

### 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

気候変動に伴う洪水による湛水被害を解析する。検討したケースは、2000年のメコン川洪水年流量、1991年から2000年の平均流量、またメコン川委員会が予測している将来流量等を用いたケースである。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のA1 (A1FI)、B1、B2に応じて、それぞれ12 cm、17 cm、30/33 cm、50 cm、100 cmの海面上昇を考慮している。

#### 1) 洪水および湛水における被害指標

洪水および湛水は、作物生産量に影響し、家屋や道路といった社会基盤にある種の被害をもたらす。この項では、洪水および湛水による被害の指標は、IAS-South Vietnam、SIWRP、実際の2011年におけるメコンデルタの洪水被害記録等の関連調査結果を参照する。インタビューや現地調査は洪水が発生しやすいDong Thap省やTien Giang省の農民に対して実施した。表3.3.3は、湛水深に関連した被害指標を示している。

表 3.3.3 洪水浸水における被害指標

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

出典：IAS, SIWRP, and interview by the Study Team

湛水とコメの収量の損害について既往の研究成果を参照すると、湛水に対する致命的な2つの成長期間があることが判る。1つは分けつ期、もう1つは成熟期である。Le Sam (2006)<sup>6</sup>は、湛水深とコメ収量の減少の関係を1988年と1989年に試験している。異なる水深を分けつ期、開花期、成熟期にあるコメの実験区画に適用し、その結果を図3.3.31に示すように整理した。Le Samの実験データを線形近似し、表3.3.3の被害指標を計算した。

果物については、Dong Thap省とTien Giang省の果樹栽培農家に対する現地インタビューに基づいて湛水被害を計算した。施肥は果物の湛水被害レベルと関係が強く、施肥の直後の湛水で甚大な被害が生じる。施肥の影響を除けば、果樹は通常、湛水期間が最大3週間は生育可能であり、湛水期間が3週間を超えると果樹の被害が発生してくることが農家へのインタビューから判った。よって、25cmの湛水深で3週間を生育の限度と想定し、これを超えると生育が不可能となるように被害指標を設定した。

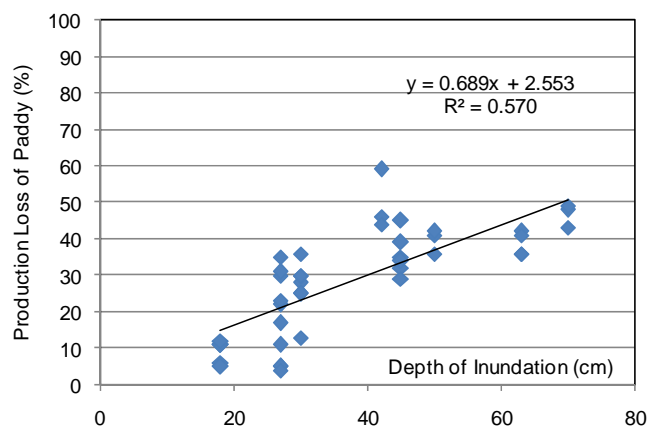


図 3.3.37 湛水深と稲作生産ロス(%)

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

野菜は湛水には耐えられないと一般に言われている。Dong Thap省とTien Giang省でのインタビューによると、1日（または1回でも）湛水すれば、野菜の生産量減少が発生している。その

<sup>6</sup> Le Sam (2006), Irrigation in the Mekong Delta, Agricultural Publishing house, Ho Chi Minh

ため、ここでは 25cm までの湛水深（高畝の高さまで湛水）が 1 日あった場合を 10%ロスと設定し、それを超えると野菜生産量に甚大な被害が生じるとした。

養殖池の最も低い部分の土手を超えるような水位の上昇があった場合、エビは簡単に池から逃げてしまう。農家へのインタビューによれば、場合によっては、10cm でも水位が上昇すれば、エビは池から逃げ出せるとのことである。一方、養殖池の土手の高さには通常余裕高が見込まれている。また、海水面が徐々に上昇すれば、農家はある程度までなら、様々な方法で養殖池の土手の高さを嵩上げすること可能である。これらを考慮に入れ、50cm の湛水深をエビが逃げ始める深さと設定した。

固有のメラルーカの木については、N. Marcar 他（1995）がメラルーカは土壌の湿潤状態に対する高い耐性と塩分耐性の特徴を持つと述べているが、湛水時における生存率に関する明確な記録や実験結果は存在しなし。SIWRP では、メラルーカについて 3m の湛水条件で 50%程度減少すると考えている。このことから、2.0 から 3.0m の湛水条件において、SIWRP と協議の上 25%の被害が発生すると設定した。

## 2) 洪水および湛水による収量減と被害

図 3.3.88 から図 3.3.91 は、2000 年洪水におけるメコン川流量と気候変動 B2 シナリオで想定される 2050 年の海面上昇量 30cm の条件下における月毎の洪水および湛水の等値線を示している。同様に、図 3.3.92 から図 3.3.95 にはメコン川委員会が予測している 2050 年のメコン川流量と気候変動シナリオ A2 での 33cm の海面上昇時の結果を示している。これらの図から以下の点が指摘される。

- 1) Don Thap 省や An Giang 省といったメコンデルタの上流域で深刻な洪水が発生する。海岸域では、洪水位はデルタの上流域で見られるほど深刻ではない。しかしながら、Kien Giang 省は An Giang 省に隣接するデルタの上流に位置しているため、他の沿岸地域の省に比べて、影響を受けやすい傾向にある。加えて、Tien Giang 省の上流端は、メコン川からの洪水流量だけでなく、Don Thap 省を経由してくる洪水の影響も受けるため湛水が大きくなる。
- 2) Ca Mau、Bac Lieu、Soc Trang 省では、洪水および湛水に影響されやすい低地が存在する。これらの地域では、コメが雨期に栽培されている。雨期の終わりに近づくにつれて深刻となる洪水および湛水を避けるために、農民は通常、可能な限り植え付けとコメの収穫を早い時期に行うように努めている。
- 3) 月毎の図を見ると、洪水および湛水レベルは 9 月と 10 月にピークを迎える。An Giang 省や Don Thap 省のような上流の省では 9 月にピークを迎え、沿岸部の省ではそのピークは多少遅れて 10 月に現れることが判る。この傾向は、メコン川の洪水が上流から始まり、デルタの末端までほぼ全域にかけて徐々に広がることと関連している。
- 4) 2000 年流量と将来の予想流量との違いは、後者の洪水による湛水レベルが小さいことである。この傾向は、上流から下流までのメコンデルタ全域に現れる。これはメコン川委員会が算定した将来の予想流量が、既往最大である 2000 年流量まで大きくないことによる。

図 3.3.96 から図 3.3.103 は、2000 年メコン川流量と気候変動 B2 シナリオでの海面上昇 30cm 条件下での月別湛水深の推移を示している。図 3.3.104 から図 3.3.111 は同じく、気候変動 A2 シナリオにおける 2050 年海面上昇 33cm および 2050 年の推定メコン川流量による解析結果を示す。さらに、図 3.3.112 から図 3.3.119 には気候変動 A1FI シナリオにおける 2100 年の海面上昇 100cm

と 2000 年メコン川流量の条件下での月別湛水深の推移を示している。これらの図から、次のことが指摘できる。

- 1) 2000 年洪水において湛水の影響が小さい地域は Ben Tre 省と Tra Vinh 省であり、例えば図 3.3.97 および図 3.3.98 で分かるように、25cm 以下といった浅い湛水深地域が比較的広い範囲に現れている。将来のメコン川流量を適用した場合、Tien Giang 省と Kien Giang 省を除く全ての省では殆ど湛水の影響を受けない。既に述べたとおり、Tien Giang 省は Don Thap 省と An Giang 省を経由した洪水を受けるため湛水の影響が比較的強く現れる。
- 2) 100cm の海面上昇が与えられた図 3.3.104 から図 3.3.111 より、多くの地域が洪水および湛水の影響を受けることが分かる。Ben Tre 省や Tra Vinh 省でさえ、湛水深は他地域と比べて深くはないが例外ではない。Kien Giang 省は 100cm の海面上昇の条件では、もともと洪水および湛水の影響を受ける。多くの地域は 100cm 以上の湛水深となる。

図 3.3.120 から図 3.3.127 は、コメ、野菜およびエビの生産量の変化（減少）、ならびに湛水深に応じた面積変化を果樹と森林について示している。図では、2000 年の洪水流量に対し、17cm (2030 年の B2 シナリオ)、30cm (2050 年 B2 シナリオ)、50cm (2080 年 B1 シナリオ)、100cm (2100 年 A1FI シナリオ) といった異なる海面上昇を組み合わせている。一方、図 3.3.128 から図 3.3.135 には、将来のメコン川予測流量と 12cm (2020 年の A1FI シナリオ)、17cm (2030 年の A1FI シナリオ)、33cm (2050 年 A1FI シナリオ) の異なる海面上昇量における生産量、面積の変化を示す。後者のケースでは、入手できた将来のメコン川流量が 2050 年までであったため、解析もそれまでを対象とした。これらの図から、次の点が示唆できる。

- 1) 割合による変化で見ると、最も影響の小さい省は Tra Vinh 省、次に Ben Tre 省と Bac Lieu 省が 2050 年まで続き、これは前述した洪水および湛水レベルに関連したものである。Tien Giang 省と Kien Giang 省を割合で見た場合、最も大きな生産量ならびに面積の減少が見られる。
- 2) 最も影響を受ける作物は野菜であり、コメ、果樹、エビが続く。樹木は受ける影響が最も小さく、実際、海水面が 100cm 上昇してもほとんど被害は見られない。コメと果樹と比べると、一般的には果樹のほうがコメよりも湛水に影響されやすい。しかしながら、コメが低地で作られるのに対し、果樹は比較的高い土地で栽培されている。このことにより、果樹の湛水による影響はコメよりも小さくなったものと思われる。

図 3.3.136～図 3.3.143、また図 3.3.144～図 3.3.151 は、被害や減少を 10 億 VND 単位の経済価値で表現したものである。図 3.3.136 から図 3.3.143 は、2000 年洪水と異なる海面上昇量のケース、図 3.3.144 から図 3.3.151 は、将来の予測メコン川流量と海面上昇との組み合わせにおける 10 億 VND 単位の变化、減少量を示している。

- 1) 前述したとおり、割合で見ると最も影響を受けるのは野菜である。しかしながら、経済価値では、生産量、面積共に最も影響を受けるのは果樹あるいはエビのケースが多い。野菜の栽培面積は大きくないため、経済価値で見た場合、割合で算定したようには被害は大きくなる。Tien Giang 省と Ben Tre 省は果物生産地として有名であるが、果樹の被害が最大である。Kien Giang 省では、水田がかなりの面積を占めるので、経済価値で見たコメの損害額は大きい。
- 2) エビは、大きな海面上昇を適用する後期に、損害額が急激な増加を示す。エビは、池

から逃げ出し始めるある湛水深で損害が生じると想定されるので、例えば 100cm の海水面上昇ではかなりの額の損害が見られる。

図 3.3.152 と図 3.3.153 は省毎の割合でみた生産量と面積の変化を示している。同様に、図 3.3.154 と図 3.3.155 には省毎の経済価値でみた変化（損害額）を示す。割合による区分は Kien Giang 省が「present」のケースを除いて最大で、その後に Tien Giang 省が続く。他の 5 省では概ね損害割合は同程度である。経済価値の変化（損害額）では、Kien Giang 省が 2080 年まででは最大の損害を示すが、これは広大な稲作の損害によるもので、2050 年までは Tien Giang 省が続く。2100 年には、Ca Mau 省、Soc Trang 省と Bac Lieu 省とも、100cm の海水面上昇下のエビの損害が大量に生じるために、大きな損害を示している。

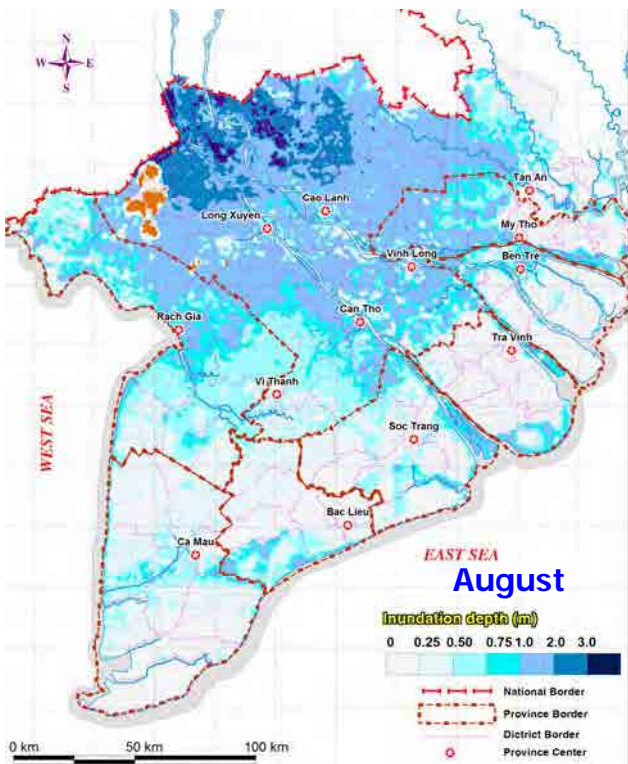


図 3.3.88 2000 洪水年流量条件での 8 月等湛水分布図：  
海面上昇 30cm (2050 年相当)

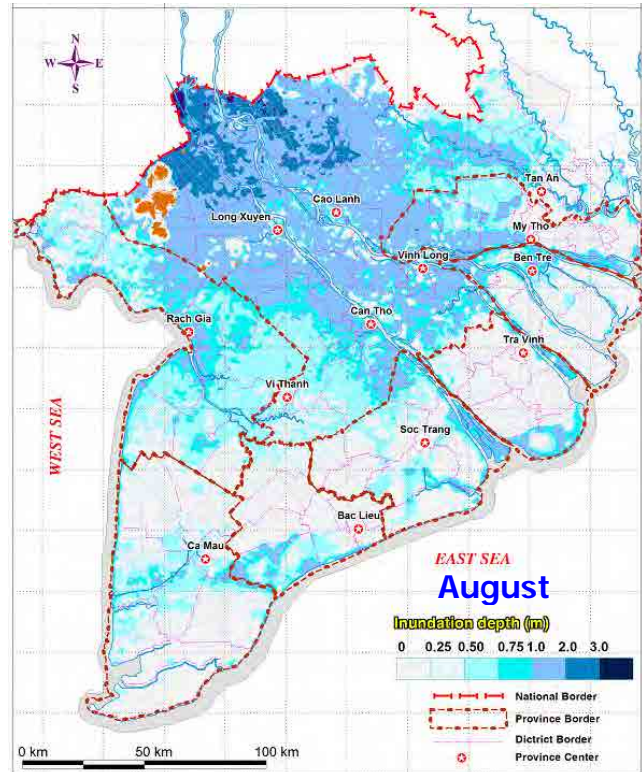


図 3.3.92 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 8 月等湛  
水分布図：海面上昇 33cm (2050 年相当)

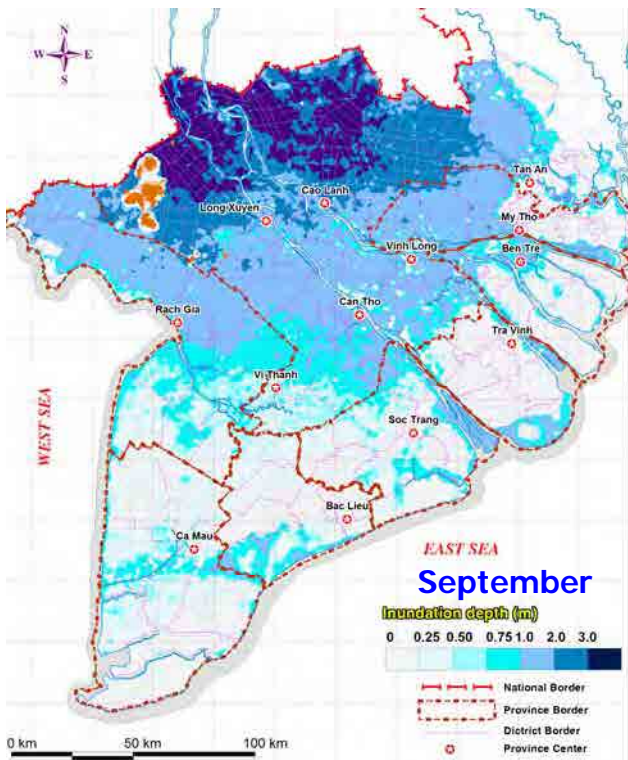


図 3.3.89 2000 洪水年流量条件での 9 月等湛水分布図：  
海面上昇 30cm (2050 年相当)

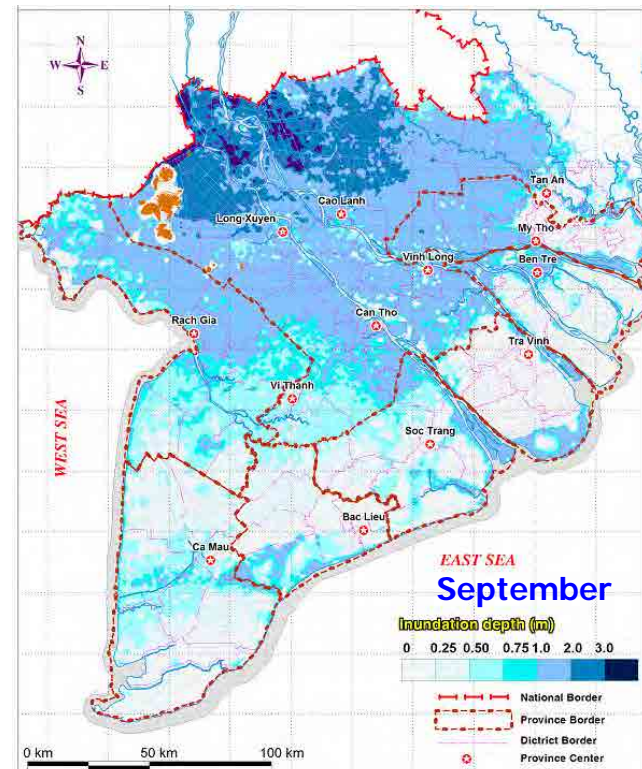


図 3.3.93 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 9 月等湛  
水分布図：海面上昇 33cm (2050 年相当)

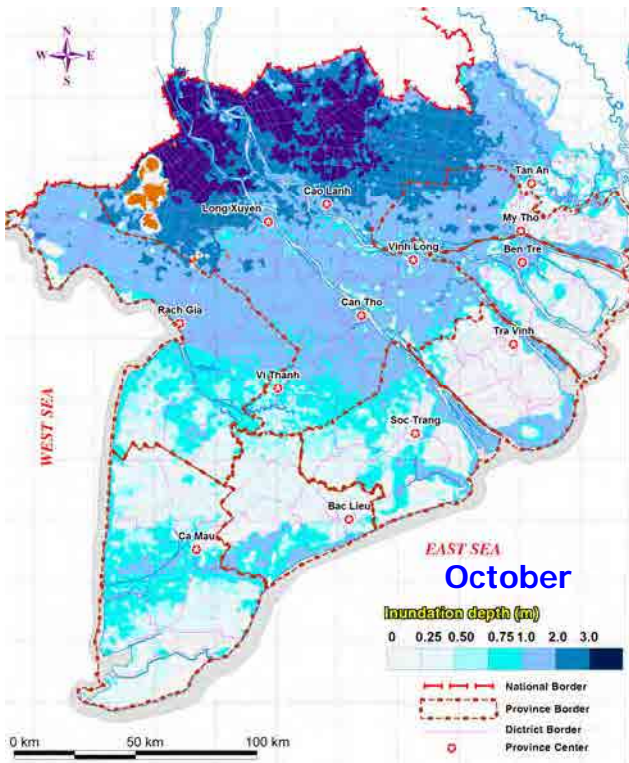


図 3.3.90 2000 洪水年流量条件での 10 月等湛水分布  
図：海面上昇 30cm (2050 年相当)

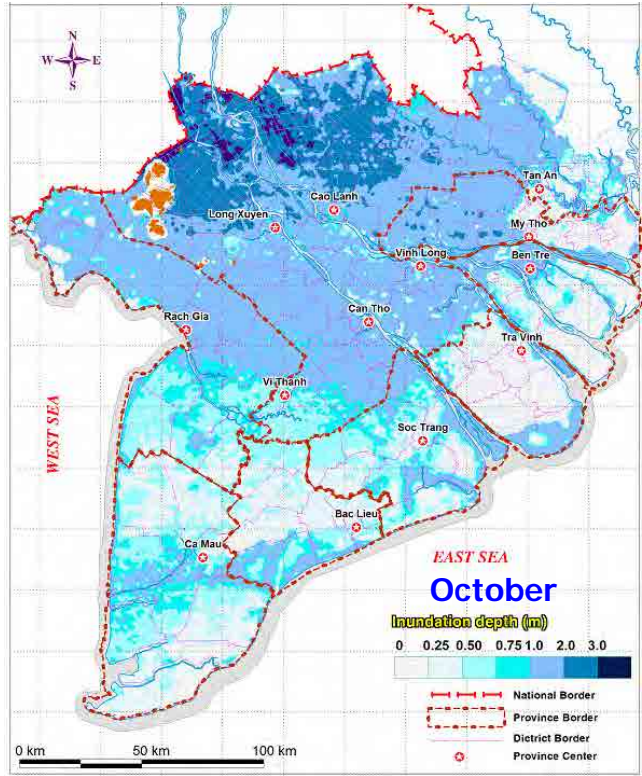


図 3.3.94 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 10 月等  
湛水分布図：海面上昇 33cm (2050 年相当)

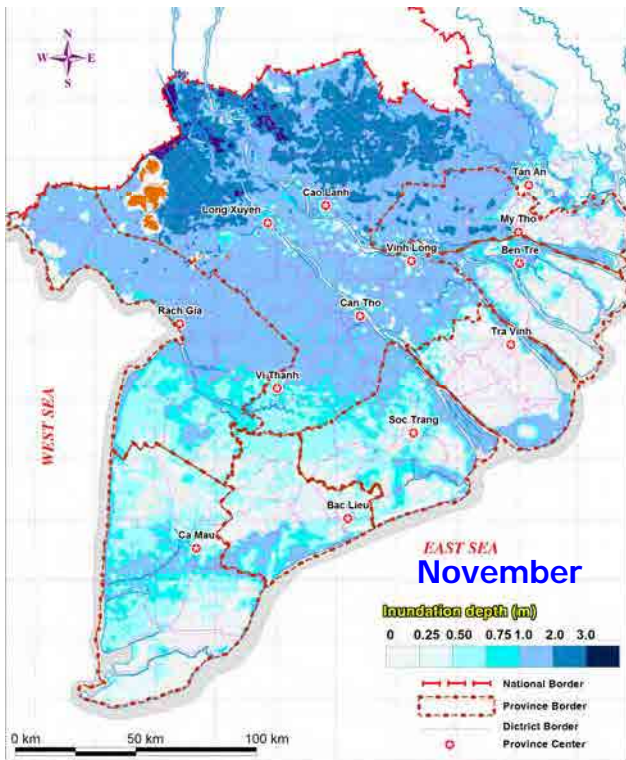


図 3.3.91 2000 洪水年流量条件での 11 月等湛水分布  
図：海面上昇 30cm (2050 年相当)

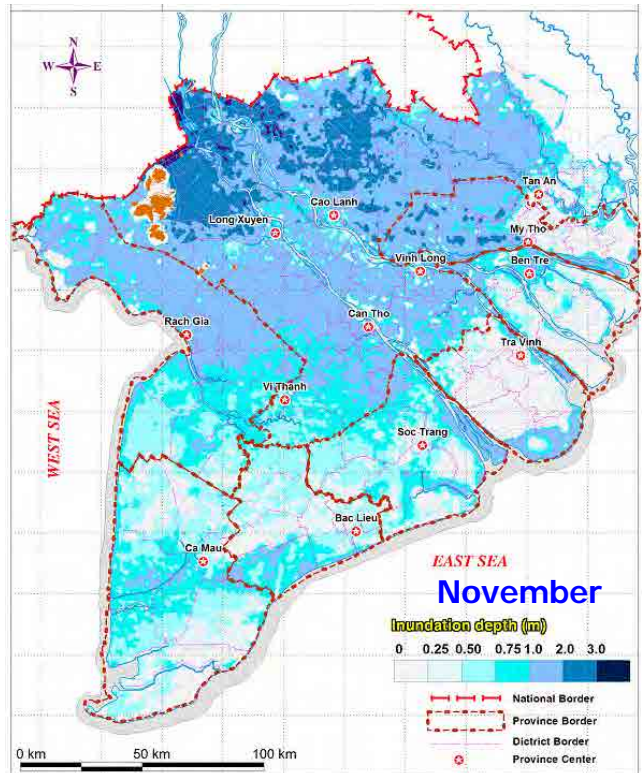


図 3.3.95 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件での 11 月等  
湛水分布図：海面上昇 33cm (2050 年相当)

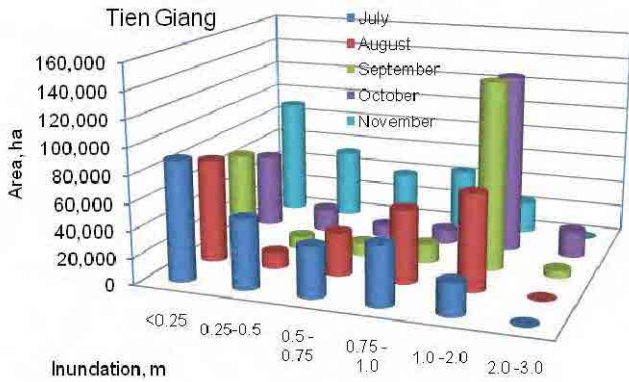


図 3.3.96 2000 洪水年流量条件 Tien Giang 湛水面積：  
海水面上昇 30cm (2050 年相当)

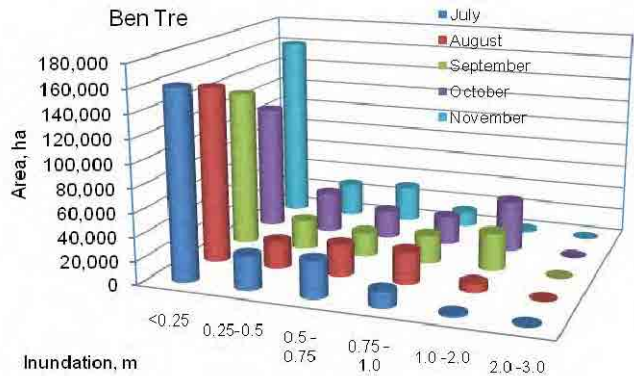


図 3.3.97 2000 洪水年流量条件 Ben Tre 湛水面積：  
海水面上昇 30cm (2050 年相当)

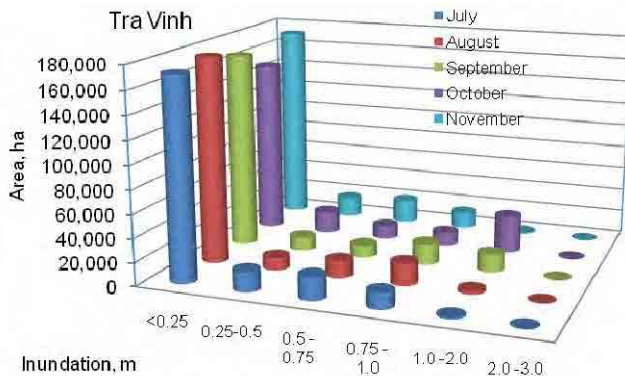


図 3.3.98 2000 洪水年流量条件 Tra Vinh 湛水面積：  
海水面上昇 30cm (2050 年相当)

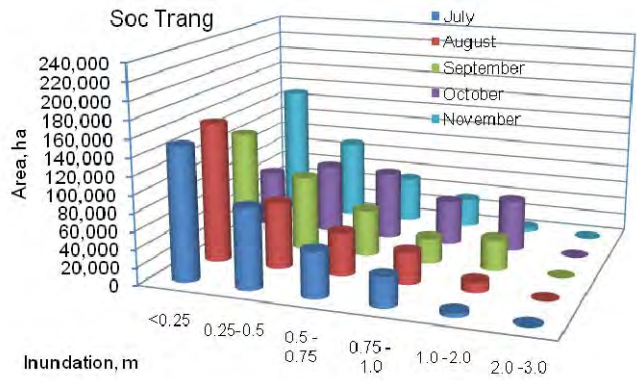


図 3.3.99 2000 洪水年流量条件 Soc Trang 湛水面積：  
海水面上昇 30cm (2050 年相当)

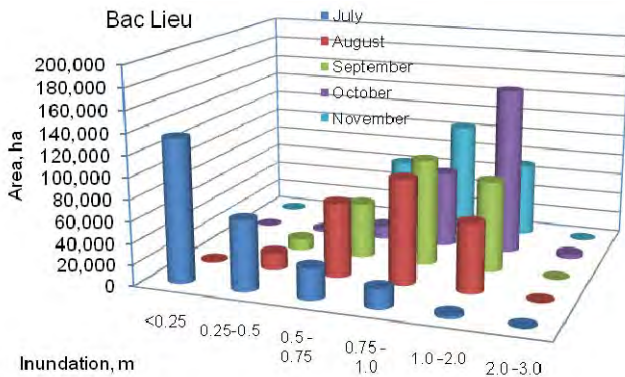


図 3.3.100 2000 洪水年流量条件 Bac Lieu 湛水面積：  
海水面上昇 30cm (2050 年相当)

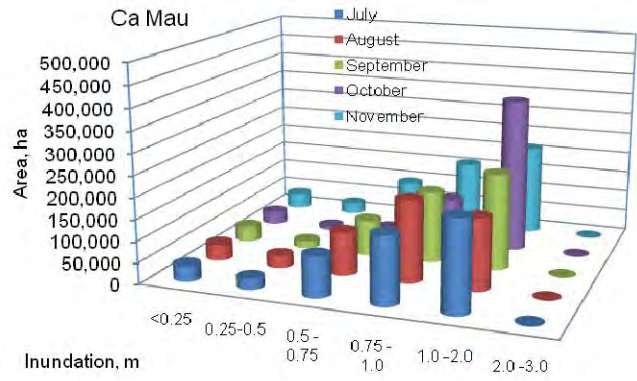


図 3.3.101 2000 洪水年流量条件 Ca Mau 湛水面積：  
海水面上昇 30cm (2050 年相当)

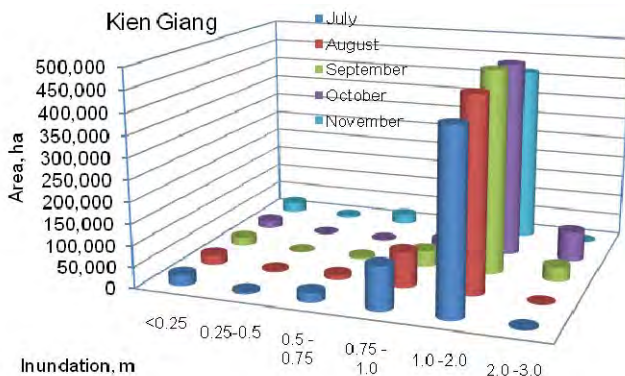


図 3.3.102 2000 洪水年流量条件 Kien Giang 湛水面積：  
海水面上昇 30cm (2050 年相当)

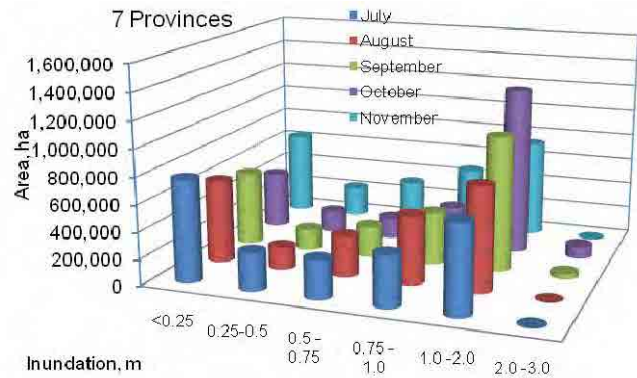


図 3.3.103 2000 洪水年流量条件 7 省湛水面積：  
海水面上昇 30cm (2050 年相当)

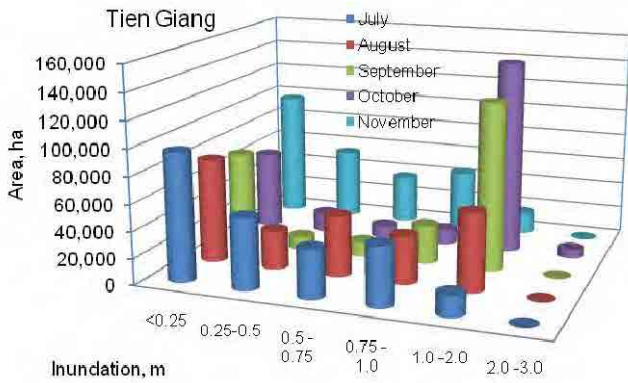


図 3.3.104 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Tien Giang  
 湛水面積：海水面上昇 33cm (2050 年相当)

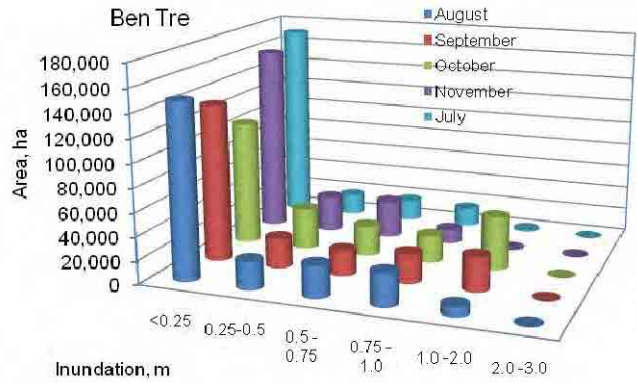


図 3.3.105 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Ben Tre  
 湛水面積：海水面上昇 33cm (2050 年相当)

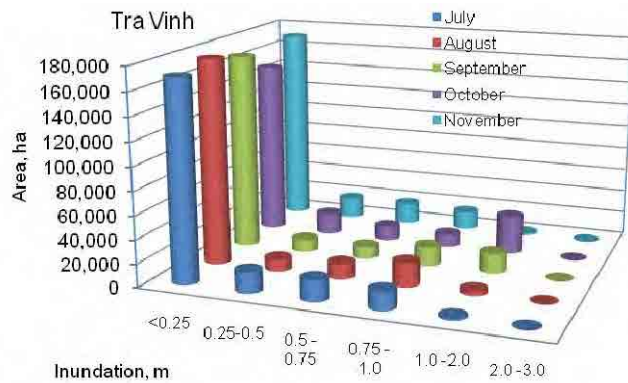


図 3.3.106 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Tra Vinh  
 湛水面積：海水面上昇 33cm (2050 年相当)

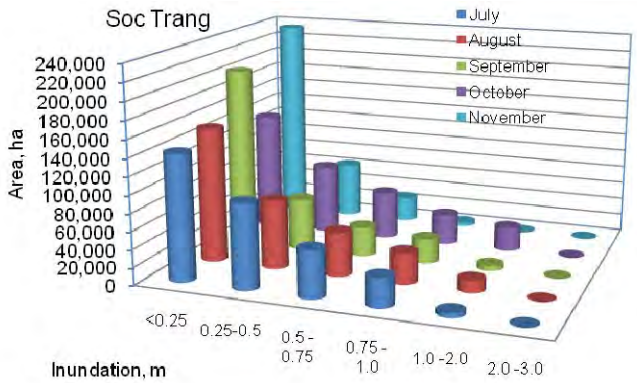


図 3.3.107 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Soc Trang  
 湛水面積：海水面上昇 33cm (2050 年相当)

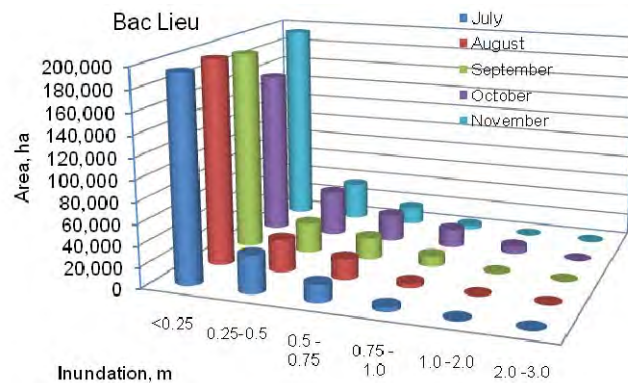


図 3.3.108 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Bac Lieu  
 湛水面積：海水面上昇 33cm (2050 年相当)

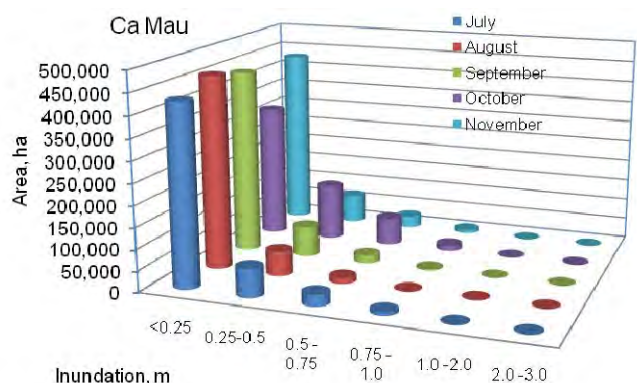


図 3.3.109 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Ca Mau  
 湛水面積：海水面上昇 33cm (2050 年相当)

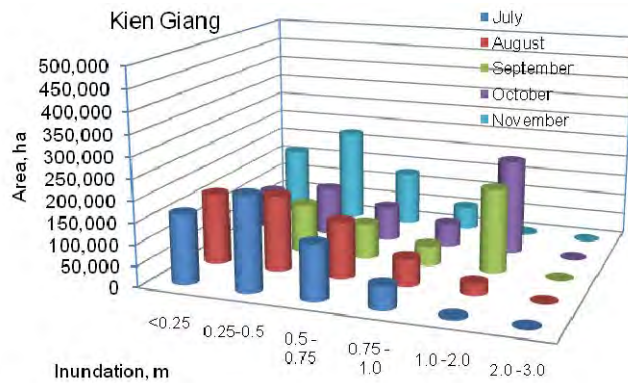


図 3.3.110 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 Kien Giang  
 湛水面積：海水面上昇 33cm (2050 年相当)

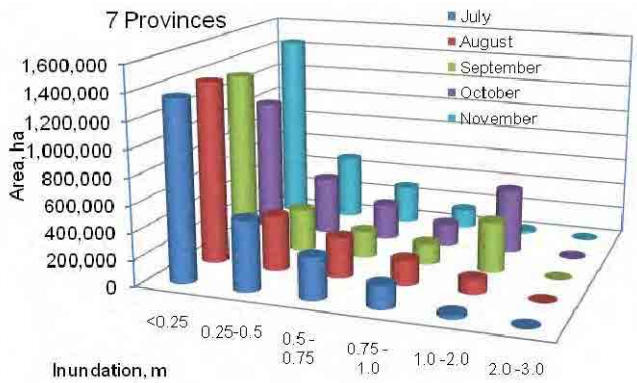


図 3.3.111 A2 シナリオ 2050 年対象流量条件 7 省湛水面積：海水面上昇 33cm (2050 年相当)



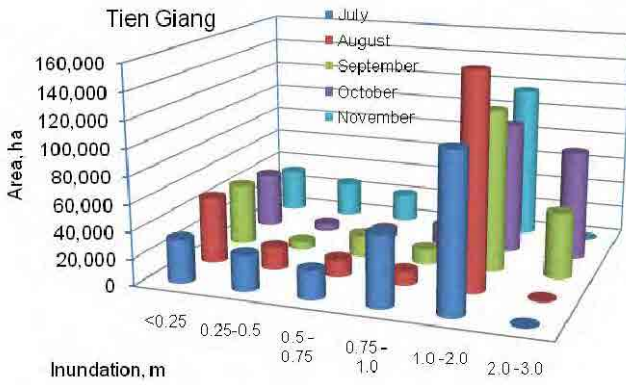


図 3.3.112 2000 洪水年流量条件 Tien Giang 湛水面積：  
海水面上昇 100cm (2100 年相当)

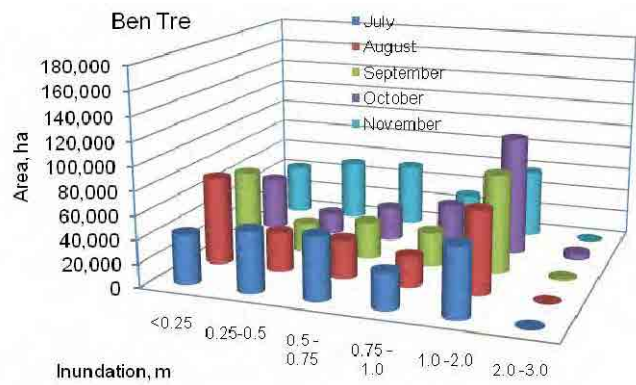


図 3.3.113 2000 洪水年流量条件 Ben Tre 湛水面積：  
海水面上昇 100cm (2100 年相当)

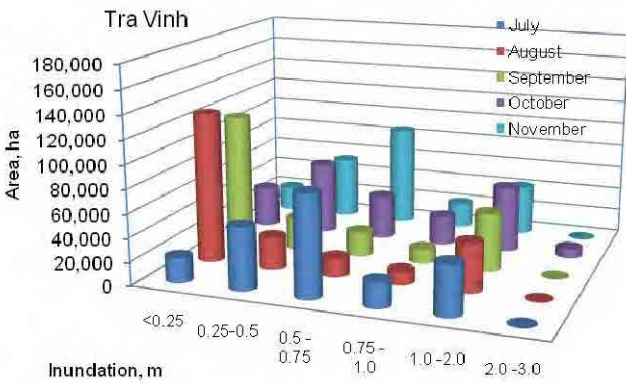


図 3.3.114 2000 洪水年流量条件 Tra Vinh 湛水面積：  
海水面上昇 100cm (2100 年相当)

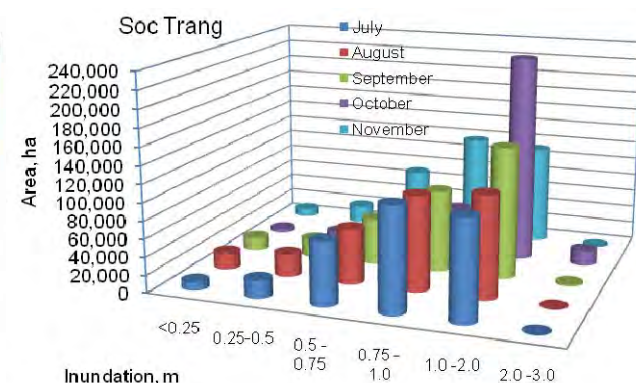


図 3.3.115 2000 洪水年流量条件 Soc Trang 湛水面積：  
海水面上昇 100cm (2100 年相当)

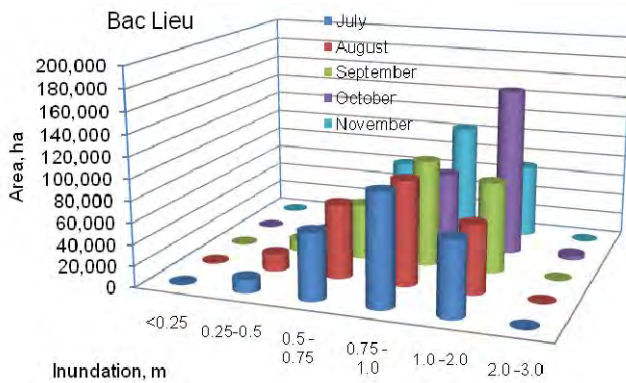


図 3.3.116 2000 洪水年流量条件 Bac Lieu 湛水面積：  
海水面上昇 100cm (2100 年相当)

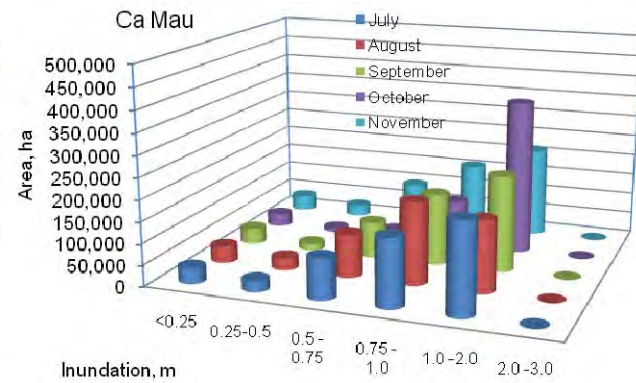


図 3.3.117 2000 洪水年流量条件 Ca Mau 湛水面積：  
海水面上昇 100cm (2100 年相当)

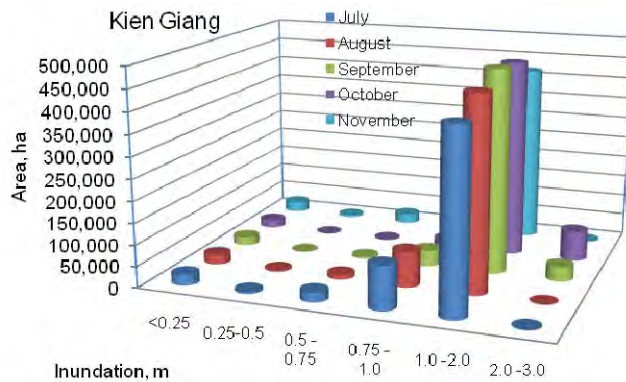


図 3.3.118 2000 洪水年流量条件 Kien Giang 湛水面積：  
海水面上昇 100cm (2100 年相当)

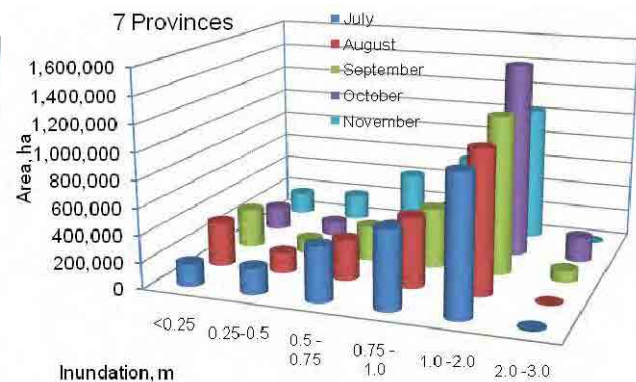


図 3.3.119 2000 洪水年流量条件 7 省湛水面積：  
海水面上昇 100cm (2100 年相当)

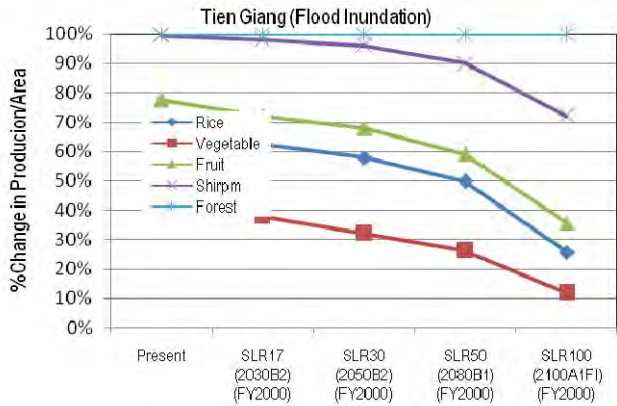


図 3.3.120 2000 洪水年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

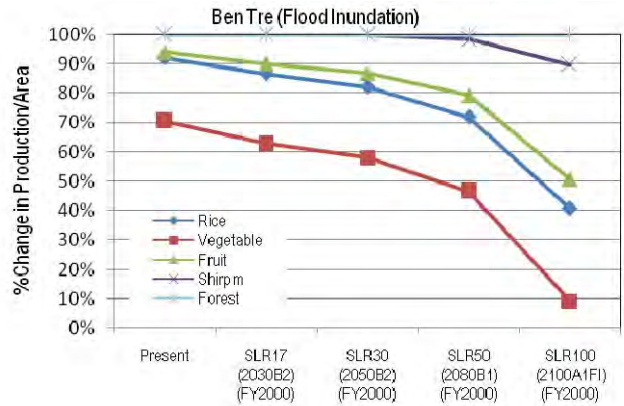


図 3.3.121 2000 洪水年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

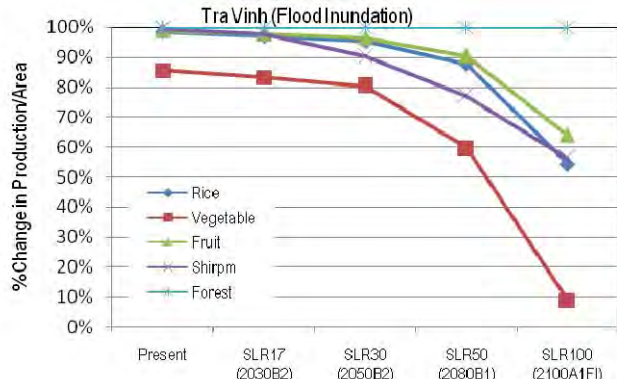


図 3.3.122 2000 洪水年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

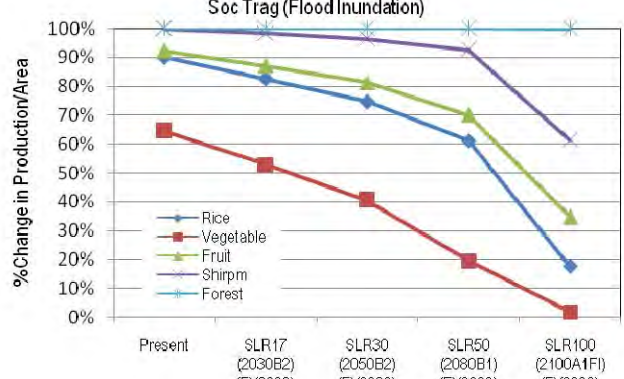


図 3.3.123 2000 洪水年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

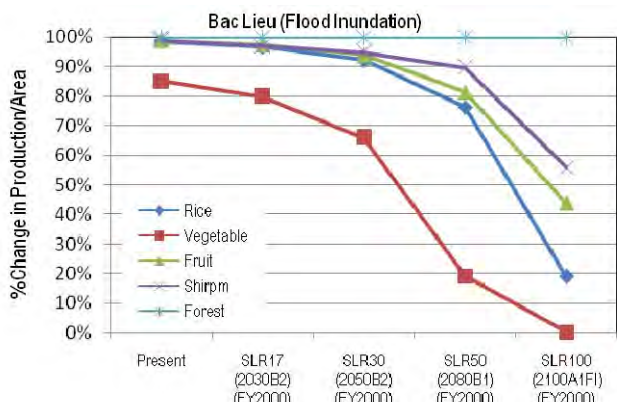


図 3.3.124 2000 洪水年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

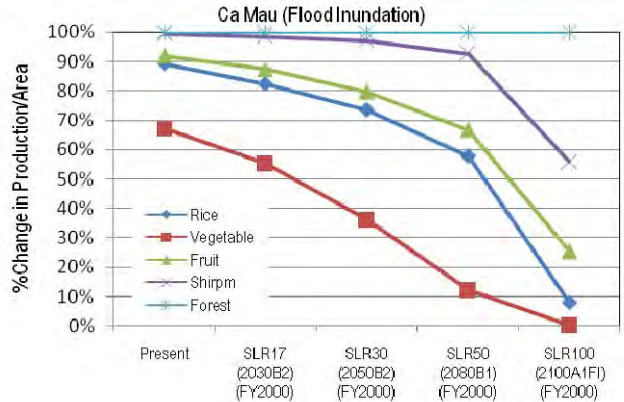


図 3.3.125 2000 洪水年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

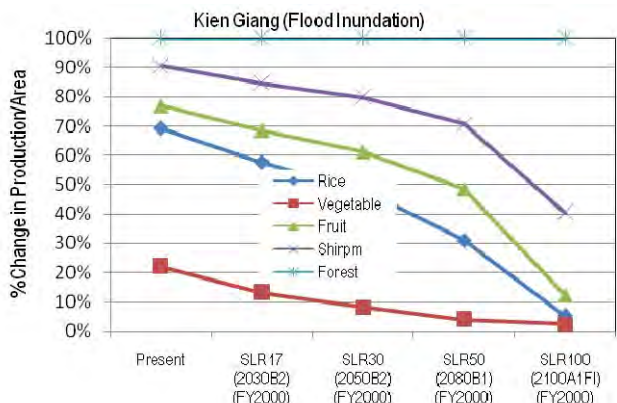


図 3.3.126 2000 洪水年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

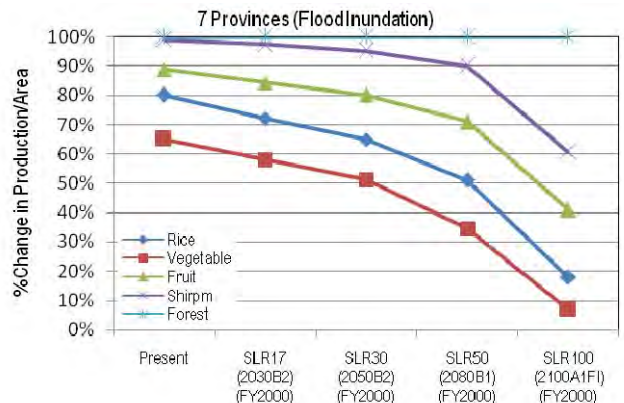


図 3.3.127 2000 洪水年流量条件 7 省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

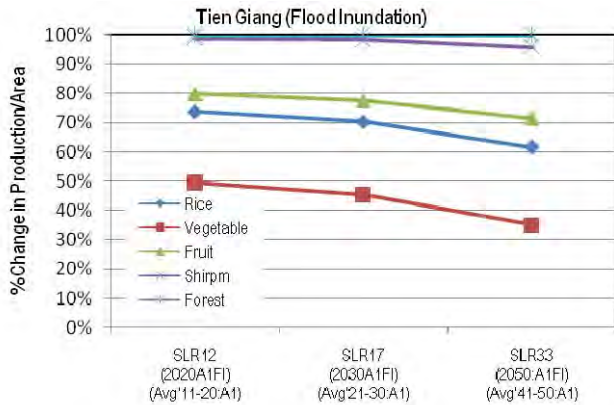


図 3.3.128 A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

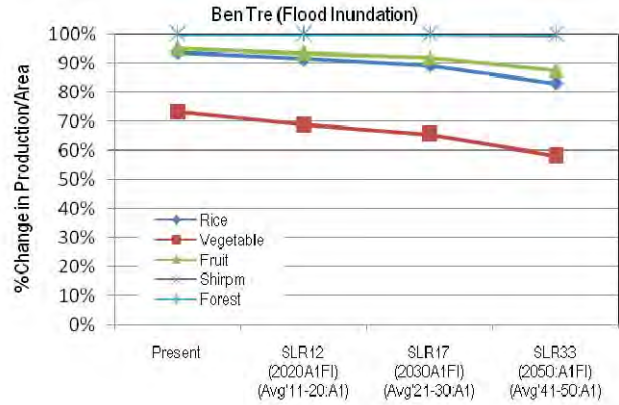


図 3.3.129 A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

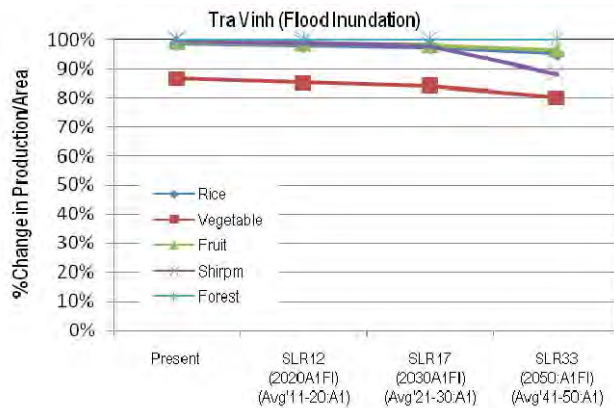


図 3.3.130 A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

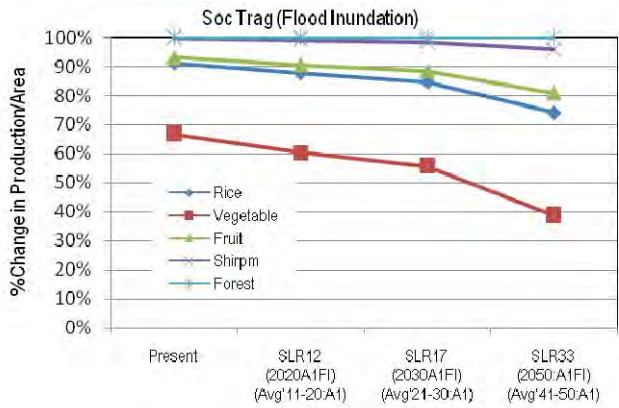


図 3.3.131 A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

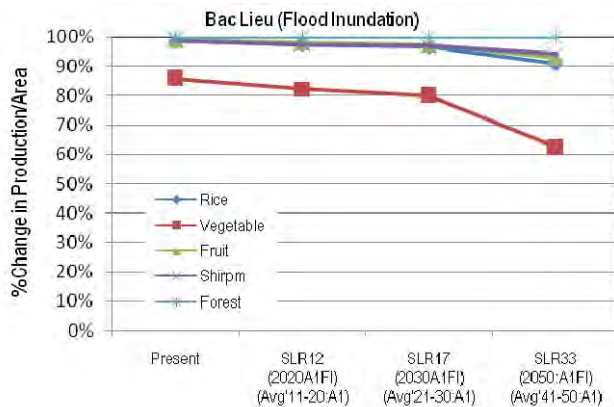


図 3.3.132 A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

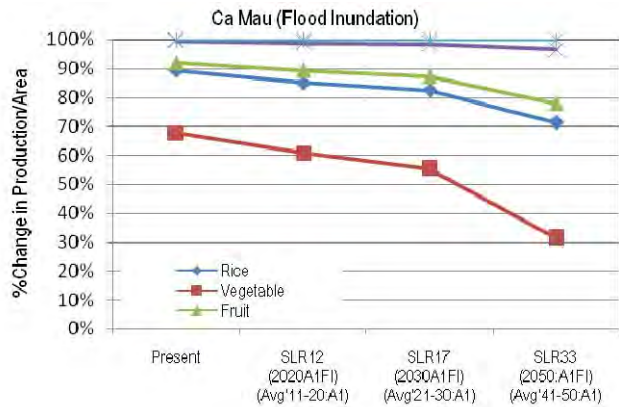


図 3.3.133 A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

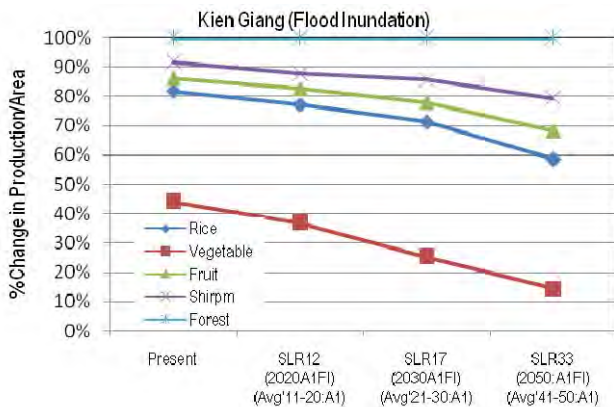


図 3.3.134 A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

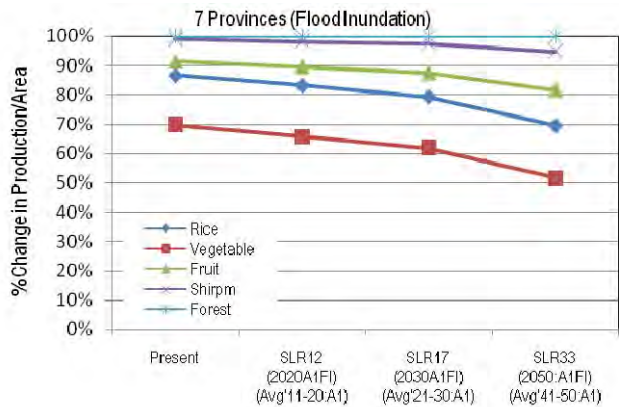


図 3.3.135 A2 現在, 2020, 2030, 2050 年流量条件 7 省農業生産損失(%): 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

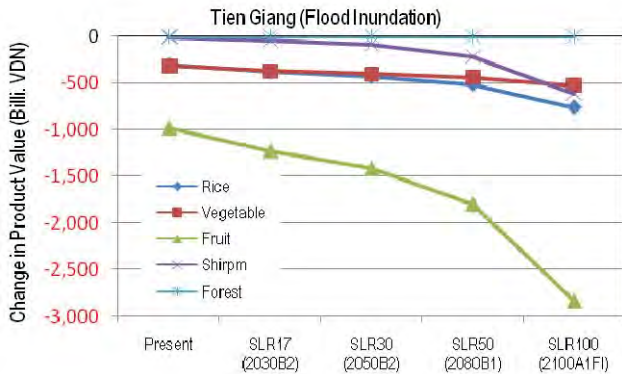


図 3.3.136 2000 洪水年流量条件 Tien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

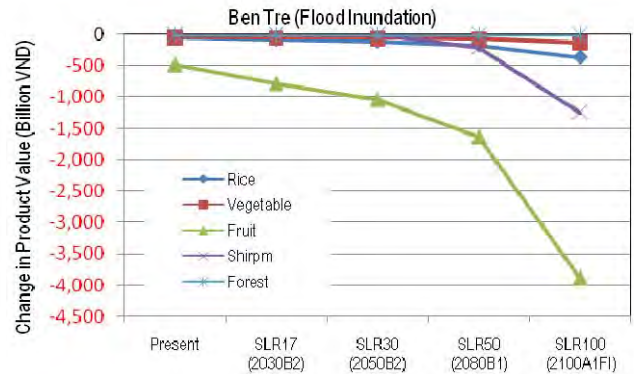


図 3.3.137 2000 洪水年流量条件 Ben Tre 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

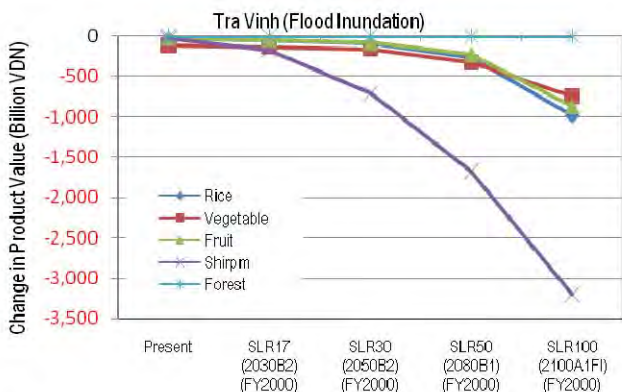


図 3.3.138 2000 洪水年流量条件 Tra Vinh 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

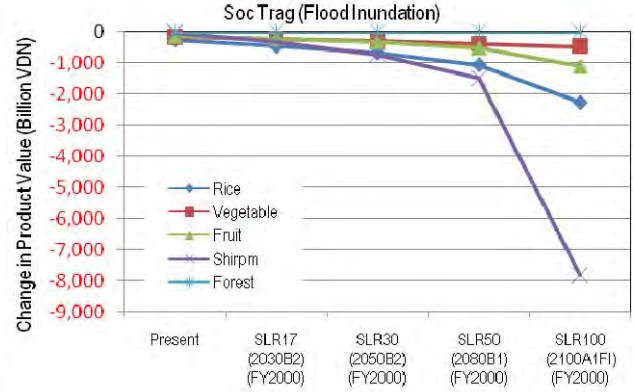


図 3.3.139 2000 洪水年流量条件 Soc Trang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

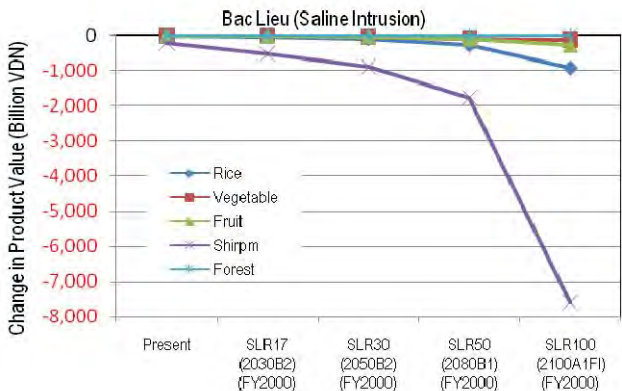


図 3.3.140 2000 洪水年流量条件 Bac Lieu 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

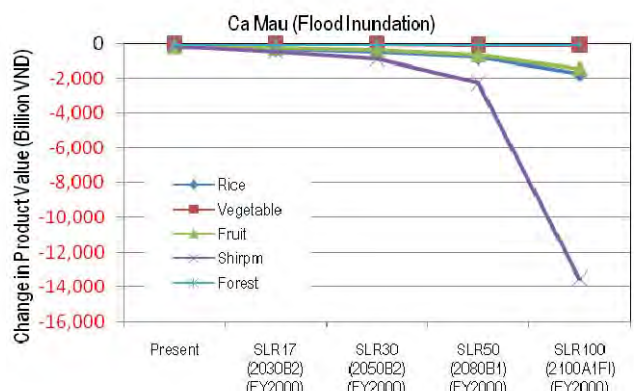


図 3.3.141 2000 洪水年流量条件 Ca Mau 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

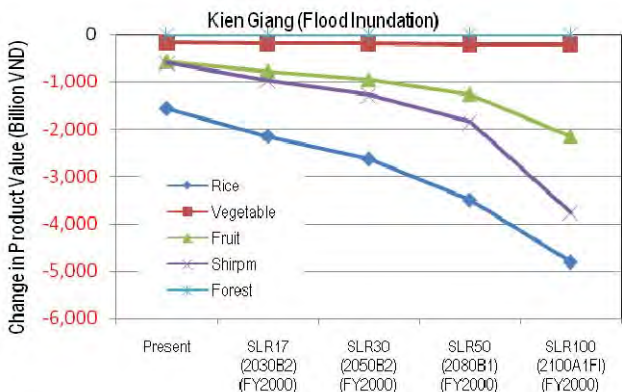


図 3.3.142 2000 洪水年流量条件 Kien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

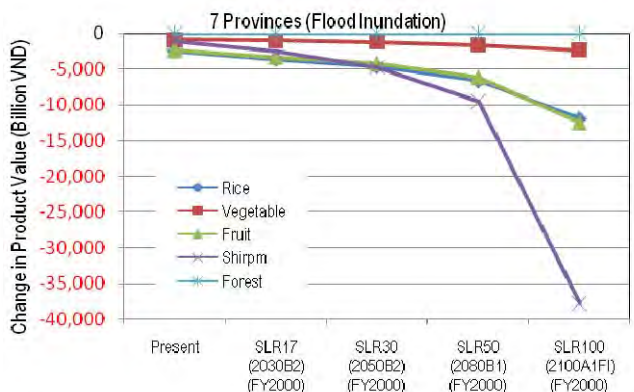


図 3.3.143 2000 洪水年流量条件 7 省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

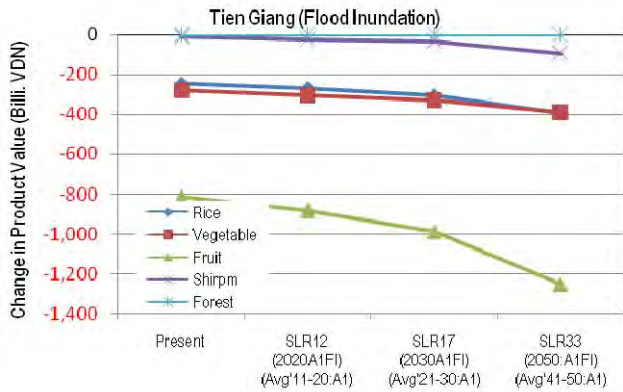


図 3.3.144 A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Tien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

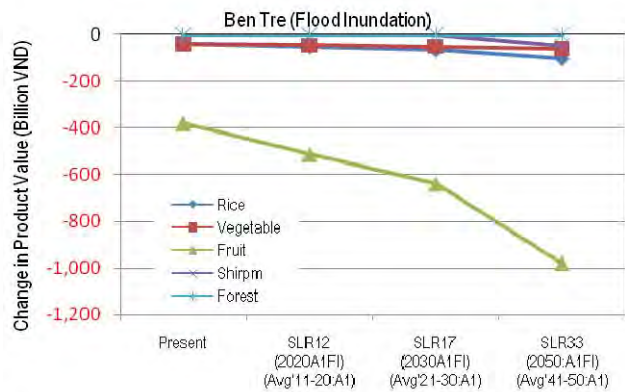


図 3.3.145 A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Ben Tre 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

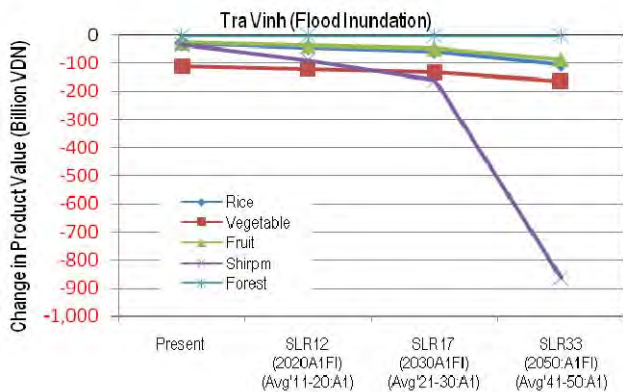


図 3.3.146 A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Tra Vinh 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

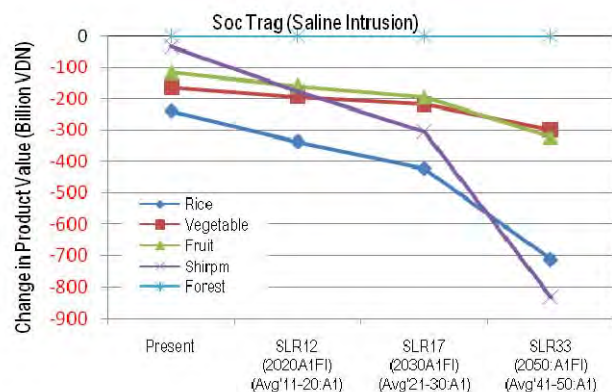


図 3.3.147 A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Soc Trang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

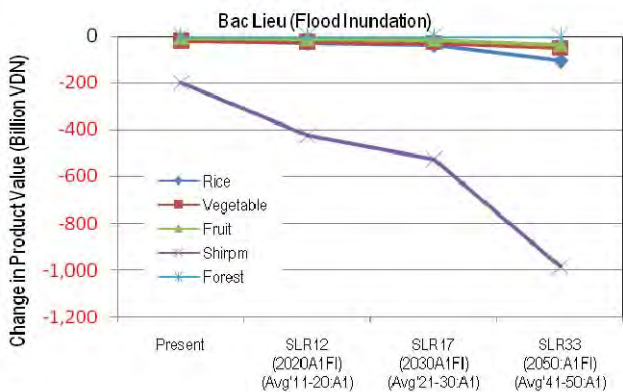


図 3.3.148 A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Bac Lieu 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

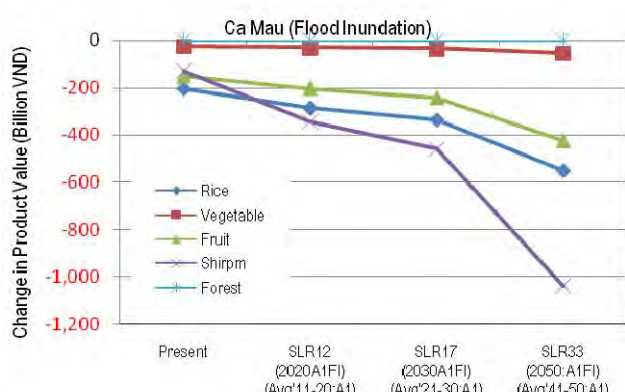


図 3.3.149 A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Ca Mau 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

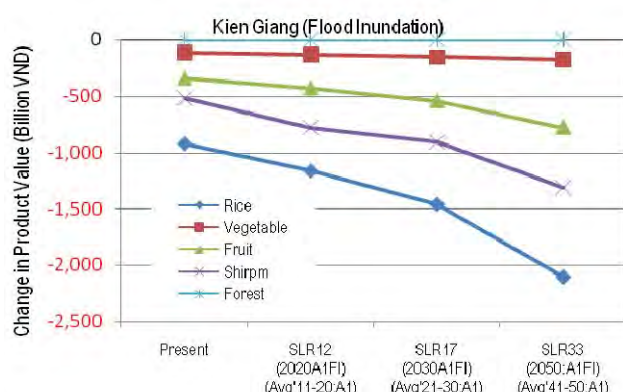


図 3.3.150 A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 Kien Giang 農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

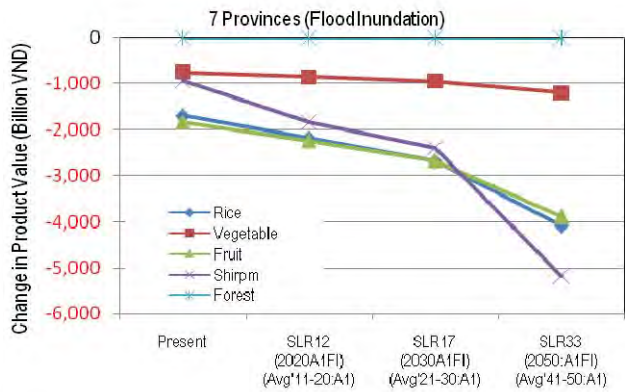


図 3.3.151 A2 現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12,17, 30cm)

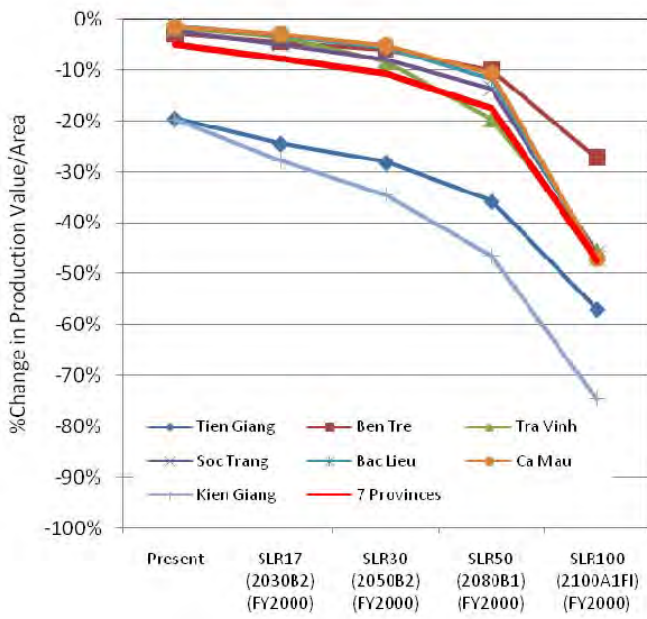


図 3.3.152 1998 渇水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

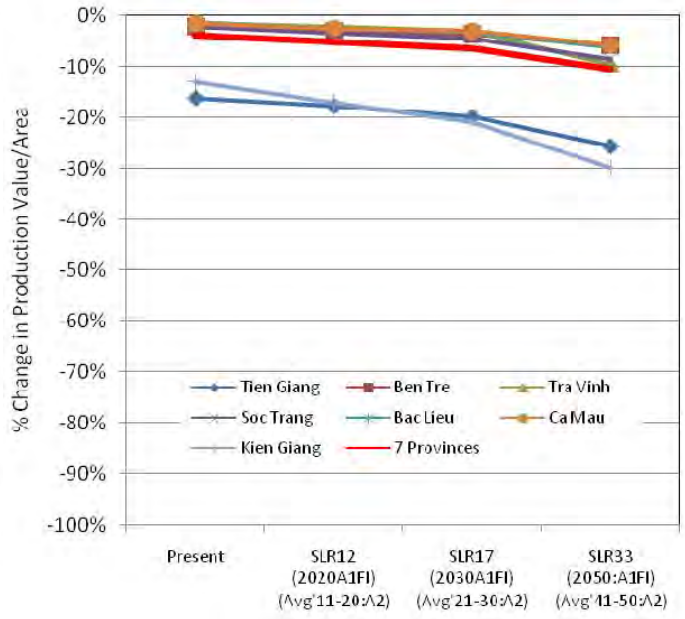


図 3.3.153 A2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省 農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

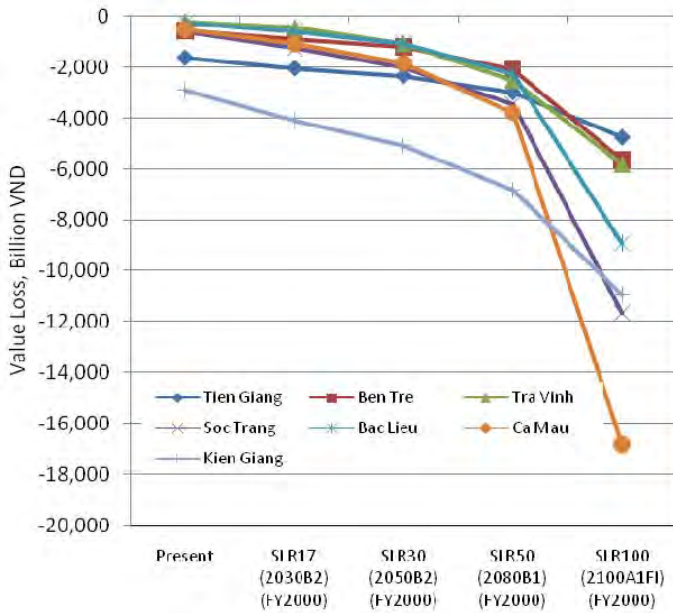


図 3.3.154 1998 渇水年流量条件各省農業生産損失(%) : 海面上昇(0, 17, 30, 50, 100cm)

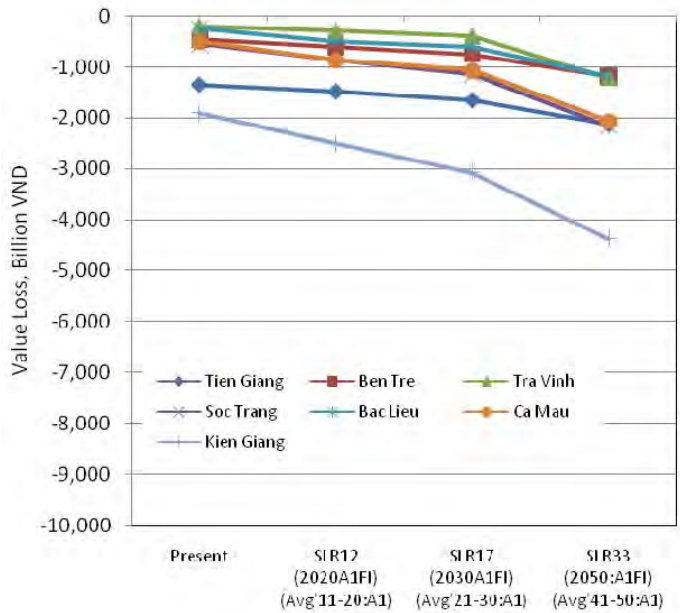


図 3.3.155 A2 シナリオ現在, 2020, 2030, 2050 流量 7 省 農業生産損失(VND) : 海面上昇(0, 12, 17, 33cm)

### 3.3.4 塩水侵入と洪水および湛水による経済損失

ここまで、気温上昇によるコメ（冬一春稲）の収量減、メコン川流量と海面上昇条件の組み合わせによる乾期・雨期の稲作や果樹、野菜、さらに森林やエビの収量減等について検討した。ここでは、これら全ての損失をまとめて、被害の程度や経済損失を明らかにする。なお、冬一春稲に関しては、気温の上昇と、同じ乾期に生じる塩水侵入がどのように作物の収量に影響を及ぼしあうのかという課題が存在する。これに関しては、現在のところ試験結果がなく、合意された解決策はない。よって、本報告書では小さな影響は大きな影響に抱合されると仮定する。

気温上昇による収量減は、シナリオ B2 の気温上昇下では 2050 年に 12~18%、シナリオ A2 の気温上昇下では、2050 年に 15~19%である（図 3.3.3、図 3.3.6 参照）。これに対し、塩水侵入による収量減は、気候変動シナリオ B2、1998 年の渇水流量において、どちらのケースでも 2050 年に 40%程度となる（図 3.3.58 と図 3.3.66 参照）。よって、冬一春稲については塩水侵入による影響だけを考慮し、気温上昇によるコメ収量への影響は無視する（なお、気温上昇に対する対策工は別途に考慮するものである<sup>7</sup>）。

図 3.3.156 と図 3.3.157 は、コメ、野菜、果樹、森林、エビの年間生産量に対す損失割合を示している。2050 年の損失割合は、最も厳しいケースである乾期の 1998 年の渇水流量、雨期の 2000 年の洪水流量において、20%から 50%に及び、平均で 30%となる。その中での最小損失は Bac Lieu 省と Ca Mau 省とで見られ、最も大きな損失は Kien Giang 省、その次に Tien Giang 省となる。乾期の B2 シナリオ流量、雨期の A2 シナリオ流量では損失が小さくなる。

図 3.3.158 と図 3.3.159 は、コメ、野菜、果樹、森林とエビについて、塩水侵入による損失、湛水による損失を合計して 10 億 VND 単位で示している。図から分かるように、最も大きな損失は洪水に影響される雨期のコメ作に現れるが、2080 年までは Kien Giang 省、次に Soc Trang 省、Ben Tre 省、Ca Mau 省、Tien Giang 省となる。最小損害額が発生するのは、2080 年までは Bac Lieu 省となる。2050 年の損害は、最も厳しいケース（1998 年乾期流量と 2000 年雨期流量）で、36,000 億 VND（Bac Lieu）から 120,000 億 VND（Kien Giang）に及ぶ。将来の B2 と A2 シナリオでのメコン川流量においては、2050 年の損害は、19,000 億 VND（Bac Lieu）、86,000 億 VND（Kien Giang）に達する。

<sup>7</sup> 気温上昇に対しては IRRI の開発した日中気温上昇前の朝方に開花するイネの品種採用、気温上昇の影響を出来るだけ少なくするための栽培時期の変更などが考えられる。なお、塩水侵入に対しては防潮水門の建設および堤防の建設が考えられているが、塩水侵入の被害は甚大であり、現状においても大きな問題となっている。

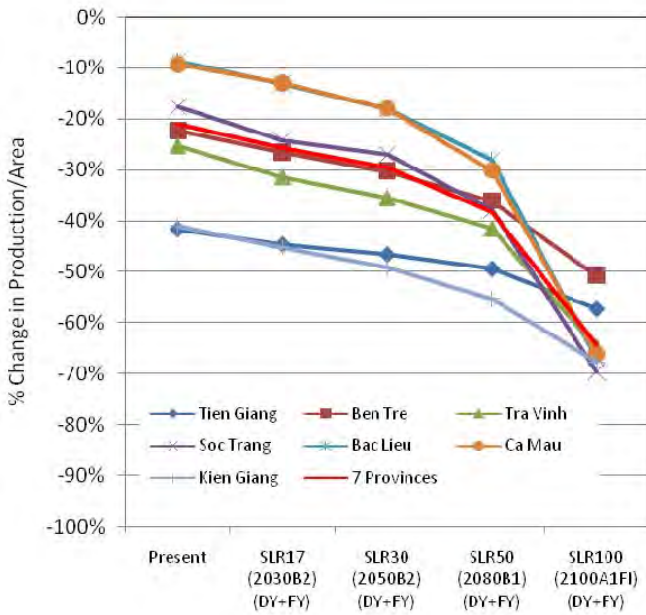


図 3.3.156 1998 渇水+2000 洪水による各省農業生産損失 (%) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm)

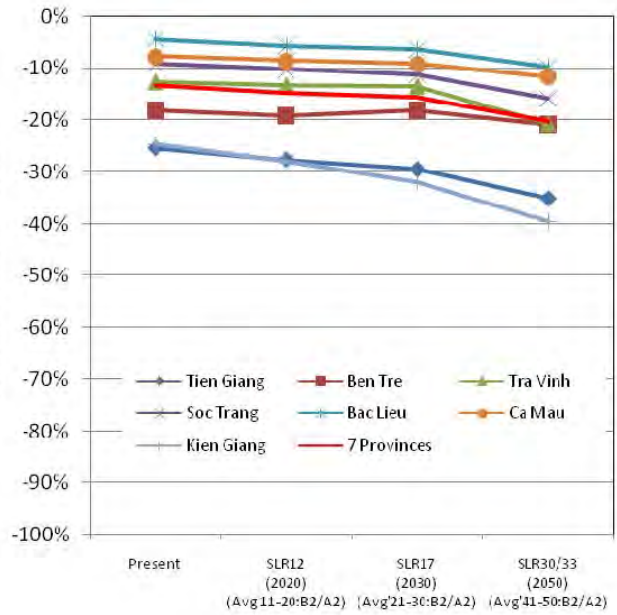


図 3.3.157 B2 渇水+A2 洪水 (現在, 2020, 2030, 2050) による各省農業生産損失(%) : 海水面上昇(0, 12, 17, 30/33cm)

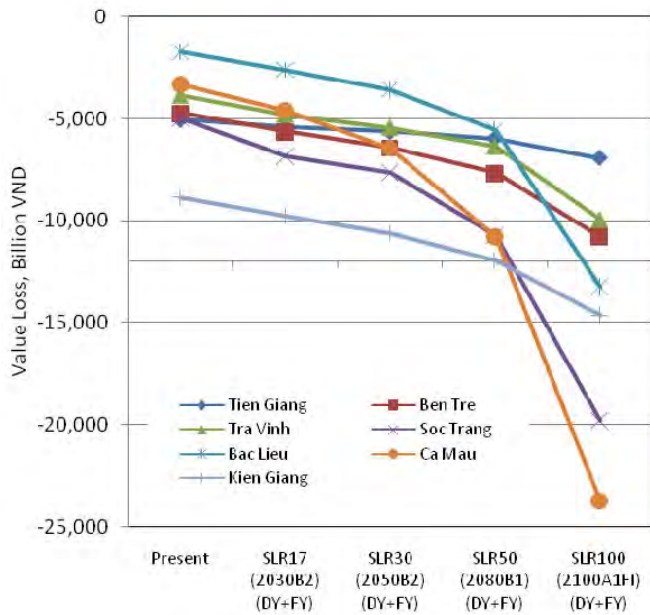


図 3.3.158 1998 渇水+2000 洪水による各省農業生産損失 (VND) : 海水面上昇(17, 30, 50, 100cm)

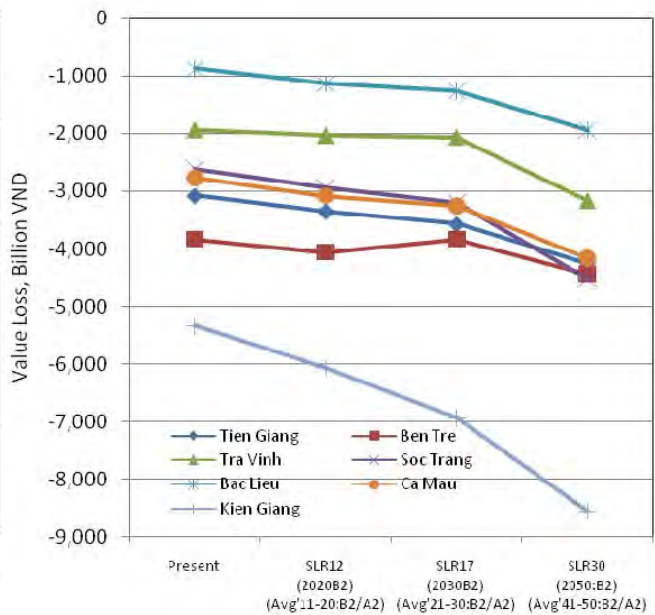


図 3.3.159 B2 渇水+A2 洪水 (現在, 2020, 2030, 2050) による各省農業生産損失(VND) : 海水面上昇(0, 12, 17, 30/33cm)



## 第4章 マスタープラン策定

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

### 4.1 政府職員による気候変動への認識

気候変動に関する課題を特定するため、2011年10月27日に関係7省の政府職員を招聘したキックオフ・ワークショップを開催した。メコンデルタ沿岸7省のDARDおよび人民委員会から40名、南部水資源計画研究所の職員10名、計50名が以下の目的の下、ワークショップに参加した。表4.1.1に参加者をまとめる。

- 1) ベトナムおよびメコンデルタ地域における気候変動の予測（JICA調査団）
- 2) 省レベルでの気候変動に関する課題の特定と優先順位付け
- 3) 気候変動に適応・対応するためのDARD/省レベルの組織の強み、弱み、機会、脅威の特定
- 4) 気候変動に適応・対応するために計画中の開発プロジェクトと優先プロジェクトの確認

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）

省	DARD	人民委員会	合計
Tien Giang	5 (M 5)	0	5 (M 5)
Ben Tre	5 (M 5)	1 (M 1)	6 (M 6)
Tra Vinh	3 (M 3)	4 (M 4)	7 (M 7)
Soc Trang	6 (F1、M5)	1 (M 1)	7 (F1、M6)
Bac Lieu	5 (M 5)	1 (M 1)	6 (M 6)
Ca Mau	6 (M 6)	1 (M 1)	7 (M 7)
Kien Giang	2 (M 2)	0	2 (M 2)
SIWRP	-	-	10 (F3、M7)
合計	32 (F1、M31)	8 (M 8)	50 (F4、M46)

出典：調査団（ワークショップ参加者登録による）

ワークショップは全体でのディスカッション、グループワーク、グループごとのプレゼンテーションといった参加型アプローチを取り入れた方法で実施した。表4.1.2にワークショップのプログラムを示す。主として、1) メコンデルタにおける気候変動の予測、2) 気候変動に関する課題の特定と優先順位付け、3) SWOT分析、4) 優先開発プロジェクトの特定、5) 村落ワークショップ実施村の特定、という5セッションが行われた。

表 4.1.2 キックオフワークショップのプログラム

時間	活動	特記
07:30 - 08:00	参加者登録	
08:00 - 08:15	オープニング	SIWRP 代表者
08:15 - 08:45	セッション1：メコンデルタにおける気候変動予測の発表	調査団
08:45 - 10:30	セッション2：気候変動に関する課題の特定と優先順位付け	全参加者
10:50 - 12:00	セッション3：SWOT分析	全参加者
12:00 - 13:30	昼食	
13:30 - 15:00	セッション4：開発プロジェクトの特定	全参加者
15:20 - 16:00	セッション5：ワークショップ実施村落の特定	全参加者

16:00 – 16:15	ワークショップ閉会	SIWRP 代表者
---------------	-----------	-----------

出典：JICA 調査団

#### 4.1.1 気候変動に関する課題の特定と優先順位付け

本セッションは参加者を各省ごと、7つのグループに分けて実施した。主に、1) 農業・農村開発セクターにおけるすべての課題、阻害要因、問題の特定、2) 深刻度に応じた課題や問題の優先順位付け、3) 課題や問題の中から気候変動に関連するものを特定、4) 問題が発生している場所の特定、5) 深刻さの程度等についてグループワークを行った。

表 4.1.3 に 7 省で特定された課題を優先順位ごとに並べて示す。すべての省で認識された問題は塩水侵入、海岸浸食であり、洪水または浸水、塩水侵入に関連する淡水不足および渇水といった問題も多く、多くの省で確認された。また、Bac Lieu 省、Ca Mau 省と Kien Giang 省では、降雨パターンの変化が課題としてあげられた。嵐・台風（竜巻を含む）については、Ben Tre 省、Ca Mau 省、Kien Giang 省の 3 省で課題として特定された。

加えて、Ca Mau 省と Kien Giang 省では森林火災が最も優先順位の高い課題としてあげられた。Bac Lieu 省では浸水が最も優先度が高い問題としてあげられたが、他の省では塩水侵入もしくは渇水が優先度の高い課題として認識された。海の近くに位置する Bac Lieu センターでは、満潮時に被害を受けやすく、大雨と重なると浸水が発生する。そのため、Bac Lieu 省では浸水が最も優先度の高い問題としてあげられた。

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

No.	Tien Giang	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau	Kien Giang
1	塩水侵入	塩水侵入	渇水、塩水侵入、淡水不足	塩水侵入	浸水	海面上昇(塩水侵入、浸食、淡水不足)	渇水
2	海外堤防越波	淡水不足	海外浸食	海外浸食	農民の豊かさ	気温上昇(渇水、森林火災)	塩水侵入
3	海岸浸食	海岸浸食	高潮の増加(海岸堤防越波)	淡水不足	生産向上のためのインフラ不足	台風、熱帯性低気圧	森林火災
4	洪水	農民の生計と健康	家畜とフルーツの病気の蔓延	浸水	海岸浸食	地下水源の枯渇	海面上昇
5	浸水	マングローブ林の減少		生物多様性の減少	塩水侵入	降雨パターンの変化(不均等な分布)	海岸浸食
6	生態系の変化	台風/熱帯性低気圧		作物生産体制	農産物、林業、漁業		浸水(洪水)
7	渇水			渇水	降雨パターンの変化(時期外れの雨)		嵐・竜巻
8							降雨パターンの変化

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

グループごとのプレゼンテーション終了後は、7 省全体で気候変動に関する課題の優先順位付けを行った。まず、特定された課題を「気候変動を直接的な原因とする課題」と「気候変動に関係する課題」の 2 グループに分類を行った。表 4.1.4 はこの 2 つのグループ内における優先順位を示したものである。

表 4.1.4 気候変動に関する課題の優先順位付け

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

7	森林火災（気温上昇と渇水に関連）
---	------------------

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

#### 4.1.2 政府職員ワークショップにおける SWOT 分析

政府職員ワークショップでは、気候変動に対応する上で、省レベルにおける強み、弱み、機会、脅威といったことを明らかにするため SWOT 分析を行った。表 4.1.5 に SWOT 分析の結果を纏める。なお、表内の括弧内の数字は同様の内容をあげた省の数を表している。

表 4.1.5 省の職員による SWOT 分析結果の要約

強み:	機会:
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ すべてのレベルで気候変動に対する関心が高い(4)</li> <li>✓ 政策的なサポートがある。例えば、自然災害や伝染病へのサポート (3)</li> <li>✓ 省のリーダーの気候変動に対する注視 (2)</li> <li>✓ 政府の気候変動に対する取り組み姿勢(2)</li> <li>✓ 政策決定者の気候変動に関する懸念と政策や解決策への取り組み(1)</li> <li>✓ 投資拡大に向けた政策アピール(1)</li> <li>✓ 政府の気候変動適応対策に関する投資への関心 (1)</li> <li>✓ 豊富な人的資源 (1)</li> <li>✓ 気候変動に適応するための若手人材の存在(1)</li> <li>✓ 気候変動適応策に対する職員の関心の高さ(1)</li> <li>✓ コミュニティに対する気候変動に関する能力開発トレーニングの展開 (1)</li> <li>✓ プロジェクトの実施経験 (2)</li> <li>✓ 現在進行中の気候変動適応対策プロジェクトの存在(2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 気候変動に適応するための様々な組織、国際機関の支援(4)</li> <li>✓ 気候変動適応対策に対する国際機関の関心の高さ (3)</li> <li>✓ 気候変動適応に向けたステークホルダー間の合意(1)</li> <li>✓ 中央政府からの投資資金(2)</li> <li>✓ 適応対策に向けた気候変動予測の実施 (1)</li> <li>✓ 主要な国家事業の実施（Dinh An Economic zone,火力発電等）。(1)</li> <li>✓ QD 667 による海岸堤防改修のための政策と利用可能な資金の存在(1)</li> <li>✓ 民間企業と地元民との協力関係(1)</li> <li>✓ 養殖業に適した自然環境と気候変動に適応するための農業システム(1)</li> <li>✓ 生態系の多様性（森林、鉱物、観光といった資源等）(1)</li> <li>✓ 気候変動に適応するための利用可能な資源の存在(1)</li> <li>✓ 農業と漁業地域の区分(1)</li> </ul>
弱み:	脅威:
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 投資不足(7)</li> <li>✓ 投資資金の投入のタイミングがあっていない (1)</li> <li>✓ 気候変動に適応するための職員の技術不足(4)</li> <li>✓ 職員の関心が十分ではない (1)</li> <li>✓ 基本的な気候変動に関する知識が普及していない(1)</li> <li>✓ 気候変動の予測システムの不足(2)</li> <li>✓ 気候変動に関する計画が不足している(2)</li> <li>✓ 気候変動に関する FS 計画がそろっていない (2)</li> <li>✓ 気候変動を取り入れているマスタープランがない(1)</li> <li>✓ 気候変動に適応するためのマネジメント能力の不足(1)</li> <li>✓ 関連部局との連携が取られていない (1)</li> <li>✓ オペレーションとマネジメントの連携が取られていない(1)</li> <li>✓ 職員の不適切な配置(1)</li> <li>✓ 気候変動に関するトレーニングや啓発活動が行われていない(1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 農民が気候変動に対して適切な認識を持っていない (3)</li> <li>✓ 農民が気候変動に対して関心を持っていない(2)</li> <li>✓ 気候変動の影響に対する農民の関心が高くない(1)</li> <li>✓ 現在のインフラでは気候変動に適応できない(4)</li> <li>✓ 未整備の灌漑システムおよびインフラの存在(2)</li> <li>✓ 多くの貧困層は気候変動にきちんと適応できない (2)</li> <li>✓ 小規模生産では気候変動に適切に対応できない(1)</li> <li>✓ ステークホルダーの気候変動に対する認識不足(1)</li> <li>✓ 少数民族が多い場合 30%以上を占めている(1)</li> <li>✓ 経済成長が環境保護を伴っていない(1)</li> <li>✓ 地域計画の不足 (1)</li> <li>✓ 省の 3/4 の面積が塩水の影響を受けており、生計に困難をもたらしている(1)</li> <li>✓ 気候変動の影響を受けるであろう地域がある(1)</li> <li>✓ 土地の細分化が体系的な事業を難しくしている(1)</li> <li>✓ 地元の政府職員は気候変動に関するトレーニングを受けていない(1)</li> </ul>

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

上記の表からマスタープラン策定および優先事業計画に反映すべき、各省に共通する強み、弱み、機会、脅威を下記にまとめる。

- 1) 主な強みとしては、気候変動適応を積極的に進める政策や豊富な若い人的資源、これまでのプロジェクトやプログラムの実施経験などがあげられる。4 省から気候変動に対する関心が高いことが強みの一つとしてあげられた。実際、ベトナムが世界の中で最も気候変動の影響（特に海面上昇）を受ける国の一つであることは、政府職員をはじめ多くの人々によく知られている。こうした気候変動に関する情報はラジオやテレビを通じて伝えられている。
- 2) 中央政府や地方政府職員の中では既に気候変動に関する知識が広まっている。こうした環境は、気候変動適応対策のための政策や投資を進めやすい環境にあるといえる。例えば、3 省から“政策的なサポート”、2 省から“気候変動を中心とした政策”、残りの 2 省から“気候

変動に対する政府の関心の高さ”がそれぞれ強みとしてあげられている。このような点を考慮すると、ベトナム国では既に気候変動への取り組み方針は整っていることから、今後は具体的な活動が必要とされている。

- 3) 豊富な人材、若い職員、あるいは職員の適応対策活動に対する関心の高さといった人的資源に関する点も強みの一つとしてあげられている。さらに、気候変動に関してコミュニティの能力強化が既に図られている省もある。2省がプロジェクト・プログラムの実施経験を強みとして、さらに他の2省は既に気候変動適応対策プロジェクトが実施されていることを強みとしてあげた。
- 4) 一方で、弱みとしてすべての省から“資金不足”があげられた。また、予算の執行がタイムリーではないとの指摘もなされている。例えば、南部水資源計画研究所によって作成された2011年のマスタープランでは、2011年から2050年にかけて年間約6億\$の投資が提案されている。このような莫大な投資をベトナム国政府単独で行うのは困難であり、各省のニーズに応えるのも難しい状況になっている。
- 5) 人的資源に関するいくつかの弱みもあげられた。例えば、“気候変動適応に必要な技術を職員が有していない”といったことや“意識の改善が不十分”といったことが弱みとして指摘された。多くの職員が気候変動に対して高い意識に持っているものの、気候変動適応に関するより実務的な知識と能力が求められている。
- 6) 2省からは、気候変動のための予測システムの不足が弱みとしてあげられた。なお、気候変動に関するシミュレーションは数多く行われているため、メコンデルタにおける将来の予測データは利用可能である。ここで言う予測システムとは、例えば、塩水が侵入してくるエリアや嵐や台風が発生する地域の予測といったことを指している。事実、2011年の乾期にはTra Vinh省において塩水侵入の範囲が拡大し、約11,000haの稲作地帯が被害を受けるということもあった。
- 7) 開発計画についても弱みの一つとして指摘されている。例えば、“気候変動との関連性が薄い計画”、“気候変動に適応するための計画の戦略が整っていない”、“気候変動対策を中心としたマスタープランがない”といったこと等が挙げられた。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(2011)の策定を行ったが、2011年10月時点では気候変動を考慮した具体的な開発計画を持っている省はない。
- 8) “様々な組織の支援”、“国際機関の高い関心”、“関係者間の合意”といったことをすべての省が開発の機会として捉えている。沿岸部およびメコンデルタでは、気候変動の影響に対応・適応するため、様々なドナーによるプロジェクトが行われている。具体的には、防潮水門の建設や堤防や水路の改修・強化といったことが実施されている。
- 9) 豊富な自然資源もいくつかの省では機会の一つとしてあげられている。例えば“養殖や農業のための自然環境”、“生物多様性”、“豊富な資源”、さらに“農業と漁業エリアが分けられている”といったことも機会としてあげられた。塩水侵入は稲作にとっては脅威となるが、一方でエビ養殖を推進する機会ともなる。マングローブ林は高価なエビを生み出すことができる一方で、環境保護対策も取られる必要がある。気候変動に対処するのではなく、その変化に適応することは1つの機会と捉えることができる。
- 10) 脅威として最も挙げられていたのが“気候変動に対する農民の無関心さ”であった。“農民が適切に気候変動に対して注意を払っていない”、“農民は気候変動に対して興味を持っていな

い”と言ったことが具体的に挙げられた。少なくともの農民はメディアや政府職員を通じて気候変動については知らされている。しかしながら、農民自身が自分たちで直ちに気候変動に対する対応策を取るのには難しいと考えられる。そのため、省レベルの職員は農民の関心が低いと捉えたものと思われる。

- 11) その他の脅威として、現在のインフラの整備状況の問題が指摘された。将来起こりうる気候変動に対応できないことや、灌漑システムが完成していないことへの懸念が表れている。例えば、防潮水門は最近設置されたものもあるが、いまだ数量的に十分ではなく、塩水侵入防止のための防潮ゲートが必要な水路も多々残されている。

## 4.2 農民レベルにおける気候変動

### 4.2.1 村レベルのワークショップ

政府職員ワークショップにて選定された6つのコミューンにて、村落レベルのワークショップを実施した。Ben Tre 省から2コミューン、Tra Vinh 省、Soc Trang 省、Bac Lieu 省、Ca Mau 省からそれぞれ1コミューンを選定した。1コミューンは6～12の村で構成されているが、本ワークショップにおいても、1ヶ所あたり複数村からの参加者が確認された。

これら6つのコミューンは、その主たる生計から大きく4分類することができる。Ben Tre 省と Tra Vinh 省の稲作を中心としたコミューン、Soc Trang 省沿岸部と Ca Mau 省南部に位置するエビ養殖を中心としたコミューン、Ca Mau 半島内陸部の稲作とエビ養殖を組み合わせた作付体系を持つコミューン、そして Ben Tre 省の内陸部に位置するココナッツや果樹類の生産を中心としたコミューンの4分類である。ワークショップの参加者を表 4.2.1 に示すが、参加者の多くは Kinh 族 (ethnic Vietnamese) であり、Soc Trang 省でのワークショップのみ Khmel 族 (ethnic Cambodian) の参加者が確認された。



図 4.2.1 村落 WS を実施した村落位置図  
出典：調査団作成(2011)

表 4.2.1 ワークショップ参加者データ

ワークショップ開催日	Nov 9 <sup>th</sup>	Nov 10 <sup>th</sup>	Nov 11 <sup>th</sup>	Nov 17 <sup>th</sup>	Nov 16 <sup>th</sup>	Nov 15 <sup>th</sup>
コミューン	Thuan Dien	An Binh Tay	Huyen Hoi	Vinh Hai	Phuoc Long	Tran Thoi
地区	Giong Trom	Ba Tri	Cang Long	Vinh Chau	Phuoc Long	Cai Nuoc
省	Ben Tre	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau
主要生計手段	ココナッツ&果樹	稲作	稲作	エビ	エビ& 稲作	エビ
総参加者数 (人)	68	36	42	53	63	50
男性	53	32	38	53	61	49
女性	15	4	4	0	2	1
年齢層	22 - 71	25 - 71	21 - 63	21 - 85	22 - 71	26 - 75
平均年齢	49.6	49.5	42.6	45.3	46.9	50.2
土地所有面積(m <sup>2</sup> )	0 - 17,000	1,500- 17,000	700 - 27,000	5,000-400,000	5,000-100,000	3,600- 60,000
平均土地所有面積	5,349 m <sup>2</sup>	5,964 m <sup>2</sup>	12,643 m <sup>2</sup>	39,491 m <sup>2</sup>	21,730 m <sup>2</sup>	21,728 m <sup>2</sup>
民族						
キン族	68 (100%)	36 (100%)	42 (100%)	40 (75%)	63 (100%)	50 (100%)
クメール族	0	0	0	13 (25%)	0	0

出典：調査団作成 (2011)

村レベルのワークショップでは、問題分析、問題系図より気候変動に関する課題の特定、加えて「トレンド分析」、「村の歴史」、「サクセスストーリー」といった PRA/RRA のツールを用いて分析を行った。ワークショップは「トレンド分析」から始まり、問題分析、気候変動に関する課題の特定、「村の歴史」、「サクセスストーリー」という順番で行った。参加者を複数のグループに分け、同時並行的な作業を行ったが、問題分析については全員参加による分析を実施した。

#### 4.2.2 問題分析

問題分析では、農民の生活全般にわたる問題意識を探るため、中心問題を「生活が楽ではない」という幅広く一般的な課題に設定した。図 4.2.2 を例とするような問題系図をワークショップによって作成した後、村人にとって特に重要な3~4つの優先課題を選んでもらい、順位付けを行った。表 2.2.2 は順位付けを行った優先課題をまとめたものである。問題分析から読み取れる主な結果を下記に纏める。

- 1) 農民レベルでは気候変動に関する問題以上に「健康」に関して大きな関心が寄せられている。表 4.2.2 に示す通り、6つのコミューンのうち4つのコミューンが「健康問題」を優先課題の一つとして選んでいる。問題系図の中では、塩水侵入といった気候変動に関する問題が挙げられているものの、これらの問題を優先問題として選んだコミューンは皆無であった。この背景には、農民たちは自分たちの生活により身近な問題を優先問題として選ぶ傾向があるといえる。
- 2) 「健康問題」の原因として最も良く挙げられていたのが「農薬の大量使用」である。続いて、「汚染された食品」が挙げられていた。多くの農民は大量の農薬を使用していることによる健康への悪影響を懸念しているという状況が読み取れる。1980年代半ば以降、メコンデルタにおける米の生産量は急激に増え、現在では国全体の約半量を生産するに至っている。こうした急激な成長を支えてきた一つに、農薬や化学肥料の大量使用が挙げられる。米の3期作を行っている Ben Tre 省や Tra Vinh 省の稲作農家が、最も重要な課題として「健康問題」を挙げている。
- 3) 一方で、エビ養殖と稲作を組み合わせている農家の間では「健康」に関する懸念は比較的小さい。例えば、エビ養殖と稲作を組み合わせて作付体系を実践している Bac Lieu 省の農民においては、健康問題や汚染食品といった議論は見られなかった。このような違いの理由として、Bac Lieu 省の農民はエビ養殖への悪影響を避けるため、農薬を使っていないことが挙げられる。こうした違いが、優先問題の順位付けの違いにも現れていると言える。
- 4) 稲作農家のその他の懸念として、不安定な米価が挙げられている。稲作農家が多い Ben Tre 省と Tra Vinh 省でのコミューンの双方がこの点を指摘している。実際、ベトナムの輸出米の価格は、2007年に294ドル/トンであったものが、2008年には553ドル/トンに高騰し、翌年2009年には再び384ドル/トンと急落している。こうした経験が稲作農家に対して、米価の変動の大きさを意識させる原因になっていると推察できる。
- 5) エビ養殖農家の主な懸念事項は水環境となっている。例えば、エビ養殖を取り入れている Bac Lieu 省の農民は水環境を最も優先的な問題とし、同じくエビ養殖が多い Ca Mau 省では水環境が2番目に優先的な問題として選ばれている。水環境はエビの病気発生と密接な関係があるため、エビ養殖にとっては非常に重要な要素となる。実際、Soc Trang 省と Ca Mau 省ではエビの病気も優先問題の一つとして選ばれている。
- 6) その他のエビ養殖農家が挙げた問題の一つとして、電力を上げることができる。エビ養殖農

家が多数を占める省では「電力不足」という問題が問題系図の中に現れている。電力は池の水を取りかえる際のポンプ稼動に必要となるためこうした問題が挙げられたものと思われる。なお、電力そのものは既にほとんどの村まできているが、圃場において電力を使用できる例は少ない。

- 7) ココナッツやエビ養殖においては資金需要の問題の優先度が高い。例えば、「資金不足」といった問題が確認されたのは、ココナッツ農家が多い Ben Tre 省、エビ養殖農家が多い Soc Trang 省、そして同じくエビ養殖農家が大多数を占める Ca Mau 省の3村であった。エビ養殖やココナッツ等の果樹は初期投資が必要になる上に、病気の発生などによっては全く収入が得られないというリスクもある。そのため、エビ養殖や果樹に対する適切なローンプログラムがないということが、エビ養殖農家や果樹栽培農家にとっては、規模拡大や作物の多様化を図る上で大きな制約となっている。

表 4.2.2 問題分析における優先問題

コミュニティ (省)	Thuan Dien (Ben Tre)	An Binh Tay (Ben Tre)	Huyen Hoi (Tra Vinh)	Vinh Hai (Soc Trang)	Phuoc Long (Bac Lieu)	Tran Thoi (Ca Mau)
主要作物	ココナッツ/ 果樹	稲作	稲作	エビ	エビ+ 稲作	エビ
優先問題 1	不安定な収量	健康	低収入/ 健康	エビ養殖のための 資金不足	エビ生産量/ 水環境の悪化	健康
優先問題 2	病害虫の発生	低収入	不安定な米価/ 低収入	電気/エビ養殖環 境の悪化	淡水と塩水利用の 期間決定	水環境の悪化
優先問題 3	資金不足	汚染された 環境	農業資材の価格 の高さ	エビの病気 /健康	健康保険制度/ イネ種子の品質	エビの病気
優先問題 4	未整備の交通網	-	水環境の悪化	エビの養殖技術	-	資金不足

出典：調査団作成 (2011)

問題分析からは、下記のような気候変動に関する農民レベルの認識も明らかになった（問題系図の一例を図 4.2.2 に示す）。

- 1) 気候変動に関する問題で 6 つのコミュニティに最も共通していたのは、渇水に関する問題であった（表 4.2.3）。渇水は 6 つのコミュニティのうち、5 つのコミュニティの問題系図の中に現れている。ただし、各コミュニティの問題系図を比較すると、渇水に対する意識の違いを見ることができる。例えば、Ben Tre 省の農民は渇水の原因として、灌漑システムがうまく機能していないことを主な理由としてあげているが、Ca Mau 省の農民は“高い気温”といった理由を挙げている。すなわち、Ben Tre 省の農民は渇水を灌漑の問題として捉えているが、Ca Mau 省の農民は渇水をより直接的に気候の変化として捉えていると推察できる。
- 2) 多くのコミュニティでは浸水が問題として挙げられることはなかったが、Bac Lieu 省の農民にとっては浸水が大きな問題となっていた。この背景には、ワークショップが開催された Phuoc Long コミュニティは Bac Lieu 省の中でも内陸低地部に位置しているため、他のコミュニティと比べると特に豪雨に浸水の被害を受けやすいと考えることができる。
- 3) Soc Trang 省のコミュニティでは満潮による影響を受けていることが分かった。例えば、問題系図を見ると、「満潮」が中心課題の直接原因として捉えられていることが分かる。また、参加者は堤防を越えた海水の浸入についても述べており、沿岸部に位置するこのコミュニティでは満潮による被害の深刻度が高まっていることが伺える。
- 4) 塩水侵入も気候変動に関する主要な課題の一つとなっている。問題系図の中では、4 つのコミュニティで塩水侵入の問題が取り上げられている。特に「生活が楽ではない」という中心課題の直接原因に塩水侵入をおいた Ben Tre 省と Tra Vinh 省ではより大きな課題として捉えら

れている。政府職員を対象とした省レベルでのワークショップでも、これらの地域では塩水侵入が大きな問題であると認識されていた。

- 5) 一方で、Ca Mau 省については、省レベルのワークショップでは塩水侵入が気候変動に関する問題として強く認識されていたが、実際の村レベルでのワークショップではその塩水侵入が問題系図に登場することはなかった。この理由として、Ca Mau 省のワークショップ参加者の多くはエビ養殖農家であり、そもそもある程度の汽水はエビ養殖に不可欠であることから、農民レベルでは塩水侵入を大きな問題として認識しなかったものと考えられる。

表 4.2.3 問題系図に現れた気候変動に関する問題

コミュニティ	Thuan Dien	An Binh Tay	Huyen Hoi	Vinh Hai	Phuoc Long	Tran Thoi
省	Ben Tre	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau
渇水	●	●	●		●	●
浸水	●				●	
高潮	●			●		
大雨	●				●	
塩水侵入	●	●	●	●		

出典：JICA 調査団作成 (2011)

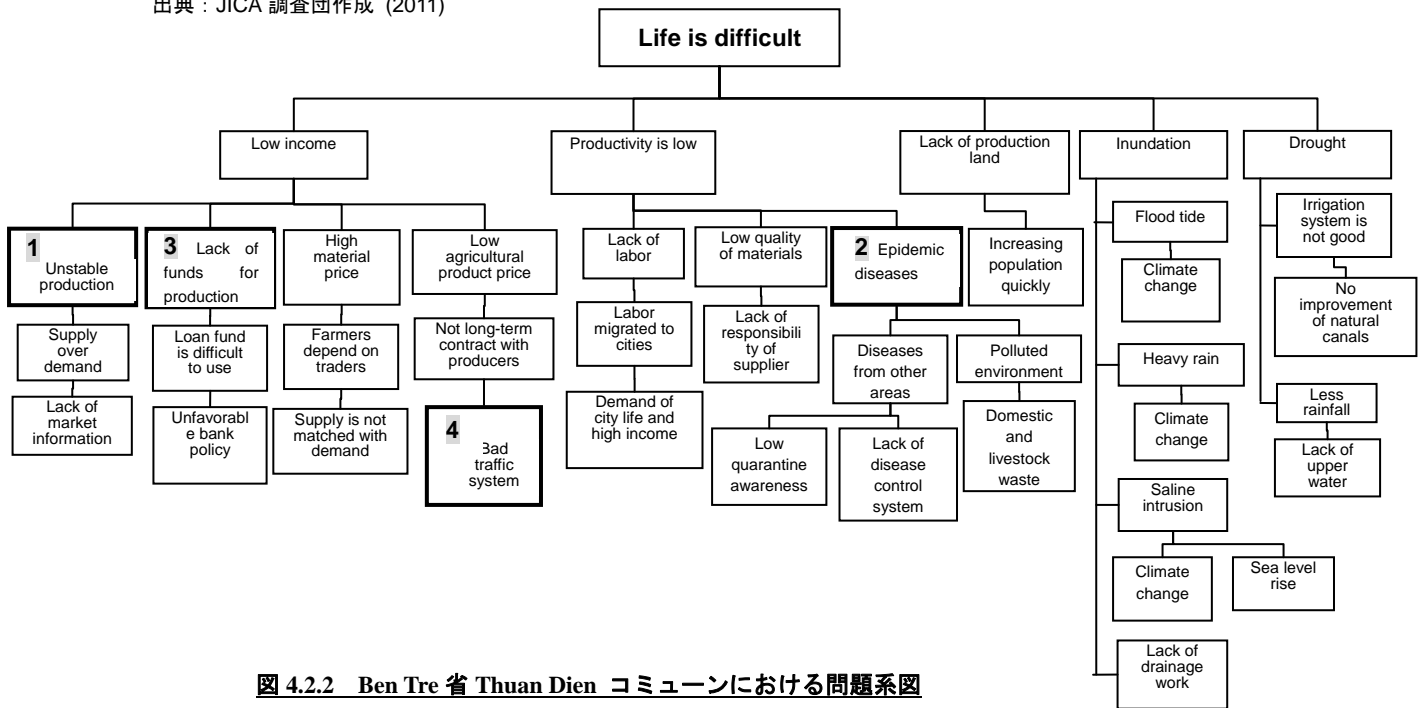


図 4.2.2 Ben Tre 省 Thuan Dien コミュニティにおける問題系図

4.2.3 トレンド分析

村落レベルのワークショップでは、気候変動や農民の生活に係る問題についてトレンド分析を実施した。期間を“1975年以前”“1976年～1985年”、“1986年～1995年”、“1996年～2000年”、“2001年～2005年”、そして“2006年から現在”の6つに分けて分析を行った。最初にワークショップ参加者全員で、トレンドを測るべきトピックを選び、その後グループごとに選ばれたトピックのトレンド分析を行った。なお、ト

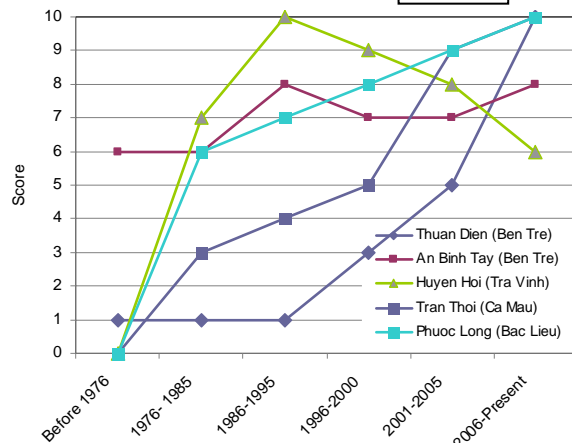


図 4.2.3 渇水トレンド(渇水不足)  
出典：JICA 調査団、村落レベルの WS 記録による



トレンドは変化率で表されている。

- 1) 図 4.2.3 に示す通り、Ben Tre 省の Thuan Dien コミューンと Ca Mau 省のコミューンでは渇水のトレンドが大きく上昇している。特に Ben Tre 省では 1995 年以降大きく上昇しており、Ca Mau 省では 2000 年頃から急上昇していることが分かる。一方で Tra Vinh 省、Ben Tre 省、Bac Lieu 省のコミューンでは 1976 年以前は渇水による影響が少なかったことが見てとれる。

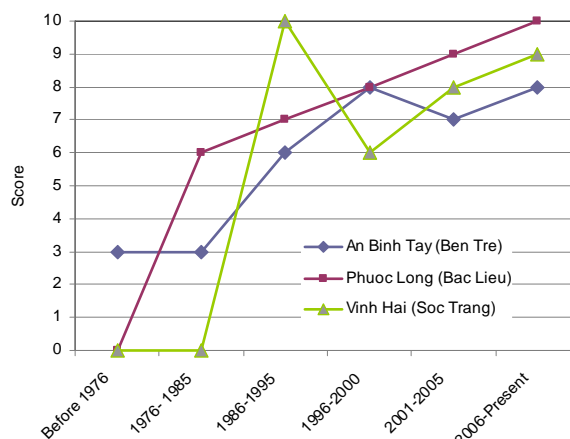


図 4.2.4 浸水トレンド

出典：JICA 調査団、村落レベルの WS 記録による

- 2) 1976 年以降、Bac Lieu 省と Soc Trang 省の浸水のトレンドは着実に上昇している (図 4.2.4)。既に述べたとおり、Bac Lieu 省は浸水の影響を受けやすい地域に位置している。なお、農民によれば、浸水による影響は増えてはいるが、急激なものではないという。Ben Tre 省における浸水のトレンドにおいても、同様に緩やかな上昇傾向にあると言える。こうしたことから、浸水による農民への影響は、直実に増えてはいるものの、他の気候変動に関する問題に比べると、その変化は緩やかであると言える。

- 3) Ben Tre 省の Thuan Dien コミューンと An Binh Tay コミューンとでは若干の違いはあるものの、塩水侵入のトレンドは両方とも急激に上昇している (図 4.2.5)。Thuan Dien コミューンのトレンドは、“1975 年以前” から “2006 年から現在” の期間にいたるまで、一環して上昇しているが、An Binh Tay コミューンの場合、そのトレンドには大きな変化が見られる。こうした背景には各コミュニティの位置が大きく影響しているように思われる。例えば、Thuan Dien コミューンは内陸部に位置しているが、An Binh Tay コミューンは下流部に位置しており、塩水侵入の影響をより昔から受けていたといえる。いずれにせよ、両コミュニティともに塩水侵入のトレンドは、近年、上昇傾向にあり、その影響は拡大していることが見て取れる。

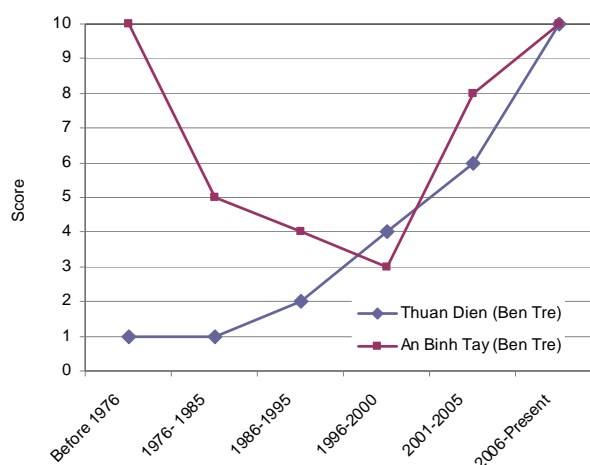


図 4.2.5 塩水侵入トレンド

出典：JICA 調査団、村落レベルの WS 記録による

- 4) 多くの村では“気候変動”を非常に強く意識していると言える。例えば、Ben Tre 省や Bac Lieu 省の村落ワークショップでは不規則な天候が見られるようになったのは、2000 年から 2005 年にかけてであるとの議論を行っていた。また、別のコミュニティでは渇水や塩水侵入の直接的な原因として気候変動を挙げているケースも見られる。こうした状況から、農民レベルにおいて気候変動はかなり認識されており、課題の一つとして捉えられているといえる。
- 5) 気候変動が農民レベルまでよく知られている背景として、テレビやラジオの高い普及率をあげることができる。2010 年の政府調査によれば農村部においてもカラーテレビの普及率は既に 80%を超えている。そのため、テレビ番組やニュースを通じて気候変動に関する情報が一般的に広まっていると考えられる。

### 4.3 関連するプロジェクト計画と優先順位

ベトナム国では、農業・農村開発省では省レベルの組織として DARD (Department of Agriculture and Rural Development) が存在する。DARD は省レベルにおける事業の形成を行う。基本計画書を中央政府に提出し承認されることで、中央政府資金による FS 調査を含めた次段階の調査・計画が進められる。すなわち、メコンデルタ沿岸地域のマスタープラン策定にあたっては、この省レベル DARD による優先事業計画が反映されることが必要である。

さらに、南部水資源計画研究所では気候変動を考慮したマスタープラン (2011) を作成している。そのため、本件調査で作成するメコンデルタ沿岸 7 省のマスタープランは、南部水資源計画研究所マスタープラン (2011) も併せて反映することが必要である。省レベルで形成されているプロジェクトと南部水資源計画研究所によって提案されているプロジェクトは、本件調査で策定されるメコンデルタ沿岸 7 省のマスタープランにおいて抱合される必要がある。

#### 4.3.1 沿岸 7 省による関連プロジェクト計画案と優先順位

2011 年 10 月 27 日に開かれたワークショップでは、各省からの参加者が各省における優先事業計画について、その目的、プロジェクト段階 (計画段階、設計段階、中央政府からの承認状況等)、また概算コスト等の発表を行った。表 4.3.1 は省ごとの優先事業を構造的的事业と非構造的的事业に分けて示している。また、表 4.3.2 は省ごとの優先事業の詳細を表している。

これらの表から、Ben Tre 省を除いたすべての省で海岸堤防建設が優先事業の一つとしてあげられていることが判る。塩水侵入を防ぐための水門の設置については、8 省の内 5 省が言及している。河川堤防の建設についても、5 省から計 7 つのプロジェクトが提案されている。また、3 省が計 4 つの水路改修プロジェクトを提案しているが、灌漑用水の供給に加えて、洪水防止のための堤防強化といったことが含まれている。

4 つの省からは新規水源開発 (淡水確保) に関係する事業があげられている。なお、新規水源開発事業については、その下流における防潮水門建設とセットになっていることが多い。本調査対象地域の中流から下流域では、水路から塩水が浸入するのを防ぐゲートを設置する必要がある。また、対象地域の一部では塩水の影響を受けない上流から淡水を取水するといった新規水源が必要となるが、Ben Tre 省と Tra Vinh 省のプロジェクトがこれに当たる。

非構造的的事业以外については、7 省のうち 5 省で“能力開発”の優先順位が高くなっている。能力開発の対象は、政府職員だけでなくコミュニティの住民、例えばクメール族といった少数民族も含まれる。植林プロジェクトは 3 省から挙げられており、そのほとんどがマングローブの植林となっている。Bac Lieu 省では現地派生材料を使った海浜侵食防止フェンスの設置といったことも提案されている。塩水に耐性を持つ作物や塩水侵入の影響を避ける作付体系の研究も 2 省から提案されている。

表 4.3.1 7 省の職員による優先事業の概要

主要事業	Tien Giang	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau	Kien Giang	総計
<b>構造的的事业</b>								
Sea dyke	2		3	1	1	1	1	9
Sluice gate		2	2		1	1	2	8
River dyke	1	2	2		1	1		7
Canal rehabilitat'n	1				2	1		4
Fresh water rec.*	1	1****	1****			1		4
Drainage					1			1

主要事業	Tien Giang	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau	Kien Giang	総計
Pumping station				1 *****				1
Ring dyke	1***							1
Rural water supply		1						1
非構造物的事业								
Capacity Develop.		1		2	1	2	1	7
Forestation	1			1	1			3
Saline T. R.**		1			1			2
Others	1			1	1	2		5

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

注： \*は淡水の取水地点を上流に移すことを意味している。

\*\*は塩水に強い品種または塩水の影響をさける作付体系の研究を意味している。

\*\*\*は洪水から果樹園を守るための輪中堤防を意味している。

\*\*\*\*は上記\*を参照することを意味している。

\*\*\*\*\* は灌漑と排水の両方を目的としたポンプの設置を意味している。



図 4.3.1 ワークショップにて提案された省レベルの優先事業

注：図中の番号は表 4.3.2 に番号に対応している。アルファベットは各省の名前を省略したものである；TG (Tien Giang), BT (Ben Tre), TV (Tra Vinh), ST (Soc Trang), CM (Ca Mau), and KG (Kien Giang)。

表 4.3.2 省レベルでの優先事業の詳細

優先事業	段階	主要工種	目的
<b>Tien Giang 省</b>			
1. Flood control to protect orchards in between My Long, Thuoc Nhieu canal area	未提案	輪中堤防	果樹園における洪水防止
2. Improvement on the bank of Tien River, and Tan Long Islet	承認待ち	河川堤防	洪水および高潮防止
3. Completion of the freshwater development project for Go Cong area	承認待ち	淡水事業、堤防	安定した稲生産量の確保
4. Upgrading of the sea dyke in Go Cong area	承認済	海岸堤防	農民の生活と生産物の保護
5. Dyke construction for Tan Phu Dong District	承認待ち	海岸堤防	農民の生活と生産物の保護
6. Canal embankment in the west Ba Rai Canal (Cai Lay District)	承認待ち	水路堤防	農民の生活を保護
7. Expanding of protected ecological areas for Dong Thap Muoi (Tan Phuoc Dist.)	未提案	洪水防止	生態系と生物多様性を保持
8. Forestation outside the sea dyke in Go Cong area (incl. silt trapping)	承認済	植林（マングローブ）	現事業の強化と改善
<b>Ben Tre 省</b>			
1. Water resources development in the north of Ben Tre (An Hoa, Tien river dikes)	承認済	水門設置、淡水事業	北 Ben Tre における稲作農業保護
2. Irrigation development for Cai Quao area in Mo Cay Nam district	承認待ち	Cai Quao 水門	稲作農業保護
3. Fresh water development for Minh Islet, Cho Lach, Mo Cay Bac, Mo Cay Nam, Thanh Phu districts	承認待ち	村落給水	水供給および生活環境の保護
4. Building of the embankment along the Ham Luong River	承認待ち	河川堤防	塩水侵入の防止および海面上昇
5. Building of the embankment for Tam Hiep Islet (Binh Dai District)	承認待ち	河川堤防	塩水侵入の防止
6. Research on drought and salinity tolerant plant / livestock	未提案	研究	塩水と渇水に耐性を持つ作物の研究
7. Training to improve knowledge about CC, Planning residential area to protect citizen	未提案	トレーニング（能力開発）	洪水から居住地区の保護
<b>Tra Vinh 省</b>			
1. Dredging of channel May Phop-Nga Hau (Cang Long District)	承認済	浚渫（淡水事業）	農業生産のための淡水供給
2. Construction of embankment for Hiep Thanh - Duyen Hai- stage II	進行中	海岸堤防	浸食防止、居住地区と農産物の保護
3. Construction of embankment for Hiep Thanh Duyen Hai-stage III	承認待ち	海岸堤防	浸食防止、居住地区と農産物の保護
4. Construction of embankment for Con Trung Duyen Hai	承認待ち	海岸堤防	浸食防止、居住地区と農産物の保護、観光、地熱プラント
5. Embankment of the two sides of Co Chien River at Hoa Minh-Chau Thanh	承認待ち	河川堤防	居住地区と経済活動の保護
6. Building of river dikes in the south of Tra Cu river, Tra Cu district	承認待ち	河川堤防	居住地区と経済活動の保護
7. Construction of Bong Bot sluice in Cau Ke District .	承認済	水門	塩水の防止、農業生産のための淡水供給
8. Construction of Tan Dinh sluice in Cau Ke (Investment preparation stage)	承認済	水門	塩水の防止、農業生産のための淡水供給
<b>Soc Trang 省</b>			
1. Enhancement of mangrove forest resilience to adapt to the sea level rise and CC	承認待ち	植林（マングローブ）	沿岸部の保護
2. Construction of dykes and drains to prevent salinization of soils	承認待ち	海岸堤防、排水	塩水侵入の防止、淡水確保
3. Irrigation & drainage pump stat'n in Nga Nam, Chau Thanh, My Tu, Thanh Tri dist.	承認待ち	ポンプステーション	農業生産のための水供給

優先事業	段階	主要工種	目的
4. Establishment of suitable species and models for reforestation	承認待ち	植林	沿岸部の保護
5. Capacity building to help Khmer in adapting to CC in Vinh Chau Dist.	承認待ち	能力開発	クメール族に対する啓発活動
6. Assessment on the biodiversity of plant, animals in the costal zone & lowlands	承認待ち	アセスメント	生物多様性の確保
7. Improvement of local officials capacity in adaptation to climate change	承認待ち	能力開発	気候変動に関するコミュニティネットワークの構築
<b>Bac Lieu 省</b>			
1. Construction of the East Sea Dyke (CT 667)	承認待ち	海岸堤防	塩水侵入の防止、海面上昇、自然災害対策
2. Construction of 4 sluice gates along the coastal line	承認待ち	水門	沿岸部における高潮防止
3. Embankment for the both banks of Bac Lieu river	承認待ち	河川堤防	浸食防止、観光地区および人々の生活保護
4. Forestation for coastal area protection (2011-2020)	承認待ち	植林	沿岸部環境の保護および自然災害対策
5. Upgrading of the sluice system in the north of the national road No.1A	承認待ち	灌漑、排水	海面上昇への対応、淡水確保
6. Dredging for canal system level 1 and 2 (main and secondary canals)	承認待ち	浚渫	淡水供給、2水路を淡水へ切り替え
7. Training on human resources in the field of climate change	承認待ち	能力開発	人々の関心とマネジメント能力の改善
8. Study on transplanting of seedling and nurseries to cope with salinity	承認待ち	調査	気候変動に適応するための苗床の改善
9. Upgrading of equipment and tools for officers	承認待ち	事務機器	水管理の改善
<b>Ca Mau 省</b>			
1. Construction of sea dyke	承認済	海岸堤防	農産物の保護、交通
2. Completion of 23 sub-region water system (irrigation & drainage, South – North)	承認済	水路、水門、堤防	地方経済開発の保護
3. Recruitment of fresh water to Ca Mau Peninsula from Mekong River	未提案	水路拡大	農産物の保護および上水道
4. Construction and strengthening of river dyke system	未提案	河川堤防	農産物と農民の生活保護
5. Capacity building for officers to adapt to climate change	承認済	能力開発	自然災害対策
6. Community based disaster risk management programme	承認済	能力開発	自然災害対策
7. Ca Mau supplemental Master Plan under climate change adaptation	承認待ち	調査	経済、社会文化、安全保障
8. Study on diversification of agricultural production in Ca Mau province	未提案	調査	農産物開発の推進
<b>Kien Giang 省</b>			
1. Construction of sea dyke	承認待ち	海岸堤防	居住地区および農産物の保護
2. Four sluices on Rach Gia city, Branch Canal, Kien River, An Hoa, Rach Soi	未提案	水門 (4 nos)	塩水侵入の防止、淡水確保
3. Construction of Cai Lon – Cai Be Sluices gate	承認済	水門	塩水侵入の防止、淡水確保
4. Improvement on community awareness for climate change and adaptation	未提案	能力開発	自然災害リスクの軽減

出典：JICA 調査団、注：段階の未提案は中央政府への承認の申請が行われていないことを意味する。承認待ちは中央政府に事業化許可の申請がなされているものの、2011年11月時点では承認は得られていないもの、また承認済みは中央政府による事業化承認が得られものを意味している。

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

南部水資源計画研究所 (SIWRP) によって策定されたマスタープラン 2011 は、2050 年までの事業をカバーしており、2011 年～2015 年、2016 年～2020 年、2021 年～2030 年、2031 年～2050 年の 4 段階に分けられている。当該マスタープランは水利施設の建設やリハビリが中心となっている。表 4.3.3 に各段階にて提案されているプロジェクトを省別に纏める (沿岸 7 省の事業案のみを抜粋)。この表の中では、防潮水門を含む水路改修および水路の拡幅、水路の浚渫、水路盛の強化、淡水供給、また、海岸堤防や河川堤防の建設などが優先事業として提案されている。

表 4.3.3 マスタープラン 2011 (SIWRP) における優先事業の概要

主要事業	Tien Giang	Ben Tre	Tra Vinh	Soc Trang	Bac Lieu	Ca Mau	Kien Giang	合計
<b>Stage 1 (2011-15)</b>								
Canal rehab./improv't	8	2	1		2	7	6	26
Sluice gate	1		3		1	3	11	19
Sea dyke			3			1		4
River dyke	2	1	3		1	2	2	11
Ring dyke	1			1				2
Pumping station				1				1
Aquaculture structure			2		1	2		5
Rural water supply							4	4
Reservoir	1							1
<b>Stage 2 (2016-20)</b>								
Canal rehab./improv't	14		24		1	13	15	67
Sluice gate				2	1	5	2	10
Sea dyke	2					4		6
River dyke			2			14	1	17
Rural water supply							1	1
<b>Stage 3 (2021-30)</b>								
Canal rehab./improv't	1	3		2		1	3	10
Sluice gate		14	3	3		5	1	26
Sea dyke		1		2	1	3	1	8
River dyke	2	4		2		9	2	19
<b>Stage 4 (2031-50)</b>								
Canal rehab./improv't			2					2
Sluice gate		4	2	2				8
River dyke				1				1
Ring dyke			2					2
Rural water supply							4	4
<b>合計 (2011-2050)</b>								
Canal rehab./improv't	23	5	27	2	3	21	24	105
Sluice gate	1	18	8	7	2	13	14	63
Sea dyke	2	1	3	2	1	8	1	18
River dyke	4	5	5	3	1	25	5	48
Ring dyke	1		2	1				4
Pumping station				1				1
Aquaculture structure			2		1	2		5
Rural water supply							9	9
Reservoir	1							1

出典：Master Plan (SIWRP) 2011

南部水資源計画研究所のマスタープラン 2011 では、5 つの大規模な水門の建設が提案されている。Kien Giang 省の Cai Lon 河と Cai Be 河の 2 ヶ所、そして、Ben Tre 省の Ham Luong 河と Co Chien 河、Tra Vinh 省の Cung Hau 河の 3 ヶ所である。前者の Cai Lon 河と Cai Be 河は Kien Giag 省を流れる排水河川であるが、後者の 3 河川はメコン河の本線支流である。これらの大規模な水門の建

設にあたっては、下記のような段階的建設を提案している。

Cai Lon 河、Cai Be 河：	ステージ 1 (2011-2015)
Ham Luong 河：	ステージ 3 (2021-2030)
Co Chien 河：	ステージ 4 (2031-2050)
Cung Hau 河：	ステージ 4 (2031-2050)

#### 4.4 開発ビジョン、開発指針、開発段階等

##### 4.4.1 調査対象地における開発ビジョン

調査対象地域における主たる生計は農業および水産業である。調査対象地域北側の Tien Giang 省や Ben Tre 省で盛んな稲作および果樹栽培は、調査対象地域のやや上流部で展開される農業を象徴するが、他方、沿岸部の特徴である汽水を用いたエビ養殖に代表される水産業は既に農業を凌駕する位置付けにある。この 2 つの主要産業が展開される間には、例えば雨期と乾期とを使い分け、それぞれの季節に適応するように同一の農地で稲作とエビ養殖とを交互に営む地域もある。

調査対象地域では環境に従って様々な生計が営まれてきたが、気候変動により現在の生計に負の影響を与えることが予想されている。第 3 章の「調査対象地域における脆弱性評価」で示したが、将来の気温上昇や不規則な降雨パターンとは別に、広範囲に渡って塩水浸入が生じることが予測されている。これまで人々が種々の自然環境に適応しながら生計を維持してきたが、これから起こりうる気候変動に適応するためにはこれまで以上の柔軟性と努力が必要とされる。

本件調査にて合意されている SW では「気候変動適応策」という表現が盛り込まれており、この調査の主目的をメコンデルタ沿岸地域における持続的な農業・農村開発の推進と位置付け、気候変動への影響に適応・対応することになっている。これらのことを考慮し、調査対象地域の開発ビジョンとしては、「構造的および非構造的な手法を用いて気候変動に適応・対応することにより、人々の持続的な生計と生活の安定を図る」を提案する。

##### 4.4.2 気候変動およびその適応・対応における基本方針

気候変動を考慮した計画策定では、不確実な未来が常にある一定の水準で関わってくる。また、メコンデルタに流れ込むメコン河の水は、上流域の国がメコン河の水をどの様に開発するかによって大きく変化する。例えば、上流で計画されている多くの発電ダムが計画通りに稼働すれば、メコン河の雨期に流れる水は現在に比べて減少し、反対に乾期の流れは増加するとされている<sup>1</sup>。これらのことを念頭に置いた上で、上記開発ビジョンを達成するための 5 つの指針を以下に示す。

- 1) 後悔無き投資 (No Regret Investment)：海面水位の上昇は、ある一定の確度で生じており、将来においてはより強く塩水侵入が発生すると予測されている。しかしながら、メコン河における将来の流出量には不確実性が伴い、塩水侵入はこの不確実なメコン河流量の影響の方が強く現れる。よって、上流域における発電ダムの稼働が乾期の流量増加の方向に向かうのであれば、海面上昇の下での塩水侵入はさほど深刻な事態とはなり得ない可能性が高い。このような不確実な将来について、大規模な投資が実施された場合—例えば、メコン河の河口における防潮堰の建設等—投入された資金が無駄となる。このため、一時に大規模な資金投入を行う開発は避けるべきである。
- 2) 計画と投資における柔軟性：上記の「後悔無き投資」と併せて、計画には柔軟性が必要であ

<sup>1</sup> Basin Development Scenario – Technical report on Data and Model Configuration, MRC, February 2011

り、また、投資についても同様である。すなわち、数年に渡って増えていくと予想される塩水侵入に並行する形で投資は徐々に実施することが必要である。この例では、水門を塩水侵入の速度に合わせる形で上流へ向かって徐々に建設していくこととなる。全ての計画においては目標年が掲げられ、投資についても年ごと、あるいは段階ごとに計画されるが、これらの投資計画は実際に生じる気候変動の規模にしたがって見直しを図るべきである。計画および投資は、ここで述べた様に気候変動の規模を確認しながら柔軟に修正・対応していくべきである。

- 3) **バランスのとれた構造物および非構造物による対策**：気候変動の対応については、構造物と非構造物による対策が講じられるべきである。多くの対策が構造物を中心としたものになりがちであるが、農家による実際の適応には見るべきものがあり、その典型が塩水侵入に適応した汽水エビの養殖である。雨期と乾期という視点では、稲作とエビ養殖とを同じ圃場で行っている農家が多数存在するという事例、また、作付け時期の調整も同様に気候変動に適応した事例である。非構造的な対策における強みは、構造的な対策ほど高価でない点である。よって、気候変動への適応・対策は構造的対応だけでなく非構造的な対応からの視点でも併せて行うべきである。
- 4) **多数の事業計画に対する優先付け**：事業の対象はメコンデルタがそうであるように広大な地域が対象であり、非常に多くの施設が存在する。例えば水路の総延長は地球2周分に匹敵し、そこには例えば塩水侵入防止用の水門が設置されている。これらの施設は気候変動に併せて定期的に修復、あるいは改修しなければならない。執行可能な予算には限りがあるため全ての施設を網羅することは困難である。このため、多くの事業について優先順位をつける必要がある。
- 5) **早期警戒システムの構築（塩水侵入）**：メコンデルタにおいては、洪水早期警戒システムは既に機能している。対する塩水侵入については、主要な観測所において DONRE によって観測はなされているが、塩水侵入を防止するための水門ゲートにおける日々の操作のための情報提供がなされている訳ではない。DARD 事務所あるいは DARD 地方事務所では、主要な河口において乾期の塩分濃度を観測しているが、それらは巡回ベースで常駐体制ではないため、月当りに直すと1~2回程度となる。この頻度で塩水侵入に即時対応するのは十分ではなく、塩水が水路の奥深く侵入すれば、大量の稲が被害を受けることとなる。これを避けるためには、DONRE との連携を保ちながら各省において塩水濃度レベルの観測を行うことで、早期警戒システムを構築することが必要である。

#### 4.4.3 開発における時間軸と段階分け

MP 作成に当たっては、ベトナム国の上位計画である社会経済開発計画や気候変動フレームワークなどを参照して短期、中期、長期という時間軸を設定する（図 4.4.1 参照）。本調査において最終的な MP が提示されるのは 2013 年である。よって、短期となる第一段階は 7 年を対象とする 2014~2020 年とする。この終りとなる年は、気候変動適応および緩和に対する行動計画フレームワークの終了年と一致し、また、南部水資源計画研究所策定 MP (2011) のフェーズ 2 終了年とも一致することとなる。この第一段階においては、優先順位の高い緊急で重要な事業が着手されるものとする。

続く中期計画では、10 年間となる 2021 年から 2030 年を対象とし、最終年は南部水資源計画研究所策定 MP (2011) のフェーズ 3 終了年と一致させる。この期間には、第一段階の中期から晩期に開始される比較的大規模な事業が終了することとなる。加えて、第一段階の実施および達成状



況のレビューが行われるとともに、次に優先度の高い事業が着手されることとなる。

最後に、2031年から2050年を対象とする第三段階となるが、この2030年以降については本MPでは特に優先事業の設定は行わない。この段階における事業とは、例えば、解析結果を参照してメコン河中流域における塩水浸入防止水門の設置であったり、また、繰り返し実施の必要な水路の浚渫、施設改修、堤防強化などであったり、さらに農業・農村開発省所管の実施可能性が確認された大規模事業などである。ここでいう大規模事業の実施可能性については、第一段階、或いは第二段階で確認されるべきものである。

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

表 4.4.1 開発時間フレームワークの設定（既存計画との整合）

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

出典：JICA 調査団、各種既存開発計画

## 4.5 開発フレームワークおよび事業

本件調査における開発計画の優先度は、政府職員および村落レベルで実施された一連の参加型ワークショップの結果を基にする。MPの骨子となるのは開発フレームワークであるが、同フレームワークはベトナム国政府がメコンデルタ沿岸における開発事業を推進する場合の指針となり得る。このフレームワークには、具体的な開発事業が示されており、優先順位は気候変動に関する課題別に並べられ、また、地域（省）別に実施すべき優先事業も示されている。

加えて、メコンデルタで活動を行う他機関もこれを参考とすることで、どこでどのような優先順位で開発介入を行うべきかを知ることができる。よって、開発フレームワークは、種々の関係機関が参加する開発におけるプラットフォームの役割を担うことが可能であり、関係する開発パートナー同士がそれぞれの活動をお互いに協調させるツールとして利用することができる。

### 4.5.1 気候変動課題における優先付け

表 4.4.1 に、各省職員によって選定された課題を左側の欄に、また村落ワークショップで確認された課題を右側の欄にまとめる。この表から、気候変動に対する優先課題として次のものが示唆される。

- 1) 塩水侵入および渇水（淡水不足）は最優先課題として特定されている。前者の塩水侵入は政府

職員にとっては最優先事項とされ、村落 WS では 2 番目の優先課題であった（後者の渇水は、政府職員 WS では 2 番目の優先課題、そして村落 WS では最優先課題であった）。

- 2) 村レベル WS では浸水（豪雨と連動する）、満潮時の湛水・洪水、激しい降雨などが続く優先課題として特定されたが、政府職員のワークショップ結果もほぼ同様である。
- 3) 政府職員 WS では海岸堤防の侵食が 3 番目の優先順位を占めるが、これは海面上昇を伴う満潮時の侵食、また 4 番目の優先順位である頻繁な激しい降雨、あるいはその両者の同時発生によって生じているものである。
- 4) 降雨パターンの変化は優先順位 6 番目となっているが、これは乾期の雨を示している。メコンデルタでは、年降雨量の約 10%は乾期に降るが、政府職員によれば乾期の降雨は以前よりも増しているとのことであり、冬-春作の稲が低温障害の被害を受けると報告している。
- 5) 高い気温と渇水に関係するが、政府職員によると森林火災が優先順位 7 番目に位置している。このフレームワーク作成の上では、優先度は結果よりも原因に注視して策定することとし、例えば、森林火災に代えて気温上昇や渇水を気候変動課題として取り上げることとする。

表 4.5.1 気候変動に関する優先課題

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

出典：JICA 調査団（政府職員 WS、および村落 WS の結果より）

優先課題の設定にあたっては、政府職員によるワークショップで提案された各省の優先事業、および南部水資源開発計画研究所策定 MP(2011)で提案されている事業についても参考とする（なお、全ての事業が気候変動に対応するものではない）。表 4.5.2 は、省職員により提案された優先事業、南部水資源開発計画研究所策定 MP における 2015 年までに実施すべき事業、同 2050 年までに実施すべき事業を工種別に取りまとめたものである。表より以下が判る。

- 1) 省職員は海岸堤防事業を最も多く提案し、これに水門、河川堤防が続く。これは、海面上昇あるいは激しい降雨が深刻と取られているため、それらへの対応策の導入が必要とされているものである。
- 2) 水門の建設は省職員、また南部水資源開発計画研究所策定 MP (2011) でも 2 番目に多い事業として提案されているが、これらは塩水浸入防止を目的としたゲートであることから、塩水浸入は緊急とされる課題との認識がある。また、河川堤防は洪水防御のためであるが、激しい降雨や海面上昇が緊急性のある課題として認識されている。
- 3) 南部水資源開発計画研究所策定 MP では、水路の修復、改修が多く提案されており、2050 年までに 105 の事業が提案されている。河川によって運ばれる細粒土が堆積することによって水路の機能が阻害されることから、水路の維持管理は定期的に必要なである。

- 4) 南部水資源開発計画研究所策定 MP においては、水路に続いて水門の設置および河川堤防の建設、さらに海岸堤防関係の事業が優先度を有している。南部水資源開発計画研究所においては、優先課題を塩水侵入、洪水、海面上昇および激しい降雨に置いていることが判る。

表 4.5.2 各省および南部水資源計画研究所提案による事業と優先順位

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

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

上記より、共通と考えられる優先課題はその順位にしたがって、1) 塩水侵入、2) 渇水（湛水不足含む）、3) 海面上昇（含海浜堤防侵食）、4) 浸水もしくは洪水（満潮時を含む）、5) 激しい降雨もしくは降雨パターンの変化、さらに 6) 気温上昇と判断される。

- 1) 塩水侵入
- 2) 渇水
- 3) 海面上昇
- 4) 洪水
- 5) 降雨パターンの変化
- 6) 気温上昇

#### 4.5.2 開発フレームワーク

開発フレームワークは、開発ビジョンに至る具体的な道筋を示す指針となる。フレームワークそれ自体は様々な方法で提示が可能であるが、ここで用いるのはツリー構造を持ち、開発ビジョン、気候変動課題、適応・対応戦略、個別事業を段階的に示したものである。これまでに述べた政府職員によるワークショップや村落ワークショップによる結果、また既存の優先事業等を参照しながら策定する。

開発フレームワークの模式を以下に示すが、関係する 7 省や南部水資源開発計画研究所は気候変動課題毎に、どのような戦略を選択し、どのような事業を実施すべきかを知ることが可能となる。また、下図の一番右端にはそれらの事業に関係した省が示されているが、異なる記号を用いて優先順位を付すことで省ごとの事業の優先順位が明らかとなる。

Priority	Vision	CC Issue	Rank	Adaptation/Coping Strategy	No.	Program/Project	Necessary Project by Province						
							TG	BT	TV	ST	BL	CM	KG
Higher ↑ ↓ Lower	1. Saline Water Intrusion 1st Priority	1.1 To prevent saline water intrusion	1.1	To prevent saline water intrusion	1.1	Installation of tidal sluice gates project		●	○		◎		○
			1.2	Rehabilitation of existing tidal sluice gates		●	○		●		○	●	
			1.3	Construction of new intake (upper stream)		◎			◎	●		○	
		1.2 To utilize saline water	1.4	Introduction of extensive shrimp culture		○	●	○			●		
			1.5	Introduction of paddy-shrimp culture		●		○	●	◎		○	
			1.6				○				○	●	
	2. Drought 2nd Priority	2.1 To conserve fresh water	2.1		2.1	Water saving cultivation programme		○			○	○	●
			2.2		2.2	Introduction of salt tolerant varieties programme		◎				●	◎
		2.3	2.3		2.3			●			◎		◎
			2.4		2.4				◎		●		○
	3. Sea-level Rising 3rd Priority	2.1 To protect seashore line	2.1		2.1	Sea dyke construction project		○			○	○	
		2.2 To conserve seashore ecology	2.2		2.2	Seashore line forestation project (Mangrove)							
	4. Flood 4th Priority	3.1 To prevent inundation	3.1		3.1	Ring embankment construction project							
			3.2		3.2	Drainage pumping construction project							
			3.3		3.3								
	5. Change of Rainfall Pattern	3.1		3.1									
4.1			4.1										
7. Others	4.1		4.1										
	4.2		4.2						○	○	○		●
		4.3		4.3									
		4.4		4.4					○		◎		○

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）

上述の内容と JICA 調査団による視点を踏まえた開発フレームワークを図 4.5.2 に示す。気候変動課題としては、塩水侵入、濁水、海面上昇、洪水、降雨パターンの変化、気温上昇などを優先順位に従って上から下にかけて配置してある。加えて、一番下に配置した共通課題は分野横断的な取り組みを意味しており、例えば能力強化に代表されるような事業が示されている。また、気候変動と直接関係しないが、村落 WS 等で特定された優先事業などはこの部分に配置している。

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

### 4.5.3 事業説明（簡易プロジェクトデザインマトリックス）

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

図 4.5.2 気候変動フレームワーク (構想、課題、戦略、事業)

優先度	適応ビジョン	気象変動課題	順位	気候変動課題適応戦略	No.	左記戦略実現のための プログラム・プロジェクト	省別、対策対応が必要なプログラム								タイプ	実施スケジュール(20__)							事業費 (million USD)
							TG	BT	TV	ST	BL	CM	KG	ST		NS	15	20	25	30	35	40	
高 ↑ ↓ 低	第1優先 塩水遡上	1. 塩水遡上	1.1 塩水遡上防止施設の拡充	1	防潮種門(ゲート)建設プロジェクト(塩水遡上対策)	●●●○●●	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1,059.7				
						2	防潮種門(ゲート)改修・整備プロジェクト	◎○	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	28.1	
								3	ゲート運用・操作プログラム	◎○●◎◎●	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
						4	作付けパターン調整・改善プログラム			◎○	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
								5	耐塩性作物品種の開発・普及プログラム	○◎	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
						6	持続的エビ養殖振興プログラム			○◎●◎●●	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
								7	塩水早期警戒態勢構築プログラム	○◎◎●	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		第2優先 渇水・淡水不足・硫酸塩活性化	2.1 淡水水源の新規開発	2.1	淡水導水プロジェクト(上流部より)	○●●○◎◎	ST			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	20.0		
						9	地下水開発プロジェクト(飲料水対象)	○◎◎◎	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	50.0		
								10	ため池・雨水貯留プロジェクト(飲料水対象)	○◎	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4.2
			2.2 土地利用の転換、作物転換の推進	11	果樹振興農業普及プログラム	◎	NS			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3.0		
						12	耐硫酸塩性作物導入プログラム	○◎◎	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3.0		
								13	海浜部保全・海岸堤防強化プロジェクト	◎●●◎●●◎	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		14	防潮堤改修・整備プロジェクト	●◎◎◎◎	ST	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	99.7			
	15			マングローブ植林プログラム	◎◎◎●●◎	NS	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3.0		
		3.2 塩水侵入環境変動への適用	16		持続的エビ養殖振興プログラム	Same as No.6 project	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	6.0				
	第3優先 海水面上昇・海岸侵食			4.1 洪水の氾濫防止		17	河川堤防建設・改修プロジェクト	○◎◎◎◎	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	45.0		
		18	輪中型土地利用推進プロジェクト		●◎◎●			ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	26.3			
					19			排水促進・改善プロジェクト	◎◎◎	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	78.5	
	4.2 早期警戒態勢構築(2洪水接近対象)	20	洪水早期警戒態勢構築プログラム	○◎		NS	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.9				
				第4優先 洪水・氾濫・湛水	5.1 汽水濃度急激変化の防止	21	養殖池改良・改善プロジェクト	○◎	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.0		
	22	土構造物強化プロジェクト(堤防、村落インフラを含む)	●					ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24.3			
			23					作付けパターン調整・改善プログラム	Same as No.4 project	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.0	
	第5優先 降雨・パターン変化・強度変化	6.1 作期の移動		24	作付けパターン調整・改善プログラム	Same as No.4 project	NS		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.0				
			6.2 作付け品種による適応			25	作物多様化・普及プログラム	○◎	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.0		
第6優先 気温上昇	I 水資源管理能力の向上	a		水資源管理能力向上プログラム	provincial wide			NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.1			
			II 水質の改善(特に乾期の水環境)		b	農村水環境改善プログラム	○◎	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11.4			
							c	低投入型農業普及プログラム	●◎	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3.0	
			III 豪雨・湛水時の村落インフラ機能保持		d	村落社会インフラ改善・整備プロジェクト			○◎◎	ST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	70.0	
							IV 気候変動被害の補償	e	作物保険導入プログラム	provincial wide	NS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4.0

●:その省において最優先プロジェクト ST: 構造物対応  
 ◎:その省において中優先プロジェクト NS: 非構造物対応  
 ○:その省において低優先プロジェクト

## 4.6 環境社会配慮

### 4.6.1 開発オプション

ここでは、プロジェクトを実施する根拠となる開発政策や開発戦略に関し、環境社会配慮の視点から検討する。最初に、開発を進めるに当たり戦略レベルの視点で、1) 構造物による対策、2) 非構造物による対策をオプションの主要な2軸とし、これらの軸によって構成される4つのオプションを提示する（図4.6.1参照）。オプションの内容は表4.6.1に示すとおりである。

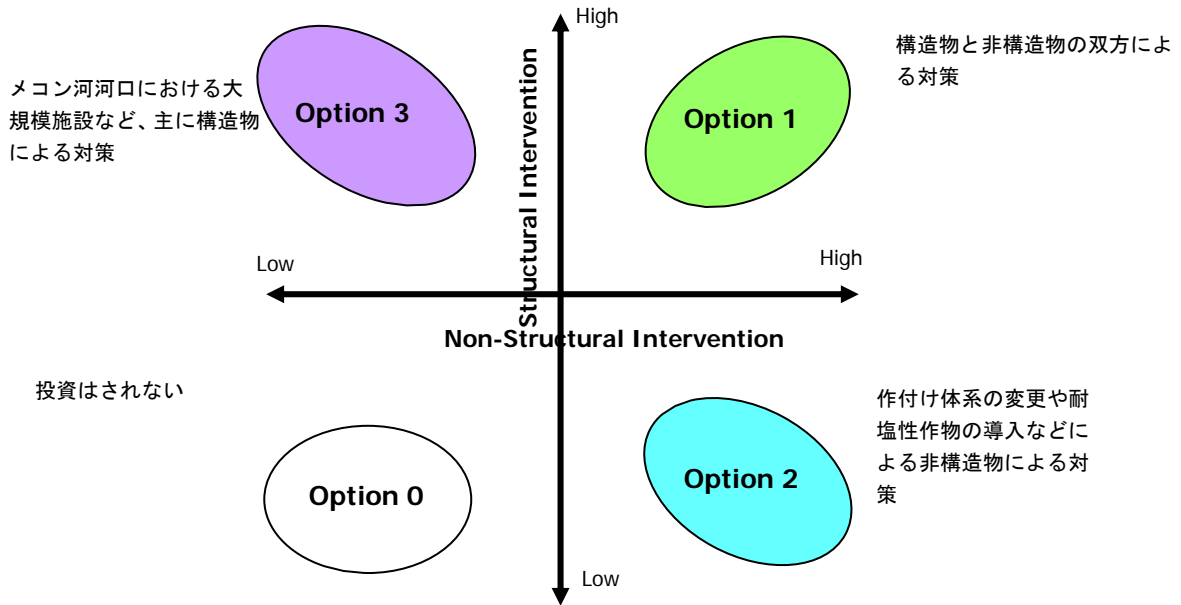


図 4.6.1 構造物と非構造物対策に基づいた4つの開発オプション

表 4.6.1 開発オプション

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

出典：JICA調査団

4つのオプションについて戦略的環境アセスメント（SEA）の考え方をもとに検討を行い、構造物および非構造物対策を含むオプション1を最適案として推奨する。検討内容は以下に述べるとおりである。

### 4.6.2 スコーピング

ベトナム国において2003年に規定された現環境保護法では、戦略的環境アセスメント（SEA）

の作成が規定されている。これに基づき各オプションにおける環境への影響についての検討を実施する。表 4.6.2 にオプションごとの環境への影響を、また表 4.6.2 には永続的な影響についてのみ取り上げてオプションごとに比較してある。正負の影響およびそれらの影響の規模について検討している。

**表 4.6.2 オプションごとの想定される環境への影響**

Environmental Parameters	Option 1	Option 2	Option 3A	Option 3B
1. Air Pollution	X (construction stage)	-	X (construction stage)	X (construction stage)
2. Water Pollution	X	-	X	X
3. Waste	X (construction stage)	-	X (construction stage)	X (construction stage)
4. Soil Contamination/ salinization*1	-	-	-	-
5. Noise and Vibration	X (construction stage)	-	X (construction stage)	X (construction stage)
6. Ground Subsidence	-	-	-	-
7. Offensive Odor	-	-	-	-
8. Bottom sediment	-	-	-	-
9. Protected area*2	-	-	-	-
10. Ground water	-	-	-	-
11. Hydrological Situation	-	-	X	X
12. Topography and Geographical features	-	-	-	-
13. Involuntary Resettlement	X	-	X	X
14. Land Acquisition	X	-	X	X
15. Cultural heritage (tombs)	X	-	X	X
16. Landscape	-	-	-	-
17. The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-
18. Livelihood	X	- and X	X	X
19. Local economy*4	X	-	X	X
20. Existing social infrastructures and services	X	-	X	X
21. Misdistribution of benefit and damage	X	-	X	X
22. Social institutions	X	-	X	X
23. Water Usage or Water Rights and Rights of Common*3	-	-	-	-
24. Gender	-	-	-	-
25. Children rights	-	-	-	-
26. Hazards (Risk), Infectious diseases such as HIV/AIDS	X (construction stage)	-	X (construction stage)	X (construction stage)
27. Accidents	X (construction stage)	-	X (construction stage)	X (construction stage)
28. Global Warming	-	-	-	-

X: Negative impact is expected - : Either positive or negligible negative impact is expected

注： \*1：堰の建設工事に伴い工事用車輦が増加し、オイル漏れによる土壌汚染というケースが発生する可能性はあるが、大規模なものは想定されず、また工事期間中のみである。

\*2：メコンデルタ内の保護区は、堰の建設予定地から遠隔地に存在している。よって、保護区への影響はない。

\*3：住民移転が発生する場合、同じ村落の中でも、移転が必要な世帯とそうでない世帯が起こりうる。その場合、村落内部での経済活動に影響を及ぼすことが想定される。

\*4：堰建設により塩水侵入が防止され、淡水が利用しやすくなる環境になるため、負の影響は想定されない。

**表 4.6.3 オプションごとの主な環境への影響（永続的な影響のみ考察）**

Environmental items	Option 0*	Option 1	Option 2	Option 3A	Option 3B
Water quality of Mekong River	-	-	-	XXX	XXX
Farming	XX	+++	+	++	++
Shrimp cultivation	-	++	+ and X	XX	XX
Eco-system of	-	-	-	XXX	XXX

Environmental items	Option 0*	Option 1	Option 2	Option 3A	Option 3B
Mekong River					
Resettlement and land acquisition (land recovery)	-	XXX	-	XX	XX
Transportation by water (Mekong River)	-	-	-	XX	XX
Possibility to be regrettable project	None	None	None	High	Very high
Project cost	Zero	Medium-high	Very low	High	Very high

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

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

-: no impact or negligible

\* オプション0は現況の社会・環境状況との比較を行う。

#### 4.6.3 ベースとなる環境社会状況

##### 1) 土地利用

調査対象地域における農地面積の割合は 55%であり（メコンデルタ：63%）、全国平均（29%）や紅河デルタ（36%）に比べて大幅に高い値を示す。農地のうち、稲作が 66%（メコンデルタ全体：75%を）を占め、全国平均である 44%を大きく上回り、紅河デルタの 83%に次いで大きい。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、調査対象内では、Kien Giang 省が 83%と最も高く、低いのは Tien Giang 省の 53%、最低は Ben Tre 省の 27%である。Ben Tre 省および Tien Giang 省では、農地の多くが果樹園として用いられ稲作面積は少ない。

沿岸部では汽水を利用したエビ養殖業が盛んである。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、このほかに Bac Lieu 省、Soc Tran 省などに見られ、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。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。

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。

##### 2) 経済状況

本対象地域の産業は稲作だけでなく、自然条件が育む果樹栽培や、水産業といった多様化によって特徴付けられる。多様化された農業の一面として、コメの 2 期作や 3 期作はもちろんのこと、コメより高収益をもたらす果樹栽培の実施や、稲と淡水魚との組み合わせ、そして汽水エビと稲とのローテーションといった組み合わせ等がある。メコンデルタにおける魚の総水揚量（1,940,181 トン）は国内生産（2,706,752 トン）の 72%を占める。

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



2009年時点における一人当たりのGDPについて、調査対象地域内で最大を示すのはKien Giang省であり、全国平均より高いUS\$ 1,286に達している。最も小さいのはTra Vinh省のUS\$ 801であり、次に小さいのがBen Tre省のUS\$ 854である。調査対象地域の平均ではUS\$ 987、メコンデルタ全体ではUS\$ 1,040である。国全体の平均はUS\$ 1,127である。調査対象地域の人口一人当たりGDPは全国平均と比べると、Kien Giang省を除けばいずれもやや低い。

### 3) メコンデルタにおける保護区および希少生物種

事業対象地においては、国立公園など希少な生態系が分布する自然保護地域が5ヶ所指定されている。これらの概要および位置は以下の表および図に示すとおりである。

表 4.6.4 自然保護地域とその概況

<b>Ca Mau Cape National Park</b>	
Ca Mau province 41,862 ha	To conserve the saline-ecosystem forest in Ca Mau, a typical wetland area in the coastal zone of Mekong River
<b>U Minh Thuong National Park</b>	
Kien Giang rovince 8,038 ha	To conserve the ecosystem of malaleuca forest and the alkaline wetland on peat base, rare wild animals and historical place of U Minh
<b>Thach Phu Nature Reserve</b>	
Ben Tre Province 4,510 ha	To conserve the saline wetland ecosystem of Mekong Delta and National historical place of Ho Chi Minh Rail at Sea.
<b>Bac Lieu Bird Sanctuary</b>	
Bac Lieu province 127 ha	To conserve saline wetland ecosystem and water bird species
<b>U Minh Ha National Park</b>	
Ca Mau Province 8,286 ha	To conserve ecosystem of ancient alkaline inundated malaleuca forest and water bird species.

Source: Ministry of Agriculture and Rural Development (2004) Forestry Handbook

Institute for Environment and Natural Resources National University at HCM City (2010), Inventory of Peat lands in U Minh Ha Region, Ca Mau Province, Viet Nam

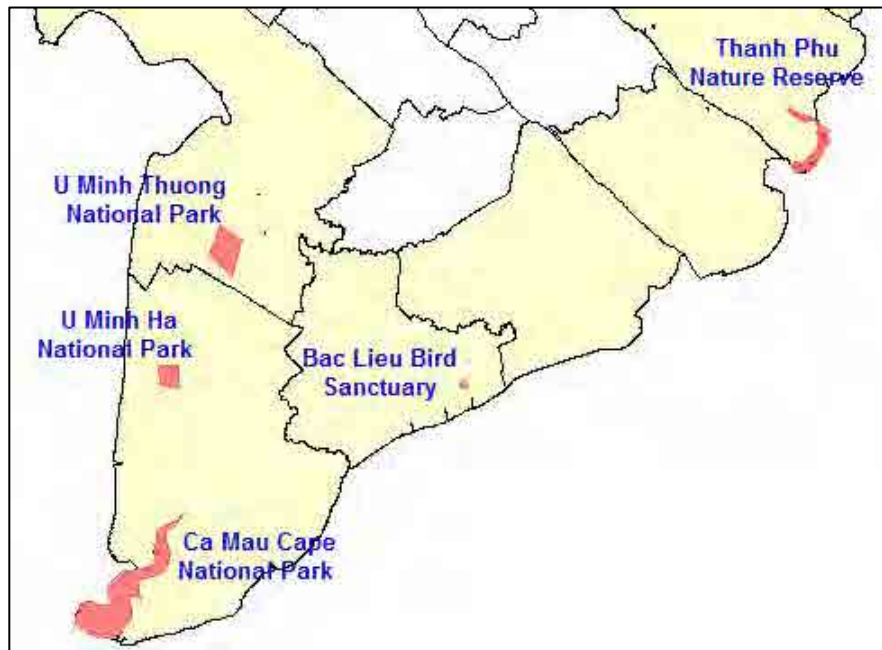


図 4.6.2 対象地域における自然保護区の分布<sup>1</sup>

メコンデルタを流れるメコン河の魚種は独特でかつ多様性に富んでいる。メコンデルタには481

<sup>1</sup> Modified based on the map of “Forestry Planning in the Mekong Delta”, SIWRP 2011

種の魚類（うち 28 種が固有種）が生息し、同河川他流域よりも種の数は多い（MRC, 2010a）<sup>2</sup>。数種は産卵のために海域と淡水域を移動し、その経路は図 4.6.3 に示すように種によって様々である（MRC, 2002<sup>3</sup>）。これらの魚種は下記のとおりであり（MRC, 2010b<sup>4</sup>）、世界的に絶滅のおそれがある絶滅危惧 I 類（GT-CR および GT-EN）は含まれていないが、*Pangasius krempfi* は、近い将来には絶滅危惧 I 種に移行する可能性のある絶滅危惧 II 類（VU）に指定されている。

- 1) ナマズの1種（和名なし、*Pangasius krempfi*）：南シナ海で一生涯を過ごし、産卵のためにメコン河に戻ってくると考えられている（2011年にIUCNにより絶滅危惧II類に指定）。
- 2) ミナミコノシロ（*Arius caelatus*）は海水と淡水を往復すると報告されている。
- 3) オオウナギ（*Anguilla marmorata*）は海洋から高地の支流まで移動することが知られている。
- 4) ツバメコノシロ：*Eleutheronema tetradactylum* および *Polynemus borneensis*
- 5) スズキ類：*Lates calcarifer*
- 6) ニシン類：*Coila* sp., *Setipinna* sp.

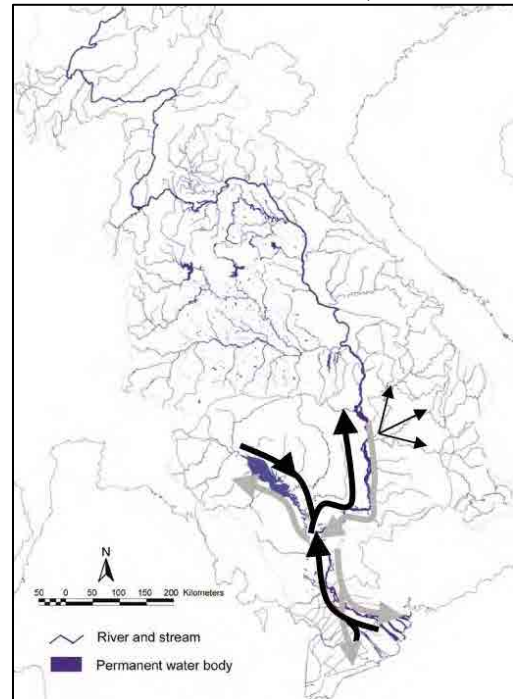


図 4.6.3 メコン河下流域で淡水域と海域を移動する魚の経路（MRC, 2002）

メコン河流域では、ダム建設を初めとしたこの数十年間にわたる急激な開発により、大きな環境の変化が生じ、その独特な生態系が影響を受けてきた。特に、移動性の魚類（メコン河内）は大きなダメージを受け、数種は IUCN によって GT-CR（世界的に、近い将来での絶滅の可能性が極めて高い）あるいは GT-EN（世界的に、近い将来での絶滅の可能性が高い）に指定されている。メコン河下流部はメコン河内でも豊かな生態系を有しているが、同様の問題に直面している。ベトナム国内（メコンデルタ内）で危機に瀕している魚類は下記に示すとおりである。

表 4.6.5 ベトナム国内（メコンデルタ内）で世界的に危機に瀕している魚種<sup>5</sup>

Scientific name	Common name	Status (IUCN) <sup>6</sup>	Remarks
<i>Chela caeruleostigmata</i>	Leaping Barb	GT-CR	
<i>Pangasius sanitwongsei</i>	Giant Catfish	GT-CR	Highly migratory
<i>Pristis microdon</i>	Freshwater Sawfish	GT-CR	
<i>Pristis zijsron</i>	Green Sawfish	GT-CR	
<i>Scleropages formosus</i>	Golden Arowana	GT-EN	Heavily traded
<i>Tenualosa thibaudeaui</i>	Laotian Shad, Freshwater Herring	GT-EN	Highly migratory, Endemic
<i>Probarbus jullieni</i>	Jullien's Barb	GT-EN	Highly migratory
<i>Himantura chaophraya</i>	Giant Freshwater Stingray	GT-EN	

<sup>2</sup> MRC (March 2010), SEA for Hydropower on the Mekong Mainstream, Aquatic Systems Baseline Assessment, Working paper 8

<sup>3</sup> MRC (Oct. 2002), Fish migrations of the Lower Mekong River Basin: implications for development, planning and environmental management, Technical Paper 8

<sup>4</sup> MRC (June 2010), Impacts on Wetland and Biodiversity (Draft), Technical Note 9

<sup>5</sup> This table is prepared based on the data of MRC (2010b) and <http://fish.mongabay.com/data/VietNam.htm> and <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/181328/0>

<sup>6</sup> IUCN Red List Categories: EX: Extinct, EW - Extinct in the Wild, CR: Critically Endangered, EN: Endangered, VU: Vulnerable, NT: Near Threatened and LC: Least Concern. Out of those categories, CR, EN and VU are classified as "Threatened". The categorization contributes to setting priorities to conserve threatened species.

Scientific name	Common name	Status (IUCN) <sup>6</sup>	Remarks
<i>Himantura oxyrhynchus</i>	Marbled Mekong Stingray	GT-EN	
<i>Balantiocheilos melanopterus</i>	Silver Shark	GT-EN	
<i>Pangasius krempfl</i>	Krempf's catfish	VU	Highly migratory between sea and river
<i>Carcharhinus leucas</i>	Bull Shark	LC	
<i>Mekongina erythrospila</i>	Striped River Barb		Endemic
<i>Puntioplites falcifer</i>	Silver Barb		Endemic

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

魚類に加え、メコン河に生息するイラワジイルカ (*Orcaella brevirostris*) も絶滅のおそれがある生物種として知られている (生息域については図 4.6.4 参照)。イラワジイルカはインドネシアからインドまでの沿岸域、汽水域、淡水域に分布するが、淡水棲のイルカの亜集団がメコン河に生息している。このメコン河のイラワジイルカはボートからの油の流出、爆薬を利用した漁業、魚網などにより打撃を受け<sup>7</sup>、最近ではベトナム国内で見られることが極めてまれになった。このメコン河のイラワジイルカは 2004 年に IUCN によって野生での絶滅の極めて高い種 (GT-CR) に指定され生息数は最低で 127 頭と推定されている (WCS, 2007) <sup>8</sup>。

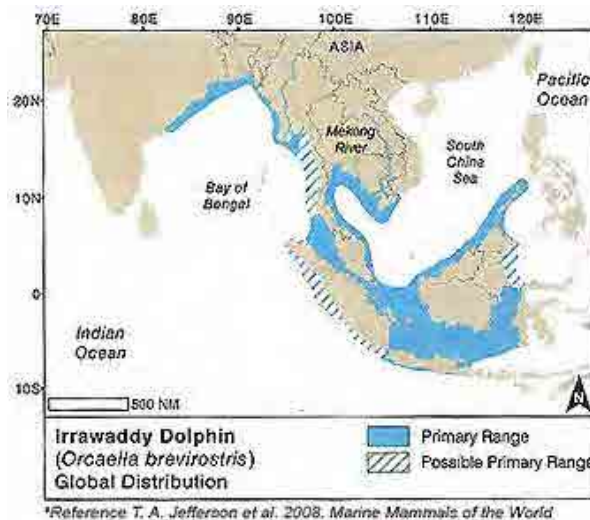


図 4.6.4 イラワジイルカの生息域

#### 4.6.4 相手国の環境社会配慮制度・組織

ベトナム国では、1994 年 1 月に施行された環境保護法 (2005 年に改訂) に基づき、1994 年 10 月に環境保護法実施のための政令 (Government Decree No.175/CP) が制定されたのをはじめ、違反への罰則や環境影響評価などに関する数多くの環境法規が公布されている。また、大気汚染、水質汚濁、騒音などに関する基準も策定・適用されている。これらの基準は、概して国際的な水準をクリアしており、日本の環境基準ほど厳格ではないとしても妥当な水準であると結論される。

2003 年に改定された現環境保護法では、それまでの環境保護法の中で曖昧であった EIA の対象事業が明記され、大きな改善が施されている。ただし、JICA ガイドラインとは異なり、スコーピングの公開や、EIA 報告書での代替案の記載などは義務付けられていない。以下にベトナム国における環境影響アセスメント (EIA) および戦略的環境アセスメント (SEA) について、対象事業、報告書で記載すべき内容、審査機関などをまとめて示す。

表 4.6.6 「ベ」国における環境影響アセスメント (EIA) および戦略的環境アセスメント (SEA) の概要

項目	環境影響アセスメント (EIA)	戦略的環境アセスメント (SEA)
1. 対象事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 重要な国家事業</li> <li>▪ 自然保護区、国立公園、歴史・文化遺跡、自然遺産、登録済みの名勝地の土地の一部使用、あるいは悪影響を与える事業</li> <li>▪ 水源や流域、沿岸部、生態系保護地区に悪影響を与える危険性のある事業</li> <li>▪ 経済区、工業団地、ハイテク団地、輸出加工区、</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 国家レベルの経済社会開発戦略、プランニング、計画</li> <li>▪ 全国規模における分野、領域の開発戦略、プランニング、計画</li> <li>▪ 省、中央直轄市 (以下、省レベル) の経済社会開発戦略、プランニング、計画</li> <li>▪ 土地利用計画、森林保護と開発、2 省や 2 地域をま</li> </ul>

<sup>7</sup> IUCN, 2011, The IUCN Red List of Threatened Species, <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/44555/0>

<sup>8</sup> Wildlife Conservation Society (WCS), 2007, Status and Conservation of Freshwater Populations of Irrawaddy Dolphins, Working Paper No. 31

項目	環境影響アセスメント (EIA)	戦略的環境アセスメント (SEA)
	家内工業村のインフラ建設事業 都市区、集中型住宅区の新たな建設プロジェクト 大規模な地下水や自然資源を開拓、使用する事業 環境に対して悪影響を与える可能性の大きいその他の事 【環境保護法 第 18 条 1】	たがるその他自然資源の開発と使用 重点経済地域開発計画 複数の地方省をまたがる河川流域の総合計画 【環境保護法 第 14 条】
2. タイミング	事業実現可能性調査報告書と同時に 環境保護法 第 19 条 2】 環境影響評価報告書の承認後のみ投資・建設・開発許可が承認・発給される 【環境保護法 第 22 条 4】	開発戦略、プランニング、計画などの策定過程と同時 【環境保護法 第 15 条 2】 【Decree No.140/2006/ND-CP 第 6 条 1.c】
3. 内容	事業の詳細な説明 環境の状態と環境の影響の受けやすさと環境容量の評価 環境影響、影響を受ける環境構成要素と社会経済要素の評価、事故のリスク 緩和措置や環境事故の防止、対処措置 事業の建設・運用過程における環境保護措置の公約 環境管理・監査計画 環境保護の予算 事業実施地のコミュニケーションや住民共同体代表の意見、反対意見 評価の数値、データ等の出展 【環境保護法 第 20 条】	環境に関連する事業目標、規模、特徴の概要 事業に関連する自然的、社会経済的、環境的条件の総括的記述 事業実施時に発生する可能性のある、環境に対する悪影響の予測 評価する数値・資料データ、方法の提供元の注記 事業実施過程における環境問題解決の相対的方向性、措置の提示 【環境保護法 第 16 条】
4. 審査及び承認	① 国会、政府、首相の決定した、または承認する事業と複数の産業分野や地方省にまたがる事業 ② 中央省庁などが承認権限を有する事業で①以外のもの ③ 地方省レベルの人民委員会が承認権限を有する事業 ①および②：事業承認機関、事業実施地の地方省の環境専門機関、専門家など ③：地方省人民委員会、省レベルの環境専門機関、専門家など 【環境保護法 第 21 条 1~3】	下記から構成される審査委員会によって審査される。 国家規模を有するか、複数の地方省にまたがる規模の事業：承認機関、関連する中央省・省同等庁・政府直属機関・地方省レベルの人民委員会、専門家など 地方各省、中央直轄市の事業：地方省レベルの人民委員会、省レベルの局、専門家など SEA 報告書の審査結果は当該計画承認の根拠のひとつ 【環境保護法 第 17 条】
5. 承認機関/審査委員会設置責任機関	審査及び承認に記した 3 つの分類毎の承認機関・審査委員会設置責任機関。 受領日から就業日 15 日以内に、承認を検討、決定しなければならない。 天然資源環境省 中央省庁など 各地方省人民委員会 【環境保護法 第 21 条 7】 【環境保護法 第 22 条 1,3】	国会、政府、首相が承認権限を有する事業→自然資源環境省 中央省庁などが承認権限を有する事業→各中央省庁など 地方省レベルの人民委員会が承認権限を有する事業→各地方省人民委員会 【環境保護法 第 17 条 7】
6. 審査期限	首相、政府、または国会の決定および承認権限に属する事業、及び部門または省をまたがる事業： 書類の受領日から 45 日目まで それ以外：書類の受領日から 30 就業日目まで 【Decree No.80/2006/ND-CP 第 12 条】	同左
7. 追加の環境影響評価	事業の場所、規模、設計能力、または技術に変更がある場合 事業が環境影響評価報告書の承認日から 24 ヶ月以内に実施されない場合 【Decree No.80/2006/ND-CP 第 13 条】	該当なし
8. 組織・住民共同体・個人等の権利	組織、住民共同体、個人は、要求書、請願書を審査設置機関へ送付する権利を持つ。また審査設置機関は、結論と決定を出す前に要求と請願を検討する責任を持つ。 【環境保護法 第 21 条 6】	組織、個人は、環境保護に関する、要求書や請願書を事業審査委員会を組織する機関と承認機関へ送付する権利を持つ。また、事業審査委員会と承認機関は、結論と決定を出す前に要求と請願を検討する責任を持つ。 【環境保護法 第 17 条 5】
9. 公表・協議など	環境保護措置について、事業実施場所に公開提示する。 【環境保護法 第 23 条 1b】	開発戦略、計画の作成検討時には、関係を有する省、部局、地区、科学者、専門家の意見を収集しなければならない。特に、都市と地方の開発企画の作成検討時には公表して計画対象地域における居住者と人民委員会からコメントを募集しなければならない。

項目	環境影響アセスメント (EIA)	戦略的環境アセスメント (SEA) 【Decree No.140/2006/ND-CP、第6条 1.e】
----	------------------	---

出典：「ベトナムにおける企業の環境対策と社会的責任」(財)地球・人間環境フォーラム(2007年)(環境省委託業務)

ベトナム国では2003年に制定された土地法<sup>9</sup>により、土地使用权を「特別な商品」とし、市場によって価格決定が制度化され、省・中央直属都市人民委員会による価格決定の際に市場での取引価格が重視されるようになった。土地法では、用地取得手続き、回収地管理、補償について記述されており、2004年のDecree 197-2004/ND-CPではより具体的な手続きが述べられている。

補償を受ける条件として、被用地取得者が土地使用权証書または土地使用权証書を交付される十分な条件を満たしていることが必要とされる(2003年土地法42条1項)。被用地取得者には、回収される土地と同じ使用目的の別の土地が補償されるが、適当な土地がない場合は土地使用权価値で補償されることとなっている。

省級人民委員会は、回収者が住居を移転しなければならない場合、再定住地(住宅)を補償する必要がある。省級人民委員会は、郡、県、市社、省直属市レベル(県級)に補償・補助・再定住評議会を設置し、これが補償案立案、保障措置決定後の実施に関わる組織となる。被用地取得者が補償決定に不服がある場合は、決定から30日以内であれば不服申し立て・告訴法に従った提訴が可能である。

ベトナム国の用地取得の手続きはかなり整備されてきているが、土地利用に関する権証書を提示しなければ補償対象とならない、補償される土地価格は省人民委員会規定の地価をベースとするなど、世銀やJICAのガイドラインとは若干の違いがみられる。この違いについて次表に示す。

表4.6.7 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

JICA Guideline	Vietnamese regulation	Remarks
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternatives of project shall be included in EIA report (JICA Guideline)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No mention about examination of alternatives in EIA report contents preparation</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>After the disclosure of the scoping drafts, project proponents etc. conduct consultations with local stakeholders*. JICA incorporates the results of such consultations into its TOR. The consultations cover the needs of projects and the analysis of alternatives. (JICA Guideline)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no mention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>There are description about consultation, however, the agenda does not cover scoping nor alternatives (Decree No.29-2011, Article 15).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>The socio-economic studies should be implemented in the early stages of project preparation and with the involvement of potentially displaced people (WB OP4.12, Para 6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no mention</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Those who do not have formal legal rights to land at the time the census begins but have a claim to such land or assets--provided that such claims are recognized under the laws of the country or become recognized through a process identified in the resettlement plan are eligible for benefit (WB OP4.12, Para 15)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Those who have a certificate of land use right or satisfying all of the conditions for issuance of a certificate of land use right are qualified as targets of compensation by the State</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Compensation based on the full replacement cost must be provided as much as possible (JICA Guideline).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The land prices stipulated by people's committees of provinces and cities under central authority shall be used as the basis for calculating compensation when the State recovers land. They must be close to</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Since compensation is based on the land price specified by Provincial People's Committee, there are some cases that there are</li> </ul>

<sup>9</sup> ベトナム国では全人民が土地を保有するというのが原則となっており、国は土地使用权を認めるという立場にたって、人民に土地を交付、賃貸する(すなわち、個人に与えられる土地所有権はなく、あくまでも使用権のみが与えられる)。2003年に制定された土地法では、それ以前の法律で記載されていなかった「土地、管理制度、土地使用、土地使用者の権利と義務」が明記され(2003年土地法、第1条)、土地使用权保持者は、従来の移転、抵当などの権利に加え、転貸の権利、国による用地取得の際には補償を受ける権利も有することとなった。

JICA Guideline	Vietnamese regulation	Remarks
	actual market prices for assignment of land use right in normal conditions and, when there is a big difference compared with actual market prices, they must be adjusted for conformity. (Law on Land Article 56)	differences between actual land price and compensated ones, they are not significant ones, though (interview result by the JICA Team, 2012).
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ In preparing a resettlement action plan, consultations must be held with the affected people and their communities based on sufficient information made available to them in advance. (JICA Guideline)</li> <li>▪ Appropriate participation by affected people and their communities must be promoted in the planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans and measures to prevent the loss of their means of livelihood (JICA Guideline)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agencies (organizations) that are assigned by the provincial-level People's Committees to arrange resettlement must inform every household that has land recovered and must be relocated of the tentative resettlement arrangement plans and publicly post up these plans at their headquarters, at the offices of the commune-level People's Committees of the localities where exists the recovered land and in the resettlement areas 20 days before such resettlement plans are approved by competent State bodies (Decree 197-2004, Article 34)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Draft resettlement arrangement plan is informed to the affected people, however, people's participation in planning is limited.</li> </ul>

#### 4.6.5 環境への影響予測

オプション1、3A、3Bは構造物建設を伴うため、工事期間中の大気汚染、廃棄物などの問題の発生が予想される。しかしながら、これらは一時的なものである。また、水門建設による水質汚染、非自発的住民移転、用地取得、メコン河本流・支流での水運への影響が発生する。特に、住民移転と用地取得、墓地の移転により、社会組織や社会経済の変化などがもたらされる可能性がある。以下にオプションごとに主たる環境社会面への影響をまとめる（一時的なものは除く）。

##### 1) オプション0（対策なし）

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

##### 2) オプション1（構造物・非構造物対策の組み合わせ）

オプション1では構造物対策により海水侵入を防止し、作物被害を軽減する。一方、新種のイネやココナッツなど比較的耐塩性の高い作物の導入や、作付け体系の変更など非構造物対策により、塩水侵入に適応することも一部可能である。乾期には、水門（大規模ではない）のゲートを調節してエビ養殖に適切な塩分濃度を維持することも可能となる。構造物対策と非構造物の両対策により、農業と養殖業に対する気候変動によって生じる被害の軽減が期待される。

メコン河の将来の流量は上流部での開発・発展により流動的である。このオプションでは例えばメコン川支流の河口への防潮堰といったような大規模施設の建設は計画されていないため、流量や塩分濃度の変化に応じて徐々に水門を設置するなどの対応が可能である。よって、オプション1が「悔やまれる事業」になる可能性は低い。なお、水門建設のためには用地取得が必要であるが、水門自体が大規模でないことから、用地取得の範囲は限定的である。ただし、水路が拡張される場合には、水路沿いに多くの住民が居住しているケースが多いため、大規模な住民移転や用地取得が発生する。その際には補償が必要となり、事業費の増加につながる。

##### 3) オプション2（非構造物対策）

このオプションは工事を伴わない非構造物対策であることから、事業費は他のオプションに比

べて低く、また、社会・自然環境面への影響もほとんどない。塩水侵入に対しては、従来の稲の品種から耐塩性の高い品種に変更することにより対応が可能である（ただし、収量は低下する）。さらに、水路内の塩分濃度の上昇に応じてエビ養殖池の拡大も可能であるが、養殖池におけるエビの病気管理には留意が必要である。一方、構造物建設を伴わないため、エビ養殖池では塩分濃度の変動や洪水への対応が困難である。また、田植え後や果樹・ココナツ植栽の後に水不足となった場合には、これら作物の生育が阻害される。よって、非構造物による対策の効果は限定的であり、流動的な気象状況に対する対応は困難であると言える。

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

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

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

オプション 3A と 3B の正負の環境への影響は類似性が高い。しかしながら、大規模な建設工事の箇所数がオプション 3B の方が 3A よりも多いため、事業費は 3B の方が高く、よりメコン河への負の影響が甚大であると言える。また、オプション 3B も 3A と同様、メコン河の将来流量への対応が困難であることから、上流域で発電ダムの開発が進み乾期の流量が増加した場合、「悔やまれる事業」になる可能性がある。

### 4.6.6 緩和策

上記オプションは開発の大きな道筋であり、詳細な計画を示すものではない。よって、現時点で具体的な環境への影響やその緩和策について論じるのは困難である。そこで、オプション 1、2、3A および 3B に関し、環境社会配慮のための緩和策について下記に述べる。

#### 1) オプション 1（構造物・非構造物対策の組み合わせ）

このオプションにおける懸念事項は住民移転と土地収用であり、水路拡張の場合には多くの世帯が移転を迫られる。これを軽減するため、家屋数の少ない箇所を堰や水路拡張の地点に選定することが必要である。また、墓地は住民にとって非常に重要なものであり、建設地点から外すよう特別に考慮することが必要となる。土地収用と住民移転が発生する場合には、移転計画書を作成する。また、メコン河の流量は将来増加する可能性があり、この流量の変動に応じて、水門の建設箇所数や位置を検討し、修正する必要がある。

#### 2) オプション 2（非構造物対策）

オプション 2 では構造物は建設されないため、事業の効果は限定的である一方、甚大な環境への影響は想定されない。よって、環境社会配慮のための緩和策は特に必要とされない。

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

オプション 1 と同様、住民移転と用地取得を最小限とするためには建設位置の十分な検討を行うことが必要となる。また、ベースラインとなる生態系の調査、特にメコン河と建設地点周辺に

生息する生物種について把握しなければならない。加えて、建設地点周辺の水運が影響を受けるため、1日当たりの運搬量・運搬内容や運行頻度などを確認して経済的損失の検討材料とし、影響を最小限にとどめるような地点を選定する。これらの対策を講じた場合でも、影響の軽減には限界がある。影響への代償策として、水運への経済損失への補償（現金での支払いなど）、希少種のための生息地域を別途建設するということも考えられるが、これには多額の事業費が必要である。

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

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

#### 4.6.7 環境の評価および代替案の比較検討

全般的に、オプション3A、オプション3Bなど大規模構造物による対策を講じる場合、周辺環境に甚大な影響を及ぼす。また、メコン河上流の発電ダムなどの開発状況により乾期の流量が大きく増加した場合、防潮堰自体が必要とされなくなる「悔やまれる事業」になる可能性がある。すなわち、メコン河口部への防潮堰のような大規模構造物は、将来のメコン河流量開発につきその方向性が定まり、メコンデルタでの水管理計画を立てた段階で検討することが適切と考えられる。また、堰上げ背水によって、カンボジアのトンレサップ湖の水位にも影響が生じる可能性があり、ベトナム1国の影響を超えることが予想される。さらに、大型構造物がメコン河支流を遮断することによる生態系への影響は甚大であり、緩和策の実施による軽減効果は限られている。この様な背景を踏まえた上で、現段階においては「大型構造物による対策は適切とはいえない」と判断する。

オプション2に関しては、負の影響はほとんどないと想定されるものの、正の影響も限定的である。すなわち、非構造物による対策は気候変動による影響への対応・適応策としては不十分である。一方、構造物と非構造物を組み合わせたオプション1は住民移転や用地取得が発生するものの、「悔やまれる事業」になる可能性が低く、周囲の生態系に甚大な影響を及ぼすと想定されない。また、農業にもエビ養殖に対しても正の影響が想定される。これらを総合的に勘案し、構造物と非構造物を組み合わせたオプション1が、住民移転や土地収用を最低限にするという条件のもとでは最適案として推奨される。

#### 4.6.8 モニタリング

##### 1) モニタリング項目

モニタリングは、推奨されるオプション1について、開発により生じる正負の影響、および緩和策が計画通り検討されているか、という観点から実施する。モニタリング項目として、塩水侵入状況（水門建設により制御された水路内の塩分濃度）、水位の変動（水門建設により制御された水路内の水位）、高潮被害の発生回数、および作物の生育状況（収穫量の増減）などが想定される。さらに、事業実施地区選定の際に、移転世帯数や用地取得面積を最小限にするような対策・工法が採られているか確認する。モニタリング計画案を下記に示す。

表 4.6.8 モニタリング計画（案）

Development option	Positive/Negative impact	Mitigation measure	Monitoring indicator	Responsible organization
Structural measure of Option 1	<u>Negative impacts:</u> • Resettlement • Land recovery	• Site selection to minimize resettlement	• To confirm whether proper construction	• DARD



Development option	Positive/Negative impact	Mitigation measure	Monitoring indicator	Responsible organization
	<p><u>Positive impacts:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevention from high tide</li> <li>• Increase of fresh irrigation water which is beneficial for farming</li> <li>• Stabilization of shrimp productivity due to prevention of escape of shrimp by flood</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Site selection to minimize land recovery</li> </ul> <p>None</p> <p>None</p> <p>None</p>	<p>sites to minimize resettlement are selected</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To confirm whether proper construction sites to minimize land recovery are selected</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water level of canal/ frequency of high tide/ water quality (salinity) of canal</li> <li>• Production of crops</li> <li>• Production of shrimp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DARD</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DARD</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DARD</li> <li>• DARD</li> </ul>
Non-structural measure of Option 1	<p><u>Negative impacts:</u> none</p> <p><u>Positive impact:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stabilization of farming</li> </ul>	<p>None</p> <p>None</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production of crops</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DARD</li> </ul>

## 2) モニタリング方法

新規建設の水門は、メコンデルタ沿岸部 7 省の広域に渡って計画されているため、これを一括してモニタリングすることは非常に困難が伴うと予想される。ベトナムの場合、複数の省で事業を実施する場合は、PMU (Project Management Unit) が組織され、省単独の場合は PPU (Provincial Project management Unit) が組織され、それぞれモニタリングに関して責任を持つことから、これらの機関を活用したモニタリングを計画する。また、研究機関および大学などもこの外部モニタリングの実施機関として雇用されることが可能であるため、透明性を高める意味でも研究機関や大学を更に積極的に活用することが望まれる。

本事業における水門の建設計画は、被害の程度により優先地域を選定し、それらを 4 期に分割しているため、まとまった地域での事業実施となる可能性と、予算措置による遅れから単独の省で実施せざるを得ない可能性がある。このため、PMU 或いは PPU のどちらを選択するかについては、その時点でのベトナムでの状況に従うことが現実的である。但しモニタリングの項目については、モニタリングフォームに記載して提案することにより、必要とされる内容が確保されるように配慮する。

## 4.7 土地利用計画

灌漑水利用計画と土地利用計画は表裏一体の関係にあり、土地利用計画が変われば利水に関する灌漑計画が変更される。また、逆に利水量に制限がある場合、それを踏まえた土地利用計画とすることが必要である。現状では、各省の人民委員会が独自に作付計画の決定を行っているが、隣接する省とは水路が網の目状に繋がっているため、結果、淡水利用地区と汽水利用地区が隣接したり、同一水路沿いに汽水・淡水など水質の異なる地区が並存することも発生している（Bac Lieu 省など）。

土地利用計画の策定は灌漑計画との整合性が必要であり、ここでは水資源状況に応じた土地利用計画案の作成が必要となる。その計画案に基づいて、各人民委員会が土地利用計画を最終化させるというのが望ましい。したがって、ここでは想定される水質（汽水、淡水等）状況から土地利用計画のドラフトを作成して、関係省庁に対してこれを提示し、その後の現場における農業土地利用計画に反映されることを意図する。

土地利用計画策定においては、特に将来の塩水侵入の範囲に注意することが必要である。ここで、MRC は将来のメコン河流量に関し、気候変動シナリオ A2 と B2 に基づいた流量を算定している。この内、B2 シナリオの下でのメコン河将来流量は、特に乾期の始まりとなる 1 月や 2 月において A2 シナリオの流量より小さく算定されている。よって、将来の塩水侵入の範囲推定にあたっては、より塩水侵入が起きやすい B2 シナリオに基づくメコン河流量を用いたシミュレーション結果を参照する。

### 4.7.1 主要作目の収益性およびリスク

質問票調査に基づき主要作目（稲作、エビ養殖、ココナッツ、果樹）の収益性を算定したところ、稲作については年に 2 回の作付を行ったとしてもその他の作目よりも収益が劣る結果となった。最も収益性が高い作目は果樹の 94,433,000VND/ha で、これにココナッツの 56,680,000VND/ha が続く。汽水エビ養殖はその次に位置づけられるが、それでも稲作の年 2 作よりも高い収益性が期待できる。こうしたことから、平均年における収益性に関する限り、果樹やエビ養殖が土地利用計画策定において優先されるべきであることが示唆される（表 4.7.1）。

表 4.7.1 主要作目の収益性（'000VND/ha）

Commodity	Gross Income	Cost	Net Income	Area/ Household	Source
Paddy (1 cropping)	30,780	17,658	13,122	0.74ha	Agriculture and aquaculture questionnaire survey
Paddy (2 cropping)	61,560	35,316	26,244	0.74ha	Agriculture and aquaculture questionnaire survey
Brackish Shrimp	64,968	28,246	36,722	2.00ha	Shrimp culture questionnaire survey
Coconut	65,233	8,553	56,680	0.48ha	Agriculture and aquaculture questionnaire survey
Fruit Crops	140,586	46,153	94,433	0.64ha	Fruit production questionnaire survey

出典：JICA Project Team (2012) from a different set of questionnaire surveys.

注意：For the target year of coconut production, price was the highest in the recent years, which dropped to be around 30% in the next year (early 2012). Therefore, it is safer to consider the net income of coconut roughly half of it.

しかしながら、長期的な展望を加味した場合、リスク要因についても検討する必要がある。大まかにいって、長期的な気温上昇による収益性の低減リスクは、ココナッツでは「低」と評価できるが、稲作とエビ養殖は「中」レベルのリスクが予想される。一方、塩水侵入の影響に関しては、稲作や果樹栽培は「高」レベルに評価されるが、ココナッツに対しては比較的「低」く、また、エビ養殖に関しては塩水侵入は基本的にリスク要因とは認められない。

#### 4.7.2 主要作目の環境適合性

経済性に加えて、主要作目が有する環境適合性についても十分に加味する必要がある。少なくとも、ある作目を新規で導入する場合には、その作目が最低限必要とする環境特性を満たしている必要がある。以下に、主要作目に関する考慮すべき環境特性について塩水侵入の観点から述べる。

##### 1) イネ

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

##### 2) エビ

塩分濃度に基づくエビの環境適性は種類によって異なり、ブラックタイガー種では0.8%~4%、白エビ種では0.2%~4%が生育可能範囲とされており、それぞれ1.8%~2.5%、2.5%~3.5%が最適濃度である。白エビの最適塩分濃度範囲はブラックタイガーよりも高い濃度帯であるものの、生育可能範囲は比較的広く、洪水や淡水混入のリスクがある地域では白エビが比較的適している。

##### 3) 果樹

メコンデルタ地域は酸性硫酸塩土壌や塩類土壌、重粘土が支配的であり、あまり果樹栽培には適していない。塩害に比較的強いとされている果樹はマンゴー、ロンガン、柑橘類で、ドリアン等は塩害に弱い。果樹が耐えうる塩分濃度は概ね0.05~0.06%が上限とされており、0.1%~0.4%まで耐えうるイネと比較しても塩分耐性は低い。このため、塩水侵入を背景とした土地利用計画策定において、果樹は戦略的作物とはならない。よって、果樹の必要水量は米と比較して少ないことから水不足の地域に導入していくか、あるいは経済性を考慮して既存のエリアを守る方策を講ずることが望ましい。

#### 4.7.3 その他考慮すべき項目

合理的な土地利用計画の策定に向けて、作目が有する負の外部性、政策、市場性等も考慮する必要がある。例えば、政府は2020年までに全国で99,700haの水産養殖を新規造成することを目標としており、メコンデルタにはその70%である約70,000haが割り当てられている。これに対し、稲作面積はほぼ現状を維持する方針であり、少なくとも生産性の向上と合わせて生産量を維持することが至上命題となっている。

一方、環境への影響については、1990年代にタイにおいてエビ養殖のために多くのマングローブ林が破壊されており、環境への十分な配慮の必要性が認められる。さらに、社会的な側面から土地利用の急激な変動も避けた方が望ましい。例えば、イネの生産量が急激に落ちた場合、精米所など周辺産業への影響も大きくなる。エビ養殖についても同様で、稚エビや高品質飼料の供給体制が十分に整っていないと、養殖面積の急激な拡大は望めない。

こうした事項を考慮し、本件土地利用計画の策定においては次の3点、1) 省単位でのコメの自給を十分に満たす（政策的理由）、2) マングローブ林や保護林は保全する（環境的理由）、3) 変化のスピードを穏やかなものとする（社会的理由）、を基本指針とする

<sup>1</sup> <http://www.pref.tottori.lg.jp/secure/563190/48-3-2.pdf>、灌漑水中塩分濃度が「コシヒカリ」の生育、収量に与える影響、鳥取大学環境研究室

### 4.7.4 土地利用計画策定の方針

本地域においては、気候変動による最大の影響は、海面上昇とそれに伴う塩水侵入にある。このため、将来予想される塩水侵入を基に、稲作に最も影響を与える時期の塩分濃度を1つの判断指針とする。通常、稲作は雨期の始まる5月に開始されるため、遅くとも6月には塩分のない状況が必要である。すなわち、6月になっても一定程度の塩分濃度が予想される地域では稲作は困難であるといえる。上述のとおりイネは0.4%の塩分濃度を閾値とすることから、6月において0.4% (4g/L) を越える塩分濃度がある地域を「稲作不適地」とする。

表 4.7.2 典型的な営農体系と塩水侵入のリスク

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

Source: SIWRP (2012). Note: SA: Summer-Autumn crop; WS: Winter-Spring; RS: Rainy Season crop

こうした稲作不適地では稲作からエビ養殖へシフトすることが望ましいと考えられるが、そこは必ずしもエビに適した環境にあるとは限らない。エビは25度を下回る温度では生育が困難であり、通常2月に養殖が開始される。すなわち、2月における塩分濃度がエビの生育に適したレベルにある必要がある。そのため、上記「稲作不適地」であっても、2月の塩分濃度が1%以下の地域については「エビ不適地」であり、両作物とも生産に適さない地域と判断される。

上記より、土地利用の変更に当たっては、1) 稲作不適地かつエビ養殖適地においてはエビ養殖に転換する、2) 稲作不適地かつエビ養殖不適地については、構造物的手法もしくは非構造物的手法により稲作を守る地域(リスク地域)とする、を基本方針とし設定する。具体的には、図4.7.1に示すとおり、雨期(6月:縦軸)に塩分濃度が4g/L以上の環境にあっても乾期(2月:横軸)にエビ養殖に適した10g/Lに満たない地域(A)については、ゲート操作などにより稲作に適した塩分濃度を維持し「イネ-イネ」体系の保全を図る。また、雨期に4g/L~10g/Lの範囲にあっても乾期に10g/Lを下回る環境についても(B)、同様に「イネ-エビ」体系の保全に務めることとする。これを季節毎の塩分濃度で分類したのが表4.7.3である。

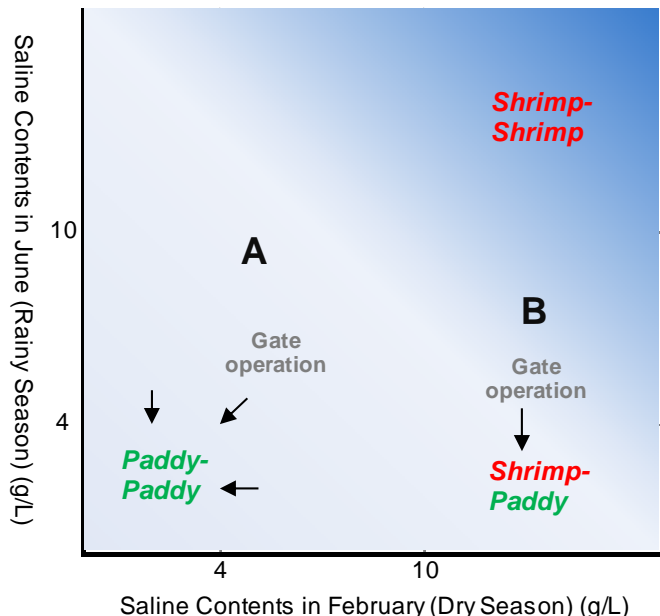


図 4.7.1 エビ養殖・稲作の転換にかかる土地利用

判断基準概念図

注: Cropping pattern shows the combination between dry season and rainy season

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）

Criteria			Saline Intrusion in June		
			(A) 4g/L or less	(B) 4-10g/L	(C) 10g/L or more
			Suitable for paddy	Not suitable both for paddy and shrimp	Suitable for shrimp
Saline Intrusion in February	(D) 4g/L or less	Suitable for paddy	(AD) Paddy-Paddy (No Change)	(BD) Paddy-[Paddy]	(CD) Paddy-[Paddy]
	(E) 4-10g/L	Not suitable both for paddy and shrimp	(AE) [Paddy]-Paddy	(BE) [Paddy]-[Paddy]	(CE) [Paddy]-[Paddy]
	(F) 10g/L or more	Suitable for shrimp	(AF) Shrimp-Paddy	(BF) Shrimp-[Paddy]	(CF) Shrimp-Shrimp

注: 1) Such condition is not likely that saline content in rainy season is higher than dry season (shown by sloped line)  
 2) Where saline content level is not suitable both for paddy and shrimp, paddy is given higher priority in accordance with the national policy.  
 3) For the cropping pattern where marked by [ ], infrastructural measurement is required to protect paddy (risk is considerably high).

#### 4.7.5 現況土地利用

現況の土地利用は表 4.7.4 に示すとおりである。調査対象地域全体として、稲作が 44.0%を占めており、水産養殖とのローテーション栽培地域を含めるとおよそ半分近くを占めていることになる。また、図 4.7.2 には省ごとの土地利用形態を示すが、土地利用は省によって大きく異なることがわかる。例えば、Kien Giang、Soc Trang、Tien

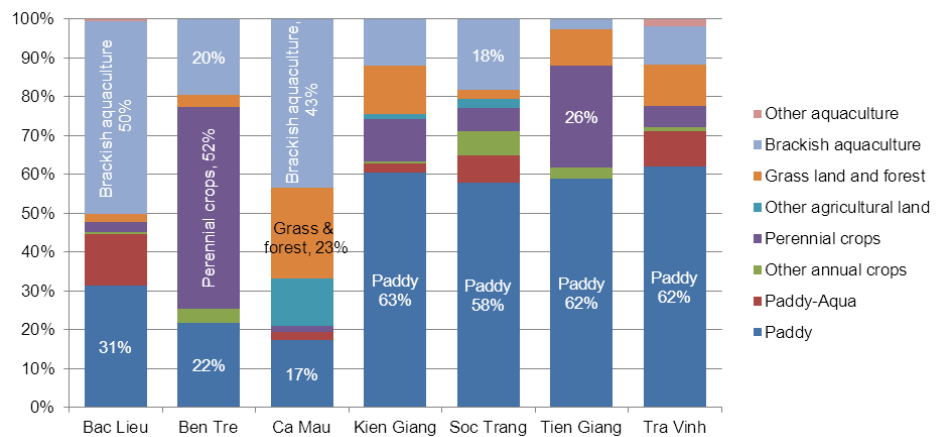


図 4.7.2 省別の土地利用状況

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

Giang ならびに Tra Vinh では稲作が 50%以上を占めているのに対し、Bac Lieu と Ca Mau では汽水の水産養殖がおおよそ半分を占める。一方、Ben Tre 省では果樹（ココナッツを含む）の面積が半分近くを占めている。

表 4.7.4 省別の現況土地利用（2009 年）

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

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

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

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

前述 4.7.4 に示す方針に基づき、現況の稲作地域の内、1) 稲作維持地域（「リスクのない地域（緑）」 + 「リスクはあるものの守られるべき地域（黄）」、2) 転換地域（「稲作-エビ養殖（汽水）」への転換地区（ピンク） + 「エビ養殖（汽水）」への転換地区（赤））を同定した。これを示したのが表 4.7.5 ならびに図 4.7.3 である。

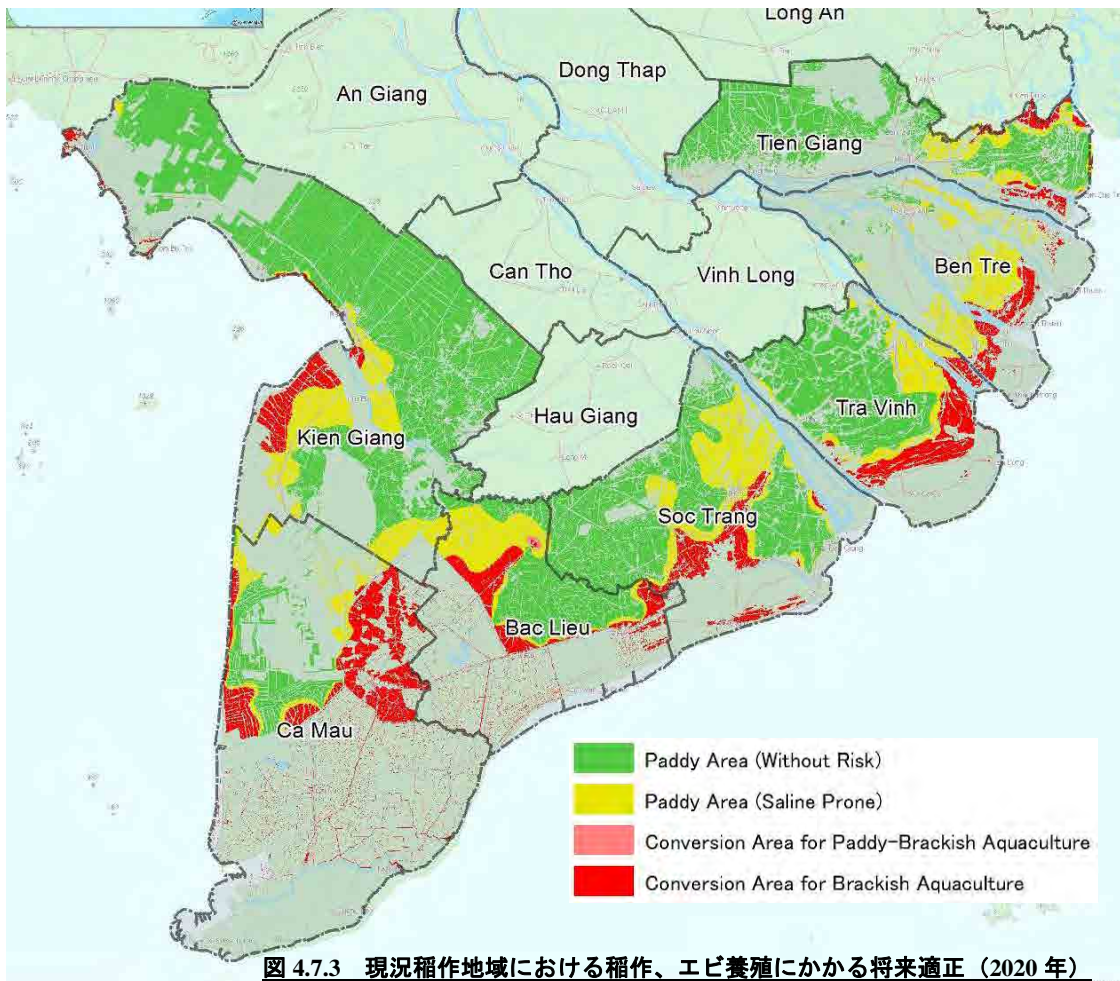


図 4.7.3 現況稲作地域における稲作、エビ養殖にかかる将来適正（2020年）

出典: JICA Project Team based on Simulation

表 4.7.5 稲作およびエビ養殖適地(2020, 2030 及び 2050 年)

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

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

表 4.7.5 に示すとおり、エビ養殖への転換が必要と見込まれる面積は、短期目標年である 2020 年には 14%に達しており、中期（2030 年）、長期（2050 年）についても 10%内外と見込まれていることから、早期に対応が必要であることを示している。一方、稲作の保全が必要な面積は目標年によって多少の変動がある。具体的には、2020 年には現況の稲作面積の 19%を占める面積（168,968ha）が保全の必要な地域とされ、その後 106,217ha（12%）、117,031ha（13%）に減少している。一方、「稲作-汽水エビ養殖」への転換が必要とされる面積は 2020 年には 0%であり、緊急的な対策は必要と見込まれていないものの、2030 年には 40,789ha（5%）の面積において転換が必要となることが示されている。なお、海面上昇が続くと予想されるにもかかわらず 2020 年をピークとして塩水侵入面積が減少するのは、予想されるメコン河の将来流出量が増大することによる。

## 2) 目標年 2050 年における土地利用計画

最終的な土地利用の決定にあたっては、1) Ben Tre 省では稲作の自給レベルが他の省に比べて低い（メコンデルタ全体の平均 1,260kg/capita に対して 295kg/capita）、稲作からエビ養殖への変換は行わない（保護する）、また、2) Tien Giang 省の海岸線については既にエビ養殖への転換が計画されていることから、海岸線より 400m の範囲をエビ養殖への転換地域とする、の 2 点の配慮を加える。

目標年 2050 年における土地利用計画を表 4.7.6 ならびに図 4.7.4 に示し、現況（2009 年）からの変化量を表 4.7.7 に示す。現在稲作が行われている地域の内、合計 116,401ha が「稲作-水産養殖」（11,115ha）もしくは「汽水水産養殖（エビ養殖）」（105,297ha）に転換される。稲作の減少面積は現況面積の 14%に相当し、転換される面積は両体系における現況面積のそれぞれ 23%の増に相当する。

省別でみると、Ca Mau 省における稲作から「稲作-汽水水産養殖」もしくは「汽水水産養殖」への転換が最大であり（40,893ha）、これは現況稲作面積の 55%に及ぶ。変化率の観点からは、Tien Gian 省におけるものが最大で、実際の変動面積は 5,235ha と小さいものの、汽水水産養殖の増加率は 120%に及ぶ。なお、前述のとおり、Ben Tre 省では稲作から汽水水産養殖への転換は行わない方針とするが、これは多くの対策が必要であることを意味している。なぜならば、現況稲作地域の内、157,599ha の地域が将来塩害の影響を受け、何の対策も講じなければ稲作よりもむしろエビ養殖に適するようになると予想されているからである。それに加え、果樹栽培面積の大きい同省では、何も対策を施さない場合、相当面積の果樹が塩害を受けることが懸念される。

表 4.7.6 土地利用計画（目標年 2050 年）

No.	Category	Bac Lieu	Ben Tre	Ca Mau	Kien Giang	Soc Trang	Tien Giang	Tra Vinh	Total	Share
1-5	Paddy	54,903	41,049	32,871	299,715	129,226	94,759	89,735	742,258	38.0%
6	Paddy-Brackish aqua	16,557	0	5,107	23,277	344	2,957	10,385	58,628	3.0%
7-8	Paddy-Fresh aqua	7,027	0	8,213	803	17,311	0	458	33,812	1.7%
9	Other annual crops	1,153	6,940	318	2,861	15,697	4,874	1,884	33,728	1.7%
10-14	Perennial crops	5,024	97,561	6,275	59,257	14,857	45,695	8,841	237,510	12.2%
15	Other agricultural land	0	0	51,979	7,013	6,405	114	0	65,511	3.4%
16-18	Grass land and forest	4,755	5,590	98,868	67,282	5,452	16,320	17,774	216,041	11.1%
19	Brackish aquaculture	116,840	36,834	220,126	80,929	61,618	9,586	34,674	560,606	28.7%
20-21	Other aquaculture	1,121	0	0	0	0	58	2,877	4,056	0.2%
	<b>Sub Total</b>	<b>207,380</b>	<b>187,975</b>	<b>423,756</b>	<b>541,138</b>	<b>250,910</b>	<b>174,362</b>	<b>166,628</b>	<b>1,952,149</b>	<b>100.0%</b>
		<b>83%</b>	<b>80%</b>	<b>79%</b>	<b>85%</b>	<b>76%</b>	<b>70%</b>	<b>73%</b>	<b>79%</b>	
22	Others	42,770	48,045	109,404	93,492	80,270	74,058	62,882	510,921	
	<b>Total Land Area</b>	<b>250,150</b>	<b>236,020</b>	<b>533,160</b>	<b>634,630</b>	<b>331,180</b>	<b>248,420</b>	<b>229,510</b>	<b>2,463,070</b>	

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

汽水水産養殖への転換が必要と目されている面積（105,297ha）は、現在政府が計画している約70,000ha（2020年）のおよそ1.5倍にあたる。策定された土地利用計画は2050年を目標年としているが、塩水侵入そのものは2020年にピークを迎えることから、実際にはこれだけの面積を2020年までに転換することが必要である。すなわち、塩水侵入に関する限り、B2シナリオ下での気候変動に適応するためには、現在有している開発計画よりもより大きな面積の作目転換、あるいは塩水侵入を防ぐための大規模な対策が求められる。

**表 4.7.7 土地利用の変更面積（2009年から2050年）**

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

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



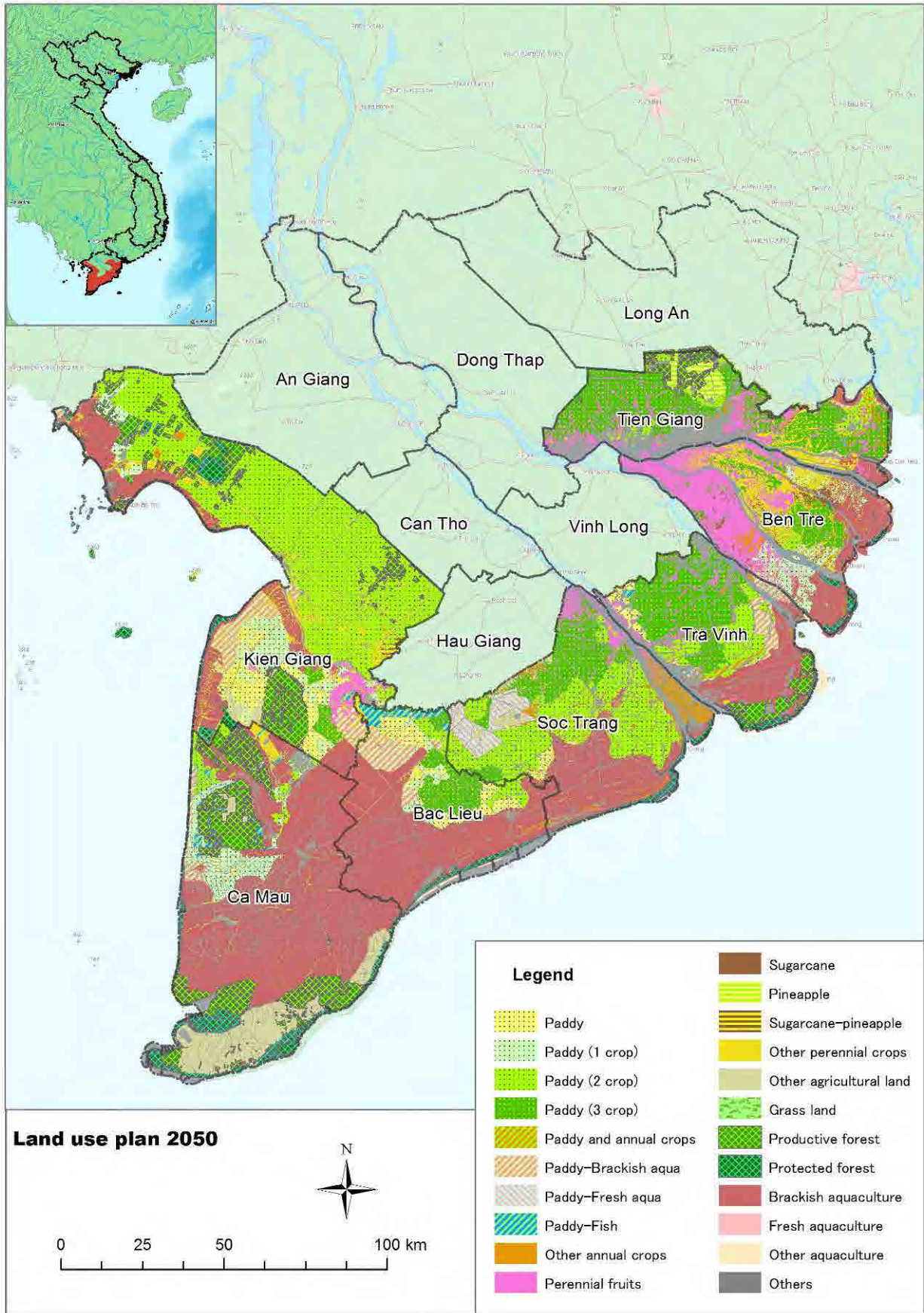


図 4.7.4 土地利用計画 (目標年 2050 年)  
出典 : JICA Project Team based on Sub-NIAP (2012)

## 第5章 優先事業の特定

本件調査では、2012年6月までのフェーズ2調査においてマスタープランを作成したが、マスタープランの中で提案されている種々の事業の中から優先的、あるいは緊急的に実施すべき事業を優先事業として選定する。優先事業については、2012年7月以降のフェーズ3調査において施設の基本設計、環境・社会面での調査、財務・経済的な妥当性の検討等を含むフィージビリティ調査を行う。以下に優先事業の選定について述べる。

### 5.1 優先事業選定の基準

優先事業選定の基礎として以下の5項目を考慮する。

- 1) **優先事業と開発フレームワークとの整合**：優先事業はマスタープラン骨子となる開発フレームワークに示される各種プロジェクト・プログラムの内、特に優先度が高いものから選定する。開発フレームワークでは、気候変動に伴う課題について優先度を特定した上で、対応・適応方針やプロジェクト・プログラムを優先度を付して特定している。優先事業は、当該フレームワークとの整合をとる意味から、フレームワークの中で高い優先度を与えられているプロジェクト・プログラムとする。
- 2) **優先事業と既存計画の整合**：優先事業選定にあたっては、関係するメコンデルタ沿岸7省によって予備的に計画されているものを選定の候補とする。なお、複数の事業を組みあわせて優先事業として計画することも考慮する（例えば、新規水源確保のための水路の上流部への延伸と受益地中・下流部での塩水侵入を防止する防潮水門建設を一つの事業として計画する等）。
- 3) **優先事業のモデル性**：優先事業はメコンデルタ沿岸部においてモデル性を有していることを基本とする。すなわち気候変動に適応あるいは対応するための代表的な手段を提示するものであり、他類似地区への展開が可能、あるいは望まれる事業とする。
- 4) **構造的対策と非構造的対策**：優先事業は構造的な対策と非構造的な対策の両面から選定するが、さらに事業によっては両者を組み合わせて相乗効果の発現がなされるよう計画する。
- 5) **優先事業のフィージビリティ確保**：優先事業は投資に見合う経済性を確保するとともに（経済内部収益率が機会費用より大）、技術的な妥当性、制度面での妥当性、維持管理の容易性ならびに事業の持続性、また環境・社会面に対する影響が許容範囲内である、あるいは十分な対策工が含まれている事業とする。
- 6) **環境社会配慮面**：提案された全ての事業に対し環境社会への影響を検討し、負の影響の小さいものを優先事業として選定するよう配慮する。

### 5.2 気候変動に伴う優先課題とその対応方向性

本件調査で特定された気候変動に伴う優先課題は、その優先順位に従って、1) 塩水侵入、2) 渇水発生（灌漑水不足も有り）、3) 海面上昇、4) 洪水発生、5) 降雨変化、6) 気温上昇、等である。これら優先課題に対する適応策・対応策の基本方針を下表にまとめる。

表 5.2.1 気候変動課題と適応策

課題	適応策、対応策
1. 塩水侵入	1. 塩水侵入を防止するために水路の出口部に防潮水門を建設する。防潮水門は塩水侵入が長期にわたることから、順次、上流側へと建設を進めることとなる。

	<p>2. 塩水侵入が発生するのは乾期の終りである3月と4月である。この時期は冬→春稲作が出穂期、穂揃い期、登熟期に当たっており、塩水侵入により収量が大きく影響を受ける。よって、冬→春稲作を最低で約2週間ほど早く植え付けを行うことが望まれる。あるいは、90日程度の早稲種を植えつけることも必要である（現在は95日～110日が主。ただし、味覚で劣る）。さらに、一部には耐塩性の米を植えつけることも考えられる（なお、現在市場で確保可能な耐塩性種の収量は3トン/ha程度と低い）。</p> <p>3. 侵入する塩水を利用し、汽水エビ養殖を導入する。乾期におけるエビ養殖が主体となるが、汽水が雨期においても強い場合、年間を通したエビ養殖、また雨期は降雨を利用して雨期稲作が可能な場合、エビ養殖（乾期）→稲作（雨期）のローテーションも考えられる。</p>
2. 渇水（淡水不足）	<p>1. 塩水侵入と関係するが、既存のメコン河に設けられた取水口から塩水が入り込むため、新規水源の確保が必要となる。新規水源の確保として可能性があるのは、取水地点をより上流部に移動することである。すなわち、塩水が到達していない上流部から新規に取水して従前の灌漑水田に淡水を運搬することが必要となる。</p> <p>2. より少ない灌漑水を利用する果樹等への作物転換を図ることも検討に値する。なお、塩分を含む灌漑水となっている場合、塩分にやや強いココナツなどへと作物転換することも考えられる。メコンデルタの主たる農産物は米であるが、米は国際価格の影響を受けるため2008年等の米価高騰時を除けば、通常は果樹（ココナツ含む）の方がより高収益を確保できる。</p>
3. 海面上昇	<p>1. 海岸部に堤防を建設（原則は土堰堤）、また、潮汐の流れが比較的緩やかなところはその外側にマングローブを植林、さらに潮汐の流れが早く侵食が大きな箇所はコンクリート等を用いた防波構造物が必要となる。あわせて、メコン河の水位も海面上昇に伴って上昇していくため、河川堤防の笠上げや強化も必要となる。</p>
4. 洪水発生	<p>1. 雨期の豪雨等によってメコン河が増水、氾濫する地域が発生している（海面上昇と組み合わせると、より湛水地域や洪水地域が広がる傾向にある）。河川堤防の建設が必要とされる。また、河川堤防は下流部では海岸堤防と連結することが必要である。</p> <p>2. 内陸部においても、例えば、Bac Lieu タウンでは大潮の時、一ヶ月あたり1～2日程、若干の湛水が発生すると報告されているが、豪雨時には湛水が長引いている。また、Soc Trang 省の中央部はもともと低湿であったことから、近年の集中豪雨とともに湛水がより深くなっていると報告されている。その他、Tien Giang 省の果樹園においても洪水・長期湛水のため果樹被害が報告されている。豪雨時に満潮時の海面上昇の影響を受けなくするための防潮水門の建設、果樹園等を守るリング堤防の建設、また排水施設（排水ポンプ）の設置等が必要とされる。</p>
5. 降雨変化	<p>1. 降雨のパターンについて、特に雨期開始時の降り方が不安定になっていると報告されている（農民インタビューや村落 WS より）。また、雨期の末期において降雨量が增大することも予測されている。このことによって作付けや収穫に影響が発生するが、雨期作や雨期終了後の冬→春作の作付けを調整するなど、作付け体系の見直しが必要となる。</p> <p>2. 農民レベルでは集中豪雨が増えたなど降雨変化が報告されているが、例えばエビ養殖池の汽水濃度が短期間に下がればエビの生存率が低下することが知られている。対策の一つとしては、エビ池の構造を改良したり（一部分を深くすることによって、当該箇所の塩分濃度が急激に変化しないようにする）、また、盛土のような土構造物は豪雨に耐えられるような舗装構造物として設計・建設することなどが必要となる。</p>
6. 気温上昇	<p>1. 稲は特に受粉期などに35度以上の気温下におかれると、1度の上昇当たり0.6トン/ha～1トン/ha程度の減少が発生するとの試験結果がある（Rice Production and Global Change: Scope for Adaptation and Mitigation Activities, R. Wassmann, SVK Jagadish, SB Peng, K Sumfleth, Y. Hosen, and BO Sander）。特に灌漑を利用する冬→春稲作の後半にて高い気温となる可能性があるが、これを避けるためには作付け期を前倒しする、あるいは開花・受粉が気温の低い早朝に可能となるような種の開発・導入等が考えられる。</p> <p>2. エビは高温期の3月において気温が1度上昇すると収穫量が0.7トン/ha減少するとの報告がある（Impacts of Weather Variability on Rice and Aquaculture Production in the Mekong Delta, Dang Kieu Nhan, Nguyen Hieu Trung and Nguyen Van Sanh）。これを避けるため、この時期の水深を深く保つ、また水の入替えを頻繁に行う等が必要となる。</p>

出典：JICA 調査団

## 5.3 優先事業の選定

### 5.3.1 ロングリスト優先事業

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

**構造的対策（サブ・セクター対象実施）：**

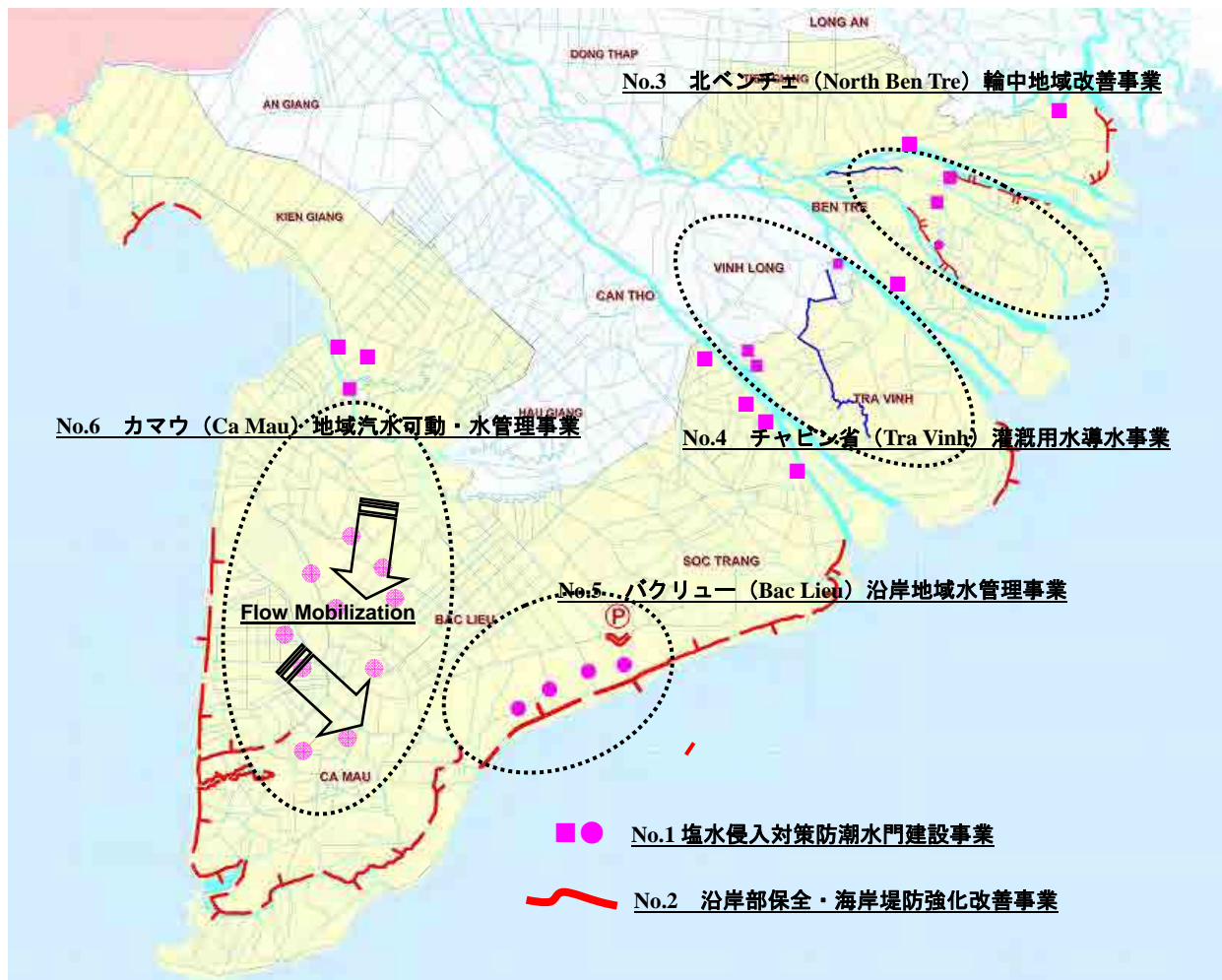
- 1) 塩水侵入対策防潮水門建設事業（セクター事業として実施）
- 2) 沿岸部保全・海岸堤防強化改善事業（セクター事業として実施）

**構造的対策（プロジェクト方式実施）：**

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

**非構造的対策：**

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

**図 5.3.1 優先事業の位置図（予備的な選定）**

注：図中の番号は上記プロジェクト・プログラム番号に一致

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

No.7 作付けパターン調整・改善プログラムは全域が対象。

No.8 持続的エビ養殖振興プログラムは沿岸部が対象。

No.9 作物多様化推進プログラムは調査対象地域の上流部が対象。

**5.3.2 ショートリスト優先事業**

上記で提案した9つのロングリスト優先事業から、環境社会配慮面を含むケーススタディを実施し、その結果に基づき、以下の構造的対策として2事業、また非構造的対策として2つの事業をショートリスト優先事業として提示する(番号は前出ロングリスト番号に同)。これら4事業が本件調査フェーズ3におけるフィージビリティ調査の対象となる(非構造的対策の2事業については、本邦技術協力プロジェクト等での実施が想定されるため事前評価レベルでの検討を行う)。

**構造的対策：**

- 1) 塩水侵入対策防潮水門建設事業(セクター事業として実施)
- 4) チャビン省(Tra Vinh)灌漑用水導水事業(新規水源の開発、稲作地域への塩水侵入防止)

**非構造的対策：**

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

適応ビジョン	気象変動課題	順位	気候変動課題適応戦略	No.	左記戦略実現のためのプログラム・プロジェクト	ショートリスト	ロングリスト
構造物・非構造的対策を下に気候変動に適応することにより、人々の持続的な生計と生活の安定を図る	1. 塩水遡上 第1優先	1.1 塩水遡上防止施設の拡充	1	防潮閘門(ゲート)建設プロジェクト(塩水遡上対策)	No.1, No.4	No.1, No.3, No.4	
			2	防潮閘門(ゲート)改修・整備プロジェクト			
			3	ゲート運用・操作プログラム		No.6	
			4	作付けパターン調整・改善プログラム	No.7	No.7	
		1.2 塩水の影響を軽減する	5	耐塩性作物品種の開発・普及プログラム			
			6	持続的エビ養殖振興プログラム		No.9	
			7	塩水早期警戒態勢構築プログラム			
	1.3 土地利用形態の塩水適応						
	1.4 早期警戒態勢の構築(1.塩分濃度対象)						
	2. 渇水・淡水不足・硫酸塩活性化 第2優先	2.1 淡水水源の新規開発	8	淡水導水プロジェクト(上流部より)	No.4	No.3, No.4	
			9	地下水開発プロジェクト(飲料水対象)			
		2.2 土地利用の転換、作物転換の推進	10	ため池・雨水貯留プロジェクト(飲料水対象)			
			11	果樹振興農業普及プログラム			
	12	耐硫酸塩性作物導入プログラム					
	3. 海面上昇・海岸侵食 第3優先	3.1 海浜部の保全・侵食防止	13	海浜部保全・海岸堤防強化プロジェクト		No.2	
			14	防潮堤改修・整備プロジェクト			
			15	マングローブ植林プログラム			
		3.2 塩水侵入環境変動への適応	16	持続的エビ養殖振興プログラム			
	4. 洪水・氾濫・湛水・浸水 第4優先	4.1 洪水の氾濫防止	17	河川堤防建設・改修プロジェクト			
			18	輪中型土地利用推進プロジェクト			
			19	排水促進・改善プロジェクト		No.5	
		4.2 早期警戒態勢構築(2.洪水接近対象)	20	洪水早期警戒態勢構築プログラム			
	5. 降雨・パターン変化・強度変化 第5優先	5.1 汽水濃度急激変化の防止	21	養殖池改良・改善プロジェクト		No.9	
			22	土構造物強化プロジェクト(堤防、村落インフラを含む)			
			23	作付けパターン調整・改善プログラム		No.7	
6. 気温上昇 第6優先	6.1 作期の移動	24	作付けパターン調整・改善プログラム		No.7		
	6.2 作付け品種による適応	25	作物多様化・普及プログラム				
気候変動共通課題適応 (含む、村落一般課題対象事業)	I 水資源管理能力の向上 II 水質の改善(特に乾期の水環境) III 豪雨・湛水時の村落インフラ機能保持 IV 気候変動被害の補償	a	水資源管理能力向上プログラム	No.8	No.8		
		b	農村水環境改善プログラム				
		c	低投入型農業普及プログラム				
		d	村落社会インフラ改善・整備プロジェクト				
		e	作物保険導入プログラム				

図 5.3.2 開発フレームワークとロングリスト・ショートリスト事業との関係

図 5.3.2 に開発フレームワークと上記ロングリスト事業、およびショートリスト事業の関係を示

す。これより、No.1 塩水侵入対策防潮水門建設事業は、全プロジェクト・プログラムの中で最も優先度が高いことが判る（フレームワーク内の事業は、最下段の共通課題適応の事業を除いて上に位置するものにより高い優先度が与えられている）。No.2 チャビン省（Tra Vinh）灌漑用水導水事業は、気候変動課題の中では2番目の優先度を与えられている渇水（淡水不足）に対応するプロジェクト群の中で最も優先度の高い事業であることがわかる（フレームワークの中では特定の地域名を与えていないため、プロジェクト名称は必ずしも一致しない）。

非構造的対策として選択されたNo.7 作付けパターン調整・改善プロジェクトは、気候変動課題として最優先である塩水侵入に対応するプロジェクト群の中で4番目の順位である。また、フレームワークの中ではプロジェクトNo.23とNo.24としても提案された事業であり、農業分野として必要な事業といえる。No.8 流水管理能力向上プロジェクトは、共通課題に対応するプロジェクト群の中で最も高い優先度を有しており、水資源管理・灌漑排水分野の事業として必要とされる。

## 5.4 ロングリスト優先事業の概要

### 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）

従来、メコンデルタにおける水利構造物対象の事業においては、どちらかという洪水防止、湛水防除といった意味から水路のリハビリや河川堤防、水路堤防、さらに農地を洪水より守るリング堤防といったコンポーネントに資金投入が多くなされてきた。しかしながら、近年の塩水侵入に対応するため、ベトナム国政府は、自国予算ならびにドナーからの支援をもって防潮水門の建設に力を入れるようになってきている（例えば、本邦借款事業SPLで建設された防潮水門もCa Mau省には2箇所存在する）。

ここで提案する事業は、サブ・セクター事業として防潮水門のみを取り上げ、優先順位を付した上で、順次、資金を投入して防潮水門の建設、また更新やリハビリも必要に応じて行うものである。工種が限られていることから事業コンポーネントとしては単純であるが、代わって、事業実施の際の事業執行・管理レベルの向上が期待できる。



左側写真は水路内に自国予算で建設された防潮水門である。道路と併設されており、地域の重要な交通網の確保に役立っている。右側の水門はSPL資金で建設された防潮水門であり、タイ湾に注ぐ水路の最末端に建設されている（水門の向こう側はタイ湾である）。

### 5.4.2 沿岸部保全・海岸堤防強化改善事業

ベトナム国政府は例えば667プログラム<sup>1</sup>として、海岸堤防の建設を行ってきた。調査対象地域

<sup>1</sup> 2009年5月にベトナム政府によって制定された法令番号667/QĐ-TTgなる海浜堤防の整備および改修に関する事業であり、2020年までに潮位上昇に備えて全国の沿岸に土堰堤を建設することを計画している（総額約10億ドル）。

の7省における沿岸部の総延長は500kmにも及ぶが、各省ともに主として自国予算（一部、世銀資金）を用いてこれまで順次海岸堤防を建設してきた。堤防は海面上昇や潮汐による侵食、また豪雨に耐える必要があるため、その延長の長大さと相まって建設費用は多額となる。



左側写真は典型的なコンクリート製堤防である。右側写真は、マングローブ植林がなされているが、それを保護するためその外側に防波堤をあわせて建設したものである。なお、マングローブの左側沿岸部には土盛の堤防が従来より建設されている。

沿岸部堤防は、各省にて個別に計画が策定され、そして中央政府に対して予算要求がなされているため、省をまたいだ統一的な計画・設計に基づくところの建設がなされていない。具体例としては、重要度は同様でも、資金が付いたところはコンクリート堤防となるが、他は土盛りといった工事がなされている。また、堤防工事と合わせて、マングローブ植林なども考慮することが必要である。このため、ここで提案する事業は、サブ・セクター事業として沿岸部の堤防（植林含む）のみを取り上げ、優先順位を付した上で、順次、資金を投入して堤防の建設、リハビリやマングローブ植林を行うものである。

#### 5.4.3 北ベンチェ（North Ben Tre）輪中地域改善事業

Ben Tre 省の北側地域は、メコン河の2大支流(Cua Dai 河、Ham Luong 河)に囲まれた輪中地帯となっている。この地域では既に塩水侵入によって地域内水田や果樹に影響が発生している。地域の下流部では汽水エビの養殖を行うことによって塩水侵入に適応してきたが、地域の中流部～上流部にかけては稲作より高収益となるココナツや果樹が栽培されており、塩水侵入に対応する対策が必要とされている。



図 5.4.1 北ベンチェ（North Ben Tre）輪中地域改善事業

事業内容は、1) メコン河支流と連絡する水路および河川部の出口における防潮水門の建設、2) 右図 A 点に示される上流部への取水地点の変更、そして緊急度はやや下がるが将来的には 3) メコン河支流沿いの河川堤防の建設、等が必要となる。なお、防潮水門については、Giao Hoa 水路と Giong Trom 川地点においては大型の水門が必要となる（図中■参照）。前者（An Hoa 堰）

は幅 130m 以上、後者（Ben Tre 堰）も堰長 80m 弱の規模が想定される。



Giao Hoa 水路。河川幅 100m を超えており、堰長 130m 以上の防潮水門が必要となる。



Ben Tre 省の中部～上流部にかけては果樹が多く栽培されている。塩水に若干強いココナッツに加え、パパイヤ、マンゴ、柑橘類等多くの果樹が栽培されている。

#### 5.4.4 チャビン省（Tra Vinh）灌漑用水導水事業

Tre Vinh 省は稲作の 3 期作に代表されるように大きな水田地帯が広がっている。下流部の沿岸部近くでは既にエビ養殖が営まれているが、上流部および中流部は水稻作が主たる生計である。Tra Vinh 省の両側にはメコン河の 2 大支流である Co Chien 河および Hau 河が流下しており、塩水訴状の影響が現れている。2011 年の乾期作では塩水侵入を防止する防潮水門の閉塞<sup>2</sup>が間に合わず 8,000ha 水田において約 70% の収穫を失っている。

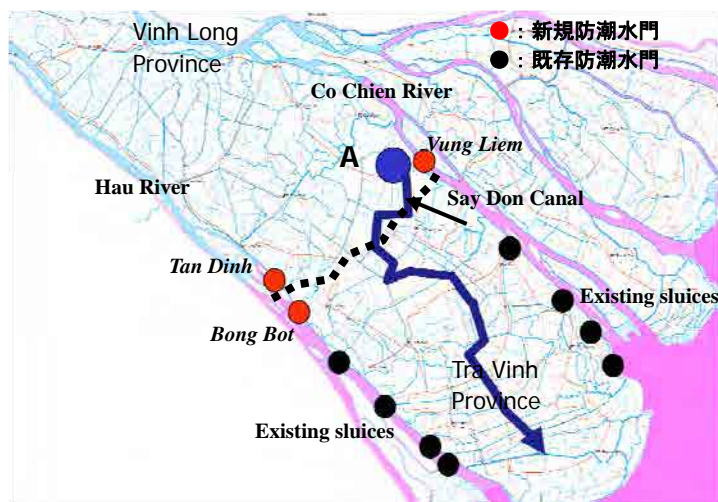


図 5.4.2 チャビン省（Tra Vinh）灌漑用水導水事業

事業内容は、1) メコン河支流と連絡する水路および河川部の出口における防潮水門の建設、2) 右図 A 点に示される取水地点の上流部への変更、そして将来的には 3) メコン河支流沿いの河川堤防の建設等が必要となる。ここで、A 点は既に Tra Vinh 省の上流部に位置する Vinh Long 省内である。すなわち、本件事業では他省からの新規導水が必要とされる。対象地域内には多くの水路や河川・排水河川が存在しているため、これら既存の水路を拡幅した上で、Vinh Long 内の淡水余剰地域から Tra Vin 省まで灌漑用水を運ぶこととなる。なお、この導水事業は既にベトナム



Vin Long 省内の Vung Lien 川（ここより新規灌漑用水を取水して Tra Vinh 省まで運搬することが必要となる。

<sup>2</sup> Tra Vinh 省では乾期においては 15 日間隔で塩分濃度を各ゲートの直前で計測しているが、2011 年の塩水侵入は例年より早かったため、ゲートの閉塞が間に合わず 10 日間程度以上、塩水が水路内に流入した可能性がある（Tra Vinh 省 DARD より聞き取り）。



ム国側によって基本設計は終了しているが、防潮水門については調査を含めて今後の作業が必要である。

**5.4.5 バクリュー（Bac Lieu）沿岸地域水管理事業**

メコンデルタの沿岸部ではいずれも塩水浸入、海面上昇、また近年の集中する豪雨に伴って排水不良や湛水被害が発生している。Bac Lieu 省は沿岸部に位置する省であるが、あわせて Bac Lieu センターも海岸線より 10km 程度に位置しており、降雨時は市内が湛水状態となる。特に高潮時に降雨が重なると湛水が長引く他、沿岸部に展開されているエビ養殖池からのエビの逸失も報告されている。その他、海岸部に防潮水門が建設されていないことから、Ca Mau 半島から押し寄せる砂が水路内に流入し、水路容量の低下を招いている。

事業内容としては沿岸部における、

1) 防潮水門の建設、2) Bac Lieu センターに向かう大型水路における防潮水門とロック（船通し）の建設、また、3) 洪水時の Bac Lieu センターからの排水のための排水ポンプ場建設等が考えられる。これら施設により Bac Lieu センターやその周辺部における特に大潮時の豪雨における洪水被害・湛水被害の軽減を図れる他、海岸近傍の汽水の水管理も容易となる。

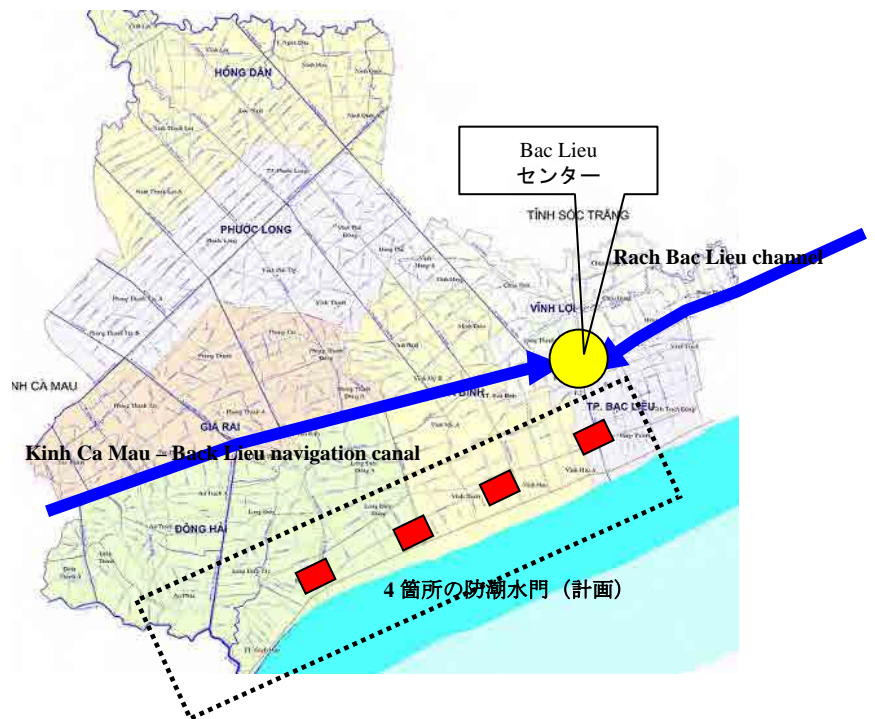


図 5.4.3 バクリュー（Bac Lieu）沿岸地域水管理事業

**5.4.6 カマウ（Ca Mau）地域汽水可動・水管理事業**

Ca Mau 半島はメコン河から最遠部に位置している。メコン河の 2 大支流の一つである Hau 河 (Bassac 河) から Ca Mau センターまで水路は設けられているが、乾期にあってはメコン河自体の水量が少ないため用水は到達しない。また、Ca Mau 半島は西側はタイ湾 (West Sea)、東側は東シナ海 (East Sea) に面していることから、潮の満ち干きによって両側から海水が押し寄せ、そしてほぼ同時に曳いていく。すなわち、Ca Mau 半島の中央部では常に水が滞留することとなる。水の滞留は同半島部で多く養殖されているエビの収量に影響を及ぼすが、病気が発生すれば水路内用水を通じて多くの養殖池に広がっていくこととなる。



図 5.4.4 カマウ（Ca Mau）地域汽水可動・水管理事業

事業内容としては、Ca Mau 半島内の水路の主たる分岐点や開始点にゲートを設置し、それら一連のゲートを時間差で開閉することにより、Ca Mau 半島内で一方向の水の流れを生み出すことを意図する。構造的な対応としては水路内ゲートの設置となるが、これら一連のゲートを順次操作することにより汽水管理を行い、例えば、東シナ海からタイ湾に向けて一方向の汽水の流れを生み出し、もって新鮮な汽水の導入を実現しながら水環境を改善しようとするものである。



Ca Mau 半島で多く実施されているエビ養殖。多くは農民レベルによる粗放～準集約的な養殖であるが、写真左に示すようにコマーシャルレベルで集約的な養殖を行う企業体も存在する。エビ養殖はいかに水環境を清潔に保つかが持続的な養殖への鍵となる。

#### 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）

気候変動によって、将来的には雨期の開始における降雨がより不安定になったり、また雨期末期の降雨量が増大すると予測されている。すなわち、雨期作の作付けに影響が及ぶこととなる。また、塩水侵入が発生するのは乾期後半であり、この時期の「冬－春」稲の作付けパターンを変更できれば、塩水侵入の被害を免れることが可能となる。ここでは、以下の具体的な方策に基づき作付けパターンの調整や改善を行い、気候変動による収量への影響を軽減する。

- 1) 乾期作である「冬－春」の稲作作付けを若干遅らせる（図中 A の部分）。これによって雨期末期の雨量増大に伴う湛水の影響をさけることが可能となる。
- 2) 乾期作「冬－春」の収穫を若干早める（図中 B）。これによって、従来の収穫時期 3 月を若干早めて 2 月あるいは 3 月初頭には収穫終了とする。これは、乾期の終盤である 3 月や 4 月に塩水が浸入してきても、米への被害を防止しうることとなる。また、乾期における気温は最も高くなるが、高い気温による収量減少を避ける意味合いも有する。
- 3) 乾期に侵入する塩水を積極的に活用するため、乾期に汽水エビの養殖を行う。なお、同一圃場で雨期には稲作を行う。この場合、エビに影響が及ばないように雨期稲作への防虫剤や殺虫剤投与を控えることが必要となる。すなわち、一筆一筆の農地対応では困難が生じるため、ある地域がまとまって、雨期稲作→乾期汽水エビ養殖へとといった作付け体系に移行することが必要である。また、エビ養殖で堆積した塩を降雨を利用して洗い流すため、土地利用上は雨期の始まりに 1～2 ヶ月のアイドル期間を設けることが必要となる。（図中 C 参照）。
- 4) 乾期に汽水エビ養殖、そして同一圃場で雨期に稲作を実施する場合、通常、雨期作は 1 期作となる。しかしながら、メコンデルタの一部で見られる、45～60 日苗を 1 回目の稲作に連続して本田移植すれば（図中 D）、雨期の間に 2 回の稲作実現の可能性がある。通常、メコンデルタは直播が主であるが、湛水深が深い水田では、家屋内敷地や水路脇の苗床で大きく育った稲（40～50cm を超える）を本田に移植する例が見られる。この移植法を導入すれば、塩を

洗い流すためのアイドル期間を除いた短い雨期の中に2回の稲作を可能にすると思われる。

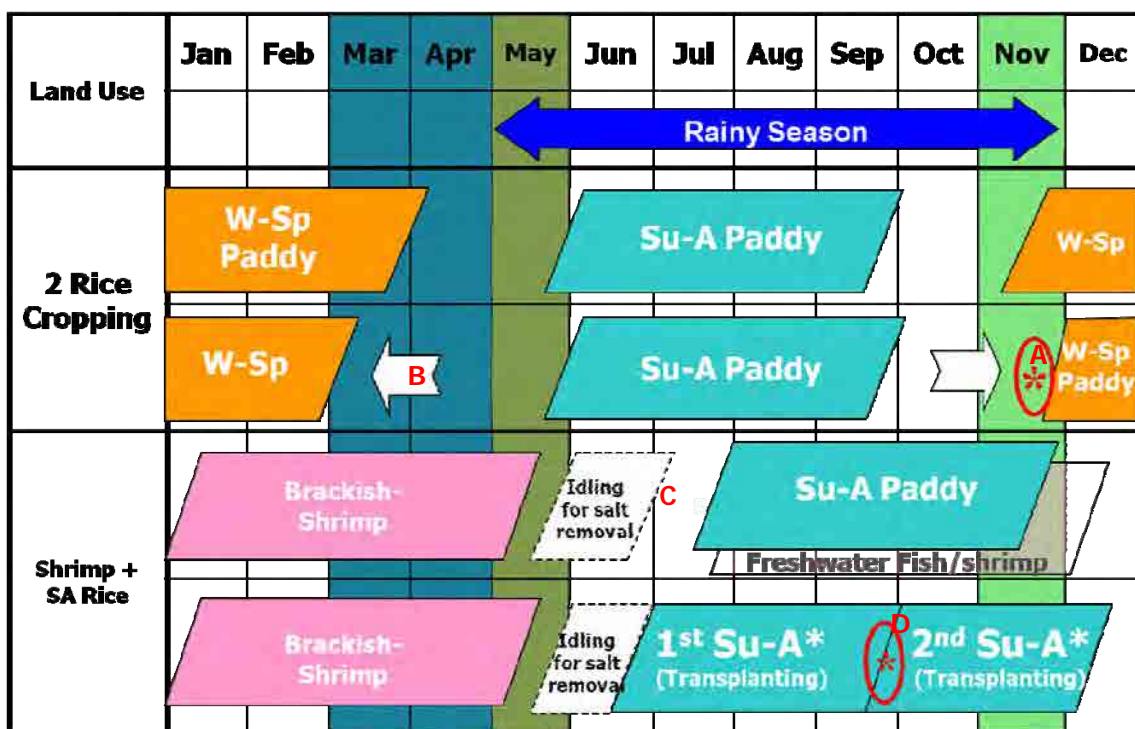


図 5.4.5 作付けパターン調整・改善プログラムでの推奨作付けパターン

### 5.4.8 メコンデルタにおける流水管理能力向上プロジェクト

メコンデルタにおける水位や流速、流量、水質、塩分濃度などの水文・水理データは、一部で観測されているものの、正確さが不十分であったり、即時性が欠けている。また、全体を把握できるほど十分な地点では測られていなかったり、実際の水運用に使えるほどの細かさでは観測されていなかったりする。

そこで、新しい観測技術を用いて正確に、リアルタイムに把握することにより、水資源管理計画の精度向上に資する各種観測・解析技術を取得し、水資源管理計画の策定能力を向上することが必要となる。さらに、リアルタイム観測データや衛星データなどを利用し、洪水や渇水、塩水侵入などに対する予警報システムの構築を行い、将来、建設が想定される堰や水門などの効果的な操作方法を検討することにより、流水管理能力の向上を図ることも必要とされる。

プロジェクトの成果としては、1) SIWRP 職員の水資源管理に係る調査・計画策定のための能力が向上する、2) SIWRP 職員の水資源管理に係る早期警報発令のための能力が向上する、が挙げられる。この成果を達成するために、以下の5つの活動が提案される。

- 1) ドップラー流速計や水位計、塩分センサー等による詳細観測データを活用した水管理計画策定能力の向上。
- 2) 防潮堰による富栄養化の解析能力の向上と富栄養化対策計画立案能力の向上。
- 3) 淡水と塩水の干渉・混合地域における詳細な水量および水質解析能力の向上とその結果を用いた水管理計画策定能力の向上。
- 4) 衛星データやリアルタイムデータを利用した洪水流出および氾濫解析能力の向上と洪水予警報能力の向上。

- 5) 衛星データやリアルタイムデータを利用した低水流出及び塩水侵入解析能力の向上と渇水および塩水侵入予警報能力の向上。

#### 5.4.9 持続的エビ養殖振興プログラム（普及プログラム）

メコンデルタ沿岸部の塩水浸入地域では既に多くのエビ養殖を見ることができる。エビ養殖は高い収益をもたらすが、他方では病気の発生といったリスクを常に抱えている。幸いにしてベトナム国では先行する台湾やタイの例に学んだこと、また省人民委員会等による規制の執行等がなされているため、これまでの現地調査では完全に遺棄されたエビ養殖池を見ていない（ただし、病気が発生したため2年程、養殖を停止している例は存在する）。

農民レベルでは、多額な投入資金の準備ができない、また病気発生リスクが高いといったことから集約的な養殖を始めるのは、実際上不可能である。代わって、粗放的な養殖（基本は餌をやらない。ただし、プランクトン発生のための化学肥料の投入等を行う）、あるいは準集約的なエビ養殖（多少の餌を投入する）が中心となる。この時、稚エビの選び方、稚エビの投入密度、水代え、そして収穫後の汚泥処理といったことは持続的なエビ養殖に大きく影響する。

さらに雨期は稲作、そして乾期にエビ養殖をローテーション実施することは、エビ養殖の持続性を高めることができる。稲作のおかげでエビ養殖で堆積する汚泥の処理が進むほか、連続してエビを養殖しない圃場故、病気の発生を大きく低減できる。また、同一圃場でエビ養殖を行うためには、稲作への農薬投入を控えることが必要となるが、このように雨期作にとっても低投入型農業への指向がなされる。2011年11月に実施した村落WSによると6村落中5村落で健康問題の優先度が高かったが、これは近年の多投入型農業への懸念を示している。



左写真は同一圃場で乾期はエビ養殖、また雨期は稲作を行っている圃場である。通常の稲作水田にはない高い堤防を有している。また、堤防沿いには深いトレンチが設けられており、特に気温の高い日中においてエビの休息所となる。右写真は雨期に稲が作付けされている。周囲のトレンチ内では淡水魚、あるいは湛水エビが飼われる例もある。

本プログラムは普及プログラムとして計画されるが、環境に負荷をかけないエビ養殖の紹介、持続的なエビ養殖の実施、また乾期のエビ養殖、そして雨期には稲作といったローテーション栽培の普及を行う。また、農民レベルでは集中豪雨の直後にエビの生存率が低下することが報告されているが、これは汽水の濃度が薄まるといった急激な環境変化のためと思われる。エビ池の構造の改良（深くする）等もあわせて普及していくことが必要である（例えば、上左写真は、改良型の稲作—エビ養殖ローテーション圃場であり、圃場の堤防沿いに深さ1m程度のトレンチが掘られている。急激な環境変化—降雨による塩分濃度の低下、気温上昇・下降等—の際に、エビはトレンチの深い位置に非難を行うことにより、環境の急激な変化を避けることができる）。