

平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業
(本邦技術活用等途上国支援推進事業) 委託費
「案件化調査」
ファイナル・レポート

ベトナム社会主義共和国

世界自然遺産ハロン湾における
集めない・混ぜない・分離する
“分散型排水処理システム”を活用した
水環境改善案件化調査

平成26年3月
(2014年3月)

正和電工株式会社 株式会社長大
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、正和電工株式会社・株式会社長大共同企業体
が実施した平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支
援推進事業）委託費（案件化調査）の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を
表わしたものではありません。

また、本報告書では、受託企業によるビジネスに支障を来す可能性があると判断される情報
や外国政府等との信頼関係が損なわれる恐れがあると判断される情報については非公開とし
ています。なお、企業情報については原則として2年後に公開予定です。

目次

巻頭写真
略語表
要旨

はじめに

第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認	20
1-1 対象国の政治・経済の概況	20
1-1-1 ベトナム国の概要	20
1-1-2 ベトナム国の地理・地形と気候	21
1-1-3 政治状況	22
1-1-4 経済状況	25
1-1-5 ベトナム国の社会・経済戦略	33
1-1-6 調査対象地域の概要	35
1-2 対象国の対象分野における開発課題の現状	41
1-2-1 ベトナムの環境問題	41
1-2-2 水質汚濁に起因する下水処理と産業排水処理の整備状況・課題	43
1-2-3 クアンニン省における対象分野における開発課題の現状	45
1-3 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度	46
1-3-1 法制度の整備・執行	46
1-3-2 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度	51
1-3-3 クアンニン省の対象分野の関連計画、政策及び法制度	54
1-4 対象国の対象分野のODA事業の事例分析および他ドナーの分析	55
第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し	58
2-1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み	58
2-1-1 提案企業の業界における位置づけ	58
2-1-2 国内外の同業他社比較、類似製品・技術の概況	58
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	63
2-2-1 提案企業の事業展開方針	63
2-2-2 これまでの準備状況	63
2-3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献	64
2-4 想定する事業の仕組み（非公開部分につき非表示）	66
2-5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール	68
2-5-1 事業実施体制（非公開部分につき非表示）	68
2-5-2 具体的な普及スケジュール（非公開部分につき非表示）	69
2-6 リスクへの対応	70

第3章 製品・技術に関する現地適合性検証活動	72
3-1 製品・技術の現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の概要	72
3-1-1 現地適合性検証活動の目的.....	72
3-1-2 行政職員及び住民への事前説明.....	73
3-1-3 現地適合性検証のスケジュール.....	75
3-1-4 対象サイトの概要.....	76
3-1-5 運搬作業.....	78
3-1-6 設置作業.....	79
3-2 製品・技術の現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の結果	86
3-2-1 分散型排水処理システム試験.....	86
3-2-2 分散型排水処理システムの評価（水環境改善効果とその評価）	106
3-2-3 コンポスト試験.....	111
3-2-4 衛生環境教育活動.....	135
3-2-5 現地板金工場での基礎的技術指導	138
3-3 採算性の検討（非公開部分につき非表示）	142
第4章 ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果	149
4-1 提案製品・技術と開発課題の整合性.....	149
4-2 ODA案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果 ..	151
4-3 ODA案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果	152
第5章 ODA案件化の具体的提案	154
5-1 ODA案件概要.....	154
5-1-1 活用可能なODAスキーム.....	154
5-2 具体的な協力内容及び開発効果.....	159
5-3 他ODA案件との連携可能性	173
5-4 その他関連情報.....	174
5-4-1 当該国カウンターパート機関との協議の状況や課題	174
現地調査資料（非公開部分につき非表示）	177
英文要約	185

略語表

A	AFD	フランス開発庁	Agence Française de Développement
	AFTA	ASEAN自由貿易地域	ASEAN Free Trade Area
	ASEAN	東南アジア諸国連合	Association of South-East Asian Nations
	APEC	アジア太平洋経済協力	Asia-Pacific Economic Cooperation
B	BDF	バイオディーゼル燃料	Bio Diesel Fuel
	BOD	生物化学的酸素要求量	Biochemical oxygen demand
	BOP	ベース・オブ・ザ・ピラミッド	Base of the Pyramid
	BOO		Build, Own and Operate
	BOT		Build, Operate and Transfer
C	CBET	地域立脚型エコツーリズム	Community-Based Ecotourism
	COD	化学的酸素要求量	Chemical Oxygen Demand
	CDM	クリーン開発メカニズム	Clean Development Mechanism
	DALY	障害調整生命年	Disability-Adjusted Life Year
D	DANIDA	デンマーク国際開発庁	Danish International Development. Cooperation Agency
	DO	溶存酸素	Dissolved Oxygen
	DONRE	天然資源環境局	Department of Natural Resources and Environment
	DOSTE	科学技術環境局	Department of Science, Technology and Environment
E	EFLO	環境保全型生計向上手段	
	EIA	環境影響評価	Environmental Impact Assessment
	EIRR	経済的內部収益率	Economic Internal Rate of Return
	EPA	経済連携協定	Economic Partnership Agreement
	EPC	環境保護公約	Environmental Protection Commitments
	EPP	環境保護プロジェクト	Environmental Protection Project
F	FDI	直接投資	Foreign Direct Investment
	FIRR	財務的內部収益率	Financial Internal Rate of Return
G	GIZ	ドイツ国際協力公社	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
	GDP	国内総生産	Gross Domestic Product
I	IAE	農業環境研究院	Institute for Agricultural Environment
	IET	環境技術研究所	Institute of Environmental Technology
	ISPONRE	天然資源・環境保護計画研究所	Institute of Strategy and Policy on Natural resources and Environment
	IMF	国際通貨基金	International Monetary Fund
	IRR	内部収益率	Internal Rate of Return
J	JETRO	独立行政法人日本貿易振興機構	Japan External Trade Organization
	JICA	独立行政法人国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
K	KfW	ドイツ復興金融公庫	Kreditanstalt für Wiederaufbau
L	LEP	環境保護法	Law on Environmental Protection
M	MARD	農業農村開発省	Ministry of Agriculture and Rural Development
	MDGs	ミレニアム開発目標	Millennium Development Goals
	MOC	建設省	Ministry Of Construction
	MOIT	商工省	Ministry of Industry and Trade
	MONRE	天然資源環境省	Ministry of Natural Resources and Environment of Viet Nam
	MOSTE	科学技術環境省	Ministry of Science, Technology and Environment
	MPI	計画投資省	Ministry of Planning and Investment
N	NEXI	独立行政法人日本貿易保険	Nippon Export and Investment Insurance
	NGO	非政府組織	Non-Governmental Organizations
	NPV	正味現在価値	Net Present Value
	NRWSSS	水と衛生に係る国家戦略	National Rural Water Supply and Sanitation Strategy
O	ODA	政府開発援助	Official Development Assistance
P	PFI	民間資本主導の事業	Private Finance Initiative
	PPP	官民連携	Public Private Partnership
S	SATREPS	地球規模課題対応国際科学技術協力	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
	SEA	戦略的環境アセスメント	Strategic Environmental Assessment
	SEDS	社会経済開発	Socio-Economic Development Strategy
	SPC	特別目的会社	Special Purpose Company
T	T-N	全窒素	Total Nitrogen
	T-P	全リン	Total Phosphorus
	TSS	懸濁物質	Total Suspended Substance
U	URENCO	ベトナム都市環境会社	Vietnam Urban Environment and Industry Limited Company
V	VAAS	ベトナム農業科学アカデミー	Vietnam Academy of Agricultural Sciences
	VAST	ベトナム科学技術アカデミー	Vietnam Academy of Science and Technology
	VEA	ベトナム環境総局	Vietnam Environment. Agency
	VBP	ベトナム貧困者支援銀行	Vietnam Bank for the Poor
	VBSP	社会政策銀行	Vietnam Bank for Social Policy
W	WACC	加重平均資本コスト	Weighted Average Cost of Capital
	WTO	世界貿易機関	World Trade Organization
	WHO	世界保健機関	World Health Organization

巻頭写真



現地カウンターパートとの打合せ



行政職員への説明会



現地住民へのインタビュー



各家庭での説明



クアンニン省からの記念品贈呈



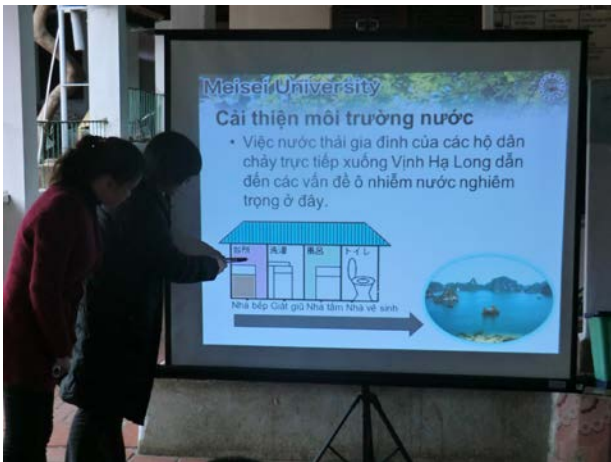
新浄化システム施工状況



新浄化システム施工状況



環境教育活動



環境教育活動



現地最終報告会

要旨

第1章 対象国における開発課題の現状及びニーズの確認

近年の経済発展に伴い、ベトナム国においては環境問題が注目されつつある。今後は、経済発展・社会発展と環境の持続可能性の両立を目指し、環境問題への対応を目的とした投資が活発になると考えられる。

1-1 ベトナム国の政治・経済の状況

ベトナム国は発展途上国であり、1人当たりGDPも2011年時点で1,374ドル、アジア諸国24カ国中17位と低位に位置している。経済開放を柱としたドイモイ（刷新）政策を継続しており、2010年までの10年間のGDP年間平均成長率7.3%を達成するなど、著しい経済成長を遂げている。政府として認定している重点投資対象産業は、製造業である。2011年の日本の対ベトナム国直接投資額は24.4億米ドルで1位の香港30.9億米ドルに続き、国別では第2位である。2012年は28.7億米ドルに増加しており、両国は深い経済関係を築いている。インフラ投資等の大規模プロジェクトを奨励しており、各種税制優遇が設定されている。

表 1.1 ベトナム国の一般事項

国・地域名		ベトナム社会主義共和国 Socialist Republic of Viet Nam
一 般 的 事 項	面積	331,689平方キロメートル(日本の0.88倍)
	人口	8,784万人(2011年、出所:ベトナム統計総局(GSO))
	首都	ハノイ 人口644万9,000人、 ホーチミン人口712万3,000人(2009年12月31日付)
	言語	ベトナム語、ほかに少数民族語
	宗教	仏教(約80%)、そのほかにカトリック、カオダイ教、ホアハオ教 など
	公用語	ベトナム語
	項目(年度)	2012年
G D P	実質GDP成長率(%)	5.0
	名目GDP総額 - ベトナム・ドン (単位:100万)	2,950,684,000
	名目GDP総額 - ドル(単位:100万)	141,669
	一人あたりのGDP(名目) - ドル	1,528
消 費 者 物 価 指 数	消費者物価上昇率(%)	9.2
	(備考)	前年=100
	消費者物価指数	271.3
	(備考)	2005年=100
	失業率(%)	3.3
(備考)	都市部	

出典: JETRO HP: 海外ビジネス情報 から作成

出典: JETRO HP: 海外ビジネス情報 から作成

経済概況としては、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%台の高い経済成長を続けた。しかし、1997年に入り、成長率の鈍化等の傾向が表面化したのに加え、アジア経済危機の影響を受け、外国直接投資が急減し、1999年の成長率は4.8%に低下した。2000年代に入り、海外直接投資も順調に増加し、2000年～2010年の平均経済成長率は7.26%と高成長を達成したが、2011年は5.9%、2012年は5.0%と成長率が鈍化。近年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が、不透明なマクロ経済状況、未成熟な投資環境、国営企業の非効率性等懸念材料も残っている。

1-2 ベトナム国の対象分野における開発課題の状況

近年の経済発展に伴い環境問題・防災問題が広がっており、対策の検討が必要な状況にある。ベトナム国政府は、経済発展と環境保護を両立させる「緑の経済」を発展させるとしている。

(1) ベトナム国内における環境問題の発生

- ・ベトナム国は、近年の経済活動の活発化による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し、徐々に環境汚染が広がり始めている。またベトナム戦争による森林破壊も、ベトナム特有の環境問題となっている。
- ・産業公害については、公害対策設備がほとんど設けられていない古い生産設備の工場からほとんど未処理のまま排出される排ガス、排水等が、産業公害発生の大きな要因となっている。また、埋立処分されている廃棄物に含まれる有害産業廃棄物が周辺環境へ悪影響を与えるケースが増加している。埋立地の確保等には限界があることから、今後、産業廃棄物問題は大きな課題になるとみられる。
- ・人口の増加や経済活動の活発化に伴う都市への人口集中も問題の要因となっており、道路交通による大気汚染や生活排水の増加、生活廃棄物等の都市生活型公害が大都市部を中心に社会問題化している。特に急増しているバイクと自動車による大気汚染は、都心部等で深刻化している。また生活排水や生活廃棄物の排出量の増大に対して処理・処分施設の建設が追いつかず、その多くが適正な処理をされないまま投棄されているのが現状となっている。

水質汚染問題は、コメの生産を中心とする農業が主要産業であることから、ベトナム国にとって最も基本的な環境課題といえる。ベトナム国の水質汚染問題は、産業排水、生活排水、河川や湖沼に投棄される廃棄物等が複合的に絡んで発生している。

また、ベトナムの下水カバー率は約18%¹と非常に低い。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、下水道システム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。

都市部では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

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

なく、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。

下水が抱える課題は以下のとおりである。

- ・下水処理施設が整備されていない地域が多数存在する。
- ・セプティックタンク等の浄化槽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している。
- ・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。

1-3 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度の状況

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約している。

(1) 水分野の法制度・政策・計画等

ベトナムの水分野における主な法制度を以下に示す。

- ・環境保護法
- ・排水に課する環境保護料金に関する政令
- ・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）
- ・水と衛生に係る国家戦略（NRWSSS）
- ・社会政策銀行（VBSP）による水と衛生設備への低利融資

等がある。

また、ベトナムの持続可能な発展のための戦略として、ベトナムアジェンダ21を発表している。これは2004年に策定された戦略で、経済、社会、環境のそれぞれの分野における優先課題を示している。

(2) 水分野の行政組織

ベトナム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。

環境保全や各種の環境規制を取り扱っているのは、天然資源環境省の下に設置された国家環境庁であったが改組され、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（Department of Natural Resources and Environment：DONRE）が担当することとなった。

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

正和電工が製造するバイオトイレは、し尿の水分をオガクズに保水させ、加熱し、スクリーンで攪拌し、蒸発させる。水分は臭いを発生することなく蒸発し、残った約10%の固形分を微生物分解する。更に特別な菌の使用はせずにし尿に含まれている腸内細菌と自然界に生息している微生物の働きで水と二酸化炭素に分解処理する。一方、新浄化システムは、し尿を含まない生活排水を対象にした浄化システムである。原理は、物理的な沈殿による固液分離、木炭による吸着等の物理化学的浄化作用、さらには木炭に付着する生物膜が有機物を分解する生物的浄化作用からなる。これら製品は簡便な装置から成り立っているため、主要部品等の調達から現地コミュニティーによる運営維持管理技術を容易に移転できるものである。従って、当該地域のみならず、広く周辺国において

同様の事業展開を期待できるものと考えられる。

本事業は正和電工が主体となり展開するが、初期投資や現地販売では様々なリスクがある。したがって、現地事情に詳しい、海外事業のコンサルタント業務実績を有する長大がコンサルタントとして引き続き支援すると同時に、これまで技術指導等を通じて連携を進めてきた ENVITECH 社が、現地での事業実施主体となる体制を構築する。その他に現地カウンターパート、既に関係性のあるベトナム国農業農村開発省、また現地 NGO(例えば女性同盟)との連携も想定している。事業開始後当面は「生産拠点を持たない海外展開」を進め、外部環境等踏まえ現地パートナーと共同して現地法人設立も視野に入れている。現地に適した分散型排水処理システムを製造するために、これまで複数の企業と現地生産に向けた手法・連携方法について協議を行った。分散型排水処理システムの更なるコスト低減の観点から、資材候補であるプラスチック等を扱う企業とも本事業における連携可能性につき、現在協議を行っている。

第3章 製品・技術に関する現地適合性検証活動

適合性検証活動として、以下の4つの活動を実施した。

(1) 分散型排水処理システム

ハロン湾周辺地域(ハロン市や Van Don 地区等)の一般家庭の一区画(バイオトイレと新浄化システムを一セットとし4~5世帯導入)及び公共施設(観光地、学校へのバイオトイレ導入)を対象に分散型排水処理システムを導入することで、これまで未処理もしくは不十分な処理を経て水系に放出されていた汚水が河川などの水系に流入しなくなる。このことによる水環境改善効果のインパクトは、もともとの河川および流域の特性によっても異なり一概に評価はしにくい。よって、具体的なデータを用いて水環境改善効果を予測・評価した。結果としては、バイオトイレ及び新浄化システム双方を適用させることで一般家庭から公共水域に流入する生活排水の負荷を48%減量できることが分かった。

(2) コンポスト試験

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、農業圃場土壌の改良材として使用できるかどうか可能性を検討する。ベトナム農業科学アカデミー(VAAS)に属する農業環境研究所(IAE)において、オガクズ媒体を施用した土壌において野菜を成長させ、施肥効果および土壌改良材としての可能性を検討した。その結果、オガクズを施用することにより、ha当りの最大の野菜収穫量として5~10トンの値を得ることができ、また、無機肥料NPKを25%に減少することができた。バイオトイレで使用したオガクズの施用は、得られた農産物の病原性微生物を限定する効果があった。即ち、オガクズを施用した野菜は、従来の方法によって育成された野菜と同等の品質を有することがわかった。

(3) 衛生環境教育活動

製品・技術を現地に定着させるためには現地住民に対して、製品の使用方法から維持管理まで含めた啓蒙活動が不可欠である。更に実証・パイロット地域の一つである「学校」での継続的な環境教育も実施することで、現地住民の衛生意識の醸成を図る。またコンポストの利活用に関しては、し尿の農業利用に関する考え方など、現地農業関係者、更には医療協会等幅広い関係者

への継続的な環境教育を実施することで、製品・技術を活用した循環型社会構築に向けた基礎作りを目的としている。実施したプログラムは、(1)様々なステークホルダーとの連携、(2)講義、対話、フィールド・サーベイのほか、(3)クアンニン省天然資源環境局を巻き込みながら衛生環境政策の基礎を地域住民と協働して検討していく、といった点において革新的な活動であったと言える。地域住民を巻きこむために、各コミュニティの代表者との意見交換を通して信頼関係を構築しただけでなく、地域住民との事前会合を通して衛生環境政策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。様々なステークホルダーが本活動に関わったことは、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。今後、本プログラムの学びを各現場での行動につなげていくためにも引き続き実施していく必要がある。

(4) 現地板金工場における基礎的技術指導

バイオトイレ及び新浄化システムの普及展開にあたり、コスト低減も含めて現地製造が不可欠であるため、現地調達可能な設備・機器・技術の調査を実施した。例えば、バイオトイレ及び新浄化システムの製造には、高度な切削加工技術、溶接技術及び発酵技術等が必要であり、これら技術を現地板金工場等が保有しているかどうかを確認する必要がある。今後の事業展開を見据え、工場等における長期的な技術指導を通じた当該製品に係る技術が現地企業に定着するかどうかの検証を行った。現地調査からバイオトイレ及び新浄化システムを現地にて製造するには、設備・機器の不十分な整備、技術者のより精度の高い技術力の育成等多くの課題が明らかになった。今後継続的な技術指導を実施することで、改善を図っていく。

他方、事業モデルについては、当初現地に適した価格で販売するために、現地板金工場と業務提携を含めたビジネス展開を想定していた。しかし例え製品製造を現地にて実施した場合においても、下水処理場建設の場合と比較して、各世帯が個人負担するメリットはなく、またベトナム国にて広く普及しているセプティックタンク（製品導入費用として5万円～9万円程度）と比べても高額になることに変わりはない。従って、バイオトイレ及び新浄化システムのベトナム国での普及のためには、製品コスト低減の検討が必要である。更に、各家庭での設置を想定しているバイオトイレや新浄化システムには公的資金（特に日本国）の適用も難しい。そのため、現地住民及び現地政府の費用負担の軽減を目的に、製品貸与による普及展開の実現可能性を検討することとした。本事業においては、資金調達に関して、公的セクターによる補助金はなく、事業実施主体が事業費を調達するものと想定し、金融機関による融資と、事業実施主体による出資により準備するものとした。事業実施主体からみたキャッシュ・フローを検証した結果、出資と融資ともに、キャッシュ・フロー上妥当な数値を示している。なお、開発時に借り入れる開発資金以外に新たな資金投入の必要は無い。また IRR（分析期間は15年間）についても10%と良好な数値が得られた。

第4章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

対象国に本システムを導入することによって、水環境及び衛生環境の改善、地域の生活水準の向上に役立てるため、草の根技術協力事業、ノン・プロジェクト無償資金協力等の ODA 適用を目的とするとともに、現地に設置した分散型排水処理システムが持続的に活用され、現地に広く普及されていくために必要である機器設備のメンテナンスなどを現地で実施していくための教育指導にボランティア事業の適用などの技術協力も視野に入れるものとする。こうした事業を通じて、以下の効果が考えられる。

(1) 安全な水へのアクセスを促進する

提案する製品・技術は、簡易に生活排水を処理することが出来るシステムである。これまでの調査から公共施設及び一般家庭での設置に関しても大きな問題は発生していないことから、基本的にどこにでも設置することは可能である。更に分散型排水処理システムを導入することで、一般家庭において飲料水源となる地下水の汚染が軽減され、安全な水へのアクセスが容易になる。

(2) 現地における雇用創出

本事業で設置する分散型排水処理システムは、運営・維持管理の観点からも、現地人材の関与が不可欠である。開発途上国の小規模コミュニティ向けインフラについては、対象地域に居住する人々自らが、公共財維持の意識の下、設備の運営・維持にあたり、現地の人々がオーナーシップを持って進めていくことが求められる。従って、システム建設による資材費、建設による雇用創出が見込まれる。

また、比較的早期段階において、販売員、施設管理者、施工技術者等の雇用を促し、住民の組織内で分散型排水処理システムの運営管理が完結できるような仕組みづくりがビジネス化に向けて求められる。従って、本事業での技術指導等を通じ、分散型排水処理システムの運営管理における現地雇用の創出が見込まれる。雇用の創出によって、地域経済への効果も期待できる。

(3) 現地関係者の能力強化

ベトナム国では大都市での排水整備が進められている半面で、地方都市及びその周辺部、農村部における排水処理整備は非常に脆弱である。本調査業務の対象地域であったハロン市及び Van Don 地区においても Septic Tank の整備が進められているものの、適切に維持管理するための法整備等はなされていない。従って、現地カウンターパートを始めとした行政職員の排水処理整備推進のための知識、技術、能力は低く、また、コミュニティ組織の運営維持管理能力とそれに対する行政側の支援も弱い。こうした背景を踏まえ、行政職員の能力向上を目指した研修事業を実施する。その技術能力強化を実施することで、運営維持管理能力の強化を図り、水資源管理能力の強化への一助になると考えられる。

第5章 ODA 案件化の具体的提案

本調査で提案している分散型排水処理システム（特にバイオトイレ）は、様々な開発途上国において使用されてきた。本調査業務は ODA スキームの下で、小規模ではあるが、コミュニティの排水処理を個別分散で使用されることを想定している。従って、適切な運営管理が必要となるため、システム設置からハード及びソフト面の技術移転を図ることが肝要である。よって、クアンニン省

人民委員会等と協議を開始すると共に、「民間提案型普及・実証事業」(JICA)はじめ「草の根技術協力事業」(JICA)や「民間連携ボランティア」(JICA)のスキームを提案する。尚、各事業概要は以下の通りである。

(1) 民間提案型普及・実証事業 (クアンニン省における資源循環型モデル構築による水環境改善普及実証事業)

- ・分散型排水処理システムの実証試験 (水質改善効果検証)
- ・環境教育・普及啓蒙活動の実施
- ・制度整備と技術強化のための支援プロジェクトの実施
- ・資源循環型モデルの実証

(2) 草の根技術協力事業 (ハロン湾地域での衛生観念向上プロジェクト)

・衛生環境に関する環境教育・普及啓蒙活動を企画・実施・評価するため、クアンニン省天然資源環境局、青年同盟、婦人同盟といった公衆衛生に関する環境問題に携わる主な機関を含めたプロジェクトチームを結成する。

・バイオトイレ・新浄化システムを設置した学校、家庭を含めた地区をモデル地区として環境教育・普及啓蒙プログラムを実施することで、地域住民たちの公衆衛生環境に対する意識、行動を改善する。

・環境教育・普及啓蒙活動をハロン市及び Van Don 地区で行っていく各機関の担当者の能力向上を図る。

・モデル地区以外のクアンニン省内で環境教育・普及啓蒙活動を行う。

(3) 草の根技術協力事業 (エコ・ツーリズムを活用した山間部の生活環境改善プロジェクト)

対象地域が有する豊かな森林や動植物相を持続的に管理するため、また少数民族文化の保護のためには、周辺住民の生計向上に配慮した自然資源の管理手法を新たに開発し導入する必要がある。そこで本プロジェクトでは、①住民主導型のエコツーリズムの試験的实施、②自然環境保全に配慮した農業生産性向上 (有機農法の振興) や手工芸品の開発等の環境保全型生計向上手段の開発・導入を行う。

(4) 民間連携ボランティア制度

民間提案型普及・実証事業を経て民間事業化を図るものの、資源循環型モデルの考え・取り組みを現地に根付かせるには多くの時間を要すると考えられる。従って、本制度を活用することで、住民の衛生意識の向上を図りつつ、現地に適した分散型排水処理システムの普及につながる。具体的には、分散型排水処理システムを活用した、資源循環型モデルを前提としたコミュニティー開発、環境教育活動を通じた、現地住民の衛生意識の向上等の活動を実施する。

案件化調査:ベトナム社会主義共和国 世界自然遺産ハロン湾における集めない・混ぜない・分離する “分散型排水処理システム”を活用した水環境改善案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業:正和電工株式会社
- 提案企業所在地:北海道旭川市
- サイト:ベトナム社会主義共和国クアンニン省ハロン湾
- C/P機関:クアンニン省人民委員会

ベトナム国の開発課題

<水環境の視点>

95%の排水が未処理のままであり、生活排水、産業排水等による水質汚濁が著しく深刻な環境問題をもたらしている。また、生活排水のうちトイレからの排水は30%を占め、特に中山間部でのし尿処理は12%程しか進んでおらず垂れ流しの状態である。

<人材育成の視点>

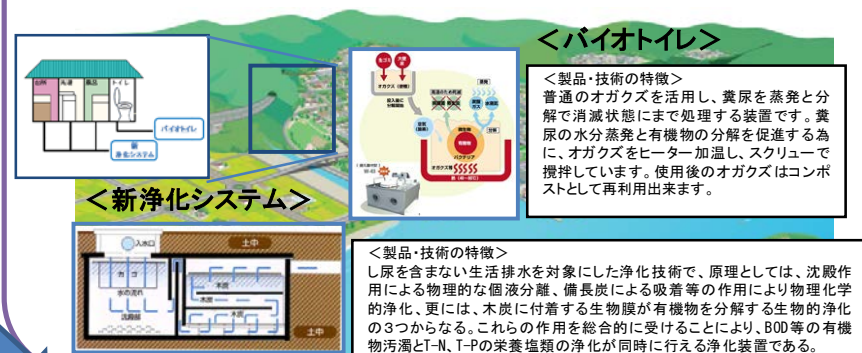
下水道処理システムの運営・維持管理には高度な技術を必要とするものの、そうしたノウハウを有する人材の育成が十分に行われてこなかった。

<農業の視点>

ベトナム国では、農村部において化成肥料の不適切な使用による富栄養化や水質汚濁が深刻な問題となっている。

中小企業の技術・製品

新しいサニテーションモデル(分散型排水処理システム)
—し尿処理はバイオトイレで、生活雑排水処理は新浄化システムで—



調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 想定されるODA事業:民間提案型普及・実証事業/技術協力プロジェクト(制度整備と技術強化のための支援プロジェクト)/草の根技術協力事業/中小企業ノン・プロジェクト無償資金協力事業
- 期待される効果:①大腸菌等の減菌効果の向上/②環境負荷軽減による環境改善/③経済効果
- ODAスキームを活用した技術協力事業の実施を行うことで、技術強化、人材育成等だけでなく、製品・ノウハウを現地に適用させるための法制度整備も可能となる。他方で、民間ビジネスとしては、現地企業との技術供与等を通じ、低コストで高品質な製品製造が可能であると共に、普及展開に際しては、ODA事業とのシナジー効果により、より持続的な事業運営の実現が期待できる。

日本の中小企業のビジネス展開

事業開始後当面は「生産拠点を持たない海外展開」を検討している。「生産拠点を持たない海外展開」は、直接海外投資と比べて、少ない経営資源での海外展開が可能と考えられる。その後、外部環境等踏まえ現地パートナーと共同して現地法人設立も検討している。

はじめに

(1) 調査の背景

先進国及び新興国も含め、深刻な水不足や地球温暖化への対応が大きな課題となっており、節水やクリーンエネルギー、更に省エネへの新たな技術やシステムを通して、循環型社会システムの構築が求められている。

ベトナム国では2020年の工業国入りを目指して、経済成長の基盤となるインフラの計画・整備が進められており、その中で、大都市における安全・安心の水供給は、河川を主水源として進められているが、当該地域に於ける下水道の整備のみならず、上流域となる地域での排水処理も重要な役割を担っており、河川汚染の防止には大都市以外におけるし尿や雑排水等の処理が重要である。

ベトナム国では95%の排水が未処理のままであり、生活排水のうちトイレからの排水は3割を占め、特に中山間部でのし尿処理は12%程しか進んでおらず垂れ流しの状態が続いている。その結果、コレラ・赤痢・肝炎・腸チフスといった病気を各地域に引き起こし、44%の小児が寄生虫感染されていると報告されており社会問題となっている。

今後工業化の進展と共に益々ベトナム国で重要な政策となる公共用水域の改善・保全や生活環境の改善、公衆衛生の向上等の水環境の改善には、「節水」や「省エネ」といった新たな技術やシステム作りの観点からの事業推進が求められる。特にベトナム国では以前より農村部の衛生改善及び水質改善のためにバイオトイレに着目してきた。また農業国でもあるベトナム国では、人糞を肥料として用いることは殆ど考慮されず、化成肥料への依存が高いことから、特に農村部において化成肥料の不適切な使用による富栄養化や水質汚濁が深刻な問題となっている。

更に調査対象地域であるハロン湾では、急激に開発が進んでおり、これに伴う経済成長により、水質汚濁や自然環境の喪失などの環境破壊が顕在化しつつある。また、ハロン湾では約600隻の観光船、また水上生活者も多数存在しているが、それらの生活排水に関して適切な処理がされておらず、深刻な水質汚濁を招いている。現在ハロン市においては、下水処理システムの導入に向けて計画投資省等と協議を進めているものの、財政問題により実現のめどは立っていない。更には各家庭で利用されているセプティックタンクは排水処理が不十分であり、また定期的なメンテナンスが行われておらず、汚泥が溜り、機能低下や機能不全がおこっている。

本調査にてODA案件化を検討する製品（バイオトイレ及び新浄化システム）は、低コスト及び大きな初期投資無しに導入することができ、国内では2,350台の導入実績を有するなどその有効性及び効果が確認されている。本製品は使用方法が簡易なため、地域住民にも受け入れられやすいものである。正和電工及び長大はこれまでベトナム国の衛生状況等当該製品の導入の可能性について独自の調査を実施してきた。この結果、本製品に対する現地ニーズも確認されており、本製品を通じた人々の生活の改善を成し得るものと期待される。

(2) 調査の目的

一般の調査は、上記を背景にして、分散型排水処理システムのODA案件化及び民間事業化の実現可能性を水環境、人材育成、農業、環境教育の4つの視点から検証し、行政と住民が一体となったプロジェクトの実現を目指す。また、本案件化調査では、当該事業実施に必要な調査・計画を行うと共に事業方策・効果・採算性等を検討し、事業実現性を明確にする。具体的には、調査実施後草の根無償資金協力や民間提案型普及・実証事業の案件化を念頭に調査を実施する。

(3) 調査団員

業務従事者名簿		
担当業務	担当業務	所属先
橋井 敏弘	総括/バイオ技術検討	正和電工株式会社
佐藤 仁俊	副総括/業務主任者	正和電工株式会社
婁地 伸治	新浄化システム技術検討	正和電工株式会社
谷本 征磯	業務全体調整	正和電工株式会社
内田 篤志	ODA 事業計画立案 /環境影響評価	株式会社長大
町田 暢成	設備・機器・技術調査	株式会社長大
澤田 義麿	ビジネスモデル構築	株式会社長大
Nguyen Thi Thu Huyen	現地情報収集 /市場調査	株式会社長大
吉澤 秀二	コンポスト評価	学校法人明星学苑明星大学
田中 理子	分散型排水処理システム 検証	学校法人明星学苑明星大学
大瀧 雅寛	2次感染リスク検討	国立大学法人お茶の水女子大学

(4) 現地調査日程

出張目的	第一回現地調査
出張期間	2013年10月27日(日)～2013年11月9日(土)
場所	ベトナム社会主義共和国クアンニン省
調査団員	正和電工株式会社：橘井 敏弘、佐藤 仁俊、褰地 伸治 株式会社長大：町田 暢成、澤田 義麿、Nuyen Thi Thu Huyen 明星大学：吉澤 秀二、田中 理子
旅程	
月 日	訪問先
10月29日	クアンニン省天然資源環境局 ----- Vinashin Port Company ----- 現地視察① (Vinashin 船着場) ----- 現地視察② (高等学校) ----- 現地視察③ (広場、公園)
10月30日	環境管理者セミナー (行政職員に対する説明会) ----- 現地視察④ (小学校)
10月31日	現地視察⑤ (クアンニン省人民委員会委員長宅) ----- 現地視察⑥ (クアンニン省人民委員会ゲストハウス)
11月1日	Van Don 行政区
11月3日	環境技術研究院
11月4日	環境技術研究院 ----- 農業環境研究所
11月5日	クアンニン省天然資源環境局 ----- インタビュー調査① (ハロン市現地農家) ----- 現地視察⑦ (ハロン市一般家庭)
11月6日	ハロン湾管理局打合せ ----- 現地視察⑧ (ハロン湾周辺の観光島) ----- 現地視察⑨ (ハロン市一般家庭) ----- インタビュー調査② (Van Don 行政区農家)
11月7日	現地視察⑩ (Van Don 行政区般家庭) ----- 現地視察⑪ (Van Don 行政区船着場)
11月8日	インタビュー調査③ (公衆トイレ出口調査)

出張目的	第二回現地調査
出張期間	2013年11月28日(木)～2013年12月7日(土)
場所	ベトナム社会主義共和国クアンニン省
調査団員	正和電工株式会社：裊地 伸治 株式会社長大：町田 暢成、澤田 義麿、Nuyen Thi Thu Huyen
旅程	
月 日	訪問先
12月2日	日本大使館
12月3日	クアンニン省天然資源環境局
	Quang Trung 学校打合せ
	インタビュー調査① (ハロン市現地農家)
12月4日	インタビュー調査② (Van Don 行政区現地住民)
	インタビュー調査③ (Van Don 行政区現地農家)
12月5日	現地建設会社
	Cai Lan 港 (製品確認)
	外務省・JICA 現地視察 (Vinashin Port)
	外務省・JICA 現地視察 (クアンニン省人民委員会)
	外務省・JICA 現地視察 (クアンニン省天然資源環境局)
12月6日	青年海外協力隊小澤氏
	インタビュー調査④ (公衆トイレ出口調査)

出張目的	第三回現地調査
出張期間	2013年12月15日(日)～2013年12月24日(火)
場所	ベトナム社会主義共和国クアンニン省
調査団員	正和電工株式会社：橘井 敏弘、佐藤 仁俊、 株式会社長大：町田 暢成、澤田 義麿、 明星大学：吉澤 秀二
旅程	
月 日	訪問先
12月16日	JICAハノイ事務所打合せ
12月17日	現場監理
12月18日	JETRO 打合せ
12月19日	クアンニン省天然資源環境局打合せ
12月20日	現地調査(少数民族調査)
	IET(環境技術研究所)打合せ
12月21日	IAE(農業環境研究所)打合せ
12月23日	現場監理

出張目的	第四回現地調査
出張期間	2014年1月12日(日)～2014年1月18日(土)
場所	ベトナム社会主義共和国クアンニン省
調査団員	正和電工株式会社：佐藤 仁俊、襲地 伸治 株式会社長大：町田 暢成、澤田 義麿、Nuyen Thi Thu Huyen 明星大学：田中 理子
旅程	
月 日	訪問先
1月13日	住民説明会(Van Don 地区)
1月14日	環境教育活動①(Quang Trung 学校)
	サンプリング(各家庭及び湖、池)
1月15日	IET(環境技術研究所) 打合せ
	JICA 専門家(管谷氏) 打合せ
	IAE(農業環境研究所) 打合せ
1月16日	現地調査①(板金工場視察)
1月17日	環境教育活動②(Quang Trung 学校)
	現地調査②(少数民族調査)

出張目的	第五回現地調査
出張期間	2014年2月16日(日)～2014年2月22日(土)
場所	ベトナム社会主義共和国クアンニン省
調査団員	正和電工株式会社：橘井 敏弘、佐藤 仁俊 株式会社長大：内田 篤志、町田 暢成、澤田 義麿、Nuyen Thi Thu Huyen 明星大学：吉澤 秀二
旅程	
月 日	訪問先
2月17日	JICA 専門家(岡安氏) 打合せ
2月18日	現地調査① (Van Don 地区)
2月19日	現地調査② (ハロン市)
	最終報告会
2月20日	日本大使館打合せ
	JETRO 打合せ
2月21日	クアンニン省人民委員会打合せ

第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1-1 対象国の政治・経済の概況

1-1-1 ベトナム国の概要

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。



図 1.1.1 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

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。

1-1-2 ベトナム国の地理・地形と気候

ベトナム国の国土は、九州を除いた日本の面積とほぼ同じ面積 32 万 9,241 平方km²で、その 75% は山岳や高原地帯が占めている。平野は海岸地帯の紅河デルタ、メコンデルタなどに限られる。図 1.1.2 にベトナム全土の地図を示す。

(1) ベトナムの地理・地形

ベトナム国の国土は南北 1,650km、東西 600km に広がる。インドシナ半島の太平洋岸に平行して南北に伸びるチュオンソン山脈（アンナン山脈）の東側に国土の大半が属するため、東西の幅は最も狭い部分ではわずか 50km しかない。細長い S 字に似た国土の両端には大規模なデルタが広がり、人口の 7 割が集中する。北のデルタは、紅河（ソンコイ川）によるもので、首都ハノイのほか港湾都市ハイフォンが位置する。南のデルタはメコン川によるもので、最大の都市ホーチミンを擁する。

沿岸の総延長距離は 3,260km、北部国境（中国国境）の長さは 1,150km、国境の総延長距離は、6,127km である。沿岸には北部を除き、島嶼がほとんど存在しない。本土から離れた領土としてホーチミンから約 600km の東、南シナ海に浮かぶチュオンサ群島（スプラトリー諸島、南沙諸島）と、ダナンの約 400km 東のホアンサ群島（パラセル諸島、西沙諸島）の領有権を主張している。ベトナム最大の島は、最西端の領土となるシャム湾に浮かぶフークォック島である。

主要な河川は紅河（支流であるカウ川、ロー川、ダーツ川）、ダンホアに河口を持つカー川、中部のバー川、南部のドンナイ川、メコン川である。天然の湖沼はデルタに残る三日月湖がほとんどである。最高峰は北部国境に近いファンシーパン山（3,143m）。アンナン山脈中の最高峰は中部のフエやダナンに近いアトゥアト山（2,500m）である。

沿岸部の平野としては、ベトナム国北部には、紅河、マー川（タインホア省）やラム川（ゲアン・ハティン省）の下流域などに大きな平野が広がっている。紅河平原の面積は約 15,000km²で一画が水田であり、人口は 6,500,000 人（1931 年時点）を擁し、そのほとんどは農民である。5 月から 11 月にかけてインド洋を渡ってやってくるモンスーン（季節風）が東南アジア大陸に大量の雨を降り注ぎ、山の土が崩れ、川に流れ込み、河川のいたるところで堆積し、河口では大きなデルタを形成する。このデルタは比較的低平なので水田耕作などに適し、穀倉地帯となっていることが多い。

(2) 気候

ベトナム国の気候は、①熱帯的である、②季節風がある、③湿度が高い、④多様性がある（北部、東海地方、中部山脈以東、南部の間で地域差が大きい）という特徴がある。

南北に長いベトナム国北部は四季が区別できるので、気候の変動が大きい。南部は乾季と雨季しがなく、気候はかなり安定している。中部の北部は涼しい時もあるが中部の南と南部は年中暑い気候である。また、東海地方は海洋性の気候からなる。

地理的に見ると、ベトナム国全土は北回帰線よりも南に位置し、赤道近くまで伸びる。そのため南西モンスーンの影響を強く受ける。7 月から 11 月まで台風の影響を受け、特に国土の中央部が被害を受けやすい。

北部は温帯性の気候であり、4 月から 10 月までが雨期となる。首都ハノイの平均気温は 1 月が 16℃、

7月が29℃である。年平均降水量は1,704mmである。チュオンソン山脈の影響により、山岳地帯では降水量が4,000mmを超える場所もある。

南部は熱帯性気候下であり、平均気温は1月が18℃、7月が33℃だが、平均降水量は1,000mmと少ない。



図 1.1.2 ベトナム全土地図 Hp: 風土と作物より抜粋

1-1-3 政治状況

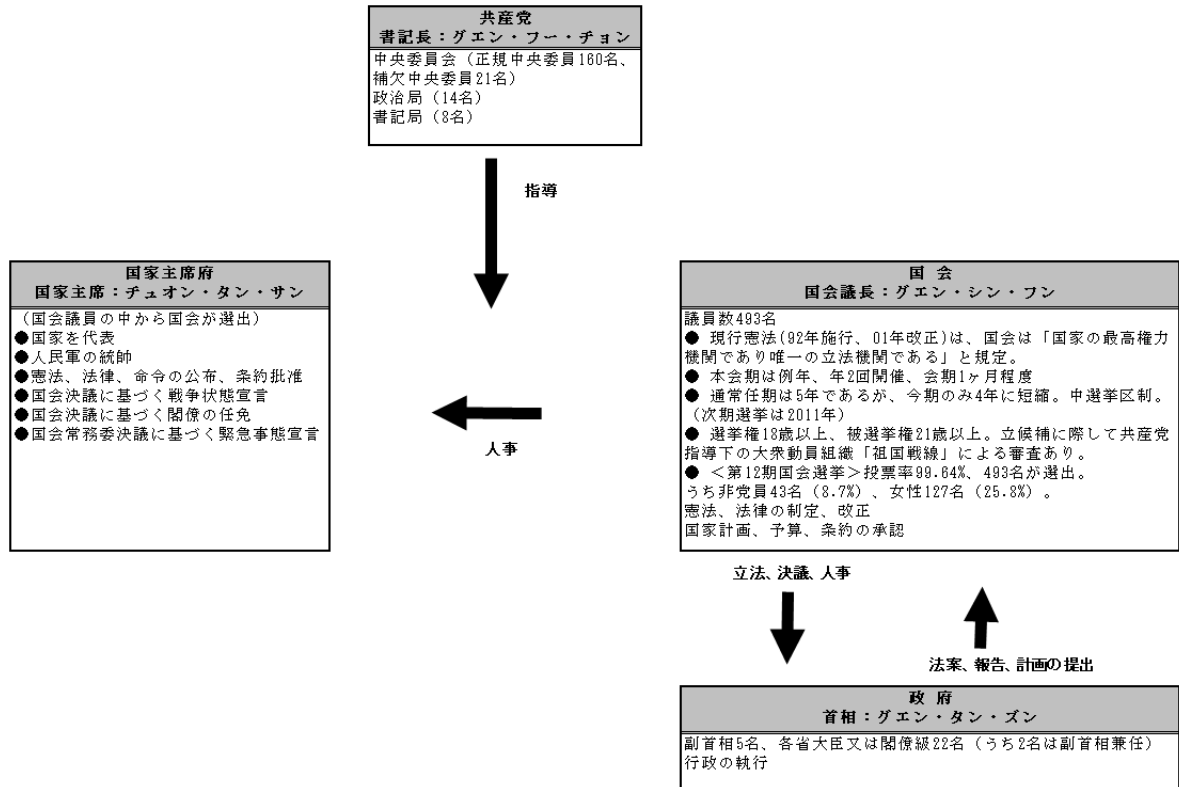
ベトナム国は行政的には北部、中部、南部の3つの地域と6つの社会・経済的サブ・リージョンに分けられ、58の省、5つの直轄都市（ハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナン、カントー）からなる。

(1) 政治体制

ベトナム国は、共産党の単一支配のもと、社会主義体制を維持している。議会制度は、一院制で、

最高意思決定機関はベトナム共産党政治局である。経済体制としては、1986年から始まったドイモイ政策以降は市場経済に転換している。

現在の政治体制は下図のとおりで、現在の首相はグエン・タン・ズン（2011年7月就任）である。



最近では、2013年12月に日・ASEAN 特別首脳会議で来日し、安倍総理と会談している。

図 1. 1. 3 共産党、国会、政府組織図

出典：在ベトナム日本大使館 HP

(2) 内政

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、外資導入に向けた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。

2011年1月には第11回共産党大会（5年ごと）が開催され、2020年までに近代工業国家に成長することを目標として引き続き高い成長を目指す方針が掲げられたほか、プロレタリアート階級主導の共産党方針は維持しつつも、私営経済活動を本業とする者の入党を試験的に認めることとされた。ベトナムの行政組織図を図1.1.4に示す。

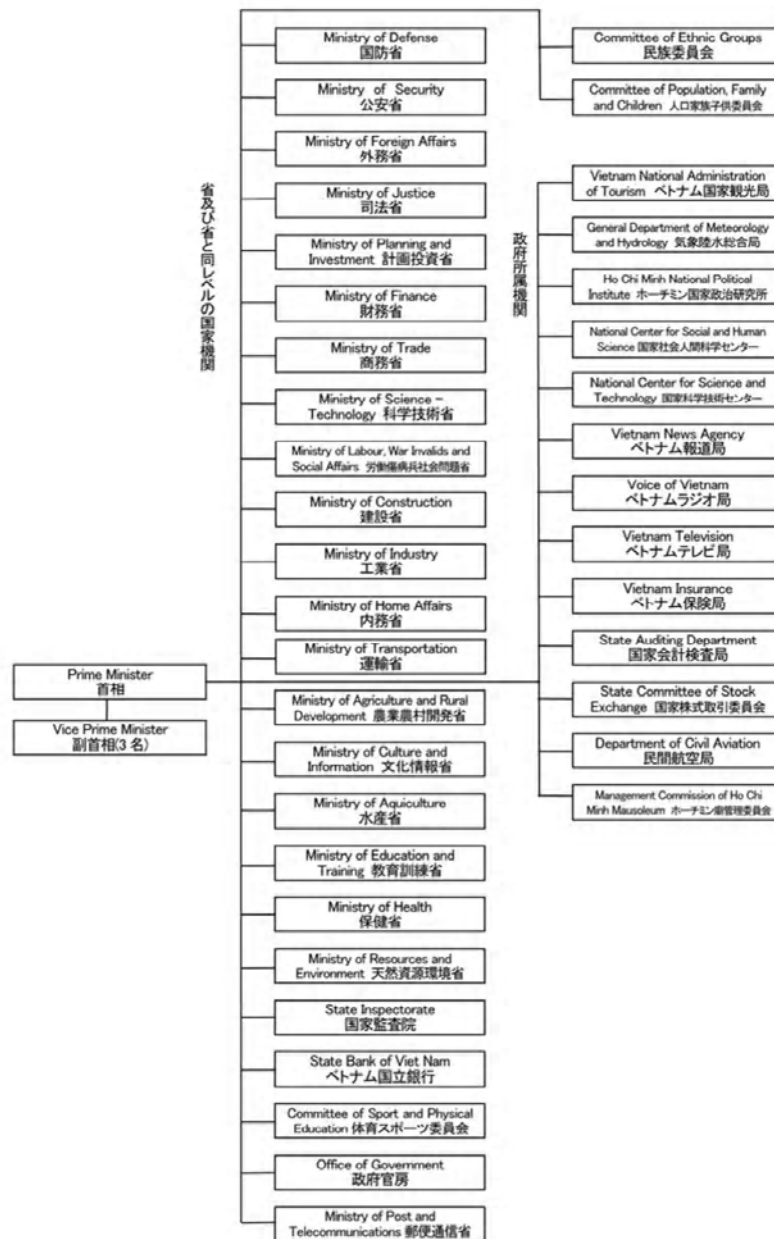


図 1.1.4 ベトナムの行政組織図

出典：財団法人自治体国際化協会「ASEAN 諸国の地方行政」

(3) 外交

基本方針としては、全方位外交の展開、特に ASEAN、アジア・太平洋諸国等近隣諸国との友好関係の拡大に努めることや、対外開放、地域・国際社会への統合の推進が掲げられている。

1995年7月の米国との国交正常化及びASEANに加盟を機に、地域・国際社会との関係が強化され、1998年11月、APECに正式参加し、2006年にAPEC議長国を務め、2010年には、ASEAN議長国を務めた。2008年1月には国連安全保障理事会非常任理事国(任期2008年～2009年)に就任している。このような実績をふみ、国際社会における存在感は増しつつある。またWTOには2007年に加盟している。

(4) 日本との関係

1978年末のベトナム軍カンボジア侵攻に伴い、1979年度以降の対越経済協力の実施を見合せてきたが、1991年10月のカンボジア和平合意を受け、1992年11月に455億円を限度とする円借款を供与。その後、日越関係は順調に発展してきており、2006年10月、ズン首相の日本公式訪問の際に、両国は「戦略的パートナーシップ」という特別な関係の実現に向けて両国関係を強化するとの強い決意を表明。2009年4月のマイン書記長の公賓訪日の際、日越両国が戦略的な利益を共有し、アジアにおける平和と繁栄のためにともに協力し合う戦略的パートナーシップを確立したことを内外に明示した。その後、日越関係は順調に発展してきており、2006年10月、ズン首相の日本公式訪問の際に、両国は「戦略的パートナーシップ」という特別な関係の実現に向けて両国関係を強化するとの強い決意を表明。2009年4月のマイン書記長の公賓訪日の際、日越両国が戦略的な利益を共有し、アジアにおける平和と繁栄のためにともに協力し合う戦略的パートナーシップを確立したことを内外に明示した。

2013年1月には安倍総理が就任後最初の外遊先としてベトナム国を訪問し、ズン首相との間で、地域的課題を共有し経済的に相互補完関係にある重要なパートナーとして、日越間の「戦略的パートナーシップ」を更に発展させていくことを確認した。

1-1-4 経済状況

(1) 基本的経済指標

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%台の高い経済成長を続けた。しかし、1997年に入り、成長率の鈍化等の傾向が表面化したのに加え、アジア経済危機の影響を受け、外国直接投資が急減し、1999年の成長率は4.8%に低下した。

2000年代に入り、海外直接投資も順調に増加し、2000年～2010年の平均経済成長率は7.26%と高成長を達成したが、2011年は5.9%、2012年は5.0%と成長率が連続した鈍化している。政府がインフレ抑制のために金融引き締め政策をとったことが大きく影響したと考えられている。

近年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が、不透明なマクロ経済状況、未成熟な投資環境、国営企業の非効率性等懸念材料も残っている。

貿易は輸出入ともに増加した中、貿易収支は2011年の98億4400万ドルの赤字から2012年には2億8400万ドルの黒字に転じた。

表 1.1.1 ベトナム国の基礎的経済指標

項目		2010年	2011年	2012年
G D P	実質 GDP 成長率 (%)	6.8	5.9	5
	名目 GDP 総額 - 現地通貨 (単位: 100 万)	1,980,914,000	2,536,631,000	2,950,684,000
	名目 GDP 総額 - ドル (単位: 100 万)	106,427	123,679	141,669
	一人あたりの GDP (名目) - ドル	1174	1374	1528
消費者物 価指数	消費者物価上昇率 (%) 前年=100	9.2	18.6	9.2
	消費者物価指数 2005年=100	209.5	248.6	271.3
失業率 (%) 都市部		4.3	3.6	3.3
産業生産 指数・エ ネルギー	鉱工業生産指数 1994年=100	115.3	106.8	104.8
	鉱工業生産指数伸び率(前年比) (%)	6.3	-1.6	-9.1
国際収支	経常収支 (国際収支ベース) -ドル (単位: 100 万ドル)	-4,276	236	9,062
	貿易収支 (国際収支ベース) -ドル (単位: 100 万ドル)	-12,610	-9,844	284
外貨準備高 - ドル (単位: 100 万) 金を除く		12,467	13,539	25,573
対外債務残高 - ドル (単位: 100 万)		49,343	57,841	n. a.
為替レート (期中平均値、対ドルレート)		18,613	20,510	20,828
為替レート (期末値、対ドルレート)		18,932	20,828	20,828
通貨供給量伸び率 (%)		30	12	25
輸出額 - ドル (単位: 100 万)		72,191	96,906	114,631
対日輸出額 (単位: 100 万)		7,727	10,781	13,510
輸入額 (単位: 100 万)		84,801	106,750	114,347
対日輸入額 (単位: 100 万)		9,016	10,400	11,603
直接投資受入額 - ドル (単位: 100 万) 新規拡張 を含む		19,764	14,696	13,013

出典: JETRO HP: 海外ビジネス情報 から作成

(2) GDP の推移

2003年から2012年のベトナム国の名目GDP及び成長率を図1.1.5と図1.1.6に示す。GDPは年々増加しており、2010年に1000億ドルを超えた。GDP成長率は2007年までは7～8%で増加傾向にあったものの、リーマンショックの影響もあり、2008年以降は5～6%で推移している。図1.1.7は2003年から2012年のベトナム国一人当たりGDPの推移である。2012年において一人当たりGDP1500ドルを超えた。ASEAN6カ国のGDP成長率を表1.1.2に示す。

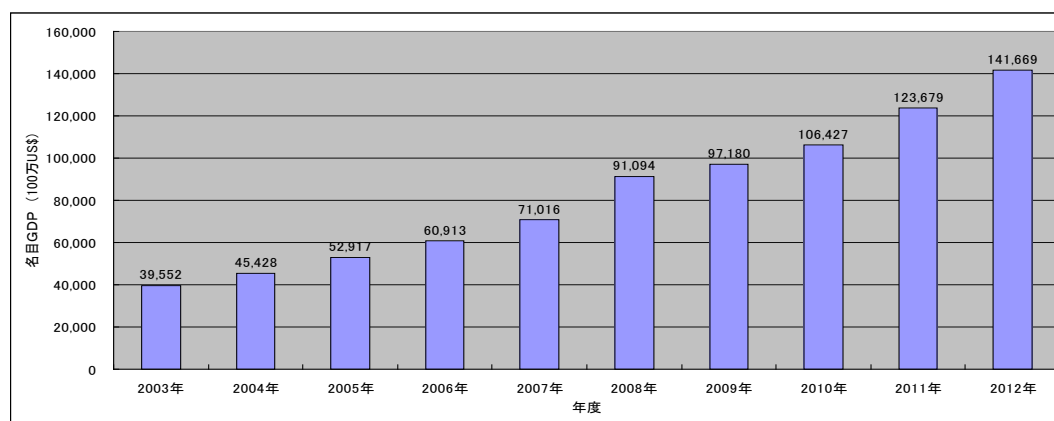


図 1.1.5 ベトナム国の名目GDP

出典：JETRO HP：海外ビジネス情報「国・地域別情報」(J-FILE) から作成

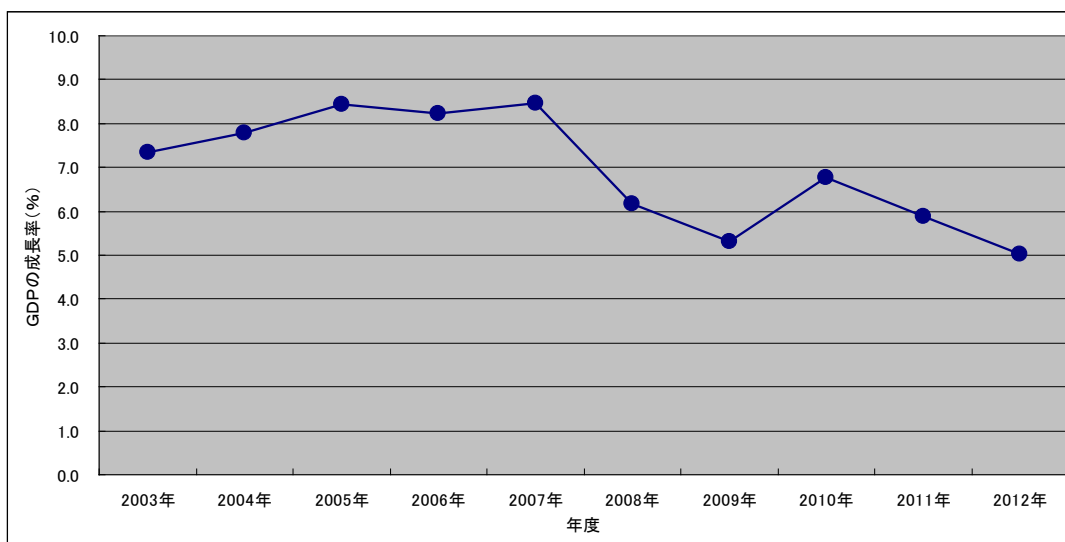


図 1.1.6 ベトナム国の成長率

出典：JETRO HP：海外ビジネス情報「国・地域別情報」(J-FILE) から作成

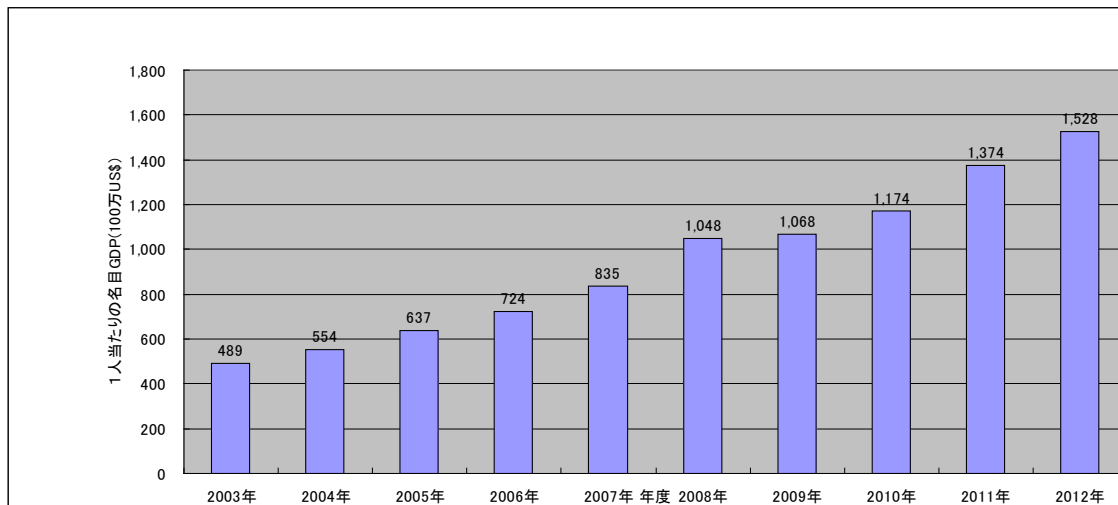


図 1.1.7 一人当たり GDP の推移

出典：JETRO HP：海外ビジネス情報「国・地域別情報」(J-FILE) から作成

表 1.1.2 ASEAN 6 カ国の GDP 成長率

年		シンガポール	タイ	マレーシア	インドネシア	フィリピン	ベトナム
1995		8.0	9.2	9.8	8.2	4.7	9.5
1996		8.1	5.9	10.0	7.8	5.9	9.3
1997		8.5	▲1.4	7.3	4.7	5.2	8.2
1998		▲0.9	▲10.5	▲7.4	▲13.1	▲0.6	5.8
1999		6.4	4.4	6.1	0.8	3.4	4.8
2000		9.9	4.8	8.3	4.9	6.0	6.8
2001		▲2.0	2.2	0.3	3.8	1.8	6.9
2002		3.2	5.3	4.1	4.3	4.4	7.1
2003		3.5	7.1	5.3	4.8	4.9	7.3
2004		9.0	6.3	7.1	5.0	6.4	7.7
2005		7.3	4.6	5.2	5.7	5.0	8.4
2006		8.6	5.1	5.9	5.5	5.3	8.2
2007		8.5	4.9	6.3	6.3	7.1	8.5
2008		1.8	2.5	4.6	6.1	3.8	6.2
2009		▲1.3	▲2.2	▲1.7	4.5	1.1	5.3
2010		14.5	7.8	7.2	6.1	7.6	6.8
2011	1-3月	9.1	3.2	4.6	6.5	4.9	5.6
	4-6月	1.2	2.7	4.0	6.5	3.6	5.7
	7-9月	6.0	3.5	5.8	6.5	3.2	6.1
	10-12	3.6	▲9.0	5.2	6.5	4.0	6.1
		4.9	0.1	5.1	6.5	3.9	5.9
2012	1-3月	1.5	0.4	4.9	6.3	6.3	4.0
	4-6月	2.0	4.2	5.4	6.4	5.9	4.4
	7-9月						4.7
	10-12						
2012 年見 通し	IMF	2.1	5.6	4.4	6.0	4.8	5.1
	ADB	2.2	5.2	4.6	6.3	5.5	5.1
2012 年見 通し	IMF	2.9	6.0	4.7	6.3	4.8	5.9
	ADB	3.8	5.0	4.8	6.6	5.0	5.7

出典：JETRO HP：海外ビジネス情報「国・地域別情報」（J-FILE）から作成

(3) 産業構造

ベトナム国の GDP 産業別構成比を図 1.1.8 に示す。製造業が 30%と最も大きく（157,482 十億ドン）、商業が 21%で（108,228 十億ドン）、農林業が 15%で（78,617 十億ドン）、となっている。

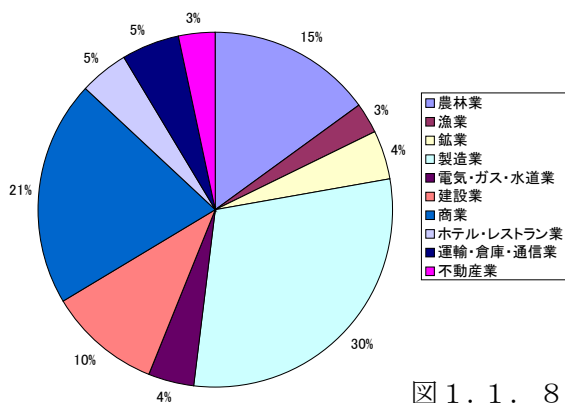


図 1.1. 8 産業別 GDP 構成比

出典：JETRO HP

海外ビジネス情報「国・地域別情報」(J-FILE) から作成

(4) 日本との関係

ベトナム経済と日本との関係を表 1.1.3 に示す。鉄鋼・鉄鋼製品、電子製品・部品等を輸出し、縫製品、電線・ケーブル等を輸出しており、対日貿易は 2010 年を除けば黒字である。日本からの多額の投資や支援が行われており、多数の日系企業が進出している。

表 1.1.3 ベトナム国経済と日本との関係

日本との貿易（通関ベース） 100 万ドル 出所：日本税関	年	日本の輸出（A）	日本の輸入（B）	収支（A－B）
	2008	7767.4	9026.9	▲1,259.5
	2009	6517.8	6962.4	▲444.6
	2010	9020	7730	1290
	2011	9817.4	11823.4	▲2,005.9
	2012	10231.6	14362.3	▲4,130.6
日本の主要輸出品目出所： ベトナム統計総局	①機械設備・同部品（29.1%）、②鉄・鉄くず（17.3%）、③コンピュータ部品（14.6%）、④織府・生地（5.2%）、⑤自動車部品（2.7%）			
日本の主要輸入品目出所： ベトナム統計総局	①原油（19.3%）、②縫製品（15.1%）、③輸送機品・同部品（12.9%）、④機械設備・同部品（9.4%）、⑤水産物（8.3%）			
日本企業の投資件数と投資額 （出所）：外国投資庁 （FIA） 認可ベース、新規・拡張含む	年度	件数	投資額	
	2010 年	149	22 億 4,900 万ドル	
	2011 年	285	24 億 3,800 万ドル	
	2012 年	444	55 億 9,300 万ドル	
日系企業進出状況	企業名：キャノン、パナソニック、ホンダ、トヨタ、富士電、日本電産、ブリヂストン、富士ゼロックス、マブチモーター等			
	＜商工会＞： ベトナム日本商工会（ハノイ、ハイフォン、北部ベトナム）449 社（2013 年 4 月）、 ホーチミン日本商工会 571 社（2013 年 4 月） ダナン日本商工会 57 社（2013 年 4 月）			
投資（進出）に関連した特長、 問題連	[1]従業員の賃金上昇、[2]原材料・部品の現地調達の高コスト、 [3]現地人材の能力・意識、[4]幹部候補人材の採用難、[5]通関等諸手続きが煩雑			
在留邦人出所：外務省「海外在 留邦人数調査統計（平成 24 年 速報版）	9,313 人			
二国間協定	日越投資協定（2003 年 11 月締結、2004 年 12 月発効）			
	日越経済連携協定（2008 年 12 月署名、2009 年 10 月発効）			

出典：JETRO HP：海外ビジネス情報 から作成

(5) 投資状況

1) 業種別投資動向

ベトナム統計局によると、2011年の対内直接投資額は115億5,900万ドルであった。同年の投資額は世界的な景気後退の影響もあり2008年以降3年連続で減少傾向が続いている。インドネシア・タイ等の他のASEAN諸国のFDI（外国直接投資）はベトナム国を上回っており、「ベトナム投資ブームが去った」との分析もある。但し、日本においては対中関係の悪化から直接投資先がベトナム国を含むASEAN諸国にシフトする傾向にあり、今後注視が必要であると考えられる。

2) 国別投資動向

2012年の国別直接投資額は78億5,400万ドルと2011年の115億5,900万ドルに比べて総額は減じている。そのうち日本が51%ととびぬけており、韓国9.6%、香港が7%、シンガポール6.2%、中国が3.8%、台湾2.4%、マレーシア1.4%となっており、アジア5か国で81.5%を占める。2011年はアジア6か国で77.9%であり、構成比率に大きな差はないが、日本の構成比率が高くなっている。

表 1.1.4 業種別対内直接投資額（単位：100万ドル）出所：計画投資省（MPI）資料

	2011年			2012年			
	件数	金額	構成比	件数	金額	構成比	伸び率
加工・製造	435	5221	45.2	498	4796	61.1	△8.1
不動産	22	742	6.4	10	1356	17.3	82.9
小売り・流通等	154	414	3.6	175	431	5.5	4.1
情報・通信	70	496	4.3	79	395	5	△20.2
倉庫・運輸	19	49	0.4	28	209	2.7	326.5
建設	140	1033	8.9	81	182	2.3	△82.4
医療・社会支援	2	22	0.2	5	137	1.7	521.9
電力・水道等	5	2526	21.9	13	89	1.1	△96.5
専門サービス	157	248	2.1	146	63	0.8	△74.4
鉱山	5	98	0.9	6	62	0.8	△37.1
芸術・娯楽	10	15	0.1	5	44	0.6	195.7
ホテル・飲食	19	253	2.2	15	34	0.4	△86.7
合計(その他含む)	1091	11559	100	1100	7854	100	△32.0

出典：JETRO HP：海外ビジネス情報 から作成

表 1.1.5 2012 年の国別対内直接投資額（上位国：単位：100 万ドル）出所：計画投資省資料

	2011年			2012年			
	件数	金額	構成比	件数	金額	構成比	伸び率
日本	208	1849	16	270	4007	51	116.7
韓国	270	873	7.6	243	757	9.6	△13.3
香港	49	2948	25.5	43	549	7	△81.4
シンガポール	105	2005	17.3	89	488	6.2	△75.6
キプロス	2	143	1.2	2	376	4.8	162.8
中国	78	600	5.2	69	302	3.8	△49.6
台湾	64	372	3.2	52	192	2.4	△48.2
ドイツ	13	52	0.5	20	186	2.4	256.7
マレーシア	21	360	3.1	37	116	1.5	△67.9
英国	35	802	6.9	31	110	1.4	△86.3
フィンランド	2	302	2.6	1	1	0	△99.7
合計(その他含む)	1091	11559	100	1100	7854	100	△32.0

出典：JETRO HP：海外ビジネス情報 から作成

1-1-5 ベトナム国の社会・経済戦略

政府が打ち出している社会・経済戦略は、社会経済開発 10 か年戦略（2011～2020 年）と社会経済開発 5 か年計画（2011～2015 年）である。それぞれの概要は以下のとおりである。

(1) 社会経済開発 10 か年戦略（2011～2020 年）

「社会経済開発 10 か年戦略（2011～2020 年）」（SEDS 2011-2020）とは、2011 年 1 月の第 11 回共産党大会で採択された共産党文書であり、今後 10 年間の社会経済開発に関する指針を示す重要な文書である。

開発方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 持続的な開発と短期間での成長。 ・ 社会主義ベトナム建設のための経済・政治面での革新。 ・ 民主主義の実践と人的要素の最大化。 ・ 生産力強化・科学技術の向上・社会主義志向型市場経済体制の向上。 ・ 国際統合の中での自立した経済の形成。
全体目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020 年までに工業国化を達成する。
経済指標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2010 年～20 年の年率平均経済成長率：7～8% ・ 2020 年の名目一人当たり GDP：3,000 米ドル ・ 2020 年の産業構造： 鉱工業・サービス業が GDP の 85%、うちハイテク産業が GDP の 45%。 ・ 農業人口は総労働人口の 30～35%。
社会指標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人口増加率 1.0%（年率）、平均寿命向上（75 歳）、国民皆保険の達成。 ・ 熟練労働者層育成（55%）、高等教育普及（4.5%）。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貧困率削減（年率▼1.5～2%）、地域及び民族間の格差是正。
環境指標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020年の森林被覆率：45%。 ・ 全国民の清潔かつ安全な水へのアクセス普及。 ・ 企業の環境基準遵守の徹底・普及（新規企業は100%、既存企業は80%）。 ・ 気候変動、特に海面上昇への積極的対応。
3つの突破口	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会主義志向型市場経済体制の構築。 ・ 人的資源の開発。 ・ （特に交通・都市）インフラの整備。

(2) 社会経済開発5か年計画（2011～2015年）

「社会経済開発5か年戦略（2011～2015年）」（SEDP 2011-2015）とは、2011年11月に第13期国会で承認された政府文書であり、上記10か年戦略（2011～2020年）をより具体化する文書である。

全体目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020年の工業国化へ向けた基礎を作る。 ・ 成長モデルの転換および経済再構築を進めながら、急速かつ持続可能な発展を遂げる。
経済指標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2010～15年の年率平均経済成長率：6.5～7%。 ・ 社会開発投資：対GDP比33.5～35%。 ・ 2015年の消費者物価指数の上昇率：5～7%。 ・ 2015年の貿易赤字：輸出総額の10%以下。 ・ 2015年の財政赤字：対GDP比4.5%以下。 ・ 2015年の公的債務：対GDP比65%以下。
社会指標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2011～2015年の5年間で800万人の雇用創出、2015年までに都市部の失業率を4%以下にする。 ・ 2015年の実質収入を対2010年比で2～2.5倍、熟練労働者層育成（55%）。 ・ 貧困世帯を年率平均2%で急速かつ持続的に削減。 ・ 2015年までに人口増加率を約1%に。
環境指標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2015年の森林被覆率：42～43%。 ・ 環境汚染を引き起こす生産施設の86%に対応を施す。
経済再構築	<ul style="list-style-type: none"> ・ 公共投資の再構築 ・ 金融システムの再構築 ・ 国有企業の再構築
金融・財政・産業政策	<ul style="list-style-type: none"> ・ インフレ抑制、マクロ経済安定化、通貨価値の安定化。銀行貸付による資金調達から証券市場等からの資金調達へのシフト。 ・ 財政収支の効果的な再構築、公共投資の管理体制の再検討。企業所得税率の漸次削減の検討、土地・不動産収入に関する政策の改正、天然資源税収の増加。 ・ 貿易赤字の削減。電気・石炭・公共サービス価格の自由化。国内製品の優

	先的利用の促進。
法制・行政機構・司法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1992年憲法の改正。 ・ 都市自治体モデルの早期試行、中央／地方の権限関係規定の再検討。 ・ 行政手続きの簡素化、汚職対策、公務員制度の改善。 ・ 司法改革案の策定・実施。
社会保障	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土地収用・立ち退き補償に関する問題の解決。 ・ 遠隔地・少数民族居住域での貧困削減・生活水準向上・地域計画。 ・ 安定雇用・保険制度・社会扶助からなる社会福祉ネットワークの確立。
教育	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高等教育・専門的職業訓練の質向上。 ・ 就学前教育における民間委託の推進。 ・ 科学技術振興。
環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各種開発事業における環境影響評価の徹底。 ・ 特に経済区・工業区・手工芸村における環境汚染への厳格な対処。
国防	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国境地域でのインフラ整備と人員配置への集中的投資。 ・ 領土問題の平和的解決。

1-1-6 調査対象地域の概要

(1) クアンニン省の概要

クアンニン省は、ベトナム北東部に位置する省（地方自治体）の一つ（図 1.1.9 クアンニン省の位置）で、省都はハロン市である。省の北側では 118.8km、トンキン湾では 191km に渡り、中国と国境を接している。西側はランソン省、バックジャン省、ハイズン省、南側はハイフォン市と接している。

クアンニン省には、14 の市・地区、186 区・郡・町がある。ベトナム国全土で、4 つの市を有するのはクアンニン省だけである。人口は 118.5 万人で、そのうち 50.3% が都市に住んでいる。総面積は 12,220 km² で、そのうち内陸の面積は 6,100 km² である。ベトナム全土の 3 分の 2 を占める大小合わせて 2,000 の島を有し、海岸線は 250 km 以上に及ぶ。

またクアンニン省は多様で豊富な天然鉱物資源を有しており、他の省・市にない石炭、カオリン、粘土、珪砂、石灰石などの鉱物資源を多く産出している。



図 1.1.9 クアンニン省の位置

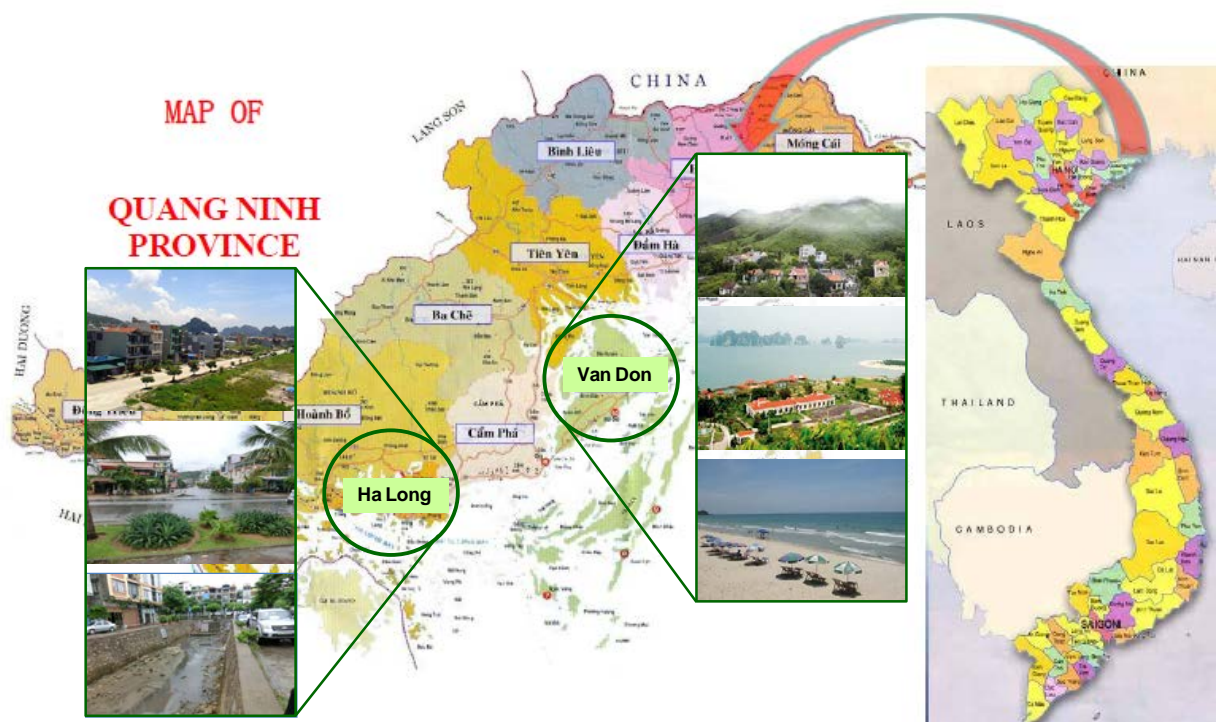


図 1.1.10 ハロン市と Van Don 地区の位置関係

クアンニン省は観光資源にも恵まれている。特にハロン湾は、ユネスコによって世界自然遺産として2回認定され、また近年、新・世界七不思議のひとつとして認定された。大小様々な島が点在しているバイトゥロン湾は、昔のままの風景を残しており、多くの外国人観光客を魅了している。クアンニン省はこの他にも観光資源を多く有しており、これらの観光資源はこれからの発展に大きく寄与していくと考えられる。今回調査を実施したハロン市 (Ha Long city) と Van Don 地区 (Van Don District) を含むクアンニン省の行政地区とその面積、人口等の基本データを表 1.1.6 に示す。ハロン市は22万人ほど、Van Don 地区には4万人程の住民が居住する。

表 1.1.6 クアンニン省の行政地区とその面積、人口等の基本データ

#	District, Town, City	Area (km ²)	Current status of land use (2010) - ha			Pop (x1000)	Pop density (persons/km ²)	Admin unit		
			Agri-land	Non-agri land	Unused land			Total	Com-mune	Ward, Town
1	Ha Long city	272	9544.9	16254.9	1395.3	222.2	816.9	20	0	20
2	Mong Cai city	518.4	39185.0	6932.8	5719.7	90.6	174.8	17	9	8
3	Uong Bi city	256.3	17771.0	5617.7	2242.0	108.2	422.2	11	4	7
4	Cam Pha city	343.2	22658.2	8448.3	3216.2	178.1	518.9	16	3	13
5	Binh Lieu town	475.1	38993.2	1580.1	6936.8	28.1	59.1	8	7	1
6	Tien Yen town	647.9	53052.4	2799.6	8937.7	45.1	69.6	12	11	1
7	Dam Ha town	310.3	21723.9	2985.8	6315.3	33.8	108.9	10	9	1
8	Hai Ha town	513.9	39836.1	5764.3	5792.8	52.9	102.9	16	15	1
9	Ba Che town	608.6	55190.7	1347.3	4317.6	19.4	31.9	8	7	1
10	Van Don District	553.2	41811.4	2674.9	10833.9	40.8	73.8	12	11	1
11	Hoanh Bo town	844.6	70106.9	6842.2	7514.1	46.8	55.4	13	12	1
12	Dong Trieu town	397.2	27853.0	8999.3	2869.2	158.5	399	21	19	2
13	Quang Yen town	314.2	19221.7	11431.0	767.3	132	420.1	19	18	1
14	Co To town	47.5	2358.5	155.4	1236.8	5.1	107.4	3	2	1
	Total	6102.4	459306.9	81833.6	68094.7	1161.6	190.4	186	127	59

出典：「クアンニン省投資促進機構の公式サイト」より抜粋

Van Don 地区は、ベトナム北東部クアンニン省ハロン市から北東におよそ 50 キロ離れた所に位置する。当該地は、冒険ツアー、エコ生態ツアーなどを好む観光客にとって人気の観光スポットとなっており、クアンニン省政府はこの地域の観光潜在力を活用するための多くの政策を取っている。Van Don 地区が面するイ・トゥ・ロン湾はハロン湾とほぼ同じ地質的価値と生物の多様性を持っている。クアンニン省は Van Don 地区までの交通網を整備している。更に、Van Don 地区に至る陸路の改修工事のほか、空港建設が検討されている。クアンニン省の職業別人口構成を表 1.1.7 に示す。産業構成から示すように農林水産業が 43.48% と一番多く、次が鉱業の 15.15%、加工業が 8.2% と続く。それ以外は 5% 以下で観光業（ホテル・レストラン）は 4.2% の比率となっている。

表 1.1.7 クアンニン省の職業別人口構成

職業	労働人口 (x 1000)	比率
農林・水産・林業	271.0	43.48%
鉱業	94.6	15.18%
製造業	51.1	8.20%
電気・水道・ガスなど	4.9	0.79%
建設業	19.8	3.18%
小売・流通業	68.2	10.94%
ホテル・飲食業	26.2	4.20%
運輸・倉庫業	23.2	3.72%
科学技術関係	1.8	0.29%
専門サービス(コンサルタント)	1.0	0.16%
行政	19.2	3.08%
教育	21.2	3.40%
医療関係	6.2	0.99%
スポーツ・文化関係	2.7	0.43%
その他	12.3	1.96%

出典：「クアンニン省投資促進機構の公式サイト」より抜粋

(2) 経済状況

クアンニン省のGDP並びに一人当たりのGDPを見ても、直轄都市であるハノイ、ハイフォン並みの高い値となっている。

表 1.1.8 クアンニン省・ハノイ市・ハイフォン市等の GDP 成長率の推移

	都市	2006	2007	2008	2009	2010	2011
GDP の 成長率	Quang Ninh	13.8%	13.2%	13.5%	10.6%	12.3%	12.1%
	Hanoi	14.6%	9.9%	13.2%	7.4%	11.0%	
	Hai Phong	12.3%	12.7%	12.9%	7.6%	11.0%	
	Nationwide	10.0%	6.7%	6.3%	5.4%	6.8%	

出典：「クアンニン省投資促進機構の公式サイト」より抜粋

表 1.1.9 一人当たり GDP の推移

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
VND (100 万ドン)	14.297	16.875	20.321	24.448	35.723	47.564
USD	887.1	1043.5	1134.9	1268.7	1841.4	2264.9

出典：「クアンニン省投資促進機構の公式サイト」より抜粋

表 1.1.10 産業別 GDP の推移 単位：10 億ドン

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
農林水産業	577	643	683	1158	723	732	762
鉱業・建設業	3734	4359	5035	5716	6350	7115	8032
サービス業	3025	3345	3770	4307	4780	5467	6126

出典：「クアンニン省投資促進機構の公式サイト」より抜粋

(3) 投資計画及び投資状況

現時点では、クアンニン省は外国直接投資（FDI）プロジェクトが89あり、登録資本金額は37.5億USDに達している。累計の投融資額は8.04億USDであり、総投資金額の21%を占める。例えばMong Duong II火力発電所建設プロジェクト（投資額：21.47億USD）、Cai Lan国際コンテナ港建設プロジェクト（投資額：15.55億USD）といったものがある。また、海外駐在事務所が8社・外資企業支社が3社ある。

外資プロジェクトはクアンニン省の社会・経済発展方針に沿っており、経済構造変革事業に寄与し、同省の潜在力・優位性を発揮している。ここ20年間、外国直接投資を引き付けてきており、外資プロジェクト件数・外資額が毎年増加している。

投資家別投資構造としては、現在14の国と地域がクアンニン省に投資している。その中で、アメリカが第一位で、プロジェクト件数は8件である。総事業規模は23.9億USDであり、同省における

総投資金額の64%を占める。第二位は中国でプロジェクト件数は40件で、総事業規模は3.7億USDである。

(4) 税の優遇措置

経済特区、ハイテク工業団地等における新規企業に、収入に対して15年間法人税率を10%とする優遇税制度が設けられている。また、次の企業収入に対しては、課税収入が生じた日より4年間免税で、その後9年間50%減税される。

- ・ 特に経済的に困難な地域（Ba Che 地区、Binh Lieu 地区、Coto 地区）における投資プロジェクト
- ・ ハイテク産業、科学研究或いは技術発展を目的とした産業、ソフトウェア産業、上下水、電気、橋梁、鉄道、港湾、空港等インフラ整備、教育訓練、職業訓練、医療、文化、スポーツの分野への投資

1-2 対象国の対象分野における開発課題の現状

1-2-1 ベトナムの環境問題

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。しかし近年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。またベトナム戦争で散布された枯れ薬剤による森林破壊も、ベトナム国特有の環境問題として忘れてはならない。

このうち産業公害については、長年にわたって工業セクターの主力となってきた国有企業の存在を避けては通れない。旧共産圏諸国から導入された古い生産設備を使い、公害対策設備がほとんど設けられていないこれらの工場から排出される排ガス、排水などが、現在産業公害発生の主因となっている。これら国有企業は、経営基盤が弱く公害対策投資への資金的能力に乏しいが、工場を公害発生を理由により閉鎖することは失業者の増大を招き社会不安を生むことから難しく、統廃合や株式会社化などが進む国有企業改革の行方は、今後のベトナム国における産業公害対策進展のカギを握っているといえる。また、ほとんど未処理のまま河川等に放流されている産業排水や住居地域に混在する小規模な工場からの公害発生も無視できない。さらに現在国内に処理施設がない有害産業廃棄物については、その建設に遅れが出ており、今後日系企業にとっても有害産業廃棄物問題は、ベトナムでの事業展開にとって大きな課題になるとみられる。一方、経済活動の活発化に伴って都市への人口集中は続いており、例えばホーチミン市は人口約700万人（2009年末）を越えている。このため道路交通による大気汚染、年々増加する生活排水や生活廃棄物が引き起こす都市生活型公害が大都市部を中心に社会問題化している。特に急増しているオートバイと自動車の走行による大気汚染は、ハノイ市やホーチミン市の都心部などで深刻化している。また生活排水や生活廃棄物については排出量の増大に対して処分施設の不足が目立ち、その多くが適正な処理をされないまま投棄されているのが現状となっている。

このように解決を要する課題が山積しているベトナム国の環境問題であるが、現在、わが国をはじめ多くの先進国や国際機関などによる環境援助プロジェクトを主体に、環境対策のための基盤づくりが進められている。しかし、ベトナム国側の対応能力や資金の不足もあって、それらが成果を上げるためにはまだまだ時間がかかるのが現実である。一方、経済成長や都市化の進展はそれを待ってはくれず、さまざまな取り組みによって今後ベトナム国の環境問題の深刻化は防げたとしても、短期間に改善を図ることは難しいのが現状といえる。

(1) 水質汚濁問題

水質汚濁問題は、コメの生産を中心とする農業が主要産業であることから、ベトナム国にとって最も基本的な環境課題といえる。

ベトナム国の水質汚濁問題は、産業排水、生活排水、河川や湖沼に投棄される廃棄物などが複合的に絡んで発生しているが、改善が図られない最大の理由は処理施設の欠如や不足といった水質汚濁対策インフラの未整備にあるといえる。産業排水については、工業セクターの主流を占める国有

企業の工場にほとんど排水処理設備が設置されていないだけでなく、多くの工場が立地する工業団地でも最近開設された日系工業団地などの一部を除いては中央排水処理施設がなく、排水処理への取り組みは入居企業の自主責任となっている。このため、日系企業等の一部の外資系企業を除いては、排水処理設備の建設や運転コストの負担を嫌って、産業排水を処理しないまま近隣の河川や水路などに放流しているのが現実となっている。また小規模な家内工業の立地の多い都市地域では、排水先の河川は川幅が狭く流量も少ない場合が多いことから、汚水が滞留状態となって汚濁が深刻化している。この代表例として、ハノイ市の南部工業地域を流れるキムグー (Kim Nguu) 川や南西部を貫流するトーリック (To Lich) 川などが挙げられ、これらは完全に排水路となっている。

一方、生活排水は、通常し尿、雨水、場合によっては工場からの産業排水とも混ざり合って排水されている。ハノイ市やホーチミン市などにはかつて建設された下水道施設があるものの、長年のメンテナンス不足でほとんど機能しておらず、単なる集水路の役割を果たしているのにすぎない。したがって、生活排水はそのほとんどが未処理のまま河川などに流れ込み、大きな水質汚濁源となっている。ハノイ市内には 20 ヶ所近い湖沼があるが、いずれも未処理の生活排水の流入によって汚濁している。

またこれらの産業排水や生活排水による水質汚濁は、都市内の水路や河川にとどまらず、これらの河川等が最終的に流れ込む、北部の紅河 (レッドリバー/Hong 川) や南部のサイゴン (Sai Gon) 川、ドンナイ (Dong Nai) 川などの大河川にも及び、生活用水や工業用水の取水にも障害を与えている。

産業排水の汚染状況として 2010 年に発表されたベトナム環境状況に関するレポート (National Environment Report 2009) によれば、以下に要約するように水質の環境基準値は全国的に上昇している。

- ・BOD₅ (生物化学的酸素要求量) は多くの主要河川で環境基準を超えている。
- ・TSS は (懸濁物質濃度) は多くの河川で環境基準の 1.5~2.5 倍、特にハノイ、ハイフォンでは深刻である。
- ・河川によっては、大腸菌濃度が基準値の 1.5~6 倍となっている。

1994 年の環境保護法施行 (2005 年改定) 以降も悪化傾向をたどっている。これは、工業生産の伸びによる産業排水の排出量増加がその大きな要因になっていることが推察される。また河川等に投棄される廃棄物の増加も水質汚濁に拍車をかけている。

これに対してベトナム国政府では、工場への立入検査を強化や、都市内河川の改修、海外からの援助による下水処理施設の建設に取り組んでいるが、排水量の増大に追いつけず、大きな効果を挙げるには至っていない。

(2) その他の環境問題

上記以外の環境問題として大気汚染や廃棄物、土砂災害ほかの問題がある。

1) 大気汚染

ベトナム国の大気汚染物質の排出源は、都市部を中心としたバイクや自動車の排気ガスによるものと、産業活動等によるものの 2 つである。問題が深刻化しているのは、バイクや自動車の排気ガ

スによる大気汚染である。現在バイクの所有台数は約 3,500 万台と推定され、普及率は国民 2.5 人当たりで 1 台の割合となっている。このため主要都市では朝夕のラッシュ時には道路上をバイクが埋め尽くす光景が日常化している。加えて経済成長によって自動車の保有台数も年々増加しており、現在約 195 万台とされている（保有率 1.5%）。今後も車両数は急速に増えることが予想され、車両排気ガス対策はますます重要になると考えられる。

2) その他

廃棄物問題は、工業化や都市化の進展に伴って今後ベトナム国で最も重要な環境課題になるとみられており、多くの廃棄物処理場の導入が計られている。

森林破壊は、ベトナム国における大きな環境問題の一つといえる。森林破壊の原因としては燃料や商業用の伐採、移動耕作などもあげられるが、最大の理由はベトナム戦争である。同戦争中に散布された大量の枯れ葉剤は、広大な面積のマングローブ林や森林を破壊しただけではなく、ダイオキシン汚染も残している。マングローブ林の減少にはエビ養殖池への転換も理由にあげられる。その他、台風や洪水による土壌浸食、過度の多毛作など土地の利用過多による土地荒廃水上交通に使われる船舶から流れでる油による河川・水路・海洋の汚染、自動車やオートバイ交通量の増大による道路交通騒音なども問題となっている。

1-2-2 水質汚濁に起因する下水処理と産業排水処理の整備状況・課題

(1) 下水処理施設の整備状況・課題

1) 下水処理施設整備状況

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²。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なく、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。

2) 課題

下水処理が抱える課題は以下のとおりである。

- ・下水処理施設が整備されていない地域が多数存在する。
- ・セプティックタンク等の浄化槽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

²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

のまま排出している。

- ・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) 産業排水処理の整備状況・課題

1) 産業排水の概要

ベトナム国の水環境汚染の大きな要因の一つが産業排水である。2009年における工業団地からの一日当たり推計排水量は640,963m³である。³。水質汚染の原因となるベトナム国の主な産業は、繊維業（紡績及び染色）、製紙、食品（水産を古む）、毛皮加工などであり、それらの産業に由来する主な水質汚染物質を表1.2.1に示す。汚染物質は、主に有機物であり、BODやCOD、窒素やリン化合物の汚濁負荷が高く、大腸菌数の値も基準値の数十から数百倍高い。有害物質は、毛皮加工や金属加工からのシアンや重金属、繊維産業における染料中の重金属などである。この汚染に関与する工業団地、クラフトビレッジの状況は以下のとおりである。

2) 工業団地

これまで238の工業団地に105の集中排水処理システムが建設されている。⁴排水処理に関しては、個々の企業が一次処理した排水を集約、更に集合排水処理施設で二次処理を行うが、企業と団地管理事務所との環境管理の分担が明確でなく、汚水排出責任のなすりつけ合いが行われているケースもある。また、工業団地への企業の進出が遅れている場合は、集合排水処理施設の処理容量に比べ、受け入れる工場排水の量が少なすぎて十分な運転ができず、排水を垂れ流しているケースもある。

3) クラフトビレッジ

2010年の全国環境現状報告書によると全国に4575の工芸村（クラフトビレッジ）があり、⁵食品、繊維、刺繍、紙、焼物など多様な生産活動が行われているが、公害防止に関する意識は低い。水質汚染に関係が深い産業として繊維や食品があるが、多くの工芸村では結集した家屋において家内工業を営んでいるため、生産活動による排水が生活排水とともに側溝を流れ、未処理のまま河川等に放流されている。

³環境省 hp 「ベトナムにおける環境汚染の現状と対策、環境対策ニーズ」より抜粋

⁴ 「ベトナムにおける日本の排水処理技術普及のためのセミナー（平成25年2月）」から抜粋

⁵環境省 hp 「ベトナムにおける環境汚染の現状と対策、環境対策ニーズ」より抜粋

表 1.2.1 産業に由来する主な水質汚染物質

産業	主な水質汚染物質(汚染指標を含む)
缶詰、水産、野菜果物、肉等の食品加工	有機物 (BOD・COD), pH、 富栄養化物質、(窒素化合物、リン化合物) 色、浮遊物質
アルコール等の飲料製造	有機物 (BOD・COD), pH、 富栄養化物質、(窒素化合物、リン化合物) 色、浮遊物質
機械	有機物 (COD), 油、浮遊物質、CN、 重金属 (Cr, Ni, Zn, Pb, Cd)
毛皮加工	有機物 (BOD・COD), 浮遊物質、Cr、Ni ₄ 、油、フェノール、 ファー、大腸菌類
紡績・染色	有機物 (BOD・COD), 重金属、油、色、濁度
化学肥料の生産	pH、フッ素、重金属、色、浮遊物質、油、 富栄養化物質、(窒素化合物、リン化合物)
製紙	有機物 (BOD・COD), フェノール、pH、濁度、色

出典：経済産業省委託報告書「ベトナムにおける公害防止管理者制度の構築支援に係る調査事業：平成 23 年 3 月」より転載

1-2-3 クアンニン省における対象分野における開発課題の現状

クアンニン省は地理的・経済的な利点に加え、ハロン湾といった観光資源が豊富にあることから、ベトナム国において経済成長のポテンシャルが最もある地域の一つである。こうした背景を受け、クアンニン省としては 2015 年までに近代的産業都市化を目標として各種政策を実施している。しかしながら、急速な工業化及び都市化により、例えば、産業排水の河川への直接放流、ごみ処理場の未整備等環境問題への対応が遅れている。主な環境問題として以下のものがある。

(1) 水環境に関して

2020 年までのクアンニン省における下水処理計画に関しては、2012 年に想定される総排水量はハロン市で約 36,640 m³/日である。しかしハロン市の 41%の排水しか適切に処理されておらず、それ以外は公共水域に直接排水されている。更に、ハロン市に加え、クアンニン省内の全ての市、町、地区では集約処理はされておらず、セプティックタンクによる簡易処理後公共水域に排出されている。

クアンニン省の農村地域においては、2013 年までに 74%の一般家庭において衛生的なトイレが普及した。しかしながら衛生的なトイレは設置されたものの、し尿の適切な処理はされておらず、更には生活雑排水に関しては未処理のまま排水されており、根本的な解決にはつながっていない。

農村地域における水質汚濁の主な原因は家畜排泄物である。2013 年 5 月までに 62.4%の農村家庭において衛生的な家畜小屋が設置されたが、残り 37.6%は未だ設置されていない。

世界遺産であるハロン湾はクアンニン省の経済発展には重要な地域である。ハロン湾を訪れる観光客は 2007 年には 1.78 百万人であったが、2012 年には 2.57 百万人にまで増加した。従い、観光船から排出される汚水もハロン湾の水質汚濁の原因の一つである。観光船による汚濁負荷は、一般家庭から排出されるその 30%に相当するなど、ハロン湾の水環境に深刻な影響を与えていること

が分かっている。⁶

(2) ごみ処理に関して

クアンニン省におけるごみ処理は14の行政区（4つの市、1つの町、9つの地区からなる）に分かれる。町、地区の担当機関及び民間事業者数社が家庭ごみを収集・運搬している。しかしながら現状の収集はリサイクルやリユースを念頭にした分別回収はされておらず、埋め立てられている。

2010年にはクアンニン省内で15埋立地があった。そのうち3か所の埋立地はデンマークのODA資金支援の下排水処理がされているが、それ以外の埋立地では適切な環境保護策がなされていない。また、5か所の埋立地はここ2,3年で限界を超える可能性がある。

1-3 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度

1-3-1 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（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（EPP）認証など

⁶ “Water Environment Management”(日本工営 2013)及びクアンニン省天然資源環境局へのヒアリングを下に、調査団作成。

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約している。

(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 1.3.1 に示す。

表 1.3.1 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）
・生活用水取水河川へ排出される産業排水基準（TCVN6980:2001）
・生活用水取水河川へ排出される産業排水基準（TCVN6981:2001）
・水浴・レクリエーションに利用される河川への排出される産業排水基準（TCVN6982:2001）
・水浴・レクリエーションに利用される河川への排出される産業排水基準（TCVN6983:2001）
・水生生物の保護に利用される河川へ排出される産業排水基準（TCVN6984:2001）
・水生生物の保護に利用される河川へ排出される産業排水基準（TCVN6985:2001）
・水生生物の保護に利用される沿岸域へ排出される産業排水基準（TCVN6986:2001）
・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）
・紙パルプ産業からの排水基準に関する国家技術基準（QCVN 12: 2008/BTNMT）
・水産物加工排水に関する国家技術基準（QCVN 11: 2008/BTNMT）
・天然ゴム産業排水に関する国家技術基準（QCVN 01: 2008/BTNMT）
・繊維産業排水に関する国家技術基準（QCVN 13: 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大 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大 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大 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) 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を産業分野・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。 ・ 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。
発展の指向、成長形態の改革、経済の再構築	<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。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。
--	--

2) 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。

3) 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、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。

1-3-2 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度

(1) 水分野の法制度・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。

① 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。

② 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金で汚染物質の排出を抑制するとともに、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。

③ 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、輸出推進ゾーンでの汚水処理システムの普及率を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。

④ 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1.3.2に示している。

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

表 1.3.2 ベトナムアジェンダ 21 における優先分野（太字：水分野に関わる項目）

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

⑤ 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。

⑥ 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、

- ①現在の融資額が利用者のニーズに対して少ない、
 - ②設計仕様や施工技術に欠陥が多い、
 - ③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。

(2) 水分野の行政組織

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・データ収集を担当し、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（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（Department of Natural Resources and Environment : DONRE）が担当することとなった。

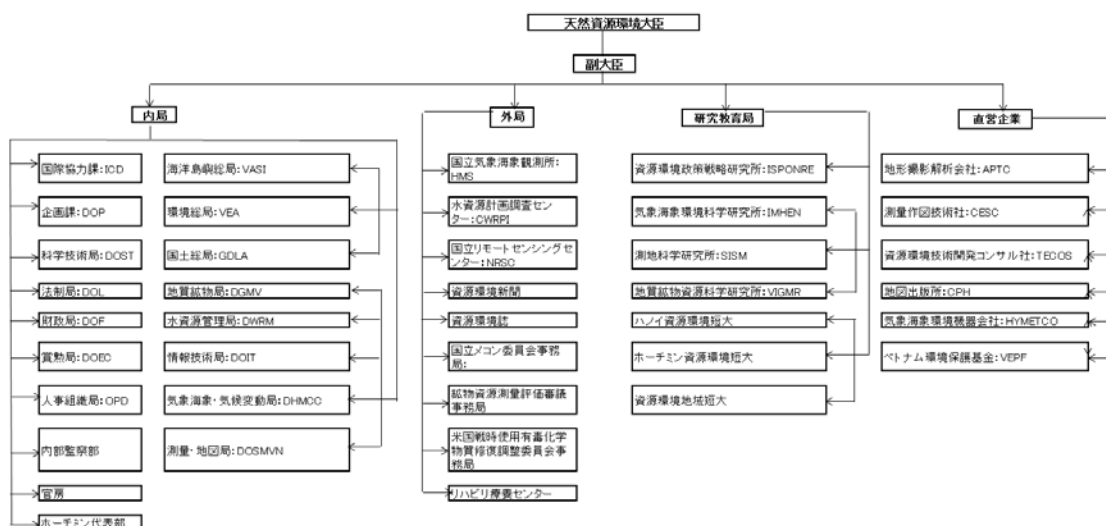


図 1.3.1 天然資源環境省（MONRE）の組織図

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

1-3-3 クアンニン省の対象分野の関連計画、政策及び法制度

(1) “Green Development”（緑の成長）計画⁷

近年、持続的な成長を目標とした”Green Development”は世界各地で議論されている。ベトナム国においても環境保護と緑の成長を合わせた経済発展の達成といったものが、2011年から2020年までの社会経済開発計画にも盛り込まれている。

クアンニン省における緑の成長戦略においては、実施計画の策定、緑の成長に関連するプロジェクトの実施等が進められている。2012年に策定された主な実施計画は以下の通りである。

- クアンニン省 I 地域及び優先地域における 2020 年までの環境保護計画 “Plan of protecting general environment of Qunag Ninh I province and some its prioritized areas up to 2020”
- 2020 年までのハロン湾の環境計画及び 2030 年までのビジョン “Environment plan of Ha Long Bay up to 2020 and visions up to 2030”
- クアンニン省における環境改善案 “Environmental improvement proposal of Quang Ninh Province”

こうした実施計画の作成を通じて緑の成長計画は進められており、最近では、ハロン湾の環境保護プロジェクトや2020年までのクアンニン省の環境保護計画等含めて8つのプロジェクトが実施されている。更に、森林計画や天然資源保護計画等のプロジェクトの準備も進められている。

現在クアンニン省において2つのマスタープランづくりが進められていることが分かった。一つは、クアンニン省天然資源環境局が発注し、日本工営株式会社に委託させている、2030年までを目標としたマスタープラン、また、クアンニン省建設局が発注し、株式会社日建設シビルに委託させている、2050年までを目標としたマスタープランづくりである。これまでのクアンニン省天然資源環境局との協議から次の事項が判明した。

- ・ クアンニン省は豊富な天然鉱物資源を有することから、近年、鉱業の発展が著しく、発生する産業排水も増加傾向にある。他方で、産業排水処理施設整備は、予算的な制約からなかなか進められていないのも事実である。
- ・ 今回の日本工営が作成するマスタープランには、産業排水処理施設の整備を重点的に検討してもらっている。
- ・ 一方、生活排水に関しては、人口増加に伴い、2020年までに Ha Long 市、Cam Pha 市、Quang Yen 市、Van Don 地区及び Hoanh Bo 地区だけでも、148,600 m³/日の生活排水が発生すると予想されている。
- ・ こうした背景から、生活排水処理に関しては、以下のような対応策を検討している。
 - ① 都市排水処理に関しては、既存の排水処理システムの改善を実施すると共に、短期間で課題解決を行うために、多くの時間を要する集合処理に必ずしも拘らず、オンサイトで処理できるシステムの導入も視野に入れる。

⁷ 「2011年から2020年までの社会経済発展戦略」（ベトナム国）において環境保護と経済発展を両立した持続可能な「緑の成長」を掲げており、クアンニン省においても同様の政策を推進することになっている（the Decision 1393/QĐ-TTg of the Minister on “Approving national strategy of green development” dated on 25/09/2012, Conclusion of 3rd meeting and Resolution of 4th meeting in the 11th Party Congress, Quang Ninh Province ）

- ② 都市以外の地域では、各家庭に衛生トイレの設置を進めると共に、オンサイト処理できるシステム（例えば、浄化槽）の設置を進める。
- ③ 特にオンサイト処理システム整備には、クアンニン省の補助金等の導入も視野に入れる。

1-4 対象国の対象分野のODA事業の事例分析および他ドナーの分析

(1) ベトナム国に対する ODA の基本方針

ベトナム国の「社会経済開発10ヶ年戦略（2011～2020）」及び「社会経済開発5ヶ年計画（2011～2015）」に掲げられる2020年までの工業国化の達成に向けて、国際競争力の強化を通じた持続的成長、脆弱性の克服及び公正な社会・国づくりを支援する。

(2) ベトナム国に対する ODA の重点分野⁸

① 成長と競争力強化

国際競争力の強化を通じた持続的成長の達成に向けて、市場経済制度の改善、財政・金融改革等の市場経済システムの強化を図るとともに、産業開発・人材育成を支援する。また、経済成長に伴い増大している経済インフラ需要に対応するため、幹線交通及び都市交通網の整備、エネルギーの安定供給及び省エネルギーの推進等を支援する。

② 脆弱性への対応

成長の負の側面に対処すべく、急速な都市化・工業化に伴い顕在化している環境問題（都市環境、自然環境）、災害・気候変動等の脅威への対応を支援する。また、社会・生活面向上と貧困削減、格差是正を図るため、保健医療、社会保障・社会的弱者支援などの分野における体制整備や、農村・地方開発を支援する。

③ ガバナンス強化

ベトナム社会全般に求められているガバナンスの強化を図るため、法制度の整備・執行能力の強化や、行政の公正性・公平性・中立性・透明性の確保等、司法・行政機能強化のための取組を支援する。

(3) 対象分野の ODA 事業の事例分析

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。

⁸ 外務省「対ベトナム社会主義共和国 国別援助方針（2012年12月）」より引用。

表1.4.1 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
ベトナム及びインドシナ諸国におけるバイオマス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)成果3で製造した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、水稲、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・ヌイバ国立公園管理能力強化プロジェクト	ビズップ・ヌイバ国立公園管理事務所(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。	<p>(1)プロジェクトで導入する2つのコンポーネント(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(EFLO))を運営する実施体制が構築される。</p> <p>(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</p>

		<p>対象村落住民とBNBNPMBとの間で合意される。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>
--	--	---

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

(4) 他ドナー分析

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（KfW）、フランス開発公社（AFD）、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

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

2-1-1 提案企業の業界における位置づけ

国内においてバイオトイレ⁹を扱っているメーカーは約20社程度存在していることがこれまでの調査から判明しているが、いずれも中小零細企業が殆どであり、バイオトイレ販売を主体業務としている企業はない。こうした中で正和電工株式会社（本社：北海道旭川市）は平成7年から現在まで継続してバイオトイレ販売を進めており、通算の販売数は平成25年6月現在2,350台を数えている。主な設置場所は、観光地や河川敷、公園、工事現場等であるが、近年は別荘地や農家のトイレとして注目が高い。水洗トイレで排出する汚水量を削減し、水を汚さない事で水質の向上や循環型社会の構築にも大きく貢献しており、バイオトイレ分野のトップランナーとして確固たる地位を築いている。

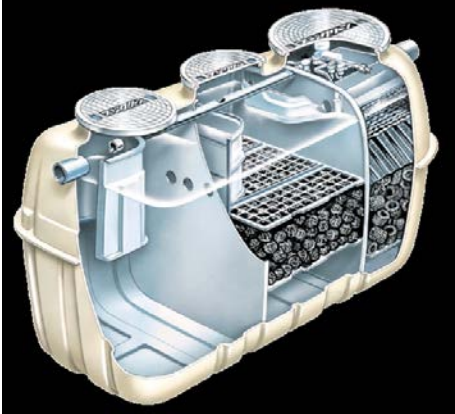

2-1-2 国内外の同業他社比較、類似製品・技術の概況

上述の通り日本国内にはバイオトイレを扱っているメーカーは約20社いるが、いずれも各社固有の技術に基づいて製造されていることから一概に正和電工製バイオトイレと比較することは難しい。従い、ここでは主なメーカーの紹介を記載する。

⁹ 日本で開発販売されている環境配慮型トイレは次の3つに分けられる。それは洗浄水循環型、焼却・乾燥型、バイオトイレである。洗浄水循環型はし尿のフラッシュは水で行うが一度使用した水を土壌などで処理した後再び水洗に使用するものである。この方式には水が循環を繰り返すにつれて窒素やリンが濃縮するという問題点がある。焼却・乾燥型はし尿に熱を加えて水分を蒸発させ有機質も燃焼させわずかな腐植を残すのみとなる。欠点としては使用エネルギーの高さが挙げられる。バイオトイレは従来のトイレの便槽にあたる部分にオガクズを入れ、そこにし尿を直接落とすといったものである。使用後は水を流す代りにスイッチを押して、し尿と一緒にになったオガクズをゆっくりと攪拌させる。この過程でオガクズに住みついている微生物がし尿を分解する。使用済みのオガクズは有機肥料となり農業への利用が考えられる。バイオトイレの特色としては、1) 水を使わない 2) し尿の資源化 3) 災害時でも使用可能といった点が挙げられる。3) こういった特色をみても分かるとおり、バイオトイレは水洗トイレにとってかわる可能性を秘めた、健全な水循環回復のための有力な手段であるといえる。（出所：「健全な水循環回復手段としてのバイオトイレの可能性」（土木学会第56回年次学術講演会（平成13年10月）より引用）

会社名	製品技術概要	製品写真
スターエンジニアリング株式会社	<p>し尿を効率よく分解・減容する優れた性能を持つアシドロ®コンポスト分解方式（特許取得）を採用し、媒体内の分解微生物を培養し、働きを活発にして、屎尿を短時間で分解処理する装置である。</p>	 <p>出典：スターエンジニアリング社 HP</p>
コトヒラ工業株式会社	<p>バイオトイレの微生物を増殖させる母材には、バイオチップ（杉チップ）を使用。コンピュータ管理で微生物の増殖環境を最適化することにより、排泄物の分解処理を効率よく行い、水と炭酸ガスなどに分解させる。</p>	 <p>出典：コトヒラ工業株式会社 HP</p>
大央電設工業株式会社	<p>信州大学農学部と産学の共同研究契約を締結、同時にバイオトイレ研究会を発足した。その結果、油成分の分解ができる好気性のバクテリアを発見し、15年2月に特許出願した。し尿、生ゴミ・廃食油を同時に混ぜて分解することができる。菌床もバクテリアに合わせて、そば殻90%おが粉10%にした。大便に含まれている微生物は、発酵熱とヒーターの熱により多数が死滅してしまう。</p>	 <p>出典：大央電設工業株式会社 HP</p>

次に、一般家庭の生活雑排水処理装置の類似製品を以下に示す。

会社名	製品技術概要	製品写真
フジクリーン工業株式会社	<p>槽内落差 50mm であることから、設置レイアウトの自由度が広がり、放流ポンプ槽なしで施工が可能である。</p> <p>また、接触ろ床方式を採用し、メンテナンス性を向上させている。更に、散気管の洗浄は空気洗浄、圧力水洗浄に加えて市販のパイプクリーナーも使用できる。</p>	 <p>出典：フジクリーン工業株式会社 HP (CE-7 P 型)</p>
株式会社クボタ	<p>嫌気ろ床槽第一室に流量調整機能を持たせ、流入水量の変動を緩和することで、後段の処理機能が安定する。また、担体反応槽では面積の大きい担体を使用し、安定した BOD 除去と十分なアンモニア性窒素の硝化を行う。</p>	 <p>出典：株式会社クボタ HP(KXF 型)</p>

正和電工が提案する、し尿はバイオトイレで処理し、生活雑排水は新浄化システムで処理する「分散型排水処理システム」は、製品自体に高度な技術・ノウハウ等を有している訳ではなく、生活排水からし尿を分離することで、製品として簡易な機能で排水処理することが可能である。オンサイトで処理できるため、下水処理システムのような集合処理をするための管渠整備等が不要になり、施設整備コスト低減につながる。

正和電工のバイオトイレ及び新浄化システムの製品概要は以下の通りである。

(1) バイオトイレ

し尿の成分は約 90%が水分である。バイオトイレはし尿の水分をオガクズに保水させ、加熱し、スクリューで攪拌し、蒸発させる。水分は臭いを発生することなく蒸発する。残った約 10%の固形分を微生物分解する。本バイオトイレは特別な菌の使用はせずし尿に含まれている腸内細菌と自然界に生息している微生物の働きで水と二酸化炭素に分解処理する。

し尿中蒸発も分解もされない無機成分 (Na、リン酸、カリウムなど) が媒体に残る。また、媒体であるオガクズも徐々に分解し、主にCO₂とH₂Oに分解され発熱する。

表 2. 1. 1 SW-43 仕様

項目	内容
前幅	960 mm
奥行	1212 mm
座高さ	557 mm
重さ	225 kg
電源	AC 200V
ヒーター	25W 16 本
モーター	200W
オガクズ量	0.43 m ³
使用目安 (1 日)	約 80~100 回

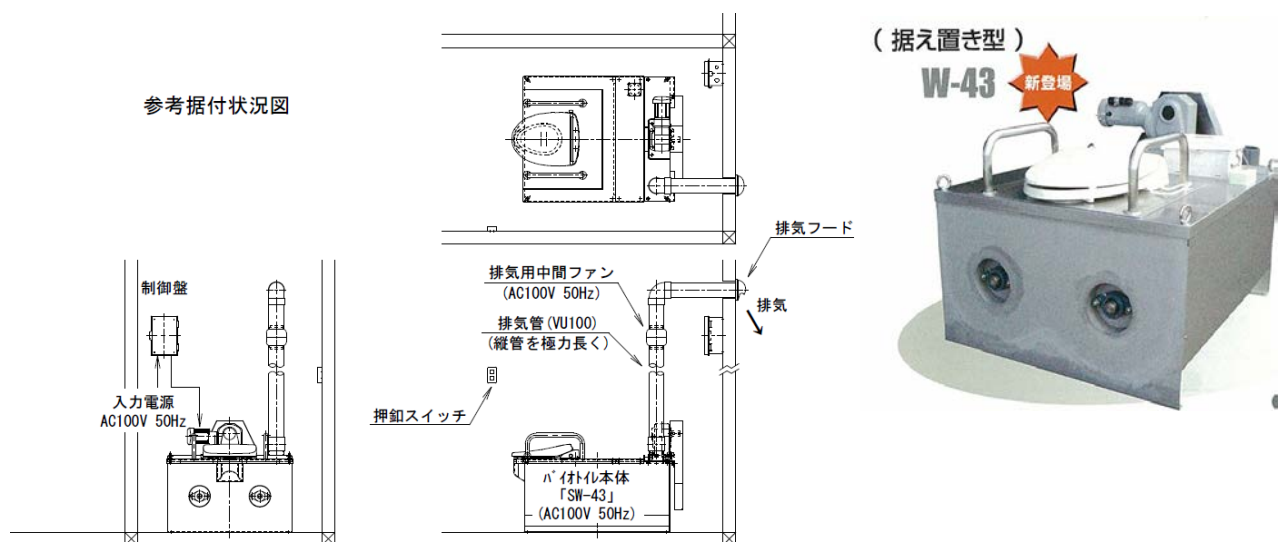


図 2. 1. 1 SW-43 配置図及び写真

出典：正和電工パンフレット

(2) 新浄化システム

新浄化システムはし尿を含まない一般家庭の雑排水処理装置である。本システムは以下2種類の機能の異なる処理槽を用いて排水を浄化する。

- 嫌気槽における沈殿による固液分離

ゴミ・食品残渣捕集

微細残渣の沈澱

- 曝気槽

木炭による吸着

木炭上のバイオフィルムによる微生物分解浄化の特徴は、し尿を含まない生活排水（生活雑排水）を対象にした浄化技術である。原理は、物理的な沈殿による固液分離、木炭による吸着等の物理化学的浄化作用、さらには木炭に付着する生物膜が有機物を分解する生物的浄化作用からなる。

特徴は木炭の接触時間を長くするための上向流型の水路と生物処理を行うために必要な酸素供給をこの水路前面にいきわたるようにした曝気方式にある。これらの作用を総合的に受けることにより、BOD等の有機物汚濁とT-N、T-Pの栄養塩類の浄化が同時に行える。

表 2.1. 2SG-500 仕様

項目	内容
容積	0.5 m ³
濾過装置	3 槽
電源	AC 100V
空気ポンプ	7W 1台
制御板	3W 以下
BOX	室外防雨型
全巾	710 mm
全長	1930 mm
全高	940 mm
処理能力	5～8 人住一般家庭

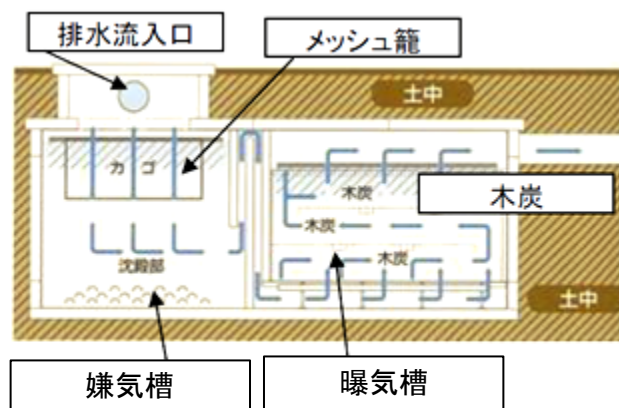


図 2.1. 2SG-500 構造図

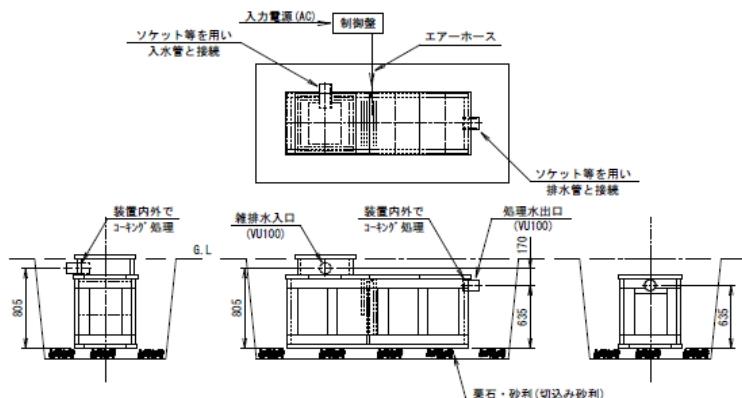


図 2.1. 2SG-500 配置図及び写真

出典：正和電工パンフレット



2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 提案企業の事業展開方針

「バイオトイレが1台設置されると、その分、水がきれいになる」をモットーに販売促進活動を平成7年から現在まで継続している。旭川市は外国人研修生の受入れ及び市内企業の海外展開を積極的に推進している。こうした背景の下、正和電工は北海道が主催する中国やロシアに対する展示会、JICA 研修員の受入れ等に積極的に参画している。更には、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することで、地元製造業各社との連携を深めている。

開発した技術は、特許庁長官奨励賞：文部科学大臣賞：中小企業庁長官賞等多くの賞を受賞している。また旭川市に対して、下水道施設のない富士山や旭山動物園をバイオトイレで支援しトイレ問題を支え続けてきた。

少子高齢化の進行などによって国内市場の縮小が避けられない中、アジアを中心とした新興諸国の旺盛な需要を獲得することは、わが国企業の成長に不可欠となっている。また政府が平成22年に策定した「新成長戦略」では、中小企業は海外事業の拡大が必要として、国の成長戦略実行計画のなかで、中小企業の海外展開を支援する取り組みを強化することが明記された。こうした背景から途上国等（特に地理的に近い東南アジアを当面のターゲットとして）へ日本で開発された技術や製品の普及による海外進出を行うこととした。

2-2-2 これまでの準備状況

年度	アクション
2011	ベトナム国鉄では、鉄道車両トイレからの糞尿の垂れ流しなどが起こっていることから、早期に環境改善が期待出来る省エネ手法として、バイオトイレ導入に向けた意向及び相談が株式会社長大に対してあった。 2011年2月には、株式会社長大とベトナム国鉄及び環境技術研究院との間で、日本の高度なバイオトイレ技術を活用し、ベトナムが抱える課題を共同で解決することに合意し、覚書（MOU）を締結している。
	正和電工株式会社、株式会社長大、明星大及びお茶ノ水女子大学と共にアジア水環境改善モデル事業（環境省）に採択され、FS調査を実施した。
2012	グローバル技術連携支援事業（経産省）に採択され、現地板金工場と協働してバイオトイレ製品の開発及び実証試験の実施を行うと共に、2013年1月より鉄道車両1台にバイオトイレを搭載し、実証試験を実施した。
	ハロン湾管理局（局長等）へのバイオトイレ技術紹介を実施した。（12月）
2013	クアンニン省人民委員会（副委員長等）へのバイオトイレ技術等の紹介を実施した。（2月）
	クアンニン省人民委員会（副委員長等）及びハロン湾管理局（局長等）に対してバイオトイレ及び新浄化システムを活用した分散型排水処理システムの提案、またクアンニン省人民委員会から外務省に対してリクエストの送付があった。（6月）

2-3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献

バイオトイレ及び新浄化システムの品質確保が可能な運用方法及び維持管理体制を構築することで新たな雇用が生まれる。またバイオトイレから発生する使用済み残渣を活用したコンポスト化を進めることで、旧来の化成肥料よりコストを1/3程抑えられ、家計負担を軽減することができる。更に、分散型排水処理システムを導入することで、下水処理システムを導入するよりもインシヤルコスト及びランニングコストを低減させることができ余剰資金を他のインフラ整備に回すこともできる。現在、正和電工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することで、地元製造業各社との連携を深めていることから、事業化時の地域経済への貢献も期待できる。

また、経済産業省北海道経済産業局は（独）日本貿易振興機構北海道と連携し、北海道内の排水処理技術を有する環境関連企業が進出を志向しているベトナム・ハノイに官民交流団を派遣している。旭川市は市内中小企業のものづくりに対して支援を続けてきており、正和電工もこの施策を活用しバイオトイレ及び新浄化システムの研究開発を進めてきたことから、これを海外に発信することは、市内企業の海外展開を促す契機にもなる。更に、正和電工が本社を有する北海道及び旭川市への経済貢献として以下が想定される。

- ・雇用促進による経済効果
- ・技術のフィードバックによる経済効果
- ・国際活動PRによる経済効果
- ・衛生分野関連企業及び貿易分野関連企業との協業による経済効果

旭川市では、日本のODAを活用しつつ、平成22年度から「モンゴル国都市開発実施能力向上プロジェクト」（技術協力プロジェクト）を、平成23年度からは「モンゴル国寒冷地における都市開発技術改善事業」（草の根技術協力事業（地域提案型））を実施し、旭川市が有する寒冷地型技術を生かしつつ、都市開発分野における技術協力事業を進めている。

また、一般社団法人旭川建設業協会においても、建設産業を再び魅力ある産業とするための企画・実践の一環として、新たな市場開拓に向けて、ロシア、モンゴル等海外における土木・建築技術のビジネスマッチングなども積極的に進めている。

自然と都市機能とが共生する素晴らしいまち旭川の強みを磨き、個性ある周辺町や道北各地の自治体とも連携を深めながら、地域の魅力を全国そして世界へとアピールできるよう各種施策を展開していくため、旭川市は、地域の「ものづくり産業」の振興、雇用の創出と安定化、地場産品の国内外への販路拡大支援、地域のイメージアップ、国内外観光客の誘致・受入体制強化等を中心とした事業展開を進め、経済活性化に努めている。

こうした中、ノウハウや技術を有する旭川市と、ものづくり技術から生まれた本製品・技術を有する正和電工が協働して事業展開を行い、旭川市のブランドとして海外へ発信していくことは、旭川市だけでなく、旭川市内企業にとっても新規市場開拓等大きな効果があると共に、その成果を旭川市に還元することにより、持続可能な社会を構築するための市民の意識醸成を図ることも期待できる。

更に、旭川市と旭川商工会議所は、2014年2月19日に実施された現地最終報告会（クアンニン省ハロン市）に参加するなど正和電工の海外展開活動を支援すると共に、旭川市内中小企業のクアンニン省への進出に向けた検討を始めている。正和電工が実施した本調査業務を端緒に、他市内中小企業の積極的な海外展開が期待できると共に、公・民一体となった枠組みができつつある。

また、正和電工及び長大は在ベトナム日本企業への本調査業務に対する関心を高めるため、地元のエconomic紙NNA（ニュースネットアジア）社へ本調査業務の情報提供を行い、広報活動も実施した。（NNAベトナム 2013年10月24日（上）、11月5日（下））

ハロン湾の汚染深刻、長大など排水処理に協力

ODA事業化に向けクアンニン省と協力

世界遺産に登録されている北部クアンニン省ハロン湾の水質汚染が深刻化している。観光船や近隣住民による生活排水が適切に処理されないまま排出されていることが原因で、建設コンサルタントの長大（東京都中央区）とバイオトイレメーカーの正和電工（北海道旭川市）が水質改善に向けた取り組みに乗り出している。両社はクアンニン省の協力を受けて来年2月までの調査を実施しており、政府開発援助（ODA）による事業化を図る。

長大によれば、ハロン湾には約600隻の観光船や水上生活者の居住区が多数あり、生活排水による水質汚濁が進んでいる。またハロン市における下水道処理システムの導入計画は、財源不足により実現のめどが立っていない。さらに各家庭に普及されているセブティックタンク（浄化槽）は排水処理能力やメンテナンスが不十分のため、汚泥がたまっており、機能不全に陥っているという。ハロン湾の透明度は2010年頃の時点で2～3メートルと、大阪湾の一部と同程度という日本の専門家による調査結果もある。

ハロン湾の水質改善を事業につなげるべく、2社は外務省の「政府開発援助（ODA）海外経済協力事業」に申請。案件化調査の対象に採択され、来年2月にかけて事業化調査（FS）などを実施する。長大はODA案件

化や民間事業化に向けた検討を実施する。一方の正和電工は、し尿を処理するバイオトイレと、し尿を除いた生活雑排水を処理する「新浄化システム」の実証試験の実施を担う。2社は省天然資源・環境局と今月2日に調査の共同遂行に関する覚書を締結している。

バイオトイレ導入の取り組み、各地で

長大は、中部のダナン市、フエ市（トゥアティエンフエ省）でもバイオトイレ導入に向けた検討を進めている。また運輸省やベトナム鉄道総社（VR）に対して、統一鉄道車両へのバイオトイレ設置に向けた受注活動も実施している。



バイオトイレと新浄化システムを活用した排水処理のモデル（長大提供）

正和電工、越ハロン湾にバイオトイレ出荷

正和電工（北海道旭川市）が北部クアンニン省の景勝地ハロン湾で水質改善に向けた実証実験に乗り出す。独自開発したバイオトイレと浄化装置の各7台を21日出荷。現地的一般家庭などに設置して有効性などを検証する。得られたデータを活用し、ベトナムでの製造や販売につなげたい考えだ。

世界遺産にも登録されているハロン湾は生活排水などによる水質汚濁が深刻で、水環境の改善が喫緊の課題となっている。正和電工は長大（東京都中央区）とともに提案していた外務省の「政府開発援助（ODA）海外経済協力事業」に採択。バイオトイレと浄化装置を組み合わせた浄化システムを◇船着き場◇一般家庭◇学校——に設置し、来年2月まで水質改善の実証実験をする。地場企業を指導しながら取り付け工事を完了後、12月2日の正式稼働を見込む。期間中は住民説明会を開催し、実験終了後は現地で成果報告会を催す予定だ。

循環型社会の実現へ

トイレのし尿とその他の生活雑排水を分けて浄化すれば、コストを抑えて環境負荷を軽減できる——。正和電工の橋井敏弘社長はバイオトイレと浄化装置を組み

合わせた浄化システムの有効性についてこのように強調する。バイオトイレはおがずに含まれる微生物の力でし尿を分解。水を使わないために水質汚染の心配がいらぬ。また、浄化装置では、台所や風呂、洗濯から出る雑排水を処理。沈殿槽で固形物を取り除いた上で、備長炭や砂利、軽石によりきれいに仕上げる仕組みだ。

橋井社長は「イニシャルコストはあるが、ランニングコストはかからないシステムで、メンテナンスも簡単。おがくずも備長炭もベトナムで調達できるため、循環型社会の育成に貢献できる」と胸を張る。実験結果を踏まえて事業化が可能と判断すれば、現地法人を立ち上げてバイオトイレや浄化装置の生産を始める計画で、地場企業と連携しながら向こう3～5年内に製品の製造、販売、メンテナンス体制を構築したいとしている。

正和電工は1974年設立で、資本金は5,000万円。従業員数は約10人。バイオトイレは日本国内で富士山や旭山動物園などの観光地のほか、公園や河川敷、工事現場、一般家庭などで活用されており、最近では東日本大震災を契機に水を使わないトイレとして注目を浴びた。海外ではロシア・サハリンやバブアニューギニアなどで導入実績があるという。

2-4 想定する事業の仕組み

「非公開部分につき非表示」

「非公開部分につき非表示」

2-5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

2-5-1 事業実施体制

「非公開部分につき非表示」

2-5-2 具体的な普及スケジュール

「非公開部分につき非表示」

2-6 リスクへの対応

今後想定するリスクへの対応方法等は下記の通りである。

分類		リスクの内容	リスクの評価	リスクの処理（案）
リスク 環境衛生的	①	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、媒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ため、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、媒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む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。
リスク 市場的	③	Septic Tank 及び浄化槽の整備・全国的な普及	Septic Tank 及び浄化槽整備が進むことにより、バイオトイレの必要性が減少し、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 Septic Tank 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、分散型排水処理システム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争	現行トイレ製造業者との競争が予想され、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るリスクがある。	競争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。
	⑤	為替・金物価格変動リスク	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。
	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られない場合、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分散型排水処理システム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、レンガ等も検討している。

	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出てくるため、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。
リスク 政治・社会的	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、バイオトイレ等の有用性をアピールし、教育による啓蒙活動等も事業計画へ組み込んでいく。

第3章 製品・技術に関する現地適合性検証活動

3-1 製品・技術の現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の概要

3-1-1 現地適合性検証活動の目的

(1) 分散型排水処理システム試験

ハロン湾周辺地域（ハロン市や Van Don 地区等）の一般家庭の一区画（バイオトイレと新浄化システムを一セットとし4～5世帯導入）及び公共施設（観光地、学校へのバイオトイレ導入）を対象に分散型排水処理システムを導入することで、これまで未処理もしくは不十分な処理を経て水系に放出されていた汚水が河川などの水系に流入しなくなる。このことによる水環境改善効果のインパクトは、もともとの河川および流域の特性によっても異なり一概に評価はしにくい。よって、具体的なデータを用いて水環境改善効果を予測・評価する。

(2) コンポスト試験

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、農業圃場土壌の改良材として使用できるかどうか可能性を検討する。ベトナム農業科学アカデミー(VAAS)に属する農業環境研究所(IAE)において、オガクズ媒体を施用した土壌において野菜を成長させ、施肥効果および土壌改良材としての可能性を検討する。

(3) 衛生環境教育活動

製品・技術を現地に定着させるためには現地住民に対して、製品の使用方法から維持管理まで含めた啓蒙活動が不可欠である。更に実証・パイロット地域の一つである「学校」での継続的な環境教育も実施することで、現地住民の衛生意識の醸成を図る。またコンポストの利活用に関しては、し尿の農業利用に関する考え方など、現地農業関係者、更には医療協会等幅広い関係者への継続的な環境教育を実施することで、製品・技術を活用した循環型社会構築に向けた基礎作りを目的としている。

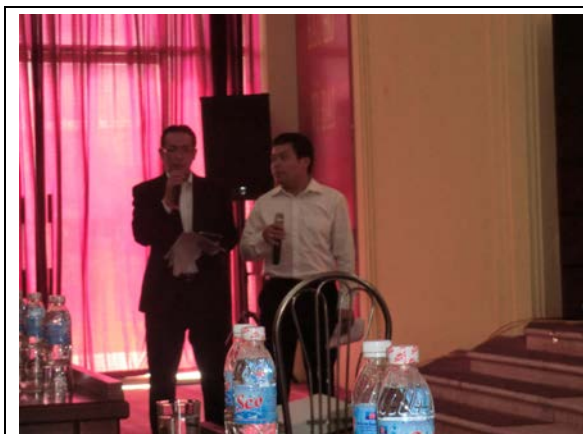
(4) 現地板金工場での基礎的技術指導

バイオトイレ及び新浄化システムの普及展開にあたり、現地製造が不可欠である。従い、現地調達可能な設備・機器・技術を調査すると共に、特にバイオトイレ及び新浄化システム製造には、高度な切削加工技術、溶接技術及び発酵技術等が必要であることから、これら技術の定着に向けた基礎作りを目的としている。

3-1-2 行政職員及び住民への事前説明

クアンニン省全部局の環境担当者を集めて実施された環境管理者セミナーにおいて、本調査業務概要、現地適合性検証活動、バイオトイレ及び新浄化システムを活用した水環境改善に向けた取り組みをプレゼンし、行政職員に対する本調査業務実施の意義を理解させると共に、水環境改善にとり如何に住民の衛生意識改善が必要かを訴えた。

更に、対象サイトであるハロン市及び Van Don 地区において、学校、港湾会社、家庭等戸別訪問し、本調査業務の概要、バイオトイレ及び新浄化システムを用いた適合性検証活動への協力を説明し、賛同を得た複数の場所において、実際にバイオトイレ及び新浄化システムを設置する適合性検証活動の実施を行うこととなった。



環境管理者セミナーでの説明



環境管理者セミナーでの説明



公園の状況調査



学校の状況調査



現地住民への説明



現地住民への説明



現地住民への説明



現地住民への説明



港湾会社への説明



Van Don 地区人民委員会への説明

3-1-3 現地適合性検証のスケジュール

(1) 分散型排水処理システム試験

担当	大項目	項目	詳細	方法	日程	11	12	1	2
IET	水環境調査	川と湖と地下水の採水		2回/月	12/1~2/28				
		採水した試料分析		ベトナム基準で分析 COD、BOD、T-N、TP、	12/1~2/28				
	バイオトイレ	実証試験使用者のし尿分析	実証試験使用者のし尿を採取し分析をおこなう	1回測定 大便に含まれる、TOC、TN、TP、pH	11/25 ~12/10				
				1回測定 尿に含まれる、COD、BOD、T-N、T-L、SS、pH	11/25 ~12/10				
	バイオトイレ媒体採取	ハロン市とVan Don地区に設置したバイオトイレから媒体採取	1回/週、7回	1/18~3/1					
			媒体の分析を行う	含水率、TOC、TN、TP ベトナム基準で行う	1/18~3/1				
	使用状態	媒体採取時に使用状況の記録をおこなう	神に記入した記録をデジタルデータ化する	1/18~3/1					
	媒体総重量測定	媒体の総重量を測定	試験期間中3回提出	1/12, 1/30, 2/12					
	データ提出	明星大学にデータを提出	分析結果、使用状況、写真 1回/週	1/18~3/1					
	新浄化システム	新浄化システム処理前と処理後の採水	新浄化システムへの流入水と排水の採取	1回/週採水	1/18~3/1				
			採取試料分析	採水した試料の分析を行う	ベトナム基準で行う COD、BOD、TN、TP、	1/18~3/1			
			使用状態	明星大学にデータを提出	分析結果、使用状況、写真 1回/週	1/18~3/1			
			データ提出	明星大学にデータを提出	分析結果、使用状況、写真 1回/週	1/18~3/1			
			中間報告	試験結果、図、考察を英語で提出	12/30				
最終報告	試験結果、図、考察を英語で提出	2/7							
明星	試験計画立案	実証試験計画作成、修正	実証試作成と進捗に応じて修正を行う	10/16~3/1					
	試験管理	バイオトイレ	試験進捗管理、結果解析	11/8~3/1					
		新浄化システム	試験進捗管理、結果解析	11/8~3/1					
	打ち合わせ	ベトナムで打ち合わせ	試験計画確認、進捗確認	1/12~3/1					
	簡易測定	新浄化システムの水質調査	pH、COD、油分、ATP	1/1					
	報告書	中間報告提出	長大へ提出	1/12					
	最終報告書提出	長大へ提出	2/20						

(2) コンポスト試験

担当	項目	詳細	方法	日程	11	12	1	2
IAE	育成評価	おが屑堆肥の成分分析	ベトナム基準 TN、TP、TK、TOC、pH、As、Cd、Pb、Hg	11/25~11/30				
		育成土壌化学分析	ベトナム基準、植栽前後 TN、TP、TK、TOC、pH、As、Cd、Pb、Hg	12/1~1/15				
		おが屑堆肥を用いたポットで育成	ベトナム基準	12/1~1/15				
		植栽評価	発芽率、理論収量、統計解析	1/15~2/7				
		土壌中の微生物分析	ベトナム基準、バクテリア、放線菌、カビ類、セルロース菌、大腸菌	12/1~2/7				
		野菜の育成状態	葉数、葉幅、葉長さ、重量	1/15~2/7				
		野菜の質	ベトナム基準 ビタミンC、糖分	1/15~2/7				
	発芽傷害試験	育成試験と同じ植物を用いて発芽傷害試験をおこなう	ベトナム基準	12/1~1/15				
	既存コンポストの混合試験	おが屑媒体と既存コンポストを混合し育成試験を行う	ベトナム基準 ビート、鶏ふん	12/1~2/7				
	報告書	中間報告	試験結果、図、考察を英語で提出	12/30				
	最終報告	試験結果、図、考察を英語で提出	2/10					
明星	試験計画立案	実証試験計画作成、修正	実証試作成と進捗に応じて修正を行う	10/16~3/1				
	試験管理		試験進捗管理、結果解析	11/8~3/1				
	打ち合わせ	ベトナムで打ち合わせ	試験計画確認、進捗確認	1/12~3/1				
	中間報告提出	長大へ提出		1/12				
	最終報告書提出	長大へ提出		2/20				

3-1-4 対象サイトの概要

(1) サイト選定作業

分散型排水処理システムを設置するサイトは以下の条件の下選定した。

- ・ハロン湾周辺地域のうち、比較的集落（一般家庭）が分散している地域
- ・所得水準が250USD～440USDを対象とする
- ・公共施設（学校・観光地等）への導入

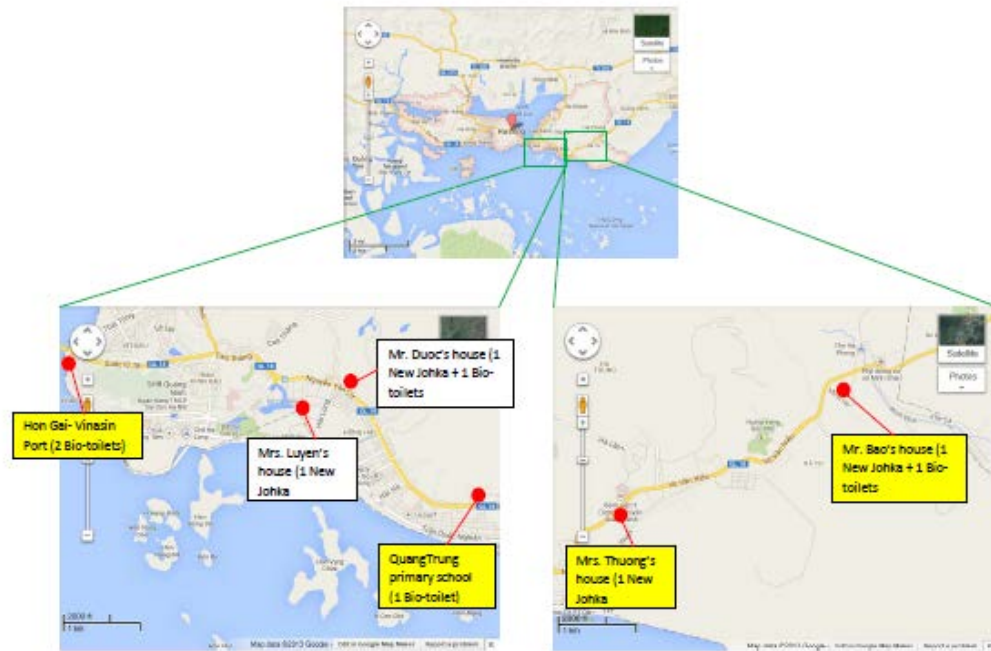
尚、サイト選定にあたっては、現地政府機関（クアンニン省人民委員会及び天然資源環境局等）と事前に十分協議した。

対象サイトとしてハロン市及びVan Don 地区を選定した理由は、①ハロン市及びVan Don 地区共にクアンニン省において開発優先度の高い地域であることがクアンニン省天然資源環境局との協議から明らかになったこと、②世界遺産ハロン湾に面するハロン市において生活排水処理は喫緊の課題であると共に、年々増加する観光客の対応として公衆トイレを更に増やす意向を持っていたこと、③Van Don 地区は、今後の人口増加を踏まえ早期かつ効果的な排水処理システムの整備に関する要望が強くあったことから2つの地域を選定した。

更に、分散型排水処理システム導入家庭の選定に関しては、各コミュニティーの代表を通じて選定したと共に、対象住民に対する住民説明会を実施することで、製品概要・試験手法等に関して十分理解させた。

(2) サイト概要

1) ハロン市



注) ハイライト部分は3-1-6 設置作業の項で施工状況の写真あり

2) Van Don 地区



3-1-5 運搬作業

外務省よりクアンニン省人民委員会宛てに、貨物の緒元、使用の目的、試用期限等の方針が記載されたレターの発出によって、輸送システムの関税免除、迅速な受け取りが可能となった。また輸入通関を担当した株式会社北海道日新及び日新ベトナムの支援により、2013年12月3日に貨物の受け取りを行い、製品設置作業の準備を開始した。



積み込み作業（正和電工：旭川市）



積み込み作業（正和電工：旭川市）



Cai Lan 港（ハロン市）



現況確認（Cai Lan 港）

3-1-6 設置作業

各設置場所の施工状況を以下に示す。

Vinashin Port	
	
施工前状況	基礎施工 (バイオトイレ)
	
基礎施工 (バイオトイレ)	完成(バイオトイレ)
Quang Trung School	
	
バイオトイレ設置場所確認作業	完成(バイオトイレ)

Mr. Bao's house (ハロン市)



設置場所確認作業



基礎施工 (バイオトイレ)



基礎施工 (バイオトイレ)



完成



掘削 (新浄化システム)



基礎施工 (新浄化システム)



基礎施工（新浄化システム）



基礎施工（新浄化システム）

Mrs. Thuong' s house(ハロン市)



新浄化システム設置場所確認作業



掘削（新浄化システム）



基礎施工（新浄化システム）



新浄化システム設置作業

Mr. Nam' s house (Van Don 地区)



基礎施工 (バイオトイレ)



完成

Mr. Thien' s house (Van Don 地区)

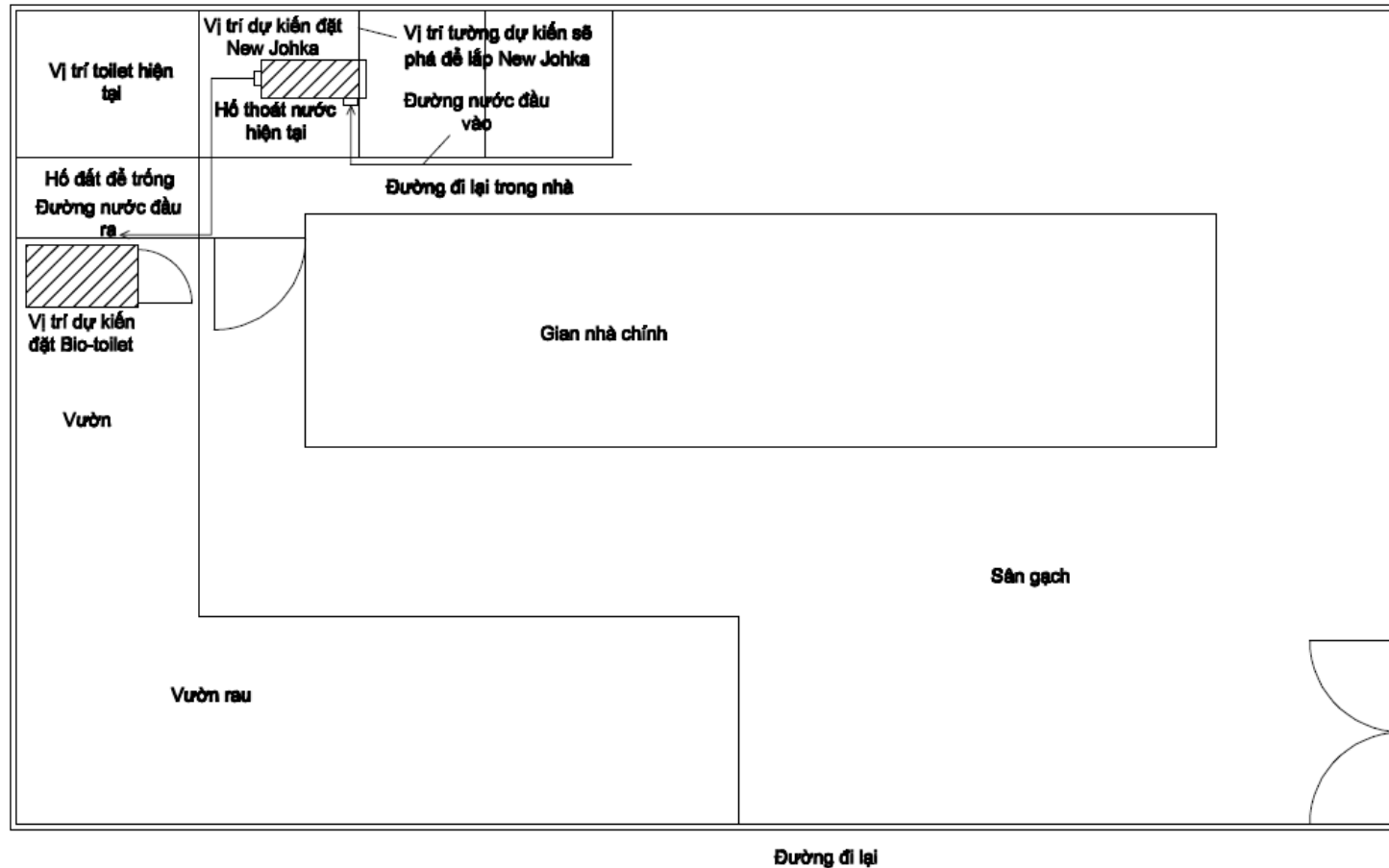


基礎施工 (新浄化システム)



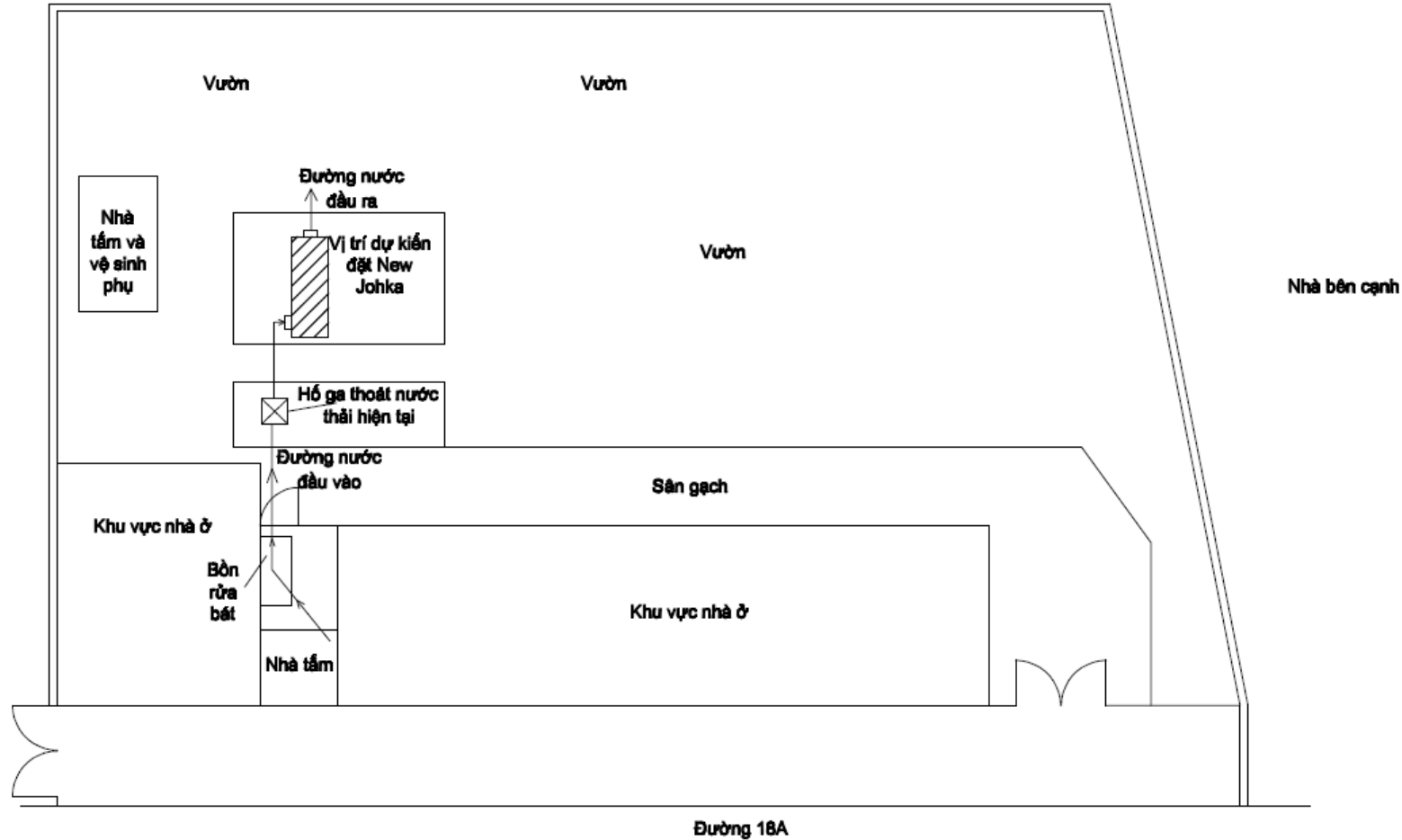
基礎施工 (新浄化システム)

KHẢO SÁT VỊ TRÍ LẮP ĐẶT THIẾT BỊ TẠI HỘ GIA ĐÌNH VĐ01



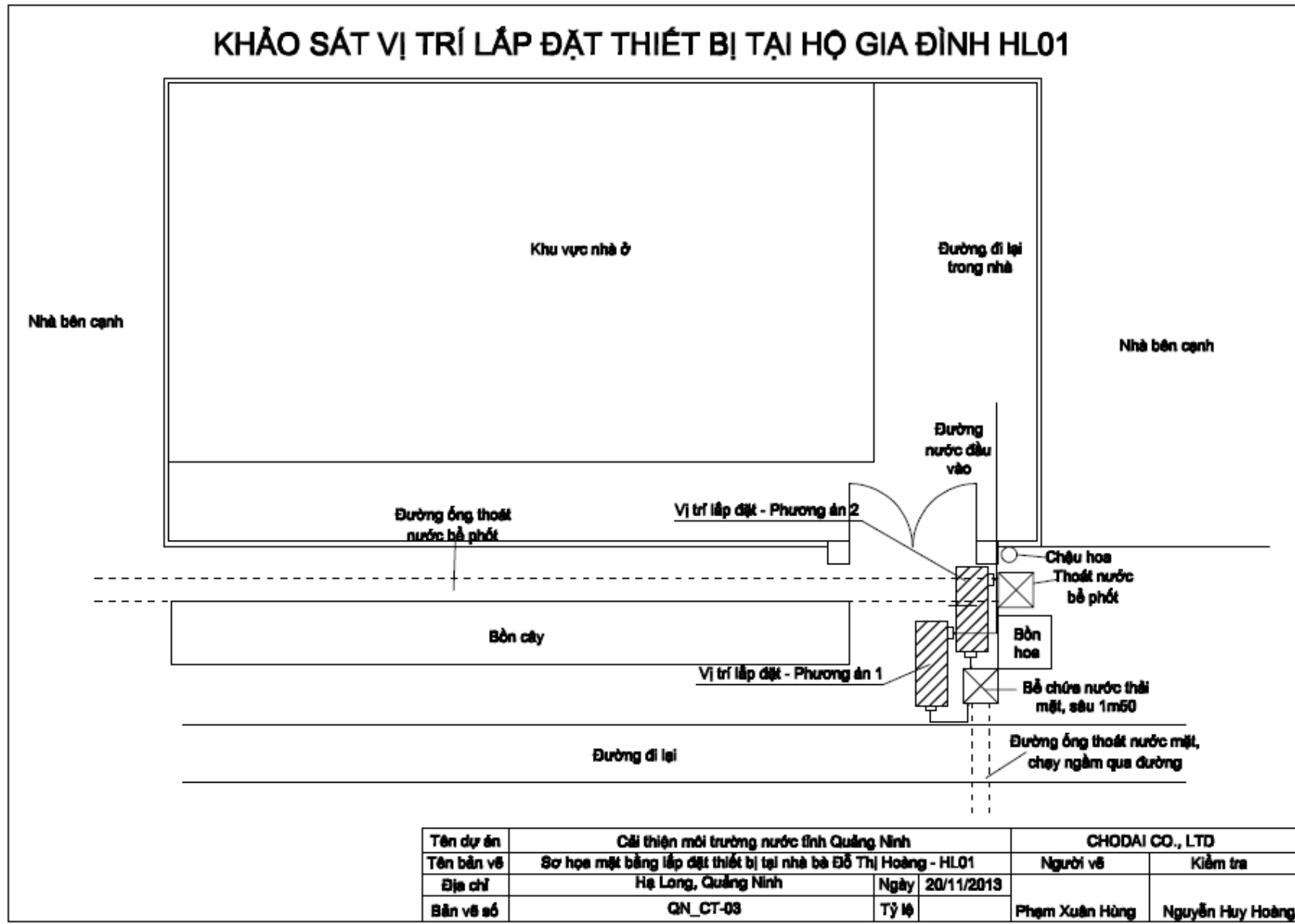
Tên dự án	Cải thiện môi trường nước tỉnh Quảng Ninh		CHODAI CO., LTD	
Tên bản vẽ	Sơ họa mặt bằng lắp đặt thiết bị tại nhà ông Vũ Lâm Thời - VĐ01		Người vẽ	Kiểm tra
Địa chỉ	Đông Xá, Vân Đồn, Quảng Ninh	Ngày	20/11/2013	
Bản vẽ số	QN_CT-08	Tỷ lệ		Phạm Xuân Hùng Nguyễn Huy Hoàng

KHẢO SÁT VỊ TRÍ LẮP ĐẶT THIẾT BỊ TẠI HỘ GIA ĐÌNH HL04



Tên dự án	Cải thiện môi trường nước tỉnh Quảng Ninh		CHODAI CO., LTD	
Tên bản vẽ	Sơ họa mặt bằng lắp đặt thiết bị tại nhà bà Lê Thị Thường - HL04		Người vẽ	Kiểm tra
Địa chỉ	Hạ Long, Quảng Ninh	Ngày	20/11/2013	
Bản vẽ số	QN_CT-08	Tỷ lệ		Phạm Xuân Hùng Nguyễn Huy Hoàng

KHẢO SÁT VỊ TRÍ LẮP ĐẶT THIẾT BỊ TẠI HỘ GIA ĐÌNH HL01



3-2 製品・技術の現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の結果

3-2-1 分散型排水処理システム試験

(1) 前提条件の整理

1) バイオトイレ・新浄化システム設置前の排水と河川の状態の確認

バイオトイレ・新浄化システム設置前のハロン湾の水質状況を確認するために、ハロン市と Van Don 地区の污水分析結果とハロン湾の水質分析の結果の提出をクアンニン省天然資源環境局に依頼した。

① ハロン市と Van Don 地区の水環境

ハロン市と Van Don 地区において水環境の状態を評価するため 17 地点で採水し（表 3.2.1）、それら各地点の污水の分析結果（COD、BOD、SS、pH）概要を以下に示す。

a) COD・BOD

COD と BOD は有機物を起因とする汚濁状態を評価するために重要なパラメーターである。有機物は住居活動及び排水活動での廃棄物から成り立っている。2012 年第 4 四半期後の家庭用水及び農業用水での地表水の BOD と COD の値は BOD が QCVN08:2008 の基準値（COD=50mg/L、BOD=25mg/L）の 1.07～2.01 倍を示した。また、2012 年第 1 及び第 2 四半期には BOD が 2.14～1.41 倍を示した。他（湖、川、運河その他の用途の表面水）の BOD、COD は基準を満たしていた。

b) 全 SS（TSS）

採掘や輸送で大量の石炭が拡散・流出し、粒子状の土壌が大気内に拡散する原因となり、公共水域の排出域の水流を変化させ、水中の SS を増加させる。特に、採掘場からの排水流域である Tan Lam, Lo Phong 地域の住宅街及びおよび海域への排水は深刻であり、TSS 含量は非常に高く、基準値（TSS=100mg/L）の 2 倍である（2012 年第 4 四半期での浚渫の結果より）。

c) pH

ハロン市における石炭採掘は Ha Lam, Ha Khanh, Ha Trung, Ha Tu, Ha Phong で最も行われている。石炭採掘場から出される排水の pH は基準値（pH=5.5～9）より低い。しかし、公共水域は工業生産活動及び住居から多くの排出を受けるために、地表水の pH は高くなる。

住宅排出源および他の工業生産活動もまた地表水排出流域の pH を変える。しかし、pH 値は 5.5～9 の基準内である。乾期の pH は雨期より低い。

Ha Phong 区、Viet Hung 地区のいくつかの湖沼において、水質は工業排水及び生活排水の影響を受けていないことが分かった。（クアンニン省天然自然環境局 2012 年作成レポートより）

表 3.2.1 ハロン市水質調査場所

#	モニタリング場所
NM01	Water in Yen Lap dam, the the Loi Am port path
NM02	Domestic waste water of Dai Yen ward
NM03	Domestic waste water of Tuan Chau travelling area
NM04	Lake receiving water from Bai Chay waste water treatment plant
NM05	Underground sewer crossing road to Hung Thang ward
NM06	Ha Khau waste water and waste treatment plant
NM07	Viet Hung irrigation bridge
NM08	Viet Hung fresh water lake
NM09	Water crossing K67 Bridge - Cao Xanh
NM10	Waste water discharging channel of Cot 3 - Near Judicial Department
NM11	Surface water stream, crossing Ha Phong ward
NM12	Cai Lan industrial zone waste water
NM13	Quang Ninh thermal electric power plant discharging gate
NM14	Waste water from cattle, poultry slaughter centralized zone of Ha Khanh ward
NM15	Waste water from cattle, poultry slaughter centralized zone of Ha Phong ward
NM16	Waste water from Ha Khanh waste water treatment plant
NM17	Yet Keu lake water

② ハロン湾海域の COD、BOD、T-N、T-P、TSS、pH の平均値

ハロン湾管理局にて作成された 2012 年の概要報告書を下にハロン湾の水質調査の結果を示す。ハロン湾管理局は、合計 41 のモニタリングポイントにおいて、ハロン湾の水環境をモニタリングするための行動計画を策定している。尚、モニタリングのパラメーターは以下示す； pH、TSS、大腸菌、 NH_4^+ 、重金属、有害物質 (As、Fe、 S^{2-} 、 CN^- 、フェノール類)。pH、TSS、 NH_4^+ のモニタリング結果は以下の通りである。

a) pH

ハロン湾水の pH 濃度は弱アルカリ性で、7 から 8.2 まで変動する。ハロン湾の pH は海域によって大きな変化はしなかった。

時間の経過とともに、海域の pH は冬から春にかけて徐々に減少し、夏には急激に増加する。雨季には、雨水と河川の影響により、この水域の pH は減少する。一方乾季には、海水そのものが優先的になり、通常 pH は上昇する傾向にある。

b) TSS

ハロン湾海域のTSSは5~73 mg/Lまで変動し、平均値は30 mg/Lである。平均値はどの季節においても大きな違いはなく、雨季には平均TSSは32 mg/Lであり、乾季では28 mg/Lである。ハロン湾海域では、沿岸と沖合において典型的な違いがある。社会経済活動に大きく影響される沿岸域では、TSS濃度は通常高い値を示す。一方、沖合でのTSS濃度は通常、低い値となる。つまり、TSS濃度は沿岸部から沖合に向かって減少することとなる。

c) NH₄⁺

ハロン湾海域の平均アンモニア濃度は、0.15 mg/Lであり、0.02~1.75 mg/L変動する。ハロン湾海域のアンモニア濃度は、季節によって変動する。即ち、アンモニア濃度は雨季に増加し、乾季に減少する。ハロン湾海域では、社会経済活動に大きく影響される沿岸域ではアンモニア濃度は高い値を示し、沖合で低い値となった。(Quảng Ninh省天然自然環境局 2012年作成レポートより)

また、各家庭の水質状況の把握のため、ハロン市とVan Don地区におけるバイオトイレ・新浄化システム設置場所の各家庭の井戸水(6か所)、付近の池水(2か所)を2013年12月19日に採水し分析を行った。採水場所とそれぞれの場所における結果を以下に示す。

表 3.2.2 採水場所

Point
NA1R: Edge of the pond in Dong Thinh Village
NA1G: Center of the pond in Dong Thinh Village
NG1: well of family Mr. Vu Lam Thoi
NG2: well of family Mr. Tu Khai Duong
NG3: well of family Mr. Tu Khai Thien
NG4: well of family Mr. Nguyen Dinh Bao
NG5: well of family Mrs. Le Thi Thuong
NG6: well of family Mr. Luong Y Duoc
H1: The lake of Co Tien 1
H2: The lake of Co Tien 2
H3: The lake of Yet Kieu 1
H4: The lake of Yet Kieu 2
H5: The lake of Khe Ca 1
H6: The lake of Khe Ca 2
S1: Edge of Cua Luc River near Cua Luc Pond
S2: Central of Cua Luc River near Cua Luc Pond
V1: The Coc 5 Bay in Hong Ha Commune

表 3.2.3 井戸と池の水質調査結果

測定日	Point	COD	BOD	TN	TP	SS
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
2013/ 12/19	NA1R: Edge of the pond in Dong Thinh Village	5.40	2.40	6.03	0.04	0.04
	NA1G: Center of the pond in Dong Thinh Village	5.45	2.60	6.76	ND	0.02
	NG1: well of family Mr. Vu Lam Thoi	5.54	2.65	11.17	60.00	0.02
	NG2: well of family Mr. Tu Khai Duong	5.40	2.40	8.80	0.59	0.04
	NG3: well of family Mr. Tu Khai Thien	5.47	2.60	9.00	ND	0.03
	NG4: well of family Mr. Nguyen Dinh Bao	5.64	2.70	1.70	ND	0.06
	NG5: well of family Mrs. Le Thi Thuong	5.36	2.20	15.00	ND	0.04
NG6: well of family Mr. Luong Y Duoc	5.49	2.60	11.40	ND	0.14	
2014/ 01/15	H1: The lake of Co Tien 1	53.76	25.90	4.96	ND	0.29
	H2: The lake of Co Tien 2	42.80	13.80	3.62	ND	0.39
	H3: The lake of Yet Kieu 1	80.64	28.40	14.70	ND	0.30
	H4: The lake of Yet Kieu 2	101.25	37.40	18.52	ND	0.35
	H5: The lake of Khe Ca 1	17.92	9.60	14.49	0.46	0.16
	H6: The lake of Khe Ca 2	34.24	15.70	15.59	0.26	0.15
	S1: Edge of Cua Luc River near Cua Luc Pond	35.42	19.30	0.84	ND	0.28
	S2: Central of Cua Luc River near Cua Luc Pond	44.80	22.50	0.83	ND	0.48
2014/ 01/22	V1: The Coc 5 Bay in Hong Ha Commune	154.00		2.13	ND	0.52
2014/ 02/06	NG1: well of family Mr. Vu Lam Thoi	12.88		9.29	ND	0.48
	NG2: well of family Mr. Tu Khai Duong	16.83		8.32	ND	0.44
	NG5: well of family Mrs. Le Thi Thuong	4.28		15.17	0.28	0.64
	NA1G: Center of the pond in Dong Thinh Village	25.68		1.89	0.17	0.40
	H1: The lake of Co Tien 1	55.64		15.77	0.75	1.04
	H5: The lake of Khe Ca 1	29.96		15.24	0.49	0.16
	S2: Edge of Cua Luc River near Cua Luc Pond	74.21		1.55	0.06	2.16
V1: The Coc 5 Bay in Hong Ha Commune	18.56		1.47	ND	2.76	

表 3.2.4、表 3.2.5 に、地下水と水域のベトナム国における水質基準値を示す。各分析結果は地下

水と表面水のベトナム国における水質基準値と比較すると、試験フィールド地域の地下水の全チッソ (TN) は、高い値を示した。また、全ての湖水と河川水の COD も高い値を示した。しかしながら、ハロン湾の表面水の水質は基準値を下回った。尚、ベトナム国の水質評価項目と測定方法は、表 3.2.6 の通りである。

表 3.2.4 ベトナム国の地下水の水質基準

(QCVN 09:2008/BTNMT ((National technical regulation for underground water)))

項目	単位	QCVN 09-2008/BTNMT
pH	-	5.5 ~8.5
硬度 (CaCO ₃ として)	mg/l	500
全固形分	mg/l	1500
COD (KMnO ₄)	mg/l	4
アンモニア性窒素	mg/l	0, 1
亜硝酸性窒素	mg/l	1, 0
硝酸性窒素	mg/l	15

表 3.2.5 ベトナム国の水域の水質基準

(QCVN 08:2008/BTNMT(National technical regulation For surface water))

項目	単位	QCVN 08-2008/BTNMT
pH		6.5~8.5
浮遊物質 (SS)	mg/l	30
COD (KMnO ₄)	mg/l	15
塩素(Cl)	mg/l	400
アンモニア性窒素	mg/l	0.20
亜硝酸性窒素	mg/l	0.02
亜硝酸性窒素	mg/l	5.0
リン酸塩	mg/l	0.2

表 3.2.6 ベトナム国の水質評価項目と測定方法

項目	単位	測定方法
SS	mg/L	TCVN6625:2000
COD (K ₂ Cr ₂ O ₇)	mg/L	TCVN6491:1999
BOD ₅ (20°C)	mg/L	TCVN6001-1:2008
TN	mg/L	TOC-TN Analyzer
TP	mg/L	TCVN6202:2088

2) し尿の分析

し尿及びバイオトイレタンク内の媒体分析方法を表 3.2.7、3.2.8 に示す。

表 3.2.7 大便及び媒体の分析方法

#	分析項目	ベトナム基準	国際基準
1	含水率	TCVN 4048:2011	TC WI:2003
2	TN	Apparatus TOC-TN- Analyzer Shimadzu 4100	ISO 11261:1995
3	TP	TCVN 8940:2011~TCN	—
	TP	TCVN 6499:1999	ISO 14869-2:1994
4	微生物評価	—	—

表 3.2.8 尿の分析方法概略

ベトナム基準	試験方法
TCVN6492:1999	ガラス電極を用いた pH の測定
TCVN6625:2000	グラスファイバーフィルターによる浮遊物質の測定
TCVN6001-1:2008	20℃で内容し、5 日後の生物化学的酸素要求量の測定
TCVN6491 : 1999	酸化クロムを用いた化学的酸素要求量の測定
TCVN6202:2088	ケルダール法を用いたリン酸の測定

今後バイオトイレの分析手法は表 3.2.7、3.2.8 に準じる。

今回バイオトイレを設置する一般家庭からし尿の提供を受け化学分析を行った。分析結果は以下の通りである。

表 3.2.9 一般家庭から提供を受けたし尿分析結果

	項目	単位	分析方法	結果
大便	pH		EPA9045D	6.81
	含水率	w t %	TCVN4048:2011	75.0
	TOC	wt%	TOC-TN Analyzer	39.0
	TN	wt%	TOC-TN Analyzer	5.40
	TP	wt%	ACVN6499:1999	2.40
尿	pH		TCVN6492:1999	7.01
	COD (K ₂ Cr ₂ O ₇)	mg/L	TCVN6491:1999	22, 20
	BOD ₅ (20℃)	mg/L	TCVN6001-1:2008	11, 62
	TN	mg/L	TOC-TN Analyzer	13, 525
	TP	mg/L	TCVN6202:2088	1, 240
	SS	mg/L	TCVN6625:2000	10

3) 未使用媒体の状態

バイオトイレはオガクズを媒体として用いる。未使用状態のオガクズの分析を行い、使用中及び使用後の媒体との変化を確認する。

表 3.2.10 未使用オガクズ媒体の分析結果

項目	単位	分析方法	結果
密度	k g /L		0.165
pH		EPA9045D	5.26
含水率	w t %	TCVN4048:2011	22.144
TOC	mg/kg	TOC-TN Analyzer	46,511

(2) 分散型排水処理システム導入により想定される二次感染リスク

1) 水系感染症として対象となる微生物の選定

現時点で全世界の DALY（障害調整生存年）を集計すると、下痢症による比率が約 4 割と最も高い（WHO（2008）Safer water, better health による）。下痢症は水系感染症の代表例であることから、世界の下痢症の現状を把握することが水系感染症の割合を把握するのと同義となる。

WHO のホームページ（www.who.int/immunization_monitoring/burden/rotavirus_estimates/en/）によれば、Rotavirus によって、5 歳以下の子供において 2008 年データで 45 万 3 千人が死亡している。この様に子供の致死率が高く重要視しなければならない対象としている。そのため、Rotavirus に関する基礎データが多く存在するということが特徴である。また Rotavirus の用量-反応モデル（摂取量と感染率のモデル）を考えると、他の病原微生物に比べて、同じ用量であっても非常に高い感染率であることがわかる（図 3.2.1）（中川ら（2003）コンポスト型トイレにおける病原微生物の二次感染リスク評価，土木学会論文集，No.748/VII-29，91-98）。

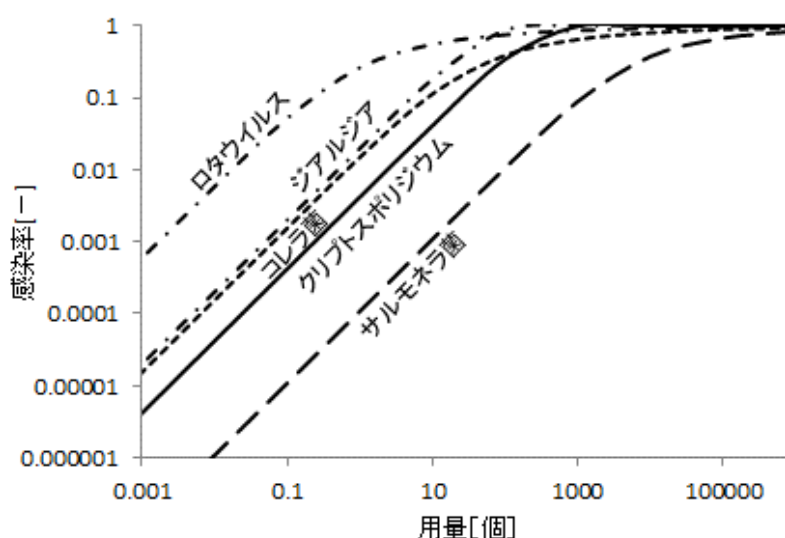


図 3.2.1 各病原微生物の用量と感染確率の関係

また今回考慮するバイオトイレ中における病原微生物の耐性を考えると、病原細菌と比較して病

原ウイルスの耐性が著しく高いと推定されることから (Nakagawa N., Otaki M. Hana Oe and Katsuyoshi Ishizaki, (2006) Application of Microbial Risk Assessment on Residentially Operated Bio-toilet, J. of Water and Health , 4, pp.479-486. 及び中川ら (2003) コンポスト型トイレにおける病原微生物の二次感染リスク評価, 土木学会論文集, No.748/VII-29, 91-98 より)、病原ウイルスのリスクを考えておけば、病原細菌のリスクにも対応できると考えられる。以上のことから本リスク評価において対象とする病原微生物を Rotavirus とした。

2) 地域住民に Rotavirus の罹患者が含まれる確率

ベトナムにおける Rotavirus の罹患者を推定する。既報より 5 歳以下の幼児で 1、639,000 人中 820,000 人が病院に行っている。そのうち 122,000~140,000 の入院があると推定された。このことから 5 歳以下の幼児に関しては 50%の罹患者率と 7.4~8.5%の入院率と推定された。また別の報告 (WHO (2004) Global and national estimates of deaths under age five attributable to rotavirus infection) では罹患者率は 52%~66% (1990~2003) と推定されている (Nakagawa N., Otaki M. Hana Oe and Katsuyoshi Ishizaki, (2006) Application of Microbial Risk Assessment on Residentially Operated Bio-toilet, J. of Water and Health , 4, pp.479-486. より) (死者数は 3,371 名 (2000))。なお成人での罹患者率はこれに比べると非常に低いことが考えられる。

今回想定するバイオトイレ設置地域において、事前に衛生状況について 85 件のアンケート調査を行った。アンケート全体の結果は巻末を参照されたい。この中で過去 1 年間において重度の下痢症を患ったことがあるかを聞いたところ、Rotavirus 由来の下痢症とは断定できないものの、下痢症罹患者率は成人で 4.1%、子供 (16 歳以下) で 9.2%、幼児 (5 歳以下) で 17.6%となっていた。

幼児の発症率は上記の報告にあるような 50~60%という高い確率には届いていないが、罹患していても発症しないケースも考えれば、20%弱という下痢症発症率は、すべてを Rotavirus 由来の下痢症と仮定しても現実的に見て、的外れな仮定ではないことが考えられる。

また成人や子供の発症率は幼児に比べて低いことも確認できた。ここでは安全側の評価を行うために子供と成人の下痢症がすべて Rotavirus 由来であると想定して、それぞれにおける発症率から罹患者率を仮定することとした。幼児、子供、成人の発症率 (17.6, 9.2, 4.1%) から想定して、Rotavirus の罹患者率は、簡単のため 2 倍となるとして、それぞれ 35%、18%、8%とすることとした。

アンケート調査結果から、この地域の人口構成は成人 46%、子供 31%、幼児 23%であった。このことからこの地域全体では年間罹患者率は、約 17.3%の罹患者率となる。なお感染者から Rotavirus の排出は 1 週間 (1/54 年) 続く。従って任意の日に感染者として Rotavirus を排出する確率は、 $17.3\% \times 1/54 = 0.32\%$ となる。

3) 住宅からの Rotavirus の排出量(環境負荷)の推定

Rotavirusをはじめとする病原微生物は、人の糞便によって排泄される。罹患者の糞便に含まれる Rotavirus の濃度は 10^{10} 個/g であるとされている。一般に糞便の排出量は 150g/日であるので、罹患者からは一日あたり、 1.5×10^{12} 個が排出される。前述のとおりある人がある日に罹患者となっている確率は 0.32%である。

対象地域は Ha long city および Van don district である。この地域の人口はそれぞれ 215, 795 人および 39, 384 人であった (H25 年 12 月現在)。また、それぞれの面積は 129. 9 km² および 551. 3 km² である。この数値から、両地域の人口密度を計算した。

人口 1000 人あたりで考えると、ある日の罹患者数は平均 3. 2 人である。この確率と排出数から確率的にある日の Rotavirus の排泄量が推定される。

ある日に罹患者が x 名発生する確率は平均 3. 2 人のポアソン分布にて次式(1)で表される。

$$P = \exp(-3.2) \frac{3.2^x}{x!} \quad \dots\dots (1)$$

この関数を用いて、乱数を使ってモンテカルロシミュレーションを行い、1000 人あたりのある日の罹患者数が推定される。

図 3. 2. 2 は 10000 回試行のモンテカルロシミュレーションを行い、1000 人あたりのある日の罹患者数を推定したものである。これを見ると、6 人以下となる確率が 95% となることがわかる。つまり任意の日に、95% の確率で罹患者数は 6 人以下を見込む必要があることになる。

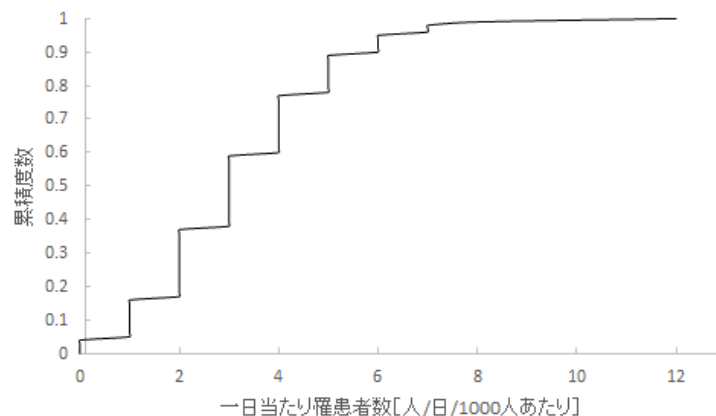


図 3. 2. 2 任意の日の 1000 人あたり罹患者数推定値

④ バイオトイレを設置しない場合

この地域のトイレはアンケート調査結果よりフラッシュ型の水洗トイレが 85 件中 72 件の 84. 7%、手桶にて流すタイプの水洗トイレが 10 件の 11. 7%、穴あけ型のトイレが 3 件の 3. 5%となっている。罹患者から排出する Rotavirus は、水洗型の場合、各家における Septic tank に流入し、その後、地下浸透を経て地下水に混入する。また海水中に混入する合も考えられる。

ベトナムにおける Septic tank は 2~4 m³ ほどの容積である。従って滞留時間が短く、病原微生物を効果的に減少させるのは難しいとされ、特にウイルスの減少率は最大で 50% 程度であろうとされている。そこで今回の算定では Septic tank の容積を 3 m³ とし、処理を経て流出するウイルスは減少率 50% となると仮定した。

罹患者が排出する Rotavirus は一日あたり 2.5×10^5 個/mL で土壤に排出されていることになる。

② バイオトイレを設置する場合

バイオトイレを設置する場合、糞便中の Rotavirus はバイオトイレ媒体に混入することになるが、そこに一定期間滞留することになる。滞留した Rotavirus は媒体ともにバイオトイレから取り出され、農業肥料として使用されるか、廃棄処分されることになる。従って、各家からの Rotavirus の水域への直接的な排出（環境負荷）はない。

ただしバイオトイレから取り出される媒体は肥料として使われる場合は、土壌に戻されることになり、Rotavirus が媒体中に残存している場合、そこから地下浸透を経て地下水に混入し、また海水中に混入する可能性が残される。

そこでバイオトイレから取り出される媒体中の残存ウイルス数を推定する。

バイオトイレの媒体容量は 250 L で媒体の密度は 0.27 kg/L である。従って、媒体の量は 67.5 kg と仮定できる。バイオトイレに罹患者から Rotavirus が投入され、媒体と混合することで濃度は 2.2×10^8 個/g となる。次にバイオトイレ中の保持時間を仮定する。媒体は通常 2 年に一回の交換を行うとする（交換頻度 0.5 回/年）。最大で 730 日の保持時間となるので、今回はこの保持時間がランダムに決まるとして、シミュレーションを行った。その保持時間からウイルスの不活化率（残存率）が計算される。Rotavirus は DNA を遺伝子としてもつ、DNA ウイルスである。そこで同じ DNA ウイルスであるファージ T4 ファージの挙動を参照する。Nakagawa et al. (2006) には、各含水率や各温度条件下における T4 ファージの不活化速度定数の算定式が記されているので、これを参照した。またこの不活化速度はウイルス類の実測データのうち、小さい方の速度であるので安全側の評価になる。

バイオトイレ媒体中の温度・含水率を設定する。高温、低含水率ほど微生物の不活化には有効である。従って現実的な設定値の範囲内にて衛生学的に最良の条件と最悪の条件の 2 条件を設定した。最悪の条件としては温度 40°C、含水率 70%（悪条件）とした。最良の条件としては温度 50°C、含水率 40%（好条件）とした。

それぞれ 10000 回試行のモンテカルロシミュレーションを行った結果を図 3.2.3、3.2.4 に示す。

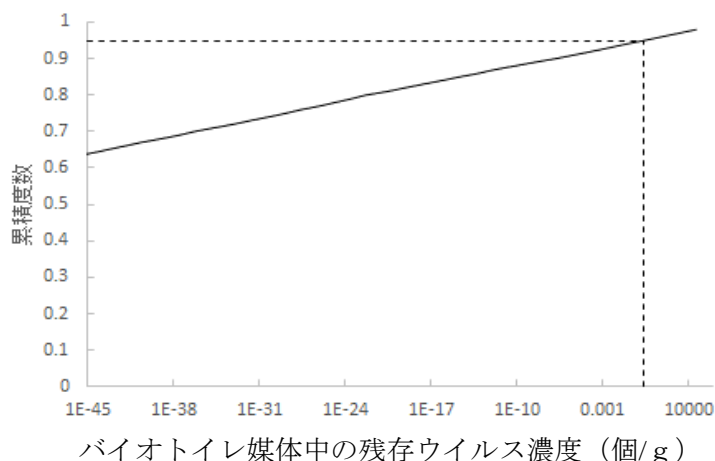


図 3.2.3 バイオトイレ媒体中に残存するウイルス濃度のモンテカルロシミュレーション（10000 回試行）による推定値（悪条件運転ケース）

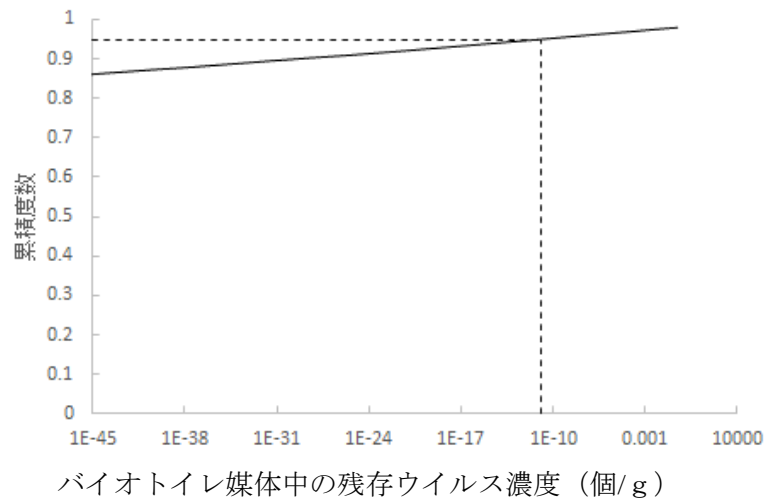


図 3.2.4 バイオトイレ媒体中に残存するウイルス濃度のモンテカルロシミュレーション（10000 回試行）による推定値（好条件運転ケース）

悪条件においては、シミュレーションの結果、約 2 個/g の残存ウイルス濃度以下となる確率が 95%となることがわかった。つまりバイオトイレ媒体中の残存 Rotavirus 濃度は 95%の確率で約 2 個/g を見込む必要があるといえる。特に濃度が高い場合は、罹患者からの Rotavirus の排出を受けてから媒体交換時までの保持期間が短い時である。

同様に、好条件においてシミュレーションした結果、約 10^{-11} 個/gの残存ウイルス濃度以下となる確率が 95%となることがわかった。つまりバイオトイレ媒体中の残存 Rotavirus 濃度はバイオトイレを好条件で運転すると、媒体保持時間に関わらず著しく残存数が減少することがわかる。

4) 人への Rotavirus の感染ルートの推定（暴露評価）と感染確率の算定

1) 地下水の飲用による感染ルート

今回のケースではバイオトイレを設置する場合、していない場合の両方において、Rotavirus の排出量を基に、地下水汚染から地下水飲料者に摂取されるルートが仮定される。土壌から地下水を汚染するルートにおける Rotavirus の挙動についてシミュレートする。以下の Process および諸元を仮定した。

a) 病原微生物濃度初期値： 上記 3 にて Septic tank 排水およびバイオトイレ媒体に含まれる微生物量を用いる

b) 飽和層での土壌への吸着 中川ら (2003) を参考に、式 (2) にて計算する。なお現地では浅井戸が中心である。従って土壌表面から地下水層までの土壌層厚さは 8~10 m であると考えられる。従って、不飽和層厚さを 10 m として計算する。

$$\text{土壌通過後濃度/通過前濃度} = 10^{-\text{不活化定数}(1/m) \times \text{不飽和層厚}(m)} = 10^{-0.023 \times 10} \quad \dots\dots (2)$$

c) 地下水流入時の希釈： 中川ら (2003) を参考に、式 (3) にて計算する。

$$\text{希釈後濃度/希釈前濃度} = 1/\text{希釈定数} \quad \dots\dots (3)$$

モンテカルロシミュレーションでは、希釈定数は最小値 1、モード 10、最大値 20 の三角分布に従うとした（中川ら（2003）コンポスト型トイレにおける病原微生物の二次感染リスク評価，土木学会論文集，No. 748/VII-29，91-98 より）。

d) 地下水中での不活化： 中川ら(2003)を参考に、飽和地下水中で病原微生物は一次反応的に不活化すると考え、次式(4)で表されるとして不活化後の濃度を計算した。

$$\text{土壌通過後濃度/通過前濃度} = 10^{-\text{不活化定数(1/日)} \times \text{経過時間(日)}} \quad \dots\dots (4)$$

モンテカルロシミュレーションでは、不活化速度定数を平均値 $-2.07 (= \ln(2.13))$ 、標準偏差 $0.754 (= \ln(0.13))$ の対数正規分布に従うとした。

経過時間については、地下流速を 0.3 (m/day) 、井戸までの地下水の距離を $L \text{ (m)}$ として経過時間 $=L/0.3 \text{ (日)}$ とした。水平距離 L はウイルスの排出場所（ウイルスを含んだ土壌の位置）と井戸との水平距離を示す。この距離については、まず対象地域の排出場所を任意に設定する。この件数は罹患患者数にて決定することとした。次に地下水を飲用としている家庭をその地域の中心にあると仮定する。その2地点間の距離の内、最も小さい距離を選ぶことにした。なお今回の対象地域においてはアンケート調査結果から、地下水を飲料用としている割合は85件中5件の5.9%であった。

以上の条件にて推定した Rotavirus 濃度を含む地下水を、2 L 飲用すると仮定する。この 2 L は一般的なリスク評価において一日あたりの飲用水量として使われる値である。

人口密度から各対象地域において 1000 人あたりの面積を算出した。Ha long city、Van don district は、それぞれ $0.60 \text{ km}^2 (= 0.49 \text{ km} \times 1.22 \text{ km})$ および $14.03 \text{ km}^2 (= 2.37 \text{ km} \times 5.92 \text{ km})$ であった。この面積を用いて、各対象地域における排出場所を任意に設定し、任意の水平距離 L をランダムに決定するようにした。

2) 媒体交換時における感染ルート

バイオトイレを設置する場合、バイオトイレから媒体を取り出す際に、媒体中に残存している Rotavirus に感染するルートが想定される。即ち媒体交換作業者が媒体交換時に、身体に付着する媒体量が推定される。付着量の算定は Nakagawa et al. (2006) を参照した。その内、最大で 1% が体内に入る可能性があると考え曝露評価に用いた。

5) 感染リスクの推定（リスク算定）

Rotavirus は腸管系ウイルスのうち 2 本鎖 RNA を持つものであり、 $\phi 70 \sim 80 \text{ nm}$ の球形ウイルスである。主な症状は胃腸炎、小児下痢である。特に小児は重篤な下痢を起しやすく、世界で毎年約 70 万人程度の死亡者がいると推測されている。Rotavirus の用量-感染モデルとしては次式(5)のようなベータ-ポアソン関数が用いられる (Haas, C.N. et al. (1999) Quantitative Microbial Risk Assessment, John Wiley&Sons, Inc. . より)。

$$P(d) = 1 - \left(1 + \frac{d}{\beta}\right)^{-\alpha} \quad \dots\dots (5)$$

α, β : 定数 d : 用量

この式は感染量中央値 N_{50} を用いて、式(6)の形で表されることもある。

$$P(d) = 1 - \left(1 + \frac{d}{N_{50}}(2^{1/\alpha} - 1)\right)^{-\alpha} \quad \dots\dots (6)$$

Rotavirusの場合、 $\alpha = 0.265$ 、 $N_{50} = 5.597$ となることが報告されている (Haas, C.N. et al. (1999) Quantitative Microbial Risk Assessment, John Wiley&Sons, Inc. .より)。

上述4までの推定にて得られた摂取量を基に感染確率を推定した。年間確率はこの値を基に次式(7)にて算定することができる。

$$\text{年間確率} = 1 - (1 - \text{一日確率})^{365} \quad \dots\dots (7)$$

① バイオトイレを設置していない (Septic tank) の場合 (地下水飲料によるリスク)

i) Ha long city の結果

モンテカルロシミュレーションを試行回数 10000 回にて実施した結果を図 3.2.5 に示す。

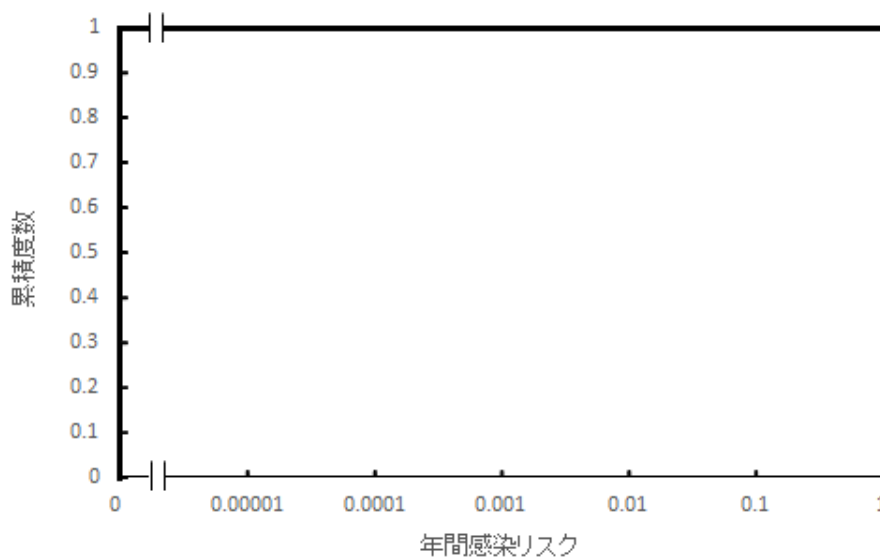


図 3.2.5 の場合におけるモンテカルロシミュレーション (試行回数 10000 回) による年間感染リスク推定 (Ha long city)

米国EPAによると、年間感染リスクとして 10^{-4} が許容リスクである。

図 3.2.5 に示される算定結果では、10000 回全てにおいてリスクは 0 となった。以上の結果より、このケースでは Rotavirus による感染リスクを考慮する必要はないと考えられた。

ii) Van don district の結果

モンテカルロシミュレーションを試行回数 10000 回にて実施した結果、Ha long city の結果と同様に 10000 回全てにおいてリスクは 0 となった。以上の結果より、このケースでは Rotavirus による感染リスクを考慮する必要はないと考えられた。

② バイオトイレ(悪条件運転)を設置した場合 (地下水飲料によるリスク)

i) Ha long city の結果

モンテカルロシミュレーションを試行回数 10000 回にて実施した結果、ほぼ 9990 回において 0 リスクであり、残りの 10 回 (発生確率 0.1%) においても 10^{-4} を上回ることにはほぼ無かった。従って、このケースでは Rotavirus による感染リスクを考慮する必要はないと考えられた。

またバイオトイレを好条件運転した場合は、この条件よりもバイオトイレ媒体に残存する Rotavirus の量は少なくなるため、リスクは小さくなる。従って、好条件運転の場合はシミュレーションを実行するまでもなく、感染リスクを考慮する必要はないと結論できる。

ii) Van don district の結果

モンテカルロシミュレーションを試行回数 10000 回にて実施した結果、ほぼ全部において 0 リスクであった。従って、このケースでは Rotavirus による感染リスクを考慮する必要はないと考えられた。

またバイオトイレを好条件運転した場合は、この条件よりもバイオトイレ媒体に残存する Rotavirus の量は少なくなるため、リスクは小さくなる。従って、好条件運転の場合はシミュレーションを実行するまでもなく、感染リスクを考慮する必要はないと結論できる。

③ バイオトイレを設置した場合 (媒体交換時のリスク)

悪条件にて、モンテカルロシミュレーションを試行回数 10000 回にて実施した結果を図 3.2.6 に示す。

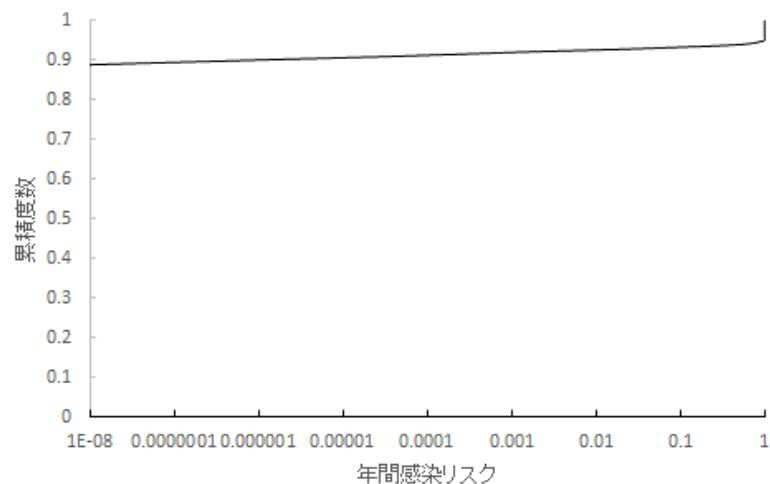


図 3.2.6 バイオトイレの媒体交換時におけるモンテカルロシミュレーション (試行回数 10000 回) による年間感染リスク推定 (悪条件運転ケース)

モンテカルロシミュレーションの結果、 10^{-4} という許容リスクを上回る確率は8.5%（10000回中150回）となった。また目安となる累積度数0.95（95%値）は0.99というリスクであった。このリスクはかなり高いものといえる。

特にリスクが高くなったケースを見ると、罹患者がバイオトイレを使ってから、媒体交換時までの期間が60日以下となっている場合である。従って低温、高含水率で運転した場合には、罹患者が使用してから60日間は、保存期間を保ってから、媒体交換をするようにすべきであると考察される。

一方、好条件にて運転した場合のモンテカルロシミュレーションを試行回数10000回にて実施した結果を図3.2.7に示す。

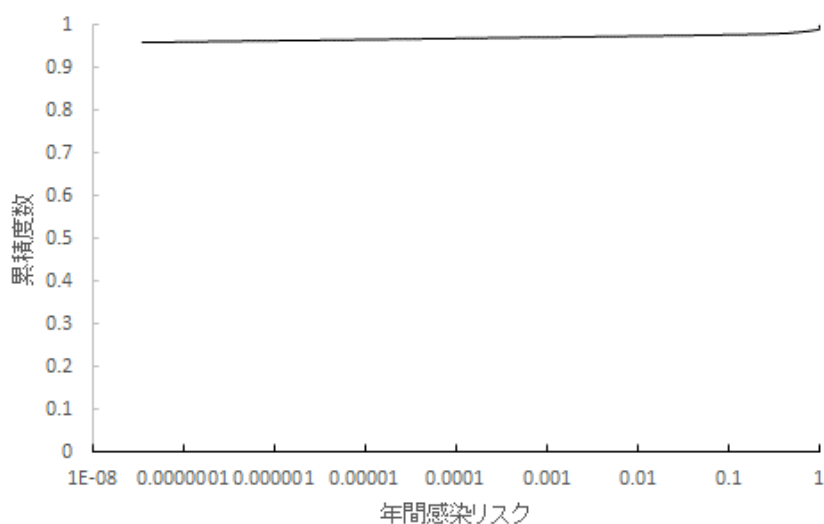


図3.2.7 バイオトイレの媒体交換時におけるモンテカルロシミュレーション（試行回数10000回）による年間感染リスク推定（好条件運転ケース）

モンテカルロシミュレーションの結果、 10^{-4} という許容リスクを上回る確率は3%（10000回中300回）となった。また目安となる累積度数0.95（95%値）は 1.8×10^{-11} という非常に小さいリスクであった。従って高温、低含水率で運転した場合は、保持期間に関わらず、媒体交換時の感染リスクは十分許容リスクより低いということがわかる。ただし許容リスクを超えるようなケースを見ると、罹患者が排出してからの保持期間が20日以下となっている場合であった。従って罹患者が使用してからは媒体交換時まで20日ほど保持していることが、衛生管理として万全な方法であると考えられる。

6) まとめ

今回の感染リスク評価においては、ロタウイルスの挙動が、衛生評価においては安全側となる T4 フェージの実験結果を参照することにして行った。

いずれもケースにおいてもモンテカルロシミュレーションを試行回数 10000 回にて行い、95% 確率値を目安にリスク評価の判定を行った。

その結果、Septic tank の場合もバイオトイレを設置した場合でも、地下水に Rotavirus が混入し、その地下水を飲むことによる感染確率は、十分許容レベル以下であることがわかった。

バイオトイレを設置した場合、媒体交換時に交換者に対する感染リスクが考えられるが、バイオトイレの運転条件によって、大きく左右されることがわかった。

低温、高含水率 (40℃、70%) においては、シミュレーションから許容リスクレベルを超えた感染リスクとなることが考えられた。特にリスクが高くなる場合を見ると、罹患者が使用してから媒体交換時までの期間が 60 日以下の場合となっていた場合であったことから、罹患者が使用したケースでは少なくとも 60 日間は媒体交換を避けるようにする必要があると考えられた。

高温、低含水率 (50℃、50%) においては、シミュレーションから十分許容リスク以下となることがわかった。ただ稀なケースではあるが、罹患者が使用したケースでは、20 日間、媒体交換を避けるようにすれば、万全な管理といえると考えられた。

(3) 現地適合性検証活動の結果 (バイオトイレ)

1) 評価方法と評価項目

媒体採取は週 1 回すべてのバイオトイレで行う。媒体の採取方法は、5 回攪拌し、十分にバイオトイレタンク内の媒体を混合した後、バイオトイレタンク内 3 か所から採取した媒体を試料とした。(n=1) 更に、各家庭の使用者に使用状況を記録シートに記録させ、週 1 回記録シートを回収した。この時、バイオトイレの装置の状態¹⁰についても確認し記録した。尚、記録シートを表 3.2.11 に示す。

表 3.2.11 記録シート

Date	Male		Female		Toilet paper roll	odor
	number of urine	number of feces	number of urine	number of feces	number of pieces	whether Something smells
25-Dec	+++	—	+			smell
15-Jan						
16-Jan						

¹⁰ 月 1 回媒体の重量を算出し、使用時間に対する媒体の重量変化を確認する。攪拌スイッチを押して媒体を混合し、シャベル等で媒体を平らに均す。タンク天版からの距離を測定し、媒体の体積を算出する。サンプル管を使用し媒体の形を保ったまま 100ml 採取する。質量を測定し密度を算出する。媒体体積と密度からタンク内の媒体の重量を算出する。

評価項目としては、含水率、TOC、TN、TP、pH、病原微生物（平板法）、(n=3)とし、ベトナム国標準の分析方法で行う。更に電力使用量からエネルギー効率を確認する。

2) 結果

表 3.2.12 バイトイレ測定結果

測定日	場所	PV	尿の 個数	大便 の 個数	トイレ ペーパー の 個数	使用 電力	含水 率	TOC	TN	TP	pH	Total of microo rganis m
		°C				kwh	wt%	wt%	wt%	wt%		CFU/g
2014/ 01/22	4	35.00	28	28		0.90	45.00	58.80	0.30	<0.01	9.09	3.4*10 ⁷
	5	33.70		48		1.00	37.28	53.62	0.30	<0.01	6.72	2.8*10 ⁷
	6	24.20	71	73	116	0.90	30.56	57.89	0.40	<0.01	7.59	2.0*10 ⁸
	7	24.70	3	14			28.36	58.61	0.20	<0.01	7.07	3.7*10 ⁸
2014/ 02/12	3	12.30				2.10	29.35	60.84			6.30	
	4	18.50	10	10		1.90	40.44	55.80			9.30	
	5	20.20		14		1.74	16.19	53.42			8.75	
	6	14.40	27	27	54	1.60	30.38	54.07			7.28	
	7	13.90				1.20	34.87	55.95			8.76	

Note 1: Biotoilet Vinashin Harbour N01 :02/20 から使用を開始
 2: Biotoilet Vinashin Harbour N02 :02/20 から使用を開始
 3: Biotoilet Quang Trung School
 4: Biotoilet Mr. Luong Y Duoc family
 5: Biotoilet Mr. Nguyen Dinh Bao family
 6: Biotoilet Mr. Vu Lam Thoi family
 7: Biotoilet Mr. Tu Khai Nam family

バイオトイレを設置した家庭へのインタビュー調査では、バイオトイレから臭いが発生することもなく安定して稼働しており好評であった。しかしながら、使用開始して間もないことから、今後のモニタリングや環境に与える影響、経済的な観点や装置の寿命等に関する分析を継続して行う。

(4) 現地適合性検証活動の結果（新浄化システム）

1) 評価方法と評価項目

新浄化システムを設置した各家庭に記録シートを配布し、調理時の油の使用の有無、洗剤の使用の有無については毎日、また電気消費量、使用状況等については週1回記録させた。また、週1回全ての新浄化システムを対象に1日2回(朝と夕)流入水と処理水を採水し水質分析を行った。更に、ハロン市とVan Don地区に設置されている新浄化システムそれぞれ1台については、24時間モニタリングを実施し、流入水と処理水の1時間毎の排水量測定と水質分析を行うと共に、ポリタンクを用いて採水、単位時間の流量 (m³/h) の測定を行った。

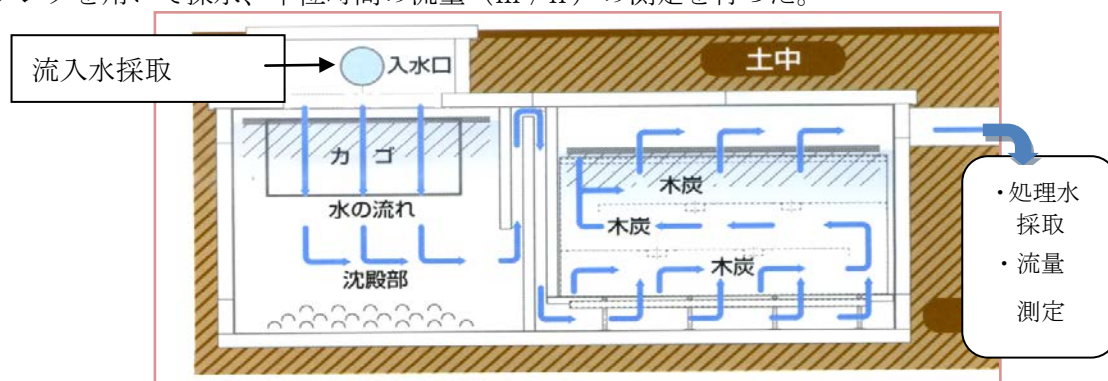


図 3.2.8 新浄化システムの採水場所

表 3.2.13 記録シート（新浄化システム）/Daily 版

For Local residents	Date	Meal						Laundry	bath	Condition of basket Taking out the waste (O) You do not remove the waste (x)
		Breakfast		Lunch		Dinner				
		what kind of dish	without oil or not	what kind of dish	without oil or not	what kind of dish	without oil or not	with or not	only water or not	
	25-Dec	Noodles	with	Stir-fried vegetables	with	Fried chicken	without	with	only water	O
	15-Jan									
	16-Jan									
	17-Jan									

表 3.2.14 記録シート（新浄化システム）/Weekly 版

Date	Condition of drainage	Power consumption	Water leak	Condition of Pump		Ambient temp	odor
	Drainage is flowing: (O)	kwh	Point	running (O) or	Foam is out (O) Foam is not out	°C	
example	O	5kwh		x	O	25°C	x
The week of 12th Jan							
The week of 19th Jan							

評価項目は、COD、BOD、T-N、TP、SS、pH である。

2) 結果

2014年1月22日～2月12日の新浄化システムの測定結果を示す。

表 3. 2. 15 新浄化システム測定結果

測定日		point	Electric energy	COD	BOD	TN	TP	pH	ss
			kwh	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L
1/22/2014	NV1: 流入水	Mr. Vu Lam Thoi family	—	281.60	63.20	13.88	1.02	—	0.43
	NV2: 流入水	Mr. Tu Khai Duong family	—	255.20	57.10	7.24	0.48	—	0.22
	NV3: 流入水	Mr. Tu Khai Thien family	—	308.00	64.30	4.56	0.30	—	0.18
	NV4: 流入水	Mr. Nguyen Dinh Bao family	—	268.00	—	8.32	0.01	—	0.20
	NV5: 流入水	Mrs. Le Thi Thuong family	—	660.00	—	42.44	0.37	—	0.78
	NV1: 処理水	Mr. Vu Lam Thoi family	—	167.20	—	14.06	2.52	—	0.14
	NV2: 処理水	Mr. Tu Khai Duong family	—	186.40	—	13.32	2.17	—	0.12
	NV3: 処理水	Mr. Tu Khai Thien family	—	132.00	—	5.68	1.79	—	0.14
	NV4: 処理水	Mr. Nguyen Dinh Bao family	—	88.00	—	7.93		—	0.16
	NV5: 処理水	Mrs. Le Thi Thuong family	—	258.80	—	10.73	3.30	—	0.26
2/6/2014	NV6: 流入水	Mr. Luong Y Duoc family	—	54.24	—	3.64	ND	7.42	0.40
	NV7: 流入水	Ms. Nguyen Thi Luyen family	—	107.25	—	7.79	2.65	5.71	0.56
	NV1: 処理水	Mr. Vu Lam Thoi family	1.00	125.17	43.20	19.40	1.48	7.13	0.36
	NV2: 処理水	Mr. Tu Khai Duong family	1.00	183.96	45.50	10.84	2.46	6.62	0.56
	NV3: 処理水	Mr. Tu Khai Thien family	2.00	234.14	37.60	16.54	1.24	6.71	0.64
	NV6: 処理水	Mr. Luong Y Duoc family	0.00	265.36	—	10.13	1.09	7.30	0.72
	NV7: 処理水	Ms. Nguyen Thi Luyen family	owner absent	312.28	—	14.03	4.34	6.14	0.52
2/12/2014	NV1: 流入水	Mr. Vu Lam Thoi family	—	219.73	—	37.56	2.32	6.88	0.40
	NV2: 流入水	Mr. Tu Khai Duong family	—	197.98	—	20.50	2.28	7.05	0.39
	NV3: 流入水	Mr. Tu Khai Thien family	—	292.67	—	4.25	1.04	6.40	0.17
	NV4: 流入水	Mr. Nguyen Dinh Bao family	—	68.87	—	7.46	0.30	6.90	0.24
	NV5: 流入水	Mrs. Le Thi Thuong family	—	267.32	—	10.13	1.29	6.74	0.84
	NV6: 流入水	Mr. Luong Y Duoc family	—	278.67	—	0.002	0.12	7.06	0.36
	NV7: 流入水	Ms. Nguyen Thi Luyen family	—	429.38	—	4.66	0.52	5.09	1.20

	NV1: 処理水	Mr. Vu Lam Thoi family	0.95	157.51	—	23.39	2.49	6.93	0.28
	NV2: 処理水	Mr. Tu Khai Duong family	1.00	167.86	—	15.69	1.04	6.89	0.34
	NV3: 処理水	Mr. Tu Khai Thien family	0.23	232.42	—	7.23	1.24	6.48	0.38
	NV4: 処理水	Mr. Nguyen Dinh Bao family	0.32	60.26	—	6.82	0.12	7.03	0.44
	NV5: 処理水	Mrs. Le Thi Thuong family	0.40	294.84	—	29.89	7.57	7.62	1.96
	NV6: 処理水	Mr. Luong Y Duoc family	0.18	223.81	—	9.67	3.74	7.91	0.12
	NV7: 処理水	Ms. Nguyen Thi Luyen family	owner absent	253.94	—	8.90	3.82	6.03	0.36

新浄化システムの流入水・処理水の各項目の平均値と標準偏差を表 3.2.16 に示す。尚、平均値は BOD の測定をした表 3.2.15 の NV1、NV2 及び NV3 を用いた。

表 3.2.16 新浄化システムの流入水/処理水の平均値と標準偏差

項目		COD	BOD	TN	TP	pH	ss
単位		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L
流入水	平均値 (mg/L)	281.60	61.53	8.56	0.60	未測定	0.28
	S. D.	17.60	2.96	3.55	0.28	未測定	0.10
処理水	平均値 (mg/L)	181.09	42.10	15.59	1.73	6.82	0.52
	S. D.	37.28	3.00	3.17	0.49	0.21	0.11

次に、新浄化システムによる各項目の減量率を表 3.2.17 に、新浄化システムの処理水の水質と生活排水に関する基準値 (QCVN14:2008/BTNMT) との比較を表 3.2.18 に示す

表 3.2.17 新浄化システムによる減量率

項目	単位	COD	BOD	TN	TP	ss
流入水と処理水の差	mg/L	-100.51	-19.43	7.03	1.13	0.24
減量率	%	-35.69	-31.58	82.17	187.78	87.95

表 3.2.18 新浄化システムの処理水の水質と生活排水に関する基準

		BOD mg/L	TN mg/L	TP mg/L	pH	ss mg/L
処理水	平均値 (mg/L)	42.10	15.59	1.73	6.82	0.52
生活排水に関する基準 (QCVN14:2008/BTNMT)	mg/L	50	60	10	5~9	100

TN=アンモニア態窒素(10mg/l)+硝酸塩態窒素(50mg/l)

以上から、COD と BOD は新浄化システムを使用することで減量したものの、TN、TP、SS は増加した。しかし、新浄化システムからの処理水は生活排水に関する基準値 (QCVN14:2008/BTNMT) を満たしているため問題は無いと考えられる。また、新浄化システムからの処理水を朝昼夜で 1 時間採水し一日の処理水量を算出した結果を表 3.2.19 に示す。

表 3.2.19 新浄化システムの 1 日の流出量

朝 9 : 15 ~ 10 : 15	昼 14 : 30 ~ 15 : 30	夕 19 : 00 ~ 20 : 00	平均	1 日の処理水量
kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/day
10.2	6.3	18.8	11.8	282.4

*使用人数:2 人

新浄化システムへの流入水と処理水の水量は同量であるので流入水と処理水中の汚濁物質量を表 3.2.20 に示す。流入水と処理水の比重は 1g/cm^3 に近似して汚濁物質量を算出した。

表 3.2.20 新浄化システムの流入水と処理水中の汚濁物質質量

		COD mg/L	BOD mg/L	TN mg/L	TP mg/L	ss mg/L
流入水	平均値 (mg/L)	281.6	61.5	8.6	0.6	0.3
	流入量 (L/day)	282.4	282.4	282.4	282.4	282.4
	流入量 (mg/day)	79523.8	17377.0	2417.3	169.4	78.1
処理水	平均値 (mg/L)	17.6	3.0	3.5	0.3	0.1
	処理水 (L/day)	282.4	282.4	282.4	282.4	282.4
	処理水 (mg/day)	4970.2	834.6	1001.6	79.1	28.9

3-2-2 分散型排水処理システムの評価 (水環境改善効果とその評価)

平成 23 年度 環境研究総合推進費補助金 研究事業 “アジア地域における液状廃棄物の適正管理のための制約条件の類型化および代替システムの評価” において、ベトナム国ハノイ市における生活排水処理の実態調査をおこなっている。上記報告内容を下に、ハロン湾での適合性検証活動の結果を用いてバイオトイレと新浄化システムを導入することによる水質環境改善効果を評価した。図 3.2.9 にハノイ市の上水・下水基礎ストリームを示す。尚、ハノイ市での一般的家からの処理水を 100% とし、生活排水をセプティックタンクで処理した場合の汚染物質の処理量を算出すると共に、セプティックタンクの処理能力は 4% で算出した。

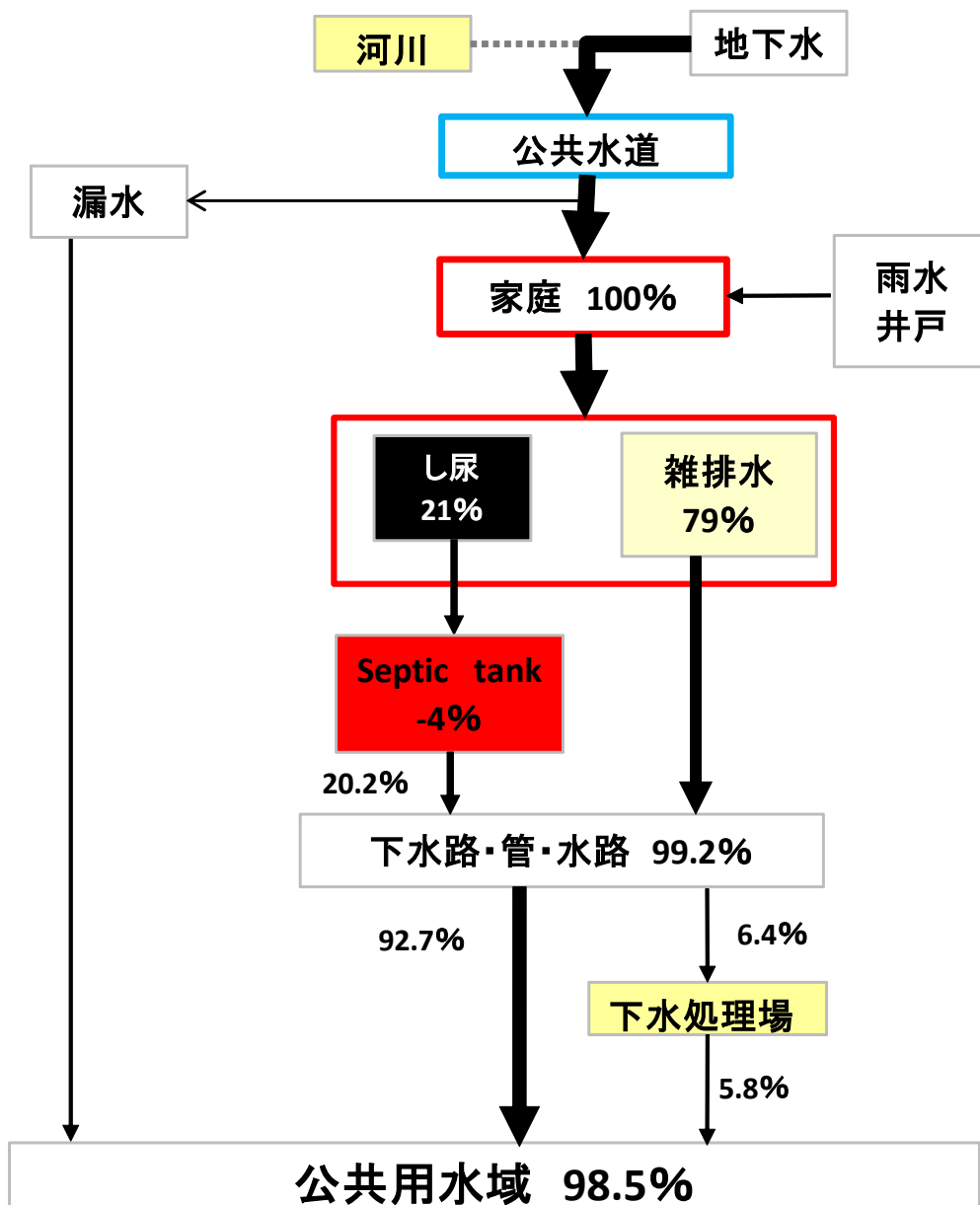


図 3.2.9 ハノイ市の上水・下水基礎ストリーム¹¹

上記基礎ストリームからハノイ市において、セプティックタンクの管理が不十分であるため生活排水はほぼ汚水のままで河川等に流入していることが分かる。

(1) ケース 1：バイオトイレ導入

セプティックタンクの代替としてバイオトイレを設置した場合の生活排水の処理量を算出した。バイオトイレはし尿を排泄した場所で微生物によって分解するので公共用水域にし尿が流入することはない。この条件をハノイ市の上水・下水基礎ストリームに当てはめ、処理量を算出した。

¹¹ 出所：平成 23 年度 環境研究総合推進費補助金 研究事業 “アジア地域における液状廃棄物の適正管理のための制約条件の類型化および代替システムの評価” より

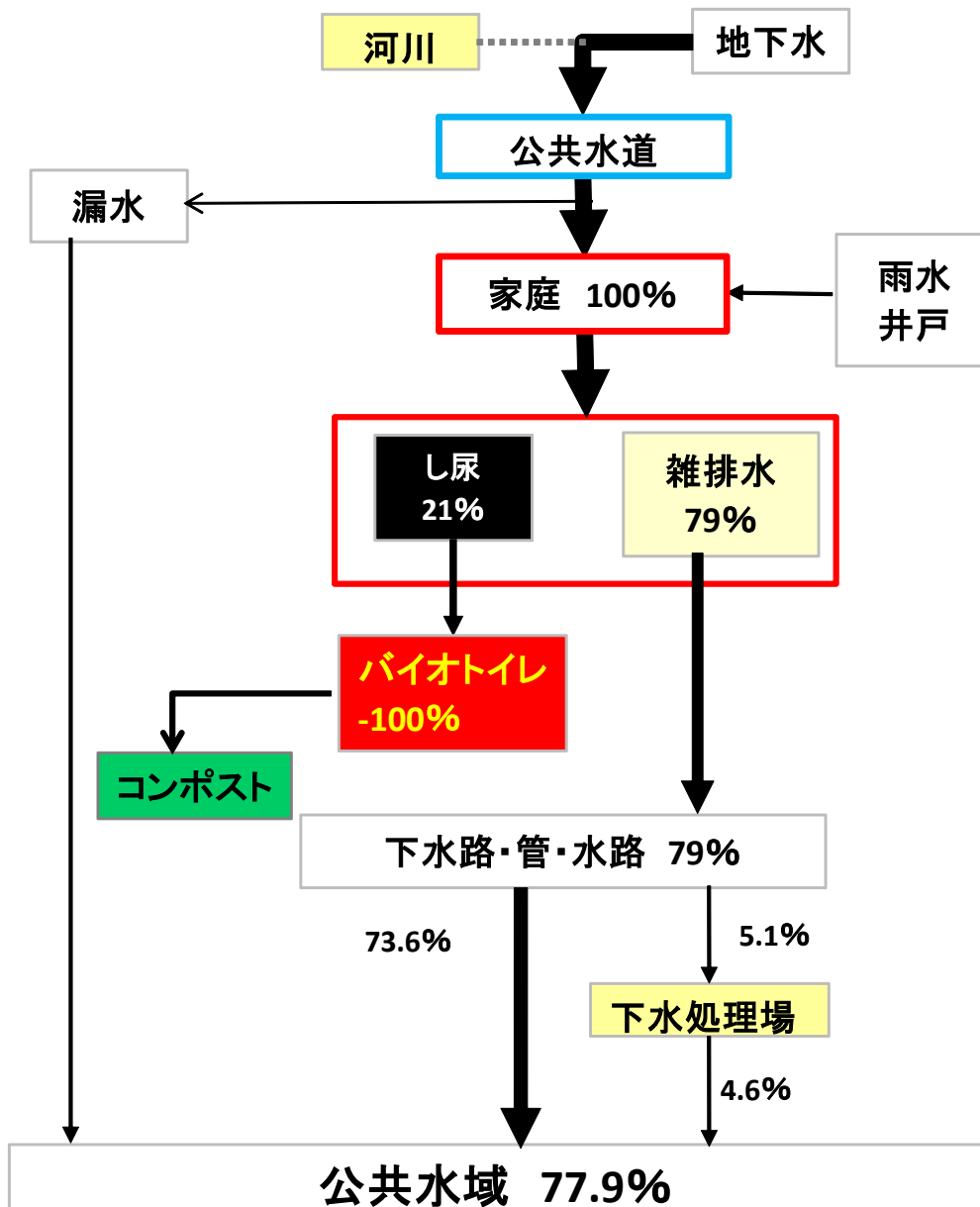


図 3.2.10 バイオトイレを設置した場合の上水・下水基礎ストリーム

セプティックタンクを バイオトイレに変えることで一般家庭から公共用水域に流入する生活排水が 20.6%減量することが推算された。

(2) ケース 2 : 新浄化システム導入

セプティックタンクの代替として新浄化システムを設置した場合の生活排水の処理量を算出した。新浄化システムの処理能力は表 3.2.17 の COD の減量率を用いた。

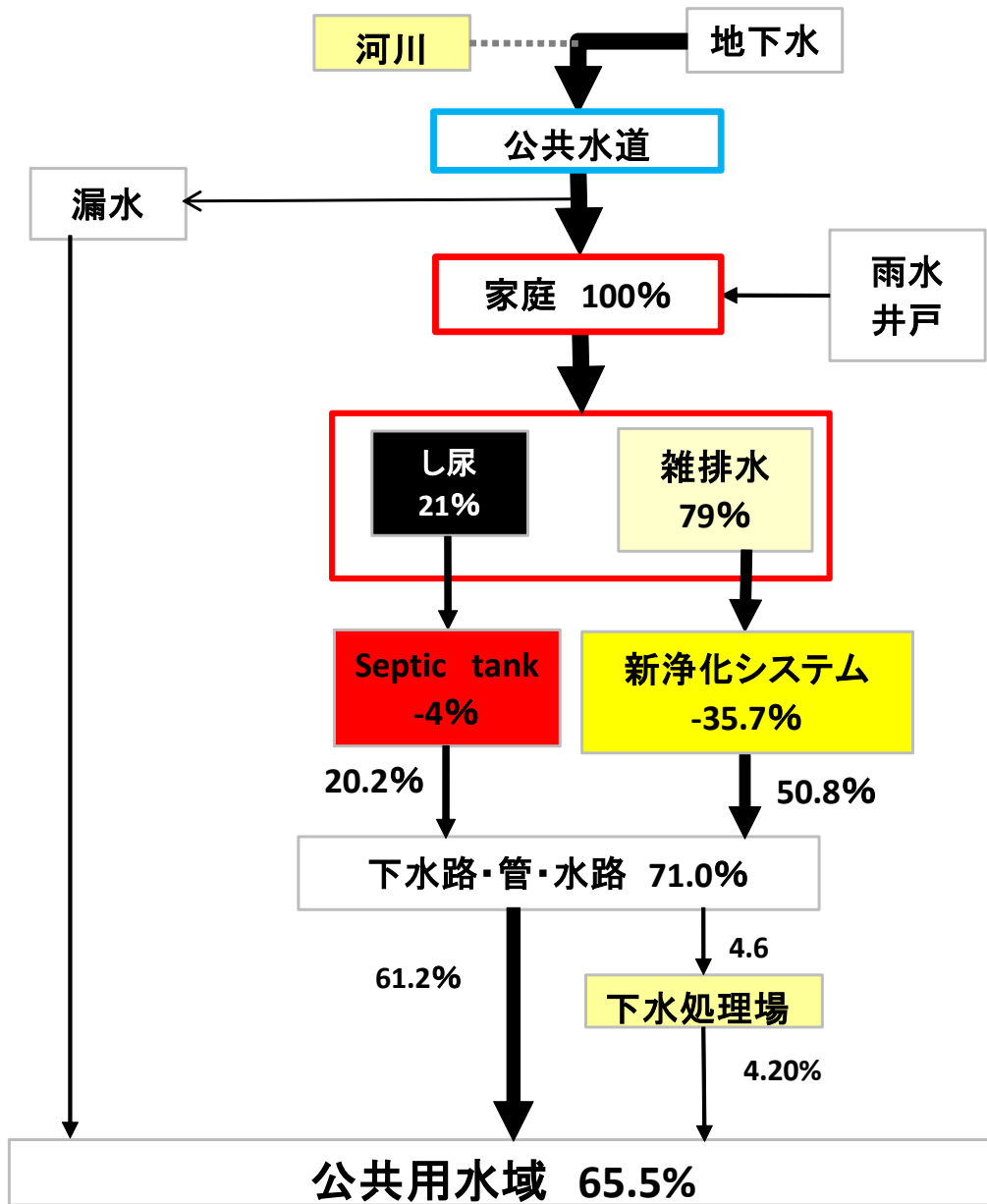


図 3.2.11 新浄化システムを設置した場合の上水・下水基礎ストリーム

セプティックタンクを新浄化システムに変えることで一般家庭から公共用水域に流入する生活排水が 33.0%減量することが推算された。

(3) ケース 3 : バイオトイレと新浄化システム導入

セプティックタンクを、バイオトイレと新浄化システムの両方を設置した場合の生活排水の処理量を算出した。

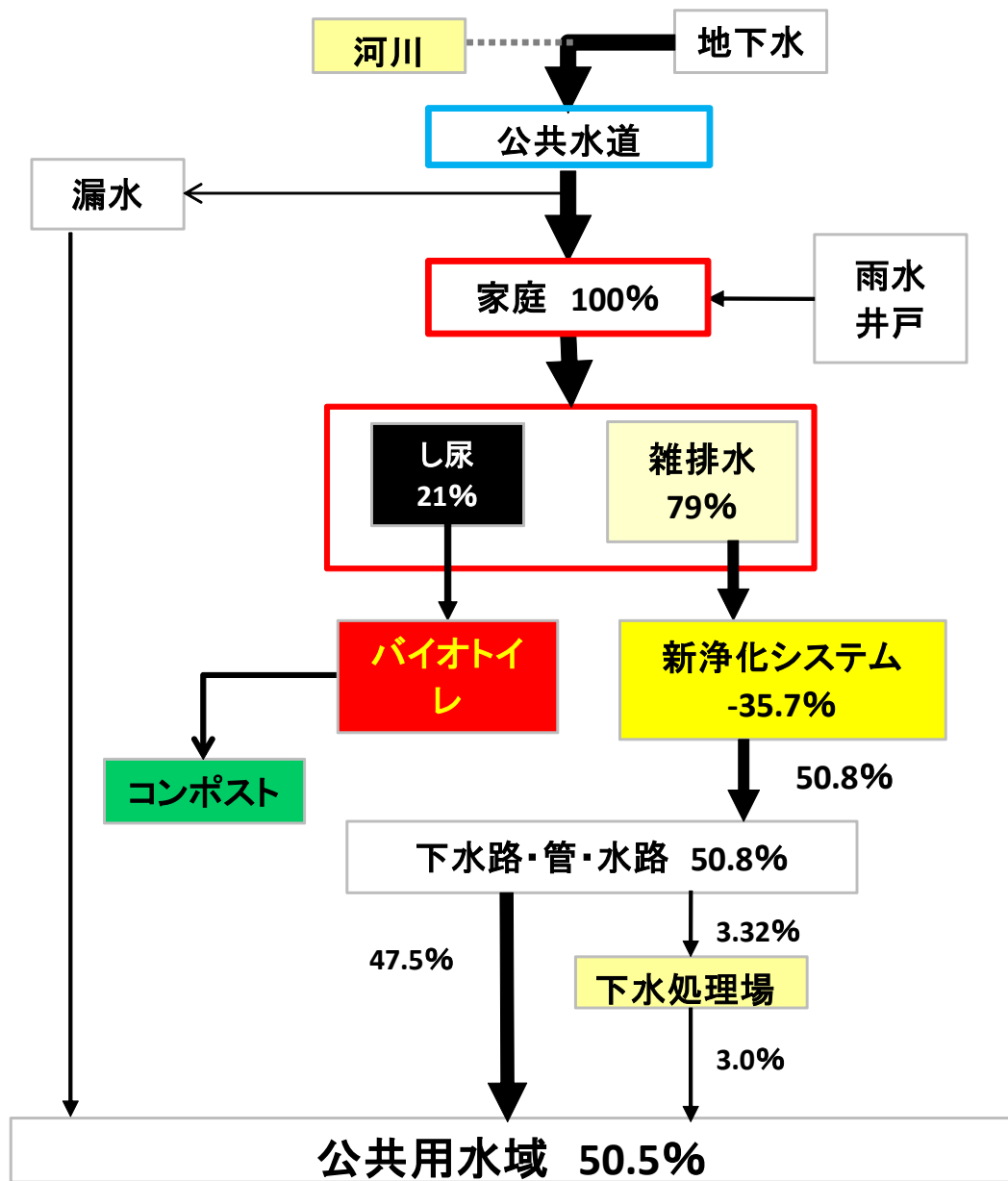


図 3.2.12 バイオトイレ・新浄化システム両方を設置した場合の上水・下水基礎ストリームセプティックタンクを、バイオトイレと新浄化システムに変えることで一般家庭から公共用水域に流入する生活排水の負荷が 48.0%減量することが推算された。

以上の適合性検証活動の結果及び考察から、新浄化システムからの処理水は生活排水に関するベトナム国基準値 (QCVN14:2008/BTNMT) をクリアするレベルの水質であった。バイオトイレと新浄化システムを併用して設置する場合、生活排水の公共用水域への負荷が 48%削減できる。従って上記の結果を踏まえると、新浄化システムの曝気槽中の微生物が活性化すれば処理能力はさらに向上すると考えられる。

3-2-3 コンポスト試験

バイオトイレの媒体として使用したオガクズ媒体を、農業圃場土壌の改良材として使用できるかどうか可能性を検討する。ベトナム農業科学アカデミー (VAAS) に属する農業環境研究所 (IAE) において、オガクズ媒体を施用した土壌において野菜を成長させ、施肥効果および土壌改良材としての可能性を検討した。

(1) 前提条件の整理

1) オガクズ媒体と土壌分析方法

表 3. 2. 19 にオガクズ媒体と土壌に対するベトナム国基準の分析方法を示す。

表 3. 2. 19 オガクズ媒体と土壌分析方法

項目	単位	分析方法	備考
TN	wt%	TCVN 5815 - 2001	ケルダール分解法
TP	wt%	TCVN 5815 - 2001	ケルダール分解法
TK	wt%	TCVN 8560 - 2010	原子吸光法
TOC	wt%	TCVN 9294 - 2012	乾式燃焼法
pH	-	TCVN 5979 - 2007	ガラス電極 pH 計を用いる
As	mg/kg	TCVN 8467 - 2010	原子吸光法
Cd	mg/kg	TCVN 9291 - 2012	原子吸光法
Pb	mg/kg	TCVN 9290 - 2012	原子吸光法
Hg	mg/kg	AOAC 971 - 21	原子吸光法

2) オガクズ媒体の分析結果

ハノイ市 ENVITECHENVITECH 社で、約 1 カ月バイオトイレ媒体として使用したオガクズ媒体の分析結果を表 3. 2. 20 に示す。

表 3. 2. 20 オガクズ媒体の分析結果 (LOD: 検出限界)

項目	単位	測定結果
TN	%	2. 86
TP	%	1. 70
TK	mg/kg	4. 58
TOC	%	19. 5
pH	-	6. 49
As	mg/kg	0. 015
Cd	mg/kg	0. 023
Pb	mg/kg	10. 5
Hg	mg/kg	<LOD

3) 使用した農耕用土壌の分析結果

使用した農耕用の化学分析結果を表 3.2.21 に示す。

表 3.2.21 土壌中栄養素の分析結果 (LOD:検出限界)

項目	単位	測定結果
TN	%	0.21
TP	%	0.32
TK	mg/kg	1,889
TOC	%	0.81
pH	-	7.99

上記結果から、オガクズ中の全窒素、全 P_2O_5 、有効 K_2O 濃度は、野菜栽培に用いた土壌中の濃度より高いことがわかる。オガクズの全チッソは2.86%であり、土壌では0.21%である。オガクズの全 P_2O_5 は1.7%であり、土壌では0.32%であった。オガクズの有効 K_2O は4585mg/kgであり、土壌では1889mg/kgであった。土壌中にはサルモネラ菌は認められなかったが、オガクズ中では 4.6×10^2 CFU/gで存在した。

(2) 育成試験

1) 育成方法と評価項目

① 育成方法

オガクズ媒体の肥料としての有用性と安全性を評価するために、野菜の成長に対する肥料効果を検討した。本実験は、ハノイ市にある農業環境研究所 (Institute of Agricultural Environment) において、2013年12月1日から試験を開始した。実験方式は同じ土壌を用い3プランターで試験を行った。育成試験の試験条件を表 3.2.22 に、施用条件を表 3.2.23 に示す。

表 3. 2. 22 育成試験の試験条件

土壌	農耕用土壌 土壌の密度： 1.4 g/ml
オガクズ媒体	バイオトイレの微生物媒体として1か月間使用したオガクズ媒体
化学肥料	NPK ¹² 100%： 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
有機肥料	鶏ふん堆肥
実験区サイズ	W×L×H=40 cm×50 cm×20 cm (プランター)
植物	クレス (cress 菜の花類、育成評価においてベトナムで使用される植物) 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/虫を入れないようにテントを張った。
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 3. 2. 23 施用区条件

No.	施用条件
1	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)
2	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)
3	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)
4	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)
5	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)
6	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)
7	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha) + 50% NPK (60:30:30)
8	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) + 50% NPK (60:30:30)
9	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha) + 50% NPK (60:30:30)
10	有機堆肥 (2,000 kg/ha)
11	有機堆肥 (5,000 kg/ha)
12	有機堆肥 (10,000 kg/ha)
13	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha)
14	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha)
15	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha)
16	有機堆肥 (5,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)
17	施用なし

¹² NPK とは、窒素、リン、カリウムを混合した化学肥料である。

② 評価項目と評価方法

育成試験の評価項目と評価内容を表 3.2.24 に示す。

表 3.2.24 育成試験評価項目と内容

評価項目	評価内容
植栽評価	発芽率、成長期間、理論収穫量についてソフトウェア Irristat 4.0 を用いた統計処理
化学分析項目 (植栽前後)	TOC、TN、TP、K、pH As、Cd、Pb、Hg (ベトナム国基準に準じる)
分析方法	ベトナム国の有機肥料中の分析方法に準拠
土壌の微生物分析 (植栽前後)	バクテリア、放線菌、カビ類、セルロース細菌、大腸菌群
野菜の育成状態	葉長、地上部質量、地下部質量、
野菜の質	ビタミンC、糖分

2) 結果

植栽評価前の土壌の化学分析の結果を表 3.2.25 に示す。各施用条件の土壌を混合後、土壌を採取し化学分析を行った。

表 3.2.25 植栽評価前の土壌の分析結果

No.	オガクズ /ポット (g)	有機肥料量 /ポット (g)	TN (%)	TP (%)	TK (mg/kg)	有機物質 (%)
1	40	0	0.21	0.32	1,889	0.8
2	100	0	0.21	0.32	1,891	0.8
3	200	0	0.21	0.32	1,886	0.8
4	40	0	0.21	0.32	1,890	0.8
5	100	0	0.21	0.32	1,890	0.8
6	200	0	0.21	0.32	1,887	0.8
7	40	0	0.21	0.32	1,887	0.8
8	100	0	0.21	0.32	1,892	0.8
9	200	0	0.21	0.32	1,893	0.8
10	0	40	0.21	0.32	1,886	0.8
11	0	100	0.21	0.32	1,886	0.8
12	0	200	0.21	0.32	1,889	0.8
13	40	0	0.21	0.32	1,891	0.8
14	100	0	0.21	0.32	1,889	0.8

15	200	0	0.21	0.32	1,885	0.8
16	0	100	0.21	0.32	1,889	0.8
17 (コントロール)	0	0	0.21	0.32	1,889	0.8

オガクズと堆肥の施用において、各施用条件のTNとTPはほぼ等しかった。これは、土壌へ施用した肥料量が非常に小さいため土壌の養分が変化しないことによると考えられる。野菜成長に対するオガクズの効果を、2013年12月10日から2014年1月26日において葉数や植物身長、昆虫の種類、土壌微生物で評価した。表3.2.26は、育成18日後では施用条件の違いにより、これらに著しい差がないことを示している。このことは、野菜の生育発段階では、オガクズは影響を与えないことを示唆している。害虫モニタリングでは、施用条件に関わらずモンシロチョウ (*Pieris rapae*) のみが観察された

表 3.2.26 野菜の成長段階に及ぼす施用の効果(18日目)

NO.	新葉数/植物	植物身長 (cm)
1	5	18.47
2	4	17.97
3	4	17.19
4	5	18.19
5	5	18.19
6	5	18.94
7	5	18.06
8	5	17.28
9	5	17.72
10	5	17.11
11	4	16.69
12	4	17.86
13	4	17.19
14	4	17.53
15	4	18.00
16	5	18.41
17 (コントロール)	4	16.06

育成期間中のハノイ市の気温の変化を図 3. 2. 13 に示す



図 3. 2. 13 育成期間中のハノイ市の気温

野菜の成長と発達に及ぼす肥料の効果を表 3. 2. 27 に示す。葉部の長さは 23 - 30cm であり、最大身長は施用条件 6、最小身長は施用条件 10 と基準条件であった。葉部の重量測定結果は、24g から 50g の範囲にあり、最大重量 (50g) は施用条件 6、最少重量は基準条件 (24g) であった。これらの結果を統計処理ソフトウェア Irristat で処理した結果 $CV\%$ (coefficient of variation: 変動係数) は 2.9% と 12.2% の範囲にあり、実験条件の変異係数は許容範囲内であることを示している。LSD (Least significant difference: 最少有意差) 分析の結果は、施用条件間の違いは最少有意差内であることを示している。Irristat ソフトウェアによる分析結果は、これらの実験結果は高い信頼性で保障されていることを示している。

表 3. 2. 27 野菜の成長と発達に及ぼす肥料の効果

No	葉部身長 (cm)	根身長 (cm)	葉数	葉部重量 (g/plant)	根重量 (g/plant)	葉部絶乾重 量 (g/plant)	根絶乾重量 (g/plant)
1	26.718	7.249	7.334	40.393	2.296	3.059	0.406
2	28.417	7.500	7.722	45.188	2.327	3.580	0.456
3	30.169	8.490	7.889	45.417	2.647	3.813	0.537
4	25.417	7.640	7.499	40.063	2.466	2.674	0.417
5	27.750	8.222	6.556	50.206	2.587	3.652	0.462
6	31.443	9.501	7.891	47.550	2.717	3.933	0.550
7	24.722	7.390	7.056	39.896	2.727	2.123	0.536
8	26.528	9.582	7.333	44.728	2.311	2.521	0.417
9	26.056	8.806	7.166	36.950	2.072	2.727	0.363
10	23.667	8.558	5.889	30.750	2.428	2.051	0.361
11	24.903	8.234	6.333	28.860	2.338	2.138	0.277
12	26.196	8.287	5.720	36.191	1.572	2.363	0.269
13	25.612	8.529	6.444	27.781	2.044	2.363	0.267
14	25.390	8.554	6.444	33.453	2.957	2.770	0.387
15	28.267	8.139	6.167	38.257	1.668	2.983	0.239
16	27.697	8.610	6.722	42.438	2.788	2.877	0.486
17 (コント ロール)	23.816	6.667	5.220	24.447	1.493	1.567	0.200
LSD 0, 05	1.298	0.613	0.582	1.931	0.459	0.223	0.792
CV%	2.9	4.5	5.2	3.0	11.9	4.8	12.2

表 3.2.28 は、肥料施用区での野菜の収量と理論収量が、肥料の施用無しの基準条件と比較して著しく異なることを示している。野菜の理論収量 (ha 当り) は、7.334 から 15.062 の範囲にあった。表 3.2.28 及び表 3.2.29 の結果は以下のことを示している。無機肥料 NPK を 25% 減少し、オガクズを ha 当り 5000kg 施用した場合には、農家が従来使用してきた施用条件 (有機肥料 (5000kg/ha+100%NPK) と比較して著しい違いはなかった。オガクズを ha 当り 2000kg、5000kg、10000kg の施用区 (無機肥料は未施用) においてのみ、理論収量は有機肥料区より高かった。

表 3. 2. 28 野菜の収量に対する肥料の効果

No.	施用区	収量 (g/plant)	理論収量 (ton/ha)
1	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)	40.393	12.118
2	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)	45.188	13.557
3	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)	45.417	13.625
4	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)	40.063	12.019
5	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)	50.206	15.062
6	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)	47.550	14.265
7	オガクズ媒体(2000 kg/ha) + 50% NPK	39.896	11.969
8	オガクズ媒体(5000 kg/ha) + 50% NPK	44.728	13.418
9	オガクズ媒体 (10000 kg/ha) + 50% NPK	36.950	11.085
10	有機堆肥(2000 kg/ha)	30.750	9.225
11	有機堆肥(5000 kg/ha)	28.860	8.658
12	有機堆肥(10000 kg/ha)	36.191	10.857
13	オガクズ媒体 (2000 kg/ha)	27.781	8.334
14	オガクズ媒体(5000 kg/ha)	33.453	10.036
15	オガクズ媒体 (10000 kg/ha)	38.257	11.477
16	有機堆肥(5000 kg/ha)+100% NPK	42.438	12.731
Control	Non fertilizer	24.447	7.334

表 3. 2. 29 肥料 5, 000 kg/ha 施用における 野菜の収量

No.	施用区	収量 (g/plant)	理論収量 (ton/ha)
2	オガクズ媒体 (5, 000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)	45. 188	13. 557
5	オガクズ媒体 (5, 000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)	50. 206	15. 062
8	オガクズ媒体(5000 kg/ha) + 50% NPK	44. 728	13. 418
11	オガクズ媒体 (5000 kg/ha)	28. 860	8. 658
14	オガクズ媒体(5000 kg/ha)	33. 453	10. 036
16	有機堆肥 (5000 kg/ha)+100% NPK	42. 438	12. 731
Control	Non fertilizer	24. 447	7. 334

糖度とビタミンCといくつかの病原性微生物の測定結果を表 3. 2. 30、表 3. 2. 31 に示す。

表 3. 2. 30 植物の質に対する堆肥の効果

施用条件 No.	総糖量 (%)	ビタミン C (mg/g)
1	0. 98	1. 02
2	0. 91	0. 96
3	0. 93	1. 04
4	0. 93	1. 00
5	0. 91	0. 96
6	0. 98	1. 05
7	0. 92	0. 99
8	0. 95	0. 99
9	0. 96	1. 02
10	0. 89	1. 02
11	0. 90	1. 00
12	0. 90	10. 6
13	0. 88	1. 00
14	0. 88	1. 02
15	0. 90	0. 99
16	0. 98	1. 02
Control	0. 56	0. 86

表 3. 2. 31 野菜中の病原微生物

施用区 No.	大腸菌群 (CFU/g)	大腸菌 (CFU/g)	サルモネラ (CFU/g)	病理性卵 (Egg/g)
1	≥10 ²	-	-	-
2	≥10 ²	-	-	-
3	≥10 ²	-	-	-
4	≥10 ²	-	-	-
5	≥10 ²	-	-	-
6	≥10 ²	-	-	-
7	≥10 ²	-	-	-
8	≥10 ²	-	-	-
9	≥10 ²	-	-	-
10	≥10 ²	≥10 ²	-	-
11	≥10 ²	≥10 ²	-	-
12	≥10 ²	≥10 ²	-	-
13	≥10 ²	-	-	-
14	≥10 ²	-	-	-
15	≥10 ²	-	-	-
16	≥10 ²	≥10 ²	-	-
Control	≥10 ²	-	-	-

表 3.2.30 に示した野菜の品質分析の結果では、糖度とビタミン C は各施用区での著しい違いは認められなかった。他の施用区と比較して、基準区の糖度とビタミン C の値は低かった。これは、収穫野菜の品質に影響する養分が欠けていたためだと考えられる。また、分析結果は、オガクズと有機肥料を使用した時に、野菜中の糖度とビタミン C の量に著しい違いは認められなかった。

表 3.2.31 は、有機肥料としてバイオトイレで用いたオガクズを使用した時に、野菜に病原性の大腸菌、サルモネラ (*E. Coli. Salmonella.*) 菌及び病理性卵 (eggs) は、10 倍希釈の濃度では認められなかった。しかしながら有機肥料 (鶏糞堆肥) の施用区での野菜には、大腸菌 (*E. Coli.*) を含んでいた。表 3. 2. 32 には収穫後の土壌の分析結果を示す。

表 3. 2. 32 収穫後の土壌の化学分析結果

施用区 No.	TN (%)	TP (%)	TK (mg/kg)	TOC (%)
1	0.21	0.27	865	0.7
2	0.17	0.16	872	0.7
3	0.16	0.17	834	0.7
4	0.17	0.15	867	0.7
5	0.17	0.15	887	0.7
6	0.18	0.14	836	0.7
7	0.18	0.17	864	0.7
8	0.17	0.17	872	0.7
9	0.16	0.18	868	0.7
10	0.17	0.16	834	0.7
11	0.17	0.18	876	0.7
12	0.17	0.17	878	0.7
13	0.18	0.17	890	0.7
14	0.18	0.18	869	0.7
15	0.17	0.18	882	0.7
16	0.20	0.26	875	0.7
17 (コントロール)	0.12	0.14	690	0.7

全ての施用区において、土壌中の TN、TP と TK は、植栽前と比較して減少した。これは、野菜の成長・発達のために、土壌中の養分が消費されたためと考えられる。

図 3. 2. 14~18 に各施用条件の土壌中の代表的な微生物濃度を示す。

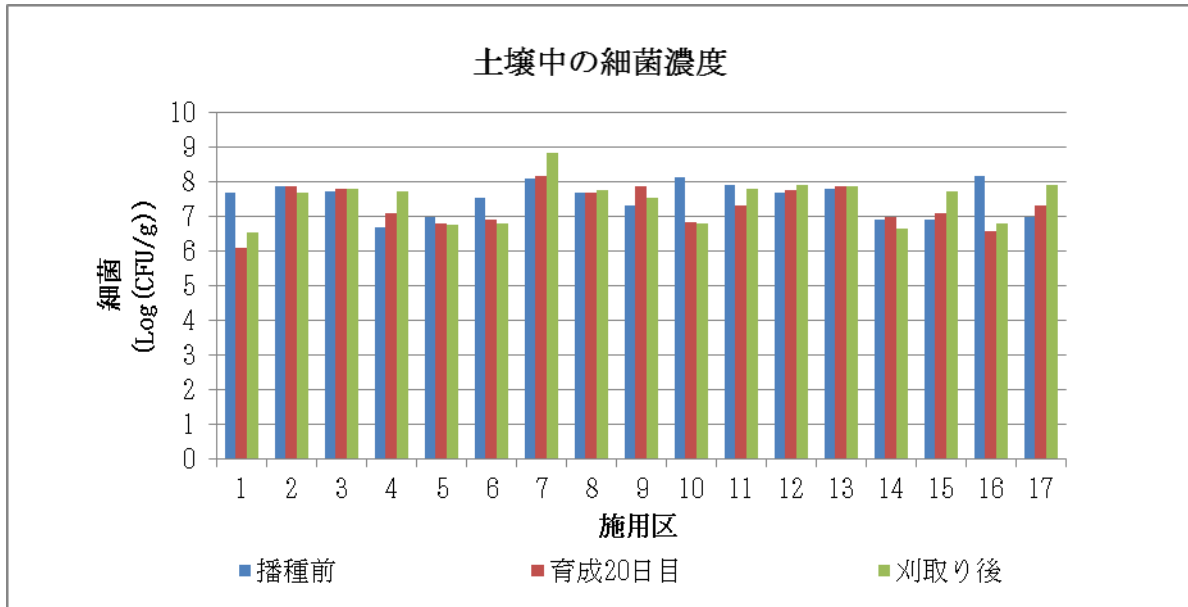


図 3. 2. 14 土壌中の細菌濃度

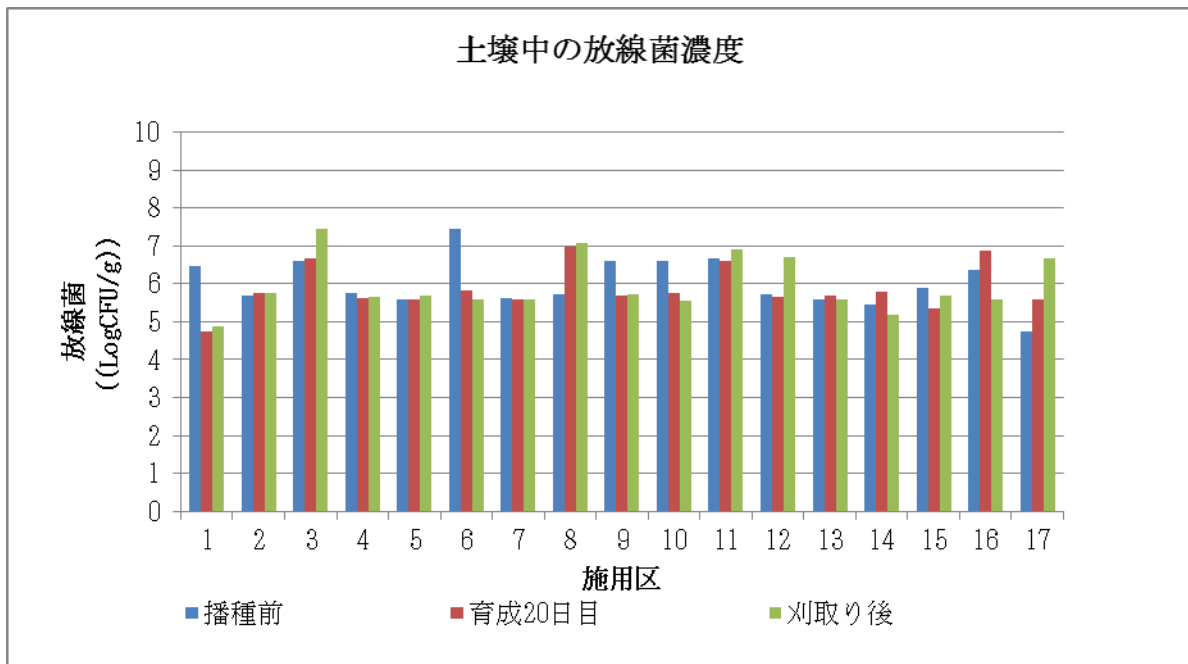


図 3. 2. 15 土壌中の放線菌濃度

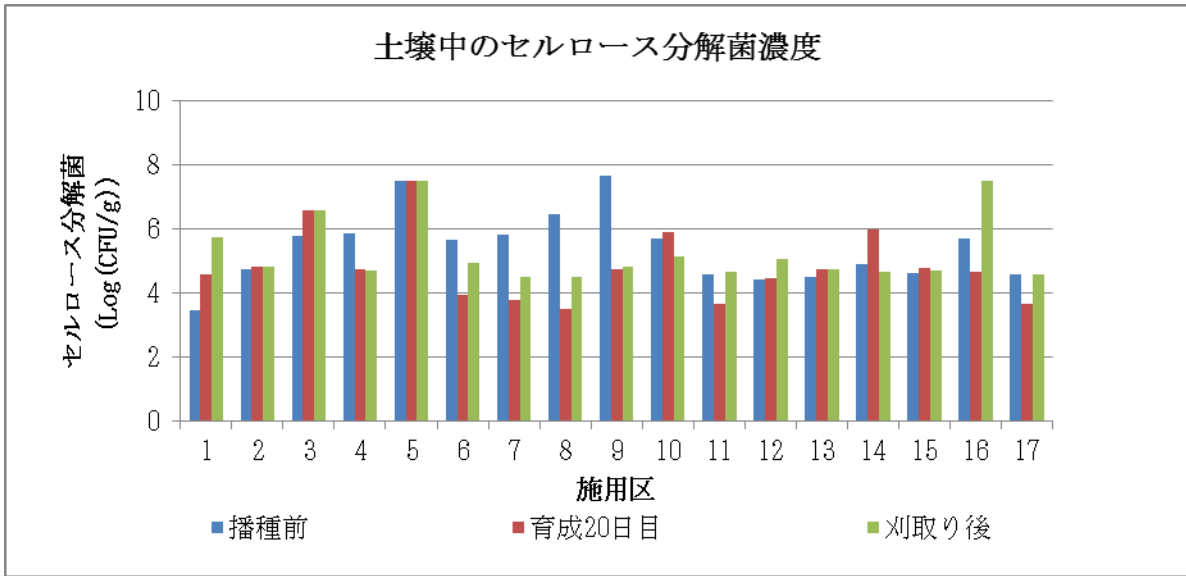


図 3. 2. 16 土壌中のセルロース分解菌濃度

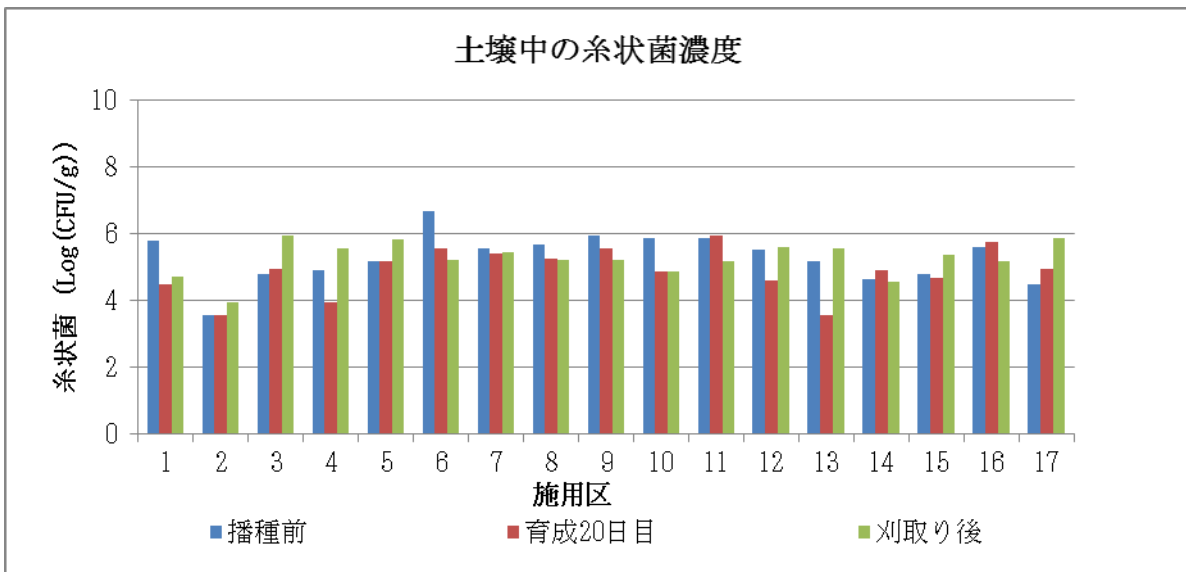


図 3. 2. 17 土壌中の糸状菌濃度

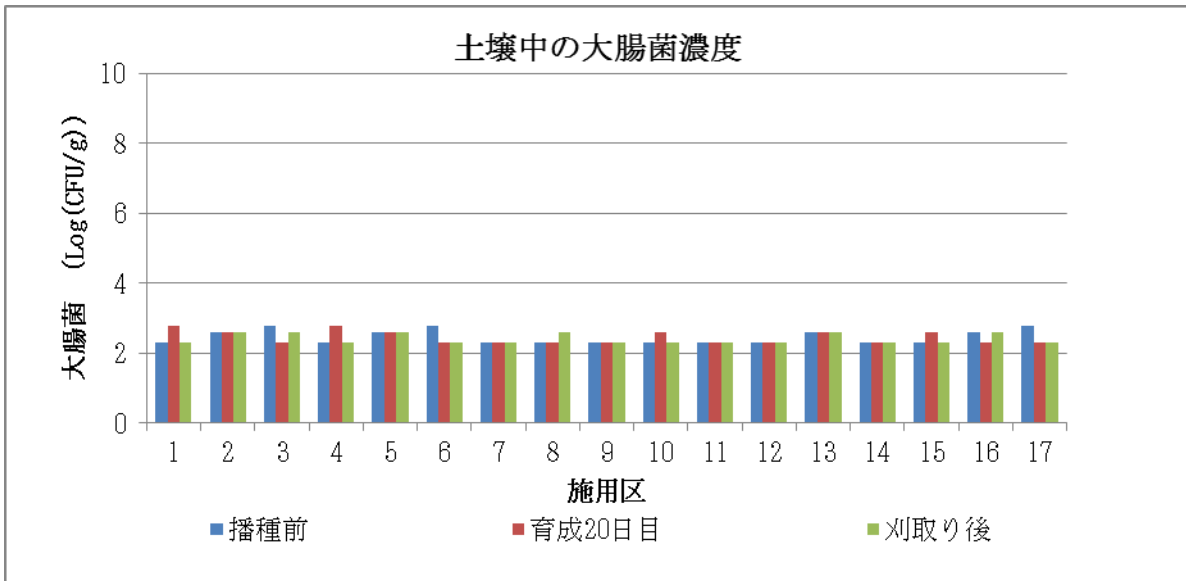


図 3. 2. 18 土壌中の大腸菌濃度

オガクズと堆肥を用いた施用区において、土壌微生物総数は収穫前後で著しい変化は認められなかった。これは、土壌へ施用したオガクズが、土壌微生物の多様性に影響しないことを意味している。また、この実験結果は、全ての土壌において 10^2 CFU/g の大腸菌が検知されている。このレベルの濃度は、一般的な大腸菌分析では陰性となる値である。

育成評価は2013年12月10日～2014年1月26日までハノイ市 IAE 敷地内で行った。評価作物クレスの育成状態を示す。



図 3. 2. 19 2013 年 12 月 10 日播種直後



図 3. 2. 20 2014 年 1 月 3 日育成状況

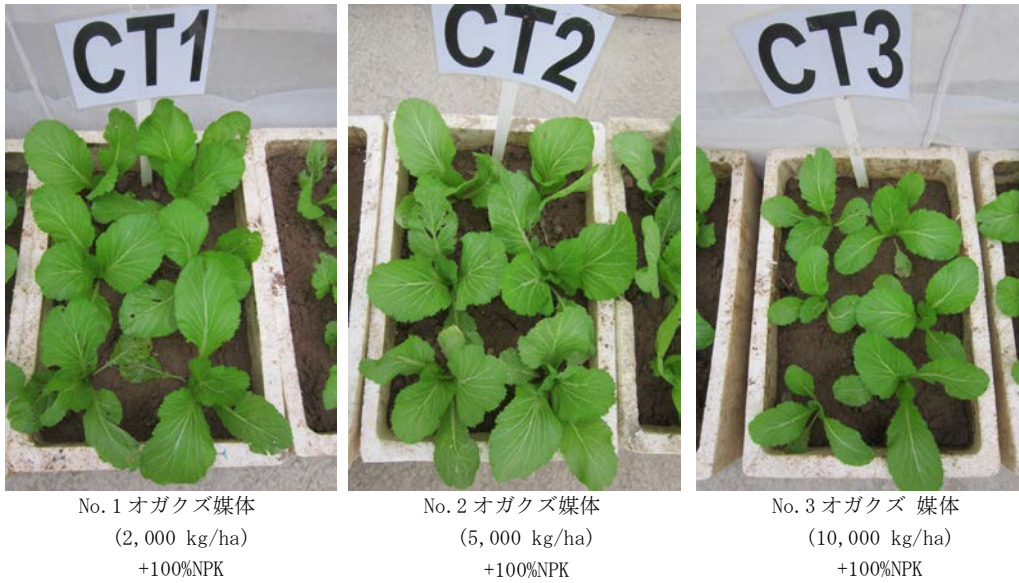


図 3. 2. 21 100%NPK におけるオガクズ媒体の施用効果(1月15日)

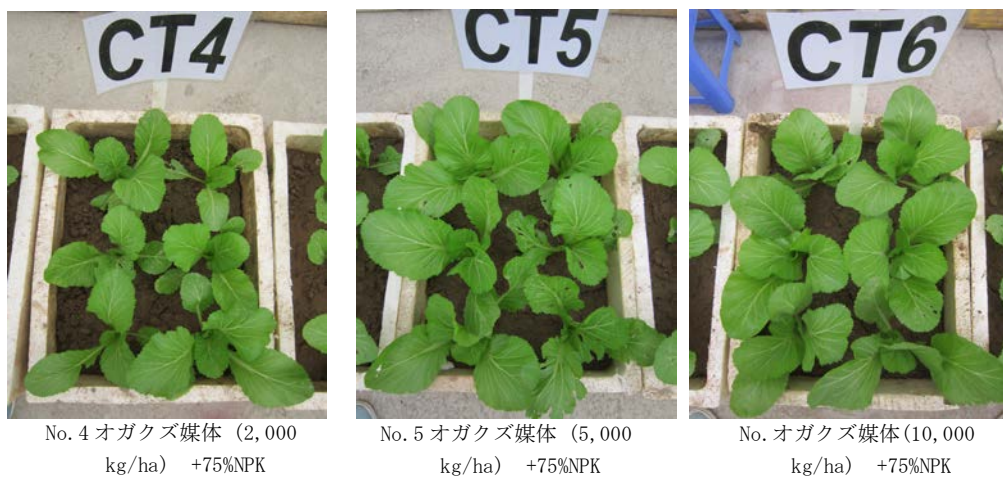


図 3. 2. 22 75%NPK におけるオガクズ媒体の施用効果(1月15日)

図 3.2.23 にオガクズ媒体 (5,000 kg/ha) における NPK の施用効果を示す。オガクズ媒体 (5,000kg/ha) の施用条件では化学肥料が 75%NPK の場合が最も植物が成長した。

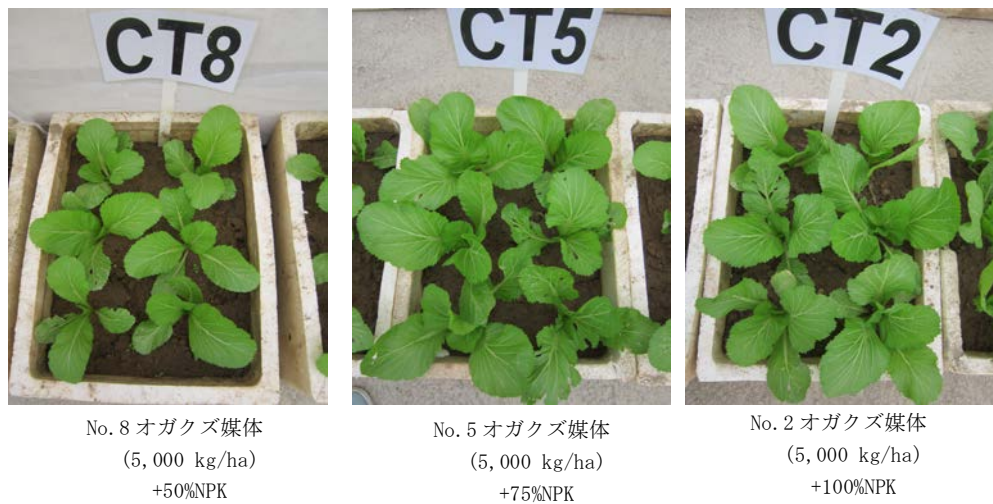


図 3.2.23 オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) における NPK の施用効果 (1 月 15 日)

2014年1月26日に収穫時の葉と根の写真を示す

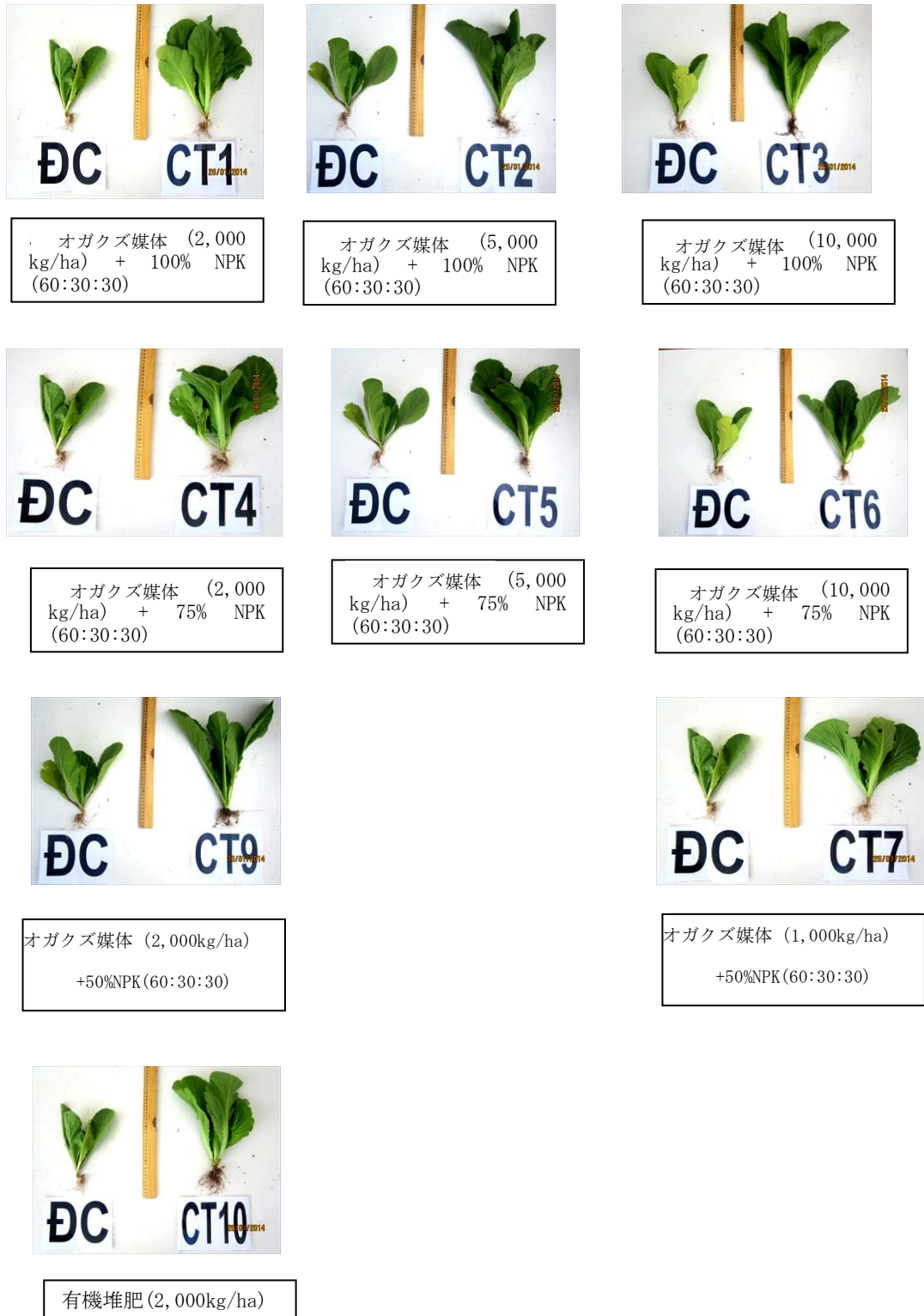


図 3.2.24 各条件の葉と根の状態(1月26日)

以上から、オガクズを施用した場合、植物の外観は有機肥料のそれと比べ大きな差は無かった。

オガクズ堆肥も有機堆肥も化学肥料を施用すると大きく成長する。



各種堆肥 (2,000 kg/ha)



各種堆肥 (5,000 kg/ha)



各種堆肥 (10,000 kg/ha)

No.	施用条件
1	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)
2	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)
3	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)
4	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)
5	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)
6	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha) + 75% NPK (60:30:30)
7	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha) + 50% NPK (60:30:30)
8	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha) + 50% NPK (60:30:30)
9	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha) + 50% NPK (60:30:30)
10	有機堆肥 (2,000 kg/ha)
11	有機堆肥 (5,000 kg/ha)
12	有機堆肥 (10,000 kg/ha)
13	オガクズ媒体 (2,000 kg/ha)
14	オガクズ媒体 (5,000 kg/ha)
15	オガクズ媒体 (10,000 kg/ha)
16	有機堆肥 (5,000 kg/ha) + 100% NPK (60:30:30)
17	施用なし

図 3. 2. 25 化学肥料の施用量と成長の状態 (1月26日)

(3) 発芽試験

1) 評価項目

オガクズ媒体を水で抽出した溶液を用いた発芽試験の条件を示す。オガクズ媒体から抽出した溶液を脱脂綿に含ませ、脱脂綿に播種し発芽試験を行った。

表 3. 2. 33 オガクズコンポスト抽出発芽試験条件

	水 (wt%)	オガクズ媒体 (wt%)
コントロール	100	0
オガクズ媒体抽出(1:2)	67	33
オガクズ媒体抽出(1:20)	95	5

2) 結果

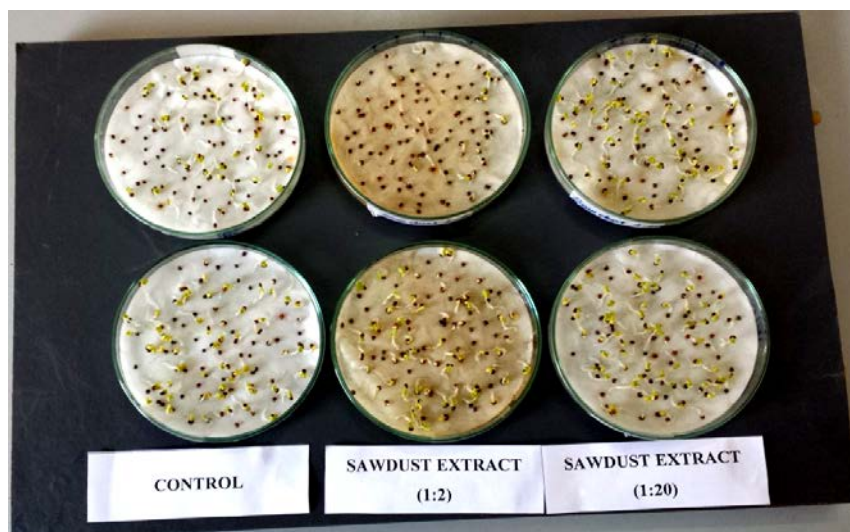


図 3. 2. 26 発芽状態

表 3. 2. 34 発芽試験結果

	水 wt%	オガクズ媒体 wt%	発芽率 %
オガクズ媒体 抽出(1:2)	67	33	86
オガクズ媒体 抽出(1:20)	95	5	90
コントロール	100	0	85

発芽状態を図 3. 2. 26、発芽試験の結果を表 3. 2. 34 に示す。育成はプランターと同じ場所で 3 反復行った。その結果、オガクズ媒体抽出 (1 : 20) が最も多く発芽した。オガクズ媒体抽出 (1 : 2) とコントロールについてはあまり発芽率に差を確認できなかった。以上の結果からオガクズ媒体には発芽障害は無いが、発芽には最適量があることが予想される。



図 3. 2. 27 土壌のみとオガクズ媒体を施用した土壌での発芽状態比較

図 3. 2. 27 に土壌のみとオガクズ媒体を施用した土壌での発芽状態の比較を示す。育成はプランターと同じ場所で行った。発芽率は土壌のみに比べ土壌+オガクズ媒体は多く発芽した。また、オガクズ媒体を施用した土壌は、土壌のみの場合に比べ保水力が高くひび割れは発生しなかった。従ってオガクズ媒体は土壌改良材としての効果があると考えられる。

以上の結果から、バイオトイレで使用したオガクズは全有機炭素として 19.5%、N_{tt} 2.86%、全 P₂O₅ 1.70%、有効 K₂O 4584mg/kg を含有している。重金属 As、Cd、Pb、Hg は有機肥料に対するベトナム国基準の限界濃度内である。安全な野菜を生産するために、オガクズ利用の可能性を評価する試験を行った。オガクズを施用することにより、ha 当りの最大の野菜収穫量として 5~10 トンの値を得ることができ、また、無機肥料 NPK を 25% に減少することができた。バイオトイレで使用したオガクズの施用は、得られた農産物の病原性微生物を限定する効果があった。すなわち、オガクズを施用した野菜は、従来の化学肥料の利用によって育成された野菜と同等の品質を有することがわかった。

(4) 既存コンポストとの混合試験

既存のコンポストとオガクズ堆肥の混合試験を行う予定だったが、バイオトイレのオガクズ媒体の量が不足していたため試験は行わなかった。その代わりに、IAE が行っているマッシュルームの菌床のオガクズを用いた既存コンポストとの混合試験について報告する。下記試験は微生物が繁殖しているオガクズを堆肥化することが、バイオトイレのオガクズ媒体を堆肥化する場合に参考になると考えられる。IAE ではハノイ市近郊で栽培しているマッシュルームの菌床のオガクズとピート（木質遺骸による泥炭）を混合し、発酵させ堆肥化している。マッシュルームの菌床は使用後廃棄物となり、価格も安く手に入る。ピートは木などの木質遺骸なので C を多量に含有する含水率の高い泥である。上記 2 種を混合し堆肥化する試験について述べる。

1. 材料、道具、装置について

表 3. 2. 35 にオガクズとピート混合堆肥作成の必要な物品を記す。

表 3. 2. 35 オガクズとピート混合堆肥作成の必要な物品

材料	50% オガクズ + 50% ピート (ピート： 木質遺骸による泥炭)
使用微生物	農業環境研究所 (IAE) にて作製の堆肥用菌叢
添加化成肥料	チッソ分、リン分、カリウム分、廃糖蜜
道具と装置	混合装置、くわ、シャベル、等

2. オガクズとピートの処理手順:

図 3.2.28 にオガクズとピートの処理フローを示す。

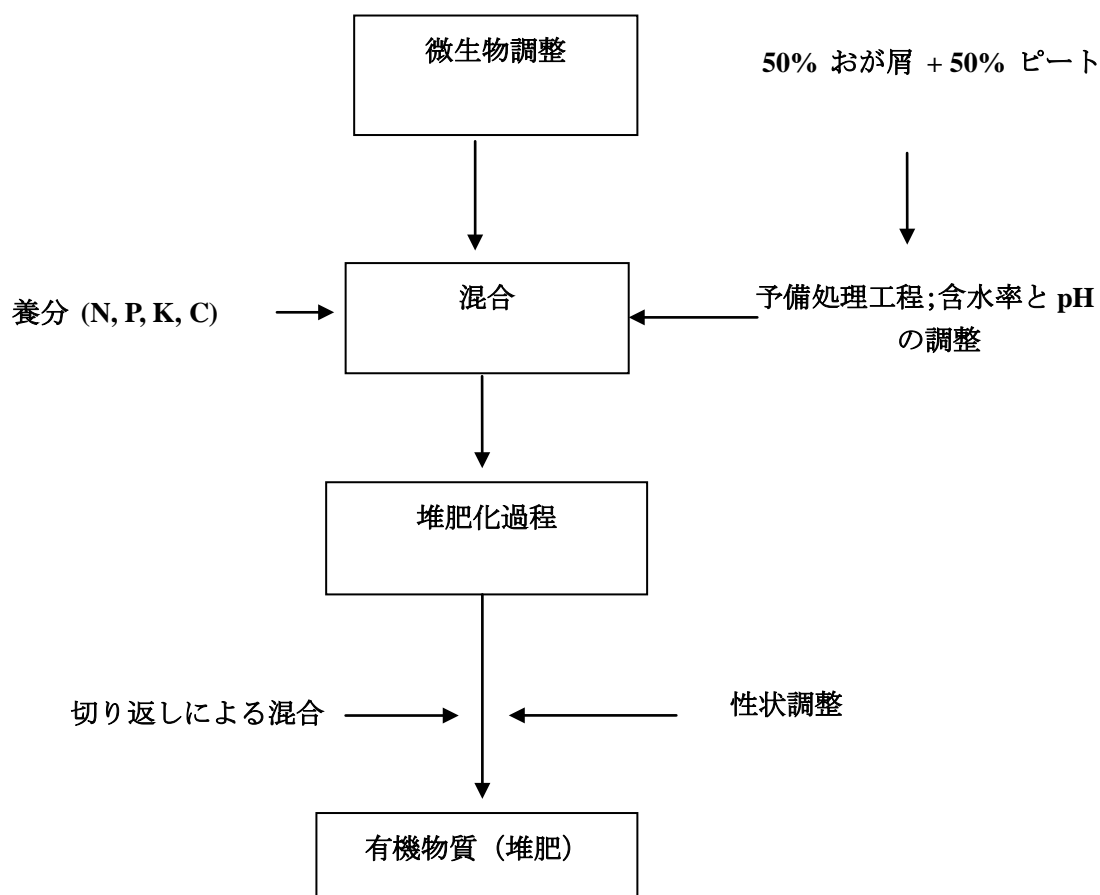


図 3.2.28 オガクズとピートの処理フロー

堆肥過程における微生物成長と増殖のための栄養分を適度に供給するために、重要栄養素としてN、P、KとCを添加する。窒素はC/N比が25～35になるようにする。タンパク質が他の有機源が欠乏している時に、尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ または硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を0.1～0.2%の比率で補給する。リン源として、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (supe photphat ; ベトナム国で用いられているリン堆肥名) を5%または10%の比率で、またカリウムはKClの形で0.1～0.2%の比率で補給する。微生物成長のための炭素源として、廃糖蜜を約0.5～1%添加する。

3. 製造方法

① 材料調整

オガクズとピートは 1:1 の比率で混合した。pHを 7.5 以上に調整するためにCaCO₃（または石灰石）を用いた。表 3.2.36 に 1 トンの堆肥を製造するための原料の仕込み組成を示す。

表 3.2.36 コンポスト材料の組成

#	物質	単位	量
1	オガクズ	k g	500
2	ピート	k g	500
3	リン酸	k g	5
4	石灰	k g	5

② 微生物溶液の調整:

表 3.2.37 に 1 トンの堆肥を製造するための微生物溶液の調合組成を示す。容器に全構成成分を混合する。最初に糖蜜、尿素、KClを水に溶解する。次に、微生物を添加し、よく混合する。

表 3.2.37 1 トンの堆肥を製造するための微生物溶液の調合組成

No	材料	単位	
1	微生物	kg	0.2
2	尿素または硫酸アンモニウム	kg	0.5
3	KCl	kg	0.5
4	糖蜜	kg	5.0~7.0
5	水道水	l	10~15

③ 堆肥化工程:

堆肥原料の含水率を 50~55 %に調整し、幅 100~120 cm の所に高さ 80 cm を越えないように山積みする。堆肥化過程での微生物の成長と増殖を分析する。堆肥化物の表面に均一な白色層と、表面下 20~30 cm に繊維シートが形成されることによる、微生物活性（微生物バイオマス）の兆候が観察された時に、堆肥完熟の判断を行う。堆肥化物の温度は常温より 20℃以上高くなる。7 日後の堆肥の切り返しは、堆肥化物の堆積物中の微生物の分散を均一にするために行う。堆肥化物の堆積物中の微生物活性の観察と堆積物の乾燥を防ぐための加水が適宜、必要である。21 日間の堆肥化過程後に、堆肥化物は有機肥料として使用可能になる。

④ オガクズ・ピート堆肥化実験の結果

- 堆肥化過程での温度の変化:

温度は、堆肥化物の中での微生物の成長と増殖に影響する主たる要因である。図 3.2.29 に、堆肥化時の温度変化を示す。

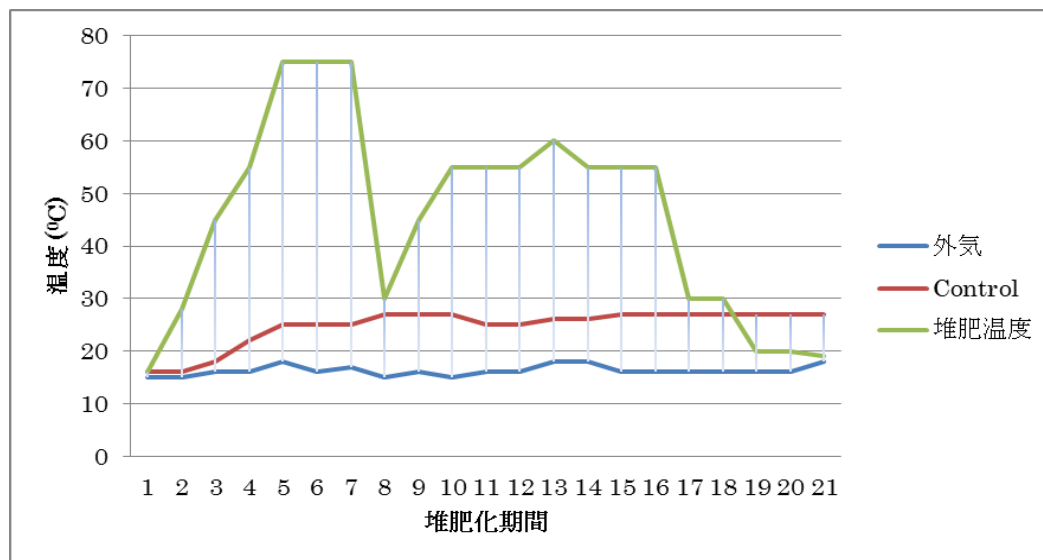


図 3.2.29 堆肥化時の温度変化

堆肥化物の温度は原料の混合直後に上がる。この結果は堆肥化物の温度が室温よりも高いことを示している。堆肥化過程の1-2日後に、温度は上昇し4-5日後には最大温度75°Cに到達する。この温度上昇は、堆肥化物中の病原性微生物や草の種を制限する効果があるが、同時に有効な微生物をも制限してしまう。従って、7日目に温度を下げ、有効微生物の効果を上げるために、切り返しを行い、空気を供給する。15日目に、堆肥化物の温度は常温へ低下する。この段階では、堆肥化処理は終了したために、有機物質は熱を外部に放出しなくなる。堆肥化終了後の化学的・生物学的分析結果を表3.2.38に示す。

表 3.2.38 分析結果

No	項目	単位	結果
1	TN	%	0.83
2	TP	%	0.90
3	TK	mg/kg	650
4	TOC	%	22.6
5	pH	-	7.0
6	As	mg/kg	0.010
7	Cd	mg/kg	0.011
8	Pb	mg/kg	5.2
9	Hg	mg/kg	<LOD
10	<i>Salmonella</i>	CFU/g	-
11	Coliforms	CFU/g	3,2x10 ²
12	<i>E. coli</i>	CFU/g	-

(LOD:検出限界) (-): Not discover in dilutions10-17

この結果は、農業農村開発省の基準に一致した有機堆肥の質を保持していることを示している。上記の結果から、バイオトイレのオガクズ媒体とピートの混合は今後ベトナム国でバイオトイレのオガクズ媒体を堆肥化する手法として十分な可能性があるかと判断できる。



図 3.2.30 コントロール堆肥



図 3.2.31 オガクズ+ピート混合堆肥

3-2-4 衛生環境教育活動

途上国における人口増加は、深刻な「貧困問題」と「近視眼的な開発」をもたらしている。さらに、「貧困問題」は生活そのものを経済優先にさせ、自然とのバランスを保つことへの配慮の欠如の結果、焼畑・過耕作・過放牧・過剰伐採などの問題を起こしている。また、急激な人口増加がもたらす都市への大規模な人口移動は「近視眼的な開発」を優先させ、結果として農林水産業の商業化とサービス業・観光産業の拡大、無計画な都市開発を促進させ、大気汚染・水質汚濁・地盤沈下などの産業公害を必然的に引き起こす構造をつくりだしている。このように、途上国における環境破壊は、開発・貧困問題と深く関係している。

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衛生環境教育活動は、単にバイオトイレ・新浄化システム導入に向けた商業ベースの活動に留まらず、現地住民の衛生意識等の向上も含めた、「気づき」と「改善」にフォーカスした活動を実施した。以下に概要を記載する。尚、クアンニン省天然資源環境局との協議において、現在実施中の衛生環境教育活動に関しては、案件化調査終了後も引き続きバイオトイレ及び新浄化システムを活用した形で活動を継続すると共に、当該活動を実施するために、現在クアンニン省天然資源環境局に派遣されている青年海外協力隊員と協働することを確認した。



現地住民に対する衛生環境教育活動
住民間で各家庭のし尿及び生活雑排水の処理方法の共有を通じて、何が原因で水質汚染を引き起こしているかを確認した。更に、身近な道具を使って簡単に汚水を浄化できることを確認するために、実際に住民と実験を実施した。



Quang Trung学校の先生への衛生環境教育活動
事前に全ての先生を対象に衛生意識調査を実施した。その結果を下に、何が課題なのかを共有した。更に、その課題を改善していくために、何ができるのか意見交換すると共に、具体的な行動計画について考えた。



Quang Trung学校生徒（低学年）への衛生環境教育活動
ハロン湾の状況を説明し、どうしてこのような事態が起こっているのか生徒に考えさせ、意見を出してもらった。一方で各家庭でのし尿及び生活雑排水の処理の仕方について、どの程度知っているかを確認した。それらを通じて何が課題であり、それを解決するために自分ができることを考えてもらった。



各自が考えたことを発表してもらった。



コンポスト利用の実演

事前に準備したバイオトイレの使用済み残さを活用して植栽活動を実施した。

残さを実際に手に取ってもらい、バイオトイレで処理したものが衛生的に何ら問題ないことを体験してもらおうと共に、どのように使用すると効果的かを考えながら活動した。

こうした継続的な活動を通じて得られた成果及び知見は以下の通りである。

実施したプログラムは、(1)様々なステークホルダーとの連携、(2)講義、対話、フィールド・サーベイのほか、(3)クアンニン省天然資源環境局を巻き込みながら衛生環境政策の基礎を地域住民と協働して検討していく、といった点において革新的な活動であったということが言える。地域住民を巻きこむために、各コミュニティの代表者との意見交換を通して信頼関係を構築しただけでなく、地域住民との事前会合を通して衛生環境政策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。様々なステークホルダーが本活動に関わったことは、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。今後、本プログラムの学びを各現場での行動につなげていくためにも引き続き実施していく必要がある。

3-2-5 現地板金工場での基礎的技術指導

バイオトイレ及び新浄化システムの普及展開にあたり、コスト低減も含めて現地製造が不可欠であるため、現地調達可能な設備・機器・技術の調査を実施した。例えば、バイオトイレ及び新浄化システムの製造には、高度な切削加工技術、溶接技術及び発酵技術等が必要であり、これら技術を現地板金工場等が保有しているかどうかを確認する必要がある。今後の事業展開を見据え、工場等における長期的な技術指導を通じた当該製品に係る技術が現地企業に定着するかどうかの検証を行った。

設備・機器調査 (ハノイ市)



設備・機器調査 (ハノイ市)



設備・機器調査 (ハノイ市)



設備・機器調査 (ハノイ市)



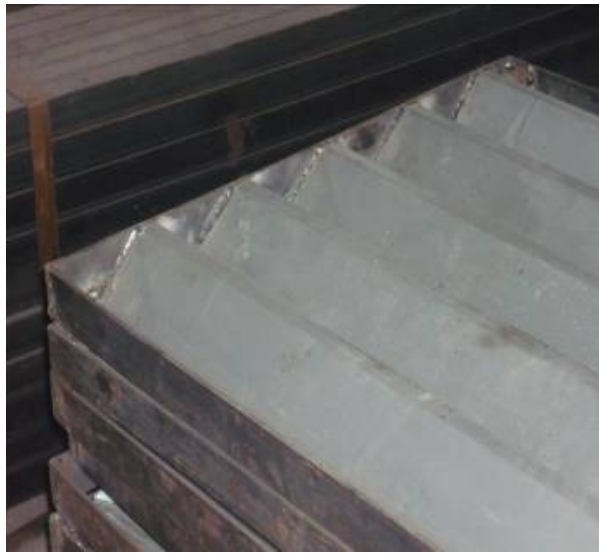
設備・機器調査 (ハロン市)



設備・機器調査 (ハロン市)



資材調査 (ハロン市)



資材調査 (ハロン市)



基礎的技術指導 (ハロン市)



基礎的技術指導 (ハロン市)



設備・機器調査 (ハロン市)



設備・機器調査 (ハロン市)



基礎的技術指導（ハロン市）



基礎的技術指導（ハロン市）



ベトナム国ハノイ市及びハロン市において複数の板金工場を調査すると共に、設備、機器、技術の3点で評価を行った。いずれの工場においても、バイオトイレ及び新浄化システムを現地にて製造するには、設備・機器の不十分な整備、技術者のより精度の高い技術力の育成等多くの課題が明らかになった。

「ものづくりは人づくり」という言葉もあるとおり、これまで日本の製造業の競争力は、質の高い労働者が支えてきた。海外展開に際して、日本企業の強みを生かすためには、物理的な生産基盤だけではなく、ものづくりの基盤を支える人材の確保・育成が不可欠となる。製造業の途上国への進出が進む中、ベトナム国及び日本国における技術研修などを通じた現地人材の育成は、日本の製造業の海外展開において重要な視点である。

バイオトイレ及び新浄化システムの今後の普及展開を見据え、正和電工を中心に技術研修等を継続して実施していく予定である。

3-3 採算性の検討

3-3-1 ストラクチャーの検討

「非公開部分につき非表示」

「非公開部分につき非表示」

「非公開部分につき非表示」

「非公開部分につき非表示」

3-3-2 財務的・経済的実現可能性

「非公開部分につき非表示」

「非公開部分につき非表示」

第4章 ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事

業展開に係る効果

4-1 提案製品・技術と開発課題の整合性

ベトナム国における調査分野の現状と課題に関して以下4つの視点から整理する。

① 水環境

ベトナム国では適切な排水処理設備の整備が進んでおらず、95%の排水が未処理のままであり、生活排水、産業排水等による水質汚濁が著しく深刻な環境問題をもたらしている。また、生活排水のうちトイレからの排水は30%を占め、特に中山間部でのし尿処理は12%程しか進んでおらず、残りは垂れ流しの状態である。

② 人材育成

これまでベトナム国ではODAを活用した下水処理システムの導入が検討され、実際に稼働している施設も見受けられる。従って下水処理システムの運営・維持管理のノウハウを有する人材の育成を今後更に進める必要がある。

③ 農業

し尿に含まれる肥料要素である栄養塩（窒素やリン）のうち、リンは枯渇が心配されている資源であり回収が求められている。他方、農業国であるベトナム国では、人糞を肥料として用いることは殆ど考慮されず、化成肥料の不適切な使用による富栄養化や水質汚濁が深刻な問題となっている。

④ 環境教育

水環境改善が進んでいない主原因は、ベトナム国民の衛生観念が欠如しているためであり、水環境の改善がいかに必要で、その担保責任は加害者であり被害者である自分自身であることを認識させる必要がある。現状における衛生観念の欠如の原因は、環境保全を通じた環境教育の実施が不十分なことである。

(調査対象地域：ハロン湾に関して)

ハロン湾は、無数の奇岩群とその幻想的な風景から世界遺産にも登録されており、世界有数の観光地であることから新興国ベトナムにとって、観光資源として極めて重要な海域でもある。しかし、近年増え続ける観光船やホテルから出される排水、さらにはハロン湾近郊に位置する炭鉱からの石炭灰の海域への流出による水質悪化が問題視されてきた。またハロン湾には、Floating villageと呼ばれる水上生活者の村が4つ存在し、約1,600人が住んでいる。彼らは一生のほとんどを海の上で過ごしており、日常のゴミや生活排水も海域環境悪化の一因となっている。

更にハロン湾周辺地域においても、急激に開発が進んでおり、これに伴う経済成長により、水質汚濁や自然環境の喪失などの環境破壊が顕在化しつつある。それらの生活排水に関して適切な処理がされておらず垂れ流しの状態であり、深刻な水質汚濁を招いている。現在ハロン市におい

ては、下水処理システムの導入に向けて計画投資省等と協議を進めているものの、財政問題により実現のめどは立っていない。更には各家庭で利用されているセプティックタンクは排水処理が不十分であり、また定期的なメンテナンスが行われておらず、汚泥が溜り、機能低下や機能不全がおこっている。

こうした背景を踏まえ、本事業によって与えるインパクトとしては以下が想定される。

(1) サービス提供面におけるインパクト

本事業は、クアンニン省ハロン市及びVan Don地区において、住民が適切に排水を処理することが出来ると共に、安全な水へのアクセスを改善するための手段として分散型排水処理システムを提案するものであり、本事業を通じて、地域において自律的、持続的に排水処理を実施される体制が構築されることは、山間部等を多数有するベトナム国等他の開発途上国の排水処理整備にインパクトをもたらす潜在性を秘めている。

(2) 技術面におけるインパクト

下水道処理システムと比較して安価で、容易に設置できる分散型排水処理システムは、クアンニン省だけでなく、ベトナム国内においてのニーズも非常に高い。

また、既存セプティックタンクにおいても適正な管理（嫌気条件下での一定期間滞留）が行われていれば、大腸菌の滅菌効果はある程度期待できるが、バイオトイレは好気性処理を行うことで大腸菌群の滅菌効果をより向上させられる。更には環境負荷軽減による環境改善の視点であれば、河川流入汚濁負荷のおよそ17～28%がし尿由来と推定されることから、普及率×17～28%の流入汚濁負荷削減が期待される。

表4. 1. 1汚水処理方法の比較

	浮遊生物法	生物膜法	浄化槽	セプティックタンク	バイオトイレ	新浄化システム
し尿・汚泥収集の必要性	●	●	●	●	無	無
汚泥処分の必要性	●	●	●	●	無	無
トイレ使用できる水があるか	●	●	●	●	検討不要	検討不要
電力があるか	●	●	●	検討不要	●	●
下水処理場建設のための用地	●	●	検討不要	検討不要	検討不要	検討不要
設置スペース	検討不要	検討不要	●	●	●	●
地下水が低く、浸透処理が可能	検討不要	検討不要	○*1	○*1	検討不要	検討不要
維持管理体制	●	●	●	●	●	●

*1：浸透が出来ない場合は排水路への排水を検討

下水道処理システム（浮遊生物法、生物膜法等）、浄化槽及びセプティックタンクと比べてバイオトイレは、し尿・汚泥収集の必要性が全く無い。また新浄化システムはし尿を生活排水から分離することで、BOD 値及び窒素・リン共に 10mg 以下に抑えることが可能であり、これは高度合併浄化槽の水準と同等であることが分かっている。（環境省「平成 24 年度環境技術実証事業」）

4-2 ODA 案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果

分散型排水処理システム導入によって想定される水環境改善効果を検討する。

ベトナム都市部の河川、湖、運河等（地表水）の水質汚染の原因は工場地域、家庭、医療設備から河川に放出される排水である。2005 年初期の段階で河川、湖、運河等の排水総水量は約 311 万 m³ で、内訳は生活排水が 201 万 m³（64%）、産業排水が 98 万 m³（32%）、医療施設からの排水が 12 万 m³（4%）となっている。（「ベトナムにおける環境汚染等の現状」-環境省ホームページより）

2010 年に公表されたベトナム環境状況に関する報告書（ベトナム環境報告書 2010）に記載されているベトナム国における年間の都市生活排水量と汚濁負荷量（COD、BOD、TSS）を用いて新浄化システムの導入効果を予測した。

新浄化システムは、北海道旭川市での実証試験において、新浄化システムに流入した汚水の BOD を 94.9%、TN を 55.2%、TP を 84.0% 減少させた実績を持つ。

上記のベトナム都市部の生活排水量からハロン市及び Van Don 地区の生活排水量を算出した。ハロン市と Van Don 地区において新浄化システム普及率 100% の場合予想されるハロン湾水域に流入する家庭污水由来の COD と BOD の増減を概算した。

表 4.2.1 年間の都市生活排水の汚濁負荷量

都市家庭排水 総 COD	都市家庭排水 総 BOD	都市家庭排水 総 TSS
k g /day	k g /day	k g /day
2,374,900	1,257,300	2,730,500

（ベトナム環境報告書 2010 より）

表 4.2.2 ハロン市と Van Don 地区から湾内に流入する
家庭污水の汚濁負荷量に対する新浄化システムの効果

	ハロン市家庭排水汚濁負荷量		Van Don 地区家庭排水汚濁負荷量	
	COD	BOD	COD	BOD
	k g /day	k g /day	k g /day	k g /day
流入水 k g /day	19,067	10,094	3,480	1,842
減少率 %	95	95	95	95
処理水 kg/day	972	515	177	94
減少量 kg/day	18,094	9,579	3,302	1,748

以上の結果から、ハロン市と Van Don 地区の家庭からハロン湾水域に流入する汚濁負荷の減少に対し、新浄化システムの導入は十分な効果が期待できる。

また、ベトナム国の排水 17～28%がし尿で、その 95%が未処理で河川に放出されている。そのため、河川はし尿による有機物の水質汚染が顕著になる。バイオトイレは、タンク内からし尿を出さずにその場で分解と水分蒸発をおこなうため、バイオトイレを設置した場合し尿による河川や土壌の水質汚染はない。

4-3 ODA案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

開発者である正和電工は、日本国内での需要の拡大を認識しており、現在国内での増産体制の整備を進めている。NHK や各種新聞といったマスメディアに取り上げられる機会も増加し、同社の製品についてその機能を認知する機会も増えている。これは一方でバイオトイレ等の製造方法を他国・他企業も研究しようとする動きに直結する。現在のシステムと同じ機能を持つ類似品が中国等で製造されるようになるのは時間の問題であり、彼らが本気になって製造方法を研究すれば開発期間は長くても3年ばかりかからないものと思われる。その意味でまず本システムを活用した日本の ODA の展開については、他国製品及び技術との差別化及び新規市場の早期獲得、また開発途上国の社会・経済開発への貢献といった観点からこれを緊急的かつ迅速に進める事業の枠組みが必要である。従って、次年度想定される民間提案型普及・実証事業スキームの活用は日本国政府・民間企業が一体となった事業実施を通じて中小企業の製品・技術が途上国の開発に有効であることを実証できることから効果的であるものの、他方で、個別企業の取り組み状況によるものの、本スキーム後にどう事業化に向けて進めるかといった部分が不明確であることから、資金面・制度面において本スキームの更なる拡充の必要性が考えられる。

本システムのベトナム国での適合性検証活動では、価格に関する問い合わせが最も多かった。現地説明会等を通じて現地カウンターパート始め現地住民への本システム導入による効果に関して説明を行っているため、その理解は十分図られている。その意味で正和電工が製品をいくらか提供し、どのような維持管理サービスを提供することが出来るかが最大の関心事である。以上の状況を鑑みると、販売価格がこのシステムが普及するか否かの最重要な要素であるということが分かる。

ベトナム国では 2020 年の工業国入りを目指して、経済成長の基盤となるインフラの計画・整備が進められており、その中で、大都市における安全・安心の水供給は、河川を主水源として進められているが、当該地域に於ける下水道の整備のみならず、上流域となる地域での排水処理も重要な役割を担っており、河川汚染の防止には大都市以外におけるし尿や雑排水等の処理が重要である。今後工業化の進展と共に益々ベトナム国で重要な政策となる公共用水域の改善・保全や生活環境の改善、公衆衛生の向上等の水環境の改善には、「節水」や「省エネ」といった新たな技術やシステム作りの観点からの事業推進が求められる。こうした点からも分散型排水処理システム導入は現地カウンターパートの関心事でもある。

対象国に本システムを導入することによって、水環境及び衛生環境の改善、地域の生活水準の向上に役立てるため、草の根技術協力事業、ノン・プロジェクト無償資金協力等の ODA 適用を目

的とするとともに、現地に設置した分散型排水処理システムが持続的に活用され、現地に広く普及されていくために必要である機器設備のメンテナンスなどを現地で実施していくための教育指導にボランティア事業の適用などの技術協力も視野に入れるものとする。

こうした事業を通じて、以下の効果が考えられる。

(1) 安全な水へのアクセスを促進する

提案する製品・技術は、簡易に生活排水を処理することが出来るシステムである。これまででの調査から公共施設及び一般家庭での設置に関しても大きな問題は発生していないことから、基本的にどこにでも設置することは可能である。更に分散型排水処理システムを導入することで、一般家庭において飲料水源となる地下水の汚染が軽減され、安全な水へのアクセスが容易になる。

(2) 現地における雇用創出

本事業で設置する分散型排水処理システムは、運営・維持管理の観点からも、現地人材の関与が不可欠である。開発途上国の小規模コミュニティ向けインフラについては、対象地域に居住する人々自らが、公共財維持の意識の下、設備の運営・維持にあたり、現地の人々がオーナーシップを持って進めていくことが求められる。従って、システム建設による資材費、建設による雇用創出が見込まれる。

また、比較的早期段階において、販売員、施設管理者、施工技術者等の雇用を促し、住民の組織内で分散型排水処理システムの運営管理が完結できるような仕組みづくりがビジネス化に向けて求められる。従って、本事業での技術指導等を通じ、分散型排水処理システムの運営管理における現地雇用の創出が見込まれる。雇用の創出によって、地域経済への効果も期待できる。

(3) 現地関係者の能力強化

ベトナム国では大都市での排水整備が進められている半面で、地方都市及びその周辺部、農村部における排水処理整備は非常に脆弱である。本調査業務の対象地域であったハロン市及び Van Don 地区においても Septic Tank の整備は進められているものの、適切に維持管理するための法整備等はなされていない。

従い、現地カウンターパートを始めとした行政職員の排水処理整備推進のための知識、技術、能力は低く、また、コミュニティ組織の運営維持管理能力とそれに対する行政側の支援も弱い。こうした背景を踏まえ、行政職員の能力向上を目指した研修事業を実施する。その技術能力強化を実施することで、運営維持管理能力の強化を図り、水資源管理能力の強化への一助になると考えられる。

第5章 ODA案件化の具体的提案

5-1 ODA案件概要

5-1-1 活用可能な ODA スキーム

短期間で適合性検証活動を実施した分散型排水処理システムのバイオトイレや新浄化システムは、将来的には ODA 事業に組み込まれる機材として、また一方で海外の民間セクターへの販売を通じてその普及を行っていきたいとする販売戦略を持っている。この戦略を担うツールを選定するにあたり、現段階で我々が想定する ODA の候補スキームをレビューし、以下の3つについてその活用が有望視されると結論づけた。このうち最初の2つについては現時点で制度設計段階にあるため、内容の変更があることも予想される。

民間提案型普及・実証事業

民間提案型普及・実証事業は、現在 JICA が開発中の新しいスキームで、中小企業の ODA を活用したビジネス展開を促進、迅速化するため、既存の ODA スキームに様々な改善がなされている。まず JICA がこれを主導することで、外交ルートを通じた要請、閣議決定のプロセスを省略することが出来る。更に、ワンパッケージで民間企業に配慮した年度をまたぐ運営を可能にしている。また期間も最長3年程度まで可能にすることで、より多様化した普及活動や実証試験を可能にしている。本スキームは日本の中小企業の海外ビジネスへの拡大を念頭においたものであるため、中小企業の開発したシステム・製品を JICA が購入、運搬、実証、普及するための費用（コンサルタント費用を含む）を提供するものである。他方で、本スキームでは中小企業側の人件費は拠出されない。事業規模は約1億円程度である。

草の根技術協力事業

本事業も JICA が主導することによって、通例なら大使館が選定する事業サイトやこれに関与する NGO 等も提案者の意向を反映する形で JICA が決定することができる。ただし本件については日本の中小企業より NGO、大学、公益法人の申請を前提としたもので、事業は非収益事業に限定されている。本件については事業期間を3年と更に長いスパンでとらえることができる。これは例えば納豆菌から開発した水質浄化剤で開発途上国を支援している日本ポリグル株式会社の提供する商品のように BOP ビジネスに適用できるもの（製品を小分けにできるもの等）には非常に有用なスキームであると推察されるが、本件のような単価の高い製品には不向きな可能性がある。非収益事業に限定されるかわりに、直接人件費や間接費を見込むことができる。

民間連携ボランティア

従来 JICA ボランティア（青年海外協力隊、シニア海外ボランティア）の制度を、企業ニーズを取り込める形にカスタマイズしたもので、受国や要請内容、職種、派遣期間等に融通性を持たせたものである。具体的には、派遣された協力隊員等は、公的機関に配属され、組織の一員とし

て、上司や同僚と相談しながら活動計画を策定する。計画(Plan)→実行(Do)→検証(Check)→改善(Action)を繰り返し、計画を遂行するために関係者と協力し合い、周りの人を巻き込みながら活動を進めていく。現地の人々と同じ言葉を話し、同じ目線でともに生活・協働しながら開発途上国の課題に向き合い、国づくりのために活動する。これまでの実績をみると、参加企業は若手のグローバル人材の育成や派遣国でのネットワーク形成を目指して社員を派遣するケースが多くなっている。ただし中小企業の中でも特に規模の小さい企業では、海外要員として位置づける社員さえ確保されていないケースも多く、本スキームが活用できるのはある程度規模の大きな企業であると推察されることから、本スキームの活用に関しては引き続き検討する。

他事業展開の可能性

更に、バイオトイレはそれ単独でも十分にその効果を発現するものの、バイオトイレを中心とした案件形成は困難でもある。こうした点を踏まえ、クアンニン省天然資源環境局とどのように普及展開させていくかを協議した。クアンニン省天然資源環境局によれば、ベトナム国に存在する少数民族のうち約半数がクアンニン省で生活をしているという。ハロン湾といった海洋資源を活用した観光開発は進んでいるものの、他方で、陸上資源を活用した観光開発は不十分である。そのため、クアンニン省は陸・海双方の資源を活用した観光開発を進めると共に、特に少数民族に注目をしている。クアンニン省で生活する多くの少数民族は山間部で生活しており、基礎的インフラ整備も不十分である。そのため多くの開発計画をクアンニン省は承認しているものの、財政不足等により進んでいない。そのため外資をいかに呼び込むかが課題となっている。

こうした点を踏まえ、我々は「観光」に「環境」という要素を加えた「エコ・ツーリズム」に着目した。エコ・ツーリズムに関して国内外で多くの実績を有するエコ・ツーリズム一般社団法人エコロジックとも協議しつつ、案件化可能性を検討した。更に、クアンニン省天然資源環境局へのヒアリングによれば、クアンニン省北東に位置する Tien Yen 地区でのエコ・ツーリズム開発の意向があり現地調査を実施した。以下に調査概要を記載する。

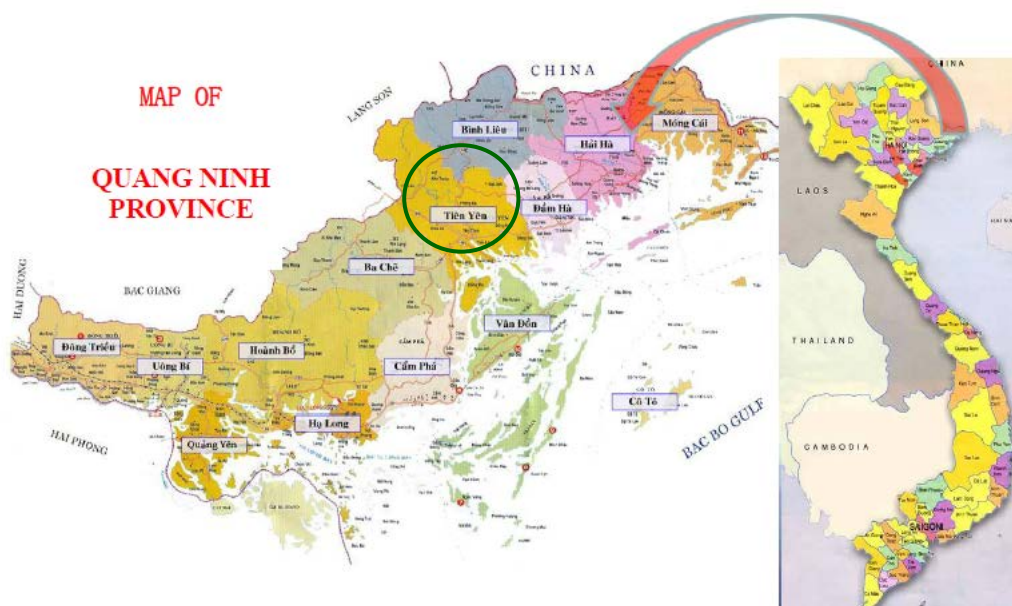


図 5.1. 1 Tien Yen 地区



Dai Thanh 村

クアンニン省の農村開発計画の推進によって、2006 年から開発が開始された村である。自然豊かな地域であり、棚田があるなど里山風景が広がっている。当該地域には約 300 世帯が生活をしている。メイン道路の建設も 2011 年に完成したばかりであり、上下水道はまだ整備されていない。他方ではほぼ全ての家庭へ電気が行き渡っていた。



上下水道の整備がされていないため、付近の川から水を汲んでいる世帯が多い。また各家庭には汲んだ水を貯めるタンクの整備も不十分であることから毎日水汲みを行っている。他方で、当該地域が河川の上流域でもあることから、非常に透明度の高い水であった。但し、飲料水として利用できるかどうかの水質検査はされていない。



ベトナムで広く見受けられる家屋とは異なり、土壁でできた平屋。



住民への聞き取り調査

40 歳代以上の世代になれば、民族衣装を日常生活でも身にまとい生活している者が多い反面、10 代、20 代はベトナムの若者が身につける現代風な服装を好む傾向にある。主な仕事は森林管理がメインであり、年間収入が一人当たり 2 万円前後である。



当該地域で広く利用されているトイレ

基本的に家畜小屋と隣接されてトイレが設けられている。その理由はし尿及び家畜糞尿をコンポストとして農業利用するためである。トイレ自体の作りは簡素であり、屋根のないものがほとんどであった。



コンポスト化

し尿や家畜糞尿を混ぜてコンポスト化している。コンポスト化するには炭や落ち葉を混ぜつつ発酵を促進している。完成したコンポストは自前の田畑に散布したりして利用している。

Tien Yen 地区の自然や住民生活の中に眠っている素材の網羅的な発掘作業を、上記調査を通じて実施した。自然観光資源調査の対象を、①自然資源（地域で親しまれている植物・動物、いわれのある地形・地理、見晴らしの良い場所）、②文化資源（伝統文化、信仰、特徴的な生活習慣、地域に伝わる伝説）、③歴史資源（歴史的エピソード、産業構造、文化財）、④産業資源（地域の名産・製法、文化財）、⑤活動資源（野外活動に利用されている場所）、⑥名人（地域に伝わる伝統的技術や芸術の持ち主）等いくつかのカテゴリに分類した上で調査を実施した。更に、エコツアーを事業として継続していくためには、対象地域の市場性を十分に考慮する必要がある。つまり対象地域の市

場性をマーケットの量的側面と質的側面の両面から把握する必要がある。今回の調査では、調査期間の制約から質的側面のみの評価となった。

Tien Yen 地区行政担当者等へのヒアリングから、当該地域のエコ・ツーリズムとして開発する意向を確認できたこと、また上記調査カテゴリをほぼ全てを満たしていること、更には現地住民へのインタビュー調査から、現地住民が地域資源を活用した観光開発により新たな収入源の確保を期待していること等から、当該地域でのエコ・ツーリズムとしてのポテンシャルは高いことが確認された。引き続きエコ・ツーリズムとしての案件化形成に向けて調査を実施すると共に、Tien Yen 地区の他エリアにおいても同様のポテンシャル調査を実施する予定である。

具体的な協力内容及び開発の効果

前述の3つのスキーム及び上記調査を下に、本調査業務の継続事業として必要な実証試験の継続と実証データをベースにした普及活動について、民間提案型普及・実証事業及び草の根技術協力事業を活用した例を次項で提案する。

5-2 具体的な協力内容及び開発効果

民間提案型普及・実証事業 —クアンニン省における資源循環型モデル構築による水環境改善普及実証事業—	
対象国	ベトナム国
カウンターパート	クアンニン省人民委員会、クアンニン省天然資源環境局
プロジェクトサイト	クアンニン省ハロン市及びVan Don地区  <ul style="list-style-type: none"> ○ プロジェクトサイトはクアンニン省に多数存在する国立公園及び世界自然遺産地域から外れた地域において実施することを前提として、JICA環境社会配慮ガイドライン「カテゴリA」に該当する地域を対象地域から除外するなど、可能な限りハロン湾地域の環境社会に配慮する。 ○ 更に、分散型排水処理システムを活用した本事業は、し尿の安定化や周辺河川および地下水等の水質改善を通してコレラ・赤痢・肝炎・腸チフスといったこれまで蔓延してきた疫病の発生を防止する効果があり、その導入に関しては、悪臭や住民移転などの環境や社会への望ましくない影響がほとんどないと考えられることから、JICA環境社会配慮ガイドラインのカテゴリ分類上での「カテゴリC」に該当すると考えられる。
対象受益者層	直接的には分散型排水処理システムを導入した地域、間接的にはクアンニン省行政職員（300名）、学校（約1,000人）等
現状及び問題点	○ ハロン湾は、無数の奇岩群とその幻想的な風景から世界遺産にも登録されており、世界有数の観光地であることから新興国ベトナムにとって、観光資源として極めて重要な海域でもある。しかし、近年増え続

	<p>ける観光船やホテルから出される排水、さらにはハロン湾近郊に位置する炭鉱からの石炭灰の海域への流出による水質悪化が問題視されてきた。またハロン湾には、Floating villageと呼ばれる水上生活者の村が4つ存在し、約1,600人が住んでいる。彼らは一生のほとんどを海の上で過ごしており、日常のゴミや生活排水も海域環境悪化の一因となっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 更にハロン湾周辺地域においても、急激に開発が進んでおり、これに伴う経済成長により、水質汚濁や自然環境の喪失などの環境破壊が顕在化しつつある。それらの生活排水に関して適切な処理がされておらず垂れ流しの状態であり、深刻な水質汚濁を招いている。現在ハロン市においては、下水処理システムの導入に向けて計画投資省等と協議を進めているものの、財政問題により実現のめどは立っていない。更には各家庭で利用されているセプティックタンクは排水処理が不十分であり、また定期的なメンテナンスが行われておらず、汚泥が溜り、機能低下や機能不全がおこっている。 ○ また、農業国であるベトナム国では、人糞を肥料として用いることは殆ど考慮されず、化学肥料への依存が高く、特に農村部において化学肥料の不適切な使用による富栄養化や水質汚濁が深刻な問題となっている。
<p>案件化調査から明らかになった課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 日本のODAの質的向上や景気刺激策の一貫として、外務省は平成24年度から「政府開発援助海外経済協力事業委託費による案件化調査」を実施している。この事業スキームを用いて正和電工は、バイオトイレ及び新浄化システムを活用した「世界自然遺産ハロン湾における集めない・混ぜない・分離する“分散型排水処理システム”を活用した水環境改善案件化調査」を実施し、2013年12月から2014年1月までの2カ月間、クアンニン省ハロン市及びVan Don地区において適合性検証活動を行い、分散型排水処理システムがハロン湾の水質改善に大きな貢献を果たすことをほぼ確認することができた。 ○ ただし、2ヶ月間の適合性検証活動では、我々の大目的としている「排泄」→「肥料化」→「植物を育てる」→「食べる」という生きる為の一連のサイクル（循環資源型モデル）については、未だ十分な実験結果は得られていない。 ○ 更にこの分散型排水処理システムに注目しているクアンニン省政府機関、民間セクターに対して実需と販売についての説明と協議が不十分であったため、普及活動を充実させる時間が不足していた。
<p>上位目標</p>	<p>分散型排水処理システムによる水質改善の実証データを得るとともに、本事業のサイトとなる2か所のコミュニティにおいて資源循環を通じた新</p>

	しい「エコ・サニテーション」モデルの構築を促す。
プロジェクト目標	<ul style="list-style-type: none"> ○ 公共施設及び複数のコミュニティへ製品（バイオトイレ及び新浄化システム）を導入することによる水環境改善及び衛生環境改善 ○ 学校や複数のコミュニティでの環境教育・普及啓蒙活動等を通じて、現地住民の衛生意識の醸成 ○ 分散型排水処理システムの普及展開には、現地における制度整備と技術強化の両面から進めることが効果的である。従い、制度整備では環境リスクの啓発・対策検討や分散型排水処理システムを有効に利用するための目標・計画・制度を策定するための基盤構築、一方、技術強化のための支援は、現地での普及等持続性の観点から現地カウンターパート及び現地板金工場への技術移転や規格作成を実施する。 ○ 対象サイトのコミュニティに分散型排水処理システムが整備され、生活排水が適切に処理されると共に、安全な水（特に飲料水）のアクセスが確保される。 ○ また、1 サイト 5～10 名で 2 サイト 10～20 名程度の維持管理者が研修を受けることで維持管理が強化され、適切に生活排水が処理され、かつそれを管理する人々が現地に根付くことにより、より持続性の高いビジネスモデルを構築する。 ○ 更に、案件化調査を通じてそれぞれの技術（分散型排水処理技術、コンポスト技術）のポテンシャルは確認できたことで、各技術を有機的に連携させた循環モデルの基礎を構築する。
期待される成果	<ul style="list-style-type: none"> ○ ハロン市及びVan Don地区における分散型排水処理システム導入による水環境及び衛生環境改善の効果が実証され、対象地域内の水環境分野の課題解決に資するということが、現地住民間で社会的合意が形成される。 ○ 分散型排水処理システムが現地カウンターパート等クアンニン省内の水環境分野の課題解決に資するということが、クアンニン省天然資源環境局等行政関係者内で理解が促進される。 ○ クアンニン省行政職員を中心に分散型排水処理システムの運営・メンテナンスノウハウを取得した技術者が数名育成される。 ○ 分散型排水処理システムの利用基準/運用マニュアルが策定できる。 ○ 水需要と排水量から分散型排水処理システムの適正モデルが開発でき、設備設計と初期投資額がより明確になることで、持続的なビジネスモデル構築に繋がる。 ○ コンポストの農業利用が促進することで、有機農業が振興され、付加価値のある農業商品ができると共に、農家の新たな収益確保に繋がる。

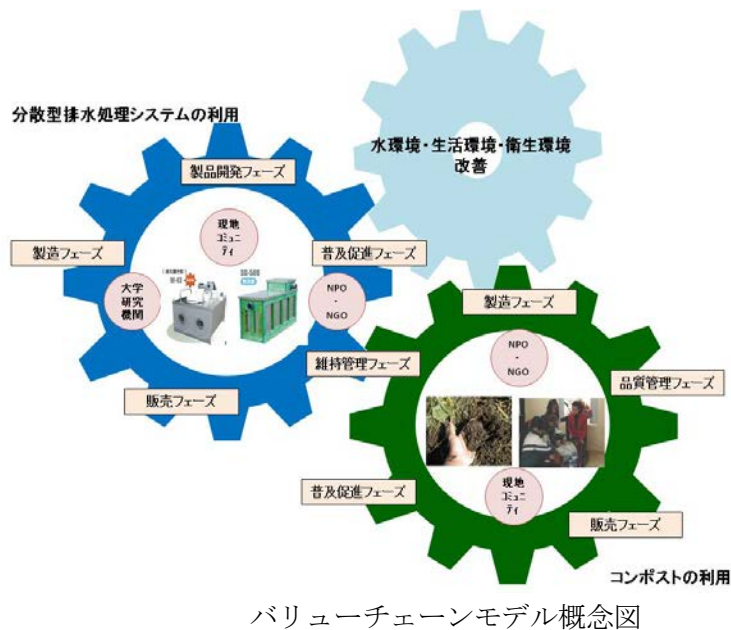
事業実施期間	2014年10月から2017年3月まで（30か月） <table border="1" data-bbox="491 369 1340 840"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">2014</th> <th colspan="12">2015</th> <th colspan="5">2016</th> <th colspan="3">2017</th> </tr> <tr> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>...</th> <th>...</th> <th>...</th> <th>12</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>...</th> <th>...</th> <th>...</th> <th>12</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実証事業準備</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>実証事業Phase1 ・分散型排水処理システムの実証</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>中間評価</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>実証事業Phase2 ・分散型排水処理システムの実証 ・資源循環型モデルの実証</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>最終報告</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>環境教育・普及啓蒙活動Phase1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>環境教育・普及啓蒙活動Phase2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>制度整備と技術強化のための支援プロジェクトPhase1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>制度整備と技術強化のための支援プロジェクトPhase2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>日本への招聘</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		2014			2015												2016					2017			10	11	12	1	2	3	4	12	1	2	3	4	5	12	1	2	3	実証事業準備																									実証事業Phase1 ・分散型排水処理システムの実証																									中間評価																									実証事業Phase2 ・分散型排水処理システムの実証 ・資源循環型モデルの実証																									最終報告																									環境教育・普及啓蒙活動Phase1																									環境教育・普及啓蒙活動Phase2																									制度整備と技術強化のための支援プロジェクトPhase1																									制度整備と技術強化のための支援プロジェクトPhase2																									日本への招聘																								
	2014			2015												2016					2017																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	10	11	12	1	2	3	4	12	1	2	3	4	5	12	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																			
実証事業準備																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
実証事業Phase1 ・分散型排水処理システムの実証																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
中間評価																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
実証事業Phase2 ・分散型排水処理システムの実証 ・資源循環型モデルの実証																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
最終報告																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
環境教育・普及啓蒙活動Phase1																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
環境教育・普及啓蒙活動Phase2																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
制度整備と技術強化のための支援プロジェクトPhase1																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
制度整備と技術強化のための支援プロジェクトPhase2																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
日本への招聘																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
具体的な活動	<p>① <u>分散型排水処理システムの実証試験（水質改善効果検証）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 本調査で特定した改良点、及び現地カウンターパートの意向を反映した分散型排水処理システムをハロン市及び Van Don 地区に複数台導入し、2015年1月から12ヶ月間、定期的な点検、媒体交換等のメンテナンスに加えて、以下の活動を含む実証事業を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ・ モデルケースとして公共施設（小学校や船着場）及び複数のコミュニティ等に設置する。（使用状況の記録、運転コスト、利用者の満足度の調査） ・ 中間評価を行い、現地適合性の観点から必要な計画修正及び製品改良の実施 ・ 上記対応を下に、実証事業を進め、事業性・経済性含めて現地適合性を分析する <p>② <u>環境教育・普及啓蒙活動の実施</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 現状における衛生観念の欠如の原因は、環境保全を通じた環境教育の実施が不十分なことである。これを解決するために、現地住民を対象に青年同盟や女性同盟、更には地元の医療協会や小児科医療協会等と連携しつつ、水環境及び衛生環境改善の重要性に関する環境教育を実施する。 ○ また、行政機関（クアンニン省天然資源環境局等）、学校、一般住民を対象に、分散型排水処理システムの概要について理解促進と実際に製品を利用できるデモンストレーションを組み合わせた啓発セミナーを開催し、分散型排水処理システムの優位性の理解促進を図ると共に、メンテナンスサービスに対する支払意思額を含むインタビュー調査を行う。 																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

③制度整備と技術強化のための支援プロジェクトの実施

- 日本での研修プログラム（環境省等での排水処理システム管理制度に係る研修、旭川市による都市開発に係る研修等の実施）
- 各種規格作成・分散型排水処理システムの利用方法等専門家派遣の実施
- 現地製造を目的として、技術指導を通じたバイオトイレ及び新浄化システムの試作活動の実施

④資源循環型モデルの実証

- 分散型排水処理システム普及を通じた水環境・生活環境・衛生環境改善のためには、製品自身の製造、販売、管理及び普及促進の各フェーズにおいて現地リソースを活用すること、更には、バイオトイレから発生する使用済み残さを活用したコンポスト化を進めることによる資源循環型モデル構築が必要である。
- 従って、以下の図に示すようなバリューチェーンモデルの実証を行う。



実施体制と役割

- ①日本国側
- ・ 正和電工：バイオトイレ及び新浄化システム技術検証
- 【外部人材活用】
- ・ 長大：制度整備支援/招聘支援
 - ・ 大学研究機関：分散型排水処理システム評価検証/コンポスト試験評価/2次感染リスク評価/資源循環型モデル評価検証
 - ・ NPO：環境教育活動

	<p>②ベトナム国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ クアンニン省人民委員会：製品認証 ・ クアンニン省天然資源環境局：制度整備/製品評価制度の構築 ・ ハロン市及び Van Don 地区人民委員会：各種許認可 ・ 研究機関：分散型排水処理システム評価/コンポスト試験評価 ・ Woman Union 女性同盟：環境教育活動 <p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 旭川市：制度整備支援
<p>投入</p>	<p>総額約 1 億円</p> <p>①日本国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実証事業に必要なバイオトイレ及び新浄化システムの供与 ・ 実証事業計画の策定、実施支援 ・ 普及活動のためのリソースの提供 ・ 制度整備及び技術強化に向けた人材育成のためのリソース提供 <p>②ベトナム国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ バイオトイレ及び新浄化システムの運用コスト ・ その他プロジェクト実施に必要な運営経費
<p>留意点</p>	<p>適合性検証活動の結果から、本事業の実施上、次のような留意点があることが確認された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ クアンニン省内の下水処理設備の稼働率といった基礎的なデータが十分に整備されていない。従って実施対象地域においてはプロジェクト実施期間の初期に現況についてベースライン調査を実施することが望まれる。 ○ 本ODA化を進めるにあたって、既存の水資源開発計画を理解し、現地カウンターパートのニーズを常に把握しながら活動していくことが、持続的なビジネスとして現地に根付かせるためにも重要になる。本案件を実施しながら起こりうる課題を明らかにし、クアンニン省天然資源環境局にフィードバックして協力していきながら進めていく。 ○ 維持管理者は、複数の機関や住民により行われることが想定されているため、事業の円滑な実施には、これら関係者の責任の所在の明確化と協働体制の構築が重要である。

草の根技術協力事業（パートナー型又は支援型） ーハロン湾地域での衛生観念向上プロジェクトー	
対象国	ベトナム国
現状及び問題点	<ul style="list-style-type: none"> ○ クアンニン省ハロン市や Van Don 地区は観光地としてベトナム有数の都市であり、近年の経済発展に伴い生活水準の向上と人口増加が見られる。一方で各家庭に設置されているセプティックタンクの適切な処理がなされておらず、更には、市民の衛生意識及び環境意識の低さによる公衆衛生の悪化が問題視されている。このため、諸外国の ODA 資金を活用した下水処理場等の敷設計画が進められているが、住民への衛生環境教育・普及啓発による公衆衛生に関する意識、行動の改善を図ることによる生活排水の適切な処理を進めることも重要な側面である。
我が国及び JICA 援助方針上の位置づけ	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2012年12月に策定されたベトナム国に対する国別援助計画において、「成長と競争力強化」、「脆弱性への対応」及び「ガバナンス強化」の3分野を重点分野とすることを明記しており、この「脆弱性への対応」の項において、環境問題への対応を支援すると共に、社会・生活面の向上と貧困削減、格差是正を図るため、保健医療、社会保障・社会的弱者支援などの分野における体制整備や、農村・地方開発を支援することが掲げられており、本プロジェクトはこの援助方針に合致している。 ○ また JICA の協力プログラムにおいても、本プロジェクトは、重点分野：脆弱性への対応、開発課題：環境問題への対応及び農村・地方開発支援のコンポーネントの一つである自然環境保全プログラムを構成するものであり、JICA の現在の援助方針における妥当性も極めて高いと言える。
プロジェクト概要	<p>以下の4点である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 衛生環境に関する環境教育・普及啓発活動を企画・実施・評価するため、クアンニン省天然資源環境局、青年同盟、婦人同盟といった公衆衛生に関する環境問題に携わる主な機関を含めたプロジェクトチームを結成する。 ② バイオトイレ・新浄化システムを設置した学校、家庭を含めた地区をモデル地区として環境教育・普及啓発プログラムを実施することで、地域住民たちの公衆衛生環境に対する意識、行動を改善する。 ③ 環境教育・普及啓発活動をハロン市及び Van Don 地区で行っていく各機関の担当者の能力向上を図る。 ④ モデル地区以外のクアンニン省内で環境教育・普及啓発活動をおこな

	い公衆衛生の改善を図るための行動計画を策定する。																
プロジェクトサイト	クアンニン省ハロン市、Van Don 地区																
実施期間	2015年1月～2017年12月（3年間）																
相手国実施機関	クアンニン省人民委員会、クアンニン省天然資源環境局、ハロン市人民委員会、Van Don 地区人民委員会、女性同盟、																
裨益対象者	○ 短期的にはハロン市、Van Don 地区、長期的にはクアンニン省における現地住民																
プロジェクト目標	環境教育を通じて、現地住民が現状に気づき、改善に向けた自主的活動が実施される																
上位目標	住民参加型の資源循環システムの構築																
具体的な活動	<p>本調査のフォーカスするステージは以下である。</p> <p>①環境教育・普及啓発の関連機関、団体が構成されるプロジェクトチームが組織化され、機能する。</p> <p>②モデル地区における住民の公衆衛生に関する意識が変わり、その結果、行動が改善される。</p> <p>○ 学校での環境教育活動例</p> <table border="1"> <tr> <td>1) 目的</td> <td>し尿処理の実態について関心持ってもらう</td> </tr> <tr> <td>2) 対象者</td> <td>バイオトイレを導入した学校（高学年）</td> </tr> <tr> <td>3) テーマ</td> <td>「私のし尿はどこに行く」</td> </tr> <tr> <td>4) プログラム</td> <td>①処理の現状把握（映像含めて）、ディスカッション・発表 ②バイオトイレの仕組みと使い方（参加型ワークショップ） ③ コンポストの利活用（参加型ワークショップ）</td> </tr> <tr> <td>5) 会場・機材</td> <td>機材（黒板、AV 機器）</td> </tr> <tr> <td>6) 評価</td> <td>生徒からは口頭でフィードバックを得る</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">①処理の現状把握</td> </tr> <tr> <td>内容</td> <td> <p>し尿の処理状況等について学ぶ。参加者は、本調査業務から自分たちに身近なハロン湾の現状等を知り、ハロン湾を守る責任と環境保全の責任があることの認識と、そのための知識を得ることを狙いとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 自己紹介 ➤ 環境教育ゲーム（人口増加によりこのまま未処理のし尿が増加すると将来どうなるのかを、現在と将来との比較しつつゲームを通して児童が五感で体験する） ➤ レクチャー（教科書等を使用して現地と海外のし尿処理 </td> </tr> </table>	1) 目的	し尿処理の実態について関心持ってもらう	2) 対象者	バイオトイレを導入した学校（高学年）	3) テーマ	「私のし尿はどこに行く」	4) プログラム	①処理の現状把握（映像含めて）、ディスカッション・発表 ②バイオトイレの仕組みと使い方（参加型ワークショップ） ③ コンポストの利活用（参加型ワークショップ）	5) 会場・機材	機材（黒板、AV 機器）	6) 評価	生徒からは口頭でフィードバックを得る	①処理の現状把握		内容	<p>し尿の処理状況等について学ぶ。参加者は、本調査業務から自分たちに身近なハロン湾の現状等を知り、ハロン湾を守る責任と環境保全の責任があることの認識と、そのための知識を得ることを狙いとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 自己紹介 ➤ 環境教育ゲーム（人口増加によりこのまま未処理のし尿が増加すると将来どうなるのかを、現在と将来との比較しつつゲームを通して児童が五感で体験する） ➤ レクチャー（教科書等を使用して現地と海外のし尿処理
1) 目的	し尿処理の実態について関心持ってもらう																
2) 対象者	バイオトイレを導入した学校（高学年）																
3) テーマ	「私のし尿はどこに行く」																
4) プログラム	①処理の現状把握（映像含めて）、ディスカッション・発表 ②バイオトイレの仕組みと使い方（参加型ワークショップ） ③ コンポストの利活用（参加型ワークショップ）																
5) 会場・機材	機材（黒板、AV 機器）																
6) 評価	生徒からは口頭でフィードバックを得る																
①処理の現状把握																	
内容	<p>し尿の処理状況等について学ぶ。参加者は、本調査業務から自分たちに身近なハロン湾の現状等を知り、ハロン湾を守る責任と環境保全の責任があることの認識と、そのための知識を得ることを狙いとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 自己紹介 ➤ 環境教育ゲーム（人口増加によりこのまま未処理のし尿が増加すると将来どうなるのかを、現在と将来との比較しつつゲームを通して児童が五感で体験する） ➤ レクチャー（教科書等を使用して現地と海外のし尿処理 																

	<p>事情を比較。都市部での適切なし尿処理が重要であることを体系的に学ぶ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ まとめ（環境保全の責任があることの認識）
②バイオトイレの仕組みと使い方	
内容	<p>参加体験型学習を通じて、自分のし尿がバイオトイレを通じてどのように処理されていくかを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 前回授業の復習（クイズ形式） ➤ レクチャー（設置されたバイオトイレを見ながらその仕組みについて学ぶ）
③コンポストの利活用	
内容	<p>参加体験型学習を通じて、化成肥料利用のデメリット等について学んでいく。参加者は本授業から、バイオトイレから発生するコンポストの有効性及びその活用方法を習得し、家庭菜園での利用に向けた基礎を作る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 前回授業の復習（クイズ形式） ➤ レクチャー（現状の化成肥料の使われ方及びその非効率性について説明、バイオトイレから発生するコンポストの成分、使用方法等についての説明）
○ 住民に対するワークショップ例	
目的	家庭から出される生活排水の適切な処理を促す
対象	バイオトイレ及び浄化システムを設置した家庭及びその周辺家庭
会場	未定
協力者	天然資源環境局等
時間	活動
15分	開始の挨拶
30分	生活排水の処理実態把握（現場視察）
30分	ディスカッション（問題点の共有）
40分	水の浄化に関するデモンストレーション
50分	バイオトイレと新浄化システムの仕組みと使い方のデモンストレーション
15分	主催者・協力者によるスピーチ、閉会の挨拶

実施体制と役割	<p>①日本国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NPO:環境教育活動の実施 ・ 正和電工:技術専門家の派遣 <p>②ベトナム国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ クアンニン省天然資源環境局:環境教育活動支援 ・ Woman Union:環境教育活動の実施
プロジェクト予算	<p>総額約1億円</p> <p>①日本国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 長期専門家(生計向上(現地専門家)) ・ 研修員受け入れ(本邦研修:年間5~10名程度) <p>②ベトナム国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ カウンターパート配置 ・ プロジェクト事務所(管理経費等)

草の根技術協力事業（パートナー型又は支援型） ーエコ・ツーリズムを活用した山間部の生活環境改善プロジェクトー	
対象国	ベトナム国
現状及び問題点	<ul style="list-style-type: none"> ○ 経済成長を続けるベトナム国で、少数民族が暮らす山岳地域は依然として貧困状況に取り残されている。広がる貧富の格差を縮めるためには、地域の自立的な村づくりによる発展への取り組みが必要である。 ○ 貧困削減の対策の一つとして「観光産業の振興」がベトナム国の開発計画に盛り込まれるようになった。ハロン湾地域は新たな観光地としての可能性に期待が高まっているが、観光開発を商業的な利益の観点で捉えず、地域に暮らす人々の生活の向上と地域資源の保護とが両立する持続的な発展の方策として、地域主導で取り組むことが重要である。 ○ 特に世界遺産に指定されたことにより、ハロン湾に観光客が集中することで、景観的、環境的にも悪影響が及ぼされつつある。この問題を解決するために、周辺地域にあるコミュニティーエリアを新たなデスティネーションとし、観光客を分散することが可能となる。加えて、観光客の滞在日数を延長することもでき、観光による収益の向上が見込める。
我が国及びJICA援助方針上の位置づけ	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2012年12月に策定されたベトナム国に対する国別援助計画において、「成長と競争力強化」、「脆弱性への対応」及び「ガバナンス強化」の3分野を重点分野とすることを明記しており、この「脆弱性への対応」の項において、環境問題への対応を支援すると共に、社会・生活面の向上と貧困削減、格差是正を図るため、保健医療、社会保障・社会的弱者支援などの分野における体制整備や、農村・地方開発を支援することが掲げられており、本プロジェクトはこの援助方針に合致している。 ○ またJICAの協力プログラムにおいても、本プロジェクトは、重点分野：脆弱性への対応、開発課題：環境問題への対応及び農村・地方開発支援のコンポーネントの一つである自然環境保全プログラムを構成するものであり、JICAの現在の援助方針における妥当性も極めて高いと言える。
プロジェクト概要	<p>地域住民が主体となったエコ・ツーリズムの実施及び環境保全型生計向上の実現</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Dai Thanh 村落等が有する豊かな森林や動植物相を持続的に管理するため、また少数民族文化の保護のためには、周辺住民の生計向上

	<p>に配慮した自然資源の管理手法を新たに開発し導入する必要がある。そこで本プロジェクトでは、①住民主導型のエコ・ツーリズムの試験的实施、②自然環境保全に配慮した農業生産性向上（有機農法の振興）や手工芸品の開発等の環境保全型生計向上手段の開発・導入を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ハード面：現地住民の生活基盤として分散型排水処理システムの導入及び使用済み残さを活用した有機農法への転換。これらを通じた環境にやさしい生活の実現。 ○ ソフト面：当該地域の観光、環境の政策立案者をはじめ、住民（とりわけ少数民族）、エコ・ツーリズムの専門家・研究者といった関係者によるワークショップの開催。地域住民、レンジャー等を対象に、グッズ開発、ガイド養成。エコツアーの実地訓練（インタープリテーションを中心に）及び、モデル的なエコツアー・プログラムを実施。 ○ 特にバイオトイレとエコ・ツーリズムをセット化するメリットは、エコツアー商品の付加価値を高めると共に、地域組織（エコツアー協会など）が管理運営に携わることができることで管理が容易になるなどが考えられる。
プロジェクトサイト	ベトナム国クアンニン省 Thien Yen 地区
実施期間	2015年1月～2017年12月（3年間）
相手国実施機関	クアンニン省人民委員会、クアンニン省天然資源環境局、クアンニン省農業・農村開発局、Thien Yen 地区人民委員会、女性同盟、
裨益対象者	<ul style="list-style-type: none"> ○ 本プロジェクトは、対象村落の住民の生計向上に配慮した自然資源の管理手法を身に着けることが可能であり、現在候補となっている Dai Thanh 村落の計 1,000 人の住民が、本プロジェクトによって直接的な便益を受けると予想される。またクアンニン省天然資源環境局職員及びクアンニン省農業・農村開発局職員の能力向上にも資するものである。 ○ 更に、将来的に、本プロジェクトを通じて開発されたモデルのクアンニン省管内での展開も期待され、行政職員等を対象にワークショップを開催するなど、プロジェクト成果の広範囲への周知も可能である。
プロジェクト目標	Thien Yen 地区 Dai Thanh 村落において、同地域の自然及び少数民族文化の管理能力が、本プロジェクトを通じて強化される。
上位目標	クアンニン省天然資源環境局等が、対象村落の住民と協働で、同地域の自然資源及び少数民族文化を管理することができる。
具体的な活動	① プロジェクトで導入する二つの視点（住民指導型エコ・ツーリズム

	<p>及び環境保全型生計向上手段) を運営する実施体制が構築される</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 住民主導型エコ・ツーリズムの実施及び環境保全型生計向上手段の普及に関わる作業グループを形成する。 ○ 形成された作業グループメンバーに対し、事業実施に必要となる研修を実施する。 <p>【指標・目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクト開始後3ヶ月の間に、作業グループメンバーが関係者間で周知される。 ・ 本プロジェクトによって実施される一連の研修を通じて、作業グループの能力がプロジェクト実施前と比較して向上する。 <p>②対象村落において住民主導型エコ・ツーリズムのモデル事業が開発される</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 現地にてモデル事業を実施するパートナーを選定する。 ○ 対象村落での住民主導型エコ・ツーリズムの試験的实施に係る実施計画を策定する。 ○ 潜在的な負の環境影響について評価・分析し、必要に応じて講じるべき対策を実施計画に反映する。 ○ モデル事業実施に係る体制を構築すると共に、組織化した住民グループがモデル事業を実施できるよう能力強化を図る。 ○ 住民主導型エコ・ツーリズムの試験的实施を行う。 ○ 実施されたモデル事業を評価する。 <p>【指標・目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクト開始後12カ月の間に、エコ・ツーリズムの試験的实施に必要な組織体制及び施設整備がなされる。 ・ 訪れた観光客の70%以上が、住民主導型エコ・ツーリズムの試験的实施の内容に満足する。 ・ 住民主導型エコ・ツーリズムの試験的实施の評価結果を基にした課題が、関係者間で共有される。
実施体制と役割	<p>①日本国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NPO:エコ・ツーリズム専門家派遣 ・ 長大:地域開発調査・検討 ・ 正和電工:技術専門家派遣 <p>②ベトナム国</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ クアンニン省天然資源環境局:地域開発調査支援 ・ 現地コミュニティー:エコ・ツーリズム実施計画検討
プロジェクト予算	<p>総額約1億円</p> <p>①日本国側</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長期専門家 (チーフアドバイザー、エコ・ツーリズム (現地専門家)、生計向上 (現地専門家)) ・ 研修員受け入れ (本邦研修：年間 5～10 名程度) <p>②ベトナム国側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ カウンターパート配置 ・ プロジェクト事務所 (管理経費等)
--	--

民間連携ボランティア制度	
職種	環境教育
現地配属先	クアンニン省天然資源環境局
背景	クアンニン省ハロン市等では各家庭に設置されているセプティックタンクの適切な処理がなされておらず、更には、市民の衛生意識及び環境意識の低さによる公衆衛生の悪化が問題視されている。このため、諸外国の ODA 資金を活用した下水処理場等の敷設計画が進められているが、住民への衛生環境教育・普及啓発による公衆衛生に関する意識、行動の改善を図ることによる生活排水の適切な処理を進めることも重要な側面である。特に環境教育に関しては、学校現場での環境教育を実施すると共に、地域住民との地域清掃活動等を積極的に実施し、住民たちの意識向上を図る必要があるため、コミュニティー開発を含めた活動が重要である。
本制度活用の必要性	民間提案型普及・実証事業を経て民間事業化を図るものの、資源循環型モデルの考え・取り組みを現地に根付かせるには多くの時間を要すると考えられる。従って、本制度を活用することで、住民の衛生意識の向上を図りつつ、現地に適した排水処理方法の普及につながる。
活動場所	クアンニン省ハロン市及び Van Don 地区の複数のコミュニティー
活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ① 排水処理システムの技術指導を通じて、資源循環型モデルを前提とした環境教育活動の実施 ② 対象地域内の学校及びコミュニティーとの連携を通じた環境教育活動の実施による、現地住民の衛生意識の向上
期間	2 年間
受益者層	クアンニン省天然資源環境局職員、現地コミュニティー、小学校等
提案企業への還元	<ul style="list-style-type: none"> ・ 活動を実施した地域において、新たな人脈形成が可能である。 ・ 現地事情をより詳細に把握できると共に、現地に適した分散型排水処理システムの構築につながる。 ・ 本制度を活用することで、現地住民の衛生意識が向上すると共に、資源循環型モデルの基礎が構築できる。

5-3 他ODA案件との連携可能性

分散型排水処理システムの事業展開戦略として、本案件化調査において確定したビジネスモデルや協力団体と具体的にビジネスを実施するために、人材育成スキームや、現地提携先を支援するスキームの活用が必要となる。具体的には、次の2つのスキームにおける連携の可能性を模索する。

草の根・人間の安全保障無償資金協力（外務省）

事業としての波及効果を検討した場合、現地カウンターパートや連携先企業が、分散型排水処理システムの運営維持管理並びに料金徴収事務業に多数の人員を要する雇用吸収力のある業態である。本調査業務の拡充は、バイオトイレ及び新浄化システムの販売といった正和電工に対する裨益に留まらず、農村における排水処理システムの改善、雇用創出といったwin-winの関係を構築できるものと想定している。それゆえに、本事業で連携先となる現地 NGO(例えば女性同盟等)を支援するためにも、草の根・人間の安全保障無償資金協力スキームを活用して、現在の対象地域である Van Don 地区だけではなく、多角的な展開ができるように考えている。具体的には、本スキームを活用し VanDon 地区の学校建設を行うと共に、衛生トイレであるバイオトイレを導入する。これまで本スキームを活用して衛生トイレの導入が進められたケースも見受けられるが、支援後、維持管理が適切に実施されず失敗に終わるケースがほとんどであった。従い、学校づくりと組み合わせることで先生を中心に、将来に亘って適切な維持管理が実施されることが予想される。

中小企業を活用したノン・プロジェクト無償資金協力事業（外務省）

ハロン湾周辺地域では排水処理システムとしてセプティックタンクを利用しているものの、排水基準は満たされていないのが現状である。他方で、クアンニン省としては、今後当該地域における民間投資を呼び込む上でも、排水処理システム整備が喫緊の課題との認識を持っている。こうした背景を踏まえ、ODA を活用した分散型排水処理システムの導入費用を供与することにより、導入を円滑に進めると共に当該地域及びハロン湾の水環境改善に大きく貢献し、ODA 資金が新たな民間投資の呼び水となることが期待できる。

また、分散型排水処理システムが設置されることによる事業効果が高まれば、クアンニン省内で活動する援助機関の ODA 事業との連携の可能性が考えられる。

例えば、世界銀行が支援している「Yen Lap 湖における水資源開発プロジェクト」、「Uong Bi 市における上水供給システムの改善と拡張プロジェクト」等本提案案件と連携の取りやすいプロジェクトとして認識される。

更に、これまでハロン湾地域で実施されてきた「ハロン湾における住民参加型資源循環システム構築支援事業」また、今後実施される「ベトナム・ハロン湾における海上輸送を基盤とする廃棄物循環システム構築事業」（いずれも草の根技術協力事業）のプロジェクト・リーダーである大塚教授（大阪府立大学）及び「ベトナムおよびインドシナ諸国における、バイオマスエネルギーの生産システム（植林・製造・利用）構築による多益性気候変動緩和策の研究」（SATREPS）のプロジェクト・リーダーである 前田特認教授（大阪府立大学）らとこれまで連携可能性に関して複数回協議を実施

した。主な連携方法に関しては以下の通りである。

- ・ ハロン湾の水質改善を海と陸双方から進めることで、より大きな開発効果の発現が期待できる。
- ・ 持続的な事業実施及び製品の現地化を図る上で、環境教育を通じた衛生環境意識の醸成は不可欠である。従って、双方が実施している環境教育活動を共有することで、双方の事業でのシナジー効果が期待される。
- ・ 適合性検証活動の結果によっては、分散型排水処理システムを海上生活者に適用することも想定される。
- ・ バイオトイレから発生する残さの土壌改良材としての有効性は確認できていることから、クアンニン省で現在進めている植林活動での利用も検討する。

5-4 その他関連情報

5-4-1 当該国カウンターパート機関との協議の状況や課題

適合性検証活動においては、様々な機関をカウンターパート機関として想定することができたため、適合性検証活動準備及び開始直後はあくまで試験機の設置や日々のモニタリング体制確立のために大半の時間を要した。

排水処理についての所属官庁については、近年のベトナムにおいても度々その重複した管理体制が問題となり、省庁間での縄張り争いにまで発展することがある。

本件の適合性検証活動においても、クアンニン省天然資源環境局、クアンニン省建設局、ハロン市人民委員会、Van Don 地区人民委員会が関わりを持っていることを確認している。その中でもクアンニン省天然資源環境局が水環境保全及び管理を、クアンニン省建設局が都市排水処理を、ハロン市人民委員会及び Van Don 地区人民委員会が行政区内開発一般に責任を有している。この複雑な責任分担は多角的に開発をチェックすることが出来ることで暴走的な開発の除去等に役立つが、それぞれの権限を強く主張することによって手続きの複雑化や円滑な開発の妨げにもなっている。

本調査業務では、2013年12月～2014年1月にかけて、現地カウンターパートとの協議を実施した。また2013年12月上旬には、外務省及び国際協力機構による現地視察があり、その際はクアンニン省人民委員会やクアンニン省天然資源環境局幹部へ正和電工が有する製品・技術への期待について意見交換がなされた。

分散型排水処理システムによる適合性検証活動終了後の ODA 案件の協議をクアンニン省天然資源環境局はじめ、ハロン市人民委員会及び Van Don 地区人民委員会等の関係者に対し、草の根技術協力事業としての案件形成、ビジネスとしての形成、また、分散型排水処理システムの運営及び維持管理技術習得のための研修事業の促進、更にはボランティア制度を活用した技術者派遣を提案した。

我々の提案を下に、現在クアンニン省及びクアンニン省天然資源環境局等が検討を進めている。一方で、国連や各国援助団体等は、クアンニン省の開発を支援するために様々な事業展開を行っているが、十分な成果が達成されていない現状もある。先述のとおり、現地住民から「現地地下

水や雨水を飲料水として使用しているが、地下水汚染が進んでいること、また雨水も限定的な使用に留まる。」、更に「市販ペットボトルを購入するには家計に負担を与えている。」などの声もあり、現地カウンターパートや住民等から分散型排水処理システムを活用した適切な排水処理を行うことに対する期待及びニーズがあると判断できる。

またクアンニン省天然資源環境局とも協力体制及びファイナンスに関して話し合いを既に始めており、特に Van Don 地区での普及展開について引き続き検討をしていく予定である。

現地調査資料

- ① 現地調査報告書
 - ・ 第一回現地調査報告書
 - ・ 第二回現地調査報告書
 - ・ 第三回現地調査報告書
 - ・ 第四回現地調査報告書
 - ・ 第五回現地調査報告書
- ② 覚書（クアンニン省・正和電工株式会社・株式会社長大）
- ③ ワーキンググループ設立決定書（クアンニン省天然資源環境局）
- ④ 輸入許可書（クアンニン省人民委員会）
- ⑤ バイオトイレ及び新浄化システム設置決定書（クアンニン省人民委員会）

① 現地調査報告書

「非公開部分につき非表示」

② 覚書（クアンニン省・正和電工株式会社・株式会社長大）

「非公開部分につき非表示」

③ ワーキンググループ設立決定書（クアンニン省天然資源環境局）

「非公開部分につき非表示」

④ 輸入許可書（クアンニン省人民委員会）

「非公開部分につき非表示」

「非公開部分につき非表示」

⑤ バイオトイレ及び新浄化システム設置決定書（クアンニン省人民委員会）

「非公開部分につき非表示」

**"Project Formulation Survey" under the
Governmental Commission on the Projects
for ODA Overseas Economic Cooperation
in FY2013**

Summary Report

Socialist Republic of Vietnam

**Improving water environment
by using distributed waste water treatment system
without collecting and mixing stage
at World heritage Ha Long Bay**

March, 2014

Seiwa Denko Co., Ltd. Chodai Co., Ltd.

Joint Venture

The content of this report is a summary of the project formulation survey, which was commissioned by the Ministry of Foreign Affairs of Japan in the FY 2013 and is carried out by the consortium Seiwa Denko Co.,Ltd and Chodai Co., Ltd. It does not represent the official view of the Ministry of Foreign Affairs.

I. Description of the current situation and development needs of the concerned

With the continuing financial development of recent years, environmental issues are now starting to receive more attention in Vietnam. Going forward, we can foresee that investment with the intent of tackling these environmental issues is going to become more active, as the country aims to balance further economic and social development with environmental sustainability.

1-1 Politics and the Economy in Vietnam

Vietnam is a developing country. As of 2011 the GDP per head was 1,374 dollars, ranking it a comparatively low 17th out of the 24 countries of Asia. The central pillar of economic reforms, the Doi Moi (“Renovation”) Policy, is ongoing, and prodigious economic growth has already been achieved, including an average annual GDP growth rate of 7.3% for the 10 year period leading up to 2010.

The industry recognized by the government as the focal point for investment is manufacturing. In 2011 the amount directly invested by Japan into Vietnam was 2.44 billion US dollars, ranking only second by country to Hong Kong with 3.09 billion US dollars. The Japanese investment increased to 2.87 billion US dollars in 2012, and a strong economic bond has been created between the two countries. Large scale products, such as investment in infrastructure, are also being encouraged, and a variety of tax incentives have been put in place. Furthermore, the balance of Japanese direct investment is 2.4 billion US dollars, ranking second behind Hong Kong, and a strong economic bond has been created between the two countries.

Principle industries are agricultural, forestry and fisheries, mining, and light industry.

- GDP (2012, IMF) is approx. 137.7 billion US dollars, with GDP per head (2012, IMF) now surpassing 1,500 dollars, to reach 1,523.
- Economic growth rate (first half of 2013) is 4.9%.
- Rate of increase in prices (2012) is high, at 9.2%.
- Unemployment rate (2011) is 2.22%, with a regional difference of 3.60% in urban areas and 1.60% in rural areas.

Market values (2012, General Department of Vietnam Customs) are as follows.

- ① Export 114.5 billion dollars (18.2% increase from previous year)
- ② Import 113.8 billion dollars (6.6% increase from previous year)

This shows that both import and exports are also increasing.

Main products traded (2012) are as follows.

① Export: Garments, cell phones & parts, crude oil, PCs / electrical devices & parts, footwear, etc.

② Import: Machinery & parts, PCs / electrical devices & parts, oil products, fabric, steel, etc.

Countries traded with (2012) are as follows.

① Export: America, Japan, China, Korea, Malaysia

② Import: China, Korea, Japan, Taiwan, Singapore

Japan, China and Korea all take up a large portion of both import and export markets.

The Vietnamese currency, the Dong, stands at a stable exchange rate of 1 dollar = 21,036 Dong (October 2013) (National Bank).

Investment from overseas (approved amount) was 16.3 billion dollars in 2011, showing an increase of 4.7% over the previous year.

In regard to the economic situation, effects of the Doi Moi Policy started to be felt from around 1989, and a high rate of economic growth continued between 1995 and 1996, running at the 9% mark. However, upon reaching 1997, combined with the trend for a slowing to the growth rate starting to surface, the effects of the Asian Economic Crisis were also felt. Investments from overseas dropped dramatically, and the growth rate for 1999 fell to 4.8%. Coming into 2000, investments from overseas started a healthy recovery, and the average annual economic growth rate was a high 7.26% between 2000 and 2010. This trend slowed in 2011, falling to 5.9%, and then to 5.0% in 2012. Vietnam has taken further steps in recent years toward both becoming a market economy and unification with the international economy, and achieved official membership in the WTO from January 2007. Issues of concern remain in play, however, including an opaque state of macroeconomics, an immature investment environment, and the inefficiency of state-run businesses.

1-2 Current State of Developmental Issues in Target Fields in Vietnam

With the continuing financial development of recent years, environmental problems and issues with disaster prevention are spreading across Vietnam, and investigations into potential measures are now required. The Vietnamese government is working to develop a green economy, which strikes a balance between economic development and environmental protection.

(1) Occurrence of environmental problems within Vietnam

- The bullish economic development in Vietnam in recent years has led to industrial pollution,

along with urban and lifestyle-related pollution due to the population becoming more concentrated in the cities, and this is leading to a steady rise in environmental pollution overall. Destruction of the forests due to the Vietnam War is also an environmental issue unique to Vietnam.

- In regard to industrial pollution, factories with outdated production facilities and almost no anti-pollution facilities releasing almost completely untreated waste gas, waste water etc. is a major cause of industrial pollution. There has also been an increase in cases of the harmful components of industrial waste buried in landfills then having adverse effects on the surrounding environment. The limitations in securing land to use for landfill is also going to become a major problem in the future in regard to industrial waste.
- Problems are also being caused by a greater concentration of people in urban areas, stimulated by the increasing population and further economic activity. Atmospheric pollution due to road traffic and domestic wastewater is increasing, and urban and lifestyle-related pollution due to lifestyle waste etc. is becoming a major social problem, centered in the large cities. In particular, the rapid increase in pollution due to motorbikes and automobiles is becoming a serious issue in urban centers. In addition, the construction of processing and treatment facilities has been unable to handle the increase in volume of domestic wastewater and domestic waste, and a large volume of this waste is discharged without first being suitably treated.

Regarding to water Pollution, Issues with water quality pollution form the principle environmental issue faced by Vietnam, due to the country's primary industry being agriculture, centered in the production of rice. Water quality pollution in Vietnam is occurring due to a number of combined factors, including industrial wastewater, domestic wastewater, and waste being dumped into rivers and lakes.

And then regarding to sewers, the sewer system coverage of Vietnam is extremely low, at approximately 18%¹³. Regardless of the fact that ongoing industrialization and concentration of population in the cities is leading to an increase in both domestic wastewater in the cities and industrial wastewater overall, the establishment of new sewer systems in Vietnam is not proceeding at all, with waste water being discharged directly into the rivers. The vast majority of pollution to the water environment occurs due to a combination of factors, including almost none of the domestic wastewater or industrial waste water being processed prior to

¹³Source: Global Water Market 2011. "Needs Survey" under the Governmental Commission on the Projects for ODA Overseas Economic Cooperation in FY2012, Final Report, Republic of South Africa, India, Vietnam, and Malaysia. *Use of products and technologies related to purification and treatment of water to improve wastewater and sewage treatment systems*. March, 2013. Mitsubishi Research Institute, Inc. (P 66)

being discharged, and waste simply being dumped into rivers.

In urban regions, sewerage treatment facilities are being established. However, in many of the small or medium sized cities there are still no such facilities, and in even smaller cities or in the mesomountainous regions there are currently not even plans to establish such facilities.

Issues relating to sewers are as follows.

- There are a large number of regions that do not even have sewerage treatment facilities.
- Septic tanks etc. are not managed or maintained correctly, with domestic wastewater being discharged with almost no treatment at all.
- As many sewer systems also function to carry away rainfall, any overflow during heavy rain means that practically untreated waste is flowing freely above ground.

1-3 Current State of Plans, Policies and Laws Relating to Target Fields in Vietnam

The strategy for social development approved in 2011 includes financial policies and plans for protection of the environment. New construction projects must execute investment that clears environmental standards.

(1) Laws, Policies, Plans etc. Relating to Water

Some of the principles laws in Vietnam relating to the field of water are as follows.

- Law on Environmental Protection
- Decree on Environmental Protection Charges for Wastewater
- National Strategy for Environmental Protection (Strategy until 2010, and vision toward 2020)
- National Rural Water Supply and Sanitation Strategy (NRWSSS)
- Vietnam Bank for Social Policies (VBSP) offering low interest loans to water and hygiene facilities

Vietnam has also announced the Vietnam Agenda 21 as part of their strategy for the sustainable development of the country. This strategy was established in 2004, and indicates the priorities in each of the fields of economy, society and the environment.

(2) Administrative Organizations Relating to Water

The principle administrative bodies relating to water in the Vietnamese government are the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE), the Ministry of Construction (MOC), and the Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD).

Environmental protection and all forms of environmental regulation are handled by the National Environment Agency, under the Ministry of Natural Resources and Environment. In the past, environmental policy at the regional level was conducted by the Department of Science, Technology and Environment (DOSTE). However, it was later reorganized, and environmental policy for the Ministry and Municipalities of Vietnam is now supervised by the Department of

Natural Resources and Environment (DONRE).

II. Possible applicability of the SME's products and technologies, and prospects for future business development

Bio-toilets made by Seiwa Denko use sawdust to absorb liquid urine then apply heat and agitation with a screw, causing the liquid to evaporate. The evaporating liquid is odorless and the remaining 10%, made of solid particles, naturally biodegrades. No added bacteria are needed, as intestinal bacteria already present in urine and naturally occurring microbes break the particles down into water and carbon dioxide. Meanwhile, the new purification system is used to purify other household wastewater (miscellaneous drainage) that does not include urine. It uses a combination of physiochemical purification techniques such as physical separation of solids and liquids and absorption through charcoal as well as natural purifying effects from a biofilm that adheres to charcoal breaking down organic matter.

The proposed technology is composed of simple devices, it will be easy to transfer from acquisition of main parts to providing the local community with the technology to manage, maintain and operate them for themselves. This can therefore be expected to lead to the development of the same kind of business, not only in the target region but also widely across the surrounding countries.

Seiwa Denko has been leading the development of this project, but there are numerous risks involved with the initial investment and local sales. Accordingly, they are consulting with CHODAI, a company with local expertise and an experienced track record in consulting on foreign business enterprises. At the same time, ENVITECH, which has fostered cooperation through technical assistance, is building a local base of operations. Ties to Vietnam's Ministry of Agriculture and Rural Development have already been made and their cooperation as well as the cooperation of local NGOs, such as women's organizations, is expected. Once the project has begun, efforts will be put into international development without a production base and working with local external environment institutions to establish local companies. In order to create adequate decentralized wastewater treatment systems, discussions have been held with various businesses and local manufacturers regarding techniques and ways to cooperate. Discussions are currently underway regarding the possibility of cooperating with plastics companies to lower the cost of raw materials and consequently the decentralized wastewater treatment system itself.

III. Verification of adaptability of the SME's products and technologies to the surveyed country(ies) (Demonstration and pilot survey)

The following four steps have been taken to verify adaptability.

- (1) Decentralized Wastewater Treatment Systems

In the Ha Long Bay area (Ha Long City, Van Don district) four to five households in a residential block were equipped with both bio-toilets and new purification systems. Public facilities (tourist spots and schools) were equipped with bio-toilets. The implementation of the decentralized wastewater treatment systems prevented the formerly untreated or improperly treated wastewater from contaminating surrounding bodies of water. The impact this has on improving the water environment varies depending on the body of water, but concrete data can be used to estimate the effects. The results show that using both bio-toilets and the new purification system can reduce the amount of household wastewater flowing into public waters by 48%.

(2) Compost Trial

A test was carried out to see if the sawdust used as a medium for microbes in bio-toilets can be used to improve agricultural soil. The Institute for Agricultural Environment (IAE), part of the Vietnam Academy of Agricultural Sciences (VAAS), grew vegetables in soil treated with the sawdust medium to test its use as a fertilizer and in improving soil. They found that the soil treated with the sawdust medium could produce 5 to 10 tons of vegetables per hectare and could reduce the amount of inorganic NPK fertilizer by 25%. Application of sawdust from bio-toilets also limited the number of pathogenic organisms in the produce. In other words, vegetables treated with sawdust retained the same quality as vegetables grown using other methods.

(3) Public Health and Environmental Education

An essential part of establishing products and technologies in an area is ensuring that the local citizens are informed about how to use and maintain them. We plan to breed awareness about public health by implementing ongoing environmental education in schools, which are one of the pilot areas for the technology. We also hope that environmental education will change the way the local agricultural and medical communities think about using urine in farming, convincing them of the benefits of using compost, and laying the foundations for a recycle-based society. Some innovative programs have already been carried out, such as: 1) Cooperation of various stakeholders, 2) Lectures, dialogues, and field surveys, 3) Pairing with the Quảng Ninh Department of Natural Resources and Environment in working together with local citizens to set sanitation and environmental policies. Efforts to involve the local citizens include building trust by exchanging opinions with representatives from each community and discovering the needs that must be addressed in environmental policy through community meetings. Since both English and Vietnamese are being used, great effort has been taken to ensure smooth cross-language communication. Because many stakeholders have a part to play, it has not only been a chance to gain a better understanding of one another's situation, but also to

share terms, ideas, and visions, and built a strong network. These programs should continue so that the lessons learned can be brought into other areas.

(4) Fundamental Technical Guidance in Local Plants

In order to spread the use of bio-toilets and the new purification system, cost reduction through local manufacturing is essential. To that end, the availability of local technology, equipment, and facilities has been investigated. For example, high-level cutting, welding, and fermentation technologies are needed in order to manufacture bio-toilets and the new purification system. So, whether or not the local sheet-metal plants possess this type of technology must be verified. A survey was carried out to determine if long-term technical guidance in plants would give local companies the technology needed to make adequate products. It became clear that, to be able to manufacture bio-toilets and the new purification system locally, facilities and equipment must be better maintained and technicians must become more competent. We plan to improve the situation by continuing our technical guidance.

In regards to the project model, in order to begin selling at a reasonable price, business partnerships with local sheet-metal plants must be developed. However, even if product manufacturing takes place locally, compared with building sewage treatment plants, there is no merit for individual households to take on the cost. The expense would still be greater than using septic tanks, which are still widely used in Vietnam at a cost of 50,000 to 90,000 yen to install. Therefore, ways to reduce the cost of bio-toilets and the new purification system must be investigated if their use is to spread throughout Vietnam. Furthermore, using public funds (especially in Japan) to install bio-toilets and the new purification system in private households is not realistic. So, in order to reduce the costs to the local citizens and government, investigations have been made into loaning the equipment. Rather than trying to fundraise for aid in the public sector, we are seeking financing for operating costs from financial institutions and company investors. Analysis shows that the combination of investments and financing provide an appropriate amount of cash flow. At this point, other than the funds borrowed for development, no other financing is required. A favorable IRR of 10% (calculated over 15 years) has also been secured.

IV. Expected development impact and effect on business development of the proposing SME(s) in the surveyed country(ies) through proposed ODA projects

In order for implementation of our system to help improve the water environment and sanitation and raise the standard of living, we want to apply ODA projects such as the Technical Cooperation at the Grass-roots Level Project and non-project grant assistance. We also plan to employ volunteer organizations to provide local areas with education and guidance on

maintaining the decentralized wastewater treatment systems to ensure continued, widespread use. With these projects, we expect the following results.

(1) Increased access to safe water.

The proposed products and technologies can simplify sewage treatment. Our surveys show that there are no major problems involved with installing the system in public facilities and private households alike. So, it is possible to install almost anywhere. Also, by installing decentralized wastewater treatment systems, pollution in the groundwater that acts as a household's drinking water supply is reduced, providing easy access to safe water.

(2) Local job creation.

Local human resources will be indispensable for the management and maintenance of the decentralized wastewater treatment systems. For the small-scale, community based infrastructure of a developing nation, locals of the area should be aware of public works and take ownership of the management and maintenance. Therefore, building the system provides the prospect of material fees and job creation. By stimulating the need to employ sales staff, administrators, construction engineers, etc., in the early stages, local citizenry can move toward complete administrative control of the decentralized wastewater treatment systems. Through this project's technical guidance, we expect to create local job opportunities for operation and administration of the decentralized wastewater treatment systems. Job creation will also lead to improvements in the local economy.

(3) Strengthen local know-how.

While drainage systems in Vietnam's large cities are being updated, drainage treatment facilities in small towns and rural areas are in extremely poor condition. In the surveyed areas of Ha Long City and the Van Don district, septic tanks were being serviced, but there were no rules outlining proper maintenance techniques. Local administrative officers have limited knowledge, technology, and abilities concerning waste treatment management. The maintenance know-how of community organizations and administrative support for those organizations were also weak.

With that in mind, training programs aimed at raising administrative officers' abilities should be implemented. When technical ability is strengthened, it will strengthen the ability to administrate maintenance and will help improve management of water resources.

V. Proposals for formulating ODA projects

The decentralized wastewater treatment systems proposed by this survey project (in particular

bio-toilets), have already been used in a variety of developing countries. While this survey project, under the ODA scheme, is small in scale, it is intended to implement the decentralized, individual treatment of wastewater in the community. This therefore means that suitable operation and management will be required, making the transfer of technology a key element, from system placement through to hardware and software. Therefore, along with the start of cooperation with the Quảng Ninh Province People's Committee, schemes will be proposed for the “Private Proposals for Spread & Proof Projects” (JICA), along with “Technical Cooperation at the Grass-roots Level Project” (JICA) and “Private Collaboration Volunteers” (JICA).

Outlines of the various projects are as follows.

- (1) Private Proposals for Spread & Proof Projects (Project to establish a resource recycling model in Quảng Ninh to show how this will improve the water environment).
 - Verification tests of the decentralized wastewater treatment systems.
 - Implementing environmental education and public awareness campaigns.
 - Implementing support projects to develop institutions and strengthen technology.
 - Prove the validity of a resource recycling model.
- (2) Technical Cooperation at the Grass-roots Level Project (Project to Raise awareness about public health in the Ha Long Bay area).
 - Form a project team that includes members of organizations dealing with environmental issues concerning public health, such as the Quảng Ninh Department of Natural Resources and Environment, youth league and women’s league. This team will plan, implement, and evaluate environmental education and public awareness campaigns about public health and sanitation.
 - Using the schools and households that have bio-toilets and new purification systems as a model, educate citizens to increase their awareness of public health concerns and improve their actions.
 - Increase the know-how of organizations carrying out environmental education and public awareness campaigns in Ha Long City and the Van Don district.
 - Carry out environmental education and public awareness campaigns in areas of Quảng Ninh Province outside of the model area.
- (3) Technical Cooperation at the Grass-roots Level Project (Project to improve the living conditions in mountainous regions through eco tourism).

In order to conserve the rich forests, flora and fauna in the area and preserve the culture of minority groups, new management methods for the natural resources that impact the local citizens’ livelihood must be developed and implemented. This project aims for the following:

- 1) Experiment with locally-driven eco tourism. 2) Increase agricultural practices that positively

impact environmental conservation (promote organic farming). Develop and implement sustainable businesses such as handicrafts.

(4) Private-sector Coordination Volunteer System

While we have high hopes that the Private Proposals for Spread & Proof Projects will lead to local business growth, it will take considerable time for a resource-recycling model to truly take hold among locals. Therefore, we will utilize JICA's volunteer programs to increase the citizenry's awareness of public health and spread the use of decentralized wastewater distribution systems. Specifically, using the resource-recycling model that employs a decentralized wastewater distribution system to develop the community and use environmental education to improve local citizen awareness of sanitation concerns.

Project Formulation Survey: Socialist Republic of Vietnam, Improving water environment by using distributed waste water treatment system without collecting and mixing stage at World heritage Ha Long Bay

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Seiwa Denko Co., Ltd.
- Location of SME: Asahikawa City, Hokkaido, Japan
- Survey Site: Quang Ninh Province, Ha Long Bay
- Counterpart Organization: Quang Ninh Province People committee

Concerned Development Issues

<Issues in respect to Water Environment, Human Resources and Agriculture>

- 95% of drainage water goes untreated, and water pollution from sewage and industrial runoff creates incredibly serious environmental problems.
- Drainage from toilets comprises 30% of all sewage water.
- Management, operation and maintenance of the system requires a high level of technical skill that has not been sufficiently developed in the workforce.
- Dependence on chemical fertilizer is high and an overabundance of nutrients and water pollution in agricultural areas caused by improper use of these fertilizers is becoming a serious environmental issue.

Products and Technologies of SMEs

New Sanitation Model (Dispersion-Type Sewage Treatment System) —Bio-Toilets for human waste, new purification systems for sewage—



Proposed ODA Projects and Expected Impact

- **Proposed ODA project:**
Civilian Feedback-Type Expansion and Verification Project / Cooperative Engineering Projects/
Grassroots Cooperative Engineering Project / Non-Project Grant Assistance Cooperation Project using Small to Mid-Sized Companies
- **Expected Impact:**
 - ① Improved sterilization of bacteria such as colon bacillus
 - ② Environmental improvements
 - ③ Economic effects

Future Business Development of SMEs

Our first order of business upon beginning this project will be to examine the possibility of **international development without a manufacturing base**. Compared to direct international investments, international development without a manufacturing base" requires fewer management resources, which creates more possibilities for international expansion. Furthermore, we are also looking into partnering with local external environment institutions and creating a new local company.

