

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~



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

International Centre for Water Hazard and Risk Management
under the auspices of UNESCO (ICHARM)

PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE (PWRI)

Copyright © (2014) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

I S S N 0 3 8 6 - 5 8 7 8

土木研究所資料第 4291 号

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 ~2011 年洪水の経験から~

平成 26 年 11 月

独立行政法人土木研究所
水災害研究グループ

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~

水災害研究グループ 上席研究員 澤野久弥
主任研究員 栗林大輔
専門研究員 萩原葉子

要 旨 :

2011 年にタイ国チャオプラヤ川において発生した洪水は、同国に 800 名以上の死者、約 400 億ドル以上の経済被害（世界銀行推定）という甚大な被害をもたらした。チャオプラヤ川流域は地形的特性からすれば洪水常襲地であり、治水対策が大幅に改善されたとしても、洪水被害リスクが完全に無くなるわけではない。

この教訓集は 2012 年 11 月に(独)国際協力機構（JICA）、タイ国・ロジャナ工業団地等の協力を得て、日系企業を対象に実施した聞き取り調査の結果をまとめたものである。これらは、2011 年の洪水災害に直接対応した日系企業の駐在員の方々の大変貴重な生の声であり、洪水から約 3 年以上が経過した現在、そのような記憶を風化させないためにも、このたび「教訓集」としてより広く結果を共有させていただくことにした。

キーワード：チャオプラヤ川、洪水、教訓、工業団地、ヒアリング調査

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～

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)



2011年タイ・チャオプラヤ川洪水からの教訓総括

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。

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。

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。

教訓4:

災害時における対応について、事前取引先と取り決めを交わしておく。

教訓5:

万が一浸水した場合、資機材をどうするかに対応策を事前に決定しておく。

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。

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。

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。

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。

目次

はじめに	II
ICHARMについて	III
調査内容	III
本書の構成	IV
英略語一覧	V
タイ・チャオプラヤ川 2011 年の洪水について	VI
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	1
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』向上を図る	3
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	5
教訓 4: 緊急時における対応について、事前取引先と取り決めを交わしておく	7
教訓 5: 万が一浸水した場合、資機材をどうするか対応策を事前に決定しておく	9
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	11
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	13
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	15
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	17
参考文献	18

はじめに

2011年にタイ国チャオプラヤ川において発生した洪水は、同国に800名以上の死者、約400億ドル以上の経済被害（世界銀行推定）という甚大な被害をもたらしました。この推定経済被害額のうち、工業部門の被害は7割以上と最も大きな割合を占め、チャオプラヤ川流域の中でも特にナコンサワン以南の7大工業団地（サハ・ラタナナコン、ロジャナ、ハイテク、バンパイン、ファクトリーランド、ナワナコン、バンカディ）が浸水したことで、タイ経済のみならず、世界各国にも影響が広がりました。しかし、2012年12月10日時点で7大工業団地に生産拠点を置く企業の約8割以上が完全あるいは一部生産を再開し^[1]、タイ国内の経済は全体として見れば着実に洪水からの復興を果たしてきました。政治不安といった自然災害以外のリスク要因が懸念される2014年8月現在においても、引き続き多くの外国資本がタイに直接投資という形で進出しており、タイはアジア有数の生産拠点・投資先としての地位を継続しています。

しかしながらチャオプラヤ川流域は地形的特性からすれば洪水常襲地であり、治水対策が大幅に改善されたとしても、洪水被害リスクが完全に無くなるわけではありません。また、2013年は、河川の氾濫によるものではないものの、局地的集中豪雨により東部チョンブリ県のアマタナコン工業団地等が浸水するようなケースもみられました。そのような現状を考えれば、過去の洪水の経験・教訓を将来の水災害の予防の為に共有することは重要だと考えられます。

この教訓集は2012年11月に(独)国際協力機構（JICA）、ロジャナ工業団地等の協力を得て、日系企業を対象に実施した聞き取り調査の結果をまとめたものです。これらは、2011年の洪水災害に直接対応した日系企業の駐在員の方々の大変貴重な生の声であり、洪水から3年以上が経過した現在、そのような記憶を風化させないためにも、このたび「教訓集」としてより広く結果を共有させていただくことにしました。この教訓集の内容が皆様にとって少しでもお役にたてば幸いです。調査にご協力をいただいた日系企業の方々には改めて厚く御礼申し上げます。また、調査の実施にご尽力いただいた中須正氏（元(独)土木研究所 ICHARM 専門研究員、現(独)防災科学技術研究所研究員）ならびに岡積敏雄氏（元(独)土木研究所 ICHARM 上席研究員、現国土交通省総合政策局 国際建設管理官）に謝意を表します。

2014年10月

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 アイチャーム (ICHARM)

ICHARM について

水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM) は、「世界の水災害被害軽減」を使命として、2006 年 3 月、国際連合教育科学文化機関 (ユネスコ) からの後援を受け、国土交通省所管の独立行政法人 土木研究所内に設立されました^[2]。設立以降、日本政府 (国土交通省や外務省) や (独) 国際協力機構 (JICA) だけでなく、国際連合やアジア開発銀行などの国際機関、あるいは途上国の政府機関などと連携しながら水災害の防災・減災に関する各種活動を精力的に進めています。

2011 年のタイ国チャオプラヤ川洪水に関しては、ICHARM で開発を進めてきた「降雨流出氾濫モデル (RRI モデル)^[3]」が JICA チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクト (洪水管理システム構築支援) 等へ適用され、タイ政府の洪水管理能力強化へ貢献してきました。

調査内容

本調査は、ICHARM が 2012 年から 2015 年まで実施している「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」の一部であり、調査の概要は下記のとおりです。

- 調査目的：2011 年の洪水への現地日系企業の対応と今後の課題を把握
- 調査対象：現地日系企業合計 25 社 (工業団地：サハ・ラタナナコン、ロジャナ、ハイテク、バンパイン、ファクトリーランド、ナワナコン)
- 調査時期：2012 年 5 月・11 月
- 調査方法：訪問インタビュー調査
- 調査内容：被災直前から浸水時、操業停止、復旧、生産再開という時系列に沿った洪水対応の良かった点・課題およびその理由
- 質問項目：2011 年の洪水以前の洪水に対する認識や予防対策、2011 年洪水時の社員の安全確保や支援・連絡、避難の場所・時期の決定、操業停止や再開の決定、情報の受発信・伝達、取引先との連携、機材の移動や再発注等について。

本書の構成

本書では調査結果を分野別に再構成し、『9つの教訓』という形で将来の洪水対策への検討資料となるように構成した。また、洪水対策に役立つと思われる関連情報をテキストボックス形式のコラムとして挿入した。

教訓〇： ～インタビュー結果から導き出された教訓～

<解説・補足>

- **インタビュー結果の概要やそこから得られた改善策案について記述**
-
-
-

<インタビュー回答より引用>

主なインタビュー結果を掲載。

- 良かった点(自己評価)
- 課題(自己評価)
- コメント

<コラム〇： ～各教訓に関する関連情報～>

洪水対策に役立つと思われる関連情報を記載

英略語一覧

略語	正式名	和訳
BCP	Business Continuity Plan	事業継続計画
BCM	Business Continuity Management	事業継続マネジメント
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO	(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
JAF	Japan Automobile Federation	(一般社団法人) 日本自動車連盟
JETRO	Japan External Trade Organization	(独立行政法人) 日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独立行政法人) 国際協力機構
PC	Personal Computer	パーソナルコンピューター
RRI	Rainfall-Runoff-Inundation	降雨流出氾濫
SARS	Severe acute respiratory syndrome	重症急性呼吸器症候群
SMS	Short Message Service	ショートメッセージサービス
UNESCO	The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置

タイ・チャオプラヤ川 2011 年の洪水について

チャオプラヤ川は日本の河川と異なり、勾配の非常に緩やかな河川である。タイの中央平原を北から南へ流下し、首都バンコクはその河口に位置する。全流域面積は約 16 万 km² にもおよび、これはタイの全国土面積の約 3 分の 1 に相当する。上流の 4 つの支流が合流してチャオプラヤ川となったものが通過する中流部ナコンサワンは河川管理上重要な地点であり、コラム 3 で後述する、タイ政府王立灌漑局の「チャオプラヤ川氾濫予測システム」のウェブページからナコンサワンの流量グラフを開くと、毎秒 3,600m³ という流量を越えるかどうかと同観測点付近で氾濫が生じるめやすとされている。2011 年は 6 月から 10 月にかけてタイを襲った 5 つの台風により、チャオプラヤ川流域全体で約 1,400 mm（平均値比約



チャオプラヤ川流域

(出典：FAO AQUASTAT)

140%) の降雨が報告され、ナコンサワン観測点での流量は 2011 年 9 月中旬より 11 月初旬まで継続して毎秒 3,600 m³ 以上を記録した^[4]。

2011 年の洪水ではタイ全土に 60 以上ある工業団地のうち、ナコンサワンとバンコクとの間に位置する 7 大工業団地（サハ・ラタナナコン、ロジャナ、ハイテク、バンパイン、ファクトリーランド、ナワナコン、バンカディ）は特に甚大な経済被害を被った。それら 7 大工業団地の被災企業数 804 社のうち、日系企業は半数以上を占めていた^[5]。

2011 年の洪水被害は次のとおりである。

影響を与えたエリア：タイ全 77 県のうちの 65 県^[6]

死者：815 人^[6]

洪水により影響を受けた人口：約 950 万人^[6]

推定経済被害：約 1 兆 4,250 億バーツ（約 457 億ドル、約 3.8 兆円）^[7]

従業員の安全確保のための非浸水地域の工場・事業所の操業停止、世界的なサプライチェーンの寸断等による間接被害等もあわせると、上記の推定経済被害額を超える経済的影響がでたと考えられる。

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

<解説・補足>

- インタビューでは「2011年の洪水は想定外であった」との回答が非常に多く、対応に苦慮した企業が多かったことが伺える。
- 一方で、2011年の洪水時にも2010年洪水の経験を活かして乗り切った企業も存在する。
- そもそもチャオブラヤ川流域は基本的に洪水に脆弱な地域であり、その潜在的な危険性が事前に十分に認識されていなかった可能性もある。
- 2011年の被災を糧にし、次の洪水災害を乗り切れるように十分な対策を整えるべく、マニュアルや事業継続計画の整備を行っておく。

<インタビュー回答より引用>

良かった点（自己評価）

- ✓ 2010年被害が教訓となり、事前にダムの貯水量や貯水池水位などを判断基準として話し合っていた。

課題（自己評価）

- ✓ 現地従業員の協力、奮闘はよかったが、洪水そのものが想定されていなかったこともあって、会社としては反省すべき点が多い。
- ✓ 洪水に関する危機管理マニュアルはなかった。
- ✓ 危機管理マニュアルについては、SARS、政情不安等に対するBCMは準備していたが、ここまでの洪水は想定していなかった。
- ✓ BCPで想定していたリスクは主に政治的抗争発生時の対応を意識したものであったため、洪水時の対応は想定外であった。

コメント

- ✓ 浸水に備えたつもりが、想定以上の洪水に水泡に帰すといった感じ。
- ✓ 工業団地は浸水すると思っていたがなかった。
- ✓ 土嚢作成などを行ったが、全てに想定以上の洪水被災となった。

<コラム 1: 洪水に備える - 事業継続計画(BCP)>

- BCP (Business Continuity Plan) は、「不測の事態が発生しても、重要な事業を中断させない、または中断しても可能な限り短い期間で復旧させるための方針、体制、手順等を示した計画」と定義されている^[8]。
- BCP 策定については、現在多くの手引きやマニュアルが作られている。一例として、日本では内閣府防災担当の防災情報のホームページに各省庁、都道府県、経済・業界団体等が作成した事業継続ガイドライン等へのリンク先が記載されており^[9]、参照することができる。

<http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/keizoku/sk.html>

- また、内閣府防災担当では、「事業継続ガイドライン」を 2005 年 10 月に発行して以降改定を重ね、2013 年 8 月には第三版を発行した。これは、昨今の BCP 普及の状況、東日本大震災やタイにおける水害の教訓、さらには国際動向を踏まえて改定されたものである。
(参考：事業継続ガイドライン 第三版、2013 年 8 月)^[8]

http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/keizoku/sk_04.html

- 水害対策に特化した BCP マニュアルとしては、首都圏を後背地に抱える国土交通省荒川下流河川事務所が作成した「事業所の水害対策 事業継続(BCP)作成のすすめ」(2011 年 6 月)^[10]のような手引きもある。洪水の特性として、(1)被災までのリードタイム(警報や注意報を発表してから基準を超える事象発生までの時間)が長い(地震等と比較して)、(2)洪水発生により浸水地域と非浸水地域に分かれるので、非浸水地区(低リスク地域)を考慮に入れた BCP 策定が可能、(3)長期的な浸水に備えた計画の必要性がある、などが挙げられる。洪水頻発地区では、水害に特化した事前対策を BCP に含める必要がある。

http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000040973.pdf



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』向上を図る

<解説・補足>

- 普段出来ないことは、間違いなく緊急時にも出来ない。
- また BCP を策定しても、それが緊急時に役に立たない「絵に描いた餅」にならないよう、平時から演習・訓練を通じて、経営者のみならず従業員を含めた全員の『危機対応能力』の向上と現実的な BCP の作成・改善に努める必要がある。
- 災害対応には普段からの演習の積み重ねが重要である。例えば、想定外の大規模災害への対応における危機対応能力向上を目的とするシナリオ非提示型手法を用いたシミュレーション演習形式があり、経済産業省ホームページ「事業継続能力(BCP/BCM)」で公開されている(コラム 2 参照)。
- 洪水対策マニュアルや BCP には防災・備品リストや防災訓練の実施も含めておく必要がある。
- 緊急時にしか使えないシステムを整備すると、高価な割に使いたいときに使えない場合が多い。平常時に使用しているシステムを緊急時にも使えるようにする方が望ましい。

<インタビュー回答より引用>

課題 (自己評価)

- ✓ 通常レベルの防災・備品は例年通り準備できたが、被災規模が予想以上で全く不足。
- ✓ 訓練については、直前での話し合いのみで訓練まで至らなかった。

コメント

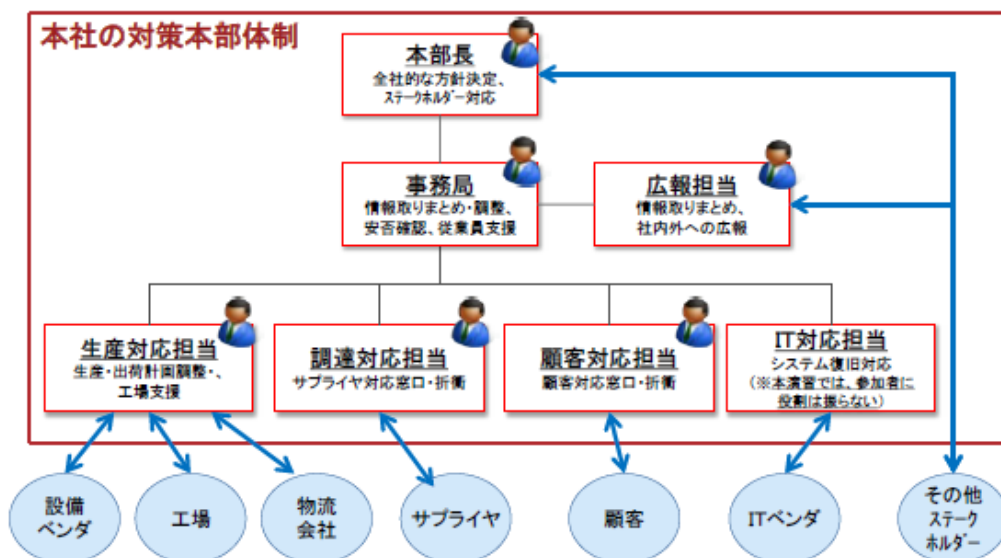
- ✓ 防災備品リストも無く、全くの準備不足。

<コラム 2: BCP の実効性向上にむけた企業向け災害対応訓練の例>

日本では既に多くの企業がBCPの策定に取り組んでいるものの、その実効性を十分に確保するところまでは至っていない。BCPの実効性向上には、必要な物理的対策や設備・資機材等を準備しておくというハード面、危機発生時の役割分担や判断基準等を決定しておくというソフト面、それに実践的な危機対応力というスキル面がある。これらのうち、東日本大震災では特に3番目の「実戦的な危機対応能力」というスキル面が不足していたとの指摘が多かった^[11]。この危機対応能力の向上を目的として、経済産業省は企業の経営にかかわる管理者レベルの参加による「シナリオ非提示型シミュレーション演習」を2013年6月に実施し、この訓練方式を広く知ってもらうため、この演習イベントの様子(参考資料、動画等)をホームページで公開し、啓発に努めている。

(リンク：http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/bcp/index.html)

公開された演習では、マグニチュード9相当の巨大地震が午後2時に発生したと想定。約60名の参加者は、ある架空の製造業(電子部門の設計・開発・製造・販売)の災害対策本部員であるという仮定のもと、災害発生後の初動対応(演習1)と事業継続対応(演習2)に取り組む。5~6名からなる10の班に分かれた参加者は、下記の図にあるような様々な役割を演じる。矢継ぎ早に提示されるシナリオ(時々刻々と変化する状況を反映)に限られた時間内に迅速に対応するため、強いリーダーシップ、チームワーク、高い情報分析能力等が求められる^[11]。



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

<解説・補足>

- 一般的に洪水被害に対しては、対応するための時間がある程度確保できるため、正確な洪水予測が出来れば被害軽減に役に立つ。具体的な情報としては、浸水するタイミング、深さ、および水が引くタイミングなど。
- インタビュー結果では、2011年洪水時には、正確な情報がなかなか手に入らず、「工業団地内の現場同士の情報交換が一番信頼でき役に立った」との回答が多かった。普段から工業団地内で、緊急時に信頼できる情報を交換できる情報網や緊急連絡体制を確立しておくことが必要。
- E-mailでの連絡は効率的だが、メールサーバーにスタック(滞留)することもあるため、メール以外の伝達手段も確保しておく方が望ましい。
- タイ政府が2011年の洪水後に強化した河川管理ツールのうち、「チャオブラヤ川氾濫予測システム」は2013年9月に一般公開されており、参考にできる。(コラム3参照)。

<インタビュー回答より引用>

良かった点(自己評価)

- ✓ ローカルの弊社及び業者スタッフとの連携により確かな情報を確保できたことはよかった。

課題(自己評価)

- ✓ (洪水時に)必要な情報は、本当に浸水するのか?浸水するならいつか?また、浸水した場合の水位。
- ✓ 重要な情報は、政治的意図や希望的観測、あるいは思い込みが入っていない、正しい情報と定量的な予測。
- ✓ 政府やメディアの情報を鵜呑みにせず複数ソースで確認を行い、常に最悪の事態を想定して対応することが大事。

コメント

- ✓ ほとんど自社にて相談し決定。問題は正確な洪水情報が無かったこと、直前まで浸水はないとの情報であったために本格的な避難判断ができなかった。

- ✓ どこにも確実なニュースソースがなく、自ら確認するしかなかった。タイのニュース等を含め、未経験の状況になって、誰も的確な情報を持ってなかった。
- ✓ タイ政府からの情報はその確度、論理性、具体性に欠け、対応も疑問であった。（「工業団地は絶対死守する」という約束は、その直後に守られなかった。）
- ✓ 全てに正確な情報は不足していたが、工業団地からの情報・要請等は信頼し従った。
- ✓ 浸水すると感じたのは工業団地の堤防決壊警報が発せられたとき。
- ✓ 逐次情報発信したつもりが、メールがサーバーにスタックされていたことがあった。
- ✓ 一部の日本人駐在員とタイ人保安員が工場に一時留まり、逐一周辺の状況を確認していた。またその状況は逐一、本社窓口及びバンコク事務所へ電話で報告していた。

<コラム 3: タイ政府による「チャオプラヤ川氾濫予測システム」の運用>

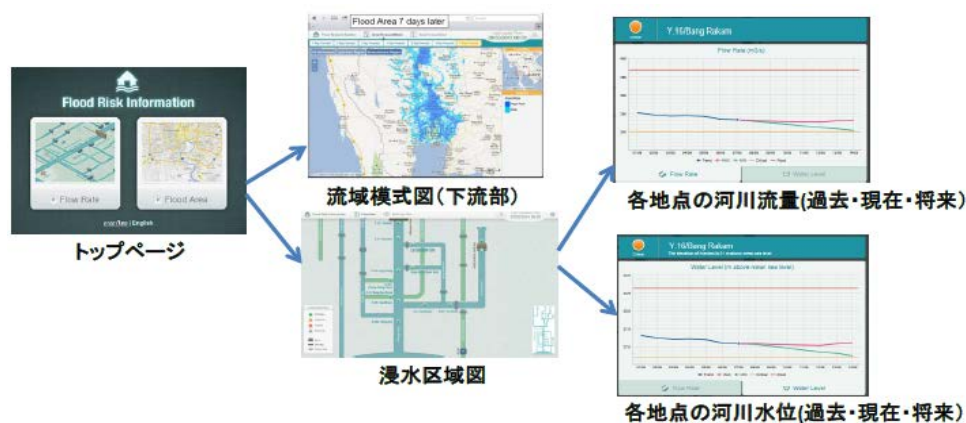
リンク：<http://floodinfo.rid.go.th/>

経緯：

- 2011年のタイ・チャオプラヤ川での大洪水を踏まえ、タイ政府は日本政府の支援を受けてタイ政府部内向け水管理シミュレーターと一般向け洪水予測システムから成る洪水管理システムを構築し、一般公開部分については2013年9月から情報提供を開始した^[12]。
- 一般向けの「チャオプラヤ川流域洪水予測システム」はJICAと一般財団法人河川情報センターが中心となって開発し、ICHARMも技術支援を行った。

特徴：

- 川の流量の模式図と浸水区域図のシンプルな2画面構成で、川の増水や浸水状況を把握できる
- 今後の河川水位・流量と浸水区域の予測が示され、いつどの程度危険な状況になる恐れがあるのかがわかる。
- 過去7日間の推移を見ることが出来、浸水の広がる方向・速度や水深などの状況を理解し、今後の備えの判断の参考にできる。
- 英語とタイ語の両方で情報提供を行っている。



教訓 4: 緊急時における対応について、事前取引先と取り決めを交わしておく

<解説・補足>

- インタビューの回答からは、取引先との関係責任を果たすために、多くの経営者がぎりぎりまで悩まれたことが伺える。
- 取引先との関係上、安易に生産を停止することはできないことが予想される。そのため、事前にいくつかの緊急対応ケースを想定し、取引先との間でどのような対応をとるか事前に協議し、合意しておくことが必要。

<インタビュー回答より引用>

課題（自己評価）

- ✓ 主要顧客の稼働に合わせる為、独立した判断ができなかった。

コメント

- ✓ 主要顧客であるメーカーから直前まで部品供給を止めない指示があり、サプライヤーとして思い切って生産を止める＝顧客のラインストップも覚悟する判断が出来なかった。退避を決断した時点で工業団地への浸水が始まっており、損害を抑える対応を取れなかった。
- ✓ 供給責任を果たすために生産継続を安易に優先。
- ✓ 納期に追われていたため、生産継続と避難との板挟みに合っていた。
- ✓ 他の工業団地に工場を借りて仮操業をした。
- ✓ 顧客との情報共有が不足し、対応ができなかった。

<コラム 4: 企業間及び企業と行政とのBCP/BCM連携強化をめざす日本の事例>

甚大な人的被害のみならず広範な経済被害をも我が国にもたらした2011年3月11日の東日本大震災の経験から、日本経済団体連合会（経団連）は個別企業のBCP/BCMの強化のみならず、企業間、あるいは企業と行政との連携強化についての重要性を認識し、2014年2月に企業・経済界に求められる取り組みと政府等への要望をとりまとめた。要望書は2014年2月18日に古屋圭司内閣府特命担当大臣（防災）に手交された。この要望書は「サプライチェーンを構成する企業間の連携」「地域内連携」「業界内連携」の三分野において、企業や行政に求められる取り組みへの要望や、先進的な活動を既に実施しつつある企業や団体の事例をヒアリングの結果をもとにまとめている^[13]。参考までに、それら先進事例の部分を抜粋し、下記に紹介したい。

企業間・自治体との連携を実施している先進事例

	サプライチェーンを構成する 企業間の連携	地域内連携	業界内連携
概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ IT等を活用した自社・パートナー情報の可視化による資源配置とサプライチェーンの再設計 ▶ BCP/BCMの目標や優先して復旧すべき品目等を明確化、その内容について取引先と共有 ▶ 中小規模事業者への支援 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 企業間、自治体との連携を深めるため、地域協議会等を活用。地域内の人的ネットワークを形成 ▶ 地区全体での共同訓練の実施、共同の災害備蓄・自家発電設備等の整備 ▶ 企業間連携による委託代替生産協定の締結 ▶ 企業と自治体との連携協定の締結 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 業界内の企業間での協力、情報共有 ▶ 競争に直結しない部品等の標準化を検討 ▶ 業界としてのBCP/BCMに関するガイドライン等の策定 ▶ 業界としての合同訓練等の実施
先進事例	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (ITメーカー) ITを活用し、サプライチェーン情報を可視化。必須部品の需給管理を徹底し、問題発生抑制と解決期間の半減を達成 ▶ (小売会社) 品目別に自社、サプライチェーンの在庫量を把握したうえで、増産可能性を推計、さらに自社の物流センター内に燃料備蓄基地を設置 ▶ (物流会社) 大規模災害時に不通区間が生じた場合は、トラックや内航船による代行輸送を実施 ▶ (自動車メーカー) 被災時に優先復旧・生産すべき重点品目を明確化。生産再開日数の目標を具体的に設定し、サプライヤーと共有、周知のためサプライヤー等と勉強会を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 鹿島東部コンビナートでは、工場長懇談会等を通じ、平時よりコミュニケーション基盤を構築、信頼構築と情報共有の下、迅速に復旧 ▶ 大丸有地区では企業と行政等から構成される協議会を設置し、予め「地域防災計画」を策定。自治体と連携して「帰宅困難者対策訓練」を実施 ▶ 愛知県の明海地区工業団地では共同の「避難計画」を策定、「共同訓練」を実施 ▶ 神奈川県と新潟県の遠隔地の工業組合同士で、「委託代替生産協定」を締結 ▶ ある小売会社は、複数の自治体と、災害対策等を含め多分野に渡り、連携協定を締結 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 通信業界では、無線LAN回線の共同利用などの協力を検討 ▶ 石油業界では、関係官庁と調整し、施設の共同利用等の仕組みを構築 ▶ 飲料業界では、被災時に代替供給先からの調達が可能となるよう、缶容器の規格を統一 ▶ 損害保険業界では、業界策定のマニュアルのもと、被災地域の被害状況を業界各社の共同により調査 ▶ 銀行業界では、業界団体加盟各社が関係官庁等とともに、合同訓練を実施

教訓 5: 万が一浸水した場合、資機材をどうするかに対応策を事前に決定しておく

<解説・補足>

- インタビュー結果からは、2011年の洪水は異常な浸水深だったため、「2階に移動させたのが無駄だった」や「土嚢が役に立たなかった」との回答が多かった。
- 可能な限りの浸水予測を行い、高所への移動だけで済むのか、それとも場所を移動しなければいけないのか早めに判断し、適切な時点で実行する。
- 普段から浸水した場合のリスクを考え、資材の保管場所や機器の設置場所について検討を行っておく。
- 特に、金型の浸水や、パソコンやサーバーの水没によるデータの損失は致命的であるため、他場所への移送・バックアップ体制は常にとっておく。
- 浸水した場合、停電することも想定され、資機材の移動に支障をきたすことも想定される。必要資材として発電機、簡易浄化水生成器、消毒薬剤等なども確保しておく。

<インタビュー回答より引用>

良かった点（自己評価）

- ✓ 9月下旬より近くの河川や運河で水位チェックを実施、土嚢、発電機、ポンプ等準備設置。
- ✓ タイ人保安担当員を中心として高さ1.5mの土手の構築、土嚢の積上げ、場内のサーバールームの密閉化などの作業を行った。10月8日午後、予定の18時よりも早い時間に停電となったが、無停電電源装置（UPS）などを用いて引き続き浸水対策作業を行った。
- ✓ 事前に完成品及び移動できる設備を2階事務所に移動させた。被災前に完成品は各メーカーのご協力の下、各メーカーに移動させた（約1ヶ月分）。

課題（自己評価）

- ✓ 今考えると、状況報告にとどまり、先手をうった対策はできなかった。金型の取扱いや代替生産への可能性など。
- ✓ オペレーターを早めに避難させたため、物品の避難の人手が確保できなかった。もっと情報が正確に、早くもたらされればより適切な対応が可能であったと思われる。

- ✓ 直前の対応として、工場への浸水を水際で防ぐための作業に終始したが、「守る」「防ぐ」といった対応ではなく、サーバーや PC 類の高所への移動など限られた時間の中でも「逃がす」という行動に更に注力するべきであった。

コメント

- ✓ 2～3 日前から土嚢積み、塀への鉄板貼り付け作業。浸水前日までに設備の一部を 2 階へ移動。完成品の搬出。
- ✓ 浸水時期、規模が予測できず、コンピューター、サーバーが移動できなかった。
- ✓ 避難開始後、工業団地が停電したため、思うように金型が避難できなかった。
- ✓ 実際には想定以上の速さで浸水したことで、2m 以上の浸水という点から、土嚢や土手の整備は徒労に終わったことになる。
- ✓ 自社で判断し 50cm 位の土嚢を積上げ十分と考えていた。本社からは大げさだとの指摘もあった。こんなに水が押し寄せるとは考えられなかった。
- ✓ サーバー室への浸水と損傷により全ての購買・経理・在庫・人事給与関係のデータが全て消失し、個人で、業務で利用している PC も事務所内を中心にほぼ全滅したため、復旧の過程で大変苦勞することとなった。

<コラム 5: チャオプラヤ川流域の氾濫原と工業団地の洪水対策>

チャオプラヤ川流域は、タイの経済、文化の中心として、歴史上重要な役割を担ってきた。上流には古都スコータイ、下流には古都アユタヤやトンブリー、また、現在のバンコク首都圏が位置する。下流域ではかつては雨季の降雨と川の氾濫を利用した浮稲栽培もおこなわれており、世界でも有数の稲の穀倉地帯といわれてきた。また、伝統的な高床式住居への居住や舟による移動など、洪水を前提とした暮らしがおこなわれていた^[14]。

しかし、20 世紀以降のバンコク首都圏の急激な発展と開発により、水路交通のためのクローン（運河）は埋め立てられ道路となり、もともと氾濫原であった土地も急速に市街化した。過去の地形図や水害地形分類図によると、2011 年の洪水で甚大な被害を受けたアユタヤ県やパトゥムタニ県の工業団地周辺の地域も以前は水田であったことがわかる^[15]。工業団地はそれぞれ輪中堤（わじゅうてい）と呼ばれる堤防で周りを囲み、洪水防止策をとっていたが、これはおおむね 10 年～50 年に 1 度という確率の洪水を想定したものが多く、50 年～100 年に 1 度という確率であった 2011 年の大洪水のような規模を基準としていなかった^[14]。その後、氾濫原に位置するタイの工業団地においては輪中堤の強化を含め洪水対策が強化されつつある。

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

<解説・補足>

- インタビュー結果からは、2011年洪水時には、従業員を早めに工場から退去(避難)させるなどの安全確保は優先的に実施していたとの回答が多かった。
- また、工場操業停止中も何らかの対応(一時支給金や給与保証など)を行っていた企業も多かった。
- 操業停止中の連絡や、操業再開の準備などに必要となるため、従業員との連絡体制(電話、SMS、Web サイトなど)を常に維持しておく。
- 従業員との連絡手段は常に確保し、工場が操業停止中のケアも実施する。

<インタビュー回答より引用>

良かった点(自己評価)

- ✓ 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り、特にけが人の発生などは無く対応に当たることが出来た点について、良かったと考える。
- ✓ 従業員の安全確保を考慮し直前の10月6日は夕刻で早退扱い、10月7日は臨時の帰休とした。
- ✓ アユタヤ政府から避難勧告が出た為、操業停止し自宅待機させた。従業員は洪水になれている為、個人判断で避難するかを判断した。
- ✓ 全従業員への連絡ルートが事前に完備していたことが良かった。
- ✓ キーパーソンとの連絡網を構築していたため、被災直後から業務再開が可能となった。
- ✓ 大勢の従業員の混乱を避けるため、早めに工場より退去させたことはよかった。
- ✓ 従業員の退避は交通手段が有効な内に終了できた。
- ✓ 指揮系統についてよかった点は、従業員の安否確認ができるような非公式の連絡網があったこと。
- ✓ 自宅待機の従業員にも給料(75%)を払い続け、また10月には見舞金も支給、年末のボーナスも例年の70%程度ながら支給し、主要な人材の流出は防げた。また解雇もしなかった。
- ✓ 会社として誠意をもって当たった(生活保障、災害見舞金)
- ✓ 水害対応(人材管理)で成功した点は、愛社精神が強く、退職者が少なかったこと。

- ✓ 従業員の電話番号リストを作り連絡を確保した。入出荷業務の事務員のアパートを BKK(バンコク)に確保し、BKK事務所での業務継続に貢献。他工業団地での仮工場のためにアユタヤの従業員のアパートを確保し、操業継続。
- ✓ 普段からタイ人スタッフと日本人の関係は良好であることで、今回のような緊急有事の際にタイ人スタッフが協力的に出来る限りの最大限の力を発揮してくれて、迅速に復旧が出来た。洪水をきっかけにもものづくりでのムダを一気に省き、効率化、在庫圧縮、短納期化を実現。物事を「変える」ことに対する恐れが消え、改善へのマインドが生まれた。復旧を共にやり遂げた自信から従業員同士の結束力が生まれた。
- ✓ ローカルメンバーと情報交換をすることで打開策が次々に決定していった。

課題（自己評価）

- ✓ 従業員の安否確認に手間取った点が反省点として残る。
- ✓ 浸水時の深刻な問題は、従業員の生活環境の変化、心のケアの問題。

コメント

- ✓ 生産が出来なかったが、全従業員を出社させて、11月以外は100%給与を支払った。
- ✓ 政府から7割の給与補助が出たが、従業員が会社からは通常の給与が出され、別途従業員に支給されると勘違いされていた。
- ✓ 他社に比べ、賞与の削減幅が大きく優秀な社員の流出につながった。

<コラム 6: 洪水の浸水深とその影響 ～日本で使われる「めやす値」の例～>

国土交通省の「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）」^[16] は、日本における過去の洪水のデータをもとに、洪水が発生した場合、一定以上の浸水深が人の歩行や電力の供給停止等に与える影響について、次のようにまとめている。日本の基準が必ずしも他国にも適用できるわけではないが、参考にしてみてもどうか。

<浸水深と避難・企業活動低下との関係>

- 30 [cm] : 自動車（救急車）の走行困難、災害時要援護者の避難が困難な水位。
- 50 [cm] : 徒歩による移動困難。
- 60 [cm] : JAFの実験でセダン、SUVともに走行不可。
- 70 [cm] : コンセントに浸水し停電（70cm＝床高 50cm＋コンセント設置高 20cm）。通信(固定)機器用のモジュージャックがコンセントと同じ高さにある場合は、通信機能も停止。



床から 20cm に差込口があるコンセントとモジュージャック

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

<解説・補足>

- 取引先との事前合意が整っていれば、代替生産の早期準備にも取り掛かりやすい。
- 東日本大震災の経験を生かした企業もある。
- 2011年洪水時は停電した地区も多く、発電機の事前確保が重要。
- 2011年洪水時には、保険査定の関係で、水没した機械を早く取り出すことができなかった事例もあった。
- 早期再開を目指すため、排水や被害確認を待たずに浸水した資機材の発注を行った企業もあった。

<インタビュー回答より引用>

良かった点（自己評価）

- ✓ 1階の生産機械設備全てが水没したため、金型はダイバーを雇い水中から引き揚げた。3.11の東京での経験が生き、どのような対処が必要かなど予測し迅速に対応した。
- ✓ 事業再開が早かった理由は、代替生産の早期準備や、水が引く（被害確認）前に機械装置の発注、発電機の購入、親会社の復旧支援を行ったこと。
- ✓ 2012年2月1日に生産再開した。それは、被災設備の先行手配と確かな復旧行動計画の実行と全従業員の参加による。
- ✓ 工場のサーバーを早期にバンコクへ避難させ業務を継続できた。鍍金工場の廃液を洪水前に全て処理を終えて有害廃液を周辺に漏洩させなかった。
- ✓ 一部の製品は仮工場（レンタル）にて被災後3週間後の11月1日に操業を再開した。一方で被災工場での操業再開は被災後3ヶ月後となった。
- ✓ 従来からの取引先の場所を借りられたため復旧は早かった。
- ✓ タイ人スタッフと工事業者の機転により新品の搬入が最速で可能となった。

課題（自己評価）

- ✓ 被害寄託製品の処理が問題となる。保険処理がおわるまで廃棄できない。
- ✓ 再開への問題は、多々あったが、インフラの回復や取引先との調整などがあった。
- ✓ 再開は、浸水後7ヶ月後、少し遅かったと思う、それは、日本での復旧検討に時間

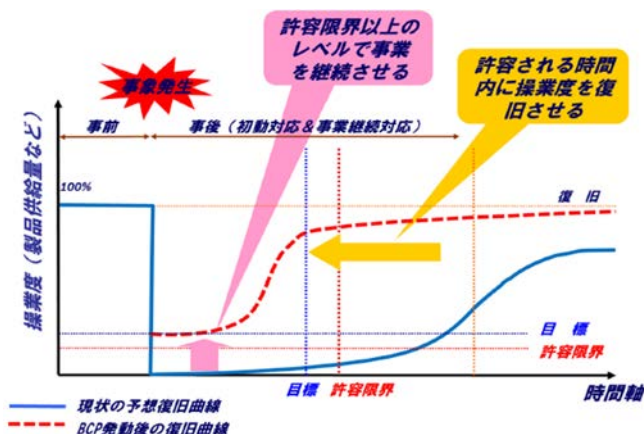
を要したため設備発注着手が遅れたため、再開において問題は、従業員の確保。

コメント

- ✓ 取引先の復旧遅れ。
- ✓ 1階設置大型設備の水没。大型設備のため対処不可。
- ✓ 深刻な問題は、工場がすべて浸水したので、成形機、金型がすべて浸水してしまったこと。成形機は機械メーカー、金型は金型メーカーに至急発注した。
- ✓ 再開における問題は、保険査定の遅延があったこと。新製品にした場合、一部での取り替えで済んだはずなど。
- ✓ 顧客側のリスク管理の目的による複数購買化、あるいは被災中の競合他社への転注、実需要の低迷などの理由により、被災前の生産水準に戻ってこない。
- ✓ 再開での問題については、試運転の時間が不足し修理品の再故障があった。
- ✓ 再開における問題は、(洪水前に操業していたアユタヤとは別な場所で再開したため) オペレーターがアユタヤから遠く離れてしまい、帰りがかったこと。彼女(オペレーター)らのアパート確保等に手間取った、かつ追加の費用発生。
- ✓ 受電設備等の基本インフラ機器が被災したことで、工場のライフラインを絶たれたこと(対処: タイ人スタッフと工事業者の機転により新品の搬入が最速で可能となった)。

<コラム 7: 目標復旧時間・目標復旧レベルの概念>

自然災害、事故、テロや暴動、サプライチェーン(供給網)の寸断等などが突発的に発生して組織の事業が中断された場合、「いつまでに」「どのレベルの」復旧を目指すかの判断が迫られる。下記の図は災害発生からの時間を横軸に、操業度(製品供給量等)を縦軸に示したものである。図は自然災害等の不測の事態が発生した場合を仮定し、BCPがない場合の復旧曲線(青曲線)と、BCPを発動して目標レベルまでの復旧をできるだけ短時間で達成した場合(赤点線)を比較している。2011年のタイ・チャオプラヤ川の洪水では、浸水した生産設備の早期発注や従業員の確保等が早期回復に影響を与えたとのケースも報告された^[8]。



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

<解説・補足>

- インタビュー結果からは、2011 年洪水時での指揮系統に関しては「うまくいった」という回答の方が多かったが、「うまくいかなかった」という回答も存在し、企業にとって対応に違いがかなりあったと思われる。
- 緊急時には、現地でトップダウンで判断して早急に対応できる体制を立ち上げるため、現地にある程度の権限移譲を行える体制を整えておく必要がある。
- 併せて、タイ側の窓口を一本化して情報の錯綜や報告漏れを防ぐとともに、日本本社との定期的な情報共有を行うなど、情報の流れ・指示の流れを早期に確立することが大事である。

<インタビュー回答より引用>

良かった点（自己評価）

- ✓ （社内の）日本側とタイ側（にいるスタッフ）でそれぞれ緊急対策室を設置し、窓口を決めて一本化したことで、タイ側は復旧に関わる業務に専念することが出来た。またタイ側からの情報提供として毎日決められた時間までに本社に対して日報を配信することをルール化することで、正確でタイムリーな情報提供が可能となったと考える。
- ✓ 経営層～日本人駐在員～タイ人スタッフがおのおのの役割を十分に理解し、緊急対応の中で自主的に動くことが出来た。特にタイ人のマネージャ層には最前線において裁量の範囲内で、ある程度の決定権を与える（任せる）ことで、スピーディに対応することが出来た。
- ✓ 本社との情報の共有については成功した。本社に窓口の一本化を申し入れ、情報のやりとりを特定の人物に限定し一本化した。これにより情報の錯綜を防いだ。
- ✓ 仮設事務所にローカルスタッフと共に（常駐し、情報を）集約出来たことで、情報や行動が一元化できた。
- ✓ 以前の駐在員が来タイしたことにより従業員のモチベーションがあがった。

課題（自己評価）

- ✓ 指揮系統はよかったとはいえない。現地スタッフをもう少し活用する必要。
- ✓ 復旧に関する情報や資材はバンコクに集中しており、これらを統括する人材をバンコクに滞在させても良かったかと反省している。

コメント

- ✓ 10月4日から毎日自社幹部による対策会議を実施、基本的に全ての意思決定は自社内（現場）で行い、状況を毎日本社に報告。

<コラム 8: 寺田寅彦「文明が進むほど災害が激烈になる」>

(以下、ICHARM Newsletter No. 29 竹内邦良センター長巻頭言から抜粋) [17]

昭和9年9月21日強大な室戸台風が近畿を襲いました。その2ヶ月後、寺田寅彦は「天災と国防」という小文を雑誌「経済往来」に発表しました。ここには現在の防災の基本的考え方、見方がほとんどすべて網羅されていて驚きます。一部を紹介したいと思います。

「天災は忘れたころにやってくる」は寺田寅彦の言とされていますが、ここには「今度のような烈風の可能性を……忘れていたことがすべての災厄の根本原因」とあります。

「文明が進めば進むほど天然の暴威による災害がその激烈の度を増す。」その原因は複雑に発達し「有機的結合」をもった社会では、「一小部分の傷害が全系統に致命的となりうる恐れがあるようになったということである。」「単細胞動物のようなものでは個体を切断しても、各片が平気で生命を維持することができる」が、高等動物では「針一本でも打ち所次第では生命を失うようになる。」高等動物ではその有機的結合を支える「神経や血管」が、「実に巧妙な仕掛けで注意深く保護されている」が、社会の電線やパイプは「野天に吹きさらし」になっています。これでは被害の甚大化は避けられません。

(中略)

自然の猛威は、「最後通牒もなしに突然襲来する」敵であり、観測網を整備した科学的国防が欠かせません。「天然の強敵に対して平生から国民一致協力して適当な科学的対策を講ずる」必要があります。



室戸台風（1934年）で被害を受けた大阪市内の小学校^[18]

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

<解説・補足>

- チャオプラヤ川下流域は洪水常襲地であり、現地従業員は洪水に慣れていた。
- 一方で工業団地は守られていて浸水しないであろうという認識があったため、2011年洪水時には油断していた面もある。
- 2011年の洪水後、堤防や水防壁等も強化されてきたが、洪水のすべてをコントロール出来るものではない。また、今後、自然的・社会的要因の変化に伴い環境も変化していくため、2011年以上の災害が起こらないという保証はない。
- 前例にとらわれ過ぎず、現地の変化を見据えながら常に防災を強化していく必要がある。

<インタビュー回答より引用>

コメント

- ✓ アユタヤ地区は規模の大小に関わらずほぼ毎年のように洪水が発生しており、住居が浸水するなどの直接的な被害のほか、通勤経路が閉ざされるなど勤務に支障が出ることも珍しくない。幸い、これまで工場の敷地内まで浸水するようなことは起こらず、今回の洪水は想定を越えた規模であった。
- ✓ 1995年にも工場団地周辺で洪水があったと聞いているが、工業団地内には浸水しなかった。当時も土嚢で防ごうとした。
- ✓ 洪水が日本と違い水位上昇が穏やかで生命への危機感が薄いため、避難意識がないことが多い。
- ✓ タイ人従業員の自宅が洪水になったことはあったが、タイでは当たり前のことという認識であった。
- ✓ 工場内に2011年の洪水で浸水したところまでをマーカー表示して、注意を喚起している。

参考文献

- [1] バンコク日本人商工会議所：タイ国経済概況(2012/2013 年版)，日・タイ経済協力協会，2013. よりタイ工業団地公社の統計を引用。
- [2] 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター：
<http://www.icharm.pwri.go.jp/>
- [3] 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター： ICHARM Newsletter, Vol. 8, No.2 (No.29), p2, 2013. 「降雨流出氾濫モデル (RRI モデル)」は 2013 年 7 月に第 15 回国土技術開発賞 (優秀賞) を受賞。
http://www.icharm.pwri.go.jp/publication/newsletter/pdf/icharm_newsletter_issue29.pdf
- [4] 佐山敬洋：世界の大規模洪水を監視・予測する先端技術-2011 年タイ洪水を事例に-，河川文化を語る会講演集<その 39>，日本河川協会，pp. 100-103, 2013.
- [5] 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.
- [6] アジア防災センター：メンバー国防災情報，タイ国，
http://www.adrc.asia/nationinformation_j.php?NationCode=764&Lang=jp&NationNum=09 (アクセス：2014.4.3)
- [7] The World Bank：Thai Flood 2011: Rapid Assessment for Resilient Recovery and Reconstruction Planning, 2012.
- [8] 内閣府：「事業継続ガイドライン」第三版，
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/keizoku/sk_04.html, 2013.
- [9] 内閣府：防災情報，<http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/keizoku/sk.html>
- [10] 国土交通省荒川下流河川事務所：「事業所の水害対策 事業継続 (BCP) 作成のすすめ」，http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000040973.pdf, 2011.
- [11] 経済産業省：シナリオ非提示型危機対応演習 実施概要，2013.
- [12] 布村 明彦他：「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，平成 25 年度河川情報シンポジウム講演集，
http://www.river.or.jp/01kenshuu/sympo/h25/img/report_04.pdf, 2013.
- [13] 日本経済団体連合会：企業間の BCP/BCM 連携の強化に向けて (概要，本文)，
<http://www.keidanren.or.jp/policy/2014/010..html>, 2014.
- [14] 砂田憲吾：アジアの流域水問題，技報堂出版，pp.53-56，2008.
- [15] 小森大輔・木口雅司・中村晋一郎：タイ 2011 年大洪水の実態，タイ 2011 年大洪水-その記録と教訓-，アジア経済研究所，p26，2013.
- [16] 国土交通省：「水害の被害指標分析の手引(H25 試行版)」 pp.39-40, pp.67-68, 2013.
- [17] 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター： ICHARM Newsletter, Vol. 8, No.2 (No.29), p1, 2013.
- [18] 小倉一徳：日本の自然災害 500~1995 年，日本専門図書出版，1998.

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～

編集 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)
澤野久弥・栗林大輔・萩原葉子・

発行日 2014年11月



土木研究所資料
TECHNICAL NOTE of PWRI
No.4291 November 2014

編集・発行 ©独立行政法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

独立行政法人土木研究所 企画部 業務課
〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 電話029-879-6754