

## 5.13 港湾分野

### 5.13.1 港湾分野の気候リスクの概要・考え方

開発途上国における港湾は、海岸に面した港湾以外に、河川港湾として内陸部に位置する港湾、島嶼国の港湾もあり、気候リスク評価を行うにあたって、まずは、対象港湾の立地条件を把握する必要がある。また、港湾は様々な事業の物流サプライチェーンの拠点となるインフラであるため、港湾分野における気候変動の影響を検討する際には、対象港湾がどのような役割・機能を担っているかについても留意が必要である。例えば、対象港湾がコンテナ貨物を大量に扱うような対象国を代表する大規模な港湾、人流・観光客等を中心とした港湾、地方にある小さな港湾では、評価の際に着目する視点が異なってくる。

**港湾に関連する気候変動の予測：**IPCCの第6次評価報告書によれば、気候変動により「気温・海水温の上昇」、「海面水位の上昇」が予測されており、平均海面水位は21世紀の間、上昇し続けることは、ほぼ確実と予測されている。沿岸部へは、それぞれ「強い台風の増加等」（すなわち「風速の増加」、「高潮偏差の増大」、「波浪の強化」）及び「潮位の上昇」として影響が現れることが懸念される。2015年にとりまとめられた国土交通省による「沿岸部（港湾）における気候変動の影響及び適応の方向性」では、港湾における気候ハザードと影響につき以下のように検討している。

**高潮偏差・波浪の増大：**IPCCの第6次評価報告書では、世界平均気温の上昇や海水温の上昇など、台風、サイクロンの発達・勢力維持等に影響を及ぼす要因の発生が予想されている。強い台風の増加等は、高潮偏差及び波浪の増大に影響することから、港湾への影響を検討する必要がある。

**海面水位の上昇：**海面水位の上昇が顕在化した場合、沿岸部（港湾）に甚大な影響が生じると想定されることから、沿岸の海面水位の変動をモニタリングしつつ、海面水位上昇量の最大値も考慮しつつ、港湾への影響を検討する必要がある。2100年までに起こる可能性が高い世界平均海面水位の上昇量は、1995～2014年の平均と比べて、GHG排出が少ないシナリオ（SSP1-2.6）の下では0.32～0.62m、中程度のシナリオ（SSP2-4.5）の下では0.44～0.76m、非常に多いシナリオ（SSP5-8.5）の下では0.63～1.01mと予測されている<sup>49</sup>。

#### 気候変動に伴う沿岸部（港湾）への影響要因が、沿岸部（港湾）に与える影響

- **防波堤・堤防：**現在でも設計条件を超える波高や高潮偏差による防波堤や堤防の被害が発生しており、将来気候下における高波や高潮偏差の増大に伴い、さらに被害が増加することが懸念される。
- **静穏度：**防波堤が被災した場合、港内の静穏度が悪化し、防波堤復旧までの間の港湾機能低下（荷役稼働率の低下）や物流の停滞、経済への悪影響が懸念される。また、通常時においても、波高、波向や波の周期が変わることで、港内の静穏度が悪化し、船舶の接岸に支障が出たり、荷役効率が低下したりするなどの悪影響が懸念される。
- **荷さばき地・産業用地（堤外地）：**強い台風の増加及び海面水位の上昇を同時に考慮（海面水位が0.82m上昇した際に室戸台風規模の台風が来襲した場合の高潮浸水シミュレーション）すると、堤外地の浸水深は大きく増加し、産業・物流機能への被害が拡大する恐れがある。浸水深の増加が数10cmであったとしても、荷役機械の動力部が浸水すれば復旧には相当の時間がかかるとも

<sup>49</sup> IPCC 第6次評価報告書第1作業部会報告書 政策決定者向け要約 暫定訳（文部科学省及び気象庁）を基に作成

に、空コンテナであれば数 10cm の浸水深さで浮上することから、荷さばき地・産業用地（堤外地）に大きな影響を及ぼすことが懸念される。

- **堤内地：**気候変動に伴う外力の増加に伴い浸水面積、平均浸水深が急増し、その伸びは堤外地以上に大きい。
- **荷役機械：**強い台風・暴風雨の増加により、風速の増大が見込まれ、逸走での被災が生じる可能性がある。
- **航路・泊地：**気候変動に伴う降雨量及び河川出水量の増加により、河川からの供給土砂量が増加することで、河口部の航路・泊地への堆積土砂量が増加する可能性がある。海面水位の上昇により、干潟・浅場の波や流れの変化が生じ、干潟・浅場の土砂輸送傾向が変化し航路・泊地埋没に影響を及ぼす可能性がある。外洋域の港湾では、台風や低気圧に伴う時化時の波高増大により、移動限界水深が深くなるなどの変化が生じ、底質の移動増加による航路等の埋没が発生する可能性がある。

### 気候変動に伴う河川や内陸部への影響要因が、河川港湾に与える影響

- **河川水位：**洪水や干ばつによる河川水位の低下などが頻発した場合、船が航行できないなどにより、港湾や物流機能の低下をもたらすことが懸念される。
- **航路・泊地：**河川水位の低下、河川への土砂供給量の変化により、河の水深や川底の地形が変化することで船舶の航行に支障が出る懸念がある。

その他、干潟・浅場の面積の変化や海面水位の上昇に伴う水門や橋梁の桁下空間の減少など影響も懸念される事項として挙げられている。こうした気候変動影響に対する適応策としては、将来の自然外力を考慮した構造物の整備、背後地の重要度に応じた防護水準の設定、災害リスクの評価及びハザードマップ等による周知など様々な適応策が考えられる。

当該分野の JICA 事業における気候リスク評価を行う際の検討の参考として、各要素に関わる項目例を次の表に記載した。ただし、ここに記載した項目全て網羅する必要はなく、また、限定されるものではない。各事業の特性を踏まえ、検討の視点の参考として適宜活用することを想定している。

### 5.13.2 港湾分野の気候リスクの構成要素の例

表 84 港湾分野の事業における気候ハザードの例

分類	現在および将来予測値等として確認、検討する項目の例
気温変化	気温変化（年別、月別、日別）
熱波・寒波	年間平均気温
	月平均気温
	熱波・寒波の発生状況（時期、期間、規模などの統計値）
降雨量変化	年間降雨量
	月間降雨量
豪雨	豪雨の発生頻度（時期、期間）
風速	風速の変化
風向	卓越風
	風向特性の変化
洪水・浸水	年間降水量
	月間降水量
	日降水量
	時間降水量
	洪水・浸水の発生状況（時期、期間、規模などの統計値）

渇水・干ばつ	無降雨日数
	月降雨量変化
	渇水・干ばつの発生状況（時期、期間、規模などの統計値）
高潮・高波	高潮・高波の発生状況（時期、規模）
	海面水位の上昇高
	潮位偏差の変化（拡大）
	波浪の変化（強大化）、（波高、波向、波の周期）

表 85 港湾分野の事業における曝露の例

曝露対象		調査・確認する事項の例
ハードインフラ	港湾関連施設（岸壁、護岸、荷捌き地および設備、倉庫、物流施設、排水施設等）、臨港交通施設（道路・橋梁）	各施設の規模（数、スペック）
		各施設の資産額（評価額）
	泊地、航路	水深
		面積 延長
設備等（荷役機械、車両等）	各設備の規模（数、スペック）	
	各設備の資産額（評価額）	
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	関連組織の規模（人員数、体制）、役割等
周辺環境	港湾利用者	人数、利用時期、頻度など
	港湾貨物	取扱量、貨物種類 など
	干潟・藻場・砂浜	場所、規模 など

表 86 港湾分野の事業における脆弱性の例

脆弱性を検討する対象		調査・確認する事項の例
ハードインフラ	港湾関連施設（岸壁、護岸、荷捌き地および設備、倉庫、物流施設、排水施設等）、臨港交通施設（道路・橋梁）	立地場所、地形（海岸沿い、河口部、河川）、地質
		防波設備等、防護施設の整備状況
		海岸保全施設や港湾施設の劣化状況、補修頻度
		立地場所の地盤高
		排水設備の設置状況、稼働状況
		波高や高潮偏差を予測した防波堤や堤防の設計手法の適用有無
		冷蔵および冷凍保存施設の有無
		港湾内の道路環境（降雨や高温被害への強度）
		潮位または地盤高のモニタリング
		橋梁下のクリアランス不足
	泊地・航路	泊地や航路の位置
		延長
		水深
		浚渫等に関する維持管理体制
設備等（荷役機械、車両等）	設備等の設置場所	
	地盤高	
	設備等の耐久性	
	性能 老朽度	
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	災害発生時の対応計画等（BCP等）の策定状況
		気象状況のモニタリング体制の有無
		異常気象発生時の運行継続用システム（例：非常用電源等）の整備状況
周辺環境	港湾利用者	冷暖房設備の配備状況
		異常気象発生時の対応計画、体制
	港湾貨物	豪雨や浸水等からの防護措置の有無
		流出への防護措置の有無
	干潟・藻場・砂浜	貨物の保管・管理体制
	面積、植生の変化	

表 87 港湾分野の事業における気候リスクの例

気候リスクを受ける対象		気候リスクの例
ハードインフラ	港湾関連施設（岸壁、護岸、荷捌き地および設備、倉庫、物流施設、排水施設等）、臨港交通施設（道路・橋梁）	関連施設の損壊、浸水被害
		構造物、舗装及び建築物、等の流出
		港湾構造物の腐食速度の増大（降雨量の増加に伴うカビ、マイコトコシン、ダニ等の増加による）
		波高変化や防波堤被災に伴う静穏性の低下
		排水機能不足による長期的な浸水
		港湾機能、物流機能の低下・停止
		桁下空間の減少による船舶通行不可
	泊地・航路	泊地・航路の埋没・水深不足
	設備等（荷役機械、車両等）	港湾鉄道のトラック座屈
		港湾荷役機械（コンテナクレーン等）の強風や雷雨による逸走
荷役機械の転倒被害		
港湾内のナビゲーションシステム及び通信機器への損傷		
気温の上昇に伴う冷凍保存量の増加		
港湾荷役機械の運転の遅延、停止機会の増大		
港湾内の車両/港湾鉄道の運搬範囲への制限（排水設計基準を降雨強度が超過、洪水発生時等）		
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	荷役作業効率の低下
		港湾事業運営の遅延・停止、港湾事業運営に係る保険代増加
		顧客からの港湾サービスへの信頼性の低下
		エネルギーコスト増加（気温上昇に伴う冷凍需要増による）
		港湾閉鎖による近隣地域の市場アクセス低下
港湾の港湾内外に係る運送コストの増加		
周辺環境	港湾利用者（港湾従事者を含む）	越波、浸水、熱波などによる人的被害、健康被害 労働安全性の低下（すべり、転倒事故の増加）
	港湾貨物	コンテナ等貨物の流出 浸水・高温などによる貨物の損壊
	干潟・藻場・砂浜	海面水位及び波浪条件の変化に伴う浅場・干潟面積の減少
		生態系への影響

表 88 港湾分野の事業における適応策の例

適応策の対象		適応策の例
ハードインフラ	港湾関連施設（岸壁、護岸、荷捌き地および設備、倉庫、物流施設、排水施設等）、臨港交通施設（道路・橋梁）	背後地の重要度に応じた防護水準の設定
		将来の自然外力を考慮した構造物の整備
		係留施設や防波堤の機能維持（外力及び防波堤断面等の見直し）
		被災リスクの高い箇所及び更新時期を踏まえた海岸保全施設等の戦略的な整備
		排水システムの強化
		関係機関と連携した排水機能の確保
		気象・海象のモニタリング
		高潮・高波による影響の予測・情報提供
		洪水対策のための道路設備の嵩上げ
		泊地・航路
	海象のモニタリング	
	高潮・高波による影響の予測・情報提供	
	設備等（荷役機械、車両等）	通行禁止区間・時間の明示
浚渫、防砂堤等による航路・泊地の埋没防止・軽減対策		
強風によるクレーン逸走対策		
ソフトインフラ	事業の関連組織・人	民有施設（胸壁、上屋、倉庫、緑地帯等）の活用
		港湾の事業継続計画（港湾BCP）の策定・拡充（気候変動に伴う想定被害の見直しや、災害に至らないための強化） 波浪や海面水位のモニタリング実施

		災害リスクの評価及びハザードマップ等による周知
		ライフサイクルコストを考慮した施設等の最適な更新等の考え方の検討
		協議会等の組織による地域の防災力の向上
		事業者内における気候変動トレーニングの実施
周辺環境	港湾利用者（港湾従事者を含む）	避難計画策定・訓練実施の促進
		協議会等の組織による地域の防災力の向上
	港湾貨物	コンテナ等の流出対策の推進
	干潟・藻場	海象のモニタリング
		高潮・高波による影響の予測・情報提供
	沿岸域における生態系による減災機能の定量評価手法開発	