

# 平成 25 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた 実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	南アフリカ砂漠・荒廃地緑化推進チーム
事業名	気候変動の影響による砂漠・荒廃地の農地化・緑化推進に向けた実現可能性調査事業
提出日	2月14日

## 1. 本事業の目的

### (1) 上位の目的

気候変動に起因する少雨、干ばつの影響による食料不足と、マインダンプと呼ばれる有害な鉱山残土から発生する近隣居住区への砂塵公害の緩和を本事業の上位目的とする。

### (2) 本事業の目的—2012年公募事業で積み残した課題の解決

2012年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた実現可能性調査事業」に採択頂き、気候変動による少雨で砂漠化が進む南アフリカの荒廃地にて、ロールプランター（以下RP）+点滴灌漑（以下DI）システムを活用したトウモロコシ、ハウレンソウ等の食用植物及び芝の生育実験を実施した結果、同システムが南アフリカの荒廃地において高い生長性を実現することを実証した（図表1、写真1参照）。

＜図表1 2012年度FS事業における実験結果＞

	FL(農地)				GL(緑地)		
	評価	生長性	育成率	用水量	評価	生長性	育成率
RP+DI	○	9.7cm	79%	125L	—	—	—
RP+水遣り	△	7.1cm	13%	196L	○	3.8cm	隙間無く
裸地	×	0cm	0%	天水	×	0cm	0%

＜写真1 トウモロコシ、芝の生長＞



#### FL(農地)のRP+DIシステム

- ・生長性(高さ): RP比 136%、裸地比 比較不可
- ・育成率(生育株数/播種数): RP比 6倍、裸地比 比較不可
- ・用水量: RP比 64%(36%節水)

#### GL(緑地)のRPシステム

- ・生長性: 裸地比非常に良好
- ・育成率: 裸地比非常に良好

しかし、農業、鉱業の各セクターに対しRPシステムの事業化を検討した結果、高コストとマインダンプでの緑化の実証ができていないという課題が残った。

本年度公募事業では、RPの南アフリカ現地生産及びマインダンプでのRPによる緑化の実証実験を南アフリカにて実施することにより、積み残し課題の解決を図り、事業モデルを策定する。

## 2. 課題

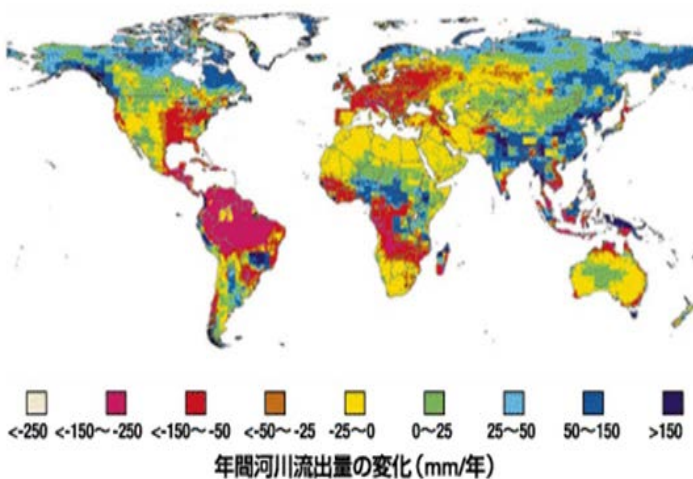
### (1) 上位の課題

気候変動は南アフリカの農業、鉱業に課題をもたらしており、人々の生活に影響を与えている。以下、今回の事業で解決に取り組む、農業分野における農地の土壌劣化と食料不足、鉱業分野における環境破壊と周辺住民への有害砂塵飛散被害が、気候変動によりどのように引き起こされているかについて、現状を説明する。

- ① 南アフリカにおいて気候変動がもたらしている課題：降雨不足による農地の土壌劣化と食料不足  
 アフリカ大陸のほぼ3分の2が砂漠または乾燥地であると言われている。アフリカの乾燥地は、気候変動による降雨不足の影響を受けやすい。元来脆弱な農業基盤や自然環境のサステナビリティに関わる管理能力不足が、降雨不足の影響を大きくする。気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）は、第四次報告書（2007）において、アフリカ大陸は気候変動に対して最も敏感でかつ脆弱であると指摘している。報告書は「2020年までに、7,500万人～2億5,000万人の人々が、気候変動に伴い増加する水ストレスにさらされる」と予測、更に「農産物生産可能性が、半乾燥地域及び乾燥地域の縁に沿って減少することが予測される。このことは、この大陸において、食料安全保障に一層の悪影響を与え、栄養失調を悪化させる。いくつかの国において、降雨依存型農業からの収穫量は、2020年までに50%程度減少しうる」というシナリオを発表しており、気候変動による水利用可能量の減少による土壌劣化は、アフリカに大きな影響を与えることを明示している。

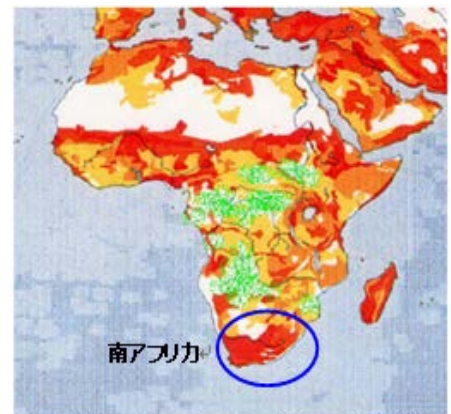
年間降雨量の世界平均が860mmである中、南アフリカは464mmであり乾燥地帯である。図表2に示すとおり、気候変動の影響による降雨不足で河川水量がマイナスとなっている。南アフリカの土地のうち、耕作に適した土地は13%に過ぎないと言われる。また、過放牧や土地の管理不足がさらに問題を悪化させており、Soil Erosion と呼ばれる表土の流出による土壌の侵食がもたらす土壌劣化は大きな課題となっている。

<図表 2 年間河川量の変化>



(出典：英国ハドレー気候研究センター HadCM3)

<図表 3 土壌劣化マップ>



資料：World Atlas of Desertification Second Edition, UNEP, 1997

- 【凡例】
- Low (低い)
  - High (高い)
  - Stable (安定地域)
  - Medium (中程度)
  - Very high (特に高い)
  - Desert (砂漠)

(出典：World Atlas of Desertification Second Edition UNEP1997)

② 南アフリカにおいて気候変動がもたらしている課題：降雨不足地域の鉱山マインダンプがもたらす環境破壊と周辺住民への有害砂塵飛散被害

降雨不足は、南アフリカの主要産業である鉱山においても問題をもたらしている。南アフリカにおいては 1991 年に Environmental in Minerals Act が制定され、初めて鉱山事業と環境の関係が注目された。この背景にあったのは、鉱山が引き起こす環境への悪影響が認識されはじめたことである。鉱山事業は採掘により地域環境を変化させ、それ以前の生態系を破壊する。さらには、降雨が不足する地域において採掘跡地の残土（マインダンプ）が放置されると、土壌が容易に劣化及び砂漠化し、環境の回復が難しくなるだけでなく、砂塵が周辺の居住地域に飛散することによる公害が発生する。マインダンプの土砂は、鉱石分離作業に使用された有毒な化学物質に汚染されており、特に金鉱山のマインダンプの場合は、微量の放射線を発するウランが含まれる。これが風により近隣の居住地域に飛散すると、呼吸器疾患などの健康被害や、農作物への汚染といった、深刻な被害をもたらす。

政府は 2002 年、MPRDA (Mineral and Petroleum Resources Development Act) を成立させ、国家の環境管理に関する基本方針を示した。後に MPRDA の元に各種行動指針が制定され、南アフリカで操業するすべての鉱山会社は、閉山後に地域環境を現状復帰(リハビリテーション)することが義務付けられ、環境アセスメントとモニタリング及びリハビリテーション費用の事前信託を行うことが必要となった。各社の環境アセスメントや環境マネジメント計画は公開しなければならず、指針に違反した場合は採掘権の承認を認めないという厳しいものである。気候変動による降雨不足がもたらすマインダンプの土壌劣化・砂漠化による環境破壊及び公害問題は、鉱山会社にとって必ず対応しなければならない課題となっている。

(2) RP 事業化に向けた課題

上記の課題解決に向けて、2012 年度に RP を用いた実証実験を行った。その結果、RP 及び DI によるシステムが南アフリカの乾燥地の劣化土壌において食用作物及び芝の高い成長性を実現することが実証された。一方で、農家に向けて販売を開始するにはコストが課題であること、鉱山会社においてリハビリテーションの資材として使用されるにはマインダンプにおける実証データが取引の前提であることが判明した。よって、RP 事業化に向けた課題は以下のように考えている。

① RP システムの高コストの改善

RP・DI システムのコストを削減するため、現地生産を試みる。

② マインダンプにおける実証実験の実施と砂塵飛散防止効果の実証

鉱山会社に対し、実績の無い RP をマインダンプ緑化の手段として売り込むためには、マインダンプ上での RP による緑化の実証が不可欠である。緑化の必要なマインダンプを抱え、現行のリハビリ手法に不満がある鉱山会社を探索し、実証実験への協力を依頼し、砂塵飛散防止効果を実証するためには、定量データを示す必要がある。

③ 鉱山会社への販売において競争優位性を持つための取り組み

2012 年度調査において、南アフリカにおけるリハビリテーションのための工法、使用資材については、鉱山会社からみたとときに十分な解決策・選択肢があるとはいえない状態であることを把握した。事業化に向けて、RP がどのような競争優位性を持ちうるかを把握するとともに、産業用植物の生育とその販売が鉱山会社に対して訴求力を発揮するか否かを試す。

### 3. 課題解決の方向性

#### (1) 適応技術の説明

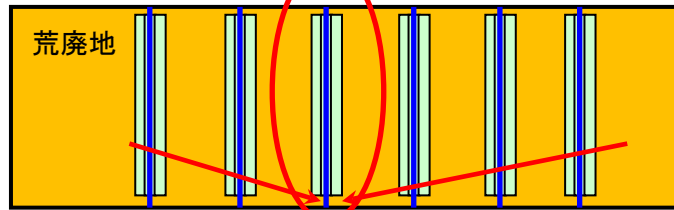
##### ① RP (ロールプランター) + DI (点滴灌漑) システム

砂漠・荒廃地の農地化に適応する技術。

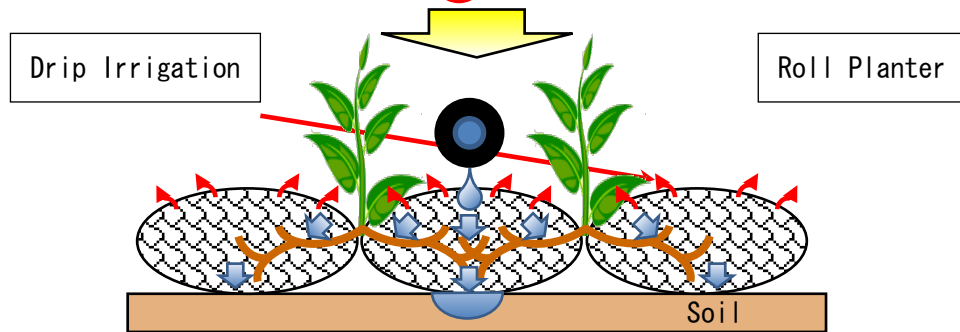
設置方法は、RP内に土や砂を詰めて平行に並べRP間に農作物の種を播種、DIのチューブはRP 3本の真ん中に設置し水と液肥を供給する。RPの保水力と地面から独立していることによる通気性により根が活性し、少量の水でも農作物が良く育つ。(図表 4)

<図表 4 RP+DIシステムのメカニズム>

平面図



断面図

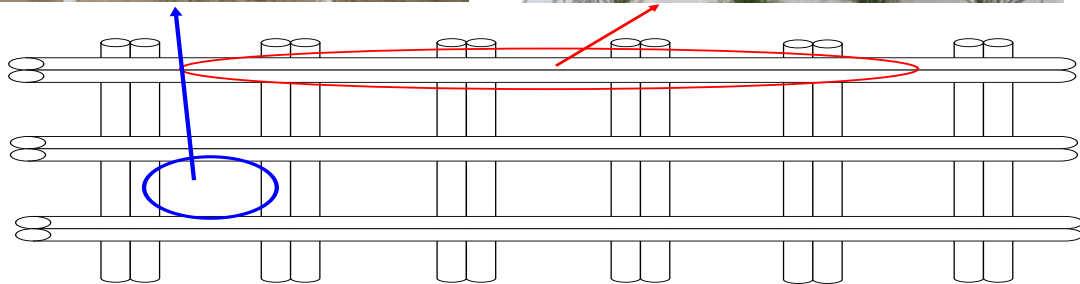


##### ② RP (ロールプランター) システム

マインダンプの緑化に適応する技術。

設置方法は、RP内に砂を詰めて2本引き揃えたRPを井桁状に並べ、RP間に播種し、中のスペースには産業用有価植物を植える。RPが植生基盤として機能し、更に井桁の形状は表面の砂の飛散防止に効果がある。(図表 5)

<図表 5 RPシステム>





(2) 土壌劣化と食料不足への解決策

R P + D I システムは、簡単な作業で設置でき且つ、少量の水と液肥で生産性の高い農業を実現できるため、同システムを地下水等の水源があり農業を行っていない地域へ普及させることにより、食料危機を解決する。

(3) 鉱山砂塵公害問題への解決策

R P システムは、植生基盤として緑化促進機能を担うと同時に、井桁の中の砂飛散を防止する機能があり、マインダンプの砂塵飛散公害に対する適格な解決策が無い現状に対する解決策として、非常に有効な手段となり得る。

(4) R P 事業化課題への解決策

① コスト削減と現地雇用問題の解決

R P の工程は、PLA ファイバー生産と R P 生産の 2 工程があり、ファイバー生産はアフリカに生産設備が無く新規に生産拠点を作る場合その投資は莫大になる為、アジアの東レグループから供給せざるを得ないが、技術がシンプルな R P は機械を持ち込めば何処でも生産が可能である。

R P の生産について、産業が無く失業者の多い地区に生産機械を持ち込み、生産の可否を検証する。更に、南ア現地生産、中国生産のコストを試算し、最適地生産体制の構築を目的としたシミュレーションを行う。

② R P システムによるマインダンプ緑化の実証

南アの協力企業 G-TECH により、R P の効果を理解し実証実験の場所を提供する鉱山採掘会社を見つけ出し、マインダンプ上への R P 設置・播種を実施し、緑化の有無を検証する。砂漠化したマインダンプ上で、R P による緑化が実証されれば、新規緑化手法として鉱山採掘会社へ大いに PR でき鉱業セクターに於ける事業化の可能性が高まる。

③ R P システムによる砂塵飛散効果の実証

マインダンプ上で、R P 設置箇所と R P 無しの場合に飛砂量測定器を設置し、R P による砂塵飛散防止効果を定量的に実証する。

④ 上記①～③の FS 実施後、農業セクター、鉱業セクター向けの事業モデルを策定し、早期の事業化を目指す。

## 4. 調査項目

### Task1. FS 事前準備

- (1) 在日南アフリカ共和国大使館、国連開発計画（UNDP）へ事業内容を説明し協力を要請（9月）。
- (2) 実証実験用RP、RP製造機、RP現地生産用原料の輸出。
- (3) 南アから研修生を日本に呼び、RP生産機の組み立て・RP製造を指導（11月）
- (4) コンソーシアム、協力会社との実証実験場所、FS推進計画、体制の打ち合わせ実施

### Task2. 南アフリカにおけるFS実施(実証実験の実施・評価及び、現地調査)

- (1) 農業セクター
  - ①RP生産機の設置・RP製造の指導
  - ②RP・DIの設置地での換金農作物の育成
  - ③農家の実態調査、RP・DIターゲットの探索
- (2) 鉱業セクター
  - ①マインダンプへのRPの設置・播種
  - ②鉱山公害の実態、鉱山リハビリの実態調査
  - ③鉱山資源省、チャンバーに対するヒアリング
- (3) 評価手法に基づく効果測定視察
  - ①農業セクター：RP現地生産可否、製造コストの検証
  - ②産業セクター：マインダンプでの植物の生長性調査、砂飛散防止効果の測定

### Task3. ベースライン調査、事業モデル策定

- (1) 現地調査及び、文献による調査を実施
- (2) FS及び調査結果を基に、事業モデルを策定

## 5. 調査結果

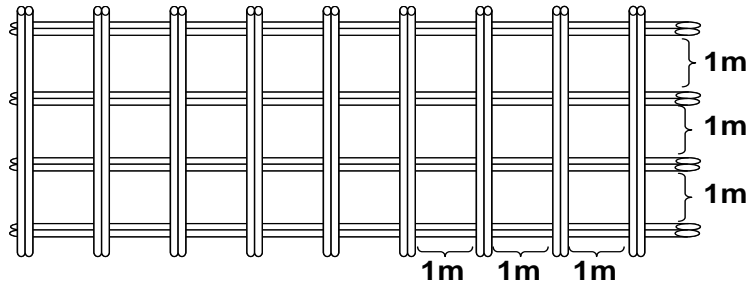
### Task1. FS 事前準備

(1) 南ア大使館を含めた実証実験形態事前打ち合わせ (9/7)

① 南アのマインダンプ実験地の施工方法

- ・ 図表 6 の方式で設置することを決定。
- ・ マインダンプでの設置場所は風上地域とし、RP 設置面積は 1ha で進める。
- ・ 植物は、サカタのタネの南ア支社のアドバイスを受ける。

<図表 6 マインダン上 RP 設置図>



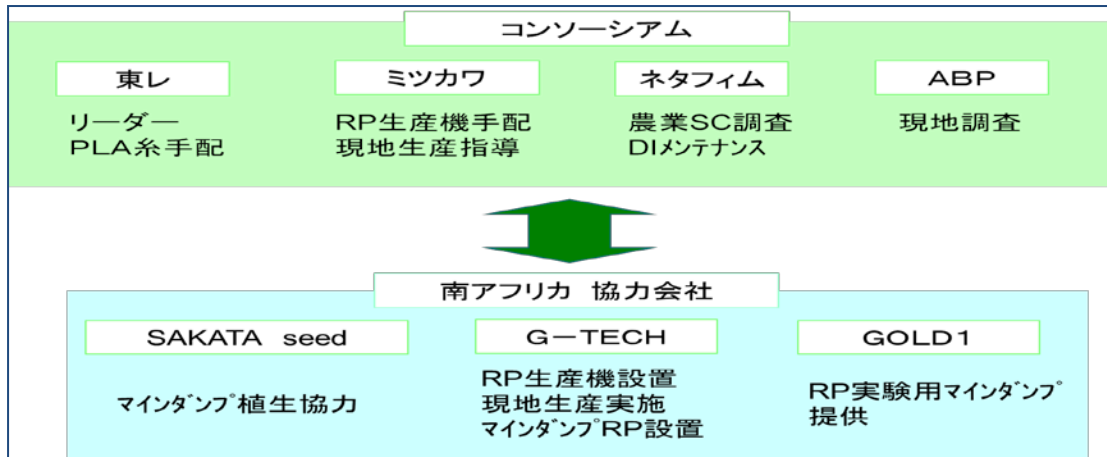
② ロールプランター製造機械設置場所は、Soweto 地区の廃校を活用。

③ 南ア大使館には、昨年に引き続き経産省委託 FS 事業への支援を受けることで合意。

(2) 南アフリカ実証実験・現地調査推進体制の決定

現地協力会社として、昨年度に引き続き G-TECH に協力の下、図表 7 の体制で進めることを決定。

<図表 7 FS 推進体制>



(3) RP 機械操作指導 (11/11~16)

場所：丸全産業 (奈良)、ミツカワ (福井)

指導者：ミツカワ(株) 辻岡課長

受講者：Molhethi Archibald

南アでの RP 現地生産を、円滑に進める目的で、南アから技術者 1 名を招聘し、RP 機械の組み立て、RP 製造技術をミツカワ(株)より指導。(写真 2)

<写真 2 南ア技術者の研修>



## Task2. 南アフリカにおけるFS実施

南アフリカにおけるFSはヨハネスブルグ周辺の2カ所で実施。

<図表8 南アフリカFS実験地マップ>





(1) 農業セクター

① RP生産機の南アフリカ設置

機械設置場所は、工業団地とせず、地域の雇用促進と振興を目指し、産業がない旧黒人居留地区の Soweto を選択。機械設備が小規模で騒音も無く、生産技術がシンプルであるため、このような地域でも生産可能であると判断した。

ポイントはセキュリティ問題であり、管理人が常駐する高校 (Moletsane High School) と交渉し、廃校部 (通常使用していない旧校舎) の1室を無償で借り受けた(写真3,4参照)。

12/10に機械搬入(写真5)、12/11に設置完了し(写真6)、ミツカワ(株)辻岡課長が現地に駐在し、機械組立てた後、機械を稼働させ、操業手法・品質管理手法等を指導する予定であったが、電力供給が安定せず、12/13にインバーターがショートしモーター破損により稼働を中断。南ア夏休明けの1/20にミツカワ(株)が現場に入り、壊れたインバーターとモーターを日本から持ち込んだ新品と交換し、更に居住エリア用電気系統を修繕し、1/27より稼働を開始。

摩耗により定期交換する特殊部品は日本から持ち込んだが、モーター等基準部品は現地調達を前提とし、Soweto 近郊で調達ルートを確保。

<写真3 Moletsane 高校全景>



<写真4 機械を設置する校舎>



<写真5 校舎の壁を破り機械搬入>



<写真6 教室内に設置完了>



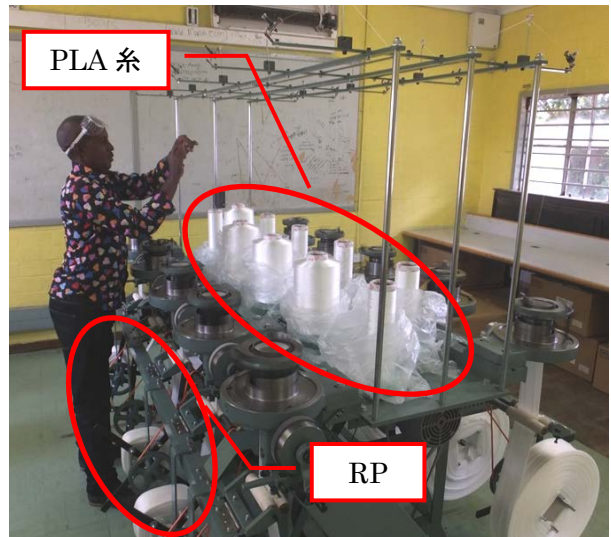
## ② RP製造指導

ミツカワ(株)監督の下、11月に日本で実習した Archibald 氏を介し、現地ワーカーに対し機械操作方法、メンテナンス方法の指導を実施(写真7)。操作のポイントは原料となる PLA 糸交換後の機械スタートで、操作は単純だが、直径 130 $\mu$ m の PLA 糸を扱う為手先の器用さが要求される。ワーカーの作業習得には1週間を要したが、技術習得を完了し、日本人無しでの機械操作に目処をつけた(写真8)。

<写真7 RP製造指導>



<写真8 フル稼働のRP生産機>



## ③ 前回FSの実験地に於ける換金作物の育成

場所: Laezonia (2012年度適応事業でRP+DIを設置した実験地)

1名で維持・管理しており、2013年5月にチャニーズキャベージ(写真9)、12月にスイスチャード(写真10)を収穫したが、設置面積が小さく、収穫量が少量で市場での販売による収益性確認には至らなかった。(収穫物は自家消化)

今後RP+DI設置面積を倍に拡大し、商業農業が成り立つことを実証することにより、RP+DIモデル農場として活用する。

<写真9 2013年5月12日>



<写真10 2013年12月8日>





④ 南アフリカ農家の実態の現地調査

ヒアリング先：Netafim SA（点滴灌漑メーカー）、南ア農林水産省（DAFF）、Land Care（農業省管轄の組織・農地の維持管理）、在南ア日本大使館、JICA 南ア事務所、Professional Small Farmers、Precision Farmers、在南ア日系企業 3 社

南アフリカの農家を分類すると、図表 9 の通りとなる。

<図表 9 南アフリカ農家の分類>

	農家の分類	作物	エリア	販路	備考
商業農家	Feed farmers	飼料 アルファルファ、 レイ、ルセイル	Eastern Cape、 Free State Northern Cape、Western Cape		広大な土地で飼料を栽培。
	Large farm farmers (大規模農家)	砂糖、穀物（メイ ズ、小麦、ひまわ りの種）、大豆、 ワイン	North West、 Free Sate	スーパーへ の直売	広大な土地を保有し、アメリ カナイズされた機械化農業を 行う。
	Precision farming farmers (技術農業、管 理農業)	野菜（トマト等）	Gauteng	スーパーへ の直売、輸出	ビニールハウスを始め、農業 テクノロジーを使い、少量高 付加価値栽培を行う。
	Cooperative farmers (生産者組合)	作物別に組成：柑 橘、ポテト、花卉		スーパーへ の直売	
Professional Small farmers (小規模商業 農家)	野菜（きゃべつ、 ホウレンソウ、人 参）	Limpopo、 Mpumalanga、 Gauteng、 Eastern Cape	ローカル政 府が運営す る青果市場、 八百屋	所有している土地は小さく、 Capital も小さいが、商業化し ている。課題は灌漑と機械化。	
非商業農家	Emerging small farmers	メイズ、豆、いも 類			政府／NGO／企業 CSR 活動 （例：マスマート）により資 材、灌漑、トレーニング、フ ァイナンス、全てが寄付され ている。土地の広さは必ずし も小さくはない。
	Subsistence farmers (自給自足)				土地面積 1 ヘクタール程度。 フードセキュリティの保護対 象と重なる。政府／NGO／企業 の寄付・福祉の対象

### (a) 小規模農家の実態

昨年度の報告書含め、「小農」と呼んできた農家は、南アフリカにおける分類においては「Emerging Farmers」及び、「Subsistence farmers（自給自足農家）」に該当する（必ずしも保有する土地は狭くはない）。DAFF、JICA 南ア事務所へのヒアリングにより、このカテゴリーの農家は、政府から土地、肥料、農機具、種子等全てを無償援助してもらっているため、商業農家として独立する意思がないこと、更に、収入増により援助を打ち切られる懸念から、農業の効率を上げて収穫を増やすインセンティブが働かない、との情報を得た。この情報から、ターゲットとしていた「小規模農家」は、RP+DI 事業対象とならないと判断。

### (b) RP+DI システムのターゲット探索

ターゲットとしていた小規模農家が事業対象とならないことが判明したため、新たに探索したターゲットの調査結果を下記する。

#### ➤ Professional Small farmers と Precision Farmers

商業農家の内、RP+DI システムのターゲットに資する可能性のある農家は、規模が小さく農業生産性向上に意欲のある Professional Small farmers（小規模専門農家）と Precision Farmers（技術農家）。両カテゴリーの農家を訪問し調査を実施した。

Professional Small farmers は、機械による省力での農業を実施しており、販路は青果市場・大手スーパー。機械による農業生産性向上を目標としており、RPは目指す農業の方向性が違うので、興味なし（写真 11, 12）。

<写真 11 Open Field の栽培地、DI 使用



<写真 12 ハウス内のキュウリ栽培>



Precision Farmers は、ビニールハウス、水耕栽培等の先端テクノロジーを使ってスーパーやレストランへ納入する農業をしており、RP手法は馴染まないとのこと（写真 13, 14）。

<写真 13 葉物野菜の栽培>



<写真 14 葉物野菜の栽培>



以上の調査結果より、南アの商業農家へのRP+DI 販売は困難と判断。



➤ 企業のCSI (Corporate Social Investment)

南ア民間企業におけるCSIの位置づけは、B-BBEE (Broad-Based Black Economic Empowerment) の一環で、企業は税引き後利益の1%をB-BBEEに費やす義務がある。企業は、B-BBEEのコードとスコアカードに従い、どの程度達成しているかを証明しないと行けない(ポイント制)。

在南アフリカ日系企業3社を訪問し調査した結果、フードセキュリティの観点から、CSI活動としてコミュニティへの農業機材の無償援助を行っている事例が多くあることを把握。また、コンソーシアムのネタフィムSAもCSIをターゲットとしている。

CSIでは、支援対象となるコミュニティ、ドナー会社、農機具等提供企業、コーディネーターの4者が存在する。ネタフィムSAへの調査では、支援対象は非公式居住区にあるHIV対策支援施設、ドナーはSwissport社、農機具提供会社はネタフィムSA、コーディネーターはNGOであった(写真15)。農業はコミュニティが実施、収穫作物は市場への販売し収益を種や肥料の購入に再投資する循環モデルが成立している。

企業CSIの枠組みに参加し、ドナー企業の資金をターゲットとしてR+D+Iシステムを売り込む事業モデルは、十分成り立つと判断した。

<写真15 Swissport社のCSI事業：HIV対策施設への農業支援プログラム>



## (2) 鉱業セクター

### ① マインダンプへのRP設置、播種

中堅金生産会社で南アフリカとオーストラリアに金採掘権を持つ GOLD1 社より、同社保有マインダンプの無償貸与を受け、RPによる緑化実験を実施。実験地は、Soweto 北西にある Randfontein にあるマインダンプで、北西の風が 90%以上吹く風上部分を設置場所として確定。

設置デザインは従来の RP と中国で実験中のサンドチューブを組み合わせた形状にし、11, 12 月で設置。種は、SAKATA seed SA の支援で、生長が速く、降水量・気温の変化に対応し、且つ ph3 前後の表層土壌に対応可能な 10 種類の芝を選定し、11 月 29 日と 12 月 28 日の 2 回播種。

更に、飛砂量測定器、測定棒を設置し、RP 設置地区と裸地で飛砂量を比較調査。

<写真 16 GOLD 1 社のマインダンプ航空写真>



<写真 17 マインダンプ全景>



<写真 18 マインダンプ RP 設置実験風景>



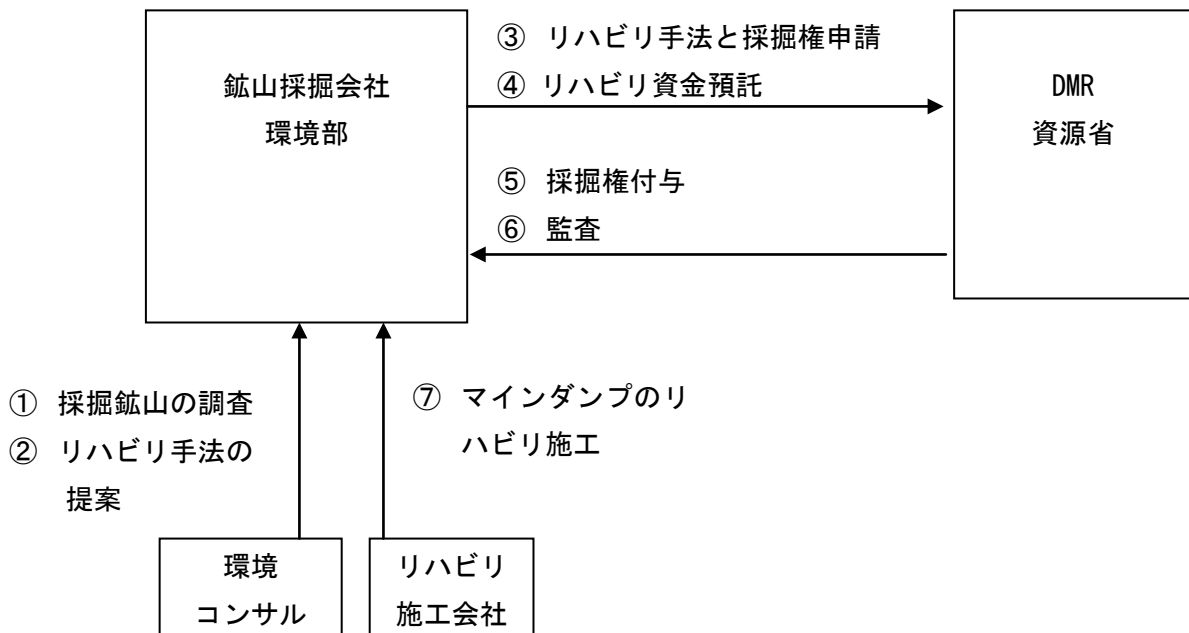
② 鉱山リハビリテーションの実態の現地調査

ヒアリング先：JETRO ヨハネスブルグ事務所、Chamber of Mine、SRK Consulting（鉱山リハビリを扱う環境系コンサル会社）、Land Rehabilitation Society of South Africa

(a) 鉱山公害とリハビリテーションの実態

鉱山の引き起こす公害は、周辺住民への鉱山残土からの砂塵被害、石炭鉱山からのメタンガス被害、金鉱山等からの水質汚染被害があり、これらの鉱山に起因する公害に対する規制は、2002年成立（わずか12年前）のMPRDA（Mineral and Petroleum Resources Development Act）による。鉱山リハビリテーションのフロー図は図表10の通りで、鉱山採掘会社は、採掘開始前に閉山後のリハビリテーションプランを資源省（DMR）に提出し、同時にリハビリ資金を預託する義務がある。リハビリ実行を怠ると採掘権失効等のペナルティがあるが、雇用問題に影響するため簡単には実行されない。リハビリ費用は、安価に済ませば返金されることから、計画より安価に押さえるインセンティブが働く。更に、リハビリ実行監査のキャパシティが足りないため、リハビリの実態は把握し切れないのが実情（Chamber of Mine）。

<図表 10 鉱山リハビリのフロー図>



(b) 鉱山リハビリテーション手法

鉱山リハビリ手法は、現状復帰と土地利用（牧草地、遊園地等）がある。緑化が行われるケースは、砂塵飛散被害（Dust Pollution）、表土流出（Soil Erosion）が起きている場合である。植物の種類は、根につくバクテリアや微生物の種類、二酸化炭素排出量などが違う植物をミックスして播種することが多く、土の成分回復を図ることが目的となる。採掘鉱物による違いはなく、プラチナ、コール、クローム、鉄鉱石、マンガン、金、いずれの鉱山でも緑化は行われる。また、酪農・牧草地への土地利用は、マインダンプの土地利用方法としては最も多い。緑化手法は、スプレーマシーンによる播種、ジェルやワイヤーによる種固定があるが、現状確立さ



れた手法はない (Chamber of Mine)。

鉱山リハビリでは、環境コンサルタント会社が現地調査やリハビリ手法をアドバイスするケースが多く、コンサルは、土壌・地形・気候の分析によりリハビリ手法、予算を決定する。緑化のコストは、土壌改良等高価な手法で、5,000~15,000 US\$ /ha が相場。鉱山リハビリ採用には実績が重視される (SRK Consulting)。

#### (c) 鉱山リハビリの競合企業

LaRSSA の出展企業で、下記 3 社を競合と認識する必要がある。

Profile Products : 種スプレーなど、Soil Erosion とベジテーションのための商品を販売

<http://www.profileproducts.com/>

Agron : 土壌改良材による、マインダンプ、農業用地の土壌成分回復

<http://agron.co.za/>

Geobruigg : ワイヤーマッシュネット手法による土の固定、緑化、日本に支店あり

<http://www.geobruigg.com/contento/en-us/tabid/2775/Default.aspx>

#### (d) Land Rehabilitation Society of South Africa 出展 (LaRSSA : 10/9~11)

南アで初めての鉱山リハビリのカンファレンス・展示会開催の情報が入り、情報の収集と顧客の獲得を目指し急遽展示ブースを出すこととした (写真 19)。

東レエキシビションブースへの訪問者は 2 日間計約 40 名。内訳は、鉱山会社 (アングロアメリカン、デビアス、BHP ビルトン等)、環境コンサルティング会社、鉱山省、大学関係者。

RP のアピールを行ったが、残念ながらマインダンプでの実績がないため、成約に至る面談はできなかった。ブース来場者リストを作成し、今後の事業展開に於ける顧客リストとして活用する。

<写真 19 東レブース、講演会、面談>





### (3) 評価手法に基づく効果測定

#### ① 農業セクター

##### (a) RPの現地生産の実証

南アフリカ居住地区（Soweto）に於けるRP製造について、居住地区の条件下（電力、騒音・振動規制）で、日本同等の生産性（機械速度）、品質を維持できることを確認し、現地生産が可能であることを実証。（図表 11 参照）

<図表 11 RP現地生産状況>

	Soweto	日本
稼働速度	3kg/14h (214g/h)	3kg/14h (214g/h)
A 格率	100%	100%

##### (b) RP製造コストの検証

RPの生産工程は、PLA 原糸生産とRP生産の2工程から成り、各工程の生産地別コストを指数化して比較した結果、PLA・RP共に日本生産コストを100とした場合、RP Sowetoは78、RP中国は111となった（図表 12）。

南アフリカの関税22%、中国の関税5%・増値税17%のインパクトが大きく、原料に近い段階で南アフリカに輸出する手法、即ちRPの南ア現地生産が最も優位となった。

<図表 12 RPコスト指数>

PLA	日本	日本	日本
RP	日本	Soweto	中国
価格指数	100	78	111

#### ② 鉱業セクター

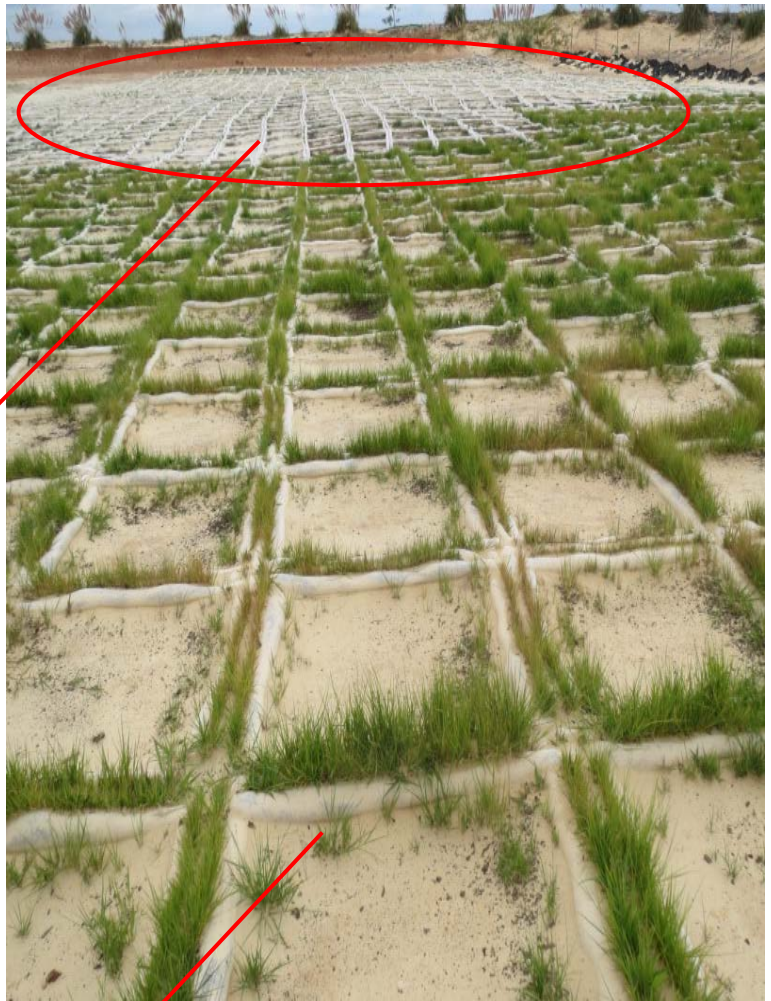
##### (a) GOLD1 マインダンプ緑化実験結果

11月29日に播種した地区の芝は、60日経過し平均15cmまで成長し、RP内にしっかり根付いた（写真 21、23）。12月28日に播種した地区では、3cm程度の発芽が部分的に見られる状況であった（写真 22）。これは、12月と1月の降雨量の差によるものであり、更に雨が降れば11月播種地区同様に成長する。また、昆虫やウサギの糞、地元植物との共生（写真 24）を確認したことは、良い生態系が生まれる可能性を示唆している。一方、RPを設置しない隣接地区では、同量の雨量があったにもかかわらず、全く緑化の形跡が無く、荒涼としたマインダンプ上でRP設置場所のみ緑化していた（写真 25）。

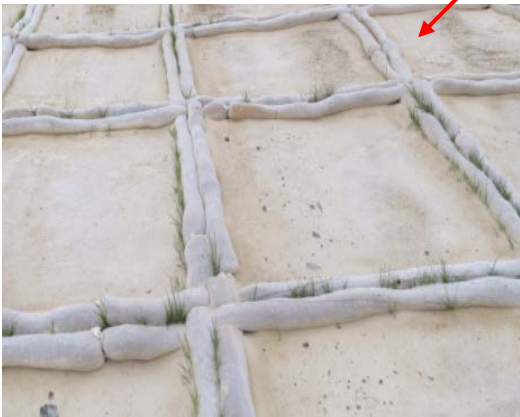
<写真 20 12/9 視察時>



<写真 21 1/29 視察 播種後 60 日経過の状況>



<写真 22 12/28 播種地区>



<写真 23 播種後 60 日の根付き状況>



<写真 24 昆虫（上）、地元植物との共生（下）>





<写真 25 RP無しの地区との差異>



(b) RPによる飛砂防止効果の検証

12月に設置した集砂器2台は、残念ながら設置・計測中に盗難に遭い、測定不可能となった。一方、飛砂量計測棒は、12/9設置の状態に残っており、51日後の状態を計測した。測定方法は、設置時に測定棒の基準線と地面を合わせて差し込み、変化後の地面と基準線の差異を測定し、差異のマイナス量を飛砂量とする（写真 26, 27）。

結果はグラフ1の通りで、RP地区の飛砂量は平均+0.5cm、RP無し地区の飛砂量は平均-1.7cmとなった。RP地区ではRPの方格内に風上から飛んできた砂が堆積しプラスとなり、RP無しの地区では風により砂が飛散しマイナスとなったと分析する。以上の状況からRPには飛砂防止効果があることが確認できた。風が弱い雨季の51日で、1.7cmの砂が飛散しており、風の強まる乾燥期（6～8月）には飛砂量が飛躍的に増加すると予想され、RPの飛砂防止効果が顕著となると期待される。

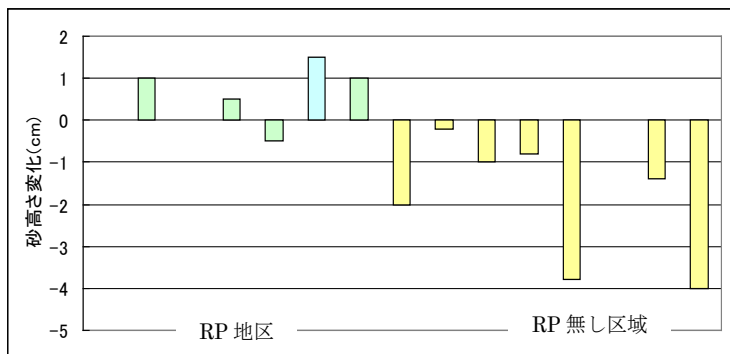
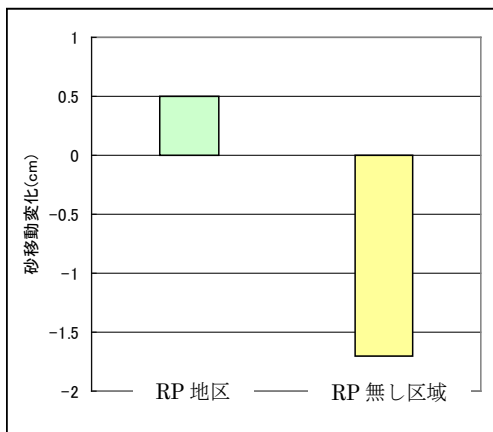
<写真 26 飛砂量計測棒の設置>



<写真 27 飛砂量計測棒 RP地区（左）、RP無し地区（右）>



<グラフ 1 砂移動計測棒を用いた砂高さ変化 左グラフ平均、右グラフ場所別>





## 6. 指標(方法論)とベースラインデータ

(1) 事業評価方法は、Output の各項目に対し、下記方法で進める。

<本事業の評価手法>

Input	Output	評価方法	Outcome
RP 製造機械を南ア・SOWETO 地区に導入	RP 現地生産の実証	A	現地雇用の創出
	RP のコスト削減	B	農業セクター他事業対象の拡大
マインダンプでの RP による緑化植物育成	マインダンプでの植物生長の実証	C	鉱業セクター向事業化
	砂飛散防止効果の検証	D	居住区砂塵公害緩和

A: RP の生産性を南アフリカと国内で比較 (機械の稼働率、A 格率)

B: RP のコストを南アフリカ現地生産と日本生産、中国生産で比較

C: マインダンプでの植物生長性 (高さ) を RP 有・無で比較

D: マインダンプ上に測定棒を立て基準線と地面の差異で砂の飛散量を測り RP 有・無で比較

(2) ベースラインデータ

### ① 農業セクター

調査項目	出所	資料名 等
南アの人口、GDP、失業率、市場	JETRO	南アフリカ共和国は、人口の 10% に満たない白人が経済の実権を握る格差の大きい国であり、経済成長の陰で他のアフリカ諸国同様の食料不足、貧困、公害の問題を抱えている。
南アの農業構造、農業就業人口、貧困問題、人種差別問題	JICA	南アフリカの農業が GDP に占める割合は 3% 程度と低いものの、付加価値額は高い。穀物や野菜、果物といった多様な生産物が生産できることから、農産物はほぼ自給であるが、白人による商業農業と黒人による自給自足農業に大きく分断されており、後者においては農業生産性の低さと農地の不足が食料不足と貧困をもたらしている。
南ア食糧不足の現状	FAO	世界の栄養不良の人々のうち 25% はアフリカに住んでおり、アフリカ 15 カ国では栄養不良の人の割合が 35% を超えている。アフリカにおける飢餓人口は、1990 年始めは 1 億 6,900 万人であったものが、2001~2003 年平均では 2 億 600 万人に増加。
南アの農業融資の実態	Land Bank	Land Bank の小規模農家部門の顧客数は約 3 万世帯ある。 南アフリカの農業は、黒人による小規模自給自足

		<p>が農業 GDP の 20%、白人による商業農業が同 80% で、農業従事者は黒人小規模農業が 70 万人、白人商業農業は 3.5~4 万人と言われている。小規模農家の月収は 1,400 ランド（約 1.4 万円）程度で、保有耕作地の面積は、サンフラワーで 100ha、穀物で 5~10ha、野菜で 1~5ha、耕作物はメイズ（トウモロコシ）、豆、サンフラワー、野菜等である。南アフリカに於ける小規模農家は約 70 万人で、彼らの周辺にある農業放棄地及び、過剰耕作により生産性の低下した土地が市場となる。</p>
南アの支援プログラム	UNDP	<p>南アフリカ UNDP は、貧困コミュニティを対象とした生活向上、失業低減、産業活性を目的とした支援プログラムを実行。</p> <p>RP・DI システムを活用する支援プログラムとして、貧困コミュニティの荒廃地を活用した農業支援と、鉱山会社 Anglo America の出した 14,000 人に及ぶ大量解雇者救済を目的とした雇用創出のための農業支援が想定し得る。</p>
南アにおける商業農業の農産物の種類と生産高、農地面積、商流	現地小規模農家	<p>Professional Small Farmers の例として、都市近郊で商業農業を行い、230ha の農地で、売上高 R35M、利益 R10M。</p> <p>点滴灌漑を使用し、キャベツ、レタス、ブロッコリー、トマト等の露地栽培と、トマト、キュウリ、胡椒、ハウレンソウ等のハウス栽培を実施。また、80ha で牛用の藁を栽培し、肉牛を飼育、不安定な農業収入を補填。</p>
南アの小規模農家支援政策	南ア農林水産省	<p>小規模農家支援政策として、2013 年は 5 万戸の農家を対象に、10~200ha の土地をレンタルし、農業機械・道具・種・肥料を供給、テクニカルアドバイザーを派遣等実施。</p> <p>農家の商業化を目標としているが、市場が要求する品質を作れない、収入が上がると援助を受けられない等の理由で成功していない。</p>

RP・DI 適正施工、生産性	福井県農業試験場	RP・DIの生育試験を実施。 荒廃地を農地化する場合、従来農法では表層の土と肥料を混ぜて鍬と鋤で耕す必要があるが、日本での農作業時間をから試算すると400人・hとなる。
② 産業セクター		
鉱業における環境規制ルール、リハビリ要件	南ア鉱物資源省	鉱業による環境への悪影響に対する回復処置または管理に必要な資金について、MPRD法にて、EMPRやEMPを実施するのに必要な資金を採掘実施前に準備するよう規定されている。 2010年の回復処置費用（リハビリ費用）は20億ランド（約200億円）に達したと言われている。
鉱業の発展と鉱山国有化をめぐる議論	日本政策金融公庫国際協力銀行	鉱業の発展と鉱山国有化をめぐる議論
マインダンプの現状、リハビリの実態	ARM	プラチナ鉱山の位置するリンポポ州は乾燥気候で、砂塵飛散を引き起こすマインダンプの管理が課題。 2011年度でマインダンプの緑化、排水浄化等の環境費用引当金として4億ランド（46百万\$）計上。
マインダンプの現状、リハビリの実態	DRD gold	マインダンプの砂の粒径は非常に細かく、飛散しやすい。土壌からは微量の放射線が検出されるので、食用農産物の栽培には適さない。 環境保全会社が運営する、砂飛散防止を目的とした灌漑による緑化システムが存在する。灌漑ホースをポリエチレン（PE）製ネットの間に敷設し、播種し緑化する工法。コストは、14,000\$／ha（ネット5,900\$、灌漑システム8,100\$）と割安だが、有価植物の栽培の可能性等RP・DIシステムに優位性あり。
マインダンプの個数	Eco Partners	南アフリカのマインダンプは、全体で約6,000個あると言われているが正確な個数及び分布は掴めていない。ハウテン州には380個ある。
マインダンプの現状、リハビリの実態	Gold Field	同社保有のマインダンプの近傍に病院があり、砂塵飛散のため病院を含むコミュニティから毎年クレームを受けている。

		<p>マインダンプ底部は上部からの水が溜まる構造になっており緑化しているが、斜面と頂上部の砂が止められていない。頂上部では、灌漑業者が灌漑設備設置を試みたが、パイプの盗難等の問題で放棄。</p>
<p>南ア鉱業の歴史、構造、現状、環境問題</p>	<p>JETRO、 石油天然ガス・金属 鉱物資源機構 (JOGMEC)</p>	<p>南アフリカでは鉱業は主要産業であり、関連業界を含め GDP の 18% に貢献。鉱業部門の雇用人口は約 52 万人に上る。</p> <p>鉱業の歴史は古く、金鉱山の場合、1945 年から 70 年の間に、開山した鉱山数は 17、閉山した鉱山数は 26。</p> <p>鉱山会社には、環境管理として、「土地利用による環境影響に対し、できる限り回復措置を施す」ことが義務付けられているものの、有害化学物質に汚染されている閉山した鉱山は、農地として再生するなどの産業転換が困難な状態にある。</p>
<p>炭鉱マインダンプの現状、リハビリの実態</p>	<p>Shanduka coal</p>	<p>ムプマランガ州は雨が多いため、同社保有鉱山のリハビリテーション手法は表層の土に肥料を混ぜ播種するだけの安価でシンプルな手法で、天水のみで草が生長する。天水のみの工法の価格は、25,000 ランド/ha (約 2,800\$)。</p> <p>金鉱山ではリハビリテーション費用が採掘開始時にデポジットされているのに対し、石炭鉱山ではその制度が無く、且つ石炭が安価であることから、リハビリテーション費用をできるだけ低く抑える傾向にある。</p>

## 7. 適応対策において今後見込める成果

### (1) RPの現地生産の実証がもたらす効果

RPの南アフリカ現地生産について、現地実証実験の結果、図表 13 に示すとおり、稼働速度、A 格率共に日本生産と同等レベルを達成することを確認した (Output)。

<図表 13 RP 現地生産状況>

	Soweto	日本
稼働速度	3kg/14h (214g/h)	3kg/14h (214g/h)
A 格率	100%	100%

今調査に於いて、南アフリカの居住地域で RP の生産を実証したことは、貧困な居住地区に雇用を生み出す産業を創出する可能性を示している。24h 稼働を前提とした場合、RP 生産機械 10 台で 3 人 (4 組 3 交代) + 1 人の計 4 人の雇用が可能であり、且つ、RP 1ha を 1 ヶ月で設置する場合 4 人の雇用が必要となる。例えば、10ha を現地 RP 生産でカバーする場合、44 人の雇用が発生する。過去に鉱業により活性化した街が、現在は廃鉱による失業と鉱山残土からの砂塵公害に遭っている状況下で、RP による緑化システムは、砂塵公害問題を解決する製品を自ら製造し、且つ収入を得るという好循環モデルとなると期待される (Outcome)。

### (2) RPコスト削減と事業展開

RP南アフリカ生産コストを、日本生産コストを 100 として中国生産と比較した結果、図表 14 に示すとおり、南アフリカ現地生産が最も優位であった (Output)。

<図表 14 RPコスト指数>

PLA	日本	日本	日本
RP	日本	Soweto	中国
価格指数	100	78	111

現地調査によるマインダンプのベジテーション費用は最大 15,000 US\$/ha であり、今調査で試算した RP の南アフリカ Soweto での生産コストでも届かないが、緑化の成功事例が少ない (少なくとも昨年来調査で訪問したマインダンプでは成功例はない) 状況下で、緑化成果を伴う新しいベジテーション工法であることをインセンティブとして高価格を維持したマーケティングを展開し、RP の普及を図る。

農業セクターに対しては、事業対象となる可能性のある企業 CSI について、Soweto 生産 RP 価格で受け入れ可能なプログラム (特に農地化困難な土地での農業) を選択し、事業を開始する (Outcome)。



(3) RPによるマインダンプ緑化と飛砂防止効果の評価 (Output)

RPによる緑化効果について、天水のみの条件下で、播種後60日で平均15cmの植生を確認し、マインダンプ上での緑化効果を実証した。実験場所の提供を受けたGOLD1社環境保護部からは、RPの緑化効果について「実証実験結果から強い印象を受けた」と評価され、更に、GOLD1担当の環境監査会社も好評価であった。

飛砂防止効果については、12/9からの51日間の飛砂量調査の結果、RP無し区で平均1.7cmであったのに対し、RP区では平均0.5cmの堆積があり、RPによる飛砂防止効果を十分に実証した。SAKATA seed SAによると、現在生えている芝は順調にいけば50cmほどに成長し、気温や乾燥など様々な環境に耐性を持つ10種類の芝を混合しているため、気候の変動にも耐えられるとのことであり、植生密度が高く、植物の高さがある状態を作り出せば、中国で実証済みの方格においたRPの防砂機能との相乗効果で、防砂効果は一層高まると期待される。

現地調査により、鉱山リハビリには様々な目標とその目標を目指した多くの手法が存在することを確認したが、緑化（ベジテーション）については、確立された手法が無く効果のある手法が求められていることが分かっている。今回のGOLD1社マインダンプに於ける、RPによる緑化の実証及び、飛砂防止効果の実証という成果は、RPが鉱山リハビリテーションの新スタンダード手法となる潜在力を示したと確信する。

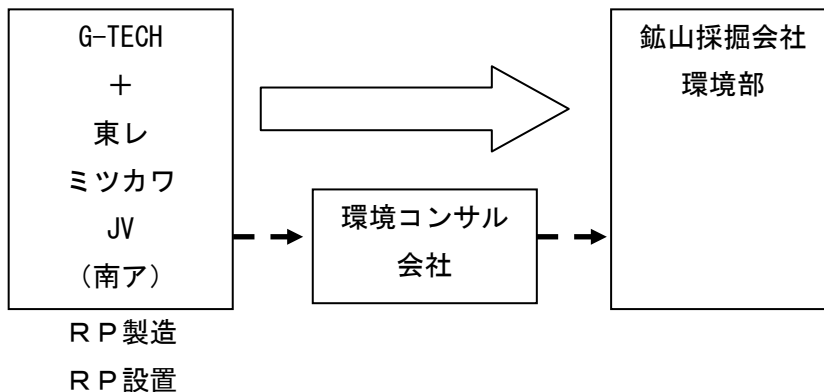
(4) 事業モデル (Outcome)

今回の調査結果をベースに、事業モデルを鉱業、農業の各セクターに分けて以下に示す。ターゲットが明確であり、評価に手応えのある鉱業セクター向け事業を確実に立ち上げ、RP生産を安定させた後、農業セクター向け事業を展開する計画である。

① 鉱業セクター

マインダンプ緑化の新工法として、鉱山採掘会社の環境部へダイレクトに売り込む。鉱山採掘会社は、実験地提供のGOLD1社へ先行して売り込み、同社の緑化を必要とするマインダンプのリハビリテーションプランを確認後、ベジテーションプログラムへの採用を目指す。ポイントは、環境コンサル会社を飛ばして鉱山採掘会社へ直接販売する、即ち、実績のない会社がTier1となるビジネスモデルが成り立つかどうかであり、GOLD1社で実践後、鉱山会社直販での拡大に限界があれば、環境コンサルタントと協働した販売チャネルの構築を目指す（図表15）。

<図表15 鉱業セクター向け事業モデル>



## ② 農業セクター

小農における生計向上とR Pの購買をミックスした仕組みづくりを想定していたものの、当初ターゲットとしていた Emerging small farmer は、政府の農業就労プログラムにより土地や農機具、肥料、トレーニングなどを与えられた「請負農家」であることが判明。資材を自分で購入し農業生産性を上げるインセンティブを持たない構造の中におり、Emerging small farmer 自らへの販売は不可能（政府等の資材頒布プロジェクト向けに販売することは可能）と判断した。更に、商業農家で農業の効率化に取り組んでおり、政府補助を受けられない Professional small farmer や Precision farmers が目指す方向は機械化・効率化であり、R Pにベネフィットはない。

一方で、フードセキュリティ問題に対して、B-BBEE によりコミュニティへの貢献を求められている企業がコミュニティガーデンへ農機具を無償援助する例が多くあること把握した。企業の CSI 活動資金をターゲットに、コミュニティへ配布する農業資材としてR Pを売り込む可能性があるため、このチャンネルでの接点確保につとめ、営業活動を開始する（図表 16 参照）。

<図表 16 CSI 商流>



## 8. 今後の事業計画

### (1) 事業化までの計画

#### ① 2012 年度公募～2013 年度公募

農業セクター・産業セクター別の FS 事業進捗状況を纏めると、図表 17 の通りとなる。

<図表 17 セクター別 FS 事業進捗状況>

#### <農業セクター>

#### <産業セクター>

<p>前回公募事業 ～2013 年 2 月</p>	<p>① RP+DI システムの農業生産性向上効果を実証・確認</p> <p>② 小規模農家の経済性を調査し、現在の農家の現金収入水準では、販売価格を削減する必要があることを確認</p> <p>③ 現地小規模農家向け金融機関 LAND BANK と販売方法・ビジネスモデルに関し協議</p>	<p>① 有害砂飛散被害状況の深刻さを近隣住民調査により把握</p> <p>② マインダンプのリハビリは法制化されているものの、鉱山会社は積極的な対策をとっていないことを把握</p>
-----------------------------------	---	---

<p>本公募事業 2013 年 8 月～ 2014 年 2 月</p>	<p>RP の南アフリカ現地生産を実証しコストの 22%削減を確認。</p>	
	<p>① 南アフリカ現地調査により、ターゲットとした小規模農家は政府や企業の援助体制の中に居り、新規農法として RP の普及を図るのは難しいことを把握</p> <p>② フードセキュリティ問題解決に積極的に取り組む企業 GSI のプログラムは、RP のターゲットに資することを確認</p>	<p>① マインダンプに於いて、RP を設置・播種し、植物の生育を実証、更に RP による砂飛散防止効果を実証</p> <p>② 販売ターゲットである鉱山会社が RP システムの緑化効果を評価された</p>

#### ② 2014 年 4 月以降の事業化計画

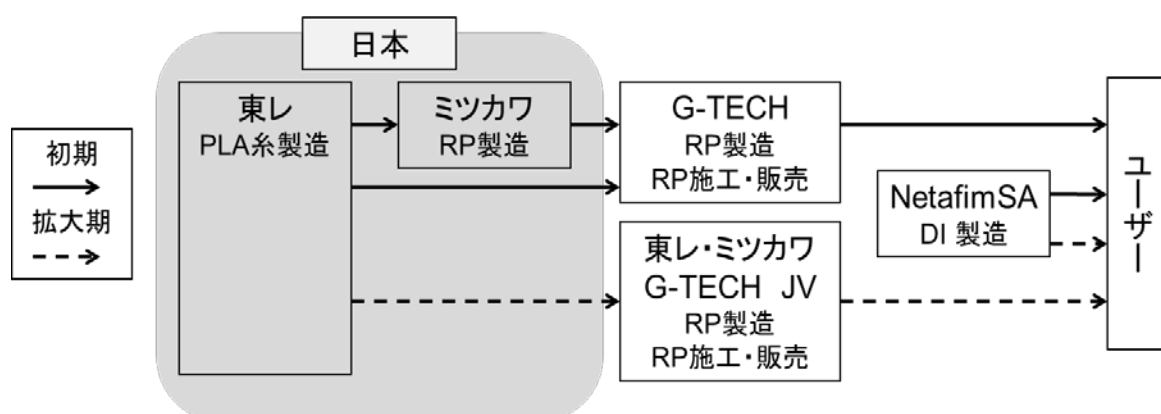
##### (a) RP 生産と施工体制

PLA 原糸を日本で生産し、RP は南アフリカと日本で生産する体制を基本とする。

事業初期は、現状 1 台の生産機を 2 台まで増台し（機械はミツカワから G-TECH へ無償貸与）、マインダンプ 10ha 分までカバーする体制とし、更なる需要には日本からの輸出で対応。RP 生産機の操作・管理と、RP の施工、鉱山会社へのシステム販売は、G-TECH が行う体制とする。

事業拡大期、即ち、50ha 以上（生産機 10 台以上）の需要が見込める段階から、G-TECH を母体とした東レ・ミツカワによる生産、施工・販売会社（JV）を設立し、本格需要への対応を目指す。（図表 18 参照）

<図表 18 RP 供給体制>



(c) 販売計画

鉱業セクターでは、資金力が有り居住地区近郊に採掘地を持つハウテン州の金採掘会社をターゲットとして販促する。同州の380個あるマインダンプの内、緑化のリハビリを必要とするマインダンプが対象となる。具体的には、まず、今事業への実験場所提供社である GOLD1 社に対し同社の抱える緑化が必要なリハビリプランへの採用を働きかけ、早期の有償販売を目指し、併行して、今適応事業での緑化成果をベースにプロモーションツールを作成、緑化プランを保有する鉱山会社の調査を行った上でターゲット会社を絞り、販促をかける。同アクションは、G-TECH 主体で行う。

一方、農業セクターに対しては、企業の CSI プログラムをターゲットとした事業展開を進める。CSI プログラムには、援助を必要とするコミュニティとスポンサー企業、双方を結ぶ NGO が存在する。ポイントは、援助終了後農場を引き継ぎ、持続的に農業を行う意思のあるコミュニティを探し出すことである。ネタフィム SA には、数々の CSI プログラム参加実績からこのような意思のあるコミュニティの知見があるため、同社と G-TECH により対象コミュニティを絞り、新規プログラムの立ち上げを推進する。スポンサーとしては、在南アフリカ日系企業へもアプローチする。

(2) 販売計画 (売上高)

マインダンプのリハビリテーション向け事業を先行して立ち上げ、RPの量産体制を確立した後、企業 CSI (農業コミュニティ支援) 向け販売ワークを開始する。

<図表 19 RP 販売計画>

(単位：売上高 千 US\$)

	2014 年	2016 年	2020 年
鉱業セクター	100	1,000	5,000
農業セクター	—	20	100
計	100	1,020	5,100



## 9. 対応すべき課題と対応策

今後事業化を進める段階では、既存工法や類似工法と如何に差別化するか、更に、天候の影響を受けやすい緑化や農業でどれだけ結果を担保するかが課題となる。これらの課題に対し、今後実行すべき対応策を以下に記す。

### (1) 更なるコスト削減

今適応事業にて、RP現地生産によるコスト削減を検証したが、更なるコスト削減手段として、PLA系の海外生産を検討する。一定数量が見通せた段階で、東レの持つ海外生産拠点を活用して一層のコスト削減を目指す。

### (2) 持続的緑化実現の為のアフターケア体制確立

植物の育成は、気候の影響を受けやすい。RP及び、RP+DIシステムが確実に効果を発揮するように、農業の専門家を入れたアフターケア体制を確立し、持続的緑化を実現する。また、緑化保証、維持管理については、取引先（鉱山会社）との責任範囲を契約に織り込み、相互理解の上事業を進めることとする。

「ガーナを基点とした栄養障害に対する社会的課題に貢献する魚肉ソーセージの  
普及可能性調査」(マルハニチロ食品)  
平成 25 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた  
実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	株式会社マルハニチロ食品
事業名	ガーナを基点とした栄養障害に対する社会的課題に貢献する魚肉ソーセージの普及可能性調査
提出日	2014 年 2 月 14 日

## 1. 本事業の目的

### 1.1. 背景および目的

近年は、急激な途上国の経済成長に伴い地球規模での社会問題が多岐に渡り発生している。特に、アフリカのサヘル地域などでは、自然災害による食料危機や子供の栄養失調などが依然として重要な社会問題としてとりあげられている。日本はこれらの課題に対して ODA を通じた改善支援活動を続けてきており、資金面だけでなく日本独自の技術力などを活かした貢献をしている。一方、日本企業の多くは国内での市場の飽和状態から新たなマーケットに向けて活動領域を広げるとともに、企業としての社会的責任も考慮した新たなビジネス展開を日本政府も推奨する方向にある。

マルハニチロ食品は水産業を基点として食料品を提供しているが、日本独自の加工食品技術などにより社会課題の解決に資する取り組みを適応ビジネスという形で推進することで、中長期的な視点での社会的貢献とともにさらなる成長をすることを目指している。

こうした背景において、本事業は、西アフリカ地域(ECOWAS)での気候変動に伴う災害や食料危機に由来する栄養障害の解決のために、日本国内でも長期にわたり実績のある魚肉ソーセージを普及させることに対する実現可能性を把握することを目的とする。

### 1.2. 想定する事業の概要

本事業は、高温多湿地域においても長期保存が可能な加工食品である魚肉ソーセージをバランス栄養食としてガーナ国内で普及させるための事業である。ガーナにおいては、水産食品が缶詰形態で流通しているものの、輸入品が中心であるために価格が高く、普及している層が限られている。また、廃棄物処理関連の社会インフラが未整備であるため、空き缶の廃棄等による環境汚染が将来深刻になると考えられる。魚肉ソーセージは、包材に関しても廃棄処理が容易であり、安価なため幅広い層が購入可能な製品である。そのため、ガーナにおけるマーケットポテンシャルも高いと想定され、魚肉ソーセージが普及することで、日本独自の食文化の普及にもつながる。想定するマーケットは、食料問題が深刻であり、今後も人口増加や経済成長が見込まれる西アフリカ地域(ECOWAS)全体である。導入段階においては、英語圏で、比較的治安が

よく、2011 年の経済成長率が 14.4%と急速な経済成長を遂げているガーナから普及を始めていく。現時点での計画としては、2015 年度にガーナでの現地法人を立ち上げ、その後工場設立により魚肉ソーセージの現地生産および販売開始を目指す。そして、ガーナで積み上げた経験を活用し、順次 ECOWAS 周辺国へ展開していくことを想定している。

既に事業性という観点からは、現地販売パートナーであるメルコム社やジェットロの協力を得ながらニーズ調査を推進しているものの、投資効果は明らかとはならない。そのため、本調査を通じて、市場の実態把握、国内既存製品の輸出を通じたマーケティング調査を行うことが必要である。また、単に利益の創出のみを目的とした事業としてではなく、事業を通じて先述したガーナにおける社会課題の解決への貢献可能性を図るためには、現在の立ち上げ段階における将来の成功シナリオの策定や評価指標の有効性の確認をしておくことが重要であるといえる。

魚肉ソーセージは、日本オリジナルの製品であり、国内においては今こそ食品の主役ではなくなったが、50年前の発売当初においては、間違いなく日本人の栄養不足の解消を支えた主力商品の一つであった。現時点での魚肉ソーセージの活躍の場は、当時の日本と同じく、経済成長が活発化し、栄養補給が一層必要とされているアフリカ大陸にあると考えている。



## 2. 課題

### 2.1. 気候変動の変化と社会課題の因果関係

気候変動は、IPCC の報告からも見られる通り、調査対象であるガーナをはじめとして全世界の各地においてさまざまな社会課題を引き起こしている。本事業による適用領域を特定するにあたり、その課題の顕在化シナリオと各要因の関係性の仮説を整理した内容を図 2-1 に示す。気候変動に伴う災害は地球温暖化に関するさまざまな要因が複合的に影響しあっていることから、特定の国の被害の状況のみによって正確な因果関係を明らかにすることは難しい。そのため、本調査においては、まず、気候変動の変化と、それによって引き起こされるであろう社会課題の因果関係の仮説を設定した。

本調査は、こうした仮説に基づいて現地の実態を把握していくことで、事業を通じて解決すべき課題を明らかにしていく。具体的には、まず「①気候変動にともなう影響」を確認という観点から、ガーナにおける環境変化に関する情報を整理するとともに、その変化に起因すると思われる災害などの異常現象・被害の実態を確認する。次に、「②自然環境変化がもたらす食料危機」として、気候変動による農水産収穫低下等の現状を把握する。最後に「③食料不足による健康悪化」として、食料不足による栄養障害の増加や疾病の増加に関する実態を把握する。また、あわせて、気候変動による影響以外にも栄養バランスの不均衡、急激な経済成長や都市化による環境・衛生問題などの関連課題の実態を把握する。特にアフリカにおいては急速な経済成長によって突発的な災害に対する脆弱性が高まってきているため、気候変動によって直接的に影響を受け増大した社会課題以外にも、気候変動への脆弱性に関わる課題に関してあわせて把握することが重要だと考えられる。

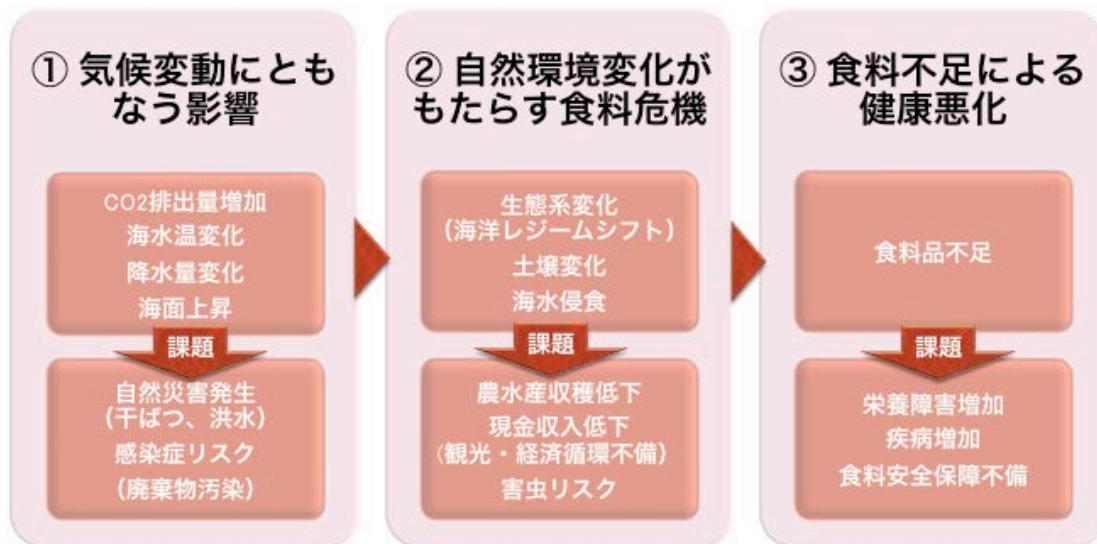


図 2-1 気候変動により直面する課題

### 2.2. 気候変動と社会課題の実態

#### 2.2.1. 気候変動に伴う影響

ガーナはこれまで突発的に干ばつや洪水などさまざまな自然災害が起きてきたが、気候変動予測データから今後もそうした自然災害が引き続き発生していく可能性が高いことが予想され

る。まず、ガーナの気候の特徴だが、世界銀行気候変動ナレッジポータルによれば、ガーナにおける1900年から2009年の年間平均気温のデータから、8月に最低気温、3月に最高気温に達するという傾向があることがわかる。また、6月と9月を中心として雨期をむかえるためにその時期に降雨量が最大になる傾向がある。(図 2-2)こうした傾向に大きな変化はないようだが、110年の間に、平均気温の高さは着実に上昇トレンドを示しており、継続的な気候変動が生じている。(図 2-3)

### AVERAGE MONTHLY TEMPERATURE AND RAINFALL FOR GHANA FROM 1900-2009

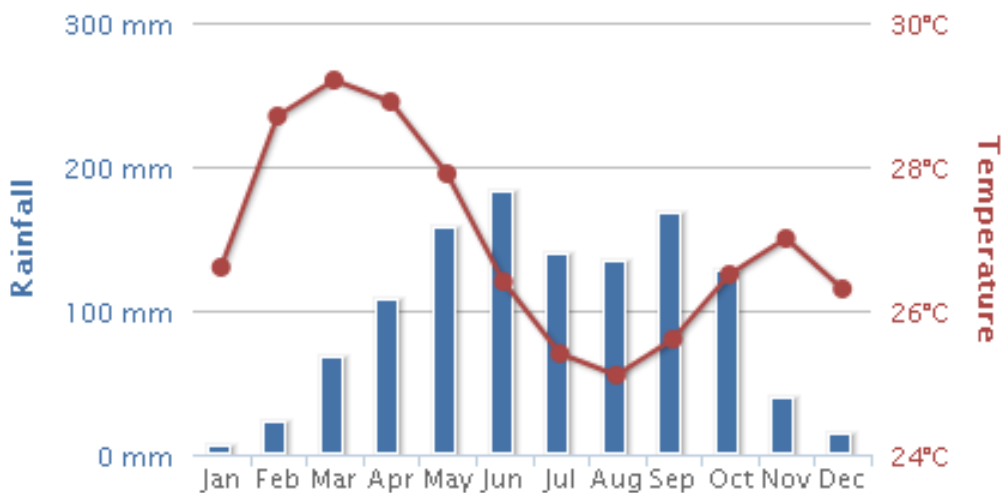


図 2-2 年間平均気温/降雨量  
世界銀行気候変動ナレッジポータル DB より

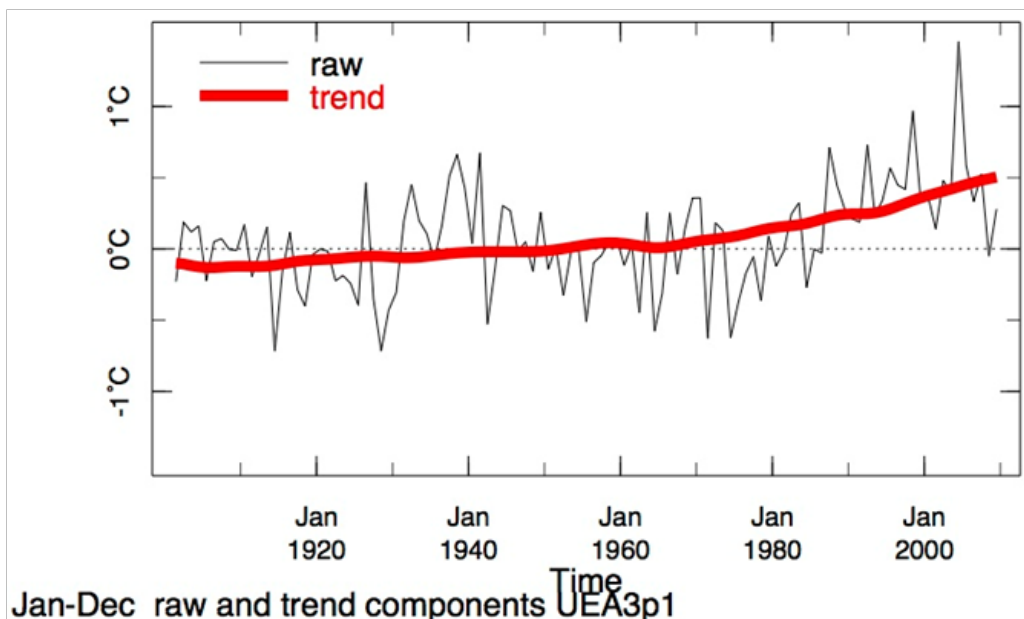


図 2-3 気温変化トレンド  
IRI コロンビア大学国際気候予測研究所 DB より

また、降雨量については通年でみると、図 2-4 に示す通り、若干降雨量が低下してきていることが読み取れる。また、雨期である9月から11月を注目すると、トレンドとしては近年降雨量が減少傾向にあることが分かるが、それよりも年によって降雨量が著しく多い年と少ない年が混在しており、こうした降雨量の不安定化は、洪水と干ばつの双方による被害が発生することにより社会課題の増大に大きな影響を与えていると考えられる。(図 2-5)

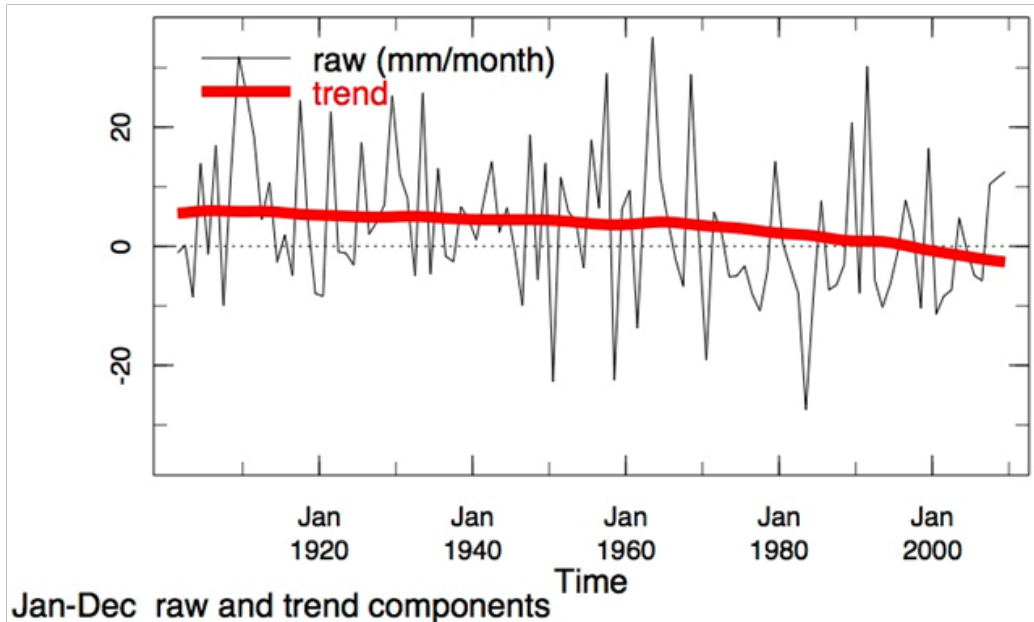


図 2-4 降雨量トレンド(1-12 月通年)

IRI コロンビア大学国際気候予測研究所 DB より

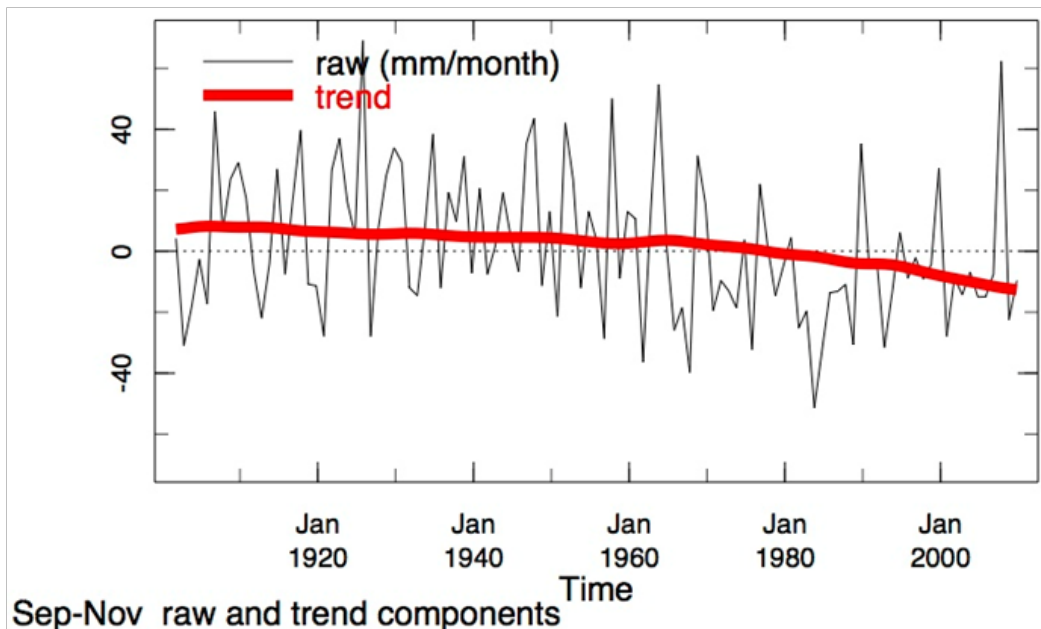


図 2-5 降雨量トレンド(9-11 月のみ)

IRI コロンビア大学国際気候予測研究所 DB より



また、将来変動予測をみても気温についてはさらなる上昇が示されているものの、降水量についてはほぼ予測不能との結果である。(表 2-1)また、現地においては、既に洪水のような突発的な災害によって、特に沿岸部において多くの被害が予測されている。(図 2-6 ガーナでの災害リスク)

表 2-1 将来変動予測

温度	2060年	1.0-3.0°C
	2090年	1.5-5.2°C
降雨		予測不能
暑い日の増加	2060年	18-59%
	2090年	25-90%
暑夜の増加	2060年	28-79%
	2090年	39-90%

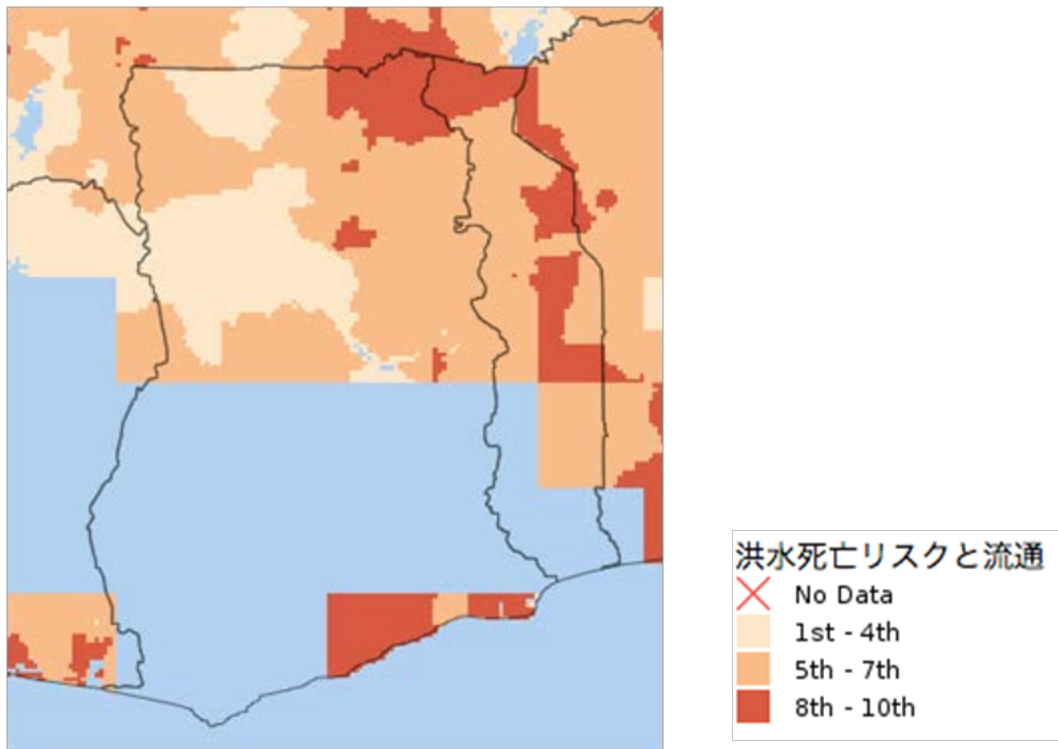


図 2-6 ガーナでの災害リスク

世界銀行気候変動ナレッジポータル DB より

こうした災害は、気候変動の影響によるものと考えられている。過去 30 年間の自然災害発生件数の大陸別内訳を図 2-7 に示しているが、各大陸の中でもアフリカは、洪水、干ばつと、その結果としての伝染病などが多くを占めていることがわかる。こうした状況はガーナにおいても同様である。さらに、災害データの年度別内訳からは規則性はみられず突発的に発生するケースが多いことから、その予備策としての適応が重要な位置づけになると考えられる。

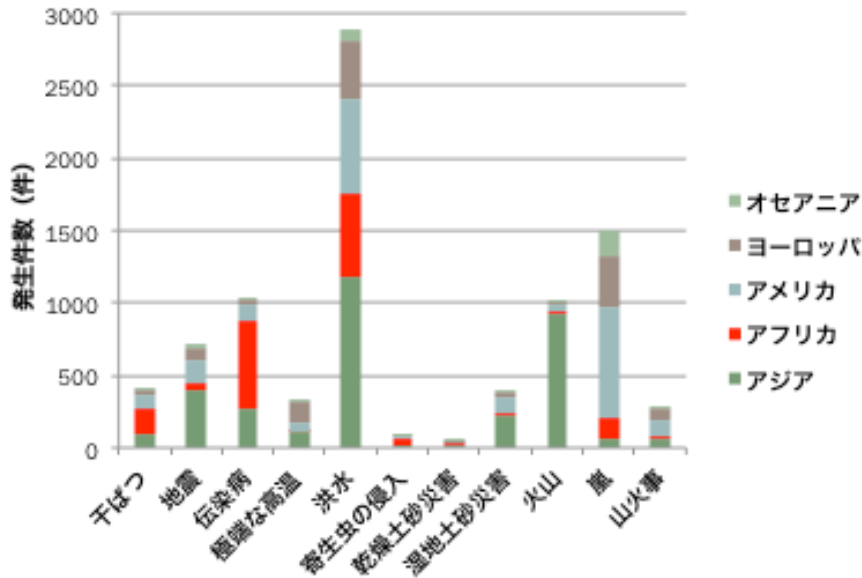


図 2-7 自然災害発生件数内訳(1980-2010 年)

<http://www.preventionweb.net/english/professional/statistics> より加工

### 2.2.2 自然環境変化がもたらす食料危機

自然環境の変化による土壌や海洋への影響は、第一次産業を主体とする社会では常に食料危機の可能性を高めているといえる。南大西洋の海面水温の推移をみると気温と同様に上昇トレンドを示している。(図 2-8)

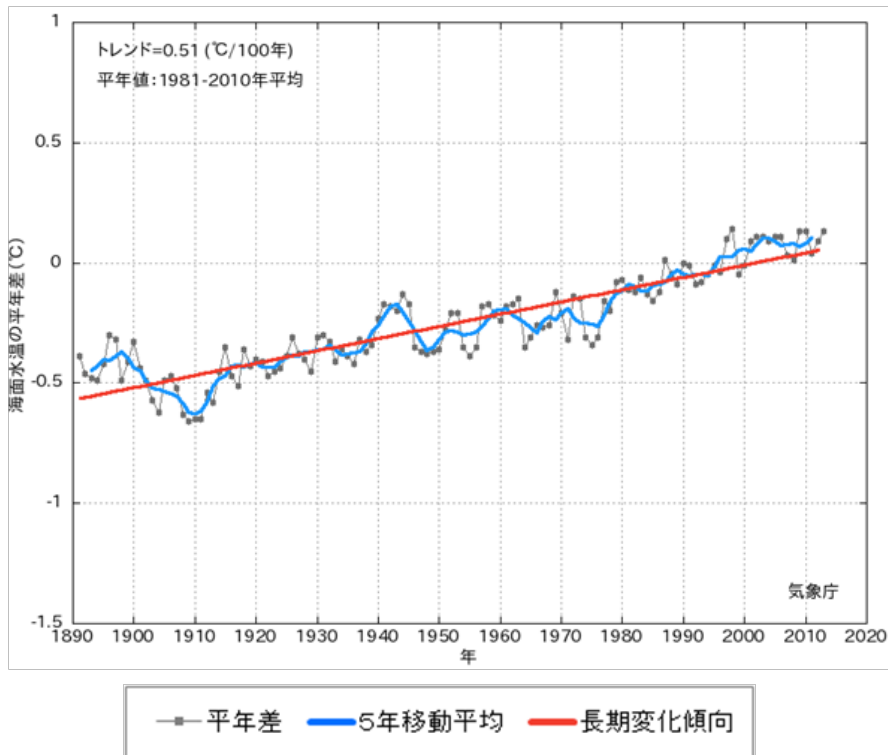


図 2-8 南大西洋の海面水温平年差の推移  
気象庁統計データより

地球温暖化により海面温度が上昇しており、魚はその種に適した水温の海域に集まるため、水温の変化は魚の分布に大きな影響を与えている。また、海面温度上昇により水は軽くなり海の表面に留まり、深層の水が混ざりにくくなることで深海の栄養分が海面に行き渡らなくなると考えられる。さらに、気候変動以外においても、経済成長するに依りて、埋め立てや護岸工事などで陸地に接する海域環境を大きく変えてしまい、同時に陸から海に様々な物質を排出して水質環境も変えている。このような原因から捕獲可能な水産物の量は減少し、それによって食料供給量も減少することとなる。洪水や干ばつによる被害とともに、こうした気候変動に起因する食料供給量の減少によって、人々の食料不足といった課題が拡大してきている。

### 2.2.3 食料不足による健康悪化

気候変動によって引き起こされる食料不足は、食料安全保障上の問題の他に、慢性的な栄養障害による感染症へのリスクや疾病の増加など健康悪化に影響を及ぼしている。ガーナ人は動物性タンパク質摂取量の60%を魚から得ており、その量は1人あたり25kgである。また、水産委員会によると、ガーナの魚介類に対する年間需要は88万トンと試算されている。他方で、供給可能な量は生産量と輸入量をあわせても約55万トン(2009年)にしか達していないため、33万トンが不足しており、貴重なタンパク源の不足傾向が伺える。(表 2-2)

こうした栄養不足は、感染症や疾病といった被害をもたらすとともに、抵抗力がなくなることにより、人々の干ばつや洪水といった突発的な被害への対応力を失わせるため、気候変動による被害を増大させる結果にもつながる。

表 2-2 ガーナの魚介類のバランスシート(トン)

項目	2007年	2008年	2009年	推移
生産量 (P)	293,398	416,530	389,292	
輸入量 (I)	212,945	191,657	170,744	
輸出量 (E)	12,159	8,107	10,369	
消費の貯蔵量 (FSAC)	494,185	501,695	549,667	

ジェトロ. BOP 層実態調査レポートガーナ水産業. ジェトロ (2013)より

### 2.3 ガーナ ODA のこれまでの実績

ガーナに対しての ODA においては幅広いニーズへの対応がなされてきた。(図 2-9)また、その歴史は長く、今後は食糧問題への対応から栄養改善へのシフトが期待される。(図 2-10)

### 分野別ODA実施件数（推計）

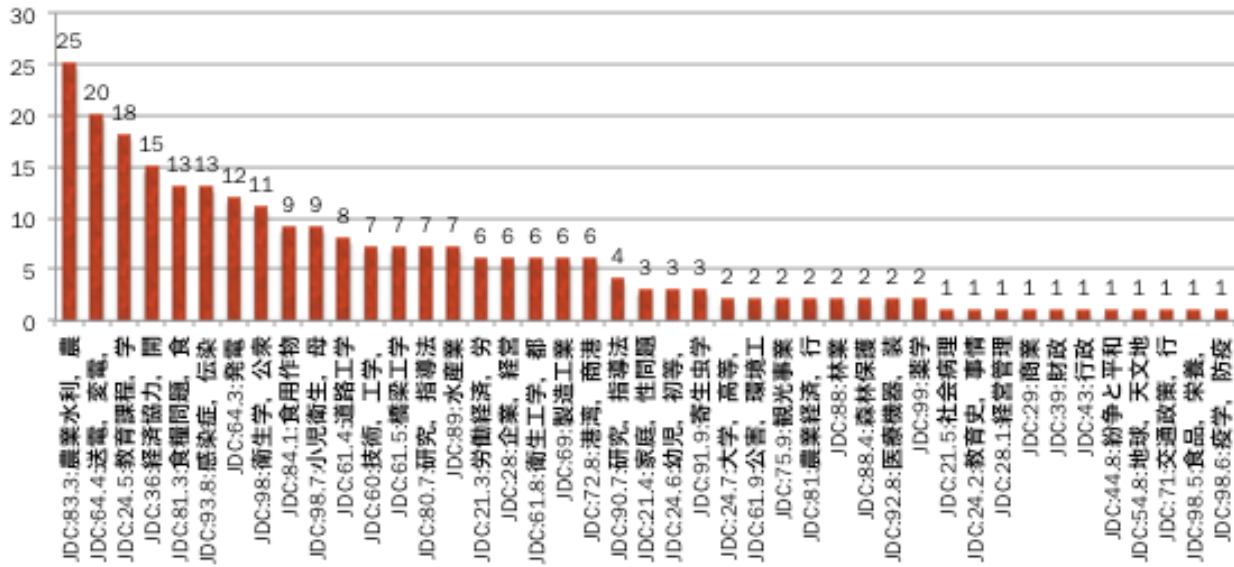


図 2-9 分野別での ODA 実施件数

JICA 図書館(ガーナ|ghana|JICA 作成資料での検索結果 304 件より集計)

### 年代別ODA実施件数（推計）

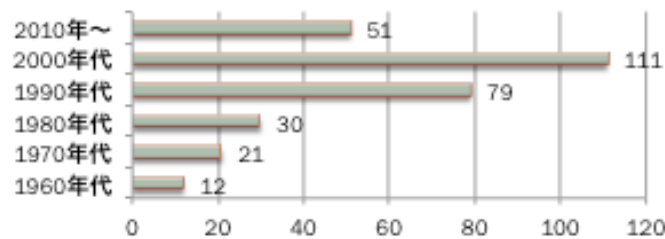


図 2-10 JICA での支援実施件数(推計)



### 3. 課題解決の方向性

#### 3.1. 解決すべき課題の特定と対応方針

課題解決の方向性を大きく3つに分類するとすれば、予防、緩和、改善に分けられる。予防には、最低限のインフラ構築、緩和には農業開発・教育等があげられ、これらはODAの範疇として公的な支援が求められる。そのため、本事業については改善領域にフォーカスすることを考えている。(図 3-1)具体的には、本事業はガーナにおいて魚肉ソーセージを普及させることで、人々のタンパク源の補給、栄養バランスの改善により人々の健康改善を図る。また、加えて、水産加工食品の技術移転に伴う雇用創出、さらには新しい食材による食文化の発展が事業による副次的効果として見込める。

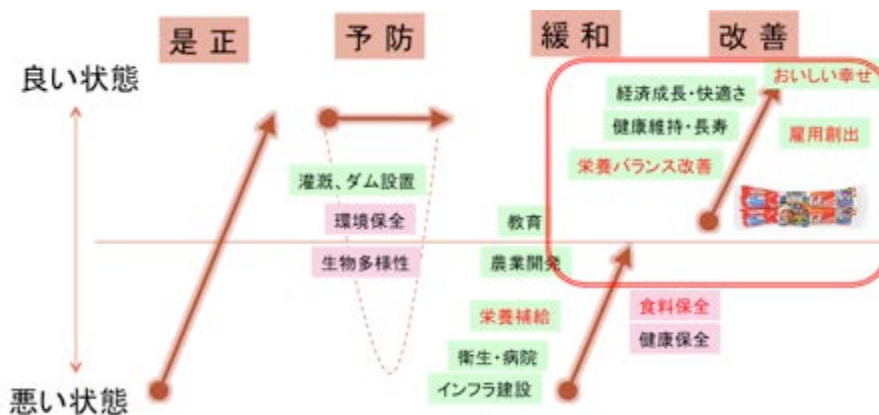


図 3-1 本事業が強みを活かせる領域

#### 3.2. 栄養バランス改善に向けての仮説

ガーナにおける現状の炭水化物が主体である食事に対して、魚肉ソーセージが普及することによって、タンパク質・脂肪の補完を促し、栄養バランスの改善が見込まれると考えている。本調査では現地での一般的な食事メニューから表 3-1 に示すとおり一日の食事摂取量と栄養素を試算した。(表 3-2)結果として、魚肉ソーセージの普及によって、現地で不足しているタンパク質や脂質を効率的に摂取しうる可能性があることがわかった。こうしたデータを元に、現地調査を通じて、実際に人々に提供すべきメニューの検討等を行っていくこととする。なお、詳細の栄養補給の分析は現地調査を通じて行い、その結果を 5.4.3 に記載している。

表 3-11日の食事摂取量

食材	g/day
ココ	615-899
ヤム	143-197
ブレッド	0-30
ライス	120-194
シチュー(なす)	85-213
シチュー	70-78
小麦豆乳	236-315
卵	0-50
ツナ	8-23
砂糖	40
ミルクパウダー	10-30

表 3-2 魚肉ソーセージ 100gによる栄養補給効果試算

栄養成分	※力丸(1985)	一日摂取目標	魚肉ソーセージ100g	割合
エネルギー(kcal)	1527-2085	2,392	161	6.7%
タンパク質(g)	28-43	60	11.5	19.2%
脂質(g)	21-44	66	7.2	10.9%
繊維(g)	4.5-6.0	19		0.0%
カルシウム(mg)	1199-1601	700	100	14.3%
リン(mg)	851-1055	1,000	200	20.0%

力丸徹 CHANGES PROTEIN-ENERGY IN GHANAIAN PARAMETERS DURING AND INTER-RELATIONSHIPS FROM RECOVERY MALNUTRITION AND YOSHIAKI(1985)

※1985年の力丸氏による調査におけるガーナの人々の栄養状況

### 3.3. 事業化による社会課題解決のシナリオ

現地政府のニーズに合致し、合わせて先に想定した社会課題の解決にも貢献しうるシナリオを示す。(図 3-2)



(凡例:◎:主たる影響、○:影響あり、△;一部影響あり)

図 3-2 事業のステークホルダーと受益構造

## 4. 調査項目

### 4.1. 調査項目

本事業においては、評価指標の枠組みとなるベースラインデータの取得と、事業計画策定に向け、以下3つの項目について調査を行った。

- マーケティング調査&トライアル
- 事業インフラ調査
- 気候変動を原因とする社会課題調査

### 4.2. 現地調査概要

現地調査は 4 回に分けて実施した。調査対象としては、首都を始めとした都心部だけではなく、郊外の農村部を含めた。現地調査においては、現地における気候や人々の健康状態・生活実態を始めとして、産業、インフラや宗教等、幅広く現地の実態を調査した。主な訪問先は全般的な情報収集先として、在ガーナ日本大使館・JICA、生活実態と食品市場の状況を把握する為に小売店・小学校・一般家庭、さらに、現地における水産業の実態を把握するために漁場や養殖場、廃棄物処理場を選定した。実際の各現地調査における調査エリアを図 4-1 に示す。



図 4-1 調査経路

#### 4.3. その他国内調査

こうした現地調査に加えて、製品開発・現地実態の把握、現地気候変動の状況の把握のため、表 4-2 の通り国内の有識者と意見交換を行った。

表 4-1 国内での調査概要

日程	研究機関	訪問先	テーマ	ヒアリング概要
2013/11/27	東京大学	寺山理学博士	アフリカ蟻	• 日本アリとの比較とパッケージ対策に関する示唆の提示
2013/11/29	十文字学園大学	山本教授	ガーナ食事・栄養	• 現地滞在の経験から現地栄養状況の確認と、魚肉ソーセージの効果認識
2014/1/23	石川県立大学 (元JIRCUS)	藤原教授	ボルタ河、漁業、	• ボルタ河水位の変化の確認

## 5. 調査結果(調査項目ごとに)

### 5.1. マーケティング調査&トライアル

#### 5.1.1. 市場、消費者、価格

ガーナにおける商業施設においては伝統的な露天市場や路上販売の他に、最近では近代的なショッピングモールやスーパーマーケットが増え始めている。商品は限定的ではあるが輸入品なども多く、市民の消費は拡大傾向にある。郊外や農村部においても地域によって特色はあるものの、ほぼ同様の形態で展開されている状況である。多くの商品が輸入品で、同じ商品であっても店舗の形態や顧客層によって価格差が生じている。

<p>スーパーマーケット</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・KOARA マーケット</li> <li>・MAX マート</li> <li>・SHOP RITE(アクラモール)</li> <li>・マリナモール</li> </ul>		<p>アクラ市内に存在する高級スーパー。</p> <p>主要顧客は外国人と富裕層。露天マーケットでは 1.3 セディであった魚缶詰が 1.95 セディで販売。</p>
<p>メルコム社(国内主要拠点:アクラ、テマ、タマレ、ボルガタンガ、クマシ)</p>		<p>メルコムは本事業における現地パートナーであり、ガーナでは大手のリテーラー。</p> <p>国内各拠点に数少ない日本ブランドの GEISYA 缶詰はこの半年間に他の競合との価格競争で縮小傾向。</p>
<p>露天市場</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マコラマーケット</li> <li>・テマ商業地域</li> <li>・ボルガタンガ市場</li> <li>・クマシマーケット</li> </ul>		<p>道路脇の小さな店舗。</p> <p>広場であらゆる商品が出店。食品の缶詰でいえばリヤカーを使い箱詰め状態で納品。</p>
<p>路上販売</p>		<p>ガーナで良く見かける路上販売。</p> <p>パンや水をはじめ、様々な商品を露天市場等で調達し、信号等で止まっている自動車のドライバーに販売。</p>



### 5.1.2. 製品適合性評価

本調査において、魚肉ソーセージの試供品をガーナの郵便局でダンボールにて1ヶ月程度保管したところ、多数のアリが外装ビニールおよび内装ビニールを噛み破り、中に侵入し魚肉ソーセージを食べてしまうという現象が生じた。(写真1) そのため、事業化に向けては、熱帯地域における「アリ」対策の検討が必要であることがわかった。実際に、対策が必要なアリの種類としては、オオズアリの仲間だということが東京大学の寺山教授へのヒアリングにより判明した。このオオズアリを始めとし、東南アジアやアフリカなど亜熱帯のアリは小さいながらも僅かな匂いでも食品を発見し群がっていく特性を持つ。アリ対策としてはアルミ包装を用いる、専門包装を新規開発するといった対応案はあるものの、コストや実現性などの点から早期の実現可能性が低く、当面は保管時の気温をできるだけ低くケアすることと、プラスチックのケースに保管すること等で対応していくことが現実的と考えられる。



写真 1

### 5.1.3. 製品トライアル

ジェトロは2014年2月中旬にアクラで日本ブランドコーナーを設置し、現地消費者に対し、日本の日用品、加工食品等のモニタリング調査を行うアフリカアンテナショップ事業を実施しており、本調査の事業化に向けた検討に役立てるという観点から参加をした。初日はアンテナショップ事業の関係者として、バスワン会長(メルコム)、二階大使(在ガーナ)、根本課長(ジェトロ)が参加した。(写真2)

今回の試食販売品では魚肉ソーセージ50g(プレーン、スパイシー)を2セデイ(78.4円<sup>1)</sup>)と設定し、試食は12時、16時の2回実施。デザイン、価格などのアンケート調査を行った。



写真 2

開催の様子は地元紙であるThe Ghanaian Times およびDaily Graphicの各紙に記事として掲載され、その期待度合いがうかがえる。

<sup>1</sup> 1ドル=2.6Ghc 17日の為替 1ドル=101.92円

販売実績は図 5-1 に示すとおり、順調な滑り出しであった。当社の魚肉ソーセージにおける販売実績のデータを参照すると、日本における同規模のスーパーマーケット 1 店舗での 1 日当たりの販売量は 20～30 本である。これに対して、ガーナでも 1 日当たり 20～30 本の販売量に達したため、ガーナにおいても売上については、日本と同様の水準での販売が可能だということが明らかとなった。また、図 5-1 には含まれていないが、現地在住の日本人が 100 本単位で購入していくなど新たなニーズを把握することができた。

他方で、現地の消費者における魚肉ソーセージの認知度は低く、丁寧な説明が必要な状況であった。また、ガーナではソーセージを調理せずに食べるという習慣がないため、早期のPRと現地人による販売員の育成が必要な状況と考えられる。

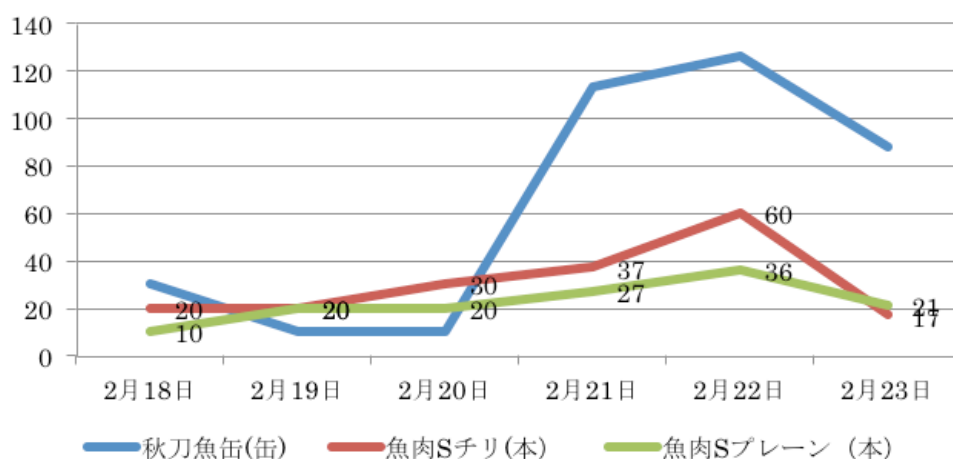


図 5-1 試験販売における売上推移

ガーナ大統領府にてハルナ・イドリス通産大臣およびコフィーアフェサ局長と意見交換を実施した。当社側からは、魚肉ソーセージのガーナ市場への紹介と導入方法としてガーナの給食への導入を計画していることを表明し、初期段階は日本からの輸出にて市場開拓を図り、その後市場がある一定規模に拡大した段階で現地での生産について計画を行うことを説明した。大臣からは、ガーナでのマーケットを作ることが最優先課題であるということを確認できたとともに、今後教育大臣の紹介や、ボルタタンガにある食肉工場の紹介、水産原料関連として水産養殖開発省を紹介していただく機会を得られることとなった。また、コフィー局長からはたんぱく質が足りないのは子どもだけではなく大人も同じであるため、学校給食だけではなく、一般市場の開拓も必要不可欠であるというコメントをいただいた。ガーナと日本の交流はこれまで政府間が多く、民間企業としては三洋電気が早い時期にガーナへ展開しているものの、その後はほとんど民間セクターでの交流はなく、最近では丸紅による砂糖関連の投資事業があるだけのことである。そのため、民間セクターでの交流は歓迎であり、是非、ガーナへ進出をしてほしいという要望を受けた。このことから本事業のニーズを再認識することができた。

その後、アミーサ・アーサー副大統領と会見を行った。アミーサ・アーサー副大統領からは、当社のガーナ進出に関するリスクとして、日本との距離の問題、ガーナとの食文化の違い、労働者の限定的なスキルレベル、外貨の送金に関する問題などを言及された。また、給食への商品導

入については栄養改善への期待を頂いたが、他方で、ガーナでの保管・流通方法に関する懸念を言及された。また、商品の提供に関してチャリティとしての要請もあったが、当社としてはあくまでもビジネスとして行うことを伝え、ご理解頂いた。さらに、最終的には、本事業を通じて子供の健康改善とともに経済が良くなることは大変良いことであり、もし14年度に本事業の展開が円滑に進んだ場合には、15年にガーナ企業と一緒に工場建設を行ってほしいとの要望をいただいた。これに対して、当社としては、ガーナで魚肉ソーセージが受け入れられ必要な原料確保ができればガーナでの生産を含めた事業化を推進したい旨の意向を伝えた。

なお、現地での取引につきメルコム社では概ね以下のようなコスト構造となっている。

関税	10% <sup>2</sup>	C&F(運賃込み条件)価格
VAT	17.5%	(C&F+関税後)価格
その他諸税(経済開発費等、関連省庁、団体徴税分)	7%	C&F価格
輸入費用	15%	C&F価格
小売業者マージン	30%-50%	—

## 5.2. 事業インフラ調査

### 5.2.1. 農業、気候

農業は灌漑により二期作が可能になるなど生産の安定性向上の取り組みは図られているものの、海面上昇による水田への海水の侵食や、都市化による農業離れなど現在での中核産業としては貧弱な状況といえる。国立民族学博物館による農家への調査として、栽培種類の内訳が報告されており、主食である穀物や野菜などが栽培されている農作物の主体となっていることが分かる。(図 5-2)

次頁より今回の現地調査にて訪問した各地域の農業、気候の実態を記載する。

<sup>2</sup> HSコードによって20%の場合もあり

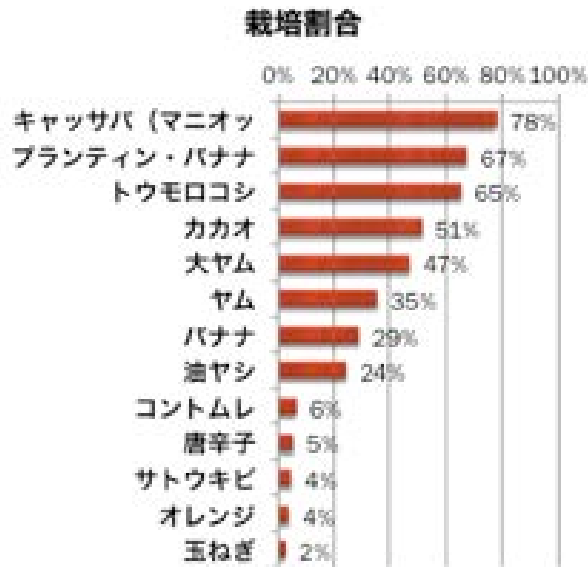


図 5-2 農家での栽培割合  
和田正平江口一久. in 国立民族学博物館調査報告 58 (2005).

A) ノーザン地域

訪れた9月上旬はちょうど雨期に入った時期である。北部のノーザン地域では道路沿いに緑も多く、ニム、チーク(インド)、たばこ、アワ・ヒエ、ユーカリ、シェアナッツといった植物が育っている。

B) アッパーイースト地域

アッパーイースト地域では街道沿いにアカシア、ヤシ、トウモロコシなどの栽培がみられる。また、畜産においては牛などが育てられている。この辺りではチーク材を伐採しての炭作りも見られた。

C) タマレへの南下地域

タマレ周辺地域ではカシューナッツがとれる。今回訪れた経路においては、道路がかなり整備されていた。但し、近隣諸国からの巨大トレーラーが行き交う幹線道路においては、道路工事の技術の未熟さが垣間見られところもある。

更にブラックボルタ川を通過しタマレからクマシへ南下していくと亜熱帯地域となりマンゴー、バナナといったフルーツが育っている。ところどころに高さが4mほどある巨大なアリ塚がみられる。

D) 中部地域

中部地域では、植物としてココアの実が多く栽培されている。この辺りでも炭作りの木材が道端に積み上げられている。インフラの整備も進んできており、ところどころで道路工事の建設機材

などがみられる。

#### E) 海岸線沿道

海岸線沿道では亜熱帯な気候が少しずつ和らいでいき、都心に近付くにつれて住宅地が立ち並ぶようになっている。

#### F) パガ国境地域

北部においてブルキナ・ファソとの国境であるバガという町を訪れた。100m ほどの緩衝地帯の両方で巨大なトレーラーが通関のために列を作っている。トレーラーのナンバープレートには各国の表示がされており、ガーナが西アフリカの物流の拠点として機能していることが読み取れる。尚、周辺国同士では関税はなく、それがこうした貿易を促していると考えられる。

#### G) ブリヤ地域

ブリヤ地域は、一時期は外務省が警告を発していたアッパーイースト州のイエンディの隣に位置している。当地では過去にジャトロファを栽培しオイルの精製などを推進してきた経緯がある。しかし、ガーナが産油国となったことも影響し、現状においては停滞している。

これらの地域別の特徴を踏まえて現地法人の立地を今後検討していくこととする。現地法人の設立における立地条件としては、原料産地、操業用水、電力、労働力、物流拠点そして ECOWAS 輸出拠点などがある。これらの要件を満たすエリアとして、沿岸部かつ都市部である首都アクラか、近郊のテマ地域が有望と思われる。但し、土地所有権の問題は都市部にかかわらず解りづらい現地の習慣が存在することもあり、交渉に向けては今後の課題となりえる。

### 5.3. 気候変動を原因とする社会課題調査① 水産業

#### 5.3.1. 水産業に関する現状

ガーナにおける漁業は依然自給自足で行っている人々が多い。そのため、漁は伝統的な手法に頼っており、効率的とはいえない状況である。外洋での操業は外国船が中心であり、ガーナ人は、カヌーボート中心の沿岸漁業を行っている人が多い。漁獲種類としてはサバ、アジ、カツオ、スマ、サメ、湖・川・沼等では、テラピア、うなぎ(東のみ)、なまずなどが多い。以下、今回の現地調査にて訪問した各地域の水産業の実態を記載する。

#### A) 東部ラグーン地域(トーゴ国境)

この地域だけでなく多くの沿岸では地元村民による伝統的な地引網漁が普通におこなわれている。指示役が 10 名ほどで、片側 30 人ずつ配置され、合計 70 人くらいの地元民が朝の 9 時から 2 時間ほどかけて炎天下で引き上げ作業を行っている。(写真 3) 手慣れているもののあまり効率的な手法ではなく、実際に引き上げた中身を確認したところモンゴウイカが 10 杯、大ぶりの魚が 4~5 匹、その他小魚が無数といった状態であった。そのため、市場で売るというよりは地元住民が食材として消費していると推察される。





写真 3

B) テマ住宅地域

海岸線の漁港であるテマから少し入った内陸では住宅地域においてサバの燻製を作る様子がみられる。原料となる魚は輸入品が主とされており、冷凍箱詰めで輸送されてきており、その魚を手作業により加工・燻製作業を行っている。

C) ボルタ河地域

ボルタ河地域においては、料金所を通過する車に対する燻製にした淡水魚の販売が多く行われている。(写真 4) 魚は大きなものから小さなものまで様々な種類の魚が販売されており、特にテラピア、なまずの燻製が主製品となっている。



写真 4

D) ダム周辺地域

アコソンボダム下流では内水面養殖がおこなわれている。(写真 5)



写真 5

ボルタ湖周辺地域において、車で湖周辺まで赴き、水の管理状況を調査した。出発前の仮説として、乾季のボルタ湖の水量減少による水産資源(淡水魚)の枯渇が挙げられたが、実際には現状においては乾季でも淡水魚資源が枯渇してはいない。(写真 6) 他方で、効率的な漁獲、活用方法は確立されておらず、今後の枯渇に対する対応力は弱いと考えられる。そのため、漁獲方法の改善を推進することにより、将来的な気候変動による被害に対する現地の人々のレジリエンス(復元力)を高めることが必要だと考えられる。



写真 6

ボルタ湖から流れる流域の川上と川下にはそれぞれダムが作られており、湖の水量を調節している。そのため、乾季においても全域に水を供給することができるようになっている。またボルタ湖河口の流域ではテラピアの養殖がされており、周囲にはテラピアのエサ売場がある。さらに、ここではボートを使った漁獲が行われていて、テラピアの他にテナガエビや小魚が漁獲されている。こうした魚は長期保存の為、油で揚げられた後周辺マーケットで販売されている。(写真 7) 湖の周辺にもテラピアの内水面養殖場があり、ここでは稚魚の販売が行われている。



写真 7

大型のダム湖が蓄える水量は1年単位で簡単に変化するものではなく、ここ数年は、貯水量も安定している。(写真 8) そのため、乾季においても水の安定供給が行われ、淡水魚の漁獲量に変化はないと思える。他方で、こうした大型ダム湖は逆に、渇水状態が数年続くと回復にそれなりの年数がかかるデメリットがあると考えられるため、ダムによる気候変動に対する予防策だけではなく、先述したとおり漁獲方法の改善が必要だと考えられる。



写真 8

#### E) エルミナ水産市場

エルミナ水産市場はガーナにおいて知名度が高い漁港である。主に小規模な漁船によって利用されている。市場ではセリが行われているものの、冷凍設備がないことから、購入した魚はすぐに燻製、干物などの加工を行う必要がある。そのため、安定的に水産資源を供給するには、加工・保管施設の建設とそのための資金確保が課題になっていると考えられる。

#### 5.3.2. 気候変動がもたらす水産業への影響

現地調査を通じて、ガーナの漁業においては、地域別に漁獲量増大に対する異なる課題が存在することが明らかとなった。(表 5-1)

特に、河川においては気候変動によって、降水量やダム水位などが漁獲に影響を与える可能性があることが分かった。このような状況とニーズから安定した栄養確保の観点から漁獲量の確保と加工技術による処理が有効な対策と考えられる。

表 5-1 領域毎の漁獲状況

領域	問題	原因
内陸 河川	・ 淡水魚の収穫や養殖機会が十分に活かしきれていない	・ 気候変動による降水量や水位変化などの適正な管理不足あるいは未開拓
沿岸	・ 地引網などの漁獲では販売できない小魚が主体となりつつある。	・ 急速な都市化による廃棄汚染や護岸工事による生態系の変化
海洋 近海	・ 地元の主流である割り船(カヌー)では漁獲に限界がある。	・ 主たる地元漁業者は経済的に大型設備投資が困難
外洋	・ 外洋での漁ができない。	・ 韓国やEU諸国が外洋漁業権を保有

水資源に関しては、公開データからも近年ボルタ湖の水位が急速に上がっていることが読み取れ、今後の洪水リスクが上昇していく可能性があると考えられる。(表 5-2)また、現地調査でのヒアリングにおいては、特に2008年以降から水位が上昇している原因として、近年降水量が多くなっていることがあげられることも明らかになった。

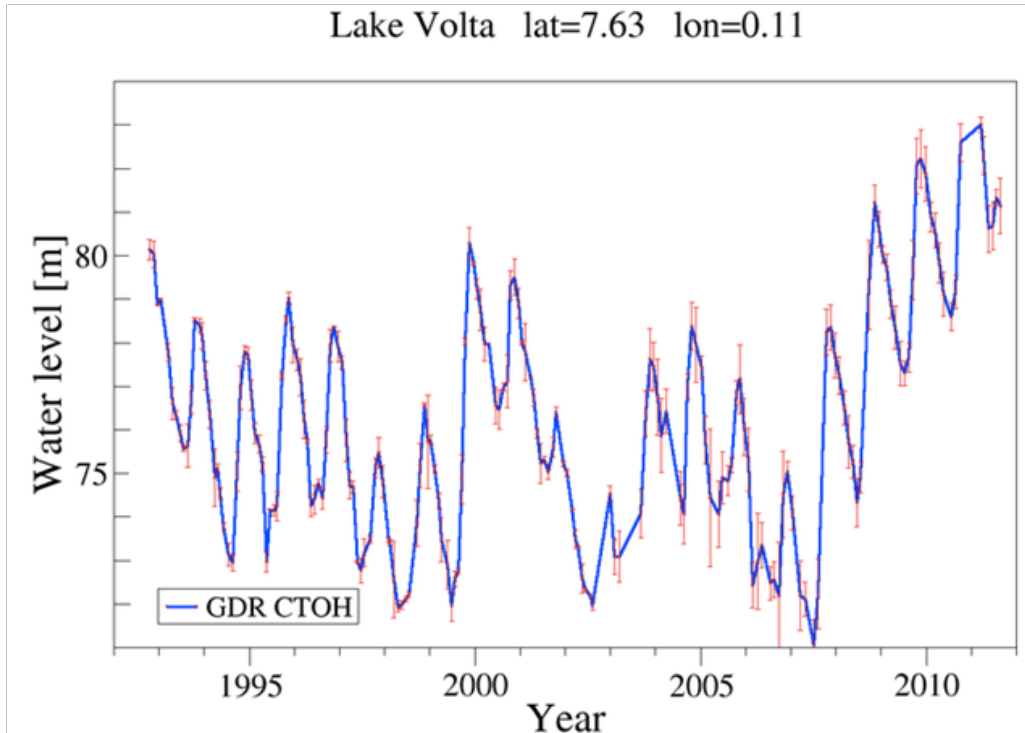


図 5-2 ボルタ湖の水位変化

Service, U. F. A. Global Reservoir Lake Monitor. (2013).

水産業は突発的に発生する洪水や、沿岸部における温暖化による海水面の上昇から甚大な影響をうけるリスクを抱えている。実施にガーナにおいても洪水リスクが顕在化しつつある(図 5-3)

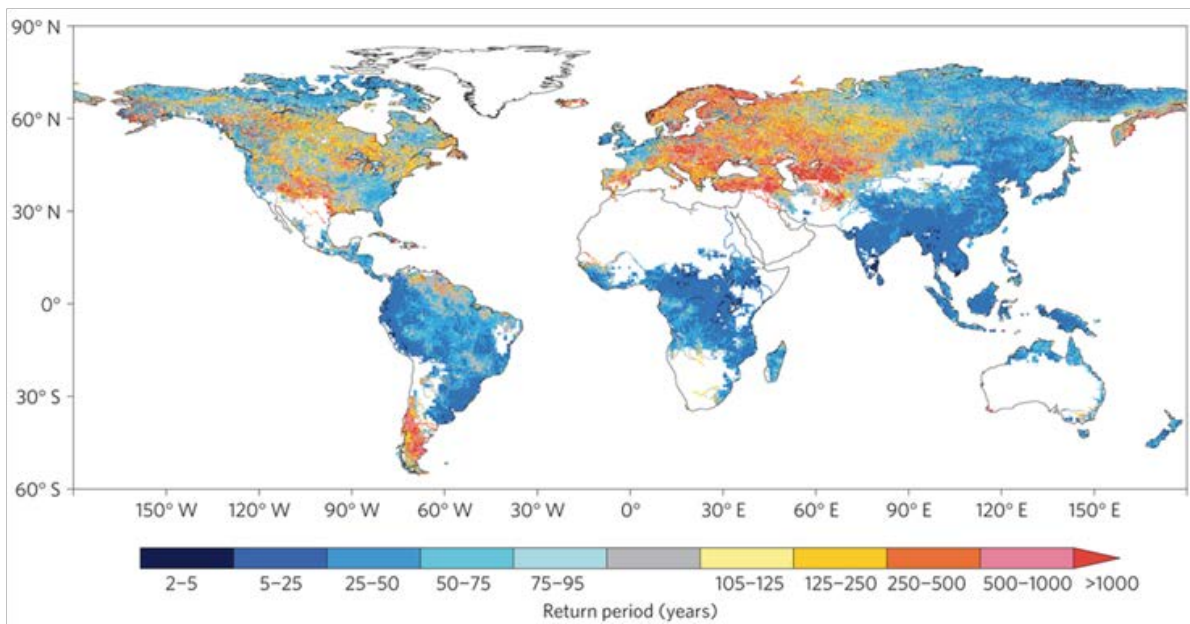


図 5-3 洪水リスクの可視化

Hirabayashi, Y. Global flood risk under climate change. Nat. Clim. Chang. (2013).



気候変動に伴う自然環境への影響については、時系列でその変化を捉えモデル化することにより、将来の推定を行うことが可能である。実際に、石川県立大学においては、ガーナでの気候変動の影響に関しても、中心的な水源であるボルタ湖の全球降水量データセットを利用した観測不十分流域における長期流出解析(藤原 2014)が行われており、これにより、気候変動による被害時期・規模の予測を行うことが可能である。(図 5-4) また、貯水量の GIS による変化の推定(馬箒 2002)によって、灌水量の推移を確認することができ、被害の規模の予測に役立てることができる。(図 5-5)

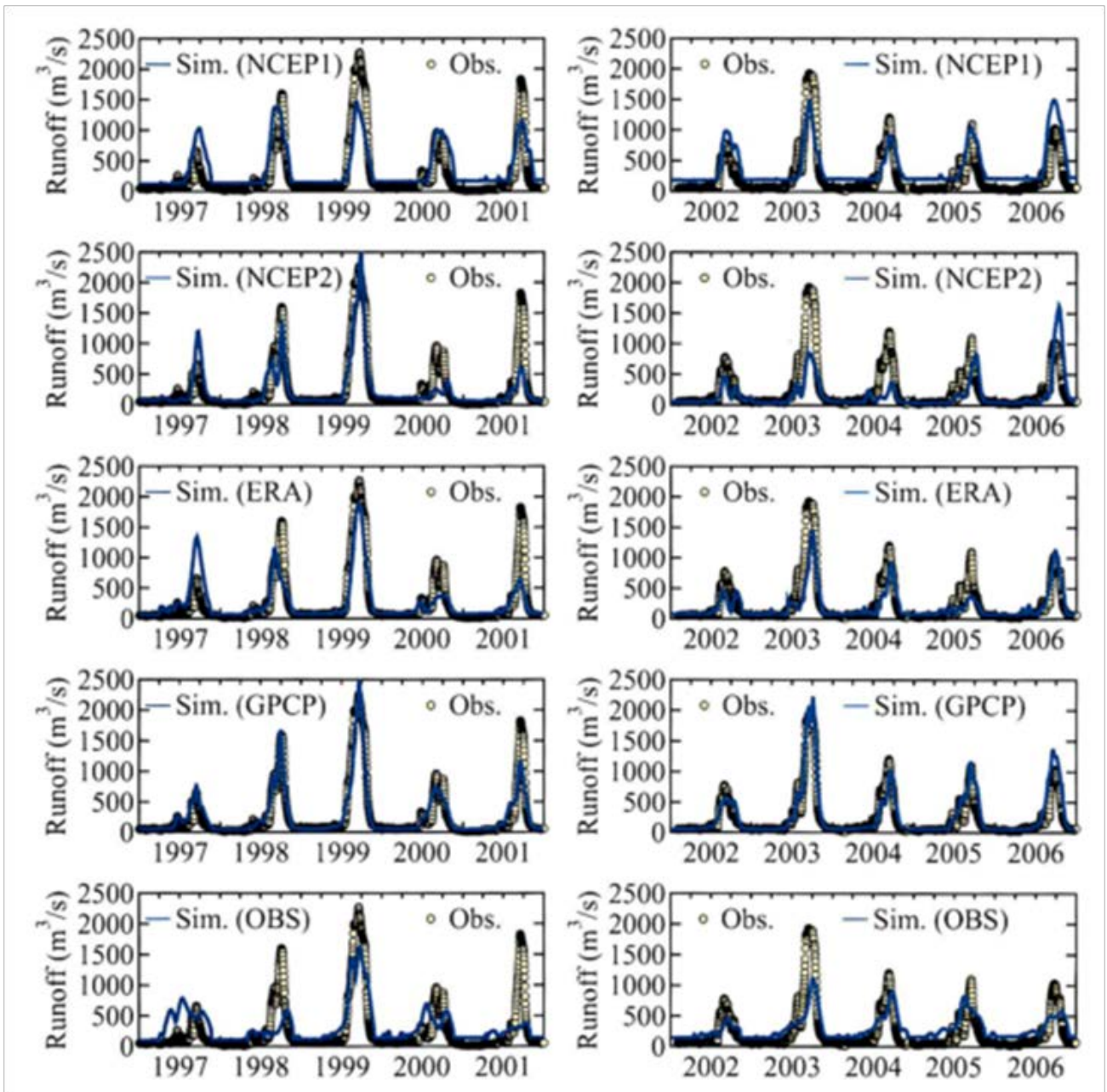


図 5-4 ボルタ河における河川流量の計算

藤原洋一. 再解析および全球降水量データセットを利用した観測不十分流域における長期流出解析. (2014).



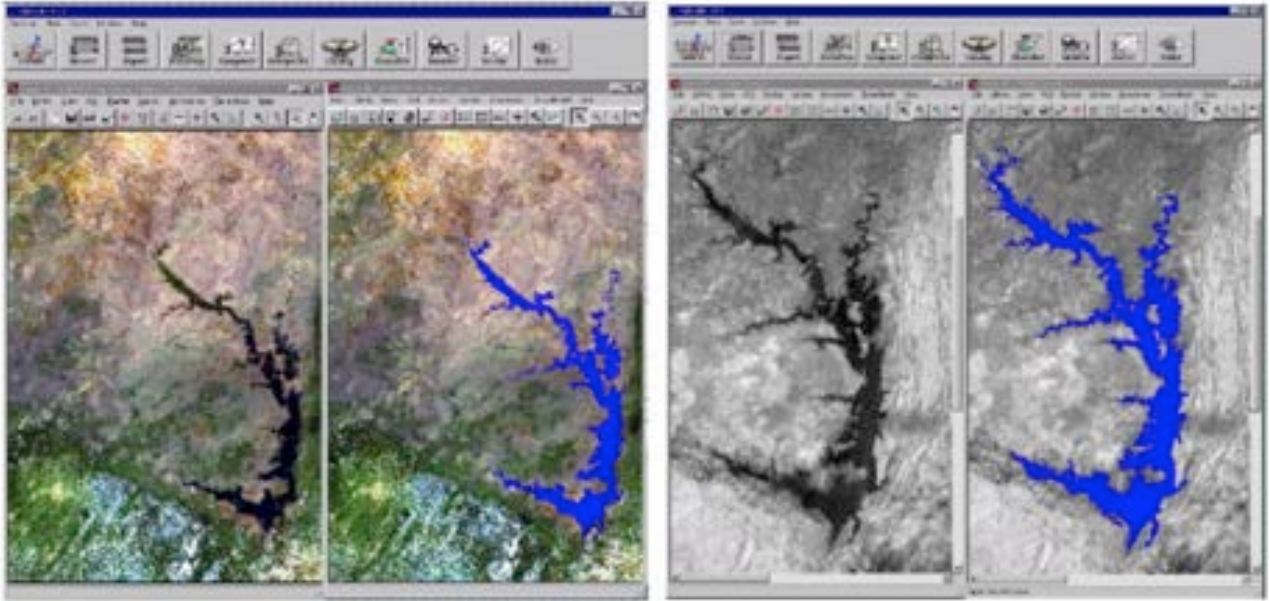


図 5-5 衛星画像を用いた湛水域の抽出

馬籠純. GIS・リモートセンシングによる大陸規模の水資源量評価.pdf. 山梨大学総合情報処理センター研究報告 6, (2002).

また、石川県立大学においては、同様の手法で第 3 回の現地調査で訪問したアコソポダムに関して気候変動の状況の分析が進められている。具体的には、ボルタ河流域の湿地・湖沼の保全を目的として河川の水位を測ることで、降雨イベント毎に、湛水の雨水・氾濫水の影響を分析している。(図 5-6)

ガーナでは、気候変動の被害に関連する研究は十分に進んでおらず、現地で詳細なデータを取得することは難しい。そのため、先進国の学術機関・研究所による積極的な研究を通じて、ガーナにおいて将来想定される被害の予測精度を高めていくことにより、現地の水産業における適応策の重要性に対する認知を高めていくことができると考えられる。

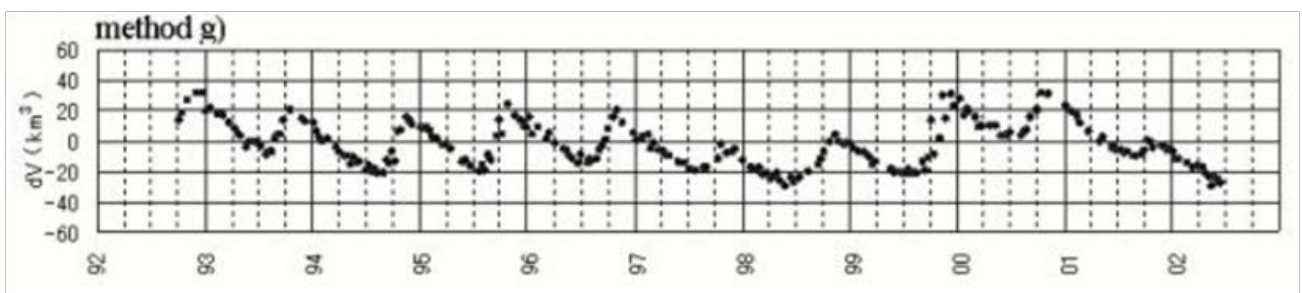


図 5-6 ボルタ湖(アコソポダム貯水池)における貯水量変化の推定結果

#### 5.4. 気候変動を原因とする社会課題調査② 食と栄養

##### 5.4.1. 食文化・栄養に関する現状

ガーナにおいては、経済成長とともに市場に流通する食料品の種類は増えつつあるが、基本的な食事は伝統的な穀物中心で辛いシチューでアクセントをつけるメニューが多く栄養バランス

は良い状態とはいえない。(表 5-2) JICA 職員や現地在住の日本人によると、日々の食事はフフ等の伝統的なものが主体であり、穀類を主体とした極めて限定的な内容となっている。また、材料が単調なだけに味付けは全体的にスパイシーなものが好まれている。

表 5-2 ガーナでの食事メニュー

料理名	材料
バームワイン	油ヤシの樹液
蒸留酒	バームワイン、さとうきび酒
フッフ	キャッサバ、ヤム、ココヤム、プランティンバナナ
バームスープ	油ヤシの実、オクラ、ガーデンエッグ、トマト、調味料としてベベ、塩、具として干し魚
ライトスープ	水、ガーデンエッグ、オクラ、トマト、玉ねぎ、塩
ケンケ	トウモロコシ、葉
プランティン料理用バナナ	
ガリ	キャッサバ
バンクー	トウモロコシの粉
コンコンティ	キャッサバ
アンベシ	プランティン、ヤム、キャッサバ

学校給食においては、油で炒めたジョロフライスのごはんと辛いソースが提供されることが一般的であり、お金を出すとアイスや、食用バナナ(プランティン)、ソーセージを油で炒めたもの、卵、パスタが買えるようになっている。また、学校の前にはキオスクが設置されており、お菓子を買うこともできる。

#### A) 食生活

ガーナの一般的な食事を以下に示す。

揚げティラピアとバンクー		バンクーはキャッサバでん粉(ガリ)に水とトウモロコシの粉、塩などを混ぜ乳酸菌発行させた後ふかしたものだ。
ティラピアのライトスープとフフ		フフはキャッサバもしくはヤマイモとプランティン(料理用バナナの1種)で作ったお餅のような食べ物

<p>ヤムイモとフライドチキン</p>		<p>ヤムイモとフライドチキンにヤムの葉と鶏肉を合わせ、ペペソースで味付けしたもの。8セディ</p>
<p>プランテン</p>		<p>プランテンは天ぷらとしても食べられる。8セディ</p>
<p>ミートオクロシチュー</p>		<p>オクロとはオクラのこと。8セディ</p>

現地の主食となっているフフの材料は粉末で入手することが可能であり、湯と混ぜるだけで簡単に作ることができる。家庭には時短の為、フフマシーンもあり、主食であるために作られる頻度が高い。(写真 9) 村では家畜として鶏が多く飼われており、肉類の中で鶏肉が多く消費されている。中間所得層のガーナ人は朝食を外食で済ませる人が増えており、野菜・卵を挟んだパンをバターで焼く料理が好まれている。この料理は魚肉ソーセージとの相性が良いと考えられる。また、米(タイ米)を炊くときは塩を振ることが多く、おかゆはミルクと砂糖を入れるなど、味付けが濃い料理が好まれる。このように、味付けを濃くする理由としては、ガーナでは気温が高く食材が傷みやすく、食材の劣化をカバーする必要があることがあげられる。



写真 9



## B) 学校給食

ガーナでは中学までが義務教育であり、多くの子供は学校に通っている。最近では高校進学率が向上しており、今回調査したアフィフェでの進学率は 85%に達している。以下に、現地調査において把握した、ガーナにおける学校給食の現状を記載する。

### ①デバインアカデミースクール(農村部)

デバインアカデミースクールでは、幼稚園から中学まで同じ敷地にある。この学校は私立であるが、資金不足から校舎の補強が一部しかできていない状況にある。しかし、児童数は増える一方であるため、交代制の授業を行っている。特に幼稚園児の増加が著しく、校舎の増設が求められている。給食は幼稚園児から年齢順に配膳台の前に並んで、持参した皿に入れてもらう仕組みとなっている。(写真 10) また食後には、練乳と水を合わせ固めたアイスを食べている子供が多い。(写真 11)

なお、「授業はトーゴ国境に近いことから、英語とフランス語で行われている。



写真 10



写真 11

### ②HENRIETTANURSERY スクール(アクラ市内)

HENRIETTANURSERY スクールは、幼稚園校舎と小・中学校校舎が別れた学校である。給食はフライドライスとシチューであり、先述したデバインアカデミースクールとほぼ同じメニューである。給食を食べ終わった子供たちはデザートを食べしており、ソボロ(ハイビスカスのかき氷の様な物)が好んで食べられている。また、校内でお菓子を売っている。給食として、上記の他にソーセージとプランテンのフライが用意されており、基本的にすべての食材を油で揚げている。こうした状況から、ガーナでは他材料と一緒にソーセージを調理することが多い事が読み取れる。(写真 12)



写真 12

③HENRIETTANURSERY スクール(アクラ市内)幼稚園校舎

幼稚園校舎の児童は殆どがヌードルを持参している。また、ほとんどの家庭・学校は近くの井戸から水を運んでいる。(写真 13)



写真 13

④プライドペアレンツスクール(アクラ市内)

幼稚園生から中学生までの児童がいる。幼稚園児童はフライドライスやヤムイモを食べている。給食はヌードル・アワ・ヒエ・ソーセージ・卵などを皿に入れ混ぜる食事であるワチェがパンとともに提供されている。また、食後にはアイスが提供されている。なお、ガーナにおける小学校給食はワチェ・ガリ・プランテンがメインで魚は提供されず、ソーセージが稀に提供されていることが明らかとなった。(写真 14)



写真 14

C) 一般家庭

現地在住の一般家庭(中間層)を訪問し、気候変動の状況や市場環境に関する情報収集を行



った。それにより、ガーナでは、近年急な雨や、ハマターン(貿易風)が通常よりも早く起こることがある等、通常の生活の中でも気候変動を実感することが多くなっていることが明らかとなった。また、市場環境としては、ガーナでは周辺国と比較して、ここ数年、トロトロ(ミニバス)の値段も上がるなどインフレが激しいということ、水が足りなく、水道代も値上がりしているため、一斗缶、2つを天秤にかけて各家庭に運ぶような水汲み業務の需要が高まっていることが分かった。(写真15)



写真 15

#### 5.4.2. 栄養改善・健康を測るフレームワーク

ガーナにおける人々の栄養状態に関しては、穀物中心の食事によって、炭水化物によるエネルギーは満たされているものの、タンパク質や脂質が慢性的に不足していることが現地調査から明らかになった。また、こうした状況はFAOの2008年の報告書でも指摘がされている。(図5-7)具体的には、脂質が通常15-30%が必要とされているところ12%しか摂取されておらず、タンパク質は10-15%が必要とされているところ9%しか摂取されていない状況にある。

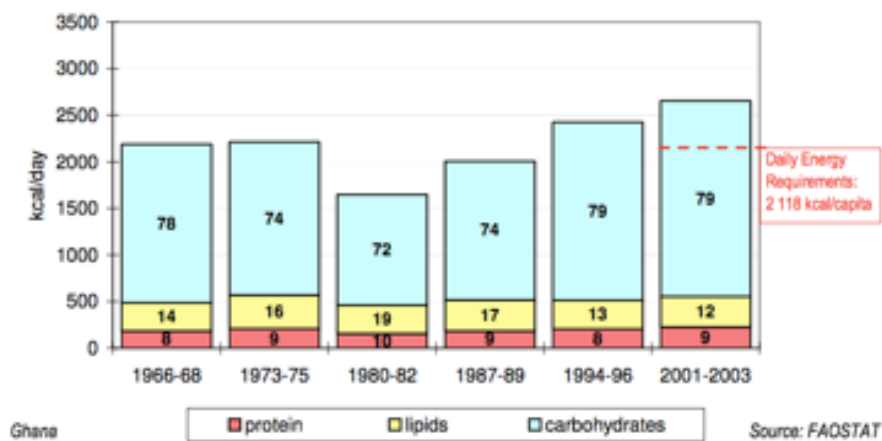


図 5-7 1日の食事の摂取量に含まれる栄養成分の内訳推移

現地調査において、ガーナにおける統計は十分に整備されておらず、個別の栄養状態に関するデータをタイムリーに入手することは難しいことが確認された。そのため、今後は事業対象地ごとに自らアンケート調査等によるデータ収集を行うとともに、FAOのデータ等、既存の入手可能なデータを活用することで、ガーナにおける平均的なデータとの比較を行っていくことが必要だと考えられる。また、栄養改善・健康に関する指標に関しては、研究報告が多くだされており、今後

改善に向けての検討が進められていくと考えられるため、事業化の際には関連する企業・学術機関・研究機関との情報連携が必要だと考えられる。(図 5-8)

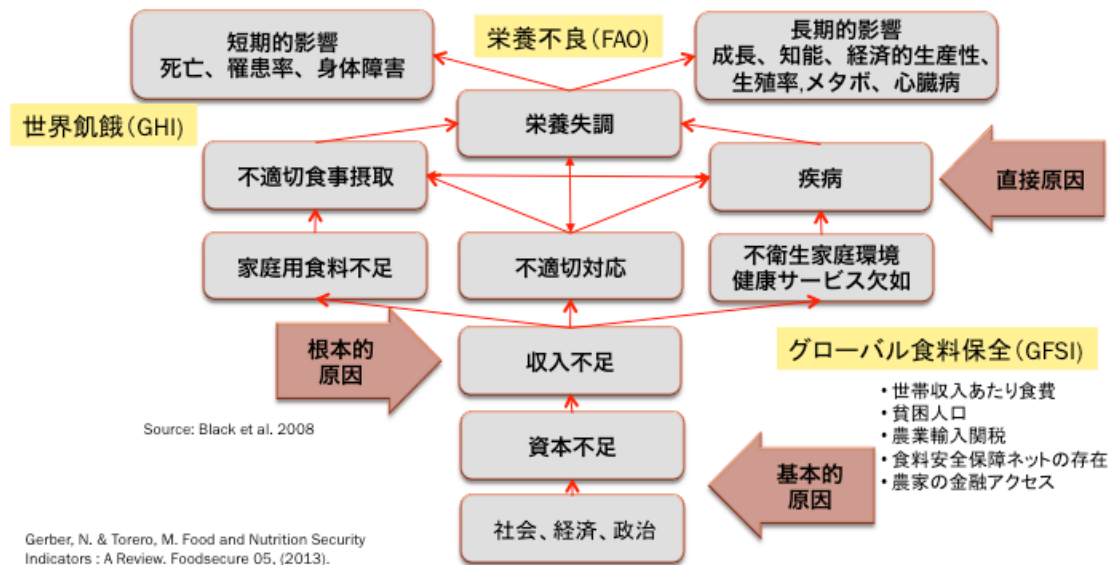


図 5-8 栄養改善・健康を測るフレームワーク

### 5.4.3. 栄養についての日本との比較

本調査において、6-11 歳の学童期に必要なとされる栄養量を考える為、現地調査で把握した小学校における生活実態に基づき現地における栄養価の計算を行い、これと日本における「学童期の食事摂取基準(2010 年)」とを比較することで、具体的な栄養不足の状況を明らかとした。現地における栄養価の計算結果を表 5-3 に示す。

表 5-3 スクールフィーディング栄養価計算(食品成分表を基に計算)

献立・料理名	材料・食品	g	エネルギー	たんぱく質	脂質	炭水化物	カルシウム	鉄	ビタミン A	ビタミン B1	ビタミン B2	ビタミン C	食物繊維	食塩相当量
			Kcal	g	g	g	mg	mg	μgRE	mg	mg	mg	g	g
ジョロフライス	タイ米	197	719.1	14.0	1.4	157.6	55.2	1.6	0.0	0.13	0.10	0	2.6	0.0
	煮干しだし	0.2	0.0	0.0	0.0	Tr	0.0	Tr	-	0.00	Tr	0	0.0	0.0
	トマトペースト	0.5	0.4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
	調合油	3	27.6	0.0	3.0	0.0	Tr	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
	チリペッパーソース	2	1.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	Tr	0.0	0.0
	唐辛子(果実・生)	0.8	0.8	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.1	0.0
小計	204	749	14.0	4.5	157.9	55.9	1.6	0.0	0.13	0.10	1	2.7	0	
シチュー	トマトペースト	0.7	0.6	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
	チリペッパーソース	3	1.7	0.0	0.2	0.2	0.5	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
	ニンニク(りん茎・生)	0.6	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
	玉葱(りん茎・生)	3	1.1	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
	唐辛子(果実・生)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
	塩	少々	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
	こしょう	少々	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0
小計	7.5	4.4	0.0	0.2	0.9	1.5	0.0	0.0	0.00	0.00	0	0.0	0.0	
計	211	753.4	14.0	4.7	158.8	57.4	1.6	0.0	0.13	0.10	1	2.7	0	

Tr: Trace(トレース)の略。微量を意味し、成分が含まれてはいるが、最小記載量に達していないことを示す。

※タイ米の栄養成分は農務省 USDA National Nutrient Database for Standard Reference より

また、割り出した栄養価計算から、PFC バランス(P:プロテイン F:脂質 C:炭水化物)を割り出し、諸外国の PFC バランスと比較したものを図 5-9 に示す。栄養不足のリスクに関しては図 5-10 の食事摂取基準設定指標に記載されている基準と比較をすると、現状は適正範囲外にあるということが読み取れる。

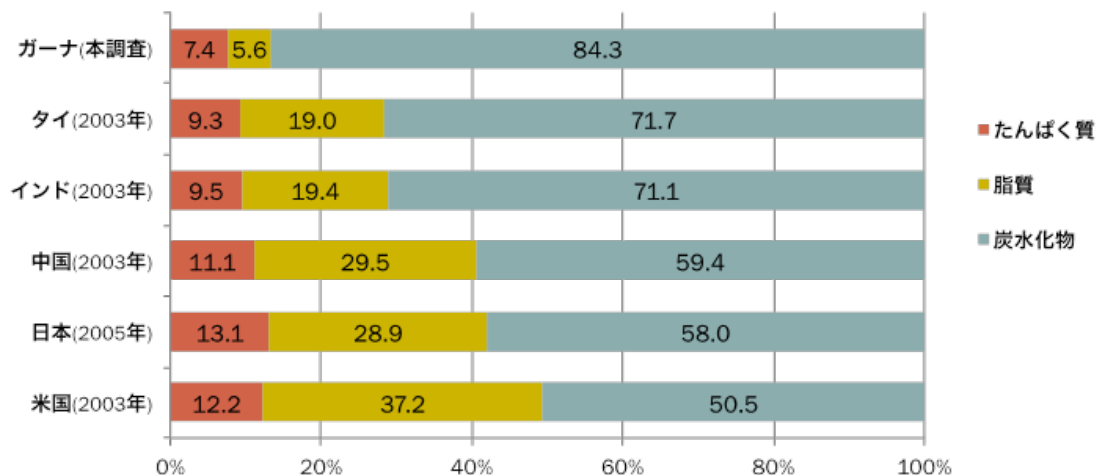


図 5-9 諸外国との PFC バランス比較  
農林水産省 HP より

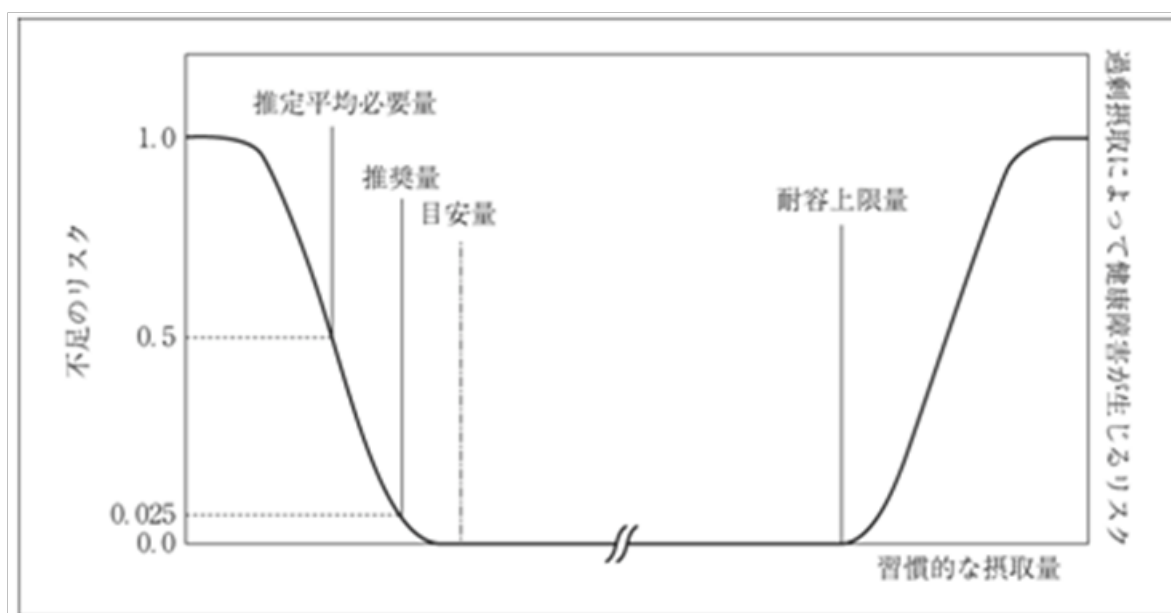


図 5-30 食事摂取基準設定指標の考え方(参考)  
農林水産省 HP より

ガーナの食事は1日2食である。その為、単純計算で現地調査で把握した食事量を倍にし、推定平均必要量と比較をすると、学童期に必要な主要栄養素のタンパク質・脂質・カルシウム・鉄で不足していることがわかる。(表 5-4) しかし、実際には子供たちは経済成長によってドー

ナツなど菓子の味を覚えてきているとともに、菓子が容易に入手可能になりつつあることと、現地の給食等で提供されている多くの料理で油を大量に使用することから、脂質不足は心配無いものと考えられる。そのため、体を作る大切な時期である学童期においては、魚肉ソーセージでたんぱく質不足を補うことはもちろん、今回不足状態が明らかとなったミネラルの補助も大切だと考えられる。また、特に骨量が最も蓄積される時期は男性で13～16歳、女性で11歳～14歳である為、学童期のCa摂取は極めて必要だと考えられる。

そのため、当初現地での普及を想定していたソーセージ(フィッシュソーセージ:商品コード4901901237358)のCa含有量は40mgに留まっていたため、現地の栄養不足を解消するには不十分であることが分かった。従って、既に製品化されている「フィッシュソーセージ Ca75g」等の技術を用い、Ca添加したソーセージ等を普及することが望ましい。日本においては、牛乳やチーズといった製品が給食に出されるが、ガーナでは牛乳・乳製品等の多くが輸入品である為に価格が高く、給食で出されることもほとんどない。そのため、ガーナ政府の支援によりフィッシュソーセージ事業が推進され学校給食に広まることにより、子供たちのPFCバランスと骨の形成を助け、健やかな成長を支援できるのではないかと考えられる。それによって、直近の健康被害を解決するとともに、将来的な気候変動に伴う洪水や干ばつによる被害後の感染症の蔓延等に対する抵抗力の強化につながると考えられる。

表 5-4 学童期の食事摂取基準 2010(1日分)

(ア)たんぱく質(g/日)

年齢	男		女		調査時×2
	推定平均必要量	推奨量	推定平均必要量	推奨量	
6-7歳	25	30	25	30	28g
8-9歳	30	40	30	40	
10-11歳	40	45	35	45	

(イ)脂質と炭水化物(%エネルギー)

	男		女		調査時×2
	目標量				
脂質	20-30		20-30		6%
炭水化物	50-70		50-70		84.3%
食物繊維	-		-		5.4

(ウ)カルシウム(mg/日)

年齢	男		女		調査時×2
	推定平均必要量	推奨量	推定平均必要量	推奨量	
6-7歳	500	600	450	550	114.8mg
8-9歳	550	650	600	750	
10-11歳	600	700	600	700	

(エ)鉄(mg/日)

年齢	男		女		調査時×2
	推定平均必要量	推奨量	推定平均必要量	推奨量	
6-7歳	4.5	6.5	4.5	6.5	3.2mg
8-9歳	6.0	8.5	5.5	8.0	
10-11歳	7.0	10.0	6.5/9.5	9.5/13.5	

本調査によりタンパク質は推定平均必要量に足りているものの推奨量にはまで至らず、脂質と炭水化物は、必要量、推定量の双方をみたしているものの、カルシウムや鉄分が不足しておりミネラルが必要であろうことが明らかになった。他方で、本調査においては、日本における学童期に必要な栄養量を元に栄養不足の実態に関する分析を行ったが、日本の子供は室内での遊びが多いのに対してアフリカでは外での活動が多いなど日本とガーナの子供では身体活動レベルが異なるため、今回提示した日本人基準では足りない可能性があるかと推測される。こうした観点から現地に適した栄養基準に関しては、引き続き事業化に向けて現地の教育関係機関・医療関係機関との情報連携が必要だと考えられる。

#### 5.5. 現地の事業環境としての環境汚染の実態把握

本調査においては、ガーナにおける食料品提供上の課題として考えられる環境汚染の現状についても現地調査を行った。ガーナにおいては、都心近郊の廃棄物は定期的に回収されるものの分別はされず、郊外の沿岸に集積されている。(写真 16) また、推積熱による火災や、大雨による汚物の逆流など非衛生的な状況がみられる。廃棄物の回収業者(例:ZOOMLION)が定期的に回収してアクラから1時間ほどの郊外に輸送し、そのまま集積している。サチェットウォーターやPETは民間での回収業者があるものの、空き缶などは対象外となっている。資源循環のニーズはあるが経済発展先行の時期であるために、環境対策はまだ未成熟な状況である。また、前政権下においては回収や清掃などの環境対策が推進されていたようであるが、現政権下においては停滞している。



写真 16

#### 5.6. 調査結果のまとめ

気候変動の観点からいえば、食糧は輸入により多様化してきているとはいえ産業自体は依然未発達であり、現金収入が見込めないため、緊急時における現地の人々の対応力は低いと考えられる。そのため、ひとたび洪水や干ばつなどの災害が発生した場合には、農業中心の大多数の世帯において食糧危機などの影響を受け、復興に時間がかかると考えられる。また、酪農業はあまり多くないと考えられ、イモ類にかたよる食事でタンパク源が不足するなど栄養バランスが懸念される。そのため、体格は非常に良いが病気への抵抗力は総じて低いと考えられる。こうした観点から、洪水・干ばつ後に感染症が広まる可能性が高い。

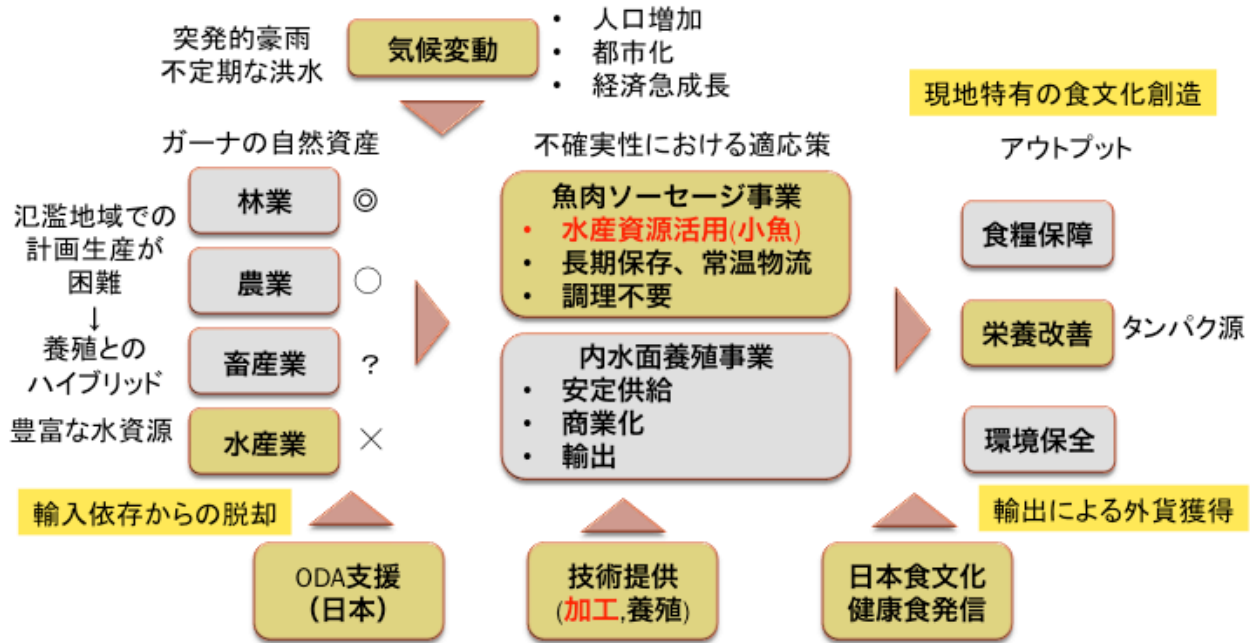
また、現地政府からの要望があった現地生産といった観点からは、ガーナ独特の土地契約(チーフとの契約)など、ローカルルールの手と理解が最初の障壁となると考えられる。現時点で認識されている対応すべき課題と対応策を表 5-6 にまとめている。



表 5-6 対応すべき課題と対応策

対応すべき課題	対応策
<ul style="list-style-type: none"> <li>商品の食感や水分について現地ニーズに合わない可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>より詳細のマーケティング調査により嗜好にあわせたカスタマイズを行う。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>国内仕様では輸送を含めて現地での長期保存に不安がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境対策も含め現状の3ヶ月から6ヶ月のロングライフ仕様を研究する。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ガーナでの詳細ニーズや周辺のECOWASでの状況が把握しきれていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>幅広くマーケティング調査を継続する。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ガーナ政府のFDA認証が取得できていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>取得に向けてインポーターの選定やパッケージ印刷の対応をはかる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>現地給食サービス展開に向けて商習慣など実情が把握しきれていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>利権構造や現地特有の商習慣をより詳細に調査する。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>外貨送金が停滞することがある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>状況を把握し常にリスクヘッジを試みる。</li> <li>原料価格を調査し安定調達の仕組みを確立する。</li> </ul>
<p>る所有権が不明瞭</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地パートナーを厳選する。</li> </ul>

現地調査の結果から本事業の位置付けを図 5-11 に整理した。ガーナにおいては、畜産を除き、農林水産資産は豊富である一方で、技術や知識の不備により保有資産を十分に活かしてきていない。そのため、日本の食品加工や養殖などの技術、知識を取り入れることで、食糧供給の増加や栄養改善を達成し、現在の輸入依存からの脱却を実現することの意義は大きいと考えられる。また、直接的な栄養不足の解消だけではなく、日本の食文化や健康系食品の更なる普及による持続可能なライフスタイルの確立を促すことや、また環境対応技術の提供による経済成長と環境保全の両立など日本から発信すべき事項は多々あるといえる。



自然資産活用評価・凡例 ◎:十分活用されている、○:活用されている、×:活用余地あり、?:不明

図 5-41 調査結果からみる本事業の位置付け

## 6. 指標(方法論)とベースラインデータ

### 6.1. 効果測定の方法および手法

事業の効果測定にあたり評価項目をインプット、アウトプット・アウトカムの枠組みにより整理し、主要指標として設定した。

- インプット: 魚肉ソーセージの啓蒙、現地生産工場及び製造ノウハウを導入
- アウトプット: 学校給食等での魚肉ソーセージの普及数、工場等による雇用者数の増加
- アウトカム: 栄養状態の改善、世帯収入の増加

### 6.2. 考慮すべきベースラインデータ

これらの要素をそれぞれ定量的に把握するために個別の指標として定義をしている(表 6-1)。データの入手可否を含めて考慮すべきベースラインデータとしてとりまとめ現状値と目標値を示している。

表 6-1 ベースラインデータの詳細化

区分	評価項目	評価指標	ベースラインデータ	ソース	現状値	目標値
				nk national accounts data	USD1,550 (163位)	

## 7. 適応対策において今後見込める成果

### 7.1. 調査による評価と本事業の貢献

本調査の結果に対して分野別に評価を行い、本事業の貢献領域と有効性を確認した。また、各分野において本調査を通じて新たな社会課題として認識されたことを取りまとめた。(表 7-1) 非常に広い範囲での課題が抽出されたため、それらの対応については今後の更なる検討が必要と考えられる。そのため、本調査後においては、まず魚肉ソーセージの普及を通じた食品加工や水産業の促進における貢献とともに、事業展開上の環境配慮なども考慮したプランを推進していく。

表 7-1 分野課題毎での評価と本事業での貢献領域

分野課題	課題別指針
球温暖化	

(評価凡例 ○:概ね良好、△:一部懸念がある、×:対応を要する)

### 7.2. 今後見込まれる成果

今後見込まれる成果としては、本調査の調査対象とした魚肉ソーセージを代表とした魚肉加工品の普及による栄養改善があげられる。事業展開当初は魚肉ソーセージのみの提供に限られているものの、事業展開が進むにつれて、DHA や Ca などの機能性を拡張させた食品を提供することで、ガーナのみならず西アフリカ全体の栄養バランス改善に貢献していことが可能である。こうした魚肉加工品が西アフリカ全体において新たに普及することにより、現地の栄養不足の解消に寄与するとともに、現地において様々レシピが誕生し、新たな食文化誕生にもつながると考えられる。また、現地生産の段階においては販売のみならず水産関連の産業活性により新たな事業の創出や雇用の創出が見込まれる。また、今後、国の発展とともに、冷凍流通インフラの充実・冷凍食品の普及が進めば、普及の範囲もより広くなることが想定される。さらに、中長期的には水産業の発展という点において、日本の技術の展開を通じた養殖、加工食品、冷凍食品、環境対策を施した工場の設立をはじめ、廃棄物についてもリサイクルを考慮したプロダクト・ライフサイクルでの対応などを展開していくことができると考えている。

本調査後においては、事業化に向けて、子供向けには給食や“おやつ”として普及することを試みる。このような中で、西側沿岸諸国に本事業を広く拡大していくことで、将来的に西アフリカ地域全体に広がる気候変動による社会課題を持続的に解決していくことが見込めると考えてい

る。

さらに、本調査事業の成果により、アフリカ市場への進出に関する情報や知見・経験の体系的な整理やノウハウが蓄積されることで、国内企業における進出のハードルを下げる役割を果たせると考えられる。想定されるアフリカ市場の規模は大きく、既に先進国各国の企業が進出を試みてはいるものの、日本ブランドは技術や品質、またカルチャーや倫理観からくる信頼感などの面において、世界でも依然有利な立場もあり現地政府等による日本企業進出の期待も大きい。当社が現地のニーズを満たすことができれば、それによって同業他社の進出をも促される可能性がある。それを通じて、マーケットが適正化され、他業種との連合等を通じて、さらなる経済成長が図られると推測される。

### 7.3. 想定される気候変動への対応に関するシナリオ

ガーナにおける気候変動にともなう突発的な自然災害はリスクが高まる傾向にあり、一定レベルを超えたところで食糧供給量に甚大な影響を与える可能性がある。そのため、本調査においては、現状の課題のみならず、今後拡大していく課題と、それに対して見込まれる成果も検討した。

特に、食糧保全の観点からは、農産、畜産、水産それぞれの供給量とその比率の現状を把握するところから適応シナリオが想定できる。

まず、海面供給量は現状では陸上設備の不備や商業流通できない小魚など、未利用分を有効利用につなげる加工技術を伴う工場が増えることで総量が増加する。また、ボルタ湖を中心とした水資源を活かした内水面養殖を促進することで漁獲量の向上が見込まれる。このように平常時の漁獲量の底上げをはかることは、輸出の増加あるいは輸入の抑制による適正バランスの確立にも寄与する。

一方で突発的な洪水等の災害による農産物の被害については水産物の供給によって補完することで、農業・水産業双方による安定的な食糧供給が可能となる。(図 7-1)

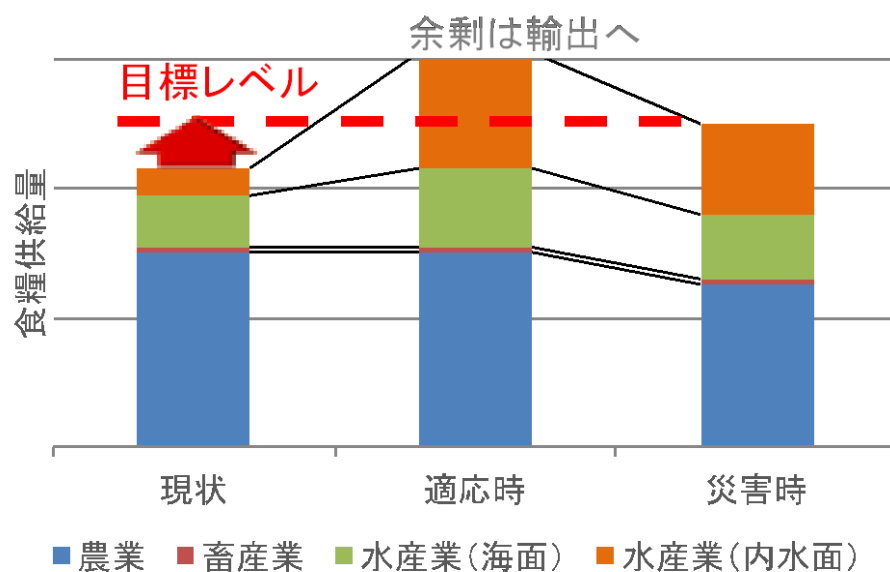


図 7-2 農水産の補完関係の構築による安定的な食糧資源の確保



また、輸入に頼らない国産魚の増加は供給量の確保だけでなく、魚肉加工食品の供給を増やすことで、さらに栄養バランスの改善に資すると考えられる。(図 7-2)

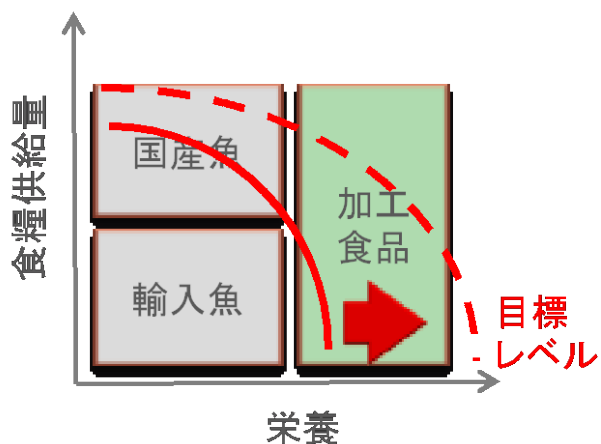


図 7-3 加工食品による栄養バランス改善

本事業の推進を通じた、技術供給を通じた漁獲量の工場・食糧供給量の増大、食糧供給の農作物・水産物の相互補完体制の構築は、将来増大する気候変動に起因する社会課題に対する予防策としても大きく貢献すると考えられる。

## 8. 今後の事業計画

### 8.1. 事業化までの計画

本事業においては2015年度にガーナでの現法立ち上げ、その後2,3年の市場見極め期間を経て、工場を設立し魚肉ソーセージの現地生産および販売開始を目指している。(図8-1) また、その後順次ECOWAS周辺国へ展開し現地への定着を想定している。本調査後は、引き続き国内既存製品の輸出ベースでの予備的マーケティング活動を行うことを計画している。

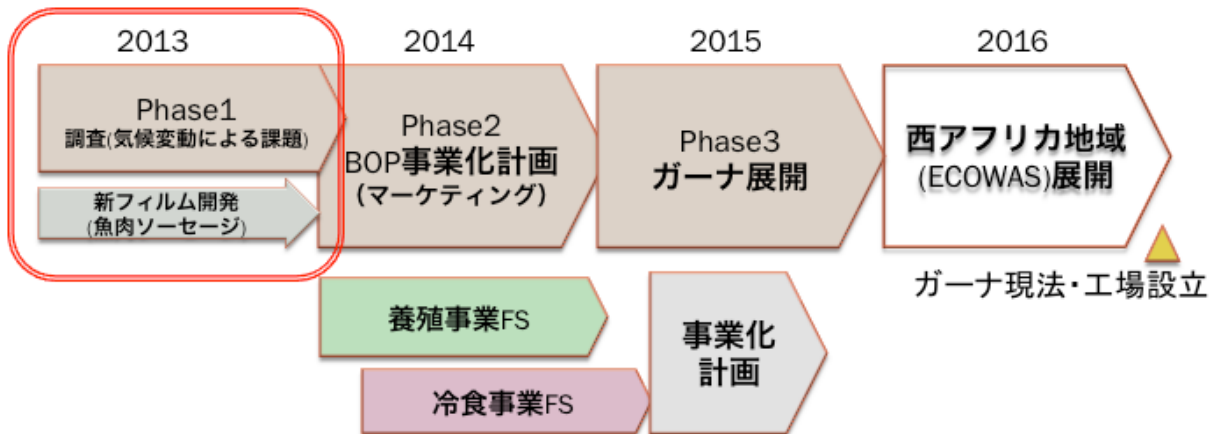


図 8-1 今後の事業展開案

最終的な収支計画としては当初50億円程度の工場設立投資に対して、3年後に100億円、5年後に200億円程度の売上を想定している。本調査の成果として事業化に向けた方針が明確となったため、引き続き事業化に向けた検討を進めて行くこととする。

### 8.2. ビジネスモデル

本事業にかかわらず海外での展開においては、現地事業環境やニーズ面に合わせたきめ細かなカスタマイズが重要といえる。ガーナにおいて当社が既に保有する技術の全てが適用できるとも限らず、またニーズを満たすために不足する技術があることも考えられる。さらに事業化に向けては資金調達とともに適正な現地でのパートナーシップとオーガナイズ能力が重要となる。そのため、できるだけ早期にガーナを基点とした事業モデルを確立し、現地仕様の製品・サービスの開発、周辺国への展開ができる体制を構築していく必要がある。具体的には、ガーナに設立する現地法人を中心にガーナ供給業者、ガーナの流通業者等との更なる関係構築が重要だと考えられる。(図8-2)

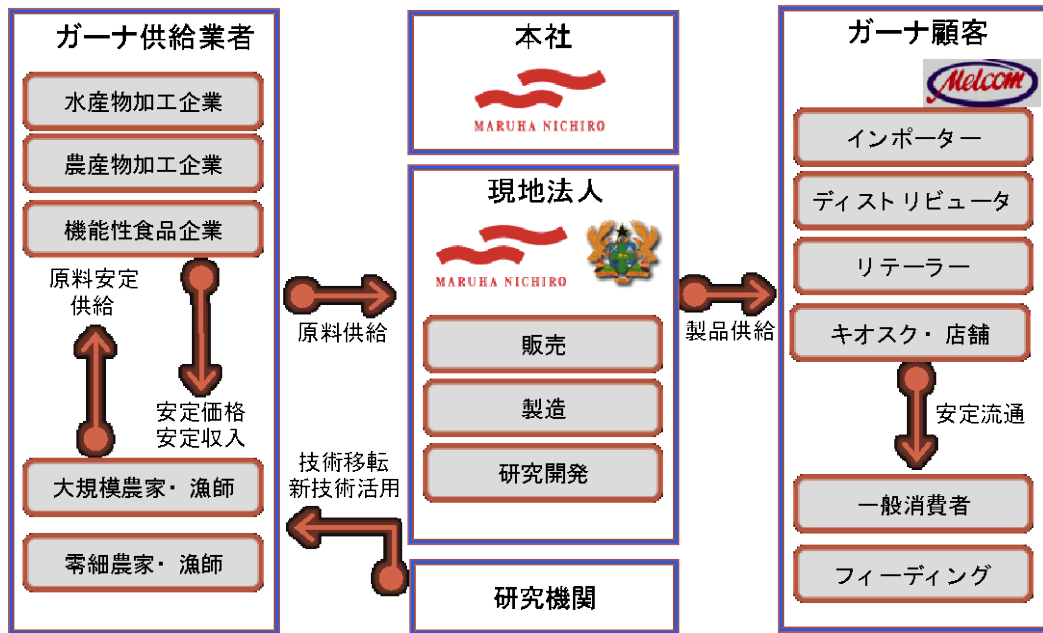


図 8-2 ビジネスモデル

現地パートナーから消費者への流通モデルを図 8-3 に示す。顧客候補としては当初ガーナのアップーミドル層からローアーミドル層へ展開し、あわせて学校給食等のフィーディングサービスに適用することで子供世代からの普及をめざす。

製品仕様の改善としては、現地で好まれるスパイシーな味を基調として、高温下における製品からの水分蒸発対応やハラル対応、また、輸送期間や高温対策からよりロングライフな包装や、防虫加工などが必要となる。また、販売網の確保と言う観点からはガーナ全土に店舗展開を行っているメルコム社と既に交渉をはじめており、今後詳細の契約交渉を進めていく予定である。販売価格は 2 月の試験販売の結果をうけ、追加のマーケット調査を行うことで検討を進める。

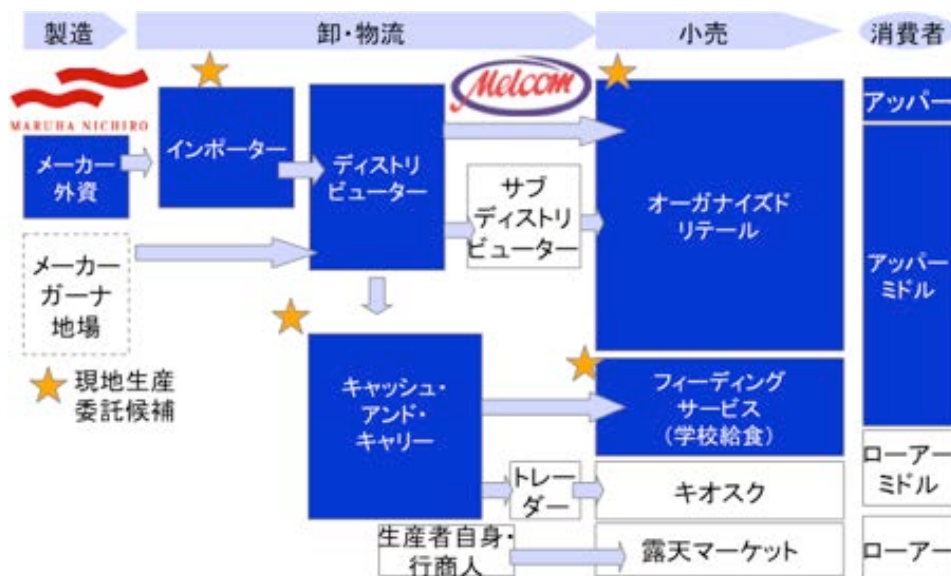


図 8-3 流通モデル

### 8.3. マーケティング分析

本調査の結果に基づき、事業化に向けての分析と評価を行い、実現に向けて概ね妥当性があることを確認した。競争要因分析においては5つの視点からこの事業のおかれる外部環境を評価すると、競争面ではガーナを含む周辺国において現時点で同等製品を扱う企業は存在しておらず、また機能面でも代替品はなく優位性を確保している。一方で新規参入という観点から見ると、早期の現地でのブランド確立が必須の状況といえる。現地収穫魚による生産の可能性を含め、販売網や物流の可能性などから供給業者との関係において大きな懸念はなく、顧客ニーズも高いことから、価格設定次第では一定の売上を確保できると考えられる。(図 8-4)

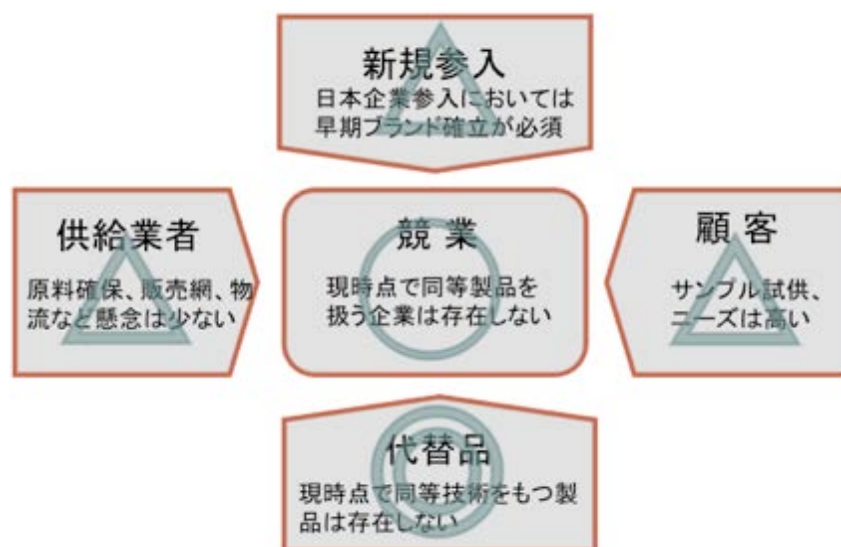


図 8-4 競争要因分析

また、マーケティングという観点においては、製品面では類似製品が無い中、既存製品の現地仕様への製品改善が重要だと考えられる。

販売地域については、メルコム社との連携により隣国を含めたガーナ全土での販売インフラを活用することで広い地域での展開をはかることが可能と考えられる。

価格設定については、一定のサンプル品配布は行うものの、当初中高所得層を対象として当初日本からの輸送費を含めて、一定の利益を確保できる妥当な価格設定から浸透をはかる。その後、定着した段階で現地生産によりさらにコスト低減をはかることでより低所得者層への展開を可能とする。

販促面においては早期ブランド確立に向けての施策を早々に展開していく必要があるといえる。

### 8.4. 事業リスク分析

事業リスクに対しては、その顕在可能性が高く、かつインパクトが大きいものから優先して順次対応を検討する必要がある。(図 8-5) 特に優先対応領域としては、「食品規制」、「ハラル」、「アリ対策」があげられる。

まず、食品規制やハラルについては国別に要件や状況が異なることもあり、事業化までに個

別の実務的な対応が必要とされる。また、調査において既に顕在化されたアリの対策については包材強化や薬剤などコストや規制との兼ね合いにより最適案を検討する必要がある。ただし、現時点においてはプラスチックケースによる保管や温度管理などでの対応が現実的と考えられている。また、日本とは異なる環境や輸送時間を考慮するとともに、包材廃棄などにおける環境配慮についても本調査後に対応を検討することを予定している。

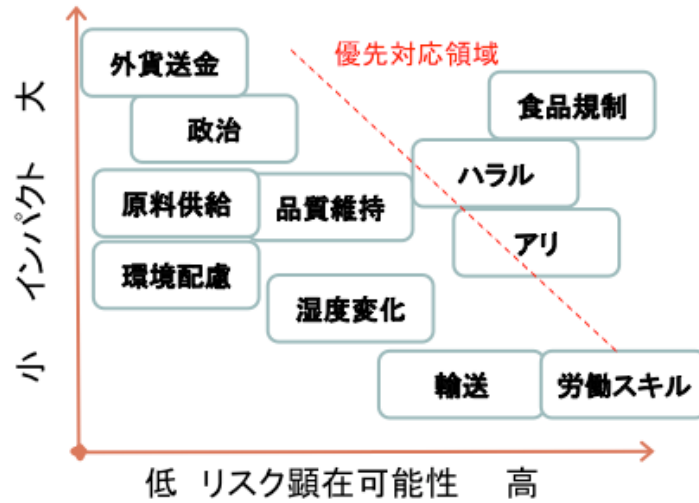


図 8-5 事業リスク評価

8.5. 収支計画

これらの前提に基づき現時点での5年の収支モデルを算定している。(表 8-1)但し、商品原価およびガーナでの販売価格については現地での試験販売などの結果を経て改めて検証しつつ改訂していく必要がある。

表 8-1 収支モデル

<単位: 百万円 >

	1年目		2年目		3年目		4年目		5年目	
	販社設立 & 輸出	試算根拠	輸出版売	試算根拠	工場設立 & 輸出	試算根拠	現地生産 & 販売	試算根拠	現地生産 & 販売展開	試算根拠
売上	100	@40 250万本	300	@40 750万本	2,000	@40 5,000万本	6,000	@40周辺国 15,000万本	16,000	@40ECOWAS 40,000万本
売上原価	63	@25輸出	188	@25輸出	1,250	@25輸出	2,700	@18現地生産	7,200	@18現地生産
販売費及び一般管理費	63		86		282		1,262		1,292	
(うち人件費)	10	駐在1	10	駐在1	14	駐在1 現地1	40	駐在2 現地5	70	駐在3 現地10
(うちその他経費)	53	¥95万12TEU	76		268		1,222	工場減価償却	1,222	
売上総利益	38		113		750		3,300		8,800	
営業利益	-26		27		468		2,038		7,508	
営業外収益										
営業外費用	2	金利2%	1		41		80		78	
経常利益	-27		25		427		1,958		7,430	
参 出資金残高	20		20		1,000		1,000		1,000	
考 借入金残高	70		60		4,050		3,950		3,850	



## 9. 対応すべき課題と対応策

本調査において、本事業のポテンシャルと実現可能性が確認されたため、先述したとおり魚肉ソーセージに関しては、今後はより具体的な個別のアクションへと展開していくことを予定している。具体的には今後、ガーナ政府の認証や、より詳細なマーケティング調査、水分や食感のカスタマイズ、現状の3ヶ月から6ヶ月へとロングライフなパッケージングの研究開発などを進めていく。また、並行して、養殖事業の可能性についても準備を始める段取りである。

その他、今後事業化を進めていくうえで、対応しなくてはならない課題と対応策としては FDA 認証取得、インポーターの扱い検討、ハラール対応準備、フィーディングサービスにおける商取引の理解、現地仕様製品に関する研究開発、そしてより詳細なマーケティング調査などがあげられる。現時点で想定している次年度における作業スケジュールを図 9-1 に示す。



図 9-1 次年度作業スケジュール

また、本調査においては、ガーナにおいて気候変動の影響により、洪水や干ばつが実際に起こっていること、それが人々の栄養状態の悪化に影響していることはわかった。他方で、具体的な因果関係や過去に洪水や干ばつが起きた際に現地で具体的にどのような問題が起き、それにどのように現地で対応しているのかに関する実態把握については本調査後も引き続き実施していくことが必要だと考えられる。こうした点に関しては、上記事業展開と並行して調査を進めていくとともに、十分なデータや情報を有していない現地の関係機関に対する情報提供を行っていくこととする。

**平成 25 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた  
実現可能性調査事業」最終報告書**

<b>コンソーシアム名または企業・団体名</b>	ヤマハ発動機株式会社
<b>事業名</b>	タンザニア連合共和国の農村における気候変動への耐性強化プロジェクトに係る実現可能性調査
<b>提出日</b>	2月14日

## 1. 本事業の目的

気候変動枠組み条約第 19 回締約国会議 (COP19) 及び京都議定書第 9 回締約国会議 (COP/MOP9) において、日本は、気候変動対策のための開発途上国への支援を引き続き最大限取り組むことを発表しており、各国のニーズに合致したプロジェクトの実施と人材育成や制度整備などの支援を組み合わせ、途上国における低炭素成長に向けた取り組みを後押しすることとしている。後発開発途上国では、気候変動によって、旱魃や洪水の増加とともに水資源の減少と劣化が懸念されているが、これらに対する耐性が小さいためにその影響を最も受けやすいとわれている農村部においては、生活の糧である農業の維持と生活の要である飲料水の確保が容易ならざる状態に曝されている。実際には、その影響に耐えきれずに都市部に流入する元農民が増加しており、難民として都市郊外にスラムを形成するに至り、大きな社会問題化している。農村の気候変動への耐性の強化は、食糧安全保障の観点からも、また治安維持の観点からも、当事国政府の重要な課題となっている。

当社の提供する小型浄水装置は、自然界における水浄化の仕組みを応用し、24 時間かけて川や沼の表流水を安全な水に浄化する「緩速濾過方式」によって、特別な薬品や大きな電力、また専門技術者のオペレーション等を必要とせず、住民による自主運営を可能にし、これまでに東南アジアや西アフリカにおいて、飲料水の確保に貢献してきた。また、浄水装置の駆動用電源に太陽光発電装置を用いることによって、無電化地域においても飲料水の確保を可能にした。

一方、点滴灌漑装置は、農業において最大の課題である水やりを効率的・効果的に行うことを実現し、農業生産の安定化を可能にした。

これまで当社では、太陽光発電装置付小型浄水装置と点滴灌漑装置をそれぞれ異なるフィールドで設置・運営してきたが、農村の気候変動への耐性を大きくするためには、二つのシステムを組み合わせることによって、飲料用・生活用・農業用の水を自立かつ安定的に確保・利用することが可能となる。水資源は、人が使う飲料水・生活水や、農業用水や家畜用水等、様々な分野で利用されるが、より適応力の高いシステムへの改善が、気候変動への適応を実現すると同時に、気候変動の緩和策にもなると考える。

## (1) 事業の目的

以下の施策を通じて、途上国における地方の農村部の気候変動への耐性を大きくする。

- ① 太陽光発電装置付小型浄水装置と点滴灌漑装置を組み合わせた、地方の農村向け自立運営型給水システムの事業性調査を実施し、ビジネスモデルを構築する。
- ② 地方の農村向け自立運営型給水システムの市場調査を実施し、需要実態を確認する。
- ③ 地方の農村向け自立運営型給水システムは、売電や売水を可能にするものであるところ、その事業性調査と市場調査を合わせて実施し、導入した地方農村の自主運営モデルを構築する。

## (2) 進出先(タンザニア連合共和国)の選定理由

タンザニア連合共和国(以下「タンザニア」)は、1961年の独立後、社会主義経済政策を推進していたが、1980年代に入り経済は危機的状态に陥り、1986年以降、世銀・IMFの支援を受けて、社会主義経済から市場経済へと転換し、規制緩和等を通じ、経済改革を推進、1990年代後半から堅実なマクロ経済運営がなされている。しかし、タンザニアは、一人あたりのGNIが540USドル(2011年)、貧困率が34.0%(2009年)の最貧国であり、タンザニア政府は、GDPの4分の1、労働人口の4分の3を占める農業分野の成長と生産性向上を最優先課題に掲げている。

タンザニア政府は、国家開発戦略として1997年に貧困削減戦略を、1999年には「タンザニア開発ビジョン2025」を策定して貧困削減の枠組み及び開発の方向性を提示した。これらの国家開発戦略を基礎に、2000年に貧困削減戦略(PRS)が策定され、2005年には第2次PRSが、2010年には第3次PRSが策定された。PRSの目標は、貧困削減と経済成長であり、第3次PRSでは、「成長と貧困の削減」「生活の質の改善と社会福祉」「ガバナンスとアカウンタビリティ」の3つが貧困削減と経済成長の要素として掲げられている。

水資源分野においては、2006年に水開発計画が策定され、地方における安全な飲料水へのアクセスを2003年の53%から2010年に65%へ、そして2025年には90%に引き上げることが謳われている。2007年12月現在の達成率は57.1%にとどまっており、今後一層の取り組みが求められている。

農業分野においては、農業開発計画が策定され、JICAをはじめとする複数のドナーがバスケット基金を通じた協力を行っている。2002年から2010年の間、タンザニア経済が6.7%の成長を遂げたにも関わらず、農業分野の成長が4.2%にとどまったこと等も

あり、2012年には、KILIMO KWANZA (Agriculture First)が策定され、官民合同で農業の近代化と商業化を加速することこそが、国を豊かにする最も重要であるとしている。

タンザニア政府は、現在、以下の4項目を十分に理解した上で年間5%の成長を目標に各種の施策に取り組んでいる。

- ① 貧困層の多くが農民であり、農業開発こそが貧困撲滅の鍵である。
- ② GDPの半分近くを占める農業の成長が国の成長に最も大きなインパクトを与える。
- ③ 農業の経済活動に占める比重が大きいため、農業の成長が与える雇用や消費へのインパクトが大きい。
- ④ 農業振興は人口の増加に伴って顕在化している食糧安全保障への対策の柱である。

また、タンザニアは、G8の主要議題として取り上げられている「食糧安全保障と栄養」に係るニューアライアンス・パートナーの一員として、農業分野への積極的な投資の受け入れに取り組んでいる。

当社が農村部を中心とする気候変動への適応対策が急がれる地域で事業展開することは、タンザニア政府の施策に合致するものであり、将来的にビジネスの拡大が見込まれる。

## 2. 課題

### (1) タンザニアにおける気候変動への耐性強化の実現可能性

#### ① タンザニアにおける気候変動に対する脆弱性の実態

タンザニア全体の気候変動の脆弱性の実態を把握するとともに、本プロジェクトが自立運営型給水システムの設置された特定の村落に対して衛生的な水の供給と点滴灌漑による農作物の通年栽培を可能とするものであることから、設置可能なエリアを特定した上で、当該エリアにおける気候変動の脆弱性を把握する。

#### ② 気候変動によって増大する社会課題の実態

気候変動に対する脆弱性の実態調査と同様に、タンザニア全体における社会課題としての農作物、飲料水、水系感染症の実態とともに、自立運営型給水システムが設置可能な特定の村落における社会課題としての農作物、飲料水、水系感染症の実態を把握する。

#### ③ 自立運営型給水システムの活用による社会課題の克服

自立運営型給水システムの設置後、当該村落の住民が衛生的な水の利用によって社会課題である水系感染症の実態がどの程度改善されたか、また、点滴灌漑の導入によって農作物の通年栽培がどの程度実現されたかについて把握する。

### (2) 耐性強化プロジェクトの実現可能性

#### ① 事業化による許認可や物流等の実態

自立運営型給水システムの設置にあたり、必要な各種許認可・規制、輸出入手続、物流網の現状を把握する必要がある。

#### ② 農業、飲料水、公共事業、村落開発等を所管する官公庁との協業の可能性

自立運営型給水システムの設置・運営は現地の社会課題を解決することに資するものであり、その実現のためには現地政府、地方行政機関、NGO 等との連携が必要であり、現地政府をはじめとする関係機関との連携可能性を把握する必要がある。

#### ③ 安全な飲料水に対する需要の実態

村落・病院・学校等の想定需要者における安全な水に対する需要を把握する必要がある。

#### ④ 点滴灌漑農法に対する需要の実態

村落における農作物の通年栽培に対する需要を把握する必要がある。



⑤ 民間事業としての成立の可能性

事業推進時に必要な資材の価格や工事費を把握するとともに、タンザニアの民間企業やタンザニアに進出している外国企業による資金提供の可能性について把握する必要がある。

⑥ 自立運営型給水システムの設置可能性

自立運営型給水システムの設置可能エリアの確認と1基目の設置候補地の選定を行う。

⑦ 競合状況

タンザニアには、既に浄水機事業検証を展開している日系企業があるが、他にも競合となり得る企業等が進出している可能性があるところ、その実態を把握する必要がある。

### 3. 課題解決の方向性

#### (1) タンザニアにおける気候変動への耐性強化の実現可能性

##### ① タンザニアにおける気候変動に対する脆弱性の実態

タンザニア全体の気候変動の脆弱性の実態を把握するため、気候変動に関して全省庁の関連部門を統括している副大統領府の環境局に対して NAPA (Tanzania National Adaptation Programme of Action) を中心にヒアリング調査を実施するとともに、必要なデータ等を入手する。

自立運営型給水システムの設置可能なエリアにおける気候変動の脆弱性を把握するため、水省に対してヒアリング調査を実施するとともに、必要なデータを入手する。合わせて、設置候補地の行政機関や医療機関、住民等に対するヒアリング調査を実施する。

##### ② 気候変動によって増大する社会課題の実態

タンザニア全体における社会課題としての農作物、飲料水、水系感染症の実態を把握するため、農業省、水省、保健省に対してヒアリング調査を実施するとともに、必要なデータを入手する。合わせて、自立運営型給水システムが設置可能な特定の村落における社会課題としての農作物、飲料水、水系感染症の実態を把握するため、設置候補地の行政機関や医療機関、住民等に対するヒアリング調査を実施するとともに、必要なデータを入手する。

##### ③ 自立運営型給水システムの活用による社会課題の克服

自立運営型給水システムの設置後、当該村落の住民が衛生的な水の利用によって社会課題である水系感染症の実態がどの程度改善されたか、また、点滴灌漑の導入によって農作物の通年栽培がどの程度実現されたかについて把握するため、自立運営型給水システムの設置1年前から設置1年後まで、当該村落の行政機関や医療機関、住民等に対するヒアリング調査を定期的実施するとともに、必要なデータを入手する。

#### (2) 耐性強化プロジェクトの実現可能性

##### ① 事業化による許認可や物流等の実態

自立運営型給水システムの設置にあたり、必要な各種許認可・規制、輸出入手続、物流網の現状を把握するため、水省及び農業省、候補地の行政機関を通じて必要な情報を入手する。併せて、ヤマハ発動機の現地特約店等を通じて必要な情報を入手する。

- ② 農業、飲料水、公共事業、村落開発等を所管する官公庁との協業の可能性  
自立運営型給水システムの設置・運営を通じて現地の社会課題を解決するためには現地政府、地方行政機関、NGO 等との連携が必要であり、現地政府をはじめとする関係機関との連携可能性を把握する必要がある。そのため、タンザニアの水資源を一元的に管理している水省に対して、自立運営型給水システムの事業化に対する理解と協力を求める。  
また、現場での事業展開を円滑に進めるため、地方行政機関等に対して、自立運営型給水システムの事業化に対する理解と協力を求める。
- ③ 安全な飲料水に対する需要の実態  
村落・病院・学校等の想定需要者における安全な水に対する需要を把握するため、設置候補地の行政機関、医療機関、教育機関、住民等に対するヒアリング調査を実施するとともに、必要なデータを入手する。
- ④ 点滴灌漑農法に対する需要の実態  
村落における農作物の通年栽培に対する需要を把握するため、設置候補地の行政機関、農業団体、住民等に対するヒアリング調査を実施するとともに、必要なデータを入手する。
- ⑤ 民間事業としての成立の可能性  
事業推進時に必要な資材の価格や工事費を把握するとともに、タンザニアの民間企業やタンザニアに進出している外国企業による資金提供の可能性について把握するため、ヤマハ発動機の現地特約店や現地に事務所等を構える本邦事業者等を通じて必要な情報を入手する。
- ⑥ 自立運営型給水システムの設置可能性  
自立運営型給水システムの設置可能エリアの確認を行うため、水省と農業省より、上水道の敷設や井戸による飲料水の取水が困難で河川や湖沼の表流水の利用が可能な農村地域及び具体的な候補地の推薦を受ける。  
推薦された地域に対しては、ヒアリング結果やデータの分析を通じて設置が可能かどうかを調査する。また、推薦された候補地については、現地調査を通じて設置が可能かどうかを調査する。
- ⑦ 競合状況  
タンザニアには、本邦からも日本ポリグルが事業を展開しているところであるが、他にも競合となり得る企業等が進出している可能性があるところ、その実態を把握するため、水省や農業省、日本大使館、JICA 等に対してヒアリング調査を実施するとともに、必要なデータを入手する。

明らかになった競合先に対しては、当社の自立運営型給水システムに対する優位と劣位を明らかにし、事業展開時の戦略立案に利用する。

## 4. 調査項目

### (1) 気候変動における脆弱性の実態調査

- ① 気温や降水量の変化（Tanzania Metrological Agency =タンザニア気象庁等）
- ② 旱魃と洪水の実態（水・灌漑省、各県給水事務所等）

### (2) 気候変動によって増大する社会課題の状況調査

- ① 農作物の収穫（価格、収穫量等：タンザニア農業・畜産開発・協同組合省(Kilimo)）
- ② 飲料水の取得方法（価格、運搬方法等：各県給水事務所等）
- ③ 水系感染症の実態（罹患率、死亡率等：保健省）

### (3) ビジネス環境調査

- ① 事業化による許認可や物流等の実態
- ② 農業、飲料水、公共事業、村落開発等を所管する官公庁との協業の可能性
- ③ 気候変動の脆弱性に対する耐性強化
- ④ 安全な飲料水に対する需要の実態
- ⑤ 点滴灌漑農法に対する需要の実態
- ⑥ 民間事業としての成立の可能性
- ⑦ 競合状況

### (4) 自立運営型給水システムの設置可能性調査

- ① 設置候補場所の選定
- ② 設置候補村落の状況
- ③ 施工体制



## 5. 調査結果(調査項目ごとに)

今回の調査を通じて、気候変動の脆弱性が、タンザニア国内のいたるところで顕在化しているが明らかとなった。そして、それらの脆弱性が、タンザニアの社会と経済に大きな影響を及ぼしていることが明らかとなった。

大小の差はあるものの、タンザニア全土で気温が上昇しているため、多雨な地域にはより多くの雨が、小雨の地域にはより少ない雨が降る結果となっており、洪水と旱魃が頻発するようになっている。特に旱魃については、そのエリアが広範囲に広がっており、比較的気温の変化が小さいと言われている海洋沿岸部や島嶼部においても乾季の乾燥が厳しさを増しており、社会と経済に大きな影響を及ぼしている。

社会・経済への影響としては、特に、農業が深刻で、今なお天水農業が主体という前近代的な状況にあることもあり、気候変動の脆弱性の影響を最も大きく受けている。タンザニアにおいて農業は、国富の4分の1、労働人口の4分3を担う重要な産業分野であるため、そのダメージはタンザニアの社会・経済全体に深刻な影響を与えている。

また、都市部においても、社会インフラの整備が人口増に追いついていないため、気候変動の脆弱性の影響を大きく受けている。農村部の疲弊に伴って、都市部への人口流入が続く中、集中豪雨による冠水や旱魃による電力と水の供給不足が頻発しており、都市のスラム化に拍車をかけることとなっている。

タンザニアにおいて、気候変動の脆弱性に対する耐性を強化し、社会・経済への影響を小さくするためには、農村部の耐性強化が必須であり、農民の生活を支えるための生活用水と農業用水を安定的に確保し、健康で文化的な生活レベルの確保と持続的に現金を得ることが可能な農業の確立が欠かせない。

### (1) 気候変動における脆弱性の実態調査

#### ① 気温や降水量の変化

##### a. 総論

NAPA(National Adaptation Programme of Action)は、2025年の気象状況を具体的に予測しているところ、気温については年平均気温で2~4℃上昇するとし、降水量については雨季が年に2回ある主に北部の山岳部や海岸部では年間5~45%増化し、雨季が年に1回しかない主に西部や南部、内陸部では年間5~15%減少するとしている。NAPAでは、これらの変化は、農業、水、エネルギー、健康、森林に大きなダメージを与えることになると警告している。

##### b. 気温

INC(Initial National Communication)は、2025年の年平均気温は2005年よりも、北東部では2.1℃、中央部及び西部では4℃も上昇すると予測している。

1974年から30年間の気象データを分析すると、1月、7月、そして12月の気温は確実に上昇しており、気候変動の顕著な例といえることができる。気温の上昇は、土壌、河川や湖沼における水分の蒸発速度のみならず、植物の蒸散速度も速めることとなるため、乾燥化という脆弱性を大きくすることとなる。

c. 降水量

タンザニアは、降水量によって以下の3つのエリアに区分することができる。

タンザニアの気候区分

熱帯	3～5月に高温多湿な雨季のある沿岸部
温帯	11～12月の短い雨季と2～5月の長い雨季のある山岳部
乾燥帯	温度変化の激しい内陸部

(出典) NAPA

近年、年間降水量の増減幅が大きくなっており、気候エリアごとの特色を否定するような気象現象が多発している。

タンザニアには、21の気象観測所が設置されており、各観測所の降水量を分析すると、約62%の13観測所では年間の降水量に減少傾向が見られ、約33%の7観測所では年間の降水量に増加傾向が見られた。年間の降水量に大きな変化が見られなかったのは1観測所のみであった。

今後の降水予測についてNAPAは、先にも述べたとおり、北部の山岳部や海岸部では降水量が増え、南部や西部、中央部では降水量が減ると予測しており、いずれの地域においても、降水量の変化によって脆弱性が増すと警告している。

d. 設置候補場所の気象状況

今回調査対象としたのは、自立運営型給水システム一基目設置をにらみ、物流に無理のない地域の非都市部である。各地域の主要都市である、ザンジバル(Zanzibar)、ペンバ(Pemba)、タンガ(Tanga)及び首都のダルエスサラーム(Dar Es Salaam)について、2000年から2012年の気象データを収集し比較したところ、その結果は以下のとおりである。

総じていえることは、晴天日がほぼ横ばいであるにもかかわらず降水量は減少傾向にあるということである。気温の上昇と関係があると思われるが、ペンバを除くと沿岸部・島嶼部であるにもかかわらず乾燥化という脆弱性の度合いが増しているといえることができる。

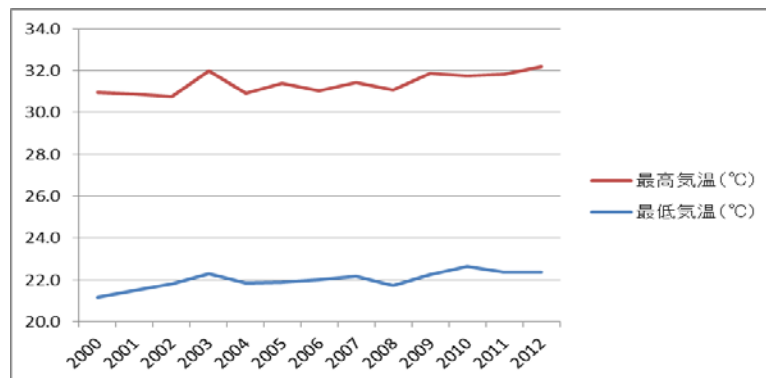
(a) 最高気温と最低気温の推移

いずれの地域においても、気温、特に最高気温が上昇傾向にあるといえることができ、乾燥化や豪雨という気候変動の脆弱性が増しているといえることができる。

○ ダルエスサラーム

本土であるダルエスサラームは、比較的影響を受けにくいと思われがちな沿岸部に位置しているにもかかわらず、最高気温、最低気温ともにはっきりと上昇傾向が読み取れる結果となっており、脆弱性のリスクが確実に迫っているということがいえる。毎年のように豪雨による浸水被害によって市民生活が甚大な影響を受けているというヒアリング結果を裏付けるものということができる。

ダルエスサラームにおける年平均最高気温と年平均最低気温の推移

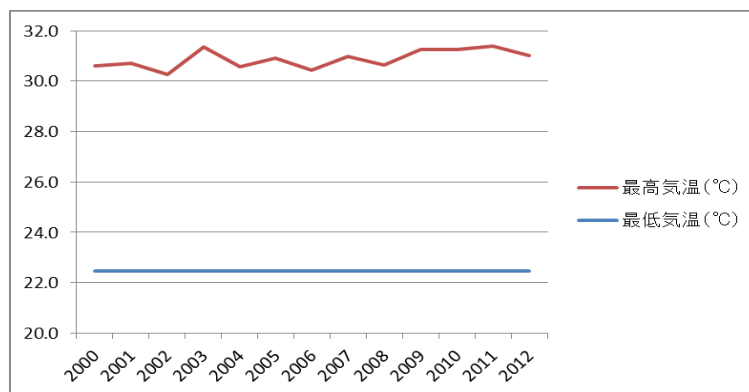


(出典) Tanzania Meteorological Agency

○ ザンジバル島

島嶼部のザンジバル島は、本土のダルエスサラームやタンガほどではないものの、最高気温からは上昇傾向が読み取ることが可能であり、乾燥化の進展が危惧される。井戸の水位が下がっている等のヒアリング結果を裏付けるものということができる。

ザンジバル島における年平均最高気温と年平均最低気温の推移

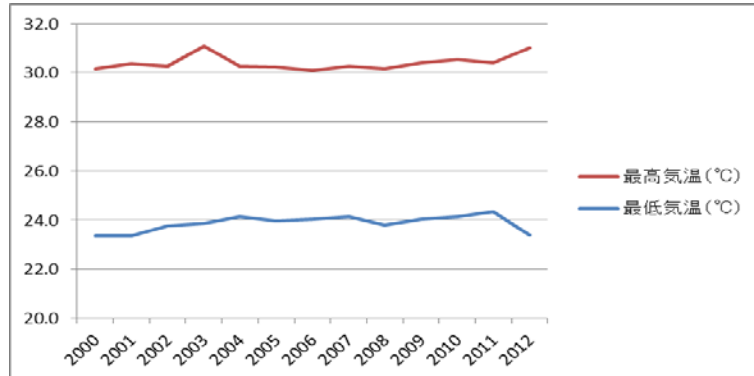


(出典) Tanzania Meteorological Agency

○ ペンバ島

ペンバ島も島嶼部であるが、ザンジバル島同様に最高気温からは上昇傾向が読み取ることが可能であり、乾燥化の進展が危惧される。

### ペンバ島における年平均最高気温と年平均最低気温の推移

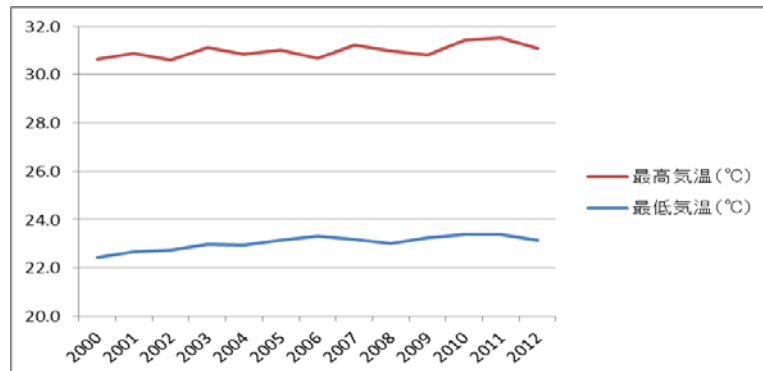


(出典) Tanzania Meteorological Agency

### ○ タンガ

タンガは本土に位置する都市であるが、ダルエスサラーム同様に比較的影響を受けにくいと思われがちな沿岸部に位置しているにもかかわらず、最高気温、最低気温ともにはっきりと上昇傾向が読み取れる結果となっており、脆弱性のリスクが確実に迫っているということがいえる。

### タンガにおける年平均最高気温と年平均最低気温の推移



(出典) Tanzania Meteorological Agency

### (b) 年間降水量と晴天日

いずれの地域においても極端に晴天日が多かったり少なかったりする特徴的な年と降水量との間に相関関係が生じている。例えば、2003年と2012年については、いずれの都市においても、他の年よりも晴天日が多く降水量が極端に減少している。また、2002年については、いずれの都市においても、他の年よりも晴天日が多く降水量が多くなっている。

一方で、特徴的な年以外は、降水量と晴天日にそれほど強固な相関関係は見られない。

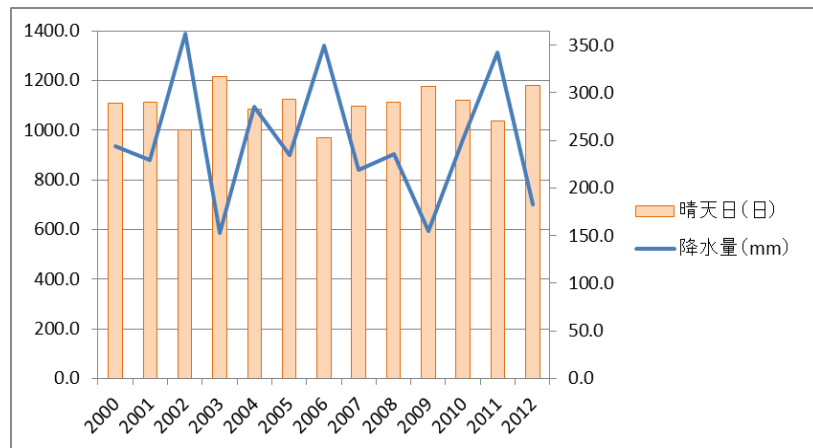
○ ダルエスサラーム

多雨の年と小雨の年の差が極端であり、少ない年は多い年の半分に満たないこともある。数年おきに大きく振れており、治水という基本的な都市機能の維持が難しいことを容易に想像することが可能である。

現に、先にも述べたとおり、ダルエスサラームはしばしば豪雨による冠水にさらされており、今後都市の人口が増えるにしたがって、上下水道をはじめとする都市基盤の整備の遅れによる災害が大規模化するのではないかと危惧される。

しかし、降水量自体は減少傾向にあるということができ、豪雨による冠水よりも生活用水の確保により重点を置く必要があるのではないかとと思われる。

ダルエスサラームの年間降水量と年間晴天日数



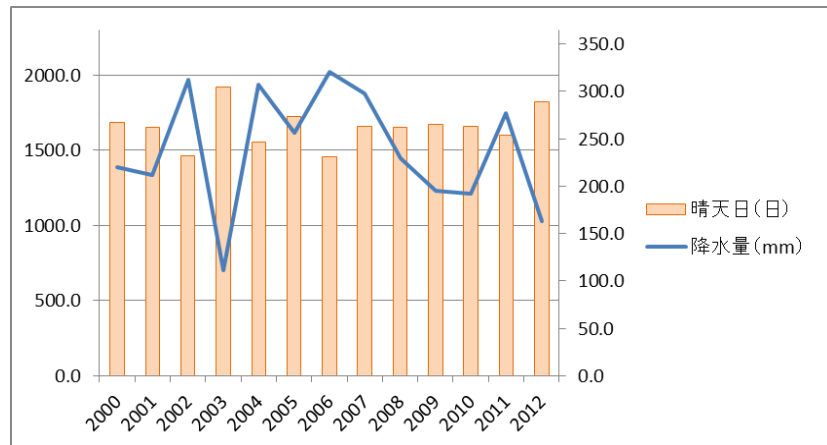
(出典) Tanzania Meteorological Agency

○ ザンジバル島

ザンジバル島は島嶼部であるため、ダルエスサラームに比べると降水量は比較的安定しているということが出来る。しかし、降水量は減少傾向にあるということができ、2000年代後半以降は、2011年を除いて渇水期にあると言っても過言ではなく、農業用水の確保はもちろん、生活用水の確保までもが重要な課題になるとと思われる。



### ザンジバル島の年間降水量と年間晴天日数

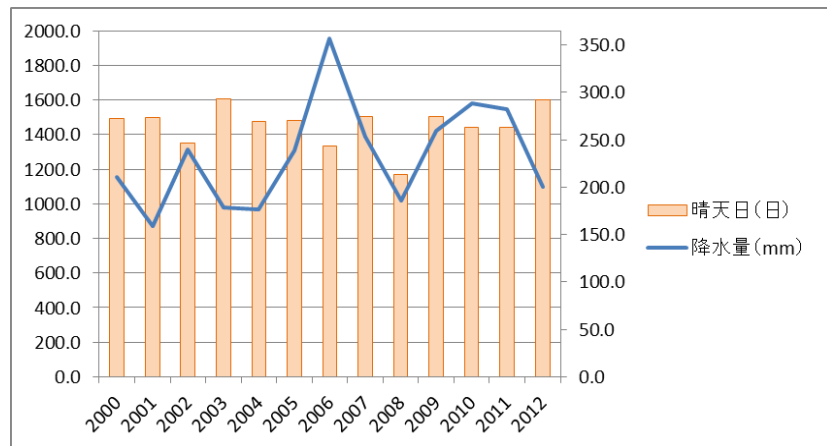


(出典) Tanzania Meteorological Agency

### ○ ペンバ島

今回データを収集した4都市の中で、唯一、降水量が増加傾向にあると思われるのがペンバであった。また、年による降水量の増減の振れ幅が比較的小さいのもペンバであった。

### ペンバ島の年間降水量と年間晴天日数



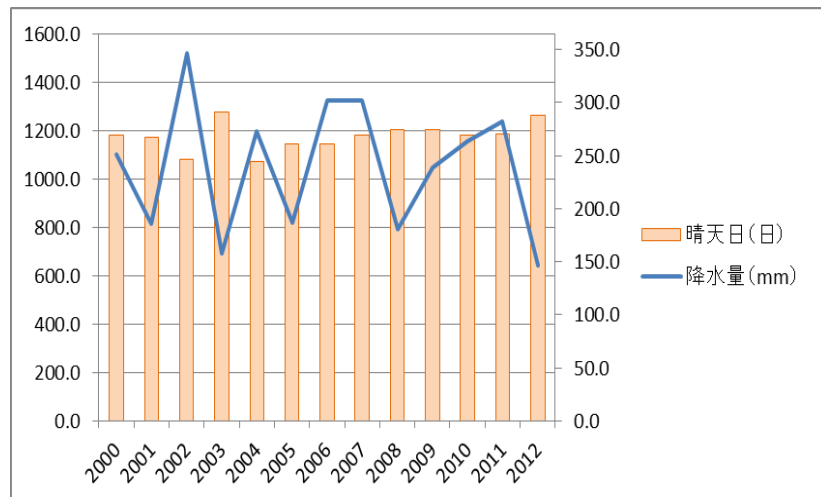
(出典) Tanzania Meteorological Agency

### ○ タンガ

タンガについても降水量は減少傾向にあるということが出来る。年による降水量の増減は、ダルエスサラームほどの振れ幅ではないものの、ほぼ毎年大きく振れており、住民の生活に少なからず影響があることが容易に想像できる。

タンガについては、他の都市と違って、晴天日が増加傾向にあることが比較的是っきりしており、場合によっては、降水量の減少に拍車がかかるのではないかと危惧される。

タンガの年間降水量と年間晴天日数



(出典) Tanzania Meteorological Agency

(c) 雨季のはじまり

水省へのヒアリングによると、これまでほぼ安定していた雨季と乾季の境目が、近年非常に不安定化しており、例えば例年であれば10月頃から降水量が増え始めるにもかかわらず、12月になるまでほとんど雨が降らない年があったかと思えば、10月早々に豪雨に見舞われた年もあったとのことである。

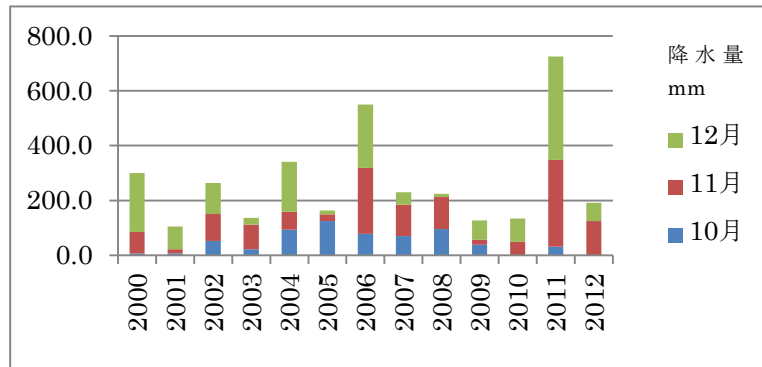
農家は、雨季の始まりを待って作物の種を播き始めるが、雨季の始まりが不安定になると種の播き時を失ってしまうこととなり、結果として農作物の不作という結果を招くこととなる。そのため、農家では、播種の時期の見極めが難しいため、発芽時期の異なる種を混ぜ合わせて播種することによって、最悪の事態だけは避けようとの努力をしている。この播種方法は、同一の種を播いて普通に収穫した場合の半分程度の収穫しか期待することができない方法であり、土地のポテンシャルを活かしきった農法ということとはできない。また、豪雨に見舞われた場合は、播いた種のほとんどが流されてしまうこともあるとのことであり、農家の中には蒔き直すための種を買い手ができずに農地を手放さざるを得ないケースもあるとのことである。

気候変動による脆弱性を議論する場合、単純な乾燥化や湿润化の問題よりも、タンザニアに見られるような変動の振幅の大きさのほうが、より大きなダメージを与えうる可能性が高いということに再認識するに至った。

○ ダルエスサラーム

他の3都市と比べて、特に近年は、雨季の始まりが遅いということが出来る。何らかの手立てを講じて灌水しないと、種を播いても発芽しない可能性すらある。2011年は例外的に11月と12月にそれぞれ300mmもの降水量があったが、これはこれで種の流出などの問題があると思われる。

ダルエスサラームにおける10～12月の月間降水量の推移

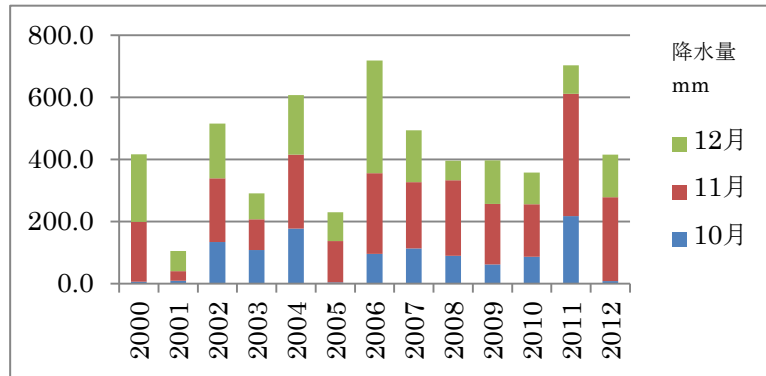


(出典) Tanzania Meteorological Agency

○ ザンジバル島

ザンジバル島では、11月と12月は、比較的安定的に降水があり、他の3都市と比べると、播種の苦勞は少ないと思われる。

ザンジバル島における10～12月の月間降水量の推移

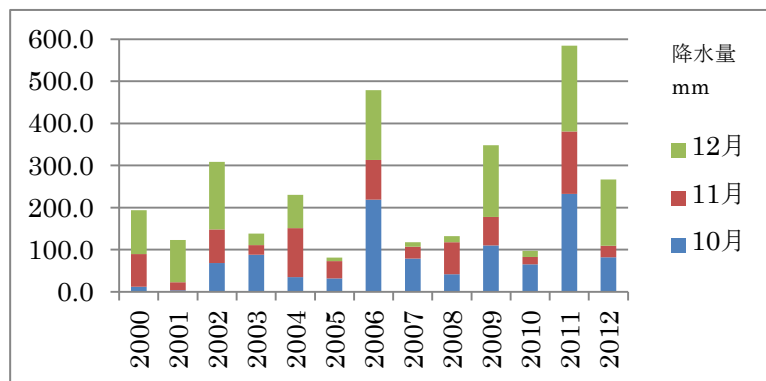


(出典) Tanzania Meteorological Agency

○ ペンバ島

4都市とも10月の降水量にバラツキがあり、雨季の始期の見極めが難しいといえることができるが、ペンバ島では、11月が比較的小雨で12月の降水量に大きなバラツキのあるのが特徴であり、発芽後の乾燥も危惧される。

ペンバ島における10～12月の月間降水量の推移

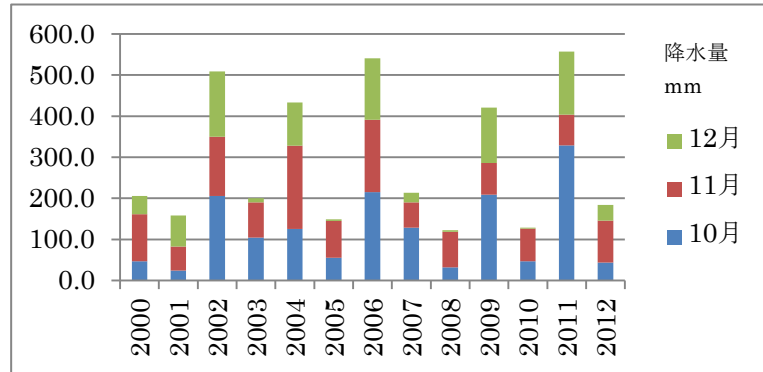


(出典) Tanzania Meteorological Agency

○ タンガ

4都市の中で10月の降水を最も期待できる都市である。11月の降水が最も安定しているのもタンガの特徴であるが、12月にはばらつきがあり、ペンバ同様に発芽後の乾燥に留意する必要があると思われる。

タンガにおける10～12月の月間降水量の推移

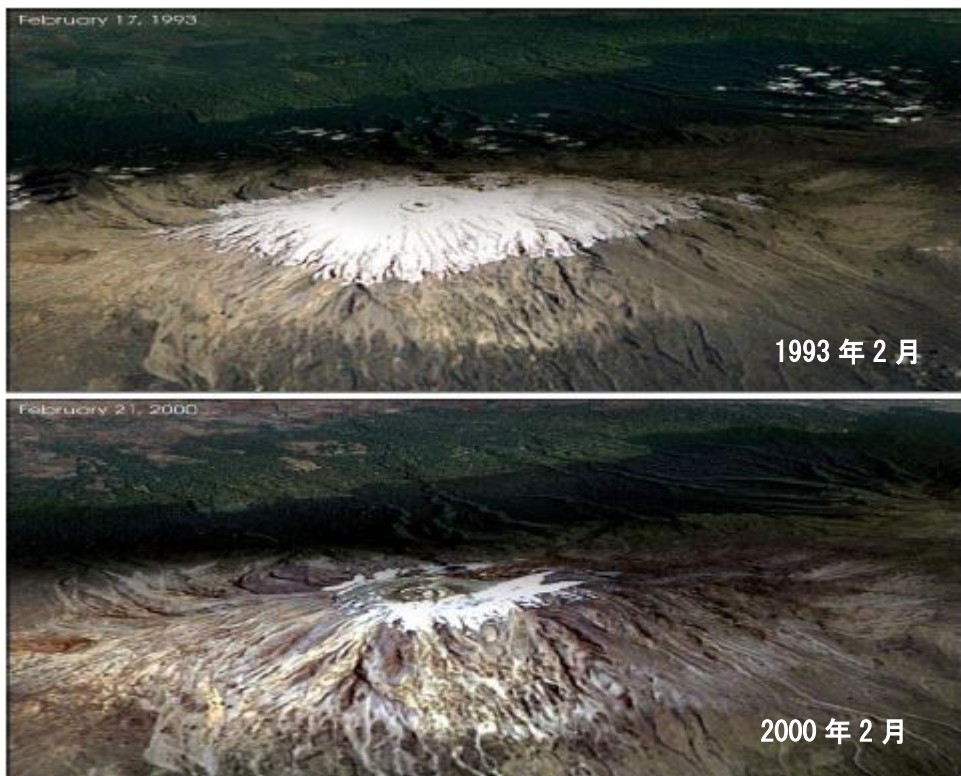


(出典) Tanzania Meteorological Agency

e. キリマンジャロ山の氷河

キリマンジャロ山(Kilimanjaro)の氷河は赤道直下の氷河として有名であるが、1912年と比較して2025年には50～80%も減少すると予測されており、観光面でのダメージのみならず、生態系そのものが激変の危機にさらされているといわれている。

キリマンジャロ山頂付近の氷河の変化



## ② 旱魃と洪水の実態

気候変動の脆弱性により、タンザニアでは、国家レベルの課題として、感染症の流行、旱魃、病害虫の発生、洪水の4つが危惧されている。

### a. 旱魃

タンザニアの主要産業は農業であるが、近代化が遅れているために天水農業が主流となっている。したがって、旱魃は、国と国民にとって最もダメージの大きなリスクとすることができる。

旱魃の深刻な地域はドドマ州(Dodoma)などのタンザニア中央部であり、この地域には大河がないため深井戸を掘って水源を確保している。しかし、気候変動による乾燥化の進展により、乾季には水位が低下し涸れたりする井戸もある。

北東部と海岸部においても、気候変動の影響により、小雨季の乾燥化が著しく、降水量がゼロの地域や年もあるなど、食糧支援が必要なほどの旱魃が頻発している。

タイプ別旱魃の該当地域

旱魃の影響	該当州
年間を通じて旱魃のリスクが低い	ルブマ(Ruvuma)、ルクワ(Rukwa)、カゲラ(Kagera)、シンヤガ(Shinyaga)
年間を通じて旱魃のリスクが高い	アルーシャ(Arusha)、タンガ(Tanga)、キリマンジャロ(Kilimanjaro)
作物の開花から着果の時期に旱魃のリスクが高い	ドドマ(Dodoma)、モロゴロ(Morogoro)、リンディ(Lindi)
作物の播種から発芽・成長の時期に旱魃のリスクが高い	ムトワラ(Mtwara)、ダルエスサラーム(Dar es Salaam)、マラ(Mara)、キゴマ(Kigoma)、ムワンザ(Mwanza)、マンヤラ(Manyara)、タボラ(Tabora)、シンギダ(Singida)、ムベヤ(Mbeya)、イリング(Iringa)、プワニ(Pwani)

(出典) WFP

急激な乾燥化によって森林火災が多発化傾向にあり、森林の消失に拍車をかけるとともに、農業にも大きなダメージを与えている。特にウルグル山(Uluguru)とキリマンジャロ山では、頻発する山火事によって植生や生態系にまで影響が出ている。

タンザニアの野生生物は多種多様であり、固有種の多いことでも有名である。タンザニア政府は国土の19%を国立公園等として管理しているが、乾燥化の進展により、野生生物と人間の経済活動との摩擦が顕著になっており、特に乾燥



化の激しい地域では、絶滅の危機に瀕している種もある。

タンザニアでは豊富な水資源を利用するために各地に水力発電所が建設されているが、気候変動に伴う河川流量の減少に伴うダムの水位の低下が顕著となっており、設計時の出力を得られない水力発電所が増えている。その結果、電力不足が日常化するに至っており、経済活動に大きな影響を与えている。例えば、ムテラダム(Mtera Dam)では、2003年から2006年の間に平均水位が696mから688mに水位が下がっており、また、ニウンバヤムングダム(Nyumba ya Mungu Dam)では、2003年から2005年の間に686mから680mに水位が下がっている。

気温の上昇と小雨によってビクトリア湖をはじめとする湖沼の水位も低下しており、水力発電や農業といった人間の経済活動のもならず、自然の生態系にも大きなダメージを与えている。

#### b. 洪水

年間の降水量が減少傾向にある中で、気温の上昇に伴う積乱雲の過度な発達によって、いわゆるゲリラ豪雨による洪水が頻発している。首都のダルエスサラームでは、2012年に50年ぶりという大洪水に見舞われ、首都機能が一時麻痺するほどの浸水被害を被った。

この傾向は、海洋に近い山間部で顕著となっており、キリマンジャロ山周辺では、過去20年にわたって降水量が大幅に増えており、周辺での水害が深刻な問題となっている。

一方、洪水に伴う水位の急激な上昇等によってダムが損傷するケースもあり、旱魃同様に電力不足をもたらす結果となっている。

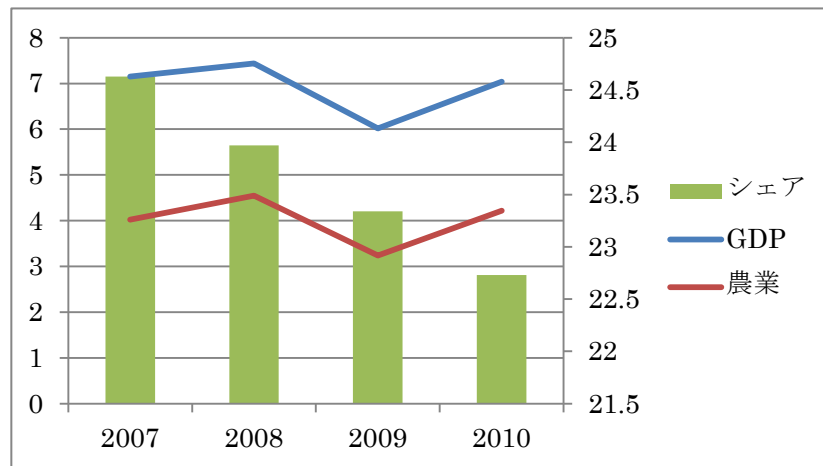
### (2) 気候変動によって増大する社会課題の状況調査

#### ① 農業

##### a. 総論

タンザニアは、農業国であり、労働人口の4分の3、GDPの5分の1、外貨獲得額の3分の1を農業分野が占めている。しかし、大規模資本によるプランテーションを除いたほとんどの農業が前近代的なままの状態であり、GDPが6%以上の成長を遂げているのに比べて農業は、4%程度の成長にとどまっている。GDPに占める農業部門のシェアが年々下がり続けており、結果として、国民の大多数が貧困化しているという状況を招いている。

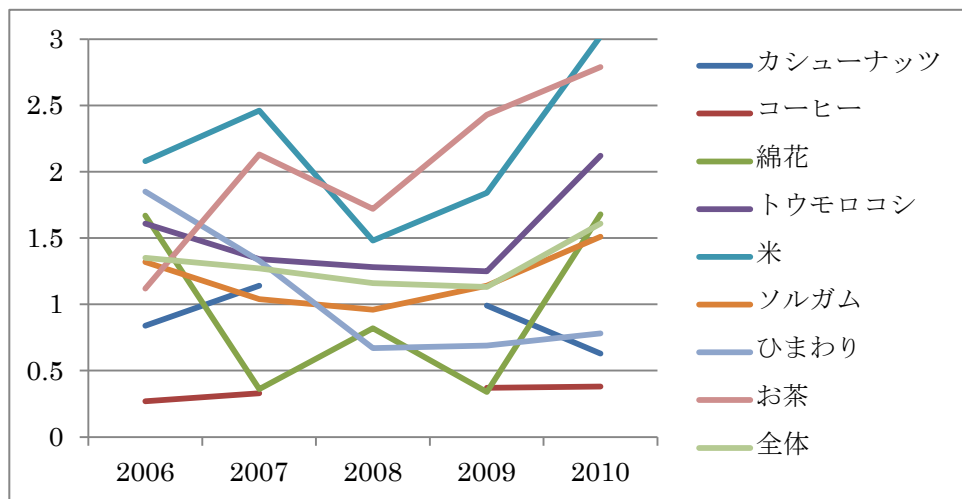
GDP 及び農業部門の対前年比及び農業部門の GDP に占める割合



(出典) Basic Data Agriculture and Cooperative Sector 2005/06-2009/10

前近代的な天水農業は、気候変動の脆弱性に晒されている。成長阻害要因としての気象リスクは年を追うごとに増しており、国の経済成長に暗い影を落としている。主要作物の単位面積あたりの収穫量を前年と比べてみると、カシューナッツやコーヒーといった外貨獲得源の作物の前年割れが目立っており、国の経済に大きなダメージを与えていることが容易に想像できる。

主要作物の単位面積あたりの収穫量の対前年比



(出典) Basic Data Agriculture and Cooperative Sector 2005/06-2009/10

(注意) 2008 年のカシューナッツとコーヒーのデータが欠落している。

タンザニアの主要作物であり主食でもあるトウモロコシについて、2025 年の収穫量は 2005 年と比較して、タンザニア全土で 33%も減少すると予測されている。地域別では、中央部では 84%の減少、北部では 22%の減少、ビクトリア湖

周辺部では17%の減少、南部では10~15%の減少になると予測している。一方で、熱帯雨林における気温の上昇と降水量の増加により、主要な輸出農産物であるコーヒーの収穫量については、16~18%増加すると予測している。

牧畜については、農産物以上に深刻なダメージが予測されている。牧草地の縮小によるダメージのみならず、現在の放牧地の60%もがツエツエバエによって汚染されるとしており、家畜はおろか人間すら住むことが難しくなると予測されている。さらに、放牧されている牛の数が牧草地の許容量を超えることによって、牧草を求めて家畜と牧畜民が農地になだれ込むことが容易に予想され、部族紛争を引き起こすことになるかもしれないとの予測もある。

#### b. 点滴灌漑

政府プロジェクトで点滴灌漑を行っている例はなく、基本的には農家やプランテーションが自己の判断で導入している。比較的大規模に行っているのは、北からタンガ(Tanga)、モロゴロ(Morogoro)、ジョンベ(Njonbe)といった都市とその周辺で、キュウリやトマト、ナスが栽培されている。農業省灌漑局が、small scale irrigation project を JICA と連携して国内、117箇所を検証中。また、JICAの専門家がアルーシャ(Arusha)工科大学において点滴灌漑の適当な作物の選別と現地調達可能な資材の確認を検証中である。作物については、タマネギやトマトが適当ではないかとのことであり、トウモロコシには水量不足とのことであった。

## ② 水

#### a. 河川

北部を流れるパンガニ(Pangani)川については、上流部の年平均気温が1.8~3.6℃上昇することによって、下流域における流量が6~9%減少すると予測している。一方で、東部を流れるルフジ(Rufuji)川については、上流部の年平均気温が3.3~4.6℃下がることによって降水量が増え、中下流域の流量が5~11%増化すると予測している。パンガニ川とルフジ川の流量予測については、増減の差はあるものの流域のダムの発電に影響を与え、経済に大きなダメージを与える可能性があるると予測している。

#### b. 飲料水

##### (a) 総論

全世界の3分の2は井戸や河川、湖等から直接飲料用に水を汲んでおり、降水量の減少によって河川の流量の減少や湖沼の水位の低下がもたらされ、国民の生活に直接的に大きな影響を与えることになる予測している。例えば、

家畜と人との水の奪い合い、農作物への散水を巡る争い、水汲みの重労働化による女性や子どもへの負担増といったことが顕在化するとされている。現に、モロゴロ州やマラ州(Mara)、キリマンジャロ州といった地域では、水源の水量減少によって水を巡るトラブルが発生し、訴訟にまで発展している。

飲料水の取水源別割合

井戸	河川	雨水	湖沼	上水道
26%	24%	9%	6%	37%

(出典) NAPA

(b) 小型浄水装置

水省によると、アルーシャ州やキリマンジャロ州には水量の豊富な河川が多いので、小型浄水装置を設置するための適地は多いのではないかとのことであった。南部にも大河はあるが、鉄とマンガンの含有量が多く、飲料には適さないとのことであるが、仮に鉄とマンガンが除去できるのであれば、南部にも小型浄水装置を設置するための適地は多いのではないかとのことであった。

タンザニア国内には、緩速濾過装置を導入して飲料水を供給している地域があり、装置の設置までは政府の事業として実施し、設置後はCWSO(Community Water Supply Organization)に全ての権限が移譲され、CWSOが装置の運営・管理等を行っているとのことである。およそ400m四方の広さと250人程度のエリア人口を目処に給水ポイントを設けて配管しているが、個別配管は行っていないとのことであった。なお、水の販売価格は20リットルあたり20シリング(約1.3円 1JPY=16TZS換算)が平均的とのことであるが、煮沸してから飲用に供するように指導しているとのことであることから、当社の小型浄水装置とは異なり、飲料水の供給装置というよりは生活用水の供給装置という理解をしたほうが妥当である。

当社の緩速ろ過装置については、普及している急速ろ過装置に比べて、ランニングコストが大幅に安い反面、本体価格が高いとの評価から、多くの急速ろ過装置に取って代わるものとの評価は得られなかった。本体価格にランニングコストを加えて、実質ある期間における総金額を比較するのが妥当であるとの意見もあったが、資金的に余裕のある機関や組織が少ないこともあり、現段階では、導入時の価格で判断せざるを得ないとの意見が大勢を占めた。

### ③ 保健

#### a. マラリア

タンザニアの死亡原因で最も高いのはマラリアである。そのほかでは、赤痢、コレラ、はしかが多い。マラリアは、年間平均気温の上昇に伴って感染エリアが拡大しており、現在最も深刻な疾病問題となっている。例えば、タンガ州、キリマンジャロ州、アルーシャ州といった地域の高原部では、従来はマラリア感染地域でないとの分類がなされていたが、近年はマラリアの発生が確認されており、徐々に汚染が高原部に広がっている。また、ビクトリア湖(Victoria)周辺についても同様の報告がなされており、タンザニア全土がマラリアの汚染地域になるかもしれないと予測している。

年間平均気温の上昇により、マラリアの発生地域は、高度 2,500m 付近まで広がっているとされており、タンザニアの可住地域のほぼ全域が感染地域であるともいわれている。

#### b. 水系感染症

マラリアのみならず赤痢やコレラといった水系感染症についても、抵抗力の弱い女性や子どもに多発する傾向があるとされている。気候変動の脆弱性による生活環境の劣悪化とそれに伴う貧困によって、女性や子どもの抵抗力が減退しているためであり、被害の拡大の恐れが高まっている。

具体的には、洪水によって河川が氾濫し汚水と混ざることによって河川の水質が悪くなり、下痢を発症して抵抗力が弱っているところに、水系感染症やマラリアが追い打ちをかけるというごく普通の発症パターンとなっている。また、旱魃によって水が不足すると手や体のみならず野菜や果物といった食品すら洗わずに口にするため、下痢を発症するということが稀ではない。

### ④ その他

タンザニアでは、気候変動の脆弱性によって、上述した農業、水、保健以外に、以下のようなリスクが一般に挙げられている。

#### a. エネルギー

タンザニアには、石油や天然ガスといった化石燃料とともに、自然エネルギーも豊富に有しているが、その多くが開発途上であるため、都市部の貧困層や農村部における主たるエネルギーは未だに薪や木炭であり、国民の消費エネルギーの 93%を占めている。これらは森林の消失に直結しており、結果として気候変動を国民自らが助長させているという皮肉な結果となっている。



b. 海洋

気候変動に伴う海面上昇により、海岸地域の豊かな自然が消失しようとしている。特に、マングローブ林の消失が与える影響は深刻で、ラグーンを持つ水質浄化能力や生物繁殖能力のみならず、漁業資源が豊富であるとともに、マングローブ自身が家具や薪の原材料として利用されていることもあり、人間の生活にとっても欠かすことのできないものとして、積極的に保護育成すべきとの議論がある。

c. 観光

タンザニアには、セレンゲティ国立公園をはじめとする野生生物の宝庫であるが、先にも述べたとおり、早魃の影響により生態系のバランスが崩れ始めている。絶滅の危機に瀕している種もあるなど、早急に保護しなければならない状況にあるが、それらは貴重な観光資源であり、外貨獲得の貴重な資源であるため、これまで均衡を保ってきた観光振興と生物保護のバランスが、気候変動の脆弱性によってリスクに曝されることとなっている。

d. 製造業

タンザニアの製造業は、消費財がほとんどで、GDP に占める割合も 8% に過ぎないが、今後の成長戦略を考えると、エネルギー、特に電力の供給は欠くべからざるものであり、水力発電が主たるエネルギー源である現状を鑑みると、気候変動の影響により電力の供給が不安定になることは製造業の発展に大きなマイナスになる。

(3) ビジネス環境調査

① 事業化による許認可や物流等の実態

当社の特約店である Nile Fishnet Motors Co. Ltd. 及び City Motors Ltd. は、既に当社のオートバイ等の輸入とタンザニア国内の物流に関する業務の一切を行っており、2 社に輸入とタンザニア国内の物流を任せる限り、小型浄水装置と点滴灌漑装置の輸入とタンザニア国内の物流に支障をきたすことはないとの判断に至った。ちなみに、City Motors Ltd. からは、中西部の Tabora で関心を示している企業があるとの営業情報を入手し、今後の展開にあたって更なる情報収集・共有を確認しているところである。

また、タンザニアに拠点を構え日本人が経営する商社である津梁貿易についても、同様の結果を得られることとの判断に至った。特に、津梁貿易は、現地で ODA 機関や国際機関からの業務委託実績が豊富であり、現地 NGO や国際 NGO とのネットワークにも目を見張るものがあるため、特約店とは異なる展開も十分に可能であると期待している。

## ② 農業、飲料水、公共事業、村落開発等を所管する官公庁との協業の可能性

### a. 農業省

農業省の生産管理部門は、現在のところ点滴灌漑に直接は関与していない。一方で、灌漑局では、JICA と連携して Small Scale Irrigation Project を国内 117 箇所で検証中である。農業省として候補地選びの段階からヤマハと協業することは難しいが、設置場所が具体化した場合には何らかの協業が可能であるとのことであった。

なお、河川の水を利用可能で、旱魃によるダメージを受けている地域として、アルーシャ州とキリマンジャロ州であれば、小型浄水装置と点滴灌漑の設置場所の候補を探しやすいのではないかとアドバイスを受けた。

### b. 水省

川や地下水の利用には、水を管理する Community から全国 9 か所に設置されている Water Board に事前に申請を行う必要がある。水省資源管理局は、ダムを建設するなど、資源としての水の管理は行っているが、用水路や浄水場といった利用のための事業には直接は関与していない。水資源に関するデータの開示には、大使館や JICA からのオフィシャルレターが必要であり、民間人に直接開示するようなシステムとはなっていない。

一方で、政府レベルで展開している Public-Private-Partnership については、水省として、タンザニアにおける水関連事業に民間企業が関与することを大歓迎するとのことであった。

### c. 保健省

個別地域のデータの入手には、Permanent Security of Ministry of health and social にオフィシャルレターを出す手続きが必要と説明を受ける。なお、ダルエスサラーム近郊ということで、モロゴロ州のイファカラ (Ifakara) を紹介された。ちなみに、イファカラはダルエスサラームからモロゴロを経由して南西方向に片道約 500km の所に位置する地方中核都市であり、周辺部では山裾に広がる大湿地帯を灌漑することによってプランテーション化するための工事が盛んに行われている。

## ③ 気候変動の脆弱性に対する耐性強化

当社の自立運営型給水システムの設置候補地として選定したザンジバル島のウクウ (Ukuu) とペンバ島のキオンワ (Kionwa) ・マコンゲニ (Makongeni)、そしてタンガ州のクワムシシ (Kwamsisi) の 4 か所における現地調査やデータの入手に努め、自立運営型給水システムが当該村落の耐性強化にどの程度寄与することが可能かについて、分析・評価を行った。

a. ザンジバル島：ウクウ

1990年に掘られた井戸があり、かつては飲料用としてポンプアップされて村内に配水されていたとのことであるが、水質変化で飲用に適さなくなりました。水質を検査したところ、当社の小型浄水装置によって飲料水化することが可能であることが判明した。また、水量についても、当社の小型浄水装置の必要量を満たすとともに、点滴灌漑用にも利用可能な水量を汲み出すことが可能であることが判明した。

当社の自立運営型給水システムの導入によって、飲料水については、学校用も含めた必要十分な供給が可能になるとともに、取水源の井戸周辺では点滴灌漑によって年間を通じて野菜の栽培が可能になり、気候変動の脆弱性に対する耐性強化に貢献することが可能であるとの結論に至った。

b. ペンバ島：キオンワ

電気・水道がなく、村から高低差10m、距離500mの山道を下った深井戸が唯一の取水源となっている。水量について、当社の小型浄水装置の必要量を満たすとともに、点滴灌漑用にも利用可能な水量を汲み出すことが可能であることが判明した。水質は、目視レベルでは、問題ないが、事業終了後、ZAWAに水質分析結果を提出を依頼し確認する予定である。当社の自立運営型給水システムの導入によって、女性と子どもの日課になっている井戸への1日当たり2回の水汲みが解消されるだけでも生活が大きく改善されることとなる。また、井戸が低地にあることから汚染のリスクがつきまとい、特に雨季のリスクは高いと思われることから、衛生面での生活改善にも大きく起用されると思われる。さらに、乾季には栽培が不可能であった野菜を栽培することが可能となれば、栄養面からの生活改善も可能となる。よって、気候変動の脆弱性に対する耐性強化に貢献することが可能であるとの結論に至った。

c. ペンバ島：マコンゲニ

集落が分散しているために当社の自立運営型給水システムの能力をフルに利用することが難しいと思われる。また、集落の取水源である井戸の中には、乾季に涸れる可能性のあるものもあり、水源確保の観点からも当社の自立運営型給水システムの設置には不向きであるとの結論に至った。

d. タンガ州：クワムシシ

村には上水道施設がなく、雨季には村の郊外を流れる河川の水と雨水を利用し、乾季には干上がった河床の湧水が水源となっている。一部の水源が濁度の高い泥水であるなど飲料用には不適であるにもかかわらず、多くの住民が煮沸することもなく布で濾過しただけで飲用している状況である。水質を検査した

ところ、当社の小型浄水装置によって飲料水化することが可能であることが判明した。また、乾季の水量についても、当社の小型浄水装置の必要量を満たすとともに、点滴灌漑用にも利用可能な水量を汲み出すことが可能であることが判明した。

自立運営型給水システムの導入によって、飲料水については、必要十分な供給が可能になるとともに、取水源の河川周辺では点滴灌漑によって乾季でも野菜の栽培が可能になり、気候変動の脆弱性に対する耐性強化に貢献することが可能であるとの結論に至った。

#### ④ 安全な飲料水に対する需要の実態

保健分野における健康リスクの大きな部分を飲料水が占めていることから、現地政府レベルはもちろん、地方の行政機関においても深刻な問題と捉えている。しかし、国民の大多数が貧しい農民であることから、積極的に衛生的な飲料水を購入しようという状況にはなく、需要の喚起のためには、価格が大きなポイントになることが想定される。

現地での水の価格は、ミネラルウォーターであれば 500ml が 500 シリング(約 31 円)であるが、水省が設置を進めている緩速濾過装置の浄水(飲料用に供するためには煮沸が必要)は、20L が 20 シリング(約 1.3 円)程度で販売されている。飲料用という付加価値を付けたとしても、20L が 50 シリング(約 3.1 円)までが、支払い限度ではないかと考えられるので、設置場所地域住民以外への少し高めの価格設定による販売と抱き合わせにする事により全体収支のバランスを取る必要があるかもしれない。

#### ⑤ 点滴灌漑農法に対する需要の実態

山間沿いの多雨な地域を除いて、乾季には作物を育てることが難しい状況にある。大きな河川や湖沼の周辺地域では、大規模な灌漑設備の整備が進められているが、先にも述べたように、流量や水位が著しく変化する中で大量の水を安易に利用するということには無理がある。

点滴灌漑は、貴重な水を効率的・効果的に利用することが可能な手法であり、野菜のような商業作物の栽培には適しているといえる。しかし、タンザニアにおいては、点滴灌漑法自体がそれほど理解されているわけではないので、技術の普及と啓発が必要と思われる。

JICA が実験レベルではあるが現地化に向けた取組を行っていること。また、民間レベルでは既に導入している農家もあることなど、技術の普及と啓発に大きな障害はないと思われるところ、まずは、具体的な成果(乾季の収穫)を見せることが肝心である。

#### ⑥ 民間事業としての成立の可能性

タンザニアにおいて当社の自立運営型給水システムを事業として成立させるためには、国際機関・国際 NGO・政府機関などからの各種サポートが得られる必要があり、タンザニアで事業を営む大手資本を顧客として取り込むための努力が必要と思われる。

特に、GDP の 4 分の 1、労働人口の 4 分の 3 を占める農業分野での成長と生産性向上によって恩恵を受けることが予想される大手資本、例えば、プランテーションや食品加工に携わる大手資本に対しては、当該大手資本の国籍に拘ることなく、アプローチすることが必要であると考えられる。

#### ⑦ 競合状況

タンザニアには、既に試験的に浄水機を持ち込んで稼働させている日系の企業が現在、首都近郊に 2 号機の設置準備を進めている。初号機は、ルワンダとの国境に近いカゲラ州 (Kagera) ブコバ (Bukoba) に設置されている。ブコバでは、20 リットルを 1 千シリング (約 63 円) で販売しているが、雨季になると売上が極端に少なくなるため、採算性に問題があるとのことである。現在、2 号機をプワニ州 (Pwani) キサラウェ (Kisarawe) に設置するべく準備中であるが、設置場所が決まってからの動きが鈍くなっているようである。

この浄水装置は、初期投資金額が少なく、大量の浄水を製造することが可能である。一方、浄水精製のために継続的に薬剤 (凝集剤) の投入が必要になる。かたや、当社の浄水装置は、初期投資金額が比較的高く、大量の浄水の製造にはむいていないが、定期的なフィルター交換や薬剤の投入の必要がないため、ランニングコストが低いという特徴があり、どちらに優位性があるかは、種々要件により一長一短と考えられる。当社の浄水装置については、ランニングコスト、ライフサイクルコストを加味した、購入後、一定期間使用した場合のトータルコストをオファーすることにより、イニシャルコストの割高感を払拭する売り出し方を検討していきたい。

。。

水省訪問時に得た情報として、一部地域で緩速濾過方式の浄水装置が導入されているとの情報を得たが、当社の展開する小型浄水装置とは異なり、生活用水には浄化できても飲料水には浄化できない模様である。ただし、当社の小型浄水装置よりも相当程度安価に設置することが可能なようであり、実際に営業を展開する際には、前述のライフサイクルコストを含めた価格検討を提案することが必要である。

#### (4) 自立運営型給水システムの設置可能性調査

##### ① 設置候補場所の選定

設置候補場所として以下の 4 か所について現地調査を行った。

- ザンジバル島のウクウにある井戸
- ペンバ島のキオンワにある井戸

- ペンバ島のマコンゲニにある井戸
- タンガ州のクワムシシにある河床湧水

現地調査とともに、関係機関（地方政府・村落・NGO・施工業者等）の協力が得やすく、今後の展開に効果的な場所として、最終的にはザンジバル島のウクウを設置候補場所として選定した。

## ② ザンジバル現地調査

ザンジバルは、インド洋上のペンバ島（北島）とザンジバル島（南島）からなる自治州であり、かつてはオマーンの統治下にあった。極めて高い自治権を持っており、渡航時には、タンザニア国民でさえ通関と税関をパスしなければならない。

首都のザンジバルタウンには上水道網が整備されているが、老朽化が著しく、現在 JICA によって、設備のリハビリテーションと民営化に向けた組織のリストラクチャリングが進められている。

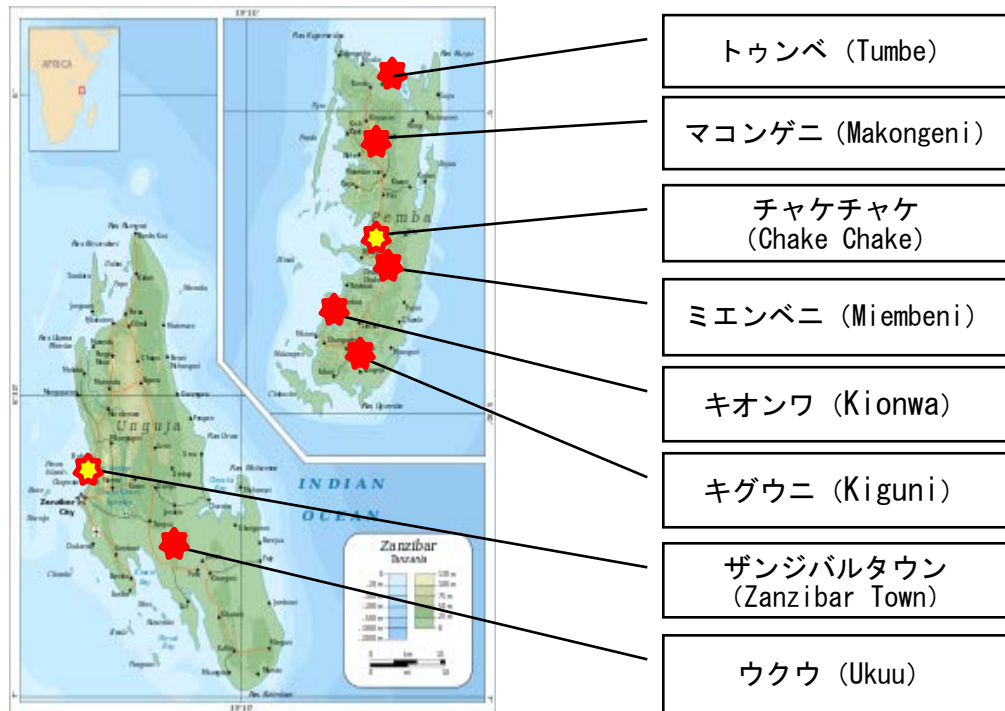
首都を除いては、上水道の整備が遅れており、既設の地域においても水圧が低い等の問題により、常時上水道を利用できるような状況とはなっていない。そのような中、ザンジバル水道公社（ZAWA）では、上水道の整備とともに、既存の水源である井戸や河川の利用を積極的に進めているが、金属濃度の高い水源や水質が悪化している水源が多く、何らかの処理を施す必要があるとのことから、当社に対して協力の要請があった。

ZAWA では、社会主義時代に無料であった水道料金を、民営化に向けて有料化するため、衛生的な飲料水の提供とセットにして有料化を進めていきたいとの思惑を持っている。具体的には、戸別給水については、400～600 シリング/立米の料金を設定するとともに、給水ポイントでの給水を行っているような地域では、定額での供給を行っている。例えば、ペンバ島のタウンベでは、150m おきに設置してある給水ポイントの利用料として、住民から毎月 3,000 シリング（約 188 円）を一律で徴収している。

なお、ZAWA は自前の水質検査機関を持っており、当社がザンジバルにおいて事業を展開するに当たっては、当該水質検査機関の全面的な協力を得られることとなっている。



## ザンジバル島及びペンバ島



### a. ザンジバル島：ウクウ

#### (a) ウクウの概要

村の主産業は漁業・農業であり、自家消費用にバナナとサツマイモ、野菜などを栽培しているが、乾季の乾燥が厳しいことと散水用の設備がないため、乾季には食糧としての農作物は不足状態が続いており、主食として、米をタイ、パキスタン、ベトナムから輸入している。

#### ウクウの一般事情に関する基本データ

項目		データ
人口		2,455人
学校	初等学校	1校 (児童数：782人)
	中等学校	1校 (生徒数：222人)
主要産業	漁業 (主)	サメなど
	農業 (副)	野菜、バナナ、サツマイモ、キャッサバ、オレンジ、マンゴ、パパイヤ、パイナップル
所得		5,000~20,000 シリング/日
ミネラルウォーター		500 シリング/500ml

(出典) 当社調査団調べ

上水道は飲料用に限られており、農業用には使用が禁じられている。一部の農家が自家用の井戸から汲み上げて散水しているが、水位の下がった乾季の井戸からは飲料用に汲み上げるのが精一杯の井戸がほとんどで、乾季に野菜を育

てているのはごく一部の農家だけであるとのことである。



#### 学校

道路を挟んで初等学校と中等学校の校舎が3棟ずつ並んでいる。上水道が敷設されているが、学校についても使用時間と使用量を制限されており、必要量を汲み置くことにも苦労している。



#### 農地

乾季であるため、柑橘とマンゴー、バナナといった樹木しか生えていない。雨季には、野菜が栽培されるとのこと。



#### 農地（写真中央奥に葉物野菜）

自家用井戸から汲み出して散水することが可能な農家であれば、乾季でも野菜を栽培することが可能であるが、自家用井戸には浅井戸が多く、飲料用の水を汲み出すのが精一杯という井戸のほうが多い。



#### 自家用井戸

多くの自家用井戸が5～6m程度の浅井戸であり、乾季の湧水量は飲料用を賄うので精一杯とのことである。

(b) ウクウの水事情

初等学校と中等学校が設置されていることもあり、上水道が敷設されているが、個別配管には至っていない。水圧と電圧が不安定なため、給水ポイントの使用時間が限られており、村人の多くは、年間を通して自家の井戸水を飲料用に利用している。しかし、多くの自家用井戸は水質や水量に問題を抱えている。上水道は、限られた時間に限られた量だけを利用することが許されており、学校ですら必要量を確保することができていないとのことである。



井戸(現在の取水源)

現在唯一の水源であるが、ポンプアップするためのディーゼル燃料が不足しているため、稼働時間は限られている。塩素を投入したうえで配水している。



給水ポイント

村内に3か所の給水ポイントが設けられており、現在は、数時間/日の利用に限られている。住民は戸別に3,000 シリング/月の利用料を支払っている。

学校の近くに、1990年に掘られた井戸があり、かつては飲料用としてポンプアップされて村内に配水されていたとのことであるが、水質変化のために飲用できなくなってしまった。

ZAWAとしては、当社の自立運営型給水システムを利用することによって、ザンジバル農業省灌漑局の意見も入れた以下のような計画の実現を図りたいとしている。

- 緩速濾過の導入によって、学校も含めて飲料水を確保し、住民や児童・生徒の生活レベルを向上させる。
- 点滴灌漑の導入によって、乾季の野菜栽培を可能ならしめ、年間を通して農家の現金収入の安定的な確保を図る。

ZAWAは、点滴灌漑の導入によって年間を通じて現金を手にすることが可能となれば、多くの住民(農民)が、お金を払って飲料水(健康)を買うことが可能になるのではないかと期待している。

水質を検査したところ、当社の小型浄水装置によって当該井戸の水を飲料水



化することが可能であることが判明した。また、水量についても、小型浄水装置の必要量を満たすとともに、点滴灌漑用にも利用可能な水量を汲み出すことが可能であることが判明した。



#### 井戸(候補水源)

1990年に開設されたが、水質変化によりそのまま飲料用に利用することができなくなったため、放置された状態となっている。現在もZAWAが管理を行っており、定期的に水質検査が行われている。



#### 取水源となる井戸とポンプ室

かつての河床と思われる低地に深井戸を掘って利用していた。後方の小屋がポンプ室で、汲み上げた水は、周辺の住宅に配水されていた。



#### ポンプ室

井戸の水面からは5m程度高い所(道路や住宅のレベル)に設置されている。ポンプアップ用のモーターを稼働させるための電線は利用可能だが、ポンプ及びモーターは新しいものに置き換える必要がある。

### (c) ウクウの医療事情

ウクウには、診療所が開設されているが、医師が常駐しておらず、看護師3名が日常の医療行為を行っている。診療所には上水道が配管されていないため、井戸水に薬剤を投入して消毒したうえで利用している。

雨季には、下痢の患者が増える傾向にあるとのことであり、河川の表流水を

布で濾しただけで飲用に供しているためではないかと思われる。

ウクウの医療事情に関する基本データ

項目		データ
概要	所在地	ウクウ村中心部
	カバーエリア	1ヵ村
	カバー人口	2,455人
スタッフ	医師数	0人
	看護師数	3人
	助産師数	0人
	その他従事者数	3人
患者数		約10人/日
主な疾病		肺炎、マラリア、水痘、下痢

(出典) 当社調査団調べ

b. ペンバ島：キオンワ (Kionwa)

ペンバ島の中心都市であるチャケチャケ (Chake Chake) から 25km ほど南西にある村で、105 家族、600 人が住んでいる。チャケチャケからの距離はそれほどでもないが、山間部の未舗装路を通る必要があるため、雨季のアクセスには相当の困難が伴うと思われる。

村には上水道はもちろん電気も通っておらず、公的施設も初等学校が1校あるのみで診療所もない。

キオンワの一般事情に関する基本データ

項目		データ
人口		600人
学校	初等学校	1校
	中等学校	なし
主要産業	農業 (住民の 9 割が農民)、漁業	キャッサバ(10,000 シリング/50kg)、バナナ(2,000 シリング/房)、米など
所得	平均	100,000-シリング (約 6,250 円)

(出典) 当社調査団調べ

飲料水は集落から 500m ほど離れた所 (山道：高低差約 10m) の井戸水を利用しており、女性と子どもが1日2回ずつ汲みに通っている。湧水量は豊富とのことであり、乾季にも涸れたことはないとのことであったが、水質が悪化傾向にあるため、当社の自立運営型給水システムの導入を検討したいとのこと。

井戸のまわりに排水路等の設備がないため、汚水が井戸水に混入している可能性があるなど、浄水化以前に取り組むべき課題が山積しているように見受けられた。



#### 井戸

集落に唯一の井戸。日に2回ずつ女性と子どもが水汲みと炊事・洗濯のためにやってくる。井戸のまわりに排水設備がないため、水質の悪化が懸念される。

#### c. ペンバ島：マコンゲニ (Makongeni)

マコンゲニは、いくつかの集落からなっており、ツンドニ(Tudoni)、ミタンブウニ(Mitambuuni)、キナジニ(Kinazini)の3集落を訪問した。

いずれの集落も農業が主体であり、ツンドニではクローブを栽培し現金収入の糧としていた。また、各集落には、漁業に従事する住民も少数ではあるが住んでいる。

いずれの集落も井戸水を利用しているが、ミタンブウニとキナジニは、乾季に井戸の水が涸れることがあるとのことであり、当社の自立運営型給水システムを設置するには、安定した水源の確保という観点から難しいと判断した。

#### マコンゲニの一般事情に関する基本データ

集落名	人口	水源	産業
ツンドニ	100人	深井戸(25m)	農業：クローブ、キャッサバ、バナナ
ミタンブウニ	250人	浅井戸(12m)	農業(9割)、漁業(1割)
キナジニ	230人	浅井戸(10m)	農業(9割)、漁業(1割)

(出典) 当社調査団調べ



#### ツンドニの深井戸

乾季でも涸れることはない。





ミタンブウニの浅井戸

村の外れに掘られた浅井戸。乾季に涸れることがあり、涸れると、水が出るまで掘り返している。

d. その他

ザンジバルには、水源はあるものの何らかの理由により飲料用に供することができないため、住民の生活に大きな支障を来している村落が多いとのことである。ZAWA からは、ペンバ島のトゥンベ(Tumbe)、ミエンベニ(Miembeni)、キグウニ(Kiguni)の3か所についても、当社の自立運営型給水システムを導入したいので、導入の適・不適を調べて欲しいとの要請があった。

ZAWAのペンバ支局において取材したところ、いずれの地域も、村落というよりは地方都市であり当社の自立運営型給水システムを設置した程度では、住民への裨益効果が限定的といわざるをえないこと、国際機関や外国の援助機関による給水施設の設置工事が決まったり着手したりしていること等により、いずれの地域についても、当社の自立運営型給水システムの設置候補とはなり得ないとの判断に至った。

援助機関による援助の内容

キグウニ	中国のプロジェクトで大型の水供給装置を設置中
ミエンベニ	ADB(African Develop Bank)の援助で水供給施設を設置中

(出典) 当社調査団調べ

④ タンガ州：クワムシシ現地調査

ダルエスサラームの北西、直線距離で 140km ほど(移動距離は約 250km)の丘陵地帯にクワムシシ(Kwamsisi)がある。タンガ州の州都であるタンガ(Tanga)に向かう幹線道路沿いのムカタ(Mkata)から 40km ほど東に入ったところにあるが、ムカタからは、アップダウンの激しい未舗装道路しか通っていない。クワムシシには、南アフリカ資本の大規模プランテーションが運営されているところ、収穫時期には大型トラックが農作物を満載して走行するとのことであり、道路の各所には大きな轍ができていた。おそらく、雨季には、かなりの悪路になると思われ、四輪駆動車でなければアクセスは難しいと思われる。

### タンザニア北東沿岸部



タンガ

ムカタ (Mkata)

クワムシシ (Kwamsisi)

ダルエスサラーム



#### クワムシシ村のメインストリート

道は、幹線道路であるムカタから未舗装路が続いている。電気は通っているが、電灯をつけているのは限られた店舗だけであった。

#### a. クワムシシの概要

村の人口は約 5,500 人であり、農業が主たる産業となっている。主たる作物は、トウモロコシ、綿花、ひまわり、キャッサバであり、牛や山羊も飼っている。

村の郊外には、南アフリカ資本のサスモア社のプランテーションがあり、バナナ、パイナップル、レモン、カカオ、トマト、タマネギ、スイカなどが栽培されている。村人の一部は、日雇いか月雇いでサスモア社に雇われているが、繁忙期(日)のみの雇用で安定した現金収入を得られるとまでは言えない状態のようであった。ちなみに、日雇いの場合の日給は 5,000 シリング(約 330 円)、月雇いの場合の月給は 130,000 シリング(約 8,600 円)、というのが平均的とのことであった。

サスモア社のプランテーションでは、散水用の設備が整備されており、畑にはビニルホースが縦横に張り巡らされていた。しかし、プランテーションの周囲は、訪問したのが乾季であったこともあって、乾いて砂埃の舞う丘陵が広がっており、年間を通じて農作物を収穫できるような状況ではなかった。

クワムシシの一般事情に関する基本データ

項目		データ
人口		約 5,500 人
学校	初等学校	2 校
	中等学校	1 校
主要産業	農業	トウモロコシ、綿花、ひまわり、キャッサバ、牧畜（牛・山羊）
	プランテーション（サスマア社）	バナナ、パイナップル、カカオ、レモン、トマト、タマネギ、スイカ
所得	プランテーション（サスマア社）	日給： 5,000 シリング 月給： 130,000 シリング
	ミネラルウォーター	500 シリング/500ml
	湧水	250 シリング/20L

（出典）当社調査団調べ



サスマア社のカカオ畑

収益力のある作物として、増産に取り組んでいる。



サスマア社のバナナ畑

受粉後のバナナには、日焼け、病害虫を防ぐために袋がかけられる。調理用のバナナは未熟な状態で、生食用のバナナは黄熟状態で出荷される。



サスマア社のスイカ畑

灌水用のビニルホースが土中に埋め張り巡らされている。（写真手前に地上に出ているホースが確認できる。）



#### サスマア社のプランテーション

手前がスイカ、その奥にはネットが手前から奥に向かって張られている。

灌水用のビニルホースが写真手前に確認できる。

#### b. クワムシシの飲料水事情

村には水道がなく、村人の取水源は、村の中心から1~1.3kmほど離れたところにある河床の湧水(計3か所)であった。雨季には川になるであろう河床の湧水に村人が水を汲みに来ていた。

煮沸してから飲用に供するよう指導されているとのことであったが、ほとんどの村人が布で濾しただけの生水をそのまま飲用している状況であった。



#### 河床の湧水①

最も水量の多い湧水。村から1.3kmほどの所にある。水量は豊富だが村から遠いため、水売りが商売用に利用していることが多い。



#### 河床の湧水②

村から1kmほどのところにある湧水地。主に、住民自らが汲みに来ることが多い取水源。





### 河床の湧水③

村から1kmほどのところにある湧水地。石鹼の使用が認められているため、住民の沐浴・洗濯の場となっている。



### 水売り業者

水汲みを商売にしている者は、自転車にポリタンクを載せて各家庭に配達している。

## c. クワムシシの医療事情

クワムシシを含む4カ村、約12,000人をカバーする診療所が、クワムシシの中心部に開設されているが、医師と看護師がそれぞれ2人ずつ配置されているのみであった。毎日40~60人の患者が診療所を訪れており、その多くがマラリア患者とのことであった。水に起因すると思われる疾病としては、下痢、寄生虫、皮膚病を患っている人が多いとのことであった。

クワムシシの医療事情に関する基本データ

項目		データ
概要	所在地	村の中心部
	カバーエリア	4カ村
	カバー人口	約11,600人
	中核病院までの距離	救急車で2時間30分
スタッフ	医師数	2人
	看護師数	2人
	助産師数	0人
	その他従事者数	0人
患者数		40~60人/日
主な疾病		マラリア(75%) その他(肺炎、下痢、寄生虫、皮膚病)

(出典) 当社調査団調べ

診療所での診療費は原則無料とのことであったが、医療器具はもちろん、医薬品も十分には配置されておらず、十分な治療を施すことのできないことが診療所の最大の悩みであるとのことであった。なお、重症患者については、ムカタから救急車を呼びムカタの地域中核病院に搬送しているとのことであった。ムカタからクワムシシまでは往復 80km にすぎないが、未舗装路であるため、救急車の派遣を要請してからムカタの地域中核病院に搬送するまでに 2.5 時間を要するとのことであった。



#### 診療所の全景

向かって左に診察室、向かって右に調剤室、そして中央に待合室がそれぞれ 1 部屋ずつある。



#### 診療所のトイレ

診療所の裏にトイレがある。



#### 診療所の診察室

医療道具は散見されるが、医療機械は見当たらない。





#### 診療所の調剤室

診療所内の医薬品は、これでほぼすべて。十分とは言えないが、必要最低限度の治療には間に合っているとのこと。



#### 診療所の待合室

奥に見えるのは、搬送用のリヤカー。村内を搬送する場合に利用し、ムカタの地域中核病院に搬送する場合には、ムカタから救急車を出動させてもらう。

### ④ 初号機設置場所の選定

ザンジバル島のウクウ村及び、ペンバ島のキオンワ村・マケンゴニ村、並びにタンガ州のクワムシシ村の4か村について、初号機の設置候補場所として現地調査を含む各種調査を実施したところ、ザンジバル島のウクウ村を以下の理由から初号機の設置場所として選定した。

#### a. 自立運営型給水システムの導入効果

ウクウは、ザンジバルタウンという観光地(消費地)に近いにもかかわらず、乾季の観光シーズンに野菜が供給できずに島外から輸入している。ウクウに点滴灌漑農業を導入し乾季に野菜を栽培すれば、高値で販売することが可能となり、他の候補地よりも大きな導入効果が期待できる。

また、浄水装置導入により ZAWA が管理する水源を有効に利用し経営改善が図れるとともに、衛生の改善に寄与することが可能となる。

#### b. 行政を含む現地サイドの熱意

ウクウにおいては、当初より ZAWA による全面的な調査への協力が得られているとともに、津梁貿易が現地 NGO を巻き込んで自立運営型給水システムの導入

に取り組みたい旨の意思表示を行っており、現地サイドの協力をもっとも期待できる。

c. ロケーション

ウクウは、人口密集地であるザンジバルタウンから舗装路を車で45分というアクセスの良いロケーションとなっている。一方で、キオンワ及びクワムシシは、未舗装路の利用が不可避であり、雨季のアクセスに困難が伴うことが容易に予想される。また、キオンワ及びクワムシシにとっての消費地となるチャケチャケとムカタはザンジバルタウンほどの購買能力を有していない。

大きな消費地が近くにあれば、野菜のみならず飲料水も販売が可能であり、他の候補地よりも大きな導入効果が期待できる。

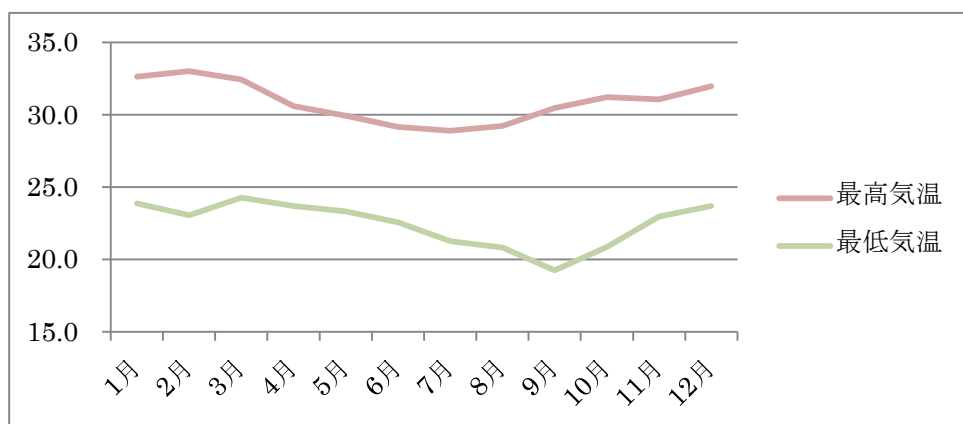
なお、自立運営型給水システムの設置にあたっては、資機材の搬入に要する時間やコストを考えると、天候に左右されることなく舗装路を利用すれば足りるウクウにメリットがある。

d. 気象データ

次ページの表は、ザンジバルにおける各種気象データについて、2000年から2012年の月別平均値をグラフ化したものである。

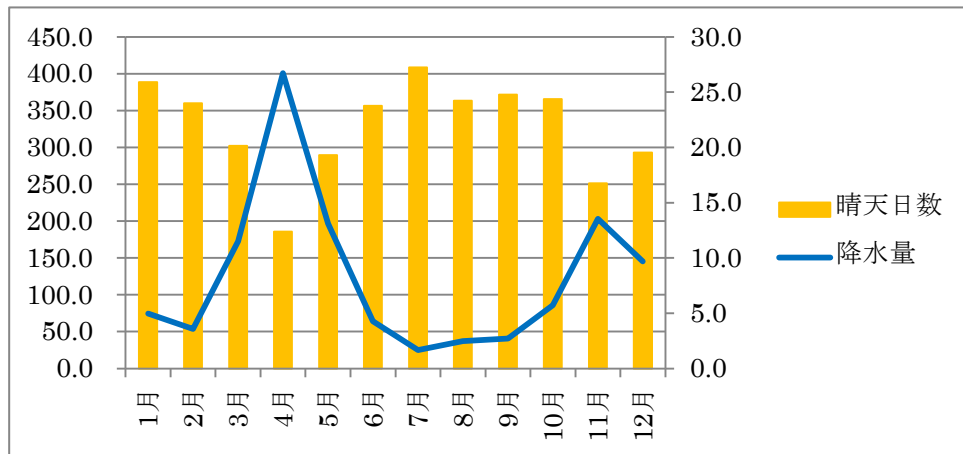
6月から10月の乾季は、比較的気温も低く、観光客の多いシーズンであるが、降水量が極端に少なくなるため、野菜の栽培が難しく、現在はその多くを島外から輸入している。このような背景から、当社の自立運営型給水システムをウクウに導入することについては、ZAWAのみならず、ザンジバル農業省も高い関心を持っており、乾季に野菜の栽培・出荷が可能になれば、野菜の高騰期に現金収入を得ることが可能となり、気候変動の脆弱性に対する耐性強化に大いに貢献することが期待できる。

ザンジバルにおける月別最高気温と最低気温



(出典) Tanzania Meteorological Agency

ザンジバルにおける月別降水量と晴天日数



(出典) Tanzania Meteorological Agency

ザンジバル農業省からは、温室と点滴灌漑を組み合わせれば、降水量の多寡に関係なく通年で野菜の栽培が可能になるとの期待が寄せられている。下表は、ダルエスサラームの市場における農産物の価格であるが、観光シーズンのザンジバルでは、高値近辺での販売が可能と思われる。

ダルエスサラームに市場における農産物価格 (2013年11月23日現在)

品目	単位	低値	高値
米	シリング/100kg	120,000	170,000
豆	シリング/100kg	150,000	180,000
キャサバ	シリング/70-100kg	45,000	50,000
トマト	シリング/30-60kg	20,000	25,000
タマネギ	シリング/100kg	90,000	100,000

(出典) NMB Market Watch

## 6. 指標(方法論)とベースラインデータ

### (1) インプット

- ① 点滴灌漑農法の導入による、農業用水の安定的な確保。
- ② 小型浄水装置の導入による、安全な飲料水の安定的な確保。
- ③ 太陽光発電装置の導入による、電力の安定的な確保。

### (2) アウトプット

- ① 農業用水の安定的な確保により、農作物の収穫増が見込める。
- ② 安全な飲料水の飲用により、疾病率が低減する。
- ③ 電力の安定的な確保により、売水と売電が可能となる。

(3) アウトカム

- ① 農作物が安定的に収穫されることによって、住民の農業収入が増加する。
- ② 疾病率が下がることによって、住民の健康状態が改善する。
- ③ 売水と売電が実現することによって、村落の収入が増える。

(4) 評価指標

- ① 評価対象は、人口 1 千人程度の村落とする。(過去の実証実験の結果から規模を算出)
- ② 評価は、設定した村落に対して、自立運営型給水システムの設置前と設置後に、以下の各項目についてその実数を比較する。
  - ・ 農産物の栽培期間 (通年栽培を目標とする)
  - ・ 農産物の収穫量 (導入村落については現状維持以上を目標とする)
  - ・ 安全な飲料水の利用者数 (導入村落については 100% (1 千人) を目標とする)
  - ・ 下痢の患者数 (導入村落については 50% 減を目標とする)
- ③ 売電・売水の売上高

(5) 相関図

① 点滴灌漑農法の導入

インプット	アウトプット	アウトカム	評価指標
農業用水の安定的な確保	農作物の収穫増	農業収入の増加	野菜の通年栽培 野菜の収穫量

② 小型浄水装置の導入

インプット	アウトプット	アウトカム	評価指標
安全な飲料水の安定的な確保	疾病率の低減	健康状態の改善	安全な飲料水の利用者数 下痢の患者数

③ 太陽光発電装置の導入

インプット	アウトプット	アウトカム	評価指標
電力の安定的な確保	売水と売電の実現	村落の収入増化	売電の売上高 売水の売上高

(6) ベースラインデータ

調査時点(平成 25 年 11 月)における、ウクウ村に関する評価指標項目であるアウトカムのデータは以下のとおりである。

項目	データ
人口	2,455 人
野菜の栽培期間	6 か月
野菜の収穫量	n
衛生的な水の継続的な利用者数	0 人
下痢患者数	80 人/月
売電による売上	0 シリング
売水による売上	0 シリング

※1 ザンジバル農業省には、調査時点で、村落単位の野菜の収穫量に関する統計が存在しないため、2014 年以降について、データの収集を要請した。

(7) 気候変動の脆弱性に関する継続的な実態把握

ウクウにおいては、評価のベースとなる気候変動の脆弱性に関する実態を把握するための基礎データを継続して収集し分析・評価することとする。

また、タンザニアにおける事業展開を着実かつ継続的に進めていくため、今回の調査において、各本面から紹介された当社の自立運営型給水システムの設置候補地については、気候変動の脆弱性に関する実態を継続的に把握するための基礎データを収集し分析・評価することとする。

① 基礎データ

- a. 人口
- b. 水源

② 気候変動における脆弱性の実態調査

- a. 気温と降水量
- b. 旱魃と洪水

③ 気候変動によって増大する社会課題の状況調査

- a. 農作物の生産量と価格（トマトもしくはタマネギ）
- b. 飲料水の価格
- c. 疾病者数（下痢、食中毒、水系感染症）
- d. 売電価格



## 7. 適応対策において今後見込める成果

農村部の住民の収入源である農業の維持拡大と生活の糧である飲料水の確保が実現すれば、コミュニティを維持することが可能となる。特に、気候変動に影響されることなく安定した農作物の栽培が可能となれば、農業収入の増加や雇用の拡大が見込まれる。

太陽光発電装置付き小型浄水装置の導入によって、売電と売水が可能となり、モバイルフォン向けの売電や飲料水の売水によって、二次的な収入を得ることが可能となることは、当社の他国における調査により実証されており、その場合、「水」を核とする安定した住民自治が可能となる。

### (1) 農業の発展による食糧の自給率のアップ

点滴灌漑農法の導入によって、降水量に一喜一憂することなく、通年で野菜を栽培・出荷することが可能となり、導入村落については生産性を回復・向上させることが可能となる。

### (2) 安全な水による疾病率の低下

安全な飲料水を飲むことによって、食中毒や下痢、皮膚病等の罹患率を下げるとともに、重症化や死亡に至ることを防ぐことにより、医療費の低減につながる。導入村落については、疾病率 50%以下を目標とする（導入実績による）。

### (3) 貧困からの脱却

点滴灌漑による農業収入の向上と水運搬に要する労働が軽減され、その部分を他の活動（就学・就労）にまわすことができる。

### (4) 成果の算出方法

各アウトカムの目標を、具体的な数値に置き換える際の算出方法は下表のとおり。

アウトカム	評価指標	期待される成果
農業収入の増加	野菜の栽培期間（月/年）	通年栽培
	野菜の収穫量（t/年）	対前年比 1.0 倍以上
健康状態の改善	安全な飲料水の利用者数（人）	対象人口の 100%
	下痢の患者数（人/年）	対前年比 0.5 倍以下
村落の収入増化	売電の売上高（シリング/日）	$n \text{ シリング/台} \times \text{人口} \times 0.02$ ※1
	売水の売上高（シリング/日）	$n \text{ シリング/20L} \times 320$ ※2

※1：携帯電話の所有率を人口比 20%と仮定し、その 1 割の人が充電すると設定。（61 ページ、保健指標「携帯電話所有率」参照）

※2：稼働率を浄水能力の 80%と仮定し、6,400L を販売すると設定。

(5) 具体的な数値目標

各アウトカムの目標をウクウ村に当てはめ、具体的な数値目標として設定したものが以下の表である。

項目	実数		人口1千人あたり	
	設置前	設置後	設置前	設置後
人口（人）	2,455	2,455	1,000	1,000
野菜の栽培期間（か月）	6か月	12か月	—	—
野菜の収穫量（t/年）	n ※1	n x2	—	—
安全な飲料水の利用者数（人）	0	1,000※4	0	1,000
下痢患者数（人/年）	960	480	390	195
売電の売上高（シリング/日）	0	15,680 ※2	—	6,400
売水の売上高（シリング/日）	0	51,200 ※3	—	51,200

※1 ザンジバル農業省には、調査時点で、村落単位の野菜の収穫量に関する統計が存在しないため、2014年以降について、データの収集をしていく。

※2 1台当りの売電を320シリング（=¥20）想定

※3 20リッター当りの売水を160シリング（=¥10）想定

※4 ZAWAとしては、当社の装置と既存の水道設備との併用によって、村全体の需要を満たそうとしている。

(6) 今後の展望

タンザニアにおける当社の自立運営型給水システムの設置に伴って期待される成果は下表のとおりである。

なお、すべてのシステムがウクウ村と同等の導入環境であるとの前提で成果を算出しているため、実際の成果は個別サイトごとにベースラインデータを収集・分析する必要がある。

	2015年	2016年	2017年	2018年
設置台数（台）	1	2	5	10
野菜の収穫量（t）	N x2 ※1	N x4	N x10	N x20
安全な水の利用者数（人）	1,000	2,000	5,000	10,000
下痢患者数（人）	▲195	▲390	▲975	▲1,950

（注意）数値は、「人口1千人あたりの裨益者数×設置台数」となっている。

※1 ザンジバル農業省には、調査時点で、村落単位の野菜の収穫量に関する統計が存在しないため、2014年以降について、データの収集をしていく。



## 8. 今後の事業計画

### (1) 顧客候補

#### ① 最終需要者ならびに設置場所

最終需要者は、上水道や井戸水による衛生的な水の継続的な確保が困難であり河川等の表流水を水源として活用できる地域に住む住民である。また、主たる設置場所としては、村落や診療所、学校、農場を想定している。

#### ② 購入者

購入者は、現地政府機関（中央政府、地方政府）、国際 NGO、現地 NGO、食品加工業等の民間企業や水販売事業者を想定している。

しかしながら、購入者は十分な資金がなく、各国援助機関や企業等の外部資金を活用していることが多い。そのため、このような機関、企業に対して自立運営型給水システムの特長や導入メリットを理解してもらうことも、事業拡大において必要となる。

### (2) 製品スペック

#### ① 小型浄水装置

- 砂・砂利と自然界にいるバクテリアによる緩速ろ過をベースにした浄水装置
- フィルターや凝集剤を使わず、ランニングコストが安価
- 専門家による維持管理が不要で、地域住民や病院学校等の管理人による自主運営が可能
- 浄水能力は、1日 8,000 リットル（800～1200 人を対象）
- 設置面積は 7×10m 程度

#### ② 点滴灌漑装置

- 根の部分に直接、水と栄養分を少しずつ与えて生育を促進する（節水＋植物生理）に適した灌水装置
- 灌水労力が大幅に軽減し乾季に栽培が可能
- 技術的に簡易
- 独自のドリッパー構造を備えているので、遠くの所でも均一な灌水（吐出）が可能
- 100 m<sup>2</sup>～2,000 m<sup>2</sup>に対応

### (3) 販売網

ヤマハ発動機の既存の販売網は、二輪自動車や船外機等のコンシューマープロダク

トの販売網であるため、必ずしも小型浄水装置の商品の販売に適した販売網とは言い切れない。そのため、本装置の販売に適した販売網を別途設置する必要があると考えている。

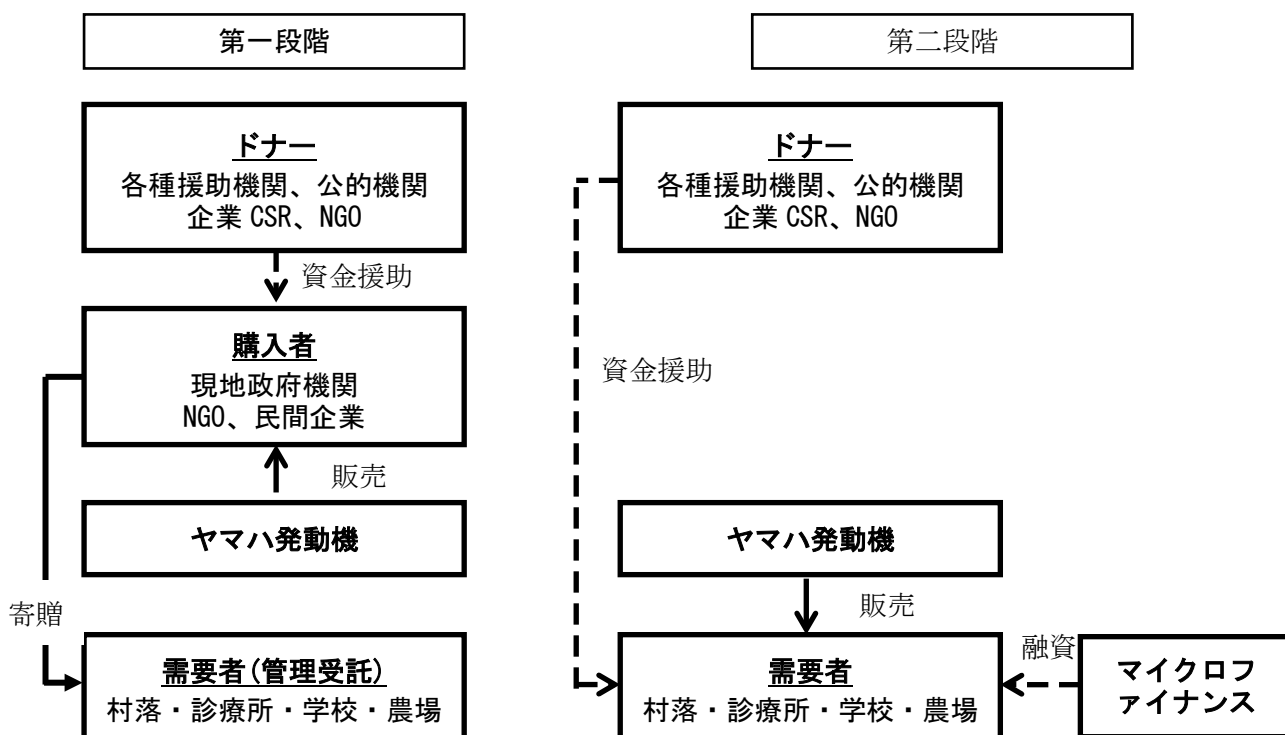
とはいえ現在、特約店候補としては、当社の特約店である Nile Fishnet Motors Co. Ltd. 及び City Motors Ltd. そして、タンザニアに拠点を構える日系資商社の津梁貿易を想定している。

Nile Fishnet Motors Co. Ltd. と City Motors Ltd. は、弊社商品販売を通じた村落や農場経営者とのコミュニケーションをベースとした展開、津梁貿易については、現地で ODA 機関や国際機関からの業務委託実績が豊富であり、現地 NGO や国際 NGO とのネットワークと協業となるプロジェクトへの参入など、検討する方向である。

#### (4) 価格

自立運営型給水システムは、CIF ダルエスサラーム 100,000 ドル（輸入関税を除く）を想定している。また、別途、コンクリート基礎工事や、取水工事、電気工事等が発生する。工事費用は、設置場所の状況によって異なるが、10,000 ドル～15,000 ドルになると見込んでいる。

#### (5) ビジネスモデル図



第一段階として、需要者は、気候変動の影響を受けている地方農村で、水に困っている村落を想定している。これらの地域は貧困エリアであるため、公的機関や外国ドナーの資金による購入者から最終的に寄贈される形態を考えている。

自立運営型給水システムのビジネスは、最終需要者、購入者、資金提供者との組み合わせにより、複数の販売方法が考えられる。以下に販売例を挙げる。

- ・ 村落開発をしている NGO を通じて販売する。
- ・ 地方給水や公共事業に係る中央政府や地方政府を通じて販売する。
- ・ 外資系企業や現地大手企業の CSR 活動と絡めて販売する。
- ・ 路上や売店で販売されている小袋に詰めた水を販売している水販売業者に販売する。

また、事業の推進にあたっては、ヤマハ発動機の既存特約店や従来から取引のある商社、現地で活動する国際 NGO、ローカル NGO 等の協力を得ながら事業拡大を目指す。

#### (6) 収支計画

	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
台数 (台)	0	1	2	5	10
売上 (百万円)	0	15	30	75	150

#### (7) スケジュール

- 2014 年 2 月 : 自立運営型給水システム初号機最終設置場所決定
- 2015 年 8 月 : 自立運営型給水システム初号機設置
- 2015 年 9 月 : 特約店設置、販売開始
- 2016 年 : FRP タンク等大物部材のアフリカ調達開始
- 2017 年 : アジア・アフリカ地域での販売 100 台以上を目指す。



## 9. 対応すべき課題と対応策

### (1) 地方政府の協力

タンザニアは、地方分権が相当程度進んでおり、中央政府は地方レベルの個別具体的な施策には関与していない。例えば水資源については、統括的な権限を水省が有してはいるものの、個別案件については、地方政府にその判断を委ねているため、各地の Water Board が水資源の利用の許諾権を有している。

したがって、事業の実施にあたっては、営業段階から地方政府との連絡を密にし、彼らの意向に添ったようなプロジェクトを形成していくことが肝心である。特に、ザンジバルにおいては、ザンジバル自治政府が独立国家並の権限を有しており、彼らとの連携なくして事業の伸展は望めない。

今回の調査においても、結果としてザンジバルのウクウを初号機設置場所として選定した理由には、ザンジバル水道公社の全面的な協力を得られるという感触を得ることができたからである。

### (2) 農業の協同化

点滴灌漑農法を導入するためには、農業の協同化を図る必要があるが、そのためには、農場の協同化と施設や設備、機械・器具の共同利用という2つの課題に取り組む必要がある。

しかし、タンザニアでは、社会主義政権時代に農地の集約化と共同利用に取り組んだものの、失敗した経験がある。また、ザンジバル農業省によると、かつてザンジバル島で灌漑農法を普及させようとしたところ、農地の共同利用について農民の協力を十分に得ることができず、普及を断念したとのことである。農業を最も効率的に運営するためには、狭小な農地に個別に装置を設置するのではなく、装置の散水能力に見合った農地の集約化が欠かせない。

小型浄水装置の管理・運営を担うことになる水管理委員会に対して、水源を同じくするという観点から、点滴灌漑装置の管理・運営を担わせるといった工夫も必要である。現在、タンザニアでは、JICAが点滴灌漑装置導入に向けて、検証中であるため、JICAとの密な情報交換をして、今後の連携も視野に入れて対応していく。

なお、今回の調査を経て、初号機の設置候補置に選定したウクウについては、大消費地であるザンジバルタウンに近いということもあり、農民の多くは、ザンジバルタウンが世界遺産に登録され、乾季の観光シーズンに不足している野菜を売ることができれば、相当の現金収入を得ることが可能であることを理解しているはずであり、点滴灌漑農法を導入すれば乾季の野菜栽培が可能となり現金収入を得られることを根気強く説いて回る必要がある。

### (3) 現地パートナーの確保

自立運営型給水システムの販売にあたって、関係機関との調整や、住民への衛生教

育に係る啓発活動、点滴灌漑農法の普及等、現地に根付いたパートナーを十分に確保しておくことが大きな課題となる。現在、パートナーとしては、主に現地で活動する国際 NGO や現地 NGO を想定している。

パートナーに自立運営型給水システムの理解を深めてもらい協力関係を構築するために、定期的な商品説明や導入メリットの提示を行う。アルーシャ工科大学において、JICA の専門家が点滴灌漑農業の実証試験を継続的に実施しているところ、密に連携をとりながら、現地パートナーが JICA の技術指導を受ける機会を得られるような仕組み作りに努める。

#### (4) 装置の維持管理に伴うメンテナンス

自立運営型給水システムの設置後について、小型浄水装置は、需要者である住民等によって組織された水管理委員会が、装置のメンテナンスをすることを想定している。長期にわたって安定的に衛生的な水を確保するためには、装置の維持管理に係るメンテナンスの習得が欠かせない。点滴灌漑装置は、水管理委員会の管理の下、使用者である農家もしくは農家グループが、装置のメンテナンスをすることを想定している。長期にわたって安定的に点滴灌漑農業を続けていくためには、装置の維持管理に係るメンテナンスの習得が欠かせない。

装置設置時にメンテナンス教育を行うとともに、新たに設定する特約店による定期的な現場訪問を実施することとする。

#### (5) 輸入に伴う装置の価格

自立運営型給水システムの中で、小型浄水装置はインドネシアで製造をしているため、インドネシアからタンザニアに輸入することになる。それに伴って、関税費用や輸入手続費用がかかるため、価格抑制のためにはタンザニアでの現地調達や現地製造が望ましい。

今後、浄水装置の主要部品となる FRP タンク業者の調査を実施し、製造能力を有する業者との間において、価格と製造能力の評価を実施し現地製造に着手する。

#### (6) 特約店教育

本事業調査を通じて、既存のヤマハ発動機の特約店とは別に給水事業に携わったことのある新規特約店候補を見つけることができた。特約店は、装置の販売だけでなく、自立運営型給水システムの設置、部品の供給、アフターサービス等の対応をすることが必要となるため、これらの業務に関わる教育を事業開始前までに実施することとする。

## ベースラインデータ

### 1. 気象データ

ダルエスサラームにおける月別最高気温の推移

(単位: °C)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	32.2	31.3	31.8	32.2	33.3	32.4	33.3	31.8	32.6	33.2	32.6	33.5	32.4	32.5
2月	33.0	32.2	32.5	33.6	31.1	32.5	33.6	33.3	31.7	33.6	33.7	33.7	33.3	32.9
3月	31.8	32.4	31.3	34.1	32.1	33.0	31.5	32.5	32.9	32.9	32.6	33.8	33.3	32.6
4月	30.9	31.0	29.7	33.3	30.2	31.8	30.8	31.5	29.5	31.2	31.4	31.3	32.2	31.1
5月	30.2	30.1	30.8	31.6	31.2	30.1	30.0	30.6	30.5	30.7	31.0	30.7	31.3	30.7
6月	29.3	29.3	29.9	30.0	29.8	30.6	28.6	30.1	29.5	30.0	30.4	30.4	31.2	29.9
7月	28.8	29.3	29.8	29.2	29.4	29.7	29.6	30.2	29.5	30.0	30.2	30.1	31.0	29.8
8月	29.4	29.6	28.9	30.2	30.0	29.6	30.0	29.9	30.0	30.5	30.5	30.4	31.4	30.0
9月	30.6	29.9	29.5	31.5	30.2	31.1	30.7	31.7	30.9	31.7	30.7	31.6	31.5	30.9
10月	31.6	31.2	31.2	32.3	30.9	31.5	31.7	31.4	32.0	32.5	32.5	32.1	32.6	31.8
11月	31.9	32.2	31.5	32.5	31.6	31.6	31.1	31.7	31.5	32.7	32.5	32.0	32.4	31.9
12月	31.6	32.1	32.2	33.4	31.1	32.7	31.5	32.2	32.4	33.2	32.7	32.2	33.4	32.4
平均	30.9	30.9	30.8	32.0	30.9	31.4	31.0	31.4	31.1	31.9	31.7	31.8	32.2	31.4

ダルエスサラームにおける月別最低気温の推移

(単位: °C)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	24.4	24.0	24.9	24.6	25.2	24.2	24.8	25.2	24.7	25.2	25.6	24.8	25.4	24.8
2月	23.1	23.3	24.7	24.9	23.8	25.0	24.7	24.7	24.0	24.2	25.4	24.6	24.7	24.4
3月	23.1	23.6	23.7	24.7	24.2	24.6	23.6	23.9	23.2	23.8	25.0	24.0	25.7	24.1
4月	22.2	23.0	23.0	23.1	23.1	23.6	23.0	23.1	22.4	23.5	23.9	23.3	22.8	23.1
5月	20.9	22.1	21.4	22.5	21.4	21.9	21.6	22.6	21.3	21.8	22.5	22.6	21.0	21.8
6月	19.6	20.1	19.2	21.2	19.8	20.3	20.3	20.0	19.1	19.7	20.9	20.7	19.4	20.0
7月	18.6	18.3	19.0	19.7	18.7	19.3	18.9	19.2	18.6	19.7	19.9	19.2	18.0	19.0
8月	18.6	18.4	19.4	18.3	18.3	18.2	19.3	19.5	19.0	19.2	19.4	19.6	22.5	19.2
9月	18.1	18.3	19.4	19.5	19.6	19.0	19.7	19.8	19.0	19.3	19.9	20.5	20.0	19.4
10月	19.7	20.3	21.0	20.8	21.4	20.0	21.5	20.7	21.3	21.9	21.2	21.7	21.4	21.0
11月	22.4	21.8	22.3	22.9	22.7	22.0	22.9	22.7	23.3	23.8	23.3	22.9	23.1	22.8
12月	23.4	24.6	23.7	25.0	24.1	24.5	23.6	24.3	24.7	24.9	24.5	24.3	24.2	24.3
平均	21.2	21.5	21.8	22.3	21.9	21.9	22.0	22.1	21.7	22.3	22.6	22.4	22.4	22.0

ダルエスサラームにおける月別降水量の推移

(単位: mm)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	1.8	64.5	81.9	20.1	77.7	154.8	6.4	8.5	52.3	17.9	14.0	4.1	3.2	39.0
2月	3.5	71.3	83.5	22.2	149.8	38.9	44.0	39.4	56.1	61.8	83.2	103.8	36.4	61.1
3月	169.9	139.0	197.2	122.4	134.5	80.2	159.4	201.4	161.4	103.8	167.7	26.3	49.9	131.8
4月	222.1	296.7	569.4	13.7	297.6	119.4	226.7	181.7	303.8	240.1	362.2	224.4	263.5	255.5
5月	47.6	162.5	30.1	130.8	19.3	302.6	166.4	124.2	62.4	25.2	119.0	106.7	109.6	108.2
6月	126.9	14.0	7.0	109.5	42.7	2.8	142.9	16.5	10.0	10.6	14.6	29.7	9.7	41.3
7月	29.6	19.6	32.1	26.1	0.9	14.9	15.0	0.0	6.7	1.4	7.1	11.9	3.2	13.0
8月	31.1	3.9	95.4	0.9	0.6	13.8	6.5	26.2	10.4	5.8	15.8	26.3	19.2	19.7
9月	3.2	5.0	30.2	3.5	31.1	10.5	23.8	14.3	16.7	2.1	46.2	54.4	15.8	19.8
10月	6.2	6.7	51.8	22.4	93.5	124.9	78.1	70.3	95.0	38.8	0.4	31.6	0.8	47.7
11月	79.2	15.5	98.9	89.2	65.5	24.5	240.9	113.7	116.8	18.2	48.7	316.5	124.0	104.0
12月	214.2	82.2	112.5	24.6	181.6	13.4	230.4	45.8	11.7	69.9	85.3	377.2	66.8	116.6
平均	935.3	880.9	1390.0	585.4	1094.8	900.7	1340.5	842.0	903.3	595.6	964.2	1312.9	702.1	957.5

ダルエスサラームにおける月別晴天日の推移

(単位: 日)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	30	26	22	28	28	25	29	28	27	28	28	30	30	27.6
2月	28	23	24	27	19	26	24	26	25	22	22	25	26	24.4
3月	20	21	14	25	20	19	13	18	22	21	17	25	25	20.0
4月	10	13	6	25	12	16	13	15	11	17	13	12	18	13.9
5月	23	20	26	20	26	15	22	19	20	26	19	21	24	21.6
6月	21	27	28	27	24	29	17	26	28	27	27	24	27	25.5
7月	28	25	26	26	31	29	27	30	29	30	30	29	30	28.5
8月	28	28	23	31	31	27	27	25	27	30	29	27	27	27.7
9月	28	28	26	29	26	29	23	26	24	29	27	22	25	26.3
10月	29	29	24	26	23	27	23	25	25	27	31	24	31	26.5
11月	23	26	21	26	21	23	16	23	23	25	22	14	22	21.9
12月	21	24	21	27	22	28	19	25	29	25	27	17	23	23.7
平均	289	290	261	317	283	293	253	286	290	307	292	270	308	287.6

ザンジバルにおける月別最高気温の推移

(単位：℃)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	32.9	31.6	32.2	32.5	32.6	32.8	32.8	32.6	32.4	33.2	32.3	33.1	33.0	32.6
2月	33.9	32.1	32.7	33.6	31.1	33.4	33.5	33.8	32.3	32.0	33.7	33.9	33.2	33.0
3月	31.5	32.4	31.9	33.8	31.9	32.7	31.6	32.6	32.5	32.2	33.3	33.2	32.1	32.4
4月	29.9	30.5	29.1	32.9	30.1	30.9	30.5	30.7	29.1	31.1	31.0	31.1	30.9	30.6
5月	29.4	29.6	30.0	30.9	30.5	29.4	29.4	29.5	29.6	30.3	30.6	30.2	29.7	29.9
6月	28.4	28.6	29.3	29.1	29.3	29.4	28.3	29.2	28.5	29.8	29.9	29.8	29.5	29.2
7月	28.1	28.3	28.7	28.4	29.0	28.9	28.6	29.3	28.8	29.1	29.9	29.8	28.8	28.9
8月	28.7	29.3	28.2	29.5	29.6	28.7	29.0	29.5	29.2	30.1	29.0	29.9	29.2	29.2
9月	30.5	30.1	28.8	30.8	30.3	30.3	30.0	31.0	30.4	31.3	30.3	31.6	30.6	30.5
10月	31.5	31.6	30.2	31.1	30.6	31.6	30.5	31.0	31.7	31.7	31.6	31.1	31.5	31.2
11月	31.1	32.0	30.6	31.1	30.6	30.9	30.1	30.8	31.1	32.1	31.1	30.6	31.7	31.1
12月	31.3	32.7	31.4	32.6	31.3	32.2	31.1	31.8	32.2	32.0	32.1	32.4	32.2	32.0
平均	30.6	30.7	30.3	31.4	30.6	30.9	30.4	31.0	30.6	31.2	31.2	31.4	31.0	30.9

ザンジバルにおける月別最低気温の推移

(単位：℃)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9
2月	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
3月	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3
4月	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
5月	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3
6月	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6
7月	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3
8月	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
9月	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
10月	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
11月	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
12月	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
平均	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5

ザンジバルにおける月別降水量の推移

(単位：mm)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	1.4	88.2	123.1	4.1	165.0	63.6	184.6	41.0	74.8	106.2	46.6	48.8	22.3	74.6
2月	0.0	47.0	144.6	3.0	257.6	5.4	28.1	25.2	8.2	126.9	21.1	1.7	29.0	53.7
3月	269.0	63.5	109.6	44.7	204.9	216.6	243.3	387.6	124.5	154.1	223.3	51.9	150.5	172.6
4月	352.3	642.8	705.4	32.4	549.2	633.1	343.2	271.5	584.0	201.7	252.7	463.4	178.4	400.8
5月	86.9	290.3	78.3	209.7	31.6	339.1	185.0	527.4	115.7	111.8	193.8	262.8	121.0	196.4
6月	166.9	34.6	19.4	38.4	53.0	33.2	195.5	31.6	64.6	95.4	48.1	38.3	15.2	64.2
7月	40.3	26.8	87.6	42.3	22.8	37.0	32.5	11.7	12.3	9.3	0.3	0.7	2.3	25.1
8月	47.3	16.2	104.6	15.3	22.3	48.5	29.8	47.9	51.2	24.2	20.0	30.2	28.4	37.4
9月	7.3	17.3	77.7	23.7	20.8	8.0	60.4	38.9	13.2	2.1	43.4	147.4	68.1	40.6
10月	6.2	9.3	133.8	108.7	177.3	4.1	96.2	113.1	90.2	61.8	86.6	218.0	8.6	85.7
11月	193.3	31.4	204.9	98.2	238.6	133.1	259.1	213.7	242.6	194.9	169.1	393.2	269.4	203.2
12月	217.4	64.2	176.4	83.5	190.7	92.4	362.6	167.2	63.3	140.2	102.4	92.1	137.0	145.3
平均	1388.3	1331.6	1965.4	704.0	1933.8	1614.1	2020.3	1876.8	1444.6	1228.6	1207.4	1748.5	1030.2	1499.5

ザンジバルにおける月別晴天日の推移

(単位：日)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	31	27	22	30	20	25	26	29	23	25	23	26	30	25.9
2月	29	22	23	27	17	27	24	25	27	15	24	27	25	24.0
3月	20	19	16	24	18	21	18	17	21	19	19	24	26	20.2
4月	12	6	6	22	12	13	12	10	7	18	14	10	19	12.4
5月	21	17	22	22	28	16	19	14	19	23	22	11	17	19.3
6月	19	22	27	27	22	26	22	25	26	22	21	23	27	23.8
7月	25	26	24	26	28	26	24	27	29	28	30	31	30	27.2
8月	21	28	21	26	24	19	25	24	22	25	27	25	28	24.2
9月	28	26	16	24	27	27	20	26	26	30	23	22	27	24.8
10月	29	27	18	27	21	29	19	26	26	23	25	19	28	24.4
11月	17	23	17	23	12	18	10	20	15	21	14	14	14	16.8
12月	15	19	20	26	18	26	12	20	21	16	21	22	18	19.5
平均	267	262	232	304	247	273	231	263	262	265	263	254	289	262.5

ペンパにおける月別最高気温の推移

(単位：℃)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	31.2	31.0	32.3	31.7	32.0	31.6	32.0	30.9	31.9	31.2	31.4	32.5	31.7	31.6
2月	32.5	32.1	32.3	33.3	31.2	32.3	32.3	32.1	31.0	32.1	32.8	32.4	32.5	32.2
3月	31.8	32.4	32.4	34.1	32.5	32.7	31.5	32.0	31.7	32.3	32.5	32.4	33.2	32.4
4月	30.4	30.9	29.6	33.5	30.6	31.7	30.1	30.2	30.4	30.9	31.0	31.1	31.9	30.9
5月	29.5	30.1	30.0	31.8	30.3	29.3	29.8	29.9	29.6	29.8	30.1	29.7	30.5	30.0
6月	28.6	28.2	28.6	30.8	28.4	29.0	28.8	29.0	28.3	29.3	28.3	29.4	30.1	29.0
7月	28.0	28.0	28.2	27.8	27.7	27.7	28.4	28.3	27.9	28.2	28.6	28.5	28.1	28.1
8月	28.2	28.1	28.0	28.2	28.3	28.1	28.5	28.6	28.0	28.6	28.6	28.5	29.3	28.4
9月	29.1	29.2	28.5	28.8	29.3	28.7	28.9	29.4	29.3	29.5	29.2	29.2	29.2	29.1
10月	30.1	30.4	30.0	29.7	30.4	29.5	29.3	29.9	30.8	30.3	30.5	29.4	30.9	30.1
11月	31.4	31.4	31.3	31.2	30.9	30.5	30.5	30.9	31.2	31.2	31.4	30.4	31.8	31.1
12月	31.3	32.6	31.9	32.1	31.7	31.7	31.1	32.1	31.9	31.5	32.2	31.3	33.0	31.9
平均	30.2	30.4	30.3	31.1	30.3	30.2	30.1	30.3	30.2	30.4	30.6	30.4	31.0	30.4

ペンパにおける月別最低気温の推移

(単位：℃)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	23.0	24.0	24.6	24.1	25.2	24.4	25.0	24.7	24.9	23.1	25.2	24.9	24.2	24.4
2月	23.5	23.5	24.5	24.4	24.3	24.7	25.2	24.9	23.9	24.7	25.4	24.5	24.3	24.4
3月	24.5	24.3	25.2	24.4	25.6	25.3	25.1	24.8	23.1	24.6	25.4	25.1	24.4	24.8
4月	23.9	24.1	24.1	25.3	24.6	25.0	24.4	24.6	24.5	24.9	25.2	24.9	24.4	24.6
5月	24.2	24.0	23.7	24.2	25.5	24.2	23.9	24.8	24.0	24.6	24.6	24.5	23.2	24.3
6月	23.0	23.1	23.5	23.9	23.7	24.0	23.4	23.6	23.4	24.1	21.8	24.3	22.0	23.4
7月	22.3	22.3	22.6	22.9	23.0	23.0	23.2	23.4	23.1	23.6	23.2	23.9	23.5	23.1
8月	22.1	21.9	22.8	21.9	22.5	22.3	22.7	23.2	22.8	23.0	23.0	23.8	21.3	22.6
9月	22.7	22.0	22.7	22.9	22.5	22.6	23.1	23.4	22.5	22.9	23.0	23.5	21.7	22.7
10月	22.2	22.7	23.8	23.2	23.6	23.4	23.7	23.6	23.8	24.2	23.4	23.7	22.7	23.4
11月	24.3	23.6	23.5	24.2	24.6	24.3	24.3	23.9	24.5	24.0	24.8	24.0	24.2	24.2
12月	24.4	24.7	24.3	24.8	24.7	24.3	24.5	24.7	24.9	24.8	24.6	24.9	24.6	24.6
平均	23.3	23.4	23.8	23.9	24.2	24.0	24.0	24.1	23.8	24.0	24.1	24.3	23.4	23.9

ペンパにおける月別降水量の推移

(単位：mm)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	7.4	44.9	49.7	17.6	56.3	61.2	30.1	3.2	28.7	15.6	28.7	6.1	0.5	26.9
2月	0.0	44.2	7.6	1.5	90.1	1.8	16.9	33.2	11.9	114.4	22.4	37.7	4.3	29.7
3月	156.6	27.2	68.4	45.2	10.7	53.6	172.0	252.9	55.8	159.8	225.0	60.1	143.0	110.0
4月	380.7	261.8	472.7	130.6	378.2	246.3	563.1	310.1	380.5	273.4	454.2	312.7	209.9	336.5
5月	127.9	226.1	108.2	472.3	37.8	611.5	377.3	500.3	244.2	257.4	551.5	412.4	322.4	326.9
6月	215.9	86.4	53.9	48.2	109.0	47.7	191.4	82.2	69.9	233.1	142.4	24.3	67.4	105.5
7月	47.6	35.1	67.8	71.3	30.8	119.6	31.0	43.2	67.2	8.2	32.3	39.0	16.5	46.9
8月	21.9	20.5	55.7	28.9	16.2	25.7	42.1	25.9	17.2	9.9	15.4	22.7	50.4	27.1
9月	5.3	0.5	121.6	23.8	8.2	61.9	50.6	21.9	12.2	1.5	13.8	44.8	14.9	29.3
10月	11.6	3.5	68.5	88.2	35.0	32.1	218.8	78.9	41.4	109.8	65.2	232.2	82.3	82.1
11月	77.7	19.2	79.9	22.8	116.2	40.6	94.3	28.3	76.6	68.1	17.8	148.9	26.7	62.9
12月	104.3	100.2	160.4	27.5	79.3	8.8	165.5	10.1	13.9	169.9	13.9	203.6	157.8	93.5
平均	1156.9	869.6	1314.4	977.9	967.8	1310.8	1953.1	1390.2	1019.5	1421.1	1582.6	1544.5	1096.1	1277.3

ペンパにおける月別晴天日の推移

(単位：日)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	28	27	23	30	24	25	27	30	M	28	28	30	31	25.5
2月	29	25	26	27	21	27	24	26	27	23	26	27	27	25.8
3月	20	26	20	27	30	25	19	18	20	21	17	26	29	22.9
4月	12	11	7	23	8	12	8	17	12	18	11	11	15	12.7
5月	20	12	21	16	28	10	17	13	14	17	9	9	18	15.7
6月	14	15	24	17	17	21	15	20	20	13	20	25	21	18.6
7月	24	25	23	23	23	20	24	25	24	29	22	27	27	24.3
8月	28	25	23	30	26	26	25	24	26	28	25	26	27	26.1
9月	27	30	19	24	28	23	22	23	25	29	26	22	25	24.8
10月	28	28	22	24	26	29	21	24	24	22	26	21	26	24.7
11月	22	28	20	25	18	23	18	27	21	27	23	18	25	22.7
12月	20	21	19	27	20	29	23	27	M	19	30	21	21	21.3
平均	272	273	247	293	269	270	243	274	213	274	263	263	292	265.1

タンガにおける月別最高気温の推移

(単位：℃)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	32.3	31.9	32.4	31.4	32.8	32.1	32.9	31.8	32.5	29.3	31.5	33.5	31.7	32.0
2月	32.6	33.0	32.4	32.9	31.4	32.6	33.5	33.0	31.8	33.2	33.0	33.7	32.5	32.7
3月	32.7	33.5	32.6	33.5	32.6	33.8	32.3	33.9	33.4	33.8	33.4	33.8	33.2	33.3
4月	31.3	31.5	29.9	33.5	31.0	32.2	31.3	32.4	30.6	29.5	31.8	31.8	31.9	31.4
5月	29.7	30.3	30.5	30.3	31.1	30.6	29.9	30.3	30.1	30.8	30.7	30.4	30.5	30.4
6月	28.5	28.8	29.6	29.6	29.3	30.0	28.6	29.9	28.8	29.4	30.1	30.4	30.1	29.5
7月	28.3	28.3	29.1	28.7	28.9	28.8	28.8	29.4	28.6	28.9	30.0	30.1	29.1	29.0
8月	28.6	28.9	28.3	28.7	29.3	28.1	29.0	29.3	29.3	29.1	29.4	30.0	29.3	29.0
9月	29.4	29.8	29.0	30.0	30.4	29.7	29.2	30.1	30.4	30.6	29.5	30.5	29.2	29.8
10月	30.4	31.0	30.2	30.6	30.9	30.7	30.2	30.6	32.0	30.8	31.7	30.2	30.9	30.8
11月	31.9	31.6	31.3	31.6	30.9	30.9	31.0	31.5	31.7	31.9	32.4	31.5	31.8	31.5
12月	32.1	31.9	31.8	32.7	31.7	32.5	31.4	32.3	32.6	32.4	33.5	32.4	33.0	32.3
平均	30.7	30.9	30.6	31.1	30.9	31.0	30.7	31.2	31.0	30.8	31.4	31.5	31.1	31.0

タンガにおける月別最低気温の推移

(単位：℃)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	23.9	23.4	24.7	23.3	24.9	24.0	25.2	24.4	24.5	24.9	24.5	24.9	24.2	24.4
2月	23.6	24.0	24.3	24.2	24.2	24.7	25.5	24.6	23.5	25.1	25.0	24.9	24.3	24.5
3月	24.5	24.8	24.8	24.8	24.7	25.0	25.0	25.0	24.5	25.3	25.5	25.0	24.4	24.9
4月	23.6	24.1	23.5	24.7	23.9	24.7	24.5	24.4	23.6	22.9	24.6	24.4	24.4	24.1
5月	22.5	23.0	22.8	23.5	23.0	23.2	23.1	23.4	22.9	23.7	23.7	23.4	23.2	23.2
6月	21.1	21.5	21.2	22.2	21.4	22.4	21.6	21.8	21.4	20.9	22.6	22.4	22.0	21.7
7月	20.3	20.3	20.9	20.8	20.6	21.1	21.1	21.2	21.0	21.2	21.3	21.4	20.7	20.9
8月	20.3	20.2	20.8	20.2	20.2	20.9	21.2	21.4	21.4	21.3	21.2	21.4	21.3	20.9
9月	20.3	20.5	21.0	21.6	21.5	21.3	21.7	21.8	21.3	21.6	21.5	22.0	21.7	21.4
10月	21.4	22.0	22.2	22.4	22.9	22.1	22.8	22.6	22.9	23.3	22.4	22.8	22.7	22.5
11月	23.6	23.5	23.0	23.5	23.7	23.5	23.8	23.4	24.4	24.0	24.0	23.7	24.2	23.7
12月	24.1	24.6	23.7	24.6	24.2	24.7	24.3	24.2	24.9	24.7	24.5	24.2	24.6	24.4
平均	22.4	22.7	22.7	23.0	22.9	23.1	23.3	23.2	23.0	23.2	23.4	23.4	23.1	23.0

タンガにおける月別降水量の推移

(単位：mm)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	0.0	39.1	41.8	0.6	148.0	23.6	0.6	0.4	47.9	2.7	126.6	6.5	0.0	33.7
2月	0.0	28.5	23.5	0.0	82.4	0.0	79.2	0.4	42.3	58.0	40.6	15.3	1.9	28.6
3月	112.2	53.4	94.3	6.1	84.0	25.4	85.9	44.4	85.9	23.5	105.5	28.2	28.2	59.8
4月	182.4	157.7	312.6	43.2	209.2	192.2	226.8	221.8	133.9	227.5	321.7	167.3	116.7	193.3
5月	184.3	204.8	160.5	285.8	46.2	214.4	186.2	584.4	157.8	76.0	200.9	247.2	92.4	203.1
6月	266.1	122.6	16.7	36.9	118.3	18.9	71.8	51.3	102.3	167.6	62.2	32.6	53.3	86.2
7月	71.9	17.1	47.8	27.0	25.8	81.1	33.8	24.7	48.9	19.4	3.1	3.1	17.8	32.4
8月	44.1	25.0	143.8	53.3	25.8	101.1	44.7	149.2	22.0	39.1	84.6	22.5	79.3	64.2
9月	33.8	7.2	168.9	39.3	24.3	15.5	55.6	34.8	28.4	11.1	82.0	155.8	70.2	55.9
10月	46.9	24.3	205.6	104.4	125.4	55.2	214.6	128.8	32.1	209.0	46.7	328.5	43.9	120.4
11月	114.2	57.9	144.2	86.0	202.9	89.9	176.4	61.0	86.2	76.7	79.4	75.0	101.5	103.9
12月	44.9	76.3	159.2	9.5	104.5	3.7	149.8	23.3	3.9	134.8	2.6	153.7	38.7	69.6
平均	1100.8	813.9	1518.9	692.1	1196.8	821.0	1325.4	1324.5	791.6	1045.4	1155.9	1235.7	643.9	1051.2

タンガにおける月別晴天日の推移

(単位：日)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	平均
1月	31	24	27	31	26	26	31	31	27	29	27	28	31	28.4
2月	29	23	27	28	19	28	24	28	27	22	26	27	28	25.8
3月	22	22	21	30	21	25	26	25	26	28	22	25	25	24.5
4月	22	13	13	25	10	12	17	17	10	16	9	17	19	15.4
5月	21	15	22	18	28	19	22	9	19	21	15	16	21	18.9
6月	16	20	25	21	18	22	20	24	19	14	22	24	27	20.9
7月	20	25	18	24	27	21	24	26	21	24	30	29	26	24.2
8月	25	24	15	24	22	14	24	19	25	23	22	26	23	22.0
9月	21	27	17	21	24	24	18	21	25	28	20	20	17	21.8
10月	22	25	18	19	17	20	17	17	22	19	24	13	28	20.1
11月	20	25	20	21	10	21	16	25	24	26	22	22	16	20.6
12月	20	24	23	29	22	29	22	27	29	24	30	23	27	25.3
平均	269	267	246	291	244	261	261	269	274	274	269	270	288	267.9



## 2. MDGs の進捗状況

項目	1990	2000	2008		2015 (目標)
			実数	目標	
タンザニア					
貧困割合	39	36	33.64	25.0	19.5
5歳未満児栄養失調割合 (%)	29.8	29.5	22	18.4	14.4
5歳未満児発育不全割合 (%)	46.6	44.4 (1999)	38	29.8	23.3
初等教育就学割合	54.2	58.7	97.2	87.2	100
5歳未満児死亡率 (出生 1000 件あたり)	191	153	112	99.6	64
乳児死亡率 (出生 1000 件あたり)	115	99	68	69.6	38
妊産婦死亡率 (出生 10 万件あたり)	529	—	578	244	133
医師や助産師に補助された出産割合 (%)	43.9	35.8	63	77.1	90
若者 (15~24 歳) のエイズ感染率	6	—	2.5	<6	<6
地方において改善された水源を継続して利用できる人口割合 (%)	51	42 (2002)	57.1	67.6	74
都市において改善された水源を継続して利用できる人口割合 (%)	68	85 (2002)	83	79.5	84

項目	1990	2000	2008		2015
			実数	目標	
ザンジバル					
貧困割合	60	—	51	38.4	30
5歳未満児栄養失調割合 (%)	39.9	25.8	7.3	14.3	20.0
5歳未満児発育不全割合 (%)	47.9	35.8 (1999)	23.1	30.6	23.9
初等教育就学割合	50.9	67.0	83.4	86.3	100
5歳未満児死亡率 (出生 1000 件あたり)	202	141	101	106	67
乳児死亡率 (出生 1000 件あたり)	120	89	61	62.4	40
妊産婦死亡率 (出生 10 万件あたり)	377	323	473	173	94
医師や助産師に補助された出産割合 (%)	37	—	47	75.2	90
若者 (15~24 歳) のエイズ感染率	0.7	—	0.6	<0.7	<0.7
地方において改善された水源を継続して利用できる人口割合 (%)	46	46	59	65.4	73
都市において改善された水源を継続して利用できる人口割合 (%)	68	90	83	79.5	84

(出典) 日本国外務省

### 3. 保健指標

主要指標	単位	1990 年	2008 年	アフリカ (2008 年)
人口	百万人	25.5	42.5	—
出生時平均余命	年	52	53	53
出生時健康平均余命	年	45	45	45
成人死亡率	人口 1 千人あたり	385	458	392
5 歳未満児死亡率	出生 1 千件あたり	162	108	127
乳児死亡率	出生 1 千件あたり	99	68	80
5 歳未満児の死亡原因	%	マラリア	16	—
		肺炎	14	—
		下痢	12	—
		未熟児	10	—
		出産時窒息	10	—
		HIV/AIDS	9	—
		新生児敗血症	8	—
妊産婦死亡率	出生 10 万件あたり	880	790	620
生涯死亡原因	%	感染症	79 (2004)	80 (2004)
		非感染症	13 (2004)	13 (2004)
		けが	8 (2004)	7 (2004)
医師数	人口 1 万人あたり	—	< 0.5 (00-09)	2 (00-09)
看護師・助産師数	人口 1 万人あたり	—	2 (00-09)	11 (00-09)
病床数	人口 1 万人あたり	—	11	9
結核患者数	人口 10 万人あたり	240	190	350
マラリア発症数	人口 1 百万人あたり	—	0.01	60.73
未熟児出生率	%	—	10	14
発育不全の 5 才未満児	%	25.3	16.7	22
年齢別人口構成	%	15 歳未満	45	42
		15~59 歳	50	53
		60 歳以上	5	5
出生率	%	3.1 (88-98)	2.7 (98-08)	2.5 (98-08)
電化率	%	—	11	31
1 日 1 \$ 以下の生活者率	%	—	88.5 (00-07)	52.8 (00-07)
15-24 歳の識字率	%	—	78	75
衛生的な水の利用者	%	55	54	61
衛生的な水の利用者(都市)	%	—	80	84

衛生的な水の利用者(地方)	%	—	45	48
改善された衛生施設	%	24	24	34
改善された衛生施設(都市)	%	—	32	47
改善された衛生施設(地方)	%	—	21	26
都市部の人口割合	%	19	25	37
都市部スラムの人口割合	%	99	66	62
一人あたり ODA	US\$	—	39.3 (2005)	62.8 (2005)
電話所有率	%	0.5 (00)	0.4 (2005)	3.33 (2005)
携帯電話所有率	%	0.32 (00)	14.78 (2006)	20.93 (2006)
インターネットユーザー	%	—	0.99 (2007)	5.48 (2007)

(出典) WHO

#### 4. 効果測定用フォーマット

##### (1) 人口（単位：人）

	2014	2015	2016	2017	2018
男性					
女性					
合計					

##### (2) 野菜の出荷額（単位：シリング）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014年													
2015年													

##### (3) 農業所得（単位：シリング）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014年													
2015年													

##### (4) 衛生的な水の利用者数（単位：人）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014年													
2015年													

##### (5) 下痢患者数（単位：人）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014年													
2015年													

##### (6) 食中毒患者数（単位：人）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014年													
2015年													

##### (7) 水系感染症患者数（単位：人）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014年													
2015年													

(8) 売電額 (単位 : シリング)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014年													
2015年													

(9) 売水額 (単位 : シリング)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014年													
2015年													

**平成 25 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた  
実現可能性調査事業」最終報告書**

企業・団体名	株式会社 雪国まいたけ
事業名	バングラデシュ国塩害地域での緑豆大量栽培の事業化可能性調査
提出日	平成 26 年 2 月 14 日

**1. 本事業の目的**

**(1) 背景**

弊社は、2010 年 10 月からバングラデシュの主に北部と西部においてJETRO、JICAの支援を得てモヤシの原材料となる緑豆栽培事業を展開している。

JETROより 2010 年度「開発輸入企画実証事業」に案件採択され、バングラデシュでのモヤシ種子栽培の可能性を実証した。また、JICAより 2011 年度「BOPビジネス連携促進」に案件採択され、緑豆生産の体制構築事業準備調査を現在推進中である。

さらに、昨年度公募の本委託事業に採択された案件では、同国の南部に広がる塩害地域での緑豆生産の事業化可能性調査を実施した。

緑豆栽培事業の目的の一つとして、多くの栽培ノウハウを活用することにより、単位あたりの収穫量を増加させ農民の収入を増やすことが挙げられる。これまで 2 年にわたる実証栽培を経て、2012 年度は大量栽培にトライアルした。

結果は、従来の平均収穫量(1 ヘクタール当り 0.8 ~1 トン)を大きく上回り、平均で 150%の収穫(1 ヘクタール当り 1.3~1.5トン)を実現した。

全収穫量も 1,000 トンを越え十分な雇用(契約農家数:7,510)と収入(弊社緑豆購入価格:60 タカ/kg、主要農作物である米のマーケット価格の約 2 倍)を実現した。これらを可能とするため、播種方法や農薬・肥料の使用法を指導した。

この成果は、バングラデシュ政府からも大きな評価を得た。具体的には、一年半に亘る交渉の末にバングラデシュ政府の行政機関MOC(商務省)から日本向け緑豆輸出許可(2012 年 7 月 30 日付)が下りた。その際に、MOA(農業省)から同国農業発展のため南部塩害地域での栽培にも協力して

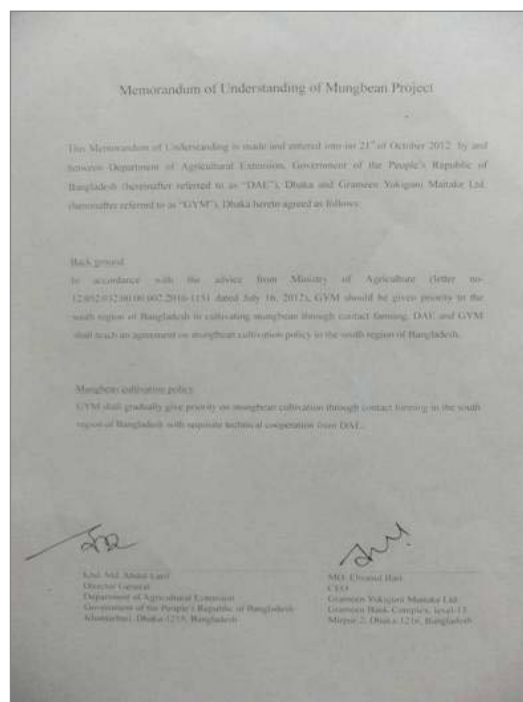


写真1 DAEと締結したMOU



欲しいとの依頼を受け、MOA傘下のDAE(農業普及局)とMOUを締結した。(写真1参照)

しかし本年度は、播種時期の干害、収穫直前でのサイクロンの影響で収穫量が目標より1,600トン減少(80%減)、売上金額ベースで約1億4千万タカ(円換算<sup>\*</sup>で約1億6,800万円)の損失となった。現地新聞でも干害やサイクロンによる経済的損失が全国で約500億タカに達したとの報道があり、まさしく気候変動の影響を痛感した。

注記)<sup>\*</sup>為替レート 1タカ=1.20円(2013年1月~6月平均)

弊社にとって、今回の適応に関する調査は非常に重要な位置づけとなっている。弊社は塩害、洪水、サイクロン、浸食、干害、温暖化と様々な気候変動要素を持つバングラデシュ全土で緑豆栽培事業を展開している。

これまでに北部・西部・南部の合計7地区で緑豆栽培に取り組んできた。地域分散によって気候変動によるダメージを回避できる可能性が増すからである。塩害地域も含め様々な地域で農業が行える環境を整えることは、これからの気候変動に適応するためにも重要だと考える。

## (2) FS事業の目的

国土面積は日本の約4割で人口密度が高い(世界第5位)バングラデシュでは、南部の沿岸地方で収穫可能な農作物を収穫できるようにすることは喫緊の課題である。当地は海に近いため、従来から塩害の影響を受け続けてきた。地球温暖化に伴い海水面の上昇が懸念される中、このリスクは益々上昇していくものと考えられる。

この地において農作物の栽培可能性が実証できれば、同国における耕地面積は飛躍的に増加することになる。これまでの実証栽培の実績を踏まえ、バングラデシュ政府からは弊社並びに日本の農業技術に対する期待が大なるものになっている。

これまで共同作業を進めてきたBSMRAU(ダッカ国立農業大学)からも、引き続き今回のFS事業に取り組みたいとの意向を受けている。過去の経験や現地のネットワークを活かし、前回同様に有意義な調査事業ができるものとする。

今回のFS事業の目的は、塩害地域での農作可能な耕地を拡げ、農民の耕地面積ならびに収穫量を向上させることである。塩害耕地は拡大傾向にあり、環境変化はますます深刻化しているからである。さらに、この環境変化に対応することができれば、適応ビジネスとして同様の悩みを持つ他国でも応用可能となり、バングラデシュのみならず市場は限りなく拡大する。

なお、これまで他省庁等の補助事業等により採択された案件との役割分担は次の通りとなる。

- JETRO:バングラデシュ国でのモヤシ種子(緑豆)栽培の可能性を実証(2010年度採択)
- JICA:バングラデシュ国の貧困農村部(主に北部と西部)での緑豆生産の体制構築事業準備調査(2011年度採択)
- METI/NRI:バングラデシュ国塩害地域(南部)での緑豆生産の事業化可能性調査(2012年度採択)

## 2. 課題

### (1) 塩害地域の農作状況

ベンガル湾沿岸に位置する塩害地域では、気候変動により塩害耕地が年々拡大傾向にある一方で、地元農民がこれまでの伝統的な栽培手法に頼っているため、その影響に対応しきれないのが現状である。そのため、作物収量・作付率など生産レベルが他地域と比べてかなり低い状態である。このことは地元農民の現金収入の低下にも繋がり、結果として高収量品種や最新の農業技術の導入もままならない状況となっている。

前回のFS調査で現地圃場を訪問した際、米の生育状況は非常に実入りが少なく、塩害の被害を受けていることが確認された。また、当地域の農民の大多数は年に一回、稲作の副産物として家畜飼料用に藁(わら)を多く取る必要に迫られて、低収量で伝統的な稲品種を雨期に栽培せざるを得ない状況であった。さらに、乾期は厳しい制約がある土壌・土地特性のため作付されず休閑状態となっている耕地が多く見受けられた。

バングラデシュ農業統計データ(2011 Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh、2011年統計局発行)においても、前回FS調査対象の塩害地域(南部:クルナ)と他地域(北部:ディナジブル、西部:パブナ)(図1参照)の生産レベルを以下のとおり比較してみたが、上記考察内容を裏付ける結果となっている。

まず土地利用状況であるが、塩害地域がある南部クルナでの農耕地栽培は他地域と比べて圧倒的に一毛作(構成比 72.4%)が多い結果となっている。(他地域は、それぞれ二毛作が半数以上を占め、次いで三毛作が2割強を占めている。) そのため農耕地利用効率は、他地域が約2倍となっているのに対してかなり低いのが現状である。(作付総計比率 南部:134%、西部:203%、北部:211%) また年間を通して活用されていない休耕地も多い。(表1参照)

次に主要農作物である米の品種別栽培面積と収穫率であるが、クルナは雨季に栽培するアマン米在来品種の割合が約半分を占め、収穫率も他地域での取り組みが多い高収量品種(HYV:High Yield Variety)と比べて決して高いとは言えない。(表2参照)



図1 農業統計データを比較した地域

(単位:千エーカー)

		地域					
		クルナ(南部)		パプナ(西部)		ディナジプル(北部)	
総面積		3,062		1,201		1,644	
山林地		1,426		0		26	
農耕不可(宅地等)		515		419		354	
荒地		27		6		16	
休耕地		126		14		28	
農耕地	一毛作	701	72.4%	155	20.3%	136	11.2%
	二毛作	206	21.3%	430	56.4%	813	66.6%
	三毛作	60	6.2%	176	23.1%	269	22.0%
	四毛作	1	0.1%	1	0.1%	2	0.2%
	純計	968	100%	762	100%	1,220	100%
	作付総計	1,297	134%	1,547	203%	2,577	211%

表1 土地利用調査(2008年・抜粋)  : 地域別の最多構成比項目

(出典) 2011Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh, Bangladesh Bureau of Statistics

		収穫率 (ton/ha)	地域					
			クルナ(南部)		パプナ(西部)		ディナジプル(北部)	
			栽培面積 (ha)	構成比	栽培面積 (ha)	構成比	栽培面積 (ha)	構成比
アウス米	Local Aus	1.14	10,563	9.4%	13,574	10.0%	2,914	0.7%
	HYV Aus	1.96	1,404	1.3%	3,348	2.5%	7,448	1.7%
	計	-	11,967	10.7%	16,922	12.5%	10,362	2.4%
アマン米	Local Aman	1.18	51,211	45.6%	37,936	27.9%	43,306	9.8%
	HYV Aman	2.27	12,049	10.7%	15,410	11.3%	193,367	43.9%
	Aman 計	-	63,260	56.4%	53,346	39.3%	236,673	53.8%
ボロ米	Local Boro	1.79	6,329	5.6%	15,222	11.2%	9,652	2.2%
	HYV Boro	3.79	13,911	12.4%	44,575	32.8%	148,493	33.7%
	Hybrid Boro	4.49	16,759	14.9%	5,710	4.2%	34,965	7.9%
	Boro 計	-	36,999	33.0%	65,507	48.2%	193,110	43.8%
米作合計			112,226	100%	135,775	100%	440,145	100%

表2 稲作品種別作付面積(2007~2008年・抜粋)  : 地域別の最多構成比項目

(出典) 2011Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh, Bangladesh Bureau of Statistics

前回FS調査にて、土壌の塩分濃度と緑豆発芽率ならびに苗木が生長する高さとの間には負の相関関係があるという検証結果を踏まえると、塩害地域でのアマン米在来品種の収穫率はさらに下回っていると考えられる。

(2) 前回FS調査を踏まえた課題

昨年度のFS事業にて塩害地域における緑豆生産の実現可能性調査を行い、対応すべき課題と対応策を洗い出すことができた。今年度のFS調査では、前FS事業をベースに実施項目を具体的に設定し、解決策の実証に取り組む。(表3参照)

前回 FS 調査(2012 年度)		今回 FS 調査(2013 年度)	
実施項目	結果	課題	対応策
塩害のメカニズム分析	①浸透圧上昇による根傷め ②濃度障害(生育障害)	・除塩効果作業システムの構築	①各地域の圃場塩害レベル調査 ②農地選定 ③農民への塩害および除塩の理解浸透
塩害の原因分析 (圃場・水質調査)	①圃場内土壌と灌漑用水として利用している河川の水質は、塩分濃度レベルの相関関係がある ②地表面を3cm掘るだけで、塩害無しレベルまで低減		
緑豆の発芽率と塩分濃度の相関関係分析	①塩害弱度レベル(3.21dS/m)の発芽率は80%弱 ②塩害中度レベル(5.55dS/m)の発芽率は悪影響顕著、50%以下 ③土壌塩分と発芽率は負の相関関係(土壌塩分が緑豆発芽に与える影響度合いは96%以上)	・耐塩性品種の開発 ・現地大学でのラボラトリー技術の確立	①強塩害地区にて播種用種子栽培および採種 ②強塩害地区・塩害地区にて高収量株のみ採種 ③日本技術の導入により学術的な緑豆品質判定を確立
圃場での除塩効果の検証	塩害農地で農作物の作付率及び収穫率を向上させるためには、①耕起②石灰質資材(硫酸カルシウム)散布が有効	・大量生産における除塩効果作業システムの構築	①耕起・カルシウム施肥等のガイドライン化
塩害がもたらす影響調査	①塩害農地面積は拡大傾向(1973年:83.3万ha→2009年:105.6万ha) ②米の生育状況:非常に実入りが少ない(低収量で伝統的な稲品種を雨期に栽培) ③乾期は作付されない休閑農地が多い	・輪作による連作障害の対策および米の収量増検証	①連作障害の対策調査 ②輪作効果の検証調査(米の収量検証調査)

表3 前回FS調査(2012年度)と今回FS調査(2013年度)

### 3. 課題解決の方向性および調査項目

気候変動はその名の通り毎年変動する。また、農業も単年度では成果が見えづらい傾向にある。各変動要素を分析・把握するためにはデータの蓄積と継続性が重要かつ不可欠となる。前回のFS調査で抽出した課題に対して、今年度のFS調査にて実施する具体的な項目は以下の通りとする。

#### (1) 大量生産における除塩効果作業システムの構築

- ①各地域の圃場塩害レベル調査
- ②農地選定
- ③農民への塩害および除塩の理解浸透
- ④耕起・カルシウム施肥等のガイドライン化

塩害耕地で農作物の作付率および収穫率を向上させるためには、耕起ならびに石灰質資材(硫酸カルシウム)散布でのカルシウムによる置換えが有効なことが前回の調査で判った。(図2参照) 今回の調査では緑豆大量栽培の確立を進めるなかで、除塩効果作業システムの構築に取り組む。

STEP II : 除塩作業 (12/23 & 26)

耕起



土層の表面を乾燥させ、土壌の水分を表面に析出させる  
土壌内部に水分を含みやすくする  
【Cost: 3TK/Kg】

	EC(mS/cm) <sup>※</sup>
Before Plowing	2.24
After Plowing	1.42

硫酸カルシウム 施肥



塩の影響でナトリウム化した  
土粒子を引き剥かし改善  
【Cost: 2TK/Kg】

[After Plowing]

	EC(mS/cm) <sup>※</sup>
w/o Fertilizing	1.42
w/- Fertilizing	0.84

灌漑 (河川水使用)



縦浸透法  
今回取水は現地農法に従い、川より行う

[Measuring three days later]

	EC(mS/cm) <sup>※</sup>
w/o Fertilizing	1.22
w/- Fertilizing	0.77

電気伝導度 = 塩類濃度の指標  
 <2: 塩害なし、2~4: 塩害あり(弱度)、5~7: 塩害あり(中度) ※ 0.9を越すと悪影響を及ぼす可能性がある



ボティアガタ・デビトラ村 (Batiaghata, Debitola)



図2 前回FS調査報告書抜粋(参考)



## (2) 耐塩性品種の開発

- ①強塩害地区にて播種用種子栽培および採種
- ②強塩害地区・塩害地区にて高収量株のみ採種

強塩害地区にて生き残った種子および高収量株の種子を抵抗性があると仮定し培養栽培を行う。そして各培養株の発芽率、収量の調査を実施する。

## (3) 輪作による連作障害の対策および米の収量増検証

- ①連作障害の対策調査
- ②輪作効果の検証調査(米の収量検証調査)

前回の調査において、現地では塩害化のため米作以外の適応主要作物が無い地域が多く見受けられた。そのため特定の肥料成分のみが米に吸収され、結果として特定の残渣が土壌中に残り、土壌中の金属イオンと結合し塩類化することが分かった。(図3参照)  
そこで輪作が必要になるが、輪作には上記項目(1)で述べたような除塩を伴う土壌改良が必要となる。緑豆を含む豆類の輪作は窒素固定能力における土壌改良が期待できる。そのため緑豆収穫後に栽培する米の収量増効果に対する検証を進めていく。



図3 前回FS調査報告書抜粋(参考)

#### (4) 現地大学でのラボラトリー技術の確立

前回のFS調査におけるデータ収集は現地にて対応したが、その後の分析・試験の大半は日本において実施した。(昨年度実施内容:塩害メカニズム調査、除塩方法の検討、現地使用農薬の残留農薬検出体制の確立)

今回のFS調査においては試験精度の管理(輸送による品質劣化回避)、時間短縮、工数およびコスト削減を鑑み現地ラボラトリー技術の確立が必要と考える。この取り組みにより、現地での人材育成およびノウハウ蓄積も期待できる。また、前回のFS調査での試験内容は方法等メカニズム調査が中心であったが、今回のFS調査では実地試験を中心とし適応対策の問題解決を図るものとする。

#### 【試験内容(予定)】

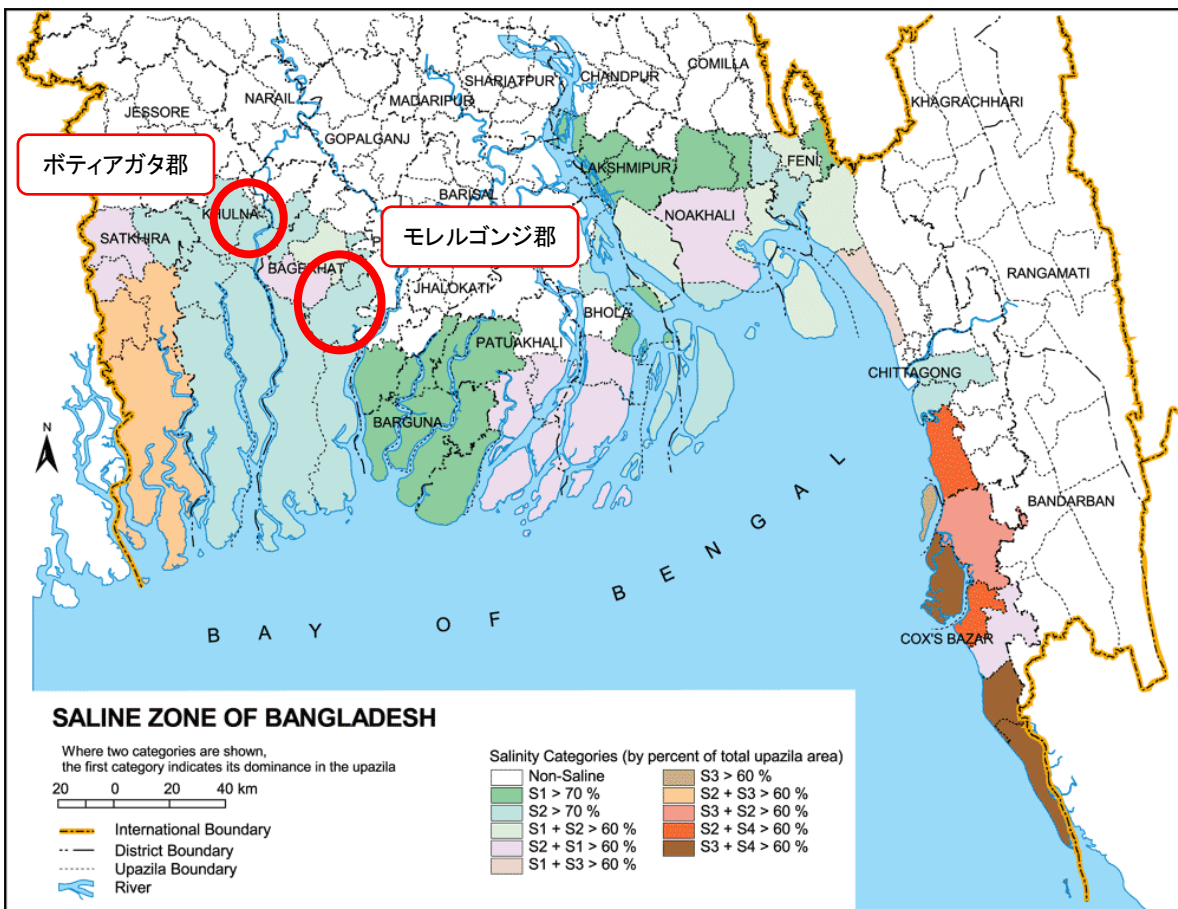
- ・土壌調査(除塩効果、輪作による土壌回復調査)
- ・耐塩性品種の開発(テストベットでの調査)
- ・衛生検査(微生物)
- ・農薬効果検証(散布過多を防ぐため)

## 4. 調査結果

### (1) 大量生産における除塩効果作業システムの構築

#### ①各地域の圃場塩害レベル調査

前回FS調査では農業省(MOA)とも協議の上、南部塩害地域であるクルナ管区のボティアガタ郡とモレルゴンジ郡を当事業の候補地として選定し(図4参照)、該当地域内の複数圃場と最寄りの河川の塩分濃度を測定・分析した。今回FS調査では、より実務的に緑豆栽培農地と想定する地区をボティアガタ郡とモレルゴンジ郡内それぞれで絞り込み、圃場および河川・井戸等の塩害レベル測定調査を実施することとした。



Source: Bangladesh Agriculture Research Council

図4 南部塩害地域とFS事業候補地(ボティアガタ郡・モレルゴンジ郡)

第1回測定調査は雨季にあたる2013年10月初旬に、ボティアガタ郡内のガンガランブル近郊で実施した。河川や井戸等の塩害水質調査は実行できたが、塩害土壌調査に関しては、あいにく連日の降雨のため測定数値が安定せず、測定不可となってしまった。(表4および図5参照)

雨季明けの11月以降に第2回測定調査を予定していたが、同国での総選挙(2014年1月5日投票)を挟んで現政権と野党との対立に起因するホルタルが大規模化かつ継続化

した。結果、本事業期間内に調査できない状況となった。今後、政情を注視しつつ安定し安全が確保された後、栽培進捗管理を進める中で継続調査を行うこととする。



写真2 河川に設置された水門(参考)

図5 第1回測定調査地域(ボティアガタ郡)

Water Sample	Description	pH (pH)	EC※ (mS/cm)	TDS (ppt)	Salt (ppt)
1	Khoria (In)	7.40	0.57	0.41	0.30
2	Khoria (out)	7.40	0.56	0.39	0.29
3	Boyervanga (P)	7.47	0.60	0.43	0.31
4	Boyervanga (P)	7.41	0.59	0.42	0.31
5	Boyervanga (F)	7.52	0.24	0.15	0.14
6	Boyervanga (F)	7.30	0.45	0.32	0.24
7	River (Katianangla)	7.66	0.29	0.21	0.15
8	River (Katianangla)	7.80	0.29	0.21	0.15
9	Depp Tube well	8.45	1.47	1.04	0.80
10	Deep Tube well	8.55	1.48	1.05	0.80
11	Gangarampur River	8.25	0.30	0.22	0.16
12	Gangarampur River	7.80	0.30	0.22	0.16

※EC(電気伝導度): 塩類濃度の指標

※TDS(不純物総溶解度): 水中に溶解されている物質濃度

表4 塩害地域水質調査結果(於:ガンガランブル近郊)

## ②農地選定

上述の緑豆栽培候補地域での塩害レベル測定調査は今回のFS調査期間内に未完了となってしまったが、現在、(a) 栽培地区・栽培面積の決定ならびに (b) 組織構築に向けて、契約農家のデータベース化(表5参照)等の現地作業を推進している。

Division	District, Upazila	Union, Village	Farmer	EC	pH	Cultivation Plan (ha)
Khulna	Bagerhat, Morrelganj	Balaibunia, (Village Name)				
		Banagram, (Village Name)				
		Putikhali, (Village Name)				
		Balaibunia, (Village Name)				
		Putikhali, (Village Name)	<b>SAMPLE</b>			
	Khulna, Batiaghata	Gangarampur, (Village Name)				
		Baliadanga, (Village Name)				
		Bhandarkote, (Village Name)				
		Gangarampur, (Village Name)				
		Baliadanga, (Village Name)				

表5 塩害地域緑豆栽培農家リスト(例)

## ③農民への塩害および除塩の理解浸透

FS調査の対象地域内において、今後、本事業の緑豆栽培に参加してもらう農民に対して塩害および除塩の理解浸透を図っていくためには、まずは該当地域で農業を営む農民の実態と現状を把握する必要がある。

については、以下の項目に関して農民アンケートを実施した。

- (a) 塩害地域の圃場での緑豆発芽率および収量(2013年実績)
- (b) 塩害地域の圃場での栽培期間 Kharif-1<sup>※1</sup>の作付状況(2012年実績)
- (c) 農民の塩害知識および塩害対策状況
- (d) 農民の輪作知識および輪作対応状況

※1 注記)Kharif-1:バングラデシュ農業暦で3月中旬~7月中旬の期間。緑豆の栽培期間に相当。

なお、各項目のアンケート実施に際しては下記方法にて行った。

- ・調査手法:調査票に基づく農民対面式直接ヒアリング
- ・調査地域:[ボティアガタ郡] Boyerbhanga-west, Boyerbhanga-east, Gangarampur  
[モレルゴンジ郡] Morrelganj
- ・調査人数:128名(内68名は前回FS調査で緑豆栽培に参加した農民。残り60名は本FS調査未参加の農民。)
- ・調査時期:2013年10月上旬

(a) 塩害地域の圃場での緑豆発芽率および収量

今回アンケート調査を実施した地域での今年(2013年)の緑豆発芽率は81.8%であった。なお、参考までに一般的な緑豆発芽率は93%~95%<sup>※2</sup>である。(図6参照)

※2 出所)緑豆発芽率試験実証データ(2010年弊社実施)

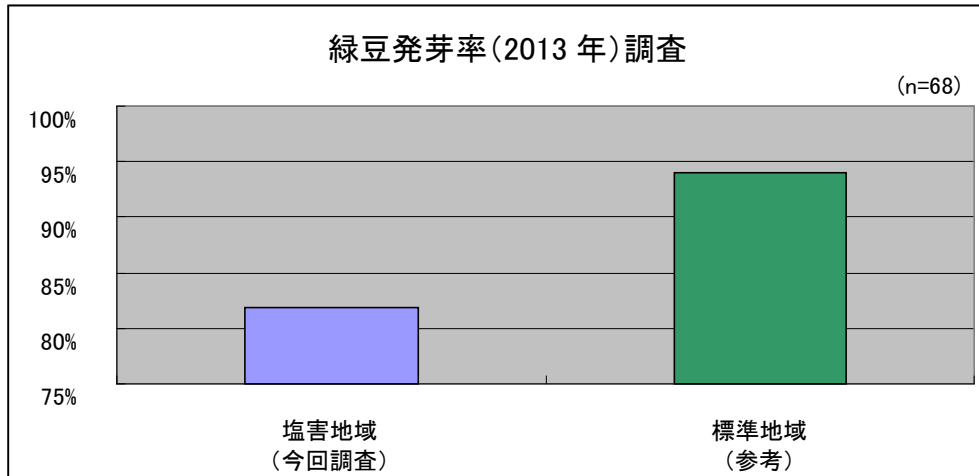


図6 塩害エリア圃場での緑豆発芽率(標準エリアとの比較)

また、今回調査地域での同年の緑豆収量はサイクロンの影響もあり0.37トン/haで、他地域の一般的な緑豆収量が0.8トン/ha~1.0トン/ha<sup>※3</sup>であるのと比較すると、かなり低い数値となっている。(図7参照)

※3 出所)2011Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh, Bangladesh Bureau of Statistics

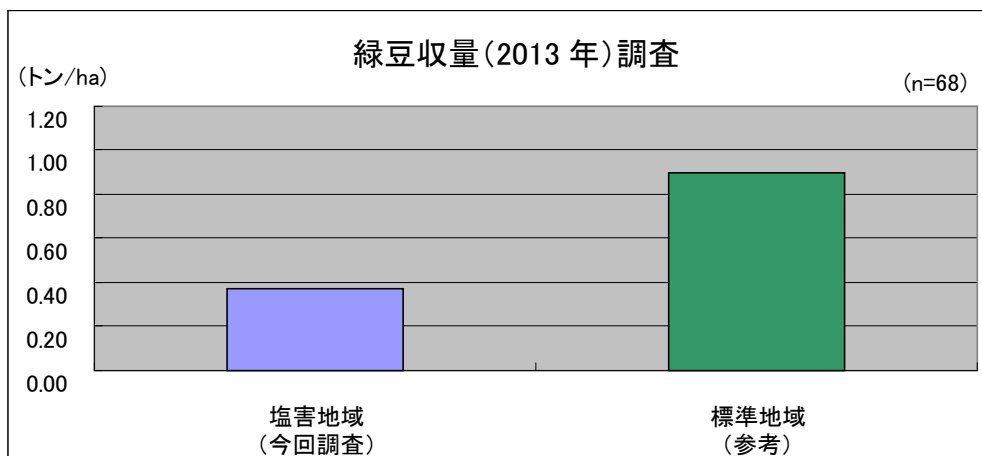


図7 塩害エリア圃場での緑豆収量(標準エリアとの比較)

前回 FS 調査で緑豆栽培に参加した農民を対象としたアンケート調査時の個別面談ヒアリングの際、収量が低かった理由の一つとして強雨の影響を挙げていた回答者が多く見



受けられた。実際に、該当地域では5月中旬頃にサイクロン「マハセン(Mahasen)」接近時の長雨があった。また本FS事業の塩害対策も開始一年目ということで、農民に対する塩害メカニズムの理解や除塩作業の有効性がまだまだ十分に浸透していないことがアンケート結果で判った。これらに加え前述の発芽率の低さが、今回の低収量の主な要因であると考えられる。しかし一方で、当項目アンケート対象者(前回FS調査で緑豆栽培に参加した農民)の中に標準地域と同レベルの収量実績を達成した農民も1割強ほど存在していることも判った。このことは本FS事業における栽培指導に従って塩害対策を講じた好事例と捉えることもできる。今後も引き続き農民に対する塩害対策の浸透を図り、緑豆収量の検証を行うこととする。

**(b) 塩害地域の圃場での栽培期間 Kharif-1 の作付状況**

本FS事業は2012年9月に開始したが、塩害地域において緑豆栽培に取り組む以前の作付状況はどうだったかを把握する目的で当項目のアンケート調査を実施した。

2012年の栽培期間 Kharif-1(3月中旬～7月中旬)の作付率は71.5%であった。一方で、農耕地として有効利用されていない土地は約3割弱にも上っていた。(図8参照) 農民の中には、Kharif-1期間は気候変動による長雨の影響も出てきているという理由で農作業の手間をあまりかけたくないと回答しているものもあった。

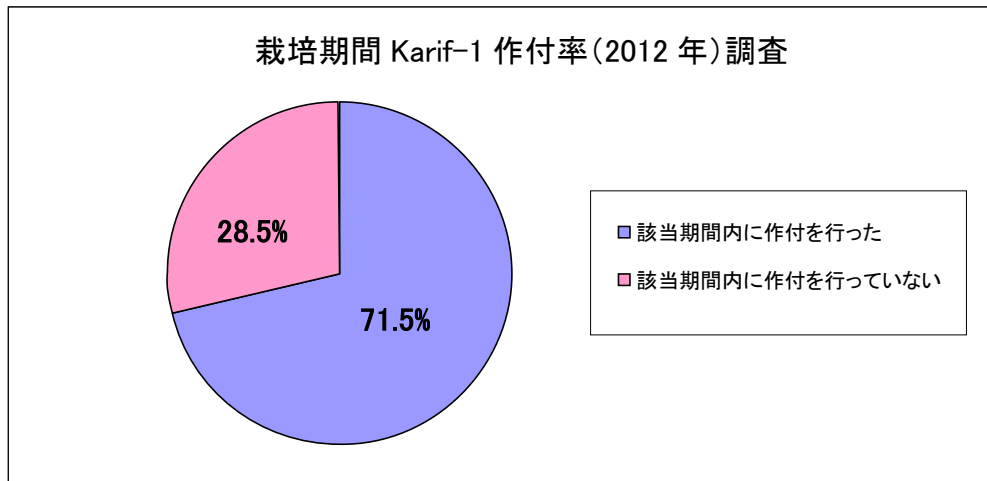


図8 塩害エリア圃場での栽培期間 Kharif-1 作付率

ちなみに、上記で「該当期間内に作付を行った」と回答した農民に対する作付品目数のアンケート結果は、「1品目」が25.0%、「2品目」が59.4%、「3品目」が10.9%という回答であった。(図9参照)

品目としてはオイル・セサミ・豆・野菜・小麦などが作付されていたが、農民にとって作物ごとに異なる栽培技術の習得が必要なことや、収穫した作物の物流面での販売先確保な

どクリアすべき課題を抱えていることがアンケート内容から伺えた。今後、課題解決に取り組むこと、すなわち農民に対して本事業への参加を促すことによって、Kharif-1 期間の作付率向上に貢献しうると考える。

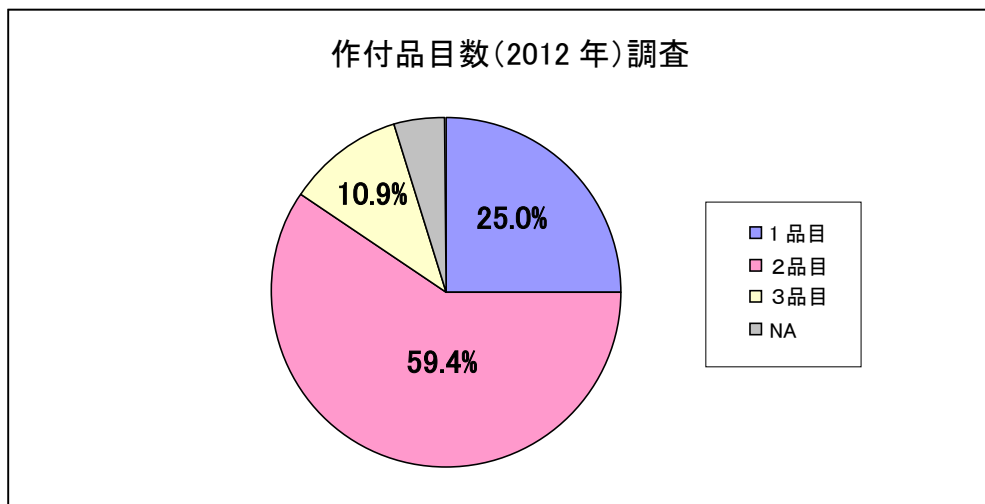


図9 塩害エリア圃場での栽培期間 Kharif-1 作付品目数

(c) 農民の塩害知識および塩害対策状況

圃場に悪影響を与えている“塩害メカニズム”<sup>※4</sup>を知っているか質問したところ、農民の認識率は75.8%であった。(図10参照)

※4 注記)塩害メカニズム: 土壌浸透圧が上昇することによる根傷め、土壌内イオンの濃度障害  
(塩害メカニズムに関しては、前回FS調査にて報告済)

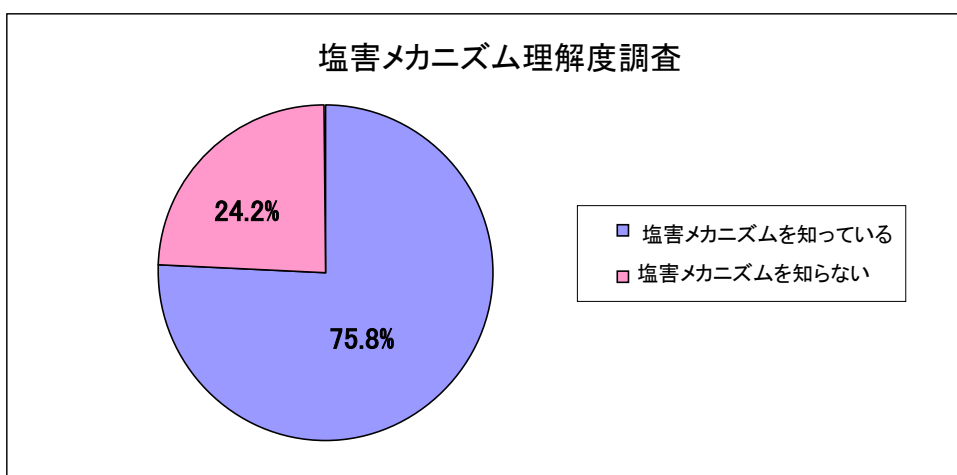


図10 塩害エリア農民の塩害メカニズム認識率

また、塩害対策に関してバングラデシュ国の行政機関およびNGO等からの教育指導サポートを受けたことがあるか質問したところ、農民の43.0%が受けた経験があるという結果だった。(図11参照)

塩害対策サポートの経験がある農民の大多数は、MOA(農業省)傘下の行政機関であるDAE(農業普及局)から教育指導を受けていた。農地での圃場トレーニングが主だった内容とのことだったが、対象者は農民リーダー的立場の人々に限定されていたため、栽培実作業に携わるその他の農民現場までには幅広く情報が行き渡らないのが課題であったと考えられる。

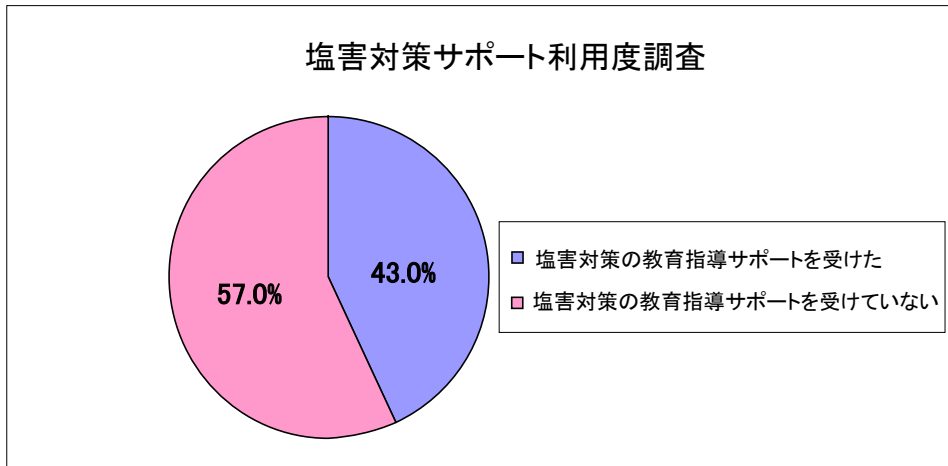


図11 塩害エリア農民の塩害対策サポート経験率

一方で、農民の塩害対策実施状況であるが、農民全体の中で 52.1%が対策を講じていた。(図12参照)

実施内容としては硫酸カルシウム施肥がほとんどを占めていたが、施肥時期や施肥量等はこれまでの経験に基づくところが多い。主要農作物である稲作に対する効果を見据えて雨季のみに実施している農民も散見された。なお、Kharif-1 期間にはほとんど実施されていなかった。

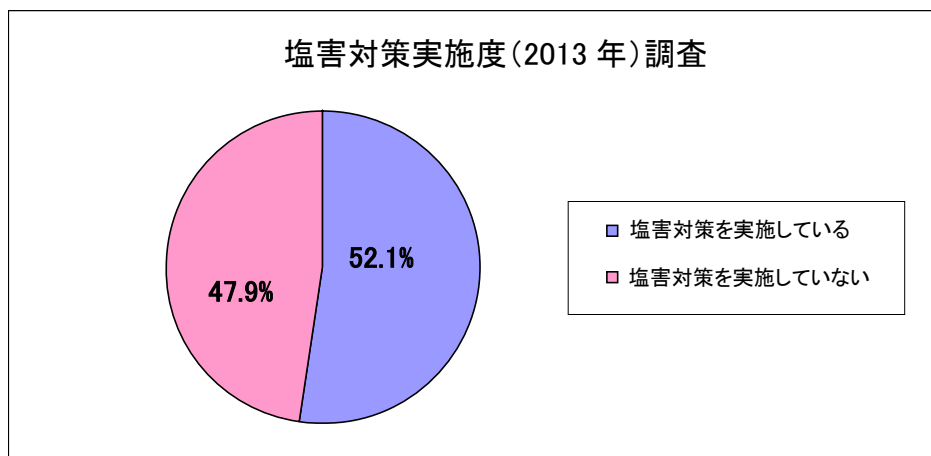


図12 塩害エリア農民の塩害対策実施率

(d) 農民の輪作知識および輪作対応状況

連作障害の対応策として輪作を実施することが効果的であることを認識している農民は、全体の 60.2%であった。(図13参照)

アンケート調査対象地域において輪作効果を認識している農民の分布割合は、低塩害地域であり且つDAE(農業普及局)のサポートが強い地域であるモレルゴンジ郡 Morrelganj が高い傾向であった。

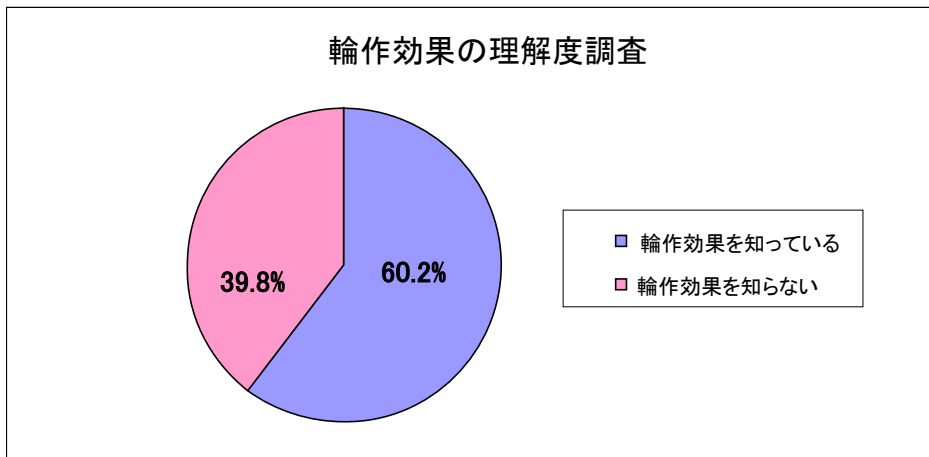


図13 塩害エリア農民の輪作効果認識率

輪作実施率は、アンケート対象農民全体の 57.0%が行っていた。(図14参照)  
また、輪作実績としては稲作とセサミ、豆、野菜の組み合わせの回答が多かった。

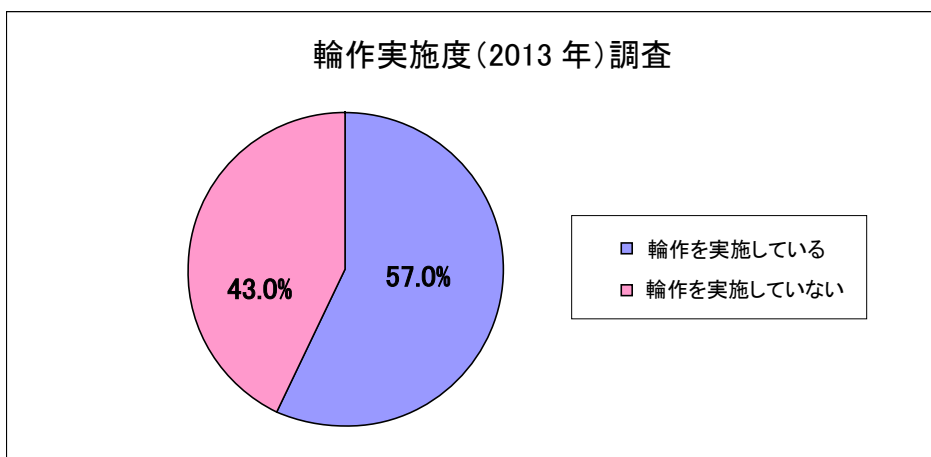


図14 塩害エリア農民の輪作実施率

上記項目 (b) でも述べたが塩害地域の農民は、作物によって異なる生産技術を土壌特性に合うようにその都度新たに習得しなければならない。加えて、都市部から離れた遠隔地であるため販売先が極端に限定されてしまうというデメリットを抱えている。その

ため、作付の選択肢が少ない現状となっている。(ちなみに、本事業において契約農家が栽培ガイドラインに従い収穫した緑豆は、GYMが契約単価で購入する仕組みになっている。)

今回のアンケート調査結果から、今後、農民への塩害および除塩の理解浸透を実施していく上で、以下内容に留意する必要があると考える。

- ・本事業における塩害対策の指導対象者は、農民リーダーに留まることなく契約農民全員とする。また、GYMのフィールド・スーパーバイザーによる農民指導に際しては、栽培ガイドラインを活用した塩害知識の再教育と実際の圃場での除塩作業トレーニングおよび進捗管理を徹底する。

なお、除塩と密接な関係がある輪作に対する取り組みに関しては、今回のアンケート調査結果も参考としつつ、緑豆収穫後に栽培する米の収量増効果の検証を進める。

写真3 農民アンケート調査票(サンプル)



写真4 農民アンケート調査実施

#### ④ 耕起・カルシウム施肥等のガイドライン化

##### (a) 除塩ガイドライン作成

現行ガイドラインをベースに、除塩作業項目である「耕起」・「カルシウム施肥」等を図解で判りやすく追記。(図15参照)



図15 除塩作業項目追記のガイドライン

## (2) 耐塩性品種の開発

### ① 強塩害地区にて播種用種子栽培および採種

#### (a) BSMRAUおよびポティアガタにて塩分濃度別ポット試験栽培

耐塩性が期待できる高塩分濃度帯株を採種することを目的として、下記方法にて試験栽培を2013年9月に開始した。

- 試験手法: ポット栽培
- 土壌濃度: (i) BSMRAU EC値 2 区画(0/2)  
\* 塩化ナトリウム(食塩)にて濃度調整、その後EC測定器で計量
- (ii) ポティアガタの塩害土壌 EC値 4 区画(1.4/3.1/1.5/1.9)
- 品種: (i) BU-4
- (ii) BARI-6
- (iii) Coastal (塩害地域で収穫したBARI-6)
- 反復: n=3、1ポット 10粒播種  
→ 三葉期に間引き、3株残し





写真6 BSMRAU試験(2)

写真5 BSMRAU試験(1)

なお、試験栽培結果は以下の通り。

**試験栽培場所: BSMRAU**

【一株あたりの莢数】

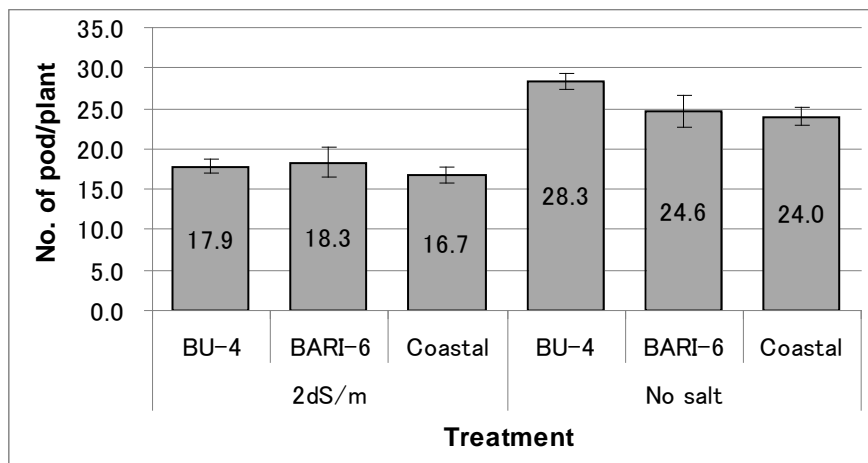


図16 土壌濃度別・品種別 一株あたりの莢数

Salinity	Variety	R1	R2	R3	Mean	SD
2dS/m	BU-4	17.8	18.8	17.0	17.9	0.9
	BARI-6	16.8	20.4	17.8	18.3	1.9
	Coastal	15.8	17.6	16.8	16.7	0.9
No salt	BU-4	29.4	27.4	28.2	28.3	1.0
	BARI-6	26.6	24.4	22.8	24.6	1.9
	Coastal	24.2	25.0	22.8	24.0	1.1

※R: 反復 Mean: 平均 SD: 標準偏差

表6 土壌濃度別・品種別 一株あたりの莢数

【一莢あたりの平均豆数】

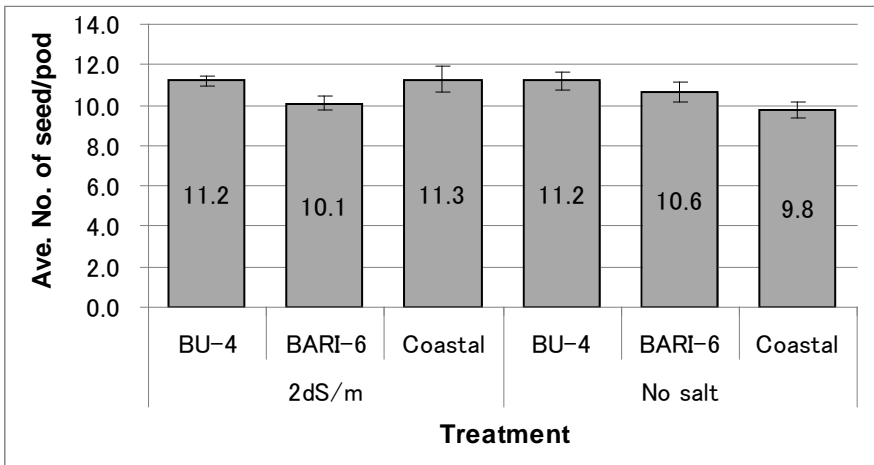


図17・表7  
 土壤濃度別・品種別 一莢あたりの平均豆数

Salinity	Variety	R1	R2	R3	Mean	SD
2dS/m	BU-4	11.2	11.5	10.9	11.2	0.3
	BARI-6	10.4	10.0	9.8	10.1	0.3
	Coastal	11.2	11.9	10.6	11.3	0.6
No salt	BU-4	11.5	10.7	11.5	11.2	0.4
	BARI-6	10.2	10.6	11.1	10.6	0.5
	Coastal	10.0	9.3	10.0	9.8	0.4

【一株あたりの総豆数】

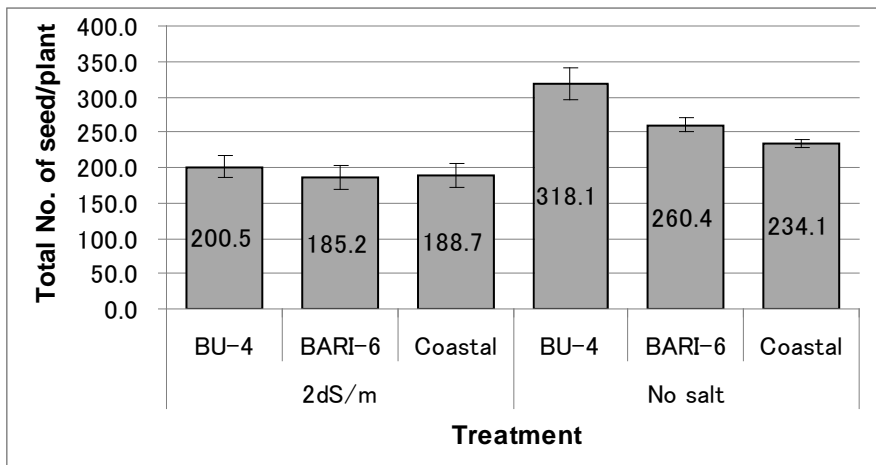


図18・表8  
 土壤濃度別・品種別 一株あたりの総豆数

Salinity	Variety	R1	R2	R3	Mean	SD
2dS/m	BU-4	199.8	215.9	185.7	200.5	15.1
	BARI-6	176.3	205.2	174.2	185.2	17.3
	Coastal	179.0	209.4	177.8	188.7	17.9
No salt	BU-4	337.6	292.6	324.0	318.1	23.1
	BARI-6	271.3	256.8	253.0	260.4	9.7
	Coastal	240.9	233.3	228.0	234.1	6.5

【一株あたりの豆総重量】

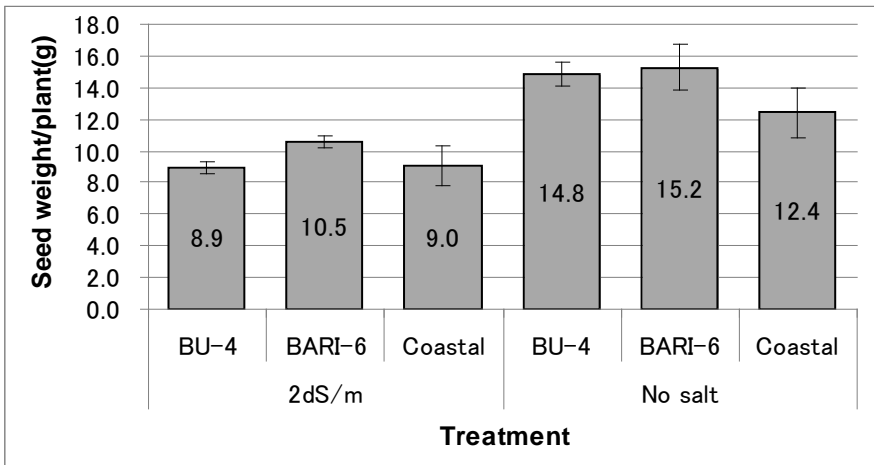


図19・表9  
 土壤濃度別・品種別 一株あたりの豆総重量

Salinity	Variety	R1	R2	R3	Mean	SD
2dS/m	BU-4	8.7	9.3	8.6	8.9	0.4
	BARI-6	10.3	11.0	10.3	10.5	0.4
	Coastal	8.9	10.4	7.8	9.0	1.3
No salt	BU-4	15.7	14.4	14.4	14.8	0.8
	BARI-6	16.6	13.7	15.4	15.2	1.4
	Coastal	14.1	12.3	10.9	12.4	1.6

Conditions of BSMRAU	
Situation	Artificial (control)
Salinity	Using NaCl
Soil	Fertile (prepared)
Irrigation	Tap water
Season	Not appropriate
Management	Well managed

表10 BSMRAU試験栽培条件



写真7 BSMRAU試験(3)

【一株あたりの莢数】

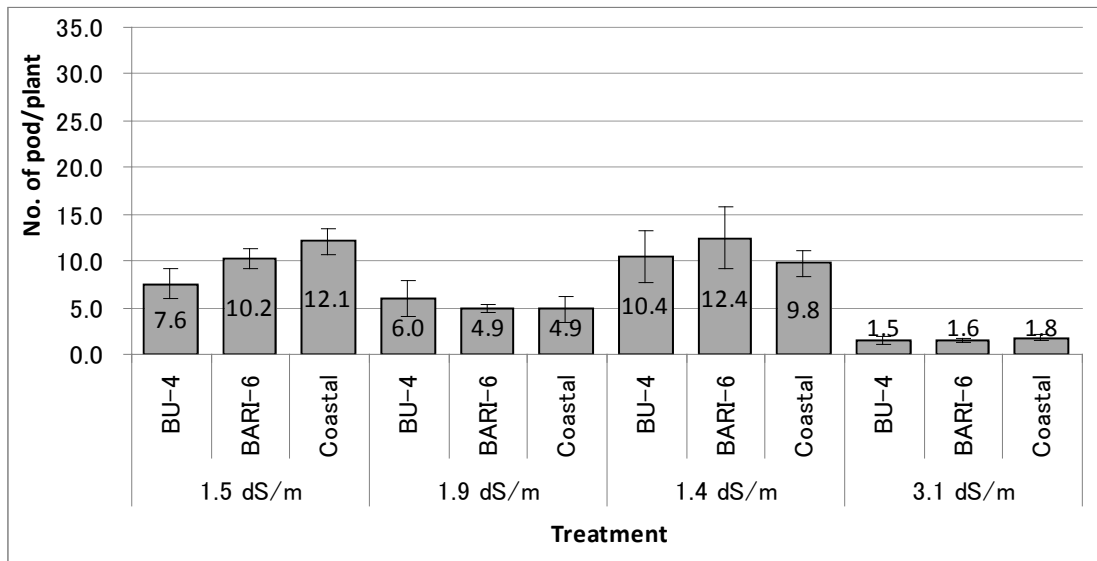


図16 土壌濃度別・品種別 一株あたりの莢数

Salinity	Variety	R1	R2	R3	Mean	SD
1.5 dS/m	BU-4	7.3	6.0	9.3	7.6	1.7
	BARI-6	10.0	9.3	11.3	10.2	1.0
	Coastal	10.7	12.3	13.3	12.1	1.3
1.9 dS/m	BU-4	4.0	8.0	6.0	6.0	2.0
	BARI-6	4.7	4.7	5.3	4.9	0.4
	Coastal	5.3	3.3	6.0	4.9	1.4
1.4 dS/m	BU-4	13.3	10.0	8.0	10.4	2.7
	BARI-6	14.0	8.7	14.7	12.4	3.3
	Coastal	11.3	9.3	8.7	9.8	1.4
3.1 dS/m	BU-4	2.0	1.5	1.0	1.5	0.5
	BARI-6	1.7	1.7	1.3	1.6	0.2
	Coastal	2.0	2.0	1.3	1.8	0.4

表11 土壌濃度別・品種別 一株あたりの莢数

【一莢あたりの平均豆数】

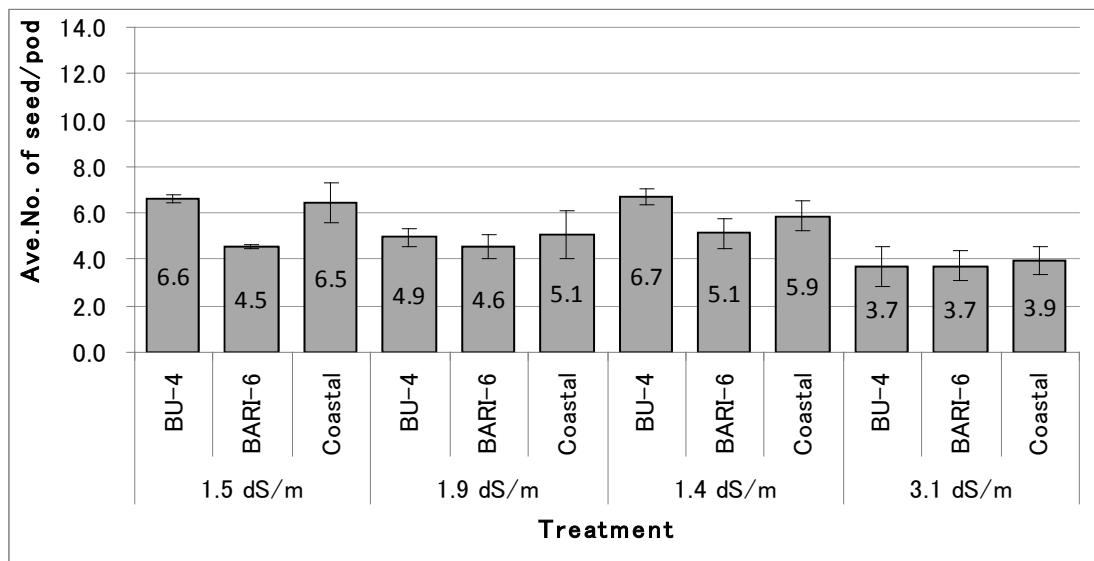


図17 土壌濃度別・品種別 一莢あたりの平均豆数

Salinity	Variety	R1	R2	R3	Mean	SD
1.5 dS/m	BU-4	6.5	6.8	6.5	6.6	0.2
	BARI-6	4.5	4.6	4.5	4.5	0.1
	Coastal	6.0	7.5	5.9	6.5	0.9
1.9 dS/m	BU-4	4.5	5.0	5.3	4.9	0.4
	BARI-6	5.1	4.4	4.1	4.6	0.5
	Coastal	5.2	6.0	4.0	5.1	1.0
1.4 dS/m	BU-4	6.6	6.4	7.1	6.7	0.4
	BARI-6	4.4	5.2	5.7	5.1	0.7
	Coastal	5.2	6.1	6.3	5.9	0.6
3.1 dS/m	BU-4	3.0	4.7	3.5	3.7	0.9
	BARI-6	4.2	4.0	3.0	3.7	0.6
	Coastal	3.3	4.3	4.3	3.9	0.6

表12 土壌濃度別・品種別 一莢あたりの平均豆数

【一株あたりの総豆数】

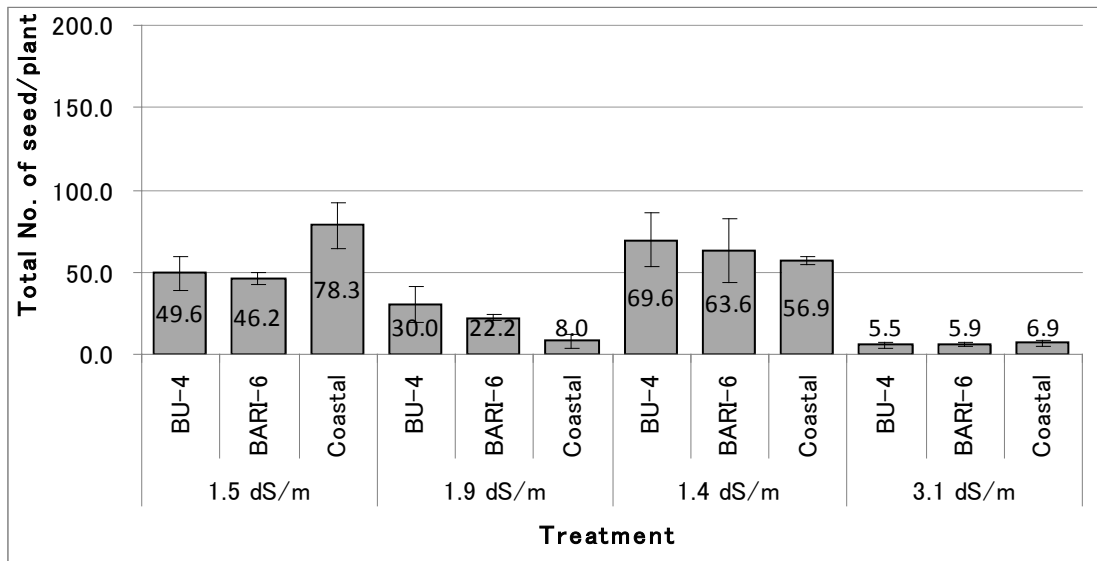


図17 土壌濃度別・品種別 一株あたりの総豆数

Salinity	Variety	R1	R2	R3	Mean	SD
1.5 dS/m	BU-4	47.3	40.7	60.7	49.6	10.2
	BARI-6	44.7	43.3	50.7	46.2	3.9
	Coastal	64.0	92.2	78.7	78.3	14.1
1.9 dS/m	BU-4	18.0	40.0	32.0	30.0	11.1
	BARI-6	24.0	20.7	22.0	22.2	1.7
	Coastal	27.7	20.0	24.0	23.9	3.9
1.4 dS/m	BU-4	88.0	64.0	56.7	69.6	16.4
	BARI-6	61.3	45.3	84.0	63.6	19.4
	Coastal	58.7	57.3	54.7	56.9	2.0
3.1 dS/m	BU-4	6.0	7.0	3.5	5.5	1.8
	BARI-6	7.0	6.7	4.0	5.9	1.6
	Coastal	6.5	8.7	5.7	6.9	1.5

表13 土壌濃度別・品種別 一株あたりの総豆数

【一株あたりの豆総重量】



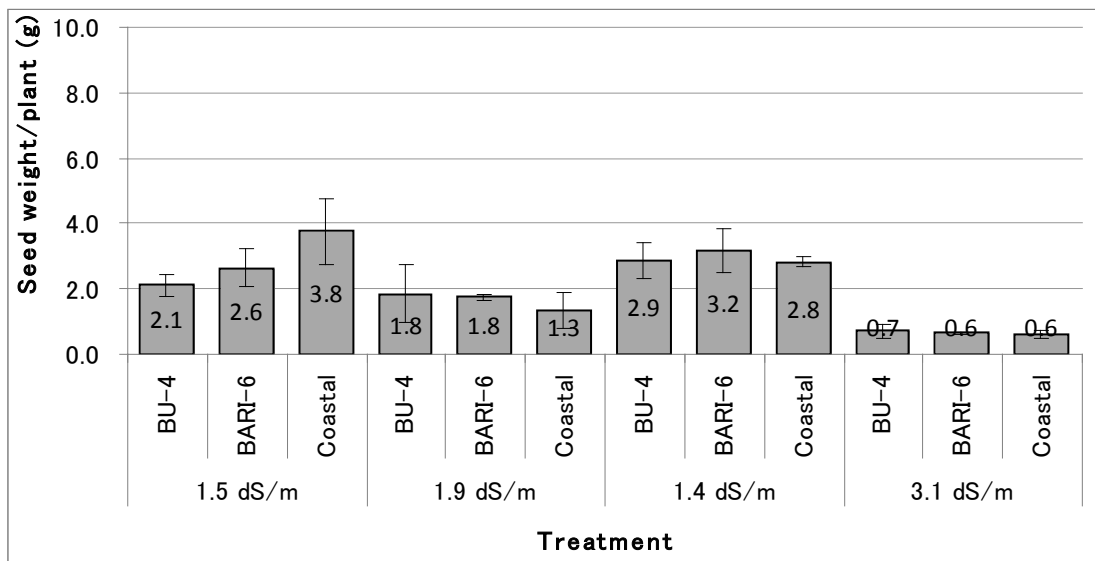


図18 土壌濃度別・品種別 一株あたりの豆総重量

Salinity	Variety	R1	R2	R3	Mean	SD
1.5 dS/m	BU-4	2.1	1.8	2.5	2.1	0.3
	BARI-6	2.5	2.2	3.3	2.6	0.6
	Coastal	2.7	4.7	3.9	3.8	1.0
1.9 dS/m	BU-4	1.0	2.7	1.8	1.8	0.9
	BARI-6	1.9	1.7	1.7	1.8	0.1
	Coastal	0.8	1.3	1.9	1.3	0.6
1.4 dS/m	BU-4	3.4	2.9	2.3	2.9	0.6
	BARI-6	3.1	2.5	3.9	3.2	0.7
	Coastal	2.9	2.9	2.6	2.8	0.2
3.1 dS/m	BU-4	0.7	0.9	0.5	0.7	0.2
	BARI-6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.0
	Coastal	0.7	0.5	0.7	0.6	0.1

表14 土壌濃度別・品種別 一株あたりの豆総重量

Conditions of Batiaghata	
Situation	Natural
Salinity	Natural salinity
Soil	Unknown (field soil)
Irrigation	Saline water (1.5 dS/m)
Season	Not appropriate
Management	Not good

表10 ボティアガタ試験栽培条件

### 試験栽培結果(高塩分濃度帯株)の考察

- ◆ 「一株あたりの豆総重量」を収量比較の指標とした場合、高塩分濃度帯株を採種することを目的とした土壌濃度EC値①3.1dS/m・②1.9dS/m および③1.5dS/m (いずれもポティアガタ試験栽培)と基礎データ用④2.0dS/m(BSMRAU試験栽培)の緑豆品種 BARI-6<sup>\*5</sup>に関する比較結果は下表の通りである。

※5 注記)BARI-6 はGYMが緑豆栽培に使用している品種

土壌濃度	試験栽培地	一株あたりの豆総重量(g)	④との重量比較
①3.1dS/m	ポティアガタ	0.6	6%
②1.9dS/m	ポティアガタ	1.8	17%
③1.5dS/m	ポティアガタ	2.6	25%
④2.0dS/m	BSMRAU	10.5	-

表11 一株あたりの豆総重量比較データ

①・②・③はポティアガタの塩害土壌を用いて、灌漑用水も 1.5dS/m の塩水を使用するなど自然環境を再現したなかで栽培した。一方、④は人工土壌(塩化ナトリウムで塩分濃度調整後、堆肥を施した)を用いて、灌漑用水は水道水を使うなど管理を徹底して栽培した。この栽培環境の差が、同土壌濃度である②と④で 5 倍以上の収量の差として出ている。今回のデータを踏まえると、EC値 1.5dS/m が大量栽培を進めていく上で現時点での限界値であると考えられる。実際の圃場において除塩作業を行い、1.5dS/m 以下に低減させた後に栽培することが実務上重要となる。さらに、①レベルの土壌濃度となると一気に総重量が低下するため、次段階の実地試験栽培は 3dS/m 程度の圃場で行う必要があると考える。

#### (b) 塩害レベル中程度圃場での実地試験栽培

上記項目 (a) の試験栽培終了後、次ステップとして、採種した高塩分濃度帯株を用いて塩害レベル中程度(ただし上述の考察結果を踏まえ電気伝導度3dS/m から開始)圃場での実地試験栽培を 2014 年 2 月に開始した。具体的には、ポティアガタにて試験栽培した土壌濃度 EC 値 3.1dS/m と 1.9dS/m から採種した各品種 (BU-4/BARI-6/Coastal)の豆を用い、図19に示す圃場レイアウトにて取り組んでいる。

## Development of saline tolerant variety (1)

Examination of the cultivation on the fields  
(after collecting seeds from plants of the high salt concentration)

Location: Batiaghata, Khulna, Salinity level: Medium (approx. 3dS/m), Unit plot size: 2m x 1m

【Field layout】

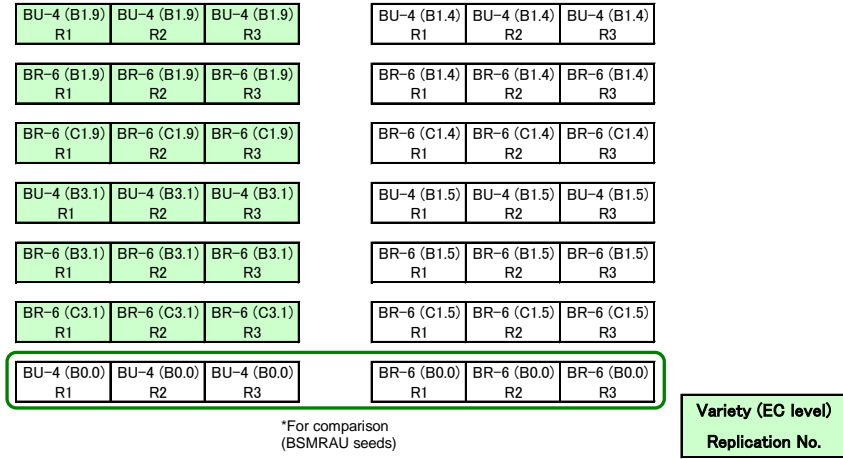


図19 高塩分濃度帯株を使った実地試験栽培

### ②強塩害地区・塩害地区にて高収量株のみ採種

#### (a) BSMRAUおよびポティアガタにて塩分濃度別ポット試験栽培

塩害土壌において収穫率を向上させることを目的として、前項目(2)-①と同内容の試験栽培を2013年9月に開始した。(P19参照)



写真8 ポティアガタ試験(1)



写真9 ポティアガタ試験(2)

併せて、試験栽培結果も上記(P20～26)のデータと同内容のため各図・表を参照願いたい。

(b) 塩害レベル中程度圃場での実地試験栽培

上記項目 (a) の試験栽培終了後、次ステップとして、採種した高収量株を用いて塩害レベル中程度(ただし上述同様に電気伝導度3dS/m から開始)圃場での実地試験栽培を 2014 年 2 月に開始した。ポティアガタにて試験栽培した各土壌濃度・各品種の中から、収量が高かった株を用いて取り組んでいる。

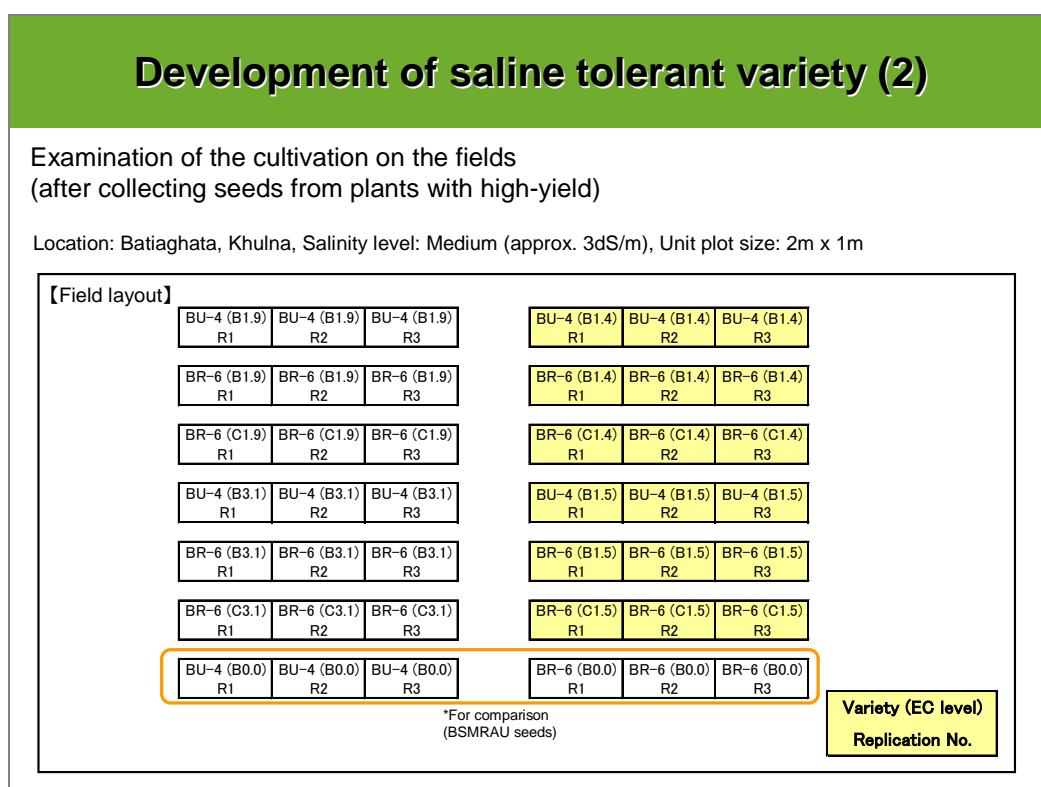


図20 高収量株を使った実地試験栽培

(3) 輪作による連作障害の対策および米の収量検証

① 連作障害の対策調査

(a) 連作障害メカニズム分析

同一圃場で同一作物を繰り返し栽培すると、肥培管理を例年通り行っても生育は次第に悪くなり、作物の品質劣化ならびに収量減少に繋がる結果となる。このような連作障害には、下記のような幾つかの原因が混在している。(表12参照)

連作障害の原因	内容
肥料養分	連作によって作物特有の必須養分を限定的に使用するため、土壌中の特定の肥料養分が不足してしまう。
土壌病害 (土壌病原菌:糸状菌・細菌)	連作によって特定の病原菌が作物に寄生する。その後、病原菌の土壌中密度が徐々に増加して、ある一定以上になると作物自体に病気が発生する。
土壌線虫	土壌病害と同様に、土壌中に病原菌ではなく線虫(ネコブ線虫など)の密度が高まる場合がある。
アレロパシー物質	特定の作物において根から有機酸などのアレロパシー物質を分泌する場合がある。アレロパシー物質は他作物の生育を著しく抑制するもので、濃度が高くなりすぎると自分自身の生育抑制を引き起こす可能性がある。
塩害	土壌粒子とナトリウム・マグネシウムなどが結合して、土壌中の濃度障害や塩基バランスの悪化を招く。(詳細は前回FS調査で報告済)

**表12 連作障害の原因**

**連作障害を回避するための対策としては、下記の方法が挙げられる。(表13参照)**

連作障害の対策	内容
輪作	同一圃場で栽培する作物を周期的に変えることで土壌の物理性・化学性を改善し、地力を維持する。(詳細は次項目②に記載)
土壌改良	圃場の表層部の土と下層部の土をひっくり返して入れ替え、耕土を新しくする(天地返し)。その後、堆肥を施用する。
土壌消毒	土壌病害や線虫の殺菌対策として、薬剤を全面散布して土壌と混和させる。あるいは太陽熱を利用した日光殺菌を施す。

**表13 連作障害の対策**

**(b) 現地塩害地域での稲作現状分析**

同国の主要作物である米の栽培において、連作障害の影響を受けている圃場は実際にどのような状況にあるのか調査。また、連作障害対策として輪作を導入している圃場と、輪作を導入していない圃場とでは米収穫(収量・品質等)において、いかなる相違点が見出せるか併せて調査・比較分析。これらの調査・分析を、米の収穫期を迎える昨年12月頃に予定していたが、前述の「第2回圃場塩害レベル調査」同様に、大規模化かつ継続化したホルタルの影響で1月下旬まで出来ない状況となった。今後、政情を注視しつつ安定した安全が確保された後、米の収穫期に合わせて調査・分析を行うこととする。

**②輪作効果の検証調査(米の収量検証調査)**

(a) 輪作効果メカニズム分析

一定期間ごとに異なる品種の作物を周期的に栽培することで、土壌の地力維持を図り且つ連作障害の症状を回避することが可能となる。特に、輪作サイクルとして生態的特性が異なり相互に補完し合える作物を組み合わせることは有効である。(図21参照)

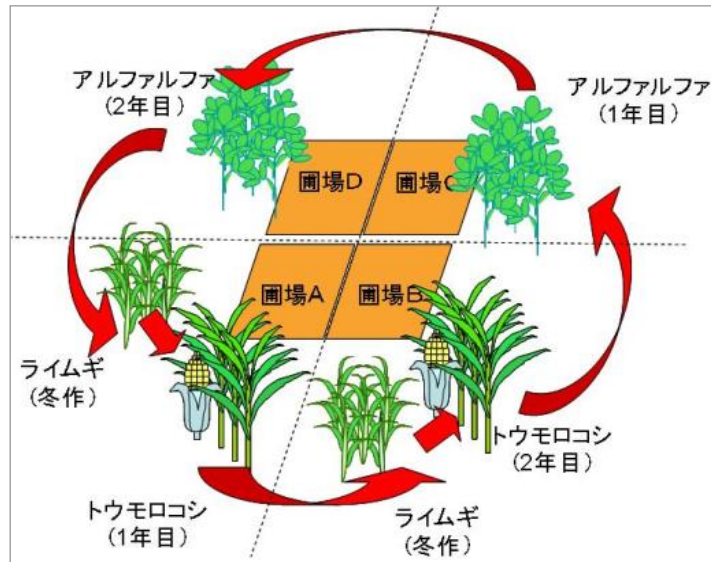


図21 輪作体系(イメージ)

また、緑豆が属するマメ科植物に共生する根粒菌には、空気中の窒素ガスを取り込んで寄生植物および土壌に供給するという窒素固定化能力がある。植物の生育に欠かせない窒素を取り込むという優れた能力は土壌の地力回復に役立つもので、生産性向上を図るうえでも重要なものである。(写真10図22参照)

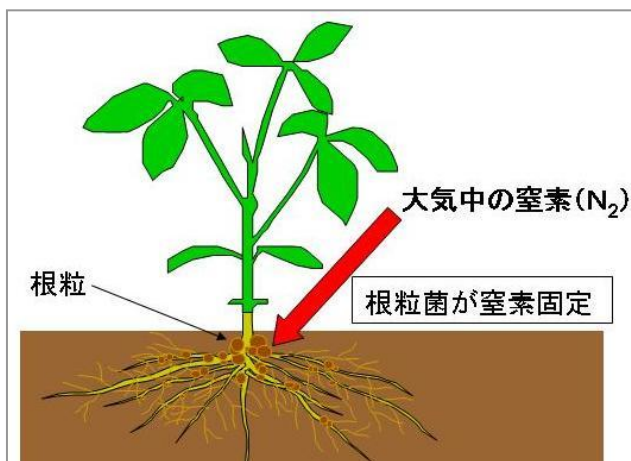


図22 マメ科植物根粒菌による窒素固定



写真10 根粒菌

(b) 輪作効果の圃場および土壌検証



上述の輪作効果メカニズムを踏まえ、実際の圃場において緑豆が輪作組み合わせとして、米の収量および土壌にどのような影響を与えているかを検証した。条件としては、同一品種の米を同時期に植えた圃場で、米収穫前に同じ場所において緑豆と緑豆以外の作物を同時栽培した圃場が対象となる。このような条件下の圃場を、塩害地域の対象地区内で複数探して調査を実施した。(写真11表14参照)



写真11 輪作効果の検証対象となる圃場(参考)

Area	Sample	Yield of rice (g/square meter)		(A)/(B)	Rice variety
		(A)In mungbean field	(B)In other field		
Batiaghata	Farmer1	605	514	117.7%	Morishal
	Farmer2	620	570	108.8%	Morishal
	Farmer3	900	600	150.0%	Morishal
	Farmer4	738	650	113.5%	Jotai balam
	Average	715.7	583.5	122.7%	
Morelgonj	Farmer1	380	250	152.0%	Bash pair
	Farmer2	410	275	149.1%	Bash pair
	Farmer3	375	250	150.0%	Munte shail
	Farmer4	400	275	145.5%	Munte shail
	Average	391.2	262.5	149.0%	

□:ポティアガタ地区平均値 □:モレルゴンジ地区平均値

表14 前作が緑豆と他作物の圃場における米収量比較

調査の結果、条件(同一品種の米を同時期に植えた圃場で、米収穫前に同じ場所に

において緑豆と緑豆以外の作物を同時栽培した圃場)に合致する所が少なくサンプル数が決して十分とは言えないが、緑豆が輪作組み合わせとして他作物よりも米の収量増に効果があることが見て取れる。

さらに、上記調査を行ったボティアガタ農家 4 名の各圃場(前作が緑豆と他作物)から土壌サンプルを持ち帰り、BSMRAUにて土壌分析を実施した。

Sample	Field Condition	EC	pH	Organic Carbon (%)	Organic Matter (%)	Nitrogen (%)	C/N
Farmer1	(A) w/- mung	1.06	7.50	1.59	2.73	0.16	10.13
	(B) w/o mung	0.83	8.02	1.54	2.65	0.14	10.77
Farmer2	(A) w/- mung	1.15	5.20	1.79	3.08	0.19	9.68
	(B) w/o mung	1.02	5.67	1.73	2.98	0.17	10.12
Farmer3	(A) w/- mung	1.28	5.67	1.67	2.87	0.17	9.65
	(B) w/o mung	1.31	5.87	1.65	2.84	0.14	11.54
Farmer4	(A) w/- mung	1.82	6.40	1.84	3.16	0.20	9.20
	(B) w/o mung	2.80	7.01	1.83	3.15	0.17	10.70

: 前作が緑豆の圃場

表15 ボティアガタの輪作効果調査対象圃場の土壌分析結果

測定項目はこれまでのEC・pH値を含め、「土壌の炭素含有量 (Organic Carbon)」、「土壌有機物含有量 (Organic Matter)」、「窒素含有量 (Nitrogen)」、「炭素率 (C/N)」を新たに追加し、BSMRAUに検査分析を依頼した。

前作が緑豆の圃場(A)のほうが他作物の圃場(B)より窒素含有量が約 16%高いことが判明した。この事は根粒菌による窒素固定化作用によるものと思われる。また同様に土壌有機物含有量と炭素含有量も僅かではあるが約2%増加している。これは緑豆と根粒菌から有機物(フラボノイド・オリゴ糖)が放出されていると考えられる。

#### (4) 現地大学でのラボラトリー技術の確立

##### ① 現地での緑豆品質判定基準の管理・運用

##### (a) 現地栽培ガイドライン

今回前述した圃場除塩試験、BSMRAU・ボティアガタの試験栽培ポットの結果を踏まえ共同にて栽培ガイドラインを作成した。今後発芽率・生育良化が課題となるので播種方法のオプションが必要となる。今回の播種にて共同で試験を行う。

##### (b) 土壌成分分析

輪作効果検証の為、土壌成分分析をBSMRAUにて実施した。対象土壌は前作が緑豆圃場とそれ以外の圃場であり米栽培後の土壌とした。結果、上記の通り緑豆栽培圃場では収量が多かった裏付けとしての有効性が確認とれた。今後、緑豆収穫後の圃場も分析し成分変化を詳細に把握していく。併せて根粒菌を細かく分析し無効根粒と有効根粒との違い等調査する。

(c) 耐塩性品種開発

耐塩性品種開発の試験に関しては前述の通りである。今後品種開発は再現性と偏差を減らす事が重要となる。今回は供進化作用を狙った自家自然受粉による方法である。今後試験結果のバラツキが減り傾向がはっきりとした時点で強制受粉にて品種改良を行っていく。

(d) 一般細菌検出チェック機能

現地にてカビ・細菌類の検査体制試験を行った。しかし検出数が時期・環境等、条件により一定せず信憑性が疑わしく現地チェック機能は確立できなかった。雨季より乾季の方が数値安定しない傾向が強かった。乾季中では雨季中には問題にならなかったり、カビ等の浮遊物が多い事が原因と思われる。今後現地BSMRAUと弊社研究機関と更なる技術交流を図り体制を構築していく。

## 5. 指標(方法論)とベースラインデータ

### (1) 指標(方法論)

#### ①インプット・アウトプット・アウトカムのフレームワーク活用

インプットは前FS事業の実現可能性調査をベースとした課題に対する実証調査項目とする。アウトプットは実証による効果、アウトカムは「バングラデシュ国の食料事情改善を含む社会的課題解決への貢献」とする。

この弊社の評価手法は、気候変動に起因する塩害に苦しむ他地域においても活用することによって貢献することが可能であると考えます。

インプット	アウトプット	アウトカム	評価方法
(a)大量生産における除塩効果作業 システムの構築 <ul style="list-style-type: none"> <li>・各地域の圃場塩害レベル調査</li> <li>・農地選定</li> <li>・農民への塩害および除塩の理解浸透</li> <li>・耕起、カルシウム施肥等ガイドライン化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩害地域での農作物の作付率および収穫率向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩害地域での農作物の生産レベル向上</li> </ul>	I, II, III, IV
(b)耐塩性品種の開発 <ul style="list-style-type: none"> <li>・強塩害地区にて播種用種子栽培および採種</li> <li>・強塩害地区、塩害地区にて高収量株のみ採種</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩害地域での緑豆発芽率向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩害地域での耕地面積の増加</li> </ul>	V, VI
(c)輪作による連作障害の対策および米の収量増検証 <ul style="list-style-type: none"> <li>・連作障害の対策調査</li> <li>・輪作効果の検証調査(米の収量検証調査)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・後作の米の収穫量向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・食料自給率の向上</li> </ul>	VII
(d)現地大学でのラボラトリー技術の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地での緑豆品質判定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本技術の導入、ノウハウ蓄積</li> </ul>	viii

表16 インプット・アウトプット・アウトカムのフレームワーク

#### ②評価方法

上記インプット(a)～(d)の4項目に対するアウトプット評価、アウトカム評価をベースラインデータと定量的に比較することで行う。今回の評価方法は、現地専門機関を交えて今後も引き続き検討する。

(a) 大量生産における除塩効果作業システムの構築

【評価手法：Ⅰ】

「土壌塩分濃度の低減」=解決手法導入前の土壌の電気伝導度(dS/m)と導入後の電気伝導度(dS/m)との比較

【評価手法：Ⅱ】

「除塩効果ガイドライン確立」=ガイドライン実施農家数/契約農家数

【評価手法：Ⅲ】

「作付率の向上」=前年度の作付面積(ha)比率と解決手法導入後の作付面積(ha)比率との比較

【評価手法：Ⅳ】

「収穫率の向上」=前年度の収穫率(t/ha)と解決手法導入後の収穫率(t/ha)との比較

(b) 耐塩性品種の開発

【評価手法：Ⅴ】

「発芽率の向上」=一般品種の発芽率(%)と解決手法導入後の発芽率(%)との比較

【評価手法：Ⅵ】

「収穫率の向上」=一般品種の収穫率(t/ha)と解決手法導入後の収穫率(t/ha)との比較

(c) 輪作による連作障害の対策および米の収量増検証

【評価手法：Ⅶ】

「米の収穫量向上」=輪作導入前の収穫量(t/ha)と導入後の収穫量(t/ha)との比較

(d) 現地大学でのラボラトリー技術の確立

【評価手法：Ⅷ】

「技術習得者」=現地大学の技術習得者数(人)と担当研究者総数(人)との比較

効果	評価項目	単位	有無※	データソース
土壌塩分濃度の低減	土壌の電気伝導度	dS/m	△	農地モニタリング
除塩効果作業ガイドライン確立	ガイドライン実施農家数/契約農家数	%	×	契約農民 (ヒアリング、モニタリング)
作付率向上	作付面積の増加	%	△	契約農民 (ヒアリング、モニタリング)
収穫率向上	ヘクタールあたり収穫量の増加	ton/ hector	×	契約農民 (ヒアリング、モニタリング)
緑豆発芽率向上	前年度実績との比較	%	×	契約農民 (ヒアリング、モニタリング)
後作の米の収穫量向上	前作の米の収穫量との比較	ton/ hector	×	契約農民 (ヒアリング、モニタリング)
現地での緑豆品質判定	現地大学でのラボラトリー技術習得	%	×	ラボラトリー技術作成資料

※有無: 公的データの有無(公的データが無いものは現地ヒアリング・ベースにてデータ取りを行う)

**表17 評価項目・評価方法**



## 6. 適応対策において今後見込まれる成果

### (1) アウトプット

今回のFS事業において想定する成果として、各アウトプットの具体的な2014年目標値は以下の通りとする。

	アウトプット	目標値(2014年)
①	塩害地域での農作物の作付率および収穫率向上	作付率 80%、収量 0.8t/ha
②	塩害地域での緑豆発芽率向上	発芽率 90%以上
③	後作の米の収穫率向上	前作比 120%以上
④	現地での緑豆品質判定	日本での検査適合

表18 各アウトプットに対する目標値(2014年)

#### ①塩害地域での農作物の作付率および収穫率向上

昨年10月に実施した農民アンケート調査によると、作付率(2012年の栽培期間Kharif-1)は71.5%であった。この数値をベースラインデータとして、2014年の作付率目標値は80%とする。塩害地域における今年の緑豆栽培面積は250ヘクタールを計画しており、この取り組み内容が同地域での作付率向上に寄与することとなる。評価方法としては、農民アンケート対象地区でKharif-1終了後の7月下旬以降に、同内容のアンケートを再度実施して効果測定することとする。

次に収穫率に関して、同農民アンケート調査では2013年の緑豆収量は0.37トン/haと低収量であった。強雨の影響など外的要因は挙げられたが、本FS事業の塩害対策も開始一年目ということで不十分な側面も否めない状況下にあった。については、収量0.37トン/haをベースラインデータとして、今回のFS事業における耕起やカルシウム施肥等の除塩効果作業システム構築によって、収量0.8トン/haを緑豆大規模栽培取り組みの初年度目標とする。

#### ②塩害地域での緑豆発芽率向上

緑豆発芽率に関する同農民アンケート調査結果は、2013年の実績として81.8%であった。この数値をベースラインデータとして、2014年の発芽率目標値は90%以上とする。また当該地域における適した播種方法を併行試験する。評価方法として「耐塩性品種の開発」をインプット項目に設定しているが、今年は実地試験栽培(塩害レベル中程度の圃場)段階のため実用化は来年以降となる。そのため今年の栽培に関しては、除塩効果作業による発芽率向上を目指す。

### ③後作の米の収穫量向上

緑豆が輪作組み合わせとして、米の収量どのような影響を与えているかを検証した結果、他作物よりも米の収量増に効果があることが確認された。しかし条件に合致する調査サンプルも少なく、米品種によって収量増の値にばらつきがあった。今年度は、ボティアガタで調査した米品種 Morishal(当地で比較的多く栽培されているローカル品種)の収量増平均値は126%であるが、GYM 契約農家として緑豆を輪作対象とした取り組み初年度となるため120%を目標とする。

### ④現地での緑豆品質判定

現地当該地域にて収穫・選別・乾燥・燻蒸・保管工程を経て輸出、その後日本にて原料検査を実施する。

検査内容は以下となる。

- (a) カビ・細菌による汚染度
- (b) 湿重量・含水率
- (c) 吸水速度
- (d) 色・混合豆・浮き豆
- (e) 発芽率

上記検査に適合後、殺菌試験にて最適温度を導き出し、もやし工場にて実地試験となる。また上記検査内容を現地にフィードバックし品質改善へと繋げていく。

## (2) アウトカム

本FS事業のアウトカムは、「バングラデシュ国の食糧事情改善を含む社会的課題解決への貢献」である。塩害地域で栽培可能な穀物を収穫できれば、飛躍的な収量の増加が期待できる。これは同国にとって悲願とも言える農業課題であり、現地における食糧事情の改善に大きく寄与できるものとなる。

緑豆は、主食である米の二毛作の間に栽培することが可能であるため、効率的な農地の利用ができる。すなわち、他の主要作物栽培に対する弊害となることが少ない穀物である。塩害地域で緑豆の作付率や収穫率を向上させることが、ひいては同地域での農産物生産レベルの向上に繋がる。また、緑豆の発芽率を向上させることが、耕地面積増加にも繋がるのである。

さらに、緑豆栽培における輪作効果の検証を行うことで、当地域同様に単一作物を栽培し続け連作障害に苦しむ他地域への波及も期待される。

**最終的に、本FS事業において一定のノウハウが確立できれば、気候変動に起因する塩害に苦しむ他国においても適応ビジネスを普遍的に活用して貢献することが可能であると考ええる。**

## 7. 今後の事業計画

本FIS事業のビジネスモデルおよび収支計画は以下の通りである。

### (1) ビジネスモデル

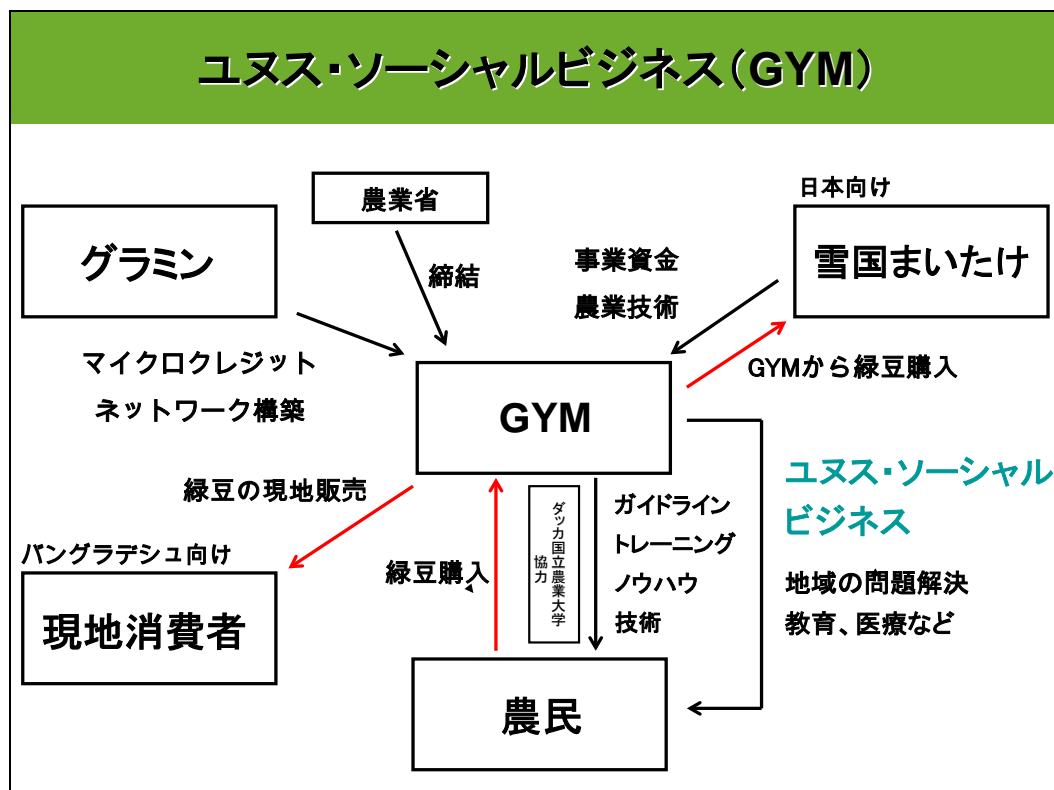


図23 ビジネスモデル

#### 【雪国まいたけ】

GYM に対して事業資金と農業技術を提供。もやしの原料となる緑豆を GYM から購入。

#### 【グラミン】

農民に対してマイクロクレジットを提供。GYM に対して農村・農民のネットワーク構築面での支援。

#### 【グラミン雪国まいたけ(GYM)】

両社からのサポートを受け、農村地区において高品質の緑豆を栽培するためのノウハウを農民に直接指導。収穫した緑豆は GYM が市場価格より高値で農民から購入後、日本輸出用として一定の諸経費を加えた価格で雪国まいたけに販売。この中の利益がユヌス・ソーシャルビジネスを実現するための原資となり、現地での教育・医療・栄養改善等で使用される予定。なお、日本輸出用以外は、農民からの購入原価に近い価格で現地販売。

(2) GYM(塩害地域)5ヵ年収支計画

	単位	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
栽培面積	ha	250	300	550	1,000	1,800
単位収量	t/ha	0.80	0.83	0.91	1.00	1.11
全収穫量	ton	200	250	500	1,000	2,000
日本輸出量比率		0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
売上高計	千 BDT	15,815	21,263	45,735	98,347	211,440
日本輸出量	ton	60	88	200	450	1,000
日本売上高	千 BDT	5,724	8,848	21,438	51,129	120,440
現地販売量	ton	140	163	300	550	1,000
現地売上高	千 BDT	10,091	12,415	24,297	47,218	91,000
売上原価	千 BDT	14,930	18,988	38,800	78,780	160,180
売上総利益	千 BDT	885	2,276	6,935	19,567	51,260
販売管理費	千 BDT	3,954	4,253	6,860	12,785	21,144
営業利益	千 BDT	▲ 3,069	▲ 1,977	75	6,781	30,116
営業外利益	千 BDT	0	0	0	0	0
経常利益	千 BDT	▲ 3,069	▲ 1,977	75	6,781	30,116

(1BDT=1.32円 2014年1月27日時点)

表19 収支計画

## 8. 対応すべき課題と対応策

前FS事業にて塩害地域における緑豆生産の実現可能性調査を行い、対応すべき課題と対応策の洗い出しは既に終了している。今回のFS事業では、成果目標として挙げている『塩害地域での緑豆大量栽培の確立』の実現にむけて、各課題に対する具体的な解決策の各調査を併行して推進してきた。

それぞれの解決策が全て実証できれば、塩害地域での緑豆大量栽培の事業化の可能性は大幅に高まることとなるが、結果検証には継続性・反復性を要する項目もある。例えば、耐塩性品種の開発に関しては、昨年のポット試験栽培終了後に採種した高塩分濃度帯株ならびに高収量株を使用して今年の2月に実地試験栽培を開始したため、結果は6月以降となる見込みである。また輪作効果の検証も、今後、緑豆収穫後に栽培する米の収穫量を前作と比較する必要性がでてくる。いずれも結果次第では、アプローチ手法の再検討が求められる事態も想定される。

このように各調査には継続性が不可欠となるため、塩害地域での本事業実現に向けて引き続きP6表3に記載した各課題解決に積極的かつ前向きに取り組むこととする。



平成 25 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた  
実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券・シャイニーボールホールディングス 「浄水システム普及事業」コンソーシアム
事業名	ベトナム、ミャンマーのデルタ地帯における気候変動の影響による水資源問題解決に貢献する浄水システム普及事業実現可能性調査
提出日	2 月 14 日

## 1. 本事業の目的

### 【目的】

本事業では、気候変動に起因する水問題が危惧されるベトナム南部のメコンデルタ、及びミャンマーのヤンゴンにおいて、株式会社シャイニーボールホールディングス(以下、「SBH」)が独自に開発した浄水システムの普及可能性と、水質改善、安全な水の給水量向上効果を調査する。

ベトナム、ミャンマーは気候変動により甚大な被害を受ける国といわれている。すでに、大型サイクロン、デルタ地帯の冠水などの被害が報告されており、両国において気候変動に対する効果的な適応策が求められている。メコンデルタはメコン川の、ヤンゴンはイーラワディ川のデルタ地帯に位置し、海面上昇、河川の水量増加による洪水、集中豪雨と地下水が原因となる都市の洪水など、気候変動に対して極めて脆弱である。特に、水資源に関して、海拔の低いデルタ地帯では、海面上昇の影響を受けやすく、地下水の塩分濃度の上昇により、利用可能な飲料水が減少することが危惧されている。人口が急増する両地域では、水需要が逼迫しており、安全な水へのアクセスを確保することは喫緊の課題である SBH の浄水システム普及事業を通じたベトナム、ミャンマーの適応行動への貢献可能性を明確にするとともに、その貢献度の評価方法を策定する。

### 【導入技術】

本事業で導入する浄水システムは、機能性セラミックスを用い、水のクラスターを粉砕、水中に含まれる塩素、有害重金属、微生物、細菌類などの汚れを分離、特殊濾材で除去し、安全な水を生成する。特殊濾材を充填した濾過装置に溜まった不純物は、完全自動洗浄システムにより定期的に自動で洗浄されるため、フィルター交換の必要がなく、大幅なコストダウンを実現している。

沖縄の会社である SBH は、島国である沖縄の限られた資源を有効活用し、循環型社会を実現するための環境技術の開発につとめてきた。提案技術は、途上国での普及を念頭に開発されており、操作とメンテナンスを簡素化、ランニングコストも抑えられた設計である。家庭用から、上水道が通っていない離島や僻地における小規模水道事業用まで対応し、地域や用途による様々なニーズに対応可能である。人口増加、経済発展による逼迫する水需要と、水質汚染に悩む東南アジアを中心とした途上国における水問題解決に求められる最適な技術である。

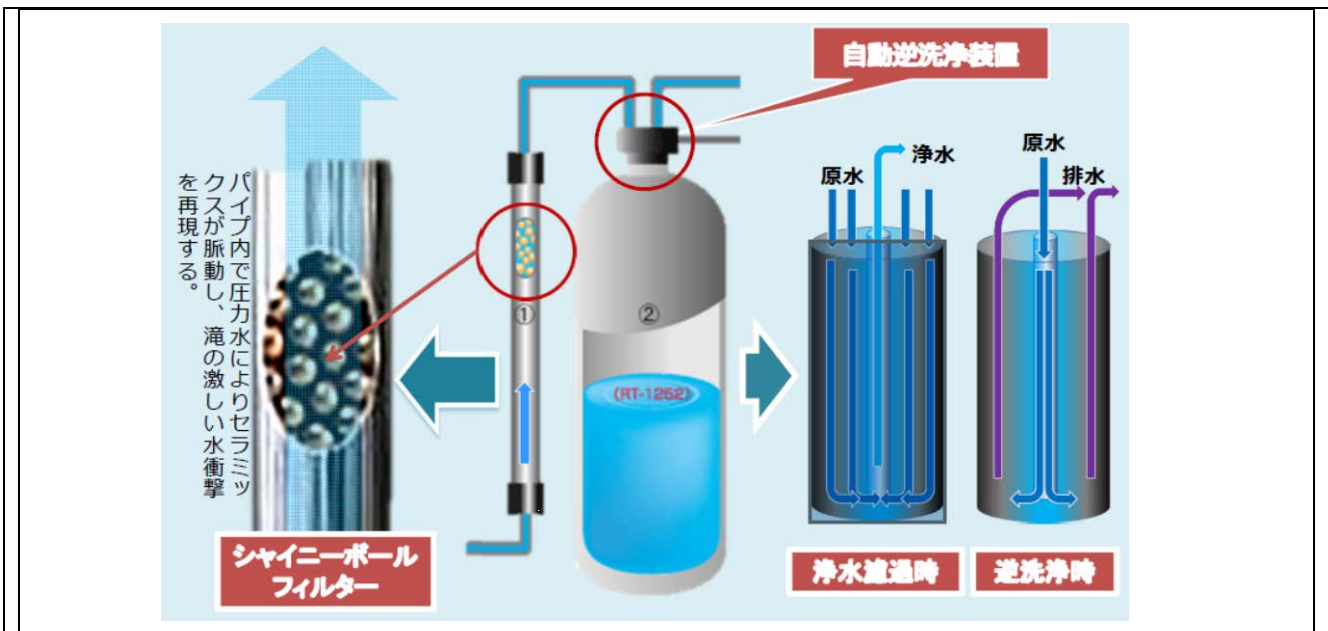


図1. SBHの浄水技術

提案技術は、日本国内において10年以上の実績をもつ。大型リゾートホテル、食品工場、総合病院、アパートなどの約1,000ヶ所以上に設置されている。

<p>■医療法人南嶺会 勝連病院</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・排水リサイクルによる全館の中水利用</li> <li>・病床数 520床</li> <li>・敷地面積 22,750m<sup>2</sup></li> <li>・稼動年数 17年</li> </ul>	
<p>■ルネッサンス リゾート オキナワ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ホテル全客室の給水と、厨房、レストランなど全館用水</li> <li>・収容人数 1,138人</li> <li>・敷地面積 27,706m<sup>2</sup></li> </ul>	

【普及の可能性】

SBHは、ベトナムを拠点として、ミャンマー、ラオス、カンボジアなどの周辺アジア諸国で浄・排水処理事業を展開する計画である。本事業で、同システム導入による適応行動への貢献を明らかにすることにより、将来、同様に水問題に悩む地域への浄水システム展開を促進し、地域住民への安全な水の安定供給の実現を目指す。将来的には、浄・排水システム、廃棄物処理施設のパッケージでの普及により、気候変動への適応能力に優れた循環型社会構築に寄与することを目指す。

## 2. 課題

### ①対象地域における気候変動の影響とニーズの把握

ベトナムとミャンマーは、極めて気候変動の影響に対して脆弱な国といわれている。特に、ベトナム南部の都市ホーチミン、ミャンマー最大の都市ヤンゴン、気候変動に対して世界で最も脆弱な都市の6位と、4位に挙げられている。

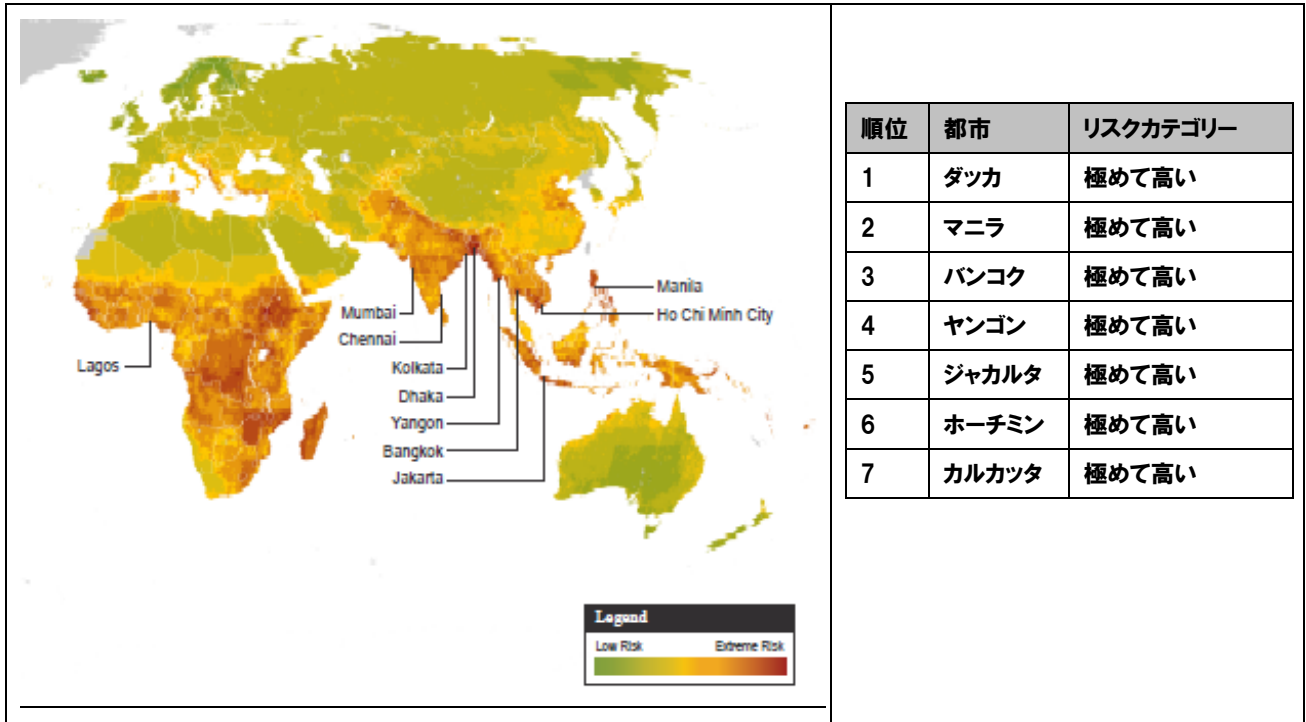


図2. 世界の気候変動に脆弱な都市

出典: Climate Change Vulnerability Index 2013-Most at risk cities (maplecroft)

ベトナムもミャンマーも、長い海岸線を持つ国土で、海面上昇の影響を大きく受ける。また、第1次産業に従事する割合が高いこと、デルタ地帯の低平地に人口が集中していることが脆弱な理由と考えられる。

両国における気候変動の影響と、それに対する解決策や軽減策に関するニーズの把握が求められる。特にミャンマーは、2012年まで国際社会による制裁がかけられていたため、経済活動、気候変動対策に関する国際的な取り組みにおいても孤立していたといえる。公表されている統計データも少なく、本調査によって情報収集することが課題である。

### ②対象地域における水資源問題とニーズの把握

上述するように、ベトナム、ミャンマーともに、気候変動による海面上昇の影響を大きく受けると予想されており、それによる塩水遡上による河川、地下水の塩分濃度上昇が危惧されている。

ベトナムは、NAPA(国家適応計画)は提出していないが、天然資源・環境省(MONRE)が

「National Target Program to Respond to Climate Change」を策定しており、中でも水資源は最も脆弱な分野として挙げられ、水資源の効率利用のため、法規制、関連省庁の管理体制、具体的な適応策、水資源効率利用と保護、汚染管理のための適切技術の特定、人々の認識向上などが主要な活動としてあげられている。

一方、ミャンマーは UNEP の支援により NAPA を作成、2012 年に国連に提出している。その中で、安全な水の供給による水に起因する健康問題の軽減が優先項目の1つとして挙げられている。しかしながら、具体的なアクションプランなどは計画されていない。

気候変動の影響による両国の人々の飲料水、生活水利用に与える影響と、問題解決のニーズについて現状を把握する。

### ③ニーズに対する提案技術の適合性

②で把握したニーズに対して、提案するSBHの技術が貢献できる事業活動、及びニーズに応える技術について検討する。

### ④提案技術による適応行動への貢献の評価手法

提案技術の導入により、対象地域の飲料水、生活水の水質改善、安全な水の供給量増加に貢献できると考えている。水質と水量の両面から貢献度を評価する計画であるが、その具体的な評価指標、評価方法、及びモニタリング指標を決定、評価方法を検討する必要がある。

### ⑤事業の実現可能性と普及方法

メコンデルタ、ヤンゴンにおける事業の実現可能性と、普及のための販路、価格、ファイナンス等について検討を行う必要がある。また、同事業の他地域における普及可能性について検討する。

### 3. 課題解決の方向性

#### ①対象地域における気候変動の影響とニーズの把握

ベトナム、ミャンマー対象地域における気候変動の影響は、文献調査や、現地関係者のヒアリングを通じて把握する。同国の気候変動に関する政策、アクションプランについて両国政府が発表する政策、法案等に基づく調査、及び現地政府、地方政府関係者のヒアリングを通じて、ニーズの把握を行う。

#### ②対象地域における水資源問題とニーズの把握

対象地域における飲料水、生活水利用の現状、水質、水量に関する現状と問題を文献調査、及び現地調査を通じて把握する。また、それぞれの地域の人々が抱える問題と、対策についてのニーズを現地政府関係者、住民等のヒアリングを通じて情報収集を行う。

#### ③ニーズに対する提案技術の適合性

①および②で把握される課題に対して、当該技術は次の2つの方法で解決できると考えている。

##### 1. 浄水技術による安全な飲料水・生活水の提供

##### 2. 浄水技術を活用した排水リサイクルによる利用可能な水量の確保

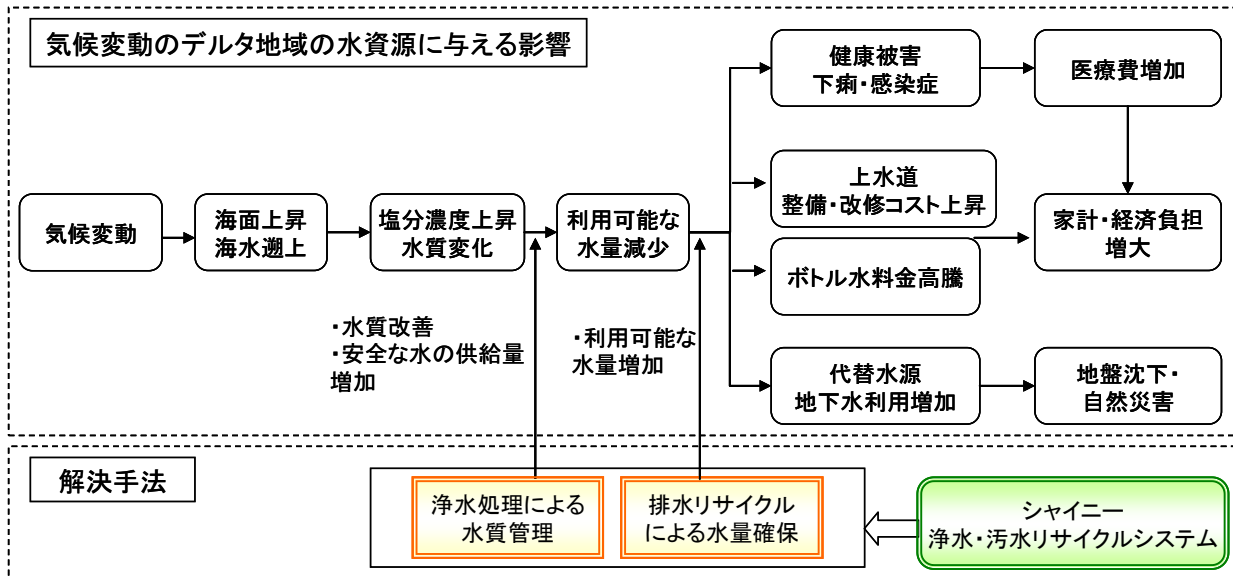
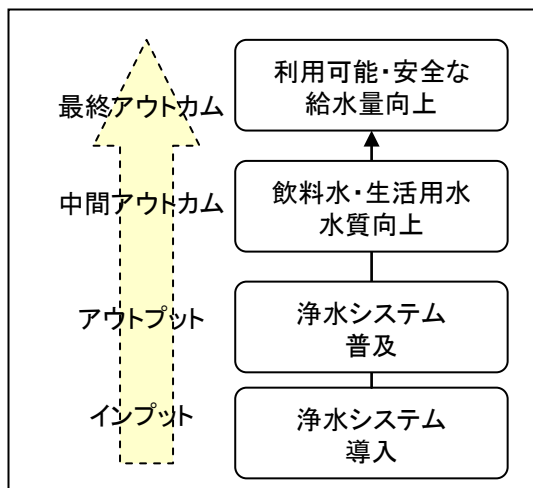


図3. 提案技術による課題解決の手法

いずれも、対象地域で利用されている水、将来予想される水源の水質によって技術の適応範囲が異なる。対象地域の原水の水質検査、及びデモ機導入による効果測定テストを行うことにより、提案技術が適用可能かどうかを調査する。

#### ④提案技術による適応行動への貢献の評価手法

提案技術は、水質を改善し利用可能な飲料水・生活水の水量を増やし、安全な水の安定供給に貢献すると考えている。その成果の評価方法は、「インプット・アウトプット・アウトカムのフレームワーク」、及び「JICA 気候変動対策支援ツール/適応策」を参考に策定する計画である。



#### 評価指標

アウトカム	評価指標	評価方法	モニタリング指標
安全な水の給水量・給水人口向上	浄水供給量	定量	・浄水システム普及台数(台) ・給水量(L) ・受益者数(人)
飲料水・生活用水水質向上	浄水水質	定量 定性	・導入前/後の水質

図4. インプット・アウトプット・アウトカムフレームワークと評価指標の検討

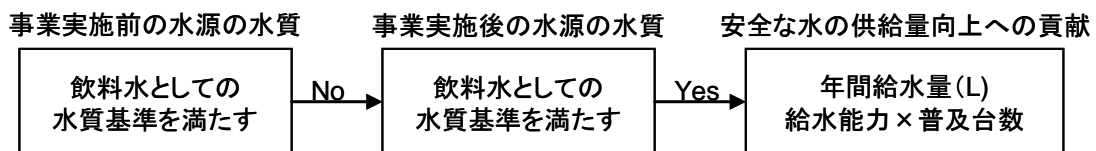


図5. 定量評価の考え方

ベトナムでは、飲料水の水質基準が定められているため、その基準を満たす給水量の当該事業による増加分を貢献の成果とする。ヤンゴンでは、現在、水質基準はなく、また適切な水質検査が実施されていない。世界保健機関(WHO)で定められる飲料水の水質基準や、ベトナムの基準を参考に、適切な基準を設定して評価を実施する。

提案技術の適用による効果は、デモ機を稼動してテストする計画である。原水と処理水の水質検査を行い水質改善への効果を測定する。また、利用者へのアンケートを通じて、提案システム導入による効果の質的な評価を行う。

#### 4. 調査項目

本調査で実施する調査項目は下記のとおりである。

表1. 調査項目

調査項目
1.相手国の気候変動の影響及びそれに対する解決策や軽減策に関するニーズ調査
1.1 気候変動政策/適応政策調査
1.2 相手国の水問題に関する基礎調査/ニーズ調査
2. ニーズに対する技術導入の可能性
2.1 技術的な課題の検討、製品スペックの検討
2.2 技術導入に関する相手国の政策との連携検討
3. 技術を導入した場合の成果
3.1 デモ機導入による効果測定
3.1.1 水質検査による効果測定
3.1.2 アンケートによる影響評価
3.2 経済・社会に与える影響検討
4. 適応行動への貢献の評価手法/方法論検討
5. 普及方法の検討(販路、価格、ファイナンス等)



## 5. 調査結果(調査項目ごとに)

### 1.相手国の気候変動の影響及びそれに対する解決策や軽減策に関するニーズ調査

#### 1.1 気候変動政策/適応政策調査

##### ①ベトナム

天然資源・環境省 (MONRE) は、気候変動の影響でベトナムの沿岸部は 21 世紀末までに海面が 1メートル上昇、メコンデルタ地域で面積の 40%、ホン川デルタで同 11%、その他の沿岸地域で同 3%が浸水する可能性がある予想している。特にホーチミンでは面積の 20%が浸水し、人口の約 10～12%が直接的な影響を受けることが想定され、GDP の損失が 10%に達する可能性もある (VietnamTimes2012 年 8 月 20 日)。メコンデルタでは、すでに海岸侵食、高潮浸水、河川氾濫などが起こっており、気候変動によりさらに悪化することが懸念されている。

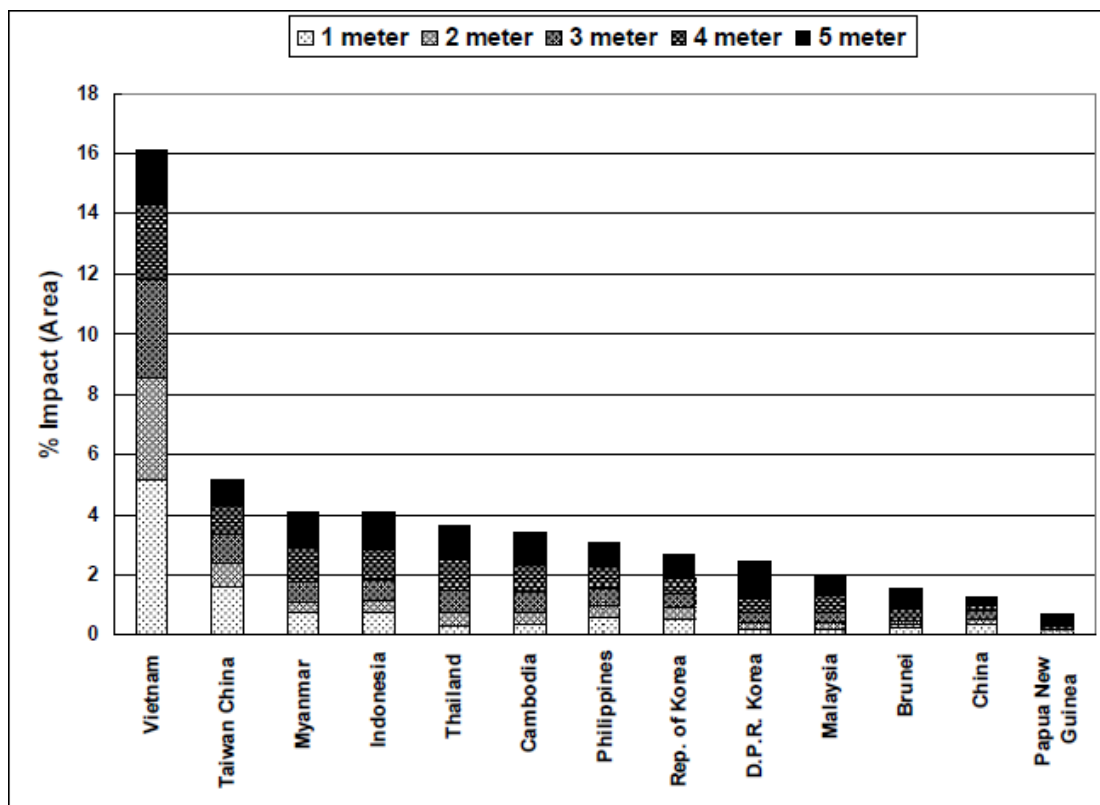


図6. 海面上昇により影響を受ける国土(東アジア)

出典: The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis, World Bank 2007

MONRE は、「ベトナムにおける気候変動と海面上昇に関するシナリオ」(Bo Tai Nguyen va Moi Truong 2009)を作成し、各省がこのシナリオにもとづき、堤防の建設など、具体的な対策を講じ始めている。

ベトナムは、NAPA や NAMA は提出していないが、MONRE が「National Target Program to Respond to Climate Change」を策定しており、その中でも水資源は最も脆弱な分野として挙げら

れ、水資源の効率利用のため、法規制、関連省庁の管理体制、具体的な適応策、水資源効率利用と保護、汚染管理ための適切技術の特定、人々の認識向上などが主要な活動としてあげられている。

## ②ミャンマー

ミャンマーは 2,400km の長い海岸線をもつ国土で、海面上昇の影響を大きく受ける。エーヤワディー川のデルタ地帯に位置するヤンゴンには同国の全人口の 1 割である約 600 万人が集中している。ミャンマー最大の商業都市であるヤンゴンは、昨今の急速な民主化により海外資本の流入と開発がすすみ、それに伴う一層の人口増加が進んでいる。一方で、サイクロンによる高潮、豪雨、強風被害を多く受ける土地で、その頻度は増加している。インフラが未整備なこともあり、その被害やリスクが非常に大きい地域である。

2013 年の調査では、ヤンゴン都市圏はほとんど毎年洪水が氾濫しており、調査対象世帯の 4 2% が自宅で毎年浸水を蒙っていると回答している (JICA「ミャンマー国ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査」、2013 年)。

ミャンマーは、2012 年まで国際的にも孤立していたため、気候変動への緩和・適応に関する取り組みも限られていた。1990 年に国家環境問題委員会 (National Commission for Environmental Affairs: NCEA) が、政府に対して環境政策に関する助言を行う環境問題に関するフォーカルポイントとしての役割を担う目的で設立されている。しかしながら、環境に関わる意思決定機能は未整備であった。気候変動に関しては、1994 年に国連気候変動枠組み条約に批准、2003 年京都議定書に批准しており、環境保全森林省・企画統計局が指定国家機関 (DNA) としての役割を担うが、実質、機能していない。UNEP の支援により NAPA を作成、2012 年に UNFCCC に提出しているが、アクションプランなどは計画されていない。

## 1.2 相手国の水問題に関する基礎調査/ニーズ調査

### ①ベトナム

上述するように、ベトナムは気候変動による海面上昇の影響を大きく受けると予想されている。特に、メコンデルタは、その影響が大きく、沿岸部を中心に塩水浸水が予想される。塩分濃度は、1 g/L (1PPM) を超えるレベルで稲作、果物、野菜の収量減少に影響が生じ、4g/L (4PPM) を超えれば壊滅的被害が予想される。図 7 に示すように、メコンデルタ沿岸部は、2050 年の 4 月時点で、かなりの範囲で塩分濃度が 20g/L (20,000PPM) を超えることが予想される。農業、漁業への深刻な被害とともに、飲料水、生活水として適切な水の確保が喫緊の課題となっている。

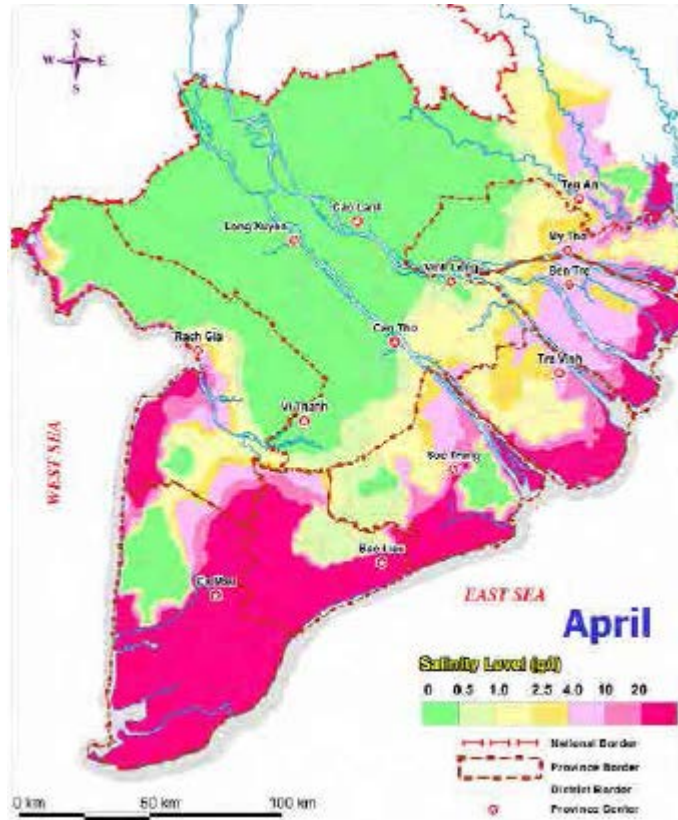


図7. 2050年の4月(乾季)の塩分分布予想(2050年で海水面が30cm上昇する假定)

出典:ベトナム国メコンデルタ沿岸地域における持続的農業農村開発のための気候変動適応対策プロジェクト 2013年株式会社三祐コンサルタンツ他

ベトナムでは、水道普及率は都市部で68%、農村部では10%である(2010年ベトナム統計局)。しかしながら、不十分な水質管理、配水管の老朽化により水道においても給水水質が悪い。さらに、ベトナム健康環境管理局(VIHEMA)とWHO、UNICEFが作成した「Water and sanitation sector assessment report Viet Nam 2011」によると、ベトナムでは多くのエリアで地下水がヒ素に汚染されている。特に汚染リスクが高い地域として、北部デルタ、メコンデルタ、中部沿岸デルタが挙げられている。紅河、メコン川の地下水の過剰揚水もヒ素汚染の原因になると指摘されている。

南部ビンズオン省、ドンナイ省、ホーチミン市を流れる主要河川であるドンナイ川やサイゴン川では、水質が悪化し続けている。ドンナイ川は、ホーチミン市の主要な3浄水場(計145万m<sup>3</sup>/日)の水源となっており、水質の悪化は深刻な問題となっている(NNA.ASIA、2013年3月)。

同国は、「National Rural Clean Water Supply and Sanitation Strategy up to the Year 2020 (NRWSS Strategy)」で、2020年までに農村人口の100%に清潔な水を供給することを目標に掲げており、2008年の試算では、そのために20億ドル必要だとされている。

本調査では、ホーチミン市、ドンナイ(Dong Nai)省、ティエンザン(Tien Giang)省、ロンアン(Long

An)省、バクリエウ(Bac Lieu)省において人民委員会や関係者へのヒアリング調査、及び水質調査を実施した。



図8. 調査を実施した省と主要な河川

表2. 調査を実施した省の基礎情報

省・市	面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (千人)	人口密度	一人当たりの月平均収入 (1,000VND)
ホーチミン市	2,095.6	7,681.7	3,666	2,737
ドンナイ省	5,907.2	2,720.8	461	1,763
ロンアン省	4,492.4	1,458.2	325	1,289
ティエンザン省	2,508.3	1,692.5	675	1,312
バクリエウ省	2,468.7	873.4	354	1,272

出典: General Statistics Office of Viet Nam, 2012年統計、月平均収入は2010年統計(1,000,000VND=52USD)

表3. 主なヒアリングの結果

省(ヒアリング対象)	ヒアリングの結果
ロンアン省(人民委員会)	
気候変動の影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最近の2~3年で海面が0.77cm上昇したといわれている。</li> <li>・塩水が海岸から60kmのところまで流入している。</li> <li>・洪水、台風の被害も増えている</li> <li>・水道水の供給はほとんどが地下水であるが、地盤沈下が懸念されるため、河川水を利用したいと考えている。ロンアンの河川水はすでに塩水濃度が高いため、ドンナイ川から給水する計画がある</li> </ul>

	(ADB 支援)。
水利用の現状と課題	町では水道水を利用しているが、農村ではほとんど地下水である。地下水には、塩水、鉄分、マンガン等が含まれている。塩水の濃度は乾季には高くなる。また、農薬の残留濃度の高い地域もある。
ティエンザン省(人民委員会)	
気候変動の影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ティエン川の塩水流入頻度が高まっている。また、ティエン川の上流である中国、ラオス、カンボジアにおける水力発電のためのダムにより、下流の水の量、氾濫パターンに変化が現れ農業にも悪影響がでている。</li> <li>・下流の水量が減ったこともあり、乾季には河口から 70km 地点まで塩分が流入する。海面上昇の影響で、塩分が流入する頻度が高まっている。塩分濃度は、以前は 1ppm であったが、現在は 3ppm まで上昇。</li> <li>・洪水、台風の頻度が高まっている。</li> </ul>
水利用の現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・省のアクションプランとして海岸に堤防建設、堤防の間の植樹などの計画をたて中央政府に提出。中央政府の決定を待っている。また、同省だけでの実施は困難なため、ベトナム国内の投資、国際的な支援が必要である。</li> <li>・半年は、塩分が流入し、水質への影響がでており、生活水の確保が困難になっている。そのため、Clean Water Project として生活用水を省の西部から東部へ配水している。</li> <li>・省の中心部にあった浄水場も、塩分の影響があるため、7 年前に西部に移したが、乾季には塩水が流入する。</li> <li>・生活用水は現在、主に河川水を利用している。</li> </ul>
バクリエウ省(人民委員会)	
気候変動の影響	・海面より低い土地が多く、塩水がデルタに流入、塩分が残留して農業に悪影響を与える。
水利用の現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハウ川からの河川水、地下水、雨水を主に生活水として利用している。地下水は 80-120m の深さで掘らなければ、塩分が含まれる。最近では、その深さでも乾季には水がでない。</li> <li>・未処理の地下水、河川水をそのまま利用しているケースも多い。</li> <li>・水道水の水源は、主に地下水である。過剰揚水による地盤沈下が懸念されるため、河川水の利用に変更したいと考えている。</li> <li>・新たな井戸の掘さくは禁止しているが、市民が無許可で掘ることが多い。そのため、雨水利用や、排水利用のプロジェクトが必要である。</li> </ul>
ホーチミン市(人民委員会、水道公社)	
気候変動の影響	・2010 年、2011 年の乾季の湖の水量が 40% 減少して、水道水

	<p>の水源の水が減少している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2010年、2011年は塩水が流入し Saigon Water Company の施設では処理できず、貯水を利用した。</li> </ul>
水利利用の現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・給水量 200 万 m<sup>3</sup>/日</li> <li>水源:ドンナイ川(120 万 m<sup>3</sup>淡水、水路 30 万 m<sup>3</sup>、サイゴン川 50 万 m<sup>3</sup>、及び地下水)</li> <li>・Can Gio 県などでは、海面上昇の影響を受けており、今は年間数ヶ月海水が流入する。周辺地域では水不足の地区もあり、地下水を利用するしか方法のないところもある。</li> <li>・14 万 m<sup>3</sup>/日の生活用水処理施設が JICA の支援により建設され、50 万 m<sup>3</sup>まで拡大する計画がある。</li> </ul>
ドンナイ省(人民委員会)	
気候変動の影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水源であるドンナイ川の海水流入の問題が深刻化している。</li> </ul>
水利利用の現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水道水の水質が悪い。</li> <li>・水道水の重金属汚染も深刻化。</li> </ul>

ヒアリングの結果、すでに広範囲において河川水への塩水浸水が深刻な問題となっていることが分かった。工業排水による河川の水質悪化、ダム貯水による下流の水量減少がさらに、ベトナムの水問題を深刻にしているといえる。地下水にも塩水浸入が発生している上、地下水の過剰揚水が地盤沈下等の被害を引き起こすことが懸念されている。それらの問題に対し、海岸堤防、沿岸から遠い河川からの送水などの計画がたてられており、ホーチミン、ハノイ、フエ、カントー市などの大きな都市では JICA や PPP などの支援により、上水道整備事業計画や調査が実施されているところもある。一方で、地方の省の予算は限られているため、中央政府からの予算配分を求めた政府承認や、国内や海外の資金支援を待っているとの話が聞かれた。「Water and sanitation sector assessment report Viet Nam 2011」においても、地方への財源配分が不十分であり、水資源問題を抱える省の中には、対策プログラム実施のための予算を得られないとの問題が指摘されている。

また、調査対象地域において水質検査を実施し、ベトナムの飲料水・水質基準(QCVN01/2009-BYT)と比較した結果を表4に示す。

表4. 本調査で実施した水質検査の結果概要

検査地点	結果
1. ロンアン省水道水	水質基準をクリアしている。
2. ロンアン省地下水	濁り、色度、pH、味・臭い、鉄分、マンガン、酸化度、大腸菌が基準値を超える。
3. ロンアン省河川水	濁り、色度、酸化度、アンモニア、マンガン、鉄分、大腸菌、その他の菌類が基準値を超える。
4. バクリエウ省水道水	硬度、大腸菌が基準値を超える。
5. バクリエウ省地下水	濁り、緑膿菌が基準値を超える。



6. バクリエウ省河川水	濁り、色度、酸化度、鉄分が基準値を超える。大腸菌、緑膿菌、連鎖球状菌、ポツリヌス菌が基準値を超える。
7. ドンナイ省水道水	大腸菌、緑膿菌、連鎖球状菌が基準値を超える。
8. ホーチミン市 9 区河川水	濁り、色度、酸化度、鉄分、大腸菌、緑膿菌、連鎖球状菌、ポツリヌス菌が基準値を超える。
9. ホーチミン市 9 区地下水	濁り、色度、pH、鉄分、塩素化合物が基準値を超える。

上記、水質結果はそれぞれ、1 地点の結果であるため、同じ省内でも場所、また季節(試験実施は雨季)による違いがある。しなしながら、対象地域の水道水、地下水の水質は十分でなく、安全性には問題がある。

メコンデルタ地域の水問題は、量・質ともに深刻である。自治体では、塩水浸水を防ぐ根本的な解決策として、堤防、水門建設などに取り組むとともに、新たな水源からの給水、塩分を除去する浄水設備などの供給側の安全な飲料水と生活水の確保のための対策を検討している。これら、水問題が深刻な地域における安全な水の確保に関する人々ニーズに対して、当該技術は消費者の需要側の対策として、短期に導入できる手段として有効である。また、小規模なコミュニティへの給水手段としての対応も検討する。

## ②ミャンマー

ミャンマーの旧首都であるヤンゴンには、同国の全人口の約 1 割が集中する最大の都市である。さらに、昨年の民主化以来、急速な開発が進んでいる。しかしながら、そのインフラは未整備である。上水道も、水道の普及率はヤンゴン市の人口の約 40%に留まる。また、その水源の約 88%は表流水、12%は地下水である。水道は、ヤンゴン市開発委員会(YCDC)が管理する。ヤンゴン最大の浄水場である Naunghnapin 浄水場(204,500m<sup>3</sup>/日)は、Ngumoeyleic 貯水池を水源とする浄水場であるが、非常に簡単な処理しか施されておらず、水質管理は十分とはいえない。同浄水場では水質試験を実施しているが、ヤンゴン市内の水道水からは鉄分を含む色のついた水がでることもあり、ヤンゴン市内までの配水管の老朽化などによる水質の低下も懸念されている。しかしながら、ヒアリングでは、ヤンゴン市内の人は水道水をそのまま飲んでいるという話が聞かれた。

表5. ヤンゴンにおける水源

用途	水道	公共の井戸	私有井戸	近隣の井戸	ボトル水	業者から購入	雨水、河川等	その他
飲料水	12	1.7	16.9	5.2	44.9	7.0	12.0	0.2
その他	33.5	2.3	37.1	8.9	0.1	8.7	8.9	0.4

(単位%)

出展: JICA 調査



水道による給水を受けていない地域では、井戸を掘削して地下水を利用している。私有の井戸を掘れない世帯は、近隣の井戸に水を汲みに行き利用している。表6は、ヤンゴンの地下水をベトナムの試験場で検査した結果と、ベトナムの飲料水基準との比較を示す。その結果、鉄分、マンガンなどの含有量は多くはないが、基準値を超え、大腸菌などの菌類も検出されている。井戸水を利用するコミュニティにヒアリングをした結果、井戸水の水質に不満はなく、水は煮沸せず1日貯水後、飲料利用しているが、特に健康への悪影響もないとのことであった。

表 6. ヤンゴン地下水の水質検査結果

項目	単位	基準*	ヤンゴン地下水
濁り	NTU	<2.0	1
色度	TCU	<15	12
pH		6.5-8.5	6.69
味・臭い		異常でない	異常でない
酸化度	mg/L	<2.0	検出されず(<2.0)
アンモニア	mg/L	<3.0	<0.5
一酸化窒素	mg/L	<3.0	<0.03
硝酸塩	mg/L	<50.0	0.09
硬度	mg/L	<300	1.1
マンガン	mg/L	<0.30	0.463
鉄	mg/L	<0.30	0.36
硫酸塩	mg/L	<250	6.08
塩素化合物	mg/L	<250	85
ヒ素	mg/L	<0.01	0
鉛	mg/L	<0.01	0
カドミウム	mg/L	<0.003	0
水銀	mg/L	<0.001	0
大腸菌(Coliforms)	Cfu/250mL	0	6×10
E.Coli	Cfu/250mL	0	2.4×10 <sup>2</sup>
連鎖状球菌	Cfu/250mL	0	検出されず(<1)
緑膿菌	Cfu/250mL	0	検出されず(<1)
ポツリヌス菌	Cfu/250mL	0	検出されず(<1)

\*ベトナムの飲料水基準(QCVN01/2009-BYT)

■ は、飲料水基準を満たさない項目。

ヤンゴンでは、水質よりも、量が重要というコメントがあり、一般にベトナムと比較して水質に対する不満などは少なかった。水質基準や、国内の検査機関の整備も不十分なため、安全な水に対する意識はまだ低い。



Naughnapin 浄水場



Tephyu 浄水場(地下水)



私有井戸(コミュニティで共有)

## 2. ニーズに対する技術導入の可能性

### 2.1 技術的な課題の検討、製品スペックの検討

#### ①ベトナム

前述するベトナムにおけるニーズ調査の結果、ベトナムでは気候変動の影響による塩水浸水が深刻な問題となっている。しかしながら、当該技術は塩分除去には適しておらず、塩水を淡水化して利用するためには直接は貢献できない。一方、塩水浸水により利用可能な水源が減る状況に対応するため、既存の水源の水質改善、水の効率利用、再利用という面で利用可能な水量増加に貢献することが可能である。

当該技術がベトナムにおける安全な水の供給に貢献する方法として、本調査では以下の3つのアプローチを検討している。

### 1. 学校における安全な飲料水供給

#### a) 概要

ホーチミン近郊の省にある学校を対象に飲料水基準を満たす水を供給する。現在、対象の学校で利用されている飲料水基準に達しない水道水、地下水を浄化して、子供たちに安全な飲料水を供給する事業の実現可能性を検討する。

b) 目的

ベトナムの水道水、地下水の水質は十分ではない。現在、学校で利用されている水道水、地下水を飲料可能なレベルまで浄化することにより、安全な水を供給し、利用可能な水の量を増やす。また、これまでガロン水を購入していた学校、生徒の経済的負担を軽減する。

c) 技術的な課題

主に水道水、地下水を原水とし、技術的な課題は少ないと考える。

d) 製品スペック

地下水を利用している学校もあり、原水の水質により、細菌、重金属を処理する装置の追加を検討する必要がある。

## 2. コミュニティへの安全な水の供給

a) 概要

ホーチミン市内 9 区の 4 村 2,000 世帯では、水道水が普及しておらず、雨水、河川水、地下水を生活水として、ガロン水を飲料水として利用している。同地区に、河川水を原水とした給水の実現可能性を検討する。

b) 目的

水道の普及していないコミュニティへの安全な水の供給方法として、提案技術の適用の可能性を検討する。

c) 技術的な課題

沈殿や濾過による浮遊物除去、及び微生物除去のための前処理が必要となる。また、給水のための配管工事などが必要とされる。

d) 製品スペック

原水により、微生物、重金属等を除去するための前処理、装置の追加の検討が必要である。河川の塩分濃度増加に対応するスペックの検討が必要である。



ホーチミン市 9 区浄化施設



ホーチミン市 9 区水源の河川



### 3. 雨水リサイクル

#### a) 概要

雨水リサイクルによる飲料水、中水としての利用を検討する。

#### b) 目的

雨水を貯水利用することにより、利用可能な水の量を増やす。

#### c) 技術的な課題

中水の利用としては特に重大な課題はないと考える。飲料水レベルまでの処理が可能かどうか、検討する。

#### d) 製品スペック

原水により、微生物、重金属等を除去するための前処理、装置の追加の検討が必要である。



雨水貯水(ホーチミン市 9 区)



雨水貯水タンク(ホーチミン市 9 区)

### ②ミャンマー

ミャンマーは、ベトナムと比較して安全な水への認識が低いと考えられる。一方で、未処理の地下水を飲料水として利用していることも多く、今後近隣の工場廃水、農薬、及び海面上昇による塩分浸水などにより、水質の悪化、利用可能な水の減少が危惧されている。

JICA と YCDC が実施している「ミャンマー国ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査」(2013 年 4 月)では、2040 年までのヤンゴン都市圏の開発ビジョンと開発計画を策定しており、その中で、2040 年には水道普及率をヤンゴン市で 80%(38%:2011 年)、ヤンゴン都市圏では 69%(35%:2011 年)まで向上することを目標として掲げている。また、水質を改善して飲用可能な水道水の供給を目指している。

ヤンゴン市内を中心に上水道の整備もすすめられると予想されるため、開発の遅れるヤンゴン市周辺部の都市圏において、特に SBH の浄水技術が貢献できると考える。現在、コミュニティが利用している井戸の地下水を調べたところ、その水質は地下水としては悪くないものの、飲料水・生活水基準(ベトナムの基準参照)は満たしていない。コミュニティが共同で利用する井戸水を SBH 浄水シ

システムにより浄化、安全な飲料水、生活水を供給する事業が可能と考える。また、ベトナムにおける学校事業等をモデルとして、飲料水供給事業、及び安全な飲料水に対する意識向上活動などの展開が有効と考える。ベトナムで計画する事業のミャンマーへの展開について検討する。

## 2.2 技術導入に関する相手国の政策との連携検討

### ①ベトナム

ベトナムにおいて提案する3つの技術導入計画は、下記のベトナムの政策に合致しており、連携の可能性が考えられる。特に、学校における飲料水普及計画は、当該省と協力して、省の予算で提案技術を普及する検討がすすめられている。

・ベトナムは、「National Rural Clean Water Supply and Sanitation Strategy up to the Year 2020 (NRWSS Strategy)」で、2020年までに農村人口の100%に清潔な水を供給することを目標に掲げている。また、より具現化したものとして地方給水・衛生国家目標プログラム(National Target Program for Rural Water Supply and Sanitation: NTP)III(2011年～2015年)が2010年に策定されている。NTPIIIによれば、2015年までに地方農村住民の95%が安全で清浄な水、うち65%以上が生活水の水質基準であるQCVN02/2009-BYTを満たした水を、1人当たり1日最低60リットル利用できることを目標に掲げている。

・本調査対象の省では、省内の公立の学校790校に安全な飲料水を普及する目標に掲げている。

・ベトナム政府は水源利用の効率性を高めるべく、2013年年末に雨水の利用を推奨する内容の政令を発出する方針を明らかにしている(サイゴンタイムズ2013年10月22日)。

### ②ミャンマー

2009年に策定された「国家持続的開発戦略」では、5年以内の目標として選ばれた町と地域において、適切な下水処理システム及び下水処理場の建設を掲げている。また、持続可能な社会発展のため、人々の健康状態を改善するための活動として、安全な水及び衛生施設へのアクセスの改善が掲げられている。

## 3. 技術を導入した場合の成果

本項では、ベトナムにおいて検討をしている3つのアプローチについて、水質検査やアンケートを通じて行った事業による効果の検討結果を示す。

### 3.1 デモ機導入による効果測定

#### 3.1.1 水質検査による効果測定

### 1. 学校における安全な飲料水供給

対象の省内の学校にデモ機を導入して、導入前後の水質を測定した結果を示す。特筆すべきは、

デモ機導入前は、水道水より菌類や基準値に近いマンガンが検出されていたが、SBH 浄水機導入後は改善されている。処理後の水は、飲料水水質基準(QCVN01/2009-BYT)を満たしている。

表 7. 当該省の学校における水質検査結果

項目	単位	基準	処理前	処理後
濁り	NTU	<2.0	0	1.86
色度	TCU	<15	0	3
pH		6.5-8.5	7.76	7.4
味・臭い		異常でない	0	異常でない
酸化度	mg/L	<2.0	0	1
アンモニア	mg/L	<3.0	0	0
一酸化窒素	mg/L	<3.0	0.04	0
硝酸塩	mg/L	<50.0	0.02	0.39
硬度	mg/L	<300	0	28
マンガン	mg/L	<0.30	0.3	0.007
鉄	mg/L	<0.30	0.05	0.011
硫酸塩	mg/L	<250	5	8.5
塩素化合物	mg/L	<250	10	8
大腸菌 (Coliforms)	Cfu/250mL	0	0	0
E.Coli	Cfu/250mL	0	3	0
連鎖状球菌	Cfu/250mL	0	3	0
緑膿菌	Cfu/250mL	0	10	0
ポツリヌス菌	Cfu/250mL	0	0	0

■ は、飲料水基準を満たさない項目。

導入した学校では、生徒が蛇口から水を飲んでいる。学校責任者へのヒアリングでは、ガロン水を買うよりもコストが安くおさえられること、子供が安心して水を飲めることに満足しているとのコメントが得られた。



浄水場から河川水の家庭への簡易な配水



鉄の付着した井戸水貯水タンク



学校での飲料水供給の様子

## 2. コミュニティへの安全な水の供給

ホーチミン市 9 区では、現在ドンナイ川の水、または井戸水が利用されている。ドンナイ川の水は、2.1 項に前述するように、古い浄水場でくみ上げ約半日貯水、沈殿処理された後、一定時間開放、一部の家庭に配水されている。各家庭は、開放中に貯水し使用している。浄水場の供給能力は、15-20トン/日程度である。

表 8 に、河川水、井戸水の水質検査の結果を示す。河川水は濁り、色、大腸菌含有量が生活水水質基準値を上回る。井戸水は、濁り、色、鉄分、塩素化合物において生活水基準を上回る量を含むことが分かった



表 8.9 区の河川水、井戸水の水質検査結果

項目	単位	基準		川水	井戸水
		飲料水	生活水 *		
濁り	NTU	<2.0	<5.0	14.1	9.77
色度	TCU	<15	<15	20.0	20.0
pH		6.5-8.5	6.0-8.5	6.73	6.10
味・臭い		異常でない	異常でない	異常でない	異常でない
酸化度	mg/L	<2.0	NA	2.10	1.94
アンモニア	mg/L	<3.0	<3.0	0.14	0.32
一酸化窒素	mg/L	<3.0	NA	0	0
硝酸塩	mg/L	<50.0	NA	2.11	0.98
硬度	mg/L	<300	<350	14.0	92.0
マンガン	mg/L	<0.30	<4.0	0	0.23
鉄	mg/L	<0.30	<0.5	0.49	0.70
硫酸塩	mg/L	<250	NA	10.6	149
塩素化合物	mg/L	<250	<300	2.13	347
ヒ素	mg/L	<0.01	<0.01	0	0
鉛	mg/L	<0.01	NA	0.001	0.001
カドミウム	mg/L	<0.003	NA	0	0
水銀	mg/L	<0.001	NA	0	0
大腸菌(Coliforms)	Cfu/250mL	0	<50	>100	0
E.Coli	Cfu/250mL	0	0	0	0
連鎖状球菌	Cfu/250mL	0	NA	>100	0
緑膿菌	Cfu/250mL	0	NA	>100	0
ポツリヌス菌	Cfu/250mL	0	NA	>100	0

\* QCVN02/2009-BYT の I.給水施設に適用される生活水の水質基準。

■ は、飲料水基準を満たさない項目。■ は、生活水基準を満たさない項目。

SBH 浄水システムを活用した下記のプロセスで、ドンナイ川の水を浄水、生活水・または飲料水基準を満たす水を供給することが可能と考えている。

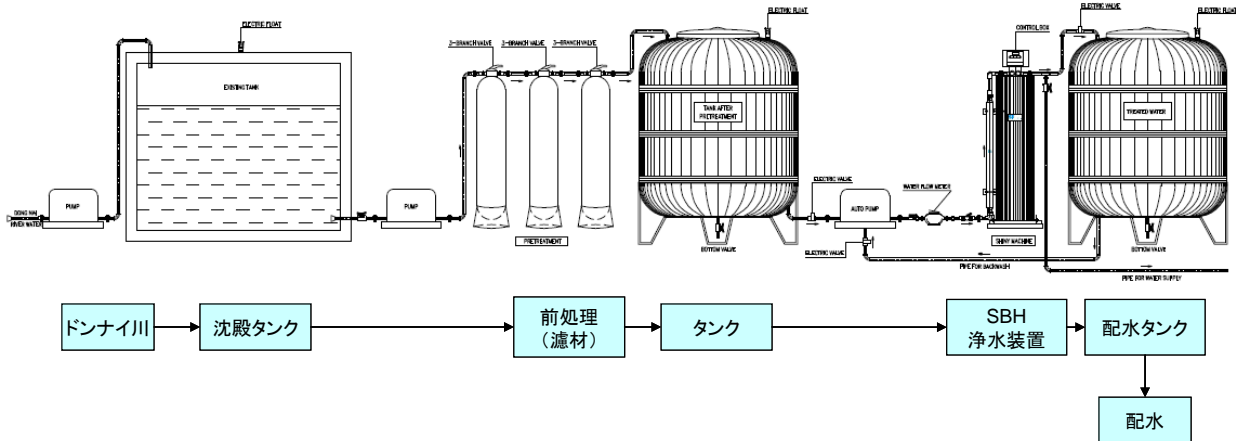


図 9.提案するシステムの見取り図

### 3. 雨水リサイクル

ホーチミン市内で雨水を集水、浄化するテストを行った。表9に示すとおり、設備稼働開始約1ヶ月後(2013年11月29日)の試験結果では、微生物類が検出されていたため、微生物処理工程を追加、再試験(2014年1月9日)を行った結果微生物は検出されなくなり、飲料水基準を満たすレベルまで改善された。



雨といから集水

貯水タンク

SBH 浄水装置

表 9.雨水の処理前後の水質検査結果

項目	単位	基準	23 処理前	処理後 11/29	再試験 2014/01/09
濁り	NTU	<2.0	5	1	-
色度	TCU	<15	11	13	-

### 3.1.2 アンケートによる影響評価

提案技術による効果を把握するため、既存事業で導入している 20 世帯、施設について表 10 に示す項目を含むアンケートを実施した。

表 10. 主なアンケート項目

導入前の状況	
生活用水	水源/ 量、質に対する満足度
飲料水	水源/ 量、質に対する満足度
導入後の状況	
生活用水	量、質に対する満足度
飲料水	量、質に対する満足度
健康への影響	メリットがあると思う・思わない
経済面への影響	メリットがあると思う・思わない

アンケートの対象の区分、導入前後の水の利用状況を表 11 にまとめる。

表 11. アンケート対象者の概要

区分	家庭(8)、工場(5)、飲食店(2)、学校(1)、商業ビル(1)、ホテル(1)、寺(1)、孤児院(1)
導入前に利用していた生活用水	水道水(16)、地下水(4)
導入前に利用していた飲料水	ガロン、ボトル水(16)、煮沸水(2)、その他(2 (新設施設のため))
SBH 浄水装置によって浄水する原水	水道水(16)、地下水(4)
SBH 浄水装置による処理水の利用方法	飲料水及び生活水(12)、飲料水(8)

アンケートの結果は表 12 に示す。

表 12. アンケート結果

	満足	少し満足	普通	不満
導入前生活用水				
量	8	2	1	2
質	2	2	4	5
導入前飲料水				
量	3	1	11	2
質	10	-	1	6
コスト	1	-	3	13
導入後生活用水				
量	12	-	-	-
質	12	-	-	-
導入後飲料水				
量	20	-	-	-

質	20	-	-	-
	かなりそう思う	そう思う	そう思わない	全く思わない
SBH の水は健康への好影響がある	-	20	-	-
SBH 装置は経済的メリットがある	-	18	2	-

導入前の生活水は、量についてはほぼ満足しているといえるが、質については、地下水利用者は「鉄分等が含まれている」、水道水利用者は「塩素濃度が高い」ことを理由に不満を示していた。導入前の飲料水は、ほとんどの人がガロン水やボトル水を購入しているが、水質に満足していない人がいた。その理由として、ボトル水でも「水質が信用できない」との答えがみられた。また、飲料水購入費用に不満を感じる人が多くみられた。SBH 浄水器導入後は、対象者全員が満足していると回答した。健康面のメリットについては、回答が難しい質問とは思われるが、全員がそう思うと返答した。また、経済的なメリットについては、初期投資が高いためそう思わないというコメントがあったが、大半の利用者はメリットがあると考えている。特に、ガロン水購入費の削減、煮沸のための燃料と労力削減をその理由にあげていた。

### 3.2 経済・社会に与える影響検討

前述のアンケート結果より、ベトナムでは飲料水としてガロン水、ボトル水を購入することが一般的となっていることがわかる。ベトナムで一般的に購入されているガロン水の価格 (LaVie45,000VND (約 220 円) / 19L、VinhHao35,000VND (約 170 円) / 20L) をもとに 1 人 1 日 2 L の飲料水利用を前提に試算した場合、その費用は 1 人あたり年間約 6,000-8,000 円となる。これは、ベトナム人の 1 ヶ月の平均所得にほぼ等しい支出となる。そのため、飲料水にかかるコストに不満を感じる人が多い。提案技術は、途上国に適したコストを抑えた設計、かつ膜交換などのメンテナンスが不要なため、利用者にとって早期の初期投資回収が可能で、経済的な便益をもたらす。特に表 13 に示すように、1 装置あたりの飲料水としての利用人数が多いほど、初期投資の回収は短縮でき、利用者にとってのメリットは大きい。そのため、提案技術を、学校などの公共施設での飲料水供給に利用することによる経済的なメリットは大きい。

SBH 装置の購入者は、導入後の水質検査の実施により、飲料水水質基準をクリアした時点で支払いをするシステムである。その後も定期的な水質検査を実施することにより、利用者は安心して継続使用することが可能となる。

表 13. 1L あたりの飲料水コストの差額 (SBH 装置とガロン水) による初期投資回収期間 (黄色でハイライトしたセルは、投資回収年を示す。)

使用人数	6ヶ月	1年	2年	3年	4年	5年
10人	8,459	16,964	33,927	50,891	67,855	84,819
50人	42,293	84,819	169,637	254,456	339,275	424,094
100人	84,586	169,637	339,275	508,912	678,550	848,187
500人	422,932	848,187	1,696,374	2,544,561	3,392,748	4,240,935
750人	634,397	1,272,281	2,544,561	3,816,842	5,089,122	6,361,403

(単位:1000VND=約4.8円)

※S-1=最大1500L(64.680.000vnd)

#### 4. 適応行動への貢献の評価手法/方法論検討

6章に記載する。

#### 5. 普及方法の検討(販路、価格、ファイナンス等)

##### ①ベトナム

##### 1.学校における安全な飲料水供給

前述するように、当該技術は家庭用浄水機としてよりも、学校など1装置あたりの飲料水としての利用者が多いほど、利用者の経済的メリットが大きい。調査対象省では、同省の政策に連携し、学校における安全な飲料水給水のための目的で普及を試みる。本調査でデモ機を導入した500人規模の学校では、生徒から飲料水代として毎月20,000VND(約96円)を集金しているが、同省内でも学校や地域によって集金の有無、その金額は異なる。3m<sup>3</sup>容量の装置を導入、毎月生徒より6,000VND(約29円)集金する想定で試算した5年間のキャッシュフローを表14に示す。表14は水道水を原水とした場合の処理設備を対象としており、3年で投資回収が可能となる。原水が地下水の場合、鉄分、マンガンの処理タンク、微生物処理追加が想定されるが、その場合も同じ集金額での実施を想定すれば設備内容により3~5年の回収期間となる。初期費用は、省の予算、及び銀行の融資等により一部負担、その後は集金する飲料水代をもとに返済することが可能となる。返済後は、生徒からの飲料水代としての集金額を削減、または教育費に充当することが可能である。水道の整備されていない地域では処理のための設備費も高くなると考えられるが、集金額を増やすと個人の負担が大きくなる。学校ごとではなく、省内で一括した投資と支払いの管理をすることが望ましい。

表14. 3m<sup>3</sup>容量の装置を500人規模の学校に導入した場合のキャッシュフロー

年	0	1	2	3	4	5
a. 機器・装置	400,000					
b. O&M		32,000	32,000	32,000	32,000	32,000
c. コスト(a+b)	400,000	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000
d. 集金する飲料水代		172,800	172,800	172,800	172,800	172,800
e. 差額(経済便益)(d-c)	-400,000	140,800	140,800	140,800	140,800	140,800

(単位:円=約208VND)

学校への提案技術の普及は、子供の安全な飲料水に関する意識を高めることとなり、社会的な影響が大きい。また、子供が学校で蛇口から水を飲む経験をすることは、それぞれの家庭においてSBH 技術を認知する機会を与え、普及効果が期待される。当該省での活動をモデルとして、他の省へも広く普及することをめざす。

## 2. コミュニティへの安全な水供給

1日 35m<sup>3</sup>水供給が可能な SBH の浄水装置を取り入れ、図9に示すシステムを開発した場合、100世帯(約 500人)に対して、1日 1人 60L(1世帯 9 m<sup>3</sup>/月)の水を供給することが可能になる。図 9 に示す提案システムのコストは、約 500 万円と試算されている(各世帯への配管は含まない)。ホーチミン市の水道料金は、約 8,300VND(約 40 円)/ m<sup>3</sup>であり(VIETJO、2013 年 1 月 7 日)、現行の水道料金をもとに課金するモデルでは、事業の採算性を追及することは難しい。インフラ、設備投資は地方政府の負担、O&M 費のみ住民から徴収する水道料金で賄うなどが現実的と考える。また、配管整備を含まず、非常に簡易な前処理で対応できる小規模の水供給設備の機器リース、及び O&M 提供ビジネスモデルについて検討することは可能と考える。

## 3. 雨水リサイクル

ホーチミン市の年間降水量は、約 1,800mm である。100m<sup>2</sup>の集水面積で、90%の効率で集水できた場合、年間約 162m<sup>3</sup>の雨水の再利用が可能となる。これを中水利用した場合、年間約 6,480 円(水道代約 40 円/ m<sup>3</sup>)、飲料水として利用した場合は約 137 万円(VinhHao35,000VND (約 170 円)/20L)の経済便益が予想される。図 10 に示すように特に、5-10 月は、平均降水量は 200mmを超え、半月以上は雨が降ることから、雨水の効率利用は重要である。

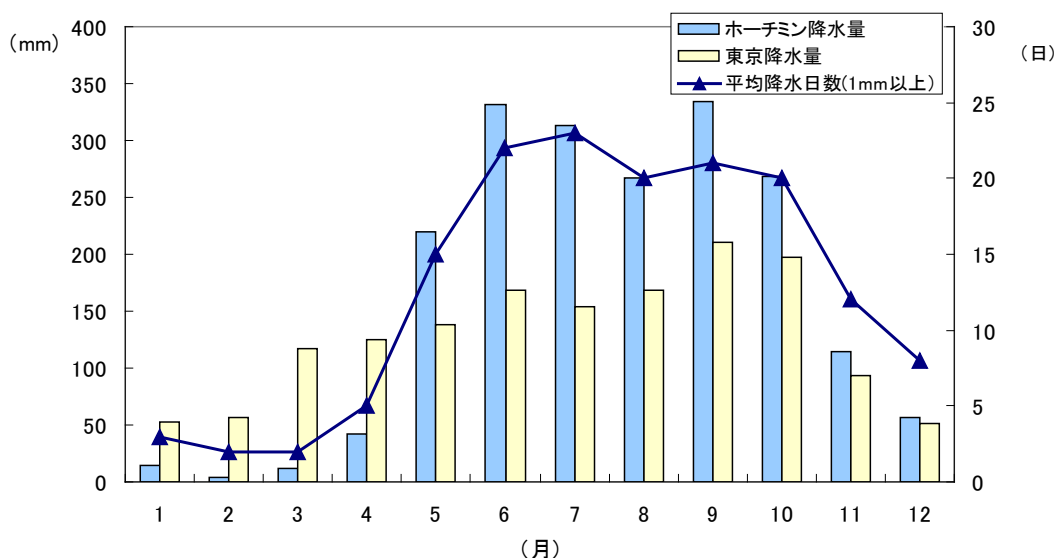


図 10.ホーチミンと東京の降水量  
(平均降水日数はホーチミンのデータ)

出典: The Embassy of the Socialist Republic of Vietnam in the United Kingdom

<http://www.vietnambassay.org.uk/climate.html>



季節変動を考慮し、より集水効率の高い広大な面積が確保できる工場、商業施設、ホテル等の屋根から集水、地上や地下に貯水するシステムが普及することで、水資源の効率利用、利用可能な水の量を増やすことが可能である。雨水利用は、雨季の冠水防止にも貢献する。雨水利用を推奨する政令に基づき、政府や自治体から貯留タンク、設備設置のための補助金給付制度などが期待される。

## ②ミャンマー

ミャンマーでは、現在水道料金がメーターの設置された家庭で 88MMK (ミャンマーチャット) (約 9 円) / m<sup>3</sup>、設置されていない家庭では月額 170 円と、ベトナムの 2.5~5 分の 1 の金額である。また、20L の一般的なガロン水も 500MMK (約 50 円) とベトナムの約 4 分の 1 の価格である。人々の水の安全性に関する意識も低く、水質基準や、水質検査場なども未整備である。ベトナムで実施する学校事業の展開により、安全な飲料水に関する啓蒙活動等から取り組むことが重要と考える。また、前述するような水道が整備されておらず井戸を共有、地下水を飲料水利用しているコミュニティにおいて、地下水を浄化して飲料水を供給するような事業は可能性があると考えられる。

6. 指標(方法論)とベースラインデータ

①ベトナム

ベトナムで検討している1. 学校における安全な飲料水供給、2. コミュニティへの安全な水供給、及び3. 雨水リサイクル事業が実現できた場合、それぞれベースラインと、想定されるプロジェクトのケースを表 15 にまとめる。

表 15. ベースラインとプロジェクトの状況

	ベースライン	プロジェクト
1. 学校における安全な飲料水供給	対象とする水源の水質は飲料水基準を満たさない。	飲料水基準を満たす水の供給
2. コミュニティへの安全な水供給	対象とする水源の水質は生活水基準を満たさない。	生活水基準を満たす水の供給
3. 雨水リサイクル	雨水、排水は再利用されない。	雨水、排水は中水、または飲料水として利用される。

上記事業の効果測定について、インプット・アウトプット・アウトカムフレームワークの活用を検討する。

表 16. インプット・アウトプット・アウトカムフレームワークと評価指標

インプット	アウトプット	アウトカム	評価指標
浄水設備導入	安全な飲料水・生活用水の供給量増加	安全な水の供給率向上	水質 供給量(m <sup>3</sup> ) 受益者数(人)
		下痢などの水系患者数減少	水系疾患患者数(人)
		利用可能な水の量の増加	水質 供給量(m <sup>3</sup> )

事業の効果は、事業により供給される一定の水質基準を満たす水の量によって評価する。

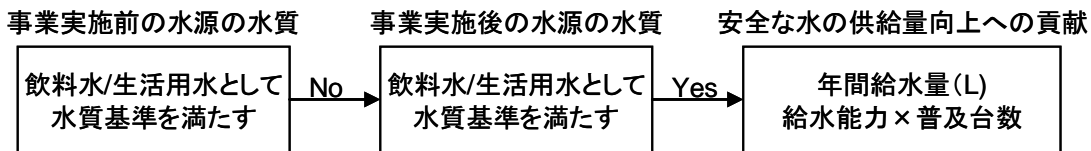


図 11. 評価方法

ベトナムでは、飲料水・生活用水の水質基準が定められているため、その基準を満たす給水量の当該事業による増加分を貢献の成果とする。ベトナムにおける水系疾患患者数は、現段階でまとまった統計データはない。本事業の直接的な影響を測る指標としては規模が大きいと考えられるが、同様のデータの入手可能性や、定性的な評価を検討する。

表 17. ベースラインデータの取得可能性

ベースラインデータ	データ取得可能性
飲料水、または生活用水の水質基準に基づく水質検査結果	○
導入する浄水設備の容量(>利用者×飲料水需要)	○
利用者	○
水系疾患患者数	△

②ミャンマー

ミャンマーでは、具体的な事業提案には至っていないが、ベトナムにおける事業の展開を検討する。その場合、事業の効果測定はベトナムと同様の方法が適用可能である。ただし、ミャンマーでは、現在定期的に水質検査が実施されておらず、検査機関も未整備なため、WHOの基準やベトナムなど周辺国の基準を参考にして評価を実施する。一方、ミャンマーでは表 18 に示すデータが入手できる。

表 18. ヤンゴンの疾病患者数及び死亡数(人)

疾病名	2007		2008		2009		2010		2011	
	症例	死亡	症例	死亡	症例	死亡	症例	死亡	症例	死亡
下痢	17,344	7	17,462	9	13,166	10	11,851	2	10,969	4
赤痢	8,507	0	9,489	-	6,135	0	6,361	0	4,436	0
食中毒	244	7	259	3	435	7	255	0	395	0
腸チフス	103	1	71	1	55	0	98	0	47	0

出典: JICA 調査 原典: Yangon Regional Health Department, Ministry of Health

## 7. 適応対策において今後見込める成果

### ①ベトナム

ベトナムで検討されている1. 学校における安全な飲料水供給、2. コミュニティへの安全な水供給、及び3. 雨水リサイクル事業が実現できた場合、インプット・アウトプット・アウトカムフレームワークに従って想定される成果を表 19～表 21 に示す。

表 19. 当該する省の 790 校に浄水設備を普及した場合(1 校 500 人規模と仮定)

	ベースライン	プロジェクト
水質	対象事業の水源は、飲料水水質基準(QCVN01/2009-BYT)を満たさない。	事業による処理水は、飲料水水質基準(QCVN01/2009-BYT)を満たす。
水量	0	2L×500人×790校=790,000L/日
受益者数	0	395,000人

表 20. 9 区コミュニティに浄水設備が導入できた場合(100 世帯、500 人を想定)

	ベースライン	プロジェクト
水質	対象事業の水源は、生活水水質基準(QCVN02/2009-BYT)を満たさない。	事業による処理水は、生活水水質基準(QCVN02/2009-BYT)を満たす。
水量	0	60L×500人=30,000L/日
受益者数	0	500人

表 21. 雨水リサイクルが実施できた場合(100m<sup>2</sup>の集水設備)

	ベースライン	プロジェクト
水質	対象事業の水源は、飲料水/生活水水質基準を満たさない。	事業による処理水は、飲料水/生活水水質基準を満たす。
水量	0	162,000L/年
受益者数	0	飲料水: 162,000/(2×365)=221人 生活水: 162,000/(60×365)=7人 いずれも季節変動は考慮していない。

水質問題を抱え、気候変動に対して水資源が最も脆弱な分野であるベトナムにおいて、いずれの事業も利用可能な水の量を増やし、水資源の効率利用を可能にする。特に学校事業においては、人々の水資源への認識向上に貢献する。水資源の効率利用、適切技術の特定、人々の認識向上を活動分野として掲げるベトナムの政策「National Target Program to Respond to Climate Change」に合致しており、ベトナムの適応対策に貢献する事業といえる。

学校における飲料水供給事業は、5 章に示すとおり従来、学校及び生徒が負担している飲料水代を削減することが可能である。生徒の家庭の経済的負担を軽減するだけでなく、飲料水代を教育費に還元するなど、経済的、社会的便益が期待される。また、本事業モデルは、資金回収の信頼性

も高く実現可能性が高い。

コミュニティへの生活水供給事業は、配管工事等のインフラ整備を伴う場合は、初期投資の負担が問題となるが、水道の整備されていない農村部の小規模なコミュニティの簡易浄水設備としての貢献が適切と考える。その場合、初期投資費用を抑え、O&M サービスを提供する機器リースなどのモデルが適切と考える。農村部への生活水供給率向上を目指すベトナム政府の政策推進に寄与する。また、ミャンマーの井戸を共有するコミュニティにおいて、地下水を浄化し安全な飲料水供給する事業等は可能性があると考える。

雨水利用は、降水量の季節、年による変動があるため、非常用、大規模施設の節水目的で実施することが効果的と考える。雨季には冠水することが多いメコンデルタ地域では、その防止策としても同国の適応対策に貢献する事業である。

## ②ミャンマー

ミャンマーでは、ベトナムと比較して安全な水に対するニーズが低く、まだ具体的な事業は計画されていない。しかし、ベトナムで検討する学校における安全な飲料水供給事業は、生徒からの飲料水代を集金により短期で投資回収が可能であるためミャンマーにおいても普及が可能と考える。また、ミャンマーの井戸を共有するコミュニティにおいて、地下水を浄化し安全な飲料水供給する事業等は可能性があるため、今後展開の可能性を検討する。

## 8. 今後の事業計画

### ①ベトナム

本調査で検討した事業のうち、ベトナムの学校における安全な飲料水の供給事業は、事業実現のため、導入スペック、想定導入台数、資金調達について当該省・教育局と協議中である。SBHの機器が導入される場合、想定される体制について図12に示す。

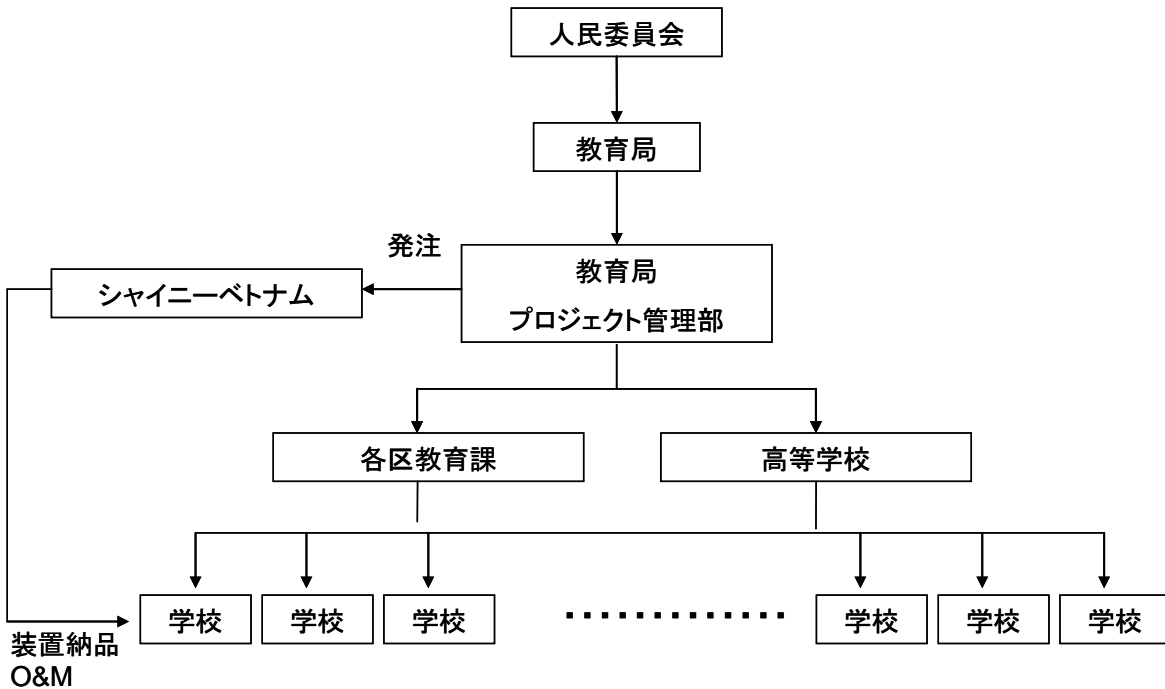


図 12. 学校プロジェクト体制図

導入する装置は学校の規模に応じて、 $0.5\text{m}^3 \sim 5\text{m}^3$ の容量の装置を想定している。地域、学校により水道水、または地下水を利用しているため、原水により鉄分、マンガンを除去する前処理、微生物処理工程が必要となり、 $3\text{m}^3$ 容量で8,200万 VND(約40万円)～15,700万 VND(約75万円)の価格帯を想定している。今後3年間で約670台の普及計画について検討中である。

表 22. 導入予定台数

システム容量	学校規模 (人)	想定設置 費用(円)	導入予定台数			
			2014	2015	2016	合計
$0.5\text{m}^3$	～250	～50万	15	15	4	34
$1.5\text{m}^3$	～750	～65万	150	160	118	428
$3\text{m}^3$	～1,500	～75万	70	70	50	190
$5\text{m}^3$	～2,500	～100万	7	8	5	20
合計			242	253	177	672



## ②ミャンマー

ミャンマーでは、2040年までの開発目標として、飲用可能な水道水の供給が掲げられ、ODAによる支援が計画されている。しかしながら、適切な水量、水質の水を供給する短期的な解決策が必要である。ミャンマーではベトナムと比較して水質に対する意識は低く、飲料水にかかるコストも低い。ベトナムで実施する学校における安全な飲料水の供給事業は、子供たちに対して安全な飲料水に関する啓蒙につながり、かつ経済便益を得やすい。そのため、ミャンマーでも適用が可能なモデルと考える。現在、具体的な事業計画は立っていないが、引き続きYCDCやミャンマー関係者との協議を続け、事業化の検討を行う。

## 9. 対応すべき課題と対応策

### ①ベトナム

現在事業化が検討されているベトナムの学校への導入計画について、学校、及び省の予算で装置購入可能な学校から事業を開始していく計画である。省の予算で賄えない学校は、月賦取引とし、毎月学費の一部として集金する飲料水代により支払う方法を考えている。この場合、初期投資費用の資金調達が課題となる。SBH、及びシャイニーベトナムは銀行からの融資、海外の補助金等資金調達法を検討している。

処理システムの仕様は、特に地下水の場合、場所によって様々であるため、水質検査の後、慎重に決定する必要があるが、これまでのベトナムでの事例をもとに対応可能で、技術的な問題はないと考える。システム導入後は、定期的な水質検査と、O&Mを継続提供する。導入台数の増加に伴い、系統的に対応できる体制を早期に整える必要がある。

コミュニティへの給水は、ホーチミン市9区と協議を続けているものの、資金調達が大きな課題である。大規模な配管工事を含む浄化設備は、公共事業としての実施が現実的であると考えられる。水道、上水道が整備されていない地域の給水事業に関しては、地下水や雨水を浄水処理し飲料水を供給する事業や需要側の水質対策として、SBH技術は有効と考えており、今後引き続き検討を行う。

### ②ミャンマー

前述するように、ミャンマーでは飲料水や生活水の水質に関する意識が低い。また、現在、水質基準や、適切な水質検査設備が未整備で、2016年までに水質ラボラトリの整備が計画されている（JICA「ミャンマー国ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査」、2013年）。安全な水に関する人々の意識向上のための活動に加え、水質基準の設定と周知、水質検査場の早期の整備の重要性について、YCDCへの提言が重要である

**平成 25 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた  
実現可能性調査事業」最終報告書**

コンソーシアム名または企業・団体名	川崎地質株式会社
事業名	大メコン圏経済回廊における気候変動による斜面土砂災害の防災・減災事業
提出日	2月10日

## 1. 本事業の目的

### 1-1 背景

ベトナムは、ASEAN 諸国連合の中でも中長期的に経済成長が見込まれている国であり、経済成長を遂げるためには、電力、運輸、水分野におけるインフラ整備が緊急の課題となっている。同様に ADB の支援による大メコン圏経済協力プログラムでは、道路インフラである経済回廊の整備が進められている。ベトナムはこれらの経済回廊における大メコン圏経済の要所であり、アクセス路を含めたインフラ整備の重要性は高い。また、レアメタルはじめ豊富な鉱物資源開発のためにも安全なインフラ整備は喫緊の課題である。特に、日メコン経済大臣会合では、東西経済回廊・南部経済回廊の開発が、バンコクとハノイ・ホーチミンを結ぶ生産・物流ネットワークの構築にとって重要であり、関連の取組を優先的に実施するとしており、本事業における優先調査地域とする。

ベトナムを含む大メコン圏は、熱帯特有の気候（熱帯モンスーン）に起因した脆弱な地盤となっており、特に雨期には、国境付近の山岳地域を中心に地すべりや崩壊の多発地帯となっている。特に、近年では全世界的な気候変動に伴う集中豪雨の増加により、洪水や土石流、斜面における地すべりや崩壊などの自然災害が頻発化している。平野部では、排水能力を超えた豪雨により洪水や河川の氾濫を招き、山間部では、深層崩壊に代表される大規模な斜面災害が発生し、多くの住民や財産に被害を与えている（昨年度当社 F/S より）。

また、開通後間もない南北回廊ラオス区間においても、数十箇所にも及ぶ土砂崩れが発生し（出所：日本貿易協会月報 3 月号 No. 668\_p21\_2009）、ベトナム主要幹線であるホーチミンルート沿い、ベトナム北部国道 4D 沿いにおいても非常に多くの地すべりや崩壊に起因する土砂災害が発生している（出所：平成 24 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた実現可能性調査」採択案件、川崎地質報告書より）。これらの事例に示されるように、災害危険箇所の事前把握、災害の未然防止、減災など防災に対する知識に乏しく、ほとんど対策がとられていないのが現状である。ベトナム国では、『National Strategy for Natural Disaster Prevention, Response and Mitigation to 2020』（2020 年に向けた国家防災戦略）が、2007 年 11 月に首相により承認されているが、その対策のほとんどが未着手の状況である。しかし、ここ数年でも斜面災害は多発しており、改めて、こ

の国家防災戦略を踏まえた対策、①危険斜面の評価・抽出、②計測機器の設置、③早期避難警戒システムの設置を、斜面災害が多く発生しているベトナム国北部～中部の山間部において、2020年までに実施することが報道を通して天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment）より発表されている（2012年4月）。

このような状況を背景として、災害立国である我国が、効率的・効果的な大メコン圏経済回廊や南北高速鉄道などのインフラ整備に際して、斜面での防災・減災技術におけるソフト・ハード面で果たす役割は大きく、当社が保有する斜面防災・減災に係る既往の技術とノウハウにより、現地調査～斜面危険度評価・災害予測・未然防止～計測機器の設置・観測～早期避難警戒システムの構築～対策工の計画、設計までを斜面防災・減災事業として実施することが、大メコン圏経済回廊や高速鉄道プロジェクトに沿った継続性ある事業に対して貢献できる分野と判断した。

## 1-2 本事業の目的

昨年度ベトナム国ラオカイ省で実施した地すべり調査、測量、設計におけるパイロット事業を通じた実現可能性調査の成果から、我々日本企業が現時点で保有する斜面での防災・減災技術におけるソフト面でのノウハウや計測機器、対策工法に用いられる資材などのハード面での技術はベトナム国において極めて有用なものであることを確認した。こうした小規模パイロット事業を通じてP(企画)D(実施)と、C(効果判定)A(改善)の2ステップサイクルで素早く回していくことが重要と考えており、昨年度のF/S調査で得られたノウハウや情報を元にして、本年度のF/S調査事業に展開し成功モデルの構築を急ぎたいと考えている。

日本における計測機器や監視システムの構築、斜面对策工法として用いられるグラウンドアンカー工法などは、技術レベルは非常に高く高品質であるが、中国や韓国などの製品に比べて高価であり、価格競争において劣勢である。しかし、品質を保持したまま、ベトナムの経済や技術水準にあわせてダウングレードし、改良を加えることや現地生産・販売体制を構築するなど、十分ビジネスとして成立していくものとする。これらの市場性と採算性については、本F/S調査を通じて整理し、事業として継続させ発展させていきたいと考えている。

本年度のF/S調査では、大メコン圏経済回廊をターゲットとして、大メコン圏経済回廊として優先度の高いベトナム中南部を中心に事業を展開する。さらに今後、ベトナムでの事業展開を成功モデルとして、接続する大メコン圏諸国（カンボジア、ラオス、タイ等）にスケールアップさせ、大メコン圏全体を視野において斜面における防災・減災技術をパッケージ化していくことで、我が国企業をはじめ日本国企業におけるビジネスチャンスが広がることを期待するものである。

下記のステップにしたがって、事業展開する。

- ◆STEP-1：ベトナム国における斜面防災・減災事業のF/S実施（昨年度METI業務）。
- ◆STEP-2：ベトナム中南部大メコン圏経済回廊を中心にF/S実施（本年度METI業務）。
  - 技術面での当該地域における課題と可能性調査（調査項目1～5）
  - ベトナムを中心としたメコン地域における事業可能性の検討（調査項目6）
- ◆STEP-3：大メコン圏経済回廊や接続する連絡高速道をターゲットに事業を開始、継続していく。（来年度以降）
- ◆STEP-4：ベトナムでの事業展開を成功モデルとし、大メコン圏諸国（カンボジア、ラオス、タイ等）にスケールアップし大メコン圏全体を視野に事業を発展させる。（来年度以降）

## 2. 課題

### 2-1 ベトナムにおける技術面の課題およびニーズ

#### (1) ベトナムにおける防災対策の現状

ベトナムにおける防災・減災事業としてはベトナム政府機関、ベトナム省政府ら自治体が主体的に進めている事業及び日本政府や諸外国による援助、支援業務がある。

しかし、ベトナムにおける防災・減災事業に関わる予算は、日本と比べて極めて低い。たとえば、人口及び面積が同等のベトナムラオカイ省と島根県を比較した場合、予算総額に対する防災費の比率はラオカイ省が5%に対し、島根県では7.5%とほぼ同じ比率である。しかし、日本円に換算した場合、ラオカイ省における予算総額は253億円、島根県では5、277億円で島根県の約1/20以下しかなく、防災予算額は島根県が396億円に対して、ラオカイ省では13億円と約1/30以下しかない。したがって、ベトナムにおいて、防災・減災対策において日本と同等のソフト・ハード対策を行うためには、ベトナムの実情にあった事業計画を構築する必要がある。

表 2-1 ラオカイ省と島根県の防災予算の比較

地名	ラオカイ省	島根県	摘要 (ラオカイ省/島根県)
面積	6,357 km <sup>2</sup>	6,707 km <sup>2</sup>	
人口	565,700 人	705,893 人	
予算総額	253 億円	5,277 億円	1/21
防災予算額	13 億円	396 億円	1/31
防災/予算総額	5.1%	7.5%	

昨年度のF/S調査では、地すべり、大規模崩壊及び土石流災害が多発しているベトナム北部ラオカイ省を中心に情報収集を行い、ラオカイ省政府、ラオカイ省人民委員会等に対してベトナム現地法人、ベトナム科学アカデミー(IGS)等を通じて、現地での地すべり、崩壊や土石流などの災害発生の状況やその対応についてヒアリングを行うとともに現地状況の確認を行い、現地政府に対して防災セミナーを開催した。本年度のF/S調査では、より広範に調査すべく調査対象地点を変え、地すべり多発地帯であるベトナム南部ラムドン省において、現地政府に対して防災・減災事業のニーズをヒアリングし、現地にて防災セミナーを開催し、現地政府と共に現地調査を実施した。

#### (2) ベトナムにおける防災・減災事業に係る市場規模

ベトナムにおける防災・減災事業に関する市場規模については、昨年度F/S調査で実施したパイロット事業(ベトナム北部のラオカイ省での地すべり調査、測量、設計)から考察を行った。昨年度F/S業務においては、ラオカイ省サパ地区モンセン橋における地すべりに対してパイロット事業を行い、想定される防災・減災分野でのビジネスモデルを抽出し、仮想



事業を想定して様々な観点から事業化に際しての問題や課題の抽出の他、コスト、採算性、資機材調達、現地協力会社の確保、用いる技術、業務遂行能力などの評価を行った。今年度は、昨年度の成果を踏まえ、ラオカイ省との間に2013年11月に「ラオカイ省国道4号における防災対策プロジェクト」を立ち上げた（ラオカイ省・VJEC・川崎地質）。また、ラオカイ省やラムドン省だけではなく、ベトナム全土における建設関連日本企業やNEXCOなどのインフラ整備関連ビジネス展開の現状、将来的なビジネス展開の展望について現地にてヒアリング調査を実施した。さらに今後、ベトナムにおけるマーケットの種類や規模についても整理が必要と考えており、国内も含め情報収集を行っているところである。さらに、昨年度F/S調査と同様に、ゴルフ場建設、リゾートホテル建設など様々な海外資本による投資に対しての需要調査も引き続き実施していく。特に、ベトナム中部～南部における海岸に面した地域ではオーシャンビューの施設建設やアクセス道路の整備に際する地すべりや斜面崩壊など防災上の問題が散見され、維持管理も含めた防災・減災対策に関する開発クライアントからの需要がある。このように、海外資本ベースの開発に関わる防災・減災対策のニーズも高道路網などインフラ整備の進行とともに今後増加していくと予測され、我国の防災・減災技術を売り出す市場の一つであると考えられる。このようなリゾート開発などの民需に関する情報収集も重要な課題である。

### **(3) ベトナムにおける日本企業が保有する技術の適用性**

防災・減災分野における前述した項目について現時点でベトナム進出している、もしくは進出を予定している日本企業の現状や将来展望を踏まえた上で、調査、測量、設計分野における日本及び海外企業との競合状況についても調査中である。当社を含めた日本企業がベトナムにおいてビジネス展開する上での問題や課題については引き続き調査中であるが、特に阻害要因の具体的抽出を図り、排除もしくは緩和しうる解決策、代替策を提示するものとする。欧米、中国、韓国などの企業とも競合する可能性が高いがその現状や将来予測を的確に行い、事業化可能性について整理し考察する。

### **(4) ベトナムにおける防災減災分野に係る法制度**

昨年度F/S業務階では、ベトナムにおける防災・減災分野の法制度、法規制を含めて情報収集を行った。その中で、法制度の整備が途上段階にあること、インフラ整備に関わる基準作りも途上にあることが判明しており、今後の課題や問題について、さらなる情報収集を行い整理していく。

### **(5) ベトナムにおける事業開始に伴う日本企業組織運営のための条件**

ベトナムにおける防災・減災事業を受注し展開していくためには、現地法人の開設、現地協力企業者などの開拓・教育の必要性など当社にとってまだまだ大きな課題が残っている。さらに大メコン圏といった、大きな経済圏を念頭においた場合、ベトナムだけではなく、タイやシンガポールといった周辺諸国も念頭に置いていく必要がある。いずれにしても、当社が保有する斜面災害等の予測技術、調査・測量技術、各種解析技術、対策工法の設計技術及

び各種観測機器を用いた早期警戒システムなどを組み合わせたコンサルタント技術を活用し事業展開していくためには、現在国内において技術提携している協力企業とのコラボレーションも重要であり、現地企業との連携、技術・業務提携も視野に入れて調査を行っていく。

当社と技術提携する中日本航空(株)の持っているヘリレーザー測量、衛星画像処理技術、その他地形解析技術やこれらを総合的に管理する GIS 技術とを組み合わせ、防災・減災技術のパッケージ化し、さらにベトナムにおいても現地の人々によって維持運営出来るようなシステム構築を行うことで、他国競合企業に対して優位な事業展開が図れると考える。

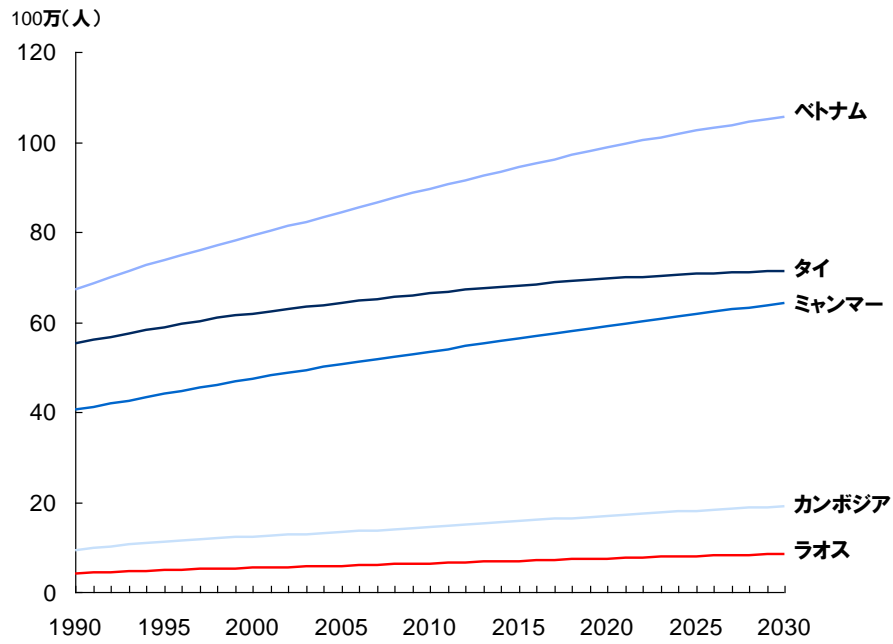
#### **(6) その他の課題(現地政府・自治体からの具体的ニーズ)**

昨年度に引き続き行ってきた聞き取り調査や現地調査結果から、ラオカイ省などのベトナム北部では、台風に伴う集中豪雨により発生する地すべり災害により多くの生命、財産が大規模な被害を被っている現状が明らかである。当該省政府にとってはこれらの防災・減災対策は人民の生命、財産に対する安全、安心を確保し、今後経済発展を果たしていくための喫緊の課題となっている。具体的には農業の保全(農地及び農業に携わる人民)とサパ地区などの観光資源の保全が必要となっており、農地や集落の保全、国道 4D を中心とする観光地サパへのアクセス道路などのライフラインにおいて、多発する地すべりなどの自然災害に対する防災、減災対策へのニーズが存在する。これらのニーズに対して、災害国である日本企業のノウハウや技術は極めて有用なものであり、現地においては高価過ぎる日本の技術をベトナムの現状にあった技術にダウングレードし改良していくことで、十分ビジネスとして成立していくものとする。これらの市場性と採算性については、今後この F/S 調査を通じて整理するものとする。また、本年度の F/S 調査では、ラムドン省において多発する地すべり災害が、人為的な開発行為によることが示唆されており、現地政府、開発事業者、開発業者の防災に関する知識の欠如が大きな災害をもたらしている。このような状況に対して、防災に対する啓蒙活動の重要性が認識される、

#### **2-2 当該地域での事業可能性検討における課題およびニーズ**

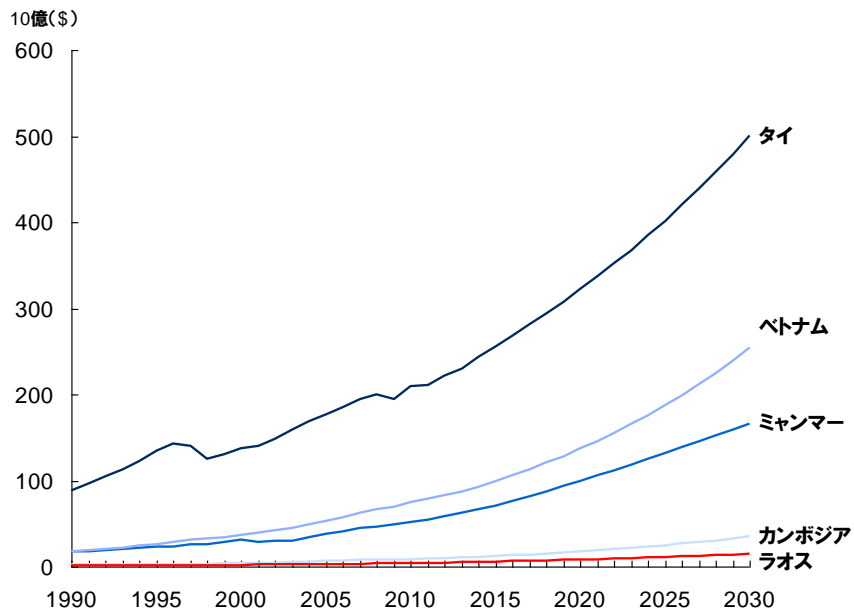
まず、大メコン圏地域の 2030 年までのマクロ動向を見る。人口に関しては、ベトナムが 2030 年には 1 億人を超え、タイ、ミャンマーが 5~6000 万人、カンボジア、ラオスは 1~2000 万人になると予測されており、各国でかなり大きな差が存在する。(図 2-1)

GDP に関してはタイが圧倒的に高く、ベトナムの 2 倍弱と大きく他国を引き離して発展していることがわかる。また、規模とは別に各国とも 2030 年には現在の GDP の 2~3 倍に達し、急速に発展していることがわかる。このことから、当該地域への進出は非常に魅力的であることが見て取れる。(図 2-2) 図 2-3 に示した様に、一人当たり GDP に関しても同様に大きく伸びるため、国民の防災への意識、要求水準は今後益々高まっていくと考えられる。これは、GDP が大きくなるほど国内のインフラ整備が充実し、国民の意識としてさらに高次の要求である、安心や安全が求められるようになるためである。



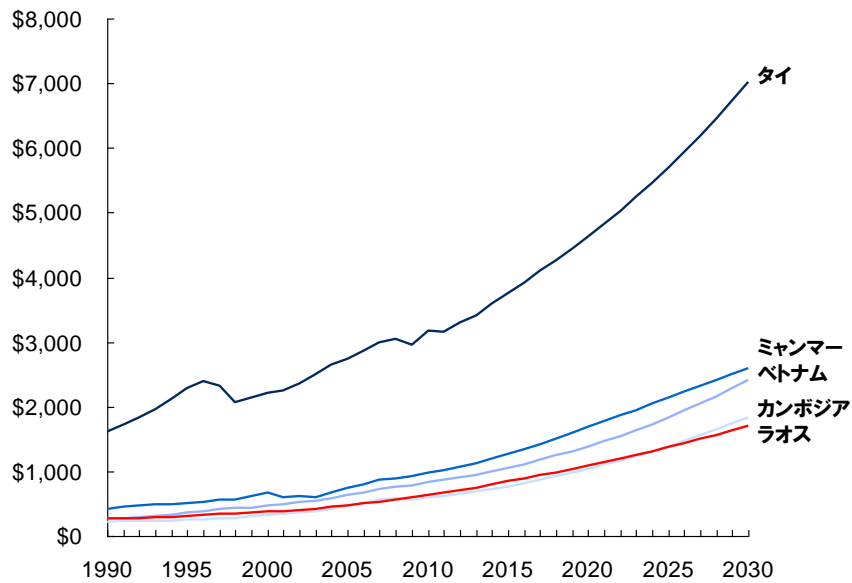
Source: USDA Economic Research Service

図 2-1 対象地域の将来予測 1(人口)



\* 2005 US\$  
 Source: USDA Economic Research Service (基準年を 2005 年として各ピリオドの総生産を評価)

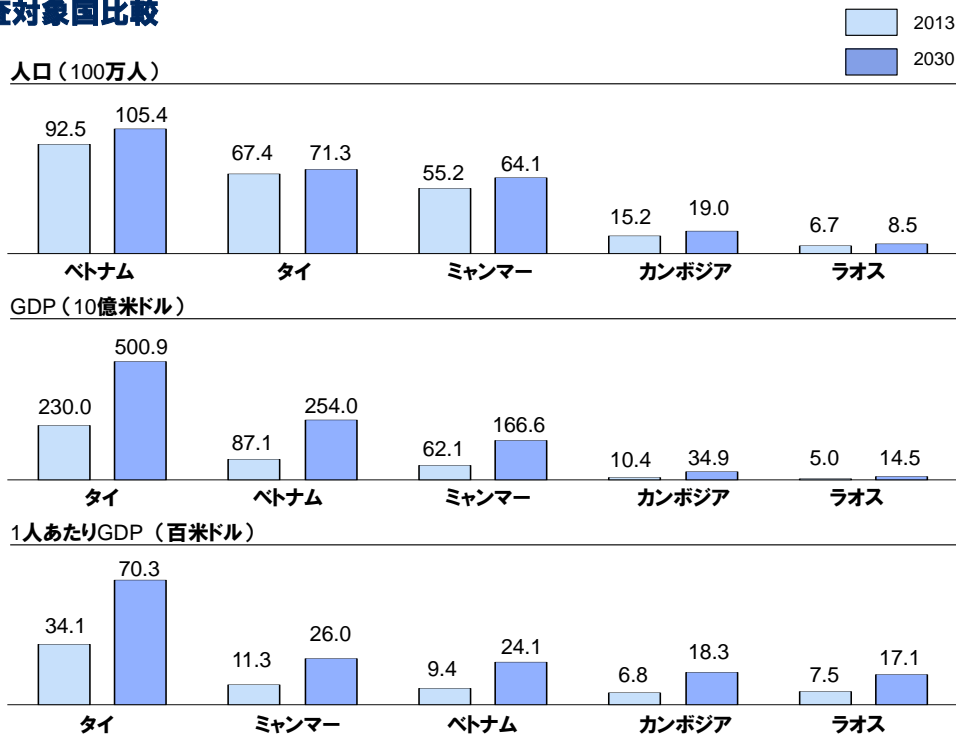
図 2-2 対象地域の将来予測 2(GDP)



\* 2005 US\$  
 Source: USDA Economic Research Service (基準年を 2005 年として各ピリオドの総生産を評価)

図 2-3 対象地域の将来予測 3(1 人あたり GDP)

調査対象国比較



\* 2005 US\$  
 Source: USDA Economic Research Service

図 2-4 対象地域比較

このように、人口やGDP等のマクロデータから考えると、例えば図2-2のGDPの将来予測のトレンド及び規模から及び図2-4から次の3つのグループに分けることができる。

上記の図2-1～3並びに図2-4に表されている、United States Department of Agriculture, Economic Research Serviceによる、過去と2030年までの予測された経済データを基に、主にGDPと1人当たりGDPにより下記のように3つのグループに分けた。これは、大メコン圏の中でも経済発展の度合いにより現地のニーズが異なるためである。このグルーピングと現地インタビューより、各国への進出戦略を考える。

- 1:タイ
- 2:ベトナム・ミャンマー
- 3:カンボジア・ラオス

※2030年GDP将来予測

タイ:5000億ドル程度

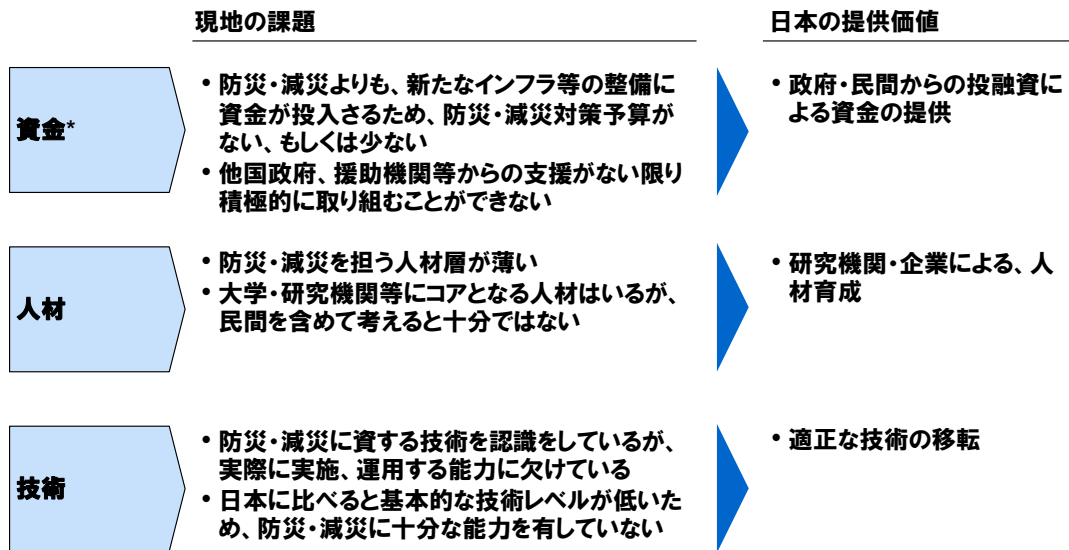
ベトナム・ミャンマー:1500～2500億ドル程度

カンボジア・ラオス:150～350億ドル程度

### 2-3 事業化検討における課題

対象地域における事業化に関わる課題は大きく3つ存在すると考えられる。一つ目は資金である。タイを除いた大メコン圏の国ではインフラの整備がまだ十分ではなく、防災・減災よりも一般的な建設、整備事業に資金が優先的に使用される傾向が高い。二つ目は、人材である。海外への留学、経験を通じて、防災・減災の知識を持ったコアとなる人材はいるが、実際の計画、実施を行えるほど層が厚くない。このため、十分な防災対策が実施されていない。最後に技術である。現地でのインタビューでは、現地機関、企業は十分な調査、計画能力があると認識されているものの、日本と比べると最低限の水準に達していないのが現状である。(図2-5)

## 調査対象国に共通する防災・減災に関わる課題



\* タイに関しては、独自で治水対策を大規模に実施予定。

Source: 現地インタビュー

図 2-5 調査対象国に共通する防災・減災に関わる課題

### 2-4 大メコン圏における物流の状況

ADB の支援による大メコン圏経済協力プログラムでは、道路インフラである経済回廊の整備が進められている。ベトナムは経済回廊における大メコン圏経済の要所にあり、アクセス路を含めたインフラ整備の重要性は高い。また、日メコン経済大臣会合では、東西経済回廊・南部経済回廊の開発が、バンコクとハノイ・ホーチミンを結ぶ生産・物流(ロジスティクス)ネットワークの構築にとって重要であり、関連の取組を優先的に実施するとしている。以下、ベトナム国内と周辺諸国とのロジスティクス事情についてまとめる。

#### (1) ベトナム国内のロジスティクス事情

ベトナム国内の南北輸送ルートは、航空便 2 時間、トラック 4 日間、船舶 4 日間、鉄道 6 日間というのが現状である。

課題として、以下の項目が挙げられる。

- ・ 定時性：都市部への交通集中による渋滞とこれによる遅延など
- ・ 輸送力：大量輸送化へのニーズの拡大
- ・ コスト：小規模輸送や片荷によるコスト高
- ・ 安全性：輸送ルートの道路状況(悪路など)や荒天
- ・ 環境配慮：CO2 や排ガスなどの低減
- ・ 片荷問題：北部＝生産地、南部＝消費地

これらのうち、定時性、輸送力は、輸送ルートの安全性を解消することで一定の改善が期待され、ひいては輸送時間の短縮によるコスト低減と環境配慮につながることになる。片荷問題はすなわち、北部で生産し、南部で消費するという国内事情に起因するものであり、北部から南部への帰路に荷が無いことによるコスト高とこれによるユーザーの利用意欲の低さを示す。

## **(2) ベトナム周辺国のロジスティクス事情**

### **①タイ**

タイ～ベトナムのロジスティクス

海上コンテナ輸送の場合、バンコク～ハイフォンでは7～10日を要すが、東西回廊を利用したトラック輸送の場合、2.5日で済む。

ただし、ベトナム～タイのトラックによる相互通行が許可されていないため、両国と相互輸送許可を保有するラオスなどの第三国を経由する必要がある、これらのルートに関する安全性向上が望まれる。

東西回廊利用によるメリットは、輸送時間短縮、荒天リスク回避等によるリードタイムの短縮化による保有在庫の軽減と、これによる利益の増加が挙げられる。デメリットとしては、通関書類の煩雑性(第三国経由による)、片荷問題(タイからの輸入超過)が挙げられる。

### **②中国**

中国～ベトナムのロジスティクス

トラックによる相互通行が許可されていないため、国境での通関と荷の入れ替えに4日以上を要することがボトルネックとなっている。

また、主な流通網である昆明や南寧へのルートは山岳地帯を通過するため、輸送ルートの安全性(自然災害への対応)も課題となっている。

### **③カンボジア**

カンボジア～ベトナムのロジスティクス

ベトナム～カンボジア間のルートはトラックによる陸路とメコン川を利用した水上輸送がある。トラック輸送では1～2日、水上輸送では2日を要す。ただし、水上輸送は週4日の定期輸送となっている。

また、プノンペンとの陸上ルートはデルタ地帯を通過するため、輸送ルートの安全性の要は洪水対策であるが、水上輸送の荒天による運休リスクに対しては優位性が高い。



### (3) 東西回廊を利用したモノの流れ

表 2-2 ベトナムを中心とした東西回廊のモノの流れ(主要品目)

輸入 輸出	タイ	ラオス	ベトナム	中国	カンボジア
ベトナム		鉄鋼、化石燃料、 食料品、衣類		ゴム、鉄鉱石、茶、 香辛料	鉄鋼、衣類、食料 品、紙、機械
タイ			果実、菓子・飲料	果実、菓子・飲料	
中国	雑貨		工業用機械、鉄 鋼、農産物、電力、 化学製品		
カンボジア			水産物、穀物、ゴ ム、タバコ		

※空欄部分は本調査では未確認

近年は、これまでの東アジアの海上中心の産業ネットワークに、トラックないし鉄道からなる陸上輸送という新たな選択肢が加わり、一部で利用が進んでいる。例えば、店頭での価格低下が速いパソコンや、流行の変化により在庫を抱えがちなファッション産業などでは、部材と製品のリードタイムの短縮化が利益の増加に結び付き、利用促進の原動力となっている。

### (4) 求められる日本の役割

大メコン圏の経済回廊は、関係国が相互貿易で経済発展を進める上で欠かせない物流の要である。これまで述べたように、域内においては相互貿易が活発に行われており、日本のODAにより整備された交通インフラが重要な役割を果たしている。これらの経済活動がさらに発展するためにも、ODAの果たす役割は益々大きくなるものと考えられる。

今後、域内における物流をさらに利便性の高いものにしていくためには、

- ・ 輸送ルートของ安全性向上
- ・ 国境における通関時間の短縮化(通関書類の煩雑性の解消)

が必要であり、日本の果たすべき役割は大きい。

特に、物流ルートにとって不可欠な安全性向上は最終的にコスト低減につながるため非常に重要な問題である。メコン圏は雨期には洪水や土砂崩れなどが多発する地域である。ルートの維持、補修等を現地の担当者でも実施出来るよう、技術移転・技術協力を重ねていく点も極めて重要である。これらを踏まえると、本プロジェクトの目的とする防災・減災へのニーズは非常に大きなものということができよう。

## 2-5 大メコン圏における災害の状況

大メコン圏における主要な自然災害は、台風や降雨による洪水、地滑りや山崩れ等である。ミャンマー、タイでは地震による被害もあるが、調査対象国に共通しているものではない。

タイにおいては、2011年、2013年と大規模な洪水が連続して発生し、人的、経済的に大きな被害を被った。また、2008年にミャンマーを襲った台風は13万人を超える死者を出した。このように、大メコン圏における昨今の災害は甚大なものとなっている。

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change : 国連の気候変動に関する政府間パネル) の予測によると、大メコン圏では気候変動の影響で雨季における降水量の増加、乾季における降水量の減少が懸念されており、2050年ごろまでに、人口が密集している大規模な河川流域やデルタ地帯においては、河川・海からの洪水の危険性が、山岳部では、地滑りの危険性がさらに高まると想定されている。

地球温暖化に伴う大メコン圏の災害リスクは今後も高まる一方であり、同圏の経済成長を考えると、世界経済に与えるインパクトもこれまで以上に増加すると考えられる。

### 3. 課題解決の方向性

#### 3-1 事業化に向けた課題解決の方向性

今回の、事業化検討における F/S 調査における調査のアプローチは次の通りである。

- ①マクロデータの分析から、事業可能性について検討
- ②当該地域における課題の具体化
- ③当該地域における競合分析
- ④ニーズ分析（不動産会社、ゼネコン、政府、援助機関、国際機関、大学など）
- ⑤時間軸とあわせた、今後の打ち手の検討（短中長期における方向性について）

前述した通り、対象地域を人口やGDPのマクロデータより3つのグループに分けると共に、各地域における課題を「資金」「人材」「技術」で分類して検討を行う。

資金に関しては、国際機関及び現地政府機関の動向やニーズヒアリングなどを行うと共に、競合となる企業の価格がどのような状況であるかを調査する必要性がある。

人材に関しては、現地企業や大学などからのヒアリングにより、競合企業におけるスキルや経験について調査を行うことにより、具体的にどのようなスキルをもつ人材が必要なのかを具体化していく。

技術に関しては、現地での競合企業の保有する技術と、自社（川崎地質）のもつ技術の比較を行い、比較優位性を明確にする。

同様に、クライアント別に現地でのビジネス機会を時間軸別にまとめたものを図 3-2 に、分野別にまとめたものを表 3-1 に示した。

**表 3-1 現地でのビジネス機会(分野別)**

分野	時間軸		
	短	中	長
防災	災害復旧工事 災害板柵工事	災害対策工事 防災被害想定 BCP 対策支援	災害対策基準作成 防災アセス 共同災害情報インフラ 防災・減災情報サービス
地盤調査	小・中規模工事 高精度の地盤調査	インフラ工事 大規模工事 リスクアセスメント	共同インフラ工事 大規模インフラ工事 リスクアセスメント

### 3-2 大メコン圏における防災・減災技術の展開

関連資料が収集出来たタイ、ベトナムにおける、防災・減災対策の状況は以下のとおりとなっている。

#### (1) タイ

##### ◆洪水対策

2011年に洪水被害の大きかったチャオプラヤ川では、中流部で河川を氾濫させて農地を肥沃にすることが行われており、従来の治水対策ではバンコク中心部や工業団地を避けて氾濫面積を大きくした。しかし2011年の洪水では、これら治水対策を上回る降水量となり被害が増大した。タイ政府は「国家水政策・洪水委員会」を設立し、具体的な施策を行うこととなっている。

##### ◆衛星データを利用したプロジェクト

JAXAとGISTDA（Geo Informatics and Space Technology Development Agency：タイ地理情報・宇宙技術開発機構）が協力し、ALOS衛星画像データを利用した洪水多発地域の抽出が行われた。これにより、洪水が頻繁に起こる地域、土地利用状況および地表の被覆状況等が抽出され、今後は災害特に水害の監視および被害を受けやすい地域のマッピング進むと考えられる。

##### ◆防災政策

2007年に「仏歴2550年防災及び減災法」が防災政策として制定された。防災計画の決定機関は、国家レベルで「国家防災及び減災委員会」、県レベルでは「県防災及び減災委員会」と規定された。これらの機関は同時に立案・実施機関として「内務省防災及び減災局」と明記し、防災、減災の各機関との調整、実施を担当している。このほか「国家災害警報センター」が実施機関として挙げられ、早期警戒システムを構築している。既に津波に対するシステムが構築され、将来は洪水や地すべりの警報情報を流す計画がある。

##### ◆国王からの地すべり対策に関する声明

2011年、国王より1988年に発生した地すべりの対策について、研究を実施し解決方法を抽出するよう声明が出された。これに対し政府は地質と降水の研究、ハザードマップの作成を実施した。

#### (2) ベトナム

##### ◆法令

ベトナムでは風水害に関わる法令が整備されており、財産の強制収用から、堤防、ダム、灌漑施設等の構造物に関する法律、風水害等への規制、災害対応などに対する法令がある。1999年に水資源法が施行され、河川整備と管理について、農業農村開発省と天然資源環境省の役割を示している。このように防災に関連した法令は多くあるが、災害対策を包括する

法律は存在しない。

#### ◆国家戦略

「2020年までの防災・減災についての国家戦略」が2007年に承認された。この戦略は、2020年までに自然災害によって被害を減少させるための防止、対応、克服について規定しており、具体的な目標、財源、計画、実施についての方針を定めている。同時に、実施計画も具体的に作成されている。

#### ◆気象観測

ベトナム中部地域の主な河川には、気象・水文観測所および雨量観測所が整備されている。防災の組織・体制として、風水害対策中央委員会が災害対策の全般について、国家捜索救助委員会が救援救助活動について、それぞれ中央レベルで指導している。

#### ◆防災への取り組み状況

予防・事前準備として、防災インフラ整備、リスクマップ整備、防災教育・防災組織強化、災害余警報・避難が行われている。応急対策では、救命・救助、被害者支援の準備が行われている。

#### ◆他援助機関、NGO等

2000年に国連開発計画、オランダにより1999年に発生した洪水の合同調査が行われた。この教訓から、2002年に国連開発計画とオランダの支援で、National Disaster Risk Management Partnership (NDMP) が設立された。

世界銀行は自然災害予防・事前準備・減災・復興といった総合的な自然災害リスク管理を確立・実施することを目的として、自然災害リスク管理プロジェクトを進め、2009年～2012年にはそのフェーズⅡが行われた。

国連開発計画はNDMPへの支援の他、災害被害軽減と災害への対応能力を高めること、環境保護、貧困削減、持続開発を目的としたプロジェクトを実施している。

アジア開発銀行は防災を環境管理分野の自然環境資源マネジメントと位置づけプロジェクトを実施している。また、水力発電ダムの開発支援と組み合わせ、水資源の配分、水質汚染対策、防災などを考慮した統合水資源管理を推進した。

オーストラリアはクアンガイ省自然災害軽減プロジェクトを、ニュージーランドはフエ省において、「地域コミュニティ意識啓発と能力向上プロジェクト」を実施している。

このようにNGOの防災面における活動は活発で、コミュニティ防災は政府の活動を補完している。

## 4. 調査項目

本調査においては、以下の項目に対する調査を実施した。

### (1) 資料収集(デスクトップ)調査

大メコン圏経済回廊計画、南北高速鉄道計画などについてベトナム政府、地元政府のニーズ、今後の計画などについて調査する。特に、これらの計画地域における地形、地質、自然災害の発生状況、地すべり、崩壊、深層崩壊、土石流など斜面災害発生の状況や対応の現状について資料収集及び聞き取り調査を行う。

### (2) 現地ヒアリング及び、現地視察(現地調査による災害発生危険課題の確認及び評価)

(ベトナム中南部地域)

ベトナム国における地質調査、測量関連企業、設計コンサル企業の把握、技術レベルの把握、委託費用などについて、ベトナム現地企業と協力しての資料収集を行うとともに聞き取り調査を行う。

### (3) 大メコン圏経済回廊周辺諸国の問題点と課題の抽出

ベトナムにおける F/S 調査を通じて、大メコン圏経済回廊周辺諸国側への接続の問題や課題等についての情報収集及び現地調査を行う。南部経済回廊接続近隣諸国(カンボジア、タイ)については、本 F/S 調査においては直接的な調査は行わないが、自社費用を用いて南部経済回廊計画ルートにおいて、周辺諸国での状況確認について概査程度の情報収集を行うものとする。

### (4) 衛星写真を用いた計画地域周辺における災害発生危険箇所の抽出、評価

日本国内で容易に手に入る衛星画像を入手し、衛星画像の実体視を行って、主な経済回廊計画地域等の災害発生状況や危険箇所の分布状況について抽出を図る。

衛星写真を用いて抽出した災害発生箇所や危険箇所の主な場所について(主として、南部経済回廊を中心)、現地調査を行い、パイロット的に AHP(階層分析法: Analytic Hierarchy Process)による斜面危険度評価を行い、その妥当性確認を行うと共に、危険箇所等について、その対策工の可否、対策工の種類、概算工費等について算定する。なお、AHPは、意思決定における問題の分析において、人間の主観的判断とシステムアプローチとの両面からこれを決定する問題解決型の意思決定手法である。この手法そのものは、ごく一般的な手法であるが、これを用いてある路線区間における危険箇所の優先順位を客観的に評価する手法としての適用技術は当社が差別的に行うことができるものである。ベトナムのラオカイ省(既の実施している同手法をさらに広範囲に適用する要望)、ラムドン省など複数の行政区から技術適用に関する要望をいただいている。

### (5) 対象とする地域における現地企業の実施可能性調査(ベトナムマーケットにおける競合調査)

ベトナムマーケットにおける現地企業との競合調査結果は 5-5 節に詳述。

### (6) 事業化検討のためのヒアリング実施及び、アライアンス可能性議論

ベトナムを中心としたメコン地域における、①市場概況調査、②競合調査、③自社技術と競合比較、④国際機関及び政府機関などとの短中長期計画案のヒアリングと連携可能性の検討、⑤来年以降の連携可能性の具体化。

## 5. 調査結果

### 5-1 資料収集(デスクトップ)調査

事業化に関しては、ベトナム・タイ・カンボジアにて、主に現地に展開する日本企業、日本政府機関、現地政府機関、大学、現地企業、金融機関等にヒアリングを行い、現状及び課題の把握を行った。

また、技術面に関しては、ベトナム現地企業からのヒアリングを行った。

なお、ハノイ～ホーチミン間の新幹線などの高速鉄道計画は、実質凍結との情報が今回の複数のヒアリングから得られた。理由としては、まず、飛行機の代替交通機関にはなりにくいこと、十分な需要がみこめないこと、資金調達が困難なことなどが挙げられている。したがって、本計画をあてにした防災需要も見込めないと判断した。

昨年度調査では、ベトナムにおいて基礎資料（地形図、空中写真、地質図）の収集の他、斜面防災に関する機器の流通状況等、斜面防災に関わる技術指針・基準等についても収集を実施したが、今回の調査では、ベトナムを含め調査対象を大メコン経済回廊に広げ、インドシナ半島を結ぶメコン南部回廊諸国を対象とし調査を実施した。対象国は、ベトナム、タイとした。気候変動に伴う災害リスク・事例においては、斜面災害の他、洪水などにも着目し行った。資料収集は、各国の政府機関、大学等の研究機関および民間企業などより行った。調査の結果、大メコン圏諸国においては、防災・減災に対する意識が低く、発生した自然災害に対し個々に対応を図っていることが明確となった。また国ごとに災害の状況、求められる対応は異なり、それぞれの国の経済事情を反映した意識が浮かび上がった。

本年度の調査概略を以下に示す。

#### (1) タイ

自然災害の発生状況を被災状況を踏まえて収集した。タイにおいては2011年の大洪水が、社会問題となり、洪水のリスク回避がタイおよび日本政府からも行われている。2011年の洪水被害は、経済界にも大きな影響を与え、多くの日本企業が被害を受け、このため、日本の保険会社もその対応に迫られた。

その他の防災では、地すべりについて資料を収集した。タイは大メコン経済回廊の中でも他国より経済的に裕福であり、防災への意識が高い。中でも国王より、過去に発生した地すべりについての提言が行われ、人々へ注意喚起が行われていることがわかった。

#### (2) ベトナム

気候変動に関わる国家プロジェクト等、洪水・海面上昇等に関わる調査、1999年から2012年までの気象データ等の情報収集を行った。また、ベトナム南部～中部での自然災害に関連する制作・法令・研究・論文等、インフラ整備に関するベトナム国内企業および、ベトナムにおける日本を含む国外企業の動向等に関する調査を行った。



## 5-2 現地ヒアリング及び、現地視察(現地調査による災害発生危険課題の確認及び評価)

本年度ではベトナムの他、タイ、カンボジアに赴きヒアリングを実施した。同時に大メコン回廊経済圏の発展に大きく関わる、国際機関（国際連合、アジア開発銀行、世界銀行）に対してヒアリングを実施した。なお、調査結果の詳細は、5-4 にまとめて記載する。

### (1) 現地企業による現地調査の実施可能性調査(ベトナム中南部地域)

- ・昨年度 F/S 調査で行ったパイロット事業におけるボーリング調査や高密度電気探査など基本的な地質調査では、日本と同じ品質は得られなかった。ただし、単純な標準貫入試験等は問題なく実施可能で、基礎地盤の支持力調査であれば実施可能である。
- ・安全に対する現状での意識は低く、日本における当たり前の安全対策がとられていない。
- ・調査班の作業の迅速性や真摯な労働態度などから、日本での研修・教育を通じて経験を積み、所要の品質が確保できることを確認した。
- ・調査班への安全に対するいくつかの指摘（ヘルメットの着用、機械の固定）に対し、現地作業員は素直に対応できることから、適切な指示を行っていけば安全に関する課題は解決できると考える。

### (2) 衛星写真を用いた計画地域周辺における災害発生危険箇所の抽出、評価

2013年11月ベトナム国ラムドン省において、ホーチミン工科大学との共催で、本章末に示すセミナーを実施した。その中で、ラムドン省政府が管轄する地すべり箇所のエクスカッションを実施し、本地すべりを含むラムドン省におけるハザードマップ作成の現状と今後の展開について日本の専門家としての意見をまとめ報告を行った。さらに事業に関わる費用、実施の可能性についても意見も求められているため、本調査後において、その実行可能性について衛星画像を用いて評価を行う予定である。

#### <セミナー実施>

##### ◆ラムドン省政府にてセミナー開催（ホーチミン工科大学・川崎地質共催）

日本の地すべり防災技術、防災行政、航空測量技術に関する川崎地質の技術紹介（ベトナムにおける防災・減災技術及びその取り組みの重要性に関わる啓蒙活動）、を実施した。

## 5-3 大メコン圏経済回廊周辺諸国の問題点と課題の抽出

その他ベトナム、タイ、カンボジアにおける南部経済回廊他、主要な路線の現地調査を実施し、社会的課題、技術的課題について抽出した。

事業化に関する課題は、「9. 対応すべき課題と対応策」に記載する。

調査の結果、大メコン経済回廊周辺では以下の問題点と課題が抽出された。

### (1) タイ

- ・タイでは周辺諸国と比べ防災意識が高く、災害は斜面災害より洪水による被害がその多くを占める。

・タイでは国外からの援助を受け、多くの治水対策が実施・計画されているが、堤防整備などを主とするハード面が進みつつあるのに対し、ハザードマップの作成、洪水時の避難計画などのソフト面の整備が遅れている。

- ・今後、早期警戒システムの構築、維持管理を含めた人材不足が予想される。
- ・技術者の育成が必要である。

## (2) ベトナム

・経済発展が著しく人口・経済規模から今後大きなマーケットとなる可能性が高いが、インフラを含めて脆弱な部分が多い。

・日本のほか多くの国から防災分野への援助が行われているが、防災よりもインフラ整備に予算が多く配分されている。災害予防より災害対応が多くを占める。

- ・防災対策のニーズは高いが、資金・人材・技術の点から対策実施が遅れている。
- ・大メコン経済回廊諸国の中でも山岳域が国土の多くを占めることから、他国より斜面防災への対応が必要となる。
- ・山岳域を抱える国土から、土石流による洪水リスクも高い。
- ・斜面防災のみならず、洪水、浸水、港湾に対するリスク低減が必要である。
- ・技術者の育成が必要である。

## (3) ミャンマー

・経済発展が著しく人口・経済規模から今後大きなマーケットとなる可能性が高いが、インフラを含めて脆弱な部分が多い。

- ・近年、日本企業の進出も著しいが、これから発展する国である
- ・防災対策のニーズは高いが、資金・人材・技術の点から対策実施が遅れている。
- ・大メコン経済回廊の中でも国土が広大であり山岳域、軟弱地盤が国土の多くを占めることから、他国より斜面防災への対応が必要となる。
- ・山岳域を抱える国土から、土石流による洪水リスクも高い。
- ・斜面防災のみならず、洪水、浸水、港湾に対するリスク低減が必要である。
- ・技術者の育成が必要である。

## (4) カンボジア

・経済発展途中であるが、基礎的なインフラの整備が遅れ、防災分野への優先度が低い。

・災害は斜面災害より洪水による被害がその多くを占める。

・防災に対する資金・人材・技術の支援が必要であるが、他国の支援に頼らざるを得ない。

・資金が確保されれば、防災分野へのハード面の展開が期待できる。

・技術者の育成が必要である。

## (5) ラオス

・経済発展途中であるが、基礎的なインフラの整備が遅れ、防災分野への優先度が低い。

・大メコン経済回廊諸国の中でも山岳域が国土の多くを占めることから、他国より斜面防災

への対応が必然となる。

- ・防災に対する資金・人材・技術の支援が必要であるが、他国の支援に頼らざるを得ない。
- ・資金が確保されれば、防災分野へのハード面の展開が期待できる。
- ・技術者の育成が必要である。

## 5-4 衛星写真を用いた計画地域周辺における災害発生危険箇所の抽出、評価

### (1) ベトナムラムドン省現地調査の内容

2013年11月21日～24日にベトナム国ラムドン省において、ホーチミン工科大学との共催でセミナー実施した。

ホーチミン工科大学・川崎地質共催：日本の地すべり防災技術、防災行政、航空測量技術に関する川崎地質の技術紹介（ベトナムにおける防災・減災技術及びその取り組みの重要性に関わる啓蒙活動）、菅野、吉松の他、弊社技術提携会社の中日本航空株式会社国枝氏、ベトナム現地カウンタパート企業の岡三リビング株式会社 HCM 事務所 Huy 氏が参加した。

ラムドン省政府が管轄する地すべり3箇所でエクスカッションを実施し現状と今後の展開について、①地すべり対策の提案、②ラムドン省におけるハザードマップ作成、危険箇所抽出の費用と期間について日本の専門家としての意見をまとめ、報告を求められた。（※2014年4月現地報告予定）。またこの事業に関わる費用、実施の可能性には、衛星画像を用いた評価を実際に行った。用いた衛星写真の位置図及び調査地位置を図5-1に示した。また衛星写真判読による、調査対象地の地すべり地形の抽出結果を図5-2に示した。



図 5-1 衛星写真の位置図及び調査地位置

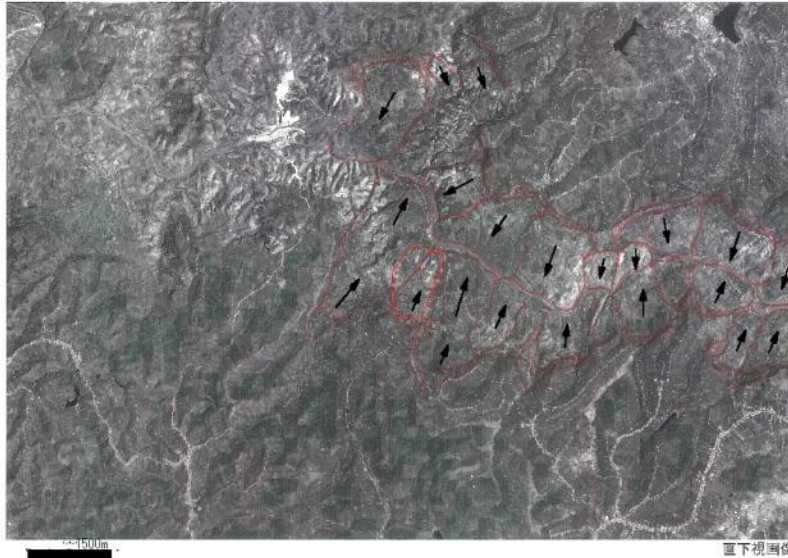


図 5-2 調査対象地の地すべり地形の抽出結果

## (2) ベトナムラムドン省他、大規模開発における地すべり災害

ベトナム国においては、近年の経済成長に伴う国土開発により大規模な地形改変が行われている。一方、IPCC 第 4 次評価報告書において世界規模の気候変化については以下の記述がなされている。

- ・気候システムの温暖化には疑う余地が無く、過去 100 年間(1906-2005)の線形の昇温傾向は 100 年あたり、 $0.74(0.56-0.92)^{\circ}\text{C}$ である。
- ・世界平均海面水位は、熱膨張、氷河や氷帽の融解、極域の氷床の融解により、1961 年以降、年平均  $1.8(1.3\sim 2.3)\text{mm}$  の速度で上昇し、1993 年以降について言えば、年当たり  $3.1(2.4\sim 3.8)\text{mm}$  の速度で上昇した。1993 年から 2003 年にかけての海面水位上昇率の増加が 10 年規模の変動あるいは、より長期的な上昇傾向を反映しているかは不明である。
- ・降水量は、1900 年から 2005 年にかけて、南北アメリカの東部、ヨーロッパ北部、アジア北部と中部でかなり増加した。一方、サヘル地域、地中海地域、アフリカ南部や南味やその一部では減少した。1970 年代以降、世界的に干ばつの影響を受ける地域が拡大した可能性が高い (図 5-3)。
- ・ほとんどの地域において、大雨の発生頻度が増加している可能性が高い。極端な高潮位の発生についても、1975 年以降全世界的に増加している可能性が高い(図 5-4)。
- ・雪、氷及び凍土の変化が、氷河湖の数と規模の拡大、山岳地域及びその永久凍土地帯における地盤の不安定か、北極及び南極のいくつかの生態系における変化をもたらした可能性は高い。
- ・氷河や雪解け水の流れ込む河川の多くで、流量増加と春の流量ピーク時期の早まりにより影響を受けている可能性は高い。

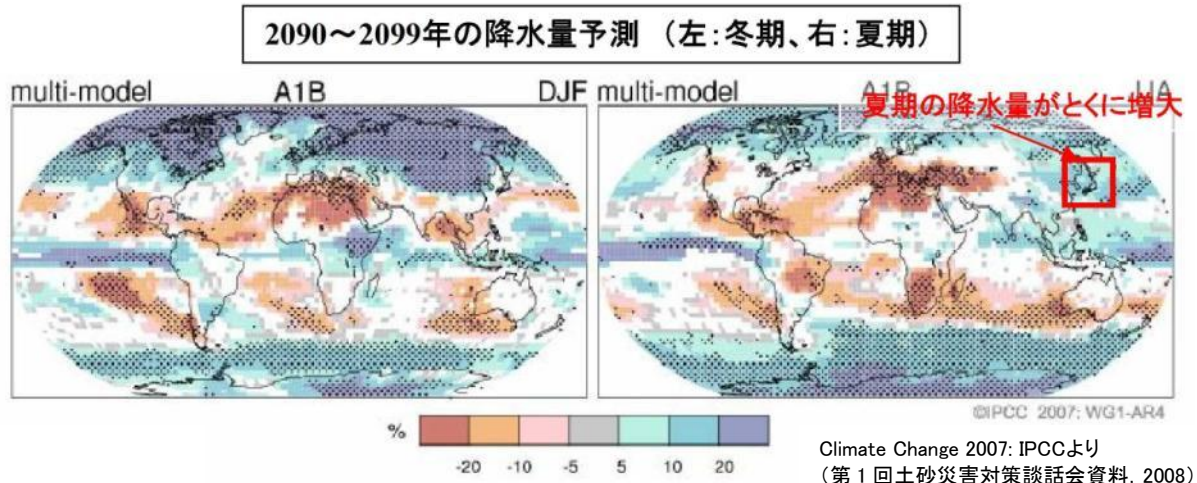
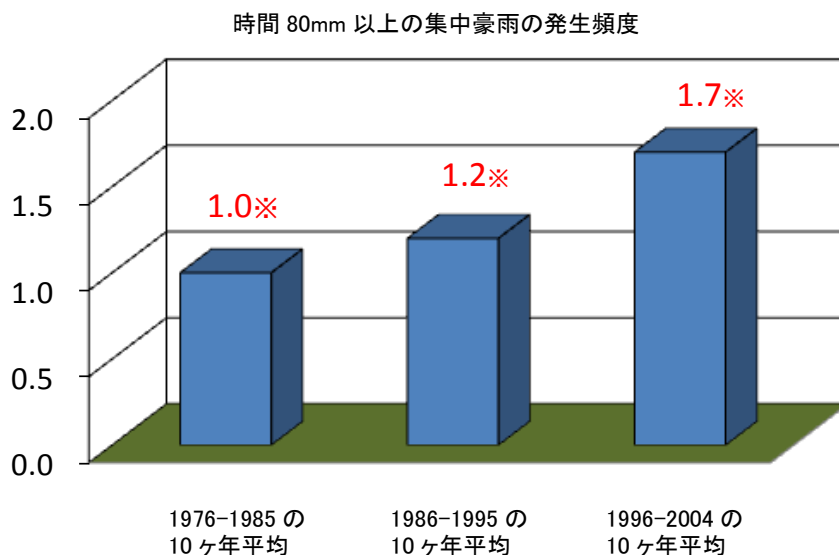


図 5-3 気候変動における降雨量予測図



※赤字の数字は、1976-1985年の発生頻度を基準値(1.0)とした場合の数値

図 5-4 時間降雨量の増大

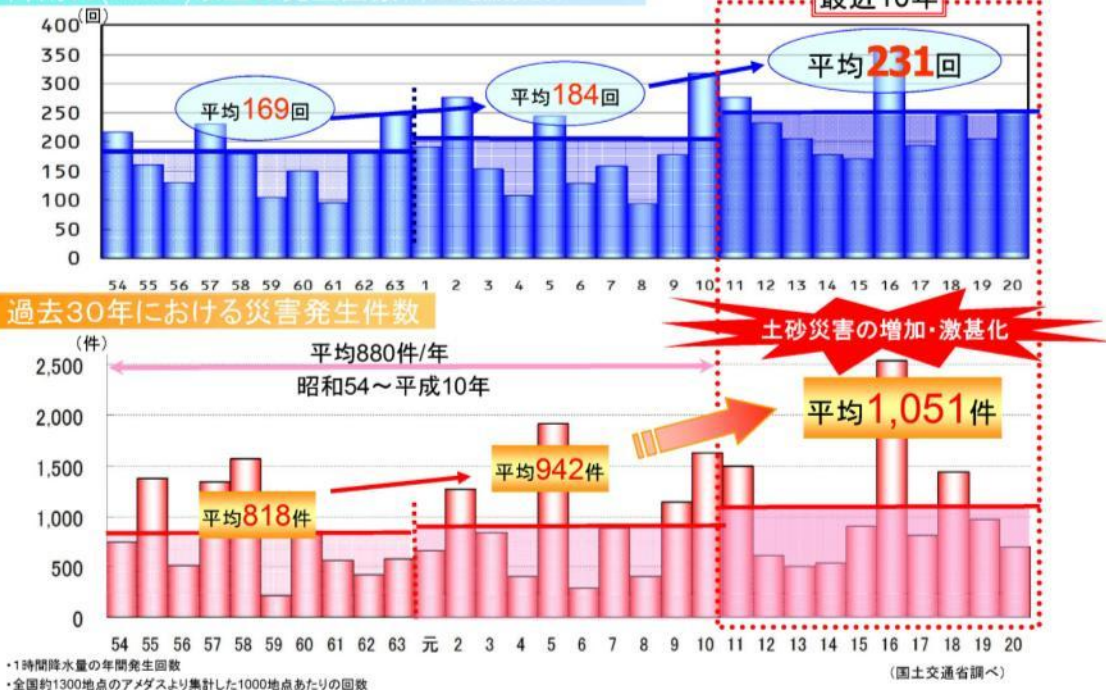
このような世界的な気候変動の影響につき、メコン圏ではデータが不足しているものの、例として我が国のデータを挙げると、土砂災害の発生件数が 1.28 倍に増加し、特に 2011 年 8 月の台風豪雨に起因して発生した深層崩壊に見られるような大規模の土砂災害が多発する傾向にあり(図 5-5)、メコン圏についても、同様に大規模な土砂災害が多発する傾向となっていることが推察される。



## ⑥ 気候変動への対応

地球温暖化による土砂災害の増加・激甚化の傾向

降雨50(mm/h)以上の発生回数(1,000地点あたり)



18

(今後の土砂災害対策を考える会 第1回資料国土交通省、2010年)

図 5-5 近年における降雨強度の変化と土砂災害の発生件数

### (3) ベトナム国における地形改変を起因とする地すべりの発生事例

#### ① 貯水池周辺に発生した地すべり変動

大規模な貯水池の周辺斜面で多くの地すべりが発生している。斜面勾配は極めて緩く、地すべり運動による亀裂は段差を伴わず、開口性亀裂が多く見られる。この亀裂は斜面の最急勾配方向に直角に発生をしていることより地すべり深度は15m程度で大規模深度の地すべりではないが、その発生面積は斜面を構成する風化土層の全域に渡り発生している。



図 5-6 貯水池の周辺斜面に発生した地すべり斜面の全景



図 5-7 貯水池周辺斜面に発生した地すべりにより被災した人家施設

## ②宅地開発に伴う地すべり

新興住宅の造成によって宅地地盤と道路に地すべり変状の発生が見られている。この地すべりでは、地すべりブロック周辺において段差を伴う開口量の少ない一筋の極めて大きな亀裂の発生が頭部域に観察されている。このことから判断して地すべりは深度 30m を超す大規模の地すべりであると予測される。





図 5-8 道路面に出現した段差を伴う地すべり頭部域に出現した大規模亀裂

### ③宅地開発に伴う大規模地形改変に伴う地すべりの発生

図 5-9 に示した地すべりは、丘陵斜面の末端域を大規模な土地造成を行うために実施された掘削を起因として発生したものである。この地すべりは亀裂が段差量に比較して開口量が大きいことにより発生した平板すべりである。また、亀裂が数多く発生していることから地すべり深度はそれほど深くないと推定されるが、開口量が上部斜面へ行く程少なくなっており、典型的な後退性の地すべり運動の様相を示している。末端掘削の影響は極めて大きく、地すべり範囲の伸展が危惧され、対策工としては地すべり末端域での大規模の盛土などの実施が必要である。



図 5-9 丘陵末端域の掘削に伴う地すべり



図 5-10 丘陵末端域の大規模掘削に伴うにすべりによる人家家屋の被災

#### 5-5 対象地域（ベトナム）における現地企業の事業内容調査

ベトナムにおける地質調査、測量関連企業、設計コンサル企業の把握、技術レベルの把握、委託費用などについて、ベトナム現地企業と協力しての資料収集を行うとともにヒアリング調査を行った。

表 5-1 メコン圏に進出している日本競合企業の得意分野調査

企業名	国名	分野			
		土木系	建築系	防災系	その他
川崎地質	ベトナム	○	×	◎	○海洋
A社（日本企業）	シンガポール、マレーシア、 インドネシア、ベトナム	◎	×	◎	×
B社（日本企業）	インドネシア、フィリピン、 ベトナム、タイ、カンボジア、 ミャンマー、インドほか	◎	×	◎	×
C社（日本企業）	ベトナム、シンガポール、 インドネシア	○	×	◎	×

凡例

- ◎:得意分野である。
- :技術を保有している。
- ×:技術を保有していない。
- 海洋:海底の地盤調査技術を保有している。

表 5-2 メコン圏の調査会社

企業名	国名	分野			
		土木系	建築系	防災系	その他
VJEC	ベトナム	3	×	2	-
GMC	ベトナム	3	×	2	-
TEDI	ベトナム	3	×	3	-
Digital World Pte	ベトナム	X	2	X	-
GEOSIMCO	ベトナム	3	X	X	-
TEDI South	ベトナム	3	2	X	-
GEO Technical Services	ベトナム	X	2	X	-
NAGECCO	ベトナム	X	2	X	-
GEO Federation terrain	ベトナム	X	X	X	-
FUGRO	ベトナム	2	2	X	-
INTERGEO VN	ベトナム	X	X	X	-

凡例

- 3:得意分野である。
- 2:技術を保有している。
- ×:技術を保有していない。

表 5-3 メコン圏の大手調査会社現状

企業名	保有技術／スキル									
	測 量				調 査			設 計		
	地上測量	航空測量		衛星測量	ホーリング調査	物理探査	室内試験	土木系	建築系	防災系
写真		レーザー								
VJEC	×	×	×	×	×	×	×	2	X	2
GMC	2	X	X	X	3	3	3	X	X	X
TEDI	2	X	X	X	3	2	3	3	2	X
Digital World Pte	2	X	X	X	2	2	2	X	2	X
GEOSIMCO	2	X	X	X	2	3	3	3	X	X
TEDI South	2	X	X	X	3	2	3	3	2	X
GEO Technical Services	X	X	X	X	1	×	1	X	2	X
NAGECCO	3	X	X	X	2	2	2	X	2	X
GEO Federation terrain	3	3	3	2	3	3	3	X	X	X
FUGRO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	X
INTERGEO VN	3	2	2	2	3	3	3	X	X	X

【 保有している技術 】 3 調査も解析もできる  
2 調査も解析もできるか知見不足  
1 調査しかできない  
× そもそも技術を保有していない

表 5-4 川崎地質の保有している技術状況

企業名	保有技術／スキル									
	測 量				調 査			設 計		
	地上測量	航空測量		衛星測量	ホーリング調査	物理探査	室内試験	土木系	建築系	防災系
写真		レーザー								
川崎地質	3	3	3	3	3	3	3	2	×	3

【 測 量 】  
・一般的な測量業務のほか、航空測量では専門業者との提携により、幅広いニーズに対応可能。

【 調 査 】  
・計画から現場遂行、解析までを一貫して対応可能。  
特に物理探査や室内試験は、特殊試験機を多数保有しており、幅広いニーズに対応可能。

【 設 計 】  
・土木設計は、道路及び管路などの都市インフラについて対応可能。  
防災設計は斜面災害を中心に多数の技術者を擁しており、幅広いニーズに対応可能で実績も多い。

【 保有している技術 】 3 調査も解析もできる  
2 調査も解析もできるか知見不足  
1 調査しかできない  
× そもそも技術を保有していない

上記の調査により、ベトナムにおける同業他社は保有技術・スキルを有していない、もしくは有していても精度・品質において多くの課題があることが判明した。また日本の同業他社はODAを始めとする土木・建築に関するインフラ整備などの大型案件を中心に受注をしており、個々の災害に対する日本の防災・減災技術の現地への浸透度はまだまだ低い。現地でのアライアンス、進出手法によっては、進出済みの日本企業とは異なる優位性を築くことが可能である。

### 5-6 事業化検討のためのヒアリング実施及び、アライアンス可能性議論

現地での調査により、対象地域において以下のような課題、ビジネスの機会および提供可能なサービスが明確となった。



## タイ インタビューまとめ

### インタビュー結果

- 2011年の洪水は、対策と危機管理体制がなかったことが原因。担当が治水、農業だったものを、一元的に管理する組織に変更。(日本大使館)
- 今後7年間で2兆バーツを使い、非電化単線の鉄道を電化複線にする予定。(日本大使館)
- 3500億バーツの洪水対策国際コンペが、タイ全体を9つの部分に分け実施された。河川改修、放水路、遊水池、ダム等の整備を実施計画中。(JICA)
- 上記洪水対策、鉄道計画等の大きなプロジェクトは現在の与野党間の対立により計画
- 上記コンペの結果、タイ、韓国、中国の企業が落札した。日本企業はリスクが高いため参加せず。(JICA)
- レーザー測量を用いたチャオプラヤー川流域の洪水予測システムがJICAの協力で完成した。他の地域に関してはタイ政府が実施予定(JICA)
- ハード面ではなく、ソフト面での日本のノウハウが今後はタイにとって必要。(NIDA\*)
- 危機管理体制は一元化されつつあるが、実際には地理、河川、気象、洪水等のデータ共有、統合等まだ未実施の部分も多く、今後も継続的な改善が必要。(HAII\*\*)
- モニタリングシステム等のソフト面での日本の技術をタイに導入して、実施したいと考えている。(HAII\*\*)

\* National Institute of Development Administration, \*\*Hydro and Agro Informatics Institute

Source: 現地インタビュー

#### 課題

- ソフト面での防災対策の充実
- 高度な技術の内製化

#### ビジネスの機会

- 大規模プロジェクトへの参画 (防災対策、治水、インフラ等)
- 研究機関等との共同プロジェクト実施による技術移転

#### 川崎地質の提供可能なサービス

- 早期警戒システム (ハザードマップ、計測器等)※安価なシステム提供
- 盛土堤体診断 (軟弱地盤解析、対策)
- モニタリング (自動計測システム等)

## ベトナム インタビューまとめ

### インタビュー結果

- 南部における物流ルートは海上輸送が主流。南部より北部の方が日本企業の進出が盛ん。(日系銀行)
- サプライヤーを中国に残したまま進出してきた企業が多いため、中国との物流という意味では南北回廊の重要性が高い。(日系銀行)
- 中国国境付近の道路整備は軍関係に慎重論が根強い。実施するにしても中国ではなく日本に援助してほしい(日系銀行)
- 南部、東西回廊は周辺国の回廊は、長期的な視点が必要。ただし、今後はサプライヤーが進出する傾向にある。(日系銀行)
- 予算配分は防災よりも建設の方が多。「予防」よりも「対応(復旧)」に重きを置く傾向がある。(日系企業A社)
- 地すべり対策技術に対する要求は高くなっており、インフラの整備がもう少し進めば防災にも目が向くと考えられる。今後の課題である。(日系企業A社)
- 地質調査を行う現地企業は複数あるので、日本企業は調査～設計までの高い技術を売り込むべき。(日系企業A社)
- 大きなプロジェクトの仕様に入れてもらう作戦はどうだろうか。ただし、主要な計画は既に仕様決まっており、これから防災に関して追加するのは難しい。(JICA)
- ベトナムでは防災でなく、都市開発が関心事項。洪水対策よりは都市の下水が課題(日本大使館)
- 防災対策が必要な箇所は多く、災害も発生しているが、意識が低い。恒久的な対策は行われていない。(VJEC)
- ボーリング作業をアマチュアが実施することが多いので、技術的レベルは低い。(ホーチミン工科大学)

Source: 現地インタビュー

#### 課題

- 資金
- “予防”より“対応”という意識
- 防災対策のみではなく、地質に関する広範囲な技術
- 技術者の育成

#### ビジネスの機会

- 大規模プロジェクト (民間、重要インフラ等)
- 資金があれば防災に関するプロジェクト
- 高い品質の地質に関する調査

#### 川崎地質の提供できるサービス

- 早期警戒システム (ハザードマップ、計測器等)※安価なシステム提供
- 測量 (3次元測量、虚空測量等)
- 地表・地質踏査 (地表踏査、地中レーダ、物理探査等)
- 技術移転

## カンボジア インタビューまとめ

### インタビュー結果

- 主要な防災課題は洪水対策で道路に関しては盛り土で対応。(JICA)
- 大メコン圏の経済回廊のカンボジア国内は、各国の支援が付き、整備工事を実施することが決定している。(JICA)
- 日本の洪水と違い徐々に水位があがるものであり、かつ毎年起こるため緊急性を政府関係者、住民含めあまり感じていない。(日系商社)
- 5号線(プノンベンーバンコク)が2週間冠水し封鎖された。そのため陸上輸送が2日間余計にかかった。(UMC\*)
- 山崩れのリスクはラオス、タイの国境地帯と南部に一部あるが、人がほとんど住んでいないため対策は考えられていない。(日系企業B社)
- 不動産取引が活発だが、土地の登記が問題となっている。特にプノンベンの測量は重要な課題。(日系商社)
- 洪水災害に関しては、プノンベンは既に対応済み、実施中で心配はほとんどない。(日系企業B社)
- 工業団地の多くは国境沿い、あるいは港湾施設沿いであり、洪水対策はある程度行われている。(日系企業B社)
- 工業団地は中国、タイの代替地として注目されているが、まだ実際の進出はまだ多くない(UMC)
- 地震の多くは除去されたが、今後ベトナム国境付近の不発弾の処理が課題となるだろう。(UMC)
- 建設工事が多く行われているが、技術者が極めて少ないのが大きな課題。(UMC)

\*UBIQUITOUS MEKONG (Cambodia) CO., Ltd

Source: 現地インタビュー

#### 課題

- 資金
- 技術者の育成

#### ビジネスの機会

- 大規模プロジェクト  
(民間・ODA等)

#### 川崎地質の提供できるサービス

- 早期警戒システム  
(ハザードマップ、計測器等)※安価なシステム提供
- 盛土堤体診断(軟弱地盤解析、対策)
- 測量(3次元測量、航空測量等)
- 技術移転

## The United Nations Office for Disaster Risk Reduction

### インタビュー結果

- UNISDRは各国政府と民間企業の防災に関する意見交換の場を提供している。
- 具体的なプロジェクトを持っているわけではないので、World Bank, Asian Development Bankや各国政府と協力して、防災対策を進めるよう調整をしている。
- UNISDR等が主導する次のような会議に定期的に出席することで、国際機関、政府機関等とのコネクションをつくるのが今後のビジネスにとって役に立つと思われる。ISDR private sector working group, Asian Ministerial Conference, Greater Mekong Sub-region Business Forum
- 上記の会合に参加している日本企業もいるが、防災対策の事業は成立していないと聞いている。
- 仙台ステートメントでも書かれているように、開発においては防災の観点を取り込んでいくことが今後重要になる。日本企業の持つハード・ソフトの技術力、ノウハウを是非とも国際社会の為に活かしてほしいと考えている。

Source: 現地インタビュー

#### 課題

- 自然災害による人的、経時的、損失リスクの低減
- 自然災害リスク削減の優先順位
- リスクへの対応および低減対策
- 各国、地域間の情報交換その提供

#### ビジネスの機会

- 途上国、新興国での技術展開
- 具体的には国別の優先課題対応

#### 川崎地質の提供できるサービス

- 早期警戒システム  
(ハザードマップ、計測器等)※安価なシステム提供
- 盛土堤体診断(軟弱地盤解析、対策)
- モニタリング(自動計測システム等)
- 測量(3次元測量、航空測量等)
- 地表・地質踏査  
(地表踏査、地中レーダ、物理探査等)
- 技術移転

## Asian Development Bank

### インタビュー結果

- ADBとしての防災対策戦略、災害リスク削減のための各国政府のサポート、気候変動への対応をサポート、保険・ファイナンスプログラムの提供である。
- 2015年の国連防災世界会議に向けての優先事項は、予知予測、既存の防災に限らないあらゆるリスクの削減、レジリエンス、速やかな対応である。
- 具体的な洪水に関する案件では、各国でのリスクアセスメント、とそのFS実施、対策のための道路、橋等インフラの整備への投資と実行、政府や住民に向けたキャパシティビルディングを実施している。ハードのみを導入するだけでなく、政府や現地住民を巻き込んだ行動計画と教育までを実施することが重要だと考えている。
- 各国の要請によってADBが動くため、防災の基準等に関しては基本的に各国政府が主導して決定している。それぞれ独自の建設ガイドラインを持っているが、実際にはきちんと適応されていない。大メコン圏経済回廊は建設の部分毎に資金提供者が異なるため、それも統一基準を作る上での弊害になっている。
- 各国政府や非営利組織とのパートナーシップはあり、具体的に洪水のモデリングやアセスメントで協働している。コンサルや技術系企業といった民間との協働もあるが、すべてこれらは入札形式で実施している。
- 災害リスクマネジメントに関しては民間と協働する必要があると認識している。

Source: 現地インタビュー

#### 課題

- 自然災害による人的、経時的、損失リスクの低減
- 自然災害リスク削減の優先順位
- リスクへの対応および低減対策
- 各国、地域間の情報交換その提供

#### ビジネスの機会

- 途上国、新興国での技術展開
- 具体的には国別の優先課題対応

#### 川崎地質の提供できるサービス

- 早期警戒システム  
(ハザードマップ、計測器等)※安価なシステム提供
- 盛土堤体診断 (軟弱地盤解析、対策)
- モニタリング (自動計測システム等)
- 測量 (3次元測量、航空測量等)
- 地表・地質踏査  
(地表踏査、地中レーダ、物理探査等)



今回の現地での調査により、以下のような当該地域での課題が判明した。

### 調査対象国に共通する防災・減災に関わる課題

	現地の課題	日本の提供価値
資金*	<ul style="list-style-type: none"> <li>防災・減災よりも、新たなインフラ等の整備に資金が投入されるため、防災・減災対策予算がない、もしくは少ない</li> <li>他国政府、援助機関等からの支援がない限り積極的に取り組むことができない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府・民間からの投融資による資金の提供</li> </ul>
人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>防災・減災を担う人材層が薄い</li> <li>大学・研究機関等にコアとなる人材はいるが、民間を含めて考えると十分ではない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究機関・企業による、人材育成</li> </ul>
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>防災・減災に資する技術を認識をしているが、実際に実施、運用する能力に欠けている</li> <li>日本に比べると基本的な技術レベルが低いため、防災・減災に十分な能力を有していない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正な技術の移転</li> </ul>

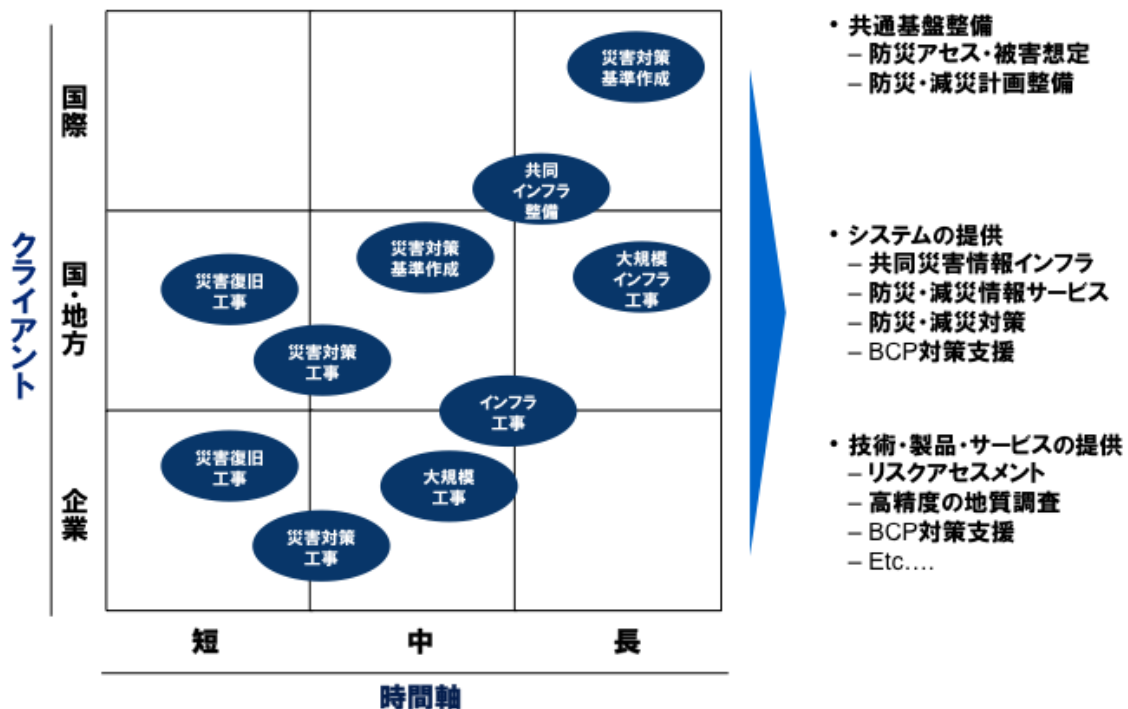
\*タイに関しては、独自で治水対策を大規模に実施予定。

Source: 現地インタビュー

これまでの現地調査結果及び、机上調査結果から各国における事業展開上の今後の方針をまとめると以下の通りである。

※時間軸についてはビジネス機会が顕在化するタイミングを示す

### 現地でのビジネス機会



また、大メコン圏の経済回廊に関する具体的な課題を把握するために、Asian Highway の設計基準に関する調査を行った。

### Asian Highway 設計基準

- Asian Highwayの設計基準において、防災に関するもの特に存在せず、各国政府に任されている

道路分類	プライマリー (4車線以上)				クラスI (4車線以上)				クラス2) (2車線)				クラス3) (2車線)			
	L	R	M	S	L	R	M	S	L	R	M	S	L	R	M	S
地形分類																
設計速度	120	100	80	60	100	80	50	50	80	60	50	40	60	50	40	30
道路用地	(50)				(40)				(40)				(30)			
幅員(m)	3.5				3.5				3.5				3.00(3.25)			
車線	3				3				2.5				1.5(2.0)			
路肩	2.5				2.5				2				0.75(1.5)			
中央分離帯	4				3				適用外				適用外N/A			
最少曲線半径	520	350	210	115	350	210	80	80	210	115	80	50	115	80	50	30
横断勾配	2				2				2				2-5			
路肩勾配	3-6				3-6				3-6				3-6			
舗装種別	アスファルト・コンクリート セメント・コンクリート				アスファルト・コンクリート セメント・コンクリート				アスファルト・コンクリート セメント・コンクリート				二層式アスファルト表面処理 (簡易舗装)			
最大合成勾配	10				10				10				10			
最大縦断勾配	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7
構造物設計活荷重 (最低)	HS20-44				HS20-44				HS20-44				HS20-44			

括弧中の数値は望ましい値。最少曲線半径は合成勾配と合せて決定すること。中央分離帯幅員は、適切な防護柵を設置することで減じることが出来る。締約国は、アジアハイウェイ上で、橋梁、カルバート、トンネル等の構造物を建設する際には、各国の基準を適用する。

Source: UNESCAP、ASIAN HIGHWAY CLASSIFICATION DESIGN STANDARDS

以上のように設計基準は設定されているものの、その防災基準に関しては各国政府に委ねられており、統一した基準が作成されていない。そのため、今後 Asian Highway における防災基準等の設定が重要になると思われる。これに関しては、UNISDR や ADB と引き続き議論を行うことで、統一した基準作りに向けて活動をしていく必要がある。

## 5-7 その他セミナーなどの実施

### (1) ベトナム国ラオカイ省政府にてセミナー開催(川崎地質・VJEC 共催)

日本の地すべり・防災技術及びラオカイ省における防災上の問題と今後の展開について、航空測量技術、その他地盤に関する川崎地質の技術を紹介。(ベトナムにおける防災・減災技術及びその取り組みの重要性に関わる啓蒙活動、参加者約50名)

### (2) 昨年度 F/S の一部を USMCA※ハノイ大会にて講演及び論文発表 2013.10

"The risk assessment by the AHP method and characteristics of the landslides in Sa Pa, Lao Cai province of northern Vietnam" (T.Kanno, H.Yoshimaatsu, Trung and Hung )

#### ※USMCA における発表について

USMCA(New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia)は、東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター(ICUS)が主体となってアジア地域で開催される国際シンポジウム。アジア地域の巨大都市の安全性を向上するための技術に関する情報交換を目的に、国際シンポジウム「International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia(USMCA)」を開催している。2002年にタイ国バンコク市においてAITと共同で開催した第1回から、アジアの各地で相手国のカウンターパートと協力して、毎年開催されている。シンポジウムは、相手国のカウンターパートに加え、毎回、(財)生産技術奨励会の支援を受け、SEIKEN SYMPOSIUMとして実施されている。また21世紀COEプロジェクト「都市空間の持続再生学の創出(拠点リーダー:大垣真一郎)」、さらにG-COE「都市空間の持続再生学の展開(拠点リーダー:藤野陽三)」のサポートも受けたシンポジウムである。本年度はベトナムハノイでの開催であり、ベトナムにおいて実施した防災・減災のパイロット事業の紹介として、昨年度 F/S 業務の一部を発表したものである。

## 6. 指標(方法論)とベースラインデータ

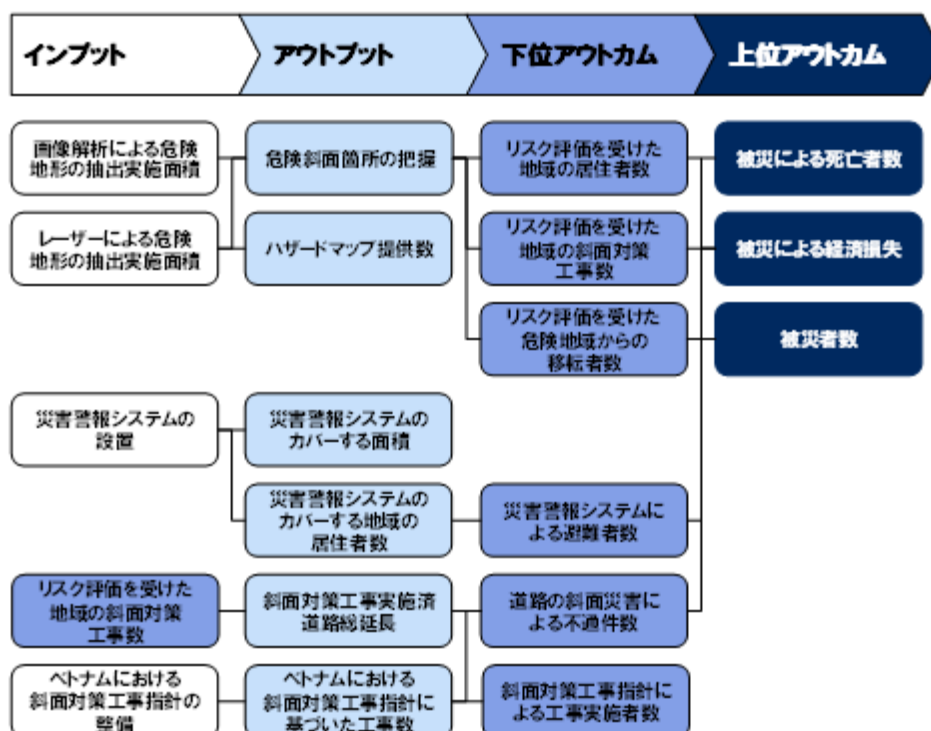
本事業において想定される成果の流れに合わせた各評価指標に対し、以下の通りベースラインデータを設定した。

### 本事業における成果の流れ

適応事業・適応技術 (インプット)	適応事業・適応技術 による実施結果 (アウトプット)	→ より上位の貢献 目標や課題への貢献 (アウトカム)	
<p>①衛星画像・航空写真・地形図を用いた斜面災害地形の抽出、整備</p> <p>②レーザー (LiDAR) を用いた航空測量、地上測量による斜面災害地形の抽出、整備</p> <p>③斜面危険度評価技術の適用と斜面危険度評価管理基準の整備</p>	<p>★危険斜面の抽出、危険度ランク区分、対策工の優先順位</p> <p>★ハザードマップ、アボイドマップの提供</p>	<p>●災害発生予測及び災害規模の予測</p> <p>●防災・減災計画による地域住民の安全・安心の確保</p> <p>●災害危険箇所からの移転促進</p>	<p>◆日本企業における大メコン圏経済回廊、南北高速鉄道網整備事業参入。</p> <p>◆大メコン圏における日本企業の経済活動の円滑化。</p> <p>◆ベトナム国家防災戦略目標達成の促進、支援。</p> <p>◆斜面災害軽減による観光産業振興、農業振興、農産物の増産による農業経済発展。</p> <p>■被災による死亡者数</p> <p>■被災による経済損失</p> <p>■被災者数</p>
<p>④高度かつ精細な斜面調査技術 (コアサンプリング技術、物理探査技術) による災害地：地すべり調査、解析技術の導入、適用</p> <p>⑤斜面変動計測技術 (地すべり動態観測)、情報化技術の適用及び整備</p>	<p>★効率的、合理的な調査、測量、設計技術及び監理技術の導入</p> <p>★災害発生時緊急警戒避難システム構築、地域住民への情報提供</p>		
<p>⑥防災・減災対策工の計画、設計技術、設計監理、施工管理技術の導入</p> <p>⑦斜面対策に関する技術指針、技術基準提案：設計、施工及び維持の管理基準の移転と適用</p>	<p>★メコン圏における斜面災害に対する設計、施工、維持管理技術の向上</p>	<p>●高速交通網の計画・整備における効率的・合理的、安全かつ経済的な路線選定</p>	

## 本事業における評価指標とベースラインデータ

### 評価指標



### ベースラインデータ(現状値および目標値)

※NA の数値については今後の事業実施および数値推計等により算出

#### インプット

- 画像解析による危険地形の抽出実施面積
  - 現状値 国土面積の 0%
  - 目標値 国土面積の 5%
- レーザーによる危険地形の抽出実施面積
  - 現状値 国土面積の 0%
  - 目標値 国土面積の 5%
- 災害警報システムの設置
  - 現状値 国土面積の 0%
  - 目標値 国土面積の 5%
- リスク評価を受けた地域の斜面对策工事数
  - 現状値 0 件 (今後の実施件数を評価対象とするため)
  - 目標値 NA 件 (抽出危険地形箇所の 20%)
- ベトナムにおける斜面对策工事指針の整備
  - 現状値 0 件 (有効な斜面对策工事指針は存在しない)

- 目標値 1 件（全土に有効な指針の作成）

#### アウトプット

- 危険斜面箇所把握
  - 現状値 NA 箇所（事業実施により設定）
  - 目標値 ※現状値確認後に設定
- ハザードマップ提供数
  - 現状値 0 箇所（今後の事業実施件数を評価対象とする）
  - 目標値 6 箇所（国土面積の 5%）
- 災害警報システムのカバーする面積
  - 現状値 国土面積の 0%
  - 目標値 国土面積の 5%
- 災害警報システムのカバーする地域の居住者数
  - 現状値 0 人
  - 目標値 NA 人（事業実施地域の 80%をカバー）
- 斜面对策工事実施済道路総延長
  - 現状値 0km（今後の実施件数を評価対象とする）
  - 目標値 NA km（工事実施地域の主要国道、省道の 20%）
- ベトナムにおける斜面对策工事指針に基づいた工事数
  - 現状値 0 件（今後の実施件数を評価対象とする）
  - 目標値 NA 件（全土での工事実施件数のうちの 50% 下位アウトカム）
- リスク評価を受けた地域の居住者数
  - ベースラインデータ 0 人
  - 目標値 NA 人（事業完了年の人口の 3%）
- リスク評価を受けた地域の斜面对策工事数
  - 前述
- リスク評価を受けた危険地域からの移転者数
  - 現状値 0 人
  - 目標値 NA 人（リスク評価を受けた危険地域の居住者の 60%）
- 災害警報システムにおける避難者数
  - 現状値 0 人
  - 目標値 NA 人（警報システム範囲の被災可能性のある住民の 60%）
- 道路の斜面災害による不通件数
  - 現状値 NA 件（リスク評価後の工事実施箇所数）
  - 目標値 NA 件（工事実施箇所数の 10%）
- 斜面对策工事指針による工事実施者数
  - 現状値 0 人（指針に基づく斜面防災工事従事者数）
  - 目標値 NA 人（斜面防災工事従事者の 30%）

## 上位アウトカム

(ベースラインデータは 2004~2013 の平均値を 5 年分累計した)

- 被災による死亡者数
  - ベースラインデータ 1,330 人
  - 目標値 931 人 (ベースラインデータの 30%減)
- 被災による経済損失
  - ベースラインデータ 2,750 百万ドル
  - 目標値 1,925 百万ドル (ベースラインデータの 30%減)
- 被災者数
  - ベースラインデータ 7,08 万人
  - 目標値 4.96 万人 (ベースラインデータの 30%減)

なお、メコン圏各国においては整備されたデータ取得が非常に難しいため、ベースラインデータ設定のため、以下のような基礎データをもとに、数値を組み合わせ、もしくは推計して組み合わせている。



参考データ①:メコン圏における災害データベース

Dates		Geo		Disaster		Numbers		Dislo	
Start	End	Country	Location	Type	Sub Type	Killed	Tot. Affected	Est. Damage (US\$ Million)	Dislo
1/00/05/2005	00/06/2005	Viet Nam	Ben Tre province	Drought	Drought	30	410000	42.12	2013-0380
2/24/09/2013	24/09/2013	Viet Nam	Center and South	Flood	General Flood	23			2013-0333
3/00/09/2013	00/09/2013	Viet Nam	Lao Cai, Ha Giang, Lai Ch...	Flood	General Flood	34	17540	30.00	2012-0351
4/10/09/2012	11/09/2012	Viet Nam	Ninh Binh, Ha Tinh, Thanh...	Flood	General Flood	13	461584		2011-0398
5/21/10/2011	21/10/2011	Viet Nam	Quang Tin, Quang Binh, Th...	Flood	General Flood	85	600000	175.00	2011-0394
6/00/09/2011	00/12/2011	Viet Nam	An Giang, Dong Thap, Long...	Flood	General Flood	24	300000	44.00	2011-0359
7/14/09/2011	14/09/2011	Viet Nam	Lao Cai province	Flood	General Flood	50	10000	255.00	2010-0397
8/12/11/2010	17/11/2010	Viet Nam	Thua Thien-Hu?, Quang Nga...	Flood	General Flood	31	39008	107.70	2010-0373
9/29/10/2010	10/11/2010	Viet Nam	Ninh Thuan, Khanh Hoa, Ph...	Flood	General Flood	21	761000	154.00	2010-0339
10/14/10/2010	18/10/2010	Viet Nam	Nghe An, Ha Tinh, Quang B...	Flood	General Flood	84	679825	142.50	2010-0315
11/01/10/2010	06/10/2010	Viet Nam	Ha Tinh, Quang Binh, Quan...	Flood	Flash Flood	17	40000		2009-0611
12/25/09/2009	28/09/2009	Viet Nam		Flood	General Flood	20	700000		2009-0247
13/03/07/2009	06/07/2009	Viet Nam	Bac Kan, Cao Bang, Ha Gia...	Flood	General Flood	9	20000		2008-0607
14/25/12/2008	05/01/2009	Viet Nam	Phu Yen, Binh Dinh, Quang...	Flood	General Flood	99	600000	479.00	2008-0301
15/27/10/2008	04/11/2008	Viet Nam	Thai Nguyen, Vinh Phuc, H...	Flood	General Flood	29	12004		2008-0481
16/19/10/2008	20/10/2008	Viet Nam	Nghe An, Thua Thien-Hue...	Flood	Flash Flood	16			2008-0373
17/26/08/2008	28/08/2008	Viet Nam	Ha Giang province	Flood	General Flood	4	500		2008-0282
18/11/05/2008	12/05/2008	Viet Nam	Dac Ngo (Dak Nong provinc...	Flood	Flash Flood	55	150000	350.00	2007-0358
19/10/11/2007	21/11/2007	Viet Nam	Khanh Hoa, Quang Nghi, Bi...	Flood	Storm surge/coastal flood	3	280000		2007-0331
20/20/10/2007	02/11/2007	Viet Nam	Dong Thap, An Giang, Ken...	Flood	General flood	83	94942	300.00	2007-0322
21/28/10/2007	09/11/2007	Viet Nam	Thua Thien-Hue, Quang Nga...	Flood	General flood	15	22000	10.00	2007-0312
22/14/10/2007	24/10/2007	Viet Nam	Thue Thien-Hue, Quang Ngai...	Flood	General flood	74	416130	130.00	2007-0223
23/05/08/2007	07/08/2007	Viet Nam	Dak Lak, Lam Dong, Ha Tin...	Flood	Storm surge/coastal flood	60			2006-0738
24/12/10/2006	17/10/2006	Viet Nam		Flood	General flood	80			2006-0451
25/10/08/2006	01/11/2006	Viet Nam	An Giang, Dong Thap (Mekeo...	Flood	General flood	42	50200	8.00	2006-0446
26/12/08/2006	30/08/2006	Viet Nam	Bin Thuan, Nghe-An, Quang...	Flood	General flood	12	2000		2006-0429
27/18/07/2006	18/07/2006	Viet Nam	Bac Kan, Vinh Phuc, Lang...	Flood	Flash flood	4	100	1.00	2006-0386
28/09/07/2006	11/07/2006	Viet Nam	Bac Me district (Ha Giang...	Flood	Flash flood	69	18000	27.00	2006-0384
29/04/12/2005	24/12/2005	Viet Nam	Khanh Hoa, Dak Lak, Phu Y...	Flood	General flood	67	33800	12.00	2006-0328
30/20/10/2005	28/10/2005	Viet Nam	Binh Dinh, Quang Ngai, Ph...	Flood	Flash flood	17	10000	15.00	2006-0384
31/07/10/2005	10/10/2005	Viet Nam	Quang Binh, Quang Tri and...	Flood	General flood	39	30000		2005-0515
32/08/09/2005	29/09/2005	Viet Nam	Dong Thap, An Giang, Tan...	Flood	General flood	34	30000		2005-0315
33/26/05/2005	26/05/2005	Viet Nam	Vinh Thuan district (Ken...	Flood	General flood	53	18		2004-0735
34/24/08/2004	21/10/2004	Viet Nam	An Giang, Cau Long, Dong...	Flood	General flood	9	5000	8.00	2004-0354
35/18/07/2004	28/07/2004	Viet Nam	Du Tien, Du Gia communes...	Flood	Flash flood	13			2004-0328
36/16/04/2004	17/04/2004	Viet Nam	Mai Son, Bac Yen and Song...	Flood	General flood	1			2009-0476
37/06/11/2009	06/11/2009	Viet Nam	Quang Nam province	Mass Movement Wet	Landslide	23			2009-0472
38/13/09/2004	13/09/2004	Viet Nam	Bat Xat district (Lao Cai...	Mass movement wet	Landslide	7	5011	1.00	2013-0341
39/02/08/2013	03/08/2013	Viet Nam	Northern provinces	Storm	Tropical cyclone	11	278490	336.00	2012-0406
40/28/10/2012	28/10/2012	Viet Nam	Nghe An, Thanh Hoa, Ninh...	Storm	Tropical cyclone	17	60479	6.80	2012-0294
41/17/08/2012	17/08/2012	Viet Nam	Yen Bai, Vinh Phuc, Quang...	Storm	Tropical cyclone	10	3		2012-0259
42/00/07/2012	00/07/2012	Viet Nam		Storm	Tropical cyclone	16	63		2011-0576
43/19/06/2011	24/06/2011	Viet Nam		Storm	Tropical cyclone	14	20700		2011-0232
44/22/06/2011	26/06/2011	Viet Nam	North	Storm	Local storm	10	12400	44.00	2010-0432
45/24/08/2010	25/08/2010	Viet Nam	Nghe An, Thanh Hoa, Ha Tin...	Storm	Tropical cyclone	11	1500		2010-0332
46/23/07/2010	25/07/2010	Viet Nam		Storm	Tropical cyclone	124	500145	280.00	2009-0478
47/17/07/2010	17/07/2010	Viet Nam	Thanh Hoa, Quang Ngai, Qu...	Storm	Tropical cyclone	182	2477315	785.00	2009-0414
48/02/11/2009	02/11/2009	Viet Nam	Binh Dinh, Phu Yen, Khaab...	Storm	Tropical cyclone	17	8828	1.00	2008-0552
49/14/10/2009	14/10/2009	Viet Nam		Storm	Tropical cyclone	11			2008-0540
50/28/09/2009	29/09/2009	Viet Nam	Binh Dinh, Da Nang, Dak L...	Storm	Tropical cyclone				
51/17/11/2008	20/11/2008	Viet Nam	Phu Yen, Khanh Hoa, Binh...	Storm	Tropical cyclone				
52/05/11/2008	05/11/2008	Viet Nam	Ho Chi Minh city	Storm	Tropical cyclone				
53/30/09/2008	30/09/2008	Viet Nam	Quang Binh, Ha Tinh	Storm	Tropical cyclone				

出所) BM-DAT:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters

Dates		Geo		Disaster		Sub Type		Name		Numbers		DisNo	
Start	End	Country	Location	Type		Sub Type	Name	Killed	Tot. Affected	Est. Damage (US\$ Million)		DisNo	
54/25/09/2008	28/09/2008	Viet Nam	Lang Son, Son La, Bac Gia ...	Storm		Tropical cyclone	Typhoon Hagupit (Nina)	46	58511	63.00		2008-0426	
55/08/08/2008	11/08/2008	Viet Nam	Lao Cai, Yen Bai, Phu To, ...	Storm		Tropical cyclone	Tropical storm Kammuri (Julian)	162	57630	120.00		2008-0329	
56/29/09/2007	12/10/2007	Viet Nam	Quang Binh, Ha Tinh, Quan ...	Storm		Tropical cyclone	Lekima	96	689430	191.00		2007-0463	
57/20/11/2006	20/11/2006	Viet Nam	Quan Ninh province	Storm		Local storm		13	10.00	2006-0659			
58/30/11/2006	08/12/2006	Viet Nam	Ba Ria-Vung Tau, Ben Tre, ...	Storm		Tropical cyclone	Durian (Reming)	95	1226360	456.00		2006-0648	
59/27/09/2006	06/10/2006	Viet Nam	Ha Tinh, Thua Thien-Hue, ...	Storm		Tropical cyclone	Xangsane (Mienyo)	71	1467925	624.00		2006-0617	
60/11/07/2006	19/07/2006	Viet Nam	Bac Can, Lang Son, Vinh P, ...	Storm		Tropical cyclone	Bilis	17	2000	2006-0362			
61/17/05/2006	17/05/2006	Viet Nam		Storm		Tropical cyclone	Chancho (Caloy)	204	600000	2006-0251			
62/07/04/2006	07/04/2006	Viet Nam	Yen Chau district (Son La ...	Storm				1	1005	2006-0211			
63/02/11/2005	04/11/2005	Viet Nam	Quang Nam, Quang Ngai (So ...	Storm		Tropical cyclone	Kai Tak (21)	20	15000	11.00		2005-0611	
64/27/09/2005	30/09/2005	Viet Nam	Yen Bai, Tram Tau, Nghia ...	Storm		Tropical cyclone	Damrey	75	337660	219.25		2005-0540	
65/18/09/2005	19/09/2005	Viet Nam	Thanh Hoa, Nghe An, Ha Ti, ...	Storm		Tropical cyclone	Vicente	8	8500	20.00		2005-0536	
66/13/08/2005	16/08/2005	Viet Nam	Nghie An province	Storm				13	6500	2005-0476			
67/26/11/2004	26/11/2004	Viet Nam	Hue, Quang Ngai, Quang Na ...	Storm		Tropical cyclone	Mulfa (Uning/29W)	56	500000	23.00		2004-0580	
68/07/06/2004	11/06/2004	Viet Nam	Bin Dinh, Danang, Quang N, ...	Storm		Tropical cyclone	Charithu (Gener/08W)	14	905	7.00		2004-0258	
								<b>2660</b>	<b>14157205</b>	<b>5500.57</b>			
1/00/04/2005	00/04/2005	Cambodia	Kompong Speu province	Drought		Drought			600000			2005-9206	
2/24/09/2013	24/09/2013	Cambodia		Flood		General Flood		12				2013-0380	
3/05/08/2013	31/08/2013	Cambodia	Banteay Meanchey, Kompong ...	Flood		General Flood		13	26500			2013-0342	
4/17/08/2012	26/09/2012	Cambodia		Flood		General Flood		14	71500			2012-0504	
5/10/08/2011	01/11/2011	Cambodia	Kandal, Kampong Thom, Pre, ...	Flood		General Flood		247	1640023	521.00		2011-0364	
6/20/10/2010	09/11/2010	Cambodia		Flood		General Flood		8	70.00	2010-0552			
7/10/08/2007	24/08/2007	Cambodia	Kampong Thom, Ratanakiri, ...	Flood		General flood		2	19000	1.00		2007-0410	
8/10/08/2006	01/11/2006	Cambodia	Pinom Penh, Kampong Seu, ...	Flood		General flood		5	33000	2006-0451			
9/06/07/2006	07/07/2006	Cambodia	Koh Konh	Flood		General flood			5000	2006-0368			
10/08/09/2005	29/09/2005	Cambodia	Kratie, Kampong Cham, Kan ...	Flood		General flood		16		2005-0515			
11/24/08/2004	21/10/2004	Cambodia		Flood		General flood				2004-0735			
12/02/11/2009	03/11/2009	Cambodia		Storm		Tropical cyclone	Tropical storm Mirinae (Santi)	2		2009-0478			
13/29/09/2009	30/09/2009	Cambodia		Storm		Tropical cyclone	Tropical storm Ondoy (Ketsana)	17	178091	2009-0414			
								<b>336</b>	<b>2573114</b>	<b>592.00</b>			
1/00/06/2011	00/00/2011	Thailand	Chiens Rai, nan, Phrae, L, ...	Drought		Drought						2011-9207	
2/00/03/2010	00/03/2010	Thailand	North, NorthEast, Central ...	Drought		Drought			6482602			2010-9132	
3/00/04/2008	00/00/2008	Thailand	Centre, North and North-E ...	Drought		Drought			10000000			2008-9154	
4/00/01/2005	00/03/2005	Thailand		Drought		Drought				420.00		2005-9153	
5/24/03/2011	24/03/2011	Thailand	Northern region	Earthquake (seismic activity)		Earthquake (ground shaking)		1	16	2011-0090			
6/26/12/2004	26/12/2004	Thailand	Krabi, Phang Nga, Phuket, ...	Earthquake (seismic activity)		Tsunami		8945	67007	1000.00		2004-0659	
7/25/07/2013	27/07/2013	Thailand	Mee Sot district (Tak pro ...	Flood		General Flood				97.00		2013-0263	
8/15/08/2012	30/09/2012	Thailand	Tak, Sukhthai, Phitsanulo ...	Flood		General Flood			235545			2012-0375	
9/05/08/2011	04/01/2012	Thailand	Phrae, Mae Hong Son, Sukh ...	Flood		General Flood		813	9500000	40000.00		2011-0326	
10/23/03/2011	05/04/2011	Thailand	Nakhon Si Thammarat, Phat ...	Flood		Flash Flood		64	716110	317.00		2011-0083	
11/10/10/2010	10/12/2010	Thailand	Chanae, Singburi, Angtho ...	Flood		General Flood		258	8970653	332.00		2010-0552	
12/07/11/2009	08/11/2009	Thailand	Songkhla, Narathiwat, Pat ...	Flood		General Flood		15	200000	2009-0513			
13/29/12/2008	19/01/2009	Thailand	Phatthalung, Yala, Narath ...	Flood		Flash Flood			32584	0.34		2008-0634	

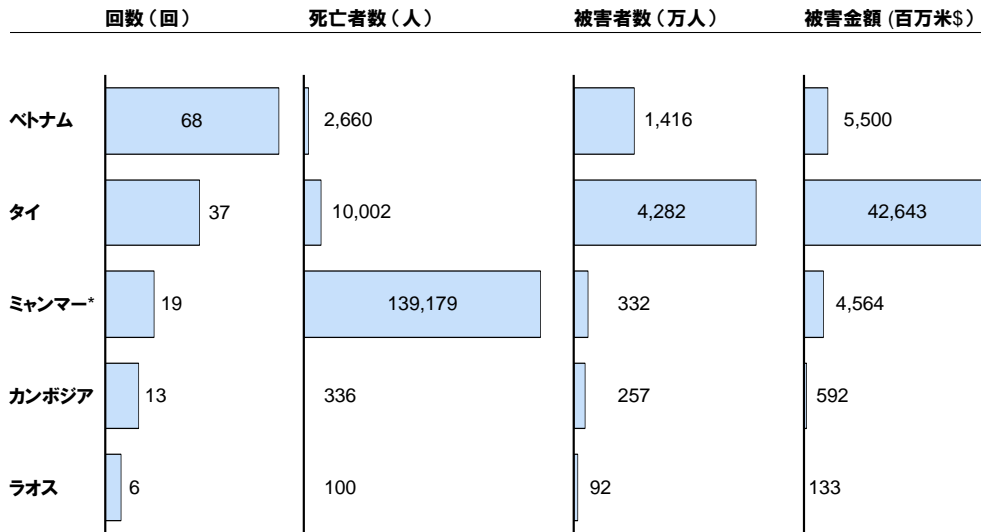
出所) BM-DAT:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters

Dates		Geo		Disaster		Numbers		DisNo		
Start	End	Country	Location	Type	Sub Type	Name	Killed	Tot. Affected	Est. Damage (US\$ Million)	
14/01/2008	20/12/2008	Thailand	Nakorn Si Thammarat, Suva ...	Flood	Flood		21	70000	11.50	
15/03/2008	07/10/2008	Thailand	Phisanulok, Lop Buri, Ph ...	Flood	General Flood		18	639573	16.00	
16/07/2007	21/12/2007	Thailand	Narathiwat, Yala, Songkh ...	Flood	General Flood		3	65000	2007-0611	
17/22/02/07	29/10/2007	Thailand	Chumphon, Surat Thani	Flood	General Flood		2	100000	1.50	
18/05/09/2007	10/11/2007	Thailand	Phetchabun, Loei, Kalasin ...	Flood	General Flood	Monsoonal rain	10	17000	2007-0446	
19/11/05/2007	21/05/2007	Thailand	Pichit, Phrae, Uttaradi ...	Flood	General Flood			1000	2007-0181	
20/14/04/2007	15/04/2007	Thailand	Yan Ta Krao Saing, Prai ...	Flood	Flood		38		2007-0142	
21/20/08/2006	13/12/2006	Thailand	Chiang Rai, Chiang mai, M ...	Flood	General Flood		164	2212413	9.94	
22/22/05/2006	11/06/2006	Thailand	Nan, Phrae, Lamphang, Suk ...	Flood	Flood		116	342895	25.00	
23/10/02/2006	18/02/2006	Thailand	Narathiwat, Nakhon Si Tra ...	Flood	General Flood			2000	2006-0113	
24/23/11/2005	12/01/2006	Thailand	Songkhla, Trang, Satun, N ...	Flood	Flood		55	700000	97.00	
25/13/08/2005	31/08/2005	Thailand	Chiang Mai, Mae Hong Son, ...	Flood	General Flood		21	119310	121.00	
26/10/12/2004	18/12/2004	Thailand	Sukhirin (Narathiwat), Ph ...	Flood	General Flood		2	5000	175.00	
27/15/09/2004	15/09/2004	Thailand	Chian Rai, Chiang Mai, Ub ...	Flood	Flood		2	2000	2004-0501	
28/06/08/2004	30/08/2004	Thailand	Na Di, Prachinburi, Bu ...	Flood	General Flood		9	500000	2004-0441	
29/18/10/2004	18/10/2004	Thailand	Bean Huey Nam Khiew (Krab ...	Mass movement wet			3	110	2004-0547	
30/04/08/2011	06/08/2011	Thailand	Phrae, Chai Mai, Sukhoth ...	Storm	Landslide		18	1000000	2011-0272	
31/11/08/2008	20/08/2008	Thailand		Storm	Tropical cyclone	Tropical storm Juarning (Nock-ten)			2011-0272	
32/02/05/2008	03/05/2008	Thailand	Tak province	Storm	Tropical cyclone	Tropical storm 'Kammuri' (Julian)		1000	2008-0329	
33/26/09/2005	30/09/2005	Thailand	Lampang, Chiang Mai, Chia ...	Storm	Tropical cyclone	Cyclone Nargis		1000	2008-0184	
34/21/05/2005	21/05/2005	Thailand	Lampang, Nan provinces	Storm	Tropical cyclone	Damrey		2000	2005-0540	
35/04/06/2004	21/06/2004	Thailand	Phrae, Nakhon Sawan, Sukho ...	Storm	Tropical cyclone		1	4000	2004-0258	
36/20/05/2004	23/05/2004	Thailand	Mae Ramat (Tat province)	Storm	Tropical cyclone	Charthu (Gener/08W)		13	2004-0244	
37/00/09/2005	00/09/2005	Thailand	Satun, Phatthalung, Patu ...	Wildfire	Forest fire			5050	2005-0430	
							<b>10002</b>	<b>42824368</b>	<b>42645.53</b>	
1/00/06/2013	00/06/2013	Lao P Dem Rep	Xai, Beang districts (Oud ...	Flood	General Flood		20	116518	33.00	
2/01/03/2011	13/10/2011	Lao P Dem Rep	Savannakhet, Kammuane, C ...	Flood	Flood		34	430000	2011-0324	
3/23/06/2011	29/06/2011	Lao P Dem Rep	Xiangkhuang, Vientiane, B ...	Flood	General Flood		14	37000	2011-0218	
4/10/09/2009	11/09/2009	Lao P Dem Rep	Seangjai, Nongbok, Metch ...	Flood	General Flood		10		2009-0612	
5/12/08/2008	18/08/2008	Lao P Dem Rep	Luangprabang, Luangnamtha ...	Flood	General Flood		6	204190	2008-0452	
6/01/10/2009	01/10/2009	Lao P Dem Rep	Attapeu, Sekong, Savannak ...	Storm	Tropical cyclone	Tropical storm Ondoy (Ketsana)		16	128887	100.00
							<b>100</b>	<b>916595</b>	<b>133.00</b>	
1/11/11/2012	11/11/2012	Myanmar	Shwe Bo, Moneke, Smitku, ...	Earthquake (seismic activity)	Earthquake (ground shaking)		38	1486	1.17	
2/24/03/2011	24/03/2011	Myanmar	Taray Sub-Township (Shan ...	Earthquake (seismic activity)	Earthquake (ground shaking)		74	21277	3.60	
3/26/12/2004	26/12/2004	Myanmar	Irawaddy delta, Labutta ...	Earthquake (seismic activity)	Tsunami		71	15700	500.00	
4/26/07/2013	07/08/2013	Myanmar	Karen state, Mon and Rakh ...	Flood	General Flood		7	73300	2013-0263	
5/15/07/2012	29/08/2012	Myanmar	Kawareik, Kyau Selgwi, ...	Flood	General Flood		2	85000	2012-0319	
6/19/10/2011	21/10/2011	Myanmar	Paokku, Mying, Paik, Se ...	Flood	Flood		151	35734	1.70	
7/14/08/2007	29/08/2007	Myanmar	Athok, Kachin state (Ira ...	Flood	General Flood			61744	2007-0409	
8/06/07/2007	11/07/2007	Myanmar	Akakern, Yangon (Rangoon) ...	Flood	General Flood			101920	2007-0318	
9/03/05/2007	09/05/2007	Myanmar	Yangon area	Flood	General Flood		5	3000	2007-0186	
10/11/06/2007	11/06/2007	Myanmar	Rakhine state	Flood	General Flood				2007-0161	
11/15/09/2006	19/10/2006	Myanmar	Mandalay area	Flood	General Flood		25	10000	2006-0544	
12/03/05/2013	03/05/2013	Myanmar	Shan state	Mass Movement Wet	Landslide		16		2013-0160	
13/17/06/2010	17/06/2010	Myanmar	Maungdaw, Buhidung, Rak ...	Mass Movement Wet	Landslide		68	145000	2010-0231	
14/04/07/2009	04/07/2009	Myanmar	Hpakon city (Kachin sta ...	Mass Movement Wet	Landslide		24	1351	2009-0251	
15/14/09/2005	15/09/2005	Myanmar	Palaw, Kyau Su, Mweik (Th ...	Mass movement wet	Landslide		17	16	2005-0533	
16/22/10/2010	22/10/2010	Myanmar	Kyaikyu, Minhya, Mraug, ...	Storm	Tropical cyclone	Cyclone Giri	45	260049	57.00	
17/10/05/2008	03/05/2008	Myanmar	Nyaungdaw, Labutta, Mew ...	Storm	Tropical cyclone	Cyclone Nargis	138366	2420000	4000.00	
18/29/04/2006	05/05/2006	Myanmar	Irawaddy, Rakhine, Acha ...	Storm	Tropical cyclone	Mala	34	60106	2006-0241	
19/19/05/2004	19/05/2004	Myanmar	Myae Bon, Situe, Paik Ta ...	Storm	Tropical cyclone		236	25000	0.69	
							<b>139179</b>	<b>3320683</b>	<b>4664.16</b>	

出所) BM-DAT:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters

## 参考データ②

2004~2013の10年間自然災害による被害データ

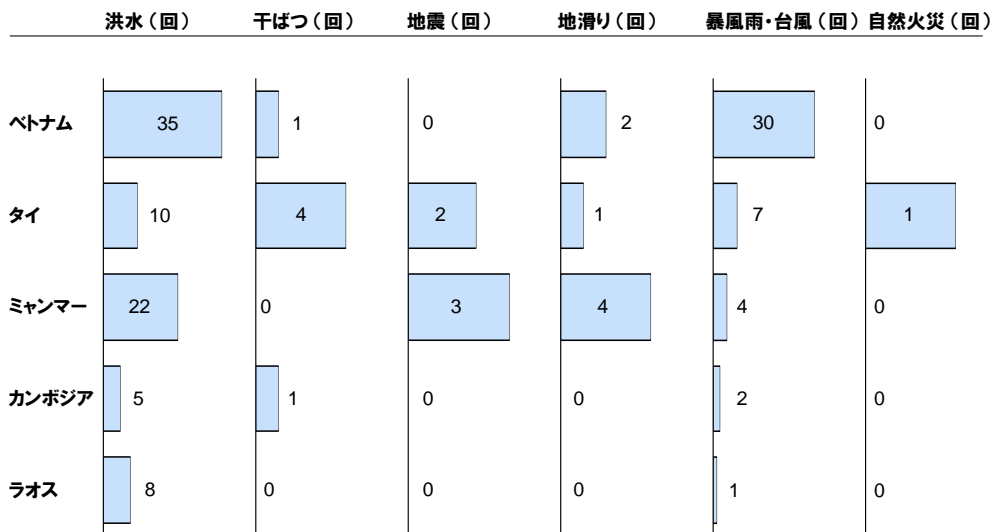


\*2008のCyclone Nargisによる影響が大きい。(死亡者数138,366)

Source: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, Université Catholique de Louvain, Brussels (Belgium)

## 参考データ③

2004~2013の10年間自然災害による被害データ



Source: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, Université Catholique de Louvain, Brussels (Belgium)

## 7. 適応対策において今後見込める成果

本公募事業では、昨年度 METI 公募事業の中で実施したベトナム国ラオカイ省での地すべり調査、測量、設計におけるパイロット事業を通じた実現可能性調査の成果を元にして、大メコン圏経済回廊をターゲットとして、大メコン圏経済回廊として優先度の高いベトナム中南部を中心に事業の展開を目標として事業の実行可能性調査を行うものである。さらに今後、ベトナムでの事業展開を成功モデルとして、接続する大メコン圏諸国（カンボジア、ラオス、タイ等）にスケールアップさせ、大メコン圏全体を視野において斜面における防災・減災の技術をパッケージ化していくことで、我が国企業をはじめ日本国企業におけるビジネスチャンスが広がることを期待するものである。すなわち、大メコン圏経済回廊計画全体を念頭に、これらの計画路線沿い及びアクセス路における地すべりや崩壊、土石流などの斜面災害に対する防災・減災事業によるソフト面、ハード面での我社など日本企業における技術の提供及び展開は、安全、安心な社会活動や経済活動に寄与するものであり、地域発展にも大いに貢献するものと考えている。

成果指標としては、下記項目それぞれにあわせて現状取得可能なデータ（）をもとにベースラインデータを設定、効果を測定する。

### 7-1 事業の活用可能性

本斜面防災減災事業に関する F/S 調査を通して、ベトナム国内において今後防災・減災へのニーズが高まっていくだろうことがわかった。

その際、斜面災害に対する防災・減災事業によるソフト面、ハード面での我社など日本企業による技術の提供及び展開は、安全、安心な社会活動や経済活動に寄与し、地域発展にも大いに貢献するものと考えている。管理者となる官側においては、当該事業を通じた技術指針・基準の策定などの斜面对策に関わる法整備、斜面对策に関わる技術情報の取得、斜面維持管理技術の向上など、斜面災害に備えた体制の整備が可能となる。

また、斜面防災減災事業を契機として、広範な流域エリアでの対策が必要となる河川分野や関連する自然災害分野への対策の展開など、事象を超えた災害への対応力向上が達成できる。そして民側においては、現地計測結果の閲覧や早期避難警戒システムによる退避行動など、災害に対する行動のあり方を学び、防災への意識が芽生える点が重要である。

さらに、ベトナム国外に目を向けると、ラオス・カンボジア・タイ等、ベトナム国の防災担当者が主導して、周辺の国々に斜面防災減災事業を適用することが可能となる。気候変動の影響と言われる暴風雨や集中豪雨が増加するベトナム国が東南アジアで防災減災のリーダー的存在となることで、日本の技術が広く展開されることとなり、東南アジアで改良される計測機器や発展する斜面对策関連技術など、再び、日本に輸入することによって、国内にもその技術を還元することが可能となり、技術の国内外での循環による相乗効果が期待されるものである。

## 7-2 事業の波及効果

経済発展を遂げるベトナム国において、南北高速鉄道や大メコン圏経済回廊構造などの各  
大規模プロジェクトにおける日本の技術の売り込みに際して、これらのプロジェクトに関わ  
る斜面の防災・減災対策をパッケージ化することで、ハード・ソフト一体となった日本の技  
術の売り込みが可能となり、その付加価値は非常に大きなものと考えている。

すなわち、前述したようにベトナムを含むメコン圏諸国においては、土砂災害に関する知  
識や災害危険箇所の事前把握、災害の未然防止など、防災・減災に対する知識に乏しく防災・  
減災に関する意識が低いのが現状である。地すべり発生等により膨大な金額を投じたインフ  
ラが破壊され、再構築や路線変更を余儀なくされたり、人的被害をもたらしたりするケース  
が非常に多い。したがって、本事業のインフラ整備全般にわたる波及効果は大きい。斜面災  
害による路線の被害を最小化するための情報を事前に得ることができるようになるため  
である。また、インフラ整備のため地盤を改変する際においても、斜面変動などの地盤の挙動  
に関する知識の向上によって、施行中あるいは施工後の事故発生提言にも寄与するものであ  
る。

また、ベトナムにおける本事業の波及効果として重要なことは、大メコン圏経済回廊によ  
って期待されるグローバルな経済効果であり、自動車や電化製品などの日本企業の経済活動  
において安全、安心で円滑な流通が可能になることで、さらに競争力を高めていくことにも  
寄与するものとする。

## 8. 今後の事業計画

大メコン圏において防災にフォーカスをして事業を行うことは現時点では非常に難しい。これは、前述した通り、資金、人材、技術のすべてに問題があるからである。現地での人材教育並びに技術水準の向上を行いながら、防災に関するビジネスを展開する必要がある。

今回の調査において、現地の経済規模、今後の成長可能性を検討したところ、ベトナム・ミャンマーでのビジネスのチャンスが非常に大きい。その中でもベトナムに関しては、これまで構築して政府関係者、大学等研究機関、現地での地盤調査会社を含め、ある程度の基盤が構築できているため、ベトナムを中心に今後のビジネスの実施を検討する。

また、今後のメコン圏での防災ビジネスのニーズは経済発展と共に増大することが予想される。しかし、現時点で日本企業の持つ様々な技術や測定器、システムを現地に移転するのはまだまだ価格が高いため難しい。そこで、まず大メコン圏で最も経済が成長しているタイにおいて様々な既存の防災システムの展開と同時に、現地研究機関や企業と共に今後の大メコン圏へ拡販可能な新たなシステム構築を検討する。

さらに検討すべきこととして、国際的な防災対策の基準の策定がある。今回の UNISDR、ADB でのヒアリングで分かったように、国際機関は、防災基準を設定して融資を行わず、各国のその基準に沿って実施されている。そのため、長期的視点では利益が大きいにも関わらず、今回調査した国々ではタイを除いて、現時点では防災対策にあまり注力されていない。日本は官民が協力し、国際機関の防災に関するルール策定に関与し、知見を提供し策定することが重要である。2013年5月経協インフラ戦略会議で決定された“インフラシステム輸出”、3月に設立される一般社団法人「日本防災プラットフォーム」など、日本の防災技術の輸出は官民協力して様々な取り組みが始まっている。これらと共に2015年の仙台で開催される国連防災世界会議に向けて、防災対策の仕組みづくりとその標準化に協力していきたいと考えている。

### 各国概況まとめ

	状況	今後の方針
タイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災への意識が高く、対策を独自に行い始めている。</li> <li>・ ハード面だけではなく、ソフト面での対策のニーズが高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地とのコネクションにより、高度な技術の移転、協働のプロジェクト実施による支援</li> </ul>
ベトナム ミャンマー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災対策を行う余力はないが、その必要性は感じている。</li> <li>・ 抱えている課題を解決するプロジェクトには意欲的</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地企業・研究機関とアライアンスを組みながら、人材育成・技術移転と共にプロジェクトを獲得</li> </ul>
カンボジア ラオス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災への意識はまだ高くない</li> <li>・ 基本的なインフラ整備への意欲の方が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本企業の投資、ODA等をベースにプロジェクト実施</li> </ul>

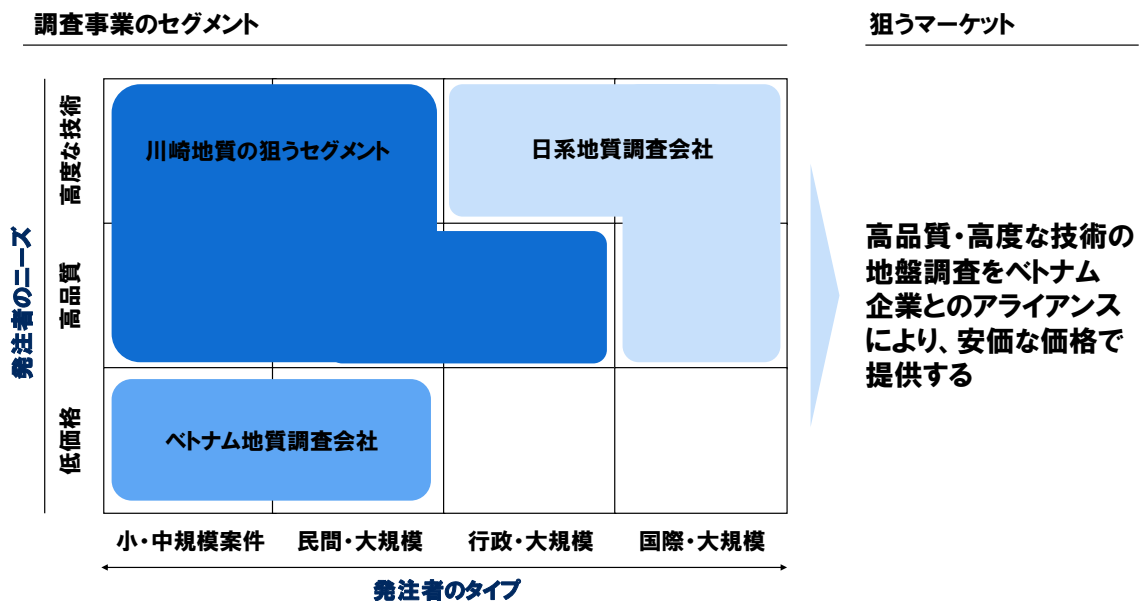


## 8-1 ベトナムにおけるビジネスモデル

ベトナムにおけるビジネスは、防災に関連する分野、地盤調査に関連する分野の2つの分野に分けて事業を検討する。これは、前述したように、防災に関しては、高い関心はあるが予算確保が短期的には難しい。よって、長い時間軸で案件を獲得する必要がある。そのために、まず地盤調査事業をベースに事業を展開し、そのうえでより高度なサービス、防災事業を実施する。

地盤調査事業を実施するにあたっては、以下の図のマーケットを獲得する。

### ベトナムにおける地盤調査事業のマーケットセグメンテーション

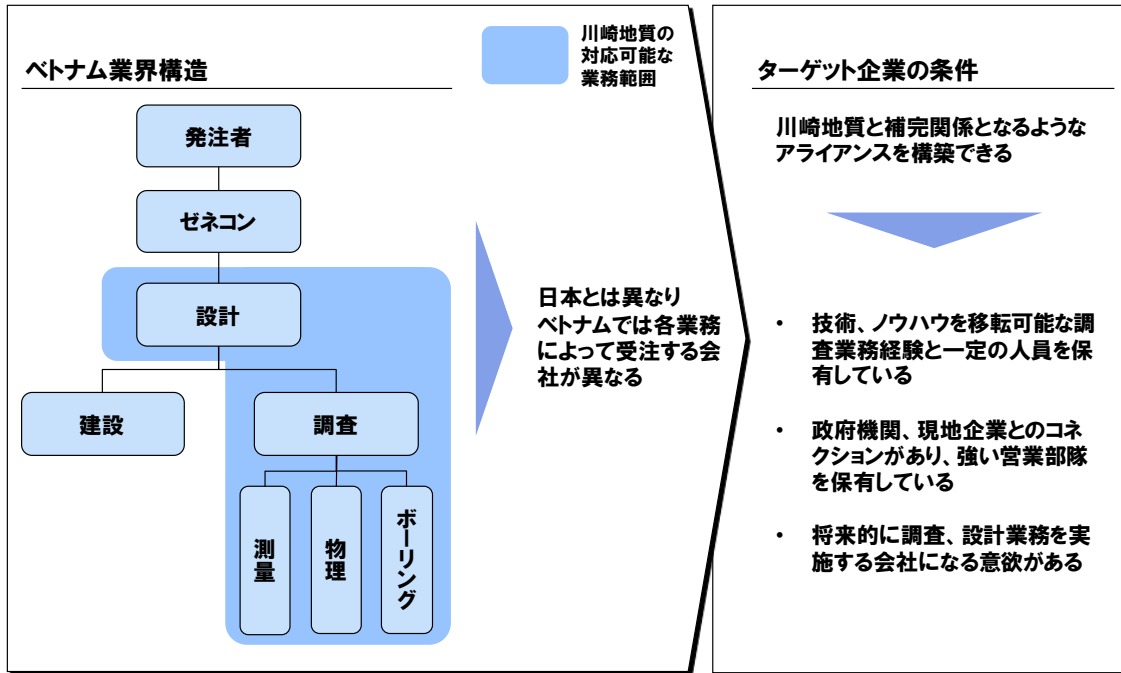


ベトナムの地盤調査会社は低価格ではあるが、調査の品質は低い。また、既に進出済みの日系調査会社は高度な技術、高品質な調査は可能であるが高価格である。そのため、国際機関の融資案件等の国際競争案件、あるいは民間の高度な技術の案件は獲得しているが、それ以外のマーケットに進出することができていない。そこで川崎地質は、ベトナムの地盤調査会社とアライアンスを組み、川崎地質の保有する技術、ノウハウを現地に移転をすることで比較的安価に高品質、高度な技術の調査を提供する。これにより、民間、行政の高品質・高度な技術の必要なマーケットをターゲットに現地に参入する。

今回の調査で、日本、シンガポール、香港資本等の不動産ファンド、あるいはデベロッパーが開発するリゾートやビルに関しては、高品質な地盤調査のニーズがあることが判明した。これは、投資に当たってデューデリジェンスにおいて品質を確保する必要があるからである。さらに、ベトナムに関しては、今後も日本の投資も増加すると考えられており、日本で既に強固な関係を持つ、日系のゼネコンにも日本、ベトナムの両方で案件獲得を目指す。参入の際には、このように案件を獲得して、現地でのプレゼンスを高める。

また、現地に参入するにあたっては、以下の図のような企業とのアライアンスを検討する。

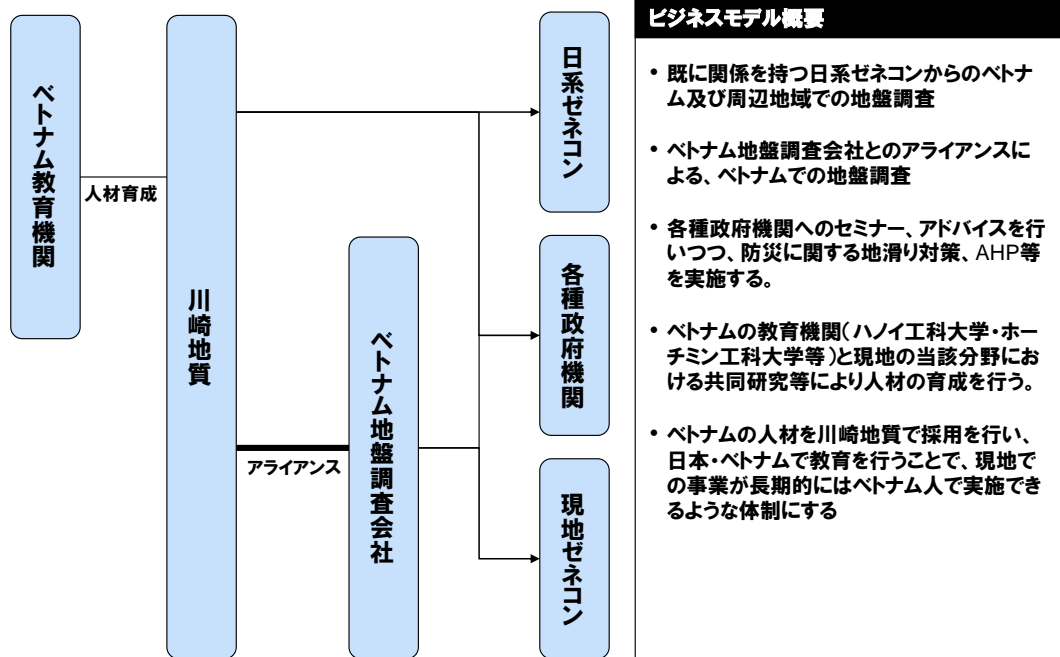
### ベトナムの業界構造とアライアンスのターゲット



ベトナムにおいては、日本と異なり多くの設計会社、調査会社が個別の業務ごとに事業を展開している。しかし、川崎地質は設計、調査業務の両者を行うことができる。よって、測量、物理探査、ボーリングなどを行っている調査会社と組むことで、現場の人員はベトナムの会社を使いコストを削減し、川崎地質は管理と高度な技術、高品質な調査ノウハウを現地に移転することで安価に良質なサービスを提供できるようにする。また、ベトナムの企業とアライアンスを組むことで、現地の政府、企業への営業はベトナム企業、日系を代表とする外資系企業には川崎地質が営業を行い、互いに補完し合うことができる。

防災事業に関しては、既にラオカイ省を始めとするいくつかの省より相談を受けている。現在は現地に人員がいらないため個別の案件の詳細について頻繁に議論が行うことができていない。しかし、現地に進出することで密なコミュニケーションを取り、発注段階での仕様決定、基準作成を支援することで、川崎地質にとって有利な案件を開発することを実施する。

## ベトナム ビジネスモデル図（地盤調査・地滑り対策・AHP等）



### 8-2 タイにおけるビジネスモデル

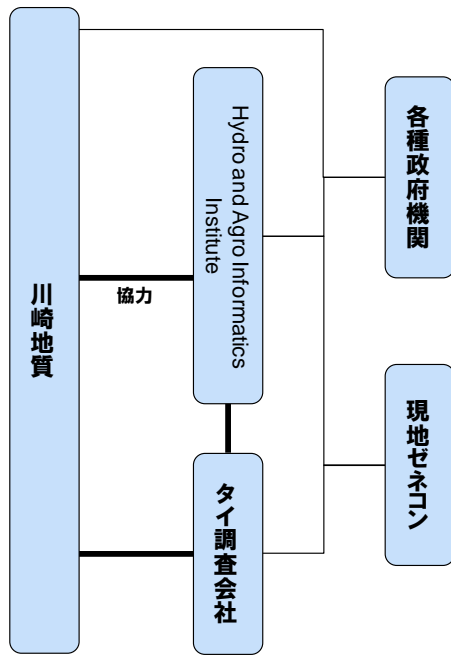
現地の Hydro and Agro Informatics Institute と共同でタイにおける防災に関する必要な技術調査を行い、実証を実施。また同時にタイ政府機関のニーズ調査を行う。これらを通じて、タイにおいて防災に関するシステム共同で開発し、長期的には大メコン圏を中心にこれらのシステムの販売を検討する。

今回の調査でタイには防災モニタリングシステムのニーズがあることは省庁のヒアリングから判明している。また既に津波の警報システムは導入されている。このようにタイは防災対策が今回の調査対象国の中では最も進んでいる。しかし、全土を網羅するあるいは複数の災害を統合するような防災モニタリングシステムは存在しない。これは、日本・欧米のシステムは価格が高いということもあり、導入が進んでいない。防災モニタリングシステムは初期導入費用が非常に高く、さらにランニングコストもかかるため導入にはハードルが高い。今回我々は新しいクラウド型のシステムの開発と導入をタイで検討している。クラウド型のシステムであれば、導入の初期費用を低く抑えることが可能であり、予算と必要条件においてセンサーの設置数を調整することで最適なものを作ることができる。センサーやシステムは日本のものを輸入するのではなく、タイの政府機関で気象や水利の情報を保有し、かつ研究機関でもある Hydro and Agro Informatics Institute と共同で開発を実施し、タイのニーズにあったものを開発する。また、タイでは単に日本の技術だけではなく、効果的な住民の避難誘導等ソフト面でのノウハウへの期待が非常にたかい。この部分に関しては National Institute of Development Administration と共同で、現地の人にあったソフト面でのノウハウの移植を研究する。これらにより、タイをはじめとするメコン圏、東南アジア

ア全域において有益なシステムを開発する。これにより、安価な防災モニタリングシステムをタイから東南アジア全域へ輸出することを長期的には実施したい。

また、実際の導入に当たっては、タイの防災関連業務を行う会社とアライアンスを組む予定である。JICA はチャオプラヤ川流域で詳細な土地や河川データの収集・調査事業を行った。この事業をタイ政府は拡張し、独自に他の河川で現在調査を実施している。現在この事業を実施している企業と既にシステムの開発に関する議論をしており、タイ政府を始めとする東南アジアへの営業はこの会社を通じ、実施する予定で調整中である。

**タイビジネスモデル図 (AHP・早期計画システム等)**

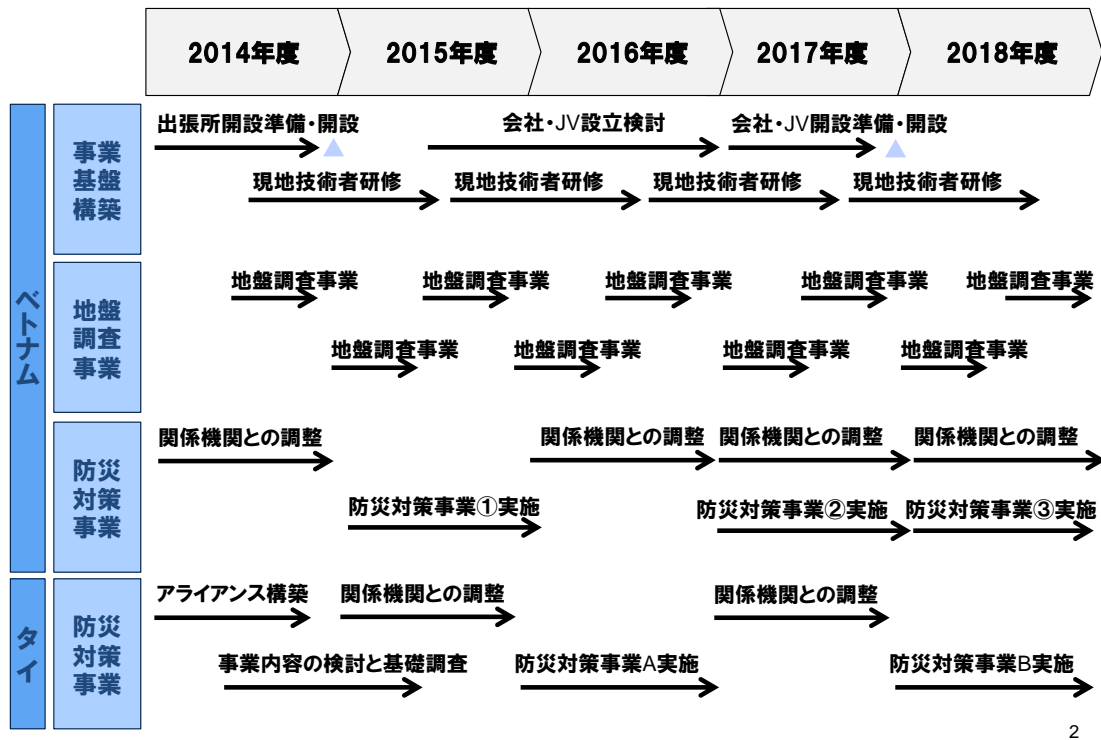


**ビジネスモデル概要**

- 政府機関であるHydro and Agro Informatics Instituteと協力関係を構築し各種調査を実施
- AHP、地滑り・洪水等の早期警戒システム、盛土堤体診断（軟弱地盤解析、対策）等の日本の高度技術を共同で実施し、現地政府機関、ゼネコン、調査会社へアプローチを行う

### 8-3 事業計画 5 か年

#### 事業計画5か年



#### (1) ベトナムにおける事業計画

2014年度より、出張所の設置準備を行い、14年度中の開設を目指す。また14年度中には日系企業の地盤調査の案件獲得を行う。下期より日本人スタッフが現地に常駐し、来年度以降の案件の獲得並びに現地技術者の育成のための採用を行い、その教育を日本とベトナムの両国で行う。防災対策に関しては、ラオカイ省政府を中心に防災対策実施に向け議論と調整を行い15年度中の実施を目指す。15年度以降は地盤調査に関しては、現地企業とのアライアンスにより高度な技術を必要とするプロジェクト、大規模なプロジェクトを中心に案件を獲得する。またこれらの活動により川崎地質の高度な技術力を現地でアピールする。防災対策事業に関しては、ラオカイ省等のパイロットプロジェクトをベースに中央政府、他省政府との調整を実施する。事業の立ち上がり状況を鑑みながら2018年度に向けて単独での進出、あるいは現地企業との合弁会社の設立等のオプションを検討する。

#### (2) タイにおける事業計画

2014年度中に Hydro and Agro Informatics Institute と共にタイにおける洪水の実態調査、また当該機関が独自で実施している河川の状況調査に関して意見交換を行い、アライアンスの構築を検討する。また、事前インタビューで判明している防災モニタリングシステムの仕様等の検討を行う。2015年度以降はその開発並びに現地政府機関との調整を行い2016年度以降の実施を目指す。

### (3) 5か年の収支計画

2020年度には、累積黒字になる見込みである。

(千円)

	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	5カ年計
売上	15,200	49,400	93,400	108,400	133,600	400,000
粗利	9,600	27,200	51,700	60,200	73,800	222,500
販管費	39,205	49,234	51,298	53,362	55,426	248,525
営業利益	-29,605	-22,034	402	6,838	18,374	-26,025

		2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	5カ年計
稼働・採用 人数	駐在員(責任者)	1	0	0	0	0	1
	駐在員(技術)	1	0	0	0	0	1
	現地スタッフ(技術)	3	1	1	1	1	7
	現地スタッフ(通訳)	1	0	0	0	0	1
	現地スタッフ(事務)	1	0	0	0	0	1
	合計	7	1	1	1	1	11

## 9. 対応すべき課題と対応策

前述したように、各国毎の経済状況、課題に適した事業プランを練り、参入することが必要である。

そこで、事業化検討に関しては1. タイ、2. ベトナム・ミャンマー、3. カンボジア・ラオスの3つのグループに分けて考える。

以下、各グループにおいての現状及びそこから見えてきているニーズや課題、それを受けての今後の事業の見通しについて記載する。

### 9-1 タイ

タイでは、総合的な治水対策事業が計画され、既に国際入札が実施されており、来年度以降に着工の予定である。(落札企業は、タイ、中国、韓国の企業群である。日本企業は事業リスクが高すぎるため応札しなかったとのこと) タイは既に他の国に比べると発展しており、このように、防災に関しても意識が高い。今後はハード面だけではなく、ソフト面でのニーズが高まっていくと想定される。

### 9-2 ベトナム・ミャンマー

ベトナム・ミャンマーは、経済発展が著しいもののまだインフラを含めて脆弱な部分が多々ある。防災対策(特にハード面)でのニーズは高いものの、資金的、人的、技術的な問題から対策がまだ未実施の部分が多い。今後も急速に発展を続けるのであれば、益々防災分野のハード面でのニーズは高まっていくと予想される。

### 9-3 カンボジア・ラオス

カンボジア・ラオスも経済は着実に発展しているが、基礎的なインフラがまだ整備されておらず、防災分野への優先度は高くない。しかし、資金的、人的、技術的支援が他国から得られるのであれば、実施すると考えられる。このように、各国の災害の脆弱性だけではなく、経済発展のレベルによりかなりニーズが異なることがわかる。

この中でも、我々は土砂崩れ、地滑り等の山岳部と洪水、浸水等の河川港湾に関するリスクが存在するベトナムを中心に事業展開を考える。これは、今後の事業展開を考えるうえで様々な災害対策を実施し実績を創れるということ。また、人口、経済規模の観点からも今後大きなマーケットになることが予想されるからである。

当初は日本における計測機器や監視システムの構築、斜面对策工法として用いられるグラウンドアンカー工法などの事業をベトナム中心に展開していくことを考えていたが、現時点では、より広範囲で基礎的な防災対策から事業のスコープに入れる必要があると考えている。

これは、タイを除く、ベトナム等の他国ではまだ政府における防災予算が十分ではなく、日本の技術を様々な形で工夫をし移転しても価格競争力に乏しい可能性が高い。そこで、対象国に必要とされている、資金、人材、技術を提供しつつ事業を長期に継続していくことで、現地でのデファクトスタンダードを獲得することを目指す。



上記の目的の達成のための基本方針は、タイに関しては、有力な研究機関等と協働することで高度な技術の移転、またパイロットプロジェクトを行う。ベトナム・ミャンマーに関しては現地の有力企業、研究機関とアライアンスを組み、人材育成、技術移転を行いながら案件を獲得していく。カンボジア・ラオスに関しては日本政府・企業の投資案件をベースにプロジェクトを実施する。これらを実施することにより、現地での実績とある種の政治力を獲得することでプレゼンスを高め、長期的なビジネス構築を行っていく。

また、上記とは別に海外資本による民間ベースのプロジェクトに関する地質調査、防災対策等を獲得することで短期的な事業の成功も同時に目指す。

また、ベトナムを含む大メコン圏において事業展開するにあたっては、共通の課題として、①価格競争優位性の低さ、②防災対策への認識不足があるが、問題解決の方法としては、前述したような日本企業を含めた「産・官・学」による教育と技術移転が必要不可欠であると考えている。本 F/S を通じて、ハノイ建設大学、ホーチミン工科大学の志の高い学生に対する研修、教育も念頭に、技術者としての育成の意義とその可能性についても調査し、会社としての方針決定を行って行きたいと考えている。

さらに、タイでのインタビューでは防災に関するハードだけではなくソフト面でのニーズがあることが判明した。防災に関する計画システム等は、どのようなスペックと価格であれば、現地でも有用かも含め引き続き調査を実施したい。

今回の調査では大メコン圏全域に調査を広げたが、当該地域における優先順位は山岳部における防災対策ではなく、むしろ洪水対策であることがわかった。現在のところ大メコン圏における陸上による物流はまだまだ発展途上であるが、バンコクーポンペンーホーチミンを繋ぐ南部回廊に関しては、海上輸送に比べてスピードという意味での優位性があることが判明した。カンボジア国内の JICA が整備中のメコン川を渡る橋が完成し、さらに経済が発展すれば今後数年で物流量が倍増する重要なルートとなる可能性が高い。しかし、このような重要ルートですら、まだ洪水対策という意味では盛土が中心であり、本格的な洪水対策が取られているとは言えない。本格的な工事を行うことは難しくとも川崎地質が持つ洪水対策の技術はこのような部分の簡易的な防災対策に有用であると考えられるので、引き続き可能性を検討したい。

防災対策は本来上流域から下流域、山間部から、平野部、河口部までを一体で行う必要がある。今回の調査では、山間部の対策を中心に調査を実施し、一部洪水対策等までフォーカスに入れた。今後は大メコン圏で最も防災対策として意味のある平野部、河口部の洪水対策を中心に調査を行うことでより効果的な防災対策が構築に寄与したい。