

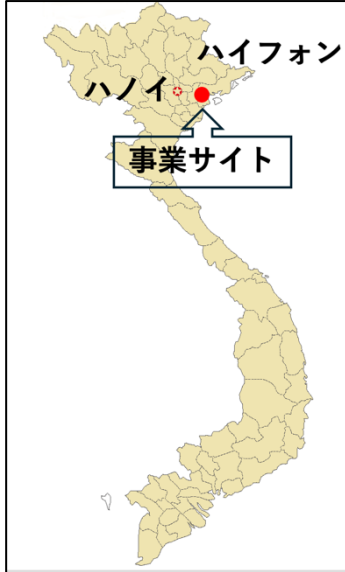
2024年度 簡易型 外部事後評価結果票:無償資金協力

外部評価者：富田まさみ（株式会社アイツーアイ・コミュニケーション）

調査期間：2024年9月～2025年12月

現地調査：2025年1月12日～2025年1月19日

| | |
|------------|--------------------|
| 国名 ベトナム | ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画 |
|------------|--------------------|



事業位置図（出典：評価者作成）



写真1: 取水河川（レ川）と本事業で整備された取水管（出典：評価者撮影）

I 案件概要

| | | | |
|------------|---|---|-----------------------------|
| 事業の背景 | ベトナムでは経済成長と都市化の進行に伴い、生活・商業排水が増大するなか、低い下水道普及率により、都市部を流下する河川や水路は、未処理の排水等による大きな汚濁負荷を受けており、これらが最終的に流れ込む主要河川や海では水質汚濁が進行しつつあった。ハイフォン市内に7カ所ある浄水場のうち、最大規模のアンズオン浄水場では、水源であるレ川への生活排水の流入に伴い、原水汚染が問題となっていた。具体的には、アンモニア態窒素や有機物による汚濁への対応に大量の凝集剤や塩素が使用されており、浄水処理に課題を抱えていた。 | | |
| 事業の目的 | ハイフォン市アンズオン浄水場において、上向流式生物接触ろ過（U-BCF） ¹ 及び関連施設を建設することにより、原水中に含まれるアンモニア態窒素濃度を低減し、同浄水場の運転の安定化及び塩素注入量の低減を図り、もって安全な飲料水の配水に寄与する。 | | |
| 実施内容 | 1. 事業サイト：ハイフォン市 2. 日本側： (1) 土木工事・機器調達の内容： [クワンビン取水場] 電気棟、取水ポンプ設備、受電設備等 [アンズオン浄水場] U-BCF（10万m ³ /日）、原水調整池埋立、各種配管、電気棟、受電設備、制御盤、監視制御設備、計装設備等 (2) コンサルティング・サービスの内容： 詳細設計、調達・施工監理等 (3) ソフトコンポーネントの内容： U-BCFの運転維持管理に関する技術指導、水質管理に関する技術指導 3. 相手国側： 工事中出入り口の新設、架空電線の移設、必要な許認可の取得、土地借用（ストックヤード）、電気設備の設置、支払手数料の負担等 | | |
| 事業実施スケジュール | 交換公文締結日 | 2015年7月4日（延長日：2020年3月31日） | |
| | 贈与契約締結日 | 2016年2月26日 （第1回変更日：2018年8月1日 第2回変更日：2020年3月31日） | 事業完了日 2021年12月24日（引き渡し日） |
| 事業費 | 交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：2,196百万円 | | 実績額：2,191百万円 |
| 相手国実施機関 | ハイフォン市水道公社 | | |
| 案件従事者 | 本体：株式会社神鋼環境ソリューション／山九株式会社（共同企業体）（日本） コンサルタント：株式会社NJS／株式会社北九州ウォーターサービス（共同企業体）（日本） | | |

¹ 上向流式生物接触ろ過（Upward Flow Biological Contact Filtration：U-BCF）とは、自然の川底の小石などに付着した微生物が汚濁物質を取り込み分解する作用を、人工の装置でより効果的に再現する設備。北九州市上下水道局がU-BCFに係る国内特許を有する。

II 評価結果

【要旨】

本事業は、アンズオン浄水場において U-BCF 及び関連施設を建設することにより、原水中に含まれるアンモニア態窒素濃度を低減し、同浄水場の運転の安定化及び塩素注入量の低減を図った。事業の計画は、事前評価時におけるベトナムの開発政策と開発ニーズ、日本の援助政策と合致しており、事業計画やアプローチ等も適切と考えられる。また、本事業は、JICA の他の事業や他ドナーによる事業との連携・調整が行われ、相乗効果がみとめられることから、妥当性・整合性は高い。効率性については、アウトプットの増加を考慮した評価を行った結果、事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったため、やや低い。本事業で整備した U-BCF 出口でのアンモニア態窒素濃度は事業完成以降、目標値を達成しているとともに、溶存マンガン、亜硝酸、有機物等の汚濁物質や、これら物質と塩素とが反応して生成される有害なトリハロメタン (THM) も U-BCF により低減し、安全な飲料水の配水及び浄水場の運転の安定につながっている。よって、有効性・インパクトは高い。また、本事業による効果持続に必要な政策・制度、組織・体制、技術、財務が確立しており、環境社会面やリスク等の懸念事項もなく、運営・維持管理状況も良好であることから、本事業によって発現した効果の持続性は非常に高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

| | | | | | | | | | |
|-------------------|---|---------|----------------|-----------|---|-----|---|-----|---|
| 総合評価 ² | A | 妥当性・整合性 | ③ ³ | 有効性・インパクト | ③ | 効率性 | ② | 持続性 | ④ |
|-------------------|---|---------|----------------|-----------|---|-----|---|-----|---|

1 妥当性・整合性

【妥当性】

・事前評価時のベトナム政府の開発政策との整合性

ベトナムの都市水道開発指針「Orientation on Water Supply Development of Urban Areas and Industrial Zones in Vietnam up to 2020」⁴ (1998 年) において、「全国都市部における 2020 年までの安全な水の確保」や「近代的技術及び設備の導入による人材開発の体制強化」等が目標とされ、「社会経済開発計画 2011 年～2015 年」に係る首相スピーチにおいて、きれいな水と環境衛生に関する主要な環境プログラムやプロジェクトを効果的に実施することが目標として述べられていることから、事前評価時において、本事業はベトナム政府の開発政策と整合していた。

・事前評価時のベトナムにおける開発ニーズとの整合性

事前評価時において、アンズオン浄水場では、水源であるレ川への生活排水の流入に伴い原水汚染が深刻化しており、特にアンモニア態窒素は飲料水用表流水基準値 (0.2mg/L 以下) を超えており、かつ、その数値も 0.2～1.1mg/L と一定ではないことから、塩素注入量の細かな調整が必要になるなど、浄水場の運転が不安定な状態にあった。一般的に、塩素 (有効注入量) はアンモニア態窒素濃度の 8 倍の量が必要であり、アンモニア態窒素濃度が高いと塩素注入量が増加する。また、有機物の増加は、これと塩素が反応して生成する、発がん性が疑われている THM の増加を引き起こすこととなり、原水のアンモニア態窒素や有機物の増加は、浄水障害の大きな要因の一つである。よって、同浄水場では U-BCF を建設することにより、原水のアンモニア態窒素や有機物を低減する必要があった。

・事業計画やアプローチの適切性

過去に実施された無償資金協力事業において、工事に関連する先方負担事項に関し、履行されたものの工事品質が低い等の問題があり、それらが事業全体の工程管理や効果の発現に影響を与えた例があったため、これを本事業の教訓とし、本事業では U-BCF 建設予定地の整備 (原水調整池の一部の埋立工事) をベトナム側負担事項とせず、日本側で実施することとなった。同整備は実際に日本側負担で実施されたことから、過去の類似案件からの教訓は活用されたといえる。また、本事業の事業計画やアプローチについて、特に問題はみられない。

【整合性】

・我が国の国別開発協力方針及び事業展開計画との整合性

日本政府は、「対ベトナム社会主義共和国別援助方針」(2012 年 12 月) において、「脆弱性への対応」が重点分野の一つであり、急速な都市化・工業化に伴い顕在化している環境問題への対応を支援するとしていた。また、対ベトナム JICA 国別分析ペーパー (2014 年 3 月) においても、「急速な経済発展・産業集積の進展に伴う都市問題への対応」が重点課題であるとしていたことから、事前評価時において、本事業は日本の開発協力方針と整合していた。

・内的整合性

本事業実施中、「上向流式生物接触ろ過を活用した浄水処理の普及・実証事業」(中小企業・SDGs ビジネス支援事業) (2016 年～2019 年)⁵ が実施され、ベトナム国内 6 都市⁶ での U-BCF の実証実験が行われるとともに、U-BCF 事業展開計画が策定された。同事業において、ハイフォン市水道公社は実証実験への参加、他都市の水道公社への研修実施や U-BCF に係る情報提供等を行った。その結果、「3 有効性・インパクト」にて後述するように、同国内の他の浄水場でも U-BCF が導入される可能性が高まっている。よって、本事業は、同事業 (U-BCF の実証事業) との連携により、同国内の他都

² A: 「非常に高い」、B: 「高い」、C: 「一部課題がある」、D: 「低い」

³ ④: 「非常に高い」、③: 「高い」、②: 「やや低い」、①: 「低い」

⁴ 参考和訳: 「2020 年までのベトナム都市部及び工業団地における水道開発の基本方針」

⁵ 同事業の業務完了報告書: URL アドレス <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12339255.pdf> (2026 年 2 月 10 日アクセス)

⁶ ハイフォン、ホーチミン、クアンニン、ナムディン、ティエンザン、フートォ (計 6 都市)

市への U-BCF 事業展開に寄与したことから、内的整合性があったといえる。

・外的整合性

事前評価時、アジア開発銀行（ADB）がアンズオン浄水場において、既存の 10 万 m³/日から 20 万 m³/日までの浄水処理能力拡張及び管網整備を支援することとなっていた。この施設拡張では、自然流下による浄水処理に変更するため、中間ポンプの使用を廃止する計画であった。本事業では、この自然流下に対応するため、取水地点での揚程を上げるべく、取水ポンプの能力を増強する必要があった。事後評価時、ADB 融資により整備された設備と本事業で整備した設備との間で、自然流下による浄水処理への変更に係る対応を含め、きちんと整合がとられていることが確認できた。ADB 融資により浄水処理能力を最大 20 万 m³/日まで拡張し、本事業で原水水質悪化に対応したことにより、同浄水場の浄水処理が量と質の観点から最適化された。よって、本事業は、ADB 融資による事業との外的整合性があったといえる。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性・整合性は高い⁷。

2 効率性

【アウトプット】

本事業のアウトプットは、上記「I 案件概要 実施内容」に記載のとおりである。大規模な変更ではないものの、以下のとおり変更があった。ただし、いずれも妥当な理由に基づいており、アウトプット変更は実施機関と JICA との間で検討・合意に基づいて行われていることから、変更点に特に問題はみとめられない。

・クワンビン取水場

- (1) 電気棟の階層、杭径、位置の変更：当初平屋建ての想定から、将来の浄水量増加に対応する電気設備を格納するため階層建てに変更された。また、建設予定地周辺の交通状況が変化し、大型車両の通行が増加したことにより、当初想定していた杭打機の搬入が困難となったため、より小型の杭打機を使用できるよう杭径を小さくし、必要な支持力を確保するために杭の本数を増やす変更が行われた。さらに、概略設計時にはなかった変圧器施設が実施機関により建設予定地内に設置されたため、これを避けるべく電気棟の位置も当初計画から 11.45m 移動させる必要が生じた。
- (2) 塩素注入設備の追加：実施機関が運営する他の浄水場でカワヒバリ貝の被害が発生し、実験結果、塩素を注入することで効果が得られることが判明したため、取水施設に既存設備と同様の塩素注入設備を新たに設けることとなった。
- (3) 取水ポンプ仕様・台数の変更：実施機関より、既設取水場を運転しながらの設備更新となるため、更新対象となるポンプ台数を減らしたいという要望があったため、ポンプ台数を減らし、容量を増やした（160kW×4 台から 230kW×3 台への変更）。
- (4) 取水棟改造：出力 230kW のポンプに更新した場合の騒音レベルは約 90db となり、ベトナム国家基準（昼間 70db 以下、夜間 55db 以下）を遵守できないこととなるため、騒音対策として、既設ポンプ棟の壁面に吸音パネルを設置するとともに、窓を防音窓とした。一方で、窓・扉は閉鎖状態となるため、常駐している運転監視員の作業環境を良好に保つため、照明設備、換気設備、冷房設備が設置された。
- (5) 取水管・導水管の供与：当初、既設の取水管・導水管を使用する想定だったが、本事業実施に合わせ、予防保全的に取水管・導水管の一部を更新することで、施設の持続性を高めたいという実施機関からの要請により、追加で調達された（施工は実施機関が実施した）。

・アンズオン浄水場

- (1) 塩素注入設備と電気棟杭基礎工事の追加：カワヒバリ貝対策として、浄水場の電気室、監視室と合わせて、塩素注入室（U-BCF 施設に次亜塩素注入設備を新たに設置）を一体的に設置することとなり、建物全体の荷重が増加したため杭を追加することとなった。
- (2) 舗装仕様の変更：ハイフォン市内では多くの建設工事が同時並行的に進んでおり、アスファルトの調達が困難となり、コンクリート舗装に変更された。また、当初 U-BCF や電気棟建屋周辺は軽車両専用と想定されていたが、将来的に仮設ゲートを本設ゲートとして使用し、一部ルートで重車両を通行させるという新たな場内ルートが実施機関から提案されたため、この提案に基づき、コンクリート舗装の面積や舗装の厚さも変更されることになった。
- (3) 配管延長の変更：概略設計時点では、U-BCF から既存の薬品混和地に処理水を送り、一部を将来の ADB 事業による拡張に備え、分岐バルブで止めておく想定だった。しかし、詳細設計時点では ADB 事業が進行し、配管を ADB 対象部分の着水井までつなげる必要が生じた。これにより、配管延長の変更が必要となった（計 556m から計 1,059m への変更）。

【インプット】

・事業期間

当初計画された事業期間は 2016 年 2 月（贈与契約締結）～2018 年 7 月（試運転・検査・引き渡し及びソフトコンポーネント完了）の計 30 カ月だったが、実績は 2016 年 2 月（贈与契約締結）～2021 年 12 月（実施機関（施主）への正式な引き渡し）の計 71 カ月であり、計画を大幅に上回った（計画比 233%）。実績が計画を大幅に上回った主な理由は以下のとおり。

- (1) 詳細設計期間について、設計変更（カワヒバリ貝対策のための塩素注入設備新設に伴う追加の設計業務等）への対応や関係機関との調整に 12 カ月、実施機関による入札図書の承認に 10 カ月を要した。
- (2) 2018 年 8 月にコントラクターとの契約が締結されたが、公共支出管理に係る新政令（Decree）施行に伴い支払授權書（AP）が長期間発行されず、コントラクターへの前払金の支払がなされなかったため、未払いを理由に 2019 年 4

⁷ 妥当性は③、整合性は③。

月以降もコントラクターが取水場の工事に着手しなかった⁸。

- (3) 本事業による取水場の着工が遅れたことから、2019年11月に実施機関が自己予算による事業を同一敷地内で先行させたため、本事業で予定していた電気棟建設やポンプの配置計画を大幅に見直す必要が生じ、取水場の再設計のために2020年1月から11月まで事業化調査が実施された。同調査期間は当初約4カ月の予定に対し、新型コロナウイルスの影響により11月まで延長されたが、実施機関によれば、事業化調査及び設計変更の最終化と取水場工事は同時並行で行われたため、事業化調査実施による本事業実施遅延への影響は限定的であった。

表1 事業期間の比較

| 内容 | 計画 | 実績 |
|---------------------|------|------|
| 贈与契約調印～詳細設計 | 2カ月 | 3カ月 |
| 詳細設計期間（現地調査・入札手続含む） | 9カ月 | 29カ月 |
| 本体工事期間 | 17カ月 | 36カ月 |
| ソフトコンポーネント | 2カ月 | 3カ月 |

出所：JICA 提供資料、実施機関及び本体コンサルタントへのヒアリング

・事業費

本事業の総事業費計画額は、2,252百万円（日本側2,196百万円、相手国側56百万円）だったが、実績額は2,235百万円（日本側2,207百万円、相手国側28百万円）であり、計画内に収まった（計画比99%）。日本側事業費の実績額は2,191百万円だったが、上記の事業化調査実施費用16,008,300円を足すと、実績額は2,207百万円となり、計画額（2,196百万円）をわずかに上回った（計画比100.5%）。相手国負担費用は、計画額56百万円に対し、実績額28百万円であり⁹、計画内に収まった（計画比44.6%）。実績額が計画額より低くなった理由は、本事業実施のための土地借用費用や必要な許認可取得のための費用が実際には不要となったこと、工事中の出入り口の新設費用やVAT還付手数料が想定より少なく済んだこと等による。

【評価判断】

以上より、事業費は計画内に収まったものの、事業期間は計画を大幅に上回ったため、本事業の効率性はやや低い。

3 有効性・インパクト¹⁰

【有効性】

<定量的効果>

本事業では、定量的効果指標として「アンモニア態窒素濃度」のみ目標値が設定されていた。同指標の実績値は表2のとおり、事業完成以降、目標値を達成している。加えて、本事業では、事業目的にもあるとおり、塩素注入量の低減を図ることも目標としていたことから、浄水場での塩素注入量を事後評価における補完指標として設定した。同補完指標の実績値が基準値を上回っている理由は以下のとおり。

- (1) 近年、産業・農業・家庭排水の河川への流入による原水の水質悪化がさらに深刻化している（特に雨季には、大雨により汚染物質が土壌から流れ出し、原水の汚染がさらに悪化している一方、取水河川であるレ川周辺には下水処理場が整備されていない）。実施機関の水質検査結果によれば、過去10年間で原水中の過マンガン酸カリウム消費量（水中の有機物の量を示す）は平均26%、アンモニア態窒素は平均12%、溶存マンガンは平均38%、亜硝酸は平均40%増加している。
- (2) 2018年にベトナム国内の水質基準が改定され、浄水処理水中の遊離残留塩素量がそれまでの0.5mg/L以下から1.0mg/L以下に変更された。
- (3) 既存の浄水池のサイズは約6,000~7,000m³であったが、ADB事業により約20,000m³が追加され、計約26,000~27,000m³となったため、必要な塩素量が増加した。加えて、準備調査時の基準値は既存の浄水処理量（100,000m³/日）に基づき算出されているが、事後評価時にはADB事業により160,000m³/日（平均）に拡張されている。

したがって、基準値と実績値を単純に比較できない。なお、準備調査では、過去10年間のアンズオン浄水場における平均注入量実績に基づき、本事業実施により塩素注入量が91,250kg/年から71,467kg/年に削減されるものと算出されていた（19,783kg/年の削減）¹¹。一方、2025年1月14日のアンズオン浄水場での塩素注入量実績によれば、U-BCFが整備されている部分（本事業対象部分）の1日あたり塩素注入量は2g/m³、U-BCFが未整備の部分の塩素注入量は2.88g/m³であった。よって、U-BCFによる削減効果は、2.88-2=0.88g/m³となり、年間の削減効果は、0.88g/m³×100,000m³/日（U-BCFの処理能力）×365日=32,120kg/年と算出される。仮に上記注入量実績が年間を通じて一定であると仮定した場合、原水水質悪化の影響により、準備調査時の想定よりも削減効果が高くなっていることが伺える。

⁸ なお、取水場工事への着手が行われるまでの間、2018年12月から2019年4月にかけて、取水場のポンプ容量に関連する再設計変更の検討が行われた（実施機関が当初廃棄する計画だった既存の取水ポンプ3台をバックアップとして残すことにしたいが、ポンプ室のスペースが足りなくなるため、詳細設計時に変更したポンプ容量・数量をさらに変更するよう要請した。しかし関係者間の合意に至らず、最終的に同再設計変更は行われなかったこととなった）。

⁹ ただし、コントラクターへのVAT還付手数料については、一部還付の対象とならなかった費用もあったようであり、正確な額は不明。

¹⁰ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹¹ 準備調査報告書p.3-14~3-15を参照：URLアドレス https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12231262_01.pdf（2026年2月10日アクセス）

表2 本事業の定量的効果指標

| 指標 | 基準値 2013～2014年 計画年 | 目標値 2018年 事業完成1年後 | 実績値 2022年 事業完成1年後 | 実績値 2023年 事業完成2年後 | 実績値 2024年 事業完成3年後 |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| (指標) アンモニア態窒素 濃度 (mg/L) | 0.2～1.1 | U-BCF 出口で0.2 以下 | 0.02～0.10 (平均0.06) | 0.02～0.24 (平均0.07) | 0.02～0.42 (平均0.08) |
| (補完指標) 浄水場での塩素注 入量 (kg/年) | 91,250 | - | 184,874 | 202,800 | 230,600 |

出所：事前評価表、準備調査報告書、質問票回答

注：アンモニア態窒素濃度実績値について、2023年にハイフォン市水道公社水質管理部により水質検査が行われた計47日のうち1日のみ0.24mg/L、2024年に同水質検査が行われた計57日のうち1日のみ0.42mg/Lとなり、目標値をやや上回った。

<定性的効果>

本事業実施により、(1) (原水中に含まれるアンモニア態窒素濃度の低減による) 浄水場の運転の安定性 (容易性) の向上及び(2)高度浄水処理の導入によるベトナムにおける水道事業関係者の知識・技術の向上等の定性的効果が発現することが期待されていた。(1)について、実施機関によれば、アンモニア態窒素のみでなく、溶存マンガン、亜硝酸、有機物等がU-BCFにより低減し、浄水場の運転の安定につながっている。(2)については、本事業のソフトコンポーネント実施後のU-BCFの運転維持管理に係る理解度テストで受講者全員が70～80%以上の正答率となり、水質管理に係る理解度テストでは90%以上の正答率となった。同ソフトコンポーネントや実施機関職員の自助努力により、高度浄水処理に係る知識・技術は向上している。よって、本事業の定性的効果は想定どおりに発現した。

【インパクト】

・安全な飲料水の配水への寄与

準備調査時 (2014年) 及び事後評価時 (2023年・2024年)¹²における対象浄水場の水質データは下表のとおり。事後評価時において、浄水処理水の水質は、ベトナム基準を満たしているとともに、U-BCFにより総THMの濃度が減少・安定し、安全な飲料水の配水に貢献している。

表3 アンズオン浄水場の水質データ

| 項目 | ベトナム基準 | 浄水処理水の水質 | | | | | |
|----------------------|--------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | 2014年 8月3日 | 2014年 11月12日 | 2023年 4月13日 | 2023年 10月18日 | 2024年 3月13日 | 2024年 10月3日 |
| 濁度 (NTU) | 2 | 0.26 | N/A | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.09 |
| 遊離残留塩素 (mg/L) | 1.0以下 | 1.05 | N/A | 0.78 | 0.76 | 0.81 | 0.64 |
| 化学的酸素要求量 (mg/L) | 2 | 1.55 | N/A | 0.93 | 1.29 | 1.51 | 0.91 |
| クロロホルム (µg/L) | 200 | 27.57 | 49.0 | <0.02 | 6.03 | 8.62 | 9.19 |
| ブロモジクロロメタン (µg/L) | 60 | 5.97 | 71.1 | 5.14 | 10.77 | 11.19 | 12.57 |
| ジブロモクロロメタン (µg/L) | 100 | 2.33 | 17.4 | 15.61 | 8.12 | 1.71 | 2.53 |
| ブロモホルム (µg/L) | 100 | <0.3 | <0.3 | 0.38 | 0.40 | 3.38 | 0.30 |
| 総THM (µg/L) | - | 35.87 | 137.5 | 21.13 | 19.29 | 28.28 | 15.40 |

出所：準備調査報告書、質問票回答

・対象浄水場の運営・維持管理費 (薬品費) の節約への寄与

本事業では塩素注入量低減による薬品費の節約への貢献も期待されていたが、実績では大幅に増加している。これは、近年の原水水質の悪化 (特に2024年は、9月1日に発生した台風11号による原水水質悪化への影響が大きかったほか、産業・農業・家庭排水の河川への流入により原水の水質が悪化していることに起因している) 及び既述の理由 (国内水質基準の改定、浄水処理量の増加) により、単純に事業実施前後での比較ができない。

¹² 経年での傾向を確認すべく、2023年及び2024年の水質データを確認した。

表4 アンズオン浄水場の薬品費

| 薬品 | 数量 | | | 単価 (VND) | | 維持管理費 (百万 VND) | | |
|------------------|------------------------|---------|---------|------------------------|----------------|------------------------|-------|-------|
| | 2004年～ 2014年の 平均 | 2023年 | 2024年 | 2004年～ 2014年の 平均 | 2023/2024 年 | 2004年～ 2014年の 平均 | 2023年 | 2024年 |
| 凝集剤 (PAC) (kg/年) | 526,513 | 523,000 | 700,000 | 9,150 | 8,300 | 4,818 | 4,341 | 5,810 |
| 塩素(kg/年) | 91,250 | 202,800 | 230,600 | 11,200 | 10,300 | 1,022 | 2,089 | 2,375 |

出所：準備調査報告書、質問票回答

・その他正負のインパクト

① 環境へのインパクト

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大ではないと判断されるため、カテゴリ B に該当するとされ、本事業に係る環境影響評価報告書は、ベトナム国内法上作成が義務付けられていなかった。同国国内の排出基準及び環境基準を満たすよう、工事中は、大気質、水質、騒音、廃棄物等について、機械類の整備や燃料選定、沈砂池の設置、防音低振動型杭打機の利用、及び適切な廃棄物の分類・処分等の対策がとられ、供用時は、騒音等について、消音機や吸音板設置等の対策がとられる予定であった。

実施機関及び本体コンサルタントによれば、本事業実施中は、大気質、水質、騒音、振動、地盤沈下、廃棄物等に係るモニタリングが行われ、上記環境社会配慮ガイドライン及びベトナム国内基準に則り適切な対応がとられた。また、本事業では、騒音対策として、既設ポンプ棟の壁面に吸音パネルを設置するとともに、窓を防音窓とすることで、騒音レベルは45.7dbまで低減可能となった¹³。

② 住民移転・用地取得

本事業は、既存浄水場施設内における U-BCF 及び関連施設の建設であり、住民移転・用地取得は発生していない。

③ ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システム・規範・人々の幸福・人権
該当なし

④ その他正負のインパクト

事後評価時、U-BCF の効果はベトナム国内でも認知されつつある。既述の「上向流式生物接触ろ過を活用した浄水処理の普及・実証事業」（2016年～2019年）において、計6都市の浄水場で U-BCF の実証実験が行われた。本体コンサルタントによれば、ホーチミン市では経済産業省の補助金により、U-BCF (処理能力 30 万 m³/日) を導入する方向でフィージビリティ・スタディが実施された。近い将来、他の浄水場でも U-BCF が導入される可能性が高まっている。

【評価判断】

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

4 持続性

・政策・制度

「社会経済開発計画2021年～2025年」において、計画期間中に清潔な水・汚染されていない水へのアクセス率を、都市部で95～100%、農村部で93～95%とすること、またダムや貯水池の安全性を確保し、水資源の汚染を防ぐことが目標とされている。また、首相決定「No. 2502/QD-TTg」（2025年までの都市部及び工業団地の水供給に関する開発方針の首相承認）において、2025年までに都市部における中央給水システムによる清潔な水供給サービスの普及率100%ならびに一人当たり給水量120リットル/日を達成し、水質が規制水準を満たすこと、そのために給水システムの運営・管理における先進国の経験からの学びを深めることが掲げられている。よって、本事業で整備した設備・機材の維持管理に対する政治的関与（コミットメント）の継続見込みは高いとみられる。

・組織・体制

本事業の実施機関であるハイフォン市水道公社は、概略設計時（2014年）以降に組織名称を変更している¹⁴が、同社によれば、組織形態に変更はなく、政府（ハイフォン市人民委員会）が株式の80.5%を保有している。2025年1月時点の同社職員総数は972名、うちアンズオン浄水場の職員総数は72名（このうち、オペレーション担当が47名、修理担当が8名）。浄水場内のプロセス自動化により職員数のスリム化が図られている。同社が抱える浄水場の維持管理計画は同社の計画部が作成し、アンズオン浄水場（クワンビン取水場を含む）では同計画に従って実際の維持管理が行われている。緊急修理が必要になった場合は、浄水場が計画部に緊急修繕計画を提案し、同部がレビュー・上層部に報告の上、承認するという流れになっている。また、U-BCF処理水の水質や運用状況については、同社の水質管理部も検査・管理を行っている。浄水場の運営・維持管理体制が確立しており、運営・維持管理を適切に行うのに十分な人員が配置されている。

・技術

ハイフォン市水道公社では、本事業実施前にJICA草の根技術協力事業「有機物に対する浄水処理向上プログラム」（2010年～2012年）により、U-BCFの実証実験が行われた。この際、北九州市上下水道局が受入研修生に対し、U-BCFの基礎知

¹³ 本事後評価において、環境指標の基準値超過や周辺住民からの苦情などは報告されなかった。

¹⁴ 和文名はいずれも「ハイフォン市水道公社」であるが、英文名は「Hai Phong Water Supply One Member Co.,Ltd」から「Hai Phong Water Joint Stock Company」へと変更された。

識、U-BCF実験プラントに関する設計、その処理効果を見るためのアンモニア態窒素、化学的酸素要求量（COD）、紫外線吸収度（E260）の測定方法の実習を行った。加えて、本事業のソフトコンポーネントでは、本体コンサルタント¹⁵により、U-BCFの運転維持管理に係る必要な技術移転が行われた。また、ハイフォン市水道公社は、新規職員の採用時、上水技術の習得に特化した、国内7つの大学に絞って採用している。職員の採用後は、OJTや外部専門家（コンサルタントなど）によるトレーニングがある。特に、北九州市上下水道局との基本合意書（MOU）締結（2024年）により、年2回同水道局から職員が派遣され、技術指導・サポートを受けている。また、年1回、水道公社全体で（全職員対象）上水プロセス全体に係るトレーニングが行われ、トレーニング後に筆記試験が実施されている。さらに、アンズオン浄水場では、年4回修理担当職員8名に対し、スポットでのスキルテストも行われている。総じて、浄水場の運営・維持管理を適切に行うのに十分な技術力が確保され、人材育成体制も確立している。

コントラクターにより提供された維持管理マニュアルは事後評価時現在も活用されている。ただし、同マニュアルは非常に分厚く詳細で、使い難いため、北九州市上下水道局が簡易版マニュアルを作成・提供した。事後評価時点では、両方のマニュアルが活用されている。

・財務

ハイフォン市水道公社は独立採算制の公社であり、本事業対象部分の維持管理費を含め、必要な支出が収入で賄われている。表5は同公社の近年の損益状況であるが、U-BCFの運転維持管理に必要な財源は同公社の事業収入で賄われており、適切な維持管理を行うための財源が確保されている。

表5 ハイフォン市水道公社の損益状況

(単位：百万VND)

| | 2022年 | 2023年 |
|--------|---------|-----------|
| 売上 | 969,365 | 1,029,240 |
| 売上原価 | 600,299 | 636,928 |
| 粗利益 | 369,066 | 392,313 |
| 金融収入 | 22,727 | 33,069 |
| 金融費用 | 65,448 | 87,226 |
| 販売費 | 135,774 | 138,444 |
| 一般管理費 | 87,699 | 90,682 |
| 営業利益 | 102,872 | 109,030 |
| その他収入 | 14,968 | 12,036 |
| その他費用 | 12,540 | 11,604 |
| その他利益 | 2,428 | 432 |
| 税引前利益 | 105,299 | 109,461 |
| 法人税 | 19,140 | 20,100 |
| 税引後純利益 | 86,159 | 89,362 |

出所：質問票回答

注：上記のうち、U-BCFの運転維持管理に必要な費用（人件費、維持管理・修理費、電気代等）は3,800百万VND/年程度。

・環境社会配慮

自然・社会環境に係る負のインパクトは見受けられず、環境社会面からの持続性リスクはみとめられない。

・リスクへの対応

事後評価時点で維持管理に対するリスクは特にみとめられない。

・運営・維持管理状況

U-BCFの適切な運用に必要な日常の維持管理や定期点検が実施されている。事後評価時において、故障や問題が生じている箇所もなく、設計どおりの性能を発揮している。2023年にU-BCFから活性炭が流出してしまう事象が発生し、全池の支持砂利洗浄が行われたが、これは運用開始直後に塩素注入のコントロールがあまりうまくいっておらず、カワヒバリ貝が大量発生し、稚貝が活性炭の中に入って成長して死んだ後に貝殻が残り、これが活性炭の中に隙間を作ってしまう、隙間から活性炭が流出してしまうことが原因であった。2024年5月に北九州市上下水道局とハイフォン市水道公社との間でU-BCFの運用・維持管理にかかるMOUが締結され、運用・維持管理にかかる技術的支援を北九州市上下水道局が無償で行う（出張に伴う費用は水道公社が負担）ことで合意した。水道公社や北九州市上下水道局によれば、これ以降は活性炭問題は発生しておらず、維持管理状況も良好である。

【評価判断】

以上より、本事業の運営・維持管理は関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務状況ともに問題はなく、持続性が確保されており、環境社会配慮面やリスク等の懸念事項もない。本事業によって発現した効果の持続性は非常に高い。

¹⁵ ソフトコンポーネントは、北九州市上下水道局とパートナー関係にある株式会社北九州ウォーターサービスにより実施された。

III 提言・教訓

・実施機関への提言：
なし

・JICA への提言：

事後評価時において、本事業で整備した U-BCF は適切に運用・維持管理され、対象浄水場における安全な飲料水の配水に貢献している。一方、取水河川であるレ川周辺には未だ下水処理場が整備されておらず、原水の汚染がさらに悪化している。今後、原水の汚染状況が大幅に深刻化した場合に、U-BCF のみでは対処できなくなる可能性も懸念される。よって、ドナー機関としてベトナム政府に対し、取水河川流域での下水処理施設の整備を促すべきと考える。

・教訓：

(1) [円滑な事業実施のための留意点]

本事業では、事業期間が大幅に延長となったが、実施機関によれば、準備調査から詳細設計実施までに3年近くを要し、この間に ADB 事業の進捗やカワヒバリ貝被害の発生など、さまざまな状況が変わり、結果として多くのアウトプット変更が生じた。本事業では大規模な変更は生じていないものの、アウトプット変更の必要性が生じる度に上位組織である人民委員会の承認が求められ、この承認手続きに時間を要したことも事業実施遅延の一因となった。今後同様の組織体制の実施機関による事業を実施する場合（実施機関がアウトプット変更に対する決定権限をもっていない場合）、JICA、実施機関、本体コンサルタント、コントラクターは準備調査から詳細設計までの速やかな実施に努めるとともに、計画段階で、円滑な事業実施のために、詳細設計段階以降の変更はできる限り避ける必要があることを JICA と実施機関間で合意しておくなどの工夫が必要と考えられる。

(2) [事業内容に即した定量的効果指標の設定]

本事業では U-BCF 出口におけるアンモニア態窒素濃度のみが定量的効果指標として設定されていたが、U-BCF はそれ以外にも過マンガン酸カリウム消費量（水中の有機物の量を示す）、溶存マンガン、亜硝酸など、他の物質も低減する効果があり、対象浄水場では安全な飲料水配水のためにこれら他の物質も処理する必要があるため、今後 U-BCF を他の都市等へ展開する際には、事業効果を適切に測るといった観点から、他の物質も定量的効果指標に含めてもよいと考える。

(3) [本体コンサルタントとの連携効果]

本事業では、事業完了後に北九州市上下水道局とハイフォン市水道公社との間で運用・維持管理にかかる MOU が交わされ、北九州市上下水道局が技術的支援を無償で行っている。このことは、U-BCF という、ベトナムをはじめ開発途上国では馴染みのない、先進的な技術の円滑な導入・安定運営に大きく貢献した。先進的な技術を導入する事業を実施する上で参考になる好事例であり、北九州市上下水道局のように先進的な技術を有する事業体による積極的かつ持続的な支援を行うといった取り組みが検討されるべきと考える。

IV ノンスコア項目

・適応・貢献

客観的な観点による評価：実施機関によれば、事業計画段階から完成後の U-BCF 施設引き渡しまで、JICA から適切に支援が行われ、JICA は事業関係機関として果たすべき役割を果たし、結果に対して貢献した。

・付加価値・創造価値

ハイフォン市水道公社では、JICA 草の根技術協力事業「有機物に対する浄水処理向上プログラム」（2010年～2012年）により U-BCF の実証実験が行われ、U-BCF の有効性が確認された後、2013年に同市ビンバオ浄水場に小規模の U-BCF が自己資金で導入され、その後、同公社の主力浄水場へ U-BCF を導入するために、JICA 無償資金協力により本事業が実施された。そしてこれら事業の成果を踏まえて、ベトナム各地の浄水場へ U-BCF 事業が展開される方向で進捗している。日本の地方自治体が有する技術を活かした草の根技術協力事業が全国展開につながったイノベーティブな取り組みといえる。

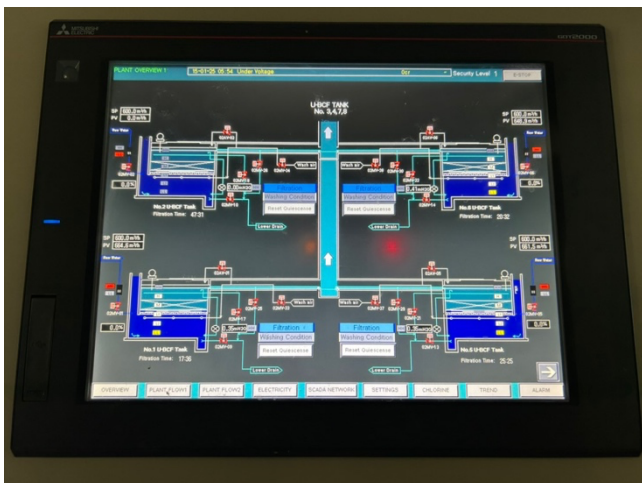


写真2：U-BCF 制御盤（出典：評価者撮影）



写真3：U-BCF を上から撮影（出典：評価者撮影）