

# 博多湾の豊かな環境に向けて

橋本 紗知<sup>1</sup>・平田 真彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所 第一工務課

(〒810-0074 福岡県福岡市中央区大手門2-5-33)

古来の物質循環機能は、森からの栄養が川を通して海へ流れ込んでいた。しかし、現在では、内陸部のインフラ整備が進むにつれ、海へ流れ込む栄養が希薄になっている。博多港の底質・水質改善を図り、生物の生息環境の改善に努めるべく、浚渫土砂や防波堤の撤去材を活用した魚礁の設置、窪地の埋め戻しを行っている。今後は、豊かな環境を次世代に繋ぐために浅場造成を行い、アマモが持続的に生息できるように環境創造を行う。

本報告では、環境改善から環境創造への取組、取組の持続可能性について紹介する。

キーワード 森・里・川・海をつながり、窪地、アマモ、浅場、持続可能

## 1. はじめに

### (1)古来の物質循環

皆さんは、“森は海の恋人”<sup>1)</sup>という言葉をご存じだろうか。古来は、森から発生する腐葉土に含まれる栄養が川をとおって、「森」から「里」、「里」から「海」へ供給されることで、多様な生物の生息・生育環境が形成されてきた<sup>2)</sup> (図-1)。



図-1 森・里・川・海をつながり<sup>3)</sup>

プランクトンの栄養源である、窒素やリンなどの栄養塩も多く存在していた。

そのことを感じとれるのが、福岡市東区志賀島の志賀海神社である (写真-1)。この神社では、毎年4月と11月の年に2回、「山誉祭」という祭事が行われており、

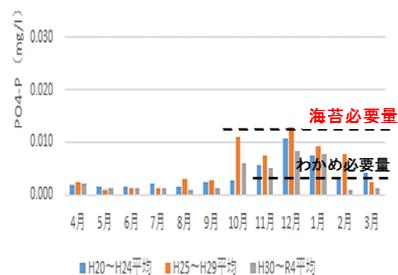
山の恵みに感謝し豊漁を祈願されている。古くから山の恵みは、海につながっていると知られていたが、現在では、その考えも広くは知られていない。



写真-1 志賀海神社の社殿

### (2)現代社会の状況

現在の海の環境は変化している。例えば、博多湾の海苔の養殖である。海苔の生育に必要な栄養塩である、リンが生育に適する必要量を満たしておらず (グラフ-1)、海苔の生長が悪い状況が続いていると漁業関係者からご指摘を受けている。



グラフ-1 博多湾のリンの推移<sup>4)</sup>

国際的な背景として、2015年12月第21回気候変動枠組条約締約国会議において、2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組として、パリ協定が採択された<sup>5)</sup>。このパリ協定によって、国際社会は、カーボンニュートラルに向けて大きく動き出している<sup>6)</sup>。

### (3)港の将来像

我が国では、2020年10月第203回国会における菅総理大臣（当時）の所信表明演説にて、「我が国は、2050年までに温室効果ガスの排出量を全体としてゼロにすることが示された。

我が国のCO<sub>2</sub>排出量の約6割は、港湾・臨海部に立地する産業が排出している。これをふまえ、2022年11月に港湾法が改正され、「臨海部に集積する産業と連携し、港湾における官民関係者一体となった、カーボンニュートラルポート（CNP）（図-2）の取組を推進することとなり、各港にて港湾脱炭素化推進協議会等が設置されている。



図-2 CNP形成のイメージ

## 2. 事務所の環境への取組

近年、コンテナ船やクルーズ船などの大型化に伴い、海底を掘って船の通り道（航路）を整備する浚渫工事が事務所の事業の一つとして行われている。博多港では、浚渫土砂などを利用して環境改善の取り組みを行っている（図-3）。



図-3 浚渫土砂有効活用の取組

### (1)魚礁の設置

2013年～2015年間では、浚渫土砂を固めたブロックや防波堤の撤去材を有効活用して魚礁を設置している（図-4）。魚礁の設置により、出現する魚種が増えていることが確認された（グラフ-2及び図-5）。

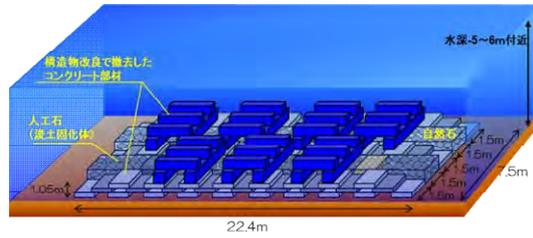
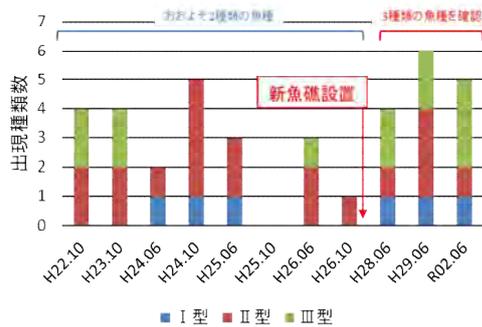


図-4 浚渫土による固化体等の魚礁設置イメージ



グラフ-2 魚礁設置後の魚種出現個数の変化

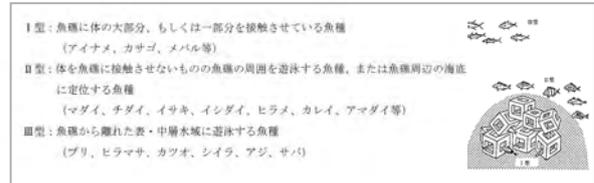


図-5 I型～III型の魚種の詳細

### (2)窪地の埋め戻し

過去、臨港地区の開発のために海底を掘った土を使って埋立事業が行われた結果、百道浜沖や愛宕浜沖の海底に「窪地」と呼ばれる大きな穴ができた。この窪地の底には、光が届かないため、貧酸素水塊が発生し生物が生きにくい環境となっていた。そのため、漁業関係者からの要望によって、浚渫土砂を有効活用し窪地の埋め戻しを行うことで、貧酸素水塊の発生を抑制をした（図-6）。

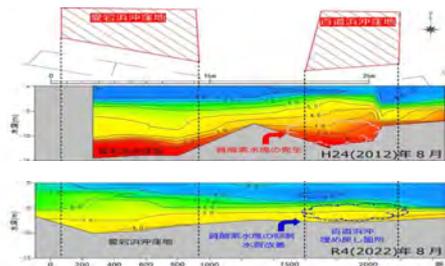


図-6 浚渫土砂埋め戻し前後の窪地の状況

また、埋め戻しを行うことで、硫化物を多く含む底泥を封じ込めるとともに、百道浜沖窪地においては、窪地表面の一部に県の河川工事で発生する川砂を覆砂することによって、底質がより改善された（写真-3）。

百道浜沖窪地の埋め戻し前は、底生生物はほとんどみられなかったが、埋め戻しによって、窪地内の水深が浅くなるにつれ、底生生物の個体数も増加し周辺海域とほぼ同等であることが確認された（グラフ-3）。また、覆砂箇所も同様に、底生生物の種別数や個体数の増加も確認され、魚介類も徐々に増加傾向にある（グラフ-4・5及び写真-4）。

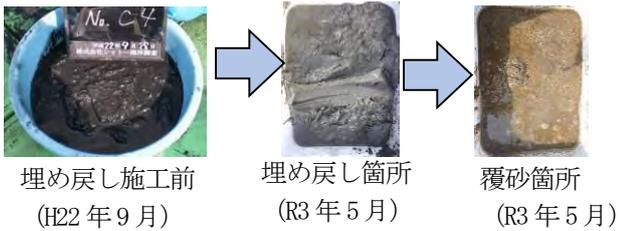
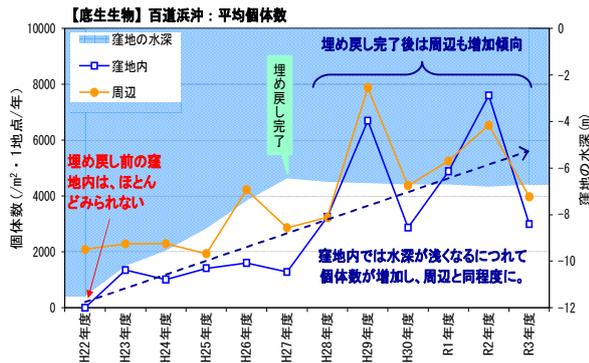
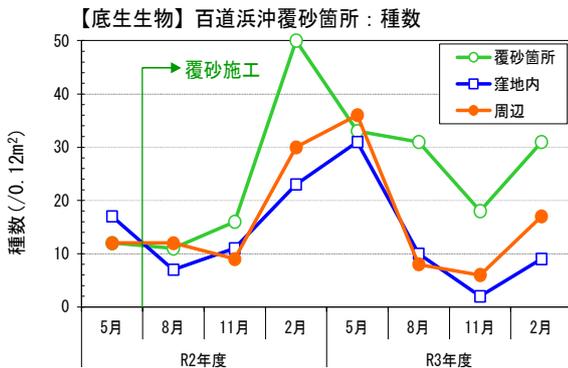


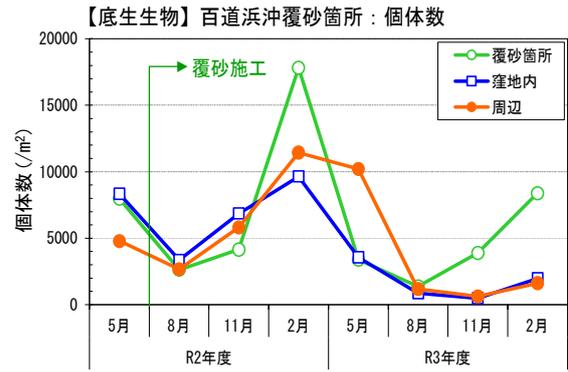
写真-3 百道浜沖窪地埋め戻し前後の底質と川砂覆砂後の底質状況



グラフ-3 百道浜沖窪地の底生生物の平均個体数



グラフ-4 百道浜沖窪地の底生生物の種数の変化



グラフ-5 百道浜沖窪地の底生生物の個体数の変化



写真-4 百道浜沖窪地で採れた魚

#### 4. 森と海の勉強会

これまでは、地域の声を受け止めながら浚渫により発生した土砂を有効活用し、窪地の埋め戻しにて「環境改善」を図ってきた。そこから、さらに一歩踏み込み、豊かな環境を次世代につなぐため、森・里・川・海の専門家との意見交換会を実施した。

専門家からは、「現代の都市機能・生活を前提とすれば、古来の物資循環機能は見込めない。森から海への栄養供給（窒素やリンなど）が希薄になっている」など森・里・川・海のつながりについてご意見をいただいた。一方で、「沿岸域の住民や行政が協働し、人手を加えることにより、生産性と生物多様性が高まる豊かな環境（里海）を目指すことが大切」、「浅場を造成し、守っていく。覆砂などの底質改善は有効である」など環境改善から環境創造に向けた取組についてのご意見をいただいた。さらに、「持続可能性があること、人と人あるいは、自然との関わりによって循環を達成する」など「里海」に向けた取組や方向性、担い手・仕組み作りについての様々な視点からのご意見をいただいた。

また、陸と海の境界は、生物多様性がよく見られる活

動の場所となっている。特に博多湾においては、都市のすぐ近くに自然（森と海）が存在しており、市民活動にとってポテンシャルがある環境となっているとのこと意見もいただいた（図-7）。



図-7 博多湾の市民活動のポテンシャル<sup>7)</sup>

#### 4. 全国アマモサミットでの発信

昨年の10月に「全国アマモサミット2023 inふくおか」が開催された。この会議にて、森と海の勉強会のご意見を「森・里・川・海のつながり」「環境改善から環境創造へ」「担い手・仕組み」の3つのテーマで発表を行い、一般の方に広く発信した。

「全国アマモサミット」とは、海の生き物の住処や産卵場となることから「海のゆりかご」と呼ばれている「アマモ」や「アマモ場」を象徴的なキーワードとして、海の自然再生・保存を目指して毎年開催される全国会議である<sup>8)</sup>。

アマモは、脱炭素社会の中でカーボン・オフセットという取組において、特に注目されている。各企業が脱炭素として、様々な取組を行うなか、どうしても削減できないCO<sub>2</sub>が存在する。そこで、森林や藻場のCO<sub>2</sub>を吸収・固定化する機能を増やしていくことで、経済活動を行う上で削減できないCO<sub>2</sub>をカバーし、カーボンニュートラルを実現する取組である（図-8）。このときに吸収されるCO<sub>2</sub>をグリーンカーボンとブルーカーボンという。

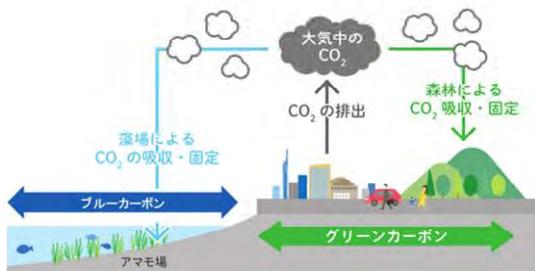


図-8 カーボン・オフセットの仕組み<sup>9)</sup>

#### 5. 博多湾の環境創造方策検討

脱炭素社会への役割をもつアマモをどのように生育していくべきかなどの検討をすべく、全国から有識者2名と福岡の環境に詳しい有識者4名を集めて、検討会を3回実施した。

博多湾カーボンニュートラルポート形成計画（令和5年11月）にCO<sub>2</sub>吸収策として、藻場の造成・保全等（ブルーカーボンの創出）が掲げられている。本検討会にて、水域環境やアマモが生育する水深などアマモの生育に適した基礎条件が導き出され、これをふまえて、今年度より、浅場造成を実施する方針となった（図-9）。

この浅場造成は、浅い場所をつくるだけでなく、アマモが生息するために必要なフルボ酸鉄を施肥した砂を覆砂することとしている。フルボ酸鉄は、鉄とフルボ酸が化学反応を起こすことで、植物に吸収しやすい物質となる。

また、光に触れることで、ヘドロを分解する副次効果があり、底質を改善する効果が期待される。



図-9 浅場のイメージ図

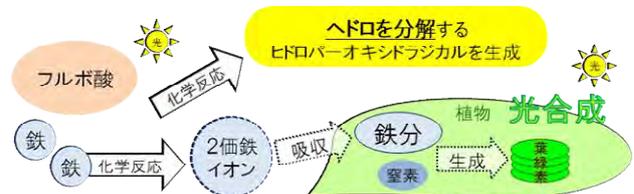


図-10 フルボ酸鉄の仕組み

#### 6. 持続可能とするために

ブルーカーボンの推進を考えた際、港湾行政だけではなく、地域の方々と協力していくことが大切であると考えられる。特に海の専門家である漁業関係者の方々との連携は必須である。

また、今後の将来を担っていく子どもたちに、環境問題について学びの機会を作り、（写真-4及び5）課題に向き合うことのできる子どもたちを教育することで、今後の浅場を守っていく担い手確保や脱炭素社会への架け橋となる。



写真-4  
アマモを増やす活動



写真-5  
船上で、子どもたちに環境について説明

このようなハード・ソフトの取組を通じて、豊かな博多湾を次世代に繋ぐために努めていく。

(令和5年8月開催)。

- 5) 文言：外務省 気候変動（2020年以降の枠組み：パリ協定）
- 6) 文言：九州大学 早淵准教授 気候変動における国際枠組み
- 7) 博多湾の市民活動のポテンシャル：福岡市環境保全計画（第二次）。

## 7. 参考文献の引用とリスト

### 参考文献

- 1) 森は海の恋人：畠山重篤。
- 2) 文言：福岡市環境保全計画（第二次）
- 3) 図-1：（公社）日本水産資源保護協会「森・川・海はひとり」。
- 4) グラフ-1：博多湾環境保全計画推進委員会第1回資料
- 8) 全国アマモサミットとは：全国アマモサミット2023 in 福岡HP。
- 9) カーボンオフセット：福岡市博多湾ブルーカーボン・オフセット制度。

# 久留米市企業局における容量市場を活用した デマンドレスポンスについて

香月 雄志郎<sup>1</sup>・居本 武夫<sup>2</sup>・清水 淳<sup>3</sup>

<sup>1</sup>久留米市役所上下水道部浄水管理センター (〒839-0827 福岡県久留米市山本町豊田614)

<sup>2</sup>久留米市役所上下水道部浄水管理センター (〒839-0827 福岡県久留米市山本町豊田614)

<sup>3</sup>久留米市役所上下水道部営業管理課 (〒839-8501 福岡県久留米市合川町2190-3)

2024年から実運用が開始された容量市場へは、浄水施設におけるポンプ等の様々な節電能力（デマンドレスポンス）を発動指令電源として提供する事ができる。このことは、容量市場の目的である電源確保に貢献するとともに、電力需給バランスの調整能力拡大に寄与することで、太陽光・風力発電等の再生可能エネルギーの導入推進にもなり、脱炭素社会実現にも繋がる。本市では取水ポンプの節電能力を発動指令電源として価値化し、アグリゲーターを選定する入札手法を整備し入札を成功させた。本市における追加経費不要・リスクなし・収入増の三拍子揃った入札手法とその成果等について報告する。本報告が活用検討の一助になれば幸いである。

キーワード 容量市場、デマンドレスポンス、収入増、追加経費不要

## 1. 本市水道事業の概要

本市の水道施設は1927年に施設の建設着工以来、給水区域の拡大や産業の発展による水需要の増加に対応するため、浄水場や配水池等の施設を整備してきた。現在、取水施設は太郎原（だいろばる）取水場1箇所、浄水施設は放光寺浄水場1箇所、配水池は6箇所ある。

放光寺浄水場は筑後川表流水を水源とし、処理は凝集沈殿＋急速ろ過方式で2つの処理系統があり、1系は1969年、2系は1985年稼働である。施設の浄水処理能力は103,000m<sup>3</sup>/日となっている。



図-1 放光寺浄水場全景

## 2. 今回対象施設の概要

今回デマンドレスポンスの対象とした施設は太郎原取

水場である。太郎原取水場は筑後川から取水した表流水を約2.5km離れた放光寺浄水場までポンプで圧送するための施設である。基本的にポンプは常時運転しているが、圧送先である放光寺浄水場に設置している配水池の容量をみてポンプの運転台数を調整している。この配水池に十分な貯水量があれば、数時間程度は取水ポンプを停止することが可能であることに着目し、デマンドレスポンスの調整力として提供することを検討した。

### 【施設概要（太郎原取水場）】

契約電力：810kW

主要設備：取水ポンプ220kW×5台

取水ポンプ170kW×4台

### 【施設概要（放光寺浄水場）】

1系配水池：8,750m<sup>3</sup>×2池

2系配水池：10,000m<sup>3</sup>×2池

合計容量：37,500m<sup>3</sup>



図-2 太郎原取水場－放光寺浄水場間の取水経路

### 3. 本市におけるデマンドレスポンスの活用実績

本市では太郎原取水場への電力供給を行っている新電力事業者と連携し、2022年7月からデマンドレスポンスを活用した取り組みを実施してきた。デマンドレスポンスについては、表-1の様な類型があり、本市は類型1①を活用した。類型1①は、小売電気事業者の計画値同時同量を達成のためのデマンドレスポンスであり、実施する新電力事業者のニーズによってその運用や報酬が変わる。本市の場合は表-2に示す様に、契約している新電力事業者が要請する夕方（16～20時）での節電量に対して10～15円/kWhの報酬を頂く取り組みであった。

表-1 デマンドレスポンスの類型

類型	目的・用途
類型1	小売電気事業者の「計画値同時同量」の達成
	類型1① 小売電気事業者が、自社の需要家によって生み出された需要制量を調達するもの
	類型1② 他の小売電気事業者の需要家によって生み出された需要抑制量を調達するもの
類型2	一般送配電事業者の「調整力」としての活用

表-2 デマンドレスポンスの条件

条件	内容
ベースライン設定等	節電要請時間 16～20時(毎日)、ベースラインは、平日と休日のそれぞれについて設定 前月月末頃の平日及び土日それぞれの節電要請時間における電力使用量平均値で算出
成功報酬	10～15 円/kwh(税込) (報酬支払いは2ヶ月後分の電力量料金請求時にて精算)

このように、デマンドレスポンスについては、実施主体とそのニーズにより、活用のバリエーションがある。

現在は、日本卸電力取引所の市場単価が比較的安定しており、新電力事業者側のニーズが無いため、このデマンドレスポンスの取り組みは“保留”となっている。そこで、本市が持つ調整力を他の方法で活用できないか検討を重ねた結果、今回発表する「容量市場を活用したデマンドレスポンス」に取り組むことになった。

### 4. 容量市場の概要

#### (1) 容量市場創設の背景・目的

2022年度の日本国内の発電電力割合は火力72.7%、太陽光9.2%、水力7.6%、原子力5.6%、その他再生可能エネルギー4.9%となっており、太陽光等の再生可能エネルギーの普及が進んでいることが分かる。ただし、再生可能エネルギーはその特性上、発電量が天候や気温に左右されるため、不安定な電源であることが課題となっている。再生可能エネルギーの出力が低下した際に、その

調整力として稼働するのは火力発電所である。しかし、その火力発電所も老朽化している施設が多く、多額の維持管理費用がかかってしまうため、採算の取れない火力発電所については休廃止するような事例が発生している。このような状況から、数年前には冬場の電気が不足するという懸念から、日本卸電力取引所の市場単価が大幅に上昇するという事象も発生した。図-3に電源構成のイメージと構成電源種別を示す。

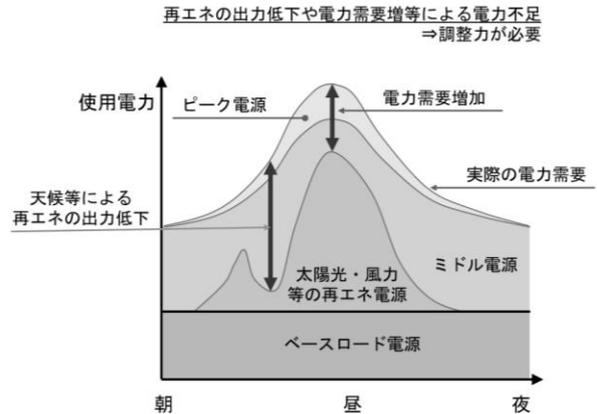


図-3 電源構成イメージと構成電源種別

電源名	電源種別	特徴
ベースロード電源	火力(石炭)、一般水力 原子力、地熱	発電コスト:低 出力調整:難しい
ミドル電源	火力(天然ガス等)	発電コスト:中 出力調整:可能
ピーク電源	火力(石油)、揚水式水力	発電コスト:高 出力調整:可能
再エネ電源	太陽光、風力等	発電コスト:- 出力調整:不可

このような事態を受け、将来の需要を賄うために必要な供給力をあらかじめ確保し、その供給力を1年間維持するために必要な報酬を対価として支払うことで、将来の電力供給の安定化を図るため容量市場が創設された。

容量市場は、将来の安定的な電力供給を維持するための供給力[kW]を確保することを目的として創設された新しい電力市場（※創設2020年）であり、今まで一般的に取引をされてきた電力量[kWh]とは異なる電源価値を売買する市場である。

容量市場では、4年後に必要な供給力をオークション形式で募集する仕組みとなっており、応募する事業者は、4年後に提供可能な供給力[kW]とその供給力を提供するために必要な応札価格[円/kW]を提出する。表-3に容量市場における対象電源の種類、表-4に容量市場スケジュール（2022年オークション分）、表-5に過去4年間に容量市場で開催されたオークションの約定結果推移を示す。

表-3 容量市場における対象電源の種類

安定電源	期待容量 1,000kW 以上の安定的な供給力を提供するもの 水力、火力、原子力、再生可能エネルギー
変動電源	期待容量 1,000kW 以上の供給力を提供するもの 水力、再生可能エネルギー（安定的な供給が出来ないもの）
発動指令電源	下記いずれかに該当する電源等により、期待容量が 1,000kW 以上の供給力（複数電源の組み合わせ可能）を提供するもの 安定的に電気を供給することが困難な事業用電気工作物、 <b>特定抑制依頼（デマンドレスポンス）</b> 、期待容量が 1,000 キロワット未満の発電設備等

表-4 容量市場スケジュール（2022年オークション分）

2022 年度開催分	
2022	オークション
2023	入札・業者決定
2024	実効性テスト
2025	—
2026	実運用
2027	報酬

表-5 オークションの約定結果（九州エリア）

オークション約定結果 （九州エリア）	[円/kW] （税抜き）
2020 年度（初年度）	14,137
2021 年度	5,242
2022 年度	8,748
2023 年度	11,457

当該オークションは運営主体である電力広域的運営推進機関の定めた需要曲線と発電事業者が応札した価格と容量を安価な順に並べた供給曲線との交点を含む応札の価格が約定価格となり、落札された全ての電源にこの約定価格が適用されるシングルプライスオークションである。図-4にシングルプライスオークションイメージを示す。

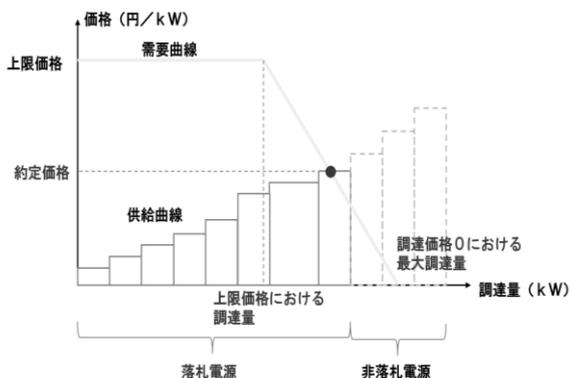


図-4 シングルプライスオークションイメージ

## (2) 本市における容量市場の活用方法

取水ポンプ等を活用したデマンドレスポンスは容量市場においては発動指令電源として分類され取引することができる。ただし、提供調整力が1,000kW未満の場合には、アグリゲーターが取りまとめるグループの1電源として参加する事となり、市が提供する調整力を最も高価値で買い取って頂くアグリゲーターを入札にて効果的に選定する事務が必要となる。図-5に容量市場のイメージを示す。

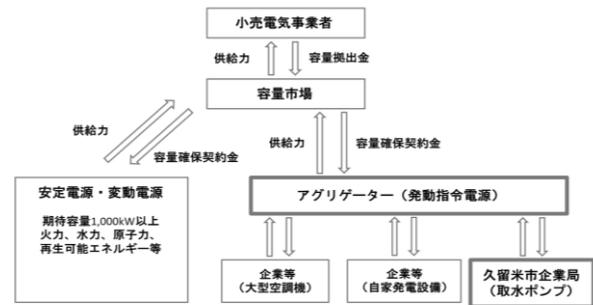


図-5 容量市場のイメージ

今回、本市では2022年度に開催されたオークション分を対象として、2023年12月に入札公告を出し、アグリゲーターとの契約締結を行った。2024年度には電源の実行性を確認するテストがあり、その実効性テストで想定電源を提供できることが確認されると、入札にて約束した報酬が決定され、更に2026年度の実運用で調整力を提供することに成功する事で2027年度に約束した報酬を受け取る仕組みとなっている。本市の報酬は表-5に示すオークション約定単価の一部を分配して頂く形となるが、最近の約定単価は上昇傾向にあり、ニーズが高まっていることが伺える。

## 5. 本市における提供調整力及び入札のポイント

### (1) 提供調整力

本市が提供する調整力は取水ポンプ2台分（280kW）である。浄水場にある配水池容量を考慮し、3時間減台しても無理のない台数とした。また、発動の3時間前に指令が来るため、この3時間で出来るだけ配水池水位を上昇させることで、より安定した水運用を行う予定である。提供調整力の基準となるベースラインは30分コマ毎に設定され、実施日当日を含まない直近5日間のうち、デマンドレスポンス実施時間帯の平均需要量の多い4日間の電力量平均値と実施日当日のデマンドレスポンス実施時間の5時間前から2時間前までの6コマを使って算定される。このことから、ベースラインは一定とならない

ため、日常の運転状況等からベースラインの目安を立て、提供調整力を決定することが重要であると考えられる。

表-6 発動指令の概要

項目	内容
発動タイミング、発動頻度	3時間前、最大12回/年
発動時期、継続時間	平日 9時～20時の間、3時間 指令ルート：送配電事業者 ⇒ アグリゲーター ⇒ 本市
実効性テスト	実運用年度の2年前（夏/冬）に実施



図-6 太郎原取水場設置の取水ポンプ

## (2) 入札のポイント

### a) 入札対象の明確化

オークションの約定価格は毎年変わるため、本業務も毎年入札を実施する必要がある。当初は提案型の入札等も検討していたが、最終的には入札対象とする電源条件を明示し、アグリゲーターが参加し易くなる事を考慮して報酬単価（円/kW）のみを競うシンプルな一般競争入札とした。

#### 【入札時の条件等】

- ・ 入札公告日 2023年12月15日
- ・ 実運用対象年 2026年度計画分
- ・ 実効性テスト 2024年度中
- ・ 提供方法 取水ポンプ2台停止を想定
- ・ 節電ポテンシャル 280kw
- ・ 入札対象 kw報酬単価

#### 【入札参加対象者】

- ・ アグリゲーター（特定卸供給事業者）

### b) 報酬

入札の結果、8,511.25円/kW（予定価格6,600円/kW（税込））での落札となり、報酬予定額は約230万円/年（税込）となった。ただし、今後の実効性テスト及び実運用時の成否により報酬額は変動する可能性がある。

### c) 追加の設備投資は一切不要

今回、容量市場に参加するにあたり追加の設備投資は

一切していない。運転方法の工夫と入札を実施するという多少の事務手間のみで報酬を得ることが出来る。

### d) デメリットが全く無い事業スキーム

提供調整力を提示し入札により報酬額を決定している。しかし、水道施設という性質上、優先すべきは水の安定供給である。発動指令が発出された際、施設の状況等で対応が困難である場合も想定される。

本市の容量市場活用における考え方としては、リスクのない条件での活用としており、発動指令時に想定した調整力を提供できなかった場合でも報酬が減額されるのみで、「本市へのペナルティーは発生しないこと」、つまりアグリゲーターへ違約金等を支払うことは無い条件での入札とした。本条件の付与により、発動指令未達時リスクはアグリゲーター側となるので応札価格（報酬単価）の低下要素となっている可能性はあるが、本市側でデメリットの無いスキームでの活用を前提として取り組んだので、そこはあえて甘受した。しかし、応札金額は予定価格を大きく上回っており、たとえ数百kwでも容量市場での取引価値は十分にあったと評価している。

## 6. 今後の取り組み

### (1) 実効性テストに向けた準備

実効性テストの成否は報酬に直結するため非常に重要である。本市において発動指令が来た際に最も重要なことは、速やかに配水池水位を確認し、出来る限り水位を上昇させることだと考えている。そのため、発動指令が来た際の対応マニュアルを作成し、慌てず対応できるよう準備している。

### (2) 電源価値を高める検討

発動指令時の未達リスクはアグリゲーター側で負うというスキームを継続して行きたいと考えている。しかし、今後の他市等での取り組み状況なども研究し、確実に市側で達成できるラインについてはペナルティーを市側で持つなど、電源価値を高める事に繋がる研究にも取り組んで行きたい。

### (3) 今後の継続した入札に向けて

今回の入札結果を検証し、更に良い条件での入札が出来るように改良を重ね、入札を継続していきたい。また、容量市場の活用促進を図るため、発動指令電源として提供できる取水ポンプ以外の設備について再度の洗い出しを実施し、更に浄水施設に限らず、同じ部内で管理している下水道関連施設等の他施設への展開も検討し、複数施設一括での契約にするなど、出来るだけ規模の大きな入札が出来るよう検討していきたい。

## 7. まとめ

今回は配水池とポンプの組み合わせでデマンドレスポンスの実施を検討したが、受電容量の大きなプラント関係施設は、まだまだ相当な節電ポテンシャルを秘めていると考えられる。また、プラント以外の施設であっても、自家発電設備・蓄電池・大型空調機等があり、今回の事例のように200kW程度の節電が可能であれば成功の可能性は十分にあると考えられる。

また、本取り組みは単純な収入増加だけではなく、最終的には電力系統の安定、再エネ導入促進となり地球温暖化対策にも繋がる取り組みとなるため、大変意義深いものであると考えている。

再生可能エネルギー等の天候に左右される電源の普及促進のためには、ユーザー側で受電量を調整する役割を担うことが今後ますます重要になってくる。発動指令電源を用いた容量市場の活用への取り組みについては今後も需要は高まると考えており、本市としてもその拡大について検討して行きたい。

# 菊陽地域における半導体工場をはじめとした急速な企業集積による周辺の交通状況とその対応

朝長 佑世<sup>1</sup>・柴田 龍毅<sup>1</sup>・國本 和宏<sup>1</sup>・横山 朋弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 熊本河川国道事務所 計画課 (〒861-8029 熊本市東区西原1丁目12-1)

熊本県菊池郡菊陽町は、雄大な阿蘇に源を發した白川中流域の平坦地にあり、熊本市の北東部に位置する。ベッドタウンとしての一面を持ち、国道57号(菊陽バイパス)や国道443号など、主要幹線道路が町内を通過しているため、交通の利便性が高い。また、地下水も豊富なため、昭和後期以降は工業化も進められてきた。

このような環境下、菊陽町の人口は年々増加を続け、令和2年の国勢調査では県内市町村で2位となる人口の伸び率を記録するなど、勢いのある町として知られている。また、JASMの半導体工場進出に伴う関連企業の集積により人口及び交通量の増加がさらに進み、交通渋滞が広範囲で確認されている。今後、更なる交通量の増加が想定されるため、交通渋滞を緩和するべくその現状と対策や考え方について論じる。

**Key Words:** 道路交通渋滞対策、関係機関との連携、道路交通課題、半導体産業

## 1. はじめに

熊本県菊池郡菊陽町は、熊本市に隣接している町で、市の中心部まで約15kmあり、バスで約30分、車では約20分で移動できることからベッドタウンとしての性格が強い。

また、菊陽町の工業団地「セミコンテクノパーク」付近では令和6年2月24日にTSMCの子会社「JASM」の第一工場(写真-1)が開所した。隣接地に第二工場の建設も予定されている。

周辺では関連企業の新規立地や既存企業の設備投資が盛んに行われている。(図-1)



写真-1 JASM第一工場等の企業集積状況

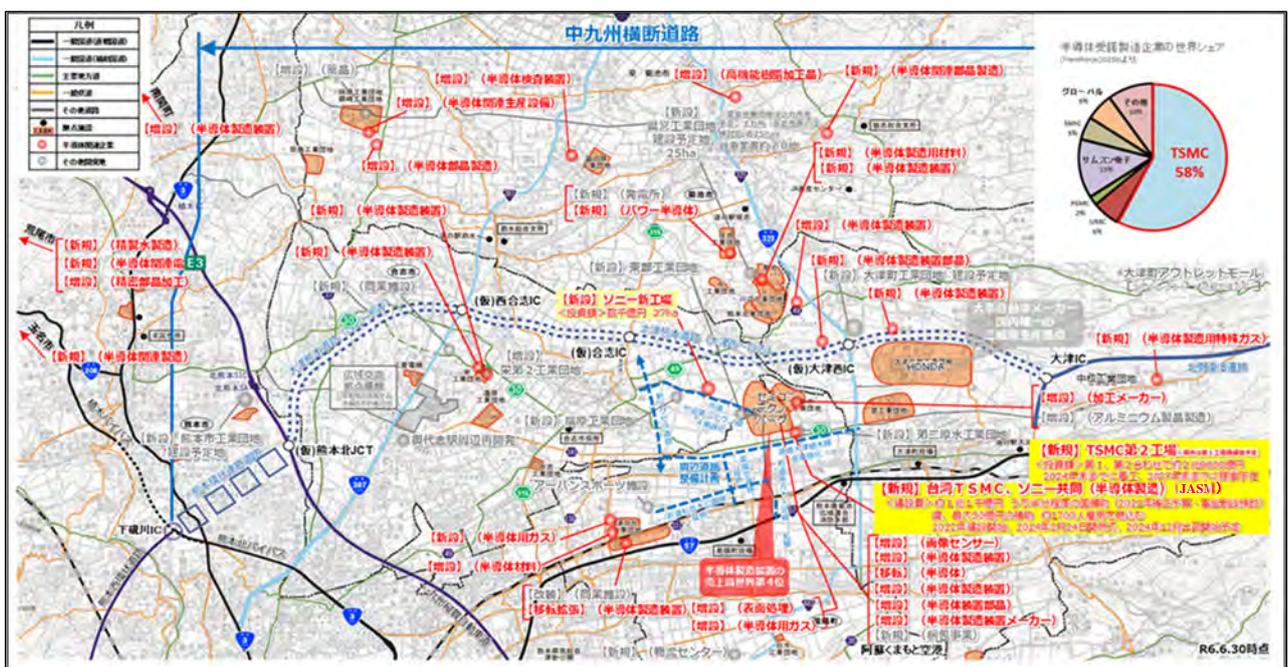


図-1 JASM及び中九州横断道路周辺の主な開発・投資状況

県内で活発化する半導体産業の集積により、大きな経済効果が期待される一方で、菊陽町周辺の渋滞状況は悪化し、交通量が増加している状況である。

令和3年度の全国道路・街路交通情勢調査によると、隣接する熊本市の主要渋滞箇所数や平均速度は三大都市圏を除く全国の政令指定都市でワースト1位となっており、J A S M等の工場が立地する菊陽町では、通勤、工場建設関連等の車両が増加するため、周辺地域での渋滞の悪化を懸念する声は根強い。

こうした渋滞問題の緩和に取り組むべく、熊本河川国道事務所では中九州横断道路（図-2）の早期整備や交差点改良を行っている。

また、令和5年度より国・県・市の道路管理者や高速道路事業者、交通管理者が一堂に会し、当該地域の交通状況の現状・課題を共有すると共に、渋滞対策の検討を行っている。

## 2. J A S M開所後の速度分布状況の変化

企業立地増加前後で速度分布状況がどのように変化したか観測するべく、E T C 2. 0プローブ情報を用いて、平日朝の速度分布を比較した。（図-3）

「企業立地増加前」では、交差点部等において低速度区間が多く見られるものの、単路部においては比較的渋滞が少ない事が確認できる。

「企業立地増加後」は、交差点部、単路部ともに低速度区間が広く分布し、渋滞状況が悪化している事が確認できる。なお、光の森周辺では、企業立地前後にかかわらず低速度区間が面的に広がっている。

朝7時のJ A S M周辺の渋滞（写真-2）の状況として、通勤車両が多く、幹線道路だけでなく周辺の生活道路でも500m程度の渋滞の発生が確認された。また、歩道等無く幅員が狭い道路では、渋滞車両により自転車の通行に支障が生じる、車両に近接して走行するなど、危険な状況も見受けられた。

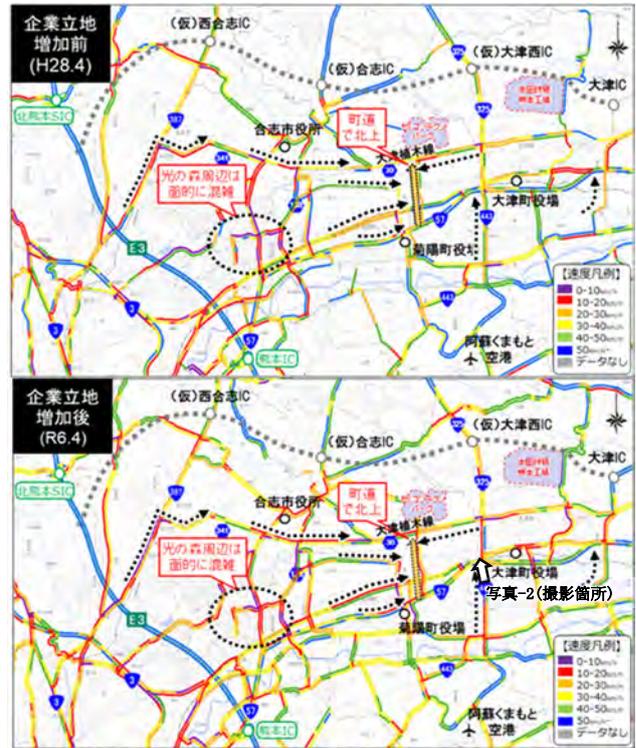


図-3 J A S M周辺の速度分布（朝7時台）



写真-2 渋滞状況（国道325号）

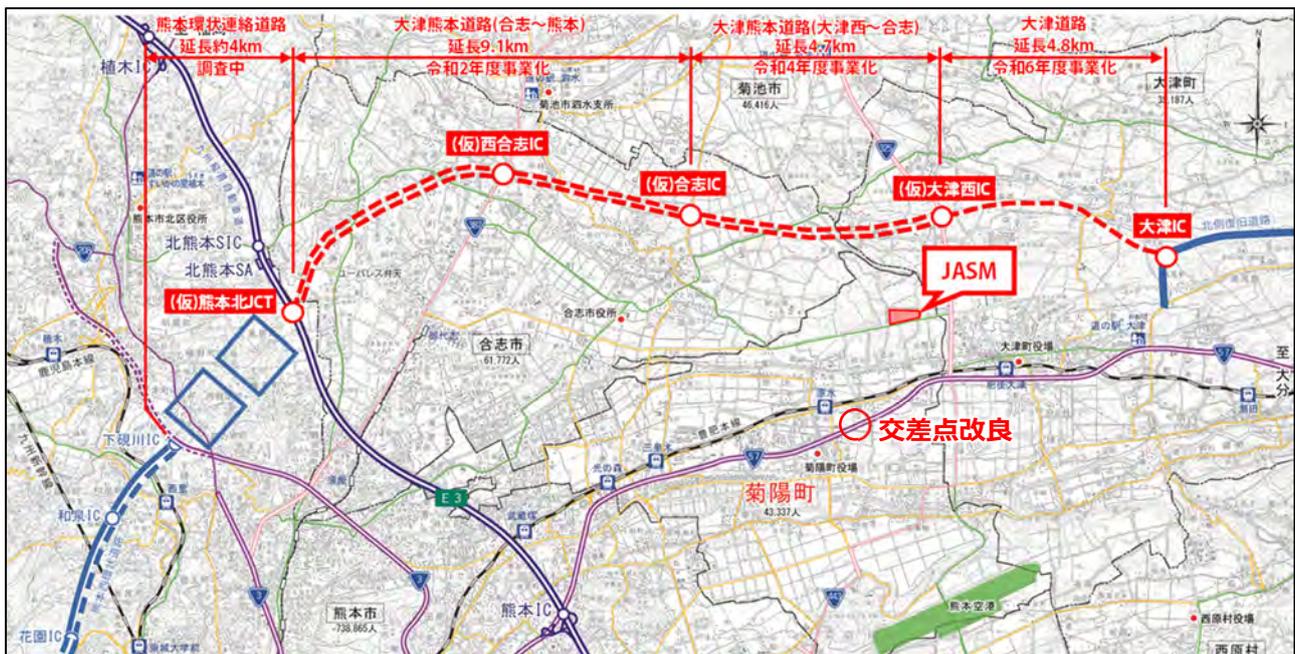


図-2 中九州横断道路の整備状況

### 3. 中九州横断道路の整備状況

前述の内容を踏まえ、熊本河川国道事務所では、交通渋滞の対策の一環として、中九州横断道路の早期整備を進めている。(図-4)

中九州横断道路は大分県大分市と熊本県熊本市を結ぶ延長約120kmの高規格道路で、熊本県内では令和2年度に「北側復旧道路」が開通しており、「竹田阿蘇道路」、「滝室坂道路」、「大津道路」、「大津熊本道路」が事業中である。

「竹田阿蘇道路」は、平成31年度に事業化し、令和4年12月に着工、現在、調査設計・用地買収・橋梁下部工工事等を進めている。

「滝室坂道路」は、平成25年度に事業化し、令和5年6月に滝室坂トンネルが貫通、令和8年度に開通を予定している。

「大津道路」は、令和6年度に事業化し、令和6年度から測量等への着手を予定している。

「大津熊本道路(大津西～合志)」は、令和4年度に事業化し、同年10月に中心杭打ち式(写真-3)を開催、令和6年7月に地元関係者などへ設計説明を行う。

「大津熊本道路(合志～熊本)」は、令和2年度に事業化し、令和4年9月に設計説明会(写真-4)を実施、令和5年9月に着工(写真-5)した。令和6年度は、調査設計・用地買収・橋梁下部工工事等を進めている。

「熊本環状連絡道路」は、令和6年2月に都市計画決定されているが、現在、調査中区間である。

中九州横断道路の整備により渋滞緩和が期待されるほか、セミコンテクノパークなどの工業団地を含む周辺地域の九州縦貫自動車道等までの所要時間が短縮されることにより、物流拠点へのアクセス性向上、地域産業の活性化等が見込まれる。また、救急医療活動の支援、観光産業の支援と共に、災害時においても信頼性のある道路として、地域の安全・安心につながることが見込まれる。



写真-3 大津熊本道路(大津西～合志)中心杭打ち式



写真-4 大津熊本道路(合志～熊本)設計説明会

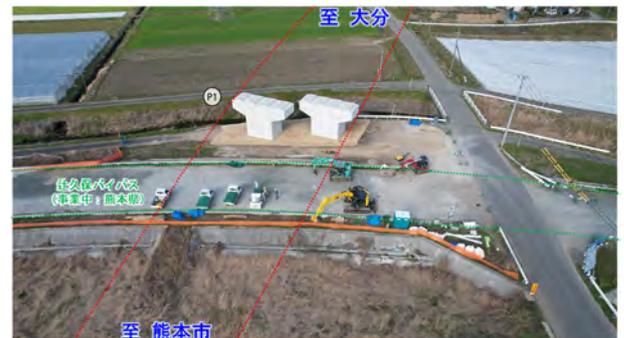


写真-5 大津熊本道路(合志～熊本)橋梁下部工工事状況

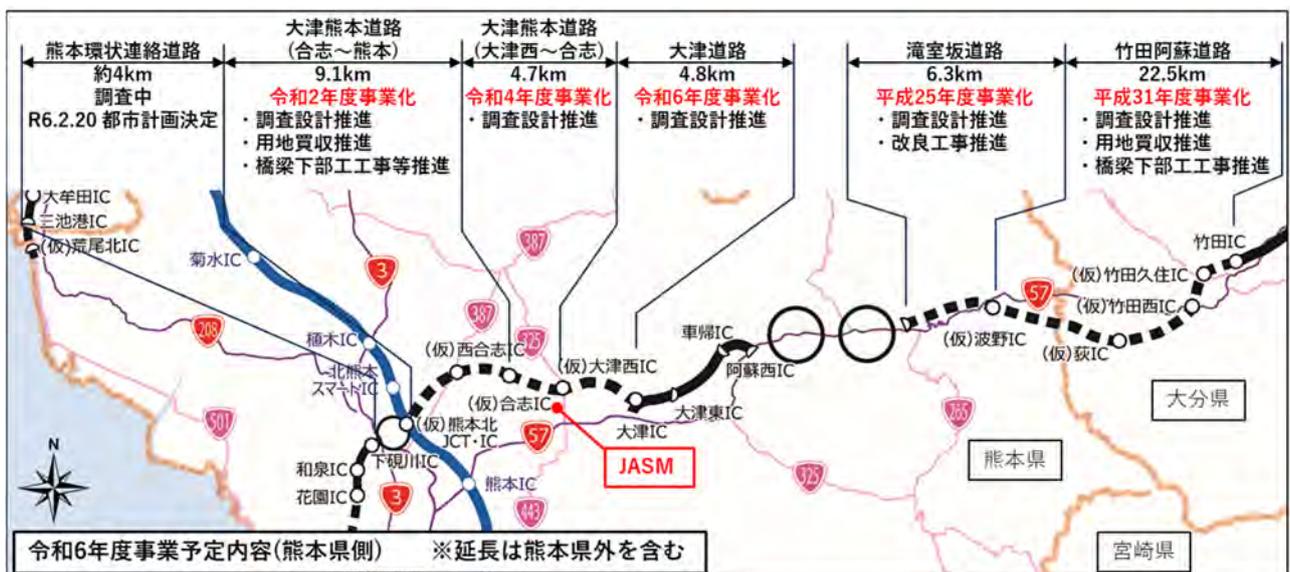


図-4 中九州横断道路(熊本県側)の進捗状況





# 球磨川発ネイチャーポジティブな川づくり ～瀬の復元により貴重種のカジカを確認～

出来田 環<sup>1</sup>・岸良 武志<sup>1</sup>・一ノ瀬 誠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 八代河川国道事務所 流域治水課 (〒866-0831 熊本県八代市萩原町1丁目708-2) .

球磨川は、尺アユと呼ばれる大型のアユで知られ、多くの釣り人で賑わっていた。しかし、治水や利水事業、砂利採取等の人為的インパクトにより河川環境が変化していった。その中でも、かつてアユをはじめ魚類等の生息・繁殖のとなる良好な瀬が、遙拝堰下流に存在していたが、消失しつつあった。この瀬は、淡水で海域に最も近い瀬であり、アユの産卵場として球磨川で最も重要な瀬である。このため、消失しつつある瀬を再生し、かつての良好な瀬の再生を目的とする自然再生事業を開始した。瀬の再生手法として、かつて当該地に存在したとされる漢字の八の字のような形をした斜め堰を模して復元することとした。この結果、瀬の面積が増加し、良好な生息・繁殖環境が再生された。併せて球磨川流域では絶滅したカジカが復活した。

キーワード 自然再生事業、瀬の再生、アユ、カジカ、絶滅種の復活

## 1. はじめに「近年の河川行政を踏まえて」

平成9年の河川法の改正により、治水・利水と同様河川環境の整備と保全が目的に位置づけられて以降、河川行政においては、多自然川づくりなど、様々な河川環境施策を進めているところである。近年のネイチャーポジティブに向けた国際的な動き等、河川を取り巻く社会経済情勢の変化を踏まえ、2024年5月には「生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方」提言により環境面における今後の河川整備の方向性が示された<sup>1)</sup>。従来の環境を保全するという考えに、保全かつ創出するという前提が加わり、これに基づき今後河川整備を進めていく必要がある。

この論文では、球磨川で取り組んでいる自然再生事業において、事業半ばであるが、瀬の再生により事業目標を達成しつつあることはもとより、絶滅されたとされるカジカが施工直後から経年的に確認されたことについての考察を述べる。

また、絶滅されたとされる種が復活したことは、当初の整備目標以上の効果が得られたと言え、その状況はネイチャーポジティブそのものであり、河川事業の好事例であると考えている。

## 2. 事業の背景

### (1) 球磨川下流部における瀬の減少

球磨川下流部では、1965年7月の洪水を契機として始まった本格的な河川改修や砂利採取、その後の出水等の影響により河床が低下し、その結果、球磨川下流域の河道内では多くの瀬が減少し、特に河口から9km上流に位置する遙拝堰直下の瀬は、図-1のとおり1970年代に比べると瀬が消失しつつある状況であった。



図-1 遙拝堰下流の瀬 (上: 1970年代, 下: 2010年)

### (2) 遙拝堰下流の瀬の重要性

河川の健全性(縦断的連続性)を評価する指標種とし

てアユに着目する。ふ化してすぐの仔アユは、卵黄と呼ばれる栄養源を抱えているが4日程度しかもたないため、できるだけ早く豊富な栄養源がある海へ到達する必要がある<sup>2)</sup>。そのため、淡水で河口に近く、産卵場となる瀬が存在することが重要である。河口から9km付近に存在する遙拝堰下流の瀬は、球磨川において河口に最も近い瀬であることから、非常に重要な瀬となっている。

### (3) アユ遡上量の減少

球磨川では、球磨川堰において球磨川漁業協同組合によりすくい上げ事業が実施されており、すくい上げされた稚アユは、上流へ運搬され放流されている。すくい上げは、球磨川堰を遡上している稚アユをほぼ全量捕獲していることから、すくい上げ尾数=遡上量として、図-2に示す。図-2で示すとおり減少傾向であった。

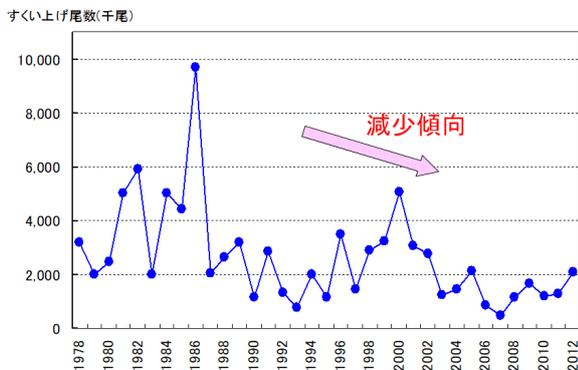


図-2 アユの遡上量 (すくい上げ尾数) の推移 (1978~2012年) 出典) 球磨川漁業協同組合すくい上げ事業の報告値を加工

## 3. 自然再生事業による取り組み

### (1) 自然再生事業の目標設定

前述した瀬の減少や河床低下状況、瀬の重要性を考慮し、遙拝堰下流の瀬の再生を自然再生事業として位置づけた。具体的な目標として、「1970年代(昭和50年代)の瀬の再生」に務めることとし、面積の再現値約20,000m<sup>2</sup>程度を目指すとした。

また、具体的な整備内容としては、河床整正ならびに床固め工とし整備を進めた。

### (2) 遙拝堰下流の瀬を再生するための試験施工

遙拝堰下流の瀬を再生するため、2008年及び2011年に根固めブロック等による河床整正の試験施工を実施した。

2011年に施工した試験施工後のモニタリングでは、アユが石についた付着藻類を食べた“はみ跡”が大幅に広がっている状況を確認できた。また、アユは、体長や体高が大きくなると抱卵数が多くなることを確認しており、

えさ場環境が向上することで産卵数(≒仔アユ数)が増えるものと考えられる。このことから、人為的に河床整正等を実施した場合であっても、アユの生息環境に適した瀬の再生が可能であることを確認できた<sup>3)</sup>。

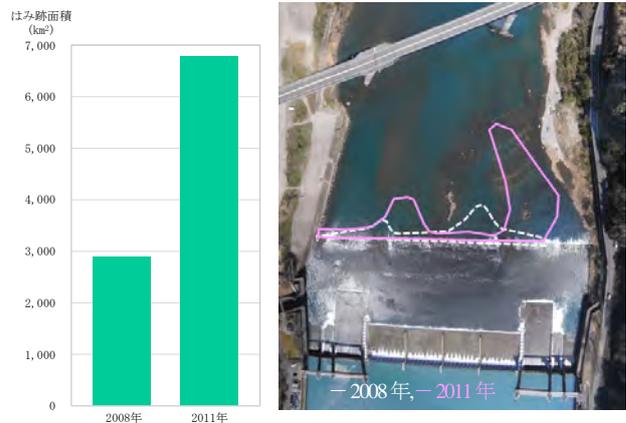


図-3 はみ跡面積の変化 (2008年→2011年)

### (3) 加藤清正由来の旧遙拝堰(八の字堰)形状の復元

現在の遙拝堰は1969年に可動堰に改築され、それ以前の旧遙拝堰(八字堰)は、図-4のとおり漢字の八の字の形状をした斜めの固定堰であった。これは1608年に加藤清正によって築造されたものに由来しているとされている。堰下流は白波が立ち、多様な水の流れを形成していたことから、当時は遙拝の瀬とも呼ばれていた。この八の字の形状により良好な瀬が存在していたと考えられた。

八の字堰の構造については、当時の旧遙拝堰の絵図や昭和8年の測量図はあったものの、詳細な構造が示されたものがほとんど残っていなかったことから、加藤清正が同年代に築造した斜め堰の構造を参考に復元することとし、菊池川の白石堰、緑川の鶴ノ瀬堰の構造や材料に関する資料・文献を参考に設計を行った。



図-4 旧遙拝堰

出典) 古の球磨川河畔写真集 (写真提供: 八代平野土地改良区) を加工

### (4) 瀬の再生に関する河床デザインコンセプト

遙拝堰下流の瀬の再生計画にあたっては、河川工学、魚類、景観に関する学識者や地域の歴史に関する有識者

及び行政機関で構成する「球磨川下流域環境デザイン検討委員会」を設置し、平成25年から平成27年3月までに計8回にわたり議論を重ねた。

本委員会では、遙拝堰下流の瀬の再生の目標値の設定や、再生するための整備方法、景観に配慮したデザイン等を詳細に検討した。

また、熊本高等専門学校の協力を得て八代キャンパスの敷地にて、八の字の河床整正の高さや位置、洪水時下流に与える影響を検討するために水理模型実験を実施した<sup>5)</sup>。

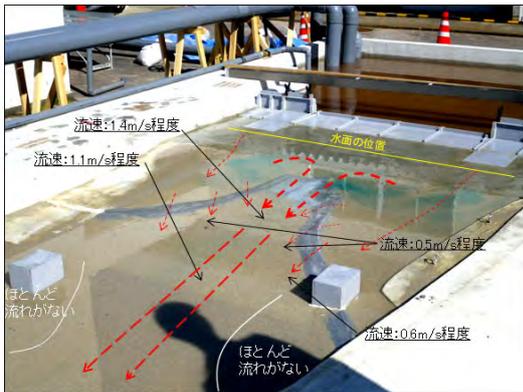


図-5 水理模型実験

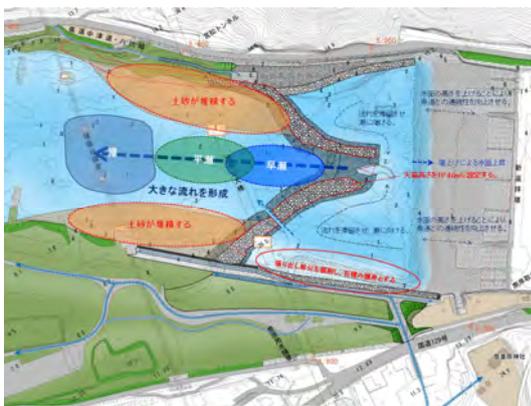


図-6 検証を踏まえた河床デザイン

#### 4. 八の字堰の施工（本施工）

八の字堰の石組みの構造は、加藤清正に関する文献を参考にし、石の大きさや組み方を検討、決定した。図-7に示す様に、巨石による石組、内部には岩砕による群体構造とし、一体として強固に仕上げ、上下流面には敷石としてアユの採餌環境を創造する根固めブロック（アユストーン）を配置した。根固めブロックは、球磨川中流部における河道掘削により発生した玉石を有効活用し、表面に植石することで、アユの餌場環境を作り出す構造とした。併せて、球磨川の流れにも流出しない十分な重量と連結性を持たせた。

また、遙拝堰下流における八の字堰の形状の復元によ

る瀬の再生イメージは、先ほど図-6で示したとおりであるが、八の字堰下流側の流心付近は、流速が早くなるため、早瀬、平瀬、淵が連続して形成され、アユの産卵環境に適した河床が形成される構造とした。

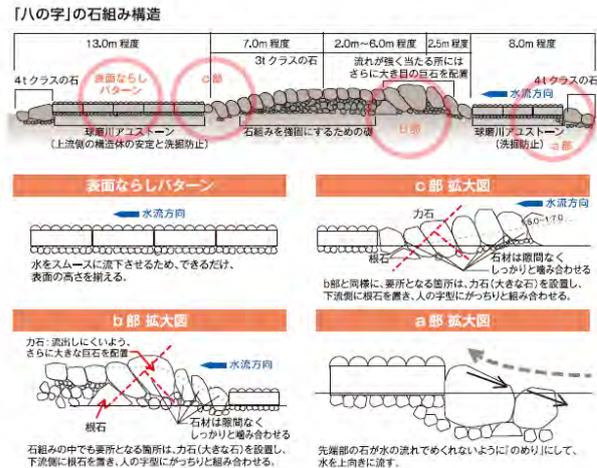


図-7 八の字堰の石組み構造



図-8 球磨川アユストーン

#### 5. 瀬の再生による効果

##### (1) 物理環境面からの評価

八の字堰は、2019年3月に完成した。目標である瀬が創出されたか、航空写真を用いて評価した。整備目標としていたのは、1970年代（昭和50年代）の瀬の面積約20,000㎡であったが、図-9のように2009年と2020年を比較したところ、瀬の面積は、約4,000㎡から約21,000㎡となり、当初の目標を達成した。また、2020年7月豪雨は、未曾有の災害となったが、八の字堰は、全く損傷していない。



図-9 瀬が回復（2009年→2020年）

## (2) 生物環境面からの評価

生物環境面からの評価は、アユに着目し実施した。アユに関する調査は、遡上・流下調査、付着藻類調査、河床材料調査など多くの調査を実施しているが、ここでは、はみ跡の増減や産卵環境の増減について経年変化を確認することで評価した。

図-10によると八の字堰の施工により面積が増加していることが確認できる。完成後、2020年7月豪雨を受け、河床材料の変化等により河床環境が変化し面積が減少したが、近年、回復傾向にあり、アユの採餌環境が形成されたと評価できる。

図-11によると八の字堰の施工により産卵面積が一時的に増加したがその後減少しており、2023年現在でも一部で産卵しているのみ、という状況になっている。

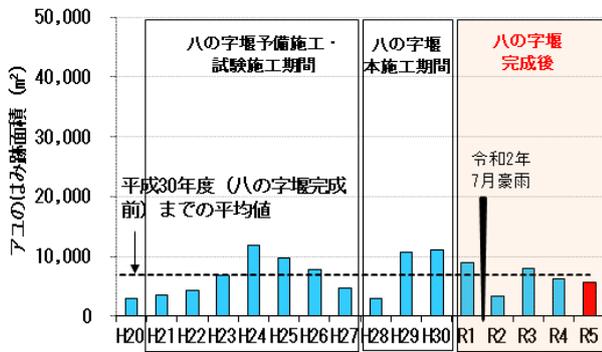


図-10 はみ跡面積の経年変化

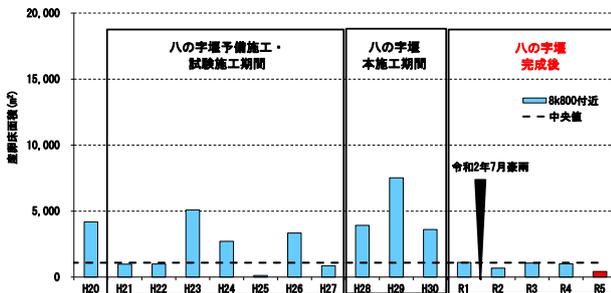


図-11 産卵面積の経年変化

## 6. 絶滅したとされているカジカが復活

2020年7月豪雨を受け、生物環境面からの評価は、課題が残る結果となったが、生物面では、球磨川では絶滅したとされているカジカ小卵型（熊本県RDBでは、ウツセミカジカと分類されている。）が、八の字堰施工直後から、毎年、生息と産卵が確認されている。

レッドデータブックくまもと2019によると「本州と四国を中心に、九州の一部に分布し、熊本県にも生息する。南限は氷川と考えられる。かつては球磨川まで生息した。」とあり、更に「川辺川（相良村）では昔、竹かご

で捕り、みそ汁で食べるほどたくさん捕れていたと聞くが、今では絶滅。」とある<sup>9)</sup>。球磨川では絶滅しており、ウツセミカジカの生息南限は、球磨川より北部に位置し、同じ八代海に面する氷川とされている。

自然再生事業により、瀬の環境を再生したことにより、絶滅した種が復活した事例として特筆すべき効果であると考えている。

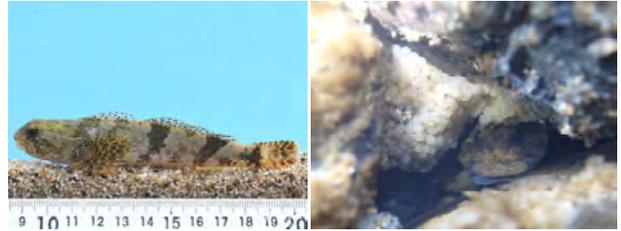


図-12 八の字堰で捕獲したカジカ（左）と産卵状況（右）

## 7. 今後の課題・まとめ

自然再生事業は、まだ道半ばであるがこれまでのモニタリングで様々なことが確認できている。今後は、生息・繁殖（産卵）環境を改善するための順応的管理の方法を検討すると共にネイチャーポジティブを目指した治水事業に取り組むため「球磨川かわづくりデザイン検討会」で環境ワーキンググループを新たに設置し、先進的な取り組みを推進していきたい。

### 謝辞

執筆にあたり、これまで八の字堰に携わってこられた学識者、アユの専門家、地域の方々、設計・調査・工事関係者、職員の皆様に敬意と感謝の意を表す。

### 参考文献

- 1) 生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方検討会：「生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方」提言（2024年）
- 2) 高橋勇夫+東健作：ここまでわかったアユの本（2006年）
- 3) 工藤・村岡：加藤清正ゆかりの八の字堰復元による生物多様性を目指して（2014年）
- 4) 八代河川国道事務所：古の球磨川河畔写真集（2015年）
- 5) 濱邊・村岡：加藤清正由来の八の字堰の形状の復元による生物多様性を目指して（2015年）
- 6) 熊本県：レッドデータブックくまもと2019
- 7) 球磨川下流域環境デザイン検討委員会（第1回～第13回）

# 掘削土砂を活用した球磨川河口域の ネイチャーポジティブな川づくり

青木 慧<sup>1</sup>・岸良 武志<sup>1</sup>・向田 清峻<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 八代河川国道事務所 流域治水課 (〒866-0831 熊本県八代市萩原町1-708-2)

<sup>2</sup>中国地方整備局 河川部 河川計画課 (〒730-8530 広島県広島市中区上八丁堀6-30)

球磨川河口域では干拓や河川整備等によってかつて存在した複雑な形状の干潟やヨシ原が消失していた。本稿では、河道掘削により発生した土砂を河口域に投入することでヨシ原を再生し、多様な生物が生息するエコトーン<sup>1</sup>の形成に成功した経緯を報告する。再生されたヨシ原では河川協力団体による生き物調査が行われ、地域コミュニティの活性化にも繋がっている。河川管理者の工夫と学識者や地域住民との協働により、ネイチャーポジティブな川づくりや地域活性化を既存の河川事業の枠内で実現するという、新たな地域貢献の形を提示した。

キーワード 河道掘削, ネイチャーポジティブ, 干潟, 地域コミュニティ

## 1. はじめに

「ネイチャーポジティブ」とは、生物多様性の損失を防ぎ、回復させることを意味する言葉である<sup>1</sup>。球磨川河口域では2013年より河川工事によって発生した掘削土砂を活用した自然再生に取り組み、学識者や地域住民の協力のもと、ヨシ原を中心とした汽水域の生態系回復を試みている。

10年間の取り組みにより、干潟・ヨシ原が再生され、塩生植物や水生生物、鳥類といった多様な生態系が回復したことが確認されている。再生した干潟・ヨシ原では河川協力団体による自然観察活動が自主的に行われており、ネイチャーポジティブな川づくりが地域コミュニティの活性化にも寄与している。

球磨川におけるこれらの取り組みはいずれも既存事業の枠組み内での工夫により実施されている。本稿では、球磨川における取り組みの報告を通じて、他の流域の河口域においても河川事業によりネイチャーポジティブを実現する可能性を提示する。

## 2. 背景

干潟・ヨシ原はエコトーンと呼ばれる陸域と水域の移行帯にあたり、水域からの距離等に応じて冠水頻度や土砂の形状が変化し、多様な環境が形成されている。エコ

トーンには多様な環境それぞれに適応した生物が生息し、複雑な生態系が形作られる。図-1の左図に示すように、球磨川河口域には1960年代まで複雑な形状の干潟が存在し、底生動物や鳥類の生息環境となるヨシ原が見られた。その後、干拓や砂利採取、治水対策等により干潟が減少し、図-1の右図に示すように、2000年代にはほとんどのヨシ原が消失していた。

他方、球磨川水系では流下能力の向上を目的とした河道掘削が行われており、年間数万m<sup>3</sup>の掘削土砂が発生していた。この土砂を有効活用し、河川環境の再生にも役立てることを目的として2013年から始まったのが河口域における干潟・ヨシ原再生の取り組みである。

## 3. ヨシ原再生の手法

球磨川河口域の干潟・ヨシ原再生にあたっては、①学識者からなる水生生物ワーキンググループ（水生生物WG）によるデザインや評価手法の検討②掘削土砂の投



図-1 ヨシ原消失前後の球磨川河口域（国土地理院）

入とヨシの移植による塩生植物の生育環境再生③生態系の回復状況についての継続的なモニタリングの3ステップを並行して行った。図-2に示すように、2013年12月に第1回水生生物WGを開催し、2014年から試験施工を開始、2017年から2020年にかけて本施工を行い、2023年にモニタリング結果を含めた水生生物WGの取りまとめを行った。

**(1) 再生デザインと評価方法の検討**

河口域のヨシ原再生への着手にあたり、塩生植物や水生生物についての知見を持つ学識者から構成される水生生物ワーキンググループを組織し、環境再生のデザインや取り組みの評価方法を検討した。

**a) 再生デザインの基本方針**

干潟・ヨシ原を再生し、底生動物の生息環境を形成するために、球磨川河口部に位置し干潟が存在していた中北地区（図-3）を施工区域として土砂投入を行うこととした。ヨシの生育に適した地盤高を可能な限り再現するとともに多様な動植物の生息環境を確保するために、くしの歯状に工事用道路を設置し、その周囲に設ける施工ヤードは水面に向かって緩やかな勾配をつけたデザインとした。

中北地区の沖合に位置する沖島には重要種を含む様々な鳥類が生息している。陸域との接続により生息環境が損なわれることを防ぐため、沖島と中北地区の間に自然

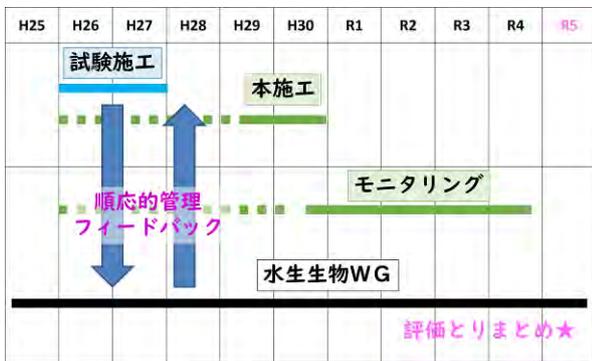


図-2 ヨシ原再生の進め方

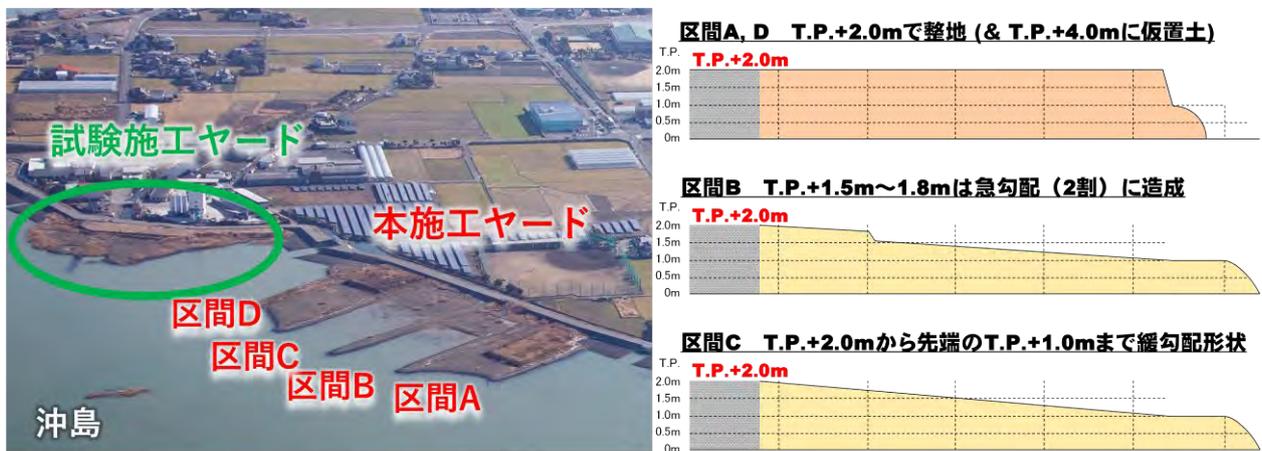


図-3 施工ヤードの空中写真と縦断形状

に存在していた滞筋を保全する形で施工ヤードの範囲を決定した。

これらの方針の策定は、自然再生において環境や社会的背景の変化に柔軟に対応するという順応的管理の考え方<sup>2)</sup>に基づいている。取り組み開始後のモニタリング調査や試験施工の経過に応じて当初方針を柔軟に変更し、施工方法や施工範囲を決定していった。

**b) 生態系回復の評価手法**

この取り組みによる生態系の回復状況は、水生生物WGでの議論により生態系回復の指標種を決定し、その生息種数をモニタリングすることによって評価した。干潟環境維持（保全）の指標種としては植物・魚類・カニ類・巻貝類の13種を、ヨシ原再生の指標種としては植物・カニ類・巻貝類の6種類を選定した。土砂投入後に継続してモニタリングを行い、確認された指標種数を生態系回復の評価に用いることとした。

**(2) 掘削土砂の投入とヨシの移植**

水生生物WGにおける検討結果に基づき、2014年から土砂投入の試験施工を開始し、2017年から本施工を行った。施工段階では、河道掘削により発生した土砂を施工ヤードに投入するとともに周辺のヨシ群落からヨシを移植することで植生回復を試みた。

**a) 掘削土砂の投入**

図-3に施工ヤードの区分と縦断形状を示した。試験施工はヨシの生育条件を把握することを目的とし、施工ヤードの中央に設けた工事用通路の両側に階段状に平坦な土地を造成した。さらに、投入する土砂の粒径やヨシの移植方法によるエリア分けを設定し、様々な生育環境を再現した。

本施工の計画は試験施工後のヨシの生育状況等を踏まえて水生生物WGで決定した。本施工ヤードを工事用道路によって4つの区間に区切り、外側に位置する区間A,DはT.P. +4.0mとT.P. +2.0mの平坦面を持つ階段状の縦断形状、内側の区間B,Cはそれぞれ異なる勾配で沖側に向かって標高を下げる縦断形状とした。本施工では土砂の

ふるい分けを行わず、河道掘削で発生した土砂を未分級の状態で投入した。

本施工では、約3haの施工ヤードに土砂を投入した。投入した土砂はすべて既存の河道掘削事業によって発生した土砂であり、ヨシ原再生を目的とした新規調達は行っていない。

#### b) ヨシの移植

施工ヤードにおいてヨシの繁茂を促すため、球磨川堰下流の群落からヨシの移植を行った。ヨシは根を中心にして生育する植物であり、根の移植方法として「播きだし移植」と「株移植」を併用した。播きだし移植は根を20cmほど切り出して移植箇所へ埋める手法である。採取する部分が小さいため人力でも実施可能で移植元の群落への影響が少なく、採取面積より広範囲に移植可能であるというメリットがある一方で、生育が遅く、ヨシが繁茂するまでに時間がかかる。株移植は根を含む株全体を周囲約50cm四方の土壌とともに切り出す手法である。ヨシが移植先に定着、繁茂しやすい一方で移植可能な面積が小さく、周囲の土壌とともに切り出すために作業には重機の投入が必要である。

#### (3) 生態系モニタリング

本施工完了後、2019年から2022年にかけて環境調査を行い、水生生物WGで設定された指標種を中心に、塩生植物、底生動物、魚類、鳥類等の生息状況をモニタリングした。

### 4. 生態系回復の状況

#### (1) 指標種による現状評価

表-1に、モニタリング期間中の指標種の確認状況を示した。指標種確認数は経年的に増加傾向にあり、2022年には干潟環境維持の指標種は全種類が、ヨシ原再生の指標種は6種のうち4種が確認された。掘削土砂の投入とその後の自然営力による多様な自然環境の維持・形成により、その環境に適した指標種が定着し、生物多様性が回復したといえる。

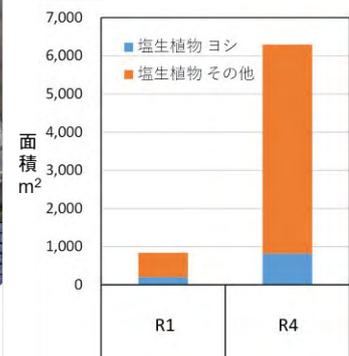
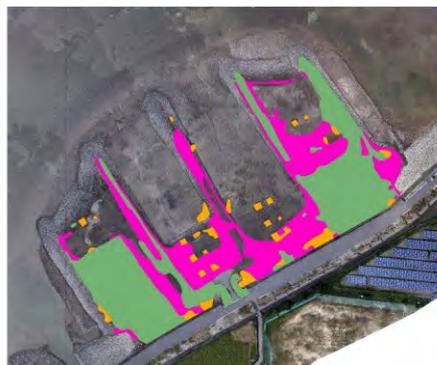
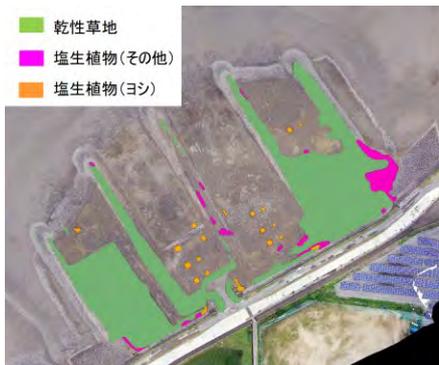


図-4 塩生植物の生育面積の変化

#### (2) 自然の営力による投入土砂のふるい分け

土砂の投入により、標高が高く冠水頻度の低い乾性草地在が広がるエリアから標高が低く冠水頻度の高い泥環境に至る、多様な環境が形成された。本施工ヤードでは投入時には未分級であった土砂が波浪や潮汐といった自然の営力によってふるい分けられ、場所によって異なる粒径の河床材料が優占する状況が観察されている。波浪の影響を強く受ける沖側ではシルト分が流されることで礫優占の河床材料となり、波浪の影響が比較的小さい中間部は沖側から流された泥が堆積することで砂泥優占となっている。最も波浪の影響を受けにくい堤防側は投入時と同じく砂礫が中心である。

#### (3) ヨシ・塩生植物の生育面積拡大

図-4にモニタリング開始時および終了時の塩生植物生育状況を示した。ヨシを含む塩生植物全体で、2019年から2022年にかけて生育面積が850 m²から4600 m²に増加した。これらの塩生植物はT.P. +1.5 m ~ T.P. +2.0 mの範囲に生育しており、特にT.P. +1.8 m以上の範囲に広く定着している。

播きだし移植されたヨシは、標高が低く波浪・干満の影響を受けやすい地点では生育状況がやや不良であったものの、それ以外の地点ではおおむね良好であった。株移植されたヨシは、年度・場所によるばらつきはあるものの生育状況がおおむね良好であった。

ヨシ以外の塩生植物として、ホソバハマアカザやハマサジといった重要種の定着も確認された。

#### (4) 水生生物の多様性増加

標高や河床材料、植生といった点で多様な環境が形成されたことで、それぞれの環境に適応した様々な水生生物が生息するようになった。

図-5は施工ヤードで確認された底生動物の種数推移を示している。総種数や重要種数は増加傾向にあり、多様性が増加したといえる。重要種については、ヨシ原に生息するシマヘナタリガイやオカミミガイ等、計21種が確認された。

図-6は施工ヤードで確認された魚類の種数推移を示し

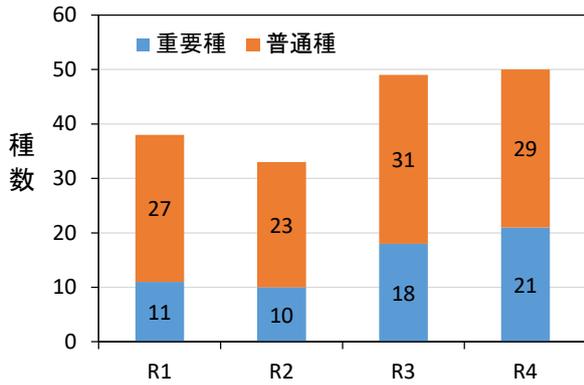


図-5 底生動物確認種数の経年変化

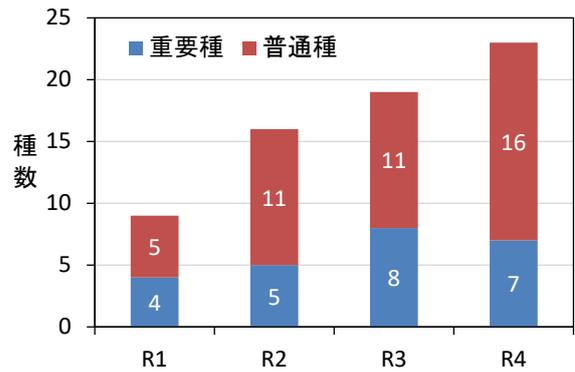


図-6 魚類確認種数の経年変化

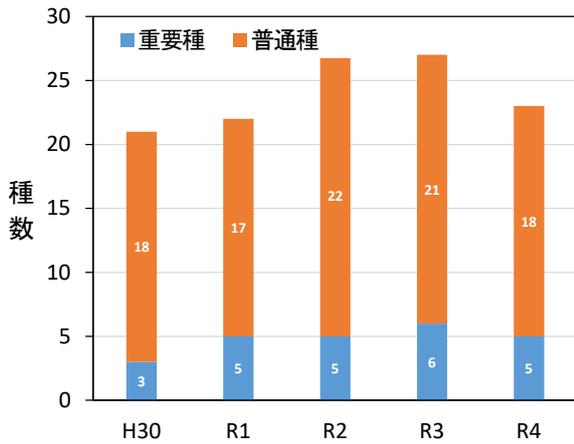


図-7 鳥類確認種数の経年変化



図-8 本施工ヤードで休息するクロツラヘラサギ

表-1 指標種確認数の経年変化

種類	干潟環境維持(保全)					ヨシ原再生				
	種名	R1	R2	R3	R4	種名	R1	R2	R3	R4
植物	ヨシ	●	●	●	●	ヨシ	●	●	●	●
	エドハゼ		●	●	●					
魚類	ヒモハゼ	●	●	●	●					
	ツマグロスジハゼ		●	●	●					
	チワラスボ			●	●					
	コメツキガニ	●	●	●	●	ハマガニ			●	●
カニ類	ハクセンシオマネキ		●	●	●	クシテガニ				
	チゴガニ		●	●	●	アシハラガニ	●	●	●	●
	ヤマトオサガニ		●	●	●	シオマネキ				
	ムツハアリアケガニ				●					
	カワアイガイ			●	●	ヘナタリ類		●	●	●
巻貝類	オカミミガイ	●	●	●	●					
	カワザンショウ類	●	●	●	●					

ている。底生動物と同様、確認された総種数、重要種数がともに増加傾向にある。重要種については、チワラスボやムツゴロウ等、計7種が確認された。

(5) 鳥類の多様性増加

図-7に施工ヤードで確認された鳥類の種数推移を示した。モニタリング期間を通じて総種数、重要種数ともに増加傾向にある。大潮の満潮時には重要種のクロツラヘ

ラサギの休息地である沖島が水没するため、同種が本施工ヤードで休息する様子が確認された(図-8)。クロツラヘラサギの他、ツリスガラやオオジュリンといったヨシ原への依存性が強い種が確認されており、ヨシ原再生によって生息する鳥類の多様性が増加したことがうかがえる。

## (6) エコトーン形成

図-9は現在の施工ヤードで見られる多様な植生、河床環境とそこに生息する底生動物を示している。土砂投入による河床材料の多様化に加え、自然の営力によるふり分けや流木、牡蠣殻等の漂着により、多様な環境、微地形が形成されている。施工ヤードにはこのような環境、微地形に依存する多様な底生動物が定着し、土砂投入によって陸域と水域の移行帯にあたるエコトーンが形成された。

## 5. 地域コミュニティ形成への寄与

掘削土砂の有効活用によって形成されたエコトーンでは、河川協力団体「次世代のためにがんばる会」による生き物調査が行われている。調査には高校生をはじめとする地域の若い世代からなる「エコユースやつしろ」が参加し、多くの高校生が自然環境に触れる場として活用



図-10 河川協力団体による生き物調査

されている。

図-10に生き物調査の様子を示した。老若男女問わず幅広い世代が再生されたヨシ原を訪れており、ヨシ原再生の取り組みが地元の海・川のみならず環境保全の大切さについての気づきや啓発<sup>3)</sup>に加えて、地域コミュニティの形成・活性化にも寄与している。

## 6. 考察・今後の展望

### (1) 球磨川の特徴と他流域への適用性

本節では、球磨川河口域でネイチャーポジティブな川づくりが実現できた要因となる環境・社会的条件を分析し、他流域への適用性を検討する。

球磨川は日本三急流の一つにも数えられる急流河川であり、中流域の山間狭窄部と河口域が近接している。このため、河口域には汽水域でありながら礫河原が形成されている。したがって、中流域で採取した粒径の大きな掘削土砂をそのまま河口域に投入しても環境の改変が少なく、既存の環境に馴染んだと考えることができる。加えて、球磨川河口域にはヨシや底生動物が生存している区域が残されていたことも、施工ヤードにおける着実なエコトーン形成に寄与したと考えられる。さらに、河川協力団体や河川環境に関心を持つ学識者・若い世代による自発的な取り組みが行われたことも球磨川の特徴であるといえる。

河床材料や潮流の条件については流域によって多様であることから、他流域で同様の取り組みを行うにあたっては、投入土砂が投入箇所に馴染み、定着するような条件を整理し、場合によっては分級を行うなどの対応が必要になると考えられる。また、土砂投入箇所において新

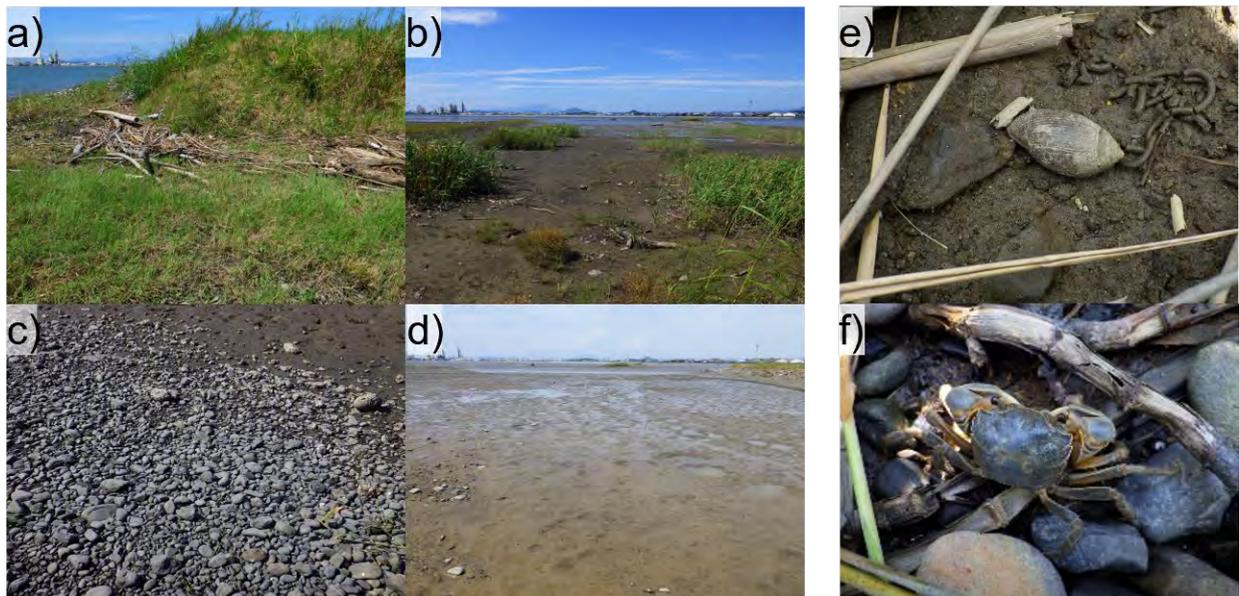


図-9 施工ヤードに形成されたエコトーン a) 流木・乾性草地 b) 塩生植物 c) 礫・転石 d) 砂泥 e) オカミミガイ f) アシハラガニ



図-12 袋詰玉石に付着したアオノリ

たにエコトーンが形成されるきっかけとなるような自然環境が周辺に残存していることも重要な条件である。環境再生の取り組みは現存する環境が完全に失われる前に行うことが必要である。球磨川の取り組みではヨシ原消失を契機として環境再生のフィールドを河口域としたが、他流域への適用にあたってはそれぞれの流域の課題や特性に適したフィールドを検討する必要があると考えられる。

河川管理者による取り組みを地域に広げていくためには、地域の協力者を活用することが効果的である。一方で、ネイチャーポジティブな川づくりそのものが人々の関心を河川に向け、地域の協力者を増やすことにつながることも考えられる。いずれにしても、環境再生の取り組みを成功、発展させるためには学識者や地域とのコミュニケーションを図ることが重要であるといえる。

今回の取り組みで投入した土砂はすべて河道掘削により発生したものであり、河川協力団体による活用の取り組みも自発的に行われている。このように、本事例ではネイチャーポジティブな川づくりを低コストで実現した。他流域においても、既存の人的・物的資源を活用することで、大きな費用をかけずともネイチャーポジティブを実現できる可能性があるといえる。

#### (2) 形成されたエコトーンのさらなる利活用

本事例で形成されたエコトーンは、河川協力団体による生き物調査の場として活用されている。今後はごみ拾いや生物観察イベントの開催を通して環境教育の場として活用するなど、さらなる利活用の発展が期待される。

#### (3) 深掘れ対策を活用したアオノリ再生の取り組み

球磨川河口域におけるさらなるネイチャーポジティブの実現を目指し、2023年からアオノリの再生にも取り組

んでいる。深掘れ対策として設置した袋詰玉石の設置箇所がアオノリの好む標高にあったことから、袋詰玉石と自然石を交互に配置することで感潮区間に水の流れをつくり、アオノリの生育を促している(図-12)。現在は生育状況をモニタリングしている段階であるが、この取り組みが河川管理者による地域貢献の新たな形となることが期待される。

#### (4) 継続的な土砂供給の取り組みや造成範囲の拡大

令和2年7月豪雨以降、球磨川流域では緊急治水対策プロジェクトのもとで大規模な河道掘削が行われており、以前より掘削土砂の発生量は増えている。新たな発生土の処理やさらなるエコトーン形成、長期的な土砂供給の観点から、将来的には堰下流への置土や土砂投入範囲の拡大などの取り組みを行うことを検討している。

## 7. 本事例の意義

球磨川中流域の河道掘削により発生した土砂をヨシ原再生を目的として河口域に投入したところ、自然の営力によって多様な環境、生態系が生まれ、エコトーンが形成された。指標種や重要種を含め、多くの生物の生息が新たに確認され、ネイチャーポジティブな川づくりが実現している。今回の取り組みを通じて、河川管理者の工夫によって河川事業が低コストで環境再生にもつながり、さらに地域コミュニティの形成にも貢献できることが示された。

## 8. 参考文献

- 1) 国土交通省：生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方  
[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/seitai\\_network/index.html](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/seitai_network/index.html) (2024年6月28日閲覧)
- 2) 国土交通省：順応的管理による海辺の自然再生  
<https://www.mlit.go.jp/kowan/handbook/> (2024年6月28日閲覧)
- 3) 次世代のためにがんばろ会  
<https://www.ganbarokai.net/> (2024年7月1日閲覧)

# 防波堤整備がもたらす生物生息環境創出の期待について

曾木 清雅<sup>1</sup>・星倉 淳一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 宮崎港湾・空港整備事務所 工務課  
(〒880-0858 宮崎県宮崎市港1-16)

<sup>2</sup>九州地方整備局 宮崎港湾・空港整備事務所 工務課  
(〒880-0858 宮崎県宮崎市港1-16)

国土交通省では「命を育むみなとのブルーインフラ拡大プロジェクト」を進めており、宮崎港湾・空港整備事務所としても防波堤における藻場とそれらを取り巻く海域環境を把握するための調査を実施した。

本論文では、冬季調査結果の概要、調査結果から検討した南防波堤におけるブルーインフラの可能性検討について概説する。

キーワード 防波堤、藻場付着生物調査、ブルーインフラ、ブルーカーボン、生物共生型護岸

## 1. はじめに

宮崎港（東地区）では、近い将来予想される南海トラフ巨大地震の津波対策として、南防波堤の改良（粘り強い）を進めるとともに港内の静穏度確保、船舶が安全に減速できるための十分な距離確保を目的とした南防波堤の延伸計画を検討している。

一方で、国土交通省は「命を育むみなとのブルーインフラ拡大プロジェクト」を進めており、宮崎港湾・空港整備事務所では、宮崎港（東地区）の防波堤における藻場とそれらを取り巻く海域環境を把握するための環境調査を実施している。

## 2. 環境調査の概要

2024年1月23日～1月31日において、宮崎港（東地区）の南防波堤周辺海域で表-1のとおり、水質・プランクトン、卵稚仔、底質・底生生物、藻場・付着生物調査（潜水目視、ROV）等の海域環境調査を実施した。各調査の調査地点は図-1のとおりである。なお、調査期間中は、目立った降雨等もなく、良好な海象条件であった。

環境調査を実施するにおいて、南防波堤周辺では大淀川等の影響で定常的に濁りがみられ、外海に面することから流れや波浪等の海象条件を考慮する必要がある。このため、ROV調査では、潮流等の外乱にも対応でき、強い濁りの水中映像を補正可能な「映像鮮明化装置」を有するDiveunit300（fulldepth社製）を使用した。なお、当機は、NETIS（登録番号：KITK-200007-A）にも登録されている。

また、調査結果を補完することを目的に海域利用者や行政関係者へヒアリングも実施した。

表-1 調査内容一覧

調査項目	
水質・プランクトン調査 調査日：1/23 調査点：M1, M2, M3, M4, M5	・水温、塩分、クロロフィル、濁度、光子数、pH、DOを鉛直測定 ・採水で栄養塩類とSS、CODを分析（表層、中層、下層） ・動物プランクトン、植物プランクトン等の試料採取・分析
卵稚仔調査 調査日：1/24 調査点：M1, M2, M3, M4, M5	・表層をまるちネットで600m水平曳きし、卵稚仔の試料を採取
底質・底生生物調査 調査日：1/25 調査点：M1, M2, M3, M4, M5	・採泥器で海底の表層泥を3回採泥して、底質分析、底生生物用の試料を採取
藻場付着生物調査 （潜水目視） 調査日：1/27, 28, 29 調査測線： S1, S2, S3の港内外6測線	・各測線、防波堤起点から垂直方向に潜水士により藻場付着生物及び魚類の目視観察（坪刈りも実施） ・測線距離：50m
藻場付着生物調査 （ROV） 調査日：1/29, 30, 31 調査測線： S1, S2, S3港内外6測線 R50, R100-1, R100-2の3測線	・各測線、防波堤平行方向にROVを曳航させて藻場付着生物及び魚類の観測 ・測線距離：100m×2測線（R100-1, R100-2）、50m×7測線

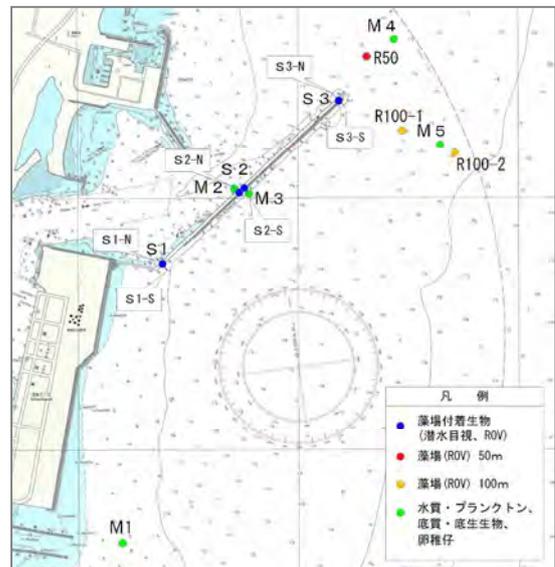


図-1 調査位置図

### 3. 調査結果

冬季調査結果の概要を以下に記す。

#### (1) 水質調査

水温は16.0～18.8℃、塩分は29.5～34.5の範囲にあり、大淀川前面 (M1) の表層、港内 (M2) の表中層の順で低く、栄養塩類 (DIN等) もM1表層で高いことから、河川水による影響が確認された。また、SSは4～8mg/Lの範囲にあり、M1, M2, M4でやや高かった。防波堤北側ではフロント (潮目) が確認され、M2からM4にかけて水温と塩分の水平的な変化が大きくなっていた (図-2)。

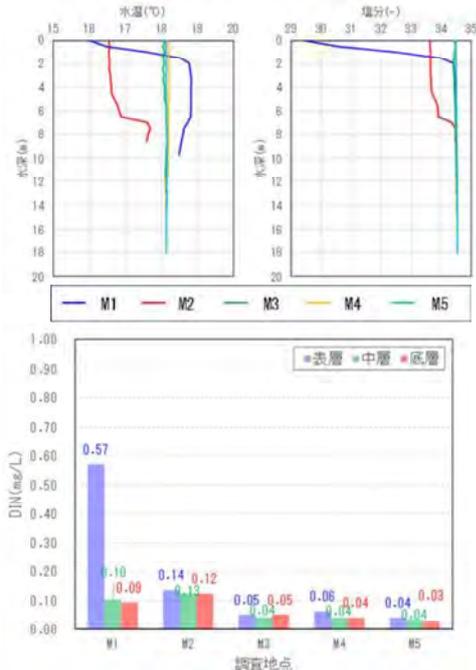


図-2 水質調査結果(一例)

#### (2) 底質調査

COD, T-Sともに水産用水基準を満足しており、粒度組成も細砂分が多く、底質環境は良好だった。

#### (3) 藻場付着生物調査 (潜水目視)

海藻は小型海藻が主体であり、藻場を構成する大型海藻については確認できなかった。防波堤外側のS1-Sでは潜水目視、試料採取ともに付着動・植物の出現種類数、出現量が多く、河口域に分布するアオノリ属が確認された (写真-1)。

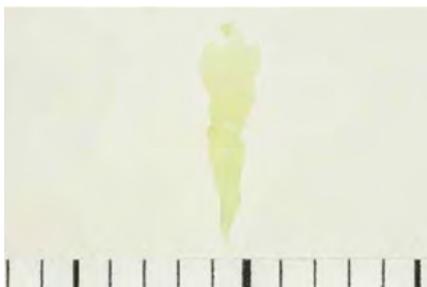


写真-1 藻場付着生物(アオノリ属)

#### (4) 藻場付着生物調査 (ROV)

ROV調査でも大型海藻は確認できず、小型海藻 (紅藻綱) がS1-Sで確認された。魚類に関しては、防波堤外側のS2-SとS3-Sで個体数が特に多く、ヒラスズキやイシダイ等の水産有用種も確認することができた (図-3)。また、防波堤内側では、クサブグ等の内湾性の種が確認された。なお、防波堤外側に関しては、水中の濁り影響が大きかったため、画像鮮明化技術を活用することで、消波ブロック上を遊泳する魚類を詳細に視認でき、調査精度を向上することができた (図-4)。

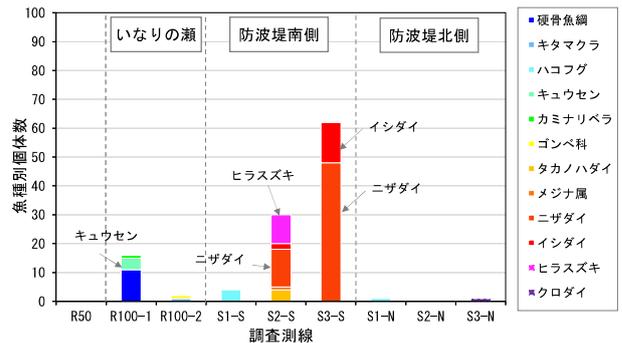


図-3 魚種別個体数



画像鮮明化



図-4 S2-SのROV映像(鮮明化前後)

### (5) 卵稚仔調査

卵は港内のM2で出現種類数、個体数が多く、稚仔はカサゴ、ハゼ科、ウルメイワシ等が調査海域で広く優占していた。特にウルメイワシの稚仔魚は、フロント（潮目）近傍のM1、M4で多く確認された（図-5）。

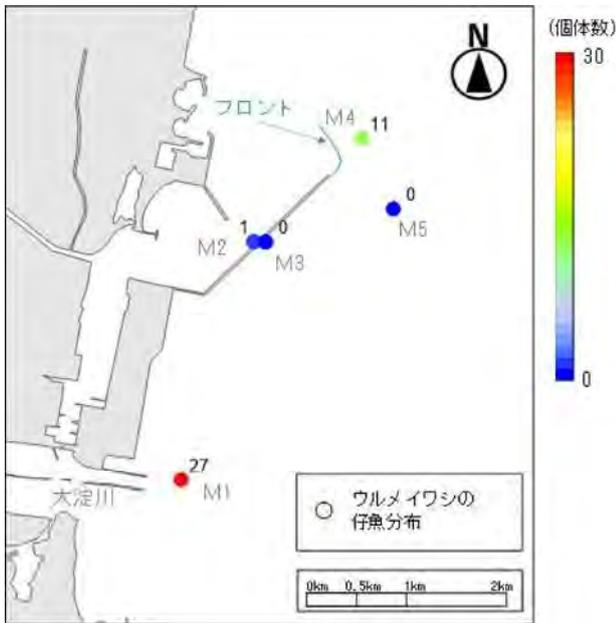


図-5 ウルメイワシ仔稚魚の水平分布

### (6) 底生生物調査、プランクトン調査

底生生物、動植物プランクトン調査の生物相としては、M1、M2では内湾性、汽水性の種、M3、M4、M5（いなりの瀬）では外海性の種が確認された。

## 4. 海域環境特性

本調査結果から宮崎港周辺海域は、南防波堤等の地形条件に加え、大淀川等の河川水や黒潮等の外海水といった異なる水塊の影響が確認され、海域環境の特性から下記の海域に分類されると考えられる。

### (1) 外海性海域

防波堤南側では、黒潮等の外海水の影響により高水温、高塩分の環境条件にあり、外海性のプランクトンの出現がみられる。

### (2) 岩礫性海域

ヒアリング結果から、防波堤南側の消波ブロックや北側中央から先端部分及びいなりの瀬では、岩礫域に分布するイセエビを対象とした磯建網漁が行われている。また、岩礫性の魚類の出現がみられる。

### (3) 内湾性海域

防波堤北側では、河川水の影響を受けて低水温・低塩分であり、栄養塩類もやや高く内湾性のプランクトンや魚類の出現がみられる。

### (4) 河川水影響海域

大淀川河口付近では、河川水の影響が強い環境を反映して、低水温・低塩分・高栄養塩類の海域となっており、汽水性プランクトンや沿岸域に分布する稚仔魚の出現がみられる。また、宮崎港内の奥部では、水門を通過した大淀川由来の河川水や新別府川等の河川水が流入しており、塩分が低い海域となっている。なお、河川水の影響は、防波堤南側の西端部にも及んでいると考えられる。

### (5) 高生産性海域

大淀川河口部における河川水と外海水の混合した海域、防波堤北側の内湾性海域及び防波堤南側の外海性海域の各水塊が混合した海域では、フロントが形成されている。フロント形成域では、ウルメイワシの稚仔魚が優占して出現しており、生産性が高い海域であると考えられる。

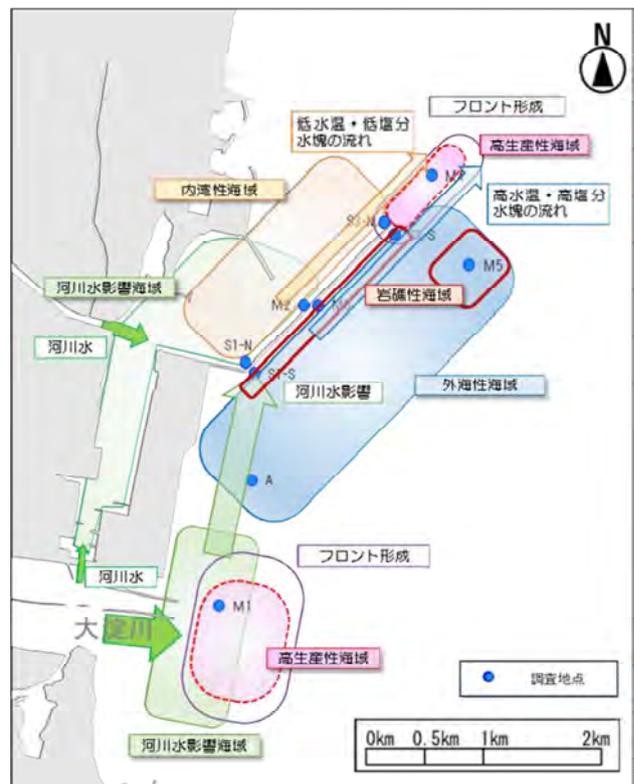


図-6 宮崎港周辺海域の海域特性

## 5. ブルーインフラの可能性検討

### (1) 大型海藻草類の生育可能性検討

国土交通省港湾局 (2003)<sup>1)</sup> や荒武ら (2013)<sup>2)</sup> を参考にした海藻草類の生育条件 (水温, 水質, 水深等) を基に, 水質調査で鉛直計測した水質データ等によりワカメ, クロメ, ヤツマタモク, アマモの生育可能範囲を抽出し, 宮崎港内における藻場造成の可能性について検討した。

ワカメは, 大淀川前面の一部と防波堤北側 (港内側) の7m以浅で生育可能範囲となっていた (図-7)。また, 荒武ら (2013) によると, 宮崎県中部で生育が確認された大型海藻はワカメのみであった。宮崎港内では濁りの影響が強いため, 光条件が良好なごく浅い水深帯であれば生育する可能性があると考えられる。なお, 本検討結果は冬季調査結果のみでの結果であり, 今後の現地調査結果を踏まえた再検討が必要である。

その他大型海藻草類に関して, クロメは高水温, ヤツマタモクやアマモは波浪や光条件が制限要因となり生育が困難であると考えられる。

有識者へのヒアリング結果では, 宮崎港周辺における大型海藻の生育は困難であるとのことであり, 本検討結果を支持するものであった。

したがって, 宮崎港における大型海藻による藻場造成は困難であるとの検討結果から, 次節以降では, 魚介類の生息場に着目し, 生物共生型護岸について検討する。

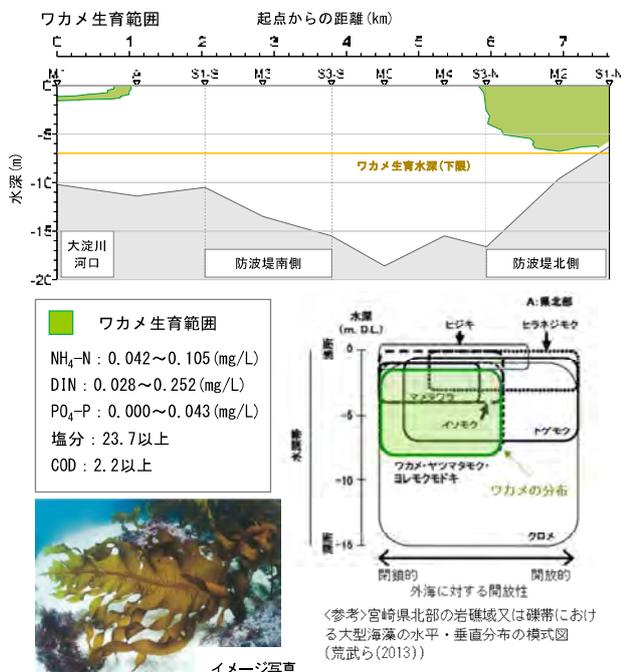


図-7 ワカメ生育範囲の推定分布図

### (2) 魚介類の生息場創出の検討

本調査結果及び有識者へのヒアリング結果から, 調査海域における主な漁獲対象種のうち, 岩礁性海域の防波

堤周辺及びいなるの瀬において分布していると思われる岩礁性の種は, マダイ, イサキ, イセエビであり, 防波堤南側護岸部はこれらの生息適地と考えられる。

これらのうちイセエビは, 当海域における有益な漁獲対象種となっている。また, イセエビは着底期に着底した場所で成体に成長することが知られていることから, 幼生から成体の生息場を一体的に整備することが可能となる。これらのことから, 防波堤周辺における魚介類の生息場創出の検討にあたっては, イセエビに着目して生息場に必要となる条件やイセエビ礁の事例を整理するとともに必要となる方策について検討することとした。

長崎県西彼杵郡野母崎町地先における事例では, 稚エビの棲み場となる穴をあけた稚エビ礁を設置することでイセエビの増集効果が確認されている<sup>3)</sup>。また, 独立行政法人水産総合研究センターが図-8に示すとおり, 稚エビの棲み場として最適な孔のサイズ範囲を明示するとともにイセエビ礁を開発しており, 効果が確認されている<sup>4) 5)</sup>。

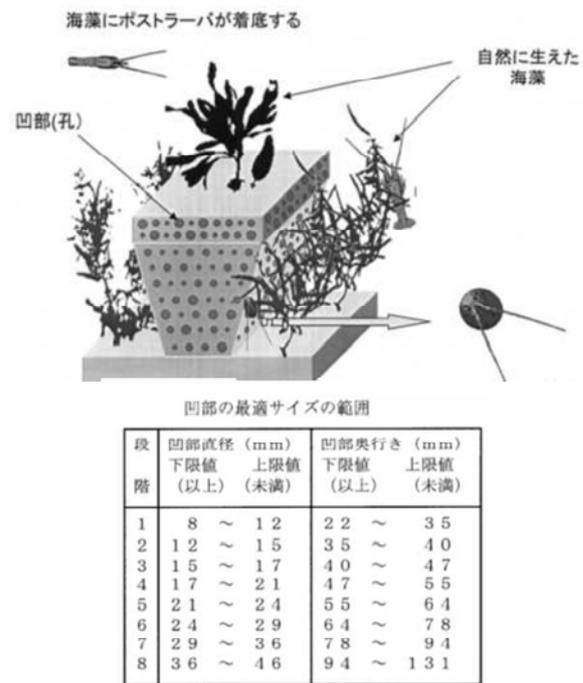


図-8 稚エビ礁の事例<sup>4) 5)</sup>

### (3) ブルーインフラの可能性検討のまとめ

イセエビは, 外海から浮遊してきた浮遊幼生が着底期になると海藻等に着底し, 体の大きさに応じた岩場の間隙で成長する。このため, 防波堤南側で生育可能な小型海藻の付着基盤と稚エビの生息場としても活用できる棚場や被覆石・ブロックも兼ねる稚エビ礁を整備することで, 良好な着底場が創出できると考えられる。一方で, 防波堤北側には小型海藻が少ないものの外海からの流れが滞留する等, 浮遊幼生の着底場の条件に合致していることから, 棚場や被覆石・ブロック等の稚エビ礁を敷設することで良好な着底場が創出できると考えられる。こ

これらの環境条件を考慮した稚エビ礁の設置イメージを図-9に示す。なお、設置にあたっては、波浪条件や防波堤への影響等を踏まえ、形状や大きさ、安定性等について詳細な検討が必要である。

当海域における有益な漁獲対象種となっているイセエビに着目した、岩礁性生態系の創出によるブルーインフラ整備（案）を図-10に示す。防波堤の北側と南側等の異なる環境に応じて、適切に稚エビ礁を整備することで、小型海藻場の形成及びイセエビの着底・生息場の創出につながると考えられる。また、現状、防波堤周辺には消波ブロック等により成体のイセエビの生息場が形成されていることから、防波堤全体が着底期から成体までのイセエビの良好な生息場になりうることを期待される。さらには、設置する稚エビ礁の間隙はマダイ、イサキ等の岩礁性魚類の生息場の創出にも寄与し、新たな岩礁性生態系の創出によるブルーインフラの整備が可能となることが期待される。このような整備は、宮崎港内における他の防波堤や護岸部等の港湾施設においても同様な効果が期待される。

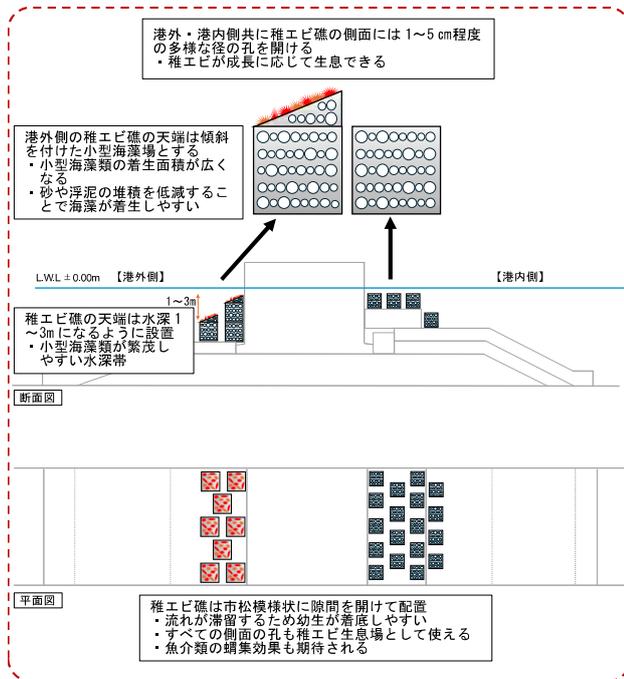


図-9 稚エビ礁の設置イメージ

謝辞：本論文作成にあたり、株式会社東京久業のご尽力に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 海の自然再生ハンドブック 〈第3巻（藻場編）〉 - その計画・技術・実践 - 国土交通省港湾局（監修），81-84，2003.
- 2) 荒武久道・福田紘士・佐島圭一郎・渡辺耕平. 宮崎県沿岸における海草類・コンブ目・ホンダワラ属の分布 宮崎水試研報，第14号，10-17，2013.

また、稚エビ礁と成エビ礁を連続的に設置できれば、小規模であっても複数の地点で整備することで生息場ネットワークが形成され、宮崎港全体がイセエビの生息場になる可能性がある。イセエビの遊泳能力は高いことが知られており<sup>6)</sup>，防波堤及び宮崎港といなりの瀬の間も移動が可能であると考えられることから、両海域においてイセエビの生息場ネットワークが形成されることも期待される。

なお、本検討は冬季調査結果を踏まえた検討結果であり、今後の調査結果を踏まえて妥当性を検討することが望まれる。

6. おわりに

宮崎港湾・空港整備事務所としてブルーインフラ整備に係る検討は初めての取組である。今年度も引き続き環境調査を継続して実施しており、防波堤が生物生息環境創出にも貢献できていることを証明していきたい。

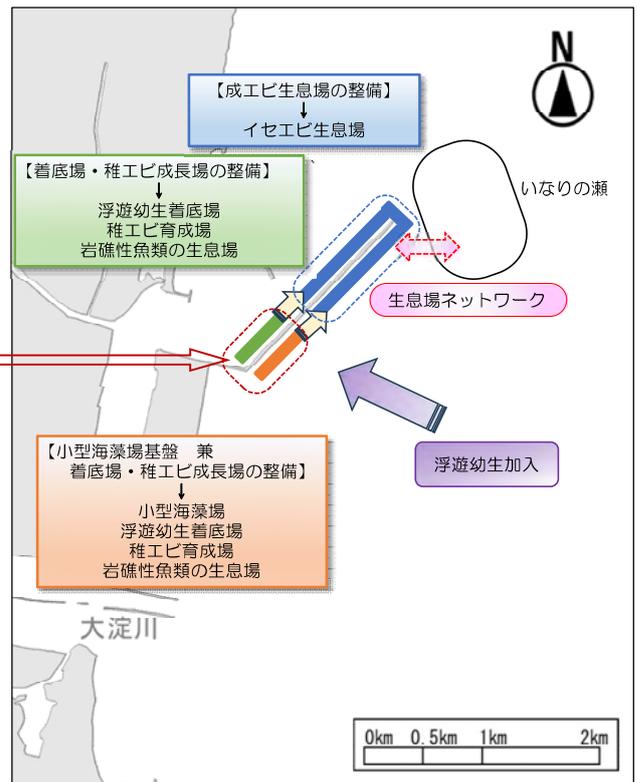


図-10 ブルーインフラの整備(案)

- 3) 小倉 敏義. 平成9年度沿岸漁場整備開発調査(直轄)，イセエビ増殖場造成事業調査，水産基盤整備調査委託事業報告書，一般社団法人マリノフォーラム 21，1997.
- 4) 特許公報，特許第998908号，イセエビ用の増殖礁.
- 5) 特許公報，特許第4998877号，イセエビ用の増殖礁とその設置方法.
- 6) 水口憲哉，房総沿岸におけるイセエビの移動に関する試論，ベントス研連誌，1978

# 八代港大築島土砂処分場事業に伴う 環境影響調査と効果的な情報共有手段

平原 俊明<sup>1</sup>・林 雅夢<sup>1</sup>・中村 真梨子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 熊本港湾・空港整備事務所 第二工務課（〒866-0033 熊本県八代市港町139）

熊本港湾・空港整備事務所では、八代港で計画されている航路増深に伴い発生する浚渫土砂の受入先確保を目的として、大築島における土砂処分場を整備している。課題としては、本島及び近接海域には豊かな生態系が存在し、漁場としても利用されていることから、事業に伴う環境影響を確実に把握し、適切な環境配慮を行うことが挙げられる。特に、藻場については、海域利用者と密接に関わっているため重要性が高い。

本報告は、先進技術を含む調査による本事業の環境影響評価結果に加え、それらを活用した環境保全対策、事業円滑化に資する効果的な情報共有手法について報告するものである。

キーワード 環境影響評価、藻場、ブルーカーボン、水産水域環境、UAV、ROV、3D測量

## 1. はじめに

### (1) 事業の概要

八代港は球磨川の河口部に位置し、八代地方の発展に大きな役割を果たしてきた。港周辺にはセメント業、製紙業等の工場が立地し、物資供給施設として不可欠であるほか、2020年にはクルーズ船岸壁も完成し、インバウンド受入拠点としての重要性も高まっている。

本港が抱える課題としては、輸送量拡大に向け、大型船に対応した航路の整備（-14mへの増深）が必要となっているが、これに伴う浚渫工事で発生する土砂の安定的な受入先確保が挙げられる。現在、上記課題を解決し、安全で利用しやすい港を整備するべく、大築島（図-1、図-2）において土砂処分場の整備が進められている。

### (2) 事業の課題

土砂処分場の整備が進められている大築島（図-2）は石灰岩で構成される無人島であり、周辺海域には生物生息場として重要な藻場が広がっており、漁場としても利用されている。したがって、事業実施にあたっては環境面での配慮が不可欠であるため、設計の段階から現状の海底地盤に近い起伏に富んだ被覆ブロックを選定する等保全措置について検討をおこなった。

上記経緯の後に、2021年度より鶴ノ子島から黒島における埋立護岸築造工事が開始され、事業の円滑な遂行のために、現地環境の詳細把握及び適切な情報共有が重要課題となった。

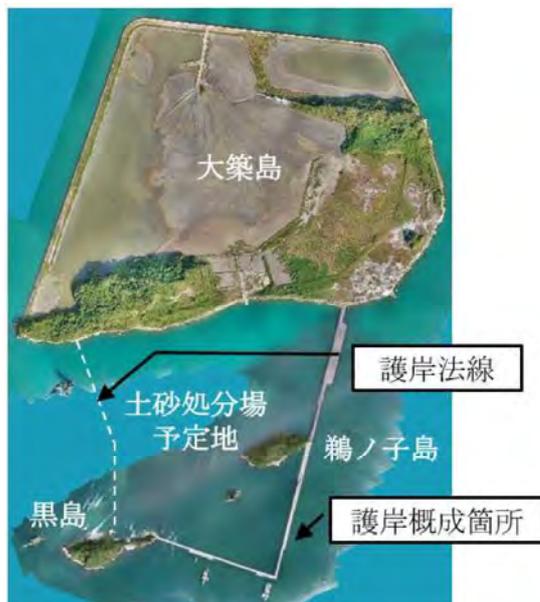


図-2 大築島の状況（2023年10月16日 UAVによる空影）



図-1 八代港俯瞰図および大築島の位置関係

## 2. 現地調査の内容

本調査は、事業に伴う環境影響及び、現地環境の季節的変化の把握を目的として実施した。

調査期間は1年間とし、春季（2023年4～5月）、夏季（同年7～8月）、秋季（同年10月）、冬季（2024年1月）の4季調査を行った。なお、施工状況としては春季は海上工事をおこなっておらず、夏季に4件、秋季に5件、冬季に5件の護岸の築造工事をおこなっていた。

なお、調査内容は下記のとおり。（図-3）

### (1) 海域環境・生物調査

土砂処分場予定地周辺の海域より、水底質調査及び海生生物調査（動植物プランクトン、魚卵・稚仔魚、底生生物）は3地点（同図①②③）、岸際の海生生物調査（潮間帯付着生物、藻場）については2地点（同図④⑤）を選定し、調査をおこなった。

調査方法は採取分析を基本とし、潮間帯付着生物及び藻場については潜水観察を併せておこなった（写真-1）。

### (2) 先進的取組による調査

本調査において、特に生物生息場として重要と指摘されている藻場については、小型ドローン(UAV)による分布把握及び画像解析による広域の画像取得、小型潜水機(ROV)による現地画像取得等、先進技術による調査も併せて行い、工事の進捗も含めた現地状況を視覚的にわかりやすい形で把握することに留意し調査をおこなった。

また、大築島は工事に伴い島内環境が変化しつつある中での調査であることから、動物・植物分布とともに、島内地形を併せて記録する必要があると考え、各季空撮を行い、3D地形モデルを作成した。（写真-2）



写真-1 海域環境・生物調査の実施状況  
（上段：水質及び植物P・底質、中段：動物P・魚卵・稚仔魚  
下段：潮間帯付着生物・藻場）



写真-2 先進的取組  
（UAV及びROVによる撮影・地形データ取得）



図-3 調査地点位置図

### 3. 現地調査結果

#### (1) 海域環境・生物調査結果

##### a) 水底質の状況

水質調査は4季に実施し、上げ潮時及び下げ潮時に表層・底層における濁度、pH、COD、DO、大腸菌群数、n-ヘキサン抽出物質量、T-NおよびT-Pの測定を行った。

特徴的な挙動がみられたのはCODおよびDOであり、他の項目はおおむね環境基準値を満たしていた。(図-4)

以下にCOD、DOの詳細を示す。

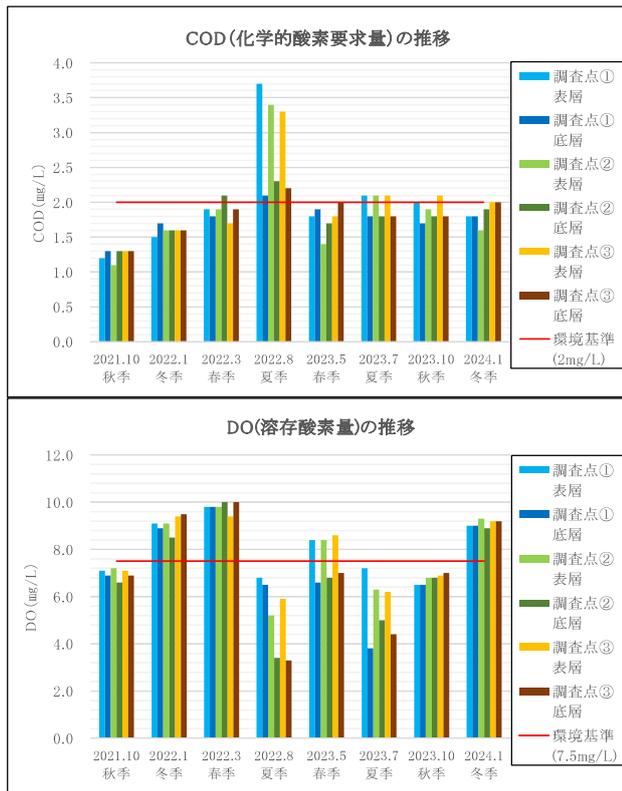
##### ・COD

例年夏季に環境基準値を超過する傾向であった。特に2022年夏季は赤潮が長期間継続発生した年であり、その影響が明瞭に確認された。

##### ・DO

例年夏～秋季に環境基準値未満となり、底層では3.0 mg/L台の低酸素も確認された。高水温に伴う酸素飽和量低下や、赤潮等による有機物供給が要因と考えられた。

なお、夏季におけるCOD、DOの基準値超過は八代海湾奥の公共用水域水質測定結果でも確認されており、工事(2021.9開始)に伴う人為的影響ではなく、季節変化に伴う広域の自然的変動によるものと考えられた。



注) 表層は海面下1.0m、底層は海底上1.0mを採取層とした。

環境基準値:生活環境の保全に関する環境基準A類型(環境省)

図-4 本海域におけるCODおよびDOの推移 (2021.10~2024.1)

底質調査は夏季・冬季に実施し、粒度組成、強熱減量、COD、硫化物、T-N、T-Pおよび酸化還元電位を測定した。

粒度組成(図-5)をみると、砂分が優占する調査点①及び②と比較して、調査点③では有機物を含みやすいシルト・粘土分が優占していた。

水産用水基準が定められているCOD、硫化物の推移(図-6)をみると、前述の通り調査点③で高い傾向が確認され、硫化物はやや分布にばらつきがみられた。

本海域の底質環境を整理し、図-7に概要を示した。

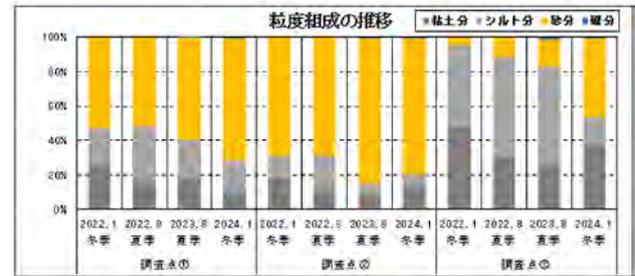
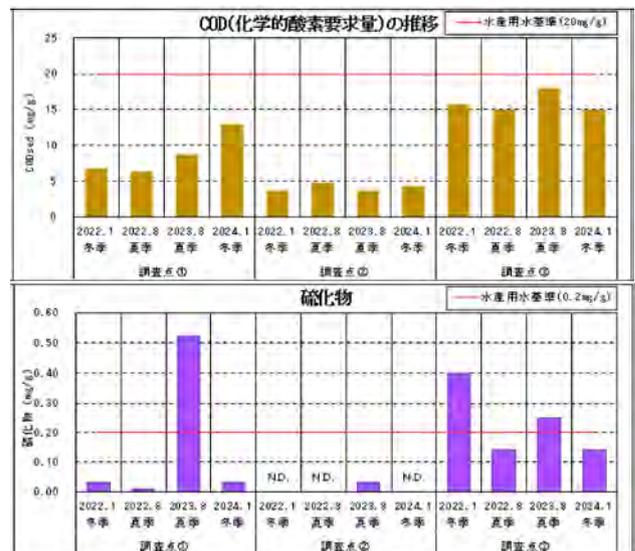


図-5 本海域における粒度組成の推移



注) 環境基準値:水産用水基準 ([社]日本水産資源保護協会)

図-6 本海域におけるCOD及び硫化物の推移

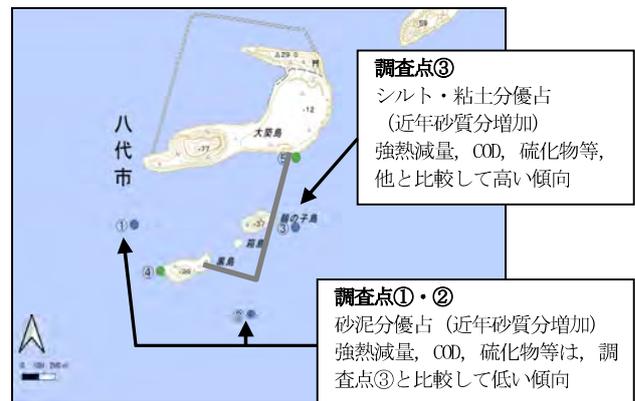


図-7 底質環境概要

**b) 海生生物の生息状況**

4季の調査を実施し、重要種としては12種（底生生物調査：トゲイカリナマコウロコムシ、タクミナ、オリレビオラ、ヤマホトトギス、イセシラガイ、チゴマテガイ、ウミタケ、ヒメムツアシガニ、ヨコナガモドキ、メナシピンノ 潮間帯付着生物調査：タガソデモドキ、藻場調査：クリイロマンジ）が確認された。いずれも八代海広域に分布し、対象海域に固有の生息地を持つ種ではないことから、個別の配慮は不要と考えられた。

以下に各項目の結果詳細を示した。

**・動植物プランクトン**

植物プランクトンは全調査点で種数、細胞数ともに珪藻綱が優占し、細胞数は冬季～春季にかけて多かった。

動物プランクトンは、全調査点でカイアシ類等の節足動物門が優占し、個体数は夏季に増加する傾向であった。なお、八代海域では例年夏季に赤潮が広域で発生しており、春季～夏季に渦鞭毛藻類の増加がみられた。（図-8）

**・魚卵・稚仔魚**

分布傾向としては、魚卵はカタクチイワシやネズボ科が、稚仔魚はカタクチイワシ、イソギンポ科、ネズボ科、ハゼ科等が多く確認された。種数・個体数はいずれも夏季に多く、稚仔魚は秋も比較的多かった。（図-9）

**・底生生物**

種数はシルト・粘土分の優占する調査点③で少ない傾向であった。また、全体的に環形動物門及び軟体動物門が多かった。個体数は、各地点とも環形動物門が優占した。（図-10）（写真-3）

**・潮間帯付着生物**

植物の種数は各調査点、各季節とも潮間帯下部で多く、紅藻植物門と褐藻植物門が多かった。湿重量は春季に多く、ヒジキやアカモク等の藻場形成種が多くを占めた。（写真-4）

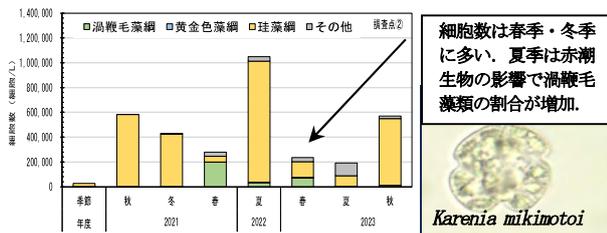


図-8 植物プランクトンの細胞数推移 (調査点② 2021-2023年)

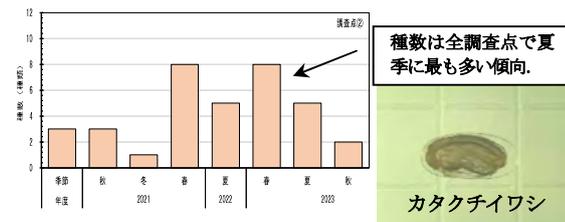


図-9 魚卵の個体推移 (調査点② 2021-2023年)

**・藻場**

種数は紅藻植物門及び褐藻植物門が主であり、調査点⑤で多い傾向であった。湿重量は、調査点④・⑤ともに藻場形成期である冬季から春季に多く、現地でも大型褐藻類の藻場が確認された（写真-4）。

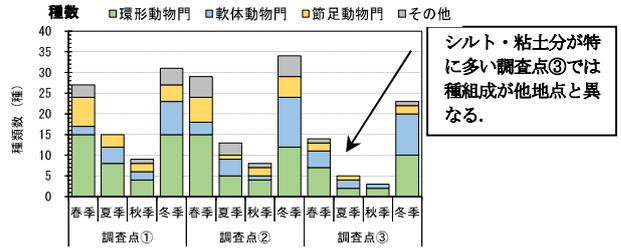


図-10 底生生物の種数推移(2023年を例として)



写真-3 底生生物の一例(環形動物門 (ゴカイの仲間) )



潮間帯に密生するヒジキ類



ホンダワラ類の藻場

写真-4 現地で確認された藻場

## (2) 先進的取組による成果

### a) 空撮写真の3Dモデル化による状況把握

本調査では、工事に伴う現地環境の変化を把握するため、各季調査時にUAV空撮を実施した。空撮結果は画像解析により1日程度で3Dモデル化することができる。

3Dモデル化の利点として、現地環境を乱すことなく、あたかも現地にいるかのように、安全に全体把握が可能であることが挙げられる。また、工事進捗及び地形変化も確認できることから、調査結果を精度向上や考察の参考資料として活用した。

### b) 護岸築造に伴う新規藻場の形成

冬季のUAV空撮によって、現在築造中の護岸前面海域における新規藻場の形成が確認された（図-11）。

藻場の構成種としては、潮間帯付近にウミトラノオ及びヒジキ類が、D.L.-5.0m前後までにアカモクが繁茂し、密度の高い藻場を形成していた。また、以降沖側へは徐々に密度が低下するものの、ホンダワラ、タマハハキモク、マメタワラ等のホンダワラ類が繁茂していた。本海域の藻場は春季にピークを迎えることから、冬季空撮によって把握された範囲は一部である可能性が高く、また海中ではより広域に広がっていると考えられた。

（写真-5）

また、新規藻場の種組成及び生物量は周辺の天然藻場と比較して大差なく、種苗供給源として周辺の藻場が寄与している可能性が高いこと、ウニ類等の食害生物もわずかであったことから、これらの新規藻場は今後継続的に維持される可能性が高い。

なお、新規藻場はCO<sub>2</sub>吸収係数の高いホンダワラ類が多くを占めることから、CO<sub>2</sub>吸収源（ブルーカーボン）として八代港カーボンニュートラルポート（CNP）形成への寄与が期待される（図-12）。

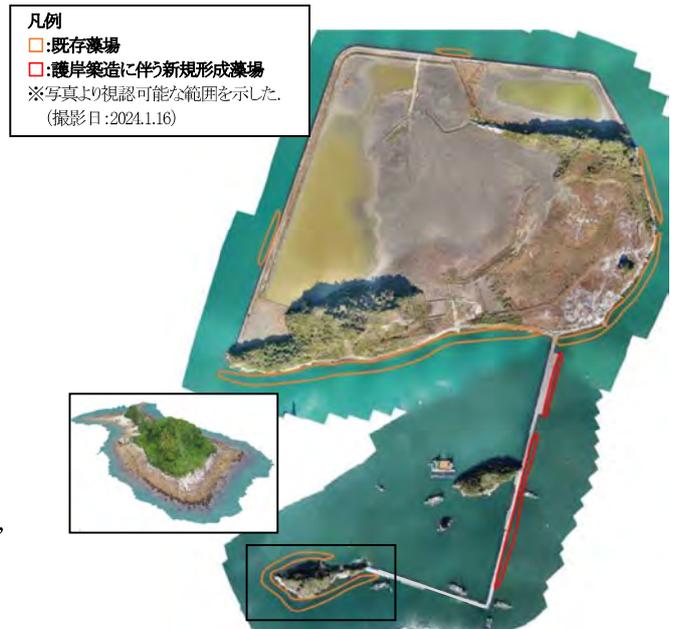


図-11 UAV空撮による3Dモデル化



図-12 カーボンニュートラルポート（CNP）模式図

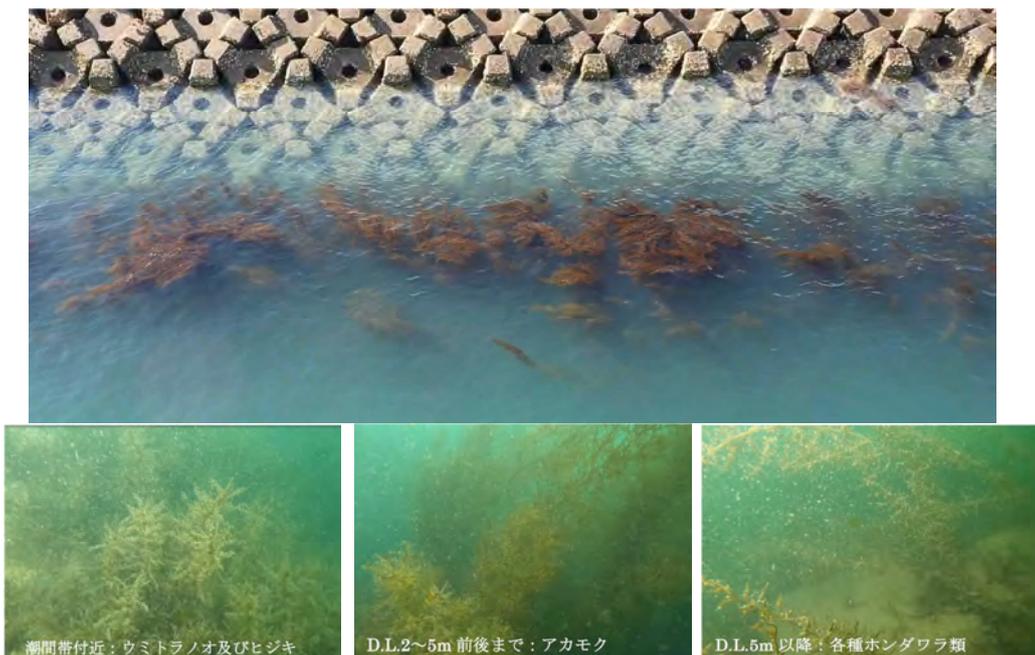


写真-5 護岸に新規造成した藻場の様子

#### 4. 事業による環境影響の評価

前述の調査結果より、工事前後において海域環境に顕著な変化は確認されず、海生生物及び陸上動物・植物の顕著な、もしくは継続的な減少は確認されなかった。

また、工事中における濁りの発生や浮泥堆積も認められておらず、本事業に伴う環境影響はわずかであった可能性が高いと考えられた。

なお、工事による直接負荷を要因とするもの以外では、護岸築造に伴う藻場拡大など、現地環境変化に伴う様々な生物分布の変遷が確認された。

#### 5. 調査結果に基づく藻場の現状評価と海域利用者への適切な情報周知

護岸築造に伴う新規藻場の形成は、事業に伴う自然環境へのプラスの効果であり、海域利用者を含め、広く周知されるべきと考えられた。

上記の考えから、UAV、ROV等による撮影成果を活用し、現地状況を伝える映像を作成した。(図-13)

大築島周辺の藻場は、豊かな生態系が存在し、漁場としても利用されている。現地漁業者とは良好な関係にあるものの、「工事は環境へのマイナスの影響しかもたらさない」という先入観は根強く存在することから、現地状況の適切な周知に基づく対話を継続することにより、事業円滑化に寄与するものと考えられる。

#### 6. まとめ

本環境調査は、土砂処分場整備工事の開始時期と同時に、2021年度より実施している。対象となる大築島は豊かな自然環境を有し、環境への影響が懸念されてきたところではあるが、令和5年度までの結果では、人為的影響と考えられる環境悪化（水底質の悪化、生物の急激な減少等）は確認されず、工事に伴う影響はほぼ発生していないものと考えられる。また、本調査結果から、護岸築造に伴う新規藻場の形成が確認されており、今後築造される護岸にも同様の効果が期待される。特に藻場は、過去より重要性が指摘されており、漁場としても重要な環境であり、近年ブルーカーボン生態系としても注目されている。したがってその増加は、「構造物設置に伴う環境へのプラスの影響」と言えるものである。

漁業者等の海域利用者には、「工事は環境へのマイナスの影響しかもたらさない」という先入観が存在することから、上記のような「環境へのプラスの影響」を広く周知することは、今後の事業円滑化や、関係者との良好な関係に寄与するものと考えられる。

本事業は長期に渡ることで、対象海域は豊かな自然環境を有することが周知であることから、今後も海域利用者からの理解を得つつ遂行していくことが重要であり、今後も引続き環境に配慮しつつ、適切な情報共有を行いながら遂行していきます。

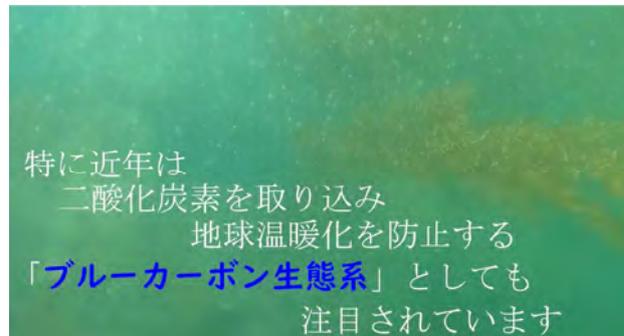
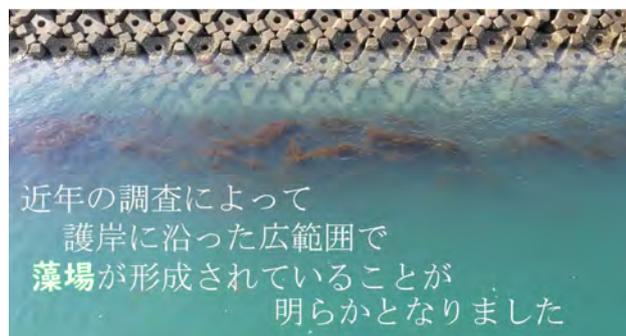


図-13 作成した映像の一部

# 八代港大築島土砂処分場におけるカルシア改質土の中仕切堤適用について

古島 敬一郎<sup>1</sup>・石原 由佳理<sup>1</sup>・藤崎 陽向<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 熊本港湾・空港整備事務所 航路管理課 (〒866-0033 熊本県八代市港町139)

八代港は九州の中南部地域に立地する企業や様々な産業の物流拠点として重要な役割を果たしており、現在は航路増深に向けての浚渫土砂受け入れのために土砂処分場を整備している。

本報告では土砂処分場の中仕切堤築堤に現地の軟弱な浚渫土と鉄鋼製造の副産物である転炉系製鋼スラグを混合した「カルシア改質土」を適用する際の事前配合試験の結果から施工面での課題と解決策までを報告する。

キーワード カルシア改質土, 浚渫土有効活用, 配合試験, 円弧すべり, 冬季施工

## 1. はじめに

八代港は九州中央部に位置する中九州地域の海上輸送拠点であり、地域の経済・産業活動にとって重要な役割を果たすと同時に、九州中央の大型クルーズ船の受け入れ拠点としての役割も担っている。

現在は「八代港外港地区国際物流ターミナル改良事業」において予定される航路の整備(-14mへの増深)に伴い発生する大量の浚渫土砂受け入れのため、近隣の大築島に土砂処分場を整備中であり、その護岸の早期完成が事業進捗の鍵となっている。(図-1.1, 1.2)

このため護岸の完成を待つ間にも浚渫土砂の受入が出来ないかと検討されたのが仮護岸となる中仕切堤である。

なお、中仕切堤の築堤材には、現地発生土砂の有効利用の観点から、処分場予定地内の海底に堆積している粘性土層に、鉄鋼製造の副産物である転炉系製鋼スラグ(以下、改質材)を混合したカルシア改質土<sup>1)</sup>を適用した。

冬季施工におけるカルシア改質土の斜面勾配は、施工実績から砂質土を使用した場合に1:5、粘性土を使用した場合に1:9程度となっており、本工事の1:4勾配を実現するには投入前に養生期間を設ける等対策が必要になる。中仕切堤断面図を図-1.3に示す。

また、カルシア改質土による水中での築堤は事例が少ないことから、本報告ではカルシア改質土の築堤材適用にあたり実施した事前配合試験の結果、堤体円弧すべり等を踏まえた施工時の品質管理手法、および施工面での課題解決策(海水湛水養生による養生期間の短縮、ペーセン断試験による段階施工管理)について報告を行う。



図-1.1 全体施工位置図

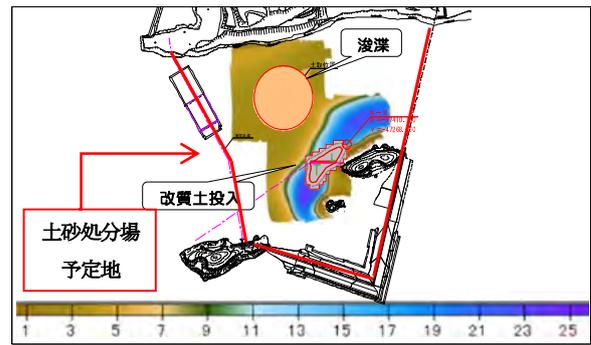


図-1.2 処分場平面図

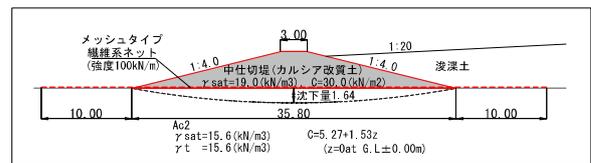


図-1.3 中仕切堤設計断面図

## 2. 事前配合試験

カルシア改質土の材料・品質管理にあたっては、特記仕様書など設計図書に記載の強度、単位体積重量などの仕様を確認するため、事前配合試験を実施した。

### (1) 試料採取

浚渫土は中仕切堤築造箇所近辺の海底から、潜水土により強度に影響を及ぼす浮泥部分を除去した後に採取した(写真-2.1)。改質材は材料搬入など地域性を考慮して、日本製鉄株式会社九州製鉄所で採取した。各採取試料の分析結果を表-2.1, 2.2に示す。

### (2) 配合試験

当初設計では、粘性土による改質材混合率25%で想定されていたが、採取土は砂質土であり、単位体積重量が大きく完成時の原地盤円弧すべり検討結果がNGとなったため、改質材混合率を20%と変更した。

実施工が冬季になることから、標準養生(20°C養生)に加えて低温養生(5°C養生)の2条件で配合試験を実施した。配合試験結果を表-2.3, 図-2.1, 2.2に示す。段階施工検討を考慮して、標準養生と低温養生の一軸圧縮強さを比較した場合、材齢が短いほど低温養生の一軸圧縮強さは標準養生との強度比が小さくなった。



写真-2.1 採取浚渫土

表-2.1 浚渫土試験結果一覧

湿潤密度	土粒の密度	自然含水比	塑性指数	液性限界	塑性限界	強度減衰	地盤材料の分類名
(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(%)	(—)
1.669	2.685	55.8	27.7	NP	NP	5.3	粘性土質砂

表-2.2 改質材試験結果一覧

表乾密度	飽和密度	土粒子密度	吸水率	単位容積質量	含水率	遊離石灰 (6-CaO) (%)	pH
(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(%)	(kg/L)	(%)	(%)	(—)
3.30	3.21	3.590	2.70	2.220	3.08	4.39	12.6

表-2.3 試験結果一覧表

試験項目	養生温度	材齢	σ16h	σ1	σ2	σ3	σ5	σ7	σ28	σ56	σ91
			試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果
一軸圧縮強さ qu(kN/m <sup>2</sup> )	20°C		6.5	22.7	50.2	62.8	88.1	89.5	233	465	610
	5°C		1.2	3.1	4.7	8.5	20.2	29.5	—	—	—
粘着力 C(kN/m <sup>2</sup> )	20°C		0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	—	—	—
	5°C		—	4.34	9.59	12.0	16.8	17.1	—	—	—
その他試験結果 (混合直後)	湿潤密度	シリンダーフロー	スランブ			スランブフロー					
			2.020g/cm <sup>3</sup>	9.2cm	14.2cm	32.2cm					

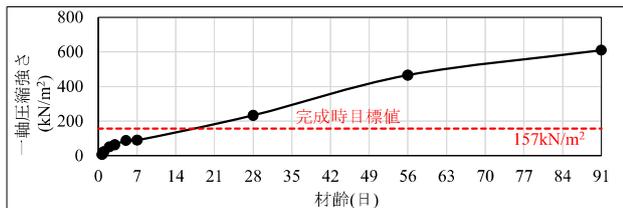


図-2.1 一軸圧縮強さの経時変化(標準養生)

## 3. 段階施工検討

本工事では堤体円弧すべりを考慮し、カルシア改質土を1.0m/層にて段階的に投入し軟弱地盤上に堤体の造成を行うため、投入段階施工毎に堤体円弧すべりの検討をした。施工検討においては、配合試験結果を踏まえて、カルシア改質土は、「低含水比の浚渫土、改質材混合率20%、低温養生」における一軸圧縮強度試験結果を用いて材齢 $\sigma$ ごとの粘着力 $c$ を設定した。

カルシア改質土の1層目の投入には、 $\sigma_4$ の2.74kN/m<sup>2</sup>の粘着力が必要となり、その層から重ねて投入していく場合、9層目投入の際には、1~5層目の粘着力が $\sigma_7$ の5.64kN/m<sup>2</sup>、6~7層目の粘着力が $\sigma_6$ の4.75kN/m<sup>2</sup>、8~9層目の粘着力が $\sigma_5$ の3.86kN/m<sup>2</sup>必要となった(図-3.1, 3.2)。

以上より、投入後カルシア改質土の強度発現を確認するための品質管理方法が課題となった。

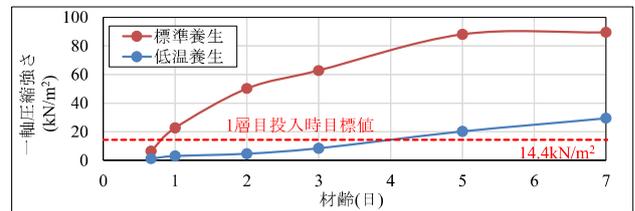


図-2.2 養生温度による一軸圧縮強さの変化

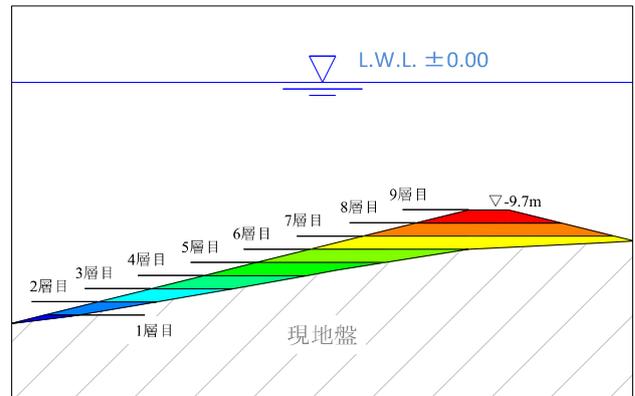


図-3.1 段階施工 step 図(代表断面)

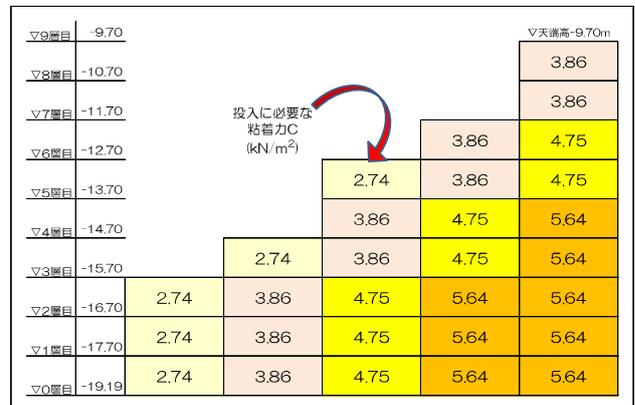


図-3.2 段階施工検討図(代表断面)

#### 4. 実施工における品質管理計画

実施工において、段階施工毎に一軸圧縮試験で強度を確認する場合は、試験に時間を要したり、強度不足時を考慮して供試体の作成本数が多くなるなどの課題がある。そのため、比較的容易に試験ができるベーンせん断試験、スランブ試験等を実施し、カルシア改質土の一軸圧縮強さと各試験の相関関係を得て、実施工管理に適用することを考えた。

堤体円弧すべりで検討した粘着力 $c$ と室内目標強度 $q_u$ の関係を表-4.1に示す。なお、室内設計強度の計算には、強度比0.5、変動係数0.35を適用した。

1層目投入の一軸圧縮強さ14.4kN/m<sup>2</sup>相当の強度発現は、ベーンせん断強さで16.1 kN/m<sup>2</sup>以上(図-4.1)、スランブ試験では1.2cm以下(図-4.2)、スランブフロー試験で20cm以下(図-4.3)となった。

投入後のカルシア改質土の強度発現を確認する方法として、試料を採取後、ベーンせん断試験を実施し、既施工層と同様の条件で海中養生後に、施工進捗に合わせてベーンせん断強さを確認し、既施工層への打ち重ねが可能か判断することとした。

カルシア改質土はセメント固化処理土と同様に発現強度と養生期間の積算温度の相関があることが報告されている<sup>2)</sup>。一軸圧縮強さと積算温度(養生温度×養生時間)の関係を確認したところ、図-4.3に示すように $R^2=0.9545$ と相関が強く一軸圧縮強さ14.4 kN/m<sup>2</sup>を達成する積算温度は369 (°C・時間)であることが確認できた。20°C養生では18時間、5°C養生では74時間となる。

表-4.1 粘着力と室内目標強度

状態	粘着力 C(kN/m <sup>2</sup> )	設計基準 強度( $q_{uck}$ )	現場平均 強度( $q_{ur}$ )	室内配合 強度( $q_{ul}$ )
完成時	30	60	78.4	157
1層目 投入時	2.74	5.48	7.16	14.4

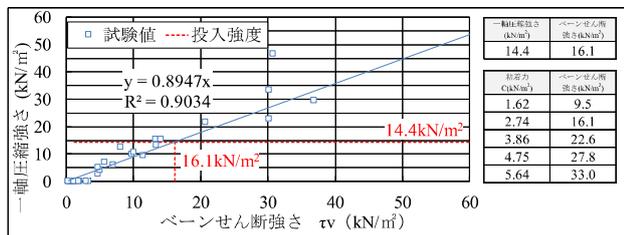


図-4.1 一軸圧縮強さとベーンせん断強さの関係

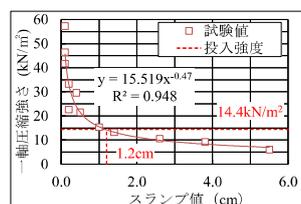


図-4.2 一軸圧縮強さとスランブ値の関係

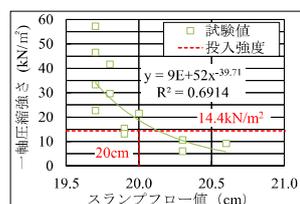


図-4.3 一軸圧縮強さとスランブフロー値の関係

#### 5. 施工方法

カルシア改質土の造成は、図-5.1に示すとおり、油圧シリンダーが混合土砂に接触しないようエクステンションアームを装着した解泥用(1.9m<sup>3</sup>)と混合用(3.5m<sup>3</sup>)の計2台のバックホウを使用して行った。

浚渫土を土運船運搬にて岸壁へ接岸後、浚渫土砂が均質になるようにバックホウで解泥を行い、海上よりガットバージにて土運船倉内にカルシア改質材を定量投入し、陸上のバックホウで均質になるまで混合を行った。

カルシア改質土の配合は浚渫土80%：改質材20%となるように混合した。浚渫土、改質材の施工中品質試験結果を表-5.1に示す。

#### 6. 課題に対する解決策

##### (1)海水湛水養生による養生期間の短縮

カルシア改質土は冬季など気温が低い条件下では強度発現が遅くなるため、本施工時は保温や養生期間を設け目標強度を確認してから投入を行う必要があった。

投入時期を早めるためには、①ジェットヒーター、②電熱ケーブルなどの保温養生を検討したが、夜間対応、設置撤去に要する時間等を考慮し、本施工ではカルシア改質土混合後に海水を土運船内にポンプ注水する湛水養生対策を実施した(図-6.1)。

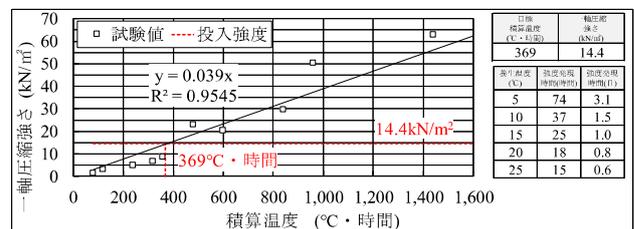


図-4.3 一軸圧縮強さと積算温度の関係

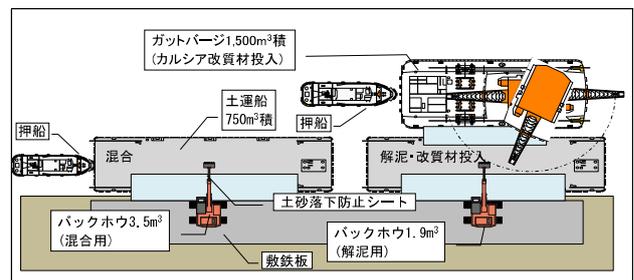


図-5.1 バックホウ混合ヤード図

表-5.1 材料品質試験結果

対象	項目	平均値	最大値	最小値
浚渫土	湿潤密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.636	1.735	1.580
	含水比(%)	63.2	70.3	56.8
	シリンダーフロー値(cm)	9.2	10.7	8.3
改質材	単位容積質量(g/cm <sup>3</sup> )	1.959	2.096	1.859

その結果、昼間の時間帯を除いて気温よりも湛水養生の温度が高くなった(図-6.2)。各土運船における投入時での改質土積算温度は積算気温より温度が常に高く、早期に積算温度で369 (°C・時間)を達成している(図-6.3)。

## (2) ベーンせん断試験による段階施工管理

1層目投入直前試料のベーンせん断試験結果を図-6.4に、スランプ、スランプフロー試験結果を図-6.5に示す。

現場で混合したカルシア改質土は、20°C養生、材齢28日での一軸圧縮強さは21隻中19隻が室内目標強度である157kN/m<sup>2</sup>を満たしている。不良率は9.5%であり、基準である25%以内に対して半分以下であった(図-6.6)。また、投入後の中仕切堤から試料をコアで採取し同様の試験を行った結果は79kN/m<sup>2</sup>であり、設計基準強度60 kN/m<sup>2</sup>を満足していることを確認した。

また、マルチソナー深浅測量結果において、中仕切堤で規格値内の出来形を確保、1:4の法面を形成していることを確認した(図-6.7)。

②カルシア改質土の投入に必要な強度を確認するため、簡易的な試験としてベーンせん断試験を行った。カルシア改質土の打ち重ね時に既施工層の強度を確認する必要があり、試験回数を考慮すると少量の供試体で試験できること、一人でも試験が実施できるなど有効な品質管理方法であった。

③上記の品質管理により、投入まで必要な養生時間を短縮でき、一軸圧縮試験(材齢28日)においても所定の強度発現を確認できた。また、規定内の出来形を確保し、冬季施工におけるカルシア改質土の急勾配(1:4)の法面形成を実現できた。

## 参考文献

- 1)沿岸技術研究センター：港湾・空港・海岸等におけるカルシア改質土利用技術マニュアル，2017
- 2)田邊翔，櫻井博孝，林誉命：カルシア改質土を用いた防波堤背後盛土の施工について，第64回北海道開発技術研究発表論文

## 7. まとめ

①冬季施工においてカルシア改質土の早期強度を確保するため、現場で対策可能な方法として湛水養生を行った。その結果、外気温によって養生した場合と比較し、湛水養生の場合は養生温度が上昇し、投入までに必要な養生時間を短縮することができた。

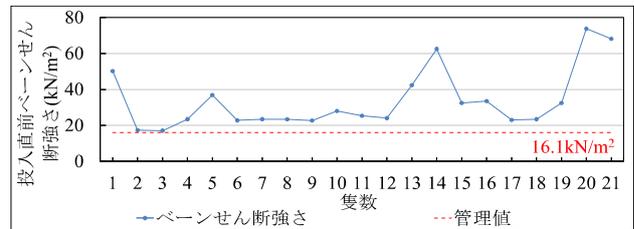


図-6.4 ベーンせん断試験結果

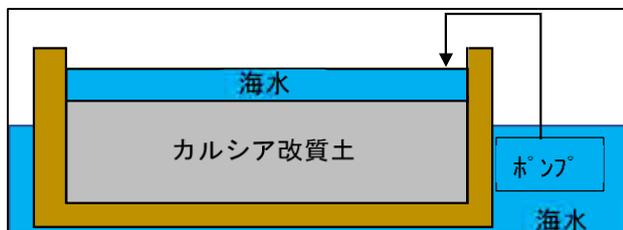


図-6.1 海水湛水養生状況



図-6.5 スランプ試験等結果

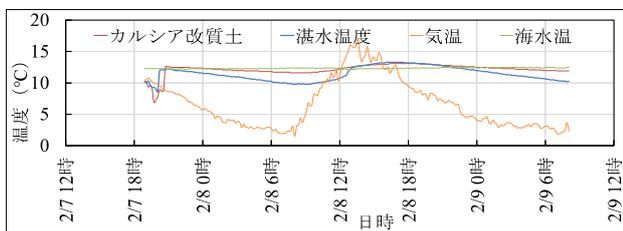


図-6.2 各種温度計測結果

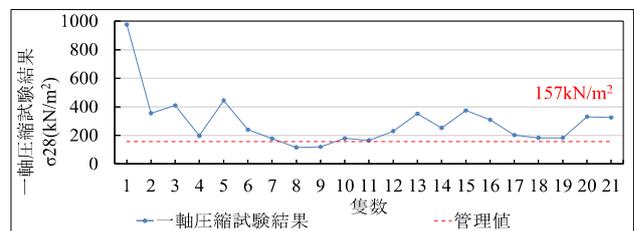


図-6.6 一軸試験結果(σ28)

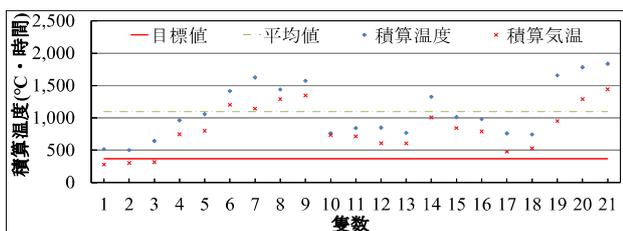


図-6.3 改質土積算温度と積算気温

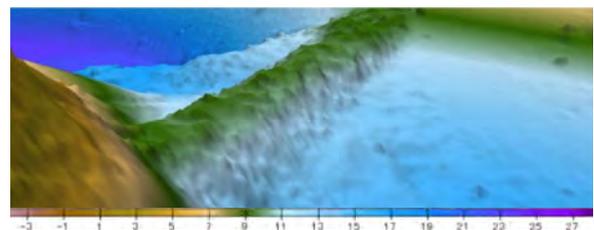


図-6.7 マルチソナー深浅測量図

# 直轄工事で初 有価物該当認証を活用した 建設汚泥の再生利用について ～鹿児島東西道路シールドトンネルにおける 取組～

竹山 真平<sup>1</sup>・佐藤 博信<sup>1</sup>・古寺 大悟<sup>1</sup>・勝田 弘志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 鹿児島国道事務所 工務課 (〒892-0812 鹿児島県鹿児島市浜町2番5号)

鹿児島東西道路は、鹿児島市街地部に位置する延長3.4kmの自動車専用道路であり、現在、延長2.3kmのシールドトンネルを施工中である。シールドトンネル工事では大量の建設汚泥が発生し、他地整等でのシールドトンネル工事でもその建設汚泥の処理が懸案となっている。

鹿児島東西道路では、直轄工事で初となる有価物該当認証を取得し、建設汚泥を再生利用しているが、それらの取組や再生利用に関する制度について報告する。

キーワード 鹿児島東西道路、シールド工法、建設汚泥、有価物該当認証、再生利用

## 1. はじめに

鹿児島東西道路（以下、「東西道路」という。）は、九州の道路トンネルでは初となるシールド工法を採用しているが、東西道路シールドトンネル（下り線）新設工事（以下、「本工事」という。）では約25万m<sup>3</sup>の大量の建設汚泥が発生する。これらを産業廃棄物として処分する場合、膨大な費用を要するため、建設汚泥の再生利用を可能とするべく鹿児島市の再生利用個別指定（以下、「個別指定」という。）に関する規則による指定、並びに、公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団（以下、「財団」という。）の有価物該当認証（以下、「認証」という。）を取得し、鹿児島県の港湾埋立事業の埋立材として有効活用を行うこととした。

本工事は、令和6年6月時点で認証を受けた施設として全国で6例目であり、初めてシールドトンネル工事で認証を取得したものである。

本稿では、本工事における建設汚泥の処理、個別指定や認証の概要、その効果等について報告する。

## 2. 鹿児島東西道路の概要

東西道路（延長約3.4km、完成4車線）は、鹿児島市に位置し、高規格幹線道路の結節点である鹿児島ICと鹿児島市中心市街地および重要港湾である鹿児島港を結び、アクセス機能強化と都市交通円滑化、交通混雑の緩和を

目的とした地域高規格道路である。（図-1）



図-1 東西道路概要図

## 3. 東西トンネル（下り線）工事の概要

東西トンネル（下り線）は、延長約2.3km、道路幅員8.5mの2車線のシールドトンネルである。終点側の市道中洲通線に構築した発進立坑から田上側の坑口に向け、シラス地盤を掘進する。シールドマシンの直径は11.34m、延長は12.5mであり、掘削断面は約102m<sup>2</sup>である。（図-2）



図-2 本工事で使用するシールドマシン

#### 4. 現場での建設汚泥の処理

##### (1) 添加材の必要性

本工事で採用している泥土圧シールド工法は、切羽側から作用する土水圧とマシン側のシールドジャッキによる圧力のバランスを保ち、切羽の安定を図りながら掘進する工法である。(図-3) 両者の圧力バランスを保つため、シールドマシンのチャンバー内に添加材を加え、掘削土を混合攪拌し、塑性流動性、不透水性を持った泥土を作る。

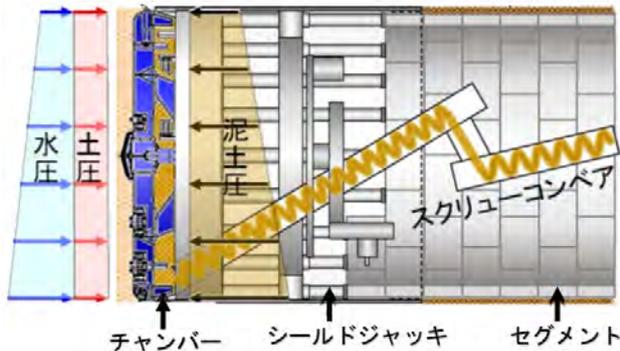


図-3 泥土圧シールド工法のイメージ

##### (2) 建設汚泥の発生と処理

添加材を加え攪拌することにより、元々地盤として存在していた土砂等が泥土となり、コーン指数が低減する。

「建設汚泥処理土利用技術基準(平成18年6月12日)(以下、「利用技術基準」という。)」では、コーン指数が概ね200kN/m<sup>2</sup>未満は建設汚泥、200kN/m<sup>2</sup>以上は建設汚泥処理土と定義されており、コーン指数200kN/m<sup>2</sup>以上を確保した場合、物性上では再生利用が可能となる。

本工事では当該処理土を、鹿児島県の港湾埋立事業に活用するため、利用技術基準の水面埋め立てに適合し、また、標準的なダンプトラック運搬が可能となるコーン指数200kN/m<sup>2</sup>(第4種処理土相当)以上に改良することを目標に設定した。

##### (3) 添加材の選定

本工事のトンネル区間の地質は、南九州特有のシラスであり、この地質に適した添加材を選定する必要があるため、室内試験を行った。現地ボーリング調査の粒度組成結果から模擬土を作成し、添加材の組み合わせや配合を変化させ、合計23パターン of 供試体により試験を実施した。評価基準として、流動性や粘性、コーン指数等を設定し、現地シラスに適合する添加材を選定した。(表-1, 2)

表-1 添加材の評価基準

項目	判断基準
ミニスランプ	1.0cm~7.0cm
テーブルフロー	110mm~174mm
目視・手触り	分離抵抗性(攪拌後の礫・砂の沈降) 流動性(混練り時の負荷やまとまりある流動性) 粘着(適度な粘性状況) 触感(握った際に芯が残らない)
コーン指数	200kN/m <sup>2</sup> (目標値)

表-2 添加材配合表(チャンバー内添加)

	界面活性系 TAS-foam	セルロース系 SP-BL	ベントナイト 助材F	水
配合	5kg	5kg	10kg	986L

(1m<sup>3</sup>あたり)

##### (4) 初期掘進時における添加材の適用性の確認

本工事の掘削土は、トンネル坑内に設置する連続ベルトコンベアにて排土する。しかし、掘進初期の段階では、連続ベルトコンベア等を設置するスペースがないことから、土砂圧送管による排土を計画した。圧送前のコーン指数が高い場合は圧送管内で土砂詰まり等が発生する懸念があったため、圧送前は、敢えてコーン指数を低めに設定した上で、土砂圧送の可否、圧送後の固化材添加後のコーン指数を確認した。掘削土は圧送管を流れ土砂ピット移されるが、土砂ピット投入前に攪拌機を設置し、固化材を添加し、機械攪拌の結果、所要のコーン指数を確保できた。(図-4, 5)

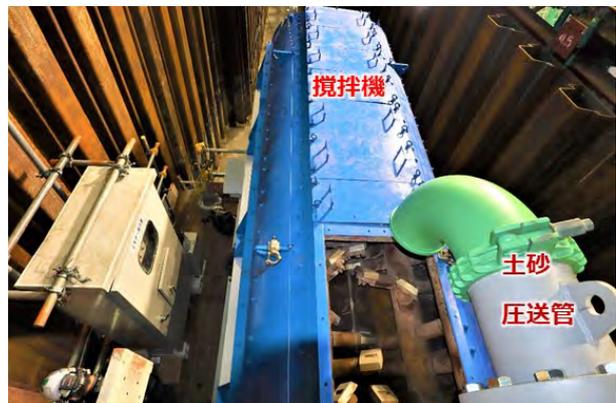


図-4 土砂搬出部全景



図-5 改質後の土砂の状況(攪拌機通過後)

## (5) 本掘進時の建設汚泥処理

本掘進時のシールド掘削土の流れを説明する。チャンバー内の掘削土を塑性流動化させるため、カッター面から室内試験で選定された添加材①を混ぜ、コーン指数を100kN/m<sup>2</sup>未満とする。その後、連続コンベアでの搬送等を目的とし、添加材②で改質しコーン指数を200kN/m<sup>2</sup>に近づける。最後に、建設汚泥処理土（第4種処理土相当）となるコーン指数200kN/m<sup>2</sup>以上を確保するため立坑内で固化材を添加及び攪拌した後、土砂ピットへ投入し、場外へ搬出する。（図-6）



図-6 本掘進時のシールド掘削土砂の流れ

## 5. 建設汚泥処理土の再生利用の方策

建設汚泥の再生利用の方策として、「建設汚泥の再生利用に関するガイドライン（平成18年6月12日）」（以下「ガイドライン」という。）で、建設汚泥処理土の再生利用が可能となるのは、以下に限られている。

- ① 自ら利用
- ② 再生利用制度（大臣認定、個別指定、一般指定）
- ③ 有償譲渡

「自ら利用」とは、工事で出た建設汚泥を処理し、同じ工事で利用する方策であるが、排出側と利用側の元請業者が同一の場合に限り認められる。本工事では、盛土量が極小であるため抜本的な解決策とならなかった。

また、「有償譲渡」とは、利用側が費用を負担することとなるが、本工事で発生する建設汚泥を有償譲渡として求めることは期待できなかった。

以上により、自ずと「再生利用制度」を選択することとなった。

## 6. 再生利用個別指定

### (1) 個別指定の制度概要

個別指定とは、再生利用されることが確実な廃棄物として、市町村長の指定を受けることで、産業廃棄物業の許可を不要とし、指定を受けた者が直接、産業廃棄物の収集・運搬・処分を行うことが可能となる。一例を挙げると、鹿児島市の場合、建設汚泥処理土は、産業廃棄物運搬の許可を得た車両のみが運搬可能となるが、個別指定を受けることで許可を持たない通常のダンプトラックで運搬が可能となる。

また、個別指定を受けることで建設汚泥は「建設汚泥処理物（本稿の建設汚泥処理土と同義）」として扱うことが可能となり、本工事の場合、埋立地に搬入された時

点で、産業廃棄物ではなく、有価物として扱われるため、有効な再生利用に供することが可能となる制度である。

### (2) 鹿児島市個別指定に関する規定の創設

本工事で発生する建設汚泥の再生利用については、港湾埋立事業を担当する県は、埋立材として本工事の排土を期待していたこともあり、過年度より国・県・市で協議を重ねていた。鹿児島市内の個別指定制度の指定権者は鹿児島市（中核市）であり、令和3年度より個別指定に係る制度設計の検討を始め、1年も経過しない令和4年4月1日に個別指定規則が施行された。

### (3) 個別指定上の発生土の分類

本工事は、掘削土に地盤改良材等の混入物が含まれる区間が存在するため、その混入物や添加材の種類毎に再生利用の適否を判断することとなった。以下の①～③に示す区間の約2.6万m<sup>3</sup>は、切削した杭の鉄筋等やセメント成分を含むため、港湾埋立事業の埋立材とした場合、pH上昇に伴う海洋生物への影響等の懸念があり、産業廃棄物処理することとなった。残りの約22.6万m<sup>3</sup>は個別指定により再生利用可能と判断された。（図-7、8）

- ① 地盤改良区間（発進立坑防護区間、東雲川調整池付近）
- ② 歩道橋下部工基礎杭撤去後流動化処理土充填区間（曙陸橋付近）
- ③ 基礎杭直接切削部（東雲川調整池）

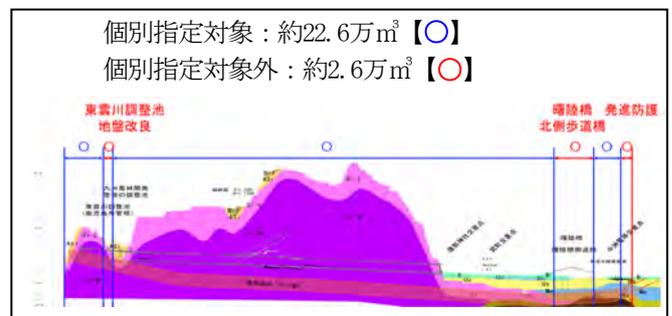


図-7 本工事の発生土分類

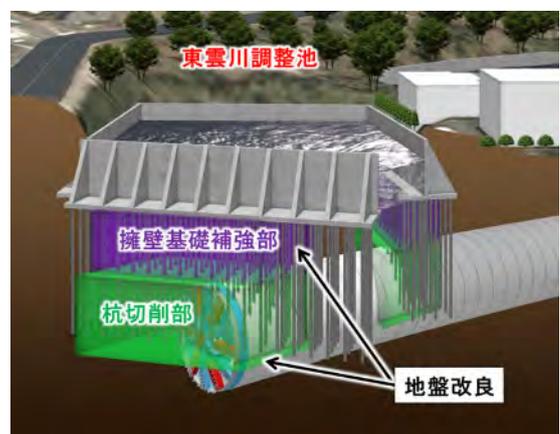


図-8 東雲川調整池の基礎杭直接切削イメージ

(4)個別指定の指定

鹿児島市の個別指定に係る規定の施行に伴い、個別指定を申請した。申請者は、建設汚泥処理土の収集・運搬・処分を行う本工事の受注者とし、令和5年2月17日に申請し、令和5年3月24日に条件付きで個別指定を受けた。附された条件は、財団の認証取得であった。

7. 有価物該当認証

(1) 有価物該当認証制度の概要

認証制度は、建設汚泥処理土の利用の確実性や、建設汚泥処理土の分析、品質等の基準を満たし、かつ社会通念上合理的な方法で計画的に利用されることが確実であることを独立・中立的な第三者が透明性、客観性をもって保証することにより、製造された時点で有価物として扱われることが認められる制度である。本工事においては、認証を取得すると、建設汚泥の改良が完了した時点（土砂ピットに移された時点）で有価物として扱うことが可能となる。

(2) 認証の取得

令和4年11月18日に財団へ申請後、令和5年5月の書類審査、同年9月の実地検査、12月の追加検査、第三者機関である再生品認証委員会による審議を経て、令和5年12月4日に認定証を取得した。

8. 再生利用個別指定と有価物該当認証の違い

個別指定及び、認証の制度は、両者とも建設汚泥の再生利用に関する制度であるが、相違点がある。（図-9）

個別指定と認証の制度を比較すると、有価物として取り扱う時期に相違があり、個別指定だけでは有価物となっていない時期は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃掃法」という。）の適用を受けるということが各機関と手続きを進める中で示された。具体例を挙げると、本工事では、建設汚泥処理土を港湾へ投入前に埋立材としての適合性を確認するため土質の分析を行う。分析結果が判定されるまで、仮置きが必要となる。個別指定の指定取得のみであれば、仮置き中は、有価物ではないことから廃掃法が適用され、産業廃棄物として厳格に保管しなければならない。仮置きヤードに雨水進入防止の屋根等、飛散防止の囲い、地下浸透を防止する措置等が必要となる。

なお、上述の個別指定により、有価物として取り扱うことが可能となる時期については、各指定権者の判断により異なることが推察されるため、本稿では、鹿児島市の事例を述べていることに留意いただきたい。また、有価物として取り扱われる時点と廃掃法の適用範囲を明確に示した法令や通達等はない。各個別指定の制定権者の判断によっては、有価物として取り扱われる時期や手続き等が異なることも想定される。個別指定や認証を目指す際には、関係行政機関や財団と入念に調整しながら、手続きを進めることが肝要である。

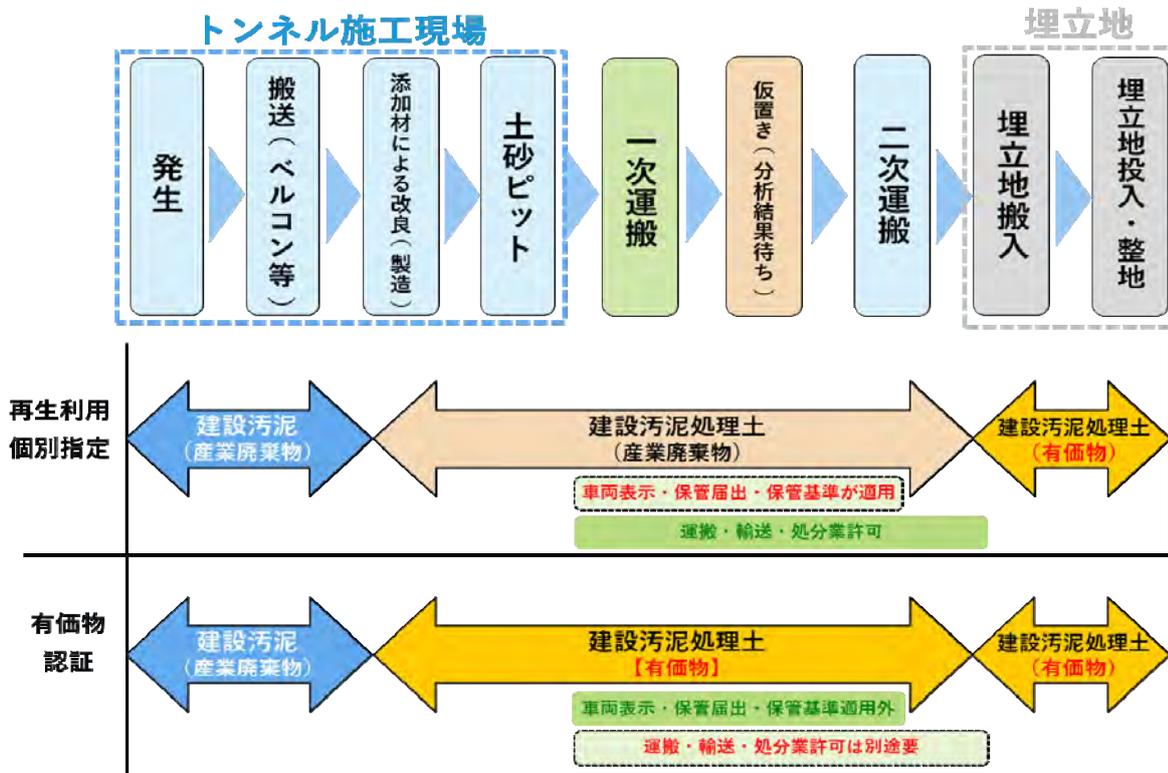


図-9 有価物認証と個別指定の比較イメージ

## 9. おわりに

本稿では、鹿児島3号東西道路シールドトンネル（下り線）新設工事における有価物該当認証制度について報告した。

本工事の建設汚泥処理土は、令和5年12月の認証取得後、翌年1月から搬出し、埋立材としての分析結果が出るまでの間、一時的に仮置きした後に埋立事業の埋立材として活用している。認証においては、審査を含め認証取得まで約1年の期間を要した。同様の手続き期間を要する場合、建設汚泥処理土が製造される時期の1年前に申請が必要となる。認証取得を目指す場合は、早期申請が望まれる。

個別指定及び認証を取得することで、22.6万 $\text{m}^3$ の建設汚泥処理土の運搬費・処分費が削減できたこと、また、他事業への再利用が可能となり、費用面や資源の有効利用に大きく貢献したものと考えている。

また、認証取得に至るまで、関係機関や財団より多大な協力をいただいた。関係機関の理解や協力無しでは、再生利用は勿論、シールド掘進は困難であったと認識する。

鹿児島東西道路での取組が、認証制度のアピールとなるとともに、今後のシールド工事の建設汚泥の再生利用に向けた好事例となることを願う。

# 国道57号竹田阿蘇道路における猛禽類 に対する保全措置について

池辺 侑生<sup>1</sup>・塚原 勉<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>九州地方整備局 佐伯河川国道事務所 工務課 (〒876-0813 大分県佐伯市長島町4-14-14) .

竹田阿蘇道路では、令和2年度から自主的な環境影響評価を実施しており、その中で、希少猛禽類（サシバ）に対する工事中の環境保全措置が必要であることを確認した。令和4年度から工事に着手する中で、事業の円滑な推進及びサシバの生息・繁殖環境保全のため、適切な環境保全措置を検討するとともに、モニタリング調査を実施している。本稿では、竹田阿蘇道路周辺に生息する希少猛禽類に対する調査、予測、評価及び環境保全措置検討の結果について報告するとともに、モニタリング調査の経過について報告するものである。

キーワード 環境調査業務, 猛禽類, 環境保全措置, モニタリング, 竹田阿蘇道路

## 1. はじめに

一般国道57号（中九州横断道路）竹田阿蘇道路は、令和2年度より自主的な環境影響評価において、調査、予測、評価を実施し、希少猛禽類及び植物に対する環境保全措置が必要となった。令和4年度より工事に着手しており、環境影響評価において取りまとめた成果に基づき、環境へ配慮しながら工事を進めている。

本稿では、竹田阿蘇道路周辺に生息する希少猛禽類に対する調査、予測、評価及び環境保全措置検討の結果について報告するとともに、モニタリング調査の経過について報告するものである。

## 2. 竹田阿蘇道路の概要

### (1) 竹田阿蘇道路の諸元

竹田阿蘇道路は、中九州横断道路の一部を形成し、大分市～熊本市間の広域的な連携を図り、沿線地域の産業発展や地域活性化の支援等を目的として整備された自動車専用道路である（図-1）。平成31年度に事業化され、令和4年度より工事に着手している。

表-1 竹田阿蘇道路諸元

延長	L=22.5km
幅員	W=12.0m
事業区間	(自)大分県竹田市大字会々 (至)熊本県阿蘇市波野大字小地野
道路規格	第1種第3級（自動車専用道路）
車線数	完成2車線



図-1 竹田阿蘇道路位置図

**(2) 環境影響評価の経緯**

竹田阿蘇道路は、一般国道の自動車専用道路で延長約22.5kmあるものの、完成2車線であることから環境影響評価法及び大分県環境影響評価条例の対象事業の要件には該当していない。しかしながら、事業による環境悪化の未然防止や住民への説明性の観点から、令和2年度から自主的な環境影響評価を実施している。

**3. 自主的な環境影響評価における猛禽類調査**

**(1) これまでの猛禽類調査の経緯**

環境影響評価の中で、猛禽類については、2営巣期にわたる現地調査、それらを踏まえた予測・評価を実施した。その結果、希少猛禽類であるサシバについて環境保全措置が必要であることから、環境保全措置の検討を行った。令和4年度に評価書相当の図書を取りまとめるとともに、工事着手に伴い、サシバに対するモニタリング調査を開始した。なお、これらの調査から環境保全措置の検討及びそのモニタリング調査の実施にあたっては、有識者の助言を受けながら進めている。

**(2) 2営巣期の調査、予測・評価結果**

**a) 調査結果**

2営巣期の調査により、事業実施区域の近傍にサシバが営巣していることを確認した。また、明確な営巣地の特定には至らなかったが、確認例数や繁殖指標行動などから、ノスリ及びクマタカが、竹田久住IC（仮称）～県境間において事業実施区域の周辺で営巣している可能性も示唆された。

調査結果の概要を、表-2に示す。

**b) 予測・評価結果**

調査結果に基づき、予測・評価を行った。

サシバについては、竹田IC～竹田久住IC（仮称）間の事業実施区域近傍において営巣が確認されており、営巣

中心域を事業実施区域が通過することから、本事業の工事実施が与える影響を考慮し、生息環境の保全が必要であると予測された。

なお、サシバの行動圏について、繁殖するサシバのつがいが高頻度で利用する範囲（高利用域）は、営巣木から概ね500m以内とされている。また、サシバの繁殖において最も重要とされる営巣場所を中心とした営巣中心域は営巣木から概ね200mとされている<sup>1)</sup>（図-2）。

本事業では、事業実施区域の近傍において、サシバの営巣木や繁殖活動が確認され、事業を進めるうえで生息環境の保全が必要であると予測された。したがって、サシバの生息・繁殖への影響を及ぼさないよう工事を円滑に進めることが課題である。

ノスリ及びクマタカについては、事業実施区域及びその周辺において、幼鳥は確認されなかったものの、比較的確認例数が多く、頻繁にディスプレイ飛翔等の繁殖指標行動も確認されたことから、事業実施区域周辺における営巣の可能性が考えられた。確認された場所から、ノスリについては、荻IC（仮称）～県境周辺の一部において、クマタカについては、竹田西IC（仮称）～荻IC（仮称）周辺の一部において、本事業の工事実施により生息環境に質的变化が生じる可能性があるとして予測された。

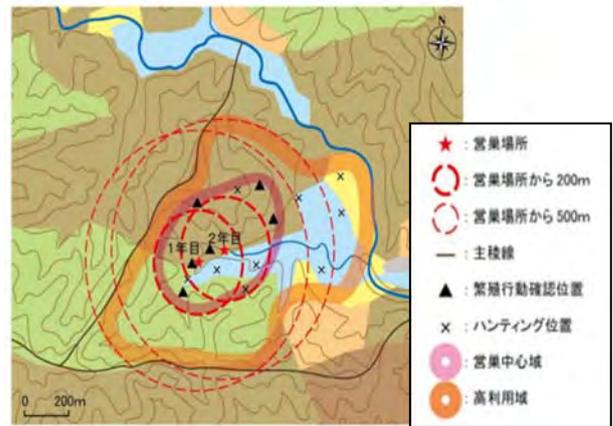


図-2 サシバの行動圏の解析イメージ<sup>1)</sup>

表-2 竹田阿蘇道路における希少猛禽類の繁殖状況

種名	重要種選定基準 指定状況	調査結果概要	
		1営巣期目	2営巣期目
サシバ	① — ② VU ③ VU	・竹田IC～竹田久住IC（仮称）間の事業実施区域近傍にて営巣確認	・竹田IC～竹田久住IC（仮称）間の事業実施区域近傍にて営巣確認 ・竹田久住IC（仮称）から1km以上西側にて営巣確認
ノスリ	① — ② — ③ NT	・繁殖指標行動は確認されず	・荻IC（仮称）～県境間の事業実施区域周辺において、頻繁に確認されるとともに、ディスプレイ飛翔や並びとまり等を確認
クマタカ	① 国内 ② EN ③ EN	・繁殖指標行動は確認されず	・竹田西IC（仮称）～荻IC（仮称）間の事業実施区域周辺において、頻繁に確認されるとともに、ディスプレイ飛翔や餌運び等を確認

注) 重要種の選定基準は下記に示すとおりである。

① 絶滅のおそれのある野生動物の種の保存に関する法律により指定された国内希少野生動物植物  
(国内：国内希少野生動物植物種)

② 環境省レッドリスト2020の掲載種 (EN：絶滅危惧ⅠB類、VU：絶滅危惧Ⅱ類)

③ レッドデータブックおおいの2022の掲載種 (EN：絶滅危惧ⅠB類、VU：絶滅危惧Ⅱ類、NT：準絶滅危惧)

#### 4. 環境保全措置の検討

##### (1) 環境保全措置の方針

###### a) 環境保全措置の検討

まず、工事を着手する区間を優先して対応が必要なことから、営巣木が確認されたサシバの対応を図ることとした。サシバへの環境保全措置を検討した結果、「繁殖期を避けた施工」、「コンディショニングの導入」を行うことが望ましいとされた。環境保全措置の検討の状況を表-3に示す。

なお、ノスリ、クマタカについては、今後、工事着手前に生息・繁殖状況を調査し、本事業の工事実施により「生息環境は保全されない可能性がある」または「生息環境は保全されない」と予測された場合、サシバ同様、必要に応じて環境保全措置を実施するものとした。

表-3 環境保全措置の検討の状況

環境保全措置	効果の内容	環境保全措置の検討	他の環境への影響
繁殖期を避けた施工	繁殖時期を極力避けることにより、繁殖への影響の低減に努める。	サシバの繁殖への影響を低減できる。	特に無し
コンディショニングの導入	繁殖期の施工を行う際には、徐々に本格的な工事に入るようにし、工事騒音や振動、工事作業員の存在に対し、動物を馴れさせるよう努める。	騒音や振動にサシバが馴れることで、繁殖への影響を低減できる。なお騒音や振動などによる影響は不確実性を伴うため、事後調査の実施が必要である。	特に無し

###### b) 繁殖期を避けた施工

サシバは夏鳥であり、春（3月下旬～4月上旬頃）に日本に渡来して繁殖活動を行い、秋に東南アジア等、別の

国へ渡っていく。サシバの繁殖期は3月下旬～7月頃であることから、繁殖への影響を回避・低減するため、この時期を避けた施工を行う必要がある（図-3）。

ただし、やみくもに全ての工事の施工時期を変えるのではなく、経年の猛禽類調査の結果から高利用域及び営巣中心域を設定し、これらの範囲において工事を行う場合、可能な限りサシバの繁殖期と重複しないよう、また騒音や振動等に配慮するものである。

###### c) コンディショニングの導入

可能な限り繁殖期を避けた施工等となるよう留意するものの、やむを得ず、営巣中心域（営巣木から約200m）の範囲内において施工を実施する必要がある場合には、コンディショニング（馴化）を導入する。

コンディショニングとは、工事による改変面積や施工規模を徐々に大きくする等により、猛禽類を工事に馴らすという環境保全措置である。

コンディショニングには、①営巣中心域から離れた場所から工事を進めて馴れさせる方法、②繁殖期よりも前からその地域の工事に着手し馴れさせる方法、③1日の作業時間を徐々に増やし馴れさせる方法 などがある（図-4）。

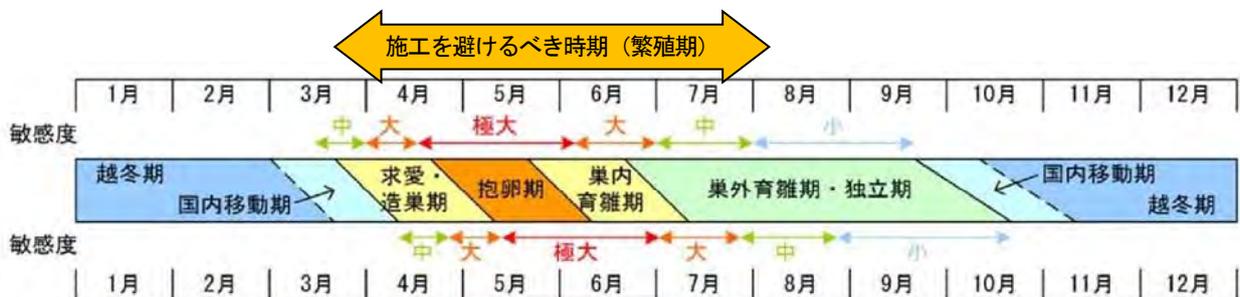


図-3 サシバの生活サイクル<sup>1)</sup>と施工を避けるべき時期（繁殖期）

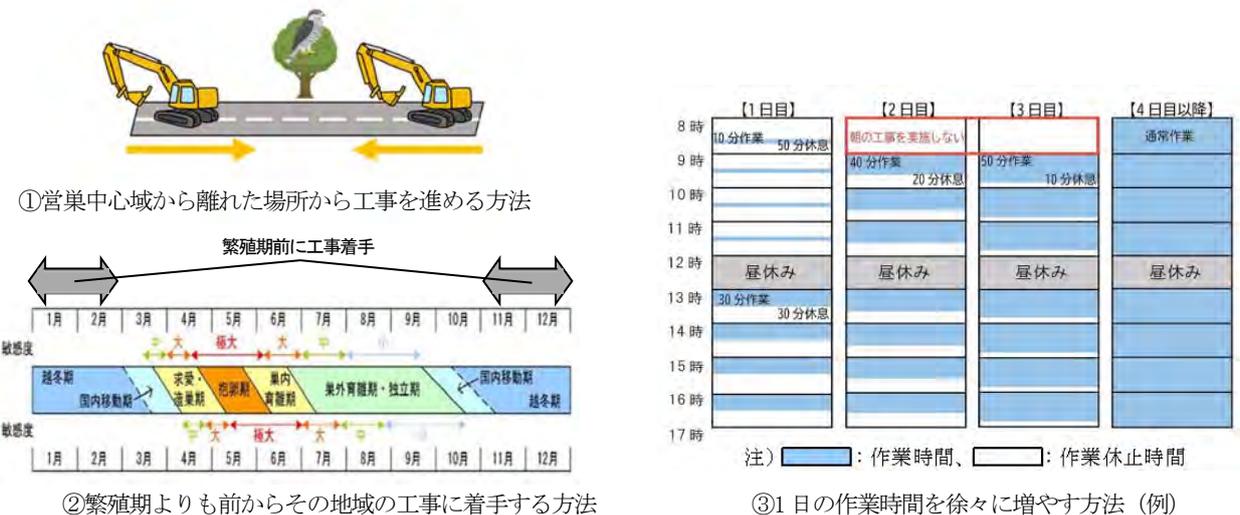


図-4 コンディショニングのイメージ

(2) 現地作業に対する注意喚起策

環境保全措置が適切に履行され、当該事業による環境影響をできる限り回避または低減することが必要である。そのため、現地作業の関係者が環境保全措置の内容を的確に理解し、環境保全措置を適切に履行できるよう、現地作業関係者向けに現地における環境への配慮事項を記載したチラシを作成した(図-5)。

5. 令和5年度モニタリング調査経過

令和3年・令和4年シーズンにて営巣が確認され、環境保全措置が必要であるとされたサシバのペアについて、工事中の影響の有無について確認するため、モニタリング調査を実施した。

モニタリング対象は、竹田IC～竹田久住IC(仮称)に生息するサシバで、モニタリング時期は、対象であるサシバの生活サイクルを考慮し4月～8月に実施した。

モニタリング調査の結果、これまでに確認されていた1ペアの他、もう1ペアの営巣も確認された。今回の繁殖期では、高利用域の範囲外において施工が実施されていたこともあり、サシバの警戒行動等は確認されず、2ペアとも幼鳥が確認され、繁殖が成功していることがわかった(写真-1)。

6. おわりに

これまでの環境調査や環境保全措置の検討を踏まえ、適正な環境保全措置の履行のためには、事業者だけでなく、施工業者を含めた各関係者が環境影響評価書に示された環境保全措置の必要性や内容について正しく理解し、適正な履行を行う必要がある。そのためには事業者、施工業者、環境コンサルタント、有識者等、事業関係者による協力体制の構築が不可欠であると考えられる。

また、工事発注時点から計画的な環境配慮を行うことも重要であると考えられる。

今後、高利用域、営巣中心域での工事になってくるが、今後も引き続き、各関係者と協力体制を組み合わせながら、環境保全措置及びモニタリング調査を継続し、事業による影響の回避・低減に努める所存である。

参考文献

- 1)環境省：サシバの保護の進め方、2007年12月

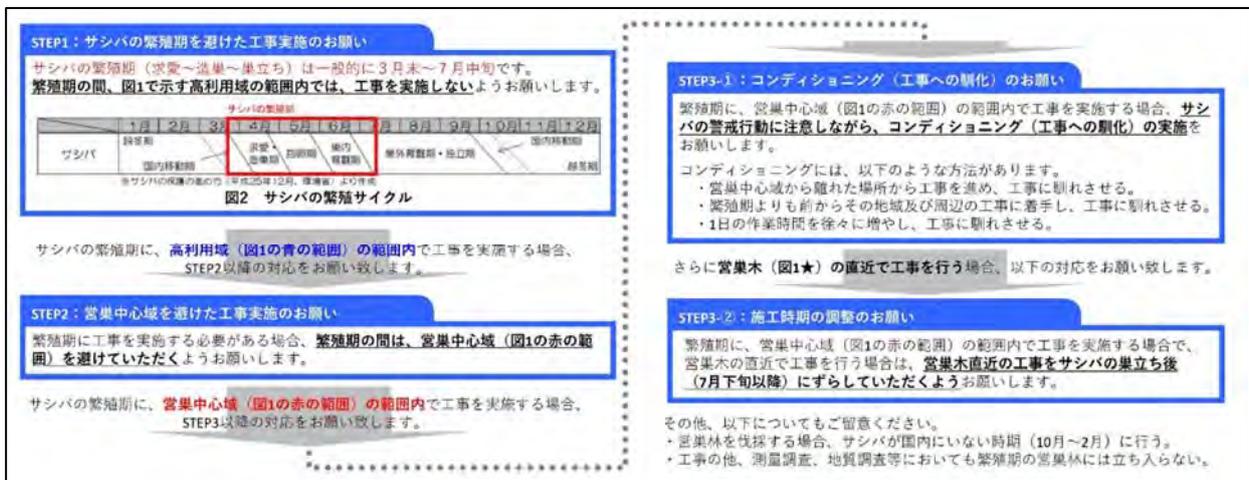


図-5 現地作業関係者向け注意喚起チラシに示したサシバに対する環境保全措置の方針



写真-1 竹田阿蘇道路において確認されたサシバ(会々ペア)の雛(左)及びサシバ(鹿口ペア)の巣(右)

# 大淀川市街地に近接した大淀川での持続可能な川づくり ～多様な生物の生息環境を創造する取り組み～

石田 夢翔<sup>1</sup>・宮元 洋<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 宮崎河川国道事務所 工務第一課 (〒880-8523 宮崎県宮崎市大工2丁目39番地)

県都宮崎市を流下する大淀川。その下流部の川幅は広く、広々とした高水敷では散策やスポーツで活用されるなど市民の憩いの場となっている。また、川に目を向けると河岸付近にヤナギ等の樹木群落が定着し、その足下にはヨシ・アシ群落や重要種であるタコノアシ等の植物、さらにはそれらの植生に生活の一時期を依存するオオヨシキリやカヤネズミ等の動物も生息している。その大淀川下流部で計画規模の洪水を安全に流下させるためには河道掘削を行い河道断面を拡大する必要があることから、ここでは豊かな河川環境を保全・創造しつつ、治水機能を高めた大淀川下流部の河道掘削について報告する。

キーワード 河道掘削, タコノアシ, 環境創出, 持続可能

## 1. 大淀川の概要

大淀川は、その源を鹿児島県曾於市末吉町中岳に端を発し、途中都城盆地で霧島山系等から湧き出る豊富な地下水を水源とした数多くの支川を合わせ、山間狭窄部を流下後、宮崎市で最大の支川本庄川と合流し宮崎平野を貫流しながら日向灘に注ぐ、流域面積2,230km<sup>2</sup>、幹川流路延長107kmに及ぶ九州屈指の一級河川である。



図-1 大淀川流域

中でも、大淀川下流部は宮崎市街地のほぼ中心を流れ、その兩岸には宮崎を象徴するフェニックスや観光ホテルが建ち並び、大淀川河畔とともに「観光宮崎の顔」となっている。また、河川敷は、親水公園やゴルフ場、運動公園等に整備され、市街地から近いことから市民の憩いの場となっている。



写真-1 観光宮崎の顔



写真-2 高水敷でのイベント開催状況

## 2. 工事の概要

### (1) 施工箇所の特徴と課題

大淀川水系河川整備計画（H30.6）における大淀川下流域では、当初流下能力を向上させるため、右岸5k400～8k600の高水敷を盤下げ掘削し河道断面を拡大することとしていた。

しかしながら、大淀川下流部は前述のとおり宮崎市街地に隣接し、野球やサッカー、イベント開催といった高水敷利用をはじめ、カヌー等のスポーツや環境学習といった水面利用など、多岐にわたり河川利用が行われている。当初施工予定箇所も例外ではなかったことから、高水敷の盤下げ掘削による影響について再検討を実施した。

その結果、以下の4点の課題が想定され、一部の掘削を、その対岸となる左岸3k800～6k600の土砂堆積箇所、並びに河道内の掘削に見直すこととした。

#### a) 高水敷の利活用への影響

利用状況を考慮すると、住民の賛同が得にくい。

#### b) 周辺の地下水への影響

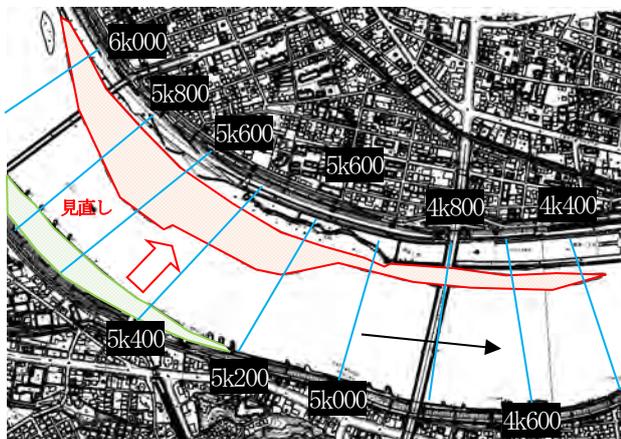
周辺地下水位低下による補償が懸念される。

#### c) 高水敷の湿潤化による堤防の弱体化

周辺の地下水が比較的高く、高水敷が常時湿潤化することにより堤防の弱体化が懸念される。

#### d) 堤防前面の高水敷掘削に伴う、堤体の安定性の低下

常時での影響は限定的と考えられるが、地震時等を考慮した場合、滑り安定性の低下が懸念される。



図ー2 掘削範囲の変更（案）

### (2) 見直し後の掘削箇所の環境

掘削箇所の見直しにより、前述のa)～d)に対する心配は無くなった。

しかしながら、見直し後の掘削箇所にはワンド環境（写真－3）が自然に形成され宮崎県内でも随一の広さを誇るタコノアシ群落が存在し、さらに、地元NPO法人 大淀川流域ネットワーク主催による小学生等と共同した「タコノアシの保全活動」が毎年実施されるなど、地域の環境学習・環境保全の場となっている。



写真－3 自然に形成されたワンド環境（干潮時撮影）

タコノアシ（写真－4）とはどのような植物なのか。文献等を確認してみると、環境省のレッドリストの準絶滅危惧種に指定されている植物で、泥湿地・休耕田・河川下流部の湿地、増水した時だけ水につかるような水位変動する箇所に多く生息すること。しかしながら、他の強靱な植物との競争に負けその個体数が減少している。



写真－4 タコノアシ（R5.12撮影）

このことから、工事の着手に先立ち、令和元年度から令和2年度にかけて動植物の生息状況調査を実施した。その結果、見直し後の掘削範囲には汽水域上流端付近にワンド環境が形成され、特にワンドやたまりの水際にタコノアシ、砂泥底にはタケノコワニナをはじめとする重要種が生息し、その周りには広範囲にヨシ・アシ群落が存在する自然豊かな環境を呈していることが確認できた。

なお、タコノアシは砂泥質の湿地環境で、本流の流速の影響を受けにくい場所でより多くの個体数が確認され、また、ヨシやアシで日光が遮られず比較的日当たりの良い水際に生息していることが分かった。

## 3. タコノアシ保全・創出に向けた工夫

### (1) 掘削形状

掘削形状としては、前述のとおり砂泥質の湿地環境に依存するタコノアシ及びタケノコワニナの生息域が消失しないよう、ワンドの保全を念頭に、以下の点に着目した掘削形状（図－3）を採用した。

- a) ワンドの掘削は、必要最低限とし可能な限り湿地環境を保全できる形状とした。
- b) 既存ワンドの上流側に、掘削によるワンド機能の消

失の代償措置として、大型ワンドを新設する計画とした。

- c) ワンド付近の流速を可能な限り軽減できる横断形状とした。

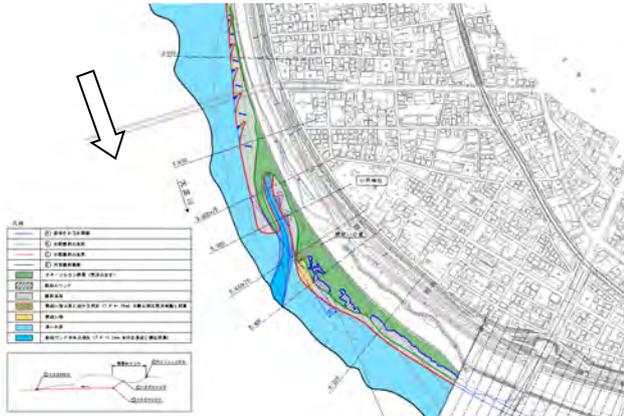


図-3 最終掘削形状

## (2) 施工手順

当該箇所を一気に掘削すると、ワンド内で生息する重要種の移動（避難）、及び再生の期間を十分に確保することが出来ないという懸念があった。このため、掘削箇所を目的別に3つのゾーン（図-4）に区分し、掘削による負荷を極力減らすよう段階的な施工を行うこととした。

- a) 既存ワンド保全ゾーン  
下流ワンドに生息するタコノアシ等重要種を保全
- b) 湿地機能創出ゾーン  
新たなタコノアシのハビタットを創出
- c) 大型ワンド創出ゾーン  
既存ワンドの掘削を最小限に抑え、その代償措置として大型ワンドを新設



図-4 目的別ゾーンニング

施工は、まず掘削箇所のより上流側となる既存ワンド保全ゾーンから手がけ（St.1）、次に掘削箇所のより上流側となる湿地機能創出ゾーン（St.2）、大型ワンド創出ゾーン（St.3）の順番で進めることとした。

このように、段階的に掘削を進めることで、小動物など移動できる種は個体自ら移動避難できること、新たに湿地環境を創出する工事を先にすることで、工事着手前にタコノアシを移植保全することが出来ることが期待出

来る。

また、掘削整備に先立ち、今回工事完成をイメージ出来るようフォトモンタージュ（図-5、6）を作成した。



図-5 整備前



図-6 完成イメージ

## (3) 施工

### 1) 準備

昨年度は、BH台船を用いた河道内掘削工事（St.1）に先立ち、自生するタコノアシを移植するため、既にタコノアシが生息し、周辺にあるヤナギ等の植生で流速抑制が期待できる天満橋下流（既存ワンド保全ゾーンの上流端付近）の高水敷前に新たに湿地環境を創出することとした。

### 2) 湿地環境の創出と移植作業

水際部となる階段護岸の前面に湿地環境を創出し、移植作業を実施した。湿地環境を創出するにあたっては、覆土箇所上流に直径50cm程度の他工事で発生した玉石を用い上向き水制的役割を持たせた水はねの設置や中小洪水におけるワンドへの流入水量を抑制するため入り口を土砂で高く盛るなど、洪水により土砂が飛ばされないよう工夫した。



写真-5 置き石設置状況

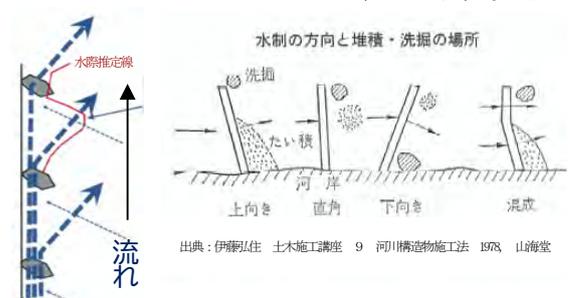


図-7 置き石の考え方

また、現地に生息するタコノアシ状況を考慮し、覆土高を決定するとともに、移植場所の参考とした。

### 3) その他、環境保全に向けた取り組み

昨年度の河道内掘削工事（St.1）では、砂州内に繁茂する一部樹木の伐採も実施した。河道に繁茂する樹木は流下能力の低下を招く恐れや、タコノアシ等の植物に対する日照障害等、悪影響を与えることが懸念された。また、当該地が市街地に近いことから、地元住民より花火大会時の眺望の阻害になることから伐採して欲しいといった要望がなされていたことなどから、樹木伐採も実施することとした。

樹木伐採施工時における注意点と対応を以下に記す。

- 工事用道路はワンドに生育する重要種、ホザキノフサモの踏み荒らしを避けるため、生息域の上下流2箇所のみとした。
- ワンドの渡河部は、コルゲート管を設置し通水を図ったが、通水部を狭めると流速が上昇し、ホザキノフサモ流失の恐れがあるため、通水幅と現況ワンド幅を合わせ流速の上昇を防いだ。
- 樹木繁茂地である砂州内は、ヨシ等の植物を住処にするオオヨシキリやカヤネズミが確認されているため、繁殖に影響を及ぼさないよう繁殖期前の2月～3月に伐採を実施した。

以上の点を踏まえ、図-8のような施工要領図を製作し、受発注者間で認識を共有するとともに、現地でも指導を行った。



図-8 施工要領図

#### (4) NPOとの連携

毎年NPO主催でタコノアシ移植イベントを実施され、地元住民、学生等に混じり、事務所職員、施工業者も参加して総勢100名以上の催しとなっている。同イベントは、大淀川が市街地部で準絶滅危惧種等の重要種が生息する豊かな環境であることをアピールする良い機会になっている。

また、下流付近の砂州には、NPO設置の環境学習イベント用水辺探索ルートがあるが、植生の繁茂で維持に苦慮しているため、工事で発生した土砂とワシントンアパームの廃材を活用した木道をNPOと事務所職員の協働で設置している。

このような取り組みを実施してきた結果、もともと砂

洲の一部にしか生息していなかったミゾコウジュやウマスゲが河川敷で繁殖域を拡げている。



写真-5 木道設置

### 4. 今後の展望・課題

施工後（写真-7）の状況については、梅雨期に浸水していることが多かったものの、覆土の多くが残り、水際も自然のカーブを描いていることが確認できた。また、樹木伐採に合わせヨシ等も一部伐採したが回復しており、実際にオオヨシキリの鳴き声が確認できたことから、施工前の環境に戻りつつあると推察される。

ただし、施工後約半年しか経過しておらず、今後経年的に湿地環境が維持されていくかは注視が必要であるほか、大規模出水後の湿地環境の挙動についても実現象を以て検証する必要があると考える。

なお、令和6年7月現在、個体数は少ないものの移植していない箇所にもタコノアシが生息している状況を確認できた。今後は一番の目玉である大型ワンドの創出が控えており、定期的にモニタリングを実施し次のステップに活かしていくとともに順応的管理に繋げていきたい。



写真-7 工事完了後写真（7月1日撮影）

#### 参考文献

- 東京建設コンサルタント：令和2年度大淀川・小丸川河川整備検討業務報告書
- 九州建設コンサルタント：令和3年度大淀川・小丸川堤防及び河道設計検討業務報告書

# 防波堤等を活用した賑わい創出について

二宮 涼<sup>1</sup>・渡邊 雅史<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 志布志港湾事務所 総務課 (〒899-7102 鹿児島県志布志市志布志町帖6617-182)

志布志港は、南九州地域における国内外との物流拠点、飼料供給基地として重要な役割を担っている一方、「働く場所としての志布志港」のイメージが強く、市民や来訪者などが訪れやすい環境とは言えない状況であり、志布志港での人流・賑わい創出の機会が求められている。また、新型コロナウイルス感染拡大をきっかけに、海釣りの需要が高まっていることを踏まえ、海釣りを一つのコンテンツとすることで、まちや港の活性化につながることを期待されている。本報告では、志布志港の利活用に係る検討会で実施された防波堤での釣りイベントの開催と防波堤等を活用した賑わいの創出に向けた今後の展開について報告する。

キーワード 志布志港, 防波堤, 利活用, 賑わい, 地域活性化

## 1. はじめに

### (1) 志布志港について

志布志港は、鹿児島県東部に位置し、本港地区、外港地区、若浜地区、新若浜地区の4つの地区から構成される南北約6kmにおよぶ重要港湾であり、日本有数の農畜産地帯である南九州地域への飼料等の供給基地として重要な役割を果たしている(図-1)。現在、国内主要港(東京、大阪、那覇他)との長距離フェリー・RORO船が就航するとともに、中国、韓国、台湾などのアジア各国とコンテナ定期航路で結ばれる貿易港として発展している。また、原木の輸出量が全国1位、とうもろこし(飼料用)の輸入量が全国2位であり、2011年5月には国際バルク戦略港湾に選定され、現在整備が進められている。

一方、背後では、東九州自動車道や都城志布志道路などの交通ネットワークの整備が着実に進展し、志布志港の利便性が向上している。

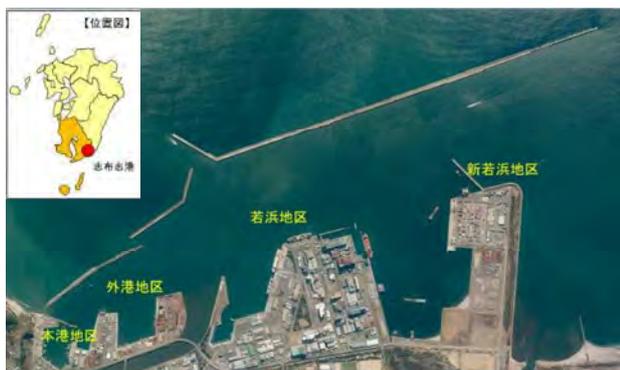


図-1 志布志港全景

### (2) 釣り文化振興モデル港について

国土交通省港湾局では、観光資源としての既存インフラの有効活用や港湾における文化振興の一環として、「釣り利用」と「安全性確保」の両立を図りつつ、観光資源としての既存の防波堤等の利活用を推進している。また、地域の関係者による地方創生を目的とした釣り文化振興の取組が進められている港湾を「モデル港」として募集し、「釣り文化振興モデル港」として16港を指定している(2024年4月時点)。なお、九州地方整備局管内では、下関港、北九州港、芦屋港、別府港、青方港の5港が指定されている。

### (3) 港湾における海釣り施設の現状

全国53の港湾に釣り施設があり、その内、12港は釣り専用施設(栈橋)がある港、41港は主に防波堤や護岸等の既存の港湾施設を有効活用し、釣り場として一般に開放している。なお、釣り施設が主に有料で運営されている港湾は16港、全て無料で開放している港湾は37港である(写真-1)。



写真-1 港湾の釣り施設(新潟港) 東港区第2防波堤

## 2. 志布志港の利活用の概要

### (1) 志布志港の現状

志布志港は物流・産業のイメージが非常に強く、地域住民との隔たりが感じられ、日頃から訪れやすい環境にあるとは必ずしも言えない状況である。

一方、新型コロナウイルス感染拡大をきっかけに、海釣りの需要が高まっているが、港内には海釣りを安全に楽しめる環境の整備がされていない。そのため、立ち入り禁止区域や船舶での荷役が行われる区域等の岸壁や防波堤において無断で釣りを行っている人が数多く見られる(写真-2)。

釣り人の中には、ライフジャケットを着用せずに釣りをする者や、釣りに使用された道具を放置して帰る者もあり、安全性が確保されていないことや、マナー違反への対応が不十分という問題点がある。



写真-2 志布志港の釣りの現状

### (2) 防波堤等の利活用

志布志港が2.(1)の状況である中、人流・賑わい創出の機会が求められているとともに、海釣りの需要が高まっていることを踏まえ、海釣りを一つのコンテンツとすることで、まちや港の活性化につながることを期待されていることから、安全性を確保しつつ、志布志港内の防波堤等を活用した海釣りイベントの開催というプロジェクトが立ち上げられた。

## 3. 防波堤等を活用した釣り文化振興の取組

### (1) 検討体制

防波堤等を活用した海釣りイベント開催に向けて具体的な課題への対応や安全対策の検討を行うための体制として、「志布志港の利活用にかかる検討会」が設置され、2024年2月に第1回検討会が開催された(写真-3)。

本検討会には、(公財)日本釣振興会をはじめ、鹿児島県や志布志市、海上保安部、警察等の関係行政機関が参画し、市より取組の方向性の説明を受けた後、現地視察を行い、釣り場開放に向けた課題の抽出等を行った(写真-4)。

### (2) 検討内容

検討にあたっては、国土交通省港湾局が公表している「防波堤等の多目的使用に関するガイドライン第2版(案)<sup>1)</sup>」に則って検討を進めていくこととし(図-2)、「責任分担」、「利用者の属性」、「利用範囲」、「安全対策」、「管理運営体制・施設管理運営基準等」、「地域活性化方策」の6項目について検討した。



写真-3 検討会の開催



写真-4 検討会での現地視察

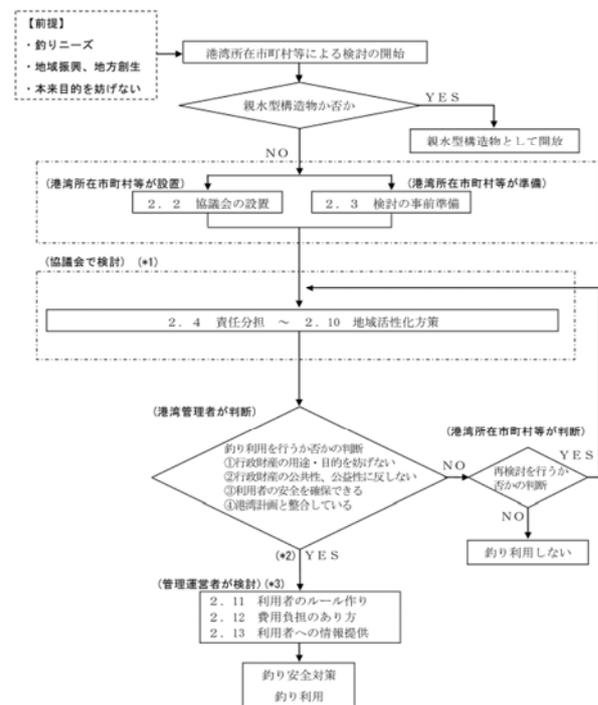


図-2 検討フロー図

### (3) 検討結果

各項目で検討した結果については以下のとおりである。

#### a)責任分担

防波堤等を釣り利用として供する場合、利用者の自己責任を前提として利用者の安全確保等を検討することは適当ではなく、施設設置者等の責任並びに利用者の責任の範囲を明確にした上で、その責任分担に応じた利用者の安全確保を確実に措置する必要がある。

#### b)利用者の属性

防波堤を釣り利用として供する場合、老若男女問わず幅広い利用者が想定される。また、子どもやベビーカーを伴う家族連れや車いすを利用する身体障がい者といった多岐に亘る利用者が来場する可能性があるため、それぞれの利用者が安全に利用するための安全対策の検討が必要がある。

#### c)利用範囲

利用範囲については、管理運営者や管理棟等を設置する「常時開放」ではなく、まずは単発のイベント開催することを前提に、通常は立ち入りを制限されている「防波堤（南）」を候補地とし、イベント開催時のみ開放することとした（図-3）。



図-3 イベント開催候補地

#### d)安全対策

一般的な安全対策としては、転落防止柵、救命浮環、昇降用梯子等のハード対策と監視員の配置、非常時における緊急連絡体制の構築等のソフト対策を組み合わせることで利用者の安全を確保することが想定される。なお、候補地の防波堤（南）は、通常時はそもそも立入を前提としていないことに加え、設計上、事故防止に必要な設備の設置を想定していない。また、現時点においては釣り利用の需要についても不透明であり、早期に転落防止柵を設置することは現実的ではないことから、転落防止柵の可否については今後検討することとし、まずはイベントの開催に必要な安全対策を十分に行うこととした。

#### e)管理運営体制・施設管理運営基準等

防波堤等を釣り利用として供する場合の管理・運営については、管理運営者を置き、利用者の安全が確実に措置されることが重要である。

現時点では実証段階の取組であり、当面、管理運営者を置くことはしていないものの、イベントの開催にあたっては、気象・海象、利用状況の地域特性や時期を考慮して、利用可能な期間を設定するとともに、監視員の配置、施設の点検方法及び気象・海象の観測方法等を整理した。また、事故等の緊急事態が発生することを想定して、海上保安部、警察署、消防署をはじめとする関係行政機関との連絡体制を検討会の場で確認した。なお、地震時の対策として、避難場所の設定や避難方法、経路を定めており、現地調査を実施した際に地震時に備えて訓練を実施した。その内容については後述する。

#### f)地域活性化方策

地域活性化を図るために地域の観光資源の活用は重要であることから、釣り振興という観光資源を最大限に活用する必要がある。他港の事例では、熱海港において、飲食店との連携による釣った魚の調理サービスや、地元企業及び旅行関係者等と連携した釣りイベントの開催等、地域一丸となった積極的な取組が実施されている。

志布志港においても釣りイベントを開催する場合には、地元の観光協会等と連携し、港湾所在市町村である志布志市の特産品の配布等を通じて、魅力発信に取り組むこととなった。

### (4) 港湾施設の多目的使用

対象としている防波堤は、港湾法第2条第5項に基づく港湾施設であり、国有財産（行政財産）である。行政財産の使用については、国有財産法第18条第2項に規定する「その用途又は目的を妨げない限度」において許可することができることとなっている。

当該防波堤を多目的使用する場合には、

① 国の事務、事業の遂行に支障の生じるおそれがあること

② 行政財産の管理上支障が生じるおそれがあること

③ 行政財産の公共性、公益性に反する以下の事項

- ・ 公序良俗に反し、社会通念上不適当であること
- ・ 特定の個人、団体、企業の活動を行政の中立性を阻害して支援することとなること
- ・ 上記のほか、使用収益により公共性、公益性を損なうおそれがあること

④ その他行政財産の用途又は目的を妨げるおそれがあること

に十分留意することとしている<sup>2)</sup>。

## (5) 釣りイベントの具体的な実施方針

検討会での協議の結果、具体的な実施方針として以下のとおり整理した。

### a) 釣り場開放

「イベント型釣り場開放」を目指すため、現地に恒久的な施設を準備するのではなく、人為管理にて対応可能な運営方法、開放エリアの設定、安全対策等を行う。また、参加者ターゲットを親子連れ等のファミリーフィッシングや釣り初心者から、ルアーフィッシング等の中級者～上級者が楽しめるようエリアを分け、また、釣り具やライフジャケットの貸し出しを行うといった参加しやすい実施形態とする。

### b) イベント企画

イベントでの開放となることから、運営・管理面を重視し、事前申込制を想定し、イベントで釣り場での安全講習やマナー講座を行う。また、参加者には、地域活性化の観点から、志布志市と志布志市観光特産品協会とが連携し志布志市の特産品を配布する。

### c) 安全対策

開放時には、入場前の注意喚起、安全行動への誓約書記入、注意看板の掲示、釣り場範囲の設定等といったハード整備を伴わない安全対策として、縄梯子、救命浮環等の保安用具や保安要員の配備、落水者対応等の対応可能な範囲にて実施する。また、参加者には安全講習を実施する。

### d) おもてなし施設

開放時には、入口付近に仮設テントを設置し、受付対応する。また、駐車場、仮設トイレの設置を行うこととした。

キッチンカー導入等に向けては現地調査の結果を踏まえ、民間事業者と調整を進めることとした。

## (6) イベント開催に向けた進め方

検討結果を踏まえて、釣りトライアル（現地調査）を実施し、そこで判明した問題点や課題を再検討する。トライアルと検討を繰り返すことで、より実効的かつ安全に海釣りを行える環境を整えていくこととした。

## (7) 現地調査

海釣りイベント開催に向け、利活用の実現性や課題を確認するために、これまで現地調査を2回実施した。

### a) 第1回 現地調査実施内容

2024年3月に実施した第1回の現地調査では、釣り経験者がモニターとして参加の上、釣果の確認や現地における安全面の検討、釣り場開放に向けた課題の抽出を目的とした（参加者：釣り人12名、スタッフ10名、見学者1名）。また、当日の安全対策として、参加者全員にはライフ

ジャケットの着用を義務づけるとともに、防波堤（南）上には石灰を用いて歩行者通路ライン（通路幅：3m、白色）、釣り区画（10m間隔、黄色）、危険ライン（端部から0.5m、黄色）の区画線を引いた。さらに、一部開口部には転落防止の為にカラーコーンの設置や救命浮環を配置した。なお、海面から防波堤上まで、3～6m程度の高さがあるため、転落した際に速やかに救助することを想定し、志布志漁業協同組合の協力のもと安全監視船を配備した（写真-5）。

防波堤（南）の釣りエリアについては、安全管理を考慮し、防波堤（南）延長約340mの内、陸側から200mの位置までとした。



写真-5 安全対策実施状況

当日は、津波発生を想定した避難訓練を行い、実際に津波が起きた際の避難ルートや避難場所、所要時間等について確認を行った（写真-6）。



写真-6 避難訓練状況

釣果については、合計28匹であった。カサゴが最も多く、一人当たり2匹程度であった。釣れた魚種と匹数は以下のとおりである（表-1）。

表-1 1回目の釣果一覧

アジ	イトヒキアジ	ヤマハタ	カサゴ	フグ	合計
4匹	1匹	1匹	16匹	6匹	28匹

b)第2回 現地調査実施内容

2024年5月に実施した第2回の現地調査では、イベント実施を想定して、参加者にファミリー層を加え、小中学生も参加する形で実施した（参加者：釣り人31名、スタッフ16名、見学者1名）。

なお、ファミリー層の釣り場として、防波堤(南)の港内側の護岸を設定した(図-4)。また、(公財)日本釣振興会の協力のもと、ファミリー層向けの釣り教室を実施した(写真-7)。

安全対策については、第1回と同様の対応を行うとともに、防波堤(南)の港内側の護岸での対策として監視員の人数を増やした。また、今回は参加者が休憩できる仮設テント及び仮設トイレを設置した。



図-4 第2回の釣りエリアと各施設



写真-7 釣り教室の様子

なお、釣果については、合計60匹であった。第1回目と同様にカサゴが最も多く一人当たり2匹程度であった。釣れた魚種と匹数は以下のとおりである。(表-2)。

表-2 2回目の釣果一覧

カサゴ	ハタ	ベラ	ニベ	フグ
31匹	3匹	4匹	2匹	15匹
イトヒキアジ	黒鯛	フタホシフエダイ	クロホシイシモチ	合計
1匹	2匹	1匹	1匹	60匹

c)アンケート調査の結果

現地調査後、釣りを実施した参加者を対象に「釣り場の環境」、「安全面」、「おもてなし施設」等の5項目に関するアンケート調査を実施した（回答数：第1回 n=11, 第2回 n=20）。

「釣り場の環境」については、第1回、第2回とも約80%が「よい」もしくは「ややよい」の回答があった。「①景観・眺望」については、普段は見られない景観と静かな環境でよかったという回答があった。また、「②釣りのしやすさ」については、釣り場として広く、フラットな足場環境だったため、体力の消耗が少なく安定しているといった高評価な回答があった。なお、第2回の現地調査では仮設トイレを新たに設置したため、「②釣りやすさ」の「よい」回答が増えており、参加者の満足度が向上したと思われる(図-5)。一方、課題としては、風が強い日の対応として、荷物等が飛ばないようにする工夫が必要であるとともに、釣果が期待できる防波堤(南)の先端部での釣り利用のニーズを確認することが出来た。

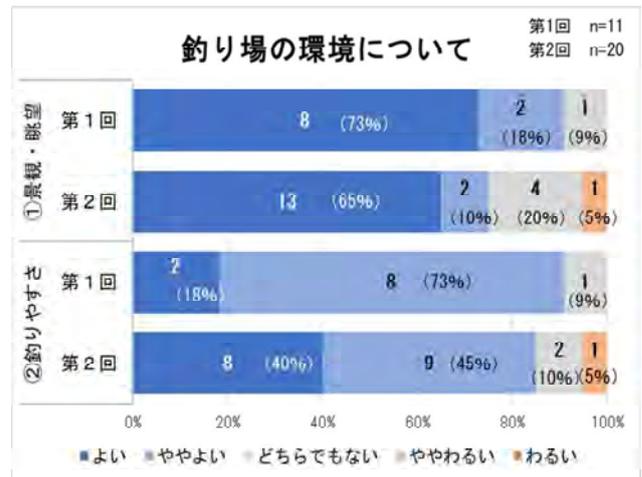


図-5 アンケート調査結果①

安全面については、第1回で27%、第2回目では40%が「ややわるい」もしくは「わるい」の回答であった。監視員の配置や安全監視船の配備があるものの、防波堤(南)上から水面までの高さが約3m~6mあることによる落水への不安感が多かったと思われる。(図-6)。



図-6 アンケート調査結果②

#### d)現地調査での安全面の課題

参加者の中には、水汲みのためにのぞき込む体勢をとる者もいたため、のぞき込み禁止等のルール周知・徹底を図るとともに、落水時の救助体勢の強化を検討する必要がある。また、夏場に長時間のイベントを開催する場合には熱中症の懸念もあることから、十分な熱中症対策を徹底することに留意する。

#### (8) 今後に向けて

これまでの現地調査の結果を踏まえ、今後、「第2回 志布志港の利活用にかかる検討会」を開催することとし、2024年9月に実施予定のイベント開催に向けて最終調整を実施していくこととしている。

## 4. おわりに

本稿では、志布志港新若浜地区における防波堤（南）での釣り振興の検討状況を紹介するとともに、現地調査の結果等について報告した。引き続き、「釣り利用」と「安全性確保」の両立を図りつつ、観光資源としての既存の防波堤の利活用を検討・実施することで、現状無秩序に釣り利用されている状況を解消したい。

また、今後は既存施設の有効活用による効果を最大化するため、地域活性化の方策について民間事業者やNPO等の様々な関係者と連携・協働することが求められる。

さらに、今回は防波堤を対象とした取組であったが、港内には当該施設の他に「しおかぜ公園」等の港湾緑地が存在しているため、官民連携の対象をさらに広げることにより、志布志港が賑わい創出の空間として、市民や来訪者が親しみを持てるみなとづくりを進めてまいりたい。

**謝辞：**本取組に多大なご協力・ご助言をいただいた（公財）日本釣振興会や志布志漁業協同組合、関係行政機関、現地調査の参加のみなさまに心より感謝を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：「防波堤等の多目的使用に関するガイドライン第2版（案）」, 2017. 3
- 2) 昭和33年1月7日, 蔵管第1号, 行政財産を貸付け又は使用許可する場合の取扱いの基準について

# 島人のくらしを支える命のみなと ～名瀬港2号岸壁供用開始～

立石 悠貴<sup>1</sup>・末永 豊<sup>2</sup>・西坂 剛<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 西之表港湾事務所 第四建設管理官室 (〒894-0036 鹿児島県奄美市名瀬長浜町1-3)

<sup>2</sup>九州地方整備局 西之表港湾事務所 工務課 (〒891-3101 鹿児島県西之表市西之表16314-6)

名瀬港は鹿児島・沖縄を結ぶフェリーをはじめ、関西と結ぶ長距離RORO船も就航しており、奄美大島における物資の流通拠点及び、島内外の人々の交流拠点としても利用される重要な港である。しかし、1981年から供用された本港地区の2つの岸壁について老朽化が進んでおり、特に老朽化が著しい2号岸壁を先行して2014年度より改良工事に着工し2021年度に竣工した。また、フェリー客が乗降するための連絡橋等が未完成だったが、その施設が完成したことから、2024年4月より定期フェリーが利用を開始した、

今後は老朽化しているもう1つの1号岸壁の改良に向けて今年度より現地に着工する予定である。

本稿では2号岸壁の施工時に発生した問題点と対応策、並びに今後施工を行う1号岸壁の円滑な施工に向けた取り組みを紹介する。

キーワード 離島、杭式棧橋、老朽化、岸壁改良

## 1. はじめに

奄美大島は面積が約712km<sup>2</sup>と沖縄本島、佐渡島の次に大きい鹿児島県に属する離島で、鹿児島県本土から南へ約400km、沖縄本島から北へ約330kmの場所にあり、鹿児島と沖縄のほぼ中間に位置している。(図-1)

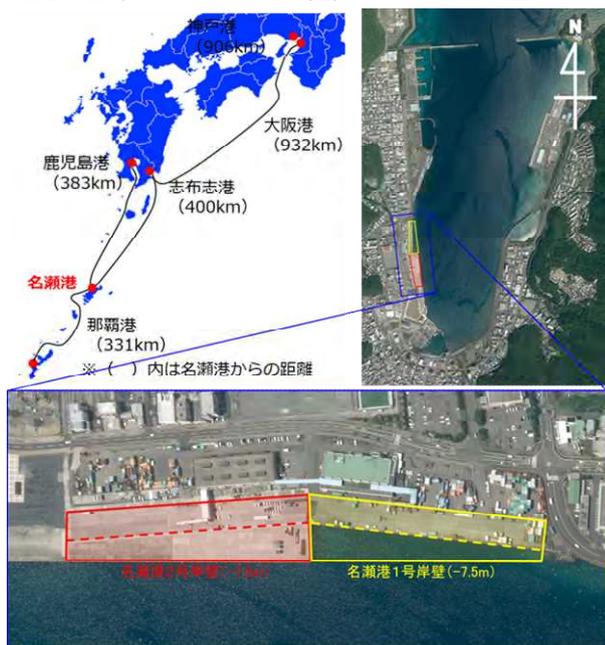


図-1 名瀬港位置図及び定期フェリーの利用岸壁

気候は亜熱帯海洋性で年平均気温は20℃を超え降水量も多く、緑豊かな山々の栄養素が海に流れるため珊瑚礁が広がり色鮮やかな熱帯魚が見られるほか、内陸部では固有種であるアマミノクロウサギやルリカケスをはじめ、珍しい動植物が生息し、豊かな自然が身近に存在している。

世界的にも貴重な固有種や、絶滅のおそれのある動植物の生息地として非常に重要な地域であり、その豊かな生物多様性が評価され、奄美大島、徳之島、沖縄島北部、西表島が2021年7月に世界自然遺産として登録された。

また、奄美大島の物流は、フェリーをはじめとした船舶での海上輸送に依存し、航空機による輸送量は全体の1%にも満たない。

名瀬港は奄美大島の北西に位置しており、フェリーやRORO船が就航している他、クルーズ船も寄港している。その名瀬港の中で本港地区の1号岸壁及び2号岸壁においては、フェリー、RORO船を取り扱っており、海上輸送経路は、阪神航路、鹿児島・沖縄航路、鹿児島・喜界航路がある。阪神航路ではRORO船が週2便、鹿児島・沖縄航路ではフェリーが1日2便、鹿児島・喜界航路ではフェリーが週5便運航している。

豪雨、台風、冬季風浪などで数日間フェリーが運休になった際には、スーパーの商品が品薄になる等、離

島住民の生活に大きな影響が生じる。これは奄美大島において海上物資輸送が必要不可欠であり、港が島人のくらしを支えていることを示唆している。(写真-1)



写真-1 台風接近時の沖防波堤及び定期船欠航による食料品の不足状況

## 2. 現地着工にあたって

本岸壁は1981年に完成した施設であり、エプロン上部のひび割れや上部工の鉄筋の露出や腐食などの塩害進行に伴う老朽化が著しく進んでおり、早急に改良工事を行う必要があった。(写真-2)



写真-2 栈橋式岸壁における床版下面の老朽化

そのため2014年度より現地着工を行い、改良にあたっては岸壁の直線化やふ頭用地不足の解消といった利便性の向上、また、耐震強化岸壁としての防災機能を備えた施設整備を実施することとなった。

本岸壁の改良工事における施工手順は、陸側部（既設岸壁改良）と海側部（新設前出し）の大きく2つに分けられる。(図-2)

陸側部は栈橋式である既設岸壁の健全な鋼管杭を活用し、老朽化している既設上部工の切断及び撤去、その後、鋼管杭の高さ調整及び既設鋼管杭を補強するための鞘管設置、コンクリート製のプレキャスト桁及びプレキャスト床版の据付、床版間等のコンクリート打設、重防食被

覆、渡版設置、最終的にコンクリート舗装を施工して完成させた。(図-3)

海側部においては前出し構造となっており、既設岸壁の陸側部と同様に栈橋式構造とし、新たに鋼管杭を支持地盤まで打設を行った後にプレキャスト桁据付、以降の流れについては陸側部と同様である。

なお、施工にあたって離島における地域性や名瀬港の地形及び特異な地盤条件のため2つの問題点が発生した。

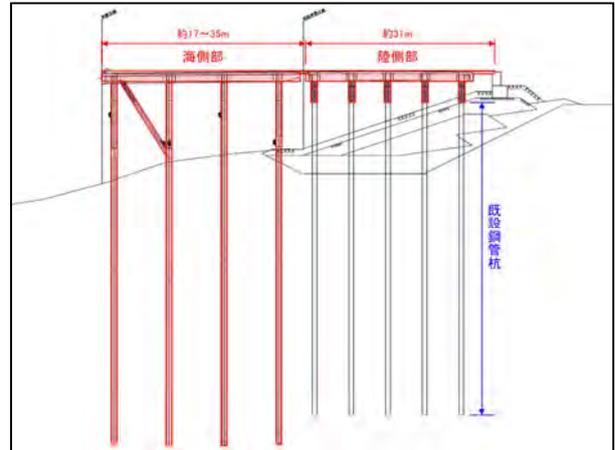


図-2 2号岸壁の断面図



図-3 陸側部における施工手順

### 3. 離島における施工上の問題点

#### (1) 上部工施工において

本工事では床版間の連結方法として、床版鉄筋のフレア溶接が採用されたが、全体工事に対する鉄筋溶接の占める期間が長く、床板据付5日の作業量に対し、溶接作業は45日もの日数を要した。

溶接作業は雨天での施工が困難であるが、奄美大島の気候は亜熱帯海洋性であり、本土と比較しても降水量が1.5倍程度高くなっている。雨天対策として簡易的な屋根やテントの設置等を行ったが、溶接作業中の密閉空間は熱がこもり、夏場の過酷な労働環境において、作業員の安全性確保の観点から通常より休憩を多く設ける必要があり、作業能力が低下した。(写真-3)

また、奄美大島では溶接技能士が不足していたため、溶接作業においては本土より作業員を派遣する必要があり、溶接作業日数が増加する事で作業員の宿泊費等で費用が増加した。



写真3 雨天対策を施した溶接作業状況

#### (2) 鋼管杭打設において

海側部の施工にあたって、支持地盤の斜辺構造による設計と現場不一致より、鋼管杭打設の高止まりが発生した。(写真-4)



写真4 鋼管杭打設の高止まり状況

もともと名瀬港は、周囲を切り立った断崖や珊瑚礁に囲まれた急斜面の地形であり、生活居住区や港の荷捌き地及び船舶の係留場所を確保するために海を埋め立てる

ことで平地を確保した場所である。そのため岩盤層が急な斜辺構造となっていることもあり、鋼管杭の配列毎に岩盤層の深度が大幅に異なるため打設位置が変わると必要な鋼管杭の長さに影響することが要因と考えられる。

鋼管杭の高止まりが発生することで問題となるのが、鋼管杭製作時に既に考慮している鋼管板厚の変化位置や重防食位置の大幅なズレである。

### 4. 問題点に対する対応と今後の施工に向けて

#### (1) 上部工施工において

2号岸壁では溶接作業に膨大な時間と労力を費やしていたため、今後、改良工事を予定する1号岸壁では溶接作業を行うことなく床版間を連結する方法を検討した。

そのため、床版間連結作業の工期短縮による工費縮減及び労働環境の改善を念頭に、施工性及び経済性の観点から、床版間の新たな連結方法の検討を行った。

棧橋上部工におけるプレキャスト床版間の連結方法としては、従来、鉄筋フレア溶接とループ継手の2つの方法がある。

ループ継手は現場溶接不要の工法であり、鉄筋フレア溶接と比べると工期短縮を期待できる一方で、床版厚が大きくなったり、間詰コンクリートに高強度を必要とするため、離島地域のコンクリートの流通を考慮しなければならない。

そこで、従来工法の外、地域のコンクリート流通性からコンクリート標準示方書に準拠した設計を行うとともに、床版間の新しい連結方法を加えて、比較検討を行った。

港湾整備において新しい技術の導入にあたっては、港湾の技術基準の性能設計に基づき、従来工法（ループ継手）と力学的性状が同等以上の性能を有していること、さらに公共工事であることから公的機関により、その技術が審査・評価されていることが重要である。

表-1 . プレキャスト床版間の新しい連結技術

技術名称	RK合理化継手（アット付き鉄筋継手）を用いたプレキャストPC床版	MUSSL工法	港湾橋梁用プレキャスト床版（SL）スラブ
公的機関 技術審査	技術審査なし	技術審査なし	沿岸技術研究センター 港湾関連民間技術の検証審査
NETIS 登録番号	CB-160005-A	HT-190070-A	非登録
概要図			
適用範囲	側道陸側の床版	側道陸側RC床版	港湾橋梁用プレキャスト床版
力学的性状	従来工法と比べて同等以上	従来工法と比べて同等以上	従来工法と比べて同等以上
新技術の 効果	・床版厚及び重量の低減 ・間詰部の配筋の省力化	・床版厚及び重量の低減 ・間詰部の配筋の省力化	・床版厚及び重量の低減 ・間詰部の配筋の省力化
関係基準	・道庁指示方書 ・コンクリート標準示方書 ・PC床版設計・施工マニュアル (案)	・道庁指示方書 ・コンクリート標準示方書 ・更新用プレキャストPC床版技術 指針	・港湾の技術基準 ・コンクリート標準示方書 ・道庁指示方書 ・ジャコブ工法マニュアル
特許	特許第5995788号	特許2018-127227	特許第5337122号
その他 留意事項	・床版、間詰部ともにコンクリート 設計基準強度50N/mm2以上	・床版、間詰部ともにコンクリート 設計基準強度50N/mm2以上	・床版：40N/mm2以上 ・間詰部：36N/mm2以上
実績	公共：0件 民間：0件	公共：0件 民間：0件	公共：33件（道庁橋） 民間：1件（橋梁）

表-1にプレキャスト床版間の新しい連結技術を示す。いずれも従来工法（ループ継手）に比べて、床版厚の低減及び間詰部の配筋省力化（施工性の向上）が特徴であり、適用範囲は2件が道路橋、1件が港湾栈橋である。本施工では、厳しい塩害環境下での使用となるため、港湾施設への適用性、及び公的機関の技術審査の有無を考慮し、プレキャスト床版間の新しい連結技術として「港湾栈橋用プレキャスト床版：SLJスラブ」を選定し、従来工法との比較検討を行うこととした。

従来工法であるループ継手とSLJスラブ工法では、経済性については同等であるが、施工性（ループ継手は間詰コンクリートの設計基準強度が島内で供給できる強度以上であったのに対し、SLJスラブ工法の強度は島内で供給できる強度であった）についてはSLJスラブ工法の方が優れていると判断された。

今後改良を予定している1号岸壁では、床版間の溶接作業が不要となったため作業員の安全性の向上、工期短縮及び費用の削減などの効果が期待される。（写真-5）



写真-5 SLJスラブ工法によるプレキャスト床版の製作

## (2) 鋼管杭打設において

鋼管杭が高止まりすることにより後続工程のプレキャスト桁や床版の据付等に影響を及ぼすため、設計高さに杭長を留める必要が生じた。

対応策としては、高止まりした杭の天端を設計高さとなるよう切断する方法か、高止まりした杭を引き抜き、下杭を切断加工後に再打設する方法の2つが検討されたが、後者の再打設に関しては、大幅な工期を要する点や現場での施工手間、それに費やす施工費を考慮した際に現実的な方法とは言えない。

よって前者の高止まりした杭の天端を切断する方法が効果的と判断された。ただし、経済性の観点から原設計において鋼管杭は上下で板厚の異なる鋼管を用いており、高止まりを起こした場合、板厚の薄い下杭が所定位置よりも高くなってしまう。結果として大きなモーメントが板厚の薄い下杭に作用することで構造的に満足しない可能性がある。

また、鋼管杭の切断を行うにあたって鋼管杭製作時に既に考慮している重防食位置の大幅なズレに対して対応策を検討する必要がある。

主な対応策としては2つあり、1つは高止まりした場合を考慮して板厚の変化を設けず、重防食の範囲を拡張する。もう1つは板厚の変化位置に余裕代を設定するとともに、当初重防食を行わず後施工が可能なペトロラタム被覆などの工法に変更することが考えられた。

前者の対応策については、高止まりしなかった場合に無駄が多い点や、後続工事のプレキャスト桁据付の際に必要な桁受けプレート設置時に重防食を剥がす必要が生じるなど材料施工共に無駄があるため、後者の対応策が効果的と判断された。なお、高止まりした場合には、高止まりの条件で安定性照査を行い、板厚の変化位置の応力度照査が満足することを確認した。

今後改良を予定している1号岸壁の施工にあたっては、高止まりが発生することがないように事前の調査及び設計を徹底する必要がある。

杭位置ジャストポイントでのボーリング調査が高止まり対策として最も理想的だが、離島による資機材の運搬や、岩盤層までの深度が深いため、ボーリング本数が増加すれば更に費用が高額となる。

そこで、2021年に1号及び2号岸壁において音波探査を実施した。その結果、護岸法線上で実施されたボーリング柱状図と、同じく護岸法線上の音波探査解析結果で軟岩と想定された層の高さが概ね一致しており、精度よく計測されていることが確認された。

1号岸壁の海側部の設計についてはこれから行うこととなっており、今年度はその準備としてボーリング調査の実施を予定している。そのボーリング調査と過去の音波探査の土層の比較結果次第では、点ではなく平面での土層構成が把握出来ると考えられ、1号岸壁の高止まり対策として最も効果的になると期待される。

## 5. 最後に

本稿では、奄美大島における離島の地域性や名瀬港における地形条件についての施工上の問題点やその対応について報告を行った。

2024年4月に2号岸壁が供用したことにより、フェリーの係留場所を1号岸壁から2号岸壁に変更し、今年度より1号岸壁の改良工事を本格的に実施する予定である。

これまでの経験を踏まえて、円滑な事業実施に努めるとともに、みなとの利便性向上を図り、老朽化した岸壁を改良することにより、島人をはじめ名瀬港を利用する方々が安心して利用できるように引き続き整備を進めてまいりたい。

## 参考文献

- 1) 一般財団法人 沿岸技術研究センター：港湾栈橋要プレキャスト床版「SLJスラブ」

# コンパクトプラスネットワークの実現に向けて ～歩きたくなる魅力的なまちづくり～

藤原 伶香<sup>1</sup>・高原 秀和<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 建政部 都市整備課 (〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-10-7)

多くの都市では、人口減少や少子高齢化、都市の拡大等により、都市の低密度化や空き家の増大等、多くの課題に直面している。本稿では、こうした課題の解決に向けた施策のひとつである「コンパクトプラスネットワーク」の考え方に基づいたまちづくりの必要性について概説し、同施策の一翼を担う「まちなかウォーカブル推進事業」の先行事例について、調査結果等を報告する。

キーワード 人口減少、高齢化、コンパクトプラスネットワーク、ウォーカブル

## 1. はじめに

我が国の都市はこれまで、人口増加や強い開発需要等を背景に、住宅数の増加や公共交通網の充実、車社会化、社会資本量の増大等、拡大の傾向にあった。

しかし現在では、人口の急激な減少や少子高齢化、住宅や店舗等の郊外における開発による都市の拡大等により、都市の低密度化(図-1)や空き家の増大、公共交通の衰退(図-2)、社会資本の老朽化等の問題が顕在化する等、これまでの人口増加や強い開発需要を基本とした時代にみられた都市課題とは異なる課題に直面している。

このような人口減少時代においては、例えば医療・福祉・子育て支援・商業等の都市機能を都市の中心拠点や生活拠点に誘導し、同時にその周辺や公共交通の沿線に居住を誘導する等、生活サービスへのアクセスを確保しながら一定のエリアにおいて人口密度を維持することにより、生活サービスやコミュニティの持続性が高まることが期待される。また、地域公共交通のリ・デザインにより、住民ニーズに対応した効率的な交通ネットワークを構築することは、様々な都市機能の持続性や生活拠点の活性化の観点からも有効であると考えられる。

こうした考え方から、生活サービス機能や居住を集約・誘導し、人口を集積したコンパクトなまちづくりと、まちづくりに連携した公共交通ネットワークの再構築を目指す「コンパクトプラスネットワーク」という施策が、都市再生特別措置法の改正とともに掲げられた(図-3)。

また、都市の集約に留まらず、都市の魅力を最大限に引き出し、都市の核となるまちなかのゆとりと賑わいを

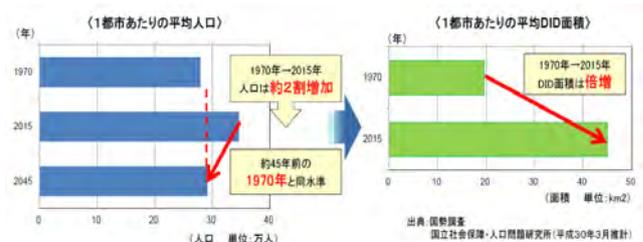


図-1 県庁所在地の人口、DID(人口集中地区)面積の推移<sup>1)</sup>  
(三大都市圏及び政令指定都市を除く)

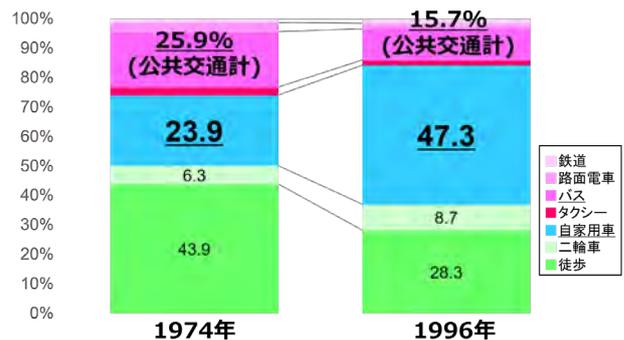


図-2 公共交通衰退のグラフ(九州管内の代表事例)<sup>2)</sup>

取り戻し、居心地が良く歩きたくなるまちなかづくりを推進するため、令和2年度に「まちなかウォーカブル推進事業」が新たに創設された。次項では、このコンパクトプラスネットワークの取り組みを概説し、続けてまちなかウォーカブル推進事業の先行事例に関する調査結果等を報告する。

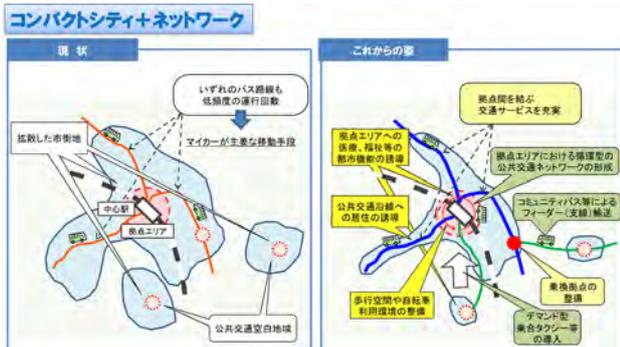
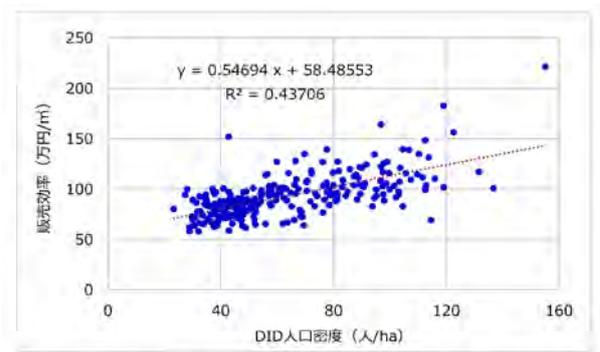


図-3 コンパクトプラスネットワークのイメージ図



○対象は、令和2年時点でDIDを有する人口10万人以上の都市 (n=262) である。  
 ○販売効率は、小売業の年間商品販売額を売場面積で除して算出している。  
 出典：令和2年国勢調査、令和3年経済センサス-活動調査

図-4 集積の効果<sup>3)</sup>

(DID人口密度と販売効率の関係性)

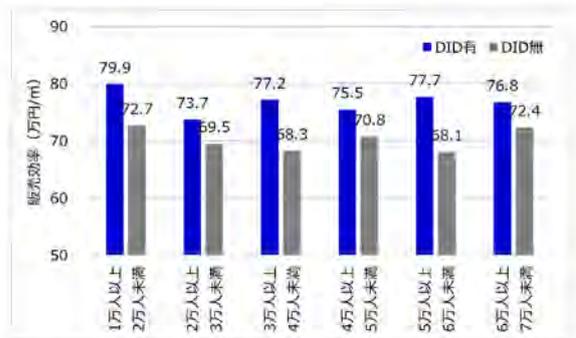
## 2. コンパクトプラスネットワークの取り組み

### (1) コンパクトプラスネットワークの効果

都市のコンパクト化は、居住や都市機能の集約・集積による「密度の経済」の発揮を通じて、住民の生活利便性の維持・向上や、サービス産業の生産性向上による地域経済の活性化、行政サービスの効率化等による行政コストの削減などの具体的な行政目的を実現するための有効な理念である。

コンパクトプラスネットワークによるまちづくりは、以下のような効果が期待される。

- a) 生活利便性の維持・向上等
  - ・生活サービス機能の維持・アクセス確保などの利用環境の向上
  - ・高齢者の外出機会の増加、住民の健康増進
- b) 地域経済の活性化
  - ・サービス産業の生産性向上、投資誘発
  - ・外出機会や滞在時間の増加による消費拡大
- c) 行政コストの削減と固定資産税の維持等
  - ・行政サービス、インフラ維持管理の効率化
  - ・地価の維持・固定資産税収の確保
  - ・健康増進による社会保障費の抑制
- d) 地球環境への負荷の低減
  - ・エネルギーの効率的利用
  - ・CO2排出量の削減
- e) 居住地の安全性強化
  - ・災害リスクを踏まえた居住誘導、対策の実施



○対象は、令和2年時点で人口1万人以上7万人未満の都市 (n=812) である。  
 ※人口が1万人未満でDIDを有しているのは1都市のみであるため、1万人未満は対象としていない。また、DIDを有していない都市の最大人口規模が6万人台であることから、7万人未満の都市を対象としている。  
 ○販売効率は、小売業の年間商品販売額を売場面積で除して算出している。  
 出典：令和2年国勢調査、令和3年経済センサス-活動調査

図-5 集積の効果<sup>3)</sup>

(小規模都市の販売効率とDIDの有無の関係性)

### (2) コンパクトプラスネットワークの推進

コンパクトなまちづくりを進めるためには、都市再生特別措置法及び地域交通活性化再生法に基づき、都市全体の構造を俯瞰しながら、居住機能や医療・福祉・商業等の都市機能の誘導と、これと連携した、公共交通の改善と地域の輸送資源の総動員による持続可能な移動手段の確保・充実の推進が必要である。

政府は、必要な機能の誘導・集約に向けた市町村の取り組みを推進するため、市町村や都道府県が行う計画策定や、事業に活用できる支援措置を行っている。

#### a) コンパクトシティの形成に関連する支援施策

まちなかへの都市機能の誘導や市街地整備を促進するため、立地適正化計画などの計画策定に関する支援や、都市構造再編集中支援事業やまちなかウォークアブル推進事業、都市再生区画整理事業、市街地再開発事業など、様々な事業を実施する自治体に対して支援を行っている。

## b) ネットワーク強化の支援

都市の拠点へのアクセスや拠点間のアクセスを確保するため、地域公共交通網形成計画などの計画策定に関する支援や、都市・地域交通戦略推進事業や街路事業などの事業実施に関する支援、さらに、まちづくりと連携した駐車場施策ガイドラインなどの制度など様々な視点から支援を行っている。

## c) 防災との連携

近年、自然災害が頻発・激甚化しており、災害リスクを踏まえた災害に強いまちづくりの重要性が高まっており、災害に強いまちづくりと都市のコンパクト化を併せて進めることが重要である。防災性の向上を図る都市防災総合推進事業や、地震時の宅地被害軽減を図る宅地耐震推進事業など、災害に強いまちづくりに寄与する事業を実施する自治体に対して支援を行っている。

## 3. まちなかウォークアブル推進事業の全国事例

コンパクトプラスネットワーク推進のための様々な支援のうち、比較的新しい事業としてまちなかウォークアブル推進事業（以下「本事業」という。）が挙げられる。

令和2年度に創設されたまちなかウォークアブル推進事業（再掲）は、車中心から人中心の都市へ転換を目指し、まちなかの歩いて移動できる範囲において、滞在の快適性向上を目的として市町村や民間事業者等が行う、道路・公園・広場等の整備や修復・利活用、滞在環境の向上に資する取り組みを重点的・一体的に支援し、「居心地が良く歩きたくなる」まちなかづくりを推進する事業である。本事業を活用したまちづくりを検討する九州の自治体等への支援に向けて、今回、本事業を活用する全国の先行事例について情報収集を行った。

### まちなかにおける「ウォークアブルなパブリック空間」のイメージ

まちなかにおける歩ける範囲のエリアを対象に、街路、公園、広場等の公共空間、民間空地、沿道建物の1階部分等の**官民空間をエリア一体でリノベーション**



図-6 ウォークアブルなパブリック空間のイメージ図

## (1) 兵庫県姫路市の事例

兵庫県姫路市では、姫路駅を中心に各種交通機関や商業・業務機能が集中し、播磨地域における社会経済活動の中心地として発展してきた。しかしながら、モータリゼーションの進展等を背景とした市街地の拡大、少子高齢化に伴う人口減少等を背景に中心市街地の空洞化が進み、低密度な市街地の形成による都市機能の低下が懸念される。こうしたことから、姫路市は「ウェルネスな都市へ」を目指して、姫路に暮らす人、訪れる人がまちなかに多様な居場所の選択肢を持ち、街への誇りと愛着が持てる魅力的なまちなかを実現しようとしている。そのため、街への期待感が高まり歩きたくなる、歩くことが暮らしを豊かにする都市づくりを目的としている。

### a) 主な取り組みの概要

- ・大手前通りエリア等魅力向上推進事業

姫路市と姫路城を結ぶ大手前通りについて、姫路市のメインストリートとして、潤いと賑わいを創出する道路空間のあり方を検討し、再整備を実施。街路としての風格を演出する統一感を緑とあかりの連続性で表現しつつ、3つのゾーンを設定し変化を持たせ、歩いて楽しい道になるよう整備。

- ・大手前通り等自動運転モビリティ社会実験

自動運転機能を搭載した電動車いすが開発されたことを受け、高齢者や観光客などすべての市民や来訪者が、姫路市から大手前通りの散策を可能とし、よりウォークアブルなまちづくりを推進していくことを目的とし、歩行速モビリティ「ラクロ」のロボット運航を行う大手前通り等自動運転モビリティ社会実験を実施。

### b) 現在の状況

令和3年3月末に策定した「姫路市ウォークアブル推進計画」は、第1回「まちづくりアワード」（構想・計画部門）において、全国多数の応募の中から、国土交通大臣賞を受賞した。現在、姫路駅前の整備が完了し、道路と沿道建物を一体的に活用し、全国で初めて大手町通りを「ほこみち」に認定し、多様なイベントを通じてウォークアブルな環境を促進する事業を官民一体で実践している。現在事業中であり、令和6年度に事業完了予定。



写真-1 大手前通り<sup>4)</sup>及び自動運転モビリティ社会実験の様子<sup>5)</sup>

## (2) 埼玉県さいたま市の事例

埼玉県さいたま市では、広域的な拠点都市にふさわしい都市基盤や都市空間の整備に遅れが目立ち、大宮の都市規模や交通結節点のポテンシャルが活かしきれていない。社会環境や商業環境の変化に伴い、多様化する市民生活を支えるための「核」となる機能がまちなかに不足している。周辺にある多様な地域資源が活かしきれておらず、「大宮らしさ」を象徴する新たな魅力や価値を創出していく必要がある。魅力的な空間づくりによる大宮らしい街並みの創出や人中心の歩きたくなるまちづくりによる賑わいの創出を目指す。

### a) 主な取り組みの概要

#### ・県道大宮停車場大成線の再整備

大宮駅西口では、「居心地がよく歩きたくなるまちなか」形成の取り組みの一環として、大宮停車場大成線の再整備を進めている。大宮停車場大成線は、桜木町交差点と大宮駅西口駅前広場を結ぶ道路である。鐘塚公園やソニックシティ、シーノ大宮などの周辺施設と大宮駅との主要な歩行者動線であり、沿線では市街地再開発事業が進められていることから、歩行者動線としての機能強化が求められている。

#### ・道路「つくるプロジェクト」

歴史ある東口と近年発展した西口、繁華街と静謐な杜や参道、大型商業施設や商店街など、大宮のまちの多様な魅力を感じながら快適に歩けるよう、歩道の整備・道路美装化を通じた、歩行者の回遊性を高める街路空間の整備・高質化の取り組みを進める。

#### ・滞在環境創出社会実験「おおみやストリートテラス」

道路予定区域の利活用や、地域の様々な主体と連携した沿道経営体による運営、一番街における沿道店舗等への経済効果につながる滞在空間創出などに取り組んできた。地域産業との連携や公民連携による景観形成などのトータルなストリートデザインまちづくりに発展させている。アーバンデザインセンター大宮(UDCO)がコーディネートする「おおみやストリートプランツプロジェクト」が、第2回グリーンインフラ大賞・都市空間部門にて国土交通大臣賞を受賞。



写真-2 おおみやストリートプランツプロジェクト<sup>6)</sup>

### b) 現在の状況

大宮駅周辺ウォークアブル推進戦略(活動編)「わたしの時間がみちるまち」を令和5年3月に策定。このコンセプトや考え方等をもとに、大宮駅周辺のウォークアブルなまちづくりを推進している。これまで築いてきた「大宮らしさ」を土台とし、大宮を取り巻く社会的動向や、令和3年度実施のマチミチコンペにおけるアイデアや作戦会議の意見等を踏まえ、大宮駅周辺のウォークアブルなまちづくりに向けたコンセプトを設定した。今後、具体的な都市施設の整備方針など「交通計画」に重点を置いた「計画編」を策定予定としている。現在事業中であり、令和7年度に事業完了予定。

## (3) 富山県富山市の事例

富山県富山市では、北陸新幹線富山駅開業(平成27年)前後を比較すると、主に整備が推進された南口側の歩行者通行量は増加した一方、整備が遅れた北口側は減少している。令和2年3月の路面電車南北接続を契機に、富岩運河環水公園や富山県美術館、総合体育館など多くの文化・芸術・スポーツ施設が集積する富山駅北地区を再整備して、魅力を更に高めていくとともに、居心地が良く歩きたくなる空間を目指す。さらに、官民連携による持続的なエリアマネジメントの実現を目指す。

### a) 主な取り組みの概要

#### ・富山駅北ブルーバール地区における道路空間の再整備

「都市に豊かな緑環境をつくり、集い、使い、日常生活に賑わいと、くつろぎを生む『緑の38都市空間』」をコンセプトとし、滞留空間を創出し、イベントの開催や沿線飲食店等の活用により、新たな賑わいを目指す。全体的に芝生を配置し、ハンギングバスケットを設置するなど、緑豊かな環境を整備するとともに、エリアを3つのゾーンに分け、特色ある空間を創出する。

#### ・富山駅北ブルーバール地区における社会実験の実施

ブルーバール広場の再整備後の利活用促進のため、イベントの開催等による賑わい創出の社会実験を実施。令和3年には「ブルーバール広場空間活用社会実験 STREET LIVING」と題し、芝生スペースや屋根のあるスペース、WiFi、コンセントを設置して、アンケートやセンサーによる利活用調査を実施。



写真-3 ブルーバール広場でのイベントの様子<sup>7)</sup>

## b) 現在の状況

路面電車の南北接続を節目に、これまで富山市が重点的に進めてきた公共交通ネットワークを活かしたまちづくりの新たなステージとして、歩きたくなるまちづくりを推進している。令和5年3月には、官民連携の協議会によって富山駅周辺エリアの未来ビジョン「トヤマチ∞ミライ」を策定。互いに情報共有・情報発信等の連携を図り、富山駅周辺エリアの持続的な賑わいの創出や発展に向けて、継続して取り組む。現在事業中であり、令和7年度に事業完了予定。



写真4 富山駅北ブルバール地区の再整備後のイメージ<sup>8)</sup>



写真5 ブールバール広場の位置とゾーニング<sup>9)</sup>

## 4. おわりに

今回、「コンパクトプラスネットワーク」の考え方の下で全国のような地域において取り組まれているまちなかウォークブル推進事業の事例について情報収集を行ったが、どの事例もその地域らしさや魅力を活かしながら、賑わいが創出されるよう工夫した、各地域の課題に合わせたハード整備・ソフト事業が行われている。なかでも、国土交通大臣賞を受賞している姫路市やさいたま市の事例は、賑わいを創出するためのアイデアや計画が高く評価されており、九州管内各自治体においても大いに検討の参考となり得るものである。

建政部都市整備課においては、それぞれの地域の特性を十分考慮したうえで、九州管内の都市が抱える課題の解決に当たり様々な支援措置等も活用し、自治体による持続可能なまちづくりに向けた取り組みを支援してまいりたい。

### 参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：国勢調査（平成30年3月推計）
- 2) 長崎市：長崎市地域公共交通計画（R3.8）
- 3) 国土交通省都市局都市計画課：立地適正化計画の手引き【資料編】（令和6年4月改訂）
- 4) 姫路市役所建設局道路建設部街路建設課：大手町通り再整備事業概要  
<https://www.city.himeji.lg.jp/shisei/cmsfiles/contents/0000000/118/seibigaiyou.pdf>
- 5) 国土交通省都市局：都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会【令和3年度第2回】  
<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001475318.pdf>
- 6) 国土交通省総合政策局環境政策課：グリーンインフラ大賞「国土交通大臣賞」【第2回】  
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001466755.pdf>
- 7) ブールバールエリアマネジメント富山：ツナガル、ブルバール  
<https://tsunagaru-boulevard.com/blog/asobu/21>
- 8) 富山市役所建設部建設政策課：ブルバール広場の再整備  
<https://www.city.toyama.lg.jp/shisei/machizukuri/1010816/1011940/1011941/1006908.html>
- 9) 富山市役所建設部建設政策課：富山市ブルバール広場・親水広場の利用  
<https://www.city.toyama.lg.jp/shisei/machizukuri/1010816/1011940/1011941/1006907.html>

# 北九州空港における航空輸送機能強化の取組と 2024年問題への対応

宮本 隆也<sup>1</sup>・清山 貴俊<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>九州地方整備局 北九州港湾・空港整備事務所 第二工務課

(〒801-0841 福岡県北九州市門司区西海岸1-4-40)

北九州空港は、2006年3月の開港以来、九州唯一の24時間運用空港として北部九州地方の航空旅客・航空貨物輸送に大きく貢献している。近年のEC市場の成長による国内貨物輸送量の増加が見込まれるなか、働き方改革関連法のうち、2024年4月から施行されたトラックドライバー等の時間外労働時間の上限規制により、自動車による国内貨物輸送に遅延が生じることが懸念されているため、モーダルシフトを推進するなど、物流を停滞させない対策が求められる。

本稿では北九州空港の航空貨物の利用実態と貨物専用機による国内定期貨物便就航への機能強化の取組について紹介する。

キーワード 北九州空港、航空貨物輸送、2024年問題、モーダルシフト

## 1. はじめに

### (1) 「物流の2024年問題」の実態と動向

物流は、国民の生活や経済活動を支える不可欠な社会インフラであり、ドアツードアの利便性と速達性やフレキシブルな対応が可能な自動車による輸送に依存してきた。2022年の自動車による国内貨物輸送量はトンキロベースで2,269億トンキロと、その他の輸送量合計に比べて約55%強であり(図-1)、自動車による輸送は国内貨物輸送の基幹的役割を担っているといえる。さらに、2013年には全国で約6兆円だった物販系分野のEC市場規模が2022年には約14兆円にまで拡大していることから(図-2)、今後更なるEC需要の増加や荷物の多頻度小ロット化による物流ニーズの高度化により、これらに伴う宅配便の取り扱い件数の増加により国内貨物輸送量の成長が見込まれている。しかしながら、近年の物流現場においては、トラックドライバーの高齢化に加えて、2019年6月に改



図-1 国内貨物輸送量の推移

(国土交通省総合政策局 各統計年報より抜粋)



図-2 物販系分野のBtoC-EC市場規模およびEC化率の経年推移

(出典：経済産業省 令和4年度電子商取引に関する市場調査報告書より抜粋)

正された「働き方改革関連法」に基づき、2024年4月よりトラックドライバーへの時間外労働時間の上限規制等が適用により、自動車による国内貨物輸送量の速達性に応えられなくなることが懸念されている。2023年6月に開催された第2回我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議(内閣官房)によると、今後何も対策を講じなければ、2030年度には約34%の輸送力不足となる可能性があるとして示唆しており、物流の停滞を阻止するためトラックドライバーの負荷を軽減する様々な手法を組み合わせた対策・改革の推進が急務である。近年では、一度に大量の輸送を可能とする鉄道やフェリー等の内航海運へのモーダルシフトが有力な対策の一つとして推進されており、持続可能な社会の実現に向けた「物流の2024年問題」への対応が求められている。

本稿では、北九州空港の航空貨物の利用実態を述べた上で、北九州空港における航空輸送の促進のための取り

組みにより実現した内容とその成果および今後の展開について取りまとめた。

## (2) 北九州空港におけるヒト・モノの流れ

海上空港である北九州空港は航空機騒音の影響が小さいため、九州で唯一の24時間運用の空港であり、同県の福岡空港では対応できない早朝・深夜時間帯での東京（羽田）便を運航している。先般福岡空港の運用時間内に到着できない旅客機が北九州空港へ緊急的に着陸するなど、九州内の各空港に比べて柔軟に対応が可能な空港である。また、第七管区海上保安部の北九州空港基地が併設されており、24時間、航空機による迅速かつ広範囲の捜索救助、警戒監視が可能となるなど、九州北部周辺海域の対応力強化にも寄与している。

北九州空港における2024年3月時点の国内線の就航状況は東京（羽田）便が14往復/日運航しており、2023年における旅客数は1,053,028人（前年比143%）、貨物輸送量は2,197トン（前年比94%）であった。また、国際線の就航状況は、ソウル（仁川）便が1往復/日運航しており、2023年における旅客数は76,379人（皆増）であった。北九州空港では地理的特長を活かし貨物専用機による貨物輸送が行われており、北九州から韓国（仁川）を経由し、北米・欧州へ3往復/週、北九州から関西国際を経由し、中国（深圳）へ5往復/週を運航しており、中国のゼロコロナ政策による経済の停滞など、世界的に貨物需要が減少したことにより貨物輸送量は11,129トン（前年比67%）であったものの、北部九州地方の航空旅客・航空貨物輸送に大きく貢献している。

## 2. 航空輸送の動向

### (1) 航空輸送の現状

日本における国内航空貨物輸送量は、2007年にトン数ベースで約115万トンと過去最高水準を記録したが、リーマン・ショック等に伴う景気後退により減少傾向となり、2012年の消費増税前の駆け込み需要により一時的に増加したものの、再び減少傾向となった。加えて、2019年にトン数ベースで78.1万トンとなった国内貨物輸送量は、2020年1月に確認された新型コロナウイルスの影響により2020年には42.8万トンと約45%減少している。2022年の国内航空貨物輸送量は55.0万トンと増加しており、2019年の約70%と完全に回復してはいないが、増加傾向にあることが分かる。

### (2) 北九州空港における航空輸送の実態と今後の動向

国内における航空貨物輸送は、一般的に旅客機の一部に貨物を搭載するベリー貨物輸送(図-3)を主体としており、北九州空港においても同様である。また、国際航空貨物は貨物専用機(図-4)による輸送しているため、貨物重量や形状の制約を受けやすい貨物を運ぶことができ、



図-3 旅客機における貨物の荷役状況

(出典：リクナビNEXT ジャーナル 注目の企業 2018年12月11日より抜粋)



図-4 北九州空港における貨物専用機の荷役状況

かつ一度に多くの貨物を輸送できるメリットがある。

北九州空港では空港内に本社をもつスターフライヤー(株)を含む国内外7社の航空運送事業者が運航しており、そのうち海外の航空会社2社が国際貨物専用機による航空輸送を行っている。

国際航空貨物輸送量は2021年に過去最大の19,399トンと近年増加傾向にあったが、国際港湾貨物需要の回復により2023年には11,129トンに減少した。また、2023年の国内航空貨物輸送量は2,197トンで、航空会社と物流会社が貨物輸送を連携していた2016年に6,014トンを記録して以降、近年は減少傾向にあることから、今後日本全体で増加が見込まれているEC市場による国内貨物輸送量の成長に合わせたインフラ整備が求められる。

## 3. 航空輸送に係る基本施設の整備

### (1) 北九州空港内の航空輸送に係る施設

北九州空港は2,500mの滑走路を有し、国内外の大型航空機の就航を可能としている。開港当初の航空機の駐機場（以下、エプロンという。）は、小型機用18バース、中型機用2バース、大型機用2バースの合計22バースであったが、新たな大型貨物専用機の就航や小型旅客機の早朝・深夜の就航に伴う増便により、旅客機の夜間駐機数に合わせて旅客機用バースや貨物機用バースを運用の効率性を鑑み、既存エプロンの南北にそれぞれ拡張してき

た(図-5)。2023年3月の段階では、小型機用21バース、中型機用3バース、大型機用3バースの合計27機が駐機可能なエプロンを有しており、そのうち、貨物機用バースは0番スポットと90番スポットの2バースで、0番スポットはアメリカの航空会社UPS、90番スポットは韓国の大韓航空が就航している。当空港へ就航する最大の貨物専用機B747-8Fは垂直尾翼が当空港で定められた制限表面に抵触することから他の航空機の停止位置より18m前面に出す必要があったため、機首側にスペースがあった場所に90番スポットを整備した。0番スポットと90番スポットの間にはGSE車両(付録-1)を駐車するGSE置場のほか、輸送された航空貨物はエプロンの西側にある貨物ターミナルを中継し、航空機あるいはトラックなどにより目的地へ輸送されている。



図-5 2023年3月時点の空港施設の配置状況

## (2) 新たな航空輸送就航の動き

今後起こりうる労働力人口の減少や2024年問題、EC市場の拡大による貨物輸送量の増加によるトラックを中心とした輸送力の低下への対策として、ヤマトホールディングス(株)は2019年より貨物専用機導入の検討を開始した。2022年11月、ヤマトホールディングス(株)と日本航空(株)は、安定的な輸送力確保やサービス品質の維持・向上、地域活性化などを目的として、既存の旅客機を改修した貨物専用機にて首都圏と新千歳、北九州、那覇の各空港を結ぶ長距離航空輸送を2024年4月より運航する計画を発表した。北九州空港には最大5往復/日の運航が計画されているが、現状2社による国際定期貨物専用機が3往復/週及び5往復/週が運航されており、既存のエプロンでは運用上、新たな航空機を就航させることが困難であったことから、利便性や機能性を考慮し0番スポットと90番スポットの間にあるGSE置場を小型貨物機用として2022年度末に国土交通省航空局が新たなエプロンを計画し、2023年度に当局が整備することとなった。これに合わせ、集荷した貨物を方面別に仕分けする貨物上屋の整備も民間において計画、整備されることとなる。

## 4. エプロン新設工事の概要

### (1) 工事概要

当工事は、既存GSE置場にエプロンを新設するものであり、施工順序は①GSE置場及びGSE通行帯の整備、②既

存GSE置場の撤去、③エプロンの新設である。エプロン整備範囲の南北では貨物専用機が運航されており、東側では誘導路を通行する航空機との接触を避ける必要があるため影響する範囲を夜間工事、残りの範囲は昼間の施工とするなど、四方囲まれた狭隘な環境で工事を行うものである。

### (2) 関係各所との調整

当工事は2023年5月工事着工から2024年3月までの約10ヶ月間での工事完了が求められていたことから、北九州空港の管理・運営関係者、航空貨物輸送業者への情報共有や調整、受発注者間の施工方針の確認等を密に行う必要があった。そのため、本来、一般的な土木工事では施工方法や施工上調整が必要となる事象に関する情報共有として工事説明会を工事着手前に1回開催するのに対し、関係者調整のため計5回開催した。

当工事はGSE置場の工事に約7か月、エプロンの工事に約7か月の工期が必要であり、2023年9月にはエプロンに着手しなければ工期内に完成しないため、GSE置場を段階的に拡張し供用していくこととした。

2・3回目に開催した工事説明会では、空港制限区域外

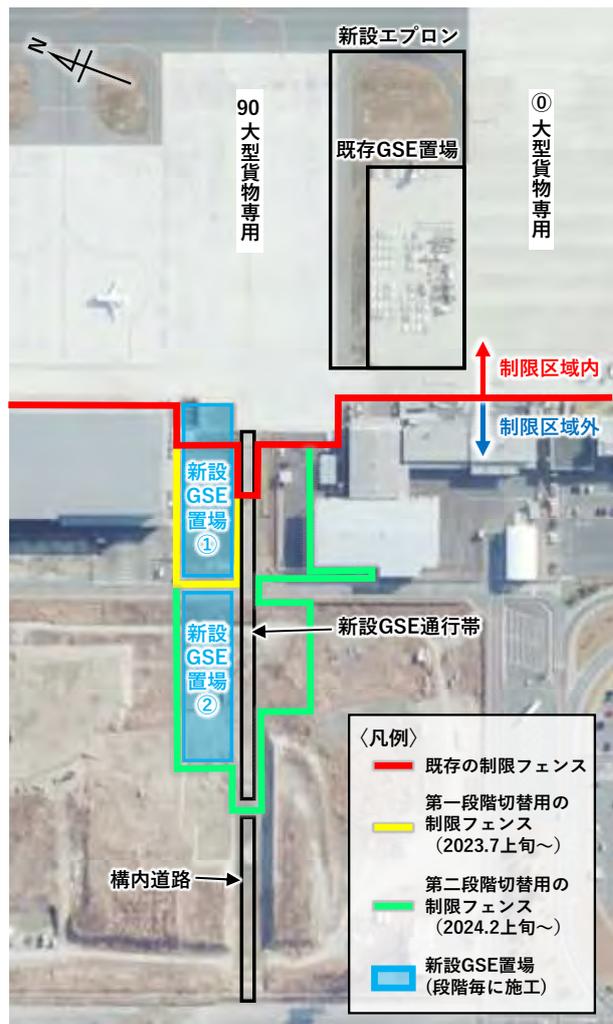


図-6 工事に伴う段階的な制限区域の変化

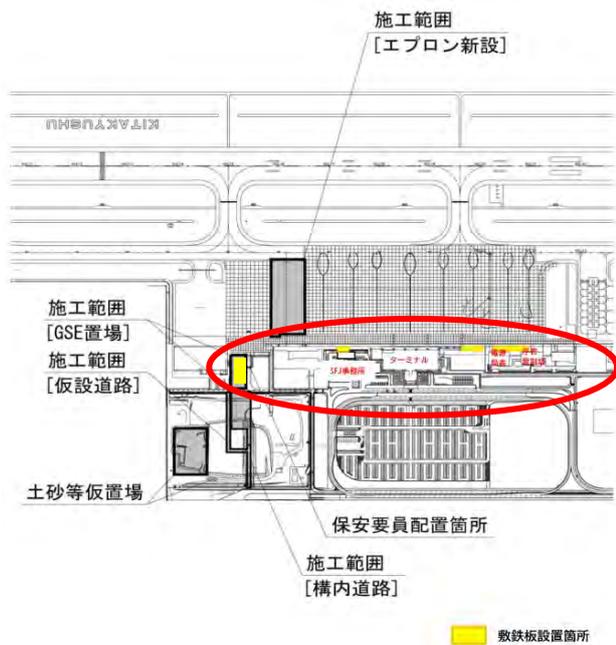


図-7 GSE 置場の分散配置に係る位置図

に新設するGSE置場の段階整備に際し、エプロンとGSE置場との車両動線、空港内の場内と場外を行き来する車両動線に影響する制限フェンスの位置(図-6)及び、GSE車両を段階整備箇所と制限区域内の敷鉄板を敷設した空地を利用した分散配置(図-7)について航空貨物輸送事業者へ説明し、GSE置場とエプロンの工事を並行して行うことで工期を遵守することができ、制限区域内では工事の支障となる貨物輸送時間を調整することなく通常どおりの作業を可能としたことで、GSE車両の分散配置についても了承いただいた。

4・5回目の工事説明会では、エプロン工事と航空機の荷役との安全性を図るため、当該工事箇所隣接するエプロンに駐機する貨物専用機の荷役の支障とならないように、駐機した貨物専用機とのクリアランスを適切に確保しながら工事をする必要があった。そのため、貨物専用機の駐機位置に合わせて仮設フェンス(A型バリケード)を設置し、工事箇所とのクリアランスを確保しながら工事および航空機の荷役を円滑に行えるよう調整を図った。(図-8)

これにより、航空機の荷役作業と当工事における支障を排除し、完成目標としていた工期にて工事を完了することができた。

## 5. 整備後の効果

### (1) 新規就航した国内定期貨物便

2024年4月11日よりヤマトホールディングス(株)と日本航空(株)による貨物専用機を用いた国内定期貨物便の運航を開始した。この貨物専用機が就航する北九州空港にて開催された就航記念セレモニーにおいて、ヤマトホールディングス(株)の副社長は、「陸・海・空のルート



図-8 エプロン新設時のクリアランス確保(第4・5工事説明会)

および24時間空港の特性を活かし、2024年問題の解決策として新たな輸送モードを作り上げていき、豊かな社会の実現に向けて貢献して参りたい」と航空輸送モードの形成から経済を発展させたいという期待を述べた。また、福岡県知事は「製品・生産物を首都圏はじめ、国内各地に迅速・確実にお届けすることができ、我々の地域の産業経済の発展に大きく貢献するものである」と2024年問題により迅速に出荷できない恐れがあった農産物を輸送可能としたことを語り、北九州市長は「航空貨物の物流拠点として、今回の貨物便就航の動きが後押しとなって、北九州空港・北九州市・福岡県、九州全体の経済を飛躍させていけるよう努力を重ねていきたい」と航空貨物の物流拠点となることへの期待を述べた。

就航当初は貨物専用機2機体制で運用し、北九州空港と東京(成田)、沖縄(那覇)を2往復/日運航しているが、2024年夏頃には東京(羽田)へ地域を拡大し、貨物専用機3機体制で当面3往復/日、最終的には5往復/日を就航する予定としている。この貨物専用機1機で最大搭

載重量が28トンで10トン車約5～6台分の貨物輸送量があり、九州地方だけでなく中国地方からも集荷を行うことが期待されることから、更なる貨物輸送量の増加を見込んでいる。

これまでトラックを主としてきた九州―首都圏間の長距離輸送において、2024年問題に寄与するよう、航空ネットワークの強みを活かしたモーダルシフトを促進することで、トラックドライバーの労働力の省力化へ繋げることが可能である。



図-9 整備前後の施設の変化

## 6. おわりに

### (1) 今後の展望

本稿では、当空港における国内国際の航空貨物の利用実態やヤマトホールディングス(株)による航空貨物専用機の新規就航に必要な不可欠なエプロン工事において既存航空貨物輸送の荷役作業を妨げることなく、工期までにエプロン工事を完成させる空港施設の機能強化の取組に対して、北九州空港の管理・運営関係者と工事に関して密な調整を行うことで段階的なGSE置場の整備のほか、短時間での夜間作業に伴うエプロン工事により、北九州空港における新たな国内定期貨物便の就航を実現させた事例について紹介した。

北九州空港では、今後増加する航空貨物需要に対して、航空貨物輸送事業者が利用する倉庫や上屋を建設するための用地整備を行うこととしている。さらに、背後圏において北米や欧州へ輸出している航空貨物需要を取り込むため、滑走路延長事業として2027年8月末の供用開始に向け現行2,500mある滑走路を500m延長するべく整備を行っている。滑走路が3,000mに延長されると長距離国際貨物専用機の就航が可能となり、これまで関西国際空港や成田国際空港までトラック輸送していた九州や西中国地域の北米・欧州向け貨物と同時に国内航空貨物需要も取り込み、北九州空港からの更なる貨物輸送量の増加による輪移出を期待している。また、北九州市は「北九州空港大作戦」と銘打ち、北九州空港のポテンシャル・稼ぐ力を高め、より多くのヒトとモノを呼び込み、北部九州圏の発展を牽引していくとしている。

これからも航空輸送事業者と国・自治体が一体となって、空港に必要な施設の機能強化をスピード感を持って取り組んでいくことが求められる。

### 付録

#### 1) GSE車両

各航空会社が保有する航空機地上支援車両で、荷物の積入・積出、航空機の旋回および後退などに使用する車両。GSEはGround Support Equipmentの略

### 参考文献

- 1) 国土交通省総合政策局：自動車輸送統計年報
- 2) 国土交通省総合政策局：鉄道輸送統計年報
- 3) 国土交通省総合政策局：内航船舶輸送統計年報
- 4) 国土交通省総合政策局：航空輸送統計年報
- 5) 内閣官房（2023.6.2）：物流革新に向けた政策パッケージ（我が国の物流の革新に関する関係閣僚会議配布資料）
- 6) 山崎薫（2023.2）：運転免許制度見直しとトラック運送業界の現状と課題について 国際交通安全学会誌 Vol. 47 No. 3 P. 159-164

# 環境配慮型護岸における藻場造成効果の検証

松田 尚樹<sup>1</sup>・藤本 孝浩<sup>2</sup>・内田 雅士<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 下関港湾事務所 海岸課 (〒750-0066 山口県下関市東大和町 2-29-1)

<sup>2</sup>九州地方整備局 下関港湾事務所 工務課 (〒750-0066 山口県下関市東大和町 2-29-1)

下関港(新港地区)沖合人工島整備により藻場が一部消滅することから、同人工島東側で整備中の関門航路(西側)土砂処分場の護岸において藻場造成の取り組みを行っている。

藻場造成の取り組みにあたり 2012 年度の構造検討においてL型ブロックの直立面への加工による環境配慮型護岸を設置することが決定し、2015 年度に環境配慮型護岸の設置が完了したことから藻場造成効果の検証についてモニタリングを実施してきた。

本稿では、2023 年度までの藻場造成効果の検証結果報告について取りまとめた。

キーワード 環境配慮, 藻場造成, L型ブロック, 水生生物

## 1. はじめに

下関港は、瀬戸内海と日本海にまたがる港湾区域を有しており、東アジアと我が国を結節する高速海上輸送の拠点として、また地域経済を支える産業拠点として機能している。既存の岬の町コンテナターミナルは、背後用地が狭隘かつ施設の利用制限があることから、山口県下関市西部に新たに東アジアの物流拠点として船舶の大型化に対応した海上物流機能の向上を図るため、下関港(新港地区)下関沖合人工島の整備を行ってきた。(図-1)

下関沖合人工島の整備に伴い藻場が一部消滅することから、下関沖合人工島東側で整備中である関門航路(西側)土砂処分場において、L型ブロックの直立面に凸凹を付けるなど複雑化することにより、付着動物の良好な群集構造が形成される他、移動性を有する魚類の蝸集効果が期待される環境配慮型護岸の整備を行った。

本報告では、環境配慮型護岸の構造検討、藻場造成効果の検証結果について報告するものである。

## 2. 環境配慮型護岸の検討

下関沖合人工島の外周護岸等において、ワカメ、ツルアラメ、ホンダワラ類(アカモク、ノコギリモク、エンドウモク等)が分布しており、この中でL型ブロックの直立面に着生が可能と考えられるワカメ、ツルアラメ及び凸凹による種の着生が期待されるアカモク、ノコギリモクを以下の理由により対象生物として設定した。

- いずれも水産有用種であり、特にワカメは重要な水産資源となっている。
- 対象区域近傍にも生育し、対象護岸への着生が期待される。
- 海藻類の生育場を設けることで、水産有用種のサザエやその他魚介類の蝸集効果も期待される。

凸凹の表面加工形状および適用水深について、対象生物の特徴を踏まえて検討した結果、凸凹の大きさについては、5cmより小さくした場合、L型ブロックの粗骨材の最大寸法 20~40mm が凸部に入らず強度が発現しない可能性がある。

一方、凸部への藻の付着は角部が主であることから、角部が多くなるよう凸部を多く設けたほうがよい。



図-1 下関港(新港地区)沖合人工島位置図

したがって、凸部の寸法は5cmとした。適用水深については、海域生物が多く生息するD.L. ±0.0m以深を基本とした。

(表-1)

凸凹の形状について、「四角形」、「三角形」、「半円」を想定し、施工性、耐久性、環境性能の比較検討を行った結果、特に施工性に有利な四角形とした。(表-2)

L型ブロックのコンクリートに用いる粗骨材の寸法は、最大寸法40mmと設定し、凹部の幅は5cmを固定し、凸部の幅を比較検討した結果、施工性を優先し凸部幅を10cmとした。

凸凹の取付方向について、「水平方向」に取り付けた場合、水平面に種が着床する可能性がある。「鉛直方向」に取り付けた場合、流れの乱れにより海藻類の胞子などが付着しやすくなる効果が期待でき、双方にメリットがある。したがって、「水平方向」及び「鉛直方向」の両方を採用した。

環境配慮型護岸の平面配置として、「水平方向」、「鉛直方向」の加工区に加え、加工区の環境配慮機能を評価するための対象区となる「凸凹なし」の無加工区の3種類とした。

L型ブロックの基数については、構造物に生息・生育する生物分布のばらつきを考慮して環境配慮機能を評価するため、各凸凹加工につき最低3基必要とし、さらに、3基をモニタリング対象とする場合、その両側のL型ブロックを他区間との緩衝区間と考え、同一形状につき各5基(30m)を1区間とした。(図-2)

なお、加工区60m(30m×2種類)の配置延長については、流れの状況等による生物着生状況の違いを確認するため、B-1工区及びB-2工区に1箇所ずつ配置した。(図-3)

### 3. 環境配慮型護岸の効果検証

藻場造成効果の検証にあたり、春季(5~6月)、夏季(7~8月)、秋季(10~11月)、冬季(2月)の四季において各ブロックの中央付近における幅1mの範囲でD.L. ±0.0~-4.5mまでの水深帯を1mピッチで現地観測を行った。

対象生物	特徴	表面加工の形状及び設置水深
ワカメ	<ul style="list-style-type: none"> <li>種(遊走子)は数cm程度の凸凹の基質に着生しやすい。</li> <li>直立面に自生可能であり、波浪・低塩分耐性が強く、D.L. ±0.0~-2.0mでの生育が期待される。</li> </ul>	<p>○形状：深さと幅が5cm程度の凸凹加工を施す。(付着動物が着生しても凸凹の目詰まりが生じず、海藻類の着生可能な状態が維持されることを期待する。)</p> <p>○水深：D.L. ±0.0~-2.0m</p>
ツルアラメ	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮根(葡萄枝)を伸ばしてツル植物状に分布を拡大するため、数cm程度の凸凹の基質に繁茂しやすい。</li> <li>直立面に生育可能で、D.L. -2.0m以深での生育が期待される。</li> </ul>	<p>○形状：深さと幅が5cm程度の凸凹加工を施す。(ワカメと同様の理由。)</p> <p>○水深：D.L. -2.0~-4.0m</p>
ホンダワラ類	<ul style="list-style-type: none"> <li>種(幼胚)の初期着生に数時間以上を要するため、一般に直立面には生育しない。</li> <li>数cm以上の凸凹を設け、種が少しでも留まることを期待する。</li> </ul>	<p>○形状：直立面への誘致は困難であるものの、ワカメ、ツルアラメを対象とした凸凹部分に交じって生育する可能性がある。</p> <p>○水深：D.L. ±0.0~-4.0m</p>

表-1 対象生物の特徴

形状	断面加工の諸元	評価	イメージ図
四角形	<p>形状：幅5cm×深さ5cmの凸を水平方向or鉛直方向に5cm間隔(中心間距離は10cm)で設置(全面)</p> <p>水深：D.L. ±0.0~-4.0m</p>	<p>施工性：○→型枠の内側に角材を溶接した状態でコンクリートを打設することで施工可能</p> <p>耐久性：○→角は90°であり、経年的に角が丸くなる</p> <p>環境機能：◎→水平面及び暗所があるとともに角が最も多く、藻類が着床しやすい。</p>	
逆三角形	<p>形状：高さ5cmの三角形を水平方向に5cm間隔(中心間距離は10cm)で設置(全面)</p> <p>水深：D.L. ±0.0~-4.0m</p>	<p>施工性：△→型枠の内側に三角形の溝を付けてコンクリートを打設することで加工可能。ただし、型枠が逆勾配になっているため、角のコンクリート充填にやや難がある</p> <p>耐久性：△→角は60°とし、面取りをすることで破損を防止する</p> <p>環境機能：◎→斜め部分は暗所となり、角及び水平面に海藻が着床しやすい</p>	
三角形	<p>形状：高さ5cmの三角形を水平方向に5cm間隔(中心間距離は10cm)で設置(全面)</p> <p>水深：D.L. ±0.0~-4.0m</p>	<p>施工性：△→型枠の内側に三角形の溝を付けてコンクリートを打設することで加工可能。ただし、型枠が逆勾配になっているため、角までコンクリート充填される</p> <p>耐久性：△→角は60°とし、面取りをすることで破損を防止する</p> <p>環境機能：◎→斜め部分は暗所となり、角及び水平面に海藻が着床しやすい</p>	
半円形	<p>形状：半径5cmの半円形を水平方向に5cm間隔(中心間距離は10cm)で設置(全面)</p> <p>水深：D.L. ±0.0~-4.0m</p>	<p>施工性：×→型枠の内側に半円形の型枠を設置する必要があり型枠の施工手間が非常に大きい</p> <p>耐久性：○→角がなく破損しにくい</p> <p>環境機能：×→水平面、角がなく、着床しにくい</p>	

表-2 凸凹形状の比較



図-3 環境配慮型護岸配置図

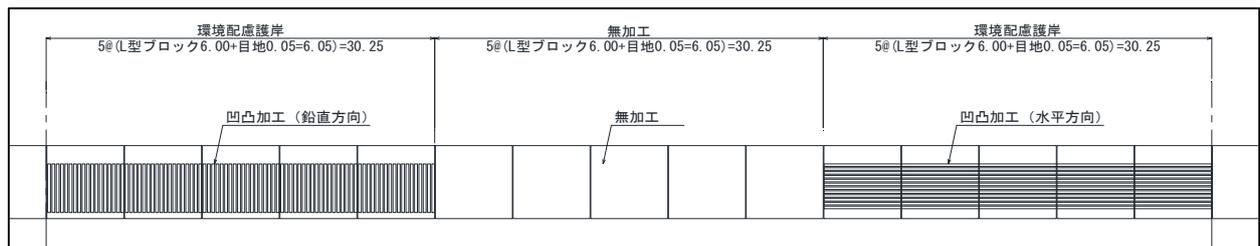


図-2 配置イメージ

観測項目については、以下のとおりである。

- ① 海藻類の種類別被度（大型褐藻類については、個体数，平均全長）
- ② 付着動物の種類別被度（単体性種は個体数）
- ③ 大型底生動物の種類別個体数
- ④ 魚類の種類別個体数

### (1) 海藻類

海藻類については、観測範囲内の海藻類の種を同定し、壁面が海藻で覆われている割合を被度として記録した。

大型褐藻類については、観測枠内の個体数，全長，食害の程度及び幼体数を記録した。

観測の結果、海藻類の被度は、いずれの季節も工区間で大きな差はみられなかった。

大型褐藻類の被度は、季節により傾向が異なり、春季及び冬季は被度が高く、特に D. L. ±0.0m～-1.0m の水深で高い結果となった。

夏季及び秋季は、全体的に被度が低く、いずれの工区も紅藻類が優占し、大型褐藻類は少なかった。

冬季は、いずれの工区でも±0.0m で被度が高く、特に大型褐藻類が優占していた。（図-4）

大型褐藻類は、ワカメ、ツルアラメ、アカモク、エンドウモクの4種であった。

個体数は、春季及び冬季はワカメが優占し、秋季はアカモク（幼体）が優占した。いずれの種も夏季及び秋季に個体数が大きく減少した。

### (2) 付着動物

付着動物については、観測枠内に出現する付着動物の種を同定し、これらが壁面に固着している割合を被度として記録した。なお、個体数を計数できる単体性種については、被度と個体数を計測した。

観測の結果、付着動物の被度は、いずれの工区でも春季に最も高かった。

### (3) 大型底生生物

大型底生生物（巻貝類，ウミウシ類，ウニ類，ヒトデ類，ナマコ類等）については、観測枠内に出現する種を同定し、個体数を計測した。

観測の結果、水平加工区及び無加工区は夏季に多い傾向にあり、鉛直加工区では季節変化はみられなかった。

ウニ類は、無加工区では D. L. 0.0m～-2.0m 間ではほとんどみられなかった。これは、溝がないためウニ類は波浪や潮流の影響により表層付近まで登れず落下し、海底付近に多く分布していると考えられる。（写真-1）

一方、鉛直加工区ではいずれの水深帯でも多かった。これは、ウニ類やサザエなどが溝を利用して表層付近まで移動しているとともに、溝を隠れ場所として利用しているためと考えられる。

また、水産有用種であるサザエやウニ類は年々増加傾向にあることも調査の結果からわかった。

### (4) 魚類

魚類については、各工区における出現種を高さ 1m ピッチで判別し、個体数を記録した。

観測の結果、種類数は、夏季と春季での差が見られ、特に、春季では、加工区で8種と多く見られた。

また、個体数は、夏季に凸凹加工による出現が多く、いずれの工区でも夏季に多く、水産有用種も多く確認されている。

各工区間で、種類数に顕著な差はみられなかったが、個体数は加工区に比べて無加工区で少なかった。

調査海域では四季を通して、メジナ、イサキ、メバル属、カサゴ等の合計9種の水産有用種が確認された。（写真-2）特に夏季は9種すべて確認された。

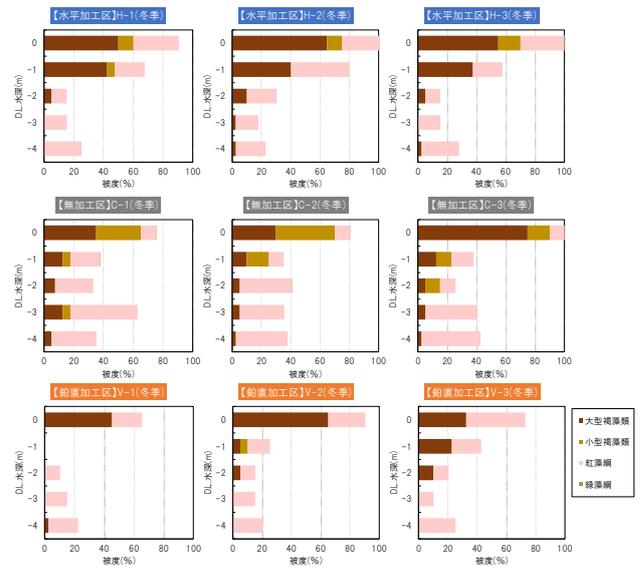


図-4 海藻類の側線別被度（冬季）



写真-1 ムラサキウニ（左），サザエ（右）

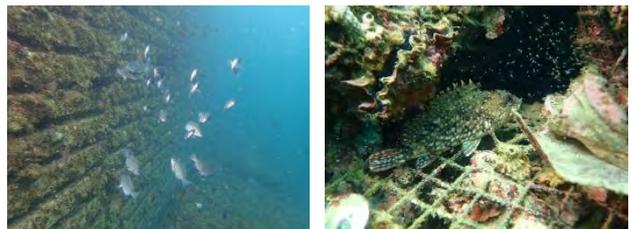


写真-2 メジナ（左），カサゴ

### (5) 経年変化

海藻類の種類数は、2015年度から2017年度の間は、緑藻綱、珪藻綱が出現したが、2023年度はいずれの季節でもほとんど確認されなかった。これは、緑藻綱や珪藻綱はL型ブロック据付直後に着生し、時間の経過に伴い他の海藻類に遷移が進んだものと考えられた。

被度は、2015年度から2017年度までのD.L. ±0.0m ~ -2.0m では、いずれの工区においても秋季に減少したが、2021年度以降は季節間の差は小さくなった。大型褐藻類や小型褐藻類は水深が深くなるにつれて減少した。これは、大型褐藻類や小型褐藻類はD.L. ±0.0m など水深が浅い場所で繁茂すると、直下の層では光条件が悪くなり、その影響を受けたものと推察された。

大型褐藻類の個体数は、いずれの工区においても夏季に少ない季節変化を示したが、これは一年生の大型褐藻類であるアカモクやワカメの年変化が大きく、夏季には成体は消失するためである。2015年度~2017年度の秋季まではアカモクが多かったが、2017年度の冬季からはワカメが多くなった。

大型褐藻類の幼体数は、水深の浅いD.L. ±0.0m でアカモクがやや多く、D.L. -1.0m 以深では、ワカメ及びツルアラメが多かった。なお、2023年度は秋季でアカモクの幼体を確認されたが、冬季観測時には減少していた。これは、植食動物(ウニ類等)による食害や高水温が影響したと推察された。(図-5)

大型底生動物の個体数は、年度毎にばらつきがあり、夏季~冬季のいずれかで多かった。水平加工区及び無加工区のD.L. -1.0m 以浅ではウニ類はほとんど確認されなかったが、鉛直加工区では、すべての水深帯でウニ類を確認された。これは、特に鉛直加工区は、凸凹加工により鉛直方向への移動が容易となり、凹部分に身を隠すことによって、波浪の影響を受けにくくなるのが要因として考えられた。(図-6)

2021年度以降はいずれの工区でも、大型底生生物の個体数が増加傾向にあり、植食動物(ウニ類等)による食害が懸念されている。

## 4. まとめ

大型褐藻類の個体数は、D.L. -1.0m では2015年度~2017年度にかけて鉛直加工区で多いなどの差はあったが、以降は全体的に個体数が少なく、凸凹加工区で若干多いものの明確な差は認められなかった。

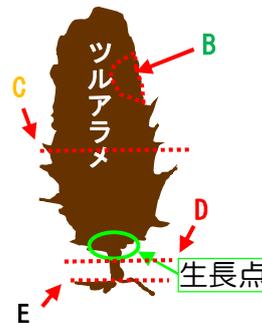
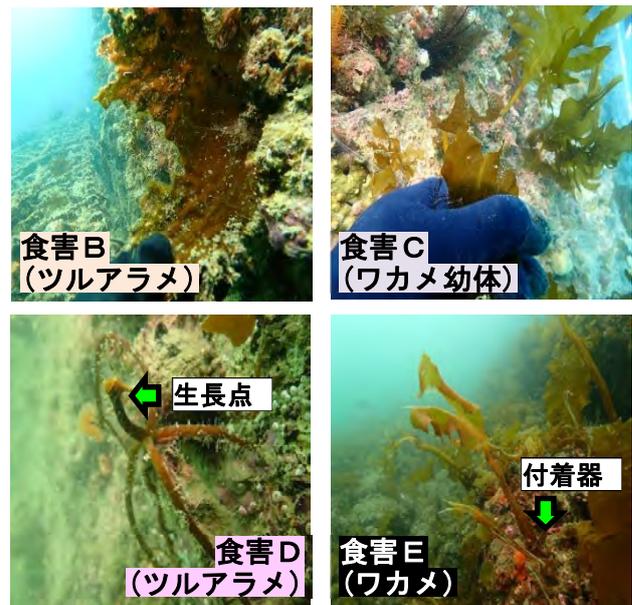
大型底生生物の生息状況については、食害による大型褐藻類の生育への影響を確認するため、植食動物に注目し整理した結果、2015年度~2023年度まで増加傾向にあり、2023年度の夏季が過去最高である12種を記録した。

植食動物は凸凹加工に沿って移動しており、特に鉛直加工区では水深の浅い層で多くみられるため、

大型褐藻類の生育を阻害している可能性が示唆された。すべての工区で植食動物が増加傾向にあるため、今後、大型褐藻類の生育を阻害する可能性がある。

魚類の過年度を含めた総出現種類数は計60種で、うち水産有用種は16種が確認された。いずれの工区も冬季に少なく、夏季~秋季に多い季節変化を示した。

魚類全種の個体数は、変動が大きいものの経年的に大きな変化はなく、凸凹加工の有無による明確な差は認められなかった。



<食害の程度>	
A	: なし
B	: 葉体の一部
C	: 葉体の半分以上
D	: 生長点なし
E	: 付着器のみ

図-5 食害状況

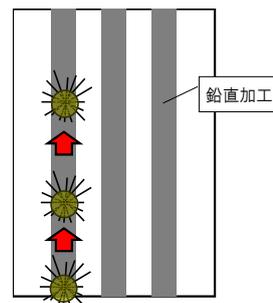


図-6 加工区におけるウニ類の移動イメージ

2023年度の調査結果では、水平加工区が他工区に比べて2倍程度多く水産有用種の魚類個体数が確認された。

新たに創出された生息環境に生物が定着し、生物相がおおむね安定するためには、数年単位の長い時間を要することが知られている。

本対象区間についても、年々ウニ類が増加傾向を示すなど、生物相として安定するには、まだ遷移の途上にあると考えられる。

今後、環境配慮型護岸の藻場造成への効果を明確に把握するためには、大型褐藻類の生息状況、魚類の蟻集の視点のほか、大型褐藻類の生息環境に影響を与える要因となる付着動物や植食動物の生息状況についても、継続的な調査が必要である。

# エコロジカル・ネットワーク創出を目的とした「せせらぎ水路」整備について

富永 晃弥<sup>1</sup>・伊藤 宗輝<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 川内川河川事務所 宮之城出張所 (〒895-1811 鹿児島県薩摩郡さつま町虎居868-1)

<sup>2</sup>九州地方整備局 川内川河川事務所 工務課 (〒895-0075 鹿児島県薩摩川内市東大小路町20番2号) .

1997年より治水・利水・環境の総合的な河川整備が河川法によって定められており、それらを踏まえ川内川河川事務所では改修事業として河床低下対策・河道掘削・引堤・高潮対策事業に取り組んでいる。本稿では川内川(伊佐市前目地区)における河道掘削工事に併せて行った環境創出への取り組みについて報告する。

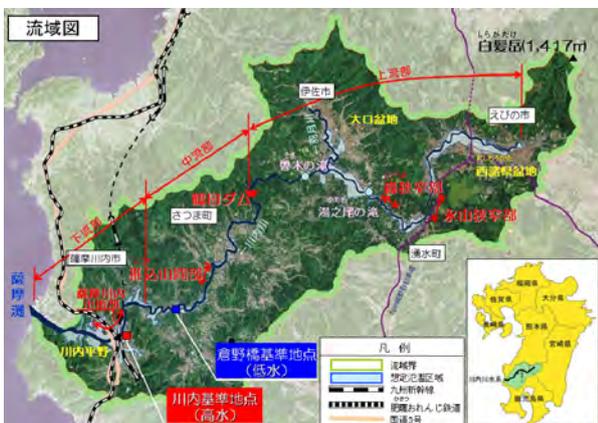
キーワード 環境の創出, 多自然川づくり, せせらぎ水路, ICT

## 1. はじめに

川内川は、熊本県球磨郡あさぎり町の白髪岳を源とし、熊本県、宮崎県、鹿児島県の3県、6市4町にまたがり、羽月川、隈之城川等の支川を合わせ薩摩灘へ注ぐ、幹線流路延長137km、流域面積1,600km<sup>2</sup>の一級河川である。

(図-1)

川内川では、2006年7月の記録的な洪水により甚大な被害を受けた。この洪水で起きた外水氾濫による浸水被害を解消するため、河川激甚災害対策特別緊急事業(以下、激特事業)を行った。また、鶴田ダム再開発事業と合わせて河川改修事業を進め、上下流のバランスを確保し、流域全体の治水安全度の更なる向上を図ることとしている。



(図-1) 川内川流域図

## (1) 環境創出の取組について

川内川では、河川改修事業と共に環境創出に取り組んでいる。昨年行った伊佐市前目地区の河道掘削区間は、調査の結果、生物生息場の多様性の評価が低くなっていた。当該区間の植生繁茂を促すことにより、この区間において面的な生物生息環境の創出が期待出来るため、その改善策として、エコロジカル・ネットワークの構築に取り組むこととした。(図-2)

◆基本情報2-1: 生物の生息場の分布状況(全川の中央値に基づき評価)

生物生息場	評価項目	評価結果									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
水域	1 連続する急流(急瀬)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	2 ソンドたまり	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	3 湧水・湧き出し等	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
水質	4 陸地・河川	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	5 岸水植物帯	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	6 岸水植物帯	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
植生	7 湿生植物帯(サルコソ)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	8 水際の雑草	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
地形	9 山打つ樹林	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	10 常緑樹・杉の植樹林	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
経年の生息場詳細情報		2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079
		2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089
		2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099
4. 生息場評価値の分布状況(2000)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

掘削工事を行った箇所(赤枠)の生息環境が少ない

(図-2) 河川環境管理シート

ここでいうエコロジカル・ネットワークとは、野生生物の移動・分散を可能とするため、生物多様性の拠点と言われるコアエリアと生態的回廊と言われるコリドーを相互に連結させたものである。(図-3)



(図-3) エコロジカル・ネットワークの形成と空間

コアエリアやコリドーについては、緩衝地域と言われるバッファゾーンを必要に応じ配置していくこともエコロジカル・ネットワークの重要な要素となる。

## 2. 多自然川づくり

### (1) コンセプト

前述のとおり、河道掘削区間がその前後より生物生息環境が少ないことが調査結果から分かった。そこで、当該区間の環境を創出することで一体的なエコロジカル・ネットワークの構築が期待されるため、多自然川づくりを検討した。また、環境・生物調査等の結果では隣接する下目樋門(写真-1)の川裏(写真-2)の水路も湿地環境であることから、さらなるエコロジカル・ネットワークが期待される。なお、川裏の水路では、ヤマトシマドジョウ等が発見され、産卵場として利用されることが期待される。(写真-3)

以上のことから、「生物情報から創出すべき環境、環境創出に適した場所を抽出」をコンセプトとした。



(写真-1) 下目樋門 (写真-2) 川裏水路

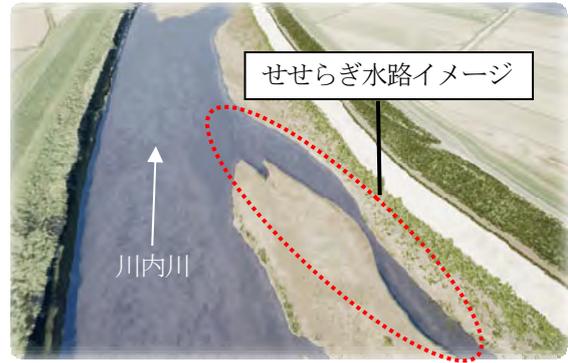


(写真-3) ヤマトシマドジョウ

### (2) 3次元データを用いた計画

コンセプトに沿った空間をデザインするために、ゲームエンジンを用いて、三次元イメージの作成を行った。

(図-4)



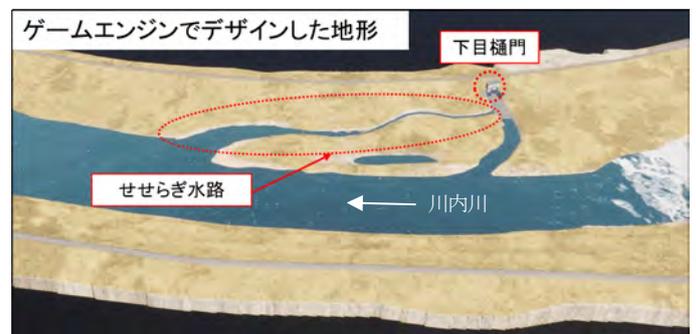
(図-4) ゲームエンジン

基本的な操作方法は、九州地方整備局指定のマニュアルを参照しながら計画を行った。(写真-4)



(写真-4) マニュアル

ゲームエンジンによる三次元イメージは、生物の生息場・産卵場となるワンドやたまりの形成、緩流・細流環境を狙いとし、下目樋門から分散する水路(以下せせらぎ水路)を作成することとした。(図-5)



(図-5) せせらぎ水路 デザイン地形

### (3) 水路の特徴

水路は生物の生息場や産卵場を増やすことを目的として、①水路幅の狭い箇所、②幅の広い箇所、③本川接合部のワンドについて設定した

①水路幅の狭い箇所では、幅1~1.5mで主に流水環境になることが想定される。また、川内川上流部に生息する典型的な魚類であるオイカワ、カワムツ等の稚魚の生息場としての機能することが期待される。

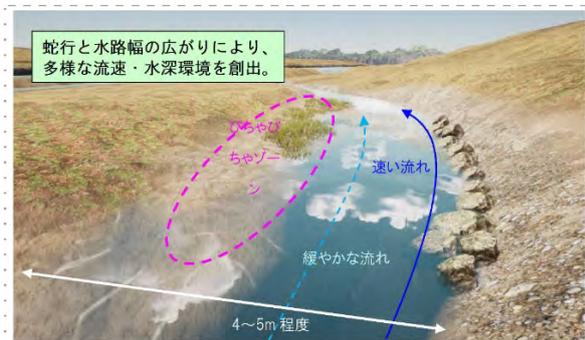
②水路幅の広い箇所では、4~5mの幅と蛇行により多様な流速・水深環境を創出することができる。緩やかな流れで傾斜も緩やかな箇所では、湿地環境になることを想定し、産卵場や小型の生き物の生息場として期待される。

③本川接合部のワンド箇所では、幅15m程で水路部と比較し、より広い緩流環境になり、本川に生息する大型魚類の利用が期待され、出水時等で水位が上昇した時には魚類等の避難場として機能できる。

### (4) 設計

①~③を活かすために、2つ工夫した点がある。

1つ目は、深みの創出や流れを寄せるために、水路の蛇行部分に石を設置した。これは緩傾斜の湿地環境を保つためだけでなく、石を設置したことで隙間等を好む生物の生息場となる。(図-6)



(図-6) 蛇行部に石設置

2つ目は、石を横断方向に設置し越流により下流部の深みを創出すること。そうすることにより、本川に生息する比較的大きな魚類が水路上流部に生息する小型の生物に影響を及ぼすことが少なくなる。(図-7)



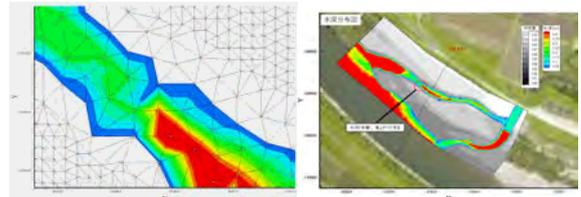
(図-7) 横断方向の石設置

この2つの工夫により、湿地環境や深みを創出することができ、生物の生息場・産卵場が自然に増えていき、環境改善に繋がっていくと考えた。

### (5) ICT施工のためのデータ設定について

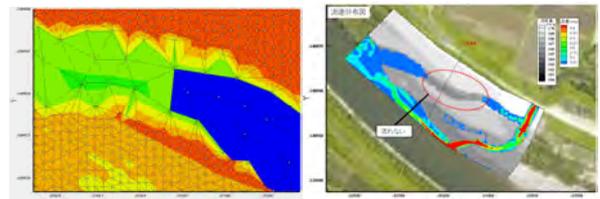
今回は、環境整備を行うため小規模重機による細やかな現場施工が求められ、また生産性や品質向上をはかるためICTを活用した施工方法についても検討を行った。

設計成果をTINデータにて表現するため、施工性や重機(バケット)の大きさに配慮しながらデータのメッシュ間隔を検討した。具体的には、0.5m, 2.0m~5.0mでそれぞれ検討を行い、間隔が大きすぎると水路に水が流れないことが懸念されたため、水路としての機能を確保でき、かつICT施工が可能となる適切なメッシュ間隔として1.5mを選定した。(TINデータ：地形や出来形形状などの表面形状を3次元座標の変化点標高データで補間する最も一般的なデジタルデータ構造)



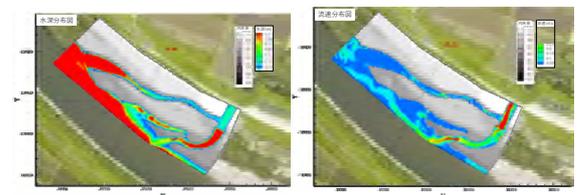
上下流の水深の変化によって堰上がりが発生

(図-8) 2mメッシュのTIN



水が流れない

(図-9) 3mメッシュのTIN



水路機能として問題ない

(図-10) 1.5mメッシュのTIN

### 3. 水路機能確保の工夫

#### (1) 水路の維持について

水路を維持させるためには植生の繁茂が条件になることが設計の時に分かった。植生の繁茂が無い場合、裸地状態が続く場合、再堆積により3～5年程度でワンドは消失する。そのため、掘削の際に植生の繁茂を促す施工が必要になる。その対応として、掘削後にヨシの根茎を含む表土を埋め戻した。(写真-5)

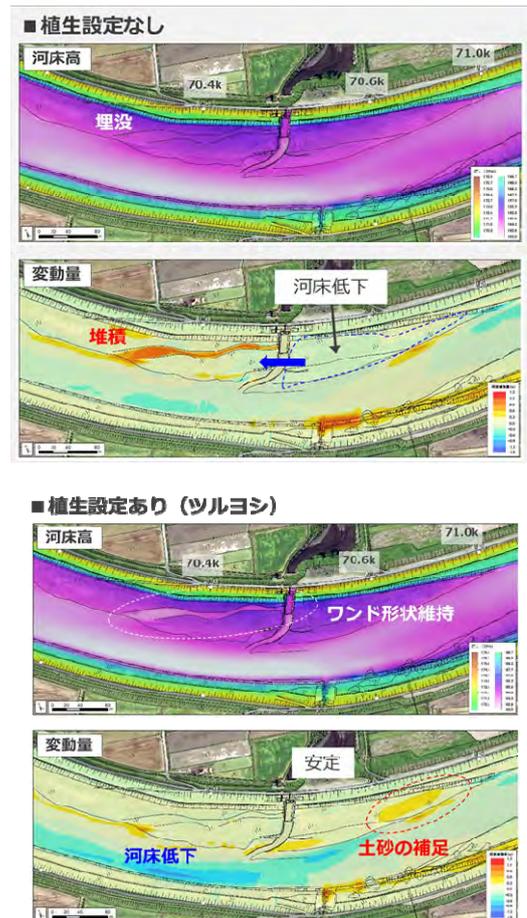


(写真-5) 表土埋戻し状況

また河床変動解析結果により植生が繁茂することによって再堆積の軽減に繋がることが分かった。(図-11)

植生有り無しで河床高のデータを比較すると、水路部分の堆積傾向に違いがあることが分かる。植生がある場合、ワンドの形状をしっかりと維持できる。

変動量のデータを見ると、植生がない場合、上流部で微少な河床低下が起こり、その土砂が下流部に流れるため、堆積により埋没してしまうことが結果から分かる。一方で、植生がある場合、上流部に土砂が堆積され河床が安定する。そのため、下流部に流される土砂の量は植生がない場合と比べ少量だと考える。また、植生により流向の変化が見られ外岸へ流れると想定する。以上2点のことから、植生の繁茂により、水路部への土砂の流出が少量のため、水路の維持が出来ることが分かる。



(図-11) 植生の繁茂状態による河床変動の比較

#### (3) 環境及び景観について

環境及び景観について、工夫した点が2点ある。1点目は湿地環境の創出及び景観。2点目は河床に深みを創出することである。湿地環境を創出することを目的として、流れを寄せるために縦断方向に石を設置した。材料は景観に配慮し、2次製品ではなく、自然石を使用した。(写真-6)



(写真-6) 縦断方向の石設置

横断方向に設置している石は、水の越流を利用し下流側の深みを創出することが狙いである。(写真-7)



(写真-7) 横断方向の石設置

このように、石を設置することで自然な川の流れの変化、湿地環境や、深みの創出ができ、植生が回復すれば景観もより良くなることが期待できる。また、隙間を好む生物の生息場となり様々な生き物がせせらぎ水路に生息することが期待される。

#### 4. 完成後の状況

##### (1) 完成直後

水路としての機能をしっかりと保つことが出来ていた。石を縦断方向と横断方向に設置したところも設計時点の狙いどおりに、自然な湿地環境と深みの創出が出来ていた。(写真-8)



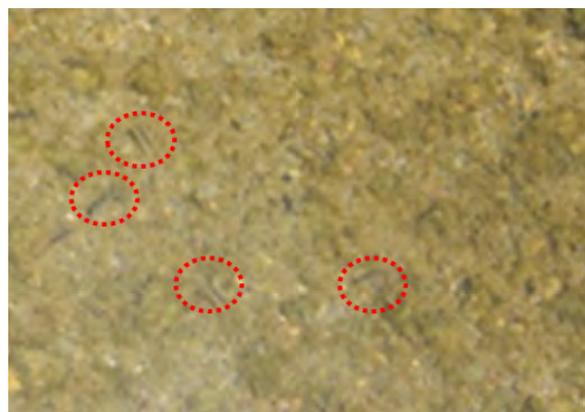
(写真-8) せせらぎ水路完成後

##### (2) 完成後3ヶ月目

3ヶ月の間に出水が3回ほどあり、土砂堆積は少量見られたがしっかりと維持できていた。植生も僅かだが回復してきているため、期待が高まる。(写真-9) また、稚魚等の生息も確認出来た。(写真-10)



(写真-9) 完成後3ヶ月目と植生回復状況



(写真-10) 稚魚の生息

#### 6. さいごに

せせらぎ水路についての仕事に携わり、様々なことを学べた。中でも、河川にとっていかに環境が大切なのか、ICT施工の難しさ、大きく2つのことに気づくことができた。河川法の目的には大きく治水・利水・環境があるが、3つの中でも環境については、1番その地域の特徴を表すことができると考える。そのため、これからも環境整備が続いていく中で、その地域のことを第1に考え、これまでの歴史・特徴を活かせるような整備をしていきたい。

また、エコロジカルネットワーク構築の観点から引き続きモニタリング調査を行い、生物生息環境の創出に努めていきたい。今後も水路機能確保を継続させるため、日々の河川巡視にて土砂堆積がないかの確認が必要と考える。

せせらぎ水路で様々なことを学び、気づくことができた。学んだことを活かして、これからも河川の環境整備の仕事に携わっていきたい。