を通じた広報それぞれに課題があった。人員不足により、市民からの電話やメールの対応に遅れや漏れが生じた。	浄水場の冠水対策が必要。また応急復旧後、浄水場からの水道水供給が間にあってないにもかかわらず節水等の協力が得られなかったため、全戸への供給が遅れた。被害にあっていない娯楽施設(ゴルフ場等)の節水協力が必要。	迅速な復旧作業と給水対応が最も重要。過去の断水事故経験を活かしてスムーズな対応ができた。復旧作業も概ね迅速に対応できた。広報車のアナウンスが聞き取りにくかったため、走行速度やスピーカーの向きなどの検討が必要。生活弱者への給水活動は、市の福祉部門と連携する必要がある。
	今後の対策(対策項目や留意点など)	今回の災害を教訓として、緊急時対策マニュアルをより充実させる。	浄水場の冠水対策も必要だが、被害を想定した迅速な対応が必要。被災後に作成した『防災活動マニュアル』を活用することで早急な対応・復旧を目指す。	2011年7月に止水壁を設置した。管理棟などの主要な設備を高所へ移設するなど抜本的な対策を講ずる予定。各配水パイプに逆流防止バルブを設置する。

表 4-3 水道事業者を対象としたヒアリング調査結果の概要（2）

調査項目	対象市町	那智勝浦町	新宮市
	対象豪雨	平成23年9月 台風12号 紀伊半島豪雨	平成23年9月 台風12号 紀伊半島豪雨
	河川名	那智川, 太田川	熊野川
	ヒアリング実施日	2012/7/2	2012/7/2
被害状況	被災した施設	1上水, 3簡易水道の計4系統がある。太田川浄水場の取水棟が水没。市野々浄水場の取水施設と導水管が流失(那智川)	新宮水道揚水所の取水ポンプに土砂が流入。自家発電電氣室が屋根まで水没して機能停止
	被災誘因・原因	那智川・太田川からの越水氾濫	熊野川からの越水氾濫
	断水戸数	約6,800戸(町内給水世帯の85%)	約14,700戸(市内給水戸数の約90%)
復旧状況	時系列復旧状況	9/04 宇久井以外の簡易水道が全戸断水 9/05 上水道も全戸断水 9/06 依然として宇久井以外は全戸断水 9/07 太田川浄水場系統が一部復旧 9/10 市野々浄水場系統が一部復旧 9/13 太田川浄水場取水ポンプ復旧 9/27 ポリエチレン管で市野々系統の仮設配管を終了 9/28 全区域の断水が解消	9/02 04:15 大雨・洪水警報発表 9/02 19:00 新宮市災害対策本部設置 9/03 20:40 避難指示発令 9/04 03:40 新宮浄水場内法面崩落 9/04 13:00 自家発電電氣室水没 9/04 15:20 新宮市全戸断水 9/04 15:28 取水ポンプ2台故障 9/07 取水ポンプ井内の砂除去 9/08 仮設取水ポンプ2台稼働 9/09 09:00 試験湛水開始 9/11 11:30 全区域の断水が解消
	復旧の長短原因	那智川沿川で壊滅的な被害が発生したため、市野々系統が最も復旧(給水開始)が遅れた。現在でも応急復旧であり、本復旧の目処は立っていない。取水地点の砂防対策を施すことが先決である。	上流側(北側)の給水区で水が使われすぎたために下流側(南側)へ水が供給されず、下流側(南側)の復旧が遅れた。
	住民からの要望・相談	断水当初は電話が不通であったため苦情は少なかったが、事業所まで来所して「断水がいつまで続くのか」という問い合わせがあった。「給水所までお越しください」としか回答できなかった。	計画給水を発表したが想定外の水が使用されて給水できず、電話が殺到。給水車の設置場所が狭く、車が混雑したため苦情が出た。
	応援給水(団体名, 日数, 給水車台数)	日本水道協会和歌山県支部を通じて和歌山市が給水車の支援、自衛隊の給水車も支援した。太地町と串本町が自主的に給水支援した。	日本水道協会和歌山県支部・関西支部等を通じて12自治体から延べ118名の応援を得て8日間、応急給水活動を行った。
	職員の参集状況	大雨警報が9/2の早朝(04:15)に発表され、職員は通常の出勤時間帯に全員が参集した。	9/03の20:40に避難指示を発令したため、その各戸広報などに人手を取られ、応急班として参集するはずの本庁の人員が参集できなかった。翌日も被害実態調査などに人手を取られた。
	BCP等の緊急時対策マニュアルの有無	緊急時対策マニュアルは策定していない。	地震を想定した緊急時対応マニュアルはあるが、洪水や断水を対象としたものはない。
事前対策	浸水被害を想定していたか、過去の被災履歴等	洪水に対してはまったく想定していなかった。過去に同様の被害はなかった。	洪水に対してはまったく想定していなかった。過去に同様の被害はなかった。
	浸水対策は施していたか	事前対策はしていなかった。	事前対策はしていなかった。
	反省点等	医療機関等に給水するためには、バケツやタンクでは間に合わないため、加圧式給水車が必要であった。和歌山市から加圧式給水車を借りた。給水袋を1000枚用意していたが不足した。給水のための人員が不足した。	給水するときの人員が不足した。据え置きタイプのタンクを設置し、給水車から一度そのタンクへ水を移してから給水すべきであった。浄水場背面の土砂崩れに対する対策も必要。新宮浄水場は津波による浸水の危険性もあるため、対策が必要。各個人が水を備蓄するよう広報する必要がある。
今後の計画	今回の災害を教訓として、水道事業単独の緊急対策計画を作成する予定。今年度(H24年度)に加圧式給水車を購入することが決定した。簡易水道の取水地点を統合する予定。配水池3箇所への緊急遮断弁の設置。備蓄するためのペットボトル水の製造。	今回の事故を踏まえて緊急時対応マニュアルを検証中。3.11を踏まえて熊野川の取水地点から導水するための導水管を複線化することが決定していた矢先の被災だった。取水ポンプは、土砂が入りにくい型式のものに取り替えた。電氣室と発電機室をもっと標高の高い場所へ移設する予定。	

4-2-2. 調査結果

(1) 平成21年(2009年)7月 中国・九州北部豪雨

【被災状況】

山口市の朝田浄水場は、榎野川とその支川である吉敷川（よしきがわ）、排水路である中川の合流点に位置する。7月21日の明け方から豪雨となり、朝田浄水場では浸水の危険があったため各施設の入り口に土のうや止水板を設置するなどの浸水防止策を講じていたが、7月21日の12:40には榎野川右岸堤防から越流氾濫し、濁流は朝田浄水場内に流入した。濁水は土のうを越えて建物内に侵入し、地階と1階電気室にも流入したため、電気設備の被害抑制と感電事故防止のために高圧受電を停止した。機械類は完全に使用不能となり、浄水池も浸水した（図4-7）³⁾。これにより35,377戸が断水した。



図 4-6 朝田浄水場（山口市）の立地条件

【復旧状況】

場内の復旧作業は不眠不休の体制で行い、業者等の迅速な対応もあってスムーズに進んだ。応急給水活動は近隣の28市・1企業団と自衛隊が協力し、22日から実施した。最大で38箇所の給水場所で給水活動を行った。

【情報伝達方法】

断水状況や被災施設の復旧状況等の情報を提供するため、記者発表等で各報道機関へ逐次情報提供した。その結果、市民から上下水道局各課へ直接電話による問い合わせが殺到し、各課が個別に対応したために統一した情報提供ができずに混乱を招く場面があった。Web ページでの広報では、人員不足等により更新作業が十分にできなかった。自治会を通じた広報活動も行ったが、末端まで情報が行き渡るまでに時間を要したため、刻々変化する復旧状況について最新の情報を提供することができず、有効な伝達手段とはならなかった。



図 4-7 朝田浄水場の冠水状況（山口市）^[3]

(2) 平成 21 年(2009 年) 8 月 台風 9 号による大雨

【被災状況】

佐用町では、千種川やその支流の佐用川等の流域に沿って上水道事業 1，簡易水道事業 6，計 7 つの水道事業等を行っている。

平成 21 年台風 9 号では、7 つの水道事業のうち、5 つの水道事業の浄水場が冠水する被害にあった。特に佐用簡易水道事業の本位田（ほんいでん）浄水場においては動力・テレメータ盤等に甚大な被害が生じた。また、河川氾濫の影響を受けて、本位田・上上月・大北橋の 3 水管橋の流出や上月上水の中区加圧ポンプ場が天井まで冠水する被害に見舞われた。

表-3.4 佐用町の水道事業

地区名	水道名	施設名
佐用地区	佐用簡易水道事業	真盛浄水場
		佐用浄水場
		本位田浄水場
	中部簡易水道事業	峠浄水場
		豊福浄水場
		若州浄水場
奥海簡易水道事業	奥海浄水場	
上月地区	上月上水道事業	久崎浄水場
		大酒浄水場
南光地区	南部簡易水道事業	南部浄水場
	北部簡易水道事業	北部浄水場
三日月地区	三日月簡易水道事業	第3水源浄水場
		第4水源浄水場

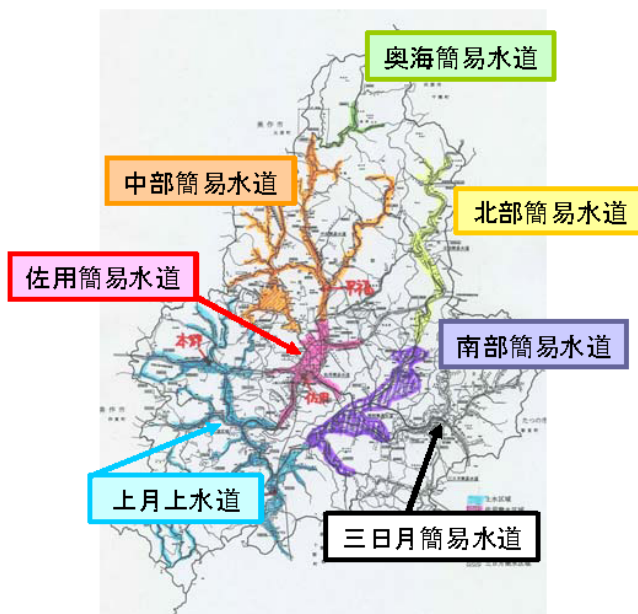


図-3.5 佐用町の水道事業

図 4-8 佐用町の水道事業

【復旧状況】

災害発生当初の断水は、佐用、上月、南光地域の 4,616 世帯（13,919 人）であり、町内の 65%に相当する。これら断水地帯の飲料水を確保するため、災害日の翌日から自衛隊の応援要請や兵庫県水道災害相互応援協定に基づく近隣事業者が応援給水を実施した。8月10日から21日の22日間にのべ30団体、給水車222台の出動があった。ピーク時の給水車出動は31台/日で給水人口は21,096人であった。

断水した水道事業のうち、完全復旧に最も時間を要したのは北部簡易水道で、災害発生後2週間以上も要している。これは、浸水した加圧ポンプと道路の陥没により被災した配水管の復旧に時間を要したことが原因である。

一部の浄水場では、過去の被害経験から事前に耐震貯水槽等を設置して災害時の応急給水に備えていたことが功を奏した。

(3) 平成22(2010年)年7月 梅雨前線による大雨

【被災状況】

山陽小野田市では、7月15日8:30ごろ、鴨庄（かものしょう）浄水場に最も近接する厚狭川にかかる新橋が冠水した。堤防を越流した水は浄水場内に流入し、9:25に浄水場が冠水した（図4-10）。浄水場の受電を停止し、山陽地区（旧山陽町）全域（約9,000世帯）が断水となった。厚狭川の水流は勢いを増し、主要送水管ごと新橋を破断した（図4-3）。送水ポンプ室の受電盤・制御盤は0.6m冠水し、ポンプ8台が冠水し

た。



図 4-9 鴨庄浄水場（山陽小野田市）の立地条件

【復旧状況】

旧小野田市と旧山陽町を結ぶ相互融通管を事前に完成させていたため、これを完成後初めて開放し、20時に約700世帯が通水可能となった。県内11市および自衛隊の応援を受け、9拠点で応急給水を行った。冠水した浄水場と破断した送水管（3本）を復旧するため、昼夜を問わず作業を行い、16日21時には厚狭川横断主要送排水管仮設配管の応急工事が完了した（図4-11）。

平成14年に厚狭川にフェノールが流出した事故があり、4日間の断水を経験していたこと、1年前の山口市の断水事故（朝田浄水場）の際に応援給水に9日間（延べ28名）参加していたことから、これらの経験を活かして、給水活動についてはスムーズな対応ができた。

反省点は、広報車のアナウンスが聞こえにくかったこと、独居老人など生活弱者の方々への給水対応が断水当初に十分できなかったことなどである。

今回の災害を踏まえ、浄水場の主要施設には止水壁を設置した（図4-12）⁶⁾。

【情報伝達方法】

市民への広報活動は、断水時、給水拠点の設置時、断水解除時に主として広報車からの街宣、Webページ、有線放送で実施した。広報車は10台以上を手配したものの、

断水解除時には十分な広報活動ができなかった。



図 4-10 厚狭川の越流氾濫・鴨庄浄水場の冠水状況



図 4-11 送水用仮設配管(新橋)



図 4-12 止水壁が設置された鴨庄浄水場 (現在) [6]

(4) 平成 23 年 9 月 台風 12 号 紀伊半島豪雨

■那智勝浦町

【被災状況】

那智勝浦町は 1 上水道，3 簡易水道で運営している。上水区域には浄水場が市野々浄水場と太田川浄水場の 2 箇所がある。太田川浄水場については，電気設備等がある取水棟が水没し，取水ができない状態になった。市野々浄水場は那智川沿いにあり，上流の取水施設および導水管が土石流で流失した。

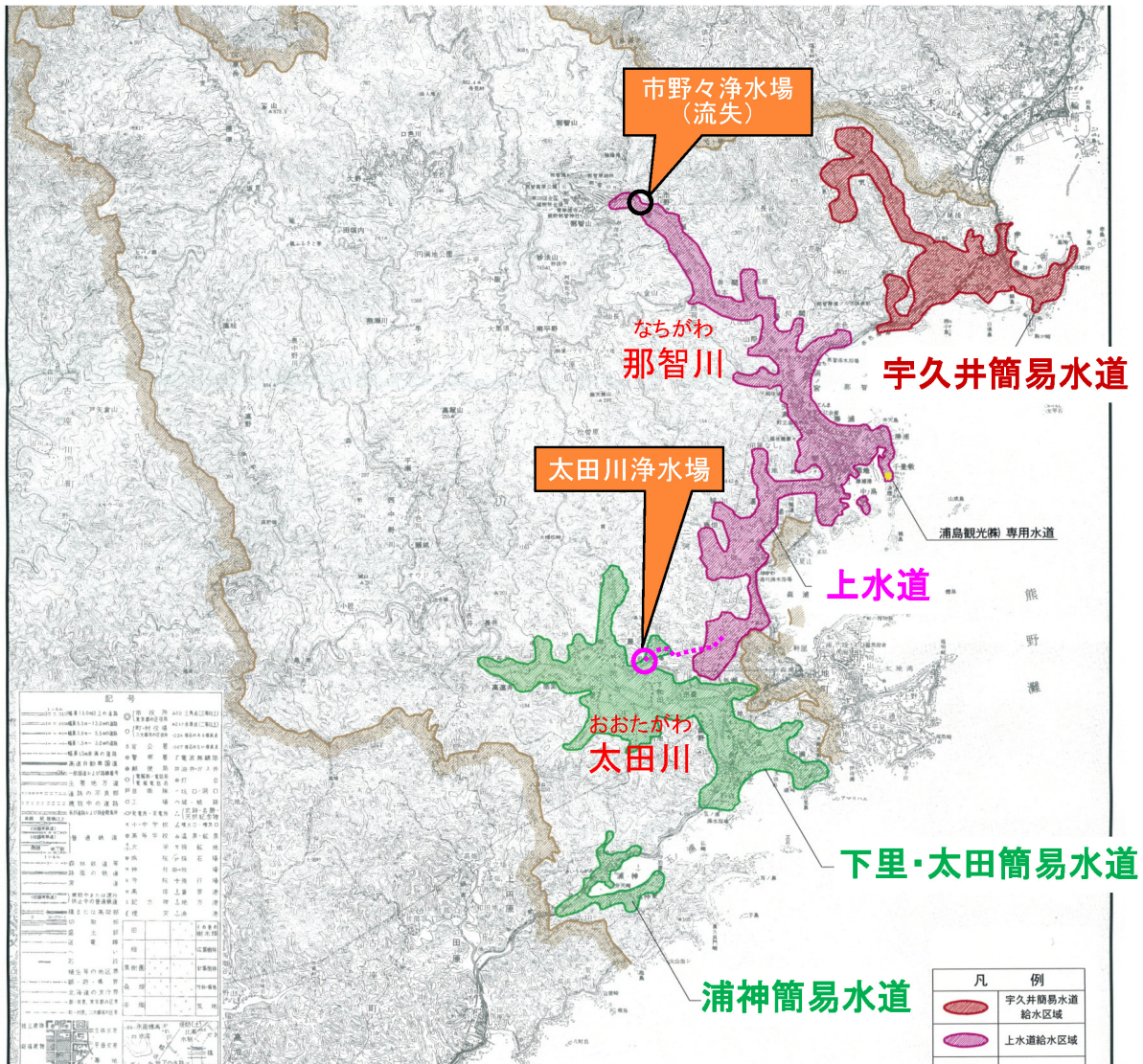


図 4-13 那智勝浦町の水道事業

【復旧状況】

下里・太田簡易水道では、2箇所ある水源池が水没し、浦神簡易水道については、1箇所の水源池が水没した。宇久井簡易水道のみ、浄水場(1箇所)は部分的には断水したが、浄水機能は正常であった。町内全域の応急給水では、この宇久井系統から水を調達した。

太田川取水棟については、2階まで浸水して(図 4-14(2)~(4)) 機械が停止した。仮設の受電盤を設置して運用した。2012年7月現在でも給水能力は復旧したが、受電施設は仮設のままである。機械設備は2階に置いていたにもかかわらず浸水したため、近年中に取水棟自体を3mほど標高が高い敷地へ移設する予定である。

市野々系統は9月5日から断水、続いて簡易水道系統がすべて断水した。その後応急復旧を続け、1ヶ月弱を要して28日に全域の断水が解消した。

市野々浄水場系統が最も復旧が遅かった。これは、水道管自体が流失したところが多かったためである。取水施設が流失した市野々浄水場は、施設を再建するためには抜本的な砂防対策が必要であるため、現在も仮の井戸を利用して給水区域を狭めて運用している。給水不可能となった区域は、別系統（太田川系統）の給水区域を拡大して対応中である。

那智勝浦町では、事前に応急対策マニュアルのようなものは作成していなかった。今回のこの災害の経験を踏まえ、水道事業単独の応急対策マニュアルを作成する予定である。

事前に給水袋を 1,000 枚用意し配布したが数が不足したため、もっと大量に備蓄しておく必要があった。また、災害時は人員と車両確保が非常に重要であり、通常の職員の人数では不足する。給水ポイントに要する人員だけで計 40 名程度は必要であり、もっと計画的に人員確保を行うべきであった。

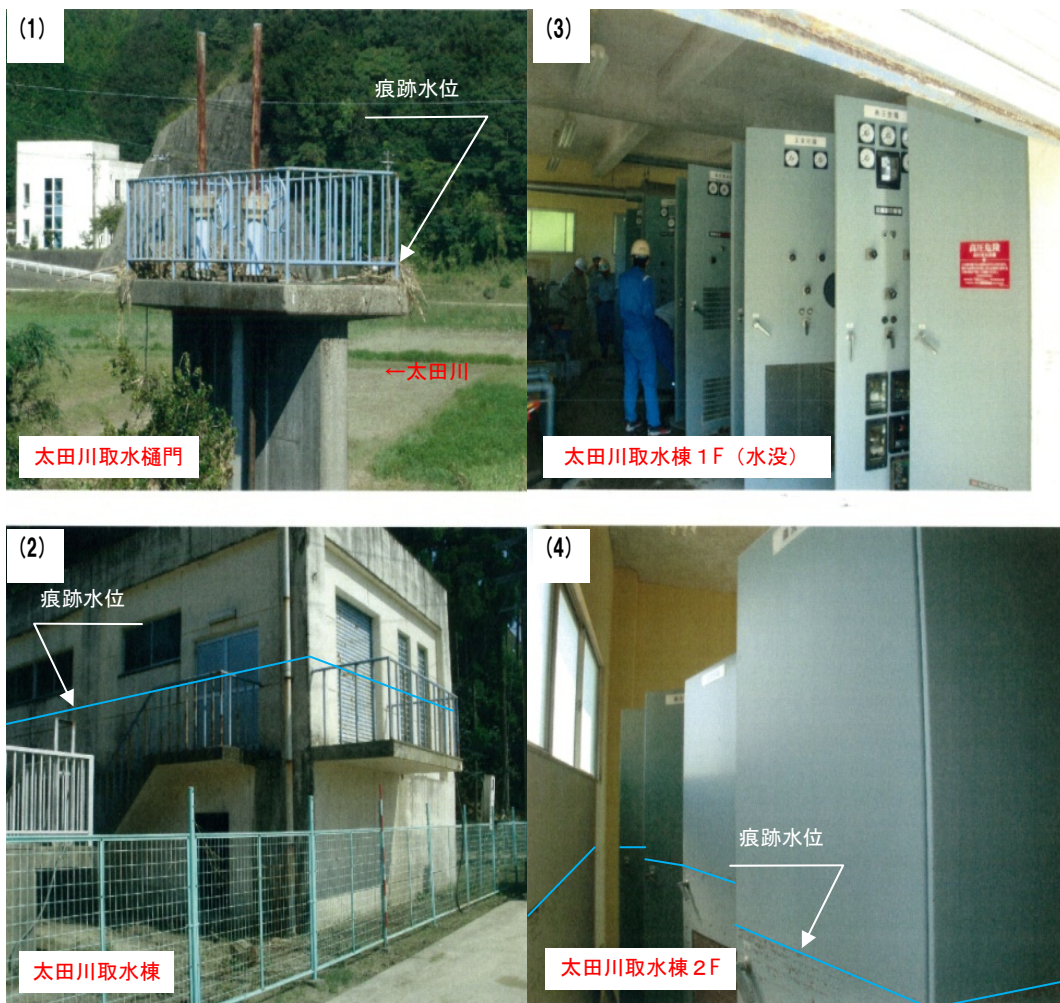


図 4-14 太田川取水施設の被害状況（那智勝浦町）

■新宮市

【被災状況】

新宮市は、熊野川からポンプで取水している。3台のポンプのうち1台は正常だったが2台が土砂流入により停止した(図4-16(4)~(6))。正常な1台を応急給水に使用した。

9月4日17:00に防災無線で断水を広報した。断水戸数は14,700戸(約3万人)に及んだ。



図 4-15 新宮市水道関連施設の位置

【復旧状況】

9月7日にポンプ内の土砂を撤去,9月8日にポンプの応急修理が完了した。現在は、その後に同じことが起きないように、土砂が混入しにくい型式のポンプに取り替え済みである。

新宮浄水場の裏山では土砂崩れが発生した。かろうじて浄水場へ土砂は入らなかったため被害はなかったが、もし土砂が入っていたら長期断水となった可能性があった。なお、新宮浄水場は、津波被害の危険性もある。

取水施設近くにある電気室を2階に建設してあったため、かろうじて稼働できた(図4-16(7),(8))。これが浸水していたら、熊野川からの導水ができず断水がさらに長期化していた。将来はさらに標高の高い場所を購入し、電気室と発電機室を移設する予定である。

新宮市では、地震を想定した緊急時対応マニュアルはあったが、洪水や断水を対象としたものはなかった。今回の事故を踏まえて緊急時対応マニュアルを検証中である。

日本水道協会は、災害時に被災市町から応援要請を受け付けており、会員である遠方の市町に迅速に応援要請を行っている。この連携体制が非常に有効に機能しているため、迅速に連絡がきて、すぐに給水の応援が来た。

新宮市は山に接しており、平地が少ない。土砂災害・洪水・津波の危険性があるため、自然災害に対する危機管理対策は非常に重要である。



図 4-16 熊野川に面した取水施設の被災状況（新宮市）

4-3. 水道事業者が抱える浸水被害に対する課題

4-3-1. BCP策定の必要性

東日本大震災以降、さまざまな業種の事業所におけるBCP策定の必要性が大きく取り上げられるようになったが、今回のヒアリング（2012年7月時点）ではBCPの概念を認知している水道事業所はなかった。

各事業所においては、BCPと同様の概念を念頭に置いて緊急時の対応をしてきており、表-3「事前対策」に示したように緊急時の対応マニュアルは策定している。しかし、これは対象とする災害事象や目標復旧時間等を明確に示したものにはなっていない。地震・洪水・津波など複数の自然災害に対する被害を想定するとともに、事業継続に必要な重要業務を選定し、それぞれの重要業務について目標復旧時間を設定すべきである。これにより、災害時に優先的に行うべき行動が明らかとなり、住民からの問い合わせ対応や住民への広報活動もよりスムーズとなる。さらに、災害に備えて訓練を行って策定したBCPを定期的に点検し、改善していくことも重要である。

厚生労働省ではBCPの策定を推奨しているところであり、首都圏等では水道事業者のBCP策定が開始されている。今後は、地方部の事業所においても、BCP策定の必要性が十分に浸透するよう、行政や我々研究者が努力する必要がある。

水道事業はライフライン事業であるため、復旧の遅れは、住民の生活や他業種の事業の再建を大きく左右する非常に重要な事業である。したがって水道事業者は、早急にBCPを策定する必要がある。

4-3-2. 断水リスク認識の必要性

複数の水道事業者から「断水のリスクに備えて各自（住民）で生活用水を備蓄して欲しい」という意見があった（表-3「反省点等」新宮市を参照）。各家庭で雨水を貯留することは緊急時の生活用水の確保に加えて豪雨時の流出抑制にもつながる。最近では各戸雨水タンクに補助金を出している自治体もある。津波被害が懸念される太平洋沿岸地域は特に、今後はこういった住民側の自主的な対応が望まれる。また、一般家庭に限らず、医療機関や各種事業所においても被害想定の中で断水日数を想定した上で、水を備蓄するためのタンクを設置するなどの事前のハード対策が必要である。

また水道事業者は、災害時に備えた訓練を行う、あるいは緊急時に地下水などの代替水源を使用可能とする取り決めを行う、水道事業者間で応急給水や復旧に関して応援し合うなどの連携施策を講じるといったソフト対策も事前に行う必要がある。

4-3-3. 復旧日数を短縮する対策の必要性

今回の調査対象事業所の中では、全域の断水が解消するまでに、最も長いところで被災から24日間を要している。復旧日数の長短には多くの要素が影響するが、浄水場から配水池までの距離と配水池の大きさが復旧日数に大きく影響する（表4-3「復旧の長短原因」参照）。各事業所の給水エリアの大きさに応じて課題を抽出し、対策を事前に検討しておく必要がある。

事前のハード対策としては、電気設備を高層階に設置する、主要な送水管は複数のルートに敷設するなどが必要である。ソフト対策としては、近隣自治体間で水を融通し合うことができるよう協定を結ぶ、あるいは復旧作業を行う業者が近隣に業者が存在しない水道事業所では、災害時の応援協定を事前に締結するなどの対策が必要であると考えられる。

4-3-4. 応急対策上の課題

断水期間中は、住民からの問い合わせや苦情が殺到する（表4-3「住民からの要望・相談」参照）。問い合わせの大部分は断水解消の時期に関するものである。被害の程度をいくつかのレベルで設定し、そのレベルごとに必要な復旧作業日数を予め想定しておく必要がある。

また、冠水や土砂崩れが障害となり、職員が事業所へ迅速に参集できない場合がある（表4-3「職員の参集状況」参照）。参集できた場合でも、住民の問い合わせ対応や広報活動など、思わぬ作業に人員が必要となり、復旧が遅れる場合がある。発災直後に参集可能な職員の人数、復旧時の適切な人員配置などを設定しておく必要がある。

広報活動については、災害時に広報車やWebページなどを各事業所で使用したが、さまざまな課題があきらかとなっている（表4-3「反省点等」参照）。避難勧告や避難指示を発令する市町の防災部局においても同様な課題を持っていると考えられるため、市町の防災部局と連携して、地域住民にとって最善の手法を検討することが望ましい。

4-4.まとめ

本章では、水道事業者の浸水被害発生時の復旧過程や浸水リスクに対する意識の実態等を整理した。各水道事業者では、過去の経験や既存の緊急対策マニュアルを活用して臨機応変に懸命な復旧活動がなされていること、また、日本水道協会を通じた災害時の応援体制が整っており、広域連携がよく取れていることがわかった。

今後は、BCPを策定することによって、さらに災害に強い水道事業とする必要がある。さらに、災害に伴う水道料金等への影響（減免・減量措置）があるため、水道事業者は復旧費用に加えて金銭的ダメージを受ける。そのため、ハード・ソフト対策を検討する際には費用対効果を十分に勘案する必要がある。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省健康局水道課：平成 17 年度流域水質の総合的な保全・改善のための連携方策（緊急時の水質リスクに対応した連携方策）検討調査 報告書，pp.2-6 - 2-7，2006.
- [2] 中野晋，宇野宏司，高西春二，騎馬貴子：平成 21 年台風 9 号の豪雨災害による事業所等の被災と対応，土木学会安全問題研究論文集，Vol.5，2010.
- [3] 山口県河川課：平成 21 年 7 月～中国・九州北部豪雨災害記録～，52p，http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18600/jigyou/johoshi_index/apd1_4_2010021111202221.pdf，（参照：2012 年 7 月 25 日）
- [4] 山口県：平成 21 年 7 月 中国・九州北部豪雨災害記録 概要版，6p，2009.
- [5] 山崎俊成，山本晴彦，立石欣也，原田陽子，高山成，吉越恆，岩谷潔：2010 年 7 月 15 日に山口県において発生した豪雨の特徴と水災害の概要，自然災害科学 J. JSNDS 29-3 ， pp.413-425，2010.
- [6] 山陽小野田市：鴨庄浄水場に防水壁を設置しました，<http://www.city.sanyo-onoda.lg.jp/site/suidou/bousuiheki-h23.html>，（参照：2012 年 7 月 25 日）

第5章 事業所における総合的な浸水リスク管理

5-1. 浸水リスクの評価

5-1-1. 水害時（河川氾濫）のリスク

水害時の浸水リスクを可視化するため、横軸に上記発生頻度（年確率）、縦軸に影響度（復旧に要した日数）をとり、各事業所の復旧日数を被害リスクマトリックスにプロットした（図5-1）。

事業所被害のサンプルが4洪水のみであるため、発生頻度が低い側（左側）へ偏ったマトリックスとなった。サンプル数を増やすことは今後の課題であるが、仮にサンプルを増やした場合でも、都市部等における中小河川の整備水準は向上しつつあるため、データが左側へ偏る傾向はさほど変化しないと考えられる。

次に業種別の傾向を見ると、製造業は1/30～1/100において1～2ヶ月、1/100以上において2ヶ月以上の復旧日数を要する。

小売業については、1/100以上であっても10日で復旧した店舗があったが、1/30～1/100で1ヶ月を要した店舗もあった。多種多様な店舗があり、立地条件もさまざまであるため、サンプル数を増やした場合、製造業よりも広い範囲にプロットされる可能性がある。

医療業については、最長で14日であり、比較的早く復旧している。ヒアリングの結果、病院はその重要度を常時から認識しているため、他業種よりも比較的防災意識が高いことがうかがえる。

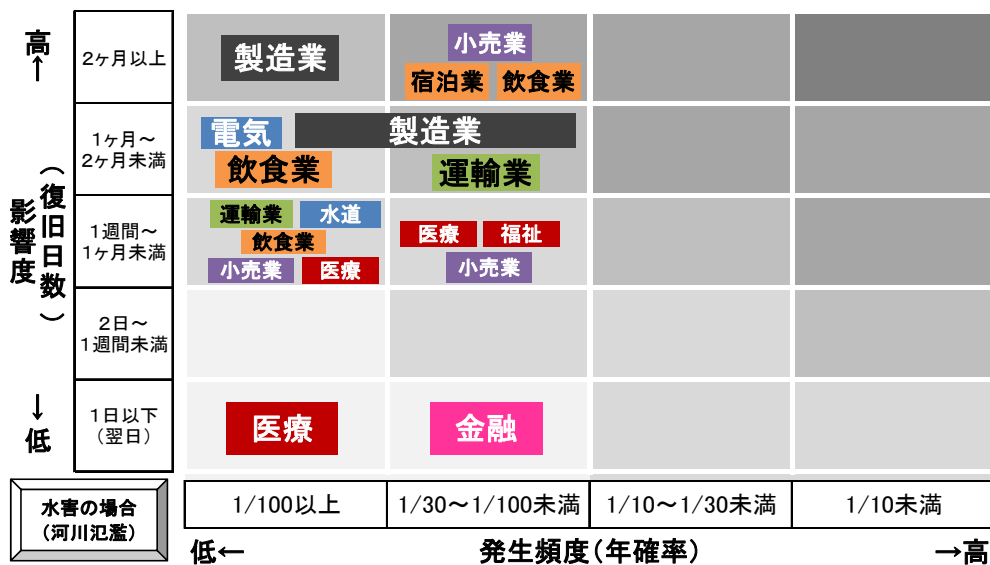


図 5-1 水害時における被害リスクマトリックス

5-1-2.他の災害リスクとの比較

水害時（河川氾濫）のリスクを他の災害と比較するため、高潮災害と地震災害についても同様に整理した。

高潮災害で取り上げた災害の発生頻度（確率）は、下記の通りとした。

- 伊勢湾台風（1959, 名古屋市） 1/100 以上
- 台風 0416 号（2004, 高松市） 1/30～1/100 未満

地震災害で取り上げた災害の発生頻度（確率）は、いずれも 1/100 以上である。

- 阪神淡路大震災（1995, 兵庫県） 1/100 以上
- 新潟県中越地震（2004, 新潟県） 1/100 以上
- 新潟県中越沖地震（2007, 新潟県） 1/100 以上

高潮災害におけるリスクマトリックスを図 5-2 に、地震災害におけるリスクマトリックスを図 5-3 に示す。これらも発生頻度が低いサンプルであるため、左側に偏ったものになっている。これらも今後、サンプル数を増やしていく必要がある。

高潮災害については、水害（河川氾濫）とほぼ同様な分布である。ただし、水害よりも復旧日数が若干短い傾向がある。今後サンプルを増やせば、水害と同様な分布を示す可能性があり、同一のリスクマトリックス図を用いることができる可能性がある。

高潮被害や地震被害についても、医療業は比較的早く復旧している。人命には直接関係がない歯科医院においても最大 6 日で復旧している。

河川氾濫被害は、高潮・地震被害と比較して、同じ発生頻度であっても復旧に要する日数が長い傾向にある。これは、同じ発生頻度であっても、河川氾濫被害を重視して災害対策を進める必要があることを示している。

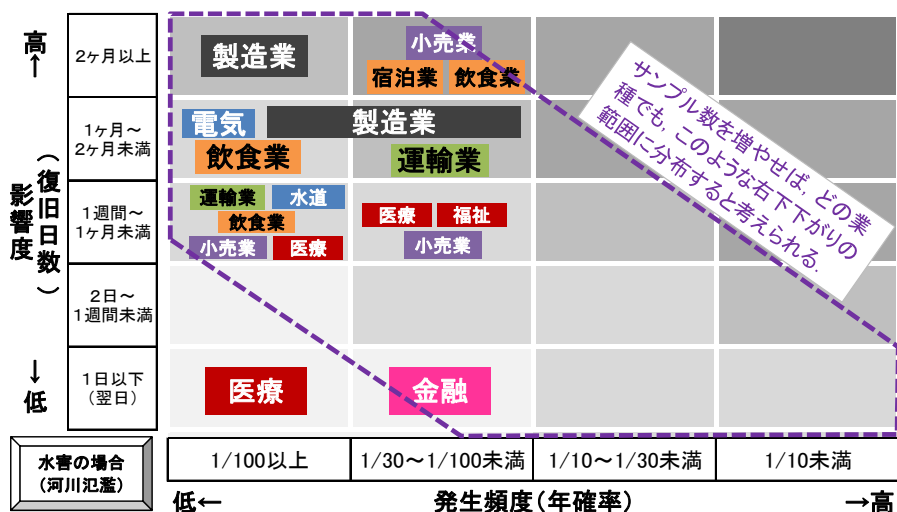


図 5-1 (再掲) 水害時における被害リスクマトリックス

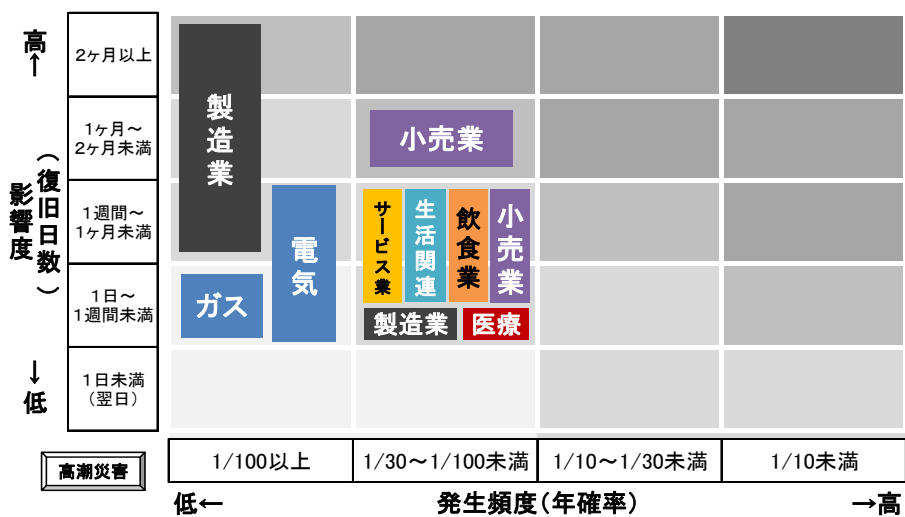


図 5-2 高潮災害時における被害リスクマトリックス

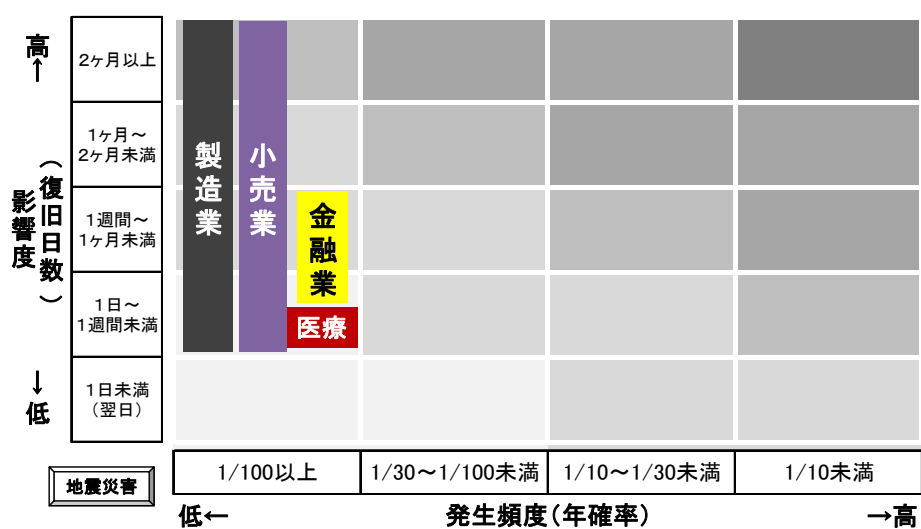


図 5-3 震災時における被害リスクマトリックス

5-1-3. 業種ごとの復旧日数の長短要因

同じ発生頻度の災害であっても、復旧日数は業種によって異なる。例えば自動車産業のようにサプライチェーンが複雑に関わっている業種は、飲食業のように個人事業主が多い業種よりも復旧日数が長いと考えられる。また、復旧日数がライフラインの回復に左右されやすい業種は、左右されない業種よりも復旧日数が長くなる。さらに、自家発電施設を整備していることが多い業種（病院など）は短く、風評被害が影響する業種（飲食業など）は長いといった傾向も考えられる。今後の研究において、復旧のネックとなった要因と復旧日数を業種ごとに整理・比較し、考察を行いたい。

5-2. 浸水被害のリスクコントロール方策

5-2-1. 対象とすべき業種別の災害外力規模

リスクマトリックスは、今後サンプルを増やすことによって業種ごとに分布するリスク領域の精度を向上させることができる。業種によって領域の広さに違いはあるが、頻度が高い災害ほど復旧日数が短いと考えられるため、おそらく右下下がりの領域に分布するものと考えられる。

事業主が防災対策を考える（BCPを策定するなど）場合に、このリスクマトリックスを活用することができる。例えば図5-4に示したように自社と同じ業種のリスクが黒線枠内に集中して分布していたとする。自社の限界復旧日数（復旧がこの日数を超えれば廃業に追い込まれる日数）の横線を引き、その線が黒線枠と交わる領域の頻度以上の災害に備える必要がある、といった防災対策検討の参考として使用できると考える。

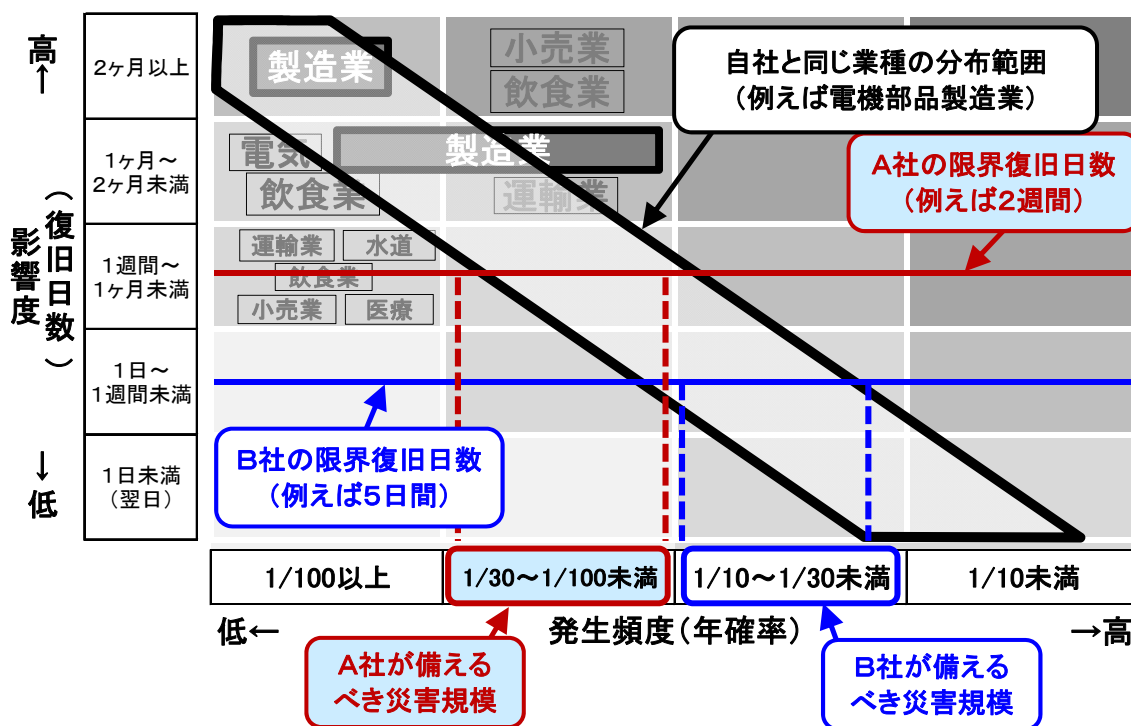


図 5-4 リスクマトリックスの活用例

また、各業種のリスクが仮に図 5-5 に示すように分布していた場合、BCP策定などの対策を施すことにより、将来は少しでもリスクの領域を小さく（復旧日数を少なく）していくべきである。対策後には、図 5-6 に示したように左下の領域に分布するように防災対策を策定することを目指すべきである。

特に電気・ガス・水道などのライフラインについては、他業種の復旧日数を大きく左右することから、他業種よりも防災対策が重要である。さらに医療業については、人命に関わる業種であるため、発生頻度が低い大規模な災害であっても翌日程度には稼働できるよう対策を講じるべきである（図 5-6）。

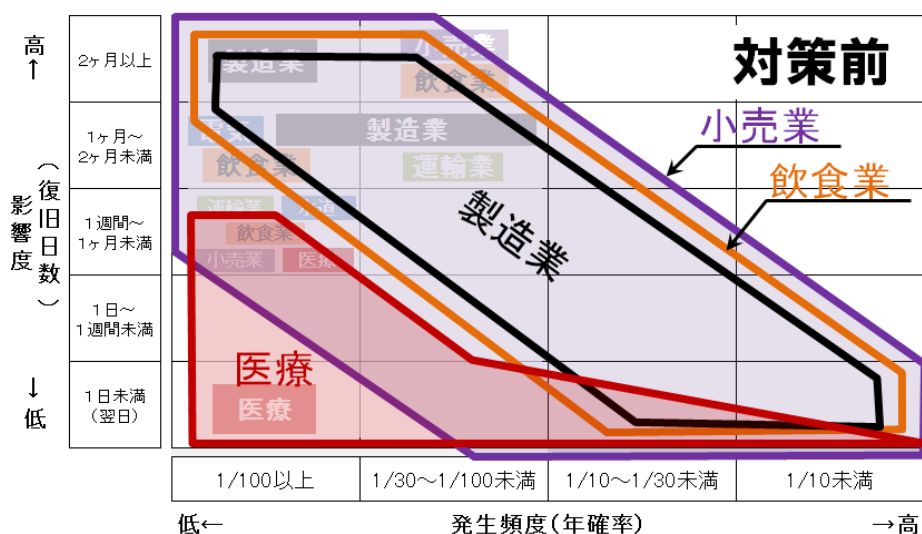


図 5-5 対策前のマトリックス（イメージ）

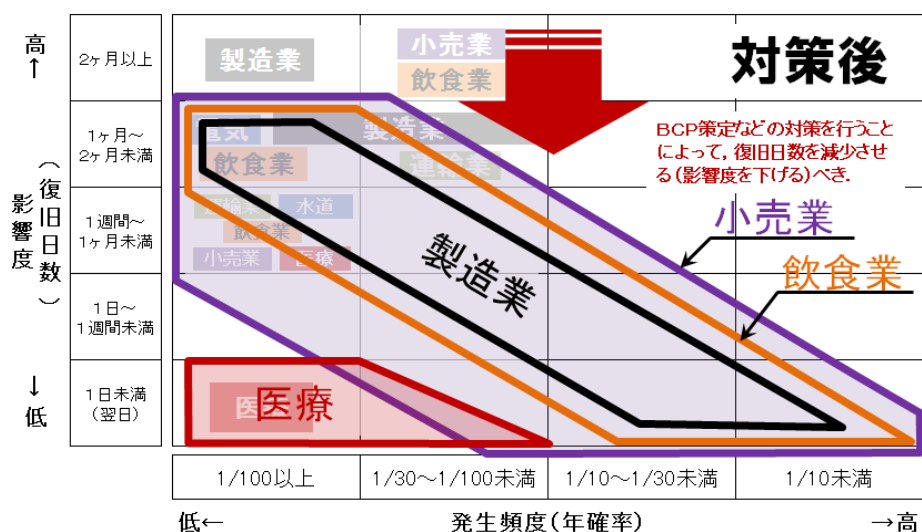


図 5-6 対策後のマトリックス（イメージ）

5-2-2. 浸水被害に対する総合的なリスク管理

九州北部豪雨災害では、ホテルや保育園において過去の水害の経験から水害保険に加入していたため、資金面の不安がなかったという事例があった。ここでは、保険を含めた資金面での対応について考察する。

(1) 浸水に対するリスクファイナンスの実態

個人向け火災保険では、補償項目に“水災”が含まれている場合には、床上浸水を条件に建物価格の一定割合（最大70%）が支払われる。この保険金には政府からの補助が含まれる。

一方、中小企業が水害保険に加入する場合には、政府からの補助はなく加入は任意であり、かつ保険の内容や保険料率等はほぼオーダーメイドである。地震保険を例に挙げると、日本では地震が頻発しているため加入しにくい状況が続いている。民間の保険会社自体の経営を逼迫するほどの支払いはできないためである。東日本大震災以降、加入しにくい状況はさらに顕著になっている。近年では、BCPを策定している企業が災害保険に加入しやすい状況となっている。

(2) リスクファイナンスによる資金の推移

中小企業が浸水被害に備える場合、自己資金の蓄え（内部留保など）が多ければ、図5-7に示すように、被災しても保険金と合わせて災害前の経営状態に戻すことができる。一方で自己資金が少なく、被災によって負債を抱えてしまうと、図5-8に示すように無体策の場合には倒産に陥る可能性もあるようなケースでは、保険金だけでは不足するために緊急時災害融資を受けて再建することになり、被災後に融資分の返済をする必要があるために回復が遅れる結果となる。

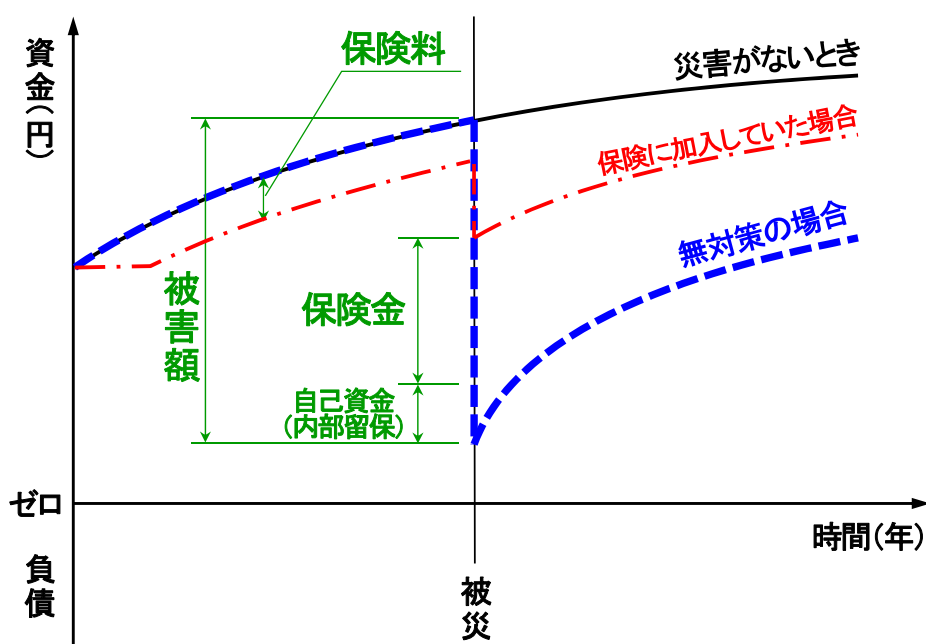


図 5-7 資金の蓄えがある場合の資金の推移

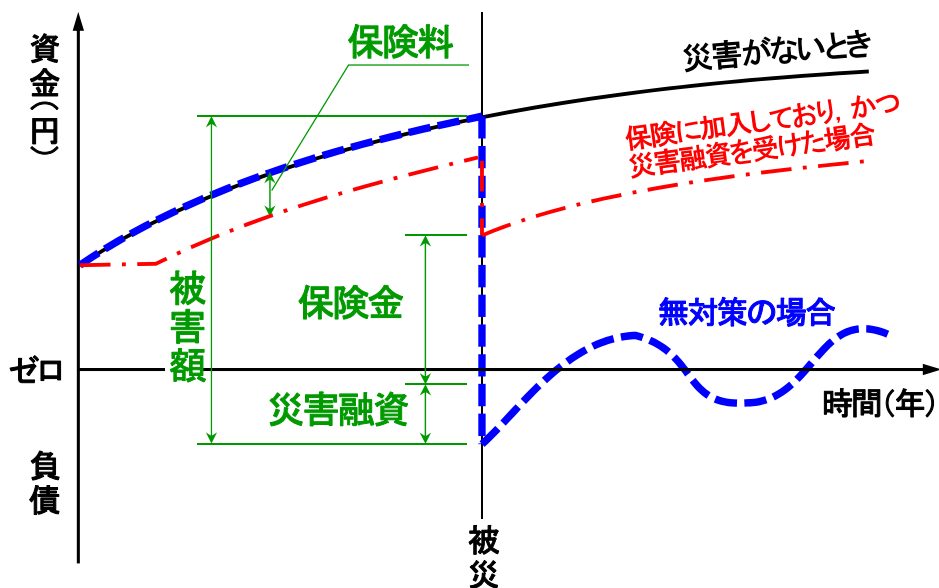


図 5-8 資金の蓄えがない場合の資金の推移

自己資金の蓄えがあり、事前の耐水化やBCPによる対策を行った企業では、図 5-9 に示すように被害額自体が縮小するため、被災時の資産の落ち込みが小さく、スムーズな事業継続によって資金の回復も早いため、早期に健全経営に戻すことができる。

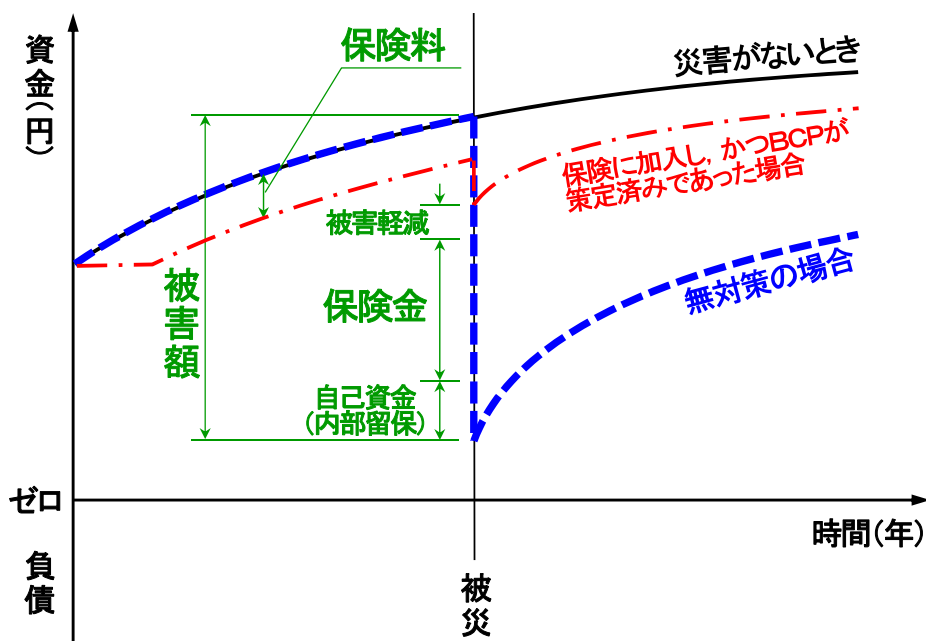


図 5-9 資金の蓄えがあり、リスク対策も万全である場合の資金の推移

(3) リスクファイナンスによるリスク管理の考え方

世界銀行レポートには、『①「自己資金」と②「保険」と③「緊急時災害融資」のベストな組み合わせが、企業のリスクファイナンス戦略である』と記載されている。さらに、耐水化

などの事前対策（ハード対策）による④「被害軽減額」を加え、これらを組み合わせて戦略を考えることが好ましいと考えられる。これらは、表 5-1 に示すような特徴がある。

表 5-1 資金調達項目の長所・短所

	長所 (資金が増える)	短所 (資金が減る)
①自己資金	従業員の人件費などの当面の固定費に充てることができる。	なし。
②保険	保険金が支払われることにより、被災した部品や機械を購入・修理できる。	被災後においても継続的な保険料支払いが生じる。支払われる保険金が高額になるほど保険料も高額となる。
③緊急時災害融資	低金利で資金を借りることができる。	被災後に継続的に返却する必要が生じる。
④事前対策 (ハード整備)	被害額そのものを低減できる。被災前に費用が生じるが継続的に費用は発生しない。	事前のハード整備には費用が生じる。

九州北部豪雨災害では、2億円の損失を被った事業所があった。また熊本県による災害対応融資制度では、中小企業1社あたり5,000万円の融資制度が設けられている^[1]。これらの実績から、中小企業がリスクファイナンスを行う場合のモデルケースを考えた（表 5-2）。

表 5-2 モデルケースでの資金調達例（万円）

	収入金額	支出金額	
	被災時のみ	年額	被災前後各10年間 (20年間)
①自己資金	3,000	0	0
②保険	10,000	100	2,000
③緊急時災害融資	5,000	600	6,000
④事前対策 (ハード整備)	(被害軽減額) 200	300	300
合計	18,200	1,000	8,300
被害額	20,000		
不足資金	1,800		

図 5-10 に示す例のように、まず氾濫解析結果や浸水する資機材の価格などにより、被害額(A)を想定する。このときの被害規模は、図-3 に示したリスクマトリックスから目標復旧日数を用いて設定する。次に自社の財務状況を勘案しながら災害時に使用可能な①自己資金、支払可能な②保険金、耐水化などの④事前対策に支出可能な金額を設定する。次に、全国事例をもとに自治体から災害時の③融資を受けられる限度額を想定する。これらを合計し、災害

時の復旧に使用できる金額(B)を想定する。被災後に融資の返済をしていくことを考慮し、経営努力やBCP策定の効果などによって被災後に A, B の差を解消できるかどうかを検討する。不都合がある場合には、再度②を増やし、④を減らすといったシミュレーションを繰り返す。このモデルケースでの資金の推移を時系列で示したものが図 5-11 である。

このように、各事業所がBCP策定と資金調達方策を、ともに経営戦略として事前に立案しておくことにより、浸水リスクに対する適切な備えが可能となると考える。

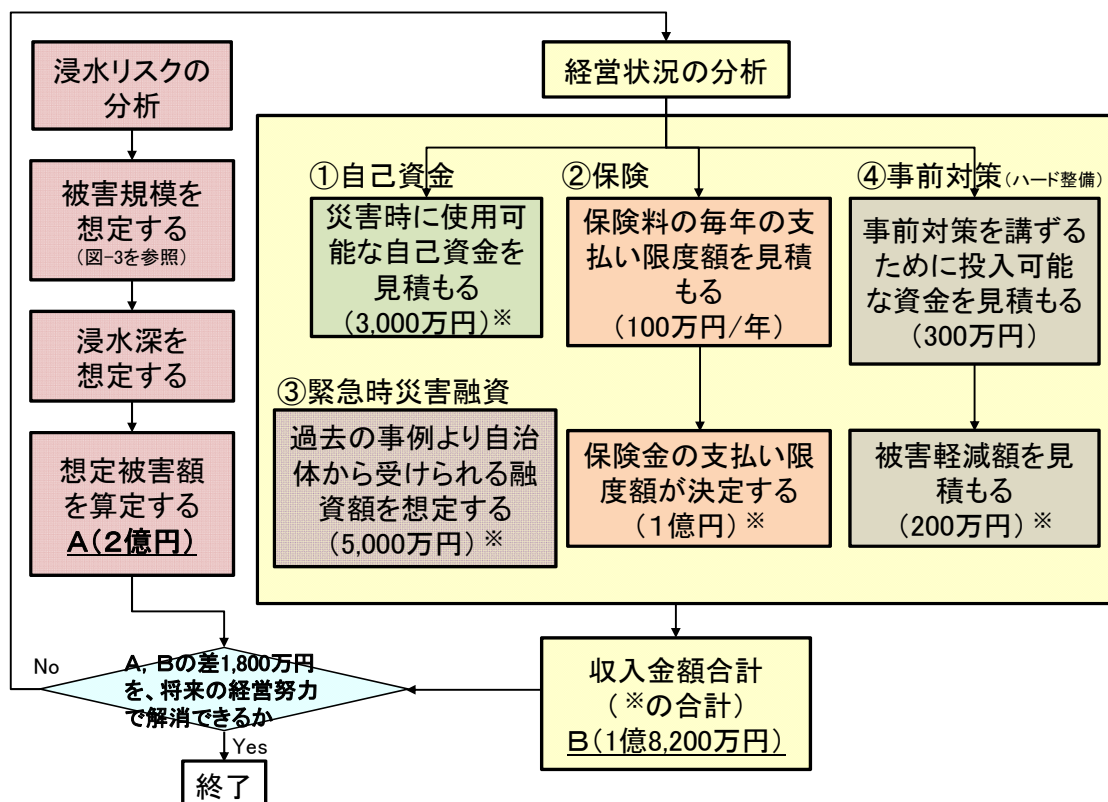


図 5-10 浸水リスクファイナンスの考え方 (例)

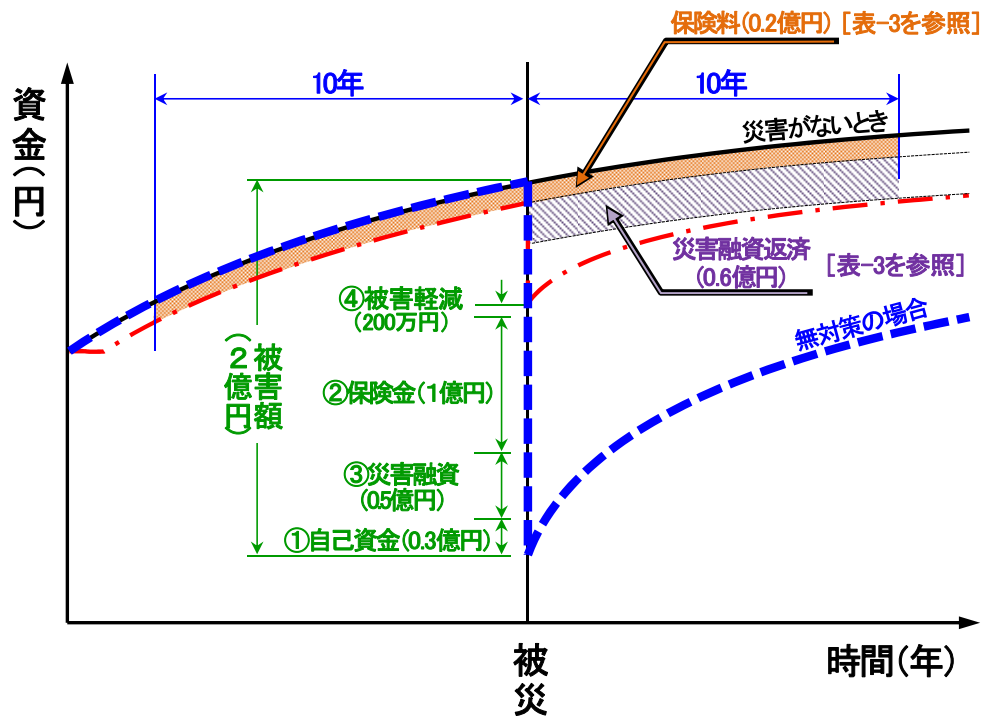


図 5-11 モデルケースでの資金の推移 (例)

5-3.まとめ

事例に挙げた九州北部豪雨災害のような水害に対して脆弱な地域では、BCPを策定するために、対象とするリスク（水害）の規模やライフラインが途絶する日数を適切に想定することが非常に重要である。また、ハード整備と同様に、BCP策定やリスクファイナンスなどのソフト対策が重要である。

本研究では、行政は浸水リスクを詳細に開示すべきであること、ライフライン事業者も途絶の危険性を示すべきであることを示した。また、被災時のリスクファイナンスを検討するための一手法を示した。これにより、この研究成果は企業が浸水被害を対象とした浸水リスク管理の経営戦略を検討する際の動機付けの一助となり得ることを示した。

事業者の立場に立ってみると、リスクマネジメント手法の中には、ハード・ソフトの対策に加えて、リスクの移転という進め方もある。事業者は、トータルでリスクを軽減する方策が必要で、単に防災対策をするだけでなく、損害を転嫁する（リスクファイナンス）のようなことについても視野に入れ、総合的に考えていくことが重要である。

【参考文献】

- [1] 熊本県：災害対応融資制度のご案内,
http://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/1058535_1135915_misc.pdf（参照：2013
年4月3日）

第6章 結論

東日本大震災以降、BCPの重要性が再認識されはじめた現在においても、中小企業のBCPの策定率は依然として低い。筆者らが浸水被害の被災地において各種事業所でヒアリング調査を行った事業所の中でもBCPを策定済みの事業所はなかった。ライフライン事業者である水道事業者においても、BCPそのものが認知されていなかった。

事業主は、災害時に事業が継続できるよう、経営戦略としてBCPを策定すべきである。

さらにライフライン事業者は、自らの事業が中断することによってあらゆる業種の事業者や地域住民の復旧活動に対して多大な影響を与えることを認識すべきである。

九州北部豪雨災害においては、遊水地整備がなされたことによる安心感から、水害に対する危機意識が薄れていた実態があった。行政は、治水安全度を適切に住民や事業者に開示すべきである。

被災後のヒアリング調査結果より、復旧日数などを整理した結果、水害（河川氾濫）時は、高潮時や地震時よりも復旧日数が長いことがわかった。また、事業所がBCP策定などの防災対策を検討する場合に、どの程度の発生頻度の災害に対して備えるべきかを検討する際に、リスクマトリックス図を活用できることを示した。これは、今後の防災対策に有用性があると考えられる。ただし、災害時の復旧日数のサンプル数が不足している（特に発生頻度が高い災害）ことが課題である。今後発生する災害についてはヒアリング調査等により、近年発生した過去の災害については新聞情報などをもとに調査を進めたい。また、本論文では業種を大分類で整理したが、今後は中分類に細分化して整理したい。

また、本研究では水道事業者の浸水被害発生時の復旧過程や浸水リスクに対する意識の実態等を整理した。各水道事業者では、過去の経験や既存の緊急対策マニュアルを活用して臨機応変に懸命な復旧活動がなされていること、また、日本水道協会を通じた災害時の応援体制が整っており、広域連携がよく取れていることがわかった。今後は、水道事業者もBCPを策定することによって、さらに災害に強い水道事業とする必要がある。さらに、災害に伴う水道料金等への影響（減免・減量措置）があるため、水道事業者は復旧費用に加えて金銭的ダメージを受ける。そのため、ハード・ソフト対策を検討する際には費用対効果を十分に勘案する必要がある。

事例に挙げた九州北部豪雨災害のような水害に対して脆弱な地域では、BCPを策定するため

に、対象とするリスク（水害）の規模やライフラインが途絶する日数を適切に想定することが非常に重要である。また、ハード整備と同様に、BCP策定やリスクファイナンスなどのソフト対策が重要である。本研究では、行政は浸水リスクを詳細に開示すべきであること、ライフライン事業者も途絶の危険性を示すべきであることを示した。また、被災時のリスクファイナンスを検討するための一手法を示した。これにより、この研究成果は企業が浸水被害を対象とした浸水リスク管理の経営戦略を検討する際の動機付けの一助となり得ることを示した。

謝辞

本研究の過程において終始懇切なご指導をいただいた徳島大学環境防災研究センター中野晋教授に、心より感謝を申し上げます。

また、この学位論文を構成する査読付き論文を作成・投稿するにあたり、多大なご指導をいただいた神戸市立工業高等専門学校都市工学科の宇野宏司准教授に感謝いたします。

在学中に発生した豪雨災害の現地調査において、同行していただいた徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部の武藤裕則教授、蔣景彩 (Jing-Cai JIANG) 准教授、徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部の西山賢一准教授、徳島大学修士課程（現齋久工業株式会社）の仁志祐太氏に感謝を申し上げます。

また、私の研究内容について貴重なご意見をいただいた徳島歴史洪水研究会メンバーの皆さま、土木学会の論文を査読してくださった皆さま、論文発表時に貴重なご意見をいただいた皆さま、優秀発表者賞を授与いただいた土木学会水工学委員会河川部会の皆さまにも感謝申し上げます。

さらに、災害復旧などのお忙しい中で快くヒアリング調査に応じてくださった各種事業者の皆さまに感謝申し上げます。

最後に、勤務と学業との両立に協力を得たパシフィックコンサルタンツ株式会社の関係者に感謝します。

本論文を構成する論文

1. 査読付き論文

1-1. 主論文

- 1) 局所的・短期的集中豪雨による事業所被害を対象とした浸水リスク管理方策
高西春二, 中野晋, 宇野宏司, 仁志祐太
河川技術論文集, 第18巻, 553～558ページ, 平成24年6月発行, 発表済
- 2) 近年豪雨災害による水道事業者の被災と対応
高西春二, 中野晋, 宇野宏司, 仁志祐太
土木学会論文集F6 (安全問題), Vol. 68(2012)No. 2, I_130～I_137ページ, 平成24年11月発行, 発表済
- 3) 事業所における浸水被害を対象としたリスク管理方策
高西春二, 中野晋, 宇野宏司, 仁志祐太
河川技術論文集, 第19巻, 325～330ページ, 平成25年6月発行, 発表済

1-2. 副論文

- 1) 平成21年台風9号による豪雨災害による事業所等の被災と対応
中野晋, 宇野宏司, 高西春二, 騎馬貴子
安全問題研究論文集, Vol. 5 (2010), 103～108ページ, 平成22年11月発行, 発表済

2. 口頭発表

- 1) 短時間集中豪雨による大都市水害の特徴-2010年7月堀船水害事例より-
高西春二, 中野晋, 宇野宏司, 仁志祐太
土木学会四国支部平成23年自然災害フォーラム論文集, 平成23年3月, 発表済み
- 2) 短時間集中豪雨による大都市水害の特徴-2010年7月堀船水害事例より-
高西春二, 中野晋, 宇野宏司, 仁志祐太
土木学会平成23年度全国大会 第66回年次学術講演, II-165, 平成23年9月, 発表済み
- 3) 短時間集中豪雨による水害の特徴と事業所等のソフト対策
高西春二, 中野晋, 宇野宏司, 仁志祐太
土木学会四国支部平成24年自然災害フォーラム論文集, 平成24年3月, 発表済み