

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

CHARACTERISTICS OF THE CHAIN-REACTION DAMAGE OF THE JAPANESE FIRMS AFFECTED BY THE 2011 THAI FLOOD

萩原 葉子¹・栗林 大輔¹・岡積 敏雄¹・中須 正²
Yoko HAGIWARA, Daisuke KURIBAYASHI, Toshio OKAZUMI and
Tadashi NAKASU

¹ 独立行政法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM)
(〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6)

² 独立行政法人 防災科学技術研究所 (〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1)

This paper aims to facilitate understanding of the chain-reaction damage of Japanese firms that had production facilities in Thailand, in the face of the 2011 Chao Phraya River Flood. Some distinct characteristics of their chain-reaction damage, or extension of indirect economic loss due to specific nature of export-orientation of the flood-affected firms, were identified. The study used diverse methods including desk study, surveys and interviews while a statistical tool was used for the part of analyzing correlation between inundation water depth and recovery period. Some important factors such as types of business, location of factories, types and location of business partners, among others, were recognized as important factors that influence the chain-reaction damage and recovery patterns. By using regression technique, correlation between inundation water depth and recovery period were observed.

Key Words : Thailand, flood, economic loss, indirect damage, industrial sector

1. はじめに

タイのチャオプラヤ川は傾斜の緩やかな平坦地を流れる大河川のため、2011年の洪水では排水にも被災企業の回復にも長期間を要した。将来の洪水被害軽減対策策定の為には、ストックとしての直接被害の推定とフローとしての間接被害の推定を行い、洪水の経済損失を推計した上で、各種リスク評価、費用便益分析、事業継続計画 (BCP) 策定等を行う必要がある。しかしながら、現時点ではまだ間接被害の概念や推定方法については未整理、あるいは未解明な部分が多い。すなわち復旧までの期間の生産能力の低下による生産機会損失や洪水によって影響を受けるとされる企業の取引先への連鎖被害などを明らかにすることが必要とされている。

本稿の目的は、事例研究として、2011年のチャオプラヤ川洪水における日系企業の間接被害、なかでも特にこれまで明確になっていなかった連鎖的な経済波及被害の特性を明らかにし、今後、流域特性が類似した河川の洪水リスクの評価に役立つ指標や経済被害推定手法の検討に繋げていくことである。

2. 2011年チャオプラヤ川洪水の概要

チャオプラヤ川の支流まで含めた全流域面積は約16万 km²であり、タイの全国土面積の約3分の1にあたる¹⁾ (図-1)。2011年8月から数ヶ月続いたチャオプラヤ川洪水は、タイ全77県のうちの65県²⁾に影響を与え、死者815人²⁾、行方不明者3人²⁾、被災者約950万人³⁾、推定経済被害約400億ドル³⁾の被害をだした。

チャオプラヤ川の名コンサワンより下流周辺には多くの工業団地が集まっている。プラザ合意後の1980年代後半以降、タイ政府の投資優遇政策も追い風となり、輸出指向の外国企業のタイへの直接投資 (工場建設等) が進んだ。最近の統計では、1999年から2010年の12年間で直接投資額、認可件数のいずれをとっても、日本が全体の約4割を占め、最大の投資国となっている⁴⁾。日系企業がタイ進出に至った歴史的背景と主たる要因については「工業団地の立地と新しいリスクマネジメント」(中須・岡積・清水 2013)⁵⁾の中で考察されている。

2011年の洪水では、タイ全土に60以上⁶⁾ある工業団地のうち、チャオプラヤ川中流域の名コンサワンと下流のバンコクの間位置する7工業団地は特に甚大な被害を

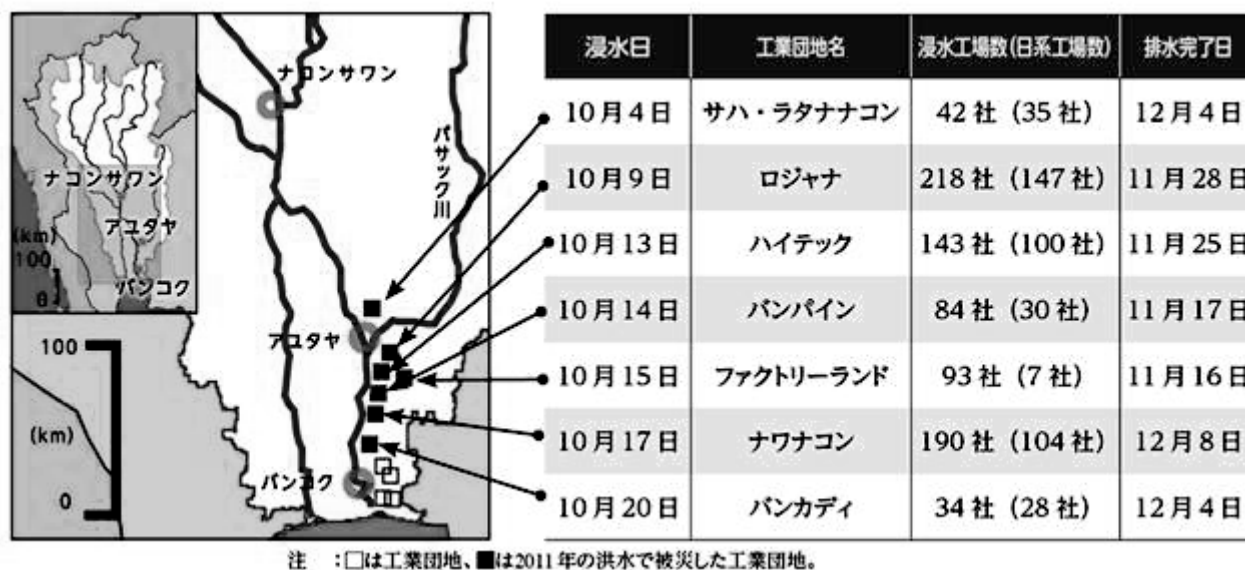


図-1 チャオプラヤ川流域と7工業団地の被害（JETROのデータ⁷⁾をもとに木口，中村，小森，沖¹⁾が作成した図を引用）

被災した。それら7つの工業団地の被災企業数804社のうち半分以上の451社が日系であった⁷⁾。上記の理由から、本稿は日系企業を対象とした。

3. 調査の手法

2012年4～11月にかけて国際協力機構（JICA）、バンコク日本人商工会議所（JCCB）等の協力を得て在タイ日系企業を対象にインタビュー、アンケート調査等からなる多角的調査を実施した。

(1) 在タイ日系企業を対象としたアンケート調査

直接被害については浸水深、被害額、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を調べた。間接被害に関してはまずその内容を調べた。間接被害のうち連鎖被害については、主要取引先への影響（取引量の増減等）の洪水前比増減を、取引先の所在国（タイ、日本、その他）別に調べた。

「生産能力」や「取引先への影響」の定義については、被災前比でどの程度回復したかを直観的に回答してもらうという趣旨から、厳密な定義づけは取って行わなかった。数値での回答結果を得ている項目については統計解析を含む定量的分析を行い、自由回答の項目については定性的分析を行った。

(2) アンケートに回答した企業の属性

在タイ日系企業の正確な総数は把握出来ないが、6,000社以上とも言われている。そのうち、JCCBの会員となっている企業は約1,300社であり、そのうちの約半

分が製造業である⁴⁾。2012年の会員名簿によると最も登録数の多い業種が自動車、次に多いのが電気である⁸⁾。

JCCBの協力を得て、調査時点での会員企業約1,300社に対し質問票を送付し、製造業36社、非製造業1社の回答を得た。表-1は回答企業の直接被害の有無と所在県を示したものである。タイの2010年の工業品輸出額（全輸出額の約8割）の業種別シェアは電子が20.4%、自動車13.6%、加工食品13.1%、機械9.1%、家電6.4%である⁹⁾。今回の調査では、匿名性への配慮から、回答企業に業種の記入を直接依頼せず、回答に含まれた取引先等の業種情報から推定した。自動車関連と、家電・電気機器関連

表-1 回答企業の工場所在地と直接被害の状況

直接被害	所在地（県）	工場数	被災した工業団地
あり	パトムタニ	15	ナワナコン、バンカディ等
	アユタヤ	7	サハ・ラタナナコン、ロジャナ、ハイテック等
	ナコンパトム	1	—
	その他	1	—
なし	ラヨン	4	—
	バンコク	3	—
	チャチュンサオ	3	—
	チョンブリ	2	—
	プラチンブリ	1	—
	サムトプラカン	1	—
	その他	1	—

注：一企業が複数工場の所在地を回答した場合あり

が特に多く、ハードディスクドライブ（HDD）数社も含まれていた。また、その他に、機械部品、医療機器、半導体、製紙、繊維、住宅設備・機材・建材、樹脂・素材、印刷関連材料・機器、電気設備等の業種がみられた。このように、標本の業種、所在地が多岐にわたる一方で、各業種、各工業団地別の標本数は少なかったため、業種、工業団地別の分析には限界があった。また、直接被害を受けた22社に対して統計解析を行ったが、母集団そのものの正確なデータの不在と本調査での標本数の少なさから、22社の代表性については限界がある。

また、本研究では、緩傾斜のチャオプラヤ川を対象としていることから、被害の程度に影響を与える要因として洪水の流速や流向、あるいは地盤勾配を考慮していない。他流域への適用の際にはこれらの項目の検討を要する。

4. 結果と考察

(1) 直接被害

回答をよせた37社のうち直接被害を受けたとしたのは22社であった。直接被害額は一番被害の大きい企業で約40億バーツ（約1.2億ドル）にのぼった。工場床上浸水深は、同一工業団地内であっても必ずしも均一というわけではなく、回答企業平均値は1.94m、最大で3.5mであった。直接被害を受けた回答企業の工場の大部分がパトタニ県とアユタヤ県に集中していた。

2011年の洪水直後に特に生産水準の落ちた主要品目として、輸送用機器（乗用車等）、事務用機器（HDD等）、情報通信機器（通信機器、ラジオ、テレビ、集積回路や半導体デバイス等）、電気製品の4品目が報告されている¹⁰⁾。回答企業の傾向をみると、HDD・電子機器等関連企業の被害が大きかった一方で、自動車関連企業は浸水をまぬがれたか、軽度の被害はあっても回復が早かった。これは、両業種の関連企業の集積地と洪水被害の関係を指摘した大泉（2012）の分析¹¹⁾とほぼ整合する。

(2) 間接被害

a) 既存マニュアル等における間接被害の扱い

日本における治水対策公共事業等の費用便益分析やリスク評価を目的とする洪水被害推定については、国土交通省が2005年4月に策定した「治水経済調査マニュアル（案）」¹²⁾、2011年7月に公表された「水害の被害指標分析の手引（H25試行版）」¹³⁾等が、各種被害の推定方法を列挙している。そのうち「経済波及被害」については今後さらに推定方法の検討が必要な項目とされている。上野山・新井（2007）¹⁴⁾は、阪神・淡路大震災、9/11テロ、ハリケーン・カトリーナの3つの巨大災害を対象とし、国、地方自治体、民間のリスク評価機関など様々な

主体による推計方法を整理した。しかし、個々の企業間の関係に注目した連鎖被害分析には触れていない。ここでは、これまで事例が少なかったと思われる、個々の企業間の取引関係と取引先への影響の回復に着目した分析を行う。

b) 間接被害の内容

表-2はそれぞれの回答企業が最も影響が大きかったとした間接被害の内容を示したものである。これによると、「受注減少」、「原材料の入荷障害」、「取引先の減少」が最も多かった。また、取引先への波及という点からは、37社中34社がなんらかの取引先への（からの）影響があったとしている。

c) 生産能力回復・従業員復帰にかかる期間と回復（復帰）率

直接被害をうけた22社の操業停止期間は表-3のとおりである。22社すべてが1ヶ月以上、うち半数以上の12社が4ヶ月以上、操業を停止した。排水が完了するまでの期間は最短でも1ヶ月、最長で2ヶ月であったので、回答企業の8割以上が排水後も数ヶ月にわたって操業停止状態にあったことがわかる。

操業が再開した企業も、すぐに洪水前の生産水準を取り戻したわけではない。最終的に100%回復を選択せず生産拠点を分散・移転する企業もあった。調査時点で洪水前の生産能力水準まで100%回復していた企業は11社である。この調査では生産能力回復、従業員復帰を10、30、50、70、100%という回復率に分け、それぞれを達成するためにかかった月数を調べた。既存のマニュアル¹²⁾による直接被害推定は、浸水深に応じた被害率を用いることから、本研究はまず浸水深に着目し、工場床上浸

表-2 回答企業の間接被害の内容

間接被害の内容	回答数
受注減少	10
原材料の入荷障害	5
取引先の減少	4
取引数量の減少	3
代替調達によるコスト増	2
その他（日本の顧客減少、取引先生産減少、顧客の浸水、取引先生産調整、生産不能、供給の減少、労働者の自宅の被災、労働者の通勤障害、納期短縮・増産要請、売上減少等）	10

表-3 回答企業の操業停止期間

操業停止期間	回答数
1～2ヶ月	3
3～4ヶ月	7
4ヶ月以上	12

水深と生産能力回復にかかった期間との関係について、相関関係を調べた。また、工場床上浸水深と従業員復帰にかかった期間との関係についても同様に相関関係を調べた。ここでは、「浸水期間（排水までの期間）」の長短にかかわらず「浸水深」のみが被害の程度に影響を与えると仮定した。

分析の結果、次のような特性が明らかになった。10%、30%の生産能力を取り戻すまでの回復期間と工場床上浸水深との相関関係は弱いが、50%以上（50%、70%、100%）の生産能力を取り戻すまでの回復期間と工場床上浸水深との間には相関関係がみられた。図-2は浸水から100%の生産能力回復までにかかった期間と工場床上浸水深との関係を示したものである。図-2のとおり、ほぼ線形な関係が認められた。浸水深にかかわらず、既受注分に関しては代替地を見つけ、工程を一部移転する等して最低限必要な範囲で生産を低水準で再開するものの、本格復旧に関しては浸水深が大きいほど回復には時間がかかるということではないだろうか。

図-3は浸水から100%の従業員復帰までにかかった期間と工場床上浸水深の関係を表したものである。ここで

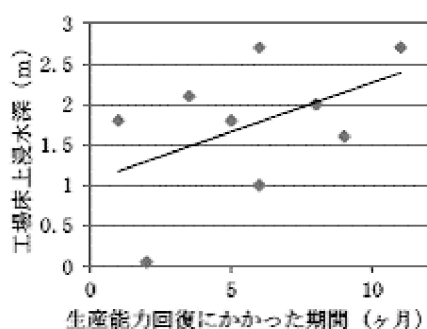


図-2 浸水から100%の生産能力回復までにかかった期間と工場床上浸水深との関係

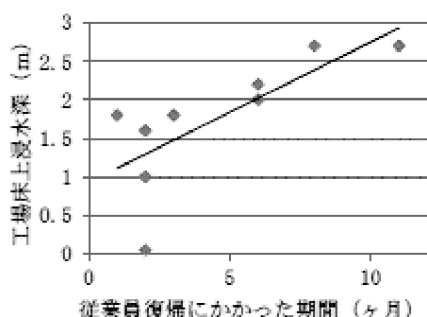


図-3 浸水から100%の従業員復帰までにかかった期間と工場床上浸水深との関係

もほぼ線形な関係が認められた。従業員の復帰に関しては復帰率の高低にかかわらず、工場床上浸水深と復帰までにかかった期間との間には関係性がみとめられた。

生産能力回復（図-2）と従業員復帰（図-3）とを比較した場合、同率の回復率を達成する期間は従業員復帰の方が短かった。自由回答を参照すると、従業員は代替生産拠点が確保できた場合は、その代替地で生産活動に従事するケースもある。ある一定水準まで従業員が復帰するタイミングと、同水準まで生産能力を回復するタイミングには2ヶ月ほどの差があり、平均すると前者が早い。生産能力が回復していない期間でも従業員の賃金支払が発生している場合がある。このため相対的にコスト増となり、前述の間接被害の内容のうちの「代替調達によるコスト増」と合わせてコスト増の要因となっていると考えられる。

d) 波及効果

間接被害のうち、被害の経済波及効果については、主要関連取引先への影響（取引量の増減等）を取引先の所在国（タイ、日本、それ以外の第三国）別に分析した。典型的な在タイの輸出型企業は、原材料をタイ国内外から調達し、タイで加工、生産、組立し、タイ国外に販売するという特徴をもつ。原材料を調達する購入元のことを、本稿では、被災した在タイ日系企業からみた「調達先」、製品を販売・輸出販売する先を「販売先」、その両方を合わせて「取引先」とする。

図-4、図-5、図-6は被災した在タイ日系企業が取引先（タイ、日本、第三国）への影響を回復していく水準の推移を回復期間とともに示したものである。図中、「取引先1」「取引先2」「取引先3」とは、関係が深い主要取引先上位3社を意味する。（最も関係が深い取引先を「取引先1」とする。）

回答企業を平均すると、図-4に示すように、被災したタイ日系企業のタイ国内主要取引先への影響は洪水後、比較的早く洪水前の水準に戻った。タイの取引先1、2、3、いずれについても被災後半年後には洪水前水準の6割以上を取り戻している。本調査の自由回答や経済産業省の調査結果をもとに理由を考察すると、まず、タイでは被災企業の生産水準低下の第一の原因が、自社工場生産施設の浸水による生産停滞であった¹⁵⁾ ため、施設の復旧、代替地での生産設備の手配等が進むにつれ、タイの取引先同士の影響は回復したと考えられる。また、回答企業（被災した在タイ日系企業）の取引先は、前述のとおり、タイの被災企業に部品・材料を供給している企業、あるいはタイで製造・加工・組立を行った製品を購入している企業であるという特徴があり、取引先別に特化した生産設備や金型を使用しているところも多く、それらが浸水して使用不能になってしまうと被災後に新規調達先を緊急に確保することは難しかった¹⁵⁾ とも考えられる。

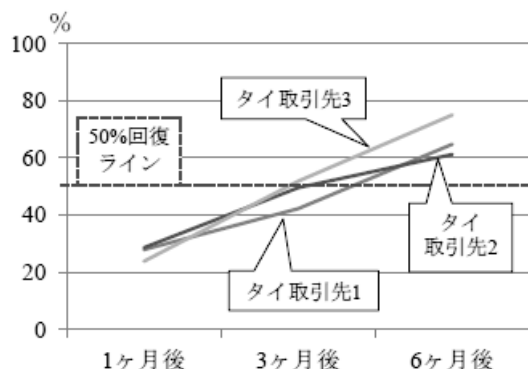


図-4 浸水からの経過時期とタイの取引先への影響の回復の関係(洪水前の水準を100とする)

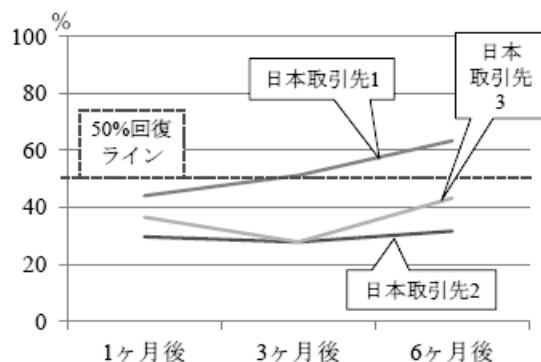


図-5 浸水からの経過時期と日本の取引先への影響の回復の関係(洪水前の水準を100とする)

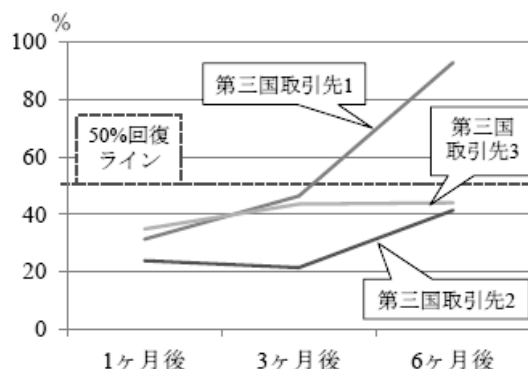


図-6 浸水からの経過時期と第三国の取引先への影響の回復の関係(洪水前の水準を100とする)

一方、被災した在タイ日系企業のタイ以外の取引先（日本の関連会社を含む）への影響に関しては戻りが遅かった（図-5、図-6）。図中では、洪水前に最も関係の強かった取引先「日本取引先1」と「第三国取引先1」は比較的影響の戻りが早かった一方で、取引先2、取引先3との影響の戻りは遅く、半年後でも洪水前水準の5割以下しか戻らなかった。これについては、以下のように考えられる。日本の取引先は在タイ日系企業の被災や、物

流の寸断等、タイ国内でのその他の波及被害により、在タイ日系企業との取引縮小を余儀なくされた。しかし、タイ以外の国に所在地を置く企業に取引をシフトするという選択があったため、タイ以外の代替調達先、代替販売先が見つかった場合、被災から6ヶ月たってもタイの取引先(被災企業)に戻らなかった可能性がある¹⁵⁾。

結論として、在タイ日系企業の立場からは、タイ国内で調達先・販売先を複数確保しておくことはリスク分散の観点から有益である。一方、日本、第三国の企業の立場からは、リスク分散として、タイ以外の調達先、販売先を確保しておく必要がある。誰の立場からの経済連鎖被害かという検討は、今後の課題である。

e) 取引先への影響回復の推移（ケーススタディ）

ここでは、ケーススタディを使い、前章のタイ、日本、第三国の取引先への影響回復の推移を精査する。回答をよせた企業の中からタイ、日本、第三国すべてに取引先を持つ輸出型企業とみられる被災企業を抽出し、分析した。業種は自動車関連、HDD関連、その他製造業であり、企業A～Dと表記する。

これらの取引先への影響については、①「影響の完全喪失」、②「影響低下後 再度回復（V字型回復）」、③「時間経過後 影響低下」、④「時間経過後 影響回復（増加）」⑤「影響短期増加後 再度低下（山型）」の5形態がみられた。

企業Aは浸水後6ヶ月（排水完了後4.5ヶ月）後も10%の生産能力しか回復していなかった。主要取引先12社のうち、タイの調達先2社との影響は完全喪失（①型）した。調達先4社（タイ、日本、第三国）との影響は一旦底を打った後、回復した（②型）。日本と第三国の取引先4社（販売先2社を含む）は、3ヶ月目以降に影響が0となった（③型）。残りの調達先2社（タイ、日本）は、時間経過（6ヶ月以降）後に初めて30～50%の影響が回復した（④型）。

企業Bは、30%の生産能力を回復するのに浸水後10ヶ月を要した。日本の調達先3社は浸水後6ヶ月後（排水完了後4ヶ月後）で10～20%の影響しか取り戻しておらず（④型）、タイ、第三国の販売先もやはり同時期に10～20%の影響しか取り戻せなかった（④型）。

企業Cについては浸水後6ヶ月後（排水完了後4ヶ月後）に約50%の生産能力を回復した。タイの調達先1社は浸水後6ヶ月後には100%の影響を回復、また、タイの販売先4社も同時期に100%の影響を回復している（いずれも④型だが、回復の速さは②型のV字型に近い）。しかし、第三国の販売先3社のうち洪水前に特に関係の強かった2社との関係は、浸水後6ヶ月後に洪水前比の10%までしか回復していない（④型）。

企業Dは浸水後7ヶ月後（排水完了後5ヶ月後）に約50%の生産能力を回復した。浸水後6ヶ月後（排水完了後4ヶ月）までの間に短期的に急激に影響が回復した後、また低下した調達先（⑤型）が日本、第三国に数社みられた。

これはタイにおける生産減少分を日本国内・第三国からの代替調達で補ったケースだと考えられる。

(4) 早期回復に影響を与えたと考えられる緊急施策

今回の調査の回答企業は洪水後、事業戦略の変更があった項目として次のようなものを挙げた。まず、事業そのものの見直しや戦略の検討、回復水準目標（例：30%）の設定等である。さらに、リスク分散、リスクヘッジ（生産拠点の分散、洪水リスクの認識による事業拡大制限の判断、一部製品の移転・終息、製造品目の変更、一部工程・生産ラインの一部移転等）が挙げられた。これらが早期回復にどれだけ効果的であったかはさらに検証を要する。

2011年の洪水では浸水した工業団地と浸水しなかった工業団地とに二分された。タイ国内の代替調達先等の確保は、在タイ日系企業のリスク分散の観点から有効だと思われる。タイへの日系企業の投資意欲は洪水後も依然高く⁴⁾、今後、洪水対策を一層強化する必要がある。一方で、アジアではタイの2011年の洪水後にリスク分散の目的から企業が生産拠点を移し、新たな産業集積地も生まれつつあり¹⁶⁾、複数国・地域間の被害連鎖の把握は益々必要となるとと思われる。

5. おわりに

2011年のチャオプラヤ川の洪水における在タイ日系企業の間接被害の内容や主要取引先企業への経済連鎖波及被害の特性について検討し、次のことが明らかになった。

- ・ 間接被害で最も多く報告されたのは「受注減少」、次に多かったのが「原材料の入荷障害」であった。
- ・ 被災企業の浸水から従業員復帰までの期間と工場床上浸水深との間にはほぼ線形な関係が認められた。
- ・ 被災企業の浸水から生産能力回復までの期間と工場床上浸水深との間にはほぼ線形な関係が認められた。
- ・ 被災企業の生産能力回復に要する期間と従業員復帰に要する期間とを比較した場合、同率の回復率を達成するまでの期間は従業員復帰の方が短かった。
- ・ 被災企業とタイ国内の主要取引先への関係は洪水後早い段階で洪水前の水準に戻ったが、日本・第三国の取引先に関しては影響の戻りは遅かった。
- ・ 取引先（調達先や販売先）との関係（影響）の回復の推移の形態は5種類に分類された。

これらの結果は、タイで事業を継続する日系企業、他国の大河川流域に生産拠点を構える企業、あるいはそれら企業が所在する自治体等が今後の洪水リスク対策を策定するための基礎情報となる。

洪水の経済被害の影響が被災区域外にも及ぶような場合、直接被害額の推定だけでは実際の経済波及効果が過小評価されてしまう。今後、流域の特性に応じた経済連鎖被害推定方法をさらに検討し、構造物対策等の費用便

益分析やリスク評価をより効果的に実施する必要がある。

謝辞： 調査に協力頂いたバンコク日本人商工会議所、国際協力機構、ならびに在タイ日系企業の方々に対して謝辞を表します。

参考文献

- 1) 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, ARDEC World Agriculture Now (46), 2012-03,
<http://www.jiid.or.jp/ardec/ardec46/ard46-thai.html>, 2012.
- 2) Remgnirunsathit, P.: Thailand Country Profiles 2011,
http://www.adrc.asia/countryreport/THA/2011/FY2011B_THA_CR.pdf, 2012.
- 3) 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
- 4) 国際協力銀行 (JBIC) : タイの投資環境, pp. 31-34, 2012.
- 5) 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.
- 6) 日本貿易振興機構 (JETRO) : タイ国工業団地調査報告書 2011.
- 7) 日本貿易振興機構 : 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.
- 8) 盤谷日本人商工会議所 : 2012 年度版会員名簿, 2012.
- 9) 三菱東京 UFJ 銀行 : タイ経済の中期展望〜岐路に立つタイ経済〜 p14, 経済レビュー No.2013-1, CEIC データ社のデータを引用したものを転載, 2013.
- 10) 経済産業省 : 通商白書 2012, p202, 2012.
- 11) 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.
- 12) 国土交通省 : 治水経済調査マニュアル(案) , 2005.
- 13) 国土交通省 : 「水害の被害指標分析の手引 (H25 試行版) 2013.
- 14) 上野山智也, 荒井信幸 : 巨大災害による経済被害をどう見るかー阪神・淡路大震災, 9/11 テロ, ハリケーン・カトリナを例としてー, 内閣府経済社会総合研究所, 2007.
- 15) 経済産業省 : タイ洪水被害からのサプライチェーンの復旧状況に関する緊急調査, pp.5-7, 2011.
- 16) 日本貿易振興機構 : アジアにおける新たな産業集積の動向, <https://www.jetro.go.jp/world/asia/reports/07001478>, 2013.

(2014. 4. 3受付)