

平成 25 年度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

ベトナム国

ジャリッコによる職業村の
生活・自然環境改善プロジェクト

平成 26 年 3 月
(2014 年)

アクアテック株式会社・Value Frontier 株式会社・
一般財団法人日本国際協力システム・株式会社日立製作所
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、アクアテック株式会社、Value Frontier 株式会社、一般財団法人日本国際協力システム、株式会社日立製作所共同企業体が実施した平成 25 年度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）委託費による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。

目次

巻頭写真	2
略語表	3
要旨	4
はじめに	10
第1章 ベトナムにおける当該開発課題の現状及びニーズの確認	
1-1 ベトナムの政治・経済の概況	12
1-2 ベトナムの対象分野における開発課題の現状	15
1-3 ベトナムの対象分野に関連する計画、政策及び法制度	16
1-4 ベトナムの職業村	17
1-5 ベトナムの対象分野の ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	31
第2章 アクアテック㈱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 アクアテック㈱及び活用が見込まれるジャリッコの強み	34
2-2 アクアテック㈱の事業展開における海外進出の位置づけ	44
2-3 アクアテック㈱の海外進出による日本国内地域経済への貢献	45
2-4 想定する事業の仕組み	45
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	47
2-6 リスクへの対応	47
第3章 ジャリッコの紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動	
3-1 ジャリッコの紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の概要	49
3-2 ジャリッコの紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の結果	60
3-3 採算性の検討	66
第4章 ODA 案件化によるベトナムにおける開発効果及びアクアテック㈱の事業展開効果	
4-1 ジャリッコと開発課題の整合性	68
4-2 ODA 案件化を通じたジャリッコのベトナムでの適用、普及による開発効果	68
4-3 ODA 案件化の実施によるアクアテック㈱の事業展開に係る効果	69
第5章 ODA 案件化の具体的提案	
5-1 ODA 案件概要	72
5-2 具体的な協力内容及び開発効果	75
5-3 他 ODA 案件との連携可能性	85
5-4 その他関連情報	85
現地調査資料	
英文要約	

巻頭写真



職業村での製麺の様子



職業村での絹染色の様子



製麺過程で排出される水



染色過程で排出される水



職業村から排出される水



ジャリッコによる処理後・中・前の水

略語表

ASEAN	Association of South - East Asian Nations (東南アジア諸国連合)
BOD	Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量)
COD	Chemical Oxygen Demand (化学的酸素要求量)
CPC	Commune' s Party Committee (村人民委員会)
DARD	Department of Construction (建設局)
DO	Dissolved Oxygen (溶存酸素濃度)
DOC	Department of Industry and Trade (産業・貿易局)
DOIT	Department of Agriculture and Rural Development (農業・農村開発局)
DONRE	Department of Natural Resources and Environment (天然資源環境局)
DOST	Department of Science and Technology (科学技術局)
GDP	Gross Development Product (国内総生産)
HUCE	Hanoi University of Civil Enginnering (ハノイ土木大学)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development (農業・農村開発省)
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solids (活性汚泥法の曝気槽内混合液中の浮遊物質)
MOC	Ministry of Construction (建設省)
MOIT	Ministry of Industry and Trade (産業・貿易省)
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment (天然資源環境省)
OD	Oxidation Ditch (酸化溝)
ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
PPC	People' s Party Committee (省人民委員会)
SEDP	Socio Economic Development Plan (社会経済開発計画)
SEDS	Socio Economic Development Strategy (社会経済開発戦略)
SS	Suspended Solids (浮遊物質)
STEP	Special Terms for Economic Partnerships (本邦技術活用条件)
TICAD	Tokyo International Conference on African Development (アフリカ開発会議)
UNIDO	United Nations Industrial Development Organizatioin (国連工業開発機構)
VIRI	Vietnam Rural Industries Research and Development Institute (ベトナム地方産業研究開発研究所)
VND	Viet Nam Dong (ベトナム・ドン)
WSSC	Water Supply and Sanitation Company (上下水道公社)

要旨

ベトナムにおける当該開発課題の現状及びニーズの確認

近年、開発途上国において安全な水へのアクセス率が大幅に向上してきているが、その反面、汚水を起因とする生活・自然環境の悪化が顕著になってきている。本案件化調査の対象国であるベトナムにおいても状況は同様であり、生活・産業排水は未処理のまま河川や湖沼に放流されることが多く（例えば、産業排水のうち環境基準を遵守した処理がなされているのは僅か 4.26%）、特に多くの人口が居住する 4 都市（ハノイ、ホーチミン、ハイフォン及びダナン）においては深刻なものとなっている。こうした背景を踏まえ、ベトナム政府は 2003 年に、2010 年までの戦略と 2020 年に向けた方向性を示す「環境保全戦略」を策定し、急速な経済開発及び人口増が進む都市部で発生する汚水の処理を最重要課題として取り上げ、汚水・排水処理設備のインフラ整備を図ってきている。また、最新の国家開発計画である「社会経済開発戦略（2011 年～2020 年）」では、環境保全に配慮したかたちでの職業村の開発（インフラ整備）を掲げており、政府は毎年国家予算の 1%を環境保全に充てるとされている。

その一方で、全国に点在する約 10,000 箇所もの職業村における水質汚濁（右写真）に新たな注目が集まりつつある。これは、職業村は約 115 万人以上の雇用を維持し、約 13 億 8,600 万米ドル（2008 年）の生産額を有するなど、ベトナム経済にとって重要な役割を果たしているものの、汚水を起因とする生活・自然環境の悪化が著しいものとなっているためである。例えば、未処理の生活・産業排水は表流水や地下水を汚染し、コレラやチフスと



職業村にある汚染された河川

いった水系感染症を引き起こしているだけでなく、場所によっては大気汚染をも発生させ、呼吸器疾患、眼科疾患、婦人科疾患など、様々な健康被害をもたらしている。その結果、天然資源環境省（MONRE）によるとベトナム北部の職業村の住民の寿命は国民平均より 10 年短いとされている。こうした背景を踏まえ、ベトナム首相は 2013 年 4 月に「首相決定 557」を発表し、2020 年までに生活・自然環境の悪化が著しい職業村の環境改善に取り組むことを掲げている。しかしながら、従来の活性汚泥法による集中処理方式は高度な技術及び高額な建設・運営維持管理費を要することから、職業村のある地方部における汚水・排水処理設備のインフラ整備は困難な状況となっている。

こうしたベトナム職業村の汚水・排水処理問題については、2013 年 3 月の(株)三菱総合研究所による「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』：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（南アフリカ、インド、ベトナム、マレーシア）」においても重点対策課題として指摘されており、高いニーズが確認されている。

アクアテック㈱のジャリッコの活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2012 年の「リオ+20」を前に国連工業開発機構（UNIDO）東京事務所が、日本の優れた環境技術 8 つの中の一つとしてジャリッコを選定し、「リオ+20」のサイド・イベントでジャリッコを展示する機会をもらった。その際、開発途上国の非常に多くの方から、強い関心をもった。このことにより、アクアテック㈱は開発途上国におけるジャリッコの可能性を強く認識するようになり、開発途上国の生活・自然環境改善に役立てるのであれば、是非活動の幅を広げたいと考えるようになった。そのために、アクアテック㈱では、ODA を活用した事業展開とアクアテック独自の営業努力による事業展開を検討している。具体的には以下の通り。

1. ODA を活用した事業展開

まずは本調査にてバクニン省の下水処理場内にジャリッコの実験装置（7m³/日）を設置。既にベトナムの各地から関係者が同実験装置の視察に来ており、一定の効果が期待される。また来年度は、JICA「民間提案型普及・実証事業」の採択を目指し、採択された暁にはバクニン省カクニェム村トンモ地区（食料加工を行っている職業村で同村から排出される汚水の BOD は 1,600mg/L と非常に高い）に、より大きな実験装置（160 m³/日）を設置し、全国の職業村（特に食料加工を行っている職業村）へのジャリッコ導入を意識した、普及・実証活動を行う予定である。その後は、コミュニティ開発支援無償資金協力事業をはじめとする ODA スキームを活用することでジャリッコ施設（数千 m³/日の規模）を稼働させることで、ベトナムにおけるジャリッコの普及へ弾みをつけ、同時に、隣国における普及への足掛かりとしたいと考えている。

2. アクアテック㈱独自の営業努力による事業展開

アクアテック㈱によるジャリッコ事業の展開計画としては、国内と海外とを分けて行うこととする。まず、国内は現状の工場をもとに生産を行い、在庫を持たなくて済むよう、注文生産とする。これまでアクアテック㈱では原則、注文生産としており、今後についても同様に十分対応できると考えている。営業の対象は、依然として下水道が未整備となっている約 1,500 万人に対してジャリッコによる下水道サービスを利用してもらうべく、関連自治体をまわることを計画している。他方で、民間についてはこれまでと同様に 17 社の代理店とともに活動を強化して行く予定である。また海外、特に開発途上国においては、ジャリッコの単価を安価にすることが重要であるため、現地でジャリッコを生産することを考えている。アクアテック㈱としては、現地法人か日本法人か、何れかにしても共同事業者を探して、共同事業としてジャリッコの生産を進めることを考えている。営業の対象としては、食品工場・染色工場（ただし皮革工場を除く）及び下水道を中心に行うこととし、共同事業者と代理店方式も取り込んで拡販の戦略を立案する計画である。

ジャリッコの紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動

バクニン省下水処理場に、以下の諸元のジャリッコ実験装置（7 m³）を設置した。

表 1：ジャリッコ実験装置の諸元

	諸元
形状	幅 0.5m、高さ 1.0m、長さ 15m
容積滞留時間	5m で 8h、7.5m で 12h、10m で 16h、12.5m で 20h、15m で 24h の設定とし、容積滞留時間の検討も行う。
通水量	$0.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 15\text{m} = 7.5\text{ m}^3$ 、 $7.5\text{ m}^3 \div 24\text{h} = 0.3\text{ m}^3/\text{h}$
曝気風量	0～5m、5～10m は 1.5、1.0 m ³ /m ² /h、10～15m は 0.5 m ³ /m ² /h



ジャリッコを投入した水槽

実験装置を見学しに来た行政官・有識者

ジャリッコ実験装置は 2013 年 11 月の本調査第 2 回現地調査の際に試運転を開始したものの、本格稼働は 12 月からとなったため、採水・水質分析については、12 月中旬からとなった。水質分析結果は以下の通りで、ジャリッコにより下水が適正に処理されたことが証明された。

表 2：ジャリッコ実験装置による水質分析結果

分析日：2013 年 12 月 16 日（分析期間：2013 年 12 月 8 日～12 月 16 日）

	原水	0m	5m	10m	処理水
pH	7.38	7.46	7.65	7.84	7.83
DO	1.05	8.57	9.51	9.56	9.17
温度 (°C)	13.5	13.3	12.8	12.7	12.8
BOD	32	23	22	14	11
COD	60.8	36	-	-	33
SS	45	42	-	-	14



左から処理後（15m）
処理中（2.5m）
処理前（原水）

ODA 案件化によるベトナムにおける開発効果及びアクアテック(株)の事業展開効果

従来の活性汚泥法による集中処理方式は高度な技術及び高額な建設・運営維持管理費を要することから、地方部における汚水・排水処理設備のインフラ整備は困難な状況となっている。他方でジャリッコは分散型処理方式であり、簡便かつ安価な技術であることから、地方部、とりわけ職業村といった小規模の地域でも整備が可能な技術である。

ベトナムの職業村においてジャリッコ設備を整備することで、これまで満たすことが難しかったベトナムの水環境基準を十分に満たした汚水・排水処理が可能になるという直接効果が期待される。また、職業村における未処理の生活・産業排水は、表流水や地下水を汚染し、コレラやチフスといった水系感染症を引き起こしているだけでなく、場所によっては大気汚染をも発生させ、呼吸器疾患、眼科疾患、婦人科疾患など、様々な健康被害をもたらしており、天然資源環境省（MONRE）によるとベトナム北部の職業村の住民の寿命は国民平均より10年短いとされている。従って、職業村においてジャリッコ設備を整備することで、職業村の生活・自然環境（職業村住民の健康被害や水資源の保全等）が改善されるという間接的効果も期待される。

ODA 案件化の具体的提案

アクアテック(株)が提案する具体的 ODA 案件は以下の通り。

〔第1段階〕 バクニン省職業村下水処理施設整備パイロット事業

ジャリッコ普及のための第1段階 ODA 事業として、「ODA を活用した中小企業等の海外展開支援」メニューの一つである「民間提案型普及・実証事業」を活用し、バクニン省カクニェム村トンモ地区で、食料加工を主体とする職業村の下水処理におけるジャリッコの有効性を実証する事業を提案する。

〔第2段階〕 バクニン省職業村下水処理施設整備事業

第1段階での実証結果を踏まえ、ODA 案件化の第2段階としてコミュニティ開発支援無償（以下、「コミ開」という）を活用して、バクニン省内に 64 箇所ある職業村のうち、食料加工を主体とする複数の職業村でジャリッコによる下水処理施設の普及を図ることを提案する。

〔第3段階〕 北部地域水環境改善事業

ODA による事業展開の第3段階としては、円借款を提案する。円借款では、第2段階のコミ開の数倍以上の予算規模の事業が可能であるため、対象地域はベトナム国全土の正・準職業村の約7割が集中する北部地域（Red River Delta、Northeast）全域に拡大することができる。また、ジャリッコ技術は職業村の排水処理のみならず河川・湖沼の水質浄化にも適用できることから、ハノイ周辺の河川・湖沼も対象とした北部地域の総合的な水環境改善を目指す事業とする。

表 3：提案する ODA 事業

名称	ODA スキーム	対象	実施期間
〔第 1 段階〕 バクニン省職業村 下水処理施設整備 パイロット事業	民間提案型普及・実証 事業	バクニン省 カクニェム村 トンモ地区（職業村） の一部	2014 (H26) 年度 ～ 2015 (H27) 年度
〔第 2 段階〕 バクニン省職業村 下水処理施設整備 事業	協力準備調査 (コミュニティ開発 支援無償資金協力 概略設計調査)	バクニン省 カクニェム村 トンモ地区（職業村） を含む 複数の箇所	2015 (H27) 年度
	コミュニティ開発 支援無償資金協力		2016 (H28) 年度 ～ 2017 (H29) 年度
〔第 3 段階〕 北部地域水環境 改善事業	円借款	バクニン省（上記除く）、 並びに Red River Delta、 Northeast 地域の職業村 及び河川・湖沼等 複数の箇所	2017 (H29) 年度 ～

案件化調査 ベトナム「ジャリッコによる職業村の生活・自然環境改善プロジェクト」

企業・サイト概要

- 提案企業：アクアテック株式会社
- 提案企業所在地：東京都八王子市
- サイト、C/P機関：ベトナム・バクニン省、バクニン省上下水道公社

ベトナム国の開発課題

- 地方部での下水処理施設の整備が遅れている
- なかでも職業村における生活・自然環境は劣悪

アクアテック(株)の技術・製品

- ジャリッコ(汚水処理技術)は設備の建設及び維持管理に特段の技術を要しないことから簡便であり、維持管理費は電気代のみであることから安価。

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

- 民間提案型普及・実証事業及びコミュニティ支援開発無償資金協力事業にてジャリッコを整備することにより、職業村における汚水・排水の処理を図り、もって職業村の生活・自然環境の改善に資する

アクアテック(株)のビジネス展開

- アクアテック(株)は、ODAにより全国の職業村へのジャリッコの適用・普及を図ると同時に、独自の営業努力により民間(特に食料加工工場や染色工場等)へのジャリッコの適用・普及を図る。また将来においてはバベトナムでの普及を足掛かりに、近隣のASEAN諸国等への展開を図る。



はじめに

本調査の背景

近年、開発途上国において安全な水へのアクセス率が大幅に向上してきているが、その反面、汚水を起因とする生活・自然環境の悪化が顕著になってきている。本案件化調査の対象国であるベトナムにおいても状況は同様であり、生活・産業排水は未処理のまま河川や湖沼に放流されることが多く（例えば、産業排水のうち環境基準を遵守した処理がなされているのは僅か 4.26%）、特に人口の半数以上が居住する 4 都市（ハノイ、ホーチミン、ハイフォン及びダナン）においては深刻なものとなっている。こうした背景を踏まえ、ベトナム政府は 2003 年に、2010 年までの戦略と 2020 年に向けた方向性を示す「環境保全戦略」を策定し、急速な経済開発及び人口増が進む都市部で発生する汚水の処理を最重要課題として取り上げ、汚水・排水処理設備のインフラ整備を図ってきている。また、最新の国家開発計画である「社会経済開発戦略（2011 年～2020 年）」では、環境保全に配慮したかたちでの職業村の開発（インフラ整備）を掲げており、政府は毎年国家予算の 1%を環境保全に充てるとされている。

その一方で、全国に点在する約 10,000 箇所もの職業村における水質汚濁（右写真）に新たな注目が集まりつつある。これは、職業村は約 115 万人以上の雇用を維持し、約 13 億 8,600 万米ドル（2008 年）の生産額を有するなど、ベトナム経済にとって重要な役割を果たしているものの、汚水を起因とする生活・自然環境の悪化が著しいものとなっているためである。例えば、未処理の生活・産業排水は表流水や地下水を汚染し、コレラやチフスといった水系感染症を引き起こしているだけでなく、場所によっては大気汚染をも発生させ、呼吸器疾患、眼科疾患、婦人科疾患など、様々な健康被害をもたらしている。その結果、天然資源環境省（MONRE）によるとベトナム北部の職業村の住民の寿命は国民平均より 10 年短いとされている¹。こうした背景を踏まえ、ベトナム首相は 2013 年 4 月に「首相決定 557」を発表し、2020 年までに生活・自然環境の悪化が著しい職業村の環境改善に取り組むことを掲げている。しかしながら、従来の活性汚泥法による集中処理方式は高度な技術及び高額な建設・運営維持管理費を要することから、職業村のある地方部における汚水・排水処理設備のインフラ整備は困難な状況となっている²。なお、こうしたベトナム職業村の汚水・排水処理問題については、2013 年 3 月の(株)三菱総合研究所による「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』：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（南アフリカ、インド、ベトナム、マレーシア）」においても重点対策課題として指摘されており、高いニーズが確認されている。

¹ MONRE, 2008“Bao Cao Moi Truong Quoc Gia 2008: Moi Truong Lang Nghe Viet Nam”

² Australia National University, Sango Mahanty and Trung Dinh Dang, 2011 “Protecting the water commons in Viet Nam’s craft villages” 及び RADIO THE VOICE OF VIETNAM 2011 11/21 “職業村における環境汚染対策”。

本調査の目的

ベトナムにおけるジャリッコの ODA 案件化を図るべく、以下につき調査を行うこととする。

- ① ベトナムにおける開発課題の現状及びニーズの確認
- ② ジャリッコの活用可能性及び将来的な事業展開の見通し
- ③ ジャリッコに関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動
- ④ ODA 案件化によるベトナムにおける開発効果及びアクアテック(株)の事業展開効果
- ⑤ ODA 案件化の具体的提案

調査の概要

1. 団員リスト

アクアテック株式会社	衛藤俊司
	古市光春
Value Frontier 株式会社	石森康一郎
	梅原由美子
	土屋めぐみ
一般財団法人日本国際協力システム	菅原俊雄
株式会社日立製作所	中村裕紀

2. スケジュール

全体調査期間：2013 年 9 月 11 日～2014 年 2 月 5 日

○第 1 次現地調査

目的 ①ベトナムにおける当該開発課題の現状及びニーズの確認の調査

②アクアテック(株)の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通しの調査

③ジャリッコ実験装置の設置可能性の調査

期間／団員 9 月 22 日～10 月 5 日／衛藤、古市及び石森

○第 2 次現地調査

目的 ①アクアテック(株)の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通しの調査（継続）

②ODA 案件化の具体的提案の調査

③ジャリッコ実験装置の設置

期間／団員 10 月 20 日～11 月 2 日／衛藤、古市、石森及び菅原

10 月 26 日～11 月 2 日／中村及び梅原

○第 3 次現地調査

目的 ①アクアテック(株)の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通しの調査（継続）

②ODA 案件化によるベトナムにおける開発効果及びアクアテック(株)の事業展開効果の調査

期間／団員 12 月 15 日～28 日／衛藤、石森

第1章 ベトナムにおける当該開発課題の現状及びニーズの確認

1-1 ベトナムの政治・経済の概況

1-1-1 一般事情

ベトナム社会主義共和国はインドシナ半島の東部に位置する。北は中国、西はラオス、カンボジアと国境を接し、東は南シナ海に面しており、その面積は約32.9万km²である。国土は58省・5市に区分されており、首都はハノイにある。2012年の人口は約8,870万人で、民族は約86%がキン族で、残りは53の少数民族からなる。言語はベトナム語が公用語である。宗教は仏教が大半を占め、その他にカトリックやホアハオ教やカオダイ教がある。

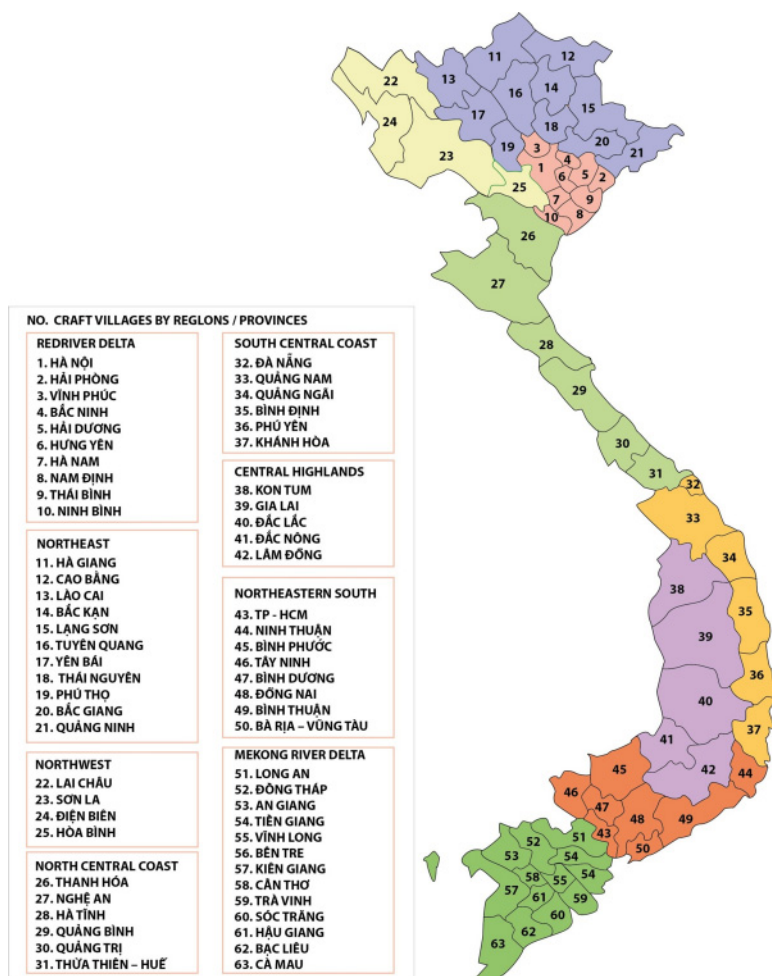


図1：ベトナム行政区分

表4：地域別ベトナム人口

	省・市	人口	
Red River Delta	1 Hà Nội	6,844,100	
	2 Hải Phòng	1,904,100	
	3 Vĩnh Phúc	1,020,600	
	4 Bắc Ninh	1,079,900	
	5 Hải Dương	1,735,100	
	6 Hưng Yên	1,145,600	
	7 Hà Nam	790,000	
	8 Nam Định	1,836,900	
	9 Thái Bình	1,787,300	
	10 Ninh Bình	915,900	
	Total	19,059,500	
Northeast	11 Hà Giang	758,000	
	12 Cao Bằng	515,200	
	13 Lào Cai	646,800	
	14 Bắc Kạn	301,000	
	15 Lạng Sơn	744,100	
	16 Tuyên Quang	738,900	
	17 Yên Bái	764,400	
	18 Thái Nguyên	1,150,200	
	19 Phú Thọ	1,335,900	
	20 Bắc Giang	1,588,500	
	21 Quảng Ninh	1,177,200	
	Total	9,720,200	
Northwest	22 Lai Châu	397,500	
	23 Sơn La	1,134,300	
	24 Điện Biên	519,300	
	25 Hòa Bình	806,100	
	Total	2,857,200	
North Central Coast	26 Thanh Hóa	3,426,600	
	27 Nghệ An	2,952,000	
	28 Hà Tĩnh	1,230,500	
	29 Quảng Bình	857,900	
	30 Quảng Trị	608,100	
	31 Thừa Thiên - Huế	1,114,500	
	Total	10,189,600	
South Central Coast	32 Đà Nẵng	973,800	
	33 Quảng Nam	1,450,100	
	34 Quảng Ngãi	1,227,900	
	35 Bình Định	1,501,800	
	36 Phú Yên	877,200	
	37 Khánh Hòa	1,183,000	
	Total	7,213,800	
Central Highlands	38 Kon Tum	462,400	
	39 Gia Lai	1,342,700	
	40 Đắk Lắk	1,796,700	
	41 Đắk Nông	543,200	
	42 Lâm Đồng	1,234,600	
	Total	5,379,600	
Northeastern South	43 TP HCM	7,681,700	
	44 Ninh Thuận	576,700	
	45 Bình Phước	912,700	
	46 Tây Ninh	1,089,900	
	47 Bình Dương	1,748,000	
	48 Đồng Nai	2,720,800	
	49 Bình Thuận	1,193,500	
	50 Bà Rịa - Vũng Tàu	1,039,200	
		Total	16,962,500
	Mekong River Delta	51 Long An	1,458,200
52 Đồng Tháp		1,676,300	
53 An Giang		2,153,700	
54 Tiền Giang		1,692,500	
55 Vĩnh Long		1,033,600	
56 Bến Tre		1,258,500	
57 Kiên Giang		1,726,200	
58 Cà Mau		1,214,100	
59 Trà Vinh		1,015,300	
60 Sóc Trăng		1,301,900	
61 Hậu Giang	769,700		
62 Bạc Liêu	873,400		
63 Cà Mau	1,217,100		
	Total	17,390,500	
	Total in Vietnam	88,772,900	

出典：General Statistics Office

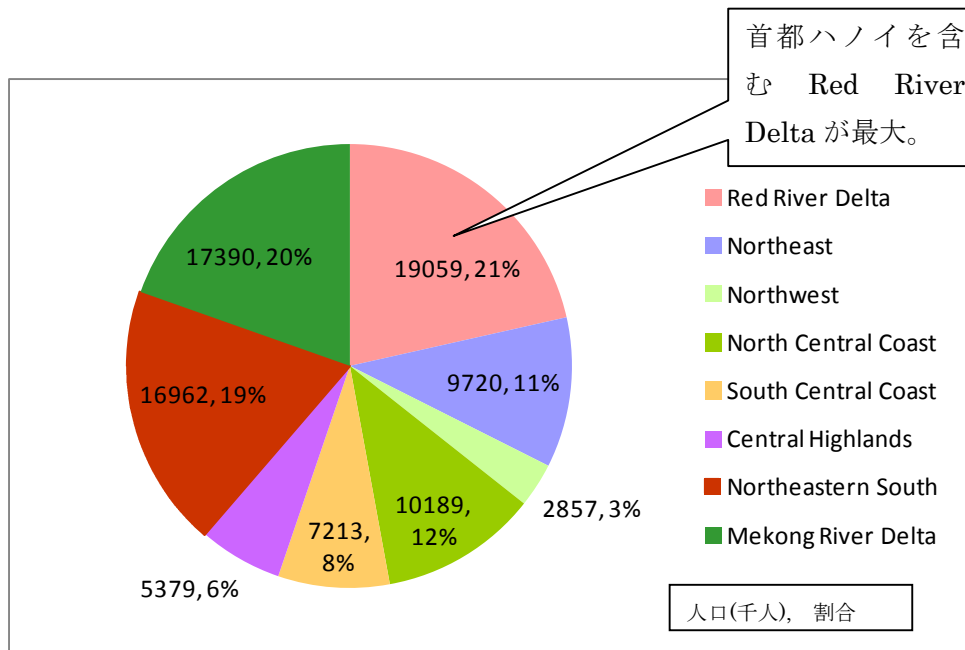


図2：ベトナム人口の地域別割合

首都ハノイ（人口約684万人）のあるRed River Deltaが約1,905万人で最大。次いでベトナム最南部のMekong River Deltaが約1,739万人、ホーチミン（人口約768万人）のあるNortheastern Centralが約1,696万人となっている。

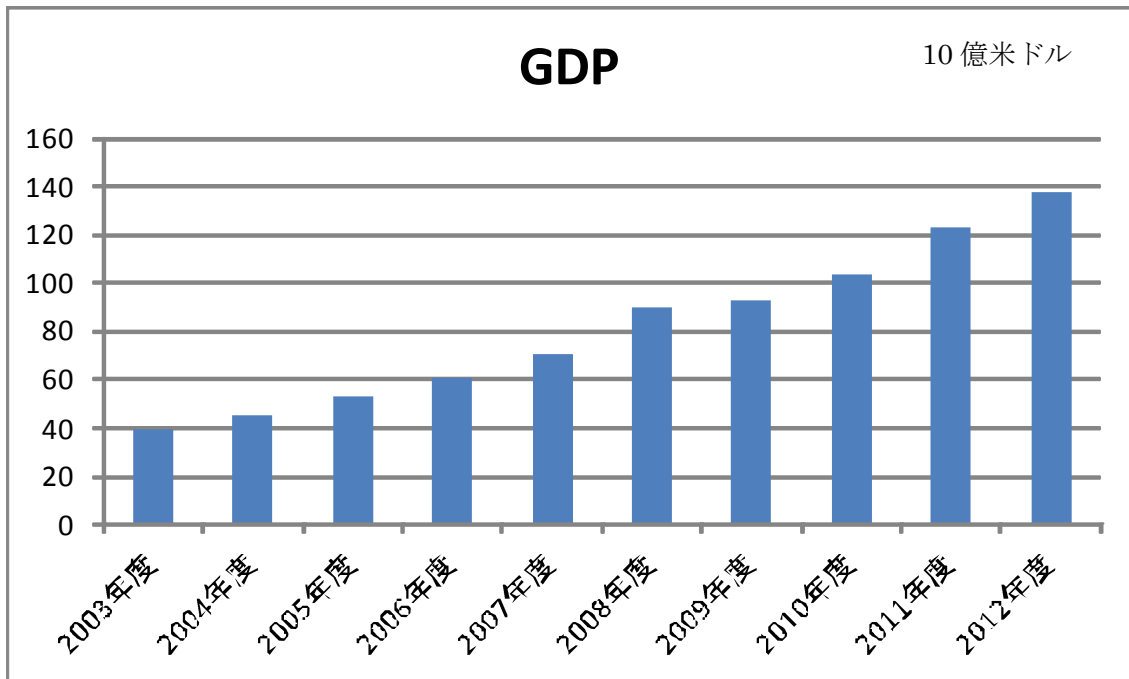
1-1-2 政治

政体は社会主義共和制。ベトナムの統治体制は、ベトナム共産党による一党独裁制度。ベトナム共産党の最高職である党中央委員会書記長、国家元首である国家主席、首相の3人を中心とした集団指導体制であり、現在の党書記長はグエン・フー・チョン、国家主席はチュオン・タン・サンであり、首相はグエン・タン・ズンが務めている。

日本とは1973年9月21日に国交を樹立し、本調査時はちょうど40周年目である。

1-1-3 経済

2012年のGDPは1,377億米ドルで、一人当たりGDPは1,523米ドル。近年は外国直接投資が経済を牽引し、2000年以降は毎年5%以上の経済成長率を維持している。労働人口の約66%が第1次産業に従事しているが、近年は第2次、第三次産業が急成長し、中でも観光業の伸びが著しい。輸出は縫製品、携帯電話・同部品、原油、PC・電子機器・同部品、履物等で、主要輸出国は米国、日本、中国、韓国、マレーシアである。輸入は機械機器・同部品、PC・電子機器・同部品、石油製品、布、鉄鋼等で、主要輸入国は中国、韓国、日本、台湾、シンガポールである。また、ベトナムの最大の援助国は日本であり、本邦ODAも同国の経済成長に大きな役割を果たしている。



出典：IMF

図 3：ベトナムの名目 GDP

1-2 ベトナムの対象分野における開発課題の現状

近年、開発途上国において安全な水へのアクセス率が大幅に向上してきているが、その反面、汚水を起因とする生活・自然環境の悪化が顕著になってきている。ベトナムにおいても状況は同様であり、生活・産業排水は未処理のまま河川や湖沼に放流されることが多く（例えば、産業排水のうち環境基準を遵守した処理がなされているのは僅か 4.26%）、人口の約 20%が居住する 4 都市（ハノイ、ホーチミン、ハイフォン及びダナン）において深刻なものとなっている。本調査にて視察を行ったハノイ市内の排水路や支川並びにハノイ市郊外の本流の水質は白濁しており、BOD は 200mg/L 程度であった。しかしながら、それら 4 都市以上に、全国に点在する約 10,000 箇所の職業村における生活・自然環境は劣悪を極めている。職業村における未処理の生活・産業排水は表流水や地下水を汚染し、コレラやチフスといった水系感染症を引き起こしているだけでなく、場所によっては大気汚染をも発生させ、呼吸器疾患、眼科疾患、婦人科疾患等、様々な健康被害をもたらしており、天然資源環境省（MONRE）によるとベトナム北部の職業村の住民の寿命は国民平均より 10 年短いとされている。しかしながら、従来の活性汚泥法による集中処理方式は高度な技術及び高額な建設・運営維持管理費を要することから、職業村のある地方部における汚水・排水処理設備のインフラ整備は困難な状況となっている。

1-3 ベトナムの対象分野に関連する計画、政策及び法制度

こうした背景を踏まえ、ベトナム政府は環境問題への取り組みを強化してきており、1994年には環境保護法を施行（2005年改正）し、水、大気、廃棄物等に係る環境基準を整備した。本調査の対象である職業村の生活・産業排水に関しても、同法第82条にて、環境基準を満たす処理を行うよう義務付けられている。また2002年には環境・資源に係る国家管理の強化を目的に、天然資源環境省（MONRE）を設立した。2003年には重点汚染企業の汚染対策に係る政令第64号及び排水に課する環境保護料金（排水賦課金）に係る政令第67号が発効し、2006年には、環境保護法の施行規則である政令第80号及び罰則規定である政令第81号が発効した。また同2006年には、法の執行にも力を入れるため、公安省の管轄下に環境警察が設置された。

加えてベトナム政府は2003年に、2010年までの戦略と2020年に向けた方向性を示す「環境保全戦略」を策定し、急速な経済開発及び人口増が進む都市部で発生する汚水の処理を最重要課題として取り上げ、汚水・排水処理設備のインフラ整備を図ってきている。また、最新の国家開発計画である「社会経済開発戦略（2011年～2020年）」では、「環境保全に配慮したかたちでの職業村の開発（インフラ整備）」を掲げており、政府は毎年国家予算の1%を環境保全に充てるとされている。更に、ベトナム首相は2013年4月に「首相決定557」を発表し、2020年までに生活・自然環境の悪化が著しい職業村の環境改善に取り組むことを掲げている。

なお、環境保護法における、職業村の生活・産業排水に係る中央及び地方政府の役割・責任は以下の通り。

【中央政府】

- ・農業・農村開発省（MARD）：職業村全般（水環境含む）を所管
- ・天然資源環境省（MONRE）：職業村からの生活・産業排水の排出基準を所管
- ・建設省（MOC）：職業村に建設される生活・産業排水処理設備の設計基準を所管
- ・産業・貿易省（MOIT）：職業村製品の貿易促進を所管

【地方政府】

各省・市には中央政府の役割・責任に対応した部署（局）があり、それぞれ以下の部署（局）において同様の役割・責任を果たしている。そして実際に、職業村の生活・産業排水を処理するための設備を建設する際には、各省・市が主体となって取り組んでいる。

- ・農業・農村開発局（DARD）：職業村全般（水環境含む）を所管
- ・天然資源環境局（DONRE）：職業村からの生活・産業排水の排出基準を所管
- ・建設局（DOC）：職業村に建設される生活・産業排水処理設備の設計基準を所管

・産業・貿易局（DOIT）：職業村製品の貿易促進を所管

1-4 ベトナムの職業村

1-4-1 職業村の概要

天然資源環境省（MONRE）によると、職業村とは以下6つの分類の仕事を行う村のことを言う。

1. フォーやブン、春雨等食料の加工
2. 絹製織（染色）、皮革の加工
3. 煉瓦等建設資材の製造
4. 金属、紙、プラスチック等のリサイクル
5. 漆器等工芸品の製造
6. その他（小規模な農具や漁具、電気器具等の製造）

また2006年発効の政令第66号によると、職業村人口の30%以上の人口が上記1.～6.に携わっている村をCraft Villagesと言い、30%未満の人口が携わっている村をVillages with Craft Productionsと言う。なお本報告書において、前者及び後者を区別して議論を行う必要がある場合は、便宜上、前者を正職業村とし、後者を準職業村とする。また前者及び後者を区別して議論する必要がない場合は、それらをまとめて職業村とする。

上述の6分類の職業村の様子については以下写真を、概況については以下表5～8を参照。





絹の染色をする職業村



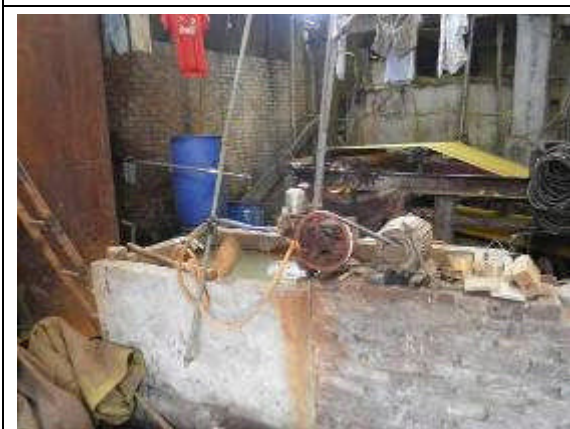
絹の織機



排水管を製造する職業村(1)



排水管を製造する職業村(2)



古紙をリサイクルする職業村



プラスチックをリサイクルする職業村



漆器を製造する職業村



木工品を製造する職業村

ベトナムにおける職業村の数は以下表5の通り。

表5：ベトナム職業村の数

	省・市	正職業村	準職業村
Red River Delta	1 Hà Nội	281	1,350
	2 Hải Phòng	12	108
	3 Vĩnh Phúc	16	63
	4 Bắc Ninh	64	189
	5 Hải Dương	51	1,200
	6 Hưng Yên	32	85
	7 Hà Nam	42	282
	8 Nam Định	89	282
	9 Thái Bình	210	285
	10 Ninh Bình	69	88
	Total	866	3,932
Northeast	11 Hà Giang	4	23
	12 Cao Bằng	0	54
	13 Lào Cai	0	9
	14 Bắc Kạn	0	0
	15 Lạng Sơn	0	0
	16 Tuyên Quang	0	16
	17 Yên Bái	0	0
	18 Thái Nguyên	90	90
	19 Phú Thọ	23	1,841
	20 Bắc Giang	33	435
	21 Quảng Ninh	0	10
	Total	150	2,478
Northwest	22 Lai Châu	0	5
	23 Sơn La	0	191
	24 Điện Biên	3	24
	25 Hòa Bình	2	68
	Total	5	288
North Central Coast	26 Thanh Hóa	127	NA
	27 Nghệ An	111	400
	28 Hà Tĩnh	1	44
	29 Quảng Bình	14	45
	30 Quảng Trị	6	69
	31 Thừa Thiên - Huế	95	179
	Total	354	737
South Central Coast	32 Đà Nẵng	7	10
	33 Quảng Nam	27	186
	34 Quảng Ngãi	1	26
	35 Bình Định	16	130
	36 Phú Yên	6	54
	37 Khánh Hòa	3	3
		Total	60
Central Highlands	38 Kon Tum	0	9
	39 Gia Lai	0	21
	40 Đắk Lắk	0	42
	41 Đắk Nông	0	0
	42 Lâm Đồng	3	23
	Total	3	95
Northeastern South	43 TP HCM	19	65
	44 Ninh Thuận	4	15
	45 Bình Phước	1	45
	46 Tây Ninh	4	25
	47 Bình Dương	17	17
	48 Đồng Nai	16	16
	49 Bình Thuận	21	45
	50 Bà Rịa - Vũng Tàu	3	9
		Total	85
Mekong River Delta	51 Long An	0	131
	52 Đồng Tháp	44	261
	53 An Giang	26	34
	54 Tiền Giang	13	39
	55 Vĩnh Long	23	81
	56 Bến Tre	18	81
	57 Kiên Giang	1	1
	58 Cần Thơ	1	39
	59 Trà Vinh	10	36
	60 Sóc Trăng	25	75
	61 Hậu Giang	1	17
	62 Bạc Liêu	0	22
	63 Cà Mau	15	114
	Total	177	931
Total in Vietnam		1,700	9,107

出典：農業・農村開発省

職業村の地域別割合は以下図 4~6 の通り。

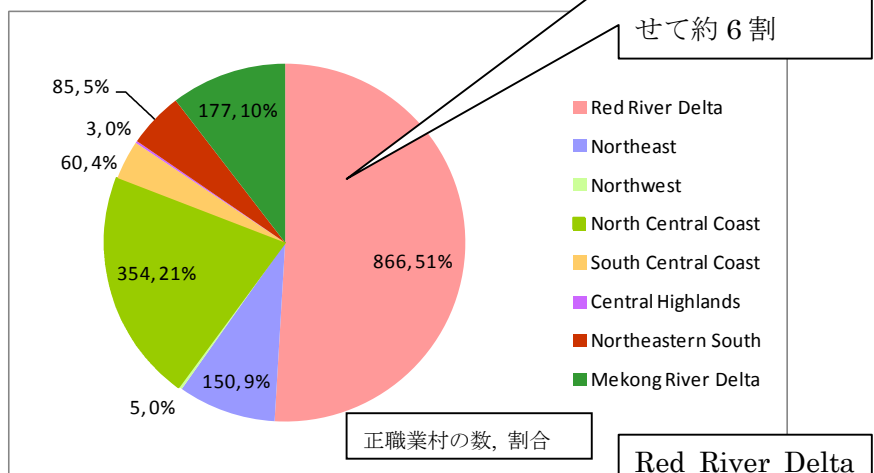


図 4 : 正職業村の地域別割合

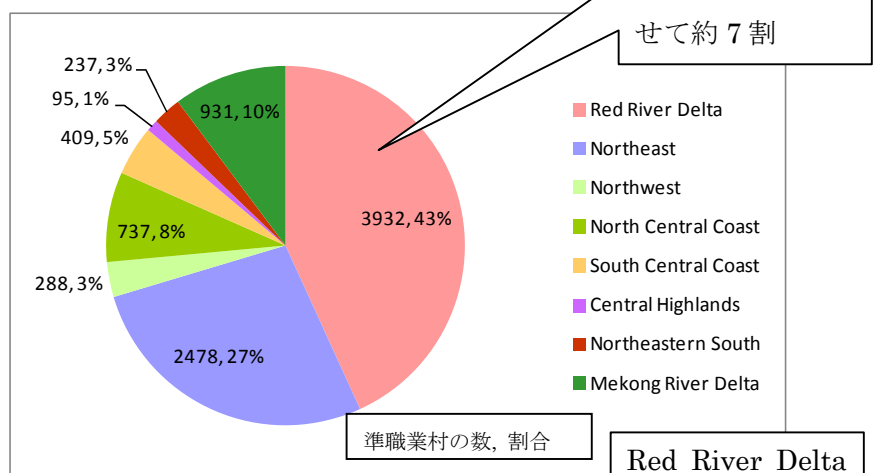


図 5 : 準職業村の地域別割合

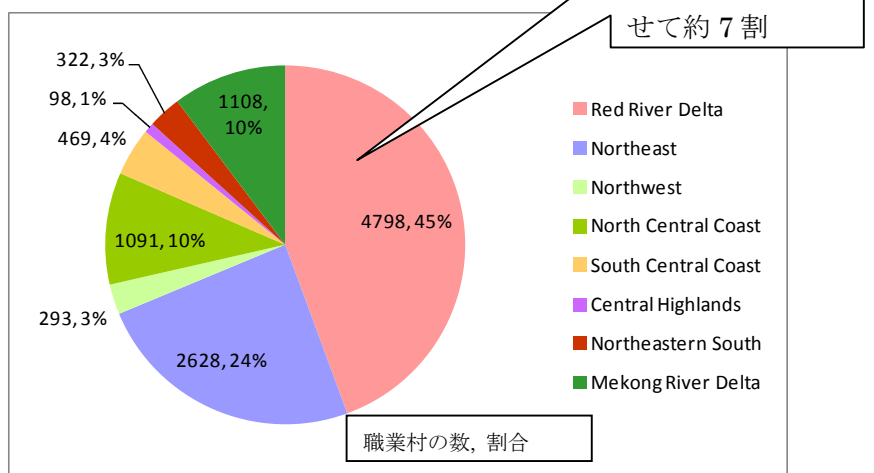


図 6 : 職業村の地域別割合

正職業村を地域別・分類別に纏めると以下表6のようになる。

表6：地域別・分類別正職業村の数

		(1) Food processing	(2) Silk weaving and leather sewing	(3) Construction material	(4) Waste recycling	(5) Art handcraft and embroidery	(6) Others	Total	
Red River Delta	1 Ha Noi	51	6	1	1	181	41	281	
	2 Hai Phong	4	0	0	0	3	5	12	
	3 Vinh Phuc	1	1	0	2	9	3	16	
	4 BacNinh	17	0	0	0	31	16	64	
	5 Hai Duong	0	1	0	0	19	31	51	
	6 Hung Yen	0	6	0	0	26	0	32	
	7 Ha Nam	0	3	0	0	16	23	42	
	8 Nam Dinh	7	5	0	6	45	26	89	
	9 Thai Binh	24	6	0	0	156	24	210	
	10 Ninh Binh	2	2	0	0	46	19	69	
	Total	106	30	1	9	532	188	866	
Northeast	11 Ha Giang	0	2	0	0	1	1	4	
	12 Cao Bang	0	0	0	0	0	0	0	
	13 Lao Cai	0	0	0	0	0	0	0	
	14 Bac Can	0	0	0	0	0	0	0	
	15 Lang Son	0	0	0	0	0	0	0	
	16 Tuyen Quang	0	0	0	0	0	0	0	
	17 Yen Bai	0	0	0	0	0	0	0	
	18 Thai Nguyen	82	0	0	0	7	1	90	
	19 Phu Tho	7	0	1	0	13	2	23	
	20 Bac Giang	6	2	7	0	14	4	33	
	21 Quang Ninh	0	0	0	0	0	0	0	
	Total	95	4	8	0	35	8	150	
Northwest	22 Lai Chau	0	0	0	0	0	0	0	
	23 Son La	0	0	0	0	0	0	0	
	24 Dien Bien	0	2	0	0	1	0	3	
	25 Hoa Binh	1	1	0	0	0	0	2	
		Total	1	3	0	0	1	0	5
N Central Coast	26 Thanh Hoa	18	14	4	0	69	22	127	
	27 Nghe An	0	4	0	0	63	44	111	
	28 Ha Tinh	0	0	0	0	1	0	1	
	29 Quang Binh	0	3	0	0	5	6	14	
	30 Quang Tri	1	0	0	0	4	1	6	
	31 Hue	0	2	0	0	62	31	95	
		Total	19	23	4	0	204	104	354
S. Central Coast	32 Da Nang	4	0	0	0	2	1	7	
	33 Quang Nam	5	1	1	1	15	4	27	
	34 Quang Ngai	0	0	0	0	1	0	1	
	35 Quang Binh	4	0	0	4	8	0	16	
	36 Phu Yen	1	0	1	0	4	0	6	
	37 Khanh Hoa	0	0	1	0	1	1	3	
		Total	14	1	3	5	31	6	60
C. Highlands	38 Kon-Tum	0	0	0	0	0	0	0	
	39 Gia Lai	0	0	0	0	0	0	0	
	40 Dac Lac	0	0	0	0	0	0	0	
	41 Dac Nong	0	0	0	0	0	0	0	
	42 Lam Dong	0	1	0	0	0	2	3	
	Total	0	1	0	0	0	2	3	
N. Central South	43 TP. HCM	5	0	0	1	10	3	19	
	44 Ninh Thuan	0	1	0	0	3	0	4	
	45 Binh Phuoc	0	1	0	0	0	0	1	
	46 Tay Ninh	1	0	0	1	2	0	4	
	47 Binh Duong	0	0	0	0	14	3	17	
	48 Dong Nai	1	3	0	2	9	1	16	
	49 Binh Thuan	6	2	0	0	8	5	21	
	50 Ba Ria Vung Tau	1	0	1	1	0	0	3	
		Total	14	7	1	5	46	12	85
	Mekong River Delta	51 Long An	0	0	0	0	0	0	0
52 Dong Thap		7	1	0	0	31	5	44	
53 An Giang		3	3	0	1	11	8	26	
54 Tien Giang		5	0	0	0	8	0	13	
55 Vinh Long		3	0	0	0	14	6	23	
56 Ben Tre		2	0	0	0	3	13	18	
57 Kien Giang		0	0	0	0	1	0	1	
58 Can Tho		1	0	0	0	0	0	1	
59 Tra Vinh		6	0	0	0	2	2	10	
60 Soc Trang		7	0	0	0	16	2	25	
61 Hau Giang		0	0	0	0	1	0	1	
62 Bac Lieu		0	0	0	0	0	0	0	
63 Ca Mau		3	0	0	0	11	1	15	
	Total	37	4	0	1	98	37	177	
	Total	286	73	17	20	947	357	1700	

出典：農業・農村開発省

総数 1,700 の正職業村を分類別にまとめると以下図 7 のようになる。

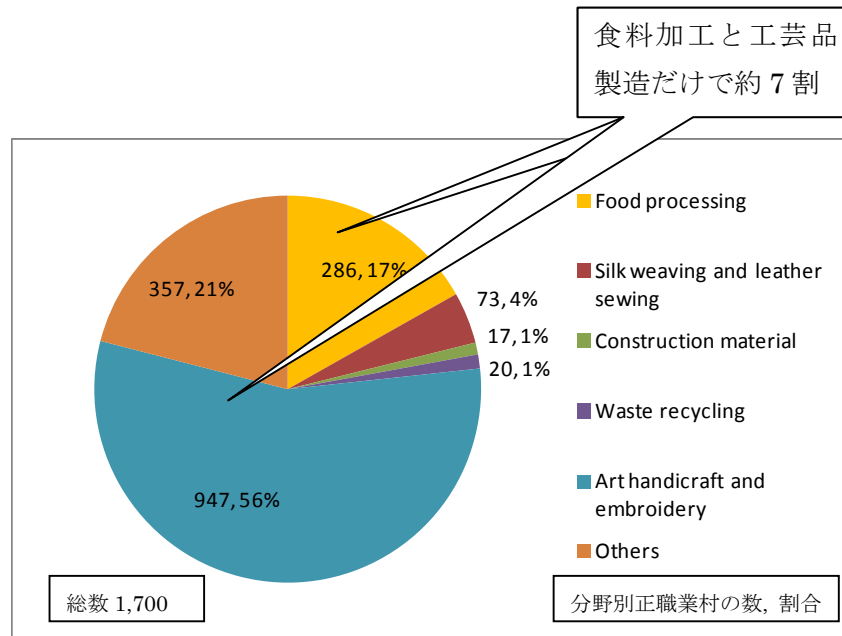


図 7 : 分類別正職業村の割合

総数 286 の食料加工村を地域別にまとめると以下図 8 のようになる。

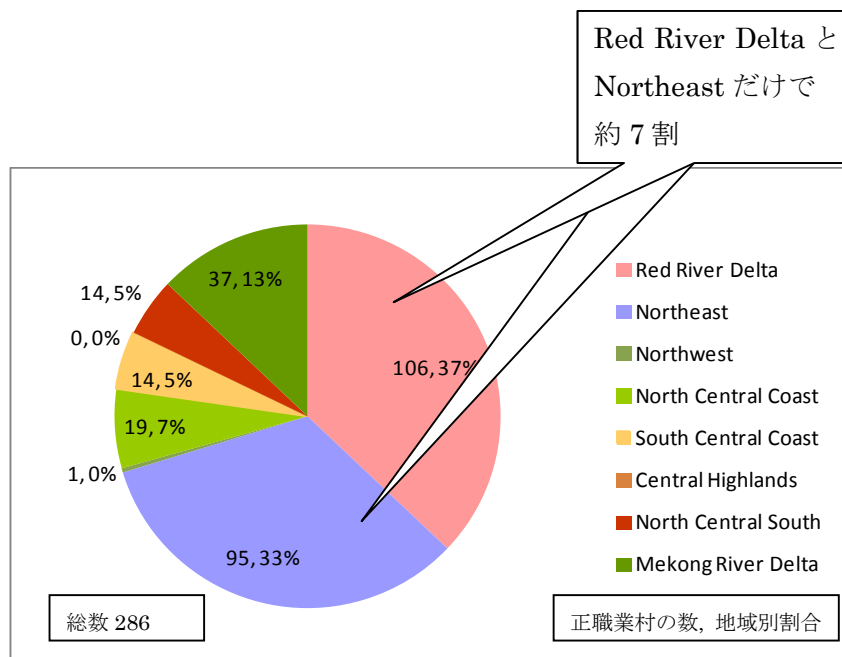


図 8 : 食料加工村の地域別割合

総数 73 の絹・皮革加工村を地域別にまとめると以下図 9 のようになる。

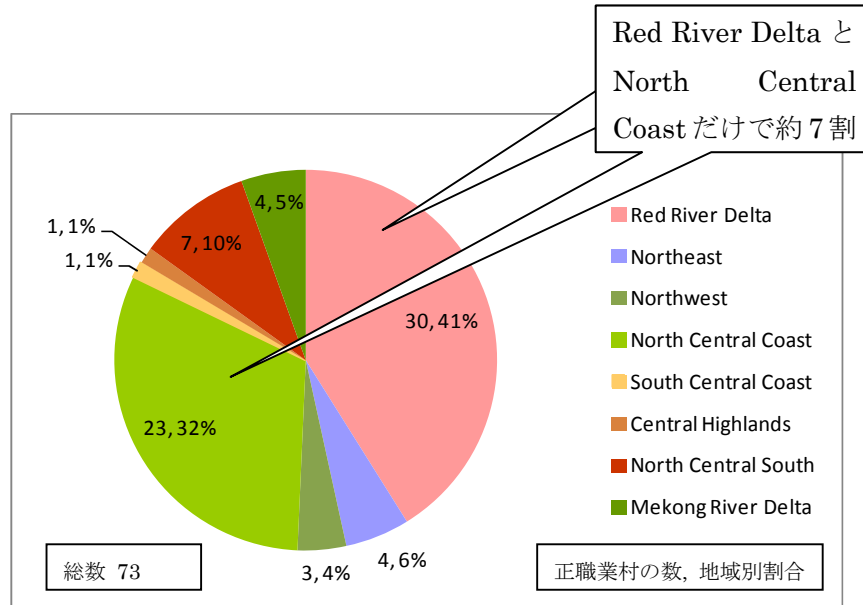


図 9：絹・皮革加工村の地域別割合

総数 17 の建設資材製造村を地域別にまとめると以下図 10 のようになる。

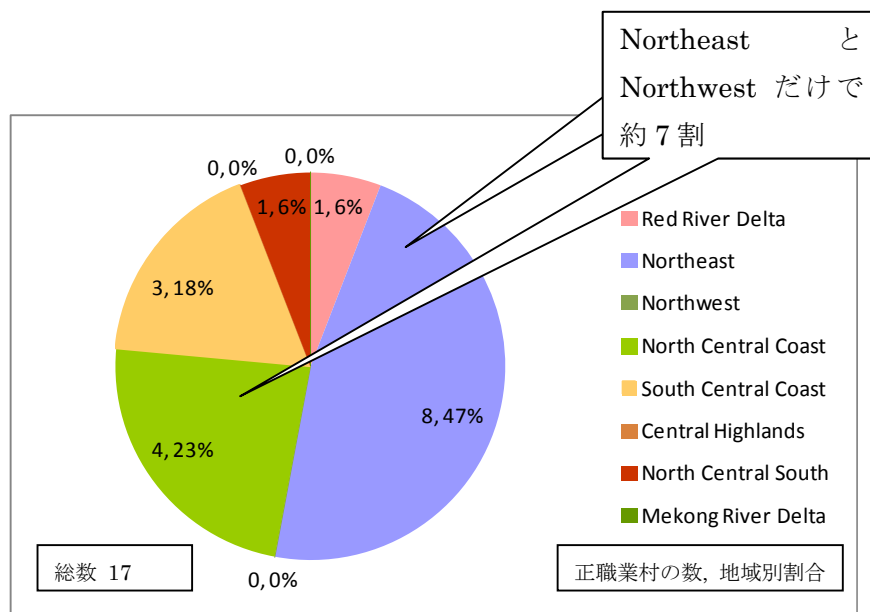


図 10：建設資材製造村の地域別割合

総数 20 のリサイクル村を地域別にまとめると以下図 11 のようになる。

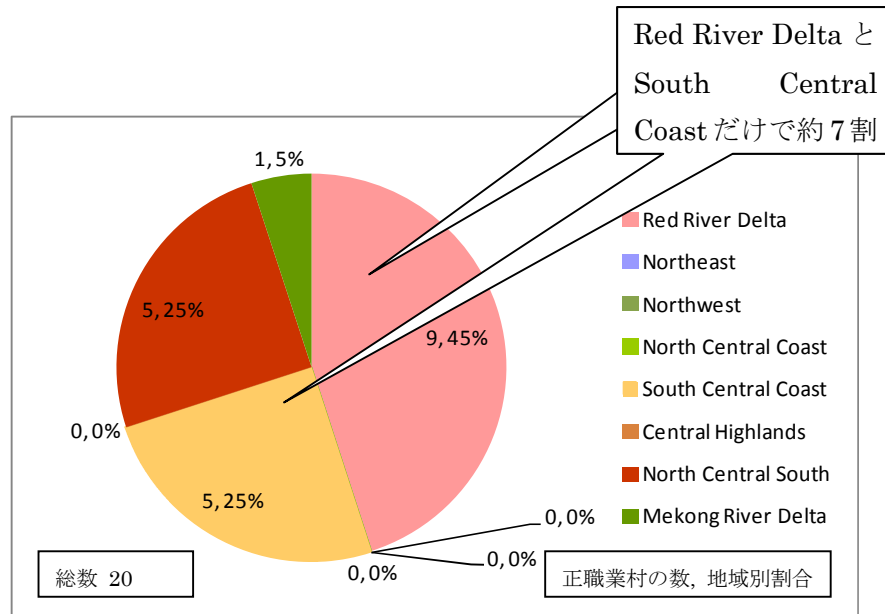


図 11 : リサイクル村の地域別割合

総数 947 の工芸品製造村を地域別にまとめると以下図 12 のようになる。

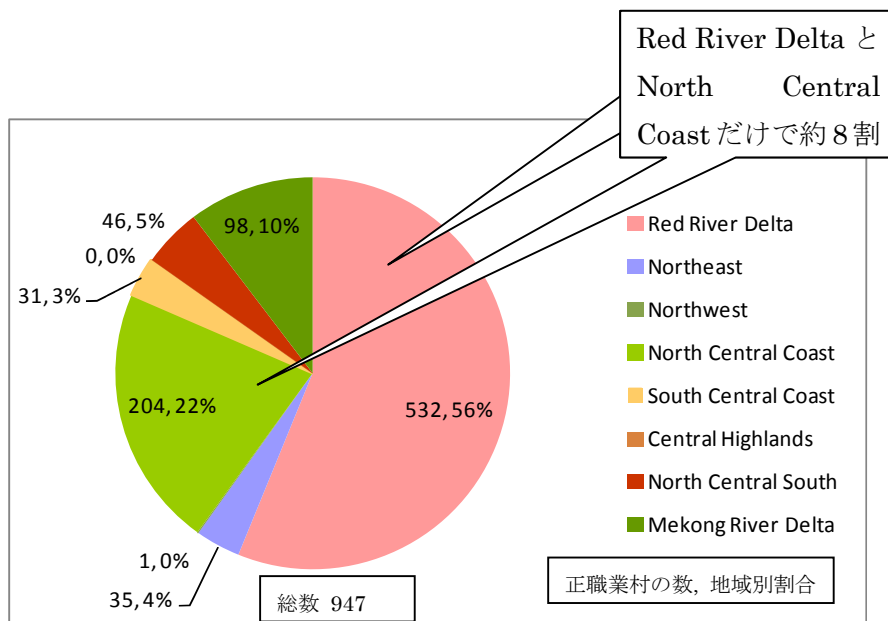


図 12 : 工芸品製造村の地域別割合

総数 357 のその他職業村を地域別にまとめると以下図 13 のようになる。

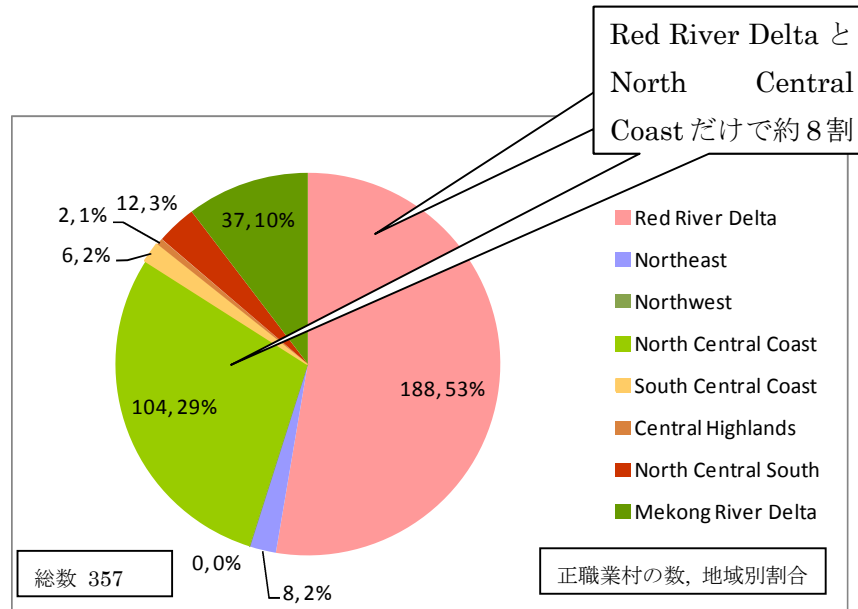


図 13：その他職業村の地域別割合

なお、準職業村については、農業・農村開発省にて分類別の統計データを有していなかったため、上記のような詳細な把握を行うことはできなかった。

総人口、正職業村人口及び職業従事人口を纏めると以下表7のようになる。

正職業村の人口は
総人口の約3%で、
約115万人を雇用。

表7：総人口、正職業村人口及び職業従事人口

No	省・市	総人口	正職業村人口	職業従事人口
Red River Delta				
1	Hà Nội	6,844,100	580,404	272,638
2	Hải Phòng	1,904,100	10,100	4,215
3	Vĩnh Phúc	1,020,600	28,425	13,707
4	Bắc Ninh	1,079,900	127,454	62,809
5	Hải Dương	1,735,100	54,045	22,863
6	Hưng Yên	1,145,600	30,930	10,342
7	Hà Nam	790,000	96,268	57,869
8	Nam Định	1,836,900	153,794	69,184
9	Thái Bình	1,787,300	345,243	150,638
10	Ninh Bình	915,900	60,125	23,726
	Total	19,059,500	1,486,788	687,991
Northeast				
11	Hà Giang	758,000	2,596	1,170
12	Cao Bằng	515,200	0	0
13	Lào Cai	646,800	0	0
14	Bắc Kạn	301,000	0	0
15	Lạng Sơn	744,100	0	0
16	Tuyên Quang	738,900	0	0
17	Yên Bái	764,400	0	0
18	Thái Nguyên	1,150,200	58,475	49,188
19	Phú Thọ	1,335,900	42,430	27,787
20	Bắc Giang	1,588,500	30,144	16,626
21	Quảng Ninh	1,177,200	0	0
	Total	9,720,200	133,645	94,771
Northwest				
22	Lai Châu	397,500	0	0
23	Sơn La	1,134,300	0	0
24	Điện Biên	519,300	910	610
25	Hòa Bình	806,100	540	440
	Total	2,857,200	1,450	1,050
North Central Coast				
26	Thanh Hóa	3,426,600	170,312	65,419
27	Nghệ An	2,952,000	78,192	40,887
28	Hà Tĩnh	1,230,500	3,500	2,000
29	Quảng Bình	857,900	23,292	16,948
30	Quảng Trị	608,100	2,390	1,062
31	Thừa Thiên - Huế	1,114,500	87,469	40,668
	Total	10,189,600	365,155	166,984
South Central Coast				
32	Đà Nẵng	973,800	9,660	3,666
33	Quảng Nam	1,450,100	32,758	15,750
34	Quảng Ngãi	1,227,900	5,410	2,200
35	Bình Định	1,501,800	26,882	11,740
36	Phú Yên	877,200	15,060	5,550
37	Khánh Hòa	1,183,000	3,550	1,460
	Total	7,213,800	93,320	40,366
Central Highlands				
38	Kon Tum	462,400	0	0
39	Gia Lai	1,342,700	0	0
40	Đắk Lắk	1,796,700	0	0
41	Đắk Nông	543,200	0	0
42	Lâm Đồng	1,234,600	5,500	1,745
	Total	5,379,600	5,500	1,745
Northeastern South				
43	TP HCM	7,681,700	50,430	20,700
44	Ninh Thuận	576,700	13,885	11,625
45	Bình Phước	912,700	850	300
46	Tây Ninh	1,089,900	5,710	1,890
47	Bình Dương	1,748,000	24,840	10,020
48	Đồng Nai	2,720,800	22,600	7,075
49	Bình Thuận	1,193,500	39,280	14,508
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	1,039,200	4,080	2,165
	Total	16,962,500	161,675	68,283
Mekong River Delta				
51	Long An	1,458,200	0	0
52	Đồng Tháp	1,676,300	33,647	18,351
53	An Giang	2,153,700	24,472	13,279
54	Tiền Giang	1,692,500	25,128	7,944
55	Vĩnh Long	1,033,600	26,520	9,481
56	Bến Tre	1,258,500	22,615	9,666
57	Kiên Giang	1,726,200	400	151
58	Cần Thơ	1,214,100	1,600	480
59	Trà Vinh	1,015,300	9,140	3,055
60	Sóc Trăng	1,301,900	38,270	11,853
61	Hậu Giang	769,700	2,260	820
62	Bạc Liêu	873,400	0	0
63	Cà Mau	1,217,100	41,847	13,292
	Total	17,390,500	225,899	88,372
	Total in Vietnam	88,772,900	2,473,432	1,149,562

出典：General Statistics Office, 農業・農村開発省

職業村の生産額を纏めると以下表 8 のようになる。

職業村の生産額は
総生産の約 4.7%

表 8 : ベトナム職業村の生産額

	省・市	職業村の生産額 (百万ドン)	職業村の生産額 (千米ドル)	
Red River Delta	1 Hà Nội	5,676,472	266,794	
	2 Hải Phòng	291,600	13,705	
	3 Vĩnh Phúc	141,063	6,629	
	4 Bắc Ninh	4,795,500	225,388	
	5 Hải Dương	2,065,500	97,078	
	6 Hưng Yên	280,500	13,183	
	7 Hà Nam	141,771	6,663	
	8 Nam Định	2,670,000	125,490	
	9 Thái Bình	1,766,262	83,014	
	10 Ninh Bình	352,000	16,544	
	Total	18,180,668	854,488	
Northeast	11 Hà Giang	11,500	540	
	12 Cao Bằng	13,500	634	
	13 Lào Cai	4,500	211	
	14 Bắc Kạn	0	0	
	15 Lạng Sơn	0	0	
	16 Tuyên Quang	16,000	752	
	17 Yên Bái	0	0	
	18 Thái Nguyên	72,000	3,384	
	19 Phú Thọ	1,841,000	86,527	
	20 Bắc Giang	435,000	20,445	
	21 Quảng Ninh	40,000	1,880	
	Total	2,433,500	114,373	
Northwest	22 Lai Châu	5,000	235	
	23 Sơn La	573,000	26,931	
	24 Điện Biên	24,000	1,128	
	25 Hòa Bình	223,593	10,508	
		Total	825,593	38,802
North Central Coast	26 Thanh Hóa	580,000	27,260	
	27 Nghệ An	774,000	36,378	
	28 Hà Tĩnh	110,000	5,170	
	29 Quảng Bình	45,000	2,115	
	30 Quảng Trị	69,000	3,243	
	31 Thừa Thiên - Huế	264,000	12,408	
	Total	1,842,000	86,574	
South Central Coast	32 Đà Nẵng	100,000	4,700	
	33 Quảng Nam	391,685	18,409	
	34 Quảng Ngãi	91,000	4,277	
	35 Bình Định	260,000	12,220	
	36 Phú Yên	7,500	352	
	37 Khánh Hòa	27,000	1,269	
		Total	877,185	41,227
Central Highlands	38 Kon Tum	9,000	423	
	39 Gia Lai	8,000	376	
	40 Đắk Lắk	15,899	747	
	41 Đắk Nông	0	0	
	42 Lâm Đồng	23,000	1,081	
		Total	55,899	2,627
Northeastern South	43 TP HCM	1,620,000	76,140	
	44 Ninh Thuận	37,500	1,762	
	45 Bình Phước	135,000	6,345	
	46 Tây Ninh	351,891	16,538	
	47 Bình Dương	204,000	9,588	
	48 Đồng Nai	96,000	4,512	
	49 Bình Thuận	450,000	21,150	
	50 Bà Rịa - Vũng Tàu	36,000	1,692	
		Total	2,930,391	137,727
	Mekong River Delta	51 Long An	125,895	5,917
52 Đồng Tháp		261,000	12,267	
53 An Giang		298,789	14,043	
54 Tiền Giang		58,500	2,749	
55 Vĩnh Long		78,000	3,666	
56 Bến Tre		729,000	34,263	
57 Kiên Giang		50,000	2,350	
58 Cần Thơ		78,000	3,666	
59 Trà Vinh		108,000	5,076	
60 Sóc Trăng		112,500	5,287	
61 Hậu Giang	25,500	1,198		
62 Bạc Liêu	121,000	5,687		
63 Cà Mau	275,276	12,937		
	Total	2,321,460	109,106	
Total in Vietnam		29,466,696	1,384,924	

出典：農業・農村開発省

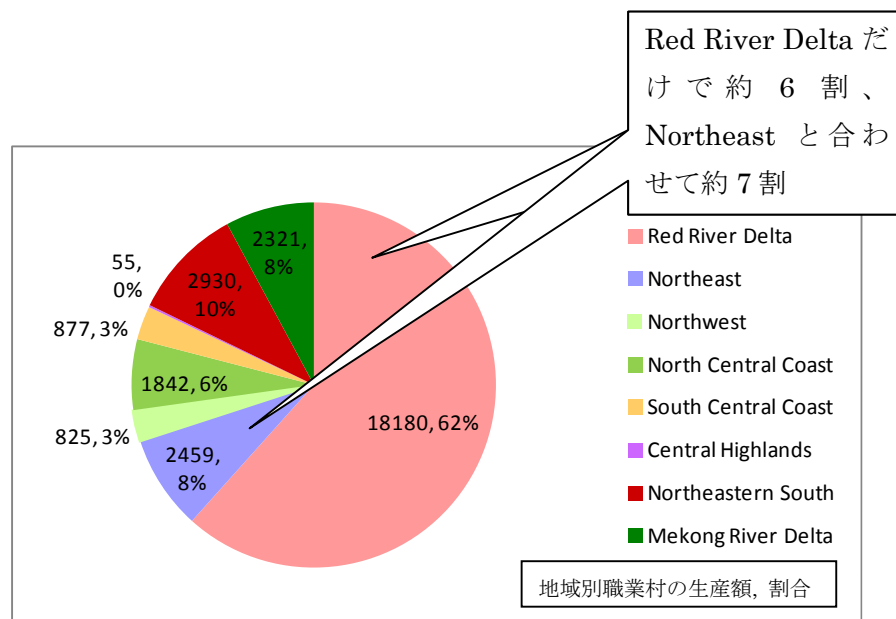


図 14：地域別職業村生産額の割合

1-4-2 職業村の生活・自然環境の概要

上記表 7 及び 8 で示したように、正職業村の人口は総人口の約 3%、職業村の生産額は GDP の約 4.7%に過ぎない。しかしながら、上述のようにベトナム首相は 2013 年 4 月に「首相決定 557」を発表し、2020 年までに生活・自然環境の悪化が著しい職業村の環境改善に取り組むことを掲げている。

以下の表 9 にて、分類毎の職業村における生活・自然環境を纏める。

表 9:分類毎の職業村における生活・自然環境

分類	生活環境	自然環境
フォーやブン、春雨等の食料加工	多くの住民は生活用水として浅井戸を使っているが、しばしば地下水が汚染されていることから下痢等水系感染症に悩まされている。また住民は産業用水としても汚染された地下水を大量に使っている。その結果食品の安全性にも問題が残る。	浄化槽の設置及び管理が不十分であるため、しばしば大量の高濃度有機物を含む大量の産業排水が、未処理のまま表流水や田畑に放流されている。このため地下水が汚染されている（大腸菌が飲料基準の 2~100 倍になることも）。
絹製織、皮革の加工	多くの住民は生活用水として浅井戸を使っているが、しばしば地下水が汚染されていることから下痢等水系感染症に悩まされている。また住民は絹や皮革を大量の化学物質の入った大量の熱湯にくぐらせることで染色をしており、その過程で	大量の産業排水は大量の化学物質を含むが、未処理のまま表流水や田畑に放流されることが多いため、しばしば地下水を汚染している。

	蒸発した大量の化学物質を吸引していることから、多くが呼吸器疾患にも悩まされている。	
煉瓦等の建設資材の製造	多くの住民は生活用水として浅井戸を使っているが、建設資材の職業村では食料加工や絹・皮革加工の職業村ほど産業排水が出ず、地下水への汚染の影響も少ないため、下痢等水系感染症も少ない。他方で、住民は煉瓦等を焼いており、その過程で石炭の煤や土埃等を常習的に吸引していることから、多くが呼吸器疾患に悩まされている。	煉瓦等を焼き、大量の石炭の煤や土埃等を放出しているため、しばしば大気を汚染している。
金属、紙、プラスチック等のリサイクル	多くの住民は生活用水として浅井戸を使っているが、リサイクルの職業村では食料加工や絹・皮革加工の職業村ほど産業排水が出ず、地下水への汚染の影響も少ないため、下痢等水系感染症も少ない。他方で、住民はリサイクル商品を熱処理しており、その過程で石炭の煤等を常習的に吸引していることから、多くが呼吸器疾患に悩まされている。	リサイクルの過程で、大量の石炭の煤等を放出しているため、しばしば大気を汚染している。
漆器等工芸品の製造	多くの住民は生活用水として浅井戸を使っているが、工芸品の職業村では食料加工や絹・皮革加工の職業村ほど産業排水が出ず、地下水への汚染の影響も少ないため、下痢等水系感染症も少ない。他方で、住民は大量の木材や石材を加工しており、その過程で木粉や石粉等を常習的に吸引していることから、多くが呼吸器疾患に悩まされている。	木材や石材を加工し、大量の木粉や石粉等を放出しているため、しばしば大気を汚染している。
その他	—	—

1-5 ベトナムの対象分野の ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

1-5-1 日本による ODA 事業

ベトナムの排水・下水分野における本邦 ODA 事業は、主に都市部に限られており、地方部や職業村における事業はない。以下に代表的な ODA 事業を記す。

- ① 1995 年度～2005 年度「ハノイ水環境改善事業(I) (II)」(スキーム：円借款、内容：ハノイ市内における排水・下水道システムの整備)
- ② 2003 年度～2006 年度「水環境技術能力向上プロジェクト」(スキーム：技術協力、内容：水環境の保全に係るベトナム科学技術アカデミーの機能向上)
- ③ 2001 年度～現在「ホーチミン市水環境改善事業(I) (II) (III)」(スキーム：円借款、内容：ホーチミン市街地における排水・下水道システムの整備・拡張)
- ④ 2005 年度～現在「ハイフォン都市環境改善事業(I) (II)」(スキーム：円借款、内容：ハイフォン市の下水・排水・廃棄物処理システムの整備)
- ⑤ 2006 年度～現在「南部ビンズオン省水環境改善事業(I) (II)」(スキーム：円借款、内容：ビンズオン省における下水道システムの整備)
- ⑥ 2008 年度～現在「フエ市水環境改善計画」(スキーム：円借款、内容：フエ市のフォン川流域市街地における、排水・下水道システムの整備)
- ⑦ 2009 年度～現在「ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクト(I) (II)」(スキーム：技術協力、内容：ホーチミン市街地における排水・下水道システムの整備・拡張)
- ⑧ 2012 年度～2013 年度「ハイフォン市における下水道事業推進のための人材育成支援事業」(スキーム：草の根、内容：ハイフォン下水道排水公社の下水道事業運営能力の向上)
- ⑨ 現在準備中「ホイアン市日本橋周辺水質改善計画協力準備調査」(スキーム：未定、内容：ホイアン市における下水道システムの整備)

1-5-2 他ドナーによる援助事業

ベトナムの排水・下水分野における他ドナーによる援助事業は、主に省都を対象としたものとなっており、地方部や職業村における事業はない。以下に代表的な援助事業を記す。

【世界銀行】

- ① 2011 年度～現在「Urban Water Supply and Wastewater Project」(スキーム：有償資金協力、内容：ホーチミン市等における排水・下水道システムの整備)

【アジア開発銀行】

- ① 2001 年度～2011 年度「Third Provincial Towns Water Supply and Sanitation Project」(スキーム：有償資金協力、内容：5 省における上下水道システムの整備)

【ドイツ】

①2005 年度～現在「Wastewater and Solid Waste Management in Provincial Centers」
 (スキーム：有償資金協力及び技術協力、内容：北部を中心とする 9 省における下水道システムの整備)

1-5-3 ベトナムにおける下水道建設状況

2013 年時点のベトナムにおける建設済み及び建設予定下水道を以下表 9 及び表 10 に纏めた。それらの建設費用の出所は、多い順に世界銀行が 15 件、日本が 11 件、ドイツが 7 件、ベトナムが 5 件、フランスが 4 件、ベルギーが 3 件、デンマークが 2 件、アジア開発銀行が 2 件の合計 49 件となっている。

表 9：建設された下水処理場

都市	下水処理場	処理能力(m ³ /日)	援助国・機関
Hanoi	Kim Lien	3,700	日本
	Truc Bch	2,500	日本
	North Thang Long	7,000	日本
	Yen So	120,000	ベトナム
Ho Chi Minh	Canh Doi	10,000	ベトナム
	Binh Hung Hoa	30,000	ベルギー
	Nam Vien	15,000	ベトナム
	Bin Hung plant	141,000	日本
Da Nang	Son Tra	15,900	世界銀行
	Hoa Cuong	36,418	世界銀行
	Phu Loc	36,430	世界銀行
	Ngu Hanh Son	11,629	世界銀行
Quang Ninh	Bai Chay	3,500	世界銀行
	Ha Khanh	7,500	世界銀行
Da Lat	Da Lat	6,000	デンマーク
Buon Ma Thuot	Buon Ma Thuot	5,700	デンマーク
Bac Giang	Bac Giang	8,000	ベルギー
Phan Rang	Phan Rang	NA	ベルギー

表 10：建設される予定の下水処理場

都市	下水処理場	処理能力(m ³ /日)	援助国・機関
Hanoi	Yen Xa	275,000	日本
	West lake	22,800	ベトナム
	Bay Mau	14,000	日本
	Phu Do	85,000	日本
Ho Chi Minh	Tham Luong Ben Cat	250,000	世界銀行
	Nhieu Loc	480,000	世界銀行
Thai Nguyen	Thai Nguyen	10,000	フランス
Hai Phong	Vinh Niem	36,000	日本
Hai Duong	Hai Duong	13,500	ドイツ
Vinh Phuc	Quat Luu	5,000	日本

Bac Ninh	Bac Ninh	17,500	ドイツ
	Tu Son	20,000	ベトナム
Ha Nam	Phu Ly	5,000	世界銀行
Thanh Hoa	Thanh Hoa	15,000	アジア開発銀行
Nghe An	Vinh	25,000	ドイツ
	Cua Lo	7,500	アジア開発銀行
Quang Binh	Duc Ninh	8,570	世界銀行
Binh Dinh	Ha Thanh	14,000	世界銀行
	Phu Tai	8,000	世界銀行
Hue	No. 2	17,100	日本
Da Nang	Hoa Xuan	20,000	世界銀行
	Lien Chieu	40,000	世界銀行
	Hoi An	7,000	フランス
Nha Trang	Nha Trang	40,000	世界銀行
Cao Tho	Cao Tho	32,000	ドイツ
Binh Duong	Binh Duong	17,650	日本
Soc Trang	Soc Trang	17,570	ドイツ
BR-VT	Ba Ria	12,000	フランス
	Vung Tau	20,000	フランス
Tra Vinh	Tra Vinh	18,135	ドイツ
An Giang	Chau Doc	2,000	ドイツ

第2章 アクアテック側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 アクアテック側及び活用が見込まれるジャリッコの強み

2-1-1 ジャリッコについて

1. ジャリッコ処理の基本

現在の下水・排水処理は活性汚泥法かその変法であり、これらは固液分離の技術である。しかし自然界を見れば、光合成により植物ができ、それを動物が食している。これら動物の有機物は死して骨を残すのみで、他はガスと水になっている。例えば、警視庁によると夏季において60kgの人体は30日で白骨になるとされており、自然には2kg/日(=200万mg/日)の分解力があると解釈できる。ジャリッコ処理はこの自然の摂理を一部模したものである。SSで見るとジャリッコは1,000mg/日の分解力を有し、活性汚泥法による分解力は0mg/日である。

2. 製品・技術の特長

ジャリッコとは硬質砂岩の碎石をエポキシ樹脂で接着した直径10cm、重さ約700gの球体(図15)で、排水水の固形有機物をジャリッコ内で分解(図16)することで生じた溶解性有機物を好気・嫌気細菌によりガスと水に分解する(図17)製品である。ジャリッコ処理施設は、図18に示すようにジャリッコを充填し、横流し、底部から曝気を行う。ジャリッコは生活・産業排水の処理過程で固



図15：ジャリッコ

液分離を行わないため、下水・排水処理で問題となる汚泥を発生させない技術であり、東京工業大学の海野名誉教授よりその効果が実証され、同氏を会長とするソルデコ研究会においても研究がなされている。また平成15年度国土交通省「新技術適用性評価」及び平成19年度環境省「環境技術実証モデル事業」でもその効果は実証されている。



図16：固形有機物の分解

原水中に含まれる溶解性有機物と固形有機物の分解により生成した溶解性の有機物が、好気・遷移帯・嫌気の多様環境によりガスと水になる。また、好気菌は嫌気で、嫌気菌は好気で死滅し、環境変化により死滅しないものはジャリッコに取り込まれて死滅する。

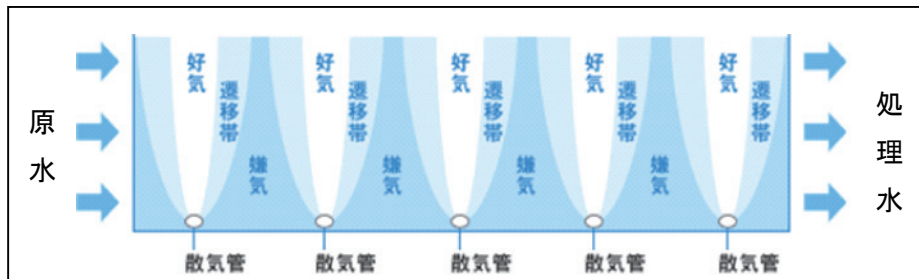


図 17：溶解性有機物の分解

3. 製品・技術のスペック

ジャリッコは2~3cmの碎石を、エポキシ樹脂を使って直径約10cmの球体にしたもので、200kg/f以上の強度と60%以上の空隙率が仕様となっている。またジャリッコ槽（図18）の流下距離は概ね河川浄化であれば5m、下水処理であれば10m、工場排水処理であれば20mとなり、深さは3~5mとなる。幅は水量・水質により決まる。容積滞留時間については、概ね河川浄化であれば1.3~5時間、下水処理であれば15~24時間、工場排水であれば24~200時間（汚泥用の場合）となる。

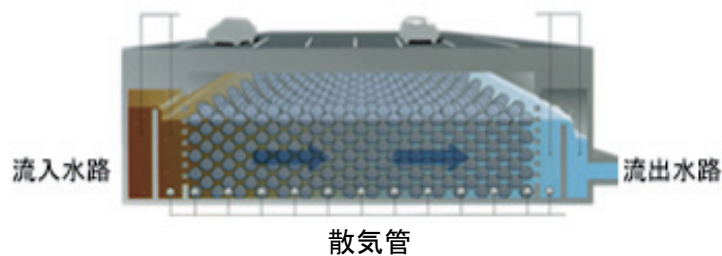


図 18：ジャリッコ槽のイメージ

2-1-2 ジャリッコの強み（技術）

1. 下水・汚水処理法

現在、下水・排水処理の99%以上が活性汚泥法かその変法である。この技術は汚水中の溶解性有機物をガスと水にし、固形性有機物と微生物は汚泥として取り出し、処理処分している固液分離の技術である。ジャリッコ処理技術は自然界で行われている有機物の腐敗（分解）を模して、固液分離でなく溶解性と固形性有機物を全てガスと水にする方式である。即ち、活性汚泥法のように汚泥処理処分が不要である。以下図19にて、工場排水を処理する時の活性汚泥法とジャリッコ処理法による処理の流れについて示す。またそれぞれの特性について以下表11に示す。

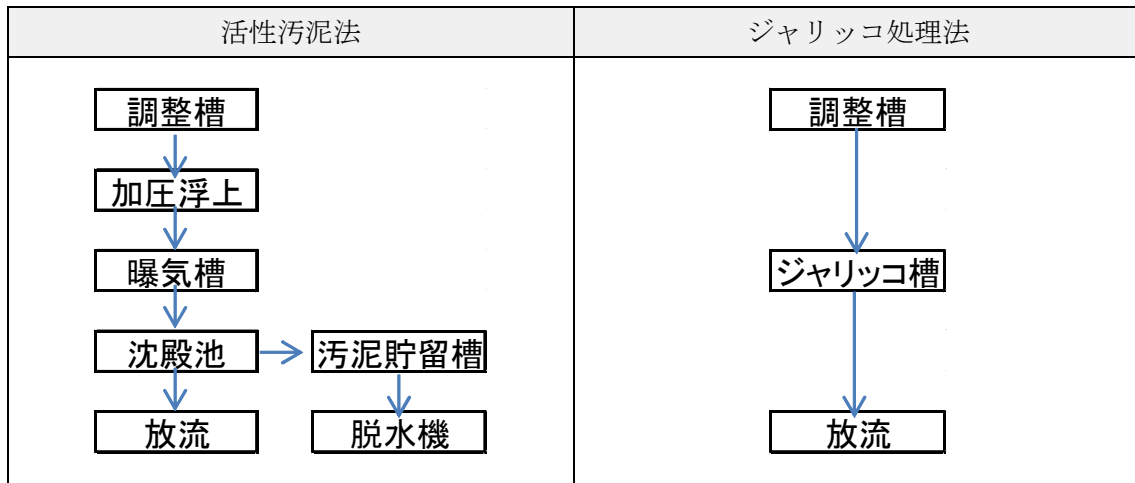


図 19：活性汚泥法とジャリッコ処理法による処理の流れ

表 11：活性汚泥法とジャリッコ処理法の比較（技術）

項目	活性汚泥法	ジャリッコ処理法
施設	単位ユニットの連結構造	一体型構造
基本原理	固液分離方式（汚泥の処理・処分が必要）	分解（ガス＋水）方式（汚泥の処理・処分が不要）
反応条件	好気・流動（流速）の単一環境	好気・遷移帯・嫌気及び流動（流速）の多様環境
微生物	好気性菌＋原生動物	好気性菌、通性嫌気性菌、嫌気性菌
菌の除去	好気性菌を原生動物に食させる。 曝気槽は原生動物の飼育槽。管理が必要。	好気性菌は嫌気で、嫌気性菌は好気で死滅。 残存菌は「流離」でジャリッコに取り込まれ、分解。 環境変化で細菌を自己死滅させる。管理が不要。
有機物の分解	溶解性有機物	炭酸ガス＋メタンガスに分解。
	固形有機物	「流離」でジャリッコ内に入り、嫌気状態になる。 嫌気性菌が細胞膜を破る。 溶解性有機物になる。（可溶化・液状化）
下水道	集中方式（地上と地下での集水管必要）	分散方式（地上のみの集水管）
C02の発生量（処理施設建設）	100%	80%

下水の場合、活性汚泥法は汚泥の発生があるため、処理場を1箇所に設け、広域から下水を集める集中方式である。下水事業を行うには集水（管渠）が70%、処理場が30%の費用がかかるとされている。しかし、ジャリッコ処理方式は汚泥が発生しないため、集水を狭い区域で行い、処理施設を複数作る分散方式が実施できる。大きな利点がある。活性汚泥法は図19に示したように複数のプロセスがあり、それぞれの管理が必要になるが、ジャリッコ処理法は単一の槽で、汚泥が発生しないので、特別な管理の必要がなく技術者は不要である。

2. ジャリッコ処理の実験

1) 下水の小規模実験

実験装置の形状は幅0.5m×高さ1.0m×長さ10mで、曝気風量は3m³/m²・h、容積滞留時間は14時間で、通水量は0.36m³/hであった。



同実験装置にて5年間に亘り処理実験を行ったところ、5年間を通じて汚泥の発生はなく、処理水はBOD・SSともに10mg/L前後の処理水を維持することができることが判明した。以下表17にて各年度を夏と冬に分けた実験結果を示す（なおこの時の水温は13～28℃であった）。

表12：実験結果

年 度		平成10年度	平成11年度		平成12年度		平成13年度
水質項目		H10.10～ H11.03	H11.04～ H11.09	H11.10～ H12.03	H12.04～ H12.09	H12.10～ H13.03	H13.04～ H13.06
BOD (mg/L)	原 水	220 (4)	220 (8)	197 (5)	230 (21)	225 (13)	299 (3)
	処理水	12.6 (4)	7.2 (8)	12.2 (5)	5.7 (21)	12.3 (13)	13.1 (3)
	除去率	94.3%	96.7%	93.8%	97.5%	94.9%	98.3%
SS (mg/L)	原 水	117 (5)	117 (9)	135 (5)	142 (57)	121 (66)	119 (32)
	処理水	23.2 (5)	15.6 (9)	24.7 (5)	14.1 (57)	13.3 (66)	21.8 (32)
	除去率	80.1%	86.7%	81.7%	90.1%	88.9%	81.7%

()内の数値は母集団の数

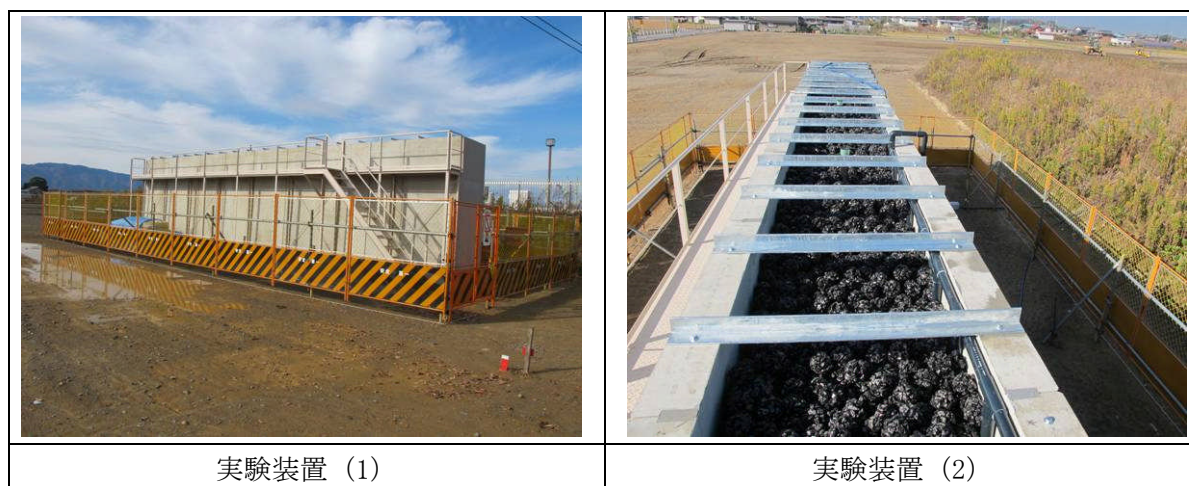
また以下表 13 にて 5 年間の平均を示す。

表 13 : 5 年間の平均

項目	原水 (mg/L)	処理水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	220	9.3	96
SS	132	13.7	90

2) 下水の大規模実験

実験装置の形状は幅 0.5m×高さ 3.0m×長さ 10m、曝気風量は 1.55 m³/m²・h、容積滞留時間は 15 時間で、通水量は 48 m³/日であった。



実験装置 (1)

実験装置 (2)

同実験装置にて 1 年間に亘り処理実験を行ったところ、1 年間を通じて汚泥の発生はなく、処理水は BOD・SS とともに 20mg/L 前後の処理水を維持することができると判明した。

以下表 14 にて 1 年間の平均を示す。

表 14 : 1 年間の平均

項目	原水 (mg/L)	処理水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	147	22	85
SS	202	15	93

また滞留時間 15 時間で汚泥の分解率と水温の関係を見ると図 20 となり、水温が 20℃以上であれば、分解率は 85%以上であることが確認できた。ちなみにベトナムの下水の最低水温は 22℃とのことである。

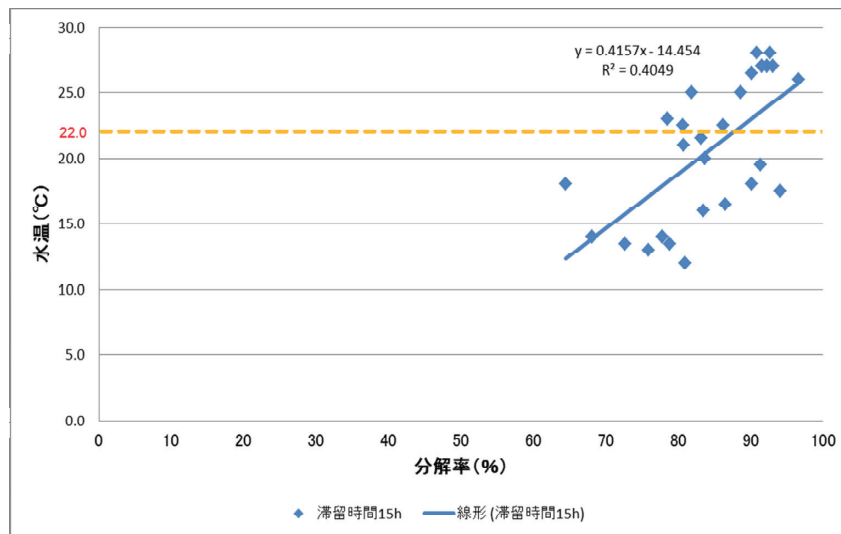


図 20：水温と分解率の関係

3) 大手食品会社の麵排水の実験

実験装置の形状は幅 0.5m×高さ 1m×長さ 40m で、曝気風量は 3.3 m³/m²・h、容積滞留時間は 50 時間で、通水量は 9.6 m³/h であった。

同実験装置にて 7 カ月に亘り処理実験を行ったところ、7 カ月を通じて汚泥の発生はなく、処理水は BOD・SS とともに 17mg/L 前後の処理水を維持することができるとが判明した。また、50 時間の容積滞留時間を取るために長さ 40m の実験装置を作ったが、容積滞留時間は 24 時間で十分で、長さは 25m で十分であることが判明した。

以下表 15 にて 7 カ月の平均を示す。

表 15：7 カ月の平均

項目	原水 (mg/L)	処理水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	619	15	98
SS	205	19	91

4) ハム・ソーセージの製造排水処理

実験装置の形状は幅 0.5m×高さ 1m×長さ 30m で、曝気風量は 3.3 m³/m²・h、容積滞留時間は 50 時間で、通水量は 7.2 m³/h で水温は 30°C であった。

同実験装置にて 1 年 6 カ月に亘り処理実験を行ったところ、この期間を通じて汚泥の発生はなく、処理水は BOD・SS とともに 13・23mg/L の処理水を維持することができた。

以下表 16 にて 1 年 6 カ月の平均を示す。

表 16: 1 年 6 カ月の平均

項目	原水 (mg/L)	処理水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	2,400	13	99
SS	710	23	97

5) その他の高濃度の排水処理実験

焼酎粕を 10 倍に希釈し、SS4,000~5,000mg/L の原水を対象に 6 カ月間実験を実施した。結果、6 カ月間を通じて汚泥が発生することなく、処理水は SS20mg/L を得ることができると判明した。

また沈殿池のない標準活性汚泥法の余剰汚泥 (MLSS2,500mg/L) を対象に 7 カ月間実験を実施した。結果、水温 25~30℃の 8~9 月のデータでは汚泥の分解率は 70%であった。ちなみに無機物は 17%あったので、有機物の分解率は 87%であった。

6) まとめ

日本において、ベトナムの職業村 (例えば、製麺等の食料加工を行う職業村) から放流される汚水と同質の汚水を対象にした実験を行ったことはないものの、上述の通り下水と麵排水とその他の処理実験結果によると、ジャリッコ処理法は汚泥を発生させず、所定の処理水を確保できることが可能であることが分かる。また、ベトナムの下水処理場の排水水温は 22~27℃と日本に比べ高く、製麺職業村の排水水温は 28℃であったため、ジャリッコ処理法にとって日本よりも効率のよい排水であると考えている。

3. 国内でのジャリッコ処理の実績と代表例及びその他よくある質問事項

1) 河川浄化

- ・平成 6 年に建設省の評価を得、平成 16 年に国土交通省の新技术適用性評価を取得
- ・実施箇所 26 箇所
- ・古い施設は 20 年経過しているが現在も稼働している。
- ・最大のものは 26 万 m³/日である。

2) 工場排水処理

- ・平成 19 年に環境省の環境技術実証モデル事業に採択
- ・食品工場に 10 箇所設置、クリーニング・化学工場は各 1 社の計 12 社
- ・古い施設は 10 年経過
- ・最大のものは 4.8 万 m³/日

3) ジャリッコ処理の疑問について

① 規模の拡大はできるのか？

処理水量が多い場合は、ジャリッコ槽を多槽にして対応している。活性汚泥法でも水量が多い場合、反応槽を多くして対応しており、それと同じことである。

② ジャリッコの洗浄は必要ないのか？

排水中の固形有機物（比重 1.05）は、流離によりジャリッコ内に取り込まれ、可溶化するが、排水中の無機物（比重 2.3 位）は、重いためジャリッコ内に入らず沈殿するか、水流に載って排出される。河川浄化は年 1 回の排砂で 20 年機能しており、工場排水は 12 年間清掃することなく機能している。

③ 汚泥が発生しない条件は？

下水での実験の場合、容積滞留時間が 15 時間で、水温が 15℃程度ならば良いが、10℃程度だと未分解が残り、機能が低下する（但し、ベトナム下水の最低水温は 22℃程度で、民間提案型普及・実証事業で検討しているサイトでの総合排水の水温は 11 月で 28℃程度）。

2-1-3 ジャリッコの強み（費用）

1. 下水道事業の基本

下水道は広域から汚水を集めるために管渠施設を作り、用地を確保して、処理場を建設し、できた施設を維持管理することが必要である。

比較の基準はまちまちであるが、管渠、用地、処理場、維持管理の費用比較を行い、ジャリッコ処理の費用面からの位置づけを行う。

2. 管渠

管渠は幹線の有無（集中か分散かにより異なる）と管径と埋設深さと管路長さとポンプ場の数によって決まる。バクニン省カクニェム村トンモ地区を後述する図 23 に示した。この地域の面積は 15ha と狭く、その地域の排水量は時間最大で 49m³/h（1 日の調査結果である）であった。故に、日本での管渠の基準である最少口径の 150cm で集水でき、φ150cm だと開削、簡易土留工は 1m 当たり 5.5 万円となる。

3. 処理場建設費用

OD 法（オキシデーションディッチ法、標準活性汚泥法より安価）とジャリッコ処理法の建設費を岐阜県瑞穂市の例をもとに比較すると表 22 となる。

この比較の条件は以下であった。

- ・人口・・・3.9 万人
- ・水量・・・11,700m³/日
- ・ジャリッコ処理法は 5 箇所分散し、OD 法は 1 箇所に集中とした。

表 17: OD 処理法とジャリッコ処理法の建設費

項目	OD 法	ジャリッコ処理法 5 箇所計	ジャリッコ処理法 1 箇所当たり
土木工事	5.7 億円	3.7 億円	74 百万円
設備工事	11.3 億円	3.2 億円	64 百万円
ジャリッコ	—	6.0 億円	120 百万円
計	17.0 億円	12.9 億円	258 百万円

この結果よりジャリッコ処理法の建設費は OD 法の 76%であることがうかがえる。

また、この施設を作る用地面積を見ると以下となり、ジャリッコ処理法の必要面積は OD 法の約半分の面積となる。

OD 法・・・・・・・・・・・・・・・・・・40,000 m²

ジャリッコ処理法・・・・・・・・・・18,000 m²

3. 処理場維持管理費用

ジャリッコに関しては、スケールメリットは殆ど出ないので、以下の検討を行う。

バクニン省下水処理場（回分式活性汚泥法）と同処理場と同じ水質でのとジャリッコの維持管理費を比較すると以下表 18 のようになり、ジャリッコ処理の方が安価で、技術者が不要である。

表 18: 回分式活性汚泥法とジャリッコ処理法の汚水 1 m³当たり維持管理費

項目	回分式活性汚泥法	ジャリッコ処理法
薬品費	502 VND	0 円
電気代	1,795 VND	17 円
人件費	6,139 VND	1 円
保守管理費	3,558 VND	1 円
汚泥処理費	1,210 VND	0 円
計	13,204 VND ≒ 65 円	19 円

注 1) ジャリッコの人件費は、作業員一人が 1 日に 30 分、300 日勤務として計算。

注 2) ポンプ場の電気代を含む。

この結果よりジャリッコ処理法の維持管理費は回分式活性汚泥法の 29%であることがうかがえる。

2-2 アクアテック㈱の事業展開における海外進出の位置づけ

1. 海外進出の動機

2012年の「リオ+20」を前に国連工業開発機構（UNIDO）東京事務所が、日本の優れた環境技術 8 つの中の一つとしてジャリッコを選定して下さり、「リオ+20」のサイド・イベントでジャリッコを展示する機会を頂いた際、開発途上国の非常に多くの方から、強い関心を頂いた。このことにより、アクアテック㈱は開発途上国におけるジャリッコの可能性を強く認識するようになり、開発途上国の生活・自然環境改善に役立てるのであれば、是非活動の幅を広げたいと考えるようになった。

2. 自社の経営戦略における海外事業の位置付け

ジャリッコは河川浄化、下水処理及び工場排水処理を行うことができるが、一部の下水を除き日本の污水处理市場は飽和状態となっている。また工場排水は新設が主たる対象となるが、その数も少ない。他方で、開発途上国における污水处理市場はまさにこれからであり、ベトナムを皮切りに東南アジア一帯へと活動の場を広げ、将来的には TICAD V で確認された「横浜宣言 2013」にあるように、アフリカへも活動の場を広げていきたいと考えている。

3. 海外事業展開の端緒としてベトナム北部の職業村を選定した根拠

選定根拠は以下の 3 点。

- ①アクアテック㈱が 2011 年度から開始した調査にて、ベトナムの職業村において污水处理に係る大きな需要があることが確認され、2012 年度の㈱三菱総合研究所による「ニーズ調査」においても同様に大きな需要が確認されたこと。そして、天然資源環境大臣等からも職業村へのジャリッコの早期導入について大きな期待が寄せられていること。
- ②ベトナムの職業村は北部の Red River Delta に集中しており、汚染された河川・湖沼も Red River Delta に数多くあること。
- ③ベトナムで海外事業を展開することで、同じく污水处理に係る大きな需要があると思われるラオス、カンボジア及びタイ等の隣国のみならず、上記「ニーズ調査」にて同需要が確認されたインドやマレーシアに対しても事業展開しやすくなると考えられること。

4. その他

ベトナムの浄化槽は汚泥の残存がひどく、処理水に問題があるうえ、汚泥の引き抜きの手間が問題となっているため、ジャリッコによる浄化槽ができないかの問いがいくつかあった。これを受けて、今後現状をよく理解して新たな道を検討することとする。

2013 年の既設の下水処理場の水量は 4,522,000m³/日で、2013 年時点での建設中及び建設予定を入れると 15,551,000m³/日となる。これらの処理場からの発生余剰汚泥が 1%とする

と 20 万トンとなる。これをジャリッコ処理で分解すれば、その役割は大きい。これも今後検討する必要がある。

2-3 アクアテック㈱の海外進出による日本国内地域経済への貢献

アクアテック㈱本社のある八王子市は、「八王子ビジョン 2022」を掲げ、市内の中小企業、なかでも環境や医療といった新たな産業に取り組む中小企業への支援を重視しており、同ビジョン下で策定された「産業振興マスタープラン」は、基本方針として製造業の振興及び新産業の創出を掲げている。また同市のビジョン・政策を後押しする形で TAMA 産業活性化協会は、多摩地域の産官学金連携による「TAMA 環境ものづくり事業」を推進し、環境と調和し環境と共生する、先進的で世界的競争力のあるものづくり産業の集積を図ると同時に、同産業の東アジア・ASEAN 諸国への海外展開を図っている。従って、ジャリッコの八王子市からのベトナム展開は、同市のビジョン・政策及び TAMA 産業活性化協会の方針に合致していると考えている。また同社工場のある茨城県小美玉市では、東日本大震災により 4,000 軒を超える建物が損壊し、福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の拡散により現在も深刻な打撃を受けており、市民生活の早期再建並びに地域経済の再興を図った「小美玉市震災復興計画」を実施中であるが、アクアテック㈱のベトナム展開に係る小美玉市でのジャリッコ製造の拡大は、同市の復興計画にも合致したものと考えている。

加えてアクアテック㈱では、本社においてハローワーク八王子より紹介の若年・老年層の人材を数名雇用し、工場においては茨城職業能力支援センター（いわゆる職業訓練校）で機械加工技術科や生産加工技術科等を履修した若者を中心に数名～数十名雇用することで同社の業務体制の強化を図るのみならず、両地域における雇用の創出にも貢献できると考えている。更に、アクアテック㈱のメインバンクは「ものづくり」多摩の維持・発展という工業振興を掲げ、八王子市や立川市を中心とした多摩地域の金融を支える多摩信用金庫であることから、同金融機関並びに同地域の金融の活性化にも貢献できると考えている。

2-4 想定する事業の仕組み

1. ODA を活用した事業の仕組み

既述の通り、全世界における水処理法は活性汚泥法かその変法であるため、まずはベトナムにおいてジャリッコを知ってもらうべく、本調査にてバクニン省の下水処理場内にジャリッコの実験装置（7 m³/日）を設置した。本調査中、ベトナムの各地から関係者が同実験装置の視察に来ており、一定の効果が期待される。また、来年度は、JICA「民間提案型普及・実証事業」の採択を目指し、採択された暁にはバクニン省カクニェム村トンモ地区（食料加工を行っている職業村で同村から排出される汚水の BOD は約 1,600mg/L と非常に高い）に、より大きな規模の実験装置（160 m³/日）を設置し、全国の職業村（特に食料加工を行っている職業村）へのジャリッコ導入を意識した、普及・実証活動を行う予定である。その後は、後述の ODA スキームを活用することでジャリッコ施設（数千 m³/日の規模）

を稼働させることがで、今後ベトナムにおけるジャリッコの普及へ弾みをつけ、同時に、隣国での普及への足掛かりとしたいと考えている。

2. アクアテック(株)独自の営業努力による事業の仕組み

アクアテック(株)によるジャリッコ事業の展開計画としては、国内と海外とを分けて行うこととする。

まず、国内は現状の工場をもとに生産を行い、在庫を持たなくて済むよう、注文生産とする。これまでアクアテック(株)では原則、注文生産としており、今後についても同様に十分対応できると考えている。営業の対象は、依然として下水道が未整備となっている約1,500万人に対してジャリッコによる下水道サービスを利用してもらうべく、関連自治体をまわることを計画している。その一つとして、現在、岐阜県瑞穂市と検討を進めている。瑞穂市では、下水道が未整備の地区へ新たに下水道サービスを提供すべく検討しているが、既存の下水処理法は高価すぎて現実的でない状況となっている。そのため瑞穂市では、ジャリッコによる下水処理を進めるため、公益財団法人日本下水道新技術機構、瑞穂市及びアクアテック(株)の3団体で認定取得の作業を進めている（現在の計画では、2014年の6月から瑞穂市の実験を再開し、2015年春には認定が取れる見込みである。瑞穂市は認定を受けて、ジャリッコによる下水処理を採用することとなる）。瑞穂市における実績は、他の下水道未整備地区を抱える自治体にも横展開することができると考えている。他方で、民間についてはこれまでと同様に17社の代理店とともに活動を強化して行く予定である。現在、中部を拠点とするユニー(株)がジャリッコ導入済みの第1工場に続き、第2、第3工場にもジャリッコを導入する計画となっており、太田油脂産業(株)にもジャリッコを導入することになっている（合計で約1億円の利益）。その後についても、その他3社からの問い合わせがあることから、それらを確実に受注していく予定である。

海外（特に開発途上国）については、ジャリッコの単価を安価にすることが重要であるため、現地でジャリッコを生産することを考えている。生産に当たっては4号砕石とエポキシ樹脂が必要となるが、ベトナムにおいては、本調査時に砕石の調達が可能であることを直接確認しており、エポキシ樹脂についても日本のメーカーに確認したところベトナムで入手できることを確認している。なおアクアテック(株)は、ベトナムの現地法人か日本法人か、何れかにしても共同事業者を探して、共同事業としてジャリッコの生産を進めることを考えており、現在のところ、複数の日本法人に話を持ちかけている。またバクニン省上下水道公社(WSSC)もジャリッコの製造にも関心を持っていることから「民間提案型普及・実証事業」の成果を踏まえ、来年度以降検討を進める予定である。何れにしても、営業に関しては本調査にて設置した実験装置(7 m³/日)並びに採択された場合には「民間提案型普及・実証事業」にて設置する予定の実証施設(BOD1, 600mg/L, 160 m³/日)を活用していく計画である。また営業の対象は、食品加工工場・染色工場（但し、皮革工場は対象外）を中心に行うこととする計画である。Euromonitorの統計によると、2012年のベトナム

ムの食品加工市場は139兆ドン（約67億米ドル）であり、1998年以降、名目GDPは年率約12%で成長しているが、食品売上高はそれを上回る年率17%で拡大している。今後、増加ペースは若干の鈍化が予想されているが、平均年齢が若いことや国民の所得増、中間所得層の増加が見込まれることから、今後も成長が期待されている。更に、ベトナムを足掛かりにした近隣ASEAN諸国等への展開に関しては、国連工業開発機関（UNIDO）の東京事務所及びベトナム事務所を通じて、UNIDOタイ、カンボジア、ラオス、フィリピン、インドネシア、インド、バングラデシュ事務所のIndustrial Development Officerとも連携を図りながら、展開を計画する予定である。

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

国内での事業実施体制としては、以下を想定している。

表19：事業実施体制及びスケジュール

	オフィス・工場	従業員
ジャリッコの生産	2014年度： 小美玉市の工場 ベトナムの工場（検討） 2015年度以降： 瑞穂市での生産拡大に合わせ、 岐阜県に第2工場を建設 ベトナムの工場（稼働）	2014年度： （社員）工場長及び補佐 （契約社員）茨城職業能力支援センターを卒業した若者等 共同事業者の従業員（計画） 2015年度以降： 瑞穂市での生産拡大に合わせ、岐 阜県に第2工場を建設 共同事業者の従業員（計画）
営業（自治体、民間）	2014年度： 国立市のオフィス 2015年度以降： 同上	2014年度： （社員）営業 2015年度以降： （社員）営業 瑞穂市及びユニー(株)での実績に 基づき、関西を中心に人員をつけ 営業拡大。またベトナムでの進捗 を踏まえ、ハノイを中心に人員を つけ営業拡大。

2-6 リスクへの対応

1. 知財リスク

ジャリッコは日本では特許を取得済みであるものの、ベトナムでは未取得であるため、

JETRO ハノイ事務所の協力も賜りながら、早急に（2014 年を目途に）取得することで同業他社による模造リスクを回避する。

2. ジャリッコの認知度の向上

新しい技術は世に出るまでに既存技術の壁が大きいため、ベトナムの幅広い関係者（事業実施主体である市町村等を含む）からジャリッコの利点の理解を得なければならない。従ってそのための対応として、民間提案型普及・実証事業を通じて、できるだけ多くの機会を得てベトナムの関係者に対して正しい説明を行うことを考えており、その過程で現地大学の力を借りることも考えている。また、民間提案型普及・実証事業実施後において、ODA のスキームでジャリッコの普及を図る際、本邦有識者からのお墨付きを得ることが極めて重要と考えている。従ってそのための対応として、民間提案型普及・実証事業の実施期間中に、本邦有識者をジャリッコが稼働しているベトナムの現場にお連れし、総評を書いってもらうことを検討している。本邦有識者としては、現段階では大阪大学工学研究科の池教授を検討している。

3. 環境・社会面リスク

民間提案型普及・実証事業にてベトナムにジャリッコ施設を建設するに当たり、幾つかの環境・社会面での検討が必要になる。まず、建設を始める前に、本事業により建設される予定の汚水・排水処理施設が、ベトナムにおいて環境影響評価を必要とするものかどうかを確認する必要があるが、ベトナム「環境保護法（Decree No. 80/2006/ND-CP）」を参照したところ、汚水・排水処理施設に関しては 1 日当たりの処理量（設備容量）が 1,000m³ 以上の場合は、環境影響評価が必要になることが判明した。他方、本事業により建設される予定の汚水・排水処理施設の 1 日当たりの処理量（設備容量）は 160m³ であることから、環境影響評価は不要と判断される。また本事業は、環境・文化保全地域ではない土地の、10m×30m の小さな沼地を使って、汚水・排水を適正に処理するものであり、環境・社会に対して望ましくない影響を及ぼすものではないと判断される。加えて沼地の利用に当たっては、ステークホルダーとの協議を行い、所有権を持つバクニン省人民委員会及び使用权を持つカクニェム村人民委員会から無償での使用を認めてもらうことができているため、用地取得・住民移転の問題もない。よって、JICA「環境社会配慮ガイドライン」のチェック項目を活用して確認を行ったところ、カテゴリは「C」になると判断され、環境社会配慮調査の実施も不要と判断される。但し、実際の建設に当たっては、ベトナムの建設基準に準拠したものとなるよう配慮する必要があると考えている。ベトナムの建設基準には義務づけられている「QCVN 07:2010/BXD」と推奨されている「TCVN 51: 1984」とがあるが、本事業においてジャリッコ施設を建設するに当たっては、前者のみならず、後者もできるだけ満たす形での建設となるよう、施設建設を担当する(株)太陽産業の下に、両基準に精通した現地業者を入れることで、施設を建設することとする。

第3章 ジャリッコの紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動

3-1 ジャリッコの紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の概要

3-1-1 バクニン省下水処理場でのジャリッコ処理実験

1. 実験の目的

本調査では、以下を目的にジャリッコ処理実験を実施した。

- 1) ベトナムにおけるジャリッコの認知度はほぼないことから、実際のジャリッコ処理実験装置を設置することで、関係者に対してジャリッコによる有機物分解の実証を行うこと。
- 2) ベトナムの既存下水処理場で実験をすることで、諸元の検討を行うこと。

2. 実験場所の設定と通水

原水の供給が24時間行われる必要があること及び将来的に下水道にもジャリッコの活用の道を開くことを踏まえ、ジャリッコ処理実験装置の設置につきバクニン省上下水道公社総裁に相談したところ、同省下水処理場に設置することで快諾が得られた。同下水処理場の8月及び9月の原水のBOD値は40mg/Lとさほど汚くなかったが、その原因を関係者に確認したところ、雨季（5月～10月）のために水質濃度が低いものの、乾季（11月～3月）になれば通常の下水の水質になるとの見解であったため、同下水処理場で実験を実施することとした。

また、実験結果の水質データの客観性を持たせるため、ハノイ土木大学（HUCE）のHa教授の研究室に採水・水質分析を依頼することで合意し、アクアテック(株)を含む三者で覚書を交した。

なおジャリッコ実験装置は2013年11月の本調査第2回現地調査の際に試運転を開始したものの、本格稼働は12月からとなったため、採水・水質分析については、12月中旬からとなった。

3. 実験装置

実験装置（以下写真）は以下の諸元にした。

表 20：実験装置の諸元

	諸元
形状	幅 0.5m、高さ 1.0m、長さ 15m
容積滞留時間	5m で 8h、7.5m で 12h、10m で 16h、12.5m で 20h、15m で 24h の設定とし、容積滞留時間の検討も行う。
通水量	$0.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 15\text{m} = 7.5\text{ m}^3$ 、 $7.5\text{ m}^3 \div 24\text{h} = 0.3\text{ m}^3/\text{h}$
曝気風量	0～5m、5～10m は 1.5、1 m ³ /m ² /h、10～15m は 0.5 m ³ /m ² /h

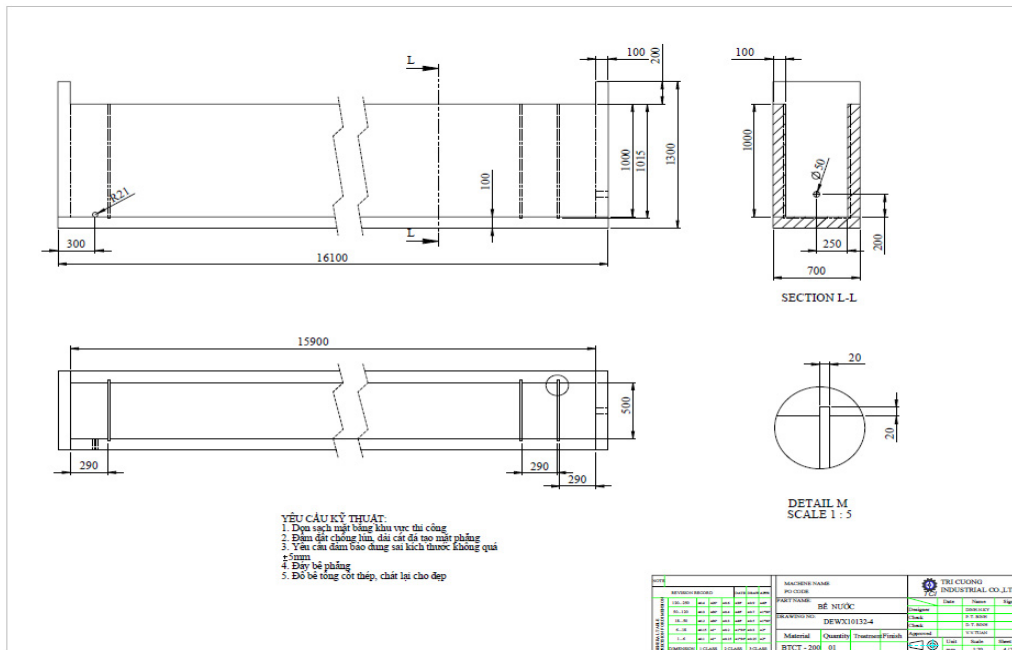


図 21：実験装置の設計図



ジャリッコを投入した水槽(1)



ジャリッコを投入した水槽(2)



実験装置を見学しに来た行政官・有識者(1)



実験装置を見学しに来た行政官・有識者(2)

3-1-2 「民間提案型普及・実証事業」対象地域の選定

「民間提案型普及・実証事業」対象地域を選定するにあたり、ベトナム職業村の約 5 割が集積している Red River Delta で、6 分類それぞれの仕事を行っている複数の職業村を訪問し、職業村の数、人口や生産額が多く、生産活動が環境や人の健康に及ぼす影響が大きいとされる業種について実態調査を行った。対象として、6 分類の業種のうち、職業村の数が少ない、または製造に伴う水使用量が少ないと推定される「リサイクル」関係、及び「その他」を除く 4 業種、すなわち食品（澱粉製造、製麺）、染色、煉瓦、工芸品（漆器、木工）を選定した。4 業種について、ハノイ市内、または近隣のバクニン省にある 6 箇所の職業村を訪問し、主な製造品や原材料の使用、水使用や排水の状況、環境への影響（水質汚染等）を調査、ヒヤリングした。また、水質汚染の特性を把握するため、典型例と思われる排水を試料として採取し、排水の処理性に関する水質調査を行った。職業村からの排水は、生活排水と工場での製造に伴う排水の両方があるが、環境への影響が大きいと考えられる工場排水を主な対象とした。これにより、排水処理（生物処理）の適用性の観点からも、排水処理を優先的に行うべき職業村を絞込むこととした。

1. 水使用と環境影響の状況

調査した職業村の製品製造、水使用などの状況を表 21 に、また、各職業村について排水の発生源や、環境や人の健康への影響に関する事項を表 22 に示す。表 21 から、全体として食品や染色の業種では、工場の製造に必要な水使用量が大きく、その他の業種では少ない傾向がみられる。

表 21：代表的な業種の職業村の製造、水使用等に関する状況（*：バクニン省）

項目	業種		染色	煉瓦	工芸品	
	食品（食料加工）				漆器	木工
	澱粉製造	製麺				
職業村 District (訪問月日)	Lien Hiep Phuc Tho (10/29)	Minh Khai Hoai Duc (10/31)	Van Phuc Ha Dong (10/29)	Phu Lang Que Vo * (11/1)	Duyen Thai (10/28)	Van Diem (10/28)
面積 (km ²)	4.3	12	-	10.8	0.42	3
人口	11,000	5,200	-	17,500	2,500	7,800
世帯数	2,400	1,300	-	1,900	-	2,100
工場世帯数	10~70	900	-	300	-	900
主な製造品 (世帯の製造量)	澱粉 (4t/d)	パームゼリ (1.5 t/d)	絹織物	建築資材 陶器装飾品	竹製, 陶器装飾品	木工家具 装飾品
主な原材料 (世帯の使用量)	キャッサバ (m ² /d)	葛ウコン (m ³ /d)	染料 洗剤	泥 (m ³ /d)	塗料(化学 製品)	木材
工場世帯の水使用量 (m ³ /d)	200	40~50	-	1	-	-
排水量の傾向	多い			少ない		
(排水試料の採水ポイント、全 7 箇所)	・工場ビュット (濃い白濁)	・工場洗浄水 (白濁)	・工場ビュット (濃い黒色)	-	・排水処理場の工場排水	・周辺河川 (やや緑色)

			・周辺河川		・河川への排水路	
--	--	--	-------	--	----------	--

表 22：各職業村の排水の発生源、環境への影響の状況

業種（職業村）	排水の発生源	環境への影響
食品 澱粉製造 (Lien Hiep 村)	原料のキャッサバの洗浄水、及び沈殿した澱粉製品の残り水（濃い白濁）。 （魚や豚のえさをろ過回収した残液）	全ての排水が同じ排水路に流出。水質問題のほか、キャッサバの乾燥時の臭いなど、悪臭問題がある。
食品 製麺 (Minh Khai 村)	パーミセリ、米麺製造時、及び原料の葛ウコン、米などの洗浄水（白濁）。 （現在、原料からの製造は2世帯のみ、他の世帯は葛粉、米粉を購入して製麺。 降雨時は麺の乾燥ができず製造中止。）	製造工程からの排水、生活排水は全て排水路を通り川に流出。排水路から悪臭あり。 （10年前に排水処理施設を作ったが、排水を攪拌するプロセスからの悪臭により住民から苦情が出たため、現在は解体）
染色 絹織物 (Van Phuc 村)	工場内のボイラによる高温水を用い、織物を染色機で染色するため、ピットに高温の排水が排出（濃い黒色）。	工場から高温の排水がそのまま近隣の川に流出。川は洗剤や染料など化学物質臭や幾分か着色があり、汚染している印象。
陶器 (Phu Lang 村)	土に混ぜる水を使うが、粘土に吸収されるので排水はほとんどない。	水質汚染より大気汚染が心配されている。（ダスト、塵など）
工芸品 漆器 (DuyenThai 村)	竹やセラミックのモールドに塗布する泥や塗料（主に化学物質）が混ざった排水が排出（あまり着色はない）。	塗料をスプレーするため、大気汚染や皮膚疾患がみられる。 排水は、そのまま排水路に流出。 （工場エリアは、排水路を雨水と工場排水に分離。工場排水は処理施設に接続するが運転されておらず、未処理で河川に放流。）
工芸品 木工 (Van Diem 村)	木材を削り切断する際に水を使い、樹脂が混入した排水が排出（やや緑色）。	工場排水は、雨水、生活排水とともに排水路から池に流れ込み、そのまま川に流出。

また、表 22 に示すように、いずれの業種でも、大気汚染・悪臭とともに水質汚染の問題が指摘され、一部では排水処理対策の検討も進められているが、資金面の問題により実現していない状況である。全般として、食品、染色の業種では大量の水を使用し、高濃度の排水を排出、また、工芸品の業種では、水使用量は多くないが、高濃度の排水を排出し、環境汚染に及ぼす影響が大きいと考えられる。この点で、天然資源環境省（MONRE）作成の資料の記載と同様な傾向が確認された。

なお、生活や工場で使用する用水の水源として、木工の Van Diem 村では雨水を利用してはいるが、その他では、ほぼ地下水を利用している。また、生活排水や雨水は、共同排水路

を通じて河川に流出している。トイレ排水は、地下タンク（一例として 3 m³ 程度）に貯留されるが、汲み取りは数年から 10 年に 1 回程度であり、3 槽に仕切られた貯留槽を順次越流し、最後は排水路に排出されるとのことであった。

なお、煉瓦の製造に使用される水は少量であり、ほぼ原料に混入され排水がほとんど排出されないことから、これを除く 5 箇所の職業村から 6 種類の排水を採取し、水質調査を行うこととした。

2. 排水の水質調査

5 箇所の職業村から採取した 6 種類の排水に、比較対照として下水（バクニン省の下水処理場）を加えた 7 種類を対象に、排水の処理性を調査した。生物処理の適用性を評価するため、排水中有機物の生分解性を知る方法として、一般に BOD が測定される。しかし、BOD の測定は、通常、特定の設備をもつ機関に外部委託する必要があるため、5 日以上の日数を要する反面、得られる情報は初期の有機物濃度のみである。そこで、排水中有機物の生分解性を 1 日程度で多面的に評価できる簡便な方法として、排水試料の好気処理に伴う酸素消費活性の変化を、溶存酸素濃度計 (DO 計) を用いて測定するものとした。

具体的には、まず、採取した試料に一旦、空気を供給して DO を 3~6mg/L 程度に高めてからフラン瓶 (約 100mL) に移し、DO 計で DO の変化を 10~20 分程度測定し、DO の減少速度を求めて初期 (0 時間) の酸素消費活性とした。続けて、試料 (約 300mL 容器内) に空気を 6 時間供給して好気処理した後、フラン瓶に移して DO 3~6mg/L 程度における DO の減少速度から酸素消費活性を求めた。この 6 時間の好気処理を 2 回程度繰り返しながら酸素消費活性を測定し、その変化の傾向を求めた。

また、別に、試料の pH を pH 試験紙で、更に参考として、初期の試料を冷蔵保存したものについて、後日、一般的な有機物濃度として COD_{Cr} を簡易分析計 (HACH 社) で測定した。

これら各項目の測定結果を以下表 23 にまとめて示す。



排水の採水及び好気処理、酸素消費活性の測定の状況の様子

表 23：排水の水質と好気処理に伴う酸素消費活性の変化（水温 26～27℃）

排水		測定項目	好気処理時間ごとの酸素消費活性 (mg/L/d)				pH	CODcr (mg/L) 0 h (参考)
			0 h	6 h	12 h	18 h	0 h	
食品	澱粉工場		207	6,030	2,090	-	4	12,400
	製麺工場		46.8	175	57.6	-	7	318
染色	工場		392	169	-	-	7	1,260
漆器	工場(処理場)		7.2	15.3	8.1	-	7～8	31
	排水路		8.5	13.5	31.2	13.4	7～8	53
木工	排水路		16.5	14.4	-	-	7	46
下水(参考)			28.8	18.5	-	-	7	53

太枠内は、酸素消費活性の最大値（ピーク活性）

表 23 から、食品分野の 2 種の排水（澱粉工場、製麺工場）は、好気処理 6 時間後までに酸素消費活性が大きく上昇し、最大値（ピーク活性）を示しており、有機物の分解菌が速やかに増殖するものと推定される。続く 6 時間後からは活性は逆に大きく減少しており、増殖した分解菌により、有機物が速やかに分解するものと推定される。

染色分野の工場排水は初期（0 h）にピーク活性を示すとともに、その後、速やかに活性が低下しており、有機物の分解性は悪くないと思われるが、染色の黒色は、ほぼ変わらずに残存したままであった。また、好気処理における空気の供給（曝気）に伴い、著しい発砲現象がみられた。

漆器の 2 種の排水については、活性の立ち上がりに 6～12 時間を要しており、特有の化学物質による分解菌の増速への影響があるものと推定される。なお、その後は、比較的速やかに活性が低下している。

木工排水は、初期（0 h）にピーク活性を示しているが、これは、排水路の試料のため環境中にすでに分解菌が存在しているものと考えられる。

以上のデータから、排水中有機物の分解性に関する指標値として、①酸素消費活性がピークを示す時間、②ピーク後の 6 時間の活性の減少割合、の 2 項目を求め、各排水についてまとめた結果を表 24 に示す。

表 24：排水の好気処理に伴う酸素消費活性に関する指標値のまとめ（水温 26～27℃）

排水	指標	①活性のピーク時間	②活性の減少割合 (ピーク後の 6 時間)	評価
食品		6 時間後	0.65～0.67 (分解が速い)	分解性は良好 (短時間で活性が発現)
染色		0 時間後	0.57	分解性は悪くないが 曝気により発砲、着色が残る
漆器		6～12 時間後	0.47～0.57	分解性は悪くないが、 活性の立ち上がりやや遅れる
木工		0 時間後	0.13 (分解がやや遅い)	やや難分解の木質成分を含む
下水(参考)		0 時間後	0.36	—

食品分野の排水は、短時間で酸素消費活性が立ち上がり、有機物の分解も速く、生物処理に適すると推測される。染色、漆器分野の排水は、分解しやすい有機物を含むが、染色排水では色度成分が残存する難点があり、漆器排水でも活性の立ち上がりやや難点がみられる。これらは、物理化学的な排水処理方法との併用の検討も必要であると思われる。また、木工排水は、下水と比較して有機物分解性がやや低く、木質成分（リグニン等）の生物処理に長時間を要するものと推定される。

以上の結果から、食品分野の職業村では、高濃度の排水が大量に排出され、水環境の汚染に及ぼす影響が大きく、一方で、排水処理（生物処理）の適用が比較的容易であると推定されることから、優先的に排水処理の対策を進めるべきである。なお、ここで用いた排水中有機物分解性の検討方法は、現地の排水への生物処理の適用性を簡易に評価できる利便性の高いものであり、排水処理技術と併せた今後の活用、普及・拡大が望ましい。

3. 結論

上記現場踏査を踏まえ、農業地方開発省（MARD）の職業村担当副局長 Mr. Khanh、ハノイ土木大学（HUCE）の Ha 教授、Vietnam Rural Industries Research and Development Institute（VIRI）の副代表 Mr. Ngoc、バクニン省人民委員会（PPC）副委員長 Dr. Nhuong、同省カクニェム村人民委員会（CPC）委員長 Mr. Huyen、同省上下水道公社（WSSC）総裁 Mr. Hiep 等と協議を行い、フォーやブン等の食料加工を行っている職業村であるバクニン省カクニェム村トンモ地区（以下図 23）を選定した。

なお主な選定理由は以下の通り。

- 1) ジャリッコは食料加工の職業村において、特にその効果を発揮すると考えられる。Red River Delta に位置するバクニン省には食料加工の正職業村が 17 箇所あり、Red River Delta 及び近隣の Northeast を合わせると 201 箇所（全国の約 7 割に相当）が集積している。またバクニン省は首都ハノイから車で 1 時間程度と交通の便が良く、ベトナム中部や南部からでも関係者が比較的容易に視察することが可能なため、同省はジャリッコの普及・実証を図るにあたり、地理的に非常に適した地にあること。
- 2) 本調査を通じて、バクニン省人民委員会（PPC）、同省カクニェム村人民委員会（CPC）及び同省上下水道公社（WSSC）から「民間提案型普及・実証事業」の実施に当たり合意を得ることができ、同省カクニェム村トンモ地区における事業実施に係る行政環境が整っていること。
- 3) 「民間提案型普及・実証事業」にてバクニン省カクニェム村トンモ地区に、ジャリッコ設備を建設するに当たり、幅 10 メートル、奥行 30 メートルの土地が必要になるため、現在同地区で使われていない沼地を利用することで関係者と協議したところ、同沼地の所有権を有するバクニン省人民委員会（PPC）及び利用権を有するカクニェム村人民委員会（CPC）から無償での利用について合意を得ることができ、事業実施に当たり用地取得・住民移転の問題が発生しないことが確認されたこと。

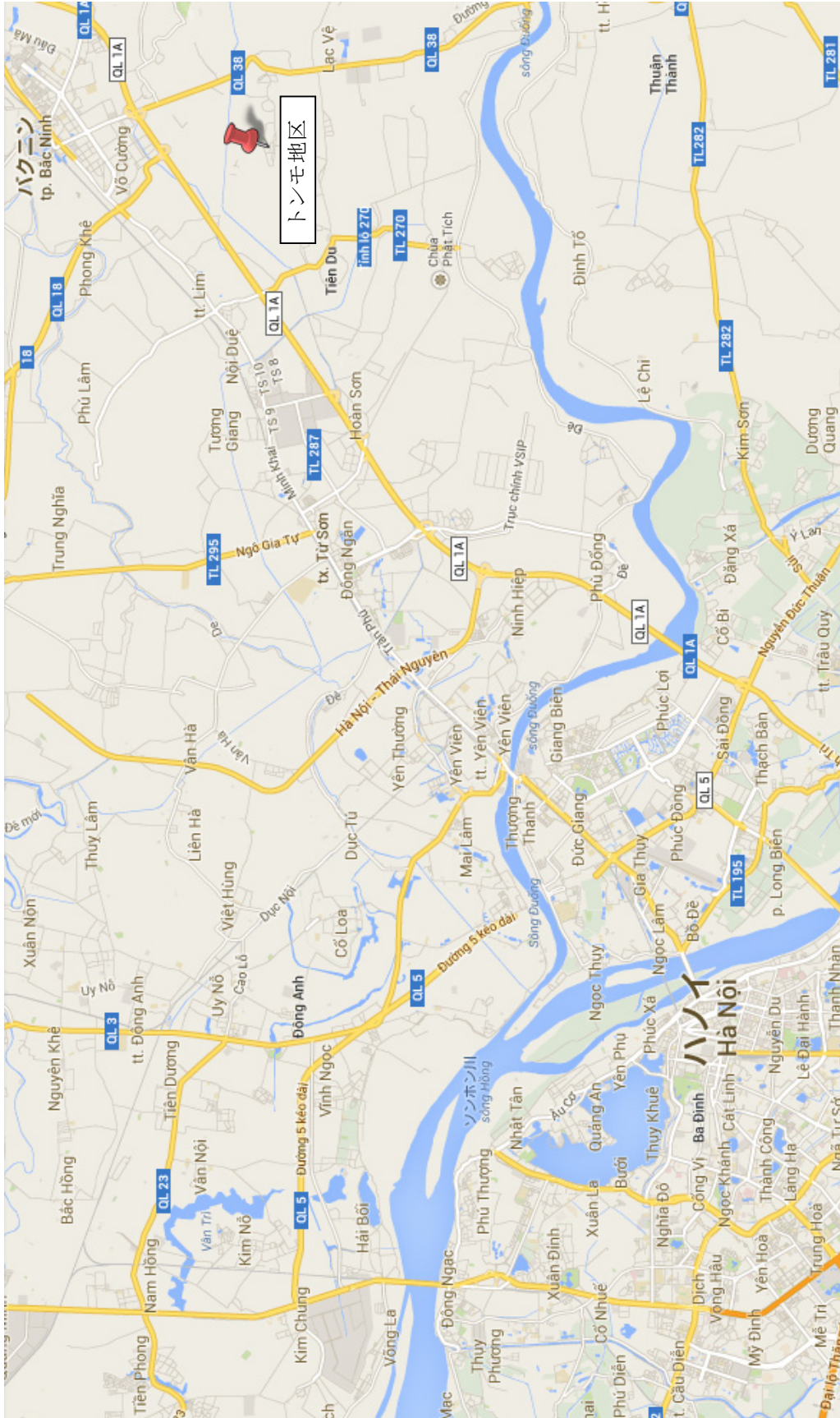


図 22：バクニン省カクニエム村トンモ地区の位置

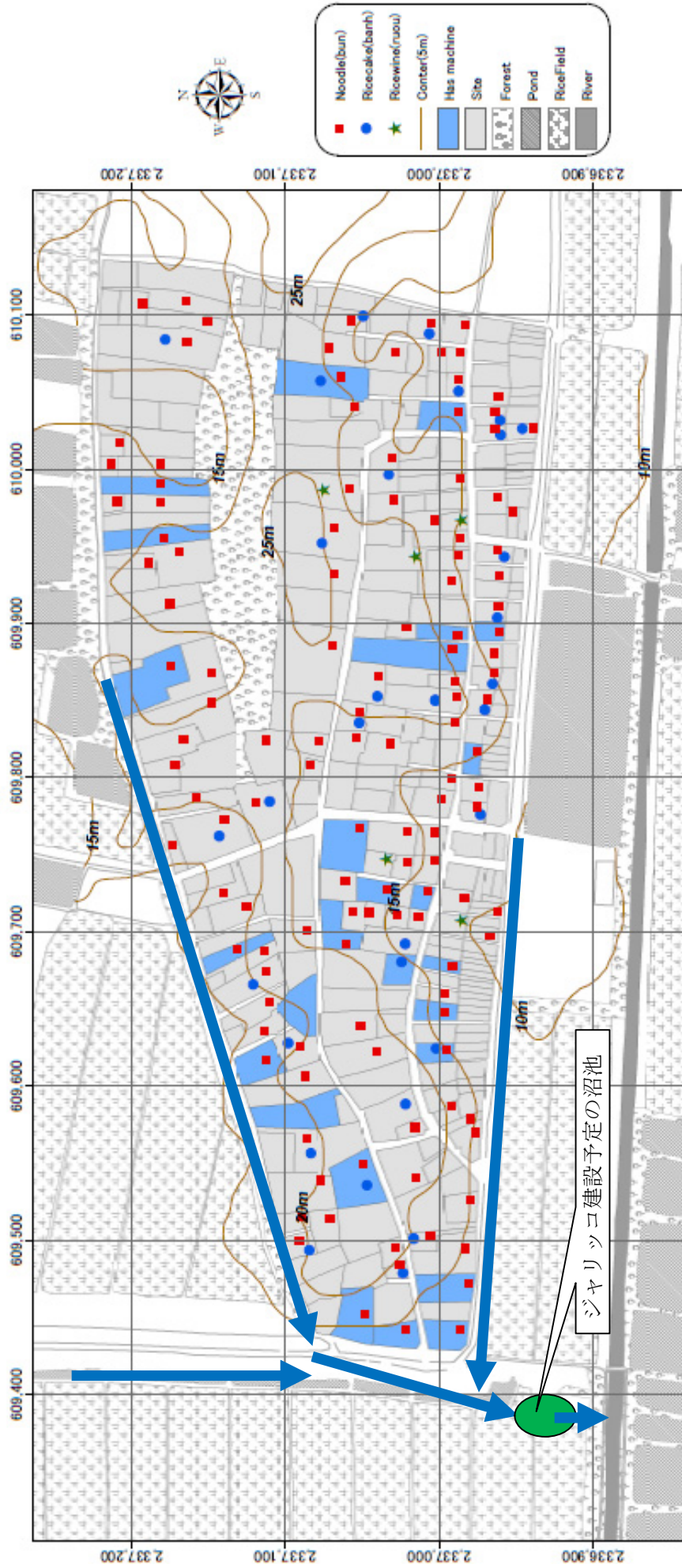


図 23：バクニン省カクニェム村トンモ地区の詳細地図

1. トンモ地区の特性

トンモ地区の特性を列挙すると以下となる。

- ・面積・・・・・・・・・・・・・・・・・・15ha
- ・世帯数と人口・・・・・・・・・・281 軒、1,240 人
- ・食料加工従業家庭数及び人数・・・・・・・・・・168 軒 (60%)、740 人(60%)

- ・各家庭が 10mの浅い層の地下水を直接利用している。
- ・大半の家庭が水洗トイレと浄化槽を設けている。
- ・浄化槽の維持管理は数年から 10 年に 1 回の汚泥引き抜きのみであり、結果として排水は高濃度である。
- ・食料加工工場は汚水を処理せずにそのまま放流している。原単位について調べたが、食料加工工場の水量原単位が 2.7~50 m³/日と幅があり過ぎ、水質も明確でなかったため原単位の把握はできなかった
- ・各家庭の庭はコンクリート舗装をし、家庭・工場の排水は暗渠で家庭の敷地から放出されている。その結果、生活環境由来の衛生問題はあまり発生していない。



- ・同地区人口の発生負荷量は BOD 50g/人・日となり、現状の水量を 125L/人・日とすれば、水量は 155 m³ 日となる。しかしながら、食料加工工場の排水量は 2.7~50m³/日とまちまちであったことから、同排水量を平均の 25 m³/日とすると、水量は 4,200 m³/日となる。よって合計水量は 4,355 m³/日となる。
- ・この地域の地形上から 1/2 の排水が以下で述べる検討対象排水溝に排出されるとしても 2,900 m³ となり、現状の観察と大いに異なる。本調査での情報収集には限りがあり、実測での情報収集は短期間では達成できなかった。

表 25：人の原単位の一覧

Country	Area	BOD	SS	T-N	T-P
Japan (1970)	—	36	41	7	1.1
(2000)	—	58	45	11	1.3
Viet Nam	Hanoi	40	—	—	—
	Ho Chi Minh	55	55	—	—

2. トンモ地区の集水計画検討

トンモ地区には正確な最新の地図がないため、現地での聞き取り調査により張り付き状況を把握し、衛星写真から等高線入りの 1:2,500 の地図を作成し、集水網の検討を行った。またトンモ地区と同じ食料加工を行う職業村の調査結果が 1 日 (24 時間) のみのものであ

ったため、面積比例で算出し、それを参考にトンモ地区からの総合廃水量を1日1時間当たりの水量は平均21 m³/h (504 m³/日) で、最大49 m³/h (574 m³/日) あったことから、その値を用いて検討した。その結果を以下図24と表26に示した。

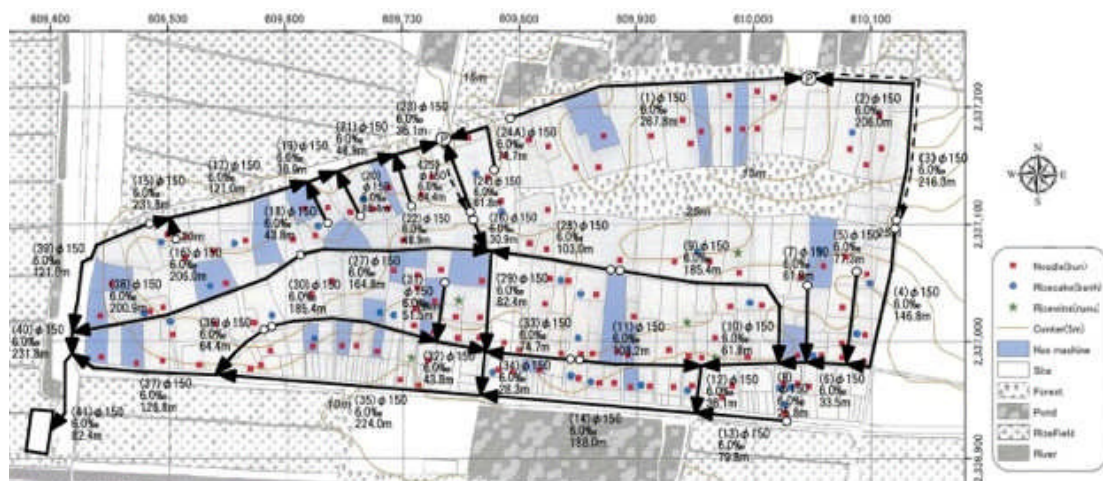


図24：トンモ地区の管路計画

表26：集水計画

汚水量原単位	(m ³ /s)	備考
日平均汚水量 (調査結果)	0.0058	21t/h (調査結果)
時間最大汚水量	0.0136	49t/h (調査結果)
敷設管諸元	備考	
φ150	日本の最小口径	
塩ビ (n=0.010)	一般的素材	
勾配 (i=6‰)	流速を一定と仮定	
流速 (m/s)	0.868	
流下能力 (m ³ /s)	0.015	
設計条件		
設計管渠条件	最小口径で全量を流下させることが可能であるため、全スパンφ150とする。	
概算費用算定		
φ150、開削、簡易土留工の日本におけるm当り単価	5.5万円/m	
管路延長=4,527m	概算工事費=4,527m×5.5万円/m	
工事費 (万円)	24,899	

管渠費用の概算 2 億 4 千万円が必要となる。今回の普及実証事業では集水管渠を設けることは不可能である。また、前述したようにトンモ地区の各家庭の衛生状態は確保されていること及びトンモ地区の関係者の要望もトンモ地区の総合排水を処理することを望んでいる。故に、トンモ地区の総合排水を処理対象とする。

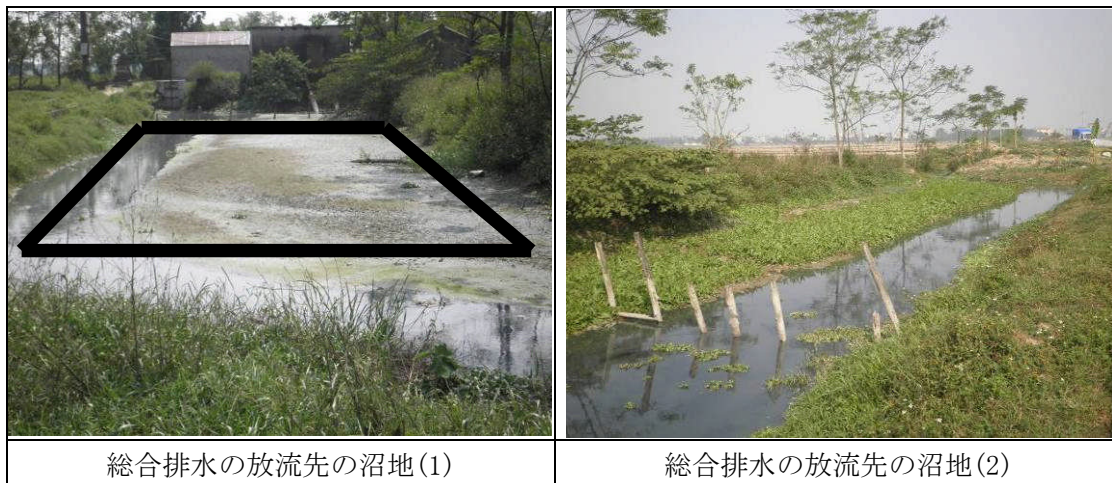
3. 処理施設の検討と実施すべき計画

1) 実施すべき計画

関係者の意見を元にとるとトンモ地区からの総合排水を処理してもらいたいとの要望であった。その理由は以下になる。

- ・各家庭の衛生状態は確保されている。
- ・総合排水が高濃度で環境汚染が著しい。
- ・総合排水が地域周辺の灌漑水路と水田から地下水涵養が行われている結果、地下水の水質汚濁が発生している（他地域では大腸菌が基準の 2～100 倍との報告がある）。
- ・総合排水の放流先に沼地があり、この沼池をジャリッコ処理施設の設置場所とすることと無償で利用できることの許可が得られた。

以上の結果から、総合排水を対象とすることで関係者間の合意がとれた。



沼地の面積は、幅 10m、奥行 30m の 300 m² であり、ジャリッコ設備は同敷地内（上記の左写真の枠内）に設置の予定。

3-2 ジャリッコの紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の結果

3-2-1 下水処理場での実験結果

実験装置への通水は 11 月初めに行ったが、技術的トラブル（停電等）等で 12 月からデ

一タを取れる状態になった。原水の水質は乾季であるが平常の BOD 150～200mg/L には及ばず BOD50mg/L 程度と低濃度であった。2013 年 12 月 20 日に原水と 2.5m と 15m の処理水を並べた写真を以下に示した。BOD 50 程度の水であれば、2.5m、容積滞留時間 4 時間程度できれいな処理水が得られている。



また、分析結果をまとめると以下表 27 となる。

表 27：水質分析結果

分析日：2013 年 12 月 16 日（分析期間：2013 年 12 月 8 日～12 月 16 日）

	原水	0m	5m	10m	処理水
pH	7.38	7.46	7.65	7.84	7.83
DO	1.05	8.57	9.51	9.56	9.17
温度（℃）	13.5	13.3	12.8	12.7	12.8
BOD	32	23	22	14	11
COD	60.8	36	-	-	33
SS	45	42	-	-	14

加えて、こうした下水処理場での実験については現地でも高く評価され、専門誌である“Vietnam Water Supply and Sewerage Forum”で取り上げられただけでなく、中部 Hatinh 省から下水道関係者が早速ジャリッコ実験装置を見学に訪問するなど、一定の PR 効果にも繋がっている。

3-2-2 「民間提案型普及・実証事業」

3-2-2-2 「民間提案型普及・実証事業」対象地域における総合排水処理の計画

1. 処理施設の基本的考え

ベトナムには雨季と乾季があり、雨季には降水量は 300～400mm/月、乾季には 30mm/月程度である。総合排水で処理行う場合は、以下の点に留意しなければならない。

- ・排水量は数倍以上変動する。
- ・ゴミが流出する。
- ・原水が高濃度である。また水温は高い。
- ・雨季は土砂の流出が多くなる。
- ・乾季は排水のない時間帯が生起する。

これらの状況を考えて以下の処理フローと機能を持たせる。

水路+原水ピット → スクリーン → 調整槽 → 計量槽 → ジャリッコ槽 → 放流

現排水路に原水ピットを設け、ポンプアップし、スクリーンを通して、調整槽の先端に入れる。調整槽は 10 時間の滞留時間を設け、沈砂の機能を合わせ持たせ、末端にオーバーフロー口を設ける。調整槽の末端からポンプアップし、計量槽を設け、一定量をジャリッコ槽に入れ、余剰水は調整槽に戻るようにする。調整槽のオーバーフローは雨季の増水時に活用するものとする。概略の計画を以下図 25 に示す。

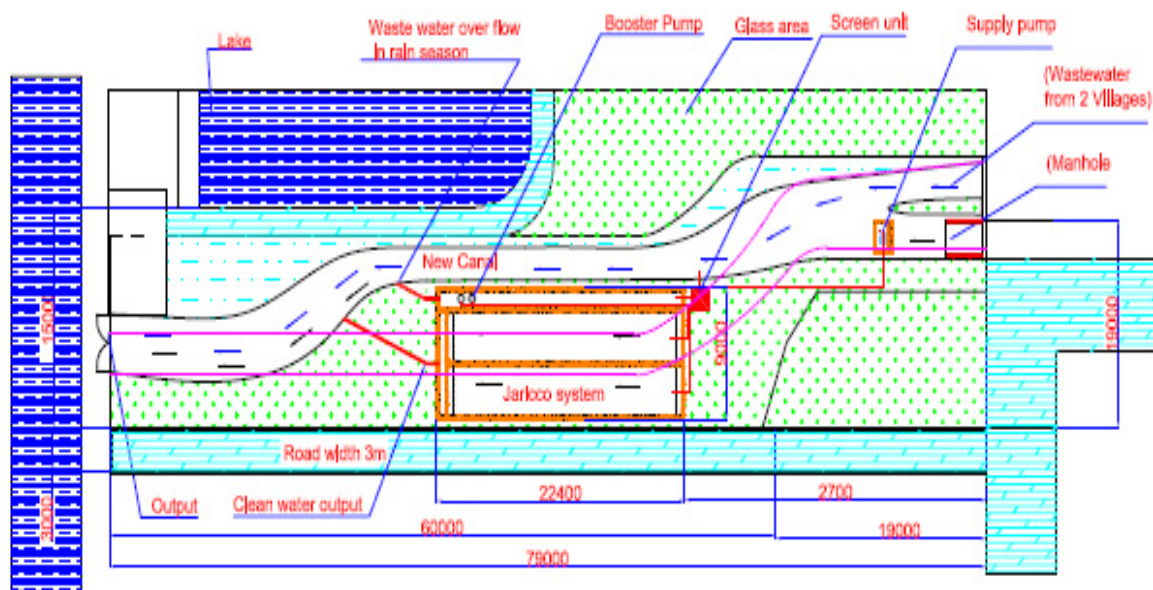


図 25：概略図

2. 処理施設の基本的計画

ハノイ土木大学 (HUCE) の Ha 研究室で他地域の食料加工を行う職業村の排水調査が 2007 年 10 月 8~9 日にかけて実施されていることから、その結果をもとに検討するものとする。排水路の汚水をジャリッコ処理の原水とするので、調査結果のうち水質濃度を活用する。処理目標は「ベトナム標準規格 生活用水取水河川へ排出される産業排水基準」に準ずるものとする。まとめると表 28 となる。

表 28 : 排水路の水量、原水水質と処理水質

項目	原水	処理水
BOD (mg/L)	1,600	20
SS (mg/L)	1,000	30
水量	160m ³ /日	

以下の項目を基本にジャリッコ処理施設の検討を行うものとする。

- ・表 28 の原水を対象とし、処理水を達成できること。
- ・水温は 25℃以上とし、当然汚泥が発生しないこと。
- ・用地（沼地）内に収まること。
- ・排水路の一部の排水を対象とすること。
- ・全費用が 1 億円以内であること。

この条件に基づきジャリッコ施設の設計を行い、図面化すると図 26~29 となる。ジャリッコ処理施設の概要は横 10m、長さ 23m、深さ 3.5m である。処理水量は 160 m³/日とする。

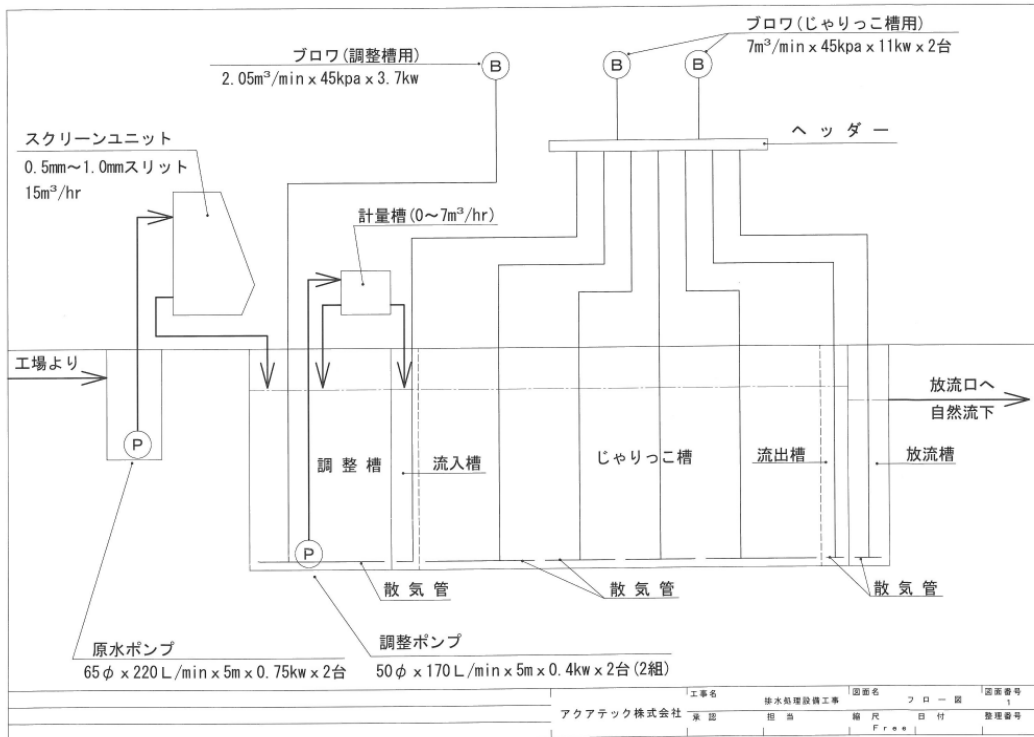


図 26 : 処理フロー図

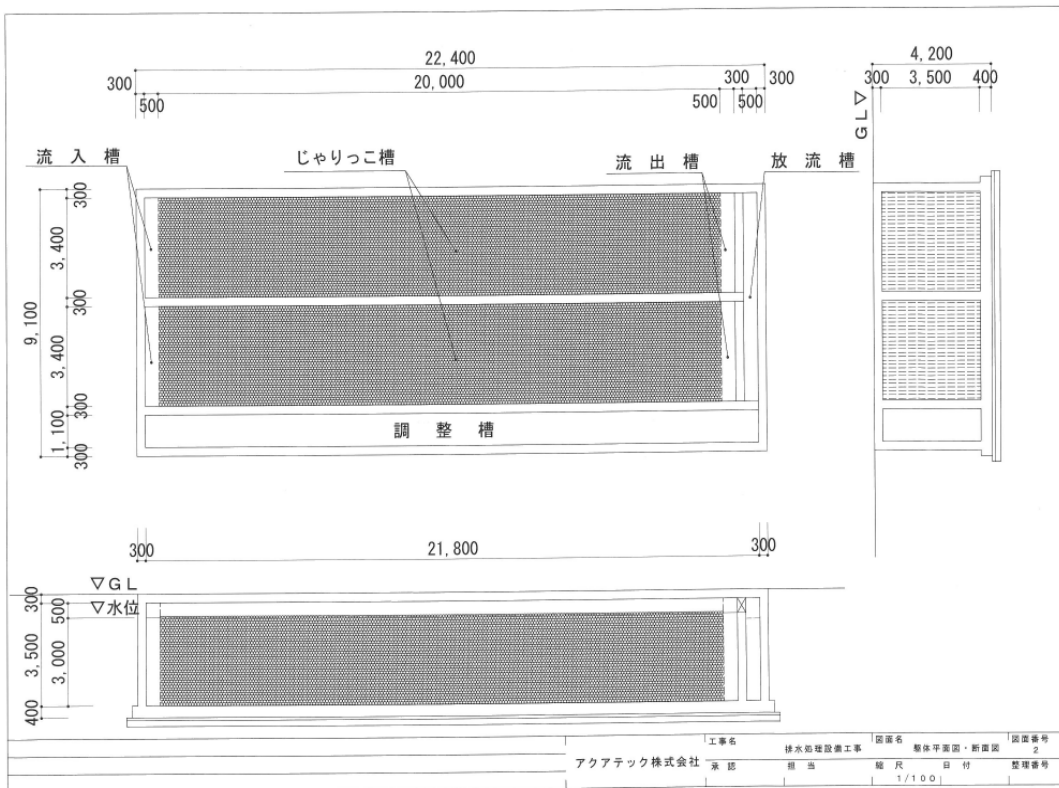


図 27 : 処理施設 (平断面図)

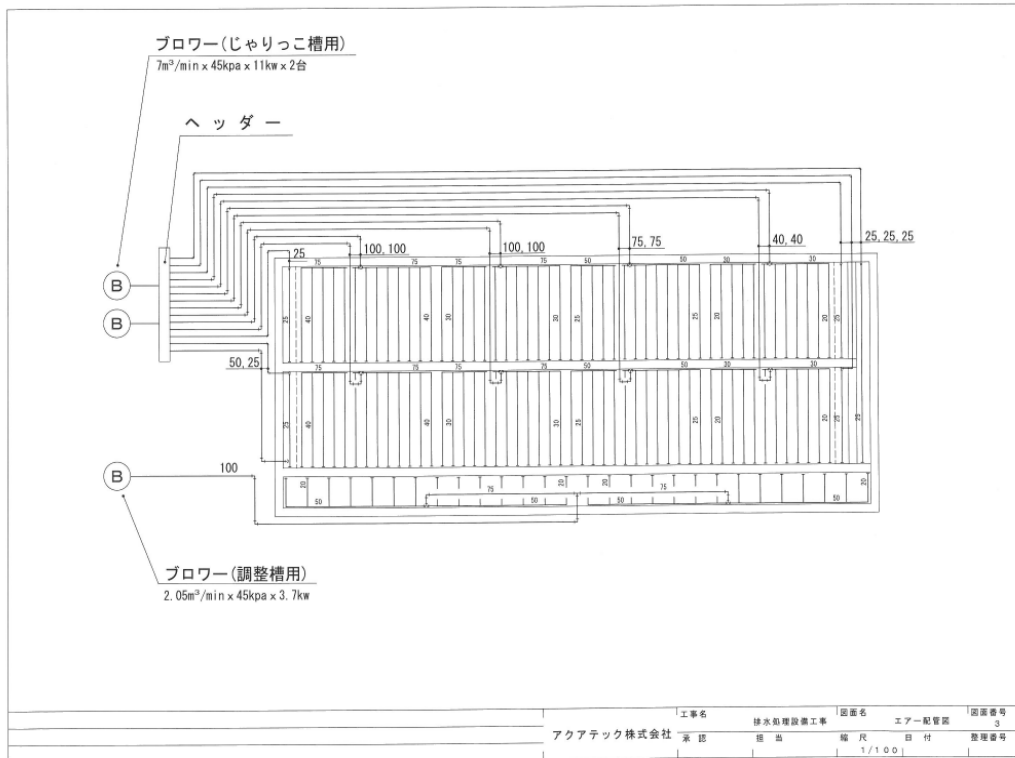


図 28：空気の配管図

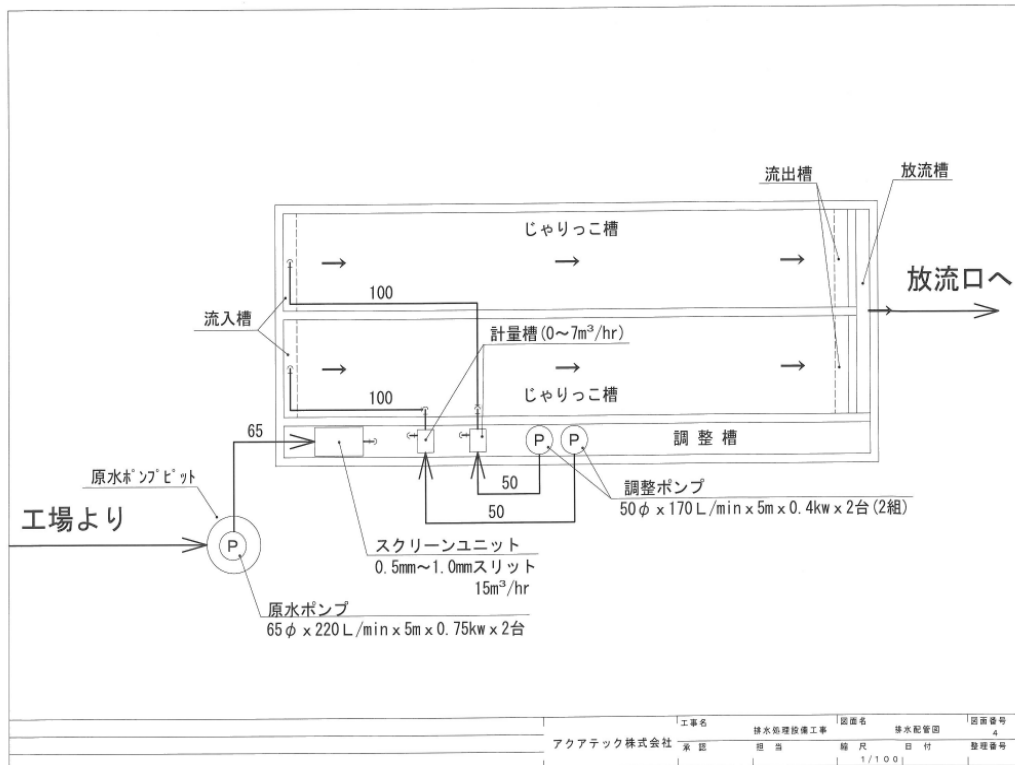


図 29：汚水の配管図

上記計画に用いた水質濃度は類似地区のものであるため、来年度「民間提案型普及・実証事業」実施の際に、現地での実測調査を行い、適宜修正することとする。計画の施設は建設予定敷地内に収まり、事業費内にも収まることから問題ないが、処理水量と原水濃度は上記実測調査の結果、変わる可能性がある。しかしその際でも、処理水質の目標を達成すべく、水質濃度に応じて処理水量を制御すれば目標は達成できる。よって、現計画で実施しても問題とはならないと考えている。

3-3 採算性の検討

1. 費用の検討

ベトナム現地の協力を得てジャリッコ処理費用の検討を行った。

- 1) 土木工事・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12,252,000 円
(土質の資料がないのため基礎の費用は入れていない。10m の杭が 33 本必要となる可能性)
- 2) 設備工事・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14,050,000 円
- 3) ジャリッコ原価・・・・・・・・・・・・・・・・ 22,800,000 円
(原価 57,000 円/m³×400m³)
- 4) ジャリッコ輸送費・・・・・・・・・・・・・・・・ 11,000,000 円
- 5) コンサル費用・・・・・・・・・・・・・・・・ 30,000,000 円
(現地の排水路の水量水質調査、土質調査、現地に適した詳細設計、見積もりの精査、施工管理、関係機関への説明、今後のための営業活動、旅費交通費)
- 6) ジャリッコ処理施設の規模により最終的に消費税込みで1億円になるよう調整する。

2. 採算性の検討

ジャリッコ処理法と汚泥活性法でそれぞれの建設費及び維持管理費を比較すると、ジャリッコ処理法の方が安価であることから、採算性が高いことが分かる。詳細は以下の通り。

表 29：ジャリッコ処理法と活性汚泥法の費用比較

大項目	項目	ジャリッコ 処理法	活性汚泥法*
建設費 (円)	土木工事	12,200,000	70,000,000
	設備工事	14,000,000	86,000,000
	ジャリッコ	22,800,000	0
	運搬費	11,000,000	0
	計	60,000,000	156,000,000

*本邦メーカー値

維持管理費* (円/月)	薬品費	0	200,000
	電気費	101,000	360,000
	汚泥処分費	0	744,000
	人件費	75,000	900,000
	計	176,000	2,204,000

*本邦単価

3. 効果の検討

1) ジャリッコ処理施設で削減できる負荷量は以下となる。

①BOD : $(1,600\text{mg/L} - 20\text{mg/L}) \times 160\text{m}^3/\text{日} = 252,800\text{g}/\text{日}$

②SS : $(1,000\text{mg/L} - 30\text{mg/L}) \times 160\text{m}^3/\text{日} = 155,200\text{g}/\text{日}$

2) ハノイ市の一人あたりの BOD 負荷量は 40g/人・日である。

3) 削減効果

①BOD のみ

$252,800\text{g}/\text{日} \div 40\text{g}/\text{人日} = 6,320 \text{ 人}$

6,320 人分の負荷量を削減したことになる。

②BOD・SS を含めて (SS は水域で分解して BOD を生む、BOD = 1.1SS)

$(252,800\text{g}/\text{日} + 155,200\text{g}/\text{日} \times 1.1) \div 40\text{g}/\text{人} \cdot \text{日} = 10,588 \text{ 人}$

10,588 人分の負荷量を削減したことになる。

第4章 ODA 案件化によるベトナムにおける開発効果及びアクアテック(株)の事業展開効果

4-1 ジャリッコと開発課題の整合性

従来の活性汚泥法による集中処理方式は高度な技術及び高額な建設・運営維持管理費を要することから、地方部における汚水・排水処理設備のインフラ整備は困難な状況となっている。他方でジャリッコは分散型処理方式であり、簡便かつ安価な技術であることから、地方部、とりわけ職業村といった小規模の地域でも整備が可能な技術である。

ジャリッコの製造に必要な材料は、硬質砂岩及びエポキシ樹脂のみであり、ベトナムのどこでも調達が可能なものである。また、その製造に特殊な技術は不要であり、製造後のメンテナンスも不要である。加えて、ジャリッコを収めるための水槽はコンクリートで製造することができる上、ベトナムでも用意に調達できるブロワー1台さえあれば、ジャリッコによる汚水・排水処理が可能ないケースも多いことから、ベトナムに新たな技術であるジャリッコを導入・普及するにあたり問題となる可能性のある技術的問題は、特段ないと考える。

また、上述のようにベトナム、特に職業村における汚水・排水は様々な汚染をもたらしており、生活・自然環境を悪化させている。行政、地域・住民レベルでも汚水・排水処理需要は高いため、ベトナムにおいてジャリッコを導入・普及するにあたり問題となる可能性のある現地側ニーズの問題も、特段ないと考える。

上記より、ベトナムにおいてジャリッコ設備を整備することは概ね問題ないと考えられ、地方部、とりわけ職業村においてジャリッコ設備を整備することで、これまで満たすことが難しかったベトナムの水環境基準を十分に満たした汚水・排水処理が可能になるという直接効果が期待される。

また、職業村における未処理の生活・産業排水は、表流水や地下水を汚染し、コレラやチフスといった水系感染症を引き起こしているだけでなく、場所によっては大気汚染をも発生させ、呼吸器疾患、眼科疾患、婦人科疾患など、様々な健康被害をもたらしており、天然資源環境省によるとベトナム北部の職業村の住民の寿命は国民平均より10年短いとされている。従って、職業村においてジャリッコ設備を整備することで、職業村の生活・自然環境（職業村住民の健康被害や水資源の保全等）が改善されるという間接的効果も期待される。

4-2 ODA案件化を通じたジャリッコのベトナムでの適用、普及による開発効果

第1分類の食料加工を行う職業村から未処理のまま排水される水については、「3-1-2 「民間提案型普及・実証事業」対象地域の選定」で既述のように、概ね有機物分解性が高いため、ジャリッコによる汚水・排水処理が適切であることが判明している。ベトナムにおける食料加工を行う職業村は全国に286村あり（うち、Red River DeltaとNortheastだけで201村）ることから、それら職業村でベトナムの水環境基準を十分に満たした汚水・排水処理が可能になれば、非常に大きな直接効果（環境改善効果）をもたらすことができると

考える。また、同職業村では、未処理のまま排出される生活・産業排水が生活・労働環境での悪臭をもたらし、住民に呼吸器疾患を引き起こしているだけでなく、排出先の表流水（川、池、湖沼等）や地下水の汚染を通じて、下痢等の水系感染症も引き起こしていることから、それら職業村でベトナムの水環境基準を十分に満たした汚水・排水処理が可能になれば、非常に大きな間接効果（生活・自然環境改善）をももたらすことができると考えられる。

第2分類の絹製織、皮革の加工を行う職業村から未処理のまま排水される水については、概ね有機物分解性は高いが、色度成分が残存する難点があることから、ジャリッコのみでの排水・汚水処理は十分ではなく、物理化学的な処理との併用が必要になると考えられる。ベトナムにおける絹製織、皮革の加工を行う職業村は全国に73村あることから、それら職業村においてジャリッコによる処理とともに物理化学処理を組み合わせることでベトナムの水環境基準を十分に満たした汚水・排水処理が可能になれば、ある程度大きな直接効果（環境改善効果）をももたらすことができると考える。また、同職業村でも、未処理のまま排出される生活・産業排水が生活・労働環境での悪臭をもたらし、住民に呼吸器疾患を引き起こしているだけでなく、排出先の表流水や地下水の汚染を通じて、下痢等の水系感染症も引き起こしていることから、それら職業村でベトナムの水環境基準を十分に満たした汚水・排水処理が可能になれば、ある程度大きな間接効果（生活・自然環境改善）をももたらすことができると考えられる。

第3分類の煉瓦等建設資材の製造を行う職業村については、殆ど産業排水が出ないことから、それら職業村におけるジャリッコ導入の開発効果は高くないと考えられる。

第4分類のリサイクルを行う職業村については、金属やプラスチック、古紙等のリサイクルがある。金属やプラスチックのリサイクルの場合は、職業村のレベルでは殆ど産業排水を出さないこと、また古紙のリサイクルの場合は、インクや漂白剤をはじめ多くの化学物質が混ざっていることから、それら職業村におけるジャリッコ導入の開発効果は高くないと考えられる。

第5分類の工芸品の製造を行う職業村については、漆器や木工家具等がある。同職業村から未処理のまま排水される水については、概ね多くはなく、また有機物分解性も低いいため、それら職業村におけるジャリッコ導入の開発効果は高くないと考えられる。

4-3 ODA案件化の実施によるアクアテック(株)の事業展開に係る効果

日本国内では汚水・排水処理は活性汚泥法が優れているという固定観念が強いことと、ジャリッコ処理により汚泥が出なくなってしまうと、汚泥処理に係る既存業務がなくなっ

てしまうと言われていること等から、ジャリッコの普及が遅くなっている。他方で、ベトナムには上記のような文化的・社会的問題がない。また本調査を通じてベトナムにおける現状を広く見聞するにつれ、ジャリッコが大変求められているものであることを知り、かつ、ジャリッコ処理の原理及び実際の効果に関係者に対して説明するたびに、一様に好印象を持って頂き、実験施設の見学者も多いと聞いていることから、ジャリッコの需要の手ごたえを感じている。

加えて本調査では、職業村を対象に、ジャリッコの需要や適用性を検討したが、将来においては、職業村以外の様々な分野においても展開できると考えており、ODA案件化による先鞭は、様々な波及効果をもたらすと考えている。以下に、現在検討している将来の対象候補について記す。

1. 河川浄化

ベトナムの河川は大変汚濁されている。それは下水道整備率が低く、工場排水の排水基準の達成率が低く、家庭の浄化槽の管理が不十分であるためと考えられる。日本では河川浄化にジャリッコが導入されているところもあり、その効果は実証済みであるため、今後ベトナムにおいても行うことができると考える。

2. 下水処理

ベトナムの下水処理人口は未だ3%に過ぎず、建設中・予定を含めたとしても17%に過ぎない。下水処理人口を増やすことは今後20～30年かかる事業であり、大きな市場でもある。日本では下水処理にジャリッコが導入されているところもあり、その効果は実証済みであるため、今後ベトナムにおいても行うことができると考える。

3. 民間の工場排水

ベトナムの経済において一次産業は依然として大きな役割を果たしており、今後は農林水産物の加工が進んでくると捉えられていることから、食品工場を主な対象としてジャリッコを普及させていくことが可能と考えている。また、その他関連の染色（皮革を除く）・クリーニング・化学の一部の工場が対象となる。工場は新施設が主対象で、既設の改造もある。日本では民間の工場排水処理にジャリッコが導入されているところが多くあり、その効果は実証済みであるため、今後ベトナムにおいても行うことができると考える。

また、上記についてはベトナムにおける事業展開計画であるが、アクアテック(株)では、ベトナムにおけるジャリッコの普及を皮切りに、近隣の ASEAN 諸国やインド等へも事業を展開すべく検討している。具体的にはベトナムと同様に、後述の ODA スキームを使った展開計画と民間ベースでの展開計画を有している。よって、ODA 案件化を通じたベトナムにおけるジャリッコの普及は、その後の展開へと繋がる端緒と考えている。

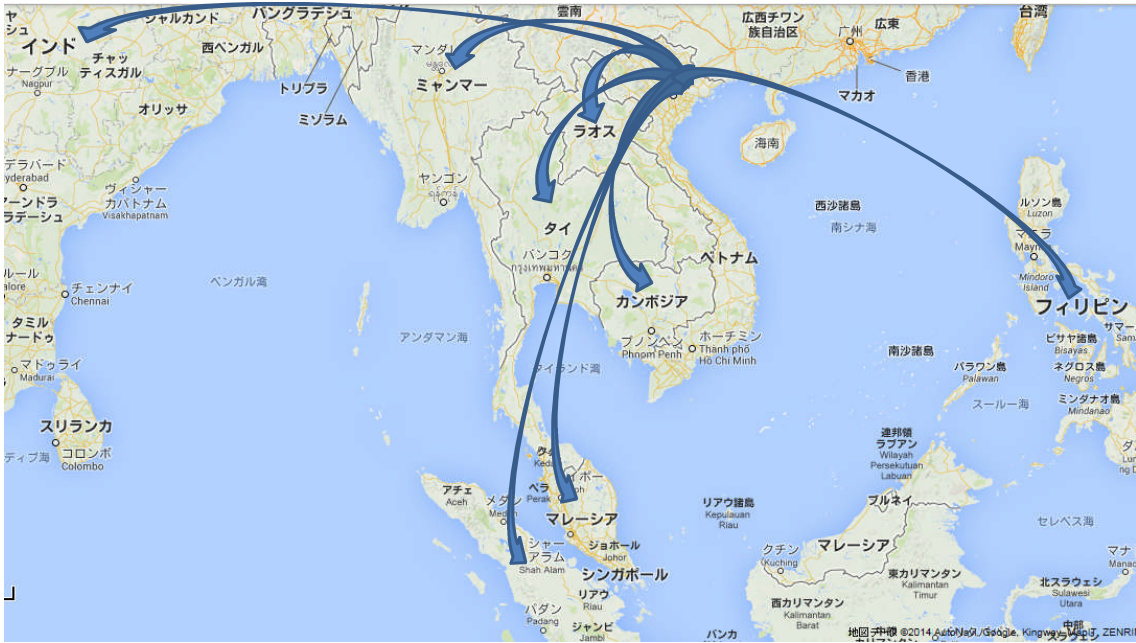


図 30 : ASEAN 諸国やインド等への展開イメージ

第5章 ODA 案件化の具体的提案

5-1 ODA 案件概要

5-1-1 ODA 事業概要

これまでの検討で、アクアテック(株)のジャリッコによる下水処理施設は食料加工を行っている職業村から排出される有機物を主体とする下水の処理に有効であることを確認した。これを踏まえ次表に示す ODA 事業を提案する。

表 30：提案する ODA 事業

名称	ODA スキーム	対象	実施期間
〔第1段階〕 バクニン省職業村 下水処理施設整備 パイロット事業	民間提案型普及・実証 事業	バクニン省 カクニェム村 トンモ地区（職業村） の一部	2014 (H26) 年度 ～ 2015 (H27) 年度
〔第2段階〕 バクニン省職業村 下水処理施設整備 事業	協力準備調査 (コミュニティ開発 支援無償資金協力 概略設計調査)	バクニン省 カクニェム村 トンモ地区（職業村） を含む 複数の箇所	2015 (H27) 年度
	コミュニティ開発 支援無償資金協力		2016 (H28) 年度 ～ 2017 (H29) 年度
〔第3段階〕 北部地域水環境 改善事業	円借款	バクニン省（上記除く）、 並びに Red River Delta、 Northeast 地域の職業村 及び河川・湖沼等 複数の箇所	2017 (H29) 年度 ～

5-1-2 活用する ODA スキーム

1. 〔第1段階〕バクニン省職業村下水処理施設整備パイロット事業

ジャリッコ普及のための第1段階 ODA 事業として、「ODA を活用した中小企業等の海外展開支援」メニューの一つである「民間提案型普及・実証事業」を活用し、バクニン省カクニェム村トンモ地区で、食料加工を主体とする職業村の下水処理におけるジャリッコの有効性を実証する事業を提案する。

2. [第2段階] バクニン省職業村下水処理施設整備事業

前述の第1段階での実証結果を踏まえ、ODA 案件化の第2段階としてコミュニティ開発支援無償（以下、「コミ開」という）を活用して、バクニン省内に 64 箇所ある正職業村のうち、食料加工を主体とする複数の職業村でジャリッコによる下水処理施設の普及を図ることを提案する。コミ開は以下の目的で 2006（平成 18）年度に創設された無償資金協力のサブスキームである。

貧困、飢餓、疫病等、人命や安全な生活への脅威に直面するコミュニティの総合的能力開発の支援を目的とする。複数のコンポーネント（学校、道路、給水、保健医療施設等）の有機的連携を図ることによりコミュニティのニーズに応じた協力を進めるとともに、技術協力等との連携を念頭に置いた効果的な協力を目指す。単一分野の支援についても、現地仕様・設計に基づく施工、現地業者・資機材の積極的活用により、競争性の向上を図るとともに、一般プロジェクト無償と比してコスト縮減を目指す。資金を一括拠出する調達代理方式を採用し、事業目的の変更を伴わない範囲で事業量の調整を可能とする。

出典)2012年版 ODA白書 参考資料集

ベトナムは海外からの投資等により国民一人当たり GDP が 1,523 米ドル（2012 年、IMF）にまで経済発展しており、我が国無償資金協力の卒業国の対象となっているもの、地域間、産業間では依然として大きな格差がある。公共インフラ整備への投資はハノイ、ホーチミン市等の大都市に集中しており、地方においては依然として不十分な状況である。例えば、上述のように現在 31 箇所下水処理場の建設が計画されているものの、そのうちベトナム国或いは省の独自予算で建設が予定されている下水処理場は 2 箇所に過ぎず、大半が外国・国際機関からの援助資金により建設される予定となっているのが現状である。とりわけベトナムの職業村はそうした資金援助の対象からも外れているのが現状である。ベトナム国全土で 10,807 箇所（正職業村：1,700 箇所、準職業村 9,107 箇所）も存在し、約 13 億 8,600 万米ドル（2008 年）の生産額を有する職業村における環境汚染対策は、上述のとおり「貧困、飢餓、疫病等、人命や安全な生活への脅威に直面するコミュニティの総合的能力開発の支援」を目的とするコミ開の趣旨に適合すると言える。

このような支援はベトナム国が目指す発展方向とも合致している。ベトナム国政府は、経済社会の発展方向を示す基本文書である「2011～2020 年 社会経済開発戦略（SEDS）」の「III - 戦略的目標及び飛躍する時期」の「c) 環境分野」において以下のように工場、事業所における環境汚染対策の強化を方針に掲げている。

環境を改善する。2020年まで、森林率を45%に上げる。全ての都会及び農村住民は清潔で衛生的な水を使用することができる。100%の工場、事業所はクリーン技術を適用し、又は汚染削減、廃棄物処理の装置を整備する。80%以上の工場、事業所は環境基準に達する。第4レベル以上の都市部と全ての工業団地・輸出加工区は集中的な廃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%は基準通りに処理される。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。

また、前記 SEDS 同様の基本文書である「2011～2015年の社会経済開発計画 (SEDP) *」において SEDS 実施のために「c) 環境指標」の中で「2015年までに環境汚染を起こした企業の処分の割合を85%とする。」との指標を示している。

いずれの文書でも職業村における環境汚染対策としては明示的な言及はないものの、急速な工業を進めるベトナム国が環境汚染対策を重視していることの現れと言える。

このようなベトナム国の政策に対し、我が国のベトナムに対する国別援助方針 (2012年12月策定) では重点分野 (中目標) の2番目に「脆弱性への対応」として以下の目標を掲げている。

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。

既存技術と比べ維持管理費が格段に安いという圧倒的な利点を持つジャリッコを活用した下水処理施設の建設は、十分な予算を確保できないベトナムの実情に照らしてもニーズは高いものと考えられ、農業地方開発省 (MARD)、建設省 (MOC)、バクニン省も ODA 事業による国内での普及に強い関心と期待を持っている。更に、アクアテック(株)はベトナムでの特許取得、現地生産も視野に入れており、ODA 事業化に向けて環境づくりを進めようとしている。

なお、ジャリッコ技術を活用したコミ開による事業実施に先立ち JICA による協力準備調査 (概略設計調査) の実施が必要だが、その際、ジャリッコによる下水処理を前提とした施設設計を行えば、水槽 (コンクリート構造物) とその付帯施設である散気管、また下水を水槽に導水する水路など特殊な技術を要するものはないため、水槽内に敷設するジャリッコのみを指定材料とすることで、無償資金協力事業における調達原則である一般競争入札での施工業者の選定・契約が可能である。

3. [第3段階] 北部地域水環境改善事業 (円借款)

ODA による事業展開の第3段階としては、円借款を提案する。円借款では、第2段階のコミ開の数倍以上の予算規模の事業が可能であるため、対象地域はベトナム国全土の正・準職業村の約7割が集中する北部地域 (Red River Delta、Northeast) 全域に拡大することができる。また、ジャリッコ技術は職業村の排水処理のみならず河川・湖沼の水質浄

* 世銀は SEDP をベトナムの貧困削減戦略文書 (PRSP) として認知している。

化にも適用できることから、ハノイ周辺の河川・湖沼も対象とした北部地域の総合的な水環境改善を目指す事業とする。

5-2 具体的な協力内容及び開発効果

5-2-1 〔第1段階〕バクニン省職業村下水処理施設整備パイロット事業

1. 案件の概要

1) 実証事業

【内容】バクニン省の職業村における生活・自然環境を改善することで、同省におけるジャリッコの有用性・信頼性の認知向上を図り、もって同省の他の職業村への導入を目指す。

項目	内容	評価指標	確認手段
上位目標	バクニン省の他の職業村において、ジャリッコの導入が検討される。	実施機関（バクニン省人民委員会）が、省予算やコミュニティ開発支援無償等を利用する形で、他の職業村においてジャリッコの導入を検討する。	ヒアリング
プロジェクト目標	トンモ地区の職業村から排出される汚水・排水の処理において、ジャリッコが有用であり、信頼できることが認知される。	実施機関（バクニン省人民委員会）が、ジャリッコが有用であり、信頼できることを認知する。	ヒアリング 水質データ
成果	<p>①トンモ地区にて、水質、水量、土質を確認の上、詳細設計がなされる。</p> <p>②ジャリッコ施設が適切な技術の元に建設、維持管理される。</p> <p>③ジャリッコ施設が適切な費用負担の元に維持管理される。</p> <p>④ジャリッコ施設で処理される汚水・排水が適切に処理されることで、ベトナム環境基準が遵守される。</p> <p>⑤トンモ地区の職業村の生活環境が改善される。</p> <p>⑥トンモ地区の職業村の自然環境が改善される。</p>	<p>①詳細設計計画書が完成する。</p> <p>②ジャリッコ施設の稼働状況。</p> <p>③トンモ地区住民との協議が行われ、必要に応じてトンモ地区に維持管理委員会（出納係）等が組織される。</p> <p>④処理後の汚水・排水中に含まれる pH、BOD、SS、大腸菌等の指標がベトナム環境基準を満たす。</p> <p>⑤沼地を柴地にし、近隣住民の憩いの場を創出する。</p> <p>⑥職業村一帯の地下水汚染が緩和する。</p>	<p>ヒアリング</p> <p>現場踏査</p> <p>定期モニタリング</p> <p>ヒアリング 水質データ</p> <p>ヒアリング</p> <p>定期モニタリング³</p>
活動	<p>① : アクアテック株が、トンモ地区の水量、水質、土質を含め詳細設計を行う。</p> <p>②-1 : アクアテック株が、トンモ地区にジャリッコ施設（約 160m³/日）を建設。</p> <p>②-2 : アクアテック株が、バクニン省上下水道公社に対して、ジャリッコ施設に係る技術指導を行う。</p>		

³ 但し、本事業は当該職業村の一部のみを対象としており、その他の箇所については従来通り未処理のまま汚水・排水が表流水に放流され、地下水を汚染していると想定されることから、地下水そのものの水質検査は行わず、成果①に含まれる大腸菌等の指標の数値を見て、地下水汚染の緩和に繋がったか否かを判断することとする。

	<p>③ : アクアテック㈱、バクニン省、同省上下水道公社、トンモ地区住民等が、ジャリッコ施設の維持管理に必要な費用負担の在り方について議論を行う。</p> <p>④ : ハノイ土木大学が、処理水の水質 (pH、BOD、SS、大腸菌等) を分析する。 (*成果⑤⑥については、成果①～④の結果であるため、活動はなし。)</p> <p>⑤ : プロジェクト目標から上位目標の達成を図るべく、アクアテック㈱は、バクニン省人民委員会に対して、新規ジャリッコ施設の建設を積極的に提案。</p>
--	--

【実施方法】

実証事業活動内容	実施方法
活動①： アクアテック㈱が、トンモ地区の水量、水質、土質を確認した上で、詳細設計を行う。	アクアテック㈱は、外部人材である㈱日立製作所の中村氏と協働で、トンモ地区の水量、水質、土質を調査し、その上で現場の特性に則した詳細なジャリッコ施設の設計を行う。その後アクアテック㈱は、森下技術士事務所の森下氏と協働で、設計図を作成する。
活動②-1： アクアテック㈱が、トンモ地区にジャリッコ施設(約160m ³ /日)を建設する。	平成25年度案件化調査においてベトナムでジャリッコ施設を建設していることから、原則、本事業においてもその時と同じ業者を使うことで、建設トラブルのリスクを回避する。具体的にはジャリッコそのものは茨城県小美玉市にあるアクアテック㈱の工場にて製造し、用意。製造されたジャリッコについては、㈱上組に依頼し、上記工場から横浜へ陸路輸送し、横浜からハイフォンへ向け海上輸送。ハイフォンからはバクニン省カクニェム村まで陸路輸送。ジャリッコを納めるコンクリート製のジャリッコ槽等の建設については、㈱日立製作所ハノイ事務所に依頼。また建設に際しては、ベトナムにおけるジャリッコの信頼性確保を踏まえ、適切な技術の元に行われる必要があるため、ジャリッコ建設の経験が豊富な㈱美鈴産業の鈴木氏が常時監督し、適宜アドバイスを行うこととする。
活動②-2： アクアテック㈱が、バクニン省上下水道公社に対して、ジャリッコ施設に係る技術指導を行う。	バクニン省上下水道公社は、平成25年度案件化調査において建設されたジャリッコ施設を通じてその機能を理解し、かつ現在では同施設の維持管理も行っている。これまで維持管理に係る体制及び技術につき問題は報告されていないことから、本事業で建設される施設の機能理解及び維持管理についても問題はないと考えている。しかしながらアクアテック㈱は、本事業による施設の建設段階から再度同公社を巻き込み、施設の機能理解を促すこととする。また本事業実施後、同施設の所有権がバクニン省(同公社)に譲与されることになるが、その後も同公社が問題なく維持管理できるように、本事業期間を通じて適宜維持管理に係る技術指導を行うこととする。
活動③： アクアテック㈱、バクニン省、同省上下水道公社、トンモ地区住民等が、ジャリッコ施設の維持管理に必要な費用負担の在り方について議論を行う。	アクアテック㈱は、現地での施設稼働に当たっては、まずは現地の習慣を尊重することが重要と考えており、施設の維持管理に必要な費用負担についてもどのような在り方が良いか原案を作成し、バクニン省及び同省上下水道公社に対して、検討を依頼する。利用者負担の原則が当てはまる場合は、住民による負担は全額なのか一部なのか、そして一部の場合、残りは誰が負担するのかについても検討を依頼する計画。その上で、バクニン省及び同省上下水道公社から住民に対して提案を行ってもらい、合意に至るまで議論を行う。
活動④： ハノイ土木大学が、処理水の水質 (pH、BOD、SS、大腸菌等) を分析する。	平成25年度案件化調査において建設されたジャリッコ施設による処理水については、ベトナムにおけるジャリッコの信頼性確保を踏まえ、水質分析の客観性を担保すべく、ハノイ土木大学のHa教授に学会発表を条件に依頼した経緯があり、本事業においても同

	様の趣旨から同大学の Ha 教授に依頼する計画。
活動⑤： プロジェクト目標から上位目標の達成を図るべく、アクアテック㈱は、バクニン省人民委員会に対して、新規ジャリッコ施設の建設を積極的に提案。	バクニン省には多くの職業村があり、同省は 2013 年 4 月の「首相決定 557」に基づいて、それら職業村の生活・自然環境の改善を図るべく、汚水・排水処理場の建設計画を有していることから、同省人民委員会と協議を行い、対象となっている職業村の詳細を把握した後、ジャリッコ施設による具体的な建設の提案を行う計画。

2) 普及事業

【内容】ジャリッコに係る説明会を開催し、営業を行い、かつ第三者を通じて情報発信することで、全国（特に Red River Delta 地域及び Northeast 地域）の職業村、下水道関係者及び本邦民間企業（食品加工会社）関係者に対し、ジャリッコの有用性の認知向上を図り、もってバクニン省以外の職業村、下水道・河川及び本邦民間企業への導入を目指す。

項目	内容	指標	確認手段
上位目標	バクニン省以外の他の職業村においても、ジャリッコの導入が検討される。	農業地方開発省 (MARD) 或いはその他省人民委員会が、国家・省予算や円借款を利用する形で、職業村においてジャリッコの導入を検討する。	ヒアリング
プロジェクト目標	職業村、下水道・河川及び本邦食品加工会社（工場）の汚水・排水処理において、ジャリッコが有用であることが広く認知される。	全国（特に Red River Delta 地域及び Northeast 地域）の職業村、下水道・河川関係者並びに本邦食品加工会社関係者による認知状況	ヒアリング
成果	①ベトナムの職業村、下水道・河川関係者（特に、省レベルの高級官僚）間においてジャリッコの有用性に係る認知度が上がる。 ②ベトナムの職業村、下水道・河川関係者（特に、国レベルの政治家及び高級官僚）間においてジャリッコの有用性に係る認知度が上がる。 ③本邦食品加工会社においてジャリッコの有用性に係る認知度が上がる。 ④日本及びベトナムの学界においてジャリッコの有用性に係る認知度が上がる。	①ベトナムにおけるスタディー・ツアー開催、メディア掲載 ②日本におけるスタディー・ツアー開催 ③日本及びベトナムでの営業の実施状況 ④学術誌等での記事掲載	ヒアリング ヒアリング ヒアリング
活動	①：アクアテック㈱が、ベトナムの職業村、下水道・河川関係者(★)を対象に、バクニン省にてジャリッコ施設のスタディー・ツアーを開催することで、ジャリッコの宣伝・普及活動を行う。 (★)職業村の集積する省並びに下水道・河川の整備を検討している省の農業地方開発局 (DARD)、天然資源環境局 (DONRE)、建設局 (DOC) に勤める高級官僚等。 ②：アクアテック㈱が、本事業実施後の〔第 2 段階〕のコミ開、更には〔第 3 段階〕の円借款を狙い、バクニン省の副委員長（経済開発担当）或いは委員長		

	<p>をはじめとする政治家並びに中央省庁の農業地方開発省 (MARD)、天然資源環境省 (MONRE)、建設省 (MOC) に勤める高級官僚等を日本に招聘し、ジャリッコ施設のスタディ・ツアーを開催することで、ジャリッコの宣伝・普及活動を行う。</p> <p>③：アクアテック株が、自社の人員・予算を鑑みて優先順位づけを行った本邦食品加工会社に対して、国内及びベトナムにて営業を行うことで、ジャリッコの宣伝・普及活動を行う。</p> <p>④：アクアテック株が、ジャリッコ施設による汚水・排水処理について、第三者を使って情報発信する。</p>
--	--

【実施方法】

普及事業活動内容	実施方法
活動①： アクアテック株が、職業村、下水道・河川関係者向けの向けのジャリッコに係る説明会をベトナムにおいて開催し、ジャリッコの宣伝・普及活動を行う。	アクアテック株は、バクニン省のホテル会議室及び本事業にて建設されるジャリッコ施設にて、全国（特に全体の約 7 割の職業村が集積している Red River Delta 地域及び Northeast 地域）の職業村の関係者並びに下水道・河川の整備を検討している省の関係者を対象とした、ジャリッコに係るスタディー・ツアーを開催することで、ジャリッコの宣伝・普及活動を行う。また、その際には、ベトナムの行政向けマスメディア（新聞、テレビ等）を呼び、広く全国の自治体へ向けて宣伝・普及活動を行う。
活動②： アクアテック株が、職業村、下水道・河川関係者向けの向けのジャリッコに係る説明会を日本において開催し、ジャリッコの宣伝・普及活動を行う。	アクアテック株は、職業村、下水道・河川関係者（特に、国レベルの政治家及び高級官僚）を日本に招聘し、日本で稼働している下水処理・河川浄化用のジャリッコ施設を案内することで、ジャリッコの宣伝・普及活動を行う。
活動③： アクアテック株が、自社の人員・予算を鑑みて優先順位づけを行った本邦食品加工会社に対して、国内及びベトナムにて営業を行うことで、ジャリッコの宣伝・普及活動を行う。	アクアテック株は、ベトナムに参入済みの、そして今後参入予定の本邦食品加工会社に対して、営業を行っていく。一つの方法としては、ジェットロより推薦の COMM BANGKOK CO., LTD 作成の「ベトナム日系企業年鑑 2012-2013」を参照し、日本においては、掲載されている食品加工会社並びに実際の建設を行う大手・準大手ゼネコンの本社に営業をかけることとする。関心を持ってもらった会社に対しては、日本で既に稼働しているジャリッコ施設が多くあるため、それら施設の見学を案内する。また同時並行で、ベトナムにおいても、当該企業の支店（大半がハノイ或いはホーチミン）に営業をかけることとする。関心を持ってもらった企業に対しては、平成 25 年度案件化調査において建設されたジャリッコ施設並びに本事業で建設される施設に案内することとする。
活動④： アクアテック株が、ジャリッコ施設による汚水・排水処理について、第三者を使って情報発信する。	アクアテック株は、大阪大学工学研究科下水専攻の池教授に、日本及びベトナムにおけるジャリッコ施設を視察してもらい、汚水・排水処理結果について総評を書いてもらう。また、ハノイ土木大学上下水道・環境研究所 Ha 教授に、ベトナムにおけるジャリッコ施設を視察してもらい（日本におけるジャリッコ施設は既に視察済み）、一定期間調査を行った上で、汚水・排水処理結果について論文を書いてもらう。

2. 先方実施機関（カウンターパート機関）

本事業はアクアテック株の責任のもとで実施するが、協力を求める先方のカウンターパート機関はバクニン省人民委員会（PPC）であり、関係部局は科学技術局（DOST）、農

業・地方開発局（DARD）、建設局（DOC）、天然資源環境局（DONRE）、バクニン省上下水道公社（WSSC）、カクニェム村人民委員会（CPC）等である。

科学技術局（DOST）は総合調整窓口、農業地方開発局（DARD）は職業村の環境汚染対策を含む開発全般、建設局（DOC）は下水処理施設の技術基準等、天然資源環境局（DONRE）は下水の水質管理、バクニン省上下水道公社（WSSC）、カクニェム村人民委員会（CPC）は地元同意の取付け、及び施設の維持管理を、それぞれ担当する。

基本合意文書は、アクアテック株、JICA 及びバクニン省人民委員会（PPC）と締結することとする。但し、既存下水処理施設管理の実情を踏まえた事業実施及び施設の維持管理に関する助言を目的に、バクニン省人民委員会（PPC）の下にバクニン省上下水道公社（WSSC）及びハノイ土木大学（HUCE）の Ha 教授が入り、事業実施のサポートをしてもらう。

3. 実施体制及びスケジュール

1) 実施体制

実施体制はアクアテック株を事業実施団体とし前述のバクニン省人民委員会をカウンターパート機関とし、事業実施及び施設建設後の維持管理に関する協力を得る。

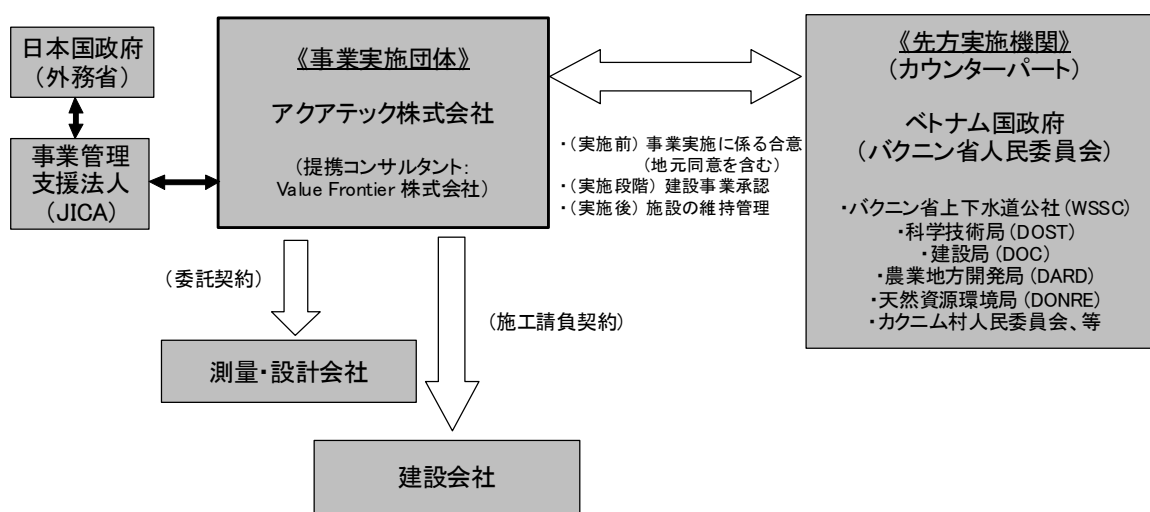


図 31：〔第 1 段階〕 バクニン省職業村下水処理施設整備パイロット事業実施体制

2) スケジュール

事業スケジュールは表 32 のとおり 2014（平成 26）年度から 2015（平成 27）年度にかけて約 1 年半と見込む。

また、本パイロット事業の成果を踏まえ、第 2 段階の事業展開としてコミ開による無償資金協力事業を目指し、2015（平成 27）年度の 8 月までにはベトナム政府から要請書を提出させるべく働きかけることとする。

表 31：〔第 1 段階〕 バクニン省職業村下水処理施設整備パイロット事業工程

	2014(平成26)年度							2015(平成27)年度											
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
契 約																			
詳細設計																			
工 事																			
ジャリッコ生産																			
ジャリッコ輸送																			
ジャリッコ稼働																			

4. 協力概算金額

1 億円

内訳は以下の通り。

平成 2 6 年度民間提案型普及・実証事業に係る見積金額内訳書	
事業名	ジャリッコによる職業村排水処理パイロットプロジェクト
提案者	アクアテック㈱
見積金額：	99,821,160 円
I. 実証事業費	63,906,000 円
1. 直接経費	58,097,000 円
(1) 機材・購入・輸送費	48,000,000 円
(2) 据付・実証活動費	2,970,000 円
(3) 旅費(航空賃、日当・宿泊料等)	6,527,000 円
(4) 国内研修費	600,000 円
2. 管理費	5,809,000 円
II. 外部人材活用費	28,521,000 円
1. 直接人件費	9,260,000 円
2. 間接原価	11,112,000 円
3. 一般管理費等	8,149,000 円
III. 小計	92,427,000 円
IV. 消費税及び地方消費税の合計金額(小計の8%)	7,394,160 円
V 合 計	99,821,160 円

5-2-2 〔第 2 段階〕 バクニン省職業村下水処理施設整備事業 (コミ開)

1. 案件の目標・成果

1) 目標

a) 上位目標

① 地下水汚染軽減と水系感染症の罹患率低減等、安心・安全な住環境の実現を通じてコミュニティの総合的な能力開発を実現する。

② ジャリッコ技術による下水処理施設のベトナム国内での普及を推進する。

b) プロジェクト目標

① 水質基準に適合した下水処理を実現する。

② 維持管理費が安価な下水処理施設を実現する。

2) 成果

① ジャリッコ技術による下水処理施設の完成により水質基準に適合した下水処理を実現する。

② 維持・管理費を含む施設建設コストが既存技術による施設よりも大幅に安価な施設が利用できる。

2. 投入

日本側) ①JICA 協力準備調査 (概略設計調査) 及び②コミ開無償

ベトナム側) ①用地補償費、②維持管理費 (主に電気代)、③B/A に基づく資金移動手数料等

3. 先方実施機関

先方実施機関はバクニン省人民委員会 (PPC) であり、交換公文 (E/N) サイナーとなる。実務上の責任部署はバクニン省上下水道公社 (WSSC) と想定され、既存下水処理施設管理の実情を踏まえた事業実施及び施設の維持管理に関する助言を行うことも期待されている。その他の関係部局は科学技術局 (DOST)、農業・地方開発局 (DARD)、建設局 (DOC)、天然資源環境局 (DONRE)、カクニェム村人民委員会 (CPC) 等である。

4. 実施体制及びスケジュール

1) 実施体制

前述の先方実施機関は上述のとおりであるが、次図のとおり、コミ開では事業完了までは日本の調達代理機関が先方実施機関に代わって調達業務を行う制度となっている。

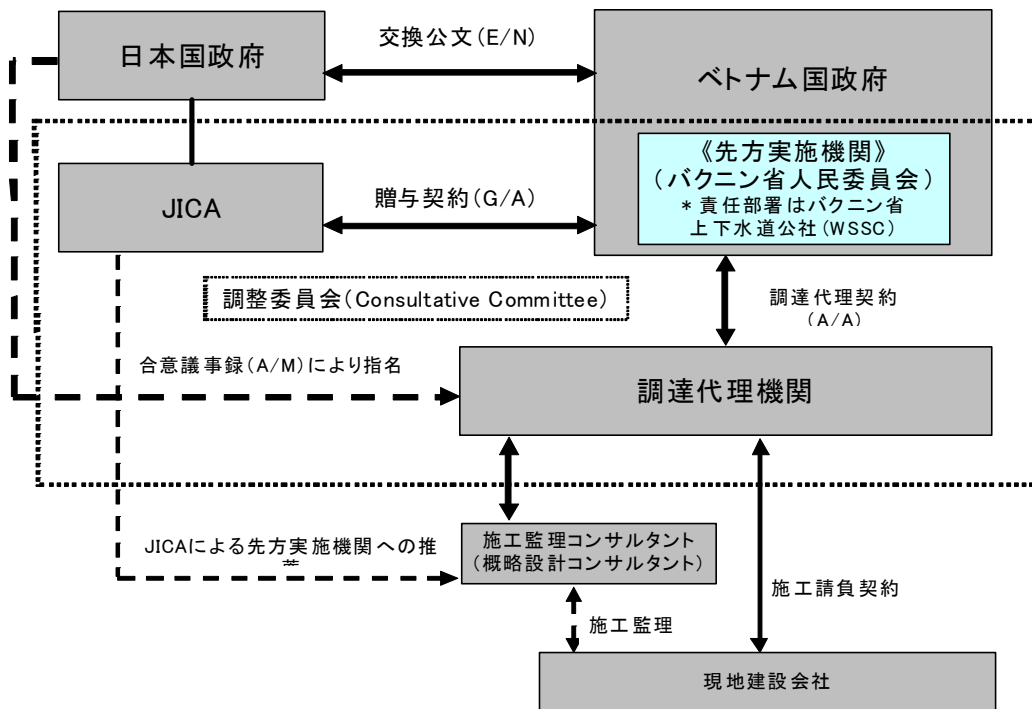


図 32 : [第 2 段階] バクニン省職業村下水処理施設整備事業の実施体制

2) スケジュール

前節で述べたとおり、コミ開による無償資金協力事業の実施には、まずベトナム政府から要請書が 2015 (H27) 年 8 月までに提出される必要がある。

事業を実施するためには、JICA による協力準備調査 (概略設計調査) で施設設計を含む事業内容、実施の妥当性、概算金額、実施スケジュール等が確認される。この調査結果に基づき閣議、交換公文 (E/N) を経て事業実施に至る。次表のとおり、事業開始はもっとも早い場合で 2016 (平成 28) 年半ばと見込まれる。

表 32 : [第 2 段階] バクニン省職業村下水処理施設整備事業の実施工程

年	2015(平成27)年度	2016(平成28)年度	2017(平成29)年度
要請書提出	▼ 8月		
協力準備調査 (概略設計調査)			
閣議		▼ 5月	
E/N, G/A		▼ 8月	
コミュニティ開発 支援無償			

5. 協力概算金額

10 億円以上

5-2-3 〔第3段階〕北部地域水環境改善事業（円借款）

1. 案件の目標・成果

1) 目標

a) 上位目標

- ① 北部地域全域の職業村の排水処理、河川・湖沼の水質浄化により、地下水汚染軽減と水系感染症の罹患率低減等、安心・安全な住環境の実現を通じて対象地域の総合的な開発を実現する。
- ② ジャリッコ技術による下水処理施設のベトナム国内での更なる普及を推進する。

b) プロジェクト目標

- ① 北部地域全域の職業村、河川・湖沼で水環境の改善を実現する。
- ② 北部地域全域に維持管理費が安価な下水処理施設を実現する。

2) 成果

- ① ジャリッコ技術により北部地域全域の職業村、河川・湖沼で水質基準に適合した水環境を実現する。
- ② 既存技術より維持・管理費が大幅に安価な施設が建設されることにより、ジャリッコ技術が普及・定着する。

2. 投入

日本側) ①JICA 協力準備調査、及び②円借款の供与
ベトナム側) ①免税措置、②用地補償費、③借入国の内貨負担分（必要に応じて）、
④維持管理費（主に電気代）、⑤B/A に基づく資金移動手数料、等

3. 先方実施機関

現段階では具体的な想定は困難であるが、水浄化施設の建設という事業内容から推察すると農業地方開発省（MARD）或いは建設省（MOC）が有力と考えられる。

4. 実施体制及びスケジュール

1) 実施体制

上述の通り、事業実施主体は農業地方開発省（MARD）或いは建設省（MOC）が有力と考えられ、次図のように交換公文（E/N）、借款契約（L/A）の締結後は、設計監理コンサルタントを選定し、設計、施工業者選定（入札）を経て工事着工に至る。

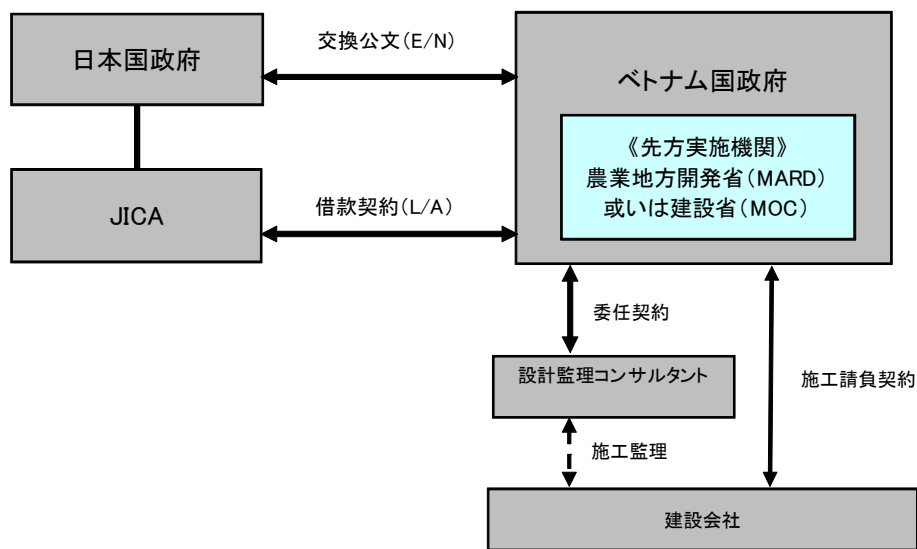


図 33 : [第 3 段階] 北部地域水環境改善事業の実施体制

2) スケジュール

第 2 段階の事業（コミ開）の成果を踏まえ、第 2 段階（コミ開）と同様にベトナム政府から要請書が提出される必要がある。第 2 段階（コミ開）と同様に、新たな事業予定地域の選定を含む事業内容を確定するために JICA による協力準備調査が必要となり、調査期間として 1 年半程度見込む。ベトナム政府からの要請書提出を 2017（平 29）年 8 月と想定すると、次表のとおり、事業開始は最も早い場合で 2019（平成 31）年半ばと見込まれる。事業実施期間は事業内容によるため現時点では具体的想定は困難であるが、少なくとも 2020（平成 32）年度以降になるものと想定される。

表 33 : [第 3 段階] 北部地域水環境改善事業の実施工程

年	2017(平成29)年度	2018(平成30)年度	2019(平成31)年度	2020平成32)年度～
要請書提出	▼ 8月			
協力準備調査	■			
閣議			▼ 5月	
E/N, L/A			▼ 8月	
円借款			■	

(5) 協力概算金額

数十億円以上（協力準備調査の結果による）

5-3 他 ODA 案件との連携可能性

「1-5-2 他ドナーによる援助事業」の項に示したように、下水道分野における実施中の援助事業はあるが、主に省都を対象としたもので地方部や職業村を対象とした事業ではなく、バクニン省の職業村を対象とする本事業との関係はない。

5-4 その他関連情報

1. 当該国におけるこれまでの ODA 事業との関連性

「1-5-1 日本による ODA 事業」の項に示したように、下水道システムの改善など下水道分野の我が国のプロジェクトは 1995（平成 7）年度以降、円借款（5 件）、技術協力（2 件）、草の根（1 件）で合計 8 件実施されており、援助総額は約 1,560 億円にのぼる。このうち円借款（4 件）、技術協力（1 件）の合計 5 件（援助総額約 1,240 億円）が実施中である。対象地域はいずれもハノイ、ホーチンミン市、ハイフォン、フエなどの大都市あるいは大都市の近郊である。また、環境分野という意味では、2009（平成 21）年度の草の根無償で「バクニン省 3 工芸村排気物*処理施設整備計画」が実施されているが、下水道分野に関する案件ではない。

以上のように、これまでのところバクニン省における職業村の下水処理に直接関連する事業は行われていないが、地方部の職業村に関連する ODA 事業としては、「住民の生計向上につながる地域の強みを生かした製品の創出等の実践的活動を通して、農村部における包括的な地場産業振興にかかるモデル構築」をプロジェクト目標とした「ベトナム国農村地域における社会経済開発のための地場産業振興にかかる能力向上プロジェクト」が 2008 年 11 月～2011 年 10 月に実施されている。

本件コミ開事業が実施された場合、職業村の下水処理が実施され環境が改善されることが期待されるが、並行して同様の技プロをバクニン省の職業村を対象に実施することでコミュニティとしての職業村の総合的能力の開発を推進することが期待される。

2. 当該国カウンターパート機関との協議の状況

本調査第 1 回現地調査にて、アクアテック(株)はバクニン省の副知事をはじめとする人民委員会（PPC）、バクニン省上下水道公社（WSSC）及びハノイ土木大学（HUCE）と協議を行い、本調査にてジャリッコの実験を実施することで合意。また実験後は実験結果についても協議を行い、上記機関が結果に満足した場合、来年度以降の計画について協議するとい

* 「廃棄物」の誤記と思われる。

うことで合意した。

こうした背景を踏まえ、本調査第 3 回現地調査にてバクニン省の副知事が総合調整窓口として指定したバクニン省科学技術局 (DOST)、バクニン省上下水道公社 (WSSC) 及びハノイ土木大学 (HUCE) と同実験結果について協議を行ったところ、ジャリッコの技術的・経済的優位性が確認、共有され、来年度以降も引き続きジャリッコの実験を継続することで合意。来年度は、本調査にてバクニン省の下水処理場に設置されたジャリッコ実験装置に加え、新たに JICA「民間提案型普及・実証事業」に応募し、より大きな規模の実験をバクニン省の職業村で実施することで、ジャリッコの実証を行い、普及を図ることで合意。

バクニン省人民委員会 (PPC)、バクニン省上下水道公社 (WSSC) 及びハノイ土木大学 (HUCE) は、何れもジャリッコを高く評価しており、来年度の JICA「民間提案型普及・実証事業」にて職業村への適用性が確認された後は、同省の複数の職業村へジャリッコを適用すべく、コミ開、更には円借款 (STEP) への申請も視野に検討している。

3. ODA 案件に向けた課題

ODA 案件化のための最大の課題は、ベトナム国が我が国無償資金協力の卒業対象国となっている中で、第 2 段階以降の事業をいかにして展開するかである。維持管理費で圧倒的な優位性を持つジャリッコ技術による下水処理施設の建設は、ベトナム国全土で 10,000 箇所以上も存在し、約 13 億 8,600 万米ドル (2008 年) の生産額を有する職業村における環境汚染対策が、ベトナム国の下水処理の概念を大きく変える画期的なインパクトを与えるとともに、職業村というコミュニティの総合的な能力開発を支援する大きなきっかけをもたらすものと考えられる。この点で外務省、JICA の特段の配慮を期待したい。

同時に、第 2 段階以降の事業を展開するには、普及・実証のための第 1 段階のパイロット事業で、ジャリッコの画期的な特性をベトナム国関係者に理解してもらうことが不可欠であり、また、ジャリッコの現地生産体制を早期に確立すべく現地での特許取得も急がれており、アクアテック㈱としては最大限の営業努力を尽くす所存である。

(以上)

現地調査資料

面会者リスト

(1) People' s Committee of Bac Ninh Province (PPC)

Dr. Nguyen Tien Nhuong	Vice chairman of People' s Committee
Ms. Le Thi Thu Huyen	Head of Foreign Relations Department
Mr. Le Xuan Vung	Director of Science and Technology Department
Mr. Ngo Sy Quan	Vice Director of Science and Technology Department
Mr. Nguyen Minh Tam	Head of Science and Technology Department
Mr. Le Xuan Tam	Head of Science and Technology Department
Mr. Nguyen Xuan Doa	Technical Specialist of Science and Technology Department
Dr. Nguyen Tien Dong	Chief of Professional Health Department
Mr. Mau Quang Thang	Head of Administrative Office
Mr. Ha Minh Hoa	Director of Natural Resource and Environment Department

(2) Bac Ninh Water Supply and Sewerage Company., Ltd (WSSC)

Mr. Dinh Quang Hiep	Director General
Mr. Vu Huu Tan	Director
Mr. Nguyen Xuan Quyet	Manager of Bach Ninh Sewerage Plant

(3) Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD)

Mr. An Van Khanh	Deputy Director General of Department of Processing and Trade for Agro-Forestry-Fisheries Product and Salt Production
Mr. Nguyen Thanh Luan	Deputy Director of National Center for Rural Water Supply and Environment Sanitation

(4) Ministry of Construction (MOC)

Dr. Nguyen Hong Tien	Director General of Administration of Technical Infrastructure
Mr. Tran Anh Tuan	Deputy Director General of Administration of Technical Infrastructure
Dr. Vo Thi Thanh Xuan	Deputy Director General of Administration of Technical Infrastructure
Mr. Nguyen Quoc Tuan	Deputy Director General of Administration of Technical Infrastructure

Mr. Tran Thi Thao Huong Staff

Mr. Nguyen Thi Khanh Staff

(5) Hanoi University of Civil Engineering

Dr. Tran Duc Ha Associate Professor, Research Institute for Water Supply
and Sewerage and Environment

Dr. Tran Thi Viet Nga Lecturer, Institute for Environmental Science and
Engineering

Ms. Duong Thu Hang Lecturer, Institute for Environmental Science and
Engineering

(6) Vietnam Rural Industries Research and Development institute (VIRI)

Ms. Nguyen Bao Thoa Director

Mr. Le Ba Ngoc Vice Director

(7) 在ベトナム日本国大使館

岸田秀 一等書記官

鶴屋陽子 一等書記官

(8) JICA ベトナム事務所

沖浦文彦 次長

鈴木唯之 調査役

辻尾嘉文 中小企業支援シニアアドバイザー

掛川三千代 企画調査員

関佳予子 中小企業支援調整員

(9) JETRO ハノイ事務所

細野次郎 海外投資/経済連携促進アドバイザー

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

Summary Report

(Socialist Republic of Viet Nam)
(Project for improving living and natural environment of
craft villages by Jarikko)

March, 2014

Aquatech Co., Ltd, Value Frontier Co., Ltd,
Japan International Cooperation System, Hitachi Co., Ltd

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 Aquatech Co., Ltd, Value Frontier Co., Ltd, Japan International Cooperation System, and Hitachi Co., Ltd. It does not represent the official view of the Ministry of Foreign Affairs.

Photos



Producing noodles at a household in a craft village



Dyeing silks at a household in a craft village



Wastewater drained in the process of producing noodles



Wastewater drained in the process of dyeing silks



Wastewater drained from a craft village



Wastewater after, during and before treated by Jarikko

I. Description of the current situation and development needs of the concerned development issues in Viet Nam.

Of recent, the access to safe water in developing countries has been dramatically increasing. However, the living and natural environment there has been deteriorating due to pollutions by wastewater. Viet Nam which was investigated in the Survey is no exception. Living and industrial wastewater is often directly drained into lakes and ponds without being treated. For instance, the ratio of industrial wastewater meeting the environmental standards is only 4.26%. The condition is worse especially in 4 cities (Hanoi, Ho Chi Minh, Hai Phong, and Da Nang) where over half of the national population lives.

Under such circumstances, the Government of Viet Nam created in 2003 “Environmental Protection Strategies” that addressed strategies up to 2010 and directions towards 2020. The strategies prioritize treatment of wastewater in cities where both economy and population are rapidly growing and promote development of infrastructures for wastewater treatment. The latest national development plan, “Socio Economic Development Strategies (2011-2020)” pays due attention to infrastructure development of craft villages in an environmental way and allocates 1% of the national annual budget to environmental protections.

Meanwhile, issues of water pollution at over 10,000 craft villages scattered around the country have been drawing increasing attention. This is because despite the fact that craft villages play an important role in the national economy by maintaining employment of over 0.64 million people as well as productions of over USD 1.38 billion, their living and natural environment are deteriorating due to pollutions by wastewater. For example, untreated living and industrial wastewater pollutes surface and



ground water and then causes such waterborne diseases as cholera and Typhus. Sometimes, it also pollutes air and then causes respiratory diseases, eye diseases, and gynopathy. As a matter of fact, the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) reports that life expectancy of people living in craft villages in the north of Viet Nam is 10 years shorter than the national average due to such diseases. Consequently, the Prime Minister declared “Decision 557” in April 2013 that would work by 2020 on improvement of the living and natural environment of craft villages under worse conditions. However, the Government has been facing difficulties in developing infrastructures for wastewater treatment in craft villages because conventional activated sludge process requires advanced technologies and substantial amount of construction and maintenance costs. A report on the Use of products and technologies related to purification and treatment of water to improve wastewater and sewage treatment systems of "Needs Survey" under the Governmental Commission on the Projects for ODA Overseas Economic Cooperation in FY2012, made by Mitsubishi Research Institute in March 2013 also observe these difficulties and prioritize their solutions.

II. Possible applicability of Jarikko and prospects for future business development

UNIDO Tokyo office has chosen Jarikko as one of the green innovative technologies in Japan and given Aquatech Co., Ltd an opportunity to present Jarikko at a side event of Rio+ 20 in 2012. Through the event, Aquatech Co., Ltd found out that Jarikko received drew strong attention from a lot of people from the developing countries and started to thinking about promoting Jarikko in developing countries. Currently, Aquatech Co., Ltd considers promotions of Jarikko in developing countries both through ODA and B to B operations. The details are as follows.

1. Promotions through ODA

During the Survey, Aquatech Co. Ltd has installed a Jarikko facility with the capacity of 7 m³ per day at a part of the sewerage plant in Bac Ninh Province. Since some people related to sewerage systems have already visited the facility from several parts of Viet Nam, it is expected that the facility has been playing a role of promoting Jarikko.

During the pilot project next year, Aquatech Co., Ltd will install a bigger Jarikko facility with the capacity of 200 m³ per day at a part of Thon Mo, Khac Niem Village, Bach Ninh Province where BOD of wastewater drained in the process of producing noodles is approximately 1,500 mg/L. After its installation, Aquatech Co. Ltd is planning to promote Jarikko to other craft villages, especially food processing villages, in Viet Nam.

Then, Aquatech Co., Ltd is planning to install Jarikko facilities with the capacity of thousands of m³ per day by using such ODA schemes as grant aids for community empowerment. This will enable Aquatech Co., Ltd to further promote Jarikko in Viet Nam and take a chance to promote even in the neighboring countries.

2. Promotions through B to B operations

Aquatech Co., Ltd divides its promotions through B to B operations into domestic and international operations. For domestic operations, Aquatech Co., Ltd produces Jarikko on an order basis so that it does not have to carry stocks. As Aquatech Co., Ltd has been doing so, it will be fine in the future as well. Aquatech Co., Ltd is planning to carry out promotion activities of Jarikko to local governments so that it can serve approximately 15 million people who are still not served by modern sewerage systems. Meanwhile, Aquatech Co., Ltd is also planning to strengthen promotion activities of Jarikko to private sectors together with 17 agents as it has been doing so. For international operations especially for developing countries, Aquatech Co., Ltd believes that it is essential to produce Jarikko on site since price has to be cheap. Therefore, Aquatech Co., Ltd is planning to produce Jarikko on site together with local co-operators regardless they are local or Japanese. Aquatech Co., Ltd is planning to carry out promotion activities of Jarikko to local food processing factories and dying factories except for leather and develop sales strategy together with local co-operators.

III. Verification of adaptability of Jarikko to Viet Nam (Demonstration and pilot survey)

During the survey, Aquatech Co., Ltd installed a Jarikko facility with the capacity of 7 m³ per day at a part of the sewerage plant in Bac Ninh Province. Specifications are as follows:

Table 1 : Specifications of the Jarikko facility

	Specifications
Size	Width: 0.5m, Height: 1.0m, Length: 15m
Total flow hours	Setting 5m in 8h, 7.5m in 12h, 10m in 16h, 12.5m in 20h, and 15m in 24h, total flow hours are considered.
Volume of inflow	$0.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 15\text{m} = 7.5\text{m}^3$; thus $7.5\text{m}^3 \div 24\text{h} = 5.2 \text{ L/m}$
Volume of air	1.5 m ³ /m ² /h for 0~5m ; 1.0 m ³ /m ² /h for 5~10m; 0.5m ³ /m ² /h for 10~15m



Tank filled with Jarikko

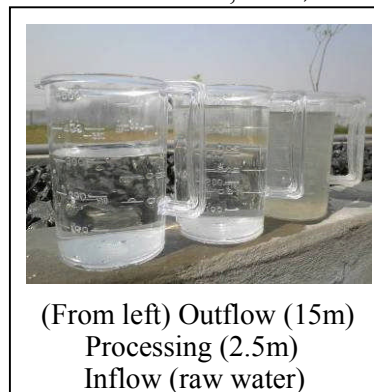
Govt. officials and experts visiting the Jarikko facility

The Jarikko facility started its test operation during the second mission to Viet Nam in November 2013 and its official operation in December 2013. Therefore, the collections and analyses of water also started in the middle of December 2013. The result shows us that the Jarikko facility has properly treated wastewater. The details are as follows.

Table2 : The result of analyses of water treated by the Jarikko facility

Date of record : December 16, 2013 (Period of analyses : December 8, 2013 to December 16, 2013)

	inflow	0m	5m	10m	outflow
pH	7.38	7.46	7.65	7.84	7.83
DO	1.05	8.57	9.51	9.56	9.17
Temp (°C)	13.5	13.3	12.8	12.7	12.8
BOD	32	23	22	14	11
COD	60.8	36	-	-	33
SS	45	42	-	-	14



(From left) Outflow (15m)
Processing (2.5m)
Inflow (raw water)

IV. Expected development impact and effect on business development of Aquatech Co. Ltd in Viet Nam through proposed ODA projects

The Government of Viet Nam has been facing difficulties in developing infrastructures for wastewater treatment in craft villages because conventional activated sludge process requires advanced technologies and substantial amount of construction and maintenance costs. Meanwhile, it is believed that the Government can develop infrastructures for wastewater treatment in craft villages because they require simple and inexpensive technologies. Jarikko facilities installed at craft villages can treat wastewater in a way that meets Vietnamese environmental standards. Living and industrial wastewater from craft villages pollutes surface and ground water and then causes such waterborne diseases as cholera and Typhus. Sometimes, it also pollutes air and then causes respiratory diseases, eye diseases, and gynopathy. As a matter of fact, MONRE reports that life expectancy of people living in craft villages in the north of Viet Nam is 10 years shorter than the national average due to such diseases. Jarikko facilities installed at craft villages can improve health conditions of villagers and protections of water resources and eventually improve the living and natural environment of craft villages.

V. Proposals for formulating ODA projects

Aquatech Co., Ltd proposes the following ODA projects.

[The 1st Phase: Pilot sewerage project at a craft village in Bac Ninh Province by Jarikko]

Aquatech Co., Ltd firstly proposes that it should implement a pilot sewerage project at Thon Mo, Khac Niem Villages, Bac Ninh Province that would prove effectiveness of Jarikko facilities by taking advantage of the pilot survey for disseminating small and medium enterprises technologies under JICA schemes.

[The 2nd Phase: Sewerage project at craft villages in Bac Ninh Province by Jarikko]

Based on the result of the 1st phase, Aquatech Co., Ltd secondly proposes that it should implement a sewerage project to install Jarikko facilities at some of the 64 craft villages in Bac Ninh Province by taking advantage of grant aids for community empowerment.

[The 3rd Phase: Water environment improvement project in the north of Viet Nam by Jarikko]

Based on the result of the 2nd phase, Aquatech Co., Ltd thirdly proposes that it should implement a water environment improvement project in the north of Viet Nam by taking advantage of ODA loans. Since loan projects can be several times bigger in their scale than grant aid projects for community empowerment, it is possible to target the north of Viet Nam (i.e., Red River Delta and Northeast) where approximately 70% of all craft villages in the country are located. Besides, Jarikko facilities can treat wastewater from craft villages, as well as purify water in rivers and lakes. Therefore, the loan project will be a comprehensive one that also includes rivers and lakes in the north of Viet Nam.

Table 3 : Proposed ODA projects

Title	ODA Scheme	Target	Period
[The 1 st phase] Pilot sewerage project at a craft village in Bac Ninh Province by Jarikko	Pilot survey for disseminating small and medium enterprises technologies	Part of Thon Mo, Khac Niem Village, Bac Ninh Province	FY 2014 ~ FY 2015
[The 2 nd phase] Sewerage project at craft villages in Bac Ninh Province by Jarikko	Preliminary survey (Detailed Design of Grant aid project for community empowerment)	Several craft villages including Thon Mo, Khac Niem Village, Bac Ninh Province	FY 2015
	Grant aid project for community empowerment		FY 2016 ~ FY 2017
[The 3 rd phase] Water environment improvement project in the north of Viet Nam by Jarikko	Loan project	Several craft villages as well as rivers and lakes in Bac Ninh and Red River Delta and Northeast regions.	FY 2017 ~

Project Formulation

Veitnam, Study for Improving the living and natural environment of craft villages by Jarikko

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : Aquatech Co., ltd, Value Frontier Co., ltd, Japan International Cooperation System, Hitachi, Co., ltd
- Location of SME : Tokyo
- Survey Site ▪ Counterpart Organization : Bac Ninh Province and Bac Ninh Water Supply and Sewerage Company

Concerned Development Issues

- Sewerage infrastructures lag behind in rural areas.
- The living and natural environment of craft villages is significantly worse.

Products and Technologies of SMEs

- Jarikko , a wastewater treatment technology , is not only easy to construct and maintain because it does not require specific skills, but also inexpensive to maintain because it requires only electricity tariff.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- The project aims at treating wastewater from craft villages by implementing a survey for disseminating small and medium enterprises technologies and then a grant aid project for community empowerment, and thereby contribute to improving the living and natural environment of craft villages.

Future Business Development of SMEs

- Aquatech Co., ltd will promote and apply Jarikko into craft villages through ODA channels as well as its own B to B operations especially in food processing sectors. It will then try to promote Jarikko in other neighboring countries of ASEAN.

