



インドネシア・ジャカルタの水災リスクと企業の対応

2013年に、世界銀行等の研究チームが「無対策であれば世界の主要沿岸都市（136都市が対象）で発生する水災の年間総被害額は、2050年に現在の約170倍（約100兆円）になる可能性がある」という大きなインパクトを持つ研究論文を発表した¹。このような状況の中、世界各国に拠点を持つグローバル企業にとって、現地拠点において水災対策を講じることは必要不可欠である。しかし、その一方で、水災対策を講じた時点での想定を超える被害が発生する事例も出ている。

本稿では、海外の水災リスクを考える上での具体的事例として、インドネシアのジャカルタ付近の水災リスクについて取り上げ、弊社で実施した現地調査等を踏まえて解説する。なお、前述の世界銀行等による2050年における想定被害額ランキングで、東南アジア地域に着目すると、ベトナムのホーチミン（ワースト9位）に次いで、ジャカルタはワースト11位に挙げられている¹。

1. ジャカルタ周辺の河川と近年の洪水

図1は、インドネシアの首都ジャカルタ特別州およびその周辺の主要な河川を示している。

ジャカルタでは、チリウン川をはじめとした10を超える大きな河川が、大統領官邸をはじめ重要施設が集中する低地地帯へ向かって流れている。それらの河川を西放水路（WBC）および東放水路（EBC）によって人工的に遮り、両放水路からジャワ海へ放流するという治水システムを採用している。西放水路は20世紀初頭のオランダ植民地時代に造られたものであり、マンガライ水門やカレット水門等の当時建設された古い構造物が現在も残っている。一方、東放水路は、2004年から建設が始まり2011年から運用が開始された新しい放水路である。

現在のジャカルタにおける治水事業は、1997年に策定されたジャカルタ首都圏の治水マスタープランに基づいている²。本計画では、チリウン川、西放水路および東放水路は、100年に1度の降雨に対し洪水を発生させないことを目標に整備するとしているが、現在は暫定的な対策として、25年に1度の降雨を目標とし治水事業を行っている。しかし、治水事業は未だ途上にあり、近年では、2002年、2007年、2013年、2014年に大きな洪水が発生し、数年に1度の間隔で大きな洪水被害が生じている。

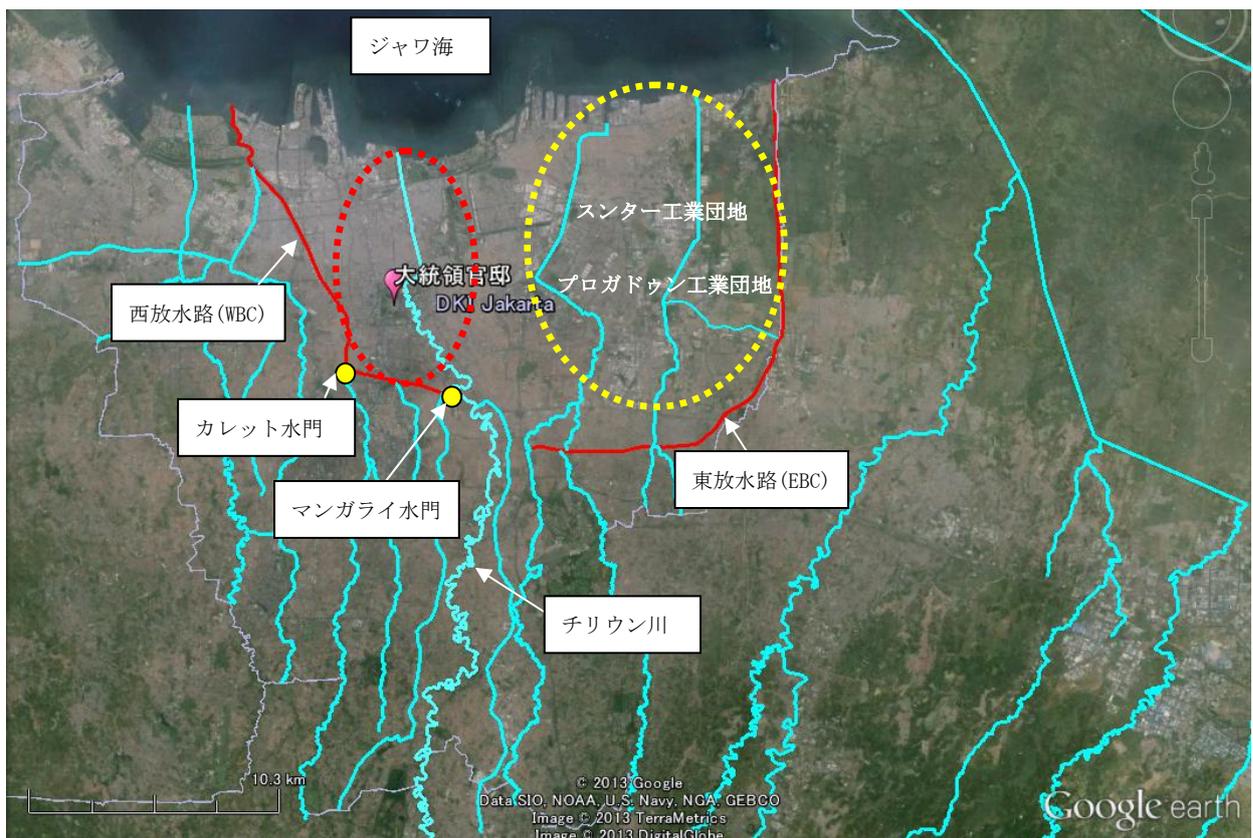
図1において西放水路とジャワ海で囲まれたエリア（図中に赤色点線で示したエリア）は、西放水路によって上流域からの河川を遮っているため、浸水被害が生じて内水氾濫による被害にとどまると想定される地域である。しかし、2013年1月の洪水では、西放水路右岸で堤防が決壊し氾濫

¹本研究論文の概要については、弊社2014年2月19日発行 リスクマネジメント最前線「拡大する世界の水害リスクと企業の対応」を参照願う。（http://www.tokiorisk.co.jp/risk_info/up_file/201402191.pdf）

²JICA/八千代エンジニアリング株式会社 ジャカルタ首都圏流域水害軽減組織強化プロジェクト基礎調査 平成18年1月

が発生した（後述 2. 参照）。一方、東放水路とジャワ海で囲まれたエリア（図中に黄色点線で示したエリア）は、日系企業が多く進出しているスンター工業団地やプロガドゥン工業団地があるが、東放水路が完成するまでの間は、大規模な外水氾濫が発生する危険性が高いエリアであった。なお、2013 年 1 月の洪水時においては、東放水路が完成していたため外水氾濫はほとんど発生せず、東放水路とジャワ海に囲まれた範囲の降雨による内水氾濫が主体であったと考えられる。

■ 図 1 ジャカルタ周辺の主要河川



出典：Google earth をもとに弊社加筆

2. 現地調査から分析するジャカルタの水災リスク

図 2・図 3 は 2013 年 10 月および 2014 年 5 月に弊社で実施した西放水路付近の現地調査地点および写真を示したものである。

マンガライ水門（写真①、写真②）では、現在拡張工事が行われており 2014 年 8 月の工事完了を目指している³。チリウン川は、19 世紀までは自然の河川としてジャワ海へ注いでいたが、20 世紀初頭にマンガライ水門地点から西放水路へ流路が変更された。そのため、マンガライ水門地点から下流の、元々チリウン川の流路だった部分（旧チリウン川）は、現在平常時は水門（写真③）が閉

³マンガライ水門の操作担当職員へのヒアリングによる。

じているため、ほとんど水が流れていない。ジャカルタ首都圏の治水マスタープラン²では、洪水時は水門を開け、旧チリウン川へ75m³/sを放流する計画であったが、旧チリウン川は大統領官邸を含む重要施設一帯付近を流れているため、現在では大統領の命令がない限り当該水門を開くことができない³。2013年1月の洪水時には、西放水路の水位が危険水位を超えたため、大統領から水門開放の命令が出たが、その直後に西放水路右岸において堤防が決壊し（写真④⑤）、放水路から氾濫水が流出したことによって放水路内の水位が下がったため、実際には水門の開放が行われなかった⁴。現在では、コンクリート堤防が完成し、破堤箇所は修復されている（写真⑥）。

写真⑧のカレット水門は西放水路の流れを遮るように設置されており、洪水時に水のスムーズな流下を妨げる要因になっていると考えられ、その問題を解決するために、2013年10月時点ではゲートを増設する工事が行われていた（写真⑨）。なお、その時点においては、カレット水門の一部はモーターが壊れており全開しないとのことである⁴。

■ 図2 西放水路付近の現地調査地点



出典：Google earth をもとに弊社加筆

⁴JICA/八千代エンジニアリング株式会社 ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト担当者へのヒアリングによる。

■ 図3 西放水路付近の現地調査写真 (弊社撮影)

写真①：マンガライ水門  2013. 10	写真②：マンガライ水門 (拡張工事)  2014. 5	写真③：旧チリウン川への水門  2013. 10
写真④：2013年洪水破堤地点概観  2013. 10	写真⑤：建設中の堤防 (破堤地点)  2013. 10	写真⑥：完成した堤防 (破堤地点)  2014. 5
写真⑦：橋脚付近のごみ (破堤地点)  2014. 5	写真⑧：カレット水門  2013. 10	写真⑨：カレット水門 (増設工事)  2013. 10

2013年の洪水で、西放水路において破堤が生じた原因として考えられるものは次のとおりである。

- a. カレット水門のモーター故障やゴミの停滞による流下阻害により、その上流で水位が上昇した。
- b. 放水路内の土砂堆積量が非常に多く、流下能力が低下していた。
- c. 破堤地点付近の橋脚やその周辺のごみの存在 (写真⑦参照) により水の疎通能力が低かった。
- d. 破堤地点は、元々北方へ流れていたチデン川を横切る形で西放水路が建設された地点であり、氾濫流が旧流路の方向へ流れることで、本来の自然が持つ力による破堤リスクが高かった。

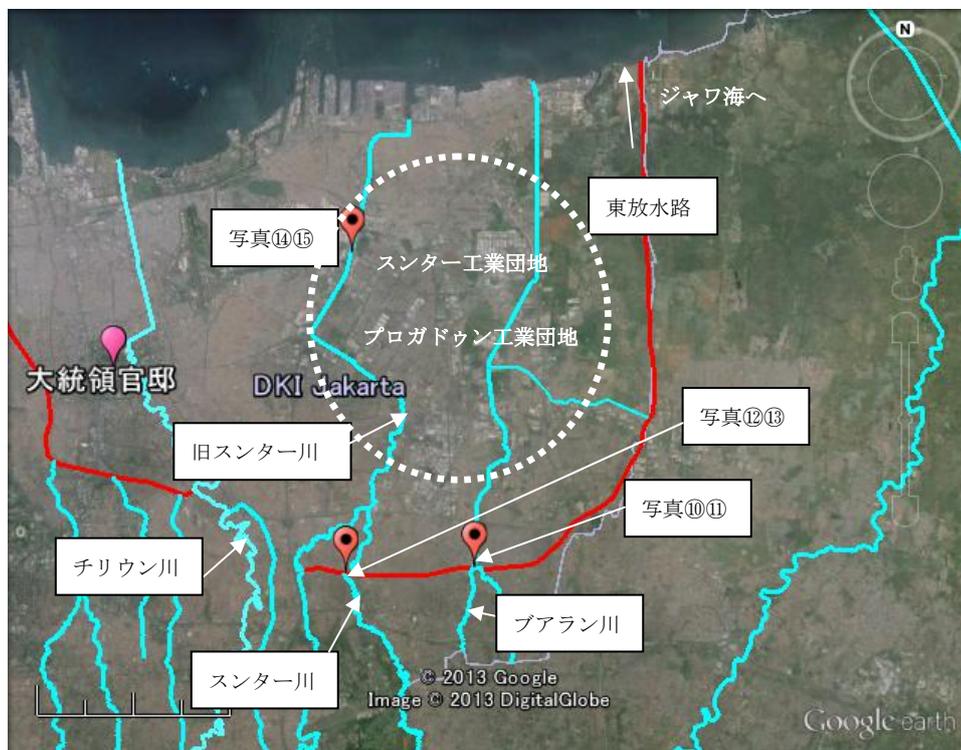
a.については、現地調査時には水門付近において河道内のゴミの清掃業務が実施されていたため、河道内のゴミは多くなかったが、洪水時は大量のゴミが上流から流れてくると考えられ、次回洪水時においても水門がネックポイントとなる可能性がある。b.については、世界銀行の支援により河道内の浚渫が実施されているが、本放水路は河床勾配が緩く、土砂が溜まりやすい河川であるため、浚渫後も河床形状の変化を観測し続けることが重要である。c. d.については、当該地点に限らず他

の地点においても同様の状況が考えられるため、他の地点において破堤リスクを分析する際にも参考となる。

図4・図5は東放水路付近の現地調査地点および写真を示したものである。

東放水路は、ブアラン川（写真⑩）、スンター川（写真⑫）を遮るように配置され、両河川の流量を東放水路によりジャワ海へ放出している。両河川と東放水路の合流点下流側には水門が設置されており（写真⑪、⑬）、水門は常時閉鎖されている。下流の旧スンター川（写真⑭、⑮）は上流の水門（写真⑬）で流れが遮られているため、流れはほとんどない。付近には、日系企業も入居しているスンター工業団地やプロガドン工業団地があり、2011年の東放水路の完成によってそれら工業地帯の洪水リスクが低減されたといえる。ただし、東放水路の完成以降である2013年洪水時においても、旧スンター川から越水が生じるなど、当該地域の水害リスクがゼロになったわけではない。当該地域は地盤沈下の問題が深刻であり、当該地域に降った雨の排水をポンプに頼らざるを得なく、内水氾濫リスクや高潮リスクが高い地域である。また、西放水路では河川と放水路の合流点付近において破堤が生じたことから、東放水路においても前述の水門（写真⑪、⑬）の地点がネックポイントとなる可能性を想定しておく必要がある。

■ 図4 東放水路付近の現地調査地点



出典：Google earth をもとに弊社加筆

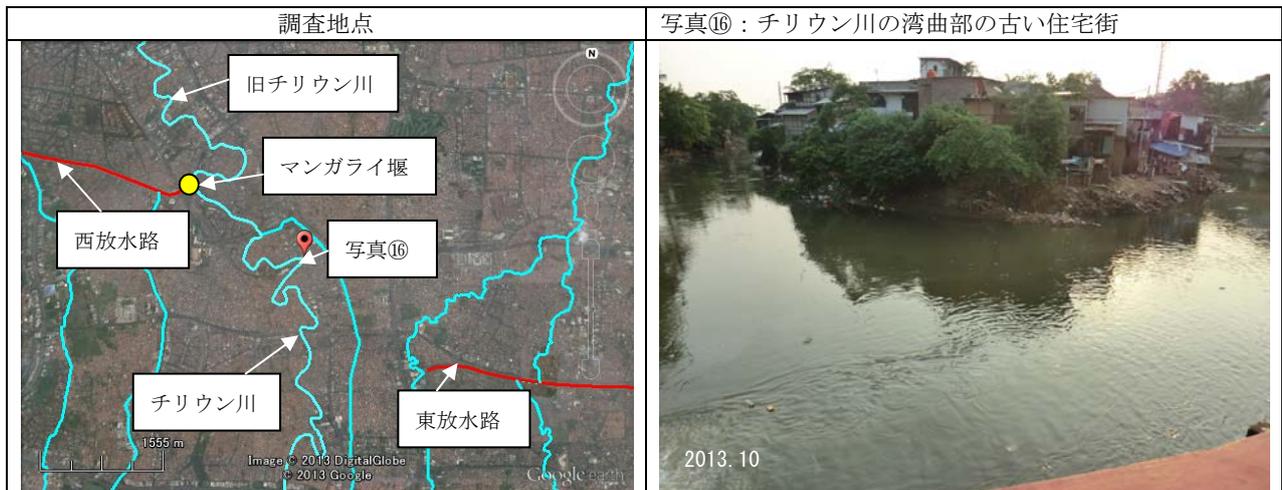
■ 図5 東放水路付近の現地調査写真 (弊社撮影)



図6はチリウン川（マンガライ水門上流）の現地調査地点および写真を示したものである。

チリウン川は、自然河岸を残した河川であり、所々で蛇行しながら水が流下している(図5参照)。写真⑯からも分かるように、河岸には古い住宅が密集しており、洪水時には水位が上昇し住宅地が容易に浸水することが想像できる。このことから、当該河川においては、洪水時に水が氾濫しながら流下することで遊水機能⁵の役割を果たしており、下流エリア（大統領官邸周辺やススター・プロガドゥン工業団地等）における水害リスクを抑制しているといえる。一方、1997年のマスタープランでは、当該河川の河道改修⁶が予定されている。河道改修が実施された場合は、当該河川の持つ遊水機能が失われ、東放水路・西放水路へ流入する流量が増加し、下流エリアの洪水リスクが高まるため注意が必要である。

■ 図6 チリウン川(マンガライ水門上流付近)の現地調査地点・写真 (弊社撮影)



出典：Google earth をもとに弊社加筆

⁵洪水時に河川沿いの田畑等（本ケースでは古い住宅街）に河川の水が流入し、一時的に水を貯留する機能。

⁶河床を掘削したり河道を拡幅させることにより、河積の拡大を図ること。

3. 企業としての対策

ジャカルタでは洪水被害が頻発していることから、これまでに独自の洪水対策を実施してきた日系企業も存在している。東北大学災害科学国際研究所の2013年2月の現地調査⁷によると、ハード対策としては、工場敷地周囲のコンクリート壁の造成、敷地内に調節池(溜池)の設置、排水ポンプ・非常用発電機の設置、土嚢の準備、敷地全体の嵩上げ等の事例がみられた。ソフト対策としては、緊急時対応計画の策定、緊急時対応訓練の実施、排水ポンプ・非常用発電機の動作点検、土嚢の状態点検等が行われている。

2007年の洪水時に被災した企業が、このような対策を実施したことにより、2013年の洪水では被害を免れたケースがあり、洪水対策に予算を投じる重要性を示した事例といえる。また、行政による治水整備が徐々にではあるものの進んでおり、被災を免れた要因を調査・把握し、追加対策の必要性を検証がすることが重要である。一方、工業団地内では、一部のエリアで対策を実施した結果、水の流れが変化して、これまで浸水していなかった場所が浸水する可能性も出てきていることに留意する必要がある。

4. おわりに

現在ジャカルタでは雨季が終わったところであり、現地においては水災リスクが一段落したところであるが、数年に一度という高い頻度で水災が発生していることから、次の雨季に向け今後の備えは不可欠である。本稿は、インドネシア・ジャカルタの水災リスクに的を絞って、対策の一例を示したものであり、海外に進出する日系企業においては、世界の水害発生状況⁸をはじめ、あらゆる自然災害リスク⁹についても、常にアンテナを張ってより良い対策を講じる必要がある。本稿が、水災リスクへの対策を検討する一助となれば幸いである。

[2014年6月25日発行]

⁷福谷陽ほか、2013年1月に発生したジャカルタ洪水時の降雨特性と企業の洪水対策、東北地域災害科学研究 第50巻(2014)

⁸世界の水害発生状況と企業の対応については、弊社2014年2月19日発行 リスクマネジメント最前線「拡大する世界の水害リスクと企業の対応」を参照願う。(http://www.tokiorisk.co.jp/risk_info/up_file/201402191.pdf)

⁹海外における自然災害リスクと企業の対応については、弊社2014年3月11日発行 リスクマネジメント最前線「海外における自然災害リスクと企業の対応」を参照願う。

(http://www.tokiorisk.co.jp/risk_info/up_file/201403111.pdf)