

終了時評価表

1. 案件の概要	
事業名（対象国名）：ダナン市における都市し尿のバイオマス液肥による環境改善ならびに 農家支援事業（ベトナム社会主義共和国）	
事業実施団体名：築上町、九州大学、佐賀大学 (有)環境ビジネスソリューション	分野：環境
事業実施期間：2015年3月～2017年3月	事業費総額：59,751,018円
対象地域：ダナン市	ターゲットグループ： ダナン市人民委員会の関連職員
所管国内機関：JICA九州	カウンターパート機関： ダナン社会経済研究所（DISED） 実施機関：ダナン都市環境社（URENCO）
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>ベトナム中部最大の都市であるダナン市は、国際空港と国際港を有し、市内には6箇所の工業団地があり、外国投資額も近年大幅に伸びている。また、市の周辺に3つの世界遺産やリゾートビーチなどがあり観光資源にも恵まれている。ダナン市は地理的な強みを生かしながら、ベトナム中部経済の牽引役として成長することが期待されており、2000年には70万程度だった人口が100万人を超えつつある（2014年当時）。</p> <p>ダナン市では都市部への人口集中に対し、「し尿処理」の対応が追いついておらず、ごみ埋立場の漏出水が大きな課題となっている。市で唯一の処理場であるカインソンごみ埋立場では、平均600t/日のごみが搬入されているが、山を削った素掘りの谷間にごみを埋め立てているため、そこからの漏出水が周辺の河川や用水路など、埋立地より標高の低い地域の環境に悪影響を及ぼしている。さらに同埋立場には、し尿処理施設が設置され、90t/日のし尿が市内から運ばれて処理されているが、この処理が完全ではなく、やはり下流域の水環境の汚染源となっている。現在、「し尿処理場」の下流の用水路では、悪臭や蚊、蠅の大量発生など周辺環境に大きな影響を与えており、用水路周辺の劣悪な環境に対する農家と市民からの苦情が当局に寄せられ、この問題への対応が急務となっている。ダナン市では汚染源をごみ埋立場からの漏出水であることを確認し、2008年の環境都市宣言の中でも、漏出水問題解決の優先度を上位に位置づけている。しかし、「し尿処理」に関しては関連法規も整備されておらず、今後のビジョンが描けていない状況である。そこで、本事業では「し尿処理」にターゲットを絞り、ダナン市の将来的な「し尿処理」のビジョンのひとつとなるようなバイオマス利活用を中核としたデモンストレーションを行ない、その活動の中でカウンターパートに技術移転を図るものである。</p> <p>また、都市住民よりも相対的に貧しい農家では、販売額の10～20%を化学肥料購入に充てていることから、より安価な国産有機肥料の導入が求められている。そこで、都市し尿の一部を高温好気性発酵プラントで液肥に転換し、市内農家で利用するプロジェクトを行うことで、し尿を20日程度の発酵期間を経てその全量を地元農家が切望している肥料に転換でき、循環農業への実現も期待できる。</p>	
<p>1-2 協力内容</p> <p>(1) 上位目標</p> <p>ダナン市によって本事業が維持され、さらに事業規模拡大に向かう</p>	

(2) プロジェクト目標

ダナン市職員に築上町の有機系廃棄物循環農業の技術が移転される

(3) アウトプット

- ① 高温好気性発酵プラント（デモンストレーション用プラント）が設置される
- ② 液肥散布作業が効率的に行なえるようになる
- ③ ダナン市の教職員のみで循環授業実施が可能になる

(4) 活動

- 1-1 建設場所の確認
- 1-2 デモンストレーション用プラントの建設
- 1-3 液肥散布専用車の作製
- 1-4 デモンストレーション用プラントの試運転
- 1-5 し尿の受け入れ（定常運転）
- 1-6 プラント運転員の養成
- 1-7 液肥の成分分析と施肥設計
- 1-8 ダナン市環境保全局（ダナン都市環境社）への技術移転
- 2-1 液肥散布モデル農地の確定
- 2-2 液肥散布の準備作業
- 2-3 モデル農家への液肥散布指導
- 2-4 液肥散布
- 2-5 ダナン市農業農村開発局への技術移転
- 3-1 循環授業の開催の調整
- 3-2 循環授業に用いるテキスト（ベトナム語）作成
- 3-3 中学生を対象とした循環授業
- 3-4 教員への循環授業のノウハウ提供
- 3-5 その他の啓発事業
- 3-6 ダナン市教育局への技術移転

2. 評価結果

妥当性（Are these the right things to do?）

【ダナン市の政策と日本の援助方針との合致】

ダナン市は2008年に環境都市宣言を出しており、その中でし尿処理適正化に係る問題は、し尿以外の一般廃棄物処理問題と合わせて、その優先度・必要性は本事業の計画当初より高いレベルに位置付けられており、それは現在でも維持されている。また、本事業は、我が国のODAの対ベトナム事業展開計画の「重点分野2：脆弱性への対応」に記載のある、急速な都市化に伴い顕在化している環境問題への支援に該当し、ダナン市の課題である「脆弱性への対応（成長の負の側面への対応）」として、公衆衛生向上と農村支援を実施する本事業は、妥当性が高いと言える。

【ターゲットグループ・対象地等の選定】

カウンターパートのダナン社会経済研究所（DISED）は、ダナン市人民委員会・委員長の直属の調査・調整機関であり、本事業のように複数の行政部局の管轄にまたがる新規事業を行う場合に適した調整役として、本事業に関係するダナン都市環境社（URENCO）やホアバン区、人民委員会との調整を行い、DISEDはその責務を十分に果たした。

また、実施機関のURENCOは、ダナン市から長年に渡ってし尿処理業務を受託しており、

し尿処理実務の経験・技術を持っており、かつ現状の処理方法に問題意識を持っていたことから、本事業への対応は終始前向きであり適切な実施機関であったと考えられる。

【現地事情・ニーズとの適合性】

モデル農地、啓発活動の実施機関のホアバン区人民委員会は、ダナン市最大の農業地帯を有し、液肥散布モデル農地として最適であった。また、啓発活動の対象であったホアバン区の中学校の生徒は家業が農業という者がほとんどであったため、啓発活動の実施場所として最適であり、スムーズに液肥利用のための啓発活動を進めることができた。

実績とプロセス(Are we doing what we said we would do?)

【投入実績】

・ 専門家派遣

2015 年度 28 名
2016 年度 29 名
計 57 名

・ 本邦研修受入 2016 年度：13 名（2016/08/01～08/04）
計：13 名

・ 投入機材 クローラー1 台、溶存酸素計 1 台、し尿液肥化プラント 1 施設

【アウトプットの達成度】

① Output1「高温好気性発酵プラント（デモンストレーション用プラント）が設置される」に対する活動としては、2016 年 6～7 月にリエンチュエウ区カインソンに 3.5 t/日のし尿液肥化プラントを建設・完工した。2016 年 8 月より試験運転を開始したが、し尿に混入している夾雑物（石やコンドーム）が発酵槽内のポンプを詰まらせるといったトラブルが発生した。このトラブルに対応するため受入槽のストレーナーを交換し、また調整槽から発酵槽のし尿移送パイプにもストレーナーを設置した。2016 年 10 月より定常運転に入った。

- ・指標である「施設の設置と稼働（ダナン郊外にデモンストレーション用プラントを新設（建設）し、し尿を原料としたバイオマス液肥製造施設を完成させ、稼働させる）」に対する達成状況としては、施設の稼働履歴簿を確認すると 2016 年 10 月より定常運転を行っている。
- ・し尿の受け入れについては、し尿の受け入れをダナン市から一任されている民間会社（実質的に公的機関の位置づけに近い）である URENCO が実施している。ダナン市の下水処理については、税金で処理するという体制になっておらず、各戸で所有する汚泥貯留槽がいっぱいになると URENCO に連絡し、回収してもらい、その際に費用を払う体制になっていること。し尿プラントへの運搬については、農家からの需要ベースで実施していた。つまり、農家から液肥をリクエストされた際にプラントに対してし尿を入れ、液肥を生成するという形をとっていた。実際の 2016 年 10 月以降のし尿の受け入れ状況については、以下のとおり。

	し尿受入状況
2016 年 10 月	48t
2016 年 11 月	96t
2016 年 12 月	8t
2017 年 1 月	8t
2017 年 2 月	48t

*12 月、1 月の受け入れ量が少ないのは、12 月・1 月は雨量が多く、液肥を散布しても流出することから、農家からリクエストがなかったため、受け入れを行わなかったとのこと。

- ・プラントを運営管理するために育成された運転員は 1 名のみであった（実際には夜間の警備員にもプラントのマネジメント方法を教えているとのことであった）。仮にその 1 人がきちんと理想とする育成状態であったとしても、本人の意思にかかわらず離職する可能性は否めず、

持続可能性の面から不安が残る。

・施設を持続的に運営していくためには、完成した液肥の成分に問題が無いかを確認する必要がある。成分分析は現地企業に依頼して実施していたため、プロジェクト終了後についても分析は実施できるが、実施のための費用確保や、分析データの取り扱いについては誰が責任をもって実施するのかという点は確認できなかった。施肥設計（出来上がった液肥の成分に基づいた散布）については、出来上がった液肥の濃度の確認方法を農民と確認しているとのこと（色を基に判断するという簡易なものだが、実際の濃度と色が比例するため間違いがなく、また、液肥は有機肥料であるため、撒きすぎによる負のインパクトはないため、多少のばらつきは問題がないとのこと）。

② Output2「液肥散布作業が効率的に行なえるようになる」に対しての活動としては、ホアバン区内のモデル農地（Hoa Phong 村の約 40 戸の農家）に液肥散布を行った。活動期間中の散布面積は延約 2ha となった。クローラーを使用した液肥散布のほか、状況に応じて農家が流し込みやジョウロでの散布などを選択し圃場への液肥散布が適切に実施できるようになった。液肥利用のメリットとして慣行農法よりも作物の成長が早いことが確認され、農家は積極的に液肥を利用したいと考えるようになった。活動実績によりダナン人民委員会農業局も液肥利用を評価するようになった点は、市全体で液肥の農業利用を進めるために大きな一歩になったと考えられる。

・指標である「液肥散布に要する人員数、時間（液肥散布モデル農地での液肥散布（全 5 回を予定）を通じ、液肥輸送、液肥散布車への液肥補給、農地での散布作業を無駄なく効率的に行なえるようにする。）」について、液肥散布の実施については確認できたものの、実際に液肥散布に係る人員・時間等が効率的に行えるようになったのかという点は確認できていない。

・液肥が実際に農家に配布され、散布された回数については確認することが出来なかったが、実際に対象モデル地区に液肥散布を行った量については、以下のとおり。実質的には 10 月から毎月散布を行っているので、5 回以上となると思われる。

	散布量
2016 年 10 月	40t
2016 年 11 月	80t
2016 年 12 月	4t
2017 年 1 月	4t
2017 年 2 月	28t

*12 月、1 月の受け入れ量が少ないのは、12 月・1 月は雨量が多く、液肥を散布しても流出することから、農家からリクエストがなかったため、受け入れを行わなかったとのこと。

・農地での液肥散布は、各農家が自分たちで実施しているが、農地までの運搬については、URENCO が費用負担している。当初は URENCO が所有するバキュームカーを利用して液肥を運搬していたが、散布している最中にバキュームカーのタンク内に残っていた残留物（主にコンドーム）が液肥と一緒に農地に散布されてしまい、農家から強い抗議を受けたため、それ以降はトラックを別途借りて、1t タンクを 2 つ載せて運搬する体制に変更した。これにより運搬コストが増え、ランニングコストの 4 割を占める結果となり、運用上の課題となっていた。

・プロジェクトで導入した液肥散布車は、カインソン地区の Hoa Phong 農業組合に配置されており、映像や写真等を通じて使用状況を確認した。

③ Output3「ダナン市の教職員のみで循環授業実施が可能になる」に対する活動としては、ホアバン区の Tran Quoc Tuan 中学校において循環授業を実施した。日本人による授業を 3 回行い、その後、ベトナム人教師による授業を 3 回実施した。この活動をきっかけとして、ホアバン区では 2017 年 3 月以降、この循環授業の手法を基本に環境教育を全中学校に導入する方

針である。また、こうした教室型の授業だけではなく、プラント見学を含めたフィールド型の授業も実施する予定である。

また、ダナン人民委員会教育トレーニング局では、2017年よりダナン市内の全ての中学校での環境教育を推進しており、今後のホアバン区の取り組みをフィードバックし、全市で使えるような環境養育プログラムを作成することを検討している。

・指標である「循環授業の主体としてダナン市教職員が関与する割合（ダナン市教職員のみで循環授業を行なえるようになる）」については、実際にダナン市の教員のみで、授業を実施することが出来たので、達成されたと言える。なお、ダナン市の教員が実施した3回とも同一人物であり、授業が継続して実施されるかどうかという点は不安が残る一方で、授業研究には、22名の教員が参加していることから今後の広がり期待したい。

【プロセス・マネジメントの適切性・工夫】

・し尿液肥化プラントの建設許可の遅延

当初計画においては、開始1年以内にし尿液肥化プラントを建設する予定であったが、地域住民の意見集約・合意形成、先方政府の体制交代により約1年遅延して2016年7月にダナン市リンチエウ区カインソンに、し尿液肥化プラント（処理能力3.5t/日）を建設した。その後、試験運転を経て10月より定常運転を行った。運転開始後の経過は概ね順調であり、計画通りの能力でし尿を液肥に変換している。プラント建設遅延に対応するため、その期間（2015年10月～2016年9月）はより小規模の試験プラント（200L）を製造して液肥を製造した。今回の事業のようにし尿を処理する施設を建設する際には、先方政府と入念な打ち合わせをプロジェクト開始前に実施しておくことが望ましかった。

効果（Are we making any difference?）

【プロジェクト目標の達成度】

本事業で設定した指標は以下のとおり。

1. 実演プラントが持続的に活用されている
2. 上記1.で生産された液肥が市内農家で活用される
3. 啓発活動が定着する

以下に各指標の達成状況について記載する。

- ① 指標1について、現在の状況は現場の確認、運用履歴簿（試験運転が2016年8月に実施され、その後、2016年10月より定常運転開始）の確認により、調査時点ではプラントは運用されている状況が確認できた。一方で、プラントを運営できる人材育成については、廃棄物処理をダナン市より一任されているURENCOの従業員30名ほどのうち1名と夜間の警備員1名のみであり、プロジェクト終了時点においては限定的であると言わざるを得ない。1名が何らかの理由で離職した際のフォローアップの体制が弱いため、今後の施設の維持体制を強化するためには更なる人材育成が求められる。
- ② 指標2について、モデル地区であるホアバン区の対象農業組合に属する43戸の全世帯が実演プラントで製造された液肥を使用した。ただし、実演プラントで生成される液肥の量が限られており、恒常的に使うためにはプラントの規模拡大を検討する必要がある。収量の変化については、数字が出ていないが、作物の発育速度や発育状況については有意な差が認められているとのことであり、農家からは好評であるとのこと。本事業では、試験的に実施しているため、出来上がった液肥については、無料で農家に配っているため反応は良かったが、実際に農家が自分でお金を出して買うという持続的システムを構築するためには、行政・URENCO・農家のそれぞれのコスト負担をどうするのかダナン側で更に協議しなければならない。ちなみに築上町ではし尿の処理責任は行政にあることから、液肥製造、液肥運搬・散布の一連のコストのほとんどを町で負担している。
- ③ 指標3について、啓発については、提案当初は小学生と大学生を対象としていたが、プロジェ

クト開始後の C/P 機関との調整により、中学生（14 歳、中学 2 年生）を対象とすることとした。全 6 回の啓発事業を実施し、うち 3 回についてはベトナム人教師が一人で実施している（授業を受講した生徒は 243 名、授業研究に参加した教師の数は 22 名）。こちらについても、3 回の授業を実施した教師は同一人物であり、育成という観点からは今後の水平展開が期待される。なお、本啓発活動は、元々し尿を使うことに対する抵抗を取り除くために組み入れた活動であったが、実際のところ農家からはほとんど拒否反応はなく、スムーズに受け入れられた（できた液肥を見せたときに何の抵抗もなく、手で触っていたとのこと）。

【意識・行動の変容】

本事業でし尿液肥化プラント建設と運用に関する活動、液肥利用に関する活動、啓発に関する活動を実施したことで、ダナン人民委員会はこれまでやや懐疑的であった「し尿循環事業」が、ダナン市の抱えているし尿処理問題の具体的な対策として有用であることを認識した。今後、ダナン市はし尿循環事業を同市のし尿処理行政の基本手法とするかどうかをより具体的に検討する予定とのこと。

持続性(How sustainable are the changes?)

【し尿液肥化プラント】

実施機関のダナン都市環境社（URENCO）がし尿液肥化プラントの運営・維持管理を行うことになっているが、前述のとおり、プラントについては当初予定よりも約 1 年間遅れで完成したため、定常運転を開始できたのが 2016 年 10 月ごろからであり、1 年を経過していない。事業実施期間中はトラブルが起きた際には、そのたびに日本人専門家とともに現地 C/P で対応してきたため、一定程度のトラブル対応の知見は蓄積されていると考えられるが、半年足らずの運用のみでは今後の運用について、継続した日本人専門家のフォローが必要となる。

【液肥利用】

仮にプラントが十分な実施体制の元、きちんと運営されたとした場合においても、完成した液肥を誰の費用負担でどこに使うかという点については、明文化されていない。プロジェクト期間中はし尿処理の委託を受けている民間会社が、運搬費を負担し、農家に無料で配布していたが、プロジェクト終了後も同様の対応を続けてくれるかという点については、疑問が残る。また、配ってもらう農家側はプロジェクト期間中無料で液肥を使用できていたため、今後運搬費を負担してまで液肥を購入しようとするかという点も、懸念材料として挙げられる。

一方で、2017 年 4 月以降に、新規に道路緑地帯、植林地等へと液肥の仕向け先を拡大する予定である。これがうまくいけば、製造された液肥を行政が買い取る形となり、事業の持続性が期待できる。

【啓発活動】

計 6 回の環境教育事業を実施し、そのうち 3 回がベトナム人側で実施したものの、3 回とも同一人物によるものであった。環境教育自体については、現在政府が新たに取り組むべき授業内容として指示しているとのことであり、2017 年 4 月以降ホアバン区内の他の 10 中学校でも実施される予定が立っているなど、ベトナム側も継続させるための意欲はあると思われるが、1 人の教師のみが授業を実施できる状態から広げていくための指導はプロジェクトではなされていないため、人材育成に向けた積極的な情報共有や事例共有等の展開が求められる。

3. 市民参加の観点からの実績

【地元農家のプロジェクト参加】

本事業では築上町の液肥利用農家が多数参加した。築上町の農家がプロジェクトに加わることでダナン行政職員は、し尿液肥化事業において液肥利用者と行政の関係が非常に重要であることを強く理解することができたようであった。また、ホアバン区の農家に対しても「20年以上液肥を使っています」という築上町の農家の言葉は大きなプラスの影響を与えることができた。一方で築上町の農家もダナンの環境問題解決というやりがいのあるプロジェクトに参加し、その責務を果たすことで国際協力事業に寄与できたという貴重な思いを得ることができた。人口百万人以上のダナン市にわずか2万人の築上町が協力できたことは、今後もバイオマス利活用を中核としてまちづくりを進めることを考えている築上町にとって大きな糧となった。今後、町では今回の貴重な事業経験や、ダナン市より液肥事業について築上町が高い評価を得ていることを広く町民に伝えてゆくことが期待される。

4. グッドプラクティス、教訓、提言等

グッドプラクティス

【自治体の経験とプレゼンス】

ダナン市にし尿処理施設を導入するに当たり、実際に日本の自治体が導入し、20年使用し続けているという点は、ダナン市からの評価を高める上で非常に説得力のある根拠になった。また、20年前に築上町に技術を導入した際の担当課長が現在の町長であったこともあり、町を挙げてプロジェクトに対して積極的に関与していたことも先方への信頼を得る上で有効であった。

教訓・提言

【環境施設の建設許可】

ベトナムにおける環境施設の建設は小規模なものでも煩雑な事務手続きを要する。手続きにフォーマットや定められた手順は存在せず、さらに行政機構が複雑なため、場合によってはプロジェクト開始前に建設許可を得ておくなど、施設建設には十分な調整期間を用意する必要がある。もしくは、ベトナム側にも安心して施設を建設してもらうために、調査や調整機関を予めプロジェクトデザインに組み込んでおくことで、円滑な事業の実施が行われる。

環境問題は近年メディアでも大きく取り上げられており、周辺環境に影響を及ぼす恐れのあるプロジェクトに対しては、付近住民への説明や関係部署からの意見を聴取するなど、当局による慎重な対応がみられ、建設許可が下りるまでにはある程度の期間を要することが想定される。今後、環境関連施設を新設する場合は、これら要因による遅延を見据えた活動計画について考慮する必要がある。

また、本事業は約1年遅れで定常運転の期間が短縮されたため、プラントの運営や維持管理、環境教育向けの必要な人材育成を十分に行えず、事業終了後の継続指導やフォローを行うことが望ましい。