

ベトナム社会主義共和国

クアンニン省人民委員会/

クアンニン省人民委員会天然資源環境局

ベトナム社会主義共和国
「バイオトイレ」と「新浄化装置」
を活用した環境改善技術の
普及・実証事業
業務完了報告書

2018年6月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

国内
JR
18-117

正和電工株式会社

目次

地図	viii
案件概要	xiv
1. 事業の背景	1
1-1 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
1-1-1 事業実施国の政治・経済の概況	1
1-1-2 対象分野における開発課題	4
1-1-3 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	6
1-1-4 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	14
1-2 普及・実証を図る製品・技術の概要	17
2. 普及・実証事業の概要	20
2-1 事業の目的	20
2-2 期待される成果	20
2-3 事業の実施方法・作業工程	20
2-4 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	23
2-4-1 要員計画	23
2-4-2 投入機材	25
2-5 事業実施体制	27
2-6 事業実施国政府機関の概要	27
3. 普及・実証事業の実績	29
3-1 活動項目毎の結果	29
3-1-1 成果 1. に係る活動	29
3-1-2 成果 2. に係る活動	61
3-1-3 成果 3. に係る活動	85
3-1-4 各現地調査の結果	130
3-2 事業目的の達成状況	136
3-3 開発課題解決の観点から見た貢献	139
3-4 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	142
3-4-1 経済貢献	142
3-4-2 地域活性化貢献	143
3-5 環境社会配慮（※本案件は環境社会配慮カテゴリ C 案件である）	146
3-6 ジェンダー配慮	146
3-7 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	147
3-7-1 責任の所在	147
3-7-2 ランニングコストの負担	147
3-7-3 維持管理費の負担と徴収	147

3-7-4 維持管理の頻度	147
3-7-5 新浄化装置の処理水水質	147
3-8 今後の課題と対応策.....	148
4. 本事業実施後のビジネス展開計画.....	149
4-1 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定.....	149
4-1-1 マーケット分析	149
4-1-2 ビジネス展開の仕組み	149
4-1-3 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール.....	151
4-1-4 原材料・資機材の調達計画.....	151
4-1-5 生産・流通・販売計画	151
4-1-6 要員計画・人材育成計画	153
4-1-7 収支分析・資金調達計画	153
4-1-8 ビジネス展開可能性の評価.....	154
4-2 想定されるリスクと対応.....	155
4-3 普及・実証において検討した事業化による開発効果.....	156
4-4 本事業から得られた教訓と提言.....	157
参考文献	158
添付資料	158

巻頭写真



覚書締結 (2015/11/11)



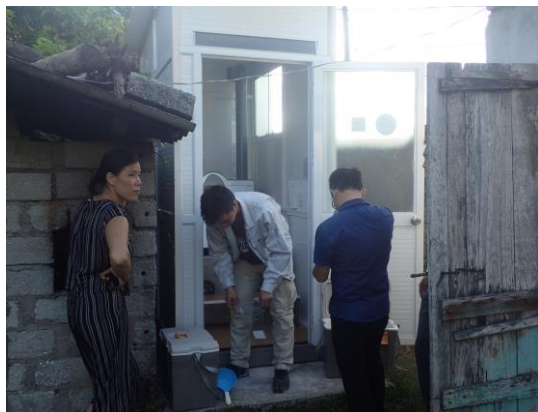
国内キック・オフ会議 (2015/12/12)



バイオトイレ設置作業 (Tuan Chau 港)



新浄化装置設置作業 (一般家庭)



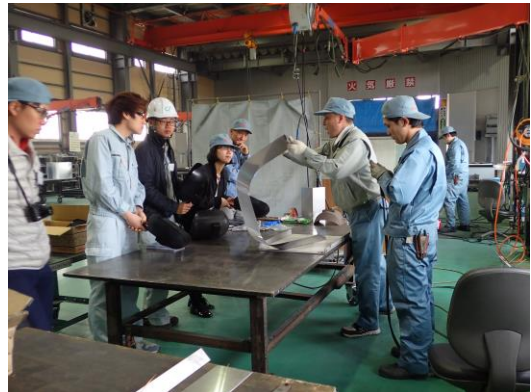
バイオトイレサンプリングの様子



新浄化装置サンプリングの様子



本邦受入



技術指導



ヴァンドン島住民説明会



現地住民に対する啓発活動



環境教育活動



環境教育活動

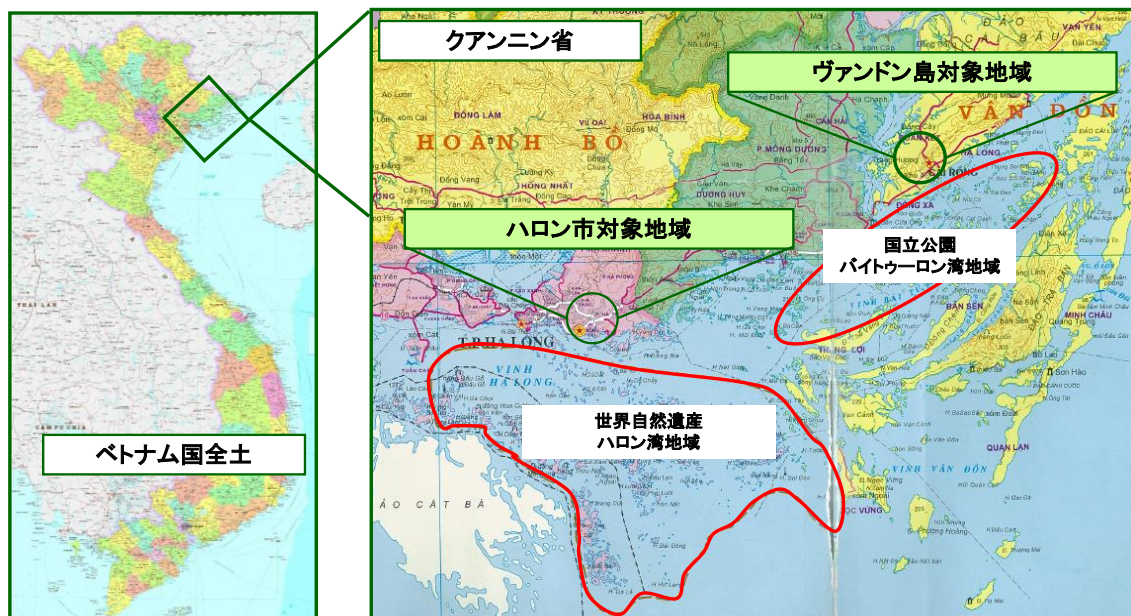
略語表

略語	正式名称	日本語名称
ADR	Alternative Dispute Resolution	裁判外紛争解決手続
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
APEC	Asia Pacific Economic Cooperation	アジア太平洋経済協力
BDF	Bio-Diesel Fuel	バイオ燃料
BOD	Biochemical oxygen demand	生物化学的酸素要求量
B to B	Business to Business	企業間取引
B to G	Business to- Government	企業と公的機関間取引
CAD/CAM	Computer aided design/computer aided manufacturing	コンピュータを利用し、設計・生産を一貫して行う技法
CBET	Community Based Eco-tourism	住民主導型エコ・ツーリズム
CFU/g	Colony Forming Unit/g	コロニーを形成する能力のある菌の1g当たりの個数
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
C/N	Carbon to nitrogen ratio	炭素量と窒素量の比率
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
Coliform	Number of coliform Bacteria	大腸菌群数
DALY	Disability-adjusted life year	障害調整生命年
DO	Dissolved Oxygen	溶存（溶解）酸素
DONRE	Quang Ninh Department of Natural Resource and Environment	クアンニン省人民委員会天然資源環境局
DOSTE	Department of Science, Technology and Environment	科学技術環境局
E-Coli	Escherichia Coli	大腸菌数
EFLO		環境保全型生計向上手段
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価
EPA	Economic Partnership Agreement	経済連携協定
EPC	Environment Protection Commitment	環境保護公約
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定

IAE	Institute for Agricultural Environment	農業環境研究所
IET	Institute of Environmental Technology	環境技術研究所
ISPONRE	Institute of Strategy and Policy on Natural Resources and Environment	天然資源・環境保護計画研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LEP	Law on Environmental Protection	環境保護法
MC	Moisture Content	含水率
MOC	Ministry of Construction	建設省
MONRE	Ministry of Natural Resource and Environment	天然資源環境省
NEXI	Nippon Export and Investment Insurance	日本貿易保険
NGO	Non- Governmental Organizations	非政府組織
NGGS	National Green Growth Strategy	国家グリーン成長戦略
NPO	Nonprofit Organization	特定非営利活動法人
NH4-N		アンモニア態窒素
NO2-N		亜硝酸態窒素
NO3-N		硝酸態窒素
NRWSS	National Rural Water Supply and Sanitation Strategy	水と衛生に係る国家戦略
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
Oil and fat	Oil and fat content	油脂分
OJT	On-the-Job Training	現任訓練
PHAD	Institute of Population, Health and Development	
pH	Potential hydrogen	水素イオン濃度指数
QMRA	Quantitative Microbiological Risk Assessment	定量的微生物リスク評価
QNPPC	Quang Ninh Province People's Committee	クアンニン省人民委員会
SEA	Strategic Environment Assessment	戦略的環境アセスメント
TCVN	Vietnamese Standard	ベトナム標準試験法
T-K	Total Kalium	総カリ
T-N	Total Nitrogen	総窒素

TOC	Total Organic Carbon	有機物量
T-P	Total Phosphorus	総リン
TPP	Trans-Pacific Strategic Economic Partnership Agreement	環太平洋パートナーシップ協定
TSS	Total Suspended Substance	懸濁物質
VBSP	Vietnam Bank for Social Policy	社会政策銀行
VEA	Vietnam Environment Administration	ベトナム環境総局
VEPF	Vietnam Environment Protection Fund	ベトナム環境保護基金
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

地図



市販の地図をもとに当社作成

図目次

図 1	ベトナム国地図と国旗	1
図 2	天然資源環境省 (MONRE) の組織図	14
図 3	事業実施体制	27
図 4	観光船バイオトイレ No. 1 の (a) 含水率、(b) pH の推移 (-----:管理値)	34
図 5	観光船バイオトイレ No. 2 の (a) 含水率、(b) pH の推移 (-----:管理値)	35
図 6	観光船バイオトイレ No. 2 の (a) 含水率、(b) pH の推移 (-----:管理値)	36
図 7	船着場バイオトイレ No. 4a の (a) 含水率、(b) pH の推移 (-----:管理値)	37
図 8	手動式バイオトイレ No. 16 の (a) 含水率、(b) pH の推移 (-----:管理値)	38
図 9	手動式バイオトイレ No. 21 の (a) 含水率、(b) pH の推移 (-----:管理値)	39
図 10	家庭用バイオトイレの累計消費電力比較	40
図 11	運転中トイレ (no. 18) の担体中でのフェージ T4 の濃度変化	47
図 12	pH の調査結果	49
図 13	DO の調査結果	50
図 14	BOD の調査結果	50
図 15	COD の調査結果	50
図 16	TOC の調査結果	51
図 17	TSS の調査結果	51
図 18	NH ₄ -N の調査結果	51
図 19	NO ₃ -N の調査結果	52
図 20	NO ₂ -N の調査結果	52
図 21	T-N の調査結果	52
図 22	T-P の調査結果	53
図 23	Oil and fat の調査結果	53
図 24	Coliform の調査結果	53
図 25	E-Coli の調査結果	54
図 26	新浄化装置における流入水及び流出水中の Coliform 濃度	54
図 27	新浄化装置における Coliform の対数除去率	54
図 28	汚泥厚の測定結果	56
図 29	新浄化装置による消費電力量	56
図 30	ヒアリング調査結果	56
図 31	新浄化装置の仕様変更案	60
図 32	バイオトイレと新浄化装置による汚濁負荷量の低減効果 (一日一人当たり)	61
図 33	バイオトイレと新浄化装置の導入による将来的な汚濁負荷量の低減効果	61
図 34	Phase0 堆肥の製造フロー	88

図 35	Phase1 堆肥の製造フロー	90
図 36	堆肥化と TOC・T-N・C/N 比	92
図 37	フェーズ 2 堆肥の製造フロー	96
図 38	フェーズ 2 コンポスト製造時間の経過における TOC(%), T-N(%), C/N の変化	98
図 39	施用条件と収穫後のニンジンの生育比較と成分比較	105
図 40	施用条件と収穫後のトマトの生育比較及び成分比較	106
図 41	フェーズ 3 コンポストの製造フロー	107
図 42	最初の 1 ヶ月のコンポストの温度変化	107
図 43	ヴァンドン島対象地域 (Ha Long コミュニティ)	128
図 44	都市型事業全体ストラクチャー	152
図 45	農村型事業全体ストラクチャー	152

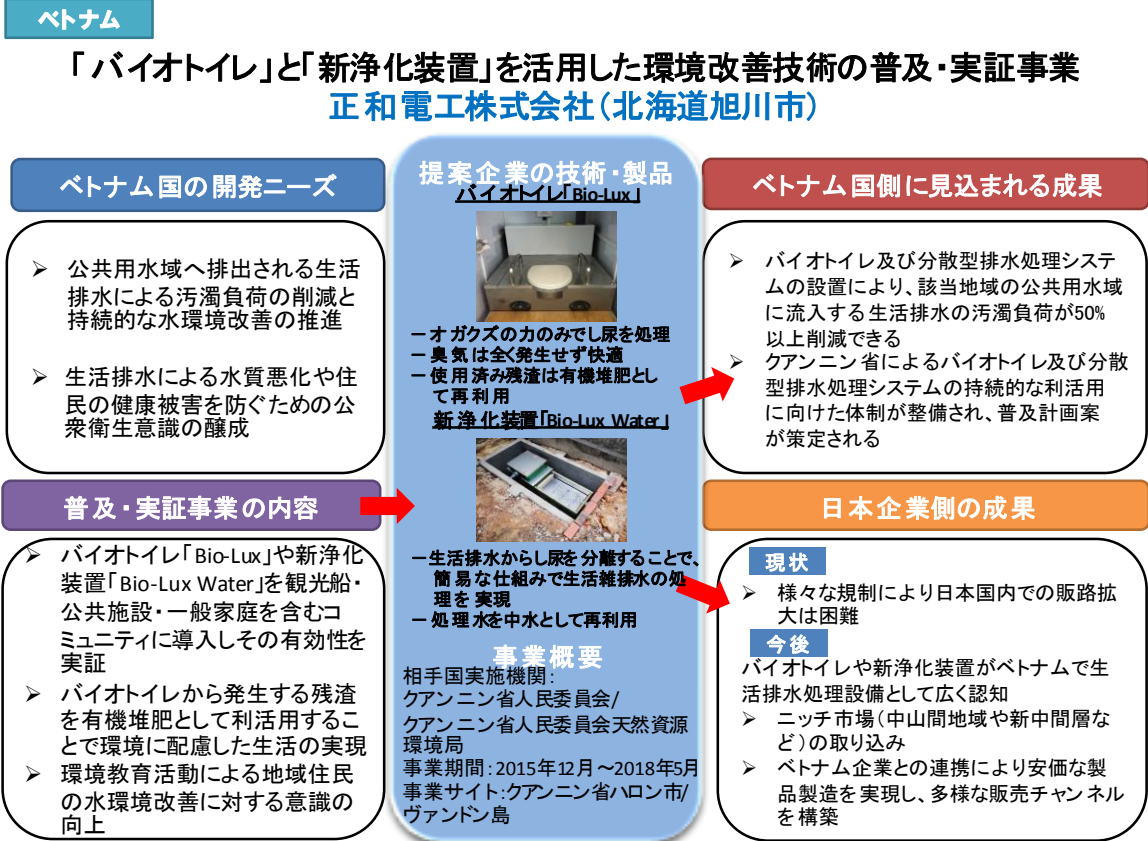
表目次

表 1	基礎経済指標（2015 年）	3
表 2	基礎経済指標（2012 年～2014 年）	3
表 3	本事業に関連する排出基準	8
表 4	ベトナムアジェンダ 21 における優先分野	9
表 5	ベトナム国における主な環境管理分野の ODA 事業	15
表 6	バイオトイレの仕様・特徴	17
表 7	新浄化装置の仕様・特徴	19
表 8	調査工程表（2018 年 3 月末実績ベース）	22
表 9	要員計画：現地業務（2017 年 6 月末実績ベース）	23
表 10	要員計画：国内業務（2017 年 6 月末実績ベース）	24
表 11	供与機材リスト	25
表 12	製品導入リスト・サンプリング番号	25
表 13	相手国政府関係機関の情報	28
表 14	バイオトイレの目標値	29
表 15	新浄化装置の処理目標値	29
表 16	分散型排水処理システムの目標値	30
表 17	コレラの発症ケース推定値（×1000）	30
表 18	クリプトスポリジウムの発症ケース推定値（×1000）	31
表 19	ノロウイルスの発症ケース推定値（×1000）	31
表 20	ロタウイルスの発症ケース推定値（×1000）	32
表 21	バイオトイレアンケート調査質問票（2017 年 7 月）	40
表 22	バイオトイレアンケート調査質問表（2017 年 12 月）	42
表 23	アンケート結果（2017 年 7 月）	44
表 24	アンケート結果（2017 年 12 月）	45
表 25	分析項目ごとの到達度	57
表 26	ベトナムの排水基準と生活雑排水（未処理）の水質	69
表 27	新浄化装置の整備における留意事項	70
表 28	上下水道のサービス供給エリアにおける人口カバー率（ベトナム国全国平均）	86
表 29	製造した堆肥原料の組成（%）	88
表 30	製造直後の堆肥成分分析値	88
表 31	21 日後の堆肥成分分析値	89
表 32	堆肥熟成期間中の発芽率推移	89
表 34	育成試験条件①	90
表 35	育成試験条件②	90

表 36	育成試験条件③	91
表 37	オガクズ媒体の堆肥化と評価（堆肥化前）	91
表 38	オガクズ媒体の堆肥化と評価（堆肥化 10 日後）	92
表 39	オガクズ媒体の堆肥化と評価（堆肥化 21 日後）	92
表 40	野菜の成長と収量	93
表 41	野菜の成分	93
表 42	野菜リスク因子の測定 病原微生物	94
表 43	野菜リスク因子の測定	94
表 44	収穫前の土壌分析	94
表 45	収穫後の土壌分析	95
表 46	収穫後の土壌のリスク因子の測定 病原微生物	95
表 47	収穫後の土壌のリスク因子の測定 重金属	95
表 48	製造前のコンポスト化物（原料）の組成	97
表 49	製造後のオガクズコンポストの組成	97
表 50	育成試験条件①	98
表 51	育成試験条件②	98
表 52	評価項目	99
表 53	ニンジン試験圃場での土壌の化学特性の変動	100
表 54	トマト試験圃場での土壌の化学特性の変動	101
表 55	ニンジン試験圃場での土壌の微生物の変動（単位：log CFU/g）	102
表 56	トマト試験圃場での土壌の微生物の変動（単位：log CFU/g）	103
表 57	ニンジン収穫後の圃場土壌のリスク因子	104
表 58	トマト収穫後の圃場土壌のリスク因子	104
表 59	ニンジン収穫後の収穫量と品質	104
表 60	トマト収穫後の収穫量と品質	105
表 61	製造前のコンポスト化物（原料）の組成	108
表 62	製造後のコンポストの組成	108
表 63	育成試験条件①	108
表 64	育成試験条件②	109
表 65	評価項目	109
表 66	ニンジン試験での圃場土壌の化学特性の変動	110
表 67	トマト試験での土壌の化学特性の変動	111
表 68	ニンジン試験での圃場土壌の微生物の変動（単位：log CFU/g）	111
表 69	トマト試験での圃場土壌の微生物の変動（単位：log CFU/g）	112
表 70	ニンジン収穫後の圃場土壌のリスク因子	113
表 71	トマト収穫後の圃場土壌のリスク因子	113

表 72	ニンジン収穫後の収穫量と品質	114
表 73	トマト収穫後の収穫量と品質	114
表 74	バイオトイレオガクズ媒体 5 トンを用いたコンポスト製造費用試算	115
表 75	化学肥料の価格算出	116
表 76	ニンジンの施用 1	116
表 77	ニンジンの施用 2	117
表 78	ニンジンの施用 3	117
表 79	ニンジンの各施用における収益	117
表 80	トマトの施用 1	118
表 81	トマトの施用 2	118
表 82	トマトの施用 3	118
表 83	トマトの各施用における収益	119
表 84	市場における野菜の販売価格一覧表	120
表 85	バイオトイレ等販売・売上計画（想定）（万円）	128
表 86	機械メーカー候補の評価項目	130
表 87	個別家屋に対する処理技術の適用評価	139
表 88	リスクの内容・評価・処理	155

案件概要



要約

I. 提案事業の概要	
案件名	「バイオトイレ」と「新浄化装置」を活用した環境改善技術の普及・実証事業
事業実施地	ベトナム社会主義共和国 クアンニン省 ハロン市およびヴァンドン島
相手国 政府関係機関	① クアンニン省人民委員会/ Quang Ninh Province People's Committee ② クアンニン省天然資源環境局/ Quang Ninh Department of Natural Resource and Environment
事業実施期間	2015年12月～2018年5月
契約金額	99,991,800円(税込)
事業の目的	ハロン湾及びバイトゥーロン湾水域における環境改善に資するため、対象地域においてバイオトイレ及び分散型排水処理システムの有用性及び優位性について実証を行う。同時に同製品のベトナム国内における普及方法と課題について整理・検討する。
事業の実施方針	① 現地生活習慣を踏まえた分散型排水処理システムの適用、②バイオトイレから発生する残渣を有機堆肥として再利用するなど環境に配慮した生活の実現、さらに③環境教育を通じた環境・衛生意識の醸成など、これらを通じて、クアンニン省の開発課題の解決や、本事業の目的を達成し、現地住民が主体として活躍する持続可能な事業の形成につなげる。
実績	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>(1) 機材設置状況</p> <p>2016年6月までにバイオトイレ20台及び新浄化装置11台の設置作業を完了し、2016年8月から2017年9月までの間各製品のモニタリングを実施すると共に、製品利用者に対してインタビュー調査を複数回実施し、現地の生活環境に受け入れられるよう、製品仕様の検討を行った。</p> <p>(2) コンポスト試験</p> <p>バイオトイレから発生する残渣を国内の農業協同組合、農業事業会社又は農家に販売することを目的に、フェーズ1では生育試験を、フェーズ2では現地研究機関での圃場試験を、フェーズ3ではクアンニン省におけるモデル農家での圃場試験の実施を通じ、残渣の有機堆肥としての有効性の確認を行った。</p> <p>(3) 環境教育活動・啓発活動</p> <p>ハロン市小学校の児童及び製品利用者を含むコミュニティを対象に、環境教育活動及び啓発活動を実施した。小学校3年生及び4</p>

	<p>年生を対象とした環境教育活動では副読本を作成し、本事業後はハロン市内の全ての小学校で利用される見通しである。また、コミュニティに対する啓発活動では、現地 NPO と連携し生活排水の適切な処理を促すためのワークショップを複数回実施し、水環境の保護・保全に向けた意識が高まったなど、分散型排水処理システムの持続的な運用につながることを期待できる。</p> <p>(4) 事業実施国政府機関との協議状況</p> <p>2015 年 12 月にキックオフミーティングを実施し、カウンターパート機関及び各関係機関と事業実施に係る了承が得られた。また、2017 年 2 月には中間報告会を実施し、カウンターパート機関及び現地住民に対して、バイオトイレ及び分散型排水処理システムの性能結果と今後の課題について共有を行った。特に一般家庭への分散型排水処理システムの導入については、カウンターパート機関による導入に向けた制度整備が進められている。2018 年 4 月に最終報告会を実施し、仕様・デザインの検討、維持管理等の体制構築、低コスト化の大きく 3 つの課題が指摘され、別途 JICA が実施している技術協力プロジェクトに反映すべく技術検討を進めることとした。また、一般家庭については、カウンターパート機関から、ヴァンドン島だけではなく、Dong Trieu 地区、Quang Yen 地区への導入も進めてゆく意向を確認した。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>本事業後は、観光船へのバイオトイレ導入及び一般家庭への分散型排水処理システムの導入の大きく 2 事業を推進する計画である。既に 2017 年 5 月には当社及び現地企業 2 社と、バイオトイレ及び新浄化装置の現地製造に向けた体制構築を進めるための覚書締結や、現地企業の技術者を旭川に受け入れ、技術指導を実施するなど製品の現地化に向けた取り組みを進めてきた。</p> <p>観光船への導入については、同地域で実施されている「クアンニン省ハロン湾地域のグリーン成長推進プロジェクト」(技術協力プロジェクト)との連携を図っている。また一般家庭への導入については、ヴァンドン島の約 200 世帯を対象に、カウンターパート機関の予算を活用し 2018 年度以降導入が計画されている。これら二つの事業を契機に、まずはクアンニン省での普及に注力する。</p>
課題	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>カウンターパート機関(とりわけクアンニン省人民委員会天然資源環境</p>

	<p>局) は、排水処理状況の監視を行う環境モニタリングセンターを有しており、本事業で導入した実証機材の基本的な運用・維持管理に必要な体制と能力は備わっていると判断される。また、維持管理業務の実施に当たっては、天然資源環境局と現地企業との間でサービス契約を締結し、現地企業が維持管理業務を実施する。既に現地企業に対しては一定期間技術指導を行っていることから、本事業終了後も円滑に実施できることが期待される。今後、観光船所有者や公共施設管理者からは維持管理費を直接徴収し、他方一般家庭からは使用料金を徴収することを想定しているが、当該料金徴収の制度設計や体制整備を省政府が主体的に実施する必要がある。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>販売価格は契約成立の可能性を高める最も重要な要素である。当社は、本事業開始以来、製造価格を3~4割低減することを目指し、現地企業と連携して部材や部品をコンポーネント定型化するための検討を進めている。本事業開始前には、日本で販売されている製品と比較し3割程度の価格低減が見込まれていたが、本事業を通じて更なる改良案が出たため、達成可能な販売価格の低減化については、別途、過去の販売価格及び現在の商談相手方との価格交渉、他社製品の定価や販売価格、また後述する財務分析結果と見合わせて検討する必要がある。</p>
事業後の展開	<p>本事業終了後、ベトナム国内に代表事務所を有する(株)長大及び現地企業と連携し製品の普及を進める。具体的には、2018年度中に観光船へのバイオトイレ導入及びヴァンドン島約200世帯への導入を開始する。ビジネス実施体制が安定化するにつれ、クアンニン省内の普及、次いでベトナム北部地域及び中部地域への展開を進めてゆく。安定したサービス提供のため、将来的には現地企業らと新たな法人設立を行う。</p>
II. 提案企業の概要	
企業名	正和電工株式会社
企業所在地	北海道旭川市
設立年月日	1974年10月
業種	製造業
主要事業・製品	バイオトイレ Bio-Lux 及び新浄化装置 Bio-Lux Water の製造と販売
資本金	50,000 千円 (2018年3月時点)
売上高	243,821 千円
従業員数	10人

1. 事業の背景

1-1 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

1-1-1 事業実施国の政治・経済の概況

ベトナム国は、正式名称をベトナム社会主義共和国（Socialist Republic of Viet Nam）といい、インドシナ半島東部に位置し、国土面積約 33 万 km² と日本の約 90% の国土を持つ。

人口は約 8,970 万人（2012 年時点、国連人口計画推計）を数え、アセアン諸国のなかでもインドネシア、フィリピンにつぐ規模である。中心民族であるキン族（越人）が人口の約 86% を占めるが他に 53 の少数民族を有する。首都はハノイに置かれ、南部には旧南ベトナムの首都であったホーチミンシティがあり、ベトナム最大の都市である。

人口の構成は、都市部が約 3 割、地方部が約 7 割である。言語は、ベトナム語、宗教は、仏教、カトリック、カオダイ教が信仰されている。

ベトナム国は、第二次世界大戦後の第一次インドシナ戦争により南北に分断され、ベトナム戦争を経て 1976 年に南北が統一された。しかし、1978 年のカンボジア侵攻により、国際社会から孤立し、1991 年のカンボジア和平成立まで困難な時代が続いた。1995 年の米国との国交正常化及び ASEAN 加盟を機に地域・国際社会との関係が強化された。近年では 2006 年に APEC 議長、2008-2009 年に国連安全保障理事会非常任理事国、2010 年に ASEAN 議長国を務め、国際社会における存在感は増しつつある。2013 年は日本・ベトナム国の友好 40 年にあたり、「日越友好年祭」（日越外交関係樹立 40 周年）が通年開催された。



図 1 ベトナム国地図と国旗

出典：外務省 HP：各国地域情勢：ベトナム

(1) 最近のベトナムの政治情勢

1986 年の第 6 回党大会にて採択された市場経済システムの導入と対外開放化を柱としたドイモイ（刷新）路線を継続、構造改革や国際競争力強化に取り組んでいる。他

方、ドイモイの進展の裏で、貧富の差の拡大、汚職の蔓延、官僚主義の弊害、環境破壊などのマイナス面も顕在化している。党・政府は、汚職防止の強化、行政・公務員改革等を進めている。2013年には、国会が人事を承認した閣僚級以上の指導者に対する国会議員による信任投票の実施や憲法改正等、一党体制にありながら、民主的要素を取り入れるといった動きもある。

2016年1月には第12回共産党大会（5年ごと）が開催され、独立・主権・領土保全を堅持すると共に、ドイモイ路線を引き続き推進し、国際経済への積極的な参入を進めていくこと等が掲げられた。また、党中央指導部の人事が一新され、書記長には、グエン・フー・チョン氏が再任された一方、チュオン・タン・サン国家主席、グエン・タン・ズン首相及びグエン・シン・フン国会議長は党指導部から退くこととなった。

2016年3～4月の第13期国会第11会期において、国家主席、首相、国会議長並びに一部の副首相及び閣僚等が交代し、国家主席にはチャン・ダイ・クアン公安大臣、首相にはグエン・スアン・フック副首相、国会議長にはグエン・ティ・キム・ガン国会副議長が、それぞれ就任した。

(2) 最近のベトナムの経済情勢

1989年頃よりドイモイの成果が上がり始め、1995年～1996年には9%台の経済成長率を記録。アジア経済危機の影響から一時成長が鈍化したものの、海外直接投資の順調な増加も受けて、2000年～2010年の平均経済成長率は7.26%と高成長を達成。2010年に（低位）中所得国となった。

2011年以降、マクロ経済安定化への取り組みに伴い、2011年は5.9%、2012年は5.2%と成長率が鈍化。その後、2013年は5.4%、2014年は5.98%と回復し、2015年は6.68%を達成。一方でインフレは抑制されており、安定的に成長。

ベトナムは一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進めており、2007年1月、WTOに正式加盟を果たした。その後も、各国・地域とのFTA/EPA締結を進めており、TPP交渉にも参加。他方、未成熟な投資環境、国営企業の非効率性、国内地場産業の未発達等懸念材料も残っている。

最近の基礎経済指標は次の通り。

表 1 基礎経済指標 (2015 年)

項目	2015 年
GDP(経済)成長率	6.68%
物価上昇率 (年平均)	0.63%
失業率	2.31% (都市部 : 3.29%、農村部 : 1.83%)
外国投資 (許可額)	227.6 億ドル
貿易収支	-35.4 億ドル
輸出	1,621.1 億ドル (対前年比 7.9%増)
輸入	1,656.5 億ドル (対前年比 12.0%増)

出典 : 外務省 HP : ベトナム「最近のベトナム情勢と日ベトナム関係」から調査団作成

表 2 基礎経済指標 (2012 年～2014 年)

項目		2012 年	2013 年	2014 年
G	実質 GDP 成長率 (%)	5.3	5.4	6.0
D	名目 GDP 総額 - ドル (単位 : 10 億)	155.82	170.39	185.35
P	一人あたりの GDP (名目) - ドル	1,748	1,907	2,052
消費者物価上昇率 (%) 前年=100		9.2	6.6	4.1
失業率 (%) 都市部		3.2	3.6	3.4
国際収支	経常収支 (国際収支ベース) - ドル (単位 : 100 万ドル)	9,062	9,471	10,074
	貿易収支 (国際収支ベース) - ドル (単位 : 100 万ドル)	781	10	2,137
	金融収支 (国際収支ベース) - ドル (単位 : 100 万ドル)	3,592	708	n. a.
外貨準備高 - ドル (単位 : 100 万)		13,013	22,352	21,922
対外債務残高 - ドル (単位 : 100 万)		26,652	26,681	34,961
為替レート - ドン (対米ドルレート)		20,828	20,933	21,148
為替レート (期末値、対ドルレート)		18,932	20,828	20,828
輸出額 - ドル (単位 : 100 万)		114,631	132,175	150,042
対日輸出額 - ドル (単位 : 100 万)		13,065	13,544	14,693
輸入額 - ドル (単位 : 100 万)		114,347	131,312	148,058
対日輸入額 - ドル (単位 : 100 万)		11,603	11,612	12,909
直接投資受入額 - ドル (単位 : 100 万) 新規拡張を含む		13,013	22,352	21,922

出典 : JETRO HP : 海外ビジネス情報 から調査団作成

1-1-2 対象分野における開発課題

ベトナム国の環境問題は、長い戦時体制によって工業化が本格化した時期が遅かったことなどから、1980年代後半から右肩上がりの急速な経済成長を遂げたタイなどの近隣東南アジア諸国と比べると、まだ深刻度は低いといえる。しかし1990年代後半からの経済活動の活発化によって、産業公害や都市への人口集中による都市生活型公害が発生する一方、実効性ある環境対策への取り組みは遅れており、徐々に環境汚染が広がり始めている。

(1) 下水道処理施設の整備状況・課題

ベトナム国の下水処理施設の人口カバー率は約18%と非常に低い¹。ベトナム国では、工業化及び都市部への人口集中に伴い、都市部の生活排水及び産業排水が増大しているにも関わらず、下水処理施設の整備が進んでおらず、汚水が直接河川に放流されてしまっている。水環境汚染の多くは、生活排水及び産業排水の大部分がほとんど未処理のまま排出されていること、河川等に廃棄物が投棄されること等の複合的な要因によって引き起こされている。

ハノイ、ホーチミン、ダナン等の都市では、5,000m³/日の処理能力の下水処理施設が整備されつつある。しかし、多くの中小規模の都市では未だ整備されておらず、その規模に達しない都市や中山間地ではその計画もない状況である。

排水処理の課題としては以下が挙げられる。

- ・ 下水処理施設が整備されていない地域が多数存在する。
- ・ 腐敗槽等のオンサイト処理システムが適切に維持管理されていないため、生活排水がほとんど未処理のまま排出されている。
- ・ 雨水合流式下水道が多いため、雨天時のオーバーフロー分は未処理に近い状態で放流している。

(2) クアンニン省の対象分野における開発課題の現状

クアンニン省は、ハノイ市およびハイフォン市と並び、ベトナム北部沿岸の経済回廊として位置付けられる重要な地域であり、省内にある世界自然遺産ハロン湾やバイトゥーロン湾国立公園は観光地として国内外に名を馳せる地域でもある。人民委員会はこれら観光資源を有効活用するため、国内外の企業による観光開発のための投資の誘致に力を入れており、観光資源の保護と観光産業の持続的発展を踏まえた開発が必要となっている。

観光船からの汚水や一般家庭などからの生活排水の公共用水域への放流により、ハロン湾やバイトゥーロン湾の富栄養化が進んでいる。そのため、海藻や二枚貝などが異常繁殖

¹出典：Global Water Market 2011、出所：「平成24年度政府開発援助 海外経済協力事業委託費による「ニーズ調査」ファイナル・レポート 南アフリカ共和国、インド、ベトナム、マレーシア排水・汚水処理システム改善のための水の浄化・水処理関連製品・技術等の活用平成25年3月（2013年）株式会社三菱総合研究所 P66」より抜粋

し、海浜や海底への堆積による底質悪化などの深刻な環境被害だけでなく、世界自然遺産登録取り消しの警告も受けており、観光産業への影響も懸念されている。

人民委員会は、約 600 隻ある観光船に対し適切なし尿処理を行うよう 2004 年から指導(決定書第 1152/2004/QD 号)している。しかし、観光船所有者は排水処理設備の設置費用(約 50 万円)や汚泥の引抜き費用(約 80 万円/年)を、人民委員会は汚泥処理施設の整備費用を負担することになっているが、いずれも予算的に難しく、観光船からの垂れ流しは続いている。

また、ハロン市中心部では下水処理施設の整備計画が検討されているが、仮に稼働したとしても省内の下水処理カバー率は 2 割に満たず、ヴァンドン島をはじめそれ以外の地域では引き続き腐敗槽が使用される。しかし、公共用水域へ排出される生活排水の汚濁負荷率を 100%とし、それを腐敗槽で処理しても、1.5%しか汚濁負荷率削減に寄与しないことが案件化調査の現地調査から判明している。それは、腐敗槽が定期的な維持管理がされず、汚泥が溜るなどの機能低下により排水処理が不十分であることと、し尿以外の生活雑排水が未処理のまま地下浸透や公共用水域へ放流されているためである。

加えて、ベトナム国内では年間 630 億 m^3 の地下水ポテンシャルがあると言われており、クアンニン省においても多量の地下水が生活用水として利用されている。しかし、適切な排水処理がなされていないため、一般家庭から排水され地下浸透した水が井戸水に流入し、その利用を通じて水系伝染病を引き起こし、44%の小児が寄生虫感染しているとの報告(世界銀行)もあり、社会問題となっている。これらは、行政や現地住民が「水利用から排水」の流れのみを考慮し、「排水から水環境・水利用」への配慮が足りず、水環境保全のための対策を十分に講じてこなかったことが大きな要因である。衛生問題は、他の様々な開発・環境問題と深く関係しているため、バイオトイレや新浄化装置を設置した小学校や一般家庭を含めたコミュニティの公衆衛生意識や行動を改善するために環境教育活動を実施し、環境全体の知識の習得・意識の向上、さらには、現地住民による具体的な行動を促すことが必要である。

このように、観光資源であるハロン湾やバイトゥーロン湾における深刻な水質悪化や、現地住民の健康被害など、生活・衛生環境に関わる問題が表面化している。かかる背景を踏まえると、①持続的な水環境改善の推進および②現地住民の環境意識の醸成が開発課題として挙げられ、これら解決を通じた、観光資源でもあるハロン湾やバイトゥーロン湾といった自然環境の保全が重要である。

一方、2014 年 12 月 31 日に発表された首相決定書(第 2428/QD-TTg 号)によれば、2015 年から 2020 年の間に、ハロン湾およびバイトゥーロン湾の環境保護事業の推進や、ヴァンドン経済地区(首相決定書第 786/QD-TTg 号)のインフラ整備を優先的に進めるため、ODA 資金や民間資金を活用するよう指示している。

本事業により、カウンターパート機関や現地住民とともにより良いシステムを協創し、実際に見ること、触れることで、バイオトイレや新浄化装置の意義や運用方法の理解を深

め、持続的な普及につなげていく必要がある。

1-1-3 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

(1) 環境分野の法制度の整備・執行

ベトナム国政府は1994年に環境保護法を施行（2006年発効）し、水、大気、廃棄物等に係る環境基準を整備した他、環境・資源に関する国家的管理を強化することを目的に、2002年に天然資源環境省（Ministry of Natural Resource and Environment: MONRE）を設置した。2003年には、2010年までに取り組むべき環境課題と2020年に向けた環境課題の解決の方向性を示す「国家環境保全戦略」を策定するとともに、排水課徴金にかかる政令第67号（Decree No. 67/ 2003/ND-CP）や深刻な汚染企業の汚染対策にかかる首相決定第64号（Decision No. 64, 2003/QD-TTg）を制定するなど、環境行政のための関連制度整備を進めている。また、2006年には共産党決議第41号により、国家支出の最低1%を環境保護予算に割り当てることを決定するなど、財源確保にも努めている。さらに、2008年12月には水環境保全と水資源管理を含めた総合的な流域管理に関する政令（Decree No. 120/2008/ND-CP）を制定し、国家として流域管理に力点を置くことを明確にしており、水環境の総合管理に向けたMONREの責任と権限強化も図っている。

① 国家環境保全戦略（首相決定第256号/2003/QD-TTg）

環境分野の喫緊の課題や長期的課題を含めて、ベトナム国にとって必要な指向すべき基本的方向性が示されている。しかしながら、これらの基本政策を実現するために必要な具体的措置を含む戦略が策定されていないために、関連制度整備や管理組織の改善だけが先行している。

② 改正環境保護法及び関連政策

改正環境保護法（2005年発効）は、包括的かつ経済的、住民参加型、情報等の政策手段や汚染施設に対する具体的な要求事項をまとめた環境基本法的な特徴を有しているが、その施行を担保する具体的な政策文書（政令、決定、省令等）の内容は、主に規制と管理を中心とする形態に留まっている。また、同法においては、関係者が一体となった統合的な環境管理アプローチが提唱されているものの、関係行政機関の環境管理に関する権限の整理が追いついていない。また、環境保護法で規定されている環境影響評価（EIA）、環境保護公約（EPC）、環境保護プロジェクト認証などの管理ツールについても、それらの実効性の確保にはさらなる工夫が必要であることが指摘されている。

2011年に承認された社会発展戦略において、経済政策とともに、環境保全の計画も盛り込まれている。新規建設プロジェクトにおいては、環境基準をクリアする投資を実行することを指示している。

③ 環境関連法制度

1) 環境保護法 (LEP: Law on Environmental Protection) (1994 年施行)

本法では、組織・個人に生産・商業活動等における環境衛生対策の実施と廃棄物（固体、液体、気体等すべての排出物）の処理技術・設備の所有による環境基準の遵守を義務づけている。また、さまざまな開発プロジェクトの操業を開始している組織・個人に対して、環境影響評価報告書を作成しなければならない等と規定している。さらに本法では環境汚染に対する罰則規定や損害賠償規定も設けている。

なお、環境保護法は、ベトナム国の環境保護政策の大枠を示したもので、産業公害に関する具体的な規定は同法に基づく多くの政令や省令、基準等によって示されている。2005年に改正され、大幅に水環境に関する規定が強化されたほか、排出者責任の強化が盛り込まれた。

2) 環境保護法実施のための政令 (Government Decree No. 175/CP) (1994 年施行)

環境保護法に基づいた環境政策を実施するために、制定された。

本政令は、ベトナム国の環境マネジメントや地方行政等の責任分担等を明確にしているほか、環境影響評価制度についてその仕組みを示している。

また、具体的な産業公害規制値等を示すベトナム国の環境基準を作成するとして、必要となる基準を例示している。これに基づいて、産業排水基準や産業大気排出基準等が定められている。水質汚濁と土壌汚染関係する排出基準を表 3 に示す。

表 3 本事業に関連する排出基準

水質汚濁に関する法令（2012年2月時点での調査結果に基づく）
・産業排水基準に関する国家技術基準（QCVN 24: 2009/BTNMT）
・生活排水基準に関する国家技術基準（QCVN 14: 2008/BTNMT）
・地表水質基準に関する国家技術基準（QCVN 08: 2008/BTNMT）
・排水への環境保護料金に関する政令第 67 号（2003 年）（Decree No. 67/2003/ND-CP）
・排水への環境保護料金に関する政令第 67 号（2003 年）の実施ガイドラインに関する省庁間通達（125/2003/TTLT-BTC-BTNMT）
・水資源の探査、採取、利用及び水源への排水に関する許可発行に関する政令第 149 号（2004 年）（Decree No. 149/2004/ND-CP）
・水資源の探査、採取、利用及び水源への排水に関する許可に当たっての使用量及び費用の収集、送金、管理、利用及び水準に関する決定第 59 号（2006 年）（Decision No. 59/2006/QD-PTC）
土壌汚染に関する法令
・土壌中の重金属含有量の許容量に関する基準（QCVN03:2008/BTNMT）
・土壌中の残留農薬に関する基準（QCVN15:2008/BTNMT）

出典：環境省 HP：「ベトナムにおける環境汚染の現状と対策、環境対策技術ニーズ：法制度の整備・執行」から調査団作成

④ 直近の環境問題への取り組み状況と政策方針

ベトナム国は 2011 年 1 月に承認された社会経済発展戦略（2011 年～2020 年）において、2020 年までに近代的工業国となる目標を掲げ、年間平均成長率 7～8%の目標達成の下、経済発展と環境保護を両立させ「緑の経済」を発展させるとしている。経済成長の基盤となる経済回廊、経済ベルト地帯及び成長の軸を形成発展させるため、南北経済軸、東西経済回廊、アジア経済回廊を形成するためのインフラシステムを構築する計画である。

一方で、同社会経済発展戦略では、環境保全事業を産業分野・地域の発展計画に盛り込み、新規建設プロジェクトは環境基準をクリアすることを保証するとしている。また、環境汚染を起こす施設の処分を実施し、環境保全に関する法律整備を行う計画である。

2011 年 11 月に決議された経済・社会発展 5 ヶ年計画（2011 年～2015 年）においても環境指標を明示し、2015 年までに環境汚染を起こした企業の処分の割合を 85%としている。

1) ベトナムアジェンダ 21（ベトナムの持続可能な発展のための戦略）

2004 年に策定された戦略で、持続可能な発展を達成するために、経済、社会、環境の分野における優先課題を表 4 に示している。

表 4 ベトナムアジェンダ 21 における優先分野

経済	急速で持続可能な経済成長率の維持
	環境配慮型の生産・消費パターンへの変換
	クリーンな産業プロセスの実施
	環境に影響のある産業の持続可能な発展（エネルギー、鉱業、交通、貿易、観光）
	農業・農村における持続可能な開発
	地方における持続可能な開発
社会	飢餓撲滅、貧困削減、社会の進歩と平等の促進
	人口増加率の削減、雇用の創出
	都市化及び都市への人口流入への対策の実施
	教育の質の向上
	医療サービスの整備、労働条件・生活環境の改善
環境	国土の劣化の防止、効果的かつ持続可能な土地資源の使用
	水環境の保全、持続可能な水資源の利用
	鉱物資源の適正開発、節約、持続可能な利用
	海洋、沿岸、島嶼部の環境保護、海洋資源の保護
	森林の保護と開発
	工業地域、都市部における大気汚染防止
	固形投棄物、有害投棄物の管理
	生物多様性の保全
	気候変動の緩和、その負の影響の低減、自然災害の防止と管理

出典：環境省ウェブサイト「日本の環境対策技術のアジア展開に向けて」より調査団作成

2) 社会経済発展戦略（2011年～2020年）（2011年1月承認）

当戦略には環境保全事業が産業分野・地域の発展計画に盛り込まれた。

環境分野	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020年までに、森林率を45%に引き上げる。 ・ すべての都会及び農村住民が清潔で衛生的な水を使用することを可能にする。 ・ 100%の工場、事業所でクリーン技術を適用させる。または、汚染削減、廃棄物処理の装置を整備する。 ・ 80%以上の工場、事業所を環境基準に適合させる。 ・ 第4レベル以上の都市部とすべての工業団地・輸出加工区は集中的な排水処理システムを整備する。 ・ 通常の固形廃棄物の95%、有害廃棄物の85%及び医療廃棄物の100%は基準通りに処理する。
------	--

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 深刻な汚染地域の環境を改善及び克服する。 ・ 天災の悪影響を最小限にする。 ・ 気候変化、特に海面上昇の影響に対応する。
<p>発展の指向、成長形態の改革、経済の再構築</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境を保全し、環境の質を改善する。 ・ 気候変動に対して自主的かつ効果的に対応する。 ・ 環境保全への意識を向上させ、経済社会の発展に合わせて環境保全の任務及び目標を果たす。 ・ 環境保全及び資源管理体制を改新する。 ・ 環境保全事業を産業・分野・地域の発展計画・戦略、及びプログラム、プロジェクトに取り入れる。 ・ 新規の建設投資プロジェクトは環境に関する諸要求を保障するものとする。 ・ 環境汚染を起こす施設の処分を厳重に実施する。 ・ 環境保全に関する法律を整備する。違反行為の防止及びその処分を図って充実した体制を構築する。 ・ 環境の悪化を克服し、その改善を図る。 ・ 植林プログラムをよく実施し、森林の破壊、火災問題を効果的に防止する、自然保護地区の面積を増加させる。 ・ 天然資源を効果的に管理し、開拓し、環境と生態系のバランスを確保する。 ・ 環境にやさしいグリーン経済の発展を重視する。 ・ 持続的生産と消費を行う、「クリーンなエネルギー」、「クリーンな生産」、「クリーンな消費」を段階的に開発する。 ・ 海面上昇をはじめとする気候変動の対応に関する国家プログラム、及び天然災害防止対策を効果的に展開するため、研究・予測・影響評価事業を強化する、国際社会との行動協力を強化して、国際社会の支援を活かす。 ・ 環境保全事業の社会化を促進する。

3) 環境行政の組織

ベトナム国の環境行政を統括しているのは天然資源環境省(MONRE)である。

MONRE の中で環境保護に係わる対策の立案や関連基準の遵守状況のモニタリングや環境事項の処理、地方の部局や機関に関する指導を行なっているのがベトナム環境総局(VEA)である。また、2006年に政策研究を通してMONRE大臣への政策立案のアドバイスを提供することを目的とした天然資源・環境保護計画研究所(ISPONRE)が設立された。

4) 現在の法執行状況

ベトナム国において環境汚染対策に係わる規制や基準は整備されつつあるが法執行に関しては課題が多く存在している。

MONRE 及び VEA に環境汚染対策に係わる十分な権利が付与されておらず（権利の他、環境管理や環境保護に対する国家予算の配分も少ない等もある。）、他の省庁との間で権限の重複もある。また、戦略には環境保全事業を産業分野・地域の発展計画に盛り込みながらも経済開発が優先されるため、天然資源環境局（Department of Natural Resources and Environment: DONRE）の立ち入り検査は増えてきているものの経済発展を妨げる操業停止や閉鎖には否定的な人民委員会の許可が無いと実施出来ない場合がある。

環境保護の概念が十分に考慮されていない。環境影響評価の制度はあるが、事後監査がほとんど実施されていない等の理由から執行状況はあまり良くない。このような状況に対し、2011年4月に政令第29号を制定（No:29/2011/ND-CP）し、戦略的環境アセスメント（SEA）及び環境影響評価（EIA）のより具体的な施行を規定するとともに、小規模事業者等の環境管理コミットメント（EPC）の確実な施行体制を強化している。地方政府でも MONRE の通達によって省レベルの政策を実施することが規定されているが産業排水等の排出基準については国家の基準に上乘せしている省は無い様子で、特に地方による規制の相違は無いと思われる。但し、工場等への立ち入り検査は外資系企業を中心に行われており外資系企業の環境への取り組みを厳しくチェックしている。日系企業では無いが排水規制違反で摘発される外資系企業もみられている。

従来、ベトナム国に進出している日系企業は排水規制への対応を中心に、多額のコストをかけて積極的に環境対策に取り組んでいた。特に進出している日系企業は世界的に著名な企業が多く、これらの日系企業の環境対策への取り組みがベトナム国の環境対策をするための牽引役となってきた様であり、規制執行の強化も環境対策（資金面・技術面）が可能な外資系を中心に始められていると思われる。

(2) 水分野の法制度の整備・執行

① 法制度・政策・計画等

1) 法制度

ベトナム国の水分野における主な法制度を以下に示す。

a) 環境保護法

1993年に制定され、2005年に改定された法律で、健康で美しい環境を保全し、生態系のバランスを保持し、人間活動による過度な自然への負荷を防止しながら、合理的な自然資源の経済的利活用を保障することを目的とした、環境保護に対する国家管理について定めている。国の水資源管理についても、環境保護との調和の取れた自然資源管理の一部であるとしている。また、排水管理については廃棄物管理の一環として位置付けられている。

b) 排水に課する環境保護料金に関する政令

2003 年に制定された政令で、生活排水及び産業排水に対する課徴金で汚染物質の排出を抑制し、課徴金を水質汚濁対策に係る取組に配分することを目的としたものである。

- ・ 生活排水に対する課金は、各省・中央直轄市の人民委員会が規定するものであり、販売価格に決定された割合をかけることで算出されている。また、浄水供給が整備されていない農村部における生活排水については対象とされていない。
- ・ 産業排水に対する課金は、実測値に基づき、汚染物質の量を算定して課金されることになっている。産業排水の課金額は天然資源環境省との協議のもと、財務省が決定することになっている。なお、排水測定が行われていないため、企業の自己申告（排水量及び汚染物質濃度）に基づいて金額が決定されているのが実情である。

c) 環境保護国家戦略（2010 年までの戦略及び 2020 年に向けたビジョン）

2020 年までの目標を踏まえた 2010 年までの環境保護国家戦略を、行動計画として掲げている。この中に水環境に関する具体目標が、以下のように示されている。

- ・ 2020 年までに、都心、工業団地、輸出推進地域での污水处理設備の普及率を 100%にする。
- ・ 2020 年までに都市人口の 100%、農村人口の 95%が清潔な飲み水にアクセスできるようにする。

また、特に取り組むべき課題として、「運河、池沼、湖、河川の再生・浄化」、「都市部における排水システムの向上と下水処理システムの建設」、「工業団地における環境基準を満たす下水処理システムの建設」等が挙げられている。

d) 水と衛生に係る国家戦略（NRWSSS）

村落部の「水と衛生に係る国家戦略（National Rural Water Supply and Sanitation Strategy: NRWSSS）」は、ベトナム政府が DANIDA（デンマーク国際開発援助）の支援を受けて計画を策定し、2000 年 8 月に政府承認を受けた。NRWSSS は、2020 年までに全ての村落住民に安全で十分な給水と衛生設備を整備するという国家目標とを示している。その計画推進のためのガイダンスとして、持続的発展、需要者志向アプローチ、および水と衛生分野の社会化という基本原則が示されている。

e) 社会政策銀行（VBSP）による水と衛生設備への低利融資

社会政策銀行（Vietnam Bank for Social Policy: VBSP）は、2002 年に政令によりベトナム貧困者支援銀行（Vietnam Bank for the Poor）を再編し、貧困者および零細企業を支援する目的で設立された政府金融機関である。2004 年の政令「NRWSSS 実施のための信用貸付」により、水・衛生施設の整備のための支援ローンとして、4 百万ドンを上限とする、月利 0.65%の優遇金利での信用貸付を行っている。VBSP 報告書（2007 年 10 月）によると、

- ・ 現在の融資額が利用者のニーズに対して少ない
- ・ 設計仕様や施工技術に欠陥が多い
- ・ 融資制度における政府の関与が殆ど無く普及や技術指導が十分でない等の問題点を挙げており、今後改善すべく提言を行っている。

f) 事業地における本事業に関連する法規制および施策

ベトナム政府は、2012年に低炭素と資源利用の効率化を標榜した2011～2020年の新たな国家開発戦略として「国家グリーン成長戦略」(National Green Growth Strategy: NGGS)を首相決定した。NGGSに従い、クアンニン省人民委員会は、NGGS実施のためのクアンニン省グリーン成長戦略アクションプラン(2016-2020)を2014年7月9日に決定書No. 3741として承認した(その後、決定No. 3741/KH-UBNDは、2015年11月16日付けで決定書No. 6970/KH-UBNDに改定された)。クアンニン省のグリーン成長に関連する主なマスタープランとして、「2020年クアンニン省社会経済開発マスタープラン及び2030年ビジョン」が挙げられる。同プランでは、国家グリーン成長戦略に基づく持続的な社会経済開発を目指している。省社会経済開発マスタープランは、「2020年までに、クアンニン省は、サービスを拡充し、国際観光ハブとしての機能、及びベトナム北部における先進的な社会経済インフラシステムを有する地域となる事を目指すと共に、貧困削減、環境保全を伴った持続的発展、及び人々の生活の向上を図る」を目的とし、観光業、製造業、鉱業、農林水産業、教育、健康保全、情報・通信、文化・スポーツ、農村部開発、防衛に関わる行政施策を提案している。本目的に基づき、石炭産業に依存する「ブラウン経済」から、サービス産業を中心とした「グリーン経済」に、省の経済構造を転換していくことが重要とされており、鉱業部門を除く第二次産業及び第三次産業の成長、並びに鉱業部門の「クリーン化」を目指している。また、同プランでは、省のグリーン経済の実現のためには、持続可能な観光産業の促進と、グリーン農業の促進が重要とされている一方、鉱業部門を中心とした「ブラウン」産業が省全体GDPに占める割合を減らしていく方向性が示されている。

2015年11月16日、クアンニン省は省でのNGGS実施のため、2016年から2020年を計画対象期間としたクアンニン省グリーン成長アクションプラン(GGAP: Decision No. 6970/KH-UBND)を承認した。GGAPの目的は、持続可能な経済開発、資源利用効率の改善、及び低炭素経済に向けたGHG排出量削減、である。このGGAPの中でクアンニン省は、環境保全・管理の実現を通じ、ベトナムでのNGGS目標達成の牽引役となるべく努力することをコミットしている。

② 行政組織

ベトナム国の行政組織において水分野については、天然資源環境省(MONRE)、建設省(MOC)、農業農村開発省(MARD)が主要な所管省庁である。

MONREは、水質管理、水文気象学的な表流水、地下水、水質等の環境評価基準・データ取

集を担当し、建設省は、都市給排水・下水を担当し、農業農村開発省は、灌漑、農業排水を担当している。環境保全や各種の環境規制を取り扱っているのは、MONRE の下に設置された国家環境庁である。国家環境庁は、環境保全に関する政策法令文書の検討と提出、環境保護法の遵守状況の検査、環境影響評価に関する審査、環境汚染の防止、環境事故・事件に関する問題の処理、環境保全地方機関に対する指導など、環境保全や環境規制に関連する業務を一括して担当している。従来、地方レベルの環境行政は、科学技術環境局 (Department of Science, Technology and Environment : DOSTE) が担当していた。科学技術環境局は、工場に対する環境ライセンスの発行、河川や大気などのモニタリングを実施するとともに、工場から排出される排水、排ガス、廃棄物を実際に規制し、立入検査等によって違反が判明した場合には摘発する役目を負っている。その後、改組され、現在省及び中央直轄市の環境行政は、科学技術環境局を改組し、天然資源環境局 (DONRE) が担当することとなった。

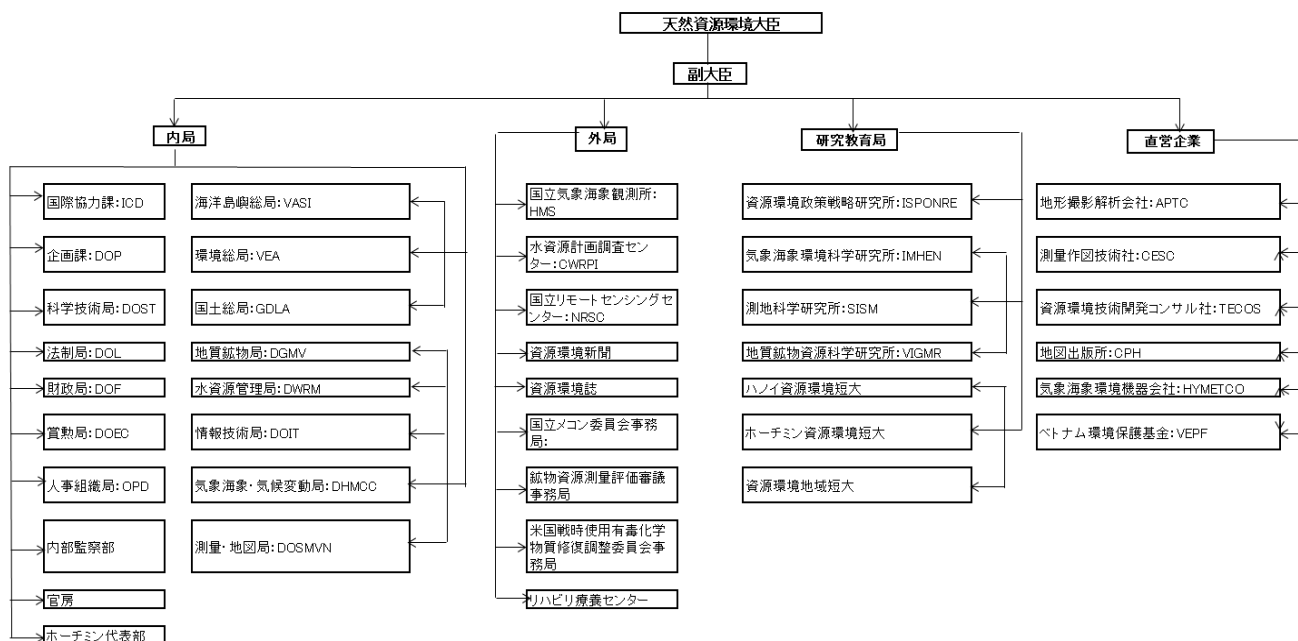


図 2 天然資源環境省 (MONRE) の組織図

出典：環境省委託業務報告書：「平成 18 年度 我が国 ODA 及び民間海外事業における環境社会配慮強化調査業務」から抜粋

1-1-4 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

ベトナム国における環境管理分野の ODA 事業としては以下のものがある。技術協力プロジェクトにおいては生物多様性の保全や国立公園管理能力強化など、無償資金協力・有償資金協力では取り組んで来られなかった分野において人材育成に取り組んでいる。

表 5 ベトナム国における主な環境管理分野の ODA 事業

案件名	目標	成果
ハロン湾環境保全プロジェクト	世界遺産であるハロン湾とその近郊（ハロン市、カムファ町、ホアンボ郡）において環境汚染と天然資源の破壊が防止される。	<p>（1）ハロン地域における持続可能な環境保全のためのクアンニン省内の関連機関の役割及び連携体制が改善される。</p> <p>（2）ハロン地域におけるDONREを中心とした関連機関による水環境モニタリング、インスペクション、行政指導が強化される。</p> <p>（3）ハロン湾沿岸の内陸部、沿岸部、島嶼部について、環境と開発のバランスを保った適切な土地利用のための施策が実施される。</p> <p>（4）ハロン地域の持続可能な観光のための施策の立案能力が強化される。</p> <p>（5）ハロン地域において効果的な環境教育・広報活動が実施され、中央政府（主にMONRE）の協力を得てプロジェクトの成果が他地域へ共有される。</p>
ベトナム及びインドシナ諸国におけるバイオマスイエネルギーの開発による多益性気候変動緩和策の研究プロジェクト	バイオマスイエネルギーの原料の植林、製造、利用により、ベトナム及びインドシナ諸国において多益性のある気候変動緩和策を策定する。	<p>(1) 非食用BDF原料(ジャトロファ)の最適種とその最適栽培方法が特定される。</p> <p>(2) 土壌汚染改善のための技術が確立され、非食用BDF原料の栽培適性が確認される。</p> <p>(3) 栽培・採取した原料油から安全で精度の高い、廉価なBDFが製造される。</p> <p>(4) 製造したBDF利用の影響を評価するための環境モニタリング手法が開発される。</p> <p>(5) 開発成果の実効性が検証される。</p>
北西部山岳地域農村開発プロジェクト	農業生産、農産加工、市場志向型農産物の販売を促進するためのシステム強化を通して、郡政府が中心的な推進力として、パイロット郡の農村開発が促進される。	<p>(1) パイロット郡において、水稻、とうもろこし、大豆等の農産物の生産、加工、販売の手法が改善される。</p> <p>(2) パイロット郡において、水資源の配分と灌漑施設管理の管理運営が改善される。</p> <p>(3) 地方政府（省、郡、コミューン）及び関連組織、大衆組織・農民組織や農業系企業の市場指向の農産物の生産、加工、販売体制強化を通じた農村開発に係る能力が向上する。</p>
ビズップ・ヌイバ	ビズップ・ヌイバ国立	(1) プロジェクトで導入する2つのコンポーネ

国立公園管理能力強化プロジェクト	公園管理事務所（BNBNPMB）の国立公園の自然資源管理能力が、対象村落での協働管理モデルの開発を通じて強化される。	ント（住民主導型エコ・ツーリズム（CBET）及び環境保全型生計向上手段（EFL0））を運営する実施体制が構築される。 (2) 公園の自然資源管理に関わる基本的な原則及びルールが対象村落住民とBNBNPMBとの間で合意される。 (3) 選定された地区において、CBETのモデル事業が開発される。 (4) 対象村落の住民に受け入れられる環境保全型生計向上手段が開発され、村落内への普及準備が整う。 (5) CBET事業や環境保全型生計向上手段を中心とする協働管理を、対象村落の住民グループが継続的に実施するための対処すべき課題や必要な活動が明確にされる。
------------------	--	---

出典：「ODAが見える。わかる。」（JICA ホームページ）をもとに調査団作成

現在クアンニン省では、7つのODA事業が実施されている。分野としては、水資源関連、気候変動関連、教育関連そしてエネルギー関連である。他ドナー等の支援活動では世界銀行、ドイツ開発銀行、フランス開発公社、オランダ政府がファンドを拠出している。また、韓国政府が新規に拠出する予定としている。以下に現在クアンニン省にて実施されている他ドナーによる主なODA事業を列挙する（クアンニン省天然資源環境局へのヒアリングをもとに調査団作成）。

案件名	事業規模	目標	ドナー
Yen Lap 湖水資源プロジェクト	約百万円	2012年までに Quang Yen 地区とハロン市の一部へ上水を供給する。	世界銀行
ベトナム-ドイツ植林プロジェクト	約2億3千万円	森林経営能力の向上	ドイツ
Uong bi 市における上水供給システム改善・改良プロジェクト	約12億円	都市郊外の上水供給の実現	フランス
ベトナム-韓国語学学校建設プロジェクト	約14億円（うち韓国供与分は約5億円）	現時点で資金供与が実施されていない	韓国

出典：クアンニン省天然資源環境局へのヒアリングをもとに調査団作成

1-2 普及・実証を図る製品・技術の概要

導入する技術は、バイオトイレ「Bio-Lux」と新浄化装置「Bio-Lux Water」であり、両者を組み合わせたものを分散型排水処理システムと称する。

(1) バイオトイレ「Bio-Lux」において使用する技術

バイオトイレは、オガクズを用いてスクリュウで攪拌し、ヒーターによる加温によりし尿に含まれている腸内細菌とオガクズ内に生息している微生物の働きを活性化することで糞尿を消滅状態にまで処理する装置。使用後のオガクズは堆肥として再利用できる。

製品の仕様・特徴ほかは表 6 のとおりである。

表 6 バイオトイレの仕様・特徴

名称	バイオトイレ：Bio-Lux						
スペック (仕様)		タイプ	サイズ(mm)	重さ (kg)	使用回数 (回/日)	電力	設置数
	バイオ トイレ	SW-43	W960×D1, 294×H557	225	80～100	要	15
		S-50	W830×D1, 846×H953	320	80～100	要	3
		TS-25	W730×D1, 575×H833	200	20～25	不要	2
特徴	当社バイオトイレは、し尿の90%が水分である点に着目し、現地調達が可能でオガクズの力のみでし尿を分解処理する。さらに、特別な菌を一切使用していないため残渣を有機堆肥としても再利用できる。						
競合他社 製品と比 べた比較 優位性	<p>80種類以上のバイオトイレ関連製品を開発・販売する当社は、創意工夫によるモノ作りを通じた地域経済への貢献や社会的課題の解決に資する製品開発を行ってきたことが高く評価され、中小企業庁長官賞(2002年)、文部科学大臣賞(2007年)、特許庁長官奨励賞(2010年)、発明協会会長賞(2011年)、日本環境経営大賞 表彰委員会特別表彰(2012年)など多くの賞を受賞している。また国内では「有機廃棄物の分解処理システム」(特許番号第3441692号)など特許14件、意匠27件、商標4件の登録をし、海外では中国、韓国、タイ、フィリピンにおいても特許登録を行うなどバイオトイレ分野のリーディングカンパニーである(中小企業庁「元気なモノ作り中小企業300社認定(2009年)」)。</p> <p>国内外では様々なバイオトイレが販売されているが、現地調達が困難な微生物を用いた処理や、糞便のみを処理し、尿は直接回収するといった製品が多い。しかし利用者や管理者が尿に直接接触する可能性が高まるなど衛生面での課題があり、維持管理も難しい。さらに、トイレ室やその周辺に臭気が発生するなど不便な点も多い。他方で当社製品は、身の回りにあるオガクズを用いて尿と糞便を一緒に処理し、残渣は直接手で触れられるほど衛生的に処理できるため維持管理が容易であり、臭気もまったく発生しない。加えて、北海道銀行と北洋銀行が、2012年6月からリフォームローンの対</p>						

	象として当社製品を加えるなど、社会的意義のある開発としても認めており、他社製品と比べ極めて多くの優位性を有している。
国内外の 販売実績	国内：全国の観光地（富士山、旭山動物園など）、国立公園、工事現場、一般家庭など 海外：中国、ロシア、フィリピン、インドネシア、パプアニューギニアなど11カ国 累積販売台数：国内（2,280台）、海外（70台）
設置場所	観光船、公共施設（船着場、小学校）および一般家庭を含むコミュニティ
今回提案 する機材 の数量	バイオトイレ：20台（内訳：観光船-3台、船着場-3台、小学校-3台、一般家庭を含むコミュニティ（ヴァンドン島）-11台）
価格	機材製造・購入費：18,531,000円、 輸送費・保険料・通関手数料：2,942,259円（バイオトイレと新浄化装置） 関税等：1,879,571円
図・写真	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>【タイプ②】 本体「Sタイプ」 ステンレス製ビットを使用した場合</p> <p>※1. ステンレス製ビットは土圧に充分に耐えられる強度が必要です。 ※2. 汲み取り方式をバイオトイレに入替する場合にも使用出来ます。</p> <p>図：レイアウト</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>写真：外観</p> </div> </div>

(2) 新浄化装置「Bio-Lux Water」における使用する技術

生活雑排水を対象にした浄化技術で、①沈殿作用による物理的な固液分離、②備長炭による吸着などの作用による物理化学的浄化、③木炭に付着する生物膜が有機物を分解する生物的浄化からなる。これら作用を総合的に受け、BODなどの有機物汚濁と全窒素、全リンの栄養塩類の浄化を同時に行う装置。製品の仕様・特徴ほかは表7のとおりである。

表 7 新浄化装置の仕様・特徴

名称	新浄化装置：Bio-Lux Water																								
スペック (仕様)		タイプ	サイズ(mm)	重さ (kg)	使用回数 (回/日)	電力	設置数																		
	新浄化 装置	SG-500	W710×D1930×H940	300	(5人世 帯用)	要	11																		
特徴	新浄化装置は汚濁負荷の主原因である窒素やリンを含んだし尿を分離することで、低コストで生活雑排水の確実な濾過を達成出来る。																								
競合他社 製品と比 べた比較 優位性	<p>新浄化装置は、環境省が環境技術の普及促進を目指して実施している「環境技術実証事業（有機性排水処理技術分野）」（2012年度）において、その性能は実証済みであり、国内で実用段階でもある。</p> <p>し尿はバイオトイレで、生活雑排水は新浄化装置で完全に分けて処理できる製品を販売しているのは当社のみである。</p>																								
国内外の 販売実績	累積販売台数：国内2台（北海道当麻町食農教育施設、長野県伊那市レストラン）																								
設置場所	一般家庭を含むコミュニティ																								
今回提案 する機材 の数量	新浄化装置：11台 (内訳：一般家庭を含むコミュニティ（ヴァンドン島）-11台)																								
価格	機材製造・購入費：5,775,000円、関税等：844,355円																								
写真	 <p>SG-500 普及型</p> <table border="1"> <tr><td>容積</td><td>0.5㎡</td></tr> <tr><td>濾過装置</td><td>3種</td></tr> <tr><td>電圧</td><td>AC100</td></tr> <tr><td>空気ポンプ</td><td>2W/台</td></tr> <tr><td>制御盤</td><td>3W以下</td></tr> <tr><td>BOX</td><td>室外防雨型</td></tr> <tr><td>全巾</td><td>710(640)</td></tr> <tr><td>全長</td><td>1,930(1,840)</td></tr> <tr><td>全高</td><td>940</td></tr> </table>							容積	0.5㎡	濾過装置	3種	電圧	AC100	空気ポンプ	2W/台	制御盤	3W以下	BOX	室外防雨型	全巾	710(640)	全長	1,930(1,840)	全高	940
容積	0.5㎡																								
濾過装置	3種																								
電圧	AC100																								
空気ポンプ	2W/台																								
制御盤	3W以下																								
BOX	室外防雨型																								
全巾	710(640)																								
全長	1,930(1,840)																								
全高	940																								
	<p>図：新浄化装置SG-500の外観と仕組み</p>  <p>写真：新浄化装置の設置状況</p>																								

2. 普及・実証事業の概要

2-1 事業の目的

ハロン湾及びバイトゥーロン湾水域における環境改善に資するため、対象地域においてバイオトイレ及び分散型排水処理システムの有用性及び優位性について実証を行う。同時に同製品のベトナム内における普及方法と課題について整理・検討する。

2-2 期待される成果

成果1. ハロン湾及びバイトゥーロン湾水域で排出されるし尿や生活雑排水に対するバイオトイレ及び分散型排水処理システムの有効性が確認される。

成果2. ハロン湾及びバイトゥーロン湾水域において、バイオトイレ及び分散型排水処理システムの持続的な利活用に向けた体制が整備される。

成果3. クアンニン省を中心に分散型排水処理システムの普及・事業展開案が策定される。

2-3 事業の実施方法・作業工程

成果1. に係る活動

- 1-1) バイオトイレ及び分散型排水処理システムそれぞれの設置対象地域の水環境に関するデータを収集・分析し、成果指標を設定する。
- 1-2) 観光船、公共施設（船着場、小学校）及び一般家庭を含むコミュニティに適切なバイオトイレ及び分散型排水処理システムをそれぞれ設置・稼働させ、システムの性能を評価する。
- 1-3) 設置したバイオトイレ及び分散型排水処理システムの利活用状況についてモニタリングする。
- 1-4) バイオトイレ及び分散型排水処理システムの設置により、該当地域の公共用水域に流入する生活排水の汚濁負荷が50%以上削減されていることを上記1-1で設定した成果指標に基づきモニタリングする。
- 1-5) 性能評価及びモニタリング評価に基づき、必要に応じて今後導入する製品の仕様変更を検討する。
- 1-6) 調査結果をまとめ、バイオトイレ及び分散型排水処理システムの有用性及び優位性を確認・分析する。

成果2. に係る活動

- 2-1) バイオトイレ及び分散型排水処理システムの有用性及び優位性の分析結果についてまとめ、ベトナム国の関係者を対象にセミナー等を開催し、プロモーション活動を行う。
- 2-2) クアンニン省人民委員会及び天然資源環境局関係者を対象として本事業実施期間中

に本邦受入活動を行い、分散型排水処理システムを導入している本邦施設の見学や意見交換を通して、バイオトイレ及び分散型排水処理システムに対する理解を促進する。

- 2-3) クアンニン省によるバイオトイレ及び分散型排水処理システムの整備に向けて、カウンターパートであるクアンニン省人民委員会とともに関連するガイドラインの策定、都市開発マスタープランへの反映、バイオトイレ及び分散型排水処理システムの維持管理費として既存の環境保護に係る補助金の運用計画を確認し、同費用を活用することを検討・提案する。
- 2-4) 小学校や現地住民に対して、し尿処理の実態把握や生活雑排水の適切な処理についてのワークショップを実施し、水環境の保護・保全に対する意識の醸成や、環境保護費支払いへの住民の理解を高める。

成果3. に係る活動

- 3-1) ベトナムの今後の下水や排水処理施設の整備計画等について情報を収集し、バイオトイレ及び分散型排水処理システムの需要予測（市場規模）を調査する。
- 3-2) バイオトイレから発生する残渣が有機堆肥として有効であることを確認し、資源循環型社会実現のために農家が化学肥料の代わりに有機堆肥を積極的に活用する可能性について検討する。
- 3-3) バイオトイレ及び分散型排水処理システムの持続的な利活用に係る料金徴収体制を検討する。
- 3-4) ベトナムの政治経済・社会状況にかかるカントリーリスク、為替などの金融リスク、税制や法務等のビジネスリスク等、バイオトイレ及び分散型排水処理システムを普及展開していく上でのリスクについて調査・分析する。
- 3-5) 設備投資及び維持管理コスト、現地生産による生産コスト削減の可能性、クアンニン省をはじめとしたベトナム全土における普及可能性について調査・検討する。
- 3-6) クアンニン省の農村地域及び地方自治体におけるバイオトイレ及び分散型排水処理システムの適応可能性を調査し、クアンニン省人民委員会と協働でバイオトイレ及び分散型排水処理システム普及計画（案）を策定する。
- 3-7) 上記調査結果を踏まえ、システムの普及・事業展開案及び営業方針を策定する。
- 3-8) 営業方針に基づき、現地パートナーを発掘し、販売先について調査・検討する。

表 8 調査工程表

		2015年度												2016年度												2017年度												2018年度						
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5													
活動計画	全般 (調査の基本方針・方法・工程・手順等の検討)	[Bar chart showing planning activities from Dec 2015 to Feb 2016]																																										
	基礎調査 (税制・法制度/既存インフラ整備状況/財源に関する調査)	[Bar chart showing basic survey activities from Dec 2015 to Feb 2016]																																										
	実証活動	製品製造 運搬(正和電エークアンニ省)	[Bar chart showing product manufacturing and transport from Dec 2015 to Feb 2016]																																									
		分散型排水処理システム	試験計画作成/設計/許認可	[Bar chart]																																								
			設置作業	[Bar chart]																																								
			モニタリング	[Bar chart]																																								
		使用済み残渣の再利用	評価検証	[Bar chart]																																								
			生育試験	[Bar chart]																																								
			圃場試験	[Bar chart]																																								
	モデル農家圃場試験		[Bar chart]																																									
	普及活動	環境教育活動	[Bar chart]																																									
	環境社会配慮調査(環境・社会状況の確認/スコーピング及び社会配慮のTOR作成/ステークホルダー協議/補償・支援の具体策/実施体制構築/住民説明会)	教育プログラム作成/インタビュー調査/環境教育教材開発	[Bar chart]																																									
	事業モデル検討	事業計画の検討・策定	基礎情報収集	[Bar chart]																																								
			事業スコープの決定	[Bar chart]																																								
			概算事業費算出	[Bar chart]																																								
		キャッシュ・フロー分析と事業スキーム・資金調達方法の検討	事業実施スケジュールの策定	[Bar chart]																																								
			事業スキームの提案及び複数のオプションの比較検討	[Bar chart]																																								
			事業実施にかかる官民の役割・資金分担と組織形態の検討	[Bar chart]																																								
			事業キャッシュ・フロー分析	[Bar chart]																																								
		リスク分析とリスク緩和策の検討	事業関係者の分析	[Bar chart]																																								
リスク分析			[Bar chart]																																									
本事業の実施にあたって必要な許認可・国庫契約のリストアップと主要な契約条項の設定			[Bar chart]																																									
招へい		[Bar chart]																																										
報告書等提出時期(△と報告書名により表示)																																												
月報		△																																										
進捗報告書		△																																										
業務完了報告書(案)		△																																										
業務完了報告書		△																																										

凡例

2-4-2 投入機材

(1) 供与機材リスト

本事業では、当社製のバイオトイレ「Bio-Lux」と新浄化装置「Bio-Lux Water」を本社のある北海道旭川市で製造し、苫小牧港に陸送の後、海上輸送し、ベトナム国ハロン市(Cai Lan 港)で荷揚げした。通関後、Cai Lan 港から仮置き場であるハロン市までは陸送した。今回現地に投入した機材は表 11に示すように、バイオトイレ20台と新浄化装置11台である。

表 11 供与機材リスト

#	機材名	型番	数量	納入年月	設置先
1	バイオトイレ	Bio-Lux(SW-43)	15	2016年3月	ハロン市 ヴァンドン島
2	バイオトイレ	Bio-Lux(S-50)	3	同上	同上
3	バイオトイレ	Bio-Lux(TS-25)	2	同上	同上
4	新浄化装置	Bio-Lux Water(SG-500)	11	同上	同上

(2) 設置場所

具体的な設置場所の詳細は表 12を参照のこと。

表 12 製品導入リスト・サンプリング番号

No.	サンプリング番号	設置場所	型式	台数	
				バイオトイレ	新浄化装置
観光船					
1	1	QN 5639	SW-43	1	-
2	2	QN 3529	SW-43	1	-
3	3	QN 2578	SW-43	1	-
Tuan Chau 港 (船着場)					
1	4-a 4-b 4-c	Building No.27, Port No.2	SW-43	3	-
Primary School (小学校)					
1	5-a 5-b 5-c	Tran Hung Dao Primary school	S-50	3	-
一般家庭					

1	6	A	SW-43	1	1
			SG-500		
2	7	B	SW-43	1	-
3	8	C	SG-500	-	1
4	9	D	SG-500	-	1
5	10	E	SG-500	-	1
6	11	F	SG-500	-	1
7	12	G	SW-43	1	
8	13	H	SG-500	-	1

これらの設置場所は、土地・建物の所有者、関係機関との協議を経て、導入先として観光船、船着場、小学校および一般家庭を特定した。導入地域の選定にあたっては、現地カウンターパート機関より提示された地域において、複数回の住民説明会の実施や各家庭の訪問を実施し、実証活動の目的・負担事項等について説明を行った。

各導入地域についての選定経緯等については以下の通りである。

観光船については、現地カウンターパート機関より 10 隻の候補となる観光船が挙げられた。その上で、製品設置のための現地調査の実施、ヒアリングを通じた観光船オーナーの環境問題への意識などを確認し、3 隻の観光船を導入対象船として決定した。

船着場については、2015 年 12 月末にクアンニン省人民委員会の決定により、Tuan Chau 港に観光船を集約することとなった。かかる背景を踏まえ、公衆トイレの整備が十分に進んでおらず、また多くの観光客が訪れる当該地域においてバイオトイレを設置し、その効果等を検証することとした。

小学校については、現地カウンターパート機関より、ハロン市及びヴァンドン島から候補となる 4 つの小学校が挙げられ、製品設置のための現地調査の実施、ヒアリングを通じた小学校長の環境問題への意識などの確認や、当社が計画している環境教育授業に対する考えなどを把握した上で、1 校を導入対象小学校として決定した。

最後に一般家庭については、現地カウンターパート機関より候補となる家庭が挙げられ、その中から、本事業の趣旨や実証活動の実施について同意した家庭にバイオトイレ及び新浄化装置を導入することとした。

(3) 事業実施国政府機関側の投入

相手側（カウンターパート機関）の投入は、入管手続処理、資材仮置き場確保、製品設置施設等への事前説明、施設電気代負担、コンポスト試験実施のための圃場提供等である。

2-5 事業実施体制

現地に分散型排水処理システムを根付かせ、確実に普及展開させてゆくため下図の事業実施体制を構築した。さらに、支援体制として、社会的側面の評価では、サニテーション研究の第一人者である北海道大学船水尚行教授、文化的側面の評価ではベトナム農村地域を中心とした文化人類学の研究者である大正大学岡山准教授と、帝京大学渡辺教授の助言を得た。加えて、本事業後の円滑な事業化のため、高い金属加工技術を有し、当社製品の国内製造委託企業でもある(株)ケンリツ(旭川市)が現地企業の技術者を受け入れ、製造技術や維持管理技術指導を実施し、当社の事業を支援する。

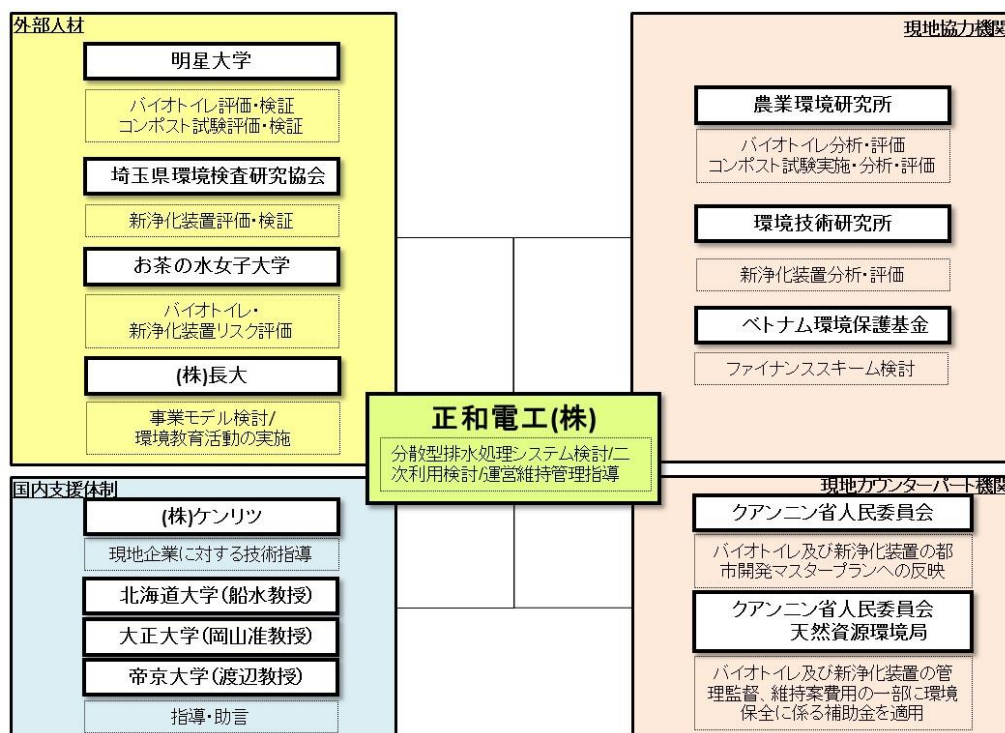


図 3 事業実施体制

2-6 事業実施国政府機関の概要

クアンニン省は、ハノイ市およびハイフォン市と並び、ベトナム北部沿岸の経済回廊として位置付けられる重要な地域であり、省内にある世界自然遺産ハロン湾やバイトゥーロン湾国立公園は観光地として国内外に名を馳せる地域でもある。クアンニン省人民委員会はこれら観光資源を有効活用するため、国内外の企業による観光開発のための投資の誘致に力を入れており、観光資源の保護と観光産業の持続的発展を踏まえた開発が必要となっている。なお、本事業のカウンターパート機関の概要は次のとおりである。

表 13 相手国政府関係機関の情報

機関名	クアンニン省人民委員会 Quang Ninh Province People's Committee	クアンニン省天然資源環境局 Quang Ninh Department of Natural Resource and Environment
所在地	219 Nguyen Van Cu Street, Hong Ha Ward, Ha Long City, Quang Ninh Province	7th Floor, Building 2, Hong Ha Ward, Ha Long, Quang Ninh Province
基礎 情報	環境に配慮した都市開発を目指し、ハ ロン湾の環境保護を中心に 2020 年ま でに「緑の成長戦略」(2012 年)を定 め、ハロン湾の環境保護を始めとした プロジェクトを推進中。	「緑の成長戦略」の下、先進的技術の適 用に向けたプロジェクトの実施、評価お 呼び検証を行っている。
部局	19 の専門機関、地区、コミュニン人民 委員会等	検査、計画、登録、地図、水鉱物資源、 気候等部局
選定 理由	分散型排水処理システムの本格的な 導入に向け、これまで複数回協議を実 施しており、また導入に向けた現地側 の熱意の表れとして、本事業を支持す るレターも発出されている。	案件化調査時にワーキンググループが 当該機関内に設立されており、円滑なコ ミュニケーション体制がすでに構築さ れている。
役割 負担	本システムの都市開発マスタープラ ンへの反映	本システムの監理監督や維持管理費用 の一部に環境保全に係る補助金を適用
組織の目的 主な業務内容	* 経済・社会発展のための政策や措置 の実施を確保 * 防衛・安全保障の強化 * 他の政策の実施	* 天然資源や土地などの環境管理 * 対象分野: 水資源・鉱物資源・地質学・ 環境・気象学・気候変動・測量・天然資 源管理

3. 普及・実証事業の実績

3-1 活動項目毎の結果

3-1-1 成果 1. に係る活動

(1) 1-1) の活動結果

バイオトイレ、新浄化装置及び分散型排水処理システムを導入する各地域の排水状況、サンプリング等は実施済みである（資料 1）。バイオトイレの成果指標として、(1) 含水率、(2) pH が挙げられ、それぞれの目標値は下表の通りである。

表 14 バイオトイレの目標値

項目	略語	目標値
含水率	MC	65%以下
水素イオン濃度指数	pH	8 以下

また、T-N、T-P 及び TOC についても全ての導入地域において分析を行う。これら結果はバイオトイレがどの程度の利用があるのかの目安やコンポスト試験に使用する際の最初の評価になるためである。

一方、新浄化装置の成果指標として、新浄化装置における処理目標水質を浄化槽法第 7 条及び第 1 1 条検査の水質基準ならびに環境省環境技術実証事業の結果から設定した。設定した処理目標水質を表に示す。

表 15 新浄化装置の処理目標値

水質分析項目	略号	処理目標値
水素イオン濃度指数	pH	5.8 ~ 8.6
生物化学的酸素要求量	BOD	水質濃度 20 mg/L 以下
総浮遊物質量	TSS	水質濃度 10 mg/L 以下
溶存酸素量	DO	水質濃度 1.0 mg/L 以上
化学的酸素要求量	COD	水質濃度 20 mg/L 以下
総窒素	T-N	水質濃度 10 mg/L 以下
アンモニア性窒素	NH4-N	水質濃度 10 mg/L 以下
硝酸性窒素	NO3-N	水質濃度 10 mg/L 以下
亜硝酸性窒素	NO2-N	水質濃度 10 mg/L 以下
総リン	T-P	水質濃度 1.0 mg/L 以下
有機物量	TOC	水質濃度 10 mg/L 以下
油脂分	Oil and fat	水質濃度 10 mg/L 以下
大腸菌群数		検出されないこと

分散型排水処理システムによる汚濁物質の削減に関する目標値を表 16 に示す。

表 16 分散型排水処理システムの目標値

目標値	評価項目
50%	汚濁物質の指標である BOD の調査結果から算出。

バイオトイレ及び新浄化装置における衛生学的リスク評価の基礎データとして、対象地域にて問題視すべき水系感染症について統計データの収集を進め、対象とすべき病原のリストアップをした（リスク評価の第一段階である Hazard Identification stage）。具体的には、調査機関に依頼し、ベトナムおよび周辺国（カンボジア、インドネシア、ラオス）における病原 4 種（コレラ、クリプトスポリジウム、ノロウイルス、ロタウイルス）による発症ケースの推定値を算出した。この病原 4 種は、いずれも世界的に流行感染を引き起こす可能性がある病原として代表的なものであり、かつ水由来の病原であるという共通項を持つ。

推定結果を表 17～表 20 に示す。いずれも発症ケースで示されているが、この数を人口で除せば、発症率として把握することもできる。表からわかることはベトナムにおける発症数推定においては、ロタウイルスが最も発症推定数が高く、2 番目に高いノロウイルスの 2 倍のケースとして推定されている。

従って、ベトナムにおける水由来感染症のリスク評価を行うにあたり、最も影響力の大きい病原を選定するとすればロタウイルスであると結論づけることができる。

表 17 コレラの発症ケース推定値（×1000）

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Cambodia											
Low	0.524	0.533	0.543	0.553	0.560	0.567	0.574	0.580	0.587	0.593	0.599
Median	1.152	1.174	1.195	1.216	1.232	1.247	1.262	1.277	1.292	1.305	1.319
High	1.612	1.642	1.671	1.701	1.723	1.744	1.765	1.786	1.807	1.826	1.845
Indonesia											
Low	1.089	1.097	1.105	1.113	1.125	1.137	1.148	1.160	1.172	1.186	1.199
Median	2.397	2.414	2.432	2.450	2.475	2.501	2.526	2.552	2.578	2.608	2.639
High	3.352	3.376	3.401	3.426	3.462	3.498	3.534	3.569	3.605	3.648	3.691
Lao, PDR											
Low	0.172	0.175	0.178	0.180	0.183	0.185	0.187	0.190	0.192	0.194	0.196
Median	0.379	0.385	0.391	0.396	0.402	0.407	0.412	0.417	0.423	0.427	0.431
High	0.530	0.538	0.546	0.554	0.562	0.569	0.577	0.584	0.591	0.597	0.603
Viet Nam											
Low	0.249	0.251	0.253	0.254	0.255	0.256	0.257	0.258	0.258	0.258	0.258
Median	0.410	0.413	0.416	0.418	0.420	0.422	0.423	0.424	0.425	0.425	0.425
High	0.571	0.575	0.579	0.582	0.585	0.587	0.589	0.590	0.591	0.592	0.592

表 18 クリプトスポリジウムの発症ケース推定値（×1000）

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Cambodia											
Low	3.104	3.139	3.173	3.208	3.219	3.230	3.240	3.251	3.262	3.260	3.258
Median	10.348	10.462	10.577	10.692	10.729	10.765	10.802	10.838	10.875	10.867	10.859
High	15.522	15.694	15.866	16.038	16.093	16.148	16.202	16.257	16.312	16.300	16.289
Indonesia											
Low	299.926	298.459	296.992	295.525	295.548	295.571	295.594	295.617	295.640	296.135	296.631
Median	999.754	994.864	989.973	985.082	985.159	985.236	985.312	985.389	985.466	987.117	988.768
High	1,499.632	1,492.295	1,484.959	1,477.623	1,477.738	1,477.853	1,477.968	1,478.084	1,478.199	1,480.676	1,483.153
Lao, PDR											
Low	14.689	14.786	14.883	14.980	15.007	15.034	15.061	15.087	15.114	15.077	15.041
Median	48.964	49.287	49.611	49.934	50.024	50.113	50.202	50.291	50.380	50.258	50.136
High	73.446	73.931	74.416	74.902	75.035	75.169	75.303	75.437	75.571	75.387	75.203
Viet Nam											
Low	21.895	21.794	21.693	21.592	21.383	21.175	20.966	20.757	20.548	20.356	20.165
Median	72.982	72.646	72.310	71.974	71.278	70.582	69.886	69.189	68.493	67.854	67.215
High	109.473	108.969	108.465	107.961	106.917	105.873	104.828	103.784	102.740	101.781	100.823

表 19 ノロウイルスの発症ケース推定値（×1000）

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Cambodia											
Low	83.586	84.101	84.616	85.130	84.945	84.761	84.576	84.391	84.206	83.764	83.322
Median	587.715	591.334	594.953	598.573	597.273	595.973	594.673	593.374	592.074	588.965	585.856
High	1,516.304	1,525.641	1,534.979	1,544.317	1,540.964	1,537.611	1,534.257	1,530.904	1,527.551	1,519.529	1,511.508
Indonesia											
Low	2,723.904	2,716.099	2,708.295	2,700.490	2,702.402	2,704.314	2,706.226	2,708.138	2,710.050	2,715.424	2,720.797
Median	5,878.071	5,861.229	5,844.387	5,827.545	5,831.671	5,835.797	5,839.923	5,844.049	5,848.175	5,859.771	5,871.367
High	7,406.370	7,385.149	7,363.928	7,342.707	7,347.905	7,353.104	7,358.303	7,363.502	7,368.701	7,383.312	7,397.923
Lao, PDR											
Low	9.033	9.082	9.130	9.179	9.174	9.169	9.163	9.158	9.153	9.109	9.065
Median	251.249	252.602	253.954	255.306	255.162	255.018	254.874	254.729	254.585	253.362	252.139
High	278.887	280.388	281.889	283.390	283.230	283.070	282.910	282.749	282.589	281.232	279.874
Viet Nam											
Low	349.272	346.628	343.983	341.338	336.783	332.228	327.673	323.118	318.563	315.087	311.612
Median	802.423	796.347	790.271	784.194	773.730	763.265	752.800	742.336	731.871	723.886	715.901
High	1,845.573	1,831.598	1,817.622	1,803.647	1,779.578	1,755.509	1,731.441	1,707.372	1,683.303	1,664.938	1,646.573

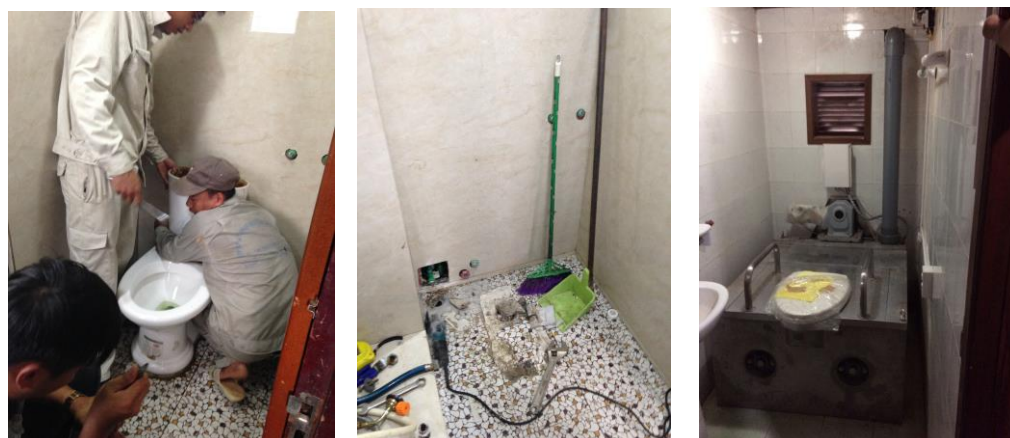
表 20 ロタウイルスの発症ケース推定値（×1000）

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Cambodia											
Low	54.850	55.369	55.888	56.407	56.346	56.286	56.225	56.165	56.104	55.716	55.327
Median	385.664	389.313	392.962	396.611	396.185	395.760	395.335	394.910	394.484	391.752	389.019
High	995.013	1,004.427	1,013.841	1,023.256	1,022.158	1,021.061	1,019.964	1,018.867	1,017.770	1,010.719	1,003.669
Indonesia											
Low	3,098.710	3,073.789	3,048.869	3,023.948	3,018.115	3,012.282	3,006.449	3,000.616	2,994.783	2,995.376	2,995.970
Median	6,686.887	6,633.109	6,579.331	6,525.553	6,512.966	6,500.379	6,487.792	6,475.204	6,462.617	6,463.897	6,465.177
High	8,425.478	8,357.718	8,289.957	8,222.197	8,206.337	8,190.477	8,174.617	8,158.757	8,142.897	8,144.511	8,146.124
Lao, PDR											
Low	9.536	9.583	9.630	9.678	9.670	9.662	9.655	9.647	9.639	9.589	9.540
Median	265.239	266.551	267.863	269.175	268.961	268.747	268.533	268.319	268.105	266.724	265.343
High	294.415	295.871	297.327	298.784	298.546	298.309	298.072	297.834	297.597	296.064	294.531
Viet Nam											
Low	557.700	553.527	549.355	545.182	537.865	530.548	523.231	515.914	508.597	502.021	495.445
Median	1,281.268	1,271.681	1,262.095	1,252.508	1,235.698	1,218.888	1,202.077	1,185.267	1,168.457	1,153.350	1,138.242
High	2,946.917	2,924.867	2,902.818	2,880.768	2,842.105	2,803.441	2,764.778	2,726.114	2,687.451	2,652.704	2,617.957

目標としては、導入する新システムにより感染症のリスクを WHO が提唱する一人一年当たりの DALYs が 10^{-6} 未満を保持できるのかが指標となる。また特に幼少期に重篤な下痢症となるロタウイルスに関する既報²ではワクチンによる感染症削減効果を、DALYs を用いた費用対効果で評価しており、当該活動において期待される効果を同様の費用対効果として評価できる。

(2) 1-2) の活動結果

カウンターパート機関からの許認可取得後、2016年4月よりバイオトイレ及び新浄化装置の設置工事を開始し、6月中旬に全ての地域で設置工事が完了した。工事期間中は特段大きな問題も発生することなく、当初計画していた予定より、1ヶ月程度前倒しで完了した。



² S. Y. Kim et al. (2009) Cost-effectiveness of Rotavirus vaccination in Vietnam, BMC Public health, doi:10.1186/1471-2458-9-29

観光船へのバイオトイレ設置工事



Trang Hung Dao 小学校へのバイオトイレ設置工事



一般家庭への新浄化装置設置工事

写真 バイオトイレ及び新浄化装置の設置工事

設置したバイオトイレの性能を現時点で得られている農業環境研究所の分析結果を基に評価した。オガクズ媒体を定期的（第1回から第16回）に採取・分析し、代表的なトイレについてオガクズ媒体の含水率、pHの変化を図に示す。オガクズ媒体の含水率の管理値としては65%以下、pHの管理値は8以下としている。これらの管理値は、好気性微生物が優位に働き、アンモニア臭などの臭いがしない領域として定めたものである。

不特定多数が利用する観光船（No. 1、No. 2、No. 3）、船着場（No. 4a）のバイオトイレについて分析をすると、不特定多数が利用すると考えられる小学校のトイレ（No. 5a、b、c）では、オガクズ媒体の含水率は50%以下であり、pHも7以下であった。これは、小学校では決められた時間に、決められたクラスだけが使用しており、バイオトイレに対する使用負荷が小さいためである。

一方、家庭用のバイオトイレの中では比較的含水率が高くなりやすい手動式のトイレ (No. 16, No. 21) について分析をした。なお、サンプリング・スケジュールについては資料2を参照のこと。図4～図6に観光船のバイオトイレ (No. 1, No. 2, No. 3) のオガクズの含水率、pHの変化を示す。含水率とpHが管理値以上になった回数は、それぞれNo. 1では2回・3回、No. 2では7回・1回、No. 3では1回・4回となった。

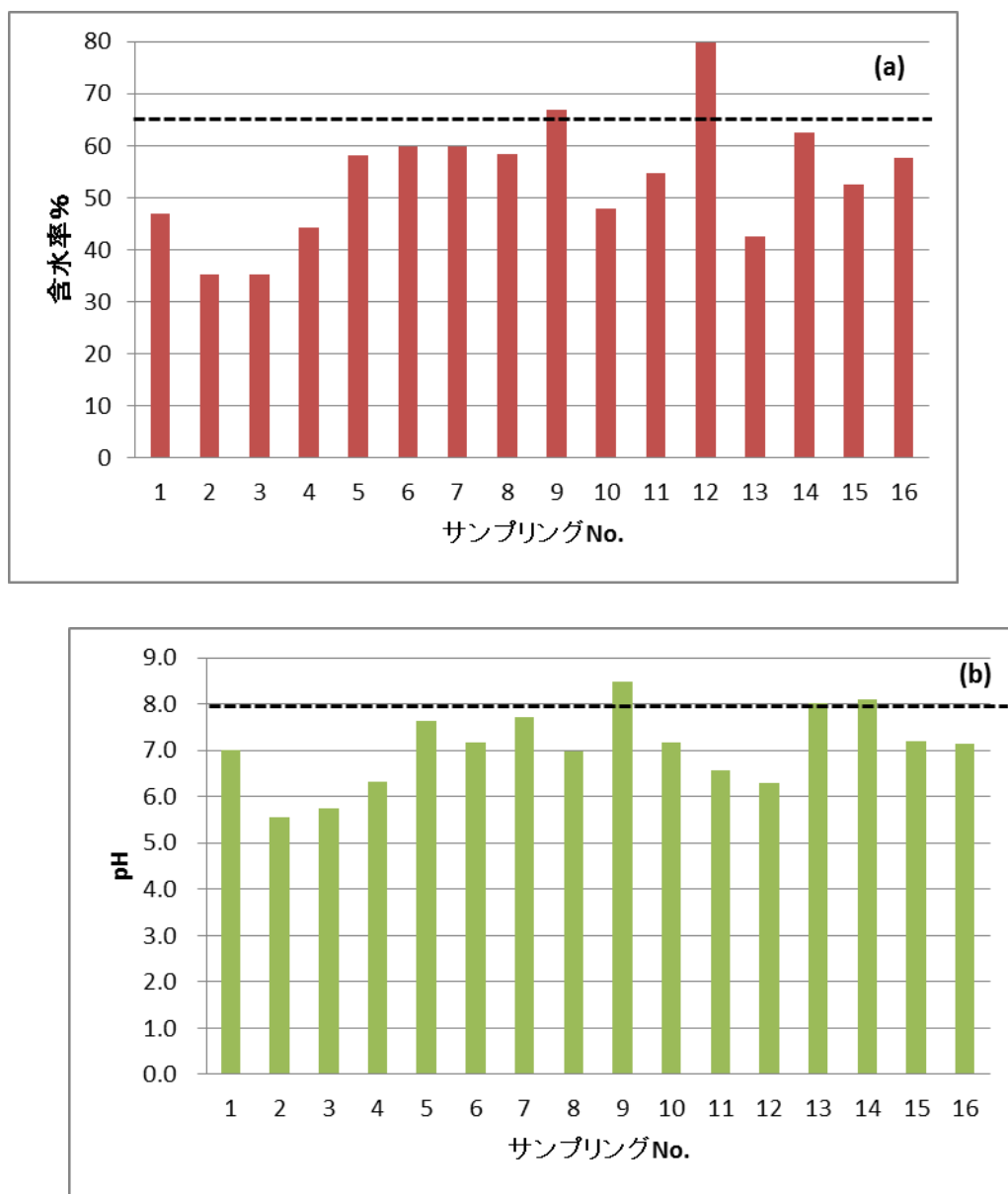


図4 観光船バイオトイレ No. 1 の(a)含水率、(b)pHの推移 (-----:管理値)

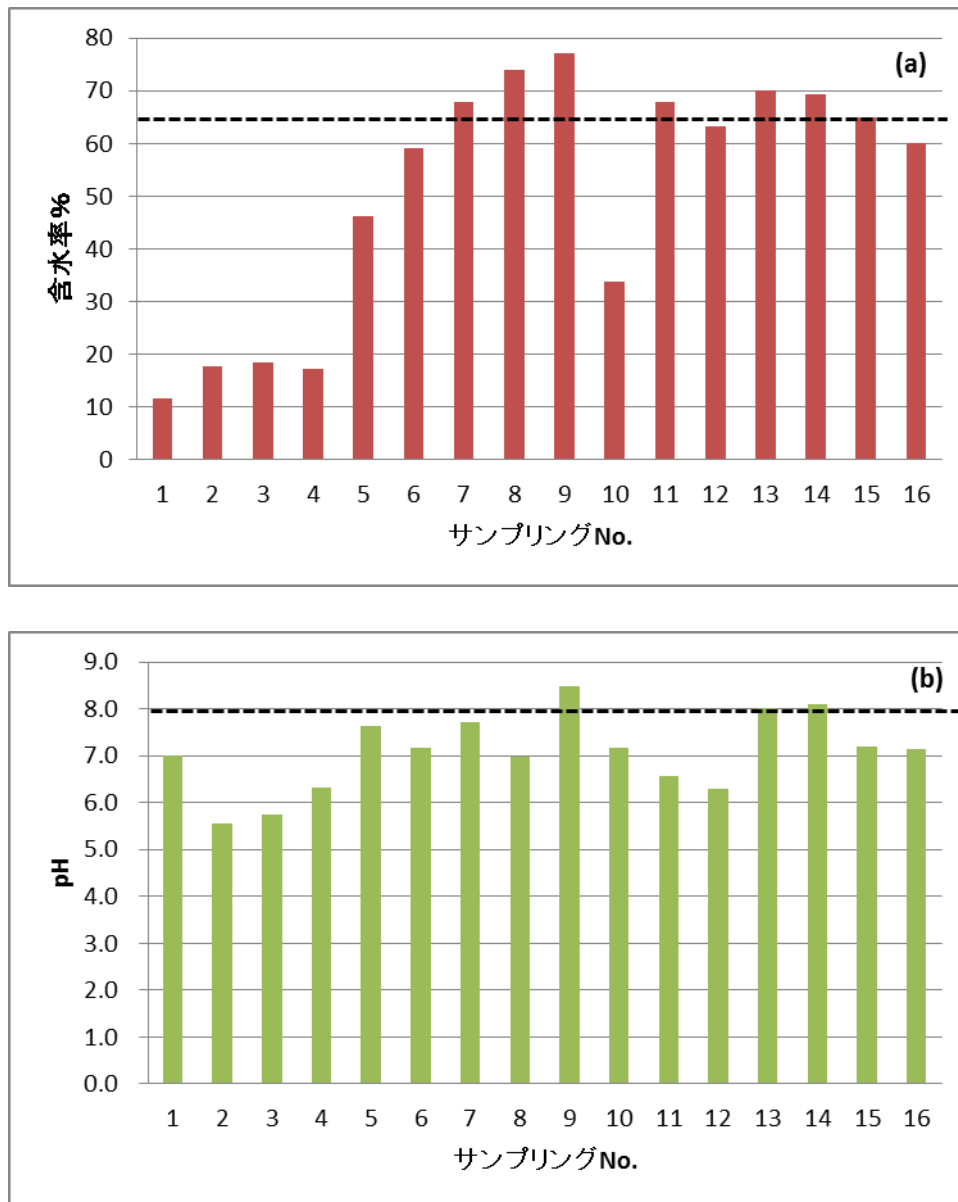


図 5 観光船バイオトイレ No. 2 の(a)含水率、(b)pHの推移 (-----:管理値)

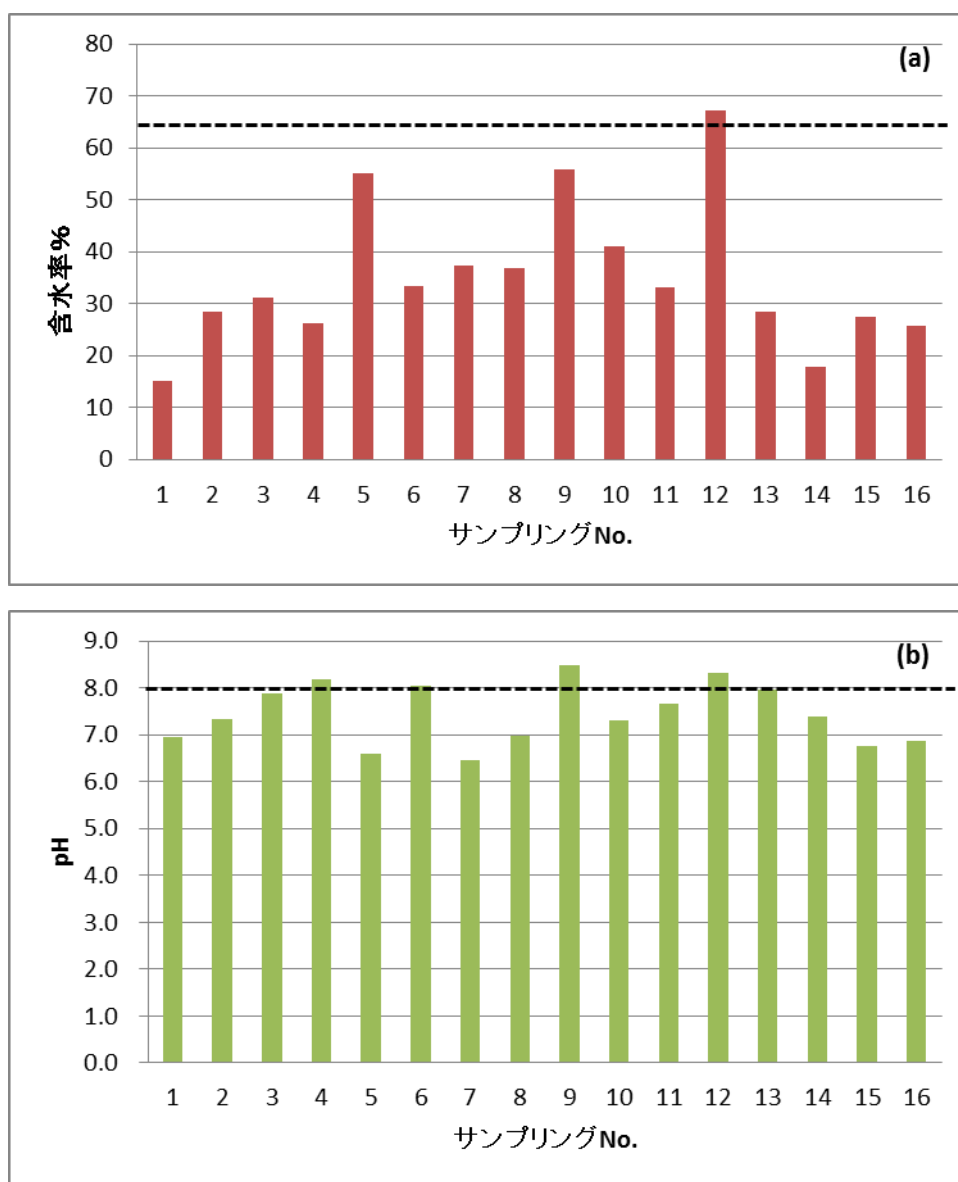


図 6 観光船バイオトイレ No.2 の(a)含水率、(b)pH の推移 (-----:管理値)

図 7 に船着場のバイオトイレ No. 4a のオガクズ媒体の含水率、pH の変化を示す。含水率と pH が管理値以上になった回数は、それぞれ 2 回・3 回であった。観光船と船着場のバイオトイレは、使用回数が正確に記録できなかったが、使用回数が多いためオガクズ媒体の含水率が高くなり、その結果として、嫌氣的条件下でアンモニアが発生し、pH が高くなったと考えられる。この場合、オガクズ媒体を交換することで、含水率と pH が低下するため、早めのオガクズ媒体の交換が必要である。

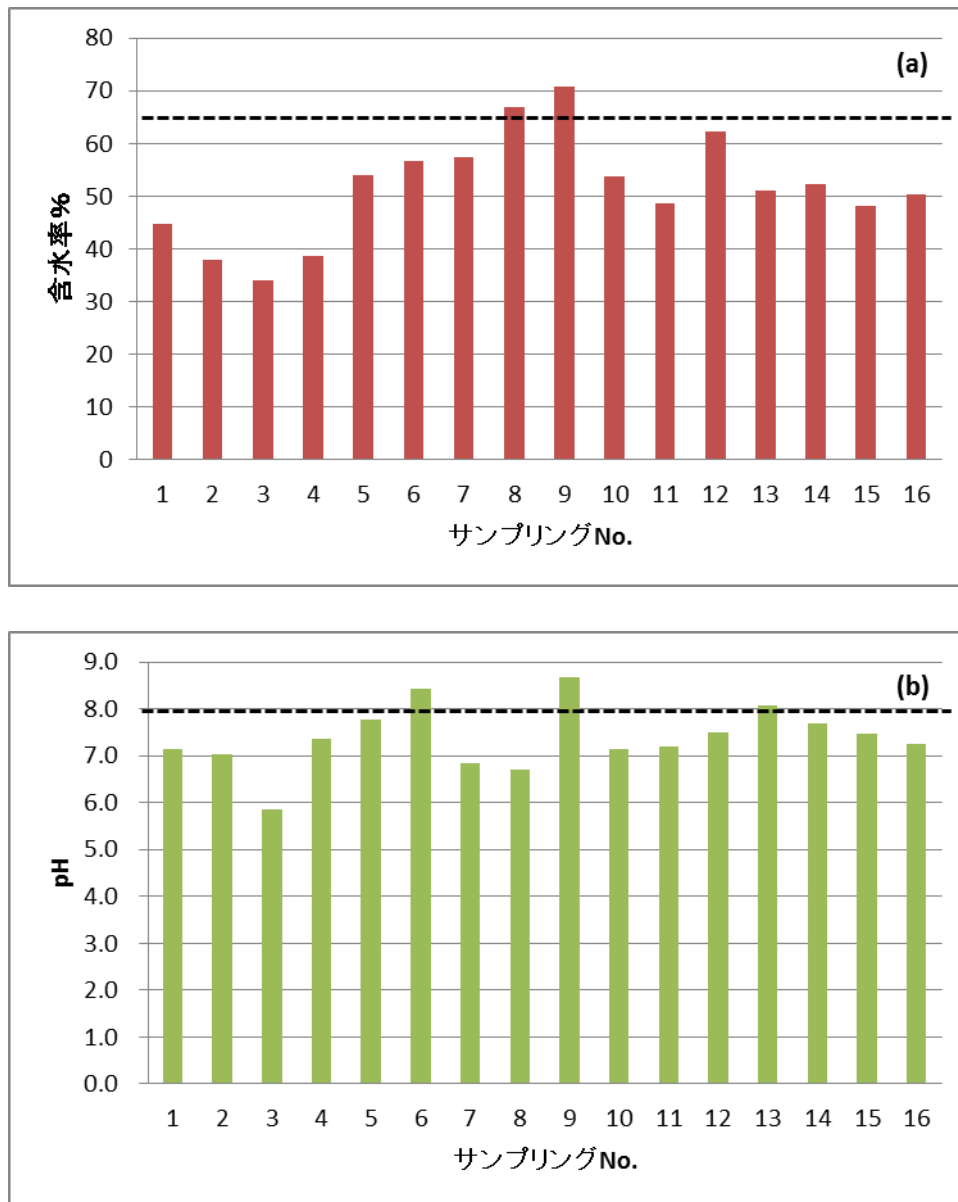


図 7 船着場バイオトイレ No. 4a の(a)含水率、(b)pH の推移 (-----:管理値)

手動式バイオトイレを除いて、家庭用バイオトイレにおいては、オガクズ媒体の含水率が管理値の65%を超えたのは、No. 7で1回のみ観察されただけであり、すべて順調に稼働した。

手動式バイオトイレ (No. 16、No. 21) のオガクズ媒体の含水率と pH の推移を図 8、図 9 に示す。No. 21 の使用回数が No. 16 の 2~3 倍であるにもかかわらず、含水率と pH が管理値以上になった回数は、No. 16 でそれぞれ 1 回・7 回となり、No. 21 ではそれぞれ 0 回・2 回となり、両者のオガクズ媒体の状況に差が生じた。このことは、使用回数が多くても、手動攪拌を十分に行うことにより、オガクズ媒体の状態を良好に保つことができることを

示している。

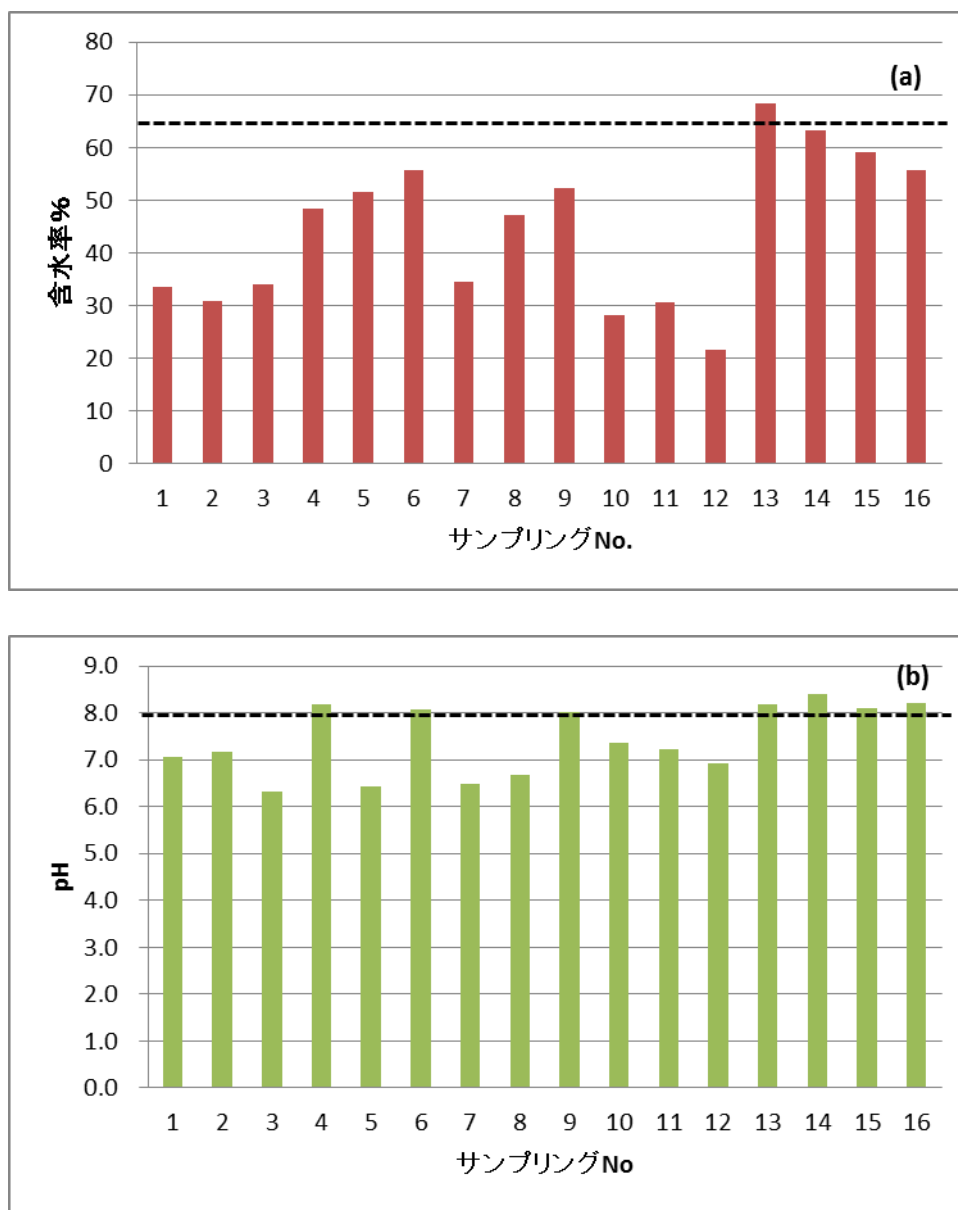


図 8 手動式バイオトイレ No. 16 の(a)含水率、(b)pH の推移 (-----:管理値)

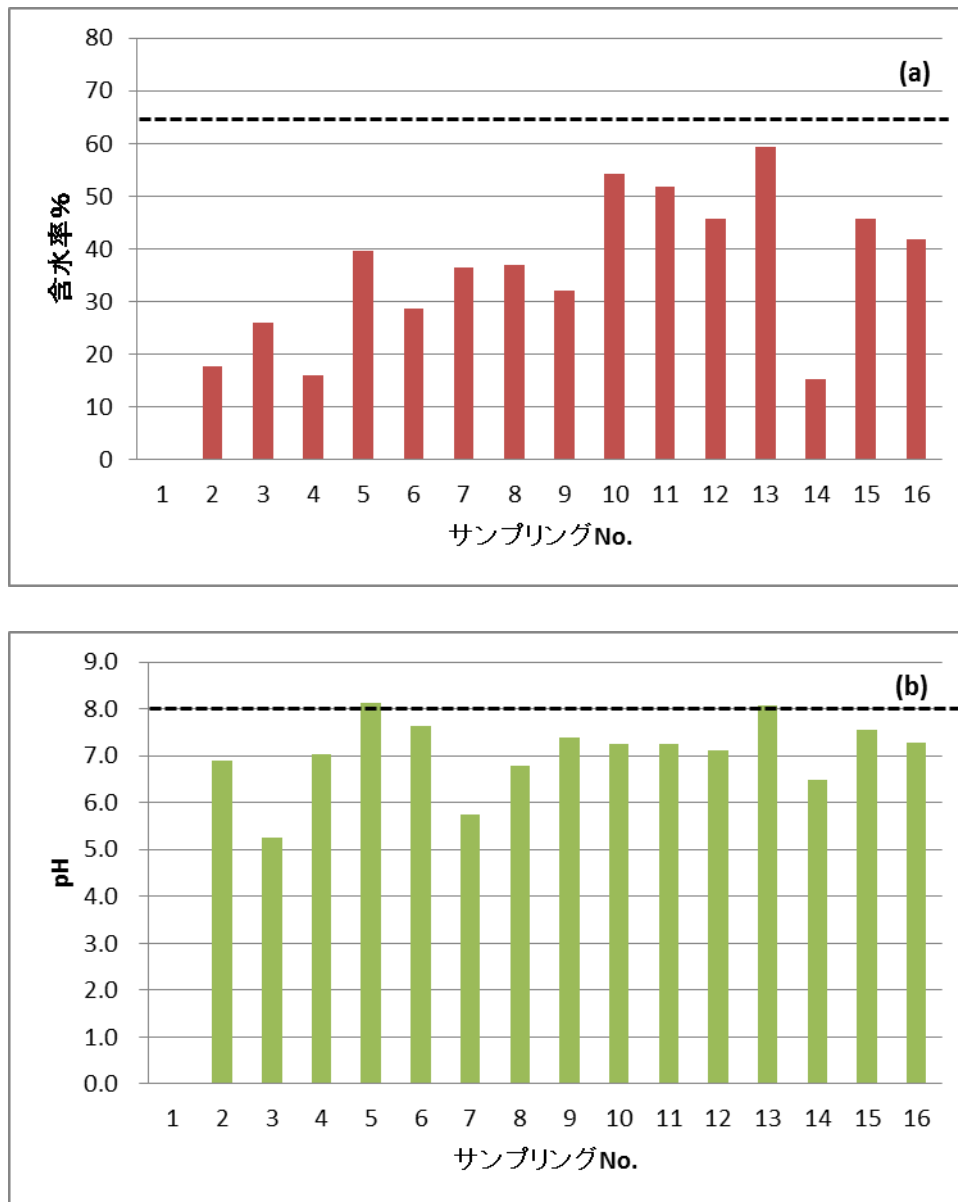


図 9 手動式バイオトイレ No. 21 の(a)含水率、(b)pH の推移 (-----:管理値)

図 10 に家庭でのバイオトイレの累積使用回数に対する累積消費電力の関係を示す。使用回数の記録が継続的に取られている家庭は非常に少なく、2 軒の電動式バイオトイレ (No. 7、No. 20) と 1 軒の手動式バイオトイレ (No. 21) について示す。全てのバイオトイレについて、累積使用回数が増加するに従い累積使用電力も増加した。消費電力の規模として、電動式バイオトイレではヒーター加熱用と攪拌モーター用に電力が必要なため、1,000 回使用時には 200kW 程度、2,000 回使用時には 400kW 程度であった。

一方、手動式バイオトイレでは本体を収納している建屋に取り付けた電気製品（排気ファンや蛍光灯）の消費電力であり、1,000 回で 20kW 程度、2,000 回で 60kW 程度、3,000 回

使用時においても 100kW 程度であり、電動式バイオトイレの 10 分の一程度の消費電力であることが分かった。

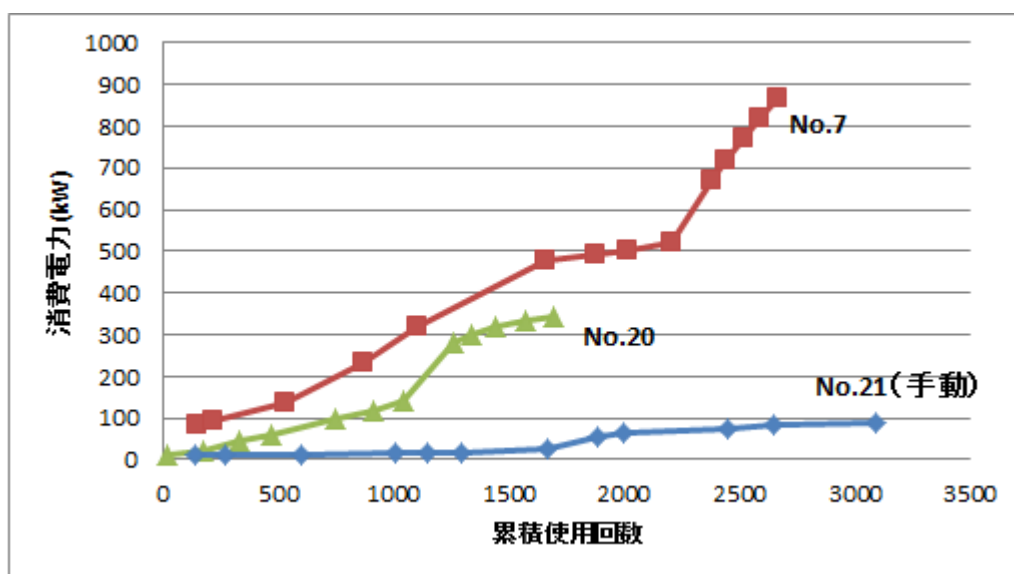


図 10 家庭用バイオトイレの累計消費電力比較

バイオトイレの使用状況や使用上での問題点などを明らかにするために、バイオトイレ使用者に対してアンケート調査を行った。調査は 2017 年 7 月（回答率 100%）と 12 月（回答率 94%、未回答家庭バイオトイレ 1 件）に行った。

表 21 と表 22 に、各々 7 月と 12 月の調査の質問表を示す。調査では公共用（(a)観光船・船着場と (b)小学校）2 種類と、(c)家庭用に質問内容を分けた。12 月の調査では、質問内容を一部変え、家庭用では手動式のバイオトイレを利用している家庭 2 軒の状況も理解するために新たな質問項目を追加した。

表 21 バイオトイレアンケート調査質問票（2017 年 7 月）

調査シート（観光船、船着場用）		調査日	/	/2017
バイオトイレ no.		調査者：		
		回答者：		
1	使用電気代は高いと思いますか	YES	•	NO
2	ドアを開けたときに臭いはありますか	YES	•	NO
3	オガクズ媒体から臭いがありますか	YES	•	NO
4	いままで換気扇の不具合はありましたか	YES	•	NO
5	換気扇の不具合時はどのようにしましたか			
6	トイレの掃除はどれくらいの頻度で行っていますか			
7	媒体交換でご要望はありますか			
8	トイレはきれいに使われていますか	YES	•	NO

9	どのようにすればきれいに使われると思いますか(例えばマナーの問題、清掃頻度の問題)	
10	改良してほしい点がありますか	
11	バイオトイレはどのような点がよいと思いますか	
12	今後もバイオトイレを使い続けたいと思いますか	YES ・ NO
調査シート (学校用) バイオトイレ no.		調査日 / /2017 調査者 : 回答者 :
1	使用電気代は高いと思いますか	YES ・ NO
2	ドアを開けたときに臭いはありますか	YES ・ NO
3	オガクズ媒体から臭いがありますか	YES ・ NO
4	いままで換気扇の不具合はありましたか	YES ・ NO
5	換気扇の不具合時はどのようにしましたか	
6	トイレの掃除はどれくらいの頻度で行っていますか	
7	媒体交換でご要望はありますか	
8	トイレはきれいに使われていますか	YES ・ NO
9	どのようにすればきれいに使われると思いますか(例えばマナーの問題、清掃頻度の問題)	
10	生徒にバイオトイレの使い方を教えましたか	YES ・ NO
11	改良してほしい点がありますか	
12	バイオトイレはどのような点がよいと思いますか	
13	今後もバイオトイレを使い続けたいと思いますか	YES ・ NO
調査シート (家庭用) バイオトイレ no.		調査日 / /2017 調査者 : 回答者 :
1	使用電気代は高いと思いますか	YES ・ NO
2	ドアを開けたときに臭いはありますか	YES ・ NO
3	オガクズ媒体から臭いがありますか	YES ・ NO
4	いままで換気扇の不具合はありましたか	YES ・ NO
5	換気扇の不具合時はどのようにしましたか	
6	トイレの掃除はどれくらいの頻度で行っていますか	
7	媒体交換でご要望はありますか	
8	改良してほしい点がありますか	
9	バイオトイレはどのような点がよいと思いますか	
10	今後もバイオトイレを使い続けたいと思いますか	YES ・ NO

表 22 バイオトイレアンケート調査質問表 (2017 年 12 月)

調査シート (観光船、船着場用)		調査日	/	/2017
バイオトイレ no.		調査者:		
		回答者:		
1	使用電気代は高いと思いますか	YES	•	NO
2	ドアを開けたときに臭いはありますか	YES	•	NO
3	オガクズ媒体から臭いがありますか	YES	•	NO
4	いままで換気扇の不具合はありましたか	YES	•	NO
5	換気扇の不具合時はどのようにしましたか			
6	トイレの掃除はどれくらいの頻度で行っていますか			
7	媒体交換でご要望はありますか			
8	トイレはきれいに使われていますか	YES	•	NO
9	どのようにすればきれいに使われると思いますか(例えばマナーの問題、清掃頻度の問題)			
10	改良してほしい点はありますか			
11	バイオトイレはどのような点がよいと思いますか			
12	今後もバイオトイレを使い続けたいと思いますか	YES	•	NO
13	バイオトイレの使い方に関して、コメントや示唆がありますか。			
14	バイオトイレで水を使わないことに対する抵抗感がありますか。			
15	尿尿が含まれる残渣をコンポストとして再利用することに対する抵抗感 がありますか。			
16	従来のトイレとバイオトイレを併用していますか。併用している場合の理由は 何ですか。			
調査シート (学校用)		調査日	/	/2017
バイオトイレ no.		調査者:		
		回答者:		
1	使用電気代は高いと思いますか	YES	•	NO
2	ドアを開けたときに臭いはありますか	YES	•	NO
3	オガクズ媒体から臭いがありますか	YES	•	NO
4	いままで換気扇の不具合はありましたか	YES	•	NO
5	換気扇の不具合時はどのようにしましたか			
6	トイレの掃除はどれくらいの頻度で行っていますか			
7	媒体交換でご要望はありますか			
8	トイレはきれいに使われていますか	YES	•	NO
9	どのようにすればきれいに使われると思いますか(例えばマナーの問題、清掃			

	頻度の問題)	
10	生徒にバイオトイレの使い方を教えましたか	YES ・ NO
11	改良してほしい点がありますか	
12	バイオトイレはどのような点がよいと思いますか	
13	今後もバイオトイレを使い続けたいと思いますか	YES ・ NO
14	バイオトイレの使い方に関して、コメントや示唆がありますか。	
15	バイオトイレで水を使わないことに対する抵抗感がありますか。	
16	尿尿が含まれる残渣をコンポストとして再利用することに対する抵抗感 がありますか。	
17	従来のトイレとバイオトイレを併用していますか。併用している場合の理由は 何ですか。	
調査シート (家庭用) バイオトイレ no.		調査日 / /2017 調査者 : 回答者 :
1	使用電気代は高いと思いますか	YES ・ NO
2	ドアを開けたときに臭いはありますか	YES ・ NO
3	オガクズ媒体から臭いがありますか	YES ・ NO
4	いままで換気扇の不具合はありましたか	YES ・ NO
5	換気扇の不具合時はどのようにしましたか	
6	トイレの掃除はどれくらいの頻度で行っていますか	
7	媒体交換でご要望はありますか	
8	改良してほしい点がありますか	
9	バイオトイレはどのような点がよいと思いますか	
10	今後もバイオトイレを使い続けたいと思いますか	YES ・ NO
11	バイオトイレの使い方に関して、コメントや示唆がありますか。	
12	バイオトイレで水を使わないことに対する抵抗感がありますか。	
13	尿尿が含まれる残渣をコンポストとして再利用することに対する抵抗感 がありますか。	
14	手回し式バイオトイレを利用している家庭では、継続利用の有無、どういった 点に不便さを感じますか。	
15	従来のトイレとバイオトイレを併用していますか。併用している場合の理由は 何ですか。	
16	例えば、このバイオトイレを無料で受け取っておらず、それを所有するためには バイオトイレについて最初に全額負担してもらう代わりに毎月定額 (2 千円前後) を料金として 20 年間徴収する予定ですが、抵抗感がありますか？	

表 23 と表 24 に、各々7月と12月のアンケート結果のまとめを示す。結果は調査票と対応して、公共用 ((a)観光船・船着場と(b)小学校) と家庭用(c)に結果を分けて示す。

表 23 アンケート結果 (2017年7月)

(a) 観光船・船着場

	1		2		3		4		5	6	7	8		9	10	11	12	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No				Yes	No				Yes	No
1		x	x		x		x		2,3回交換	毎日	媒体交換が必要	x		多くの人々が媒体が濡れることができる。	攪拌をもっと速くする	水の不使用	x	
2		x		x		x	x		新たに交換	毎日	不要	x			複雑に見えて困惑する。		x	
3		x	x		x		x		新たに交換	毎日	媒体交換が必要	x				水の不使用	x	
4-a,b,c		x	x		x			x		毎日	媒体交換が必要		x	人々が使用法を知らない 使用後ボタンを押さない	時々ボタンを押しても動作しない 媒体の交換を頻繁にする	水の不使用 媒体の交換を頻繁にする	x	

(b) 小学校

STT	1		2		3		4		5	6	7	8		9	10		11	12	13	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No				Yes	No		Yes	No			Yes	No
5-a,b,c		x	x				x		毎日		不要	x		何人かの生徒が便座から排尿して排泄。 媒体が乾燥	x		No	水の不使用	x	

(c) 家庭用

NO	1		2		3		4		5	6	7	8	9	10	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No						Yes	No
6		x		x			x			汚れるたびに清掃	6ヶ月前に交換	コンパクトで移動が容易	堆肥に利用	x	
7		x		x			x	x	新品と交換	日常的	2ヶ月前に交換		堆肥に利用、悪臭なし	x	
12		x		x			x			日常的		トイレ内が夏暑い	悪臭なし	x	
16				x			x	x	新品と交換	日常的			清潔で便利	x	
17		x		x			x	x	ファンの拭き取り	日常的			清潔	x	
18		x		x			x			週1回汚れるたびに清掃			清潔、水を不使用	x	
19		x		x			x			漁で不在が多、汚れたら清掃			清潔	x	
20	x			x			x			使用後に清掃	2ヶ月前に交換	大電力消費	清潔	x	
21		x		x			x			日常的			清潔	x	
22	x			x			x	x	プロジェクトが交換	日常的			清潔	x	
23	x			x			x			週1回		大電力消費	悪臭なし	x	

表 24 アンケート結果 (2017年12月)

(a) 観光船・船着場

NO	1		2		3		4		5	6	7	8		9	10	11	12		13	14	15	16
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No				Yes	No				Yes	No				
1	x			x	x		x		専門家が交換	日常的	いいえ	x		利用者に日常的に告知、日常的な清掃	タンクの内部が見えない工夫	海環境の改善	x		-	快適	快適	はい、水洗2台、バイオ1台はキャパ不足
2		x	x		x		x		専門家が交換	月に2回	いいえ	x		利用者への使用方法の告知	タンクの内部が見えない工夫	海環境の改善		x	-	不快	快適	はい、利用者はバイオより水洗を好む
3		x	x		x		x		専門家が交換	日常的	いいえ	使用者に依存	毎日の清掃	タンクの内部が見えない工夫	海環境の改善		x	利用者が少ない	-	不便、不快	快適	はい、利用者はバイオより水洗を好む
4a-b-c		x	x		x		x	-	通常のトイレより掃除が楽	いいえ		x	使用者が便座に乗る	利用者のマナーの向上	換気扇の改善	水を不使用	x		使用方法の告知	使用方法を知らない利用者は不快	快適	はい、利用者が使用方法を知れば、バイオトイレを好む

(b) 小学校

NO	1		2		3		4		5	6	7	8		9	10	11	12		13	14	15	16	17	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No				Yes	No				Yes	No						Yes
5a-b-c		x	x		x		x		専門家が交換	週1回	いいえ		x	子供たちはとても気に入ら	利用者の行動に依存	はい			使いやすい、水の保全、媒体の再利用	はい	いいえ	はい、不快	いいえ、快適	はい、非常に多くの子供と職員に対応しきれない。

(c) 家庭用

NO	1		2		3		4		5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No						Yes	No						
6	x			x		x		x	-	日常的	いいえ	-	堆肥への再利用、水の不使用	x		-	快適	快適	-	はい、バイオトイレの利用大	はい
7		x		x		x	x	専門家が交換	日常的	いいえ	-	堆肥への再利用、環境保全、省電力	x		-	快適	快適	-	はい、バイオトイレの利用大	はい	
12																					
16		x		x		x	x	専門家が交換	日常的	いいえ	いいえ	堆肥への再利用、省電力	x		-	快適	快適	はい、継続使用	はい、バイオトイレのみ利用	はい	
17		x		x		x	x	世帯が清掃	週3回	いいえ	いいえ	水の不使用	x		-	快適	快適	-	いいえ、バイオトイレのみ利用	はい	
18	x			x		x	x	-	日常的	いいえ	いいえ	水の不使用、無臭	x		-	快適	快適	-	はい、バイオトイレの利用大	いいえ	
19		x		x		x	x	-	使用時	いいえ	いいえ	無臭、衛生的	x		-	快適	快適	-	いいえ、バイオトイレのみ利用	いいえ、漁で不在のため、支払ができない	
20		x		x		x	x	-	毎日	いいえ	いいえ	無臭、水の不使用	x		-	快適	快適	-	いいえ、バイオトイレのみ利用	はい	
21		x		x		x	x	-	毎日	いいえ	いいえ	無臭、水の不使用	x		-	快適	快適	はい、継続使用	いいえ、バイオトイレのみ利用	はい	
22	x			x		x	x	専門家が交換	数日に1回	専門家が交換	はい、電力の低減	水の不使用	x		-	快適	快適	-	いいえ、バイオトイレのみ利用	はい	
23	x			x		x	x	-	日常的	いいえ	はい、電力の低減	堆肥への再利用	x		-	快適	快適	-	はい、バイオトイレは電力使用量大	いいえ、高価である	

観光船では、媒体の追加的な交換に関する希望はなく、交換頻度の適正化が図られていた。一方で、利用者の不安を解消するため、全てのバイオトイレについてタンクの内部が見えないようにするなどの工夫について検討して欲しい旨観光船側からの要望があった。また、全ての観光船において、利点としてハロン湾やバイトゥーロン湾の水環境の改善効果を挙げており、環境に対する意識が高まっている。引き続きバイオトイレに関する使用方法の告知、認知度アップなどの啓発活動、さらにはバイオトイレのタンクの内部が見えないようにするといったデザイン面での工夫により一層利用促進が期待できる。

不特定多数が利用し、使用回数が多い船着場においても、媒体の交換頻度の適正化が図られていた。また、今後も引き続き使用を続けたいとの回答を得たが、使用方法の告知や利用者のマナーの向上が課題として挙げられた。さらに、通常のトイレより掃除が楽であ

るとの指摘があり、バイオトイレの新たな長所として期待される。

小学校では、環境教育との相乗効果を期待し利用者を限定しバイオトイレの使用をした。多くの子どもたちが利用するには今回導入したバイオトイレの仕様や台数では十分とは言えないが、小学校側からは今後も使用を続けたいとの回答を得た。

家庭用バイオトイレでは、電動式バイオトイレを使用している全家庭（8軒）と手動式バイオトイレを使用している全家庭（2軒）で、継続使用を希望していることが分かった。また、「バイオトイレを所有するために、最初に全額負担してもらった代りに毎月定額（2千円）を料金として20年間徴収することに対する意思があるか？」の質問に対しては、7軒の家庭が肯定的であったが、電動式バイオトイレを利用する3軒の家庭が否定的であった。ただし3軒中1軒は、漁に出ていることが多いため物理的に支払いができないというものであり支払自体は肯定的であった。また、電動式バイオトイレを利用している家庭での電気使用量と価格については、高額と高額ではないとの意見で二分していた。

従来のトイレとバイオトイレを併用している家庭が8軒中4軒（全て電動式）あり、3軒でバイオトイレの使用が拡大していたなど、バイオトイレは水を使わず無臭であるという優位性や快適性について各家庭での理解が深まっていたことが確認できた。また、媒体の追加的な交換に関する希望はなく、交換頻度の適正化が図られていた。水の不使用、糞尿の堆肥化利用に抵抗感はなく、8軒中5軒が継続使用を希望している。

手動式バイオトイレと従来のトイレを併用している家庭が1軒あったが、この家庭でもバイオトイレの使用が拡大している。

平成29年9月の現地調査において、ヴァンドン島に設置したバイオトイレ（No.18）において、トイレ内媒体中における病原微生物の生残性を検討した。実際に病原微生物を用いることは倫理上難しいので、今回は指標微生物として大腸菌ファージT4を用いることとした。これは非病原性ウイルスの一種であり、これまでの研究成果よりトイレ媒体中の生残性が非常に高いウイルスであることがわかっている。従って、この微生物の生残性を調べることで、想定する病原ウイルスの生残性が高い場合をシミュレートすることができる考えた。検討方法としては、運転中のトイレ（No.18）の媒体にファージT4を投入した後、定期的に媒体中のファージ濃度変化を測定し、ファージの生残性を評価した。具体的にはファージT4の懸濁液として 5.0×10^9 個/mL $\times 50$ mLを用意して、トイレ媒体へと投入した後、媒体全体を20分ほど十分攪拌しファージ濃度が一樣になるようにした。その直後、および23.5時間後、44.7時間後に媒体を約0.5g程度を秤量しながら採取した。採取した媒体試料は、10 mL抽出液（3%ビーフェキス溶液、pH9.5）に直ちに投入し、十分攪拌して媒体に吸着しているファージを抽出液中に抽出した。抽出液は一旦冷蔵保存し、実験室へと運搬した。実験室では抽出液を孔径0.45 μ mフィルターでろ過した後、ろ液中のファージ濃度を宿主菌（NBRC13168）を用いた寒天培地法にて37°C $\times 20$ 時間培養後のブラック数を計数した。係数結果と採取した担体試料の重量を用いて、媒体中のファージ濃度を算定

した。結果を図 11 運転中トイレ (no. 18) の担体中でのファージ T4 の濃度変化に示した。

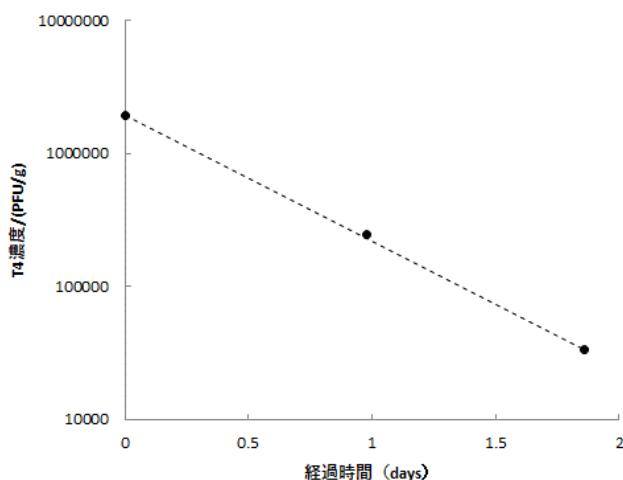


図 11 運転中トイレ (no. 18) の担体中でのファージ T4 の濃度変化

図に示されるとおり、ファージは一次反動的に減少し、次式に従うと考えられた。

$$\text{Log}_{10} (\text{生残率}) = \log_{10} (\text{濃度}/\text{初期濃度}) = -0.95 \times \text{日数}$$

前述のように本調査に用いた T4 ファージは、トイレ媒体中での生残率が非常に高い (すなわち耐性の高い) ウイルスであることがわかっている。従って、この結果を用いて想定する病原ウイルスの生残率を推測することは、リスクを高め評価する (つまり安全サイドの評価) となる。ちなみにこの生残性は、実験室内で行った日本のオガクズベースの媒体における生残性よりも低くなっており、現地の条件ではウイルスの減少速度は比較的高くなることを見込まれ、衛生管理的な視点から見れば、良い媒体の状況であるといえる。

この実験結果を用いて QMRA (Quantitative Microbiological Risk Assessment : 定量的微生物リスク評価) の手法による病原への感染リスクを算定し、バイオトイレ導入における衛生学的安全性について評価した。対象とする病原としては、ベトナムにおける下痢症の発症検出率の中で抜きんでて症例数が多いロタウイルスとする (表 17~表 20 参照)。

バイオトイレに関連する暴露経路として直接暴露 (トイレ内媒体の交換時に、媒体に残存した病原が交換する人の身体 (特に手) に付着し、それを摂取してしまうことによる病原への暴露ケース) を想定する。条件として、①世帯数 4.8 人 (ベトナム平均値) ②感染者数の発生確率は 0.0718/世帯のポアソン分布に従う (ベトナムの平均感染率から算定) ③トイレの媒体交換頻度は 1 回/年、を設定した。この条件にてモンテカルロシミュレーション (1000 回試行) し、試行回数内における年間感染確率の発生頻度分布を求めた。その結果、全試行回数のうち 99.5%においてリスクゼロ (感染確率ゼロ) となり、1000 回に一回程度の確率で感染確率が 0.001 程度となる結果となった。すなわちバイオトイレの媒体交

換における衛生的安全性は WHO の許容感染リスクレベル（年間感染確率 0.0001）以下を十分に達成しうるレベルであるといえ、バイオトイレ導入に当たり、衛生的安全性は担保されているものと評価できる。

他方、設置した新浄化装置の性能を新浄化装置採取記録（資料 3）、IET の分析結果ならびに現場測定値を設定した目標値と比較して評価した。分析結果は、全家庭における調査結果の平均値を用いた。

処理水の pH は、第 20 回調査を除き目標値の範囲内であった。第 20 回調査結果も pH5.57 であったことから、概ね目標値を達成した。

D0 においては、モニタリング時の現場測定値を用いた。処理水では、大部分の調査において目標値を達成していなかった。しかし、設置世帯別にみると、No. 10、13、14、18 の世帯では、全調査 20 回のうち目標値を 10 回～11 回達成していた。また、他の世帯においても、目標値を達成する調査も確認されていることから、ばつ気による酸素の供給されていることが示された。

BOD、COD、TOC においては、全ての調査において目標値を達成することができなかった。しかし、流入水と比較して処理水の濃度が下がっていることから、新浄化装置による有機物の処理が行われていることが示された。有機物の処理は好気性処理が有効であるため、D0 が安定することで処理がより促進すると考えられる。

TSS においては、全ての調査において、目標値を達成することができなかった。しかし、流入水と比較して処理水の濃度が下がっていることから、新浄化装置による処理効果が示された。

T-N において、流入水に比べ処理水の濃度が下がっていることが確認されたが、目標値を達成することはできなかった。しかし、設置世帯別にみると、No. 9、10、11、13、24 の世帯では、目標値を達成する調査も確認された。

NH₄-N において、目標値を達成することはできなかったが、流入水に比べ処理水の濃度が下がっていることが確認された。設置世帯別にみると、No. 9、10、11、13、15、18、24 の世帯では目標値を達成する調査も確認された。特に、No. 10 は全調査 20 回のうち 12 回、No. 24 は 14 回の目標値を達成していた。このことから、新浄化装置による窒素の処理が行われていることが示された。

T-P においては、目標値を達成することはできなかったが、流入水に比べ処理水の濃度が下がっていることが確認された。また、設置世帯別にみると複数回目標値を達成している世帯もあることから新浄化装置によるリンの処理が行われていることが示された。新浄化装置によるリンの処理は、微生物への取り込みや、槽内の木炭に付着した汚泥へリンが固定したものと考えられる。なお、この汚泥は槽内に沈殿する。

油分の指標となる Oil and fat は、全ての調査において、目標値を達成しており、新浄化装置による処理が有効であることが示された。新浄化装置第 1 槽の固液分離部において、

分離されていると考えられる。

Coliform においては、流入水に比べ処理水の菌数が下がっており、新浄化装置の効果が確認された。Coliform は、一般に衛生上の観点での指標として採用されているが、土壌や環境水からも検出されることが知られている。Coliform の結果から、洗濯やお風呂からの排水で菌数が確認されており、生活雑排水による糞便汚染を過剰に評価する恐れがある。また、検出された Coliform が糞便汚染か土壌等の環境由来であるか判断が難しい。調査の過程で、発生する生活雑排水の中には、乳幼児やペットの糞便が混じる可能性が高いことが分かった。

以上のことから、新浄化装置の衛生面を評価するにあたり、Coliform の減少は確認されたことから、調査の途中から糞便汚染の指標である E-Coli に切り替え絞り込むことで、新浄化装置の衛生的観点からの処理状況を、より正確に確認することとした。

E-Coli において、新浄化装置にはトイレ由来の排水は流入しないが、乳幼児やペットの糞便が流入する可能性があるため、流入水からは 400～1,400 CFU/ml の菌数が確認されている。新浄化装置により、菌数は 50～240 CFU/ml まで下がっており、新浄化装置の処理による衛生的な有効性が確認された。

以上より、目標値を達成することできていない項目もあるが、設置世帯によっては目標値を達成することができている状況を確認している。よって、新浄化装置による生活雑排水の処理を通して、環境負荷の低減を期待できる。

参考として、ベトナム国内の排水基準（QCVN14：2008/BTNMT）の生活用水以外として利用される水域へ排出される汚染物質値と比較した。ベトナム国内の排水基準に関しては資料 4 に、ベトナム国内の排水基準との比較結果を資料 5 に示す。

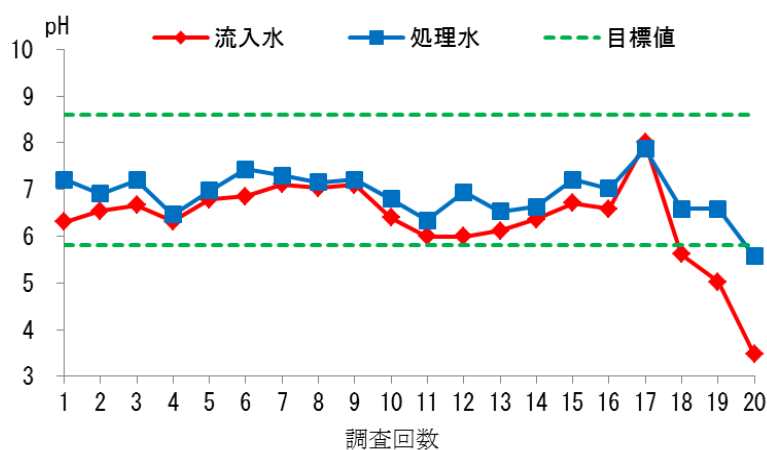


図 12 pH の調査結果

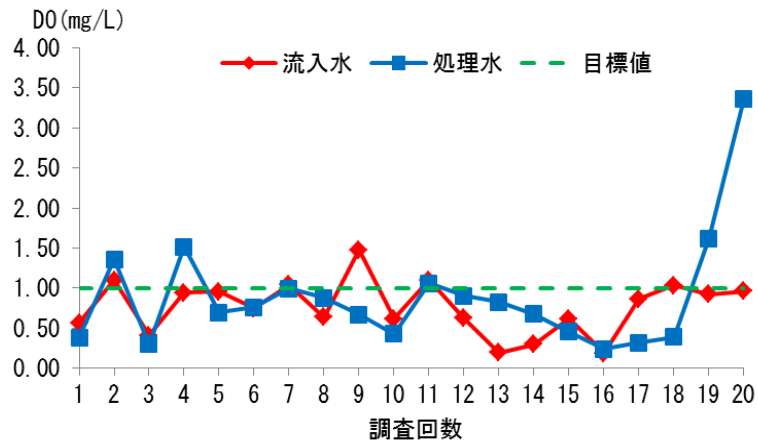


図 13 DO の調査結果

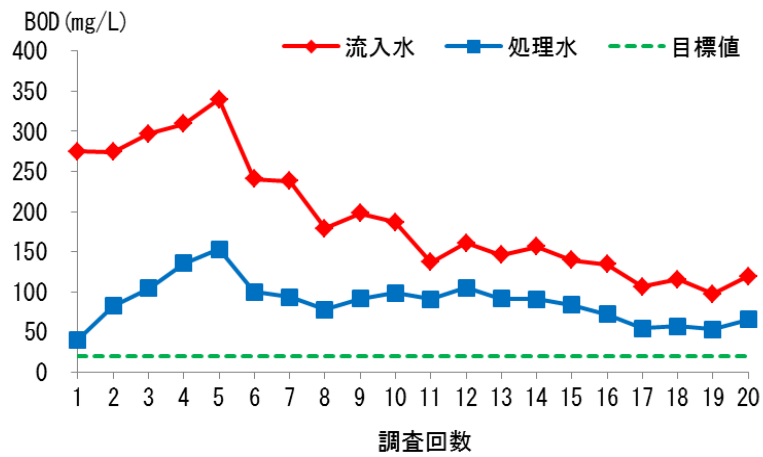


図 14 BOD の調査結果

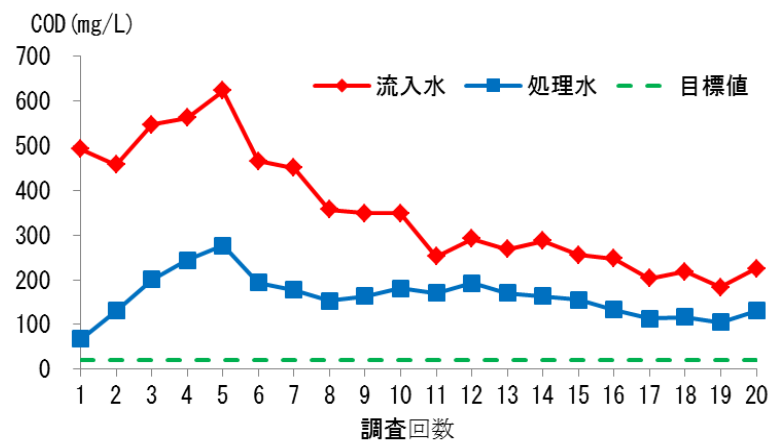


図 15 COD の調査結果

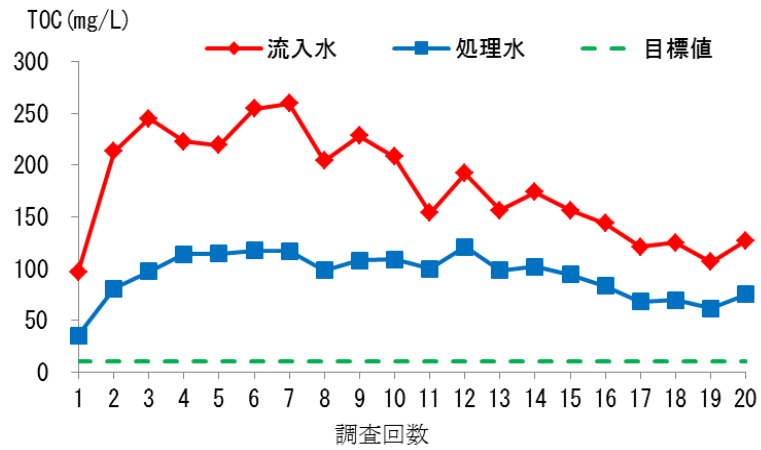


図 16 TOC の調査結果

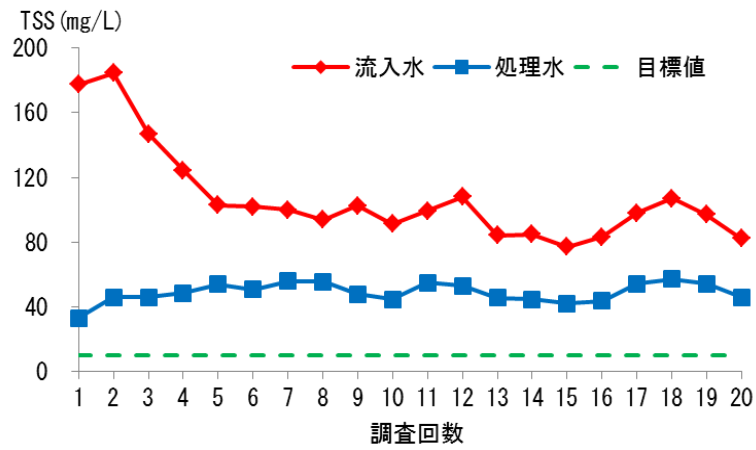


図 17 TSS の調査結果

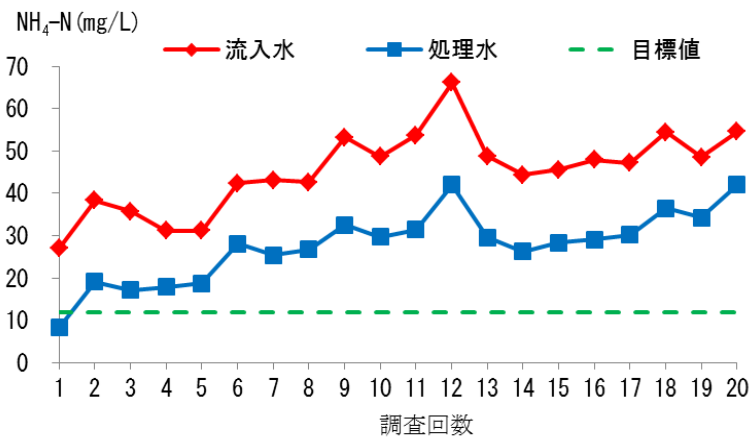


図 18 NH₄-N の調査結果

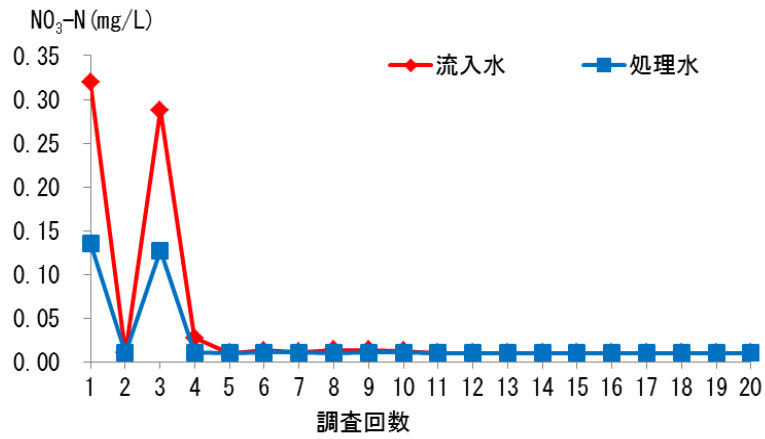


図 19 NO₃-N の調査結果³

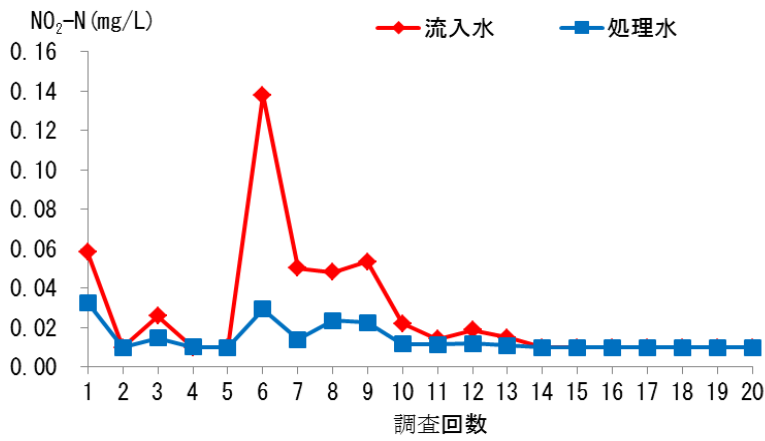


図 20 NO₂-N の調査結果³

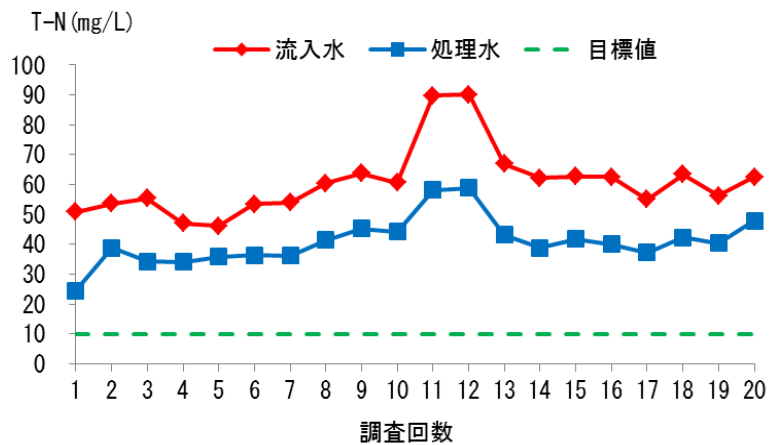


図 21 T-N の調査結果

³ 定量下限値 0.01 mg/L 未満のため 0.01 mg/L として示した。また、目標値は 10 mg/L 以下とした。

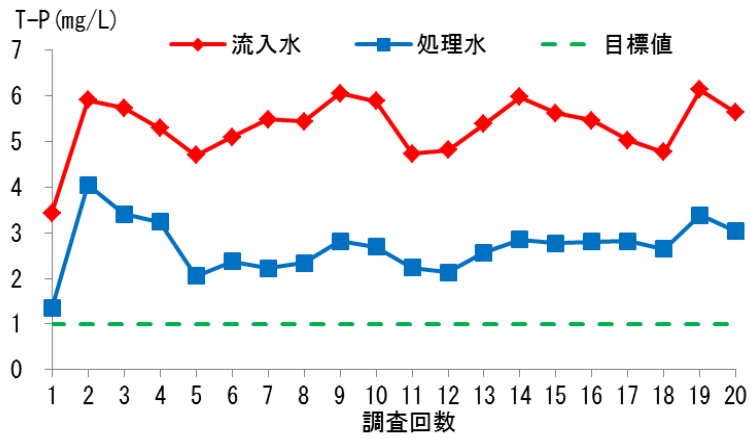


図 22 T-P の調査結果

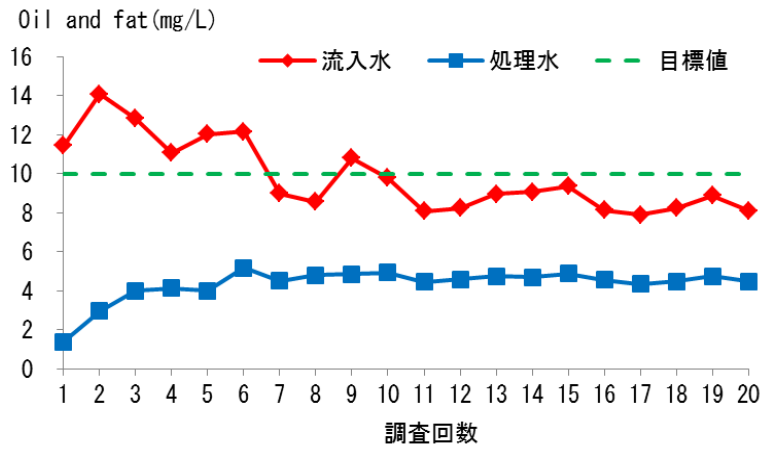


図 23 Oil and fat の調査結果

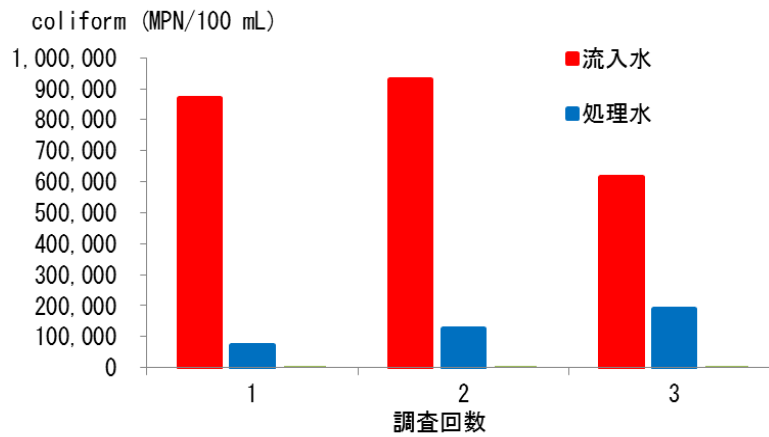


図 24 Coliform の調査結果

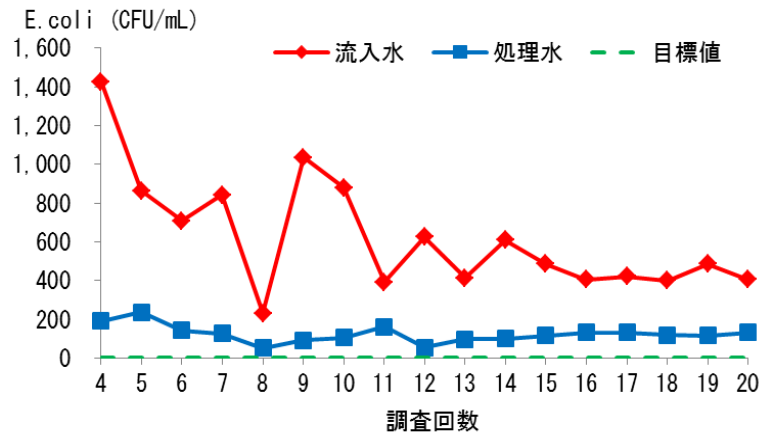


図 25 E-Coli の調査結果⁴

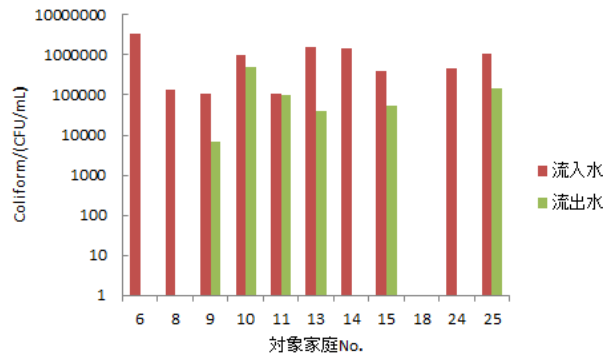


図 26 新浄化装置における流入水及び流出水中の Coliform 濃度

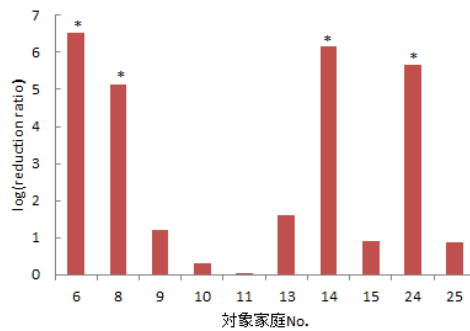


図 27 新浄化装置における Coliform の対数除去率

(3) 1-3) の活動結果

バイオトイレについては、船着場、観光船、小学校いずれも利用回数は増加している。一方、一般家庭では、モニタリング開始直後は、11 軒中 6 軒のみ利用していたが、継続的に住民への説明を行うことで全ての世帯において利用が確認されている。また、一日当た

⁴ 第 1 回～第 3 回までは Coliform を分析していたため、欠測とした。

りのバイオトイレの利用回数も増加している家庭が3軒、一方減った家庭が5軒あった。

一方、新浄化装置は、各調査の際に、新浄化装置内の残渣カゴに堆積している廃棄物量と種類を確認した結果、全ての世帯で残渣カゴ内に食品残渣、髪の毛や洗濯くずなどが確認された。

生活排水の処理に伴う新浄化装置における汚泥の堆積状況を確認するために、各フェーズの最後に新浄化装置内の汚泥厚を測定した。その結果を図 28 に示す。

フェーズ1の4ヶ月間における各世帯平均堆積汚泥厚は0～7.46 cm、フェーズ2の5ヶ月間における各世帯平均堆積汚泥厚は0.515～3.07 cmであり、フェーズ3の5ヶ月間における各世帯平均堆積汚泥厚は、0.123～14.8 cmであった。

これらの結果から、新浄化装置内における残渣物の堆積ならびに、生活雑排水処理に伴う汚泥の堆積を確認することができ、新浄化装置に生活雑排水を流入させる生活が営まれており、現地生活に受容されている。

モニタリング期間中の新浄化装置の稼働で消費された電力量は、35.3 kWh～407.6 kWhであった。新浄化装置の稼働に伴う消費電力量の結果を図 29 に示す。世帯において、消費電力量に差が生じている理由は、使用者が外出時に電源ブレーカーごと OFF にする生活習慣があるためであると考えられる。

また、新浄化装置に関する現地住民に対するヒアリング調査を実施した(2017年7月)。そのヒアリング調査内容を資料 6 に示す。新浄化装置に掛かる電気代に関してヒアリング調査した結果、回答のあった全ての家庭(10世帯/11世帯)で「日常生活に支障をきたすほどではない」との回答を得た。このことから、新浄化装置の稼働に伴う電気代は、現地住民の生活を圧迫することがないことが示された。よって、ベトナム国内において、新浄化装置の普及は可能であると考えられる。

新浄化装置から得られた処理水の利活用状況についてヒアリング調査(2017年7月)した結果を図 30 に示す。

新浄化装置を設置した11世帯中4世帯から「再利用している」との回答を得ており、具体的な再利用方法は、植木への散水利用であった。また、「再利用していない」と回答した世帯は、6世帯であった。再利用していない具体的な理由として、「再利用できる場所がない」、「処理水が土壌に吸収されてしまう」、「処理水が取り出せない」との回答が寄せられた。また、再利用していない6世帯に対して、再利用の希望についてヒアリングしたところ、4世帯が「植木への散水に利用したい」と回答しており、残りの2世帯からは「処理水の水質がわからないから利用したくない」、「利用したくない」と回答が寄せられた。

以上の結果から、新浄化装置を設置した世帯のうち大部分の世帯が、新浄化装置の処理水を再利用しているまたは、希望していることが示された。このことから、新浄化装置の導入は、ベトナム国内の農村部における循環型生活の構築に寄与できると考えられる。

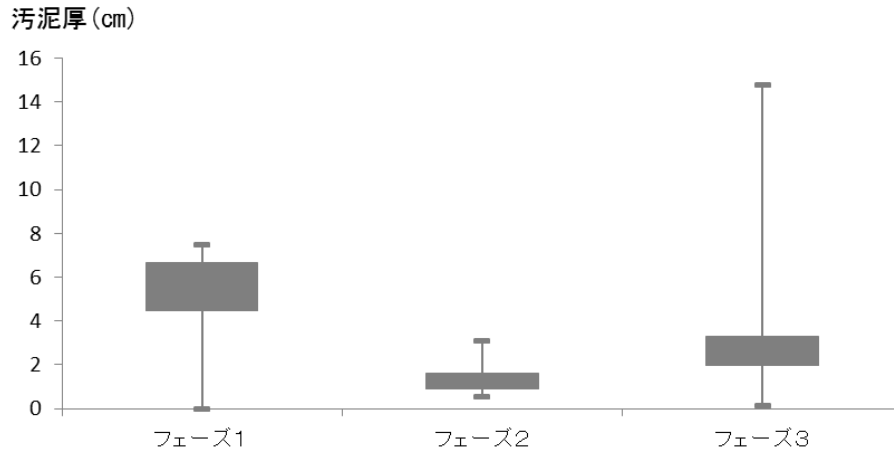


図 28 汚泥厚の測定結果

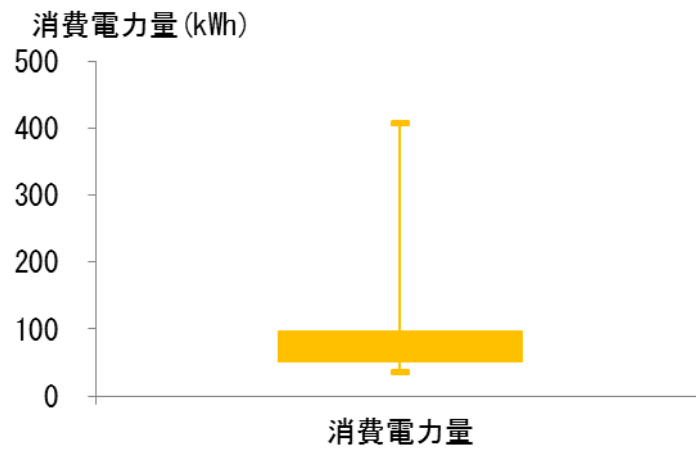


図 29 新浄化装置による消費電力量

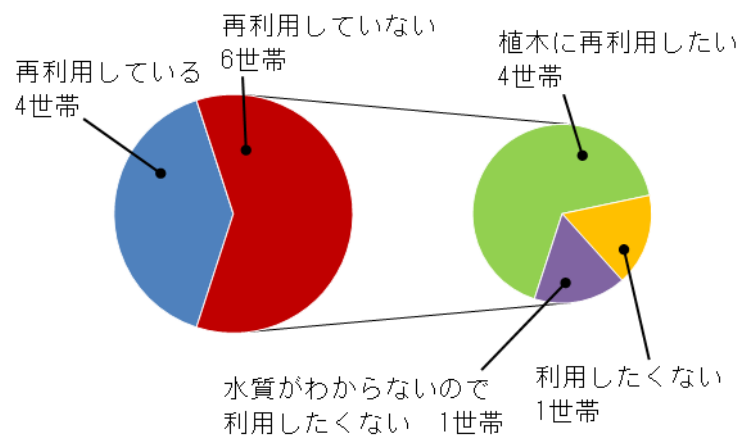


図 30 ヒアリング調査結果

(4) 1-4) の活動結果

バイオトイレについては、第1回から第16回までの分析結果を下に、全ての導入箇所について、目標値に対する到達具合を確認した。その結果を表に示す。

表 25 分析項目ごとの到達度

成果指標	目標値	到達度
含水率	65%以下	全て達成した
pH	5~8	pH8 をわずかに超えるものがあった

pH8 をわずかに超えるものがあったものの概ね全てのバイオトイレが目標値を満たしていることが分かった。但し、今後バイオトイレの使用期間が長期化することで、これら目標値への到達程度が変化することから、引き続き注視する必要がある。

一方、新浄化装置については、ハロン湾やバイトゥーロン湾などの公共用水域に流入する生活排水による汚濁負荷の削減を評価するために、公共用水域へ影響を及ぼす水質項目の汚濁負荷量を算出し、新浄化装置による除去率を示した。汚濁負荷量は、各調査の際に得られた水質濃度に一日当たり各世帯から新浄化装置に流入する排水量（資料7参照）を乗じて算出した。また、除去率は、流入水と処理水の汚濁負荷量から算出した。主な水質項目別の汚濁負荷量と除去効率の推移を資料8に示す。

全調査におけるBODの平均除去効率は51.5%、CODでは50.8%であった。BOD、CODともに50%以上の有機物を除去することができ、新浄化装置による有機物の負荷低減効果が示された。T-Nの平均除去効率31.6%であった。これは、新浄化装置への酸素の供給が十分ではなかったため、有機態窒素の分解やアンモニア態窒素の酸化が生じにくかったことが考えられる。新浄化装置への酸素の供給が十分に行われることで、処理が更に進むと考えられる。T-Pの平均除去率50.0%であった。微生物への取り込みや汚泥中への固定による効果であると考えられる。Oil and fatの平均除去率53.4%であり、新浄化装置による油分除去効果ならびに油分による負荷低減効果を示した。

以上より、新浄化装置は生活排水の環境負荷を低減する効果があり、ハロン湾やバイトゥーロン湾の水質改善に寄与できると考えられる。

生活排水中の汚濁物質は有機物が主である。そのため、公共用水域における有機物の汚濁指標として用いられるBODの結果から、新浄化装置による公共用水域に流入する生活排水の汚濁負荷削減効果は、50%以上あることが示された。バイオトイレからは排水が生じないため、し尿由来の排水による環境負荷はなくなる。よって、バイオトイレと新浄化装置による分散型排水処理システムをハロン湾やバイトゥーロン湾流域に設置した際の生活

排水による汚濁負荷は 50%以上削減でき、分散型排水処理システムの目標値を達成することができる。

(5) 1-5) の活動結果

特に公共施設に設置するバイオトイレでは、汚れが発生しており、汚れているため利用されなくなる可能性があるため、清掃の回数を増やして（1日3回）清潔にトイレ室内を保つことが必要である。また、利用者に対してきれいに利用するように注意書きを作成するなどの対応が必要である。

また、これまでのモニタリング結果、インタビュー結果及び現地最終報告会（2018年4月）を踏まえ、製品の受容性をより高めるためにいくつかの課題が指摘された。これらを踏まえ、当社としての対応方針を以下に示す。

観光船では、不特定多数が利用することがあり、設置した製品では処理しきれない回数の利用が発生し、トイレ室内で一部臭気が発生したこと等の技術的な課題と、バイオトイレタンク内部が直接見えることで利用者に対して不快感を与えるといったデザイン面の課題が指摘された。技術的な課題に対しては、一日当たりの想定される利用者数を正確に把握することで最適な製品を選択すること、また排気ファンの詰りが発生しないよう定期的にチェックするなどが必要である。デザイン面の課題については、当社製品のS型バイオトイレのような便器を別途取り付ける様なタイプの製品を選択することなどが考えられる。

Tran Hung Dao 小学校では、水洗式トイレを利用する家庭が多く、バイオトイレの様なドライトイレの使い方に慣れていない学生が多数いたこと、無水便器のサイズが大きく低学年の学生には使いづらいなどが課題として挙げられた。対応策としては、山間部の学校への導入や高学年の利用などが考えられる。

一部の一般家庭ではヒーターを常時使用していたことにより電気代が高額となったケースがあった。一連の調査から、ヒーターを利用しなくとも適切にし尿を処理できることが判明したことから、今後導入する製品についてはヒーターの利用を行わないといった対応が考えられる。さらに手動式バイオトイレでもし尿を十分処理できたことから、電気代低減の対応としてこうしたバイオトイレの導入も考えられる。

一方、新浄化装置のモニタリングを通して、新浄化装置の仕様ならびに構造に関して、以下の6点の課題が判明した。

第一に、新浄化装置を設置する際に周辺に土止めとして煉瓦で囲い設置しているため、新浄化装置周辺に雨水が溜まっている様子がモニタリング調査時に確認されたこと。

第二に、新浄化装置に利用されている蓋は、新浄化装置の蓋に加えて、厚さ10cm程のコンクリートが利用されている。そのため、コンクリート蓋の開閉時には、大人が3人以上いないと開閉ができず、メンテナンスが困難であること。

第三に、固液分離部にあるメッシュカゴの目詰まりが多く確認され、頻繁に清掃が必要

となったこと。

第四に、ヴァンドン島では電源ブレーカーを OFF にして外出する生活習慣があるため、ばっ気装置が停止してばっ気されず、新浄化装置内が嫌気状態となりやすく、期待される好気性微生物による有機物の分解が生じにくい状況であったこと。

第五に、炭ばっ気槽内のユニットが大きく、清掃時に持ち上げるのに複数人の労力が必要であり、炭の清掃等の維持管理が困難であること。

最後に、TSS のモニタリング結果が、目標値を超過していることから、微細な残渣や炭から剥離した汚泥が流出しやすい構造となっていることである。

これら課題を解決するために新浄化装置の仕様変更を提案する。提案した仕様変更案を図 31 に示す。

新浄化装置周辺への雨水流入に関しては、新浄化装置を施工する際に、土止めとして煉瓦で囲いをする場合、新浄化装置本体のかさ上げ部の上部まで土で埋めるようにする。新浄化装置を直接埋めることも可能であるが、傾斜地などでは新浄化装置に土圧がかかるため、周囲の状況に注意する必要がある。

蓋の構造に関しては、新浄化装置の蓋とコンクリート蓋の 2 重蓋構造は避け、新浄化装置の蓋だけで閉開する施工とする。現地住民へのヒアリング調査においても、現地住民から軽い蓋を望む回答や蓋が重すぎるとの回答が寄せられており、仕様変更の必要性が高い。また、蓋の構造を変更することでメンテナンスが容易となり、新浄化装置の処理能力の維持、向上に期待できるメリットがある。

メッシュカゴに関しては、メッシュの径を下から上に移るほど大きくし、上部では水抜を早くし、大きな固形物を除去し、下部では小さな固形物を除去するようにする。

新浄化装置のばっ気に関しては、タイマーにより 1 時間ごとの間欠ばっ気を実施しているため、電源ブレーカーを ON にしても、新浄化装置内の DO 値がすぐに上昇しにくい。また、使用人数が多くなるにつれて、負荷が高くなるため、使用人数に応じたばっ気が必要となる。そのため、ばっ気装置の容量を大きくするか、ばっ気時間を長く設定する必要がある。これにより、新浄化装置内の DO 値が安定し、好気性処理が期待できる。

浮遊物 (TSS) の流出防止の対策として、炭ばっ気槽の後段に沈殿槽を設けることで、剥離した汚泥の堆積や、微細な残渣の沈殿効果が期待でき、TSS 値の低下が促される。生活雑排水中の懸濁物質は、汚泥や残渣が多いため、有機物による更なる汚濁負荷低減効果が期待できる。

ばっ気槽における清掃等の維持管理が容易でないことに関しては、ばっ気槽内のユニットを分割することで改善することが出来る。分割によりばっ気槽内のユニットを持ち上げることが容易となり、維持管理性能が向上すると考えられる。また、ばっ気槽内のユニットを分割することで、滞留時間を確保することができ、処理能力も維持することが出来る。

最後に、炭ばっ気槽の後段に沈殿槽を設けることで、剥離した汚泥の堆積や、微細な残渣の沈殿効果が期待でき、TSS 値の低下が促される。処理水中の懸濁物質は、汚泥や残渣が

多いため、更なる有機物による汚濁負荷低減効果が期待できる。

現在、提案した新浄化装置の仕様変更案の図面を作成しているところであり、施工が容易で、維持管理性能ならびに処理能力の向上した新浄化装置への変更が期待できる。

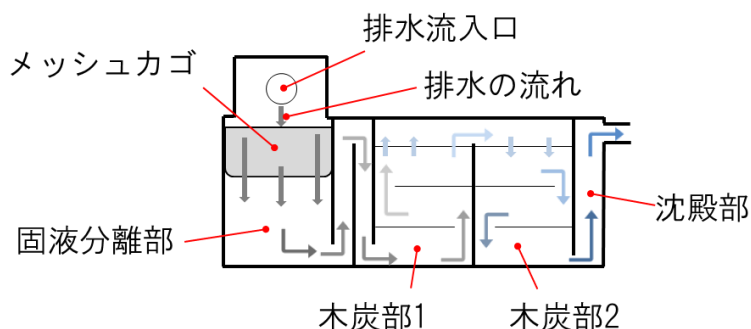


図 31 新浄化装置の仕様変更案

(6) 1-6) の活動結果

ハノイ市内の河川水質の現状は、BOD 25～45mg/l (GCUS/JSWA セミナー⁵)、BOD 12～23mg/l、T-N 22～94mg/l、T-P 4.3～14.2mg/l、大腸菌群数 $5 \times 10^6 \sim 6 \times 10^7$ MPN/100ml (以上、日本大学によるトゥーリック川下流部の調査⁶) と報告されている。日本国内の水質は、BOD 3.0mg/l 以下の河川が 97.5%⁷と比較し高い値であり、昭和 46 年の BOD 5.0mg/l を 27%が超過していた高度成長期の河川に比べ改善されている。特に農村部から都市を通過する河川の例⁸では、昭和 46 年の BOD が 63.7mg/l が平成 27 年には 2.3mg/l まで改善している。この河川の例では、流入する汚濁負荷量の約 50%を目標に削減し水質改善を達成している⁹。

本事業の調査結果から、BOD においては 51.5%の汚濁負荷量の削減が確認されている。また、一日一人あたりの汚濁負荷量が 22.4g (BOD 測定値より算出) であった。案件化調査時の腐敗槽の処理能力がわずか 4%であったのに対し、バイオトイレを導入することによってトイレからの汚濁負荷はなくなり、さらに新浄化装置による生活雑排水を処理することで、68.9%の汚濁負荷量が削減できる (図 32)。

200 世帯の地域に整備した場合、本事業で調査対象となった 1 世帯当たりの平均住人数である 5 人を用いて効果を予測すると、人口 1,000 人の汚濁負荷量が年間 12.7 トンに対し 3.97 トン程度の排出に留まり、8.77 トンが削減できる。さらに、将来的には 47,100 人 (2020 年)、53,500 人 (2030 年) と人口が予測され、増加分の汚濁負荷量を考慮しても、現状の

⁵ GCUS (下水道グローバルセンター)、JSWA (公益社団法人 日本下水道協会)、第 5 回日 GCUS/JSWA セミナー、2012

⁶ 森田ら (日本大学)、「ベトナムにおける水環境改善のための推進工法展開戦略」、第 19 回日本水環境学会シンポジウム、2016、95-96

⁷ 「平成 28 年全国一級河川の水質現況 (平成 29 年 7 月 7 日発表)」(国土交通省) より

⁸ 埼玉県環境部水環境課の公表資料による綾瀬川 (手代橋) のデータを参照

⁹ 「平成 23 年度版綾瀬川清流ルネッサンス 2 年次報告書」(国土交通省発表) を参照

汚濁負荷量 年 587 トン（2016 年の人口 46,072 人をもとに算出）の 65%程度を削減することが可能である（図 33）。

このことから、バイオトイレと新浄化装置を整備し、生活排水処理率（し尿と生活雑排水の処理率）を向上させることで、河川などの公共用水域の水質の改善が見込まれる。

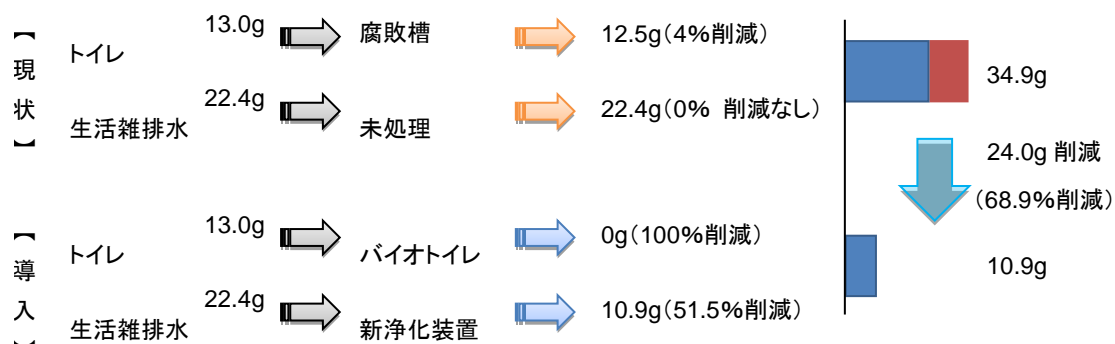


図 32 バイオトイレと新浄化装置による汚濁負荷量の低減効果（一日一人当たり）¹⁰

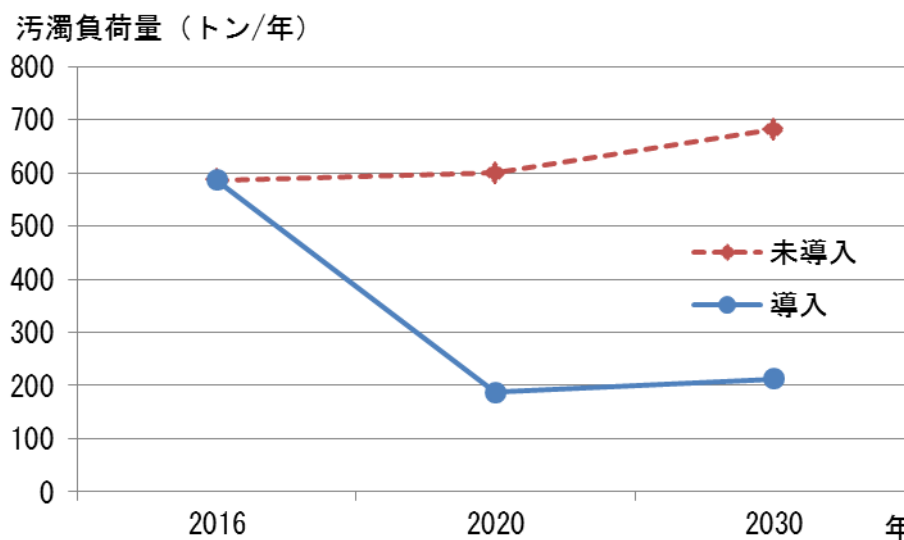


図 33 バイオトイレと新浄化装置の導入による将来的な汚濁負荷量の低減効果（一日一人当たり）

3-1-2 成果 2. に係る活動

(1) 2-1) の活動結果

本事業期間中、観光船オーナーに対してはバイオトイレについて、また天然資源環境局

¹⁰ し尿排出量は日本国内のデータ（「浄化槽管理者への設置と維持管理に関する指導・助言マニュアル（平成 19 年 10 月）」（環境省））を引用した。腐敗槽の処理率は、本業務の案件化調査の結果を引用した。生活雑排水の汚濁負荷量は、本業務における新浄化装置の流入水の調査データから算出した。

など行政機関に対しては分散型排水処理システムの有用性及び優位性に関して 3 回のワークショップを開催し、プロモーション活動を実施した。

観光船オーナーに対するセミナーは、2017 年 11 月 22 日及び 28 日にハロン市内において、行政機関関係者及び船会社 100 社以上、160 名が出席して実施した。当社からは、これまでのモニタリングの結果やバイオトイレの優位性などについて説明した。なお、当日は JICA が別途実施している「クアンニン省ハロン湾地域のグリーン成長推進プロジェクト」の JICA 専門家にも出席してもらい、クアンニン省が進めているグリーン成長戦略に、バイオトイレ導入がどのように貢献するのかについても説明して頂いた。なお、観光船オーナーからの主なコメントは次の通り。

- ・ 決定書 1393 において観光船からの排水による汚染を防ぐよう指示が明記されていることから、クリーンなイメージを持つバイオトイレの導入は効果が大きいと考えられ積極的に導入したい。
- ・ 利用客の満足度向上のためであればバイオトイレを導入したい。
- ・ 利用客全員に対して使い方の説明をすることは難しいため、使い方に関するポスターやチラシなどを準備する必要がある。
- ・ バイオトイレが環境にやさしいイメージをもたれるようにロゴなどを観光船等に貼り付けても良いのではないか。
- ・ 製品が大きいため、観光船の既存のトイレ室内に設置することは難しいのではないか。
- ・ バイオトイレを導入した後、オガクズの定期的な交換などを継続的に行う必要がある。また、故障した場合など、観光船の運航は止めることはできないため、出来るだけ早く対応してもらえるような体制を整えてもらいたい。
- ・ 今後本格的にバイオトイレを導入するに当たって、観光船登録・検査機関として、製品の重さや導入した場合の設計変更手続きの有無、それに伴う手続き費用などどのようにしていくのか明確にする必要がある。



日本側からの説明



ハロン市人民委員会からの説明



セミナー様子



質疑

行政職員らに対するセミナーは2016年7月26日にハロン市内において実施した。カウンターパート機関の天然資源環境局、建設局、計画投資局、科学技術局、農業農村開発局、ヴァンドン地区人民委員会、Uong Bi 市人民委員会など60名程が出席し実施した。当社より、これまでのバイオトイレ及び新浄化装置に関するモニタリング結果に関する報告、今後の普及計画などについて説明した。なお、行政職員からの主なコメントは次の通り。

- ・ バイオトイレと新浄化装置のそれぞれの有用性や効果については理解できた。実際導入する際に、どれだけコスト低減できるのかが課題である。
- ・ 一般家庭に導入する場合維持管理体制をいかに構築していくかが重要である。この点については既に現地関係企業を活用した体制を整備しつつあるので評価できるのではないかと。
- ・ どの地域で、またどの対象に対してバイオトイレや新浄化装置を導入していけばよいかを検討する必要がある。ハロン市は既に下水処理計画が策定されており、他地域においても排水処理計画が策定されていることもあり、それらとの整合や場合によっては修正も必要となる。
- ・ 今後本格的に導入していくためには、省又はベトナム国政府の製品認証が必要となる。クアンニン省人民委員会科学技術局に適切な助言を求めると良い。



日本側からの説明



セミナーの様子

当社の製品に対する優位性や効果などについては十分に理解してもらえた一方で、製品

の現地化や各地域で検討されてきた既存の排水処理計画との整合を如何に図るかが課題として挙げられた。

(2) 2-2) の活動結果

クアンニン省人民委員会及び天然資源環境局関係者を対象とした本邦受入活動（2017年5月10日から16日まで）を行い、分散型排水処理システムを導入している本邦施設の見学や意見交換を通して、バイオトイレ及び分散型排水処理システムに対する理解の促進を図った。

訪日メンバーは以下の通りである。

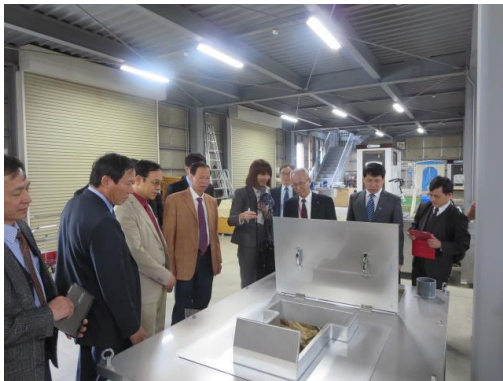
氏名	所属・役職
Dang Huy Hau	クアンニン省人民委員会/委員長代理
Nguyen Huy Thang	クアンニン省人民委員会/総務局長
Vu Duy Van	クアンニン省人民委員会/経済部副局長
Nguyen Ngoc Thu	クアンニン省人民委員会/天然資源環境局長
Hoang Viet Dung	クアンニン省人民委員会/環境保護局長
Nguyen Huu Giang	クアンニン省人民委員会/農業農村開発局長
Hoang Danh Son	クアンニン省人民委員会/計画投資局長
Tran Nhu Long	クアンニン省人民委員会/投資促進機構副局長
Mac Thanh Luan	ヴァンドン地区人民委員会委員長
Nguyen Van Vinh	クアンイエン地区人民委員会事務官

また、全体概略予定は次の通りである。

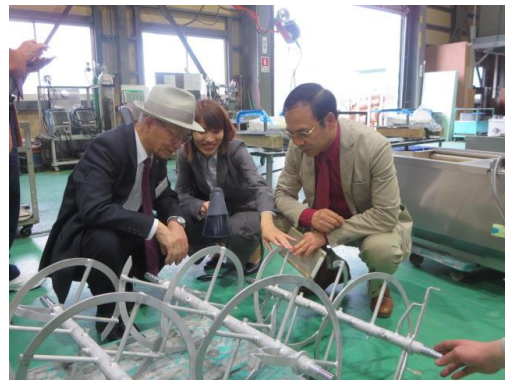
日付	1. 普及・実証事業関係			
	時刻	活動内容/移動	活動場所	宿泊先
5月10日	AM	VN384 08:15(ハノイ)⇒15:05(羽田)	東京	アートホテル旭川
	PM	JL557 17:45(羽田)⇒19:25(旭川)	旭川市	
5月11日	10:00-11:00	現地視察① 施設見学	(株)正和電工	アートホテル旭川
	11:00-11:30	セミナー	(株)正和電工	
	11:30-12:00	覚書締結	(株)正和電工	
	12:00-12:50	昼食	(株)正和電工	
	13:00-14:00	現地視察② 製造工場	(株)ケンリツ	
	14:00-17:30	現地視察③ 旭山動物園	旭山動物園	
5月12日	18:00-20:00	歓迎会	旭川グランドホテル	アートホテル旭川
	10:30-11:10	表敬訪問・打合せ	旭川商工会議所	
	11:30-12:30	表敬訪問・打合せ	旭川市	
	13:00-13:40	昼食	小野木/東旭川1条6丁目10-27	
	14:00-14:40	現地視察① 卸売市場見学	(株)キョウイチ	
5月13日	15:00-16:30	現地視察② 旭川家具の見学	(株)ガンティハウス	アートホテル旭川
	18:00-20:00	交流会	アートホテル旭川	
	午前自由行動	-	-	
5月14日	14:00-15:30	表敬訪問・打合せ	(有)アグリテック	アートホテル旭川
5月15日	PM	JL554 13:00(旭川)⇒14:55(羽田)	東京	ロイヤルパークホテル
	10:00-12:00	表敬訪問・打合せ	JICA	ロイヤルパークホテル
	12:00-13:30	昼食	葡萄の社 互談や	
	14:30-15:00	表敬訪問:永治社長面談	(株)長大本社	
	15:30-17:30	全体会議(埼玉県環境検査研究協会:明星大学:長大)	(株)長大本社	
18:00-20:00	懇親会	ロイヤルパークホテル		
5月16日	10:00-11:00	現地視察(上丸尾山公園)	埼玉県環境検査研究協会	-
	PM	VN385 16:35 (羽田)⇒20:15(ハノイ)	ハノイ、ベトナム	

一連の受入活動を通じて、カウンターパート機関にバイオトイレ及び新浄化装置の機能

的な理解のみならず、①バイオトイレ及び分散型排水処理システムの現地製造体制の確立、②バイオトイレ及び分散型排水処理システムの普及に向けた制度整備及び資金枠組みの構築、③構築した制度及び資金枠組みを試験的に運用するパイロット事業の実施などについても協議を行った。①については、現地企業（Envitech 社及び VIPS 社）と現地における製造体制構築に向けた覚書を締結（2017 年 5 月 11 日）し、②及び③については、本事業の対象地域でもあるヴァンドン島において、省政府予算を活用して約 200 世帯を対象に実施する（パイロット事業）ことを確認した。



工場内見学①



工場内見学②



カウンターパート機関との全体会議



現地企業らとの覚書締結



導入地域の視察（旭山動物園）



集合写真

(3) 2-3) の活動結果

バイオトイレ及び新浄化装置を普及させるためのファイナンシャル・スキームについてベトナム環境保護基金¹¹と本事業期間中検討を行った。同基金は2016年10月7日に東京を

¹¹ 2008年に設立された同基金は、天然資源環境省の直属機関として組織し、財政省が資金を管理している。主な財源は、政府予算、国内外の組織・個人からの援助・寄付・委託金などである。同基金は利益を目的とせず、自然・生物多様性の保護、環境汚染の防止・克服策など環境問題に関する各種のプログラムやプロジェクトなどに財政的な支援を行う。基金原資は政府予算から拠出され約33億円～50億円。

訪問し、クアンニン省でのバイオトイレ・新浄化装置の普及に向けた協議を実施した。
訪日メンバーは以下の通りである。

氏名	所属・役職
Pham Van Trieu	ベトナム環境保護基金副総裁
Tran Kien	開発部長（普及・実証事業担当）
Dam Thi Le Dung	CDM 副部長
Tran Thanh Hai	貸付与信担当
Nguyen Hoai Nam	職員
Nguyen Hoai Thu	経理担当
Vu Xuan Quy	天然資源環境省職員

JICA 訪問（2016年10月7日 10:00-11:00）

ベトナム環境保護基金より説明

- ・ ベトナム環境保護基金概要
- ・ バイオトイレ・新浄化装置の評価、普及可能性と今後の協力。

JICA より説明

- ・ 正和電工と(株)長大の協力の下、分散型排水処理システムの導入によりハロン湾の水環境を改善することを目指した本事業は JICA にとっても新たな事業で、大変期待している。
- ・ 今後の事業化を見据えるとベトナム環境保護基金との協力は不可欠だ。



Pham van Trieu 副総裁（右から二番目）

環境省訪問（2016年10月7日 13:30-14:30）

ベトナム環境保護基金より説明

- ・ ベトナム環境保護基金概要
- ・ バイオトイレ・新浄化装置の評価、普及可能性と今後の協力。

環境省より説明

- ・ 以前環境省の予算を使った F/S 調査（アジア水環境改善モデル事業）の結果について
- ・ 普及・実証事業後も引き続き環境省としても出来る範囲の支援をしていきたい。



水環境 課長補佐 末久 正樹氏



(株)長大訪問 (2016年10月7日 15:00-17:30)

ベトナム環境保護基金より説明

- ・ ベトナム環境保護基金概要
- ・ バイオトイレ・新浄化装置の評価、普及可能性と今後の協力。

長大より説明

- ・ 長大が実施しているエコ・サニテーション事業の説明
- ・ 分散型排水処理システム普及のための政策(案)及びファイナンシャル・スキーム(案)の説明

質疑応答・協議

- ・ バイオトイレのベトナム型の価格、維持管理コスト、キャパシティ、耐用年数について明確にしなければ製品の現地化は達成できない。
- ・ ファイナンシャル・スキームについては、一度実証モデルとして運用していくことを確認。



2016年10月14日付ベトナム国政府公式文書 (No: 8774/VPCP-KTTH) により、環境保護製品 (バイオトイレや新浄化装置など) を導入する際の初期投資費用のうち10%から50%をベトナム環境保護基金が支援することを決定した旨の文書が公表された。先に述べた、クアンニン省が計画するヴァンドン島約200世帯を対象としたパイロット事業において当該基金の資金活用を前提に、クアンニン省人民委員会らが協議を進めているところである。

さらに、今後分散型排水処理システムの普及を進める際に、特に新浄化装置のガイドラ

インが必要となる。そこで、カウンターパート機関であるクアンニン省人民委員会に対してガイドライン案を提示した。

本事業より、未処理の生活雑排水の現状をベトナムの排水基準（QCVN 14：2008/BTNMT）と比較すると、有機物汚濁の指標となる BOD においては、未処理の状態では排水基準の 3.2 倍以上の汚濁がある結果が得られ、新浄化装置の導入により、51.5%の汚濁削減が見込まれる（1-4 項参照）。しかし、各家庭の使用状態は様々であり、さらに施工や維持管理によっては、新浄化装置の処理性能に差が生じる（1-2 項参照）。については、新浄化装置を整備するにあたり、

表 27 にある項目に留意し、普及を進める必要がある。

計画段階では、導入先の使用者への生活雑排水の処理に関する啓発を行う。同時に整備する効果を集合処理（下水道）整備と比較し、評価する。このときの経済性評価については、農村部ではあきらかに分散型排水処理が有用であることから、密集した集落であり下水道の整備が計画されている地域だけを対象に実施する運用でよい。

施工では、生活雑排水が適正に処理されるように施工し、その後の使用や維持管理に支障が生じないようにする。

維持管理では、使用者に新浄化装置で処理できる条件を伝え、適正に処理できるように使用・利用を促す。維持管理を実施する者は、維持管理に必要な浄化原理や新浄化装置の構造、必要な作業の教育を受ける。維持管理の実施の際には、記録を作成し、個別の住宅の特性やその対応方法、今後の新浄化装置の改善につなぐ情報源となる。

補修では、補修方法の確立や新浄化装置の施工上の注意、耐用年数といった情報を収集でき、新浄化装置のさらなる改良につながる。

このように、計画から使用・維持管理に至るまでの流れを実施することにより新浄化装置が地域の生活雑排水による汚染防止対策となり、定着が期待される。

表 26 ベトナムの排水基準と生活雑排水（未処理）の水質

水質項目	ベトナムの排水基準	本事業の調査結果 (平均値、最大値、最小値)	備考
pH	5-9	6.35、7.56、5.16	
BOD	36	192、342、105	
TSS	60	107、191、65	
アンモニア	6	45.2、96.8、15.2	T-N と比較
NO ₃ ⁻	36	0.0409、0.0864、0.0155	
油分	12	9.82、14.7、6.80	n-Hex と比較
PO ₄ ³⁻	7.2	5.33、12.9、2.63	T-P と比較
大腸菌群数	5,000	8.05×10 ⁵ 、3.36×10 ⁶ 、5.54×10 ⁴	フェーズ1で調査した値と比較

表 27 新浄化装置の整備における留意事項

No	分類	項目	留意事項	対象者
1-1	計画	汚染の理解	<ul style="list-style-type: none"> 生活排水を未処理で排出することによる影響を説明し啓発及び認識させる。 家庭からの排水であっても汚染が進むことを理解させる。 	使用者
1-2		防止対策の理解	<ul style="list-style-type: none"> 新浄化装置は生活排水による汚染を防止する装置であることを説明する。 正しい使い方をしないと汚染が防止できないことを伝える。 	使用者
1-3		経済性評価	<ul style="list-style-type: none"> 分散型排水処理として個別処理を整備するか、あるいは複数の集落を集めて処理する集合処理（下水道整備など）を比較し、経済性を判定する。これに必要な積算式を構築する。（※1参照） 	整備側
2-1	施工	設置場所	<ul style="list-style-type: none"> 流入元から放流先の途中に設置し管路の勾配、放流先が確保できること。 土圧の影響や地下水が高い場所の設置を避ける。 新浄化装置のふたの開閉や生活上の安全面に支障が少ないところを選定する。 	施工者
2-2		配管施工	<ul style="list-style-type: none"> 雨水が多く混入しないように配慮する。 接続部から漏れがないように施工する。 未接続の生活雑排水がないようにする。 	施工者
2-3		放流先	<ul style="list-style-type: none"> 放流先から逆流がない場所に設置する。同時に時期により放流先からの逆流がない場所を選定する。 	施工者
2-4		利活用	<ul style="list-style-type: none"> 処理水を利活用できるように新浄化装置の後に溜めますを設ける。 ますのふたの開閉は容易にでき、安全に密閉できる構造とする。 	施工者
2-5		地下浸透	<ul style="list-style-type: none"> 溜めますは、できるだけ地下浸透がない施工をする。 	施工者
3-1	使用・維持管理	使用の注意	<ul style="list-style-type: none"> 流入負荷が高くなり過ぎないように油分の流入、固形物の流入を回避するように注意する。 	使用者
3-2		利活用	<ul style="list-style-type: none"> 溜めますのふたの開閉には安全に留意し、ふたはしっかりと閉じる。 	使用者

			<ul style="list-style-type: none"> 水質が悪化している（臭気がある）場合は、特に田畑に使用しない。 	
3-3	維持管理技術の教育		<ul style="list-style-type: none"> 維持管理に係る基礎的な教育（浄化原理の基礎知識、装置の機能、ばっ気装置の知識、衛生的な知識など）を実施する。 	開発者
3-4	維持管理技術		<ul style="list-style-type: none"> 新浄化装置と水質を確認する。 ばっ気装置の稼働状況を確認する。 水質に応じたばっ気装置の稼働時間を調整する。 堆積した汚泥は水質の状況を見て引き抜きする。 炭の入れ替えは、破損、流出が見られた場合に行い、その周期を監視する。 	維持管理者
3-5	維持管理体制		<ul style="list-style-type: none"> 維持管理の頻度を決め、定期的を実施する。 維持管理担当者間での情報交換を行い、管理手法の見直しを行う。 ばっ気装置や炭、その他関係する設備等の入手ルートを確保する。 	維持管理者
3-6	維持管理記録		<ul style="list-style-type: none"> 維持管理は記録し、維持管理者と使用者の双方で保管する。 記録から処理の傾向や汚泥の引き抜きの頻度、装置の故障などの情報を集約し、新浄化装置の改良に役立てる。 	維持管理者
3-7	補修（本体）		<ul style="list-style-type: none"> 新浄化装置本体の水位が低い場合は、漏水を疑い、原因を確認し補修する。 	維持管理者 施工者
3-8	補修（ばっ気装置）		<ul style="list-style-type: none"> ばっ気装置やタイマーに誤作動があり調整できない場合には交換する。 ばっ気装置から新浄化装置に送気がない場合には原因を究明し補修する。 	維持管理者 施工者
3-9	補修（配管）		<ul style="list-style-type: none"> 配管の破損や接続部が外れている場合は補修する。 	維持管理者 施工者

※1

イニシャルコストは、新浄化装置では、「本体設置費（掘削工事やばっ気装置を含む）」、「電気工事費」、「配管工事費」の合計を、集合処理では、「処理施設建設費（電力設備も含む）」、「管渠建設費」、「設備費（マンホールやポンプの設置費）」の合計を求め

る。ランニングコストは、新浄化装置では、「維持管理費」、「(ばっ気装置にかかる)電気料」「装置の補修費用」の合計を、集合処理では、イニシャルコストの各項目の合計を求める。イニシャルコストには、それぞれの耐用年数を除算し年額を求め、ランニングコストを加算して比較する。各費用は、事例を収集して算出式を導き、耐用年数は実績や日本における事例などを参考にする。

○ 経済性比較の例

新浄化装置のコスト

$$= \frac{\text{本体設置費}}{\text{耐用年数}} + \frac{\text{電気工事費}}{\text{耐用年数}} + \frac{\text{配管工事費}}{\text{耐用年数}} + \text{維持管理費} + \text{電気料}$$

$$+ \frac{\text{装置の補修}}{\text{修理周期年数}}$$

下水道のコスト

$$= \frac{\text{処理施設建設費}}{\text{耐用年数}} + \frac{\text{管渠建設費}}{\text{耐用年数}} + \frac{\text{設備費}}{\text{耐用年数}}$$

$$+ \text{処理施設維持管理費} + \text{管渠維持管理費} + \text{設備管理費}$$

上記ガイドライン案をカウンターパート機関に提案した所、予定されているパイロット事業において適用させることを前提に準備を進めるとの意向が示された。

(4) 2-4) の活動結果

特定非営利活動法人ネイチャーセンターリセンの支援の下、対象小学校 (Tran Hung Dao 小学校) 3年生向け及び教師向け環境教育教材を2016年7月に完成し、クアンニン省教育局の検査を受けた後、同年9月より授業を9回実施した。

2016年度は「私たちのハロン湾の自然を守ろう」をテーマに、授業を通じて、自分たちが暮らす地域の自然に誇りと自信を持ち、その自然環境を守るために、自分たちが出来ることを考え、行動に移すことに取り組んだ。





項目	内容
到達目標	① 子供達が自分たちの生活と地域の自然のつながりを理解する。 ② 子供達がハロン湾の環境保護のために自らできる事を考え行動する。





	<p>③ バイオトイレが環境を改善することを理解する。</p> <p>④ 学んだことを学校全体に広げる意味を理解する。</p>
アプローチ	<p>① 具体的な活動や体験を通すこと。</p> <p>② 自分と身近な人々、社会及び自然とのかかわりに関心を持つこと。</p> <p>③ 自分自身や自分の生活について考えること。</p>
具体的な視点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 健康で安全な生活：健康や安全に気を付けて、友達と遊んだり、学校に通ったり、規則正しく生活したりすることができるようにする。 ・ 身近な人々との接し方：家族や友達や先生をはじめ、地域の様々な人々と適切に接することができるようにする。 ・ 地域への愛着：地域の人々や場所に親しみや愛着をもつことができるようにする。 ・ 公共の意識とマナー：みんなで使う物や場所、施設を大切に正しく利用できるようにする。 ・ 生産と消費：身近にある物を利用して作ったり、繰り返し大切に使ったりすることができるようにする。 ・ 情報と交流：様々な手段を適切に使って直接的間接的に情報を伝え合いながら、身近な人々とかかわったり交流したりすることができるようにする。 ・ 身近な自然との触れ合い：身近な自然を観察したり、生き物を飼ったり、育てたりするなどして、自然との触れ合いを深め、生命を大切にすることができるようにする。 ・ 時間と季節：一日の生活時間や季節の移り変わりを生かして、生活を工夫したり楽しくしたりすることができるようにする。 ・ 遊びの工夫：遊びに使う物を作ったり遊び方を工夫したりしながら、楽しく過ごすことができるようにする。 ・ 成長への喜び：自分でできるようになったことや生活での自分の役割が増えたことなどを喜び、自分の成長を支えてくれた人々に感謝の気持ちをもつことができるようにする。 ・ 基本的な生活習慣や生活技能：日常生活に必要な習慣や技能を身に付けることができるようにする。
学習指導の特質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 子供達の身近な生活圏を活動や体験の場や対象にする。 2. 子供達が身近な人や社会、自然と直接かかわる活動を重視する。 3. 子供達の思いや願いを育み、意欲や主体性を高める学習課程にすること。
学習の進め方	【試行錯誤や繰り返す活動を設定する】


	<p>繰り返し自然事象とかかわったり、試行錯誤して何度も挑戦することは気付きの質を高めることになるとともに、事象を注意深く見つめたり予想を確かめたりするなどの科学的な見方や考え方の基礎を養うことにもつながる。</p> <p>【振り返り表現する機会を設ける】</p> <p>活動や体験したことを言葉などによって振り返ることで、無自覚だった気付きが自分の中で明確になったり、それぞれの気付きを共有し関連付けたりすることが可能になる。</p> <p>【伝え合い交流する場を工夫する】</p> <p>互いに伝え合い交流する活動は、集団としての学習を高めるだけでなく、一人一人の気付きを質的に高めていく上でも意味がある。</p>
--	---

上記到達目標を達成するために、以下のカリキュラムに基づいて授業を実施した。

回	テーマ	時期	目的	講師
第1回	校庭の自然観察	2016/9	学校の校庭の自然環境を知り、愛着を持つ	特定非営利 活動法人 ネイチャー センターリ セン
第2回	地域の特徴を知る		地域の自然の特徴や自分たちが暮らす環境を知る。	
第3回	山と海と人と		地域と近隣の町のつながりを理解する。	
第4回	ハロン湾の自然	2016/10	自分たちの生活の仕方と地域の自然のかかわりを知る。	株式会社 長大
第5回	ハロン湾の課題		現在のハロン湾の現状と生物の様子を知る。	
第6回	私たちができること		各自の地域への想いをまとめ、他の人と共有する。	
第7回	バイオトイレと学校	2016/11	バイオトイレからできた土の力を知る。	
第8回	花や野菜を育てよう		ハロン湾の自然を守るために日常生活の中の工夫を学ぶ。	
第9回	学んだことを広げよう		学んだことを他の人にも伝えられる。	

回	授業の内容	授業の様子
第1回	<ul style="list-style-type: none"> 校庭の自然観察 発見カードの記入 校庭の地図に貼る どこにどんな動植物があったか共有する 	
第2回	<ul style="list-style-type: none"> 地域の地図作り 地域の特徴を写真に撮り、白地図に貼っていく 	
第3回	<ul style="list-style-type: none"> 「街のデザイン」のアクティビティをおこなう 地域環境の保全の必要性を学ぶ 	
第4回	<ul style="list-style-type: none"> 教科書を見て、ハロン湾／ベトナムの貴重な動植物（絶滅種・絶滅危惧種）を学ぶ 日本とベトナムを行き来している魚や鳥などについて学ぶ 	

<p>第5回</p>	<ul style="list-style-type: none"> 教科書を見て、ハロン湾の汚染の問題や生物について学ぶ 	
<p>第6回</p>	<ul style="list-style-type: none"> 各自の意見を書く 班で話し合う 必要に応じて例を発表する 	
<p>第7回</p>	<ul style="list-style-type: none"> バイオトイレの説明（学校の取り組みやバイオトイレの特徴などの紹介） 土の吸水性実験（バイオトイレで作った土と校庭の土） 	
<p>第8回</p>	<ul style="list-style-type: none"> バイオトイレの残渣を使った花壇・野菜作り 	

第9回	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学んだことを家族や友人に広げる ・ 壁新聞作りや発表会など 	
-----	--	--

3-A2 クラス全体写真	3-A3 クラス全体写真
	

全ての授業が終了した後、対象クラスの2人の担任に対してアンケート調査を実施した。結果は以下の通りである。

【3-A2】

質問	回答
先生は、バイオトイレの環境教育を受けて、バイオトイレが環境にもたらす良い影響について理解できましたか。	理解できた
子供達は、バイオトイレの環境教育を受けて、以前より学校や地域の自然に愛着を持ったと思いますか。	そう思う
子供達は、バイオトイレの環境教育を受けて、環境を守るために自分たちの生活の仕方に気を付けるようになると思いますか。	そう思う
バイオトイレの環境教育を受けた先	① 今年の環境教育活動に関する感想と意見：授業

<p>生の感想を自由に書いてください。 今後どのような環境教育を受けたいかなども、自由にお書きください。</p>	<p>の内容が3年生の年齢の特性に適しており、子供達は授業の知識をよく身に付けることができた。今年の授業を通じて、彼らの環境保護意識が高まった。</p> <p>② 来年の活動への示唆：学生達に周囲の環境を観察させ、学校の外で体験させることを勧める。</p>
--	--

【3-A3】

質問	回答
<p>先生は、バイオトイレの環境教育を受けて、バイオトイレが環境にもたらす良い影響について理解できましたか。</p>	<p>理解できた</p>
<p>子ども達は、バイオトイレの環境教育を受けて、以前より学校や地域の自然に愛着を持ったと思いますか。</p>	<p>そう思う</p>
<p>子ども達は、バイオトイレの環境教育を受けて、環境を守るために自分たちの生活の仕方に気を付けるようになるとと思いますか。</p>	<p>そう思う</p>
<p>バイオトイレの環境教育を受けた先生の感想を自由に書いてください。 今後どのような環境教育を受けたいかなども、自由にお書きください。</p>	<p>① 今年の環境教育活動に関する感想と意見：各授業を通じて、子供達は環境問題をより深く理解することができ、そして環境について興味を持てた。さらに、彼らが自分で行った環境保護行動を通じて、環境保護意識が高まった。</p> <p>② 来年の活動への示唆：子供達が住んでいる場所の周囲を観察させ、校外の環境を実際に体験させた方が良い。</p>

2016年度の授業を通じて得た成果と課題は以下の通りである。

途上国において環境教育活動を行うには、「人口増加」「貧困問題」「近視眼的な開発」について理解を深めながら、先進国との関係性にも目を配る必要がある。そして、水や大気といった自然と科学に基づく問題解決型の教育実践だけでなく、個人や集団のエンパワーメント（個人や集団が自らの生活に統御感を獲得し、平等で公正な社会の実現にむけて影響力をもつこと）と社会変革を意識したより人間開発（経済・社会開発に対して）の色彩が強い教育実践が必要である。こうしたことから、今回我々が実施した環境教育活動は、

単にバイオトイレ導入に向けた商業ベースの活動に留まらず、子供達の環境意識の向上も含めた、「気づき」と「改善」にフォーカスした活動であった。実施した授業は、(1) 講義、対話、フィールド・サーベイのほか、(2) 行政職員、地域住民などを巻き込みながら環境意識醸成のための基礎を子供達と協働して進めていく、といった点で革新的な活動であったと言える。子供達が高い関心を持って授業に取り組むために、クアンニン省教育局、学校代表者及び各クラスの担任らとの意見交換や教員指導を通じて信頼関係を構築しただけでなく、事前協議を通して環境意識向上のためのニーズの把握に努めた。言語においても英語とベトナム語が同時に使用されたため、異なる言語間のコミュニケーションを円滑にさせるのに苦労を要した。本活動は、お互いの現状を理解する機会になっただけでなく、関連用語・アイデア・ビジョンの共有や、ネットワークの構築に役立った。

2016年度の活動をより深化させるために、2017年度はより科学的な視点に立った授業と校外活動を実施した。対象小学校（Tran Hung Dao 小学校）4年生向け及び教師向け環境教育教材を2017年9月に完成し、クアンニン省教育局の検査を受けた後、同年10月より授業を9回実施した。

2017年度は「私たちのハロン湾の自然を守るための行動」をテーマに、授業を通じて、子どもたちが自分たちの生活と地域の自然のつながりを実感すること、地域の身近な自然環境の調査を体験すること、バイオトイレが地域の水環境への改善につながることを理解し大切にしようとする心を育むことなどを目的に取り組んだ。


2017年度のカリキュラムは以下の通りである。

回	テーマ	時期	目的	講師
第1回	地域の自然観察① ～調査準備～	2017/10	地域環境調査の意義を理解する。	特定非営利 活動法人 ネイチャー センターリ セン
第2回	地域の自然観察② ～地域調査～		地域の自然環境への愛着を強くする。	
第3回	生きものが集まる空間を造ろう (Biotope)		バイオトイレで作った堆肥を活用して水辺のある空間を作る。 生きものへの関心が高まる。	
第4回	世界の水環境問題	2017/11	世界の水にかかわる衛生や紛争、環境問題を知る。	株式会社 長大
第5回	健康な体と水		健康な体と水のかかわりを理解する。 地域の水環境の改善について考える。	
第6回	毎日の生活を見直す		石けん作りを通して水を汚さな	

			い工夫が必要だと知る。	
第7回	ビオトープの観察	2018/1	水と生きものの関わりを実感する。 動植物の変化に気づき、絵や文章で表せる。 普段から地域環境への配慮が大切であることを理解する。	
第8回	ビオトープの保全		皆でビオトープの保全ができるようになる。 今後の季節毎の変化に期待する。	
第9回	学んだことを広げよう		学んだことを友達や家族に伝えられる。	

回	授業の内容	授業の様子
第1回	<ul style="list-style-type: none"> 水道水などを使った水質の実験 環境調査表への記入の仕方を学ぶ 	
第2回	<ul style="list-style-type: none"> 地域の自然観察と調査 環境調査表の記入 調査結果の共有 	

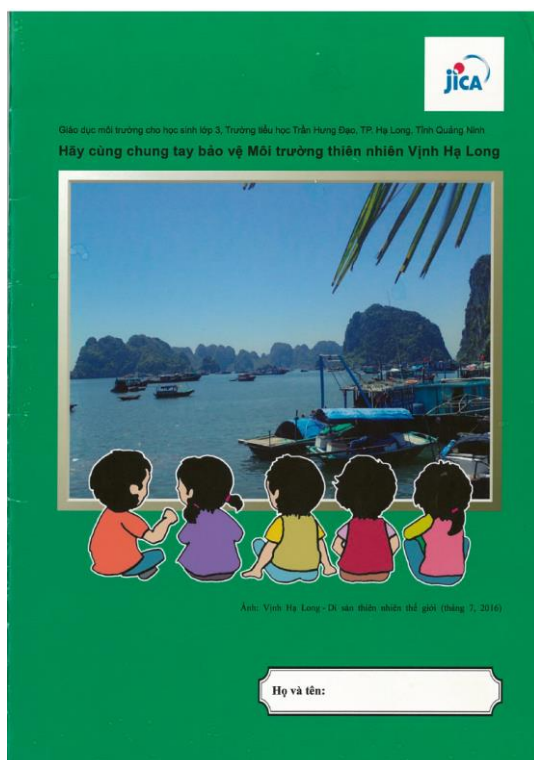
<p>第3回</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ビオトープの意味を理解し、皆で協力して、ベトナムに生息する生きものが集まる学校ビオトープを作る ・ 掲示板に絵や感想を貼りだす 	
<p>第4回</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 世界の水環境問題を学ぶ ・ 地域の水環境の状況を振り返る 	
<p>第5回</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 健康と水の安全について知る ・ ハロン湾の水環境を守る為の行動を考えて話し合う 	
<p>第6回</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境配慮に役立つ草木について学ぶ ・ 水環境を意識した生活の提案をする 	

第7回	<ul style="list-style-type: none"> ・ ビオトープの観察 ・ 観察記録を書けるようになる 	
第8回	<ul style="list-style-type: none"> ・ ビオトープの観察と手入れ ・ 観察記録を書けるようになる 	
第9回	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然環境保全の大切さを広げるための新聞を作る 	

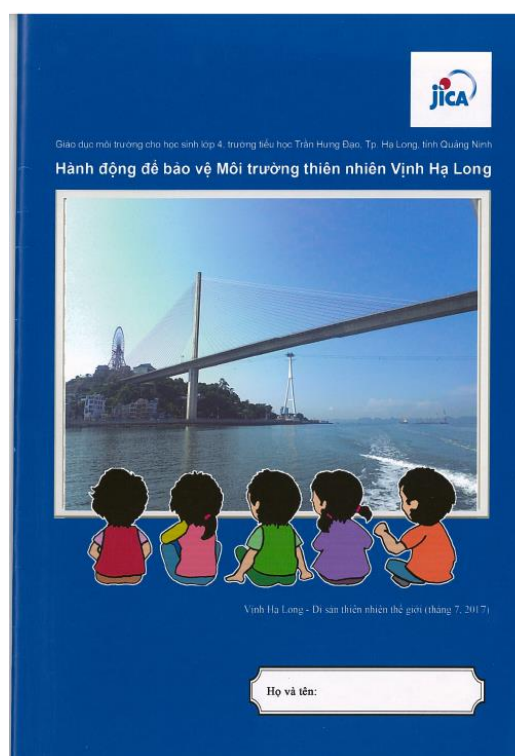
4-A2 クラス全体写真	4-A3 クラス全体写真
	

2年間にわたり、対象小学校における3年生及び4年生に対する環境教育活動を実施した結果、以下の成果が得られた。

- ・ バイオトイレに対する子どもたちの理解が深まり、学校独自でバイオトイレに関する壁新聞などを作成し、他学年に伝えようとする取り組みが見られた。
- ・ 観察道具を活用し、自然環境の観察などを授業の中で取り入れるなどし、子どもたちに対して、自然環境の豊かさと大切さを伝えようとする教員が増えた。
- ・ 教科書に記載されている活動や取り組み事例を活用し、対象小学校の教員や子どもたちが自発的に学校や家庭で取り組む姿勢が多数見られた。
- ・ ベトナムで初めてビオトープを造ったことで、クアンニン省内での複数の小学校が視察に訪れるなど、バイオトイレの広告ツールとしても活用することができた。
- ・ 作成した教科書が、クアンニン省ハロン市内の全ての小学校において副読本として採用されたことで、授業を通じて、バイオトイレの有用性や効果などを多くの子どもたちに理解してもらえる。
- ・ 本事業後も、教員が中心となって本授業を継続して実施し行くことを学校側表明すると共に、ビオトープについても学校側で責任を持って管理する旨の発言があったなど、周囲の自然環境を守るために何をしなければならないのかを十分理解し、それを具体的な行動に結び付けられるようになった。



2016年度環境教育教科書（ベトナム語版）



2017年度環境教育教科書（ベトナム語版）

他方、ヴァンドン島における地域住民に対する啓発活動については、現地 NGO の PHAD(Institute of Population, Health and Development)と協働して、バイオトイレ及び新浄化装置を導入した家庭を含む地域コミュニティに対して啓発活動を 2017 年 4 月に実施し、約 100 名が参加した。構成としては、バイオトイレや新浄化装置を導入している家庭と非導入家庭の双方を対象とし、男性が 4 割、女性が 6 割の比率で実施した。年齢層は 20 代から 70 代までの各層を対象とした。

主に、①地域住民の環境・衛生意識の向上、②バイオトイレや新浄化装置への理解、③支払意識の醸成を目的に実施した。

具体的には、住民が生活している自然環境・生活環境の現状の理解を進め、何が問題なのか、その問題が各家庭、各個人に対してどのような問題を引き起こしているのかを実感させ、どのような経済的不利益を被っているのか。またそれを改善するためには、各家庭や個人がどういった責任をそれぞれ果たさなければならないのかを自発的に考えられるように知識移転型のセミナーと具体的な活動計画を現地住民に検討させるためのワークショップを併用した。これら活動を通じて、地域住民の組織化を実現し、バイオトイレ及び新浄化装置の導入を通じた地域環境の改善・保全につなげる。

本活動を通じて、水環境及び衛生環境に関する知識を身に着けた住民をキーパーソンとして位置づけ、キーパーソンがコミュニティにおいて持続的に活動が行えることが、バイオトイレ及び新浄化装置の普及につながると考え、活動計画及びその予算化についてカウンターパート機関と協議を実施した。

今後バイオトイレや新浄化装置を導入した一般家庭から料金徴収を想定しているが、当該キーパーソンが現地 NGO 々と協働して直接各家庭から料金徴収を行うことで、その一部を活動資金に充てることや、各コミュニティが有する環境保護に係る資金の一部を当該活動に充当するなどして、活動が持続的に実施できるようにすることなどの考えがカウンターパート機関より示された。これまで現地 NGO を介した料金徴収を想定していたが、当該キーパーソンを活用することにより、周辺住民に対して環境知識等の移転がスムーズに行えると共に、バイオトイレなどのプロモーションにもつながるなどのメリットがある。



ワークショップ



事前アンケート調査



グループディスカッション①



グループディスカッション②

Hình ảnh: Nguồn ô nhiễm nông nghiệp và hậu quả



啓発活動資料①

Hình ảnh: Nguồn ô nhiễm từ chất thải sinh hoạt và hậu quả



啓発活動資料②

3-1-3 成果 3. に係る活動

(1) 3-1) の活動結果

ベトナムでは工業化及び都市部への人口集中に伴い、都市部の産業廃水及び生活排水が増大している。一方で、下水処理場の整備が進んでおらず、汚水が直接河川に放流されているため水環境汚染が深刻である。これは産業廃水及び生活排水の大部分がほとんど未処理のまま排出されていること、河川等に廃棄物が投棄されること等の複合的要因によって引き起こされている¹²。

下表にベトナムにおける IB-NET に基づく、上下水道の人口カバー率の変遷を示す。なお、ここでの人口カバー率とは上水供給者、下水処理事業者のサービス供給区域内（計画を含む）での人口カバー率の全国平均を示すため、一般的な人口普及率と比較して高い数値となっている。都市ごとの値としては、JICA の案件として下水処理場の整備が行われるハイフォンでは 2008 年に 20～30% という数値¹³が示されている。

また、同様にハノイ市では、都心部を対象にした家庭訪問調査の結果として、43.5%の世帯が下水道システムに接続し、40.0%が施設内での汚水処理施設（浄化槽等）に接続の

¹² JICA 事業事前評価表「第 2 期ハノイ水環境事業」

¹³ JICA 事業事前評価表「ハイフォン都市環境改善事業（Ⅱ）」

うえ公共セクターが回収し、残りの 16.5%の世帯が下水処理設備を持っていないことが報告されている。なお、ハノイ市全体としては 2020 年までの社会経済開発計画の中で、下水道普及率の目標として 49%を掲げている。¹⁴

表 28 上下水道のサービス供給エリアにおける人口カバー率（ベトナム国全国平均）¹⁵

年	2004	2005	2006	2007
上水カバー率 (%) (Water Coverage)	59	65	69	69
下水カバー率 (%) (Sewerage Coverage)	42	40	33	33

他方で下水処理場の整備状況に関わらず、一般家庭のトイレとして、腐敗槽の設置が義務付けられており、大都市では約 80%の家庭で、腐敗槽の設置がなされている。一方大都市以外の地域では、一般家庭の 20-50%程度しか腐敗槽の設置はなされていない。都市部のトイレ自体の普及率は 90%程と非常に高いものの、その内 10%に満たない割合しか適切に処理されていない¹⁶。なお、コストは以下の通り。

- 腐敗槽の導入価格は約 9 万円、一回の汚泥抜き取り費用が 3 千円/m³
- 単独浄化槽は導入価格が約 22 万円、ランニングコストが月約 3 千円

ベトナム国都市部における平均年収が約 18 万円、地方部においては約 12 万円であるため、一般家庭において単独浄化槽を購入するにはハードルが高い。ベトナム政府は腐敗槽等の建設費の一部を利用者が負担し、運営・維持管理に係る費用に関しては、Rural Water Supply and Sanitation 等の政府機関が負担する方向で検討している。¹⁷

また、主に貧困層に対しては、“Sanitation Revolving fund” と呼ばれる少額ローンを創設し、2 年間で約 2 万円を融資することとしている。これは貧困地域で使用されている腐敗槽建設費の 65%にあたる。

例えばクアンニン省において整備されている排水処理場 (Cam Pha 市) は整備費用に約 3.2 億円要している。加えて、維持管理及び汚泥等の運搬費には多額のコストがかかる。他方バイオトイレの設置はし尿自体をオンサイトで処理することから、従来必要としてい

¹⁴ JICA (2007) 『ハノイ市総合都市開発計画調査最終報告書・要約』

¹⁵ JICA (2007) 『ハノイ市総合都市開発計画調査最終報告書・要約』

¹⁶ “Overview of Sanitation and Wastewater Management in Vietnamse Urban Sector” (Assoc. Prof. Dr. Nguyen Viet Anh, 2010)

¹⁷ “National Rural Clean Water Supply and Sanitation Strategy Up To 2020” (MARD) による

た下水処理場等の整備費用、維持管理費用及び運搬費を低減させることができ、ライフサイクルコストの観点から見れば非常に有利であることが調査から判明した。(下表¹⁸参照)

	導入費 (万円)	維持管理費 (万円) /20 年間	一人当たり年間負担費 (万円)
腐敗槽	9	120	1.29
単独浄化槽	22	72	0.94
バイオトイレ	30	3	0.12

短期的には本事業実施地域であるクアンニン省を対象とするが、環境意識の高い都市への導入や集客力の高い世界遺産や国立公園を有する地域などが潜在的な導入地域として考えられる。

ベトナムには北部、中部、南部 3 つの重点経済地域に 3 つの大都市圏（ハノイ地域、ダナン、ホーチミン）があり、中でも 5 つの中央直轄市や 13 ある第一級都市¹⁹は、人口増加が激しく、高い GDP を誇り、非農業比率も高い都市である。このような中央直轄市や第一級都市は、環境問題への意識も高く、環境配慮型トイレが公共施設へ導入しやすい都市である。既にダナン市人民委員会やフエ市人民委員会へはバイオトイレの紹介を実施しており、下水処理場の整備にはまだ時間を要することから、行政側も高い関心を示している。したがって、当社及び(株)長大のネットワークを活用し、これらの都市への導入を推進する。

(2) 3-2) の活動結果

当初計画にはなかったコンポスト試験フェーズ0を実施した。今後バイオトイレから発生する残渣を現地の農業協同組合、農業事業者又は農家に販売するにあたり、ベトナム国内において堆肥登録等の手続きが必要となる。当該手続きには概ね2～3年を要すると言われており、その承認を得るために必要な各種試験や検証を、委託している農業環境研究所が対応し得るかどうかを確認する必要があったため、事前検証としてフェーズ0を実施した。その結果、農業環境研究所にて必要な分析等は実施できるものの、今後正式な承認手続きを進めていくに当たっては、ベトナム国内の堆肥関連企業との連携が必要であるとの意見を得たため、クアンニン省及びその周辺地域での堆肥関連企業の有無等について調査を実施した。

フェーズ0における堆肥の製造方法、堆肥原料の組成並びにその分析結果を次に示す。

まず、堆肥の製造方法の概略を図 34に示した。なお、各堆肥は約100kg製造し、21日間熟成した。

¹⁸ クアンニン省の一般家庭（5 人家族）をモデルに検討を行った。排水処理場建設費用の償還が 20 年かかるものとし算定している。

¹⁹中央直轄市にはハノイ市、ホーチミン市、ダナン市、ハイフォン市、カントー市がある。また第一級都市はナムディン市、タイグエン市、フエ市、ビン市、ダラット市、バンメトート市、ニャチャン市、クイニョン市、ブンタウ市、ハロン市、タインホア市、ミトー市がある。

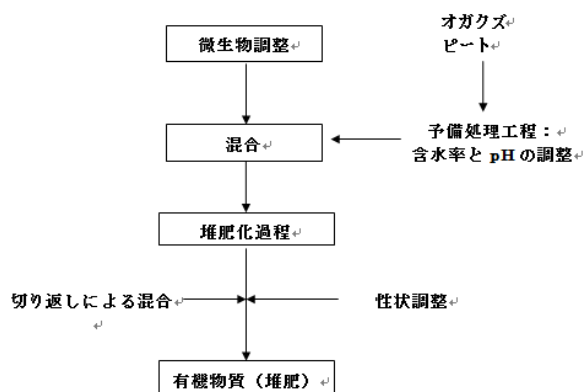


図 34 Phase0 堆肥の製造フロー

表 29 製造した堆肥原料の組成 (%)

	オガクズ媒体	ピート	微生物
Control	100	-	-
Treatment 1	33	66	0.020
Treatment 2	66	33	0.020

製造直後（表 30）、および 21 日間熟成後（表 31）の堆肥中の含水率、pH、T-N、T-P、T-K、TOC、C/N 測定をベトナム標準試験法（TCVN）に準じて行った。C/N は、TOC、TN 及び 1.72（変数）を用いて算出した。製造直後の C/N 比は高い値であったが、21 日間の熟成後には、農業環境研究所 (IAE) の堆肥化基準である C/N 比 20%以下となった。

表 30 製造直後の堆肥成分分析値

No	測定項目	分析方法	単位	分析結果		
				Control	Treatment 1	Treatment 2
1	含水率	TCVN 9297:2012	%	43.67	38.00	45.00
2	pH	TCVN 5979:2007		6.75	6.20	6.50
3	T-N	TCVN 8557:2010	%	1.608	1.305	1.410
4	T-P	TCVN 4052:1985	%	0.225	0.201	0.243
5	T-K	TCVN 8562:2010	%	0.468	0.302	0.401
6	TOC	TCVN 6642:2000	%	63.75	58.93	60.02
7	C/N			23.05	26.25	24.75

表 31 21 日後の堆肥成分分析値

No	測定項目	分析方法	単位	分析結果		
				Control	Treatment 1	Treatment 2
1	含水率	TCVN 9297:2012	%	40.2	25.1	22.3
2	pH	TCVN 5979:2007		6.90	6.84	6.11
3	T-N	TCVN 8557:2010	%	1.54	1.01	1.16
4	T-P	TCVN 4052:1985	%	0.300	1.51	0.686
5	T-K	TCVN 8562:2010	%	0.530	1.22	1.31
6	TOC	TCVN 6642:2000	%	40.43	30.40	17.50
7	C/N			15.26	17.50	8.770

表 32 堆肥熟成期間中の発芽率推移

時間	堆肥化 7 日後			堆肥化 14 日後			堆肥化 21 日後		
	Control	Treatment 1	Treatment 2	Control	Treatment 1	Treatment 2	Control	Treatment 1	Treatment 2
発芽率 (%)	20.24	12.15	18.22	64.78	56.68	68.83	93.40	97.80	98.20

以上の結果により、表 31 から C/N 比の最も小さい Treatment 2 の堆肥の熟成が最も進んでおり、表 32 から Treatment 2 の堆肥化 21 日後の発芽率が 98.20% と最も高いことが明らかとなった。

2016年6月から9月までの間、コンポスト試験フェーズ1を実施した。フェーズ1の目的はこれまでのバイオトイレの分析結果をもとに、オガクズ媒体を用いた堆肥を200kg 製造することである。さらに、この堆肥を用いて有機堆肥を対照としてポットを用いた育成試験を行う。先の案件化調査で実施した育成試験では未堆肥化オガクズ媒体を用いたため、堆肥化の育成効果を実証する。この結果をもとにオガクズコンポストを用いた圃場試験であるフェーズ3の試験計画を具体化する。

但し、T-N、T-P、T-K 及び TOC については特段目標値を定めてはいないが、堆肥製造時に C/N 比の算出や、堆肥の状態を把握するために必要な項目であったことから分析を行った。

フェーズ1は、堆肥化と評価、野菜の育成試験、土壌の分析と評価を行っており、堆肥の製造、堆肥原料の組成並びにその分析結果（オガクズ媒体の堆肥化と評価、オガクズコンポストを用いた野菜育成試験及び土壌の分析と評価）を次に示す。

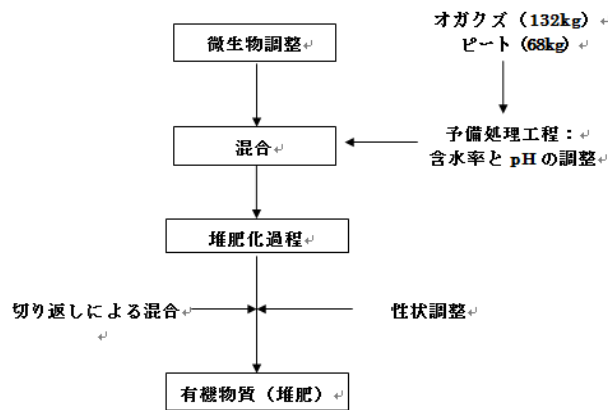


図 35 Phase1 堆肥の製造フロー

表 33 育成試験条件①

項目	内容
土壌	農耕用土壌 土壌密度：1.4 g/ml
オガクズコンポスト	バイオトイレの微生物媒体として使用したオガクズ媒体を 21 日間熟成し堆肥化する
化学肥料	NPK：100%、尿素：131kg/ha、リン酸二水素カルシウム：187kg/ha 塩化カリウム：50kg/ha
有機堆肥	鶏ふん堆肥
実験区サイズ	W×L×H=40cm×50cm×20cm
対象植物	クレス (Cress 菜の花類、育成試験評価においてベトナムで一般的に使用される植物) 各施用試験に対して、各 3 プランターを用いる。
育成場所	屋外 (虫が入らないようにテントを張る)
育成方法	施用試験用プランターはランダムに設置する

表 34 育成試験条件②

No.	施用条件
1	オガクズコンポスト (5,000kg/ha) +75%NPK (60:30:30)
2	オガクズコンポスト (10,000kg/ha) +75%NPK (60:30:30)

3	オガクズコンポスト (10,000kg/ha)
4	有機堆肥 (10,000kg/ha)
5	施用なし

表 35 育成試験条件③

No.	オガクズコンポスト量/ポット (g)	有機堆肥量/ポット (g)
1	100	0
2	200	0
3	200	0
4	0	200
5	0	0



プランターを用いたクレスの育成試験



クレスの収穫

分析結果

1. オガクズ媒体の堆肥化と評価

表 36 オガクズ媒体の堆肥化と評価 (堆肥化前)

No	測定項目	分析方法	単位	結果	C/N
1	T-N	TCVN 8557:2010	%	1.60	16.5
2	T-P	TCVN 4052:1985	%	0.30	
3	T-K	TCVN 8652:2010	%	2.45	
4	TOC	TCVN 8941:2011	%	26.50	
5	大腸菌	TCVN 7924-2 : 2008	CFU/g	10 ³	
6	含水率	TCVN 9297:2012	%	45	

表 37 オガクズ媒体の堆肥化と評価（堆肥化 10 日後）

No	測定項目	分析方法	単位	結果	C/N
1	T-N	TCVN 8557:2010	%	1.20	15.4
2	T-P	TCVN 4052:1985	%	0.41	
3	T-K	TCVN 8652:2010	%	2.01	
4	TOC	TCVN 8941:2011	%	18.50	
5	大腸菌	TCVN 7924-2 : 2008	CFU/g	10 ¹	
6	含水率	TCVN 9297:2012	%	38	

表 38 オガクズ媒体の堆肥化と評価（堆肥化 21 日後）

No	測定項目	分析方法	単位	結果	C/N
1	T-N	TCVN 8557:2010	%	1.010	12.1
2	T-P	TCVN 4052:1985	%	0.554	
3	T-K	TCVN 8652:2010	%	1.560	
4	TOC	TCVN 8941:2011	%	12.300	
5	大腸菌	TCVN 7924-2 : 2008	CFU/g	-	
6	含水率	TCVN 9297:2012	%	21.300	

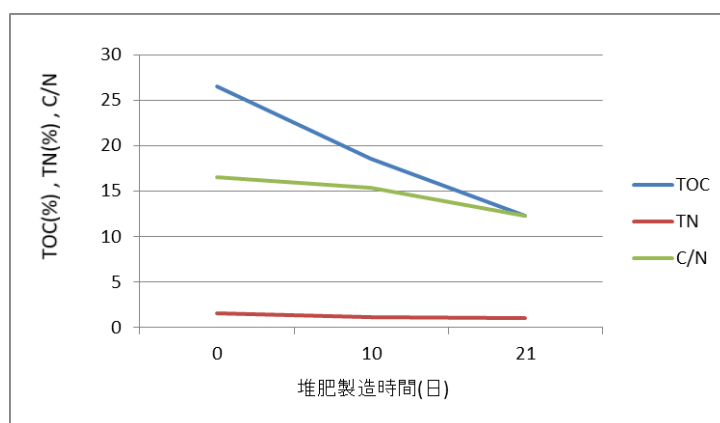


図 36 堆肥化と TOC・T-N・C/N 比

堆肥化後 21 日目で IAE の堆肥化基準である C/N 比 20%以下となった。堆肥製造過程において、総有機炭素は 26.5%から 21 日後には半分以下の 12.3%まで低下した。全窒素は 1.6%から 1.0%まで低下したが、総有機炭素と比較し減少率は小さかった。その結果、C/N (CN 比) は 16.5 から 12.1 に低下し、堆肥の熟成が進んでいることが分かった。

2. オガクズコンポストを用いた野菜育成試験

表 39 野菜の成長と収量

No.	葉長 (cm)	地上部質量 (g/plant)	地下部質量 (g/plant)	収 量 (g/plant)	理論収量 (ton/ha)
1	32.54	49.81	2.29	52.10	13.025
2	32.79	51.01	2.00	53.01	13.253
3	30.07	46.45	1.95	48.40	12.100
4	30.25	37.90	1.90	39.80	9.950
5	27.34	37.81	1.70	39.51	9.878

野菜の理論収量は、オガクズコンポストを施用した No. 1、No. 2、No. 3 において、各々 13.3ton/ha、13.3ton/ha、12.0ton/ha であり、有機堆肥（鶏ふん堆肥）を施用した No. 4 の理論収量（9.95ton/ha）と比較して、20 - 34%高いことが判明した。オガクズコンポストを施用する場合には、高価な化学肥料を併用しなくとも、ほぼ同等の生育効果が期待できることが分かった。

表 40 野菜の成分

No	測定項目	分析方法	単位	結果				
				Treatment1	Treatment2	Treatment3	Treatment4	Control
1	全糖分	AOAC 920.1 83	(g/100g)	1.7	1.65	1.68	1.59	1.5
2	ビタミンC	PPN.1 HO22A	(mg/100g)	0.72	0.69	0.68	0.64	0.62

野菜中の糖分とビタミンCの含有量はNo. 1が最大（糖分は1.7g / 100g野菜当たり、ビタミンCは0.72mg / 100g）であり、No. 5が最小（糖分は1.5g / 100g; ビタミンCは0.62mg / 100g）だった。

表 41 野菜リスク因子の測定 病原微生物

No	測定項目	分析方法	単位	結果
1	大腸菌	TCVN 6846:2007	CFU/g	-
2	サルモネラ菌	TCVN 4829 - 2005	CFU/g	-

病原微生物は、検出されなかった。

表 42 野菜リスク因子の測定

No	測定項目	単位	結果	分析方法	許容値
1	As	mg/kg	0.081	TCVN 7601 - 2007	< 10.0
2	Cd	mg/kg	0.020	TCVN 7603 - 2007	< 5.0
3	Pb	mg/kg	0.250	TCVN 7602 - 2007	< 200.0
4	Hg	mg/kg	< 0.006	TCVN 7604 - 2007	< 2.0

許容値よりも大幅に低い値であった。

3. 土壌の分析と評価

表 43 収穫前の土壌分析

No	測定項目	分析方法	単位	結果
1	T-N	TCVN 8557 - 2010	%	0.125
2	T-P	TCVN 4052 - 1985	%	0.740
3	T-K	TCVN 8652 - 2010	%	1.290
4	TOC	TCVN 8941 - 2011	%	1.170
5	pH	TCVN 5979 - 2007	-	7.410
6	含水率	TCVN 9297 - 2012	%	24.600
7	細菌	TCVN 4884:2005	Log CFU/g	6.640
8	放線菌	TCVN 4884:2005	Log CFU/g	4.180
9	真菌	TCVN 4884:2005	Log CFU/g	3.020
10	セルロース細菌	TCVN 4884:2005	Log CFU/g	3.620
11	大腸菌	TCVN 4882:2007	Log CFU/g	1.800

表 44 収穫後の土壌分析

No	測定項目	分析方法	単位	結果
1	T-N	TCVN 8557 - 2010	%	0.21
2	T-P	TCVN 4052 - 1985	%	1.77
3	T-K	TCVN 8652 - 2010	%	1.36
4	TOC	TCVN 8941 - 2011	%	1.41
5	pH	TCVN 5979 - 2007	-	7.53
6	含水率	TCVN 9297 - 2012	%	25.90
7	細菌	TCVN 4884:2005	Log CFU/g	7.40
8	放線菌	TCVN 4884:2005	Log CFU/g	5.80
9	真菌	TCVN 4884:2005	Log CFU/g	3.50
10	セルロース細菌	TCVN 4884:2005	Log CFU/g	5.70
11	大腸菌	TCVN 4882:2007	Log CFU/g	1.05

収穫後、全窒素、全リンおよび総カリウムの含有量はすべて増加する（全窒素は 0.125 から 0.21 に増加；全リンは 0.74 から 1.77 に増加し、総カリウムは 1.29 から 1.36 に増加する）。細菌、放線菌、真菌、セルロース細菌などの微生物の密度は増加したが、有害微生物の密度は減少した。

表 45 収穫後の土壌のリスク因子の測定 病原微生物

No	測定項目	分析方法	単位	結果
1	大腸菌	TCVN 6846:2007	CFU/g	-
2	サルモネラ菌	TCVN 4829 - 2005	CFU/g	-

病原微生物は、検出されなかった。

表 46 収穫後の土壌のリスク因子の測定 重金属

No	測定項目	単位	結果	分析方法	許容値 ²⁰
1	As	mg/kg	0.081	TCVN 7601 - 2007	≤12
2	Cd	mg/kg	0.020	TCVN 7603 - 2007	≤2
3	Pb	mg/kg	0.250	TCVN 7602 - 2007	≤70
4	Hg	mg/kg	< 0.006	TCVN 7604 - 2007	設定なし

許容値よりも大幅に低い値であった。

²⁰ TCVN 7029:2000 より引用

フェーズ1の結論

バイオトイレのオガクズコンポストとピートから21日間の熟成期間を経て製造した堆肥を用い、クレスの育成試験を行ったフェーズ1では、高価な化学肥料を併用しなくとも、有機堆肥（鶏ふん堆肥）を施用した場合とほぼ同等の生育効果が期待できることが分かった。

2016年11月から2017年3月までの間、コンポスト試験フェーズ2を実施した。フェーズ2では、フェーズ1のポット試験から圃場試験へと規模を大きくした際に出てくる課題等を検証し、次のフェーズ3試験計画へと繋げることを目的として実施した。具体的には、バイオトイレオガクズ媒体（660kg）+キノコの廃菌床（340kg）を混合し、堆肥を1t製造し、この堆肥を用いて圃場（100m²）での育成試験を行った。

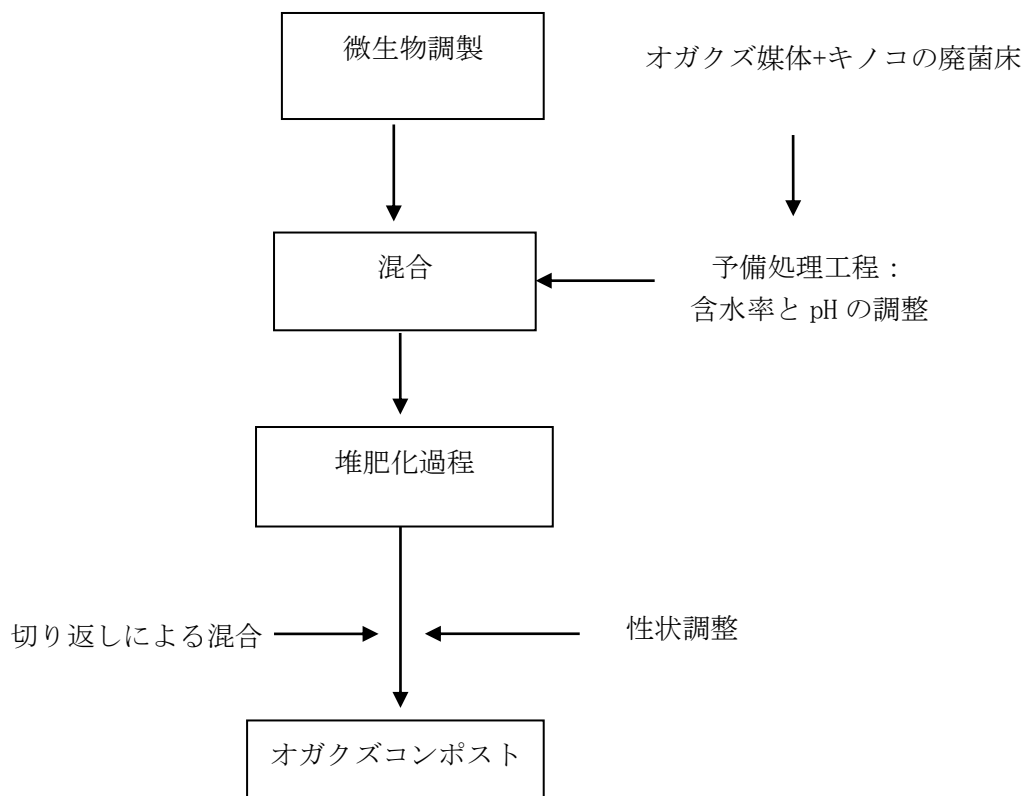


図 37 フェーズ2 堆肥の製造フロー

ターゲット：バイオトイレで使用したオガクズ媒体から製造したオガクズコンポストの野菜の成長への効果を評価する。

表 47 製造前のコンポスト化物（原料）の組成

	単位	結果
pH	-	6.86
T-N	%	1.00
T-P	%	0.30
T-K	%	2.45
TOC	%	29.80

表 48 製造後のオガクズコンポストの組成

	単位	結果	許容値
pH	-	6.92	
T-N	%	1.25	
T-P	%	0.371	
T-K	%	2.12	
TOC	%	26.8	
As	mg/kg	1.21	< 10.0
Cd	mg/kg	1.32	< 5.0
Pb	mg/kg	10.2	< 200.0
Hg	mg/kg	< 0.05	< 2.0
大腸菌	log CFU/g	0	
サルモネラ菌	log CFU/g	0	

表 47 と表 48 を比較すると、製造後のコンポストでは原料の生分解により TOC が 29.80%から 26.8%に減少した。一方、窒素の生分解による脱離は少なく、TOC が減少した分見かけ上 TN は 1.00%から 1.25%に増加した。

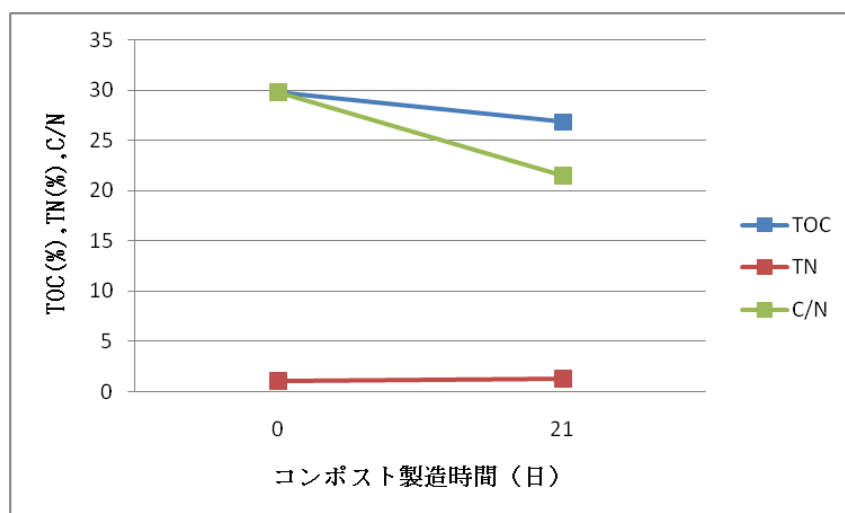


図 38 フェーズ 2 コンポスト製造時間の経過における TOC(%), T-N(%), C/N の変化

21 日間の熟成期間を経たコンポストの C/N は 29.8 から 21.4 に低下したが、ベトナム国の堆肥基準 15.0 以下を充たしておらず、コンポストの製造時間を 21 日間より延ばす必要がある。原因としては、コンポストの副資材としてフェーズ 1 で用いたピートの代わりに廃菌床を用いたことが考えられる。フェーズ 3 では 3 ヶ月まで製造時間を延長し、堆肥基準 15.0 以下を目指す。

フェーズ 2 の圃場試験の育成試験条件及び評価項目を表 49 から表 51 に示す。

表 49 育成試験条件①

項目	内容
土壌	農業圃場土壌（農業環境研究所（IAE）試験圃場）
コンポスト	オガクズコンポスト、有機コンポスト（鶏糞由来）
化学肥料	N, P, K
植物	ニンジン、トマト

表 50 育成試験条件②

No.	施用条件
1	オガクズコンポスト (5,000kg/ha)+75%NPK (60:30:30)
2	オガクズコンポスト (10,000kg/ha)+75%NPK (60:30:30)
3	オガクズコンポスト (10,000kg/ha)

4	有機コンポスト(10,000kg/ha)
5	施用なし

表 51 評価項目

評価対象	評価項目
オガクズ コンポ スト化 物	pH, T-N, T-P, T-K, TOCはコンポスト製造開始直 後と21日後に測定
	危険因子は製造開始21日後に測定：重金属(As, Cd, Pb, Hg), E. coli, Salmonella
圃場の土 壤	栽培の前後に土壌の化学分析：pH, 含水率, TOC, T-N, T-P, T-K.
	栽培の前後に土壌の微生物分析：バクテリア、放 線菌、糸状菌、セルロース分解
	収穫後の土壌の危険因子の分析：重金属(As, Cd, Pb, Hg), E. coli, Salmonella
ニンジン	長さ、重さ、正味の収穫量、糖度、ビタミンC
トマト	正味の収穫量、糖度、クエン酸、グルタミン酸

フェーズ 2 では、オガクズコンポストの有用性と安全性を評価するために、野菜に
対する有効性の試験を実施した。コンポスト製造前後の成分分析とコンポストの熟成
度合を C/N 比から検討した。



圃場でのニンジンとトマトの育成試験

ニンジンの収穫

圃場土壌の化学性について

オガクズコンポスト+NPK 施用区(施用 1、2)やオガクズコンポスト施用区(施用 3)で
は、有機コンポスト(鶏糞堆肥)施用区(施用 4)や無施用区(施用 5)と比較して、TOC、
T-N、T-P が高く、これが、後述する野菜の高い収量に関係していると考えられる。

表 52 ニンジン試験圃場での土壌の化学特性の変動

施用	化学特性	栽培前 (コンポスト施用後)	栽培中期 (コンポスト施用 1.5 か月後)	収穫時
1	pH	7.2	7.2	7.41
	含水率 (%)	34.5	35.5	25.2
	TOC (%)	4.25	3.42	1.25
	T-N (%)	1.05	0.92	2.15
	T-P (%)	1.01	0.96	0.76
	T-K (%)	1.97	1.46	2.30
2	pH	7.46	7.23	7.40
	含水率 (%)	40.2	38.2	25.6
	TOC (%)	6.55	5.21	1.29
	T-N (%)	1.52	1.21	2.16
	T-P (%)	1.22	1.01	0.78
	T-K (%)	2.02	1.75	2.32
3	pH	7.2	7.17	7.41
	含水率 (%)	39.5	37.2	25.3
	TOC (%)	6.416	5.92	1.28
	T-N (%)	0.64	0.51	1.14
	T-P (%)	0.92	0.71	0.42
	T-K (%)	1.38	1.24	2.25
4	pH	7.25	7.08	7.42
	含水率 (%)	25.8	32.1	25.5
	TOC (%)	3.86	3.04	1.28
	T-N (%)	0.131	0.086	1.13
	T-P (%)	0.79	0.6	0.42
	T-K (%)	1.3	1.21	2.26
5	pH	7.19	7.00	7.40
	含水率 (%)	24.4	30.5	24.5
	TOC (%)	1.17	0.95	1.21
	T-N (%)	0.122	0.092	0.17
	T-P (%)	0.772	0.61	0.1
	T-K (%)	1.28	1.19	1.21

表 53 トマト試験圃場での土壌の化学特性の変動

施用	化学特性	栽培前 (コンポスト施用後)	栽培中期 (コンポスト施用 1.5 か月後)	収穫時
1	pH	7.2	7.2	7.38
	含水率 (%)	34.5	35.5	25.7
	TOC (%)	4.25	3.42	1.27
	T-N (%)	1.05	0.92	2.17
	T-P (%)	1.01	0.96	0.79
	T-K (%)	1.97	1.46	2.11
2	pH	7.46	7.23	7.37
	含水率 (%)	40.2	38.2	25.8
	TOC (%)	6.55	5.21	1.30
	T-N (%)	1.52	1.21	2.19
	T-P (%)	1.22	1.01	0.82
	T-K (%)	2.02	1.75	2.19
3	pH	7.20	7.17	7.40
	含水率 (%)	39.5	37.2	25.7
	TOC (%)	6.416	5.92	1.29
	T-N (%)	0.64	0.51	1.16
	T-P (%)	0.92	0.71	0.41
	T-K (%)	1.38	1.24	2.15
4	pH	7.25	7.08	7.40
	含水率 (%)	25.8	32.1	25.6
	TOC (%)	3.86	3.04	1.27
	T-N (%)	0.131	0.086	1.14
	T-P (%)	0.79	0.60	0.40
	T-K (%)	1.30	1.21	2.16
5	pH	7.19	7.0	7.39
	含水率 (%)	24.4	30.5	24.7
	TOC (%)	1.17	0.95	1.21
	T-N (%)	0.122	0.092	0.15
	T-P (%)	0.772	0.61	0.08
	T-K (%)	1.28	1.19	1.24

圃場土壌の微生物の変動について

オガクズコンポスト施用区においては、細菌、放線菌、真菌、セルロース細菌などの微生物の密度は増加したが、有害微生物は観察できなかった。

表 54 ニンジン試験圃場での土壌の微生物の変動（単位：log CFU/g）

施用	微生物	栽培前（コンポスト施用後）	栽培中期（コンポスト施用 1.5 か月後）	収穫時
1	細菌	6.92	7.64	6.81
	放線菌	4.51	4.76	4.28
	真菌	2.58	2.61	3.27
	セルロース細菌	3.71	3.86	3.31
	大腸菌	-	-	-
2	細菌	7.68	7.79	6.92
	放線菌	4.56	4.72	4.32
	真菌	2.45	2.51	3.35
	セルロース細菌	4.36	4.71	3.51
	大腸菌	-	-	-
3	細菌	7.81	7.86	6.90
	放線菌	4.61	4.72	4.33
	真菌	2.51	2.52	3.38
	セルロース細菌	4.62	4.81	3.54
	大腸菌	-	-	-
4	細菌	6.73	6.85	6.92
	放線菌	3.64	3.71	4.31
	真菌	2.70	2.62	3.36
	セルロース細菌	3.80	3.85	3.02
	大腸菌	-	-	-
5	細菌	6.53	6.38	6.52
	放線菌	3.45	3.58	4.11
	真菌	2.62	2.72	3.02
	セルロース細菌	2.52	2.41	2.87
	大腸菌	-	-	-

表 55 トマト試験圃場での土壌の微生物の変動 (単位: log CFU/g)

施用	微生物	栽培前 (コンポスト施用後)	栽培中期 (コンポスト施用 1.5 か月後)	収穫時
1	細菌	6.92	7.38	6.80
	放線菌	4.51	4.68	4.32
	真菌	2.58	2.48	3.21
	セルロース細菌	3.71	3.91	3.35
	大腸菌	-	-	-
2	細菌	7.68	7.83	6.96
	放線菌	4.56	4.73	4.37
	真菌	2.45	2.69	3.32
	セルロース細菌	4.36	4.80	3.57
	大腸菌	-	-	-
3	細菌	7.81	7.92	6.93
	放線菌	4.61	4.81	4.37
	真菌	2.51	2.74	3.35
	セルロース細菌	4.62	4.72	3.58
	大腸菌	-	-	-
4	細菌	6.73	6.88	6.96
	放線菌	3.64	3.81	4.30
	真菌	2.70	2.86	3.32
	セルロース細菌	3.80	3.92	3.10
	大腸菌	-	-	-
5	細菌	6.53	6.67	6.25
	放線菌	3.45	3.72	4.08
	真菌	2.62	2.52	3.18
	セルロース細菌	2.52	2.32	2.71
	大腸菌	-	-	-

収穫後の圃場土壌のリスク因子について

リスク因子は許容値よりも大幅に低い値であった。

表 56 ニンジン収穫後の圃場土壌のリスク因子

	単位	結果					許容値
		施用 1	施用 2	施用 3	施用 4	施用 5	
サルモネラ菌	log CFU/g	1.63	1.72	1.74	1.82	1.48	設定なし
As	mg/kg	0.13	0.10	0.12	0.14	0.12	≤ 12
Cd	mg/kg	0.11	0.14	0.16	0.16	0.08	≤ 2
Pb	mg/kg	1.9	2.1	1.8	2.0	1.2	≤ 70
Hg	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	設定なし

表 57 トマト収穫後の圃場土壌のリスク因子

	単位	結果					許容値
		施用 1	施用 2	施用 3	施用 4	施用 5	
サルモネラ菌	log CFU/g	1.68	1.77	1.79	1.86	1.38	設定なし
As	mg/kg	0.11	0.11	0.13	0.16	0.10	≤ 12
Cd	mg/kg	0.11	0.14	0.16	0.16	0.08	≤ 2
Pb	mg/kg	1.9	2.2	2.1	2.2	1.7	≤ 70
Hg	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	設定なし

成育比較と成分比較について

表 59 と図 40 で示すようにの施用 2 では実際の収量が 22.46 トン / ha、糖度 1.197%、クエン酸 542mg/kg、グルタミン酸 131mg/100g と他の施用区のトマトと比較して最も高くなった。対照施用(施用 5)では実際の収量が 20.31 トン/ ha で、糖度 0.996%、クエン酸 459mg/kg、グルタミン酸 119mg/100g と最も低い値を示した。

表 58 ニンジン収穫後の収穫量と品質

	単位	結果				
		施用 1	施用 2	施用 3	施用 4	施用 5
長さ	cm	13.77	13.80	13.74	13.34	12.58
重量	g	83.33	89.53	86.50	85.45	82.26
収穫量	t/ha	17.55	17.60	17.53	17.50	17.45

糖度	%	3.248	3.372	3.194	3.154	2.884
ビタミンC	mg/100g	10.95	11.02	10.89	10.85	10.53

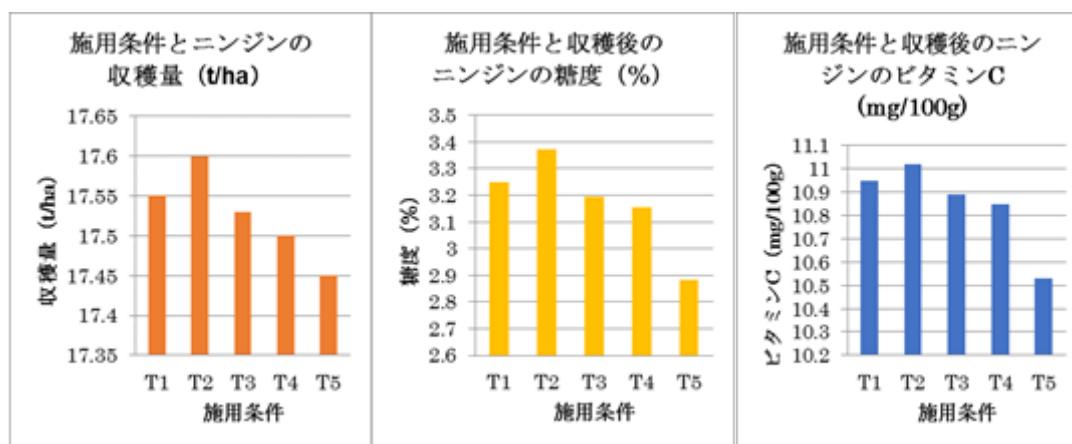


図 39 施用条件と収穫後のニンジンの生育比較と成分比較



写真 施用 2 (左) と施用 5 (右) で収穫したニンジンの比較

表 59 トマト収穫後の収穫量と品質

	単位	結果				
		施用 1	施用 2	施用 3	施用 4	施用 5
収穫量	t/ha	22.02	22.46	21.89	21.85	20.31
糖度	%	1.188	1.197	1.179	1.165	0.996
クエン酸	mg/kg	537	542	532	530	459
グルタミン酸	mg/100g	127	131	122	122	119

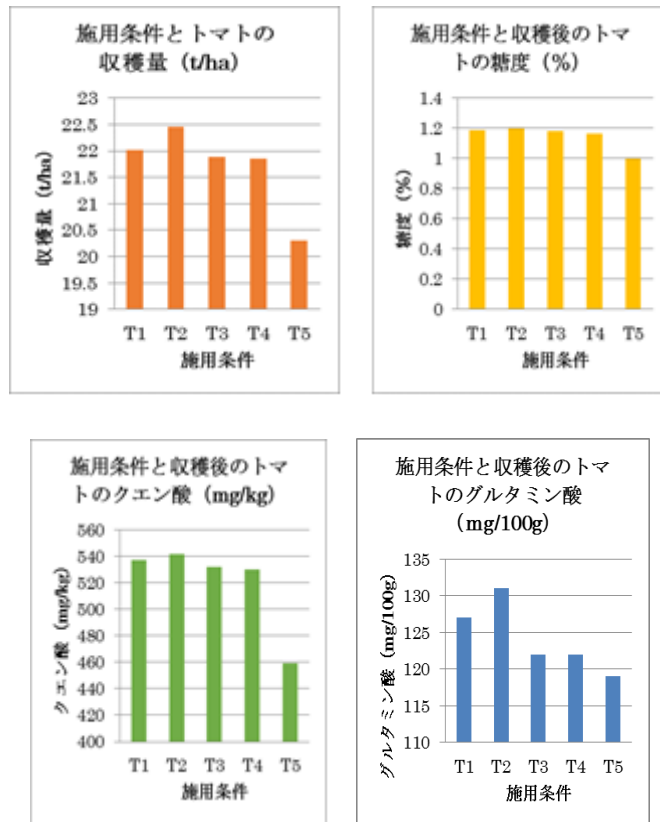


図 40 施用条件と収穫後のトマトの生育比較及び成分比較

フェーズ 2 の結論

オガクズコンポストの製造では副資材として廃菌床を用いたため、21 日の製造期間では C/N 比がベトナム国の基準である 15 以下にならなかった。次回行うフェーズ 3 では、2-3 か月のコンポスト製造の延長が必要であることが分かった。

施用土壌の分析結果では、施用 2 が最も高い TN、TP、TK 割合を示し、対照施用 5 が最も低い割合を示した。土壌微生物（バクテリア、糸状菌、セルロース分解細菌）は施用 2 が最も高く、対照施用 5 が最も低かった。化学的にも土壌微生物学的にもオガクズコンポストを施用することで、土壌特性が大幅に向上した。

ニンジンとトマトの収量は、オガクズコンポストと化学肥料（NPK）の施用で最大になった。ニンジンの品質（糖度とビタミン C の含有量）とトマトの品質（糖度とクエン酸、グルタミン酸の含有量）もオガクズコンポストと化学肥料（NPK）の施用で最も高い値を示した。

フェーズ 3 では、オガクズコンポストの製造時間を 3 ヶ月まで延長して堆肥基準の達成を目指し、フェーズ 2 で最も野菜の育成効果を上げた施用条件 {オガクズコンポスト (10,000kg/ha) +75%NPK (60:30:30)} を中心にクアンニン省の農家の圃場 (約 30m²)

において試験を行った。

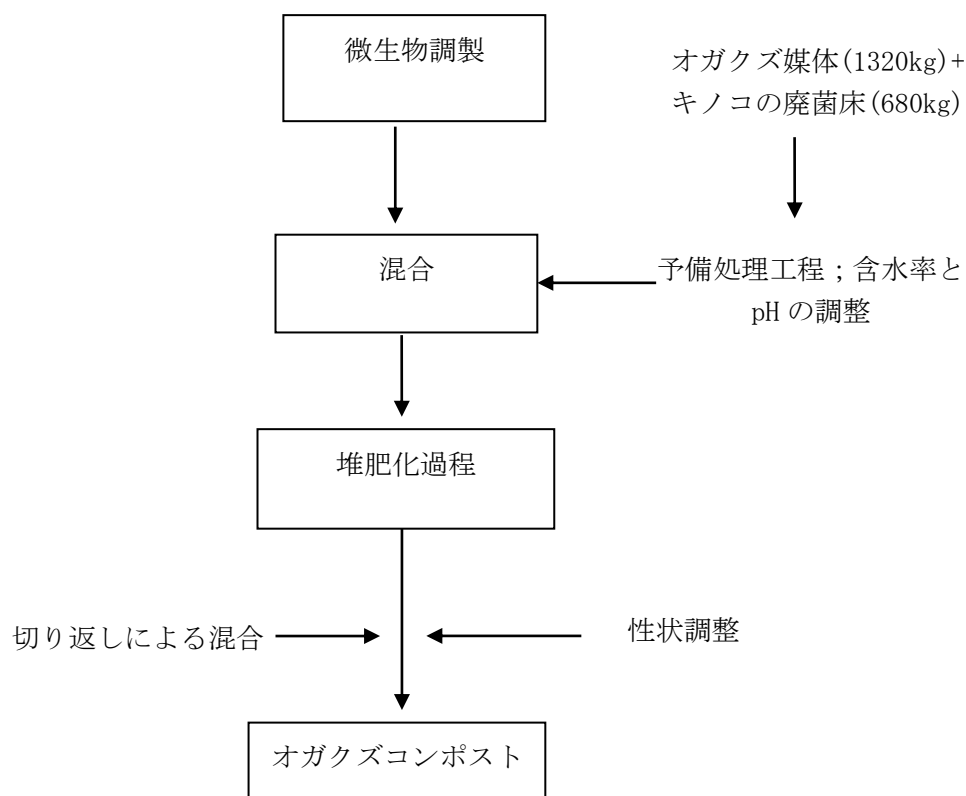


図 41 フェーズ3 コンポストの製造フロー

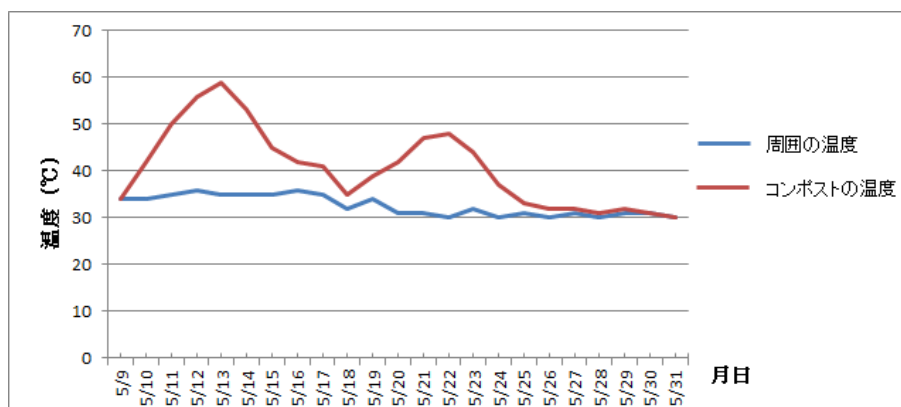


図 42 最初の1ヶ月のコンポストの温度変化

表 60 製造前のコンポスト化物（原料）の組成

	単位	結果
pH	-	6.86
N	%	1.00
P	%	0.30
K	%	2.45
TOC	%	29.80

表 61 製造後のコンポストの組成

	単位	結果
pH	-	7.22
T-N	%	1.258
T-P	%	0.28
T-K	%	0.18
TOC	%	24.2
As	mg/kg	3.05
Cd	mg/kg	0.28
Pb	mg/kg	8.11
Hg	mg/kg	-
大腸菌	log CFU/g	-
サルモネラ菌	log CFU/g	-

- : 未検出

コンポスト製造前後において、TNが1.05%から1.26%に増加し、カリウム含量は2.42%から0.18%に減少し、TOCは29.5%から24.2%に減少した。また、オガクズコンポスト中に有害な微生物は検出されなかった。3ヶ月間の熟成期間を経たコンポストのC/Nは28.1から19.2に低下したが、ベトナム国の堆肥基準15.0以下を達成できなかった。原因としては、切り返し回数の不足が考えられる。

表 62 育成試験条件①

項目	内容
土壌	農業圃場土壌（クアンニン省クアンエン町）
コンポスト	オガクズコンポスト
化学肥料	N, P, K
植物	ニンジン、トマト

表 63 育成試験条件②

施用	施用条件
1	オガクズコンポスト (10,000kg/ha)+75%NPK(60:30:30)
2	オガクズコンポスト(20,000kg/ha)
3	100%NPK



写真 ニンジン栽培圃場（左）とトマト栽培圃場（右）

表 64 にはフェーズ 3 における各種評価項目を示す。前述したオガクズコンポスト化合物だけでなく、圃場土壌の化学性、微生物の変動、危険因子の分析、また最終的に収穫物（ニンジン・トマト）の生育評価・成分について評価する。

表 64 評価項目

評価対象	評価項目
オガクズ コンポスト 化合物	pH, T-N, T-P, T-K, TOCはコンポスト製造開始直 後と21日後に測定
	危険因子は製造開始21日後に測定：重金属(As, Cd, Pb, Hg), E. coli, Salmonella
圃場の土 壌	栽培の前後に土壌の化学分析：pH, 含水率, TOC, T-N, T-P, T-K.
	栽培の前後に土壌の微生物分析：バクテリア、放 線菌、糸状菌、セルロース分解

	収穫後の土壌の危険因子の分析：重金属(As, Cd, Pb, Hg), E. coli, Salmonella
ニンジン	長さ、重さ、正味の収穫量、糖度、ビタミンC
トマト	正味の収穫量、糖度、クエン酸、グルタミン酸

圃場土壌の化学性について

土壌中の T-N の量は、オガクズコンポスト+NPK（施用 1）、オガクズコンポスト（施用 2）、NPK（施用 3）の順で低下した。このことは、後述するニンジンの収穫量がこの順に低下することと対応している。

表 65 ニンジン試験での圃場土壌の化学特性の変動

施用	化学特性	栽培前（コンポスト施用後）	栽培中期（コンポスト施用 1.5 か月後）	収穫時
1	pH	7.14	7.20	7.22
	含水率 (%)	12.51	15.57	12.83
	TOC (%)	1.021	1.040	0.975
	T-N (%)	0.14	0.12	0.10
	T-P (%)	0.032	0.028	0.026
	T-K (%)	0.472	0.411	0.358
2	pH	7.16	7.03	6.59
	含水率 (%)	20.10	18.33	12.14
	TOC (%)	0.821	0.805	0.796
	T-N (%)	0.084	0.075	0.061
	T-P (%)	0.031	0.026	0.022
	T-K (%)	0.392	0.387	0.379
3	pH	7.15	7.12	7.08
	含水率 (%)	19.52	17.24	10.84
	TOC (%)	1.122	1.023	0.919
	T-N (%)	0.067	0.063	0.061
	T-P (%)	0.079	0.051	0.024
	T-K (%)	0.47	0.42	0.38

表 66 トマト試験での土壌の化学特性の変動

施用	化学特性	栽培前 (コンポスト施用後)	栽培中期 (コンポスト施用 1.5 か月後)	収穫時
1	pH	7.21	7.15	7.35
	含水率 (%)	21.29	17.35	12.27
	TOC (%)	0.815	0.812	0.805
	T-N (%)	0.079	0.080	0.078
	T-P (%)	0.032	0.031	0.029
	T-K (%)	0.397	0.392	0.385
2	pH	7.17	7.14	7.10
	含水率 (%)	17.85	16.35	10.84
	TOC (%)	1.214	1.147	1.195
	T-N (%)	0.065	0.063	0.060
	T-P (%)	0.072	0.066	0.031
	T-K (%)	0.43	0.38	0.35
3	pH	7.23	7.18	7.08
	含水率 (%)	19.18	16.42	12.69
	TOC (%)	0.829	0.813	0.809
	T-N (%)	0.077	0.072	0.061
	T-P (%)	0.027	0.0223	0.025
	T-K (%)	0.389	0.372	0.368

圃場土壌の微生物の変動について

オガクズコンポスト施用土壌において、栽培前に比べて収穫後は細菌、放線菌、セルロース細菌などの微生物の密度は減少し、有害微生物である大腸菌は観察できなかった。

表 67 ニンジン試験での圃場土壌の微生物の変動 (単位: log CFU/g)

施用	微生物	栽培前 (コンポスト施用後)	栽培中期 (コンポスト施用 1.5 か月後)	収穫時
1	細菌	7.54	7.53	6.98
	放線菌	4.21	4.35	4.09
	真菌	2.12	2.26	3.17
	セルロース細菌	3.36	3.57	3.02
	大腸菌	-	-	-
2	細菌	7.57	7.60	7.22

	放線菌	4.53	4.69	4.28
	真菌	2.28	2.48	3.25
	セルロース細菌	4.24	4.63	3.40
	大腸菌	-	-	-
	細菌	7.77	7.73	7.03
3	放線菌	4.52	4.58	4.41
	真菌	2.49	2.47	3.35
	セルロース細菌	4.57	4.74	3.49
	大腸菌	-	-	-
	細菌	7.77	7.73	7.03

- : 未検出

表 68 トマト試験での圃場土壌の微生物の変動 (単位: log CFU/g)

施用	微生物	栽培前 (コンポスト施用後)	栽培中期 (コンポスト施用 1.5 か月後)	収穫時
1	細菌	6.95	7.05	6.87
	放線菌	4.47	4.62	4.38
	真菌	2.61	2.54	3.19
	セルロース細菌	3.68	3.84	3.28
	大腸菌	-	-	-
2	細菌	7.55	7.62	6.97
	放線菌	4.44	4.68	4.24
	真菌	2.33	2.51	3.32
	セルロース細菌	4.24	4.65	3.33
	大腸菌	-	-	-
3	細菌	7.63	7.77	6.72
	放線菌	4.46	4.66	4.17
	真菌	2.28	2.51	3.15
	セルロース細菌	4.44	4.54	3.51
	大腸菌	-	-	-

- : 未検出

収穫後の圃場土壌のリスク因子について

リスク因子は許容値よりも大幅に低い値であった。

表 69 ニンジン収穫後の圃場土壌のリスク因子

	単位	結果			許容値
		施用 1	施用 2	施用 3	
サルモネラ菌	log CFU/g	1.41	1.03	1.36	設定なし
As	mg/kg	0.09	0.11	0.10	≤ 12
Cd	mg/kg	0.12	0.13	0.12	≤ 2
Pb	mg/kg	1.84	2.01	1.84	≤ 70
Hg	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	設定なし

表 70 トマト収穫後の圃場土壌のリスク因子

	単位	結果			許容値
		施用 1	施用 2	施用 3	
サルモネラ菌	log CFU/g	1.65	1.67	1.63	設定なし
As	mg/kg	0.10	0.11	0.10	≤ 12
Cd	mg/kg	0.11	0.11	0.12	≤ 2
Pb	mg/kg	1.95	2.20	2.14	≤ 70
Hg	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	設定なし

収穫した野菜の写真



写真 施用 1 (左)、施用 2 (中)、施用 3 (右) で収穫したニンジンの比較



写真 各施用で収穫したニンジン{施用1(左)、施用2(中)、施用3(右)}



写真 各施用で収穫したニンジンの総量{施用1(左)、施用2(中)、施用3(右)}

生育比較と成分比較

表 71 ニンジン収穫後の収穫量と品質

	単位	結果		
		施用1	施用2	施用3
長さ	cm	12.00	12.60	12.65
重量	G	99.50	98.50	95.83
収穫量	t/ha	37.0	36.0	35.8
糖度	%	2.311	2.723	2.537
ビタミンC	mg/100g	15.26	15.10	15.16

ニンジンの収穫量は、オガクズコンポスト+NPK（施用1）が一番多く、オガクズコンポスト（施用2）とNPK（施用3）はほぼ同等で施用1より低下した。糖度は施用2が一番高く、施用3、施用1の順で低下した。ビタミンCは施用間で大きな違いはなかった。

表 72 トマト収穫後の収穫量と品質

	単位	結果		
		施用1	施用2	施用3
収穫量	t/ha	21.1	22.8	16.4
糖度	%	1.588	1.402	1.876

クエン酸	mg/100g	183.15	207.52	202.65
グルタミン酸	mg/100g	110.39	218.71	180.12

トマトの収穫量は、オガクズコンポスト（施用2）が一番多く、次にオガクズコンポスト+NPK（施用1）、NPK（施用3）の順で少なくなった。施用2のトマトのクエン酸及びグルタミン酸の含有量（207.52mg / 100g 及び 218.71mg / 100g）が施用1および施用3よりも高い値を示し、オガクズコンポストの施用により高品質なトマトを収穫できることが判明した。

フェーズ3の結論

オガクズコンポストの製造では、熟成期間を3か月間としたため、C/Nは20以下になったが、ベトナム国の堆肥基準（15以下）には達しなかった。今後は、熟成期間中の繰り返し回数の増加（2週間に一回程度）によるC/Nの低下が期待できる。

ニンジンの収穫量は、オガクズコンポスト+NPK（施用1）で最大となったが、糖度はオガクズコンポスト（施用2）で最大となり、オガクズコンポストの効果が示された。トマトの収穫量は化学肥料を全く使用しないオガクズコンポスト（施用2）で最大となり、さらには施用1、施用3と比較すると、糖度は低めではあったが、クエン酸とグルタミン酸では最大となった。特に美味しさの指標となるグルタミン酸は、施用1の約倍、施用3の1.2倍の219mg/100gを含有することが分かった。

以上の結果から、オガクズコンポストの施用は、NPKの混合施用や単一施用比較して、ニンジンとトマトの栽培用の肥料として十分使用可能であることが判明した。

経済性の評価について

フェーズ3の結果に基づいてニンジン及びトマトの各施用での収穫量（表71及び表72）を用い、各施用での収益（表78及び表82）を算出した。

表73 バイオトイレオガクズ媒体5トンを用いたコンポスト製造費用試算
(10トンのコンポスト製造)

内容	単位	単価 (VND)	数量	額 (VND)
オガクズ媒体	t		5	
廃菌床	t	200,000	5	1,000,000
微生物	パック	50,000	10	500,000
糖蜜	kg	10,000	50	500,000
窒素肥料	kg	12,000	20	240,000

リン肥料	kg	5,000	50	250,000
人件費	人・日	200,000	10	2,000,000
道具:くわ、シャベル、 ポット、水保存容器、 おおい				50,000
合計				4,540,000

(注:オガクズ媒体、廃菌床の輸送費用は除外)

表 74 化学肥料の価格算出

化学肥料	100% NPK : 尿素 131kg/ha (10,000VND/kg)、リン酸二水素カルシウム 187kg/ha (4,000VND/kg)、塩化カリウム 50kg/ha (10,000VND/kg) 合計 2,558,000 (VND) 75% NPK : $2,558,000 \times 0.75 = 1,918,500$ (VND)
------	---

表 73 と表 74 の価格を用いてニンジンの三通りの施用について費用を算出した。

表 75 ニンジンの施用 1

内容	単位	単価 (VND)	数量	額 (VND)
種	kg	200,000	10	2,000,000
オガクズコンポスト	t	454,000	10	4,540,000
75%NPK (60:30:30)				1,918,500
土壌調整費用	人・日	200,000	30	6,000,000
施肥費用	人・日	200,000	10	2,000,000
栽培管理費用	人・日	200,000	30	6,000,000
収穫費用	人・日	200,000	15	3,000,000
合計				25,458,500

(注:借地、道具、荷造り、輸送、販売についての費用は除外)

表 76 ニンジンの施用 2

内容	単位	単価 (VND)	数量	額 (VND)
種	kg	200,000	10	2,000,000
オガクズコンポスト	t	454000	20	9,080,000
土壌調整費用	人・日	200,000	30	6,000,000
施肥費用	人・日	200,000	10	2,000,000
栽培管理費用	人・日	200,000	30	6,000,000
収穫費用	人・日	200,000	15	3,000,000
合計				28,080,000

(注：借地、道具、荷造り、輸送、販売についての費用は除外)

表 77 ニンジンの施用 3

内容	単位	単価 (VND)	数量	額 (VND)
種	kg	200,000	10	2,000,000
100%NPK	—	—	—	2,558,000
土壌調整費用	人・日	200,000	30	6,000,000
施肥費用	人・日	200,000	10	2,000,000
栽培管理費用	人・日	200,000	30	6,000,000
収穫費用	人・日	200,000	15	3,000,000
合計				21,558,000

(注：借地、道具、荷造り、輸送、販売についての費用は除外)

表 71 のニンジンの収穫量とkg当りの価格 10,000 VND (表 83 のニンジン販売価格の最安値を選択) から各施用の売上金をそれぞれ算出し、表 75～表 77 の費用を除き、各施用の収益を算出した。

表 78 ニンジンの各施用における収益

施用	収穫量 (kg)	単価/kg (VND)	売上金 (VND)	収益 (VND)
1	37,000	10,000	370,000,000	344,541,500
2	36,000	10,000	360,000,000	331,920,000
3	35,800	10,000	358,000,000	336,442,000

収益が栽培費用より一桁大きい結果となった。ただし、販売価格に販売経費、売れ残

り損失などが反映されておらず、収益が変動する可能性がある。また製造コストについても、運搬費、畑借地費などが除外されており、上昇する可能性がある。

表 69 と表 70 の価格を用いてトマトの三通りの施用について費用を算出した。

表 79 トマトの施用 1

内容	単位	単価 (VND)	数量	額 (VND)
苗木	本	1,000	30,000	30,000,000
オガクズコンポスト	t	454,000	10	4,540,000
75%NPK (60:30:30)	—	—	—	1,918,500
土壌調整費用	人・日	200,000	30	6,000,000
施肥費用	人・日	200,000	10	2,000,000
栽培管理費用	人・日	200,000	50	10,000,000
収穫費用	人・日	200,000	20	4,000,000
合計				58,458,500

(注：借地、道具、荷造り、輸送、販売についての費用は除外)

表 80 トマトの施用 2

内容	単位	単価 (VND)	数量	額 (VND)
苗木	本	1,000	30,000	30,000,000
オガクズコンポスト	t	454,000	20	9,080,000
土壌調整費用	人・日	200,000	30	6,000,000
施肥費用	人・日	200,000	10	2,000,000
栽培管理費用	人・日	200,000	50	10,000,000
収穫費用	人・日	200,000	20	4,000,000
合計				61,080,000

(注：借地、道具、荷造り、輸送、販売についての費用は除外)

表 81 トマトの施用 3

内容	単位	単価 (VND)	数量	額 (VND)
苗木	本	1,000	30,000	30,000,000
100%NPK (60:30:30)	—	—	—	2,558,000
土壌調整費用	人・日	200,000	30	6,000,000

施肥費用	人・日	200,000	10	2,000,000
栽培管理費用	人・日	200,000	50	10,000,000
収穫費用	人・日	200,000	20	4,000,000
合計				54,558,000

(注：借地、道具、荷造り、輸送、販売についての費用は除外)

表 82 のトマトの収穫量とkg当りの価格 12,000 VND (表 79 のトマト販売価格の最安値を選択) から各施用の売上金をそれぞれ算出し、表 75、76、77 の費用を除き、各施用の収益を算出した。

表 82 トマトの各施用における収益

施用	収穫量 (kg)	単価 (VND)	売上金 (VND)	収益 (VND)
1	21,100	12,000	253,200,000	194,741,500
2	22,800	12,000	273,600,000	212,520,000
3	16,400	12,000	196,800,000	142,242,000

収益が栽培費用より一桁大きい結果となった。ただし、販売価格に販売経費、売れ残り損失などが反映されておらず、収益が変動する可能性がある。また製造コストについても、運搬費、畑借地費などが除外されており、上昇する可能性がある。

オガクズコンポストのみを用いた施用 2 が、化学肥料のみの施用 3 に比べ約 1.5 倍の収益を得ることができた。

オガクズコンポストの今後の展開について

フェーズ 2 と 3 から、オガクズコンポストのみで施用量を増やした処方 (20,000kg/ha) が種々の効果 (収穫量の増大、品質アップ) を示した。今後、施用量の最適化による更なる改善が期待できる。

経済性では、コストの大きな部分を占めると推定されるオガクズ媒体の回収・輸送費用、オガクズコンポストの製造・輸送費用、販売経費などの精査が必要である。

オガクズ媒体の回収費用については、一定の広さの地域でのバイオトイレの普及率を高め、回収量の増大と回収効率のアップ、輸送費用の低減を図り、回収費用の低コスト化を目指す必要がある。

オガクズコンポストの製造に関しては、堆肥の熟成の目安となっている C/N 比の低減 (ベトナム国の堆肥基準 C/N 比<15) が十分なされておらず (フェーズ 2 が 21.4、フェーズ 3 が 19.2)、原因は繰り返し回数不足であると思われる。ベトナム国の堆肥基準を達成するためには、繰り返し頻度の増加と熟成期間の延長が必要である。しかし現状の手作業では繰り返し回数は 1 回/2 週間程度が限界で、堆肥の熟成には 3 ヶ月程度かかると推定され、製造コストが増大し、大量生産が困難になると予想される。そこで、機械攪拌による繰り返

し装置の導入を提案する。この導入により切り返し回数1回/日が可能となり、堆肥の熟成期間が1ヶ月程度に短縮され、生産量も数トン/日～週に拡大できると期待される。さらに、オガクズコンポストの製造拠点を設置することだけではなく、他のバイオマス廃棄物（生ごみ、家畜糞など）の堆肥化拠点において、オガクズ媒体を堆肥原料に混入利用する方法も期待される。

表 83 市場における野菜の販売価格一覧表

所在地	市場名	露店名	ニンジンの kg 単 価/kg (VND)	トマトの kg 単 価/kg (VND)
Quang Yen town	Rung market	Ms. Nhung's booth	18,000	18,000
		Ms. Hong's booth	17,000	18,000
		Ms. Hoa's booth	17,000	18,000
Hiep Hoa commune	Ba Dai market	Mr. Tuan's booth	12,000	15,000
		Ms. Ngoc's booth	12,000	15,000
		Ms. Trang's booth	12,000	15,000
Hiep Hoa commune	Be Loc market	Ms. Anh's booth	10,000	12,000
		Ms. Tham's booth	10,000	13,000
		Ms. Thu's booth	10,000	12,000
Tien An commune	Roc market	Ms. Thinh's booth	13,000	14,000
		Ms. Ngan's booth	13,000	15,000
		Ms. Thuy's booth	14,000	14,000
Tien An commune	Boc market	Ms. Tuyet's booth	15,000	14,000
		Ms. Hien's booth	15,000	14,000
		Ms. Yen's booth	15,000	15,000



試験販売状況①



試験販売状況②

(3) 3-3) の活動結果

クアンニン省ハロン市においては下水処理場の整備が予定されているが、それ以外の地域については現状集約型の処理施設の整備は計画されておらず、こうした地域において下水処理場の代替手段として当社のバイオトイレや分散型排水処理システムが導入・普及する可能性は極めて高い。そこでそれぞれの地域に適した排水処理システムを導入した場合、それらを持続可能な形で運用するには、いかに料金徴収体制を整備するかが重要である。したがって、下水処理事業と分散型排水処理事業を同様のスキームで検討することが必要である。

例えば、下水処理事業は社会サービスを提供するもので、収益性が高い事業とはいえない。しかし、下水道整備によって公共用水域の水質改善が図られるだけでなく、水系感染症の減少、都市内水辺環境の創出、降雨時の洪水対策等に資するなど、事業実施による経済社会便益は大きい。したがって、汚染者負担原則による受益者からの料金徴収に加え、料金収入のみではファイナンスギャップを賄うことが出来ない場合に、省政府から当該部分を補填（一般財源等）することは妥当である。なお、受益者とは、インターセプター対象地域の住民のことを指し、インターセプターが整備され次第、料金支払い義務が生じることは、近隣アジアにおいてだけではなく、欧米、日本でもほぼ制度化されている。クアンニン省においても行政側が同様の判断をすべきであり、その前提に立ち議論をしている。また、下水道整備による裨益は O&M 期間を通じて享受されるものであるため、建設資金負担についても O&M 期間を通じて広く利用者に求めることが、世代間の公平といった面からも妥当である。したがって、クアンニン省が建設資金について地方債を充当することは、裨益の享受に対して公平に費用負担を行うという観点から合理的なものである。日本においても資本平準化債の起債により、資本費の一部を後年度に繰り延べ、現在の財政負担を軽減する方策は一般的に行われている。なお、建設資金・更新投資金額・ファンディングコスト等の大きさゆえ、料金収入だけでは現実的にサービスフィーを賄うことが出来ない場合の方策として（O&M 期間中のファイナンスギャップを減らすための方策として）、①建設期間中の補助金注入②民間によるファンディングコスト低減（特に借入金利の低減）③民間の創意工夫による初期投資金額・更新投資金額・O&M 費の削減、の 3 つが重要である。

建設期間中の補助金注入については、初期投資金額に一定の補助金を入れることで、建設資金に係る民間資金負担割合を減らしファンディングコストの低減を図ることにより、O&M 期間中のサービスフィー水準を抑え、結果としてファイナンスギャップを少なくすることを狙うものである。日本や米国等においても、建設資金の 6 割程度の補助金を注入することで、下水処理場整備を促進させる制度となっている。補助金の形態としては、クアンニン省による地方債の起債や国庫補助などが考えられる。

民間によるファンディングコスト低減については、SPC が特に借入金で資金調達する部分について、その金利コストの低減を図ることがあげられる。民間の創意工夫による初期投資金額・更新投資金額・O&M 費の削減については、例えば予定されているパイロット事業

の契約形態が従来型の仕様発注ではなく、PPP とりわけ BOT 契約に基づく性能発注だからこそ、ライフサイクル全体で見た民間の創意工夫の余地が生まれ、コストパフォーマンスの発現が期待できる。かかる前提を踏まえ、現在カウンターパート機関において建設資金の調達手法並びに料金徴収について検討が行われており、本事業後予定されているパイロット事業において適用される見込みである。

(4) 3-4) の活動結果

これまでの調査から明らかとなったリスク要因及びその処理(案)については以下の通りである。

分類	リスクの内容	リスクの評価	リスクの処理(案)
環境衛生的リスク	病原微生物二次感染(直接暴露)	バイオトイレでは、その特性上、担体への直接接触による病原微生物の摂取の可能性がある。利用者やメンテナンス業者に対して病原微生物二次感染のリスクがある。	病理学専門家によるリスク評価と対策を講じる。
	② 病原微生物二次感染(間接暴露)	バイオトイレでは、担体の散布により地下水汚染を引き起こす可能性があり、汚染された地下水を飲用することで間接的な病原微生物二次感染のリスクがある。	病理学専門家によるリスク評価と対策を講じる。
市場的リスク	③ 腐敗槽及び浄化槽の整備・全国的な普及	腐敗槽及び浄化槽整備が進むことにより、バイオトイレ等の必要性が減少し、山間部の僻地を除いて需要が減少するリスクがある。	現地調査から腐敗槽及び浄化槽価格に比べ、イニシャルコスト及びO&Mコストを抑えられることが分かっており、バイオトイレに対する需要減少の可能性は低い。
	④ 現行トイレ製造業者との競合	現行トイレ製造業者との競合が予想され、コストダウンに加えて補助金制度などの制度設計が必要となってくるリスクがある。	競合トイレ製造社との業務提携等の可能性についても検討する。
	④ 為替・金利・物価変動リスク	調達資金を現地通貨で行い、建設費・運営費の対価を日本円で払う場合は大きな為替差益が考えられる。また資金調達の金利変動や電力・人件費等の変動は事業者のキャッシュフローに大きな影響を与える。	資金調達とサービス対価の建値を統一し、為替リスクを避けると共に調達資金金利については固定金利とし、事業者の負担リスクを最小限に留める。また NEXI 等の保険適用も想定している。
	⑥ 資金調達不能リスク	経済・市場の変化は投資家らの資金保障や融資者からの資金調達に大きな支障を与える。	事業計画段階において、投資家、融資者の意向を反映させると共に、事業化段階でも投資家、融資者の参加するモニタリングシステムを導入する。また投資家等に安心感を与えるために、日本主体の経営も検討している。
製品・技術的	⑦ 現地生産によるコスト削減	現地において安価な代替材料が見つけれない場合、市場で十分な競争力を持つ製品を製造できなくなり、コストが増大するリスクがある。	ベトナムで導入されている浄化槽購入価格に比べてバイオトイレが安価であることは確認済み。また更なるコスト低減のため代替素材としてプラスチック等も検討している。

スク	⑧	技術移転可否	安価な生産体制構築のためには、現地生産が必須であるが、技術移転が困難な場合、日本国内の生産となり、コストが増大するリスクがある。	現段階でバイオトイレ製造に関心を示す現地企業もあることからこうしたリスクはない。
普及促進上のリスク	⑨	コストダウン・補助金の導入失敗	バイオトイレや新浄化装置の普及促進に向けては、コストダウンと補助金などの導入が必要となると予想されるが、それらが困難な場合、普及が困難となるリスクがある。	補助金導入などの可能性について現地政府と協議を始めた所である。また併せて普及へ向けた制度設計を検討する。
	⑩	肥料の流通	使用済み残さの引き取り手がない。	し尿コンポストは、基本的に原材料費がかからないため、農地までの輸送コストが問題である。し尿コンポストの特性及び価格面での優位性を保つために、収集輸送コストを含めた検討を行い、地元の農業関係の流通網との関係を構築し、堆肥販売網を確立させる。
	⑪	オガクズの流通	バイオトイレの構成要素であるオガクズや木炭などの流通状況によっては、新たな流通体制の構築まで想定する必要があるため、普及促進の足枷となるリスクがある。	現地においてオガクズや木炭の流通状況を調査した結果、現地で容易にかつ安価に入手可能であることが分かった。
政治・社会的リスク	⑫	新たな関連法令・規制の成立	二次感染リスクもあることからバイオトイレを対象とした法規制が構築される可能性もあり、その場合規制をクリアする対策を考案する必要がある、コストが増大するリスクがある。	リスク評価を踏まえた対策の必要性を織り込んだ製品を検討する。
	⑬	変化・出費への警戒感	これまでの生活様式を変化させることや新たな出費への警戒感からバイオトイレの導入・普及の足枷となるリスクがあり、導入計画や価格設定に支障をきたす可能性がある。	学校への導入などのパイロット事業により、バイオトイレの有用性等をアピールする。

(5) 3-5) の活動結果

バイオトイレ及び新浄化装置の価格低減は、現地製造をいかに実現できるかという点が非常に重要である。そのため、2017年5月10日より実施した本邦受入活動時に合わせて、現地パートナー企業の技術者5名を旭川に招へいし、1週間技術研修を実施した。なお、本技術研修については、バイオトイレの製造委託をしている(株)ケンリツと共同で実施した。

研修行程は次頁の通りである。

	時間	場所	内容
1 日 目	9:30~10:00		(ホテル発)ジャンボタクシーにて移動
	10:00~11:30	正和電工(株)2階会議室	バイオトイレ講習
	11:30~12:30	正和電工(株)2階会議室	昼食
	12:45~12:50		正和電工(株)→(株)ケンリツまで移動
	13:00~14:30	(株)ケンリツ2階会議室	(株)ケンリツ概要説明・危険防止策講習
	14:30~16:00	(株)ケンリツ 工場	バイオトイレの生産工程の見学(作図→CAM→機械→溶接) 安全管理の説明
	16:00~17:00	(株)ケンリツ2階会議室	質疑応答 バイオトイレ構造説明 製作方法説明 機械(アマダ)が無い中でどの様に製作すれば良いか説明
	17:00~17:10		ジャンボタクシーにて移動(ホテル着)
2 日 目	9:00~9:10		(ホテル発)ジャンボタクシーにて移動
	9:10~9:30	(株)ケンリツ2階会議室	質疑応答
	9:30~11:00	(株)ケンリツ 工場	SW-16 組付け作業説明・実際に組付け作業体験
	11:00~12:00	(株)ケンリツ 工場	M-08 組付け作業説明
	12:00~13:00	(株)ケンリツ2階会議室	昼食
	13:00~15:00	(株)ケンリツ 工場	TIG溶接について説明 溶接体験・指導
	15:00~15:05		ケンリツ車にて移動
	15:05~16:00	正和電工(株) 倉庫	SG型新浄化装置・ドラム缶方式無電源仕様製品説明
	15:30~16:00		ケンリツ車にて移動
	16:00~17:00	橋井社長宅	SG型新浄化装置使用状況確認後そのままホテルへ
17:00~17:10		ジャンボタクシーにて移動(ホテル着)	
3 日 目	9:00~9:10		(ホテル発)ジャンボタクシーにて移動
	9:10~9:30	(株)ケンリツ2階会議室	質疑応答
	9:30~10:40	(株)ケンリツ 工場	スクレ-製作方法説明 溶接体験・指導
	10:40~11:30	(株)ケンリツ 工場	W-26 本体タンク説明 溶接体験・指導
	11:30~12:00	(株)ケンリツ2階会議室	質疑応答
	12:00~13:00	(株)ケンリツ2階会議室	昼食
	13:00~14:00	(株)ケンリツ2階会議室	質疑応答 仮設トイレ製作方法説明
	14:00~14:30	(株)ケンリツ 工場	ステンレス酸洗い 体験・指導
	14:30~15:30	(株)ケンリツ 工場	ステンレス 半自動溶接機にて 3.0t 溶接体験・指導
	15:30~15:35		ケンリツ車にて移動
	15:35~17:00	正和電工(株) 倉庫	仮設トイレ構造説明
	17:00~17:10		ジャンボタクシーにて移動(ホテル着)
4 日 目	9:00~9:10		(ホテル発)ジャンボタクシーにて移動
	9:10~9:30	(株)ケンリツ2階会議室	質疑応答
	9:30~10:10		ケンリツ車にて移動
	10:10~10:50	三浦綾子記念館駐車場	実際に使用している状態を見学
	10:50~11:30		ケンリツ車にて移動
	11:30~11:50	旭山動物園	実際に使用している状態を見学
	11:50~12:00		ケンリツ車にて移動
	12:00~13:00	(株)ケンリツ2階会議室	昼食
	13:00~13:05		ケンリツ車にて移動
	13:05~17:20	正和電工(株)2階会議室	最終打合せ 意見交換会
	17:20~17:30		ジャンボタクシーにて移動(ホテル着)

バイオトイレ及び新浄化装置を現地で製造するためには、継続的な技術指導が不可欠であることから、本事業終了後も定期的に当社より技術者を派遣し品質確保を図る必要がある。

現地技術者より以下の意見が出された。

- ・ バイオトイレは75%製作出来るが課題はまだ多い。その課題を2年で解決できるようにしたい。
- ・ ベトナムでは一家族4～6人なのでW-43型かS-50型が理想である。
- ・ バイオトイレ製作に時間短縮が必要なのがあった。
- ・ 日本の製品や製作現場を見学出来て大変参考になった。製品の完成度が非常に高い。今後現地技術者らの意見を踏まえつつ、各社の役割分担の明確化や資材調達などについて検討することとした。



各機構に関する説明



技術指導①



技術指導②



技術指導③



技術指導④



ディスカッション

(6) 3-6) の活動結果

現地調査及び技術者の本邦受入を通じた技術指導の結果、現地製造の目途は立ちつつある。さらに、当面は現地法人を設立することはせず、Envitech 社及び VIPS 社に対して製造ライセンスを付与し、現地製造を委託する形で対応することとしたため、追加的な設備投資は発生しない。また仮に一定程度の製品製造の発注を Envitech 社や VIPS 社が得た場合、製造能力としては 1 ヶ月当たり 100 台前後の製造は可能であることを確認している。

現地生産により、製品の製造コストを 30%程度削減することが可能ということが判明した。また、日本で販売している製品をスペック・ダウンするなどすれば更なるコスト低減が可能であることは明らかである。但し、当社の製品は耐用年数が 15 年から 20 年程であるが、仮にスペック・ダウンし代替部材を利用した場合は、耐用年数が数年程度になると見込まれ、ユーザーサイドに買い替えなどの追加コストが発生するなどの懸念が想定される。他方で、現状の耐用年数を維持した製品を長期間使用し続けた場合、使用の仕方によっては製品の劣化や傷などによって、ユーザーサイドの不満が増加し、結果使用を中止する可能性も考えられるため、どの程度の耐用年数を目途に製造していくかは対象となるユーザーのニーズを詳細に把握した上で決定する必要がある。

その上で、クアンニン省を含めベトナム全土における普及可能性について調査を行った。上述した通り、クアンニン省以外のベトナム国内におけるバイオトイレ販売については、①高い経済力を持つ 5 つの中央直轄市及び 13 の第一級都市、②集客力が高く、運営維持管理体制も整っている世界遺産地域、国立公園などを対象に、水環境及び衛生環境改善を目的としてバイオトイレなどの導入を積極的に進める。(株)長大を通じて、複数の省や国立公園管理者にヒアリングを行った結果、いずれも高い導入意向を示した。以下に想定される今後の販売・売上計画を示す。

表 84 バイオトイレ等販売・売上計画（想定）（万円）

		1年目	2年目	3年目	4年目
ハザン省 (北部)	販売数	12	18	42	42
	売上	480	720	1,680	1,680
フエ市 (中部)	販売数	—	6	30	54
	売上	—	240	1,200	2,160
カマウ省 (南部)	販売数	—	—	24	36
	売上	—	—	960	1,440
世界遺産 (ミン)	販売数	5	10	10	10
	売上	200	400	400	400
世界遺産 (チャン)	販売数	—	5	10	20
	売上	—	200	400	800
国立公園 (カットバ)	販売数	5	10	10	10
	売上	200	400	400	400
国立公園 (バックマー)	販売数	—	5	5	5
	売上	—	200	200	200
合計	売上	4,200	6,260	10,880	12,720

(7) 3-7) の活動結果

これまでのカウンターパート機関との協議から、まずは省政府予算を活用したパイロット事業を実施することで合意した。概要は以下の通りである。

- ・ ヴァンドン島 Ha Long コミュニティ約 200 世帯
- ・ 対象製品：バイオトイレ Bio-Lux、新浄化装置 Bio-Lux Water
- ・ 資金：省政府予算及びベトナム環境保護基金の融資
- ・ 事業形式：BOT 方式



図 43 ヴァンドン島対象地域 (Ha Long コミュニティ)



導入予定家庭の現況①



導入予定家庭の現況①



導入予定家庭の現況②



導入予定家庭の現況②



導入予定家庭の現況③



導入予定家庭の現況③

現在パイロット事業に関する事業計画を策定中である。本事業終了後速やかにパイロット事業を実施できるよう準備を進めてゆく。また、これ以外の地域・場所への導入に関しては、短期的には観光船への導入を目指してゆく。特に現在 JICA が実施している技術協力プロジェクト「クアンニン省ハロン湾地域のグリーン成長推進プロジェクト」において、当社製品を 3 隻の観光船に導入したパイロット事業も並行して実施している所であり、当

該事業と連携しつつ導入を推進する。なお、本事業後の事業展開については「4. 本事業実施後のビジネス展開計画」において詳述する。

(8) 3-8) の活動結果

上述した通り、本事業を通じてバイオトイレ及び新浄化装置の現地製造・維持管理体制の構築に向け現地との連携体制は構築済みである。Envitech 社は主に製品製造を、VIPS 社は維持管理業務を担う予定である。さらに、当社から敵的に技術者を派遣し、製品品質や維持管理状況の確認を行う。

なお、企業選定にあたっては現地ネットワークを有する(株)長大の支援や JETRO に照会するなどして候補となる企業をリストアップした。評価項目として、設備、技術力、経営力の3点から複合的に評価(表 85)し、上記2社を選定している。

表 85 機械メーカー候補の評価項目

	評価項目	評価内容
1	設備	バイオトイレや新浄化装置を自前で製造することができる十分な設備を有しているか。
2	技術力	ベトナム版バイオトイレや新浄化装置を自前で設計する能力及び図面通りに部品製造。機械組み立てをする能力があるか。
3	経営力	顧客のタイムリーに応え、収益を確保しつつ事業を発展させていく能力があるか。

今後観光船を始めとする公共施設や一般家庭へ販売を進めるに当たって、主な販売先としては、観光船オーナーや行政機関、公共施設管理者などが考えられる。観光船への導入については複数回のワークショップなどを通じて、製品に対する理解が深まり、導入意向を示すオーナーが少なくとも45人程度いる。それぞれが複数の観光船を有していることから、まずはこれら観光船への導入に注力する。

3-1-4 各現地調査の結果

(1) 第一回現地調査(2015/12/22~2015/12/26)

渡航者：野口、大塚、吉澤

- ・ 製品導入地域における現地住民の生活実態の把握
結果：各世帯の水の使用状況を確認(主に上水と井戸水の併用をしている)
- ・ 製品導入地域の排水状況の確認、サンプリング
結果：し尿は腐敗槽で処理し、雑排水は地下浸透処理となっていた。各世帯の排水サンプルは分析中。
- ・ 現地研究機関(環境技術研究所/農業環境研究所)との実証試験計画の共有

(2) 第二回現地調査 (2016/1/17～2016/1/28)

渡航者：佐藤、裛地、澤田

- ・ 関係機関（天然資源環境局、交通局、ハロン市人民委員会、農協、JICA ベトナム事務所、JETRO ハノイ事務所）との協議
協議内容：活動計画・調査計画・工程計画の共有
課題：現地側の作業に対する締切日を明確にする
- ・ 導入地域における製品の配置の決定及び図面の作成
- ・ 環境教育活動に関する協議（Tran Hung Dao 小学校）
結果：環境教育教材の内容等について協議し、日本側及びベトナム側双方でドラフトを作成し共有すると共に、次回調査時に最終版を確定し、クアンニン省に提出する。

(3) 第三回現地調査 (2016/4/17～2016/4/23)

渡航者：橘井、佐藤、澤田

- ・ 関係機関（農業環境研究所、農業事業会社（VietLong 社）、日本大使館、JICA ベトナム事務所）との協議
協議内容：事業紹介、バイオトイレの残渣のコンポスト化実証（国内認証試験に向けた試験手法等の確認）の進捗確認、コンポストの有償買取スキーム
協議結果：コンポスト販売に向けた認証手続きを確認、コンポストの加工・販売手法に関して代替案の検討を開始
- ・ 現地調査（製品設置作業の監理）
結果：①製品導入予定地域のうち 4 ヶ所については導入先の家庭事由により製品の設置が困難となり、新たに導入先を選定し、現地調査を実施（行政機関の製品設置に係る許認可も取得済み）、②ヴァンドン島に導入する分散型排水処理システム（バイオトイレ+新浄化装置）については、一部の家庭ではバイオトイレ又は新浄化装置のいずれかを単独で設置することとなった（導入先の家庭事由による）。③水質モニタリング及び分散型排水処理システムの評価自体に大きな影響はないものと想定している。ヴァンドン島地域における導入パターンとしては、①バイオトイレ単独（生活雑排水は未処理）、②新浄化装置単独（し尿は腐敗槽を利用）及び③双方を組み合わせた分散型排水処理システムの大きく 3 ケースとなり、これらを環境面・衛生面・社会面・経済面等から評価・検証する。

(4) 第四回現地調査 (2016/6/19～2016/6/22)

渡航者：檜村

- ・ 関係機関（農業環境研究所、大阪府立大学（前田教授））との協議
協議内容：バイオトイレの残渣のコンポスト化実証（フェーズ 0 の評価、フェーズ 1

の試験計画)、観光船へのバイオトイレ導入

協議結果：日本側及びベトナム側でフェーズ 0 の試験結果について評価及び検証作業を実施、将来的な堆肥販売を見据えたフェーズ 1 の試験計画を立案、バイオ燃料やバイオトイレなどの環境配慮型製品の導入を推進するために、観光船へのエコ・マーク付与などの可能性について今後方向性を取りまとめる。

(5) 第五回現地調査 (2016/7/24~2016/8/4)

渡航者：佐藤、橘井、野口、大塚、吉澤、内田、澤田、岡山、渡辺

- ・ バイオトイレ及び新浄化装置の試運転及びモニタリングについて

結果：①設置されたバイオトイレは全て稼動した。②一般家庭に設置している新浄化装置は、複数個所で置勾配に問題が発覚したため、8/8 週に修正作業を実施。③8/15 から全てのバイオトイレ及び新浄化装置の使用を開始し、8 月いっぱいには現地モニタリングチームに対して複数回モニタリング方法の技術指導を実施。④モニタリングは9/1 から開始予定。

- ・ フェーズ 1 コンポスト試験について

結果：農業環境研究所と進捗状況を確認し、成果指標について再検討することとした。

- ・ コンポストの認証手続きについて

結果：現地農業事業会社 (STEVIA 社/ハノイ市) と認証手続きについて協議し、認証手続き業務の対応が可能であることが明らかとなり手続き等対応を検討する。

- ・ 環境教育・啓発活動について

結果：①クアンニン省天然資源環境局と、小学校での環境教育活動の内容及び日程について協議を実施し、8 月中に児童向け教材並びに教員向け指導書を完成させることを確認。②9 月下旬より授業を開始。③現地 NPO (PHAD) と住民向け啓発活動の内容について協議を実施 (環境意識の醸成、製品導入による効果、支払い意識の醸成を目的にプログラム案を作成することを確認。

- ・ 現地行政機関向けワークショップについて

結果：バイオトイレ及び新浄化装置の導入に向けた法制度整備の第一回準備会議として位置づけ、国内動向の紹介と、サンテーション・バリューチェーンの構築を前提とした政策フレームの提案並びに製品に対する使用料金徴収のための仕組みづくりについて日本側から発表し、現地行政機関と今後の法政策上の課題を共有。

(6) 第六回現地調査 (2016/9/18~2016/9/28)

渡航者：佐藤、大塚、澤田

- ・ バイオトイレの運転状況の確認

結果：設置箇所全てのバイオトイレの運転状況を確認し、問題は発見されなかった。

- ・ 新浄化装置の修正工事について

結果：一部設置不具合のあった家庭について設置状況の確認を行った。複数の家庭で未だ問題が改善されていなかったため、引き続き現地施工業者に対応を依頼。

- ・ 環境教育・啓発活動について

結果：対象小学校 3 年生 2 クラスにおいて環境学習を 3 回実施。

カウンターパート機関並びに現地 NPO とヴァンドン島における啓発活動プログラム案について協議し、環境意識醸成のための事前調査を再度実施することで合意。

- ・ コンポストの利活用について

結果：クアンニン省内でも農業事業が盛んな Quang Yen 地区において、複数の農業事業会社に対してコンポストの導入可能性についてヒアリングを実施し、導入意向が高いことを確認。なお、Quang Yen 地区内の農業事業会社においてバイオトイレの残さをコンポストとして試用している。

(7) 第七回現地調査 (2016/10/23～2016/11/1)

渡航者：澤田

- ・ バイオトイレの稼働状況の確認

結果：設置箇所全てのバイオトイレの運転状況を確認し、問題は発見されなかった。

- ・ 新浄化装置の修正工事

結果：以前入水及び排水の勾配や排水管の接続などの問題があったが、これら全てが改善されていた。

- ・ 環境教育・啓発活動について

結果：①対象小学校 3 年生 2 クラスにおいて環境学習を 3 回実施。②カウンターパート機関並びに現地 NPO (PHAD) とヴァンドン島における啓発活動プログラム案について協議し、環境・衛生意識の醸成をより図るために追加のプログラムを策定することを確認。

(8) 第八回現地調査 (2016/11/9～2016/11/19)

渡航者：佐藤、大泉、渡辺、大塚、澤田

- ・ 関係機関（環境技術研究所、農業環境研究所、天然資源環境局）との協議

協議内容：進捗状況の確認、課題の共有、コンポスト化試験フェーズ 1 の試験内容・評価手法、新浄化装置の排水及び処理水の分析手法と結果

協議結果：①バイオトイレ及び新浄化装置の利用者等への広報をより推進する。②ベトナムの基準に基づいたコンポスト試験計画を再度検討する。③分析結果は生データについても日本側と共有する。

- ・ バイオトイレ及び新浄化装置の運転状況の確認

結果：設置箇所全てのバイオトイレ及び新浄化装置の運転状況を確認し、問題は発見されなかった。

- ・ 環境教育・啓発活動について
結果：①対象小学校3年生2クラスにおいて授業を3回実施し、2016年度の環境教育活動は完了した。②現地NPOとヴァンドン島で実施する啓発活動に向けた事前調査（特に自然環境の把握）を行った。
- ・ コンポストの利活用について
結果：①農業環境研究所と、コンポスト試験フェーズ2の進め方について協議し、11月中旬から植付を開始することを確認。②Quang Yen地区内の農業事業会社においてバイオトイレの残さをコンポストとして試用しており、その状況を確認した。土壌の状況は、一般的な土壌に比べて良好に見受けられた。科学的分析を農業環境研究所に依頼した。

(9) 第九回現地調査（2017/2/18～2017/3/1）

渡航者：橘井、裊地、吉澤、澤田

- ・ 中間報告会（カウンターパート機関及び現地住民）
内容：カウンターパート機関及び現地住民と、バイオトイレ及び新浄化装置の性能結果について共有。現地生活スタイルとして、外出時に自宅の電源を落としてしまうため、無電源状態が継続することによる製品性能の悪化について説明を実施。
- ・ バイオトイレ及び新浄化装置の運転状況の確認
結果：設置箇所全てのバイオトイレ及び新浄化装置の運転状況を確認し、バイオトイレの問題は発見されなかった。一方、新浄化装置は、上述の通り一部家庭において長時間無電源の状態が継続していたため、処理槽内が嫌気状態であった。
- ・ 環境教育・啓発活動について
結果：現地NPOとヴァンドン島で実施する啓発活動に向けたプログラム内容について協議を実施した。
- ・ コンポストの利活用について
結果：フェーズ0から2までの課題の共有と、フェーズ3の試験計画について協議を実施。副資材をピートから廃菌種に変更したため、堆肥の熟成期間（C/N比）が若干低いことが判明した。堆肥化に向けた熟成期間の検討を行うことを確認。

(10) 第十回現地調査（2017/6/25～2017/7/1）

渡航者：佐藤、裊地、内田、澤田

- ・ 事業化検討について
結果：当面は当社より発注し現地企業において製品製造を行う形を想定。品質管理を徹底するために、当社より定期的に技術者派遣を検討する。今後当社より図面等を提供し、試作させ、技術レベルの確認を行う。
- ・ ヴァンドン島啓発活動について

結果：啓発活動（フェーズ1）で育成した環境キーパーソンと連携し、ベトナム側の資金を活用しつつ活動を継続する。

- ・ 対象小学校における環境教育活動について
結果：カリキュラム、授業内容、スケジュールについて合意した。
- ・ バイオトイレから発生する残渣の有償買取について
結果：現地農業協同組合と協議を行い、有償買取については、成分調整をせず残渣のまま農協に販売することを提案し了承された。
- ・ バイオトイレ・新浄化装置のモニタリング
結果：全てのバイオトイレ及び新浄化装置の運転状況を確認し、特段問題はなかった。

(11) 第十一回現地調査（2017/9/6～2017/9/16）

渡航者：佐藤、褰地、野口、大塚、大瀧、吉澤、澤田

- ・ ビジネス展開について
結果：カウンターパート機関との協議から、本事業後のパイロット事業はヴァンドン島 Ha Long コミュニティ周辺で実施する予定であることを確認し、今後事業計画をカウンターパート機関と作成することで合意した。さらに、ハロン市人民委員会と観光船へのバイオトイレ導入に関して協議を実施し、別途実施中の技術協力プロジェクトでの実証試験結果を踏まえ、本格導入したいとの意向が人民委員会側から表明された。本事業内で実施予定の観光船オーナー向けプロモーション活動についても内容等確認した。
- ・ バイオトイレ・新浄化装置のモニタリング・評価
結果：バイオトイレについては維持管理含めて特段問題は発見されなかった。二次感染リスクに関する簡易試験を実施した。他方、新浄化装置については、雨の影響で一部貯留槽から溢れている家庭が見受けられたが、排水の性状等には特段影響は見られなかった。
- ・ 環境教育活動について
結果：教科書(案)をカウンターパート機関に提示し、内容について了承された。

(12) 第十二回現地調査（2017/11/19～2017/11/23）

渡航者：佐藤、内田、澤田

- ・ カウンターパート機関との協議
結果：観光船向けバイオトイレ及び新浄化装置の仕様に関して、本事業後の導入に向け、仕様変更の検討を始めることで合意。
- ・ バイオトイレ・新浄化装置モニタリング
結果：バイオトイレは、特段問題は発見されなかった。他方、新浄化装置は残渣籠の清掃、電源 OFF による曝気装置の停止等いくつか問題が確認された。

- ・ 観光船オーナー向けセミナー
内容：これまでのモニタリング結果の公表とバイオトイレ導入によるメリット等に関する説明を実施した。
- ・ 環境教育活動について
結果：レッスン4～レッスン6までを実施した。

(13) 第十三回現地調査 (2017/12/17～2017/12/21)

渡航者：吉澤、滝口

- ・ 研究機関（農業環境研究所）との協議
内容：コンポスト試験フェーズ3で栽培した作物（トマト・ニンジン）のテストマーケティングの実施方法に関する協議
結果：トマト・ニンジンそれぞれ 100～200 個を10か所のマーケットで試行販売し、慣行栽培との比較優位性について評価することとした。
- ・ バイオトイレモニタリング
結果：利用者に対するインタビュー調査を実施し、受容性の評価を行った。

(14) 第十四回現地調査 (2018/4/22～2018/4/26)

渡航者：橘井、佐藤、大塚、澤田

- ・ 現地最終報告会
内容：実証活動及び普及活動の報告、今後の見通しなどについて日本側より報告すると共に、カウンターパート機関及び関係者からフィードバックを得、今後の事業展開について検討・協議を実施
結果：本事業で定めた目標については概ね達成することができた一方で、製品の仕様・デザイン、価格、維持管理などを行う人材の育成が課題として挙げられた。特に製品の仕様・デザインについては、JICAが同地域で実施している技術協力プロジェクトにおける実証活動において対応してゆくことを確認した。また、本事業後予定されている省政府予算を活用したパイロット事業についてはヴァンドン島以外に Quang Yen 地区や Dong Trieu 地区も候補地として検討することとなった。
- ・ バイオトイレ及び新浄化装置モニタリング
結果：バイオトイレ及び新浄化装置は順調に稼動していた。但し、住居の改装または移転に伴い、バイオトイレや新浄化装置の移動を希望する家庭が複数あり、その対応についてはカウンターパート機関に判断してもらうよう依頼した。

3-2 事業目的の達成状況

2016年8月より分散型排水処理システムのモニタリング、コンポスト試験のフェーズ1～3、環境教育活動等を順次実施した。

バイオトイレについては、20台を導入した中で、観光船や船着場、小学校などの公共施設へ設置した9台、各家庭に設置した11台共にほぼ順調に稼働した。定期的なサンプリング時のサンプリングシート（資料9）により、バイオトイレの使用状況を把握し、事業当初に定めた目標値を概ね満たしたなど、良好な状況であることが把握できた。

コンポスト試験については、フェーズ1では、バイオトイレからのオガクズ媒体132kgをピート68kgと混合して、オガクズコンポストを製造した。この堆肥を施用した植物（クレス）の生育試験をプランターにより行った。試験期間中、台風の影響により再試験を余儀なくされたが、オガクズコンポストの施用により野菜の理論収量が高まることが判明した。フェーズ2ではオガクズコンポストの製造に、副資材として廃菌床を利用したが、熟成期間が短かったためベトナムの基準（C/N）を満たすことができなかった。この点を踏まえフェーズ3では熟成期間を十分確保しコンポスト化を図った。クアンニン省の複数のモデル農家において実際に使用してもらった所、生育は順調であり、また収穫したニンジンなどは美味しさの指標となるグルタミン酸が、オガクズコンポストを使用したものがいずれも良好な値を示すなど、その効果を確認することができた。経済性の評価と合わせて確認すると、回収効率や輸送費用などの低減など検討すべき事項はあるものの、オガクズコンポストのみの施用でも十分効果があることが判明し、バイオトイレの普及に寄与すると考えられる

新浄化装置による有機物項目の濃度減少率は、BOD54.8%、COD54.3%、TOC48.3%であり、有機物による負荷低減に効果があることが示された。また、TSSの濃度減少率は、54.4%であり、新浄化装置による処理が確認された。窒素に関連するT-N、NH₄-Nの濃度減少率は、32.6%、38.9%であり、新浄化装置による窒素の処理が確認されたが、新浄化装置への酸素の供給が安定することで、更なる窒素の低減が可能であると考えられる。T-Pの濃度減少率は、49.5%であり、概ね50%近くの処理効果があることが示された。Oil and fatでは、55.9%の濃度減少率が確認され、油脂分の処理が示された。これらの結果から、新浄化装置による生活排水の処理が行われていることが確認された。

生活排水中の環境負荷物質は、有機物が主である。そのため、新浄化装置による有機物の環境負荷低減効果は、公共用河川の有機物による汚濁指標となるBODの除去効率から51.5%であり、公共用河川への汚濁負荷削減効果が示された。

以上の結果から、新浄化装置はベトナム国内の生活排水に対して、有効的に働いていることが示され、ハロン湾ならびにバイトゥーロン湾流域の環境負荷物質削減に寄与できると考えられる。

バイオトイレからは排水は生じないため、し尿由来の排水による環境負荷はなくなる。

新浄化装置における BOD の除去効率は、51.5%であることから、バイオトイレと新浄化装置による分散型排水処理システムは、環境負荷を 68.9%削減する効果がある。以上より、分散型排水処理システムは目標値を達成することができ、分散型排水処理システムの有用性が示された。

バイオトイレと新浄化装置による分散型排水処理システムについて、クアンニン省の個別家屋に対する適用性、有用性、優位性を

表 86 のとおり整理した。整理の上では、公共下水道の処理施設で利用される処理方式もあげているが、ダウンサイジングが可能であるかないかに係らず比較し、個別家屋の処理の可能性については個々に評価した。処理方式によっては、過去に日本国内で普及したものもあるが、ベトナム国での普及が可能であるかという視点で整理した。その結果、バイオトイレと新浄化装置による分散型排水処理システムが総合的に適切であることが確認された。

表 86 個別家屋に対する処理技術の適用評価

処理技術	建設費	運転費	管理性	処理水質	耐久性	利水活用	堆肥利用	総合判定
バイオトイレ・新浄化装置	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
肥溜め	◎	◎	◎	△	◎	△	◎	○
腐敗槽	◎	◎	◎	△	○	△	△	△
浄化槽（合併処理）	○	○	○	◎	◎	◎	○	○
表面ばっ気池	○	○	◎	△	○	○	△	△
土壌浸透処理	◎	○	◎	△	○	△	△	△
土壌蒸発散（トレンチ法）	○	○	◎	△	○	△	△	△
散水ろ床法	△	○	○	○	○	◎	△	△
平面酸化法	○	◎	◎	△	◎	◎	△	○
腐敗タンク法	○	◎	◎	△	◎	○	△	○
単純ばっ気法	○	◎	◎	△	◎	◎	△	○
回転円板法	△	△	△	◎	○	◎	○	△
標準活性汚泥	△	△	△	◎	◎	◎	○	△
OD法	△	△	△	◎	○	◎	○	△
UASB法	△	△	△	◎	○	◎	○	△

OD法：オキシデーションディッチ法（回遊式の活性汚泥法）

UASB法：上向流式嫌気性汚泥床

以上の結果、新浄化装置の処理性能面での有用性ならびに、ハロン湾及びバイトゥーロン湾における分散型排水処理システムの建設費や管理性も含めた優位性が確認され、本事業目的を達成することができた。

3-3 開発課題解決の観点から見た貢献

(1) ハロン湾やバイトゥーロン湾などの公共用水域の汚濁負荷の削減と自然環境の保全

案件化調査の結果から、生活排水の汚濁物質負荷の内、し尿の負荷は有機物 44%、窒素 97%、リン 80%を占めており、またクアンニン省における地下水と表面水をベトナムの水質基準と比較すると、全窒素および COD が基準値を 1.5~2 倍上回り、大腸菌群も検出された。したがって、バイオトイレによる好気性処理を行うことで、大腸菌群の滅菌効果が期待でき、また、新浄化装置により汚濁負荷を BOD は 94.9%、全窒素は 55.2%、全リンは 84.2%除去することができる（環境省「環境技術実証事業」による）。よって、健康被害の軽減だけではなく、地下水の保全や公共用水域の汚濁負荷量を半減するなどにより水環境の改善に大きな効果が期待でき、自然環境の保全にもつながる。さらに、観光地へのバイオトイレ導入により、観光地の快適性の向上や、観光都

市のイメージアップにつながり、ひいては人民委員会が掲げる観光産業の活性化にも貢献する。

家庭用バイオトイレによる負荷削減量について評価する。公共用バイオトイレは、利用量のデータが不足していたため、家庭用（11台）のみの算出で評価する。

便 = (回数/月) × (負荷量/回) 188回 × 200g = 37,600g

尿 = (回数/月) × (負荷量/回) 164回 × 300ml = 49,200ml

合計 約 870 (kg)

※便 = 成人、200g/回、尿 = 成人、300ml/回とする。

上記結果によれば、家庭用バイオトイレにより、約 870(kg)/月の汚濁負荷の削減ができ、ハロン湾及びバイトゥーロン湾の汚濁負荷量の削減に寄与するものと考えられる。

新浄化装置による公共用水域へ影響を及ぼす項目の平均除去効率は、BOD 51.5%、COD 50.8%、T-N 31.6%、T-P 50.0%、Oil and fat 53.4%であった。このことから、公共用水域の生活排水による環境負荷低減効果示された。また、新浄化装置による大腸菌数の減少が確認されており、新浄化装置の設置は、衛生面も含む公共用水域の水質改善効果が得られると考えられる。

新浄化装置による公共用水域の環境面、衛生面での水質改善効果により、水道水源として利用されている公共用水域の水質が改善し、安全な飲料水の供給につながると考えられる。また、公共用水域の水質が改善することで、公共用水域の親水利用が促されると考えられる。

以上の結果から、新浄化装置の設置による直接的効果は、ハロン湾やバイトゥーロン湾などの公共用水域の環境面、衛生面での水質改善効果だけでなく、安全な飲料水の供給や公共用水域の親水利用の促進が得られる。

ヒアリング調査において、新浄化装置を設置していない家庭にも設置すべきと考えるか質問したところ、9世帯が「設置すべきであり、他の家にも勧めたい」と回答している。このことから、新浄化装置の設置により、現地住民の環境保全への意識が向上し、水質汚染だけでなく、ゴミ処理などの環境問題への取り組みが促進されると考えられる。加えて、新浄化装置により得られた処理水を植木への散水等に再利用することで、水道料金の節約につながる。

これら、新浄化装置による間接的な効果が得られると考えられ、新浄化装置の設置は、公共用水域の水質改善のみならず、現地住民の経済的負担軽減や環境保全への意識向上も期待される。

(2) 環境教育の浸透と持続的な水環境改善の推進

環境教育活動により、住民の環境意識や公衆衛生意識が変わることで、行動や習慣が改善され、健康被害の発生が抑制される。さらに、環境教育の浸透により、排水処理

の責任が明確になり、環境に配慮した生活の実現や持続的な水環境改善を通じた自然環境の保全にも貢献する。

(3) 持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals) に対する貢献

持続可能な開発目標とは、2001年に策定されたミレニアム開発目標の後継として、2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」にて記載された2016年から2030年までの国際目標である。持続可能な世界を実現するための17のゴール・169のターゲットから構成され、地球上の誰一人として取り残さないことを誓っている。持続可能な開発目標は発展途上国のみならず、先進国自身が取り組むユニバーサル（普遍的）なものであり、日本国政府も積極的に取り組んでいるところである。

かかる背景の下、本事業を実施することによって、「3. すべての人に健康と福祉を」、「6. 安全な水とトイレを世界中に」、「14. 海の豊かさを守ろう」の3つの目標に貢献する。



3.3 2030年までに、エイズ、結核、マラリア及び顧みられない熱帯病といった伝染病を根絶するとともに肝炎、水系感染症及びその他の感染症に対処する。



6.2 2030年までに、すべての人々の、適切かつ平等な下水施設・衛生施設へのアクセスを達成し、野外での排泄をなくす。女性及び女兒、ならびに脆弱な立場にある人々のニーズに特に注意を払う。



6.3 2030年までに、汚染の減少、投棄の廃絶と有害な化学物・物質の放出の最小化、未処理の排水の割合半減及び再生利用と安全な再利用の世界的規模で大幅に増加させることにより、水質を改善する。

14.1 2025年までに、海洋ごみや富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する。

3-4 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

当社はバイオトイレ生産の90%以上を地元の中小製造業各社へアウトソーシングし地元企業との連携を深めており、事業化時の地域経済への貢献も期待できる。また、人民委員会副委員長と旭川商工会議所との協議（2014年2月）において、旭川市とクアンニン省との間で、排水処理分野、農業分野、森林開発分野、食品分野などでの都市間交流および企業間交流を実施することを確認した。今後、市内企業がクアンニン省などへ進出することが期待でき、それによる北海道および旭川市への経済・地域活性化貢献として以下が想定される。

3-4-1 経済貢献

(1) 旭川市内企業との協業による経済効果

「下水汚泥無臭堆肥化リサイクルシステム」や「土壌改良技術」、「有機栽培技術」を有するグリーンテックス(株)（旭川市）は、クアンニン省への進出に向けた検討を始めている。このように市内企業の製品・技術を旭川市のブランドとしてベトナムへ発信することで、市内企業と省内企業との商取引が増えることが期待でき、旭川市への経済効果が高まる。



グリーンテックス(株)による事業・技術発表

これまでの活動としては、平成28年5月31日にグリーンテックス株式会社が、ハロン市を訪れ、クアンニン省農業農村開発局（QNDARD）、現地農業専門大学（Dong Bac Agroforestry College）や地元企業（Viet Long company）とで共同のワークショップを開催した。

事業内容や技術・効果等について活発な意見や質問が出て、相互理解を進めるための大きな成果を得た。

さらに、産業廃棄物中間処理事業者であり、旭川市内で唯一焼却炉の運営・維持管理を行っている株式会社アンビエンテン丸大がクアンニン省への進出に向けた検討を始めている。2016年12月上旬には現地視察並びにクアンニン省人民委員会保健局らと省内における医療廃棄物事業の組成に向けた協議を実施しており、省内の複数の廃棄物処理事業者と当該事業での連携を確認した。

(2) 雇用促進による経済効果

当社をはじめ、旭川市内企業がクアンニン省へ進出することで、販売員、施設管理者、施工技術者などの雇用ニーズが旭川市およびクアンニン省両地域で高まり、新たな雇用創出による経済効果や、それによる両地域のWIN-WINの関係構築が期待できる。

(3) 国内市場における旭川市内企業の競争力向上

製造委託など省内企業との協業により、低コストで製品製造が可能となり、価格競争力を有した製品を国内市場で販売することで、市内企業の競争力向上につながる。

3-4-2 地域活性化貢献

北海道とロシア極東地方政府との間で食品インフラ構築に向けた官民連携による取組が行われており、特に、旭川市とユジノサハリンスク市との間で食品インフラの拠点となる「農業パーク」建設計画が進められている。今後旭川市とクアンニン省との間でも、こうした農業分野・食品分野など幅広い分野での経済交流が進むことが期待でき地域活性化につながる。

本事業における地方経済・地域活性化への貢献として、次の様な成果が現れている。

当社が本社を有する旭川市と旭川商工会議所が共同して、2016年11月27日(日)から12月1日(木)の間、旭川地域の農業・機械・環境関連企業が同省に進出するための情報収集及び可能性調査を実施するため、ミッションを派遣した。クアンニン省側の課題・ニーズ・要望等の把握を通じて、気候や土質、インフラ(最低限)が整っていることから、旭川地域の技術や経験を活用することで、時間は要するものの、海外観光客や富裕層を対象としたワンランク上の高品質な農産物を生産することが可能であることが分かった。



北海道新聞 (2016年4月24日)



クアンニン省人民委員会との協議



旭川市ミッション派遣団



現地調査①



現地調査②

【ベトナムー農水】

旭川市、官民でクアンニン省への協力模索

北海道旭川市が官民を挙げて北部クアンニン省への協力に乗り出す。農業や廃棄物処理に関する課題に旭川で培った技術を生かすことで政府開発援助（ODA）案件化を図り、市の中小企業のベトナム進出を後押しする。

旭川商工会議所と旭川市による12社・団体からなる視察団が11月27日からの日程で来越し、ハロン湾や現地の農業の様子などを視察した。参加企業は、土壌改良や農地で活用するコンクリート型枠、水門、野菜洗浄機や選別機のメーカーなど。旭川市の担当者によれば、農産品輸出や観光誘致ではなく産業界の進出を目的とした海外ミッションは、「おそらく市としては初となる」という。

中部高原ラムドン省ダラット市なども訪れたことがある佐々木通彦団長（エフ・イー社長）は、「今回視察したクアンニン省の農地の方が肥沃（ひよく）。生鮮市場の野菜も害虫が少ない」と感触をつかんでおり、「日本の技術をプラスすれば良いものができる」と期待する。土壌改良やかんがい、農機導入による高付加価値化、収穫後の洗浄・選別など川上から川下までを「オール旭川」で支援できると自信を深めている。

旭川市では、来年初めに省農業・地方開発局や民間企業の関係者を招き、北海道の大規模化した農業を視察してもらう予定。コンサルティングの長大（東京都中央区）と協力しつつ、現地のニーズを踏まえたODA案件化を模索する。

NNA ベトナム（2016年12月1日）

さらに、2017年1月にはクアンニン省の行政・農業関係者を（株）長大が旭川に招聘し、民間技術交流及び視察を通じ情報交換を行った。

現在、同省の企業と旭川の企業が民間ベースで人的、そして経済的な結びつきを強めていることから、クアンニン省と旭川市、旭川商工会議所もより結びつきを強め、民間事業者を後押しするために、クアンニン省と旭川市、旭川商工会議所では覚書を締結するべく協議を重ね、2017年5月12日に覚書を締結することとなった。

本覚書の目的は、相互利益の観点から協力関係をより深化させると共に、農業及び産業分野の発展を推進することである。

覚書内容の詳細は、農業分野、森林開発分野、食品分野、環境分野及び教育分野において、都市間交流および企業間交流の実施、製品・技術の探求を通じた、先進的な技術移転推進の取組みを支援するものである。

さらに、クアンニン省が抱える開発課題解決のために、旭川市内企業が有する製品・技術・サービス及びノウハウの適用可能性が極めて高いということがこれまでの調査から判

明した。今後クアンニン省内企業と商取引を進める上で、様々なリスクが今後顕在化していくものと想定されることから、こうしたリスクを出来る限り低減することを目的に、いずれも旭川に本社を置く株式会社表鉄工所、グリーンテックス株式会社、農業生産法人株式会社谷口農場、株式会社エフ・イーと、クアンニン省内企業及び(株)長大で農業コンソーシアムの設立に向けた覚書を締結することとなった。本コンソーシアムの設立により、市内企業の海外進出を一層推進し、さらに、クアンニン省の農業の発展にも大きく貢献するなど、旭川市及びクアンニン省の経済的結びつきを後押しすることにもつながり、設立の意義は極めて大きいと言える。

加えて、2017年11月末には、同年9月に設立された北海道ベトナム交流協会旭川による「ベトナム経済ミッション」が派遣され、旭川大学とハロン大学及びDong Bac農業森林単科大学との間で大学間連携に向けた覚書を締結するなど、旭川市とクアンニン省との間で産学官の連携体制が構築されたところである。

このようにクアンニン省と旭川市との間では必要な連携体制（オープン・プラットフォーム）が既に構築済みであることから、早期ビジネス化が可能である。



旭川市、商工会議所及びクアンニン省との覚書締結



農業コンソーシアム設立に向けた覚書

3-5 環境社会配慮（※本案件は環境社会配慮カテゴリ C 案件である）

本事業で設置するバイオトイレと新浄化装置は、現在一般的に使用されている腐敗槽に代わるもので、なんら環境に新しく負荷を与える装置ではない。導入地は、小学校、船着場、地域コミュニティであり、現在環境負荷の高い腐敗槽が設置されている開発が進んだ都市部や、一般家庭が集合する周辺地域である。

3-6 ジェンダー配慮

以下の点に留意し、今後の活動を実施した。

- ・ コミュニティにおける環境改善方法等に関しては、女性が有益な情報を持っていることが考えられるため、調査を行う場合には、女性住民に対しても調査を行う。
- ・ 啓発活動では、女性住民が参加しやすいように、男女比の設定や、活動の実施場所、時期、内容、告知方法等を工夫するなどする。
- ・ ベトナム国のジェンダー政策および当該セクターにおける他ドナーのジェンダー配慮の取り組みについて現状を把握する。

なお、少し古いですが、「農業農村開発におけるジェンダー戦略 2003-2010」には、2020 年までに達成する省内目標として、収入向上と貧困削減が謳われており、農村の男女の収入の格差の削減、農村女性の貧困削減が明記されている。また、2010 年までの目標としては、農業農村開発セクターのジェンダー平等と女性の地位の向上、ジェンダー視点に立った計画、実施、である。また、これらの達成のために、以下の 5 つの目的が計画され、指標が決められた。

1. 農業農村開発分野の工業化と近代化のなかで、公務員、農民をはじめとする国民のジェンダー意識が向上する。
2. 農村女性が、土地、クレジット、水、公共サービスなどの主要な資源へアクセスでき、活用できるようになる。
3. 性別統計をプログラムやプロジェクトのモニタリングと評価のツールにすることによって、ジェンダー目標を統合する。
4. 農業調査や公共サービス供給や農業研修において、ジェンダー平等を目指し、ジェンダーに配慮した実施を行う。
5. 農業開発省の中央と地方レベル、人民委員会のあらゆるレベル、および農業大学、機関、職業訓練校、企業において、意思決定の場に女性の参加とエンパワーメントを奨励する。

農村部での貧困削減や生計向上を促すには、農村インフラの整備が必須である。インフラ整備の分野においては、貧しい住民や女性の生計向上の一助となるような計画と建設、補修、維持管理が求められよう、主要な幹線道路へのアクセス、市場へのアクセス、輸送

手段を考慮し、現地の女性住民の置かれた立場を理解してのインフラ整備計画、実施、評価が求められる。また、住民参加型のインフラ整備を行う際には、女性の参画と裨益を視野にいれ、農村生活の改善をはかることが望ましい。そのため、本事業で実施したヴァン
ドン島での現地コミュニティ向け啓発活動については、構成として、バイオトイレや新浄
化装置を導入している家庭と非導入家庭の双方を対象とし、男性が4割、女性が6割の比
率で実施し、女性の声を多く取り入れる工夫をした。また年齢層は20代から70代までの
幅広い階層を対象とし、意見が偏らないように配慮した。

3-7 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

3-7-1 責任の所在

本事業で設置される製品は、本事業後カウンターパート機関に譲与され、天然資源環境
局がバイオトイレや新浄化装置の運営維持管理の責任を担う。ただし、実際の維持・管理・
補修業務は当面 VIPS 社が実施する。

3-7-2 ランニングコストの負担

観光船所有者、公共施設管理者及び各家庭がバイオトイレや新浄化装置のランニングコ
スト（主に電気代）を負担する。

3-7-3 維持管理費の負担と徴収

天然資源環境局と、本事業後 Envitech 社（又は VIPS 社）との間でサービス契約を締結
し、維持管理業務等を実施する。なお、観光船所有者や公共施設管理者からは維持管理費
を直接徴収する。また、一般家庭からは使用料金（水道料金の約10%を占めている環境税
を充当することをカウンターパート機関と既に合意）と、天然資源環境局が既に有してい
る環境保全に係る補助金を充てる。なお、使用料金は現地 NGO 等を介して徴収する予定で
ある。

3-7-4 維持管理の頻度

農業協同組合はバイオトイレから発生する残渣(3~6ヶ月に一度回収)を有償で買取る。
一方、Envitech 社や VIPS 社は新しいオガクズの投入、バイオトイレや新浄化装置の機械
的な点検（年に一度）、また、使用状況に合わせて部品交換や修繕、または製品の交換を
行う。なお、製品の耐用年数はおおよそ20年である。

3-7-5 新浄化装置の処理水水質

天然資源環境局は年に一度、導入地域の製品運用状況や処理水水質を確認し、基準を満
たしていない場合、Envitech 社や VIPS 社などに通知し製品の改修などを指示する。場合
によっては当社の技術者を派遣し対応する。

3-8 今後の課題と対応策

(1) トイレの適切な管理

バイオトイレには①使用回数に上限がある、②水洗いができないというように、通常のトイレとは異なる制約がある。そのため、管理人が適切に制約を把握していない場合は、トイレが機能しなくなる恐れがある。したがって管理人に対する指導十分に行うと共に、運用状況を定期的にモニタリングすることでトラブルを未然に防ぐ。利用者への啓発方法については、現地でトイレの啓発活動を行っている NPO などの啓発方法を参考にして、現地の実情に即した方法をとる。

(2) カウンターパート機関のトップ交代等事業環境の急変

本事業はカウンターパート機関のハウ・クアンニン省人民委員会副委員長の強いリーダーシップの下実施された。そのため、今後トップの交代などが発生した場合、方針変更の可能性がある。そのため、トップが交代した際も事業がスムーズに行われるよう、カウンターパート機関の複数名の責任者と連携して事業を実施していくことを想定している。

(3) 人材育成

本事業の OJT を通じてバイオトイレ及び新浄化装置の維持管理技術の移転を行い、Evnitech 社や VIPS 社の技術水準は当初目標としていた水準に達し、一定の成果は得られたと考えている。今回の OJT では、通常の維持管理方法に加え、異常時を想定した上で、その対応方法を指導したものの、実際に運転管理を進める上では、今回想定したものとは異なる事態が起こる可能性がある。他方、現在導入されているバイオトイレや新浄化装置は限られているが、今後、その導入台数が増加すると、上記 2 社だけでは維持管理対応が困難になる可能性がある。その場合、維持管理を実施出来る企業はない。そのため、維持管理を担う現地の人材を育成していくことが重要となるが、その育成方法として、当社が現地に進出し、現地人材を雇用する、又はカウンターパート機関にあるモニタリング室において維持管理に関する指導を行うなどし人材を育成していくことが挙げられる。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

4-1 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

4-1-1 マーケット分析

当社はバイオトイレを用いた水環境改善を主として活動を進め、日本では自治体の山岳トイレ改善事業に早くから取り組み、また JICA が実施する研修員受入事業を通じて、50 ヶ国以上の行政職員や研究者を受け入れるなど、日本のみならず世界各地の水問題を解決するべく企業活動を展開している。特に日本では建築基準法（下水処理区域内では、便所は水洗便所以外の便所としてはならない）といった規制により販路拡大が難しいため、これまでフィリピン、インドネシア、パプアニューギニアなど途上国を中心にバイオトイレの販売を行ってきた。さらに、衛生問題に力を入れているビル&メリンダ・ゲイツ財団からも問い合わせがあるなど当社のバイオトイレは国際的にも注目されている。

これまでの調査から、途上国での分散型排水処理システムのニーズや潜在的販売可能性は高いことが分かっており、国内事業以上に大きな収入源として位置付けている。具体的には、現地企業との業務提携による、現地生産およびコスト低減を図り、海外事業のスタートとしてベトナムを手始めに ASEAN 諸国、そして水資源が乏しく、水環境改善が急務のアフリカ諸国を想定している。

4-1-2 ビジネス展開の仕組み

これまで当社がベトナムにおいて実施した調査結果を踏まえ、以下の3つの基本戦略と4つのアプローチを用いて分散型排水処理システムの普及・展開を図る。

戦略1：戦略的価格設定による市場開拓およびシェア獲得

バイオトイレの運営維持管理費用面での優位性を活かし、公共施設管理者をターゲットとし製品を投入する。また、高い衛生効果や残渣の再利用など費用対効果の高さを活用し、現地の課題や現地住民のニーズに詳しく、現地コミュニティにも豊富なネットワークを有する NGO にも訴求する。さらに、社会起業家などのコストに敏感な主体にもアプローチする。

戦略2：機能面の訴求による市場開拓およびシェア獲得（機能面での差別化）

分散型排水処理システムの機能面の優位性（衛生面の効果、残渣や処理水の再利用、維持管理の容易性）を活かし、本システムに適した市場に参入する。販売は NGO や現地企業が中心になるが、本システムの機能を最大限訴求するための優れた教育・啓発スタッフの確保が必要となる。こうしたスタッフの訓練には時間とコストがかかるため、既存の汚物回収業者や排水処理公社との連携を図る。

戦略3：設置工事、維持管理面での優位性を活かした市場開拓（地域ニッチ市場戦略）

分散型排水処理システムは設置工事が容易で、維持管理の負担も少ない。これを活かして集約型排水処理施設や他製品が供給できない場所・地域に重点展開する。具体的には観光船といった移動体や山間部がその主要な対象となる。特に山間部は消費者の可処分所得が低いため、地域に密着した NGO を主な販売対象として展開する。

以上の基本戦略を踏まえた上で、都市部及び農村部におけるビジネスモデルは、（a）都市型事業（B to B）、（b）農村型事業（B to G または B）の大きく2つに大別できる。今後当社製品が現地に受け入れられ、市場で勝ち抜くには、①ニッチな対象市場の特定、②適正価格の実現、③収入源の確保、④普及のための仕組みづくりといったアプローチが必要である。

①ニッチな対象市場の特定：ベトナム国内でバイオトイレに類した製品を販売する企業を数社確認しているが、当社の販売想定価格よりも高い上に故障も多く、導入地域も限定的である。よって、先行者利益の観点から当社製品が普及する可能性は高い。短期的には都市型事業の推進を図り、高い需要の見込める観光船や公共施設への導入を、中長期的には農村型事業の展開を進め、まずは主に観光業に従事している家庭など新中間層の中でも比較的高所得層をターゲットとする。特に、高所得層は幅広いニーズやきめ細かなサービスに対し多くの需要を有していることから、当社の強みを生かしたビジネスが可能である。さらに、その次は廉価版製品を、NGO を介して農村部へ展開する。

②適正価格の実現：現在当社で販売しているバイオトイレの販売価格は約137万円、新浄化装置の販売価格は約75万円である。案件化調査時に観光船所有者や公共施設管理者へ支払意思額調査を実施し、観光船や公共施設向けのバイオトイレ販売価格が一台400千円～600千円程度になると試算された。一方、一般家庭向けバイオトイレと新浄化装置の製造コストは代替資材の活用と機能の簡便化により、それぞれ180～250千円、100～150千円程度を目標とする。

③収入源の確保：観光船所有者や公共施設管理者からは維持管理費を、一般家庭からは使用料金を徴収する。ただし、公衆トイレであれば、付帯事業（貸店舗や広告、キヨスクといった小売店設置による集客促進）の併設やトイレ使用料金の徴収、学校や病院といった共同トイレにおける施設管理委託事業を受けるなど、様々な面から収入源を確保する。

④普及のための仕組みづくり：NGO が持つネットワーク、流通・販売網を活用し事業を進める。ただし、地域によっては NGO の販売網が十分に発達していない場合や、ベトナムの消費者意識（非常に保守的であり、公的機関を通じて提供された製品への信用度が高い）を踏まえ、現地政府や援助機関のみならず、上述した排水処理会社とのパートナー

ーシップ構築も進める。

4-1-3 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

本事業後 3 年間の事業計画概要を下に示す。既に述べたように、短期的にはニーズが明確な観光船や公共施設を中心に導入する。また既にクアンニン省政府が実施の意向を示しているヴァンドン島でのパイロット事業も並行して実施する。この間、一般家庭への普及を目指し、引き続き当社は製品の改良を進め、カウンターパート機関は旭川市などの支援を受けつつ料金徴収制度の構築を行うことで、2020 年には一般家庭への本格的な導入を実現する。

		1 年目 (2019 年)	2 年目 (2020 年)	3 年目 (2021 年)
販売 営業		<ul style="list-style-type: none"> 市場開拓活動を継続 製造拠点整備のための販売チャンネルの構築 観光船や公共施設への導入 一般家庭用廉価版のテストマーケティング 料金徴収制度の構築 		<ul style="list-style-type: none"> 市場開拓活動を継続 公共施設への導入を継続 廉価版の本格販売（販促活動、代理店網の拡大）
研究開発		<ul style="list-style-type: none"> 廉価版の開発と改良 	<ul style="list-style-type: none"> 製品改良 	
製造		<ul style="list-style-type: none"> 現地委託先企業との技術供与契約の締結 量産体制の構築 	<ul style="list-style-type: none"> 現地委託先企業における技術者の日本での研修 	<ul style="list-style-type: none"> 量産開始
想定 販売 台 数	バイオ トイレ	5 隻の観光船へ 5 台ずつ導入する。それ以外に Minh Anh 社が運営・管理する市場 5 か所へ 50 台、2 か所の船着場へ 4 台ずつ導入する（合計 83 台）。	10 隻の観光船へ 5 台ずつ、市場 5 か所へ 50 台導入する（合計 100 台）。	2020 年以降は一般家庭への導入もはじめ年間 80 台ずつを提供できるよう進める。
	新浄化 装置	2019 年後半から一般家庭へ年間 20 台前後を提供できるよう進める。		

4-1-4 原材料・資機材の調達計画

バイオトイレ及び新浄化装置を製造するために必要な部材はベトナム国内で全て調達できることは確認済みであり、Envitech 社がベトナム国内での調達をし製造する。

4-1-5 生産・流通・販売計画

生産から流通、販売、維持管理までをベトナム国内で実施できる状態を構築する。その上で、上述した (a) 都市型事業および (b) 農村型事業を実施するため、それぞれ以下の手法を用いる。

(a) 都市型事業

Envitech 社や VIPS 社を通じて、観光船所有者や公共施設管理者へ製品を販売し、あわせて維持管理契約も締結する。なお、維持管理は今後当社のスーパーバイジングの下、主に VIPS 社が実施する（下図参照）。

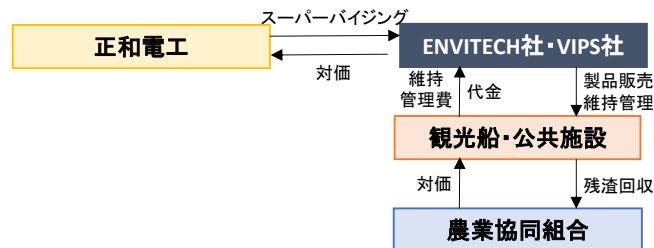


図 44 都市型事業全体ストラクチャー

(b) 農村型事業

分散型排水処理システムを基礎的なインフラとみなし、現地住民が製品導入費用を負担することはない。主にベトナム環境保護基金の融資（製品販売価格の 70%程度）と省政府予算などを基に、現地事情に精通している NGO などを介してソーシャルビジネスとして現地コミュニティに製品を提供する。現地コミュニティや本事業を通じて育成した環境キーパーソンは、オガクズの色や処理水の色を日々確認し、異常があった場合は VIPS 社などへ連絡する。また、維持管理については、現地住民の使用料金と天然資源環境局が有する環境保全に係る補助金を活用する。一方、Envitech 社や VIPS 社からは、日常のチェックを実施する現地コミュニティや環境キーパーソンに対し運営費を支払う。また、バイオトイレから発生する残渣は農業協同組合が買い取り、各家庭の新たな収入源を創出する（下図参照）。

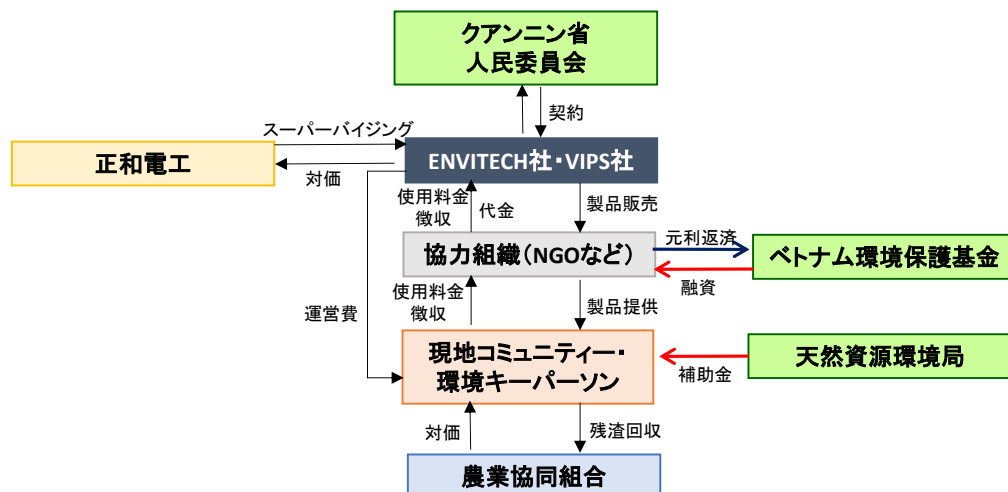


図 45 農村型事業全体ストラクチャー

4-1-6 要員計画・人材育成計画

バイオトイレや新浄化装置の品質確保の観点から、①Envitech 社や VIPS 社に対する技術指導（本邦受入）、②当社からの定期的な技術者派遣を行う予定である。またクアンニン省を始めとするベトナム国内の営業活動については、これら企業のみならず、外部人材として参画している(株)長大の協力も受けられることから、行政から民間まで幅広い対象にアプローチすることが可能である。

4-1-7 収支分析・資金調達計画

バイオトイレ及び新浄化装置の低価格化のため、本事業終了後、初期段階では現地企業 2 社との提携による現地製造・販売体制構築を進め、将来的には現地法人を設立する。なお、当初は Envitech 社や VIPS 社の設備機器や工場を活用することを前提としているため、製品製造のための施設整備に要する費用（投資予定金額）は、工場立ち上げなどの監理を担う当社監理責任者の派遣費用等となり限定的である。また、今後発掘する現地企業との間でライセンス契約を締結することで、製品の売上、維持管理費以外に安定した収益を確保する見込みである。なお、当社から技術者等の派遣をし、正しい品質管理の下で生産しているかを確認するなど製品の品質確保に努める。

これら前提と上記事業計画を基に、2019 年から 5 年間の売上規模を示す。なお、2020 年以降は製品販売以外に、維持管理費や使用料金及び付帯事業による収入も想定しており、年間 1 千万円程度の収益は確保できる見込みである。

(単位：千円)

			2019	2020	2021	2022	2023
売上	販売	バイオトイレ	44,800	50,000	35,000	35,000	35,000
		新浄化装置	0	0	5,000	5,000	5,000
	維持管理		14,420	13,000	8,160	8,160	8,160
	付帯設備		700	700	850	850	950
売上合計			61,938	65,719	51,030	51,030	51,030
支出（原価・経費）			52,220	55,100	39,700	39,700	39,700
単年度利益			9,738	10,619	11,330	11,330	11,430

4-1-8 ビジネス展開可能性の評価

これまで述べた通り、本事業を通じて現地企業との連携を深められたことから、短期的な現地法人化、自社設備投資の必要がなくなったことがビジネス展開において大きくプラスに作用している。減価償却費を含めた固定的な経費が少ないことから、投資収益率が高く、ビジネスリスクは低いと考えている。

製造の現地化によって価格を落とす方向性も固まり、さらにスケールメリットが始めればコストダウンの可能性は極めて高くなり、それらを価格にも反映することが出来る。

4-2 想定されるリスクと対応

現在想定されるリスクとしては以下の様な事項が挙げられる。

表 87 リスクの内容・評価・処理

分類	リスクの内容	リスクの評価	リスクの処理
政治・社会的 リスク	法制・税制変化	事業内容の変更が必要となる場合があり、事業者ができる対応は限定的である。	省政府と事業者との間でリスク分担を行う。
代金支払遅延	維持管理費や使用料金などの支払遅延	代金支払の遅延は事業者の資金繰りの悪化につながる。	代金支払に関する法的措置の実施や延滞金を加算するなどの対応をする。また行政補償を取り入れる。
衛生的リスク	直接曝露または間接曝露	オガクズへの直接接触や残渣の散布による直接的または間接的な病原微生物二次感染のリスクがある。	病理学専門家によるリスク評価と対策を講じる。
法務・知的財産保護のリスク	分散型排水処理システムを設置において、整備等を行う際の許認可の取得並びに知的財産保護	整備の許認可は事業の実施に影響を与えない。一方、ベトナム国は知的財産保護が不十分であり、対応が必要である。	供与する技術・ノウハウの範囲を事前に詳細に決定し、その範囲以上は相手方からどのような要請があっても供与しない。製造ノウハウを含む図面等管理としては、CAD/CAM のデータを現地コンピュータ端末からデータを読めないような情報セキュリティを施すと共に、図面供与の場合は、現地で生産する観点から不要な情報は削除した上で供与する。

4-3 普及・実証において検討した事業化による開発効果

本事業を通じて得られた成果は以下の通りである。

- ① バイオトイレや新浄化装置の有用性・効果が明らかとなった。
- ② 現地で連携する企業による製品の製造可能性について確認できた。
- ③ クアンニン省政府の予算を活用したパイロット事業の実施が確定した。
- ④ ベトナム環境保護基金により、当社の製品を普及するための融資スキームが決定した（資料 10 参照）。
- ⑤ バイオトイレから発生する残渣を現地農業協同組合が有償で買取ることを確認できた。
- ⑥ 開発した環境教育の教科書や、ヴァンドン島での啓発活動を通じて育成したキーパーソンなどがクアンニン省において広く活用されることで、当社のバイオトイレや新浄化装置の認知度向上に繋がる。

これら成果と事業化による開発効果は、前述した通りバイオトイレや新浄化装置を導入することによる汚濁負荷低減効果は確認できたことから、既存の集約型下水処理施設と併用することにより、ベトナム国内の排水処理が効率的に実施することが出来る。さらに、製品の現地製造を図ることで新たな雇用を創出することも期待できる。加えて現地側での環境教育活動や啓発活動が自主的にかつ継続的に実施される見通しであることから、現地住民の循環型の生活への関心が高まり、環境意識が向上し、分散型排水処理システムによる効果と相まって、現地住民の衛生環境及び生活環境の改善も期待できる。

効果発現のシナリオとしては①衛生設備へのアクセスが可能な人口比率の増加、②循環型社会の構築による農業分野における経済効果の大きく 2 つが想定される。

ヴァンドン島でヒアリングを行った家庭は、バイオトイレや新浄化装置への関心を示すものの、購入意志の有無を深掘りすると、10 年以上使用している既存のトイレに満足しているため、家を新築しない限り、トイレのリフォームは考えていないとの回答が見受けられた。出費において、子どもの教育費や食費に比べて家のリフォームの優先度は低い。中・高所得家庭での、一年で新築・改築を行う家庭が 1%、さらにバイオトイレや新浄化装置を選ぶ家庭が 50%と仮定すると、1000 世帯達成までに 9 年を要することになる。従って、環境への影響が想定される河川周辺の家庭をターゲットとすると同時に、学校や公民館等、コミュニティを対象とした設置の可能性を探るなど、スケール達成を図り、衛生設備へのアクセスを確保していくこと方法が考えられる。

今回の調査により、個別世帯が汚泥の処理および再利用を行う「利用者主導型」が実現出来る可能性は高いとの結論に至った。また、農産物の収量増加についてもコンポスト試験の結果、バイオトイレから発生する残渣を使用すると土壌を改良し、収量を増加させる事は可能であるとの結論を得た。今後の開発評価指標の計測には、カウンターパ

ート機関において実施されるパイロット事業において、ある程度のトイレの数量がまとまって導入されることから、この時点で可能となると考えられる。

4-4 本事業から得られた教訓と提言

クアンニン省人民委員会の意思決定では、関係者や関係機関同士の事前調整、いく層もの階層を経る承認プロセスを必要とする。ハウ・クアンニン省人民委員会副委員長の強いリーダーシップの下、本事業を概ね予定通り実施することはできたが、意思決定や最終承認までに時間がかかるという特性がある。そのためこうした時間やコストを織り込んだ実施工程を想定するべきであった。

また、製品の輸出については、ベトナムのハイフォン港に到着してから、約2ヶ月近く手続きに時間を費やす結果となった。理由として、免税の申請が遅れたためである。当初から免税手続きに時間を要することは予想されており、日本出荷前から手続きを始めていたものの、結果的には前述の様な期間を費やすこととなった。この理由としては運送会社とカウンターパート機関とのコミュニケーション不足、ベトナム国通関制度の更新、運送業者の能力不足等が挙げられる。今後の対策としては、荷主が現地に赴き、カウンターパート機関と運送業者との間に入り、調整を実施することが必要であると考える。

本事業を通じた提言としては、①事業予算の柔軟性向上、②現地企業に対する技術指導が挙げられる。

事業予算の柔軟性向上については、本事業では製品の改良に対する予算を組まないで進めたため、軽微な仕様変更を検討する際に試作等で発生する費用を自己負担することとなった。また、広報を目的としたチラシ、プロモーション用のグッズもかなりの数量となり、大きな費用負担が生じることとなった。事業に必要な経費は柔軟に認めて頂けるとありがたい。

次に現地企業に対する技術指導については、ベトナムにおいて、機械部品を安価な価格で精度の高い加工ができる設備・技術をもつ機械メーカーは多くない。機械メーカー技術者のトレーニングを行うことで、機械メーカーの設計・製造力などの底上げができれば事業性が高まる。当社単独でのトレーニング実施は困難なため、今後 AOTS（一般財団法人海外産業人材育成協会）のメニュー活用等も考えたい。

参考文献

特になし

添付資料

現況の排水分析結果・英語訳（資料1）



<http://www.i-et.ac.vn>

INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY
Department of solid waste and air pollution treatment
technology

Address: 18 Hoang Quoc Viet Street, Cau
Giay District, Hanoi, Vietnam
Tel: (84 - 4) 37560742
Fax: (84 - 4) 37911203

ANALYZING RESULT

The requirements analysis : Chodai Company
customer
Place of taking sample : Quang Ninh Province
Type of sample : Input and output waste water of New Johka system
Time of receiving sample :
Testing time :

No	Testing criterias	Unit	Result	
			Input sample	Output sample
1	Total of N	mg/l	19.8	8.15
2	COD	mg/l	105.6	70.4
3	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	7.01	4.589

Hanoi, 1st March 2016

Chief of Department

DIRECTOR OF INSTITUTE

TRINH VAN TUYEN

1. This analyzing result is only valid for sample sent by customer
2. Copies of any parts in this analyzing result without the Director of Institute are not allowed
3. Names of sample and customer are based on customer's requests




Code: BM 08-03





Valid date: 1/9/2012





Page 1




サンプリング・スケジュール (資料 2)

 バイオトイレ
 新浄化装置

September 2016						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
						
18	19	20	21	22	23	24
						
25	26	27	28	29	30	
						






October 2016						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
						
16	17	18	19	20	21	22
						
23	24	25	26	27	28	29
						
30	31					
						




November 2016						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
		1 	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14 	15	16	17	18	19
20	21	22 	23	24	25	26
27	28 	29	30			




December 2016						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12 	13	14	15	16	17
18	19	20 	21	22	23	24
25	26 	27	28	29	30	31




January 2017						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
1 New Year's day	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27 TET	28 TET
29 TET	30	31				

February 2017						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				



March 2017						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
			1 	2	3	4
5	6 	7	8	9	10	11
12	13 	14	15	16	17	18
19	20 	21	22	23	24	25
26	27 	28	29	30	31	

April 2017						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
						1
2	3 	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17 	18	19	20	21	22
23	24	25 	26	27	28	29
30						

May 2017						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
	1 Labor Day	2 Victory Day	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
						
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
						
28	29	30	31			
						

June 2017						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
						
18	19	20	21	22	23	24
						
25	26	27	28	29	30	
						

July 2017						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
						
16	17	18	19	20	21	22
						
23	24	25	26	27	28	29
						
30	31					

August 2017						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
						
20	21	22	23	24	25	26
						
27	28	29	30	31		

September 2017

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
					1	2
3	4 National Day	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

October 2017

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

新浄化装置採取記録・ベトナム語版 (資料3)

Hệ thống New-Johka - Bảng theo dõi lấy mẫu

Ngày lấy mẫu: 15/11/2016
 Tên người lấy mẫu: Đức

Chủ ý đồ lấy mẫu (Khí gửi mẫu)	IL1 ký xác nhận	Chơi ký xác nhận
<i>guy</i>	<i>Phida</i>	<i>[Signature]</i>

STT & tên	Độ gia đình: 9 - Nguyễn Hữu Thái		Độ gia đình: 8 - Lý Thị Liên	
	Nước đầu vào	Nước đi qua xử lý	Nước đầu vào	Nước đi qua xử lý
Loại nước				
Thời gian lấy mẫu (từ + đến + giờ)	11:30	11:50	14:00	14:15
Thời tiết	Mưa	Mưa		
Địa điểm lấy mẫu	Đầu vào - bể đầu tiên	Đầu ra	Đầu vào - bể đầu tiên	Đầu ra
Nhiệt độ không khí (Lấy độ 1, độ cao gần bề mặt)	25.3 °C	24.4 °C	26.6 °C	25.0 °C
Nhiệt độ nước (Lấy độ 1, độ cao gần bề mặt)				
Độ đục (MUD)	Nâu - Xanh - Trắng - Vàng - Đỏ	Nâu - Xanh - Trắng - Vàng - Đỏ	Nâu - Xanh - Trắng - Vàng - Đỏ	Nâu - Xanh - Trắng - Vàng - Đỏ
Mùi nước	Nhẹ - Bình thường - Nặng	Nhẹ - Bình thường - Nặng	Nhẹ - Bình thường - Nặng	Nhẹ - Bình thường - Nặng
DO (mg/L)	0.61	0.03	0.05	0.03
pH	5.82	6.66	6.57	6.87
ORP (mV)	124	-256	-132	-237
EC (mS/cm)	17.0	32.1	78.7	88.7
Điện trở (kV)	0,2			16.8
Dạng tích chất thời Loại	Cặn		cặn	không
Hệ thống sự kiện	Có - Không	Có - Không	Có - Không	Có - Không
Bảo động từ bộ điều khiển	Có - Không	Có - Không	Có - Không	Có - Không
Thời gian hiển thị	ON: 3600 - 2500 OFF: 60 m	ON: 3600 - 960 OFF: 60 m	ON: 3600 OFF: 60 m 31	ON: OFF: m
Sự cố bất thường Giải pháp....				
Độ dày bùn thời (cm)	Nước đi qua xử lý		Nước đi qua xử lý	
	(1) (2)	(3) (4)	(1) (2)	(3) (4)
Thon khô (Giá trị đồng hồ công tơ nước)	119.63		17.271	

Xác nhận dung tích mẫu và bảo quản lạnh

	Số lượng	Bảo quản lạnh	Số lượng	Bảo quản lạnh	Số lượng	Bảo quản lạnh	Số lượng	Bảo quản lạnh
Chai thủy tinh (1L)	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Chai nhựa (1L)	2	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>

新浄化装置採取記録・参考版

新浄化装置 採取記録

採水年月日 年 月 日 ()

採取者名

天候 前々日 前日 当日

検体番号					
採取地点					
採取時刻 <small>5分単位</small>	:	:	:	:	
天候					
採取位置	流入側 ・ 流出側	流入側 ・ 流出側	流入側 ・ 流出側	流入側 ・ 流出側	
気温 <small>小数1位</small>	. °C	. °C	. °C	. °C	
水温 <small>小数1位</small>	. °C	. °C	. °C	. °C	
外観 (色相)	淡 ・ 中 ・ 濃	淡 ・ 中 ・ 濃	淡 ・ 中 ・ 濃	淡 ・ 中 ・ 濃	
	濁 ・ 透 ・ 無色透明	濁 ・ 透 ・ 無色透明	濁 ・ 透 ・ 無色透明	濁 ・ 透 ・ 無色透明	
水の臭気	弱・中・強	弱・中・強	弱・中・強	弱・中・強	
DO (mg/L)					
電力量 (kW)					
廃棄物量種類					
配入事	プロアアの稼働音	有・無	有・無	有・無	
	新浄化装置からのにおい	有・無	有・無	有・無	
異常内容不良時の措置等					
項	流入部	①	①	①	①
		②	②	②	②
		③	③	③	③
		④	④	④	④
		⑤	⑤	⑤	⑤
		⑥	⑥	⑥	⑥
	処理・流出部	⑦	⑦	⑦	⑦
		⑧	⑧	⑧	⑧
		⑨	⑨	⑨	⑨
		⑩	⑩	⑩	⑩
		⑪	⑪	⑪	⑪
		⑫	⑫	⑫	⑫
		⑬	⑬	⑬	⑬
汚泥厚測定結果 (cm)					
備考					

採取量及び固定・保冷確認

	本数	固定確認	保冷確認	本数	固定確認	保冷確認	本数	固定確認	保冷確認	本数	固定確認	保冷確認
ガラスビン(1 L)	1			1			1			1		
ポリビン(2 L)	2			2			2			2		
滅菌瓶	1			1			1			1		

住宅地における排水基準 (QCVN14 : 2008/BTNMT) (資料 4)

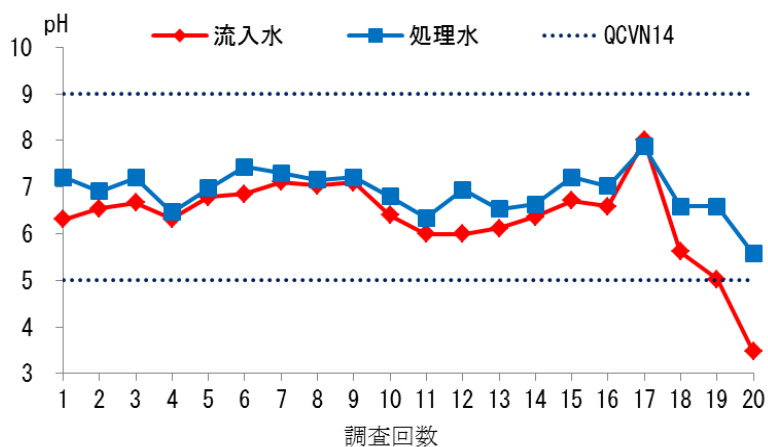
項目	単位	C		C _{max} [※]	
		A ^{※※}	B ^{※※}	A	B
pH	-	5~9	5~9	5~9	5~9
BOD	mg/L	30	50	36	60
TSS	mg/L	50	100	60	120
溶存物質総量	mg/L	500	1,000	600	1,200
硫黄化合物	mg/L	1.0	4.0	1.2	4.8
アンモニア性窒素	mg/L	5	10	6	12
硝酸性窒素	mg/L	30	50	36	60
動植物性油	mg/L	10	20	12	24
界面活性剤総量	mg/L	5	10	6	12
リン酸塩	mg/L	6	10	7	12
大腸菌群数	MPN/100ml	3,000	5,000	3,000	5,000

※ 排水基準は C_{max} を超えてはならない。C_{max} は以下の式により算出される。なお、50 戸未満の住宅地は K = 1.2 を用いる。

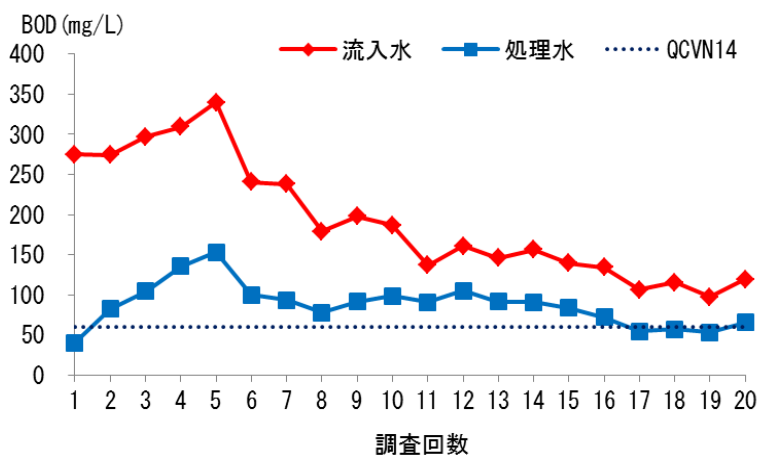
$$C_{\max} = C \times K$$

※※ A は、生活用水に利用される水域、B は生活用水以外にとして利用される水域へ排出される汚染物質値を示す。

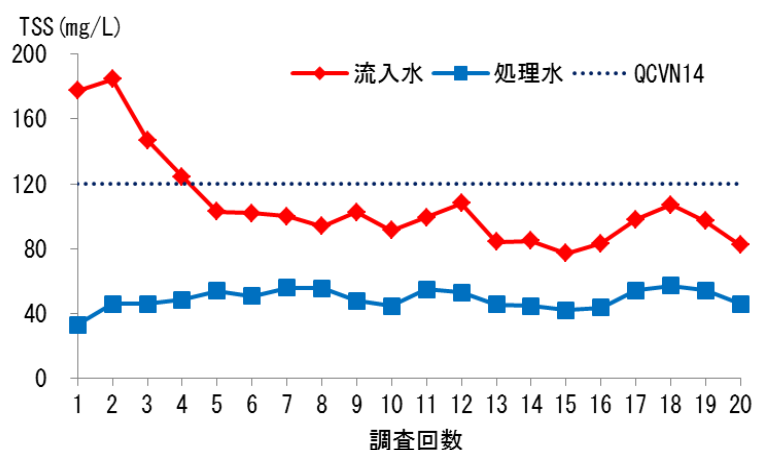
新浄化装置の調査結果 QCVN14 : 2008/BTNMT との比較 (資料 5)



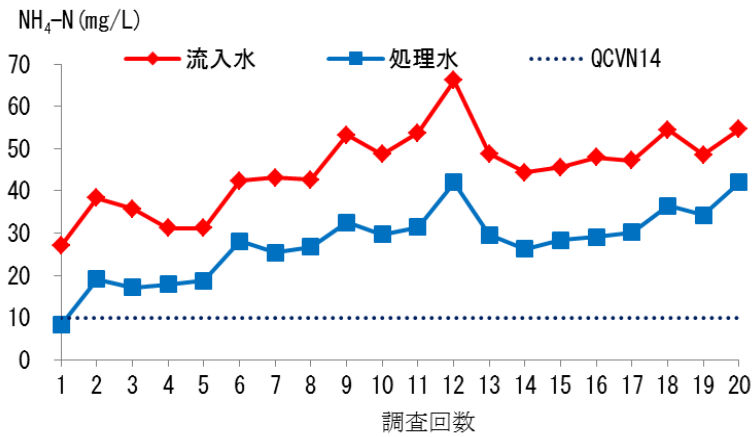
pH の結果



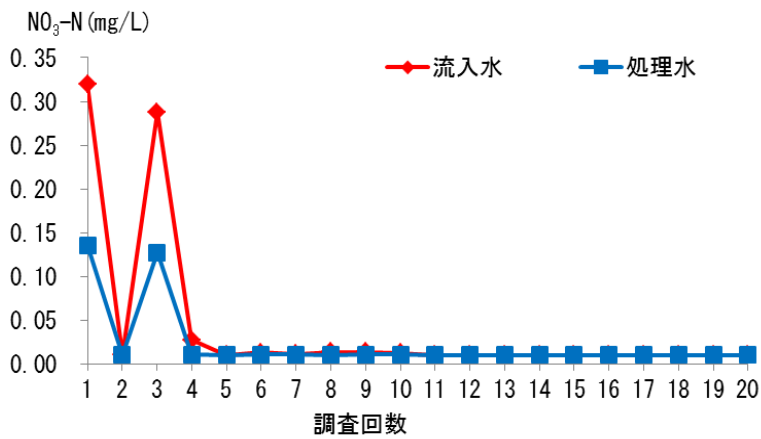
BOD の結果



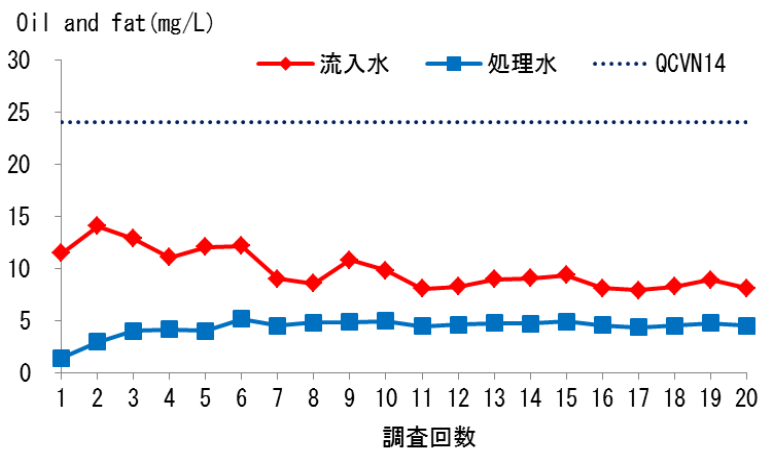
TSS の結果



NH₄-N の結果

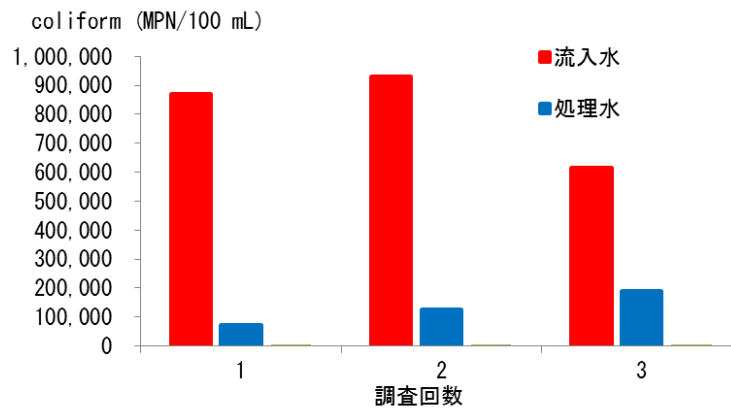


NO₃-N の結果²¹



Oil and fat の結果

²¹ NO₃-N の QCVN14:2008/BTNMT は 60 mg/L である。



Coliform の結果²²

²² Coliform の QCVN14:2008/BTNMT は 5,000 MPN/100ml である。

新浄化装置に対する現地住民へのヒアリング調査シート（資料6）

- Q1 生活雑排水が河川の汚濁の原因となっていることを知っていましたか？
- (1) 知っている 7 (House No. 6, 9, 10, 11, 13, 15, 25)
- (2) 知らない 3 (House No. 8, 18, 24)

- Q2 新浄化装置で汚濁原因を削減することについて、積極的に取り組みたいですか？
(複数回答あり)
- (1) 環境を守るために取り組みたい 5 (House No. 8, 11, 13, 15, 18)
- (2) 自分でできる範囲で取り組みたい 5 (House No. 8, 9, 10, 18, 25)
- (3) 支援をもらいながら取り組みたい 6 (House No. 6, 8, 13, 18, 24, 25)
- (4) 大きな問題でないので取り組まない 0

具体的な意見

(近隣住民を動員することによって、環境保護活動に取り組む House No. 9)

- Q3 新浄化装置を設置していない家庭にも設置すべきと考えますか？また、勧めたいと思いますか？
(複数回答あり)
- (1) 設置すべきであり、他の家にも勧めたい 9
(House No. 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 24, 25)
- (2) 設置すべきだが、他の家には勧めたくない 10
(House No. 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 24, 25)
- (3) 設置する必要はない 0

具体的な意見

(農村地帯では、スペースがあるため導入すべき House No. 13)

(無料であれば、勧めたい House No. 18)

(小さい家庭には勧めたくない House No. 15)

- Q4 新浄化装置ならびに処理水のおいしさについては、気になりますか？
- (1) 全く気にならない 8 (House No. 6, 8, 11, 13, 15, 18, 24, 25)
- (2) 頻繁に気になるときがある 2 (House No. 9, 10)
- (3) 稀に気になるときがある 0
- (4) 常に気になるときがある 0

具体的な意見

(嫌な臭いがある。恐らく下水管が詰まっているため House No. 9)

(処理水が基準を満たしていないため House No. 10)

- Q5 新浄化装置の設置スペースは広いと思いますか？
- (1) 広いと感じる 1 (House No. 6)
 - (2) 適切な大きさだと感じる 9 (House No. 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 24, 25)
 - (3) もっと大きくてもよい 0

具体的な意見

(広いスペースのある農村地域には適しているが、都市部には適していない House No. 13)
(都市部の家には導入できない House No. 15)

- Q6 ご家庭の中で、新浄化装置の理想的な設置場所はどこだと思いますか？
- (複数回答あり)

- (1) 家の影など目立たない場所 4 (House No. 11, 13, 18, 25)
- (2) どこに設置してもよい 2 (House No. 8, 10)
- (3) その他 6 (House No. 6, 9, 11, 13, 15, 24)

具体的な意見

(もし、装置がもっと小さくなれば、どこでも設置可能である House No. 6)
(排水の発生源の近くに設置すべき House No. 13)
(装置は全ての排水を集まることができる場所に設置すべき House No. 9)
(装置は下水配管の最後に設置すべき House No. 15)
(装置は地下で外に設置すべき House No. 11)
(現在の設置場所は妥当である House No. 24)

- Q7 新浄化装置の上部は利用していますか？
- (1) 利用している 1 (House No. 25)
 - (2) 利用していない 9 (House No. 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 24)

具体的な意見

(蓋が重すぎる House No. 6)

- Q8 新浄化装置からの音は、気になりますか？
- (1) 全く気にならない 9 (House No. 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 24, 25)
 - (2) 気になる時はあるが、日常生活に支障はない 1 (House No. 18)
 - (3) 気になる時があり、日常生活に支障をきたす 0

- Q9 新浄化装置の処理水を再利用していますか？
- (1) 再利用している 4 (House No. 9, 13, 18, 25)
- (2) 再利用していない 6 (House No. 6, 8, 10, 11, 15, 24)

具体的な意見

- (植木に処理水を再利用している House No.9、No. 13、No. 18、No. 25)
- (再利用できる場所がない。植木に使いたい。再利用できるかわからない House No. 6)
- (処理水が取り出せない。植木に使いたい House No. 8)
- (処理水が基準を満たしていないと考えられるため使いたくない House No. 10)
- (利用できる場所がない。植木に使いたい。利用できることは知っている House No. 11、. 15)
- (土壌に吸収されている。植木に使いたくない。再利用できることは知らない House No. 24)

- Q10 新浄化装置に掛かる電気代はどのように感じますか？
- (1) 安いと感じる 0
- (2) 日常生活に支障をきたすほどではない 10
(House No. 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 24, 25)
- (3) 高いと感じるが、環境を守るためには仕方がない 0
- (4) 高くて利用し続けるのは困難である 0

- Q11 新浄化装置の値段はどのように感じますか？ (複数回答あり)
- (1) 安いと感じる 0
- (2) 環境を守るためには必要な値段である 2 (House No. 8, 9)
- (3) 補助等がないと設置するのは困難である 5 (House No. 6, 11, 18, 24, 25)
- (4) 高いため、設置したくない 6 (House No. 10, 13, 15, 18, 24, 25)

- Q12 新浄化装置の値段はいくらを希望しますか？

- No. 6 腐敗槽と同等の値段
- No. 8 10, 000, 000 VND
- No. 9 値段はつけられない
- No. 10 10, 000, 000 VND 以上
- No. 11 2~3, 000, 000 VND
- No. 13 腐敗槽と同等の値段
- No. 15 10, 000, 000 VND
- No. 18 5, 000, 000 VND
- No. 24 5, 000, 000~10, 000, 000 VND
- No. 25 10, 000, 000 VND

- Q13 新浄化装置を利用してトラブルはありましたか？
- (1) 特にトラブルはなかった 9 (House No. 6, 8, 10, 11, 13, 15, 18, 24, 25)
- (2) トラブルがあった 1 (House No. 9)

具体的な意見

(においが時々家の中に戻ってきた House No. 9)

- Q14 新浄化装置を今後も利用し続けてくれますか？(複数回答あり)
- (1) 今後も利用し続けたい 6 (House No. 9, 10, 11, 13, 15, 25)
- (2) 壊れるまでは利用したい 9 (House No. 6, 8, 10, 11, 13, 15, 18, 24, 25)
- (3) 助成などの制度が整えば利用したい 5 (House No. 6, 8, 11, 18, 24)
- (4) 利用したくない 0

- Q15 新浄化装置に望むことはありますか？

No. 6 小さい設備、軽い蓋

No. 8 わからない

No. 9 におい問題の解決

No. 10 装置はもっと小さくしなければならない。安全を確保し、火災や爆発を防止するために、ワイヤーを地中パイプに埋め込む必要がある

No. 11 におい問題の解決

No. 13 わからない

No. 15 トイレの排水も処理できるようにすべき。都市部では大きすぎる。コンクリート蓋は重過ぎであり危険。

No. 18 無回答

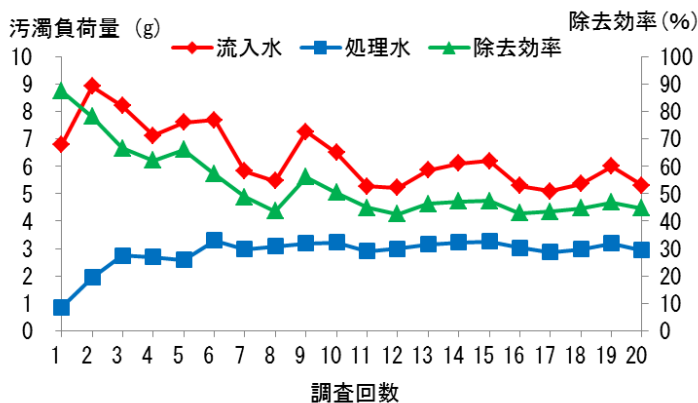
No. 24 家を建て直すため、別の場所の装置を移したい。

No. 25 わからない

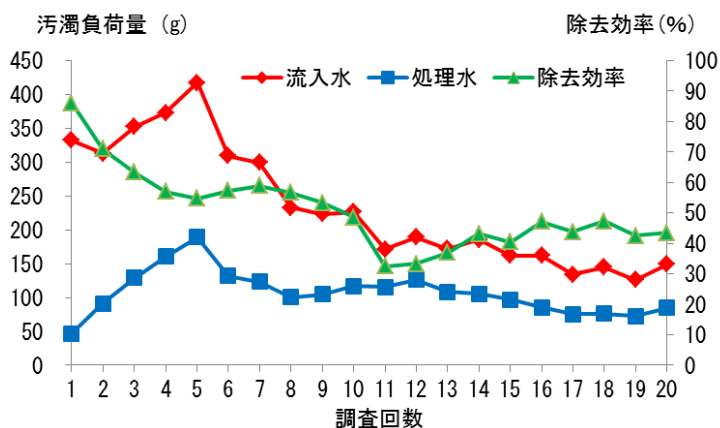
一日あたりの各家庭の使用水量（資料7）

House No	使用水量（L/日）
6	1,422
8	398
9	179
10	465
11	572
13	591
14	718
15	625
18	291
24	1,000
25	1,000

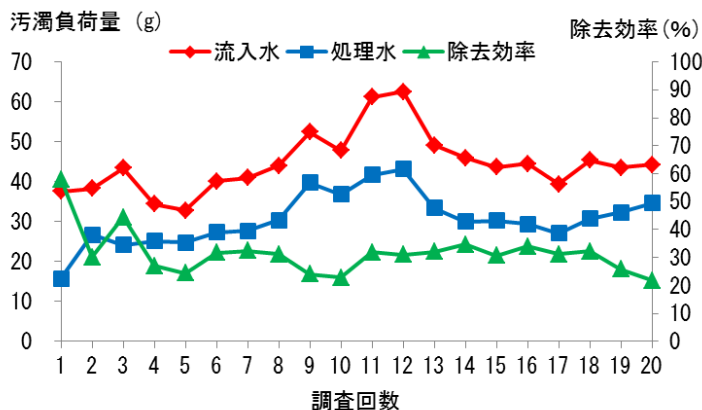
公共用水域に影響を与える項目の汚濁負荷量の推移（資料8）



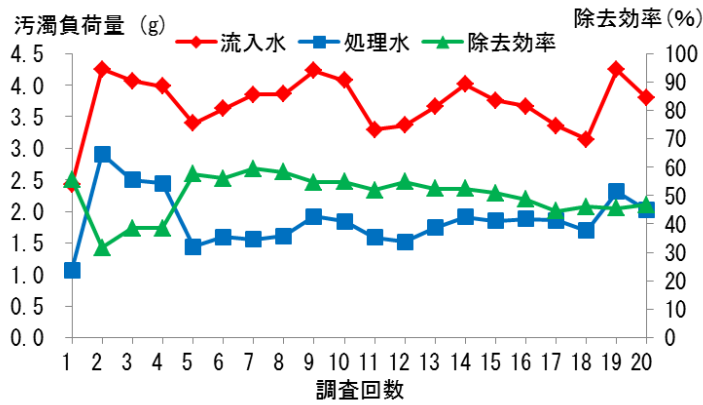
BODにおける汚濁負荷量の推移



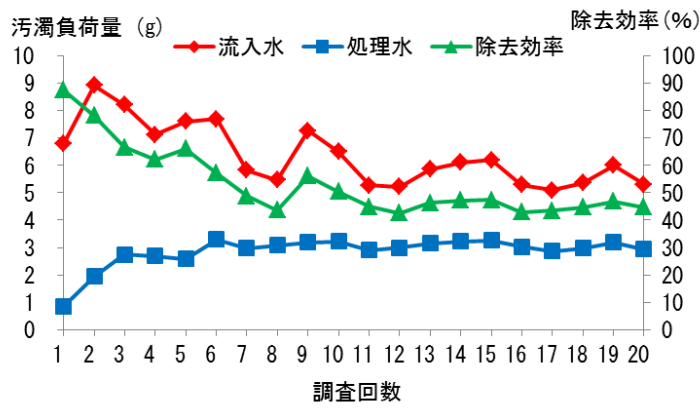
CODにおける汚濁負荷量の推移



T-Nにおける汚濁負荷量の推移



T-P における汚濁負荷量の推移



Oil and Fat における汚濁負荷量の推移

Baiotole của bảng mẫu giấy • Phiên bản tiếng Việt (Tài liệu 9)

NHẬT KÝ SỬ DỤNG
(Phần dành cho Người sử dụng)

Tên họ gia đình: 子									
STT	Ngày	Nam		Nữ		Giấy vệ sinh	Mùi	Sử dụng điện	Hướng dẫn đặc biệt
		Số lần đi tiểu tiện	Số lần đi đại tiện	Số lần đi tiểu tiện	Số lần đi đại tiện	Số cuộn	Có mùi không?	Số điện	
0	Ví dụ: 01/09	++			+		○ Không mùi × Có mùi		
1						1	0		
2		+++	++	++	+		0		
3		++	+	+++	++		0		
4		+	+	+++	+		0		
5		+		++++	+				
6		+	+	++	+				
7		+	+	++	+				
8		+	++	+++	+				
9		+	++	+	+				
10		+	++	+	+	2			
11		+	++	+	+				
12		+	++	+	+				
13	15/10		++	+	+		0	85.6	
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

XÁC NHẬN LẤY MẪU
(Phần dành cho nhân viên lấy mẫu)

Địa điểm lấy mẫu	Nhân viên lấy mẫu ký xác nhận		IAE ký xác nhận		Chodai ký xác nhận	
	Ngày	Chữ ký	Ngày	Chữ ký	Ngày	Chữ ký
7	15/10	Jung	15/10	Choi	21/10	Choi

政府決定書 (資料 10)

OFFICE OF THE GOVERNMENT

SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM

Independence – Freedom – Happiness

No: 8774/VPCP-KTTH

Re: Capital resources to support 10% of
the total investment capital for
equipment developing and applying
environmental protection inventions

Hanoi, 14 Oct 2016

To: - Ministry of Natural Resources and Environment; Ministry of Finance; Ministry of Planning and Investment; Ministry of Science and Technology; Ministry of Justice.

At the proposal of the Ministry of Natural Resources and Environment in the Official Dispatch No. 4148/BTNMT-QBVM TVN dated 22/09/2016; the opinions of the Ministry of: Finance (Official Dispatch No. 12719/BTC-DT dated 13/09/2016), Planning and Investment (Official Dispatch No. 6316/BKHDT-KHGDTNMT dated 15/08/2016), Industry and Trade (Official Dispatch No. 7827/BCT-PLDSKT dated 23/08/2016), Justice (Official Dispatch No. 2439/BTP-PLDSKT dated 22/07/2016) on capital resources to support 10% of the total investment capital for equipment developing and applying environmental protection inventions, Deputy Prime Minister Vuong Dinh Hue gives opinions as follows:

1. Agree with the proposal of the Ministries that assigns Vietnam Environment Protection Fund to support 10% of the total investment capital for equipment developing and applying environmental protection inventions as stipulated in paragraph 3 of Article 42 of Government's Decree No. 19/2015/ND-CP dated 14/02/2015 on detailing the implementation of a number of articles of Environment Protection Act. The capital support shall be implemented in compliance with paragraph 2 – article 7 of Prime Minister's Decision No. 78/2014/QD-TTg dated 26/12/2014 on organization and operation of Vietnam Environment Protection Fund.

2. Ministry of Natural Resources and Environment shall coordinate with the Ministry of Science and Technology to appraise the technology of the device and determine the effectiveness of the environment protection project in order to ensure proper support.

The Office of the Government informs the Ministries for implementation.

Receipt:

- As mentioned above;
- Prime Minister, Deputy Prime Minister Vuong Dinh Hue;
- Office of the Government
- Storing at VT, KTTH

RELEVANT REGULATIONS

1. Paragraph 3 of Article 42 of Government's Decree No. 19/2015/ND-CP dated 14/02/2015

The Employers implementing the activities specified in paragraph 11 - Annex III of this Decree, in addition to enjoy incentives as stipulated in paragraph a and 2 of this article, will also receive a support of 10% of the total investment capital for equipment developing and applying environmental protection inventions from the Government.

Paragraph 11 - Annex III

Producing and applying environmental protection inventions protected by the Government in the form of invention patent or utility solutions patent.

2. Intellectual Property Law

Article 2: Subjects of application

This Law applies to Vietnamese organizations and individuals; foreign organizations and individuals that satisfy the conditions specified in this Law and treaties to which the Socialist Republic of Vietnam is a contracting party.

Article 58: General conditions for inventions eligible for protection

2. Unless it is a common knowledge, an invention shall be protected by mode of grant of utility solution patent when it satisfies the following conditions:

- a/ Being novel;
- b/ Being susceptible of industrial application.

3. Paragraph 2- Article 7 of Prime Minister's Decision No. 78/2014/QD-TTg dated 26/12/2014

Annual addition capital for operations comes from the following sources:

- a) State budget;
- b) Compensations dor damage caused to environment and biodiversity transferred to state budget as prescribed;
- c) Fees for sale and transfer of Certificate Emissions Reductions collected from CDM projects implemented in Vietnam;
- d) Aids, grants, voluntary contributions, investment trusts from organizations and individuals at home and abroad intended for environmental protection and response to climate change;
- e) Other legal capital sources as prescribed;

The Socialist Republic of Vietnam

Quang Ninh Province People's Committee/

Quang Ninh Department of Natural Resource

**Verification Survey with the Private Sector for
Disseminating Japanese Technologies for
Environment Improvement Technology Using
Bio-Toilet, “Bio-Lux” and New-Johka system,
“Bio-Lux Water”**

SUMMARY REPORT

June 2018

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Seiwa Denko Co., Ltd

1. BACKGROUND

UNESCO World Heritage Site – Ha Long Bay and Bai Tu Long National Park in Quang Ninh are extremely important tourism resources of Vietnam. However, together with the rapid development along the coastal areas, environmental destruction has become a serious and urgent problem due to the increasing discharge of domestic and human wastewater, which has gradually led to eutrophication and water quality degradation. The continuation of serious environmental pollution has caused threats to the World Heritage status of Ha Long and tourist industry. Moreover, wastewater might enter groundwater wells during flood events, which in turn causes harmful to local residents health.

Considering the above mentioned situation, we conducted a survey named “Improving water environment by using distributed waste water treatment system without collecting and mixing stage at the World Heritage Ha Long Bay” using “Project Formulation Survey” under the Governmental Commission on the Projects for ODA Overseas Economic Cooperation in FY2013 to investigate the feasible application of this system. The survey proved that the decentralized wastewater treatment system could fit well with the local area; contribute to the reduction of environmental pollution load. Accordingly, Quang Ninh counterparts have requested to purchase our products in target areas.

Furthermore, the previous survey has also pointed out that in order to disseminate Bio-Toilets and New-Johka systems in Vietnam, it is necessary to not only explain about procedures of interval maintenance and residuals recycle but also educate and enhance local residents’ awareness of environment. Therefore, by verifying the usefulness and superiority of our products and possibility of recycling waste residuals as organic compost as well as educating to improve environmental awareness for local community and institutions, our final goal of business disseminating and expanding can be achieved.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME’S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

The purpose of this survey was to demonstrate the usefulness and advantages of the Bio-toilet and decentralized wastewater treatment system in the pilot areas. The survey results will serve as the basis for environment improvement in Ha Long Bay and Bai Tu Long Bay. At the same time, method of disseminating this system in Vietnam and related problems were also carefully investigated.

(2) Activities

Achievement 1: Confirm the effectiveness of Bio-toilets and decentralized wastewater systems

on human waste and grey water treatment in Ha Long Bay and Bai Tu Long Bay water area.

- 1-1. Collect and analyze data of water quality from Bio-toilets, decentralized wastewater systems, and pilot areas and set up indicator systems for the results.
- 1-2. Set up Bio-toilet and decentralized wastewater systems in sightseeing boats, public buildings (e.g., harbors, elementary schools), and household communities; and then evaluate the installation and operation processes and capacity of system.
- 1-3. Monitor the operation processes of Bio-toilet and decentralized wastewater systems.
- 1-4. Monitor to confirm if pollution load contained in wastewater from area with Bio-toilet and decentralized wastewater systems reduces more than 50% basing on water quality indicators set up in 1-1.
- 1-5. Basing on capacity evaluation and monitoring results, consider changes in products specifications for new installation in local area if necessary.
- 1-6. Confirm and analyze the usefulness and superiority of Bio-toilets and decentralized wastewater systems from all the survey results.

Achievement 2. Establish structure to sustainably apply Bio-toilets and decentralized wastewater systems in Ha Long Bay and Bai Tu Long Bay water areas.

- 2-1. Conduct promotion activities (e.g., seminar) about the usefulness and superiority of Bio-toilet and New-Johka system for Vietnamese partners.
- 2-2. Conduct activities accepted by Japan government for People's Committee and Natural Resources & Environment Dept. during project implementation period such as observing actual systems installed in Japan or discussion to improve understanding of the systems.
- 2-3. Prepare guidelines for operation and maintenance of Bio-toilet and New-Johka system for People's Committee; reflect the system in the urban development Master plan; confirm the fund plan of existing environmental protection budget.
- 2-4. Hold workshops about actual treatment situation of human waste treatment and decentralized wastewater treatment system for local residents and primary schools. These activities will promote community awareness of water environmental protection/conservation and the necessary of paying expenses to protect the environment.

Achievement 3. Set up plan on expanding decentralized wastewater treatment system around Quang Ninh province.

- 3-1. Collect information about future plan of Vietnam on wastewater treatment and forecast future demand of Bio-toilets and decentralized wastewater treatment systems.
- 3-2. Confirm the effectiveness of reuse the waste residuals from Bio-toilet as compost and check the feasibility of practical use; consider the possibility of building a society focusing

on resources recycled (e.g., farmers actively use compost instead of chemical fertilizer for their planting).

- 3-3. Design fee collection system for the sustainable application of Bio-toilets and decentralized wastewater treatment systems.
- 3-4. Investigate risks when expanding and developing Bio-toilets and decentralized wastewater treatment systems system, such as country risks (e.g., Vietnamese government, economy, and society), financial risks (e.g., money exchange), and business risks (e.g., tax, legal works).
- 3-5. Consider possibilities of reducing O&M cost, locally manufacturing cost and business expanding to overall of Vietnam starting from Quang Ninh province.
- 3-6. Investigated the applicability of Bio-toilets and distributed wastewater treatment systems in rural areas and local governments of Quang Ninh Province. After that propose the plan to expand the application of Bio-toilet and decentralized wastewater treatment system.
- 3-7. Basing on above survey results, draw up the plan for expanding the system, business development and policy.
- 3-8. Look for local partners, sale locations basing on business policies.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

The technology introduced in this project is Bio-toilet "Bio-Lux" and New-Johka "Bio-Lux Water". The combination of both devices is called the decentralized wastewater treatment system.

(3) Technology of Bio-toilet 「Bio-Lux」

Bio-toilets use sawdust as treatment media, screw as mixer, and heater to add heat to the system. Human waste is completely bio-degraded in sawdust by the activities of microorganisms contained in human wastes. The residue from Bio-toilets can be recycled as compost materials.

(4) Technology of New-Johka 「Bio-Lux Water」

This facility is targeted to treat domestic grey water through 3 processes: ① Physical precipitation to separate solid and liquid phases, ② Physiochemical purification through adsorption of substrates to charcoal surface, and ③ Biological decomposition by biofilm forming on the surface of charcoal. Under such comprehensive treatment processes, organic matters such as biochemical oxygen demand (BOD), total nitrogen (TN), and total phosphorus (TP) etc. are simultaneously treated.



Bio-Toilet (SW-43)



New Johka system (SG-500)

(4) Counterpart Organization

Quang Ninh Province People's Committee (QNPPC)

Quang Ninh Department of Natural Resource (DONRE)

(5) Target Area and Beneficiaries

After discussing with the land and building owners and related organizations, the installation places were decided to be sightseeing boats, harbor, elementary school and general households. Basing on the counterparts' suggestion of installation areas, we conducted multiple briefing sessions for residents and visited each household to explain the purposes and responsibilities during verification test, and then chose suitable candidates.

Details of each installation area is as below:

About sightseeing boats, local partners listed up 10 boat candidates. We conducted survey for installing equipment and questionnaires to confirm environmental awareness of boat owners. Then three boats were chosen for installation.

About harbor, after the decision of QNPPC in the end of December 2015, all sightseeing boats would gather at Tuan Chau harbor, and as a result, many tourists have been arriving the harbor every day. However, available public toilets could not cover the increased amount of tourists, so we decided to set up three Bio-toilets on this harbor and confirm their effectiveness.

About primary school, local counterparts listed up four candidates in Ha Long city and Van Don District then we conducted survey for installing equipment, and questionnaires to see their environmental awareness and understanding of our environment education program in such schools. Based on those results, we decided one target primary school for installing three Bio-toilets.

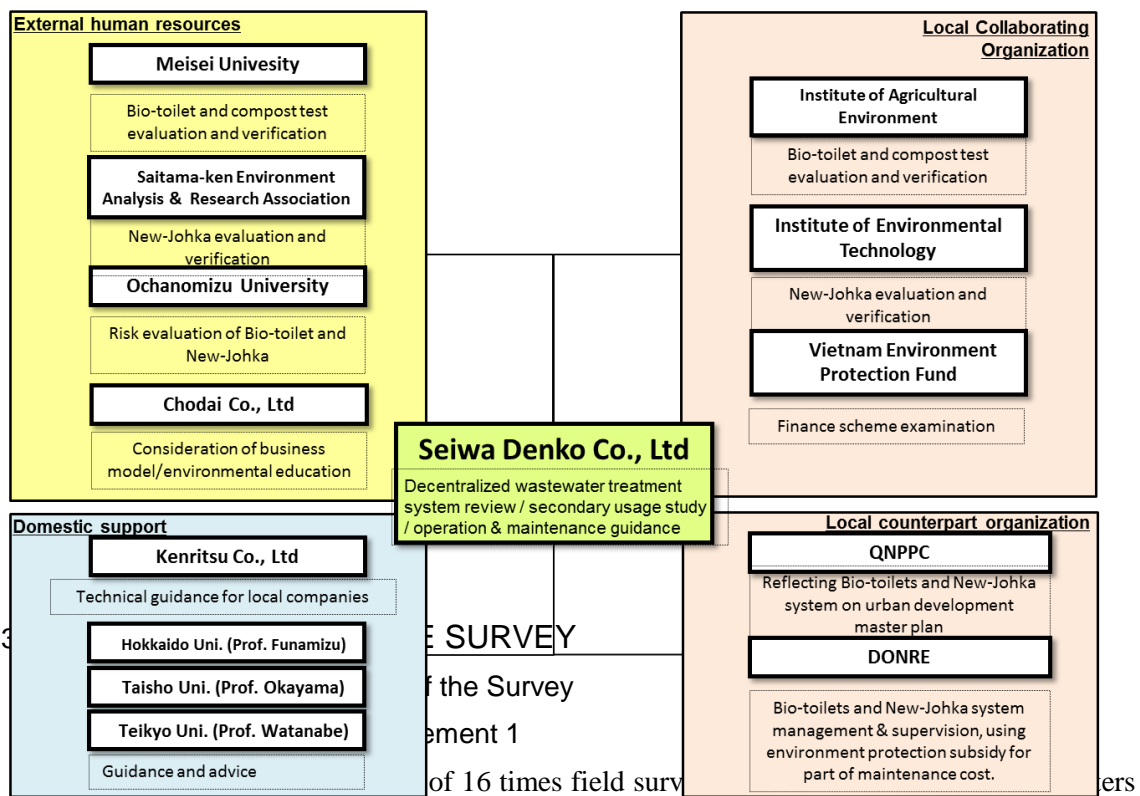
Finally, about general households, local counterparts also listed up candidates and the chosen households were the candidates who agreed with the project purposes and verification activities.

(6) Duration

From December 18th, 2015 to July 20th, 2018

(9) Implementation System

In order for the decentralized wastewater treatment system to root and disseminate widely in the local area, project implementation framework was set up as shown in the figure below. Moreover, as support structure, we have received advices from: 1) Prof. Naoyuki Funamizu, head of Laboratory on Engineering for Sustainable Sanitation of Hokkaido University for social assessment; 2) Assoc. Prof. Okayama from Taisho University and Prof. Watanabe from Teikyo University, who have researched on cultural anthropology focusing on rural areas in Vietnam, for culture assessment. Furthermore, Kenritsu Co., Ltd (Asahikawa city) with advanced technologies of metal processing who has been in charge of our domestic production, has supported us by accepting local companies' engineers to train on products technologies and O&M know-how.



of sawdust media reached the target values (table below) at every installation site.

Table: Target values of Bio-toilet sawdust media

Parameters		Target values
Moisture content	MC	≤65%
Potential of hydrogen	pH	≤8

Although sawdust media of some Bio-toilets were slightly exceeded the target value of pH, almost all the Bio-toilets satisfied it. However, as time passes, it is possible to change the status of reaching pH target value. Therefore it is necessary to observe continuously after this project.

About New-Johka, the results proved that New-Johka systems are able to reduce pollution load of domestic wastewater, which can contribute to improve water quality in Ha Long Bay and Bai Tu Long Bay.

In order to evaluate their effect of reducing pollution load from domestic wastewater on public water bodies, such as Ha Long Bay and Bai Tu Long Bay, the removal rate by New-Johka in each household was calculated every monitoring times. The pollution load and removal rate of main water parameters are shown in the material 8.

The average removal rate of BOD in all investigations was 51.5%, and of chemical oxygen demand (COD) was 50.8%. Removal rate of both BOD and COD, which implies the capacity of New-Johka systems in removing organic matters, were more than 50%. The average removal rate of TN was only 31.6%, which is probably because the insufficient oxygen condition in the system inhibited transformation of organic nitrogen and ammonium nitrogen. The average removal rate of TP was 50%, which was probably due to the uptake of microorganisms and absorption into sludge. Moreover, New-Johka system were relatively effective in removing oil and fat (removal rate of 53.4%).

Pollutants in domestic wastewater are mainly organic matter. Therefore, from the results of BOD, which is considered as a pollution index of organic matter in public waters, it is possible to assume that New-Johka can remove more than 50% pollutant load of domestic wastewater flowing into public waters bodies. Moreover, since Bio-toilets do not discharge any wastewater, we can assume that there is no pollution load of human waste discharged into environment after treating at Bio-toilets. Consequently, once decentralized wastewater treatment system is installed in Ha Long Bay and Bai Tu Long Bay, the pollution load by domestic wastewater can be reduced more than 50%. Consequently, it is possible to confirm that the treatment target of decentralized wastewater treatment system can be achieved.

On the other hand, the introduced system also revealed some problems. For example, Bio-toilets in public areas are often in dirty situation, which caused people to stop using these toilets. In order to solve this issue, it is necessary to increase the frequency of cleaning toilet rooms (3 times /day) and prepare a cautionary note for users.

In addition, several issues related to the acceptability of products were pointed out from the results of monitoring and interview and local final meeting (April 2018). We suggest the solutions to solve these issues as below.

For sightseeing boats, there were three problems pointed out: 1) The technical issue related to handle capacity of installed Bio-toilets when there were an unspecified large number of people

using Bio-toilets; 2) The technical issue in which exhaust air was partly emitted into toilet room; and 3) The design issue causing uncomfortable feeling when users can see directly the inside part of Bio-toilet tanks. Regarding technical issues, we will choose the optimal products basing on suitable data of using number and carry our regular check to prevent clogging of the exhaust fan. About design issue, we have planned to introduce products with design like our S type in which toilet bowls are separated from treatment tanks.

For Tran Hung Dao primary school, two issues have been pointed out: 1) Children are not used to dry toilets like Bio-toilets because their families often use flushing toilets; and 2) The size of toilet bowls were too big for small students to use. Our solution for these issues are introducing our Bio-toilets to schools in mountain areas with difficulty in water access or to high grade schools.

In some households, electricity consumed by Bio-toilets was expensive due to the heaters. We have conducted several surveys and found that even without heater, Bio-toilets still can treat human waste appropriately, thus we have planned to introduce Bio-toilets without heaters. Moreover, we also confirmed that manual Bio-toilets could sufficiently treat human waste and this Bio-toilet type will be a good solution for reducing electricity expense.

Furthermore, regarding New-Johka systems, six problems related to their specification and structure have been revealed over monitoring process as below.

1. When installing a New-Johka system, a brick structure was constructed to stop surrounding soil layers, however at the same time, rainwater was accumulated around the New-Johka system because of this structure.
2. Besides the original lid of the system, 10-cm thick concrete was used as the additional lid. As a result, more than three adults were required to open this thick lid, which causes burdens at the time of maintenance.
3. Clogging of the mesh basket in the solid-liquid separation part was observed many times, thus cleaning is needed to done more frequently.
4. People in Van Don often turn off the electric breakers when they are going out. As a result, aeration system could not operate correctly and it was easy for the system to become anaerobic condition. In this case, expected decomposition of organic matter by aerobic microorganisms might not occurred as designed.
5. Charcoal tank is too large and several people are needed to bring it out for cleaning and maintenance.
6. The result of monitoring data showed that the TSS level of treated water was higher than the target value. This result implies that the structure of the system tends to let fine residue and sludge flow out.

The followings are our proposals to solve above problems.

1. Regarding the accumulation of rainwater around New-Johka systems, when installing New-Johka and constructing brick structure to stop surrounding soil layers, make sure to fill soil up to the top level of New-Johka body. Although it is also possible to directly bury New-Johka system into soil, it is necessary to pay enough attention to surrounding soil condition such as slope area which can put pressure etc. to New-Johka system.
2. About the lid structure, utilize only New-Johka original lid (light lid) without additional heavy lid for the system. Local residents also pointed out that current lids are too heavy and it is better to change to light lids, and. Thus the change in system specification is necessary. Once the lid structure is changed, it is able to maintain easily and improve New-Johka treatment capacity.
3. Regarding mesh baskets, increase the mesh diameter from bottom to top, which makes water drain quicker and remove large solids at the top then remove small solids at the bottom.
4. Regarding the aerobic condition of the New-Johka system, intermittent aeration is implemented every hour automatically. So even if the power circuit breaker is turned ON, the DO value in the New-Johka system will not increase easily and quickly. Moreover, the pollution load will become higher as the number of users increases. Therefore if capacity of the aeration system is increased or aeration period is set longer, the DO value in the New-Johka system will be stabilized and aerobic treatment can be expected.

About solution to prevent flowing out suspended solid (TSS), we propose to add a sedimentation tank after charcoal tank, sludge and fine residue will accumulate in this tank and reduce amount of TSS discharge together with outflow wastewater. Moreover, because suspended solids contain mainly sludge and residues, the reduction of TSS can further lead to the reduction of pollution load.

5. Regarding maintaining and cleaning aeration tank, dividing units of the tank into several small tanks can solve the problem since people can lift them up easily. Moreover, treatment capacity can be increased because of increasing water detention time.
6. Setting a sedimentation tank after charcoal tank make possible to expect the accumulation of sludge and fine residue, and decrease the TSS value. Since suspended solids in treated water contain a large amount of sludge and residue, it is expected further reduction of pollutant load in treated wastewater.



Sampling (Bio-Toilet)



Sampling (Bio-Toilet)



Sampling (New Johka system)



Sampling (New Johka system)

ii. Results related to achievement 2

For the sustainable utilization of decentralized wastewater treatment systems, we conducted series of supplemental activities such as seminars and workshops for sightseeing boats owners and government agency officials, technical guidance to local companies on reducing cost of products, examining finance scheme with local organizations, setting up various guidelines, and environmental education and public awareness training activities in a target primary school and resident areas.

Through seminars and workshops conducted, we have realized the necessary of changing products specifications and design and setting up a comprehension system for maintenance and management.

As for technical guidance, we invited engineers from Envitech and VIPS companies for technical training in Asahikawa city about product manufacturing technology etc. This activity has been expected as an important foundation for local manufacturing in the future.

Regarding finance schemes, Bio-toilets and New-Johka systems have been adopted as one of menus for financing by Vietnam Environmental Protection Fund.

We conducted environmental education class for 2 years in 3rd and 4th grade classes in the primary school where Bio-toilets were installed. We expect that from now on many children in Quang Ninh will understand the usefulness and effectiveness of the Bio-toilets through the classes because the textbooks made in this program have been adopted as supplementary document at all elementary schools in Ha Long city, Quang Ninh Province. With the workshops conducted in collaboration with the local NGOs in local community, we aimed to improve (1) the awareness of the environment and sanitation of local residents, (2) the understanding about Bio-toilets and New-Johka system, and (3) consciousness of payment. Regarding collecting fee of using Bio-toilets and New-Johka systems from general households, we suppose to ask key people trained workshops before to do the task.



Workshop for tourist boat owner



Workshop for local agencies



Environmental education in primary school



Environmental education in community

iii. Results related to achievement 3

In urban areas in Vietnam, rapid industrialization and population accumulation have led to the increase of industrial and domestic wastewater. Meanwhile, the construction of sewage treatment plant has not been developed, which results in serious water pollution due to direct discharge of wastewater to the river. Water pollution has been caused by many factors such as the discharge of untreated industrial and domestic wastewater, and the discharge of solid wastes to rivers. However, regardless of condition of wastewater treatment plants, it is obligated to

install septic tanks in every household. In big cities, about 80% of households have septic tanks while this rate is only 20-50% in the areas outside big cities. Although the dissemination rate of the toilets in urban areas is as high as about 90%, only 10% of them are utilized appropriately. The cost is as follows.

- Construction cost of septic tank is about 90,000 yen, sludge withdraw cost is 3000 yen/m³.

- Construction cost of a sole wastewater treatment facility is about 220,000 yen, and running cost is about 3000 yen/month.

In the short term, the target business area is Quang Ninh Province, but in the near future we would like to introduce into cities with high environmental awareness and highly attractiveness areas owning world heritage and national parks.

In Vietnam, there are metropolitan areas in three major economic areas in the northern, central and southern parts (Hanoi, Da Nang and Ho Chi Minh), five municipalities and 13 first class cities. Such areas have intensive population growth, high GDP, and high nonagricultural ratio. In such cities, people have high consciousness of environmental protection, and it might be easy to introduce environmental friendly toilets for public facilities. Actually, Danang City People's Committee and Hue City People's Committee have been also highly interested in our products after our introduction about decentralized wastewater treatment system since wastewater treatment systems here have not been developed yet. Therefore, it is possible to proceed and expand business opportunities by taking the advantages of network of our company and Chodai Co., Ltd.

We conducted compost test phase 0 to phase 3 using residues from Bio-toilets and evaluate its effect on crop harvest. In phase 2 and phase 3, we used only sawdust compost (20,000kg/ha) and could confirm various effects of this compost such as increasing the crop amount, or enhancement of vegetables quality.

Regarding economic aspect, shipping costs of sawdust vehicles, manufacturing of sawdust compost, transportation expenses, and sales expenses are occupied a large part of the cost. About collection cost of sawdust media, if number of Bio-toilets in a certain area is increased, collection volume, collection efficiency, transportation cost, and collection cost are also improved.

Regarding the production of sawdust compost, the reduction of C/N ratio, which is a measure of compost ripening, was not sufficient (Vietnamese standard for C/N ratio of compost is <15), (Phase 2 is 21.4, Phase 3 is 19.2). It seemed to be due to insufficient number of turnovers. In order to achieve the Vietnamese standards of compost, it is necessary to increase the frequency of turnover and extend the maturation period. However, with the current manual work condition, it is estimated that the number of turnovers is limited around once a few days, and the aging of compost takes about 3 months. In this case, manufacturing cost is getting

expensive and mass production is difficult. Therefore, we propose to introduce an automatic turnover device. With this introduction, it is possible to switch back and forth once a day which can shorten the compost ripening period to about a month, and the production volume is expected to expand from several tons/day-week. Furthermore, we are planning to manufacture compost not only from Bio-toilet sawdust media but also from other biomass (garbage, livestock feces, etc.) mixing with sawdust media as compost base.



Composting test (Phase 1)



Composting test (Phase 2)



Composting test (Phase 3)



Composting test (Test marketing)

Through on-site surveys and technical training for engineers in Japan, we have realized that it is feasible to local produce our products. In addition, at this moment we will not establish a local company but assign manufacturing license to Envitech and VIPS Company for local manufacture, so no additional capital investment is necessary. Moreover, the capacity of manufacturing about 100 units/month by Envitech and VIPS Company was also confirmed.

By local production, it is possible to reduce about 30% of manufacturing cost. Moreover, it is also possible to further reduce cost by the specs down of the products sold in Japan. However, our products' service life is about 15-20 years, if we reduce the product specification and use substitute materials, the service life of the products might become several years. In that case, additional costs such as replacement cost will be charged on the users' side. On the other hand,

if we keep the service life of current products, when the users use products for a long time, due to their using way, there might be product deterioration or scratches, which lead to users' dissatisfaction. Therefore, it is necessary to decide how much the service life is by grasping the needs of the target users in detail.



Technical guidance



Technical guidance

In addition, we investigated the possibility of disseminating decentralized wastewater treatment system throughout Vietnam including Quang Ninh Province. As mentioned above, regarding Bio-toilet sales in Vietnam outside Quang Ninh Province, ① Five Municipalities and 13 first class cities with high economic power, ② Areas with World Heritages, National Parks etc., with high customers attraction and well organized operation and maintenance system will be the targets for disseminating Bio-toilets etc. to improve water environment and sanitation. Chodai Co., Ltd. did the interviews with several ministries and national park administrators and many of them showed high interest in our products.

Moreover, in discussion with local counterparts, we have achieved an agreement that local government budget can be used to implement pilot project. Summary is as below:

- About 200 households in Ha Long commune, Van Don District.
- Target product: Bio-toilet Bio-Lux, New-Johka Bio-Lux Water.
- Fund: Provincial Government Budget and Vietnam Environmental Protection Fund loan.
- Business type: BOT method.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

i. Responsibility

After this project, all systems installed are transferred to counterpart organizations, and DONRE is responsible for the operation and maintenance of Bio-toilets and New-Johka systems. However, actual maintenance, management and repair work will be carried out by VIPS Company.

ii. Responsibility for running cost

Tourist ship owners, public facility managers and each household will bear the running costs (mainly electricity bills) of Bio-toilets and New-Johka systems.

iii. Responsibility of maintenance and fee collection

After this project, DONRE will sign service contract with Envitech Company (or VIPS Company) and implement maintenance service. However, sightseeing boats owners and public facilities managers will directly pay the fee. Furthermore, usage fee from households (10% of tap water fee as environment tax, already had agreement with counterpart) and DONRE's environmental protection fund can be assigned. However, usage fee will be collected by local NGO etc.

iv. Frequency of maintenance

Agricultural cooperatives purchase residues (collected once every 3 to 6 months) generated from Bio-toilets. Meanwhile, Envitech and VIPS will conduct new inspections, introduce new sawdust, and mechanically check the Bio-toilets and New-Johka systems (once a year), and replace or repair parts or replace products according to the usage situation. The service life of the products is expected about 20 years.

v. Quality of treated wastewater from New-Johka

Once a year, the DONRE checks the product operation in the introduced area and the treated water quality, and notifies Envitech, VIPS, etc. for product renovation etc. if it does not meet the standard. In some cases we dispatch our engineers to solve problems.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

Outcomes of this project are as below:

- ① Make clear the usefulness and effectiveness of Bio-toilets and New-Johka systems.
- ② Confirm the possibility of local production by cooperating with local companies.
- ③ Confirm the budget of Quang Ninh government available for implementing pilot project.
- ④ Confirm a loan scheme that Vietnam Environmental Protection Fund has decided to promote our products (see reference 10).
- ⑤ Confirm that the local agricultural cooperatives will purchase the residue generated from the Bio-toilets.
- ⑥ Environmental text books were developed and have been widely used in Quang Ninh province and key people for environmental tasks in Van Don District were

trained, which can improve local awareness of our Bio-toilets and New-Johka systems.

Since we have confirmed the effectiveness of Bio-toilets and New-Johka systems in pollutants removal, we think that by commercializing this business, together with available centralized wastewater treatment system, it is possible to effectively treat wastewater in Vietnam. Moreover, it is also expected to create more jobs with local manufacture of the systems. In addition, as activities related to environmental education and awareness improvement are expected to be voluntarily and continuously implemented in local area to improve the concern of the circulation living style and environmental awareness for the local residents. Furthermore, we also expect that sanitation and living environment of local residents will be able to improve with the introduction of decentralized wastewater system,.

(2) Lessons Learned and Recommendations from the Survey

QNPPC Decisions often require pre-adjustment by stakeholders and related organizations, as well as approval by several layers. Currently, under the strong leadership of Mr. Hau, QNPPC deputy chairman, this project has been run as planned, but it will still take much time until decision-making or final approval. Therefore, we have to consider an implementation plan reflecting such necessary time and cost.

Moreover, regarding products export process, after arriving Hai Phong port, it often takes further about 2 months because of the time-consuming tax exemption procedure. Thus, from the beginning, we had assumed the time necessary for tax exemption procedure and started this process right after sending products from Japan. Even though, much waiting time was still necessary after products arrived as mentioned above. It was probably because of the lack of communication between the shipping company and the counterpart organizations, renewal of the Vietnamese customs clearance system, and the insufficient ability of the shipping company, etc. As a future measure, we believe that it is necessary for shippers to go to the site, go between the counterpart organizations and the shipping company, and make adjustments.