

平成26年9月26日

英国のテムズ川及びサマセットの水災害に係る気候変動適応策の概要（案）

国総研 河川研究部 国際水技術政策タスク・フォース

2013年12月～2014年2月の冬の英国イングランドとウェールズは1766年以来の多雨となり（Katie Muchan 2014）、洪水被害が注目を集めた。

本調査は、英国の首都ロンドンを流れるテムズ川と、上記洪水被害で注目された同国南西部のサマセット（Somerset）地区について、水災害に係る気候変動適応策の概要を web に掲載された文献等に基づき調べたものである。

1. テムズ川

テムズ川の水災害に係る気候変動適応策については、下流の高潮災害の恐れのある区間と当該区間上流の区間の2つの計画が策定されており、前者はテムズ湾2100計画（Thames Estuary 2100 (TE2100) Plan）（環境庁2012年発表）、後者はテムズ川流域洪水管理計画（Thames Catchment Flood Management Plan）（環境庁2009年発表）である（（Environment Agency 2012(a)）の5頁）。

1.1 テムズ湾2100計画

1.1.1 計画の概要

テムズ湾2100計画（TE2100 Plan）とは、英国の首都ロンドンとテムズ湾周辺の今世紀末まで及びその後の高潮等による洪水に対する安全確保のための計画であり、2002年以来英国環境庁により検討が進められ2012年に策定された。同計画は特定の高潮災害等を契機としたものではなく、将来に備え積極的に計画し、将来の気候・土地利用変化、堤防等施設の老朽化を考慮している点が注目すべき点と考えられる。

本計画では、テムズ川（Kingston 地点）のピーク洪水流量が2080年までに40%増大しうること、最悪シナリオとして高潮水位が現況の高潮水位から2.7m増加しうること（（Environment Agency 2012(a)）の28頁）等を考慮し、次の4つの対策オプションを挙げている（（Environment Agency 2012(a)）の35頁）。

- (1)既存高潮堤防等の改良
 - (2)高潮貯留域の整備 ※高潮防御施設への作用水位を低減する
 - (3)防潮堰の新設
 - (4)水門付き防潮施設の整備 ※高潮時等に可動ゲートを閉めていても船舶の通過を可能とする水門付き施設のこと（Environment Agency 2012(a)）の58頁）
- これらのうち優位とされているオプションについては1.1.4の(4)参照。

1.1.2 ロンドンの高潮災害の地形的要因

テムズ湾における高潮防御施設は1500年以上前から存在している。紀元1世紀にローマ

人は現在のロンドンとなる町を標高 5m 以上の高台に建設した。この標高 5m は、おおむね現在の高潮リスク地域の境界に対応している。その後何世紀にも渡るロンドンの継続的な拡張により周辺の低湿地が市街化し、また、地面に対して海面が上昇したため、現在の防潮施設の維持問題が発生した（(Environment Agency 2012(a)) の 20 頁）。

1.1.3 将来予測の不確実性への対応手法

将来の気候・社会変化・施設老朽化に係る予測の不確実性を踏まえ、TE2100 では下記のとおり柔軟な実施方策を導入している。（(Environment Agency 2012(a)) の 39 頁）

(1) 実際の変化速度（※筆者注 海面上昇速度等）に応じた対策実施時期の変更

(2) 実際の変化速度に応じた対策の変更

※変化の判断に用いる 10 の指標（平均海水位、ピーク高潮位、河川のピーク洪水流量、洪水防御施設の状態等）が挙げられ、少なくとも 10 年ごとに TE2100 計画をレビューすることを推奨している（(Environment Agency 2012(a)) の 37、39 頁）。対策ごとの実施時期と同実施に係る判断時期が図示され、対策実施に係る判断は 10、20 年又はこれ以上前に行うこととされている

（(Environment Agency 2012(a)) の 38 頁）。

(3) 将来の状況変化に対応可能な構造物の設計

※例えば、堤防・堰等が将来改築可能となるように基礎等を設計する

（(Environment Agency 2012(a)) の 39 頁）。

(4) 将来の施設整備・環境創出を可能とする空間計画における事前考慮

※対策の選択肢ごとの概略位置が TE2100 の action plan に示されている（例えば (Environment Agency 2012(a)) の 59～65 頁）。

(5) 新しいインフラ整備との事前調整

※例えば、Shell Haven 地点に提案されているロンドン・ゲートウェイ港

(London Gateway Port) について航路、陸上交通連結線の調整が必要であり、

後者については、新しい防潮堰と一体で整備する可能性について提案の熟

度に応じて適宜検討するとしている（(Environment Agency 2012(a)) の 39 頁）。

1.1.4 主な勧告事項

TE2100 計画（2012 年）の主な勧告事項は次のとおり（(Environment Agency 2012(a)) の 29～30 頁）。

(1) TE2100 計画地域を 23 の政策単位（policy unit）に分け、政策単位ごとに洪水リスク管理対策を勧告。同対策は各政策単位の基準となる。具体的な対策として既存堤防等の改良、高潮貯留域の確保、防潮堰の新設等が挙げられている

（(Environment Agency 2012(a)) の 35 頁）。

(2) 現在の政府による気候変化指針によればテムズ・バリアは 2070 年まで計画に耐えうるとし、最初の 25 年間の計画期間（2010～2034 年）では既存施設群の積極

的維持・改良を勧告（当該期間の予想費用 15 億ポンド（1 ポンド 170 円として約 2,550 億円））。

- (3) 次の 15 年間（2035～2049 年）の予想費用は 18 億ポンド（同 3,060 億円）規模とし、主要高潮防御施設の更新、氾濫原管理の継続、感潮区間のハビタットの移転を勧告。
- (4) 2050 年前後に TE2100 計画についてレビューし、今世紀末までの選択肢について決定することを勧告。2070 年までに新しい対策を実現するには、レビュー後すぐに計画・設計・工事を行う必要があるとしている。2009 年時点の評価によれば、既存施設の更新・改良と氾濫原管理、または Long Reach 地点における新しい防潮堰の建設と関連工事が有力な 2 つの選択肢である。（※（Environment Agency 2012(a)）の 47 頁によると、2070 年以降の期間について、費用便益評価により「2070 年まで既存防御施設の最適な維持・改良を行うとともにテムズ・バリアを改良し、さらに、2135 年以降同バリアを高潮時の船舶通過用水門を持つ施設に改造する」選択肢と「2070 年まで既存防御施設の最適な維持・改良を行うとともに Long Reach 地点に新たな防潮堰を 2070 年までに建設する（2135 年以降船舶が通過可能な防潮施設に改築）」選択肢が有力な 2 つの選択肢とされている。）今世紀末期間（2050～2100 年）の予想費用は 60～70 億ポンド（同 1 兆 200 億～1 兆 1,900 億円）である。
- (5) モニタリング・プログラムの確立。（10 のモニタリング指標、10 年ごとの計画のレビューと更新（再出））
- (6) TE2100 計画期間中に海面上昇により失われる感潮区間のハビタットを移転するため、876 ヘクタールの感潮区間のハビタットの創出を勧告（同ハビタット創出の潜在的候補地 5 箇所を見極めた）。
- (7) 政策決定者、土地所有・管理者の協働によるテムズ湾土地戦略の策定を勧告。
- (8) TE2100 計画に示された時間割に沿って行動計画が実施されることを勧告。

1.2 テムズ川流域洪水管理計画

1.2.1 計画の概要

テムズ川流域洪水管理計画（Thames Catchment Flood Management Plan）は、テムズ川流域の洪水リスク（高潮のリスクを除く。高潮のリスクについては TE2100 計画（既出）に記載）の概要を示すとともに、今後 50～100 年間における持続可能な洪水リスク管理に適した計画について述べるものであり、全国の流域ごとに策定されている 77 の流域洪水管理計画（Catchment Flood Management Plan）の 1 つである（（Environment Agency 2009(a)）の 1 頁）。

本計画では、将来の洪水リスクの変化への主な影響要因として気候変化と市街化による土地利用変化を挙げ、気候変化が最も大きな影響を与えそうだとし、下記の仮定を置いている（（Environment Agency 2009(a)）の 9 頁）。

- ・より温和で雨の多い冬になることによるピーク洪水流量の 20%増大。
- ・夏の短期間の集中的な嵐の頻度増大による、処理能力を超過した排水網・河川における

急激な増水による洪水 (flash flooding) のより広範囲・定期的な発生。

将来の洪水リスク管理方針については、対象流域を 43 の小地区 (sub-area) に分割し、6つの政策オプションを各割り当てている。これらの政策オプションのうちの1つ (Policy option 6) では、「低～中程度の洪水リスクの地区で、全体の洪水リスク低減又は環境上の便益が期待される場所では、関係者と協力して水をため又は流出を管理する」としている ((Environment Agency 2009(a)) の 10～11 頁)。当該政策オプションの対象地区の1つである「Towns and villages in open floodplain (north and west)」の「Upper Roding」 ((Environment Agency 2009(a)) の 12 頁) における洪水リスク管理戦略の事例について次項で述べる。

1.3 Roding 川の洪水リスク管理戦略の事例

1.3.1 Roding 川の概要

Roding 川はロンドン東部郊外を北から南へ流れるテムズ川の支川であり、テムズ川との合流点はテムズ・バリアより下流である。

Roding 川流域の土地利用には上下流で明確な違いがある。上流域は主に田園であり、大部分の土地が農地として利用され、わずかな家屋が散在している。中流域の Roding 川付近はやはり農地である。下流域は高密度な市街地 (工場群) を含んでいる ((Environment Agency 2012(b)) の 1 頁)。

Roding 川では 2000 年に河川・(都市) 雨水による浸水被害が発生し、Woodford 町で 400 以上の家屋が被害を受けた ((Environment Agency 2012(b)) の 2 頁)。

1.3.2 Roding 川洪水リスク管理戦略の概要

Roding 川洪水リスク管理戦略 (River Roding Flood Risk Management Strategy) は、今後 100 年間の Roding 川流域 (感潮区間を除く。なお主要支川 (Cripsey Brook と Loughton Brook) を含む) の洪水リスク管理オプションについて詳細に調査するために策定され、2012 年に環境庁に承認された ((Environment Agency 2012(b)) の v、1 頁)。

本戦略で推奨された洪水リスク管理は以下の事項から構成されている ((Environment Agency 2012(b)) の 3 頁)。

- a) 都市化した支川における流下能力・施設の維持管理の継続
- b) 中流域における流路の維持管理
- c) Woodford 町の家屋の (都市) 雨水に係る浸水リスク管理の向上
- d) 上流田園地帯並びに中下流域の一部区間の Roding 川の維持管理からの撤退
- e) Shonks Mill 橋上流の貯留施設の整備

上記洪水リスク管理を実施した場合に見込まれる効果・影響 (気候変動影響を考慮しないモデルによる評価結果) は次のとおり ((Environment Agency 2012(b)) の 3～4 頁)。

- ・ 899 の家屋の洪水リスク低減
- ・ 上流域の最大 15 の家屋の洪水リスク増大

- ・最大 23 家屋は極めて重要な洪水リスクを抱えたまま
- ・維持管理費用の平均年 20 万ポンドの低減

なお、維持管理を減じることによる上流域の家屋浸水リスク増大への対応として家屋ごとに被害低減対策を実施し環境庁が対策費用を一部負担する（(Epping Forest District Council 2011)、(Environment Agency 2012(b)) の 7 頁）。

また、本戦略は「Environment Agency Project Excellence Award for Asset Management in 2013」を受賞している (David Keiller 2014)。

1.4 テムズ・バリア

1.4.1 バリア建設の経緯と機能

1953 年の高潮によるイングランド東岸及びテムズ湾の大被害（死者 300 人超）の後、1966 年の Sir Herman Bondi による報告書を受けて、テムズ湾の高潮対策は堤防かさ上げと可動式ゲートを持つ防潮堰建設によるものと決定された。テムズ・バリアの建設は 1974 年後期に始まり、1982 年 10 月に運用可能となり、1983 年 2 月に初めて運用された。英国女王による供用開始は 1984 年 5 月 8 日である (Environment Agency 2014(a))。

テムズ・バリアはロンドン中心部の 125km² を高潮により生じる洪水から守るものである。また、河川洪水時に、河口の潮位が低い時にテムズ・バリアを閉めることにより、テムズ・バリア上流に河川洪水を貯める空間を確保し、上流の河川水位を低下させロンドン西部のいくつかの地区を守るものである。(Environment Agency 2014(b)) (図 1 参照) ※テムズ湾の日潮位変化は時期によるが最大約 7m である (Sarah Lavery and Bill Donovan 2005)。

なお、本河川水位低下手法は、テムズ・バリア上流のテムズ川の河床（洪水時の水面）勾配の緩さ・川幅の広さ（これらが洪水流を貯留可能な面積の大きさに影響する）、テムズ・バリア下流の潮位の干満差（潜在的に低下可能な河川水位に影響）、洪水流量の大きさ（テムズ・バリア上流の洪水貯留空間に対する相対的な大きさ）の組合せにより河川水位低下効果が異なり、あらゆる河川に適用可能な手法ではないと考えられる。

1.4.2. 将来の高潮の最悪シナリオ

テムズ・バリアでは気候変動による 2100 年までの高潮位の増大量の最悪シナリオとして 2.7m を想定 (2012 年計画) している ((Environment Agency 2012) の 28 頁)。同上昇量の内訳は次のとおり (Environment Agency 2009(b))。

- ・万年雪の融解及び海水の熱膨張による海面上昇量として 2m。
- ・高潮の強大化による上乗せ量として 0.7m。(再現期間 5 年の高潮に対応)

なお、上記以前に最悪シナリオとして 4.2m 上昇としていたが、2.7m に減少した主な理由は万年雪の融解の想定を変えたためである。

2. サマセット地区

2.1 地区の概要

英国南西部に位置するサマセット (Somerset) 地区は勾配の緩い低平地であり、水がたまりやすい地形であり、自然排水速度が遅い。洪水は比較的ゆっくりと浅い水深で広範囲に生じる。周辺流域ではローマ時代から氾濫水を除去するための試みが続けられてきたが、自然排水にのみ頼った場合、氾濫原は何カ月も水没したままになるであろうとされている。

本地区は大部分が田園・荒地であり、周辺を含めた流域全体で見ても市街地面積は 4% (Parrett 流域)、5% (North and Mid Somerset 流域) に過ぎない。((Environment Agency 2012(c)) の 4、6 頁)、(Environment Agency 2012(d)) の 4、22 頁)

2.2 サマセット地区の洪水リスク管理計画

サマセット地区を含む流域洪水リスク管理計画 (Catchment Flood Management Plan) として「Parrett Catchment Flood Management Plan」と「North and Mid Somerset Catchment Flood Management Plan」の 2 つについて調査した。

これら計画においては、気候変動による影響としてピーク洪水流量の 20% 増加、2100 年までの海面上昇 500mm が将来シナリオとして用いられている。

前者では 8 つ、後者では 9 つの小地区へ分割し各洪水リスク管理方針が示されており、前者の Somerset Levels and Moors では政策オプション 6「低～中程度の洪水リスクの地区で、全体の洪水リスク低減又は環境上の便益が期待される場所では、関係者と協力して水をため又は流出を管理する」が推奨されている。((Environment Agency 2012(c)) の 9～11、18 頁)、(Environment Agency 2012(d)) の 9、10 頁)

2.3 昨冬の洪水後の対応

2014 年 2 月にキャメロン首相よりサマセット平地・荒地の洪水行動計画 (The Somerset Levels and Moors Flood Action Plan A 20 year plan for a sustainable future) が発表された。同行動計画には、河川の浚渫・管理、土地利用管理、都市雨水管理、粘り強いインフラ整備、洪水に対する地域の粘り強さの構築等が今後 20 年間の対策として挙げられている。(David Cameron 2014)

○参考文献

David Cameron 2014: The Somerset Levels and Moors Flood Action Plan A 20 year plan for a sustainable future, 13 February 2014.

David Keiller 2014: Flood Management When Less Can Be More, Water Issues, Black & Veatch, U.K. , <http://bv.com/Home/news/solutions/water/flood-management-when-less-can-be-more>, viewed on 26 September 2014.

Environment Agency 2009(a): Thames Catchment Flood Management Plan Summary Report.

Environment Agency 2009(b): Thames Estuary 2100 Technical Report Appendix L – Climate Change Studies in TE2100, pp.8.

Environment Agency 2012(a): TE2100 Plan.

Environment Agency 2012(b): Strategy Appraisal Report River Roding Flood Risk Management Strategy.

Environment Agency 2012(c): Parrett Catchment Flood Management Plan Summary Report.

Environment Agency 2012(d): North and Mid Somerset Catchment Flood Management Plan Summary Report.

Environment Agency 2014(a): the Thames Barrier and associated tidal defences, (2014年1月の英国調査時にテムズ・バリアにて入手したパンフレット) .

Environment Agency 2014(b): The Thames Barrier, <https://www.gov.uk/the-thames-barrier>, viewed on 18 September 2014.

Epping Forest District Council 2011: Report to Planning Services Scrutiny Standing Panel, 13 Sep. 2011, pp. 5.

Katie Muchan 2014: Winter 2013/14 rainfall records at CEH's Wallingford meteorological station, CEH Science News Blog, 17 March 2014, Center for Ecology & Hydrology, U.K. , <http://cehsciencenews.blogspot.jp/2014/03/winter-rainfall-record-wallingford-met-site.html>, viewed on 26 September 2014.

Sarah Lavery and Bill Donovan 2005: Flood risk management in the Thames Estuary looking ahead 100 years, Philosophical Transactions of The Royal Society, A Mathematical, Physical & Engineering Sciences, pp. 1462.

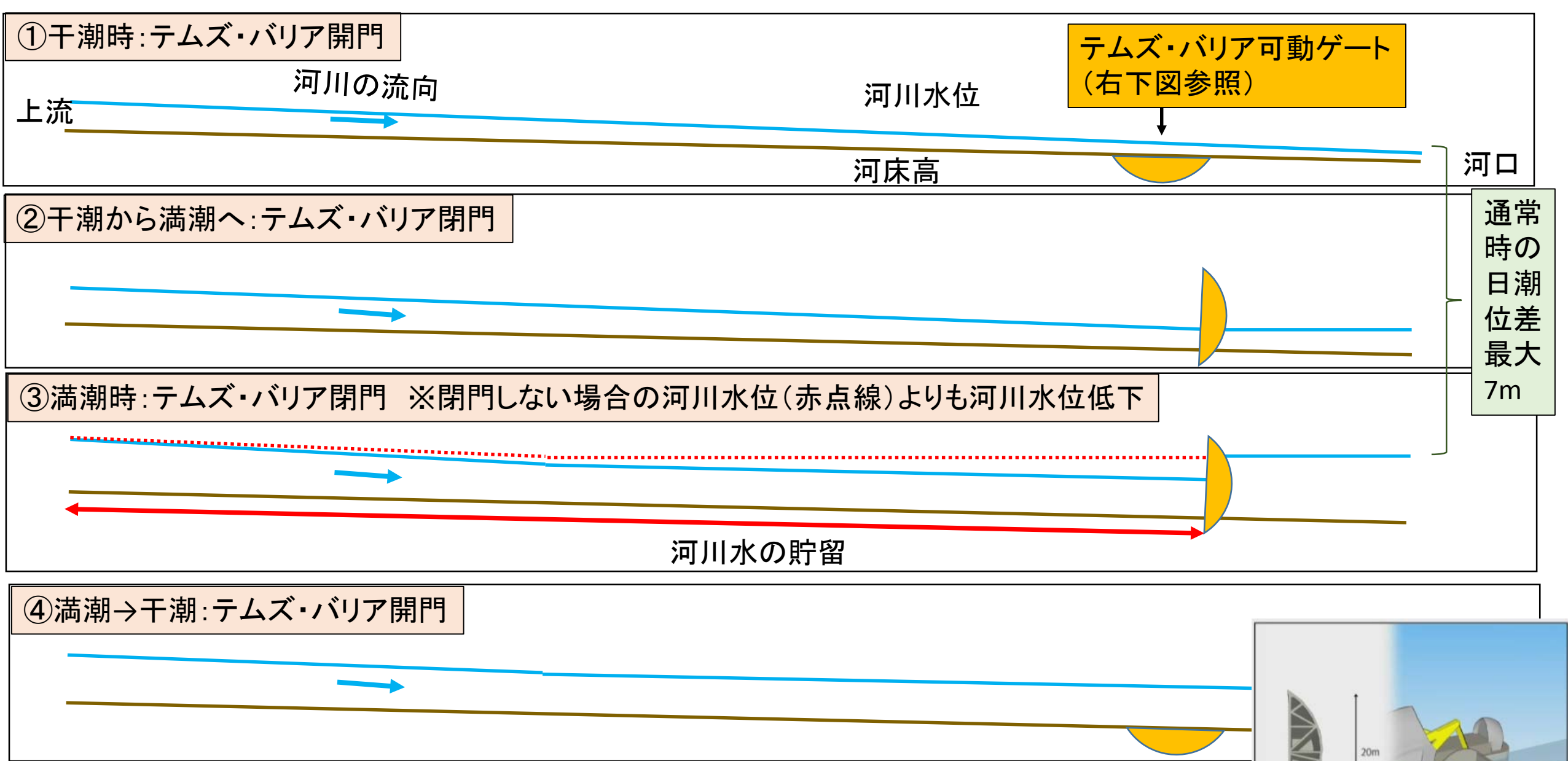


図1 テムズ・バリアによる河川水位低下手法概念図

※右下図出典:<https://www.gov.uk/the-thames-barrier>, 2014年9月25日閲覧.

