

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  
(マスタープラン編)

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
13-028

## 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。

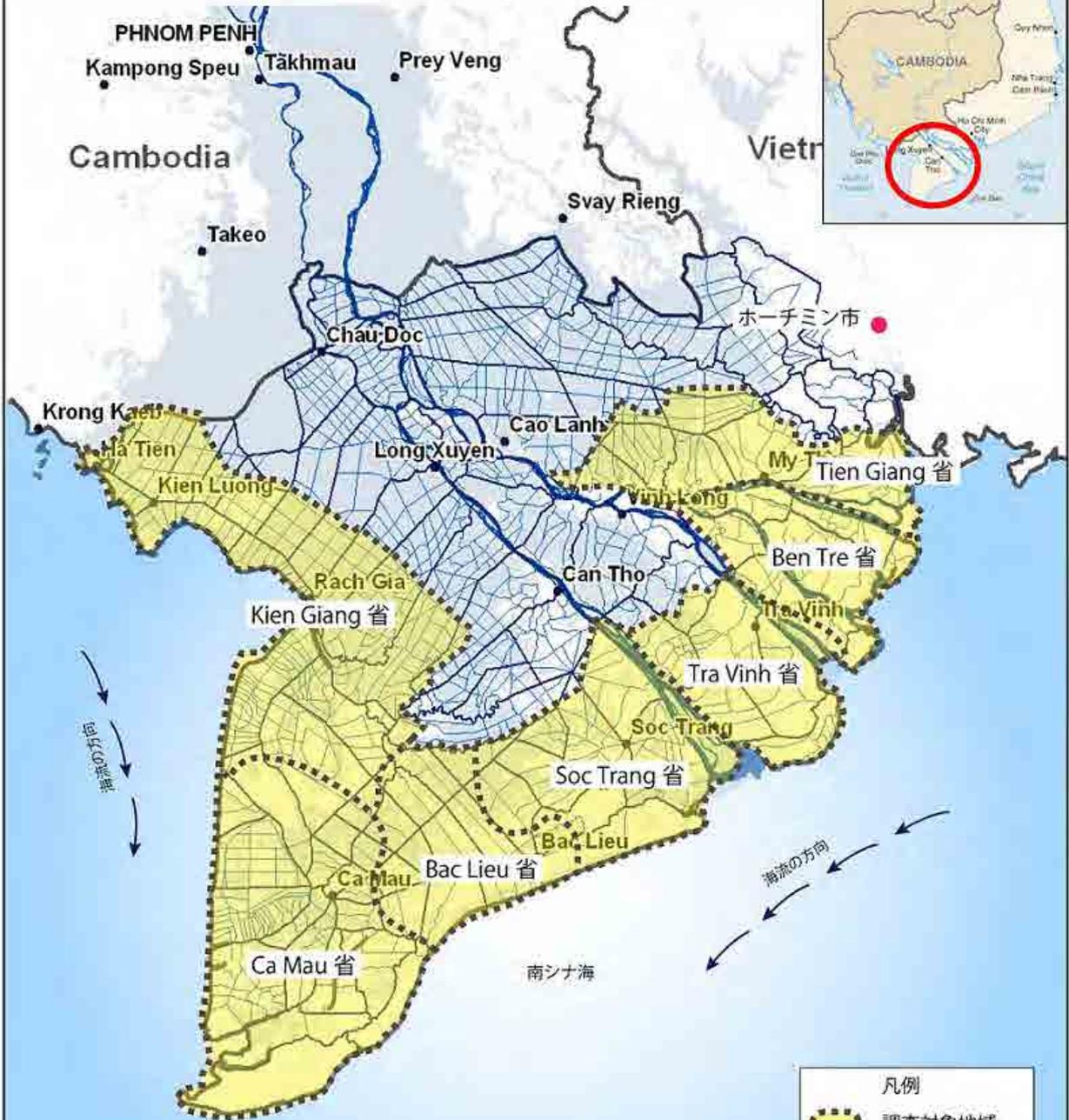
この報告書が、同プロジェクトの中で策定された気候変動適応型マスタープラン、また特定された優先事業の実施推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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



凡例  
 調査対象地域

0 50 100 km

元図出典：SWPP

## 目 次

### 調査対象地域位置図

第 1 章 序論.....	1-1
1.1 調査の背景：メコンデルタの役割と課題.....	1-1
1.2 調査業務の目的.....	1-1
1.3 調査工程とスコープ.....	1-2
1.4 関係機関.....	1-2
1.5 対象地域.....	1-2
第 2 章 調査対象地域の概況.....	2-1
2.1 調査対象地域人口および経済状況.....	2-1
2.1.1 人口.....	2-1
2.1.2 経済状況.....	2-2
2.1.3 調査対象地域とメコンデルタ地域の位置付け.....	2-4
2.2 気象および水文環境.....	2-5
2.2.1 気温.....	2-5
2.2.2 雨量.....	2-5
2.2.3 水資源：メコン河.....	2-6
2.3 主要農村社会基盤.....	2-9
2.3.1 水路.....	2-9
2.3.2 道路.....	2-13
2.3.3 給水.....	2-14
2.4 調査対象地域における農業.....	2-15
2.4.1 多様化した農業.....	2-15
2.4.2 農業土地利用.....	2-16
2.4.3 作付け.....	2-18
2.4.4 稲作.....	2-19
2.4.5 土地保有.....	2-21
2.5 水産業：エビ養殖.....	2-22
2.5.1 水産水揚量.....	2-22
2.5.2 エビ養殖の形態.....	2-23
2.6 農家世帯質問票調査.....	2-26
2.6.1 稲作.....	2-26
2.6.2 エビ養殖.....	2-30
2.6.3 果樹栽培.....	2-32
2.7 調査対象地域における開発計画とドナーの活動.....	2-35
2.7.1 Water Resources Master Plan（2006 閣議承認）、SIWRP.....	2-35
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.....	2-37
2.7.3 ドナーによる投資.....	2-39
第 3 章 調査対象地域における脆弱性評価.....	3-1
3.1 過去の気候動向と海水面上昇.....	3-1
3.1.1 気温、日照時間、蒸発散量.....	3-1
3.1.2 降雨.....	3-3
3.1.3 海水面標高.....	3-4
3.2 気候変動予測.....	3-5

3.2.1	気温.....	3-5
3.2.2	降雨量.....	3-8
3.2.3	海面上昇.....	3-10
3.2.4	メコン河流量予測（MRC）.....	3-10
3.3	気候変動解析結果に基づく脆弱性評価.....	3-13
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.....	3-13
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.....	3-15
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.....	3-32
3.3.4	塩水侵入と洪水および湛水による経済損失.....	3-46
第4章	マスタープラン策定.....	4-1
4.1	政府職員による気候変動への認識.....	4-1
4.1.1	気候変動に関する課題の特定と優先順位付け.....	4-2
4.1.2	政府職員ワークショップにおけるSWOT分析.....	4-3
4.2	農民レベルにおける気候変動.....	4-5
4.2.1	村レベルのワークショップ.....	4-5
4.2.2	問題分析.....	4-6
4.2.3	トレンド分析.....	4-8
4.3	関連するプロジェクト計画と優先順位.....	4-10
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.....	4-10
4.3.2	マスタープラン2011（SIWRP）における関連プロジェクト.....	4-14
4.4	開発ビジョン、開発指針、開発段階等.....	4-15
4.4.1	調査対象地における開発ビジョン.....	4-15
4.4.2	気候変動およびその適応・対応における基本方針.....	4-15
4.4.3	開発における時間軸と段階分け.....	4-16
4.5	開発フレームワークおよび事業.....	4-17
4.5.1	気候変動課題における優先付け.....	4-17
4.5.2	開発フレームワーク.....	4-19
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）.....	4-20
4.6	環境社会配慮.....	4-22
4.6.1	開発オプション.....	4-22
4.6.2	スコーピング.....	4-22
4.6.3	ベースとなる環境社会状況.....	4-24
4.6.4	相手国の環境社会配慮制度・組織.....	4-27
4.6.5	環境への影響予測.....	4-30
4.6.6	緩和策.....	4-31
4.6.7	環境の評価および代替案の比較検討.....	4-32
4.6.8	モニタリング.....	4-32
4.7	土地利用計画.....	4-34
4.7.1	主要作目の収益性およびリスク.....	4-34
4.7.2	主要作目の環境適合性.....	4-35
4.7.3	その他考慮すべき項目.....	4-35
4.7.4	土地利用計画策定の方針.....	4-36
4.7.5	現況土地利用.....	4-37
4.7.6	2020年、2030年及び2050年に向けた土地利用計画.....	4-38

第5章	優先事業の特定	5-1
5.1	優先事業選定の基準	5-1
5.2	気候変動に伴う優先課題とその対応方向性	5-1
5.3	優先事業の選定（案）	5-2
5.3.1	ロングリスト優先事業	5-2
5.3.2	ショートリスト優先事業	5-3
5.4	ロングリスト優先事業の概要	5-5
5.4.1	塩水侵入対策防潮水門建設事業（サブ・セクター対象）	5-5
5.4.2	沿岸部保全・海岸堤防強化改善事業	5-5
5.4.3	北ベンチェ（North Ben Tre）輪中地域改善事業	5-6
5.4.4	チャビン省（Tra Vinh）灌漑用水導水事業	5-7
5.4.5	バクリュー（Bac Lieu）沿岸地域水管理事業	5-8
5.4.6	カマウ（Ca Mau）地域汽水可動・水管理事業	5-8
5.4.7	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）	5-9
5.4.8	メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト	5-10
5.4.9	持続的エビ養殖振興プログラム（普及プログラム）	5-11
第6章	ケース・スタディー	6-1
6.1	優先課題に沿ったスタディー項目	6-1
6.2	輪中地域における塩水侵入対策（Ben Tre 省北部）	6-1
6.2.1	検討背景	6-1
6.2.2	検討内容	6-1
6.2.3	解析結果	6-2
6.2.4	水質測定	6-6
6.3	稲作地帯における淡水確保（Tra Vinh 省）	6-8
6.3.1	検討背景	6-8
6.3.2	検討内容	6-8
6.3.3	解析結果	6-9
6.3.4	Tra Vinh 省における住民移転状況	6-14
6.4	臨海地域における水管理（Bac Lieu 省）	6-15
6.4.1	背景	6-15
6.4.2	検討項目	6-15
6.4.3	解析結果	6-15
6.4.4	考察	6-17
6.4.5	浸水防止対策	6-18
6.5	Ca Mau 半島における水停滞地域での水流動化促進	6-21
6.5.1	背景	6-21
6.5.2	検討方法	6-21
6.5.3	解析結果	6-22
6.6	地域別最適海浜堤防の検討	6-28
6.6.1	背景	6-28
6.6.2	検討項目	6-28
6.6.3	解析結果	6-29
6.6.4	海浜堤防	6-32
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	6-42
6.7.1	背景	6-42

6.7.2	検討項目	6-42
6.7.3	インタビュー結果	6-42
6.7.4	持続可能なエビ養殖手法	6-43
6.8	ケース・スタディのIEE	6-45
6.9	環境影響確認のための事前調査	6-45
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）	7-1
7.1	開発計画策定における手順	7-1
7.1.1	政府職員による参加型ワークショップ開催	7-1
7.1.2	村落レベルの参加型ワークショップ開催	7-2
7.2	開発のための枠組み作成	7-4
7.3	PDM（事業概要）の作成	7-5
第8章	結論と提言	8-1
8.1	結論	8-1
8.2	提言	8-1

## 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8月時点)

US\$ 1.00	=	VND 21,165 (TTB)
US\$ 1.00	=	78.31 Japanese Yen (TTB)
VND 1.00	=	0.0037 Yen

### ベトナム国の会計年度

1月1日～12月31日

## 表一覧

表 1.3.1	調査工程（2011年7月～2013年3月）	1-2
表 1.3.2	本件業務におけるフェーズと主たる作業	1-2
表 1.5.1	対象地域の面積、人口、人口密度等	1-2
表 2.1.1	対象地域における人口、面積、人口密度、人口増加率、総移動数の比較	2-1
表 2.3.1	ベトナム国における水路区分	2-11
表 2.3.2	メコンデルタにおける水路網（出典：南部水資源計画研究所）	2-11
表 2.3.3	2008年4月に観測された平均水位の変動幅	2-12
表 2.3.4	メコンデルタにおける貨物量および貨物量運搬距離	2-12
表 2.3.5	メコンデルタにおける道路区分とその延長距離	2-13
表 2.3.6	メコンデルタ沿岸7省における道路区分とその延長距離	2-13
表 2.3.7	ベトナム各地域別陸運物流量	2-14
表 2.3.8	メコンデルタにおける給水用水源	2-14
表 2.3.9	メコンデルタにおける現在の地下水開発状況	2-15
表 2.4.1	調査対象地における主要な作付けパターン	2-19
表 2.5.1	メコンデルタおよび他の地域における水産水揚量（2010年）	2-23
表 2.5.2	半集約型および集約型エビ養殖の典型的事業概要	2-25
表 2.6.1	季節別農家当たり生産量と粗収入	2-26
表 2.6.2	農家当たり稲作栽培時期	2-27
表 2.6.3	農家当たり年間の生産量と粗収入	2-27
表 2.6.4	1.0ha 当たり生産量と粗収入	2-27
表 2.6.5	農家当たり労務費/外注費	2-28
表 2.6.6	農家当たり投入資材費	2-28
表 2.6.7	農家当たり季節別純収益	2-29
表 2.6.8	農家当たり年間純収益	2-29
表 2.6.9	養殖タイプ別農家当たり面積	2-30
表 2.6.10	汽水エビ養殖における生産量と粗収入	2-31
表 2.6.11	汽水エビ養殖における生産費	2-31
表 2.6.12	汽水エビ養殖における純収益	2-31
表 2.6.13	果樹別農家数と栽植本数	2-32
表 2.6.14	果樹別生産量	2-33
表 2.6.15	果樹別農家庭先価格，'000 VND/kg	2-33
表 2.6.16	果樹別粗収入と農家あたり粗収入（VND）	2-33
表 2.6.17	農家当たり年間生産費（VND）	2-34
表 2.6.18	果樹別生産費（VND）	2-34
表 2.6.19	農家当たり項目別設立費用	2-34
表 2.6.20	農家当たり減価償却（10年間）当たり設立費用	2-35
表 2.6.21	果樹別農家当たり生産費、粗収入、純収益	2-35
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	2-36
表 2.7.2	プロジェクト実施段階と分野別におけるプロジェクト費用（Billion VND, Million US\$）	2-38
表 2.7.3	メコンデルタにおける主要なドナー活動	2-39
表 3.2.1	シナリオ別 Kratie 水位観測地点における月間平均流量	3-11
表 3.3.1	塩水侵入による被害指標	3-16
表 3.3.2	沿岸7省の主要果物（2010年）と割合（%）	3-17

表 3.3.3	洪水浸水における被害指標 .....	3-32
表 4.1.1	政府職員によるキックオフワークショップの参加者（2011年10月27日） .....	4-1
表 4.1.2	キックオフワークショップのプログラム .....	4-1
表 4.1.3	7省における気候変動に関する課題とその優先順位 .....	4-2
表 4.1.4	気候変動に関する課題の優先順位付け .....	4-2
表 4.1.5	省の職員による SWOT 分析結果の要約 .....	4-3
表 4.2.1	ワークショップ参加者データ .....	4-5
表 4.2.2	問題分析における優先問題 .....	4-7
表 4.2.3	問題系図に現れた気候変動に関する問題 .....	4-8
表 4.3.1	7省の職員による優先事業の概要 .....	4-10
表 4.3.2	省レベルでの優先事業の詳細 .....	4-12
表 4.3.3	マスタープラン 2011（SIWRP）における優先事業の概要 .....	4-14
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） .....	4-17
表 4.5.1	気候変動に関係する優先課題 .....	4-18
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 .....	4-19
表 4.6.1	開発オプション .....	4-22
表 4.6.2	オプションごとに想定される環境への影響 .....	4-23
表 4.6.3	オプションごとの主な環境への影響 .....	4-23
表 4.6.4	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 .....	4-26
表 4.6.5	「ベ」国における環境影響アセスメント(EIA)及び戦略的環境アセスメント(SEA)の概要 .....	4-28
表 4.6.6	JICA 環境ガイドラインとベトナム国の環境に関する法令のギャップ .....	4-30
表 4.7.1	主要作目の収益性（'000VND/ha） .....	4-31
表 4.7.2	典型的な営農体系と塩水侵入のリスク .....	4-33
表 4.7.3	塩分濃度に基づく土地利用変換基準（稲作-エビ養殖） .....	4-34
表 4.7.4	省別の現況土地利用（2009年） .....	4-34
表 4.7.5	稲作およびエビ養殖適地(2020, 2030 及び 2050年) .....	4-35
表 4.7.6	土地利用計画（目標年 2050年） .....	4-36
表 4.7.7	土地利用の変更面積（2009年から 2050年） .....	4-37
表 5.2.1	気候変動課題と適応策 .....	5-1
表 6.2.1	Ben Tre 省北部輪中に関して実施した塩水侵入解析一覧 .....	6-2
表 6.2.2	Ben Tre 省北部輪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） .....	6-6
表 6.2.3	Ben Tre 省 Ba Lai 堰上流における水質調査結果 .....	6-7
表 6.3.1	Tra Vinhe 省に関して実施した塩水侵入解析一覧 .....	6-9
表 6.3.2	Tra Vinh 省の東西におけるメコン河流量 .....	6-11
表 6.3.3	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 .....	6-13
表 6.3.4	Say Don - May Tuc - Nga Hau 水路拡幅に伴い必要となる住民移転費用 .....	6-14
表 6.4.1	Bac Lieu 省における作付地区別水需要（1月） .....	6-16
表 6.4.2	Bac Lieu 省市街地中心部浸水防止対策工事費算定 .....	6-20
表 6.5.1	Ca Mau 半島における水流動化促進解析検討ケース .....	6-22
表 6.5.2	Ca Mau 半島における水流動化解析の結果 .....	6-26
表 6.6.1	湾岸地域における浸食/堆積の傾向 .....	6-31
表 6.7.1	質問票を用いたインタビュー対象農家 .....	6-42
表 6.7.2	従属変数（単収：kg/ha）と独立変数との個別相関係数 .....	6-43
表 7.1.1	沿岸部 7 省で抽出された気候変動に関係する課題とその優先順位（例） .....	7-2
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 .....	7-3

表 7.3.1	優先事業に対する簡易プロジェクトデザインマトリックス	7-6
---------	----------------------------	-----

## 図一覧

図 2.1.1	メコンデルタにおける人口と土地面積	2-2
図 2.1.2	人口密度（左）、人口増加率（右）	2-2
図 2.1.3	対象地域における GDP 構成比（2009 年）	2-3
図 2.1.4	対象地域における GDP 成長率（2009 年）	2-3
図 2.1.5	調査対象地域における 2009 年の一人当たりの GDP（@17,100VND/US\$, 2009 年 6 月）	2-4
図 2.1.6	国全体における調査対象地域の農業、畜産業、林業、養殖業の生産量割合	2-4
図 2.2.1	メコンデルタの主要地における月間平均気温	2-5
図 2.2.2	メコンデルタにおける年平均雨量	2-5
図 2.2.3	メコンデルタの主要 18 地点における月間平均雨量	2-6
図 2.2.4	メコン河流域図	2-6
図 2.2.5	メコンデルタ下流域（Kratie から下流部）	2-7
図 2.2.6	Kratie における日毎の流量観測記録（1985 年～2000 年）	2-7
図 2.2.7	Tan Chau 観測所における平均日毎の水位記録（1980 年～2010 年）	2-8
図 2.2.8	Chau Doc 観測所における平均日毎の水位記録（1980 年～2010 年）	2-8
図 2.2.9	Tan Chau, Chau Doc と両観測所を統合した日毎の流量	2-9
図 2.3.1	フランス統治時代の水路網（左）と現在の水路網（右）	2-10
図 2.3.2	メコンデルタにおける水理的 4 地域区分	2-11
図 2.3.3	ベトナム国地域別の貨物輸送比率（道路と水運）	2-12
図 2.3.4	メコンデルタにおける道路ネットワーク	2-13
図 2.4.1	メコンデルタにおける土地利用図（2008 年）	2-17
図 2.4.2	全土地利用に占める農業目的土地利用の割合（%）	2-18
図 2.4.3	全農業用地に占める稲作、永年作物、一年生作物の占める割合（%）	2-18
図 2.4.4	メコンデルタにおける省毎のコメ生産量	2-20
図 2.4.5	省別の一人当たりコメ生産高	2-20
図 2.4.6	沿岸 7 省における作期別コメ生産量	2-21
図 2.4.7	沿岸 7 省におけるコメの単収の変遷	2-21
図 2.4.8	戸当り平均生産農地面積の比較	2-21
図 2.4.9	戸別農地保有面積の省別による分布割合比較	2-22
図 2.5.1	省別一人当り魚水揚高（2010）	2-23
図 2.5.2	省別一人当りエビ水揚高（2010）	2-23
図 2.5.3	タイおよびベトナムにおけるエビ生産の推移	2-24
図 2.5.4	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	2-24
図 2.6.1	果樹別栽培農家数と栽植本数の相関	2-32
図 2.6.2	生産量/農家と農家庭先価格	2-33
図 2.6.3	項目別生産費	2-34
図 2.7.1	SIWRP 提案の防潮堰位置図	2-37
図 3.1.1	測候所位置図	3-1
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	3-1
図 3.1.3	メコンデルタ 4 測候所における平均年最高気温の推移	3-2
図 3.1.4	メコンデルタ 4 測候所における平均年最低気温の推移	3-2
図 3.1.5	メコンデルタ 3 測候所における年平均日照時間の推移	3-2
図 3.1.6	メコンデルタ 4 測候所における年平均蒸発散量の推移	3-3

図 3.1.7	メコンデルタ 5 測候所における年平均降雨量の推移.....	3-3
図 3.1.8	メコンデルタ 5 測候所における雨期の降雨量の推移.....	3-4
図 3.1.9	メコンデルタ 5 測候所における 10 月の降雨量の推移.....	3-4
図 3.1.10	メコンデルタ 5 測候所における乾期の降雨量の推移.....	3-4
図 3.1.11	Vung Tau (East Sea)における海水面推移.....	3-5
図 3.1.12	Rach Gia (West Sea) における海水面推移.....	3-5
図 3.1.13	Can Tho (80km 内陸部) における海水面推移.....	3-5
図 3.2.1	2050 年(B2 シナリオ)における年平均気温の増減.....	3-6
図 3.2.2	メコンデルタにおけるシナリオ別年平均気温.....	3-6
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.....	3-6
図 3.2.4	メコンデルタにおけるシナリオ別年平均最低気温.....	3-7
図 3.2.5	省別 B1 シナリオによる年平均気温.....	3-7
図 3.2.6	省別 B2 シナリオによる年平均気温.....	3-7
図 3.2.7	省別 A1 シナリオによる年平均気温.....	3-7
図 3.2.8	B1 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温.....	3-7
図 3.2.9	B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温.....	3-7
図 3.2.10	A2 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温.....	3-8
図 3.2.11	B2 シナリオによる 2050 年の平均降雨増減.....	3-8
図 3.2.12	シナリオ別メコンデルタの年平均降雨量の推移.....	3-8
図 3.2.13	B1 シナリオにおける省別年平均降雨量の推移.....	3-8
図 3.2.14	B2 シナリオによる省別年平均降雨量.....	3-9
図 3.2.15	A2 シナリオによる省別年平均降雨量.....	3-9
図 3.2.16	B1 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量.....	3-9
図 3.2.17	B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量.....	3-9
図 3.2.18	A2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量.....	3-9
図 3.2.19	シナリオ別メコンデルタの海水面上昇.....	3-10
図 3.2.20	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.....	3-11
図 3.2.21	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.....	3-12
図 3.2.22	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.....	3-12
図 3.2.23	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.....	3-12
図 3.3.1	コメ収量と月最高気温との相関関係.....	3-14
図 3.3.2	B2 シナリオでの収量の減少.....	3-15
図 3.3.3	B2 シナリオでの収量の減少(%).....	3-15
図 3.3.4	B2 シナリオでの生産量の減少.....	3-15
図 3.3.5	A2 シナリオでの収量の減少.....	3-15
図 3.3.6	A2 シナリオでの収量の減少(%).....	3-15
図 3.3.7	A2 シナリオでの生産量の減少.....	3-15
図 3.3.8	コメ収量と灌漑用水の塩分濃度.....	3-16
図 3.3.9	収量の減少と灌漑用水の塩分濃度.....	3-16
図 3.3.10	野菜の収量の減少と灌漑用水の塩分濃度.....	3-17
図 3.3.11	1998 渇水年流量条件での 3 月等塩分分布図：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-21
図 3.3.12	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).....	3-21
図 3.3.13	1998 渇水年流量条件での 5 月等塩分分布図：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-22
図 3.3.14	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).....	3-22
図 3.3.15	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 3 月等塩分分布図：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-21

図 3.3.16	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).....	3-21
図 3.3.17	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 5 月等塩分分布図：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-22
図 3.3.18	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).....	3-22
図 3.3.19	1998 渇水年流量条件 Tien Giang 塩水侵入面積：海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-23
図 3.3.20	1998 渇水年流量条件 Ben Tre 塩水侵入面積：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-23
図 3.3.21	1998 渇水年流量条件 Tra Vinh 塩水侵入面積：海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-23
図 3.3.22	1998 渇水年流量条件 Soc Trang 塩水侵入面積：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-23
図 3.3.23	1998 渇水年流量条件 Bac Lieu 塩水侵入面積：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-23
図 3.3.24	1998 渇水年流量条件 Ca Mau 塩水侵入面積：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-23
図 3.3.25	1998 渇水年流量条件 Kien Giang 塩水侵入面積：海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-23
図 3.3.26	1998 渇水年流量条件 7 州における塩水侵入面積：海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-23
図 3.3.27	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Tien Giang 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-24
図 3.3.28	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Ben Tre 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-24
図 3.3.29	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Tra Vinh 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-24
図 3.3.30	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Soc Trang 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-24
図 3.3.31	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Bac Lieu 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-24
図 3.3.32	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Ca Mau 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-24
図 3.3.33	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Kien Giang 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-24
図 3.3.34	B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 7 省塩水侵入面積:海水面上昇 30cm(2050 年相当).....	3-24
図 3.3.35	1998 渇水年流量条件 Tien Giang 塩水侵入面積：海水面上昇 100cm (2100 年相当) .....	3-25
図 3.3.36	1998 渇水年流量条件 Ben Tre 塩水侵入面積：海水面上昇 100cm (2100 年相当).....	3-25
図 3.3.37	1998 渇水年流量条件 Tra Vinh 塩水侵入面積：海水面上昇 100cm (2100 年相当) .....	3-25
図 3.3.38	1998 渇水年流量条件 Soc Trang 塩水侵入面積：海水面上昇 100cm (2100 年相当).....	3-25
図 3.3.39	1998 渇水年流量条件 Bac Lieu 侵入面積：海水面上昇 100cm (2100 年相当).....	3-25
図 3.3.40	1998 渇水年流量条件 Ca Mau 塩水侵入面積：海水面上昇 100cm (2100 年相当).....	3-25
図 3.3.41	1998 渇水年流量条件 Tien Giang 塩水侵入面積：海水面上昇 100cm (2100 年相当) .....	3-25
図 3.3.42	1998 渇水年流量条件 7 省塩水侵入面積：海水面上昇 100cm (2100 年相当) .....	3-25
図 3.3.43	B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Tien Giang 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-26
図 3.3.44	B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Ben Tre 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm(2050 年相当). 3-26	
図 3.3.45	B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Tra Vinh 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm(2050 年相当) 3-26	
図 3.3.46	B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Soc Trang 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-26
図 3.3.47	B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Bac Lieu 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm(2050 年相当)3-26	
図 3.3.48	B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Ca Mau 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm(2050 年相当). 3-26	
図 3.3.49	B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Kien Giang 塩水侵入面積:海水面上昇 30cm	

	(2050 年相当).....	3-26
図 3.3.50	B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 7 省塩水侵入面積:海水面上昇 30cm(2050 年相当).....	3-26
図 3.3.51	1998 渇水年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm).....	3-27
図 3.3.52	1998 渇水年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm).....	3-27
図 3.3.53	1998 渇水年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-27
図 3.3.54	1998 渇水年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-27
図 3.3.55	1998 渇水年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm).....	3-27
図 3.3.56	1998 渇水年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm).....	3-27
図 3.3.57	1998 渇水年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm).....	3-27
図 3.3.58	1998 渇水年流量条件 7 省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-27
図 3.3.59	B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Tien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-28
図 3.3.60	B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Ben Tre 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)	3-28
図 3.3.61	B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Tra Vinh 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-28
図 3.3.62	B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Soc Trang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-28
図 3.3.63	B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Bac Lieu 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-28
図 3.3.64	B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Ca Mau 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)	3-28
図 3.3.65	B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Kien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-28
図 3.3.66	B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-28
図 3.3.67	1998 渇水年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm) .....	3-29
図 3.3.68	1998 渇水年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm) .....	3-29
図 3.3.69	1998 渇水年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm) .....	3-29
図 3.3.70	1998 渇水年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm).....	3-29
図 3.3.71	1998 渇水年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm).....	3-29
図 3.3.72	1998 渇水年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm) .....	3-29
図 3.3.73	1998 渇水年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm).....	3-29
図 3.3.74	1998 渇水年流量条件 7 省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm) .....	3-29
図 3.3.75	B2 現在、2020, 2030, 2050 流量条件 Tien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-30
図 3.3.76	B2 現在、2020, 2030, 2050 流量条件 Ben Tre 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-30
図 3.3.77	B2 現在、2020, 2030, 2050 流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-30
図 3.3.78	B2 現在、2020, 2030, 2050 流量条件 Soc Trang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-30
図 3.3.79	B2 現在、2020, 2030, 2050 流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-30
図 3.3.80	B2 現在、2020, 2030, 2050 流量条件 Ca Mau 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-30
図 3.3.81	B2 現在、2020, 2030, 2050 流量条件 Kien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm).....	3-30
図 3.3.82	B2 現在、2020, 2030, 2050 流量条件 7 省農業生産損失(VND) :	

	海面上昇(0, 12,17, 30cm) .....	3-30
図 3.3.83	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) .....	3-31
図 3.3.84	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).....	3-31
図 3.3.85	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).....	3-31
図 3.3.86	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).....	3-31
図 3.3.87	湛水深度と稲作生産ロス(%) .....	3-32
図 3.3.88	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) .....	3-36
図 3.3.89	2000 洪水年流量条件での 9 月等湛水分布図 : 海面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-36
図 3.3.90	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) .....	3-37
図 3.3.91	2000 洪水年流量条件での 11 月等湛水分布図 : 海面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-37
図 3.3.92	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).....	3-36
図 3.3.93	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 9 月等湛水分布図 : 海面上昇 33cm (2050 年相当).....	3-36
図 3.3.94	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) .....	3-37
図 3.3.95	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 11 月等湛水分布図 : 海面上昇 33cm (2050 年相当).....	3-37
図 3.3.96	2000 洪水年流量条件 Tien Giang 湛水面積 : 海面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-38
図 3.3.97	2000 洪水年流量条件 Ben Tre 湛水面積 : 海面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-38
図 3.3.98	2000 洪水年流量条件 Tra Vinh 湛水面積 : 海面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-38
図 3.3.99	2000 洪水年流量条件 Soc Trang 湛水面積 : 海面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-38
図 3.3.100	2000 洪水年流量条件 Bac Lieu 湛水面積 : 海面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-38
図 3.3.101	2000 洪水年流量条件 Ca Mau 湛水面積 : 海面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-38
図 3.3.102	2000 洪水年流量条件 Kien Giang 湛水面積 : 海面上昇 30cm (2050 年相当).....	3-38
図 3.3.103	2000 洪水年流量条件 7 省湛水面積 : 海面上昇 30cm (2050 年相当) .....	3-38
図 3.3.104	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Tien Giang 湛水面積 : 海面上昇 33cm (2050 年相当) 3-39	
図 3.3.105	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Ben Tre 湛水面積 : 海面上昇 33cm (2050 年相当).....	3-39
図 3.3.106	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Tra Vinh 湛水面積 : 海面上昇 33cm (2050 年相当)....	3-39
図 3.3.107	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Soc Trang 湛水面積 : 海面上昇 33cm (2050 年相当) .	3-39
図 3.3.108	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Bac Lieu 湛水面積 : 海面上昇 33cm (2050 年相当) ...	3-39
図 3.3.109	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Ca Mau 湛水面積 : 海面上昇 33cm (2050 年相当).....	3-39
図 3.3.110	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Kien Giang 湛水面積 : 海面上昇 33cm (2050 年相当)3-39	
図 3.3.111	A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 7 省湛水面積 : 海面上昇 33cm (2050 年相当).....	3-39
図 3.3.112	2000 洪水年流量条件 Tien Giang 湛水面積 : 海面上昇 100cm (2100 年相当) .....	3-40
図 3.3.113	2000 洪水年流量条件 Ben Tre 湛水面積 : 海面上昇 100cm (2100 年相当).....	3-40
図 3.3.114	2000 洪水年流量条件 Tra Vinh 湛水面積 : 海面上昇 100cm (2100 年相当) .....	3-40
図 3.3.115	2000 洪水年流量条件 Soc Trang 湛水面積 : 海面上昇 100cm (2100 年相当) .....	3-40
図 3.3.116	2000 洪水年流量条件 Bac Lieu 湛水面積 : 海面上昇 100cm (2100 年相当).....	3-40
図 3.3.117	2000 洪水年流量条件 Ca Mau 湛水面積 : 海面上昇 100cm (2100 年相当).....	3-40
図 3.3.118	2000 洪水年流量条件 Kien Giang 湛水面積 : 海面上昇 100cm (2100 年相当).....	3-40
図 3.3.119	2000 洪水年流量条件 7 省湛水面積 : 海面上昇 100cm (2100 年相当) .....	3-40
図 3.3.120	2000 洪水年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm).....	3-41
図 3.3.121	2000 洪水年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm).....	3-41

図 3.3.122	2000 洪水年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-41
図 3.3.123	2000 洪水年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-41
図 3.3.124	2000 洪水年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-41
図 3.3.125	2000 洪水年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-41
図 3.3.126	2000 洪水年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-41
図 3.3.127	2000 洪水年流量条件 7 省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-41
図 3.3.128	A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm) .....	3-42
図 3.3.129	A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm) .....	3-42
図 3.3.130	A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm) .....	3-42
図 3.3.131	A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm) .....	3-42
図 3.3.132	A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm) .....	3-42
図 3.3.133	A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm) .....	3-42
図 3.3.134	A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm) .....	3-42
図 3.3.135	A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 7 省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 33cm) .....	3-42
図 3.3.136	2000 洪水年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) ..	3-43
図 3.3.137	2000 洪水年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-43
図 3.3.138	2000 洪水年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-43
図 3.3.139	2000 洪水年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-43
図 3.3.140	2000 洪水年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-43
図 3.3.141	2000 洪水年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-43
図 3.3.142	2000 洪水年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) ..	3-43
図 3.3.143	2000 洪水年流量条件 7 省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm) .....	3-43
図 3.3.144	A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Tien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm) .....	3-44
図 3.3.145	A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Ben Tre 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm) ..	3-44
図 3.3.146	A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Tra Vinh 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm) ..	3-44
図 3.3.147	A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Soc Trang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm) .....	3-44
図 3.3.148	A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Bac Lieu 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm) ..	3-44
図 3.3.149	A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Ca Mau 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm) ..	3-44
図 3.3.150	A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Kien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm) .....	3-44
図 3.3.151	A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm) .....	3-44
図 3.3.152	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)測 .....	3-45
図 3.3.153	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) .....	3-45
図 3.3.154	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) .....	3-45
図 3.3.155	A2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(VND) :	

	海面上昇(0, 12, 17, 33cm).....	3-45
図 3.3.156	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) .....	3-47
図 3.3.157	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).....	3-47
図 3.3.158	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) .....	3-47
図 3.3.159	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).....	3-47
図 4.2.1	村落 WS を実施した村落位置図 .....	4-5
図 4.2.2	Ben Tre 省 Thuan Dien コミュニティにおける問題系図 .....	4-8
図 4.2.3	渇水トレンド(淡水不足).....	4-8
図 4.2.4	浸水トレンド .....	4-9
図 4.2.5	塩水侵入トレンド .....	4-9
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.....	4-11
図 4.5.1	開発フレームワークの一例 (ビジョン、課題、戦略、事業等) .....	4-20
図 4.5.2	気候変動フレームワーク (構想、課題、戦略、事業).....	4-21
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.....	4-22
図 4.6.2	メコン河下流域で淡水域と海域を移動する魚の経路 (MRC, 2002) .....	4-26
図 4.6.3	イラワジイルカの生息域 .....	4-27
図 4.7.1	エビ養殖・稲作の転換にかかる土地利用判断基準概念図.....	4-33
図 4.7.2	省別の土地利用状況 .....	4-34
図 4.7.3	現況稲作地域における稲作、エビ養殖にかかる将来適正 (2020 年) .....	4-35
図 4.7.4	土地利用計画 (目標年 2050 年) .....	4-38
図 5.3.1	優先事業の位置図 .....	5-3
図 5.4.1	北ベンチェ (North Ben Tre) 輪中地域改善事業 .....	5-6
図 5.4.2	チャビン省 (Tra Vinh) 灌漑用水導水事業 .....	5-7
図 5.4.3	バクリュー (Bac Lieu) 沿岸地域水管理事業.....	5-8
図 5.4.4	カマウ (Ca Mau) 地域汽水可動・水管理事業.....	5-8
図 5.4.5	作付けパターン調整・改善プログラムでの推奨作付けパターン.....	5-10
図 6.2.1	Ben Tre 省北部の調査対象地域.....	6-1
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) : ' 91-00, 輪中西側 .....	6-3
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) : ' 91-00, 輪中東側 .....	6-3
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) : ' 91-00, 輪中西側 .....	6-3
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) : ' 91-00, 輪中東側 .....	6-3
図 6.2.6	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.....	6-4
図 6.2.7	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.....	6-4
図 6.2.8	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.....	6-4
図 6.2.9	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.....	6-4
図 6.2.10	Ba Lai 堰上流水位 : 1991-2000 平均流量 .....	6-5

図 6.2.11	Ba Lai 堰上流水位：渇水年 1998 年流量.....	6-5
図 6.2.12	Ba Lai 堰上流水位：渇水確率 50%流量.....	6-5
図 6.2.13	Ba Lai 堰上流水位：渇水確率 25%流量.....	6-5
図 6.2.14	Ba Lai 堰上流水位：渇水確率 15%流量.....	6-5
図 6.2.15	Ba Lai 堰上流水位：渇水確率 5%流量.....	6-5
図 6.2.16	Ben Tre 省北部輪中における水路内の貯水位湛水面積曲線.....	6-6
図 6.2.17	Ben Tre 省 An Hoa 地点における深度別塩分濃度分布.....	6-7
図 6.3.1	調査対象地域; Tra Vinh 省における淡水確保.....	6-8
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）：平均流量，省の西側.....	6-10
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）：平均流量，省の東側.....	6-10
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）：平均流量，省の西側.....	6-10
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）：平均流量，省の東側.....	6-10
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）：平均流量，省の西側.....	6-10
図 6.3.7	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.....	6-11
図 6.3.8	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.....	6-11
図 6.3.9	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.....	6-11
図 6.3.10	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.....	6-11
図 6.3.11	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.....	6-12
図 6.3.12	La Ban 堰上流水位：1991-2000 平均流量.....	6-12
図 6.3.13	La Ban 堰上流水位：1998 渇水年流量.....	6-12
図 6.3.14	La Ban 堰上流水位：50%確率渇水流量.....	6-12
図 6.3.15	La Ban 堰上流水位：25%確率渇水流量.....	6-12
図 6.3.16	La Ban 堰上流水位：15%確率渇水流量.....	6-13
図 6.3.17	La Ban 堰上流水位：5%確率渇水流量.....	6-13
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）.....	6-15
図 6.4.2	現況土地利用状況と淡水供給検討対象エビ養殖地域（橙色）.....	6-16
図 6.4.3	現況塩分濃度分布.....	6-16
図 6.4.4	作付変更後の土地利用.....	6-16
図 6.4.5	土地利用変更後の塩分濃度分布.....	6-16
図 6.4.6	拡幅水路及び水供給対象地（橙）.....	6-17
図 6.4.7	水路拡幅による塩分濃度分布.....	6-17
図 6.4.8	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.....	6-18
図 6.4.9	Bac Lieu 省市街地中心部に計画された海水侵入防止のための水門計画図.....	6-19
図 6.4.10	Bac Lieu 省市街地中心部に計画された排水促進ポンプ場計画図.....	6-19
図 6.5.1	潮汐の影響におけるメコンデルタの分類.....	6-21
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.....	6-21

図 6.5.3	単一水路モデルにおける解析：ゲートあり、無し.....	6-22
図 6.5.4	複数幹線水路モデル：ゲートあり、無し（渇水年 1998 年）.....	6-23
図 6.5.5	複数幹線水路モデル：ゲートあり、無し（平均年 2001 年）.....	6-23
図 6.5.6	複数幹線+視線水路モデル：ゲートあり、無し（平均年 2001 年）.....	6-24
図 6.5.7	複数幹線及び支線による通年の水の流れ；ゲートあり、無し（平均年 2001 年）.....	6-25
図 6.5.8	Cai Lon-Cai Be 堰による Ca Mau 半島の通年の水の流れに対する影響、 ゲートあり、無し.....	6-25
図 6.5.9	海水面上昇を考慮した Ca Mau 半島における流水への影響；17cm, 30cm; ゲートあり、無し.....	6-26
図 6.5.10	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）..	6-27
図 6.5.11	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）..	6-27
図 6.5.12	East Sea と West Sea における潮位差のヒストグラム.....	6-27
図 6.5.13	East Sea と West Sea の潮位差ヒストグラム（正の部分のみ取出し）.....	6-27
図 6.6.1	解析に用いた接点格子.....	6-28
図 6.6.2	メコンデルタの沿岸部 3 ゾーン.....	6-29
図 6.6.3	乾期満潮時における潮流速度.....	6-30
図 6.6.4	乾期干潮時における潮流速度.....	6-30
図 6.6.5	雨期満潮時における潮流速度.....	6-30
図 6.6.6	雨期干潮時における潮流速度.....	6-30
図 6.6.7	乾期満潮時における波高.....	6-30
図 6.6.8	乾期干潮時における波高.....	6-30
図 6.6.9	雨期満潮時における波高.....	6-31
図 6.6.10	雨期干潮時における波高.....	6-31
図 6.6.11	乾期の粘土浸食/堆積傾向.....	6-31
図 6.6.12	雨期の粘土浸食/堆積傾向.....	6-31
図 6.6.13	乾期の砂浸食/堆積傾向.....	6-32
図 6.6.14	雨期の砂浸食/堆積傾向.....	6-32
図 6.6.15	粘土の浸食/堆積傾向(乾期、海水面上昇 30cm).....	6-32
図 6.6.16	粘土の浸食/堆積傾向(雨期、海水面上昇 30cm).....	6-32
図 6.6.17	砂の浸食/堆積傾向(乾期、海水面上昇 30cm).....	6-32
図 6.6.18	砂の浸食/堆積状況（雨期、海水面上昇 30cm).....	6-32
図 6.6.19	沿岸部形態と保護工 Tien Giang 省(ゾーン 1).....	6-34
図 6.6.20	沿岸部形態と保護工 Ben Tre 省（ゾーン 1).....	6-35
図 6.6.21	沿岸部の形態と保護工 Tra Vinh 省(ゾーン 1).....	6-36
図 6.6.22	沿岸部の形態と保護工 Soc Trang 省(ゾーン 1/ゾーン 2).....	6-37
図 6.6.23	沿岸部の形態と保護工 Bac Lieu 省(ゾーン 2).....	6-38
図 6.6.24	沿岸部の形態と保護工 Ca Mau 省東(ゾーン 2).....	6-39
図 6.6.25	沿岸部の形態と保護工 Ca Mau 省西(ゾーン 3).....	6-40
図 6.6.26	沿岸部の形態と保護工 Kien Giang 省(ゾーン 3).....	6-41
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）.....	6-44
図 7.1.1	開発計画策定を支える全体構造.....	7-1
図 7.1.2	Ca Mau 省 Tran Thoi 村で作成された問題ツリーの例.....	7-3
図 7.2.1	開発のための枠組み（例）.....	7-4
図 7.2.2	将来予測のための塩水侵入解析の例（4 月）.....	7-5

## 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）に基づいて作成したファイナル・レポートである。2011年8月～2012年12月において実施した現況調査、マスタープラン（案）、脆弱性評価、また2012年初頭から実施してきたケース・スタディや優先事業の選定および事業計画等について述べている。

### 1.1 調査の背景：メコンデルタの役割と課題

世界第2位の米輸出国であるベトナム国は、2020年までに工業国となることを目標にしている。そして、ホーチミンを中心とする南部の工業地帯は経済の牽引役を担っている。その中でメコンデルタは、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。2030年、2050年と中長期の気候変動シナリオに基づく適応・対応策が様々なセクターで議論されている。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る。また、この目的達成のプロセスにおいて以下の成果が期待されている。

- 1) 既存調査結果を基礎として、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。

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

### 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。

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						PR2			ITR				DFR		FR		

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関係する計画策定を行う。

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

出展：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

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

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

出展：Statistical Year Book of Vietnam 201009 (GSO)

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 分に広がっている。また、メコンデルタは非常に平坦な地形をしており、一部の地域を除いて平均標高は 0.7~1.2m となっている。カンボジアとの国境地帯では若干高く 2.0m~4.0m、中央の平野部に向かうにつれて 1.0~1.5m へと低下し、沿岸部ではわずかに標高 0.3m~0.7m となる。以下に調査対象地域の概況について述べる。

### 2.1 調査対象地域人口および経済状況

#### 2.1.1 人口

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

調査対象地域の総人口は 907 万人であり、これはメコンデルタ全体の約 52% を占めている。総面積は 24,631km<sup>2</sup> であるが、これはメコンデルタ全体の約 61% を占めている。人口密度は 366 人/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。逆に人口増加率は低く、平均すると 0.51% である。対する全国レベルの人口増加率は 1.05% であり、北部中央地域と中部沿岸地域を除いた地域は、いずれもメコンデルタの人口増加率を上回っている。このことから、ベトナム国内において、メコンデルタは人口密度は高いものの既に人口増加率自体は低い地域だといえる。

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

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

省/ 地域	地区	人口 (2010)	面積 km <sup>2</sup>	人口密度 P/km <sup>2</sup>	人口増加率, %	総移動率
Tien Giang	8	1,677,000	2,484	675	0.25	-0.2
Ben Tre	8	1,256,700	2,360	532	0.05	-12.9
Tra Vinh	7	1,005,900	2,295	438	0.27	-4.1
Soc Trang	10	1,300,800	3,312	393	0.59	-10.0
Bac Lieu	6	867,800	2,502	347	1.28	-10.6
Ca Mau	8	1,212,100	5,332	227	0.41	-27.3
Kien Giang	13	1,703,500	6,346	268	0.89	-8.7
Total/Average: the Project Area	60	9,023,800	24,631	366	0.51	-10.1
An Giang	8	2,149,500	3,537	608	0.09	-8.3
Can Tho	4	1,197,100	1,402	854	0.71	-1.7
Hau Giang	5	758,600	1,601	474	0.09	-6.9
Vinh Long	7	1,026,500	1,479	694	0.14	-13.4
Dong Thap	9	1,670,500	3,375	495	0.23	-6.7
Long An	13	1,446,200	4,494	322	0.69	-3.5
Total/Average: Mekong Delta	106	17,272,200	40,519	426	0.42	-8.4
Red River Delta	95	19,770,000	21,063	939	0.77	0.5

省/ 地域	地区	人口 (2010)	面積 km2	人口密度 P/km2	人口増加率, %	総移動率
N. Midlands & Mountain	119	11,169,300	95,339	117	0.87	-3.9
N. Central & Central Coastal	140	18,935,500	95,885	197	0.42	-5.7
Central Highlands	52	5,214,200	54,641	95	1.66	-0.3
South East (including HCM)	41	17,272,200	40,519	426	2.95	19.9
国全体	553	86,927,700	331,051	263	1.05	-

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

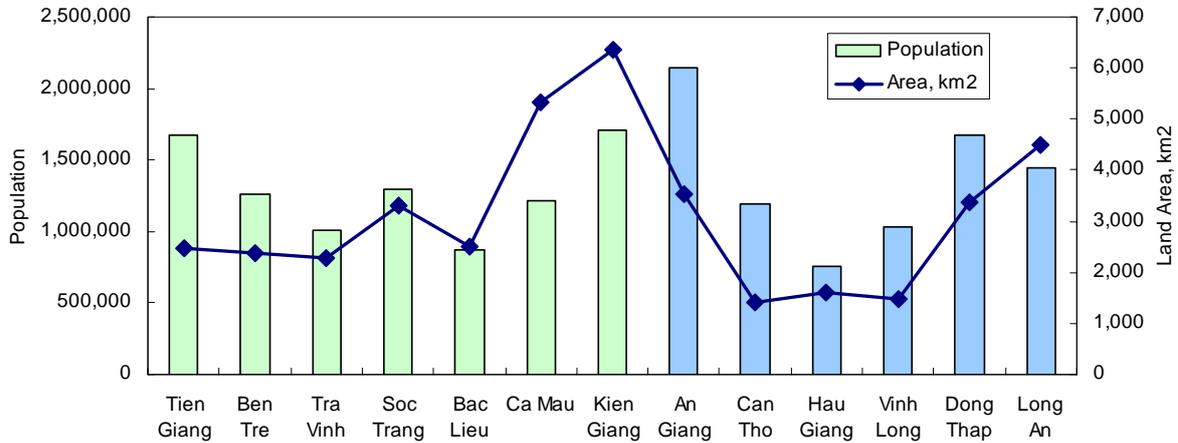


図 2.1.1 メコンデルタにおける人口と土地面積

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

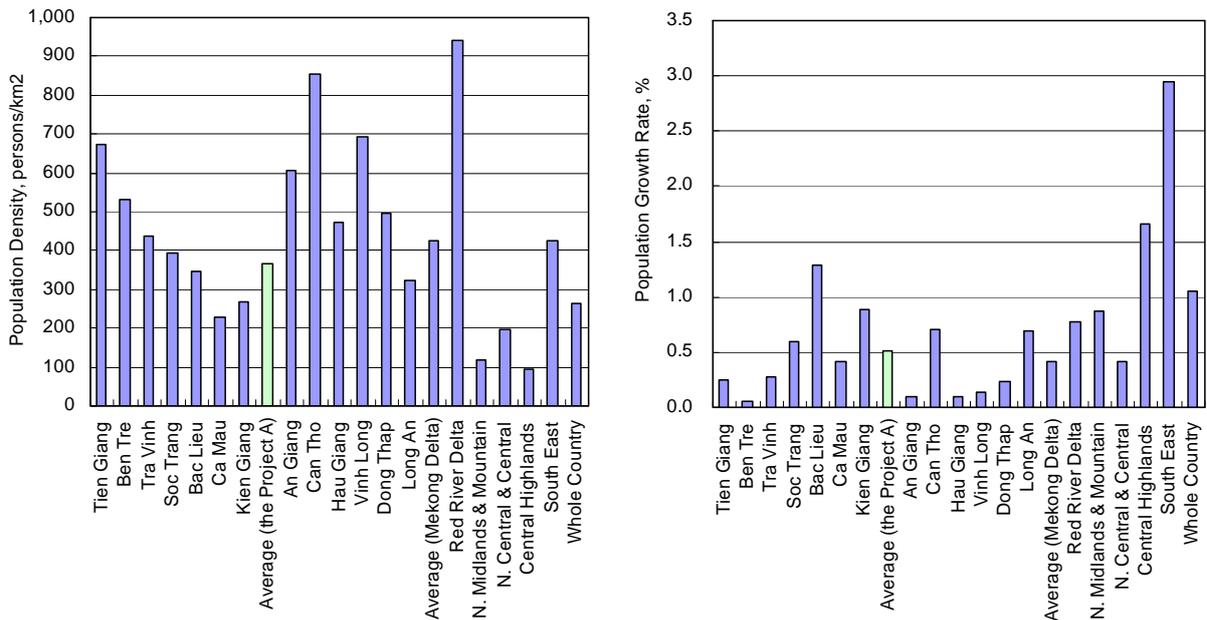


図 2.1.2 人口密度 (左)、人口増加率 (右)

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

## 2.1.2 経済状況

メコンデルタにおける経済活動は農業がその大部分を占める。図 2.1.3 は 2009 年の GDP におけるセクター別の割合を示している。対象地域においては、一次産業が 48%、二次産業が 23%、三次産業が 29%となっている。特に農業に代表される一次産業が占める割合は、メコンデルタ全体の 41%から見ても高く、かつ国全体の 21%と比べると 2 倍以上のシェアを示している。対象地域

においては一次産業の占める割合が非常に高いことが判る。

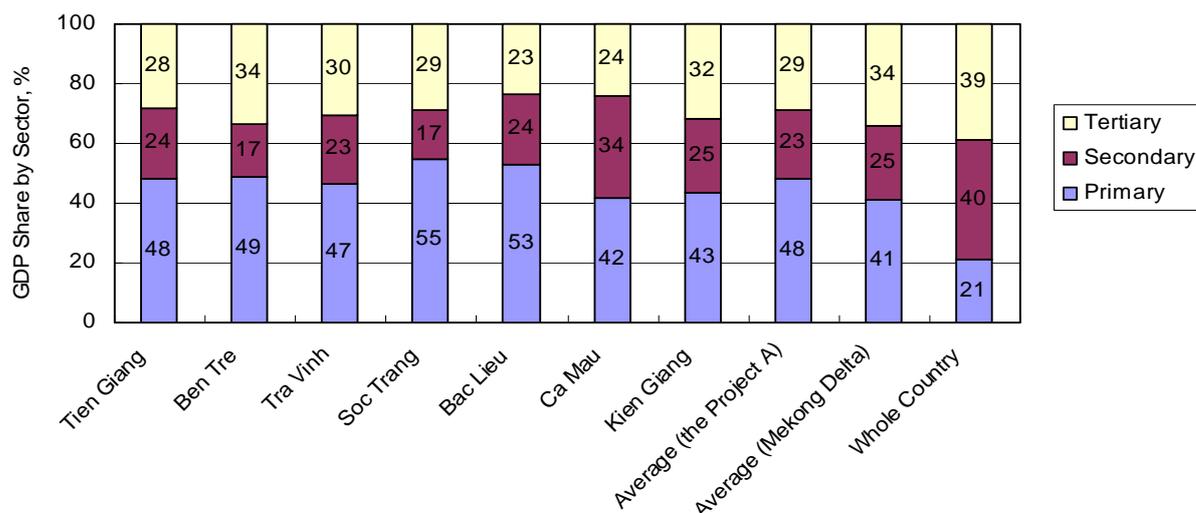


図 2.1.3 対象地域における GDP 構成比 (2009 年)

出典: Statistical Year Book of Vietnam 2010 (General Statistics Office of Vietnam), Provincial Statistical Offices

図 2.1.4 の GDP 成長率 (1994 年価格) を見てみると、国全体の年間成長率が 5~8%となっている一方で、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%を超えている。対象地域の中で最も低い Ben Tre 省でさえ、その成長率は過去 10 年間では 6%以上を示している。通常、第一次セクターを主たる産業としている地域での大きな経済成長率達成は難しい<sup>1</sup>が、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あるものと思われる。

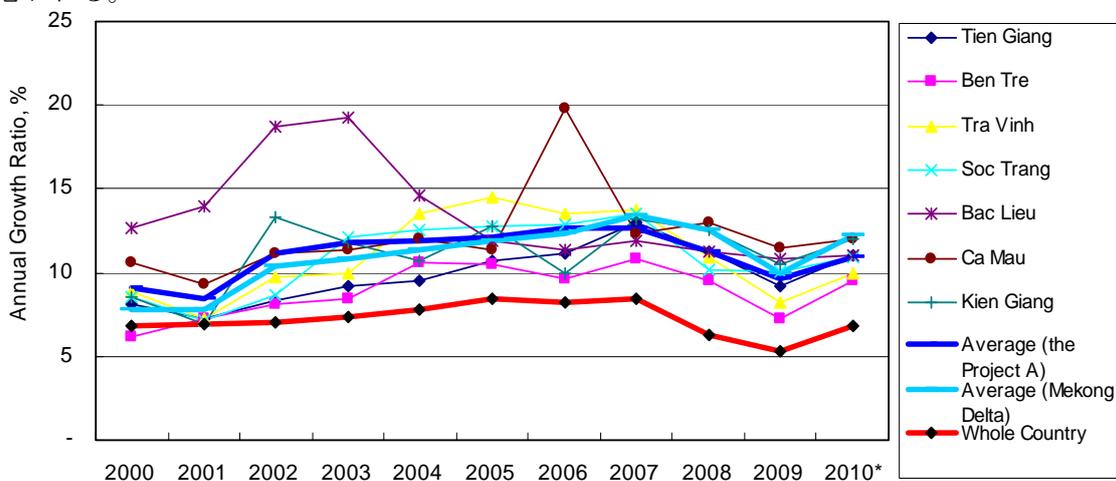


図 2.1.4 対象地域における GDP 成長率 (2009 年)

出典: Statistical Year Book of Vietnam 2010 (General Statistics Office of Vietnam), Provincial Statistical Offices

図 2.1.5 には調査対象地域およびメコンデルタ内の省における 2009 年時点における一人当たりの GDP を全国平均と比較して示す。調査対象地域内で最大の一人当たり GDP を示すのは Kien Giang 省であるが、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 省であるが US\$801 を示し、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、

<sup>1</sup> 第一次セクター、特に農業における経済成長は、営農面積の拡大或いは新品種の導入や施肥の大幅改良による収量増加の場合は高いことが予想されるが、同じ営農面積が維持される場合では高い成長を得ることは困難である。

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 であるが、このことから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とが判る。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であろう。

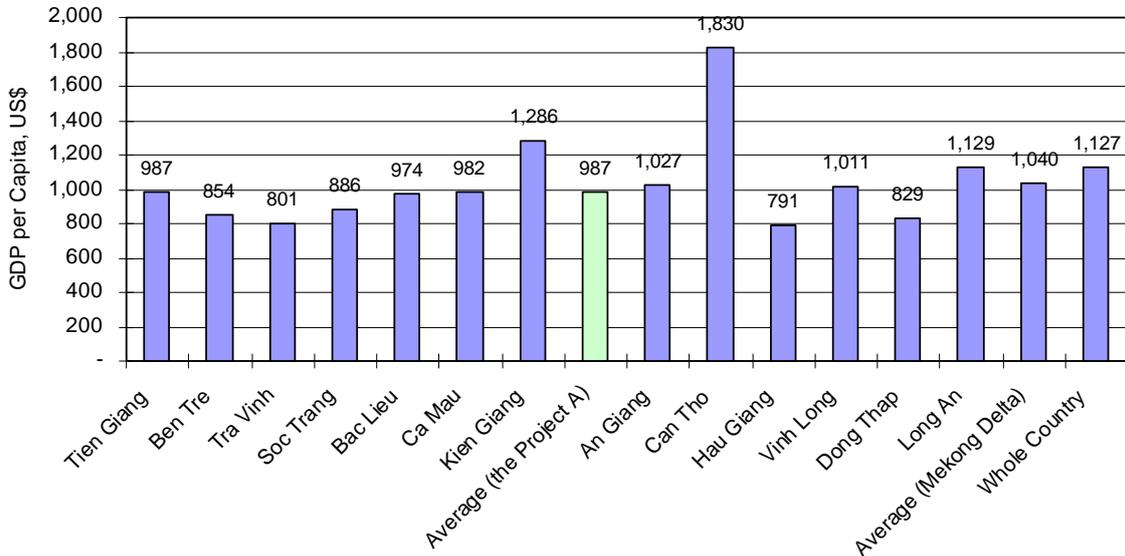


図 2.1.5 調査対象地域における 2009 年の一人当たりの GDP (@17,100VND/US\$, 2009 年 6 月)

出典: Statistical Year Book of Vietnam 2010 (General Statistics Office of Vietnam), Provincial Statistical Offices

### 2.1.3 調査対象地域とメコンデルタ地域の位置付け

メコンデルタはベトナムの米所としてよく知られている。実際、その生産量はベトナム全体の約半分を占めている。また、デルタ地域では米以外のものについても、高い生産量を生み出している。図 2.1.6 はベトナム全体との比較にて調査対象地域とメコンデルタの土地面積、人口、農業や養殖業といった項目の割合を示している。例えば、この図からは、調査対象の農業と養殖業の生産量は、群を抜いて大きな割合を占めていることが分かる。

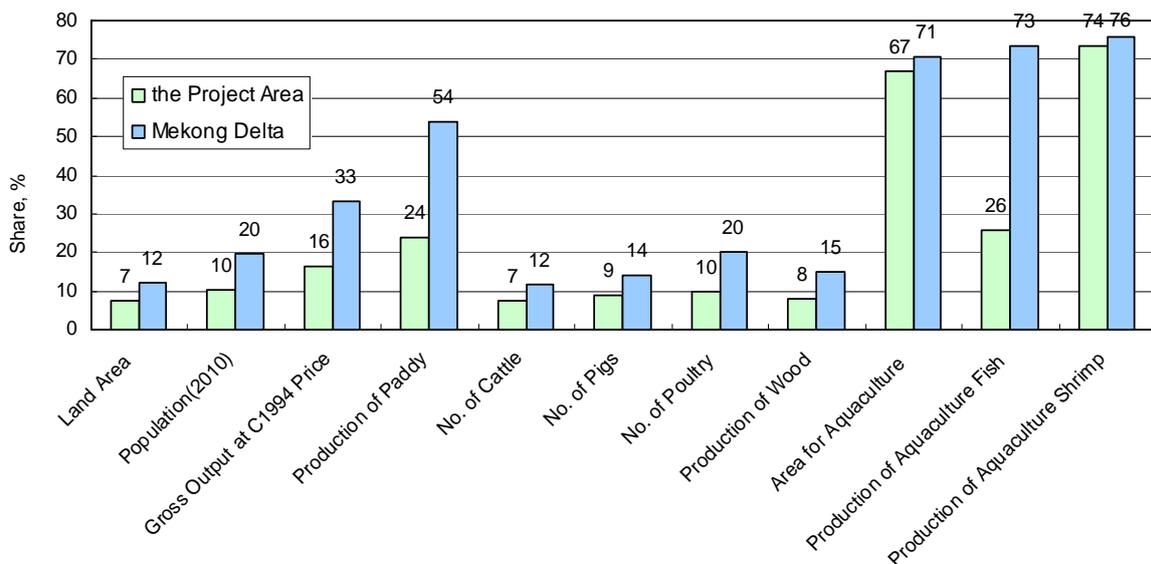


図 2.1.6 国全体における調査対象地域の農業、畜産業、林業、養殖業の生産量割合

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

上記のデータから調査対象地域における土地面積の全国に占める割合は 7%、またメコンデルタが占める割合は 12% となっていることが分かる。人口では前者は全国の 10% を、後者は全国の 20%

を占めている。農業部門に注目すると、調査対象地域の総生産額の全国に対する比率は 16%、メコンデルタ全体では 33%と、人口や土地が全国に占める割合より大きなものとなっている。特に稲作にいたっては、調査対象地域においては全国の 24%、メコンデルタ全体では 54%もの割合を占めていることが判る。

家畜の数や林業はさほど大きな割合を占めていない一方で、養殖業については、全国に対する養殖面積比で調査対象地域が全国の 67%（メコンデルタ全体では 71%）、養殖エビに至っては 74%（メコンデルタ全体では 76%）を占めるほど大きな割合となっている。本件調査対象地域を含むメコンデルタ地域は農産物の生産量が非常に高いことで知られているが、さらに養殖業についても大きな生産比を占めていることが判る。

## 2.2 気象および水文環境

### 2.2.1 気温

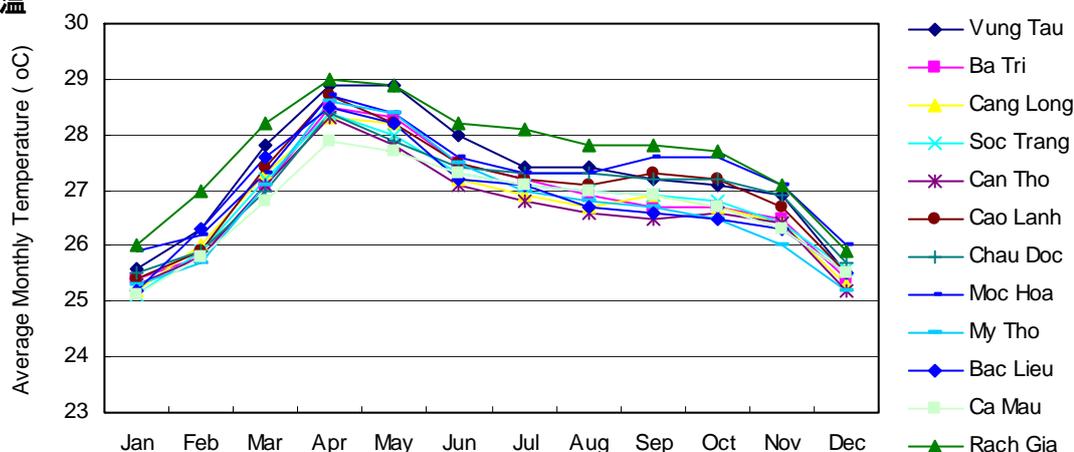


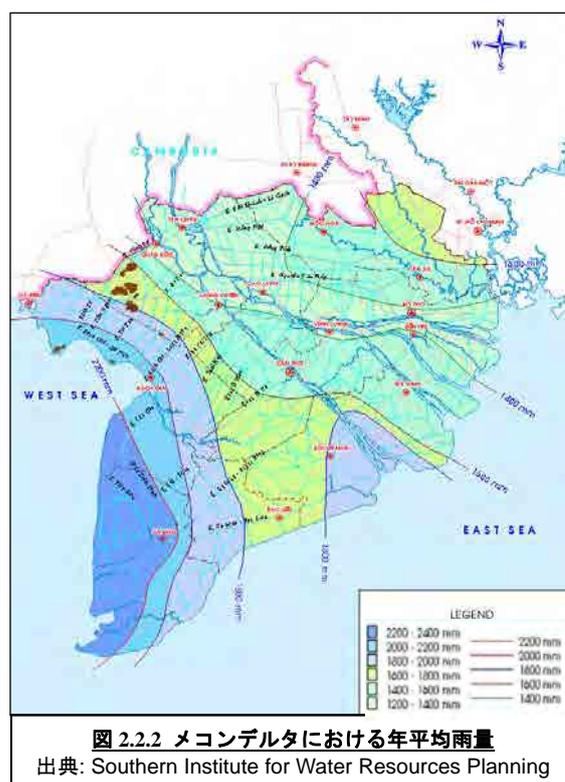
図 2.2.1 メコンデルタの主要地における月間平均気温

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

メコンデルタの気温は年間平均約 27°C と、ベトナムの他の地域よりも比較的高い。デルタ地域の東部では、南西部（沿岸部と Vung Tau を除く）に比べると 0.4°C 以上年間平均気温が下がるといわれている。Kien Giang 省の省都である Rach Gia の 27.6°C が最も高い年平均気温であり、逆に Ca Mau 省の省都 Ca Mau 市の 26.7°C が最も低い年平均気温となっている（図 2.2.1 参照）。

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



メコンデルタにおける雨量観測所は地域全体に設置されているものの、観測年は統一されていない。メコンデルタの場合、1年を2シーズンに分けることができるが、5月～11月が雨期と12月～翌年4月が乾期となる。年間平均雨量は1,300mmから2,300mmで、Kieng Giang省の西のタイ湾に位置するPhu Quoc島で年間最大雨量3,067mmを記録しており、本島ではCa Mau省の2,366mmが最大となる。また、北東部および内陸部の雨量はやや少なく年降雨量1,350mm程度となっている(図2.2.2)。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2.2.3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。

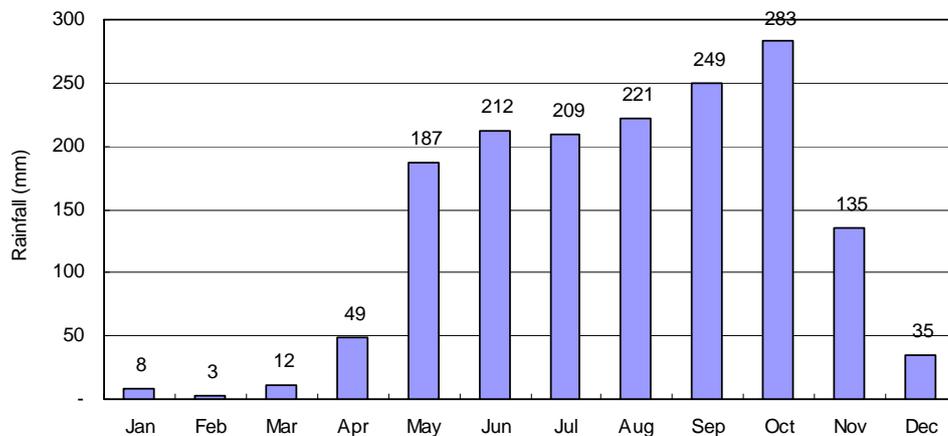


図 2.2.3 メコンデルタの主要 18 地点における月間平均雨量

出典: Southern Institute for Water Resources Planning

### 2.2.3 水資源：メコン河

メコンデルタにおける水資源はメコン河である。メコン河は、世界で8番目の大きさとなる4,000億 $m^3$ の年間あたり流量と12番目となる長さ(4,350km)、そして21番目となる流域面積(795,000 $km^2$ )を誇る(図2.2.4参照)。このメコン河はプノンペン西側のトンレサップ河と合流し、Tien河とHau河に分かれている。ベトナム国内に入った後、Tien河は6つの支流に、Hau河は3つの支流に分かれており、これらの川を称してベトナム語では“Nine Dragons(Cuu Long)”と呼んでいる。この9つの河口部には水路が張り巡らされ、メコンデルタにおける非常に密度の高い水路網を形成している。

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

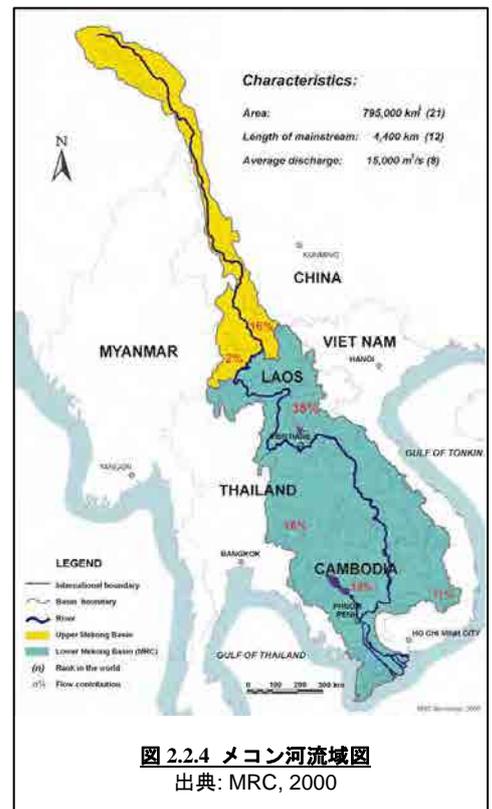


図 2.2.4 メコン河流域図

出典: MRC, 2000

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>2</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洪水が発生し、中・上流域では約 5 年に一度は深刻な被害が発生しているという。一方で、乾期には海水侵入が起こり、塩水が河口部から上流域にまで侵入してくる乾期のメコン河流量は少なくなるため、塩水は下流からメコンデルタの中流にまで達する。そのため、特に沿岸部の省では乾期の塩水侵入の影響を強く受けるが、農業農村開発省は 1998 年の渇水年においては最大では 170 万 ha の農地が塩水侵入の被害を受けたと報告している<sup>3</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 に設置されている (図 2.2.5 参照)。このカンボジア領内に設置されている観測所のデータは、メコン河下流域における背水の影響を受けない。すなわち、メコン河下流域における洪水や浸水、また塩水侵入のシミュレーションを行う場合のシミュレーションモデルは、通常、この Kratie から始めることが必要である。



図 2.2.5 メコンデルタ下流域 (Kratie から下流部)

出典: 調査団

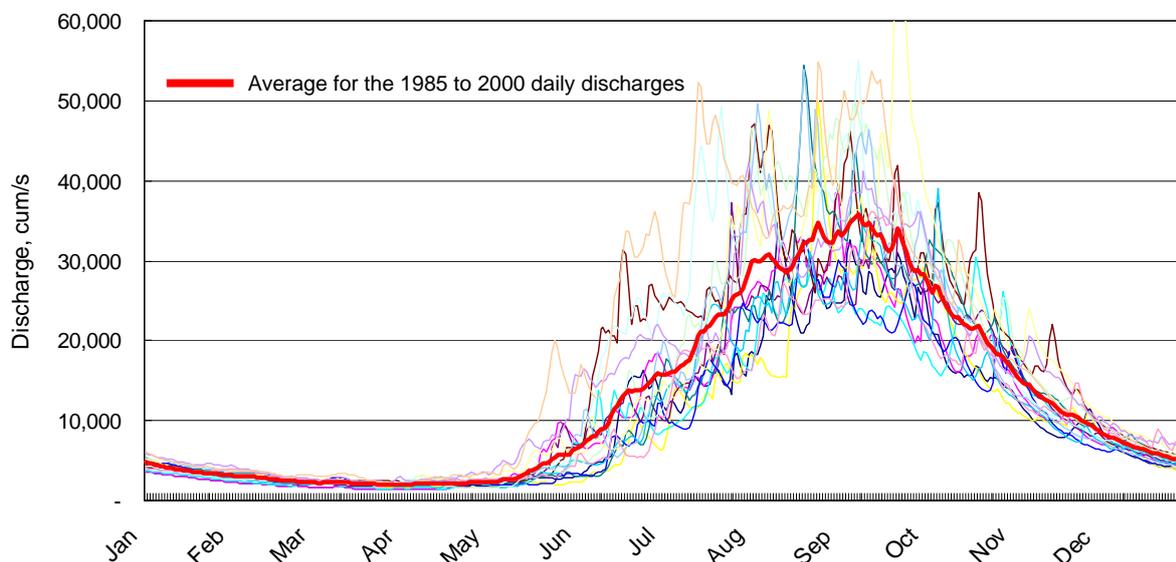


図 2.2.6 Kratie における日毎の流量観測記録 (1985 年～2000 年)

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

図 2.2.6 は Kratie の観測所における 1985 年から 2000 年までの日毎のメコン川流量を示しており、グラフ中の太い線が平均値を表している。5 月から 10 月の洪水期間中の最も流量が多い期間で、

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

<sup>3</sup> Flood and Salinity Management in Mekong Delta, Vietnam, Le Anh Tuan, Chu Thai Hoanh, Filna Miller, Bach Tan Sinh.

30,000m<sup>3</sup>/s を超えており、年によっては 50,000m<sup>3</sup>/s を超える場合もある。ピーク流量は 9 月初旬に発生するが 1985～2000 年平均で約 35,000m<sup>3</sup>/s を示している。

代わって、乾期の流量は非常に低い。1 月初旬で 5,000m<sup>3</sup>/s 程度であり、乾期の終わりの 5 月に向けてその流量は徐々に減っていく。2 月には平均流量が 3,000m<sup>3</sup>/s より低くなり、さらに 3 月後半から 4 月上旬にかけては 2,000m<sup>3</sup>/s をかろうじて上回る程度となる。そして 5 月に入ると雨期の始まりとともにその流量は急激に増え、平均流量では 5 月初旬の 2,300m<sup>3</sup>/s から 5 月下旬には 6,500m<sup>3</sup>/s まで上昇する。

カンボジアとの国境付近には Tan Chau と Chau Doc の 2 箇所の観測所が設置されている。図 2.2.7 と図 2.2.8 に両観測所の水位データを示す（水位は時間ごとに測定されているが、図に示すのは日当たり平均水位である）。4 月と 5 月の水位は最も低く、Tan Chau 観測所で 4 月の平均水位が 0.5m より低く、Chau Do の観測所では 0.4m よりも低くなっている。一方で、5 月以降は水位が上がり始め、10 月の洪水シーズンにピークを迎える。その平均水位は Tan Chau 観測所で 4m にも達し、Chau Doc 観測所では 3.5m に達する。Tan Chau 観測所の水位データを見ると、過去 31 年間で 4.5m を超えているのは 9 年あり、最大水位は 2000 年の 5.04m となっている。

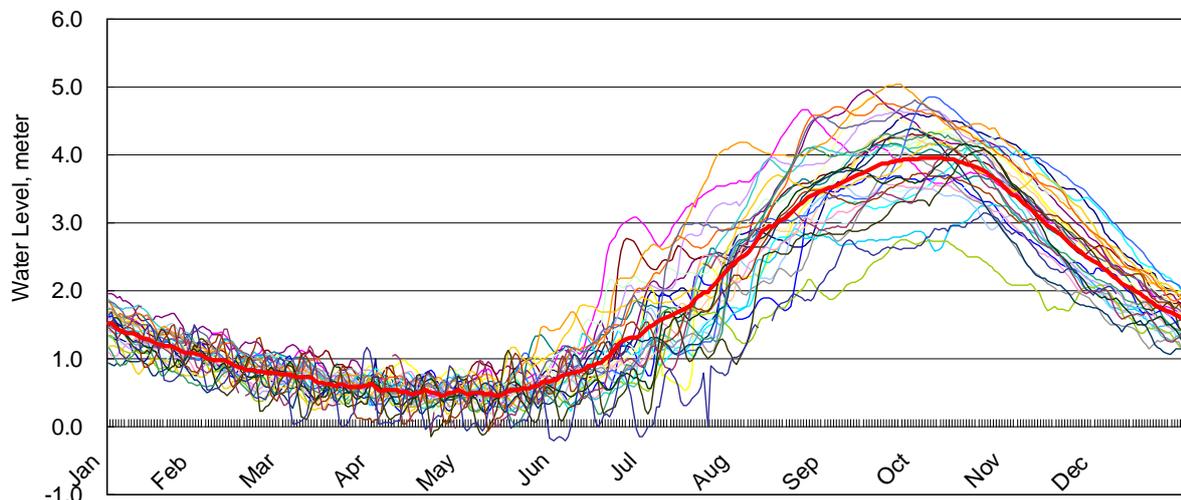


図 2.2.7 Tan Chau 観測所における平均日毎の水位記録（1980 年～2010 年）

出典: Mekong River Commission

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

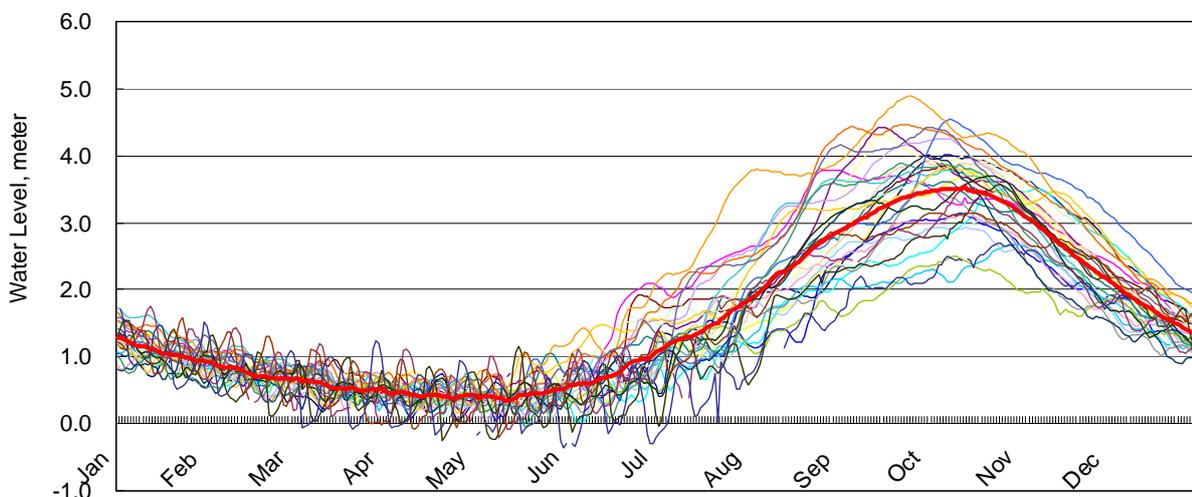


図 2.2.8 Chau Doc 観測所における平均日毎の水位記録（1980 年～2010 年）

出典: Mekong River Commission

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

2箇所の観測所の流量データは大きく異なっており、Tan Chau の観測所の方が Chau Doc の観測所よりもはるかに多い流量を示している（図 2.2.9 参照。なお、同地点は背水の影響を受けるため乾期の流量データの精度は高くない）。洪水期の流量は Tan Chau では  $20,000\text{m}^3/\text{s}$  以上になるのに対し、Chau Doc では  $7,000\text{m}^3/\text{s}$  に留まっている。両観測所のデータを合計すると洪水期の平均流量は約  $28,000\text{m}^3/\text{s}$  となる。Kratie 観測所の  $35,000\text{m}^3/\text{s}$  と比べると低くなっているが、これは洪水期にはトンレサップ河を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。

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

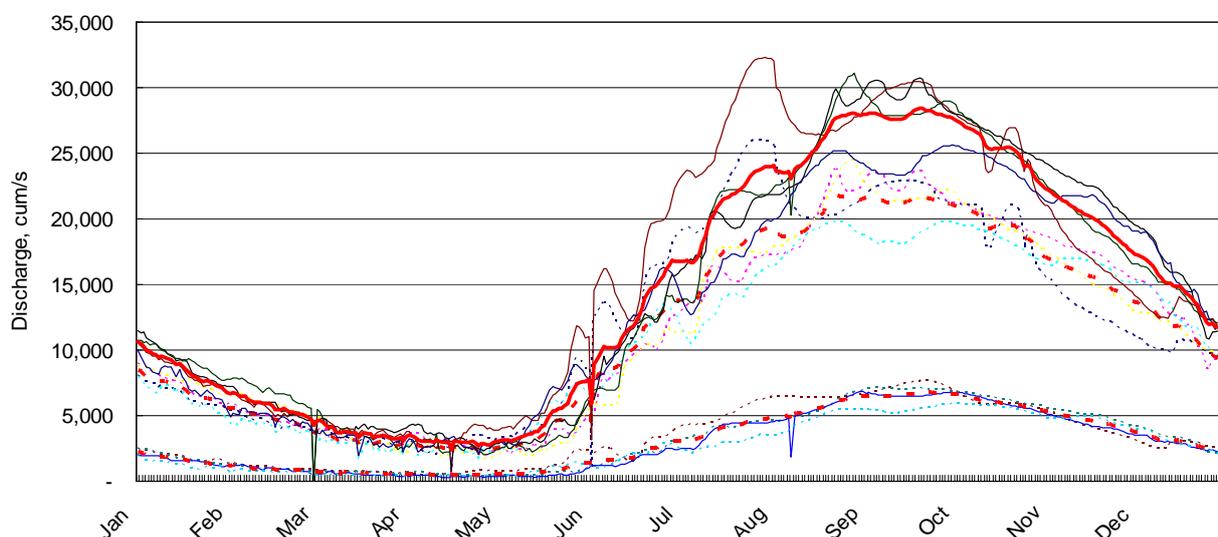


図 2.2.9 Tan Chau, Chau Doc と両観測所を統合した日毎の流量

出典: Mekong River Commission、注: 下側の点線が Chau Doc、上側の点線が Tan Chau の観測データを示している。実線が両観測所の合計を示しており、太線がそれぞれの平均値を示している。

## 2.3 主要農村社会基盤

### 2.3.1 水路

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っている。メコンデルタにおける水運は、地元民が用いる 10～15 トン級の船舶、都市部を結ぶ 15～600 トン級の船舶、そして国際交易を目的とした 600～3,000 トン級の輸送船あるいはタグボートで曳航する荷船（250～300 トン級）等である<sup>4</sup>。この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 に達している。これらは域内および外部の主要都市であるプノンペン、Kampong Cham<sup>5</sup>、ホーチミン市、My Tho、Vinh Long、Cao Lanh、Can Tho、Long Xuyen<sup>6</sup> および南シナ海を結び、経済および域内住民生計における重要な役割を担っている。

<sup>4</sup> “Guidelines for the Harmonization of Navigation Rules and Regulations, Volume 1. Aids to Navigation”, UNITED NATIONS, New York, 2001

<sup>5</sup> プノンペンはカンボジアの首都、また Kampong Cham はカンボジアの北約 90km に位置するカンボジア国内の主要都市である。

<sup>6</sup> My Tho は Tien Giang 省の省都、Vinh Long は Dong Thap 省の省都、Long Xuyen は An Giang 省の省都である。

## 1) 歴史

河の流れと潮の干満によって形成された細かな河川網は、メコンデルタにおける自然の灌漑排水路および水運用の運河として機能するようになった。最初の長距離水路は 1～7 世紀に栄えた Phu Nam 国による建設とされており、デルタ西部の Rach Gia 湾から An Giang 省の Oc Eo を通りカンボディアのプノンペンの南に位置する Angkor Borei に向かう 70 km の水路である。18 世紀には、Nguyen 王朝が出現し、Vung Gu と My Tho とを結ぶ水運専用の Vung Gu 水路（幅 32m、深さ 4m、併設する道路の幅 13m）を始めに建設し、その後も大規模な 9 つの水路を建設した。

フランスは 1867 年にメコンデルタ西部を占領した後、水運と農業開発を目的とした水路建設に着手した。第 2 次世界大戦までの期間に 100 以上の大規模水路が建設された。メコン河の支流である Tien 河と Hau 河の間に建設された Tra On 水路（1875 年、Vinh Long 省）は、フランスによって建設された最初の水路である。Ca Mau 半島地域では、Cai Con 水路が 1880～1890 年代に建設された大規模水路であり、Long Xuyen Quadrangle 地域では 1918 年から 1930 年にかけて水路建設が推進され、タイ湾の海岸線に沿った Rach Gia～Ha Tien 水路が最初のものとなった。Vinh Te 水路は、Plain of Reeds 地域に建設された最初の大型水路である（1897 竣工、延長 45 km、幅 10 m）。

記録によれば、1890 年から 1936 年にかけて約 1,360 km の幹線水路、2,500 km の 2 次幹線および数千 km の支線水路が建設されたとされている。水路網の発展に伴い、1890 年から 1930 年にかけて 1,689,000 ha の農地が開発され、1930 年には年間当たりでは 2,452,000 ha が作付けされたといわれている。同様に、メコンデルタにおける人口も増加し、1890 年から 1930 年にかけて 3 倍となる 450 万人に至ったとされる（出典：南部水資源計画研究所）。

その後、1975 年までの期間においては、例えば Cai San 水路網（1956 年、Can Tho 省–Kien Giang 省、幅 6m、深さ 4m）が建設され、総延長 159 km、付帯水路 17 本の建設に伴って Ca Mau 半島地域の 270,000 ha が灌漑受益地として開発された。この水路網は、約 42,000 人の移民定住を目的としたものである。また、Plain of Reeds 地域では、1970 年代初頭に Tien Giang 省 Go Cong 市にある工場にポンプで汲み上げた水を供給するために Tham Thu 水路が建設された。この水路沿線の地域では、灌漑用水の利用が可能となった（出典：南部水資源計画研究所）。

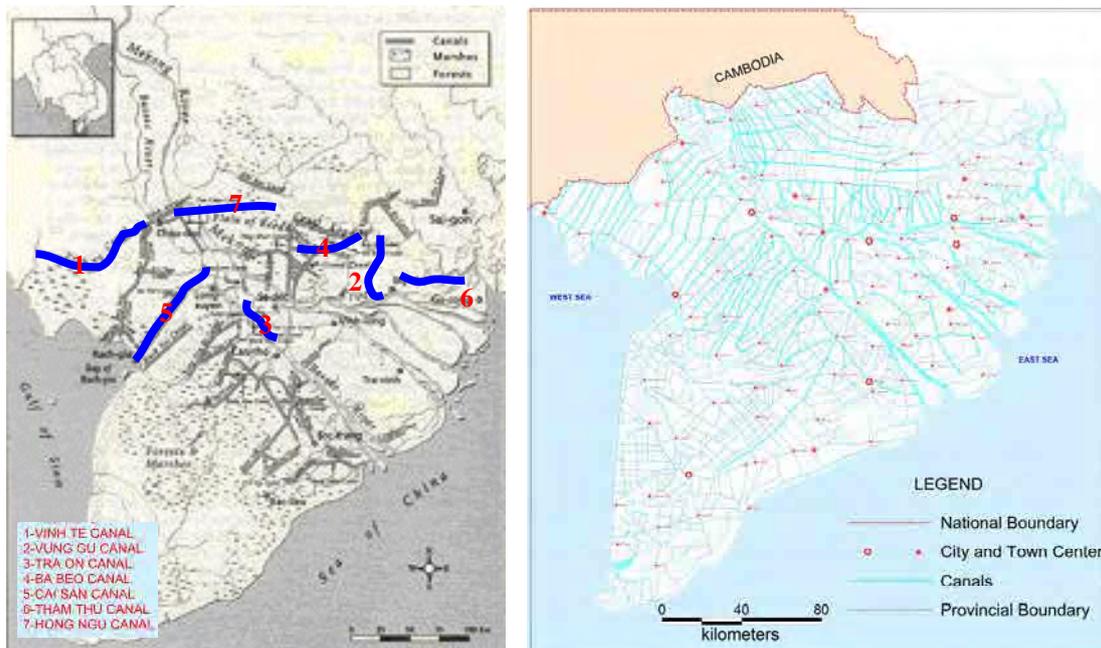


図 2.3.1 フランス統治時代の水路網（左）と現在の水路網（右）

出典：南部水資源計画研究所

ベトナム戦争が 1975 年に終結してからのドイ・モイ開始 (1985 年) までの期間には、水路網の改修と小規模水路 (レベル 2、レベル 3) の建設が実施されている。水門ゲートやポンプ場の建設もこの期間に実施されている。Hong Ngu 水路 (1985 年竣工、Dong Thap 省) はこの時期に建設された代表的な水路である。1986 年から 1995 年にかけては、洪水対策を目的として堤防を併せ持つ支線水路の建設が実施されると共に、水路内の浚渫、水門設置による塩水侵入防御などの工事が実施された。1996 年以降は、洪水制御、塩水侵入対策などと共に海面上昇への対策が講じられている。

## 2) 水路網

メコンデルタにおける水路網は、以下の 4 つに分類されている (地域によって水路寸法が若干異なることがある)。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 9 万 km を超えるが、これは地球を 2 周以上する距離に相当する。メコンデルタを図 2.3.2 に示す 4 地域 (Plain of Reeds, Long Xuyen Quadrangle, Ca Mau Peninsula, Trans Bassac) に分けた際の水路構成は表 2.3.2 に示すとおりとなる。



図 2.3.2 メコンデルタにおける水利的 4 地域区分

出典：南部水資源計画研究所

表 2.3.1 ベトナム国における水路区分

水路のタイプ	Main	Level 1	Level 2	Level 3
水路底幅 (m)	15m <	10m	6 - 8m	2 - 3m
水路の底敷標高 (m)	- 3m	- 3m	- 1.5m	- 1m

出典：南部水資源計画研究所

表 2.3.2 メコンデルタにおける水路網 (出典：南部水資源計画研究所)

Canal Type	Whole Mekong		Plain of Reeds		Long Xuyen Quadrangle		Ca Mau Peninsula		Trans Bassac	
	Project	L (Km)								
	Density (km/km <sup>2</sup> )		Density (km/km <sup>2</sup> )		Density (km/km <sup>2</sup> )		Density (km/km <sup>2</sup> )		Density (km/km <sup>2</sup> )	
Area (km <sup>2</sup> )	38,143		8,131		4,989		16,922		8,101	
Main Canal	133	3,190	45	1,068	20	450	36	633	32	1,039
	0.08		0.13		0.09		0.04		0.13	
Canal Level 1	1,015	10,961	343	3,116	44	606	428	5,294	200	1,945
	0.29		0.38		0.12		0.31		0.24	
Canal Level 2	6,556	26,894	2,187	6,742	1,100	3,100	3,297	13,689	1,072	3,363
	0.71		0.83		0.62		0.81		0.42	
Canal Level 3	35,640	50,019	3,400	7,200	1,213	4,274	7,467	16,692	24,773	21,853
	1.31		0.89		0.86		0.99		2.70	
Total	43,344	91,064	5,975	18,126	2,377	8,430	11,228	36,308	26,077	28,200
	2.39		2.23		1.69		2.15		3.48	

出典：南部水資源計画研究所、注：「Trans Bassac」は Tien 河と Hau 河にはさまれた部分を示す。

Trans Bassac 地域は、Tien 河と Hau 河に挟まれた部分であるが、レベル 3 の水路を中心として 3.48 km/km<sup>2</sup> もの水路密度を持つ最も密度が高い地域である。ここに位置する Vinh Long 省は、河流と潮流とが交錯する場所として知られているが、この流れの交錯により多くの自然水路が形成

<sup>7</sup> 通常、統計書等では Main canal と Level 1 水路が幹線水路として区分されている。また、Level 2 水路は支線水路、Level 3 水路を圃場内水路として区分することもある。

されてきた。このため、この地域のレベル 3 水路の多くはそのような自然水路を起源とし、水路密度は 2.70 km/km<sup>2</sup> と他の地域 (0.86 – 0.99 km/km<sup>2</sup>) に比べて高くなっている。

一方、Long Xuyen Quadrangle 地域 (An Giang 省および Kien Giang 省の北側) は、低い水路密度を示している。An Giang 省の北部には小高い地域があるため、この地域の水路網の開発は限定されており、結果、水路網密度が低くなっている。同地域では、雨期におけるメコン河の洪水を排水するために、近年、タイ湾に向かう大規模排水路の建設と改修が実施されたことで、排水機能が高まっていることも特筆される。

メコンデルタにおける水路の水位は場所により異なるが、下流域が上流域より潮の干満の影響を強く受ける。上流と下流では水位変動の振幅が 2 倍かそれ以上の異なりを見せることとなる。2008 年 4 月に観測された水位変動によれば (表 2.3.3.参照)、メコンデルタ上流部では約 1m の変動幅であるのに対し、メコン河中流部では 1.5~2.0m、下流部では 2~2.5m の変動幅を示している。

表 2.3.3 2008 年 4 月に観測された平均水位の変動幅

Tien River	Tan Chau	Cao Lanh	My Thuan	My Tho	Vam Kenh
変動幅 (cm)	100	150	185	218	236
Hau River	Chau Doc	Long Xuyen	Can Tho	Dai Ngai	My Thanh
変動幅 (cm)	115	147	195	265	250

出典：南部水資源計画研究所

### 3) 水運

メコンデルタにおける水運の状況は、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、メコンデルタのそれは 70% を示している。メコンデルタでは元来、自然水路を利用した水運によって開発が始まり、その後植民地政府や国家主導による水路開発が続いた。道路網事業もメコンデルタで実施されているが、今なお水運が貨物輸送の主要部分を占めている。

表 2.3.4 はメコンデルタにおける貨物量と貨物量運搬距離とを示している。貨物量は、年間を通じて地域で輸送した貨物の重量 (ton) で示しており、貨物量運搬距離は個々の貨物重量にその輸送距離を乗じたもの (ton・km) の合計である。2009 年における陸運貨物量は 999 万トンであるのに対し、水運貨物量は 1,701 万トンとなっており、水運による貨物量が約 1.7 倍高い値を示している。一方、貨物量運搬距離は、陸運の場合が 7.9 億トン km であるのに対し、水運の場合 17 億トン km と 2 倍以上の値を示している。トン当りの平均輸送距離は、陸運の場合が 79km に対して水運のそれは 101km に上っている。メコンデルタの貨物輸送における水運の重要性が認識される。

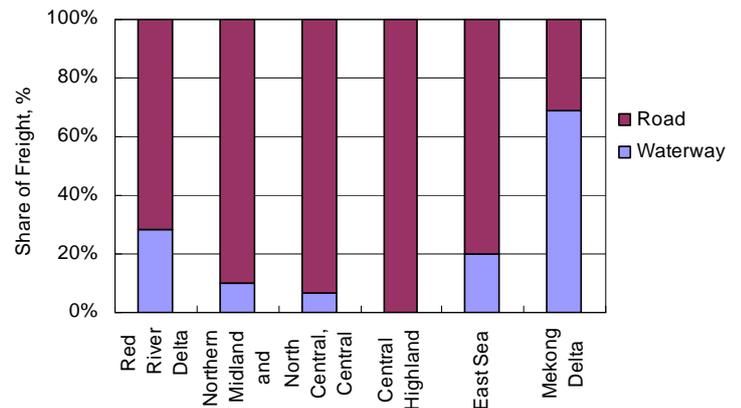


図 2.3.3 ベトナム国地域別の貨物輸送比率 (道路と水運)  
出典：Statistical Year Book, Vietnam, 2010

表 2.3.4 メコンデルタにおける貨物量および貨物量運搬距離

項目	2005	2006	2007	2008	2009
Freight Road (X1,000 t)	7,543	8,668	8,638	9,480	9,999
Freight Traffic Road (X 1,000,000 t km)	574	617	623	686	790
Freight Waterway (X 1,000 t)	14,518	15,439	15,646	15,692	17,012

項目	2005	2006	2007	2008	2009
Freight Traffic Waterway (1,000,000 t km)	1,398	1,472	1,425	1,426	1,721
Freight Ratio (Waterway/Road)	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7
Freight Traffic Ratio (Waterway/Road)	2.4	2.4	2.3	2.1	2.2
Unit Freight Distance Road (FTkm/FT, km)	76.1	71.2	72.1	72.3	79.0
Unit Freight Distance Waterway (FTkm/FT, km)	96.3	95.3	91.1	90.9	101.2

出典：Statistical Year Book, Vietnam, 2010, 注：FTは貨物量運搬距離を示し、単位は ton-km である。

## 2.3.2 道路

### 1) 道路網

メコンデルタでは合計 15 路線、延長距離にして 2,471 km の国道が敷設されている。省道については合計 127 路線、総延長 3,400 km が建設されているが、その約 75% がアスファルト舗装されている。村落内や村落同士を結ぶ地方道は総延長 17,000 km が設置されている。道路密度は省あるいは地域によって 2 倍かそれ以上異なっているが、Long An 省の道路密度は  $1.1\text{km}/\text{km}^2$  であるのに対し、Ca Mau 省のそれは  $0.47\text{km}/\text{km}^2$  に過ぎない。道路密度の全体平均は  $0.58\text{ km}/\text{km}^2$ 、また住民 1,000 人当りの平均距離は  $1.27\text{ km}/1,000\text{ 人}$  となる。

調査対象地の国道の総延長は 1,388 km であり、メコンデルタ全体の 56% を占める。省道は 2,263 km であり、デルタ全体の 66%、その他の地方道は総延長 2,820 km となっている。これら 3 種の道路を合わせた調査対象地域の道路敷設密度は  $0.32\text{ km}/\text{km}^2$  となり、最も高い値を示すのが Tien Giang 省の  $0.57\text{ km}/\text{km}^2$ 、最も低いのが Ben Tre 省の  $0.16\text{ km}/\text{km}^2$  である。

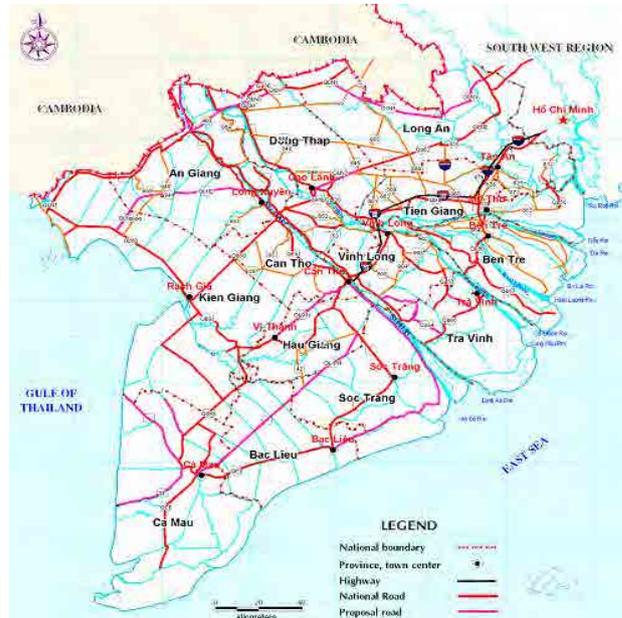


図 2.3.4 メコンデルタにおける道路ネットワーク

出典: Impact of Climate Change, Sea Level Rise on Development of Transportation System in Mekong Delta 2010, Ministry of Transportation

表 2.3.5 メコンデルタにおける道路区分とその延長距離

National Highway (Km) 国道	Provincial Road (Km) 省道	District / Commune Road (Km) 地方道	道路密度 1 ( $\text{Km}/\text{Km}^2$ )	道路密度 2 ( $\text{Km}/1,000\text{ 人}$ )
2,471	3,400	17,000	0.58	1.27
メコンデルタの総延長: 22,871 km				

出典：南部水資源計画研究所

表 2.3.6 メコンデルタ沿岸 7 省における道路区分とその延長距離

省	面積 ( $\text{km}^2$ )	National Road 国道		Provincial Road 省道		District Road 県道		総計	
		(Km)	密度 ( $\text{km}/\text{km}^2$ )	(Km)	密度 ( $\text{km}/\text{km}^2$ )	(Km)	密度 ( $\text{km}/\text{km}^2$ )	(Km)	密度 ( $\text{km}/\text{km}^2$ )
Tien Giang	2,484	214	0.09	388	0.16	825	0.33	1,427	0.57
Ben Tre	2,360	131	0.06	172	0.07	64	0.03	367	0.16
Tra Vinh	2,242	249	0.11	183	0.08	322	0.14	754	0.34
Soc Trang	3,312	239	0.07	409	0.12	337	0.10	985	0.30
Bac Lieu	2,582	63	0.02	296	0.11	587	0.23	946	0.37
Ca Mau	5,332	176	0.03	515	0.10	693	0.13	1,384	0.26
Kien Giang	5,731	316	0.06	300	0.05	NA	NA	NA	NA
総計	24,043	1,388	0.058	2,263	0.094	2,820	0.15	5,863	0.32

出典: Tien Giang) Master plan on social economic 2005, Ben Tre) Ministry of Agriculture and Rural Development 2008, Tra Vinh) Ministry of Agriculture and Rural Development 2010, Soc Tran) Master plan on social economic 2005, Bac Lieu) Master plan on social economic 2009, Ca Mau) website: Camau.gov.vn, Kine Giang) Master plan on agriculture 2010

メコンデルタにおいては、約 65%の国道が雨期に冠水する恐れがあるとされている。内訳は、50%が低度の冠水 (0.5~1.5 m)、10%が中位の冠水 (1.5~3.0m)、残り 5%が強度の冠水 (> 3.0m) 地域として区分されている。そして、地方道の 50%は洪水危険地域の中に位置しているとされている (出典：南部水資源計画研究所)。メコンデルタにおける道路は通常の運輸機能とは別途に、その盛土によって地域を洪水から守る機能も有している。ただし、降雨が大量に発生した場合、その盛土部分が排水上、逆に障害となることもあり、メコンデルタの低地における道路計画と敷設が非常に難しいことを示している。

## 2) 道路による物流

メコンデルタでは、今なお水運が主要な運搬手段であるため、道路網の利用は、ベトナム国の他の地域とは異なった様相を示す。例えば、陸運による物流は下表に示すとおり 2005 年から 2009 年までに 39%の増加を見せているにも関わらず全国の 5%の運輸量を占めるに過ぎない。水運に比べて陸運物流が盛んでない最大の理由は、水路網による道路網の分断にある。貨物トラックおよび車両はメコン河を渡る際にフェリーによって港間を渡っており、陸運の活躍の場は水路や河川に囲まれた陸地内部に留まっている。

表 2.3.7 ベトナム各地域別陸運物流量

道路による物流(1000トン)	2005	2006	2007	2008	2009	% in 2009	2009/2005
Whole Country	294,718	334,836	399,595	447,548	505,412	100%	171%
Red River Delta	89,133	102,720	131,477	148,108	172,433	34%	193%
Northern Midland and Mountain	38,660	42,098	50,024	56,340	62,393	12%	161%
North Central, Central Coast	85,169	94,428	101,396	113,661	128,062	25%	150%
Central Highland	8,801	10,814	12,944	16,164	18,971	4%	216%
East Sea	54,579	65,083	81,783	90,094	98,041	19%	180%
Mekong Delta	18,377	19,694	21,971	23,181	25,511	5%	139%

出典: Statistic Year Book 2010, General Statistics Office

### 2.3.3 給水

メコンデルタにおける生活用水の水源は、大きく 4 つに分類される。一つは、表流水給水施設による安定した水源で、住民の 19%が受益している。二つ目は 100m~150m 深さを掘削した深井戸であり、住民の 26%が使用している。三つ目は個々に掘削した浅井戸で、住民の 22%が使用している。残りの 33%は雨水を利用している。雨水は安全な飲料水となるが、乾期の終りに近づくにつれ貯留した雨水を使い切ってしまうことも多く、その際は水路の水を飲料水として利用しなければならない。

表 2.3.8 メコンデルタにおける給水用水源

水源	表流水給水施設	深井戸	浅井戸	雨水	計
(%)	19.0	26.4	22.0	32.6	100
受益人口	2,580,000	3,590,000	2,990,000	4,430,000	13,600,000

出典：南部水資源計画研究所

メコンデルタ地方給水および公衆衛生国家プログラム (1999-2005) や UNICEF による地方給水プログラムにより、給水に関して大きな改善がなされた。2006 年における推定では、全国平均が 62%のところ、メコンデルタでは 65%の住人が安全な水を得ることが可能とされている。残りについては、浅井戸および水路からの表流水を水源にしており、農村部では約 60%がこれら浅井戸や表流水を水源としている (出典：南部水資源計画研究所)。

メコンデルタにおける地下水の開発は、1940 年代に遡る。地下水は更新世、鮮新世、中新世の

地層に分布する帯水層内にあり、現在では 46 万 5 千本もの深井戸が建設され、日当り 130 万 m<sup>3</sup> の地下水が汲み上げられている。南部水資源計画研究所によると、日当り可能地下水生産量は 8,600 万 m<sup>3</sup> と推定されており、現在の揚水量は地下水ポテンシャルに対して余裕を有している。沿岸地域における井戸本数は Kien Giang 省が最も多く 96,950 本が設置されており、Tra Vinh 省、Bac Lieu 省がそれに続く。Tien Giang 省は最も少なく、1,165 本の井戸が設置されている。

表 2.3.9 メコンデルタにおける現在の地下水開発状況

No	省、市	本数	揚水量(m <sup>3</sup> /day)
1	Tien Giang	1,165	129,114
2	Ben Tre	2,063	6,683
3	Tra Vinh	88,923	147,301
4	Soc Trang	50,111	100,090
5	Bac Lieu	88,741	63,681
6	Ca Mau	67,185	134,657
7	Kien Giang	96,950	328,970
	Total above	395,138	910,496
8	An Giang	4,971	71,917
9	Can Tho	22,643	64,638
10	Hau Giang	29,656	50,045
11	Vinh Long	6,263	11,545
12	Dong Thap	2,767	44,188
13	Long An	3,487	169,956
	Grand Total	464,925	1,322,785

出典：南部水資源計画研究所

## 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、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の例が挙げられる。以下にメコンデルタにおける農業の特質を調査対象地区のそれとともに述べる。

### 2.4.1 多様化した農業

メコンデルタの上・中流域はコメ生産の中心地である。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、かつて伝統的な浮稲主体の年間コメ 1 作地帯であった。しかし、灌漑排水および洪水防御施設の建設・整備、また IRRI によって開発された新種や早生品種の導入もあり、これらの地域は 2 期作地域へと変わってきた。

洪水はメコンデルタ中央部に入ると四方に拡散するため、上流部と比較すると湛水深は小さくなる。そのためコメ作が盛んとなっていくが、メコン河の 2 大支流である Tien 河（北側を流下）と Hau 河（南側を流下）に挟まれた部分とその周辺ではコメの 3 期作を実施している水田も多い。しかしながら、沿岸部に近づくにつれ乾期のメコン河流量が不足するため、そこではコメの 3 期作は困難となる。

調査対象地域における沿岸部の多くでは、季節的な塩水侵入が発生するため、乾期に汽水を利用したエビ養殖、そして雨期には降雨を用いたコメ栽培が同一の圃場で繰り返し行われている。さらに沿岸部に近い下流部に向かい、汽水すら得ることの難しい地域になると、汽水用のエビに代わり海水エビの養殖が 1 年を通じて行われている。

上記の稲作と汽水エビ養殖を交互に行う営農方法は1990年代に開始されたが、当初は不可能であるとか推奨されないとの意見が多々あった。しかしながら、乾期のエビ養殖にて堆積した塩分は雨期の豊富な降雨と湛水により洗い流され、実際には雨期が始まった後1~2ヶ月半ほどで淡水の稲作が可能な状態となっている。こうして、農家は汽水と真水、技術ノウハウ、資金などの条件を活用してコメと汽水エビの生産を実現している。

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

## 2.4.2 農業土地利用

### 1) 全体土地利用

前述のとおり、メコンデルタおよび調査対象地区の農業は多様化しており、その結果土地利用も多様化している。メコンデルタの上・中流部は米の2期作、3期作が盛んであり、中でもメコン河沿いでは3期作が顕著となる。汽水漁業については、沿岸部に広がっている。これら大きく2分化した土地利用は、森林の植生状況（保護林、生産林、再生林等）、多年性作物（多くは果物）の導入、そして淡水漁業（淡水エビ養殖も含む）などの組み合わせによってさらに多様化の様相を見せる。

土地利用図（図2.4.1参照）に示されるように、汽水エビの養殖はデルタの沿岸部を中心に行われている。例外は、Tien Giang省の沿岸部（土地利用図中Aの部分）、Ca Mau半島の西側（同B、C）、Kien Giang省沿岸部（同D）などである。これらの地域では農地に塩水が浸入しないように水門が設置されており、農家はコメを栽培することが可能であるが、高い利益が見込めることからエビ養殖の方が好ましいと考える農家も存在する。

沿岸部の汽水エビ養殖地域から内陸部に移れば、稲～エビのローテーション栽培が現れてくる。同一圃場にて雨期の稲作と乾期の汽水でのエビ養殖が行われている。これらの土地利用はCa Mau省において盛んであり（土地利用図中E）、このほかにBac Lieu省（同F）、Soc Tran省（同G）などに見られ、少数ではあるがTra Vinh省、Ben Tre省でも確認される。これらの地域では、乾期に浸入してくる汽水を防止するのではなく、それを積極的に利用している。

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

メコン河をさらに遡ると、一面の稲作地帯となる。この地域ではコメの2期作だけでなく、メコン河沿いの地域では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省の南地域では広い範囲で果樹栽培が行われており、聞き取りによると栽培された果物は地元およびホーチミンの市場に提供されている。

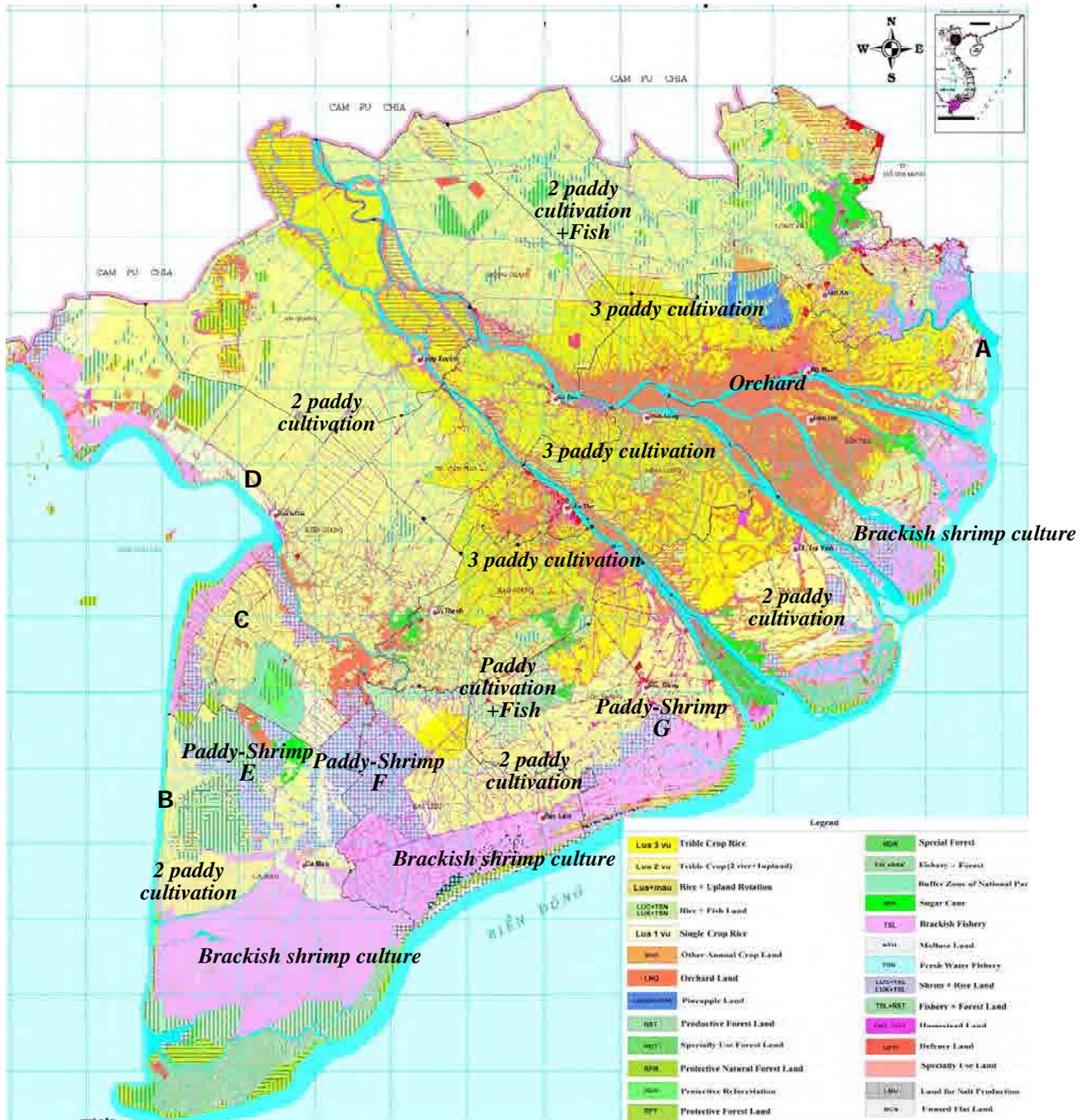


図 2.4.1 メコンデルタにおける土地利用図 (2008 年)

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

## 2) 農業土地利用

農村農業漁業統計 (2006) には、各省における土地利用面積が示されている(図 2.4.2 参照)。調査対象地域 (55%) およびメコンデルタ (63%) における農地面積割合は、全国平均 (29%) や紅河デルタ (36%) に比べて大幅に高い値を示す。一方、調査対象地域と他のメコンデルタ地域との比較では、後者の農地の占める割合がやや高いといえる。これは、メコンデルタ上流地域では、農業に必要な淡水が豊富に利用可能なことによる。農用地の割合は多くの省では 50~80% であるが、沿岸部の Bac Lieu 省および Ca Mau 省ではそれぞれ 39% および 27% と低い値を示しており、これらの地域では代わって水産業が盛んとなる。

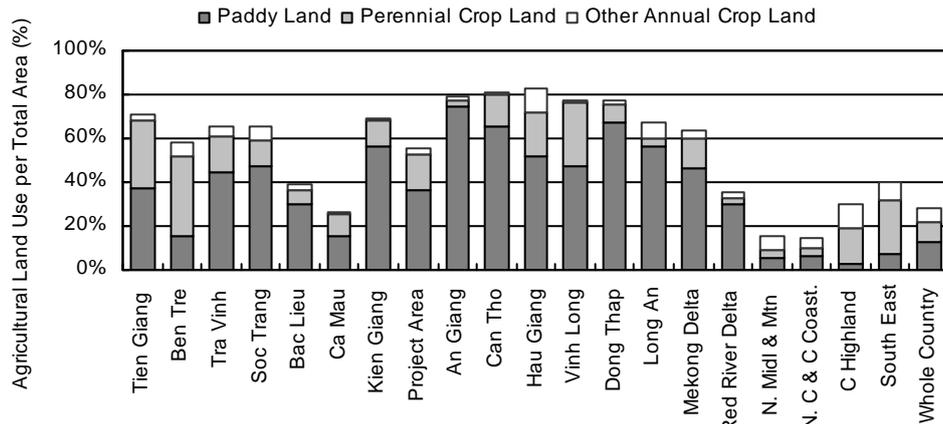


図 2.4.2 全土地利用に占める農業目的土地利用の割合 (%)

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

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

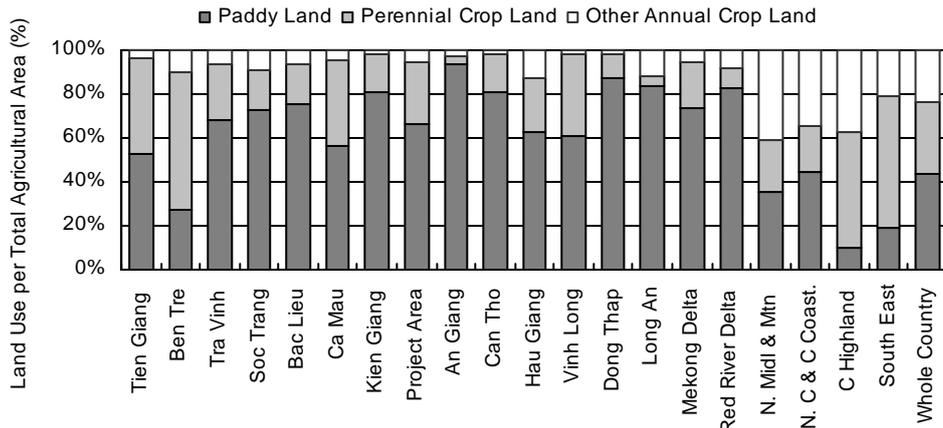


図 2.4.3 全農業用地に占める稲作、永年作物、一年生作物の占める割合 (%)

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

### 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は、コメ、果樹、水産業などが組み合わせられた高度で多様な作付けが実施されている。最も大きな面積を占めるのは稲作であるが、稲の作付け体系は大きく「冬-春」作、「夏-秋」作、「秋-冬」作、および「春-夏」作の4期に分けられる。調査対象地では、「夏-秋」作（5月～8月）および「冬-春」作（12月～2月）が多くを占めるが、さらに沿岸部においては前述のように汽水エビとの組み合わせが一般的となる。典型的な作付けは表 2.4.1 に示すとおりである。

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

表 2.4.1 調査対象地における主要な作付けパターン

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

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

天水地域では、稲作は雨期に限定される。通常は雨期に1作のみの稲作（夏－秋稲）が実施されるが、雨期の後半において湛水深がさほど深くない場合、雨期中盤から後半にかけて2回目の稲（秋－冬稲）を作付けする地域も存在する。雨期の2期作では、雨期の終りに近づくにつれて水不足の懸念が発生する。メコンデルタでは直播が一般的であるが、こうした地域では、水不足を避けるため、2期作目では別途育成した30～45日齢の苗を一作目刈り取り直後の本田に田植えすることで、本田の利用期間を短縮する方法が取られている。

塩水浸入が生じるような沿岸部では、天水稲作とエビ養殖との組み合わせが見られる。乾期には水田にエビ養殖のための汽水を満たし、その後、主に降雨を利用して淡水で何回か塩分を洗い流した後、雨期稲作を開始する。このような圃場は高い畝に囲まれており、多くの場合エビ養殖に十分となるように高さ1.5m程の土手が圃場の周囲に造られている。その土手の内側には溝が掘られ、日中の暑い時間帯にはエビが溝の中で暑気を逃れることが可能となっている。

塩分は稲作の障害になるものとして通常は水門や堤防によって防御されているが、農民は乾期に侵入してくる汽水を活用しながら汽水のエビ養殖を行うことでこれに適応してきた。環境に配慮をしないエビ養殖の場合には、かつて台湾やタイ国で見られたように病気発生の危険性が高くなり持続的な農法とはなりえないが、粗放的なエビ養殖ではあるもののローテーションを行うことにより持続的なエビ養殖を実現している。また、多くの場合は稲作より多くの収入を得ることが可能である。

#### 2.4.4 稲作

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

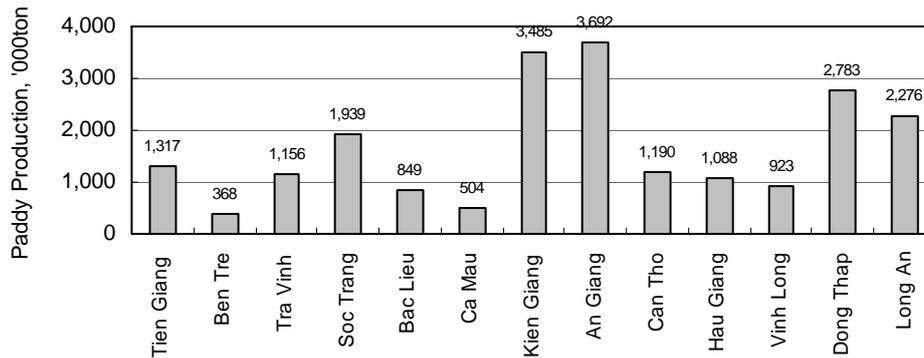


図 2.4.4 メコンデルタにおける省毎のコメ生産量

出典: Statistical Year book 2010, GSO

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

図 2.4.5 は人口一人当たりのコメ生産量を示しているが、Kien Giang省は最も高い2,046kg/人の生産量を示し、メコンデルタ全体平均の164%相当となっている。代わって、Ben Tre省は293kg/人とメコンデルタ平均の23%と低い値を示し、Ca Mau省の416kg/人が同33%と続いている。Ben Tre省における低い値は、多くの土地が既に果樹栽培に転用されていることに起因しており、Ca Mau省のそれは塩水の浸入により稲作そのものが困難であることによる。

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

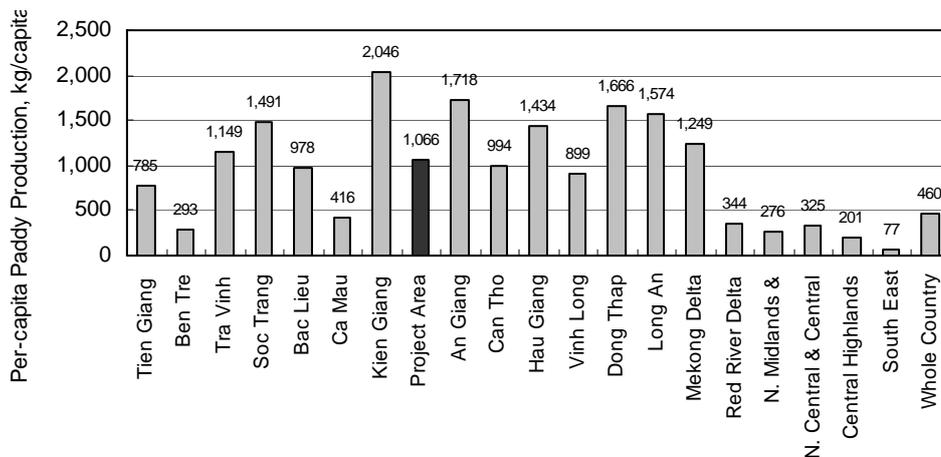


図 2.4.5 省別の一人当たりコメ生産高

出典: Statistical Year book 2010, GSO

作期別のコメ生産量の変遷を図 2.4.6 に示す。調査対象地域におけるコメの生産量は作付面積の伸びはさほどないにも関わらず「秋-冬」作を除けば一環して増加傾向にあることが判る。「夏-秋」

作および「冬-春」作の生産量は過去 20 年間、着実に増加している。「秋-冬」作においては、単収自体は伸びているが(図 2.4.7 参照)、生産量としては減少している。これは、これは作付面積の減少に起因する。

図 2.4.7 は作期別の米の単収を示したものである。いずれの作期別コメについても過去 20 年間に於いて増加傾向にあるが、中でも灌漑下で生産される「冬-春」作は高い単収を維持している。「冬-春」作の単収は 2010 年には沿岸 7 省平均では 6.4 トン/ha を記録している。一般的な傾向として、これらの増加は改良品種の導入と化学肥料投入の結果と考えられる。聞き取りでは、化学肥料を 200~400 kg/ha も投入している例があり、標準的な施肥と比較すると極めて多い量の化学肥料が投入されている<sup>8</sup>。

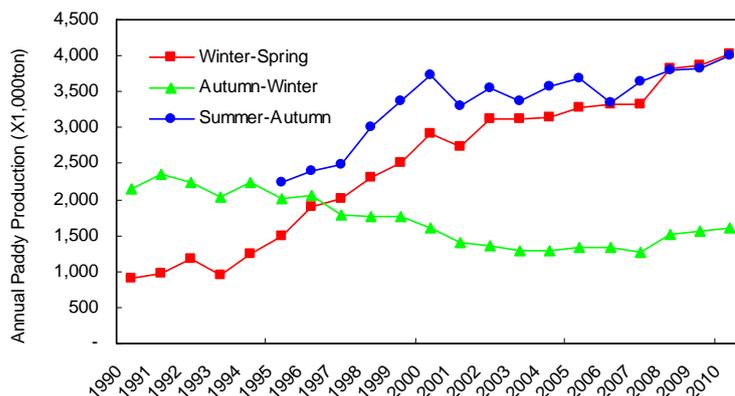


図 2.4.6 沿岸 7 省における作期別コメ生産量

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

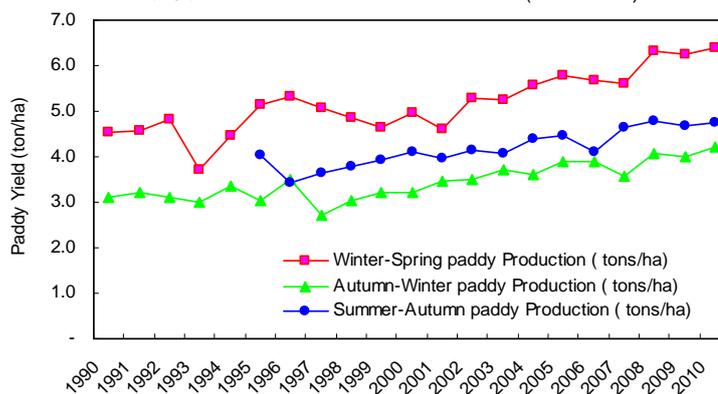


図 2.4.7 沿岸 7 省におけるコメの単収の変遷

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

## 2.4.5 土地保有

2006 年における農家当りの平均生産農地面積を図 2.4.8 に、また図 2.4.9 には、戸別保有農地の農地規模割合を示す。メコンデルタにおける戸当たり平均生産農地面積はかなり大きな値を示しており、調査対象地域平均で 1.21ha/戸、メコンデルタ全体の平均では 1.20ha/戸となっている。Kien Giang 省では 2.49ha/戸と高い値であるのに対し、Tien Giang 省および Ben Tre 省ではそれぞれ 0.63ha/戸および 0.58ha/戸とやや低い農地面積を示している。なお、全国平均は 0.81ha/戸である。

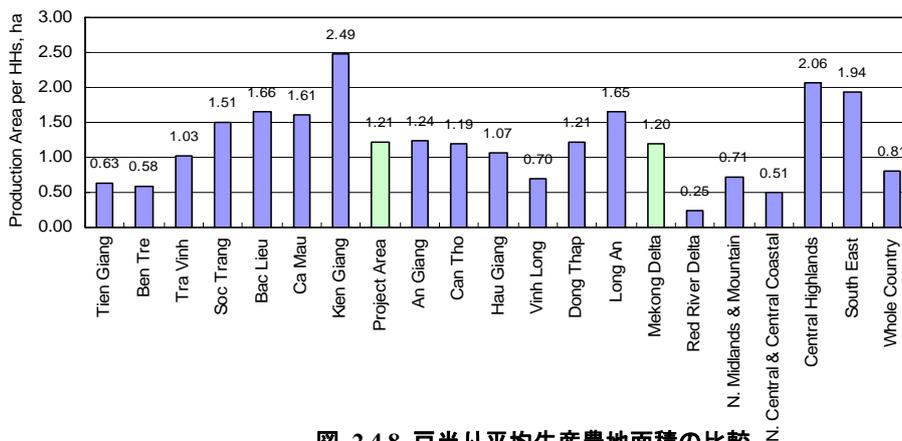


図 2.4.8 戸当たり平均生産農地面積の比較

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

<sup>8</sup> 例えばフィリピンでは IRRI の資料によると 5~6 トン/ha の収量を得るためには 275kg から最大でも 300kg/ha の化学肥料が示されている (Quick guide for fertilizing transplanted rice in Laguna, DA, PhiRice, OPAg, IRRI, May, 2009) .

図 2.4.9 に示す規模別の生産農地面積を見ると、0.2ha 未満の農家は調査対象地域の平均では 19% であるが、Tien Giang 省と Ben Tre 省においては約 1/4 を占めている。他方、Bac Lieu 省および Kien Giang 省では、2.0ha を超える土地を保有している農家の割合が約 3 割とかなり多く、結果、戸当たり平均農地面積が大きく現れている。なお、Ca Mau 省では 0.2ha 未満の農地面積を所有する割合が最も高く 35% に達しているが、この省の平均農地面積は 1.61ha であることを考えると、比率的には少ないものの大規模農家が存在しているものと思われる。

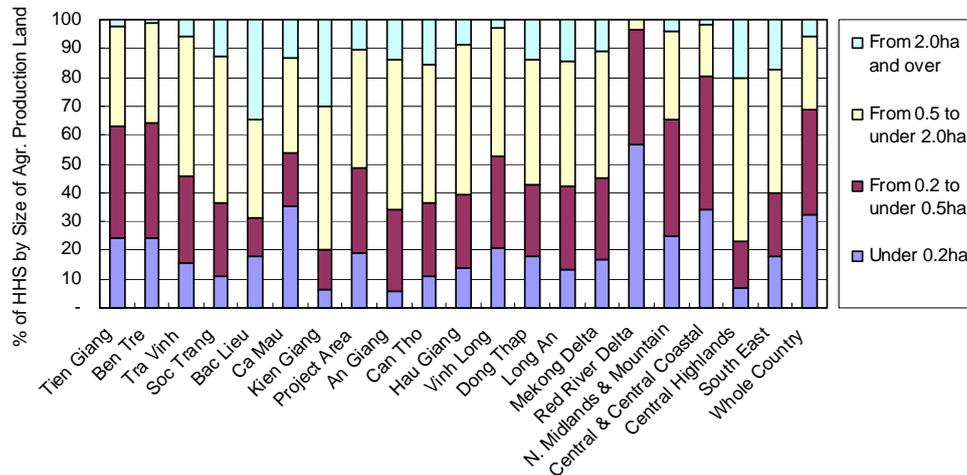


図 2.4.9 戸別農地保有面積の省別による分布割合比較

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

## 2.5 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は海外からの注目を集めたが、近年においては、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きた。以下、調査対象地域およびメコンデルタも含めた水産業について述べる。

### 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。

メコンデルタの中・上流域では淡水養殖が盛んとなる。メコン河の 2 大支流である Tien 河および Hau 河の上流部においてはナマズの養殖が盛んであるが、1990 年代初頭に An Giang 省および Dong Thap 省においてメコンナマズの養殖が開始されたのが始まりである。デルタの中央部である Can Tho 省などでは輸出目的のナマズ養殖も導入されているが、洪水の影響がある地域では国内向けの他の淡水魚養殖が続けられている。

表 2.5.1 は、メコンデルタおよび国内の他の地域における水産物生産量を比較して示したものである。図 2.5.1 は人口一人当りの水揚量、図 2.5.2 は汽水エビの一人当たり水揚量を示したものである。メコンデルタにおける漁獲量は他の地域のそれをはるかに上回っているが、メコンデルタにおける総水揚量 (1,940,181 トン) は国内生産 (2,706,752 トン) の 72% を占めていることが判る。

表 2.5.1 メコンデルタおよび他の地域における水産水揚量 (2010 年)

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

出典：Statistical Year Book of Vietnam (2011)

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

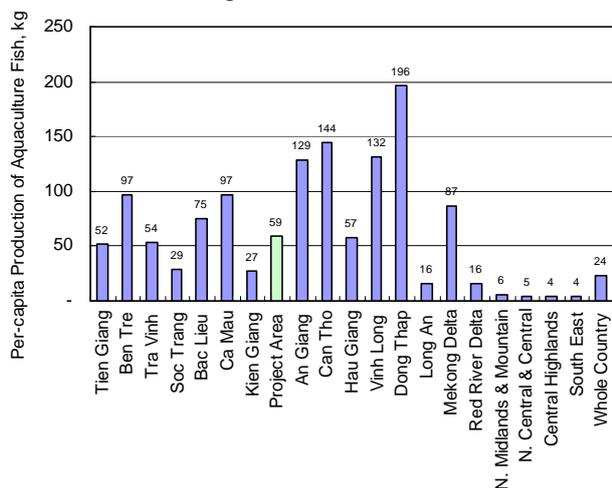


図 2.5.1 省別一人当たり魚水揚高 (2010)

出典：Statistical Year Book of Vietnam 2010, GSO

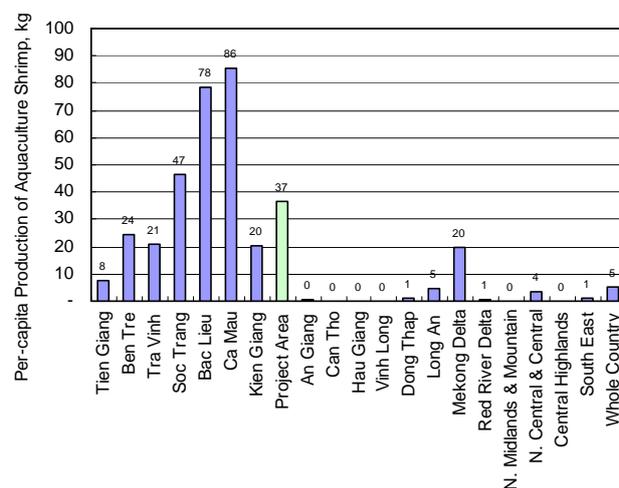


図 2.5.2 省別一人当たりエビ水揚高 (2010)

出典：Statistical Year Book of Vietnam 2010, GSO

## 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、当時は粗放型養殖のため生産量はha当たり100kgに過ぎなかった<sup>9</sup>。その後、ベトナムにおいては2000年代に急激にエビ養殖が盛んとなるが、それはタイのエビ養殖と対照的である。タイでは、1980年代中盤にブラックタイガーエビの養殖が盛んとなり、1990年にはそのピークを迎えた。しかしながら、自然環境へ深刻な影響を与えたためタイ政府は養殖を制限した。

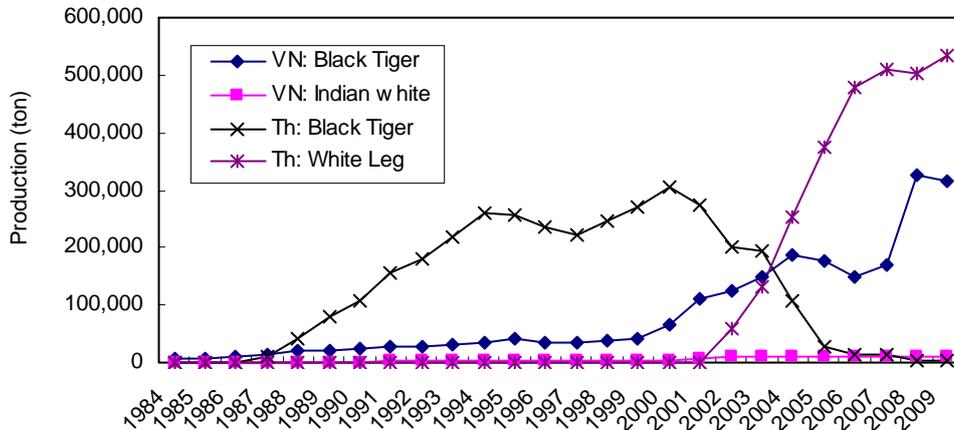


図 2.5.3 タイおよびベトナムにおけるエビ生産の推移  
出典：FAOSTAT (2011)

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

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>10</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>11</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。

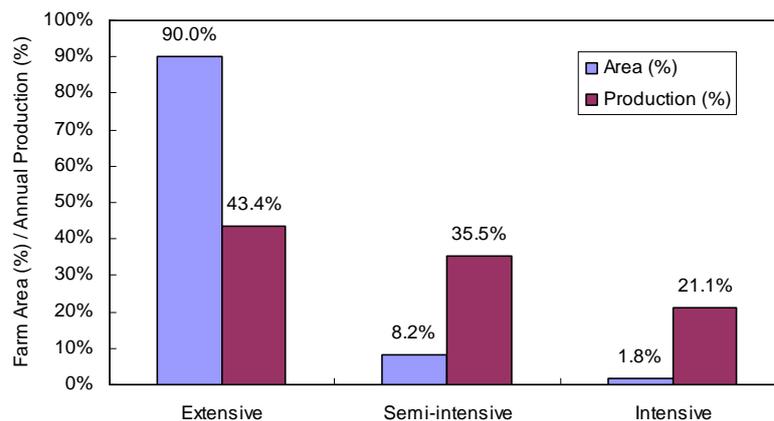


図 2.5.4 メコンデルタにおけるエビの養殖形態による事業面積と水揚量の占める割合  
出典：The Status, Challenge and Perspective of Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon) Farming in the Mekong Delta, Vietnam, Research Institute for Aquaculture No.2, MARD, 2008

<sup>9</sup> R. E. Turner (1977); "Intertidal Vegetation and Commercial Yield of Penaeid Shrimp", Transactions of the American.

<sup>10</sup> Overview Aquaculture in Vietnam, Research Institute for Aquaculture No.2, MARD, 2010

<sup>11</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、対する水揚量で見た場合は 43%に過ぎない。準集約型は面積別では 8.2%、水揚量では 35.5%、そして集約型は面積別ではわずか 1.8%に過ぎないが水揚高は 21.1%を占めている。すなわち、集約型および準集約型養殖は 10%の面積しか占めていないが、それらを合わせた水揚高はメコンデルタの半分以上を占めていることになる。

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

## 1) 粗放型エビ養殖

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 匹と低密度で放流される。粗放型養殖では明確な収穫時期がない。毎月あるいは季節ごとに収穫されるが、規格に満たない大きさのエビは養殖池に戻され、養殖池内のエビが不足した分だけ、適宜、追加で稚エビが投入される。養殖場全体で一度に水揚することがないため、実際の飼育密度や生産量を正確に把握することは困難である。

エビ養殖農家への聞き取り<sup>12</sup>によると、稚エビおよび肥料の費用は総支出額の約 30%であり、売り上げから経費を差し引くと ha 当たり 2,000 万~4,000 万 VND (7 万 4 千円~15 万円相当) が純益となる。この ha 当たり 2,000 万~4,000 万 VND の純益は、稲作で得られる純益の約 2 倍である。すなわち、病気が発生しない限り粗放型エビ養殖は稲作よりも収益性が高いといえる。

## 2) 集約型および準集約型エビ養殖

集約型エビ養殖は初期投資や餌代などに多額の投資が必要となるため、多くは企業家がエビ養殖専門家を雇用して営んでいる。第二水産研究所では集約型エビ養殖に関しては年に 1 回の水揚を推奨しているが、多くの養殖場では利益を出すために年 2 回の水揚を行っている。対して、一般の農家は粗放的なエビ養殖が多くを占めているが、餌代等を賄える農家は準集約的なエビ養殖を採用している。準集約的なエビ養殖でも多くは年 2 回の水揚である。

表 2.5.2 に準集約型と集約型エビ養殖を粗放型養殖と比較してまとめる。集約型では経費が粗収益の約 40~60%を占めており、かつ餌代がその殆ど(通常の場合経費の約 70%)を占めていることが判る。すなわち、準集約型および集約型養殖では多額の経費を要するが、水揚げ量が多いために純収益は粗放型に比べると極めて高く、準集約型で約 3 倍、集約型では 10 倍、あるいは 30 倍以上の純益を上げることができる。

表 2.5.2 準集約型および集約型エビ養殖の典型的事業概要

分類	稚エビの投入密度	平均収量	粗収益, VND/ha	純収益, VND/ha
準集約型養殖	10 - 15 エビ/m <sup>2</sup>	1.5 - 3.0 トン/ha	175 - 500 million VND/ha	75 - 100 million VND/ha
集約型養殖	20 - 30 エビ/m <sup>2</sup>	5.0 - 7.0 トン/ha	600 - 1,200 million VND/ha	325 - 650 million VND/ha
粗放型養殖	1 - 2 エビ/m <sup>2</sup>	200 - 300kg/ha (0.2 - 0.3 トン/ha)	30 - 60 million VND/ha	20 - 40 million VND/ha

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, Interviews to Shrimp Culture Farmers

<sup>12</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。

## 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 Li b eu 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サンプルデータを基に確認した。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。

#### 1) 生産量と粗収入

表 2.6.1 によると、1 農家世帯当たり季節別の平均収穫面積は 0.74 ha である。稲作栽培面積は作付時期による変化はほぼ見られない (0.73ha - 0.76ha)。平均面積より算出された平均収量は 4.86 ton/ha、最高収量は Summer-Autumn 米の 5.39 ton/ha、最低収量は Autumn-Winter 米の 4.27 ton/ha である。季節別に収量を見ると、Winter-Spring 米が最高収量となる調査対象地域全体の結果とは多少異なる（図 2.4.7 参照）。調査結果より得られた W-S の収量は S-A の収量の次に多いとされ、これは塩水侵入や水量不足が影響しているものと考えられる。

表 2.6.1 季節別農家当たり生産量と粗収入

栽培季節	収穫面積	収量	生産量	種籾	販売	自家消費	農家庭先価格	粗収入 (Financial)	粗収入 (Economic)
	(ha)	(ton/ha)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(VND/kg)	(VND)	(VND)
S-A	0.74	5.39	3,974	69	3,541	364	6,365	21,480,000	24,125,000
A-W	0.76	4.27	3,256	26	2,662	568	6,591	17,961,000	21,933,000
W-S	0.73	4.79	3,483	38	2,971	474	6,398	18,940,000	22,202,000
合計 平均	<b>0.74</b>	<b>4.86</b>	<b>3,596</b>	<b>46</b>	<b>3,088</b>	<b>462</b>	<b>6,445</b>	<b>19,588,000</b>	<b>22,838,000</b>
			<b>100%</b>	<b>1%</b>	<b>86%</b>	<b>13%</b>			

出典：農家世帯質問票調査、JICA 調査団（2011）

注釈：収入は加重平均により算出されたもので表の値より算出したものではない。

SS (Spring-Summer) は1有効回答のみから得られた数値であるため除外した。

総平均は全有効回答を加重平均したものであり、上記の表からの平均ではない。

Financial: 販売による数値を基にしている。Economic: 生産量による数値を基にしている。

1 農家世帯当たり季節別の平均生産量は 3,596 kg であり、その 86%にあたる 3,088 kg が販売され、46 kg (1%)が来期の種籾として、また 462 kg (13%)が自家消費として充てられている。平均農家庭先価格は 6,445 VND/kg となるが、最低価格は 6,365 VND/kg (S-A)、最高価格は 6,591 VND/kg (A-W) であった。生産量と価格データを基に、販売量 (financial value) による粗収入と全生産量 (economic value) による粗収入を算出した。1 作当たりの financial value による粗収入は 19,588,000 VND/世帯であり、economic value による粗収入は 22,838,000 VND/世帯であった。

上記の生産量は季節別に見たものであり、農家によっては年2期作、または3期作を行う農家があるため農家世帯による生産量は算出していない。表 2.6.2 は稲の年間作付回数を表す。68 有効回答のうち、55 世帯は年3期作(81%)、10 世帯が年2期作(15%)、そして残りの3 世帯が1期作のみという結果であった。すなわち、平均作付回数は年 2.76 回、季節別では 0.88 回 (S-A)、0.93 回 (A-W) 0.96 回 (W-S) となった。

表 2.6.2 農家当たり稲作栽培時期

合計サンプル数	3 期作	2 期作				1 期作				合計	平均
	SA+AW+WS	SA+AW	AW+WS	WS+SA	Total	SA	AW	WS	Total		
68	55	0	8	2	10	3	0	0	3	68.0	2.76
100%	81%	0%	12%	3%	15%	4%	0%	0%	4%	100%	
SA	55			2	2	3			3	60	0.88
AW	55		8		8				0	63	0.93
WS	55		8	2	10				0	65	0.96
										総計	2.76

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2011）

表 2.6.3 により、平均的な稲作農家における年間の栽培について、年間生産量や平均作付回数である 2.76 回の作付による粗収入額を見ることができる。平均として、年間合計 2.05 ha の作付とこれによる生産量が 9,943 kg あり、54 million VND（financial value）と 63 million VND（economic value）の収益がある。

表 2.6.3 農家当たり年間の生産量と粗収入

栽培季節	栽培面積	収量	生産量	種籾	販売	自家消費	農家庭先価格	粗収入 (Financial)	粗収入 (Economic)
	(ha)	(ton/ha)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(VND/kg)	(VND)	(VND)
SA	0.65	5.39	3,506	61	3,124	321	6,365	18,952,941	21,286,765
AW	0.71	4.27	3,019	24	2,466	526	6,591	16,640,338	20,320,279
WS	0.69	4.79	3,328	36	2,840	453	6,398	18,104,412	21,222,500
合計、平均	2.05	4.86	9,943	127	8,537	1,277	6,445	54,155,059	63,140,353

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2011）

注釈：表 2.6.2 参照

上の表と同じ項目について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、表 2.6.4 に単位面積 1.0 ha 当りに換算して算出した値を示す。1 ヘクタール当たりの平均生産量は 4,859 kg、最低生産量は 4,266 kg（A-W）、最高生産量は 5,309 kg（S-A）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 2.6.4 1.0ha 当たり生産量と粗収入

栽培季節	収穫面積	収量	生産量	種籾	販売	自家消費	農家庭先価格	粗収入 (Financial)	粗収入 (Economic)
	(ha)	(ton/ha)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(VND/kg)	(VND)	(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：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2011）

注釈：表 2.6.2 参照

## 2) 季節別労務費/外注費・投入資材にかかる生産費

表 2.6.5 に 82 有効回答を基にした稲作栽培における労務費/外注費にかかる平均総費用を示す。生産費は項目ごとに全 82 回答の平均を算出したものであり、一切支出がないという回答も含む。これによると、稀にしか支出のない項目は通常支出よりも少額となる。また、比較のため、表の“typical cost”はゼロの値を除いた実際に支出のある回答のみからの平均値である。算出された項目は、播種（散播）、播種（条播）、移植というように多岐に渡る。このことは、典型的な農家は 3 項目全てにおいて支出があるということではなく、1 つまたは 2 つが該当することを意味する。

表 2.6.5 農家当たり労務費/外注費

項目	生産費 (VND)	%	平均生産費 (参考)	回答数
土壌消毒	346,098	3.9%	1,351,429	21
<b>耕起</b>	<b>1,530,195</b>	<b>17.0%</b>	1,872,776	67
塩分洗出	7,805	0.1%	640,000	1
代かき	9,329	0.1%	765,000	1
播種 (散播)	695,144	7.7%	1,540,589	37
播種 (条播)	301,476	3.4%	1,648,067	15
移植	121,951	1.4%	3,333,333	3
肥料	191,512	2.1%	3,140,800	5
農薬/殺菌剤	49,390	0.5%	810,000	5
除草剤	8,902	0.1%	243,333	3
除草	140,244	1.6%	1,045,455	11
<b>収穫</b>	<b>3,600,841</b>	<b>40.1%</b>	3,645,296	81
脱穀	789,512	8.8%	1,471,364	44
<b>移動 (圃場から乾燥場所へ)</b>	<b>934,024</b>	<b>10.4%</b>	1,781,163	43
乾燥/包装	30,488	0.3%	625,000	4
移動 (乾燥場所から市場へ)	10,976	0.1%	300,000	3
水利費	201,311	2.2%	1,500,682	11
土地税	16,098	0.2%	660,000	2
<b>合計生産費 (労務費/外注費)</b>	<b>8,985,000</b>	<b>100.0%</b>		<b>82</b>

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

注釈：費用の各項目はゼロの回答を含まない全回答の平均である。

これに対して、平均生産費はゼロの回答を含む平均である。

合計生産費のみ千以下を四捨五入して算出している。

“回答数”は“平均生産費”におけるゼロ回答を含まない回答数を示している。

82 有効回答を基に算出した労務費/外注費にかかる総費用は世帯当たり 8,985,000 VND となった。各項目の全体における割合は、収穫作業が最も高く 3,600,841 VND (40.1%)、耕起作業 1,530,195 VND (17.0%)、運搬作業 (10.4%) である。これら 3 項目で労務費/外注費にかかる総費用の 67% を占めている。

表 2.6.6 は、季節ごとの世帯当たり平均投入資材にかかる費用を示している。これによると、主に尿素、化成肥料、コンポスト、農薬/殺菌剤、除草剤の 5 項目の投入資材が稲作栽培において使用されている。総投入資材費用は 3,686,000 VND (WS) から 4,479,000 VND (AW) であり、平均 4,117,000 VND であった。総投入資材費用 (2,081,000 VND) のうち、尿素が 51% を占め、次がコンポストの 20% となった。

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)。さらに、農家は有機資材の活用なくして持続的稲作栽培を行うことは困難であるという考えの下、コンポストを使用していることが分かった。

表 2.6.6 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>51%</b>	<b>17%</b>	<b>20%</b>	<b>8%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>		
	<b>16%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>31%</b>	<b>69%</b>	<b>100%</b>

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

前述したように、労務費は全季節を総括した一般的な数値として算出したが、総生産費用を季節別に見積もったものを表 2.6.6 に示している。12,671,000 VND (WS) から 13,464,000 VND (AW) の範囲で推移し、平均総費用は 13,102,000 VND であった。作付時期による差異はおそらく投入資材の量によるものか誤差の範囲内と思われる。

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% となっている (表 2.6.6 参照)。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>1</sup>。

### 3) 純収益

季節ごとの稲作栽培による純収益を、139 有効回答を基に見積る。表 2.6.7 にその結果をまとめるが、これによると先に挙げた粗収益と総生産費により、季節別世帯当たり純収益は平均面積 0.74 ha を基に、6,486,000 VND (financial value)、もしくは 9,736,000 VND (economic value) と算定される。単位面積 1.0 ha 当たりに換算すると、純収益 (economic value) は 13,157,000 VND (11 million VND - 15 million VND) となる。

表 2.6.7 農家当たり季節別純収益

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)	総純収益/ ha (Economic)
	(ha)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)	(VND)
SA	0.74	21,480,000	24,125,000	13,169,000	8,311,000	10,956,000	14,860,000
AW	0.76	17,961,000	21,933,000	13,464,000	4,497,000	8,469,000	11,097,000
WS	0.73	18,940,000	22,202,000	12,671,000	6,269,000	9,531,000	13,114,000
合計: 平均	0.74	19,588,000	22,838,000	13,102,000	6,486,000	9,736,000	13,157,000

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

注釈：SS は 1 回答のみであったため分析から除外した。

合計平均は全回答を加重平均したものであり表からの平均値ではない。

Financial: 販売による数値を基にしている。Economic: 生産量による数値を基にしている。

表 2.6.8 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)、および 63 million VND (economic value) の粗収益がある。ここで、生産費は 36 million VND であることから、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 2.6.8 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	2.05	54,155,059	63,140,353	36,223,176	17,931,882	26,917,176	

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

注釈：表 2.6.7 参照

<sup>1</sup> “The economic transition and migration of Vietnam and the Mekong Delta region (December 2011)” [http://mpr.a.ub.uni-muenchen.de/36387/1/MPRA\\_paper\\_36387.pdf](http://mpr.a.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。

## 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）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」、「粗放型 SP」（エビー稲ローテーション）、「改良粗放型」、「準集約型」の4つに分類した。

粗放型 SP を除く粗放型、改良粗放型、準集約型の3カテゴリーはエビ養殖農家自身によって定義されたものである。一般的に、粗放型とは人工飼料を給餌しないこととある。インタビュー結果によると、ほぼ全ての改良粗放型では少ないながらも給餌が行われていると推察される。さらに、分類の大部分が農家の自己判断によることと、どちらも人工飼料を給餌していることから、回答結果の粗放型と改良粗放型という2つのカテゴリーにはそれ程違いはないと言える。

### 1) 面積

表 2.6.9 に養殖形態別世帯当たりエビ養殖の平均面積を示す。養殖形態全体としての平均は世帯当たり 1.89 ha であった。全 137 回答の結果によると、汽水エビ養殖の世帯当たり平均面積は 1.88 ha であった。淡水エビ養殖、汽水と淡水のローテーションそれぞれの世帯当たり面積は 1.67 ha（3 回答）、2.26 ha（7 回答）であった。

表 2.6.9 養殖タイプ別農家当たり面積

カテゴリー	汽水		淡水		汽水と淡水		合計・平均	
	面積 (ha/世帯)	サンプル 数	面積 (ha/世帯)	サンプル 数	面積 (ha/世帯)	サンプル 数	面積 (ha/世帯)	サンプル 数
粗放型	3.8	14					3.8	14
粗放型 (SP)	1.5	38	1.3	3	2.0	6	1.6	47
改良粗放型	1.9	30					1.9	30
準集約型	1.7	55			1.8	1	1.7	56
平均	2.0	137	1.3	3	2.0	7	2.0	147

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2012）

注釈：サンプルは生産費の回答があったものを選出した。

### 2) 粗収入

汽水エビ養殖生産量と生産費の両項目に回答が得られた 126 回答を基にすると、世帯当たり生産量は最低 307 kg（粗放型（SP））、最高が 1,030 kg（準集約型）、平均生産量は 768 kg であった（2.6.10 参照）。エビの庭先価格は、最低価格 144,000 VND/kg（準集約型）、最高価格 183,000 VND/kg（粗放型）、平均 158,000 VND/kg であった。粗放型の平均庭先価格は準集約型よりも高価格であるという結果となったが、これはエビのサイズによる違いが大きい。粗放型における 1kg 当たりのエビ平均養殖数は 31 尾と準集約型の 40 尾に比べて数が少なく、結果、1 尾のエビのサイズは準集約型よりも大きい。なお、平均的な 1kg 当たりのエビ養殖数は 35 尾である。

世帯当たり平均粗収入は 129,778,000 VND（2.0 ha/世帯）、最低は 54,202,000 VND（粗放型（SP））、最高は 187,057,000 VND（粗放型）という結果となった。粗放型の粗収入額は他の養殖形態よりも大きい、これは他の養殖形態の面積が 1.6～1.9 ha/世帯であるのに対して粗放型は 3.8 ha/世帯と面積が大きいことに起因している。実際、粗放型の 1 ヘクタール当たり平均粗収入は他の形態よりも大きくはならない。代わりに、準集約型が 101,642,000 VND/ha と最も高くなった。全ての形態の全体的な平均純収益は 1 ヘクタール当たり 64,968,000 VND であった。

表 2.6.10 汽水エビ養殖における生産量と粗収入

カテゴリー	汽水エビ対象						
	生産量 (kg)	価格 (000VND/kg)	サイズ (エビ/kg)	粗収入 (000VND)	サンプル数	面積 (ha/世帯)	粗収入/ha (000VND)
粗放型	981	183	31	187,057	14	3.8	48,950
粗放型 (SP)	307	163	33	54,202	38	1.5	36,486
改良粗放型	867	156	31	141,088	30	1.9	73,791
準集約型	1,030	144	40	169,112	44	1.7	101,642
<b>合計. 平均</b>	<b>768</b>	<b>158</b>	<b>35</b>	<b>129,778</b>	<b>126</b>	<b>2.0</b>	<b>64,968</b>

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2012)

## 3) 生産費

汽水エビの生産費を表 2.6.11 に示す。これによると、平均養殖面積における平均生産費用は 56,424,000 VND/世帯、最低 15,506,000 VND/世帯（粗放型 (SP)）、最高 82,543,000 VND/世帯（準集約型）であった。生産費における全項目の中で、餌代（34%）が最も割合が大きく、次いで稚エビ購入費（19%）、その他（20%）という結果となった。単位面積当たりの生産費を見ると、総平均は 30,083,000 VND/ha、最低 9,517,000 VND/ha（粗放型 (SP)）、最高 45,250,000 VND/ha（準集約型）となった。最高値である準集約型における生産費は最低値であるエビ～稲ローテーションのおよそ 4～5 倍の費用がかかっている。一般的に、集約化が進むことと、生産費の高い注ぎ込みが見込まれる。

表 2.6.11 汽水エビ養殖における生産費

カテゴリー	汽水エビ養殖の生産費 (000VND/世帯)										
	稚エビ/卵	薬	餌	CaCO <sub>3</sub>	労務費	肥料	その他	合計	サンプル数	面積 (ha/HH)	生産費 /ha
粗放型	9,400	10,471	42,979	1,807	6,514	1,271	2,171	74,614	14	2.65	28,118
粗放型 (SP)	7,028	716	3,113	1,259	1,559	1,057	775	15,506	44	1.63	9,517
改良粗放型	13,303	2,867	32,183	2,237	5,633	1,400	1,567	59,191	30	1.92	30,850
準集約型	12,853	18,944	19,503	1,316	1,500	2,043	26,384	82,543	56	1.82	45,250
<b>合計. 平均</b>	<b>10,831</b>	<b>9,201</b>	<b>19,419</b>	<b>1,538</b>	<b>2,867</b>	<b>1,533</b>	<b>11,035</b>	<b>56,424</b>	<b>144</b>	<b>1.88</b>	<b>30,083</b>
	19%	16%	34%	3%	5%	3%	20%	100%			

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2012)

## 4) 純収益

汽水エビ養殖における平均粗収益と平均生産費を基に、表 2.6.12 に純収益を示す。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。前述のように、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 2.6.12 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%
<b>平均</b>	<b>129,778</b>	<b>56,424</b>	<b>73,354</b>	<b>126</b>	<b>2.0</b>	<b>64,968</b>	<b>28,246</b>	<b>36,722</b>	<b>43%</b>

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2012)

ヘクタール当たりを見てみると、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 52,031,000VND/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) 果樹生産と果樹栽培農家

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。表 2.6.13 によると、多く栽培されているのはサポディラ、ドリアン、ランブータン、ロンガン、スターアップルという順であった。農家当たりの平均栽植本数は、82 本であった。なお、ポメロ（3）、ベルフルーツ（1）、マンダリン（1）を栽培している農家は栽培タイプと栽植本数にのみ回答が得られ、その他の項目は無回答であったため以下の分析からは除外した。

表 2.6.13 果樹別農家数と栽植本数

果樹	農家数	全栽植本数	平均栽植本数
サポディラ	34	2,462	72
ドリアン	25	1,984	79
ランブータン	20	1,751	88
ロンガン	21	1,943	93
スターアップル	18	550	31
ココナッツ	9	404	45
オレンジ	5	1,430	286
レモン	8	1,000	125
ポメロ	3	150	50
マンゴスチン	2	122	61
ベルフルーツ	1	70	70
マンダリン	1	15	15
合計・平均	147	12,161	82

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2011）

果樹タイプ別の栽培農家数と栽植本数を図 2.6.1 に示す。当然のことながら、一般的に果樹栽培農家数が多いほど総栽植本数は多くなるという傾向がある。しかしながら、スターアップルとココナッツは栽培している農家数から期待されるものより、栽植本数は明らかに少ない。このことは、スターアップルとココナッツが他の果樹よりも栽植間隔をより広く取ることを示唆している。他方、オレンジとレモンは栽培農家数に対して栽植本数が多く、他の果樹よりも栽植密度が狭いものと考えられる。

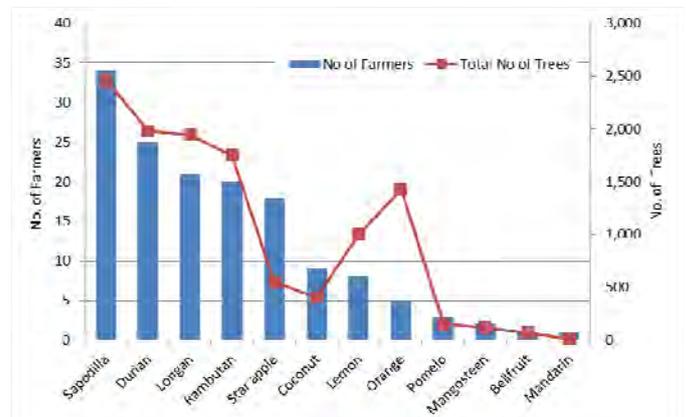


図 2.6.1 果樹別栽培農家数と栽植本数の相関

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団

#### 2) 粗生産量と粗収入

表 2.6.14 に総平均生産量と農家当たりの年間平均生産量をそれぞれの果樹について示す。最も生産量が多かったのはサポディラ 344,441 kg (37 農家)、次いでランブータン 255,950 kg (25 農家)、ドリアン 125,943 kg (26 農家)、ロンガン 77,830 kg (21 農家) という結果であった。農家当たりの平均生産量では、ランブータン (10,238 kg) が最も多く、サポディラ (9,309 kg)、ドリアン (4,844 kg)、ココナッツ (3,865 kg)、ロンガン (3,706 kg) と続いている。他方、最も生産量が少なかった果樹はマンゴスチン (350 kg) であり、以下オレンジ (1,010 kg)、レモン (2,013 kg) であった。全ての果樹に対する農家当たり年間平均生産量は 4,256 kg であった。

表 2.6.14 果樹別生産量

カテゴリー	ココナッツ	ドリアン	ロンガン	レモン	オレンジ	ランブータン	サポディラ	スターアップル	マンゴスチン	合計平均
総生産量 (kg)	34,781	125,943	77,830	16,100	5,050	255,950	344,441	47,549	700	100,927
平均生産量 / 農家, kg	3,865	4,844	3,706	2,013	1,010	10,238	9,309	2,972	350	4,256
農家数	9	26	21	8	5	25	37	17	2	150

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

表 2.6.15 に果樹別に見た 1kg 当たり農家庭先価格をまとめているが、これによると価格の高いものと低いものの 2 グループあることが分かる。1kg 当たり最高農家庭先価格はスターアップルとなり、マンゴスチン、ドリアンが続く。この 3 つの果樹は他の果樹に比べて 1kg 当たり農家庭先価格が 2 倍以上高い。総じて、これら果樹の農家当たり生産量は相対的に他の果樹よりも少なく、その傾向は特にマンゴスチンにおいて見られる (図 2.6.2 参照)。逆にサポディラとランブータンは農家当たり生産量が多いため、農家庭先価格が低くなる傾向にある。



図 2.6.2 生産量/農家と農家庭先価格

出典：JICA 調査団

表 2.6.15 果樹別農家庭先価格, '000 VND/kg

カテゴリー	ココナッツ	ドリアン	ロンガン	レモン	オレンジ	ランブータン	サポディラ	スターアップル	マンゴスチン
農家庭先価格 (,000VND/kg)	5.01	21.38	9.44	6.38	7.31	8.62	9.75	27.80	26.00

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

表 2.6.16 に農家庭先価格から果樹別に見た総生産量から算定される粗収益と、果樹別の農家当たり粗収益を算出した。果樹別に表の上段に前者を、下段に後者を示している。総生産量による粗収益ではドリアンが最も高い粗収益となり、サポディラ、ランブータンが続く。農家当たり粗収益によるとスターアップルが最も高く (4,574,535 VND/農家)、マンゴスチン (4,550,000 VND)、ドリアン (4,240,236 VND)、ランブータン (3,530,062 VND) 等が続いている。このことから、スターアップル、マンゴスチン、ドリアン、ランブータンの 4 つの果樹は他の果樹よりも粗収益が高いということが分かる。

表 2.6.16 果樹別粗収入と農家あたり粗収入 (VND)

カテゴリー	ココナッツ	ドリアン	ロンガン	レモン	オレンジ	ランブータン	サポディラ	スターアップル	マンゴスチン
金額 (VND)	19,346,027	106,005,907	34,971,613	12,832,875	7,386,130	88,251,560	90,802,020	77,767,087	9,100,000
農家当たりの金額	19,346	4,240,236	1,248,986	1,604,109	1,477,226	3,530,062	2,522,278	4,574,535	4,550,000

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

## 3) 生産費

表 2.6.17 に果樹栽培における農家当たりの年間生産費を示す。全体として、年間総平均生産費は 20,668,392 VND であった。このうち、肥料にかかる費用が全投入資材費の 40% (18,950,109 VND) を占め、次いで収穫費 (19%)、農薬費 (14%)、耕起費用 (5%)、水利費 (4%)、運搬費 (3%) という結果であった。肥料と農薬が主な投入資材であり、そのシェアは 54% を占めている。

表 2.6.17 農家当たり年間生産費 (VND)

カテゴリー	肥料	農薬	剪定	水利	収穫	運搬費	その他労務	合計
金額 (VND)	18,950,109	6,473,584	2,627,352	1,891,007	8,931,677	1,591,583	7,285,000	20,668,392
%	40	14	5	4	19	3	15	100
サンプル数	130	98	21	100	58	27	22	457

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

表 2.6.18 に果樹別の農家当たり生産費を示す (生産費は栽培面積当たりの価格で示している)。表に示されるように、農家当たり生産費が最も高い果樹はランブータンの 25,160,160 VND であり、次いでサポディラ (21,407,657 VND)、ドリアン (15,086,364 VND)、レモン (7,652,000 VND) となった。

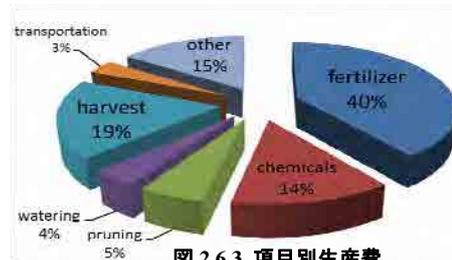


図 2.6.3 項目別生産費  
出典：JICA 調査団 (2011)

表 2.6.18 果樹別生産費 (VND)

カテゴリー	ココナッツ	ドリアン	ロンガン	レモン	オレンジ	ランブータン	サポディラ	スターアップル
金額 (VND)	276,000	15,086,364	6,386,533	7,652,000	4,149,200	25,160,160	21,407,657	5,624,750
サンプル数	5	22	15	5	5	25	28	12

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

前述の生産費以外にも、果樹栽培には土地整備、苗木、移植などの設立費用が必要となる。表 2.6.19 に農家当たりの項目別設立費用を示す。これによると、最も費用がかかるのは土地準備のおよそ 5 百万 VND であり全体の 66% と高いシェアを占めている。次いで苗木購入 (12%)、移植等 (9%) となっている。

表 2.6.19 農家当たり項目別設立費用

カテゴリー	土地整備	苗木	移植	その他	備考
生産費 (VND)	5,081,538 (66%)	921,099 (12%)	715,533 (9%)	1,025,156 (13%)	
サンプル数	78	122	12	15	

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団 (2011)

設立費用は長年に及ぶ果樹栽培において 1 回だけの初期投資である。果樹の生産年数は、理論上、またよく管理された状況にて、およそ 10 年から 50 年であるとされている。しかし実際には、病気 (現在、特にグリーンング病が発生) が主原因となり、メコンデルタにおいて 10 年以上果樹栽培を行うことは難しくなっている。それゆえ、設立費用の減価償却期間を 10 年と仮定して、表 2.6.20 に果樹別に算出した設立費用を示す。これによると、最も農家当たり設立費用が高い果樹はドリアン 2,745,652 VND となり、ランブータン (1,619,455 VND)、ココナッツ (1,071,000 VND) が続いている。

表 2.6.20 農家当たり減価償却（10 年間）当たり設立費用

カテゴリー	ココナッツ	ドリアン	ロンガン	レモン	オレンジ	ランブータン	サポディラ	スターアップル	マンゴスチン
金額 (VND)	1,071,000	2,745,652	853,800	72,583	198,500	1,619,455	753,724	1,075,028	270,000
サンプル数	29	87	59	18	16	82	112	46	2

出典：農家世帯質問表調査、JICA 調査団（2011）

#### 4) 純収益

表 2.6.21 に減価償却期間を 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示す。表によると、平均粗収益がおおよそ 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 2.6.21 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	-	-
サポディラ	-	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

メコンデルタを対象とした水資源・農業分野の開発計画として南部水資源計画研究所（SIWRP）によって策定された「Water Resources Master Plan 2006」と「Water Resources Master Plan in the Context of Climate Change (2011)」の 2 つのマスタープランが存在する。また、メコンデルタでは地域開発計画（デルタプラン）作成を支援しているオランダ、さらにローン事業を展開している世銀、またローン事業のアプライザル段階にある ADB など多くのドナーが活動している。ここでは、メコンデルタに関係する開発計画とドナーの活動について述べる。

### 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 年にマ

タープランが策定されたのが最初となる。その後、このマスタープランは、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水資源開発分野における政府公式のメコンデルタ開発計画となった。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。マスタープランには3つの開発シナリオが示されている。

- 1) シナリオ No.1 は、社会経済開発計画（2005～2010）に基礎を置いている。すなわち、農業と養殖産業を開発セクターの中心とし、メコンデルタにおける農業再編を促し、人々の生活と生計の安定性を確保するための洪水制御システムといった事業を中心に提案している。このシナリオでは、7つの洪水防止地区（計295,000ha）が提案されている。
- 2) シナリオ No.2 は、最初のシナリオに比べて、より高い社会経済開発を開発目標としている。カンボジアとの国境地域における洪水制御システムの構築や沿岸地域の養殖を含めた開発の促進、農業の多様性の促進といったことを目的に、輪中堤防の建設などの主要インフラ開発が掲げられている。本シナリオでは、上記シナリオの地区を含めた計900,000haを洪水防止の対象としている。
- 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。同シナリオでは、ベトナム国の上流地域における水需要増加の予測と、海面の25cm上昇が考慮されている。

2006 閣議承認のマスタープランにおいては、経済評価の観点からシナリオ No.1、そして社会経済開発計画（2005～2010）に示される経済成長目標との整合性からシナリオ No.2 を推奨している。総プロジェクト費用はシナリオ No.1 で約26億ドル（内、約10.3億ドルが水資源施設）、シナリオ No.2 にて約64.2億ドル（内、約20億ドルが水資源システム）と算定されている（MP 策定時の2005年7月1日レート1ドル当たり15,855VNDで換算）。

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)

2006 年閣議承認されたマスタープランでは、中央政府予算執行として水資源施設の建設、幹線および主要水路の建設、河川の氾濫と海岸浸食から農地および生活を守るための堤防建設、護岸および水門設置といったものへの投資が行われた。一方、省レベルでは2次水路への投資が行われ、“infield infrastructure” と呼ばれる圃場内水路等の建設・整備は地元受益者自身によって投資が行われるとしている。

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。しかしながら、53事業が既に実施フェーズとされているにも関わらず、わずか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、都市部を浸水や洪水から防ぐための河川護岸事業や水路の堤防強化等である。

完工率が低い原因としては、建設事業費だけでなく設計段階における資金不足が挙げられる。そのため、例えば測量等の必要な作業も十分行うことはできず、結果、プロジェクトコストの過少見積もりにつながっている例が散見される。一例として、マスタープランの中で見積もられているプロジェクトコストは、実際の建設に必要なコストよりもはるかに過少な金額であり、多くの場合、実際に必要となるコストの25%~30%で見積もられている（南部水資源計画研究所からの聞き取り）。

上記に加えて、事業が進まないこと背景には中央政府の予算不足の問題もある。マスタープラン（2006）の中で提案された事業費用のうち、中央政府によって提供された資金はわずか14%のみであったことが南部水資源計画研究所によって試算されている。また、地方政府（省）から支出された金額は全事業費の約10%のみであった。すなわち、2006年閣議承認のマスタープランは事業費の過小見積りに加えて、政府予算の不足から進捗率が低く終わっている。

## 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、2011年12月時点で農業・農村開発省に提出し、内容について承認待ちである。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、さら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。

本マスタープランの中では、Ham Luong 河、Co Chien 河および Cung Hau Rivers 河の3か所に防潮堰を建設するオプションNo.2を最終案として提案している。防潮堰が無いその他の支流については、各水路の末端（メコン河への流出口）に防潮水門を建設することによって塩水の侵入を防ぐ計画としている。すなわち、気候変動によって海水面が上昇し、塩水がメコン河を徐々

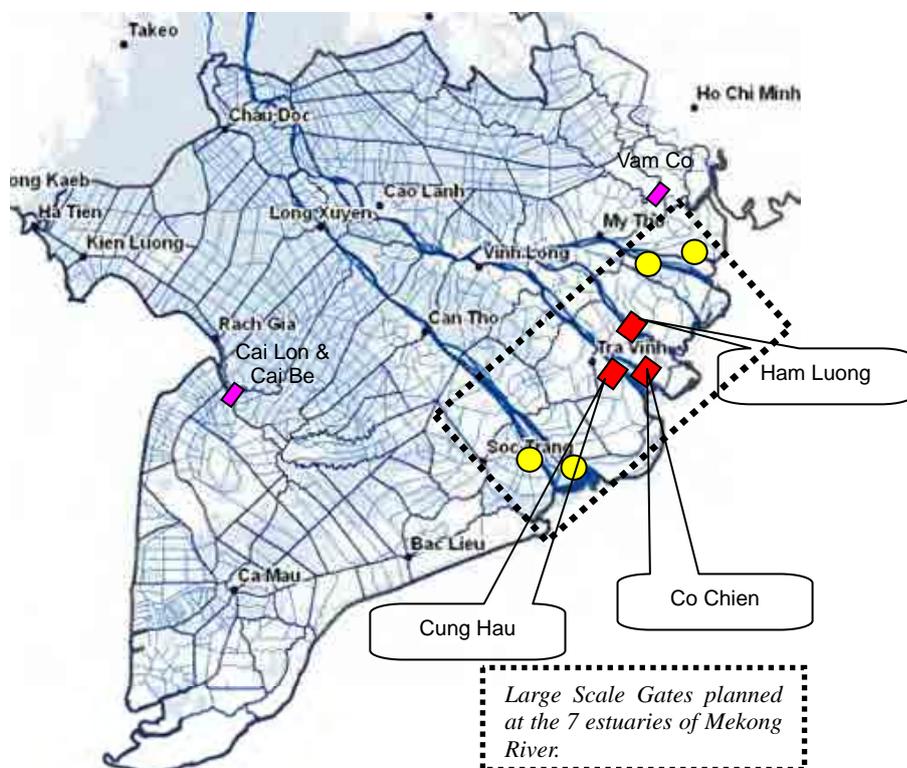


図 2.7.1 SIWRP 提案の防潮堰位置図

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。

に侵入していくと、それに対応するように上流に向かって順次水門を設置する計画である。

マスタープランの中で推奨事業の中心となっているのは、水資源設備と水門、洪水防止ゲート、堤防、灌漑・排水路等の改修および強化、灌漑用水および上水道の整備、河川および海岸堤防の建設といった事業となっている。計画は2050年までをカバーしており、事業実施期間は2011年～2015年、2016年～2020年、2021年～2031年、そして2031年～2050年の4段階に区分されている。

各段階における主要事業を表2.7.1にまとめる。2011年～2015年までの第1段階では約37億ドル、2016年から2020年までの第2段階で約69億ドル、2021年から2030年の第3段階で81億ドルの事業費が算定されており、合計で約247億ドル事業費となる。工種別に見ると、堤防と共に建設される道路が最も大きなシェアを占めており、約80億ドルに達する。続いて灌漑インフラが57億ドルと全体の約23%を占めている。

表 2.7.2 プロジェクト実施段階と分野別におけるプロジェクト費用 (単位: Billion VND, Million US\$)

工種	Stage 1 2011-15	Stage 2 2016-20	Stage 3 2021-30	Stage 4 2031-50	Total (BVND)	Total (MUS\$)	Share (%)
1. Sea Dyke Construction	114	1,543	5,785	6,626	14,068	668	2.7
2. River Dyke Construction	1,566	3,928	4,728	810	11,031	524	2.1
3. Water Channel + Reservoir	1,665	1,392	956	615	4,628	220	0.9
4. Flood Control Facilities	7,884	7,295	1,900	1,535	18,615	884	3.6
5. Large Sluices at Mekong *1/ Cai Lon&Cai Be, Vam Co *2	3,890	11,885	23,940	26,933	66,647	3,164	12.8
6. New Constructions	17,296	13,752	5,847	1,724	38,620	1,833	7.4
7. Ongoing Decision QĐ 84/ TTg *3	8,954	792	7,244	10,578	27,567	1,309	5.3
8. In-field Irrigation Infrastructure *4	12,426	15,533	31,066	62,132	121,157	5,751	23.2
9. Roads combined with Embankment	0	71,729	83,715	13,387	168,831	8,014	32.4
10. Prevention of Urban & Residential Areas' Inundation	25,642	18,411	6,350	0	50,403	2,393	9.7
<b>Total (BVND)</b>	<b>79,438</b>	<b>146,259</b>	<b>171,531</b>	<b>124,340</b>	<b>521,567</b>	<b>24,758</b>	100.0
<b>Total (MUS\$)</b>	<b>3,771</b>	<b>6,943</b>	<b>8,142</b>	<b>5,902</b>	<b>24,758</b>	<b>24,758</b>	100.0
Share (%)	15	28	33	24	100	100	

出典: Water Resources Master Plan in the Context of Climate Change 2011, SIWRP

注: \*1: ここで示される Large Sluice がメコン川の3つの支流に提案される潮止め堰を意味している(図2.7.1の四角を参照)。

\*2: Cai Lon&Cai Be は King Giang 省内をタイ湾に流下する排水河川内に提案されている防潮堰である(メコン川の支流ではない。図2.7.1参照)。Vam Co は、Tien Ginag 省内を流下する Vam Co 川に提案されている防潮堰である(メコン川の支流ではない。図2.7.1参照)。

\*3 水資源マスタープラン QĐ 84/TTg の決定は、2006年に首相によってなされている。

\*4 In-field infrastructure は3次水路もしくはそれ以下の灌漑用水路を指している。1次水路はメイン水路のことであり、2次水路は1次水路からの直接引き込まれているものを指している。

中央政府によって過去投資された実際の金額は、メコンデルタ全体で年間500～600BVND(2,400万～2,900万ドル)である。この実際に執行された予算と比べると、前述した投資金額は非常に大きい。2011年から2050年までの全ての開発段階を平均すると、年間あたりの投資額は13,039BVND(約6.1億ドル)となる。また、第1段階から第4段階までの年間投資額を求めると、それぞれ15,888BVND(7.5億ドル)、29,252BVND(13.8億ドル)、17,153BVND(8.1億ドル)、6,217BVND(2.9億ドル)となる。

平均年間投資額13,039BVND(6.1億ドル)という投資金額は、中央政府が過去メコンデルタに実際に投資した額の22～26倍に相当している。最も投資額が必要となる第2段階においては、過去の投資額の50～60倍に達する新たな投資を必要としている。マスタープランで計画されている

事業のうち、約 80%は地方政府または受益者による負担とされているが、残りの 20%でさえ中央政府が負担するには厳しい投資金額だと思われる。

### 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、アジア銀、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。下表に各ドナーの主たる事業内容を纏めるが、この内、気候変動を主たる分野として取り扱っているのは、アジア銀、GIZ および AusAID である。また、世銀は気候変動を主たるテーマとはしていないものの、Hau 河からデルタ南部地域を対象として灌漑施設の改修やゲートの改修・新設等の事業を 2011 年中盤より開始している。アジア開発銀行は Tien 河からメコンデルタ北部で洪水対策を目的とした投資を 2012 年より行う予定となっている。

表 2.7.3 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)	オランダは気候変動適応と水管理の分野において 2010 年 4 月にベトナム国との間で戦略的パートナーシップ協定 (Strategic Partnership Arrangement on Climate Change Adaptation and Water Management) を首相による署名をもって結んでいる。この協定の下、Mekong Delta Plan を作成する予定である (なお、作成の主体はベトナム側であり、オランダ側は技術的にアドバイスするという立場)。オリジナルの工程では 2012 年 4 月までに首相まで Mekong Delta Plan (案) を提出し、同年 7 月に stakeholder interaction を予定していた。しかしながら、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 (SIWRP は社会基盤関係グループのメンバー)、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 でのプランが提示されたが、これによるとカンター～HCM間を経済回廊として位置づけるなど地域経済開発計画としての策定基本方針を提示している。水資源分野、また農業・農村開発分野では、現状分析や個々の事業の提案はなされていないが、長期 (2100 年目標) にわたる開発オプションの一つとしてメコン川 9 つの支流の 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 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 MUS\$であり、内、160 MUS\$を IDA がローン支給する。160 MUS\$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 MUS\$を占めている。また、灌漑システムとしては計 5 システムを扱う予定であるが appraisal 時点では 3 つの灌漑システムのみが特定されており、事業実施の途中で、2 つの灌漑施設を追加する予定である。なお、世銀は 1997 年～2007 年においても、総事業費 156.5 MUS\$の内、IDA が 106.2 MUS\$のローンを提供して灌漑施設のリハビリ (3 灌漑システムのリハビリおよび 3 次水路の整備)、また村落給水の事業を実施している。
アジア開発銀行	1. 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。
	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。なお、対象 3 省はいずれも Bassac 川北側に位置しており、南側をカバーする世銀との位置的な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 (適正技術含む)、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。

ドナー	プロジェクト	区分	内容
			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 年の事業費でもって 2009 年より、Tra Vinh 省では 18 MUS\$/5 年で 2008 年より実施中である。事業のオペレーションは commune からプロポーザルをあげてもらい、その事業内容を審査の上、appraise されれば、commune レベルで銀行口座を開設し、そこに資金を流していくやり方である。70% がインフラ（内 50% が村落レベルのインフラ、30% が commune レベルのインフラ）、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、村落レベルでは約 60,000\$ (500 万円)、commune レベルでは約 240,000\$ (2 千万円) 程である <sup>2</sup> 。

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

<sup>2</sup> ベトナム国における最小の行政末端組織は commune である。この commune のメコンデルタにおける平均的な世帯数は 2,650 世帯 (プロジェクト対象の沿岸部 7 省のみでは 2,530 世帯)、人口は 13,200 人 (沿岸部 7 省のみでは 12,600 人) である。そして、commune の下層に hamlet と呼ばれる自然村があり、表でいう村落とは、この hamlet を指す。なお、1 commune あたりいくつの hamlet が含まれるかのデータは存在しない (General Statistics Office, 2010)。

### 第3章 調査対象地域における脆弱性評価

過去の気候動向、およびベトナム国で実施されている Global Climate Model (GCM) や PRECIS モデル (地域気候変動高分析シミュレーションモデル) を用いた将来の気候予測 (気温、降雨量変化等) を概説すると共に、その結果を利用して検討したメコンデルタ沿岸部における脆弱性評価について述べる。脆弱性評価については、海面上昇、塩水侵入および洪水に関して得られた解析結果から、対象地域における農業・水産分野における被害リスクを算定する。

#### 3.1 過去の気候動向と海面上昇

##### 3.1.1 気温、日照時間、蒸発散量

1978年から2009年にかけて気温、日照時間、蒸発散量の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、図3.1.2~3.1.4に調査対象地域における過去の各種平均気温をまとめる。

年間平均気温はおよそ26.5°Cから27.5°Cの範囲にあり、時に28.0度を上回る。年平均最高気温はおよそ31°Cから34°C、年平均最低気温は22°Cから24°Cを超える範囲であるが、年平均最高気温は年平均最低気温よりも変動が大きいことが特徴として挙げられる。

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



図 3.1.1 測候所位置図

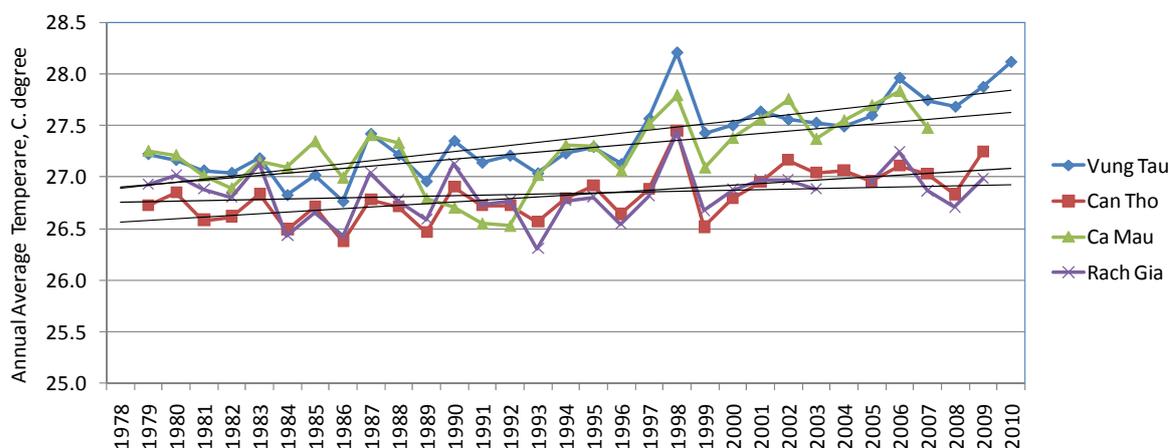


図 3.1.2 メコンデルタ4測候所における年平均気温の推移

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

<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。

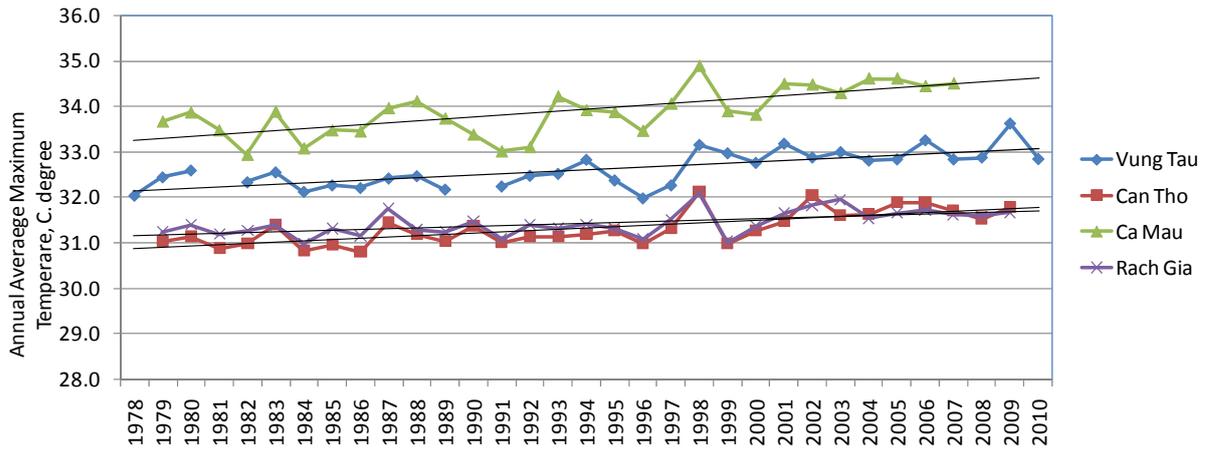


図 3.1.3 メコンデルタ 4 測候所における年平均最高気温の推移

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

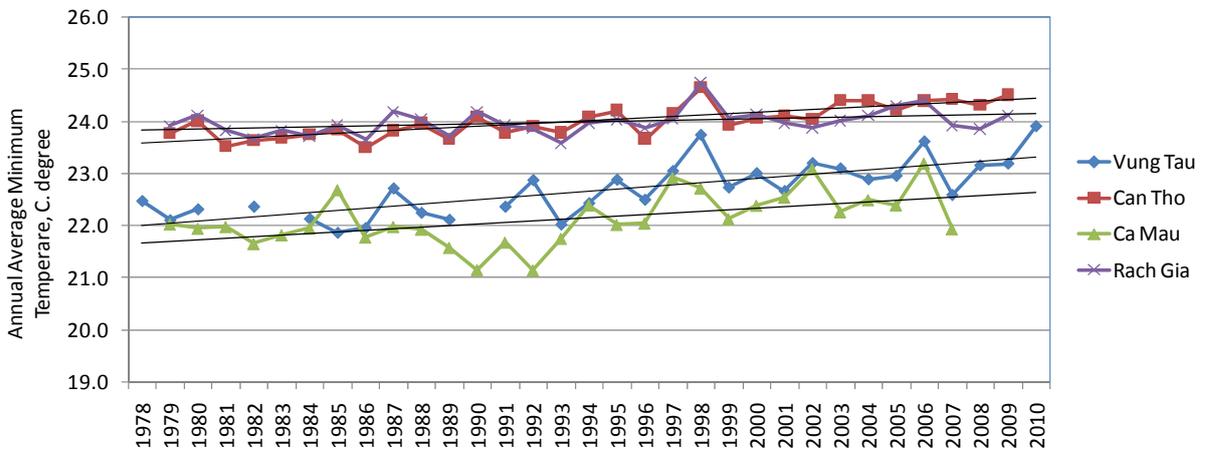


図 3.1.4 メコンデルタ 4 測候所における平均年最低気温の推移

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

3 測候所 (Can Tho, Ca Mau, Rach Gia) で得られた年平均日照時間を図 3.1.5 にまとめる。日照時間は年間 2,500~3,000 時間と測候所間の違いは顕著でないが、全体として減少傾向にある。測定された過去 30 年間については、およそ 500 時間 (約 20%) の年間日照時間の減少が認められる。このことは、測候所周辺において降雨の増加 (曇天) があったことを示唆する (実際に、Ca Ma および Rach Gia 測候所の降雨は増加が確認されている。Can Tho 測候所では 1978 年~2010 年までの間は減少傾向を見せているが、1910 年~2010 年までの長期においては増加の傾向を示している)。

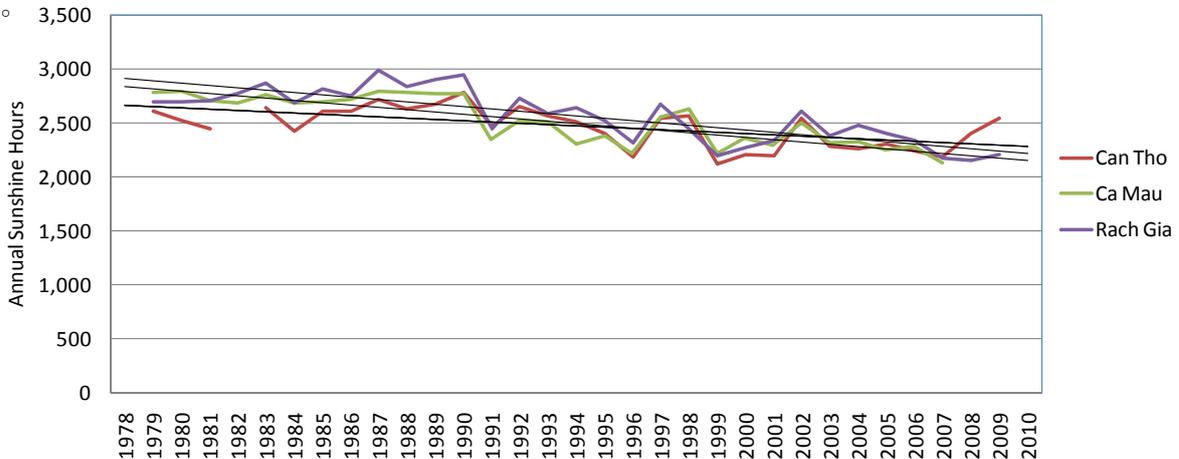


図 3.1.5 メコンデルタ 3 測候所における年平均日照時間の推移

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

図 3.1.6 に 4 測候所（Vung Tau, Can Tho, Ca Mau, Rach Gia）における蒸発散量を示す。年間蒸発散量は概ね 800～1,400 mm の範囲に収まるが、全体として明らかな傾向は示していない。調査対象地域では、増加傾向にある気温は蒸発散量の増加に関係していると考えられ、一方、減少傾向にある日照時間は逆に蒸発散量の減少に結びついているものと推定される。すなわち、結果としては蒸発量の増加と減少がやや交錯した傾向を示すものと考えられる。

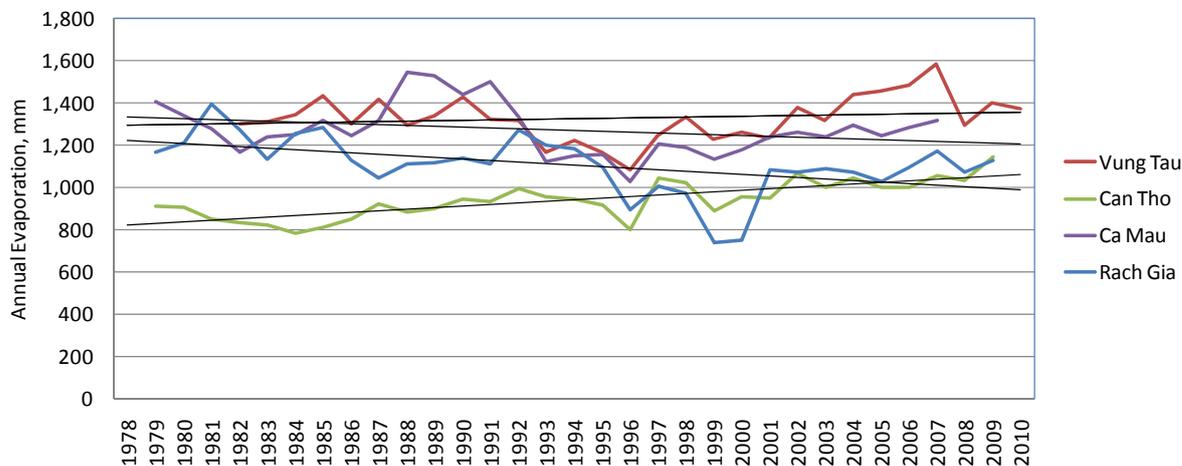


図 3.1.6 メコンデルタ 4 測候所における年平均蒸発散量の推移

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を基に、図 3.1.7～3.1.10 に年間降雨、雨期の降雨、最多降雨月である 10 月降雨、および乾期降雨をまとめる。図 3.1.17 に示す年間降雨に注目すると、3 測候所（Ca Mau, Rach Gia, My Tho）では増加傾向を示し、一方、残りの 2 測候所では減少傾向を示すというように、測候所により異なる傾向を示している。

次に雨期の降雨量については、図 3.1.8 に示すように各測候所で確認された年間降雨量と同様の傾向となっている。最多降雨月である 10 月の降雨量については、図 3.1.9 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。また、乾期の降雨量は図 3.1.10 に示されるように Vung Tau 測候所を除き、4 測候所において増加傾向が確認できる。測候所によって傾向は異なるものの、降雨量の増加がやや多く見られる傾向にあるといえる。

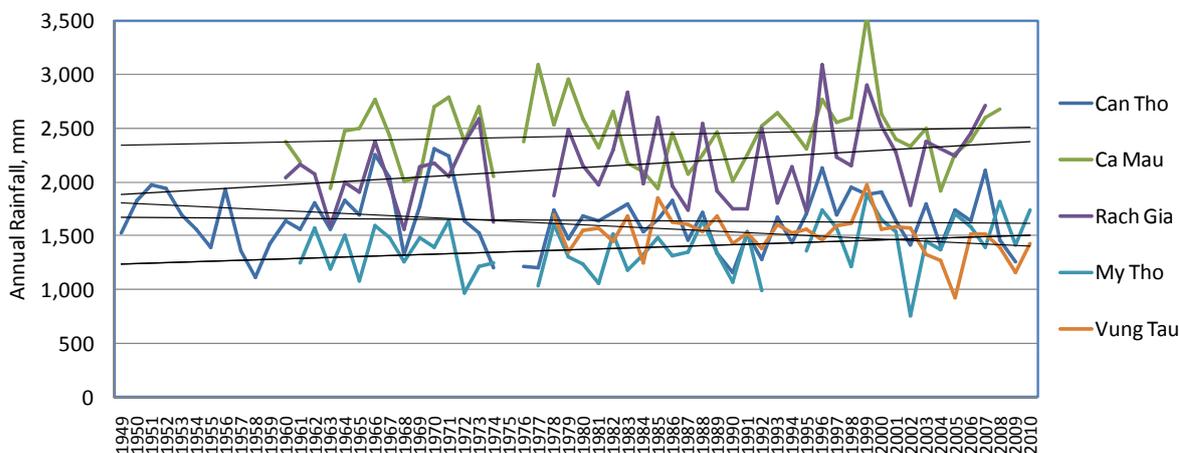


図 3.1.7 メコンデルタ 5 測候所における年平均降雨量の推移

出典：Sub-Institute of Hydrometeorology and Environment, SIWRP

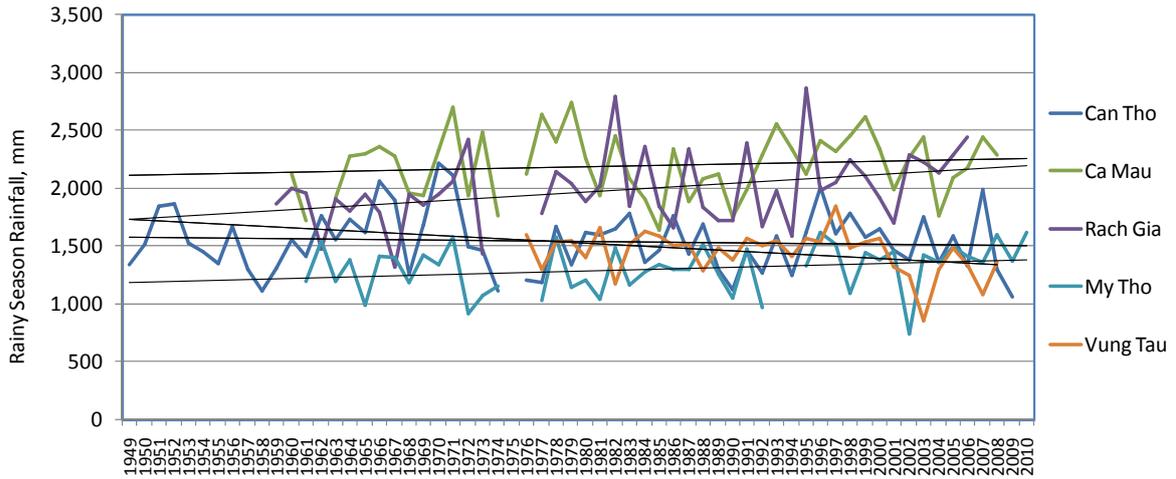


図 3.1.8 メコンデルタ 5 測候所における雨期の降雨量の推移

出典：Sub-Institute of Hydrometeorology and Environment, SIWRP

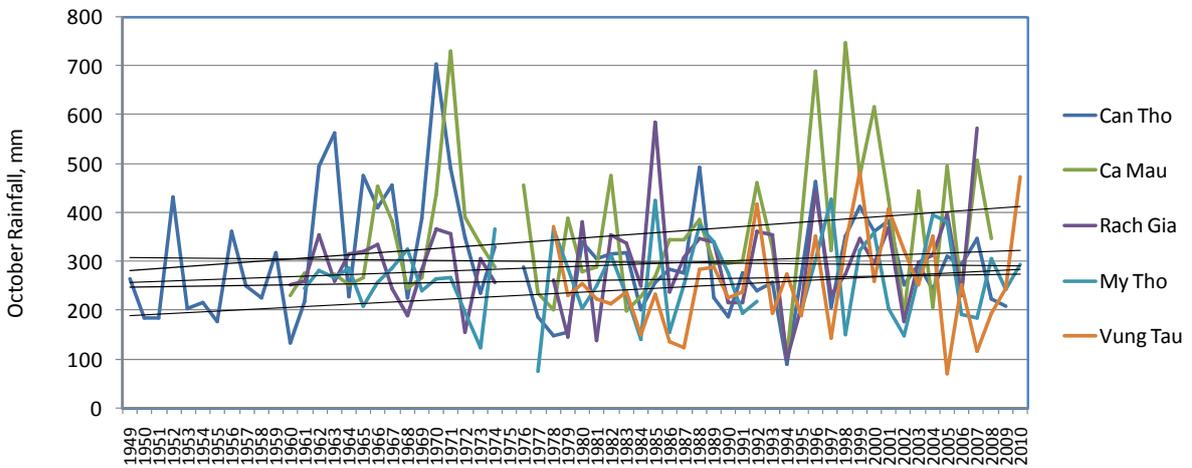


図 3.1.9 メコンデルタ 5 測候所における 10 月の降雨量の推移

出典：Sub-Institute of Hydrometeorology and Environment, SIWRP

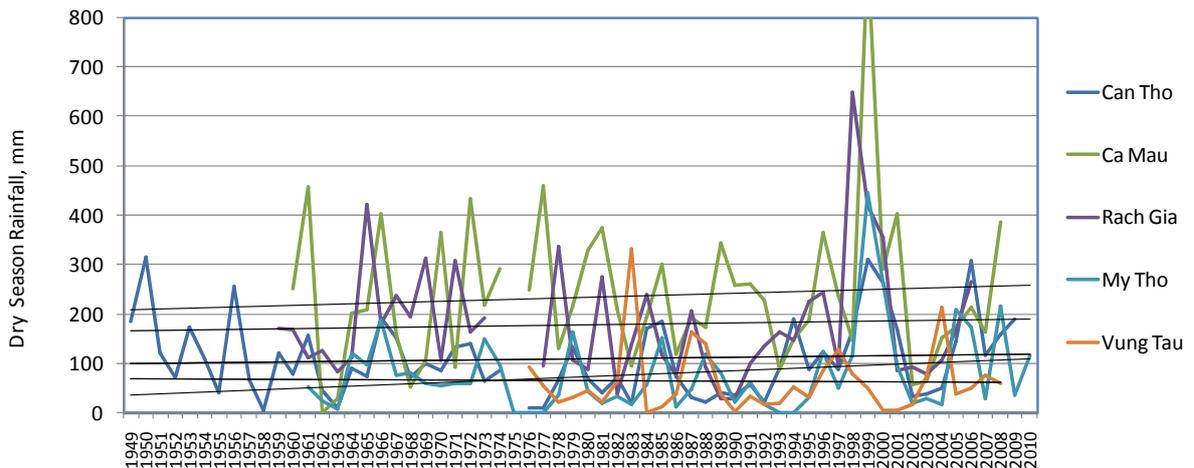


図 3.1.10 メコンデルタ 5 測候所における乾期の雨量の推移

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 3.1.11～図 3.1.13 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。

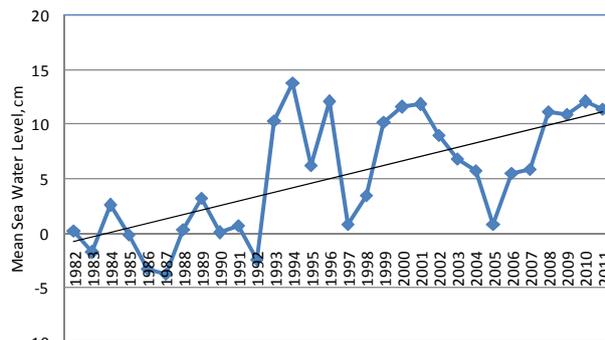


図 3.1.11 Vung Tau (East Sea)における海面推移

出典：Department of Hydro-meteorology

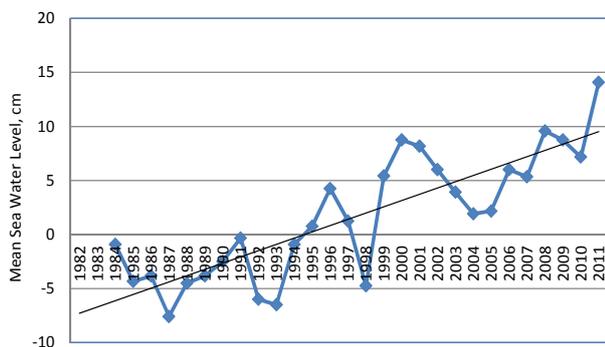


図 3.1.12 Rach Gia (West Sea) における海面推移

出典：Department of Hydro-meteorology

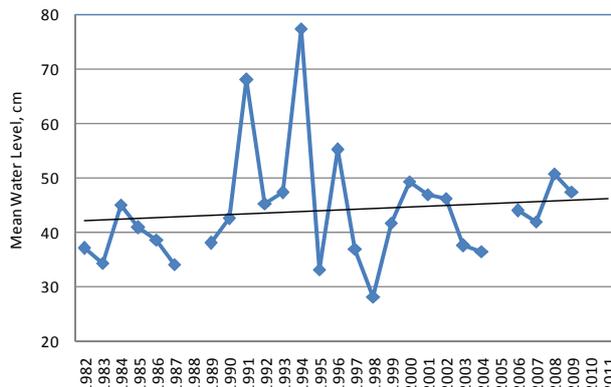


図 3.1.13 Can Tho (80km 内陸部) における海面推移

出典：Department of Hydro-meteorology

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

### 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

<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。

<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。

Giang 省を含むメコンデルタの北西部と予測される。

図 3.2.2～図 3.2.4 に、シナリオ別 (B1、B2、A2) に想定されるメコンデルタの将来の年平均気温、年平均最高気温、年平均最低気温の予測を示す。グラフの縦軸は、過去に計測された平均気温 (1980 年～1999 年) に対する上昇率を示している。年平均気温を示す図 3.2.2 によると、年平均気温は継続的な増加傾向にあるが、B1 シナリオの場合は 2060 年以降 2100 年に向けて上昇率が低下する。全体として年平均気温は 2050 年までに約 1°C 上昇し、その後、2100 年にかけてシナリオ別に 1.4°C～2.7°C 上昇すると予測される。

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 3.2.5～図 3.2.7 にデルタ沿岸部の省別の平均気温予測を示す。図 3.2.5 は、温室効果ガスの排出が少ないとされる B1 シナリオによる年平均気温であるが、現在から 2060 年～2070 年にかけて継続的な上昇傾向にあり、その後上昇傾向は弱まり、2080 年～2090 年にかけて頭打ちとなる。先に述べた上昇中心 2 地点に近い Ca Mau 省と Tien Giang 省において上昇傾向が最も強く、一方 West Sea に面する Kien Giang 省は低い気温上昇となる。全体として 2050 年までに 0.8°C～1.2°C、2100 年までに 1.1°C～1.7°C 上昇すると予測される。

図 3.2.6 は中程度の温室効果ガス排出を見込む B2 シナリオの年平均気温予測を示すが、2100 年に向かってほぼ直線的な気温増加が予測されている。2050 年までに 0.8°C～1.4°C、2100 年までに 1.6°C～2.6°C の気温増加が予測される。

図 3.2.7 には多くの温室効果ガスを排出する A2 シナリオによる年平均気温の変化を示す。2050 年までに 0.9°C～1.4°C、2100 年までには 2.1°C～3.3°C の気温上昇が予測され、中でも Ca Mau 省の気温上昇が最も高く、次いで Tien Giang 省、Bac Lieu 省が続いている。一方、最低の気温上昇を示すのは Kien Giang 省である。

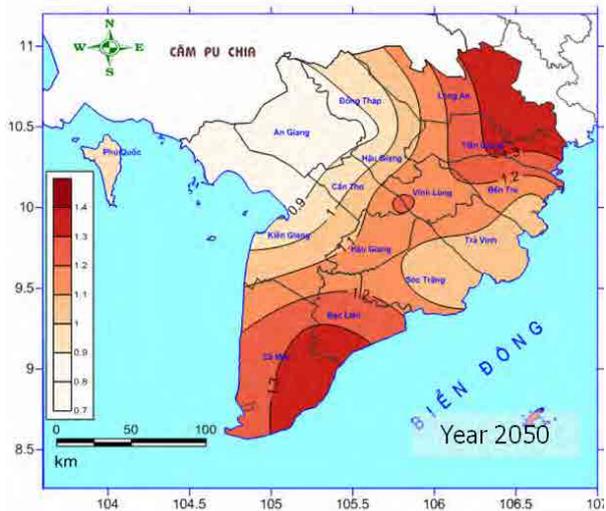


図 3.2.1 2050 年(B2 シナリオ)における年平均気温の増減  
出典: PRECIS simulation, IMHEN

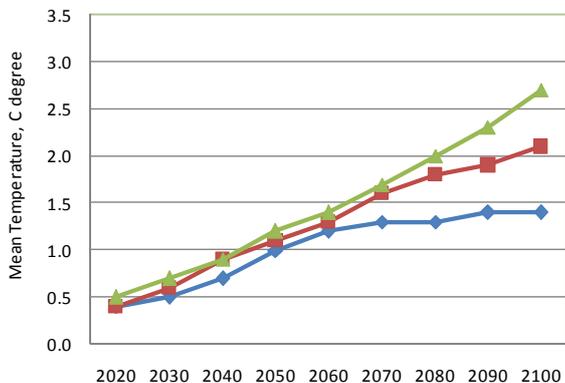


図 3.2.2 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均気温  
出典: PRECIS simulation, IMHEN

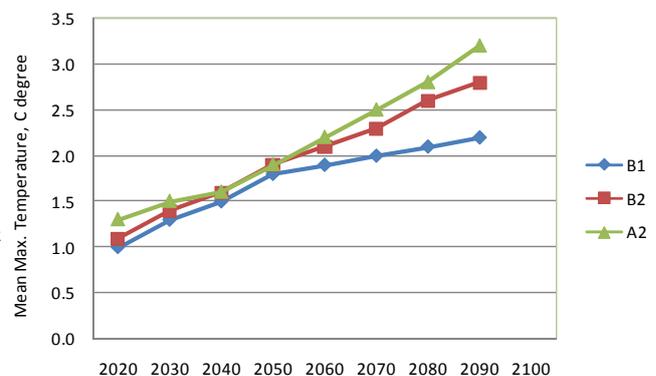


図 3.2.3 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均最高気温  
出典: PRECIS simulation, IMHEN

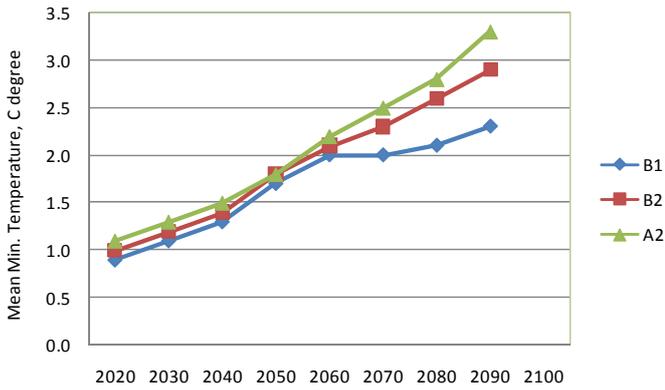


図 3.2.4 メコンデルタにおけるシナリオ別年平均最低気温  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

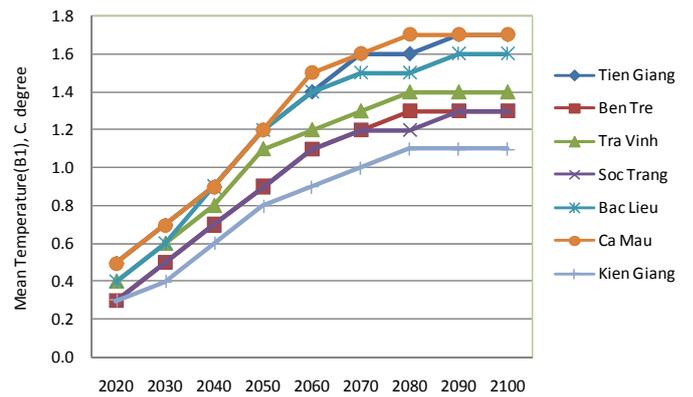


図 3.2.5 省別 B1 シナリオによる年平均気温  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

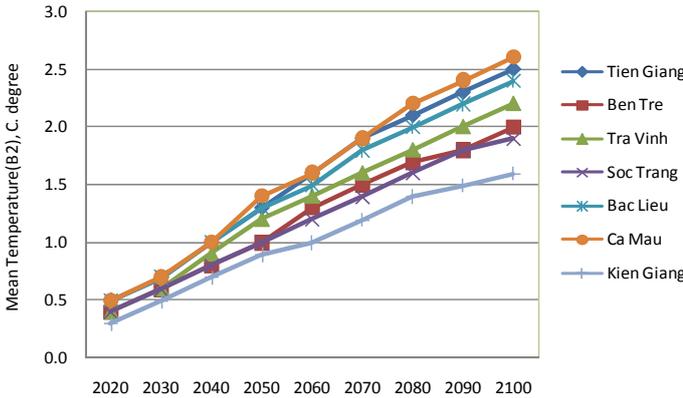


図 3.2.6 省別 B2 シナリオによる年平均気温  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

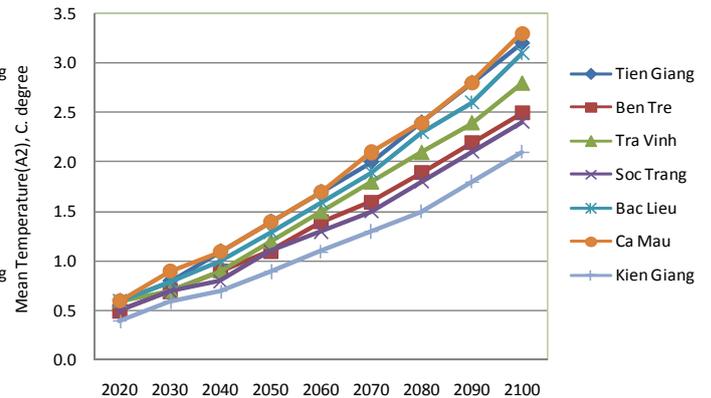


図 3.2.7 省別 A1 シナリオによる年平均気温  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

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、10 年毎に図 3.2.8～図 3.2.10 に示す。縦軸は現在の気温との増減を示している。気温は乾期よりも雨期の方が現在より高くなると考えられ、2050 年には雨期の気温がおおよそ 1.2°C (B1)、1.3°C (B2)、1.4°C (A2) 上昇すると予測される。ただし、8 月の気温上昇は他の雨季の月に比して低いことが確認される。

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

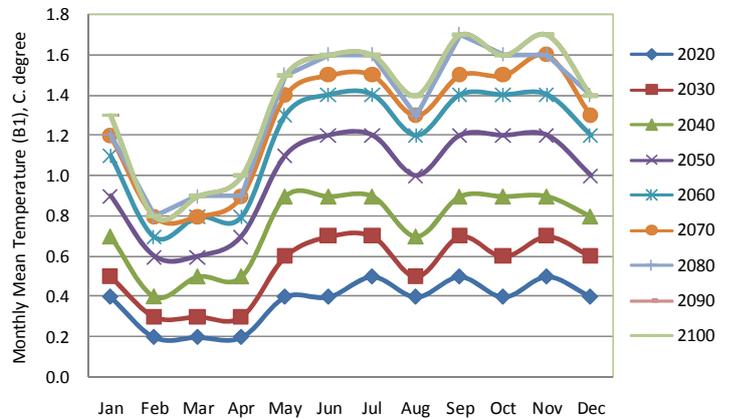


図 3.2.8 B1 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

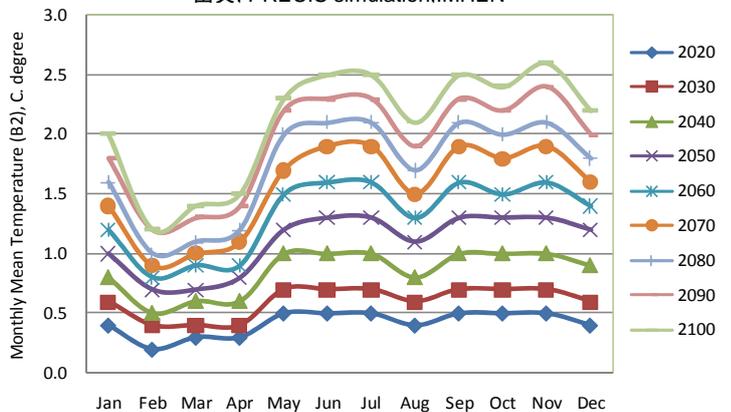


図 3.2.9 B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

る。

### 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 Trang 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、図 3.2.13 に B1 シナリオ、図 3.2.14 に B2 シナリオ、図 3.2.15 に A2 シナリオによる結果を示す。全体的に上昇傾向が確認されるが、Ben Tre 省で最も降雨量が増加すると予測され、次に Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Kien Giang 省などが続いている。また、降雨の増加が最も低いと想定されるのは Tien Giang 省である。省による差は 2050 年時点を見ると、シナリオ別に最大と最小で約 1.0% (B1)、1.2% (B2)、1.3% (A2) 程度となっている。また、2100 年ではその差は大きくなるが、各々 1.5 (B1)、2.2 (B2)、2.9% (A2) となる。

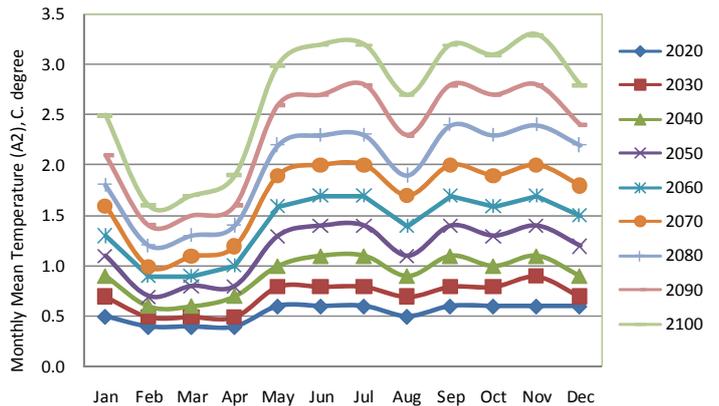


図 3.2.10 A2 シナリオによるメコンデルタの月間平均気温

出典: PRECIS simulation, IMHEN

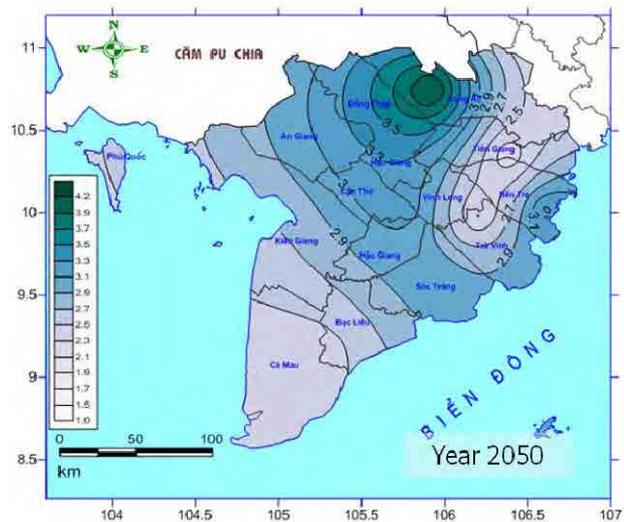


図 3.2.11 B2 シナリオによる 2050 年の平均降雨増減

出典: PRECIS simulation, IMHEN

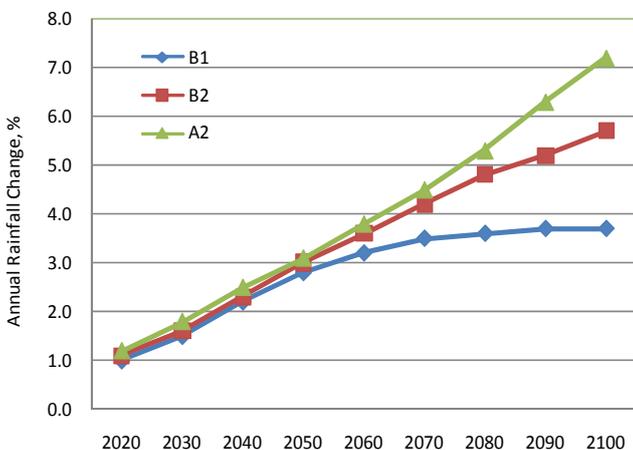


図 3.2.12 シナリオ別メコンデルタの年平均降雨量の推移

出典: PRECIS simulation, IMHEN

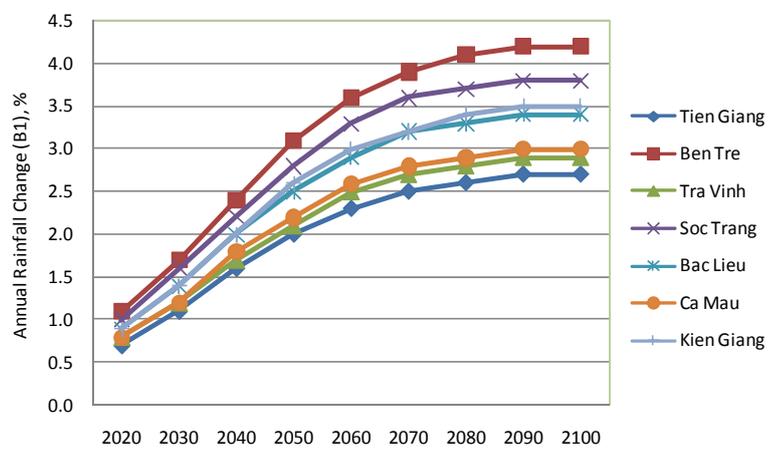


図 3.2.13 B1 シナリオにおける省別年平均降雨量の推移

出典: PRECIS simulation, IMHEN

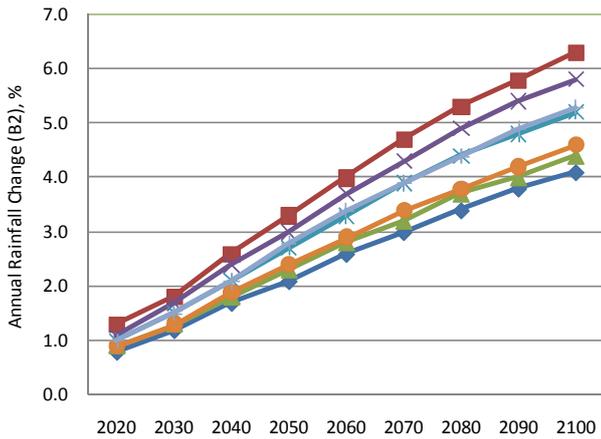


図 3.2.14 B2 シナリオによる省別年平均降雨量  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

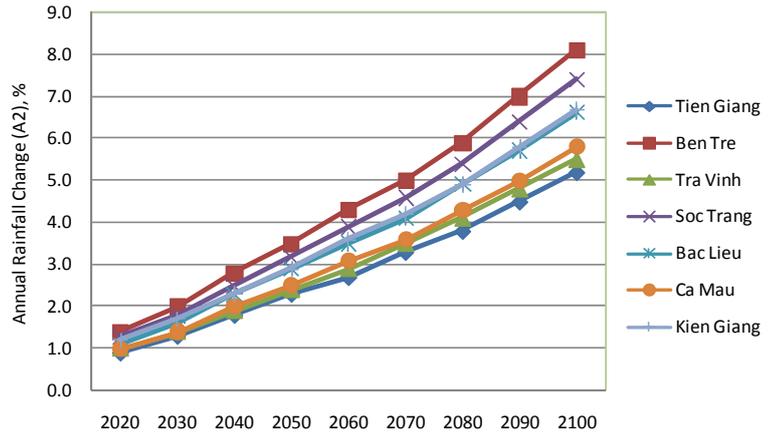


図 3.2.15 A2 シナリオによる省別年平均降雨量  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

図 3.2.16～図 3.2.18 に B1、B2、A2 の 3 シナリオによる月別降雨量の変化を、1980 年～1999 年間の平均降雨量に対する変化率として示す。月別降雨量は変動しており、乾期にはマイナスの範囲への落ち込み、すなわち、将来における乾期の降雨量は現在よりも少なくなることが予測される。2100 年における 3 月の降雨量は、シナリオ別に 20% (B1)、30% (B2)、40% (A2) の減少が予想されている。

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

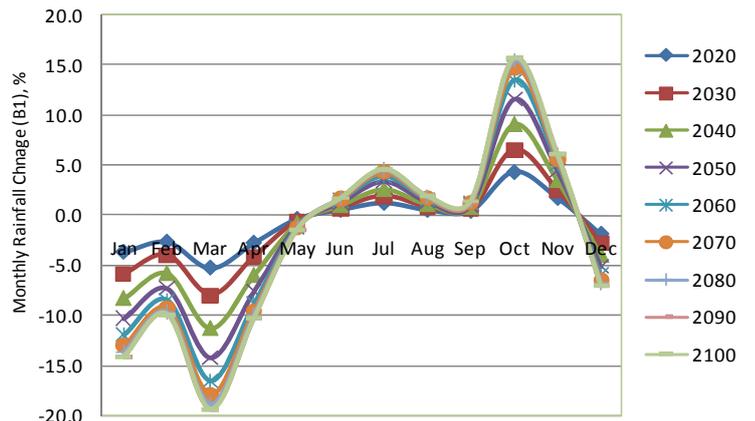


図 3.2.16 B1 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

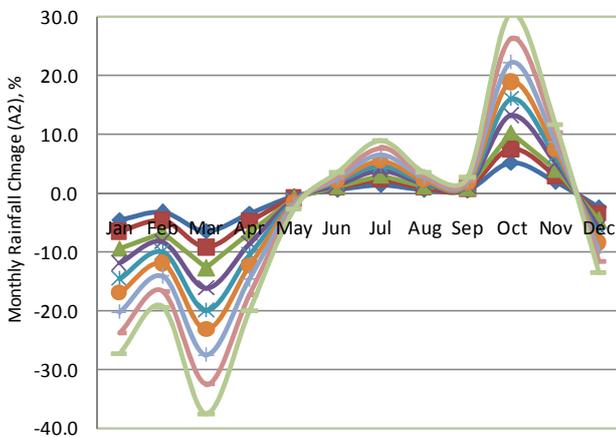


図 3.2.17 B2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

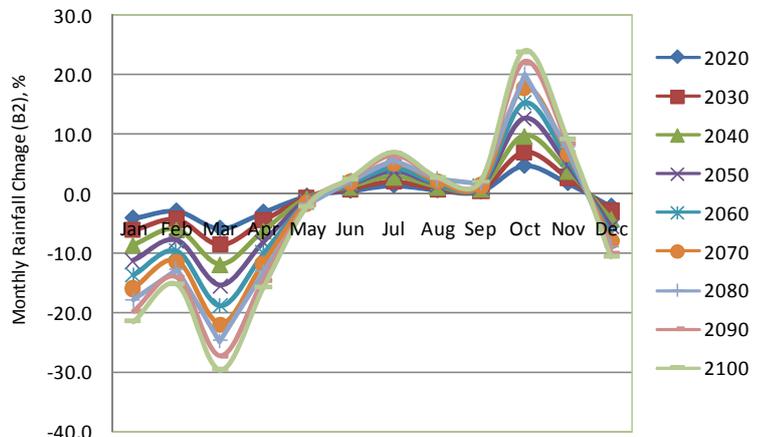


図 3.2.18 A2 シナリオによるメコンデルタの月間平均降雨量  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

### 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。

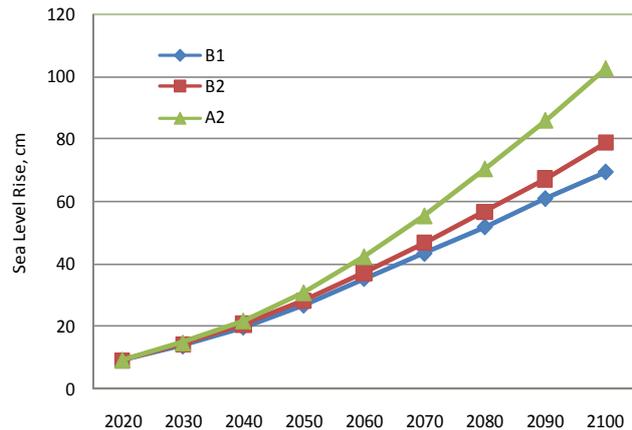


図 3.2.19 シナリオ別メコンデルタの海水面上昇  
出典; PRECIS simulation, IMHEN

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

表 3.2.1 に Kratie 水位観測地点における、過去に観測された月別平均流量 (1998 年渇水年、1985～2000 年平均、1991～2000 年平均)、ならびに A1 シナリオと B2 シナリオによる 10 年毎 2050 年までの月別平均流量、また流域開発 2020 および流域開発 2050 における月別平均流量を示す。さらに、図 3.2.20 には 1991～2000 年の平均流量 (太字) に対して、A1 シナリオと B2 シナリオにおける乾期流量予測結果を、また図 3.2.21 では同じく雨期の流量予測結果を示す。さらに、図 3.2.22、図 3.2.23 には、B2 シナリオにおける流域開発を考慮した場合の流量の予測を乾期および雨期について示す。これらより、メコン川将来の流量は以下が予想される。

- 1) 図 3.2.20 で明らかなように、流域の水資源開発を見込まない場合、乾期において A1 および B2 シナリオ流量は 1991～2000 年平均流量に比して 3 月末まで大なる値を示すが、4 月以降は 1991～2000 年平均流量とほぼ同様 (あるいはそれらの平均) の値を示している。流域の水資源開発を見込まない場合の雨期の将来流量予測は図 3.2.21 に示すとおりであるが、9 月中旬までの A1 および B2 シナリオによる予測流量は 1991～2000 年平均流量に対してほぼ同様であり、その後、9 月中旬以降では増加が見られることが判る。すなわち、A1 および B2 シナリオによる予測流量は、雨期の流量ピークから乾期の初期～中ごろにかけて現在の平均流量に対して大きな値をとることが推定される。
- 2) 流域内の水資源開発を考慮したシナリオでは、乾期流量の増加が見込まれる。図 3.2.22 で明らかなように、3 月と 4 月の将来予測流量は 4,000 m<sup>3</sup>/s に至ると想定される。Kratie 水位観測地点における 1991～2000 年平均流量は約 2,300～2,400 m<sup>3</sup>/s (平均 2,350 m<sup>3</sup>/s) であることから、同地点における乾期の流量は 70%もの増加となる。この将来流量の増加は、水力発電ダムによる乾期の水放流が寄与しているものと考えられる。

- 3) 流域水資源開発が実施された場合、図 3.2.23 に示すとおり、最低流量時期から最大流量時期にかけて予測値は 1991~2000 年平均流量を下回る。一方で、最大流量時期から最低流量時期にかけては、予測流量が現在の平均流量を上回る。すなわち、雨期には発電ダム貯水池での流水貯留が進行し、乾期には発電による放流のため年間を通じて流量が平準化されることとなる。
- 4) A1、B2 シナリオにおいて、2 つのシミュレーション結果には大きな差は見られない。ある年では、A1 シナリオによるシミュレーション流量が B2 シナリオによる流量よりも増大し、またある年では逆の現象も確認される。なお、A1、B2 シナリオ両者ともに、10 月の予測流量が明らかな増加傾向を示しているが、これは雨期終盤にあたる 10 月の降雨量増大（図 3.2.16 ~ 図 3.2.18 参照）に起因するものと考えられる。

表 3.2.1 シナリオ別 Kratie 水位観測地点における月間平均流量

Month	Past Record (average)			Scenario B2 (average)				Scenario A2 (average)			
	1998	1985-2000	1991-2000	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Jan	3,724	3,793	4,077	4,398	4,858	5,627	4,702	4,556	5,268	5,364	5,064
Feb	3,140	2,694	2,943	2,994	3,377	3,700	3,144	3,039	3,445	3,837	3,500
Mar	2,236	2,161	2,337	2,343	2,417	2,751	2,301	2,350	2,610	2,828	2,574
Apr	2,560	2,189	2,420	1,848	2,304	2,662	2,143	2,233	2,299	2,432	2,594
May	3,057	3,988	4,303	3,399	6,976	4,996	3,459	3,897	5,707	3,151	5,450
Jun	6,286	11,472	11,602	11,360	10,931	10,788	9,803	12,161	14,330	10,526	13,791
Jul	17,040	21,222	23,418	22,297	21,245	21,097	16,571	17,681	22,251	23,923	24,983
Aug	23,472	31,173	33,138	30,760	27,829	34,238	29,045	31,101	29,557	37,908	32,662
Sep	31,178	32,587	35,236	30,994	37,302	40,168	33,430	30,134	34,934	39,331	39,117
Oct	17,946	21,851	22,296	23,942	25,013	27,121	25,180	26,081	24,822	27,586	25,435
Nov	11,585	11,927	12,209	13,986	13,892	16,983	14,111	13,984	14,282	15,726	14,840
Dec	7,569	6,471	6,784	7,595	8,461	9,500	7,792	8,059	8,490	9,080	8,428

Month	Past Record			Basin Development 2020, B2				Basin Development 2050, B2			
	1998	1985-2000	1991-2000	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Jan	3,724	3,793	4,077	4,695	4,800	5,212	4,767	4,658	4,762	5,150	4,745
Feb	3,140	2,694	2,943	3,795	4,086	4,036	3,878	3,806	4,085	4,048	3,887
Mar	2,236	2,161	2,337	3,499	3,618	3,697	3,499	3,592	3,730	3,835	3,634
Apr	2,560	2,189	2,420	3,541	3,891	3,926	3,727	3,638	3,936	4,011	3,803
May	3,057	3,988	4,303	4,597	7,647	6,224	4,957	4,637	7,460	5,976	5,017
Jun	6,286	11,472	11,602	10,754	11,587	10,713	9,704	10,293	11,215	10,272	9,141
Jul	17,040	21,222	23,418	19,857	19,161	18,864	14,829	19,028	18,201	18,153	14,118
Aug	23,472	31,173	33,138	27,870	24,994	31,156	25,789	26,956	24,225	30,233	24,776
Sep	31,178	32,587	35,236	28,498	34,781	38,305	30,582	27,693	33,932	37,443	29,450
Oct	17,946	21,851	22,296	22,400	22,783	25,870	23,279	21,780	22,112	25,328	22,720
Nov	11,585	11,927	12,209	12,827	12,570	16,135	13,025	12,688	12,270	15,830	12,853
Dec	7,569	6,471	6,784	7,023	7,767	8,614	7,119	6,884	7,538	8,286	6,921

出典：メコン河委員会

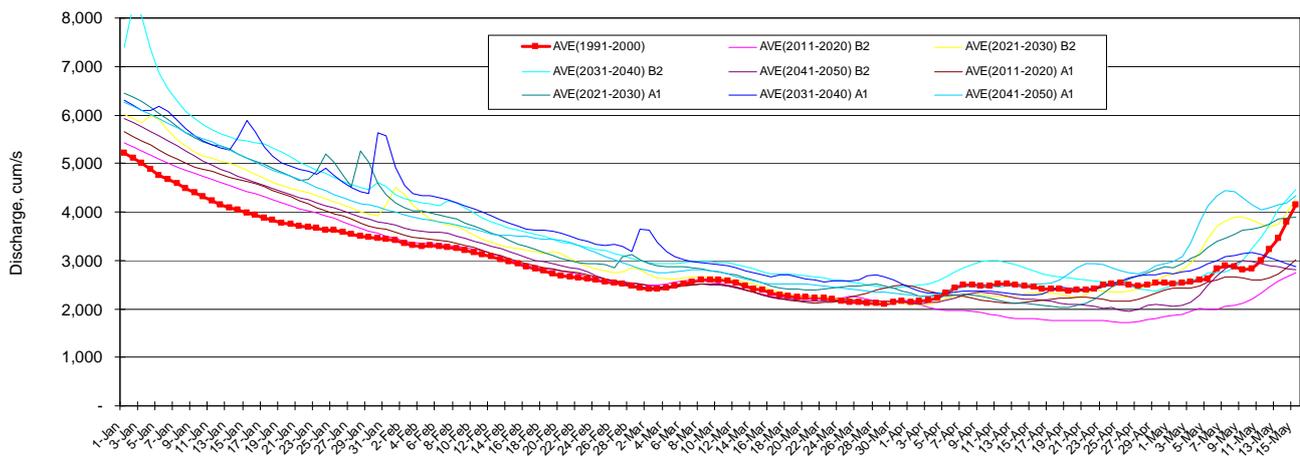


図 3.2.20 A1、B2 シナリオによる Kratie 水位観測地点における乾期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

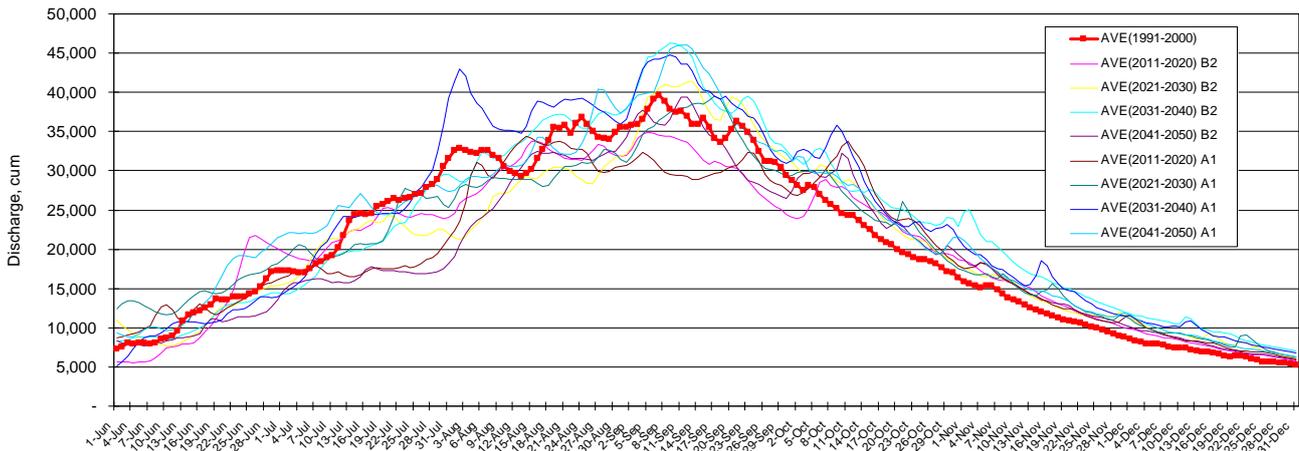


図 3.2.21 A1、B2 シナリオによる Kratie 水位観測地点における雨期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

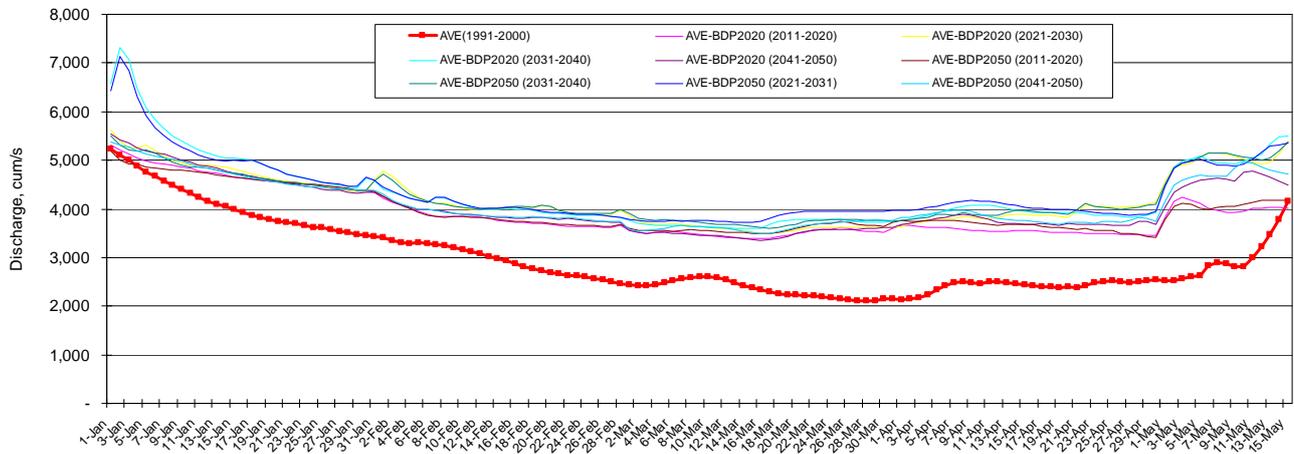


図 3.2.22 流域開発プロジェクトを伴う Kratie 水位観測地点における乾期のメコン河流量

出典：メコン河委員会

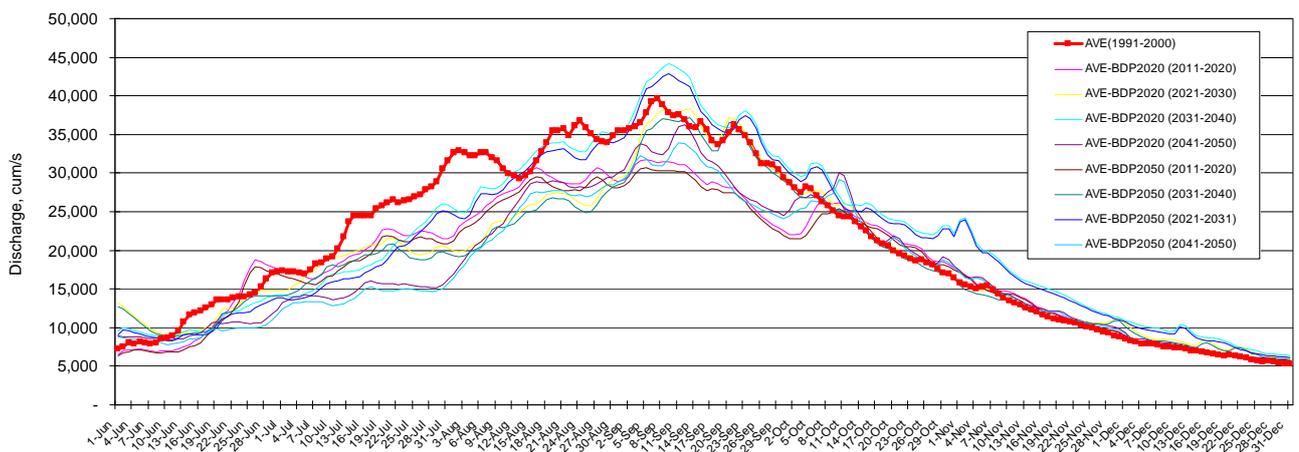


図 3.2.23 流域開発プロジェクトを伴う Kratie 水位観測地点における雨期のメコン河流量

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

本章では、調査対象地域の気候変動による脆弱性について述べる。将来の気候変動予測は前述したが、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などを評価する。これらの解析により、まず収量の変化（大部分は収量の減少）、およびそれに伴う経済価値の減少量を算定した。なお、本検討においては、以下の条件にて解析を実施している（詳細は英文報告書 Appendix 参照）。

- 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) 解析境界は、最上流端を Kratie 地点とし、下流については 9 つの沿岸測候所の位置を下流端境界とし、水位と塩分濃度を初期条件として与えた。
- 3) 解析モデルに対するキャリブレーションは、平均流量に近い 1991 年および 2008 年を平年流量、最大の洪水年であった 2000 年を洪水流量、また最大渇水年であった 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。
- 4) 洪水期の解析モデル検証は、内陸部 23 ヶ所の水位観測所の 1 時間毎のデータを用いて実施したが、結果、解析誤差は 5%未満が得られている。
- 5) 乾期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 時間毎の塩分濃度データを用いた。欠測値があるため数値評価は難しいが、解析値と実測値における変化域およびその変化の傾向がほぼ同じであることを確認している。
- 6) 塩水侵入時の解析については海面上昇を考慮している。IMHEN ではシナリオ A2、B1、B2 に基づき海面上昇値を算出しているが、塩水侵入解析ではこれら 3 つのシナリオの中で中間的値となる B2 シナリオを主として用いた。
- 7) 灌漑計画（水資源開発計画）策定および河川構造物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。
- 8) メコンデルタへの降雨は、洪水解析においては 2000 年の My Tho 測候所における降雨を、また乾期の塩水侵入解析においては 1998 年の My Tho 測候所における降雨を採用した。
- 9) 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℃以上）にさらされると花粉の生育可能性が大幅に減少し、そのため、回復不可能な小穂不稔による収量減が生じる。

既往の研究成果によると、日平均気温が 1℃上昇すると、主要な作物の収量が 5～7%減少するとの報告がなされている<sup>1</sup>。収量の減少は、シンク形成の減少、生育期間の短縮と維持呼吸の増加

<sup>1</sup> Climate Change Adaptation through Rice Production in Regions with High Poverty Levels, Reiner Wassmann and Achim Dobermann, IRRI, An Open Access Journal by ICRISAT, Secoded from Research Centre Karlsruhe (IMK-IFU), Germany

に関係していると見なされている。他の研究成果では、乾期における成長期の夜間温度が1℃増加すると、コメ収量が10%程度減少することが確認されている。ZiskaとManalo（1996年）は、夜間の温度が高いほど、結実や穀物収量の減少を伴うコメの不稔が発生しやすくなると報告している<sup>2</sup>。

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に示したように、この検討により、月最高気温の点から、気温の上昇と冬-春稲の収量への影響の関係が明かになった。

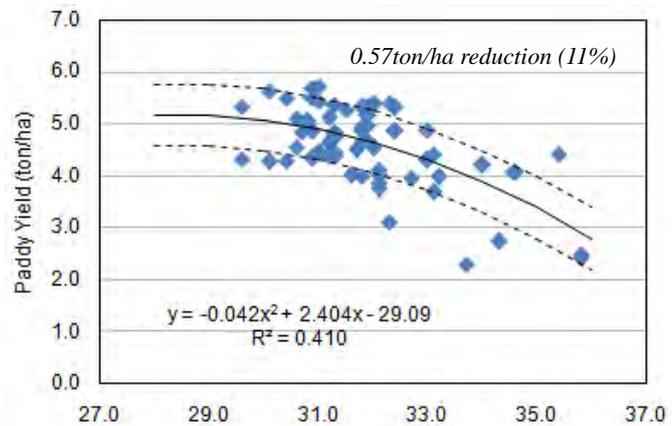


図 3.3.1 コメ収量と月最高気温との相関関係

出典：MONRE（気温），DARD（稲収量）

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℃の間で 1℃気温が増加すると、大よそ 0.57 トン/ha の収量が減少することになる。この 0.57 トン/ha は 11%の収量減に相当する。この 11%の減少は、「Rice Production and Global Change: Scope for Adaptation and Mitigation Activities, R. Wassmann, SVK Jagadish, SB Peng, K Sumfleth, Y. Hosen, and BO Sander」の中で 10%の減少が報告されていることに類似している。

## 2) 気温上昇によるコメ収量の損害

図 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推定した。図 3.3.2~図 3.3.4 は、B2 シナリオに基づく将来気温を採用した場合の省別の稲作の収量変化を表している。一方、図 3.3.5~3.3.7 は、気候変動シナリオ A2 による気温上昇予測に基づく同様の生産量変化を示している。図に示す「present」とは、2005~2010 年の平均収量・生産量である。これらの図は気温上昇に伴う次のような収量変化を表す。

- 1) 現在の冬-春稲の収量は 4.5~4.9 トン/ha 程度であるが、将来気温が上昇するにつれて下降する。気候変動シナリオ B2 では、2000 年に比べ 2050 年には 0.9~1.4℃、2100 年には 1.6~2.6℃の気温上昇が予測されているが、その結果、収量は省によって 2050 年には 3.8~4.2 トン/ha、2100 年には 3.2~3.8 トン/ha に減少する見込みである（図 3.3.2 参照）。この収量の減少は、省によって 2050 年には 12~18%、2100 年に 22~29%に相当する（図 3.3.3 参照）。図 3.3.4 によれば、調査対象地域の冬-春稲の総生産量は、現在約 4 百万トンであるが、これが 2050 年には 3.4 百万トン、2100 年には 3.0 百万トンに減少することとなる。これは、現在の生産量に比べると、2050 年で 15%、2100 年では 25%の減少に当たる。
- 2) 気候変動シナリオ A2 では、2000 年を基準にして、2050 年に 0.9~1.4℃、2100 年に 2.1~3.3℃の気温上昇が予測されている。結果、収量は省により 2050 年には 3.7~4.2 トン/ha、2100 年には 2.9~3.6 トン/ha に減少する（図 3.3.5 参照）。この収量減は、省によって 2050 年では 14~18%、2100 年では 27~36%に相当する（図 3.3.6 参照）。図 3.3.7 によれば、調査対象地域の冬-春稲の総生産高は、現在の約 4 百万トンから、2050 年には 3.4 百万トン、2100 年には 2.7

<sup>2</sup> Rice Production and Global Change: Scope for Adaptation and Mitigation Activities, R. Wassmann, SVK Jagadish, SB Peng, K Sumfleth, Y. Hosen, and BO Sander

百万トンに減少する。これは、現在の生産量に比べ、2050年で15%、2100年に33%の減少を意味する。2050年までの減少は、気候変動シナリオA2とB2の2つにおいて大きな違いはない一方、A2シナリオにおける予測では、2100年に向けて加速度的に気温が増加する傾向にあるため、2050年から2100年までの変化の方が大きくなる。

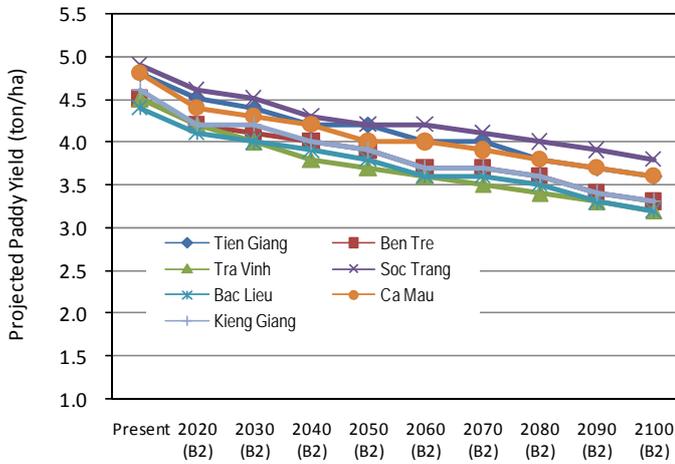


図 3.3.2 B2 シナリオでの収量の減少

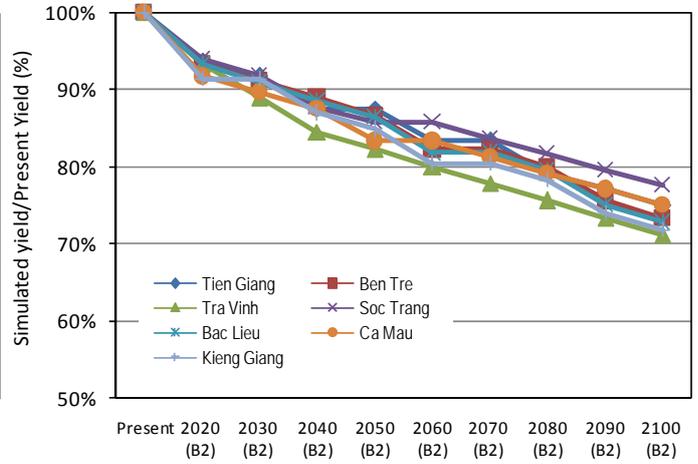


図 3.3.3 B2 シナリオでの収量の減少(%)

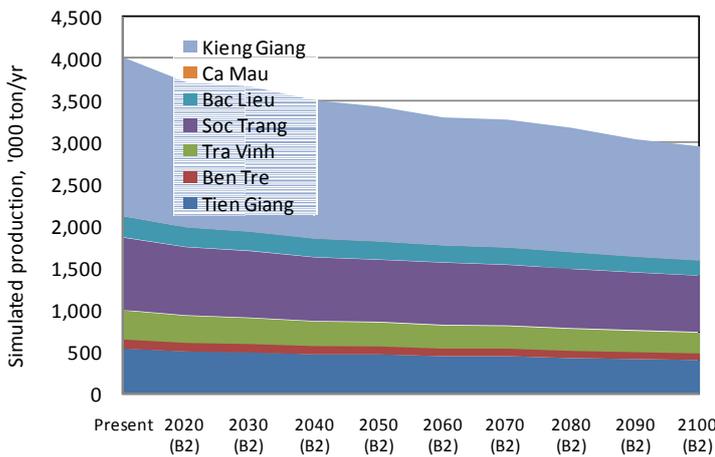


図 3.3.4 B2 シナリオでの生産量の減少

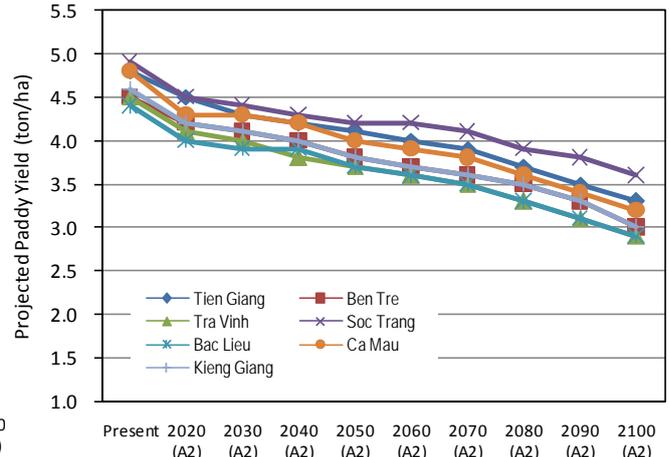


図 3.3.5 A2 シナリオでの収量の減少

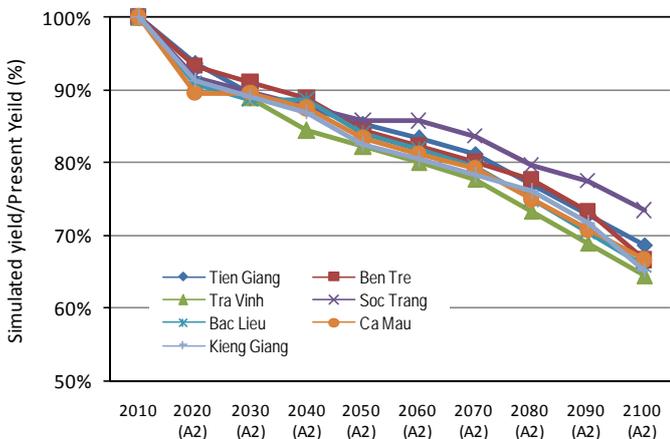


図 3.3.6 A2 シナリオでの収量の減少(%)

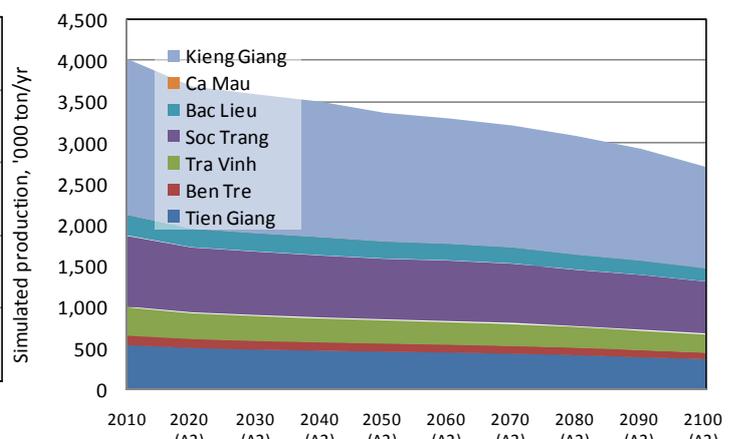


図 3.3.7 A2 シナリオでの生産量の減少

### 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て塩水侵入シミュレーションを行った。このシミュレーションでは関連する将来年と気候変動シナリオ A1、B1、B2 に応じて 12 cm、17 cm、30 cm、50 cm、100 cm 等の海面上昇を考慮している。

1) 塩水侵入による損害指標

塩水侵入は、作物生産量に影響し収量を減少させる。そして、塩分濃度があるレベルに達すると、作物は成長できなくなる。塩水侵入による被害影響の検討は、メコンデルタで主たる作物である稲作、果物、野菜、および森林（メラルーカ）に焦点を当てた。塩分濃度と収量の減少との関係を示した研究成果があるが、表 3.3.1 はそれらの関係を整理したものである。

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

コメに関しては、R. S. Ayers と D.W. Westcot (1989)<sup>3</sup>が、灌漑用水に含まれる塩分含有量に対する作物の耐性と収量の減少を、種々の作物について示したものを参考とする。コメは図 3.3.8 に示すように、灌漑用水に含まれる塩分濃度が 4.9g/L の時に無収獲が生じる。表 3.3.1 に示す被害指標は表中の各塩分濃度の範囲に従い、平均値で代表させる。すなわち、2.5~4g/L の塩分濃度では収量の被害を 33%（塩分含有量 2.5g/L）と 75%（塩分含有量 4g/L）の平均 54%とする。同様に塩分濃度 1.0~2.5g/L の範囲では 17%の被害とする。

果物については、沿岸 7 省で数種類が生産されているが、ココナッツを含む主要な果物の種類<sup>4</sup>を表 3.3.2 に示す。Ayers と Westcot (1989) は、数種の樹木と果物について、塩分に対する耐性と収量の減少を示している。それによると、調査対象地域の果物は耐塩性に応じて主たる 4 グループに分類される。これらを表の最下段に示すとともに、図 3.3.9 では 4 本の破線で示した。

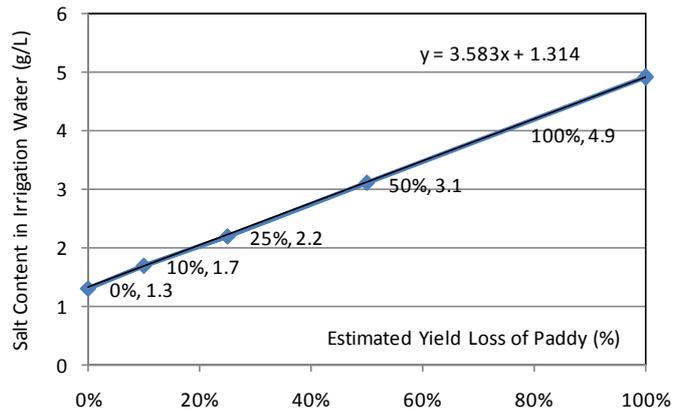


図 3.3.8 コメ収量と灌漑用水の塩分濃度

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

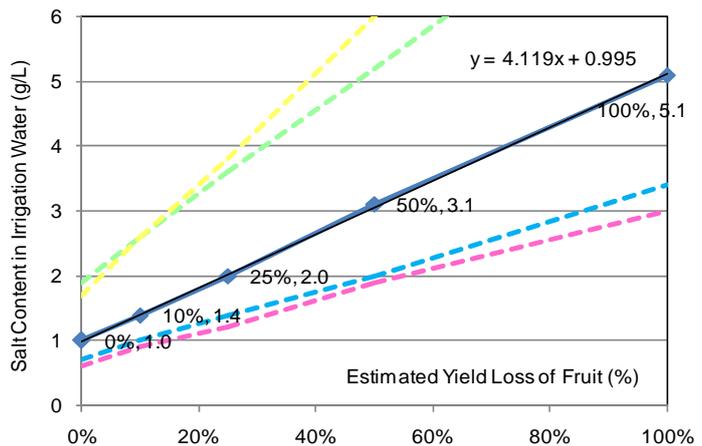


図 3.3.9 収量の減少と灌漑用水の塩分濃度

出典：Ayers and Westcot (1989), arranged by Study Team

<sup>3</sup> R. S. Ayers and D.W. Westcot (1989), Water quality for agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev. 1, 1989

<sup>4</sup> 主要果樹：マンゴスティン、ドリアン、ランプータン、ロンガン、マンゴ、バナナ、パメロ、マンダリン、オレンジ、パイナップル、ココナッツ

表 3.3.2 には、果物生産量と 2011 年の現地調査およびインタビューから得られた出荷価格に基づく経済価値をあわせて示す。調査対象地域の塩水侵入による果物生産量の減少量を計算するため、すべての果物に対して果物生産量から算出された経済価値によって想定される被害に重みを付けた。経済価値で重み付けした果物の平均耐塩性は図 3.3.9 の実線で示され、前述の表 3.3.1 には各塩分範囲における平均の被害指標を示している。

表 3.3.2 沿岸 7 省の主要果物 (2010 年) と割合 (%)

2010 Production	Mangosteen (ton)	Durian (ton)	Rambutan (ton)	Longan (ton)	Mango (ton)	Banana (ton)	Pamelo (ton)	Mandarine (ton)	Orange (ton)	Lemon (ton)	Pine Apple (ton)	Coconut (ton)
Tien Giang	0	0	0	118,922	0	0	76,035	27,221	112,957	0	193,639	82,150
Ben Tre	11,201	15,683	67,602	62,032	10,186	36,879	33,921	20,959	35,568	20,959		420,100
Tra Vinh	0	0	3,637	18,357	18,333	0	12,619	0	41,907	0	0	164,013
Soc Trang	0	0	0	18,867	0	0	15,276	0	27,599	0	0	15,032
Bac Lieu	0	0	0	0	3,112	19,471	0	0	345	0	0	17,501
CA Mau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264	26,035
Kien Giang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89,593	30,132
Total	11,201	15,683	71,239	218,178	31,631	56,350	137,851	48,180	218,376	20,959	283,496	754,963
Farm Gate Price (VND/kg)	30,500	17,500	13,875	8,500	30,000	6,000	18,000	17,500	17,500	12,000	6,000	4,500
Value per year	3.416E+11	2.745E+11	9.884E+11	1.855E+12	9.489+11	3.381E+11	2.481E+12	8.432E+11	3.822E+12	2.515E+11	1.701E+12	3.397E+12
Value Share (%)	2.0%	1.6%	5.7%	10.8%	5.5%	2.0%	14.4%	4.9%	22.2%	1.5%	9.9%	19.7%
Share by Group (%)						28%				43%	10%	20%

出典：Statistical Year Book (2010) of Tien Giang, Ven Tre, Tra Vinh, Soc Trang, Bac Lieu, Ca Mau, Kien Giang

野菜に関しては、調査対象地域での生産は多くないため、野菜と豆類の総生産量のみが統計資料として公開されている。よって、野菜生産量の減少と塩分濃度の関係を導くため、Ayers と Westcot (1989) が提唱した各野菜の被害割合から調査対象地域で栽培されている主要野菜についての被害を抽出し、それらの単純平均を用いることとした。図 3.3.10 は、Ayers と Westcot によって提唱された野菜生産量の減少と塩分濃度の関係を示しているが、実線はそれら野菜の単純平均である。

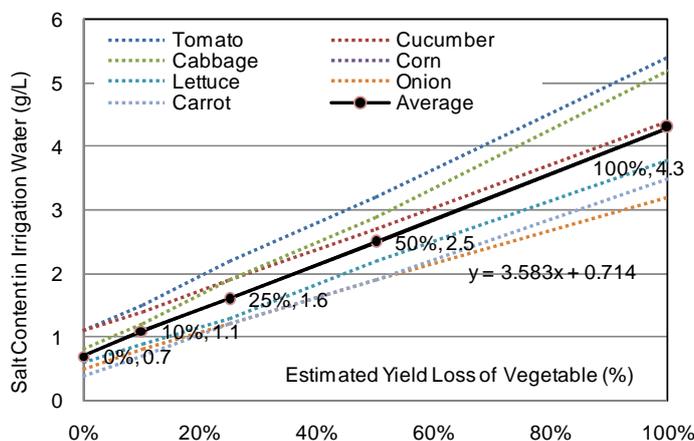


図 3.3.10 野菜の収量の減少と灌漑用水の塩分濃度  
出典：Ayers and Westcot (1989), modified by Study Team

メラルーカはメコンデルタ固有の一般的な樹木であり、オーストラリアからベトナム地域で生育している。この樹木の特徴は、適度に成長が早く、幅広い土壌に適合することである。塩分や湿地条件に耐性があることから、多くの成長したメラルーカが湛水地域で見られる。このことは、同時に湿潤状態に対しても高い耐性があることを意味している。中～高程度の耐塩性を持つが、成長は電気伝導度 E<sub>Ce</sub> 10~15 dS/m レベルで鈍化し、15 dS/m を超えると生存率が低下し始める (N Marcar et al<sup>5</sup>, 1995)。電気伝導度 10~15 dS/m は大よそ 6.4~9.6g/L に等しく、その結果、塩分濃度 4~10g/L で 50%、これを超えると 100%の損害が発生すると設定する。

## 2) 塩水侵入による収量減と被害

図 3.3.11~図 3.3.14 は、1998 年の渇水年のメコン川流量において、気候変動シナリオ B2 による 2050 年海面上昇量 30cm の場合について、乾期の塩水侵入が最も顕著となる 3 月~5 月、およびそれが緩和に向かう 6 月の 4 ヶ月間における月毎の塩分濃度等値線を示したものである。また、図 3.3.15~図 3.3.18 には、メコン川委員会が気候変動 B2 シナリオで算出した 2050 年流量における月毎の塩分濃度等値線を示した。これらの図から以下の点が指摘される。

<sup>5</sup> N Marcar et al (1995), Trees for salt-land, a guide to selecting native species for Australia”, CSIRO, Australia

- 1) 大部分の沿岸地域は、既に防潮水門が稼働中の Kien Giang 省を除いて、塩水侵入の影響を大きく受ける。この内、最も強い影響を受けるのは Ca Mau 省と想定される。ただし、Ca Mau 省には水田地帯が防潮水門により防御された地域が西側中央部に存在するが、ここへの塩水の影響は発生しない。また、月毎に数値を見ると、塩分濃度は4月にピークを迎え、4月以降の降雨の開始とともに下降していく。
- 2) 1998年の渇水年流量によるケースと将来の予測流量を用いたケースを比較すると、後者の方が塩水侵入の度合いが小さい。例えば、Ben Tre 省を見ると、前者のケースでは4月の塩分濃度はすべて 4 g/L (4,000 PPM) 以上となるのに対し、後者のメコン川将来予測流量のケースでは 4 g/L 以下の地域が存在している。これは、メコン川委員会によって解析された将来流量は 1998年渇水年流量よりも大きく、結果、この増加した流量が塩水を海側へ押し戻しているためである。

図 3.3.19～図 3.3.26 は、1998年の渇水年メコン川流量、ならびに気候変動 B2 シナリオによる 2050年海面上昇量 30cm 条件下における月毎の塩分濃度別面積の変化を示している。また、図 3.3.27～図 3.3.34 には、同じく 2050年メコン川将来予測流量と海面上昇 30cm における月毎の塩分濃度別面積の変化を示す。さらに、図 3.3.35～図 3.3.42 では、1998年の渇水年流量と気候変動シナリオ A1FI で算定される 2100年海面上昇量 100cm 条件下における塩分濃度別面積の変化を示す。また、図 3.3.43～図 3.3.50 は、2050年までに計画されているメコン川流域での開発が実施された場合での予測流量に従った解析結果を示す。以上の検討から、次のことが示唆される。

- 1) 最も塩水侵入の影響が小さいのは、Tien Giang 省と Kien Giang 省である。例えば図 3.3.19 と図 3.3.25 から分かるように、比較的広い範囲で塩分濃度が 0.5 g/L (500 PPM) 以下と低い。Tien Giang 省の上流域は、土地の標高が比較的高く、塩分侵入の影響が小さい範囲がデルタの中央部まで延びている。Kien Giang 省は前述したとおり、既存の防潮水門が塩水の侵入を防止している。
- 2) 一方、最も塩水侵入の影響を受けているのは Bac Lieu 省と Ca Mau 省であり、かなりの範囲で塩分濃度が 20 g/L (20,000 PPM) を超えている。Bac Lieu 省と Ca Mau 省は、メコン川から遠く離れて位置しており、特に Ca Mau 省では河川からの淡水の導水が困難である。同時に、これら 2つの省では長い海岸線を有することから、海水面の上昇の影響を直接的に受けることとなる。
- 3) 1998年の渇水年におけるメコン川流量と将来のメコン川予測流量のケースの間には殆ど差が見られないが、ケースによっては後者の場合に塩水侵入の影響が小さい地域が見られる。例えば、図 3.3.22 や図 3.3.30 で示されるように、Soc Trang 省では後者のケースにおいて、塩分の影響を殆ど受けていない。これは、メコン川委員会で算定しているメコン川流量が、特に乾期の初期、すなわち 1月から 2月に増加する傾向にあることによる。
- 4) 100cm の海面上昇を想定した図 3.3.25～図 3.3.42 に示す結果によると、防潮ゲートが既に設置されている Kien Giang 省を除き、大部分の地域は塩水侵入の影響を強く受ける。Tien Giang 省でも広い範囲が影響され、Ben Tre 省、Tra Vinh 省と Soc Trang 省の 3省でも大部分の地域が塩分の影響を受けている。
- 5) 図 3.3.43 から図 3.3.50 に示すように、メコン川流域の開発を考慮した場合では、乾期におけるメコン川流量の増加により塩分の侵入は一部を除いて低減すると予想される。メコン川から遠く離れた Bac Lieu と Ca Mau 省では、比較的高い濃度の塩水侵入が見られるが、そ

の他の省では、塩分濃度は大きく低減する傾向を示している。

図 3.3.51～図 3.3.58 は、塩水侵入レベルによるコメと野菜の生産量変化（減少）ならびに果物と森林の面積変化を示したものである。図には 1998 年の渇水年流量に対する海面上昇 17cm（2030 年 B2 シナリオ）、30cm（2050 年 B2 シナリオ）、50cm（2080 年 B1 シナリオ）および 100cm（2100 年 A1FI シナリオ）における結果をまとめている。一方、図 3.3.59～図 3.3.66 は将来のメコン川予測流量（B2 シナリオ、流域の開発無し）に対する海面上昇 12cm（2020 年 B2 シナリオ）、17cm（2030 年 B2 シナリオ）、30cm（2050 年 B2 シナリオ）による生産量と面積の推移を表している。後者のケースでは、入手可能なメコン川の将来流量が 2050 年までであることから、2050 年までを提示する。これらの図から以下のことが指摘される。

- 1) 前述の結果から予想されたとおり、最も影響の小さな省は、Tien Giang と Kien Giang である。Ben Tre、Tra Vinh、Soc Trang と Bac Lieu 省では、メコン川流量を 1998 年の渇水年流量に固定した場合、海水面が上昇するにつれて影響も大きくなる。Ca Mau 省では生産量、面積の大幅な減少が見られるが、その傾向は初期から発生している。Ca Mau 省においては、面積の大部分はエビ養殖地であり、ここでの議論では除外している（エビ養殖は、本解析では塩水侵入の影響を受けないものと仮定している）。Ca Mau 省でのコメ、野菜、果物および樹木は比較的狭い面積で栽培されているが、防護されていない地域は極めて影響されやすく、代わって、防護された地域は海水面が上昇しても生育可能である（図 3.3.56 参照）。
- 2) メコン川流量を 1998 年の渇水年に固定した場合、生産量と面積はほぼ一定で減少するが、図 3.3.59 から図 3.3.66 に示すように、将来のメコン川流量を適用したケースでは、異なる傾向が見られる。一旦、現在の状況から減少に転じた後、わずかな減少を示すか、或いは横ばいとなる。海面上昇にも関わらず減少量が変化しない理由は、将来のメコン川想定流量が増加することに起因している。特に乾期の初期、すなわち 1 月から 2 月にメコン川流量が増加し、この流量の増加が塩水侵入を押し戻すために、その後の生産量、面積の減少が生じなくなる。
- 3) 上記の解析では、現時点でかなりの生産減が生じている。ケース「present」は、ここでは図 3.3.51 から図 3.3.58 のように、海面上昇がない条件下での渇水年 1998 年流量を意味し、図 3.3.59 から図 3.3.66 は、1991 年から 2000 年までのメコン川平均流量を表す。どちらのケースでも既に生産量、面積の大きな減少が生じている。解析では、sub-NIAPP から提供を受けた 2008 年土地利用図中に解析ポイント（格子点）を設定し、そのポイントおよび周辺の作物は、塩分濃度の違いに従い被害を受けるとしている（解析では塩分濃度により即座に被害を受けると仮定）。しかしながら、農民は単純に灌漑を停止する、収穫を早める、果樹畑でよく見られるように圃場内水路に貯留した淡水を利用するなど、様々な手段で塩水を防除する試みを現場レベルで実施している。そのため、解析の中で計算された「現況」の被害や変化は、その地域の実態とは必ずしも一致していないと思われる。しかしながら、海面上昇により生産量が減少する傾向は確認される。

図 3.3.67～図 3.3.74、また図 3.3.75～図 3.3.82 には、塩水侵入による被害や減少量を 10 億 VND 単位の金額で示している。図 3.3.67 から図 3.3.74 は 1998 年の渇水流量における様々な海面上昇に対する算定結果を示し、対する図 3.3.75 から図 3.3.82 には、将来のメコン川流量における海面上昇量に対する変化量、減少量を 10 億 VND 単位で示す。これらの図から以下のことが指摘される。

- 1) 果物とコメは経済価値で見た場合に大きな被害を受ける主要な2大作物である。コメは Soc Trang 省と Kien Giang 省で最大の損害額を示し、果物は Tien Giang と Ben Tre、Tra Vinh、Ca Mau 省で最大となる。特に Ben Tre 省の損害は、図 3.3.68 によれば海水面上昇により、3000 億から 7000 億 VND 以上となる。全 7 省において、果物の損害額が最も大きく、次にコメが続いている。野菜と樹木の損害はそれほど大きくない。野菜と樹木の地域は、コメや果物の比べ面積が小さいため、損害額も軽微である。
- 2) 図 3.3.75 から図 3.3.82 に示す損害は海水面上昇による変化があまり見られない。これは、図 3.3.59 から図 3.3.66 に示す生産量、面積の被害割合の傾向と一致している。すなわち、メコン川の将来予想流量を用いた場合は、将来流量は増加の傾向にあるため海水面が上昇しても塩水侵入の影響を低減するためである。

図 3.3.83 と図 3.3.84 は省毎の生産量、面積の被害割合の推移を示す。同様に、図 3.3.85 と図 3.3.86 は省毎の経済価値で見た変化（損害額）を示している。これらの図に示されるとおり、被害割合では Ca Mau 省が 2100 年のケースを除いて最も深刻となり、Ben Tre、Bac Lieu、Soc Trang、Tra Vinh 省と続く。経済価値の変化（損害額）では、果物の損失が影響する Ben Tre 省が最大の被害を示しており、Soc Trang、Ca Mau、Kien Giang、Tra Vinh 省と続いている。

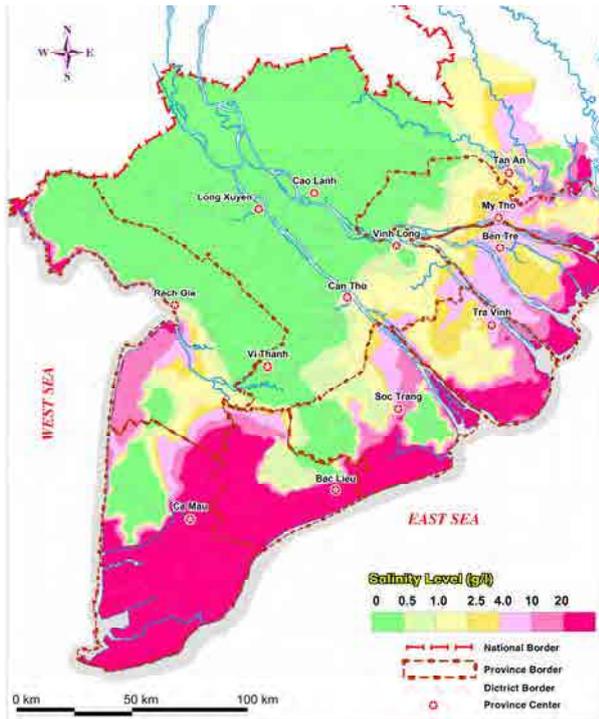


図 3.3.11 1998 渇水年流量条件での 3 月等塩分分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当)

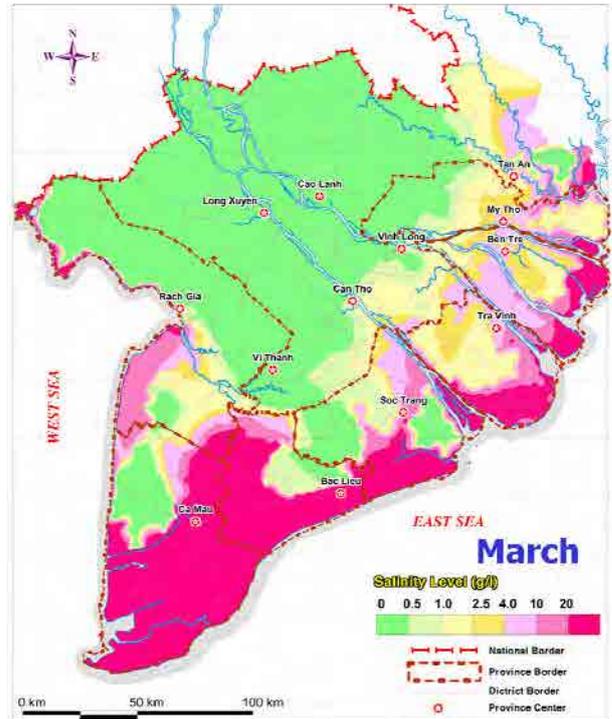


図 3.3.15 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 3 月等塩分分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当)

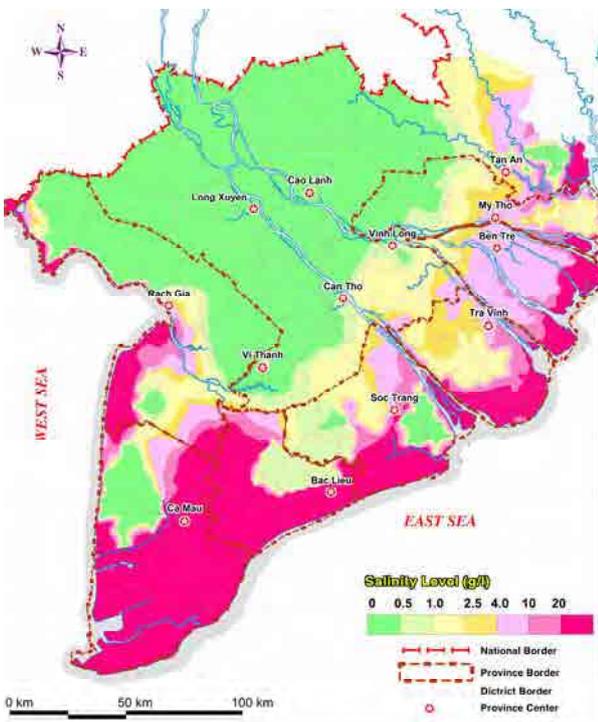


図 3.3.12 1998 渇水年流量条件での 4 月等塩分分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当)

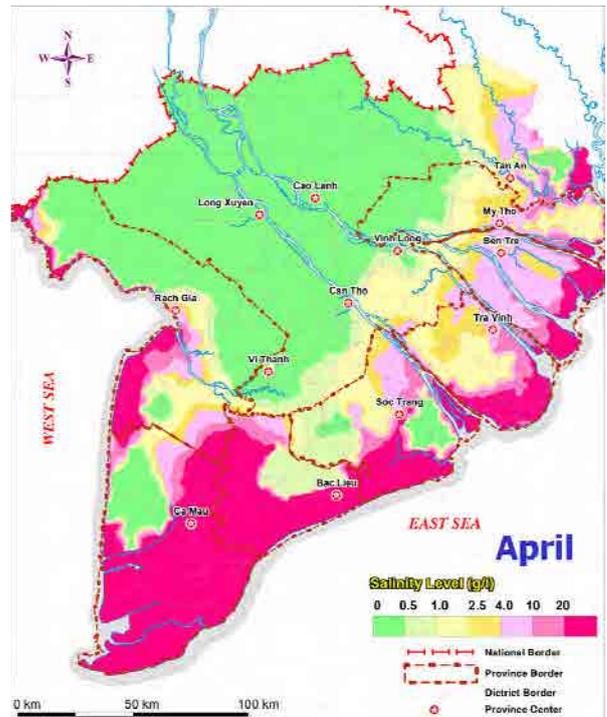


図 3.3.16 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 4 月等塩分分布図 : 海水面上昇 30cm (2050 年相当)

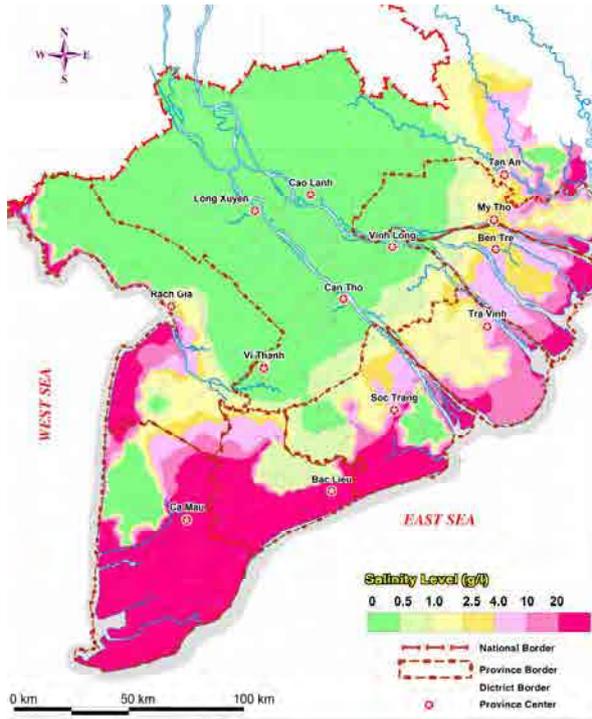


図 3.3.13 1998 渇水年流量条件での 5 月等塩分分布図：  
海面上昇 30cm (2050 年相当)

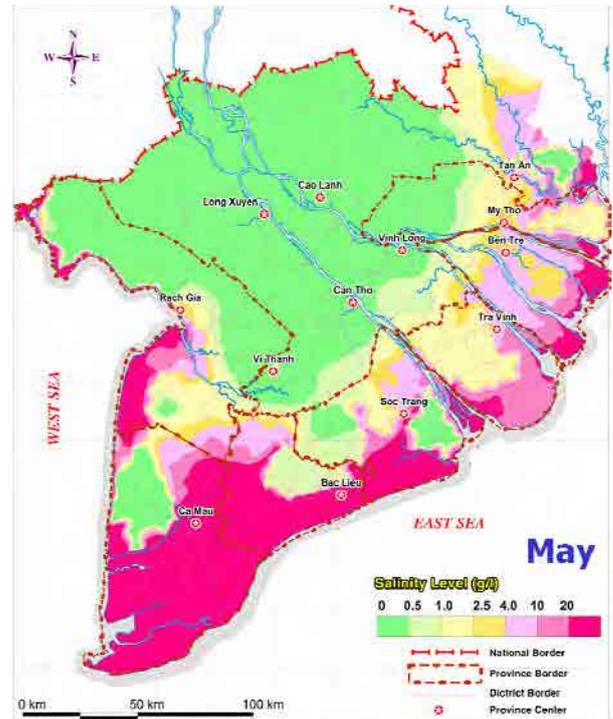


図 3.3.17 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 5 月  
等塩分分布図：海面上昇 30cm (2050 年相当)

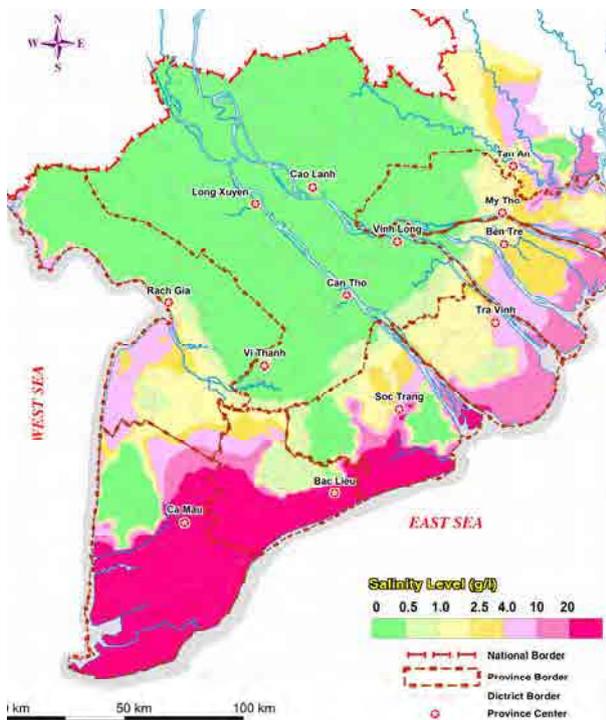


図 3.3.14 1998 渇水年流量条件での 6 月等塩分分布図：  
海面上昇 30cm (2050 年相当)

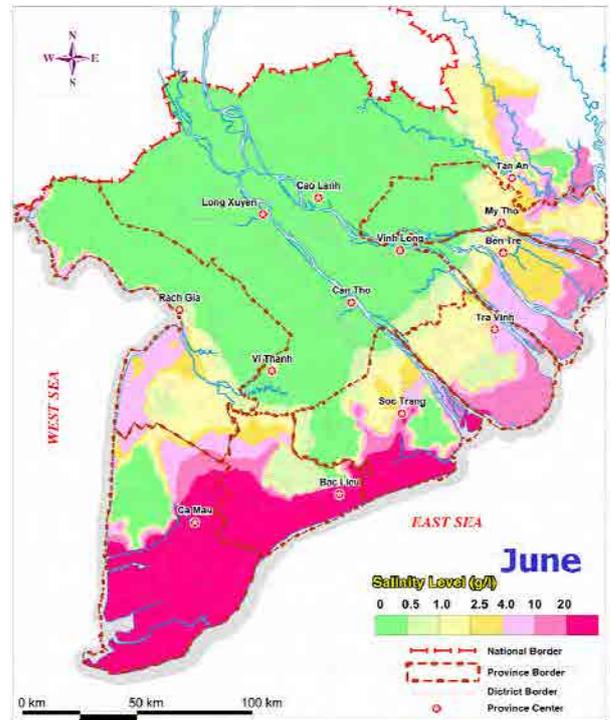


図 3.3.18 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 6 月  
等塩分分布図：海面上昇 30cm (2050 年相当)

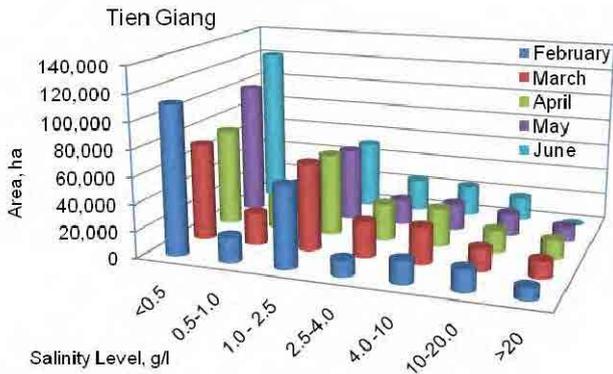


図 3.3.19 1998 渇水年流量条件 Tien Giang 塩水侵入面積：海水上昇 30cm (2050 年相当)

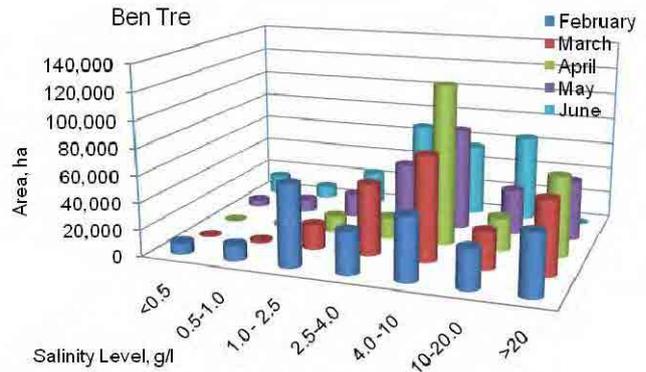


図 3.3.20 1998 渇水年流量条件 Ben Tre 塩水侵入面積：海水上昇 30cm (2050 年相当)

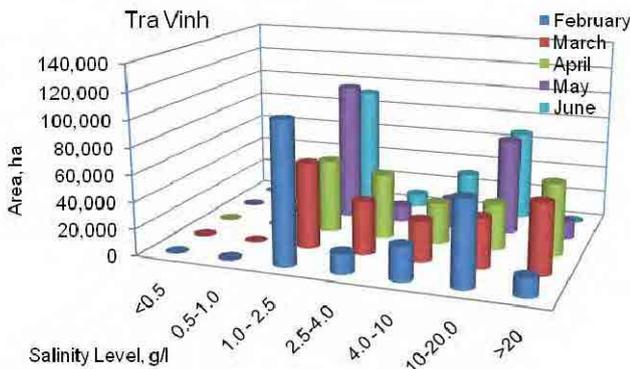


図 3.3.21 1998 渇水年流量条件 Tra Vinh 塩水侵入面積：海水上昇 30cm (2050 年相当)

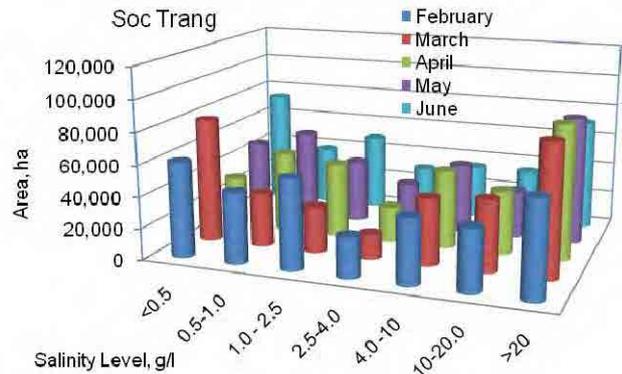


図 3.3.22 1998 渇水年流量条件 Soc Trang 塩水侵入面積：海水上昇 30cm (2050 年相当)

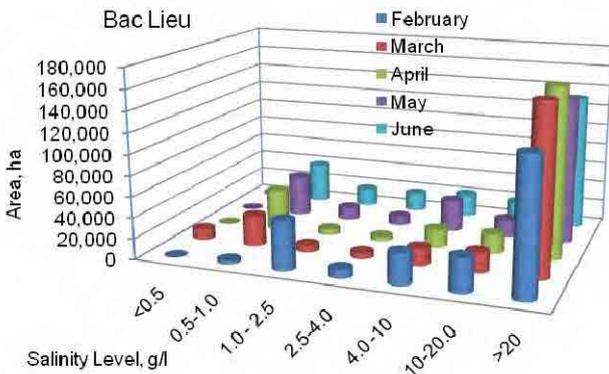


図 3.3.23 1998 渇水年流量条件 Bac Lieu 塩水侵入面積：海水上昇 30cm (2050 年相当)

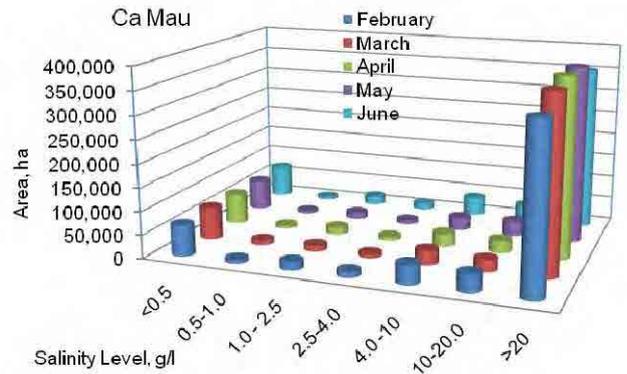


図 3.3.24 1998 渇水年流量条件 Ca Mau 塩水侵入面積：海水上昇 30cm (2050 年相当)

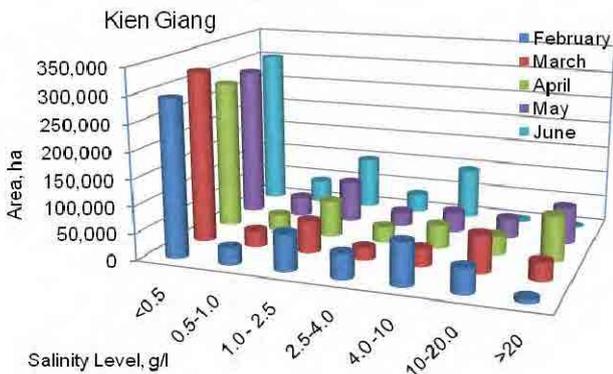


図 3.3.25 1998 渇水年流量条件 Kien Giang 塩水侵入面積：海水上昇 30cm (2050 年相当)

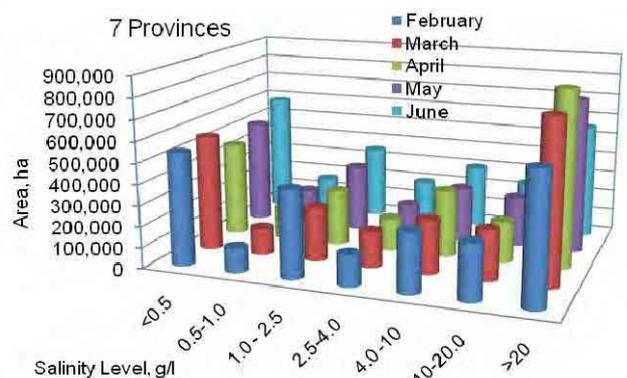


図 3.3.26 1998 渇水年流量条件 7 州における塩水侵入面積：海水上昇 30cm (2050 年相当)

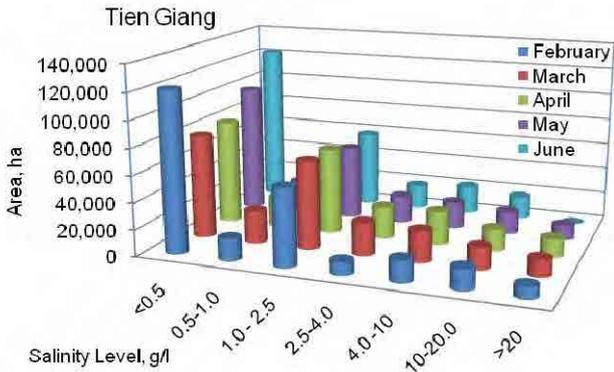


図 3.3.27 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Tien Giang 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

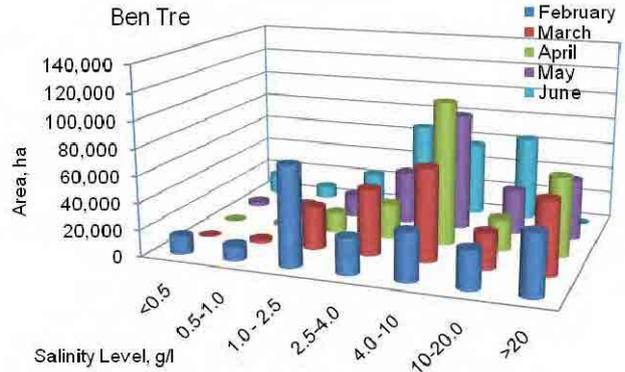


図 3.3.28 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Ben Tre 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

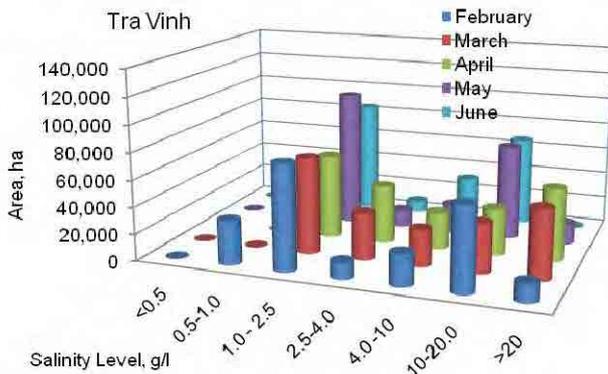


図 3.3.29 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Tra Vinh 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

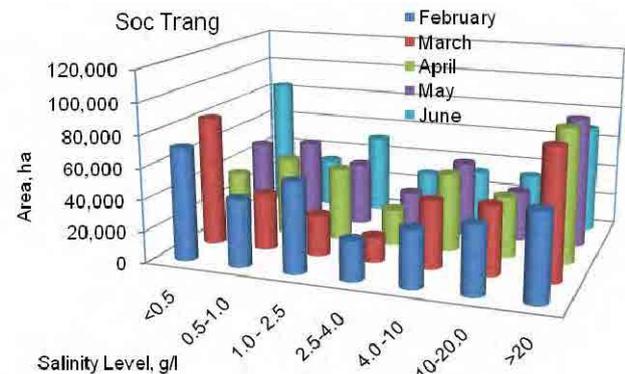


図 3.3.30 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Soc Trang 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

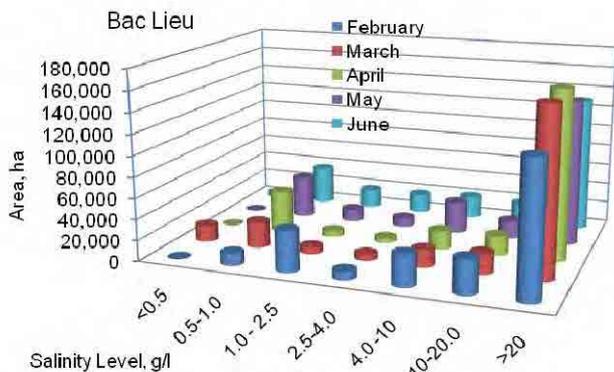


図 3.3.31 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Bac Lieu 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

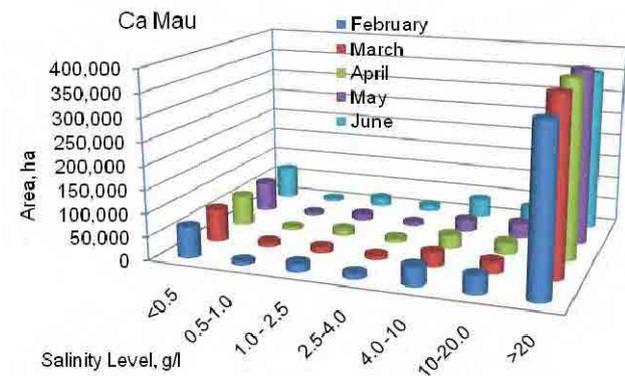


図 3.3.32 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Ca Mau 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

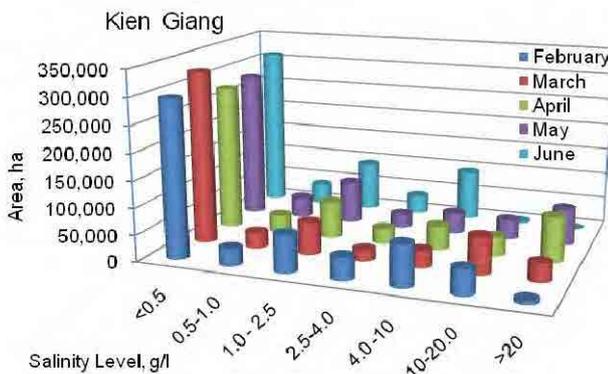


図 3.3.33 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Kien Giang 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

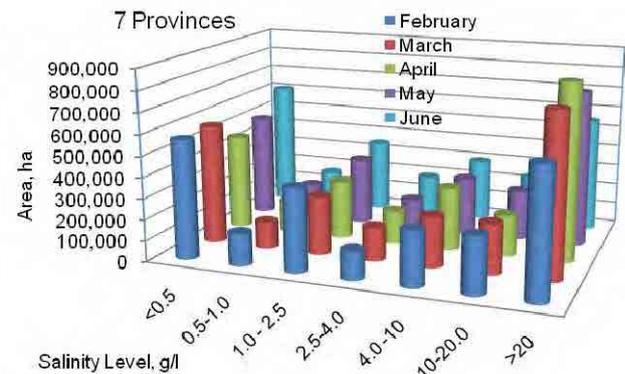


図 3.3.34 B2 シナリオ 2050 年対象流量条件 7 省塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

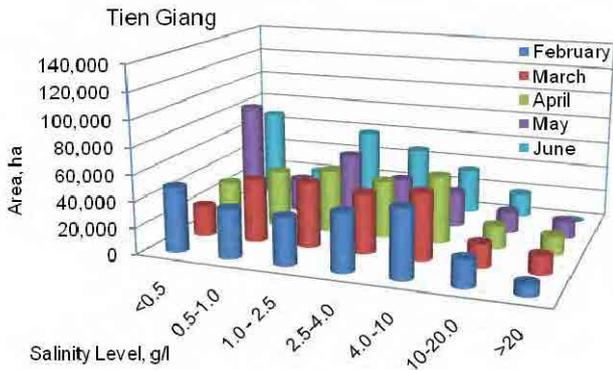


図 3.3.35 1998 渇水年流量条件 Tien Giang 塩水侵入面積：海面上昇 100cm (2100 年相当)

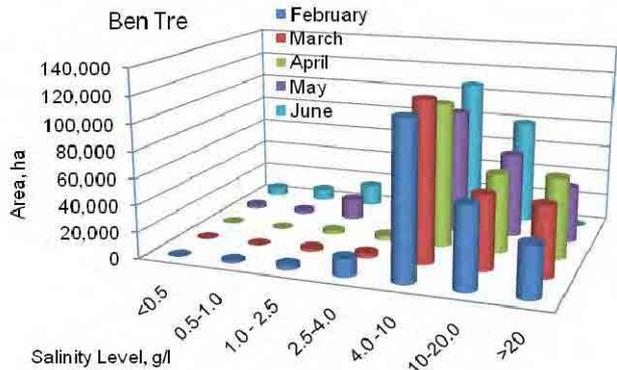


図 3.3.36 1998 渇水年流量条件 Ben Tre 塩水侵入面積：海面上昇 100cm (2100 年相当)

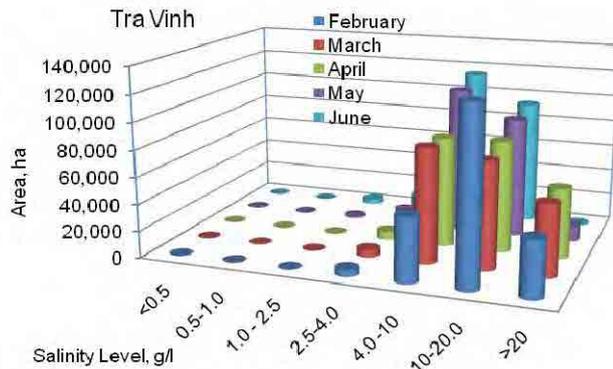


図 3.3.37 1998 渇水年流量条件 Tra Vinh 塩水侵入面積：海面上昇 100cm (2100 年相当)

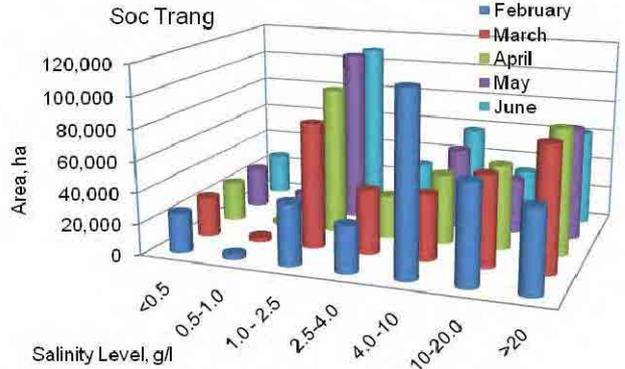


図 3.3.38 1998 渇水年流量条件 Soc Trang 塩水侵入面積：海面上昇 100cm (2100 年相当)

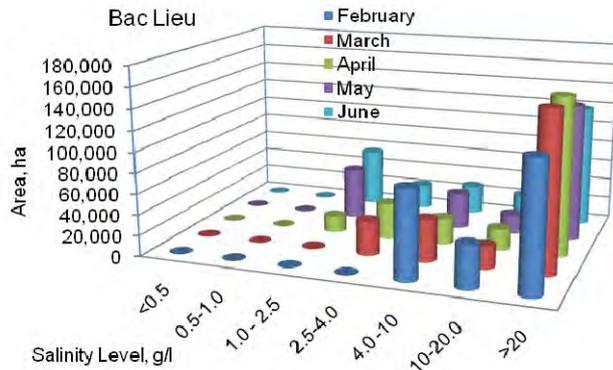


図 3.3.39 1998 渇水年流量条件 Bac Lieu 侵入面積：海面上昇 100cm (2100 年相当)

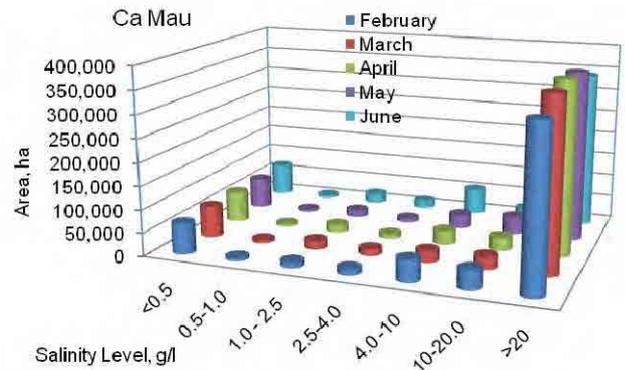


図 3.3.40 1998 渇水年流量条件 Ca Mau 塩水侵入面積：海面上昇 100cm (2100 年相当)

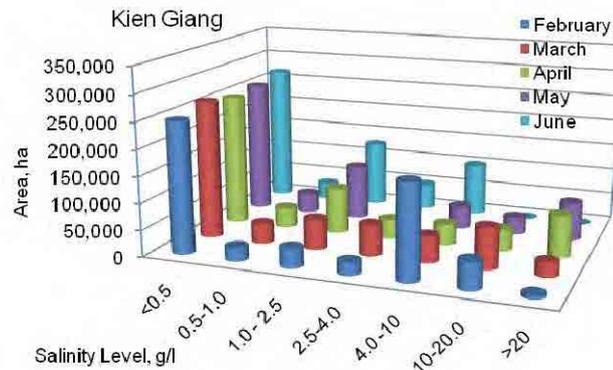


図 3.3.41 1998 渇水年流量条件 Tien Giang 塩水侵入面積：海面上昇 100cm (2100 年相当)

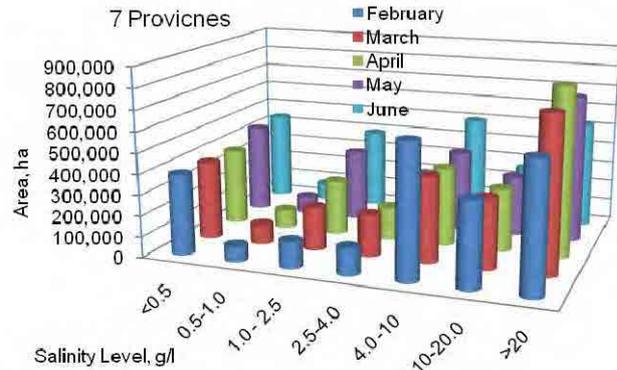


図 3.3.42 1998 渇水年流量条件 7 省塩水侵入面積：海面上昇 100cm (2100 年相当)

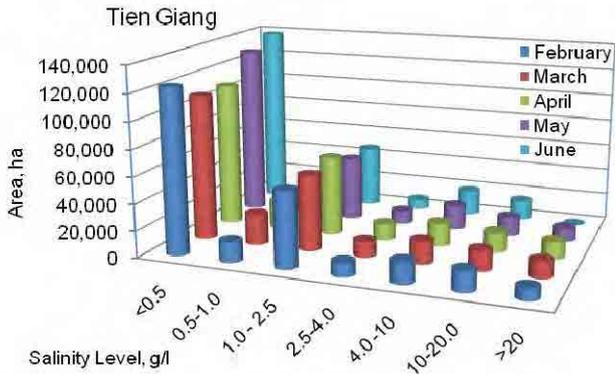


図 3.3.43 B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Tien Giang 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

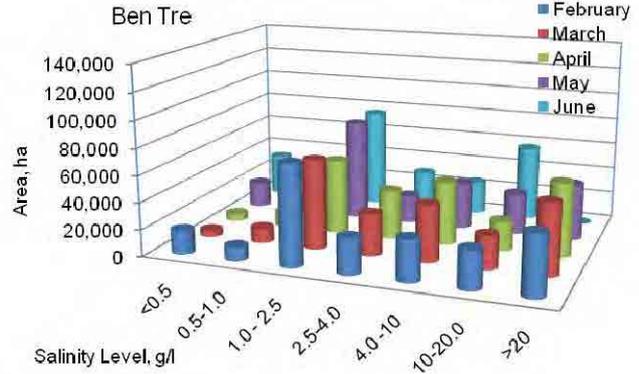


図 3.3.44 B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Ben Tre 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

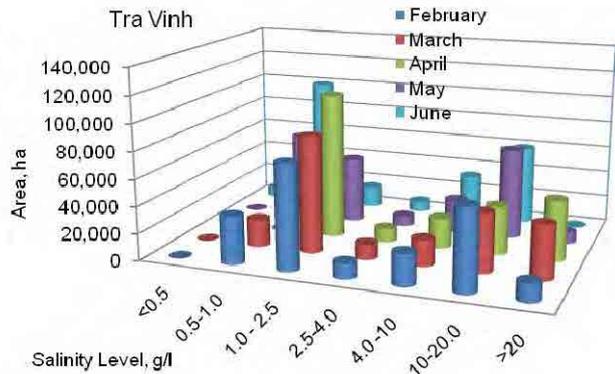


図 3.3.45 B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Tra Vinh 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

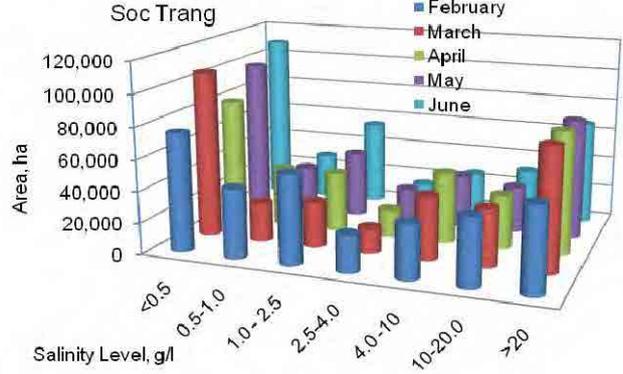


図 3.3.46 B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Soc Trang 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

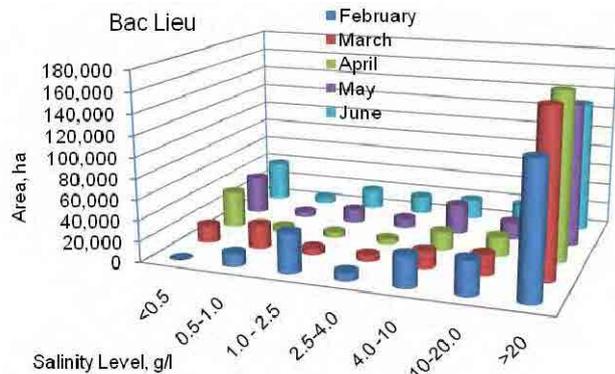


図 3.3.47 B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Bac Lieu 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

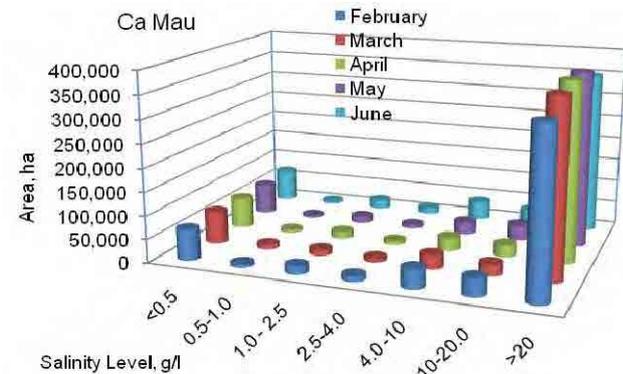


図 3.3.48 B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Ca Mau 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

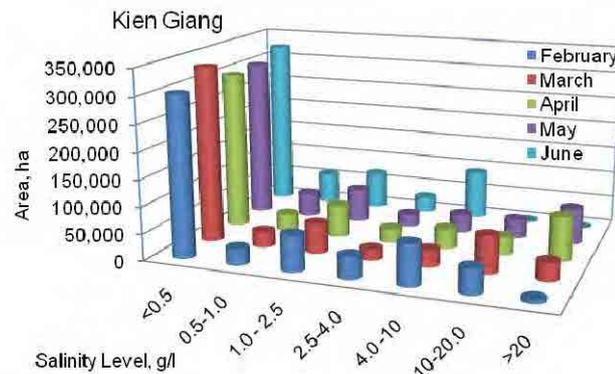


図 3.3.49 B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 Kien Giang 塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

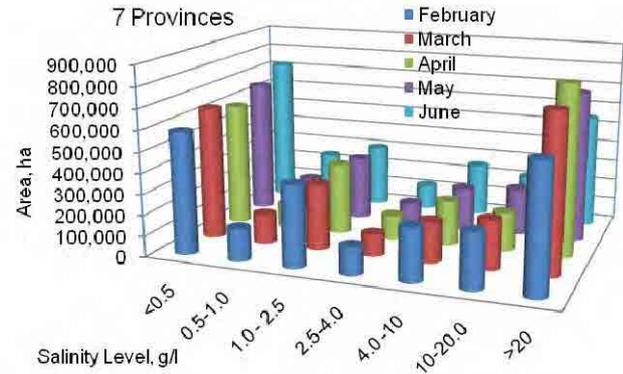


図 3.3.50 B2 上流開発 2050 年シナリオ流量 7 省塩水侵入面積:海面上昇 30cm(2050 年相当)

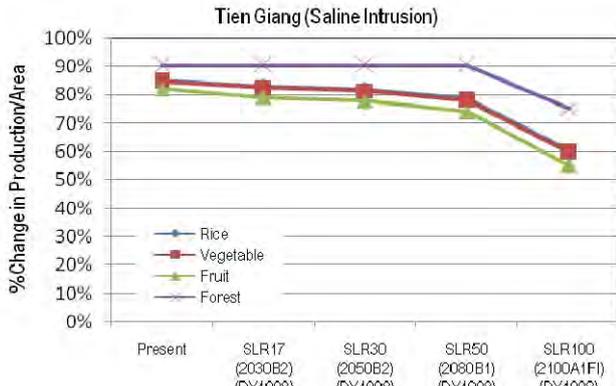


図 3.3.51 1998 渇水年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

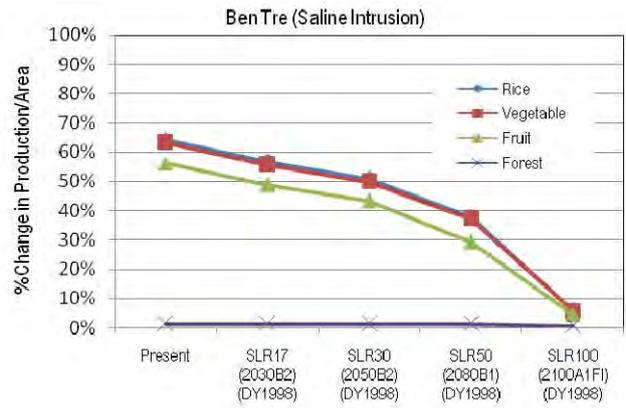


図 3.3.52 1998 渇水年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

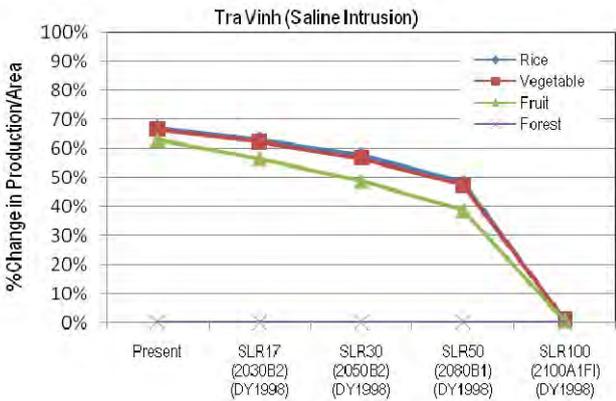


図 3.3.53 1998 渇水年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

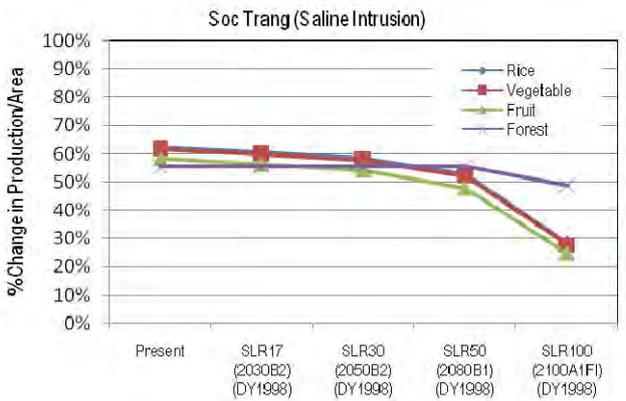


図 3.3.54 1998 渇水年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

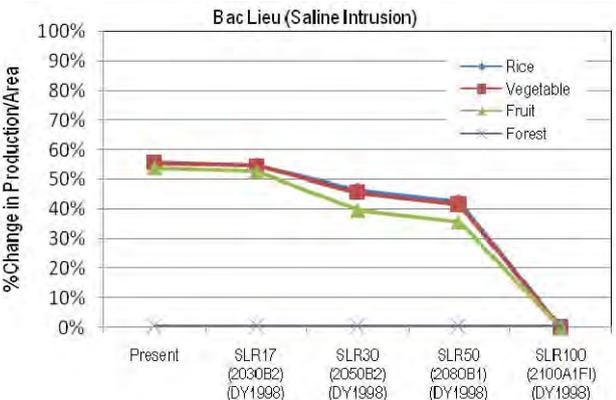


図 3.3.55 1998 渇水年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

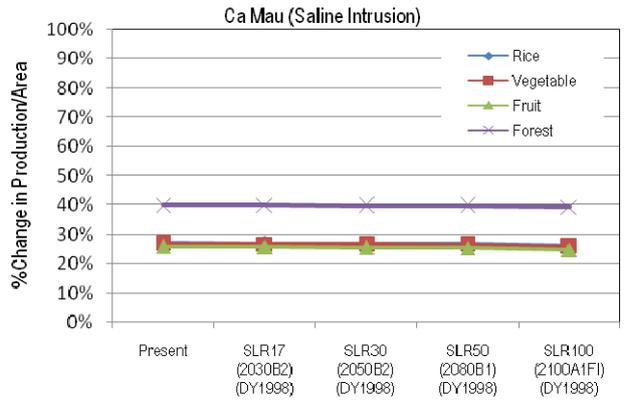


図 3.3.56 1998 渇水年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

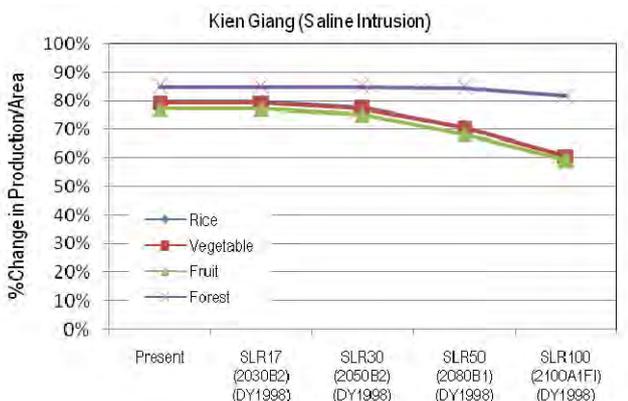


図 3.3.57 1998 渇水年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

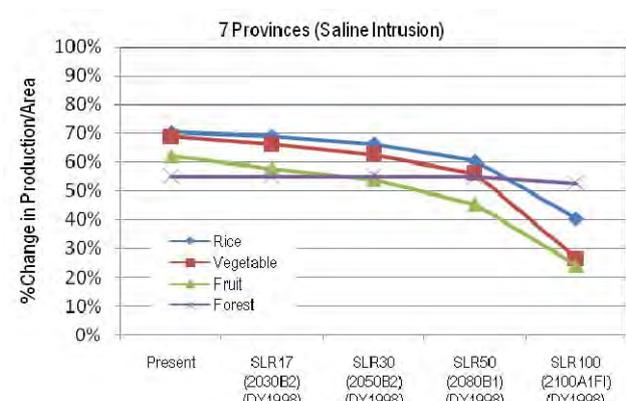


図 3.3.58 1998 渇水年流量条件 7 省農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

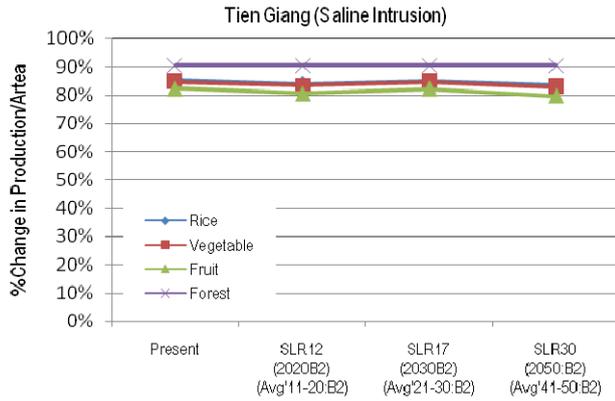


図 3.3.59 B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Tien Giang 農業生産損失(%):海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

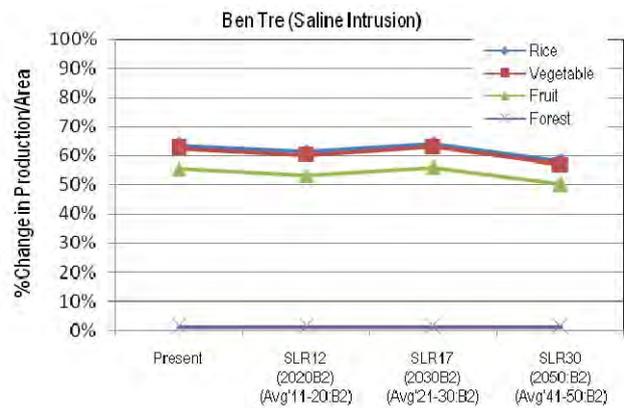


図 3.3.60 B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Ben Tre 農業生産損失(%):海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

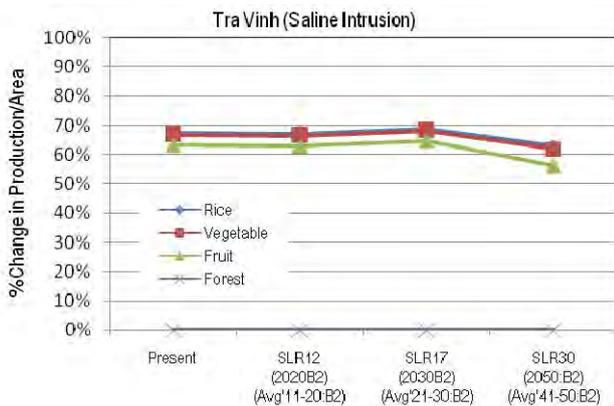


図 3.3.61 B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Tra Vinh 農業生産損失(%):海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

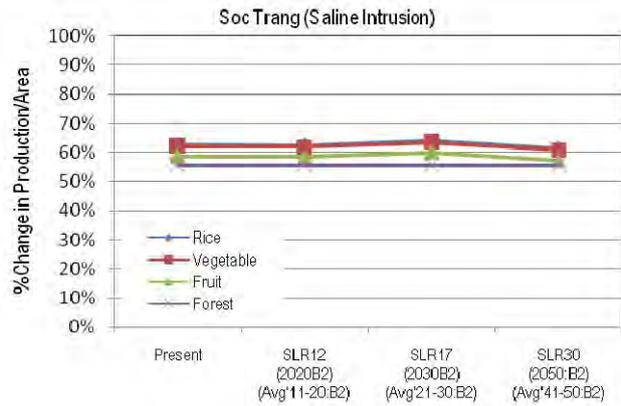


図 3.3.62 B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Soc Trang 農業生産損失(%):海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

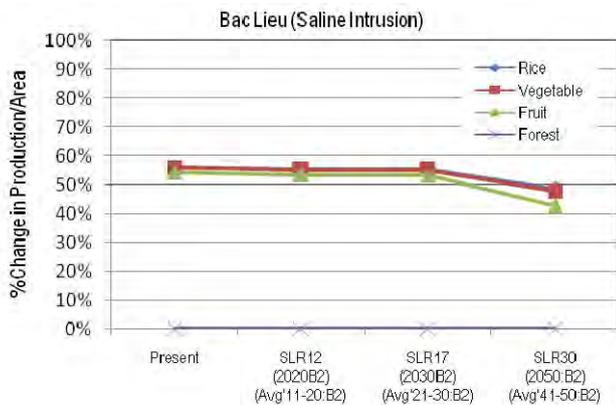


図 3.3.63 B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Bac Lieu 農業生産損失(%):海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

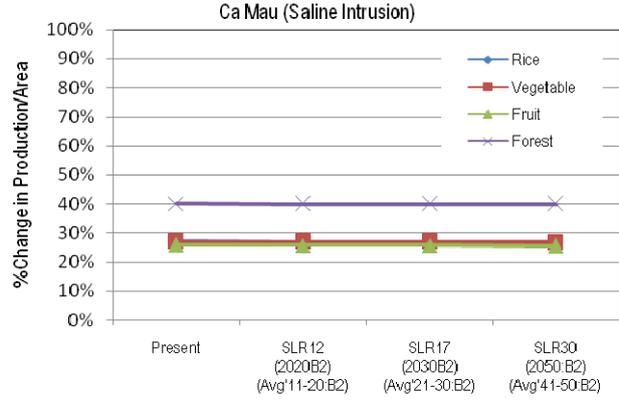


図 3.3.64 B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Ca Mau 農業生産損失(%):海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

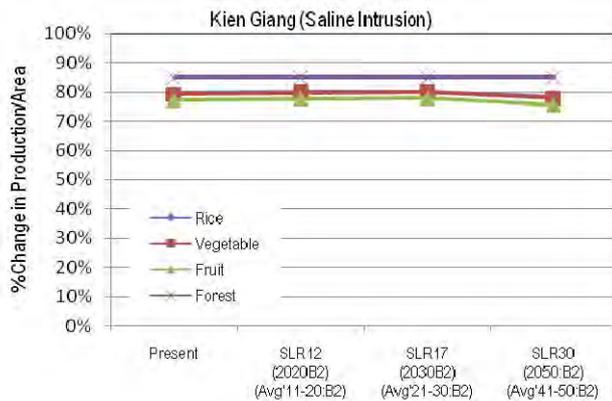


図 3.3.65 B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 Kien Giang 農業生産損失(%):海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

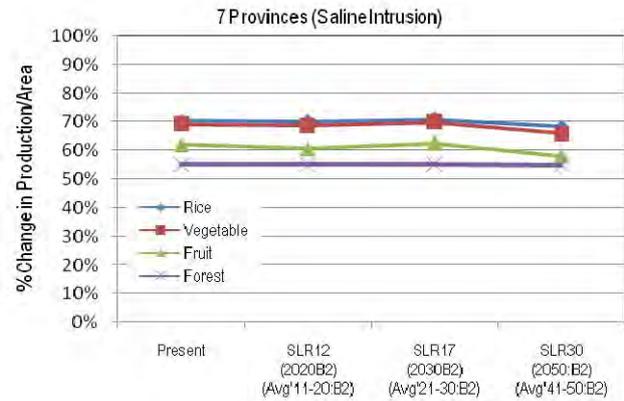


図 3.3.66 B2 シナリオ 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(%):海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

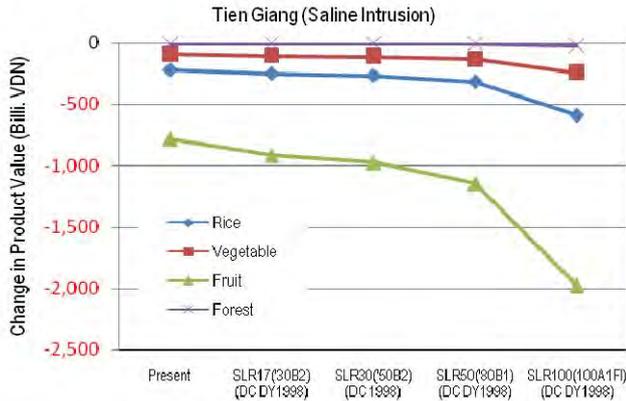


図 3.3.67 1998 渇水年流量条件 Tien Giang 農業生産損失 (VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

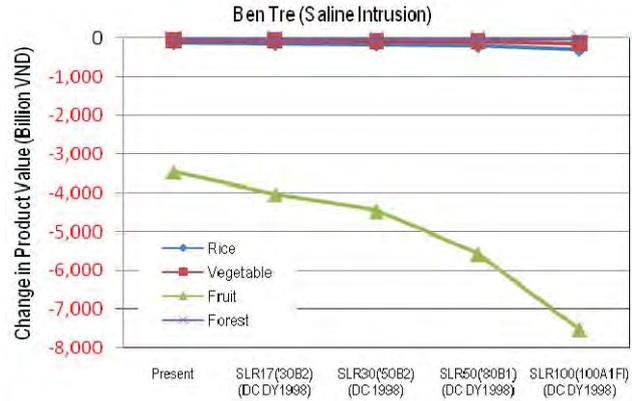


図 3.3.68 1998 渇水年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

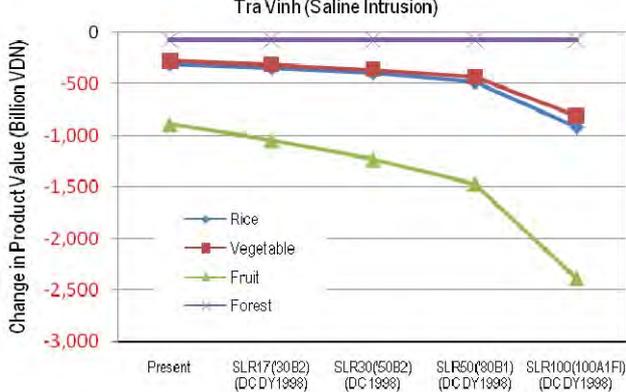


図 3.3.69 1998 渇水年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

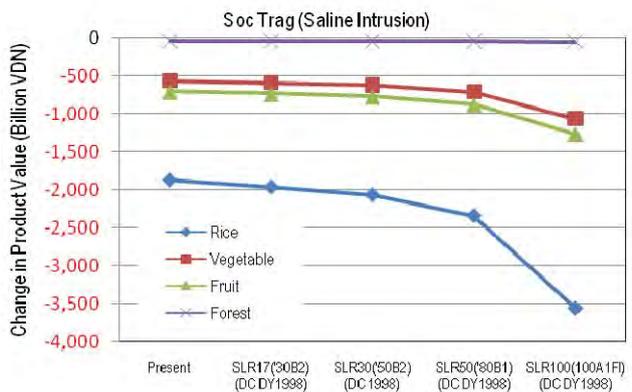


図 3.3.70 1998 渇水年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

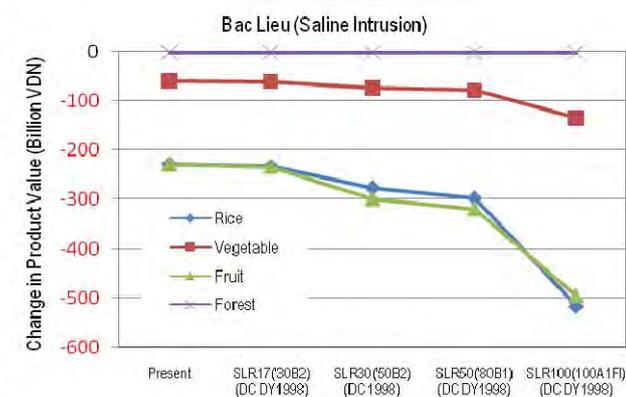


図 3.3.71 1998 渇水年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

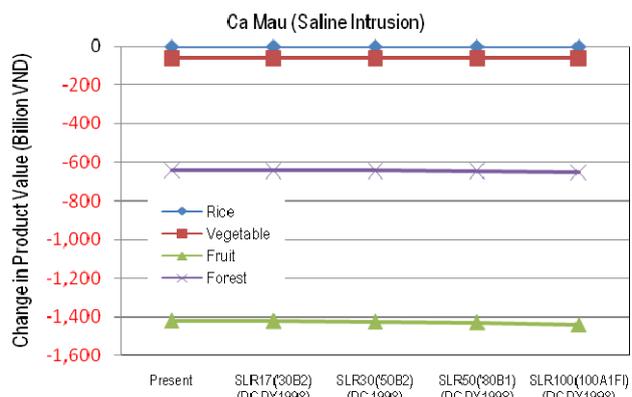


図 3.3.72 1998 渇水年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

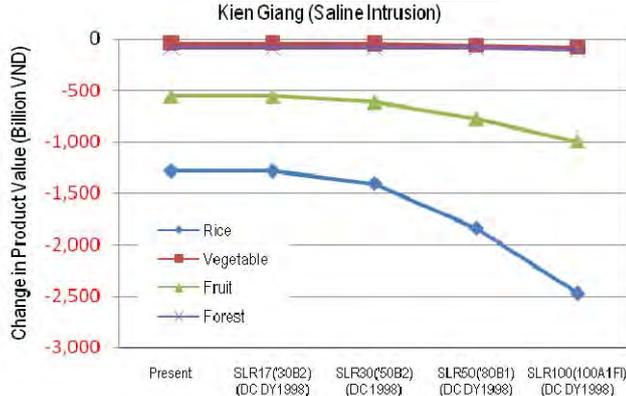


図 3.3.73 1998 渇水年流量条件 Kien Giang 農業生産損失 (VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

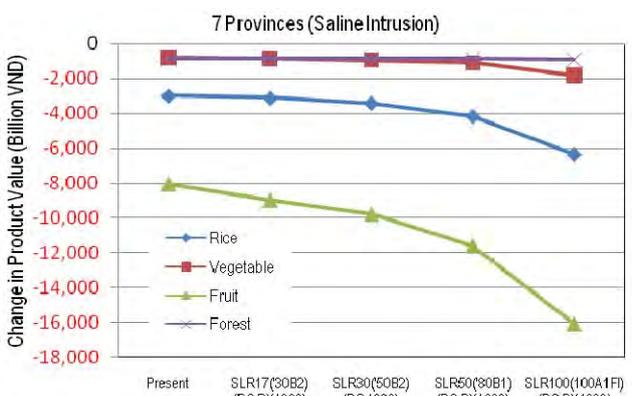


図 3.3.74 1998 渇水年流量条件 7 省農業生産損失(VND) : 海面上昇(17, 30, 50, 100cm)

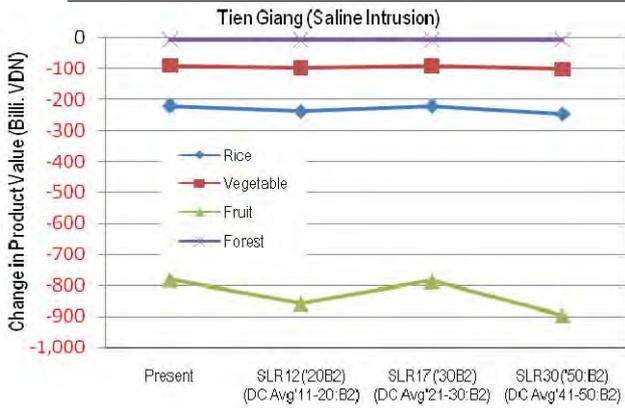


図 3.3.75 B2 現在、2020、2030、2050 流量条件 Tien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

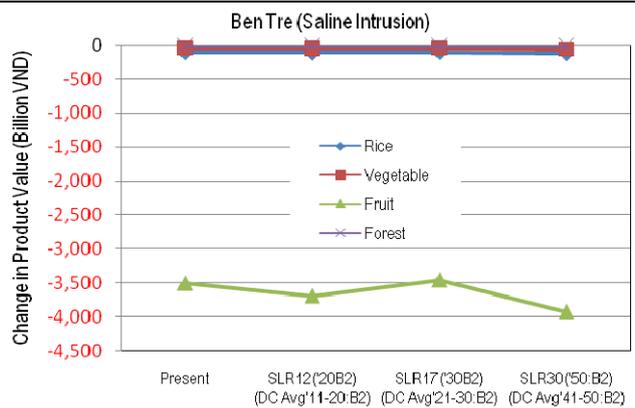


図 3.3.76 B2 現在、2020、2030、2050 流量条件 Ben Tre 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

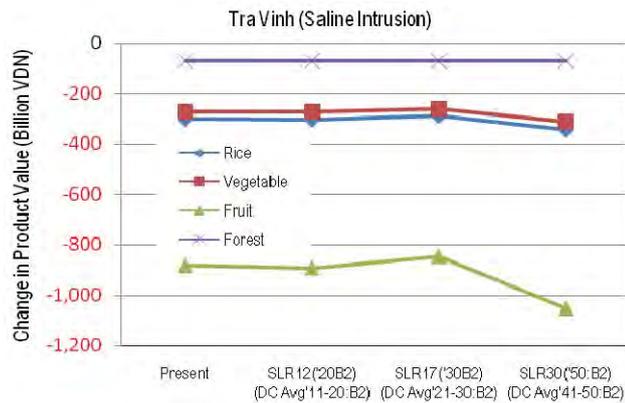


図 3.3.77 B2 現在、2020、2030、2050 流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

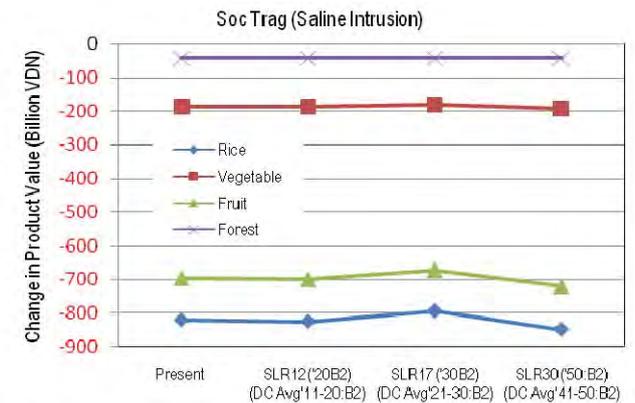


図 3.3.78 B2 現在、2020、2030、2050 流量条件 Soc Trang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

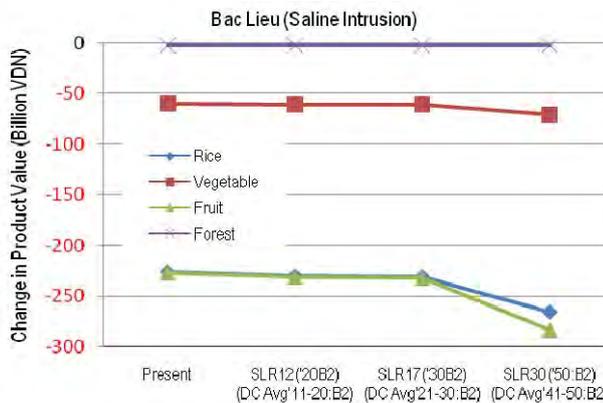


図 3.3.79 B2 現在、2020、2030、2050 流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

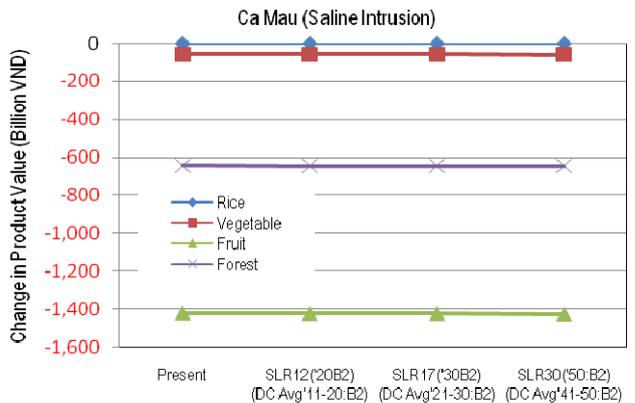


図 3.3.80 B2 現在、2020、2030、2050 流量条件 Ca Mau 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

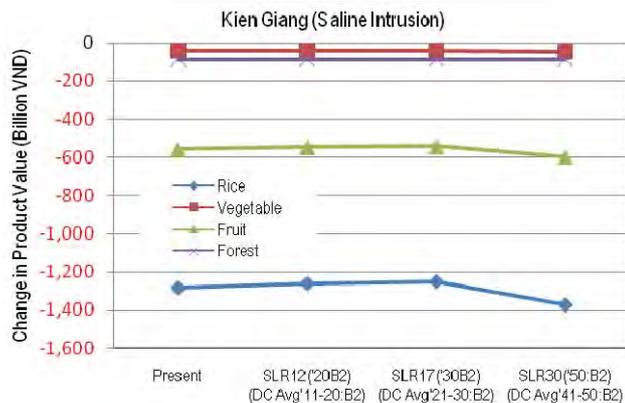


図 3.3.81 B2 現在、2020、2030、2050 流量条件 Kien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

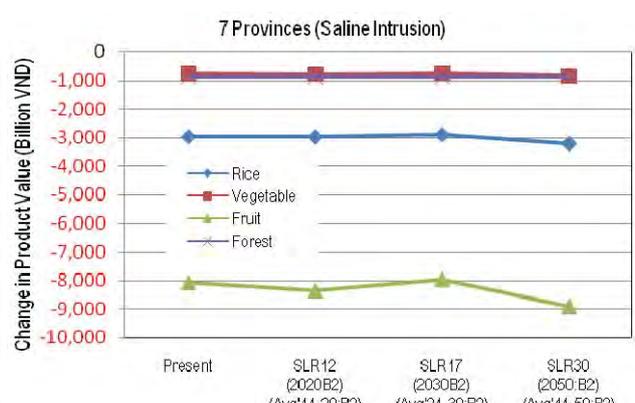


図 3.3.82 B2 現在、2020、2030、2050 流量条件 7 省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

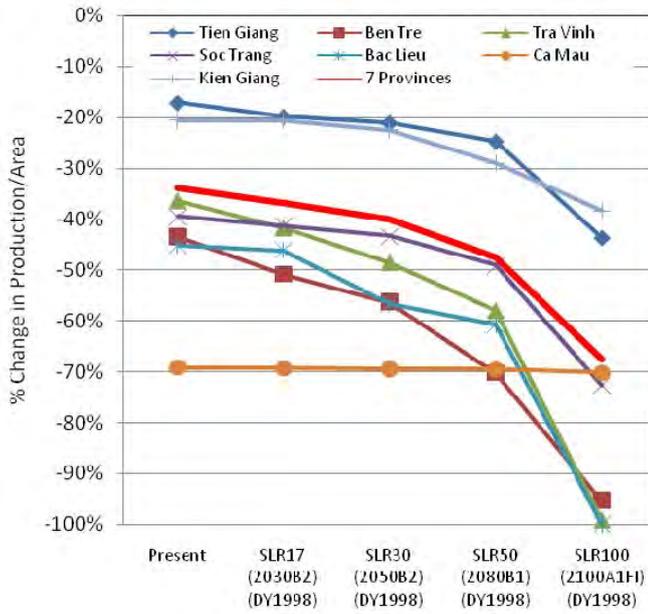


図 3.3.83 1998 洪水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

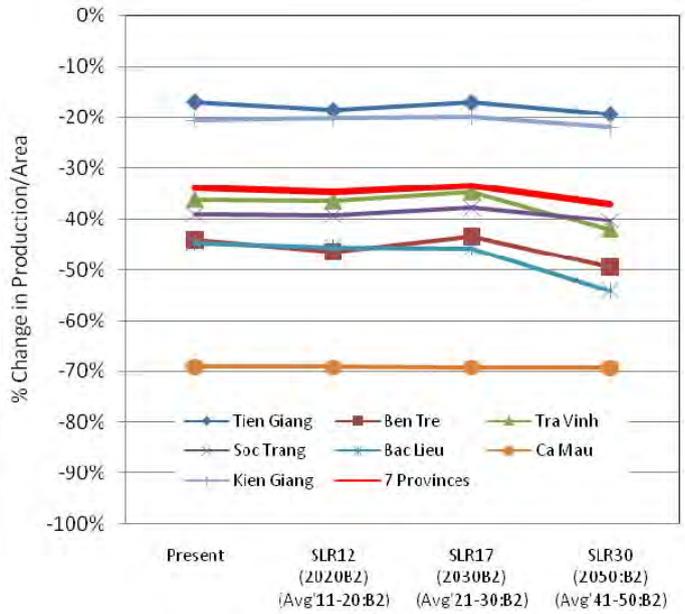


図 3.3.84 B2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 30cm)

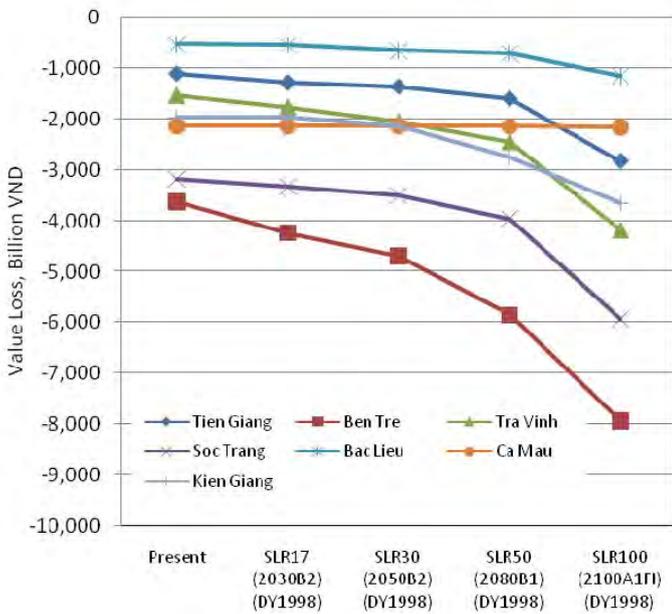


図 3.3.85 1998 洪水年流量条件各省農業生産損失 (VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

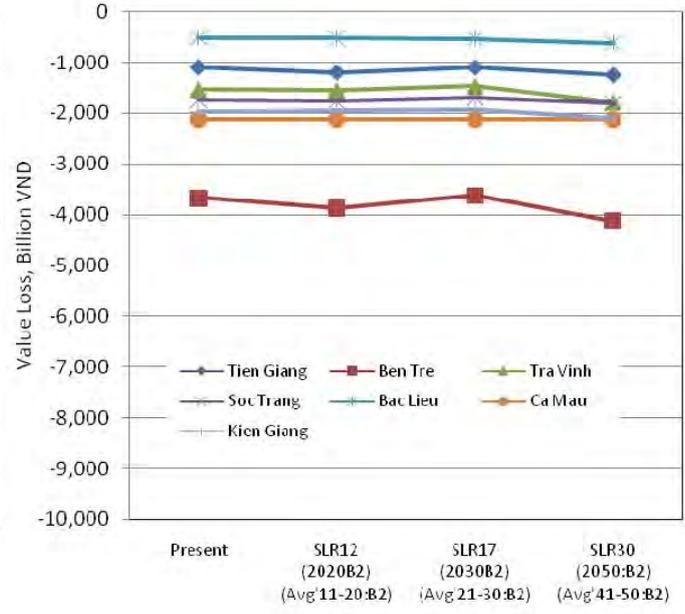


図 3.3.86 B2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量各省農業生産損失 (VND) : 海水面上昇(0, 12, 17, 30cm)