

タイ・チャオプラヤ川洪水における連鎖的被害拡大の実態に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 24～平 27

担当チーム：水災害研究グループ（リスクマネジメント）

研究担当者：澤野久弥、栗林大輔、萩原葉子

【要旨】

2011年、タイ・チャオプラヤ川流域において甚大な洪水被害が発生した。この洪水はタイの国内経済に甚大な影響を与えただけではなく、流域に立地していた工業団地の工場も多く被災したため、世界的企業のサプライチェーンを分断し、部品供給が停止するなど、我が国を含む世界経済にも大きな影響を与えた。本研究では、このような取引先との関係に影響を及ぼす「連鎖被害」に焦点を当て、被災企業に対するヒアリングやインタビューなどの現地調査を行い、連鎖被害の実態やその原因について分析した。また、その結果は、「洪水に対する教訓集」などの内容にまとめ、タイ政府関係者や現地日本人商工会議所などに共有した。

キーワード：チャオプラヤ川、2011年洪水、連鎖被害、洪水対策、教訓集

1. はじめに

1.1 2011年タイ・チャオプラヤ川洪水の概要

2011年の雨季（5月～10月）、タイ・チャオプラヤ川上流域における総降水量は1510 mmと、1961年～2011年の同期間総降水量平均1120 mmの134%を記録し、これはおおむね100年に1回の発生確率に相当する¹⁾。この降雨により、8月から12月まで大洪水（以下、2011年洪水という）が発生し、タイ全77県のうちの65県に被害を与え、死者815人、被災者約950万人が発生するなど、タイ国に甚大な被害をもたらした²⁾。経済面で見ても、推定経済被害額は約400億ドルに達し、2011年のタイのGDP成長率は3.7%減の0.1%成長にとどまるなど、タイ経済に甚大な打撃を与えた³⁾。



写真-1 浸水している工業団地（ICHARM撮影）

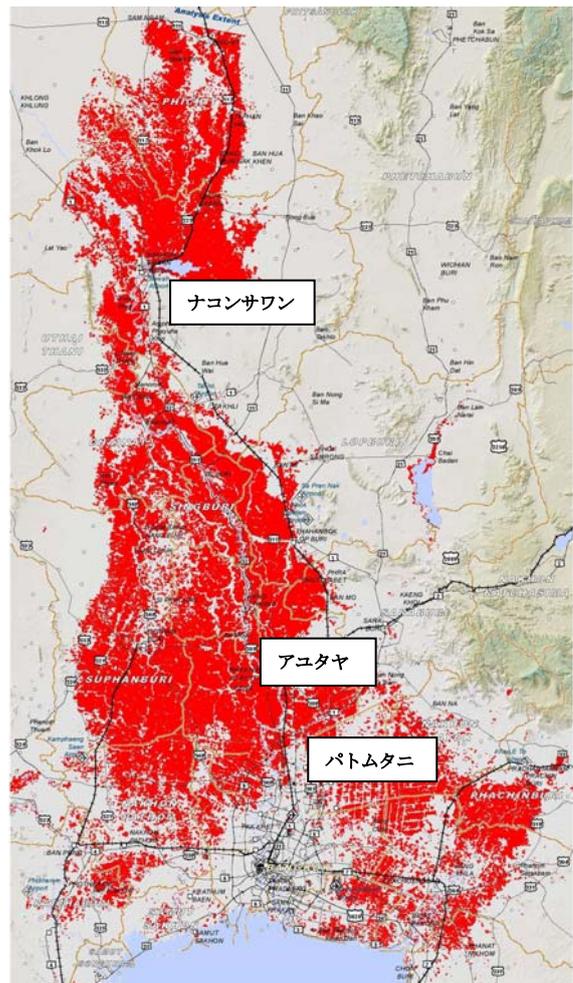


図-1 チャオプラヤ川流域における2011年10月24日の浸水域⁴⁾

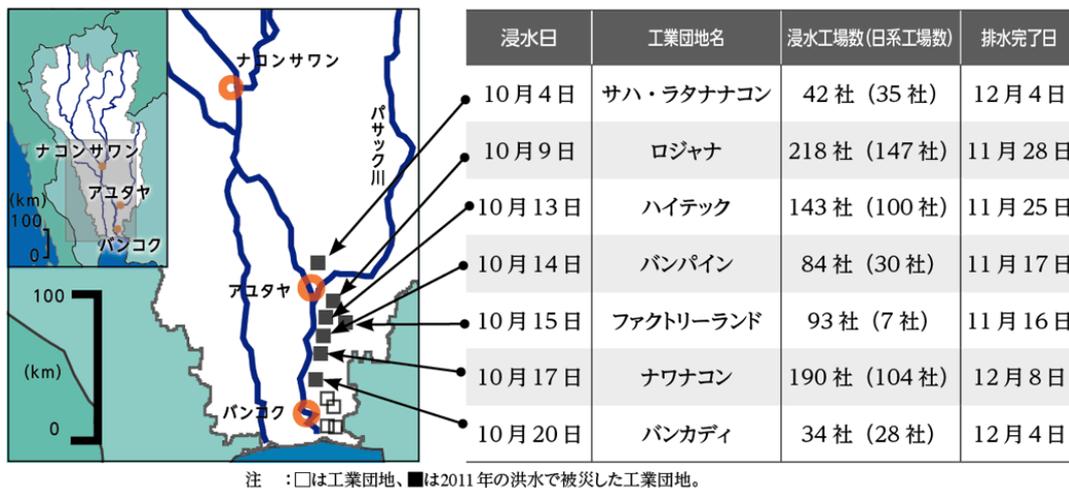


図-2 流域7工業団地の浸水状況（JETROのデータ⁶⁾）をもとに木口ら⁵⁾が作成した図を引用）

図-1はチャオプラヤ川流域における10月下旬の浸水域、図-2はチャオプラヤ川流域に立地する主要工業団地の浸水日と排水完了日を示している。流域には1980年以降タイ政府や民間資本によって開発が進められた工業団地が多く立地しており、日系企業を含む多くの工場が浸水した（写真-1）。図-2で示すように、アユタヤ付近より下流には多くの工業団地が集まっていたが、それらに生産拠点を置く日系企業は甚大な被害をうけた。特にアユタヤ県とパトムタニ県の工業団地の被害は大きく、しかも同2県に所在地を置く7つの工業団地の被災企業数804社のうち半分以上の451社は日系企業であった⁵⁾。自動車関連産業や電子部品関連産業などでは、被災の影響はタイ国内のみならず、日本を含む世界のサプライチェーンに連鎖的に及んだ。国連国際防災戦略事務局(UNISDR)によれば、タイの2011年の洪水は世界の工業生産を推計で約2.5%押し下げたとされる⁷⁾。

1.2 本研究の目的

本研究では、2011年洪水における直接被害だけではなく、取引先との関係に影響を及ぼす「連鎖被害」に焦点を当て、被災企業に対するヒアリングやインタビューなどの現地調査を行い、連鎖被害の実態やその原因について分析する。その結果は、「洪水に対する教訓集」などの内容にまとめ、タイ政府関係者や現地日本人商工会議所などと共有し、今後の水災害被害軽減に資することとする。

2. 研究方法

2.1 研究の内容

表-1 各年度における研究内容

| 年度 | 実施内容 |
|------------|--|
| 全期間 | <ul style="list-style-type: none"> ● 文献調査 ● 氾濫モデルによる氾濫再現 |
| 24年度(2012) | <ul style="list-style-type: none"> ● 洪水被害を受けた現地日系企業に対するインタビュー調査 ● バンコク日本人商工会議所の協力の下、会員企業に対するアンケート調査 |
| 25年度(2013) | <ul style="list-style-type: none"> ● 24年度のインタビュー調査結果の一部を土木研究所資料「タイ工業団地における洪水災害に対する教訓集」として発刊 |
| 26年度(2014) | 洪水後3年経過時点での現地日系企業（製造業）の洪水対策状況等につき、 <ul style="list-style-type: none"> ● バンコク日本人商工会議所と共同でタイ現地製造業に対するアンケート調査 ● 滋賀経済産業協会と共同でタイに工場を置く滋賀県の企業に対するアンケート調査 |
| 27年度(2015) | <ul style="list-style-type: none"> ● 26年度に実施したアンケート結果を取りまとめて土木研究所資料「2011年タイ・チャオプラヤ川洪水による企業活動への影響についての調査報告書」として発刊 ● 25年度に発刊した「教訓集」の英語版およびタイ語版を発刊 ● タイを訪問し、研究成果についてタイ政府およびバンコク日本人商工会議所などと共有 |

本研究の内容は、文献調査、氾濫モデルによる氾濫再現、および現地調査の3つに分けることが出来る。表-1に各年度における主な研究内容を示す。

2.2 文献調査の概要

文献調査においては、主に国際協力銀行(JBIC)のレポート⁸⁾などから、工業団地の概要を把握し、

表-2 本研究課題で行ったインタビュー・アンケート調査

| | 平成 24 年第 1 回調査 | 平成 24 年第 2 回調査 | 平成 27 年第 1 回調査 | 平成 27 年第 2 回調査 |
|---------|---|---|--|--|
| 主目的 | 2011 年洪水時の対応について把握 | 被害の拡大について把握 | 被害からの回復や洪水後の対策の実施について把握 | 日本国内の事業所からみたタイ洪水の影響について把握 |
| 実施期間 | 平成 24 年 5～11 月 | 平成 24 年 6～8 月 | 平成 27 年 2～3 月 | 平成 27 年 2～3 月 |
| 実施方法 | ICHARM 研究者による、直接訪問によるインタビュー、あるいは調査票留置き | バンコク日本人商工会議所から電子メールにて質問票を送付し、FAX あるいは電子メールで回答 | バンコク日本人商工会議所から電子メールにて質問票を送付し、FAX あるいは電子メールで回答 | ICHARM から質問票を郵送し、返送用封筒にて回収 |
| 対象 | 工業団地において被災した日系企業(ロジャナ工業団地の日系企業ネットワーク 55 社を中心に依頼) | バンコク日本人商工会議所会員企業 1,370 社全て | バンコク日本人商工会議所会員企業 1,605 社のうち、製造業の会員企業 735 社 | 滋賀経済産業協会が 2011 年に実施した「タイ洪水による企業活動への影響等」についてのアンケート調査において、「タイ洪水による影響がある」と回答した企業のうち、平成 27 年 2～3 月時点で連絡が可能であった 45 社 |
| 回収(回答)数 | 25 社(うち、ロジャナ工業団地 17 社) | 37 社 | 31 社(34 工場) | 8 社 |
| 主な業種 | <ul style="list-style-type: none"> ・ コンピュータ、電子製品、光学製品製造業 ・ 金属製品製造業(自動車部品等) ・ ゴム及びプラスチック製品製造業 ・ 食料品製造業 ・ 電気機器製造業 ・ 自動車、トレーラ及びセミトレーラ製造業 | (業種はアンケートに含めず) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 電子・光学製品製造業 ・ 電気機器製造業 ・ 金属製品製造業 ・ 輸送用機器製造業(自動車以外) ・ ゴム・プラスチック製品製造業 ・ 機械器具製造業など | <ul style="list-style-type: none"> ・ 電子・光学製品製造業 ・ 紙製品製造業 ・ 化学製品製造業 ・ 電気機器製造業 ・ 金属製品製造業 ・ その他 |
| 主な質問項目 | <ol style="list-style-type: none"> ① 洪水前の準備・予防体制 ② 被災前(時)に入手できた情報、不足した情報 ③ 災害時の対応状況(従業員安全確保、避難の実態等) ④ 2011 年の洪水対応で良かった点や課題 | <ol style="list-style-type: none"> ① 直接被害(浸水深、被害額など) ② 間接被害(操業停止期間、排水の時期、生産能力回復・従業員復帰にかかった期間など) ③ 取引先との関係の変化 | <ol style="list-style-type: none"> ① 洪水による影響(浸水深、操業停止期間、被害額、間接被害) ② 復旧期間、復旧状況 ③ 取引の変化(連鎖被害) ④ 洪水対策実施状況 ⑤ 洪水関連情報の入手状況 ⑥ 2011 年洪水からの教訓のうち重要と思う項目 | <ol style="list-style-type: none"> ① 2011 年洪水による影響の有無 ② 影響があった場合、洪水から今日までの経過 ③ 洪水による影響で特筆すべき点 ④ 今後タイでまた洪水が発生する場合に備えてとった対策 ⑤ タイの現在の洪水対策についての意見 |

日本貿易振興機構(JETRO)の調査結果⁶⁾、世界銀行が実施したタイ洪水の緊急調査のレポート⁹⁾、平成 24 年通商白書⁷⁾等の文献により、2011 年洪水の全体像を把握した。

2.3 氾濫モデルによる氾濫再現の概要

氾濫モデルによる氾濫再現においては、ICHARM が開発した氾濫解析モデルである降雨流出氾濫モデル(以下 RRI モデルという)を用いて、洪水による氾濫状況を再現し、流域の主要な 7 つの工業団地の浸水状況について考察した。

2011 年洪水に対しては、佐山ら¹⁰⁾によって RRI モデルを用いた氾濫シミュレーションが行われており、2km メッシュサイズでの浸水深や浸水継続時間が算

出されている。本研究においてはその結果を援用し、流域の主要な 7 つの工業団地の浸水状況について考察した。

2.4 現地調査の概要

文献調査や氾濫モデルによる再現では把握しきれない、洪水時の情報伝達の実態や間接被害を含む洪水被害の詳細、および洪水への対応状況などを把握するために、被災した現地企業に対する現地調査(インタビュー調査やアンケート調査)を実施した。現地調査は、洪水の翌年の平成 24 年と、洪水後 3 年経ってからの状況を把握するために平成 27 年に実施した。表-1 に示したように、本研究課題では国内外で計 4 回の現地調査を実施している。表-2 にそれぞれ

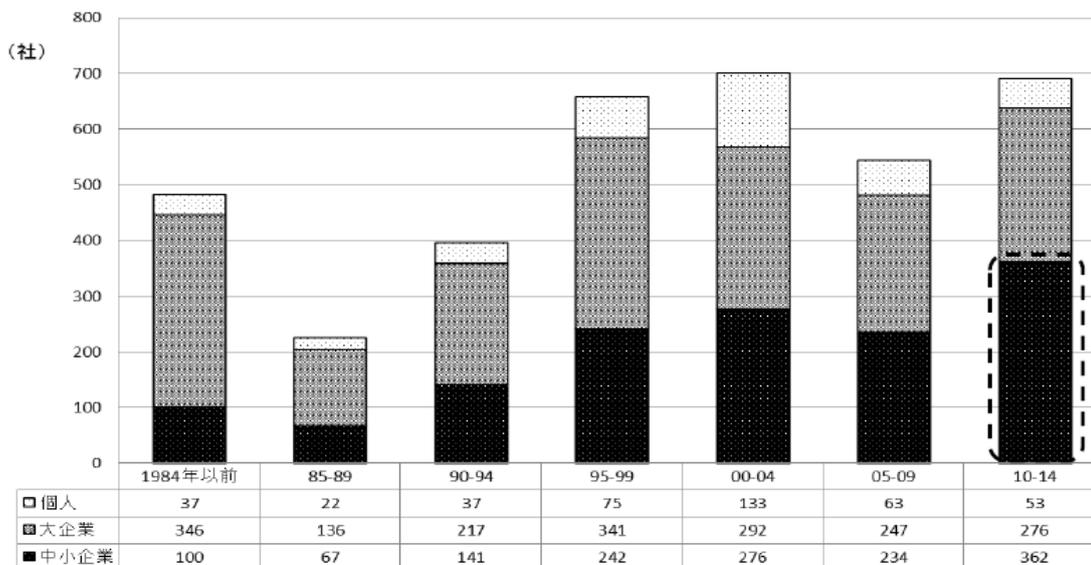


図-3 出資者の規模別にみた日系企業進出数の推移¹⁷⁾

における目的や質問項目などを示す。平成24年はバンコク日本人商工会議所やロジャナ工業団地の協力の下、2つの調査を実施した。一つは、洪水時の浸水への対応状況や被害、課題を把握するためのインタビュー調査、もう一つは、被災企業の直接被害以外の連鎖被害などに関するアンケート調査である。また、洪水から3年経過後の平成27年にも2つの調査を実施した。一つはバンコク日本人商工会議所やロジャナ工業団地の協力の下、タイ現地日系企業を対象に再度実施したアンケート調査、もう一つは滋賀経済産業協会の協力の下、タイに工場を持つ滋賀県企業に対するタイ洪水についてのインタビューおよびアンケート調査である。

3. 研究結果

3.1 文献調査の結果

3.1.1 流域への工業団地立地の背景

まず、もともと洪水常襲地であり、洪水に脆弱なチャオプラヤ川流域になぜ多くの工業団地が立地することになったのかを文献調査にて整理した。工業団地立地の背景については中須ら¹¹⁾ (2013)もまとめている。

タイ側の事情としては以下が挙げられる。

- 1970年代までバンコク周辺の工業地帯はほぼ50km圏内に限定されており、その外側は農村地帯であった¹²⁾。
- 1980年代から、チャオプラヤ川周辺の水田地帯に、政府や民間企業が新しく工業団地を造成し

たり工業指定地域を指定したりして、外国企業を中心に企業誘致を図った¹²⁾。加えて、税制優遇措置等により企業が投資しやすい環境を整えた¹³⁾。

- 1997年のアジア通貨危機後、外国資本の出資先比率規制の緩和や、輸入関税免除の制限の撤廃を実施した¹⁴⁾。
- 2001年には投資ゾーン規制を緩和した¹⁴⁾。
- 2008-2009年は、「タイ投資年」に指定され、自動車・自動車部品、電気・電子部品など既存業種の投資の奨励を行った¹⁴⁾。

それに対する日本側の事情は以下のとおりである。

- 1973年の変動為替相場移行当初、国内の人件費等コストが上昇していく中で、製造業を中心にコストの削減を求めてアジアにおける繊維や電気機械等への投資が行われた¹⁵⁾。
- 1970年代後半になると、欧米先進諸国との貿易摩擦が大きくなり、日本からの輸出ではなく現地による生産が重視された¹⁵⁾。
- 1985年のプラザ合意後は、円高が進むにつれ製造業は再度コストの削減と労働力を求めてアジアへ進出した¹⁵⁾。

これらの歴史的背景に加え、

- タイの良質で安価な労働力や日本の若者の製造業離れなどの日本の経済環境の変化¹⁴⁾
- タイは治安が比較的安定している、日本人に対して友好的であり、社会環境や生活環境が良

表-3 タイ製造業の洪水前後の主要品目別生産指数の推移⁷⁾

(原系列、前年同月比(%))

| 品 目 | ウェイト | 2011年 | | | | | | 2012年 | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 総 合 | 100.0 | ▲0.7 | 6.8 | ▲0.3 | ▲30.1 | ▲47.2 | ▲25.3 | ▲15.0 | ▲3.2 | ▲3.2 |
| 飲食品 | 15.5 | 6.1 | 9.2 | 15.6 | ▲5.7 | 1.8 | 10.2 | 4.1 | 14.9 | 5.0 |
| ラジオ・テレビ・通信機器 | 10.7 | ▲14.3 | ▲13.6 | ▲10.4 | ▲46.1 | ▲73.0 | ▲57.9 | ▲47.4 | ▲35.8 | ▲32.4 |
| テレビ | 3.9 | ▲42.1 | ▲37.6 | ▲38.1 | ▲52.4 | ▲51.3 | ▲32.4 | ▲56.4 | ▲58.3 | ▲32.4 |
| IC(モノリシック) | 2.5 | ▲4.6 | ▲6.1 | ▲4.7 | ▲74.8 | ▲100.0 | ▲76.1 | ▲70.6 | ▲59.4 | ▲57.7 |
| IC(その他) | 2.1 | ▲16.7 | ▲18.3 | ▲12.1 | ▲21.2 | ▲52.3 | ▲44.1 | ▲28.7 | ▲11.2 | ▲12.5 |
| 半導体デバイス(トランジスタ) | 0.9 | ▲6.8 | 1.2 | 2.5 | ▲59.5 | ▲100.0 | ▲95.6 | ▲61.8 | ▲50.8 | ▲53.8 |
| 石油製品 | 10.4 | 2.3 | 4.5 | ▲8.0 | ▲17.4 | ▲10.3 | 3.3 | 7.0 | 55.6 | 16.7 |
| 宝飾品等 | 7.5 | 6.4 | 13.8 | 6.2 | ▲20.0 | ▲21.9 | 25.6 | ▲0.1 | 6.9 | ▲3.4 |
| 織 物 | 7.3 | ▲20.1 | ▲24.7 | ▲25.4 | ▲35.0 | ▲46.5 | ▲35.6 | ▲38.2 | ▲26.5 | ▲25.1 |
| 事務用機器 | 7.2 | 6.1 | 17.3 | ▲6.9 | ▲32.4 | ▲77.2 | ▲55.7 | ▲32.0 | ▲20.3 | ▲9.9 |
| HDD | 6.0 | 6.4 | 17.8 | ▲6.6 | ▲32.2 | ▲77.1 | ▲55.7 | ▲32.0 | ▲20.3 | ▲9.9 |
| 衣 類 | 7.1 | ▲32.6 | ▲23.0 | ▲23.6 | ▲31.0 | ▲34.4 | ▲15.9 | ▲19.8 | ▲13.4 | ▲17.1 |
| 輸送用機械 | 5.4 | 0.0 | 15.5 | 28.2 | ▲66.1 | ▲84.0 | ▲30.4 | ▲2.9 | 10.7 | 14.7 |
| 1トントラック | 3.7 | 6.0 | 13.3 | 18.1 | ▲66.4 | ▲86.5 | ▲23.6 | 19.8 | 36.2 | 44.0 |
| 乗用車(1,800cc未満) | 0.9 | 1.4 | 17.9 | 44.7 | ▲65.1 | ▲78.2 | ▲37.3 | ▲28.4 | ▲18.6 | ▲17.1 |
| 乗用車(1,800—2,400cc) | 0.7 | ▲40.4 | 24.6 | 50.5 | ▲67.4 | ▲88.0 | ▲54.5 | ▲50.3 | ▲57.1 | ▲53.5 |
| 乗用車(2,400cc) | 0.1 | 10.6 | ▲10.5 | ▲36.1 | ▲58.8 | ▲72.8 | ▲59.5 | ▲50.5 | ▲56.9 | ▲64.9 |
| 非金属製品 | 4.8 | 3.6 | 7.6 | 3.3 | ▲7.1 | ▲11.5 | ▲0.8 | 4.7 | 8.6 | 6.5 |
| 化学製品 | 4.4 | ▲6.8 | ▲1.6 | ▲0.6 | ▲19.7 | ▲16.5 | 8.2 | 8.1 | 12.4 | 4.3 |
| 皮革製品 | 4.2 | ▲1.9 | 1.5 | ▲7.0 | ▲31.8 | ▲36.0 | ▲26.0 | ▲36.4 | ▲33.1 | ▲24.6 |
| ゴム・プラスチック製品 | 4.0 | 3.6 | 13.3 | 10.2 | ▲1.9 | ▲9.4 | ▲8.2 | ▲3.2 | 3.9 | 2.4 |
| 電気製品 | 3.7 | 3.8 | 4.9 | 3.9 | ▲45.8 | ▲58.7 | ▲13.4 | ▲16.6 | ▲9.8 | ▲7.9 |

備考：ウェイトが3%以上の品目及びその主な内訳のみ抽出。黄色の網掛けは、2011年11月の指数が総合の値以下になった品目。
資料：タイ工業省(The Office of Industrial Economics)から作成。

好である¹⁶⁾

等があげられる。これらの事情により、本来洪水に脆弱な地域であったチャオプラヤ川流域に多くの企業が立地することになったと思われる。図-3に、出資者の規模別にみた日系企業進出数の推移を示す¹⁷⁾。1985年のプラザ合意を契機として、多くの日系企業がタイへ進出していった様子が伺える。2005-2009年は、リーマンショック(2008)による影響と思われる一旦の落ち込みはあるものの、1995年以降高い水準を維持している。近年は、中小企業の進出数が大企業の進出数を上回った(図-3の点線部)。

3.1.2 工業部門への被害

前述のとおり、2011年洪水により、工業(製造)部門の被害額は経済被害(被害額と損失額)額合計の約7割を占めた^{7,8)}。中でも、特にアユタヤ県とパトムタニ県の7つの工業団地は、経済被害全体の17%にあたる、約2,400億パーツ(約6,400億円)という深刻な被害を受けた¹⁸⁾。

2011年洪水が、タイの工業(製造)部門に与えた影響は業種毎に異なる。表-3に示すように、2011年11月に生産水準が大きく落ち込んだ品目は輸送用機器(乗用車等)、事務用機器、情報通信機器(半

導体デバイス等)、電気製品の4品目であった⁷⁾。被害が甚大だったアユタヤ県、パトムタニ県周辺には特に電気機器や電子製品の製造業企業が集積していた¹⁹⁾。

自動車産業に関しては、例えば、日本の大手自動車製造業である本田技研工業株式会社の四輪生産拠点であるロジャナ工業団地のホンダオートモービル(タイランド)カンパニーリミテッドが、取引先からの部品供給停止の影響により10月4日から生産を停止し、10月8日には工場に浸水したため長期にわたる生産停止を余儀なくされた。また、タイの取引先からの部品供給停止の影響はマレーシア、日本の四輪生産拠点にも及び、マレーシアは10月25日から生産活動を休止、日本国内は11月7日から鈴鹿製作所、埼玉製作所での生産調整を実施(12月5日から通常レベルに復帰)した²⁰⁾。最終的に、ロジャナ工場の再開は約半年後の2012年3月26日となり、2011年洪水による損失は約173億円に上るなど、業績にも大きな影響を与えた²¹⁾。その他、自動車関連企業はバンコクより東南の周辺県に多く集積しており、それらの地域は直接の浸水被害をまぬがれていた¹⁹⁾が、被災した電源用ICや制御用部品の製造メー

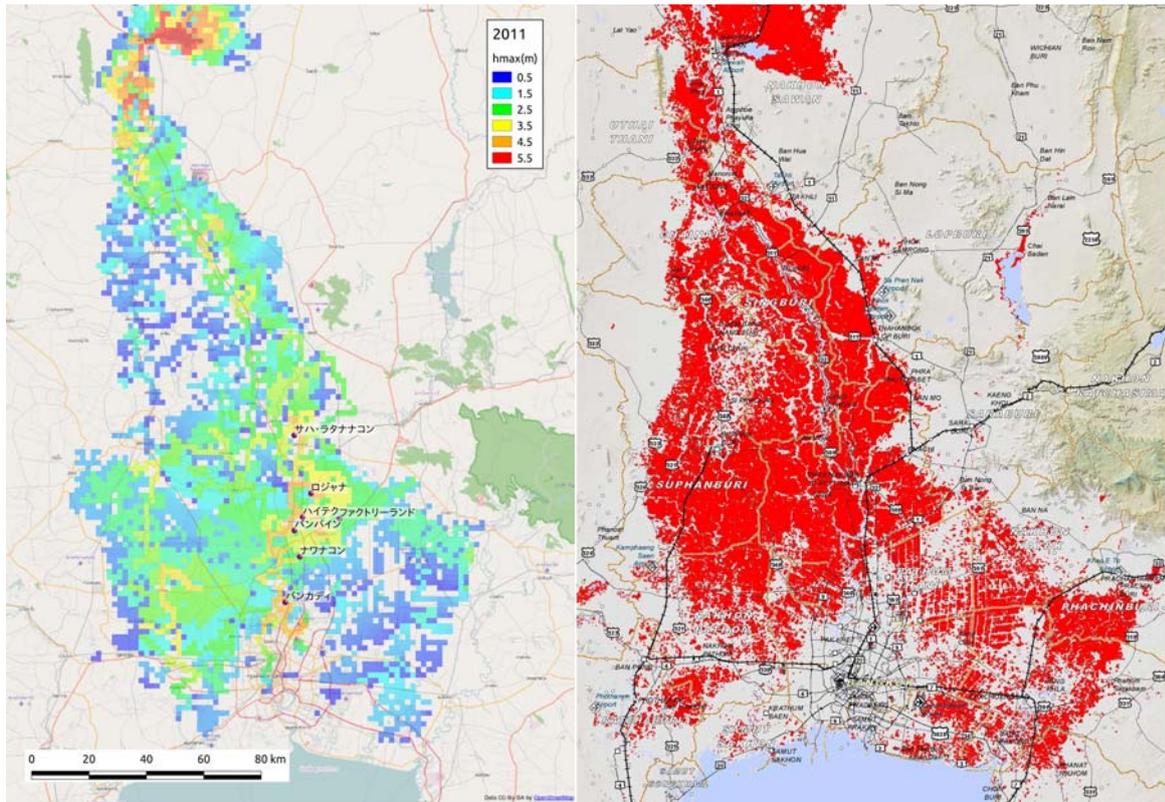


図-4 (左) RRI モデルによる最大浸水深分布図 (地名は 7 大工業団地名) と (右) UNOSAT による実際の浸水域 (10 月 24 日)

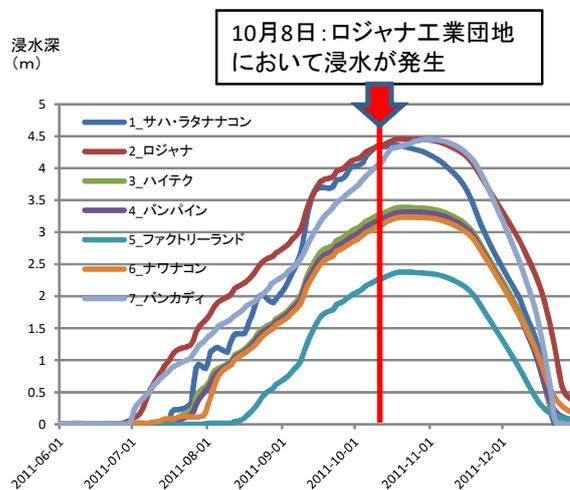


図-5 7 大工業団地における RRI モデルによる浸水深グラフ (2011 年 6 月 1 日～12 月 31 日)

カーの浸水がサプライチェーンを寸断し、自動車産業全体に深刻な被害 (影響) を与えたとの報告もある²²⁾。

3.2 氾濫モデルによる氾濫再現の結果

図-4 に、RRI モデルにより得られた 2011 年洪水によるチャオプラヤ川流域の最大浸水深を示す。比較

のために、UNOSAT による 10 月 24 日の実際の浸水域を併せて示す。また、図-5 は RRI モデルによる、7 大工業団地の各運営事務所付近における浸水深グラフである。なお、用いた地形データは NASA スペースシャトルから得られた地形データである「HydroSHEDS」²³⁾ で、グリッドサイズは 2km×2km

である。

図-4からは、RRIモデルでの氾濫再現域と実際の浸水域はよく整合していることが分かる。また、実際の各工業団地における、排水完了までの浸水期間は、10月中旬から11月下旬にかけてであるが、図-5からもRRIモデルによる浸水再現性は高いことが分かった。

3.3 調査の結果

ここでは、計4回の調査による2011年洪水の被害（影響）について、調査内容と様々な側面から分析した結果を示す。

3.3.1 平成24年第1回調査の内容と分析結果

平成24年第1回調査は平成24年5月～11月に実施した。まず5月20～27日にタイにてバンコク日本人商工会議所（JCCB）と日本貿易振興機構（JETRO）バンコク事務所を訪問し、日系企業のタイへの直接投資が伸びた歴史的背景や、2011年洪水時の日系企業や工業団地の概況や洪水対応全体についての情報収集を行い、その後、アユタヤ県（ロジャナ、ハイテク、バンパイン、ファクトリーランドの4工業団地）、パトムタニ県（ナワナコン工業団地）、バンコクの製造業企業、計9社の本社または事業所の代表者にインタビュー調査を行った。

これに加えて、11月にはロジャナ工業団地事務所の協力で、現地日系企業17社へのインタビュー・アンケート調査を行い、5月の調査に協力を頂いた9社と併せて計25社（26社のうち1社は重複）からの回答について分析した。

平成24年第1回調査は、本研究課題において最初の調査であるとともに、洪水発生の翌年に実施したため、回答者の記憶も鮮明で、様々な情報を入手することが出来た。以下、a)被害の分類・分析、b)浸水直前の情報伝達の実態分析、およびc)自由回答結果の分析による洪水からの教訓項目の集約について述べる。

a) 被害の分類・分析

回答企業25社が受けた被害を取引先への（からの）「連鎖」という視点から分類した。その結果、回答企業とその取引先の大部分が甚大な被害を受けた「相互被害」、回答企業のみが被害を受け、取引先の被害はほとんど無かった「自社被害」、回答企業はほとんど被害を受けていないが取引先が被害を受けた「取引先被害」の3形態に分類できた（図-6）¹¹⁾。

b) 浸水直前の情報伝達の実態分析

被災企業が浸水直前に入手した情報やそれに対す

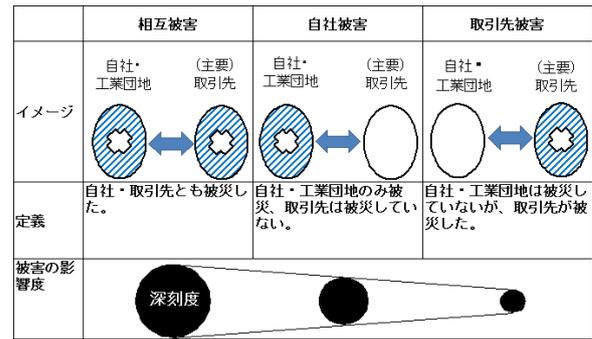


図-6 連鎖（波及）被害の3形態とその影響の深刻度¹¹⁾

る対応状況について整理し、情報伝達の課題等について分析した。分析対象としては、回答した25社の内、同じロジャナ工業団地に位置する17社とし、さらに分析可能な16社を対象とした。

ロジャナ工業団地の概要を以下に述べる。ロジャナ工業団地は、1988年に、日本鋼管、住金物産とウィニッチブットグループ（Vinichbutr's Group）の協働ベンチャーとして設立されたロジャナ工業団地事務所（Rojana Industrial Park Public Co., Ltd）が主体となり、アユタヤ県、ラヨン県、およびプラーチンブリー県にそれぞれ工業団地エリアを開発している。最大の「Rojana Ayutthaya Project」と呼ばれる工業団地の面積は15,000ライ（=24km²）であり、バンコクからおよそ70km、スワンナブーム国際空港まで84kmの距離に位置している。平均海拔は2.0mである²⁴⁾。

チャオプラヤ川周辺は、上流部から氾濫が進んでいたと思われるが、後述のように、ロジャナ工業団地関係者にとって、実際に、上流に位置する工業団地（サハ・ラタナナコン工業団地）が10月4日に浸水したという事実は、洪水が自らの工業団地に迫っているという危機を十分に認識させる事実だと思われるため、本分析では主に10月4日から浸水の3日後となる10月11日までを分析の対象期間とした。浸水情報伝達の実例として、回答情報が多いA社の、「浸水に関する情報」とそれに対する「従業員・本社・取引先への対応」を表-4に示す。

以下では、質問項目のうち、①洪水経験の有無、②当時の浸水に関する情報、③浸水するとの認識、④従業員・本社・取引先への対応、⑤当時必要とされた情報のそれぞれにつき、インタビュー結果から得られた実態を整理する。

① 洪水経験の有無

過去の洪水経験の有無は、各企業が洪水対策を行う上で、重要な動機づけとなり得る。インタビュー結果からは、ロジヤナ工業団地開設(1988年)以降、大規模な浸水被害の経験のなかったと回答した企業は16社中12社と4分の3に上った。その反面、工業団地の外側に位置する住居地域では、規模の大小にかかわらずほぼ毎年のように浸水が発生しており、住居が浸水するなどの直接的な被害の他、通勤経路が閉ざされるなど業務に支障が出ることも珍しくない。大規模な浸水経験のなかった12社中9社は、従業員の自宅付近においては、例年大小の洪水が発生していることは認識していた。

② 当時の浸水に関する情報

16社の回答結果から、「浸水に関する情報」に関して浸水直前にどのような情報がどのように得られたかを表-5に整理した。10月4日には、ロジヤナ工業団地の上流に位置するサハ・ラタナナコン工業団地の浸水情報がTVや近隣企業からもたらされた。その4日後の10月8日昼ごろには、ロジヤナ工業団地での浸水が始まった。インタビュー結果からは、10月4日以前に情報収集や対策立案を開始していた企業はわずか3社であり、それ以外の企業は4日以降対策を開始したことが伺われた。

また、16社中11社が、当時は浸水時期や浸水程度などに関する情報が不足していたと回答した。特に、タイ政府からの情報は、確度や具体性に欠けていたとの指摘や、TVなどからの情報はバンコクに関するものや浸水レポートが多く、有益な情報は少なかったとの指摘もあった。反面、取引先や近隣の日系企業からの被災状況を伝える「生」の情報が役立ったとの回答もあった。

このため、従業員の避難については対応可能であったものの、浸水への対応や製造機器や商品の移動には十分ではなかったことが伺え、例えば2社からは具体的に金型の避難が出来なかったとの回答が得られた。

③ 浸水への認識

前述の通り、回答企業16社中12社は大規模な浸水経験がなかった。それゆえ、浸水を想定していなかった、あるいは想定していてもそれを上回ったと回答した企業は16社中8社と半数に上った。

④ 従業員・本社・取引先への対応

16社の回答結果から、「従業員・本社・取引先への対応」をまとめると以下のようなようである。

10月4日にはTVや工業団地事務所、近隣企業か

表-4 A社における浸水情報伝達の状況

| 社名 | A社(電子部品製造業) | | 従業員・本社・取引先への対応 |
|--------|--------------------|-----------------------|---|
| | 情報源 | 情報の内容 | |
| 10/3以前 | 自ら | 近くの河川や運河の水位の確認を9月から実施 | |
| 10/4 | 近所企業 | サハ・ラタナナコン浸水の情報 | |
| 10/5 | | | 危機管理室にメール：周辺浸水、従業員被災、防水対策情報 |
| 10/6 | (6日から)工業団地事務所からメール | 工業団地内運河の水位情報 | |
| | 工業団地事務所からメール | 県知事による工業団地からの避難アドバイス | |
| 10/7 | 近郊の浸水状況で自社が浸水すると判断 | | 危機管理室にメール：周辺浸水、従業員出勤、河道情報 |
| | (7日から)宿直者からのSMS | 工場周辺情報 | |
| 10/8 | 工業団地事務所からメール | 県知事による工業団地ゲート封鎖命令 | 朝 操業停止、保安要員を残して従業員帰宅指示 危機管理室にメール：周辺浸水、従業員避難、操業停止情報 |
| 10/9 | 保安要員から電話 | 工場への浸水情報 | 危機管理室にメール：工場浸水開始、保安要員退去情報 工場浸水確認し、保安要員に避難指示 |
| | 工業団地事務所からメール、電話 | 団地内への浸水情報 | |
| 10/10 | 工場近隣従業員から | 工場の浸水状況写真 | 危機管理室にメール：工場冠水、工業団地冠水情報 |
| | 工業団地事務所からメール | 団地の現状報告 | |
| 10/11 | | | プレスリリース：タイ工場被災、操業停止 |

表-5 浸水直前の各種情報

| 日時 | 情報の内容 | 主な情報源 |
|----------|--------------------|--------------|
| 10月4日 | サハ・ラタナナコン工業団地浸水の情報 | TV・近隣企業など |
| 10月6日から | 工業団地内運河の水位情報提供開始 | 工業団地事務所からメール |
| 10月6日 | アユタヤ県知事による避難勧告 | 工業団地事務所からメール |
| 10月8日昼ごろ | 団地からの退去命令 | 工業団地事務所からメール |
| | 工業団地ゲート封鎖と発電停止連絡 | 工業団地事務所からメール |
| | ホンダ前の運河から浸水開始 | |

ら北部のサハ・ラタナナコン工業団地浸水の情報が入り、それ以降本社への連絡や対策会議が開始されている。しかし、この時点で自社工場への浸水を認識したとの回答はなかったことを考えると、対応は

表-6 平成24年第1回調査結果：調査企業の主な回答とそれから導かれた教訓²⁷⁾

| 主な回答 | | 教訓 | 本稿での簡略表記 |
|---|---|--|--------------------------|
| ・洪水そのものが想定されていなかった ・危機管理マニュアル、BCPに洪水が含まれていなかった | → | 教訓1：過去の洪水経験を活かした洪水マニュアル、あるいは洪水を想定した事業継続計画（BCP）の整備を行っておく。 | A. 洪水マニュアル・洪水を想定したBCPの整備 |
| ・防災備品リストがなかった ・被災規模が大きく、通常レベルの防災・備品が不足した ・訓練がなかった | → | 教訓2：策定したBCPが「絵に描いた餅」にならないよう、普段から演習・訓練を行い、経営者・従業員全員で『危機対応能力』の向上を図る。 | B. 演習・訓練による危機対応能力の向上 |
| ・正確な洪水情報の不足 ・ローカルスタッフとの連携による情報収集の重要性 | → | 教訓3：浸水予測（浸水のタイミング、深さなど）に関する正確な情報の迅速な入手手段を確保しておく。 | C. 正確な浸水予測情報の迅速な入手 |
| ・供給責任を果たすため、生産継続と避難との板ばさみ ・顧客との情報共有が不足し、対応ができなかった | → | 教訓4：災害時における対応について、事前に取り引先と取り決めを交わしておく。 | D. 災害に備え取引先と対応策を決めておく |
| ・コンピューター、サーバーが移動できずデータが消失した ・金型等の設備が避難できなかった | → | 教訓5：万一が浸水した場合、資機材をどうするかの対応策を事前に決定しておく。 | E. 浸水に備え資機材の対応策を決めておく |
| ・従業員の退避は交通手段が有効な内に終了できた ・従業員との連絡網を事前に完備していたよかった | → | 教訓6：従業員の安全確保は全てにおいて優先されるべき事項である。 | F. 従業員の安全確保を優先させる |
| ・代替生産の早期準備や被災設備の先行手配、復旧計画の確かな実行が早期事業再開に繋がった | → | 教訓7：取引先への影響をできる限り少なくするため、復旧作業を迅速に実施する。 | G. 迅速な復旧作業で影響を最小限にする |
| ・緊急対応や情報提供の窓口を集約し、対応が一元化できた ・ローカルスタッフへの権限委譲も必要であった | → | 教訓8：非常時ほど「指揮系統の強化」や「情報共有体制の確立」が重要となる。 | H. 指揮系統の強化や情報共有体制の確立 |
| ・毎年のように洪水が発生していたが浸水したことがなかった ・自宅浸水にも慣れていて、危機感が薄かった | → | 教訓9：「社会の発展とともに、災害も進化する」ものだととらえ、前例にとらわれ過ぎない。 | I. 災害の前例にとらわれ過ぎない |

開始したものの、実際にロジヤナ工業団地が浸水することに対する危機意識はまだ高くはなかったことが伺える。従業員に対しては、6日にアユタヤ県知事からの避難勧告を受け、早い企業では6日のうちから、他の企業でも7日から8日にかけて従業員に対する自宅待機・帰宅指示、あるいは材料・製品等の移動や土嚢作成が開始されている。工業団地への浸水開始は8日午後であり、直前ぎりぎりまでかかって各種対応が採られていたことがわかった。

⑤ 当時必要とされた情報

「当時どのような情報が必要であったか」との問いに対しては、現状あるいは将来の水位に関するものが多く（16社中6社）、他には中長期の降水量予測や浸水の時期などが求められていた。

これらの情報は、特に重要な機械設備を抱える工場にとって、製品をいつの時点まで生産し、いつの時点で在庫を避難させなければいけないのかを判断するために必須となる情報であるが、2011年当時はそのような情報は、工業団地事務所が提供する工業団地運河水位情報の他には、ほとんどなかったようである。

c) 教訓集の作成

前述のとおり、第1回目の調査は洪水翌年の調査であり、回答者からは多くの自由意見、あるいは今回の洪水対応での問題点、課題を頂いた。その中には、今後の洪水対策として一般化できる内容が多く含まれていたため、自由回答結果（約280項目）を整理して9つの教訓という形にまとめ（表-6）、「タ

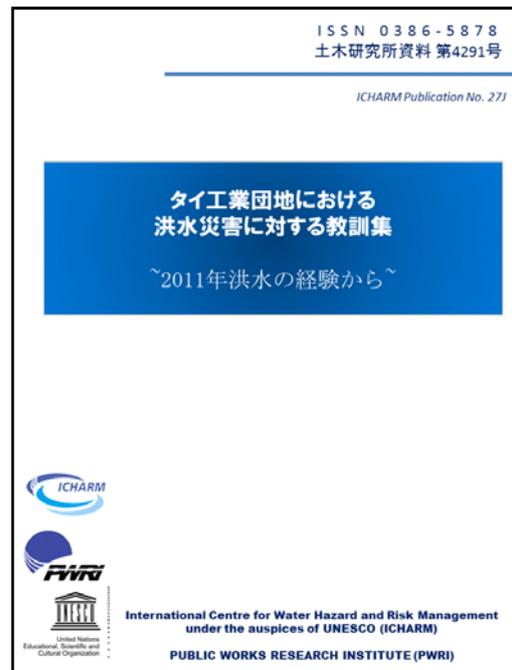


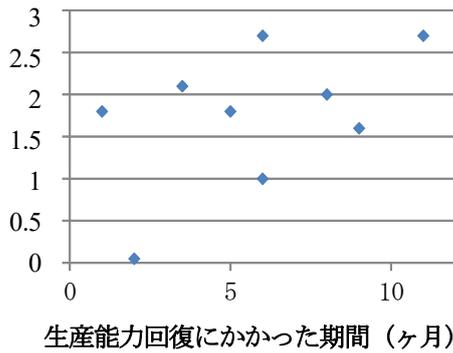
図-7 土木研究所資料第4291号「タイ工業団地における洪水災害に対する教訓集」表紙²⁵⁾

イ工業団地における洪水災害に関する教訓集 ～2011年洪水の経験から～」を土木研究所資料第4291号として発行した（図-7）²⁵⁾。平成27年には英語版とタイ語版²⁶⁾も発行した。

3.3.2 平成24年第2回調査結果と分析

第2回調査は、被災企業の直接被害や復旧の状況、また間接被害や取引先への波及被害の実態を把握する目的で、JCCBの協力を得て、同会員の日系企業約

工場床上浸水深(m)



工場床上浸水深(m)

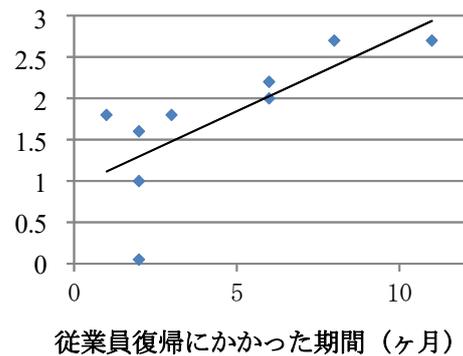


図-8 浸水から100%の生産能力回復期間(ヶ月)と工場床上浸水深との関係(左)と浸水から100%の従業員復帰にかかった期間(ヶ月)と工場床上浸水深との関係(右)²⁸⁾

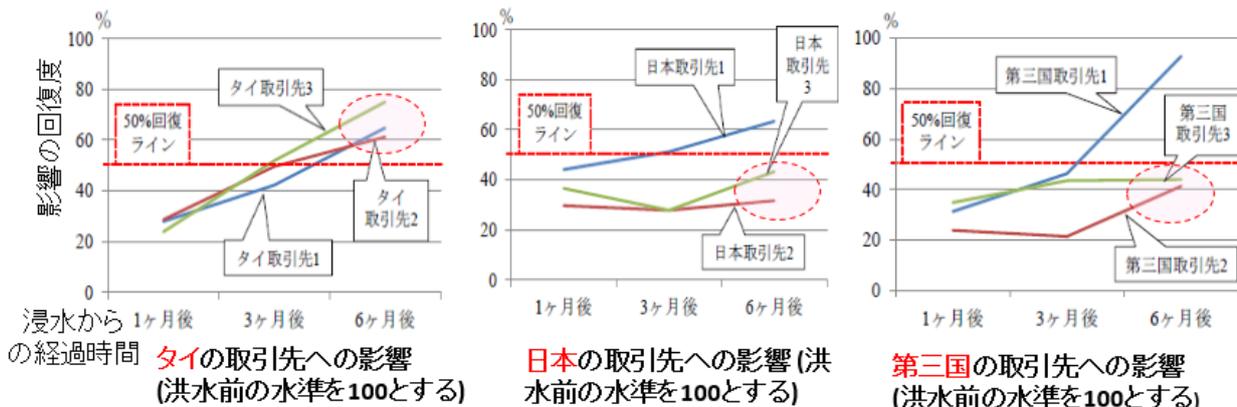


図-9 浸水からの経過時期と取引先との影響の回復の関係(取引先の国別に比較)²⁸⁾

1,370社を対象にした電子メールによるアンケート調査という形式で平成24年6～8月に実施した。37社が回答し、そのうち回答企業自身への直接被害があったとしたのは22社、一企業の直接被害額は最大40億パーツ(約106億円)にもなった。それら直接被害を受けた回答企業の多くはパトムタニ県とアユタヤ県に所在地を置き、特に被害が大きかった企業の業種はハードディスクドライブ、電子機器等関連企業であった。その他、被害の概要は以下のようである。

まず、22社の全てが1ヶ月以上、うち12社が4ヶ月以上操業を停止していた。また、間接被害を受けたと回答した企業は37社のうち34社で、そのうち10社が「受注減少」によって最も大きな影響を受けたと回答した。取引先への(からの)波及被害という点では、37社中34社がなんらかの取引先への(からの)影響があったと回答した。

また、回答企業の床上浸水深平均値は1.94m、最大値は3.5m(注:この企業は10%、30%回復にかかった期間のみ回答。よって図-8には含まれない)、あった。回答企業に関して、それぞれ10%、30%、

50%、70%、100%の生産能力回復にかかった期間と浸水深、10%、30%、50%、70%、100%の従業員復帰にかかった期間と浸水深との関係を調べたところ、100%の生産能力回復にかかった期間と工場床上浸水深には明確な関係は見られなかったが、100%の従業員復帰にかかった期間と工場床上浸水深の間にはある程度の相関が見られた(図-8)²⁸⁾。一方で、各企業においては同じ回復率を達成するのは従業員復帰のほうが生産設備回復よりも平均して2ヶ月ほど早かった²⁸⁾。理由としては、従業員がまず排水、設備復旧、代替施設の手配等に従事し、その後生産設備が回復したことが推察される。例えば、100%の従業員回復、生産能力回復を達成した企業(図-8)のうち、2社が「洪水の無い地域に第2工場をレンタル・建設した」と回答、また他の2社は「設備の修理と新規設備の準備に時間がかかった」と回答。また「受電・電源設備の整備に時間がかかった」と回答した企業が2社あった。

第2回の調査では取引先への(からの)連鎖被害の実態も調べた。具体的には、浸水からの経過時間

影響（被害）の有無（対象：34工場 回答：32工場 無回答：2工場）

浸水の有無（対象：23工場 回答：23工場）

浸水深（対象：13工場 回答：13工場）

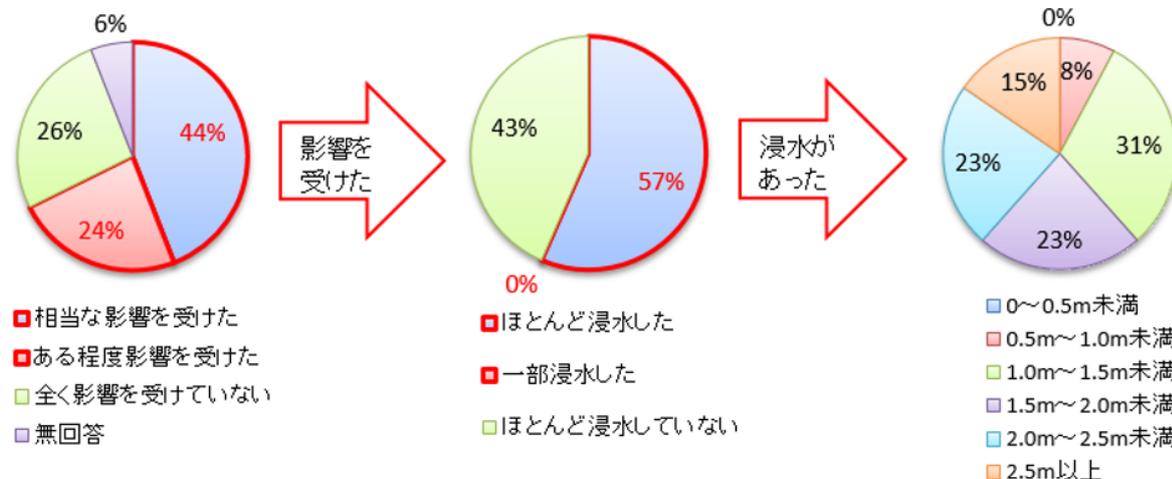


図-10 回答企業が2011年の洪水からうけた影響、浸水の有無、浸水深²⁹⁾

(1ヶ月後、3ヶ月後、6ヶ月後)に、最も取引関係が大きかった取引先(1～3位)との(からの)影響がどの程度回復したかを尋ねた。「影響」は厳密には取引量、取引額等の区別が必要であるが、調査においてはあえて定義せず、洪水前を100%とすると上記の各時点で何パーセントにあたるか、という形で尋ねた。図-9に、取引先の所在地(タイ、日本、それ以外の国)ごとの取引先への(からの)影響度の推移を示す²⁸⁾。タイの取引先1、2、3(取引が大きい順)いずれについても、被災後半年後には洪水前水準の6割以上に回復していた。一方、日本・第三国の取引先に関しては、一番関係の深い取引先(取引先1)との取引関係の戻りは比較的早かったが、取引先2、取引先3との関係回復は遅く、洪水から半年後も洪水前水準の5割以下しか回復しなかったことが伺えた²⁸⁾。一口に連鎖被害とは言っても、取引先1(最も取引関係の大きい取引先)は回復が比較的早い、2位、3位の取引先はそれよりも回復が鈍く、取引上の関係性の程度によって回復のスピードや度合いが異なることを示している。

3.3.3 平成27年第1回調査結果と分析

平成27年第1回調査は、2011年の洪水から3年以上が経過した時点で、被災企業がどのように復旧・回復したか、また、企業の洪水対策がどのように強化されたかを調査した。平成24年の第1回、第2回調査で回答した企業の中には匿名の企業も多く、平成27年に同じ企業に直接協力を依頼することが出来なかったため、平成27年の調査についても平成

24年の調査と同じくJCCBの協力で会員企業へ質問票を送付した。

平成27年第1回調査では、全34工場(31社)から回答があった。2011年の洪水による影響、浸水の有無、浸水深に関する回答結果を図-10に示す²⁹⁾。全34工場(31社)のうち、「相当な影響(被害)を受けた」と回答したケースが15工場(44%)と半数近くを占めた。「ある程度影響(被害)を受けた」と回答した8工場(24%)と合わせると、23工場(68%)が2011年洪水によって影響(被害)を受けていた。逆に、全く影響を受けていないケースは9工場(26%)あった(無回答:2工場(6%))。洪水で影響を受けたと回答した23工場のうち、工場敷地がほとんど浸水したと回答したケースが13工場(57%)あった。残りの10工場(43%)「ほとんど浸水していない」と回答しており、これらの10工場は浸水しなかったものの、洪水の影響は受けていた。「一部浸水した」と回答した工場はなかった。

また、「ほとんど浸水した」と回答した13工場全てが床上浸水の被害を受けており、浸水深の平均値(13工場平均)は1.72mであった。浸水期間の平均値(13工場平均)は43.8日、操業停止期間の平均値(12工場平均)は91.8日であった。5億パーツ以上の被害(影響)があったと回答したケースは6工場(40%)あったが、それらの工場はアユタヤ県あるいはパトムタニ県に位置していた。

次に、連鎖(波及)被害の調査時(平成27年2～3月)における傾向を調べるために2011年の洪水被

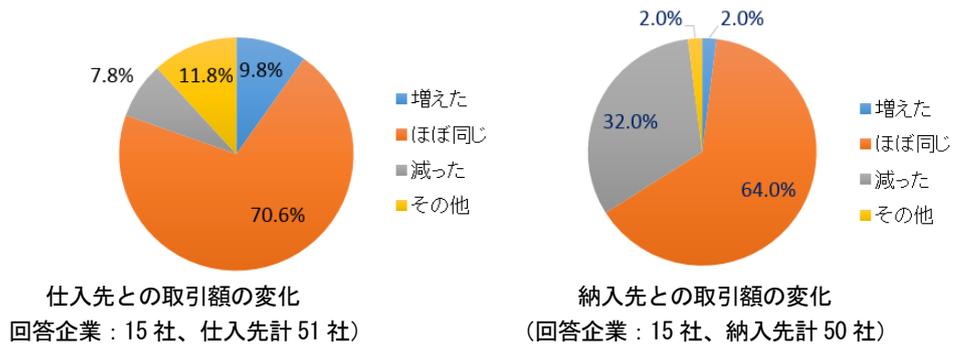


図-11 洪水前の主要取引先（上位5位まで）との洪水後の取引額の変化²⁹⁾

害が主要取引先に及ぼした影響を、上位5位の取引先の取引額について、それぞれ調査時点で「増えた」「ほぼ同じ」「減った」「その他」のうちどれにあたるかを訊いた。回答したのは15工場であった。それらの15工場が、計51社の仕入先、計50社の納入先について現在の取引の状況を回答した結果が図-11である²⁹⁾。

取引先との関係においては、洪水後の取引額は洪水前とほぼ同じという回答が最も多かった（仕入先：70.6%、納入先：64.0%）が、納入先との関係においては、取引額が減ったという回答が全体の約3分の1（32.0%）を占めた。調査時点（平成27年2～3月）では2011年洪水から既に3年以上が経過していたので、洪水のみが納入先との取引額減少の理由であったとは必ずしもいえないが、洪水が一因であったとの可能性は考えられる。

3.3.4 平成27年第2回調査結果と分析

滋賀経済産業協会の協力を得て平成27年に滋賀県内の企業を対象に追跡調査を実施した。同協会は平成23年に「タイ洪水による企業活動への影響等についてのアンケート調査」³⁰⁾を実施しており、追跡調査の対象としたのは平成23年の同協会の調査において「タイ洪水による影響がある」と回答した企業のうち、平成27年2～3月時点で連絡が可能であった45社である。調査時点でのタイ洪水の日本における影響を調べることを目的とし、主として、2011年洪水による影響の有無（調達先や納入先との関係の変化や今後タイでまた洪水が発生する場合に備えてとった対策などについて訊いた。回答した企業は8社であった。このうち半数の4社が「調達先が被災し操業に影響を受けた」とし、3社が「納入先、顧客先が被災し、操業に影響を受けた」との回答であった。これに対し、「自社の事業所、関連会社、協力会

社等が被災した」との回答は2社のみであった²⁹⁾。自社が影響を受けた企業は少ないが、間接的な影響まで含めると被害が広がっていたことがわかる。この傾向は、経済産業協会が2011年に実施した前回の調査³⁰⁾（総回答数92）でも同様であった。

「自社の事業所、関連会社、協力会社等が被災した」と回答した2社のいずれも「被災したが、閉鎖までには至らず、現在も事業継続中」との回答であった。また、洪水後の生産量については、1社が増加、1社が横ばいとのことであり、現在は洪水前と同等以上に回復していることが分かった。「調達先が被災し操業に影響を受けた」と回答した4社のうち、調達先を変えずに継続しているのが2社、一旦変更したが取引を再開したのが2社であった。取引量については、洪水前と調査時（平成27年2～3月）において、あまり変わらなかったのが3社、減少したのが1社であった。調達先については、一旦調達先を変更したのも含めすべての企業が従前どおりの調達先との取引を継続していることがわかった。「納入先、顧客先が被災し、操業に影響を受けた」と回答した3社は、いずれも納入先や顧客を変更することもなく、洪水前から継続中との回答であった。また、取引量については、2社が増加、1社が横ばいとのことであった。「代替生産・受注をうけた」と回答したのは2社であり、1社は平成24年3月、もう1社は平成25年2月まで代替生産・代替受注を行っていた²⁹⁾。

2011年のタイ洪水の影響全般に関する質問では、洪水によって、タイ進出そのものを断念した企業もあれば、現地顧客の工場の被災で一旦は業務が停止したものの、その後の工場復旧により、被災前より業務が増加した企業もあった。また、顧客の被害による影響が大きいと回答した企業もあり、自社が洪

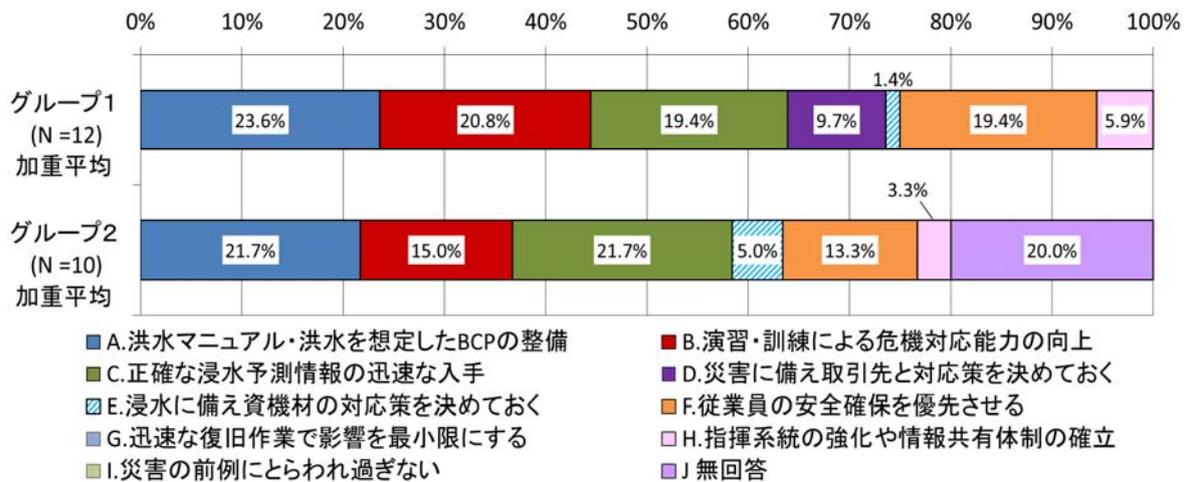


図-12 2011年タイ洪水からの教訓のうち、平成27年の調査で現地日系企業が重要だと回答した項目²⁷⁾

水被害を直接受けなくとも、取引先の被害により、波及する影響が大きくなることもあるとわかった²⁹⁾。

3.4 2011年洪水後の洪水対策について

3.4.1 2011年洪水からの教訓と洪水前後の洪水対策の比較

a) 2011年洪水からの教訓のうち重要度の高い項目

3.3.1のc)で触れた、平成24年第1回調査の結果に基づいてまとめた「タイ工業団地における洪水災害に関する教訓集」²⁵⁾の9つの教訓は、約280の自由回答の結果をICHARMが独自に分類して作成したものである。平成27年第1回調査では、この9つの教訓に関し、重要だと思われる順に1位から3位まで選んでもらい、浸水の有無により重要視する項目に差が生じるか分析した。

まず回答企業を2011年洪水で浸水したグループ(12工場=グループ1)としなかったグループ(10工場=グループ2)に区分した。次に、各グループについて、重要度第1位から第3位それぞれにつき、1位=3点、2位=2点、3位=1点を乗じてさらに加重平均をした結果を集計した。図-12に結果を示す。結果は、両グループとも最も重要だとされた教訓は同じく、「A.洪水マニュアル・洪水を想定したBCPの整備」であった。グループ1では「B.演習・訓練による危機対応の向上」(約21%)、「C.正確な浸水予測情報の迅速な入手」、「F.従業員の安全確保を優先させる」(約19%)も重要だと回答された。グループ2では「C.正確な浸水予測情報の迅速な入手」(約22%)がBCP、洪水マニュアルの整備と同じ値であり、重要だと回答された²⁷⁾。

b) 洪水前後の洪水対策実施率の変化

平成27年第1回調査においては、前項で調査した「重要視される教訓集の項目」に関する洪水対策が実際に履行されているかも調査した。洪水対策の項目については、平成17年に中央防災会議「民間と市場の力を活かした防災力向上に関する専門調査会」企業評価・事業継続ワーキンググループが策定し、平成19年に内閣府が改訂した「防災に対する企業の取組み 自己評価項目表 第二版」³¹⁾を参照し、「方針・計画」に関する6つの洪水対策項目と、「具体的施策」に関する17の洪水対策項目、合わせて23項目を設定した²⁷⁾。

2011年洪水で被害(影響)があったと回答したか否かにかかわらず、全34工場に対し、2011年の洪水を踏まえた洪水対策の実施状況に関して聞いたところ、無回答であった2工場を除き、32工場が回答した。

2011年の洪水前に立地した28工場(回答した全34工場の82%)について「方針・計画」に関する6つの洪水対策項目のうち、実施率のポイントの増加が大きかったのは「I-2.防災計画(洪水含)を作成」(28工場中の5工場(18%)→17工場(61%))であった²⁷⁾。

上記28工場のうち、2011年に浸水したグループ(12工場=グループ1)としなかったグループ(10工場=グループ2)に分けてさらに傾向を調べたところ(図-13)、グループ1の方がグループ2よりも全体として洪水対策実施率は高い傾向が見られた。実施率の各グループ平均値の洪水後のポイントの増加

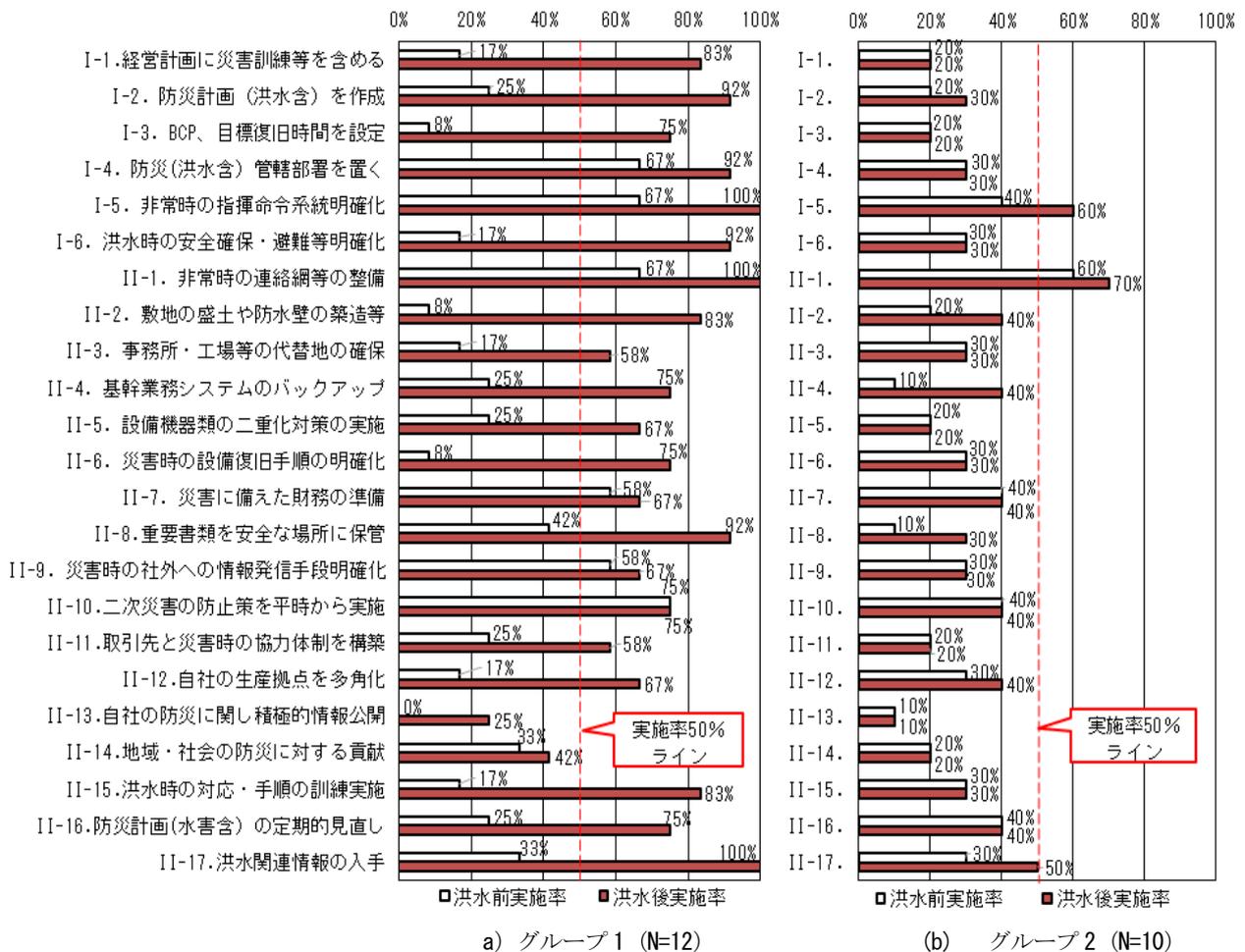


図-13 グループ別 洪水前後の洪水対策実施率の比較²⁷⁾

はグループ1 (32%→76%)の方がグループ2 (27%→33%)よりも大きかった。また、グループ1では洪水後の全23項目のうち21項目で実施率が5割を超えたが、グループ2では3項目に留まった²⁷⁾。

2011年の洪水後に立地した6工場(全34工場の18%)については「II-1. 非常時の連絡網等の整備」と「II-17. 洪水関連情報の入手」の実施率がいずれも5工場(全6工場の83%)で比較的高いことがわかった。

回答した全34工場に、「強化した」あるいは「強化中の」具体的な構造物対策を尋ねたところ、「強化した」構造物対策に関しても「強化中の」構造物対策に関しても、最も回答した工場数が多かったのは、「防水壁の築造」であった(「強化した」:12工場、35%、「強化中」:5工場、15%)。

前項でみた2011年洪水からの教訓については浸水したグループと浸水しなかったグループの両方がBCPや洪水マニュアルの整備や洪水情報の入手を重要と回答したが、実際の洪水対策の実施率を見ると、

浸水を経験したグループ(グループ1)の方がBCP、防災計画の策定(I-2, I-3)や、洪水情報の入手(II-17)といった対策をより強化していることがわかった²⁷⁾。

c) 洪水関連情報の利活用

前項では、II-17「洪水関連情報の入手」の実施率がグループ1, 2とも高いことが分かったが、平成27年第1回調査では、現地日系企業の調査時点の洪水関連情報の入手状況について尋ねた。図-14に入手している洪水関連情報を示す(複数回答)。調査時(平成27年2~3月)にどのような洪水関連情報を入手しているかという質問に関しては、「河川水位」および、「浸水域(洪水発生地域における)」の情報を入手している工場が、回答した全34工場のうち26工場(76%)で最も多かった。また、「降雨量」「交通・輸送への影響」「天気」「浸水深(洪水発生地域における)」「人的・物的被害状況」についても、半数以上の工場が入手していた。²⁹⁾

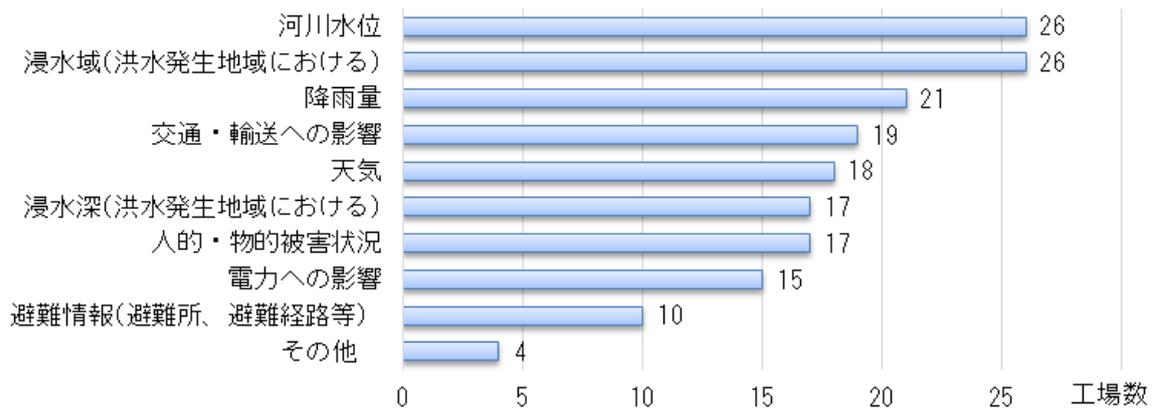


図-14 2011年洪水時に入手した情報（複数回答）（平成27年第1回調査の結果より）²⁹⁾

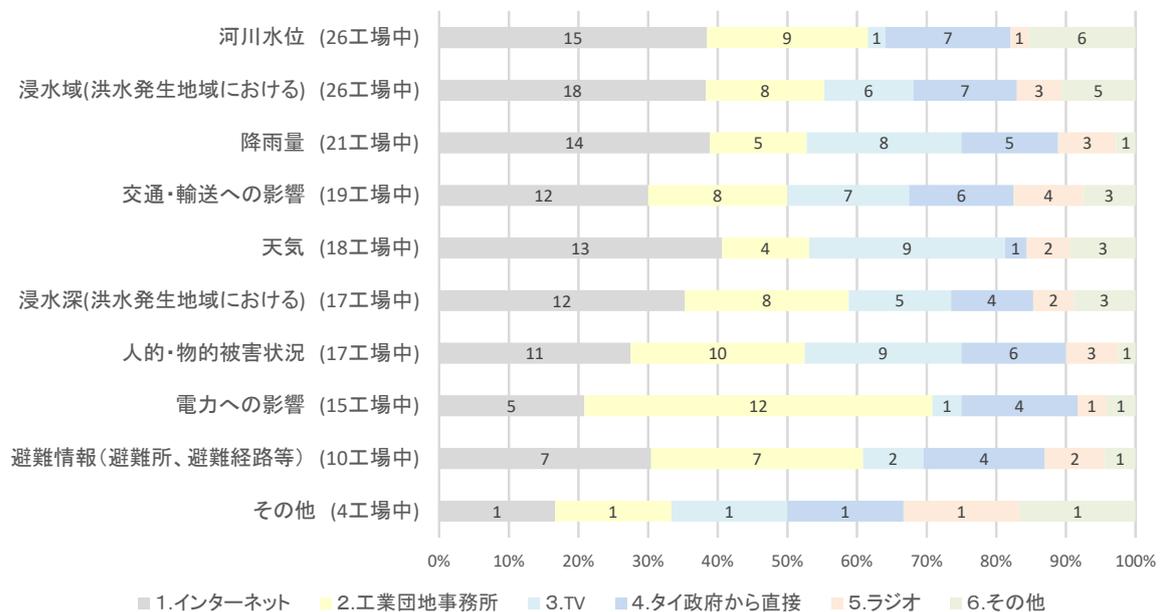


図-15 2011年洪水時に入手した情報とその手段（複数回答）（平成27年第1回調査の結果より）²⁹⁾

図-15にはそれぞれの情報をどのように入手したかを示している（複数回答）。「河川水位」、「浸水域（洪水発生地域における）」、「降雨量」、「天気」に関する情報それぞれの入手先については、それぞれの情報を入手している工場のうち、インターネットから情報を入手している工場の占める割合が最も大きかった（インターネットから入手している工場の割合：「河川水位」58%（=15/26、以下同様に計算）、「浸水域（洪水発生地域における）」69%、「降雨量」67%、「天気」72%）²⁹⁾。「電力への影響」、「避難情報」、「人的・物的被害状況」等の情報は、工業団地事務所から入手している工場の割合がそれぞれ大きかった。（工業団地事務所から入手している工場の割合：「電力への影響」80%、「避難情報」70%、「人

的・物的被害状況」59%）²⁹⁾。

洪水関連情報の入手のために最もよく見るサイトとしては、全34工場のうち15工場（44%）が、タイ政府王立灌漑局が提供する各種サイトのいずれかを回答した。そのうち ICHARM が JICA、河川情報センターと共にタイ王立灌漑局に実施した技術協力を元に開発された、「チャオプラヤ川流域洪水予測システム」のサイトを挙げた工場が5工場（上記15工場のうちの33%）あった²⁹⁾。

調査時（平成27年2～3月）に様々な媒体で提供されていた各種洪水関連情報以外に、洪水被害軽減のために、企業が今後必要と考える洪水関連情報について尋ねたところ、特に、政府による洪水対策の進捗状況を知らせてほしいとの要望が34工場中4

工場（12%）あった²⁹⁾。

3.4.2 タイに工場をもつ滋賀県企業の洪水対策

平成27年第2回調査では、今後タイで洪水が発生する場合に備えて採った対策について訊いたところ、4社から回答があった。浸水を防ぐブロック壁の購入や資機材の2階への移設、あるいは東南アジアの別地域に代理店を分散化させる、2011年の洪水時の経験を活かして、次回洪水が発生した際は迅速に準備が出来る、などの回答があり、2011年のタイの洪水が、タイの現地法人のみならず日本の親会社の緊急時対応に関しても影響を与えていたことがわかった²⁹⁾。

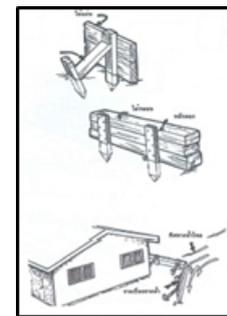
3.4.3 タイ政府・工業団地が実施している洪水対策の事例

2011年洪水後、タイ政府や工業団地事務所は工業部門に向けた洪水対策として、様々な施策を実施してきた。主なものは、アユタヤ県、パトムタニ県で被害の大きかった7つの工業団地を囲む輪中堤の築造³²⁾、バンコク東部環状道路（国道9号線）等主要道路のかさ上げ³³⁾、政府によるチャオブラヤ川流域洪水予測システムの運用³⁴⁾、タイ政府による保険制度の設置⁸⁾等である。タイ政府の緊急洪水対策に関しては、日本政府もJICA等を通じて、流域洪水対策プロジェクト案を策定³⁵⁾するなど積極的な支援を行ってきた。

ここでは、2016年3月にICHARMが訪問したタイ工業省の機関（工場局、工業団地公社）と被害の大きかった7つの工業団地のうち、サハ・ラタナナコン工業団地が実施している洪水対策の事例を報告するとともに、それらの機関および、ロジャナ工業団地、バンコク日本人商工会議所等との意見交換の際に明らかになった今後の洪水対策の課題を総括する。

a) 工業省工業団地公社の洪水対策の事例

工業省工業団地公社（Industrial Estate Authority of Thailand, Ministry of Industry）では、2015年に危機管理のための情報集中管理室（オペレーションセンター）をバンコクの本部ビル内に設置し、公社直轄管理の50弱の工業団地のモニタリングや情報収集、情報共有の強化を実施する体制を整えた。公社直轄の工業団地については、それぞれ危機対応プラン作成・提出を義務化した。センターではタイ地理情報宇宙技術開発機関（GISTDA）と協定書を締結し、衛星データやGISTDAの気象水文分析ツール等も利用することで、緊急時の意思決定の一助とする意向である。



マニュアルの表紙

止水版を用いる
方法の紹介

図-16 工場局発行の洪水対策マニュアル



写真-2 サハ・ラタナナコン工業団地の輪中堤



写真-3 サハ・ラタナナコン工業団地の排水設備

b) 工業省工場局の洪水対策の事例

工業省工場局 (Department of Industrial Works, Ministry of Industry) では、工場の洪水対応のためのマニュアル (図-16)³⁶⁾を2013年に出版し、タイ国内に工場を持つ企業へ向け、公表した (電子版の暫定版は2012年に公表)。内容は浸水防止のための対策、洪水時の化学物質等の移動や管理、洪水時の廃棄物の管理、洪水時の機械設備等の保全、洪水時の電装機器の保全、洪水時の産業廃水処理、非常時のタイ政府の関連組織の連絡先等、二次災害防止対

策も含め具体的なものとなっており、政府がこのようなマニュアルを作成したことは評価できる。

c) サハ・ラタナナコン工業団地の洪水対策の事例

サハ・ラタナナコン工業団地は2011年洪水で被害の大きかった前述の7工業団地の中でもっとも早く浸水し、また排水完了までの期間は丸2ヶ月と最も長かった工業団地である。一方、洪水対策については入居企業によって、輪中堤の築造の遅れ等が指摘されてきた³⁷⁾。2011年3月時点では、工業団地とチャオプラヤ川支流の一つ、Bang Phra Kuru川との間の道路のかさ上げ（実施後の高さは海拔8.2m）および工業団地の輪中堤（高さ海拔7.5m、上部幅3～5m全長7kmの土堤）はすでに築造済みであったが、コンクリート覆工については未了であった。また、洪水のみならず、渇水時にも周辺住民と協力して対応できるよう、周辺住民との情報交換を強化していた（写真-2,3）。

d) 平成28年3月のタイ訪問の際に明らかになった洪水対策の課題

ここでは、ICHARM研究者が平成28年3月にタイ工業省の関連機関や工業団地を訪問した際に明らかになった、現地洪水対策の課題を列記する。

タイ工業省工業団地公社では、2011年洪水で大きな課題とされた、緊急時の非常用電源確保や工業団地現地の電源、連絡手段の確保については、洪水後改善されつつあるということであったが、これらの項目については今後も継続して強化が必要だとの認識があった。また、公社の直轄以外の工業団地を含む、タイ全土の工業団地の情報を総合的に把握するためのデータベースの必要性を認識し、開発を始めていたが、データの電子化や入力については今後順次進めていく必要があるとのことであった。

タイ工業省工場局では、チャオプラヤ川の氾濫原に位置する工業団地への工場の誘致、操業のためには、輪中堤等の構造物対策は緊急の洪水対策として必要不可欠であるとの認識は持ちながらも、洪水対策の効果をあげるためには、個別の工業団地を対象とした洪水物対策のみでは不十分であり、より長期的には広域の対策（水路、水門等の整備や排水対策等）を総合的に実施していく必要があるとの点が指摘されており、一方でそのような長期にわたる洪水対策の強化には資金の確保、実施の計画的実施等、政府レベルでの対応が必要となる。また、それらの実現には時間がかかることから、実現までの間は、浸水の発生を想定し、前述のマニュアルにあるよう

な、工場毎の洪水対応が必要である。

さらに、バンコク日本人商工会議所、ロジャナ工業団地からは、タイ政府が2011年の洪水後から実施している洪水対策インフラ整備等の進捗状況についての情報が必要との意見があった。タイの工業部門においては、今後も日系企業をはじめとした外国資本が大きな役割を果たしていくと思われる。そのために、タイ政府による情報発信は、タイ国内向けのみならず、タイ国外の投資者や関係者をも意識し、洪水対策に向けたタイ政府の取組みを発信する必要がある。それにより同国の自然災害リスクの削減に向けて適切な対策がとられていることを内外に示すことが出来る。

4. 調査協力先への結果の還元

本研究の最終段階である2016年3月にタイの関係各所を訪問し、平成27年調査結果や「教訓集」を関係機関（タイ政府・工業団地事務所・日本人商工会議所等）へ共有した。表-7にタイ現地機関等訪問先一覧を示す。また、滋賀経済産業協会に関しては、作成した調査報告書を郵送することで調査結果を還元した。

洪水当時の記憶が薄れつつある中、本研究結果の共有は訪問先から歓迎された。例えば、バンコク日本人商工会議所の副事務局長からは、「駐在者の洪水に対しての意識が薄れている一方で、洪水を経験した駐在者の多くは既に日本に帰国。このような状況で、当所はタイで何かが起こった際にいろいろと聞かれる立場にある。ICHARMの調査の報告を共有してもらえるのは貴重。感謝している。」とのコメントを頂いた。また、ロジャナ工業団地バンコク事務所の統括マーケティングマネージャーからは、「前任を含め、タイの2011年洪水を経験した多くの駐在者が既に帰任している現在、このような情報は貴重。広く共有していきたい。」とのコメントを頂いた。

また、各所で情報の普及にご協力いただいた。例えば、バンコク日本人商工会議所では、会員企業約1600社に対してメールで教訓集などの紹介を行って頂いた。また、ロジャナ工業団地事務所では、日本メディアによるタイ投資委員会への取材の際に、これらの調査結果を紹介して頂いた。

5. まとめ

本研究では、2011年にタイ・チャオプラヤ川流域で発生した大洪水による被害のうち、工業部門に

表-7 タイ関係機関訪問先一覧

| 日時 | 場所 | 対応者（役職は当時） | 訪問内容 |
|------------------------------|-------------------|--|--|
| 2016年3月14日（月） 9:00-11:00 | アユタヤ県サハラタナナコン工業団地 | Ms. Prapapan Rattagan (Manager), Mr. Chatchawan Pangchuti (通訳(ヤマモトファンドリーから))、その他5~6名の工業団地職員の方々  Ms. Prapapan Rattagan | <ul style="list-style-type: none"> ● 研究成果の共有 ● 工業団地における洪水対策の視察 |
| 2016年3月14日（月） 13:00-14:20 | タイ政府機関（工業省工場局） | Dr. Piyanee Thangtongtawi, Director, National Ozone Unit, Treaties and International Strategies Bureau (写真左下)、他関係職員  | <ul style="list-style-type: none"> ● 研究成果の共有 ● タイ政府による洪水対策について |
| 2016年3月14日（月） 15:30-17:00 | タイ政府機関（工業省工業団地公社） | Ms. Kittayaporn Dabbhadatta, Deputy Governor, Operation Function 2 (写真右から4人目)、他  | <ul style="list-style-type: none"> ● 研究成果の共有 ● タイ政府による洪水対策について |
| 2016年3月15日（火） 10:00-11:00 | ロジアナ工業団地バンコク事務所 | 木村 洋一 マーケティング部 統括マネージャー（写真右から1人目）、尾羽根 拓 マーケティング部 マネージャー（写真右から2人目）  | <ul style="list-style-type: none"> ● 研究成果の共有 |
| 2016年3月15日（火） 13:00-14:00 | バンコク日本人商工会議所事務局 | 堤 陽一 副事務局長（写真左）  | <ul style="list-style-type: none"> ● 研究成果の共有 |

において取引先との関係に影響を及ぼす「連鎖被害」に焦点を当て、文献調査や降雨流出氾濫モデル（RRIモデル）による氾濫の再現、および被災企業に対して計4回実施したヒアリングやインタビューなどの現地調査などを通じ、連鎖被害の実態やその原因について分析した。

文献調査では、なぜ洪水常襲地であるチャオプラヤ川流域に多くの工業団地が立地したのかを分析するとともに、2011年洪水による工業部門への被害について整理した。

RRIモデルによる氾濫再現では、時系列での氾濫域や浸水深の高い再現性が得られた。

1回目の現地調査では、連鎖被害の形態を「相互被害」「自社被害」「取引先被害」に分類するとともに、浸水直前の情報伝達の実態や、情報不足による洪水被害の実態を整理した。また、日本語・英語・タイ語による教訓集を作成し、現地の関係者と共有した。

2回目の現地調査では、洪水による浸水深と工場の回復率（生産能力および従業員復帰）との関係を分析し、従業員復帰にかかった期間と工場床上浸水深にはある程度の相関があることを見出した。また、取引先の国ごとに、浸水からの経過時期と取引先との影響の回復の関係を整理した。その結果、いずれの国においても取引量1位の取引先への影響は6か月後には50%を回復しているものの、日本や第三国での取引量2位や3位の取引先への影響はなかなか回復しないことが明らかになった。

3回目の現地調査では、洪水前後の主要取引先との取引額の変化について調査した。その結果、約7割の仕入先、約6割の納入先とは洪水前後で変化がなかったが、約3割の納入先との取引量は減ったとの回答が得られた。また、教訓集のうち重要と考えられる項目の調査を行い、「洪水マニュアル・洪水を想定したBCPの整備」が最も重要だと考えられているとの結果を得た。さらに、重要視される教訓集の項目が実際に履行されているかの調査も行った結果、浸水を経験したグループの方が、BCPや防災計画の策定、および洪水情報の入手などの対策をより強化していることがわかった。

第4回目の現地調査は、タイに工場を持つ滋賀県企業を対象として実施し、2011年の洪水はタイの現地法人のみならず日本の親会社の緊急時対応に関しても影響を与えていたことがわかった。

さらに、2011年洪水後にタイ政府・工業団地が実

施している洪水対策について、ヒアリングを実施し、工業団地公社により2015年に危機管理のための情報集中管理室を設置されたことや、工場局による2013年に工場の洪水対応マニュアルが作成されたことを確認した。

加えて、本研究の成果は、土木研究所資料としてとりまとめ、タイ国現地関係者と共有した。

本研究の成果が、ICHARMの使命である、世界の水災害被害軽減に少しでも貢献できれば幸いである。

参考文献

- 1) 小森大輔, 木口雅司, 中村晋一郎: 第一章 タイ 2011年大洪水の実態, 玉田芳史, 星川圭介, 船津鶴代編: タイ 2011年大洪水—その記録と教訓—, 日本貿易振興機構アジア経済研究所, 2013, pp.18-19.
- 2) アジア防災センター (ADRC): メンバー国防災情報 Thailand, 2014年4月3日アクセス, http://www.adrc.asia/nationinformation_j.php?NationCode=764&Lang=jp&NationNum=09
- 3) National Economic and Social Development Board (NESDB): 2012
- 4) UNITAR's Operational Satellite Applications Programme (UNOSAT): UPDATE 3 "OVERVIEW OF FLOOD WATERS OVER CENTRAL PROVINCES, THAILAND", http://unosat-maps.web.cern.ch/unosat-maps/TH/FL20111007THA/UNOSAT_THA_FF20111025_ENVISAT_WSM_20111024_v1.pdf
- 5) 木口雅司, 中村晋一郎, 小森大輔, 沖大幹: 2011年タイ・チャオプラヤ川における洪水被害, World Agriculture Now (46), 2012-03, <http://www.jiid.or.jp/ardec/ardec46/ard46-thai.html>, 2012
- 6) 日本貿易振興機構 (JETRO): 特集: タイ洪水復興に関する情報, 2011年12月26日, <http://www.jetro.go.jp/world/asia/th/flood/complex.html>, 2011
- 7) 経済産業省: 通商白書 2012, 2012
- 8) 国際協力銀行 (JBIC): タイの投資環境, 2012
- 9) World Bank: Thai Flood 2011, 2012
- 10) 佐山敬洋, 建部祐哉, 藤岡奨, 牛山朋来, 萬矢敦啓, 田中茂信: 2011年タイ洪水を対象にした緊急対応の降雨流出氾濫予測, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 69, No. 1, 14-29, 2013
- 11) 中須正, 岡積敏雄, 清水孝一: 工業団地の立地と新しいリスクマネジメント 2011年タイ, チャオプラヤ川

- 洪水における連鎖的経済被害と地域社会, 都市社会研究, 第5号, pp.159-169, 2013
- 12) 北原淳:「風土と地理」、『もっと知りたいタイ』綾部恒雄・石井米雄編, 弘文堂, 1995, P35-71
 - 13) 末廣昭:タイ 開発と民主主義, 岩波書店, 1993
 - 14) バンコク日本人商工会議所:タイ国概況(2010/2011年版), 2011
 - 15) 厚生労働省:平成16年労働経済の分析, p63
 - 16) 中小企業基盤整備機構:タイにおける日系中小企業の経営課題に関する実態調査, 2006
 - 17) ジェトロバンコク事務所:「タイ日系企業進出動向調査2014年」調査結果について, 2015年6月19日
 - 18) Federation of Thai Industries, 2011
 - 19) 大泉啓一郎:タイの洪水をどう捉えるかーサプライチェーンの自然災害リスクをいかに軽減するかー, 環太平洋ビジネス情報RIM, 2012, 12(44), 2012.
 - 20) 本田技研工業株式会社:ホームページ「タイの洪水に関するお知らせ」, 2015年3月11日アクセス
<http://www.honda.co.jp/oshirase/201110/>
 - 21) 本田技研工業株式会社:2011年度第3四半期及び9か月通算連結決算報告書
 - 22) 富士キメラ総研 2012.(経済産業省:通商白書 2012, 2012. P205 にて言及)
 - 23) U.S. Geographic Survey (USGS): HydroSHEDS
<http://hydrosheds.cr.usgs.gov/index.php>
 - 24) ロジアナ工業団地ホームページ:2015年3月11日アクセス <http://www.rojana.com/index.html>
 - 25) 澤野久弥, 栗林大輔, 萩原葉子:タイ工業団地における洪水災害に対する教訓集 ~2011年洪水の経験から~, 土木研究所資料第4291号, 2014.
 - 26) H. Sawano, D. Kuribayashi, and Y. Hagiwara, “Lessons Learned from the Flood Disaster in Industrial Estates/Parks/Zones in Thailand — Based on the experience of the 2011 flood —,” Technical Note of PWRI No.4322, 2016.
 - 27) 萩原葉子, 栗林大輔, 澤野久弥:2011年タイ洪水の教訓を活かした現地日系企業の洪水対策強化, 地域安全学会論文集, No. 27, 2015.
 - 28) 萩原葉子, 栗林大輔, 澤野久弥:タイ2011年洪水により影響を受けた日系企業の連鎖被害特性分析, 河川技術論文集, 第20巻, 2014.
 - 29) 澤野久弥, 栗林大輔, 萩原葉子:2011年タイ・チャオプラヤ川洪水による企業活動への影響についての調査報告書, 土木研究所資料第4323号, 2016.
 - 30) 滋賀経済産業協会:タイ洪水による企業活動への影響等についてのアンケート調査, 2011.
 - 31) 内閣府 防災担当:「防災に対する企業の取組み」自己評価項目表 第二版, pp7-8. 2007.
 - 32) Industrial Estate Authority of Thailand (IEAT) : Flood Prevention System,
<http://www.ieat.go.th/en/investment/why-invest-in-industrial-estate/flood-contingency-plan-for-industrial-estates>
 - 33) 国際協力機構(JICA):洪水からアユタヤの物流網を守る、国道9号線の改修事業が完了, 2015.4.9,
<http://www.jica.go.jp/thailand/office/information/event/150409.html>
 - 34) 布村明彦, 栗城稔, 金澤裕勝, 藤本幸司, 井上 康, 古賀清隆, チャオプラヤ川流域洪水予測システムの運用開始, 河川情報センター,
http://www.river.or.jp/01kenshuu/sympo/h25/img/report_04.pdf
 - 35) 国際協力機構(JICA):タイ王国チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクト 最終報告書, 2013.
 - 36) Department of Industrial Works, Ministry of Industry, Government of Thailand : Guideline to Protect Flood in Factories- According to the Plan to Prevent Natural Disasters in Future, 2013. (原文はタイ語)
 - 37) Bangkok Post : Danes seek dyke assurances, 2015.4.
<http://www.bangkokpost.com/print/482006/>

RESEARCH PROJECT ON CHAIN REACTION OF ECONOMIC IMPACT OF 2011 CHAO PHRAYA RIVER FLOOD IN THAILAND

Budget : Grants for operating expenses

Research Period : FY2012-2015

Research Team : Water-related Hazard
Research Group (Risk
Management)

Author : SAWANO Hisaya

KURIBAYASHI Daisuke

HAGIWARA Yoko

Abstract : This study examined economic damage to the manufacturing sector in Thailand after the 2011 Chao Phraya River flood. Questionnaire surveys for Japanese-affiliated companies found that appropriate flood countermeasures such as disaster management plans, flood prevention structures and access to accurate information were lacking at the time of the flood. Overall, inundated factories have already taken these measures, but collaboration with business partners or stronger support from Thai government will be required for future.

Key words: Chao Phraya River, 2011 flood, chain reaction, flood management, lessons learnt