

パート IV

作付けパターン 調整・改善プログラム

第1章 序論

本報告書では、メコンデルタ沿岸地域における持続的農業農村開発に関し、1章から3章で包括的プロジェクト案について、3.3章よりドナーによる技術協力プロジェクトについて記載する。

1.1 プロジェクト概要

1.1.1 国家計画

1) 国家開発計画（農業農村開発 2011-2015）

ベトナムの5ヵ年社会経済開発計画 2011-2015における国家開発計画を見ると、全ての開発セクターは政府機関が対応している。計画によると、農業農村開発計画 2011-2015のセクションはプロジェクト案の関連部門が担当し、農業農村開発セクターの主目的は持続的開発の達成、農村特に貧困者の生活改善、適切な資源や環境の保護が挙げられる。

このセクターは農業、水産、畜産、園芸などの活動を擁し、これらの内、農業セクターでは国内外の需要に応じた有益品の開発と国内食糧安全保障を目的としている。優先プロジェクトとして 1)国家食糧安全保障プログラム、2)営農パターン移行プログラム、3)病虫害対策プログラムがあり、以下に最初の2プログラムについて述べる。

優先プログラムの一つである国家食糧安全保障プログラムの目的は、3.8百万ヘクタールの稲作栽培、灌漑条件に応じた水資源開発への投資、改良種子開発における研究開発支援、増産のための新技術の農家普及活動、収穫後の技術開発である。また、計画では大きな生産地域である東南地方の中央高地とメコンデルタの2つのデルタ地域でのコメ生産と高収量を望む作付パターンを奨励している。2015年のコメ生産は4~4.5百万トンの輸出を含む40百万トンを目標としている。

営農パターン移行プログラムでは、コメ、コーヒー、カシューナッツ、コショウ、茶、ゴム、熱帯果樹、野菜などの有益作物生産を推奨し、これら産物の国内外市場における競争力を強化している。プログラムの目標では、食用作物の栽培面積を8.23百万ヘクタール、これによる収量46.3百万トンとし、この内コメは7.0百万ヘクタール40百万トンの収量、マメと野菜は1.09ヘクタールで15百万トンの収量、平均世帯当たり生産量は161kg/世帯/年を目標としている。果樹は2015年に50,000ヘクタール増大させて総面積850,000ヘクタールとすることが目標である。

水産業開発セクターでは水産業の総面積を1,110,000ヘクタール（2010年）から1,120,000ヘクタール（2015年）、総生産量を4,800,000トンから6,000,000トン（125%）、総海洋漁業生産量を2,200,000トンから2,350,000トン（107%）、輸出額を5,000百万US\$から7,000百万US\$（140%）に増大させることを指標としている。輸出は2015年までに経済評価で40%増大させることを目標としている。実際、水産生産物の60%は安全で衛生的な基準プロセスを遵守して200カ国へ輸出されている。

水産業開発セクターは技術のアップグレード、海洋漁業開発を目標としており、さらに、淡水、汽水、塩水における水産業開発の継続と稚エビ50億、稚魚25億を確保することを掲げている。養殖面積は1.12百万ヘクタール、生産量は2010年の2.60百万トンから2015年に3.65百万トンへ増大させることが目標である。特にtigerエビ、white-legエビ、ナマズを増産ターゲットとしている。

上記農業農村開発計画 2011-2015では特に気候変動について述べられていないが、特に対応策は講じられておらず、そのような状況で、40百万トンのコメ生産量という目標の達成は厳しい。

さらに、上記計画、特に輸出の面から、汽水エビ養殖が淡水でのナマズ養殖よりも奨励されている。このため、作付パターン・営農システム改善プロジェクトは国家開発計画において上位に位置づけられている。

1.1.2 気候変動対応国家目標プログラム (NTP-RCC)

気候変動対応国家目標プログラム (NTP-RCC) は 2008 年 12 月 2 日に閣議承認され、特定期間における地域的気候変動の影響評価、ベトナムの持続的開発を保持した短期的・長期的な気候変動適応行動計画の開発、などの戦略的目標が挙げられている。NTP-RCC は自然資源環境省と関連機関や研究所との連携により実施される。

NTP-RCC における気候変動適応に掛るタスクは、全てのセクターレベルにおける開発戦略、プログラム、計画において実施効力のある法的文書や政策として組込まれるべきものである。NTP-RCC は第 1 フェーズ (2009-2010) 始動、第 2 フェーズ (2011-2015) 実施、第 3 フェーズ (2015 年以降) は開発の 3 フェーズによる実施が計画されている。

目標達成のため、気候変動の程度や影響の評価、気候変動適応対策の確認、人的資源開発、国際協力の増強など 9 つのタスクがある。これらの内、タスク 8 は気候変動適応について地域やセクター、省庁におけるアクションプランにおいて述べられている。また、MARD も気候変動適応について農業農村開発セクターにおけるアクションプランを策定している。

1.1.3 農業農村開発におけるアクションプランフレームワーク (2008-2020)

気候変動適応対策プログラム (NTP-RCC) のタスク 8 によると、MARD は農業農村開発計画 2008-2020 において、気候変動の適応と緩和のためのアクションプランフレームワークを策定した。負のインパクトを最小減に抑えるため気候変動適応緩和能力、農業農村開発セクターの持続的開発の強化を目標としている。

目標遂行に当たる 7 つの具体的目標について挙げる。1) セクターでの開発プログラムにおける気候変動調和政策システムの開発、2) アクションプランと気候変動被害地域の政策支援の開発、3) 気候変動予測と研究能力の強化、4) 国際協力の強化、5) 人的資源開発、6) 関連ステークホルダーの意識強化、7) 気候変動緩和適応の実施に当たる農村への便益分与の確保。

1.1.4 メコンデルタにおける開発の方向性

2020 年までと 2030 年に向けた農業生産開発マスタープランが最も重要な政策のひとつとなっている。この決議では、水産業生産面積を現在の土地利用面積から 99,700 ヘクタール (14.4%) 増加させた 790,000 ヘクタールとすることを目標としている。最終的には、メコンデルタにおいて 2020 年までに 70,000 ヘクタールの新規エビ養殖面積の拡大が見込まれている。淡水エビ養殖は主に沿岸部で行われていることから、プロジェクト地域として想定されるべきである。

さらに、全国の稲栽培面積 3,812,000 ヘクタール (収穫面積 3,200,000 ヘクタール) において、輸出と自家消費分を併せて 2020 年には 41~43 百万トン、2030 年には 44 百万トンの生産が見込まれている。この決議によると稲栽培面積は現在のものを維持すべきという基本方針が決められている。実際、Tien Giang 省での小規模果樹栽培が稲栽培に変わったなど、特に稲生産にかかる土地利用計画についての政策を政府は強く推奨している。

メコンデルタ地域には、1) 現在の稲栽培面積の維持、2) エビ養殖面積 70,000 ヘクタールの増加という 2 つの重要な開発の方向性がある。しかし、特にメコンデルタ地域で、気候変動の影響

下にて現行のように稲栽培面積を維持することは難しい。従って、乾期に稲栽培が行われる地域ではイネーイネ栽培からエビーイネ栽培へ営農パターンを変える戦略が推奨される。この点について、プロジェクトがメコンデルタの開発に寄与することが期待される。

1.1.5 制約と問題

1) 気候と海水面に関する事項

長期観測データによると、メコンデルタの気温は地球温暖化の影響を受け、過去30年間に於いて年平均気温で0.7度の上昇が認められる。しかし、平均年間日射時間は過去30年間でおよそ500時間（20%）の減少傾向であり、また、降雨量は測候所や期間によって異なるが減少傾向となっている。East Sea、West Sea、メコン河沿いでの海水面標高について、全3ヶ所にて上昇が確認された（過去30年間で15cmの上昇、即ち、10年で5cmの上昇）。海面上昇の過去の傾向を下表に示す。

表 1.1.1 メコンデルタにおける気候変動の過去の傾向

| Indicator | Trend | Measuring Stations | Period |
|-----------------------|--|--|----------------|
| Temperature | Annual mean: Increased by 0.7 degree Celsius Mean maximum: Increased by 1.0 degree Celsius Mean minimum: Increased by 1.0 degree Celsius | Vung Tau, Can Tho, Ca Mau, Rach Gia | 1978-2009/2010 |
| Annual Sunshine hours | Decreased by about 500 hours, accounting for 20% of original hours | Can Tho, Ca Mau, Rach Gia | 1978-2009/2010 |
| Evaporation | Increased in Vung Tau and Can Tho Decreased in Ca Mau and Rach Gia (Annual value ranges 800-1,400mm) | Vung Tau, Can Tho, Ca Mau, Rach Gia | 1978-2009/2010 |
| Rainfall | Increased in Ca Mau, Rach Gia and My Tho Little decreased in Ca Mau, Vun Tao (Can Tho alone increased during 1910-2010) | Can Tho, Ca Mau, Rach Gia, My Tho, Vun Tao | 1978-2010 |
| Water level | Increased by 15 cm over 30 years (5 cm per decade) | Vung Tau, Rach Gia, Can Tho | 1982-2009/2011 |

出典：JICA 調査団 (2012)

これら全ての気候変動の結果として、現実には様々なことが起こるが、実際の観測結果が常に得られるとは限らない。例えば、特に沿岸部では塩水侵入などによる作物と水産物の生産量減少、果樹の矮小化、コメ被害などが起こる。このような塩水侵入が頻繁に起こる地域では、多くの農家は稲作からエビ養殖へと転換している。

他方、塩水侵入が時々起こるような地域では、イネは度々高濃度の塩水が水路へ侵入する被害を受ける。塩水侵入のリスクは人的ファクターによっても起こる。：2010年、ゲート調節の遅れによりコメ収量の70%（8,000ヘクタール）、またTra Vinh省では30%～70%（約3,000ヘクタール）の損失が生じた。よって、気候変動対策は急務であると言える。

2) 気候変動予測

GCMモデル（大気循環モデル）とPRECISモデル（地域気候変動高分析シミュレーションモデル）による気候変動予測では、年間平均気温（1980～1999）は2050年までに約1度の上昇、特に気温上昇は稲作栽培が主に行われる雨期に上昇することが見込まれる。10月の月間降雨量は2020年に15%（B1シナリオ）、20%（B2シナリオ）、30%（A2シナリオ）増加すると予測される。

他方、年間平均降雨量は A2 シナリオでおよそ 3.0% (2050 年) の増加、最高海水面標高は A2 シナリオで 31cm (2050 年)、103cm (2100 年) 上昇が見込まれる。全てのシナリオが 2100 年までに上昇傾向を予測している。

表 1.1.2 メコンデルタにおける気候変動のシミュレーションによる傾向

| Indicator | Simulation Result |
|------------------------|---|
| Annual temperature | - Increase by 1.0 degree Celsius by 2050 (A2, B1, B2) - Increase by 1.4 to 2.7 degree Celsius by 2100(A2, B1, B2) |
| Monthly temperature | - Increase 1.2 (B1), 1.3 (B2) and 1.4 (A2) degree Celsius by 2050 during rainy season - Increase 0.6 (B1), 0.7 (B2) and 0.8 (A2) degree Celsius by 2050 during dry season |
| Annual rainfall | - Increase the biggest at A2 scenario at 3.0% by 2050 and 7.0% by 2100 |
| Monthly rainfall | - Decrease during dry season - Increase during rainy season (July and October) - As mean rainfall in October, increase by 15% (B1), 20% (B2), and 30% (A2) by year 2100 |
| Sea level | - Increase by 31 cm by 2050 and 103 cm by 2100 (A2: biggest) - Increase by 28 cm by 2050 and 79 cm by 2100 (B2: medium) - Increase by 27 cm by 2050 and 70 cm by 2100 (B1: least) - Trend of all scenario is exponential until around year 2100 |
| Mekong River Discharge | (Given no development project upstream) - In dry season, remain the same by 2050 as the average discharge during 1991-2000 (B2 and A2), having stronger tendency to increase from beginning to the end of the season. - In rain season, no clear tendency observed, having bigger discharge after September, as compared to the average discharge during 1991-2000 (Given development project in catchment areas) - In dry season (March to April), increase by 70% from 2,300-2,400 m ³ /s during 1991-2000 to 4,000 m ³ /s by 2050 due to the effect of hydropower dams that release water during dry season. |

出典：JICA 調査団 (2012)

2) 農水産業における制約と問題

気候変動による様々な被害の発生が予測され、以下に農家が直面する問題や制約など代表的な問題を述べる。

a) 気温上昇による減収：イネの栄養生長期に極めて高温となる場合、分けつの減少や受精に負の影響が生じる。31～33℃の間で 1℃気温が増加すると、凡そ 0.57 トン/ha の収量が減少することになる。結果として、現在の冬-春稲の収量である 4.5～4.9 トン/ha 程度から 2050 年に 3.8 - 4.2 トン/ha (12 - 18%) に減収する見込みである。

b) 塩水侵入による被害：最も塩水侵入の影響を受けているのは Bac Lieu 省と Ca Mau 省であり、かなりの範囲で塩分濃度が 20 g/L (20,000 PPM) を超えている。メコン河の渇水流量の被害があると、コメと果樹は経済価値で見た場合に大きな損害を受ける。例えば、Ben Tre 省の損害は、3,000 億から 7,000 億 VND 以上となる。さらに、塩水侵入によるコメの損害は既に沿岸地域では重要事項となっている。

c) 洪水による被害：洪水及び湛水レベルは 9 月と 10 月にピークを迎える。海岸域では洪水は深刻ではなく、Tien Giang 省と Kien Giang 省では湛水の影響がある。最も影響を受ける作物は野菜であり、コメ、果樹、エビへと続く。果樹のほうがコメよりも湛水に影響されやすいが、果物は大抵比較的高い土地で栽培されるため、コメは洪水の影響を受けやすい。

d) 塩水侵入と洪水損害：雨期の塩水侵入と乾期の洪水が 2050 年に起こると想定すると、コメ、野菜、果樹、樹木、エビの平均生産量における損害は平均 30%（36,000 億 VND から 120,000 億 VND）と予測されている。

メコンデルタ沿岸における農業・水産業は気候変動による被害が既に起こっている、また起こることが予測されている危険な状況にあると言える。

1.2 プロジェクト構成

このプロジェクトは、農業農村開発における政治目標に従って、将来気候変動の負の影響によって生じると考えられる損失を避けることを目的としている。一般的に、気候変動によって塩水侵入、気温上昇、淡水不足、天候不順などが現在の農村生活に負の影響を与えることが考えられる。結果として、アグロエコロジカルな地域を維持することは困難な状況となるかもしれない。

一般的に、これらの問題は防潮堤、堰、水路などの構造的対策が取られるが、気候変動の正確な時期や現象は明確とはならず、大規模投資プロジェクトとして優先度を高くすることは難しい状況にある。それ故、構造的対策を補完するものとして、このプロジェクトでは気候変動適応作付システムという非構造的対策に着目する。ここでは、作付システムとはより広義な意味で水産業を含み、また農業システムとの意味も表す。

1.2.1 上位目標、目的、成果、活動、及び投入

1) 上位目標

農業土地利用計画に基づいた上位目標は、気候変動の影響があるとされるメコンデルタ沿岸部において適応型作付システムが構築されることである。上位目標を達成することによって、沿岸部の農家は気候変動による農業生産物の損失を減少させ、農業および水産業における生産物が政策の下で保証されることが期待される。

2) 目的

事業の目的は気候変動の影響下において、適応型作付システムが開発されメコンデルタ地域で柔軟な対応が取られることにある。

3) 成果

プロジェクト目的達成を導き出す 5 つの主な成果を以下に示す。：1) 既に塩水侵入のような気候変動事象が起きている脆弱な地域の明確化。；2) 気候変動によって将来起こる様々な環境に適応した農業および水産業の改善。；3) 気候変動の状況に沿った農水産業の土地利用計画における新たな農水産業システムの構築。；4) 圃場試験や展示圃場、講義など現行普及システムを通じた新システムの促進。；5) 気候変動に適応した改良普及システムとした上記全プロセスのシステム化。

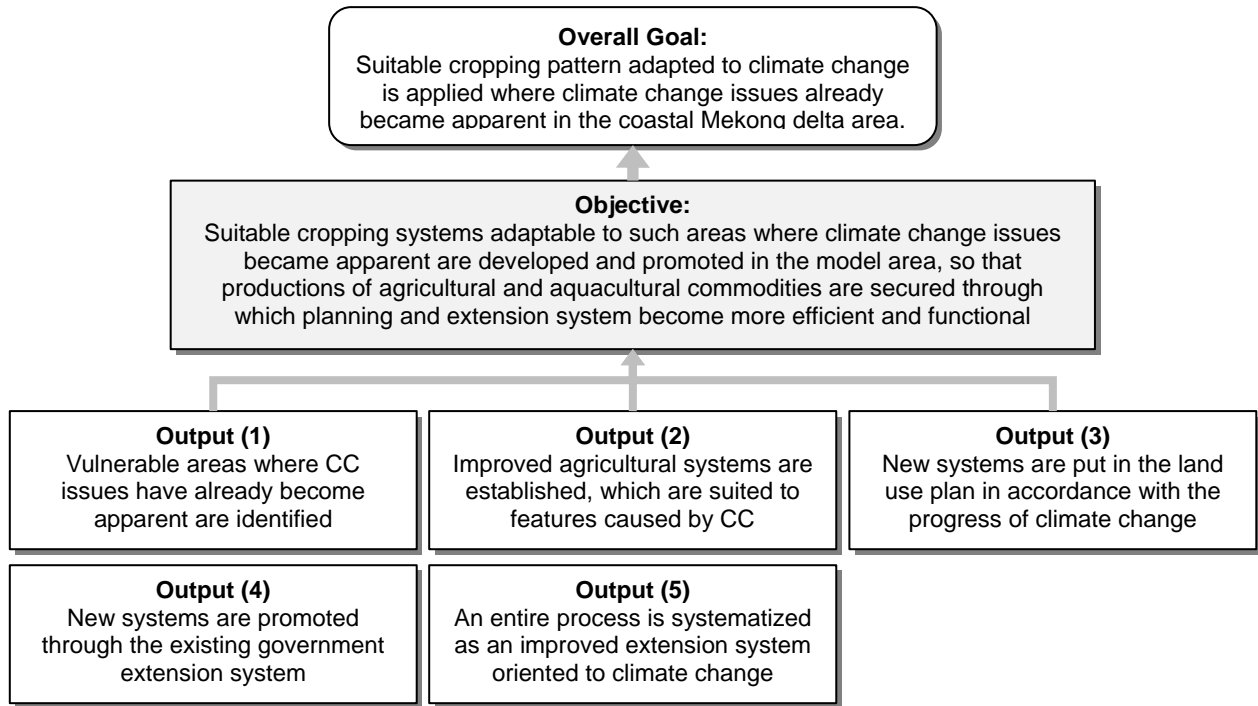


図 1.2.1 上位目標、目的、成果、活動、及び投入

4) 活動

前述した成果に対応した活動を以下に示す。

成果(1)：既に気候変動事象が起きている脆弱な地域の明確化

- 1-1：塩水侵入のような気候変動事象に係る現存資料のレビュー
- 1-2：気候変動対応の緊急性が高いパイロット地域の選定
- 1-3：対象地域における気候変動が農民生活に与える影響の明らかにするための農家世帯調査
- 1-4：対象省における現政策の確認
- 1-5：DARD を含む組織の関連事項の確認
- 1-6：対象郡の選定

成果(2)：気候変動に適応した農水産業システムの改善

- 2-1：研究・開発機関、大学、政府機関と連携した農水産業における有用技術の確立
(例、品種、作付システム、農業運用資産)
- 2-2：対象農家と協力した新技術適用性の確認

成果(3)：気候変動の状況に沿った農水産業の土地利用計画における新たな農水産業システムの構築

- 3-1：気候変動事象に沿った農水産土地利用計画の修正
- 3-2：土地利用計画について農民グループや関連機関との同意
- 3-3：土地利用計画に則った戦略的技術普及計画の作成

成果(4)：現行普及システムを通じた新システムの促進

- 4-1：農水産技術における現行普及システムの調査
- 4-2：新農水産技術システムに関連した普及資材の作成

- 4-3：研究・開発機関や実施機関と連携した省普及センターでの普及員の研修実施
- 4-4：省の普及員が郡の普及員や農民へ普及できるようになるための監理
- 4-5：農水産業システム改善のモニター
- 4-6：参加農家世帯へ技術ガイドの配布
- 4-7：普及技術の効果や適用性の評価

成果(5)：気候変動に適応した改良普及システムとした全プロセスのシステム化

- 5-1：関係者からのフィードバックを反映した普及資材の準備・テストと最終化
- 5-2：気候変動下の不安定な環境において農水産物のガイドラインとなる普及モデルの作成

5) 投入

プロジェクトでは高い技術運営が求められることから、ドナー関係国に加えてベトナム政府自身による技術協力が求められる。原則として、技術移転はプロジェクトの実施に係るカウンターパートによって行われるものとし、ドナーから長期・短期的に全プロジェクトのフレームワークや技術ガイドの作成、関係機関との調整などの経験豊富な専門家の配置が必要である。

1.2.2 実施機関とステアリングコミッティー

メコンデルタにおける農業農村開発の関連組織を図 1.2.2 に示す。原則として、MARD（農業農村開発省）が農業、漁業、林業、畜産業、水産業の全セクターを統括している。国家および地方レベルでは、稲作研究開発の代表的機関である Cuu Long 稲研究所などのような専門の研究開発機関が多数ある。

ベトナム農業科学研究所の支所である南部ベトナム農業科学研究所では、様々な産物を含む農業科学分野を広く包括している。他に、南部果樹研究所では果樹の、水産業研究所 No.2 では南部地域の水産業セクターの研究開発がなされている。これら研究所は全て MARD の配下に属する。

また、NAEC（農業普及ナショナルセンター）は作物生産、漁業、水産業、林業などの農業技術普及の分野におけるトップの研究所である。NAEC は MARD の一翼として、技術普及においてトップダウン方式の独自システムがある。省と郡レベルに事務所があり、省レベルでは DARD 組織の一部となっている。

さらに、Sub-NIAPP は南部地域の農業農村開発計画において重要な役割を担っており、DARD と協力して土地利用計画を策定している。保護林、国立公園、表流水などに係る土地利用については MONRE の管轄下にあるため、計画の認可に関して Sub-NIAPP とその上部組織である NIAPP（ハノイ）は MONRE と連携している。

省レベルでは DARD と人民委員会は権限が異なり、一般的に、DARD は技術的な事柄を、人民委員会は運営を行っている。例えば、人民委員会は省の予算配分の権限があり、DARD は開発計画や活動計画を立て、それを承認のため人民委員会へ提示する。省の技術職員の給与においても人民委員会の支援がある。

Sub-NIAPP は主要実行機関であり、ベトナム南部地方の一般的な農業計画や土地利用計画、農業・農村開発プロジェクトの実施計画についてコンサルタント業務を行っている。これらの業務として、Sub-NIAPP は土壌特性、生物種、人的資源などの農業資源について評価や調査を実施している。特に、土地利用計画と作付計画について、中央政府と省を結ぶ中枢的役割を担っている

DARD のような地方の機関と DONRE との調整に関して、人民委員会の代表者が議長を務める

など地方の議会は調整的役割となる。地方議会は中央政府である首相と繋がりがあり、それによって、政策、決議や方針は地方の議会で議論を通じてなされ、地方の全体的な方針に反映される。

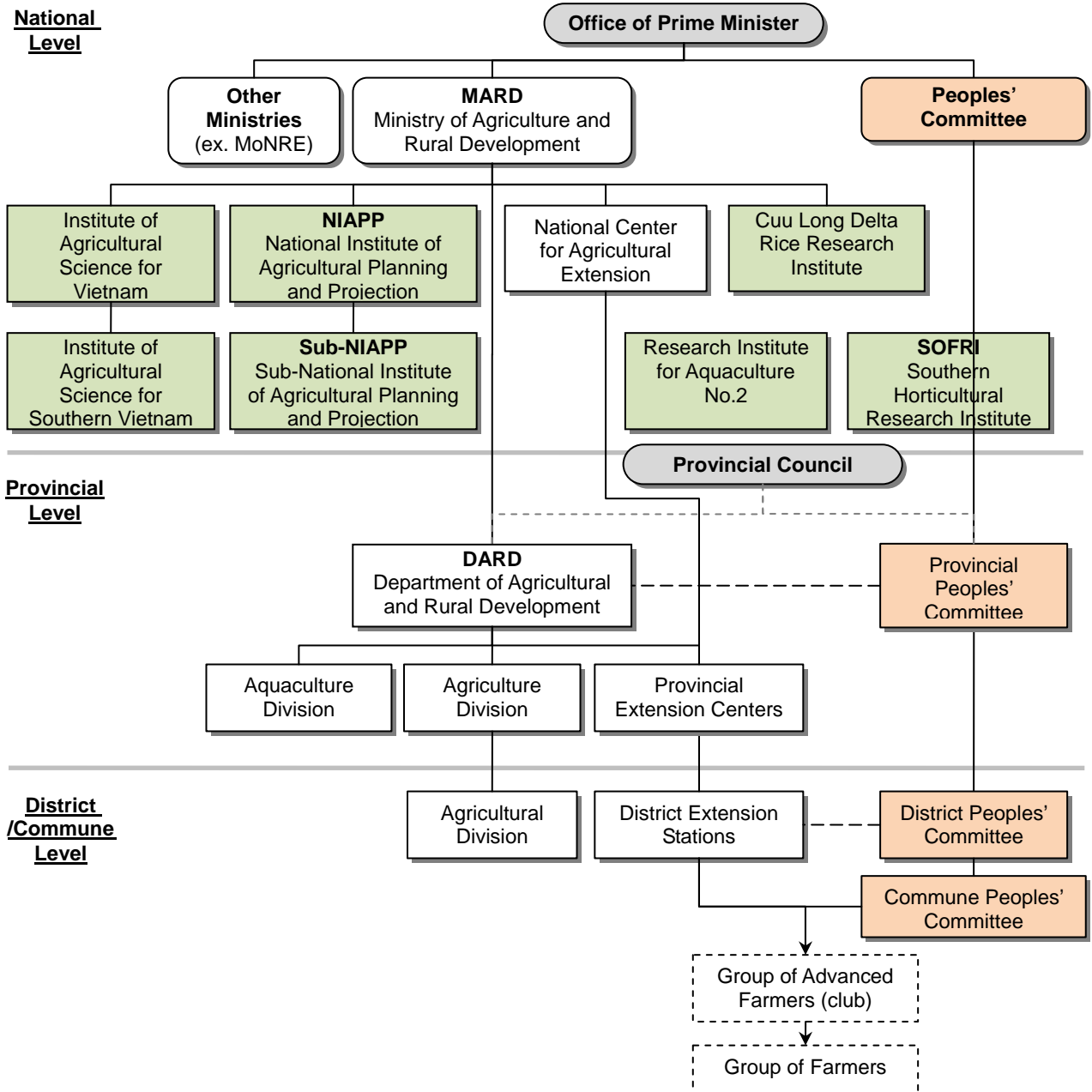


図 1.2.2 プロジェクト関連政府機関

実施機関に関しては、計画と実施において気候変動問題への対応が必要である。気候変動問題に適応する農水産業の計画事業において、気候変動の経過に従って計画を更新することが必要である。さらに、農水産業の普及活動の実施ばかりに専心するのではなく、計画者の能力強化が非常に重要である。

Sub-NIAPP は主要実行機関であり、ベトナム南部地方の一般的な農業計画や土地利用計画、農業・農村開発プロジェクトの実施計画についてコンサルタント業務を行っている。これらの業務として、Sub-NIAPP は土壌特性、生物種、人的資源などの農業資源について評価や調査を実施している。特に、土地利用計画と作付計画について、中央政府と省を結ぶ中核的役割を担っている。

プロジェクトにおいて気候変動の被害が生じている地域での作付システムの改良や適応可能な新システムを促進するために、Sub-NIAPP は関係機関や研究所との調整を行うことが求められる。Sub-NIAPP については本報告書 3.5.1 にて詳述している。

1.2.3 ターゲットグループ

プロジェクトの主たる目的は、様々な気候変動条件に適応した農水産システムを、改善技術の農家への普及システムを保証するなどして、構築することにある。このような状況におけるターゲットグループは省普及センターとなる。2.4 にて述べているように、省普及センターは農業・農村開発活動の計画・実施を所掌する DARD 管轄下であり、平均 60 名程の技術スタッフを擁している。

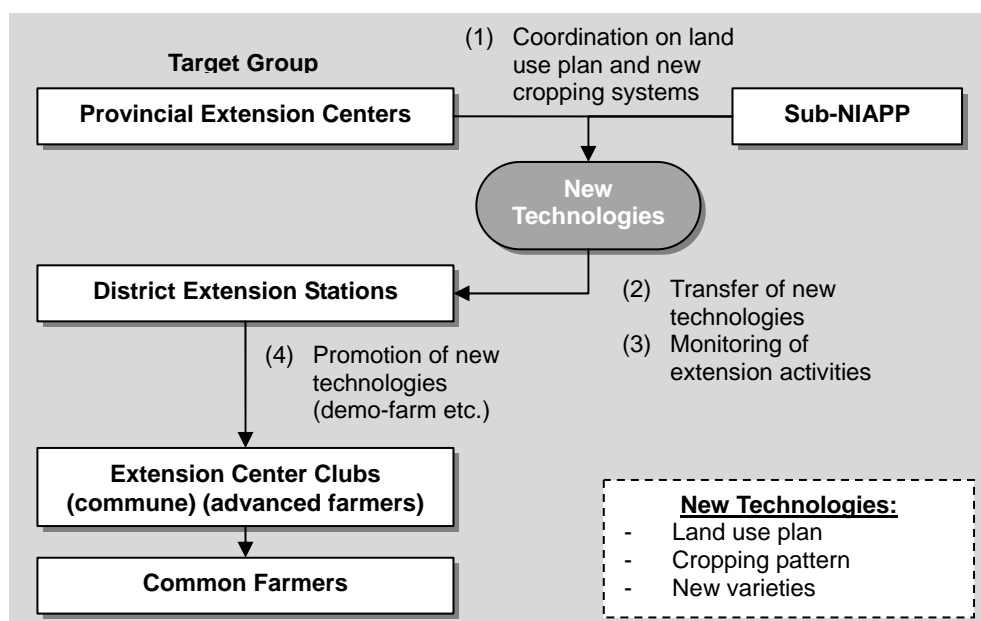


図 1.2.3 ターゲットグループ

郡普及所は農水産技術普及を行う上で普及システムの最終機関となり、郡普及所の協力は非常に重要である。基礎活動となるコミュニケーションレベルにおいて農家へ技術普及を行うため、郡普及所に平均 6 人の普及員が配置されており、省普及センターの普及員がコミュン内の篤農家へ技術研修を行う。効果的な技術普及を行うためには、普及員の現地での普及活動が不可欠である。しかし、実施機関である Sub-NIAPP が多数配置されている郡職員へ直接採配を振るうことは難しく、直接のターゲットグループは省普及センターに置かれている。

実際、土地利用計画の遂行促進は省の強い統率の下行われている。それ故、Sub-NIAPP と省普及センターを関連付けて新作付システムを実現することは非常に重要となる。そして、土地利用計画は郡普及所を通じて篤農家から一般的な農民へと具現化される。

第2章 対象地域と気候変動

2.1 対象地域の概況

メコンデルタはベトナム国の米所と呼ばれる一方、それぞれの地域の特色に基づいた稲作、果樹、養殖漁業が連携した多様な農業が営まれている。コメの二期作や三期作が行われる一方、沿岸部では汽水エビの養殖や、エビ養殖－水稻のローテーションが組まれている。ここではメコンデルタの一般状況と農業について述べる。

2.1.1 調査対象地域および人口

1) 地象

本件調査対象地域は、メコンデルタ沿岸に位置する Tien Giang 省、Ben Tre 省、Tra Vinh 省、Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Ca Mau 省、そして Kien Giang 省の7省である。これらの地域は、北緯8度20分~11度00分から東緯103度50分~106度45分に広がっている。また、メコンデルタは非常に平坦な地形をしており、一部の地域を除いて平均標高は0.7~1.2mとなっている。カンボジアとの国境地域では若干高く2.0m~4.0m、中央の平野部に向かうにつれて1.0~1.5mへと低下し、沿岸部ではわずかに標高0.3m~0.7mとなる。よって、沿岸部では乾季に海水の侵入の影響を受けやすい。

2) 面積、人口、人口密度

表 2.1.1 に地域別およびメコンデルタにおける省別の面積と人口データを纏める。また、図 2.1.1 は省別の人口と面積を、図 2.1.2 は人口密度と人口増加率をそれぞれグラフ化したものである。対象地域内で最も人口が少ないのが Bac Lieu 省の 867,800 人、最も多いのが Kien Giang 省の 1,700,000 人である。面積については、Tra Vinh 省の 2,295km² が最も小さく、Kien Giang 省の 6,346km² が最も大きな面積を呈している。

調査対象地域の総人口は 907 万人であり、これはメコンデルタ全体の約 52% を占めている。総面積は 24,631km² であるが、これはメコンデルタ全体の約 61% を占めている。人口密度は 366 人/km² に達し、全国平均の 263 人/km² と比べると比較的高いといえる。逆に人口増加率は低く、平均すると 0.51% である。対する全国レベルの人口増加率は 1.05% であり、北部中央地域と中部沿岸地域を除いた地域は、いずれもメコンデルタの人口増加率を上回っている。このことから、ベトナム国内において、メコンデルタは人口密度は高いものの既に人口増加率自体は低い地域だといえる。

このような人口増加率の特長は、メコンデルタにおける人々の移住傾向と大きな関係がある。表 2.1.1 に示す通り、調査対象地域7省の総移動率は年間あたり -10.1% となっており、メコンデルタ全体でも年間あたり -8.4% と人々が流出している傾向にある。この背景には、ホーチミンといった都市部やホーチミン北部に位置する Binh Duong 省の工業地区にメコンデルタの人口が流出していることが要因としてあげられる。

表 2.1.1 対象地域における人口、面積、人口密度、人口増加率、総移動数の比較

| Province/ Region | Rural Districts | Population (2010) | Area, km ² | Pop. Density, P/km ² | Pop. Growth Rate, % | Net-migration |
|------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|---------------|
| Tien Giang | 8 | 1,677,000 | 2,484 | 675 | 0.25 | -0.2 |
| Ben Tre | 8 | 1,256,700 | 2,360 | 532 | 0.05 | -12.9 |
| Tra Vinh | 7 | 1,005,900 | 2,295 | 438 | 0.27 | -4.1 |
| Soc Trang | 10 | 1,300,800 | 3,312 | 393 | 0.59 | -10.0 |
| Bac Lieu | 6 | 867,800 | 2,502 | 347 | 1.28 | -10.6 |
| Ca Mau | 8 | 1,212,100 | 5,332 | 227 | 0.41 | -27.3 |
| Kien Giang | 13 | 1,703,500 | 6,346 | 268 | 0.89 | -8.7 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----|------------|---------|-----|------|-------|
| Total/Average: the Project Area | 60 | 9,023,800 | 24,631 | 366 | 0.51 | -10.1 |
| An Giang | 8 | 2,149,500 | 3,537 | 608 | 0.09 | -8.3 |
| Can Tho | 4 | 1,197,100 | 1,402 | 854 | 0.71 | -1.7 |
| Hau Giang | 5 | 758,600 | 1,601 | 474 | 0.09 | -6.9 |
| Vinh Long | 7 | 1,026,500 | 1,479 | 694 | 0.14 | -13.4 |
| Dong Thap | 9 | 1,670,500 | 3,375 | 495 | 0.23 | -6.7 |
| Long An | 13 | 1,446,200 | 4,494 | 322 | 0.69 | -3.5 |
| Total/Average: Mekong Delta | 106 | 17,272,200 | 40,519 | 426 | 0.42 | -8.4 |
| Red River Delta | 95 | 19,770,000 | 21,063 | 939 | 0.77 | 0.5 |
| N. Midlands & Mountain | 119 | 11,169,300 | 95,339 | 117 | 0.87 | -3.9 |
| N. Central & Central Coastal | 140 | 18,935,500 | 95,885 | 197 | 0.42 | -5.7 |
| Central Highlands | 52 | 5,214,200 | 54,641 | 95 | 1.66 | -0.3 |
| South East (including HCM) | 41 | 17,272,200 | 40,519 | 426 | 2.95 | 19.9 |
| Whole Country | 553 | 86,927,700 | 331,051 | 263 | 1.05 | - |

Source: Statistical Year Book of Vietnam 2010 (General Statistics Office of Vietnam)

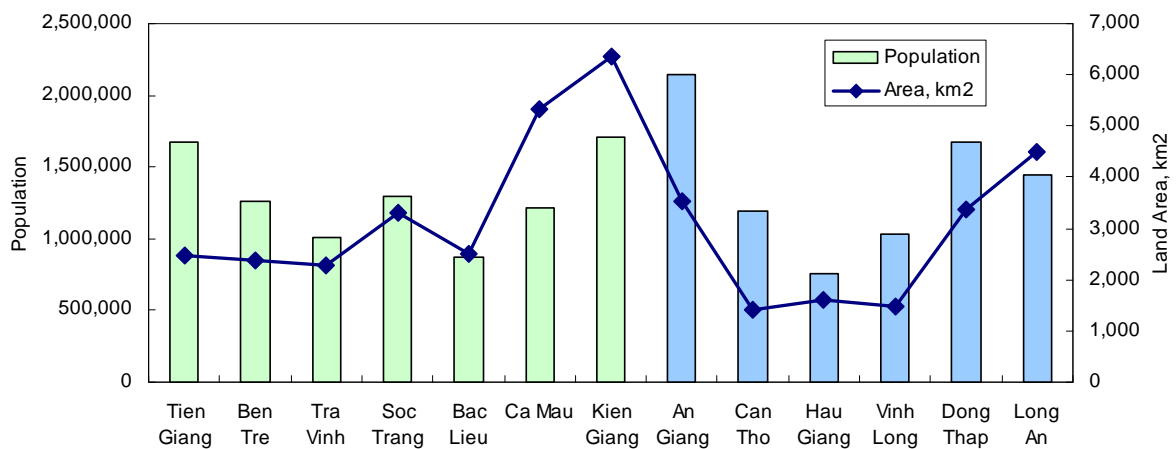


図 2.1.1 メコンデルタにおける人口と土地面積

Source: Statistical Year Book of Vietnam 2010 (General Statistics Office of Vietnam)

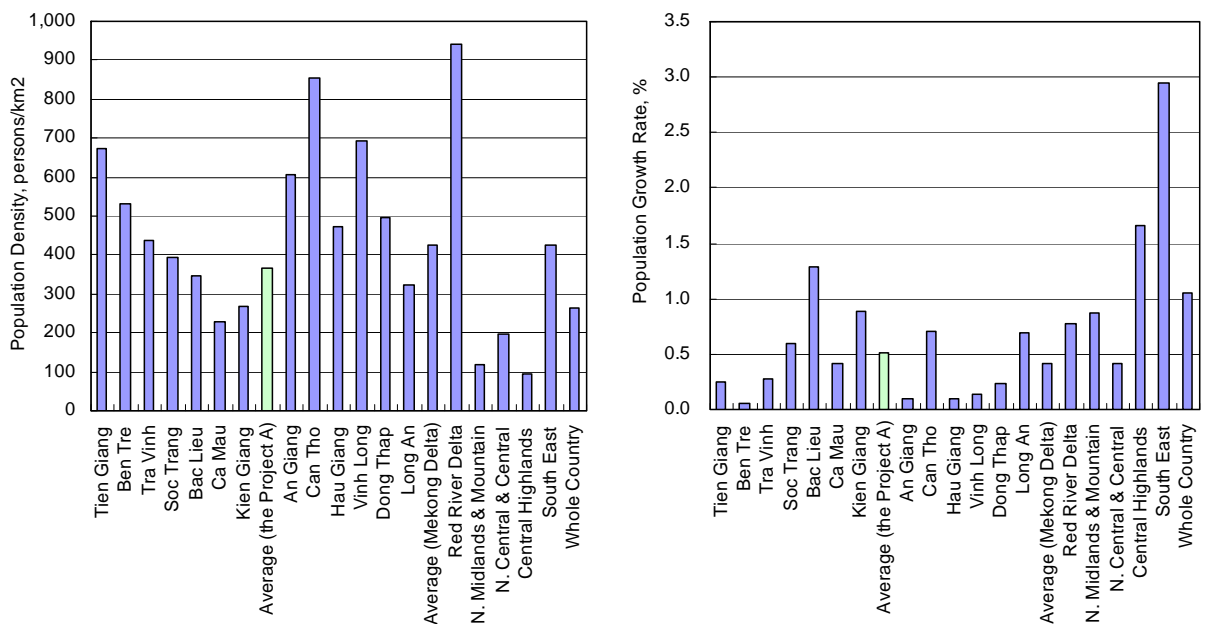


図 2.1.2 人口密度 (左)、人口増加率 (右)

Source: Statistical Year Book of Vietnam 2010 (General Statistics Office of Vietnam)

2.1.2 気象および水文環境

1) 気温

メコンデルタの気温は年間平均約 27℃と、ベトナムの他の地域よりも比較的高い。デルタ地域の東部では、南西部（沿岸部と Vung Tau を除く）に比べると 0.4℃以上年間平均気温が下がるといわれている。Kien Giang 省の省都である Rach Gia の 27.6℃が最も高い年平均気温であり、逆に Ca Mau 省の省都 Ca Mau 市の 26.7℃が最も低い年平均気温となっている（図 2.1.3 参照）。

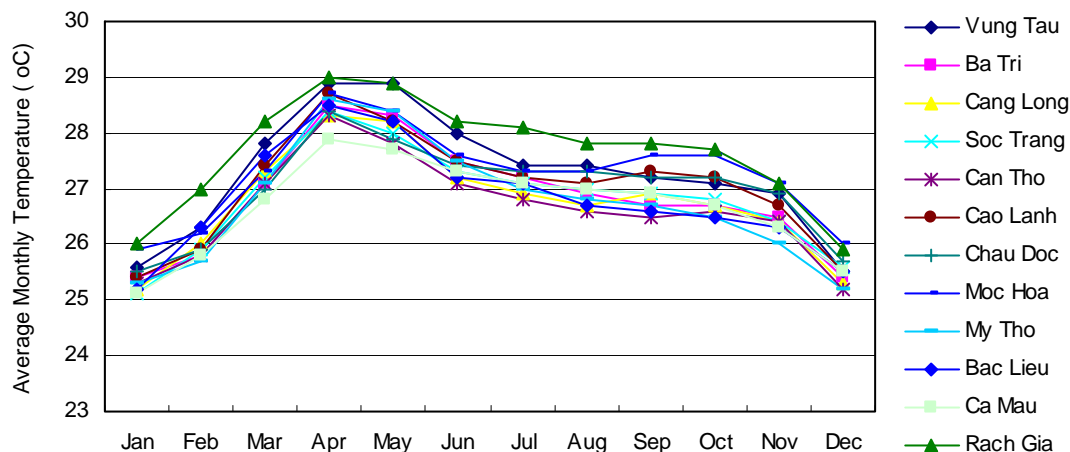


図 2.1.3 メコンデルタの主要地における月間平均気温

出典: Southern Institute for Water Resources (データ記録 1978–2010 年、例外有り)

最も高い月間平均気温は 28℃から 29℃の間で、雨期が始まる直前の 4 月が最も気温が高い月となる。最も気温が下がるのは 12 月となるが、気温が最も上がる 4 月と比べると、その差は約 3℃しかない。また、日中の気温は地域によって異なるが、およそ 6℃から 10℃の範囲で変化する。

2) 雨量

メコンデルタにおける雨量観測所は地域全体に設置されているものの、観測年は統一されていない。メコンデルタの場合、1 年を 2 シーズンに分けることができるが、5 月～11 月が雨期と 12 月～翌年 4 月が乾期となる。年間平均雨量は 1,300mm から 2,300mm で、Kieng Giang 省の西のタイ湾に位置する Phu Quoc 島で年間最大雨量 3,067mm を記録しており、本島では Ca Mau 省の 2,366mm が最大となる。また、北東部および内陸部の雨量はやや少なく年降雨量 1,350mm 程度となっている（図 2.1.4）。確率降雨量は、75%の確率でメコンデルタ全体における年間総雨量が 1,200mm～1,400mm、また最も多い所で Ca Mau 市および Rach Gia 市西部の 1,800mm～2,000mm、最も低い所で Tien Giang 省 Go Cong 市の 900mm～1,000mm となっている。

図 2.1.5 はメコンデルタの主要な 18 観測所にお

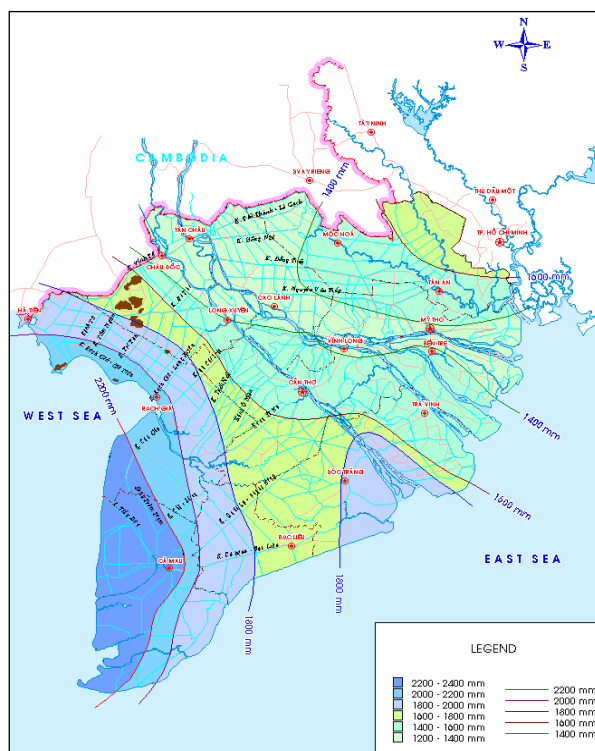


図 2.1.4 メコンデルタにおける年平均雨量

出典: Southern Institute for Water Resources Planning

ける月間平均雨量を示している。図に示す通り、5月から雨量は増え続け10月で最大となる。その後、急激に雨量は減り、2月に最小となる。この雨量分布から、年間降雨量の約90%は雨期に集中しており、乾期は年間雨量の10%に過ぎないということが分かる。

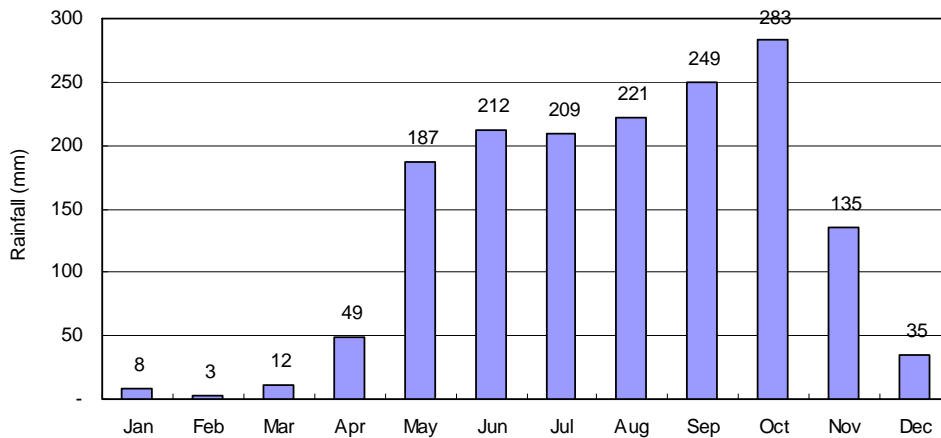


図 2.1.5 メコンデルタの主要 18 地点における月間平均雨量

出典: Southern Institute for Water Resources Planning

2.1.3 多様化した農業

メコンデルタの上・中流域はコメ生産の中心地である。灌漑排水および洪水防御施設の建設・整備、また IRRI によって開発された新種や早生品種の導入もあり、1 期作から 2 期作地域へと変わってきた。メコン河の 2 大支流である Tien 河（北側を流下）と Hau 河（南側を流下）に挟まれた部分とその周辺ではコメの 3 期作を実施している水田も多い。しかしながら、沿岸部に近づくにつれ乾期のメコン河流量が不足するため、そこではコメの 3 期作は困難となる。

調査対象地域における沿岸部の多くでは、季節的な塩水侵入が発生するため、乾期に汽水を利用したエビ養殖、そして雨期には降雨を用いたコメ栽培が同一の圃場で繰り返し行われている。さらに沿岸部に近い下流部に向かい、汽水すら得ることの難しい地域になると、汽水用のエビに代わり海水エビの養殖が 1 年を通じて行われている。乾期のエビ養殖にて堆積した塩分は雨期の豊富な降雨と湛水により洗い流され、実際には雨期が始まった後 1~2 ヶ月半ほどで淡水の稲作が可能となる状態となっている。こうして、農家は汽水と真水、技術ノウハウ、資金などの条件を活用してコメと汽水エビの生産を実現している。

さらに組み合わせは汽水エビに留まらず、稲と淡水エビあるいは淡水魚などとの同時栽培的な組み合わせも実施されている。大量の淡水が得られる場所では、淡水エビまたは淡水魚とコメとの組み合わせによって、両者が同時並行で生産される。この方法では、田の中央部分は稲床として浅くしておくが、畦の周囲を約 1m 以上深く掘ることにより水を溜め、その溝の中でエビや魚を養殖する。この組み合わせにより、エビや魚の住環境が良好に保たれ、より多くの収益が見込まれる。また、必然的に農薬を使わない農法となる。

2.1.4 農業土地利用

1) 土地利用の全般

メコンデルタおよび調査対象地区の土地利用は非常に多様化している。メコンデルタの上・中流部は米の 2 期作、3 期作が盛んであり、中でもメコン河沿いでは 3 期作が顕著となる。汽水漁業については、沿岸部に広がっている。これに加え、森林の植生状況（保護林、生産林、再生林

等)、多年性作物（多くは果物）の導入、そして淡水漁業（淡水エビ養殖も含む）などの組み合わせによってさらに多様化の様相を見せる。

土地利用図（図 2.1.6 参照）に示されるように、汽水エビの養殖はデルタの沿岸部を中心に行われている。例外は、Tien Giang 省の沿岸部（土地利用図中 A の部分）、Ca Mau 半島の西側（同 B、C）、Kien Giang 省沿岸部（同 D）などである。これらの地域では農地に塩水が浸入しないように水門が設置されており、農家はコメを栽培することが可能であるが、高い利益が見込めることからエビ養殖の方が好ましいと考える農家も存在する。

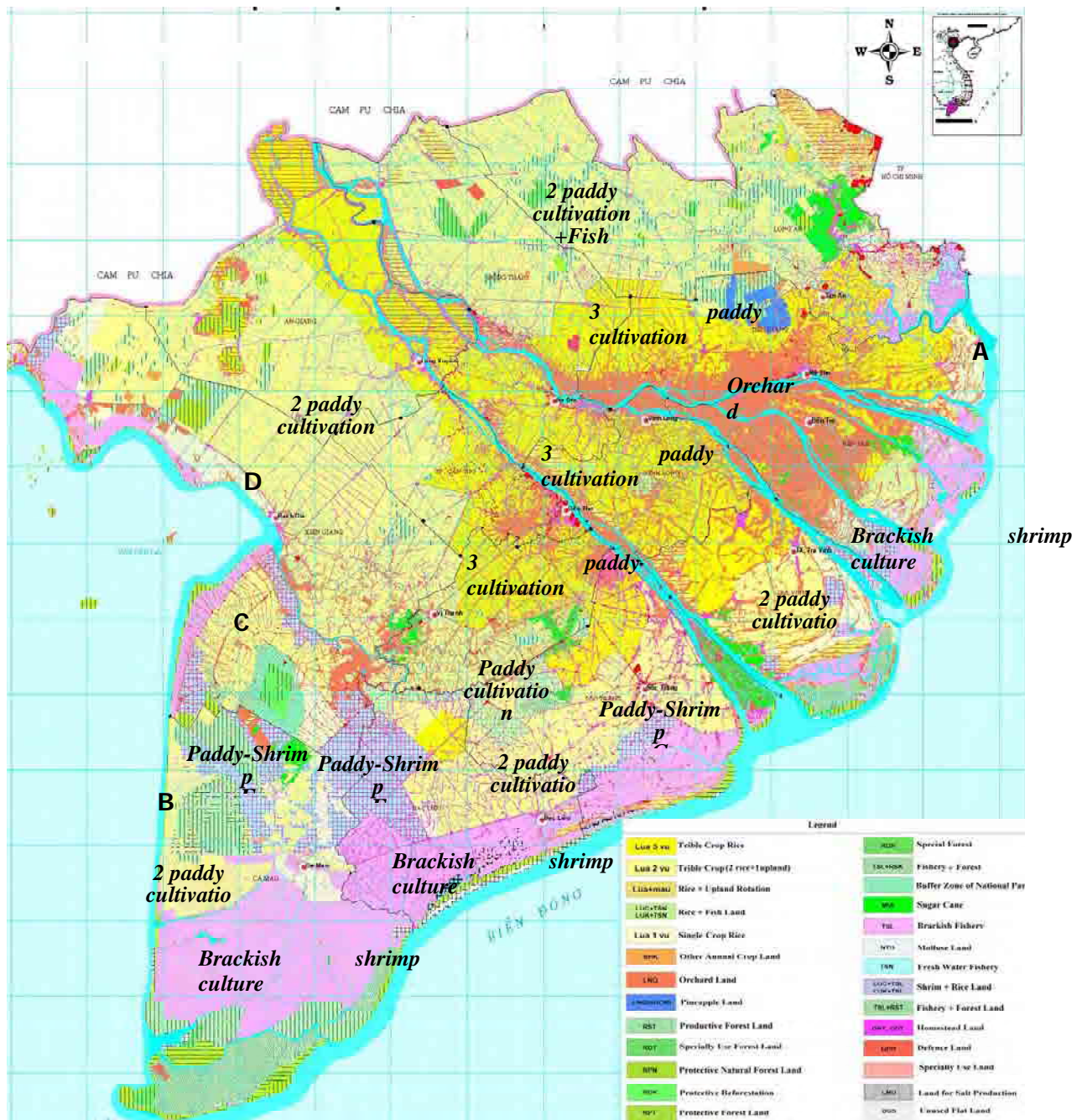


図 2.1.6 メコンデルタにおける土地利用図（2008 年）

出典：sub-NIAPP 提供データに基づき南部水資源計画研究所作成

沿岸部の汽水エビ養殖地域から内陸部に移れば、稲～エビのローテーション栽培が現れてくる。同一圃場にて雨期の稲作と乾期の汽水でのエビ養殖が行われている。これらの土地利用は Ca Mau

省において盛んであり（土地利用図中 E）、このほかに Bac Lieu 省（同 F）、Soc Tran 省（同 G）などに見られ、少数ではあるが Tra Vinh 省、Ben Tre 省でも確認される。これらの地域では、乾期に浸入してくる汽水を防止するのではなく、それを積極的に利用している。

この稲～エビのローテーション土地利用法は、特に Bac Lieu 省の北部で顕著である。この地域は、メコン河の南側支流である Hau 河から Ca Mau 省に向かって伸びている Quan Lo - Phuhg Hiep 水路があるにも関わらず、乾期においては淡水を得ることが難しい状況にある。南シナ海からの塩水浸入は、乾期においてはこの地域（土地利用図中 F）にまで達し、汽水エビの養殖を可能としている。一方で、雨期の降雨と Hau 河からの増水した淡水は塩水を押し流すため、農家にとっては稲作が可能となる。

2) 県別の土地利用

農村農業漁業統計（2006）には、各省における土地利用面積が示されている（図 2.1.7、表 2.1.2 参照）。調査対象地域（55%）およびメコンデルタ（63%）における農地面積割合は、全国平均（29%）や紅河デルタ（36%）に比べて大幅に高い値を示す。一方、調査対象地域と他のメコンデルタ地域との比較では、後者の農地の占める割合がやや高いといえる。これは、メコンデルタ上流地域では、農業に必要な淡水が豊富に利用可能なことによる。農用地の割合は多くの省では 50～80% であるが、沿岸部の Bac Lieu 省および Ca Mau 省ではそれぞれ 39% および 27% と低い値を示しており、これらの地域では代わって水産業が盛んとなる。

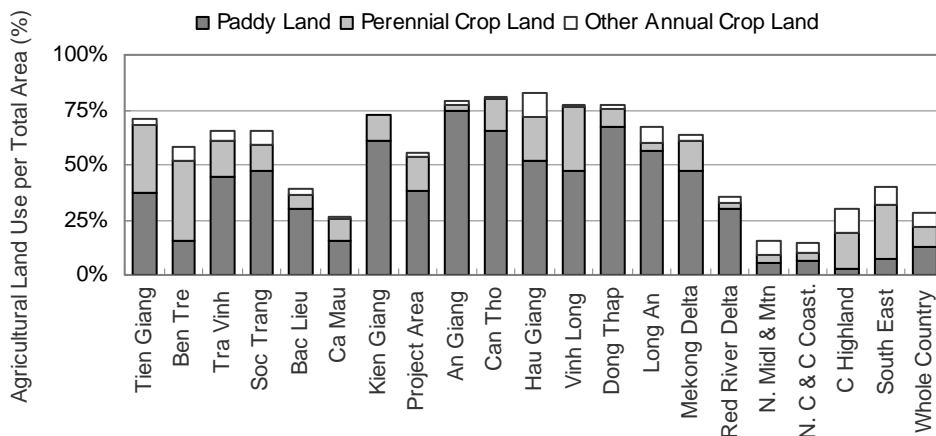


図 2.1.7 全土地利用に占める農業目的土地利用の割合 (%)

出典：Rural, Agricultural and Fishery Census, Data in 2006

一方、稲作、永年作物、一年生作物の割合では、地理的な違いが見受けられる。調査対象地（沿岸部の 7 省）においては、稲作が 66% なのに対しメコンデルタ全体では 75% を占めている。この値は全国平均である 44% を大きく上回っており、紅河デルタの 83% に次いで大きい。調査対象内では、Kien Giang 省が 83% と最も高く、Bac Lieu 省 75%、Soc Trang 省 73% と続き、低い割合を示すのは Tien Giang 省の 53%、最も低いのは Ben Tre 省の 27% である。これら Ben Tre 省および Tien Giang 省においては、農地の多くが果樹園として用いられているため、稲作面積は少ない。

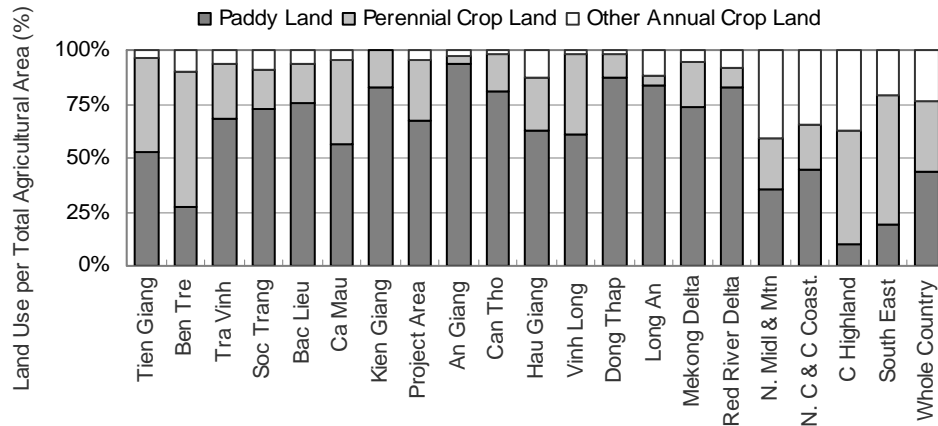


図 2.1.8 全農業用地に占める稲作、永年作物、一年生作物の占める割合 (%)

出典：Rural, Agricultural and Fishery Census, Data in 2006

表 2.1.2 対象地域における農業土地利用

| Province/Region | Agricultural Production Land | | | | | Ratio of Agricultural Land per Total Land Area | | | | | | | | Ratio per Agricultural Land Area | | | |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|--|---------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| | Total, '000ha, *2 | Total Annual Crop Land '000ha | Paddy Land '000ha | Other Annual Crop Land '000ha | Perennial Crop Land '000ha | Total Land Area (km2) | Total Agricultural Area % | Agri-land per HH ha/HH | Agri-land per HH ha/HH | Annual Crop Land % | Paddy Land % | Other Annual Crop Land % | Perennial Crop Land % | Annual Crop Land % | Paddy Land % | Other Annual Crop Land % | Perennial Crop Land % |
| | '000ha | '000ha | '000ha | '000ha | '000ha | (km2) | % | ha/HH | ha/HH | % | % | % | % | % | % | % | % |
| Tien Giang | 176.05 | 98.94 | 92.97 | 5.97 | 77.11 | 2,484 | 71% | 0.40 | 0.47 | 40% | 37% | 2% | 31% | 56% | 53% | 3% | 44% |
| Ben Tre | 136.68 | 50.90 | 37.50 | 13.40 | 85.78 | 2,360 | 58% | 0.38 | 0.42 | 22% | 16% | 6% | 36% | 37% | 27% | 10% | 63% |
| Tra Vinh | 150.77 | 112.67 | 102.63 | 10.04 | 38.10 | 2,295 | 66% | 0.60 | 0.72 | 49% | 45% | 4% | 17% | 75% | 68% | 7% | 25% |
| Soc Trang | 216.53 | 177.09 | 157.29 | 19.80 | 39.44 | 3,312 | 65% | 0.70 | 0.88 | 53% | 47% | 6% | 12% | 82% | 73% | 9% | 18% |
| Bac Lieu | 98.20 | 80.11 | 73.92 | 6.19 | 18.09 | 2,502 | 39% | 0.51 | 0.70 | 32% | 30% | 2% | 7% | 82% | 75% | 6% | 18% |
| Ca Mau | 142.05 | 87.11 | 80.66 | 6.45 | 54.94 | 5,332 | 27% | 0.49 | 0.63 | 16% | 15% | 1% | 10% | 61% | 57% | 5% | 39% |
| Kien Giang | 441.34 | 365.76 | 358.50 | 7.26 | 75.58 | 6,346 | 70% | 1.12 | 1.53 | 58% | 56% | 1% | 12% | 83% | 81% | 2% | 17% |
| Project Area | 1,361.62 | 972.58 | 903.47 | 69.11 | 389.04 | 24,631 | 55% | 0.61 | 0.75 | 39% | 37% | 3% | 16% | 71% | 66% | 5% | 29% |
| An Giang | 280.65 | 271.39 | 263.09 | 8.30 | 9.26 | 3,537 | 79% | 0.53 | 0.75 | 77% | 74% | 2% | 3% | 97% | 94% | 3% | 3% |
| Can Tho | 113.68 | 94.15 | 92.25 | 1.90 | 19.53 | 1,402 | 81% | 0.39 | 1.19 | 67% | 66% | 1% | 14% | 83% | 81% | 2% | 17% |
| Hau Giang | 132.41 | 99.83 | 83.05 | 16.78 | 32.58 | 1,601 | 83% | 0.70 | 0.88 | 62% | 52% | 10% | 20% | 75% | 63% | 13% | 25% |
| Vinh Long | 114.67 | 71.70 | 69.83 | 1.87 | 42.97 | 1,479 | 78% | 0.42 | 0.50 | 48% | 47% | 1% | 29% | 63% | 61% | 2% | 37% |
| Dong Thap | 259.97 | 232.84 | 227.45 | 5.39 | 27.13 | 3,375 | 77% | 0.62 | 0.77 | 69% | 67% | 2% | 8% | 90% | 87% | 2% | 10% |
| Long An | 304.25 | 289.35 | 254.33 | 35.02 | 14.90 | 4,494 | 68% | 0.82 | 1.00 | 64% | 57% | 8% | 3% | 95% | 84% | 12% | 5% |
| Mekong Delta | 2,567.25 | 2,031.84 | 1,893.47 | 138.37 | 535.41 | 40,519 | 63% | 0.60 | 0.78 | 50% | 47% | 3% | 13% | 79% | 74% | 5% | 21% |
| Red River Delta | 756.26 | 684.03 | 623.38 | 60.65 | 72.23 | 21,063 | 36% | 0.14 | 0.19 | 32% | 30% | 3% | 3% | 90% | 82% | 8% | 10% |
| N. Midl & Mtn | 1,485.99 | 1,136.43 | 524.50 | 611.93 | 349.56 | 95,339 | 16% | 0.54 | 0.66 | 12% | 6% | 6% | 4% | 76% | 35% | 41% | 24% |
| N. C & C Coast | 1,402.55 | 1,108.41 | 628.12 | 480.29 | 294.14 | 95,885 | 15% | 0.29 | 0.38 | 12% | 7% | 5% | 3% | 79% | 45% | 34% | 21% |
| C Highland | 1,615.92 | 756.90 | 160.74 | 596.16 | 859.02 | 54,641 | 30% | 1.32 | 1.91 | 14% | 3% | 11% | 16% | 47% | 10% | 37% | 53% |
| South East | 1,608.17 | 630.54 | 300.73 | 329.81 | 977.63 | 40,519 | 40% | 0.44 | 1.00 | 16% | 7% | 8% | 24% | 39% | 19% | 21% | 61% |
| Whole Country | 9,436.14 | 6,348.15 | 4,130.94 | 2,217.21 | 3,087.99 | 331,051 | 29% | 0.42 | 0.61 | 19% | 12% | 7% | 9% | 67% | 44% | 23% | 33% |

*1: The 2009 Vietnam Population and Housing Census

*2: Rural, Agricultural and Fishery Census, Data in 2006

3) 作付け

調査対象地域およびメコンデルタにおいては、コメ、果樹、水産業などが組み合わさった高度で多様な作付けが実施されている。最も大きな面積を占めるのは稲作であるが、稲の作付け体系は大きく「冬-春」作、「夏-秋」作、「秋-冬」作、および「春-夏」作の4期に分けられる。調査対象地では、「夏-秋」作（5月～8月）および「冬-春」作（12月～2月）が多くを占めるが、さらに沿岸部においては前述のように汽水エビとの組み合わせが一般的となる。典型的な作付けは表 2.1.3 に示すとおりである。

稲作については様々な条件の下で行われており、灌漑の有無、淡水の有無、他の作物の作付け適期、および養殖対象（汽水エビ、淡水エビ、淡水魚）などがその条件となる。乾期に灌漑が可能な地域では「冬-春」作（乾期）、「夏-秋」作（雨期）による二期作が可能となっている。三期作についても可能な地域があり、Hau 河に近い So Trang 省の北部および Tra Vinh 省の上流側がそれに相当する。天水地域では、稲作は雨期に限定され、通常は雨期に1作のみの稲作（夏-秋稲）が実施される。

表 2.1.3 調査対象地における主要な作付けパターン

| Land Use Type | Month | | | | | | | | | | | | Remarks |
|-------------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|------|------------|-----|-----|-----|-----|--------|------------------------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | |
| Irrigated land use | | | | | | | | | | | | | |
| 2 paddy crops (WS-SA) | WS | | | | | SA | | | | | WS | | Shallow flooded areas |
| 2 paddy crops (WS-SA) + Fish | WS | | | | | Fish | | | | | WS | | Shallow flooded areas |
| 3 paddy crops (WS-SA-AW) | WS | | | | SA | | | AW | | | WS | | Shallow flooded areas |
| Perennial crops (e.g. fruits) | Planting | | | | | | | | | | | | Shallow flooded areas |
| Rainfed land use | | | | | | | | | | | | | |
| 1 paddy crop | | | | | | SA | | | | | | | Saline intrusion areas |
| 1 paddy crop + fish | | | | | | Fish | | | | | | | Saline intrusion areas |
| 2 rainfed paddy crops (SA-AW) | | | | | SA | | | AW | | | | | Saline intrusion areas |
| 1 paddy crop (SA) - Shrimp | Shrimp | | | | | | SA | | | | | Shrimp | Saline intrusion areas |
| Shrimp culture (1 or 2 crops) | Shrimp 1st | | | | | | Shrimp 2nd | | | | | | Saline intrusion areas |

WS: Winter - Spring paddy; SA: Summer-Autumn paddy; AW: Autumn - Winter paddy
 出典：Southern Institute of Agricultural Planning and Investment (2011)

塩水侵入が生じるような沿岸部では、天水稲作とエビ養殖との組み合わせが見られる。乾期には水田にエビ養殖のための汽水を満たし、その後、主に降雨を利用して淡水で何回か塩分を洗い流した後、雨期稲作を開始する。このような圃場は高い畝に囲まれており、高さ 1.5m 程の土手が圃場の周囲に造られている。その土手の内側には溝が掘られ、日中の暑い時間帯にはエビが溝の中で暑気を逃れることが可能となっている。農民は乾期に侵入してくる汽水を活用しながら汽水のエビ養殖を行うことでこれに適応してきた。粗放的なエビ養殖ではあるもののローテーションを行うことにより持続的なエビ養殖を実現している。また、多くの場合は稲作より多くの収入を得ることが可能である。

2.2 対象地域における農業

2.2.1 土地保有

2006 年における農家当りの平均生産農地面積を図 2.2.1 に、また図 2.2.2 には、戸別保有農地の農地規模別割合を示す。メコンデルタにおける戸当たり平均生産農地面積はかなり大きな値を示しており、調査対象地域平均で 1.21ha/戸、メコンデルタ全体の平均では 1.20ha/戸となっている。Kien Giang 省では 2.49ha/戸と高い値であるのに対し、Tien Giang 省および Ben Tre 省ではそれぞれ 0.63ha/戸および 0.58ha/戸とやや低い農地面積を示している。なお、全国平均は 0.81ha/戸である。

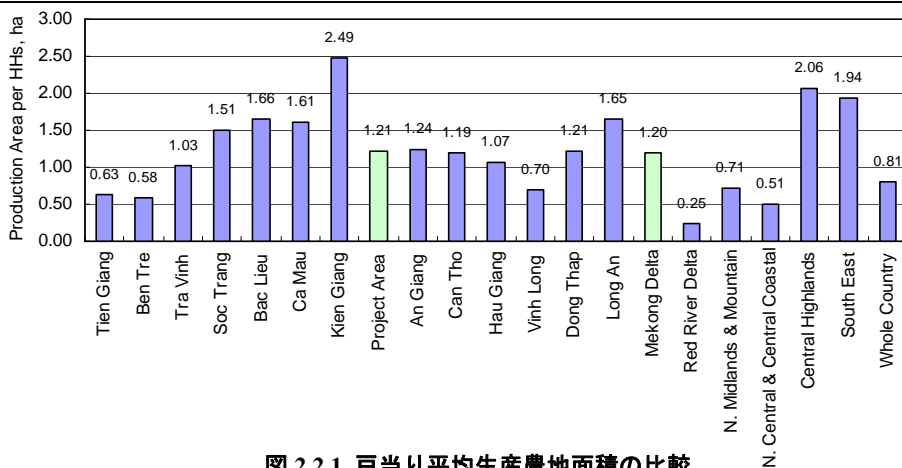


図 2.2.1 戸当り平均生産農地面積の比較

出典: Rural, Agricultural and Fishery Census, Data in 2006

規模別の生産農地面積を見ると、0.2ha 未満の農家は調査対象地域の平均では 19% であるが、Tien Giang 省と Ben Tre 省においては約 1/4 を占めている。他方、Bac Lieu 省および Kien Giang 省では、2.0ha を超える土地を保有している農家の割合が約 3 割とかなり多く、結果、戸当たり平均農地面積が大きく現れている。なお、Ca Mau 省では 0.2ha 未満の農地面積を所有する割合が最も高く 35% に達しているが、この省の平均農地面積は 1.61ha であることを考えると、比率的には少ないものの大規模農家が存在しているものと思われる。

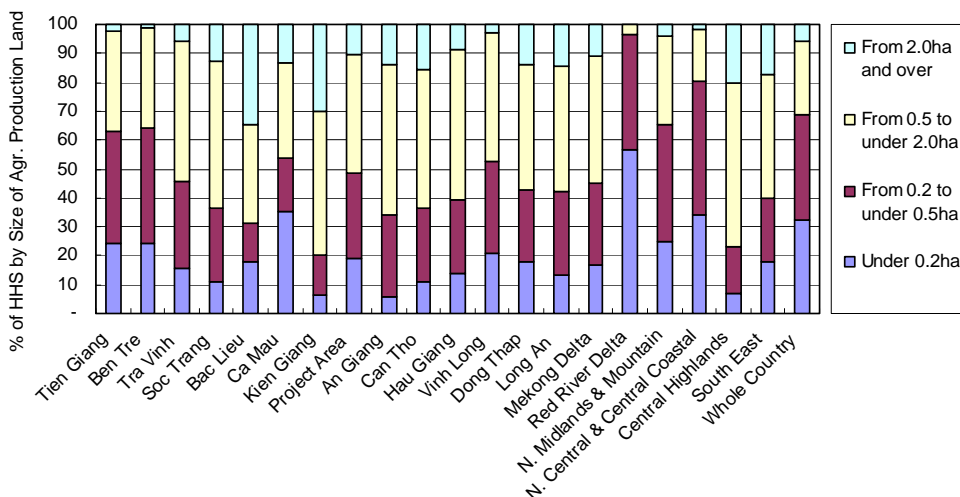


図 2.2.2 戸別農地保有面積の省別による分布割合比較

出典: Rural, Agricultural and Fishery Census, Data in 2006

2.2.2 農業生産量

メコンデルタにおける主要農産物はコメである。下図にメコンデルタの省毎のコメ生産量を示す。生産量は年々増加傾向にあり、2010 年の全体生産量は調査対象地域では 9,618,000 トンに達し、デルタ全体では 21,570,000 トンである。2010 年のベトナム国全体のコメ生産量は 39,989,000 トンであるが、調査対象地域だけで国全体の 24%、メコンデルタに至っては 54% を産出していることになる。

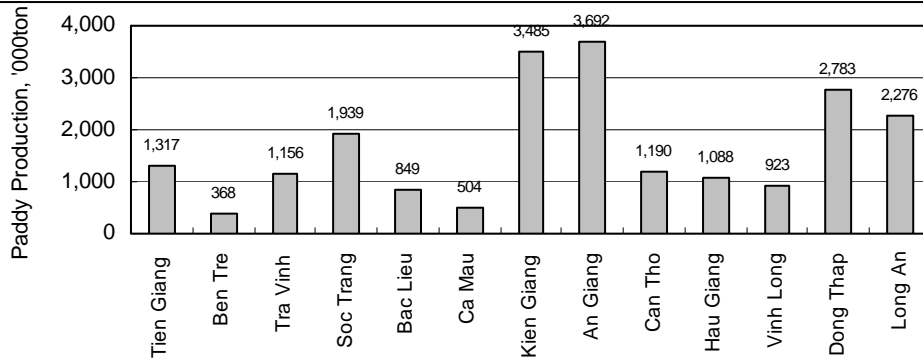


図 2.2.3 メコンデルタにおける省毎のコメ生産量

出典: Statistical Year book 2010, GSO

2010 年の省毎の米生産量についてみると、An Giang 省及び Kien Giang 省の生産量が飛び抜けて高い。3 番目は Dong Thap 省であり、これら 3 省はベトナムのメコンデルタにおいて最も上流側に位置している。一方で、沿岸部は生産量が少なく、Ben Tre 省は最も低い 368,000 トンであり、その他 Ca Mau 省の 504,000 トン、Bac Lieu 省の 849,000 トンなどが続いている。

図 2.2.4 は人口一人当たりのコメ生産量を示しているが、Kien Giang 省は最も高い 2,046kg/人の生産量を示し、メコンデルタ全体平均の 164%相当となっている。代わって、Ben Tre 省は 293kg/人とメコンデルタ平均の 23%と低い値を示し、Ca Mau 省の 416 kg/人が同 33%と続いている。Ben Tre 省における低い値は、多くの土地が既に果樹栽培に転用されていることに起因しており、Ca Mau 省のそれは塩水の浸入により稲作そのものが困難であることによる。

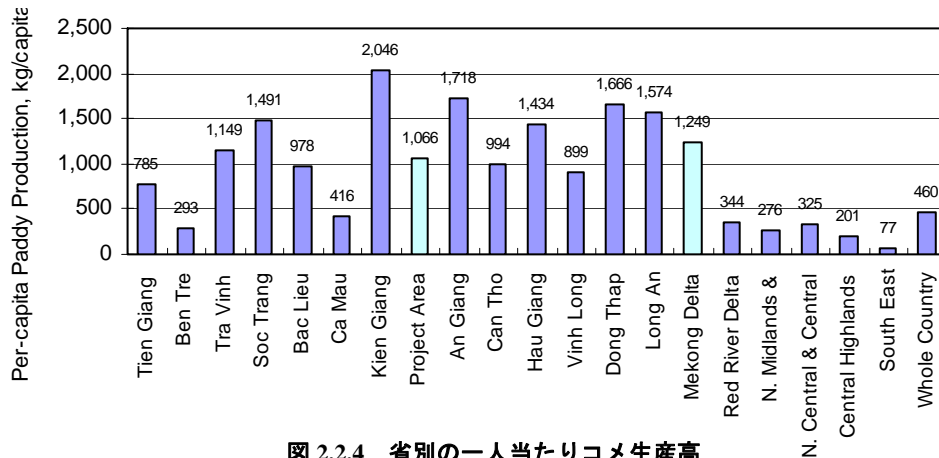


図 2.2.4 省別の一人当たりコメ生産高

出典: Statistical Year book 2010, GSO

ベトナム国における北の米生産拠点である紅河デルタの一人当たり米生産量は 344kg、そして紅河デルタやメコンデルタを含めた全国平均での一人当たりコメ生産量は 460kg である。調査対象地の平均は 1,066kg/人、メコンデルタ全体では平均 1,249kg/人を示すが、この比較により、メコンデルタで栽培・生産されているコメ生産量の多さが理解できる。これら生産されたコメは国の主食を賄い、輸出にも貢献している。年間の成人精米消費量を 150kg とすると、モミ米換算の一人当たり消費量は約 250kg に相当するが、これを超える部分についてはメコンデルタにおける高い輸出能力を示すものと考えられる。

作期別のコメ生産量の変遷を図 2.2.5 に示す。調査対象地域におけるコメの生産量は作付面積の伸びはさほどないにも関わらず「秋-冬」作を除けば一環して増加傾向にあることが判る。「夏-秋」作および「冬-春」作の生産量は過去 20 年間、着実に増加している。「秋-冬」作においては、

単収自体は伸びているが（図 2.2.6 参照）、生産量としては減少している。これは、作付面積の減少に起因する。

図 2.2.6 および表 2.2.1 は作期別の米の単収を示したものである。いずれの作期別コメについても過去 20 年間に於いて増加傾向にあるが、中でも灌漑下で生産される「冬-春」作は高い単収を維持している。「冬-春」作の単収は 2010 年には沿岸 7 省平均では 6.4 トン/ha を記録している。一般的な傾向として、これらの増加は改良品種の導入と化学肥料投入の結果と考えられる。聞き取りでは、化学肥料を 200~400 kg/ha も投入している例があり、標準的な施肥と比較すると極めて多量の化学肥料が投入されている¹。

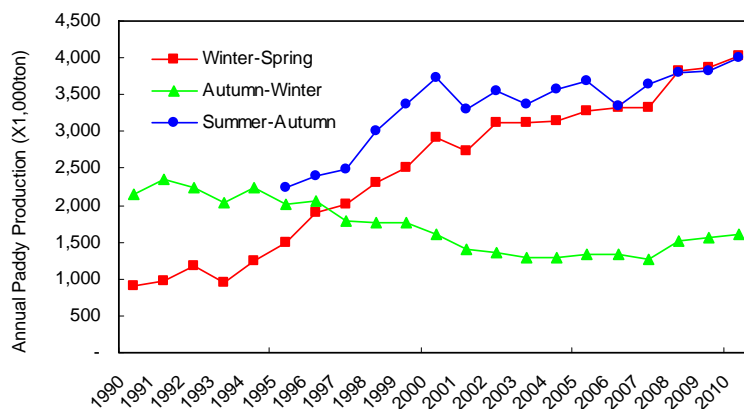


図 2.2.5 沿岸 7 省における作期別コメ生産量

出典：Statistical Year Book of Vietnam (1995-2011)

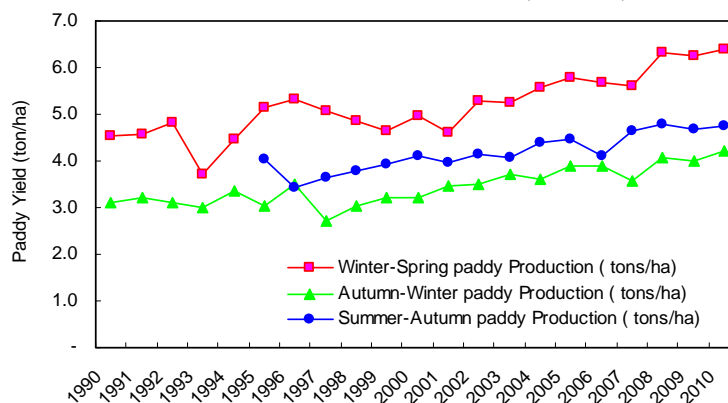


図 2.2.6 沿岸 7 省におけるコメの単収の変遷

出典：Statistical Year Book of Vietnam (1995-2011)

表 2.2.1 米単収 (2000~2010 年)

| Cropping Season | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | Ave. |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Spring paddy Production</i> | | | | | | | | | | | | |
| Mekong Delta | 5.3 | 5.0 | 5.7 | 5.7 | 5.9 | 6.1 | 6.0 | 6.0 | 6.4 | 6.4 | 6.6 | 5.9 |
| Project Area | 5.0 | 4.6 | 5.3 | 5.3 | 5.6 | 5.8 | 5.7 | 5.6 | 6.3 | 6.3 | 6.4 | 5.6 |
| <i>Winter paddy Production</i> | | | | | | | | | | | | |
| Mekong Delta | 3.1 | 3.4 | 3.4 | 3.6 | 3.6 | 3.8 | 3.8 | 3.5 | 4.0 | 3.9 | 4.2 | 3.6 |
| Project Area | 3.2 | 3.5 | 3.5 | 3.7 | 3.6 | 3.9 | 3.9 | 3.6 | 4.1 | 4.0 | 4.2 | 3.7 |
| <i>Autumn paddy Production</i> | | | | | | | | | | | | |
| Mekong Delta | 3.7 | 3.7 | 4.0 | 4.0 | 4.4 | 4.5 | 4.1 | 4.6 | 4.8 | 4.7 | 4.8 | 4.3 |
| Project Area | 4.1 | 4.0 | 4.2 | 4.1 | 4.4 | 4.5 | 4.1 | 4.6 | 4.8 | 4.7 | 4.7 | 4.4 |
| <i>All</i> | | | | | | | | | | | | |
| Mekong Delta | 3.7 | 3.7 | 4.0 | 4.0 | 4.4 | 4.5 | 4.1 | 4.6 | 4.8 | 4.7 | 4.8 | 4.9 |
| Project Area | 4.1 | 4.0 | 4.2 | 4.1 | 4.4 | 4.5 | 4.1 | 4.6 | 4.8 | 4.7 | 4.7 | 4.6 |

Source: Statistical Yellow Book of Vietnam (2011)

2.3 対象地域における養殖業

メコンデルタの沿岸地域は、汽水域を中心として広がるブラックタイガーエビ (*Penaeus monodon*) の養殖、また最近では集約的養殖によって生産されている白足エビ (*Penaeus setiferus*) の養殖の実施が特徴である。そして、ホーチミン市に近い Ben Tre 省、Tien Giang 省ではブラックタイガーエビや白足エビに加えて、アサリや赤貝などの養殖も重要な位置を占めてきている。

メコンデルタの中・上流域では淡水養殖が盛んとなる。メコン河の 2 大支流である Tien 河および Hau 河の上流部においてはナマズの養殖が盛んであるが、1990 年代初頭に An Giang 省および

¹ 例えばフィリピンでは IRRI の資料によると 5~6 トン/ha の収量を得るためには 275kg から最大でも 300kg/ha の化学肥料が示されている (Quick guide for fertilizing transplanted rice in Laguna, DA, PhiRice, OPAg, IRRI, May, 2009) .

Dong Thap 省においてメコンナマズの養殖が開始されたのが始まりである。デルタの中央部である Can Tho 省などでは輸出目的のナマズ養殖も導入されているが、洪水の影響がある地域では国内向けの他の淡水魚養殖が続けられている。

2.3.1 養殖生産量

表 2.3.1 は、メコンデルタおよび国内の他の地域における水産物生産量を比較して示したものである。図 2.3.1 は人口一人当りの水揚量、図 2.3.2 は汽水エビの一人当たり水揚量を示したものである。メコンデルタにおける漁獲量は他の地域のそれをはるかに上回っているが、メコンデルタにおける総水揚量 (1,940,181 トン) は国内生産 (2,706,752 トン) の 72% を占めていることが判る。

表 2.3.1 メコンデルタおよび他の地域における水産水揚量 (2010 年)

| Province/ Region | Aquaculture Production, ton | Per-capita Aquaculture Production, kg | Aquaculture Production of Fish, ton | Per-capita Aquaculture Production of Fish, kg | Aquaculture Production of Shrimp, ton | Per-capita Aquaculture Production of Shrimp,kg |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| Tien Giang | 120,188 | 72 | 87,925 | 52 | 12,833 | 7.7 |
| Ben Tre | 168,148 | 134 | 122,150 | 97 | 30,485 | 24.3 |
| Tra Vinh | 82,777 | 82 | 53,824 | 54 | 20,944 | 20.8 |
| Soc Trang | 98,493 | 76 | 37,490 | 29 | 60,830 | 46.8 |
| Bac Lieu | 143,725 | 166 | 65,370 | 75 | 68,003 | 78.4 |
| Ca Mau | 235,550 | 194 | 117,216 | 97 | 103,900 | 85.7 |
| Kien Giang | 97,673 | 57 | 46,637 | 27 | 34,765 | 20.4 |
| Project Area | 946,554 | 105 | 530,612 | 59 | 331,760 | 36.8 |
| An Giang | 279,773 | 130 | 276,941 | 129 | 916 | 0.4 |
| Can Tho | 172,360 | 144 | 172,331 | 144 | 22 | 0.0 |
| Hau Giang | 44,430 | 59 | 43,482 | 57 | 15 | 0.0 |
| Vinh Long | 135,181 | 132 | 135,089 | 132 | 16 | 0.0 |
| Dong Thap | 331,373 | 198 | 327,757 | 196 | 1,727 | 1.0 |
| Long An | 30,510 | 21 | 23,751 | 16 | 6,661 | 4.6 |
| Mekong Delta | 1,940,181 | 112 | 1,509,963 | 87 | 341,117 | 19.7 |
| Red River Delta | 406,280 | 21 | 309,573 | 16 | 16,422 | 0.8 |
| N. Midlands & Mountain | 67,909 | 6 | 65,673 | 6 | 367 | 0.0 |
| N. Central & Central Coastal | 177,397 | 9 | 86,725 | 5 | 71,292 | 3.8 |
| Central Highlands | 20,603 | 4 | 20,252 | 4 | 68 | 0.0 |
| South East | 94,382 | 5 | 67,379 | 4 | 21,030 | 1.2 |
| Whole Country | 2,706,752 | 31 | 2,058,465 | 24 | 450,364 | 5.2 |

出典：Statistical Year Book of Vietnam (2011)

魚の生産についてはメコンデルタの中・上流部に集約的な生産地があるが、調査対象地でも 530,612 トンの水揚げによって一人当たりでは 59kg の水揚量となり、国全体の一人当たり水揚量である 24kg を大幅に上回っている。調査対象地域におけるエビの水揚量はメコンデルタ中上流部を含む他の地域と比較して非常に大きく、2010 年の全国水揚量 450,364 トンに対して 331,760 トンと、実に 76% の水揚量を占めている。また、一人当たりの水揚量を試算すると 36.8kg であるが、他の地域については 5kg に満たない値である。

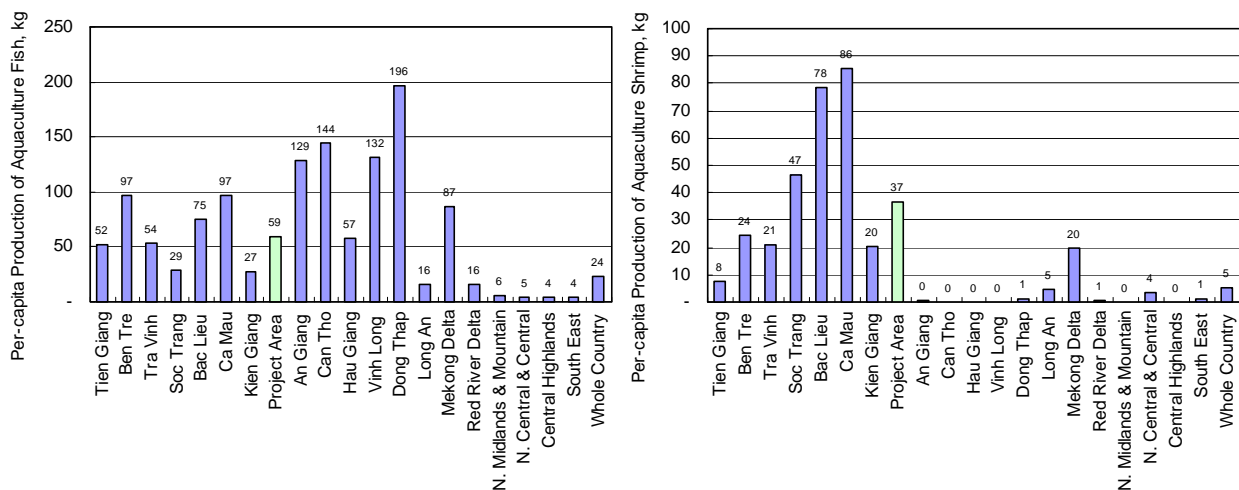


図 2.3.1 省別一人当たり魚水揚高 (2010) (左) および省別一人当たりエビ水揚高 (2010) (右)

出典 : Statistical Year Book of Vietnam 2010, GSO

2.3.2 エビ養殖の形態

メコンデルタ沿岸部には多くのエビ養殖池が広がっている。そのエビ養殖は、1970 年代初期に汽水域で開始されたが、当時は粗放養殖のため生産量は ha 当り 100kg に過ぎなかった²。その後、ベトナムにおいては 2000 年代に急激にエビ養殖が盛んとなるが、それはタイのエビ養殖と対照的である。タイでは、1980 年代中盤にブラックタイガーエビの養殖が盛んとなり、1990 年にはそのピークを迎えた。しかしながら、自然環境へ深刻な影響を与えたためタイ政府は養殖を制限した。

タイにおけるエビ養殖を置き換えるように、ベトナムにおいてはエビ養殖が増加した (図 2.5.3 参照)。ベトナムにおけるブラックタイガーエビの養殖は急激に増加し、2005 年頃からの水揚高は 200,000 トンを超えるようになる。これらは主にメコンデルタの沿岸地域で生産されている。近年では白足エビの養殖も行われるようになってきたが、エビの主要種はブラックタイガーエビである。

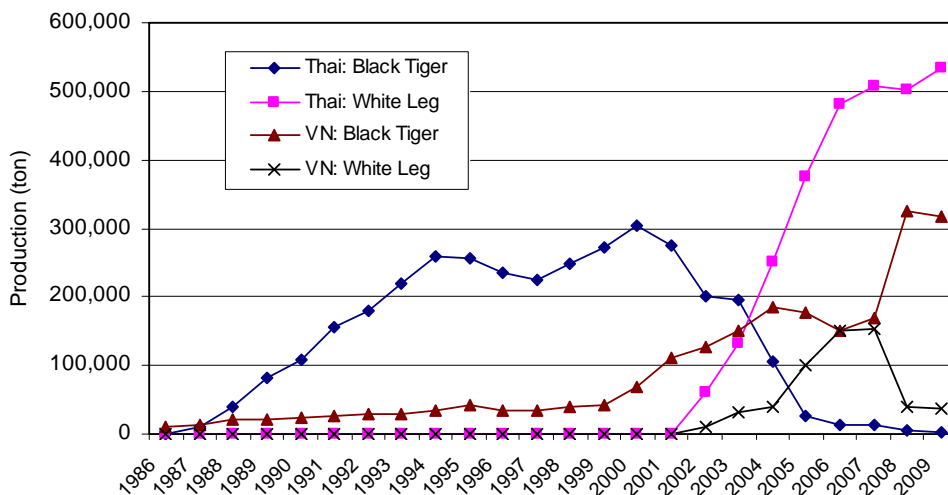


図 2.3.2 タイおよびベトナムにおけるエビ生産の推移

出典 : FAOSTAT (2011)

² R. E. Turner (1977); "Intertidal Vegetation and Commercial Yield of Penaeid Shrimp", Transactions of the American.

ベトナムにおけるエビ養殖は、集約型、準集約型、粗放型などに大きく分類される。メコンデルタを管轄する第二水産研究所³によれば、メコンデルタの沿岸地域では、集約型養殖は準集約型養殖を含めても面積では約 10%に過ぎず、残り 90%は粗放型養殖が占めている。粗放型は環境に対しての影響は少ないが、生産性も低い。第二水産研究所⁴によれば、粗放型養殖における年間水揚高は 200~300kg/ha であり、準集約型で 1.5~3.0 トン/ha、そして集約型では 5.0~7.0 トン/ha、もしくはそれ以上が見込まれるとされている。

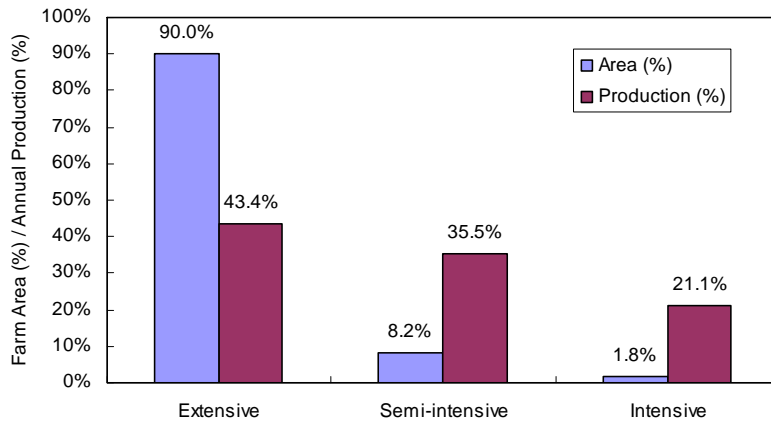


図 2.3.3 メコンデルタにおけるエビの養殖形態による事業面積と水揚量の占める割合

出典： The Status, Challenge and Perspective of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Farming in the Mekong Delta, Vietnam, Research Institute for Aquaculture No.2, MARD, 2008

上図のとおり、粗放型養殖はメコンデルタ全体で 90%の面積を占めるが、対する水揚量で見れば 43%に過ぎない。準集約型は面積別では 8.2%、水揚量では 35.5%、そして集約型は面積別ではわずか 1.8%に過ぎないが水揚高は 21.1%を占めている。すなわち、集約型および準集約型養殖は 10%の面積しか占めていないが、それらを合わせた水揚高はメコンデルタの半分以上を占めていることになる。

現在第二水産研究所では改良粗放型養殖として、餌を与えず低い密度で養殖する方法を推奨している。餌に代えて肥料を投与することで、エビの餌となるプランクトンの増殖を促すことができる。この方法では水質汚染が発生しにくく、環境を良好に保つことができる。また、雨期に稲作を行い、そして乾期に汽水エビを養殖するといったローテーション作付けも環境を良好に保つことができるので推奨されている。

1) 粗放型エビ養殖

エビ養殖農家への聞き取り⁵によると、稚エビおよび肥料の費用は総支出額の約 30%であり、売り上げから経費を差し引くと ha 当たり 2,000 万~4,000 万 VND (7 万 4 千円~15 万円相当) が純益となる。この ha 当たり 2,000 万~4,000 万 VND の純益は、稲作で得られる純益の約 2 倍である。すなわち、病気が発生しない限り粗放型エビ養殖は稲作よりも収益性が高いといえる。

2) 集約型および準集約型エビ養殖

集約型エビ養殖は初期投資や餌代などに多額の投資が必要となるため、多くは企業家がエビ養殖専門家を雇用して営んでいる。第二水産研究所では集約型エビ養殖に関しては年に 1 回の水揚を推奨しているが、多くの養殖場では利益を出すために年 2 回の水揚を行っている。対して、一

³ Overview Aquaculture in Vietnam, Research Institute for Aquaculture No.2, MARD, 2010

⁴ The Status, Challenge and Perspective of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Farming in the Mekong Delta, Vietnam, Research Institute for Aquaculture No.2, MARD, 2008

⁵ インタビューは 2011 年 8 月、9 月に Ca Mau, Bac Lieu, Soc Trang, Ben Tre 省の 20 軒のエビ農家に対して行った。

般の農家は粗放的なエビ養殖が多くを占めているが、餌代等を賄える農家は準集約的なエビ養殖を採用している。準集約的なエビ養殖でも多くは年2回の水揚である。

表 2.3.2 に準集約型と集約型エビ養殖を粗放型養殖と比較してまとめる。集約型では経費が粗収益の約 40～60%を占めており、かつ餌代がその殆ど（通常の場合経費の約 70%）を占めていることが判る。すなわち、準集約型および集約型養殖では多額の経費を要するが、水揚げ量が多いために純収益は粗放型に比べると極めて高く、準集約型で約 3 倍、集約型では 10 倍、あるいは 30 倍以上の純益を上げることができる。

表 2.3.2 準集約型および集約型エビ養殖の典型的事業概要

| Category | Initial Population Density | Average Yield | Gross Income, VND/ha | Net Profit, VND/ha |
|----------------|--------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|
| Semi-Intensive | 10 – 15 shrimps/m ² | 1.5 – 3.0 ton/ha | 175 – 500 million | 75 – 100 million |
| Intensive | 20 – 30 shrimps/m ² | 5.0 – 7.0 ton/ha | 600 – 1,200 million | 325 – 650 million |
| Extensive | 1 – 2 shrimps/m ² | 200 – 300 kg/ha | 30 – 60 million | 20 – 40 million |

出典： The Status, Challenge and Perspective of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Farming in the Mekong Delta, Vietnam, Research Institute for Aquaculture No.2, MARĐ, 2008, Interviews to Shrimp Culture Farmers

2.4 農業と養殖にかかる普及システム

2.4.1 普及システム

農業と養殖業の普及については、政府と民間によるものの 2 つの流れがある。政府による普及は上から下までのカスケード方式であり 1) 国家普及センターなど国家レベルの MARĐ、2) 省レベルの農業普及センター、3) 県レベルの農業普及ステーション、4) 篤農家によるコミュニティレベルの農業普及クラブおよび 5) 現場レベルの一般農家、から成る（図 2.4.1 参照）。

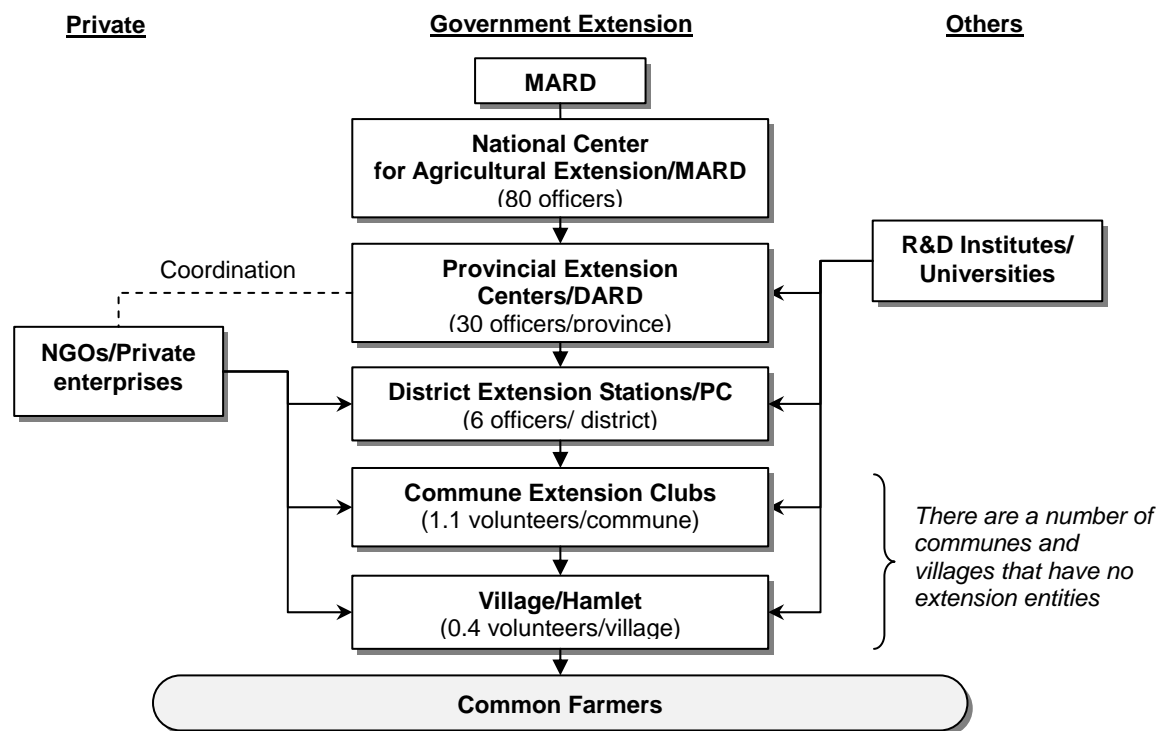


図 2.4.1 農業普及システム

280 farmer household per public extension worker
Approximately 4 public extension workers per 1,000 farmer households

出典：“Agricultural Extension Systems of Vietnam, Vietnam Academy of Agricultural Sciences (VAAS) (year not known)
Modified based on interviews to Southern Horticultural Research Institute and Sub-NIAPP (2012)

MARĐ は国家の農業普及システム全般を統括しており、MARĐ の予算に基づいて国家普及セン

ターは技術向上を主導している。国家レベルでは約 80 箇所の事務所があり、省レベルでは DARD 附属の普及センターが平均 30 箇所/省ある。ここでは事務管理と技術向上の双方を担当している。

県レベルでは通常 3～5 箇所の事務所を担当しており、ここで勤務する職員は農業専門ではない。彼らは現場レベルでの農業技術の講義やデモンストレーションのために人民委員会事務所にも時々滞在する。コミューンレベルでは篤農家が「クラブ」を形成し、彼らは一般農民に技術を伝達する役割を担っている。

政府の農業普及システムとは別に、省レベル以下で独立した組織が普及を実施している。これらは研究機関、開発機関、大学、企業、NGO などである。たとえば、南部園芸研究センターと Cuulong 米研究センターは省・県レベルで新技術や新品種を導入している。また、肥料会社などの企業は彼らの製品を導入しながら技術研修も実施している。

2.4.2 農業土地利用計画の承認

土地利用計画には一般の土地利用と農業利用の 2 種類がある。保全林、公有地、表面水を含む一般土地利用計画には MONRE の承認が必要であり、農業土地利用計画には MARD の承認が必要となる。土地利用は国家レベルでは 5 年に一度、省レベルでは毎年更新される。前者は公式に政府によって策定され、後者は国家目標を達成するためのモニタリング結果に基づいている。土地利用計画の現在の目標と省の意図が一致していないことが課題である。たとえば、果樹は果物が米の 3～4 倍の価格が付けられたころは高い優先順位が付けられていたが、国家間の需給バランスの変動によりその位置づけは低下している。したがって、省では米から他の作物への変換に消極的であり、土地利用計画は目標年までに必ずしも達成されていない。

2.5 シミュレーションによる気候変動予測

MONRE 傘下の IMHEN により 2010 年に Global Climate Model (GCM) を使用した気候変動解析⁶が行われ、同年 11 月には解析結果が公表された。IMHEN は、IPCC 報告書に示される A2、B1、B2 シナリオについて検討を実施しているが、どのシナリオによる気候変動結果を採用するかについては触れていない。したがってここでは 3 つのシナリオの結果について併記しながら考察する。GCM は 250×250 km の解析精度を持つが、IMHEN はさらに解析精度が高い PRECIS モデルによる解析を実施し、局地的な気候変動解析を可能とした。以下、これら解析結果に基づいてメコンデルタ沿岸部において将来予想される気候変動について述べる。

2.5.1 気温

過去に計測された平均気温（1980～1999 年）に対して、将来予測される平均気温（B2 シナリオ 2050 年）の増減を図 2.5.1 に示す。これによると、Ca Mau 半島の先端および Ho

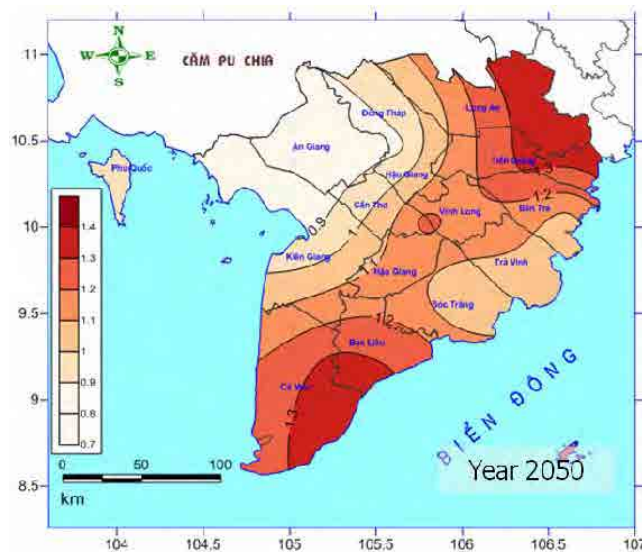


図 2.5.1 2050 年(B2 シナリオ)における年平均気温の増減

出典：PRECIS simulation, IMHEN

⁶ IMHEN は HadAM3P モデルおよび ECHM4 モデルによる気候変動シミュレーション結果の比較をおこない、地域モデルとして地域気候変動高分析 PRECIS モデルを用いたダウンスケーリングを実施している。

Chi Minh 近傍の2地点が中心となり気温が上昇すると推測される。一方、気温上昇の幅が最も小さい地域は Kien Giang 省を含むメコンデルタの北西部と予測される。

図2.5.2～図2.5.4に、シナリオ別(B1、B2、A2)に想定されるメコンデルタの将来の年平均気温、年平均最高気温、年平均最低気温の予測を示す。グラフの縦軸は、過去に計測された平均気温(1980年～1999年)に対する上昇率を示している。これらによると、年平均気温は継続的な増加傾向にあるが、B1シナリオの場合は2060年以降2100年に向けて上昇率が低下する。全体として年平均気温は2050年までに約1°C上昇し、その後、2100年にかけてシナリオ別に1.4°C～2.7°C上昇すると予測される。

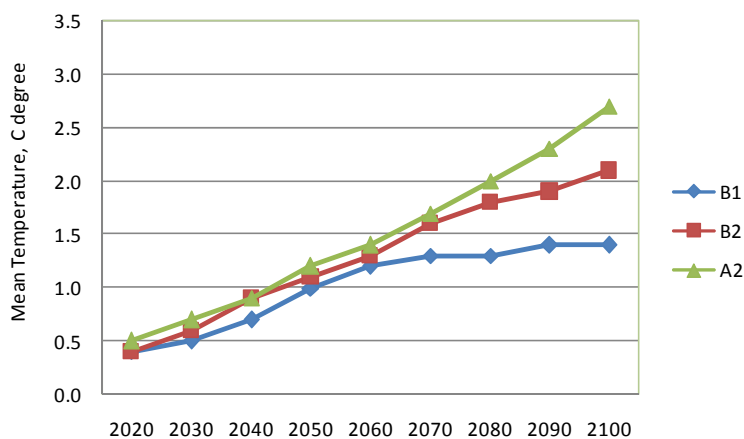


図 2.5.2 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均気温変化

出典：PRECIS simulation, IMHEN

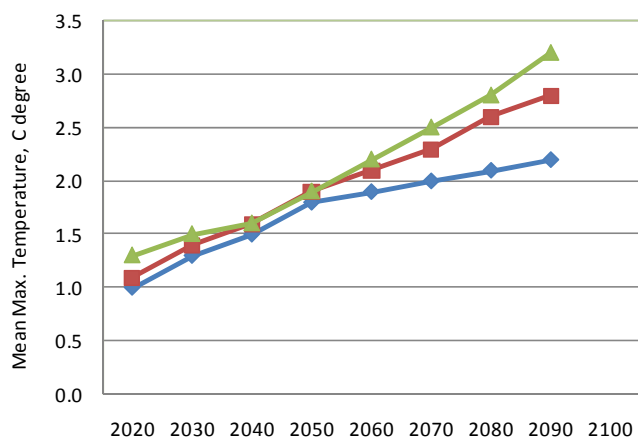


図 2.5.3 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均最高気温変化

出典：PRECIS simulation, IMHEN

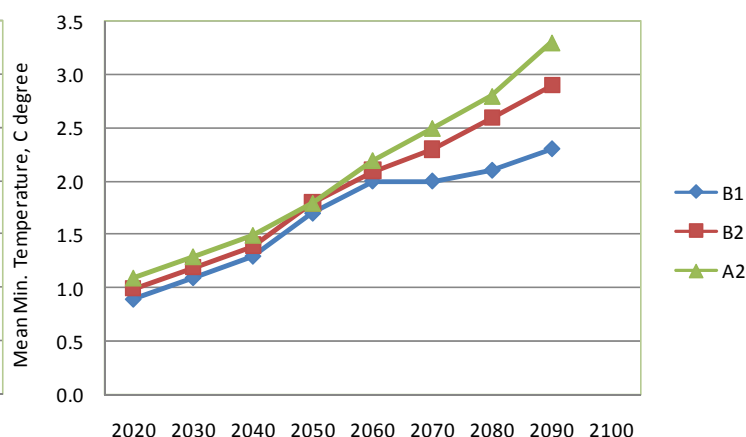


図 2.5.4 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均最低気温変化

出典：PRECIS simulation, IMHEN

年平均最高気温は年平均気温よりも気温の上昇傾向が顕著である。現在の平均値に対して2020年には1°C以上の年平均最高気温の上昇が見込まれ、2050年には約2°C、2090年には2.2°C～3.2°Cの上昇が予測されている。また、年平均最低気温を図3.2.4に示すが、年平均最高気温とほぼ同様の上昇傾向を示している。すなわち、2050年で約2°C、その後はシナリオ別に上昇速度を変えながら2090年に2.2°C～3.3°Cの上昇を示している。

図2.5.5は中程度の温室効果ガス排出を見込むB2シナリオの年平均気温予測を示すが、2100年に向かってほぼ直線的な気温増加が予測されている。2050年までに0.8°C～1.4°C、2100年までに1.6°C～2.6°Cの気温増加が予測される。図2.5.6には多くの温室効果ガスを排出するA2シナリオによる年平均気温の変化を示す。2050年までに0.9°C～1.4°C、2100年までには2.1°C～3.3°Cの気温上昇が予測され、中でもCa Mau省の気温上昇が最も高く、次いでTien Giang省、Bac Lieu省が続いている。一方、最低の気温上昇を示すのはKien Giang省である。

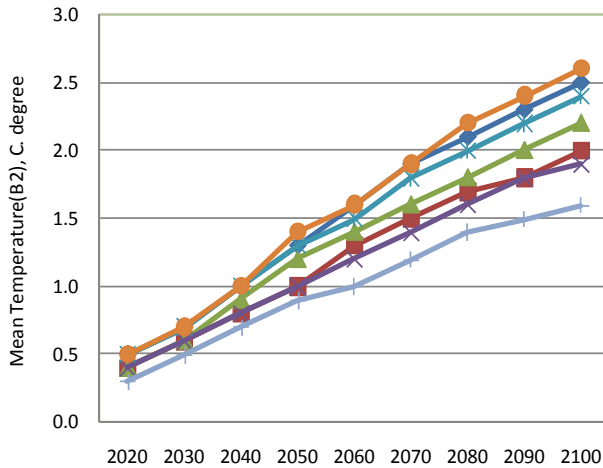


図 2.5.5 省別 B2 シナリオによる年平均気温変化

出典：PRECIS simulation, IMHEN

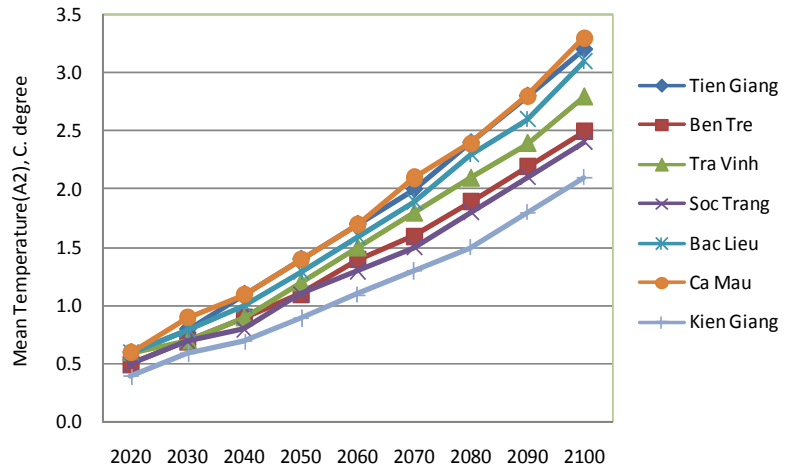


図 2.5.6 省別 A1 シナリオによる年平均気温変化

出典：PRECIS simulation, IMHEN

メコンデルタにおけるシナリオ別の月別平均気温の変動予測を、10年毎に図 2.5.7～図 2.5.9 に示す。縦軸は現在の気温との増減を示している。気温は乾期よりも雨期の方が現在より高くなると考えられ、2050年には雨期の気温がおよそ 1.2°C (B1)、1.3°C (B2)、1.4°C (A2) 上昇すると予測される。ただし、8月の気温上昇は他の雨季の月に比して低いことが確認される。

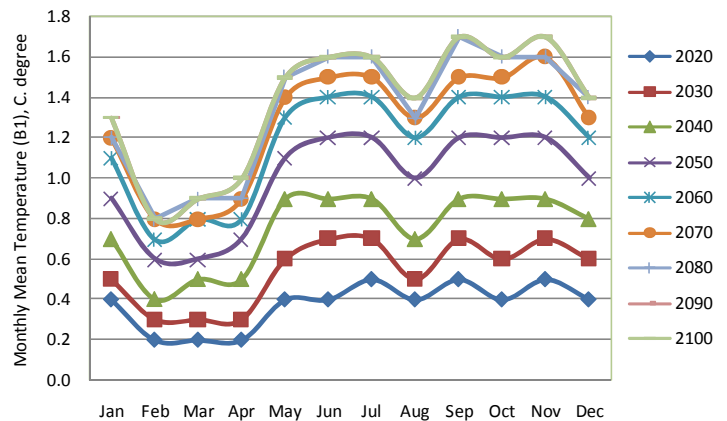


図 2.5.7 B1 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温

出典：PRECIS simulation, IMHEN

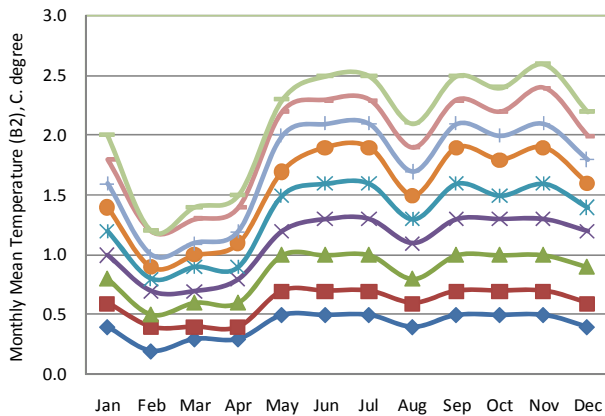


図 2.5.8 B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温

出典：PRECIS simulation, IMHEN

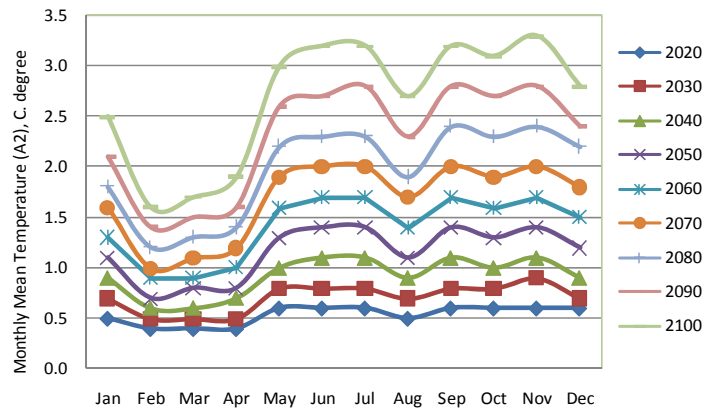


図 2.5.9 A2 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温

出典：PRECIS simulation, IMHEN

一方、乾期における2月から4月にかけての3ヵ月間は、気温の上昇が顕著ではない。2050年にはおよそ 0.6°C (B1)、0.7°C (B2)、0.8°C (A2)、2100年にはおよそ 0.9°C (B1)、1.4°C (B2)、1.7°C (A2) 気温が上昇すると見込まれる。一般的な傾向として、B1シナリオは2100年に近づくにつれて上昇傾向が鈍化し、B2シナリオでは2100年までほぼ均等な幅で上昇し、そしてA2シナリオでは当初に比べて2100年に近づくほど上昇幅が大きくなることを示されている。

2.5.2 降雨量

現在の平均降雨（1980年～1999年）に対して将来予測された降雨（2050年 B2 シナリオ）の増減を図 2.5.10 に示す。デルタの北部地域の Dong Thap 省を中心として、メコンデルタ全域で降雨が増加することが予測されている。沿岸部では Ben Tre 省、Tra Vinh 省、Soc Tran 省を中心として降雨の増加が予想され、一方、Tien Giang 省、Ben Tre 省の内陸部、Ca Mau 省全域では降雨の増加は顕著でない。

図 2.5.11 は、メコンデルタにおいて現在の平均降雨（1980年～1999年）に対するシナリオ別の降雨増加割合を示す。温室効果ガスの排出が多ければ降雨量も増加するという一般的な傾向と同様、全てのシナリオにおいて降雨量は増加すると見込まれる。A2 シナリオでは 2050 年に 3%、2100 年には 7%以上の降雨増加が見込まれる一方で、温室効果ガスが排出少ない B1 シナリオでは、2070 年以降における上昇が頭打ちとなる傾向を示している。

省別の年平均降雨量の変化に関し、図 2.5.12 に B1 シナリオ、図 2.5.13 に B2 シナリオ、図 2.5.14 に A2 シナリオによる結果を示す。全体的に上昇傾向が確認されるが、Ben Tre 省で最も降雨量が増加すると予測され、次に Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Kien Giang 省などが続いている。また、降雨の増加が最も低いと想定されるのは Tien Giang 省である。省による差は 2050 年時点を見ると、シナリオ別に最大と最小で約 1.0% (B1)、1.2% (B2)、1.3% (A2) 程度となっている。また、2100 年ではその差は大きくなるが、各々 1.5 (B1)、2.2 (B2)、2.9% (A2) となる。

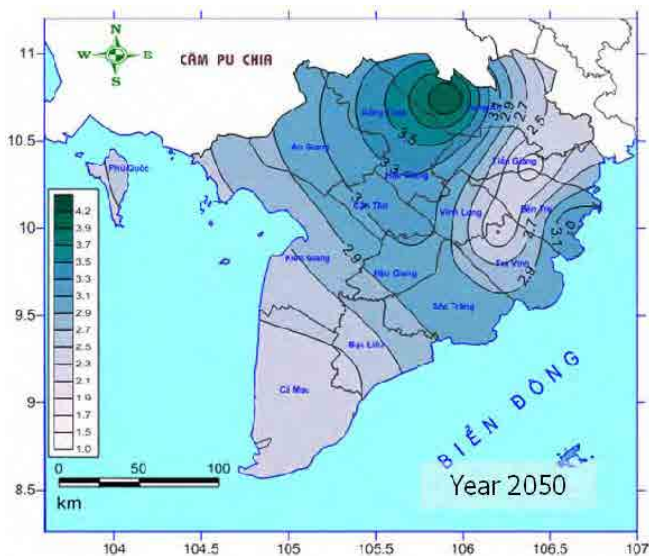


図 2.5.10 B2 シナリオによる 2050 年の平均降雨増減

出典：PRECIS simulation, IMHEN

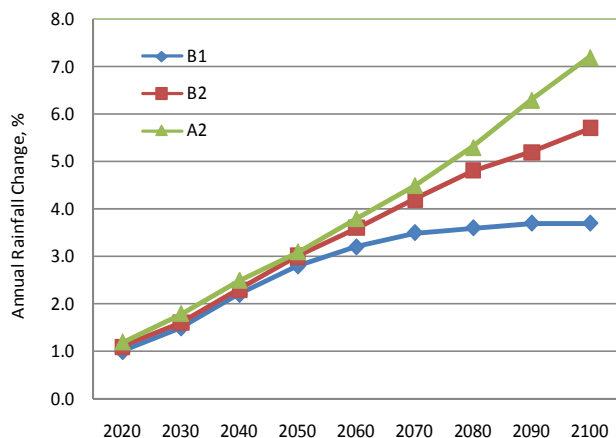


図 2.5.11 シナリオ別メコンデルタの年平均降雨量の推移

出典：PRECIS simulation, IMHEN

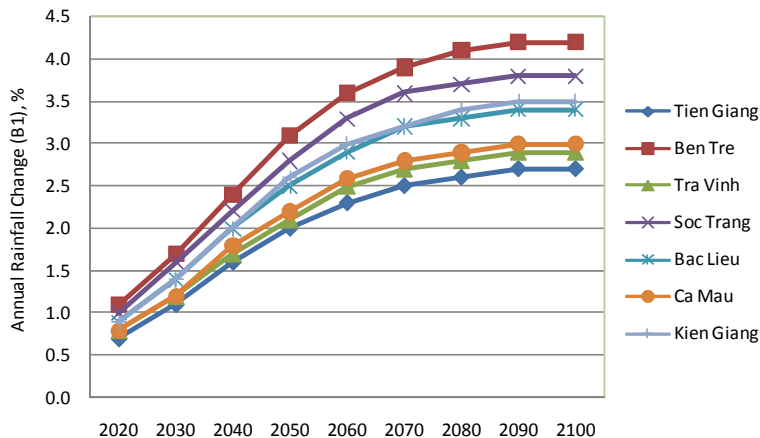


図 2.5.12 B1 シナリオにおける省別年平均降雨量の推移

出典：PRECIS simulation, IMHEN

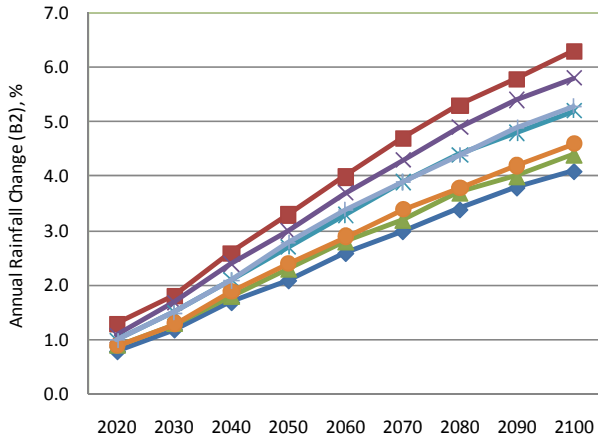


図 2.5.13 B2 シナリオによる省別年平均降雨量

出典：PRECIS simulation, IMHEN

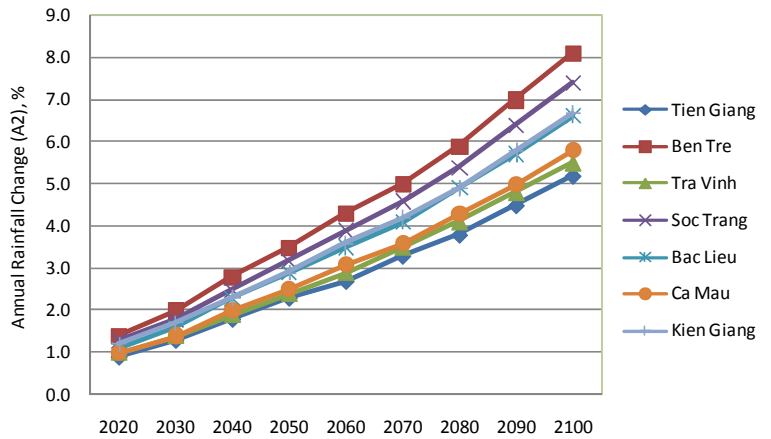


図 2.5.14 A2 シナリオによる省別年平均降雨量

出典：PRECIS simulation, IMHEN

図 2.5.15～図 2.5.17 に B1、B2、A2 の 3 シナリオによる月別降雨量の変化を、1980 年～1999 年間の平均降雨量に対する変化率として示す。月別降雨量は変動しており、乾期にはマイナスの範囲への落ち込み、すなわち、将来における乾期の降雨量は現在よりも少なくなることが予測される。2100 年における 3 月の降雨量は、シナリオ別に 20% (B1)、30% (B2)、40% (A2) の減少が予想されている。

他方、雨期の月別降雨量を見ると、将来増加することが予想される。7 月と 10 月の 2 回、雨期の降雨量増加は起こると予想されている。7 月は雨期の始まりの頃であり、他方、10 月は雨期の終わりにあたるがこの時期は最も降雨量が多い。10 月の降雨量は 2100 年には 15%、20%以上、30%以上 (各々 B1、B2、A2 シナリオ) の増加があると予想されている。降雨量は雨期の始まりと終わりに増加が予想されるが、特に雨期の終わりに大きく上昇する傾向が予想されている。

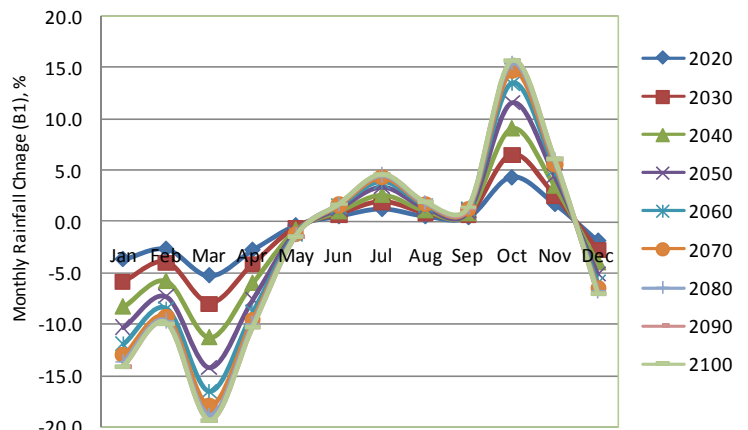


図 2.5.15 B1 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量

出典：PRECIS simulation, IMHEN

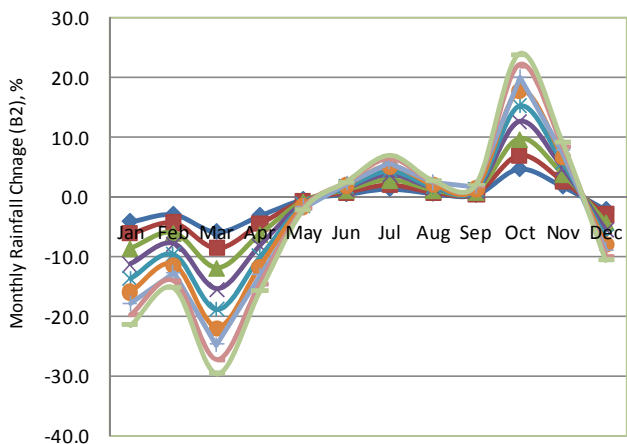


図 2.5.16 B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量

出典：PRECIS simulation, IMHEN

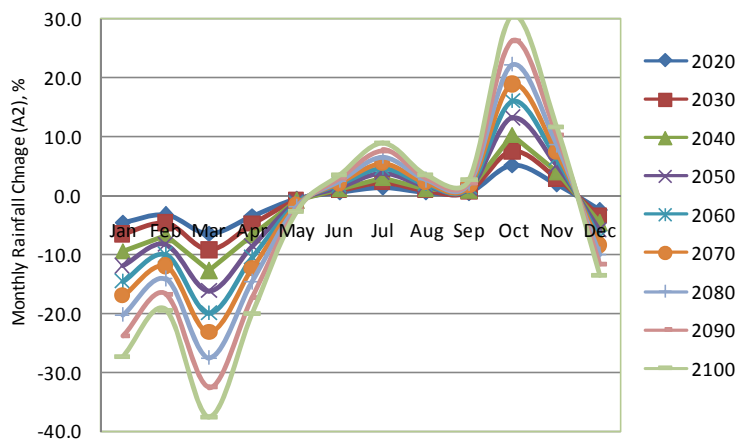


図 2.5.17 A2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量

出典：PRECIS simulation, IMHEN

2.5.3 海面上昇

図 2.5.18 にシナリオ別メコンデルタ沿岸部の海面上昇値を示す。温室効果ガス排出が多いとされる A2 シナリオでは、2050 年に 31cm、2100 年に 103cm もの海面上昇が予想されている。他方、温室効果ガス排出が少ないとされる B1 シナリオでは、2050 年に 27cm、2100 年に 70cm と上昇幅が小さく現れている。全てのシナリオが、2100 年に向けて海面上昇の傾向を示しているが、その傾向は加速の様相を示しており、特に A2 シナリオにその傾向が強く現れている。

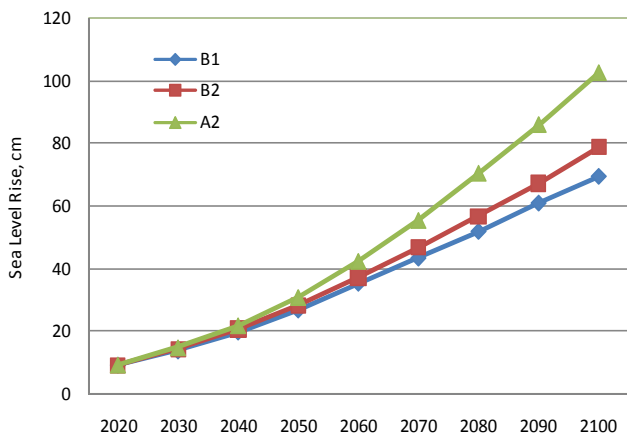


図 2.5.18 シナリオ別メコンデルタの海面上昇

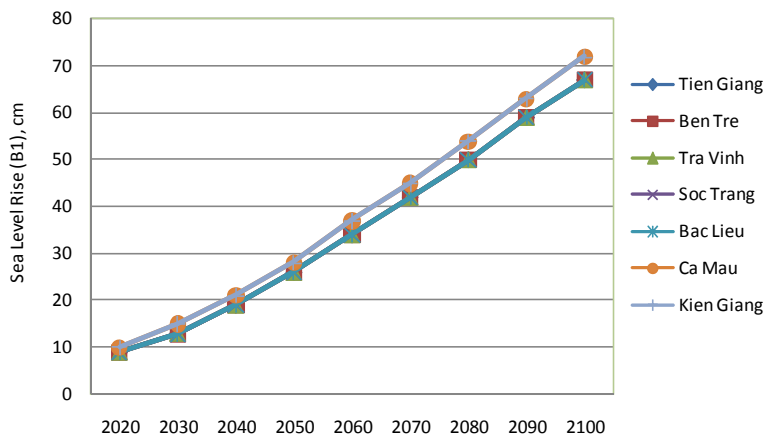


図 2.5.19 省別メコンデルタの海面上昇 (シナリオ B1)

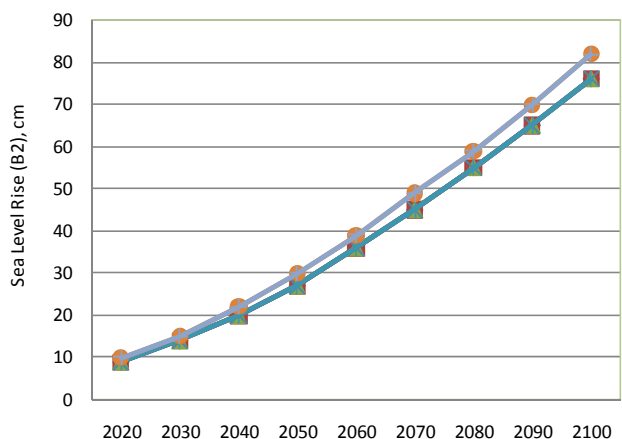


図 2.5.20 省別メコンデルタの海面上昇 (シナリオ B2)

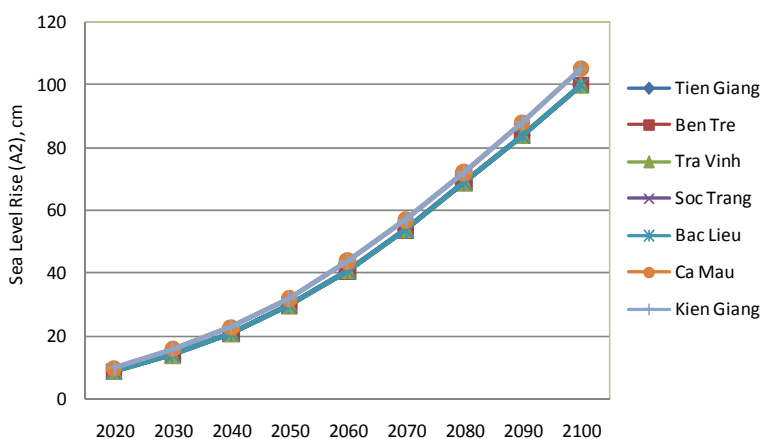


図 2.5.21 省別メコンデルタの海面上昇 (シナリオ A2)

2.5.4 メコン河流量予測 (MRC)

メコン河委員会 (MRC) は A1 シナリオと B1 シナリオに基づくメコン河流量の将来予測を実施している。この解析による流量予測は 2050 年までであるが、流量予測には将来の流域開発を見込んだシナリオも含まれる。MRC は B2 シナリオに基づき 1) 流域開発 2020、2) 流域開発 2050 という 2 つの開発ケースを設定し、前者はメコン河流域において計画されている水資源開発事業が 2020 年までに完了するシナリオ、後者は 2050 年までに水資源開発事業が完了するシナリオとなっている。

表 2.5.1 に Kratie 水位観測地点における、過去に観測された月別平均流量 (1998 年渇水年、1985～2000 年平均、1991～2000 年平均)、ならびに A1 シナリオと B2 シナリオによる 10 年毎 2050 年までの月別平均流量、また流域開発 2020 および流域開発 2050 における月別平均流量を示す。さらに、図 2.5.22 には 1991～2000 年の平均流量 (太字) に対して、A1 シナリオと B2 シナリオにおける乾期流量予測結果を、また図 2.5.23 では同じく雨期の流量予測結果を示す。さらに、図 2.5.24、

図 2.5.25 には、B2 シナリオにおける流域開発を考慮した場合の流量の予測を乾期および雨期について示す。これらより、メコン川の将来の流量は以下が予想される。

- 1) 図 2.5.22 で明らかなように、流域の水資源開発を見込まない場合、乾期において A1 および B2 シナリオ流量は 1991~2000 年平均流量に比して 3 月末まで大なる値を示すが、4 月以降は 1991~2000 年平均流量とほぼ同様（あるいはそれらの平均）の値を示している。流域の水資源開発を見込まない場合の雨期の将来流量予測は図 2.5.23 に示すとおりであるが、9 月中旬までの A1 および B2 シナリオによる予測流量は 1991~2000 年平均流量に対してほぼ同様であり、その後、9 月中旬以降では増加が見られることが判る。すなわち、A1 および B2 シナリオによる予測流量は、雨期の流量ピークから乾期の初期~中ごろにかけて現在の平均流量に対して大きな値をとることが推定される。
- 2) 流域内の水資源開発を考慮したシナリオでは、乾期流量の増加が見込まれる。図 2.5.24 で明らかなように、3 月と 4 月の将来予測流量は 4,000 m³/s に至ると想定される。Kratie 水位観測地点における 1991~2000 年平均流量は約 2,300~2,400 m³/s（平均 2,350 m³/s）であることから、同地点における乾期の流量は 70%もの増加となる。この将来流量の増加は、水力発電ダムによる乾期の水放流が寄与しているものと考えられる。
- 3) 流域水資源開発が実施された場合、図 2.5.25 に示すとおり、最低流量時期から最大流量時期にかけて予測値は 1991~2000 年平均流量を下回る。一方で、最大流量時期から最低流量時期にかけては、予測流量が現在の平均流量を上回る。すなわち、雨期には発電ダム貯水池での流水貯留が進行し、乾期には発電による放流のため年間を通じて流量が平準化されることとなる。
- 4) A1、B2 シナリオにおいて、2 つのシミュレーション結果には大きな差は見られない。ある年では、A1 シナリオによるシミュレーション流量が B2 シナリオによる流量よりも増大し、またある年では逆の現象も確認される。なお、A1、B2 シナリオ両者ともに、10 月の予測流量が明らかな増加傾向を示しているが、これは雨期終盤にあたる 10 月の降雨量増大（図 2.5.15 ~図 2.5.17 参照）に起因するものと考えられる。

表 2.5.1 シナリオ別 Kratie 水位観測地点における月間平均流量

| Month | Past Record (average) | | | Scenario B2 (average) | | | | Scenario A2 (average) | | | |
|-------|-----------------------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 1998 | 1985-2000 | 1991-2000 | 2011-2020 | 2021-2030 | 2031-2040 | 2041-2050 | 2011-2020 | 2021-2030 | 2031-2040 | 2041-2050 |
| Jan | 3,724 | 3,793 | 4,077 | 4,398 | 4,858 | 5,627 | 4,702 | 4,556 | 5,268 | 5,364 | 5,064 |
| Feb | 3,140 | 2,694 | 2,943 | 2,994 | 3,377 | 3,700 | 3,144 | 3,039 | 3,445 | 3,837 | 3,500 |
| Mar | 2,236 | 2,161 | 2,337 | 2,343 | 2,417 | 2,751 | 2,301 | 2,350 | 2,610 | 2,828 | 2,574 |
| Apr | 2,560 | 2,189 | 2,420 | 1,848 | 2,304 | 2,662 | 2,143 | 2,233 | 2,299 | 2,432 | 2,594 |
| May | 3,057 | 3,988 | 4,303 | 3,399 | 6,976 | 4,996 | 3,459 | 3,897 | 5,707 | 3,151 | 5,450 |
| Jun | 6,286 | 11,472 | 11,602 | 11,360 | 10,931 | 10,788 | 9,803 | 12,161 | 14,330 | 10,526 | 13,791 |
| Jul | 17,040 | 21,222 | 23,418 | 22,297 | 21,245 | 21,097 | 16,571 | 17,681 | 22,251 | 23,923 | 24,983 |
| Aug | 23,472 | 31,173 | 33,138 | 30,760 | 27,829 | 34,238 | 29,045 | 31,101 | 29,557 | 37,908 | 32,662 |
| Sep | 31,178 | 32,587 | 35,236 | 30,994 | 37,302 | 40,168 | 33,430 | 30,134 | 34,934 | 39,331 | 39,117 |
| Oct | 17,946 | 21,851 | 22,296 | 23,942 | 25,013 | 27,121 | 25,180 | 26,081 | 24,822 | 27,586 | 25,435 |
| Nov | 11,585 | 11,927 | 12,209 | 13,986 | 13,892 | 16,983 | 14,111 | 13,984 | 14,282 | 15,726 | 14,840 |
| Dec | 7,569 | 6,471 | 6,784 | 7,595 | 8,461 | 9,500 | 7,792 | 8,059 | 8,490 | 9,080 | 8,428 |
| Month | Past Record | | | Basin Development 2020, B2 | | | | Basin Development 2050, B2 | | | |
| | 1998 | 1985-2000 | 1991-2000 | 2011-2020 | 2021-2030 | 2031-2040 | 2041-2050 | 2011-2020 | 2021-2030 | 2031-2040 | 2041-2050 |
| Jan | 3,724 | 3,793 | 4,077 | 4,695 | 4,800 | 5,212 | 4,767 | 4,658 | 4,762 | 5,150 | 4,745 |
| Feb | 3,140 | 2,694 | 2,943 | 3,795 | 4,086 | 4,036 | 3,878 | 3,806 | 4,085 | 4,048 | 3,887 |
| Mar | 2,236 | 2,161 | 2,337 | 3,499 | 3,618 | 3,697 | 3,499 | 3,592 | 3,730 | 3,835 | 3,634 |
| Apr | 2,560 | 2,189 | 2,420 | 3,541 | 3,891 | 3,926 | 3,727 | 3,638 | 3,936 | 4,011 | 3,803 |
| May | 3,057 | 3,988 | 4,303 | 4,597 | 7,647 | 6,224 | 4,957 | 4,637 | 7,460 | 5,976 | 5,017 |
| Jun | 6,286 | 11,472 | 11,602 | 10,754 | 11,587 | 10,713 | 9,704 | 10,293 | 11,215 | 10,272 | 9,141 |
| Jul | 17,040 | 21,222 | 23,418 | 19,857 | 19,161 | 18,864 | 14,829 | 19,028 | 18,201 | 18,153 | 14,118 |
| Aug | 23,472 | 31,173 | 33,138 | 27,870 | 24,994 | 31,156 | 25,789 | 26,956 | 24,225 | 30,233 | 24,776 |
| Sep | 31,178 | 32,587 | 35,236 | 28,498 | 34,781 | 38,305 | 30,582 | 27,693 | 33,932 | 37,443 | 29,450 |
| Oct | 17,946 | 21,851 | 22,296 | 22,400 | 22,783 | 25,870 | 23,279 | 21,780 | 22,112 | 25,328 | 22,720 |
| Nov | 11,585 | 11,927 | 12,209 | 12,827 | 12,570 | 16,135 | 13,025 | 12,688 | 12,270 | 15,830 | 12,853 |
| Dec | 7,569 | 6,471 | 6,784 | 7,023 | 7,767 | 8,614 | 7,119 | 6,884 | 7,538 | 8,286 | 6,921 |

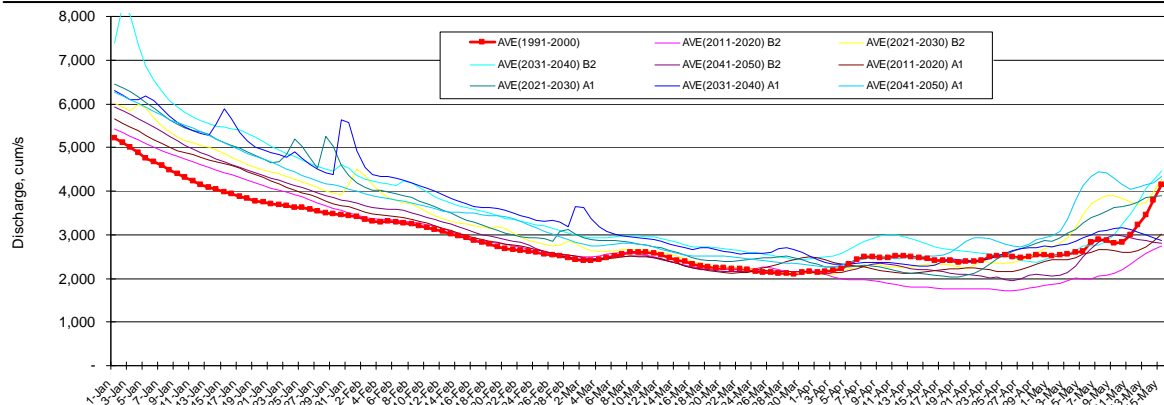


図 2.5.22 A1、B2 シナリオによる Kratie 水位観測地点における乾期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

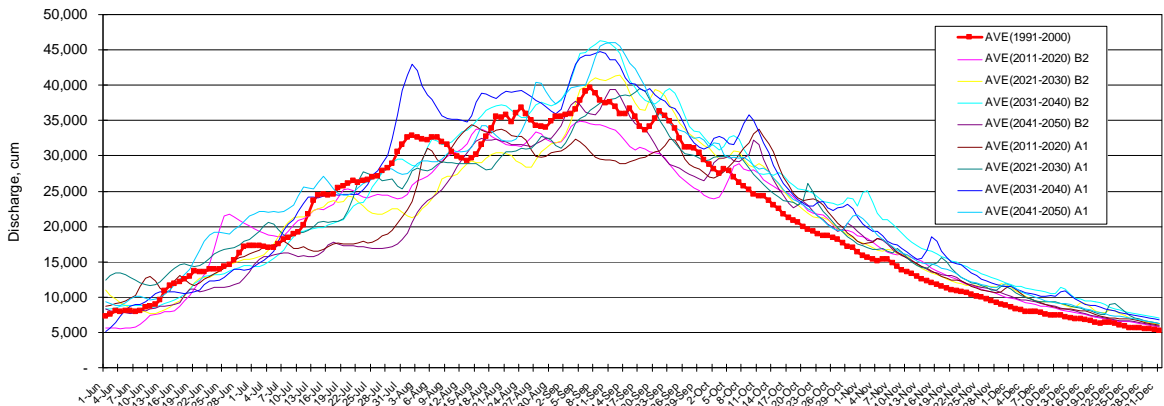


図 2.5.23 A1、B2 シナリオによる Kratie 水位観測地点における雨期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

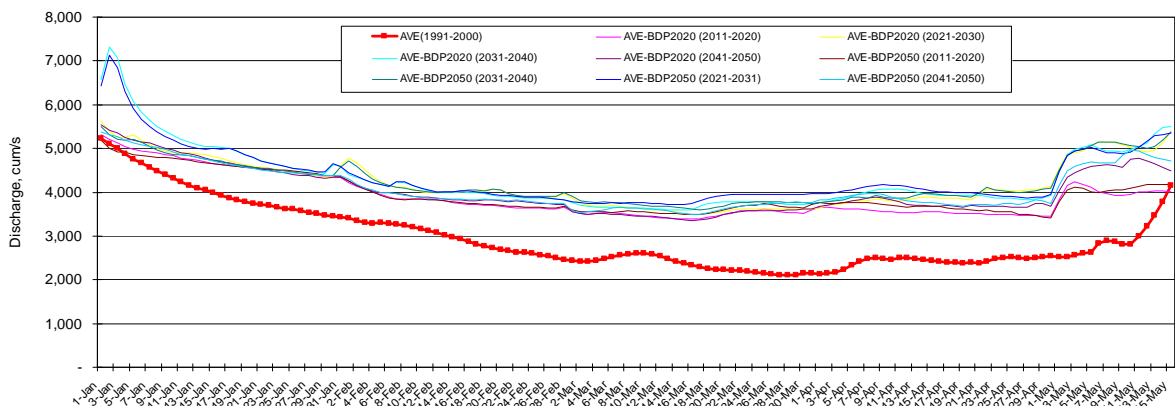


図 2.5.24 流域開発プロジェクトを伴う Kratie 水位観測地点における乾期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

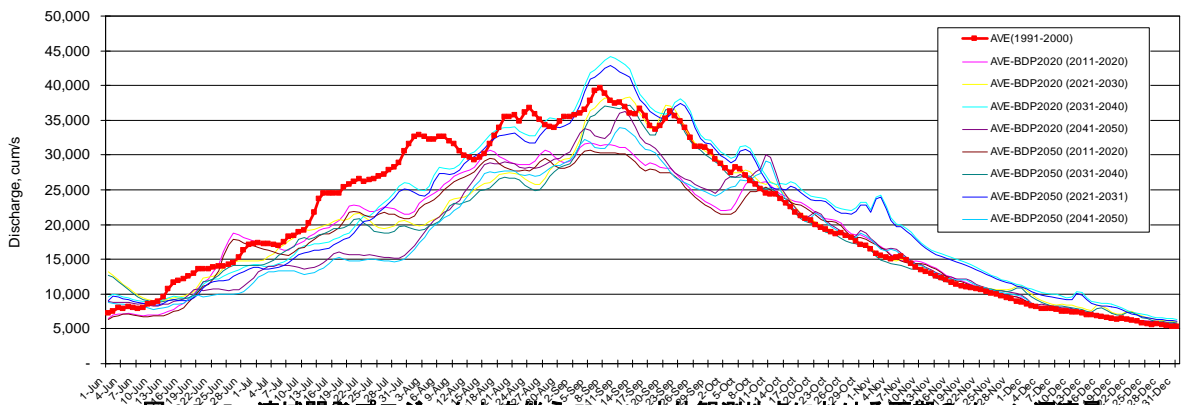


図 2.5.25 流域開発プロジェクトを伴う Kratie 水位観測地点における雨期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

2.6 気候変動による影響

2.6.1 気候変動による気温上昇が作物生産に与える影響

1) 気温上昇と稲作収量との相関関係

気温と作物（稲作）収量との関係については、例えば成長期においては、極めて高温下では分けつ数が減少し、花房や花粉の成長に負の影響を与えることが良く知られている。このことが潜在的なコメの収量低下の要因となる。一般に午前中の開花時期に高温であることは特に収量低下の原因になる。稲は高温（通常 35℃以上）にさらされると花粉の生育可能性が大幅に減少し、そのため、回復不可能な小穂不稔による収量減が生じる。

既往の研究成果によると、日平均気温が 1℃上昇すると、主要な作物の収量が 5～7%減少するとの報告がなされている⁷。収量の減少は、シンク形成の減少、生育期間の短縮と維持呼吸の増加に関係していると見なされている。他の研究成果では、乾期における成長期の夜間温度が 1℃増加すると、コメ収量が 10%程度減少することが確認されている。Ziska と Manalo（1996 年）は、夜間の温度が高いほど、結実や穀物収量の減少を伴うコメの不稔が発生しやすくなると報告している⁸。

ベトナム国では、雨期の始まる前の春期後半に高温となることから、冬-春稲がこの高温に最も影響される。これに関して、月最高気温のデータと冬-春稲の収量データ（コメ収量）を収集し、過去の気温と収量の間を検証するために適用した。図 2.6.1 に示したように、この検討により、月最高気温の点から、気温の上昇と冬-春稲の収量への影響の関係が明らかになった。

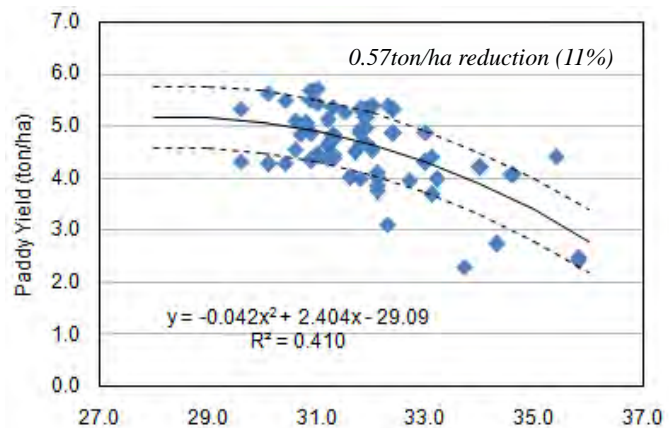


図 2.6.1 コメ収量と月最高気温との相関関係

出典：MONRE（気温）、DARD（稲収量）

図 2.6.1 の相関図によると、米の収量は気温の上昇に伴い、 $y = -0.042x^2 + 2.404x - 29.09$ ($R^2=0.41$) で表せる収量の減少を示している。これによると例えば 31～33℃の間で 1℃気温が増加すると、大よそ 0.57 トン/ha の収量が減少することになる。この 0.57 トン/ha は 11%の収量減に相当する。この 11%の減少は、「Rice Production and Global Change: Scope for Adaptation and Mitigation Activities, R. Wassmann, SVK Jagadish, SB Peng, K Sumfleth, Y. Hosen, and BO Sander」の中で 10%の減少が報告されていることに類似している。

2) 気温上昇によるコメ収量の損害

図 2.6.1 に示す相関関係を用いて、気候変動に伴う気温上昇による将来の冬-春稲の生産量減少を推定した。図 2.6.2～図 2.6.4 は、B2 シナリオに基づく将来気温を採用した場合の省別の稲作の収量変化を表している。一方、図 2.6.5～2.6.7 は、気候変動シナリオ A2 による気温上昇予測に基づく同様の生産量変化を示している。図に示す「present」とは、2005～2010 年の平均収量・生産量である。これらの図は気温上昇に伴う次のような収量変化を表す。

1) 現在の冬-春稲の収量は 4.5～4.9 トン/ha 程度であるが、将来気温が上昇するにつれて下降す

⁷ Climate Change Adaptation through Rice Production in Regions with High Poverty Levels, Reiner Wassmann and Achim Dobermann, IRRI, An Open Access Journal by ICRISAT, Seconded from Research Centre Karlsruhe (IMK-IFU), Germany

⁸ Rice Production and Global Change: Scope for Adaptation and Mitigation Activities, R. Wassmann, SVK Jagadish, SB Peng, K Sumfleth, Y. Hosen, and BO Sander

る。気候変動シナリオ B2 では、2000 年に比べ 2050 年には 0.9～1.4℃、2100 年には 1.6～2.6℃ の気温上昇が予測されているが、その結果、収量は省によって 2050 年には 3.8～4.2 トン/ha、2100 年には 3.2～3.8 トン/ha に減少する見込みである（図 2.6.2 参照）。この収量の減少は、省によって 2050 年には 12～18%、2100 年に 22～29%に相当する（図 2.6.3 参照）。図 2.6.6 によれば、調査対象地域の冬～春稲の総生産量は、現在約 4 百万トンであるが、これが 2050 年には 3.4 百万トン、2100 年には 3.0 百万トンに減少することとなる。これは、現在の生産量に比べると、2050 年で 15%、2100 年では 25%の減少に当たる。

- 2) 気候変動シナリオ A2 では、2000 年を基準にして、2050 年に 0.9～1.4℃、2100 年に 2.1～3.3℃ の気温上昇が予測されている。結果、収量は省により 2050 年には 3.7～4.2 トン/ha、2100 年には 2.9～3.6 トン/ha に減少する（図 2.6.4 参照）。この収量減は、省によって 2050 年では 14～18%、2100 年では 27～36%に相当する（図 2.6.5 参照）。図 2.6.7 によれば、調査対象地域の冬～春稲の総生産高は、現在の約 4 百万トンから、2050 年には 3.4 百万トン、2100 年には 2.7 百万トンに減少する。これは、現在の生産量に比べ、2050 年で 15%、2100 年に 33%の減少を意味する。2050 年までの減少は、気候変動シナリオ A2 と B2 の 2 つにおいて大きな違いはない一方、A2 シナリオにおける予測では、2100 年に向けて加速度的に気温が増加する傾向にあるため、2050 年から 2100 年までの変化の方が大きくなる。

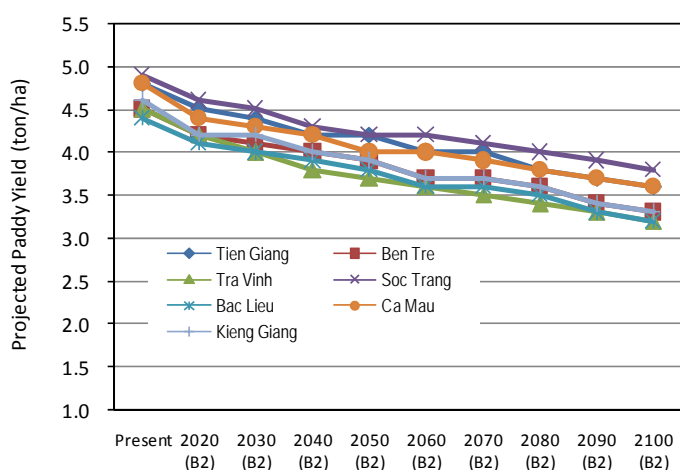


図 2.6.2 B2 シナリオにおける単収減

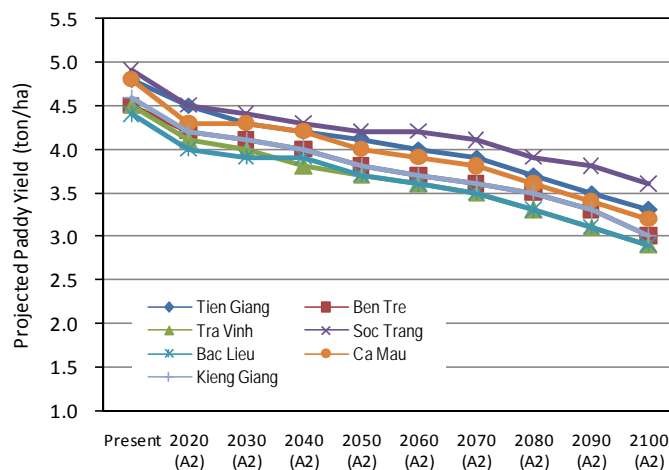


図 2.6.4 A2 シナリオにおける単収減

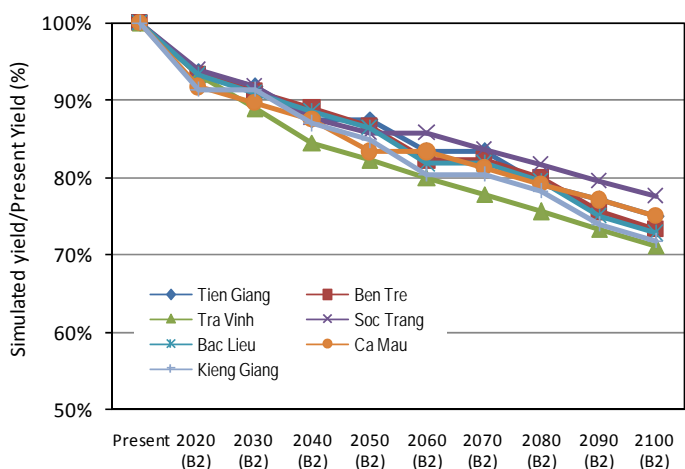


図 2.6.3 B2 シナリオにおける収量減(%)

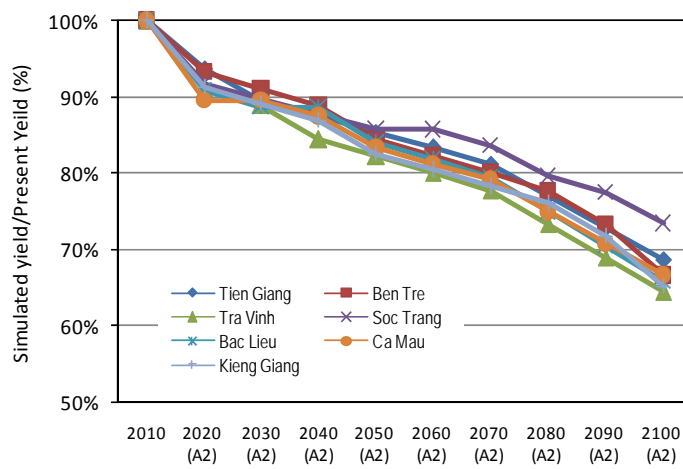


図 2.6.5 A2 シナリオにおける収量減(%)

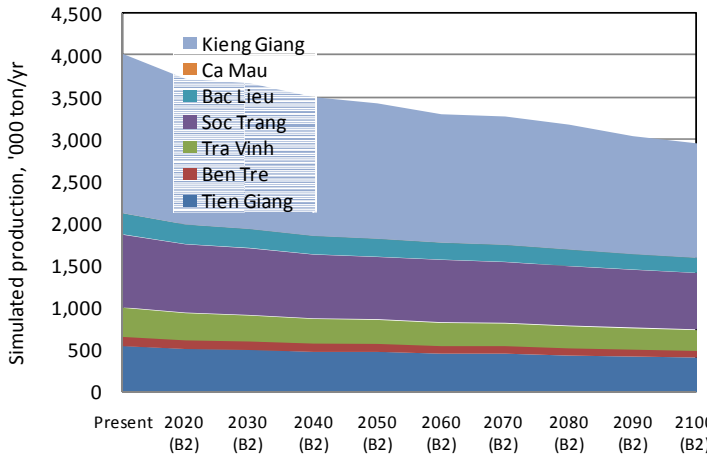


図 2.6.6 B2 シナリオでの生産量の減少

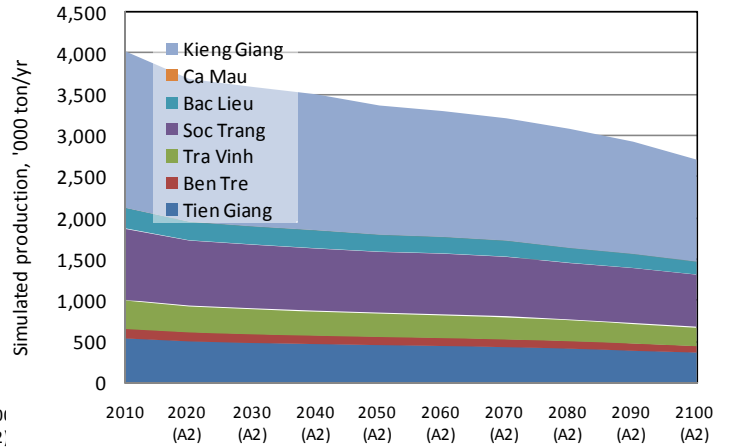


図 2.6.7 A2 シナリオでの生産量の減少

2.6.2 気候変動下での塩水侵入による作物生産量への影響

メコン川の渇水年（1998 年）の流量や 1991～2000 年における平均流量、またメコン川委員会で算定された将来推定流量を用いて塩水侵入シミュレーションを行った。このシミュレーションでは関連する将来年と気候変動シナリオ A1、B1、B2 に応じて 12 cm、17 cm、30 cm、50 cm、100 cm 等の海水面上昇を考慮している。

1) 塩水侵入による損害指標

塩水侵入は、作物生産量に影響し収量を減少させる。そして、塩分濃度があるレベルに達すると、作物は成長できなくなる。塩水侵入による被害影響の検討は、メコンデルタで主たる作物である稲作、果物、野菜、および森林（メラルーカ）に焦点を当てた。塩分濃度と収量の減少との関係を示した研究成果があるが、表 2.6.1 はそれらの関係を整理したものである。

表 2.6.1 塩水侵入による被害指標

| No | Items | Salinity Level (g/L: PPT) | | | | | | | Remarks |
|----|--------------------|---------------------------|-----------|-----------|---------|--------|---------|------|---------|
| | | <0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.5 | 2.5 – 4 | 4 – 10 | 10 – 20 | >20 | |
| 1 | Paddy | 0% | 0% | 17% | 54% | 100% | 100% | 100% | FAO |
| 2 | Fruit | 0% | 0% | 19% | 55% | 100% | 100% | 100% | FAO |
| 3 | Vegetable | 0% | 0% | 29% | 71% | 100% | 100% | 100% | FAO |
| 4 | Forest (Melaleuca) | 0% | 0% | 0% | 0% | 50% | 100% | 100% | SIWRP |

出典: Ayers & Wescot (1989), FAO, modified by JICA Study Team

2) 塩水侵入による収量減と被害

図 2.6.8～図 2.6.11 は、1998 年の渇水年のメコン川流量において、気候変動シナリオ B2 による 2050 年海水面上昇量 30cm の場合について、乾期の塩水侵入が最も顕著となる 3 月～5 月、およびそれが緩和に向かう 6 月の 4 ヶ月間における月毎の塩分濃度等値線を示したものである。これらの図から以下の点が指摘される。

- 1) 大部分の沿岸地域は、既に防潮水門が稼働中の Kien Giang 省を除いて、塩水侵入の影響を大きく受ける。この内、最も強い影響を受けるのは Ca Mau 省と想定される。また、月毎に数値を見ると、塩分濃度は 4 月にピークを迎え、4 月以降の降雨の開始とともに下降する。
- 2) 1998 年の渇水年流量によるケースと将来の予測流量を用いたケースを比較すると、後者の方が塩水侵入の度合いが小さい。例えば、Ben Tre 省を見ると、前者のケースでは 4 月の塩分濃度はすべて 4 g/L (4,000 PPM) 以上となるのに対し、後者のメコン川将来予測流量のケー

スでは 4 g/L 以下の地域が存在している。これは、メコン川委員会によって解析された将来流量は 1998 年渇水年流量よりも大きく、結果、この増加した流量が塩水を海側へ押し戻しているためである。

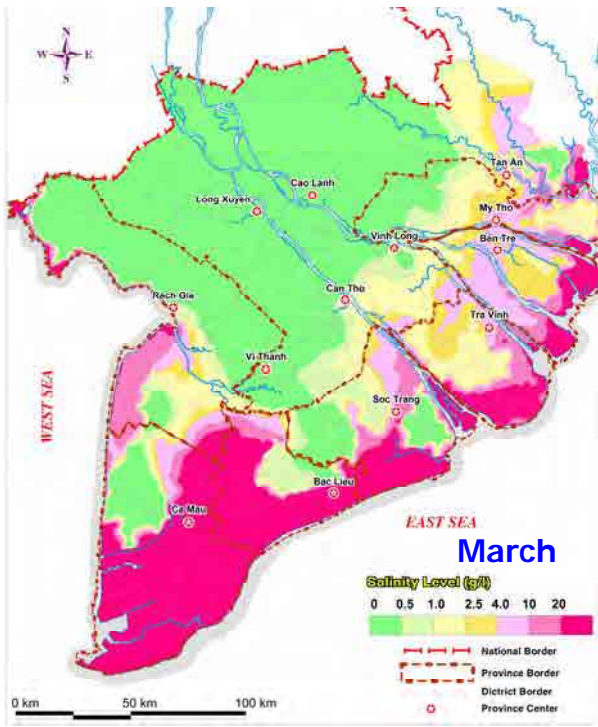


図 2.6.8 1998 渇水年流量条件での 3 月等塩分分布図：
海面上昇 30cm (2050 年相当)

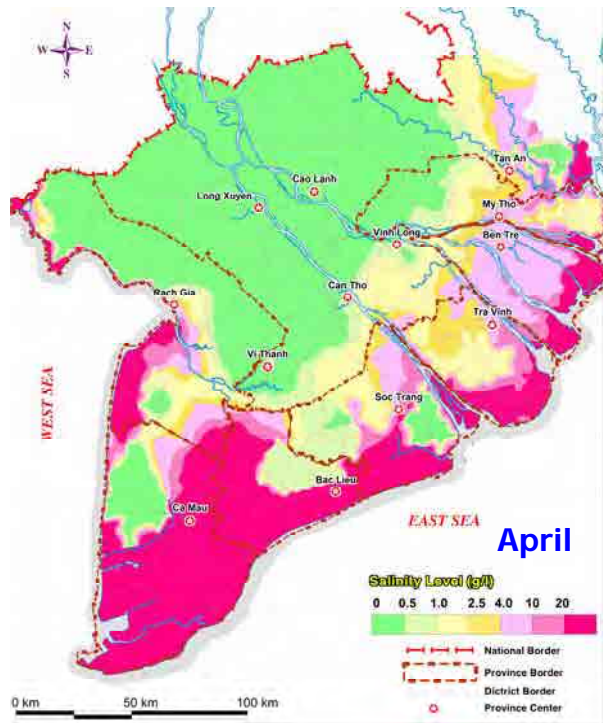


図 2.6.9 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 3 月等塩分分布図：
海面上昇 30cm (2050 年相当)

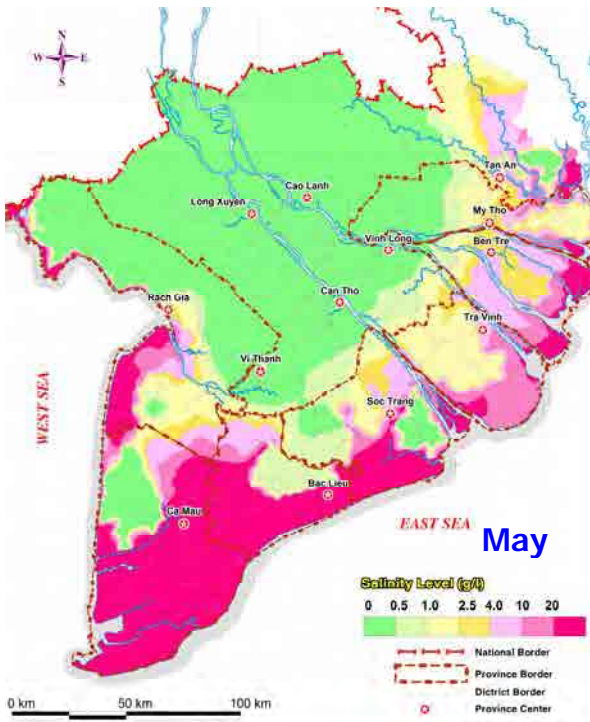


図 2.6.10 1998 渇水年流量条件での 4 月等塩分分布図：
海面上昇 30cm (2050 年相当)

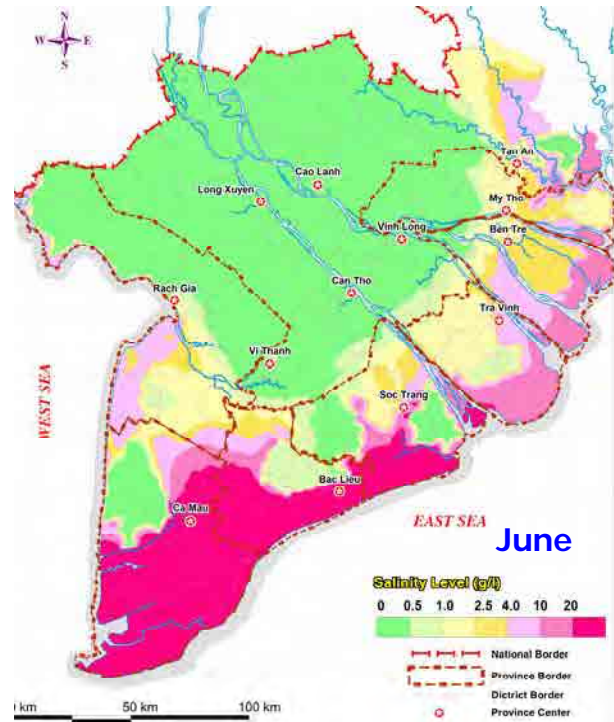


図 2.6.11 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 4 月等塩分分布図：
海面上昇 30cm (2050 年相当)

図 2.6.12 と図 2.6.13 は省毎の生産量、面積の被害割合の推移を示す。同様に、図 2.6.14 と図 2.6.15 は省毎の経済価値で見た変化（損害額）を示している。これらの図に示されるとおり、被害割合では Ca Mau 省が 2100 年のケースを除いて最も深刻となり、Ben Tre、Bac Lieu、Soc Trang、Tra Vinh 省と続く。経済価値の変化（損害額）では、果物の損失が影響する Ben Tre 省が最大の被害を示しており、Soc Trang、Ca Mau、Kien Giang、Tra Vinh 省と続いている。

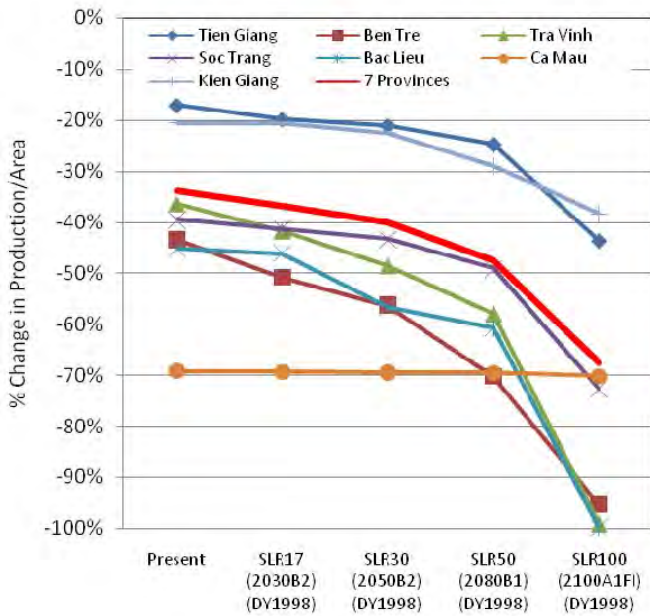


図 2.6.12 1998 洪水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

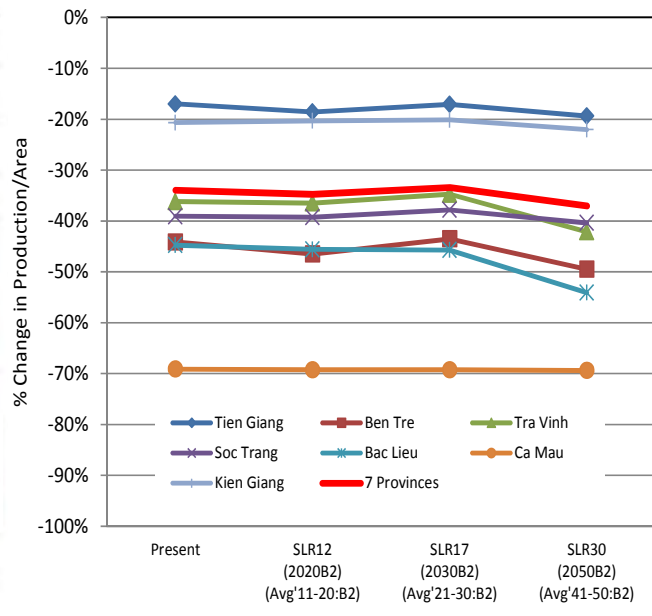


図 2.6.13 B2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 30cm)

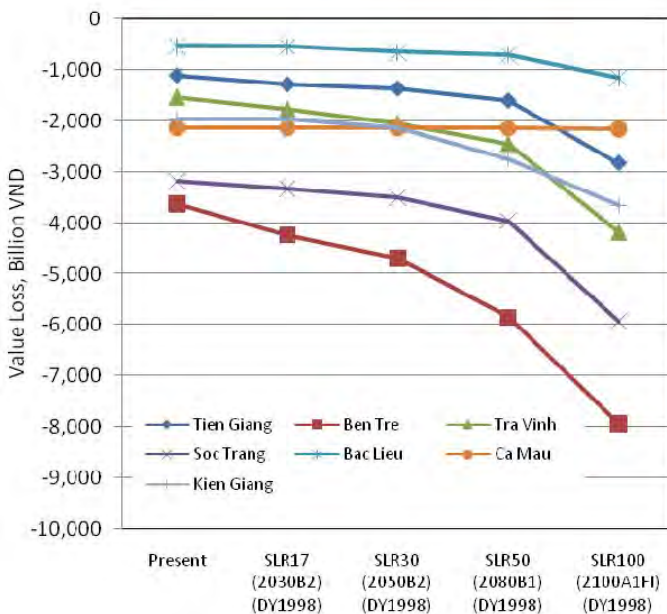


図 2.6.14 1998 洪水年流量条件各省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

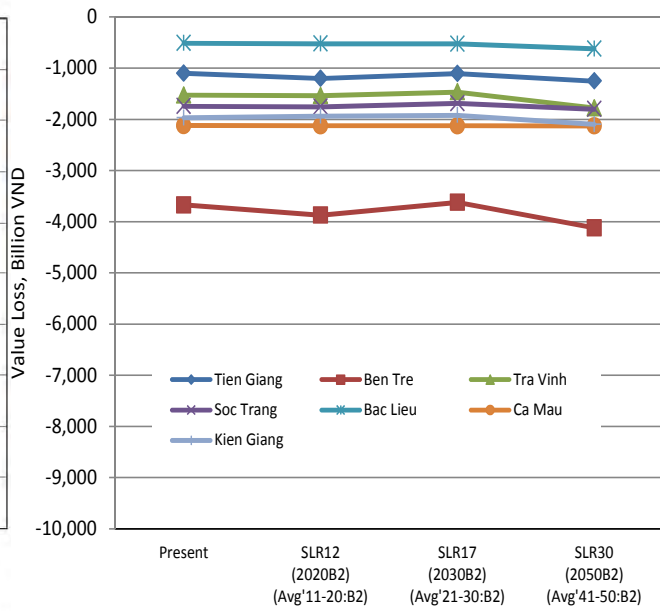


図 2.6.15 B2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量各省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12, 17, 30cm)

第3章 事業設計

3.1 現状と課題

本調査において、コンピューター解析に加えて、政府職員及び村落住民によるワークショップを通して特定された課題について、以下に概説する。

3.1.1 政府職員の気候変動に関する認識

表 3.1.1 に各省の課題を上から優先度の高い順に示す。すべての省で認識された課題は塩水侵入、海岸浸食であり、洪水または浸水、塩水侵入に起因する淡水不足および渇水といった課題も確認された。

Bac Lieu 省、Ca Mau 省と Kien Giang 省では、降雨パターンの変化が、嵐・台風（竜巻を含む）については、Ben Tre 省、Ca Mau 省、Kien Giang 省の3省で課題とされた。Ca Mau 省と Kien Giang 省では森林火災が最も優先順位の高い課題として挙げられた。Bac Lieu 省では浸水が最も優先度が高い問題として挙げられたが、他の省では塩水侵入もしくは渇水が優先度の高い問題として認識された。これは、海の近くに位置する Bac Lieu の中心部は、大潮の際に浸水被害を受けやすく、大雨が重なると深刻さが増すことが原因となっている。

表 3.1.1 7省における気候変動に関する課題とその優先順位

| 順位 | Tien Giang | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | Kien Giang |
|----|-------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------|--|---|--|
| 1 | Saline intrusion | Saline intrusion | Drought, saline intrusion, lack of fresh water | Saline intrusion | Inundation | Sea-level rise (saline intrusion, erosion, lack of fresh water) | Drought |
| 2 | Sea dyke breach | Lack of fresh water | Shoreline erosion | Shoreline erosion | Welfare of farmers | Temperature rise (drought, forest fire) | Saline intrusion |
| 3 | Shoreline erosion | Shoreline erosion | Flood-tide increasing (sea dyke breach) | Lack of fresh water | Infrastructure for production | Storm and tropical low pressure | Forest fire |
| 4 | Flood | Livelihood and health of farmers | Epidemic disease for fruits and livestock | Inundation | Shoreline erosion | Depletion of ground water resource | Sea-level rise |
| 5 | Inundation | Decreasing of mangrove forest | | Biological diversity reduction | Saline intrusion | Rainfall pattern (uneven distribution) | Shore line erosion |
| 6 | Change of the ecosystem | Storm/ Tropical low pressure | | Crop production system | Production of agriculture, forestry, fishing | | Inundation (flood) |
| 7 | Drought | | | Drought | Rainfall pattern (at the wrong time) | | Storm - Tornado |
| 8 | | | | | | | Rainfall pattern (uneven distribution) |

出典：JICA 調査団、2011年10月27日に行われた政府職員ワークショップ記録。

これらの課題を「気候変動を直接的な原因とする課題」と「気候変動により助長される課題」の2グループに分類した。次表はこの2つのグループ内における優先順位を示したものである。第一グループでは、塩水侵入が最も優先順位が高く、渇水・湛水不足、侵食・海岸堤防の損壊、嵐・台風の発生頻度、浸水・洪水、乾期の降雨、森林火災と続く。

表 3.1.2 気候変動に関する課題の優先順位付け

| 順位 | 気候変動に直接起因する課題 | 気候変動によって助長される課題 |
|----|--|----------------------------------|
| 1 | Saline intrusion | Ecosystem change |
| 2 | Drought, Lack of fresh water | Livelihood change |
| 3 | Erosion, Damage of sea dyke | Worsening of public health |
| 4 | Frequent Storm | Damage of infrastructure |
| 5 | Inundation, Flood | Decrease of mangrove forest area |
| 6 | Rainfall in dry season (rainfall pattern change) | |

| | |
|---|--|
| 7 | Forest fire (associated with temperature rise and drought) |
|---|--|

出典：JICA 調査団、2011 年 10 月 27 日に行われた政府職員ワークショップ記録。

3.1.2 農民の気候変動認識

1) 問題分析

村落レベルの気候変動課題を特定するため、6つの村落（Ben Tre 省から2村落、Tra Vinh 省、Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Ca Mau 省からそれぞれ1村落）にて、ワークショップと質問表調査を実施した。ワークショップの問題分析では、中心問題を「生活が楽ではない」という課題に設定し、参加型手法によっていくつかの問題要因が特定された。気候変動課題に関する問題分析の主要な結果を以下に述べると共に、表 3.1.3 に一覧としてまとめた。

a) 気候変動に関する問題で6つの村落に最も共通していたのは、渇水に関する問題であった。渇水は6つの村落のうち、5つの村落の問題系図で示され、Soc Trang 省のエビ養殖農民のみが渇水を課題として挙げなかった。各村落の問題系図を比較すると、渇水に対する意識の違いを見ることが可能である。例えば、Ben Tre 省の農民は渇水の原因として、灌漑システムがうまく作動していないことを主な理由として挙げているが、Ca Mau 省の農民は灌漑の問題ではなく“渇水の期間が長くなっている”といった理由を挙げている。すなわち、Ben Tre 省の農民は渇水を灌漑の問題として捉えているが、Ca Mau 省の農民は渇水の原因を気候変化によるものと捉えていると推察できる。

b) 多くの村落では浸水が問題として挙げられることはなかったが、Bac Lieu 省の農民にとっては浸水が大きな問題となっていた。この背景には、ワークショップが開催された Phuoc Long 村落は Bac Lieu 省の中でも低地となっているため、他の村落と比べると特に豪雨による浸水の被害を受けやすいと考えることができる。

c) Soc Trang 省の村落では大潮を含む満潮による影響を受けていることが分かった。例えば、問題系図を見ると、「満潮」が中心課題の直接原因として捉えられていることが分かる。また、参加者は堤防を越えた海水の浸入についても述べており、沿岸部に位置するこの村落では大潮を含む満潮時の被害が深刻度となっていることが伺える。

d) 塩水侵入も気候変動に関する主要な課題の一つとなっている。問題系図の中では、4つの村落で塩水侵入の問題が取り上げられている。特に「生活が楽ではない」という中心課題の直接原因に塩水侵入をおいた Ben Tre 省と Tra Vinh 省ではより大きな課題として捉えられている。しかし、Ca Mau 省と Bac Lieu 省については、塩水侵入が問題系図に登場することはなかった。これには2つの可能性が考えられる。1つ目は、エビ養殖はある程度の汽水がエビ養殖に不可欠であることから稲作の方が塩水侵入の影響を受け易いということ、もう1つは、問題となるほどの塩水が Ca Mau 省と Bac Lieu 省の対象村落には侵入しなかったことが考えられる。

表 3.1.3 各村落の問題系図の中で特定された気候変動に関連する課題

| 村落名 | Thuan Dien | An Binh Tay | Huyen Hoi | Vinh Hai | Phuoc Long | Tran Thoi | 総数 |
|------------------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|----|
| Province | Ben Tre | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | |
| Drought | ● | ● | ● | | ● | ● | 5 |
| Inundation | ● | | | | ● | | 2 |
| Flood tide | ● | | | ● | | | 2 |
| Heavy rain | ● | | | | ● | | 2 |
| Saline intrusion | ● | ● | ● | ● | | | 4 |

出典：調査団実施による問題分析

2) トレンド分析

村落レベルのワークショップでは、気候変動や農民の生活に係る問題についてトレンド分析を実施した。分析対象期間は“1975年以前”“1976年~1985年”“1986年~1995年”“1996年~2000年”“2001年~2005年”そして“2006年から現在”の6つに分けて分析した。

a) 図 3.1.1 に示すとおり、Ben Tre 省の Thuan Dien 村落と Ca Mau 省の村落では渇水の傾向が大きく上昇している。特に Ben Tre 省では 1995 年以降大きく上昇しており、Ca Mau 省では 2000 年頃から急上昇していることが分かる。一方で Tra Vinh 省、Ben Tre 省、Bac Lieu 省の村落では 1976 年以前は渇水による影響が少なかったことが見てとれる。

b) 1976 年以降、Bac Lieu 省と Soc Trang 省の浸水の傾向は着実に上昇している（図 3.1.2）。既に述べた通り、Bac Lieu 省の村落は浸水の影響を受けやすい地形条件にある。なお、農民によれば、浸水による影響は増えてはいるが、急激なものではないという。Ben Tre 省における浸水の傾向においても、同様に緩やかな上昇傾向にあると判断される。こうしたことから、浸水による農民への影響は、増加傾向にあるものの、他の気候変動に関する問題に比べると、その変化は緩やかであると言える。

c) Ben Tre 省の Thuan Dien 村落と An Binh Tay 村落とでは若干の違いはあるものの、塩水侵入の傾向は両方とも急激に上昇している（図 3.1.3）。Thuan Dien 村落の傾向は、“1975 年以前”から“2006 年から現在”の期間に至るまで、一貫して上昇しているが、An Binh Tay 村落の場合、その傾向には大きな変化が見られる。こうした背景には各村落の位置が大きく影響しているように思われる。例えば、Thuan Dien 村落は上流側に位置しているが、An Binh Tay 村落は下流部に位置しており、塩水侵入の影響をより昔から受けていたといえる。いずれにせよ、両村落ともに塩水侵入の傾向は、近年、上昇傾向にあり、その影響は拡大していることが見て取れる。

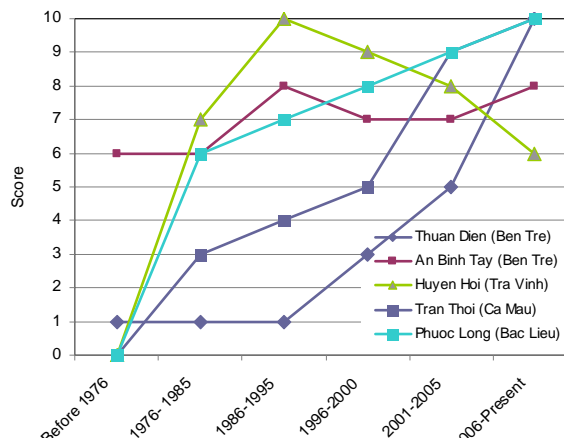


図 3.1.1 渇水トレンド(淡水不足)

出典：JICA 調査団、村落レベルの WS 記録による

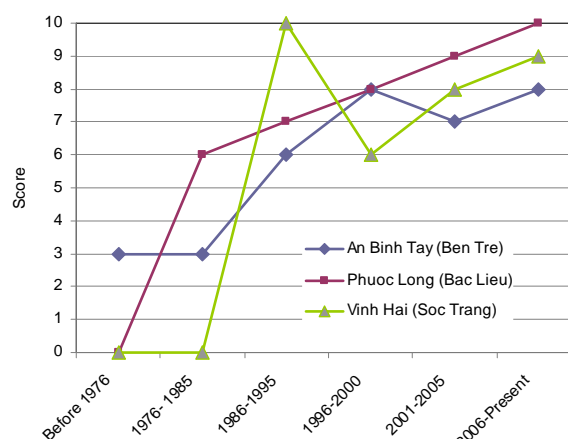


図 3.1.2 浸水トレンド

出典：JICA 調査団、村落レベルの WS 記録による

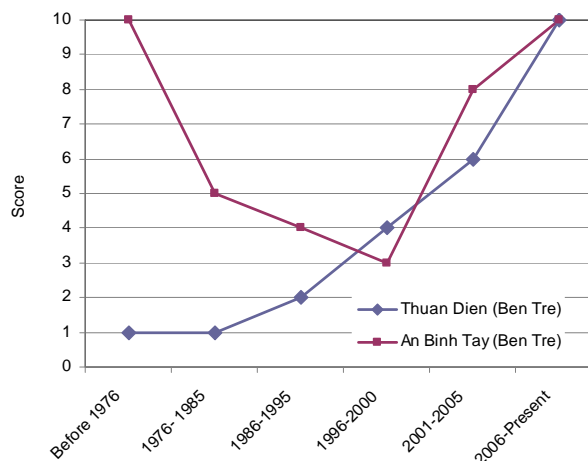


図 3.1.3 塩水侵入トレンド

出典：JICA 調査団、村落レベルの WS 記録による

3) 農民の気候変動認識（質問表調査）

a) 認識されている気候変動

ワークショップの後に行った質問表調査では、過去数十年間において気候変動のどのような課題がどの程度認識されたかという回答を求めた（表 3.1.4）。総計 367 の回答が得られ、最も多かった回答は” 高温” の 84 回答（23%）であった。次に最も多かった回答は” 不規則な降雨” が挙げられ、これについては期間が非常に長く雨量が増加する場合と雨量の減少という場合の 2 つの拮抗的なパターンが混在する（72 回答、20%）。

そして 3 番目に多かった回答は塩水侵入（58 回答、16%）であった。塩水侵入の発生は地理的条件によるため、全ての村落で認識されている訳ではなく、Ben Tre 省のある地域に限られた。4 番目は“天候不順”または“異常気象”など気温や降雨量が不安定である問題（54 回答、15%）が挙げられ、この他に洪水・浸水（26 回答、7%）、病虫害の増加（20 回答、5%）、干ばつ（19 回答、5%）などの回答があった。

表 3.1.4 農民で認識されている気候変動課題

| District | High Temperature (prolonged) | Unusual Rain (prolonged/increase/decrease) | Saline Intrusion | Weather Change/irregular climate | Flood/High Water Level | Increase in Disease/insect | Drought | Water Pollution | Change of Season (dry-wet) | Not Particular | Others | Total |
|-------------|------------------------------|--|------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------|---------|-----------------|----------------------------|----------------|--------|-------|
| Thuan Dien | 23 | 17 | 26 | 9 | 10 | | | | | | | 85 |
| An Binh Tay | 16 | 11 | 22 | 1 | | 6 | 6 | | | | | 62 |
| Huyen Hoi | 10 | 8 | 1 | 13 | | 5 | 4 | 1 | | 6 | | 48 |
| Vinh Hai | 6 | 5 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | | 2 | | | 21 |
| Phuoc Long | 19 | 22 | 2 | 9 | 5 | 8 | 6 | 4 | 5 | 1 | 4 | 85 |
| Tran Thoi | 10 | 9 | 6 | 18 | 10 | | 2 | 10 | | | 1 | 66 |
| Total | 84 | 72 | 58 | 54 | 26 | 20 | 19 | 15 | 7 | 7 | 5 | 367 |
| | 23% | 20% | 16% | 15% | 7% | 5% | 5% | 4% | 2% | 2% | 1% | 100% |

出典：農民世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：複数回答を含む。

b) 気候変動によって生じる農水産業の損害

アンケート調査によって、気候変動に起因する具体的な損害または損失について回答を得た。表 3.1.5 に示すように、総有効回答数は 462 あり、最も多かった回答は“ココナッツへの損害”であり、これは収穫サイズの縮小や強風による落下を指す（211 回答、46%）。2 番目に多かった回答は、あらゆる生産物における“生産量の減少”が Ben Tre 省でのみ挙げられた（57 回答 12%）。

水産業における負の影響については、エビの損害（51 回答、11%）、病虫害の増加（50 回答、11%）が挙げられ、気温の上昇がウイルス、病原性細菌、害虫などが誘因となっていると農民は認識している。3 村落にてイネへの損害、特にイネは生育初期に損害を受けやすいこともあって播種時の被害が挙げられた（4%）。

表 3.1.5 気候変動による主な損失・損害

| District | Damage to Coconut | Decreased Production | Damage to Shrimp | Increased Disease/insect (common) | Yield Loss (common) | Damage to Paddy | Loss of Seedling | Others | Total |
|-------------|-------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|------------------|--------|-------|
| Thuan Dien | 42 | 26 | | 19 | | | 7 | 5 | 99 |
| An Binh Tay | 38 | 31 | | 11 | | 7 | | 1 | 88 |
| Huyen Hoi | 30 | | | 6 | 18 | 3 | | 6 | 63 |
| Vinh Hai | 21 | | 5 | | 1 | | | 2 | 29 |
| Phuoc Long | 41 | | 24 | 14 | 7 | 8 | | 7 | 101 |
| Tran Thoi | 39 | | 22 | | 10 | | | 11 | 82 |
| Total | 211 | 57 | 51 | 50 | 36 | 18 | 7 | 32 | 462 |
| | 46% | 12% | 11% | 11% | 8% | 4% | 2% | 7% | 100% |

出典：農民世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：複数回答を含む。

c) 対応策

気候変動問題に対処するために、一連の対策が取られている（表 3.1.6）。最も一般的な対策は、気温上昇や長期間に渡る炎天によって増長される病気に対処するための“農薬の施用”が挙げられた（27 回答、28%）。次に多かった回答は“堤防の建設・改修”であり、これはエビ養殖池や農業用地を塩水侵入から保護するためのもので、ある程度は農民自身による工事となる（26 回答、27%）。

表 3.1.6 農民による対応策

| District | Application of Chemicals/ Medicines | Embankment Construction/ Improvement | Irrigation/ Water Control | Canal Dredging/ Drainage | Change of Cropping Pattern | Change in the use of fertilizer | Not Particular | Others | Total |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------|--------|-------|
| Thuan Dien | 6 | 22 | 2 | | 1 | 2 | | | 33 |
| An Binh Tay | 7 | | 7 | | | | 1 | | 15 |
| Huyen Hoi | 3 | | 2 | 4 | | | 1 | 6 | 16 |
| Vinh Hai | | | | 1 | | | | | 1 |
| Phuoc Long | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | | | | 12 |
| Tran Thoi | 7 | 1 | 6 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 19 |
| Total | 27 | 26 | 20 | 7 | 3 | 3 | 2 | 8 | 96 |
| | 28% | 27% | 21% | 7% | 3% | 3% | 2% | 8% | 100% |

出典：農民世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：複数回答を含む。

塩水侵入と不安定な降雨に対応する為、灌漑水のコントロールという対応策も挙げられた（20 回答、21%）。他に、“排水”（7%）、“作付パターンの変更”（3%）、“肥料の変更”（3%）などの回答が得られた。一部の農民は作付パターンの変更、移行、施肥方法の変更などの気候変動に適応した営農方法を実施している。

d) 塩水侵入に関する農民意見

農場や水路における塩水侵入の状況に関する農民の意見を表 3.1.7 に示す。全 183 有効回答の 72%が塩水侵入による変化が見られるという回答があり、さらに具体的現象への質問に対しては、全 39 回答のうち“長期化”と“増加”が 11 回答あった（28%）。

加えて、“不規則”（6 回答、15%）、“早期開始”（2 回答、5%）という塩水侵入に対する意見が挙げられた。4 村落において変化があるとの回答が多数となり、特に Thuan Dien では 41 回答が変化が“ある”としたのに対して“ない”は 1 回答のみであった。他方、Huyen

Hoi と Vinh Hai では“ない”という回答の方が多数となった。

“減少”に 9 回答が得られた背景には、防潮水門の設置や降雨量の増加などの塩水侵入軽減の要因がある一方で、塩水侵入地域自体が拡大している現状では、地域による影響が混在した状態にあると考えられる。

表 3.1.7 圃場及び水路周辺で農民が確認した塩水侵入

| District | Yes | No | Total | Prolonged | Increased | Decreased | Erratic | Early starting | Total |
|-------------|-----|-----|-------|-----------|-----------|-----------|---------|----------------|-------|
| Thuan Dien | 41 | 1 | 42 | 8 | | | | | 8 |
| An Binh Tay | 26 | 5 | 31 | 2 | | | | | 2 |
| Huyen Hoi | 13 | 16 | 29 | 1 | | 7 | | 1 | 9 |
| Vinh Hai | 9 | 11 | 20 | | 2 | | | | 2 |
| Phuoc Long | 19 | 11 | 30 | | 6 | 2 | | | 8 |
| Tran Thoi | 24 | 7 | 31 | | 3 | | 6 | 1 | 10 |
| Total | 132 | 51 | 183 | 11 | 11 | 9 | 6 | 2 | 39 |
| | 72% | 28% | 100% | 28% | 28% | 23% | 15% | 5% | 100% |

出典：農民世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：複数回答を含む。

3.1.3 主要問題としての塩水侵入

上述したように、気候変動に関連して気温上昇に伴う減収や塩水侵入による直接的な損害、洪水による減失などの様々な問題が、現在発生していると共に将来はより深刻な状態となると予測されている。近年で最も被害が深刻であった 1998 年の塩水侵入状況を図 3.1.4(左)に、シミュレーションに基づく 2020 年の予測を同図(右)に示す。左図では、1998 年に広範囲に及ぶ沿岸地域で塩水濃度が 20g/L またはそれ以上となった(赤色部分)ことを表す。結果として、かなりの稲作栽培地が被害を受けることとなった。塩水侵入はこれらの地域では時々起こると予測される重要課題となっている。

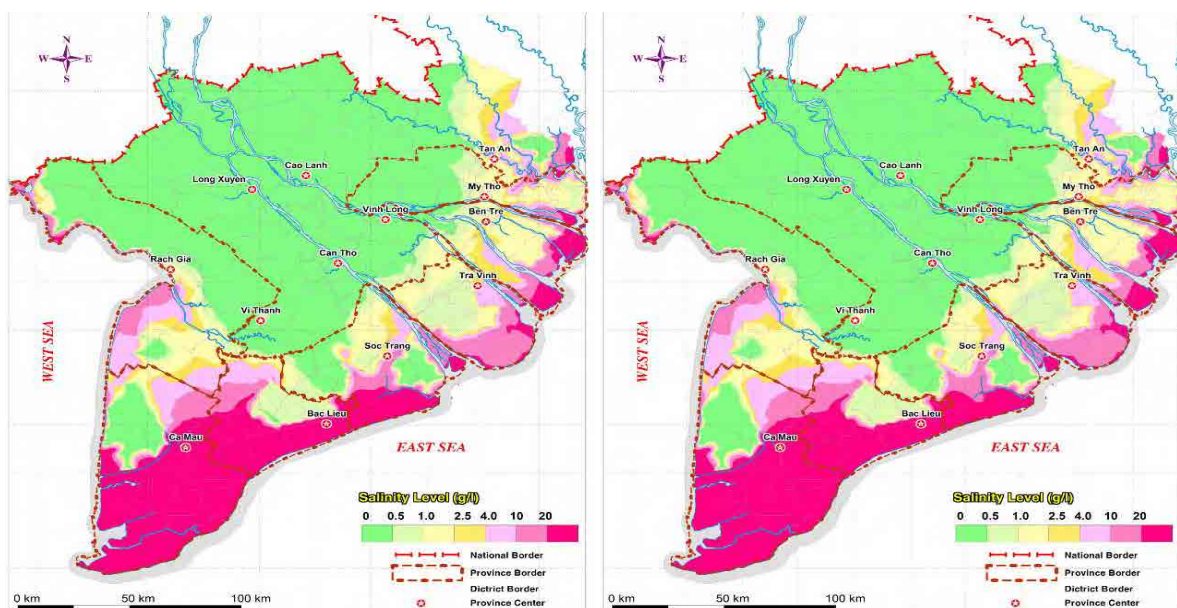


図 3.1.4 解析による 1998 年と 2020 年における塩水侵入

出典：JICA 調査団（2012）

さらに、塩水侵入は1998年よりも2020年までにより深刻な状況になることが予測されている。右図で示すように、近年で最も深刻であった状況が将来的には徐々に普通の状況となることが考えられる。これに対して対応策を実施しなければ、稲作、野菜、果樹やエビ養殖などへの損害の拡大が懸念される。

これらの塩水侵入による損害がどの程度起こるのかを明確にすることが重要である。塩水侵入の影響下にある地域の典型的な作付パターンを表3.1.8に示す。一般的に稲作は雨期の初めにあたる6月頃から始まり、品種や栽培方法によるが9月から11月頃に収穫される。メコン河の河川流量が減少することによって、乾期に塩水侵入が起こる。そして、稲作栽培初期となる6月頃に損害が生じることになる為、6月を避けて稲作を行うことが重要となる。

表 3.1.8 塩水侵入地域における作付パターン

| Type of Land Use | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--------------------------|---------|---|-----|---------|-----|---|-----------------|-----|-----|-----|----------|-----|
| 2 Paddy (SA/WS) /Fish | WS/Fish | | | SA/Fish | | | | | | | WS/Fish | |
| High-yielding (RS) Paddy | | Critical for shrimp culture (salinity needed) | | | | Critical for Paddy Cultivation (fresh water needed) | High - yield RS | | | | | |
| Rainfed Paddy (SA-RS) | | | | | SA | | RS | | | | | |
| Paddy (RS)/Fish | | | | | | | RS/Fish | | | | | |
| Paddy (RS)/Shrimp | | | | | | | RS | | | | Shrimp 1 | |
| Shrimp (1 or 2 times) | | Shrimp 1st | | | | | Shrimp 2nd | | | | | |

出典: SIWRP (2012)

注釈: SA: Summer-Autumn crop; WS: Winter-Spring; RS: Rainy Season crop

また、これらの課題は広い観点から考えるべきである。2期作の稲作を行っている多くの地域では、乾期の初めに2期作目が行われている。この場合、2期作目の稲作が塩水侵入の損害を受けるリスクが高くなり、現在または将来的に一部地域では2期作目の稲作が不適合となる。その為、これらの地域では“イネーイネ”という作付システムは不適合なシステムと言える。

シミュレーション解析によると、現在“イネーイネ”という作付を行っている地域の一部は将来的に塩害を受ける地域であるとされている。表3.1.9によると、126,168haが塩害の影響によって稲作に不適合な地域であるとされ、これは“イネーイネ”“イネー養殖”など全ての現行稲作栽培システムの14%にあたる。全体で126,168haの面積の内、30,616ha(24%)が汽水養殖－稲作システム、95,552ha(76%)が汽水養殖へ転換されることが予測される。

さらに、稲作が主たる地域では117,031ha(15%)の面積が2月または6月に塩分濃度4-10g/Lの塩水にさらされるリスクを負っている。その為、農場レベルで塩水に対応する方策が必要である。

3.2 プロジェクトコンポーネント

プロジェクトコンポーネントは次の通りである。1) 作付時期調整・改善プログラム、2) 耐塩性品種開発および普及プログラム、3) 作物の多様化と普及プログラム。それぞれのプロジェクトコンポーネントのPDM (Project Design Matrix)を以下に添付している。

3つのコンポーネントの内、特に注視すべきものは‘作付時期調整・改善プログラム’であり、この主な活動は‘実験的研究’と‘農業普及活動’となる。下表にて作付パターンの主な改善点を示す。

- 1) 乾期作「冬-春」の作付けを若干遅らせる（図中 A の部分）。気候変動の影響によって降雨量が増加すると予測されているので、雨期終わりの洪水や浸水の発生も起こりやすくなることから、「冬-春」稲作の開始時期も自然と遅くなる。
- 2) 「冬-春」稲作時期を遅らせることとは反対に、収穫時期を現行よりも早める（図中 B の部分）。将来的に気温上昇が見込まれ、特に 3 月に「冬-春」稲作が影響を受ける。また、塩水侵入の影響は 3 月 4 月に深刻となるので、「冬-春」稲作の収穫時期を早めることが必要となる。そのためには、早生品種の普及と本田での栽培期間を短期化するための移植が重要となる。
- 3) エビ養殖で堆積した塩分を降雨を利用して洗い流すため、雨期の始めにアイドル期間を設けることが必要となるため、稲作の栽培時期を雨期の後半へ移行させる（図中 C）。
- 4) 雨期稲 2 期作から乾期の汽水エビ養殖へといった作付体系に移行することが必要である。塩分除去のためのアイドル期間が雨期の開始時期に必要な為、雨期に 2 期作を行うことは難しい。しかし、2 期作目に早生品種の活用や 40-60 日苗を移植する（図中 D）のならば、本田での生育期間は短縮でき、2 期作栽培が可能となる。

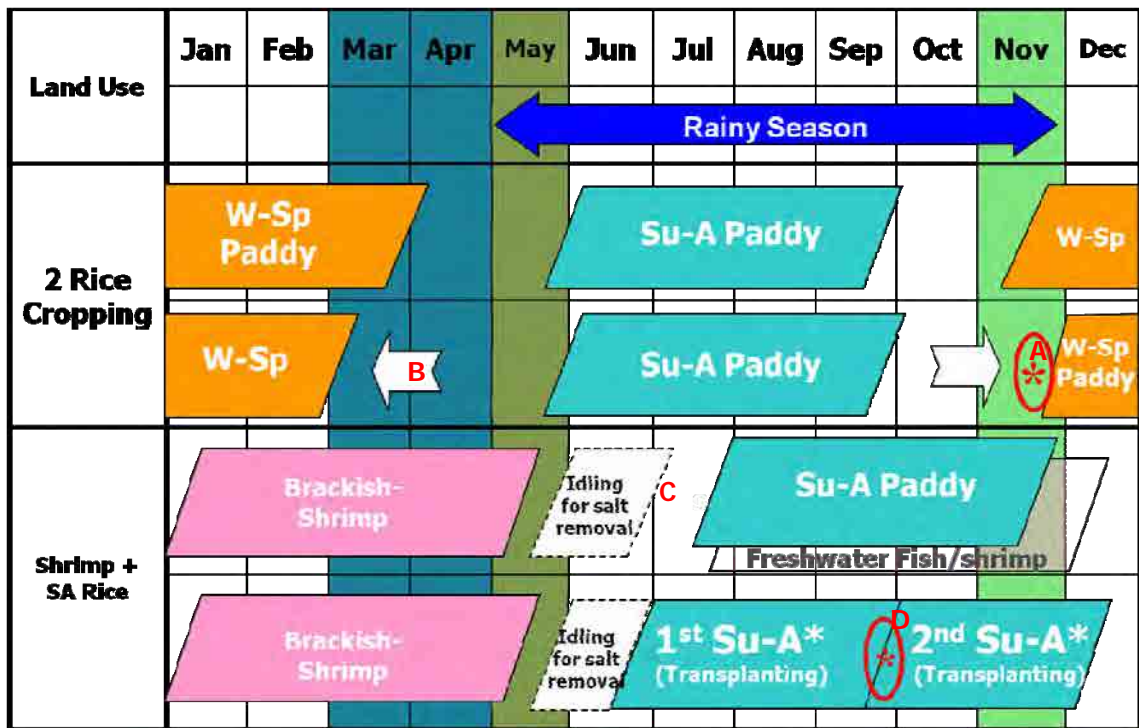


図 3.2.1 作付パターン調整・改善プログラムでの推奨作付パターン: JICA 調査団

上述した作付時期調整・改善プログラムに加えて、早生品種、耐塩性品種、開花時間の異なる品種などの新品種の導入・研究開発が耐塩性品種開発および普及プログラムにて必要であり、現在既に栽培期間 90 日の早生品種や耐塩性品種が開発されている。しかし、これらの開発された品種は食味や低収量であるなどの問題があるため普及には至っていない。それ故、早生品種や耐塩性品種の研究開発の実施が重要である。IRRI では高温下での開花を避けるために、早朝に開花する新品種を開発した。このような新品種を‘耐塩性品種開発および普及プログラム’にて試験的に栽培する。

3.2.1 作付時期調整・改善プログラム

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|----------|-----------|----------|--------|--|------|------|------|-------------------------|------|------|
| Project Title | Cropping Calendar Adjustment and Improvement Program | | | | | | | | | | | | |
| Priority in Province | Tien Giang | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | Kien Giang | | | | | | |
| | ○ | ● | ◎ | ○ | ○ | | | | | | | | |
| Target Groups | Paddy farmer and aquaculture farmers | | | | | | | | | | | | |
| Implementing Agency | DARD, MARD | | | | | | | | | | | | |
| Collaborators | International Donors (ADB, WB, JICA, Netherlands) | | | | | | | | | | | | |
| Objectives: To adjust cropping calendars adapting to saline intrusion | | | | | | | | | | | | | |
| Rationale: Saline water intrusion is the first priority among the issues related to climate change. Saline intrusion occurs at the end of dry season As a result, paddy cultivation areas are expected to undergo saline intrusion more than the level paddy can be produced: more than 0.4 g/litter of saline content. In fact, about 70% of paddy harvest of Tra Vinh was lost by saline intrusion in an area of 8,000 ha (2011 dry season). Thus, it is highly recommendable to adjust/shift the cropping calendar. For the areas where saline remains longer period of time, for example, it is effective to set back the preparation of paddy cultivation for the summer-autumn season. For the areas where saline intrusion is far severer, changing paddy to shrimp may be a better solution. In so doing, introduction of new cultivation methods should be considered as a means for adaptation: saline-tolerant varieties, application of transplanting, and rotation between rice and shrimp—all of which need to be promoted through effective extension systems. | | | | | | | | | | | | | |
| Project Implementation | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2024 | 2026 | 2030 | 2050 |
| | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Expected Outputs | | | | | | | Development Indicators | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Farmers' income is secured. • Paddy cultivation and aquaculture are sustainable. • Cost of infrastructure development necessary for protecting paddy area is saved. | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • Farmers' income in the saline-prone area is kept more than 90% of the other areas • Paddy cultivation schedule is adjusted in saline prone area (80% of targeted areas in new land use plan) • Paddy is changed to shrimp in severe saline area (80% of targeted area) | | | | | | |
| Major Activities with the Expected Outputs | | | | | | | Total Cost (US\$) | | | | Expected Sources | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Productions of agricultural and aquacultural commodities are secured • An entire process is systematized • New systems are promoted • New systems are put in the land use plan • Improved agricultural systems are established • Vulnerable areas are identified | | | | | | | A total of US\$3,000,000 (US\$ 600,000/year). <ul style="list-style-type: none"> • Chief advisor/ agricultural planning • Coordinator/ GIS • Short-term experts as required • Audio visual equipment • Trainings | | | | MARD, Donors | | |
| Project Risk: Paddy cultivation and shrimp cultivation conflict to each other as the former requires fresh water (not more than 4 PPT), while the latter need a certain content rate of saline water (not less than 10 PPT). Saline water withdrawn into the canal for shrimp cultivation, or discharged from shrimp pond, affects the growth of paddy nearby fields. In the process of changing land use patterns, therefore, some conflict could occur among them who prefer doing paddy cultivation and those who would like to go for shrimp culture. | | | | | | | | | | | | | |
| Environment Assessment (B): Excessive concentration of shrimp culture, especially as a form of “intensive” culture, increase the risk of diseases, in which disease can transmit from one pond to the other. In case disease happened in a wide range of area, disease may transmit to the other surrounding environment and could affect shrimp and other aquatic animals in nature. Also, if farmers newly open the shrimp pond through reclamation of mangrove, area of mangrove forest would decrease and shoreline may be exposed to a risk of erosion. Although it is not expected to use antibiotics, use of such chemicals may harm the neighbor farmers. | | | | | | | | | | | | | |

3.2.2 新品種開発

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------|----------|-----------|----------|--------|--|------|------|-------------------------|------|------|------|
| Project Title | Development of New Rice Varieties and Extension Program (Tolerant to Salinity and High Temperature) | | | | | | | | | | | | |
| Priority in Province | Tien Giang | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | Kien Giang | | | | | | |
| | | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | |
| Target Groups | Paddy farmers | | | | | | | | | | | | |
| Implementing Agency | Cuulon Rice Research Institute, Can Tho Univeristy, DARD, MARD | | | | | | | | | | | | |
| Collaborators | International research institutes (IRRI, concerned institute in Japan) | | | | | | | | | | | | |
| Objectives: To develop new varieties tolerant to salinity and to promote them | | | | | | | | | | | | | |
| Rationale: Saline water intrusion is the first priority climate change issues. 10% (91,470ha) of current paddy cultivation areas of the Project area are expected to undergo saline intrusion more than the level paddy can be produced: more than 0.4 g/litter of saline content. In fact, about 70% of paddy harvest of Tra Vinh was lost by saline intrusion in an area of 8,000 ha (2011 dry season). In a long run, in addition, increase in temperature also hinders proper pollination of paddy and affect the yield. To cope with those issues in the future, introduction of new varieties is required in such areas where climate change is influential. Specifically, saline tolerant varieties are useful where high saline remains at the early stage of paddy cultivation even after shifting the schedule of paddy cultivation; where risk of saline contamination is high nearby shrimp cultivation areas; and where paddy is cultivated under the rotation system with brackish shrimp. Also, such varieties that open flower early morning is seen as effective as it can avoid high temperature during day time. Application of modern technologies and the extension of such varieties remain as a bottleneck due to insufficient development capacity, limited capacity of extension officers Thus, improvement of technology development and dissemination system is an urgent issue. | | | | | | | | | | | | | |
| Project Implementation | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2024 | 2026 | 2030 | 2050 |
| | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Expected Outputs | | | | | | | Development Indicators | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Production of paddy is secured. New rice varieties are cultivated. Saline tolerant rice varieties are developed. | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> More than four types of saline tolerant rice varieties are developed and fixed. New rice varieties are cultivated (more than 1,000 ha). Production of paddy is secured in targeted provinces (same as the level in 2012). Average yield in saline prone area is more than 80% of non-prone areas. | | | | | | |
| Major Activities with the Expected Outputs | | | | | | | Total Cost (US\$) | | | Expected Sources | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Yield of paddy in saline-prone area is kept as it was in 2012 Effectiveness of new varieties are evaluated New varieties are cultivated New extension modalities are introduced. Modern technologies are introduced New rice varieties are promoted. New varieties are developed. Existing and promising varieties are identified | | | | | | | As total of US\$5,000,000 (approx. US\$600,000/year) | | | MARD, Donors | | | |
| Project Risk: The program is composed of development of new rice varieties and extension of new varieties. In the development stage, however, it is difficult to anticipate exact period of time required and the performance of the varieties on the ground. In addition, extension of new varieties depends heavily on the existing extension system, which is under the control of recipient government and not necessarily fully operational due to the lack of funding etc. Thus, there is a certain risk in managing schedules of the entire program and levels of commitment to be made by the extension personnel. | | | | | | | | | | | | | |
| Environment Assessment (C): This program is not associated with construction of any infrastructure or resettlement of local people. For the experimental fields, existing fields are to be procured so that only minor works are to be expected in order to improve the fields, not causing any harmful environmental impacts. | | | | | | | | | | | | | |

3.2.3 作物の多様化と普及プログラム

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|----------|-----------|----------|--------|--|------|------|------|-------------------------|------|------|
| Project Title | Crop Diversification and Extension Program | | | | | | | | | | | | |
| Priority in Province | Tien Giang | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | Kien Giang | | | | | | |
| | | | ○ | | | | | | | | | | |
| Target Groups | Paddy farmers/Fruits farmers/ | | | | | | | | | | | | |
| Implementing Agency | DARD, MARD | | | | | | | | | | | | |
| Collaborators | Can Tho Univeristy/ SOFRI | | | | | | | | | | | | |
| Objectives: To diversify crop production through an improved extension system. | | | | | | | | | | | | | |
| Rationale: Despite the vociferous alerts, it is actually difficult to anticipate a true extent, timing and impact of climate change. As one of effective and realistic strategies to get ready for the forthcoming but uncertain risks of climate change, it is recommended to diversify the means of livelihood. Each crop entails different risks against climate change: paddy is tolerant to excessive water but prone to drought or saline water, while fruits crops are relatively suited to dry area instead of its weakness to salinity and excessive water. Under climate change phenomenon, risks in crop production are increasing. Diversifying the commodities with different types of risks can minimize the total risk in achieving a same level of income. Hence, it is recommended to diversify the commodities in a unit of area preferably at the household level. It is however quite challenging to change the current land use patterns as farmers are conservative and yet comes the climate change. Moreover, insufficient coordination between research and development institute and extension entities is always an issue. It is reported that even after flood tolerant variety of fruit crops are developed by SOFRI, for example, it would not be easily put on the channel of existing extension system. Thus, in averting the risk through diversification of crops, improved extension systems are due necessary. | | | | | | | | | | | | | |
| Project Implementation | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2024 | 2026 | 2030 | 2050 |
| | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Expected Outputs | | | | | | | Development Indicators | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Income level became stable Crops in target areas are diversified Guideline on crop diversification is prepared | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> Crops are diversified (on average 4 types of crops per household) Total risk of cultivation is decreased (smaller standard deviation of expected income than mono-cropping) Appropriate extension modalities are identified (two effective modalities recommended) | | | | | | |
| Major Activities with the Expected Outputs | | | | | | | Total Cost (US\$) | | | | Expected Sources | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Diversification of crops is monitored Crop diversification is promoted through new extension modalities (radio broadcasting, TV program, and farmer field schools) On-farm trials are conducted at pilot farms Research on diversified cropping systems is done at experimental plots Cropping pattern improvement guideline is prepared | | | | | | | A total of US\$5,000,000 (US\$1,000,000/year) | | | | MARD, Donors | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Chief advisor/ agricultural dev. Agricultural extension Short-term experts as required (aquaculture, horticulture, land use planning, agricultural marketing) | | | | | | | | | | | | | |
| Project Risk: The program is to be carried out since before the actual occurrence of climate change. Therefore, at an early stage of the program, it would be no difference clearly recognized between the risks for the diversified and non-diversified cultivation systems. In addition, averting the risks would sometimes result in lower level of income than mono-cropping especially in a shorter term. Without proper understanding of the mechanism, therefore, promotions would not go well in the long run. Also, marketing of newly introduced crops is one of challenges. | | | | | | | | | | | | | |
| Environment Assessment (C): This program is not associated with construction of any infrastructure or resettlement of local people. Therefore, no particular social and environmental concerns are expected. | | | | | | | | | | | | | |

3.3 技術協力と投入

前述したプロジェクトコンポーネントについて、‘気候変動適応型作付時期調整・改善プログラム’における特定の計画案として優先コンポーネントをまとめる。このプロジェクトは日本政府を含むドナーからの資金援助による技術協力プロジェクトとして計画される。予測される気候変動課題が他の地域で深刻となる場合、将来的にこのプロジェクトがモデルとなることが期待される。

‘気候変動適応型作付時期調整・改善プログラム’という技術協力プロジェクトの基本的な目的は、将来予測される気候変動課題に適応できる農水産業のシステムの知識と経験の蓄積と関係職員の能力強化を行うことである。

3.3.1 必要な技術協力

このプロジェクトは、特に沿岸部における塩水侵入のような気候変動課題の拡大が予測されている特定地域における農業システムの適用を目的としている。それ故、既に稲作にとって塩水侵入が問題となっている地域を明確にすることからプロジェクトを開始する。それから、既存の普及方法を活用した改善農水産業生産システムの導入を以下の6段階を経て行う。

- 1) 塩水侵入が既に問題となっている脆弱な地域の特定
- 2) 塩水侵入損害地域における農業システムの改善
- 3) 塩水侵入の進行に合致した土地利用計画への新システムの組込み
- 4) 既存普及システムを通じた新システムの普及
- 5) 全システムの改善普及システムとしてのシステム化
- 6) 農水産生産物の政策に基づいた保証

ベトナム実施期間の準備態勢や能力を考慮しながら、ドナーによる技術協力プロジェクトを実行する必要がある。円滑に尚且つ効果的に農業システムを適用させるためには、決議書や作付パターン変更など対応策の実施計画書の作成が最初に最も重要な課題となる。生産と販売には常に様々な要因による変動があるため、合理的な計画書の作成には科学的根拠が必要となる。

例えば、ある作付システムが不適合な地域や反対に推奨される地域を決めるため、塩水侵入地域の傾向を分析する必要がある。塩水侵入に加えて、塩分を必要とするエビ養殖と淡水が必要な稲作との塩水の調整など他の要因についても考える必要がある。

さらに、生産物の市場性もターゲット農民の行動に影響が及ぶ。農民は生産物が適正で安定した価格にて販売できる保証がなければ、新技術や新システムを取入れようとは考えない。加えて、農地用途の変更には水管理の変更を伴うので、土地利用計画は水管理の変更における物理的・政治的な実現性を考慮して実施すべきである。

科学的、技術的、社会的なすべての基準を包括した計画書を作成することで、農業土地利用計画とその実施が現実となる。このためには、ドナーによってもたらされる技術と広範囲な研究過程を含む支援が求められる。

3.3.2 投入

天候インデックスや農業土地利用計画における研究開発の実現のためには、長期または短期専門家の参加などを通じたプロセスを重視したアプローチが必要である。

Donor

- 1) Long Term Experts
 - Chief advisor/ agricultural planning 1 person
 - Coordinator/ GIS 1 person
- 2) Short Term Experts (to be decided in the project)
 - Climate change 1 person
 - Water resource management 1 person
 - Cropping system/paddy cultivation 1 person
 - Aquaculture 1 person
 - Agricultural marketing 1 person
 - Agricultural extension 1 person
 - Public relations 1 person
- 3) Materials/Equipment
 - Audio visual equipment (extension) 1 unit
 - Office equipment (copy machine etc.) 1 unit
 - Computer software (GIS etc.) 4 unit
 - Vehicle (4WD) 2 units
- 4) Training Courses
 - Training of provincial officers 30 officers/time (2 times/year)
 - Third country training 10 officers (2 times/year)
 - International training 2 officers (6 months)
- 5) Others
 - Operation cost as required

Vietnamese Government

- 1) Counterpart personnel
 - Land use planning (fulltime) 2 officers
 - Agricultural research (part-time) 4 officers
 - Extension officers (province) 30 officers/province
- 2) Facilities
 - Office space 1 unit
 - Farm plots for pilot activities 4 unit/district
- 3) Others
 - Operation cost as required
 - Tax exemption as required

3.3.3 プロジェクトサイト候補

事業実施対象となる地域は、プロジェクトが開始された後に決定する。JICAによる「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」では、解析および住民・政府職員による選定を経て事業が優先順位付けされた。Ben Tre 省においては既に塩水侵入が輪中内の上流地域まで及んでいる一方で、防潮水門の建設が進んでいない背景から、早急に着手可能で効果が期待される作付時期調整・改善プログラムの優先順位が最も高いことが確認されている。同様な過程を経て、このプログラムは Tra Vinh 省においては2番目に、Tien Giang 省では3番目、以下 Soc Trang 省および Bac Lieu 省においても優先プログラムとして選定された。Ben Tre 省と Tra Vinh 省は隣接していることもあり、最初はこれらの省においてプロジェクトが実施されるべきである。

これら2省の具体的な事業実施地域は、各種条件に従いプロジェクト実行委員（PIC）が選定する。原則的には、気候変動における課題（たとえば塩水侵入）が既に問題となっている地域での事業実施が推奨される。例えば、乾期に塩水侵入が問題となる地域の中には、水管理が複雑で統一できておらず稲栽培とエビ養殖が混在している地域もある。このような地域における農民グループ間の水管理調整は非常に重要であり、この意味でもプロジェクト実施の意義がある。

3.4 事前事業評価

3.4.1 5項目による評価

1) 妥当性

- ✓ ベトナム政府は現在の稲生産量を将来においても維持していく方針である。メコンデルタにおける稲の栽培面積は国全体の52.8% (3,970,500ha / 7,513,700ha)を占め、生産量では国全体の54.4% (21,769,500ton / 39,988,900ton)を占める。穀物生産の重要な地域であるにも拘らず、メコンデルタは将来予測される気候変動によって、農業生産量が減少する脅威に晒されている。他方、ベトナム政府は汽水エビ養殖の面積を、将来増加させる目標を掲げている。国家計画である稲生産の維持とエビ生産拡大を遂行するためには、気候変動に適応しながら農地を最大限に有効活用する必要があるが、プロジェクトはその際に必要となる土地利用上の優先順位付けに寄与する。
- ✓ メコンデルタにおいて塩水侵入を制御するために数多くの水利構造物建設・改修事業が提案されているが、これらインフラ整備事業は巨額の予算を必要とするだけでなく、事業承認・予算措置、事業実施のために長い時間が必要である。これに対して当該プロジェクトは耕種的対策に焦点を当てることで、財政的にも適用しやすい内容となっており、インフラ整備を待たずして実施可能である。さらに、耕種的対策は水管理（特に汽水管理）との相互補完関係にあるため、インフラ整備と併せてこのプロジェクトを実施することができれば、気候変動への適応性がより高まる。

2) 有効性

- ✓ このプロジェクトは、周囲を汽水で囲まれている地域での適切な農業および水産業の生産システムを計画する能力を、事業実施機関において強化させることを目的としている。このような地域では、農民は既に塩水侵入の問題に直面しており、気候変動の影響に適応するための適切な営農システムの改善が必要である。

- ✓ 新しい技術あるいは新しい作付けシステムを採用することに対して、農民は保守的な傾向がある。新しい技術が理論的に必要だからという理由で普及活動を実施したとしても、それだけの理由で農民が推奨された技術を受け入れることは難しいと考えられる。一方で、気候変動は、塩水侵入に伴う塩害・収量低下など、既に農業生産の面で様々の問題を引き起こしており、現実問題として気候変動に適応するための技術における潜在ニーズは高いものと推察される。こうした背景から、農民が気候変動に適応する新しいシステムを受け入れる可能性は十分にありと判断される。
- ✓ 一般的に、省当局は土地利用計画の実施にあたり強いリーダーシップを持っている。即ち、もし計画が必ずしも当局の現在の意図と一致していないのならば、実際の土地利用計画に反映させることは難しくなる。このプロジェクトでは省職員をターゲットグループとしており、計画に省当局の意向を反映させることが可能である。

3) 効率性

- ✓ ドナーによるプロジェクトやプログラムを通じて、実施機関である Sub-NIAPP は既に土地利用計画に関する技術を保有している。例えば、農業経済や GIS の分野では、地理空間情報処理やマッピングを彼ら自身で行うことができる。農業土地利用計画に関する基本的な能力を持っていることから、新たな技術導入も円滑に実施できると判断される。
- ✓ このプロジェクトでは、対象となる省を通じて MARD の既存普及システムを活用することで、新しい技術の普及を図る。このため、技術普及は円滑に実施されるものと判断される。

4) インパクト

- ✓ 汽水主体地域において適切な農水産業生産システムに移行することにより、農業および水産業の生産損失が軽減され、気候変動の負の影響下においても農村生活が安定する。
- ✓ 職員の技術能力はプロジェクトの実施過程を通じて強化される。特に気候変動指標の評価とそれに基づいた適正な農業土地利用計画が作成可能となる。気候変動が場所によって異なるタイミングや程度で深刻な問題となる場合、政府機関は気候変動の進捗と場所に応じて農業土地利用計画の作成が可能となる。
- ✓ 作付期間調整・改善は Ben Tre 省において他のプロジェクトよりも最優先のプロジェクトとされ、また、Tra Vinh 省でも 2 番目に優先付けされた。最初に、この 2 省(総面積 103.43km²、稲作面積 76.05 km²)においてプロジェクトを実施する。これらの地域では、2050 年までに乾期・雨期において塩分濃度 10g/L 以上の深刻な塩水侵入が予測されている。プロジェクトによる受益者数は、新しい技術システムを導入すると考えられるこれらの地域のそれぞれ 37,855 人および 27,834 人が見込まれる。
- ✓ 省普及センターに平均 30 人、郡では 6 人の職員が配属されている。Ben Tre 省と Tra Vinh 省にはそれぞれ 8 郡と 7 郡あり、およそ 510 人の職員が勤務している。一人の職員が 280 人の農民を管轄するとすれば、合計で 142,800 の農民が気候変動適応システムへの変換による受益効果を受ける。
- ✓ 塩水を避けたい稲作農家と、逆に塩水を取入れたい汽水エビ養殖農家との間の水管理の対立が、新しい農水産システムの移行に伴う負の影響として想定される。このような状態を避けるためには、全ての関係農民に事業実施計画段階から参加させるべきである。

- ✓ 他に負の影響としては、特にエビのマーケティングへの影響が考えられる。エビ養殖の大部分は輸出用なのでそれ程影響は大きくならないと想定されるものの、生産量の増加はエビの価格に負の影響を与える可能性がある。同様に、エビ養殖面積を拡大させることは、特に養殖池が隣接している場合に病気発生リスクを高める恐れがある。このことから、エビ養殖池は具体的で個別に適切な配置を考慮すべきであり、より病気の発生リスクの低い粗放エビ養殖が導入される必要がある。

5) 自立発展性

- ✓ 国家開発計画において、ベトナム政府は農業開発の重要性を謳っている。メコンデルタ地域は国の生産拠点と考えられており、プロジェクト対象地域においても同様の政策が適応されると考えられる。これ故、現行の施策に基づき稲作生産量維持、エビ養殖面積拡大を指向する本プロジェクトは、将来においても政策転換による影響を受けないと想定される。
- ✓ 気候変動は沿岸部では既に中心的な課題となっており、長期予測では影響地域が拡大し深刻な状況になると予測されている。このことから、より農業生態的条件に適応した作付パターンに調整する必要は将来さらに増加すると想定される。
- ✓ 実施機関である Sub-NIAPP は最近技術職員の増員を実施している。プロジェクトを通じて一度技術職員が農業土地利用計画における能力を得れば、これらの職員がプロジェクト後も事業活動を継続する原動力になる。
- ✓ 生産システムの拡大を図る場合、その対象を取り巻く環境を整えていく必要がある。例えば、エビ養殖の面積の拡大の為には、稚エビの供給システムを改善する必要があるだけでなく、販売経路の拡充も必要である。この点に関して、ホーチミンにある第二水産研究所は、エビ養殖に関する幅広い知見を有しており、プロジェクトを推進する上で強力な協力機関となり得る。

3.4.2 貧困、ジェンダー、環境に関する考察

- ✓ 貧困：気候変動の影響によって、メコンデルタにおける農水産業は生産能力が減少する瀬戸際に立たされると予測されている。このためプロジェクトでは、変化した環境に対して、より適切に適応可能な作付けを採用していく。これを実施するに際しては、生産に必要な資源・財源に恵まれていない農民の経済能力を考慮していく必要がある。例えば、集約的エビ養殖の収益性は稲作栽培よりも高いが、巨額の投資が必要であり、小規模経営農家にとっては必ずしも適切な選択とはいえない。
- ✓ ジェンダー：ベトナム社会においては、主婦が家庭内の経済面における意思決定力を持っていると言われている。従って、コミュニティレベルで実施される特定の活動においては、女性の計画過程における関与が必要である。他方、土地利用計画を作成する過程においては、農地を取り巻く自然環境による影響が大きいいため、性差が大きな問題になるとは想定し難い。
- ✓ 環境：塩水侵入の増加傾向が明白である場合、プロジェクトで採用されるべき一般的なアプローチは、稲作中心の生産システムから汽水養殖システムへの移行である。汽水養殖の中でも特にエビ養殖は稲作よりも高い収益が望めるため魅力的に映るが、全体として集約的に餌を投入している地域では病気の広がるリスクを常に伴っている。それ故、エビ、魚、カニなど多くの種類を養殖すること、エビ養殖の池同士に一定の距離を保つこと、粗放エ

び養殖の割合を多くすることなどの点を考慮する必要がある。

3.5 プロジェクト実施体制

3.5.1 実施機関

当該プロジェクトでは、Sub-NIAPP が事業実施機関となる。Sub-NIAPP は MARD 傘下の NIAPP における地方組織であり、1979 年 3 月 23 日にベトナム南部を管轄するために設立された。以下に Sub-NIAPP の概要について述べる。

1) 業務分掌および責務

- ✓ 研究機関として、MARD 及びベトナム南部の各省の指導者に対して農業計画、土地利用計画、農業・農村開発における施設の設計と建設に関する助言を実施する。
- ✓ 農業生産における特定地域のゾーニングと計画策定を行うため、農業資源の調査や評価を実施する。
- ✓ 省・郡・コミューンにおける社会経済マスタープラン、農業開発の対象となった地域における事業実施計画、畜産や作物栽培の開発プロジェクトなどを包括した土地利用計画を策定する。
- ✓ 農業・農村開発のための科学的調査並びに最新技術による訓練実施とその普及を実施する。
- ✓ 地形、土壌、地質、水文など農業開発に関連した調査の実施。
- ✓ 土地利用計画および移転地域のゾーニングを含む農業・農村開発における包括調査および詳細調査の実施。
- ✓ 圃場整備、道路、灌漑システム、森林地区設定などにおける設計の実施。
- ✓ 農業生産及び地域開発事業実施の前後における環境影響調査の実施。
- ✓ 農業における土地利用、基盤整備計画、および他のデータベースやマッピングに関連した事業に対する GIS 技術の適用。
- ✓ 農業・農村開発プロジェクト計画における予算検討。

2) 組織構造と人的資源

Sub-NIAPP は 2012 年現在、合計 82 人の職員を擁し、46 人の正職員と 36 人の契約職員で構成されている。全職員の 70% が技術者/専門職である (8 博士、15 修士: 経済、栽培システム、家畜、水資源、漁業、土地管理、金融、外国語)。技術職員は南部地域の状況に応じて得られた知識やソフトウェア技能、国内外での先進技術や方法論などに基づいた 10 年から 30 年の経験を有する。

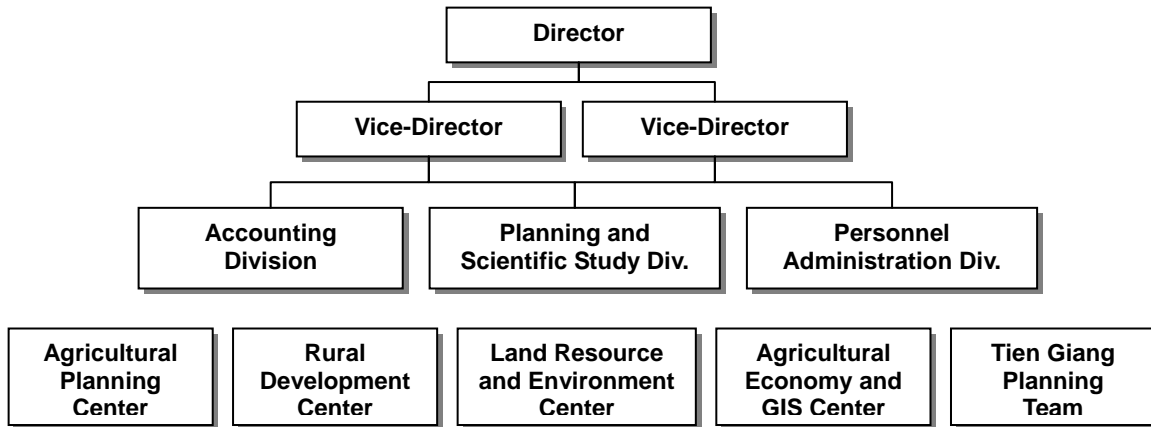


図 3.5.1 Sub-NIAPP の組織図

出典:Sub-NIAPP(2012)

Sub-NIAPP は、計画・科学調査部、人事部、経理部、農業計画センター、農村開発センター、土地資源と環境センター、農業経済・GISセンター、Tien Giang 計画チーム、車両サービスから構成されている（図 3.5.1）。それぞれの部やセンターが各々の役割を果たすと同様に協力関係にあり、政府や自治体によって割当てられた仕事を行う。農業経済・GISセンターは 1980 年代に MRC によって設立され、現在は南部地域の農業農村開発における GIS の分野を牽引する組織となっている。

3) 設備

技術部局ではデータ処理や土地利用マッピングを異なるスケールで行う特定のソフトウェアと大サイズのカラープリンターなどコンピュータシステムを備えている。また、土壌分析や水質分析のための研究所があり、化学的・物理的に土壌や水質を分析・評価するために必要な機材が設置されている。農業経済と GIS センター資源評価、土地使用計画とデータベース・セットアップを実施するための特定の機器と同期する大容量コンピュータシステムを設置している。

4) 運営能力

Sub-NIAPP は実施する活動から収入を得ることができる営業免許を持つ行政機関である。他の機関と連携して、基本的な調査、農業計画、土地使用計画、プロジェクト形成と評価、科学研究などの様々なプログラムやプロジェクトを実施する。以下に Sub-NIAPP の主な活動を要約する。

- ✓ 戦後すぐに、郡単位の土壌マップの準備、郡農業計画の実行、ベトナム南部地域における農業・林業・漁業開発のためのゾーニングなど様々な基礎調査を実施した。省レベルによる地域区分シナリオは正式に政府において承認されている。省レベルにおける最近の活動としては、主要産業が稲作から汽水エビ養殖へと転換された Bac Lieu 省において、土壌の化学性・物理性を分析したことが挙げられる。
- ✓ 特別生産地域、新経済地域、中央高地の輸出用コーヒー栽培地域、南東部の地域におけるゴム、サトウキビ、ラッカセイなどの輸出用作物栽培、メコンデルタにおける稲作および家畜生産などの開発計画を策定している。これらの計画は、様々な省庁で承認を受けており、最近では、メコンデルタの 4～5 省における気候変動に掛る農業農村開発計画の策定が現在実施中であり、近く報告書としてまとめられることとなっている。
- ✓ メコンデルタマスタープランプロジェクトや Dong Thap Muoi プロジェクトなどの重要なプロジェクトにおいて、農民への技術協力をするために事業準備段階および実施段階での参

加を果たしている。

- ✓ 異なるスケールの農業・林業・漁業開発の様々なマップを基にした土地資源評価と土壌マップの調査と作成を実施している。
- ✓ 農業経済開発における戦略策定のため、異なる地域における生産システム、農家経済、農業経済についての調査実績がある。
- ✓ 国家土地利用戦略や経済セクター開発戦略の基礎とすべく、地域・省・郡のそれぞれの階層において、地域別・経済セクター別の土地利用計画を策定している。この計画は洪水影響地区における生活環境保全も含む。
- ✓ 農業生産、育種、先進技術モデル、高品質農業生産など先進技術の応用と科学的研究を目的とした先端技術農業特区の計画を策定している。
- ✓ 農業開発計画、土地利用計画、情報システムのデジタル化に関連した GIS アプリケーションモデルを開発実績がある。

5) その他

上述したように、Sub-NIAPP は政府または地方自治体の実施する事業を受注する形で、独立採算性により運営されている。原則として、経常経費や事業費用について政府からの予算支援はない。

3.5.2 プロジェクト運営委員会

組織編成案を図 3.5.2 に示す。最初に、MARD、MoNRE、JICA から構成される JCC をハノイの中央レベルに設置する。農外用地を含む全般的な土地利用計画は MoNRE の承認を必要とするので、MoNRE も JCC の構成に組込まれるべきである。JCC はプロジェクトの方向性を定め、政策と一致するようにプロジェクト活動を調整する責任がある。例えば、土地利用計画の変更案は JCC に提出して承認を得なければならない。

地方レベルでは、農水産業分野を管轄する諸機関により PIC（プロジェクト実行委員会）を設置する。PIC はプロジェクト活動のモニタリングとそれに基づく改善に責任を持ち、ここでは、Sub-NIAPP が責任機関としてドナー専門家と協力してプロジェクトの全過程を管理する。

Sub-NIAPP と専門家は省人民委員会、省普及センター（DARD）、第 2 水産研究所、クーロン稲研究所、SOFRI などの他の機関と連携し、支援を得る。これら関係機関は技術提案や、塩水侵入のような気候変動に適応した農水産業システム確立への支援を行うことが期待される。

SIWRP もまた省レベルの水資源管理において助言を与える立場となる。水路に塩水を入れるかどうかは土地利用計画における水利用を基に判断され、またその逆に現実の塩水管理に基づいて土地利用計画が定められる必要もあるため、土地利用計画と水管理それぞれに責任を持つ機関同士が調整を図る必要がある。このため、SIWRP を PIC のメンバーに含めることが求められる。

プロジェクトにて提案される農水産業体系の改善策は既存の普及システムを通じて普及される。この中で、Sub-NIAPP と専門家は省普及センターによる省レベルでのプロジェクト活動を支援し、省普及センターは普及活動の最前線となる郡普及所による活動を管轄する。そして、郡普及所は農民と普及技術とを結ぶ役割を担う。これら郡普及所職員の気候変動適応のための普及能力がプロジェクト活動を通じて強化されることを期待されている。

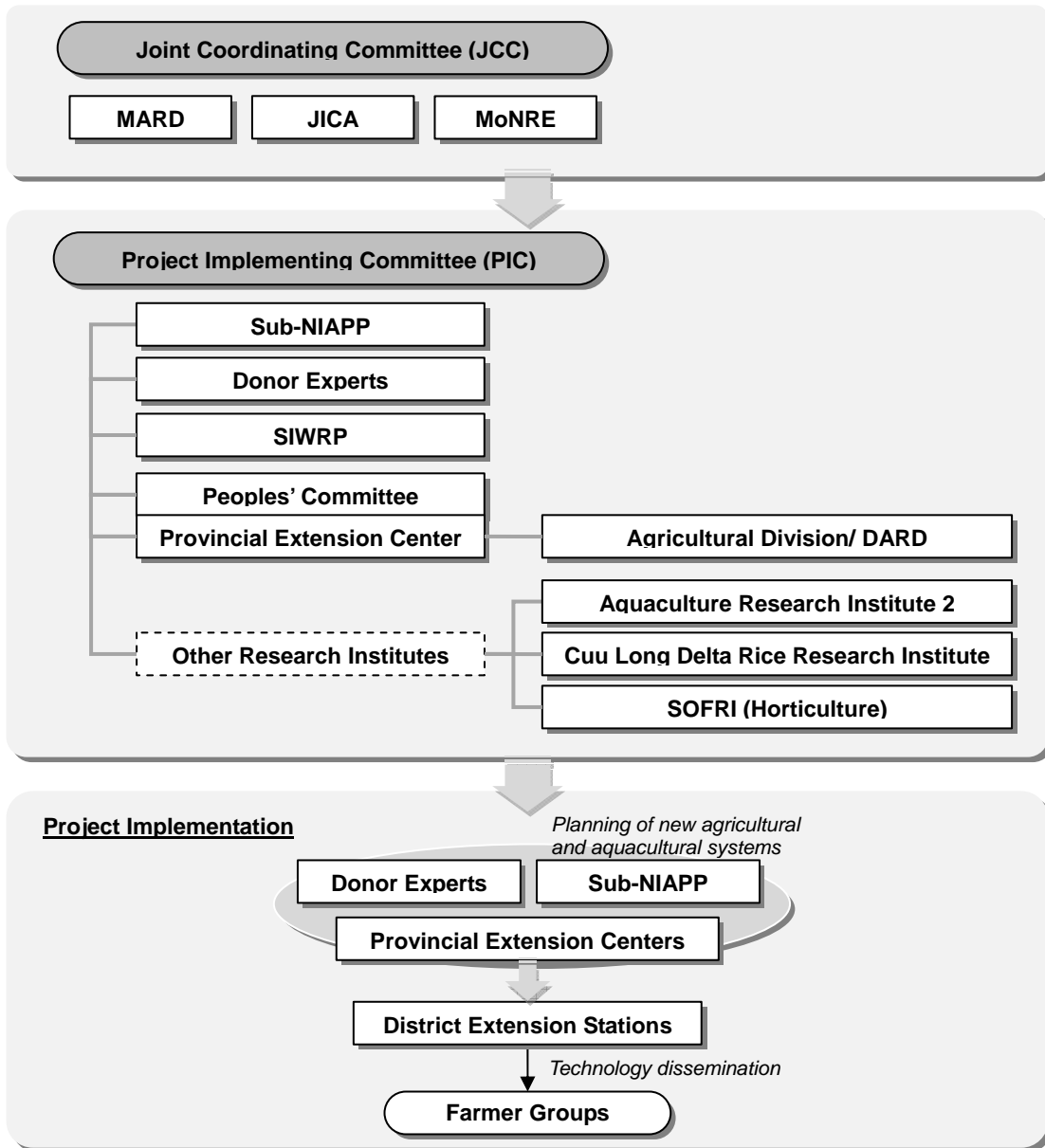


図 3.5.2 組織編成

3.6 プロジェクト実施スケジュールおよび事業費

3.6.1 プロジェクト実施スケジュール

このプロジェクトは3フェーズを5年間で実施する。フェーズIでは、塩水侵入を中心として、最新の気候変動動向に基づいたより精緻な農業土地利用計画を策定する。そして、その一環として、作付改善システムを技術パッケージとして提案する。例えば、コメの新品種（耐塩性、早朝開花タイプ、早生などの特性を有する品種群）の導入や稲作とエビ養殖の輪作、移植栽培の導入などにより、稲作における塩害の低減・回避、高温障害の緩和などを図る。

フェーズIIでは、Ben Tre省やTra Vinh省沿岸部など既に気候変動の影響が強く出始めている具体的な地域を対象に、これら技術パッケージの導入と適用促進を図る。技術普及促進の為には、現行の普及システムを最大限に活用し、その課程で省や郡の普及にあたる職員の能力強化を図る。フェーズIIIでは、気候変動課題の起きているより広範な地域にて新たな農水産体系の促進活動を

幅広く展開する。ここでは、上記 Ben Tre 省や Tra Vinh 省内におけるその他の地域や他省の沿岸部を想定する。そして、普及活動や新技術の適用性のモニタリングを通じて、全過程のレビューと最終化を行う。

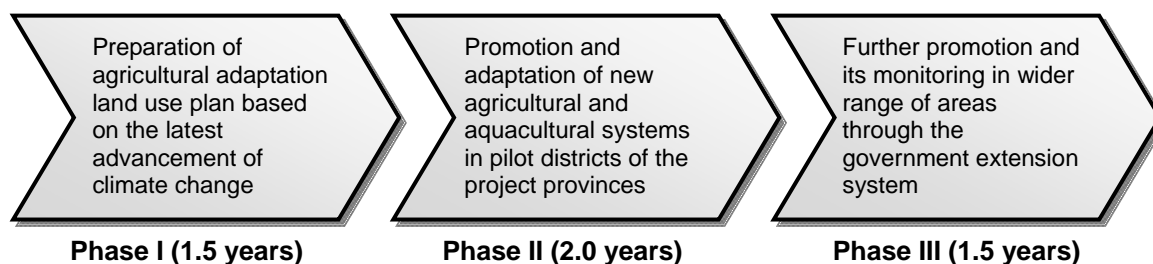


図 3.6.1 プロジェクトフェーズ

3.6.2 事業費

表 3.6.1 に、専門家、資機材、研修、その他にかかる事業費を示し、ドナー側とベトナム側との費用分担を示す。5 年間のプロジェクト総費用は 5,178,000USD（4,913,000USD：ドナー側、265,000USD：ベトナム側）となる。

表 3.6.1 プロジェクト費用 US\$

| Item | Amount | Unit Cost | Unit | Cost, US\$ | Remarks |
|---------------------------------------|----------|-----------|-------------|------------------|------------------------------|
| Donor | | | | | |
| 1) Long Term Experts | | | | | |
| -Chief advisor/ agricultural planning | 60 MM | 22,000 | US\$/MM | 1,320,000 | |
| -Coordinator/ GIS | 60 MM | 20,000 | US\$/MM | 1,200,000 | |
| Sub-Total | | | | <u>2,520,000</u> | |
| 2) Short Term Experts | | | | | |
| -Climate change | 15 MM | 20,000 | US\$/MM | 300,000 | to be decided in the project |
| -Agricultural extension | 20 MM | 20,000 | US\$/MM | 400,000 | |
| -Water resource management | 10 MM | 20,000 | US\$/MM | 200,000 | |
| -Cropping system/paddy cultivation | 15 MM | 20,000 | US\$/MM | 300,000 | |
| -Aquaculture | 15 MM | 20,000 | US\$/MM | 300,000 | |
| -Agricultural marketing | 10 MM | 20,000 | US\$/MM | 200,000 | |
| -Public relations | 10 MM | 20,000 | US\$/MM | 200,000 | |
| Sub-Total | | | | <u>1,900,000</u> | |
| 3) Materials/Equipment | | | | | |
| -Personal computer (note book) | 5 units | 2,000 | US\$/unit | 10,000 | |
| -Printer (plotter A0 size) | 1 unit | 9,000 | US\$/unit | 9,000 | |
| -Printer (printer A3 size) | 2 units | 5,000 | US\$/unit | 10,000 | |
| -Arc Info (GIS) | 5 units | 10,000 | US\$/unit | 50,000 | |
| -Photocopy machine | 1 unit | 10,000 | US\$/unit | 10,000 | |
| -Audio visual equipment | 1 unit | 10,000 | US\$/unit | 10,000 | for extension, mobile unit |
| Sub-Total | | | | <u>99,000</u> | |
| 4) Training Courses | | | | | |
| -Training of provincial officers | 10 times | 5,000 | US\$/time | 50,000 | 2 times/year (30 officers) |
| -Third country training | 10 times | 10,000 | US\$/time/p | 100,000 | 2 times/year (10 officers) |
| -International training | 2 times | 50,000 | US\$/time/p | 100,000 | 6 months (2 officers) |
| Sub-Total | | | | <u>250,000</u> | |
| 5) Others | | | | | |
| -Vehicle | 2 units | 50,000 | US\$/Car | 100,000 | |
| -Operation cost | 1 LS | 44,000 | US\$/LS | 44,000 | 1% of expert cost |
| Sub-Total | | | | <u>144,000</u> | |

| | | | | | |
|------------------------------------|----------|--------|-----------|------------------|-----------------------------|
| Total of Donor | | | | 4,913,000 | |
| Vietnamese Government | | | | | |
| 1) Counterpart personnel | | | | | |
| -Land use planning (fulltime) | 120 MM | 1,000 | US\$/MM | 120,000 | 2 officers |
| -Agricultural research (part-time) | 80 MM | 600 | US\$/MM | 48,000 | 4 months/year (4 officers) |
| -Extension officers (province) | 180 MM | 400 | US\$/MM | 72,000 | 4 months/year (60 officers) |
| Sub-Total | | | | <u>240,000</u> | |
| 2) Facilities | | | | | |
| -Office space | 1 unit | 5,000 | US\$/unit | 5,000 | 5 year |
| -Farm plots for pilot activities | 40 units | 200 | US\$/unit | 8,000 | 4 unit/district |
| Sub-Total | | | | <u>13,000</u> | |
| 3) Others | | | | | |
| -Operation cost | | 12,000 | US\$/unit | 12,000 | 5% of expert cost |
| -Tax exemption | | | | | |
| Sub-Total | | | | <u>12,000</u> | |
| Total of Vietnamese Gov. | | | | 265,000 | |
| Grand Total | | | | 5,178,000 | |

出典：JICA 調査団

3.7 PDM（プロジェクトデザインマトリックス）と PO（作業計画）

これまでの記述に基づいた要約として、技術協力プロジェクトの PDM と PO を以下に添付する。

Project Design Matrix (PDM) __ Ver.0.1

Project Title: Cropping System Improvement Program toward Climate Change Adaptation

Duration: April 1, 2014 to March 31, 2019

Target Area: Coastal Mekong Delta (Ben Tre and Tra Vinh Provinces)

Target Group: Provincial Agricultural Extension Centers

October 26, 2012

| Narrative Summary | Objectively Verifiable Indicators | Means of Verification | Important Assumptions |
|---|---|---|--|
| <p>Overall Goal Suitable cropping systems are adapted in the coastal Mekong delta where climate change issues become apparent and potential loss of agricultural and aquacultural production is avoided.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 80% of actual land use in targeted areas has shifted according to the land use plan of coastal Mekong delta by 2020. - Production of targeted commodities in the coastal Mekong delta in 2020 is kept at the same level as 2010. | <ul style="list-style-type: none"> - Monitoring report - Sample survey - Statistic data (MARD) | <ul style="list-style-type: none"> - National agricultural extension system is not drastically changed. - Government policy on agricultural and aquacultural production is not significantly changed. - Climate change happens generally as simulated. |
| <p>Project Purpose Cropping systems suitable to such an environment being affected by climate change issues are developed and adapted in the target areas of the coastal Mekong delta.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Suitable cropping systems are established by 2015. - Suitable cropping systems are promoted in the prone areas to climate change issues (i.e., saline intrusion) by 2019. - Production of targeted commodities in the coastal Mekong delta in 2020 is kept at the same level as 2010. | <ul style="list-style-type: none"> - Monitoring report - Sample survey - Statistic data (DARD) - Land use map (Sub-NIAPP) | <ul style="list-style-type: none"> - Cooperation from related agencies and local authorities are continued. - An extension system and personnel at provincial level are not radically changed. - Mandate and manpower of implementing agency is not changed |
| <p>Outputs</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vulnerable areas where CC issues have already become apparent are identified. | <ul style="list-style-type: none"> - Current status of climate change issues, such as saline content, are measured and put in a map. - Specific location and extent of climate change issues are identified. | <ul style="list-style-type: none"> - Project report | <ul style="list-style-type: none"> - Expected number of extension officers is assigned to the project at provincial and district level. |
| <ol style="list-style-type: none"> 2. Improved agricultural systems are established, which are suited to features caused by CC. | <ul style="list-style-type: none"> - The latest agricultural and aquacultural production systems are identified. - Technical guidelines are prepared. | <ul style="list-style-type: none"> - Project report | <ul style="list-style-type: none"> - Outputs from the model activities are applied in other areas along coastal Mekong |

| | | | |
|--|---|--|---------------|
| <p>3. New systems are put in the land use plan in accordance with the progress of climate change.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - The latest land use plans are prepared at provincial level. - Suitable cropping systems are proposed along with the land use plans. | <ul style="list-style-type: none"> - Project report | <p>delta.</p> |
| <p>4. New systems are promoted through the existing government extension system.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - More than 50 extension officers receive a training on agricultural and aquacultural technology extension - More than 5 times of training, demonstration, and lectures are carried out at district level per province - More than 100 farmers receive trainings. | <ul style="list-style-type: none"> - Project report | |
| <p>5. An entire process is systematized as an improved extension system oriented to climate change.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Climate change adaptation guideline is prepared inclusive of planning process and technical packages. | <ul style="list-style-type: none"> - Project report | |
| <p>6. Productions of agricultural and aquacultural commodities are secured along with the government policy.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Production of paddy and brackish aquacultural commodities in the target districts (CC prone area) are kept at the same level of non-affected areas. | <ul style="list-style-type: none"> - Project report - Sample survey | |
| <p>Activities 1. <u>Vulnerable areas where CC issues have already become apparent are identified</u> 1.1: Review existing documents concerning climate change issues such as saline intrusion 1.2 Select pilot provinces where climate change issues are urgent 1.3 Study needs of farmer households to clarify the significance of CC issues and their impacts to the livelihood of target areas 1.4 Confirm existing policy of target provinces 1.5 Confirm the issues with related agencies including DARD 1.6 Select target districts 2. <u>Improved agricultural systems are established, which</u></p> | <p>Inputs Donor 1) Long Term Experts <ul style="list-style-type: none"> - Chief advisor/ agricultural planning 1 person - Coordinator/ GIS 1 person 2) Short Term Experts (to be decided in the project) <ul style="list-style-type: none"> - Climate change 1 person - Water resource management 1 person - Cropping system/paddy cultivation 1 person - Aquaculture 1 person - Agricultural marketing 1 person - Agricultural extension 1 person - Public relations 1 person </p> | <ul style="list-style-type: none"> - Counterparts are assigned continuously and work actively. - Inputs from the donor and the government of Vietnam are timely and adequately provided. | |

| | | |
|--|---|--|
| <p><u>are suited to features caused by CC</u></p> <p>2.1 In coordination with research and development institutes, universities, and government agencies concerned, identify useful technologies for agricultural and aquacultural production (i.e., varieties, cropping system, farming portfolio).</p> <p>2.2 Validate applicability of new technologies based on coordination with target farmers</p> <p>3. <u>New systems are put in the land use plan in accordance with the progress of CC</u></p> <p>3.1 Modify agricultural and aquacultural land use plan according to the progress of climate change issues</p> <p>3.2 Make agreement with agencies concerned and target farmer groups</p> <p>3.3 Make a strategic plan of technology dissemination in accordance with the land use plan</p> <p>4. <u>New systems are promoted through the existing extension system</u></p> <p>4.1 Survey existing extension system for agriculture and aquaculture technologies</p> <p>4.2 Produce extension materials related to new agricultural and aquacultural system</p> <p>4.3 Train extension officers at district extension stations in coordination with provincial extension entities, research and development institute and the implementing agency</p> <p>4.4 Supervise district extension officers carry out further extension to clientele farmers</p> <p>4.5 Monitor the improvement of agricultural and aquacultural system at sites</p> <p>4.6 Provide technical guidance to participating farmer</p> | <p>3) Materials/Equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> - Audio visual equipment (extension) 1 unit - Office equipment (copy machine etc.) 1 unit - Computer software (GIS etc.) 4 unit - Vehicle 2 units <p>4) Training Courses</p> <ul style="list-style-type: none"> - Training of provincial officers 30 officers/time (2 times/year) - Third country training 10 officers/time (2 times/year) - International training 2 officers/time (6 months) <p>5) Others</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operation cost as required <p><u>Vietnamese Government</u></p> <p>1) Counterpart personnel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Land use planning (fulltime) 2 officers - Agricultural research (part-time) 4 officers - Extension officers 30 officers/province <p>2) Facilities</p> <ul style="list-style-type: none"> - Office space 1 unit - Farm plots for pilot activities 4 unit/district <p>3) Others</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operation cost as required - Tax exemption as required | <p>Preconditions</p> <ul style="list-style-type: none"> - Project implementation is approved by related departments/agencies/organizations. - Production of paddy and brackish aquacultural commodities are kept as higher priority - Necessary infrastructure, such as sluice for saline water control, is well maintained and operated |
|--|---|--|

| | | |
|---|--|--|
| <p>households</p> <p>4.7 Evaluate effectiveness and applicability of introduced technologies</p> <p>5. <u>An entire process is systematized as an improved extension system oriented to CC</u></p> <p>5.1 Extension materials are finalized based on feedback from participants</p> <p>5.2 An extension model is prepared as a guideline for agricultural and aquacultural production under changing environment associated with climate change</p> <p>6. <u>Productions of agricultural and aquacultural commodities are secured along with the government policy</u></p> <p>6.1 Production of paddy and shrimp are kept as it was before the area was affected by the climate change issues</p> | | |
|---|--|--|

Plan of Operation _Ver.0.1
 Cropping System Improvement Program toward Climate Change

| Activities | PERIOD (2014-2019) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Remarks | | | | |
|--|--------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|---------|--|--|--|--|
| | 2014 | | | | 2015 | | | | 2016 | | | | 2017 | | | | 2018 | | | | 2019 | | | | | | | | |
| | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | | | | | |
| 0. Preparation of the project 0-1: Long-term experts are dispatched 0-2: Project office is set up 0-3: Necessary materials are procured and put in place 0-4: Joint committee is established 0-5: Short-term experts are dispatched 0-6: Joint committee meeting is carried out 0-7: Monitoring is done | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Vulnerable areas where CC issues have already become apparent are identified 1-1: Review existing documents concerning climate change issues 1-2: Select pilot provinces where climate change issues are urgent 1-3: Study needs of farmer households to clarify the significance of CC issues and their impacts to the livelihood of target areas 1-4: Confirm existing policy of target provinces 1-5: Confirm the issues with related agencies including DARD 1-6: Select target districts | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Improved agricultural systems are established, which are suited to features caused by CC 2-1: Identify useful technologies for agricultural and aquacultural production 2-2: Validate applicability of new technologies | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. New systems are put in the land use plan in accordance with the progress of CC 3-1: Modify agricultural and aquacultural land use plan according to the progress of climate change issues 3-2: Make agreement with agencies concerned and target farmer groups 3-3: Make a strategic plan of technology dissemination in accordance with the land use plan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. New systems are promoted through the existing extension system 4-1: Survey existing extension system for agriculture and aquaculture technologies 4-2: Produce extension materials related to new agricultural and aquacultural system 4-3: Train extension officers at provincial extension stations 4-4: Supervise provincial extension officers carry out further extension to district extension officers and clientele farmers 4-5: Monitor the improvement of agricultural and aquacultural system at sites 4-6: Provide technical guidance to participating farmer households 4-7: Evaluate effectiveness and applicability of introduced technologies | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. An entire process is systematized as an improved extension system oriented to CC 5-1: Extension materials are finalized based on feedback from participants 5-2: An extension model is prepared as a guideline for agricultural and aquacultural production under changing environment associated with climate change | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. Productions of agricultural and aquacultural commodities are secured along with the government policy 6-1: Extension is carried out in other areas using extension materials prepared | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

CC: Climate Change

第4章 提言

プロジェクトを確実に実施するため、いくつかの課題についてプロジェクト活動開始前に対処する必要がある。プロジェクトの承認と実施に向けて、また、実施段階での対応も含めて、これらの課題を下記に提言としてまとめる。

- ✓ 予測できない気候変動：本プロジェクトは、塩水侵入増加のような予測される気候変動によって生じる農業生態学的な変化に対処することを目的としている。しかしながら、気候変動の範囲と程度は、世界の複雑な要因が関連しているため、正確に予測することは困難である。従って、プロジェクトの妥当性を保持するため、特定プロジェクト地域の選定は慎重になされなければならない。具体的には、気候変動課題が既に問題化しており、それに対して農水産システムが未だ不適合な地域が選ばれるべきである。この様な過程を経ることで、他の地域でも、気候変動の実際の経過に従って同様のアプローチを適用していくことが可能となる。
- ✓ インフラ開発プロジェクトとの調和：生産システムの変更には水管理の変更を伴う。一般的に、稲作と汽水エビ養殖とでは水管理が全く異なり、前者は淡水を必要とし、後者は汽水を必要とする。こうした背景を踏まえた上で適切な汽水管理を行うためには、水利構造物の整備が不可欠であり、これに関しては、防潮水門建設プロジェクト、淡水取水プロジェクト、浚渫などによる水路システムの改善などの他の開発プロジェクトとの連携を図るべきである。
- ✓ 汽水エビ養殖における環境問題：本プロジェクトでは、稲作から汽水エビ養殖への作付システムの転換を適用可能な地域で実施することを想定している。しかし、エビ養殖は大規模かつ集約体系である程、病気のリスクが高い。それ故、汽水エビ養殖体系を導入する際には、事前に病気の管理と予防に関する情報の収集と分析が必要であり、その結果を計画過程に反映させるべきである。
- ✓ エビ養殖における供給システムの考察：エビ養殖のような特定製品の生産システム拡大を行おうという場合、周辺環境の整備も必要となる。例えば、エビ養殖面積を拡大させるには、それに必要な稚エビ供給システム、集荷場所や道路網や市場などの整備拡充が必要となる。
- ✓ 最新技術の適用：気候変動問題に対処するためには、最新技術の適用が不可欠である。例えば、早生品種や耐塩性品種、まだ気温が低い早朝に開花する品種など、稲の新品種の導入は効果的である。コメに関する技術革新はベトナム政府によって実行されているが、特に技術面にて更なる支援を行うことはプロジェクトで適用される選択肢を広げることとなる。従って、最新技術の適用を踏まえて他の技術協力との組合せも考慮すべきである。

パート V

メコンデルタにおける 流水管理能力向上 プロジェクト

第1章 序論

本報告書では、メコンデルタ沿岸地域における持続的農業農村開発に関し、1章から3章で包括的プロジェクト案について、3.3章よりドナーによる技術協力プロジェクトについて記載する。

1.1 プロジェクト概要

1.1.1 国家計画

1) 国家開発計画（農業農村開発 2011-2015）

ベトナムの5ヵ年社会経済開発計画 2011-2015における国家開発計画を見ると、全ての開発セクターは政府機関が対応している。計画によると、農業農村開発計画 2011-2015のセクションはプロジェクト案の関連部門が担当し、農業農村開発セクターの主目的は持続的開発の達成、農村特に貧困者の生活改善、適切な資源や環境の保護が挙げられる。

このセクターは農業、水産、畜産、園芸などの活動を擁し、これらの内、農業セクターでは国内外の需要に応じた有益品の開発と国内食糧安全保障を目的としている。優先プロジェクトとして1) 国家食糧安全保障プログラム、2) 営農パターン移行プログラム、3) 病虫害対策プログラムがあり、以下に最初の2プログラムについて述べる。

優先プログラムの一つである国家食糧安全保障プログラムの目的は、3.8百万ヘクタールの稲作栽培、灌漑条件に応じた水資源開発への投資、改良種子開発における研究開発支援、増産のための新技術の農家普及活動、収穫後の技術開発である。また、計画では大きな生産地域である東南地方の中央高地とメコンデルタの2つのデルタ地域でのコメ生産と高収量を望む作付パターンを奨励している。2015年のコメ生産は4~4.5百万トンの輸出を含む40百万トンを目標としている。

営農パターン移行プログラムでは、コメ、コーヒー、カシューナッツ、コショウ、茶、ゴム、熱帯果樹、野菜などの有益作物生産を推奨し、これら産物の国内外市場における競争力を強化している。プログラムの目標では、食用作物の栽培面積を8.23百万ヘクタール、これによる収量46.3百万トンとし、この内コメは7.0百万ヘクタール40百万トンの収量、マメと野菜は1.09ヘクタールで15百万トンの収量、平均世帯当たり生産量は161kg/世帯/年を目標としている。果樹は2015年に50,000ヘクタール増大させて総面積850,000ヘクタールとすることが目標である。

水産業開発セクターでは水産業の総面積を1,110,000ヘクタール（2010年）から1,120,000ヘクタール（2015年）、総生産量を4,800,000トンから6,000,000トン（125%）、総海洋漁業生産量を2,200,000トンから2,350,000トン（107%）、輸出額を5,000百万US\$から7,000百万US\$（140%）に増大させることを指標としている。輸出は2015年までに経済評価で40%増大させることを目標としている。実際、水産生産物の60%は安全で衛生的な基準プロセスを遵守して200カ国へ輸出されている。

水産業開発セクターは技術のアップグレード、海洋漁業開発を目標としており、さらに、淡水、汽水、塩水における水産業開発の継続と稚エビ50億、稚魚25億を確保することを掲げている。養殖面積は1.12百万ヘクタール、生産量は2010年の2.60百万トンから2015年に3.65百万トンへ増大させることが目標である。特にtigerエビ、white-legエビ、ナマズを増産ターゲットとしている。

上記農業農村開発計画 2011-2015では特に気候変動について述べられていないが、特に対応策は講じられておらず、そのような状況で、40百万トンのコメ生産量という目標の達成は厳しいも

のがある。従って、本プロジェクトによる灌漑水を含む表流水の制御はコメ生産を確実なものに導く基本的な技術の構築であり、国家開発計画の基幹をなすものである。

1.1.2 気候変動対応国家目標プログラム (NTP-RCC)

気候変動対応国家目標プログラム (NTP-RCC) は 2008 年 12 月 2 日に閣議承認され、特定期間における地域的気候変動の影響評価、ベトナムの持続的開発を保持した短期的・長期的な気候変動適応行動計画の開発、などの戦略的目標が挙げられている。NTP-RCC は自然資源環境省と関連機関や研究所との連携により実施される。

NTP-RCC における気候変動適応に掛るタスクは、全てのセクターレベルにおける開発戦略、プログラム、計画において実施効力のある法的文書や政策として組込まれるべきものである。NTP-RCC は第 1 フェーズ (2009-2010) 始動、第 2 フェーズ (2011-2015) 実施、第 3 フェーズ (2015 年以降) は開発の 3 フェーズによる実施が計画されている。

目標達成のため、気候変動の程度や影響の評価、気候変動適応対策の確認、人的資源開発、国際協力の増強など 9 つのタスクがある。これらの内、タスク 8 は気候変動適応について地域やセクター、省庁におけるアクションプランにおいて述べられている。また、MARD も気候変動適応について農業農村開発セクターにおけるアクションプランを策定している。

1.1.3 農業農村開発におけるアクションプランフレームワーク (2008-2020)

気候変動適応対策プログラム (NTP-RCC) のタスク 8 によると、MARD は農業農村開発計画 2008-2020 において、気候変動の適応と緩和のためのアクションプランフレームワークを策定した。負のインパクトを最小減に抑えるため気候変動適応緩和能力、農業農村開発セクターの持続的開発の強化を目標としている。

目標遂行に当たる 7 つの具体的目標について挙げる。1) セクターでの開発プログラムにおける気候変動調和政策システムの開発、2) アクションプランと気候変動被害地域の政策支援の開発、3) 気候変動予測と研究能力の強化、4) 国際協力の強化、5) 人的資源開発、6) 関連ステークホルダーの意識強化、7) 気候変動緩和適応の実施に当たる農村への便益分与の確保。

1.1.4 メコンデルタの概要

メコンデルタはカンボジアとベトナムの領内を含み、約 5.9 百万 ha の面積を有するが、ベトナム領内は約 3.9 百万 ha の面積となる。12 の省に 18.6 百万人が暮らし、その 76% における主な収入は農業部門から得られている。ベトナムにおけるメコンデルタは、大きく 3 地域に分割され、東側 (Tien 河からホーチミン市まで)、中央部 (Tien 河から Hau 河)、西側 (Hau 河からタイ湾まで) である。

東側は、以前、酸性土壌のため農業には不向きと考えられていたが、技術の向上により現在では園芸作物とコメの生産拠点として生まれ変わっている。中央部は、堆積土の豊かな土壌により農業の適地である一方で、また急激な都市化も生じている。西側は、多様な農業が営まれ、上流部は a) 洪水氾濫原 (Long Xuyen Quadrangle および Bay Nui 地方)、b) 肥沃な土壌を持つ中流部 (Trans-Basac 低地)、c) 塩水の侵入が多く淡水が不足している南部 (Ca Mau 半島) である。

メコンデルタは、ベトナムの農業において 40% の GDP を占める重要な地帯であり、多くの農業生産物は輸出に回され、全国のコメ生産の 52% を占めるとともに、果樹では 65%、水産部門では 60% の生産を誇る。過去 10 年では、工業およびツーリズムが発展を見せている。

1.1.5 制約と問題

1) 気候と海水面に関する事項

長期観測データによると、メコンデルタの気温は地球温暖化の影響を受け、過去 30 年間に於いて年平均気温で 0.7 度の上昇が認められる。しかし、平均年間日射時間は過去 30 年間でおよそ 500 時間（20%）の減少傾向であり、また、降雨量は測候所や期間によって異なるが減少傾向となっている。East Sea、West Sea、メコン河沿いでの海水面標高について、全 3 ヶ所にて上昇が確認された（過去 30 年間で 15cm の上昇、即ち、10 年で 5cm の上昇）。海面上昇の過去の傾向を下表に示す。

表 1.1.1 メコンデルタにおける海面上昇の過去の傾向

| Indicator | Trend | Measuring Stations | Period |
|-----------------------|--|--|----------------|
| Temperature | Annual mean: Increased by 0.7 degree Celsius Mean maximum: Increased by 1.0 degree Celsius Mean minimum: Increased by 1.0 degree Celsius | Vung Tau, Can Tho, Ca Mau, Rach Gia | 1978-2009/2010 |
| Annual Sunshine hours | Decreased by about 500 hours, accounting for 20% of original hours | Can Tho, Ca Mau, Rach Gia | 1978-2009/2010 |
| Evaporation | Increased in Vung Tau and Can Tho Decreased in Ca Mau and Rach Gia (Annual value ranges 800-1,400mm) | Vung Tau, Can Tho, Ca Mau, Rach Gia | 1978-2009/2010 |
| Rainfall | Increased in Ca Mau, Rach Gia and My Tho Little decreased in Ca Mau, Vun Tao (Can Tho alone increased during 1910-2010) | Can Tho, Ca Mau, Rach Gia, My Tho, Vun Tao | 1978-2010 |
| Water level | Increased by 15 cm over 30 years (5 cm per decade) | Vung Tau, Rach Gia, Can Tho | 1982-2009/2011 |

出典：JICA 調査団（2012）

これら全ての気候変動の結果として、現実には様々なことが起こるが、実際の観測結果が常に得られるとは限らない。例えば、特に沿岸部では塩水侵入などによる作物と水産物の生産量減少、果樹の矮小化、コメ被害などが起こる。このような塩水侵入が頻繁に起こる地域では、多くの農家は稲作からエビ養殖へと転換している。

他方、塩水侵入が時々起こるような地域では、イネは度々高濃度の塩水が水路へ侵入する被害を受ける。塩水侵入のリスクは人的ファクターにもよっても起こる。：2010 年、ゲート調節の遅れによりコメ収量の 70%（8,000 ヘクタール）、また Tra Vinh 省では 30%～70%（約 3,000 ヘクタール）の損失が生じた。よって、気候変動対策は急務であると言える。

2) 気候変動予測

GCM モデル（大気循環モデル）と PRECIS モデル（地域気候変動高分析シミュレーションモデル）による気候変動予測では、年間平均気温（1980～1999）は 2050 年までに約 1 度の上昇、特に気温上昇は稲作栽培が主に行われる雨期に上昇することが見込まれる。10 月の月間降雨量は 2020 年に 15%(B1 シナリオ)、20%(B2 シナリオ)、30%(A2 シナリオ)増加すると予測される。

他方、年間平均降雨量は A2 シナリオでおよそ 3.0%（2050 年）の増加、最高海水面標高は A2 シナリオで 31cm（2050 年）、103cm（2100 年）上昇が見込まれる。全てのシナリオが 2100 年までに上昇傾向を予測している。

表 1.1.2 メコンデルタにおける気候変動の過去の傾向

| Indicator | Simulation Result |
|------------------------|---|
| Annual temperature | - Increase by 1.0 degree Celsius by 2050 (A2, B1, B2) - Increase by 1.4 to 2.7 degree Celsius by 2100(A2, B1, B2) |
| Monthly temperature | - Increase 1.2 (B1), 1.3 (B2) and 1.4 (A2) degree Celsius by 2050 during rainy season - Increase 0.6 (B1), 0.7 (B2) and 0.8 (A2) degree Celsius by 2050 during dry season |
| Annual rainfall | - Increase the biggest at A2 scenario at 3.0% by 2050 and 7.0% by 2100 |
| Monthly rainfall | - Decrease during dry season - Increase during rainy season (July and October) - As mean rainfall in October, increase by 15% (B1), 20% (B2), and 30% (A2) by year 2100 |
| Sea level | - Increase by 31 cm by 2050 and 103 cm by 2100 (A2: biggest) - Increase by 28 cm by 2050 and 79 cm by 2100 (B2: medium) - Increase by 27 cm by 2050 and 70 cm by 2100 (B1: least) - Trend of all scenario is exponential until around year 2100 |
| Mekong River Discharge | (Given no development project upstream) - In dry season, remain the same by 2050 as the average discharge during 1991-2000 (B2 and A2), having stronger tendency to increase from beginning to the end of the season. - In rain season, no clear tendency observed, having bigger discharge after September, as compared to the average discharge during 1991-2000 (Given development project in catchment areas) - In dry season (March to April), increase by 70% from 2,300-2,400 m ³ /s during 1991-2000 to 4,000 m ³ /s by 2050 due to the effect of hydropower dams that release water during dry season. |

出典：JICA 調査団 (2012)

3) 農水産業における制約と問題

気候変動による様々な被害の発生が予測され、以下に農家が直面する問題や制約など代表的な問題を述べる。

a) 気温上昇による減収：イネの栄養生長期に極めて高温となる場合、分けつの減少や受精に負の影響が生じる。31～33℃の間で1℃気温が増加すると、大よそ 0.57 トン/ha の収量が減少することになる。結果として、現在の冬-春稲の収量である 4.5～4.9 トン/ha 程度から 2050 年に 3.8 – 4.2 トン/ha (12 – 18%) に減収する見込みである。

b) 塩水侵入による被害：最も塩水侵入の影響を受けているのは Bac Lieu 省と Ca Mau 省であり、かなりの範囲で塩分濃度が 20 g/L (20,000 PPM) を超えている。メコン河の渇水流量の被害があると、コメと果樹は経済価値で見た場合に大きな損害を受ける。例えば、Ben Tre 省の損害は、3,000 億から 7,000 億 VND 以上となる。さらに、塩水侵入によるコメの損害は既に沿岸地域では重要事項となっている。

c) 洪水による被害：洪水及び湛水レベルは 9 月と 10 月にピークを迎える。海岸域においては洪水はさほど深刻ではなく、Tien Giang 省と Kien Giang 省では湛水の影響がある。最も影響を受ける作物は、予想されたとおり野菜であり、コメ、果樹、エビへと続く。一般的に果樹のほうがコメよりも湛水に影響されやすいが、果物は大抵比較的高い土地で栽培されるため、コメは洪水の影響を受けやすい。

d) 塩水侵入と洪水損害：雨期の塩水侵入と乾期の洪水が 2050 年に起こると想定すると、コメ、野菜、果樹、樹木、エビの平均生産量における損害は平均 30% (36,000 億 VND から 120,000 億

VND) と予測されている。

メコンデルタ沿岸における農業・水産業は気候変動による被害が既に起こっている、また起こることが予測されている危険な状況にあると言える。

4) 水利用における制約と問題

メコンデルタにおいて、コメ栽培には淡水が必要であるが、汽水エビの養殖には塩水を必要とするため、両者の間で争いがしばしば生じる。Ca Mau を例にとれば、下記の図に示したように紫色の部分はエビ養殖、淡黄色の部分は稲作である。赤色の破線は省の境界を示しており、青色は淡水を取水する主要水路、緑色は塩水を取水する主要水路を表している。エビ養殖は Ca Mau 省、Bac Lieu 省と Soc Trang 省の3省にわたって分布している。稲作も同じ3省にわたって分布している。問題は省のエリアによって異なるゲートオペレーションの影響を受ける地区である。

これらの現状に加えて、以下の点についても課題が指摘される。

- a) MARD および DARD における水位および水質に関する情報収集が不十分である。また DARD 及び MARD において、収集された情報が共有されないため、状況に応じた水門のゲート操作ができないことが生じるため、情報の共有が求められる。
- b) 先に述べた稲作農家とエビ養殖農家との水争いについて、より細かな水門のゲート操作が求められる。
- c) 広範囲な農薬使用による人体への健康被害およびエビへの影響などが考えられるため、水質における現状把握が必要である。
- d) 社会経済開発戦略にも示されているとおり、今後の工業化と農産加工の発展が想定されるが、工業用に淡水が使用された後に、工場からの排水が水路に流入することが懸念される。水質が把握できるシステムと、排水が一定の方向に流れるようなゲート操作が必要である。

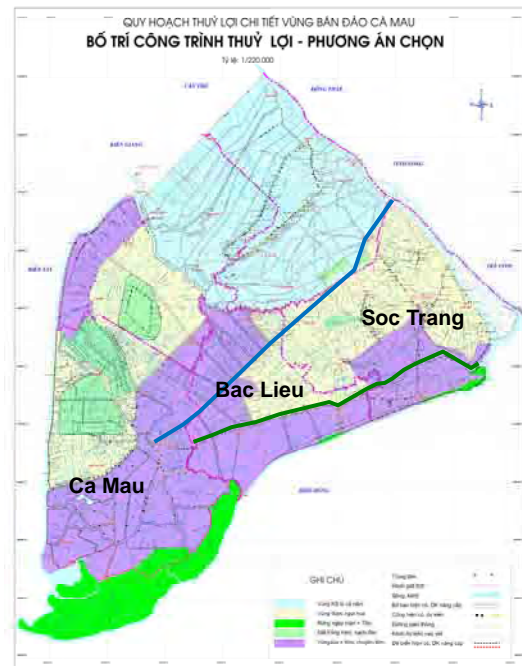


図 1.1.1 Ca Mau 周辺における水田地域とエビ養殖地域。出典：調査団

5) 表流水管理に関わる制約と問題

メコンデルタにおける水位と水質に関しては、MONRE が担当官庁であり、省における水気象センターが観測を実施し、南部のセンターを経由して国の水気象サービスに報告する仕組みになっている。

水利構造物の運用と管理については、MARD が担当官庁であるため、水門の操作の際には水位と水中塩分濃度に関する情報を必要とする。各省の傘下にある水資源管理会社（DARD が監督官庁）がそれらの観測をすることになっているが、この情報を省として集約できる構造ができていない。

また、それらの情報を省を跨いで共有する構造ができておらず、地域全体を見通した水管理が出来ない。従って、省をつないだ地方レベルでの水管理のために、地域の水位、水質に関する測定とモニタリングが可能な構造が必要とされる。

1.2 プロジェクト構成

このプロジェクトは、農業農村開発における政治目標に従って、将来気候変動の負の影響によって生じると考えられる損失を避けることを目的としている。一般的に、気候変動によって塩水侵入、気温上昇、淡水不足、天候不順などが現在の農村生活に負の影響を与えることが考えられる。結果として、アグロエコロジカルな地域を維持することは困難な状況となるかもしれない。

一般的に、これらの問題は防潮堤、堰、水路などの構造的対策が取られるが、気候変動の正確な時期や現象は明確とはならず、大規模投資プロジェクトとして優先度を高くすることは難しい状況にある。それ故、構造的対策をより効果的とするために、このプロジェクトでは気候変動適応水管理システムという非構造的対策に着目する。

1.2.1 上位目標、目的、成果、活動、及び投入

1) 上位目標

本プロジェクトにおける上位目標は、メコンデルタにおける表流水が、関係機関の協調により、地域発展戦略に沿って、適切に把握・管理されることである。つまり、メコンデルタにおける表流水が、関係機関の協調によって適切に把握・管理され、農業生産に貢献するだけでなく、地域の社会・経済の発展に貢献し、ひいては、地域住民の生活向上に資することである。

2) 目的

本プロジェクトは、MARD の傘下にある SIWRP が開発した流水管理システムを活用し、効果的な淡水利用のための水門操作がなされることである。流水管理システムには、以下の 3 項目が含まれる。

- a) 現場における科学的な手法に基づいた水位・水質に関するデータ収集
- b) 流水管理計画の策定とパイロット地区での水門操作による検証
- c) 関係者への研修を伴った流水管理システムの構築

3) 成果

本プロジェクトの終了後には以下の 4 つの成果が期待される。

- 1) 成果 1： 現地調査及び解析に基づき、当該エリアにおける水位と塩分が測定される。
- 2) 成果 2： 現地調査及び解析に基づき、流水管理計画が策定される。
- 3) 成果 3： 流水管理計画が実際のゲート操作運用に用いられ、塩水侵入を防ぎ、淡水が効果的に取水できるかが検証される
- 4) 成果 4： 検証に基づき訓練計画を含む流水管理計画が策定される。

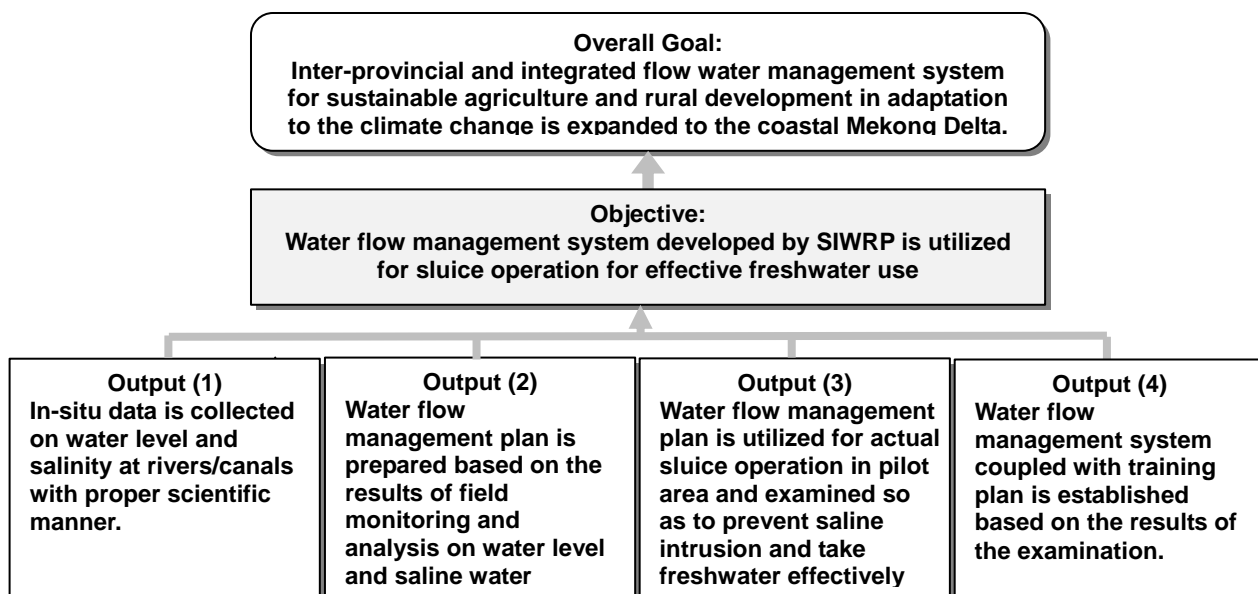


図 1.2.1 上位目標、目的、成果、活動、及び投入

4) 活動

前述した成果に対応した活動リストを以下に示す。

成果 1 に関して、以下の活動が求められる。

- 1-1 SIWRP が水門を域内に含むパイロット地区を選定する。
- 1-2 SIWRP が水位および水質のモニタリング地点を選定する。
- 1-3 SIWRP がマスカーブを用いてその地方の水路の流量を検証する。
- 1-4 SIWRP が水位及び水質に必要とされるモニタリング間隔を決定する。

成果 2 に関して、以下の活動が求められる。

- 2-1 SIWRP がパイロット地区での測定に基づき、流水及び塩分侵入の解析を実施する。
- 2-2 SIWRP が解析結果をパイロット地区での測定結果と照らし合わせ、測定と解析との整合を図る。
- 2-3 SIWRP が水門のモデル解析を実施し、水門の操作計画を策定する。
- 2-4 SIWRP が現地測定結果と解析結果に基づいた水門を用いた流水管理計画を策定する。

成果 3 に関して、以下の活動が求められる。

- 3-1 SIWRP がパイロット地区で水資源管理会社と共に水門操作を実施する。
- 3-2 SIWRP が流水管理計画を検証し、見直しを実施する。

成果 4 に関して、以下の活動が求められる。

- 4-1 SIWRP がメコンデルタにおける流水管理システムを作成する。
- 4-2 SIWRP が流水管理訓練計画を策定する。

5) 投入

プロジェクトでは高い技術運営が求められることから、ドナー関係国に加えてベトナム政府自身による技術協力が求められる。原則として、技術移転はプロジェクトの実施に係るカウンターパートによって行われるものとし、ドナーから長期・短期的に全プロジェクトのフレームワークや技術ガイドの作成、関係機関との調整などの経験豊富な専門家の配置が必要である。

1.2.2 実施機関とステアリングコミッティー

本プロジェクトでは南部水資源計画研究所（SIWRP）を実施機関としている。Southern Institute of Water Resources Planning は以前 Sub-institute for Water Resources Planning であった。水資源省、つまり現在の農村振興省（Ministry of Agriculture & Rural Development (MARD)）により 1977 年 9 月 20 日「Decision 964/QĐ-TC.B2」により創設された機関である。

また、ステアリングコミッティーとしては、まず、MARD、MONRE、及び JICA で構成される JCC は中央レベルとしてハノイに設立される。大抵の水資源管理計画が MARD、MONRE からの了承を必要としている。JCC はプロジェクトの許可と政策に一致しているプロジェクト活動を調整する責任がある。たとえば、提案された水資源管理計画の変更を JCC に提出すべきであり、同時に計画を了承すべきである。

1.2.3 ターゲットグループ

プロジェクトの主たる目的は、水資源情報に関して情報収集を実際の水門操作に役立てるものであることから、ターゲットグループとしては水資源管理に関係する DARD、DoNRE、水資源管理会社などの職員がその対象となる。

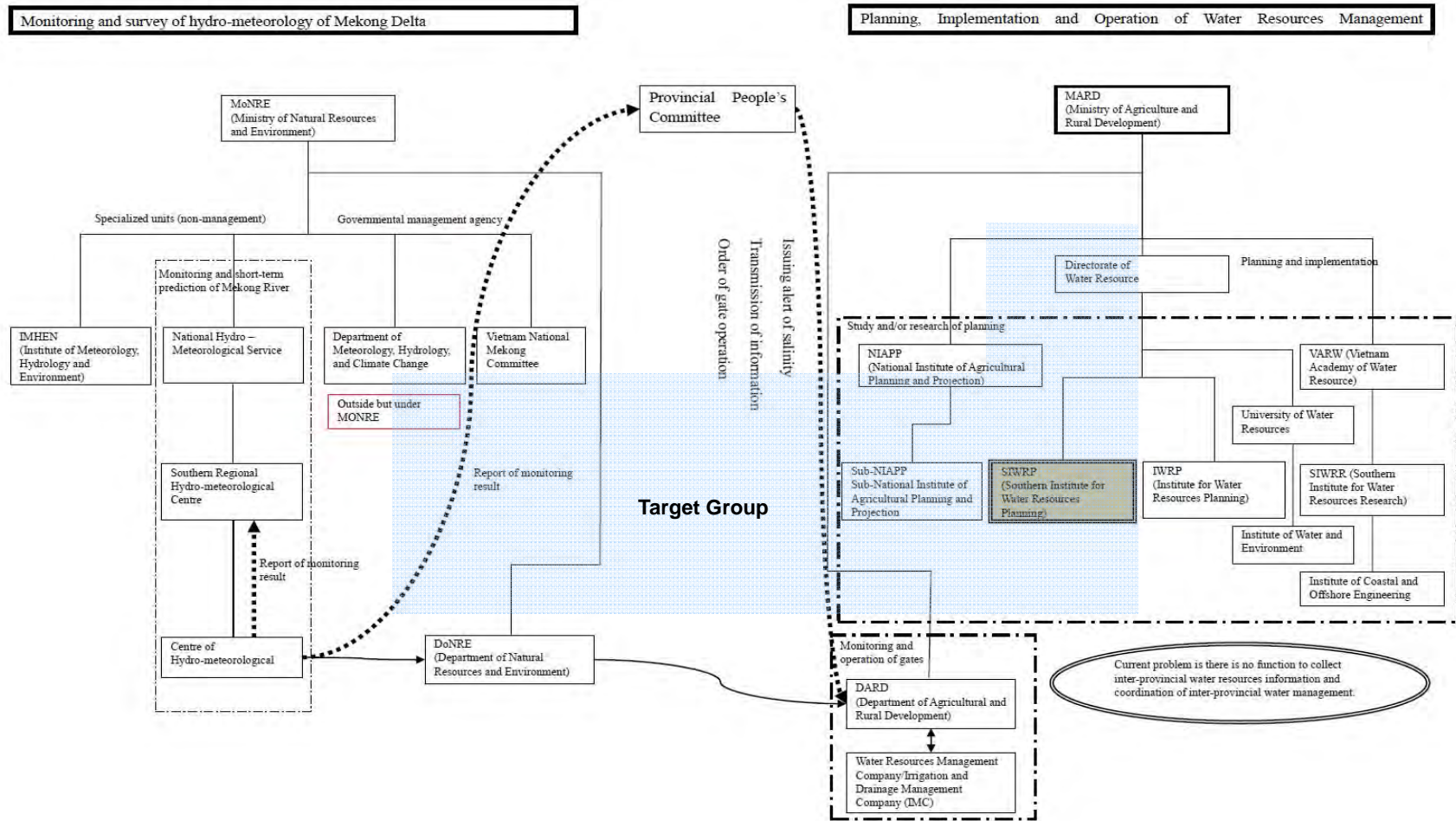


図 1.2.2 プロジェクト関連政府機関

第2章 対象地域と気候変動

2.1 対象地域の概況

メコンデルタはベトナム国の米所と呼ばれる一方、それぞれの地域の特色に基づいた稲作、果樹、養殖漁業が連携した多様な農業が営まれている。コメの二期作や三期作が行われる一方、沿岸部では汽水エビの養殖や、エビ養殖－水稻のローテーションが組まれている。ここではメコンデルタの一般状況と農業について述べる。

2.1.1 調査対象地域および人口

1) 地象

本件調査対象地域は、メコンデルタ沿岸に位置する Tien Giang 省、Ben Tre 省、Tra Vinh 省、Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Ca Mau 省、そして Kien Giang 省の7省である。これらの地域は、北緯8度20分~11度00分から東緯103度50分~106度45分に広がっている。また、メコンデルタは非常に平坦な地形をしており、一部の地域を除いて平均標高は0.7~1.2mとなっている。カンボジアとの国境地域では若干高く2.0m~4.0m、中央の平野部に向かうにつれて1.0~1.5mへと低下し、沿岸部ではわずかに標高0.3m~0.7mとなる。よって、沿岸部では乾季に海水の侵入の影響を受けやすい。

2) 面積、人口、人口密度

表 2.1.1 に地域別およびメコンデルタにおける省別の面積と人口データを纏める。また、図 2.1.1 は省別の人口と面積を、図 2.1.2 は人口密度と人口増加率をそれぞれグラフ化したものである。対象地域内で最も人口が少ないのが Bac Lieu 省の 867,800 人、最も多いのが Kien Giang 省の 1,700,000 人である。面積については、Tra Vinh 省の 2,295km² が最も小さく、Kien Giang 省の 6,346km² が最も大きな面積を呈している。

調査対象地域の総人口は 907 万人であり、これはメコンデルタ全体の約 52% を占めている。総面積は 24,631km² であるが、これはメコンデルタ全体の約 61% を占めている。人口密度は 366 人/km² に達し、全国平均の 263 人/km² と比べると比較的高いといえる。逆に人口増加率は低く、平均すると 0.51% である。対する全国レベルの人口増加率は 1.05% であり、北部中央地域と中部沿岸地域を除いた地域は、いずれもメコンデルタの人口増加率を上回っている。このことから、ベトナム国内において、メコンデルタは人口密度は高いものの既に人口増加率自体は低い地域だといえる。

このような人口増加率の特長は、メコンデルタにおける人々の移住傾向と大きな関係がある。表 2.1.1 に示す通り、調査対象地域7省の総移動率は年間あたり -10.1% となっており、メコンデルタ全体でも年間あたり -8.4% と人々が流出している傾向にある。この背景には、ホーチミンといった都市部やホーチミン北部に位置する Binh Duong 省の工業地区にメコンデルタの人口が流出していることが要因としてあげられる。

表 2.1.1 対象地域における人口、面積、人口密度、人口増加率、総移動数の比較

| Province/ Region | Rural Districts | Population (2010) | Area, km ² | Pop. Density, P/km ² | Pop. Growth Rate, % | Net-migration |
|------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|---------------|
| Tien Giang | 8 | 1,677,000 | 2,484 | 675 | 0.25 | -0.2 |
| Ben Tre | 8 | 1,256,700 | 2,360 | 532 | 0.05 | -12.9 |
| Tra Vinh | 7 | 1,005,900 | 2,295 | 438 | 0.27 | -4.1 |
| Soc Trang | 10 | 1,300,800 | 3,312 | 393 | 0.59 | -10.0 |
| Bac Lieu | 6 | 867,800 | 2,502 | 347 | 1.28 | -10.6 |
| Ca Mau | 8 | 1,212,100 | 5,332 | 227 | 0.41 | -27.3 |
| Kien Giang | 13 | 1,703,500 | 6,346 | 268 | 0.89 | -8.7 |

| Province/ Region | Rural Districts | Population (2010) | Area, km2 | Pop. Density, P/km2 | Pop. Growth Rate, % | Net-migration |
|--|-----------------|-------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------|
| Total/Average: the Project Area | 60 | 9,023,800 | 24,631 | 366 | 0.51 | -10.1 |
| An Giang | 8 | 2,149,500 | 3,537 | 608 | 0.09 | -8.3 |
| Can Tho | 4 | 1,197,100 | 1,402 | 854 | 0.71 | -1.7 |
| Hau Giang | 5 | 758,600 | 1,601 | 474 | 0.09 | -6.9 |
| Vinh Long | 7 | 1,026,500 | 1,479 | 694 | 0.14 | -13.4 |
| Dong Thap | 9 | 1,670,500 | 3,375 | 495 | 0.23 | -6.7 |
| Long An | 13 | 1,446,200 | 4,494 | 322 | 0.69 | -3.5 |
| Total/Average: Mekong Delta | 106 | 17,272,200 | 40,519 | 426 | 0.42 | -8.4 |
| Red River Delta | 95 | 19,770,000 | 21,063 | 939 | 0.77 | 0.5 |
| N. Midlands & Mountain | 119 | 11,169,300 | 95,339 | 117 | 0.87 | -3.9 |
| N. Central & Central Coastal | 140 | 18,935,500 | 95,885 | 197 | 0.42 | -5.7 |
| Central Highlands | 52 | 5,214,200 | 54,641 | 95 | 1.66 | -0.3 |
| South East (including HCM) | 41 | 17,272,200 | 40,519 | 426 | 2.95 | 19.9 |
| Whole Country | 553 | 86,927,700 | 331,051 | 263 | 1.05 | - |

Source: Statistical Year Book of Vietnam 2010 (General Statistics Office of Vietnam)

2.1.2 気象および水文環境

1) 気温

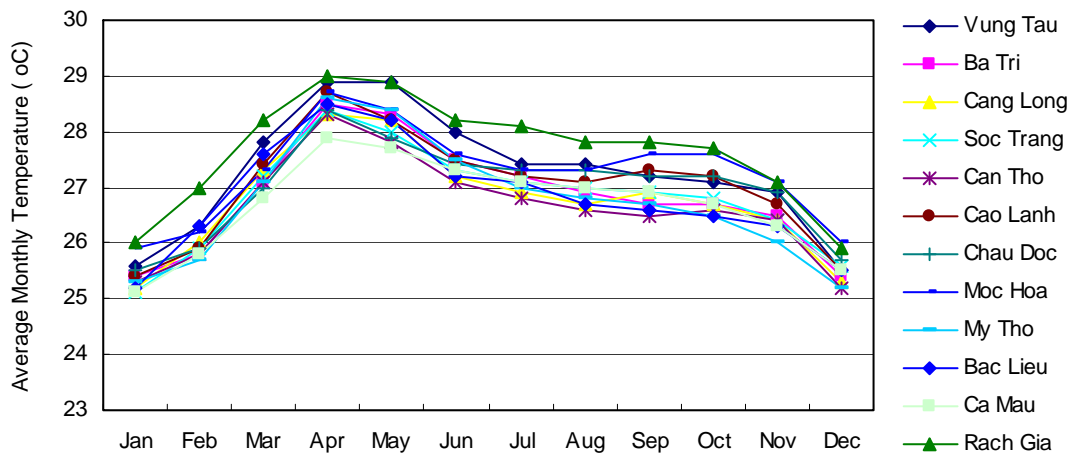


図 2.1.1 メコンデルタの主要地における月間平均気温

出典: Southern Institute for Water Resources (データ記録 1978-2010 年、例外有り)

メコンデルタの気温は年間平均約 27°C と、ベトナムの他の地域よりも比較的高い。デルタ地域の東部では、南西部（沿岸部と Vung Tau を除く）に比べると 0.4°C 以上年間平均気温が下がるといわれている。Kien Giang 省の省都である Rach Gia の 27.6°C が最も高い年平均気温であり、逆に Ca Mau 省の省都 Ca Mau 市の 26.7°C が最も低い年平均気温となっている。

最も高い月間平均気温は 28°C から 29°C の間で、雨期が始まる直前の 4 月が最も気温が高い月となる。最も気温が下がるのは 12 月となるが、気温が最も上がる 4 月と比べると、その差は約 3°C しかない。また、日中の気温は地域によって異なるが、およそ 6°C から 10°C の範囲で変化する。

2) 雨量

メコンデルタにおける雨量観測所は地域全体に設置されているものの、観測年は統一されていない。メコンデルタの場合、1年を2シーズンに分けることができるが、5月～11月が雨期と12月～翌年4月が乾期となる。年間平均雨量は1,300mmから2,300mmで、Kieng Giang省の西のタイ湾に位置するPhu Quoc島で年間最大雨量3,067mmを記録しており、本島ではCa Mau省の2,366mmが最大となる。また、北東部および内陸部の雨量はやや少なく年降水量1,350mm程度となっている(図2.1.4)。確率降雨量は、75%の確率でメコンデルタ全体における年間総雨量が1,200mm～1,400mm、また最も多い所でCa Mau市およびRach Gia市西部の1,800mm～2,000mm、最も低い所でTien Giang省Go Cong市の900mm～1,000mmとなっている。

図2.1.5はメコンデルタの主要な18観測所における月間平均雨量を示している。図に示す通り、5月から雨量は増え続け10月で最大となる。その後、急激に雨量は減り、2月に最小となる。この雨量分布から、年間降雨量の約90%は雨期に集中しており、乾期は年間雨量の10%に過ぎないということが分かる。

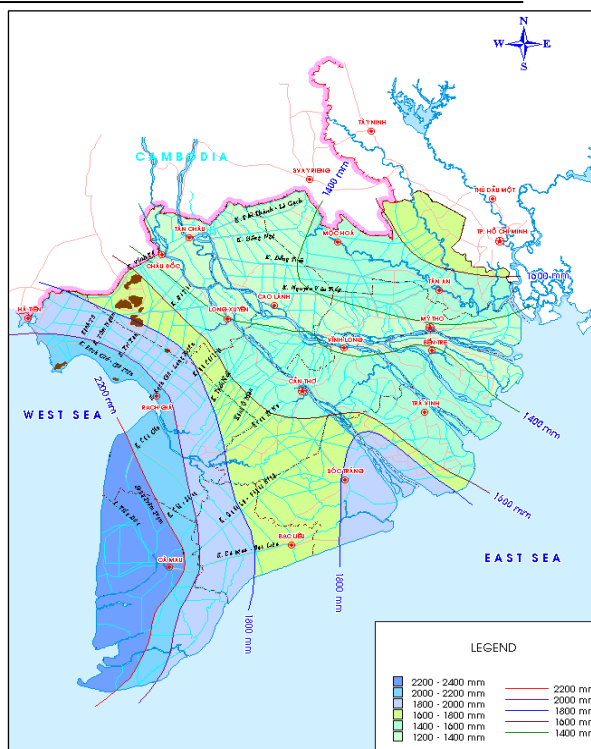


図 2.1.2 メコンデルタにおける年平均雨量

出典: Southern Institute for Water Resources Planning

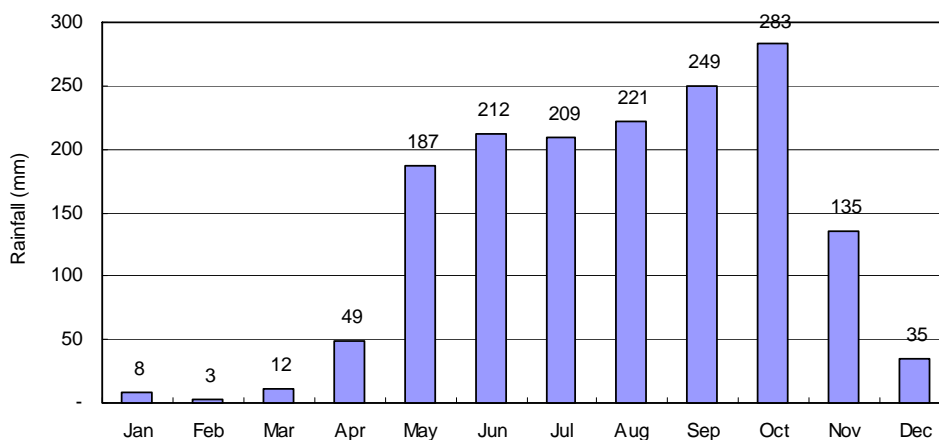


図 2.1.3 メコンデルタの主要 18 地点における月間平均雨量

出典: Southern Institute for Water Resources Planning

2.2 水資源

メコンデルタにおける水資源はメコン河である。メコン河は、世界で8番目の大きさとなる4,000億 m^3 の年間あたり流量と12番目となる長さ(4,350km)、そして21番目となる流域面積(795,000 km^2)を誇る(図2.2.1参照)。このメコン河はプノンペン西側のトンレサップ河と合流し、Tien河とHau河に分かれている。ベトナム国内に入った後、Tien河は6つの支流に、Hau河は3つの支流に分かれており、これらの川を称してベトナム語では“Nine Dragons(Cuu Long)”と呼んでいる。この9つの河口部には水路が張り巡らされ、メコンデルタにおける非常に密度の高い水路網を形成している。

洪水の季節は7～12月までであり、この時期はカンボジアのトンレサップ河からベトナムの南シナ海にかけて湛水する。特にメコンデルタ上流、中流域はメコン河の氾濫と大雨によって深く湛水する。ただし、調査対象地域を含むメコンデルタ下流域では洪水による影響はさほどみられない。熱帯季節風の影響により、この時期の河川流量は、乾期と比べると25～30倍に達する。

中小規模の洪水が起こる年で、湛水面積は120万ha～140万ha、大規模の洪水年では190万ha程が湛水する¹。農業農村開発省によればメコンデルタの約半分の地域で洪水が発生し、中・上流域では約5年に一度は深刻な被害が発生しているという。一方で、乾期には海水侵入が起こり、塩水が河口部から上流域にまで侵入してくる乾期のメコン河流量は少なくなるため、塩水は下流からメコンデルタの中流にまで達する。そのため、特に沿岸部の省では乾期の塩水侵入の影響を強く受けるが、農業農村開発省は1998年の渇水年においては最大では170万haの農地が塩水侵入の被害を受けたと報告している²。

メコン河委員会によって、水位観測所がカンボジアとの国境から約600km上流にあるKratieに設置されている(図2.2.2参照)。このカンボジア領内に設置されている観測所のデータは、メコン河下流域における背水の影響を受けない。すなわち、メコン河下流域における洪水や浸水、また塩水侵入のシミュレーションを行う場合のシミュレーションモデルは、通常、このKratieから始めることが必要である。

2.2.1 流量と水位

図2.2.3はKratieの観測所における1985年から2000年までの日毎のメコン川流量を示しており、グラフ中の太い線が平均値を表している。5月から10月の洪水期間中の最も流量が多い期間で、 $30,000\text{m}^3/\text{s}$ を超えており、年によっては $50,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える場合もある。ピーク流量は9月初旬に発生するが1985～2000年平均で約 $35,000\text{m}^3/\text{s}$ を示している。

代わって、乾期の流量は非常に低い。1月初旬で $5,000\text{m}^3/\text{s}$ 程度であり、乾期の終わりの5月に向けてそ



¹ Flood and Salinity Management in Mekong Delta, Vietnam, Le Anh Tuan, Chu Thai Hoanh, Filna Miller, Bach Tan Sinh.

² Flood and Salinity Management in Mekong Delta, Vietnam, Le Anh Tuan, Chu Thai Hoanh, Filna Miller, Bach Tan Sinh.

の流量は徐々に減っていく。2月には平均流量が $3,000\text{m}^3/\text{s}$ より低くなり、さらに3月後半から4月上旬にかけては $2,000\text{m}^3/\text{s}$ をかろうじて上回る程度となる。そして5月に入ると雨期の始まりとともにその流量は急激に増え、平均流量では5月初旬の $2,300\text{m}^3/\text{s}$ から5月下旬には $6,500\text{m}^3/\text{s}$ まで上昇する。

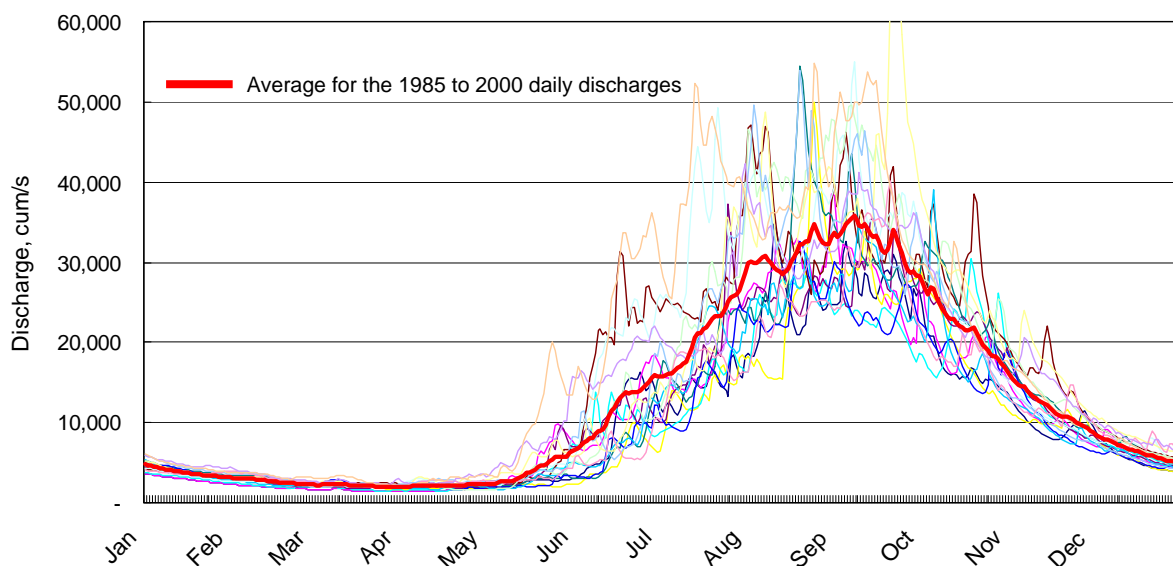


図 2.2.3 Kratie における日毎の流量観測記録 (1985 年～2000 年)

出典：Mekong River Commission、注：太線は 1985 年から 2000 年における平均を示している。

カンボジアとの国境付近には Tan Chau と Chau Doc の 2 箇所の観測所が設置されている。図 2.2.7 と図 2.2.4 に両観測所の水位データを示す（水位は時間ごとに測定されているが、図に示すのは日当たり平均水位である）。4 月と 5 月の水位は最も低く、Tan Chau 観測所で 4 月の平均水位が 0.5m より低く、Chau Do の観測所では 0.4m よりも低くなっている。一方で、5 月以降は水位が上がり始め、10 月の洪水シーズンにピークを迎える。その平均水位は Tan Chau 観測所で 4m にも達し、Chau Doc 観測所では 3.5m に達する。Tan Chau 観測所の水位データを見ると、過去 31 年間で 4.5m を超えているのは 9 年あり、最大水位は 2000 年の 5.04m となっている。

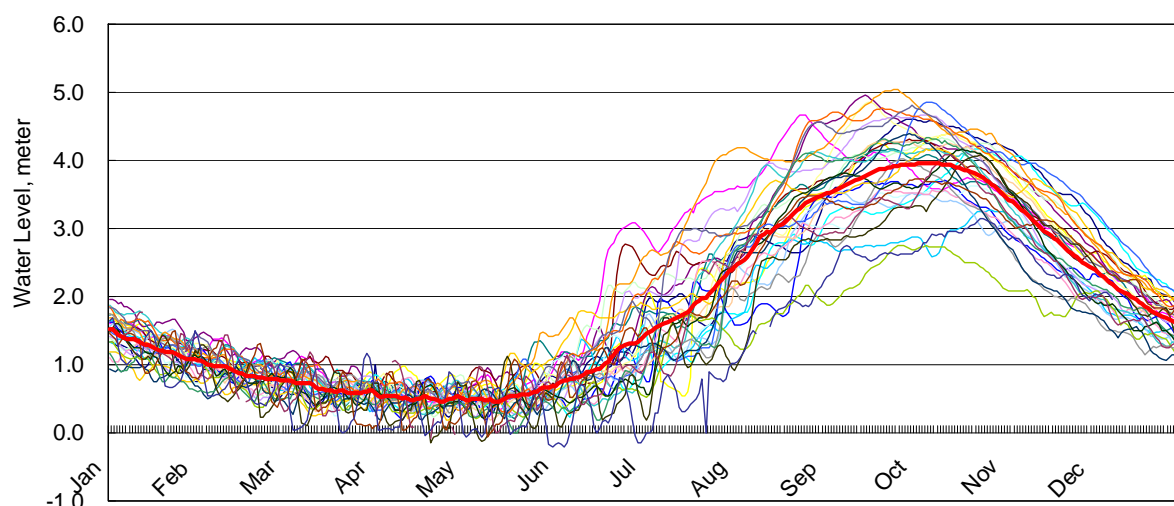


図 2.2.4 Tan Chau 観測所における平均日毎の水位記録 (1980 年～2010 年)

出典：Mekong River Commission

太線は 1980 年から 2010 年間に於ける日当たり平均水位を示している。

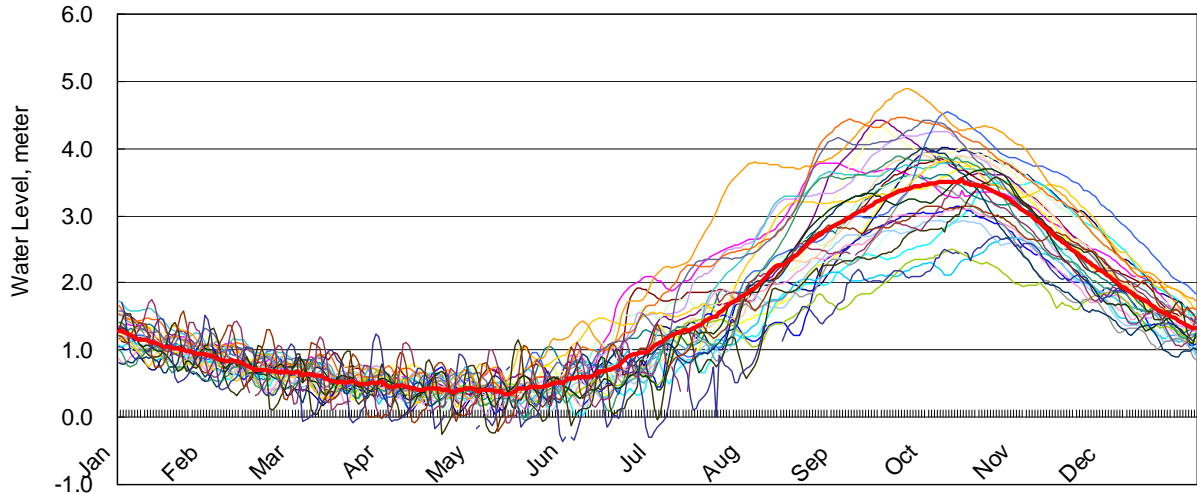


図 2.2.5 Chau Doc 観測所における平均日毎の水位記録 (1980 年~2010 年)

出典: Mekong River Commission

太線は 1980 年から 2010 年間に於ける日当たり平均水位を示している。

2 箇所の観測所の流量データは大きく異なっており、Tan Chau の観測所の方が Chau Doc の観測所よりもはるかに多い流量を示している (図 2.2.6 参照。なお、同地点は背水の影響を受けるため乾期の流量データの精度は高くない)。洪水期の流量は Tan Chau では $20,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上になるのに対し、Chau Doc では $7,000\text{m}^3/\text{s}$ に留まっている。両観測所のデータを合計すると洪水期の平均流量は約 $28,000\text{m}^3/\text{s}$ となる。Kratie 観測所の $35,000\text{m}^3/\text{s}$ と比べると低くなっているが、これは洪水期にはトンレサップ河を経由して大量の河川水が Great Lake に向かって逆流するためである。

逆に、乾期になると、この Great Lake に蓄えられた水がメコン河に注ぎ込み、Tan Chau 地点と Chau Doc 地点の乾期に流量を増大させている。1 月初旬の 2 つの地点の河川総流量は約 $10,000\text{m}^3/\text{s}$ となっているが、Kratie ではわずか $5,000\text{m}^3/\text{s}$ である。また、乾期がもっとも厳しくなる 4 月と 5 月においては、Tan Chau 地点と Chau Doc 地点の合計流量は $3,000\text{m}^3/\text{s}$ となる一方で、Kratie では $2,000\text{m}^3/\text{s}$ を示している。すなわち、カンボジアの Great Lake はメコンデルタにおいて、洪水期にはその影響を緩衝する役割を果たし、乾期には淡水を増幅させるという役割を担っている。

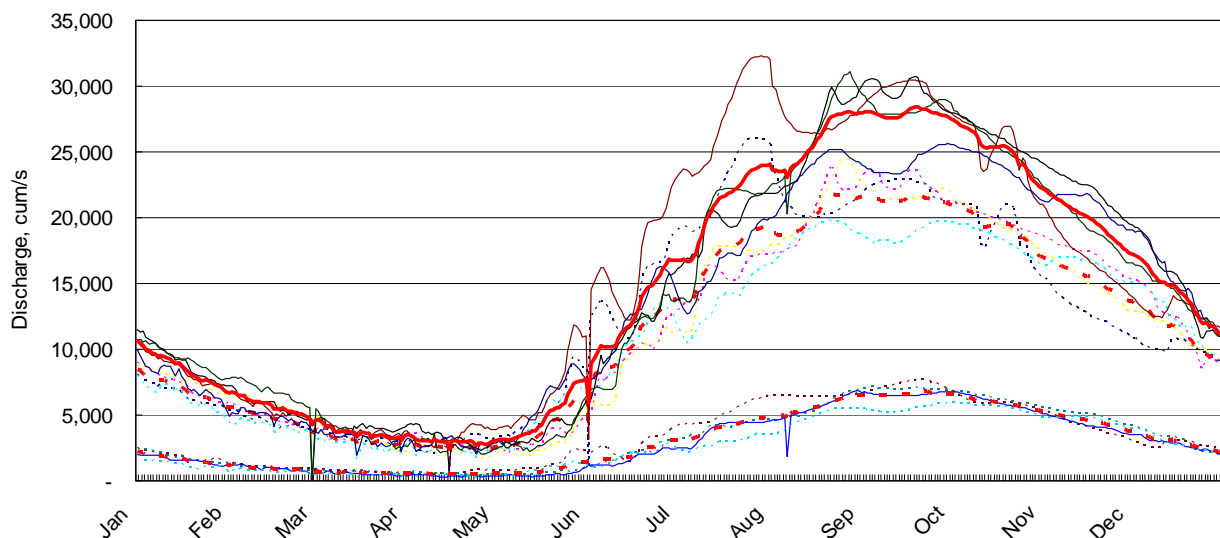


図 2.2.6 Tan Chau, Chau Doc と両観測所を統合した日毎の流量

出典: Mekong River Commission、注: 下側の点線が Chau Doc、上側の点線が Tan Chau の観測データを示している。

実線が両観測所の合計を示しており、太線がそれぞれの平均値を示している。

2.2.2 水分野の関係機関

1) 中央レベル

天然資源環境省の傘下には、ベトナムにおける水資源の計画および管理の基本的監督機関として2003年に委員会が設立された。農業農村開発省も、部分的に水管理に関する責任を負っており、両者の責任分界点ははっきりしていないが、大規模から小規模までの水利構造物の管理を実施している。これ以外にも水管理に関係する政府系機関があるが、それらを以下にまとめる。

表 2.2.1 水分野の関係機関と責務

| | |
|---|--|
| Responsibility | Ministry / Agency |
| State management of water resources | MONRE |
| Irrigation | MARD |
| Drainage | MARD |
| Flood protection | MARD |
| Rural and small towns water supply | MARD |
| Watershed management (forest land) | MARD |
| Land use management (agricultural land) | MARD |
| International coordination of water resource management | Mekong Basin: Vietnam National Mekong Committee, chaired by MARD, inter-ministry membership Red River Basin: No arrangements presently in place |
| Urban water supply and drainage | Ministry of Construction |
| Hydro-meteorological, surface, groundwater, water quality and other water resources data collection | MONRE (lead role) MARD |
| Water quality | MONRE (lead role), MARD, Ministry of Health and Others |
| Hydropower, operation of reservoirs | Ministry of Industry MARD (operation of major reservoirs during flood season) |
| Budget, planning, investment allocation and coordination of international assistance | Ministry of Finance Ministry of Planning and Investment |
| River channels and water transportation | Ministry of Transport |
| Drinking water standards and regulation | Ministry of Health |

出典：省庁権限書

2) 農業農村開発省

農業農村開発省における水分野担当機関は以下に示される。農業農村開発省において、水資源分野は主要な部門である。SIWRPは水資源分野の研究、計画策定に関係する機関である。

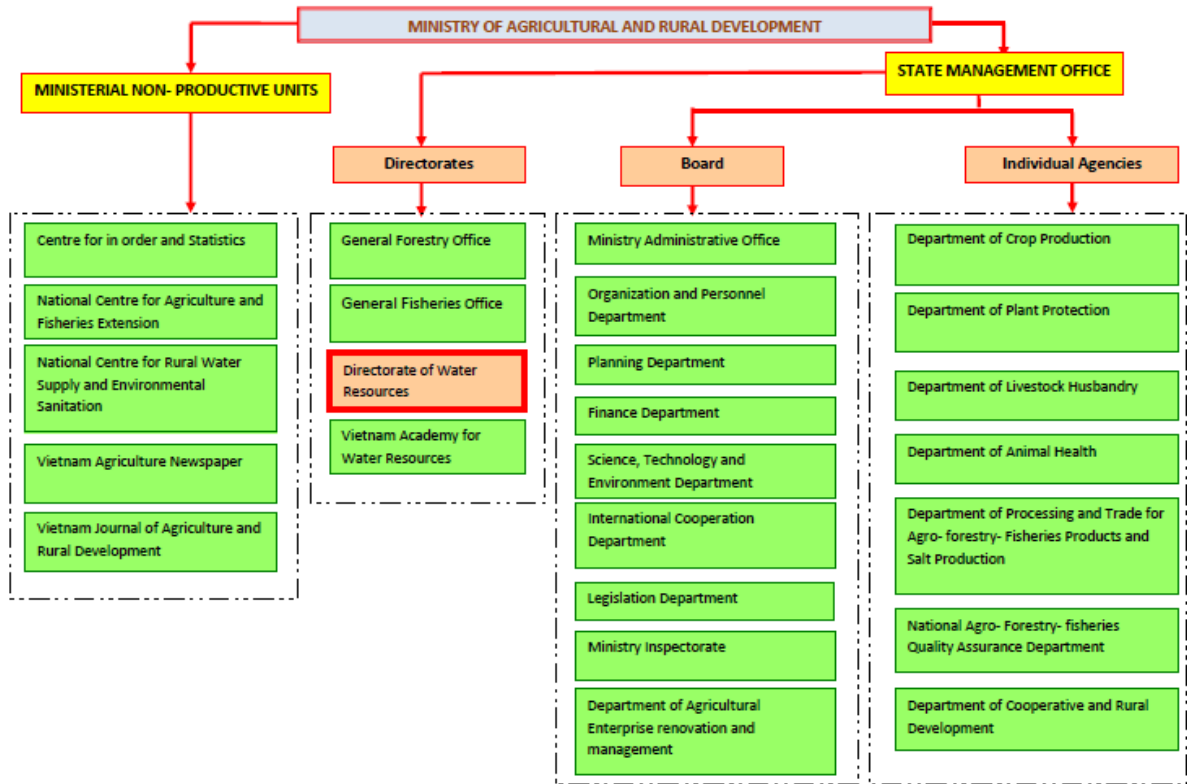


図 2.2.7 農業農村開発省組織図

出典：SIWRP

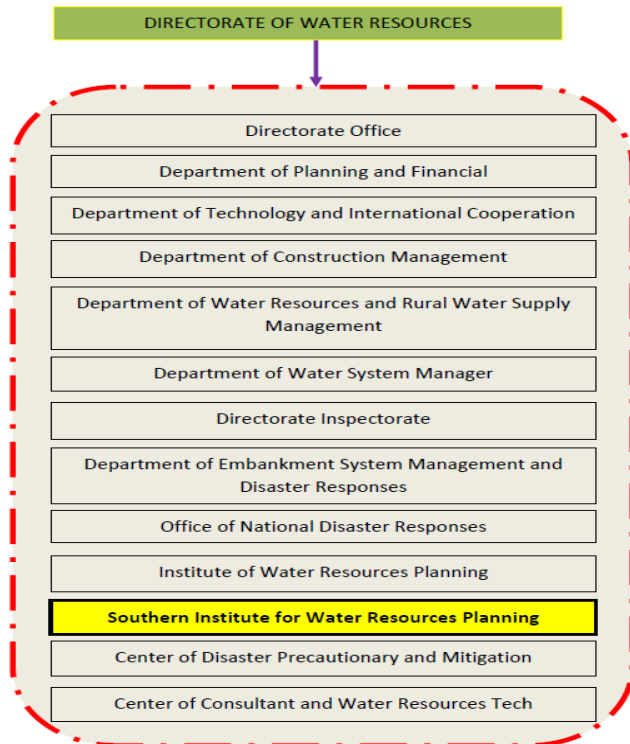


図 2.2.8 水資源委員会傘下の組織図

出典：SIWRP

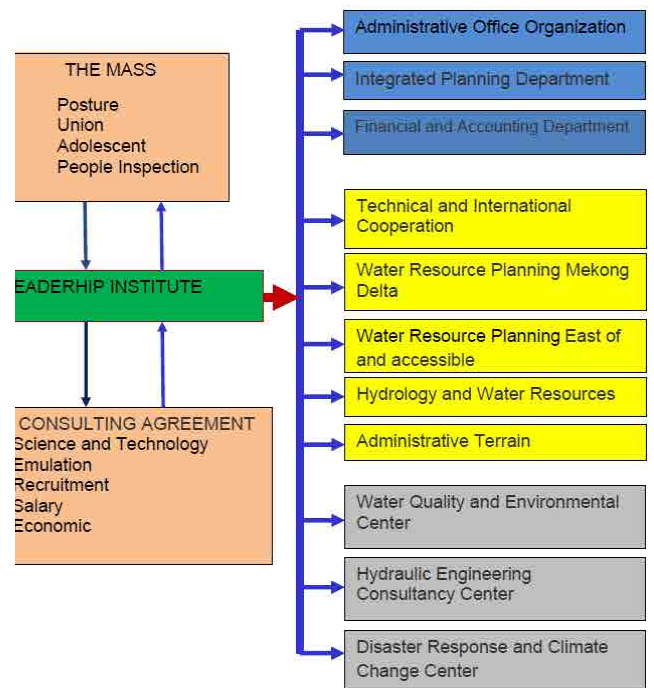


図 2.2.9 SIWRP 組織図

出典：SIWRP

3) 省レベル

省レベルとしては、DARD が設置されており、省の予算の下、MARD の技術的支援を受けながら水分野の事業を管轄している。実際の水門操作については、水資源管理会社がそれぞれの省で設立されており、多くは省からの委託を受けてゲートの開閉、メンテナンスなどを実施している。末端部分における灌漑網の管理は、各コミューンに設置された水利用組合が実施している。

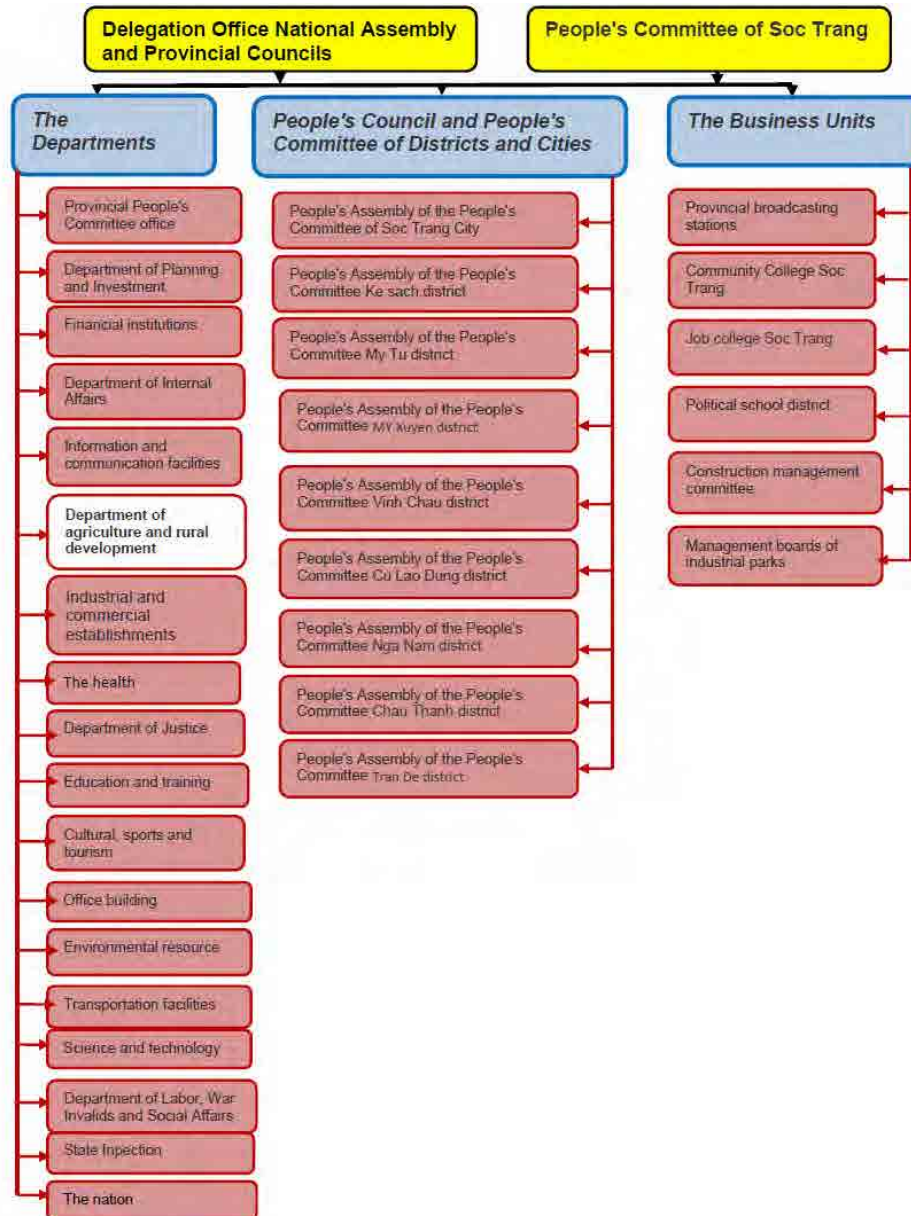


図 2.2.10 省における組織図（例）

2.3 予測される気候変動

ここでは過去の気候動向およびベトナム国で実施された PRECIS3モデル（地域気候変動高分析シミュレーションモデル）を用いた将来の気候予測（気温、降雨量変化等）を基に、洪水及び塩水侵入に対する対象地域の脆弱性に関し概説する

2.3.1 気温及び降雨

1) 過去の気温

1978年から2009年にかけて観測が実施されている4測候所（右図⁴Vung Tau, Can Tho, Ca Mau, Rach Gia）のデータを用い、事業対象地域における過去の平均気温を述べる。年間平均気温はおよそ26.5℃から27.5℃の範囲にあり、時に28.0℃を上回る。年平均最高気温はおよそ31℃から34℃、年平均最低気温は22℃から24℃を超える範囲であるが、年平均最高気温は年平均最低気温よりも変動が大きいことが特徴として挙げられる。

4つの観測地点において、年平均気温、年平均最高気温、年平均最低気温の全てが共通して上昇傾向を示している。この30年間における気温上昇を個別に示すと、年平均気温では約0.7℃、年平均最高気温においては約1.0℃、年平均最低気温においても約1.0℃となっている。この気温上昇傾向は地球温暖化に対応しているものと考えられる。



図 2.3.1 測候所位置図

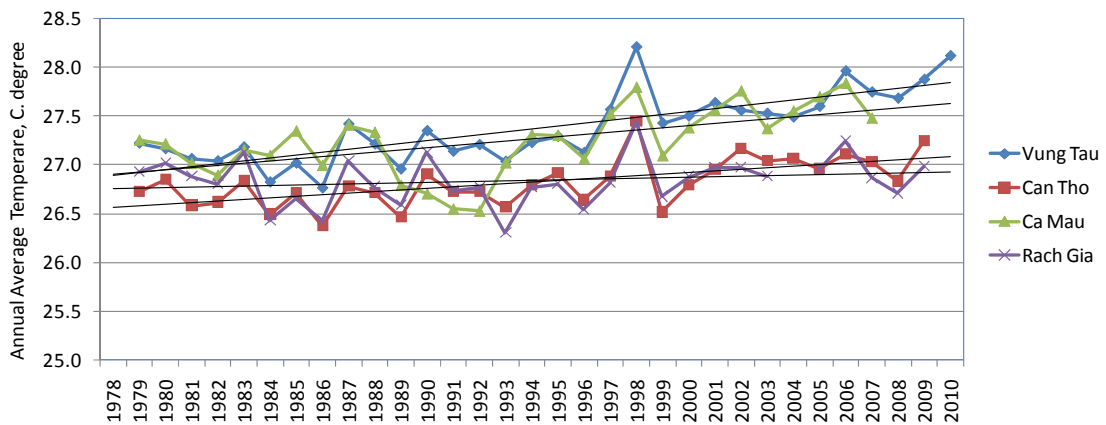


図 2.3.2 メコンデルタ4測候所における年平均気温の推移

出典：Southern Institute for Water Resources, Sub-Institute of Hydrometeorology and Environment

2) 将来推定気温

過去に計測された平均気温（1980～1999年）に対して、将来予測される平均気温（B2シナリオ2050年）の増減を図2.3.3に示す。これによると、Ca Mau半島の先端およびHo Chi Minh近傍の

³ PRECIS stands for 'Providing Regional Climates for Impacts Studies', which is a regional climate model system whose resolution is 25-30 x 25-30 km, much higher resolution than GCM.

⁴ 図には My Tho 測候所をあわせて示すが My Tho 測候所は後述にて降雨データを参照している。

2 地点が中心となり気温が上昇すると推測される。一方、気温上昇の幅が最も小さい地域は Kien Giang 省を含むメコンデルタの北西部と予測される。

図 2.3.4 に、シナリオ別 (B1、B2、A2) に想定されるメコンデルタの将来の年平均気温の予測を示す。グラフの縦軸は、過去に計測された平均気温 (1980 年～1999 年) に対する上昇率を示している。年平均気温は継続的な増加傾向にあるが、B1 シナリオの場合は 2060 年以降 2100 年に向けて上昇率が低下する。全体として年平均気温は 2050 年までに約 1°C 上昇し、その後、2100 年にかけてシナリオ別に 1.4°C～2.7°C 上昇すると予測される。

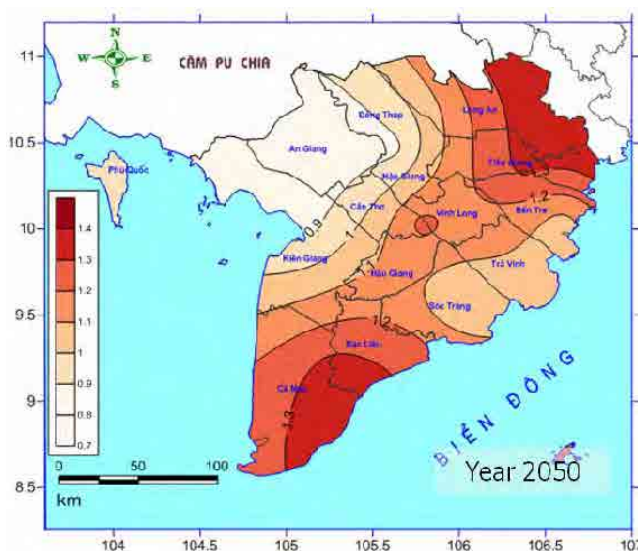


図 2.3.3 2050 年(B2 シナリオ)における年平均気温の増減
出典; PRECIS simulation, IMHEN

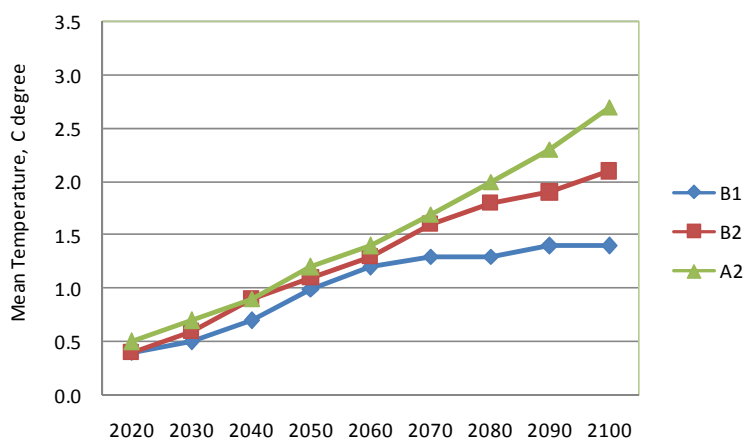


図 2.3.4 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均気温
出典; PRECIS simulation, IMHEN

3) 過去の降雨

メコンデルタにおける 5 測候所 (Can Tho, Ca Mau, Rach Gia, My Tho, Vung Tau) で得られた降雨データについて、年間降雨に注目すると、3 測候所 (Ca Mau, Rach Gia, My Tho) では増加傾向を示し、一方、残りの 2 測候所では減少傾向を示すというように、測候所により異なる傾向を示す。

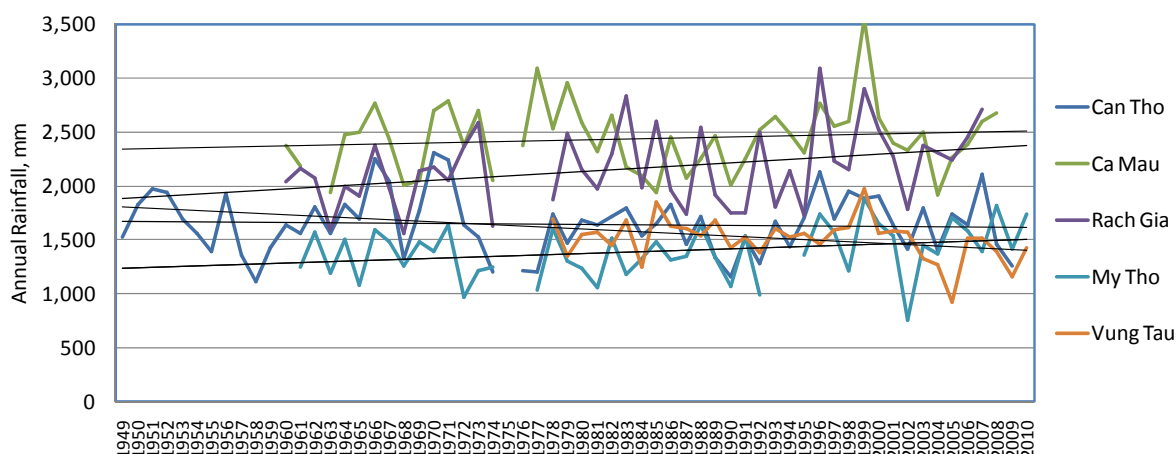


図 2.3.5 メコンデルタ 5 測候所における年平均降雨量の推移
出典: Sub-institute of Hydrometeorology and Environment, SIWRP

4) 降雨の将来予測

現在の平均降雨 (1980 年～1999 年) に対して将来予測された降雨 (2050 年 B2 シナリオ) の増

減を図 2.3.6 に示す。デルタの北部地域の Dong Thap 省を中心として、メコンデルタ全域で降雨が増加することが予測されている。沿岸部では Ben Tre 省、Tra Vinh 省、Soc Tran 省を中心として降雨の増加が予想され、一方、Tien Giang 省、Ben Tre 省の内陸部、Ca Mau 省全域では降雨の増加は顕著でない。

図 2.3.7 に B2 シナリオによる月別降雨量の変化を、1980 年～1999 年間の平均降雨量に対する変化率として示す。月別降雨量は変動しており、乾期にはマイナスの範囲への落ち込み、すなわち、将来における乾期の降雨量は現在よりも少なくなることが予測される。

他方、雨期の月別降雨量を見ると、将来増加することが予想される。7 月と 10 月の 2 回、雨期の降雨量増加は起こると予想されている。7 月は雨期の始まりの頃であり、他方、10 月は雨期の終わりにあたるがこの時期は最も降雨量が多い。10 月の降雨量は 2100 年には 20%以上の増加があると予想されている。降雨量は雨期の始まりと終わりに増加が予想されるが、特に雨期の終わりに大きく上昇する傾向が予想されている。

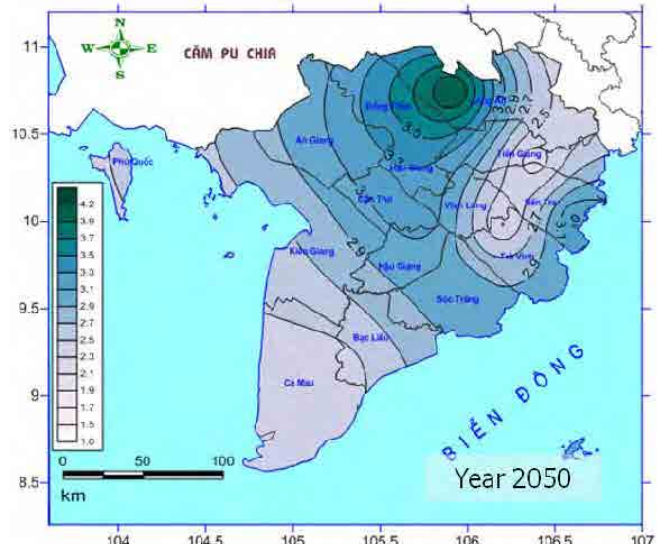


図 2.3.6 B2 シナリオによる 2050 年の平均降雨増減

出典：PRECIS simulation, IMHEN

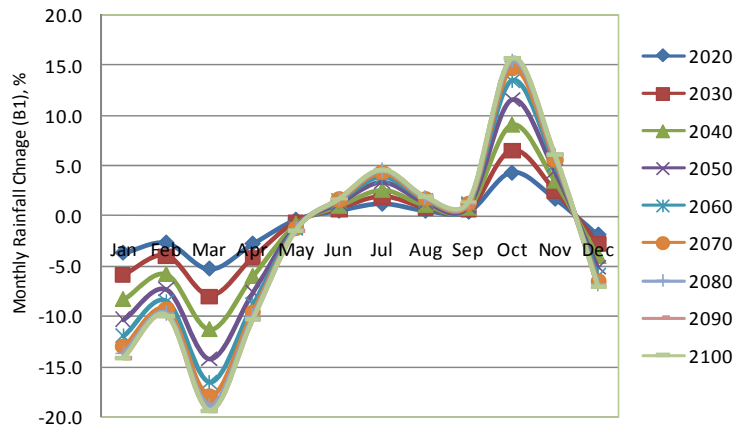


図 2.3.7 B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量

出典：PRECIS simulation, IMHEN

2.3.2 海面上昇に伴う塩水侵入

1) 過去の海水面標高

海水面標高に関し、Vung Tau (East Sea) と Rach Gia (West Sea) にて観測された年平均海水面標高の推移を示す。East Sea および West Sea の 2 測候所において、30 年間で約 15cm の海面上昇が確認される。東西両サイドの海における海水面は 10 年間あたりでは約 5cm のスピードで上昇⁵したことになる。

⁵ IPCC 第 4 次報告書によれば、1993～2003 年の間に衛星により観測された海面上昇は 3.1 ± 0.7 mm/年となっている。すなわち、1993～2003 年の近年で見れば 10 年間当たりで最大 4cm 近い上昇が見られている。また、ベトナム国の他の地域では、Hon Dau (紅河河口) で 10 年当たり 4cm、Son Tra (中部の Da Nan 近郊) では 10 年当たりで 2.1cm の海面上昇が記録されている (いずれも 1960～2005 年の平均値)。Vung Tau と Rach Gia における 10 年当たり約 5cm の上昇率はいずれも大きい、直近の 2011 年値までを含んでいる。海面上昇は加速度的に進むことが各種のシミュレーションから示されていることから、ここ近年に限れば 10 年あたり 5cm 程度の海面上昇は起こりうるレンジといえる。

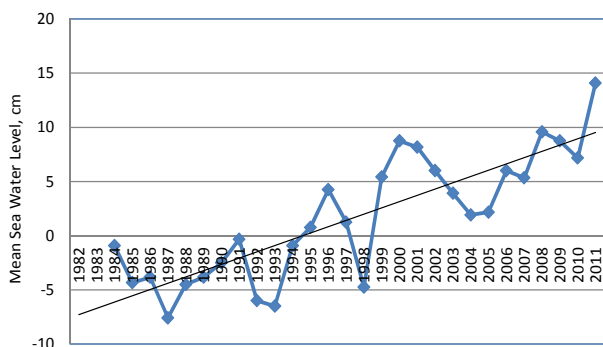


図 2.3.8 Rach Gia (West Sea) における海水面推移

出典：Department of Hydro-meteorology

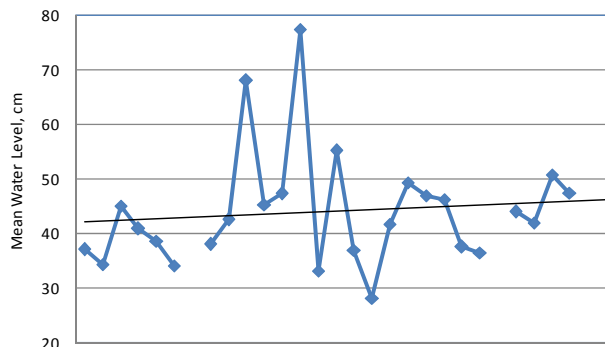


図 2.3.9 Can Tho (80km 内陸部) における海水面推移

出典：Department of Hydro-meteorology

2) 海水面標高の将来予測

図 2.3.3 にシナリオ別メコンデルタ沿岸部の海水面上昇値を示す。温室効果ガス排出が多いとされる A2 シナリオでは、2050 年に 31cm、2100 年に 103cm もの海水面上昇が予想されている。他方、温室効果ガス排出が少ないとされる B1 シナリオでは、2050 年に 27cm、2100 年に 70cm と上昇幅が小さく現れている。全てのシナリオが、2100 年に向けて海水面上昇の傾向を示しているが、その傾向は加速の様相を示しており、特に A2 シナリオにその傾向が強く現れている。

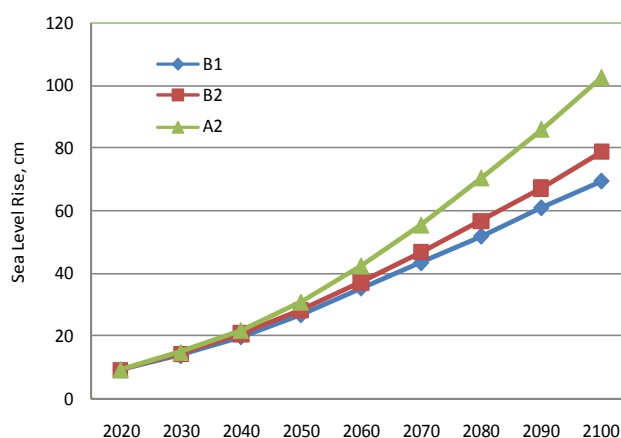


図 2.3.10 シナリオ別メコンデルタの海水面上昇

出典: PRECIS simulation, IMHEN

3) 気候変動による塩水侵入が及ぼす作物生産への影響

塩水侵入は、作物生産量に影響し収量を減少させる。そして、塩分濃度があるレベルに達すると、作物は成長できなくなる。塩水侵入による被害影響の検討は、メコンデルタで主たる作物である稲作、果物、野菜、および森林（メラルーカ）に焦点を当てた。塩分濃度と収量の減少との関係を示した研究成果があるが、表 2.3.1 はそれらの関係を整理したものである。

コメに関しては、R. S. Ayers と D.W. Westcot (1989)⁶が、灌漑用水に含まれる塩分含有量に対する作物の耐性と収量の減少を、種々の作物について示したものを参考とする。コメは図 2.3.11 に示すように、灌漑用水に含まれる塩分濃度が 4.9g/L の時に無収穫が生じる。

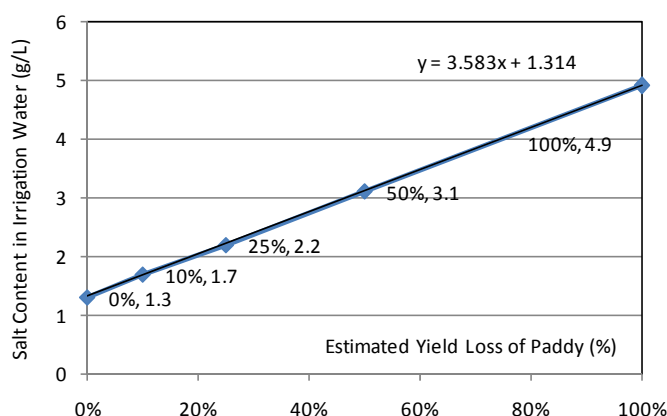


図 2.3.11 コメ収量と灌漑用水の塩分濃度

出典：Ayers & Westcot (1989), FAO, modified by Project Team

⁶ R. S. Ayers and D.W. Westcot (1989), Water quality for agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev. 1, 1989

表 2.3.1 塩水侵入による被害指標

| No | Items | Salinity Level (g/L: PPT) | | | | | | | Remarks |
|----|--------------------|---------------------------|-----------|-----------|---------|--------|---------|------|---------|
| | | <0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.5 | 2.5 – 4 | 4 – 10 | 10 – 20 | >20 | |
| 1 | Paddy | 0% | 0% | 17% | 54% | 100% | 100% | 100% | FAO |
| 2 | Fruit | 0% | 0% | 19% | 55% | 100% | 100% | 100% | FAO |
| 3 | Vegetable | 0% | 0% | 29% | 71% | 100% | 100% | 100% | FAO |
| 4 | Forest (Melaleuca) | 0% | 0% | 0% | 0% | 50% | 100% | 100% | SIWRP |

出典: 調査団

4) 塩水侵入による収量減と被害

図 2.3.12 は、1998 年の渇水年のメコン川流量において、気候変動シナリオ B2 による 2050 年海面上昇量 30cm の場合について、乾期の塩水侵入が最も顕著となる 4 月およびそれが緩和に向かう 6 月の塩分濃度等値線を示したものである。この図から以下の点が指摘される。

- 1) 大部分の沿岸地域は、既に防潮水門が稼働中の Kien Giang 省を除いて、塩水侵入の影響を大きく受ける。
- 2) この内、最も強い影響を受けるのは Ca Mau 省と想定される。ただし、Ca Mau 省には水田地帯が防潮水門により防御された地域が西側中央部に存在するが、ここへの塩水の影響は発生しない。
- 3) メコン河の流量増加は、Tien Giang 省、Ben Tre 省、Tra Vinh 省、及び Kien Giang 省における塩分濃度減少に大きく貢献し、4 月に比べて 6 月におけるこれら地域で塩分濃度が急激に減少しているのに対し、Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Ca Mau 省では高い塩分濃度を保持した状態が続いている。

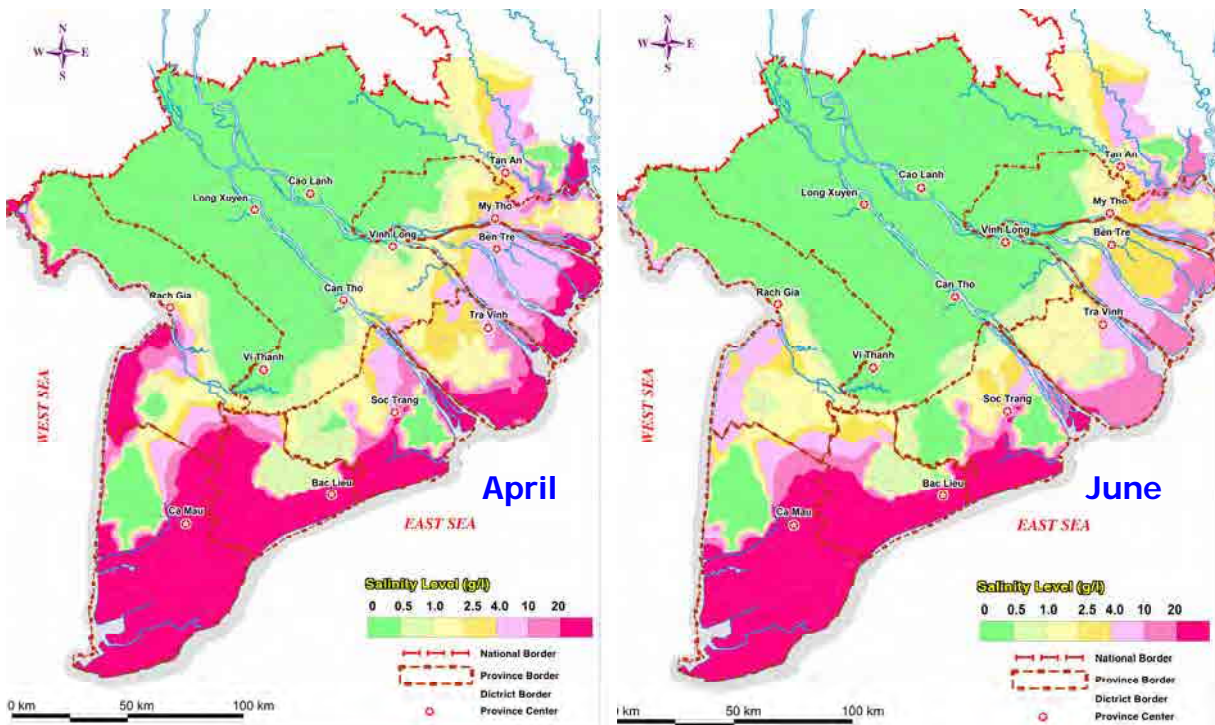


図 2.3.12 乾期のピーク（4 月：左）及び雨季の始まり（6 月：右）における等塩分濃度曲線

出典: 調査団

注: 塩水侵入解析は 1 月から 7 月までを実施しているが、乾期の塩水侵入が厳しい月として 4 月、それが緩和に向かう 6 月を代表させてここに表示した。

図 2.3.13 は省毎の経済価値で見た変化（損害額）を示している。この図に示されるとおり、被害割合では Ca Mau 省が 2100 年のケースを除いて最も深刻となり、Ben Tre、Bac Lieu、Soc Trang、Tra Vinh 省と続く。経済価値の変化（損害額）では、果物の損失が影響する Ben Tre 省が最大の被害を示しており、Soc Trang、Ca Mau、Kien Giang、Tra Vinh 省と続いている。

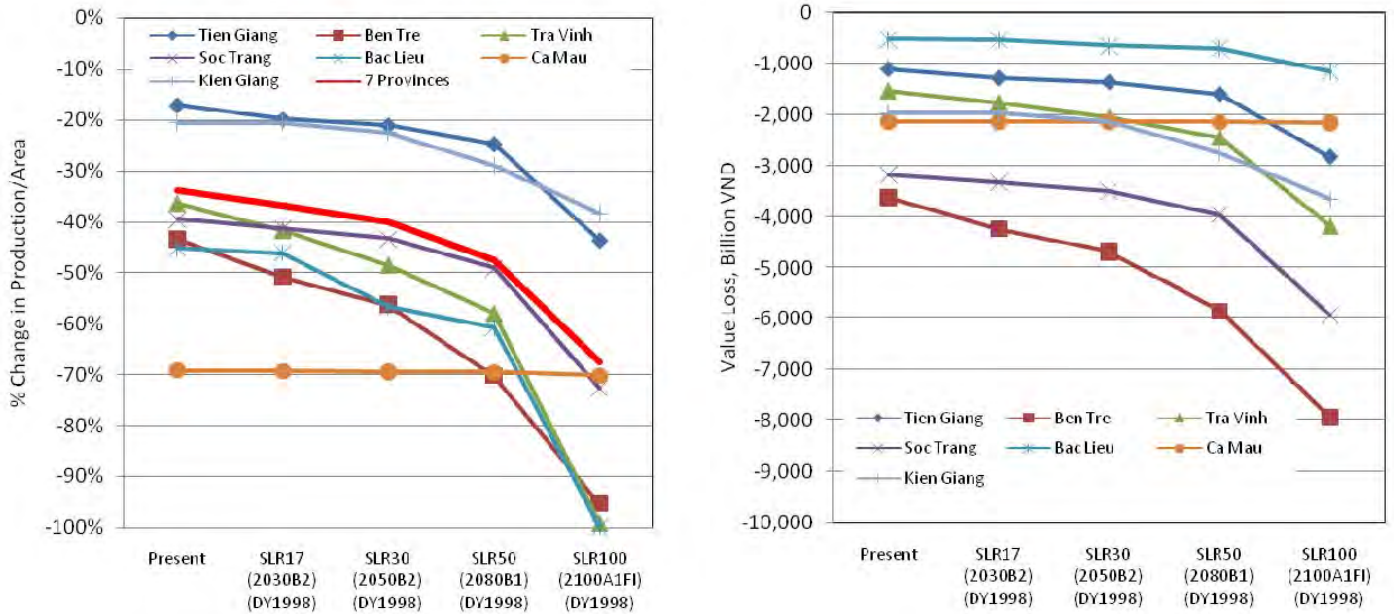


図 2.3.13 渇水年（1998）を想定した塩水侵入に伴う生産減（%：左）及び損失金額（10 億 VND：右）
(DY 1998 MR Discharge with Different SRL, 出典：調査団)

2.3.3 海水面上昇に伴う洪水及び湛水

1) 洪水及び湛水による被害指標

洪水および湛水は、作物生産量に影響し、家屋や道路といった社会基盤にある種の被害をもたらす。この項では、洪水および湛水による被害の指標は、IAS-South Vietnam, SIWRP、実際の 2011 年におけるメコンデルタの洪水被害記録等の関連調査結果を参照する。インタビューや現地調査は洪水が発生しやすい Dong Thap 省や Tien Giang 省の農民に対して実施した。表 2.3.2 は、湛水深に関連した被害指標を示している。

表 2.3.2 洪水湛水による被害指標

| No | Items | Inundation depth (meter) | | | | | | | Remarks |
|-----|------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------|
| | | 0.00 - 0.25 | 0.25 - 0.50 | 0.50 - 0.75 | 0.75 - 1.00 | 1.00 - 2.00 | 2.00 - 3.00 | >3.00 | |
| 1.1 | Paddy (10 days inundation) | 10% | 29% | 37% | 46% | 63% | 100% | 100% | IAS-SV |
| 1.2 | Paddy (over 10 days inund'n) | 10% | 50% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | IAS-SV |
| 2 | Fruit (3 weeks inundation) | 10% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | Study Tm |
| 3 | Vegetable (1 day inundation) | 10% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | Study Tm |
| 4 | Shrimp | 0% | 0% | 0% | 50% | 75% | 100% | 100% | Study Tm |
| 7 | Forest (Melaleuca) | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 25% | 50% | SIWRP |

出典： Institute of Agriculture Science in South Vietnam(IAS-SV), SIWRP, and the Project Team

湛水とコメの収量の損害について既往の研究成果を参照すると、湛水に対する致命的な 2 つの成長期間があることが判る。1 つは分けつ期、もう 1 つは成熟期である。Le Sam (2006)⁷は、湛水深とコメ収量の減少の関係を 1988 年と 1989 年に試験している。異なる水深を分けつ期、開花期、成熟期にあるコメの実験区画に適用し、その結果を図 2.3.14 に示すように整理した。Le Sam の実験データを線形近似し、表 2.3.2 の被害指標を計算した。

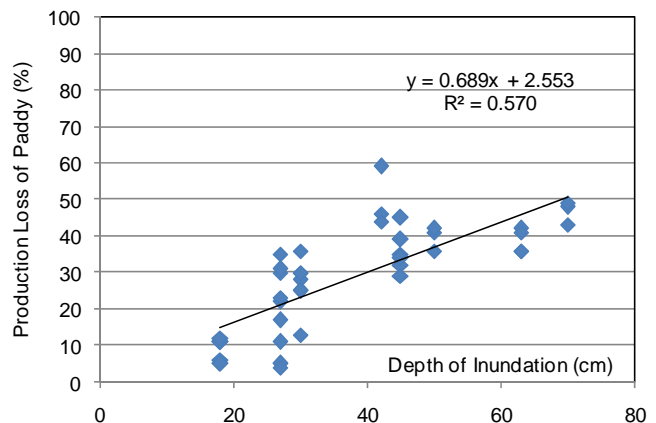


図 2.3.14 湛水深度と稲作生産ロス(%)

出典： Le Sam (2006), data processed and graphed by the Project Team

1) 洪水湛水による収量減と被害

図 2.3.15 は、2000 年洪水におけるメコン川流量と気候変動 B2 シナリオで想定される 2050 年の海水面上昇量 30cm の条件下における月毎の洪水および湛水の等値線を示している。この図から以下の点が指摘される。

- ① Don Thap 省や An Giang 省といったメコンデルタの上流域で深刻な洪水が発生する。海岸域では、洪水位はデルタの上流域で見られるほど深刻ではない。しかしながら、Kien Giang 省は An Giang 省に隣接するデルタの上流に位置しているため、他の沿岸地域の省に比べて、影響を受けやすい傾向にある。加えて、Tien Giang 省の上流端は、メコン川からの洪水流量だけでなく、Don Thap 省を経由してくる洪水の影響も受けるため湛水が大きくなる。
- ② Ca Mau、Bac Lieu、Soc Trang 省では、洪水および湛水に影響されやすい低地が存在する。これらの地域では、コメが雨期に栽培されている。雨期の終わりに近づくとつれて深刻となる洪水および湛水を避けるために、農民は通常、可能な限り植え付けとコメの収穫を早

⁷ Le Sam (2006), Irrigation in the Mekong Delta, Agricultural Publishing house, Ho Chi Minh

い時期に行うように努めている。

- ③ 洪水および湛水レベルは10月にピークを迎える。An Giang 省や Don Thap 省のような上流の省ではそれ以前となる9月にピークを迎える。この傾向は、メコン川の洪水が上流から始まり、デルタの末端までほぼ全域にかけて徐々に広がることと関連している。

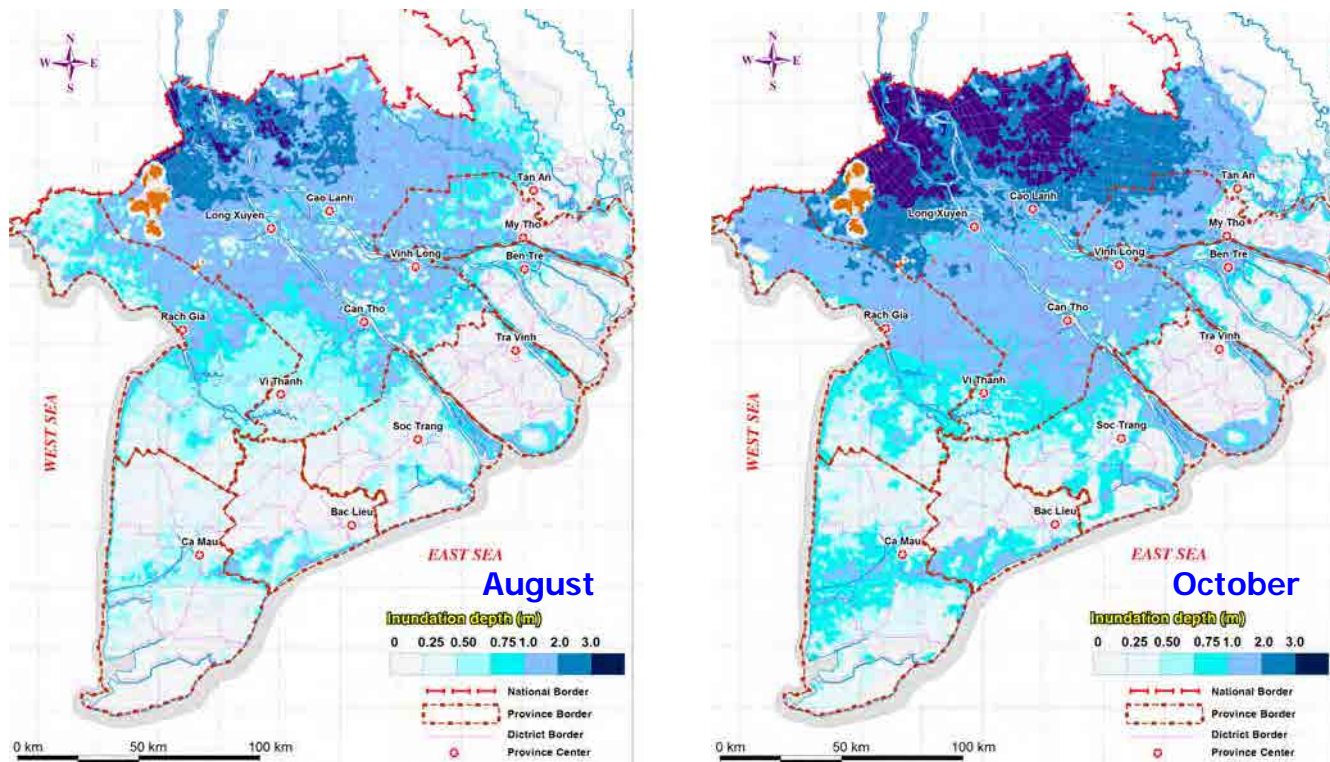


図 2.3.15 洪水年（2000）を想定した8月（左）及び10月（右）の洪水湛水深さ（2050; B2 Scenario）

出典：調査団

図 2.3.16 は省毎の割合でみた生産量と面積の変化及び省毎の経済価値でみた変化（損害額）を示す。割合による区分は Kien Giang 省が「present」のケースを除いて最大で、その後に Tien Giang 省が続く。他の5省では概ね損害割合は同程度である。経済価値の変化（損害額）では、Kien Giang 省が2080年まででは最大の損害を示すが、これは広大な稲作の損害によるもので、2050年までは Tien Giang 省が続く。2100年には、Ca Mau 省、Soc Trang 省と Bac Lieu 省とも、100cmの海面上昇下のエビの損害が大量に生じるために、大きな損害を示している。

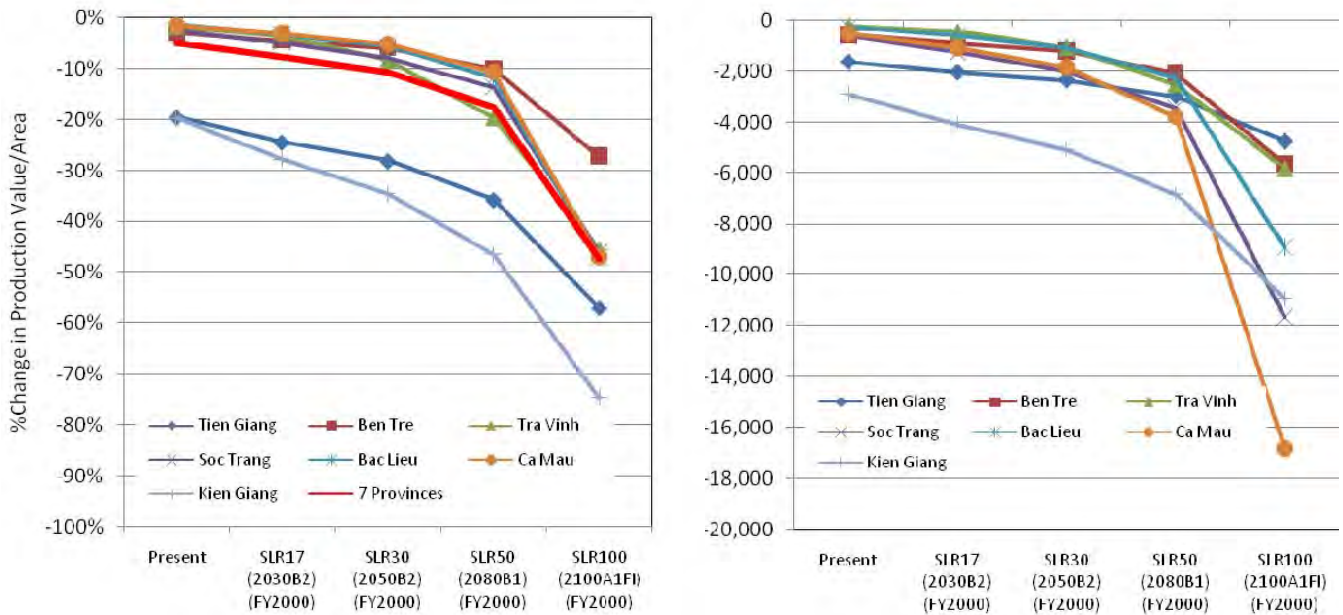


図 2.3.16 洪水年（2000）を想定した生産量の減少（％：左）と損失金額（10 億 VND：右）

出典：調査団

2.3.4 気候変動を考慮すべき地域：塩水侵入

ベトナム政府では、塩水侵入を防止するために水門建設を進めており、事業対象地域における一連の地元住民及び政府職員のワークショップにおいて、海岸堤防に続く 2 番目の課題として選定されている。また、SIWRP が 2011 年に取りまとめたマスタープランにおいて、多くの水門建設が水路改修及に続く 2 番目の課題として取り上げられている。

水門建設及び水門の改修については多くの需要があり、メコン河における海水面上昇に伴う塩水侵入は最近厳しさを増している。水門の建設は下流側から上流側に向かって、水中の塩分濃度に従って順番に進めていく必要がある。多くの水門を計画するこの事業においては、優先順位をつけることによって全体の進捗を円滑にする必要がある。

気候変動による海水面上昇が将来予測されており、また、実際にメコンデルタの沿岸部では現時点で既に塩水侵入が発生しているという現実があり、この地域を事業対象地として選択する必要がある。事業の中における優先順位の設定は、塩水侵入解析の結果だけではなく、実際に現地に出向いた調査によってなされる。この事業を通じて、農業及び周辺環境における多様化が図られることとなる。

第3章 プロジェクトデザイン

3.1 現状と課題

本調査において、コンピューター解析に加えて、政府職員及び村落住民によるワークショップを通して特定された課題について、以下に概説する。

3.1.1 政府職員の気候変動に関する認識

表 3.1.1 に各省の課題を上から優先度の高い順に示す。すべての省で認識された課題は塩水侵入、海岸浸食であり、洪水または浸水、塩水侵入に起因する淡水不足および渇水といった課題も確認された。

Bac Lieu 省、Ca Mau 省と Kien Giang 省では、降雨パターンの変化が、嵐・台風（竜巻を含む）については、Ben Tre 省、Ca Mau 省、Kien Giang 省の3省で課題とされた。Ca Mau 省と Kien Giang 省では森林火災が最も優先順位の高い課題として挙げられた。Bac Lieu 省では浸水が最も優先度が高い問題として挙げられたが、他の省では塩水侵入もしくは渇水が優先度の高い問題として認識された。これは、海の近くに位置する Bac Lieu の中心部は、大潮の際に浸水被害を受けやすく、大雨が重なると深刻さが増すことが原因となっている。

表 3.1.1 7省における気候変動に関する課題とその優先順位

| No. | Tien Giang | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | Kien Giang |
|-----|-------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------|--|---|--|
| 1 | Saline intrusion | Saline intrusion | Drought, saline intrusion, lack of fresh water | Saline intrusion | Inundation | Sea-level rise (saline intrusion, erosion, lack of fresh water) | Drought |
| 2 | Sea dyke breach | Lack of fresh water | Shoreline erosion | Shoreline erosion | Welfare of farmers | Temperature rise (drought, forest fire) | Saline intrusion |
| 3 | Shoreline erosion | Shoreline erosion | Flood-tide increasing (sea dyke breach) | Lack of fresh water | Infrastructure for production | Storm and tropical low pressure | Forest fire |
| 4 | Flood | Livelihood and health of farmers | Epidemic disease for fruits and livestock | Inundation | Shoreline erosion | Depletion of ground water resource | Sea-level rise |
| 5 | Inundation | Decreasing of mangrove forest | | Biological diversity reduction | Saline intrusion | Rainfall pattern (uneven distribution) | Shore line erosion |
| 6 | Change of the ecosystem | Storm/ Tropical low pressure | | Crop production system | Production of agriculture, forestry, fishing | | Inundation (flood) |
| 7 | Drought | | | Drought | Rainfall pattern (at the wrong time) | | Storm - Tornado |
| 8 | | | | | | | Rainfall pattern (uneven distribution) |

出典：JICA 調査団、2011年10月27日に行われた政府職員ワークショップ記録。

これらの課題を「気候変動を直接的な原因とする課題」と「気候変動により助長される課題」の2グループに分類した。次表はこの2つのグループ内における優先順位を示したものである。第一グループでは、塩水侵入が最も優先順位が高く、渇水・湛水不足、侵食・海岸堤防の損壊、嵐・台風の発生頻度、浸水・洪水、乾期の降雨、森林火災と続く。

表 3.1.2 気候変動に関する課題の優先順位付け

| 順位 | 気候変動に直接起因する課題 | 気候変動によって助長される課題 |
|----|--|----------------------------------|
| 1 | Saline intrusion | Ecosystem change |
| 2 | Drought, Lack of fresh water | Livelihood change |
| 3 | Erosion, Damage of sea dyke | Worsening of public health |
| 4 | Frequent Storm | Damage of infrastructure |
| 5 | Inundation, Flood | Decrease of mangrove forest area |
| 6 | Rainfall in dry season (rainfall pattern change) | |
| 7 | Forest fire (associated with temperature rise and drought) | |

出典：JICA 調査団、2011年10月27日に行われた政府職員ワークショップ記録。

3.1.2 農民の気候変動認識

1) 問題分析

村落レベルの気候変動課題を特定するため、6つの村落（Ben Tre 省から2村落、Tra Vinh 省、Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Ca Mau 省からそれぞれ1村落）にて、ワークショップと質問表調査を実施した。ワークショップの問題分析では、中心問題を「生活が楽ではない」という課題に設定し、参加型手法によっていくつかの問題要因が特定された。気候変動課題に関する問題分析の主要な結果を以下に述べると共に、表 3.1.3 に一覧としてまとめた。

- a) 気候変動に関する問題で6つの村落に最も共通していたのは、渇水に関する問題であった。渇水は6つの村落のうち、5つの村落の問題系図で示され、Soc Trang 省のエビ養殖農民のみが渇水を課題として挙げなかった。各村落の問題系図を比較すると、渇水に対する意識の違いを見ることが可能である。例えば、Ben Tre 省の農民は渇水の原因として、灌漑システムがうまく作動していないことを主な理由として挙げているが、Ca Mau 省の農民は灌漑の問題ではなく“渇水の期間が長くなっている”といった理由を挙げている。すなわち、Ben Tre 省の農民は渇水を灌漑の問題として捉えているが、Ca Mau 省の農民は渇水の原因を気候変化によるものと捉えていると推察できる。
- b) 多くの村落では浸水が問題として挙げられることはなかったが、Bac Lieu 省の農民にとっては浸水が大きな問題となっていた。この背景には、ワークショップが開催された Phuoc Long 村落は Bac Lieu 省の中でも低地となっているため、他の村落と比べると特に豪雨による浸水の被害を受けやすいと考えることができる。
- c) Soc Trang 省の村落では大潮を含む満潮による影響を受けていることが分かった。例えば、問題系図を見ると、「満潮」が中心課題の直接原因として捉えられていることが分かる。また、参加者は堤防を越えた海水の浸入についても述べており、沿岸部に位置するこの村落では大潮を含む満潮時の被害が深刻度となっていることが伺える。
- d) 塩水侵入も気候変動に関する主要な課題の一つとなっている。問題系図の中では、4つの村落で塩水侵入の問題が取り上げられている。特に「生活が楽ではない」という中心課題の直接原因に塩水侵入をおいた Ben Tre 省と Tra Vinh 省ではより大きな課題として捉えられている。しかし、Ca Mau 省と Bac Lieu 省については、塩水侵入が問題系図に登場することはなかった。これには2つの可能性が考えられる。1つ目は、エビ養殖はある程度の汽水がエビ養殖に不可欠であることから稲作の方が塩水侵入の影響を受け易いということ、もう1つは、問題となるほどの塩水が Ca Mau 省と Bac Lieu 省の対象村落には侵入しなかったことが考えられる。

表 3.1.3 各村落の問題系図の中で特定された気候変動に関連する課題

| 村落名 | Thuan Dien | An Binh Tay | Huyen Hoi | Vinh Hai | Phuoc Long | Tran Thoi | 総数 |
|------------------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|----|
| Province | Ben Tre | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | |
| Drought | ● | ● | ● | | ● | ● | 5 |
| Inundation | ● | | | | ● | | 2 |
| Flood tide | ● | | | ● | | | 2 |
| Heavy rain | ● | | | | ● | | 2 |
| Saline intrusion | ● | ● | ● | ● | | | 4 |

出典：調査団実施による問題分析

2) 農民の気候変動認識（質問表調査）

a) 認識されている気候変動

ワークショップの後に行った質問表調査では、過去数十年間において気候変動のどのような課題がどの程度認識されたかという回答を求めた（表 3.1.4）。総計 367 の回答が得られ、最も多かった回答は” 高温” の 84 回答（23%）であった。次に最も多かった回答は” 不規則な降雨” が挙げられ、これについては期間が非常に長く雨量が増加する場合と雨量の減少という場合の 2 つの拮抗的なパターンが混在する（72 回答、20%）。

そして 3 番目に多かった回答は塩水侵入（58 回答、16%）であった。塩水侵入の発生は地理的条件によるため、全ての村落で認識されている訳ではなく、Ben Tre 省のある地域に限られた。4 番目は“天候不順”または“異常気象”など気温や降雨量が不安定である問題（54 回答、15%）が挙げられ、この他に洪水・浸水（26 回答、7%）、病虫害の増加（20 回答、5%）、干ばつ（19 回答、5%）などの回答があった。

表 3.1.4 農民に認識されている気候変動課題

| District | High Temperature (prolonged) | Unusual Rain (prolonged/increase/decrease) | Saline Intrusion | Weather Change/irregular climate | Flood/High Water Level | Increase in Disease/insect | Drought | Water Pollution | Change of Season (dry-wet) | Not Particular | Others | Total |
|-------------|------------------------------|--|------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------|---------|-----------------|----------------------------|----------------|--------|-------|
| Thuan Dien | 23 | 17 | 26 | 9 | 10 | | | | | | | 85 |
| An Binh Tay | 16 | 11 | 22 | 1 | | 6 | 6 | | | | | 62 |
| Huyen Hoi | 10 | 8 | 1 | 13 | | 5 | 4 | 1 | | 6 | | 48 |
| Vinh Hai | 6 | 5 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | | 2 | | | 21 |
| Phuoc Long | 19 | 22 | 2 | 9 | 5 | 8 | 6 | 4 | 5 | 1 | 4 | 85 |
| Tran Thoi | 10 | 9 | 6 | 18 | 10 | | 2 | 10 | | | 1 | 66 |
| Total | 84 | 72 | 58 | 54 | 26 | 20 | 19 | 15 | 7 | 7 | 5 | 367 |
| | 23% | 20% | 16% | 15% | 7% | 5% | 5% | 4% | 2% | 2% | 1% | 100% |

出典：農民世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：複数回答を含む。

b) 気候変動によって生じる農水産業の被害

アンケート調査によって、気候変動に起因する具体的な損害または損失について回答を得た。表 3.1.5 に示すように、総有効回答数は 462 あり、最も多かった回答は“ココナツへの損害”であり、これは収穫サイズの縮小や強風による落下を指す（211 回答、46%）。2 番目に多かった回答は、あらゆる生産物における“生産量の減少”が Ben Tre 省でのみ挙げられた（57 回答 12%）。

水産業における負の影響については、エビの損害（51 回答、11%）、病虫害の増加（50 回答、11%）が挙げられ、気温の上昇がウイルス、病原性バクテリア、害虫などを誘因となっていると農民は認識している。3 村落にてイネへの損害、特にイネは生育初期に損害を受けやすいこともあって播種時の被害が挙げられた（4%）。

表 3.1.5 気候変動による主な損失・損害

| District | Damage to Coconut | Decreased Production | Damage to Shrimp | Increased Disease/insect (common) | Yield Loss (common) | Damage to Paddy | Loss of Seedling | Others | Total |
|-------------|-------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|------------------|--------|-------|
| Thuan Dien | 42 | 26 | | 19 | | | 7 | 5 | 99 |
| An Binh Tay | 38 | 31 | | 11 | | 7 | | 1 | 88 |
| Huyen Hoi | 30 | | | 6 | 18 | 3 | | 6 | 63 |
| Vinh Hai | 21 | | 5 | | 1 | | | 2 | 29 |
| Phuoc Long | 41 | | 24 | 14 | 7 | 8 | | 7 | 101 |
| Tran Thoi | 39 | | 22 | | 10 | | | 11 | 82 |
| Total | 211 | 57 | 51 | 50 | 36 | 18 | 7 | 32 | 462 |
| | 46% | 12% | 11% | 11% | 8% | 4% | 2% | 7% | 100% |

出典：農民世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：複数回答を含む。

c) 対応策

気候変動問題に対処するために、一連の対策が取られている（表 3.1.6）。最も一般的な対策は、気温上昇や長期間に渡る炎天によって増長される病気に対処するための“農薬の施用”が挙げられた（27 回答、28%）。次に多かった回答は“堤防の建設・改修”であり、これはエビ養殖池や農業用地を塩水侵入から保護するためのもので、ある程度は農民自身による工事となる（26 回答、27%）。

表 3.1.6 農民による対応策

| District | Application of Chemicals/Medicines | Embankment Construction/Improvement | Irrigation/Water Control | Canal Dredging/Drainage | Change of Cropping Pattern | Change in the use of fertilizer | Not Particular | Others | Total |
|-------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------|--------|-------|
| Thuan Dien | 6 | 22 | 2 | | 1 | 2 | | | 33 |
| An Binh Tay | 7 | | 7 | | | | 1 | | 15 |
| Huyen Hoi | 3 | | 2 | 4 | | | 1 | 6 | 16 |
| Vinh Hai | | | | 1 | | | | | 1 |
| Phuoc Long | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | | | | 12 |
| Tran Thoi | 7 | 1 | 6 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 19 |
| Total | 27 | 26 | 20 | 7 | 3 | 3 | 2 | 8 | 96 |
| | 28% | 27% | 21% | 7% | 3% | 3% | 2% | 8% | 100% |

出典：農民世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：複数回答を含む。

塩水侵入と不安定な降雨に対応する為、灌漑水のコントロールという対応策も挙げられた（20 回答、21%）。他に、“排水”（7%）、“作付パターンの変更”（3%）、“肥料の変更”（3%）などの回答が得られた。一部の農民は作付パターンの変更、移行、施肥方法の変更などの気候変動に適応した営農方法を実施している。

d) 塩水侵入に関する農民意見

農場や水路における塩水侵入の状況に関する農民の意見を表 3.1.7 に示す。全 183 有効回答の 72%が塩水侵入による変化が見られるという回答があり、さらに具体的現象への質問に対しては、全 39 回答のうち“長期化”と“増加”が 11 回答あった（28%）。

加えて、“不規則”（6 回答、15%）、“早期開始”（2 回答、5%）という塩水侵入に対する意見が挙げられた。4 村落において変化があるとの回答が多数となり、特に Thuan Dien では 41 回答が変化が“ある”としたのに対して“ない”は 1 回答のみであった。他方、Huyen

Hoi と Vinh Hai では“ない”という回答の方が多数となった。

“減少”に 9 回答が得られた背景には、防潮水門の設置や降雨量の増加などの塩水侵入軽減の要因がある一方で、塩水侵入地域自体が拡大している現状では、地域による影響が混在した状態にあると考えられる。

表 3.1.7 圃場及び水路周辺で農民が確認した塩水侵入

| District | Yes | No | Total | Prolonged | Increased | Decreased | Erratic | Early starting | Total |
|-------------|-----|-----|-------|-----------|-----------|-----------|---------|----------------|-------|
| Thuan Dien | 41 | 1 | 42 | 8 | | | | | 8 |
| An Binh Tay | 26 | 5 | 31 | 2 | | | | | 2 |
| Huyen Hoi | 13 | 16 | 29 | 1 | | 7 | | 1 | 9 |
| Vinh Hai | 9 | 11 | 20 | | 2 | | | | 2 |
| Phuoc Long | 19 | 11 | 30 | | 6 | 2 | | | 8 |
| Tran Thoi | 24 | 7 | 31 | | 3 | | 6 | 1 | 10 |
| Total | 132 | 51 | 183 | 11 | 11 | 9 | 6 | 2 | 39 |
| | 72% | 28% | 100% | 28% | 28% | 23% | 15% | 5% | 100% |

出典：農民世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：複数回答を含む。

3.1.3 主要問題としての塩水侵入

上述したように、気候変動に関連して気温上昇に伴う減収や塩水侵入による直接的な損害、洪水による減失などの様々な問題が、現在発生していると共に将来はより深刻な状態となると予測されている。近年で最も被害が深刻であった 1998 年の塩水侵入状況を図 3.1.4（左）に、シミュレーションに基づく 2020 年の予測を同図（右）に示す。左図では、1998 年に広範囲に及ぶ沿岸地域で塩水濃度が 20g/L またはそれ以上となった（赤色部分）ことを表す。結果として、かなりの稲作栽培地が被害を受けることとなった。塩水侵入はこれらの地域では時々起こると予測される重要課題となっている。

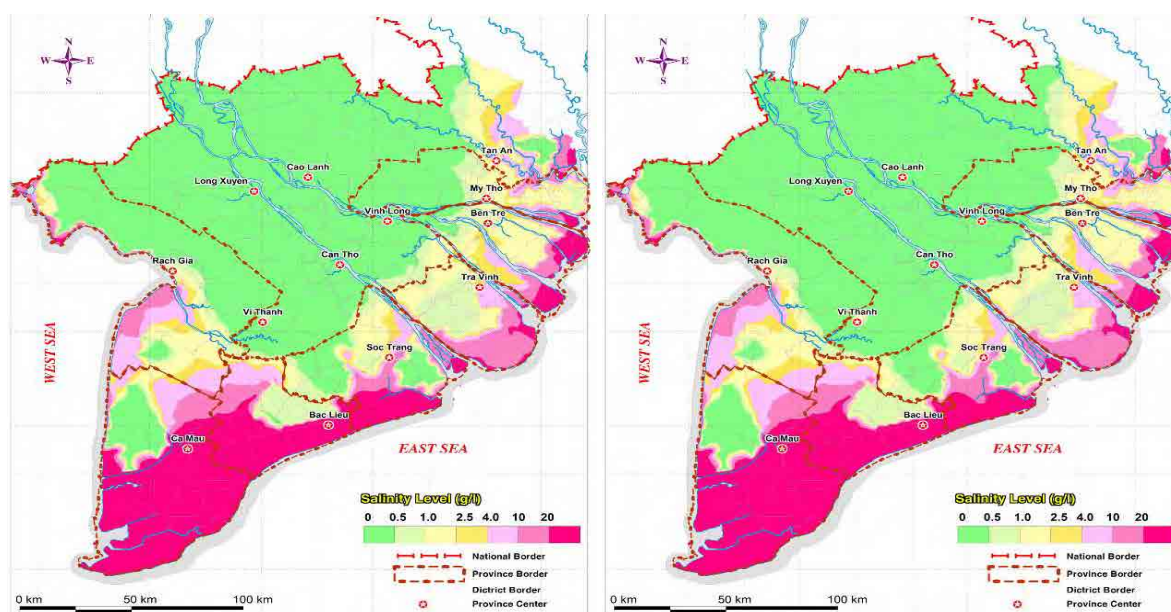


図 3.1.1 解析による 1998 年と 2020 年における塩水侵入

出典：JICA 調査団（2012）

さらに、塩水侵入は 1998 年よりも 2020 年までにより深刻な状況になることが予測されている。

右図で示すように、近年で最も深刻であった状況が将来的には徐々に普通の状況となることが考えられる。これに対して対応策を実施しなければ、稲作、野菜、果樹やエビ養殖などへの損害の拡大が懸念される。

解析によれば、現在の二期作水田の一部は将来塩分濃度の高い地域になると予想されている。表 3.1.8 に示すように、解析では塩水侵入によって合計 126,168 ha が水田耕作に適さないと予測されている。全水田地域の 14% を占めるその地域は稲作単独営農には適さなくなる可能性がある。この 126,168 ha の内、30,616 ha (24%) は汽水養殖—稲作への転換が予想され、残りの 95,552 ha (76%) は汽水養殖への転換が予想される。

さらに、稲作システムを続けることが可能と考えられる地域においても、117,031 ha (全体の 15%) は、2 月或いは 6 月においては濃度レベル 4-10g/L の塩分濃度に曝されるリスクがあると予想されている。このため、稲作を続けるためには塩分濃度を規制する対策が必要である。

表 3.1.8 解析により 2050 年に想定される土地利用形態

| Land Use | No Change | | | Change to | | | Grand Total |
|------------------------|------------------------|------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| | Without Risk | With Risk | Total | Brackish-Paddy | Brackish Aqua | Total | |
| | < 4g/L both in Feb&Jun | 4-10g/L in either Feb or Jun | | >10g/L in Feb <10g/L in Jun | >10g/L both in Feb & Jun | | |
| Paddy | 28,768 | 21,257 | 50,025 | 8,801 | 28,221 | 37,022 | 87,048 |
| Paddy (1 crop) | 47,722 | 27,365 | 75,087 | 12,535 | 25,334 | 37,869 | 112,956 |
| Paddy (2 crop) | 333,068 | 45,053 | 378,121 | 7,815 | 36,355 | 44,170 | 422,291 |
| Paddy (3 crop) | 207,820 | 18,931 | 226,750 | 1,455 | 3,314 | 4,769 | 231,519 |
| Paddy and annual crops | 741 | 1,767 | 2,508 | 10 | 2,327 | 2,337 | 4,845 |
| Paddy-Fresh aqua | 17,236 | 91 | 17,327 | 0 | 0 | 0 | 17,327 |
| Paddy-Fish | 13,918 | 2,567 | 16,484 | 0 | 0 | 0 | 16,484 |
| Paddy Total | 649,272 | 117,031 | 766,303 | 30,616 | 95,552 | 126,168 | 892,471 |
| | 85% | 15% | 100% | 24% | 76% | 100% | |
| | 73% | 13% | 86% | 3% | 11% | 14% | 100% |

出典：Sub-NIAP (2012)による資料を調査団にてとりまとめ

3.1.4 現状における課題

近年、塩水侵入は上流に移行する傾向にあることが分かっている。このため、複数省をまたがった流域水資源管理の必要性が増している。流域水資源管理の概念は 1999 年 1 月に設立された the Water Resources Act により導入された。しかし、現在においても、実際の水資源管理に関わる技術的知識と経験、マネジメントシステムは確立されておらず、これらの分野における人材開発が必要である。

乾季の塩水侵入に関しては、2011 年に塩分濃度確認の遅れにより、塩水侵入防止のためのゲート操作に遅れが生じた。結果、8,000 ha の耕作地において 70% 以上の作物損失が生じた。DONRE による塩分濃度の測定は実施されているが、その情報は水門操作のための情報として提供されておらず、さらに、水管理分野における人材開発の必要は未だに進展が見られない。

イネ栽培には湛水が必要であるが、エビ養殖では塩水を必要とするため、両者間に水質需要に関する軋轢が生じている。軋轢を避けるためには、水路内の水管理をより詳細に行うことが必要であり、水位や水質の詳細な観測と、下位レベルの水路に対しては水位と水質とを細かく制御した状態での給水が必要である。

イネ栽培地帯において農薬や肥料の大量投与による化学物質汚染が懸念されており、農民の健康被害も危惧されている。また、水路内の水質汚染は、エビ養殖における病気の大発生や大量死などを引き起こしていると考えられている。水質悪化は、エビ養殖や漁業などの水産業に悪影響

を与えるだけでなく、それらを摂取する国民の健康被害や、生活用水として利用する住民の健康被害にも至ると懸念されている。しかしながら、水質悪化の実態は解明されておらず、水質悪化の実態解明が求められている。

1) 淡水を必要とする稲作と塩水を必要とするエビ養殖農家間の問題

淡水を必要とする稲作農家と塩水を必要とするエビ養殖業者が隣接する場合は、問題が生じる。この問題発生を避けるために、水路システムの水管理に注意を払い、水位と水質のきめ細やかな観測と通水させる水の調節をする必要がある。しかしながら、Mekong Delta における水位及び水質観測は、主として MONRE 及びその下部機関である DONRE によって実施されている。

MONRE 傘下の常設水位水質観測所はメコンデルタ内に約 40 設置されているが、小規模な水路は対象とされておらず、ゲート操作を目的とする場合は DARD に関連した機関によって測定が実施される必要がある。しかし、この測定は費用と機器の不足のため十分に実施出来ているとはいえない。さらに、ある省で収集されたデータが隣接する省で共有されておらず、適切なゲート操作が可能とはならず、作物に被害を生じさせる原因となる可能性がある。このため、基本的なデータ収集と情報共有とが強化される必要がある。

Ca Mau を例にとれば、下記の図に示したように紫色の部分はエビ養殖、淡黄色の部分は稲作である。赤色の破線は省の境界を示しており、青色は淡水を取水する主要水路、緑色は塩水を取水する主要水路を表している。エビ養殖は Ca Mau 省、Bac Lieu 省と Soc Trang 省の 3 省にわたって分布している。稲作も同じ 3 省にわたって分布している。問題は省のエリアによって異なるゲートオペレーションの影響を受ける地区である。

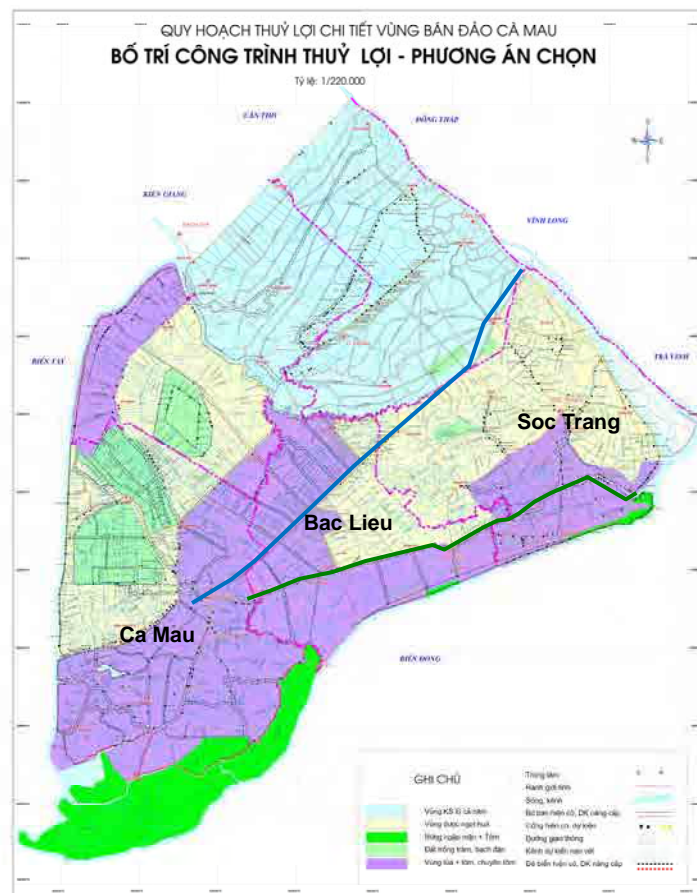
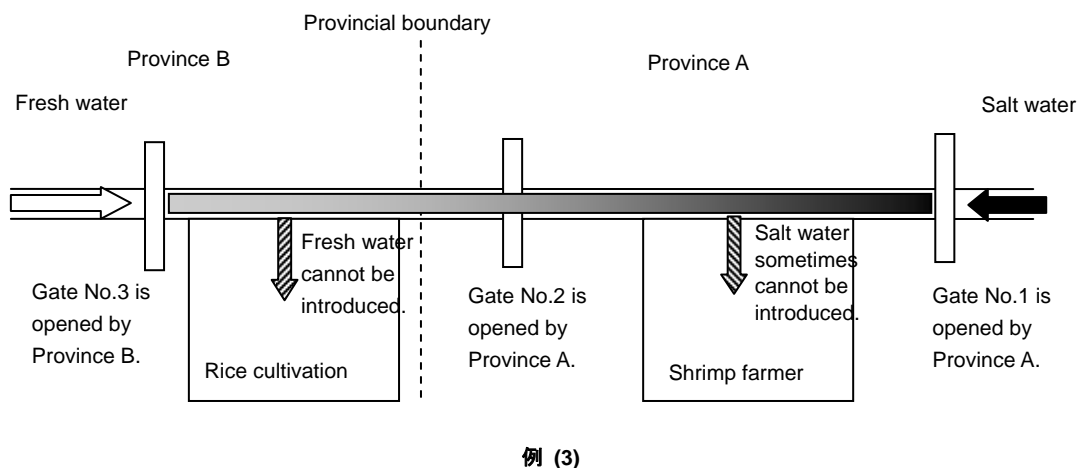
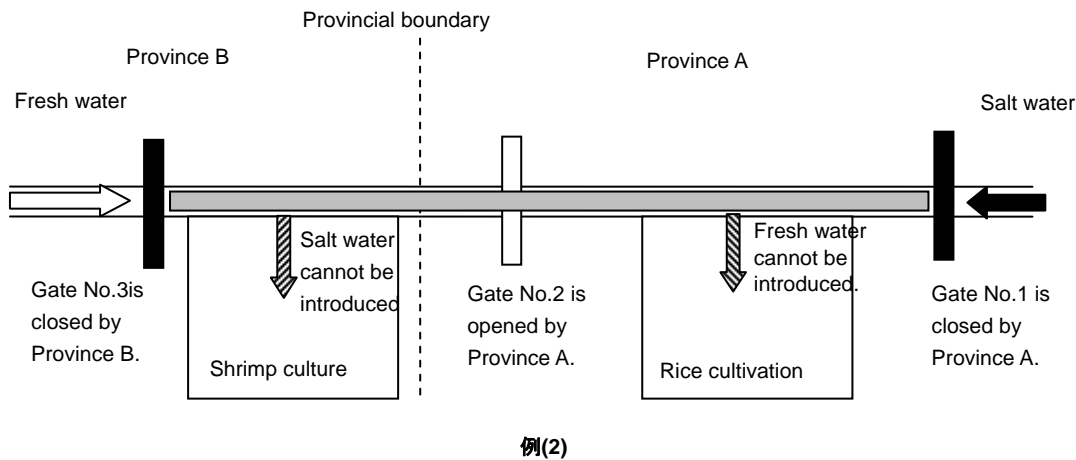
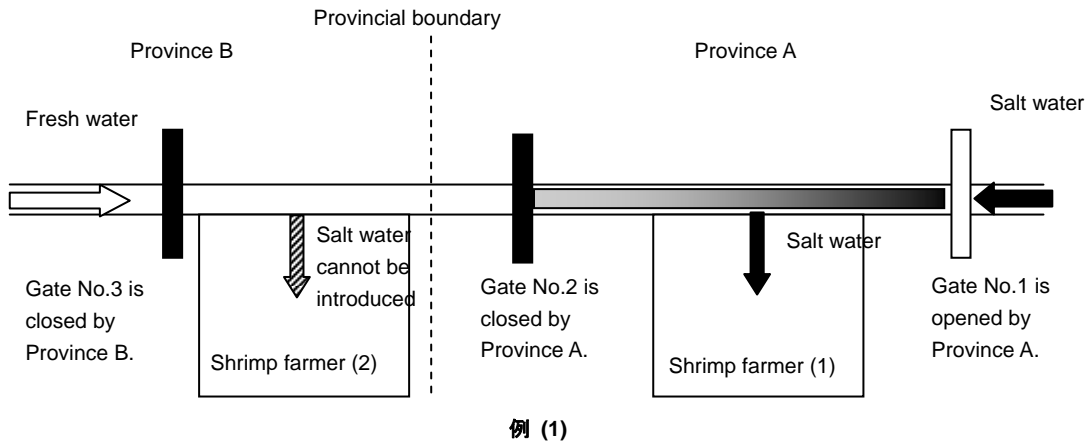


図 3.1.2 Ca Mau 周辺における水田地域とエビ養殖地域

出典：調査団

例えば、例 (1)に示すように、エビ養殖(1)に十分な塩水を導入するため、そのエビ養殖農家が存在する A 省によってゲート No.1 が開けられ、ゲート No.2 が閉じられたとする。B 省に位置するエビ養殖(2)も塩水が必要であるため、B 省によってゲート No.3 は閉じられるが、ゲート No.2 も閉じられているため、エビ養殖(2)は塩水を導入することが出来ない現象が生じる。

また、例(2) に示すように、A 省に位置するコメ栽培は淡水を必要とするので、A 省はゲート No.1 を閉じて、ゲート No.2 を開ける。しかし、この時、B 省に位置するエビ養殖は塩水を必要とするので、B 省はゲート No.3 を閉じてしまう。そうすると、A 省のコメ栽培農家も淡水を得ることが出来ず、また、B 省のエビ養殖農家も塩水を得ることが出来ないこととなる。



さらに、例(3)に示すように、A省に位置するエビ養殖は塩水を必要とするので、A省はゲート No.1 を開ける。B省に位置するコメ栽培は淡水が必要であるので、B省はゲート No.3 を開ける。しかし、この時、A省のゲート No.2 が開けたままだと、B省のコメ栽培は淡水を導入することが出来ないし、塩水侵入の程度によっては、ゲート No.2 を閉じなければ、A省のエビ養殖は十分な濃度の塩水を導入することが出来ない場合が生じる。

以上の例のように、水路システムが複数の省にまたがり、生産物が異なっているため、単独の省では最適なゲート操作が決められない場合が発生することや、さらには、リアルタイムで塩分濃度を測定し、ゲート操作に反映させなければならない場合があることが分かる。

3.1.5 社会経済発展に伴い引き起こされる将来の課題

社会経済発展に伴い引き起こされる恐れのある問題は以下のとおりである。

- 1) イネ栽培地帯において農薬や肥料の大量投与による化学物質汚染が懸念されており、農民の健康被害も危惧されている。また、化学物質汚染は、エビ養殖における病気の大発生や大量死などを引き起こしていると考えられている。さらに、水質悪化は、エビ養殖や漁業などの水産業に悪影響を与えるだけでなく、それらを摂取する国民の健康被害や、生活用水として利用する住民の健康被害も懸念されている。しかしながら、水質悪化の実態は解明されておらず、水質悪化の実態解明が求められている。
- 2) メコンデルタにおいては、国家社会経済発展戦略にも書かれているとおり、農水産物の加工などを中心とした工業化が期待されており、将来的に工業用水の利用が増加する可能性がある。そして、工業化に伴う工業排水の増加により、工場などから水路内へ排水された水を、水路の外の河川へ速やかに排水することが必要である。そのため、内水位をゲートで適切にコントロールする必要がある。

3.2 プロジェクト内容

ここでは実施が求められる事業の項目に関し、1) メコンデルタにおける流水管理のための能力向上プロジェクト、2) メコンデルタにおける洪水早期警報のための能力向上プロジェクト、3) メコンデルタにおける渇水及び早期塩水侵入警報のための能力向上プロジェクトなどについて概説する。

各プロジェクトを簡略化したプロジェクトデザインマトリックス (PDM) を以下に示す。3つのプロジェクトの中で「1) メコンデルタにおける流水管理のための能力向上プロジェクト」が主要なものとなる。本プロジェクトの主な目的はメコンデルタの淡水と塩水の混合区間にて、SCADA システムを導入し、必要な水資源計画とモニタリング及び情報共有の能力強化を図ることである。

本プロジェクトの終了後には以下の4つの成果が期待される。

- 1) 成果1： 現地調査及び解析に基づき、当該エリアにおける水位と塩分が測定される。
- 2) 成果2： 現地調査及び解析に基づき、流水管理計画が策定される。
- 3) 成果3： 流水管理計画が実際のゲート操作運用に用いられ、塩水侵入を防ぎ、淡水が効果的に取水できるかが検証される
- 4) 成果4： 検証に基づき訓練計画を含む流水管理計画が策定される。

成果 1 に関して、以下の活動が求められる。

- 1-1 SIWRP が水門を域内に含むパイロット地区を選定する。
- 1-2 SIWRP が水位および水質のモニタリング地点を選定する。
- 1-3 SIWRP がマスカーブを用いてその地方の水路の流量を検証する。
- 1-4 SIWRP が水位及び水質に必要とされるモニタリング間隔を決定する。

成果 2 に関して、以下の活動が求められる。

- 2-1 SIWRP がパイロット地区での測定に基づき、流水及び塩分侵入の解析を実施する。
- 2-2 SIWRP が解析結果をパイロット地区での測定結果と照らし合わせ、測定と解析との整合を図る。
- 2-3 SIWRP が水門のモデル解析を実施し、水門の操作計画を策定する。
- 2-4 SIWRP が現地測定結果と解析結果に基づいた水門を用いた流水管理計画を策定する。

成果 3 に関して、以下の活動が求められる。

- 3-1 SIWRP がパイロット地区で水資源管理会社と共に水門操作を実施する。
- 3-2 SIWRP が流水管理計画を検証し、見直しを実施する。

成果 4 に関して、以下の活動が求められる。

- 4-1 SIWRP がメコンデルタにおける流水管理システムを作成する。
- 4-2 SIWRP が流水管理訓練計画を策定する。

メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------|----------|-----------|----------|---|------------|------|------|-------------------------|------|------|------|--|
| Project Title | Capacity Development Project for Flow Water Management in Mekong Delta | | | | | | | | | | | | | |
| Priority in Province | Tien Giang | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | Kien Giang | | | | | | | |
| Target Groups | Officer of SIWRP | | | | | | | | | | | | | |
| Implementing Agency | SIWRP, DARD, MARD | | | | | | | | | | | | | |
| Collaborators | International Donors (ADB, WB, JICA, Netherlands) | | | | | | | | | | | | | |
| Objectives: | To enhance the capacity of flow water management in Mekong Delta | | | | | | | | | | | | | |
| Rationale: | Flow discharge from upstream to Mekong Delta is observed at two stations of Tan Chau and Chau Doc by observing water level. But, the relation between water level and discharge, H-Q rating curve, is not accurate because of the backwater effect. Furthermore, water level or flow rate in canals or channels for irrigation are not observed, so that current situation of flow rate and water use is not grasped. Regarding saline intrusion, salinity data is not acquired frequently. It is observed in two (2) periods at the tidal peak in a month following lunar calendar and it takes very long time to test the salinity in a laboratory. One period covers only around three (3) days. Saline intrusion occurs in a balance between fresh water supply from upstream of river and salt water pushed up by tide from the sea. Therefore, if the amount of fresh water from upstream is smaller than ordinary one in dry season, the balance shall be lost and saline water goes up deeply before the normal period and damage by saline intrusion shall be caused. Hydro-meteorological data such as water level, rainfall and salinity are observed and collected by the Centre of Hydro-meteorological under the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE), but these data are not supplied to DARD and SIWRP under the Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) with free of charge. And Department of Agriculture and Rural Development (DARD) in provinces is conducting measurements of salinity by themselves, but this data is not standardized to be used for analysis. | | | | | | | | | | | | | |
| Project Implementation | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2024 | 2026 | 2030 | 2050 | |
| Expected Outputs | <ul style="list-style-type: none"> Capacity of establishing flow water management plan shall be enhanced. Capacity of analyzing eutrophication and planning of eutrophication control shall be enhanced. Capacity of detailed analysis and planning of water quantity and quality in fresh water and saline water mixing area shall be enhanced. Capacity of flood runoff and inundation analysis and early flood warning shall be enhanced by using satellite images, remote sensing data and real time data. Capacity of low flow runoff analysis and saline intrusion analysis and drought and saline intrusion warning shall be enhanced by using satellite images, remote sensing data and real time data. | | | | | Development Indicators <ul style="list-style-type: none"> Water management plan by using detailed observation data in Mekong Delta. Eutrophication control plan in a pilot area. Detailed plan of water quantity and quality in a pilot fresh water and saline water mixing area. Early flood warning system Early drought and saline intrusion warning system. | | | | | | | | |
| Major Activities with the Expected Outputs | <ul style="list-style-type: none"> To utilize Doppler current meter, real time water gauge and salinity sensor to enhance capacity of planning for water resources management. To enhance capacity for analysis of eutrophication and eutrophication control planning. To enhance capacity for detailed analysis of water quantity and quality and water resources management planning in fresh water and saline water mixing area. To utilize satellite images, remote sensing data and real time data to analyze flood runoff and flood inundation and to establish early flood warning system. To utilize satellite images, remote sensing data and real time data to analyze low water runoff and saline intrusion and to establish early drought and saline intrusion warning. | | | | | Total Cost (US\$) | | | | Expected Sources | | | | |
| | | | | | | 5.1 million USD Experts assignment, Equipment, Logistics, Trainings, Etc. | | | | MARD, Donors | | | | |
| Project Risk: | No specific project risks are expected. | | | | | | | | | | | | | |
| Environment Assessment (C): | This program is not associated with construction of any infrastructure or resettlement of local people. Therefore, no particular social and environmental concerns are foreseeable. | | | | | | | | | | | | | |

早期洪水警戒システム改善プログラム

| Project Title | Early flood warning system improvement program | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|----------|-----------|---|--------|------------|------|------|-------------------------|------|------|------|
| Priority in Province | Tien Giang | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | Kien Giang | | | | | | |
| | | | | ○ | | | ○ | | | | | | |
| Target Groups | Officer of SIWRP | | | | | | | | | | | | |
| Implementing Agency | SIWRP, DARD, MARD | | | | | | | | | | | | |
| Potential Collaborators | International Donors (ADB, WB, JICA, Netherlands) | | | | | | | | | | | | |
| Objectives: To enhance the capacity of flood management in Mekong Delta | | | | | | | | | | | | | |
| Rationale: Flow discharge from upstream to Mekong Delta is observed at two stations of Tan Chau and Chau Doc by measurement of water level. The relation between water level and discharge, H-Q rating curve, is not accurate because of the backwater effect of Mekong River. Furthermore, water level or flow rate in canals or channels for irrigation have not yet been observed, so that current situation of flow rate and water use is not grasped until now. Regarding flood inundation, water spread area and its water level are not acquired frequently. Sometimes satellite images are supplied from Mekong River Commission or MoNRE but real time situation cannot be obtained and handled by regional government and relating organizations. Numbers of sluices are installed at confluences of canals and rivers in Mekong delta. These sluices can drain flood water coming from hinterlands when outside water level of river becomes lower than inside water level by opening gates; flood water can be stopped at sluices when outside river water level becomes higher than inside water level by closing gates. For the sake of effective gate operation for flood prevention purposes, real time information on flood water level will be quite useful; each province can operate their sluices with the most appropriate method. Furthermore, information of water level reduction is also useful for preparation of paddy seedling and land plowing of winter spring paddy and other farming practices in the Mekong Delta. Hydro-meteorological data such as water level, rainfall and salinity are observed and collected by the Centre of Hydro-meteorological under the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE), but these data are not supplied to DARD and SIWRP under the Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) with free of charge. Data supply and real time information sharing are proposed. | | | | | | | | | | | | | |
| Project Implementation | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2024 | 2026 | 2030 | 2050 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Expected Outputs | | | | | Development Indicators | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Early warning system in the program area Flood warning network system map Real time measurement system of river flow Base map of program | | | | | <ul style="list-style-type: none"> Early warning system is established General early warning system map is prepared and data and simulation are synchronized Real time monitoring system is established Base map of program is prepared | | | | | | | | |
| Major Activities with the Expected Outputs | | | | | Total Cost (US\$) | | | | | Expected Sources | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> To establish early warning system To layout flood inundation warning networks on the map To analyze flood expansion To measure flood water level, flow velocity of rivers, real time water level of rivers To obtain remote sensing rainfall data | | | | | <ul style="list-style-type: none"> Total cost is 5.9 million Experts: 4.9 million Equipment and other cost: 1.0 million | | | | | MARD, Donors | | | |
| Project Risk: The main ministry for water resources management in Vietnam is the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE). MARD is managing water resources as a water user side for agricultural and rural development purpose. In the Mekong Delta, MONRE is in charge of basic meteorological and hydrological information collection and management. MARD and DARD conduct hydrological observation only for the purpose of water use such as irrigation. This project is formulated from the viewpoint that MARD and DARD shall need to obtain inter-provincial hydrological and flood data and share them on the basis of the expected future situation of expansion of flood inundation. However, the information owned by MONRE is supposed to be shared to MARD and DARD. If it is not shared, basement of information is not used for the project. Therefore, the framework of the project should be reconsidered. | | | | | | | | | | | | | |
| Environment Assessment (C): This program is not associated with construction of any infrastructure or resettlement of local people. Therefore, no particular social and environmental concerns are foreseeable. | | | | | | | | | | | | | |

塩水侵入早期警戒システム構築プログラム

| Project Title | | Early Saline Intrusion Warning System Establishment Program | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----------|--|----------|--------|------------|------|------------------|------|------|------|------|
| Priority in Province | Tien Giang | Ben Tre | Tra Vinh | Soc Trang | Bac Lieu | Ca Mau | Kien Giang | | | | | | |
| | | ○ | ◎ | ● | | | | | | | | | |
| Target Groups | Officer of SIWRP | | | | | | | | | | | | |
| Implementing Agency | SIWRP, DARD, MARD | | | | | | | | | | | | |
| Potential Collaborators | International Donors (ADB, WB, JICA, Netherlands) | | | | | | | | | | | | |
| Objectives: To enhance the capacity of saline water management in Mekong Delta | | | | | | | | | | | | | |
| Rationale: Flow discharge from upstream to Mekong Delta is observed at two stations of Tan Chau and Chau Doc by measurement of water level. The relationship between water level and discharge, H-Q rating curve, is not accurate because of the backwater effect of Mekong River. Furthermore, water level or flow rate in canals or channels for irrigation have not yet been observed, so that current situation of flow rate and water use is not grasped until now. Regarding saline intrusion, salinity data is not acquired frequently for a purpose of data base formulation. The practice at present is that observation is conducted at two (2) times a month at the tidal peaks in a month following lunar calendar and it takes very long time to test the salinity in a laboratory. One time observation can cover only three (3) days between before and after the observation day. Saline intrusion occurs in a balance between fresh water supply from upstream of river and salt water pushed up by tide from the sea. Therefore, if the amount of fresh water from upstream is smaller than ordinary one in dry season, the balance will be lost, consequently, saline water goes up deeply in comparison with normal period and damage by saline intrusion will be caused. Hydro-meteorological data such as water level, rainfall and salinity are observed and collected by the Centre of Hydro-meteorological under the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE), but these data are not supplied to DARD and/or SIWRP under the Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) with free of charge; and then, Department of Agriculture and Rural Development (DARD) in provinces is conducting measurements of salinity by themselves, but this data is not standardized to be used for analysis. | | | | | | | | | | | | | |
| Project Implementation | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2024 | 2026 | 2030 | 2050 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Expected Outputs | | | | Development Indicators | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Early warning system in the program area Saline intrusion warning network system map Data base of runoff and saline intrusion Real time measurement system of river flow Base map of program | | | | <ul style="list-style-type: none"> Early warning system is established General early warning system map is prepared Data and simulation are synchronized Real time monitoring system is established Base map of program is prepared | | | | | | | | | |
| Major Activities with the Expected Outputs | | | | Total Cost (US\$) | | | | | Expected Sources | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> To establish early warning system To layout saline intrusion warning networks on the map To analyze low water runoff, saline intrusion To measure salinity level, flow velocity of rivers, real time water level of rivers To obtain remote sensing rainfall data | | | | <ul style="list-style-type: none"> Total cost is 7.0 million Experts: 5.6 million Equipment: 1.1 million Training & activities: 0.3 million | | | | | MARD, Donors | | | | |
| Project Risk: The main ministry for water resources management in Vietnam is the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE). MARD is managing water resources as a water user side for agricultural and rural development purpose. In the Mekong Delta, MONRE is in charge of basic meteorological and hydrological information collection and management. MARD and DARD conduct hydrological observation only for the purpose of water use such as irrigation. This project is formulated from the viewpoint that MARD and DARD shall need to obtain inter-provincial hydrological and water quality data and share them on the basis of the expected future situation of expansion of saline intrusion. However, the information owned by MONRE is supposed to be shared to MARD and DARD. If it is not shared, basement of information is not used for the project. Therefore, the framework of the project should be reconsidered. | | | | | | | | | | | | | |
| Environment Assessment (C): This program is not associated with construction of any infrastructure or resettlement of local people. Therefore, no particular social and environmental concerns are foreseeable. | | | | | | | | | | | | | |

3.3 技術協力内容と投入

前述した3コンポーネントにおいて、優先すべき事業として「メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト」が挙げられる。このプロジェクトは国際機関から支援を受けられる技術協力プロジェクトである。本プロジェクトは、将来、気候変動が他の地域でも深刻になった際に活用可能なモデルプロジェクトである。

「メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト」の基本目的は農業・水産養殖システムが予測される気候変動においてもスムーズに適応できるよう、淡水と塩水を含む流水の水資源情報管理システムを強化するものである。

3.3.1 技術協力内容

本プロジェクトは、淡水と塩水を含む流水の水資源情報管理システムを開発した上で、メコンデルタ沿岸地域において予測される気候変動に伴う塩水侵入に適応し、持続可能な農業及び水産業発展に貢献することを目的としている。

そのため、本プロジェクトでは2方向に向けた展開を目指す。1つは流水モニタリングの実施・共有・利用という一連の技術的能力開発である。もう1つは河川流域ベース及び複数州における流水管理に向けた制度及び組織形成である。これらは本プロジェクト終了時に得られると期待される4つの成果と関連している。

成果1： 現地調査及び解析に基づき、当該エリアにおける水位と塩分が測定される。

成果2： 現地調査及び解析に基づき、流水管理計画が策定される。

成果3： 流水管理計画が実際のゲート操作運用に用いられ、塩水侵入を防ぎ、淡水が効果的に取水できるかが検証される。

成果4： 検証に基づき訓練計画を含む流水管理計画が策定される。

成果1を達成するために必要な活動は以下のとおりである。

1-1 SIWRPが水門を域内に含むパイロット地区を選定する。

1-2 SIWRPが水位および水質のモニタリング地点を選定する。

1-3 SIWRPがマスカーブを用いてその地方の水路の流量を検証する。

1-4 SIWRPが水位及び水質に必要とされるモニタリング間隔を決定する。

成果2を達成するために必要な活動は以下のとおりである。

2-1 SIWRPがパイロット地区での測定に基づき、流水及び塩分侵入の解析を実施する。

2-2 SIWRPが解析結果をパイロット地区での測定結果と照らし合わせ、測定と解析との整合を図る。

2-3 SIWRPが水門のモデル解析を実施し、水門の操作計画を策定する。

2-4 SIWRPが現地測定結果と解析結果に基づいた水門を用いた流水管理計画を策定する。

成果3を達成するために必要な活動は以下のとおりである。

3-1 SIWRPがパイロット地区で水資源管理会社と共に水門操作を実施する。

3-2 SIWRP が流水管理計画を検証し、見直しを実施する。

成果 4 を達成するために必要な活動は以下のとおりである。

4-1 SIWRP がメコンデルタにおける流水管理システムを作成する。

4-2 SIWRP が流水管理訓練計画を策定する。

3.3.2 投入計画

メコンデルタ沿岸部において流水管理に関し、既に述べた成果を達成し、組織の能力強化を図るためには過程志向のアプローチが必要であり、長期の専門家と共にその活動を支える様々な短期専門家の投入が求められる。

ドナー側

1) 長期専門家

- チーフアドバイザー/水資源政策 1 人
- 業務調整 1 人

2) 短期専門家

- 水資源計画 1 人
- 灌漑および排水計画 1 人
- 水文管理および水文解析 1 人
- 水質モニタリングおよび分析 1 人
- モニタリング機器 1 人
- モニタリングデータ処理 1 人
- 情報ネットワーク 1 人
- 地理的情報システム 1 人
- 水収支分析 1 人
- データベース 1 人

3) 資機材

- 気象および水文モニタリング機器 1 台
- 水質調査機器 1 台
- 事務機器（コピー機他） 1 台
- コンピュータソフトウェア(GIS 等) 4 台
- 車両 2 台

4) 職員研修

- 対象省職員研修 30 人/回（2 回/年）
- 第三国研修 10 人/回（2 回/年）
- 国際研修 2 人/回（6 ヶ月）

5) その他

- 運営費 必要に応じて

ベトナム政府側

1) カウンターパート職員

- 水資源計画（常勤） 2 人
- 灌漑および排水計画（常勤） 2 人
- 水文管理および水文解析（短期） 2 人
- 水質モニタリングおよび分析（短期） 2 人

2) 設備

- プロジェクトに必要な土地、建物および設備

- 事務所、事務用家具、その他必要設備
- 3) その他
- 運営費 必要に応じて
 - 税金控除措置 必要に応じて

3.4 事前評価

3.4.1 5項目評価

1) 妥当性

本プロジェクトの妥当性は以下の理由により高いと判断される。

- ✓ ベトナム政府は現在の米生産レベルを維持することを目指しており、メコンデルタにおける対国内比の米総作付面積は 52.8% (3,970,500ha/7,513,700ha)、米総生産量は 54.4% (21,769,500 トン/39,988,900 トン) を占めている。その重要性にもかかわらず、この地域は気候変動による生産損失の脅威にさらされている。一方、エビの養殖については生産増加が目標となっている。これに関して本プロジェクトは関連する複数の省を跨り、流水管理による淡水及び汽水養殖の環境を整えることで、この目標達成の助けとなる。
- ✓ 本プロジェクトとは別に、塩水侵入を制御するための水門建設及び改修に関する事業が提案されている。これらの基盤施設建設は莫大な予算を必要とするため、流水の塩分濃度に応じて施設の機能を十分に発揮させる必要がある。本プロジェクトにおいては、実施可能な予算及び技術の範囲で技術的な側面を重視することにより、水門のゲート操作改善が可能となる。本プロジェクトと基盤施設の整備により、気候変動による水環境の変化に対して十分な適応が可能になるものと予測される。

2) 有効性

プロジェクトの有効性は以下の理由により示される。

- ✓ 本プロジェクトは塩分を含む流水がある地域において、農業及び水産業の生産システムを構築するための実施組織の計画策定能力強化を目指している。農民は既に塩水侵入によって生じる問題に直面しており、気候変動に適応するために、適切な水門のゲート操作による流水管理を行う本プロジェクトは、この地域における農業・水産業が持続的となるために貢献し、極めて高い有効性を示す。
- ✓ 本プロジェクトでは、関連する複数の機関における調整強化を図ることから、例えば省を跨っての情報共有がなされることで、流水管理能力がメコンデルタ沿岸地域において一層強化される。このことは、メコンデルタ沿岸部の農業、水産業の発展に大きく寄与する。

3) 効率性

- ✓ 本プロジェクトの実施機関となる SIWRP は、既にドナーから受けたプロジェクトを通じて、水資源管理計画に関する技術的な経験を積んでいる。例えば、水文学と水源調査/研究、水源評価の数学モデルの応用、天然資源開発マップへの GIS の応用、土地と水資源開発計画、マスタープラン開発、経済分析と水資源・河川流域開発形成の長期的な種類の経験がある。水資源管理計画のそのような基本的能力を活用することで、本プロジェクトによる新しいアプローチの導入が円滑に実施可能である。

4) インパクト

プロジェクトのインパクトは以下のものが予測できる

- ✓ プロジェクトの実行過程を通して、技術要員の能力が強化される。特に、水資源状況の評価およびそれに基づく適切な水資源管理計画を策定することが可能となる。気候変動は通常異なる時期に異なる場所において深刻となるため、前述の能力強化が図られた場合、実施政府機関は気候変動の進捗と地域性に従った資源管理計画の策定が可能である。実際に多くの水門建設が計画されており、水質及び水量データはこれらの構造物を効果的に運用する鍵となるため、本プロジェクトにより高い正のインパクトがもたらされることとなる。

5) 自立発展性

以下の理由から、本プロジェクトによる事業実施機関の能力向上の成果は持続性を維持できると期待できる。

- ✓ 国家開発計画において、ベトナム政府は農業開発の重要性を強調し、特にメコンデルタは国の農業生産拠点と考えられている。この政策は、本プロジェクト対象地域内においては継続されるものと予想される。従って、本プロジェクトに対しては政策変更による影響は見出されない。
- ✓ 気候変動問題は特にメコンデルタ沿岸州では既に中心的な課題となっており、それは将来拡大し、長期的には深刻さを増すと考えられる。実際、流水の量と水質に関する情報を得る必要性は、将来増す傾向にあると考えられる。
- ✓ 事業実施機関と期待される SIWRP は、最近技術要員の人数を増やしてきている。ひとたびこれらの技術要員がプロジェクトを通して水資源管理計画の能力と応用力をさらに高めた場合、プロジェクト終了後にそれらの活動を維持する原動力となる。

3.4.2 貧困、ジェンダー及び環境への配慮

- ✓ 貧困：メコンデルタ地域沿岸の塩水侵入を含む表流水の流動は、気候変動により変化するとみられている。流水資源管理は通常の農民のみならず貧困農民の農業及び水産物生産の基礎である。よって、表流水資源の適切な情報を得ること、また将来的に表流水資源を効果的に管理することは貧困農民の農業・水産業生産の増大に貢献する。
- ✓ ジェンダー：淡水は日常生活の基盤である。例えば、料理、洗濯、食器洗いに淡水は必要であり、それらは通常女性が担っている。新たに管路による給水システムがもたらされても、メコンデルタ地域では淡水の源泉は主に流水である。それゆえ、淡水の流水の確保は女性の日常生活向上に非常に関係が深い。
- ✓ 環境：増加が明らかな塩水侵入の傾向をみると、何らかの介入を行わない限り生態学的環境は将来変化する。例えば、植物相/植生は変化するであろうし、その後動物相も変化すると考えられる。メコンデルタ沿岸の淡水の表流水資源を維持管理することはこの地域の環境を維持する基盤となる。

3.5 プロジェクト実施体制

3.5.1 実施機関

本プロジェクトでは南部水資源計画研究所(SIWRP)を実施機関としている。Southern Institute of Water Resources Planning は以前 Sub-institute for Water Resources Planning であった。水資源省、つ

まり現在の農村振興省（Ministry of Agriculture & Rural Development (MARD)）により 1977 年 9 月 20 日「Decision 964/QĐ-TC.B2」により創設された機関である。

2006 年 12 月 26 日に大統領により発行された「Decision 341/2005/QĐ-TTg」は、結果として、Sub-institute for Water Resources Planning を MARD の管理下に置き、Southern Institute of Water Resources Planning に昇格させた。SIWRP の機能性、委任、権限および組織構造は MARD 省による 2006 年 2 月 8 日付の「Decision 09/2006/QĐ-BNN」に明記された。SIWRP 機構の特権と運営は 2006 年 4 月 14 日付の「Decision 1107/QĐ-BNN-TCCB」で承認された。

1) ビジョン

Southern Institute for Water Resources Planning (SIWRP)はベトナム南部の水資源と河川域開発を管理計画を策定する機関である。SIWRP は持続可能な発展と経済、工業、環境と社会福祉に関連した社会の水需要の増大に沿った計画立案をするため、科学技術発展への絶え間ない努力を行う機関である。

2) 対象

Southern Institute for Water Resources Planning は経済的自立性と収益活動を持った行政法人である。

SIWRP が有する権限は、南ベトナムの流域全体の統一された水資源計画と管理；地方、地域、州およびプロジェクトレベルでの水資源開発計画などである。すなわち、水資源プロジェクト、水資源と環境に関連する社会経済開発プロジェクト、災害軽減の総合的同期的解決法、水供給プロジェクト、河岸および海岸訓練、環境保護、環境アセスメント、小水力発電所開発等が含まれる。

SIWRP により実施される活動は、技術調査、計画設計、見積もりと建設モニタリング、調査プロジェクト、科学研究、水資源開発と流域、防災に関連した国際協力プロジェクトであり、上記の活動に関し、経済の繁栄、高い質の環境、平和で調和のとれた生活、そして十分な量の水資源とともに持続的にベトナムを発展させることを目指している。

3) 責務

SIWRP は南ベトナムの地方の社会経済的発展のための活用と適切な規制とともに、環境と流域の持続可能な発展のための水資源計画のための研究所である。SIWRP が保持する重要な責務は MARD によって以下のとおり示されている。

1. 水資源計画策定として、1) 事業計画（各経済地域と各流域の強化、各利用者のための水供給と灌漑（農業、主要都市エリア、住宅密集街など）、洪水と災害管理、全ての規模の水力発電プラントの整備、2) 水質と環境のための調査と処置、3) 水資源開発のための地形・地質調査及び水文調査、4) 国際協力の下、MARD 大臣の指示によるプロジェクト、5) MARD 大臣により割り当てられた河川境界のプロジェクトなどを実施する。プロジェクトの設計計画は、政府による 2005 年 1 月 24 日付の法令「Decree 08/2005/NĐ-CP」と現行規定に沿って実行される。
2. 地域の水資源計画設計の構築のための各地域への指導と支援を実施し、対象地域の全体計画と国家の社会経済発展との整合を確保するために、関係部署への貢献と参加

3. 地方で承認された計画プロジェクトの実施に関する指導と支援をおこない、計画への支援と改善をするために未解決となっている課題を確認
4. **MARD** 大臣の指示に従い、流域の表流水と地下水の水利権を基に、**MARD** の一部機関として河川の全体的な利用状況と水収支の判定の確立と更新
5. **MARD** 大臣の指示に従い、各地域、セクター、機関により策定された水資源計画プロジェクトの評価への参加
6. **MARD** 大臣の指示により、水資源開発戦略形成への参加
7. 構造物運営計画の形成と総合的な水力施設の運営
8. 各セクター及び国内の水需要のための水質調査：流域、貯水池、海岸地区、半島、氾濫原、沼地における水質の評価、モニタリング。水資源計画のための汚染物質の改善と移送のための予測とモデリング
9. 既存及び計画された水力施設からの地域環境または経済への影響の調査、評価、及び予測
10. 水資源計画と水資源保全活動のための調査として、1) 地形、地質及び水文（表流水と地下水）。2) 水質と水環境、3) 水利用と保全を考慮した関連する社会経済状況調査、等を実施する。
11. **MARD** 大臣の指示により、水資源計画と設計に関する形成プロセス、手順、概念、コスト基準検討への参加
12. 水資源計画、水資源開発、水質保護、技術・能力向上トレーニングに関する科学研究の準備とそれらへの職員参加
13. 各省庁傘下の組織計画の調整（**Ministry of Fishery, Ministry of Construction, Ministry of Transport, Ministry of Natural Resources & Environment** と持続可能な利用と水資源管理における関係地域）
14. 政府と **MARD** の規則に沿った水資源と水環境、水質に関連した国際協力タスクの実行

4) 組織構造と人的資源

SIWRP の組織構成を以下に示す。

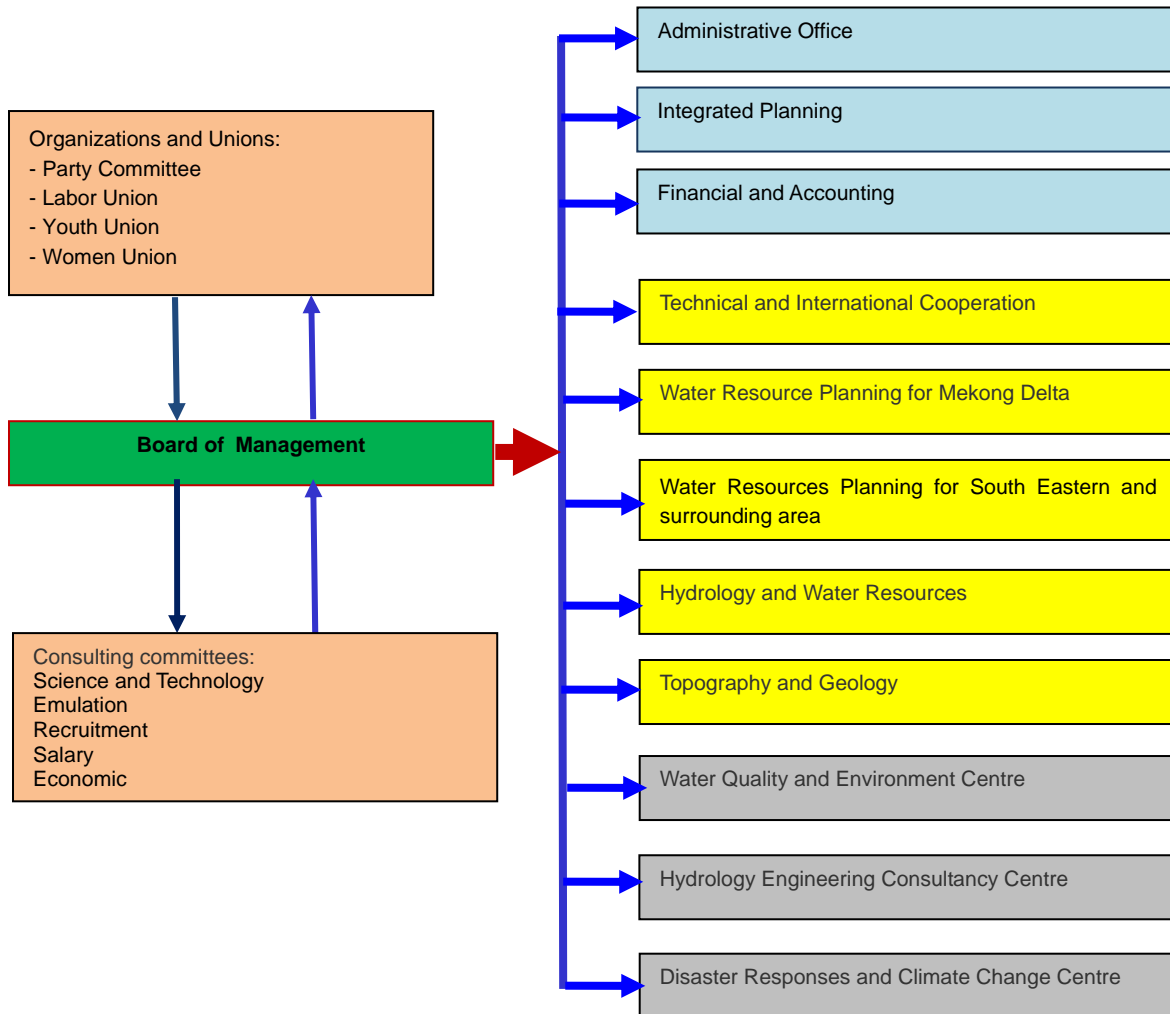


図 3.5.1 SIWRP の組織構成

出典: SIWRP (2012)

また、各部署における職員数を下記の表に取りまとめる。

表 3.5.1 各部署における職員数

| Order | Division | No. of Officers (people) |
|-------|---|--------------------------|
| - | TOTAL | 90 |
| - | Board of Manager | 2 |
| 1 | Administrative office | 8 |
| 2 | Integrated planning | 5 |
| 3 | Financial and Accounting | 4 |
| 4 | Technical and International Cooperation | 9 |
| 5 | Water Resources Planning for Mekong Delta | 12 |
| 6 | Water Resources Planning for South Eastern and surrounding area | 11 |
| 7 | Hydrology and Water Resources | 9 |
| 8 | Topography and Geology | 10 |
| 9 | Water Quality and Environment Centre | 9 |
| 10 | Hydrology Engineering Consultancy Centre | 5 |
| 11 | Disaster Responses and Climate Change Centre | 7 |

5) 運営能力

SIWRP には 90 名の常勤職員が勤務しており、1 名の助教授、3 名の博士、6 名の専攻課程修了者、16 名の修士、50 名の技術者、10 名の学士を含む。研究分野と業務実績については、水文・水資源分野の調査及び観測 30 年、水質分析 20 年、水資源評価数値回析モデルの利用 28 年、土地、水資源開発計画 25 年、マスタープラン 15 年、経済分析 15 年、水資源及び流域開発戦略の形成 15 年などとなっている。

6) 機器

- ✓ 地形調査: tachometer, ultrasonic equipment, leveling apparatus, theodolite, GSP 等
- ✓ 地質調査: XY-1a auger 、その他の現地調査機器
- ✓ 水文調査: ADCP, velocity meter, ultrasonic equipment, その他の観測機器
- ✓ 水質分析: Gafchromatography, Atomic-absorption spectrophotometer, Flame spectrophotometer, Atomic-absorption spectrophotometer with hydride for arsenic analysis, Ionic gafchromatography, その他の機器
- ✓ 事務所: コンピューター、プリンター、スキャナー、フォトコピー、カメラ等

7) ソフトウェア

- ✓ 洪水流体力学と塩分: VRSAP, SAL, MIKE11 & MIKE21
- ✓ 水文学: RRMOD, TANK & NAM
- ✓ 流域収支 r basin water balance: MITSIM, MIKE BASIN & MIKE SHE
- ✓ 環境アセスメント (EIA) : RIAM
- ✓ GIS ソフトウェア: MapInfo, Arc View, Arc/Info
- ✓ 構造物設計用ソフトウェア: ACAD
- ✓ オプティマル分析用ソフトウェア: GAMS

3.5.2 プロジェクト運営委員会 (PIC) 案

必要と考えられるプロジェクト実施組織 (案) を図 3.5.2 に示す。まず、MARD、MoNRE、及び JICA で構成される JCC は中央レベルとしてハノイに設立される。大抵の水資源管理計画が MARD、MoNRE からの了承を必要としている。JCC はプロジェクトの許可と政策に一致しているプロジェクト活動を調整する責任がある。たとえば、提案された水資源管理計画の変更を JCC に提出すべきであり、同時に計画を了承すべきである。

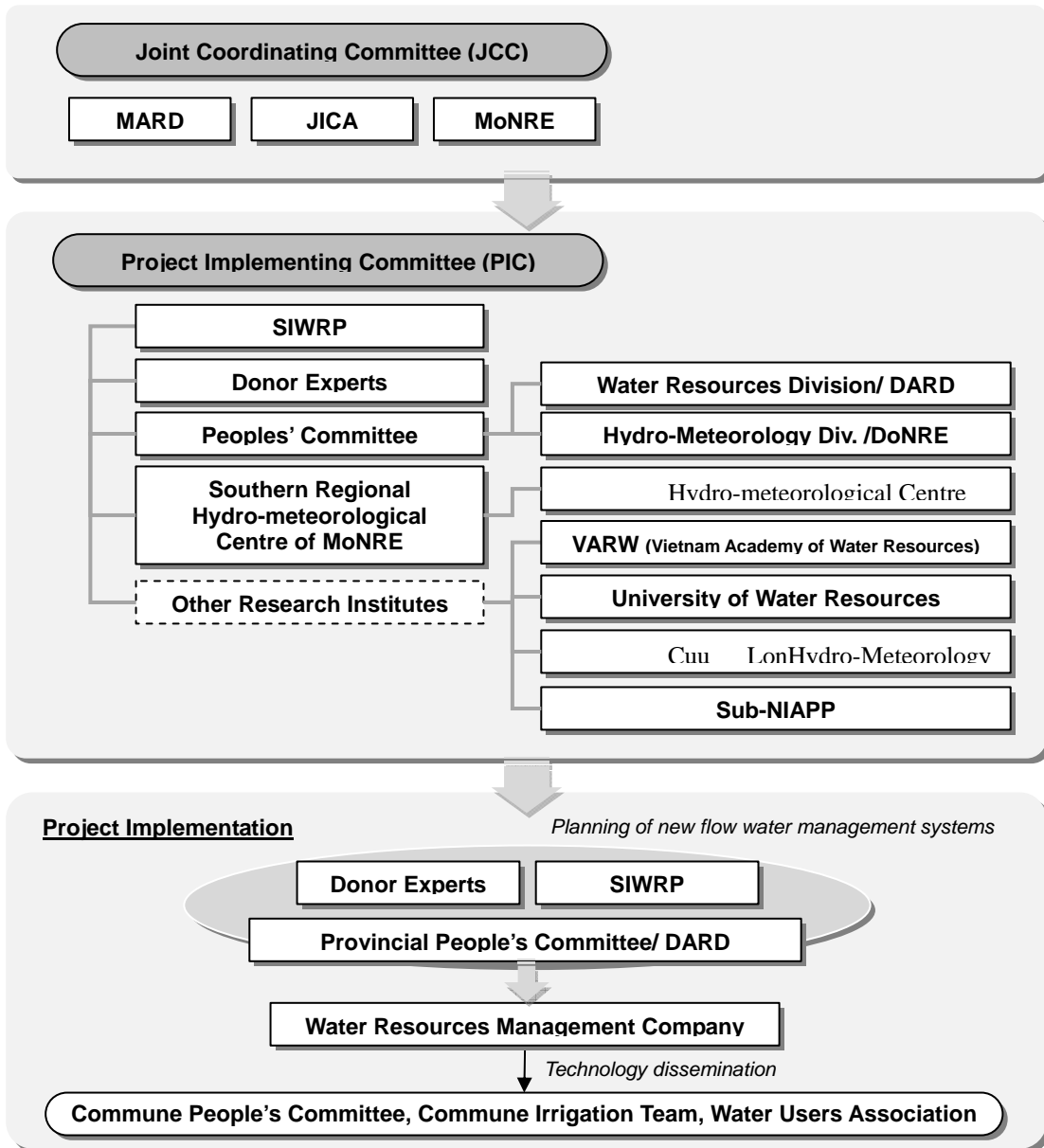


図 3.5.2 事業実施組織

地域レベルではプロジェクト運営委員会(PIC)は水資源管理における責任ある機関の参加によって設立される。PIC はプロジェクト活動とモニタリングと改善への責任がある。SIWRP はドナーの専門家と連携して、プロジェクトの全プロセスを管理する基本組織である。

SIWRP とドナー専門家は、連携して他の機関から支持を得る。省の人民委員会は DARD の水資源部門 と DoNRE の水文気象部門、Vietnam Academy of Water Resources (VARW)などを代表する組織である。南部水資源研究所(SIWRR), 水資源大学 (University of Water Resources) , Cuu Long 流域

委員会、南部農業計画企画研究所 (Sub-NIAPP) を含む) は技術的助言を与え、気候変動適応 (塩水侵入への適応) を重視した流水管理システム構築を支援する。

南部水文気象センター (Southern Regional Hydro-meteorological Centre) と MoNRE の水文気象センター (Hydro-meteorological Centre of MoNRE) は、メコンデルタ地域と地域レベルでの水文気象のモニタリングにおける助言者としての役割を果たす。水文気象のモニタリングは、流水管理の基本であり、水文気象のモニタリング及び水資源管理を担う組織間の綿密な調整がなされるべきである。ゆえに、南部水文気象センター (Southern Regional Hydro-meteorological Centre) は PIC に関与すべきである。

実際の水文気象状況のモニタリングと収集された水文気象情報に基づくゲート操作は、水資源管理会社 (Water Resources Management Company) により実施されるべきである。よって、現在の水文気象観測とゲートオペレーションシステムを通して、改良システムは普及されるべきである。

省の人民委員会、ドナー専門家により支援されている DARD と SIWRP は地方レベルのプロジェクト活動と IMCs によって進められている活動を監理する。IMCs がコミューンの委員会、灌漑チーム、水利用組合への事業拡張の窓口を率先して担う。それらに参加する DARDs 職員 と IMCs 職員は、プロジェクト活動を通して、気候変動への適応を重視した能力が強化される。

3.5.3 プロジェクトサイト案

具体的な水路及び水路網は、プロジェクト開始後に選定されることになっている。本調査において、流水状況改善プロジェクトが Ca Mau 省で必要であると確認された。同時に、Ben Tre 省と Bac Lieu 省において、3 番目の優先活動に順位付けされた。流水管理の能力強化は防潮水門建設と深く関係している。防潮水門の建設は Ben Tre 省と Tra Vinh 省における優先事業である。Kien Gian では 2 番目、Bac Lieu 省では 3 番目の優先活動事項である。これらのことから Ben Tre 省、Bac Lieu 省もしくは Ca Mau 省にて、最初のプロジェクト活動を実施することが提案される。

この 2 省において具体的な水路と水路網が PIC により選定される。基本的に、塩水侵入のような気候変動に関連する課題が既に明らかであり、重要な問題となっている場所でプロジェクト活動は実施されるべきである。例として、ある水路網で乾期の塩水侵入が深刻となっている地域や、ある農家が稲作を行い、一方で別の農家がエビ養殖を行うような複雑な水管理を必要とする地域。そのような場所では、流水管理と農民グループ間の利益の調整は極めて重要であり、そのためにプロジェクトは実施されることになっている。

3.6 プロジェクト実施スケジュール及び費用

本プロジェクトは 5 年間で達成され、以下の 3 フェーズに分けられる。それぞれのフェーズでは、2 つの成果に従って示される。

3.6.1 成果 1 に関するスケジュール

成果 1 は、当該地域における MARD、MONRE 及び関係機関による淡水と塩水を含む区間の流水観測が実施され、ゲート操作のための観測情報が共有・活用されることである。

フェーズ 1: パイロットエリアは気候変動に関する課題 (特に塩水侵入) の最新状況に基づいて決定される。その後、パイロットエリアにおける流水管理に関連する機関の現況が分析される。観測とモニタリング施設の基本設計とネットワーク、コンピューターシステム、情報ネットワークが改善される。淡水と塩水の動向に関する観測計画が立案され、観測データの蓄積、管理

及び共有計画が立案される。観測機器と情報通信システムが設置され、観測及び観測データを処理するためのトレーニングが DARDs と IWCs 職員に実施される。

フェーズ 2：観測と淡水と塩水の動向のモニタリングシステム、観測データの処理、入手したデータの共有と運営管理の蓄積が DARDs と IWCs によって実施される。そして、観測データは既存のゲートオペレーションに活用される。

フェーズ 3：これまでの活動に基づき、観測・モニタリング計画と水門の設置と運営計画を含む、パイロットエリアにおける統合流水計画が形成される。

3.6.2 成果 2 に関するスケジュール

成果 2 は、メコンデルタにおける全国レベル及び地方レベルにて、流域での流水管理を行うための制度と組織が強化されることである。

フェーズ 1：全国レベル及び地方レベルでの流水マネージメントの現状が分析される。そして、流水モニタリングシステムと淡水と塩水の動向を含めたマネージメントシステムの分析が向上する。

フェーズ 2：淡水と塩水の管理を含む効果的な統合流水管理のためのトレーニングシステムが確立される。

フェーズ 3；「今後の地方行政間のための制度と組織の調整」と「関連機関間での情報共有システムを含めた流域での流水管理」が MARD に助言される。

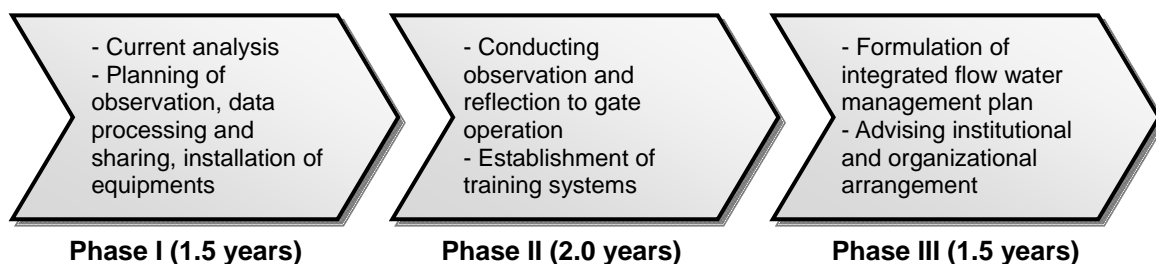


図 3.5.3 プロジェクトの段階

3.6.3 プロジェクト費用

表 3.6.1 にプロジェクトに必要な経費についてまとめる。経費は、ドナー側とベトナム側とに分けられ、項目別に専門家、資機材、トレーニング、及びその他に分割している。総プロジェクト費用は 5,763,000USD となり、内訳として 5,435,000USD がドナー側から、328,000USD がベトナム側の負担となる。

表 3.6.1 プロジェクト経費, US\$

| Item | Amount | Unit Cost | Unit | Cost | Remarks |
|---|----------|-----------|--------------|------------------|-----------------|
| Donor | | | | | |
| 1) Long Term Experts | | | | | |
| - Chief advisor/ water resources policy | 60 MM | 22,000 | US\$/MM | 1,320,000 | |
| - Coordinator | 60 MM | 20,000 | US\$/MM | 1,200,000 | |
| Sub-Total | | | | <u>2,520,000</u> | |
| 2) Short Term Experts | | | | | |
| - Water Resources Planning | 20 MM | 20,000 | US\$/MM | 400,000 | |
| - Irrigation and Drainage Planning | 20 MM | 20,000 | US\$/MM | 400,000 | |
| - Hydrological Observation and Analysis | 10 MM | 20,000 | US\$/MM | 200,000 | |
| - Water Quality Observation and Analysis | 10 MM | 20,000 | US\$/MM | 200,000 | |
| - Observation Equipment | 5 MM | 20,000 | US\$/MM | 100,000 | |
| - Observation Data Processing | 10 MM | 18,000 | US\$/MM | 180,000 | |
| - Information Network | 10 MM | 18,000 | US\$/MM | 180,000 | |
| - Geographical Information System | 5 MM | 18,000 | US\$/MM | 90,000 | |
| - Water Balance Analysis | 5 MM | 18,000 | US\$/MM | 90,000 | |
| - Database | 10 MM | 18,000 | US\$/MM | 180,000 | |
| Sub-Total | | | | <u>2,020,000</u> | |
| 3) Materials/Equipment | | | | | |
| - Meteorological and hydrological equipment | 1 unit | 200,000 | US\$/unit | 200,000 | |
| - Water quality equipment | 1 unit | 200,000 | US\$/unit | 200,000 | |
| - Personal computer (note book) | 10 units | 2,000 | US\$/unit | 20,000 | |
| - Printer (printer A3 size) | 2 units | 5,000 | US\$/unit | 10,000 | |
| - Arc Info (GIS) | 5 units | 10,000 | US\$/unit | 50,000 | |
| - Photocopy machine | 1 unit | 10,000 | US\$/unit | 10,000 | |
| - Audio visual equipment (for extension) | 1 unit | 10,000 | US\$/unit | 10,000 | as mobile unit |
| Sub-Total | | | | <u>500,000</u> | |
| 4) Training Courses | | | | | |
| - Training of provincial officers (30 officers) | 10 times | 5,000 | US\$/time | 50,000 | 2 times/year |
| - Third country training (10 officers) | 10 times | 10,000 | US\$/time/p. | 100,000 | 2 times/year |
| - International training (2 officers) | 2 times | 50,000 | US\$/time/p. | 100,000 | 6 months |
| Sub-Total | | | | <u>250,000</u> | |
| 5) Others | | | | | |
| - Vehicle | 2 units | 50,000 | US\$/Car | 100,000 | |
| - Operation cost (1% of expert cost) | 1 LS | 45,000 | US\$/LS | 45,000 | |
| Sub-Total | | | | <u>145,000</u> | |
| Total of Donor | | | | 5,435,000 | |
| Vietnamese Government | | | | | |
| 1) Counterpart personnel | | | | | |
| - Water resources planning (fulltime) | 120 MM | 1,000 | US\$/MM | 120,000 | 2 officers |
| - Irrigation and drainage planning (fulltime) | 120 MM | 1,000 | US\$/MM | 120,000 | 2 officers |
| - Hydrological observation & analysis (part-t) | 60 MM | 600 | US\$/MM | 36,000 | |
| - Water quality observation & analysis (part-t) | 60 MM | 400 | US\$/MM | 24,000 | |
| Sub-Total | | | | <u>300,000</u> | |
| 2) Facilities | | | | | |
| - Office space | 1 unit | 5,000 | US\$/unit | 5,000 | 5 year |
| - Farm plots for pilot activities | 40 units | 200 | US\$/unit | 8,000 | 4 unit/district |
| Sub-Total | | | | <u>13,000</u> | |
| 3) Others | | | | | |
| - Operation cost (5% of expert cost) | | 15,000 | US\$/unit | 15,000 | |
| - Tax exemption | | | | | |
| Sub-Total | | | | <u>15,000</u> | |
| Total of Vietnamese Gov. | | | | 328,000 | |
| Grand Total | | | | 5,763,000 | |

3.7 プロジェクトデザインマトリックス (PDM) と運営計画 (PO)

これまで記述された内容に基づいてまとめられた本技術協力プロジェクトのプロジェクトデザインマトリックス (PDM) は以下の通りである。また、同様に運営計画 (PO) 案を以下に示す。

Project Design Matrix (PDM) __ Ver.0.1

Project Title: The Project on Capacity Development for Flow Water Management in Mekong Delta
Target Area: Coastal Mekong Delta)

Duration: April 1, 2014 to March 31, 2019
Target Group: Technical Officers under DARD

December 5, 2012

| Narrative Summary | Objectively Verifiable Indicators | Means of Verification | Important Assumptions |
|---|--|---|---|
| <p>Overall Goal</p> <p>Inter-provincial and integrated flow water management system for sustainable agricultural and rural development in adaptation to the climate change is expanded to the coastal Mekong Delta.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Staff of MARD and related organizations in charge of flow water management has capacity to implement inter-provincial and integrated flow water management in the coastal Mekong Delta. 2. An organization which collects and manages all data/information for the inter-provincial and integrated flow water management is established in the coastal Mekong Delta. 3. Training system for the inter-provincial and integrated flow water management in the MARD, MONRE and related organizations is established in the coastal Mekong Delta. 4. National and provincial budget for the inter-provincial and integrated flow water management is secured in the coastal Mekong Delta. | <ul style="list-style-type: none"> - Monitoring report - Sample survey - Statistic data (MARD, DARD) | <ul style="list-style-type: none"> - National water resources management system is not drastically changed. - Government policy on agricultural and aquacultural production is not significantly changed. - Climate change happens generally as simulated. |
| <p>Project Purpose</p> <p>In the project target areas, water resources information management system for flow water including fresh water and saline water is developed and adapted to contribute to sustainable agriculture and aquaculture in adaptation to salinity intrusion caused by climate change.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Staff of MARD and related organizations in charge of flow water management has capacity to implement inter-provincial and integrated flow water management in the project target areas. 2. An organization which collects and | <ul style="list-style-type: none"> - Monitoring report - Sample survey - Statistic data (MARD, | <ul style="list-style-type: none"> - Cooperation from related agencies and local authorities are continued. - Water resources management system and personnel at provincial level are not radically |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | <p>manages all data/information for the inter-provincial and integrated flow water management is established in the project target areas.</p> <p>3. Training system for the inter-provincial and integrated flow water management in the MARD, MONRE and related organizations is established in the project target areas.</p> <p>4. National and provincial budget for the inter-provincial and integrated flow water management is secured in the project target areas.</p> | <p>DARD)</p> | <p>changed.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mandate and manpower of implementing agency is not changed |
| <p>Outputs</p> <p>1. In the project target areas, MARD, MONRE and related organizations conduct observation of flow water including fresh water and saline water, share information from the observation and use it for the gate operation.</p> <p>2. At both level of national and provincial level in the Mekong Delta, institutions and organizations for river basin based flow water management are strengthened.</p> | <p>1-1 In the project target areas, an inter-provincial and integrated flow water management plan is formulated.</p> <p>1-2 Numbers of MARD and related organizations officers in charge of flow water management in the project target areas.</p> <p>2-1 Future plans of MARD and SIWRP on flow water management covering personnel and budget is prepared.</p> <p>2-2 Training plan, training materials and number of trainers</p> <p>2-3 Percentage of MARD, DARD and SIWRP officers attend training courses by the end of this project.</p> <p>2-4 In the project target areas, MARD and related organizations' institutional setup and budgetary system for water flow management are clearly defined and</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Project report - Project report | <ul style="list-style-type: none"> - Expected number of officers in charge of flow water management is assigned to the project at provincial and district level. - Outputs from the model activities are applied in other areas along coastal Mekong delta. |

| | operated. | | |
|---|---|------------------------------------|--|
| Activities | Inputs | | |
| 1-1 SIWRP determines pilot areas. | Donor | | - Counterparts are assigned continuously and work actively. |
| 1-2 SIWRP analyzes the current situations of relevant organizations in the field of flow water management in the pilot areas. | 1) Experts | | - Inputs from the donor and the government of Vietnam are timely and adequately provided. |
| 1-3 SIWRP makes a basic design of observation network, computer systems and information network. | - Chief Advisor/ Water Resources Policy | 1 person | |
| 1-4 SIWRP formulates a observation plan of fresh water and saline water. | - Water Resources Planning | 1 person | |
| 1-5 SIWRP installs observation equipments. | - Irrigation and Drainage Planning | 1 person | |
| 1-6 SIWRP conducts training courses for observation and observation data processing to the officers of DARDs and IMCs. | - Hydrological Observation and Analysis | 1 person | |
| 1-7 SIWRP formulates observation data storing, managing and sharing. | - Water Quality Observation and Analysis | 1 person | |
| 1-8 SIWRP, DARDs and IMCs conduct observation. | - Observation Equipment | 1 person | |
| 1-9 SIWRP, DARDs and IMCs reflect the observation results to the exiting gate operation. | - Observation Data Processing | 1 person | |
| 1-10 MARD, DARDs and SIWRP formulate an integrated flow water management plan including observation plan and gate installation, operation and maintenance plan in the pilot area. | - Information Network | 1 person | |
| 2-1 SIWRP analyzes the current situations of flow water management at the national and provincial level. | - Geographical Information System | 1 person | |
| 2-2 SIWRP establishes analysis system for flow water management including fresh water and saline water. | - Water Balance Analysis | 1 person | |
| 2-3 SIWRP advises MARD on institutional and organizational arrangement for future inter-provincial/river basin-based flow water management including the system of information sharing among relevant | - Database | 1 person | |
| | - Coordinator | 1 person | |
| | 2) Materials/Equipment | | Preconditions |
| | - Meteorological & hydrological observation equipment | 1 unit | - Project implementation is approved by related departments/agencies/organizations. |
| | - Water quality observation equipment | 1 unit | - Production of paddy and brackish aquacultural commodities are kept as higher priority |
| | - Office equipment (copy machine etc.) | 1 unit | - Necessary infrastructure, such as sluice for saline water control, is well maintained and operated |
| | - Computer software (GIS etc.) | 4 unit | |
| | - Vehicle | 2 units | |
| | 3) Training Courses | | |
| | - Training of provincial officers | 30 officers/time (2 times/year) | |
| | - Third country training | 10 officers/time (2 times/year) | |
| | - International training | 2 officers/time | |

| | | |
|---|---|--|
| <p>organizations.</p> <p>2-4 SIWRP establishes training systems for the effective and integrated flow water management including fresh water and saline water management.</p> | <p>(6 months)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4) Others - Operation cost <p>as required</p> <p><u>Vietnamese Government</u></p> <p>1) Counterpart personnel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Water resources planning (fulltime) 1 officers - Irrigation and Drainage Planning (fulltime) 1 officers - Hydrological observation and analysis (part-time) 2 officers - Water Quality Observation and Analysis (part-time) 2 officers <p>2) Facilities</p> <ul style="list-style-type: none"> - Land, buildings and facilities necessary for the project - Office space, furniture, facilities of communication and public utilities, and meeting rooms necessary for Japanese experts to undertake project activities - Other facilities mutually agreed upon as necessary for the implementation of the Project <p>3) Others</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operation cost as required - Tax exemption as required | |
|---|---|--|

Plan of Operation Ver.0.1

Project Title: The Project on Capacity Development for Flow Water Management in Mekong Delta

| Activities | Period (2014-2019) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Remarks | |
|---|--------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|---------|--|
| | 2014 | | | | 2015 | | | | 2016 | | | | 2017 | | | | 2018 | | | | 2019 | | | | | |
| | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 1st | 2nd | 3rd | 4th | | |
| 0. Preparation of the project | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-1 Long term experts are dispatched | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-2 Project office is set up | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-3 Necessary equipments are procured and put in place | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-4 Joint Coordinating Committee is established | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-5 Short term experts/consultants are dispatched | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-6 Joint Coordinating Committee Meeting is carried out | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-7 Monitoring | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-8 Reports | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IC/R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P/R1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P/R2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P/R3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P/R4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DFR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Outputs 1. In the project target areas, MARD, MONRE and related organizations conduct observation of flow water including fresh water and saline water, share information from the observation and use it for the gate operation. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-1 SIWRP determines pilot areas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-2 SIWRP analyzes the current situations of relevant organizations in the field of flow water management in the pilot areas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-3 SIWRP makes a basic design of observation network, computer systems and information network. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-4 SIWRP formulates a observation plan of fresh water and saline water. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-5 SIWRP installs observation equipments. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-6 SIWRP conducts training courses for observation and observation data processing to the officers of DARDs and IWCs. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-7 SIWRP formulates observation data storing, managing and sharing. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-8 SIWRP, DARDs and IWCs conduct observation. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-9 SIWRP, DARDs and IWCs reflect the observation results to the exiting gate operation. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-10 MARD, DARDs and SIWRP formulate an integrated flow water management plan including observation plan and gate installation, operation and maintenance plan in the pilot area. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Output2. At both level of national and provincial level in the Mekong Delta, institutions and organizations for river basin based flow water management are strengthened. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-1 SIWRP analyzes the current situations of flow water management at the national and provincial level. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-2 SIWRP establishes analysis system for flow water management including fresh water and saline water. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-3 SIWRP establishes training systems for the effective and integrated flow water management including fresh water and saline water management. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-4 SIWRP advises MARD on institutional and organizational arrangement for future inter-provincial/ river basin-based flow water management including the system of information sharing among relevant organizations. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

第4章 提言

事業の成功裏の実現に向けて、今後取り組むべき内容に関し、以下に提言する。

- ✓ 予測困難な気候変動に関して：本事業は塩水侵入に代表されるような気候変動によって引き起こされる農業を取り巻く環境の変化に適応することを目的としているが、その気候変動を予測することは非常に困難である。このため、プロジェクトの対象地域の選択については、注意深く行われる必要がある。すなわち、現時点において気候変動による影響が農業及び水産業に対して既に生じている場所が選択されるべきであり、幾つかの手法を適応させることで他の地域への展開も可能となってくる筈である。
- ✓ 基盤整備との連携：生産システムの変化は水管理に変化をもたらすが、利用される水質が汽水と淡水の様に異なる場合は、塩水の拡散範囲を制御するための基盤整備が不可欠である。そのため、防潮水門が既に設置されている場所、そして淡水が取水可能な施設がある場所、あるいは水路断面が拡幅された場所など用途に応じて選択がなされるべきである。
- ✓ 最新技術の適用：気候変動に適応するためには、新しい技術の導入が不可欠である。例えば、ドップラー流速計の使用は潮位上昇時の流量割合を確認するために必要であり、SCADA システムの導入は情報通信のために必要である。
- ✓ SIWRP と他の期間との連携：流水及び流水の塩分濃度に関して、DONRE や隣接する省などの関係機関との連携により、情報及びデータの交換が可能となり、現在設置されている防水水門の操作でさえも改善できることは念頭においておく必要がある。