

多摩川河口域における橋梁工事に伴う 干潟保全措置とその効果

竹山 佳奈¹・桑江 朝比呂²・中村 由行³・鈴木 伸也⁴・鳥羽 幸太郎⁴・
田中 浩輝⁴・山本 晃久⁵・風呂田 利夫⁶

¹ 正会員 五洋建設(株) 環境事業部
(〒276-0046 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設株式会社)

E-mail: kana.a.takeyama@mail.penta-ocean.co.jp (Corresponding Author)

² 正会員 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所

³ 正会員 元横浜国立大学 都市イノベーション研究院

⁴ 川崎市 建設緑政局 広域道路整備室

⁵ 正会員 五洋建設(株) 土木技術部

⁶ 東邦大学 理学部 東京湾生態系研究センター

橋梁工事に伴う干潟の保全措置・管理の効果を評価することを目的とした調査を実施した。橋脚工事の際に浚渫した干潟を工事後に埋戻し干潟を復元することを計画とし、干潟生態系の早期回復のため浚渫時に干潟表土を陸上保管し、復元する干潟表土材とした。また、浚渫による隣接干潟の侵食を抑制するため、浚渫境界部に仮設鋼矢板を打設した。さらに、順応的管理手法に基づき工事影響や想定外の事態への対応を検討し、必要に応じて措置の追加・改善を迅速かつ適切に工事に反映させた。その結果、鋼矢板は周辺干潟に対し一定の保護効果を示した。また、復元した干潟は周辺干潟と同様の生物群集で構成されていた。一方、工事中に大規模出水による周辺地形の変化も生じており、これらの影響も踏まえた長期的な調査を継続し、全体評価する必要がある。

Key Words : preservation measure of tidal flats, adaptive management, restoration of tidal flats, construction of bridge pier, impact of construction

1. はじめに

2022年3月に多摩川河口部(0.8kP)に位置する「多摩川スカイブリッジ」(延長約675m, 標準幅員17.3m; 以下、スカイブリッジとする。)が開通した(図-1)。スカイブリッジは、成長戦略拠点の形成を支えるインフラとして「羽田グローバルウイングズ」(羽田空港跡地地区)と「キングスカイフロント」(川崎市殿町地区)を結ぶ都市計画道路¹⁾である。一方、架橋位置周辺は東京湾に残された貴重な自然干潟である「多摩川河口干潟」が広がっている。

「日本の重要湿地500」(2001年)²⁾に選定されているこの干潟は、岸側からヨシを中心とした塩生植物群落、泥質干潟そして砂質干潟と連続した干潟生態系が形成され、多様な生物が生息・利用している重要な場として機能している。また、「多摩川河川環境管理計画(1980)」³⁾で右岸側が「生態系保持空間」として設定され、調査以外の立入が制限されている。このため、事業者である川崎市は「自主的環境影響評価」を実施し、準備書や審査書に基づく環境保全措置を遵守した事業計画を策定した。特に生態系保持空間は、橋脚本体の設置だけではなく工事中

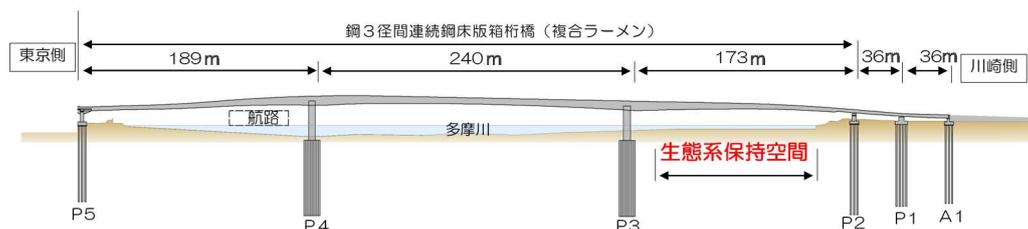


図-1 橋梁側面図

栈橋等の仮設構造物も設置できない範囲となっているため、施工時の立入や改変をおこなうことのない施工計画を設定した⁴⁾。

また、生態系保持空間前面に位置する干潟の一部は、橋脚建設に伴う作業船進入のため浚渫する必要があった。そこで、生態系保持空間の保護、および浚渫した干潟の埋戻しによる干潟復元について、「多摩川における干潟の保全・回復計画及び環境モニタリング計画」（以下、干潟の保全・回復計画とする。）を策定したうえで計画に則り施工をおこなった。干潟の保全・回復計画では、①浚渫範囲の縮小、および浚渫による底層の貧酸素化防止のための浚渫形状の工夫、②干潟の浚渫範囲境界への仮設鋼矢板打設による生態系保持空間の保護、③干潟部浚渫範囲の埋戻しによる干潟復元方法を主要な保全措置とした。

また、自然の不確実性を踏まえ、その変化に的確かつ柔軟に対応するため、河川環境分野の有識者、事業者、施工者で構成された「河川河口の環境アドバイザー会議」（以下、アドバイザー会議とする。）を設置した。これらの保全措置は、環境調査結果の評価や対策の追加検討をおこない、迅速かつ適切にフィードバックする「順応的管理手法」⁵⁾に基づき実施した（図-2）。

本論文では、上記に示すこれまでほとんど前例のない干潟の保全措置・管理に対し、施工前から工事完了時まで実施した定期環境調査結果を基に、その効果を評価することを目的とした。

2. 保全措置の方法

(1) 浚渫範囲の縮小・河川水滞留防止・水質調査

P3 橋脚の築造工事に伴う干潟の浚渫は、工事船舶の

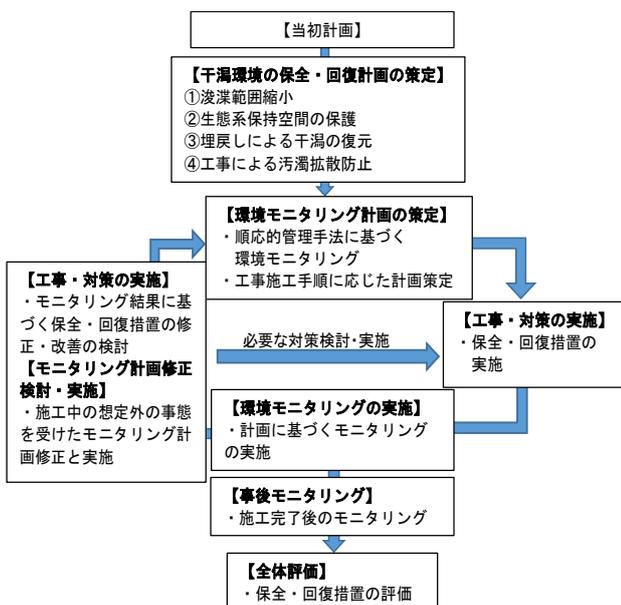


図-2 干潟の保全・回復計画の考え方

係留方法の工夫、および後述の生態系保持空間の保護対策を実施することで、可能な限り浚渫範囲を縮小した。

また、施工範囲周辺の水域は、河口に位置するため塩水楔の侵入により元々底層水が貧酸素化しやすい場所であった。このため、浚渫によりさらに底層水の滞留が増すことが無いように、航路部の水深と同程度 (AP-2.5 m) の水深までの浚渫とし、周囲と連続した河床形状となる計画とした。また、その効果を把握するため、定期的に水質調査を実施し、施工範囲よりも上流側、浚渫範囲内、および下流の定点で DO (溶存酸素量)、塩分、水温を測定した (図-3)。特に影響が懸念された干潟部の浚渫範囲内の上層 (AP-0.5 m) と下層 (AP-2.3 m) の 2 か所に、DO 計 (U26-001) と塩分・水温計 (U24-002-C) のロガーを設置し、干潟部浚渫完了時 (2018 年 5 月) から干潟部埋戻し時 (2021 年 3 月) まで 1 回/時間の頻度で連続観測した。

(2) 生態系保持空間の保護

当初計画では、浚渫範囲 (図4の「浚渫範囲」と生態系保持空間の間の幅約 7.5 m の領域を法面としていた。しかしながら、干潟浚渫に伴う法面侵食等の安定性が懸念されたため、浚渫範囲の境界に仮設鋼矢板を設置し、浚渫予定であった法面範囲の干潟を緩衝帯として残存させた (図-4)。また、鋼矢板の打設により周辺干潟の地形変化や、潮汐などに伴う生態系保持空間への河川水の動態に影響を与えないように、仮設鋼矢板は干潟地盤高 (AP±0.0 m~AP+0.7 m) まで打ち込んだ。

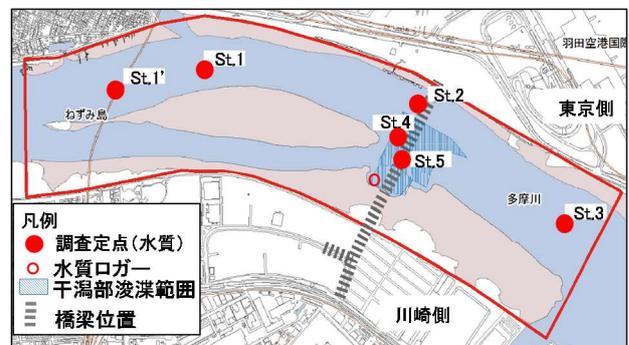


図-3 干潟部浚渫範囲および水質調査定点

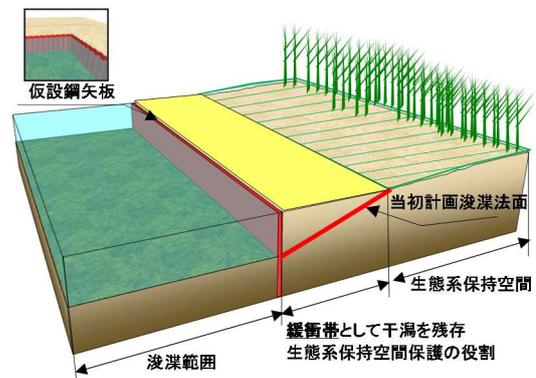


図-4 干潟断面 (浚渫範囲～生態系保持空間)

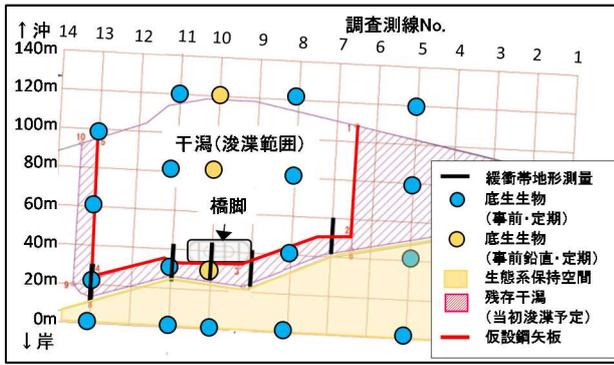


図-5 干潟地形測量・底生物調査定点
(調査定点：側線No. + 岸沖方向の距離で明記)

生態系保持空間の保護対策について、緩衝帯の地形変動を基に、生態系保持空間への影響を評価した(図-5)。調査は、工事着手前から工事終了時まで春季(5月)と秋季(10月)に実施した。調査測線は浚渫範囲の干潟を中心に上流から下流にかけて14測線を設定し、干潟部は岸沖方向に20m間隔、緩衝帯については0.5m間隔で生態系保持空間まで測量し、より細かい地形変化を把握した。

なお、鋼矢板打設直後にアドバイザー会議主催の現地視察を実施した結果、鋼矢板背面の一部に水が滞留し侵食が指摘されたため、該当部の矢板に水抜き穴を設け、鋼矢板背面部に水が滞留しない対策を実施した。

(3) 干潟復元のための表土移設・仮置き・覆砂

河口周辺域に生息する底生物にとって、底質環境は生物の生存に必要な場、および居住の場であり、底生物の分布や生物群集を形成するうえで重要な環境因子となる⁹⁾⁸⁾。そこで、復元した干潟の早期生物加入を目的として、浚渫範囲の干潟表土は薄層浚渫後に乾燥防止に留意し陸上保管し、復元した干潟の表土として覆砂した。

薄層浚渫する干潟表土の層厚は、事前調査として浚渫範囲の干潟の土質性状(粒度組成、強熱減量)と底生物(種数・個体数)の鉛直分布を調査し、その分布状況を基に決定した。鉛直分布は、塩ビ管(φ15cm×45cm)を用いて柱状採泥し、表層0~5cm, 5~10cm, 以降10cm間隔ごとに土質性状と底生物の分布を比較し決定した。なお、事前に干潟表層の巣穴を目視観察し、アナジャコ等の深層まで分布する種が分布していないことを確認したうえで、鉛直深度を決定した。その結果、底生物は表層0~5cmにアサリやヤマトシジミ等の貝類を優占とした3,575個体/m³が出現した。一方、5~15cmでは151個体/m³しか出現しておらず、表層から5cmまでに多数の生物が集中して分布していた(図-6)。また、土質性状は表層0~25cmまでは砂分が90%以上を占めていたのに対し、25cm以深ではシルト・粘土分の割合が増加しており、土質性状は表層から25cm以浅とそれ以深で異なっていた(図-7)。このため、底生物の分布が集中す



図-6 干潟の底生物の鉛直分布(事前調査)

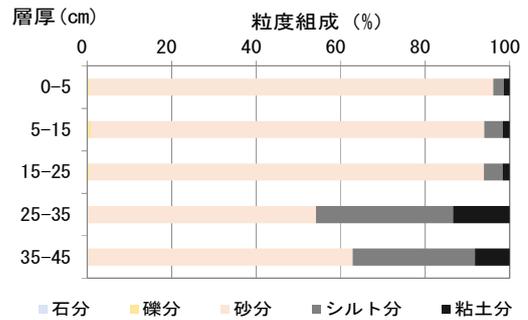


図-7 粒度組成(事前調査)

る表層0~5cmまでを特に重要な層厚とし、さらに土質性状が変化しない表層0~25cmまでの層厚のうち、施工精度を考慮して表層0~15cmまでの土砂を干潟表土として設定した。

干潟部の浚渫(2018年2月)に伴い、前述の表土約1,500m³を特殊バケツで薄層浚渫した。浚渫した表土は、千葉県千葉市のヤードまで台船運搬し、干潟部埋戻し(2021年4月)までの約3年間、周囲を高さ1.8mのコンクリート製L型擁壁で囲まれた陸上仮置場で保管した。擁壁下部には水抜き穴をあけて水の滞留を防止し、表面は表土投入後に養生シートで覆い保管した。表土は乾燥による固結化に伴う粒度変化や底質悪化が懸念された。このため、保管期間中に2~3回/年の頻度で表土の状態を確認し、臭い、色、固結化状況等を目視調査した。また、表土の土質性状(粒度組成、強熱減量、酸化還元電位)について、浚渫前の事前調査(2017年7月)と秋季調査(2017年10月)、陸上仮置直後の表土(2018年3月)、表土採取時の未浚渫箇所(2018年4月)、仮置き1年後(2019年5月)、埋戻し直前(2021年3月)、および埋戻し後(2021年10月)に分析した。

3. 保全措置の実施結果

(1) 干潟の浚渫範囲の縮小と浚渫範囲の水質

水質結果のうち、特に貧酸素水塊が生じやすい夏季(2018年8月)について、調査地点ごとの干潮時のDO、水温、塩分を比較した(図-8)。その結果、DOの鉛直分

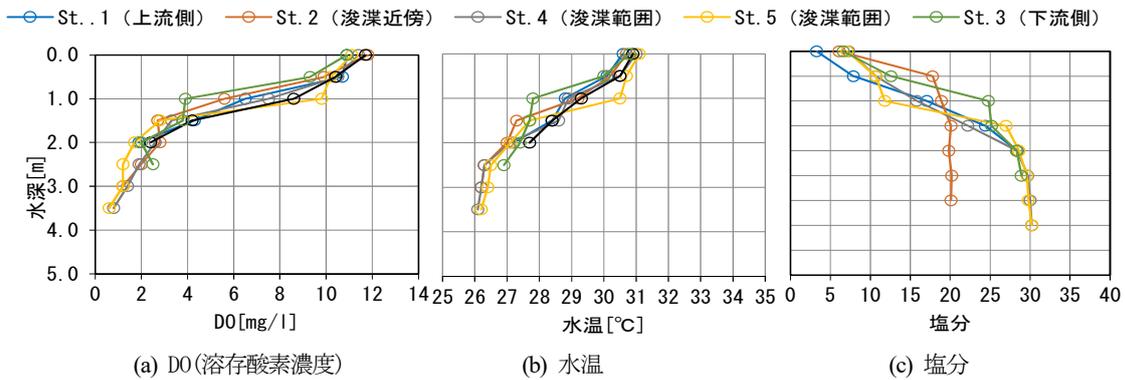


図-8 水質調査結果

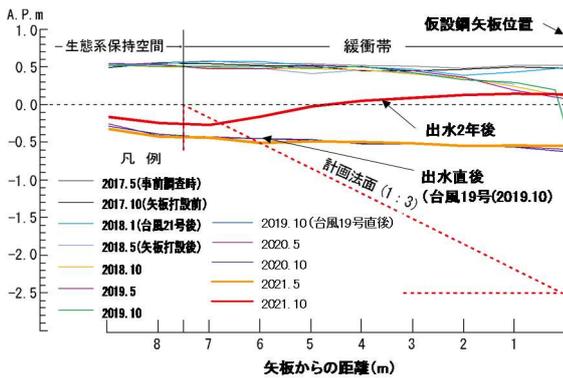


図-9 矢板背面の地盤高推移 (測線 No.10)

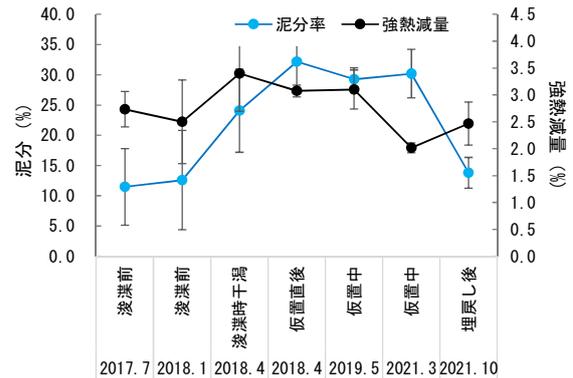


図-10 干潟表土の泥分と強熱減量の推移

水温, 塩分を比較した (図-8). その結果, DO の鉛直分布は, 上流側から下流側まで全調査地点で水深 1.0~1.5 m 付近を境界に急激に低下した. 底層の DO は浚渫範囲内では St.4 で 0.6 mg/l (水深 3.5 m), St.5 で 0.8 mg/l (水深 3.5 m) であり, 浚渫範囲近傍 (St.2) では 1.2 mg/l (水深 3.0 m), 下流側 (St.3) では 2.5 mg/l (水深 2.5 m), 上流側 (St.1) では 1.9 mg/l (水深 2.0 m) であった. 調査地点ごとに水深が異なるため底層の DO は異なっていたが, いずれも同水深帯では同程度の DO であった. また, 塩分や水温は, 同様に調査地点に関わらず水深 1.0 m~1.5 m 付近を境界に大きく変化しており, 塩分は表層で 3.3 (上流側) ~7.3 (浚渫範囲), 水深 1.5 m で 20.1 (浚渫近傍) ~27.0 (浚渫範囲), 水深 3.5 m で 30.2 (浚渫範囲) となり, 水深 1.5 m 付近で躍層が形成されていた.

(2) 生態系保持空間の保護

矢板打設直後の 2018 年 5 月の調査では, 矢板打設前の 2017 年 10 月の調査と比べると, 矢板から 1~2 m の範囲で地盤高が最大 0.3~0.4 m 程度下がったが, その影響は矢板背面から 3 m 位置までに留まり生態系保持空間は矢板打設後も変化していなかった (図-9). 一方, 台風 19 号 (2019 年 10 月) の大規模出水前後は, 浚渫範囲外も含めて干潟地形は大きく変動した. 緩衝帯の地形も矢板背面から生態系保持空間に至るまで土砂が流出し

ており, 全体的に地盤高が低下した.

(3) 干潟復元のための表土移設・仮置き・覆砂

事前調査 (2017 年 7 月) 後に台風 21 号 (2017 年 10 月) による出水の影響で, 干潟表層の泥分が変化した (図-10). 干潟部浚渫時の表土の泥分は, 事前調査時の 5~18 % と比べて 18~31 % と高くなった. 一方, 仮置直後の干潟表土の泥分は平均 32.2 % で, 概ね浚渫時の干潟現地盤の表土の泥分と同等であったことから, 干潟現地盤の表土の層が適切に採取・保管されたと推測された. また, 仮置中の表土の泥分は平均 29.3 %~32.2 %, 強熱減量は平均 2.0~3.1 % で保管期間中に大きな変化はみられなかった. 酸化還元電位は, 仮置直後は平均 87.5 mV であったが, 仮置約 1 年後に平均 563.7 mV, 仮置き約 3 年後に平均 213.3 mV といずれも仮置直後と比べて好気的な環境であり, 底質悪化は確認されなかった.

干潟部浚渫範囲は, 2021 年 4 月に千葉県の上野原山砂で埋戻し, 保管した表土を覆砂して AP±0.0 m の地盤高の干潟を復元した (以下, 復元干潟とする.). 復元干潟で表土の柱状サンプルを実施した結果, 計画層厚 15 cm で敷設されていることを確認した.

干潟復元後に実施した秋季調査 (2021 年 10 月) では, 表土の泥分 (平均 13.8 %) は, 周辺干潟の泥分 (平均 13.7 %) と変わらず, 復元干潟の表土は周辺の干潟表土と同様の土質性状であることが確認された. 一方, 保管中の表土

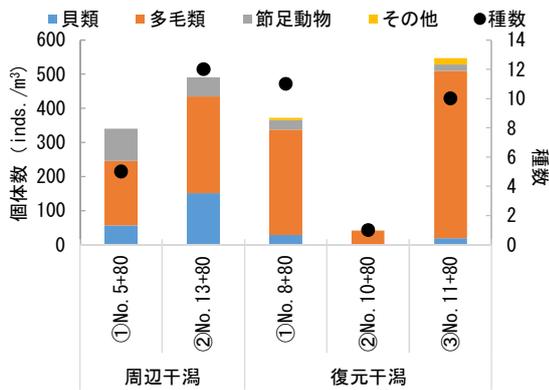


図-11 底生生物出現状況 (干潟復元6ヶ月後)

の泥分と比べると復元干潟の表土は粗粒化していた。強熱減量は復元干潟、および既存干潟で平均2.5%と大きな差はみられなかった。

(3) 干潟埋戻し後の底生生物の回復状況

底生生物の種数、個体数について、干潟復元約6か月後の秋季調査(2021年10月)において、復元した干潟と周辺の既存干潟について比較した(図-11)。復元干潟①は5目7科12種、復元干潟②は1目1科1種、復元干潟③は6目6科10種、既存の周辺干潟①は4目4科5種、周辺干潟②は7目8科11種が出現しており、復元干潟でも周辺干潟と同等の種数が出現していた。優占種は、復元干潟では小型多毛類のスピオ科やイトゴカイ科等が優占し、大型の多毛類はほとんど出現しなかった。周辺干潟もイトゴカイ科やスピオ科が優占したが、復元干潟ではほとんど出現しなかったアサリやムロミスナウミナナフシの個体数も多かった。

周辺干潟のみで出現した種は、腹足類でエドガワミズゴマツボ、二枚貝類のホトトギスガイ、ヤマトシジミ、ハマグリ属、節足動物のムロミスナウミナナフシであった。一方、復元干潟だけで出現した種は、小型多毛類のヤマトスピオやニホンドロソコエビ等の環境回復と共に侵入する日和見種が出現した。二枚貝類は、いずれも殻長10mm以下の稚貝しか出現しなかった。また、ヤマトシジミは既存干潟で57個体/m²、復元干潟で75個体/m²出現しており、いずれも着底初期の5mm以下の小型個体であった。

4. 考察

(1) 干潟の浚渫範囲の縮小と浚渫範囲の水質

浚渫範囲は周囲の河床に対して窪地とならない形状とし、水の滞留とそれに伴う水質悪化を監視するためにモニタリング調査を継続的に実施した。その結果、浚渫範

囲の水質は、施工区域よりも約1.2km上流側(St.1)や約0.8km下流側(St.3)と比べて著しい差はみられなかった。夏季の底層の貧酸素化については、施工範囲を含め上流側から下流側で底層が貧酸素化していたことから、浚渫範囲内に限定した現象ではなく、河口域での広域的な貧酸素化が生じたためと推測された。

(2) 生態系保持空間の保護

生態系保持空間保護のための鋼矢板打設により、矢板背面の一部の地盤高は出水による干潟面の侵食低下が少なからず生じていた。2018年5月~2019年10月までの調査では、季節的な出水を経た後に矢板背面部に侵食が確認されたが、緩衝帯より岸側の生態系保持空間では大きな地形変化が生じていなかった。当初の計画案(1:3勾配の法面を形成)と比べ、仮設鋼矢板の打設、およびそれともなう緩衝帯の形成により、浚渫範囲からの侵食の影響を防御する効果があったと推測される。

一方、2019年秋季調査直後に台風19号(令和元年東日本台風;2019年10月12日)による大規模出水は、施工範囲を含めた上流から下流までの河口域で大きな影響を与えた。この台風による出水は流域内のアメダス観測点でいずれも24時間降雨量の観測史上最多を記録し、田園調布水位観測所(河口から13.4km)では、約90年の観測史上最高水位となり、河川の計画高水位を超えて15地域で浸水被害が発生した⁹⁾。この大規模出水の干潟地形への影響を把握するために、2019年10月29日~30日に追加で地形測量調査を実施した。その結果、多摩川河口部は、施工期間中に大規模出水により上流側から下流側に至るまで、土砂の流出や侵食、堆積などが生じており、施工範囲の地形も大きく変化しており、今後の地形変動について調査を継続する必要がある。

(3) 干潟復元のための表土移設・仮置き・覆砂

干潟表土は約3年間陸上で保管を実施したが、その期間中に土質性状(粒度組成、強熱減量、ORP)は、著しい変化が生じていなかった。これは、採取した干潟表土の粒度組成の泥分が小さく、乾燥による固結やそれに伴う乾燥履歴が生じなかったためと推測される。一方、台風等の季節的な出水により、干潟の土質性状は変動しており、事前調査と表土採取直前で土質性状は異なっていた。このため、河口域等の出水影響が大きい場所における底質は、出水イベントに伴う季節的な変動により出水期の前後で変動が生じていると推測された。

今回の事例のように河口域における干潟の復元を目的とした干潟表土の採取・保管・覆砂材としての利用に際し、採取時の干潟表土と復元時の周辺干潟の表土の性状について、状態が変化することを踏まえて検討を進めることが重要である。また、出水による底質の供給や侵食

の規模予測に基づく、自然回復力についても検討していく必要がある。

(4) 干潟埋戻し後の底生生物の回復状況

多摩川河口干潟は、環境変動の影響を受けやすい河口に位置しており、施工期間中は季節的な変動の他に、台風等による出水の影響を受け、土砂の堆積や侵食により大きなインパクトが生じた。一方、過去の大規模出水（2007年9月台風7号）が生じた際の底質環境への影響は比較的短期間（数か月程度）で回復しており、非正常な出水よりも夏季に細粒化、冬季に粗粒化する明瞭な季節変動の方が影響は大きいことが報告されている⁸⁾。干潟造成後の秋季調査の結果では、造成半年後より既存干潟と同等の出現種、および個体数が出現していたことから、干潟の保全・回復計画における生態系の早期回復に関する良好な傾向が見られたと思われる。一方で、復元した干潟は日和見種で構成されており、既存干潟で出現した巻貝類や二枚貝類、ムロミスナウミナナフシなどの比較的大型の底生生物は出現しなかった。造成直後の干潟は小型多毛類や小型節足動物の日和見種が多数加入する¹⁰⁾⁻¹²⁾ことから、引き続き長期的な調査を実施することが重要である。

なお、今回の調査期間中に生じた大規模な出水による地形変化やそれに伴う底質変化による影響は継続しており、例えば緩衝帯の地盤高は未だ台風前の状態に回復していない。底生生物の自立安定は、日和見種や短命で小型の底生動物のみで構成される生態系から、大型で生活史の長い種へ変遷も生息する生態系に変化し、外力や土砂供給と、地形・土砂環境システムが動的平行に達したときが目安となり、造成した干潟においては造成後2～6年以上要するとされている⁸⁾。今回の工事で復元した干潟は、2年経過後も小型多毛類を中心とした日和見種が優占しており、未だ安定した生態系が築かれているとはいえない。このため、引き続き環境調査結果を継続し、復元した干潟の機能について評価していく必要がある。

5. 結論

多摩川スカイブリッジの架設工事は、自然へのインパクトを最小限に抑えるための事業計画、および干潟の保全回復計画を策定し施工を進めた。特に干潟部の施工に関しては、既存干潟保全のための仮設鋼矢板の打設や、干潟生態系の早期回復のための浚渫した干潟の表土保管、および干潟造成時の覆砂材としての利用等、これまでほとんど前例のない干潟の保全措置をおこなってきた。また、環境アドバイザー会議では、定期環境調査の結果を評価するだけでなく、会議での指摘事項について直ち

に対応しながら施工に反映しており、順応的な管理手法に基づき施工を進めた。これらの保全対策の効果については、長期的な環境調査を継続することで評価することができる。このため、現在実施している事後調査結果を含め、長期的な調査の継続と評価をおこなうことが重要である。

また、施工期間中に2度の記録的な出水が生じたため、大規模な地形変化や底質の変化が記録され、出現生物も大きく変化が生じている。施工に伴う影響と自然現象で生じた影響について、調査結果を基に環境変化の大きい河口部の環境変遷について、今後解析、および評価していきたい。

REFERENCES

- 1) 鈴木伸也, 本田卓士, 徳永詩織, 榎本修二, 須藤丈, 神出壮一: 多摩川スカイブリッジの計画・設計, 橋梁と基礎, No.13, pp.13-24, 2022. [Suzuki, S., Honda, T., Tokunaga, S., Kashimoto, S., Sudo, J. and Jinde, S: Plan and Design of the Tamagawa Sky Bridge, *Bridge and Foundation Engineering*, No.13, pp.13-24, 2022.]
- 2) 環境省: 生物多様性の観点から重要度の高い湿地, 2001, https://www.env.go.jp/nature/important_wetland/index.html
- 3) 国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所多摩川河川環境管理計画, 1980. https://www.ktr.mlit.go.jp/keihin/keihin_index040.html
- 4) 鳥羽幸太郎, 丸田浩貴, 森遼太郎, 中島浩平, 山下達也, 山本晃久: 多摩川スカイブリッジの施工, 橋梁と基礎, No.13, pp. 19-24, 2022. [Toba, K., Maruta, K., Mori, R., Nakajima, K., Yamashita, T. and Yamamoto, T.: Construction of Tamagawa Sky Bridge, *Bridge and Foundation Engineering*, No.13, pp.19-24, 2022.]
- 5) 国土交通省港湾局監修: 順応的管理による海辺の自然再生, pp. 25, 2007. [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism: *Adaptive Management for Coastal Restoration*, pp.25, 2007.]
- 6) 桑江朝比呂: 再生された干潟における生態系の発達と自立安定, 水環境学会誌, Vol.39, No.4, pp. 120-124, 2016 [Kuwae, T.: The development and self-sustainability of restored intertidal flat ecosystem, *Journal of Japan Society on Water Environment*, Vol.39, No.4, pp.120-124, 2016.]
- 7) 佐々真志, 渡部要一, 梁順普, 桑江朝比呂: 干潟・砂浜海岸の生物生態/地盤動態に果たす地盤環境の役割-多種多様な生物住環境診断チャートと安定地形の最適設計, 港湾空港技術研究所報告, Vol.52, No.4, pp.3-44, 2013. [Sassa, S., Watabe, Y. and Yan, Y.: Role of geoenvironment in the benthic ecology and morphodynamics of intertidal flats and beaches: Ecohabitat chart and optimal design of dynamically stable sandbars, *Report of the Port and Airport Research Institute*, Vol.52, No.4, pp.3-44, 2013.]
- 8) 有路隆一: 内湾河口周辺域における底質環境と底生生物群集の変動特性に関する研究, 港湾空港技術研

- 究所資料, No.1254, pp.1-62, 2012. [Ariji, R.: Temporal and spatial variations of sedimentary environment and benthic biota around river mouth in inner bay, *Report of the Port and Airport Research Institute*, No.1254, pp.1-62, 2012.]
- 9) 小森次郎：令和元年台風 19 号による多摩川下流域の浸水被害, 2020 年度日本地理学会春季学術大会要旨集, セッション ID714, 2020. [Komori, J.: Flood disasters in the downstream of Tama River following 2019 Typhoon, *Abstracts of the 2020 Spring Meeting of the Geographical Society of Japan*, ID714, 2020.]
- 10) 岡村知忠, 中瀬浩太, 佐藤正昭, 小寺一宗：人工干潟造成工事に伴う干潟環境の変遷について, 海洋開発論文集, 20 巻, pp. 419-424, 2004. [Okamura, T., Nakase, K., Sato, M. and Kotera, K.: Transition in environmental conditions of the tidal flat through its improvement and development, *Proceedings of Civil Engineering in the Ocean*, Vol. 20, pp.419-424, 2004.]
- 11) 辻井達一：底生生物の生息基盤となる干潟微小環境の修復法の開発に関する研究, 平成 21 年度河川整備
- 基金助成事業報告書, pp.1-3, 2010. [Tujii, T.: Research on the development of restoration methods for tidal flat microenvironments that serve as habitats for benthic organisms, *The river maintenance found furtherance business report*, pp.1-3, 2010.]
- 12) 竹山佳奈, 田中克彦, 河野博, 木村賢史, 中瀬浩太, 岩上貴弘：東京湾奥部の都市部運河域に造成した干潟・海浜環境の長期的な変遷, 土木学会論文集 B3, Vol. 70, No.2, I_1116- I_1121, 2014. [Takeyama, K., Tanaka, K., Kohno, H., Kimura, K., Nakase, K. and Iwakami, T.: The environmental changes of tidal flats constructed in Tokyo Bay, *J. JSCE, Ser. B3, Ocean Engineering*, Vol.70, No.2, pp.1116- I_1121, 2014.]

(Received February 9, 2023)

(Accepted May 11, 2023)

PRESERVATION MEASURES FOR TIDAL FLATS ON BRIDGE CONSTRUCTION IN THE TAMA RIVER MOUTH AREA AND THEIR EFFECTS

Kana TAKEYAMA, Tomohiro KUWAE, Yoshiyuki NAKAMURA, Shinya SUZUKI, Koutaro TOBA, Hiroki TANAKA Teruhisa YAMAMOTO and Toshio FURUTA

The purpose of this study is to evaluate the effects of preservation of tidal flats associated with bridge construction in the Tama River estuary. Part of the tidal flats in front of the nature reserve area, which had been removed by the construction of the bridge piers, was backfilled after the construction. In order to promote earlier recovery of the ecosystem, the surface sediments of the dredged tidal flat was temporarily placed on land and used as the sand capping materials of the restored tidal flats. In addition, steel sheet piles were driven into the sediments at the edge of the dredged area, so as to minimize erosion of the bankside residual part of tidal flats. These conservation measures were based on an adaptive management scheme, in which the effects of construction and responses to unexpected natural hazard were monitored and examined whether prompt or appropriate improvements of the construction would be necessary. The monitoring results showed a rapid recovery of the same benthic communities as the surrounding tidal flat. The driving of steel sheet piles had a certain protective effect on the surrounding tidal flats, although a large-scale flooding event caused wide range of topographical disturbances during the construction. The damage still remains. Therefore, it is necessary to make an overall evaluation based on long-term investigation including these effects.