

ベトナム社会主義共和国  
南部水資源計画研究所  
農業農村開発省

ベトナム国  
メコンデルタ沿岸地域における  
持続的農業農村開発のための  
気候変動適応対策プロジェクト

最終報告書  
(要約版)

平成 25 年 4 月  
(2013 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 三祐コンサルタンツ  
株式会社 ニュージェック

農村
JR
13-027

## 序 文

日本国政府は、ベトナム国政府の要請に基づき、「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」に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 23 年 8 月から平成 25 年 2 月まで、株式会社三祐コンサルティング海外事業本部所属の橋口幸正氏を団長とし、同株式会社三祐コンサルティングおよび株式会社ニュージェックから構成される調査団を現地に数回にわたり派遣いたしました。

調査団は、ベトナム国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト対象地域における一連の現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

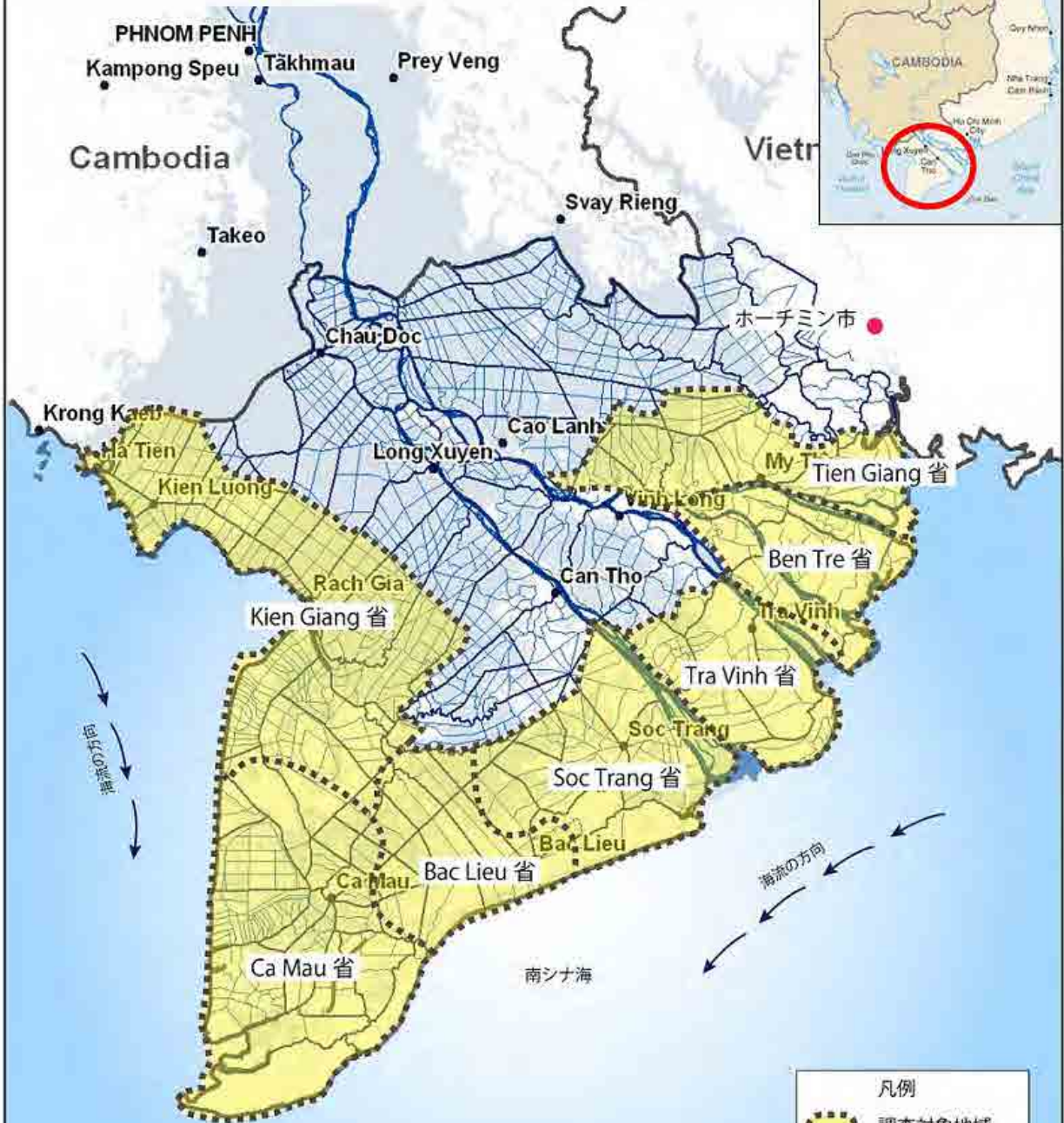
この報告書が、同プロジェクトの中で策定された気候変動適応型マスタープラン、また特定された優先事業の実施推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本件調査にご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 25 年 4 月

独立行政法人国際協力機構  
理 事 黒 川 恒 男

# 調査対象地域位置図



## 目 次

### 調査対象地域位置図

### マスタープラン編

第1章 序論.....	M-1
1.1 調査の背景：メコンデルタの役割と課題.....	M-1
1.2 調査業務の目的.....	M-1
1.3 調査工程とスコープ.....	M-1
1.4 関係機関.....	M-2
1.5 対象地域.....	M-2
第2章 調査対象地域の概況.....	M-3
2.1 調査対象地域人口および経済状況.....	M-3
2.2 気象および水文環境.....	M-3
2.3 主要農村社会基盤.....	M-6
2.4 調査対象地域における農業.....	M-6
2.5 水産業：エビ養殖.....	M-8
2.6 農家世帯質問票調査.....	M-10
2.7 調査対象地域における開発計画とドナーの活動.....	M-13
第3章 調査対象地域における脆弱性評価.....	M-16
3.1 過去の気候動向と海面上昇.....	M-16
3.2 気候変動予測.....	M-18
3.3 気候変動解析結果に基づく脆弱性評価.....	M-22
第4章 マスタープラン策定.....	M-30
4.1 政府職員による気候変動への認識.....	M-30
4.2 農民レベルにおける気候変動.....	M-30
4.3 関連するプロジェクト計画と優先順位.....	M-31
4.4 開発ビジョン、開発指針、開発段階等.....	M-33
4.5 開発フレームワークおよび事業.....	M-34
4.6 環境社会配慮.....	M-38
4.7 土地利用計画.....	M-42
第5章 優先事業の特定.....	M-45
5.1 優先事業選定の基準.....	M-45
5.2 気候変動に伴う優先課題とその対応方向性.....	M-45
5.3 優先事業の選定.....	M-46
第6章 ケース・スタディー.....	M-48
6.1 優先課題に沿ったスタディー項目.....	M-48
6.2 輪中地域における塩水侵入対策（Ben Tre 省北部）.....	M-48
6.3 稲作地帯における淡水確保（Tra Vinh 省）.....	M-51
6.4 臨海地域における水管理（Bac Lieu 省）.....	M-54
6.5 Ca Mau 半島における水停滞地域での水流動化促進.....	M-56
6.6 地域別最適海浜堤防の検討.....	M-59
6.7 持続的な粗放および家族経営による準集約的エビ養殖.....	M-61

第7章	気候変動適応型開発計画策定のためのガイドライン（案）	M-63
7.1	開発計画策定における手順	M-63
7.2	開発のための枠組み作成	M-64
7.3	PDM（事業概要）の作成	M-64
第8章	結論と提言	M-65
8.1	結論	M-65
8.2	提言	M-65

## 優先事業編

### 優先事業 I 塩水遡上対策防潮水門建設事業

第1章	序論	I-1
1.1	事業の背景および目的	I-1
1.2	事業実施機関	I-1
1.3	対象地域	I-1
1.4	事業範囲	I-1
1.5	関連計画との整合	I-1
第2章	事業実施対象地域	I-2
2.1	一般概況	I-2
2.1	気候変動と想定被害	I-2
第3章	事業計画	I-3
3.1	全体事業計画	I-3
3.2	標準設計	I-3
第4章	事業実施計画	I-6
4.1	実施組織	I-6
4.2	事業費負担	I-6
4.3	塩水侵入状況を勘案した事業実施計画	I-6
第5章	事業費	I-7
5.1	標準事業費	I-7
5.2	事業費支出計画	I-7
第6章	環境社会配慮	I-8
6.1	スコーピングと初期環境調査	I-8
6.2	緩和策	I-8
6.3	モニタリング計画	I-8
6.4	住民移転	I-8
第7章	事業評価	I-9
7.1	経済評価の方針	I-9
7.2	経済便益	I-9
7.3	感度分析、農家所得分析	I-9
第8章	結論と提言	I-10
8.1	結論	I-10
8.2	提言	I-10

## 優先事業 II チャビン (Tra Vinh) 省灌漑用水導水事業

第1章 序論.....	II-1
1.1 プロジェクト概要.....	II-1
1.2 プロジェクトの目的.....	II-1
1.3 実施機関.....	II-1
1.4 プロジェクト範囲.....	II-1
1.5 関連プロジェクト及び計画.....	II-1
第2章 調査対象地域の概況.....	II-2
2.1 人口、土地.....	II-2
2.2 農業.....	II-2
2.3 水産業.....	II-2
第3章 事業設計.....	II-3
3.1 全体事業計画.....	II-3
3.2 防潮水門の設計.....	II-3
3.3 水門ゲートの操作と維持管理.....	II-5
3.4 塩水侵入の監視.....	II-5
3.5 農業普及.....	II-5
第4章 実施計画.....	II-6
4.1 実施機関.....	II-6
4.2 費用負担.....	II-6
4.3 実施工程.....	II-6
第5章 事業費.....	II-7
5.1 内訳.....	II-7
5.2 支出計画.....	II-7
第6章 環境社会配慮.....	II-8
6.1 スコーピングと初期環境調査.....	II-8
6.2 緩和策.....	II-8
6.3 モニタリング計画.....	II-8
6.4 住民移転.....	II-8
第7章 事業評価.....	II-9
7.1 経済評価の方針.....	II-9
7.2 経済便益.....	II-9
7.3 感度分析、農家所得分析.....	II-9
第8章 結論と提言.....	II-10
8.1 結論.....	II-10
8.2 提言.....	II-10

## 優先事業 III 作付けパターン調整・改善プログラム

第1章 序論.....	III-1
1.1 上位計画と方向性.....	III-1
1.2 上位目標、目的、成果、及び投入.....	III-1
1.3 実施機関とステアリングコミッティー.....	III-1
1.4 ターゲットグループ.....	III-1

第2章 事業実施対象地域.....	III-2
2.1 一般概況.....	III-2
2.2 気候変動と想定被害.....	III-2
第3章 プロジェクトデザイン.....	III-3
3.1 現状と課題.....	III-3
3.2 プロジェクトコンポーネント.....	III-4
3.3 技術協力と投入.....	III-5
3.4 5項目評価.....	III-6
3.5 貧困、ジェンダー、環境に関する考察.....	III-6
3.6 プロジェクト実施のための制度.....	III-6
3.7 プロジェクト実施スケジュールと費用.....	III-8
3.8 PDM（プロジェクトデザインマトリックス）とPO（作業計画）.....	III-8
第4章 提言.....	III-10
<b>優先事業 IV メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト</b>	
第1章 序論.....	IV-1
1.1 上位計画と方向性.....	IV-1
1.2 上位目標、目的、成果、及び投入.....	IV-1
1.3 実施機関とステアリングコミッティー.....	IV-1
1.4 ターゲットグループ.....	IV-1
第2章 事業実施対象地域.....	IV-2
2.1 一般概況.....	IV-2
2.2 気候変動と想定被害.....	IV-2
第3章 プロジェクトデザイン.....	IV-3
3.1 現状と課題.....	IV-3
3.2 プロジェクトコンポーネント.....	IV-5
3.3 技術協力内容と投入.....	IV-6
3.4 5項目評価.....	IV-6
3.5 貧困、ジェンダー及び環境への配慮.....	IV-7
3.6 プロジェクト実施体制.....	IV-7
3.7 プロジェクト実施スケジュール及び費用.....	IV-9
3.8 運営計画（PO）.....	IV-10
第4章 提言.....	IV-12

## 略 語

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
AusAID	Australian Agency for International Development (オーストラリア国際開発庁)
B/C	Benefit Cost Ratio (費用対効果)
CP	Counterpart (カウンターパート)
DARD	(Provincial) Department of Agriculture and Rural Development (省農業・農村開発局)
DONRE	Department of Natural Resources and Environment (天然資源・環境局)
DPC	District People's Committee (県人民委員会)
EU	European Union (欧州連合)
ERR	Economic Rate of Return (経済収益率)
FAO	Food and Agriculture Organization (食料農業機関)
FY	Fiscal Year (財政年)
GDP	Gross Domestic Products (国内総生産)
GOJ	Government of Japan (日本国政府)
GOV	Government of Vietnam (ベトナム国政府)
GCM	Global Climate Model or General Circulation Model (全球気候モデル)
GSO	General Statistical Office (政府統計局)
HDI	Human Development Index (人間開発指数)
IAS	Institute of Agricultural Science for Southern Vietnam (南部ベトナム農業科学研究所)
ICB	International Competitive Bidding (国際競争入札)
IDA	International Development Association (国際開発協会)
IDMC	Irrigation and Drainage Management Company (灌漑排水管理公社)
IMF	International Monetary Fund (国際通貨基金)
IMHEN	Institute of Metrology, Hydrology and Environment (気象・水文・環境研究所)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (気候変動に関する政府間パネル)
IPM	Integrated Pest Management (総合的病害虫管理)
IRR	Internal Rate of Return (内部収益率)
IWMI	International Water Management Institute (国際水管理研究所)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際開発協力機構)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ復興金融公庫)
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development (農業・農村開発省)
MDG	Millennium Development Goal (ミレニアム開発目標)
M&E	Monitoring and Evaluation (モニタリング・評価)
MKD	Mekong Delta (メコンデルタ)
MOF	Ministry of Finance (財務省)
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment (天然資源・環境省)
MPI	Ministry of Planning and Investment (計画・投資省)
MRC	Mekong River Commission (メコン河委員会)
NCB	National Competitive Bidding (国内競争入札)
NPK	Nitrogen, Phosphate, Potassium (窒素、リン、カリ)
NPV	Net Present Value (純現在価値)
O&M	Operation and Maintenance (維持管理)
PRA	Participatory Rural Appraisal (参加型農村社会調査)
PRECIS	Providing Regional Climates for Impacts Studies (地域天候モデルシステム)
PCM	Project Cycle Management (プロジェクトサイクルマネジメント)



PPC	Provincial People's Committee (省人民委員会)
RCM	Regional Climate Model (地域天候モデル)
SIWRP	Southern Institute of Water Resources Planning (南部水資源計画研究所)
SIWRR	Southern Institute of Water Resources Research (南部水資源研究所)
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (強み、弱み、機会、脅威)
Sub-NIAPP	Sub-national Institute of Agricultural Planning and Projection (南部農業計画企画研究所)
GIZ	(Deutsche) Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (ドイツ国際開発協力機構)

### 単位換算

1 meter (m)	=	3.28 feet
1 kilometer (km)	=	0.62 miles
1 hectare (ha)	=	2.47 acres
1 acre	=	0.405 ha
1 inch (in.)	=	2.54 cm
1 foot (ft.)	=	12 inches (30.48 cm)
1 ac-ft	=	1233.4 cum

### 通貨換算 (2012年12月時点)

US\$ 1.00	=	VND 21,053 (TTB)
US\$ 1.00	=	82.11 Japanese Yen (TTB)
VND 1.00	=	0.0039 Yen

### ベトナム国の会計年度

1月1日～12月31日

## マスタープラン編

### 表一覧

表 1.3.1	調査工程（2011年7月～2013年3月）	M-2
表 1.3.2	本件業務におけるフェーズと主たる作業	M-2
表 1.5.1	対象地域の面積、人口、人口密度等	M-2
表 2.6.1	1.0ha 当たり生産量と粗収入	M-10
表 2.6.2	農家当たり投入資材費	M-11
表 2.6.3	農家当たり年間純収益	M-11
表 2.6.4	汽水エビ養殖における純収益	M-12
表 2.6.5	果樹別農家当たり生産費、粗収入、純収益	M-13
表 2.7.1	マスタープラン 2006 におけるプロジェクト費用と経済分析	M-13
表 2.7.2	メコンデルタにおける主要なドナー活動	M-14
表 3.3.1	塩水侵入による被害指標	M-23
表 3.3.2	洪水浸水における被害指標	M-26
表 4.1.1	気候変動に関する課題の優先順位付け	M-30
表 4.2.1	問題系図に現れた気候変動に関する問題	M-31
表 4.3.1	7 省の職員による優先事業の概要	M-31
表 4.3.2	マスタープラン 2011（SIWRP）における優先事業の概要	M-32
表 4.4.1	開発時間フレームワークの設定（既存計画との整合）	M-34
表 4.5.1	気候変動に関係する優先課題	M-35
表 4.5.2	各省および南部水資源計画研究所提案による事業と優先順位	M-35
表 4.6.1	開発オプション	M-38
表 4.6.2	オプションごとの主な環境への影響（永続的な影響のみ考察）	M-39
表 4.6.3	ベトナム国内（メコンデルタ内）で世界的に危機に瀕している魚種	M-40
表 4.6.4	住民移転に関する法令のギャップ	M-41
表 4.7.1	省別の現況土地利用（2009）	M-43
表 4.7.2	稲作およびエビ養殖適地(2020, 2030 and 2050)	M-43
表 4.7.3	土地利用計画（目標年 2050 年）	M-44
表 5.2.1	気候変動課題と適応策	M-45
表 6.2.1	Ben Tre 省北部輸中における取水可能量と水需要（15%確率渇水年 30cm 海面上昇）	M-50
表 6.2.2	Ben Tre 省 Ba Lai 堰上流における水質調査結果	M-51
表 6.3.1	各取水地点における取水可能量と Tra Vinh 省における水需要との関係 (P=15%, SRL30cm): m <sup>3</sup> /sec	M-53
表 6.3.2	Say Don - May Tuc - Nga Hau 水路拡幅に伴い必要となる住民移転費用	M-53
表 6.5.1	Ca Mau 半島における水流動化解析の結果	M-57
表 6.6.1	湾岸地域における浸食／堆積の傾向	M-60
表 6.7.1	従属変数（単収：kg/ha）と独立変数との個別相関係数	M-61
表 7.1.1	沿岸部 7 省で抽出された気候変動に関する課題とその優先順位（例）	M-63
表 7.1.2	各村落で作成された問題ツリーから抽出された気候変動に関する問題	M-64

### 図一覧

図 2.2.1	メコンデルタにおける年平均雨量	M-4
図 2.2.2	メコンデルタの主要 18 地点における月間平均雨量	M-4
図 2.2.3	メコンデルタ下流域（Kratie から下流部）	M-5
図 2.2.4	Tan Chau, Chau Doc と両観測所を統合した日毎の流量	M-5

図 2.3.1	メコンデルタにおける水理的 4 地域区分 .....	M-6
図 2.4.1	メコンデルタにおける土地利用図 (2008 年) .....	M-7
図 2.5.1	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 .....	M-9
図 2.7.1	SIWRP 提案の防潮堰位置図 .....	M-14
図 3.1.1	測候所位置図 .....	M-16
図 3.1.2	メコンデルタ 4 測候所における年平均気温の推移 .....	M-16
図 3.1.3	メコンデルタ 5 測候所における年平均降雨量の推移 .....	M-17
図 3.1.4	Vung Tau (East Sea)における海水面推移 .....	M-17
図 3.1.5	Rach Gia (West Sea) における海水面推移 .....	M-17
図 3.1.6	Can Tho (80km 内陸部) における海水面推移 .....	M-17
図 3.2.1	2050 年(B2 シナリオ)における年平均気温の増減 .....	M-18
図 3.2.2	メコンデルタにおけるシナリオ別年平均気温 .....	M-18
図 3.2.3	メコンデルタにおけるシナリオ別年平均最高気温 .....	M-18
図 3.2.4	B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温 .....	M-19
図 3.2.5	B2 シナリオによる 2050 年の平均降雨増減 .....	M-19
図 3.2.6	シナリオ別メコンデルタの年平均降雨量の推移 .....	M-19
図 3.2.7	B2 シナリオによる省別年平均降雨量 .....	M-19
図 3.2.8	B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量 .....	M-20
図 3.2.9	シナリオ別メコンデルタの海水面上昇 .....	M-20
図 3.2.10	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 .....	M-21
図 3.2.11	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 .....	M-21
図 3.2.12	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 .....	M-21
図 3.2.13	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 .....	M-21
図 3.3.1	コメ収量と月最高気温との相関関係 .....	M-22
図 3.3.2	B2 シナリオでの収量の減少 .....	M-23
図 3.3.3	B2 シナリオでの収量の減少(%) .....	M-23
図 3.3.4	A2 シナリオでの収量の減少(%) .....	M-23
図 3.3.5	A2 シナリオでの生産量の減少 .....	M-23
図 3.3.6	1998 渇水年流量条件での 4 月等塩分分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	M-24
図 3.3.7	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 4 月等塩分分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	M-24
図 3.3.8	1998 渇水年流量条件での 6 月等塩分分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	M-24
図 3.3.9	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 6 月等塩分分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	M-24
図 3.3.10	1998 渇水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	M-25
図 3.3.11	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) .....	M-25
図 3.3.12	1998 渇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) .....	M-25
図 3.3.13	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) .....	M-25
図 3.3.14	湛水深度と稲作生産ロス(%) .....	M-26
図 3.3.15	2000 洪水年流量条件での 8 月等湛水分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	M-27
図 3.3.16	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 8 月等湛水分布図 : 海水面上昇 33cm (2050 年相当) .....	M-27
図 3.3.17	2000 洪水年流量条件での 10 月等湛水分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	M-27
図 3.3.18	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 10 月等湛水分布図 : 海水面上昇 33cm	

	(2050年相当) .....	M-27
図 3.3.19	1998 渇水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	M-28
図 3.3.20	A2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 33cm).....	M-28
図 3.3.21	1998 渇水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	M-28
図 3.3.22	A2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 33cm).....	M-28
図 3.3.23	1998 渇水+2000 洪水による各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm) .....	M-29
図 3.3.24	B2 渇水+A2 洪水 (現在, 2020, 2030, 2050) による各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 30/33cm).....	M-29
図 3.3.25	1998 渇水+2000 洪水による各省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm) ....	M-29
図 3.3.26	B2 渇水+A2 洪水 (現在, 2020, 2030, 2050) による各省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12, 17, 30/33cm).....	M-29
図 4.2.1	村落 WS を実施した村落位置図 .....	M-30
図 4.3.1	ワークショップにて提案された省レベルの優先事業.....	M-32
図 4.5.1	気候変動フレームワーク (構想、課題、戦略、事業).....	M-37
図 4.6.1	構造物と非構造物対策に基づいた 4 つの開発オプション.....	M-38
図 4.7.1	土地利用計画 (目標年 2050 年) .....	M-44
図 5.3.1	優先事業の位置図 .....	M-47
図 6.2.1	Ben Tre 省北部の調査対象地域.....	M-48
図 6.2.2	Ben Ro 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%確率渇水, 輪中西側.....	M-49
図 6.2.3	Tan Phu 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%確率渇水, 輪中東側.....	M-49
図 6.2.4	Ben Tre 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%確率渇水, 輪中西側.....	M-49
図 6.2.5	An Hoa 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%確率渇水, 輪中東側.....	M-49
図 6.2.6	Ben Tre 省北部輪中における水路内の貯水位湛水面積曲線.....	M-50
図 6.2.7	Ben Tre 省 An Hoa 地点における深度別塩分濃度分布 .....	M-50
図 6.3.1	調査対象地域; Tra Vinh 省における淡水確保 .....	M-51
図 6.3.2	Mang Thit1 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%渇水流量, 省の西側.....	M-52
図 6.3.3	Mang Thit2 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%渇水流量, 省の東側.....	M-52
図 6.3.4	Tan Dinh 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%渇水流量, 省の西側.....	M-52
図 6.3.5	Vung Liem 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%加水流量, 省の東側.....	M-52
図 6.3.6	Ba Nghe 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合 (線分表示) 及び 取水可能となる日の月別割合 (棒グラフ) : 15%渇水流量, 省の西側.....	M-52
図 6.4.1	Bac Lieu 省の水利用区分 (薄緑: 稲作、紫: 稲作-エビ養殖、橙: エビ養殖).....	M-54
図 6.4.2	作付変更後の土地利用 .....	M-54
図 6.4.3	土地利用変更後の塩分濃度分布 .....	M-54
図 6.4.4	拡幅水路及び水供給対象地 (橙) .....	M-55
図 6.4.5	水路拡幅による塩分濃度分布 .....	M-55

図 6.4.6	Bac Lieu 市街地中心部における海水侵入防止のための一般計画図	M-56
図 6.5.1	潮汐の影響におけるメコンデルタの分類	M-57
図 6.5.2	Ca Mau 半島において 2012 年水質悪化が原因と考えられるエビ病気発生地域	M-57
図 6.5.3	複数幹線水路モデル：ゲートあり、無し（Main Canals 1998, Dry Season）	M-58
図 6.5.4	1 時間ごとの West Sea における潮位変動(Song Doc 地点)；1998 年（青）、2001（赤）	M-58
図 6.5.5	1 時間ごとの East Sea における潮位変動(Ganh Hao 地点)、1998（赤）、2001 年（赤）	M-58
図 6.6.1	解析に用いた接点格子	M-59
図 6.6.2	メコンデルタの沿岸部 3 ゾーン	M-60
図 6.6.3	砂の浸食/堆積傾向(乾期、海面上昇 30cm)	M-60
図 6.7.1	改善粗放型エビ養殖池の横断面（上側）と平面配置（下側）	M-62
図 7.1.1	開発計画策定を支える全体構造	M-63

## 優先事業編

### 表一覧

#### 優先事業 I

表 3.1.1	期別による各省水門建設実施計画	I-3
表 3.1.2	既存水門に対する省別改修計画件数	I-3
表 4.2.1	新規水門建設事業費負担（案）	I-6
表 4.2.2	水門改修費負担（案）	I-6
表 4.3.1	新規水門事業実施スケジュール	I-6
表 4.3.2	水門改修事業実施スケジュール	I-6
表 5.1.1	標準事業費（単位: 10 億 VND)	I-7
表 5.2.1	水門の規模による算支出スケジュール	I-7
表 7.2.1	経済指標の算出	I-9
表 7.3.1	事業全体に関する感度分析の結果	I-9

#### 優先事業 II

表 2.1.1	事業対象地域の面積と人口	II-2
表 2.2.1	事業対象地域及び他地域の漁業生産高（2010）	II-2
表 3.1.1	事業の受益面積と受益者数	II-3
表 3.2.1	ゲートの材質比較	II-4
表 3.2.2	防潮水門の主要構造諸元	II-4
表 4.2.1	水門建設事業費の負担割合	II-6
表 4.2.2	水門建設事業の詳細費用分担	II-6
表 4.3.1	3 水門及び Say Don 水路の実施スケジュール	II-6
表 5.1.1	水門及び水路の事業費内訳（単位: 10 億 VND)	II-7
表 5.2.1	水門及び水路建設工事の支出計画	II-7
表 7.2.1	経済指標の算出	II-9
表 7.3.1	事業全体に関する感度分析の結果	II-9

#### 優先事業 III

表 3.1.1	気候変動に関する課題の優先順位付け	III-3
表 3.1.2	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	III-3
表 3.1.3	塩水侵入地域における作付パターン	III-4

#### 優先事業 IV

表 3.1.1	気候変動に関する課題の優先順位付け	IV-3
表 3.1.2	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	IV-3

## 図一覧

### 優先事業 I

- 図 2.2.1 B2 シナリオ(2050 年) : 塩水侵入がピークとなる 4 月に想定される等塩分濃度分布..... I-2
- 図 3.2.1 新規水門建設全体計画図 (終了年度 2050 年) ..... I-4
- 図 3.2.2 改修が計画される既存水門の位置及び塩水侵入等値線..... I-5
- 図 7.1.1 事業による便益の基本的な考え方 ..... I-9

### 優先事業 II

- 図 3.1.1 水門建設及び水路整備予定位置図 ..... II-3
- 図 3.2.1 Vung Liem 水門の正面図 ..... II-5
- 図 7.1.1 事業による便益の基本的な考え方 ..... II-9

### 優先事業 III

- 図 2.2.1 B2 シナリオによる平均最高気温上昇予測 ..... III-2
- 図 2.2.2 B2 シナリオによる月別降雨の変化予測 ..... III-2
- 図 3.1.1 解析による 1998 年と 2020 年における塩水侵入 ..... III-4
- 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 ..... III-5
- 図 3.6.1 組織編成 ..... III-7
- 図 3.7.1 プロジェクトフェーズ ..... III-8

### 優先事業 IV

- 図 2.2.1 B2 シナリオ 1998 年流量条件での 4 月における等塩分濃度分布図 : 海水面上昇 30cm  
(2050 年相当) ..... IV-2
- 図 2.2.2 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 8 月等湛水分布図 : 海水面上昇 33cm  
(2050 年相当) ..... IV-2
- 図 3.1.1 Ca Mau 省周辺における水田地域とエビ養殖地域 ..... IV-4
- 図 3.6.1 SIWRP の組織構成 ..... IV-7
- 図 3.6.2 事業実施組織 ..... IV-8
- 図 3.7.1 プロジェクトの段階 ..... IV-10

# マスタープラン編

## 第1章 序論

本報告書は、ベトナム国南部水資源計画研究所（Southern Institute for Water Resources Planning : SIWRP）と国際協力機構の間において2011年4月28日に合意・署名交換された「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」に係る実施細則（SW）に基づいて2011年8月～2013年3月に作成したファイナル・レポート（マスタープラン（案）、優先事業、事業計画等）である。

### 1.1 調査の背景：メコンデルタの役割と課題

メコンデルタは、都市部への食糧供給基地であるだけでなく、安定した工業部門への労働力供給源としての機能が期待されている。また、メコンデルタにおける農村部と都市のあるべき関係として、経済発展に伴う地域格差や農工間の所得格差が生じないようにバランスのとれた経済成長を目指している。

一方で、地球温暖化による海面上昇は、低平地であるメコンデルタへ甚大な影響を与えると懸念されている。気候変動の負の影響に対応すべく、ベトナム国政府は2020年に向けた気候変動にかかる国家目標プログラム（National Target Program to Respond to Climate Change : NTP-RCC）と農業・農村開発分野の気候変動適応に関する行動計画枠組み<sup>1</sup>を策定している。農業・農村開発分野においても、具体的な気候変動適応策とそれを考慮した開発計画の策定が急務となっている。

### 1.2 調査業務の目的

本件調査業務の目的は、ベトナム国の「メコンデルタ沿岸地域の農業・農村分野における気候変動適応策」を策定することであり、この目的達成のプロセスにおいて以下の成果を得た。

- 1) メコンデルタの農業・農村分野に対する中長期的な気候変動影響予測および評価を行う。
- 2) 農業・農村分野の気候変動適応型マスタープランを策定し、それに基づいて優先事業計画を策定する。
- 3) 南部水資源計画研究所の農業・農村分野に係る気候変動適応計画策定・実施能力が向上する。

ベトナム国ではこれまで気候変動予測が種々実施されてきた。また、農業・農村開発計画も策定されている。しかしながら、両者を融合した気候変動対応型農業・農村開発計画の策定には遅れがみられる。本業務では、これら既存調査および開発計画を活用することにより気候変動対応型の農業・農村開発計画を策定する。そして、そのプロセスを通して技術移転を行う。また、CP機関やローカルリソース等が持つ技術と経験を活用することにより、開発計画の策定を短期間に効率よく実施する。

### 1.3 調査工程とスコープ

本件業務は、下表 1.3.1 に示す工程の下、2011年7月～2013年3月にわたって実施する。調査段階は3フェーズから構成されるが、フェーズ1は2011年12月まで、フェーズ2は続く2012年1月～2012年6月までである。そしてフェーズ3は2012年7月から最終までとなる。その間、種々の作業を通して、マスタープランの策定、ケース・スタディの実施、優先事業の策定、さらに環境・社会影響評価（IEE）等を実施していく。

<sup>1</sup> Action Plan Framework for Climate Change Adoption in the Agriculture and Rural Development Sector 2008-2020



表 1.3.1 調査工程 (2011年7月～2013年3月)

年 月	2011年						2012年												2013年			
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
フェーズ1																						
フェーズ2																						
フェーズ3																						
報告書類	IC/R					PR1																

備考：IC/R: Inception Report, PR: Progress Report, ITR: Interim Report, DFR: Draft Final Report, FR: Final Report

マスタープランに関しては2011年12月提出のPR1にその骨子となるフレームワークを提示する。そしてフェーズ2調査においてフレームの見直しとともに、フレーム内に提示される各プロジェクト・プログラムの事業要約表(簡易PDM)を作成する。その後、フェーズ3調査において、各プロジェクト・プログラムの事業費等を含めて最終化を行う。これと合わせて、フェーズ2調査において優先事業を特定し、フェーズ3調査において優先事業に係る計画策定を行う。

表 1.3.2 本件業務におけるフェーズと主たる作業

フェーズ	MP策定	ケース・スタディ	優先事業策定	環境影響評価
フェーズ1 2011年8月～12月	ドラフト(骨子)作成	実施計画策定	—	戦略的環境アセスメント実施
フェーズ2 2012年1月～6月	ドラフト策定	実施 ガイドライン案策定	優先事業の特定 調査計画の策定	ケース・スタディのためのIEE
フェーズ3 2012年7月～2013年2月	MP最終化	実施結果取り纏め ガイドライン最終化	優先事業計画の策定	優先事業対象のIEE

出典：JICA調査団

#### 1.4 関係機関

本件業務のベトナム側責任機関は農業・農村開発省(Ministry of Agriculture and Rural Development: MARD)であり、カウンターパートとなる実施機関はMARDの配下にある南部水資源計画研究所(Southern Institute for Water Resources Planning: SIWRP)である。SIWRPはメコンデルタ流域における水資源開発計画策定、調査、解析、環境影響評価等を実施しているが、約100名の職員が10部門で勤務している。

#### 1.5 対象地域

表 1.5.1 対象地域の面積、人口、人口密度等

省、地域	Area, km <sup>2</sup>	人口(2010)	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
Tien Giang	2,484	1,677,000	675
Ben Tre	2,360	1,256,700	532
Tra Vinh	2,295	1,005,900	438
Soc Trang	3,312	1,300,800	393
Bac Lieu	2,502	867,800	347
Ca Mau	5,332	1,212,100	227
Kien Giang	6,346	1,703,500	268
調査対象地域全体	24,631	9,023,800	366
メコンデルタ全体	40,519	17,272,200	426
ベトナム国全体	331,051	86,927,700	263

出典：Statistical Year Book of Vietnam 201009 (GSO)

ベトナム国領内のメコンデルタは、中央政府直轄市のカントー(Can Tho)を含んでいる。その内、本件業務の対象は、沿岸地域のTien Giang省、Ben Tre省、Tra Vinh省、Soc Trang省、Bac Lieu省、Ca Mau省そしてKien Giang省の計7省である。面積は24,631km<sup>2</sup>であるが<sup>2</sup>、メコンデルタ全体(39,400km<sup>2</sup>)の約60%を占めている。人口はメコンデルタ全体の1,727万人に対し902万人(2010年:52%)であり、人口密度は366人/km<sup>2</sup>に達する。全国平均の人口密度は263人/km<sup>2</sup>であるが、生産力の高い土地に恵まれていることから対象地域の人口密度は比較的高い。

<sup>2</sup> Statistical Year Book of Vietnam 201009 (General Statistics Office of Vietnam)

## 第2章 調査対象地域の概況

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 分にあり、平均標高は 0.7~1.2m である。

### 2.1 調査対象地域人口および経済状況

#### 2.1.1 人口・面積

調査対象地域の総人口は 907 万人であり、メコンデルタ全体の約 52% を占める。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。調査対象地域の面積は 24,631km<sup>2</sup> であり、メコンデルタ全体の約 61% を占める。Tra Vinh 省の 2,295km<sup>2</sup> が最も小さく、Kien Giang 省の 6,346km<sup>2</sup> が最も大きな面積を呈する。人口密度は 366 人/km<sup>2</sup> に達し、全国平均の 263 人/km<sup>2</sup> と比べると比較的高いといえるが、人口増加率は低く、平均すると 0.51% である。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、ホーチミンやホーチミン北部に位置する Binh Duong 省の工業地区に人口が流出していると推定される。

#### 2.1.2 経済状況

調査対象地域の経済活動は農業がその大部分を占め、2009 年の GDP におけるセクター別の割合は、一次産業が 48%、二次産業が 23%、三次産業が 29% である。農業に代表される一次産業の割合は、メコンデルタ全体の 41%、全国平均の 21% と比べると大きなシェアを示す。GDP 成長率（1994 年価格）では、国全体の年間成長率 5~8% に対し、調査対象地域とメコンデルタの省別の成長率は軒並み 10% を超える。この高い成長率の背景には稲作の単位収量の増、また 1990 年代から増加してきたエビ養殖の影響等が推察される。

2009 年時点における一人当たりの GDP について、調査対象地域内で最大を示すのは Kien Giang 省であり、全国平均より高い US\$1,286\$ に達している。最も小さいのは Tra Vinh 省の US\$801 であり、次に小さいのが Ben Tre 省の US\$854 である。調査対象地域の平均では US\$987、メコンデルタ全体では US\$1,040 である。国全体の平均は US\$1,127 である。調査対象地域の人口一人当たり GDP は全国平均と比べると、Kien Giang 省を除けばいずれもやや低い。これは、農業生産には優れるものの、付加価値を生み出す第 2 次産業や第 3 次産業の発達が Can Tho 市周辺を除いて少ないことが要因と考えられる。

## 2.2 気象および水文環境

### 2.2.1 気温

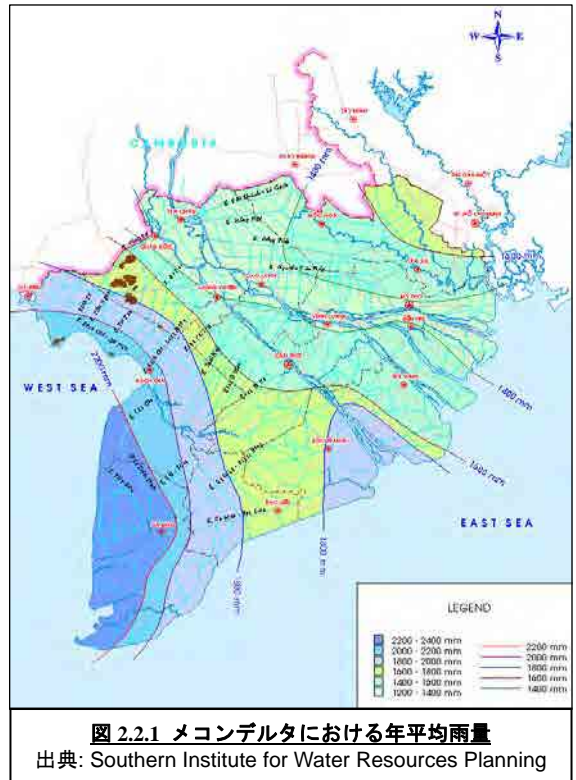
メコンデルタの気温は年間平均約 27°C であり、東部は南西部に比べると 0.4°C 以上年間平均気温が低い。Kien Giang 省の省都である Rach Gia の 27.6°C が最も高い年平均気温であり、逆に Ca Mau 省の省都 Ca Mau 市の 26.7°C が最も低い年平均気温を示す。

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。

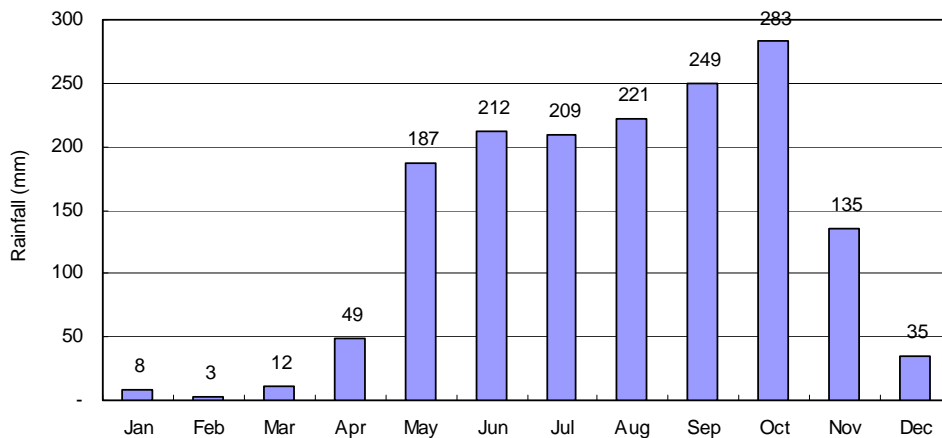
### 2.2.2 雨量

メコンデルタは、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、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2.2.2)。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2.2.2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 2.2.1 メコンデルタにおける年平均雨量**  
出典: Southern Institute for Water Resources Planning



**図 2.2.2 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

### 2.2.3 水資源：メコン河

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河に分かれてベトナム国内に入り、Tien河は6つの支流に、Hau河は3つの支流に分かれ、これらの川を称してベトナム語では“Nine Dragons (Cuu Long)”と呼ぶ。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メコンデルタ上流、中流域は深く湛水する。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。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<sup>1</sup>。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上・中流域では約5年に

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

一度は深刻な被害が発生している。一方で、乾期には海水侵入が起こり、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<sup>2</sup>。

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に設置されており、このカンボジア領内の観測所データは、メコン河下流域における背水の影響を受けないため、シミュレーションモデルは、通常、このKratieから始められる。

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。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す。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 $28,000\text{m}^3/\text{s}$ となり、Kratie観測所の $35,000\text{m}^3/\text{s}$ と比べると低いが、これは洪水期にはトンレサップ河を經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。



図 2.2.3 メコンデルタ下流域 (Kratie から下流部)  
出典: 調査団

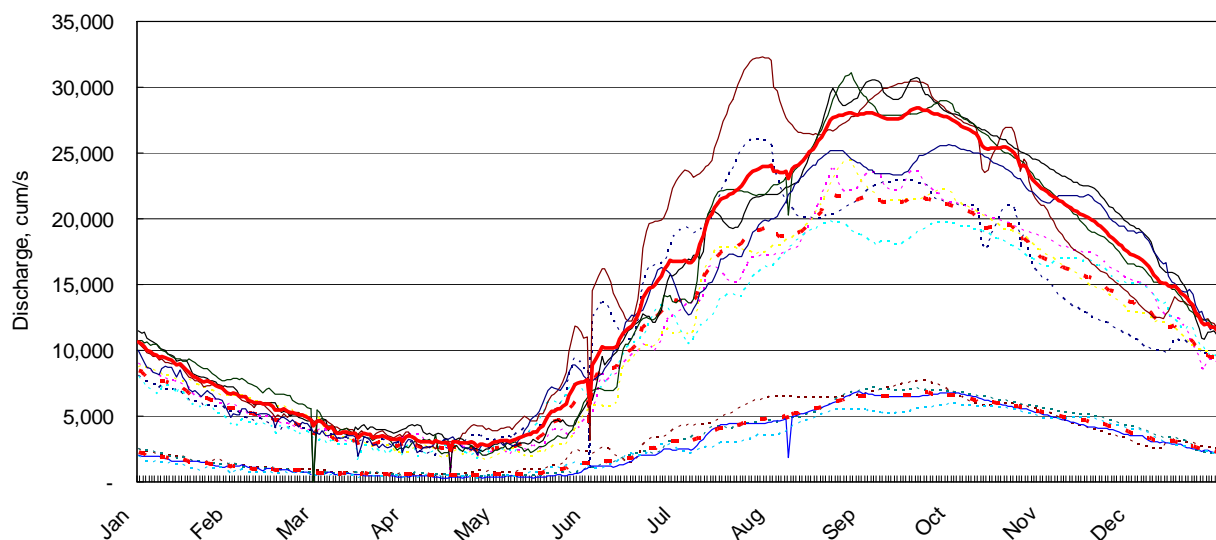


図 2.2.4 Tan Chau, Chau Doc と両観測所を統合した日毎の流量

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。

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 $10,000\text{m}^3/\text{s}$ であるが、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 $2,000\text{m}^3/\text{s}$

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

を示す。すなわち、カンボジアの Great Lake はメコンデルタにおいて、洪水期には洪水軽減効果をもたらし、乾期には流量を増加させるという役割を担っている。

## 2.3 主要農村社会基盤

メコンデルタでは大小様々な水路が交錯し、水路に合わせて 10 トン～3,000 トンの船舶が行き交う。デルタ地帯において、比較的大型の船舶が通運可能な水路総延長は約 14,000km に達し、域内および外部の主要都を結び、経済および域内住民生計における重要な役割を担う。

メコンデルタにおける水路網は、以下の 4 つに分類されており、南部水資源計画研究によれば、メコンデルタの水路総延長は地球 2 周以上となる 9 万 km を超える。メコンデルタの水理地域区分は 4 地域 (Plain of Reeds, Long Xuyen Quadrangle, Ca Mau Peninsula, Trans Bassac) に分けられる。Trans Bassac 地域は、 $3.48 \text{ km/km}^2$  と水路密度が最も高く、Long Xuyen Quadrangle 地域は北部に小高い地域があることから水路網の開発が限定され、水路網密度が低い。



図 2.3.1 メコンデルタにおける水理的 4 地域区分  
出典：南部水資源計画研究所

メコンデルタにおける水運の役割は、ベトナムの他の地域とは極めて異なっている。2009 年における空路物流を含まない陸運と水運のだけの統計比較によれば、メコンデルタ以外の地域における水運貨物量は全体の 30% を下回るのに対し、水運によって開発が始まったメコンデルタのそれは 70% を示す。

## 2.4 調査対象地域における農業

メコンデルタにおける農業は、国の Rice Bowl を支えるコメの 2 期作や 3 期作だけでなく、果樹栽培、水産業の振興に加え、稲と淡水魚との組み合わせ、そして汽水エビと稲とのローテーションといった組み合わせなど、多様化した営農形態が確認される。

### 2.4.1 多様化した農業

メコンデルタの上・中流域である Dong Thap 省および Long An 省に代表される Plain of Reed 地域、あるいは An Giang 省および Kien Giang 省北部に代表される Long Xuyen Quadrangle 地域は、2 期作が盛んであり、その下流となる中央部では湛水深が浅くなり、コメの 3 期作を実施している水田も多い。

調査対象地域における沿岸部の多くでは、乾期に侵入する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ローテーションされる。さらに沿岸部に近い下流部の汽水すら得ることの難しい地域になると、海水エビの養殖が 1 年を通じて行われている。

### 2.4.2 農業土地利用

#### 1) 全体土地利用

汽水エビの養殖はデルタの沿岸部を中心に行われ、塩水が浸入しないように水門が設置された 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）などは、コメを栽培することが可能である。

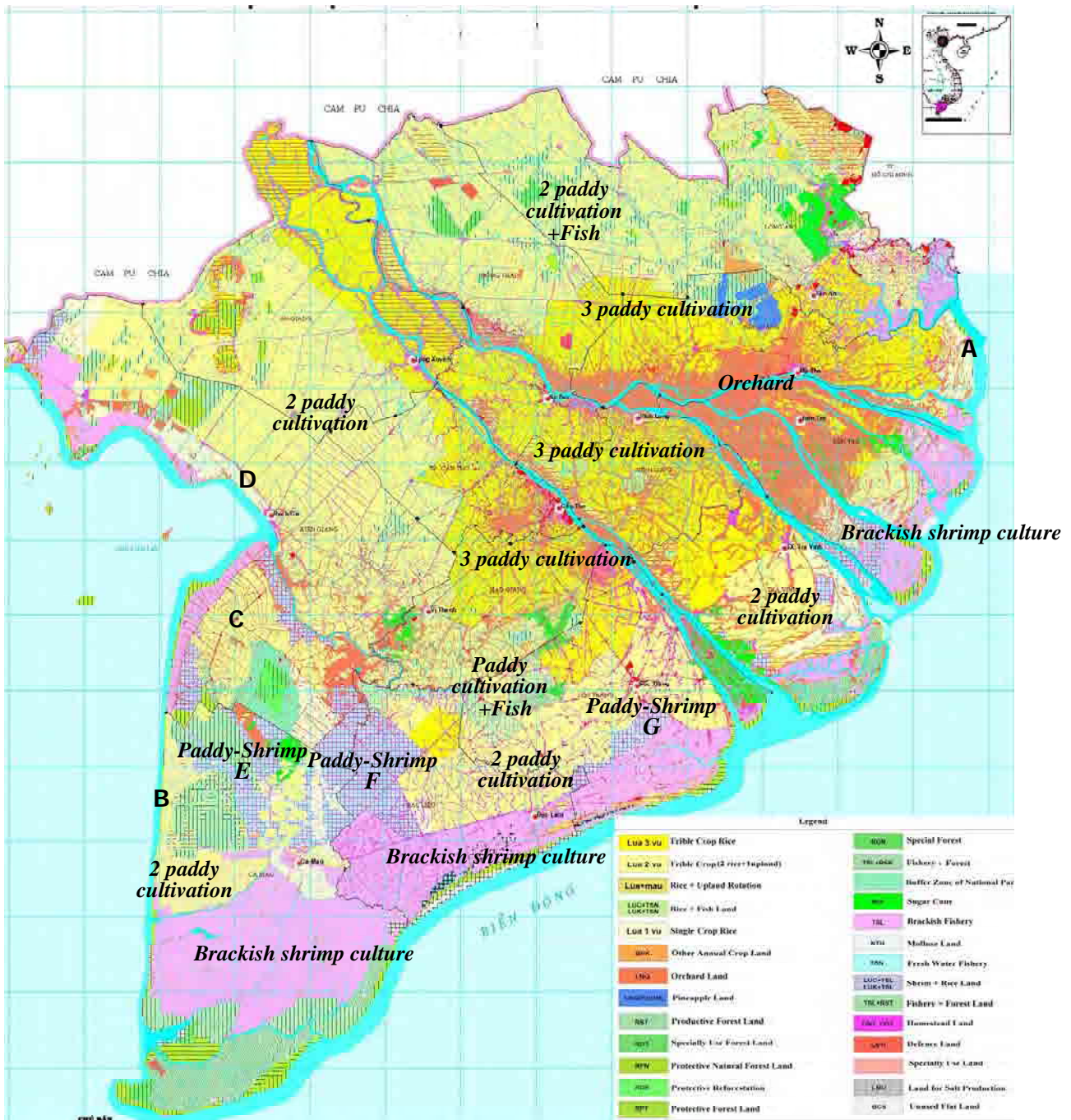


図 2.4.1 メコンデルタにおける土地利用図（2008 年）

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

同一圃場にて雨期の稲作と乾期の汽水のエビ養殖となるローテーション栽培が行われているのは Ca Mau 省（土地利用図中 E）であり、このほかに Bac Lieu 省（同 F）、Soc Tran 省（同 G）などに見られ、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。

メコン河をさらに遡ると稲作地帯となり、コメの 2 期作、3 期作も営まれている。この他に Ben Tre 省の上中流地域および Tien Giang 省の南地域では果樹栽培が行われている。

## 2) 農業土地利用

調査対象地域の農地面積割合は55%であり（メコンデルタ：63%）、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。この中で農用地の割合は50～80%であり、沿岸部のBac Lieu省およびCa Mau省ではそれぞれ39%および27%と低く水産業が盛んとなる。

調査対象地（沿岸部の7省）においては、稲作は66%（メコンデルタ全体：75%を）を占め、全国平均である44%を大きく上回り、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、低いのはTien Giang省の53%、最低はBen Tre省の27%である。Ben Tre省およびTien Giang省では、農地の多くが果樹園として用いられ稲作面積は少ない。

### 2.4.3 作付け

調査対象地域およびメコンデルタにおいて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、沿岸部においては汽水エビとの組み合わせが一般的となる。

稲作については灌漑の有無、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）により異なる。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、So Trang省の北部およびTra Vinh省の上流側で3期作がなされている。

### 2.4.4 稲作

メコンデルタにおける主要農産物はコメである。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。調査対象地域だけで国全体の24%（メコンデルタ：54%）を産出している。Kien Giang省の生産量が飛び抜けて高く、デルタ全域でもAn Giang省に次ぐ2番目となっている。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。

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、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。調査対象地域の平均は1,066kg/人（メコンデルタ全体：平均1,249kg/人）を示し、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。

### 2.4.5 土地保有

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。

## 2.5 水産業：エビ養殖

メコンデルタにおける水産業は旧来より多く営まれてきたが、ドイモイ政策によって1980年代中半から急激に商業ベースでの水産業が盛んとなった。1990年代に入ってから急激なエビ養殖

が盛んとなり、近年は、様々な種類で水産業が国内および海外の市場を目指して発達している。

### 2.5.1 水産水揚量

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*) の養殖によって特徴付けられる。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。メコンデルタにおける漁獲量は他の地域のそれをはるかに上回っており、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。調査対象地域における一人当たりの水揚量を試算すると 36.8kg であるが、他の地域は 5kg に満たない値である。

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% の水揚量を占める。

### 2.5.2 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 当たり 100kg に過ぎなかった<sup>3</sup>。隣国タイにおける沿岸エビ養殖が下火になった後、ベトナムにおいてはエビ養殖が増加した。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。

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<sup>4</sup>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<sup>5</sup>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。

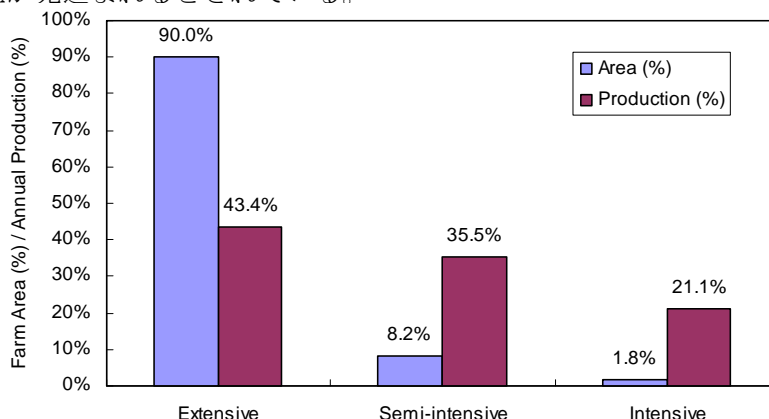


図 2.5.1 メコンデルタにおけるエビの養殖形態による事業面積と水揚量の占める割合

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

<sup>3</sup> R. E. Turner (1977); "Intertidal Vegetation and Commercial Yield of Penaeid Shrimp", Transactions of the American.

<sup>4</sup> Overview Aquaculture in Vietnam, Research Institute for Aquaculture No.2, MARD, 2010

<sup>5</sup> 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場合は 43%に過ぎない。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。

## 1) 粗放型エビ養殖

粗放型養殖においては、稚エビは平方メートル当たり 1～2 匹と低密度で飼育され、毎月あるいは季節ごとに規格に合うエビだけが水揚げされ、適宜、追加で稚エビが投入される。エビ養殖農家への聞き取り<sup>6</sup>によると、粗放型エビ養殖による純益は、稲作で得られる純益の約 2 倍である。

## 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。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%）を占める。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もできる。

## 2.6 農家世帯質問票調査

稲作農家、果樹栽培農家、エビ養殖－稲作のローテーションを含むエビ養殖農家を対象として農家世帯質問票調査を実施した。調査は 2011 年と 2012 年に実施したが、稲作農家は計 160 世帯（Ben Tre 省 Ben Tri 郡、Tra Vinh 省 Cang Long 郡、また Tra Vinh 省の May Phop 川沿いの稲作農家対象に実施）、果樹栽培農家は計 100 世帯（Tien Giang 省と Ben Tre 省の果樹農家対象）、エビ養殖農家は計 281 世帯（Bac Lieu 省、Soc Trang 省、Ca Mau 省のエビ農家を対象）をカバーした。

### 2.6.1 稲作

調査対象地域内の稲作栽培農家経済について収穫面積、生産量、農家軒先価格、粗収入の平均について、有効回答（面積、生産量、費用のうち、ひとつでも無回答のものは除外）から算出した。合計 139 の稲作生産農家による有効回答によるものを各項目の平均値としている。

調査対象地域における稲作栽培による経済性分析を行うため、単位面積 1.0 ha 当たりの生産量と粗収入を算出した。1 ヘクタール当たりの平均生産量は 4,859 kg となった。平均農家庭先価格から 1 ヘクタール当たりの粗収入は、financial value では 23 – 29 million VND の範囲となり平均 26 million VND、economic value では 29 – 33 million の範囲で平均 31 million VND であった。

表 2.6.1 1.0ha 当たり生産量と粗収入

栽培季節	収穫面積 (ha)	収量 (ton/ha)	生産量 (kg)	種籾 (kg)	販売 (kg)	自家消費 (kg)	農家庭先価格 (VND/kg)	粗収入 (Financial) (VND)	粗収入 (Economic) (VND)
SA	1.00	5.39	5,390	94	4,803	494	6,365	29,134,540	32,722,103
AW	1.00	4.27	4,266	34	3,488	744	6,591	23,533,518	28,737,857
WS	1.00	4.79	4,792	52	4,088	652	6,398	26,060,417	30,548,752
合計・平均	1.00	4.86	4,859	62	4,173	624	6,445	26,470,270	30,862,162

出典：農家世帯質問票調査、JICA 調査団（2011）

<sup>6</sup> 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。

## 1) 季節別労務費/外注費・投入資材にかかる生産費

季節ごとの世帯当たり平均投入資材にかかる費用は、主に尿素、化成肥料、コンポスト、農薬/殺菌剤、除草剤の5項目の投入資材に使用されている。総投入資材費用は平均4,117,000 VNDであり、尿素が51%を占め、次がコンポストの20%である。

メコンデルタでは年2期作または3期作が一般的であり、このことは土壌の劣化という高いリスクの要因ともなっている。定期的に起こる洪水が水田に必要な養分を供給し、持続的稲作栽培を可能にしている（調査によると、定期的な洪水に遭っているとの有効回答が30%であった）。農家は有機資材の活用は持続的稲作に不可欠と考え、コンポストを使用していることが分かった。

表 2.6.2 農家当たり投入資材費

栽培季節	尿素	化成肥料	コンポスト	農薬/ 殺菌剤	除草剤	合計投入 資材費	労務費/ 外注費	合計生産費
	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)
SA	2,071,000	654,000	822,000	385,000	252,000	4,184,000	8,985,000	13,169,000
AW	2,372,000	763,000	858,000	290,000	197,000	4,479,000	8,985,000	13,464,000
WS	1,808,000	649,000	753,000	290,000	186,000	3,686,000	8,985,000	12,671,000
平均	<b>2,081,000</b>	<b>686,000</b>	<b>811,000</b>	<b>325,000</b>	<b>214,000</b>	<b>4,117,000</b>	<b>8,985,000</b>	<b>13,102,000</b>
	51%	17%	20%	8%	5%	100%		
	16%	5%	6%	2%	2%	31%	69%	100%

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2011）

労務費/外注費にかかる総費用は全生産費の69%、投入資材にかかる費用は31%となっており、労務費の大部分が機械化によるもので、将来的に労務費にかかる費用は増すことと考えられる。実際、メコンデルタの労働構造における農業部門のシェアは、経済の構造変化に伴い製造業（+3.5%）、サービス業（+3.5%）へ徐々にシフトして、2011年には7%のマイナスを示している<sup>7</sup>。

## 2) 純収益

季節ごとの稲作栽培による純収益を、139 有効回答を基に年間世帯当たり平均純収益を示す。これによると、年間2.76回の作付による延べ栽培面積2.05 haから、54 million VND (financial value<sup>8</sup>)、および63 million VND (economic value<sup>9</sup>)の粗収益がある。生産費は36 million VND、純収益は17,931,882 VND (financial value)、ならびに26,917,176 VND (economic value)と算定される。

表 2.6.3 農家当たり年間純収益

栽培季節	収穫面積	粗収入 (Financial)	粗収入 (Economic)	総生産費	総純収益 (Financial)	総純収益 (Economic)	備考
	(ha)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)	
SA	0.65	18,952,941	21,286,765	11,619,706	7,333,235	9,667,059	
AW	0.71	16,640,338	20,320,279	12,474,000	4,166,338	7,846,279	
WS	0.69	18,104,412	21,222,500	12,111,985	5,992,426	9,110,515	
合計・平均	<b>2.05</b>	<b>54,155,059</b>	<b>63,140,353</b>	<b>36,223,176</b>	<b>17,931,882</b>	<b>26,917,176</b>	

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2011）

### 2.6.2 エビ養殖

エビ養殖に関する農家世帯質問表調査を3省（Ca Mau, Bac Lieu, Soc Trang）6村（コミュニティ）

<sup>7</sup> “The economic transition and migration of Vietnam and the Mekong Delta region (December 2011)”

[http://mpr.ub.uni-muenchen.de/36387/1/MPRA\\_paper\\_36387.pdf](http://mpr.ub.uni-muenchen.de/36387/1/MPRA_paper_36387.pdf). 参考資料によると、雇用の構造変化について、GDPにおける農業シェアの変化よりも軽度であると述べられている。

<sup>8</sup> Financial Value; 売却対象となった農産物の貨幣価値（自家消費分は含まず）

<sup>9</sup> Economic Value; 自家消費分を含めて農産物を売却した時に想定される貨幣価値

にて実施した。面積と生産費の両項目に回答のあるものが計 147 回答得られた。これらの回答により、養殖形態を「粗放型」、「準粗放型 (SP)」（エビー稲ローテーション）、「改良粗放型」、「集約型」の 4 つに分類した。

## 1) 収益

汽水エビ養殖における平均粗収益と平均生産費を基に、収益を算出した。世帯当たりの純収益を表の左側に、ヘクタール当たりの純収益を表の右側にまとめる。世帯当たりの平均面積 2.0 ha から算出した平均世帯当たり純収益は 73,354,000 VND となった。最低純収益は 38,696,000 VND/世帯（粗放型 (SP)）、最高純収益は 112,443,000 VND/世帯（粗放型）であった。粗放型が最高純収益であるのは、他の形態が 1.5～1.9 ha/世帯であるのに対して 3.8 ha/世帯と養殖池面積が大きいことによる。

表 2.6.4 汽水エビ養殖における純収益

カテゴリー	農家当たり純収益 (000VND)				ヘクタール当たり純収益 (000VND)				生産費(%)
	粗収入	総生産費	純収益	サンプル数	面積 (ha/世帯)	粗収入	総生産費	純収益	
粗放型	187,057	74,614	112,443	14	3.8	48,950	19,525	29,425	40%
粗放型 (SP)	54,202	15,506	38,696	38	1.5	36,486	10,438	26,048	29%
改良粗放型	141,088	59,191	81,897	30	1.9	73,791	30,957	42,834	42%
準集約型	169,112	82,543	86,569	44	1.7	101,642	49,611	52,031	49%
平均	129,778	56,424	73,354	126	2.0	64,968	28,246	36,722	43%

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2012)

ヘクタール当たり純収益を見てみると、総平均は 36,722,000 VND/ha であった。最低純収益は 26,048,000 VND/ha（粗放型 (SP)）、最高純収益は 52,031,000 VND/ha（準集約型）となった。エビー稲ローテーション(粗放型 (SP))の純収益は稲作からの収益を除く部分的なものであるため、他と比べて低くなっていると思われる。最高純収益の準集約型と最低純収益のエビー稲ローテーションではおよそ 2 倍の差がある。粗収益に対する生産費の割合を見ると、29%～49%の範囲にあり、平均は 43%である。

## 2.6.3 果樹栽培

果樹栽培についての農家世帯質問票調査を 2 省（Ben Tre 省、Tien Giang 省）5 郡 8 コミューンにおいて 2011 年末に実施した。合計 100 サンプル（世帯）に対して栽培面積、栽培果樹タイプと本数、生産量、農家庭先価格、粗収入と生産費等についての質問表調査を行った。

## 1) 収益

世帯あたり平均果樹栽培面積は 0.64ha で、有効回答の 91%が 1ha 以下であった。減価償却期間を 10 年とする設立費、生産費、粗収入、粗収入に対する生産費の割合、純収益等について、果樹別農家当たりの平均値を以下に示す。表によると、平均粗収益がおよそ 90 million VND、減価償却期間を 10 年とする設立費（8.9 million VND）と生産費（20.7 million VND）を合わせた総生産費が 29.54 million VND であった。粗収益から総生産費を引いて純収益を求めると、平均栽培面積 0.64 ha である農家当たりでは 60.4 million VND となる。これより、単位面積 1ha 当たりの純収益は 94.43 million VND と見積もられる。

果樹別の純収益を見ると、農家世帯あたりではドリアンが 89.17 million VND と最も高く、次いでランブータン(82.4 million VND)、スターアップル(71.1 million VND)、サポディラ(68.6 million VND)、ココナッツ(15.5 million VND)と続く結果となった（マンゴスチンは生産費の結果が得られなかったため純収益算定から除外している）。

表 2.6.5 果樹別農家当たり生産費、粗収入、純収益

カテゴリー	面積	設立費用/ 10年間	年間生産費	農家当たり 粗収入	生産費 割合	農家当たり 純収益	ヘクタール当 たり粗収入	ヘクタール当 たり純収益
	ha	VND	VND	VND	(%)	VND	VND/ha	VND/ha
平均	0.64	8,869,242	20,668,392	89,975,000	33%	60,437,366	140,585,938	94,433,384
ココナッツ	-	1,071,000	2,760,000	19,346,027	20%	15,515,027	-	-
ドリアン	-	2,745,652	15,086,364	106,005,907	16%	89,173,891	-	-
ロンガン	-	853,800	6,386,533	34,971,613	21%	27,731,280	-	-
レモン	-	72,583	7,652,000	12,832,875	60%	5,108,292	-	-
オレンジ	-	198,500	4,149,200	7,386,130	59%	6,446,701	-	-
ランブータン	-	1,619,455	25,160,160	88,251,560	29%	82,353,166	-	-
サボディラ	-	753,724	21,407,657	90,802,020	24%	68,640,639	-	-
スターアップル	-	1,075,028	5,624,750	77,767,087	9%	71,067,309	-	-
マンゴスチン	-	270,000	-	9,100,000	-	-	-	-

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2011）

## 2.7 調査対象地域における開発計画とドナーの活動

### 2.7.1 Water Resources Master Plan（2006 閣議承認）、SIWRP

メコンデルタにおける水資源開発計画は、オランダのコンサルタントによって 1990 年に策定され、南部水資源計画研究所によって 2002 年から 2005 年にかけてアップデートされ、2006 年に閣議承認された。同マスタープランは、社会経済開発計画 2005 年～2010 年（国家開発計画）の下、農業セクターの発展を目的とした水利施設の建設・整備に焦点が当てられている。マスタープランでは 3 つの開発シナリオが示され、1) シナリオ No.1 は、メコンデルタにおける農業再編を促し、洪水制御システム整備が中心であり、2) シナリオ No.2 は、輪中堤防の建設などの主要インフラ開発が中心となっており、3) シナリオ No.3 は、上記 2 つ目のシナリオに加えて、カンボジアとの国境地域を保護するために輪中堤防の設置を追加提案している。

プロジェクト便益については、純現在価値にてシナリオ No.1 が約 1 億ドル、シナリオ No.2 にて約 6 億ドルと算定されている。内部収益率は、それぞれ 13%と 16.3%が得られている。世界銀行によるとベトナム国における機会費用は 12%とされているが、両シナリオともこれを上回る結果となっている。また、費用便益分析では B/C 比 1.07 と 1.28 と、両シナリオとも 1.0 を超えている。

表 2.7.1 マスタープラン 2006 におけるプロジェクト費用と経済分析

No.	項目	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	備考
I.	総費用 (billions VND)	41,351	101,814	101,814	
	総費用 (billions US\$)	2.608	6.422	6.422	
1.	Hydraulic system	20,562	32,398	32,397	
2.	Transport system (embankment included)	12,155	60,782	60,782	
3.	Residential protection/ resettlement	8,634	8,634	8,634	
II.	経済評価				
1.	純現在価値 (billions VND)	1,595	9,573		
	純現在価値 (million US\$)	100.6	603.8		
2.	内部収益率 (IRR、%)	13.0	16.3		
3.	費用対便益 (B/C)	1.07	1.28		

出典：Water Resources Master Plan (2006 approved), SIWRP、注：1US\$=15,855VND（2005 年 7 月 1 日時点）

南部水資源計画研究所によれば、2009年までにマスタープランの中で提案された79の水資源関係の事業のうち、53事業が実施段階となっているが、53事業が既に実施フェーズとされているにも関わらず、資金不足のため3事業のみしか完工していない。完工率は79事業の内、4%にすぎないこととなる。完工した3事業は、河川護岸事業や水路の堤防強化等である。

**2.7.2 南部水資源計画研究所 (SIWRP) 作成の 2011 年マスタープラン**

南部水資源計画研究所は、気候変動の影響を考慮したマスタープランを2011年8月に最終化した。この計画の中では、塩水侵入に対応するための3つのオプションが検討されている。一つ目は、防潮堰をメコン河本流に設置しない案、二つ目は、メコン河支流の Ham Luong 河、Co Chien 河および Cung Hau 河の河口部 3 か所に防潮堰を建設するという案、そして三つ目は、上記に加えて他のメコン河支流 4 箇所に防潮堰を建設する案である。この中で二つ目の案を最終案として提案し、総事業費は約 247 億ドルと莫大な事業費である。

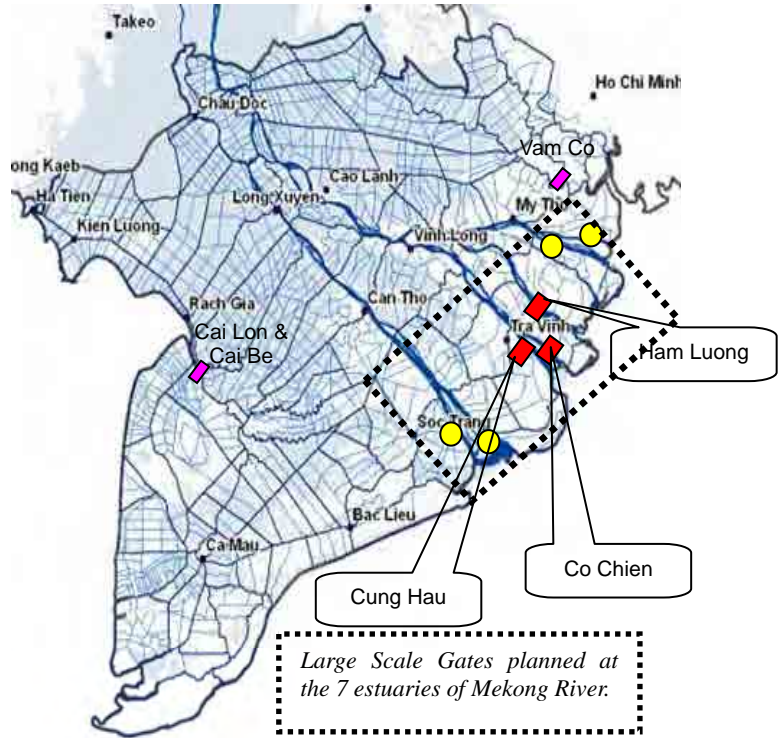


図 2.7.1 SIWRP 提案の防潮堰位置図

出典: Water Resources Master Plan for the Mekong Delta in the Context of Climate Change and Sea Level Rise, SIWRP

赤い四角がオプション2で提案されている3つの防潮堰の位置となり、オプション3で提案されている4つの防潮堰は黄色い丸印で表されている。

**2.7.3 ドナーによる投資**

現在、メコンデルタに投資を行っている代表的なドナーは、世銀、ADB、GIZ、AusAID、IFAD 等であり、またメコンデルタにおける地域開発としての MP 作成をオランダが支援している。

表 2.7.2 メコンデルタにおける主要なドナー活動

ドナー	プロジェクト	区分	内容
オランダ	Mekong Delta Plan April 2010 - 2012	TA (Strategic partnership)	気候変動適応と水管理の分野において 2010 年 4 月にベトナム国と締結した戦略的パートナーシップ協定に基づき、Mekong Delta Plan を作成する。本件 Delta Plan はベトナム側に設立された 4 つのワーキンググループが主体となって作成することとされているが、作業自体は大きく遅れている（ベトナム側の予算不足が主たる原因とのこと）。2012 年 3 月において、オランダ側からドラフト 0 として conceptual level のプランが提示され、カントー～HCM 間を経済回廊とする地域経済開発計画基本方針を示した。水資源分野関連では、長期（2100 年目標）の開発オプションの一つとしてメコン川の支流の 8 つに防潮堰を建設することが提案されている。
世界銀行	Mekong Delta Water Resources Management for Rural Development Project June 2011 – 5 years	Implementation	Bassac 川より南側を対象として 2011 年 6 月より 5 ヶ年間に灌漑施設のリハビリ・浚渫や河川堤防強化、また村落給水を行う。事業費は 207 MUSS\$ であり、内、160 MUSS\$ を IDA がローン支給する。160 MUSS\$ 事業費の内、灌漑水路の浚渫、堤防強化、拡幅、法面保護、ゲート回収・新規建設のみで 129 MUSS\$ を占めている。
アジア開発銀行	I. Climate Change Impact and Adaptation Study in the Mekong Delta (October 2010 – April 2012)	TA	Ca Mau 省と Kien Giang 省を対象。2011 年末に最終 WS 終了。事業計画は conceptual レベルであり、既存水路の改修に加えて、経済開発特区の提案等も含まれる。TA コストの内、アジア銀が 500,000 US\$, AusAID が 800,000 US\$ を負担している。

ドナー	プロジェクト	区分	内容
	2. Greater Mekong Sub-region Flood & Drought Risk Management and Mitigation Project	Project appraisal (Dec. 2011)	Dong Thap 省、Long An 省、Tien Giang 省が対象。計 90.2 MUS\$ 事業費であり、土木工事が 61%、土地収用および住民移転費用が 20% を占める。土木工事は既存水路のリハビリ・強化、洪水防止のための水路堤防強化、輪中堤建設である。2012 年 7 月現在、appraisal 中であり、2013~2016 年の事業実施を予定している。対象 3 省は Bassac 川北側であり、南側の世銀とのデマケがなされている。
GIZ	Climate Change and Coastal Ecosystem Programme (CCCEP)	Implementation	2008 年 6 月~2011 年 7 月まで Kien Giang 省にてパイロット的に Conservation and Development of the Kien Giang Biosphere Reserve Project を実施してきた。内容は海浜堤防の強化、マングローブの植林、生物多様性にかかるキャパビル等である。その結果を基に、AusAID、KfW からの資金援助もあわせて 2011 年 7 月~2016 年 6 月の事業期間にて、Kien Giang, Ca Mau, Bac Lieu, Soc Trang, An Giang 省の計 5 省に拡大実施する予定である。事業費負担は、AusAID が 24.3 MUS、GIZ が 14.1 MUS\$、そして KfW が 25.3 MUS\$ を分担することで合意されている（前 2 者はグラント、KfW はローン）。
AusAID	1. Climate Change Impact and Adaptation Study in the Mekong Delta 2. Climate Change and Coastal Ecosystem Programme	Co-financier	直接の事業主体とはなっていないが、アジア Climate Change Impact and Adaptation Study in the Mekong Delta、また、GIZ Climate Change and Coastal Ecosystem Programme (CCCEP) に対する co-financier として参加している。
DANIDA	1. The Climate Change Adaptation and Mitigation programme	Implementation	2009~2013 年まで実施予定の気候変動調整・緩和プログラム。予算総額 2 億デンマーククローネ (DKK) のうち、約 2 千万 DKK (=360 万 US\$) を Ben Tre 省に割いている。このプログラムは気候変動への適応能力の向上により経済および社会の開発を目指すものであり、気候変動適応 (CCA) と気候変動緩和 (CCM) の 2 つのコンポーネントの実施により、ベトナム国の既存国家プログラムを支援している。Ben Tre 省では CCA のもと 10 のパイロットプロジェクトが実施されている。この内容は水処理施設設置、溜池の建設、雨水タンクの設置、マングローブ林の修復、給水施設の建設、気候変動適応型農業の調査研究、洪水・塩害防止用堰の建設など多岐にわたっている。
IFAD	Developing Business with the Rural Poor Programme (Ben Tre) Improving Market Participation of the Poor (Tra Vinh)	Implementation	Ben Tre 省と Tran Vinh 省を対象とする。Ben Tre 省では 25 MUS\$/5 年の事業費で 2009 年より、Tra Vinh 省では 18 MUS\$/5 年で 2008 年より実施中。事業は commune からのプロポーザルを審査の上、appraise されれば、commune レベルで銀行口座を開設して資金を投入する。70% がインフラ、15% がキャパビル、残り 15% が職業訓練である。1 プロジェクト額の平均は、約 60,000\$ ~ 約 240,000\$ (2 千万円) である。

出典: JICA 調査団 (関係事務所へのインタビュー、およびアプライザル報告書等)

### 第3章 調査対象地域における脆弱性評価

#### 3.1 過去の気候動向と海面上昇

##### 3.1.1 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<sup>1</sup>Vung Tau, Can Tho, Ca Mau, Rach Gia）のデータを用いた年間平均気温はおよそ26.5℃から27.5℃の範囲にある。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。

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℃上昇している。



図 3.1.1 測候所位置図

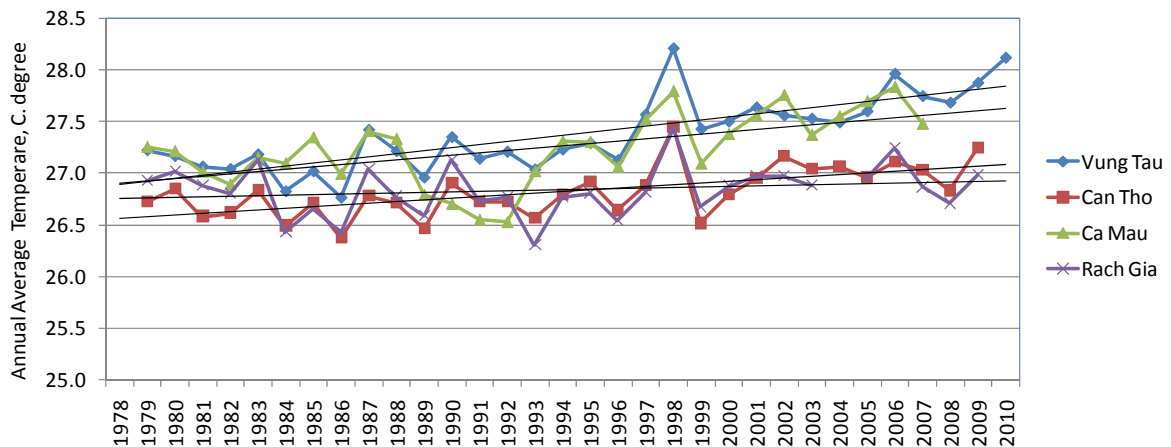


図 3.1.2 メコンデルタ 4 測候所における年平均気温の推移

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

##### 3.1.2 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よれば、年間降雨は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。

最多降雨月である10月の降雨量については、図3.1.3に示されるようにCan Thoを除く4測候所にて増加傾向が確認される。

<sup>1</sup> 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。

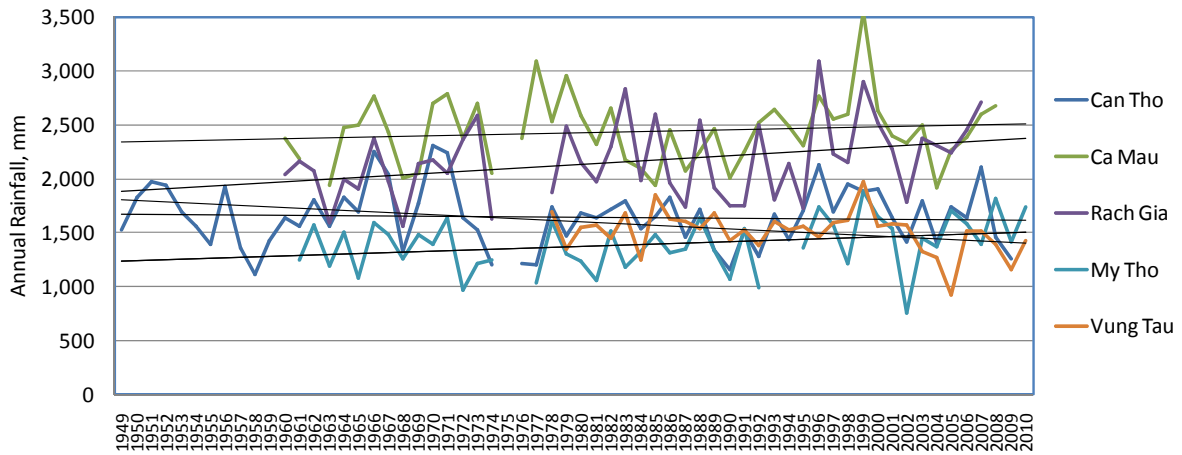


図 3.1.3 メコンデルタ 5 測候所における年平均降雨量の推移

出典：Sub-Institute of Hydrometeorology and Environment, SIWRP

### 3.1.3 海水面標高

海水面標高については East Sea（南シナ海）、West Sea（タイ湾）、およびメコン河沿いで計測が実施されている。図 3.1.4～図 3.1.6 に Vung Tau（East Sea）と Rach Gia（West Sea）および河口から内陸に 80km の位置にある Can Tho 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。メコン川流量の影響を受ける内陸部となる Can Tho では 30 年間で約 4cm の上昇と先の 2 測候所とは上昇の幅が異なるが、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<sup>2</sup>したことになる。

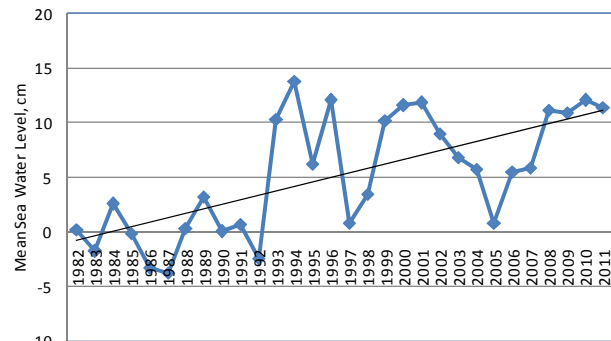


図 3.1.4 Vung Tau (East Sea)における海水面推移

出典：Department of Hydro-meteorology

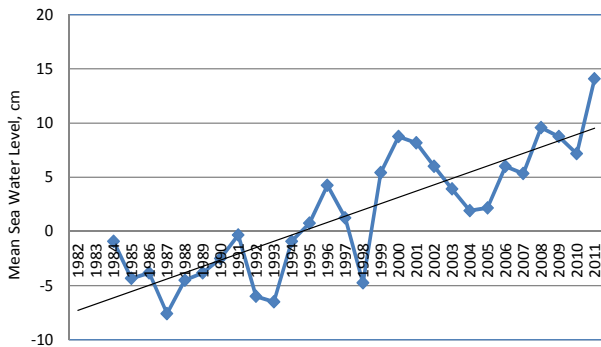


図 3.1.5 Rach Gia (West Sea) における海水面推移

出典：Department of Hydro-meteorology

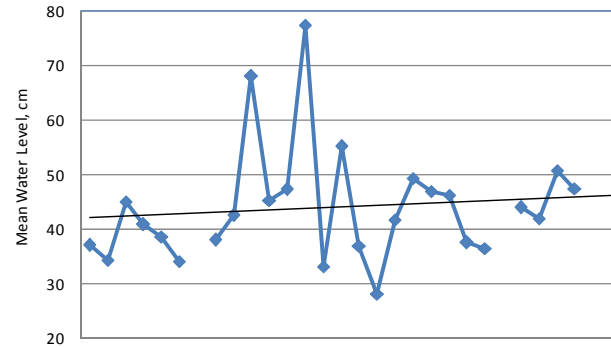


図 3.1.6 Can Tho (80km 内陸部) における海水面推移

出典：Department of Hydro-meteorology

<sup>2</sup> 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  $3.1 \pm 0.7$  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。



### 3.2 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<sup>3</sup>が行われ、解析結果が 11 月に公表された。解析には IPCC 報告書の A2、B1、B2 シナリオが用いられているが、どのシナリオを採用するかについては触れていないため、これらを併記する。

#### 3.2.1 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 3.2.1 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 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。

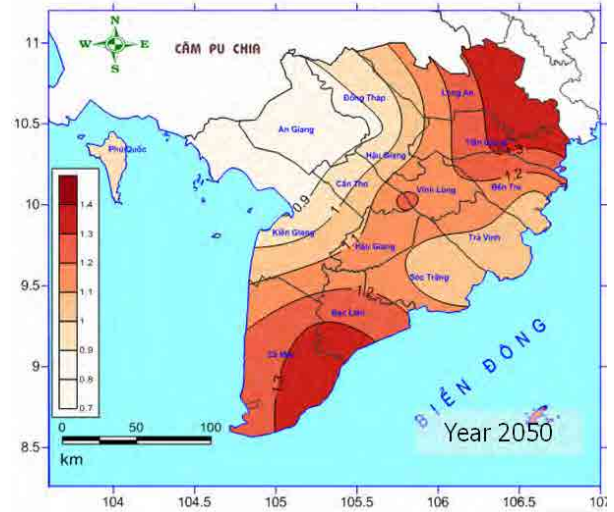


図 3.2.1 2050 年(B2 シナリオ)における年平均気温の増減  
出典: PRECIS simulation, IMHEN

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、年平均最低気温は何れも上昇傾向を示す。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。年平均気温に対する 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。

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。図 3.2.3 に示されるとおり、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。

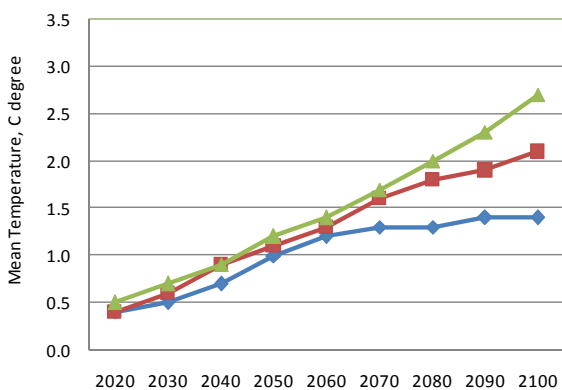


図 3.2.2 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均気温  
出典: PRECIS simulation, IMHEN

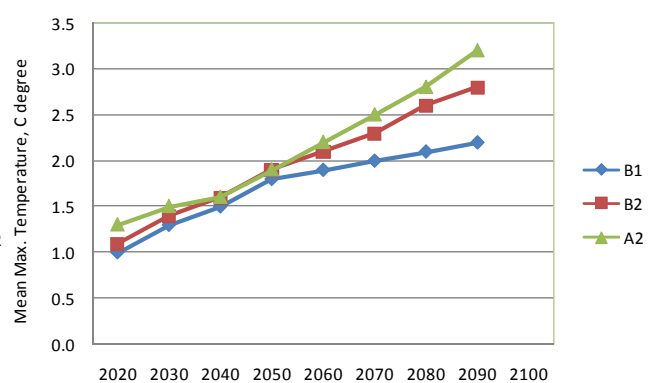


図 3.2.3 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均最高気温  
出典: PRECIS simulation, IMHEN

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、B2 シナリオを例として 10 年毎に図に示す。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

<sup>3</sup> 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。

高くなると考えられ、2050年には雨期の気温がおよそ1.3°C (B2) 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。一方、乾期における2月から4月にかけての3か月間は、気温の上昇が顕著ではない。

3.2.2 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 3.2.11 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 3.2.12 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、例として図 3.2.14 に B2 シナリオを示す。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、1.2%、2100 年では 2.2%となる。

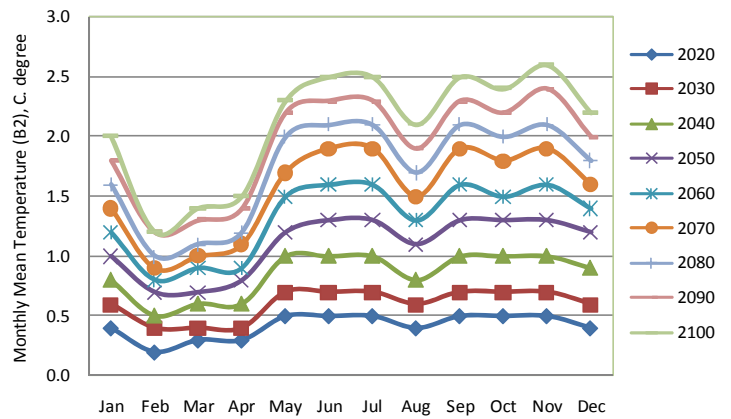


図 3.2.4 B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温

出典: PRECIS simulation, IMHEN

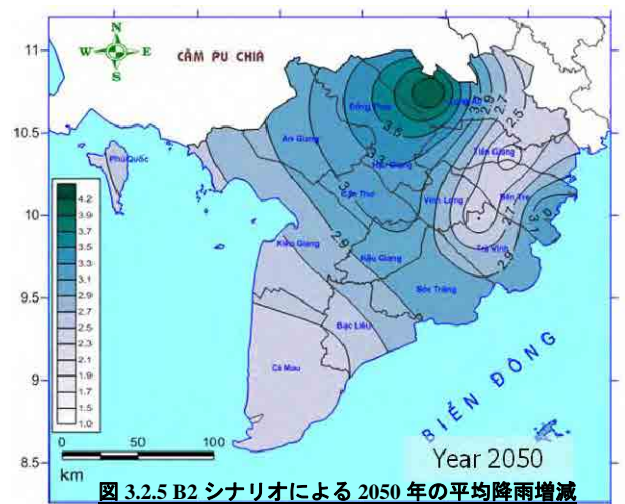


図 3.2.5 B2 シナリオによる 2050 年の平均降雨増減

出典: PRECIS simulation, IMHEN

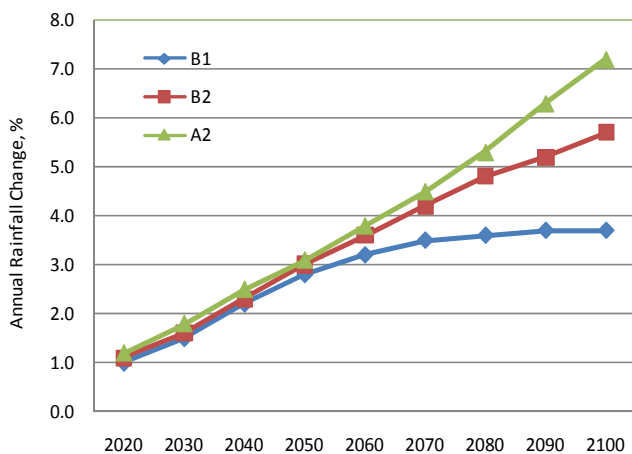


図 3.2.6 シナリオ別メコンデルタの年平均降雨量の推移

出典: PRECIS simulation, IMHEN

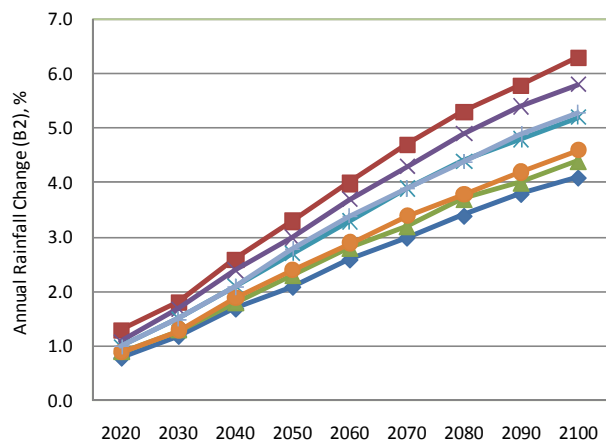


図 3.2.7 B2 シナリオによる省別年平均降雨量

出典: PRECIS simulation, IMHEN

図 3.2.18 に代表として 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。2100 年における 3 月の降雨量は、30%の減少が予想されている。

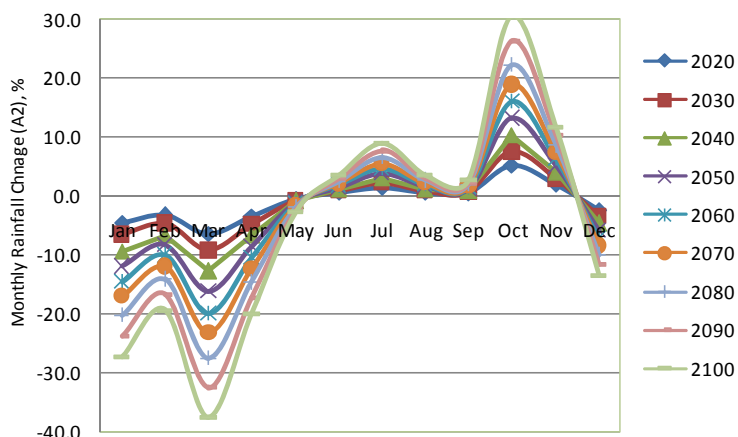


図 3.2.8 B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

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く 2100 年には 20%以上の増加が予想される。

### 3.2.3 海水面上昇

図 3.2.19 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 と上昇幅が小さいく現れている。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。

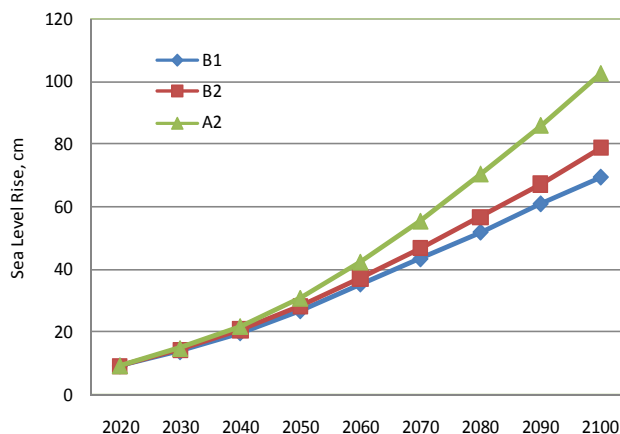


図 3.2.9 シナリオ別メコンデルタの海水面上昇  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

### 3.2.4 メコン河流量予測 (MRC)

メコン河委員会 (MRC) は A1 シナリオと B2 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、メコン川将来の流量は以下が予想される。

- 1) 流域の水資源開発を見込まない場合、乾期において 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) となる。流域の水資源開発を見込まない場合の雨期については、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となる。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となる。
- 2) 流域内の水資源開発を考慮したシナリオでは、Kratie 水位観測地点における 1991~2000 年の 3 月、4 月の平均流量が約 2,300~2,400 m<sup>3</sup>/s (平均 2,350 m<sup>3</sup>/s) であるのに対し、将来予測流量は発電ダムの放流により 4,000 m<sup>3</sup>/s に増加が見込まれる。

3) 流域水資源開発が実施された場合、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。

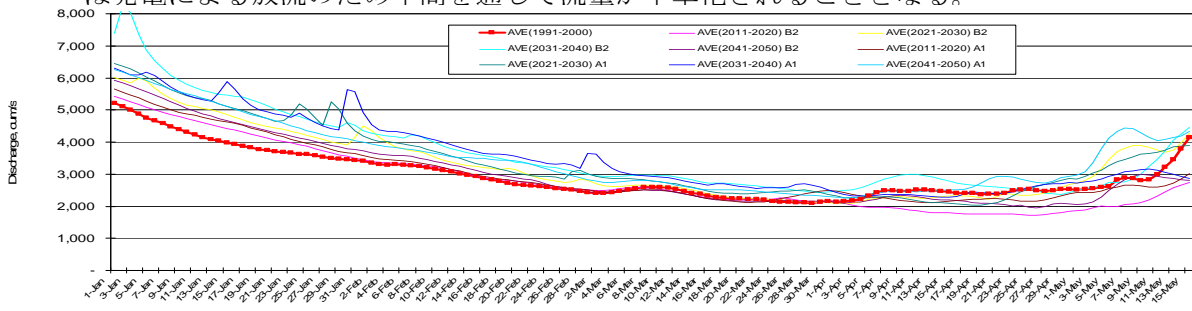


図 3.2.10 A1、B2 シナリオによる Kratie 水位観測地点における乾期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

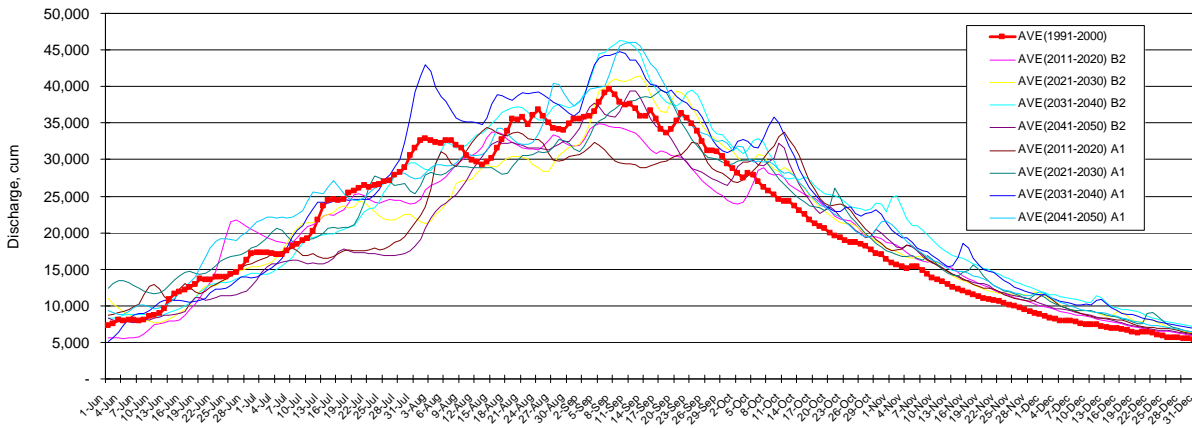


図 3.2.11 A1、B2 シナリオによる Kratie 水位観測地点における雨期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

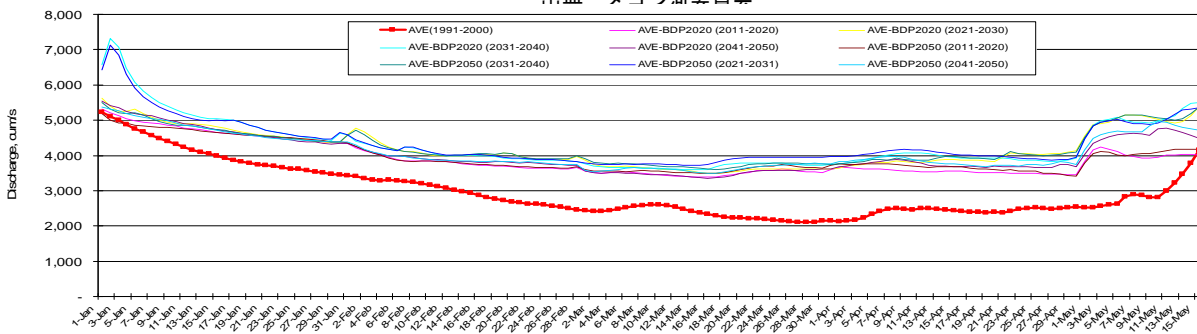


図 3.2.12 流域開発プロジェクトを伴う Kratie 水位観測地点における乾期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

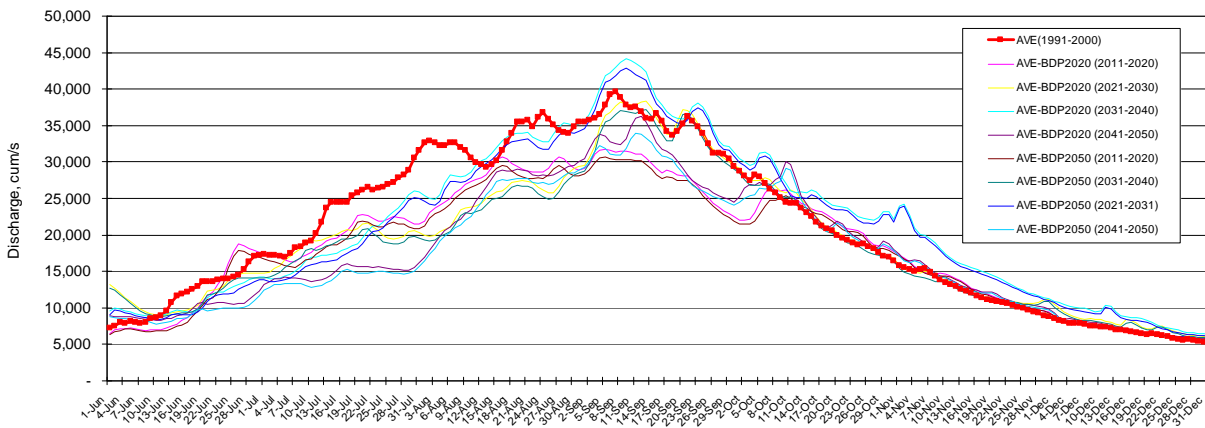


図 3.2.13 流域開発プロジェクトを伴う Kratie 水位観測地点における雨期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

### 3.3 気候変動解析結果に基づく脆弱性評価

ここでは将来の気温上昇による稲作収量への影響、海面上昇に伴う塩水侵入による被害、また降雨量増大に伴う洪水による被害について、解析を基に収量および経済価値の変化を算定した。

- 1) 解析モデルの範囲は、メコンデルタ全域とその上流となるカンボディア領内の Kratie 地点までのメコン川周辺の水域を含み、全ての解析でこの範囲の検討を実施した。
- 2) 塩水侵入時の解析については海面上昇を考慮し、B2 シナリオを主として用いた。
- 3) 灌漑計画流量として、ベトナム政府が定める 15% および 25% 確率流量を採用した。
- 4) 水需要量は、sub-NIAPP 策定の 2008 年土地利用図に基づき月別に算定した。

#### 3.3.1 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°C 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。

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関係を検証するために適用した。図 3.3.1 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°C の間で

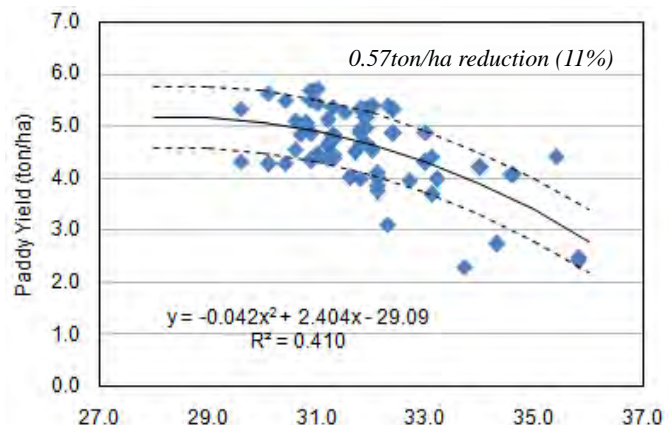


図 3.3.1 コメ収量と月最高気温との相関関係

出典：MONRE（気温），DARD（稲収量）

1°C 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 3.3.1 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 B2 および A2 シナリオに基づく将来気温により省別の稲作の収量変化を算定した。図に示す「present」とは、2005~2010 年の平均収量・生産量である。

- 1) 気候変動シナリオ B2 では、収量は 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り、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、収量は 2050 年には 3.7~4.2 トン/ha、2100 年には 2.9~3.6 トン/ha

に減少し 2050 年では 14~18%、2100 年では 27~36%の減少に相当する

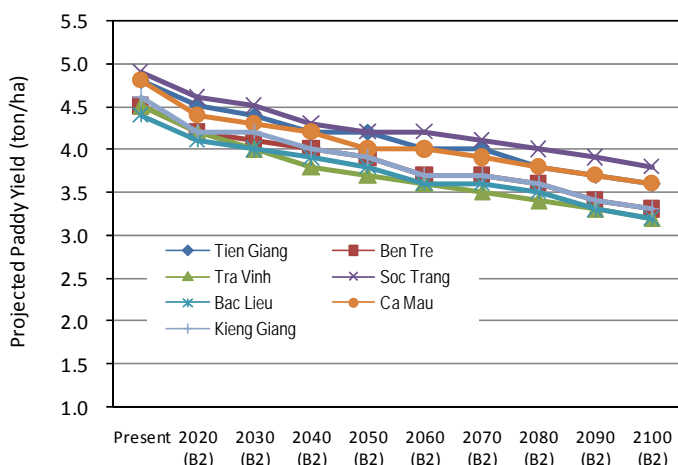


図 3.3.2 B2 シナリオでの収量の減少

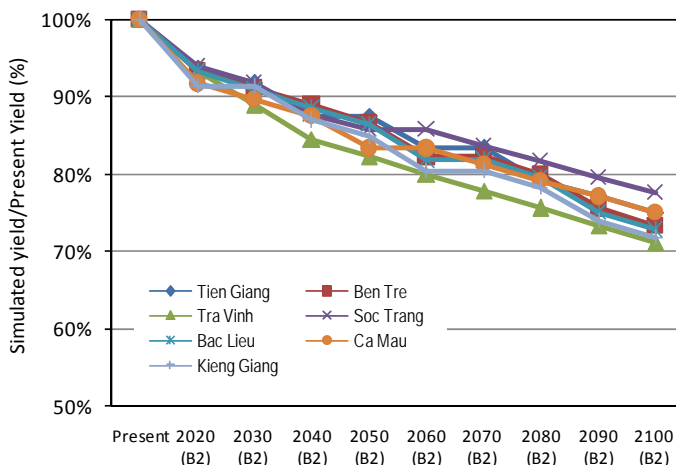


図 3.3.3 B2 シナリオでの収量の減少(%)

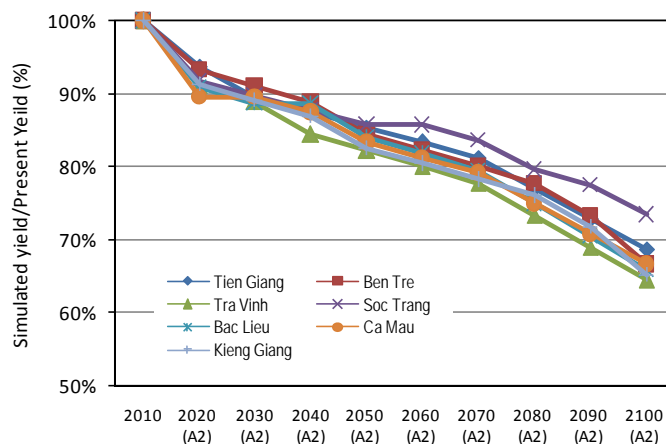


図 3.3.4 A2 シナリオでの収量の減少(%)

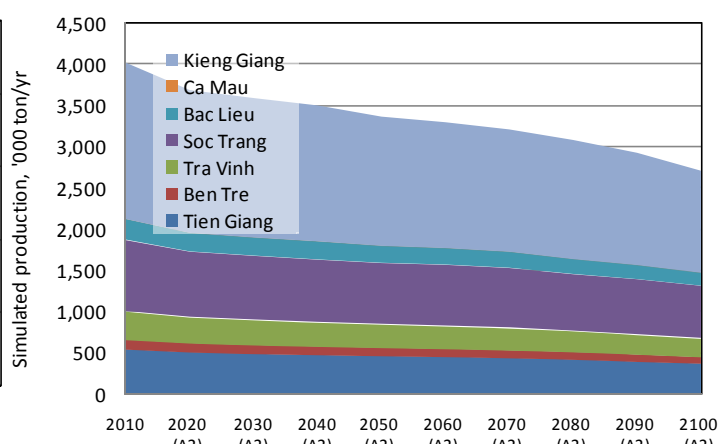


図 3.3.5 A2 シナリオでの生産量の減少

### 3.3.2 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、関連する将来年と気候変動シナリオ A1、B1、B2 に応じ 12 cm、  
17 cm、30 cm、50 cm、100 cm 等の海面上昇を考慮した塩水侵入シミュレーションを実施した。

#### 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）の塩分濃度と収量の減少との関係を整理した。

表 3.3.1 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 (メラルーカ)	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	SIWRP

出典：JICA Project Team

2) 塩水侵入による収量減と被害

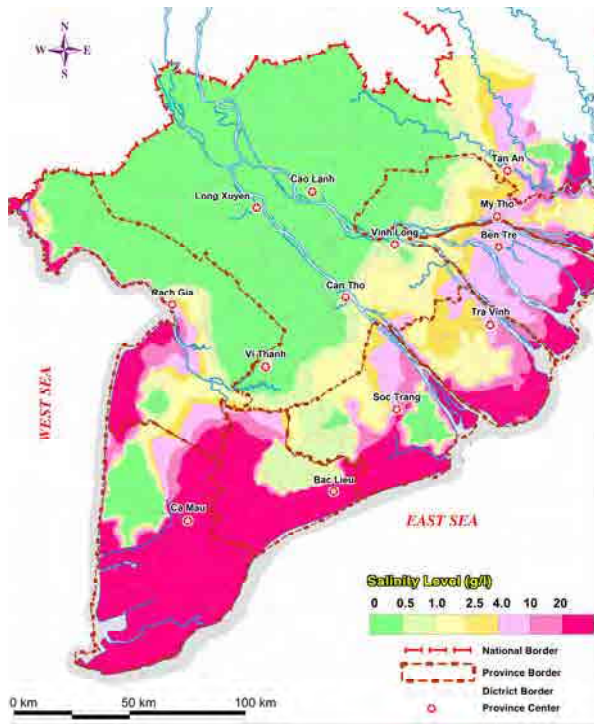


図 3.3.6 1998 渇水年流量条件での 4 月等塩分分布図：  
海面上昇 30cm (2050 年相当)

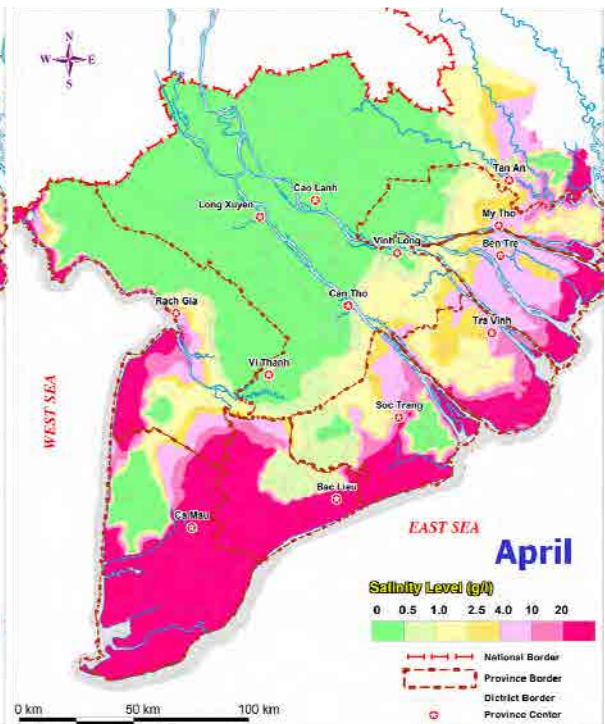


図 3.3.7 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 4 月等  
塩分分布図：海面上昇 30cm (2050 年相当)

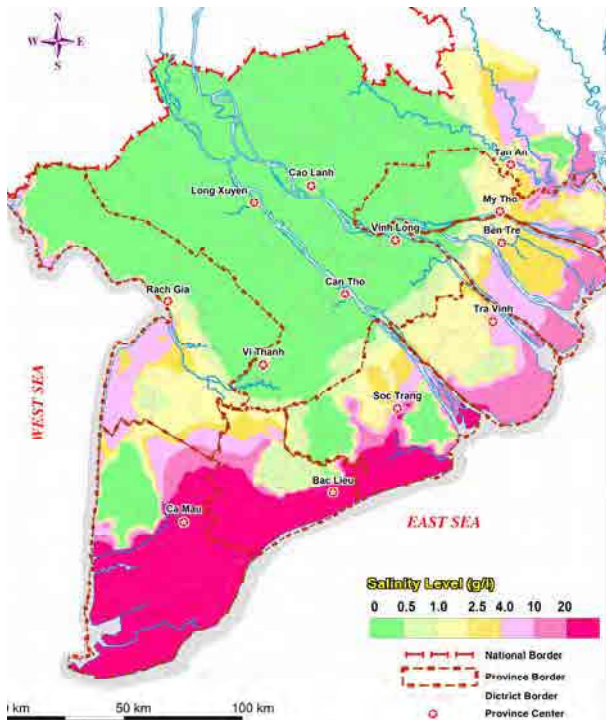


図 3.3.8 1998 渇水年流量条件での 6 月等塩分分布図：  
海面上昇 30cm (2050 年相当)

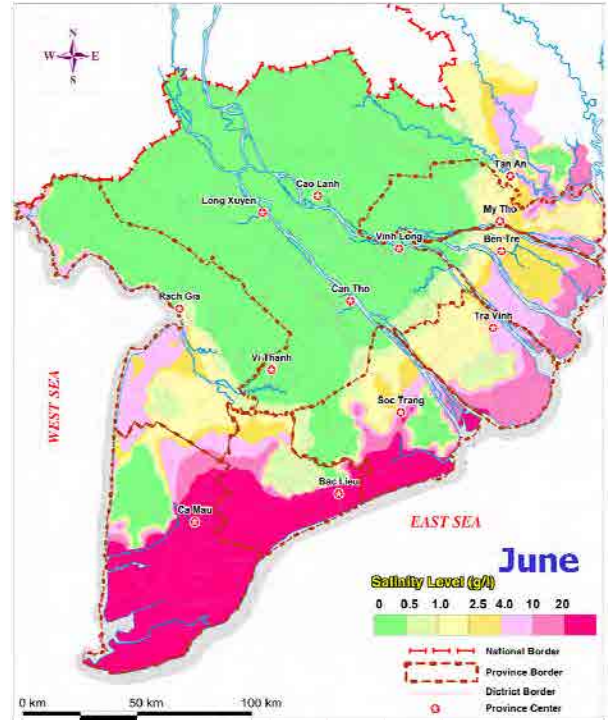


図 3.3.9 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 6 月等  
塩分分布図：海面上昇 30cm (2050 年相当)

乾季の塩水侵入が厳しくなる 4 月、雨季が始まり塩水侵入が緩和される 6 月の解析結果を上図に示すが、塩水侵入の影響が最も小さいのは、Tien Giang 省と Kien Giang 省である。塩水侵入の影響を最も受けるのは 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。6月に入ると、Tien Giang 省、Ben Tre 省、Tra Vinh 省などでは、メコン河流量の増加と共に塩分濃度が Bac Lieu 省、Ca Mau 省などに比べて早く減少している。

作物別では果物とコメが経済価値で見た場合に大きな被害を受ける主要な2大作物となるが、省毎の生産量、面積の被害割合の推移と、経済価値で見た変化(損害額)を以下に示す。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。

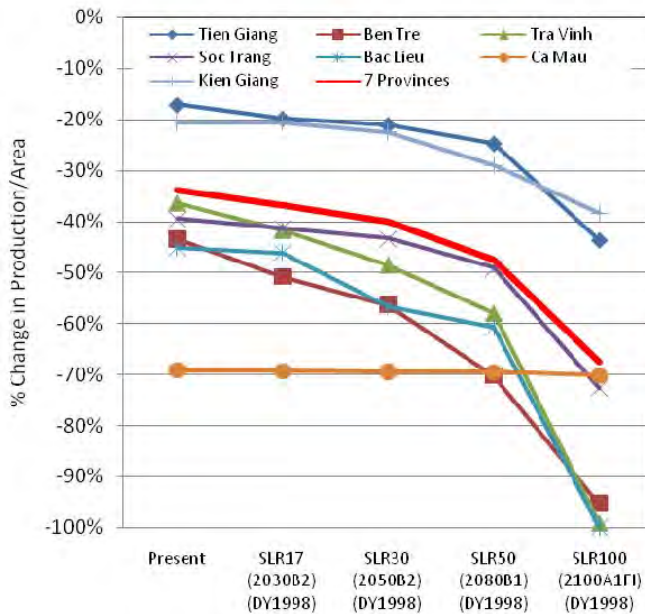


図 3.3.10 1998 渇水年流量条件各省農業生産損失(%): 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

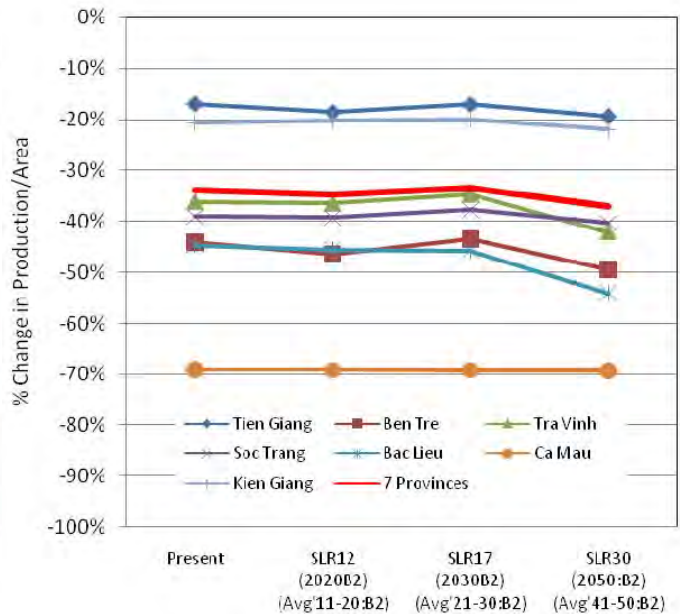


図 3.3.11 B2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量各省農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 30cm)

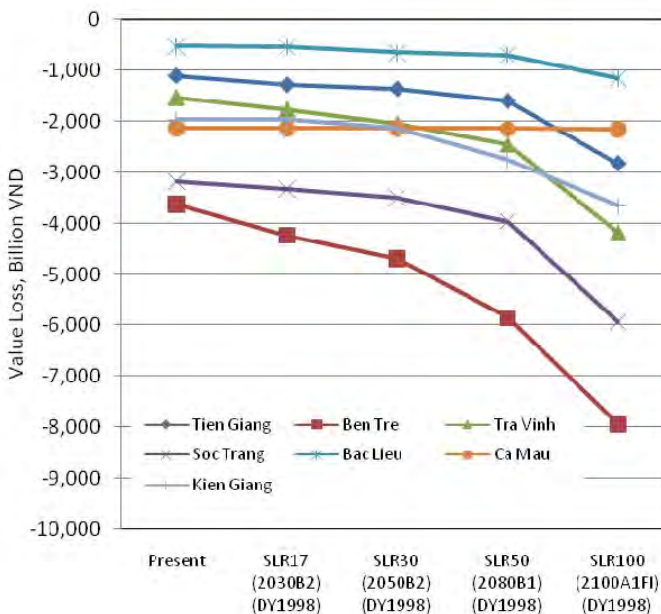


図 3.3.12 1998 渇水年流量条件各省農業生産損失 (VND): 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

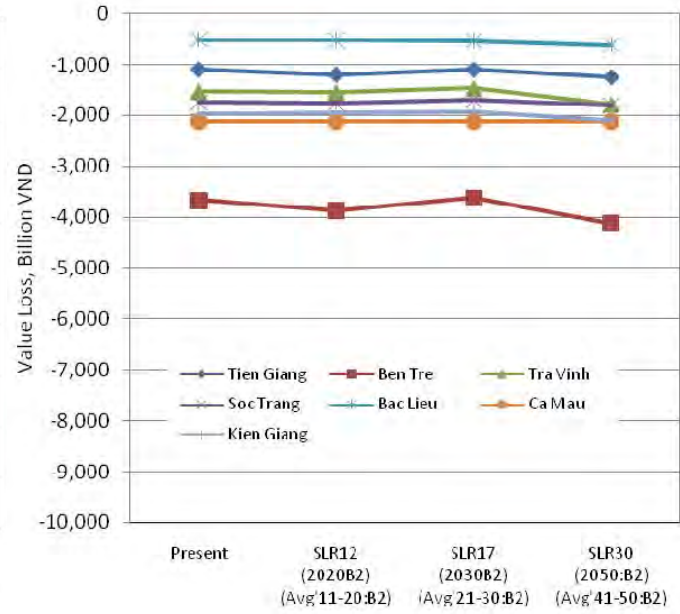


図 3.3.13 B2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量各省農業生産損失(VND): 海面上昇(0, 12, 17, 30cm)



### 3.3.3 気候変動下の洪水および湛水による作物生産量への影響

2000年のメコン川洪水年流量、1991年から2000年の平均流量、またメコン川委員会が予測した将来流量等を用い、関連する将来年の気候変動シナリオのA1 (A1FI)、B1、B2に応じて、それぞれ12 cm、17 cm、30 cm、50 cm、100 cmの海水面上昇を考慮した洪水被害の解析を実施した。

#### 1) 洪水および湛水における被害指標

洪水および湛水は、作物生産量に影響するが、表 3.3.に湛水深に関連した被害指標を示す。

表 3.3.2 洪水浸水における被害指標

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 (メラルーカ)	0%	0%	0%	0%	0%	25%	50%	SIWRP

出典：IAS, SIWRP, and interview by the Study 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つの成長期間として、分けつ期および成熟期<sup>4</sup>がある。Le Sam (2006)<sup>5</sup>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 3.3.14に示すように整理した

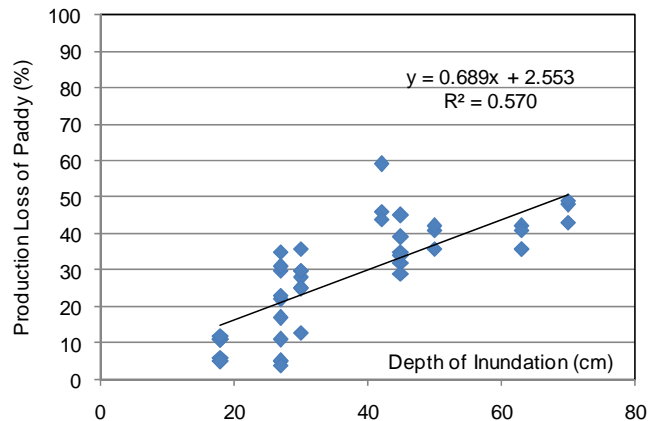


図 3.3.14 湛水深と稲作生産ロス(%)

出典: Le Sam (2006), modified by JICA Study Team

#### 2) 洪水および湛水による収量減と被害

洪水がメコンデルタ上流部で発生し始める 8 月および下流側において洪水のピークを迎える 10 月の 2050 年における海水面上昇時 (B2; 30cm, A2; 33cm) での 2000 年洪水およびメコン川流量の洪水解析結果を以下に示す。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が、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。また、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

これらの洪水に対して、最も影響を受ける作物は野菜であり、コメ、果樹、エビが続く。樹木は受ける影響が最も小さくなる。省毎の割合でみた生産量と面積の変化および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 の海水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。

<sup>4</sup> 湛水被害は、湛水深 (草高に対する比) に大きく左右されるが、成熟期の方が分けつ期に比べて 0-10%程度大きい。

<sup>5</sup> Le Sam (2006), Irrigation in the Mekong Delta, Agricultural Publishing house, Ho Chi Minh

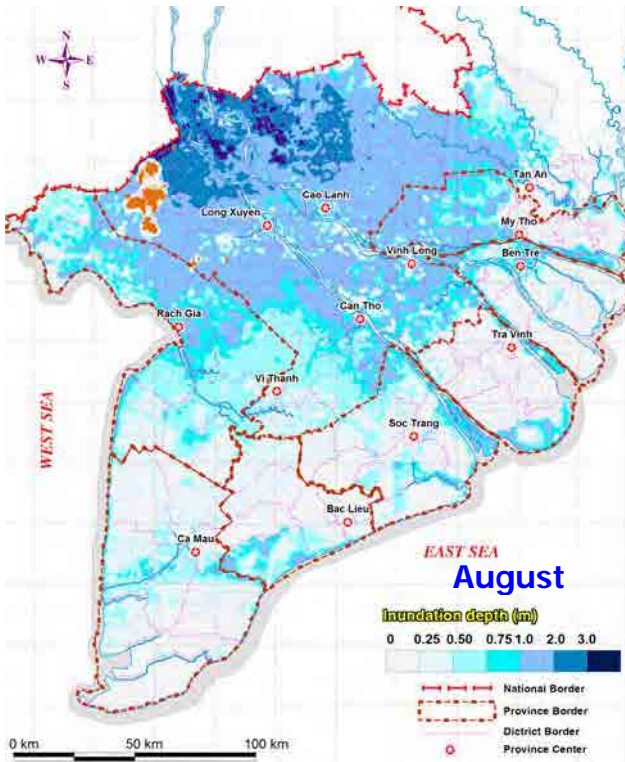


図 3.3.15 2000 洪水年流量条件での 8 月等湛水分布図：海面上昇 30cm (2050 年相当)

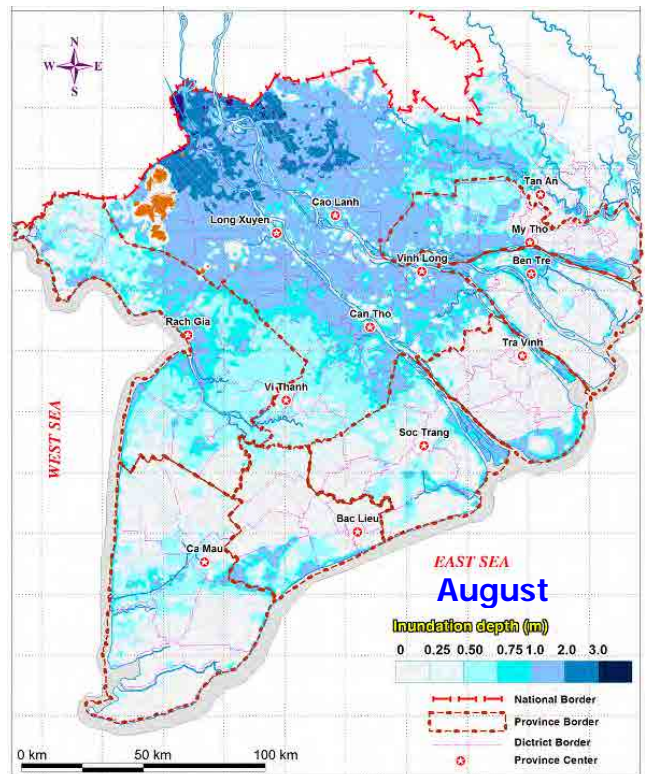


図 3.3.16 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 8 月等湛水分布図：海面上昇 33cm (2050 年相当)

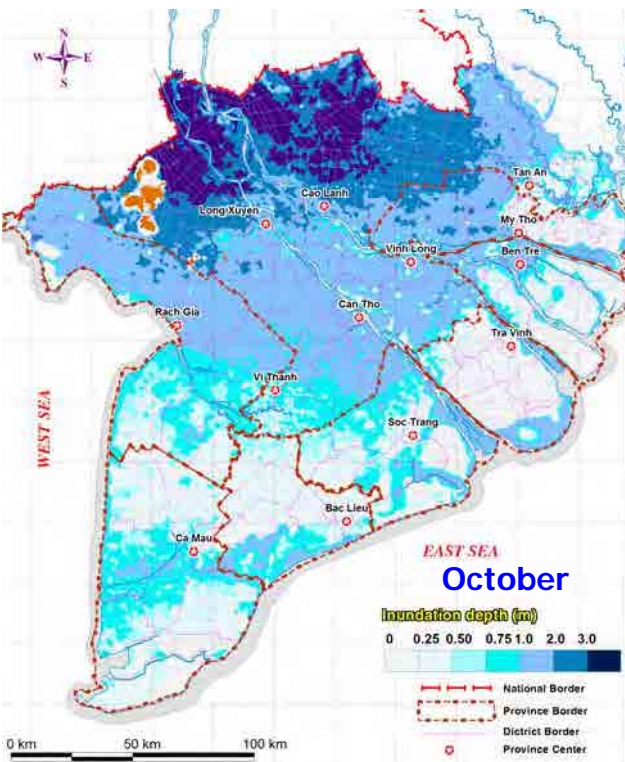


図 3.3.17 2000 洪水年流量条件での 10 月等湛水分布図：海面上昇 30cm (2050 年相当)

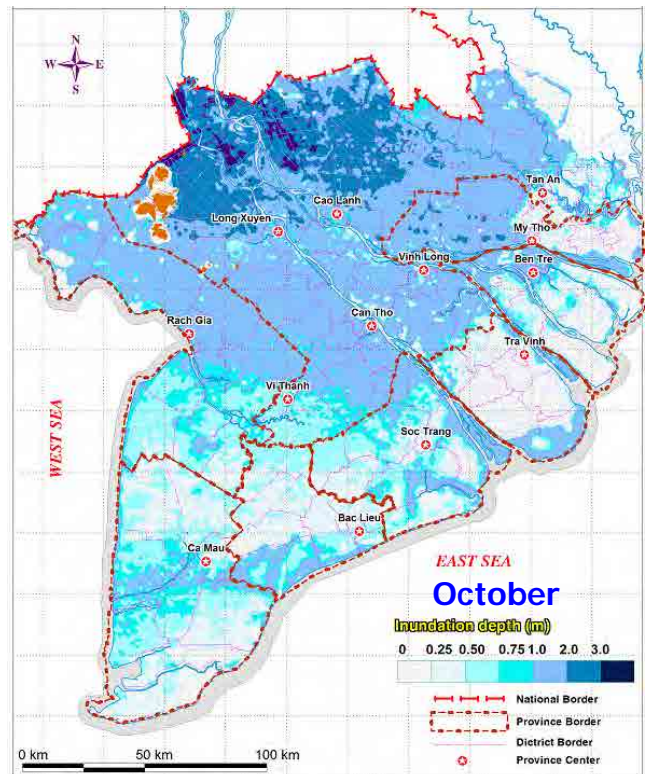


図 3.3.18 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 10 月等湛水分布図：海面上昇 33cm (2050 年相当)

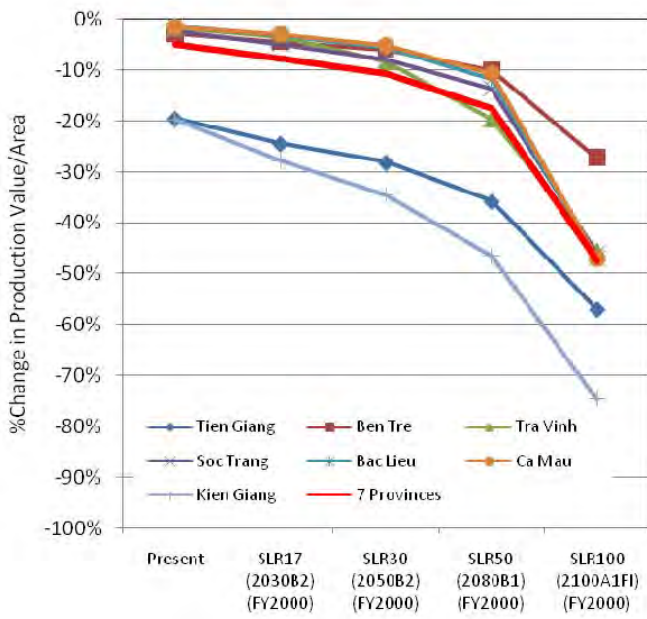


図 3.3.19 1998 濁水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

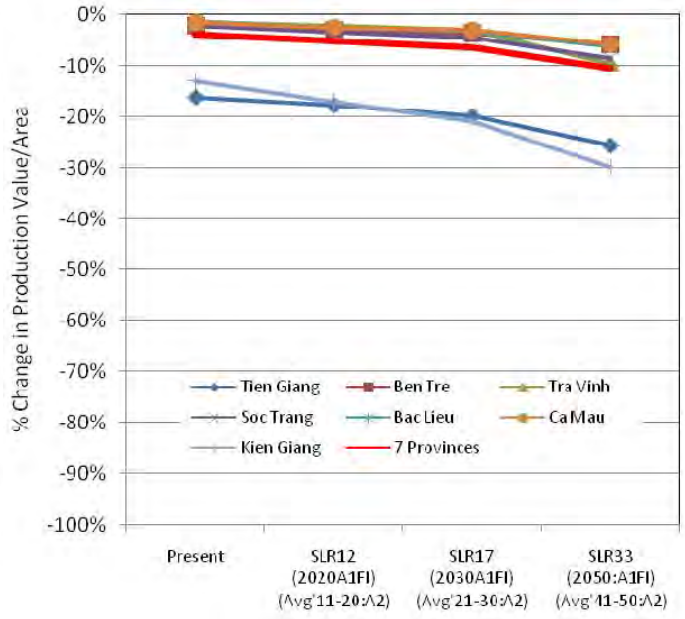


図 3.3.20 A2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm)

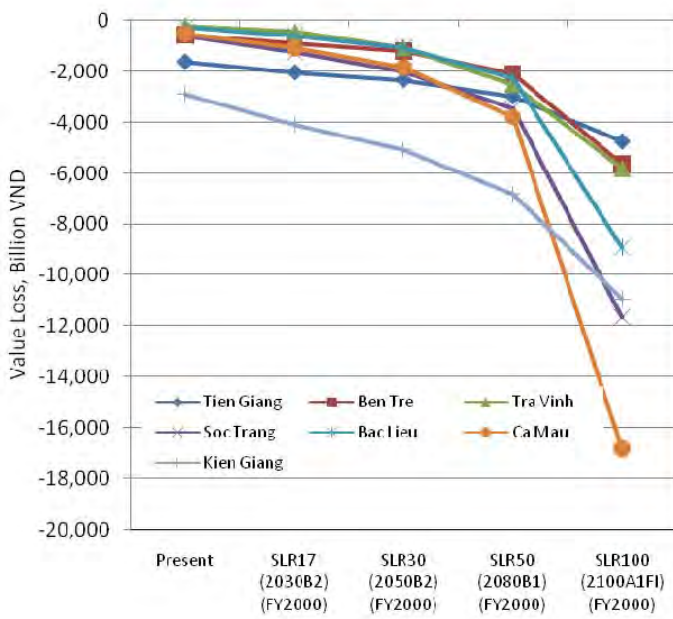


図 3.3.21 1998 濁水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

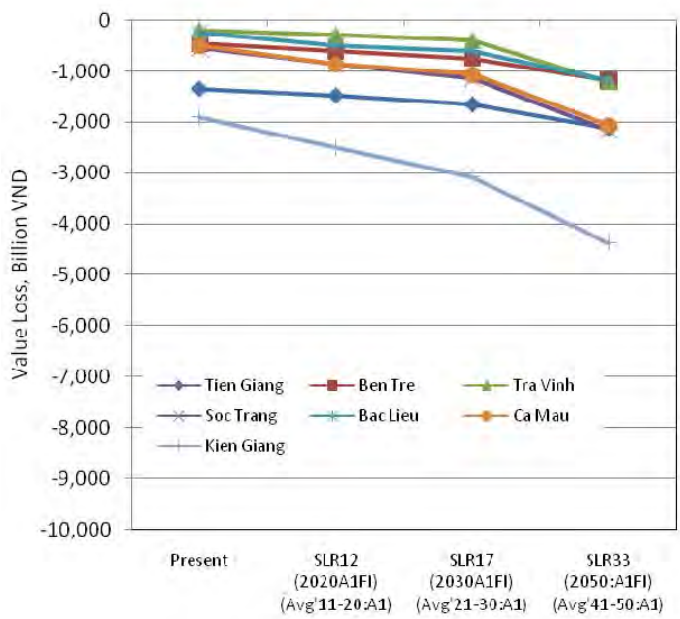


図 3.3.22 A2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm)

### 3.3.4 塩水侵入と洪水および湛水による経済損失

乾期・雨期の稲作、果樹、野菜、森林、エビの収量に関し、全ての損失をまとめて、図 3.3.23 と図 3.3.24 に年間生産量に対する損失割合を示す。2050 年の損失割合は、最も厳しいケースである乾期の 1998 年の渇水流量、雨期の 2000 年の洪水流量において、20%から 50%に及び、平均で 30%となる。最小損失は Bac Lieu 省と Ca Mau 省とで見られ、最も大きな損失は Kien Giang 省、その次に Tien Giang 省となる。乾期の B2 シナリオ流量、雨期の A2 シナリオ流量では損失が小さい。

図 3.3.25 と図 3.3.26 は、コメ、野菜、果樹、森林とエビについて、塩水侵入による損失、湛水による損失を合計して 10 億 VND 単位で示す。図から分かるように、最も大きな損失は洪水に影響される雨期のコメ作に現れるが、2080 年までは Kien Giang 省、次に Soc Trang 省、Ben Tre 省、Ca Mau 省、Tien Giang 省となる。最小損害額が発生するのは、2080 年までは Bac Lieu 省となる。2050 年の損害は、最も厳しいケース（1998 年乾期流量と 2000 年雨期流量）で、36,000 億 VND (Bac Lieu) から 120,000 億 VND (Kien Giang) に及ぶ。将来の B2 と A2 シナリオでのメコン川流量では、2050 年の損害は、19,000 億 VND (Bac Lieu)、86,000 億 VND (Kien Giang) に達する。

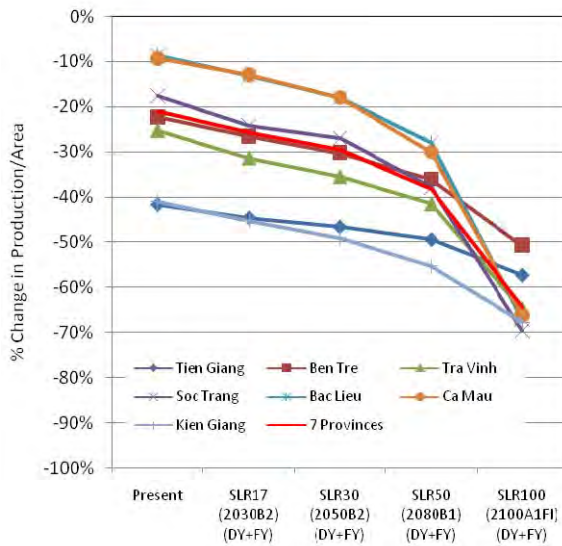


図 3.3.23 1998 渇水+2000 洪水による各省農業生産損失 (%) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

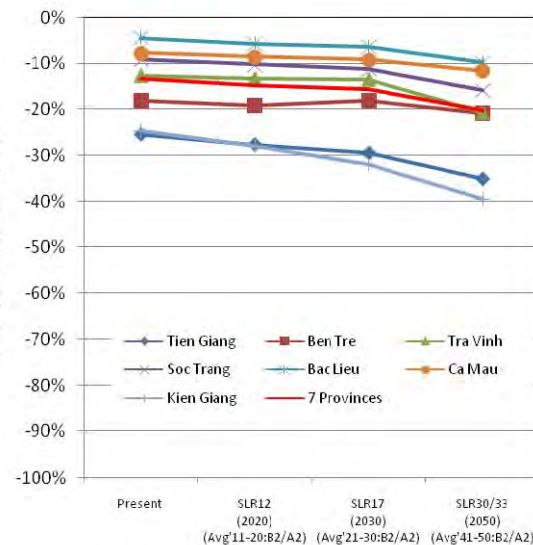


図 3.3.24 B2 渇水+A2 洪水（現在, 2020, 2030, 2050）による各省農業生産損失 (%) : 海面上昇(0, 12, 17, 30/33cm)

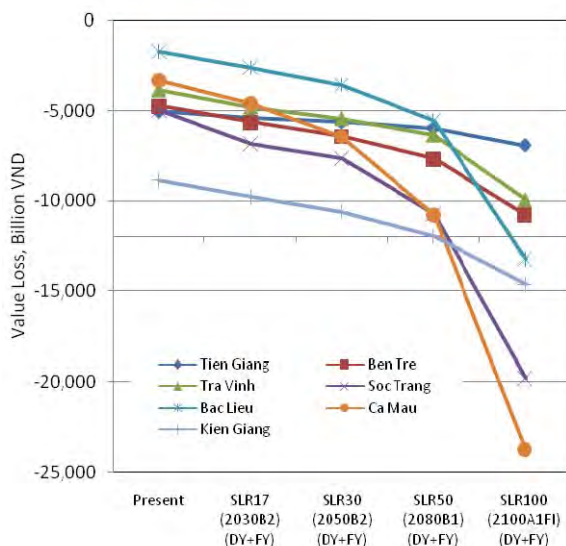


図 3.3.25 1998 渇水+2000 洪水による各省農業生産損失 (VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

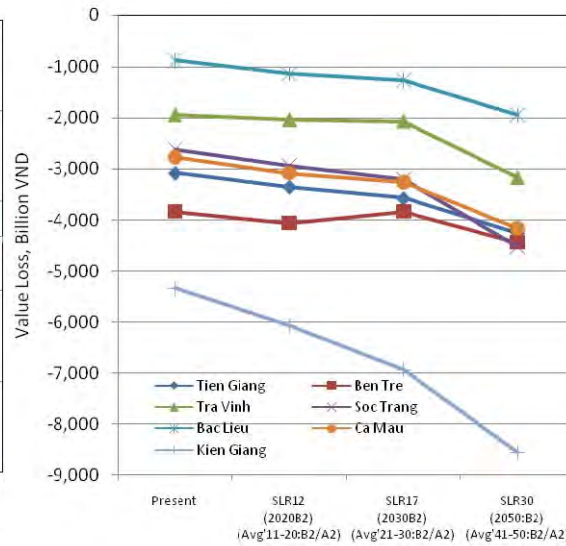


図 3.3.26 B2 渇水+A2 洪水（現在, 2020, 2030, 2050）による各省農業生産損失 (VND) : 海面上昇(0, 12, 17, 30/33cm)

## 第4章 マスタープラン策定

本章ではメコンデルタ沿岸部における農業・農村開発のため候変動適応マスタープランの策定について述べる。まず、政府職員と村人による WS を通じた気候変動に関する課題の特定を行う。そして気候変動適応策の実施における制約と機会を特定する。さらに、関連するプロジェクトその優先順位のレビューを行う。これら一連の過程に基づき、マスタープランの骨子となるフレームワークの設定、そしてプロジェクトの特定とその優先順位付けを行っていく。後述の6章において、本章で提示された地域の特性と優先順位に従い、特定された地域における検討課題を解析・検証する。

### 4.1 政府職員による気候変動への認識

2011年10月27日、メコンデルタ沿岸7省のDARDおよび人民委員会から40名、南部水資源計画研究所の職員10名、計50名によるワークショップが開催され、気候変動に関する課題の特定と優先順位付けを実施した。

#### 4.1.1 気候変動に関する課題の特定と優先順位付け

7省全体で気候変動に関する課題の優先順位付けを、「気候変動を直接的な原因とする課題」と「気候変動に関係する課題」の2グループに分類して実施した。

表 4.1.1 気候変動に関する課題の優先順位付け

順位	気候変動を直接的な原因とする課題	気候変動に関係する課題
1	塩水侵入	生態系の変化
2	渇水、淡水不足	生計の変化
3	浸食、海岸堤防の損壊	公衆衛生の悪化
4	嵐・台風の発生頻度	インフラの損害
5	浸水、洪水	マングローブ林の減少
6	乾期の降雨（降雨パターンの変化）	
7	森林火災（気温上昇と渇水に関連）	

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の記録による。

### 4.2 農民レベルにおける気候変動

#### 4.2.1 村レベルのワークショップ

政府職員ワークショップにて選定された4分類となる6つのコミュニティにて、村落レベルのワークショップを実施した。Ben Tre 省と Tra Vinh 省の稲作を中心としたコミュニティ、Soc Trang 省沿岸部と Ca Mau 省南部に位置するエビ養殖を中心としたコミュニティ、Ca Mau 半島内陸部の稲作とエビ養殖を組み合わせた作付体系を持つコミュニティ、そして Ben Tre 省の内陸部に位置するココナッツや果樹類の生産を中心としたコミュニティの4分類である。

問題分析からは、下記のような気候変動に関する農民レベルの認識も明らかになった。

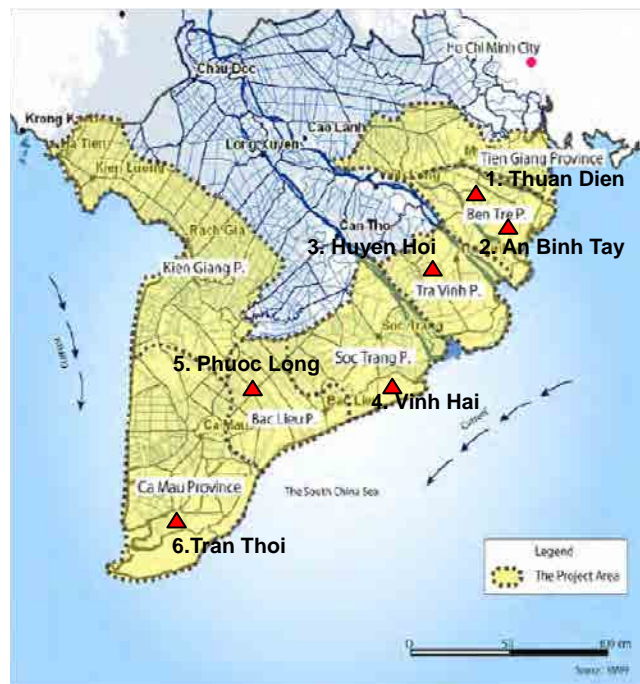


図 4.2.1 村落 WS を実施した村落位置図

出典：調査団作成(2011)

- 1) 気候変動に関する共通課題は、渇水に関する問題であった。
- 2) Bac Lieu 省の内陸低地部に位置している農民では浸水が大きな問題となっていた。
- 3) Soc Trang 省の沿岸部に位置するコミューンでは満潮の影響が確認された。
- 4) 塩水侵入は、Ben Tre 省と Tra Vinh 省ではより大きな課題として捉えられた。
- 5) エビ養殖農家の参加が多い Ca Mau 省は、塩水侵入は大きな問題とならなかった。

表 4.2.1 問題系図に現れた気候変動に関する問題

コミューン	Thuan Dien	An Binh Tay	Huyen Hoi	Vinh Hai	Phuoc Long	Tran Thoi
省	Ben Tre	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau
主要作物	ココナッツ/ 果樹	稲作	稲作	エビ	エビ+ 稲作	エビ
渇水	●	●	●		●	●
浸水	●				●	
高潮	●			●		
大雨	●				●	
塩水侵入	●	●	●	●		

出典：JICA 調査団作成 (2011)

#### 4.2.2 トレンド分析

村落レベルのワークショップでは、気候変動や生活の問題について“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 つに分けてトレンド分析を行った。

- 1) Ben Tre 省では渇水のトレンドが 1995 年以降、Ca Mau 省では 2000 年頃から急上昇となる。
- 2) 1976 年以降、Bac Lieu 省と Soc Trang 省の浸水のトレンドは上昇傾向が確認された。
- 3) Ben Tre 省では 2 コミューンで、塩水侵入の急激な上昇トレンドが確認された。

#### 4.3 関連するプロジェクト計画と優先順位

##### 4.3.1 沿岸 7 省による関連プロジェクト計画案と優先順位

2011 年 10 月 27 日開催のワークショップでは、参加者が各省の優先事業計画について、目的、プロジェクト段階、また概算コスト等の発表を行い、それらを構造物、非構造物に分類した。

表 4.3.1 7 省の職員による優先事業の概要

主要事業	Tien Giang	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau	Kien Giang	総計
<b>構造物的事业</b>								
Sea dyke	2		3	1	1	1	1	9
Sluice gate		2	2		1	1	2	8
River dyke	1	2	2		1	1		7
Canal rehabilitat'n	1				2	1		4
Fresh water rec.*	1	1****	1****			1		4
Drainage					1			1
Pumping station				1*****				1
Ring dyke	1***							1
Rural water supply		1						1
<b>非構造物的事业</b>								
Capacity Develop.		1		2	1	2	1	7
Forestation	1			1	1			3

Saline T. R.**		1			1			2
Others	1			1	1	2		5

出典：JICA 調査団、2011 年 10 月 27 日に行われたワークショップの記録による。

- 注：
- \*は淡水の取水地点を上流に移すことを意味している。
  - \*\*は塩水に強い品種または塩水の影響をさける作付体系の研究を意味している。
  - \*\*\*は洪水から果樹園を守るための輪中堤防を意味している。
  - \*\*\*\*は上記\*を参照することを意味している。
  - \*\*\*\*\*は灌漑と排水の両方を目的としたポンプの設置を意味している。

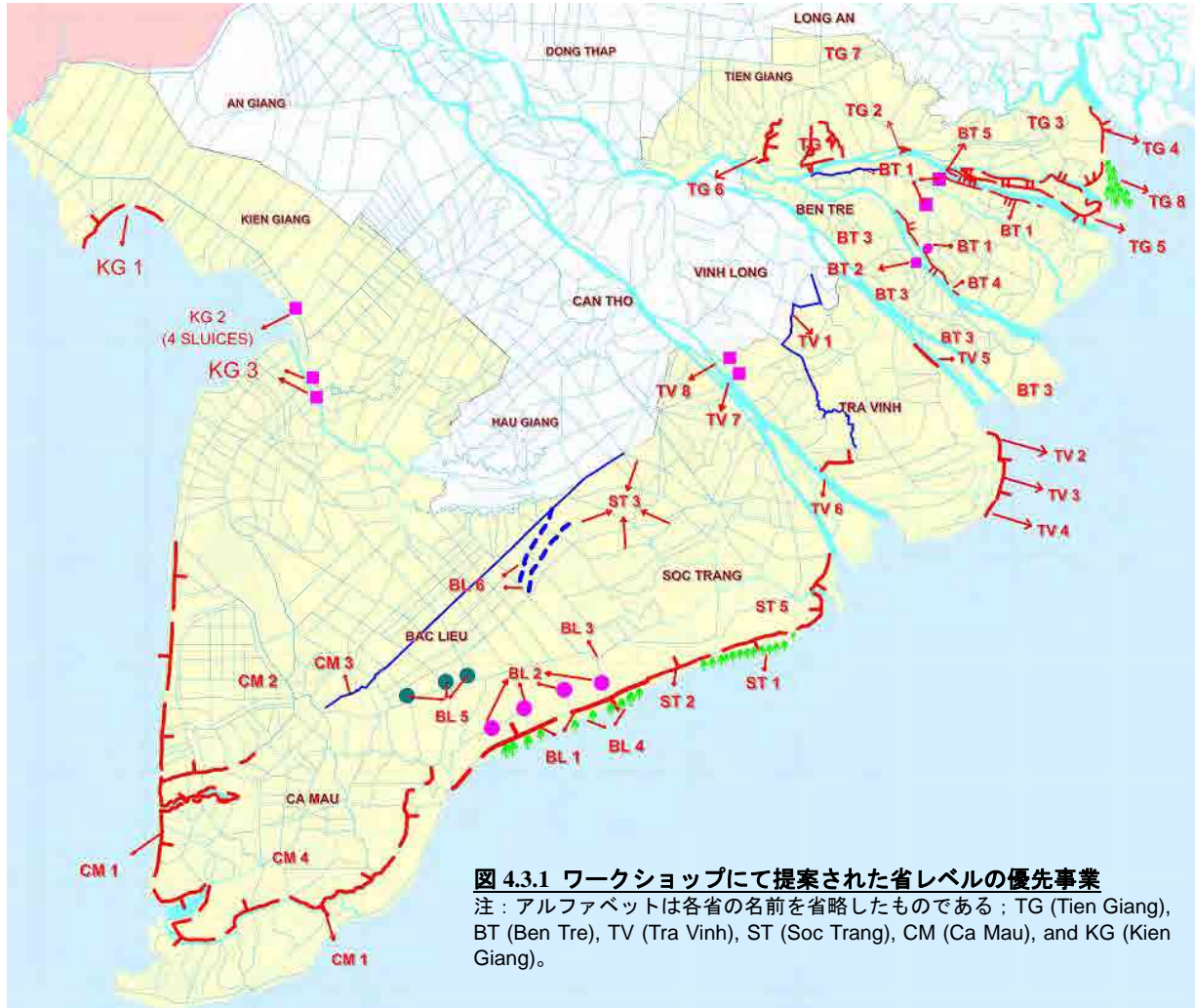


図 4.3.1 ワークショップにて提案された省レベルの優先事業

注：アルファベットは各省の名前を省略したものである；TG (Tien Giang), BT (Ben Tre), TV (Tra Vinh), ST (Soc Trang), CM (Ca Mau), and KG (Kien Giang)。

### 4.3.2 マスタープラン 2011 (SIWRP) における関連プロジェクト

南部水資源計画研究所 (SIWRP) によって策定されたマスタープラン 2011 は、2011 年～2015 年、2016 年～2020 年、2021 年～2030 年、2031 年～2050 年の 4 段階に分けられている。各段階にて提案されているプロジェクトを以下沿岸 7 省別に纏める。防潮水門を含む水路改修、水路の浚渫、水路盛土の強化、淡水供給、海岸・河川堤防などが優先事業として提案された。

表 4.3.2 マスタープラン 2011 (SIWRP) における優先事業の概要

主要事業	Tien Giang	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau	Kien Giang	合計
<b>Stage 1 (2011-15)</b>								
Canal rehab./improv't	8	2	1		2	7	6	26
Sluice gate	1		3		1	3	11	19
Sea dyke			3			1		4
River dyke	2	1	3		1	2	2	11
Ring dyke	1			1				2
Pumping station				1				1

Aquaculture structure			2		1	2		5
Rural water supply							4	4
Reservoir	1							1
<b>Stage 2 (2016-20)</b>								
Canal rehab./improv't	14		24		1	13	15	67
Sluice gate				2	1	5	2	10
Sea dyke	2					4		6
River dyke			2			14	1	17
Rural water supply							1	1
<b>Stage 3 (2021-30)</b>								
Canal rehab./improv't	1	3		2		1	3	10
Sluice gate		14	3	3		5	1	26
Sea dyke		1		2	1	3	1	8
River dyke	2	4		2		9	2	19
<b>Stage 4 (2031-50)</b>								
Canal rehab./improv't			2					2
Sluice gate		4	2	2				8
River dyke				1				1
Ring dyke			2					2
Rural water supply							4	4
<b>合計 (2011-2050)</b>								
Canal rehab./improv't	23	5	27	2	3	21	24	105
Sluice gate	1	18	8	7	2	13	14	63
Sea dyke	2	1	3	2	1	8	1	18
River dyke	4	5	5	3	1	25	5	48
Ring dyke	1		2	1				4
Pumping station				1				1
Aquaculture structure			2		1	2		5
Rural water supply							9	9
Reservoir	1							1

出典：Master Plan (SIWRP) 2011

#### 4.4 開発ビジョン、開発指針、開発段階等

##### 4.4.1 調査対象地における開発ビジョン

調査対象地域における主たる生計は農業および水産業であり、環境に従って様々な生計が営まれてきたが、気候変動により広範囲な塩水侵入が発生すると予測されており、これまで以上の柔軟性と努力による適応が必要とされる。このことを考慮し、調査対象地域の開発ビジョンとしては、「構造的および非構造的な手法を用いて気候変動に適応・対応することにより、人々の持続的な生計と生活の安定を図る」を提案する。

##### 4.4.2 気候変動およびその適応・対応における基本方針

気候変動を考慮した計画策定では、不確実な未来が常に一定の水準で関わってくるため、上記開発ビジョンを達成するための5つの指針を以下に示す。

- 1) 後悔無き投資 (No Regret Investment)：気候変動現象のような不確実な将来について、大規模な投資が実施された場合、投入された資金が無駄となる可能性があるため、一時に大規模な資金投入を行う開発は避けるべきである。
- 2) 計画と投資における柔軟性：計画は目標年に応じた投資額が計画されるが、この投資計画は実際に生じる気候変動の規模にしたがって見直し、柔軟に修正・対応していくべきである。
- 3) バランスのとれた構造物および非構造物による対策：気候変動の対応については、構造物と



非構造物による対策が講じられるべきであり、非構造的な対策は、構造的対策ほど高価でないという強みを生かすべきである。

- 4) 多数の事業計画に対する優先付け：事業は広大な地域が対象である一方、執行可能な予算は限りがあるため、多くの事業について優先順位をつける必要がある。
- 5) 早期警戒システムの構築（塩水浸入）：塩水浸入に関する早期警戒システム構築されておらず、各省において塩水濃度レベルの観測を行い、早期警戒システムを構築する必要がある。

#### 4.4.3 開発における時間軸と段階分け

MP 作成に当たっての時間軸は以下のとおり設定する。

- ・ 短期計画： 2013 年～2020 年 8 年間
- ・ 中期計画： 2021 年～2030 年 10 年間
- ・ 長期計画： 2031 年～2050 年 20 年間
- ・ 総計画枠： 2013 年～2050 年 合計 38 年

表 4.4.1 開発時間フレームワークの設定（既存計画との整合）

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
					Socio-economic Development Strategy (2011-2020)																																							
Socio-economic Dev. Plan (2006-2010)					Socio-economic Dev. Plan (2011-2015)																																							
										National Target Program to respond to CC										Development Phase (no specific end year)																								
					Phase I					Phase II					Phase III (after 2015, development)																													
															Action Plan Framework for Adaptation and Mitigation of CC of ARID Sector (2008-2020)																													
Water Resources MP (2006)					Water Resources Master Plan (SIWRP, 2011 - 2050)																																							
					Phase I					Phase II					Phase III					Phase IV																								
					This Master Plan																																							
					Implementation																																							
					Implementation Timeframe																																							
					Preparation					Stage I (Short Term)					Stage II (Mid Term)					Stage III (Long Term)																								
					1 Yr					7 Years					10 Years					20 Years																								
										8 Years					18 Years					38 Years																								

出典：JICA 調査団、各種既存開発計画

#### 4.5 開発フレームワークおよび事業

開発計画の優先度は、政府職員および村落レベルで実施された一連の参加型ワークショップの結果を基にした開発フレームワークにまとめられる。フレームワークはベトナム国政府がメコンデルタ沿岸における開発事業を推進する場合の指針となり得るだけでなく、メコンデルタで活動を行う他機関もこれを参考とすることで、どこでどのような優先順位で開発介入を行うべきかを知ることが可能となる。よって、開発フレームワークは、種々の関係機関が参加する開発におけるプラットフォームとして、それぞれの活動を協調させるツールとしての役割を果たし得る。

##### 4.5.1 気候変動課題における優先付け

表 4.5.1 に、各省職員によって選定された課題を左側の欄に、また村落ワークショップで確認された課題を右側の欄にまとめる。

- 1) 塩水浸入および渇水（淡水不足）は最優先課題として特定されている。
- 2) 続く優先課題は、浸水、満潮時の湛水・洪水、激しい降雨などが特定された。

- 3) 政府職員 WS では海岸堤防の侵食が3番目の優先順位を占める。
- 4) 乾季の降雨パターン変化は優先順位6番目となり、冬-春作の稲が低温障害の被害を受ける。

表 4.5.1 気候変動に関する優先課題

順位	7 省政府職員による優先課題	村人による優先課題（気候変動関係）
1	Saline water intrusion	Drought (lack of fresh water during dry season)
2	Drought, Lack of fresh water	Saline intrusion
3	Erosion, Damage of sea dyke	Inundation (associated with heavy rain)
4	Frequent storm	Flood tide (flood/inundation worsened by high tide)
5	Inundation, Flood (caused by heavy rainfall)	Heavy rain
6	Rainfall in dry season (rainfall pattern change)	注：上記の inundation、flood tide、heavy rain についての優先順位は同列である。
7	Forest fire (associated with temperature rise and drought)	
順位 無し	Ecosystem change	
	Livelihood change	
	Worsening of public health	
	Damage of infrastructure	
	Decrease of mangrove forest area	

出典：JICA 調査団（政府職員 WS、および村落 WS の結果より）

優先課題の設定にあたっては、政府職員によるワークショップで提案された各省の優先事業、および南部水資源開発計画研究所策定 MP（2011）で提案されている事業についても参考とする。

- 1) 省職員は海岸堤防事業を最も多く提案し、これに水門、河川堤防が続く。
- 2) 防潮水門の建設は省職員、また南部水資源開発計画研究所策定 MP（2011）でも2番目に多い事業として提案されている。
- 3) 南部水資源開発計画研究所策定 MP では、水路の修復、改修が多く提案されている。
- 4) 南部水資源開発計画研究所 MP では、優先課題を塩水浸入、洪水、海面上昇および激しい降雨に置いている。

表 4.5.2 各省および南部水資源計画研究所提案による事業と優先順位

主たる工種	省の事業数	SIWRP MP (Short term -2015)	SIWRP MP (Long term -2050)	優先度
<b>構造的な事業</b>				
Sea dyke	9	4	18	+++
Sluice gate	8	19	63	+++
River dyke	7	11	48	+++
Canal rehabilitation/improvement	4	26	105	+++
Fresh water recruitment	4	上記 canal rehabilitation に含まれる		++
Drainage	1			+
Pumping station	1	1	1	
Ring dyke	1	2	4	+
Rural water supply	1	4	9	+
Reservoir	-	1	1	
Aquaculture structure	-	5	5	+
<b>非構造的な事業</b>				
Capacity Develop.	7			++
Forestation	3			+
Saline tolerant variety research	2			
Others	5			

出典：省優先事業については政府職員 WS で提案された事業、また SIWRP MP は 2011 年作成の MP である。

共通と考えられる優先課題は、1) 塩水浸入、2) 渇水（湛水不足含む）、3) 海面上昇（含海浜堤防侵食）、4) 浸水もしくは洪水（満潮時を含む）、5) 激しい降雨もしくは降雨パターンの変

化、さらに6) 気温上昇と判断される。

#### 4.5.2 開発フレームワーク

開発フレームワークにより、関係する7省や南部水資源開発計画研究所は気候変動課題毎に、どのような戦略を選択し、どのような事業を実施すべきかを知ることが可能となる。また、一番右端にはそれらの事業に関係した省を示し、異なる記号を用いて優先順位を付すことで省ごとの事業の優先順位が明らかとなる。

上述の内容とJICA調査団による視点を踏まえた開発フレームワークを図4.5.1に示す。気候変動課題としては、塩水侵入、渇水、海面上昇、洪水、降雨パターンの変化、気温上昇などを優先順位に従って上から下にかけて配置してある。加えて、一番下に配置した共通課題は分野横断的な取り組みを意味しており、例えば能力強化に代表されるような事業が示されている。また、気候変動と直接関係しないが、村落WS等で特定された優先事業などはこの部分に配置している。

事業の右側には●、◎、○を表示してある欄を設けているが、これらは各省毎にどの事業を優先して実施すべきかを示すものである。この優先順位は各省ごとに選定されており、全事業の半分は優先事業として○を与え、さらに優先度が高いと考えられる事業としてその半分以上を◎に代えて◎を与え、最後に最も優先順位が高いと判断される事業をさらにその半分から選択して◎に代えて●を与えることで重みをつけている。また、このフレームワークには右欄に構造的対策か非構造的対策かの分類、実施期間、そして事業費についても記載している。

#### 4.5.3 事業説明（簡易プロジェクトデザインマトリックス）

開発フレームワーク内にて提案される計29の事業については、簡易プロジェクトデザインマトリックス（PDM）を用いて事業の目的、背景、活動、成果、事業費、プロジェクトリスク、また環境面への影響等を記載する（PDMは英文報告書参照）。



## 4.6 環境社会配慮

### 4.6.1 開発オプション

開発戦略について環境社会配慮の視点からは、1) 構造物による対策、2) 非構造物による対策をオプションの主要な2軸とし、これらの軸によって構成される4つのオプションが提示される。

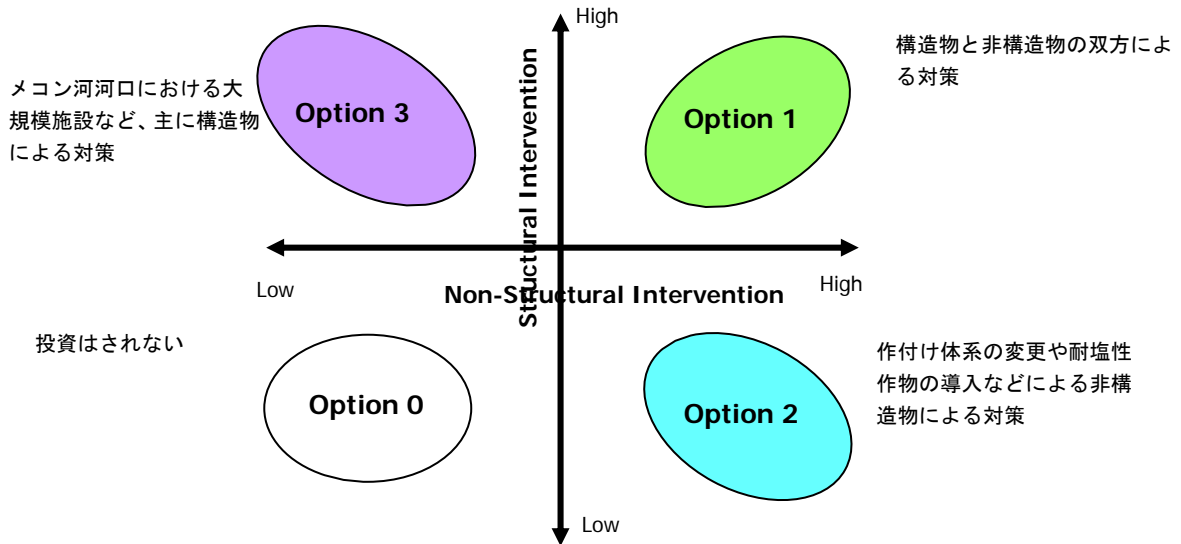


図 4.6.1 構造物と非構造物対策に基づいた4つの開発オプション

表 4.6.1 開発オプション

オプション	内容
オプション0	気候変動に伴う影響（例えば塩水侵入、気温上昇等）に対する対策は講じない
オプション1	構造物および非構造物の両対策を講じる。例えば、塩水侵入対策に関しては防潮水門を徐々にメコン河上流部にかけて建設し、非構造物対策では作付け時期の変更、耐塩性作物の導入等を展開する。
オプション2	非構造物対策によって気候変動に対応する。塩水侵入に対しては、耐塩性作物の導入、汽水エビの養殖等を促進する。降雨量の増大や気温の上昇に関しては、作付け時期の見直し・調整や開花時間帯の異なる種の開発・導入等の対策を考慮する。オプション2の事業費はオプション0を除く他のオプションより小さいが、気候変動への対応・適応の規模には限界がある。
オプション3 (オプション3A) (オプション3B)	主に大規模構造物により気候変動への対策を実施する。SIWRPのマスタープラン(2011)では、メコン河の3つの支流（Cung Hau川、Co Chien川およびHam Luong川）において計3基の大規模防潮堰の建設を提案している。これらの3河川はメコン河の全9つの支流の中央よりに位置しているため、これら支流の締切りは他の支流への淡水流量を増加させ、結果、他の支流における塩水侵入を防止すると考えられている。また、オランダ政府の協力のもと2012年に3月に提示されたデルタプラン（バージョン0）では、長期開発の1オプションとしてHau川以外の8つのメコン河支流を大規模防潮堰で締め切り、塩水侵入を防止する計画を示している。前者をオプション3A、後者をオプション3Bと呼ぶ。

出典：JICA調査団

### 4.6.2 開発オプションごとの環境への影響

ベトナム国において2003年に規定された現環境保護法では、戦略的環境アセスメント（SEA）の作成が規定されている。環境への影響において特に問題となるのは、永続的な影響である。オプション1、3A、3Bは構造物建設を伴うため、工事期間中の大気汚染、廃棄物などの問題の発生が予想されるが、これらは一時的なものである。一方、水門建設による水質汚染、非自発的住民移転、土地収用、メコン河本流・支流での水運への影響が発生する。特に、住民移転と土地収用、墓地の移転により、社会組織や社会経済の変化、住民間の不平等などがもたらされる可能性がある。以下に永続的な影響についてオプションごとにとりまとめる。

表 4.6.2 オプションごとの主な環境への影響（永続的な影響のみ考察）

Environmental items	Option 0*	Option 1	Option 2	Option 3A	Option 3B
Water quality of Mekong River	-	-	-	XXX	XXX
Farming	XX	+++	+	++	++
Shrimp cultivation	-	++	+ and X	XX	XX
Eco-system of Mekong River	-	-	-	XXX	XXX
Resettlement and land acquisition (land recovery)	-	XXX	-	XX	XX
Transportation by water (Mekong River)	-	-	-	XX	XX
Possibility to be regrettable project	None	None	None	High	Very high
Project cost	Zero	Medium-high	Very low	High	Very high

X : small-scale negative impact, XX: middle-scale negative impact, XXX: large-scale negative impact

+ : small-scale positive impact, ++: middle-scale positive impact, +++: large-scale positive impact

- : no impact or negligible

\* オプション0は現況の社会・環境状況として想定の上え比較を行う。

### 1) オプション0（対策なし）

オプション0では気候変動対策は講じないため、今後、海水侵入による作物への被害、および洪水によるエビ養殖への被害は増大すると想定され、事業費も不要である。

### 2) オプション1（構造物・非構造物対策の組み合わせ）

オプション1では構造物対策により海水侵入を防止し、非構造物対策で新種や比較的耐塩性の高い作物の導入、作付け体系の変更など非構造物対策等により、塩水侵入に適応する。このオプションでは流量や塩分濃度の変化に応じて下流側から徐々に水門を設置するが、水門自体が大規模でないことから、用地取得の範囲は限定的である。水路が拡張される場合には、水路沿いに住む住民の移転や土地収用が発生に伴い、補償が必要となり事業費の増加につながる。

### 3) オプション2（非構造物対策）

このオプションは工事を伴わないため、事業費は低く、また、社会・自然環境面への影響もほとんどない。塩水侵入に対しては、従来の稲の品種から耐塩性の高い品種に変更することにより対応が可能である。構造物建設を伴わないため、淡水給水のコントロールができず、水不足の際には作物の生育阻害、塩分濃度調整が阻害され、効果は限定的であると言える。

### 4) オプション3A（構造物対策、メコン河における3基の大規模防潮水門の建設）

塩水侵入に対して構造物による対策は非常に効果的である。メコン河の3支流を堰止めるため、メコン河の生態系や水運に不可逆的な負の影響が生じる。施設建設のために住民移転や用地取得などの問題も発生し、水位の設定によっては河川沿いに多くの住民移転が発生する可能性が指摘される。事業費は非常に大きく、上流域で発電ダム等の開発が進み、メコン河の乾期流量が増加した場合、このオプションは「悔やまれる事業」になる可能性がある。

### 5) オプション3B（構造物対策、Hau河以外の全メコン河支流における大規模防潮水門の建設）

オプション3Aと3Bの正負の環境への影響は類似性が高い。オプションBでは大規模な工事の箇所数多いため、事業費は3Bの方が高く、よりメコン河への負の影響が甚大であると言える。

## 4.6.3 環境社会配慮への留意事項

## 1) オプション1（構造物・非構造物対策の組み合わせ）

このオプションにおける懸念事項は住民移転と土地収用であり、水路拡張の場合には多くの世帯が移転を迫られる。したがって、家屋数の少ない箇所を堰や水路拡張の地点に選定することが必要である。土地収用と住民移転が発生する場合には、移転計画書を作成する。また、メコン河の流量は将来増加する可能性があり、この流量の変動に応じて、水門の建設箇所数や位置を検討し、修正する必要がある。

## 2) オプション2（非構造物対策）

オプション2では構造物は建設されないため、事業の効果は限定的である一方、甚大な環境への影響は想定されない。よって、環境社会配慮のための留意すべき事項は特にない。

## 3) オプション3A（構造物対策、メコン河における3基の大規模防潮水門の建設）

住民移転と土地収用を最小限とするためには建設位置の十分な検討を行うことが必要となる。また、ベースラインとなる生態系の調査、特にメコン河と建設地点周辺に生息する生物種について把握しなければならない。加えて、建設地点周辺の水運が影響を受けるため、1日当たりの運搬量・運搬内容や運行頻度などを確認し、経済的損失の検討材料とすることが必要である。

## 4) オプション3B（構造物対策、Hau河以外の全メコン河支流における大規模防潮水門の建設）

オプション3Bに関する環境への配慮事項はオプション3Aとほぼ同じであるが、影響規模や事業費は3Aよりも大きい。

### 4.6.4 メコン河における絶滅危惧種

メコンデルタには481種の魚類（うち28種が固有種）が生息し、6種は産卵のために海域と淡水域を移動する<sup>1</sup>。表4.6.4に示すベトナム国内（メコンデルタ内）で危機に瀕している魚類のうち、*Pangasius krempfi*は、絶滅危惧II類（VU）に指定されている。魚類に加え、メコン河に生息するイラワジイルカ（*Orcaella brevirostris*）も絶滅のおそれがある生物種として知られているが、近年ベトナム国内で見られることが極めてまれになり、2004年にIUCNによって野生での絶滅の極めて高い種（GT-CR）に指定され生息数は最低で127頭と推定されている（WCS, 2007）<sup>2</sup>。

絶滅危惧種への対応に関して、大規模構造物の建設を伴うオプション3Aとオプション3Bは環境影響に関する詳細・緻密な調査を実施<sup>3</sup>するか、あるいは当該オプションは採用しないという選択を行うべきである。

表 4.6.3 ベトナム国内（メコンデルタ内）で世界的に危機に瀕している魚種<sup>4</sup>

Scientific name	Common name	Status (IUCN) <sup>5</sup>	Remarks
<i>Chela caeruleostigmata</i>	Leaping Barb	GT-CR	

<sup>1</sup> MRC (Oct. 2002), Fish migrations of the Lower Mekong River Basin: implications for development, planning and environmental management, Technical Paper 8

<sup>2</sup> Wildlife Conservation Society (WCS), 2007, Status and Conservation of Freshwater Populations of Irrawaddy Dolphins, Working Paper No. 31

<sup>3</sup> 非構造物対策となるオプション0及び2については、環境影響調査の必要はないが、構造物及び非構造物対策となるオプション1については、基本的な環境影響調査が必要である。

<sup>4</sup> This table is prepared based on the data of MRC (2010b) and <http://fish.mongabay.com/data/VietNam.htm> and <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/181328/0>

<sup>5</sup> IUCN Red List Categories: EX: Extinct, EW - Extinct in the Wild, CR: Critically Endangered, EN: Endangered, VU: Vulnerable, NT: Near Threatened and LC: Least Concern. Out of those categories, CR, EN and VU are classified as “Threatened”. The categorization contributes to setting priorities to conserve threatened species.

Scientific name	Common name	Status (IUCN) <sup>5)</sup>	Remarks
<i>Pangasius sanitwongsei</i>	Giant Catfish	GT-CR	Highly migratory
<i>Pristis microdon</i>	Freshwater Sawfish	GT-CR	
<i>Pristis zijsron</i>	Green Sawfish	GT-CR	
<i>Scleropages formosus</i>	Golden Arowana	GT-EN	Heavily traded
<i>Tenualosa thibaudeaui</i>	Laotian Shad, Freshwater Herring	GT-EN	Highly migratory, Endemic
<i>Probarbus jullieni</i>	Jullien's Barb	GT-EN	Highly migratory
<i>Himantura chaophraya</i>	Giant Freshwater Stingray	GT-EN	
<i>Himantura oxyrhynchus</i>	Marbled Mekong Stingray	GT-EN	
<i>Balantiocheilos melanopterus</i>	Silver Shark	GT-EN	
<i>Pangasius krempfl</i>	Krempf's catfish	VU	Highly migratory between sea and river
<i>Carcharhinus leucas</i>	Bull Shark	LC	
<i>Mekongina erythrospila</i>	Striped River Barb		Endemic
<i>Puntioplites falcifer</i>	Silver Barb		Endemic

GT-CR: Globally Threatened-Critical, GT-EN: Globally Threatened-Endangered, LC: Least Concern

#### 4.6.5 SEA に基づいた提言

メコン河上流の開発状況により乾期流量が増加した場合、防潮水門自体が必要とされなくなる可能性があるため、大規模構造物の建設は、将来のメコン河流量開発予測に基づき検討することが適切である。また、大規模構造物の建設により、堰上げ背水がカンボジアのトンレサップ湖に影を響かす可能性があり、現段階においては「大型構造物による対策は適切とはいえない」と判断する。オプション2に関しては、負の影響はほとんどないと想定されるものの、正の影響も限定的である。これらの事項を踏まえ、構造物と非構造物を組み合わせたオプション1が、住民移転や土地収用を最低限にするという条件のもとで最適案として推奨される。

#### 4.6.6 環境社会配慮制度および組織

ベトナム国では、1994年10月に環境保護法実施のための政令（Government Decree No.175/CP）が制定され、違反への罰則や環境影響評価などに関する数多くの関連法規が公布され、概して国際的な水準をクリアしている。2003年に改定された現環境保護法は、EIAの対象事業、報告項目、審査機関などが明記された。JICAガイドラインとは異なり、スコopingの公開、代替案の記載などは義務付けられていない。また、2003年に制定された土地法<sup>6)</sup>は、人民委員会による価格決定の際に市場での取引価格が重視されるようになった。

表 4.6.4 住民移転に関する法令のギャップ

項目	JICA ガイドライン (WB)	ベトナム国
移転世帯の社会経済調査	移転対象全世帯を対象にセンサス調査、最低 20%を対象とした家計・生活調査結果	言及なし
土地使用権の有無	土地使用権の有無にかかわらず補償対象となる	土地法（2003年）に基づいた公的な土地使用権の所持者のみが補償対象となる
補償単価	市場価格に基づいて算定される	省人民委員会によって土地単価が定められており、市場価格と乖離がある場合がある。この乖離が大きい場合には整合をとる必要がある。
住民の参加	移転計画策定および協議の際に移転世帯の積極的な参加が必要である。	住民協議には移転世帯の代表者のみが参加する。

<sup>6)</sup> ベトナム国では全人民が土地を保有するというのが原則となっており、国は土地使用権を認めるという立場にたって、人民に土地を交付、賃貸する、土地使用権保持者は、従来の移転、抵当などの権利に加え、転賃の権利、国による土地回収の際には補償を受ける権利も有することとなった。



## 4.7 土地利用計画

気候変動シナリオ A2、B1、B2 のうち中間的な海面上昇を示す B2 シナリオに基づき、土地利用計画を策定する。ここでは、1) 主要作物の収益性、2) 主要作物の経済的な安定性、3) 様々な環境下での安定性、および他の関係する点に着目して計画を策定する。

### 4.7.1 主要作物の収益性およびリスク

質問票調査に基づき主要作物（稲作、エビ養殖、ココナッツ、その他果樹）の収益性を算定したところ、年 2 回の稲作ではその他のどの作物よりも収益が劣ることが判明した。収益性が高い順に、果樹、ココナッツ、汽水エビ養殖となる。従って、平均年では、果樹やエビ養殖が土地利用計画策定において優先されるべきである。一方、長期的な塩害リスクについて鑑みると、塩水侵入に対して稲作や果樹栽培の収益性減少リスクは「高」だが、ココナッツは比較的「低」く、エビ養殖は基本的にリスク要因とはならない。

### 4.7.2 主要作物の環境適合性

ある作物を新規で導入する場合には、その作物が最低限必要とする環境特性を満たしている必要がある。以下に、主要作物に関する環境特性について塩水侵入の観点から述べる。

イネ：一般的に、イネの生育には 0.4%以上の塩分濃度は適さないとされており、この濃度が 1 つの閾値となる。実際には 0.4%以下でも障害が出ることが報告されており、例えば生育初期に 0.05%の塩分にさらされると分けつ数が減少し、0.1%に至ると穂数の減少が生じるとの報告がある<sup>7</sup>。

エビ：ブラックタイガー種では 0.8%～4%、白エビ種では 0.2%～4%が生育可能範囲とされており、それぞれ 1.8%～2.5%、2.5%～3.5%が最適濃度である。白エビの生育可能範囲は比較的広いいため、洪水や淡水混入のリスクがある地域では白エビが比較的適している。

果樹：塩害に比較的強いとされている果樹はマンゴー、ロンガン、柑橘類で、ドリアン等は塩害に弱い。果樹が耐える塩分濃度は概ね 0.05～0.06%が上限とされ、イネよりも塩分耐性は低い。このため、塩水侵入を背景とした土地利用計画策定において、果樹は戦略的作物とはならない。

### 4.7.3 その他考慮すべき項目

合理的な土地利用計画の策定に向けて、個々の作物が有する負の外部性、政策、市場性等も考慮する必要がある。施策の面を例にとると、政府は水産養殖の新規造成計画を打ち出している半面、稲作面積はほぼ現状を維持する方針であり、少なくとも生産量を維持することが至上命題となっている。これら諸事項を考慮し、土地利用計画の策定においては 1) 省単位でのコメの自給を十分に満たす（政策的理由）、2) マングローブ林や保護林は保全する（環境的理由）、3) 変化のスピードを穏やかなものとする（社会的理由）、を基本指針とする。

### 4.7.4 土地利用計画策定の方針

本地域においては、気候変動による最大の影響は、海面上昇とそれに伴う塩水侵入にある。このため、将来予想される塩水侵入を基に、稲作に最も影響を与える時期の塩分濃度を 1 つの判断指針とする。具体的には、雨期作の行われる 6 月になっても一定程度の塩分濃度が予想される地域では稲作は困難であるといえる。イネは 0.4%の塩分濃度を閾値とすることから、6 月において 0.4% (4g/l) を越える塩分濃度がある地域を「稲作不適地」とする。

<sup>7</sup> <http://www.pref.tottori.lg.jp/secure/563190/48-3-2.pdf> 鳥取大学環境研究室

こうした稲作不適地では稲作からエビ養殖へシフトすることが考えられるが、一方でエビは25度を下回る温度では生育が困難であり、水温が上がる2月から養殖が開始されることを考慮すると、2月における塩分濃度がエビの生育に適したレベルにある必要がある。そのため、上記「稲作不適地」であっても、2月の塩分濃度が1%以下の地域については「エビ不適地」と判断される。

以上より、1) 稲作不適地かつエビ養殖適地においてはエビ養殖に転換する、2) 稲作不適地かつエビ養殖不適地については、新たに構造物的手法もしくは非構造物的手法により「稲作を守る地域」、或いは「エビ-稲作地域」とする、を基本方針とする。

#### 4.7.5 現況土地利用

現況の土地利用を表4.7.1に示す。調査対象地域全体として、稲作が44.0%を占め、水産養殖とのローテーション栽培地域を含めるとおよそ半分近くを占める。Kien Giang、Soc Trang、Tien Giang および Tra Vinh では稲作が50%以上を占め、Bac Lieu と Ca Mau では水産養殖が盛んである。

表 4.7.1 省別の現況土地利用 (2009)

No.	Category	Bac Lieu	Ben Tre	Ca Mau	Kien Giang	Soc Trang	Tien Giang	Tra Vinh	Total	Share
1-5	Paddy	64,848	41,049	73,765	327,373	145,312	102,941	103,372	858,659	44.0%
6-8	Paddy-Aqua	27,781	0	8,213	12,875	17,311	0	15,145	81,324	4.2%
9	Other annual crops	1,153	6,940	318	2,861	15,697	4,874	1,884	33,728	1.7%
10-14	Perennial crops	5,024	97,561	6,275	59,257	14,857	45,695	8,841	237,510	12.2%
15	Other agricultural land	0	0	51,979	7,013	6,405	114	0	65,511	3.4%
16-18	Grass land and forest	4,755	5,590	98,868	67,282	5,452	16,320	17,774	216,041	11.1%
19	Brackish aquaculture	102,700	36,834	184,340	64,476	45,875	4,351	16,734	455,309	23.3%
20-21	Other aquaculture	1,121	0	0	0	0	68	2,877	4,066	0.2%
	<b>Total of Above</b>	<b>207,380</b>	<b>187,975</b>	<b>423,756</b>	<b>541,138</b>	<b>250,910</b>	<b>174,362</b>	<b>166,628</b>	<b>1,952,149</b>	<b>100.0%</b>
	<b>Share in the Total</b>	<b>83%</b>	<b>80%</b>	<b>79%</b>	<b>85%</b>	<b>76%</b>	<b>70%</b>	<b>73%</b>	<b>79%</b>	
22	<b>Others</b>	<b>42,770</b>	<b>48,045</b>	<b>109,404</b>	<b>93,492</b>	<b>80,270</b>	<b>74,058</b>	<b>62,882</b>	<b>510,921</b>	
	<b>Total Land Area</b>	<b>250,150</b>	<b>236,020</b>	<b>533,160</b>	<b>634,630</b>	<b>331,180</b>	<b>248,420</b>	<b>229,510</b>	<b>2,463,070</b>	

出典 JICA Project Team based on Sub-NIAP (2012)

#### 4.7.6 2020年、2030年及び2050年に向けた土地利用計画

##### 1) 作目転換が必要な面積の変動 (2020年、2030年、2050年)

前述の方針に基づき、現況の稲作地域の内、1) エビ養殖への転換が必要な地域（「稲作不適地」+「エビ養殖適地」）、ならびに2) 稲作維持に向けて対策が必要な地域（「稲作不適地域」+「エビ養殖不適地域」）を特定し、表4.7.2にまとめた。

表 4.7.2 稲作およびエビ養殖適地(2020, 2030 and 2050)

Category	Current Land Use	Area for Protection of Paddy (Saline Prone)			Area for Conversion to Paddy-Brackish Aquaculture			Area for Conversion to Brackish Aquaculture		
		2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
Paddy	87,048	21,490	19,866	21,257	125	9,451	8,801	37,369	27,719	28,221
Paddy (1 crop)	112,956	31,299	26,106	27,365	258	15,721	12,535	37,613	21,607	25,334
Paddy (2 crop)	422,291	62,605	42,170	45,053	654	11,050	7,815	42,886	31,914	36,355
Paddy (3 crop)	231,519	49,080	13,806	18,931	34	2,511	1,455	4,363	1,868	3,314
Paddy & annual crops	4,845	1,854	1,769	1,767	25	2,056	10	2,305	240	2,327
Paddy-Fresh aqua	17,327	94	189	91	0	0	0	0	0	0
Paddy-Fish	16,484	2,545	2,309	2,567	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>892,471</b>	<b>168,968</b>	<b>106,217</b>	<b>117,031</b>	<b>1,096</b>	<b>40,789</b>	<b>30,616</b>	<b>124,536</b>	<b>83,349</b>	<b>95,552</b>
	<b>100%</b>	<b>19%</b>	<b>12%</b>	<b>13%</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>	<b>14%</b>	<b>9%</b>	<b>11%</b>

出典：Sub-NIAP (2012)の資料を基に調査団にて作成

注：メコンデルタ全体のGISデータを基に調査団により省毎の数値を抽出し、データ補正の実施

塩水侵入(4-10g/L)が見込まれるが保全により「稲作」地域として継続されるべき面積は2020年には19%となるが、以降減少する。「稲作中心」から「稲-汽水エビ」体系へ転換の必要がある

のは、5%かそれ未満である。一方で「汽水エビ」への全面的な転換が必要とされるのは 2020 年に 14%、2030 年で 9%、2050 年で 11%であり、2020 年までの短い間に対応が必要となる。

### 3) 目標年 2050 年における土地利用計画

最終的な土地利用の決定にあたっては、①転換が必要な面積の変動が各目標年において大きく変わらないこと、②塩水侵入が予想される地域における稲作保全面積は最終的な目標年を基準にすることが妥当である、との考えから目標年を 2050 年とする。

上記の基準に加えて、1) Ben Tre 省では稲作の自給レベルが他の省に比べて低いため（メコンデルタ全体の平均 1,260kg/capita に対して 295kg/capita）、稲作からエビ養殖への変換は行わない（保護する）、また、2) Tien Giang 省の海岸線については既にエビ養殖への転換が計画されていることから、海岸線より 400m の範囲をエビ養殖への転換地域とする、の 2 点を考慮する。

土地利用計画（目標年 2050 年）を図 4.7.1 に示し、内訳を表 4.7.3 に示す。現在稲作が行われている地域の内、合計 116,401ha が汽水養殖（エビ養殖）を基本とする作目に転換される。この稲作減少面積は現況面積の 14%に相当する。この内、「稲作」面積から「稲作-汽水養殖(エビ養殖)」に転換が必要なのは 11,115ha であり、これは元々の「稲作-汽水養殖」面積の 23%増に相当する。

省別では、Ca Mau における稲作から汽水養殖を中心とした作目への転換が最大である（40,893ha、現況稲作面積の 55%に相当）。Tien Giang 省では 120%の汽水養殖の増（5,235ha）となる。ここで、Ben Tre 省では、水門設置により現況の土地利用状況を維持する計画であるが、何も対策を施さない場合、表 4.7.1 に示した水田、果樹面積の相当部分が塩害を受けることが懸念される。

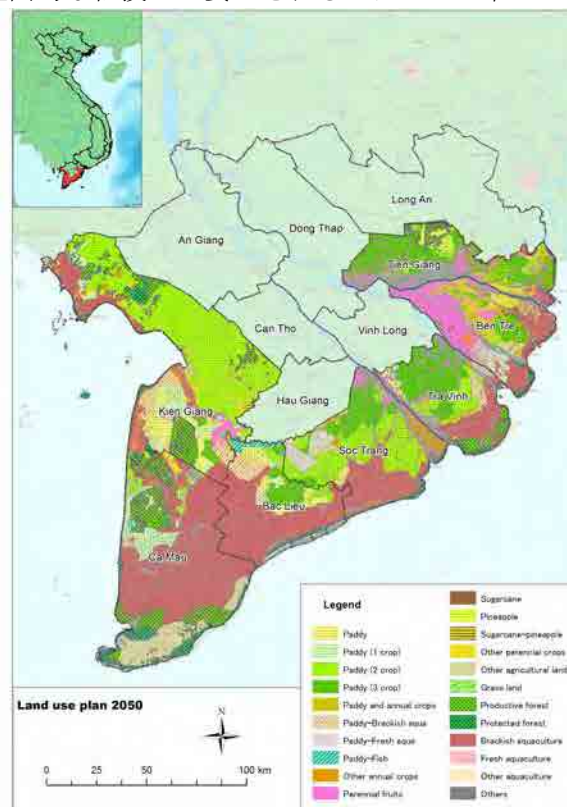


図 4.7.1 土地利用計画（目標年 2050 年）

出典：JICA Project Team based on Sub-NIAP (2012)

表 4.7.3 土地利用計画による変遷（現況 2009 年から目標年 2050 年にかけての移行）

No.	Category	Bac Lieu	Ben Tre	Ca Mau	Kien Giang	Soc Trang	Tien Giang	Tra Vinh	Total
1-5	Paddy	-9,944	0	-40,893	-27,658	-16,086	-8,182	-13,638	-116,401
6	Paddy-Brackish aqua	-4,196	0	5,107	11,205	344	2,957	-4,302	11,115
7-8	Paddy-Fresh aqua	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Other annual crops	0	0	0	0	0	0	0	0
10-14	Perennial crops	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Other agricultural land	0	0	0	0	0	0	0	0
16-18	Grass land and forest	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Brackish aquaculture	14,140	0	35,786	16,453	15,743	5,235	17,939	105,297
20-21	Other aquaculture	0	0	0	0	0	-11	0	-11
<b>Change in Paddy</b>		<b>-15%</b>	<b>0%</b>	<b>-55%</b>	<b>-8%</b>	<b>-11%</b>	<b>-8%</b>	<b>-13%</b>	<b>-14%</b>
<b>Change in Paddy-Brackish Aqua</b>		<b>-20%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>93%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-29%</b>	<b>23%</b>
<b>Change in Brackish aquaculture</b>		<b>14%</b>	<b>0%</b>	<b>19%</b>	<b>26%</b>	<b>34%</b>	<b>120%</b>	<b>107%</b>	<b>23%</b>

Source: JICA Project Team based on Sub-NIAP (2012)

「ベ」国が策定した約 70,000ha（2020 年）の汽水養殖面積増加目標に対し、その 50%増しとなる 105,297ha を 2020 年までに転換する計画となる。塩水侵入に関しては、B2 シナリオ下で現在の開発計画よりも大きな面積の作目転換、あるいは大規模塩水侵入対策が求められる。

## 第5章 優先事業の特定

マスタープランの中で提案された事業の中から優先的、あるいは緊急的に実施すべき事業を優先事業として以下に選定した。

### 5.1 優先事業選定の基準

優先事業選定の基礎として以下の5項目を考慮する。

- 1) **優先事業と開発フレームワークとの整合**：開発フレームワークにおいて特に優先度が高いものから選定する。
- 2) **優先事業と既存計画の整合**：メコンデルタ沿岸7省によって予備的に計画されているものを選定の候補とする。
- 3) **優先事業のモデル性**：メコンデルタ沿岸部においてモデル性を有していることを基本とする。
- 4) **構造的対策と非構造的対策**：優先事業は構造的な対策と非構造的な対策の両面から選定する。
- 5) **優先事業のフィージビリティ確保**：経済的、技術的、制度面、維持管理の容易性、持続性、環境・社会面に対する影響が許容範囲内などの観点で選定する。

### 5.2 気候変動に伴う優先課題とその対応方向性

優先課題に対する適応策・対応策の基本方針を下表にまとめる。

表 5.2.1 気候変動課題と適応策

課 題	適応策、対応策
1. 塩水侵入	<p>1. 塩水侵入を防止するために水路の出口部に防潮水門を建設する。防潮水門は塩水侵入が長期にわたることから、順次、上流側へと建設を進めることとなる。</p> <p>2. 塩水侵入が発生するのは乾期の終りである3月と4月である。この時期は冬→春稲作が出穂期、穂揃い期、登熟期に当たっており、塩水侵入により収量が大きく影響を受ける。よって、冬→春稲作を最低で約2週間ほど早く植え付けを行うことが望まれる。あるいは、90日程度の早稲種を植えつけることも必要である（現在は95日～110日が主。ただし、味覚で劣る）。さらに、一部には耐塩性の米を植えつけることも考えられる（なお、現在市場で確保可能な耐塩性種の収量は3トン/ha程度と低い）。</p> <p>3. 侵入する塩水を利用し、汽水エビ養殖を導入する。乾期におけるエビ養殖が主体となるが、汽水が雨期においても強い場合、年間を通したエビ養殖、また雨期は降雨を利用して雨期稲作が可能な場合、エビ養殖（乾期）→稲作（雨期）のローテーションも考えられる。</p>
2. 渇水（淡水不足）	<p>1. 塩水侵入と関係するが、既存のメコン河に設けられた取水口から塩水が入り込むため、新規水源の確保が必要となる。新規水源の確保として可能性があるのは、取水地点をより上流部に移動することである。すなわち、塩水が到達していない上流部から新規に取水して従前の灌漑水田に淡水を運搬することが必要となる。</p> <p>2. より少ない灌漑水を利用する果樹等への作物転換を図ることも検討に値する。なお、塩分を含む灌漑水となっている場合、塩分にやや強いココナツなどへと作物転換することも考えられる。メコンデルタの主たる農産物は米であるが、米は国際価格の影響を受けるため2008年等の米価高騰時を除けば、通常は果樹（ココナツ含む）の方がより高収益を確保できる。</p>
3. 海面上昇	<p>1. 海岸部に堤防を建設（原則は土堰堤）、また、潮汐の流れが比較的緩やかなところはその外側にマングローブを植林、さらに潮汐の流れが早く侵食が大きな箇所はコンクリート等を用いた防波構造物が必要となる。あわせて、メコン河の水位も海面上昇に伴って上昇していくため、河川堤防の笠上げや強化も必要となる。</p>
4. 洪水発生	<p>1. 雨期の豪雨等によってメコン河が増水、氾濫する地域が発生している（海面上昇と組み合わせると、より湛水地域や洪水地域が広がる傾向にある）。河川堤防の建設が必要とされる。また、河川堤防は下流部では海岸堤防と連結することが必要である。</p> <p>2. 内陸部においても、例えば、Bac Lieu タウンでは大潮の時、一ヶ月あたり1～2日程、若干の湛水が発生すると報告されているが、豪雨時には湛水が長引いている。また、Soc Trang 省の中央部はもともと低湿であったことから、近年の集中豪雨とともに湛水がより深くなっていると報告され</p>

	ている。その他、Tien Giang 省の果樹園においても洪水・長期湛水のため果樹被害が報告されている。豪雨時に満潮時の海面上昇の影響を受けなくするための防潮水門の建設、果樹園等を守るリング堤防の建設、また排水施設（排水ポンプ）の設置等が必要とされる。
5. 降雨変化	<p>1. 降雨のパターンについて、特に雨期開始時の降り方が不安定になっていると報告されている（農民インタビューや村落 WS より）。また、雨期の末期において降雨量が増大することも予測されている。このことによって作付けや収穫に影響が発生するが、雨期作や雨期終了後の冬-春作の作付けを調整するなど、作付け体系の見直しが必要となる。</p> <p>2. 農民レベルでは集中豪雨が増えたなど降雨変化が報告されているが、例えばエビ養殖池の汽水濃度が短期間に下がればエビの生存率が低下することが知られている。対策の一つとしては、エビ池の構造を改良したり（一部分を深くすることによって、当該箇所の塩分濃度が急激に変化しないようにする）、また、盛土のような土構造物は豪雨に耐えられるような舗装構造物として設計・建設することなどが必要となる。</p>
6. 気温上昇	<p>1. 稲は特に受粉期などに 35 度以上の気温下におかれると、1 度の上昇当たり 0.6 トン/ha～1 トン/ha 程度の減少が発生するとの試験結果がある（Rice Production and Global Change: Scope for Adaptation and Mitigation Activities, R. Wassmann, SVK Jagadish, SB Peng, K Sumfleth, Y. Hosen, and BO Sander）。特に灌漑を利用する冬→春稲作の後半にて高い気温となる可能性があるが、これを避けるためには作付け期を前倒しする、あるいは開花・受粉が気温の低い早朝に可能となるような種の開発・導入等が考えられる。</p> <p>2. エビは高温期の 3 月において気温が 1 度上昇すると収穫量が 0.7 トン/ha 減少するとの報告がある（Impacts of Weather Variability on Rice and Aquaculture Production in the Mekong Delta, Dang Kieu Nhan, Nguyen Hieu Trung and Nguyen Van Sanh）。これを避けるため、この時期の水深を深く保つ、また水の入れ替えを頻繁に行う等が必要となる。</p>

出典：JICA 調査団

### 5.3 優先事業の選定

#### 5.3.1 ロングリスト優先事業

上記の選定の基準、また気候変動に伴う優先課題とその対応方針に基づき、以下の 9 優先事業をロングリストとして提案する。優先事業は、大きくは構造的対策と非構造的対策から構成されるが、前者はさらに特定のコンポーネントのみを取り扱うサブ・セクターを対象とした事業と、複数のコンポーネントでもってある特定の地域を対象とする事業の 2 つのカテゴリーを準備する。

#### 構造的対策（サブ・セクター対象実施）：

- 1) 塩水侵入対策防潮水門建設事業（セクター事業として実施）
- 2) 沿岸部保全・海岸堤防強化改善事業（セクター事業として実施）

#### 構造的対策（プロジェクト方式実施）：

- 3) 北ベンチェ（North Ben Tre）輪中地域改善事業（塩水侵入防止、淡水確保）
- 4) チャビン（Tra Vinh）省灌漑用水導水事業（新規水源の開発、稲作地域への塩水侵入防止）
- 5) バクリュー（Bac Lieu）沿岸地域水管理事業（洪水防除、乾期の淡水確保）
- 6) カマウ（Ca Mau）地域汽水可動・水管理事業（非構造的対策—ゲート管理—含む）

#### 非構造的対策：

- 7) 作付けパターン調整・改善プログラム（農業普及プログラムとして実施）
- 8) メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト（淡水域、塩水域、汽水域含む）
- 9) 持続的エビ養殖振興プログラム（粗放～準集約養殖対象、エビー稲作ローテーション振興）

#### 5.3.2 ショートリスト優先事業

上記で提案した 9 つのロングリスト優先事業から、以下の構造的対策として 2 事業、また非構造的対策として 2 つの事業をショートリスト優先事業として選定した。

#### 構造的対策：

- 1) 塩水侵入対策防潮水門建設事業（セクター事業として実施）

- 4) チャビン省 (Tra Vinh) 灌漑用水導水事業 (新規水源の開発、稲作地域への塩水侵入防止)

非構造的対策：

- 7) 作付けパターン調整・改善プログラム (農業普及プログラムとして実施)  
8) メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト (淡水域、塩水域、汽水域含む)

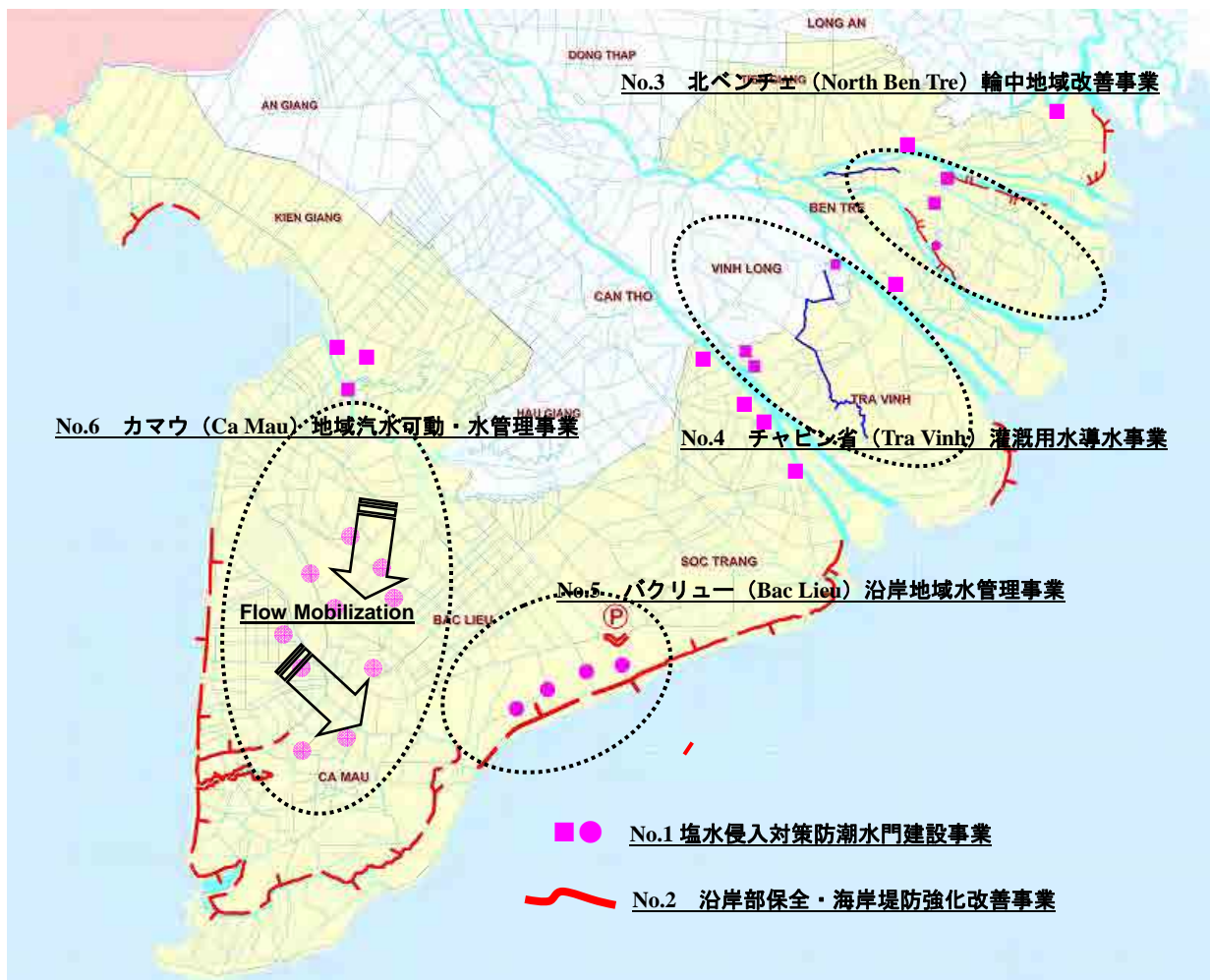


図 5.3.1 優先事業の位置図

注：図中の番号は上記プロジェクト・プログラム番号に一致

No.1 塩水侵入対策防潮水門建設事業はメコン河に接する水路や小河川出口が対象。

No.7 作付けパターン調整・改善プログラムは全域が対象

No.8 メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクトは全域対象

No.9 持続的エビ養殖振興プログラムは沿岸部が対象

フレームワークにおいて、No.1 塩水侵入対策防潮水門建設事業は、全プロジェクト・プログラムの中で最も優先度が高い。No.2 チャビン省 (Tra Vinh) 灌漑用水導水事業は、気候変動課題の中では 2 番目の優先度を与えられている渇水 (淡水不足) に対応するプロジェクト群の中で最も優先度の高い事業である。

非構造的対策として選択された No.7 作付けパターン調整・改善プロジェクトは、気候変動課題として最優先である塩水侵入に対応するプロジェクト群の中で 4 番目の位置を占める。また、フレームワークの中では 24、25 番目の農業分野として必要とされる事業である。No.8 流水管理能力向上プロジェクトは、共通課題に対応するプロジェクト群の中で最も高い優先度を有しており、水資源管理・灌漑排水分野の事業として必要とされる。

## 第6章 ケース・スタディー

第6章では、気候変動適応マスタープラン策定や優先事業を特定するために参考とした個別ケース・スタディーについて記載する。ケース・スタディーはメコンデルタにおける優先課題を対象として実施され、特に気候変動によって加速する課題に対して具体的な検討を行った。

### 6.1 優先課題に沿ったスタディー項目

優先課題に基づいて、ケース・スタディーで実施された検討内容は以下のとおりである。

- 1) 輪中地域における塩水侵入対策（Ben Tre 省北部）
- 2) 稲作地帯における淡水確保（Tra Vinh 省）
- 3) 沿岸地域における水管理（Bac Lieu 省）
- 4) 水流停滞地域における水の入れ替え（Ca Mau 半島部）
- 5) 最適海浜堤防の検討（沿岸部全域）
- 6) 持続的エビ養殖に関する検討

### 6.2 輪中地域における塩水侵入対策（Ben Tre 省北部）

#### 6.2.1 検討背景

ベトナム国政府は Ben Tre 省北部を流下する Ba Lai 川の末端に防潮堰を建設し、塩水侵入防止に努めている。地域の中流部～上流部にかけては稲作より高収益となるココナツや果樹が栽培されているが、さらなる塩水侵入が懸念されるため、輪中上流地域からの取水が必要となる。

#### 6.2.2 検討内容

塩水侵入解析、塩水濃度調査、水質調査を3項目検討した。

##### 1) 塩水侵入解析

想定されるメコン河流量に対して、塩水の浸入状況と淡水取水の可能性について、将来状況を解析・推定した。

- ✓ 解析モデルの範囲は、メコンデルタ全域と上流となるカンボディア領内の Kratie までのメコン河周辺の水域を含み、全ての解析でこの範囲の検討を実施した。
- ✓ 解析モデルに対するキャリブレーションは、1991年および2008年を平年流量、2000年を洪水流量、1998年を渇水流量として代表させ、それぞれ365日に対して1時間毎に実施した。
- ✓ 洪水期の解析モデル検証は、内陸部23か所の水位観測所の1時間毎のデータを用いて実施したが、解析誤差は5%未満である。
- ✓ 乾季における解析モデル検証は、内陸部12ヶ所の水質観測所の1時間毎のデータを用い、解析値と実測値における変化域がほぼ同様であることを確認した。
- ✓ 灌漑計画および設計に用いる流量としてベトナム政府が定める15%確率流量、25%確率流量などを採用すると共に、2050年までに想定される海面上昇値も考慮した。



図 6.2.1 Ben Tre 省北部の調査対象地域

- ✓ 水需要量は、2008年土地利用図に基づき月別に算定した。
- ✓ 海面上昇は、気候変動シナリオに基づいた現状（0cm）から100cmまでの値を用いた。

## 2) 塩水濃度調査

塩水侵入の状況を把握するため、メコン河に近い水路内およびメコン河に測定ポイントを設定し、表層、中位層、低位層の3つの深さに置いて測定を実施した。

## 3) 水質調査

Ba Lai 川に設置された Ba Lai 堰の周辺において水質調査を実施し、堰建設による河川堰止めの影響が水質に現れているか否かの検討を行った。

### 6.2.3 解析結果

#### 1) 塩水侵入

設計流量（15%渇水流量）：

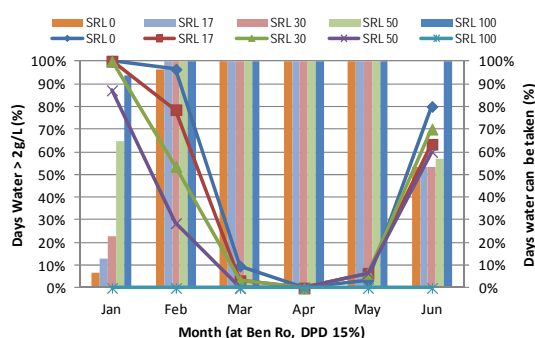


図 6.2.2 Ben Ro 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15%確率渇水、輪中西側  
出典：Sub-IHESV 及び調査団

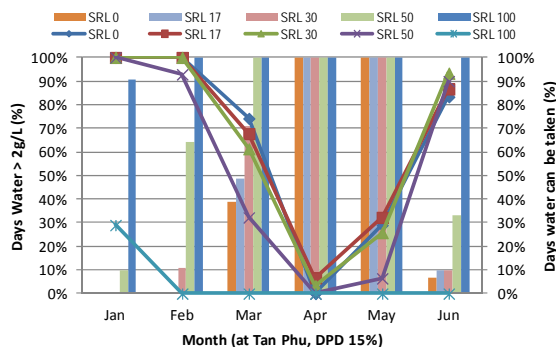


図 6.2.3 Tan Phu 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15%確率渇水、輪中東側  
出典：Sub-IHESV 及び調査団

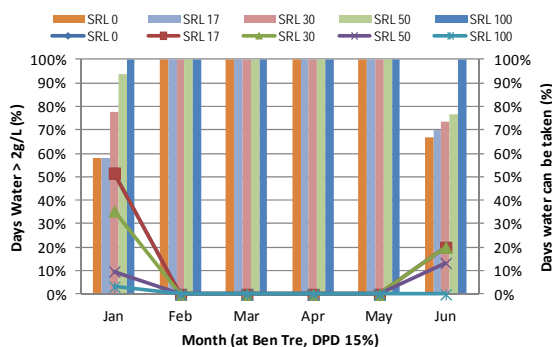


図 6.2.4 Ben Tre 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15%確率渇水、輪中西側  
出典：Sub-IHESV 及び調査団

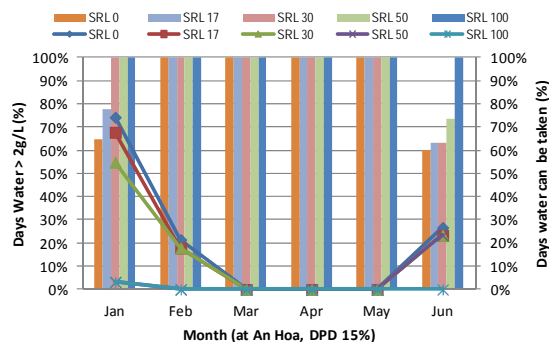


図 6.2.5 An Hoa 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15%確率渇水、輪中東側  
出典：Sub-IHESV 及び調査団

ベトナム国政府は、15%渇水流量（7年に1度の渇水）を灌漑計画および同施設設計の際の目標流量として設定しているが、解析では Ben Ro 地点、Ben Tre 地点、および An Hoa 地点において2月～5月にかけての塩水侵入が激しいことが判明した。

#### 2) 制限水位



水運上の制約から、運輸省では Ba Lai 堰上流において-2m が制限水位としている。2100 年想定  
の 100cm 海面上昇を除き、-2m の制限水位まで水路内の水位が低下することはない。ここで、  
15%確率渇水年を対象とした海面上昇 30cm (2050 年相当) の場合の 12 か所の取水地点につい  
て、実際に取水可能な水量を以下に示す。1 月から 6 月までの収支は 68 百万 m<sup>3</sup> の水不足である  
が、一番厳しい 2 月から 4 月までの累計水不足は 97 百万 m<sup>3</sup> である。

表 6.2.1 Ben Tre 省北部輸中における取水可能量と水需要 (15%確率渇水年 30cm 海面上昇)

No.	Name of Sluice	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	Total
1	Rach Chua	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	1.2
2	Tan Phu	4.5	12.1	8.2	0.6	5.2	6.4	37
3	Bon Thon	3.3	4.1	1.5	0.2	1.1	2.4	12.6
4	Kinh Dieu	1.1	0.9	0.1	0	0	0.6	2.7
5	Vam Nhua	0.2	0.1	0	0	0	0	0.3
6	An Hoa	10.4	5.3	0	0	0	1.9	17.6
7	Ben Ro	1.7	0.5	0	0	0	0.5	2.7
8	Thuc Dao	0.5	0.1	0	0	0	0.1	0.7
9	Bai Dac	0.7	0	0	0	0	0.2	0.9
10	Ong Doc	0.7	0	0	0	0	0.2	0.9
11	Song Ma	0.2	0	0	0	0	0	0.2
12	Ben Tre	6.4	0	0	0	0	1.5	7.9
Supply Capacity (m3/sec)		29.9	23.3	10.1	0.9	6.5	14	84.7
Water Demand (m3/sec)		26.32	32.89	22.93	15.86	5.8	7.26	168.2
Balance (m3)		9,279,360	-24,857,280	-33,255,360	-38,776,320	1,814,400	17,470,080	-68,325,120

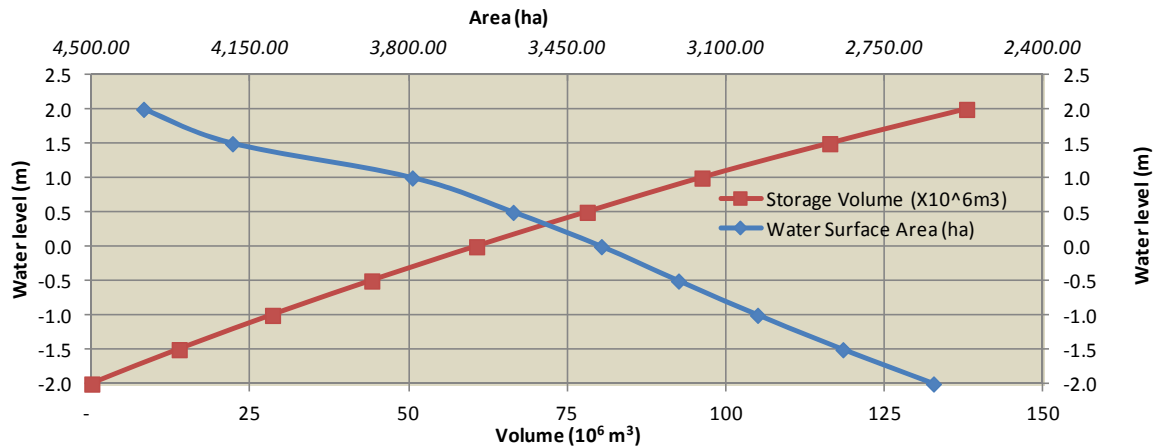


図 6.2.6 Ben Tre 省北部輸中における水路内の貯水位湛水面積曲線

出典: Sub-IHESV 及び調査団

7 年に一度の渇水年においては、30cm の海面上昇に対して 2 月から 4 月までに累計 97 百万  
m<sup>3</sup> の水不足が生じるが、北 Ben Tre の輸中内の水路に貯水可能な水量は+2m から制限水位の-2m  
までに 1 億 3,700 万 m<sup>3</sup> であり、スライド式ゲートを用いて水路の水位を高く  
保っていれば、水需要にこたえることが  
可能と考えられる。また、スライドゲート  
のスムーズな開閉により、塩分濃度  
に従った効果的な取水が可能になると考  
えられる。

6.2.4 水質測定

1) 塩水クサビの形成

Ben Tre 省において、3 月初旬から 4  
月にかけてのメコン河における塩分濃

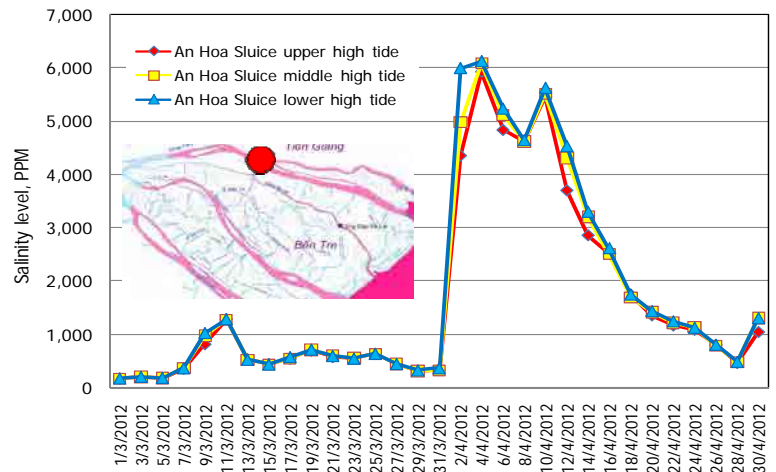


図 6.2.7 Ben Tre 省 An Hoa 地点における深度別塩分濃度分布

出典: Sub-IHESV 及び調査団

度を測定した結果によれば、水深の浅い部分、中程度の部分、底の部分どれも同程度の塩分濃度であることが確認され、塩水クサビの形成は認められなかった。従って、メコン河においては、選択取水は困難であると結論づけられる。

## 2) 閉鎖系水域での水質調査

表 6.2.1 には、Ba Lai 堰上流部分において測定した閉鎖系水域の水質を示す。表中右側にはベトナム国における水質基準を示し、黄色で塗った部分は基準値を上回った項目を示している。全体の傾向として乾期が進むにつれて水質が悪化するが、極端に悪化しているとは言い難い。Ba Lai 堰上流部分は、Ben Tre 省における幹線水路の末端部に相当する。堰は既に運用されて 10 年が経過している。乾期が終わり雨期の初旬（6 月初旬）には、水質は改善の方向を示した。

表 6.2.2 Ben Tre 省 Ba Lai 堰上流における水質調査結果

Indicator	Monthly Average				Vietnamese National Regulation			
	Feb.	March	Apr.	Worst	Surface water for aquatic life	Irrigation	Coastal water, aquaculture	
Eutrophication	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.028	0.020	0.297	0.366	<0.02	<0.04	-
	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0.131	0.171	0.054	0.274	<1.0	<0.5	<0.1
	PO <sub>4</sub> (mg/l)	0.082	0.094	0.048	0.183	-	<0.3	-
Water pollution	DO (mg/l)	4.22	5.91	5.42	3.74	>4	>2	>5
	BOD (mg/l)	0.9	0.7	0.5	1.0	-	<15	-
Turbidity	TSS (mg/l)	51	88	97	128	<100	<50	<50
	SO <sub>4</sub> (mg/l)*	50	400	1,477	1,549	-	<600	-
Acidity	pH	7.65	7.71	7.61	7.85	6.5-8.5	5.5-9.0	6.5-8.5
	EC(μS/cm)	1,243	8,358	29,567	31,700	-	-	-
Salinity	TDS (mg/l)**	796	5,349	18,923	20,288	<1000	<2000	-

## 6.3 稲作地帯における淡水確保 (Tra Vinh 省)

### 6.3.1 検討背景

Tra Vinh 省では 2011 年に塩水侵入の影響が報告されているが、冬春稲作において 8,000ha の農地が通常の 3 割以下の減収に落ち込み、3,000ha の農地で 3 割から 7 割減となる収穫しか得られなかった (Tra Vinh 省全体の稲作面積は 2010 年の統計で 92,000ha)。Tra Vinh 省における稲作地帯の淡水確保に当たっては、省内だけの取水では不足が予測されるため、上流となる Vinh Long 省からの導水が必要と考えられる。このことから、ここでは上流に位置する省からの導水について検討した。



図 6.3.1 調査対象地域: Tra Vinh 省における淡水確保

### 6.3.2 検討内容

Vinh Long 省から Tra Vinh 省への淡水導水に可能性と移転計画の概況について検討した。

### 6.3.3 解析結果

#### 1) 塩水侵入

#### 設計流量 (15%渇水流量) :

15%確率渇水流量 (7 年に 1 度の渇水) に対して、Tra Vinh 省の東側の取水点候補では、4 月に取水が困難であることが分かる。西側においては、Mang Thit1 において乾季の期間中継続的な取水が可能である。また、Vung Liem においては 4~5 月、Tan Dinh では 3 月の取水が困難である。

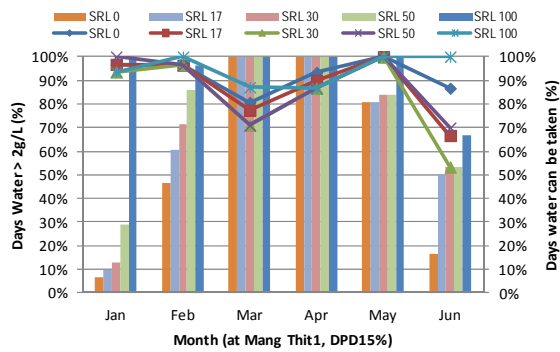


図 6.3.2 Mang Thit1 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15% 濁水流量、省の西側  
出典: Sub-IHESV 及び調査団

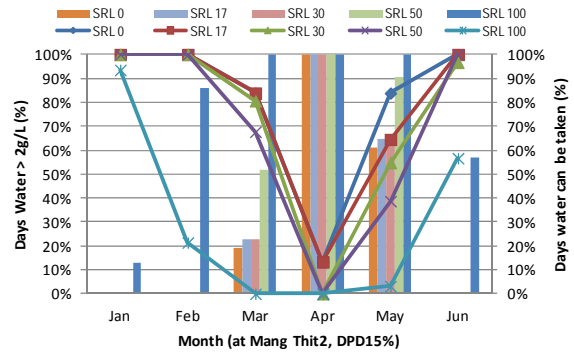


図 6.3.3 Mang Thit2 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15% 濁水流量、省の東側  
出典: Sub-IHESV 及び調査団

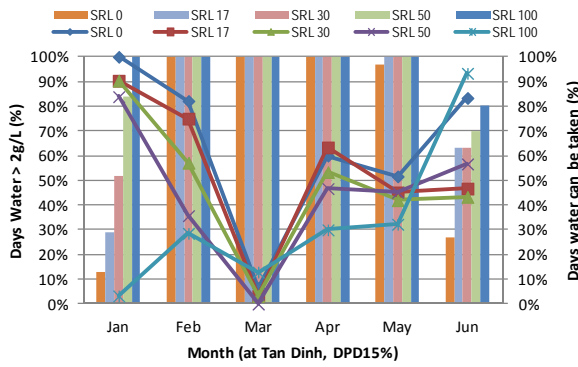


図 6.3.4 Tan Dinh 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15% 濁水流量、省の西側  
出典: Sub-IHESV 及び調査団

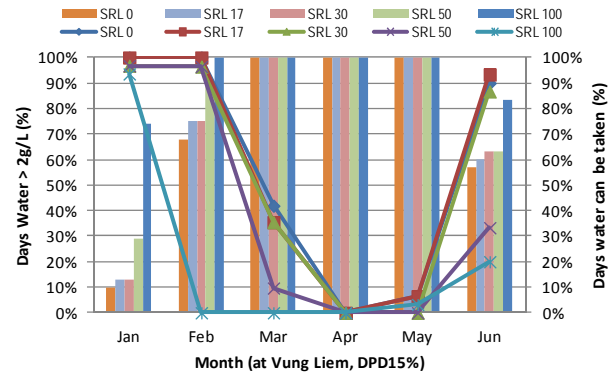


図 6.3.5 Vung Liem 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15% 加水流量、省の東側  
出典: Sub-IHESV 及び調査団

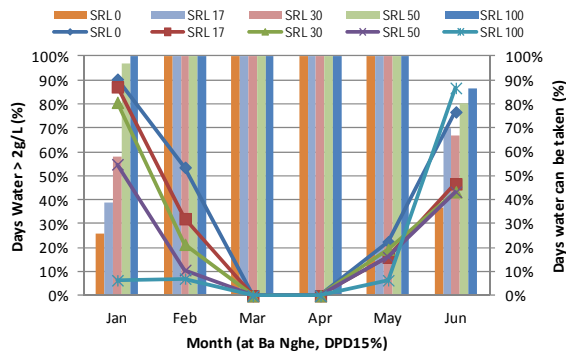


図 6.3.6 Ba Nghe 地点における塩分濃度 2g/L 以上となる日の月別割合（線分表示）及び取水可能となる日の月別割合（棒グラフ）：15% 濁水流量、省の西側  
出典: Sub-IHESV 及び調査団

## 2) 制限水位

La Ban 堰地点での水位-1m を制限水位とする Tra Vinh 省において、検討した全てのケースにおいて制限水位である-1m を上回ったことから、取水の水位による制限は必要ない。15% 確率濁水流量における 2050 年相当の海面上昇を見込んだ水の需要と供給については、Tra Vinh 省内だけの取水量では Tra Vinh 省の水需要を満たすことはできず（表 6.3.1 黄色部分参照）、その水需要量は供給可能量の 3.3 倍（表 6.3.1 桃色部分参照）に達している。このため、上流である Vinh Long 省からの導水が必要である。

Vinh Long 省内にある水路を利用して導水するためには、十分な通水面積の確保が必要であり、そのためには水路の拡幅および浚渫工事が必要となる。また、塩水の侵入を避けて安全な取水のためには、水位および塩水濃度の測定結果を反映させたゲート操作による取水が必要と考える。

**表 6.3.1 各取水地点における取水可能量と Tra Vinh 省における水需要との関係(P=15%, SRL30cm): m<sup>3</sup>/sec**

No.	Name of Sluice	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	Total
1	Mang Thit 1	23.5	20.5	10.8	45.0	37.2	7.9	144.9
2	Mang Thit 2	40.6	38.1	38.4	0.0	24.6	31.8	173.5
3	Bung Truong	1.9	1.5	0.4	2.3	2.2	0.7	9.0
4	Vung Liem	11.2	9.0	2.0	0.0	0.0	6.1	28.3
5	Ngang Am	1.9	2.6	0.8	0.0	0.0	1.8	7.1
<b>Sub-total (supply in Vinh Long)</b>		<b>79.1</b>	<b>71.7</b>	<b>52.4</b>	<b>47.3</b>	<b>64.0</b>	<b>48.3</b>	<b>362.8</b>
6	Tan Dinh	2.2	0.9	0.0	0.8	1.2	0.9	6.0
7	Ba Nghe	3.1	0.4	0.0	0.0	1.2	1.8	6.5
8	Rach Rum	2.8	0.3	0.0	0.0	0.6	1.7	5.4
9	My Van	7.1	0.5	0.0	0.0	0.9	4.1	12.6
10	Cai Hop	10.0	5.9	0.3	0.0	0.0	3.6	19.8
11	Lang The	15.0	4.6	0.0	0.0	0.0	4.0	23.6
<b>Sub-total (supply in Tra Vinh)</b>		<b>40.2</b>	<b>12.6</b>	<b>0.3</b>	<b>0.8</b>	<b>3.9</b>	<b>16.1</b>	<b>73.9</b>
Water Demand (Tra Vinh)		<b>55.8</b>	<b>47.8</b>	<b>30.6</b>	<b>47.8</b>	<b>34.1</b>	<b>24.5</b>	<b>240.6</b>
<b>Balance (Tra Vinh only)</b>		<b>-15.61</b>	<b>-35.16</b>	<b>-30.31</b>	<b>-46.97</b>	<b>-30.21</b>	<b>-8.43</b>	<b>-166.69</b>
Balance (Tra Vinh + Vinh Long)		63.5	36.5	22.1	0.3	33.8	39.9	436.7

#### 6.3.4 Tra Vinh 省における住民移転状況

Tra Vinh 省では 2011 年の海水侵入により稲作に大きな打撃を受けており、河口の防潮堰の建設に加え、水路の流量増加のため、Tra Vinh 省から Vinh Long 省に至る Say Don – May Tuc – Nga Hau 水路の拡張が必要とされている。その場合、水路沿いの 254 世帯（計 1,199 名）の移転が必要となる。この 254 世帯のほとんどが農家であり、主に稲作を営んでいる。この 254 全世帯を対象にセンサス調査を、さらに 50 世帯を対象にインタビュー調査を実施した。

254 世帯の平均現金収入は約 6 百万ドン/人/年（29 百万ドン/世帯/年）であり、これは Cuu Long デルタの平均世帯現金収入である 21.3 百万ドン/人/年（Statistical Yearbook、2010）に比べてかなり低い。全世帯が電気を使用しており、主な飲料水源として共同水栓や雨水、あるいは水路の水を利用している。家屋の構造について、レンガ造りが約 150 世帯、草葺の家屋が約 60 世帯である。1 世帯あたりの平均農地面積は 0.5ha であり、農家のほとんどが稲の 3 期作を営んでいる。また、インタビュー調査によると、稲の単収は平均で 4.5 トン/ha～6.5 トン/ha である。住民移転・土地収用などにかかる費用は以下のとおりであり、全体で 343,326 百万ドンと見積られている。

**表 6.3.2 Say Don – May Tuc - Nga Hau 水路拡幅に伴い必要となる住民移転費用**

No	Items of Compensation	Cost (million VND)
1	Houses	16,248
2	Other constructions	180,256
3	Residential land	73,944
4	Agricultural land	44,646
5	Plants and vegetables	9,207
6	Resettlement	12,954
7	Cost for supporting resettlement of Compensation Board	6,071
<b>Total cost</b>		<b>343,326</b>

出典：Tra Vinh DARD

## 6.4 臨海地域における水管理（Bac Lieu 省）

### 6.4.1 背景

臨海地域の水管理として、Bac Lieu 省を対象に 2 つの検討を実施した。まず土地利用であるが、図 6.4.1 に示すように大きく 3 つに分けられ、稲-エビ輪作（紫）、エビ養殖（橙）、および稲作（薄緑）が隣接する。汽水を用いるエビ養殖においても海水の濃度を下げるために淡水の需要が特に乾期に多いため、メコン河の支流である Bassac 川からの淡水取水の可能性を検討した。

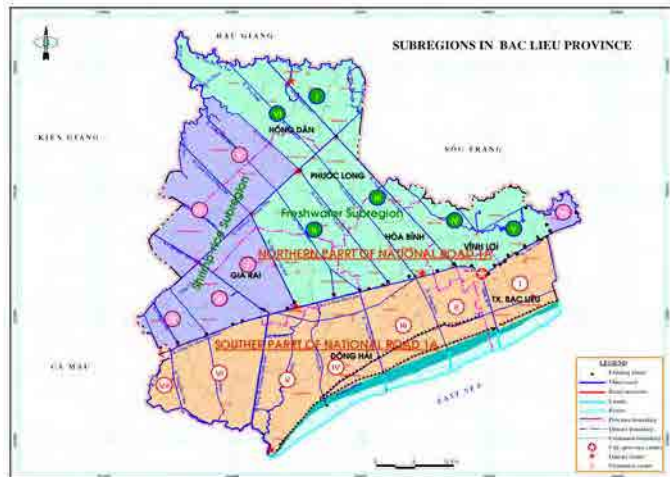


図 6.4.1 Bac Lieu 省の水利用区分  
 (薄緑：稲作、紫：稲作-エビ養殖、橙：エビ養殖)  
 (出典; Sub-IHESV 及び調査団)

次に、Bac Lieu 省における East Sea に面した多くの水路は水門の設置がされておらず、雨期の大潮時に市街地中心部が月に 2 回 20~30cm の海水による浸水を被ることがある。潮位の上昇時に強い降雨があった場合では、50cm もの浸水が年間数回引き起こされており、市街地中心部における浸水対策を検討した。

### 6.4.2 解析結果

#### 1) 現況

期別水需要から、1 月における水需要が最も厳しい（高需要）と判断されたため、1 月での検討を実施した。水需要には、畑作を始めとして生活用水、家畜などへの需要も含まれる。エビ養殖地域においては、海水を 18-20g/L 程度に薄めるための淡水需要であるが、稲作-エビ地帯では周囲から汽水を取り入れることが可能であるため、エビ養殖地域に比して淡水需要が低くなる。解析によれば、現状で水田地帯から流用可能な淡水は 1.53m<sup>3</sup>/sec であると判明した。

#### 2) 作付変更による水需要の低減効果

作付変更は水需要を低減することのできる一つの方法であるが、ここでは稲作地域の一部を稲作-エビ養殖に変更することによる水需要低減効果を検証した。作付変更の対象として稲-エビ輪作地域に隣接する稲作区画の 25,860ha を選択した。

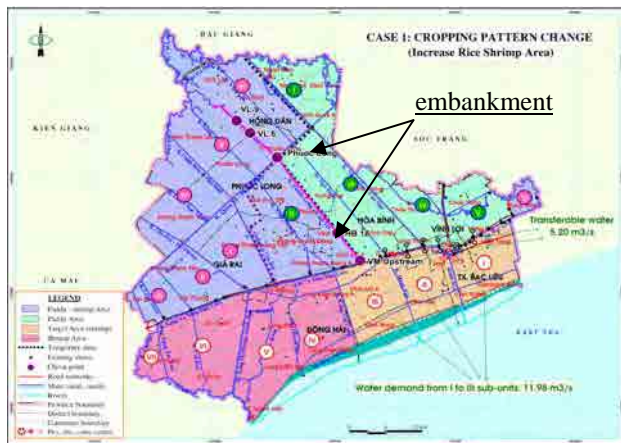


図 6.4.2 作付変更後の土地利用  
 (出典; Sub-IHESV 及び調査団)



図 6.4.3 土地利用変更後の塩分濃度分布  
 (出典; Sub-IHESV 及び調査団)

作付変更により、面積当りの水需要から得られる単純計算では  $8.99\text{m}^3/\text{sec}$  の水需要低減可能となるが、解析結果は 1 月期に  $3.67\text{m}^3/\text{sec}$  の水需要低減となった。幹線水路における塩水侵入を食い止め（高い水位を保つ）ためには多くの淡水が必要となる。

### 3) 給水量の増加

給水可能量は水路の拡幅と水門の設置によっても可能であり、解析では、2 つの水路拡幅（図 6.4.4 右上部分の折れ曲がり赤点線）と 1 ヶ所水門を設置して必要な淡水が得られた。

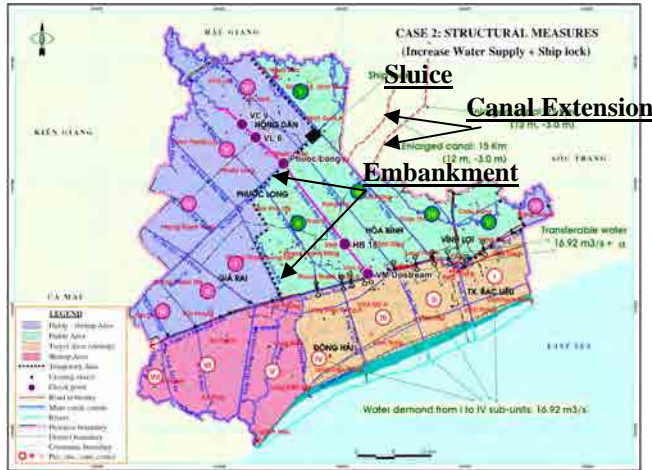


図 6.4.4 拡幅水路及び水供給対象地（橙）  
（出典：Sub-IHESV 及び調査団）

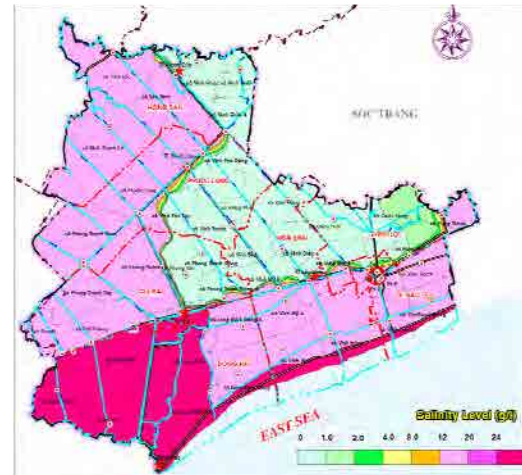


図 6.4.5 水路拡幅による塩分濃度分布  
（出典：Sub-IHESV 及び調査団）

### 6.4.3 考察

メコンデルタにおける稲作とエビ養殖では、必要とする用水の塩分濃度が異なるが、乾期における水需要は切迫している。作付けの変更は、水需要を減少させる方法の一つとして考えられているが、今回の検討では効果的な結果を得ることはできなかった。理由として、①エビ養殖に転換することでその場所での淡水需要は低減するが、隣接する稲作地域には濃い塩分濃度として影響すること、②幹線水路での塩水侵入を防止するために大量の淡水を流す必要があること、③塩水侵入防止のために水止め施設や堤防の設置など水利施設による物理的な対策が必要なこと等である。

広範囲で幹線水路に囲まれた地域全体における作付変更は水需要低減の効果が見込まれるかもしれないが、今回のように中・小規模な地区での作付変更は塩分濃度の調整が複雑となるため、効果の発現が抑えられてしまう。以上のことから、作付変更だけでなく、水門設置、水路拡大などの水利施設も利用したソフト・ハードの両面による水需要低減策が高い効果を示すと考える。

### 6.4.4 浸水防止対策

#### 1) 対象地域および対策計画

Bac Lieu 省の市街地中心部は East Sea と非常に近い位置にあり、海面上昇の影響も大きいと考えられる。しかし、市街地中心部は大潮による浸水に対して何の対策も施されておらず、激しい降雨と同時に発生した大潮による浸水が度々報告されており、車両を始めとする機材や機械の腐食の危険度は他省の中心部よりかなり高い。今回の検討では、市街地中心部への大潮侵入防止および排水状況の改善の二つの方法を検討した。また、大潮侵入において洪水年である 2000 年メコン河水位を用い、海面上昇 17cm（2030 年相当）および 30cm（2050 年相当）で浸水状況を確認した。



図 6.4.6 Bac Lieu 市街地中心部における海水侵入防止のための一般計画図  
(出典: Sub-IHESV 及び調査団)

## 2) 堤防高さ

海の波浪から地域全体を守る意味での海浜堤防とは異なり、Bac Lieu の市街地周辺に配置する防潮堤防の高さには、ベトナム基準で 40cm の余裕高さが用いられる。シミュレーションによる 2030 年および 2050 年の Bac Lieu 市街近くにおける水位上昇はそれぞれ 17cm、28cm となり、余裕高の 40cm の範囲に入ることが確認された。

この堤防高さに合わせる形で、水門および排水ポンプを計画する。計画では Bac Lieu 中心街を 2 つのブロックに分け、旧市街を含む東側部分をフェーズ I とし、新興地域が多い西側地域をフェーズ II として浸水からの被害を低減させることとした。排水ポンプは市街の主要水路の出口を中心に設置し、残りの主要水路の出口部分に水門を配した。

## 2) 事業費算定

事業では海水侵入防止のための水門、排水のためのポンプ場を中心として、それらに関連するコンクリート壁、排水溝など排水路を計画した。事業費は総額で 35,255 億 VND (169.5 百万 USD) である。

## 6.5 Ca Mau 半島における水停滞地域での水流動化促進

### 6.5.1 背景

Ca Mau 半島はメコン河から遠く離れているため淡水を得ることが難しい地域であるが、それが故にエビ養殖が盛んな地域でもある。Ca Mau 半島のもう一つの特徴は、図 6.5.1 に示されるように、この地域が二つの異なる潮汐に影響される点である。図の中において、東の海と西の海から

の潮汐の影響を受ける範囲の境界上の地域は、両者の影響を受けるため水が停滞する地域である。

エビ養殖は高収入をもたらすことができる一方で、病気発生による損害発生の危険もある。実際、病気発生によりエビ養殖において2割から全損の報告もなされている（図 6.5.2 参照<sup>1</sup>）。エビの病気発生を低減させる一つの方法として、水循環を促進して病気発生の原因となっている停滞した水を速やかに地域から動かすことが考えられ、水門を設置・操作することによる停滞水の流動化について、エビの病気が発生しやすい乾季における解析を実施した。

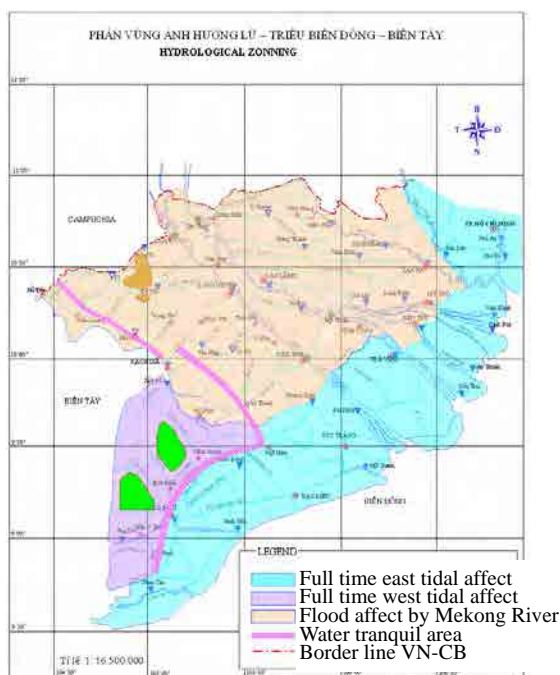


図 6.5.1 潮汐の影響におけるメコンデルタの分類  
(出典: SIWRP)



図 6.5.2 Ca Mau 半島において 2012 年水質悪化が原因と考えられるエビ病気が発生地域  
(出典: カマウ省公式ホームページより)

## 6.5.2 解析結果

下表のとおり、ゲート操作なしに対して、ゲート操作を実施した場合は East Sea から West Sea に向けて流水の増加が見込まれる。図 6.5.3 に例として幹線水路の解析結果を図化したものを示す。

表 6.5.1 Ca Mau 半島における水流動化解析の結果

Canal Network	Operation	Duration	Inflow (East Sea)	Outflow (West Sea)
1	A single main canal (1998)	Without gates	13.07m <sup>3</sup> /sec	13.05m <sup>3</sup> /sec
	A single main canal (1998)	With gates	34.01m <sup>3</sup> /sec	33.84m <sup>3</sup> /sec
2	A single main canal (2001)	Without gates	6.74m <sup>3</sup> /sec	6.87m <sup>3</sup> /sec
	A single main canal (2001)	With gates	16.7m <sup>3</sup> /sec	17.16m <sup>3</sup> /sec
3	Main canals (1998)	Without gates	22.36m <sup>3</sup> /sec	21.80m <sup>3</sup> /sec
	Main canals (1998)	With gates	50.19m <sup>3</sup> /sec	50.47m <sup>3</sup> /sec
4	Main canals (2001)	Without gates	20.47m <sup>3</sup> /sec	21.45m <sup>3</sup> /sec
	Main canals (2001)	With gates	49.72m <sup>3</sup> /sec	51.04m <sup>3</sup> /sec
5	Main+ secondary canals (2001)	Without gates	17.60m <sup>3</sup> /sec	22.96m <sup>3</sup> /sec
	Main+ secondary canals (2001)	With gates	34.89m <sup>3</sup> /sec	37.50m <sup>3</sup> /sec
6	Main+ secondary canals (2001)	Without gates	-11.16m <sup>3</sup> /sec	36.98m <sup>3</sup> /sec
	Main+ secondary canals (2001)	With gates	15.16m <sup>3</sup> /sec	86.14m <sup>3</sup> /sec
7	Main+ secondary canals (2001), CLCB	Without gates	11.16m <sup>3</sup> /sec	36.98m <sup>3</sup> /sec
	Main+ secondary canals (2001), CLCB	With gates	11.32m <sup>3</sup> /sec	38.71m <sup>3</sup> /sec
8	Main+ secondary canals, SLR0cm (2001)	With gates	15.16m <sup>3</sup> /sec	86.14m <sup>3</sup> /sec
	Main+ secondary canals, SLR17cm (2001)	With gates	13.57m <sup>3</sup> /sec	82.97m <sup>3</sup> /sec
	Main+ secondary canals, SLR30cm (2001)	With gates	7.37m <sup>3</sup> /sec	70.72m <sup>3</sup> /sec

<sup>1</sup> Ca Mau 省 Cai Nuoc における粗放エビ養殖について、Ca Mau 省のホームページでは 20ha でエビの病気が発生したとしており、調査団の現地調査では Tran Thoi 地区で 80-90%の地域がエビの病気の影響を受けたとされている。



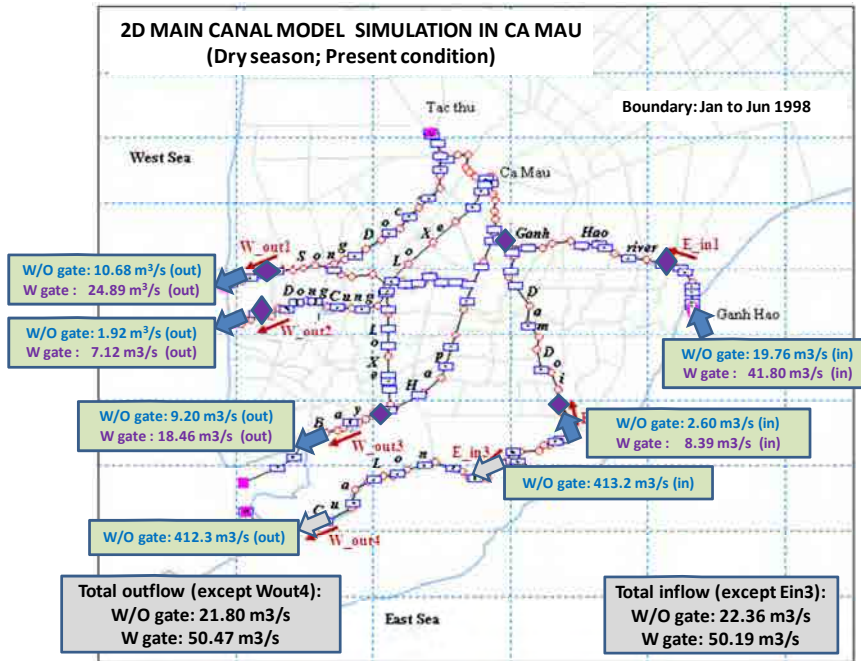


図 6.5.3 複数幹線水路モデル：ゲートあり、無し (Main Canals 1998, Dry Season)  
出典: IHESV 及び調査団

### 6.5.3 考察

Ca Mau 半島では自然状態で East Sea から West Sea に向けて流水が発生しているが、これはそれぞれの潮位の変動に起因しているものと考えられる。East Sea の Ganh Hao 地点および West Sea の Song Doc 地点において 1998 年および 2001 年における 1 月～6 月までの潮位を以下に示す。これらは 1 時間毎の潮位を 6 カ月分並べたものであるため、満潮、干潮などの変化を必ずしも示すものではないが、両者の潮位変化の差は歴然としている。

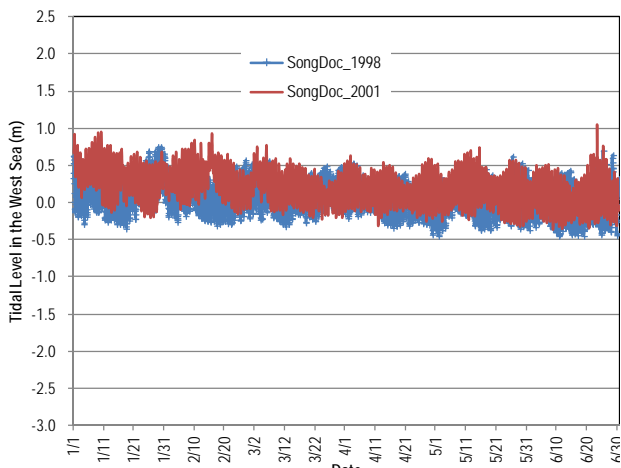


図 6.5.4 1 時間ごとの West Sea における潮位変動 (Song Doc 地点)；1998 年 (青)、2001 年 (赤)  
出典: IHESV 及び調査団

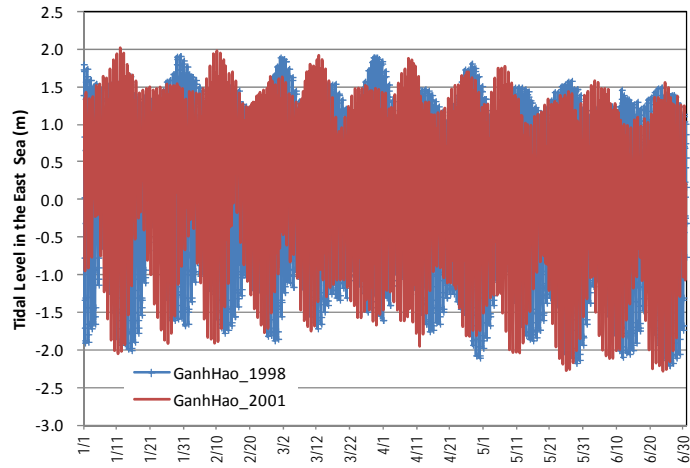


図 6.5.5 1 時間ごとの East Sea における潮位変動 (Ganh Hao 地点)；1998 年 (青)、2001 年 (赤)  
出典: IHESV 及び調査団

海水面上昇について検討した結果からは、海水面上昇によって East Sea から West Sea に向かう流量が減少することが確認された。海水面上昇は海水の取り入れを容易にすることから、エビ養殖において望ましいとされているが、水の流動性においては必ずしも望ましい状況が発生する訳ではないことが確認された。

## 6.6 地域別最適海浜堤防の検討

### 6.6.1 背景

沿岸に接する省において優先される事業のひとつに海浜堤防の建設があるが、それは海水面上昇と台風の増加に対する備えである。ベトナム国政府はプログラム 667 において種々の海浜堤防の建設を続けている。海浜堤防は、形式の選定により建設費用が大きく異なる。コンクリートを用いない堤防は安価であるが、一方では海水面上昇や台風などに耐えられない可能性がある。コンクリート堤防は安定性に優れるが逆に高価となる。これらの選定に関し、現地の状況に応じた種類の堤防を選択するために、検討を実施した。

### 6.6.2 検討項目

検討においては、メコンデルタの沿岸部の海流解析により堆砂、浸食傾向を把握し、沿岸部全域にわたって適正な海浜堤防を検討した。

#### 1) 解析

解析では変化する沿岸部の傾向を、海浜形態、地質、また堆積厚さ、海流、潮位、波性状などから把握する。以下に解析条件等を示す（詳細は英文報告書 Appendix 参照）。

- ✓ 解析モデルは、北端を台湾、東端をフィリピン諸島、南端をシンガポールとし、西端はメコン河の Tan Chau および Chau Doc とした。海洋地形は、アメリカ海洋局（NOAA）が発行しているものを用いた。
- ✓ 境界条件は、海洋部において Taiwan 海峡、Bashi 水道、Mindro 海峡、Lumbucan 水道、Singapore 海峡の時間水位データを用い、河川部においては Tan Chau および Chau Doc の時間水位データを用いた（図 6.6.1 参照）。
- ✓ メコン河の浮遊砂における境界条件は、Tan Chau および Chau Doc における 2009 年水資源局測定結果を用いた。
- ✓ モデルのキャリブレーションは、メコンデルタ周辺の 6 ヶ所について、2009 年の測定値と比較することで実施した。

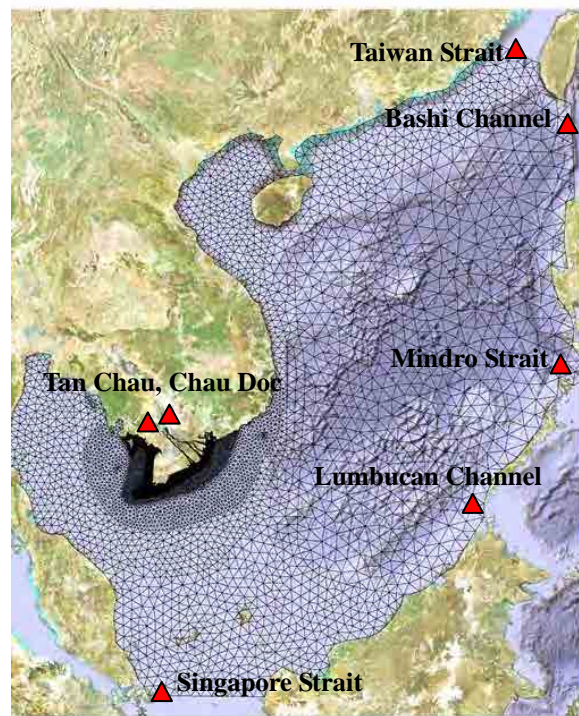


図 6.6.1 解析に用いた接点格子  
出典: ICOE 及び調査団

#### 2) 海浜堤防

解析および現地調査で明らかになった沿岸部の現状を基に、各省における最も適切な海浜堤防を提案する。現状は浸食、堆積、マングローブなどで表示され、これに対してコンクリート堤防、植林など現地に適した方法を提示した。

### 6.6.3 解析結果

#### 1) 沿岸部の概要

メコンデルタの沿岸部は大きく 4 つゾーンに区分することができ、調査対象地域の 7 省は 3 つ

のゾーン内に分布している。大まかなゾーンの位置を図 6.6.2 に示す。

**1.1) Can Go ゾーン**

Can Go ゾーンは、ホーチミンの河口および沿岸部で構成されており、Dong Nai 川からの浮遊砂供給があまり多くないため、浸食傾向があると判断される。

**1.2) Go Cong – Tran De ゾーン（ゾーン 1：図 6.6.2 の青色部分）**

ゾーン 1 は、Tien Giang 省の Go Cong から始まり Soc Trang 省の Tran De まで続き、Tien Giang 省、Ben Tre 省、Tra Vinh 省および Soc Trang 省の一部を含む。このゾーンは全てのメコン川の河口を含んでいることから、基本的に堆積傾向にある。

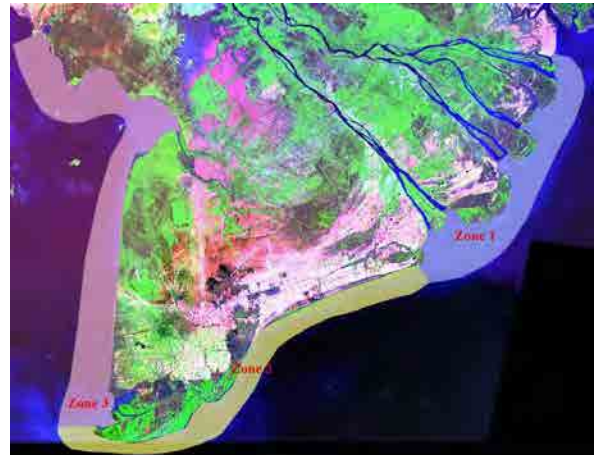


図 6.6.2 メコンデルタの沿岸部 3 ゾーン  
出典: ICOE 及び調査団

**1.3) Vinh Chau – Ca Mau Cape ゾーン（ゾーン 2：図 6.6.2 の黄色部分）**

ゾーン 2 は Soc Tran 省、Bac Lieu 省、および Ca Mau 省を含む。強い波が押し寄せ、また潮流が激しいことからこのゾーンは基本的に浸食傾向が強い。

**1.4) Ca Mau Cape – Ha Tien ゾーン（ゾーン 3：図 6.6.2 の赤紫部分）**

穏やかな潮位変化と波性状のため、このゾーンは安定ゾーンと位置付けられる。カマウ岬の西側では、潮と波が弱いことから堆積が生じる。

**2) 浸食／堆積予測**

表 6.6.1 湾岸地域における浸食／堆積の傾向

Material/Zone	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Mud (Dry Season)	Deposition / Erosion	Erosion	No-significance
Mud (Rainy Season)	Deposition	No-significance	No-significance
Sand (Dry Season)	Erosion	Erosion	Erosion
Sand (Rainy Season)	Erosion	Erosion	Deposition (CM cape) / Erosion

現状の潮流および波高は、雨季よりも乾季に顕著となり、West Sea よりも East Sea において高い値を示す。これらに基づき、表 6.6.1 に浸食／堆積の傾向をまとめた。また、図 6.6.3 には、例として 2050 年相当の気候変動で予測される海面上昇 30cm に対する浸食および堆積の傾向を図示した。青色は浸食傾向を示し、赤色は堆積傾向を示している。

砂は耐食性に乏しく、特にゾーン 1 およびゾーン 2 でその傾向が大きい。砂が堆積出来るのはカマウ岬の西側だけである。

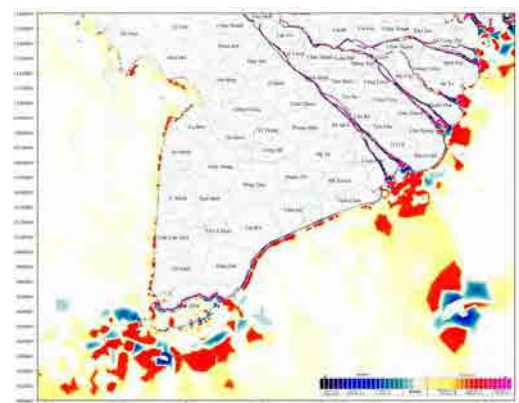


図 6.6.3 砂の浸食/堆積傾向(乾期、海面上昇 30cm)  
出典: ICOE 及び調査団

**6.6.4 海浜堤防**

解析により、乾期における海岸浸食は雨期に比して深刻であり、East Sea は West Sea に比して

浸食傾向が高く、砂は浸食性が強いことが示された。以下に傾向をゾーン別に述べる。

- 1) ゾーン 1：メコン河の河口部分であり、引き潮時の潮流速度は河口部周辺で速い。早い潮流に対して十分耐える構造が必要であり、堆積やマングローブの成長を助ける構造も必要である。対策工は、コンクリートの堤防とマングローブによる植林が主体と考えられる。
- 2) ゾーン 2：堆積物の供給が非常に限られており、基本的に浸食優位の沿岸部である。特に乾期には浸食の可能性がある場所が長く続いていることから、マングローブ林の部分を除き、コンクリート堤防や積み石工などが対策工の主体と考えられる。
- 3) ゾーン 3：潮流および波高は穏やかであるが、メコン河からの浮遊砂の供給は非常に限られている。粘土の耐食性は高く、対策工としてはマングローブの植林と再植林が主体と考えられる。

上記の解析結果および現地調査に基づき、各沿岸部に適した海浜堤防として、コンクリート製、積み石工、マングローブ保護工、およびマングローブ植林などを選定した。

## 6.7 持続的な粗放型および家族経営による準集約型エビ養殖

### 6.7.1 インタビュー結果

対象となった農家は平均約 13 年のエビ養殖経験を持ち、平均 1.8ha の養殖池でエビ栽培を実施している。最大は 5.9ha、最小は 0.075ha である。農家は通常 1～3 か所に養殖池を分け、各池はほぼ同じ大きさにして管理をしやすくしている。2011 年には約 30% の農家がマイナス収支になっており、5% (15 農家) が全損となっている。損害の原因として農家は稚エビの質、水の汚染、気候変動などを考えているが、はっきりした原因については把握できていない。村落の周辺には多くの稚エビ池があるが、それらが品質保障されたものか否かは把握されていない。多くの農家は自分の池の水質は良好だと考えており、水処理のために多くの農家が炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>) を用いている。

### 重回帰分析

エビ養殖に関する種々の要因について重回帰分析を実施した。この解析ではエビの単収を従属変数とし、他の要素を独立変数とした。多くの項独立変数から、主なものをについてまとめると以下のとおりとなる。

表 6.7.1 従属変数 (単収 : kg/ha) と独立変数との個別相関係数

Factors (dependent variable)	Extensive farming	Semi-intensive farming
Intensity of larvae (nos/m <sup>2</sup> )	r = -0.02	r = 0.25
Fertilizer (X1,000VND/ha)	r = 0.43	r = 0.25
CaCO <sub>3</sub> (X1,000VND/ha)	r = 0.29	r = 0.56
Food (X1,000VND/ha)	r = 0.07	r = 0.86
Medicine (X1,000VND/ha)	- (no use)	r = 0.38
Water Quality (4 grades)	r = 0.28	r = 0.19
Use of Certified Larvae	r = 0.06	r = 0.19

準集約型エビ養殖にあつては餌の供給、粗放型エビ養殖にあつては植物性プランクトンの発生を促すが肥料の投入が単収増加の鍵となっている可能性が高い。粗放養殖では、肥料と他の項目とを組み合わせると有意水準 5% の重回帰分析を実施したが、決定係数 (R<sup>2</sup>) が 0.5 を超えるような組合せは見つからなかった。準集約型養殖については、以下のとおりである。

## &lt;準集約型エビ養殖&gt;

エビ単収 (kg/ha) = 48.3 + 9.08A + 0.00997B + 0.00372C + 0.0206D

A: 稚エビ放流密度 (匹/m<sup>2</sup>)

B: 餌経費 (1,000VND/ha)

C: 薬品経費 (1,000VND/ha)

D: CaCO<sub>3</sub> 経費 (1,000VND/ha)

n = 79, R<sup>2</sup> = 0.77, 有意水準 5%

結果として、エビの単収は大きく 4 つの項目（稚エビ放流密度、餌経費、薬品経費、炭酸カルシウム経費）に依存していることが判明した。

## 6.7.2 持続可能なエビ養殖手法

粗放型エビ養殖に関し、病気にかかる率を軽減するという取り組みもあり、地元の Can Tho 大学を中心にして、温度および塩分濃度の変化に適応が可能な取り組みがなされている（下図参照）。

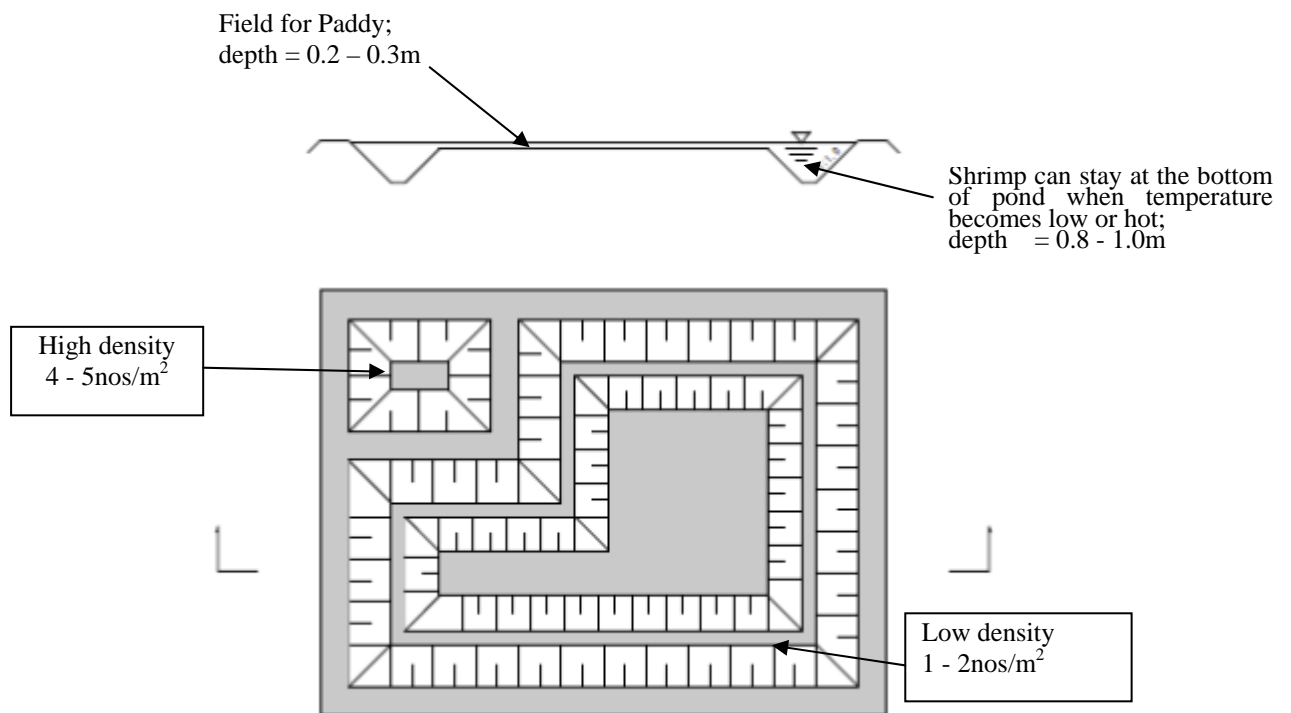


図 6.7.1 改善粗放型エビ養殖池の横断面（上側）と平面配置（下側）

出典: Sub-IHESV 及び調査団

図に示される高密度部分は、稚エビを投入する池である。残りの大半の部分は、成長した稚エビを大きくして出荷まで飼育する池となる。このように稚エビの養殖場所と成長したエビの養殖場所を分離することで、稚エビの品質が悪い場合でも全体に被害が広がらない設計である。

エビ養殖では、気温と汽水塩分濃度の急変がエビの病気発生の引き金になることが多い。第二水産研究所によると、養殖池周辺の気温が下がった場合は、池内にある汽水の表面温度もそれに連動して低下することが指摘されている。ただし、水深 80~100cm をもった養殖池があれば突然の気温低下（水温低下）によるエビの衰弱は避けることが可能である。

一方、近年増加傾向が指摘されている乾期における突然の降雨は、一気に養殖池表面の汽水塩分濃度を低下させてしまい、エビが弱り病気にかかり易くなるとされる。ただし、養殖池が 1m 程度の深さを持つ場合は、中位および池底の汽水塩分濃度の変化はほとんど無いため、被害を免れる可能性が高い。

エビ養殖と稲作とを順番に繰り返す稲作－エビ養殖では、水深を深くした場合は稲作が困難となるため、前出の改良型圃場が考案され、日中の水温が高まり日光の照射も十分な圃場中央では植物プランクトンが旺盛に増殖し、それを餌とする動物プランクトンも増え、そしてそれを餌とするエビもそこで成長が可能となる。気温の下がる夜間、あるいは急激な降雨に際しては圃場周辺に掘り込まれた堀の中位か低位に留まることにより、急変する環境からの防御が可能となる。

## 第7章 気候変動適応型開発計画策定のためのガイドライン（案）

調査対象地域であるメコンデルタ沿岸7州において気候変動適応型開発計画を策定するため必要なガイドラインとして、考慮すべき内容、留意点、取り組み方法を以下に述べる。

### 7.1 開発計画策定における手順

開発計画を策定するのに用いる手順を図 7.1.1 に示す。最初に、気候変動における課題をその優先順位と共に見出すために参加型ワークショップなどを通じて抽出する（図中上部）。政府内組織には中央政策レベルから村落レベルまで様々な事業計画があり、これらを参考とする（図中左）。気候変動に対しては、将来の気候変動を予測するための解析を実施する組織が必要であり、検討する内容としては気温、降雨、海面上昇、塩水侵入などである（図中下部）。

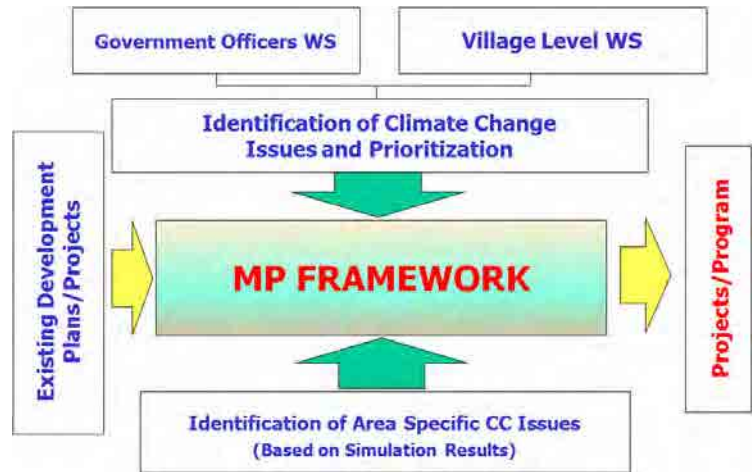


図 7.1.1 開発計画策定を支える全体構造

#### 7.1.1 政府職員による参加型ワークショップ開催

政府職員による参加型ワークショップの開催の後、日にちと場所を改めて村落レベルの参加型ワークショップがそれに続く。参加者が州ごとに気候変動における課題と優先順位を抽出するために、参加者を出身地域別のグループ割にした参加型手法での作業が望ましい。そして、①それぞれの地域ごとに農業及び農村開発における課題を抽出し、②抽出された課題に対して全てに優先順位を与え、③その上でそれらの課題が気候変動に関係する或いは気候変動によって悪化するなどの判断をした上で、④それら課題がどこで発生するかを明確にし、⑤それら課題がどの位深刻であるかの意見を集約するなどといった作業を行う。表 7.1.1 に気候変動における問題の抽出と優先順位付けについての例を示す。

表 7.1.1 沿岸部7省で抽出された気候変動に関する課題とその優先順位（例）

No.	XXX XXX	Ben Tre	XX XX	XXX	Kien Giang
1	Saline intrusion	Saline intrusion	Drought, saline intrusion, lack of fresh water	Sea-level rise (saline intrusion, lack of fresh water)	Drought
2	Sea dyke breach	Lack of fresh water	Shoreline erosion	Temperature rise (drought, forest fire)	Saline intrusion
3	Shoreline erosion	Shoreline erosion	Flood-tide increasing (sea dyke breach)	Storm and tropical low pressure	Forest fire
4	Flood	Livelihood and health of farmers	Epidemic disease for fruits and livestock	Depletion of ground water resource	Sea-level rise
X	Inundation	Decreasing of mangrove forest		Rainfall pattern (uneven distribution)	Shore line erosion
XX	Change of the ecosystem	Storm/ Tropical low pressure			Inundation (flood)
XXX					Rainfall pattern (uneven distribution)

出典: JICA Project Team, based on the 1-day workshop held on October 27, 2011

グループ毎に抽出された課題と優先順位の発表に続いて、参加者全員で省として全体の課題と優先順位を決定する。

### 7.1.2 村落レベルの参加型ワークショップ開催

農村レベルの気候変動に関するワークショップでは、農民に気候変動についての認識を容易く認識してもらうため、問題分析をツールとして用いる方法が提案される。これにより、順位付けも可能となる。

問題分析をマスタープランの作成に用いる方法では、全ての主要な問題を提起し、選択肢として各問題に対して優先順位をつけることが必要となる。また、気候変動に関するマスタープランの作成においては、より一般的な問題の提起が必要とされる。

計画を策定するに際しては、中心問題として選択されるのは、提起された全ての主要な問題（課題）を網羅できるように広がりをもつものである必要がある。ここに「人々の生活水準が低い」という中心問題があったとすれば、幅広い全ての領域（収入、健康、農作物、水産物、食糧生産等）に渡って気候変動が引き起こすであろう問題を包括することが出来るという視点で、マスタープランの中心問題としては望ましいと考える。気候変動に関係するとされた問題については別途抜き出して更に話し合いをして以下の例の如くまとめ、村落レベルで広く認識されている気候変動に関する課題を把握し順位付けをすることが可能となる。

表 7.1.2 各村落で作成された問題ツリーから抽出された気候変動に関する問題

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

出典: JICA Project Team, based on the Problem Analysis

## 7.2 開発のための枠組み作成

「ベ」国政府にとって、また全ての開発関係機関にとって開発のための枠組みは開発計画におけるガイドの役割を果たし、そこには各省における具体的な開発項目が記載され、それぞれの項目ごとに気候変動に関連した優先順位が地域（省）別に一目瞭然な形で提示される。

開発のための枠組みの中には、優先順位が付けられた気候変動に関わる課題、適応ビジョンに到達するために必要とされる適応戦略、更に具体的な対策である事業及びプログラムなどの異なる階層が盛り込まれる。この枠組みの中では、それぞれの階層において優先順位が設けられ、限られ予算の中から実施対象を検討するための助けとなる。枠組み内で示される事業やプログラムは具体的な範囲（省）との関係が示される必要があり、加えてそれらの優先順位によって各地域の特性に応じた開発介入を明らかにし、予算配分による投入効果を増幅させることが可能となる。

## 7.3 PDM（事業概要）の作成

事業及びプログラムの内容については、PDM に落とし込むことで説明される。PDM には、事業名、優先される省名、対象グループ、事業実施機関、協力機関、事業目的、事業の背景、事業実施期間、想定される成果、関係する活動、事業費及び想定される事業基金、事業のリスク、必要と考えられる環境影響調査の段階（A:影響大、B:影響弱、C:影響なし）などが網羅される。



## 第8章 結論と提言

### 8.1 結論

本件調査で作成したマスタープランは、以下の観点からメコンデルタ沿岸7省の農業・農村開発セクターにとって、メコンデルタで生じつつある種々の気候変動に対処し、また適応する最も適切かつ包括的なアプローチであると判断する。よってベトナム国政府は自国予算あるいはドナーからの支援も考慮の上、本マスタープランに則って沿岸各省の開発に着手すべきであると結論付ける。

- 1) 開発計画作成にあたっては、各省の DARD 職員、省の人民委員会のメンバー、またコミュニティのメンバーやリーダーなどの関係するステークホルダーからの意見を取り入れている。これらステークホルダーは、各々の地域が置かれた状況を分析するのみならず、計画立案の過程を通して、直面する課題を抽出して優先順位を付けたり、気候変動に関連する問題を特定し、それらに優先順位を付けるといった様々な課題に対して合意形成を図った。すなわち、本件調査で策定した開発計画は、調査団や CP 機関による分析・提言のみならず、政府職員や住民による優先度や緊急度が反映されたものである。
- 2) 本件調査で作成した開発フレームワークは、関係する中央、省の職員がメコンデルタの沿岸各省の開発プロジェクトを実施しようとする際に、最善の指針となり得る。本フレームワークでは、どのプロジェクトをどのような優先度で実施すべきであるかといった具体的な開発のコンポーネントと優先順位を、気候変動に関する課題毎、地域（省）毎に示している。さらに、メコンデルタ沿岸地域の開発に関与するドナーにおいても、本フレームワークを参照すれば、開発事業をどのような優先度でどこから実施したら良いかの知見を得ることができる。このようにして、フレームワークは、全ての開発パートナーが連携する際の開発のプラットフォームとしても機能する。すなわち、本フレームワークの活用によって、全体としてバランスの取れた開発の速度を上げることができる。

### 8.2 提言

本件調査でのマスタープラン策定作業を通じて、事業を計画あるいは実施する際の教訓となる課題と対処の事例が得られた。これらは、今後、調査対象地域の開発をマスタープランにそって実施する際に多くの示唆を与える。これらを提言として以下に述べる。

- 1) MARD と SIWRP は、本件調査で策定したマスタープランをベトナム国の他の省・地域、とりわけ気候変動の脅威に直面している他の沿岸省や地域にも導入すべきである。気候変動による影響に対応・適応する方法に焦点を当てた開発プラン策定の新しいアプローチを導入することで、他の省・地域もこのマスタープランから恩恵を受けることができる。実際、ベトナム国の特徴のひとつは、3,400km を超える長い海岸線にあり、このことは、多くの省が例えば海水面の上昇や塩水侵入といった気候変動の影響を受けざるを得ないことを示している。このマスタープランでは、気候変動の観点から具体的な開発計画策定手法を示しているため、この手法を同様の省や地域に紹介すれば、従前の開発計画や開発活動を改善することができる。
- 2) マスタープランを実施する過程においては、SIWRP が幹事となって7つの沿岸省から構成される調整委員会を設けるべきである。ベトナム国では開発提案書は、通常、省の DARD が個別に準備し、省の人民委員会を通じて中央政府に提出される。関係する省に、

優先度に応じた開発資金をバランスよく配分するとの観点に立てば、開発提案書の準備段階から調整を始めるべきである。一つの例としては、塩水侵入防止水門建設プロジェクトがある。当該事業は、マスタープランフレームワークの中では、最も高い優先度が与えられている。沿岸7省には多くの水門建設計画があるが、7省間での調整はなく、最も優先順位の高いゲートの整備が必ずしも実施されていない可能性がある。これを避けるためには、調整委員会を設立した上で、一同に会してマスタープランを参照すべきである。

- 3) マスタープランは、関係する DARD や SIWRP に対し、いつ実施すべきかという時間軸を持った具体的な開発プロジェクト・プログラムを提示しているが、実施においては柔軟に対応すべきである。マスタープランは、将来発生する気候変動の影響を考慮して策定されているが、気候変動による影響は本質的に不確実性を有するものである。事実、気候変動シナリオでさえ、IPCC の第4次アセスメントレポート（2007）は4つのシナリオを提示している。発展の速度と成長は人口、経済活動、統治機構、社会価値、技術革新の形態など多くの要因に依存するので、どのシナリオが最も起こり得るかを予測することは困難である。将来の気候変動予測においてはこのような不確実性があるので、マスタープランは発生している気候変動の規模を参照しながら毎年レビューすべきであり、その結果に応じて事業実施の年度等の修正を行うことが必要である。
- 4) 上記3)の問題と関連して、メコン河の将来流量も大きな不確実性を有している。上流域には、建設済みもしくは建設中の水力発電ダムが存在し、さらに水力発電ダムを含むいくつもの開発計画がある（中国領だけで既に4つの大規模ダムが建設され、2011年時点ではさらに10ヶ所以上のダムが計画されている）。上流域の開発、特に水力発電ダムの建設は、メコン河下流域の流況に大きな影響を与える。発電ダムは、雨期の間には洪水を貯留し、乾期には発電のために貯留水を放流するので、メコン河の乾期の流量は増加する。増加したメコン河流量は海水の浸入を押し流し、その結果、予想されたような塩水による被害が発生しない可能性もある。このような事態を勘案すれば、マスタープランは気候変動の規模のみならず、メコン河の流量変化にも着目して毎年のレビューを行うべきである。
- 5) したがって、気候変動の影響を考慮した開発においては、「後悔しない投資」を常に考えなければならない。既に述べたように、将来のメコン河の流況は不確実性を有している。メコン河の塩水侵入をもたらす海水面の上昇は、ある程度の確度で発生する。しかしながら、塩水侵入は河川の流れの形態に大きく影響される。よって、上流部の開発は、乾期の流量を増大させる方向に働き、海水面が上昇しても塩水の浸入が深刻な問題とならないかもしれない。このような将来の不確実性を考えると、例えば、メコン河河口に潮止堰を設置するような大規模な投資がなされた場合、その投資は意味のないものとなる可能性をはらんでいる。このような観点からは、1ヶ所で一度に大規模な投資を行うことは、「後悔する」投資に終わる可能性があるため推奨されない。マスタープランは、そのような大規模な投資を含まず、非構造的な方策も含む幾つもの中小規模のプロジェクトから構成されている。

# 優先事業編

# 優先事業 I

塩水侵入対策  
防潮水門建設事業

## 第1章 序論

### 1.1 事業の背景および目的

メコンデルタ沿岸部における将来の塩水侵入を解析すると、増加傾向にあるにも関わらず水門が設置されていない水路の数は未だに多い。計画的な水門建設によって塩水侵入防止効果が高められるが、莫大な予算措置が必要となるため、事業は優先順位に従い実施される必要がある。

本事業の目的は、メコンデルタ沿岸部の塩水侵入防止であり、優先順位付けされた水門に対し、2050年までを事業実施期間とした効率よく実行可能な予算措置に基づく事業実施を目指す。

### 1.2 事業実施機関

農業農村開発省は、事業全体及びその傘下の関連機関に対して責任を有する母体となる。大規模或いは複数の省を跨る事業に関して、ベトナム政府による予算執行の場合、第10水理施設投資建設委員会（Hydraulic Project Investment and Construction Management Board No.10: HPICM(10)）或いは建設管理局（Permanent Representative Office, Department of Construction Management: PRO）がプロジェクトの管理を行う。ODA 予算の場合は、中央事業局を通じて第10水理施設投資建設委員会が事業を取り扱う。

### 1.3 対象地域

メコンデルタには Can Tho 市を含む 12 省があるが、本事業ではその中でも沿岸部の 7 省を対象とする。具体的には、Tien Giang 省、Ben Tre 省、Tra Vinh 省、Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Ca Mau 省及び Kien Giang 省である。面積 24,631km<sup>2</sup>、メコンデルタ全面積の約 61%を対象とし、人口約 9 百万人はメコンデルタの人口の 52%に相当し、人口密度は 366 人/km<sup>2</sup>とベトナム全国平均である 263 人/km<sup>2</sup>に比してやや高い値を示す。

### 1.4 事業範囲

本事業では以下の内容を取り扱うが、湛水取水が必要な場合は当該 7 省以外も実施を検討する。

- 1) 解析に基づく新規防潮水門の配置計画と優先順位に従った事業の実施。
- 2) 現地調査を基にした既存水門の改修計画と優先順位に応じた事業の実施。

### 1.5 関連計画との整合

包括的なベトナム開発戦略として、「2011-2020 社会経済開発戦略」が挙げられる。この戦略の下、5 年開発計画が策定され、本事業に関連する気候変動に関する計画である「気候変動に対応する国家目標計画」が 2020 年を目標として策定されている。また、この計画に基づき、アクションプランとなる「農村農業分野における行動計画枠組み：2008-2020」も策定されており、洪水防御及び灌漑システムの改良整備などが求められている。

## 第2章 事業実施対象地域

### 2.1 一般概況

事業対象地域となるメコンデルタ沿岸7省は平坦な地形をしており、0.3m から 0.7m 程度の地域の標高であり、1月から5月にかけて海からの塩水侵入の影響を受けやすい地域である。7省全体では902万人の人口を抱え、人口密度は7省全体で366人/km<sup>2</sup>とベトナム全国平均263人/km<sup>2</sup>と比して高い。

産業は Rice Bowl と呼ばれる稲作だけでなく、特徴的な自然条件が育む果樹栽培や、水産業の振興といった多様化によって特徴付けられる。多様化された農業の一面として、コメの2期作や3期作はもちろんのこと、コメより高収益をもたらす果樹栽培の実施や、稲と淡水魚との組み合わせ、そして汽水エビと稲とのローテーションといった組み合わせ等がある。土地利用における農地面積割合は55%であり、全国平均(29%)や红河デルタ(36%)に比べて大幅に高い値を示す。メコンデルタにおける魚の総水揚量(1,940,181トン)は国内生産(2,706,752トン)の72%を占める。

### 2.2 気候変動と想定被害

気候変動シナリオに基づく将来における海面上昇は、中間的な値を示すB2シナリオにおいて2050年には30cm、2100年には80cm上昇すると予測されている。これに1998年に発生したようなメコン河の流量低下が重なった場合、Ca Mau省、Bac Lieu省の大部分が塩水侵入の影響を受け、Ben Tre省、Tra Vinh省の稲作および果樹栽培地帯が大きな影響を受けることが予想される。Ca Mau省およびBac Lieu省では汽水エビの養殖が現在でも盛んであり、塩水侵入の影響は他の農業地帯と比べると限定的と考えられる。

脆弱性調査によれば、将来の塩水侵入で影響を受けやすい作物は果物とコメであり、渇水年とされる1998年と同様のメコン河流量となった場合、将来のBen Tre省における被害は3,000億VNDから7,000億VNDにも達すると予想される。野菜及び樹木の被害は、面積が小さいため被害額は限定的となることが予想される。加えて、Ben Tre省、Tra Vinh省では既に多くの地点でメコン河における乾季の塩水侵入が認められており、塩水侵入の影響を最小限にとどめるためにも、早急な対策が必要とされている。

洪水による浸水で将来被害を受けやすいのは野菜であるが、経済価値では生産量、面積共に最も影響を受けるのは果樹或いはエビとなる。コメは海水面の上昇が大きくなる2050年から2100年にかけて洪水による被害も増大することが予想されている。

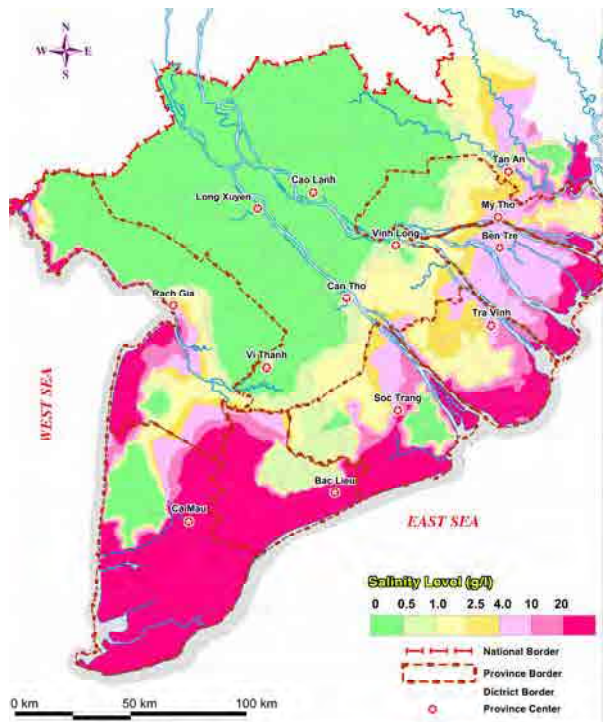


図 2.2.1 B2 シナリオ(2050年)：塩水侵入がピークとなる4月に想定される等塩分濃度分布、

出典：調査団

### 第3章 事業計画

#### 3.1 全体事業計画

メコンデルタにおける防潮水門建設のうち、中規模から大規模な防潮水門（幅 20m）以上を計画の対象として、新規の水門建設および既存施設のリハビリを検討する。

##### 3.1.1 新規防潮水門建設

この事業では、メコンデルタ沿岸7州において合計68ヶ所の防潮水門計画がその対象となる。事業は2050年までを、第1期；現在から2020年まで、第2期；2021年から2030年まで、第3期；2031年から2040年まで、第4期；2041年から2050年までに分割して実施する。総事業費は1,090 million USDである。

表 3.1.1 期別による各省水門建設実施計画

省名	2013-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	合計
Tien Giang	1	2	2	5	10
Ben Tre	10	0	6	0	16
Tra Vinh	4	6	2	0	12
Soc Trang	3	2	0	0	5
Bac Lieu	0	0	4	0	4
Ca Mau	0	12	0	0	12
Kien Giang	0	4	3	2	9
合計	18	26	17	7	68
割合 (%)	27%	38%	25%	10%	100%

出典：調査団

##### 3.1.2 既存防潮水門改修

2011年までに建設された幅10m以上の改修が必要な水門69か所を事業の対象とする。全体の事業実施期間は2025年までを3期に分割し、第1期；2013年から2015年まで、第2期；2016年から2020年まで、第3期；2021年から2025年までとし、事業を実施する。総事業費は28 million USDである。

表 3.1.2 既存水門に対する省別改修計画件数

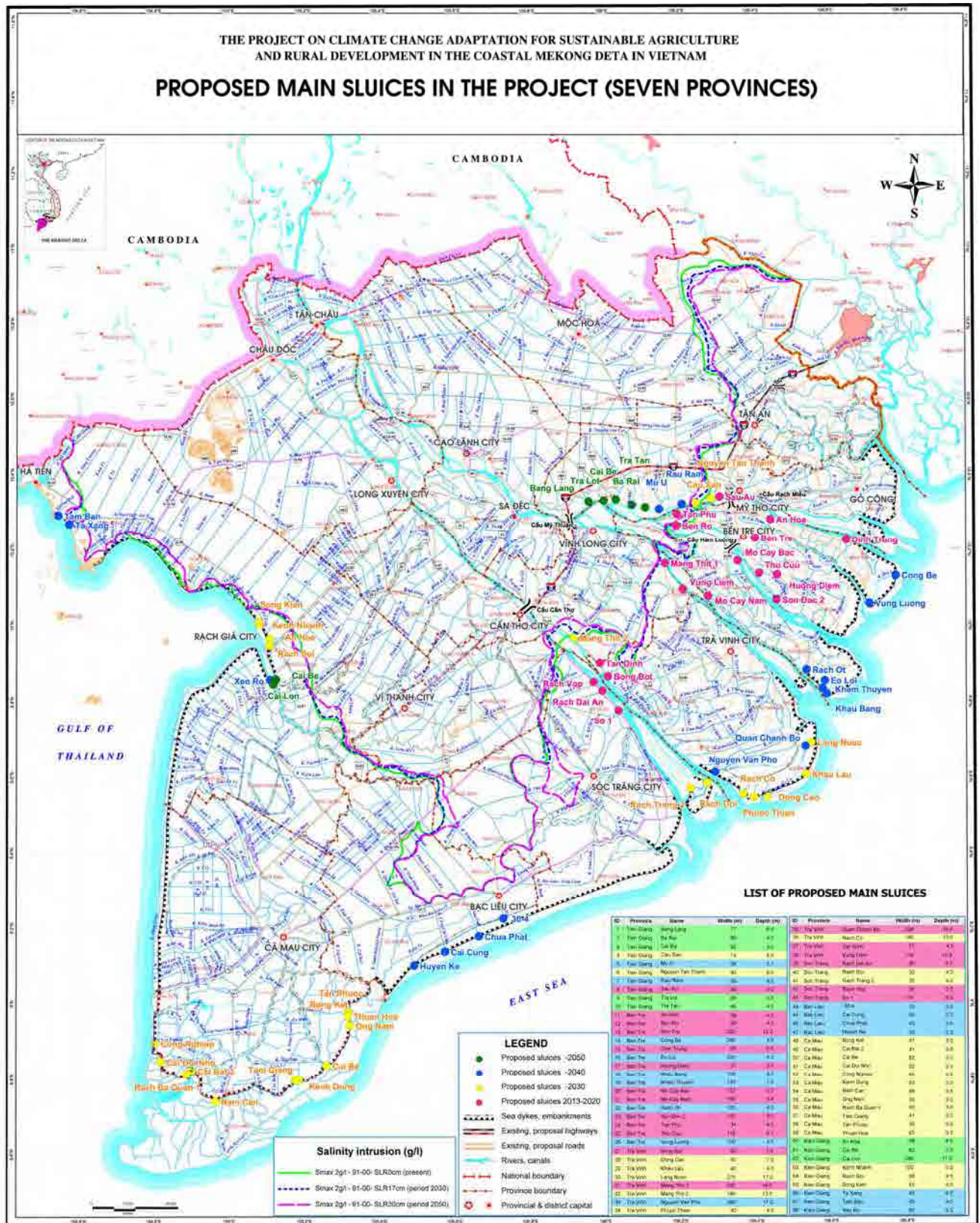
省名	2013-2015	2016-2020	2021-2025	合計
Tien Giang	0	0	6	6
Ben Tre	0	0	6	6
Tra Vinh	2	12	0	14
Soc Trang	7	2	3	12
Bac Lieu	2	3	0	5
Ca Mau	0	6	2	8
Kien Giang	0	3	15	18
合計	11	26	32	69
割合 (%)	16%	38%	46%	100%

出典：調査団

#### 3.2 標準設計

動力装置を不要とするスイングゲートはメコンデルタ沿岸部で多く採用されており、本事業においては、長期のメンテナンスを考えた場合経済的にも優位なステンレス製のスイングゲートを基本的に採用する。塩水を避けるために頻繁なゲート操作を必要とする場合は、引き上げ式ゲートを採用する。

ゲートの設計天端高さにおける余裕高は、気候変動により海面上昇が生じた場合でも適応可能なことを確認した。



Reference 1: Proposed sluices contracted to period 2012 up to 2020 by the decision of the Prime Minister No. 1367/QĐ-TTg date 25-09-2012. Approved Master plan in the Mekong Delta for impact of climate change - sea level rise - SWRRP  
Reference 2: The Project on Climate Change Adaptation for sustainable Agriculture and rural development in the coastal Mekong Delta in Vietnam - JICA

図 3.2.1 新規水門建設全体計画図 (終了年度 2050 年)

出典: 調査団



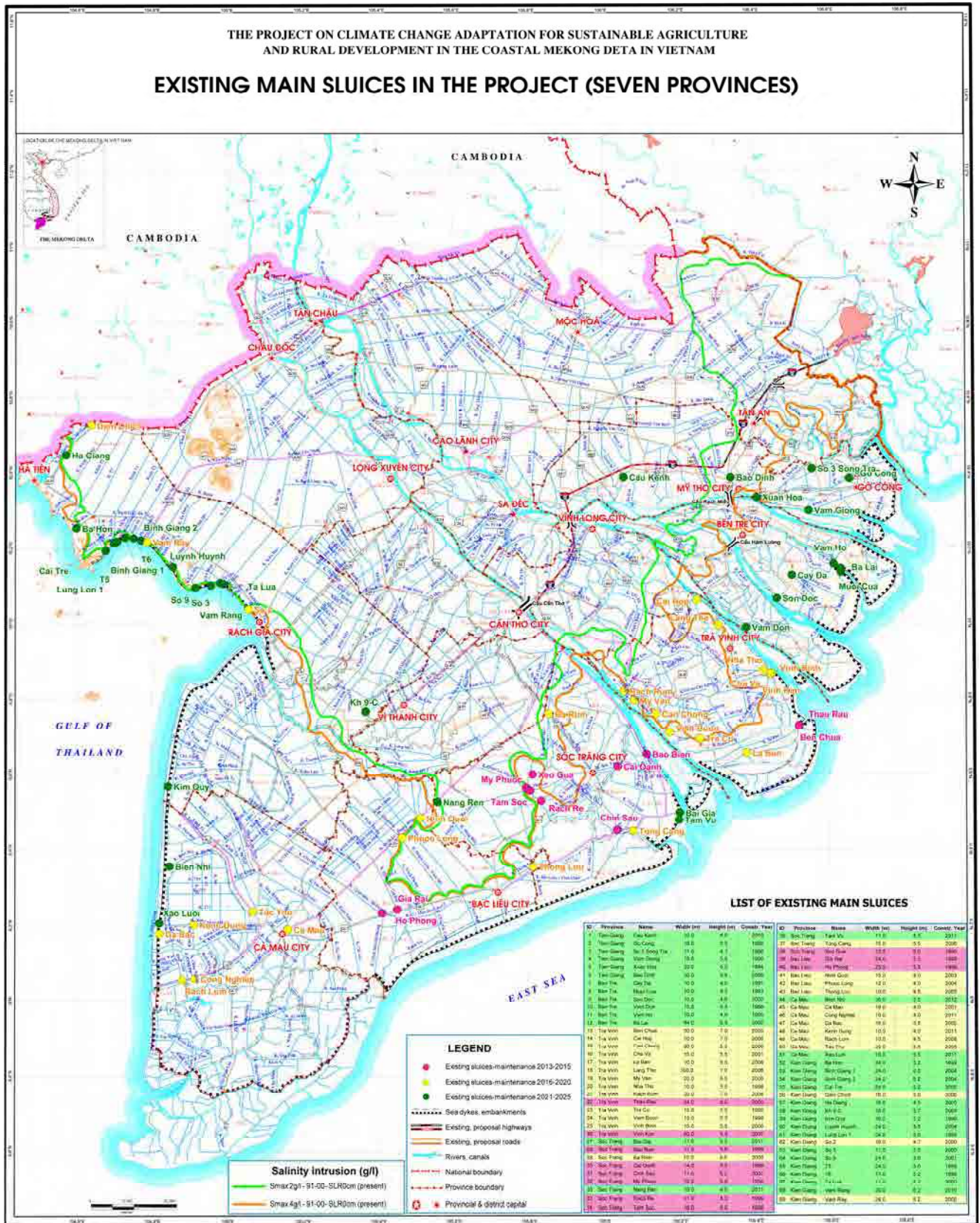


図 3.2.2 改修が計画される既存水門の位置及び塩水侵入等値線  
出典：調査団

## 第4章 事業実施計画

### 4.1 実施組織

新規水門建設の場合、ODA 事業においては、中央事業局（Central Project Office: CPO）の承認によって予算措置が講じられた後、第10 水理施設投資建設管理委員会（Hydraulic Project Investment and Construction Management Board No.10: HPICM(10)：職員約 60 名）が中心となって事業を実施するケースが多数ある。ベトナム政府予算による場合は、前述の第10 水理施設投資建設管理委員会、或いは建設管理局（Permanent Representative Office, Department of Construction Management: PRO：職員 6 名）が中心となって事業を実施するケースが多い。

水門改修については、DARD の委託を受けて、各省における水資源管理会社（Water Resource Management Company: WRMC）が実施する。新規水門建設後の運用管理についても、水資源管理会社がこれを実施する。

### 4.2 事業費負担

新規水門建設事業の事業費の内訳は、建設費、住民移転補償費、及びその他費用である。住民移転に関しては時間をかけて継続した対応が必要であり、ベトナム政府による実施が望ましい。

表 4.2.1 新規水門建設事業費負担（案）

項目	事業費 (million US\$)	割合 (%)	負担組織
水門建設費	585	54%	ODA
住民移転補償費	255	23%	ベトナム政府
その他費用	250	23%	ベトナム政府
合計	1,090 (585: 505)	100% (54%: 46%)	-

注釈:その他費用には、事業予備費、事業実施管理費、コンサルタント費用、その他雑費などが含まれる。

水門の改修については、運用の継続期間中途切れることなく実施する必要があり、現時点で全ての水門が機能していることも考え、ベトナム政府の負担によるものが望ましい。

表 4.2.2 水門改修費負担（案）

改修対象水門数	費用 (million US\$)	割合 (%)	負担組織
69	28	100%	ベトナム政府

### 4.3 塩水侵入状況を勘案した事業実施計画

新規水門建設の実施スケジュールは、塩水侵入解析及び現地調査の結果に基づき計画した。

表 4.3.1 新規水門事業実施スケジュール

期別	実施期間	摘要
第1期	2013-2020	優先地域：乾期において既に塩水侵入が発生し、影響を受けている地域
第2期	2021-2030	満潮時に塩水侵入だけでなく、海浜浸食、海水による湛水など深刻な影響を受けている地域
第3期	2031-2040	第2期において実施できなかった沿岸部の残り地域
第4期	2041-2050	主に洪水調節を目的とした地域であり、塩水侵入、灌漑水の確保などもその目的に含まれる地域

改修事業については、省による要望を基に以下のとおり計画した。

表 4.3.2 水門改修事業実施スケジュール

期別	実施期間	摘要
第1期	2013-2015	Tra Vinh 省、Soc Trang 省、Bac Lieu 省などにおいては改修の要望が高い水門が 11 ヶ所
第2期	2016-2020	引き続き Tra Vinh 省、Soc Trang 省、Bac Lieu 省、および Ca Mau 省を中心とした 26 ヶ所
第3期	2021-2025	この他に建設された残り 32 ヶ所

## 第5章 事業費

### 5.1 標準事業費

この章では、新規水門建設の事業費について述べる。事業費の算定に当たっては、2011年にSIWRPにて実施した「海面上昇及び塩水侵入に対するメコンデルタ灌漑計画マスタープラン」に掲載された事業費を参考とした。幅20m以上の水門について、その大きさ毎に標準の事業費を算定し、まとめたものを下表に示す。

表 5.1.1 標準事業費 (単位: 10 億 VND)

項目	幅=20m	幅=30m	幅=40m	幅=60m	幅=70m	幅=80m	幅=100m
建設費	78.6	117.9	150.32	256.44	311.22	328.16	410.2
住民移転補償費	39.3	58.95	75.16	128.22	155.61	164.08	205.1
事業管理費	0.79	1.18	1.5	2.56	3.11	3.28	4.1
エンジニアリング費	6.29	9.43	12.03	20.52	24.9	26.25	32.82
その他雑費	4.72	7.07	9.02	15.39	18.67	19.69	24.61
税	8.41	12.62	16.08	27.44	33.3	35.11	43.89
各種予備費	13.59	20.39	25.97	44.29	53.77	56.69	70.88
合計	151.7	227.54	290.08	494.86	600.58	633.26	791.6

出典：SIWRP 及び調査団

住民移転補償費は、過去にメコンデルタにおいて実施された事業の事例に基づき建設費用の50%相当を見積り、事業管理費は建設費の1%、エンジニアリング費用は建設費の8%、また全体の費用に対して予備費を算定して計上した。

### 5.2 事業費支出計画

事業費は水門の大きさにより異なるが、建設期間も同様にその規模により異なってくる。これまでメコンデルタで実施された水門建設事業のスケジュールを参考として、幅が60m以下の場合には建設に要する期間を2年間とし、60mより大きな場合は建設に要する期間を3年間とした。以下の表にスケジュールをまとめて示す。

表 5.2.1 水門の規模による算支出スケジュール

		事業実施期間			
		1年目	2年目	3年目	4年目
水門幅 60m 以下	水門建設		■■■■	■■■■	
	住民移転補償	■■■■			
	事業管理		■■■■	■■■■	
	エンジニアリング経費	■■■■	■■■■	■■■■	
	その他雑費	■■■■	■■■■	■■■■	
	予備費	■■■■	■■■■	■■■■	
水門幅 60m 以上	水門建設		■■■■	■■■■	■■■■
	住民移転補償	■■■■			
	事業管理		■■■■	■■■■	■■■■
	エンジニアリング経費	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	その他雑費	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	予備費	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■

## 第6章 環境社会配慮

メコンデルタ沿岸部に建設される 68 水門により、周辺環境に何らかの影響を及ぼす恐れがあるため、環境社会配慮に関する検討を実施した。

### 6.1 スコーピングと初期環境調査

スコーピングでは、工事中の大気汚染、水質汚濁、騒音、住民移転・土地収用、既存インフラ（交通）等への影響を想定した。建設地点付近には保護区は存在せず、淡水と海を回遊する魚がいるともいわれるが、メコンデルタ内でこれらの魚が観察されるのは極めてまれであり、水門がメコン河支流ではなく運河に建設されることを考えると、河川の生態系に影響を与える可能性は低い。つまり、住民移転を除き、深刻な負のインパクトを与えるものはない。

住民移転に関しては、ベトナム政府における法律上の枠組みは良く整えられており、省の人民委員会では移転補償に関する基本単価を整理してある。これに関する制度は良く機能しており、本事業で必要となる住民移転は管理可能と判断される。

### 6.2 緩和策

工事期間中には大気汚染や水質汚濁、騒音などの多少の影響が生じるが、これらは工事期間中に限定されており、その後に修復が可能なものである。

### 6.3 モニタリング計画

工事期間中のモニタリングは定期的実施され、DONRE と DARD が担当する。一方、住民移転・土地収用については内部モニタリングを省人民委員会と協力した移転評議会（Board of Compensation Support and Resettlement）が担当し、外部モニタリングは PMU（Project Management Unit）が実施することで、公正性を担保する。

### 6.4 住民移転

住民移転においては、土地利用上の法的権利を有する世帯が調査および補償の対象となる。移転評議会は土地収用に対する補償額算定にあたり、法律に基づき省人民委員会が設定した単価を適用する。しかし、この単価と市場価格には差があり、特に農地では 2 倍ほどの開きがある。土地法（2003 年）によると、乖離は解消させる必要があると謳っており、法律に基づき何らかの支援を講じる必要がある。コミュニケーションの職員によると、多少の差異があっても事業の必要性を説明することで、最終的には政府の示す補償額で移転に応じる場合が多い。

事業により土地を失う世帯では、補償として新たな土地か現金のどちらかを選択出来る。一般的にベトナム人は見知らぬ土地で農地を提供されるよりも住み慣れた地域に土地を購入する方を好む傾向があることから、現金補償の需要が多いと考えられる。生計の回復手段としては、移転する家族全員に米 30kg/人に相当する現金を 12 ヶ月間支給する、農家が生計手段を変更する場合には農地面積に応じた職業訓練を現金支給にて行うなどのプログラムが計画され、これらは補償金額の内数に含まれる。

2004 年および 2009 年の法令によると、苦情処理は補償・支援・移転評議会が担当し、苦情を受領したのち、必要と認めた場合 30 日以内に県人民委員会委員長への苦情申請書を提出することになっている。さらに県人民委員会の決定にも不満がある場合、裁判所で訴訟を起す、あるいはさらに省人民委員会に苦情を申請することも可能である。なお、ベトナム国では人民委員会や司法機関以外に苦情処理を担当する機関は存在しない。

## 第7章 事業評価

### 7.1 経済評価の方針

本事業では、1)塩水侵入被害の回復及び2)将来にわたって発生が予想される被害の防止の2つの便益により算出した。算出に当り、プロジェクトの経済評価期間は、類似事業を参考として30年間とし、価格は2011年を基準とした。機会費用については、ベトナム国の事業評価基準を参照し12%とした。したがって、EIRRが12%を上回る場合に、事業が経済的に実施可能と判断する。

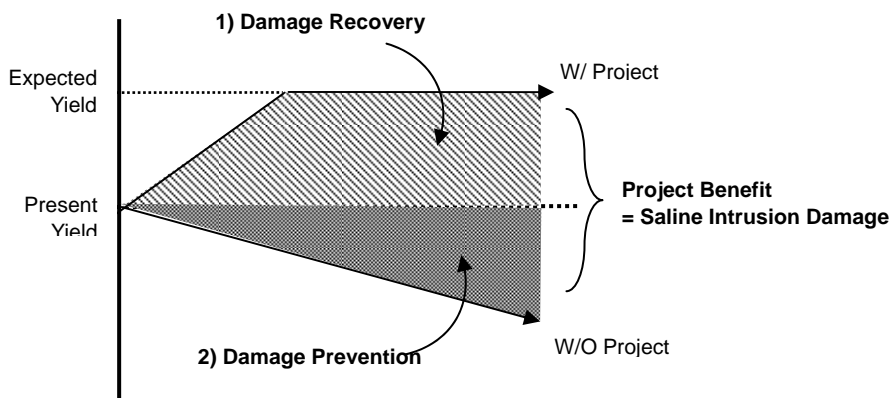


図 7.1.1 事業による便益の基本的な考え方

### 7.2 経済便益

EIRRは最初の事業期間である2013年から2020年まで、及び事業全体について検討した。計算結果はそれぞれ16.8%及び18.6%と12%を上回り、事業実施は実現可能と判断される。

表 7.2.1 経済指標の算出

	EIRR	B/C	NPV '000VND
<b>Whole Project</b> (68 sluice gates: investment period 2013-2050)	16.8%	1.38	1,401,743,826
<b>Stage A</b> (18 sluice gates investment period 2014-2020)	18.6%	1.56	1,127,265,463

出典：調査団

### 7.3 感度分析、農家所得分析

感度分析は、事業費10%増、便益10%減、事業費10%増+便益10%減で算出した。いずれの場合も内部収益率は資本の機会費用である12%を上回り、安定した事業の高い経済性を示唆する。

表 7.3.1 事業全体に関する感度分析の結果

Whole Project (68 sluice gates between 2013 and 2050)	EIRR	B/C	NPV '000VND
Base Case	16.8%	1.38	1,401,743,826
1) 10% increase of cost	15.2%	1.25	1,028,298,530
2) 10% decrease of benefit	15.0%	1.24	888,124,147
3) 1)+2)	13.6%	1.13	514,678,850
4) 20% increase of cost	13.9%	1.15	654,853,233
5) 20% decrease of benefit	13.3%	1.10	374,504,468

出典：調査団

また、農家所得分析では、プロジェクトにより稲作、果樹農家では15%、エビ-稲作農家では21%の農家の純収益増加が認められた。

## 第8章 結論と提言

### 8.1 結論

#### 8.1.1 新規水門建設事業

##### 1) 経済評価

経済評価からは、68水門を対象とした場合で16.8%、最も早く実施する2013-2020の期間において18.6%のEIRRが算出され、ベトナムでの経済評価の指標となる12%の機会費用を上回することは確実であり、本事業は実現可能と判断される。

##### 2) 環境評価

環境に関しては、住民移転を除き、本事業は周辺環境に対して深刻な負のインパクトを与えるものではなく、工事中に騒音や空気の汚染といった一時的で対応可能なものと判断される。

住民移転に関しては、ベトナム政府における法律上の枠組みは良く整えられており、省の人民委員会では移転補償に関する基本単価を整理してある。これに関する制度は良く機能しており、本事業で必要となる住民移転は管理可能と判断される。

##### 3) 技術評価

技術面では、事業に特段難しい内容は含まれておらず、使用材料もベトナム国内で調達可能な一般的なものである。従って、本業務は技術的に実現可能であり、工期は十分と考えられる。更に、業務実施機関の人材は十分で経験豊富のため円滑な実施が可能と判断される。

##### 4) 組織評価

事業主体機関は、十分な人材と水門建設における経験豊富な職員を抱えている。MARD大臣の指示によって、当該組織の役割と責任も明確になるため、事業を進める組織に関して問題はない。

#### 8.1.2 既存水門改修事業

水門建設後の改修整備は、各省に置かれている水資源管理会社の日常的な業務の一つであり、法律や規制から逸脱していない。基本的にそれぞれの水資源管理会社は水門改修のための予算を持っており、また、経験豊富な職員を抱えていることから、本事業は実現可能と判断される。

### 8.2 提言

住民移転及び土地の補償については、対象となる人々にもっと注意を向けるべきと考える。世銀の指針4.12には、移転の対象となる住民に移転計画を作る段階からの参加を奨励し、また、市場価格と補償価格との差を埋めるように求めており、これらのことは実行されるべきである。

住民移転計画の作成とその実施は、事業が開始される前に開始しておくことが必要である。移転には実際、多くの手続きが必要であり、手続きが完了するまでに時間がかかるからである。

既存水門の改修については、ベトナム政府による実施が適当と考えられるが、新規水門建設についてはODAによる支援が推奨される。何故なら、塩水侵入に関してはBen Tre省及びTra Vinh省において実際に緊急に解決すべき課題であり、早期に解決をするためには費用の面からもドナーによる支援が必要と考えられる。一方で、水門の改修については、水資源管理会社における日常業務の一環であり、以後も続けられるべき作業内容である。

# 優先事業 II

チャビン (Tra Vinh) 省  
灌漑用水導水事業  
(3 防潮水門建設)

## 第1章 序論

### 1.1 プロジェクト概要

Tra Vinh 省は、メコン河支流の Co Chien 川と Hau 川に挟まれた最上流部に位置する。気候変動に伴う塩水侵入は上流に向かって進行しており、Tra Vinh 省では冬-春稲作がその影響を受けている。2011 年には、約 8,000ha の冬-春米のうち 70%以上が損害を受けたと報告されている。Tra Vinh 省の稲作農業を塩水侵入の影響から保護するためには、灌漑排水用水路の入口に防潮水門を建設することが最優先である。また、塩水侵入期に淡水を取水するため、上流の Vinh Long 省へつながる水路の整備も同時に進める必要がある。従って、本プロジェクトは、防潮水門の建設及び省を越えての導水施設の整備から構成される。

### 1.2 プロジェクトの目的

メコンデルタ周辺の海面上昇はある程度の水準に達しており、10 年間の平均でおよそ 5cm 上昇している。IMHEN による将来予測によると、B2 シナリオで 2050 年には 30cm の海面上昇が見込まれている。2050 年に 30cm 海水面が上昇すると、Tra Vinh 省では 4 月から 5 月に淡水が確保できない事態となる。こうしたデータや予測は、将来確実に塩水侵入が拡大することを予見しており、適切な計画のもとに早急に水門建設を推進することが必要である。当プログラムは、塩水侵入防止と他省からの淡水導入という、他のメコンデルタ沿岸地域にも適用可能な典型的な手法であると言える。

### 1.3 実施機関

農業農村開発省は、事業全体及びその傘下の関連機関に対して責任を有する母体となる。大規模或いは複数の省を跨る事業に関して、ベトナム政府による予算執行の場合、第 10 水理施設投資建設委員会 (Hydraulic Project Investment and Construction Management Board No.10: HPICM(10)) 或いは建設管理局 (Permanent Representative Office, Department of Construction Management: PRO) がプロジェクトの管理を行う。ODA 予算の場合は、中央事業局を通じて第 10 水理施設投資建設委員会が事業を取り扱う。

デルタ地域全体の貨物輸送の 70%は水運が占め、現在でも地域経済の重要な役割を果たしている。運輸省 (MoT) は、こうした水上輸送や船舶の航行を司る責任機関であり、本事業のような利水関係のプロジェクトにおいては、MoT との連携が重要となる。

### 1.4 プロジェクト範囲

本プロジェクトの範囲は次のとおりである。

- 1) 塩水侵入を防止する水門建設および上流側からの淡水導入計画への評価を実施する。
- 2) 水門建設の優先順位を付け、優先度と予算配分に基づきプロジェクトの実施を実施する

### 1.5 関連プロジェクト及び計画

ベ国の社会経済開発戦略 (2011-2020 年) に基づき、5 年単位の開発計画が形成され、更に気候変動関連のプログラムや計画が策定されている。主要な気候変動関連プログラムは「National Target Program to Respond to Climate Change (NTP-RCC)」であり、2020 年を目標に据えている。このプログラムに基づき関連する開発セクターのアクションプランがあり、農業農村セクターの中でも制定されている。



## 第2章 調査対象地域の概況

### 2.1 人口、土地

プロジェクト地域は、Can Tho 市の下流に位置する。プロジェクトの対象となる2省は、比較的人口密度が高い。両省の人口を合わせると、メコンデルタ全体の17.3億人(2010年)の12%に当たる。

表 2.1.1 事業対象地域の面積と人口

Province/ Region	Area, km2	Population (2010)	Pop. Density Persons/km2
Tra Vinh	2,295	1,005,900	438
Vinh Long	1,479	1,026,500	694
<b>Total Project Area</b>	<b>3,774</b>	<b>2,032,400</b>	<b>539</b>
Can Tho	1,402	1,197,100	854
<b>Total Mekong Delta</b>	<b>40,519</b>	<b>17,272,200</b>	<b>426</b>
<b>Whole Country</b>	<b>331,051</b>	<b>86,927,700</b>	<b>263</b>

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

一方、一人当りのGDP(2009年)では、Tra Vinh省(801USD)はメコンデルタ沿岸7省の中では最も低く、Can Tho省(1,830USD)の半分以下である。農業や養殖漁業の生産基盤は強固なものであるが、2次、3次産業の割合が平均的なメコンデルタ地域もしくはベトナム全体の水準に比べて小さいため、経済価値の創出や一人当りのGDPの拡大にはつながっていないのが現状である。

### 2.2 農業

農村、農業、漁業センサス(2006年)によると、Tra Vinh省、Vinh Long省及びメコンデルタ地域の農地の割合は、ベトナムの他の地域に比べて高く、それぞれ65%、78%、63%である。Tra Vinh省とVinh Long省では土地利用形態に違いが見られ、Tra Vinh省は45%が水田、17%が永年作物であるのに対し、Vinh Long省では、47%が水田、30%が永年作物である。両省とも主要な作物は米であり、2010年の生産高はTra Vinh省で1,156,000ton、Vinh Long省は923,000tonである。これらは、ベトナム全体の生産高の5%、メコンデルタ全体の10%に相当する。

### 2.3 水産業

メコンデルタの水産業の水揚げ高(1,940,181ton)は他の地域よりずっと高く、ベトナム全体の生産高(2,706,752ton)の72%を占める。

表 2.2.1 事業対象地域及び他地域の漁業生産高(2010)

省/ 地区	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
<b>Tra Vinh</b>	<b>82,777</b>	<b>82</b>	<b>53,824</b>	<b>54</b>	<b>20,944</b>	<b>20.8</b>
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
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
<b>Vinh Long</b>	<b>135,181</b>	<b>132</b>	<b>135,089</b>	<b>132</b>	<b>16</b>	<b>0.0</b>
Dong Thap	331,373	198	327,757	196	1,727	1.0
Long An	30,510	21	23,751	16	6,661	4.6
<b>Mekong Delta</b>	<b>1,940,181</b>	<b>112</b>	<b>1,509,963</b>	<b>87</b>	<b>341,117</b>	<b>19.7</b>
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
<b>Whole Country</b>	<b>2,706,752</b>	<b>31</b>	<b>2,058,465</b>	<b>24</b>	<b>450,364</b>	<b>5.2</b>

Source: Statistical Year Book of Vietnam (2011)

### 第3章 事業設計

#### 3.1 全体事業計画

将来の塩分侵入による影響への対策として、3つの防潮水門（Bong Bot 水門、Tan Dinh 水門及び Vung Liem 水門）の建設及び上流域からの淡水確保を目的とした既存水路（May Phop－Say Don－May Tuc－Nga Hau 水路）の整備工事を計画する。

##### 3.1.1 受益面積

3 水門及び本プロジェクトで整備する水路に掛かる受益面積及び受益者数は下表のとおりである。受益地は Tra Vinh 省及び Vinh Long 省の Vung Liem 地区にまたがり、主要作物は米である。

表 3.1.1 事業の受益面積と受益者数

Project	Beneficiary Area (ha)	Beneficiary H/H (nos)
Bong Bot	3,200	3,100
Tan Dinh	2,600	2,500
Vung Liem	4,800	4,700
Waterway (Say Don canal)	21,400	20,800
Total	32,000	31,100

Source: DARD of Tra Vinh Province and Project Team

##### 3.1.2 May Phop－Say Don－May Tuc－Nga Hau 水路の概要

Vinh Long 省からの既存の導水路浚渫及び拡幅事業は合計4つの水路から構成される。May Phop 水路は延長2.3km、Say Don 水路が6.6km、May Tuc 水路から Nga Hau 水路につながる路線は延長15.2km である。受益地で必要とされる用水量  $111.4\text{m}^3/\text{s}$  に対し、現状の水路の流下能力は、最大  $65\text{m}^3/\text{s}$  でしかない。事業によって流量は  $118\text{m}^3/\text{s}$  に増加し、必要水量を確保できることになる。

May Phop 水路の両岸には数多くの住民移転が発生することから、当水路の利用区間は、全延長10.5 km のうちの2.3km のみと計画されている。



図 3.1.1 水門建設及び水路整備予定位置図

#### 3.2 防潮水門の設計

##### 3.2.1 位置の選定

水門の建設位置は、地質状況、水理特性、構造的安定性、施工の容易性、工事費や環境への影響等を勘案の上決定する。比較検討の結果、Bong Bot 水門、Tan Dinh 水門、Vung Liem 水門ともに、当該水路とメコン河支流との合流地点から400～800m 程度の地点の既存水路内へ建設することに決定した。

##### 3.2.2 主要構造諸元

###### 1) 水門規模

水門可動部の断面積は、水理的な検討に基づく所要水量の流下と船舶や小型ボートの通行に支障のない幅を確保するとの観点より決定する。

## 2) ゲート天端高

ゲート天端高は、計画外水位と計画波高に対して十分安全な高さにする必要があり、計算の結果、 $H=3.50\text{m}$  と決定した。これには、ベ国の設計基準に基づく余裕高  $0.5\text{m}$  を含んでいる。仮に将来の気候変動により水面上昇が発生したとしてもこの余裕高の範囲内と予想されるため (B2 シナリオでは 2050 年迄に  $30\text{cm}$  上昇、A1F1 シナリオでは  $33\text{cm}$ )、少なくとも水門の耐用年数 (30 年) 期間内は、防潮水門としての機能は維持されるものと考えられる。

### 3.2.3 ゲート形式

水門のゲートに必要とされる機能は、接続する河川から一定濃度以下の水を取水する機能、水路内の余剰水を排水する機能、高潮や洪水時に背後地を保護する機能、水上交通を確保する機能などが挙げられる。スイング式ゲートは、メコンデルタ地域の防潮水門に広く用いられており、こうした機能を兼ね備えている。また、初期費用、時間管理費用ともに引き上げ式ゲート等の他の形式に比べると優位性があるため、本水門にはスイング式ゲートを採用する。

ゲートの主要部材の材質は、塩水に対する耐食性、メンテナンス費用を含めた耐用年数 30 年間の総費用の点から、ステンレス鋼材の採用を提案する。

表 3.2.1 ゲートの材質比較

項目	普通鋼材	ステンレス鋼材
強度	強度、剛性に優れている。	強度、剛性に優れている。
耐食性	耐食性に劣るので、塗装等の施工が必要。	耐食性に優れている。
外観	塗装により色々な色彩が得られる。	光沢があり、美観が保たれる。
製作性	溶接が簡単で、製作性は良好である。	溶接が簡単で、製作性は良好である。
維持管理	塗装替えを必要とするため、手間と費用がかかる。	塗装替えの必要がないため、手間と費用は少ない。
30 年間の総費用 (百万 VND)	13,574 (標準的ゲートサイズで比較)	13,150 (標準的ゲートサイズで比較)
結論	不採用	採用

出典：調査団

### 3.2.4 基礎工

各水門建設予定地点で実施した 3ヶ所のボーリング調査、標準貫入試験その他の物理試験の結果から直接基礎形式は採用出来ないため、コンクリート杭による杭基礎工法を採用する。

### 3.2.5 設計諸元

各検討に基づき決定した各水門の主要構造諸元と代表的 Vung Liem 水門の一般図を下記に示す。

表 3.2.2 防潮水門の主要構造諸元

項目		Bong Bot 水門	Tan Dinh 水門	Vung Liem 水門
水門本体	ゲート門数	2 門	3 門	4 門
	ゲート幅	20.0m	17.0m	15.0m
	可動部全幅	40.0m	51.0m	60.0m
	ゲート敷高	(-)4.5m	(-)4.5m	(-)5.0m
	ゲート天端高	(+)3.5m	(+)3.5m	(+)3.5m
	ゲート高さ	8.0m	8.0m	8.5m
	長さ	34.8m	34.8m	34.8m
管理橋	形式	コンクリート橋	コンクリート橋	コンクリート橋
	桁下高	(+)5.5m	(+)5.5m	(+)5.5m
	全幅員	9.0m	9.0m	9.0m

上下流工の	敷高	(-)4.7m	(-)4.7m	(-)5.2m
	長さ	20.0m	20.0m	20.0m
護床工	長さ	30.0m	30.0m	30.0m
	構造	蛇籠 t=50cm	蛇籠 t=50cm	蛇籠 t=50cm

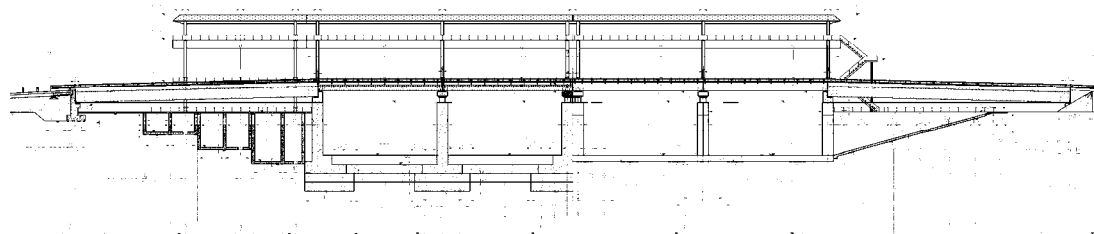


図 3.2.1 Vung Liem 水門の正面図

### 3.3 水門ゲートの操作と維持管理

#### 3.3.1 操作

ゲート操作の主たる目的は、塩水侵入の防止、淡水の貯留、水路内堆砂の排除及び水上交通の維持にある。乾期には、塩水侵入を防止し、水路内に淡水を貯留するために全てのゲートは閉じられるが、排水及び小型船舶の通過のため、ゲートを開放する特定日が設けられる場合もある。雨期には水位差に応じて自由に開閉するため、水上交通が妨げられることはない。また、大雨で河川水位の大幅な上昇が見込まれる場合には、地区内の湛水を防止するため人為的操作によってゲートは全閉される。

#### 3.3.2 維持管理

ゲート設備の故障によりその機能が喪失した場合には、地域社会に与える損失は大きなものがある。このため、ゲートの機能を常に発揮できるようにするには、日常の維持管理が不可欠なものとなる。本プロジェクトで整備する水門ゲートは、いずれもステンレス製の扉体を計画しており、扉体そのものの腐食に対する塗装替えは不要であるが、ヒンジ部の潤滑、水密部に用いるゴム製品等は、定期的な整備や構成部品の交換が必要とされる。

### 3.4 塩水侵入の監視

ベトナム国では自然資源環境省が気象観測及びデータ収集の責任機関となっている。国レベル及び地域レベルの気象観測所が各地に配置され、主要な河川の水位や塩分濃度はそれらの観測所で計測されている。各省には水資源管理会社（WRMC）が置かれ、河川や水路の塩分濃度の監視を行っている。

WRMC は、ベトナム国政府の灌漑用水における塩分濃度の基準値に基づきゲートの開閉操作を行う。現状での観測頻度は、多くても月に 1 回程度であるため、ゲート操作の遅れから農作物生産に深刻な影響が生じる場合がある。今後は更なる適切な観測・監視体制の整備が望まれる。

### 3.5 農業普及

防潮水門の建設によって、受益地の灌漑用水利用状況は改善される。農家にとっては、乾期における淡水利用に伴う作物の作付パターンの変更が求められるため、水門建設の進捗に合わせた検討と、新しい作付パターンによる持続可能な農業普及に対する取り組みが必要である。

## 第4章 実施計画

### 4.1 実施機関

新規水門建設の場合、ODA 事業においては、中央事業局（Central Project Office: CPO）の承認によって予算措置が講じられた後、第10水理施設投資建設管理委員会（Hydraulic Project Investment and Construction Management Board No.10: HPICM(10)：職員約60名）が中心となって事業を実施するケースが多数ある。ベトナム政府予算による場合は、前述の第10水理施設投資建設管理委員会、或いは建設管理局（Permanent Representative Office, Department of Construction Management: PRO：職員6名）が中心となって事業を実施するケースが多い。

水門改修については、DARD の委託を受けて、各省における水資源管理会社（Water Resource Management Company: WRMC）が実施する。新規水門建設後の運用管理についても、水資源管理会社がこれを実施する。

### 4.2 費用負担

本プロジェクトの事業費は、建設費、補償費等を含めて総額35.9百万ドルである。ベトナム政府が自国予算にて全てを実施することは困難と考えられるため、建設工事費の一部についてはODA 援助が必要である。住民移転手続きには、10年以上の期間を要する必要があるため、補償に関する費用は、ベトナム政府が負担することが望ましい。

表 4.2.1 水門建設事業費の負担割合

Items	Cost (million US\$)	Share (%)	Demarcation
Construction	26.06	73%	ODA
Compensation	1.23	3%	Vietnamese Government
Others	8.64	24%	Vietnamese Government
Total	35.93 (26.06: 9.87)	100% (73%: 27%)	-

Note: Others includes physical contingency, project management cost, consultation cost, and other miscellaneous cost.

表 4.2.2 水門建設事業の詳細費用分担

No	Sluice Name	District / city	Schedule	Width (m)	ODA (Bil.VND)	Vietnam (Bil.VND)	Total Cost (Bil.VND)
1	Bong Bot	Cau Ke	2013-2020	60	141.50	54.46	195.96
2	Tan Dinh	Cau Ke	2013-2020	51	171.33	66.12	237.45
3	Vung Liem	Vung Liem	2013-2020	60	229.18	84.60	313.78
Total					542.01	205.18	747.19

### 4.3 実施工程

水門建設の実施スケジュールは、塩水侵入解析と現地調査結果に基づいて立案する。解析によれば塩水侵入の影響地域は、今後拡大する傾向にあることを示している。また、調査から計画水門近傍で塩水侵入の現象が生じていることが明かとなった。こうした点を考慮し、水門建設は河川の下流側に位置する水門から優先して行う。

表 4.3.1 3水門及び Say Don 水路の実施スケジュール

Sluice/Canal	Implementation	Remarks
Bong Bot	3 years	At most downstream location, the project is commenced in first; 2 years for construction
Tan Dinh	3 years	Construction is started after completion of Bong Bot construction; 2 years for construction
Vung Liem	3 years	Construction is started after completion of Tan Ding construction; 2 years for construction
Say Dong	7 years	Construction is started after completion of Vung Liem construction; 2 years for construction

## 第5章 事業費

### 5.1 内訳

各水門及び水路の設計に基づき、2012年の単価を用いて算定した事業費は下表の通りである。

表 5.1.1 水門及び水路の事業費内訳 (単位: 10 億 VND)

Items	BongBot	TanDinh	VungLiem	Canals
Construction	141.5	171.33	229.18	135.19
Compensation, Resettlement	7.41	9.19	8.95	198.01
Project management	1.99	2.36	3.05	1.77
Consultation (Engineering)	11.32	13.71	18.33	6.76
Other Cost	0.41	0.48	0.62	11.03
Tax	15.52	18.79	25.12	15.3
Physical contingency	17.81	21.59	28.53	36.81
Total	195.96	237.45	313.78	404.87

Source: DARD of Tra Vinh Province, SIWRP, and Project Team

工事費は近年の類似事例等を参考とし、補償や住民移転費用は、Tra Vinh 省及び Vinh Long 省からの情報に基づいている。また、プロジェクト管理費は工事費の 1%、コンサルタントサービス費用は、工事費の 8%と仮定した。

### 5.2 支出計画

水門の規模から工事期間は各々2年と想定した。工事開始前に詳細設計や土地収用等で1年を要するものとし、3水門及び水路建設事業の支出計画を下表のように立案した。

表 5.2.1 水門及び水路建設工事の支出計画

Project	Items for Construction Implementation	Implementation Year								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bong Bot	Construction	■	■							
	Compensation, Resettlement	■	■							
	Project management	■	■							
	Consultation (Engineering)	■	■	■						
	Other Cost	■	■	■						
	Physical contingency	■	■	■						
Tan Dinh	Construction			■	■					
	Compensation, Resettlement			■	■					
	Project management			■	■					
	Consultation (Engineering)			■	■	■	■			
	Other Cost			■	■	■	■			
	Physical contingency			■	■	■	■			
Vung Liem	Construction					■	■			
	Compensation, Resettlement					■	■			
	Project management					■	■			
	Consultation (Engineering)					■	■	■	■	
	Other Cost					■	■	■	■	
	Physical contingency					■	■	■	■	
Waterway (Say Don)	Construction								■	■
	Compensation, Resettlement								■	■
	Project management								■	■
	Consultation (Engineering)								■	■
	Other Cost								■	■
	Physical contingency								■	■

## 第6章 環境社会配慮

メコンデルタ沿岸部に建設される68水門により、周辺環境に何らかの影響を及ぼす恐れがあるため、環境社会配慮に関する検討を実施した。

### 6.1 スコーピングと初期環境調査

スコーピングでは、工事中の大気汚染、水質汚濁、騒音、住民移転・土地収用、既存インフラ（交通）等への影響を想定した。建設地点付近には保護区は存在せず、淡水と海を回遊する魚がいるともいわれるが、メコンデルタ内でこれらの魚が観察されるのは極めてまれであり、水門がメコン河支流ではなく運河に建設されることを考えると、河川の生態系に影響を与える可能性は低い。つまり、住民移転を除き、深刻な負のインパクトを与えるものはない。

住民移転に関しては、ベトナム政府における法律上の枠組みは良く整えられており、省の人民委員会では移転補償に関する基本単価を整理してある。これに関する制度は良く機能しており、本事業で必要となる住民移転は管理可能と判断される。

### 6.2 緩和策

工事期間中には大気汚染や水質汚濁、騒音などの多少の影響が生じるが、これらは工事期間中に限定されており、その後に修復が可能なものである。

### 6.3 モニタリング計画

工事期間中のモニタリングは定期的実施され、DONREとDARDが担当する。一方、住民移転・土地収用については内部モニタリングを省人民委員会と協力した移転評議会（Board of Compensation Support and Resettlement）が担当し、外部モニタリングはPMU（Project Management Unit）が実施することで、公正性を担保する。

### 6.4 住民移転

住民移転においては、土地利用上の法的権利を有する世帯が調査および補償の対象となる。移転評議会は土地収用に対する補償額算定にあたり、法律に基づき省人民委員会が設定した単価を適用する。しかし、この単価と市場価格には差があり、特に農地では2倍ほどの開きがある。土地法（2003年）によると、乖離は解消させる必要があると謳っており、法律に基づき何らかの支援を講じる必要がある。コミュニケーションの職員によると、多少の差異があっても事業の必要性を説明することで、最終的には政府の示す補償額で移転に応じる場合が多い。

事業により土地を失う世帯では、補償として新たな土地か現金のどちらかを選択出来る。一般的にベトナム人は見知らぬ土地で農地を提供されるよりも住み慣れた地域に土地を購入する方を好む傾向があることから、現金補償の需要が多いと考えられる。生計の回復手段としては、移転する家族全員に米30kg/人に相当する現金を12ヶ月間支給する、農家が生計手段を変更する場合には農地面積に応じた職業訓練を現金支給にて行うなどのプログラムが計画され、これらは補償金額の内数に含まれる。

2004年および2009年の法令によると、苦情処理は補償・支援・移転評議会が担当し、苦情を受領したのち、必要と認めた場合30日以内に県人民委員会委員長への苦情申請書を提出することになっている。さらに県人民委員会の決定にも不満がある場合、裁判所で訴訟を起す、あるいはさらに省人民委員会に苦情を申請することも可能である。なお、ベトナム国では人民委員会や司法機関以外に苦情処理を担当する機関は存在しない。

## 第7章 事業評価

### 7.1 経済評価の方針

本事業では、1) 塩水侵入被害の回復及び 2) 将来にわたって発生が予想される被害の防止の 2 つの便益により算出した。算出に当たり、プロジェクトの経済評価期間は、類似事業を参考として 30 年間とし、価格は 2011 年を基準とした。機会費用については、ベトナム国の事業評価基準を参照し 12%とした。従って、EIRR が 12%を上回る場合に、事業が経済的に実施可能と判断する。

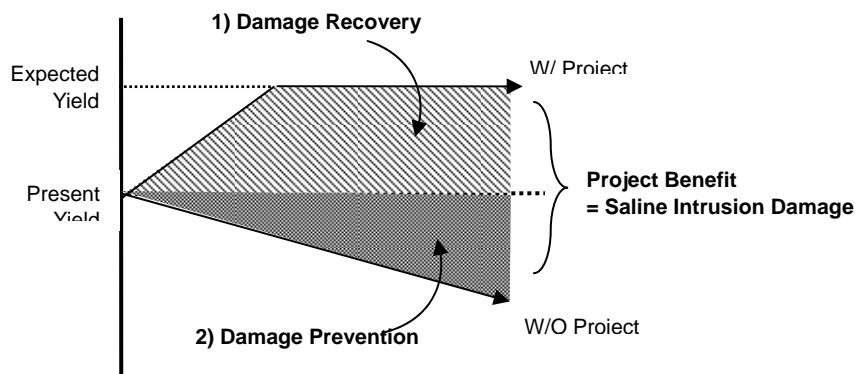


図 7.1.1 事業による便益の基本的な考え方

### 7.2 経済便益

各水門単独でも EIRR は 12%を上回るが、水路拡幅を含んだ方が高い経済効果が認められる。

表 7.2.1 経済指標の算出

Particulars	EIRR	B/C	NPV '000VND	(FIRR)
<b>Whole Project (3 gates + canal extension)</b>	<b>26.7%</b>	<b>2.74</b>	<b>934,420,015</b>	<b>22.0%</b>
only Damage Prevention	7.3%	0.59	-217,710,173	6.2%
only Damage Recovery	22.6%	2.08	576,767,485	17.9%
<b>1. Tan Dinh Sluice Gate</b>	<b>14.4%</b>	<b>1.20</b>	<b>32,295,161</b>	<b>11.2%</b>
<b>2. Bong Bot Sluice Gate</b>	<b>20.9%</b>	<b>1.79</b>	<b>105,447,747</b>	<b>16.6%</b>
<b>3. Vung Liem Sluice Gate</b>	<b>19.6%</b>	<b>1.66</b>	<b>143,246,831</b>	<b>15.6%</b>

出典：調査団

### 7.3 感度分析、農家所得分析

感度分析は、事業費 10%増、便益 10%減。事業費 10%増+便益 10%減等で算出した。Tan Dinh の 2 ケースにおける内部収益率が 12%を若干下回るが、全体として安定した高い経済性を示す。

表 7.3.1 事業全体に関する感度分析の結果

	Whole Project(including Canal Extension)	1. Tan Dinh Sluice Gate	2. Bong Bot Sluice Gate	3. Vung Liem Sluice Gate
Base Case	26.7%	14.4%	20.9%	19.6%
1) 10% increase of Cost	24.9%	13.1%	19.2%	18.0%
2) 10% decrease of benefit	24.8%	13.0%	19.0%	17.8%
3) 1+2	23.1%	11.8%	17.4%	16.3%
4) 20% increase of cost	23.5%	12.0%	17.7%	16.6%
5) 20% decrease of benefit	22.8%	11.5%	17.0%	15.9%

Source: JICA Study Team

また、農家所得分析では、プロジェクトにより標準的な稲作・果樹農家において 16.7%の純収益増加が認められた。



## 第8章 結論と提言

### 8.1 結論

塩水侵入は将来拡大することが予想され、Tra Vinh 省及び Vinh Long 省における当プロジェクトの必要性は高い。検討の結果、次のような点から本プロジェクトは妥当であると判断された。

#### 1) 経済評価

割引率 12%を用いて経済的内部収益率（EIRR）を算出した結果、3 水門の建設及び水路の改修による EIRR は 26.7%となった。Bong Bot 水門のみでは 20.9%、Vung Liem 水門は 19.6%、Tan Dinh 水門は 14.4%である。本プロジェクトは経済的観点から妥当であると判断される。

#### 2) 環境評価

プロジェクトが周辺環境に対して重大な影響を及ぼすことはない。工事期間中には大気汚染等の発生が考えられるが、これらは一時的なものである上、軽減することが可能である。

#### 3) 技術的評価

実施に当り特に難易度の高い技術は不要で、建設資材等も入手可能である。従って、技術的、また実施工期の面でも妥当である。

#### 4) 実施機関

プロジェクトの実施管理を行う各担当機関は、水門建設事業に対する十分な人的資源と経験を備えており、役割や責任範囲は MARD（農業農村開発省）傘下の責任実施機関のため明確である。

### 8.2 提言

May Phop - Say Don – May Tuc-Nga Hau 水路の改修工事の実施は、水門建設を個別に実施した場合に比べて 5.8%～12.3%の範囲で経済的内部収益率が増加すると算定された。このため、本水路の改修工事を早期に実施することが望ましい。

住民移転や土地収用に関しては、当事者に対する更なる配慮が必要である。移転計画の準備段階からの参加機会を増やし、市場価格と土地に関する法律（2003 年）から定められた補償金額との差を縮小するため、既存の枠組みに対して世界銀行の政策 4.12 の適用が望まれる。

海水面の上昇は Tra Vinh 省を含むメコンデルタ沿岸地域の課題であり、水門建設事業は必要性や実現可能性の点で ODA プロジェクトとして妥当であると考えられる。第一の理由は、ベトナム政府の予算不足であり、多くの水門建設が棚上げ状態で待たれており、その実施には限界がある。第二の理由は、対象地域の塩水侵入の現状である。2011 年時点で農地への塩水侵入によって稲作に被害が生じており、特に水門が整備されていない水路の沿岸地域に集中している。シミュレーションの結果から、メコン河沿岸では今後塩水侵入の影響地域が拡大すると予想される。これは気候変動に伴う海面上昇によって避けられない事態であり早急な対策が求められる。

水門では適切なゲート操作によって塩分濃度の調節が可能であり、Tra Vinh 省のようなメコンデルタの末端地域における水資源開発には最も適合し、更なる推進が求められる。メコンデルタ沿岸地域の水質は、潮位と河川流量の関係により変化する。メコン河の上流地域では、降雨量の増加と水資源開発の増大が予想されるが、現時点でこれらを推定することは困難であり、海面上昇と河川流量の増加・減少の関係は不確実性を伴う。

# 優先事業 III

作付けパターン  
調整・改善プログラム

## 第1章 序論

### 1.1 上位計画と方向性

#### 1.1.1 国家計画

本事業の上位計画として、5ヵ年社会経済開発計画 2011-2015 があり、その中の農業農村開発セクターでは、持続的開発の達成、農村特に貧困者の生活改善、適切な資源や環境保護が求められている。作付パターン・営農システム改善はこの計画を達成するために上位に位置づけられる。

気候変動対応国家目標プログラム（NTP-RCC）は、地域的気候変動の影響評価と適応行動計画を中心とした戦略的目標を挙げる。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の活動が必要とされる。

気候変動適応対策プログラム（NTP-RCC）では、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。目標遂行に当たり、気候変動調和政策システムの開発、気候変動被害地域の政策支援の開発、研究能力強化、国際協力の強化、人的資源開発などが挙げられている。

#### 1.1.2 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。メコンデルタ地域では、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り、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。

### 1.2 上位目標、目的、成果、及び投入

**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。

**目的：**気候変動下において、適応型作付システムが開発され、柔軟な対応が取られることにある。

**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、2) 将来の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新たな農水産業システムの構築、4) 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上記全プロセスの普及システム化。

**活動：**前述した成果に対応した合計 20 の活動を実施する。

**投入：**ドナー側から長期・短期の専門家の派遣、ベトナム側から技術移転の実施が求められる

### 1.3 実施機関とステアリングコミッティー

MARD（農業農村開発省）を全体統括機関として、Sub-NIAPP を実行機関として実施し、MARD 傘下の関係機関を中心としたステアリングコミッティーを形成する。

### 1.4 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や改善技術を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。このため、ターゲットグループを省普及センターとする。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する。

## 第2章 事業実施対象地域

### 2.1 一般概況

事業対象地域となるメコンデルタ沿岸7省は平坦な地形をしており、0.3m から 0.7m 程度の地域の標高であり、1月から5月にかけて海からの塩水侵入の影響を受けやすい地域である。7省全体では902万人の人口を抱え、人口密度は7省全体で366人/km<sup>2</sup>とベトナム全国平均263人/km<sup>2</sup>と比して高い。

産業は Rice Bowl と呼ばれる稲作だけでなく、特徴的な自然条件が育む果樹栽培や、水産業の振興といった多様化によって特徴付けられる。多様化された農業の一面として、コメの2期作や3期作はもちろんのこと、コメより高収益をもたらす果樹栽培の実施や、稲と淡水魚との組み合わせ、そして汽水エビと稲とのローテーションといった組み合わせ等がある。土地利用における農地面積割合は55%であり、全国平均(29%)や红河デルタ(36%)に比べて大幅に高い値を示す。

### 2.2 気候変動と想定被害

IMHEN の気候変動 B2 シナリオに関する解析によれば、年平均最高気温は2050年までに約2°C上昇し、2100年にかけて約2.7°C上昇すると予測される。気温の上昇がイネの開花期に生じた場合、不稔性が高めるため収量の減少が想定される。また、降雨については、10月における降雨が20%増加すると予測されており、年末から年明けにかけて栽培するイネ冬-春作の作付時期に洪水による浸水状態が長引く恐れがある。このため、冬-春作のイネの作付を遅らせる必要が生じると予測される。

また、塩水侵入で影響を受けやすい作物は果物とコメである。渇水年とされる1998年と同様のメコン河流量となった場合、将来の Ben Tre 省における被害は3,000億 VND から7,000億 VNDにも達する。野菜及び樹木の被害は、面積が小さいため被害額は限定的となることが予想される。これに加えて、気候変動による将来の海水面上昇予測されており、雨季に入って6月に作付を始めるコメ夏-秋作の作付が困難になることが予想される。

洪水による浸水で将来被害を受けやすいのは野菜であるが、経済価値では生産量、面積共に最も影響を受けるのは果樹或いはエビとなる。コメは海水面上昇が大きくなる2050年から2100年にかけて被害が増大することが予想される。

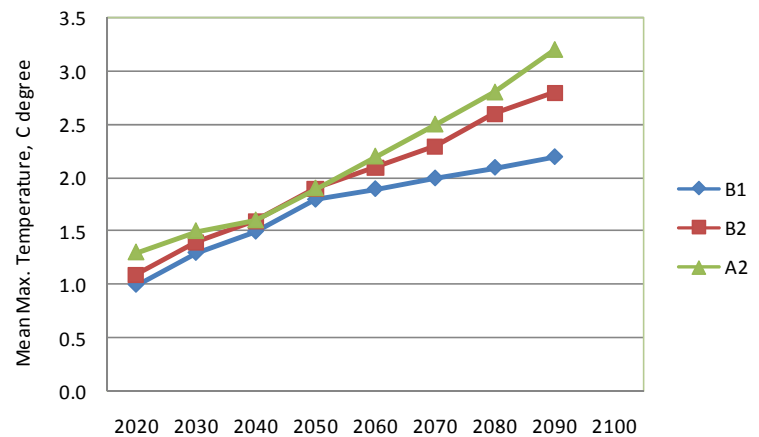


図 2.2.1 B2 シナリオによる平均最高気温上昇予測

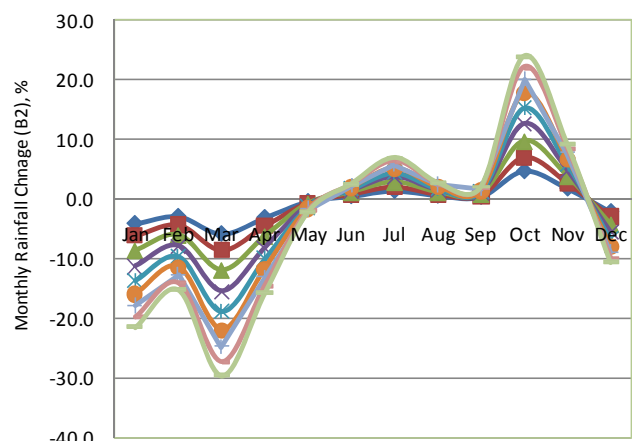


図 2.2.2 B2 シナリオによる月別降雨の変化予測

### 第3章 プロジェクトデザイン

#### 3.1 現状と課題

##### 3.1.1 政府職員の気候変動に関する認識

各省の政府職員によって認識された気候変動に関する課題は、優先度の高い順に塩水侵入、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（渇水）も確認された。

表 3.1.1 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

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。気候変動に関する問題で共通点が多いのは渇水問題であった。

表 3.1.2 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

##### 3.1.3 主要問題としての塩水侵入

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 3.1.1（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、かなりの稲作栽培地が被害を受けた。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。

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 3.1.3 に示す。稲作は 6 月頃から始まり、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。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。

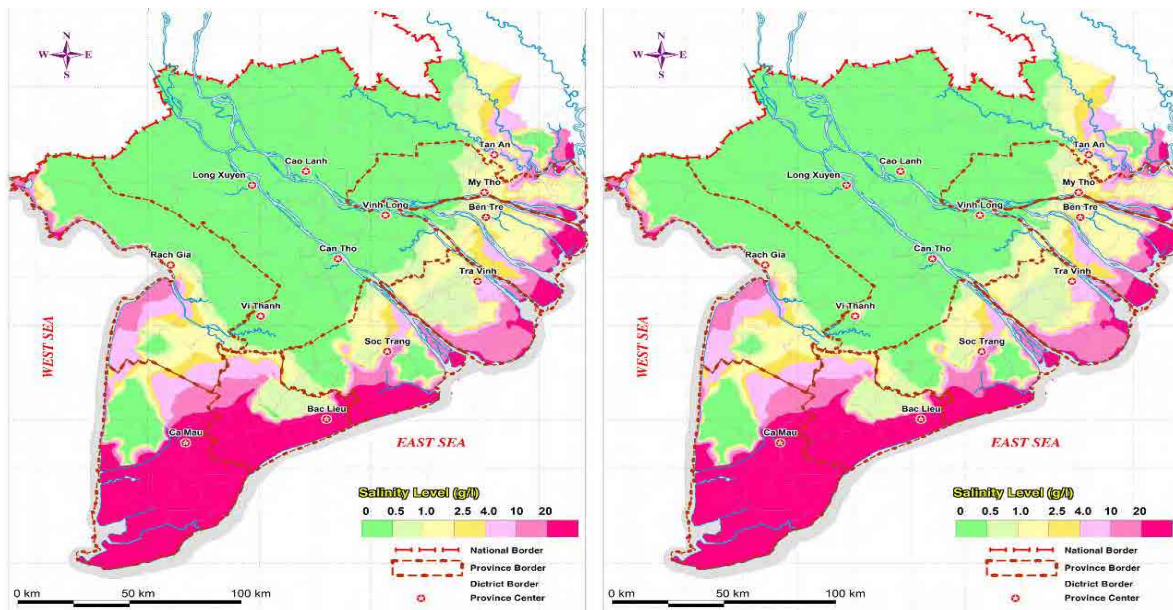


図 3.1.1 解析による 1998 年と 2020 年における塩水侵入

出典: JICA 調査団 (2012)

表 3.1.3 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)				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					
						Critical for Paddy Cultivation (fresh water needed)						

出典: SIWRP (2012)

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

### 3.2 プロジェクトコンポーネント

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であり、作付時期調整・改善プログラムが中心的な役割を果たす。

1) 乾期作「冬-春」の作付けを若干遅らせる (図中 A の部分)。降雨量が増加すると予測されており、雨期終りに洪水発生が生じ易くなるため、「冬-春」稲作の開始時期も遅くなる。

2) 「冬-春」作付期は遅らせるが、収穫時期を現行よりも早める (図中 B の部分)。将来の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。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ため、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。雨期に 2 期作を行うことは難しいが、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)。

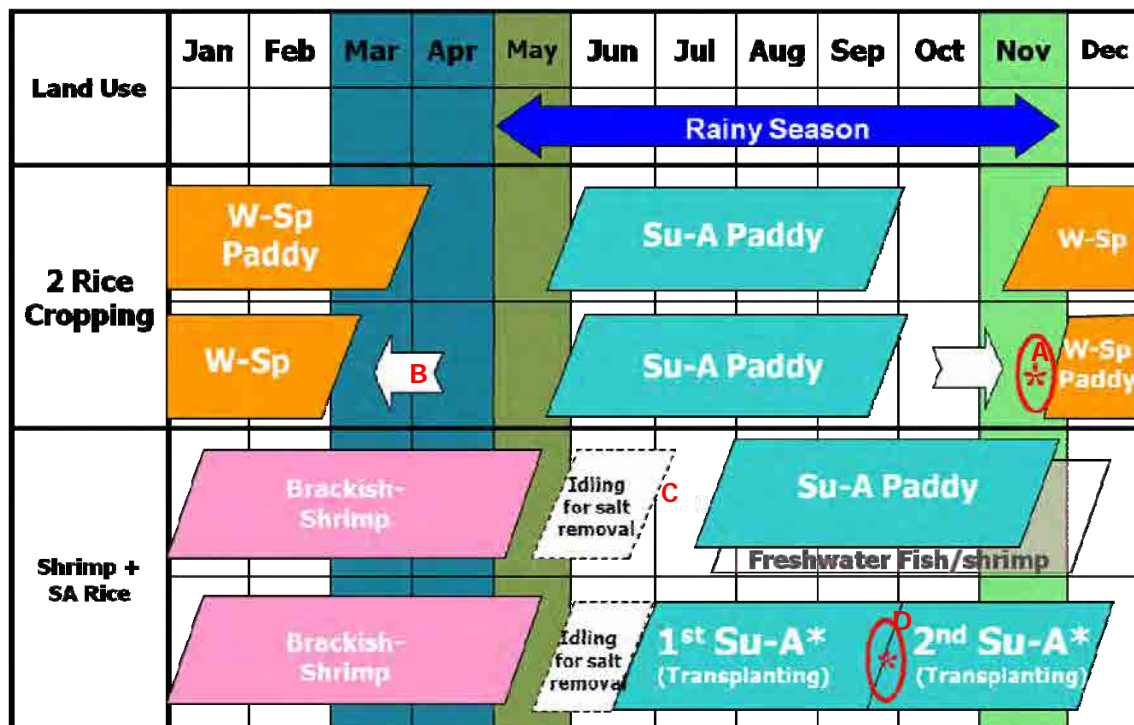


図 3.2.1 作付パターン調整・改善プログラムでの推奨作付パターン: JICA 調査団

この他に、早生品種、耐塩性品種、開花時間の異なる新品種の導入・研究開発や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などの問題のため普及には至っていない。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ており、このような新品種を試験的に栽培する。

### 3.3 技術協力と投入

#### 3.3.1 必要な技術協力

このプロジェクトでは、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。以後、6 段階を経て、既存の普及方法を活用した協力を実施する。

- 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み込み
- 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) 農水産産物の政策に基づいた保証

#### 3.3.2 投入

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。ドナー側からは農業政策および GIS 兼業務調整の 2 名の長期専門家に加え、農業関連 7 名の短期専門家、必要機材を投入する。ベトナム側からは土地利用計画 2 名の長期カウンターパート、4 名の短期カウンターパート、および 30 名の普及職員を投入する計画である。

### 3.3.3 プロジェクトサイト候補

本調査では、作付時期調整・改善プログラムが Ben Tre 省において他のプログラムよりも優先度が高いことが確認された。Tra Vinh 省が2番目に、Tien Giang 省が3番目に、以下 Soc Trang 省 Bac Lieu 省にて優先プログラムとして挙げられた。Ben Tre 省と Tra Vinh 省は隣接しているということも考慮して、最初にこれらの省でプロジェクトを実施することを提案する。

## 3.4 5項目評価

### 1) 妥当性

- ✓ ベトナム政府は現状の稲生産レベルを持続させることを遂行している。
- ✓ このプロジェクトは技術面に焦点を当て、インフラ開発の遅れを補完することができる。

### 2) 有効性

- ✓ 農民は塩水侵入に直面しており、気候変動に対処する営農システムの改善が必要である。
- ✓ 農民は気候変動課題への対応策を求めており、新システムを受け入れる可能性は高い。
- ✓ 省職員がターゲットグループのため、計画に省当局の意向を反映させることが可能となる。

### 3) 効率性

- ✓ 実施機関である Sub-NIAPP は既に土地利用計画における技術を持っている。
- ✓ MARD の既存普及システムを活用するため、技術普及は円滑に実施されると期待される。

### 4) インパクト

- ✓ 塩水侵入地域における適応策が図られることで、安定した農村生活が期待される。
- ✓ 職員の技術能力強化により、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でも、気候変動の進捗と場所に応じて農業土地利用計画が可能となる。
- ✓ 作付期間調整・改善は Ben Tre 省、Tra Vinh 省において 37,855～27,834 人が適応農業システムを受け入れると見込まれる。
- ✓ Ben Tre 省と Tra Vinh 省の職員 510 人により、合計 142,800 農民が受益効果を受ける。
- ✓ 稲作と汽水エビ養殖との水管理の対立が想定される場合、全ての関係農民に呼びかけて計画過程から参加させるべきである。
- ✓ エビのマーケティングへの影響を考慮し、病気リスクの低いエビ養殖の普及が求められる。

### 5) 自立発展性

- ✓ ベトナム政府は農業開発の重要性を強調しており、政策転換による影響を受けない。
- ✓ 気候変動が拡大する可能性があり、それに適応した作付パターンが将来的に不可欠である。
- ✓ Sub-NIAPP は最近技術職員を増員しており、プロジェクト終了後の持続性が期待される。
- ✓ 関連技術の開発において、エビでは水産研究所 No.2 があり、他の分野にも関連機関がある。

## 3.5 貧困、ジェンダー、環境に関する考察

- ✓ 貧困：気候変動により、農水産業は生産能力減少の危機に陥ると予測されている。プロジェクトでは環境変化により適応した作付システムの対応を講じる。
- ✓ ジェンダー：ベトナム社会において、主婦が家庭における特に財政的な面で相当な意思決定力を持っていると通常言われている。土地利用計画では、ジェンダーは問題とならない。
- ✓ 環境：環境の変化に応じて、多様種を養殖し、病気への対策などを考慮する必要がある。

## 3.6 プロジェクト実施のための制度



### 3.6.1 実施機関

実施機関である Sub-NIAPP は、1979 年に設立された MARD、NIAPP の下部組織であり、86 人の職員によりメコンデルタの土地利用計画を策定する。全職員の 70% が技術的/専門的職員であり、国内外の技術や方法論に関し 10 年から 30 年の経験を有する。

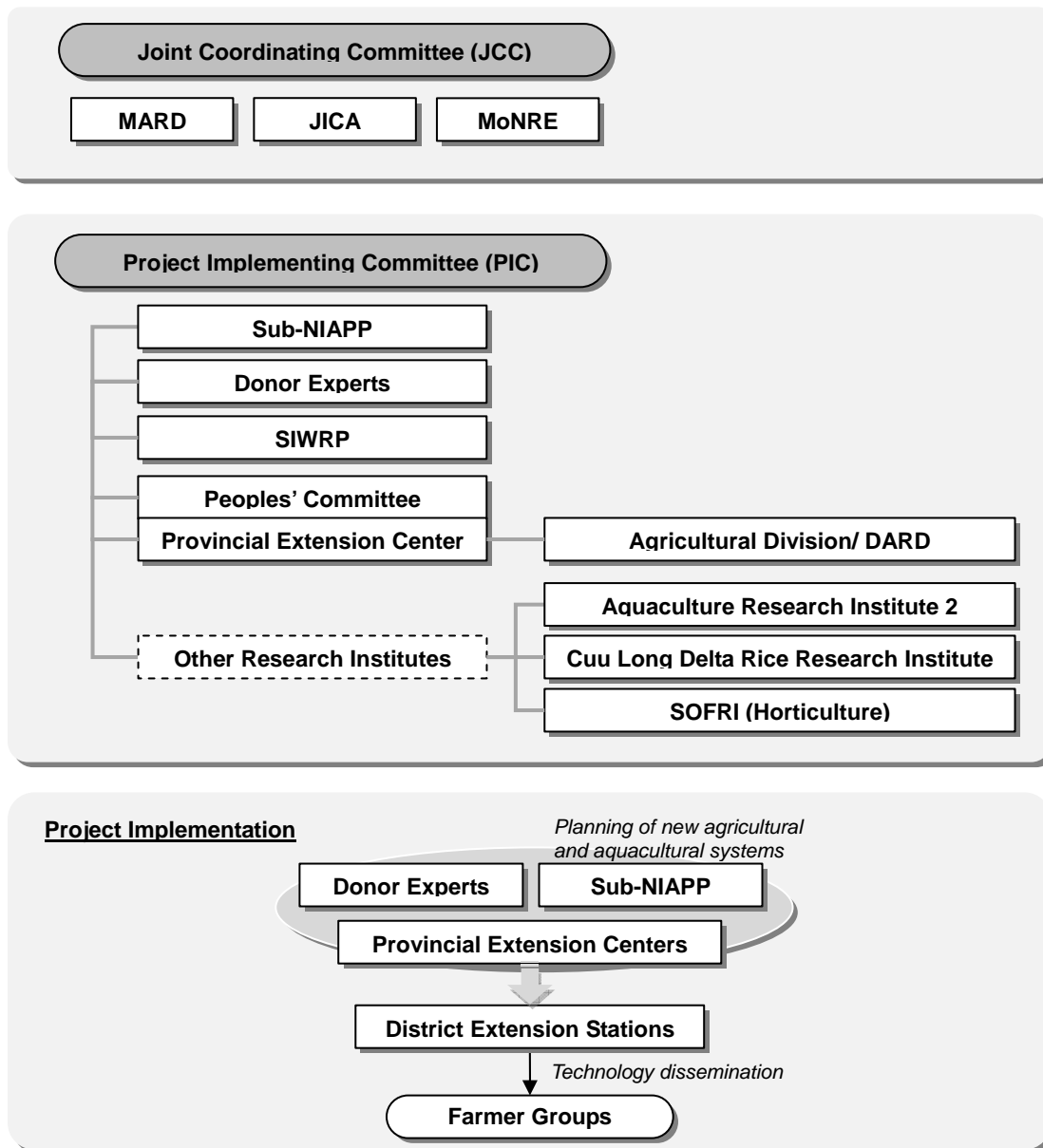


図 3.6.1 組織編成

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を保有する。農業経済と GIS センター資源評価、土地使用計画をデータベース化する大容量コンピュータシステムを活用している。

### 3.6.2 プロジェクト運営委員会

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。地方レベルでは、PIC（プロジェクト実行委員会）を農水産業開発において責任ある組織から構成・設置する。PIC はプロジェクト活動の改善とモニタリングに責任を持つ。Sub-NIAPP が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主要な組織となる。

### 3.7 プロジェクト実施スケジュールと費用

#### 3.7.1 プロジェクト実施スケジュールと費用

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、特に塩水侵入に関する最新の気候変動課題に基づいた正確な農業土地利用計画を策定する。その一部として、改善作付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）の導入や稲作とエビ養殖の輪作、移植栽培の導入など気候変動課題による損失<sup>1</sup>を避ける為に行う。

フェーズ II では、これらの技術パッケージの導入、促進、適合を既に気候変動の影響がある地域にて進める。技術促進の為には、現行の普及システムを最大限に活用し、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地域<sup>2</sup>にて新たな農水産システムの促進活動を幅広く展開する。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。

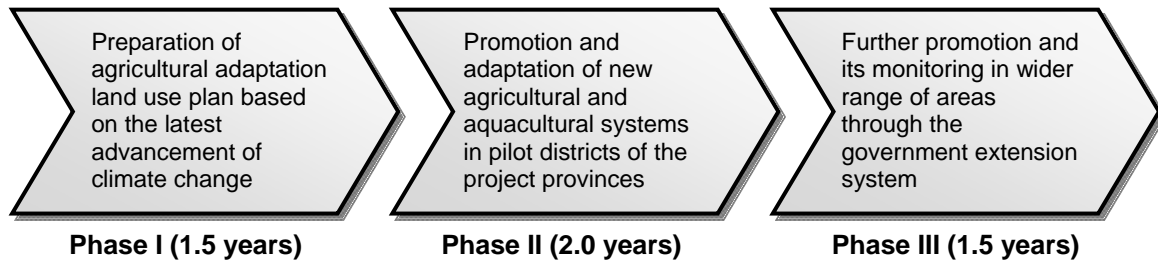


図 3.7.1 プロジェクトフェーズ

#### 3.7.2 プロジェクト実施スケジュールと費用

専門家派遣、資機材調達、研修実施、その他の費用をまとめると、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。

### 3.8 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 PO を以下に添付する。

<sup>1</sup>気候変動課題による損失：塩水侵入による稲作被害及び作物栽培適地の減少、雨期終盤の降雨増大による稲作開始時期の遅れと乾期の気温上昇による作期の制限による損失等を指す。

<sup>2</sup>気候変動課題の起きている地域：海面上昇により既に塩水侵入が発生している地域、降雨パターンが以前と比べて変わっている地域を指す。

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					
<b>0. Preparation of the project</b> 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																													
<b>1. Vulnerable areas where CC issues have already become apparent are identified</b> 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																													
<b>2. Improved agricultural systems are established, which are suited to features caused by CC</b> 2-1: Identify useful technologies for agricultural and aquacultural production 2-2: Validate applicability of new technologies																													
<b>3. New systems are put in the land use plan in accordance with the progress of CC</b> 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																													
<b>4. New systems are promoted through the existing extension system</b> 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																													
<b>5. An entire process is systematized as an improved extension system oriented to CC</b> 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																													
<b>6. Productions of agricultural and aquacultural commodities are secured along with the government policy</b> 6-1: Extension is carried out in other areas using extension materials prepared																													

CC: Climate Change

## 第4章 提言

首尾よくプロジェクトを実行する為に、いくつかの問題はプロジェクト活動開始前に対処される必要がある。プロジェクトの承認と実施に向けて、また、実施段階にて言及されるべき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：このプロジェクトで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提案する。しかし、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ので、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されなければならない。特に、気候変動問題が既に明らかとなっていて、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。これによって、メコンデルタ沿岸地域において気候変動の実際の経過に従って他の地域へ同じアプローチを適用することが可能となる。
- ✓ 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。適切な汽水管理を行う為には、しっかりとした構造物が不可欠である。これに関して、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。
- ✓ エビ養殖における環境問題：このプロジェクトでは、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述べている。しかし、エビ養殖が大規模集約栽培である場合、病気のリスクが高い。それ故、現行システムを変換させる前に、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ることを、計画過程において取り込まなければならない。
- ✓ 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、アップグレード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。
- ✓ 最新技術の適用性：気候変動問題に対処するためには、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活用は効果的である。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、他の技術協力との組合せは、最新技術の適用性も考慮する必要がある。

# 優先事業 IV

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

### 1.1 上位計画と方向性

#### 1.1.1 国家計画

本事業の上位計画として、5ヵ年社会経済開発計画 2011-2015 があり、特に気候変動については述べられていない。一方、海面上昇に伴う塩水侵入が生じた場合、現状とほぼ同じ年間 40 百万トンの全国コメ生産量を維持していくには困難が予想される。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、コメ生産を確実にする基本的な技術であり、国家開発計画の基幹をなすものである。

気候変動対応国家目標プログラム (NTP-RCC) は、地域的気候変動の影響評価と適応行動計画を中心とした戦略的目標を挙げる。このプログラムでは、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が、MARD は農業農村開発計画 2008-2020 において、これらの目標達成のためにアクションプランフレームワークを策定している。フレームワークに挙げられた 7 つの目標の一つである気候変動緩和適応の実施において、本プロジェクトが果たす役割は大きいと考えられる。

#### 1.1.2 制約と問題

気候変動による課題として、特に沿岸部では塩水侵入による水産物 (淡水) の生産量減少、果樹の矮小化、コメ被害が予測される。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。稲作圃場とエビ養殖場とが隣接する地域、将来塩水侵入により隣接する地域では、異なる水質の需要に対する対策が必要である。

### 1.2 上位目標、目的、成果、及び投入

**上位目標：**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。

**目的：**SIWRP 開発の流水管理システムを活用し、効果的な淡水利用の水門操作がなされる。

**成果：**1) 調査及び解析に基づき、当該エリアの水位と塩分が測定される。2) 流水管理計画が策定される。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) 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。

**活動：**前述した成果に対応した合計 12 の活動を実施する。

**投入：**ドナー側から長期・短期の専門家の派遣、ベトナム側から技術移転の実施が求められる

#### 1.3 実施機関とステアリングコミッティー

中央レベルでは MARD、MONRE、及び JICA で構成される JCC を中心として全体を統括し、プロジェクトの実施は SIWRP が担当する。

#### 1.4 ターゲットグループ

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。

## 第2章 事業実施対象地域

### 2.1 一般概況

事業対象地域となるメコンデルタ沿岸7省は平坦な地形をしており、0.3m から 0.7m 程度の地域の標高であり、1月から5月にかけて海からの塩水侵入の影響を受け易い地域である。産業はRice Bowlと呼ばれる稲作だけでなく、多様化された農業の一面として、コメの2期作や3期作はもちろんのこと、コメより高収益をもたらす果樹栽培の実施、稲と淡水魚との組み合わせ、そして汽水エビと稲とのローテーションといった組み合わせ等がある。土地利用における農地面積割合は55%であり、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。

メコン河流量は雨期のピークで28,000<sup>3</sup>/秒となり、乾季では4月から5月にかけて2,000<sup>3</sup>/秒を少し超える程度まで落ち込む。水路網が発達しており、水路網の総延長は地球2周分の約90,000kmである。これらの水路網は、地域の一次産業を支える灌漑および排水網として機能しているが、潮汐によって生じる塩水侵入に対しては、部分的に防潮水門を建設しているだけであり、包括的な対策はとられていない。

### 2.2 気候変動と想定被害

将来の海水面はB2シナリオで2050年に30cm、2100年に80cm上昇すると予測されている。将来の塩水侵入で影響を受けやすい作物は果物とコメである。渇水年とされる1998年と同様のメコン河流量となった場合、将来のBen Tre省における被害は3,000億 VND から7,000億 VNDにも達すると予想される。洪水による浸水で将来被害を受けやすいのは野菜であるが、経済価値では生産量、面積共に最も影響を受けるのは果樹或いはエビとなる。コメは海水面の上昇が大きくなる2050年から2100年にかけて被害が増大することが予想される。これらの被害予測に対して、流水の塩分濃度、水位などと連動したゲート操作により、被害を最低限に抑える必要がある。

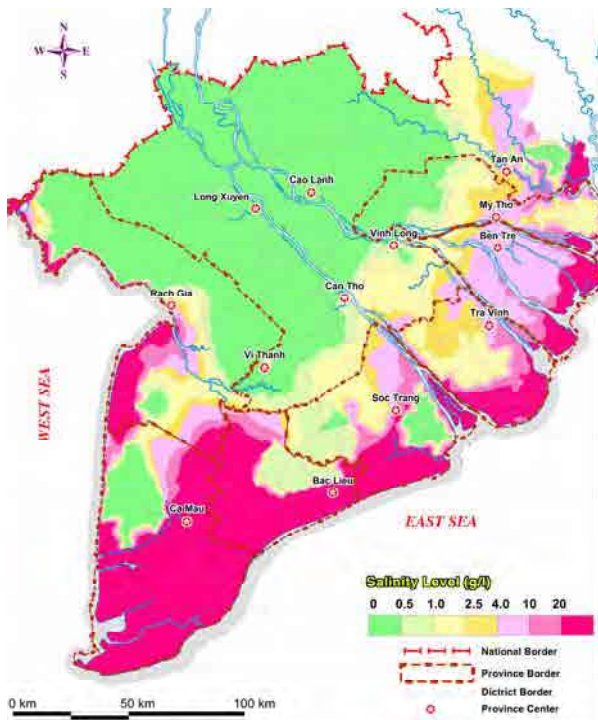


図 2.2.1 B2 シナリオ 1998 年流量条件での 4 月における等塩分濃度分布図：海面上昇 30cm (2050 年相当)、  
出典：調査団

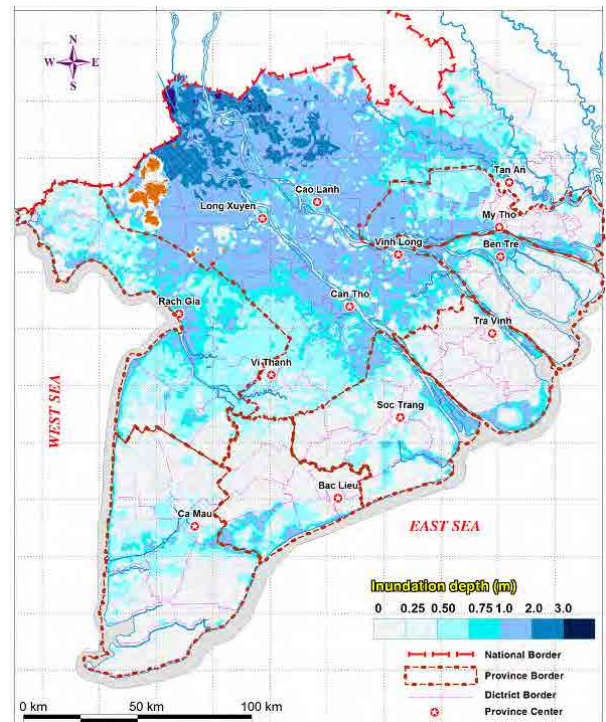


図 2.2.2 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 8 月等湛水分布図：海面上昇 33cm (2050 年相当)  
出典：調査団

### 第3章 プロジェクトデザイン

#### 3.1 現状と課題

##### 3.1.1 政府職員の気候変動に関する認識

各省の政府職員によって認識された気候変動に関する課題は、優先度の高い順に塩水侵入、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（渇水）も確認された。

表 3.1.1 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

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。気候変動に関する問題で共通点が多いのは渇水問題であった。

表 3.1.2 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

##### 3.1.3 確認された課題

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が、実際の水資源管理に関わる技術的知識と経験、マネー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。

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。

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。

Ca Mau 省を例にとれば、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。

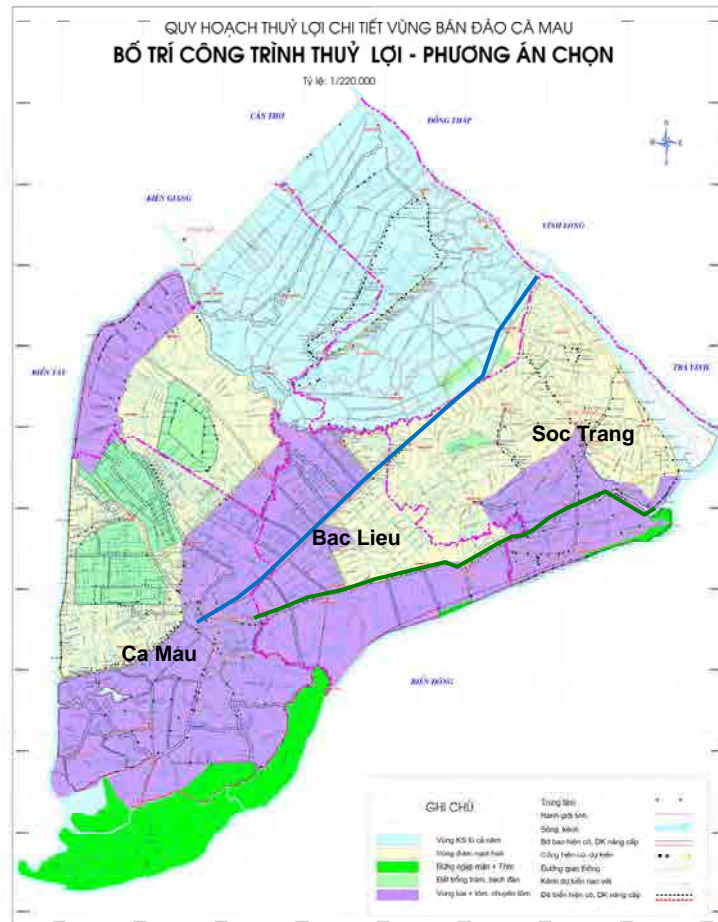


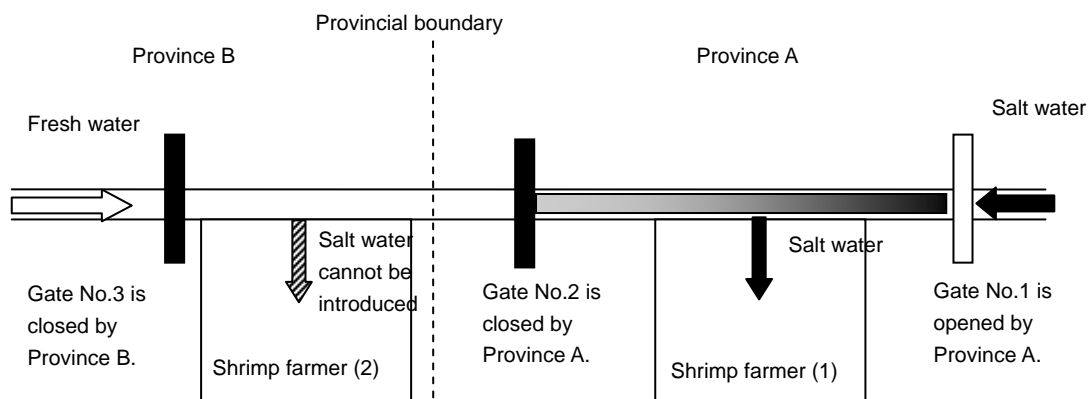
図 3.1.1 Ca Mau 省周辺における水田地域とエビ養殖地域

出典: 調査団

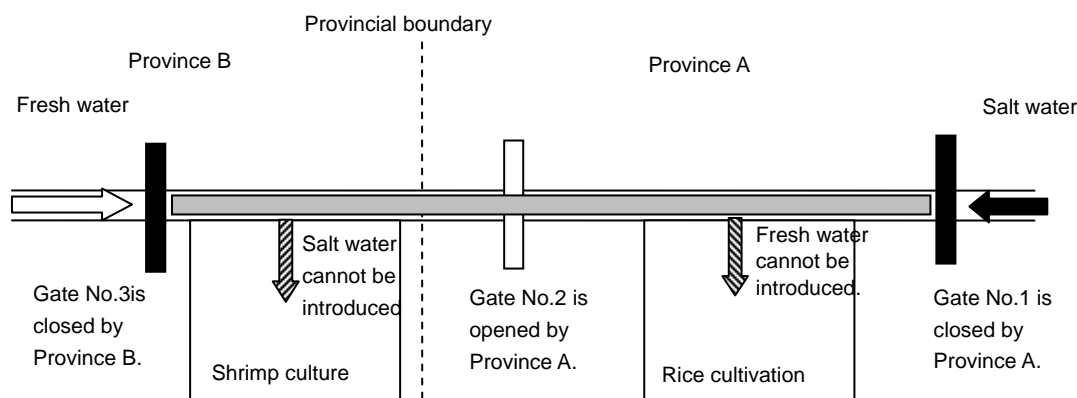
例えば、例 (1) に示すように、エビ養殖(1)に十分な塩水を導入するため、そのエビ養殖農家が存在する A 省によってゲート No.1 が開けられ、ゲート No.2 が閉じられたとする。B 省に位置するエビ養殖(2)も塩水が必要であるため、B 省によってゲート No.3 は閉じられるが、ゲート No.2 も閉じられているため、エビ養殖(2)は塩水を導入することが出来ない現象が生じる。

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。

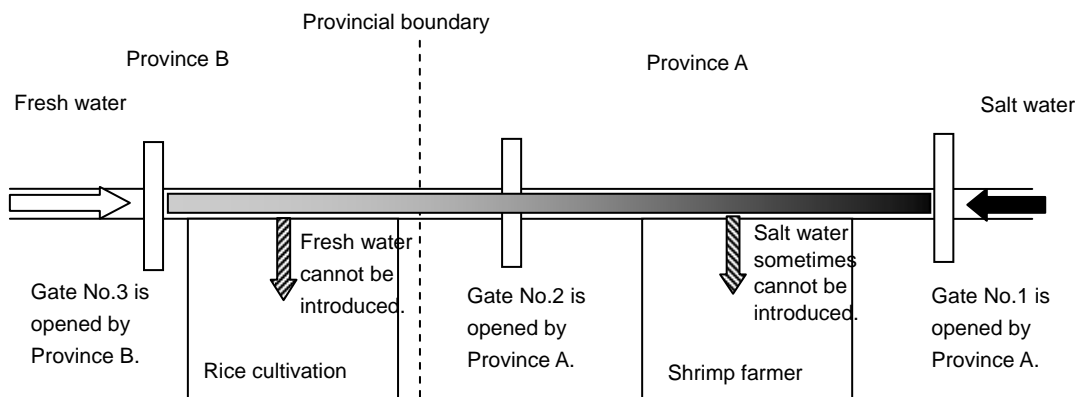
さらに、例(3)に示すように、A 省に位置するエビ養殖は塩水を必要とするので、A 省はゲート No.1 を開ける。B 省に位置するコメ栽培は淡水が必要であるので、B 省はゲート No.3 を開ける。しかし、この時、A 省のゲート No.2 が開けたままだと、B 省のコメ栽培は淡水を導入することが出来ないし、塩水侵入の程度によっては、ゲート No.2 を閉じなければ、A 省のエビ養殖は十分な濃度の塩水を導入することが出来ない場合が生じる。



例 (1)



例(2)



例 (3)

以上のように、水路システムが複数の省にまたがり、単独の省では最適なゲート操作ができない場合や、リアルタイムでの塩分濃度測定とゲート操作が必要な場合があることが分かる。

### 3.2 プロジェクトコンポーネント

水管理を強化するために実施が求められる事業は、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の3つであり、特に「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おいて、水資源計画の策

定、水質モニタリング、及びそれらの情報共有について関係機関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。

### 3.3 技術協力内容と投入

主要事業である「メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト」について以下に示す。

#### 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。

#### 3.3.2 投入計画

組織の能力強化を図るためには過程志向のアプローチを必要とし、ドナー側からは水資源政策および業務調整2名の長期専門家に加え、水資源関連10名の短期専門家および必要機材を投入する計画とし、ベトナム側からは水資源に関係する2名の常勤カウンターパート、6名の短期カウンターパートを投入する計画とする。

### 3.4 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。

- ✓ 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、政府の掲げるコメ生産レベルを維持する助けとなる。
- ✓ 気候変動による水環境に変化に対して、関係職員の適応が可能になるものと予測される。

#### 2) 有効性

- ✓ 水管理により、農業・水産業の持続性に貢献し、極めて高い有効性を示す。
- ✓ 関連する複数の機関の流水管理能力がメコンデルタ沿岸地域において強化され、沿岸部の農業、水産業の発展に大きく寄与する。

#### 3) 効率性

- ✓ 実施機関となる SIWRP は、水資源管理計画に関する技術的な経験を積んでおり、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

- ✓ プロジェクトの実行過程を通して、技術要員の能力が強化され、正の効果が期待される。

#### 5) 自立発展性

- ✓ メコンデルタは国の進める農業生産拠点であり、政策変更による影響は見出されない。

- ✓ 気候変動問題は将来拡大し、長期的には深刻さを増すため、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。
- ✓ 事業実施機関の SIWRP は、最近技術要員の人数を増やしており、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。

### 3.5 貧困、ジェンダー及び環境への配慮

- ✓ 貧困：表流水資源を管理することは、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：表流水資源を維持・管理する事は、この地域の環境を維持する基盤となる。

### 3.6 プロジェクト実施体制

#### 3.6.1 実施機関

1977年に創設された MARD の下部組織である南部水資源計画研究所（SIWRP）は、ベトナム南部の水資源と河川域開発の管理計画策定機関であり、プロジェクト実施機関として計画している。職員数は合計 90 名（1 名の助教授、3 名の博士）であり、現地調査に加え、流域流量解析、塩分濃度解析など灌漑および河川管理計画を得意とする。SIWRP の組織構成を以下に示す。

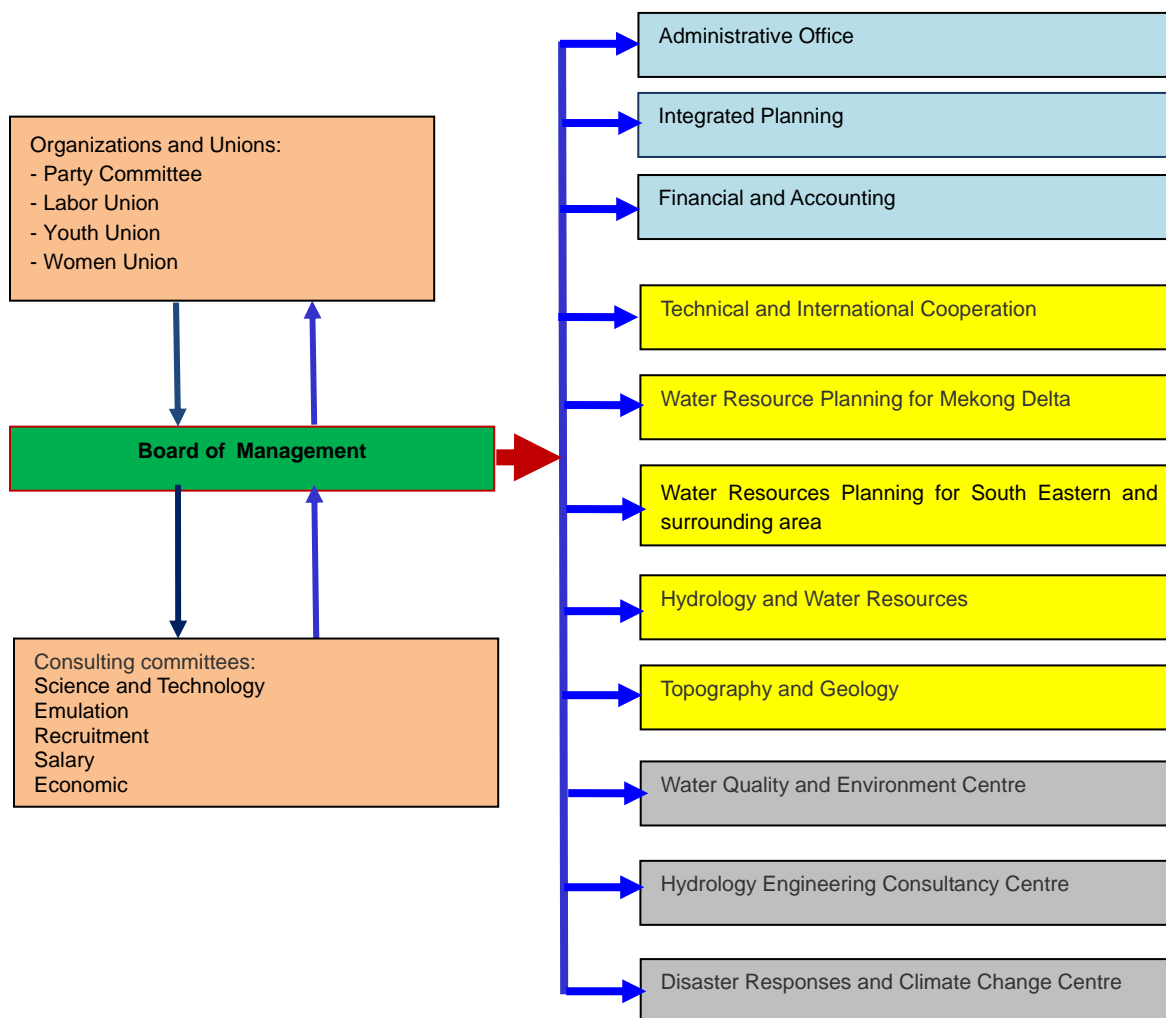


図 3.6.1 SIWRP の組織構成

Source: SIWRP (2012)

### 3.6.2 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 3.6.2 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。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。

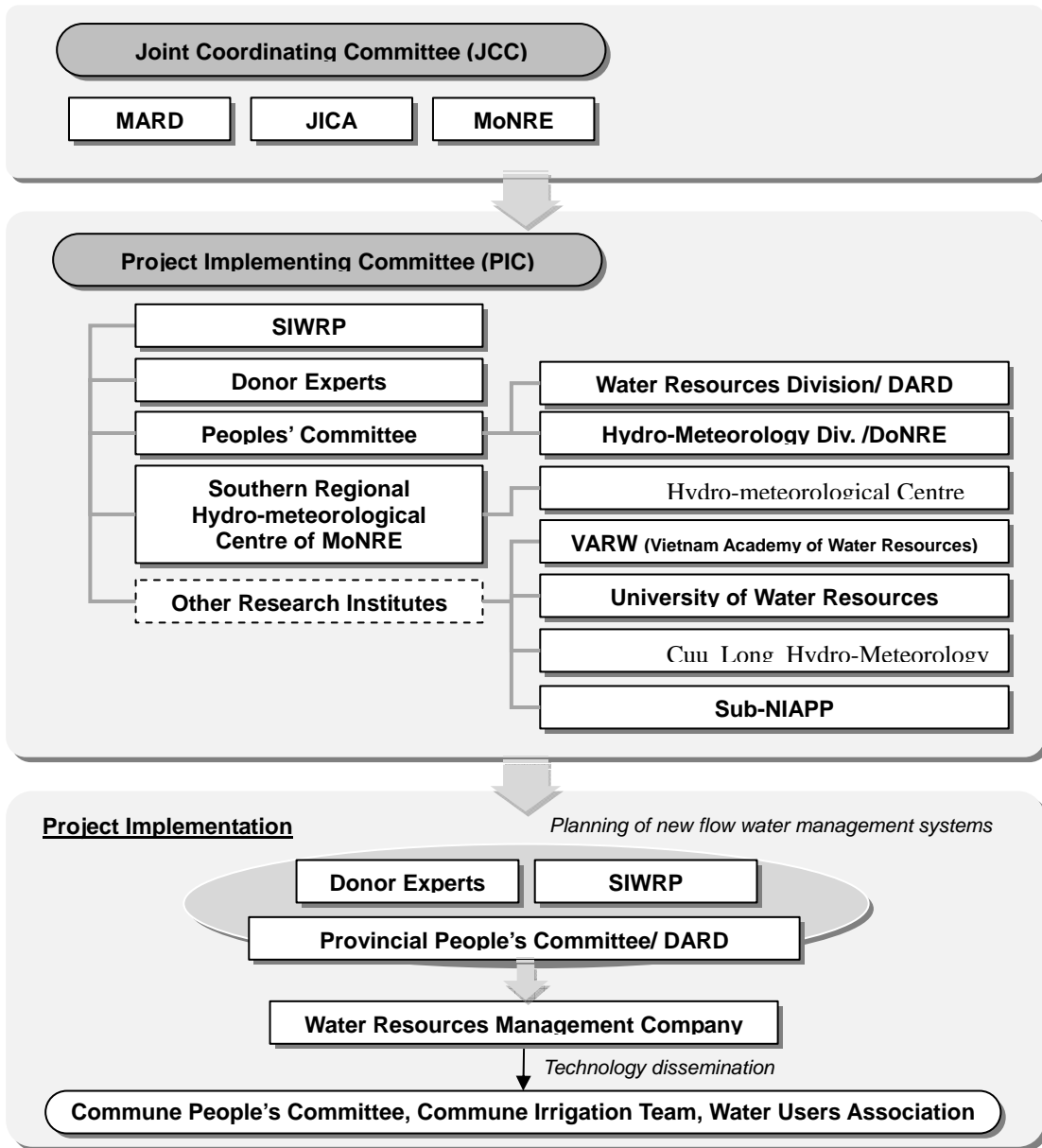


図 3.6.2 事業実施組織

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の構築を支援する。

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。

### 3.6.3 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。JICA の開発調査「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」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 省では 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。

## 3.7 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。

### 3.7.1 観測情報の共有・管理スケジュール

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・活用を図るために、以下が実施される。

#### 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。

**3.7.2 制度および組織強化**

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ために、以下が予定される。

**フェーズ 1 :**

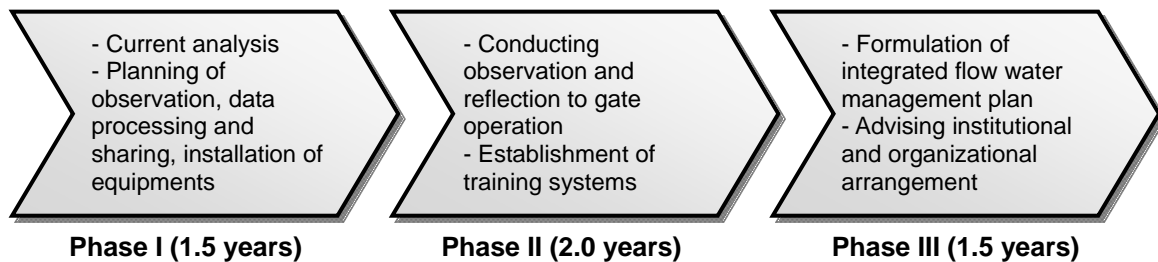
全国レベル及び地方レベルでの流水マネージメントの現状が分析される。そして、流水モニタリングシステムと淡水と塩水の動向を含めたマネージメントシステムの分析が向上する。

**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 3.7.1 プロジェクトの段階**

**3.7.3 プロジェクト費用**

プロジェクトに必要な経費は、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、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、328,000USD がベトナム側の負担となる。

**3.8 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。

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					
0. Preparation of the project																									
0-1 Long term experts are dispatched	[Solid bar from 2014 Q1 to 2019 Q4]																								
0-2 Project office is set up	[Solid bar from 2014 Q1 to 2014 Q2]																								
0-3 Necessary equipments are procured and put in place	[Solid bar from 2014 Q3 to 2015 Q4]																								
0-4 Joint Coordinating Committee is established	[Solid bar from 2014 Q1 to 2014 Q2]																								
0-5 Short term experts/consultants are dispatched	[Dashed bar from 2014 Q1 to 2019 Q4, with 'as required' text]																								
0-6 Joint Coordinating Committee Meeting is carried out	[Dashed bar with triangles at 2014 Q2, 2015 Q4, 2016 Q4, 2017 Q4, 2018 Q4, 2019 Q4]																								
0-7 Monitoring	[Dashed bar from 2014 Q1 to 2019 Q4]																								
0-8 Reports	[IC/R at 2014 Q2, P/R1 at 2014 Q4, P/R2 at 2015 Q4, P/R3 at 2016 Q4, P/R4 at 2017 Q4, DFR at 2018 Q4, FR at 2019 Q4]																								
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.	[Solid bar from 2014 Q1 to 2014 Q2]																								
1-2 SIWRP analyzes the current situations of relevant organizations in the field of flow water management in the pilot areas.	[Solid bar from 2014 Q2 to 2014 Q3]																								
1-3 SIWRP makes a basic design of observation network, computer systems and information network.	[Solid bar from 2014 Q3 to 2014 Q4]																								
1-4 SIWRP formulates a observation plan of fresh water and saline water.	[Solid bar from 2014 Q4 to 2015 Q1]																								
1-5 SIWRP installs observation equipments.	[Solid bar from 2015 Q1 to 2015 Q2]																								
1-6 SIWRP conducts training courses for observation and observation data processing to the officers of DARDs and IWCs.	[Solid bar from 2015 Q2 to 2015 Q3]																								
1-7 SIWRP formulates observation data storing, managing and sharing.	[Solid bar from 2015 Q3 to 2015 Q4]																								
1-8 SIWRP, DARDs and IWCs conduct observation.	[Solid bar from 2015 Q4 to 2018 Q4]																								
1-9 SIWRP, DARDs and IWCs reflect the observation results to the exiting gate operation.	[Solid bar from 2016 Q1 to 2018 Q4]																								
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.	[Solid bar from 2017 Q1 to 2018 Q4]																								
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.	[Solid bar from 2014 Q1 to 2014 Q2]																								
2-2 SIWRP establishes analysis system for flow water management including fresh water and saline water.	[Solid bar from 2014 Q2 to 2015 Q4]																								
2-3 SIWRP establishes training systems for the effective and integrated flow water management including fresh water and saline water management.	[Solid bar from 2015 Q4 to 2017 Q4]																								
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.	[Solid bar from 2017 Q4 to 2018 Q4]																								



## 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。