

予備調査

(2003 年 10 月 14 日 ~ 2004 年 1 月 11 日)

予備調査報告書

目 次

目次	- 3
現地調査写真	- 9
調査対象地域全体図	- 11
調査対象地域位置図	- 12
略語・用語集	- 13
要約	- 15
第1章 序章	- 41
1 - 1 調査の経緯	- 41
1 - 2 プレクトノット川流域と調査及び計画対象地域(案)	- 42
1 - 3 予備調査の目的	- 42
1 - 4 予備調査団が行った主な調査内容	- 43
1 - 5 予備調査団員及びカウンターパート	- 44
第2章 国家及び地域の背景	- 45
2 - 1 国家経済と農業部門	- 45
2 - 2 農業と食糧自給	- 45
2 - 3 国家開発計画	- 47
2 - 4 貧困削減戦略	- 48
2 - 5 農村、農業、灌漑・水源開発戦略	- 49
2 - 6 環境保全戦略	- 50
2 - 7 調査の関連機関	- 51
2 - 7 - 1 中央省庁	- 51
2 - 7 - 2 地方行政機関	- 51
2 - 8 関連する国際協力とプロジェクト	- 51
第3章 収集資料・情報及び調査対象地域に関する予備的分析と検討	- 53
3 - 1 調査・計画対象地の行政及び人口	- 53
3 - 1 - 1 収集資料と情報	- 53
3 - 1 - 2 位置及び行政区分	- 53
3 - 1 - 3 調査・計画対象地の人口と戸数	- 53
3 - 2 気象及び水文	- 54
3 - 2 - 1 収集資料と情報	- 54
3 - 2 - 2 予備的分析	- 56
3 - 3 流域の水利用	- 59
3 - 3 - 1 水利用の実態と所管	- 59
3 - 4 土地資源と土地制度	- 60
3 - 4 - 1 土壌	- 60
3 - 4 - 2 土地利用	- 61
3 - 4 - 3 土地所有と経営規模	- 62
3 - 5 農業と農業生産支援	- 63
3 - 5 - 1 農業生産	- 63
3 - 5 - 2 営農・栽培	- 67
3 - 5 - 3 食糧自給	- 68
3 - 5 - 4 畜産	- 69
3 - 5 - 5 農業生産支援	- 70

3 - 6	農産物の流通・加工	- 71
3 - 6 - 1	収集資料と情報	- 71
3 - 6 - 2	予備的分析	- 71
3 - 7	灌漑排水	- 72
3 - 7 - 1	調査対象地域の灌漑排水システムの特徴	- 72
3 - 7 - 2	調査地区内の主要灌漑スキーム	- 74
3 - 7 - 3	西プノンペン地区総合開発事業～フンセン・プロジェクト	- 76
3 - 7 - 4	その他の小規模灌漑システム	- 79
3 - 7 - 5	既存表流水源の評価	- 79
3 - 8	その他の農村・農業インフラ	- 81
3 - 8 - 1	収集資料と情報	- 81
3 - 8 - 2	農村・農業インフラの整備状況	- 81
3 - 9	農村コミュニティ及び農民組織	- 83
3 - 9 - 1	伝統的集落システム	- 83
3 - 9 - 2	村落開発委員会	- 83
3 - 9 - 3	水利組合	- 84
3 - 9 - 4	その他の農民グループ	- 84
3 - 10	農家経済	- 84
3 - 10 - 1	収集資料と情報	- 84
3 - 10 - 2	予備的分析	- 84
3 - 11	プレクトノット川の洪水	- 85
3 - 11 - 1	プレクトノット川と洪水のメカニズム	- 85
3 - 11 - 2	流出～洪水量	- 86
3 - 11 - 3	流下能力	- 87
3 - 11 - 4	堤防	- 87
3 - 11 - 5	制水施設	- 87
3 - 11 - 6	過去の洪水対策工からの教訓	- 88
3 - 12	プレクトノット川流域の国立公園と野生生物保護区	- 88
3 - 12 - 1	収集資料と情報	- 88
3 - 12 - 2	保護区	- 88
3 - 12 - 3	保護区内での禁止行為	- 89
3 - 13	流域の環境	- 89
3 - 13 - 1	収集資料と情報	- 89
3 - 13 - 2	予備的分析	- 89
3 - 13 - 3	社会環境	- 91
第4章	プレクトノット多目的ダム建設計画のレビュー	- 95
4 - 1	計画の概要	- 95
4 - 1 - 1	事業の背景	- 95
4 - 1 - 2	計画概要	- 95
4 - 2	環境問題	- 96
4 - 2 - 1	自然環境問題	- 96
4 - 2 - 2	社会環境問題	- 98
4 - 3	ステークホルダーの意向	- 100
4 - 4	計画の評価	- 101
4 - 4 - 1	技術的観点からの評価	- 101
4 - 4 - 2	環境配慮の観点からの評価	- 102
4 - 4 - 3	経済的観点からの評価	- 103
4 - 4 - 4	カンボジア側の実施能力の観点からの評価	- 104
4 - 4 - 5	総合評価	- 104

第5章 開発アプローチと評価	- 106
5 - 1 灌漑・水源開発のアプローチ	- 106
5 - 1 - 1 既存水源・灌漑施設活用	- 106
5 - 1 - 2 支線河川利用	- 108
5 - 1 - 3 小規模貯水池	- 109
5 - 1 - 4 ポンプ灌漑	- 109
5 - 1 - 5 天水活用	- 110
5 - 1 - 6 上流域小規模ダム開発	- 111
5 - 2 農業開発のアプローチ	- 113
5 - 2 - 1 水稲二期作	- 114
5 - 2 - 2 水稲一期作	- 114
5 - 2 - 3 天水依存型農業	- 115
5 - 2 - 4 複合経営	- 115
5 - 3 代替案の組み合わせと評価	- 116
5 - 3 - 1 代替え案の組み合わせ	- 116
5 - 3 - 2 評価項目	- 116
5 - 3 - 3 総合評価	- 121
5 - 4 洪水対策アプローチ	- 122
5 - 4 - 1 堤防	- 122
5 - 4 - 2 遊水池	- 122
5 - 4 - 3 洪水予警報	- 123
5 - 4 - 4 排水路整備	- 123
第6章 開発戦略	- 124
6 - 1 計画対象地区の類型化	- 124
6 - 2 開発目標	- 125
6 - 3 開発戦略	- 126
6 - 3 - 1 灌漑水稲2期作 米増産による所得向上	- 126
6 - 3 - 2 灌漑水稲1期作 雨期の補給灌漑による自給達成と作物多様化	- 126
6 - 3 - 3 天水農業 食糧自給と畜産・野菜などによる所得向上	- 126
6 - 3 - 4 小規模農家の複合経営による所得向上	- 127
6 - 4 プロジェクト関係者の意向～公聴会結果	- 127
6 - 4 - 1 公聴会の実施	- 127
6 - 4 - 2 カンダール州での公聴会結果	- 128
6 - 4 - 3 コンボンスプー州での公聴会結果	- 130
第7章 プレクトノット川流域総合農業開発調査	- 133
7 - 1 開発調査実施上の留意事項	- 133
7 - 1 - 1 調査運営上の留意事項	- 133
7 - 1 - 2 農業・農村開発分野の留意事項	- 137
7 - 1 - 3 水資源・灌漑排水開発分野の留意事項	- 140
7 - 1 - 4 環境分野の留意事項	- 142
7 - 2 開発調査の内容(案)	- 143
7 - 2 - 1 調査の目的(案)	- 143
7 - 2 - 2 対象地域(案)	- 144
7 - 2 - 3 調査内容(案)	- 145
7 - 2 - 4 調査スケジュール(案)	- 146
7 - 2 - 5 調査のインプット(案)	- 146

添付図	- 149
図 2.7.1	国内メコン委員会の組織図	- 151
図 2.7.2	水資源気象省の組織図	- 152
図 2.7.3	農林水産省の組織図	- 153
図 2.7.4	農村開発省の組織図	- 154
図 2.7.5	州水資源気象局の組織図	- 155
図 2.7.6	州農林水産局の組織図	- 156
図 3.2.1	気象・水文観測所の位置	- 157
図 3.5.1	主要作物の作付カレンダー	- 158
図 3.7.1	主要灌漑排水システム位置図	- 159
図 3.7.2	西プノンペン地区総合開発計画	- 160
図 3.12.1	調査対象地域周辺の自然保護区	- 161
図 3.13.1	不発弾・地雷位置図	- 162
図 4.2.1	移転候補地	- 163
図 6.1.1	計画対象地域の類型化	- 164
図 7.1.1	気象水文観測計画位置図	- 165
添付表	- 167
表 2.2.1	カンボジアの水稻（籾）生産	- 169
表 2.2.2	カンボジアの食糧自給率	- 170
表 2.2.3	カンボジアの畑作物生産	- 171
表 2.3.4	カンボジアの家畜飼養頭数	- 175
表 3.1.1	調査および計画対象地域の戸数と人口	- 176
表 3.4.1	調査および計画対象地域の水田面積と家畜飼養状況	- 179
表 3.5.1	調査・計画対象地域の作物生産の現況	- 182
表 3.5.2	調査対象地地域の食糧自給率	- 187
表 3.5.3	調査対象県の食糧バランス	- 189
表 3.5.4	調査・計画対象地域の家畜飼養頭数	- 190
表 3.5.5	カンボジアの改良水稻品種	- 191
表 3.8.1	SEILA データベースの項目	- 192
表 3.10.1	カンボジア平均所得と消費水準	- 194
表 4.2.1	プレクトノット多目的ダムの IEE	- 195
表 4.2.2	水質試験結果	- 196
表 4.2.3	プレクトノット多目的ダムによる湛水域の世帯数と人口	- 197
表 4.2.4	移転地の整備費用	- 198
表 4.3.5	環境管理計画プログラムの費用	- 201
表 4.4.1	プレクトノット多目的ダム計画の初期投資額	- 202
表 4.4.2	プレクトノット多目的ダム計画の経済便益	- 203
表 4.4.3	プレクトノット多目的ダム計画の費用対効果（EIRR）	- 204
表 5.2.1	農家所得向上の概算	- 205
表 5.2.2	経済的便益の概算	- 205
表 5.3.1	水源開発アプローチの費用対効果（EIRR）の概算	- 206

付属資料		
付属資料 1	要請書	- 207
付属資料 2	英文要約	- 221
付属資料 3	打合せ記録簿（現地調査終了時）	- 263
付属資料 4	RRA 調査結果	- 275
付属資料 5	アンケート調査結果	- 297
付属資料 6	公聴会質問票	- 325
付属資料 7	収集資料リスト	- 331

為替レート（2003年11月1日現在）

\$ 1.00 = Riel 3,994

¥ 1.00 = Riel 36.34

\$ 1.00 = ¥ 110.0



写真-1: 2003年10月22日。Peam Khley 地点（多目的ダムの建設予定地）からプレクトノット川の上流側を望む。流域面積：3,650 km²、年間流量 1,250 百万 m³



写真-2: 2003年10月28日。ADBの緊急洪水対策プロジェクトによってプレクトノット川の下流に建設された放水路。流下能力は 300 m³/s。



写真-3: 2003年10月28日。Kong Noy 地点（カンダル州）におけるプレクトノット川。この時の流量は 750 m³/s。左岸側の村は浸水している。左岸堤防は村の後方にある。



写真-4: 2003年10月28日。プレクトノット川左岸側にある Ou Krang Ambel 貯水池の余水吐。この灌漑システムはプレクトノット川支流とローレンチェリ北岸（左岸）幹線水路からの水を受けている。



写真-5: Ou Krang Ambel 灌漑システムの Lumbach 幹線水路。この水路は、2003年に西プノンペン総合開発事業によって下流のカンダル州 Angk Snuol 県の既存水路と結ばれた。



写真-6: 2003年11月19日。ローレンチェリ頭首工。越流水深 m (WL=7.12 m)。ゲート操作用の発電機、モーター、ケーブルを改善または改修する必要がある。



写真-7: 調査地域の現場における現状の問題点とニーズ、農村生活概況を明らかにするために行ったRRA (Rapid Rural Appraisal) 調査。



写真-8: 水不足の状況の中でも商業ベースの水稲栽培が行われている。調査地域には輸出米を精米している会社もある。



写真-9: 水資源気象省(MOWRAM)灌漑農業局が配置している灌漑用ディーゼルポンプ。MOWRAMは灌漑用のエンジンの組み立て工場を運営している。これらのポンプは重力灌漑地区における干ばつ時の緊急補助灌漑用として広く利用されている。



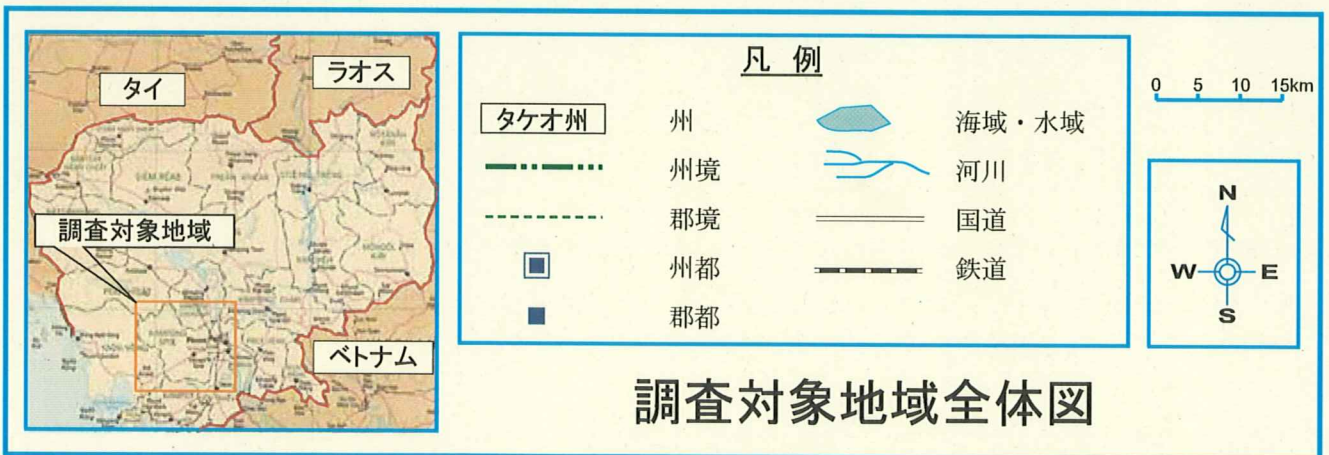
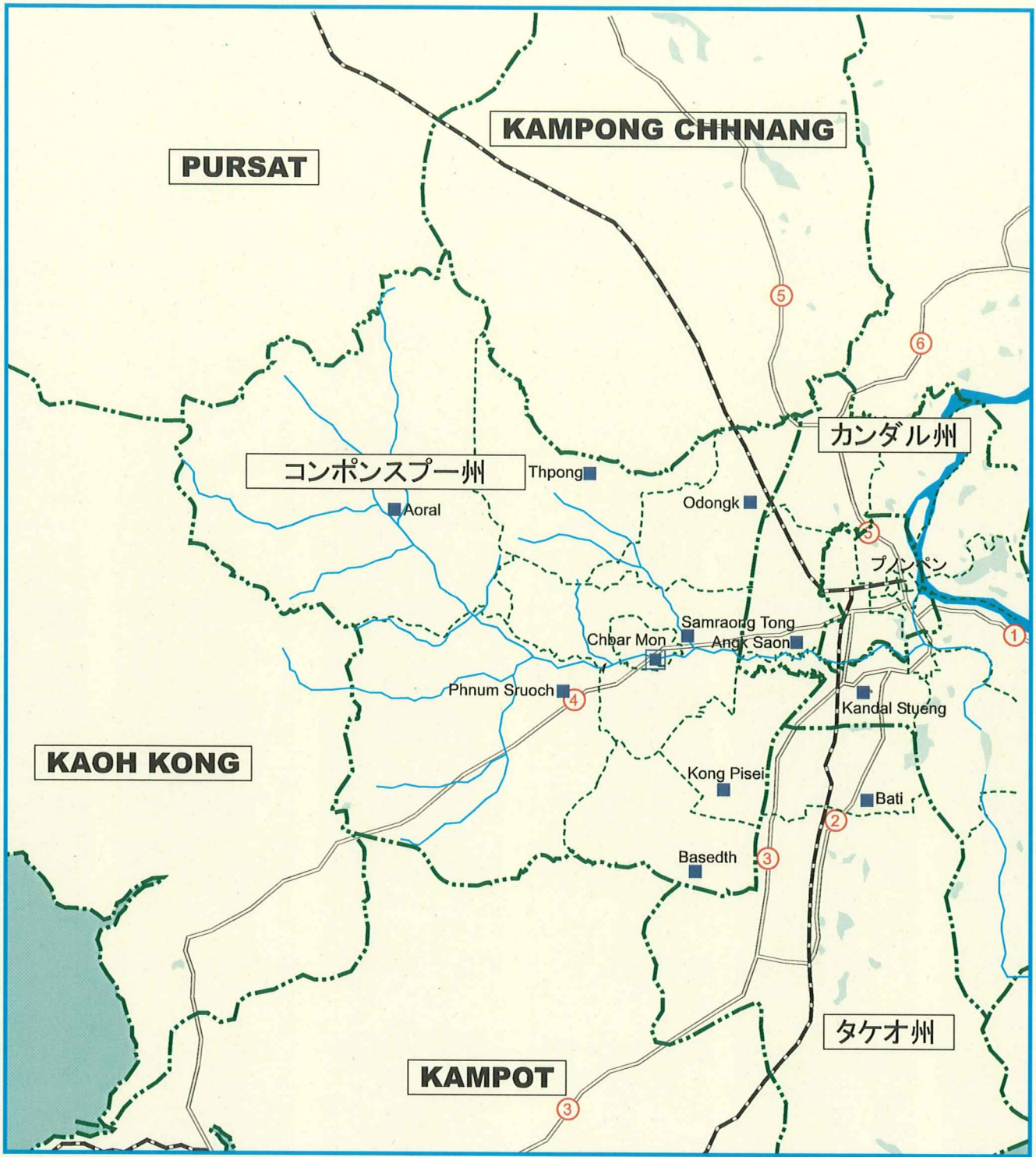
写真-10: 水田面積が小さい農民は生活のための現金収入が必要である。これらの農民は、竹や薪の採取、炭焼きを行っており、これに起因する森林荒廃が上流域の水資源涵養力を低下させている。



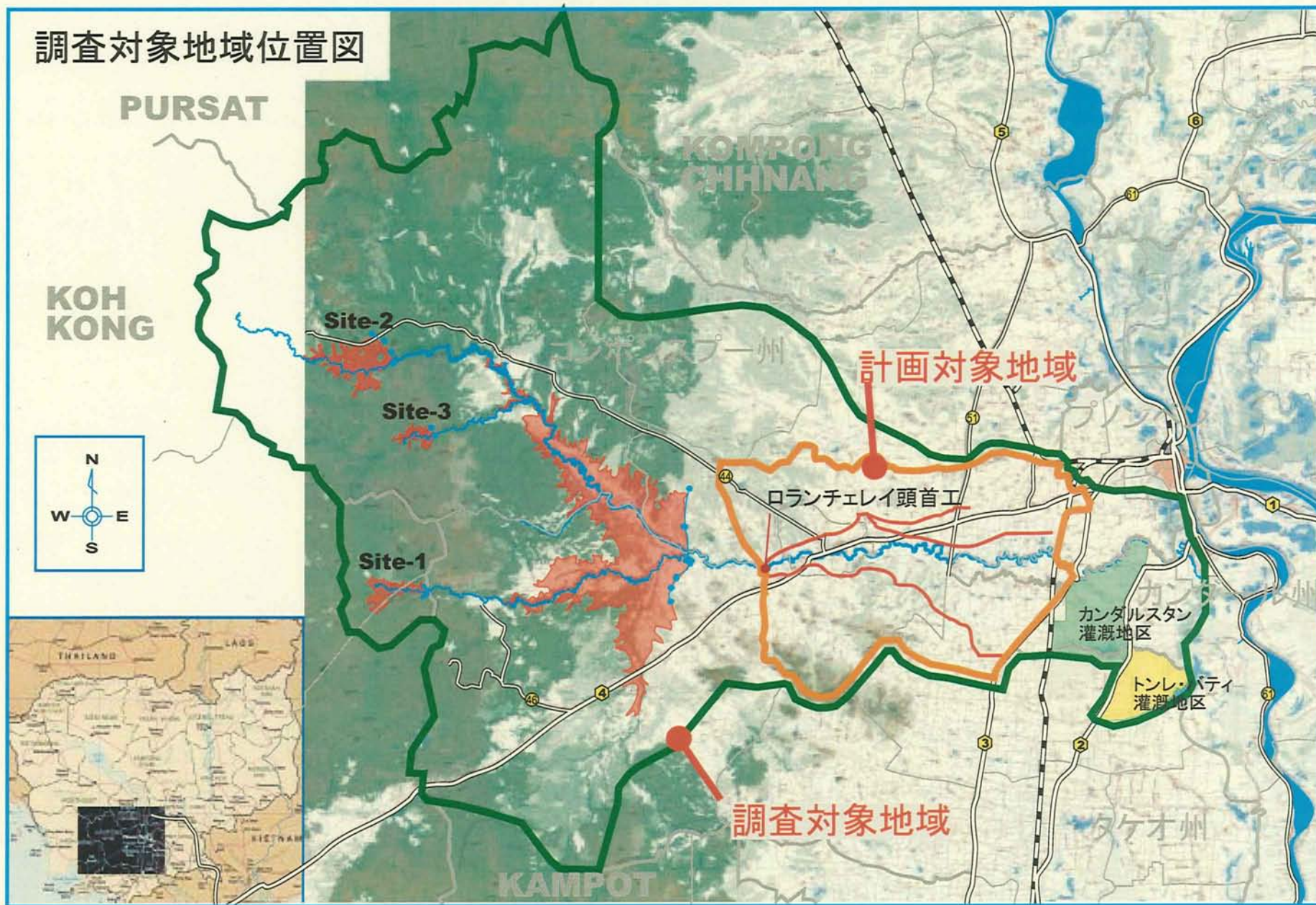
写真-11: 2003年12月29日。カンダル州で公聴会としてのワークショップを計画対象地域に関連するコミュニティ(郡)と農民代表、県、省庁の参加のもとで開催した。現状の問題点と開発アプローチを参加型手法によって確認した。



写真-12: 2003年12月30日。コンボンスプー州で公聴会としてのワークショップを計画対象地域に関連する26コミュニティ(郡)と農民代表、3県、省庁の参加のもとで開催した。参加者は質問票に従って自分たちのコミュニティの問題点と開発アプローチの類型化について検討した。



調査対象地域位置図



略語・用語集

ACR	Australian Catholic Relief	NGO
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AMSL	Above Mean Sea Water Level	海拔
AQIP	Agriculture Quality Improvement Project	農業品質改善プロジェクト
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発局
CAAEP	Cambodia - Australia Agricultural Extension Project	カンボジア - オーストラリア農業普及改善プロジェクト
CARDI	Cambodia Agricultural Research and Development Institute	カンボジア農業研究所
CMAC	Cambodian Mine Action Center	カンボジア地雷処理センター
CNMC	Cambodian National Mekong Committee	カンボジア国内メコン委員会
CRDC	Commune Rural Development Committee	郡農村開発委員会
ECOSORN	Economic and Social Re-launching of the Northern Provinces	北部経済社会再開発プロジェクト
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響調査
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
FAO	Food and Agriculture Organization	世界食糧機構
FWUC	Farmers Water Users Community	農民水利組合
GAP	Governance Action Plan	統治行動計画
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GOJ	Government of Japan	日本国政府
HYV	High Yielding Variety	高収量品種
IEE	Initial Examination of Environment	初期環境影響調査
IPM	Integrated Pest Management	総合的病害管理
IRRI	International Rice Research Institute	国際稲研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency	日本国際協力機構
JVC	Japan Volunteer Cooperation	NGO
LWS	Lutheran World Service	NGO
M&E	Monitoring and Evaluation	モニタリング・評価
M/P	Master Plan	マスタープラン
MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	カンボジア農林水産省
MCM	Million Cubic Meter	百万立方メートル
MOE	Ministry of Environment	カンボジア環境省
MOWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology	水資源気象省

MRC	Mekong River Commission	国際メコン委員会
MRD	Ministry of Rural Development	農村開発省
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NIS	National Institute of Statistics, Ministry of Planning	カンボジア計画省統計局
NPRS	National Poverty Reduction Strategy	カンボジア貧困削減戦略
PDAFF	Provincial Department of Agriculture, Forestry and Fisheries	州農林水産局
PDOWRAM	Provincial Department of Water Resource and Meteorology	州水資源気象局
PIMD	Participatory Irrigation Management and Development	参加型灌漑管理・開発
PMF	Probable Maximum Flood	可能最大洪水
PRASAC	Support Program for the Agricultural Sector in Cambodia	EU 農業セクター支援プロジェクト
RGOC	Royal Government of Cambodia	カンボジア国政府
PRDC	Provincial Rural Development Committee	州農村開発委員会
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper	貧困削減戦略書
RD&RP	Rural Development and Resettlement Project	農村開発・定住プロジェクト
Riel	Cambodian Currency Unit	リエル（カンボジア通貨単位）
RRA	Rapid Rural Appraisal	簡易農村調査法
SEDP	Socio-Economic Development Plan	カンボジア社会経済開発5年計画
SEILA	Program on strengthening decentralized planning capacity (in Khmer: foundation stone)	地方分権強化プログラム
TSC	Technical Service Center for Irrigation System Project	カンボジア灌漑技術センター計画(JICA 技術協力プロジェクト)
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNOPS	United Nations Office for Project Service	国連プロジェクト・サービス機関
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund	国際児童基金
VDC	Village Development Committee	村落開発委員会
WCD	World Committee on Dams	世界ダム委員会
WFP	World Food Program	世界食糧計画
WID	Women in Development	開発における女性支援

要 約

序章

1. この要約は「プレクトノット川流域農業総合開発計画調査」に関する予備調査の結果の概要を説明するためにJICA予備調査団が作成したものである。この調査は「調査計画書 (Plan of Operation)」に従って行った。

この報告書は、本調査の背景、現状に関する主要なファインディング、プレクトノット多目的ダム計画のレビュー、代替開発アプローチとそれらに関する評価、プレクトノット川流域の開発戦略、および今後のスケジュールに関して述べている。

2. **調査の目的**は、プレクトノット川流域に関する農業、社会経済、農村状況、天然資源、特に水資源、関連組織に関するデータや情報の収集、現況の分析、開発アプローチ、開発ポテンシャルとニーズの確認と協議、引き続き予定されている開発調査の枠組みに関する検討を行うものである。

3. **調査団員と現地作業スケジュール**は下記のとおりである。

氏名	専門分野	2003 / 2004 年			
		10月	11月	12月	1月
石川 尚	農業・農村開発	■			
三部 信雄	灌漑排水・水資源開発	■			
板谷 誠治	社会影響評価	■			
岩橋 俊郎	自然環境影響評価	■			

4. **カウンターパート**：本調査はカンボジア側カウンターパート機関であるCNMC（国内メコン委員会）を初め、MOWRAM（水資源気象省）、MAFF（農林水産省）、MOE（環境省）などのカウンターパートと密接な協力の下に行った。

II 背景

5. **プレクトノット多目的ダムプロジェクト**：プレクトノット川流域の農業開発は1960年代の水力発電、灌漑および洪水調節の3つを目的とする多目的ダム開発計画に始まった。プノンペン市の西約70 kmに位置するこのダム建設は日本などの協力によって1969年に始まった。しかし、ローレンチェリ頭首工と左岸水路の一部は完成したが、内戦のため工事は中断されたままとなっている。

6. **再評価調査**：カンボジア内戦終結後の1993～1994年に、CNMCはこの多目的ダムプロジェクトの再評価と計画湛水地の環境調査を行った。

7. **多目的ダム開発に関する開発調査の要請**：カンボジア政府は1994年以来、日本政府に対してプレクトノット多目的ダム開発計画に関する開発調査の技術協力を要請していた。

8. **JICAによるプロジェクト形成調査(2001)**：カンボジア政府の要請に対して、JICAは2001年初めにプロジェクト形成調査団を派遣した。この調査団は、経済的妥当性が低い (EIRR 2.67%) こと、および大きな社会環境面のインパクト (20,000人以上の住民移転が必要) から、ダム建設を前提とした開発調査の実施は賢明でないと結論した。

上記の判断のもとに、プロジェクト形成調査団は環境問題と持続的開発に配慮して以下の調査を提案した。

- 中下流域の既存の取水施設や灌漑水路などのリハビリと復旧、
- 灌漑地区の農業開発計画、および
- 洪水情報管理システムを含む水文観測網の整備

9. **多目的ダム計画を含まない開発調査の要請**：このプロジェクト形成調査団の結論を受けて、カンボジア政府は日本政府に大規模ダム開発を含まないプレクトノット川流域の農業開発に関する開発調査の実施を要請した。

10. **プレクトノット川流域に関連する灌漑計画**：上記の調査のほかに以下の計画が調査地域と密接に関連している。

- 「プノンペン近郊農業総合開発計画調査」、JICA、1993-94：プレクトノット川下流域のカンダルスタンとトンレ・バティ地区の灌漑開発と生活改善に関する M/P と F/S
- 「灌漑技術サービスセンタープロジェクト」、JICA、2001-2006、カンダルスタンの一部を対象としたプロジェクト方式技術協力
- カンダルスタン灌漑システム改修基本設計調査、JICA、2003

III 調査対象地域

11. **調査対象地域の概況**：調査対象地域（コンボンスプー、カンダルおよびタケオ州のプレクトノット川流域）は位置図に示すようにプノンペンの西部に位置する。調査対象地域の概要は以下に示すとおりである。

調査対象地域の概要

	コンボンスプー	カンダル	タケオ	合計
県	Aoral, Chbar Mon, Kong Pisei, Phnom Sruoch, and Samraong Tong	Kandal Stueng, and Angk Snuol	Bati	8
コミュニティ(郡)の数	43	32	4	79
人口(人)	329,309	145,525	30,942	505,776
戸数(戸)	63,576	29,419	6,152	99,147
水田(ha)	55,143	19,048	7,130	81,321

12. **気候**：調査対象地域は熱帯モンスーンの影響によって顕著に雨季と乾季に分けられる。雨季は4～5月に始まり10～11月に終わる。

13. **降水量**：年間降水量のほとんどは雨季に集中している。平地の年間降水量は1,200 mm前後、一方、Elephant山系にある上流域では1,800～3,000 mmに達する。コンボンスプー（Chbar Mon、1966～1969、1983～2003、MOWRAM）における月平均降水量と確率雨量は下表に示すとおりである。

月平均および確率雨量

単位：mm

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
平均	15.5	5.8	31.9	83.4	119.7	115.8	126.7	142.0	217.6	230.0	79.5	23.5	1197.6
80%	0.0	0.0	0.0	2.8	64.6	67.5	69.4	77.5	145.9	112.2	0.8	0.0	540.7

注： Chbar Monにおける降水量（観測期間：1966～1969および1983～2003、MOWRAM）

80%：5年の内4年確率の雨量

14. **流出**： プレクトノット川の流域面積はバサック川への合流地点で約5,000 km²、年間の河川流出量は約0.335 mm/km²と推定される。プレクトノット多目的プロジェクトの調査によるとプレクトノット川とその支流の確率流量を下表のように推定している。

プレクトノット川と支流の確率流量

単位：MCM

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
PT	4.8	2.5	2.2	2.6	10.3	6.0	26.0	52.8	95.3	162.8	23.6	8.8	4.8
TB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.15	0.73	0.65	3.97	4.50	0.25	0.00	0.00

注： PT: プレクトノット川のローレンチェリ頭首工地点（流域面積：3,880 km²）

TB: 支流域100 km²当たりの流出量

15. **水資源**： 流域における灌漑用水の概略バランス分析によれば、現在の地表水（プレクトノット川とその支流）を利用して作付率を150%とすれば約5,000 ha、支流域のため池、池、排水路やポルポト水路などの貯水機能の利用によって約1,000 haが灌漑可能と推定される。
16. **洪水**： 既存の調査によるとプレクトノット川の確率洪水流量は下記のように推定されている。

確率年と洪水量

確率年	洪水量 (m ³ /s)
5年	800
10年	1,000
50年	1,300
100年	1,600

一方、プレクトノット川はバサック川の水位に左右されおり、雨季におけるの流下能力は200 m³/s～400 m³/sである。ADBプロジェクトによって建設されている堤防と放水路をもっても5年に1回の洪水流量を流下できないと判断できる。

17. **土壌**： メコン川・バサック川氾濫源と比較して、調査対象地域の土壌は肥沃度が劣っており、土地分級によれば、クラス2またはクラス3に分類されている。土地利用の適性はプレクトノット川から南北に遠ざかるにしたがって、上流側に行くに従って土地の級位は低下する傾向にある。
18. **土地利用**： 水田が調査対象地域、特に中下流域で卓越する土地利用である。調査地域の水田面積は下表記のとおりである。

調査地域の水田面積

単位： ha

	水田面積	
	県全体	調査地域*1
コンポンスプー州		
Aoral	6,166	6,166
Chbar Mon	2,620 *2	2,620 *2
Kong Pisei	14,106	7,531
Phnom Srouch	23,495	23,495
Samraong Tong	15,331	15,331
カンダル州		
Kandal Stueng	13,313	13,313
Angk Snuol	10,590	5,736
タケオ州		
Bati	17,727	7,130
合計	103,348	81,321

出典：SEILA Database 2002

*1： 関連する郡の水田面積

*2： 県農業事務所から入手した面積 (SEILA Database の数値は無い)

19. **土地所有**： ポルポト時代の後、農地は家族の人数にあわせて公平に配分された。典型的農家の経営規模は0.5～1.2 haの範囲にあり、計画対象地域の戸当たり平均耕作面積は0.7 ha程度と推定される。

20. **水稲栽培**： 水稲はカンボジアおよび調査地域内で最も重要で、かつ卓越した作物である。早生水稲、中生水稲、晩生水稲、浮き稲、乾季水稲および陸稲が栽培されている。調査地域内には、中生種と晩生種が広く栽培されている。コンポンスプー州は米不足地帯であるため、改良品種の作付面積比を40%まで増やす目標をもっているが、改良品種は市場価格が低いこと、施肥が不可欠であることなどから作付率は低い。最近5年間の関連する州における水稲の作付面積、収穫面積、生産量は下表のとおりである。

水稲の作付面積、収量および生産量（1998-2003）

州	季節	作付面積 (ha)	収穫面積 (ha)	収量 (ton/ha)	生産量 (ton)
コンボン スプー	計	82,280	80,538	1.77	143,224
	雨季	81,293	79,613	1.76	140,645
	乾季	987	924	2.79	2,578
カンダル	計	93,827	86,263	3.07	264,742
	雨季	44,600	38,712	2.35	90,222
	乾季	48,067	47,551	3.65	174,520
タケオ	計	228,066	204,344	2.31	470,107
	雨季	169,990	150,889	2.06	309,284
	乾季	55,075	53,455	3.01	160,824
全国	計	2,191,628	1,984,021	1.97	3,899,678
	雨季	1,918,912	1,734,537	1.80	3,122,186
	乾季	258,325	249,484	3.11	777,492

注： 収量 = 生産量 / 収穫面積

出典： Agricultural Statistics (1998/99 – 2002/03)、MAFF

21. **食糧自給率**： 農業統計による最近5年間のコンボンスプーとカンダル両州の米生産量は州内の需要量に対してそれぞれ88%と81%、タケオ州は195%である。カンボジア国の食糧自給率は全体として110%となっている。一方、計画対象地域の食糧自給率は70%～80%で、年間2～3カ月間（収穫前の9～11月）食糧が不足している。
22. **畜産**： 調査対象地域の多くの農家は、牛、ブタ、家禽類などの家畜を飼養している。牛は主に役牛として、一方、ブタと家禽類は生活費のための現金収入源となっている。農家の約70%が2～3頭の牛と5～30羽のニワトリまたはアヒル、50%～55%の農家が1～3頭のブタを飼っている。家畜飼養は、特に水不足地帯においては農家の所得向上策の一つである。
23. **農業普及**： 州農業局の普及課が作物、畜産、漁業を含めた農業普及を担当している。カンボジア・オーストラリア農業普及プロジェクト（CAAEP）はコンボンスプー州とカンダル州の普及員と農民の人材育成、普及システムと施設などの改善を行っている。
24. **農業資材**： 改良種子はCARDI（カンボジア農業研究所）と数カ所の民間種子会社によって加工され、プロジェクト、NGO活動、販売業者を通して農民に配布されている。肥料と農薬は民間業者による商業ベースで流通している。
25. **クレジット**： 肥料や農薬を購入するためのNGOなどによるマイクロクレジットはあるが利用率は高くない。NGOが村落コミュニティで貯蓄・クレジット活動を行っている。
26. **流通・加工**： 現在の流通加工はほとんど米に集約される。ほとんどの場合、仲買人が農家の庭先に来て籾を買付、精米業者に送っている。調査地域内と周辺に中規模の精米業者が約40、大規模な精米業者が約10企業ある。そのうちいくつかは日本製の精米機を使ってシンガポールなどに米の輸出を行っている。カンボジアの香り米は高級米として他の品種と比べ20～30%高く取引されている。その他の作物、野菜や家畜は農村市場で農民自身が売買するか、庭先に来る仲買人に販売されている。
27. **農家経済**： 「カンボジア社会経済調査（計画省）」によれば、農村における年間家計収入は自家生産の消費を含め、988ドルである。また、年間家計支出は900～950ドルと推定され、これは一人・日当たり0.5ドルに相当する。

調査団は200農家について農家経済に関するアンケート調査を行った。その結果は下記のとおりである。

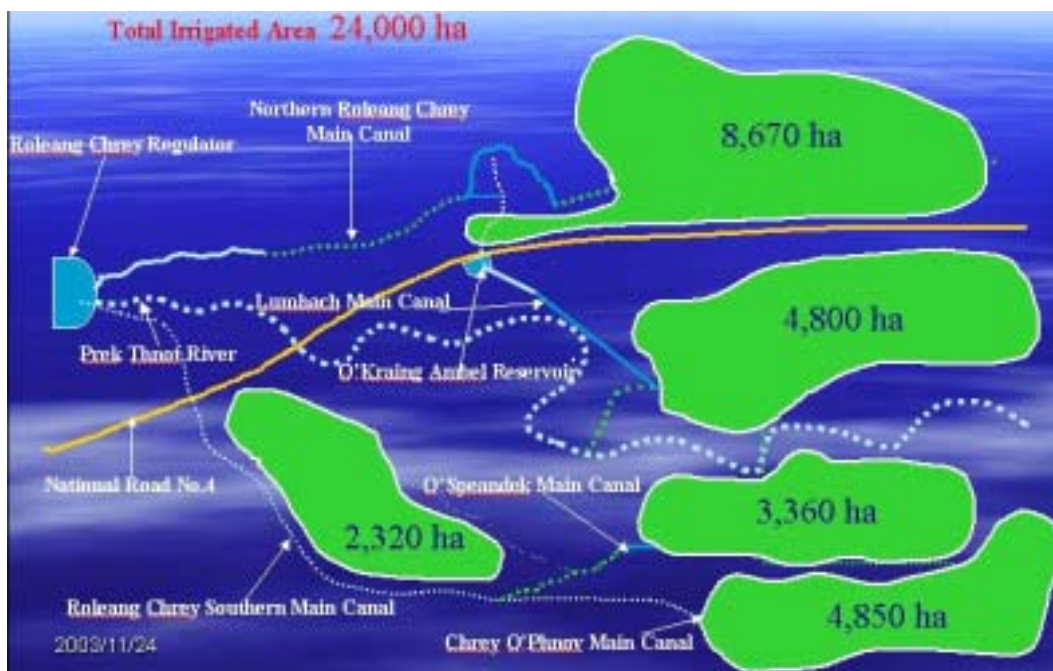
- 年間現金収入は平均 113 ドル、そのうち 70%は農外収入である。
- 農外収入は下流域で多い。これは経営規模が小さいことと農業以外の就業機会が多いためと考えられる。

28. 調査対象地域の主な灌漑スキームとしては、

- 西プノンペン総合開発計画地区 (Roleang Chrey)、
- カンダルスタン灌漑地区 (Kampong Tuol、Tuk Thla)、
- トンレ・バティ灌漑地区 (ポンプ、重力灌漑併用)、及び
- ダンカオ(ポンプから重力灌漑に移行)である。

しかしながら、これらの灌漑システムの大部分は水源不足に悩まされているだけでなく、水位調整施設の欠落、横断構造物の老朽化・機能停止、水路の堆砂、維持管理の不足等により現在の機能低下のみでなく、建設当初から灌漑システムとして十分機能していなかったものが多い。

29. 西プノンペン地区総合開発計画は、コンボンスプー、カンダル、タケオ州とプノンペン市のプレクトノット川流域兩岸の24,000 haを灌漑受益面積としている。この計画はプレクトノット川とその支流であるOu Krang Ambel (Ou Thum)川を主な水源としている。この事業はカンボジア政府の予算(7.9百万ドル)によって灌漑・排水として施設の建設を2002年に開始した。



西プノンペン地区総合開発計画の概略図

30. **小規模灌漑地区**: 調査地域には約30の小規模貯水池がある。農民は中小河川に簡易な取水施設を設置して灌漑に利用しているが、取水施設は毎年の洪水によって被害を被っている。これらの小規模灌漑地区はローレンチェリ灌漑システムに比べれば小規模である。
31. **ポンプ灌漑**: ポンプ灌漑は調査地域内で多く行われている。2種類のポンプ灌漑がある。その一つはMOWRAMが燃料とオペレータで行っているディーゼルポンプによる重力灌漑の補助的灌漑あるいは天水水稻の緊急灌漑用として用いられている。もう一つは、小型のポータブルポンプで、農民自身など民間ベースで利用されている。両タイプともニーズが高く、干ばつ時の補給灌漑に利用されている。
32. **地下水灌漑**: 政府が関係している地下水灌漑はない。調査地域内の地下水のポテンシャルは高くない。浅層地下水は農村給水の重要な水源であり、灌漑用水の需要量は飲料水に比べ極めて大きい。農村給水への影響を考えれば規模の大きな灌漑目的の地下水利用は勧められない。
33. **地表水の利用可能量**: 既存地表水による灌漑可能面積を推定するために予備的な水バランスの検討を行った。プレクトノット川とその支流（Ou Krang Ambel：480 km²、その他：100 km²）の期待流量を下記のように推定した。

既存表流水の期待流量

単位： m³/s

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PT	2.0	1.0	0.8	1.0	4.0	3.3	10.0	20.4	36.8	62.8	9.1	3.4
TB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	1.6	1.5	8.9	10.1	0.6	0.0

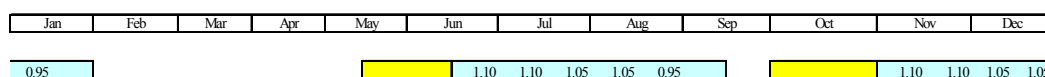
出典： Prek Thnot Multipurpose Project、Reappraisal Report (1992)に基づいて算出

PT： Roleang Chrey Regulator Gate地点 (流域面積： 3,880 km²)

TB： 支流 (流域面積： 580 km²)

34. **灌漑用水量**: 水稻（改良品種、移植後90日で収穫、2期作）の用水量は下記の条件によって算出した。

- 節水灌漑（「スラコウ川流域農業復興計画調査、JICA、2002」による）
- 蒸発散量（「ブノンベン周辺農業総合開発計画調査 JICA、1994」の Pochentong の気象観測データを用い修正ペンマン法による）
- 作付パターン



圃場準備

- 圃場準備と苗代： 130 mm (1 カ月)
- 有効雨量： 80%確率雨量の 70% (Chbar Mon の雨量による)
- 田面浸透損失： 2 mm/day
- 灌漑効率： 0.65

灌漑用水量の算出結果は以下のとおりである。

灌漑用水量 (IWR)

Unit: l/s/ha

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IWR	0.79	-	-	-	0.47	0.59	0.86	0.71	-	0.30	0.88	1.21

注：半月単位で算出

35. **水バランス**： 上記の利用可能水源と灌漑用水量に基づいて推定した灌漑可能面積は下記のとおりである。

既存地表流による灌漑可能面積

単位： ha

面積	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	乾季				雨季						乾季	
All	2529				8899	5157	11424	23699	>3000 0	>3000 0	1100 0	280 0
TB					475	485	1600	1579	2906			

注： All：全ての地表流量による灌漑面積「Roleang Chrey 頭首工におけるプレクトノット川（流域面積 3,880 km²）と支流580 km²」

TB：支流（流域面積： 580 km²）、“All”の内数。

以上から、5年間のうち4年確率の地表水流量による灌漑可能面積は雨季に5,000 ha、乾季に2,500 haと推定される¹。

36. **保護地域**： 調査地域周辺を含め1993年に設定されたAoral野生生物保護区 (253,750 ha)およびKirirom国立公園(52,783 ha)の2カ所の保護区域がある。

IV プレクトノット多目的ダムのレビュー

37. **過去の調査**： プレクトノット多目的ダムに関して以下の調査資料がある。

- フィージビリティ調査：Prek Thnot Multipurpose Project (1960)、日本・オーストラリア・イスラエル
- 環境調査：“Environmental and Resettlement Evaluation, Prek Thnot Project, Reappraisal Study” (SMEC、1990)
- 再評価調査：“Prek Thnot Multipurpose Project” (1992)、オーストラリア
- 環境調査：“Prek Thnot Multipurpose Project – Environment Study Report” (1994)、日本工営・SMEC (オーストラリア)
- プロジェクト形成調査：「農業支援調査、2001、JICA」

プレクトノット多目的ダムのレビューは上記の調査資料と本予備調査期間の補足調査によって行った。

¹ Kampong Tuol と Tuk Thla で取水し、その下流域の灌漑に利用される残りの集水域からの流出と還元水は含んでいない。残りの集水域からの流出と還元水を考慮すれば、灌漑面積は 20 ~ 40 %増加するであろう。

38. プレクトノット多目的ダムの概要は以下のとおりである。

プレクトノット多目的ダムの概要

項目	概要
ダム	
形式	Earth / rockfill
堤高	28.3 m
天端標高	EL 62.5 m AMSL
ダム長	10.3 km
計画洪水量	6,900 m ³ /s (PMF outflow)
ダム体積	3,650,880 m ³
貯水池	
湛水面積	195 km ²
総貯水量	1,120 MCM
有効貯水量	980 MCM
常時満水位	EL 58.5 m AMSL
最低水位	EL 54.0 m AMSL
発電	
発電能力	18 MW
年間発電電力	45.2 GWh
灌漑面積	
ダムなし	4,200 ha (年間用水量 119 MCM)
灌漑重視発電	34,000 ha (同上 1,119 MCM)
発電重視灌漑	27,000 ha (同上 805 MCM)

39. **プロジェクトの目的:** 多目的ダム開発の目的は、灌漑、発電および洪水調節である。しかし、発電に関してはキリロムにおける2つの水力発電所建設（うち、1カ所はリハビリ、他の1カ所はKamchay川での新設）による合計138 MWの発電で目標を達成している。灌漑に関してはこの計画に替わる容量の貯水機能をもつダムなどの候補地点は無い。しかし、本件予備調査において上流のAoral県とKaoh Kong州において3カ所のダムサイト候補地を確認した。これらの合計貯水量は原計画に比べて小さいと予想されるが、一定の面積を灌漑することは可能である。これらのダム候補地のポテンシャルと可能性に関しては第V章で述べる。"Prek Thnot Flood Relief Channel"(ADB、2001)に述べられているように、10年確率以上の洪水に対する抜本的対策は上流における貯水容量の大きいダム建設が必要である。原計画の多目的ダムの集水域は3,650 km²、湛水域面積は195 km²に対して、上記の上流域に位置するダム候補では十分な洪水調整機能を期待することはできない。

40. **技術的観点からのレビュー:** 原計画のダム堤高は最大28 mで低く、長い堤長からなっている。堤体の構造や設計に関して問題はない。計画洪水量は可能最大洪水量（PMF）によっており、計画値は妥当である。現状の流出や灌漑面積に基づく水文諸量や洪水量の見直しは必要であるが、全体として技術的には妥当であろう。

41. **環境の観点からのレビュー:** 自然環境に関して下記に関する影響が発生する可能性がある。

- 乾季、雨季の環境流量の変化、
- 流域保全と湛水域における野生生物に対する影響、
- 水質の変化

これらの影響に関しては、自然環境に対する負荷を軽減するための適切な管理計画を策定して、モニタリングを行う必要がある。

最大の問題は、計画湛水域に居住している約23,000人の移転に関する社会環境問題である。「ダムと開発、(世界ダム委員会)」およびJICAやJBICの環境ガイドラインに従って住民移転に関する下記のような条件のもとに住民移転の手続きが行われる必要がある。

- 移転の前後で移転住民の生活レベルが低下してはならない、
- 計画の初期の段階から移転計画に関してステークホルダーとの協議を開始する、
- 移転予定地の社会経済的調査を計画や設計に先立って行う、
- 対象住民の移転後の生活手段を確保する、
- 移転地のインフラのみでなく、生活向上に関する計画も含めて計画する、
- 住民参加のもとに移転計画を策定する、
- 計画策定に NGO や住民組織の参加を求める、
- 情報を公開する、
- 寡婦、少数民族、先住民などの弱者に対して特別の配慮を行う、
- 移転計画や補償への予算を確保する、
- 移転事業を担当する組織を強化する、および
- 移転の進捗状況に関するモニタリング評価を行う。

上記の全ての項目は移住対象民とその他のステークホルダーとの協議のもとに進めなければならない。このプロセスの完了後、ドナーへの要請が行われる。昨今のダム建設に係わる住民移転問題の事例を見ると23,000人、5,000戸の住民移転を上記の配慮項目についてクリアすることは極めて難しいと考えざるを得ない。

42. **経済的観点からのレビュー**：再評価調査報告書(1992)をもとに物価変動と環境配慮に関するコストの増加を考慮して、多目的ダムの事業費は以下のように推定した。

多目的ダム建設事業費の検討

単位：百万ドル

項目	原計画	予備調査による見直し
堤体・発電プラント建設(住民移転に関する環境コストを含む*)	114.7	168.0*
灌漑開発 (34,000 ha)	97.7	106.6
合計	214.4	274.6

注: * 見直し額は23,000人の移転コスト、環境管理コスト、3年間の所得支援コストを含む。

経済便益と経済的増加便益のレビューを下記によって行った。経済的内部収益率は3.9%で経済的妥当性は低いと判断される。

多目的ダムの経済評価

項目	単位	原計画	予備調査による見直し
籾の農家庭先価格	US\$/ton	190	160
事業を実施しない場合の収量	ton/ha/year	1.1 ~ 1.6	1.6
事業を実施した場合の収量	ton/ha/year	5.2 ~ 8.5	6.4
ヘクタール当たり灌漑便益	US\$/ha/year	935	655
灌漑便益	million US\$/year	31.79	25.25
発電便益	million US\$/year	2.95	2.95
その他の便益	million US\$/year	0.17	0.40
便益合計	million US\$/year	34.91	25.60
経済的内部収益率 (EIRR)	%	9.5	3.9

43. **ステークホルダーの能力**: カンボジアは国内に大規模ダムがないことからダム技術者は極めて限られている。ダムの維持管理を含めダム開発に必要な技術者の育成が必要である。また、58百万ドルの環境コストが必要であり、これはカンボジア政府によって準備すべきものであり、事業を行う上でのボトルネックとなっている。

44. **総合評価**: 米の国際市場価格の低下と環境コストの増加によって経済的妥当性は低い。さらに、国内予算で賄われなければならない多額の環境コストが必要である。例え、これらの問題が解決できても、23,000人の住民移転に対して住民参加のもとに解決することは多大な事業になる。これらの状況を客観的に判断すればこのプロジェクトを実現することは極めて困難と考えられる。カンボジア政府は流域の開発に対する代替案を模索する必要がある。

V 開発の代替アプローチ

45. **計画対象地域と計画目標年**: 調査団は次期開発調査の計画対象地域と調査対象地域を下記のように提案する。

計画対象地域はコンボンスプー州の Chhbar Mon、Samraon Tong と Kong Pisei の3県およびカンダル州の Angk Snoul と Kandal Stueng の2県で、国道3号より西部、ローレンチェリ頭首工から東部地域とする。

調査対象地域は、上記地域の計画を策定するうえで検討すべき地域を含め、計画対象地域の上流域（水文・水源調査）と下流域（既調査報告書のレビューによる水利用・洪水の検討）を含む。

開発調査は長期的（20年程度）開発計画のM/P、F/Sの計画目標年は優先的・緊急的ニーズを達成するための短・中期の10年間とする。

46. **灌漑と水源開発に関するアプローチ**: 灌漑と水源開発アプローチとして下記の6つの開発アプローチを取り上げた。

- プレクトノット川の既存水源の活用、
- プレクトノット川支流水源の開発、
- 小規模貯水池の開発、
- ポンプ灌漑、

- 天水の有効活用、および
- プレクトノット川上流域の小規模ダム開発

47. **プレクトノット川既存水源の利用**： プレクトノット川とOu Krang Ambel川の既存水源は、作付率を150%として4,000 ha～5,000 haの灌漑が可能である。この開発アプローチは、灌漑システムの改善と水管理によって灌漑効率の向上を実現することである。プロジェクトの内容は、ローレンチェリ頭首工と主要構造物のリハビリ、下流域を含む広域水管理、水利組合と参加型灌漑開発・管理（PIMD）の強化、および水管理スタッフの人材育成である。建設費は、実施中の西プノンペン総合開発事業による一部施工済みを検討してヘクタール当たり2,000ドル程度と考えられる。

48. **プレクトノット川の支流開発**： Ou Krang Ambel川以外に計画対象地域内でプレクトノット川に合流する数本の支流がある。その灌漑可能面積は1000 ha前後である。これらの水源を利用した小規模灌漑開発は、2番目の有効な開発アプローチとなるであろう。参加型アプローチ（PIMD）と水利組合の強化による小規模灌漑施設の建設が主要な事業内容である。建設費は簡易な取水施設と末端水路の建設でありヘクタール当たり約200ドルと考えられる。

49. **小規模貯水池**は3番目のアプローチである。計画対象地域には約30の小規模貯水池がある。灌漑面積または灌漑可能面積は500 haである。ADB支援の農業セクターローンを利用した参加型灌漑開発（PIMD）によって改善されたコンボンスプー州Kong PiseiコミュニティにあるOu Treang貯水池は最も成功した小規模貯水池の一つである。この開発アプローチは計画対象地域の小規模貯水池開発に適用できるであろう。小規模貯水池による灌漑システムの建設費はヘクタール当たり1,500～2,000ドルと推定される。

50. **ポンプ灌漑**は重力灌漑の補助的手段である。現在MOWRAMが運営しているポンプ灌漑の運営費を考慮すれば、ポンプ灌漑は重力灌漑地区における補助的あるいは非常時の灌漑手段と考えるべきである。水稻農家のポンプ場設置やポータブルポンプに対するニーズは極めて高い。水利組合が運営するポンプ灌漑は既存の灌漑システムにおいて有効なアプローチである。ポンプによる灌漑面積または灌漑可能面積は、重力灌漑面積の内数として扱われている。新規のポンプ灌漑のコストは灌漑施設の開発にヘクタール当たり約1,500ドル、ディーゼルポンプのコストはヘクタール当たり150ドル程度である。

51. **天水灌漑の改善**は計画対象地域に天水農業の面積が大きいことを考えれば最も重要である。排水路、ポルボト水路や池などわずかの水を有効に利用した農業が提案できるであろう。農民は水稻栽培のためにわずかの水や水路を利用して天水を集め灌漑している。このような伝統的水利用の改善が提案可能であろう。末端水路の建設、高畝方式水田の整備、およびポータブルポンプからなるコストはヘクタール当たり約300ドルである。

52. **プレクトノット川上流域の小規模ダム開発**： 調査団は現地調査期間にプレクトノット川の上流域に3カ所のダムサイト候補地があることを確認した。予備的調査では100,000分の1縮尺の地形図上での確認と内2カ所の地点について現地踏査を行った。

(1) No.1サイト(位置図参照)

位置：	Kaoh Kong 州のKiriromの北部、Peam Khleyの上流約40 km
集水面積：	210 km ²
推定貯水量：	100～150 MCM (10m等高線の100,000分の1地形図上での推定)
ダム高：	約50 m

- 利点：
- 貯水域に村、居住者や農地がない、
 - 保護区に含まれていない、
 - アクセスがよい（車両で可能）
 - 固い基盤岩がある、
 - 貯水効率（ポケット）が良い、
 - 乾季にも一定の流量がある、
 - 水力発電のポテンシャルがある。

不利点： - 川が地質境界線上を流れている。破砕帯存在の可能性がある。

(2) No.2サイト(位置図参照)

位置： Kampong Speu州Aoralの西、 Peam Khleyの西50 km
 集水面積： 473 km²
 推定貯水量： 100 ~ 150 MCM (10m等高線の100,000分の1地形図上での推定)
 ダム高： 約20 m

- 利点：
- 貯水域に村、居住者や農地がない、
 - アクセスが良い(県道から4km)、
 - ダム高が低い (地質上の問題が少ない)、
 - 建設費が安い。

不利点： - 野生生物保護区内に位置している。

(3) No.3サイト(位置図参照)

位置： Kampong Speu州Aoralの西、 Peam Khleyの西45 km
 集水面積： 110 km²
 推定貯水量： 50 MCM (10m等高線の100,000分の1地形図上での推定)
 ダム高： 約50 m

利点： - 貯水域に村、居住者や農地がない。

- 不利点：
- アクセスが悪い、
 - 貯水池の一部が野生生物保護区内にある、
 - 断層の可能性ある(100,000分の1地形図上)。

上記の候補地に共通の問題点は以下のとおりである。

- 集水域や河川に関する水文データ(降水量、流量)がないため適正な洪水量の見積もりが困難、
- 灌漑地区から遠いため利便性が悪い、
- 洪水軽減機能が低い(3つの候補地を合わせても集水面積はプレクトノット多目的ダムの20%)。

これらのダム候補に関する建設費の推定は難しいが、100,000万分の1地形図上から見積もった堤体積(800,000 ~ 1,800,000 m³)から一般的なフィルタイプダムのコストが約US\$ 25/m³であることからダム1カ所当たりの建設費は20 ~ 45百万ドル程度と見積もられる。

貯水量を推定するためには少なくとも10年以上の河川流量が必要であり、水文データが全くない現在の状況ではこれを推定することはできない。一般に、降水量が1,500mm ~ 2,000mmでダムの有効貯水量100万 m³であれば水稻2期作10,000 haの水田が灌漑可能とされている。しかし、プレクトノット多目的ダム(有効貯水量9.8億トン、灌漑面積34,000 ha)の有効貯水量と灌漑面積

の関係をみると計画ダムはダム効率が100以上である必要がある。

53. **農業開発の目標**： 調査地域における農家（平均世帯員数5.3人）の平均経営規模は0.7 haであり、自家消費の必要食糧は籾で1.36 ton/戸であるのに対して平均収量を1.7 ton/haとすれば籾の生産量は1.12 ton/戸となり、需要量に対して約20%不足している。カンボジアの水稲生産は国家の自給を達成しているが、コンボンスプーとカンダルの両州の食糧自給率は70%~80%で食糧不足地帯である。従って、農業開発の一義的目標は水稲増産によって農家レベルの食糧自給を達成することである。経営規模が小さく食糧生産のための十分な土地がない小規模農家は、食糧購入のための現金収入源を確保する必要があり、この収入源は主に農業部門で求める必要がある。所得向上は農業開発の二次的目標である。農家レベルの食糧達成と自給所得向上へのアプローチは、上記のような農家の状況に考慮して検討する必要がある。
54. **農業開発のアプローチ**： 農業開発のアプローチとして下記の4つを取り上げる。
- 水稲二期作、
 - 水稲一期作、
 - 天水水稲栽培の改善、および
 - 小規模農家の所得向上のための所得源の多様化
55. **灌漑水稲の二期作**： 十分な灌漑用水が可能な条件下での水稲二期作²を目標とする。年間目標収量は6.7 ton/haとして、農家当たりの所得向上額として187~295ドル前後、経済的増加便益として422~666ドル/haが期待できる。
56. **灌漑水稲の一期作**： 雨季の補給灌漑による水稲一期作と水稲作付前あるいは作付後の畑作物の生産が目標となる。水稲の目標収量は3.0~3.5 ton/haとして、平均的経営面積の農家では水稲生産によって95ドル、畑作物生産によって50ドル程度の所得向上が見込まれる。経済的増加便益はヘクタール当たり216~319ドルである。
57. **天水農業の改善**： 計画対象地域の水田のほとんどは天水に依存している。この状況においても池、排水などの水の利用、栽培管理の改善、改良種子の導入、病虫害対策などの技術普及支援によっていくらかの生産改善が可能であろう。これらによって、天水栽培による水稲の目標収量を2.0 ton/ha程度に期待できるであろう。2.0ton/haの収量が可能であれば、水稲から戸当たり20ドル程度、畑作物あるいは畜産から50ドル程度の所得向上が期待できるであろう。経済的増加便益はヘクタール当たり54ドルと見積もられる。
58. **小規模農家の所得源の確保**： 計画対象地域には水と土地が不足している農家が多い。このような小規模農家は自給食糧も生産することができないため、食糧購入と生活のための現金収入が必要である。小規模農家の所得源として下記のようなアプローチを検討する必要がある。
- 畜産（ブタ、家禽類の飼養と販売）、
 - 小規模換金作物の栽培（野菜、花卉、観葉植物など）、
 - 小規模果樹栽培、
 - 稲ワラを利用したマッシュルーム栽培、
 - 池、水田での魚養殖、
 - 非木材林産物の採取

² 水稲の作付率を150%~200%と仮定した。

59. **開発アプローチの組合せ**: 灌漑と水資源による6つのアプローチ、および4つの農業開発アプローチを組み合わせ、下記に示す開発アプローチの組合せが可能である。

開発アプローチの組合せ

水資源/灌漑	農業		天水水稲 作の改善	小規模農 家の複合 経営
	灌漑水稲 二期作	灌漑水稲 一期作		
既存水源利用	○	○	×	○
支線河川水利 用	×	○	×	○
小規模貯水池	×	○	×	○
ポンプ灌漑	○	○	×	○
天水活用	×	×	○	○
上流小規模ダ ム	○	○	×	○

60. **評価項目**: 下記の6項目について開発アプローチを開発アプローチの組合せを評価した。

	Very good ()	Good ()	Marginal ()	Bad (x)
経済性	高い経済的妥 当性が見込ま れる	経済的妥当性 が見込まれる	経済的妥当性 は低い	経済的妥当性 がない
農家の所得向 上	大幅な効果 がある	効果大きい	効果がある	効果は小さい
環境影響	環境インパ クトのおそれは 極めて少ない	環境インパ クトのおそれは 小さい	環境インパ クトのおそれが ある。	大きな環境イ ンパクトのお それがある
受益者の数	極めて多い	かなり多い	少ない	極めて少ない
早期効果発現	短期間での実 施と効果発現 が可能	中期間での実 施と効果発現 が可能	効果の発現に 中期の期間を 必要とする	実施に長い年 月を必要とす る
ステークホル ダーの意向	ステークホル ダーの要望が 極めて高い	ステークホル ダーの要望が 高い	ステークホル ダーの要望が 少ない	ステークホル ダーの要望は ほとんどない

61. **評価**

(1) 経済性

バンコクにおける米の国際価格に基づいて経済的妥当性を評価した。籾の農家庭先価格を160ドル/tonと推定した。4つの農業開発アプローチ別に想定される便益と建設コストで推定した。結果として既存灌漑システムと既存水源による水稲二期作が高い経済的妥当性を示す。一方小

規模ダムは水稻二期作としても高いコストのため”marginal”と評価される。

(2) 農家の所得向上

平均的経営規模(0.7 ha)の農家の所得向上額を評価した。水稻の2期作が他のアプローチと比べて所得増加が大きい。ポンプ灌漑は燃料コストが高いため”marginal”と評価される。

(3) 環境インパクト

小規模ダムは、湛水域に居住者がおらず農地もないが、3ヶ所の候補地うち2ヶ所が野生生物保護区内にあるため”marginal”と評価した。その他のアプローチについては特に重要な環境インパクトは確認できなかった。

(4) 受益者数

開発アプローチの選択において受益者数は開発機会の公平さにおいて重要な項目である。灌漑開発の受益者数は灌漑面積や利用可能な水源量によって決まるであろう。一方、改良天水農業は受益者が多い。小規模ダム開発は灌漑受益者(灌漑面積)は多くなるが、小規模貯水池や支流開発の計画地域は小面積にとどまる。

(5) 早期効果の発現

早い事業実施と少ない投資額で早期の開発効果が期待できる開発アプローチが望ましい。天水農業の改善は早期の開発効果が期待できるが、小規模ダム開発は長期間の調査が必要である。ポンプ灌漑は既存重力灌漑地区の早期効果発現アプローチとして位置付けられる。

(6) ステークホルダーの意向

聞き取り調査、公聴会その他の参加型調査によれば、水源開発、特にダム開発が計画対象地域において最もニーズが高い。ステークホルダーのうち受益者と関連する政府機関は水源開発を熱望している。しかし、ダムによる湛水予定域の住民は移転を望んでいない。

以上の基準による評価結果を次ページに示す。

1 . Economic Viability

	Paddy Double	Paddy Single	Improved Rainfed	Small holders
Existing			X	
Small Tributaries	X		X	
Small Reservoir	X		X	
Pump			X	
Rainfed	X	X		
Small Dam		X	X	X

2 . Income Increase

	Paddy Double	Paddy Single	Improved Rainfed	Small holders
Existing			X	
Small Tributaries	X		X	
Small Reservoir	X		X	
Pump			X	
Rainfed	X	X		
Small Dam			X	

3 . Number of Beneficiaries

	Paddy Double	Paddy Single	Improved Rainfed	Small holders
Existing			X	
Small Tributaries	X		X	
Small Reservoir	X		X	
Pump	X		X	
Rainfed	X	X		
Small Dam			X	

4 . Environmental Impact

	Paddy Double	Paddy Single	Improved Rainfed	Small holders
Existing			X	
Small Tributaries	X		X	
Small Reservoir	X		X	
Pump			X	
Rainfed	X	X		
Small Dam			X	

5 . Quick Yielding

	Paddy Double	Paddy Single	Improved Rainfed	Small holders
Existing			X	
Small Tributaries	X		X	
Small Reservoir	X		X	
Pump			X	
Rainfed	X	X		
Small Dam	X	X	X	X

6 . Intention of Stakeholders

	Paddy Double	Paddy Single	Improved Rainfed	Small holders
Existing			X	
Small Tributaries	X		X	
Small Reservoir	X		X	
Pump			X	
Rainfed	X	X		
Small Dam			X	

灌漑・水源開発アプローチと農業開発アプローチの組合せによる評価

62. 総合評価

上記の6つ指標の評価について総合的評価の材料とするために、下記の方法で数値化を行った。

総合数値指標の算出	
1.	を3点、を2点、を1点、×を0点とする。
2.	6指標の点数を合計する。満点は18点となる。
3.	満点(18)を100%とし、合計点をパーセントに換算する。
4.	10点満点に置き換える(パーセントを10で除し小数点以下を四捨五入する)。

この数値化によって得られる総合数値指標は以下のとおりである。

総合数値指標					
	農業	灌漑水稲 二期作	灌漑水稲 一期作	天水水稲 作の改善	小規模農 家の複合 経営
水資源/灌漑					
既存水源利用		8	7		5
支線河川水利 用			6		5
小規模貯水池			6		6
ポンプ灌漑		5	7		6
天水活用				7	7
上流小規模ダ ム		6	4		2

上記の結果を基づいて判断すると、既存水源を利用した灌漑システムのアプローチは高いスコアとなる。

支流や小規模貯水池による小規模灌漑開発は安いコストで早い開発効果が期待できる。しかし、その開発面積は小さく、雨季稲作の補給灌漑として利用できるに過ぎないため、数値指標としては中位にランクされる結果となる。

ポンプ灌漑は農民のニーズが高く早い効果が期待でき、雨季稲作の壊滅的干ばつ被害を回避するために多く採用されている。このようにポンプ灌漑は重力灌漑の補助的灌漑方法として適しているアプローチである。

排水路やポルポト水路のような限られた僅かの水を利用することによる干ばつの回避は、天水水稲において有効である。このアプローチによる便益は高くないが、対象面積が広く受益者数

の多いことがスコアの低い理由である。

小規模ダム開発は以下の理由によって低いスコアとなった。

- 投資額が大きく、費用対効果が他の方法に比べ低い、
- 事業の開始と便益の発生に時間を要する、
- 野生生物保護区での自然環境への影響が懸念される。

しかし、上記の開発アプローチは、それぞれが互換性のあるものではないため、総合評価の数値で単純に比較すべきではない。例えば、「既存水源による水稻二期作」は数値指標は高いが、対象地域のうちローレンチェリ灌漑システム内で僅か10%~20%のみが適用できるに過ぎないアプローチである。

63. **洪水対策のアプローチ**: すでに述べたように雨季におけるプレクトノット川の流下能力は、バツサク川の流下能力によって支配されており、また、抜本的な対策は上流における大規模な貯水機能、すなわちプレクトノット多目的ダムのような大規模ダムが必要とされている。しかし、近い将来にダム建設の可能性はほとんどないため、別の対策を検討する必要がある。洪水対策の第一段階として洪水被害図の作成が必要である。

64. **洪水堤防**: 洪水に対する堤防の建設は、他の地域での浸水や浸水期間の長期化を招く恐れがあり推奨できない。現在の堤防の一部は構造的欠陥のため通常の流量時においても侵食、崩壊していることも多い。このような洪水堤防は改善またはリハビリすべきである。また、洪水堤防に関する適切な設計基準が必要である。

65. **遊水地**: Peam Khleyや国道4号地点の橋などプレクトノット川は通水断面が小さな箇所がある。これらの地点では、洪水時の水位が5~10m上昇し、その上流域は湛水する。このような地点は「遊水池」として考えられる。洪水被害図は洪水常襲地帯や土地利用の政策的措置をとるための情報を提供するであろう。

66. **洪水予警報**: プレクトノット川は洪水時に急速に水位が上昇し流量が増加する河川である。リアルタイムでの観測値の通報はRoleang ChreyとTuk Thlaゲートで行われているが、住民へのリアルタイムの洪水予警報は行われていない。上流域に新たに気象レーダーによる雨量計と水位計の設置することによって、プレクトノット川の洪水時の予警報システムおよび水文解析が可能となる。

67. **排水路整備**: プレクトノット川自然堤の後背地に形成されている低地は雨季に湛水する。河川の流下能力が回復した後も湛水した水は自然堤のため排水されにくい。このような地域では排水網の整備することによって湛水による作物被害を軽減できるであろう。

VI 開発戦略

68. **開発戦略**: プレクトノット川流域における農業開発の最も重要な要因は、水、すなわち、水資源、灌漑および洪水である。開発目標年（短期、中期、長期）および利用可能な水資源の可能性と洪水の状況によって開発アプローチの組合せによって水資源・灌漑開発および農業開発からなる開発戦略を作成する必要がある。

69. **計画対象地域の類型化**: 計画対象地域は利用可能な水資源によって、下記の4つに類型化される。

- タイプ A 地域： プレクトノット川の灌漑システムがあり、水資源は十分である³。(既存水源で約 5,000 ha)
- タイプ B 地域： プレクトノット川の灌漑システムがあるが、水資源は不足している。(既存水源で約 1,500 ha)
- タイプ C 地域： プレクトノット川以外からの水源による小規模灌漑。(既存水源で約 1,000 ha)
- タイプ D 地域： 灌漑施設、灌漑用水ともない。(既存水源で約 9,000 ha)

70. **タイプA**： 水バランスの検討によると、タイプAはローレンチェリ灌漑システムの上流域あるいはプレクトノット川以外の水源をもっているOu Krang Ambel灌漑システム内の約5,000 haと推定される。

71. **タイプB**： 計画対象地域でローレンチェリ灌漑システムの受益水田面積は約20,000 haである。従って、タイプBに分類される水田面積は約15,000 haである。この地域は雨季においてもたびたび水不足になる。

72. **タイプC**： この地域は、プレクトノット川中流域の支流、あるいは小流域からの流量に依存している。スラコウ川農業復興計画調査（2002年、JICA）の方法に基づいた水バランスの検討によれば灌漑可能面積は1,000 ha以下と推定される。

73. **タイプD**： 計画対象地域の農地面積は約30,000 haであり、そのうち約10,000 haはローレンチェリ灌漑システムの外側に位置している。タイプC、すなわち小規模灌漑システムがカバーできる面積はわずかに約1,000 haであることから残りの9,000 haはこのタイプに分類される。

74. **開発目標**： 上記に示す地域類型に従って開発戦略を検討すべきである。しかし、計画対象地域の現状が「米不足地帯」で、「マーケットに近い」ことを考慮すれば、全ての類型において開発の目標は下記のように設定される。

- 短中期、緊急目標： 農家レベルの食糧自給
- 長期目標： 農業を通しての所得向上

75. **水稻の2期作**： 十分な灌漑用水とすでに灌漑システムがある利点を活用してタイプAの類型は、灌漑面積を拡大するための灌漑効率の改善、米の増産とそれによる所得向上のために持続的水稻生産を計画する。高収量品種（HYV）の「水稻2期作」がタイプAの開発戦略である。

76. **作物による所得向上**： 雨季においてもたびたび水不足となるタイプBの地域の短中期目標は、米自給を確保することである。開発戦略は優良種子の導入と干ばつ時のポンプ灌漑などによって農業を集約的にすることである。長期的には水源開発が解決策であり、これによってタイプBをタイプAにすることも可能である。食糧自給のための「水稻1期作（在来品種あるいは高収量品種）」と所得向上のための作物の多様化（畑作物生産）が短中期における開発戦略となる。小規模灌漑開発（タイプC）も開発戦略は上記に準じ、小規模灌漑システムの利点である水管理の容易さを活用して高価値作物による所得向上を達成することが可能である。

77. **食糧自給と作物以外による所得向上**： 天水条件下で改良農法と農業資材を用い、天水活用によって農業生産の拡大を目指すべきである。しかし、天水地域では作物以外の手段によって所得向上を目指さなければならない。食糧自給のための「水稻（在来品種）の天水栽培」と作物以外（畜産など）による所得向上が開発目標を達成する戦略となる。

³ “十分”とは灌漑用水が5年のうち4年（80%確率）は十分な水がある。

78. **農外所得による所得向上**：農地と水の不足のため一部の農家は自家消費に十分な食糧を得ることができない。このような条件で、農民は現金収入を得て食糧を購入する必要がある。これらの農民は、小規模な加工業、マーケティング、日常雑貨の小売りなどの農地以外から収入源を見つける必要がある。このタイプは水資源や灌漑システムとは無関係であるため、職業訓練や女性の活動などによる「非農業所得」のための村落開発アプローチも有効な開発戦略となるであろう。

VII 開発調査の枠組みに関する検討

79. **調査の内容**：今後実施される「プレクトノット川流域農業総合開発計画調査」の内容は、この予備調査のあと日本から派遣される官調査団とカンボジア政府の協議によって決定される。ここで述べる開発調査の枠組みは予備調査団の技術的観点から述べるものである。

80. **開発調査**は、第1フェーズ：長期計画（20年程度）のためのマスタープラン調査、第2フェーズ：10年間を目標年とする短中期のフィージビリティ調査、第3フェーズ：必要であれば、小規模事業の実施とモニタリングを含む実証調査、としての2～3期のフェーズから構成する。プレクトノット川流域の開発が内戦とプロジェクトの環境の変化によって遅れたことを考慮すれば、開発調査は緊急で早期に効果が期待できる開発に焦点を当てるべきである。「マスタープラン」は計画対象地域の開発ビジョンとすることも可能である。第3フェーズは、カンボジア国からの要請には含まれていないが、水文観測のモニタリングシステムや解析に関する初期段階の支援、組織の育成、事業実施のオン・ザ・ジョブ・トレーニング、特に参加型の灌漑開発や維持管理などの重要性を考慮すれば、開発調査の中で第3フェーズの実証調査が重要な意義をもつであろう。

81. **調査対象地域と計画対象地域**はこの要約の「項目45」に提案したとおりである。限られた水資源を上流と下流域に適正に配分し、かつ、洪水についても検討する必要がある。

82. **調査の方針**：開発調査は以下の方針で実施することを提案する。

- フィージビリティ調査（F/S）は、早い事業効果が期待できる緊急で優先度の高い開発として短・中期の開発計画に焦点をあてる。
- 水文や農業気象データなどのような基礎的データの継続的な蓄積が調査の中で開始されるべきである。
- 効率的で透明性のある計画とカンボジア側カウンターパートの人材育成のために、デジタル地形図やGISデータベースなどの既存のデータや情報を十分に活用するべきである。
- オン・ザ・ジョブ・トレーニングを通じて、集約的にカンボジア側スタッフの人材育成を図るべきである。
- 調査過程でのステークホルダーの参加が必要である。
- 調査を通じてステークホルダーにインセンティブをもたらすべきである。
- 現地調査や実証調査は、上記の方針で実施されるべきである。

83. **開発調査の枠組み**：F/Sの目標年が10年間であることから、長期間の水文観測データの蓄積が必要な上流の水源開発はF/Sに含まれない。しかし、水文観測網の整備は将来の開発における調査に重要な要素である。開発調査の主要な枠組みは以下になるであろう。

- 水資源の評価と洪水予警報に必要なデータ蓄積のために水文観測網の整備、観測データの初期的分析および持続的運営の支援、

- 灌漑システムの改良と水管理組織の強化によって既存水資源の効率的利用、
- 農家レベルの食糧自給を達成するための農業開発計画の策定、
- 対象農家の所得向上を図るために利用可能な資源（水、土地、人材、生活）の環境に優しくかつ持続的で具体的方策とアクションプランの作成、
- 流域の水保全機能を回復・改善するための環境保全と流域管理マスタープランの作成

84. **カンダル州における公聴会（ワークショップ）**は、地域の現況と問題点および開発アプローチに関するステークホルダーの認識と意向を確認するため2003年12月29日に行った。このワークショップには下記のステークホルダーが参加した。

- Angk Snuol と Kandal Stueng 両県の計画対象地域である 12 コミューン（郡）の郡長と農民代表
- 県事務所の代表
- 州農林水産局および州水資源気象局の代表

ワークショップでは 本調査に関する説明、 調査に関する自由討議、 質問票に基づいて開発の問題点と開発アプローチの確認およびカンボジア政府と日本政府に対する期待を参加者が記入した。

(1) 水源と灌漑の現況

対象地域の現在の水源と灌漑状況に関する回答は下記のとおりである。

- プレクトノット川(27.4%)、小規模貯水池(11.6%)、小河川(9.4%)、天水(53.1%)
- 上記の水源利用者のうち 10～15%の出席者が水源の量が十分と回答し、33%の出席者が雨季の稲作に天水で十分であると回答した。
- 72%の出席者が灌漑水路があり、83%がポンプを利用しており、56%が小規模貯水池があると回答した。池も灌漑に活用されている。

(2) 灌漑条件による地域のタイプの分類(要約項目69参照)

以下のように分類される。

- | | |
|-------------------------------------|--------|
| • タイプ A： プレクトノット川の灌漑システムからの水で用水は十分 | 21.1 % |
| • タイプ B： プレクトノット川の灌漑システムからの水で用水は不十分 | 9.7 % |
| • タイプ C： プレクトノット川以外の小規模水源がある | 11.0 % |
| • タイプ D： 天水以外に水源がなく、かつ、灌漑システムは無い | 57.6 % |

(3) 開発の問題点

参加者による開発の問題は、 水源の不足、 灌漑施設の不備（テックゲートなどの制水施設の不足、小規模貯水池や水路の堆砂）、 O&Mの不足、 栽培技術の不足、 優良種子の不足、 役牛の不足、 病害虫の発生、 農村インフラの不足、および 洪水であった。

(4) 開発アプローチについて

参加者が選定した重要な開発アプローチ（プロジェクトコンポーネント）は、以下のとおりである。

灌漑施設のりハビリと改善、 水源開発（ダムおよび小規模貯水池）、 灌漑ポンプ、 役牛の増加、 農業技術普及、 改良種子の配布、 養殖池の建設

参加者が選んだ開発アプローチの順位は以下のとおりである。

- 1st (1.3)⁴: 灌漑水稲（高収量品種）2期作による収入増加
- 2nd (2.6): 雨季灌漑水稲作（高収量品種または在来品種）と雨季水稲の前作あるいは後作での畑作物生産による収入増加
- 3rd (2.9): 非作物農業からの収入増加による不足食糧購入
- 4th (3.1): 天水条件下での自給食糧の生産と非農業による所得の向上

(5) 開発の問題点

参加者が提示した開発における問題点は、建設に必要な労働力の不足、建設に必要な予算（Food for Work）の不足

(6) プロジェクトの内容

参加者が選んだ必要なプロジェクトコンポーネントの順位は下記のとおりである。

- 1st (1.2): 灌漑と水源開発
- 2nd (2.1): 農業技術普及
- 3rd (2.9): 農村インフラ整備（道路、農村給水、衛生など）
- 4th (3.4): 農村衛生
- 5th (3.6): 教育
- 6th (4.6): 非農業収入（職業訓練、畜産、就業機会の創設、小規模工業、小規模ビジネスなど）

85. **コンボンスプー州における公聴会（ワークショップ）**は、2003年12月30日にコンボンスプー州農林水産局で開催した。コンボンスプー州の参加したステークホルダーは下記のとおりである。

- 計画対象地域である Chbar Mon、Samraong Tong および Kong Pisei 県の 25 コミューン（郡）から郡長と農民代表
- 県事務所の代表
- 州農林水産局と州水資源気象局の代表
- 県農業事務所と県水資源気象局の代表

(1) 水源と灌漑の現状

対象地域の現在の水源と灌漑状況に関する回答は下記のとおりである。

- プレクトノット川(12.8%)、小規模貯水池(5.7%)、小河川(5.4%)、天水(75.5%)
- 灌漑水量が十分と回答したのは、プレクトノット川を水源の利用者の19%、小河川利用者の13%、小規模貯水池利用者の26%、天水利用者の45%であった。
- 61%の出席者は灌漑水路があり、87%がポンプを利用しており、65%が小規模貯水池をもっている。

(2) 灌漑条件による地域のタイプの分類(No.69参照)

以下のように分類される。

- タイプ A: プレクトノット川の灌漑システムからの水で用水は十分 13.3%
- タイプ B: プレクトノット川の灌漑システムからの水で用水は不十分 9.6%

⁴ 括弧内の数字は、参加者による優先度順位の平均で示した。The 3rd と 4th は、ほとんど同じ順位 2.9 と 3.1 となった。

- タイプC：プレクトノット川以外の小規模水源がある 6.8%
- タイプD：天水以外に水源がなく、かつ、灌漑システムは無い 74.6%

(3) 問題点

参加者によって以下の問題点が確認された。水源の不足、灌漑施設の不備（チェックゲートや制水施設の不足、貯水池や水路の堆砂）、低い土壌の肥沃度、低収量、優良種子の不足、電化の遅れ、食糧不足、農村インフラの不足、クレジットシステムの不備、洪水

(4) 開発アプローチの確認

参加者による開発アプローチあるいはプロジェクトのコンポーネントの選定は、灌漑施設のリハビリと改善、水源開発（特にプレクトノット多目的ダム）、ポンプ、農業技術普及、農村給水、改良種子の配布、クレジット制度の改善、農村インフラ整備、洪水防御のための堤防建設

開発アプローチに関する参加者の優先順位は下記のとおりである。

- 1st (1.9): 灌漑水稲（高収量品種）2期作による収入増加
- 2nd (1.9): 雨季灌漑水稲1作（高収量品種または在来品種）と雨季水稲の前作あるいは後作での畑作物生産による収入増加
- 3rd (2.5): 天水条件下での自給食糧の生産と非農業による所得の向上
- 4th (3.6): 非作物農業からの収入増加による不足食糧購入

(5) 開発のニーズ

回答者のほとんどが灌漑の改善と水源開発を要望し、次いで農業技術普及と農村インフラの整備であった。

(6) プロジェクトの内容

参加者のコンポーネント別の優先順位は下記のとおりである。

- 1st (1.4): 灌漑と水源開発
- 2nd (2.1): 農業技術普及
- 3rd (3.0): 農村インフラ整備（道路、農村給水、農村衛生など）
- 4th (4.2): 非農業所得向上(職業訓練、畜産、就業機会の創設、小規模工業、小規模ビジネスなど)
- 5th (4.4): 教育
- 6th (4.5): 保健衛生

VIII 結論および勧告

86. 結論

- プレクトノット多目的ダムの建設を再開することは、大きな社会環境影響を考慮すれば難しい。この状況を打開するためには、長期間かつ多額の予算、並びにカンボジア政府の継続的な努力が必要である。
- プレクトノット川の上流に代替ダムの候補地がある。しかし、その開発には必要なデータの蓄積が必要である。したがって、短・中期開発を目的として、現況水源の効率的な利用と基本重要データの蓄積が緊急な優先アプローチである。
- 開発調査は緊急な優先開発アプローチの調査に焦点を当てるべきである。

- 上流域における貯水池による抜本的な洪水調整は、この 10 年間には期待できない。洪水予警報のような洪水被害を軽減する方法は「洪水被害地図」に示される現況の洪水状況をもとに提案するべきである。

87. 勧告

- 開発調査の早期実施
- 上記に述べた調査のコンセプトに沿って、カンボジア側カウンターパートはフルタイムで調査団とともに作業すべきである。
- 調査はカウンターパートの能力を最大限に活用すべきである。たとえば、水文機器の選択や設置、灌漑用ポンプ、農業普及、運営および観測はカウンターパートによって行われるべきである。

第1章 序章

1 - 1 調査の経緯

プレクトノット流域の開発は、1960年代の灌漑農業、水力発電および洪水調整の3つの機能をもつプレクトノット多目的ダム建設計画に端を発している。このダムはプノンペン市から西に約70 kmの地点に、日本を初めとする援助によって1969年に建設が開始されダム副堤の一部、ローレンチェリ頭首工および左岸水路の一部は完成したが、1973年に内戦の激化によって工事が中断されたままとなっている。

その後、内戦終結後にカンボジア国内メコン委員会のもとで、1989～91年にこの大規模ダム建設に関する再評価調査（Prek Thnot Multipurpose Project Reappraisal Report, Jan. 1992）を行い、1993～94年にダム貯水池内などに関する環境調査（Prek Thnot Multipurpose Project Environment Report, Aug. 1994）が行われた。

カンボジア政府は1994年以来、日本政府に対して本件に関する開発調査を要請した。これに対して日本政府は2001年に本件に関するプロジェクト形成調査団を派遣した。このプロジェクト形成調査団は、「本プロジェクトの潜在的な開発可能性の大きさを理解し、また、中長期的に大規模ダム建設を必ずしも否定するものではないが、下記の理由から従来からのダム建設を絶対的な必要・前提条件とする開発計画の調査は賢明な策でない」と結論している。

- 世界ダム委員会（WCD）の報告に見られるように、過去におけるダム開発の多くの事例から環境保全や持続的開発のために、大規模ダム建設は国際的な傾向として慎重に検討される方向にある。
- 灌漑開発にしても大規模灌漑開発よりも小規模な施設を積み重ねる灌漑が国際的な主流となっている。
- 本件ダム予定地には、20,000人以上の住民が生活しており住民移転、移転後の生活など社会環境に与える影響がきわめて大きいことが予想される。
- 予備的初期環境影響評価（IEE）によれば、上記住民移転の問題のほかに、河川流量の変化（環境流量等）、水質の変化（貯水池など）、水源地と生態系の保全、生活様式の変化（移転後の営農形態の変化）、住民間の軋轢、少数民族、意識化・啓蒙の問題（情報の開示）、人口問題、住民の経済活動、制度・慣習、保健・衛生、史跡・文化遺産・景観等について影響が発生する恐れがある。
- 数百億円と予想される多額の建設費用の調達に対して、他の国際協力機関と同様に日本政府も極めて慎重な態度であり事業実施の資金調達に目途がない。

また、この大規模ダム計画を進めるに当たっては、情報公開を図りつつカンボジア国内における慎重な合意形成を行う必要があり、さらに国際社会の支持を得ることが今後のカンボジアの開発にとっても不可欠であるとしている。

このような現状認識から今後の対処方針としてプロジェクト形成調査団は、カンボジア政府に対して開発調査の策定は持続的開発や環境配慮を念頭において、目的達成のためにプレクトノット川の豊富な水資源を活用する灌漑整備、および毎年被害をもたらしている洪水対策に向けての現実的な方策として下記の代替案を含めた調査の実施を提案した。

- 灌漑については、中下流域の農業開発計画、既存の頭首工や水路等灌漑施設の改修に関する調査
- 洪水対策については、プレクトノット川流域の水文観測計画樹立や流出解析を行い、情報伝達を含む予警報のあり方に関する調査

このプロジェクト形成調査の提言を受けて、カンボジア政府はプレクトノット多目的ダム開発を含まない農業総合開発計画の調査を日本政府に要請した。しかし、カンボジア国内には依然としてこの多目的ダム開発を期待する関係者も多い現状にあり、また、灌漑に必要なその他の水資源開発の可能性、洪水防御の方策、および農村開発の方策などについての検討が十分になされていない状況である。このため事前調査に先立ち、プレクトノット多目的ダム建設が困難な理由の確認、関連基礎資料の収集、水源開発代替案、開発方策の検討（開発アプローチ）の可能性を検討するための予備調査団を派遣した。

なお、下記のプロジェクトはプレクトノット川流域の下流域に位置しており、本計画と密接に関連している。

- 「**プノンペン周辺地域農業総合開発計画調査**」JICA、1993-94、（プレクトノット川下流域のカンダルスタン地区とトンレ・バティ地区を対象とした灌漑農業と農村生活改善開発計画に関する M/P、F/S）
- 「**カンボジア国灌漑技術センター計画**」JICA、2001-06、（カンダルスタン地区の一部をモデル地区とするプロジェクト方式技術協力）
- 「**カンダルスタン灌漑施設改善計画**」JICA、2003、（無償資金協力の基本設計として、大規模ダム建設なしの水資源を前提としたカンダルスタン地区の灌漑計画）

1 - 2 プレクトノット川流域と調査及び計画対象地域（案）

プレクトノット川の流域はコンボンスプー州の西と北の州境までの山系を集水域として東流し、バサク川に合流する。コンボンスプー市街地の西約 8 km に位置するローレンチェリ頭首工から下流のプレクトノット川の中下流域である両岸地域が流域の主要な農業地帯となっている。この地域は、コンボンスプー、カンダル及びタケオの 3 州（Province）とプノンペン市(Municipality)の各一部が含まれる。

「計画対象地域」と「調査対象地域」を下記のように提案した（位置図参照）。

「計画対象地域」はプレクトノット川流域内のコンボンスプー、カンダルおよびタケオの 3 州のうち、ローレンチェリ頭首工から下流側、国道 3 号線から上流側と提案した。一方、「調査対象地域」は、この計画対象地域の計画を策定するに必要な上流側の水源保全と水源開発・洪水に対する検討、下流側は水利用、特に 1994 年に JICA が行った開発調査「プノンペン周辺地域農業総合開発計画調査」のレビューを行うことよって流域内の適切な水配分の検討と洪水対策の検討を行うために必要な地域である。

1 - 3 予備調査の目的

この予備調査はカンボジアの本案件に関する開発調査の要請に対して、事前調査と本格開発調査のための基礎資料の収集と現地調査によって、開発調査の方向性と調査内容に関する下記の調

査を行うことを目的としている。

- 要請の背景確認、
- 関連するプロジェクトを含む関連資料の収集、
- 農業・農村開発の現状と課題、
- 地域の将来の農業・農村像、
- 多目的ダムに替わる水源開発代替案の検討と提示（ローレンチェリ頭首工の改修、既存灌漑施設の改修、遊水池、ため池、小規模灌漑等による代替案）、
- 開発方策の可能性、
- 開発方策に関する環境影響調査、
- 洪水対策の方策、
- 受益農家のニーズ・意向の確認、
- プレクトノット多目的ダムの建設が困難な理由の確認

1 - 4 予備調査団が行った主な調査内容

予備調査団は現地調査期間を通じて関係機関からの資料の収集と意見の交換、上流域を含む現地踏査による現状の把握と水資源開発可能地の調査を行った。また、住民の生活状況、生産活動、意向を確認するための RRA 調査と住民に対するアンケート調査、および計画対象地域の農民と関連機関の参加のもとにワークショップ(公聴会)を開催してステークホルダーの意向を調査した。

RRA 調査

- 11月10日：上流側プレクトノット多目的ダムによる湛水域住民
- 11月11日：下流側灌漑受益地住民

農家アンケート調査

- 11月14日～11月21日（上流側住民100戸、下流側住民100戸）

ワークショップ（予備調査の説明とステークホルダーの意見聴取）

- 12月29日：カンダル州（下流側受益地区）
- 12月30日：コンボンスプー州（下流側受益地区）

調査結果の説明

- 1月8日：国内メコン委員会において関係機関が出席

1 - 5 予備調査団員及びカウンターパート

予備調査団とカウンターパート及び現地調査期間は下記のとおりである。

予備調査団員及びカウンターパート

氏名	担当	所属組織	従事期間
予備調査団員			
石川 尚	農村開発	(株)ドーコン 海外事業部	2003年10月 ～04年1月
三部 信雄	かんがい排水・水資源	(株)ドーコン 海外事業部	2003年10月 ～04年1月
板谷 誠治	社会影響評価	(株)ドーコン 海外事業部	2003年10月 ～03年11月
岩橋 俊郎	自然環境影響評価	復建調査設計(株) 国際事業部	2003年10月 ～03年11月
カウンターパート			
Pich Veasna	計画	水資源気象省 計画・国際協力局 局長	2003年10月 ～04年1月
Theng Tara (Dr.)	水資源開発	水資源気象省 水資源局 局長	2003年10月 ～04年1月
Te Navuth	灌漑排水	水資源気象省 水文・河川局 局長	2003年10月 ～04年1月
Prak Thaveak Amida	農業 / 農村開発	農林水産省 計画統計国際協力局統計課 副課長	2003年10月 ～04年1月
U Sirita (Dr.)	環境	農林水産省 計画統計国際協力局環境アセスメント課 課長	2003年10月 ～04年1月

現地調査期間：石川尚 / 三部信雄 2003年10月14日～2004年1月11日
板谷誠治 / 岩橋俊郎 2003年10月14日～2003年11月28日

なお、カンボジア側のカウンターパート機関は国内メコン委員会 (CNMC) であり、その組織図などは第2章の「2-7 調査の関連機関」に記述する。

第2章 国家及び地域の背景

2 - 1 国家経済と農業部門

最近10年間のカンボジア経済は年平均6.7%、最近年の1999/00、2000/01、2001/02の3年間はそれぞれ、7.0%、5.7%および5.5%の安定した経済成長を続けている。2002年のGDPは当年価格で3,996百万米ドル(15.667兆リエル)と見積もられ、国民一人当たりのGDPは約297ドル(1,163,000リエル)である。(National Account of Cambodia 1993-2002、2003、NIS)。工業部門、特に縫製産業の発展がこの経済発展に大きく貢献している。農業、工業、サービス、その他の各部門がGDPに占める割合は1993年のそれぞれ46.1%、12.5%、38.7%、2.7%から2002年には33.4%、26.3%、34.2%、6.1%に変化した。

2002年における農業部門のGDPは、1,334百万米ドル(5.232兆リエル)、そのうち作物部門が43%、畜産部門が16%、漁業部門が34%、林業部門が7%である。

国内総生産額および国民一人当たりGDP

年	1995	1998	2000	2001	2002*
GDP (10億 Riel、当年価格)	8,294	11,609	13,810	14,544	15,667
農業	4,017	5,248	5,191	5,162	5,232
作物	1,994	2,457	2,429	2,385	2,250
畜産	489	677	737	799	840
漁業	1,034	1,492	1,561	1,564	1,801
林業	500	623	464	414	340
工業	1,193	1,996	3,047	3,520	4,115
サービス業	2,761	3,895	4,856	5,060	5,358
GDP 実質成長率	6.9%	3.7%	7.0%	5.7%	5.5%
農業	3.3%	5.8%	-1.5%	2.2%	-2.7%
作物	11.3%	8.6%	3.0%	0.5%	-5.8%
畜産	8.2%	6.3%	-9.4%	11.6%	1.2%
漁業	8.2%	3.9%	5.9%	6.8%	1.3%
林業	-26.7%	1.8%	-25.6%	-18.9%	-9.3%
工業	23.2%	-2.5%	30.7%	12.9%	17.7%
サービス業	8.4%	4.8%	5.7%	4.2%	4.5%
一人当たりGDP (1000 Riel)	792	953	1,077	1,106	1,163
人口 (1000人)	10,470	12,186	12,825	13,148	13,473
為替レート (Riel/US\$)	2,467	3,774	3,859	3,924	3,921

注*：推計値

出典：National Account of Cambodia 1993-2002, July 2003, National Institute of Statistics (NIS)

2 - 2 農業と食糧自給

農業部門がGDPに占める割合は3分の1の33.4%(National Account of Cambodia, 1993-2002)に低下したが、全就業人口の70.8%が農業(漁業・林業を含む)に従事しているもっとも重要な産業である(Statistical Year Book 2003)。また、全人口の81.6%が農村地帯に居住している(Cambodia Socio-economic Survey, 1999)¹。

¹ 都市人口はプノンペン都市地域が8.3%、その他地方都市地域が10.1%である。

内戦終了後カンボジアの農業は徐々に生産を回復し、全国の水稲（籾）の生産は1995/96年に戦前の1960年代最大時の生産量を上回るとともに国レベルの食糧自給を達成した。最近5年平均の籾生産量は370万トン（表2.2.1参照）、米として20万トン近い余剰食糧の生産と見積もっており（表2.2.2参照）最近は若干の米の輸出も行っている。しかし、高い人口増加率、干ばつと洪水による自然災害の発生、並びに灌漑施設の未整備によって米の生産は不安定であり、2002年雨季の籾生産は干ばつのため5年ぶりに3百万トンを下回り、食糧不足が危ぶまれたが2003年乾季作が豊作であったため米の自給を達成できた。このような米の増産は、民政の安定によって農民が農業生産に安心して従事できる、改良品種の導入や栽培技術の普及による単位収量の増加、戦乱による荒廃した農地や地雷の危険のため非耕作地であった農地の再開発による作付面積の拡大、徐々に改善されつつある灌漑施設、等におうところが大きい。

これらの水稲の増産要因の中で、メコン川水系の雨季氾濫原の肥沃な土壌条件で栽培される乾季稲作が、高収量品種の導入、灌漑施設の整備によって大幅に作付面積の拡大と収量を向上させたことが顕著である。1980年代初期の5年間と最近5年間を比較すると、雨季稲作では作付面積で33%、収量で50%、生産量で102%の増加であったが、乾季稲作ではそれぞれ105%、71%及び251%と大幅な増加となっている。最近3年間は乾季間の籾生産量が年間生産量の20%（1980/81-84/85年平均13%）を上回っている（表2.2.1参照）。

一方、雨季作水稲は上記乾季作の水稲作付地の土壌と比べて概して肥沃度が低く、灌漑率が補水灌漑面積として10%程度と低くほとんどが天水に依存しており、生育期間が長い在来品種が主体であるため作付開始時の5~7月と生育後期の11月の水不足によってたびたび干ばつ被害が発生するとともに、8~9月には洪水被害によって収穫できない面積が10%近く発生し、収量が不安定である。生育期間が短い高収量品種は、干ばつ、洪水・湛水、病虫害への抵抗性が弱く、農民は必要な肥料を購入するための財政的余裕に乏しい、市場価格が低い等の理由によって、雨季作水稲への高収量品種の拡大を難しくしている。

米以外の作物は、自然条件に適した作物が多いにもかかわらず、これまで食糧自給政策を最優先してきた状況から開発が遅れており、見るべきものが少ないのが現状である。全国統計されている全作付面積に対する米以外の作付面積は合計10~11%にすぎず、トウモロコシ3.3%、キャサバ0.8%、甘藷0.3%、緑豆1.6%、大豆1.4%、落花生0.6%、ゴマ0.9%、野菜類1.4%、サトウキビ0.4%、及びタバコ0.2%である（表2.2.3）。これら畑作物は作付面積が少なく生産地が散在しているのみでなく、収量や品質も低く、また、流通システムが未整備、農産加工産業が未発達、さらにベトナムなどから高品質で比較的安価な生産物が輸入されている状況である。また、これら生産物の市場がほとんど国内消費に限られているため、過剰生産が市場価格の低下を招きやすいと言われている。

果樹に関しても畑作物と同様である。バナナ、マンゴー、ランブータン、ココナッツ、ロンガン、ジャックフルーツ、カスタードアップル、オレンジ、ミルクフルーツ、サボジラ、グアバ、ドリアン、パイナップル等の果物、コーヒー、カシュー、コショウなどの換金作物生産のポテンシャルは高いと思われるがごく一部（都市近郊生産地としてカンダル州の果樹類、Kampong ChamとRatanak Kiri州のカシュー、Kampot州のドリアン等）を除いて、市場価値が高い生産物は少ない。安定した米の自給を達成した後の中長期的農業発展の一つの方向として生産物の多様化、品質向上、流通システムの改善、輸出市場の開拓、これら換金作物の付加価値産業の育成が今後の農業政策の課題となろう。

畜産は農家の現金収入源および農耕と運搬用役畜として重要な役割を担っている。全国の飼養頭数を表 2.2.4 に示す。1990 年代初期まで不足していた役畜（牛と水牛）は徐々に増加し 1994 年頃からは牛と水牛の合計頭数 3.5～3.6 百万頭、役畜頭数で 1.6～1.7 百万頭前後で安定している。この状況から現状の耕作面積に必要な役畜がほぼ確保されているものと推定される。牛・水牛の飼養農家は 60% 前後、その飼養規模は戸当たり 2～4 頭程度の場合が多い。山岳地域を含め牛乳や乳製品の利用はほとんどないものと推定される。そのほかの家畜はブタと家禽（主に肉用のニワトリとアヒル）である。近年、近郊農業として大・中規模企業経営のブタやニワトリ（ブロイラー）飼育が行われ始めたが、ほとんどは個別農家による水稲との複合経営であり、ブタは約 55% の農家が飼養しておりその規模は 1～2 頭、ニワトリは 60～70% の農家が戸当たり 5～30 羽を、アヒルは 5% 前後の農家が 20～100 羽規模で飼養している。飼育されているブタと家禽は農家の重要な現金収入源として、現金の必要なときに販売される。また、牛やブタ飼養から生成される堆肥は有機肥料として農地に利用されている。

2 - 3 国家開発計画

カンボジア政府は、内戦終結後の民政下初めての国家開発計画として第一次社会経済開発計画（SEDPI、1996–2001）を策定した。これに引き続き、第二次社会開発経済開発計画（SEDP II、2001–2005）を策定して開発を進めている。SEDPI は自由主義経済への移行と近隣諸国との経済格差縮小を目標に、市場経済政策に対応した経済成長と貧困削減を掲げ、これまで行政が行き渡らなかった農村部へのインフラ整備と住民サービスの向上を重視した開発戦略を示した。

SEDP II は SEDPI の開発目的と開発戦略を引き継ぎ、経済成長と貧困削減を最優先課題としている。この開発計画の策定は「国家貧困削減戦略（NPRS）」と表裏一体となるものであり、密接な連携の下に行われている。

すなわち、貧困を撲滅し国家の経済面、社会面の持続的発展を目的とした下記の国家長期ビジョンと国家開発目的を掲げている。

国家ビジョン

- 平和で安定した安全な国家の構築
- 周辺国地域および国際的関係の強化
- 経済的、社会的発展の推進

開発の目的

- 貧困層の生活を改善するための経済成長
- 社会および文化の発展
- 天然資源の持続的活用と適切な環境管理

2000 年 10 月に提出された貧困削減戦略中間報告に基づき、下記の項目からなる SEDP II の基本戦略が提出された。

民間部門の活力によって公平で広範囲な持続的経済成長を促進する。

貧困層の教育、健康、生活用水と衛生、エネルギー、クレジット、市場、情報及び技術へのアクセスを改善することによって、社会的・文化的な発展を図る。

天然資源と環境の持続的管理と利用を図る。

Governance Action Plan（GAP）の効率的実行によって統治環境を改善する。

上記の開発目的と基本戦略のもとで下記のような計画実施のガイドラインを提示している。

- 民間部門の活性化
- 統治の改善（行政改革、財政支出の改革、軍の民政化等）
- マクロ経済の安定化（SEDP の期間に年平均 6～7%の成長率で経済を発展させ、2005 年の国民一人当たりの収入水準を約 320 ドルに引き上げる）
- 地方分権化（地方政府の機能強化）
- 農業・農村開発の重視
- 土地所有制度の健全化
- 健全な林業漁業政策
- 適正な水資源管理
- インフラ整備（基礎インフラの改善）
- 人口増加率の低減（人口政策）
- ジェンダー原因貧困の軽減
- 貧困層の教育と健康へのアクセス改善
- 農村のインフラとサービスの改善
- 災害防止
- 観光開発（エコツーリズム、カルチャーツーリズムの振興）
- モニタリングと評価の実施
- 国際協力の調整と運営の改善

2 - 4 貧困削減戦略

貧困削減戦略は 2001 年の中間報告をへて 2002 年 12 月に「国家貧困削減戦略（National Poverty Reduction Strategy（NPRS）2003-2005）」として最終報告が作成された。

この中でカンボジアの貧困の特徴を分析し、その原因と問題点を下記のようにとりまとめている。

- 高い人口増加率（年増加率: 2.5% 1996-1998）
- 高い出生率と死亡率（出生率: 5.3 人/女性、幼児死亡率: 男児 89 人/1,000、女児 72 人/1,000、平均寿命: 男性 54.4 年、女性 58.3 年）
- 高い人口移動率（全人口の 31.5%が居住地を替えている、その原因は家族の移転 37.0%、職探し 14.5%、立ち退きや帰還 13.9%、結婚 13.2%）
- 不均等な年齢と性別構成（1998 年センサスによればクメールルージュ時代の影響によって 20-24 歳階層の人口が少ない、女性 100 人当たり男性人口は 93.0 人、寡婦家庭比率が 25.6%）
- ジェンダー不平等（成人識字率: 男性 79.5%、女性 57.0%、機能的な識字率: 男性 47.6%、女性 29.1%、5～24 歳の就学率: 男性 19.2%、女性 13.3%）
- 人口密度と人口圧（焼き畑農業、人口急増による土地なし農民の出現、土地なし農民の 44.5%は以前土地を所有していた、土地なし農民は 2 つのカテゴリーに分類される 両親から相続を受けられなかった、移住者と帰還難民）
- 人口の都市集中と都市・農村格差（都市の人口増加率: 3.4%、月平均家庭当たり収入: プノンペン は 1,140,000 リエルに対して農村は 314,000 リエル、成人識字率は都市 79.1%に対

して農村 64.9%、安全な飲料水へのアクセス:都市 60.3%、農村 23.7%、電化率:都市 53.6%、農村 8.6%、トイレ普及率:都市 53.6%、農村 8.6%、貧困層の絶対多数が農村に居住)

貧困撲滅のための優先的行動計画として下記の項目をあげている。

- マクロ経済の安定化：民間部門の活性化によって国民に公平で持続的な経済成長を促進し貧困層の所得向上を図る。
- 農村生活の改善：貧困者の多くは農村に居住している。農村居住者の貧困を軽減するため住民へのサービス改善とともに、土地、水、農業、林業、漁業、交通に関する改善を図り、貧困の軽減に寄与する。
- 雇用機会の拡大：貧困軽減のために長時間労働や重労働の改善とともに民間部門による開発促進、輸出産業の発展、観光開発、教育・職業訓練による人材育成を通して雇用機会の創設を図る。
- キャパシティビルディング：貧困層への義務教育の徹底、健康に関するサービス、栄養不良の改善、妊婦の健康改善を図る。
- 組織の強化と統治の改善：Governance Action Plan にそって国の統治システムを改善する。そのために法体系の整備、地方分権、財政改革、ジェンダー不平等、土地・森林・漁業資源管理の改善を行う。
- 社会弱者の社会への組み込み：天然資源の管理改善をととして社会弱者が利用しやすくする。洪水対策のための災害管理、地雷の除去、身障者や孤児等への対策、食糧安全保障、セフティネット・プログラムを実施する。
- ジェンダー不平等の改善：ジェンダー不平等の改善を目的として、健康、教育、農業資源の管理（土地所有権等）、女性の社会的・政治的エンパワーメントと法的保護を図る。
- 人口問題の改善：妊婦の健康、家族計画サービス、初等教育、貧困層の就業機会の創設

2 - 5 農村、農業、灌漑・水源開発戦略

全国総戸数の約 80%が農村に住み、その最も重要な収入源は農業である。また貧困層の 90 %が農村に住んでおり、農村人口の約 50%が一人当たり収入が 1 日 0.5 ドル以下の貧困層である。そのため、SEDP II と NPRS において国家の経済成長および貧困軽減のためには農業と農村の開発は最も優先度の高い分野と位置づけられている。

農業部門では SEDP II のなかで下記の 5 項目を農業開発計画の目的としている。

米の増産によって食糧安全をコミュニティや農家レベルで確保し、農村の貧困を削減する。農産物の輸出によって外貨を獲得して経済成長に寄与する。

農産物の品質向上と農畜産物加工産業を振興して付加価値生産を行うとともに、農村貧困層の就業機会を増加させる。

作物の多様化、高収量作物生産、生産物の品質改善、生産ロスの軽減によって農家の所得向上を図る。同時に農家から消費者までの流通システムを改善して貧困軽減を図る。

天然資源と環境の適正管理と保護および持続可能な活用を図る。

灌漑を含む水資源部門は、灌漑開発が農業生産性の向上、特に米の増産を図る上で不可欠であると位置づけ下記の開発目的・戦略を示している。

- 住民主導による小規模灌漑システムの建設
- 中・大規模灌漑地区のリハビリと拡大
- 既存灌漑施設による便益の最適化
- 総合的水源開発計画の作成

また、水資源管理のための人材育成と組織強化を重視し、同時に水資源の効率的、かつ効果的利用を図るために水利組合（FWUC）の育成と強化を重視している。洪水、干ばつ対策は農村貧困の軽減に重要な対策であるとしている。作付面積の約 80%が天水田で生産されていることから農業生態に基づいた研究開発と技術普及も重要であるとしている。

農村開発を担当している農村開発省（MRD）の開発戦略は以下のとおりである。

- 地域のニーズに従って、農村の社会経済的状況の改善を目的として、総合的・横断的アプローチで開発を促進する。
- 農村の貧困軽減を目的に地方分権化政策のもとに、ボトムアップアプローチで事業を行いその調整とモニタリングを行う。
- 農村住民と子供の未来の発展を目的として住民の努力で成果を求める。
- 地方分権の下でコミュニティ組織を強化して、開発ニーズの確認、計画策定と事業実施への住民の参加促進する。
- 農村貧困削減計画の効果をモニタリングする能力・機能を強化する。
- 総合的農村開発を促進するために、州、郡、村の各レベルに農村開発委員会を組織する。

2 - 6 環境保全戦略

1998 年には「国家環境行動計画、1998～2002（National Environmental Action Plan 1998-2000: NEAP）」が策定された。また 2000 年に「生物多様性国家戦略と行動計画（National Biodiversity Strategy and Action Plan: NBSAP）」が策定された。ともに環境省が中心となり作成されたものである。は環境省の生物多様性クリアリングハウス機構（<http://www.biodiversity-kh.org/>）からダウンロード可能である。

はプロ形報告書で述べられているように、6つの重点分野における環境整備戦略が示されている。は よりも重点分野を広げ以下に示す 18 の分野における戦略目標と行動計画が示されている。

- 保護区、絶滅危惧種、野生個体群等の天然資源の保護
- 野生動物資源
- 淡水漁業と養殖
- 沿岸及び海洋漁業
- 森林・野生資源
- 農業及び家畜生産
- エネルギー資源
- 鉱物資源
- 産業、技術とサービス（製造業、バイオテクノロジー、バイオセーフティ、観光）
- 環境保護
- 土地利用計画

- 水資源
- 気象変動と生物の多様性
- 住民参加
- 意識、教育、研究の強調と発展
- 法整備と機関の構築
- 生活の質と貧困解消

2 - 7 調査の関連機関

2 - 7 - 1 中央省庁

本案件に関係する主要官庁である国内メコン委員会（CNMC）、水資源気象省（MOWRAM）、農業省（MAFF）、および農村開発省（MRD）の組織図を図 2.7.1～2.7.4 に示す。

この内、本案件を要請しているカウンターパート機関である国内メコン委員会は、カンボジア政府直轄機関として、メコン川流域に関係する政策、開発、保全、水管理などの調査・計画の遂行、政府、関連省庁および地方行政機関の調整、メコン委員会（MRC: Mekong River Commission）、MRC メンバー国の国内委員会、その他国際機関との協調を目的としている。CNMC の構成メンバーは、MOWRAM、農業省、農村開発省、公共事業・交通省、環境省など 10 の省からなり（図 2.7.1 参照）、議長は MOWRA の大臣が就任している。職員数は副議長から運転手までを含めて総勢 30 人と比較的小さな組織であり、独自の調査や関連資料の蓄積（図書資料、空中写真、環境など）を行っているが、関連省の上部機関として調整機能と情報の提供や人材開発（トレーニング）を主な役割としている。CNMC の年間予算は約 150 百万リエル（約 37,500 ドル）と他省庁と同じく政府から配分される予算額は経常費に限られており、ドナー等からの援助や委託調査の資金が活動や事業に当てられている。職員は意欲的であるが、人員数が少ない、地域計画策定などの経験がほとんどない、活動予算がほとんどないなどから、開発調査の実施は CNMC の調整のもとに関連省庁の協力を得る必要がある。

2 - 7 - 2 地方行政機関

関係する地方行政組織として州水資源気象局（PDOWRAM）と州農林水産局（PDAFF）の組織図を図 2.7.5～2.7.6 に示す。上記の州行政機関は、地方分権政策のもとに州政府の機関として位置付けられており州政府の職員となっているが、業務の指示系統は直接中央省庁から受けている。

2 - 8 関連する国際協力とプロジェクト

調査対象地域が関係する主要なプロジェクトは下記のとおりである。

PRASAC (Support Program for the Agricultural Sector in Cambodia)

EU の協力によって 6 つの州（Kampong Cham、Kampong Chnang、Takeo、Kampong Speu、Prey Veng および Svay Rieng）を対象として 1995 年から 1999 年を第 1 ステージ、引き続き 2003 年までを第 2 ステージとして事業を実施した。村落開発委員会（VDC）の組織化を通して、コミュニティ開発、灌漑・排水、農村道路、農村給水、技術普及、農村小口金融、小規模企業化、組織・人材開発、等を実施した。なお、PRASAC II は 2003 年 12 月で完了し、EU は 2004 年から

対象地域をカンボジア北部とする次期プロジェクト、ECOSORN(Economic and Social Relaunch of the Northern Provinces) が開始される予定である。

AQIP (Agriculture Quality Improvement Project)

オーストラリア政府の協力によって、農産加工と流通分野の開発を通してカンボジアの経済成長に寄与することを目的としている。対象地域はカンダル、タケオ、Svay Rieng および Prey Veng の 4 州である。主要な事業の内容は下記のとおりである。

- 高品質の水稲種子を生産し供給するために上記 4 州に民間種子加工会社を設立する
- とともに種子生産農家を育成する。
- 収穫後ロスの軽減と品質向上の技術普及を行う。
- 農村の小規模な野菜と果樹の生産物の流通を改善するために技術普及と流通支援を
- 農民のマーケティング・グループの育成を通じて行う。

CAAEP (Cambodian Australian Agricultural Extension Project)

CAAEP I (1995 ~ 2000) に引き続き 2000 年の 11 月から 5 年間の予定で CAAEP II として継続している。合計 18.7 百万オーストラリアドルの事業費によって農業普及システムの強化を通して農家の得向上を目的としている。対象としている州はカンダル、コンボンスプー、タケオの各州のほかに、Battambang、Banteay Meanchey、Kanpong Thom、Kampot、Kampong Cham、Kampong Chhnang、Prey Neng、Svay Rieng、Pursat、Siem Reap の計 13 州である。

このプロジェクトは下記の項目に重点を置き普及システムの強化に取り組んでいる。

- 政府の普及システムにおけるカンボジア政府の役割の明確化
- 国、州、県の各レベルにおける人材育成
- 政府と普及活動に関連する NGO の連携強化
- 普及活動の持続性のために普及に必要な経常費に関する戦略作成

第3章 収集資料・情報及び調査地域に関する予備的分析と検討

3 - 1 調査・計画対象地域の行政及び人口

3 - 1 - 1 収集資料と情報

公共事業省から入手した 10 万分の 1 地形図（デジタルマップ）からプレクトノット川がバサック川に合流するまでの集水域（プノンペン首都圏除く）を調査対象地域とした。この地形図は 20 m 間隔の等高線（補助等高線は 10 m）で表されており、県（District）の境界が示され、行政村（Commune）の名称が記載されている。

人口と戸数は、全国レベルで実施している農村開発プロジェクトである SEILA の 2002 年データベースがデジタルデータで村（Village）まであるほか、1998 年の人口センサスの結果がデジタルファイルと出版物として NSI（National Statistic Institute）で入手可能である。

3 - 1 - 2 位置及び行政区分

カンボジア国における地方行政は下記に示すとおり、上部から州あるいは特別市、郡あるいは区、行政村あるいは町からなり、その下部に村がある。特別市はプノンペン等 4 つである。

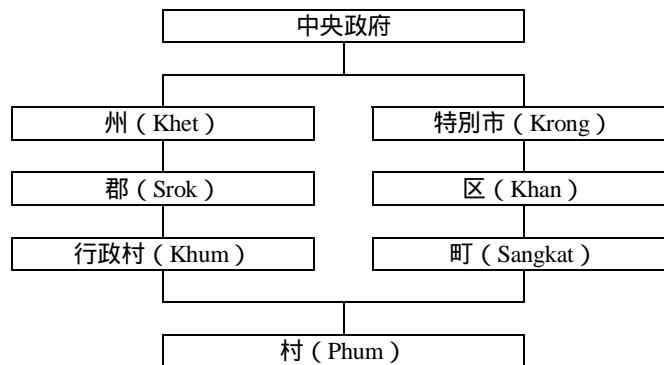


図 地方行政機構

調査対象地区はコンボンスプー州の 7 県、カンダル州の 2 県、プノンペン特別市の 1 区、タケオ県の 1 県である。このうち開発調査の計画対象地区はコンボンスプー州の 3 県とカンダル州の 2 県である。調査対象地区の内の行政区分を表 3.1.1 に示す。

3 - 1 - 3 調査・計画対象地域の人口と戸数

調査対象地域は第 1 章で述べたように、プレクトノット川流域のコンボンスプー、カンダル及びタケオ州とし、計画対象地域は同流域のローレンチェリ頭首工から下流側、国道 3 号線から上流側の範囲である。計画対象地域の総面積は、65,000 ha (図上計測)、総人口は 293,000 人、総戸数は 55,300 戸、平均家族規模は 5.3 人である。計画および調査対象地域の県、行政村、人口、家族数、水田面積を表 3.1.1 に示す。5 つの県（そのうち、コンボンスプー州の Chbar Mon 県には州都が位置し都市地域に分類されている）、37 の郡が計画対象地域に含まれる。

調査および計画対象の概要

	コンボンスプー州	カンダル州	タケオ州	合計
調査対象地域				
県名	Aoral, Chbar Mon, Kong Pisei, Phnum Sruoch, and Samraong Tong	Kandal Stueng, and Angk Snuol	Bati	8
郡数	43	32	4	79
人口	329,309	145,525	30,942	505,776
戸数	63,576	29,419	6,152	99,147
水田面積 (ha)	55,143	19,048	7,130	81,321
計画対象地域				
総面積 (ha)				65,000
県名	Chbar Mon, Kong Pisei, and Samraong Tong,	Kandal Stueng, and Angk Snuol	-	5
郡数	25	12	-	37
人口	221,440	71,706	-	293,146
戸数	41,414	13,887	-	55,301
水田面積 (ha)	24,732	7,693	-	32,425

注 1：人口、家族数および水田面積は関連郡内の数字で示す。

2：計画対象地域は調査対象地域の内数

出典：SEILA データベース 2002

3 - 2 気象及び水文

3 - 2 - 1 収集資料と情報

(1) 気象

(a) 一般気象要素

降水量を含む気象観測は水資源気象省気象部（プノンペン国際空港近傍国道 3 号線沿い）が行っている。用水量算定の基礎となる気象要素（気温、湿度、風速・風向、日照時間）については、気象部敷地内の Pochentong 測候所の観測記録があり、調査対象地域近傍の唯一の観測記録である。

(b) 降雨

調査対象地域のあるコンボンスプー州、カンダル州西部、タケオ北部、プノンペン首都圏南西部において、長期間に亘る降雨記録を保持している測候所は極めて限られている。雨量観測は第二次世界大戦前後の植民地時代から、プレクトノット多目的ダムが計画された 1960 年代後半までと、1980 年代の内戦終了後から行われている。計画対象地域の大部分が含まれているコンボンスプー州には計 17 カ所の雨量観測所があるが、そのうち 10 年以上の観測記録を有するのは、Ondogk、Kong Pisei、Basedth、Thnal Toteung、Phnom Srouch、Thpong、Chbar Mon の 9 カ所である。これらの観測は、各州の水資源気象省事務所が毎月とりまとめ気象部に送っている。プレクトノット川上流域には、Aoral 及び Kirirom に観測所があるが、いずれも観測期間は短い。気象観測所の位置を図 3-2-1 に示す。なお、コンボンスプー州の月雨量データはデジタルファイルで収集している。

(2) 水文

プレクトノット川流域の水位・流量観測は、水資源気象省水文部が実施している。定点水位観測所は、図 3.2.1 に示すとおり、上流から Peam Khley（プレクトノット多目的ダム計

画地点)、ローレンチェリ頭首工、Thnuos Luong(コンボンスプー州都より西5キロ国道4号線との交差部上流)、Tuk Thla(国道3号線との交差部)の4カ所があり、前3者は水資源気象省コンボンスプー事務所が、Tuk Thlaは水資源気象省技術部(Engineering Dept)が収集し、同水文部に毎月送付している。しかしながら、最近では流量観測はほとんど行われておらず、定点水位観測所の水位～流量曲線も更新されていない。流送土砂の観測などもほとんど行われていない。水質については、環境省が一部下流部の水質調査を行っているが、定期的な観測は行われていない。

(3) プレクトノット川流域にかかる調査

プレクトノット川を対象とする最近の調査のなかで、水源、灌漑開発に有用な情報が含まれている調査に以下がある。

(a) 「Prek Thnot Multipurpose Project, Reappraisal Report」(1992年)

1960年代に計画、一部実施されたあと中断されたプレクトノット多目的ダム計画に関する再評価調査報告書。Australian Catholic Relief(ACR)が実施。第1巻:主報告書、第2巻:発電及び湛水地利用、第3巻:ダム設計、第4巻:発電プラント機器・頭首工、第5巻:灌漑、から構成される。水文解析、灌漑計画等、プレクトノット川水源、農業開発の基本的な検討事項が網羅されている。

(b) 「Prek Thnot Multipurpose Project Environment Study Report」(1994年)

同上、プレクトノット多目的ダムプロジェクトに関する環境影響評価調査報告書。工事中断後の計画湛水地域の住民移転、補償を含め、自然・社会環境に対する影響を評価。2万人の住民移転と移転先の代替地に関する調査を実施。

(c) 「プノンペン周辺地域農業総合開発計画」(1995年)

プレクトノット川下流域のカンダルスタン、トンレ・パティ灌漑地区を中心とするプノンペン近郊農村部の農業開発計画。プレクトノット川の水源量の評価、洪水分析、ローレンチェリ頭首工の改善・操作法の提言、営農改善計画、農村開発計画など。

(d) 「スラコウ川流域農業生産基盤復興計画調査」(2001年)

タケオ州スラコウ川流域を対象とし、灌漑施設整備を主要コンポーネントとする農業開発計画調査。プレクトノット川の水文解析を応用して同川水源の評価、水収支を行っている。Peam Khley地点でのプレクトノット川の流況解析を行っているほか、小規模貯水池やため池による農業開発計画を策定している。

(e) 「Prek Thnot Flood Relief Channel Hydrological Report」(2001年)

ADBのEmergency Flood Rehabilitation Projectの一環として、プレクトノット川下流部に建設された放水路にかかる水文解析報告書。流量観測と排水モデルによるプレクトノット川洪水対策の可能性と方向性を示している。プレクトノット川およびバサック川の流下能力、堤防建設による洪水対策の考え方などを提示しているが、上流域の大規模ダム建設なしには抜本的な洪水対策は困難と指摘している。

3 - 2 - 2 予備的分析

(1) 気象

カンボジアの気象は季節風によって支配されている。雨期(5月～11月)は南西モンスーンによってもたらされ年降水量の90%が集中する。調査対象地域は概ね年降水量1,200～1,300mm程度で、プレクトノット川上流域西部(Kirirom付近)では、1,800mm程度と40%ほど年降水量が多い。

気温は4月に最も高く、12～1月にかけて低い。日照時間は乾期には8.5時間/日程度であるが、雨期には6.0時間ほどとなる。以下に Pochentong における気象データを示す。

調査対象地域近傍の気象データ

項目	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計平均
降雨	ミ/月	6	4	17	79	109	112	133	156	188	209	124	35	1,172
気温														
平均	摂氏度	26.3	27.6	29.3	30.1	29.9	28.9	28.2	28.2	27.9	27.2	26.5	25.9	28.0
最高	摂氏度	31.1	32.7	34.5	34.9	34.3	33.0	31.9	31.9	31.7	30.8	30.6	30.4	32.3
最低	摂氏度	21.4	22.5	24.1	25.3	25.4	24.8	24.6	24.6	24.0	23.7	22.4	21.4	23.7
湿度	%	72.9	70.5	70.6	71.4	76.4	78.8	82.3	82.9	85.5	86.0	79.6	75.2	77.7
風速	m/s	3.1	3.9	4.1	3.8	4.1	4.6	3.9	5.0	4.3	2.7	3.6	3.7	3.9
日照	時間/日	8.7	8.6	8.6	8.3	7.3	6.1	5.8	5.9	5.6	5.8	7.4	8.4	7.1
蒸発散	ミ/日	162	174	216	206	191	167	153	159	140	133	146	156	2,000

出典：水資源気象省気象部（Pochentong 測候所, 1991～2000）

注：蒸発散量は修正ペンマン法にて算出した結果。

平均的にみると調査対象地域の雨量は4月から増え始めているが、実際に農家が代掻きを始めるのは6月に入ってからである。これは雨期当初月(4～5月)の降雨日数および降水量が不安定なためである。コンボンスプー州 Chbar Mon における月降水量と80%確率月降水量を以下に示す。

コンボンスプー州 Chbar Mon における降水量

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1966	0.0	25.0	31.2	49.9	147.8	152.7	202.5	104.4	90.6	366.4	94.6	84.2	1,349.3
1967	24.0	0.0	0.0	110.0	105.5	166.5	131.0	87.0	195.5	200.0	18.3	1.6	1,039.4
1968	0.0	0.0	0.0	80.7	63.5	287.9	162.2	31.7	202.4	158.2	24.0	0.0	1,010.6
1969	58.0	9.0	0.0	39.5	127.2	99.3	46.1	214.4	251.3	281.9	105.2	3.2	1,235.1
1983	0.0	0.0	0.0	2.4	180.5	77.4	191.6	264.7	133.8	417.2	112.1	21.6	1,401.3
1984	0.0	3.7	2.7	63.1	118.7	162.1	113.6	90.0	321.5	306.3	11.2	0.0	1,192.9
1985	0.0	62.4	0.0	304.2	315.4	134.4	94.3	50.5	320.4	113.5	87.3	0.0	1,482.4
1986	8.4	4.6	0.0	96.3	92.4	105.5	80.3	69.6	245.8	202.3	105.5	60.9	1,071.6
1987	0.0	0.0	0.5	5.4	126.7	106.0	47.7	133.7	229.3	88.8	28.5	0.0	766.6
1988	0.0	0.0	17.0	100.2	121.4	189.8	103.0	110.0	153.4	139.4	53.5	0.0	987.7
1989	4.5	0.0	67.1	12.0	175.8	53.6	111.7	134.5	211.7	28.9	174.9	0.0	974.7
1990	0.0	0.0	5.5	44.3	134.9	80.5	103.7	121.6	130.4	70.1	105.9	5.2	802.2
1991	0.0	7.8	0.0	85.7	65.4	178.5	208.0	171.1	176.8	166.0	0.0	13.2	1,072.5
1992	0.0	0.0	0.0	26.1	51.0	112.9	194.0	106.0	162.3	184.8	32.3	4.6	874.0
1993	54.0	0.0	48.0	21.5	33.0	102.0	44.1	63.9	206.1	319.7	58.3	1.0	951.6
1994	0.0	0.0	116.1	13.5	79.3	96.9	191.9	164.7	285.5	155.5	0.0	77.5	1,180.9
1995	0.0	0.0	5.0	0.0	159.9	62.5	99.6	106.8	307.0	319.0	51.8	10.0	1,121.6
1996	7.5	0.0	0.0	155.8	124.5	116.8	111.8	96.7	256.4	319.0	189.0	12.4	1,389.9
1997	0.0	0.0	33.5	149.1	87.3	76.0	166.7	125.1	124.5	347.1	35.0	6.6	1,150.9

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1998	0.0	6.7	0.0	136.7	54.4	64.5	178.6	310.2	401.9	95.4	192.3	11.7	1,452.4
1999	11.8	17.0	36.5	247.7	292.4	61.0	116.3	315.3	138.9	307.2	151.9	61.3	1,757.3
2000	29.1	9.0	97.5	122.9	126.6	106.8	132.5	170.3	271.0	441.9	177.7	131.2	1,816.5
2001	189.7	0.0	216.9	46.1	65.2	215.9	78.9	213.2	345.9	328.9	18.0	4.3	1,723.0
2002	0.0	0.0	98.7	113.5	38.3	49.2	25.4	204.3	109.7	163.0	80.4	54.3	936.8
2003	0.0	0.0	22.3	58.9	104.2	36.5	232.9	89.1	166.7				
平均	15.5	5.8	31.9	83.4	119.7	115.8	126.7	142.0	217.6	230.0	79.5	23.5	1,197.6
80%	0.0	0.0	0.0	2.8	64.6	67.5	69.4	77.5	145.9	112.2	0.8	0.0	

出典：水資源気象省気象部

注：80%；5年に4年期待できる80%確率月降水量

このように、80%確率雨量では5月以降に一定の雨量が見込めるものの、灌漑による用水保証がないために雨期の作付自体が遅れる、あるいは断念されることによって地域全体の水稻生産量を低くとどめている。

その他雨量観測所の観測記録から分析した結果、近年の主な渇水（干ばつ）年、豊水年は以下のとおりである。

- 1987年：渇水（干ばつ）年 20年確率（20年に1回）以上
- 1989年：渇水（干ばつ）年 5年確率程度
- 1990年：渇水（干ばつ）年 10年確率程度
- 1993年：渇水（干ばつ）年 5年確率程度
- 1994年：渇水（干ばつ）年 5年確率程度
- 1998年：豊水年 5年確率程度
- 1999年：豊水年 5年確率以上
- 2000年：豊水年 10年確率以上
- 2001年：豊水年 10年確率以上
- 2002年：渇水（干ばつ）年 5年確率以上

(2) プレクトノット川

プレクトノット川はカンボジアの首都プノンペン西方の Chaine de l'Elephant 山地に源を發し、プノンペン南部約 8 km 地点でメコン川支流のバサック川に流入する。バサック川合流点から最上流までの距離は約 190 km に達し、流域面積は約 5,000 km² である。

プレクトノット川における主要なチェックポイントとしては以下があげられる（図 3-2-1 参照）。

(a) Tuk Thla / Kompong Tuol

バサック合流点から 26 km 上流の国道 3 号線との交差点に位置する。カンダルスタン灌漑地区、トンレ・バティ灌漑地区への取水施設（Tuk Tula ゲート、Kompong Tuol ゲートおよび洪水吐がある。河床標高は約 8 m でここから下流の河床勾配は 1/5,200 程度。流域面積は 4,760 km²。

(b) Thnuous Luong

バサック合流点から 82 km 上流の国道 4 号線との交差点に位置する。コンボンズプー州都から約 5 km 西寄り。水資源気象省の水位観測所がある。流域面積は 4,022 km²、河床標高は約 26 m。Kompong Tuol までの平均河床勾配は 1/3,100。

(c) ローレンチェリ

バサック合流点から 90 km 上流。プレクトノット川を水源とする灌漑地区の頭首工「Roleng Chrey Regulator」が 1969 年に建設された。流域面積 3,880 km² で、河床標高は 29.3 m。Thnuous Luong までの河床勾配は 1/2,820。

(d) Peam Khley

バサック合流点から 104 km 上流。1960 年代にプレクトノット多目的ダムが計画され、その後サブダムの一部が建設された。水資源気象省が管轄する水位観測所がある。流域面積は 3,650 km² で、河床標高は 34 m。Roleng Chrey までの河床勾配は 1/3,030。Peam Khley における流出を下表に示す。

プレクトノット川 Peam Khley における流出 (実測)

単位: 百万 m³

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1963	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	169	112	13	
1964	5	1	0	11	111	59	104	194	292	394	143	23	1,337
1965	7	2	3	11	34	114	69	64	485	592	139	28	1,550
1966	8	4	3	9	36	86	150	166	224	308	124	52	1,168
1967	12	5	3	14	40	89	112	355	231	456	34	9	1,359
1968	5	2	1	4	18	46	85	195	121	274	21	7	779
1969	4	3	2	2	20	5	40	13	425	456	222	14	1,307
1970	7	7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
1996	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	378	n.a.	557	n.a.	
1997	20	13	10	7	n.a.	n.a.	74	472	325	241	48	10	
1998	7	6	5	5	n.a.	6	19	58	283	520	185	44	
1999	21	8	7	53	278	248	235	395	412	1,002	825	n.a.	
2000	n.a.	n.a.	33	96	79	130	252	187	207	938	216	n.a.	
平均	9	5	7	21	77	87	114	220	308	486	219	22	1,250

出典：スラコウ川流域農業生産基盤復興計画調査報告書 (付属書) JICA、2002

注 n.a.; 欠測値

このように、プレクトノット川の年間総流出量は約 1,250 百万 m³ であるが、そのうちの 95 % 以上が 5 月から 11 月の雨期に集中している。乾期の流量は 1~2 m³/s まで下がり、雨期には下流部の河川容量が不足していることもあって毎年のように洪水氾濫が発生しており、水源的には極めて利用しにくい流出特性を有している。

「Prek Thnot Multipurpose Project, Reappraisal Report」によれば、プレクトノット川、ローレンチェリ頭首工地点および支流域 (100km² 当たり) の月平均流出量および 80 % 確率期待流出量は以下のとおり見積もられている。

プレクトノット川の期待流出量

単位: 百万 m³

地点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
RC	4.8	2.5	2.2	2.6	10.3	6.0	26.0	52.8	95.3	162.8	23.6	8.8
支流	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.15	0.73	0.65	3.97	4.50	0.25	0.00

出典：Prek Thnot Multipurpose Project, Reappraisal Report, ACR、1992

注：RC; ローレンチェリ頭首工地点、支流; 支流 100km² 当たり流出量

プレクトノット川の洪水およびその原因については、「3-11 プレクトノット川の洪水」において後述する。

(3) 地下水

水資源気象省水資源部によれば、調査対象地域内で灌漑に利用できる中、深・深度の地下水ポテンシャルは低い。また、灌漑目的の地下水開発を行えば、浅層地下水を水源とする飲料水井戸（手押しポンプ。深度約 30 m）が枯渇する恐れがあること、また、ポンプ灌漑同様維持管理費用が大きいことから、地下水の灌漑利用の可能性は、一部高価値作物や果樹育苗など極めて限られた対象となる。

3 - 3 流域の水利用

3 - 3 - 1 水利用の実態と所管

(1) 行政・制度

カンボジアにおいては、水資源、河川管理に係る法律は整備されておらず、現在、水資源気象省が作成した法案が議会に提出され承認待ちの状態にある¹。そもそも水源の賦存量が明らかでなく、また水利用に関する届け出、許可制度もない。水利用の実態も把握されておらず、水利権、河川維持流量なども公式には設定されていない。

本来、水資源気象省が水資源管理を行うべきと考えられるものの、現時点では、水利用目的に応じて関連する官庁がその監督権限を保持するとの考え方がある。すなわち、農業目的では水資源気象省または農業省、工業用水は鉱工業省、との考え方である。実際、大規模な灌漑開発においても、民間の工場建設に伴う工業用水取水施設の建設についても届け出や登録を行うことはされていない。

したがって、プレクトノット川の水資源利用については実態が把握されていない。しかしながら全体的にみれば、その水利用は農業目的（灌漑用水）が圧倒的で、現に既存の取水堰、ポンプ場などはほとんどが水資源気象省が所管する灌漑施設である。また、プレクトノット川では多くの住民が魚介類を捕獲して生計または食生活の足しにしており、見逃せない水利用者といえる。

(2) 灌漑利用

プレクトノット川の水資源はその大半が有効または計画的に利用されないままに流下しているものの、そのような状況下にあっても農業セクターは同水源の最大かつ優先的使用者である。詳細は後述するが、プレクトノット川中流部で主要受益地の最上流に位置するローレンチェリ頭首工では、河川維持水量や下流の水利用に関せず乾期にはその全量が左右岸の幹線水路に取水されている。最乾期の河川流量は $1 \text{ m}^3/\text{s}$ 前後までに低下し、そのほとんどが河川近傍住民の生活用水に利用されている。

ローレンチェリ頭首工から下流部に流入する支流河川水と灌漑地区からの還元水は、その大部分が下流の Kompong Tuol、Tuk Thla 堰によって取水され主にカンダルスタン灌漑地

¹ 「Law on Water Resources Management of the Kingdom of Cambodia」。11 条 41 項からなる。水資源気象省を監督官庁とし、全ての水資源の家庭用（所有地への流入水の農業利用含む）以外の使用については水利権を取得することが義務づけられている。資料として入手済（2002 年 3 月の最終案）

区等で利用されている。しかしながら、実際にはプレクトノット川本川の水位変動や流量自体の不足によって所定の用水量は取水できていない。同取水堰より下流では一部ポンプを利用して灌漑目的または生活用水として利用されているにすぎない。

3 - 4 土地資源と土地制度

3 - 4 - 1 土壌

地域の農業生産（水稲）に利用されている流域平原地帯の土壌は、メコン・バサック川の氾濫源の土壌と比較すると、肥沃性に欠けていることが生産性の低い原因の一つになっている。計画対象地域の土壌は成因的に熱帯気象のもとで土壌中の養分と粘土分が溶脱することによって形成される。FAOの土壌分類では Gleyi Acrisols、Plinthic Acrisols に、カンボジアの土壌分類では Prey Khmer Soils、Prateah Lang Soils および Bacan Soils として分類されている。表土の土性が砂質で有機物が少ない酸性土壌であり、土壌中の養分が少なく、かつ、保肥力に欠ける。物理的にも保水性が低く干ばつを受けやすく、水の地下浸透がやや大きく、水中では土粒子が分散しやすいため水路などは浸食を受けやすいが湿潤状態での耕起は容易である、などの特徴がある。そのため、土地分級ではクラス 2~3 に分類されている（Reappraisal Report of Prek Thnot Multi-purpose Project）。プレクトノット川中下流域では概して川から隔たるに従って、また、上流側に至るに従って土地分級で低位のクラス 3 に分類される面積比が多くなる傾向にある。これらの土壌条件は、JICA 開発調査であるタケオ州の「スラコウ川流域農業生産基盤復興開発計画調査」の対象地区と同じ土壌に分類されており、類似していると推定される。

土壌に関する既存資料として下記の情報がある。

- The Soils Used for Rice Production in Cambodia - A Manual for Their Identification and Management, IRRI / AusAID
- Rice Production in Cambodia, IRRI / AusAID
- Soil Map (digital map), Land Use Office, MAFF, 2002
- Soils of the Main Rice Growing Areas of Cambodia, CARDI
- Reappraisal Report on Prek Thnot Multipurpose Project, Vol. 5.2 (Annex II)

計画地域は水稲生産地帯として分類されている。土壌に適応した農地の利用とともに、下記のような土壌改善、生産力向上に対する可能性の検討を行う必要がある。

- 家畜堆肥の施用：牛の飼養と稲ワラ利用（飼料と敷草）。ブタの飼養と稲ワラ堆肥の熟成、鶏糞の活用などによる良質堆肥の確保と施用
- 緑肥の栽培：緑肥種子の確保と作付時期の問題はあるが、化学肥料の削減を含めて可能性の検討
- 豆科作物の導入と根粒菌の利用：水稲収穫後、あるいは作付前の豆科作物の導入による土壌改善
- 化学肥料の施肥方法改善に関する可能性：化学肥料を適期に施肥することによる肥料の流亡損失と生産コストの削減
- 中・大規模養豚あるいは養鶏会社から供給を受けて堆肥・鶏糞の利用

3 - 4 - 2 土地利用

カンボジアの水田は、作付時期と灌漑条件から下記のように分類されている。

雨期の天水水田：メコンとトンレサップ川流域に広がる低地の水田で、カンボジアの水稲生産の約 80 % が雨期の天水田で生産されていると推定される。生育初期と後期の水不足、8～9月の洪水発生が生産を不安定にしている。また、水不足と洪水の発生が改良種の作付を難しくしており、多くは在来の中生・晩生種の作付である。

雨期の補水灌漑水田：上記の降雨不足時に対する補助灌漑を行っている水田で、多くは中生種が作付けられており、一部で早生種水稲の2作を行っている。

乾期の減水期水田：Receding Paddy。メコン・トンレサップ川流域などにおける雨期間の湛水域で水位の低下に伴って作付を開始する水田、IR66などの非感光性早生種が作付けられる。

乾期の灌漑水田：乾期の灌漑水源を有する水田、同様の品種が作付けられる。

カンボジアの水稲の作付面積と灌漑面積

季節	農業地帯	灌漑状況	水田中面積		灌漑面積比	
			(1,000 ha)	(%)	形式	(%)
雨期	低地 台地	天水	1,518.4	77		
		補水灌漑	224.2	11	重力灌漑	10
					ポンプ灌漑	1
乾期	低地	完全灌漑	25.0	1	重力灌漑	11
		減水期水稲	223.7	11	ポンプ灌漑	1
合計			1,991.3	100		23

出典:SEDP II

調査地域内の水田はほとんどがの天水水田である。毎年、比較的安定的な降雨が始まる6～7月に圃場準備を行い、7月中旬から8月にかけて移植されるが、雨の遅れによる移植適期からの遅延、移植後の小乾期による干ばつ被害がたびたび発生している。の補水灌漑水田とされている面積も、用水路の水管理施設の不備、水田面積に対して水源の絶対量が不足しているため、その効果は大きくない。ローレンチェリ頭首工からの兩岸水路も水路の水利機能調整施設（取水ゲート）や末端までの用水路が未整備のため、水の利用効率は小さいと予想される。一部では幹線水路から直接小型ポンプによる灌漑を行っている現状である。は平地内のため池の中などその面積は極めて少ない。もごく一部の水路沿いやため池灌漑の一部受益地のみであり、調査で計上されている面積がすべて完全灌漑の受益面積とは認められない。現地での農民や農業関連機関での聞き取りでも、水不足がもっとも深刻である。

調査対象地域内平原部の農地はほとんどが水田であり、畑地としての面積は水田面積の数%以下である。自給用を含めて野菜栽培を行っている農家は少ない。畑地は水田地域内の小起伏地やプレクトノット川沿いの自然堤で乾期初めに作付けされる農地などにすぎない。これらの畑では、乾期に近くの川、池、ため池、水路などの水源から人力で水を運び灌水して野菜やスイカを栽培している。多くの農家はバナナやココナッツなどの果樹を敷地内に植えている。

郡別の水田面積は SEILA のデータベース（2002）として入手した（表 3.4.1）。このほかに、県事務所（District Office）は土地利用区分別の面積、州農業局の下部組織である県農業事務所から作付面積に関する統計情報を入手することが可能である。データの出所によって若干の違い

があるが、最新データとして、SEILA のデータベースでとりまとめた水田面積を下表に示す。

調査対象地域関連郡の水田面積

単位: ha

州/県	水田面積			計画対象郡の数 / 県内の総郡数
	県全体	調査対象郡 *1	計画対象郡 *1	
コンボスプ州				
Aoral	6,166	6,166	-	0/5
Chbar Mon	2,620 *2	2,620 *2	2,620 *2	5/5
Kong Pi sei	14,106	7,531	7,531	6/13
Phnum Srouch	23,495	23,495	-	0/13
Samraong Tong	15,331	15,331	14,581	14/15
カンダ州				
Kandal Stueng	13,313	13,313	1,958	3/23
Angk Snuol	10,590	5,736	5,736	9/16
タケオ州				
Bati	17,727	7,130	-	0/15
合計	103,348	81,321	32,425	37/105

出典: SEILA データベース 2002

*1: 表中の面積は関連郡全体の水田面積である。

*2: Chbar Mon の面積は SEILA のデータベースにないため県事務所から入手した面積。

3 - 4 - 3 土地所有と経営規模

カンボジアの農地制度はポルポト時代の集団営農体制（村あるいは村内のグループによる集団営農）を経て、1980年代末から90年代初めにかけてその営農集団内の農地を各家族の人数にあわせて均等に配分した。そのため、配分後の帰還難民など一部を除いて原則として土地なし農民はいないと言われていた。しかし、その後20年以上のほぼ一代を経過して、農地の相続分与、急激な人口の増加、人口移動、新しく開発して耕作している農地などによって、経営規模の較差拡大、家族員数（農業労働力）と経営耕地のアンバランス、経営規模の小規模化、土地の分与を受けられない後継者、農地の売買による土地なし農民の出現、等の問題が生じていると言われている。

調査地域での聞き取り調査によると、後述のような土地開発業者に農地を販売した場合を除き、ほとんどすべての農家が経営する農地を所有している。しかし、経営規模に差が生じており、雇用農業労働力や農地を小作地として借り受けて現金収入や生産物の一部を得ている小規模農家もかなり出現している。各郡内の最大規模の経営農家は2.5～3.0 ha程度である。各県の農業事務所から聞き取った典型的農家の経営規模は下記のとおりである。

計画対象地域関連郡の農家の経営規模

単位: ha/農家

州/県	典型的農家の 経営規模 *1 (ha/農家)	総戸数	推定農家 比率	推定 農家数	水田面積 (ha)	平均経営規 模 *2 (ha/農家)
A. 計画対象地域						
コンポンスプー州						
Chbar Mon	0.5	7,887	70%	5,520	2,620	0.47
Kong Pisei	0.7	9,787	90%	8,810	7,531	0.85
Samraong Tong	0.7	23,740	85%	20,180	14,581	0.72
カンダル州						
Kandal Stueng	0.8	3,278	85%	2,790	1,958	0.70
Angk Snuol	0.7	10,609	85%	9,020	5,736	0.64
小計		55,301		46,320	32,425	0.70
B. 下流側調査地域						
カンダル州						
Kandal Stueng	1.0	15,532	85%	13,200	11,355	0.86
タケオ州						
Bati	1.2	6,152	85%	5,230	7,130	1.36
小計		21,684		18,430	18,485	1.00
合計		76,985		64,750	50,910	0.79

注 *1: 県農業事務所での聞き取り

*2: 水田面積/推定農家数

土地の登記は県事務所が地籍図を作成中であるが進捗度は低く、ほとんどの農民は土地の権利証を持っていないが、村落内では各農家の農地所有関係が互いに理解されており、土地所有に関するトラブルは少ないとのことである。しかし、SEILA データベースによると約1%の農家が土地問題に関する争いがあったとしている。土地の売買など土地の権利証が必要な場合には、村長と郡長による土地所有権の認定をもって県の登記事務所に申請する制度をとっている。

近年、国道2、3及び4号線沿いの農地が工業や商業用地に転用されている。国道沿いの優良地は土地開発業者に平米当たり0.5～数ドルの高価格で売買されている。プノンペン市南部の農村地帯である Dangkao 県では特に農地の減少が急速に進んでおり、県農業事務所の担当官も危機感を持っている。自作の農地を販売した農民の多くは雇用労働力として働いている。しかし、各県事務所からの聞き取りによれば、国道から離れた村落内での農民間の農地の売買は少ない。

3 - 5 農業と農業生産支援

3 - 5 - 1 農業生産

農林水産省は全国24州・市の主要12作物(籾、トウモロコシ、キャサバ、サツマイモ、緑豆、大豆、落花生、野菜、ゴマ、サトウキビ、タバコ、ジュート)について毎年の作物生産状況を「Agricultural Statistics」で報告している。雨期作と乾期作の作付面積、収穫面積、生産量、単位収量の統計データがある。関連3州の最近5年間の農業生産統計をまとめて表3.5.1に示す。

水稻が関連3州はもちろん、全国的にみても卓越した作付面積の作物であり、もっとも重要な作物である。1995年以来、全国レベルの食糧(米)の自給を達成し、わずかであるが最近は

米の輸出も行っているが 1998/99 年(洪水)、2000/01 年(洪水)、2002/03 年(干ばつ)のように洪水被害と干ばつ被害によって生産量は不安定である。作付けされている水稲の品種は、地域による呼び名の違いを含めて数百種類あるとされており、事実、出穂後の水田は異なった品種がパッチ状になっており、農民が水や土地の条件を経験的に判断し、また、食味の好みも加えて栽培品種を選んでいる。水稲の品種特性と作付時期から下記のように分類されている。

早生水稲 (Early rice): 生育期間が 95~120 日間の品種で、感光性がなく雨期初め(5~6 月上旬)に移植し 7~8 月に収穫できるため、雨期間の二作も可能となる。高収量品種の IR66 が多く栽培されている。食味がカンボジア人の嗜好にあわないため、市場価格は在来品種に対して低い。干ばつ・湛水に弱く灌漑が必要である。計画対象地域内では 8 月に移植され、11 月下旬~12 月上旬に収穫されているが、干ばつと洪水のため平均収量は低い現状である。

中生水稲 (Medium rice): 計画対象地域内でもっとも多く作付けされている品種で、ほとんどが在来品種あるいは在来種の改良品種であり、感光性品種であるため 6~8 月移植され、10 月下旬~11 月初めに開花し、12 月に収穫される。干ばつや湛水に比較的抵抗性が高く、食味が良く、早生種に比べ市場価格が良いことなどから農民に好まれて多く作付けされている。

晩生水稲 (Late rice): 中生種よりも感光性が強く 7~8 月に移植され、11 月中下旬に開花し、12 月~1 月上旬に収穫される在来種及び在来の改良品種である。生育後期の水不足の危険性が高いため、中生種に置き換えられつつある。

浮き稲 (Floating rice): 水位上昇に合わせて急速に節間が伸びる特性を利用して、深水湛水地帯で栽培されている。計画対象地域内の作付はない。

乾期水稲 (Dry season rice): 乾期の減水期水稲あるいは灌漑水稲として栽培される早生品種である。IR66 が多く栽培されており、収量も高い。計画対象地域内の作付面積は極めて少ない。

陸稲 (Upland rice): 丘陵地など米の不足地帯で雨期に栽培される畑地の稲である。

上記のうち、在来種(中・晩生種)、改良在来種(中・晩生種)、および改良早生種(IR66 など)のポテンシャル収量はそれぞれ 2.0~2.5 ton/ha、2.5~4.0 ton/ha、4.0~6.5 ton/ha 程度、適正な栽培管理のもとでの実際の圃場レベル収量は、それぞれ 1.5~2.0 ton/ha、2.5~3.5 ton/ha、3.5~4.0 ton/ha 程度と推定される。中・晩生種は早生種に比べ生育期間が長いことから灌漑用水需要量が大きくなり、また、感光性品種であることから雨季作に限られるほか、中・晩生種-早生種の 2 期作は早生種が最乾季の作付となるため水資源の点から導入が難しい。

対象地域の栽培水稲は、中生水稲と晩生水稲が多く、次いで早生水稲の順に栽培されている。コンボンスプー州は食糧不足地帯として、高収量の早生水稲を含む改良品種の作付面積比を 40%程度まで拡大する目標をもっているが、上述のように干ばつ・湛水に弱い、食味が劣る(早生種)、市場価格が低い、施肥が不可欠である(農家は肥料購入のための財務能力が低い)、病害虫に弱い、種子供給量が少ない等の理由で改良車の水稲の普及率は 15%前後と推定される。

水稲の最近 5 力年間平均の生産状況は下表のとおりである。なお、収量は収穫面積に対する単収であり、作付面積当たりとしては数~15%低くなり、雨期作の作付面積当たりの平均収量はコンボンスプー州、カンダル州、タケオ州、プノンペン市、全国がそれぞれ、1.73 ton/ha、2.02 ton/ha、

1.81 ton/ha、1.46 ton/ha、1.63 ton/ha であり、計画対象地域の平均は 1.6～1.7 ton/ha 程度と推定される。

関連州・市の水稲生産（最近5年間平均）

関連州・市	季節	作付面積 (ha)	収穫面積 (ha)	収量 (ton/ha)	生産量 (ton)
コンポンスプー州	Total	82,280	80,538	1.77	143,224
	Wet	81,293	79,613	1.76	140,645
	Dry	987	924	2.79	2,578
カンダル州	Total	93,827	86,263	3.07	264,742
	Wet	44,600	38,712	2.35	90,222
	Dry	48,067	47,551	3.65	174,520
タケオ州	Total	228,066	204,344	2.31	470,107
	Wet	169,990	150,889	2.06	309,284
	Dry	55,075	53,455	3.01	160,824
プノンペン州	Total	8,521	7,016	1.93	13,551
	Wet	7,563	6,078	1.82	11,075
	Dry	958	938	2.69	2,475
全国	Total	2,191,628	1,984,021	1.97	3,899,678
	Wet	1,918,912	1,734,537	1.80	3,122,186
	Dry	258,325	249,484	3.11	777,492

注： 収量は収穫面積に対する収量

出典： Agricultural Statistics (1998/99 – 2002/03), MAFF

上表のうち、カンダルとタケオ州は乾期水稲の灌漑または減水期水稲（receding rice）として高収量品種の早生種の栽培面積比率が大きいため、平均収量が比較的高いが、コンポンスプー州とプノンペン市はほとんどすべてが干ばつと洪水を被る雨期稲作であり、かつ在来の中生種と晩生種が多いため収量が低い。このほか、コンポンスプー州の水稲収量が低い要因として、土壌が肥沃でない、利用可能な水資源が少なく、灌漑施設が未整備のため干ばつ被害を受けやすい、農民に対する技術普及体制の整備が遅れていた、施肥量が少ない、などがあげられている。

水稲生産の計画に関しては下記について可能性を検討する必要がある。

灌漑農業地帯での水稲作付改善に関する検討

既存施設のリハビリによる機能回復とともに、上・中流域での水源開発による灌漑用水の確保に伴う作付期間と作付率の設定、

既存灌漑基幹施設（頭首工、幹・支線水路）のリハビリ、水利用改善のための施設の整備、および灌漑末端施設の整備によって利用可能な水の効率的利用、

水資源の有効利用と公平な水配分のために、取水施設から幹・支線水路、圃場に至る水管理の改善と節水灌漑を含む適正な灌漑技術の普及、

水稲二期作（早生種 - 早生種）の可能性の検討、

水稲作付後（または作付前）の換金作物導入の可能性に関する検討、

余剰米市場化を目的とした市場価値の高い在来改良種の安定増産の可能性に関する検討、

上記に対する種子供給、技術普及などの支援対策

天水農業地帯での水稲作付改善に関する検討

雨期稲作の収量の増加、水不足による干ばつ被害と洪水被害軽減による安定生産（小型ポンプによる水路などからの水補給、湛水期間短縮のための排水路網整備、ミニマムの補水灌漑ができる水路などの整備によって改良品種の導入）

劣化種子の更新と優良種子の普及、適正な施肥技術の普及、IPM 技術による病害虫対策等による収量の改善の可能性、

干ばつ常襲水田の雨期畑作化の可能性（トウモロコシ、落花生などの高畝栽培による作付の可能性、農家や普及員は難しいという意見である）

回避が困難な洪水常襲水田地帯の土地利用対策の可能性（遊水地として利用の可能性、耐湛水性品種の栽培など）

上記に対する種子供給、技術普及などの支援対策

水稲以外の作物生産は極めて限られており作付面積比で水稲の5%以下、そのうちトウモロコシ、キャサバ、サツマイモ、落花生の多くはコンポンスプー州の丘陵地畑作地帯の雨期作、豆類と野菜類の多くはカンダル州のメコン・バサック川氾濫原の乾期作である。調査対象地域内で見られるおもな畑作物は、雨期稲作収穫後の野菜類（キュウリ、カリフラワー、瓜類、トマト、カボチャ、リーキ、キャベツ、中国葉菜類、ブロッコリー等）、スイカ、緑豆、大豆であるがその面積は僅かであり、やはり作付期の水不足が最大の問題となって面積拡大と増産を阻害している。

全国レベルでの食糧自給を達成した現在、今後の重要な農業発展の方向として、安定した食糧安全保障政策とともに、農業所得向上を目的に換金作物への作付多様化が政策課題として重要視されている。対象地域におけるほとんどの農民は、これまで自給食糧生産のための水稲生産のみ考えてきたため、作付多様化に対する意識が低い。換金作物生育適期である水稲収穫後の水不足が作物の多様化を難しくしている。下流側のカンダル州の農業担当官は、州内のメコン川・バサック氾濫原でトウモロコシ、豆類、野菜類を乾期作として生産してきている経験から乾期の水さえあれば、これらの換金作物の作付と生産は比較的容易に農民に浸透すると言っている。また、コンポンスプー州でも一部の農家はスイカや野菜類の生産を行っており高い収入を得ている。しかし、換金作物栽培のための灌漑開発、栽培技術支援、生産物の販売のための流通システム改善の可能性を検討する必要がある。対象地域はプノンペン市に近く、更にコンポンスプー州はシアヌークビルも市場圏とすることができる可能性があり恵まれた位置にある。市場化対策としては、小規模農家から少量単位で出荷される生産物の流通を促進するために、生産地集出荷システム、輸送および中間集荷・選別施設、などの改善支援対策が必要である。換金作物の生産計画においては下記の調査検討が必要である。

自然条件への適応性、収益性、市場性、農民の栽培技術水準と受容性から有望な適性作物の選定（野菜類、スイカ、トウモロコシ、落花生、緑豆、大豆、ゴマ、果樹などが想定される）

現在水稲を栽培しているが干ばつを被りやすい水田の雨期畑作化の可能性（特にコンポンスプー州の西南部）

水稲収穫直後の残留土壌水分を利用した耐乾性、短期生育期間作物（例えばゴマ、緑豆）導入の可能性

水稲収穫後（乾期初期）、または水稲作付前（雨期初期）の畑作物栽培の可能性、付加価値産業育成（農産加工、家族経営家畜飼養の飼料供給）、土壌肥沃度の改善、農家あるいは集落内の営農システムとしての畑作導入の検討（例えば、トウモロコシ 飼料加工 家畜 堆肥 土壌；豆類・根粒菌 土壌改善 換金作物生産販売 低品質生産物・副産物の家畜飼料利用等）

プノンペン市場を目的とした高価格作物（高級野菜、花卉、観葉植物、果物、稲ワラマッシュルーム等）の可能性

3 - 5 - 2 営農・栽培

主要作物の栽培時期は図 3.5.1 に示すとおりである。水稲はすべて移植栽培されている。天水に依存する水稲は、雨期初めの降雨によって作付準備（耕起）と移植時期が左右され、また、品種によって生育期間が異なる。一般的には、6月中旬～7月にかけて苗代に播種され、7月中・下旬から8月にかけて移植が行われる。水不足の場合は、8月末までに移植を終えることができない場合もある。苗代の播種量は60 kg/ha と多い。苗代期間は4～5週間としているが、上記のように水不足のため本田の準備ができない場合は、1.5カ月以上におよぶこともある。本田の準備は、降雨後耕起しやすくなった後に一回目の耕起、その約2週間後に碎土・代掻き・移植するのが標準である。天水田の場合移植後の干ばつによって再移植や収穫不可能、大幅な減収となることも多い。

水稲の肥料の使用状況は、地域内の聞き取りで大きな差が認められる。肥料を使用する農家は30%～80%、普及活動で示している標準施肥量はha当たり1.5～2.5袋（75～125 kg、Urea: 1～2袋、DAP²: 1/4袋、KCl: 1/4袋）しかし、実際の施肥量は、合計0～100 kg/ha（平均は50 kg/ha程度と推定）が移植時と移植後4週間後に施用されている。病虫害対策のための農薬は、使用農家率、施用量ともに少ない。除草剤は市販されているが、ごく一部の農民が利用しているにすぎない。種子を含めた営農資材は、優良種子の供給が不足しているが、肥料の使用は農家の経済的な購買能力に依存しているといえる。農家は近くの小売店から現金で買う場合が多く、現金がない場合は、友人や親類からの借金で購入するか肥料を投入しない。収穫後に米や肥料のディーラーに籾で肥料代金を返済している例もある。Kong Pisei 県や上流域の農家など比較的遠隔地に位置している農家がこの籾で返済している場合があると答えた。

11月下旬から早生種の収穫が始まり、12月下旬～1月上旬に晩生種も含めて収穫が完了する。刈り取った稲は圃場で1～2日束ねて乾燥させた後に農家の庭先に運び、板に叩きつけて脱穀し、人力風選を行う。最近エンジン脱穀機をもち、脱穀サービスを行っている業者（農家）もあるが計画対象地域内での利用率は少ない。収穫した籾は農家の庭先で乾燥し、竹または木製の容器に自家消費用、あるいは販売用として貯蔵する。

村内で自家用あるいは近所の農家の賃ヅキ精米が行われている。賃ヅキの場合は副産物の米ヌカを精米料として精米農家に渡す。農家は現金が必要な場合に村に来る仲買人に籾を販売する。脱穀後のイネワラは乾期の牛の飼料として利用されるほか、圃場の切り株は牛の放牧飼料として利用されている。

² 二磷酸アンモニウム

水稲作の営農的改善として下記の検討が必要となる。

- 水稲生産管理技術の適正化（苗代、圃場準備、移植、施肥、病虫害防除、除草、圃場内水管理、収穫、収穫後処理）
- 適正播種量、施肥量
- IPM の普及と無農薬、低農薬米商品化の可能性
- 機械化と労力軽減の可能性
- 2 期作で雨期収穫を計画する場合の籾乾燥施設の必要性
- 籾、米の品質向上
- 貯蔵方法などによる収穫後ロスの軽減

野菜・畑作物の多くは雨期稲作の収穫後の作付である。野菜類、スイカ、緑豆、大豆が比較的早く収穫した水田の後作として栽培されている。これらの生育期間はすでに乾期で降雨がないため、灌漑が必要である。僅かの面積であるが野菜やスイカは川や池の水を利用して灌漑している。

- ポテンシャル作物の栽培、圃場管理技術の適正化と技術普及方法
- 畑作物灌漑の水管理方法
- 雨期畑作（計画するとすれば）の豪雨対策（湛水の排水、種子・苗の雨による洗掘・流亡）
- 商品化のための生産物の品質向上と品質管理

3 - 5 - 3 食糧自給

農業省が発表している調査対象地域の食糧自給率を表 3.5.2 および 3.5.3 に示す。最近 5 年間の平均で、タケオ州が需要量の倍量近い生産をあげているのに対して、コンボンスプー州は 22 %、カンダル州は 19 %の不足となっている。

最近年の食糧自給率

	コンボンスプー州	カンダル州	タケオ州	プノンペン市	全国
1998/99	66 %	71 %	186 %	5 %	102 %
1999/00	84 %	74 %	227 %	4 %	114 %
2000/01	79 %	68 %	180 %	4 %	105 %
2001/02	103 %	100 %	172 %	4 %	119 %
2002/03	54 %	90 %	208 %	5 %	108 %
平均	78 %	81 %	195 %	4 %	110 %
2002/03 (推定人口)	716,600	1,256,700	912,400	1,283,400	13,792,800

出典：Agricultural Statistics (1998/99～2002/03)、MAFF

0.7 ha の経営規模の水田農家が年一作の水稲作、平均 1.7 ton/ha の収量で生産量は 1.19 ton である。一方、MAFF は一人当たりの年平均米消費量を 143 kg (5.3 人家族で 758 kg) と推定しており、籾の精米率を 64 %、種子利用と収穫後ロスを 13 %と見込むと、5 人家族で自給用に平均 1.36 ton の籾が必要となる。すなわち、自給用に約 20 %の米が不足していると推定される。地域の聞き取り調査でも、地域の食糧自給率は 70～80 %、2～3 カ月間(9月～11月)米が不足するとのことである。

3 - 5 - 4 畜産

主要家畜は牛（役牛）、ブタ、ニワトリとアヒルの家禽類（おもに肉用）である。関係 3 州の家畜飼養頭数を表 3.5.4 に示す。また、SEILA データベースによる牛とブタの飼養戸数は表 3.4.1 に示すとおりである。

水牛は少なく、かつ、減少傾向にある。トラクターや耕耘機はまだ地域内にほとんど普及していない。内戦の停戦後は役畜の不足が農業生産の最大のボトルネックとなっていたが、現在はほぼ充足していると推定される。しかし、農家や農業関係者の意見として、役畜の不足問題が出されることも多い。現在約 65～80%の農家が 2～4 頭の牛を飼養している。成牛（3 歳牛）は 800,000～1,000,000 リエル/頭で取引されている。

ブタと家禽類は不足食糧を購入するための農家の現金収入源として重要な役割を果たしている。ブタとニワトリの多くは、夜間を除き放し飼い状態であったが、最近は家畜普及活動の一つとして簡単な材料でできるブタやニワトリ小屋の普及を行っている。農家の約 50～55%がブタを、約 70～80%が家禽類を飼養している。一部に企業経営の大規模養鶏場や養豚場も出現しているが、農家の経営規模はブタが 1～2 頭、ニワトリが 5～30 羽程度である。ブタは一般に子ブタを生産する繁殖農家と肥育農家にわかれていた。肉用ブタは一般に 2～3 カ月の子ブタを購入して 8～10 カ月間飼養した後に 70～100 kg として 3,000～3,500 リエル/kg で販売される。ニワトリは 1 羽のオスと 10 数羽のメスをグループとして飼養し、一羽のメスは 10 個前後の雛を 4～5 カ月毎に孵化する。雛は 5～6 カ月後に肉用として肉用のニワトリは 2 kg 前後の重量となり 1 羽が 8,000～15,000 リエルで販売される。問題は病気の発生であり、特に、3～4 月の酷暑時に発生しやすく、飼養中のすべてのニワトリを病気で失う農家も多いため、ワクチン接種の徹底を重視している。アヒルは 50～100 羽前後の単位で飼養され 1.0～1.5 kg の重量として 1 羽 4,000～8,000 リエル/羽で販売されている。

関連 4 州・市の家畜飼養頭数

単位：1,000 頭・羽

州・県	牛合計	役牛	水牛合計	役水牛	役畜合計	ブタ	家禽
コンボンスプー州	330.3	138.5	0.6	0.4	138.9	109.8	1,035.0
Chbar Mon							
Kong Pisei	53.4	-	0.0	-	-	18.7	167.6
Samraon Tong							
カンダル州	174.4	59.7	5.9	3.5	63.2	156.7	1,259.3
Angk Snuol Kandal Stueng	22.4	-	0.0	-	-	8.2	59.5
タケオ州	310.5	140.4	3.8	2.2	142.6	192.4	1,622.5
Bati							

出典 州： Agricultural Statistics, 2002/2003, MAFF

県： 県農業事務所

畜産は小規模農家の食糧購入等の現金収入源として、天水農業地帯における農業の発展方向として、プノンペン市の消費者市場の需要をターゲットとして、また、土壌改良や無肥料（減化学肥料）栽培のための有機質肥料の供給源として、水稻生産をベースにした家畜（ブタと家禽類）との複合経営が重要な課題になると想定される。下記についての検討が必要と考える。

個別農家単位の水稲生産をベースとした小・中規模家畜複合経営の可能性、
農民グループや女性グループによる中・大規模家畜経営の可能性、
配合飼料など飼料改善による生産性改善の可能性、
トウモロコシ生産や米ヌカ、規格外豆類など副産物の飼料化の可能性、
ワクチン接種と家畜飼養施設の改善による生存率と生産性改善の可能性、
家畜堆肥や鶏糞の有効活用、
品種改善、品種登録制度による優良品種の育成とブタ繁殖農家の育成、
獣医サービスシステムの強化
ブタ、鶏、アヒルの村落 → 農村市場 → 消費地屠畜施設間流通システムの改善、
家畜改良、家畜衛生、飼料および飼養技術普及などの支援体制の強化

3 - 5 - 5 農業生産支援

普及活動は農林水産省の普及局のもとに州農業局の普及課（Extension Office）が作物、畜産、漁業を含めて、州内の技術普及を担当している。コンボンスプー州の場合、州農業局の普及課は州内に3カ所の現地普及センターを置いて各センターに5名の普及員が配属されている。野外学校（FFS: Farmers Field School）での農民の訓練、展示圃場や家畜の展示農家での技術ガイダンスを行っている。カンダル州とコンボンスプー州はCAAEPの対象となっており、CAAEPのスタッフ5人も含めて各普及所には10名の普及員が活動している。CAAEPによって普及員の育成、農民の訓練、普及システムの改善、州および県レベルの施設や機材が改善されつつある。今後は、人材育成と施設を含む普及体制の強化が農家レベルへの浸透、広く農民を巻き込んだ普及活動に発展することが期待される。そのためには、農民グループなど郡あるいは村単位に技術普及の受け皿を作っていくことも必要であろう。計画対象地域のコンボンスプーとカンダル州はCAAEPの対象地域であるため、開発計画における必要な普及活動は、現況の普及システムとの連携のもとに計画を実施できるであろう。しかし、水稲の高収量品種や換金作物の導入促進と栽培技術の普及に関しては、継続的かつ集中的な普及活動を必要とすることから、下記の可能性について検討する必要がある。

- 新しい品種や作物導入に関する農民の意識確認と啓蒙活動
- 重点地区を対象とした農民普及活動の方法（展示圃場の設置、FFSによる農民の訓練、先進地や市場への視察研修など）
- 村落内普及活動のために農民リーダーの育成

営農資材（種子、肥料、農薬）の供給はかつて農林水産省傘下の国営会社が行っていたが、自由市場経済政策のもとに現在は民間の流通網がほとんどを占めている。水稲種子の生産は、CARDI（Cambodia Agricultural Research and Development Institute）が種子生産農家に増殖用種子の提供と種子生産の技術指導を行い、AQIPの協力で設立した全国4カ所の種子会社（カンダル州、タケオ州、Svay Rieng州、Prey Veng州）とCARDIが種子加工を行っている。現在改良品種として種子生産している品種を表3-5-5に示す。普及種子の供給量は年間23～30tonである。生産した種子はMAFFのもとでの普及活動、PRASAC等の援助機関、NGO、民間会社を通して農民に供給している。カンダル州の精米会社は、農家と契約し種子を供給し、その種子で生産した粳で供給種子量の3倍を返済し、残った生産物も現金で買い入れる方法をとっている。

肥料は、タイ、フィリピン等から輸入している。使用されている肥料は、尿素、DAP、硫酸であるが最近では 3 要素を種々の比率で含む化成肥料が多く出回ってきている。農薬はメイチュウ類、ウンカ、イモチ病、サビ病などの病害虫対策として用いられているが、使用量は少ない。

また、野ネズミの発生による食害が大きな被害をもたらすことから殺鼠剤も用いられている。一部の村落開発委員会（VDC）では、ドナーの協力を得て肥料購入に対する小口クレジットを運営しているが、営農資材を購入するためのクレジット利用は少ない。政府機関による低金利のクレジットシステムはなく、NGO による小口金融と貯蓄活動が各地で活発である。NGO の融資による利用目的は農家の小規模ビジネス（村内のミニショップ、バイクなどによる輸送、小型精米施設、家畜の購入等）、住宅の改築・修繕等が主である。

3 - 6 農産物の流通・加工

3 - 6 - 1 収集資料と情報

下記の資料を収集した。

- Agriculture Market Information（農産物の市場価格）
- Report of Agricultural Marketing Study in Cambodia（MAFF）
- Assessment of the Agro-industrial Situation in Cambodia（PRASAC）

3 - 6 - 2 予備的分析

調査地域内における農産物の流通と加工は、米が中心である。自給食糧に余裕のある農家は、収穫直後や現金が必要な時に、庭先にくる仲買人に籾を販売する。仲買人が購入した籾は中・大規模精米業者に送り込まれる。計画対象地域内には中規模精米施設が 40 カ所以上、大規模の精米加工施設が 10 カ所以上ある。国道 4 号線沿いのプノンペン市郊外やカンダル州 Angk Snuol の精米所は、最近日本製の精米機を導入しカンボジア米としてシンガポールなどに輸出している。カンボジアの高品質米（香り米）はソマリ米として高価格で取引されている。在来品種は IR66 などの高収量品種に比べ市場価格は 15～30% 高い。しかし、多くの流通する米は籾も含めて各品種の混ざった状態で流通している。市場で高い価格で売るためには、高品質米を差別化できる流通システムを形成する必要がある。

野菜類、サトウキビ（ジュース用）、スイカ、ココナッツおよびバナナなどは、1) 調査地域内の幹線道路沿いにある農村マーケット（常設）で生産者自身が販売する、2) 農村マーケットに買い付けにくる仲買人に売る、3) 農家に買い付けにくる仲買人に売る、の 3 つの方法があるが生産量が多くないため、1) と 2) が主な販売経路である。プノンペン市には数カ所の野菜の集積市場兼小売市場があるが、市場に出回っている野菜の生産地はコンポンチャム州とカンダル州の生産あるいはベトナムからの輸入品が多い。

調査地域内の豆類などの換金作物は極めて生産量が少なく、ほとんどが自家消費されており、生産物の流通はほとんどがえない。カンダル州のメコン・バサック川沿いで生産されるこれらの換金作物の収穫期には仲買人が買い付けにきている。

最近カンダル州の国道 4 号沿いにタイ資本（PC Group）の飼料工場が進出し配合飼料の生産を行い周辺農家がこの配合飼料を利用している。小規模な家族経営の畜産（ブタ・ニワトリ）を拡大するためには、良質な飼料の供給が欠かせない。配合飼料の原料としてトウモロコシの増産と水田養魚などによる乾燥魚粉の生産の可能性を検討する必要がある。

肉ブタの流通は多くの農民が運搬手段を持たないため、村内や他地域からの仲買人が農家の庭先で買い付け、都市屠場に輸送している。地方都市にも民間のブタ屠場が小規模に営業しており、州農業局が食肉検査を行っている。ニワトリ、アヒルの場合も庭先での仲買人の買い付け、あるいは農村市場での地方住民への販売、ブノンペンなど大規模消費地への生体輸送が行われている。

上記の状況から開発計画においては、下記の可能性を検討する必要がある。

市場価値が高い高品質米の生産から加工、流通までの差別的流通システムの可能性、野菜など換金作物流通のための支援システムに関する検討（生産地と中間地の集出荷システムと施設）

換金作物の生産者グループによる共同出荷や選別など可能性検討、

換金作物の品質改善と品質管理方法の検討、

畜産物の流通改善の可能性検討（生体取引のための農村市場の改善）

農畜産物、インプットの市場価格調査結果は農林水産省計画・統計・国際協力局の農業市場課が Agricultural Market Information として発表するとともに、毎日ラジオで放送するなどマーケット情報システムを整えつつあるが、計画対象地域の生産者は関心が薄く活用度は低い。

3 - 7 灌漑排水

3 - 7 - 1 調査対象地域の灌漑排水システムの特徴

(1) 灌漑整備と稲作の歴史的背景

カンボジアでは古くからメコン川流域の特徴的な水環境に呼応した稲作が行われてきた。雨期にメコン川及びその支流が逆流・氾濫し、その背水によってもたらされる水資源と肥沃な土壌を利用しての減水期栽培（receding paddy cultivation）が広く行われ、イネは「浮き稲」といわれる草丈が1~2mに達する在来種が広く栽培されていた。

1970年代にポルポト政権によって灌漑システムの近代化と高収量品種の導入が急速に進められ、「浮き稲」の栽培は衰退した。ポルポト時代には強制労働によって地形図の UTM 座標系に沿って1 km 間隔で用水路（通称：ポルポト水路）が建設された。既存水路の多くがポルポト水路である。

しかしながら、これらのポルポト水路は水源量とのバランスが考えられておらず、しかも測量および施工が不適切で、逆勾配のため流れない水路も多く見られる。また、制水工が極めて少なく、横断工もほとんどが周辺部の浸食で機能を失っているため、用水のコントロールは全くできない状況にある。

こうした「歴史的背景」もあって、カンボジアの農家の間ではいまだに洪水、干ばつに強い在来種に対する栽培志向が根強い。また、食味の面からも「香り米」に対する嗜好が強く、調査対象地域でも商業ベースで取り引きされている米の大部分は在来品種となっている。

(2) 減水期栽培

メコン川流域の氾濫原で行われている減水期水稻栽培は、土壌と水環境に恵まれて収量が高く、農家も比較的裕福である。カンボジアの農家の多くは、いわば「洪水と共存する水稻作」を実践しており、用水不足（干ばつ）よりは洪水に対する抵抗力がある。こうし

た減水期栽培は、背水によって水田が湛水したあと、減水するに応じて水際に水稻を移植し排水調整をしつつ栽培するものである。しかし、こうした減水期栽培は今般の調査対象地域ではほとんど見られない。一部の小規模貯水池の湛水域でこうした栽培が行われているが、湛水期間が短いために、天水稲作と大きな差はない。しかし、代掻き、移植、活着期の水環境が比較的安定しており、農家にとっては好都合である。一方で、こうした小規模貯水池の湛水域は政府の所有地であり減水期稲作は「不法耕作」と位置づけられているが、実際には貯水池上下流の栽培農家と貯水池の管理者（多くの場合水資源気象省）との間で水位調整を巡って問題が生じている³。

(3) ポルポト水路

カンボジア、なかんずく調査対象地域における多くの既存水路（用水路・排水路）がポルポト水路である。したがってポルポト水路の特徴は、そのまま調査対象地域における灌漑排水システムの特徴と考えることができる。以下にその特徴を述べる。

(a) 水源不足

ポルポト水路の多くは、水源量とのバランスに基づいて設計・建設されているわけではなく、必要以上に大断面でかつ広い範囲をカバーしている。したがって、既存のポルポト水路全域を灌漑する計画を立案することは極めて困難である。例えば、2001年に実施された「スラコウ川流域農業基盤復興計画調査」の調査対象地域（約40,000ha）の水田にはポルポト水路が張り巡らされていたが、水資源評価を行った結果は3,500haの計画灌漑面積に留まっている。また、多くのポルポト水路および灌漑地区は、既に水源からの導水路が埋没するなどして上流地区から寸断されている。そういった地区では、実際に水路に存在する水は周辺から流入した雨水と、近傍小流域からの流入水にすぎない。にもかかわらず、農民はその水を水源からの水として認識し、以下に述べる水路システムを利用して水稻作を営んでいる。

(b) 構造物周辺の侵食破壊

ポルポト水路における水路構造物、特に制水・水位調整施設（チェックゲート、分土工、落差工等）は元来設置数が少なく、しかも容量不足と侵食防止対策の欠如により構造物周りの侵食が進みその機能を失っているものが多い。また、侵食が進んだ結果、水路が平面交差している部分があり、こうしたシステムでは水位・流量調節はおろか流れの方向をコントロールすることもできない。農民が水路内に盛土などをして局部的にコントロールしているものの、全体としてはメッシュ上の水路網における水頭差によって流れの方向が変化する。これは特に水源と接続されていない水路網で雨期前後に見られる現象で、農家は時期やそのときの水環境によって利用する水路や水の流れを上手く使い分けて水稻作を行っている。ただし、こうした水利用は常に干ばつや洪水による被害と隣り合わせで農家にとって好ましいものでないことは明白であり、水位調整および流量配分の利く灌漑システムの導入は農家にとっても期待が大きい。しかしながら、そうした灌漑システムへの移行過程においてもこうした水利慣行に配慮する必要がある。

一方、多くのポルポト水路は水源のあてがなく小流域からの流出や雨水を配分するため

³ 水を貯めようとする湛水域の水稻が水没し、水位を抑えると用水量（貯水量）が減り下流の灌漑面積が減少することとなる。

の水路網となっているが、見方を変えれば地区内貯留や双方向配分による調整が可能な分、水路が全くない天水稲作地区よりは利水安全度が高い。いわば「天水灌漑システム」ともいえるこのようなポルポト水路と水利慣行をどのように取り扱うか、すなわち、「横断構造物を再建して新たな灌漑排水システムとして再構築する」か、「現状の灌漑施設と水利慣行に従ったシステムを維持したうえで整備する」かは、水源開発の可能性や、社会インパクト、経済性を考慮して検討すべき事項である。ポルポト水路の用地は「政府所有地」となっており、断面が比較的大きいことから水路のみならず道路などへの転用も可能であり、土地収用の観点からは有利である。

3 - 7 - 2 調査地区内の主要灌漑スキーム

調査対象地域における主要灌漑スキームは、ローレンチェリ右岸(南)幹線地区、同左岸(北)幹線地区、O'Krang Ambel 灌漑地区、Dangkao ポンプ灌漑地区、カンダルスタン灌漑地区、トンレ・バティ灌漑地区である(図 3.7.1)。これら灌漑地区の計画灌漑面積は 20,000 ha 以上である。しかしながら、これらの灌漑システムの大部分は水源不足に悩まされているだけでなく、水位調整施設の欠落、横断構造物の老朽化・機能停止、水路の堆砂、維持管理の不足等により現在の機能低下は言うまでもなく、建設当初から灌漑システムとして十分機能していなかったものが多い。こうしたことを考えれば、既存システムの改修というよりも、所定の整備水準を設定したうえで「upgrade」という観点から事業実施に様々な活動やプロジェクトが必要となろう。

(1) ローレンチェリ灌漑地区

ローレンチェリ頭首工はプレクトノット多目的ダム事業⁴の一環として計画され、1969 年～73 年にかけて建設された灌漑用頭首工である。ローレンチェリ頭首工は幅 12.5 m 高さ 6.7 m の鋼製ゲート 5 門からなる可動堰で標高 35 m～36 m の左右岸水田に分水する。

ローレンチェリ左岸灌漑システムは、頭首工から約 1 km の地点にある制水門 (Head Regulator、ラジアルゲート 4 門)と幹支線水路で当初 3,400 ha を灌漑することとしていたが、実際に施工された Ou Kam Bat 川までの約 11 km の幹線水路では約 300 ha の計画地区をカバーするのみで、しかも実際には 100 ha を灌漑するにすぎないものであった。

ローレンチェリ右岸灌漑システムは頭首工から約 1 km 上流に流れ込み式の幹線水路を建設し、ポルポト水路に接続されている。約 8.5 km 地点の Tang Lovea 村までは重力流下が可能であったが、灌漑面積は計画で 200 ha、実際には 100 ha 程度を灌漑するにすぎない。

これらのシステムは、現在「西プノンペン地区総合開発計画」(Western Phnom Penh Integrated Development Center Project、通称「フンセン・プロジェクト」)で改修、拡張工事が進められている。

(2) O'Krang Ambel 灌漑地区

O'Krang Ambel 地区はコンボンスプー州 Samraong Tong 県の国道 4 号線付近の小規模貯水池を起点とする灌漑システムを有する。同貯水池はプレクトノット川支流の O'Krang Ambel (上流では Ou Touch 川)を水源とし、さらに前述のローレンチェリ左岸水路から放流され

⁴ 1960 年に実施された F/S では、18MW の水力発電、6 万 ha の灌漑と洪水対策を計画している。

る用水を受けている。国道 4 号線の南側に取水工ならびに洪水吐があり、当初は 230 ha (実際は 100 ha 以下) を灌漑する施設が建設されたが、その後フンセン・プロジェクトによって幹線水路が延長され、現在は 4,200 ha の計画面積を有している。同灌漑システムはローレンチェリ頭首工からの用水と、支流からの流出という 2 つの水源を有し、しかもそれらがいずれも同貯水池に自然流下することから、利水安全度が高く、プレクトノット川流域の灌漑システムでは最も条件に恵まれた灌漑システムと考えられる。

(3) Dangkao 灌漑地区

同地区は、プレクトノット下流の Tuk Thla 堰直上流左岸側に設置されたディーゼルポンプ 2 基(1997 年設置第 26 機場)によって 300 ha を灌漑するシステムである。しかしながら、ポンプ運転に相当のコストがかかるほか、水路やポンプ呑口付近の堆砂もあって現在では使用されていない。最近、同ポンプ上脇に重力灌漑用の取水工が設置されており、現在進められているカンダルスタン灌漑整備計画 (日本の無償協力) の実施後は分水位の上昇により、同地区への重力による用水供給が期待できる。また、同地区は O'Krang Ambel 地区の下流に位置し、同地区からの重力による灌漑が可能な位置にあることから、今後は O'Krang Ambel 地区の拡張地区として位置づけることが考えられる。

(4) Kandal Stueng 灌漑地区

ポルポト政権下で建設された Tuk Thla 堰、Kompong Tuol 堰と 1997 年に建設された洪水吐からなる一連の取水システムと右岸側の幹線水路によって計画では 1,950 ha の水田に用水を供給することとなっている。2001 年 1 月より、同地区の一部にモデルサイト 260 ha を設定して灌漑技術者の技術向上のためのプロジェクト方式技術協力「灌漑施設維持管理センター」が実施されている。さらに、上記取水システムの機能改善を目的とする「プレクトノット川下流域カンダルスタン灌漑改修計画」(JICA 無償基本設計調査) が実施中である。

(5) Tonle Bati 灌漑地区

プレクトノット川からの導水路 (NS78) を経て Tonle Bati 沼に分水された用水と周辺から同沼に流入する水を利用して 1,200 ~ 1,500 ha を灌漑する計画。水位が下がって重力灌漑ができない場合沼の 4 カ所に設置されたディーゼルポンプで揚水する。NS78 水路および水門は老朽化による機能低下が著しく分水制御できない状態にある。



写真：トンレ・バティ・ポンプ灌漑システム (第 8 機場と幹線水路)、11 月 18 日

3 - 7 - 3 西プノンペン地区総合開発事業～フンセン・プロジェクト

プレクトノット川中流に 1969～1973 年に建設・供用開始された可動堰と南北の幹線水路および支線水路網によって、コンポンスプー州、カンダル州、プノンペン首都圏、タケオ州の一部を灌漑する。2001 年より、カンボジア独自の予算によって、本灌漑システムの改修計画「西プノンペン総合開発事業」が実施されている。本プロジェクトはローレンチェリがかり灌漑地区の大部分を占める 24,000 ha を網羅している。すなわち、計画対象地域⁵においては「プレクトノット川の河川水を利用する灌漑システム＝フンセン・プロジェクト地区」と考えることができる。ただし、本事業はまだ全体事業費の 6.3 % 相当分しか実施されておらず、今後の資金手当および実施予定については明らかではない。フンセン・プロジェクトの計画概要は以下の通り。



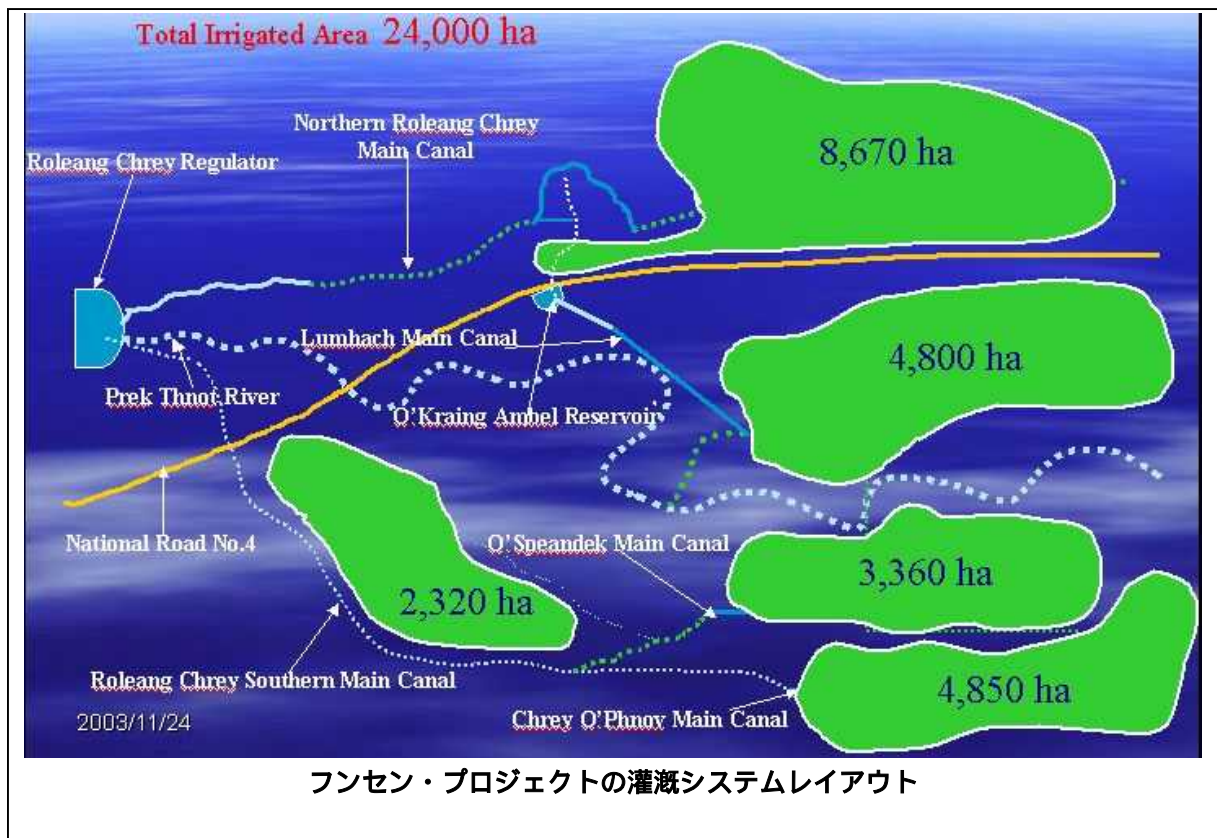
写真：11月19日のローレンチェリ堰（ゲート上の越流水深0.12m）

フンセン・プロジェクト計画概要

項目	内容
総事業費	7.9 百万米ドル（約 870 百万円）。うち、これまでに 50 万米ドル（約 6.3 %）および米 2,000 トン分を実施済み。
取水施設	ローレンチェリ堰およびプレクトノット川のポンプ場（新設 4 改修 1）
灌漑面積	24,000 ha
幹線水路	5 条総延長 79 km。 <ul style="list-style-type: none"> ● ローレンチェリ北幹線：8,670 ha（設計容量 15 m³/s。プレクトノット川左岸北部） ● ルンバック幹線（M2）：4,800 ha（プレクトノット川左岸南部、オ克蘭ベル貯水池がかり） ● ローレンチェリ南幹線（MR）：2,320 ha（設計容量 15 m³/s。プレクトノット川右岸灌漑地区上流部） ● オスベンデック幹線（M3）：3,360 ha（プレクトノット川右岸灌漑地区中流部） ● チェレイ・オフノイ幹線（M4）：4,850 ha（プレクトノット川右岸灌漑地区下流部）
二次水路 / 三次水路	19 条総延長 62 km / 50 条総延長 192 km
排水路	26 条総延長 95 km
主要構造物	● 余水吐 2、分水工 40、流入工 14、橋梁 24、横断工 72 ほか
その他	● 管理用道路整備 79 km ● 水利組合結成

⁵ ここでは、調査団が提案する「調査対象地域のなかで、プレクトノット川中下流域（ローレンチェリ堰より下流）の水田地帯」とする。

フンセン・プロジェクトの計画を図 3.7.2 および下のレイアウト図に示す。



フンセン・プロジェクトは、2003年の総選挙に照準を合わせ、フンセン首相が独自予算を確保して実施したプロジェクトであり、これまでに幹線水路の掘削を中心に工事を進めている。プレクトノット川左岸地区幹線水路（ローレンチェリ北幹線、ルンバック幹線）の約8割の掘削と同右岸地区幹線水路（ローレンチェリ南幹線、オスペンデック幹線、チェレイ・オフノイ幹線）の約2割の掘削が完了している。また、2次水路あるいは3次水路の一部はFood for Work形式（食料を代価とする農民参加型土木工事）で改修されている。

計画の根幹をなす水収支（利用可能量に対する灌漑可能面積の算定）については考慮されていない。ただ、用水量としては「雨期の補給灌漑」を念頭にした設計用水量 1.1 lit./s/ha を使用し、水路断面を決定している。

フンセン・プロジェクトに関連する主要な問題点は以下の通りである。

- 需要ベースの水路設計をしているために、実際に利用可能な水量に比して水路容量が大きく利用効率が悪い。
- 灌漑地区下流域の水路網が未整備なままに幹線水路の容量に応じた取水が行われ、取水された用水が末端まで供給されず、結果的に用水ロスに結びついている。
- 水路制御施設が不十分なために用水コントロールができず、操作管理損失が極めて大きくなる（取水後の用水をコントロールできない）。
- 上記のような理由から、同システムの現況の灌漑効率は極めて低い状態にあり、これを所定の灌漑効率（計画値 65%）まで高めるためには莫大な事業費を必要とする（カンボジア側の見積事業費約 300 米ドル/ha の数倍は必要）。

- 水路の浸食対策が不十分で維持管理費用が大きい（しかも予算措置は十分ではない）

水源量を十分に考慮していないフンセン・プロジェクトは、一見「選挙を意識した政治的色彩の強いプロジェクト」にも見える。しかしながら、日本の協力でローレンチェリ頭首工が建設されて間もなく内戦によって事業を中断せざるを得ず、フンセン・プロジェクトを開始するまでの約 30 年間に亘って実際の灌漑面積が数百 ha に留まっていたことも考え斟酌すれば、カンボジア側が自らの努力によってローレンチェリ灌漑システム整備を再開したことは評価できよう。予算確保の問題から、計画を完遂するまでに相当の年月を必要とするものと思われ、長期的な水源手当の展望を示し、下流既存灌漑地区への悪影響を軽減するための措置(広域水管理計画、ゲート改修、支流水源の最大活用)を来るべき開発調査を通じて計画・実施することの意義は大きい。



写真：11月19日のローレンチェリ南幹線水路。ADB建設の制水ゲート下流部右岸側が浸食により崩壊。「Dispersible Soil」と呼ばれる砂質土のため浸食に弱い。周辺からの流入水によるのり面浸食も進んでいる。

ローレンチェリゲートの現況の操作と水管理について（管理人への聞き取り結果を基に・・・）

ローレンチェリ灌漑システムは対象地域の灌漑地区の大部分を占めており、その取水工であるローレンチェリゲートは下流の水環境に大きな影響を与えている。しかしながら、そのゲート操作にはマニュアルらしきものはなく、ゲート管理操作人（3名）が水資源気象省コンボンスプー州事務所の指示を仰ぎつつ、頭首工上流側水位と、約 10 キロ上流のピーム・クレイ水位観測所の水位に基づいて操作を行っているにすぎない。

操作の基本は、「洪水時のみゲートを開ける」というものである。すなわちゲート操作は頭首工自体および上流域を洪水から守るために、上流側水位の上昇に応じて開度を上げ、所定の水位まで下がった段階でゲートを閉じるというものである。

河川維持流量の放水はもちろん、下流域の灌漑地区の用分水を放流することは行われていない。つまり、カンダル・スタン灌漑地区やトンレ・バティ灌漑地区など下流に取水施設を持つ灌漑システムは、雨期にローレンチェリゲートを越流しあるいは放流された（余剰）水量を得ることはあっても、その他の期間はローレンチェリゲート下流の残留域からの流出に依存せざるを得ない状況となっている。もし、フンセン・プロジェクトが推進されその容量が増大すれば、ローレンチェリゲートを越えて流下する水量はますます減じることとなり、近い将来下流域の用水不足が深刻化する可能性が高い。

これを防ぐためには、広域の水管理ルールの設定と実施、あるいはそれを支える流域水管理組織など、流域全体の利水システムを実施・管理するソフトウェアの構築が急務である。

また、ローレンチェリゲート自体、発電機、巻き取りケーブルなど老朽化が進み極めて不安定な状態にあり、故障と操作不能による洪水被害が懸念されるほか、小流量の制御機能も低い。したがって、下流域を含めた水管理を行う基幹施設として、緊急に改修・改善が必要である。

3 - 7 - 4 その他の小規模灌漑システム

(1) 小規模灌漑

調査対象地域内のプレクトノット川支流域および周辺小流域では、通年安定した流量を確保できる水源はほとんどなく、小規模貯水池（ため池）を利用した表流水灌漑が一部で行われているにすぎない。これら貯水池の数は現在機能していない施設を含めても約 30ヶ所である。2001 年からタケオ州で実施された「スラコウ川流域農業生産基盤復興計画調査」（以下、スラコウ調査）の調査結果でも明らかのように、これら小規模貯水池の一カ所当たり灌漑面積は 20～50 ha 前後であり、地図上で示されている既存小規模貯水池の数からみても、ローレンチェリ灌漑システム地区外のこれら小規模貯水池による灌漑面積は極めて小さいものと考えられる⁶。

(2) ポンプ灌漑システム

調査対象地域内のプレクトノット川沿いやタケオ州 Bati 県のトンレ・バティ灌漑地区では、ディーゼルエンジンポンプを利用した灌漑が行われている。しかしながら、ポンプ運転にかかる費用は膨大なもので⁷、一部水利組合が水利費として燃料費を支払っている例もあるが、大部分は水資源気象省が管理運営を行って燃料費も負担している。しかも、これらのポンプ灌漑は重力灌漑システムの補給目的として利用されているもので、ポンプ運転のみによって所与の灌漑用水量を確保することは、維持管理上の問題から極めて困難である。したがって、ポンプ灌漑は重力灌漑システムにおける補給灌漑（貯水池または水路内の水位が低下した場合の揚水）を目的とすることが妥当と考えられる。

(3) 地下水灌漑

前述のとおり調査対象地区における地下水ポテンシャルは低く地下水灌漑地区はない。ごく一部の農家が農地内に深さ数メートル程度の掘抜井戸（Dug well）を設け野菜栽培等に利用しているのみである。また、飲料水用浅井戸の揚水量低下や枯渇を防ぐためにも地下水の灌漑利用は勧められない。

3 - 7 - 5 既存表流水源の評価

(1) 利用可能量

先に述べたプレクトノット川および支流河川の期待流出量から、流域全体の表流水源（利用可能量）を検討する。計画対象地域最大の支流は、プレクトノット川左岸に流入する O'Krang Ambel 川で流域面積は約 480 km² である。そのほかに、左右岸に数本の支流がありそれらの流域は合計 100km² 程度である。3.2 節で述べた「プレクトノット川の期待流量」からこれらの表流水源の期待流量を求めると以下のとおりとなる。

⁶ スラコウ調査では、利用可能とされた 20 数カ所の小規模貯水池による計画灌漑面積は、調査対象地域約 40,000 ha に対し 500 ha に満たなかった。

⁷ 広く利用されているディーゼル・ポンプ（毎秒 100 lit.前後）を 1 日 8 時間運転するためのコストは約 45 ドル（軽油 120 lit.）で、単位用水量 1.1 lit./s/ha としても灌漑できる面積は約 30 ヘクタールにすぎない。農家の平均土地所有面積を 0.7 ha としても、燃料費は約 1 ドル/戸/日となり、これは 1 日当たりの単純労働賃金に匹敵する。

既存表流水源の期待流量

単位: m³/s

地点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
RC	1.9	1.0	0.8	1.0	4.0	2.3	10.0	20.4	36.8	62.8	9.1	3.4
支流	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	1.6	1.5	8.9	10.1	0.6	0.0

出典: Prek Thnot Multipurpose Project, Reappraisal Report, ACR, 1992

注: RC;ローレンチェリ頭首工地点、支流;総流域面積 580km²からの期待流量

(2) 用水量

以下の条件で灌漑用水量を算出した。

- 蒸発散量:「プノンペン近郊農業総合開発計画の算出値」(修正ペンマン法、プノンペン空港の気象データ使用)。蒸発散量は下表のとおり。

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
蒸発散量 (mm)	145	161	206	188	165	149	150	147	132	136	135	142

- 作付パターン: 水稲二期作(高収量品種)。代掻き1ヶ月間。移植後90日で収穫。雨期作は6月後半、乾期作は11月前半に移植。移植後の作物係数(kc。半月毎)は以下のとおり。

1月目前半	1月目後半	2月目前半	2月目後半	3月目前半	3月目後半
1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	-

- 灌漑方式: 節水灌漑(移植後の土壌水分を75%程度に保つことによって節水する。幼穂形成期から開花期の終わりまでは田面湛水する。これによって浸透損失が減少し、収量に影響を与えずに20~25%の節水が可能となる。「スラコウ川流域農業生産基盤復興計画調査」でも、本方式を採用している。)
- 代掻き用水量: 130mm(1カ月間)
- 有効雨量: 80%確率雨量の70%。(コンポンスプー州都の降水記録利用)
- 田面浸透損失: 2 mm/day。
- 灌漑効率: 0.65

結果、ピーク用水量は 1.2 lit./s/ha で、これはフンセン・プロジェクトの計画用水量 1.1 lit./s/ha よりも若干大きな値となっている。

(3) 灌漑可能面積

上記の利用可能量および月別用水量の水収支から、灌漑可能面積を算出した。結果は以下のとおり。

灌漑可能面積

単位: ha

地点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
作付	乾期				雨期水稲作					乾期水稲作		
RC	2,529				8,899	5,157	11,424	23,699	>30,000	>30,000	11,000	2,800
支流					475	485	1,600	1,579	2,906			

注: RC;ローレンチェリ頭首工地点、支流;支流全体(RCの内数)

以上から既存水源による灌漑可能面積は雨期で 5,000 ha 程度、乾期で 2,500 ha となり、このうち雨期はローレンチェリ頭首工がかりで 4,500 ha、支流域で 400 ha 程度の灌漑が見込める。小規模貯水池については計画対象地域全体で 30 カ所程度あり、一カ所当たりの灌漑面積を平均 20 ha 程度とすれば 600 ha 程度の灌漑が見込める⁸。

3 - 8 その他の農村・農業インフラ

3 - 8 - 1 収集資料と情報

(1) SEILA データベース

1996 年より UNDP (UNOPS) が中心となって実施している SEILA プログラムは、地域開発省 (MRD) と連携して行われている農村地域インフラ整備および地方組織強化事業である。フェーズ 1 (1996-2000) では 5 州、現在実施中のフェーズ 2 では 12 州を対象に実施中である。SEILA プログラムは、州開発委員会 (PRDC) の下に設立するコミュン開発委員会 (CRDC) および村落開発委員会 (VDC) の組織強化を通じて、それらの地方組織の主体事業 (委員会による要請に対する補助金交付) として農村インフラを整備していこうとするものである。優先対象村を選定するために、全国のコミュンおよび村のデータベースを毎年作成・更新し、状況分析を行っている。村落データベースの項目は表 3.8.1 に示すとおりである。これらのデータベースの情報から、今般の対象地域のインフラ整備状況について概要を知ることができる。

(2) 県への質問票

上記の SEILA データベースの情報を補足するため、コンボンスプー州 (3 県)、カンダル州 (2 県)、プノンペン首都圏 (1 県) に対し、農村インフラに関する質問票を配布し、調査対象地域内の農村・農業インフラ整備状況や、NGO の活動等について調査を実施した。

3 - 8 - 2 農村・農業インフラの整備状況

(1) 道路

調査対象地域の生活道路 (国道、県道その他の車両道) は比較的整備が進んでいる。各州・県ともに、少なくとも乾期は大部分のコミュン・センターに車両でのアクセスが可能であり、大部分の県では車両通行可能な道路までの距離が 1.0 km 以内で比較的アクセスがいい。2000 年に実施された「スラコウ川流域農業生産基盤復興計画調査」(JICA) におい

⁸ スラコウ調査における平均値。また、小規模貯水池は小流域からの流出を利用しており灌漑可能面積 (600 ha) は 5,000 ha の内数と考えられる。

て、農道整備水準を「村から 1km 以内に車両通行可能な道路がある」としたことを考えれば、道路網自体は比較的よいものと判断される。したがって、道路整備の基本方針はコミュニティが中心となって参加型で建設する集落道路と、既存道路の改修・整備が中心となろう。ただし、Kandal Stung 県（カンダル州）の一部では車両道へのアクセスが悪い集落があり、こうした地域は農業開発との関連も見つつ農道整備を進めていくことになる。

域内の国道および県道は比較的良好な状態が保たれている。また、いわゆるフンセン・プロジェクトで整備された幹線水路管理用道路も比較的良好な状態にある。しかしながら、ラテライト舗装のこれらの道路は路盤構造、施工方法が悪い（路盤砂利が少ない、転圧が弱い）ことから、改修後わずか 2 年足らずで走行が極めて困難（時速 20 キロ以下）となっている路線がある。こうした状況は特に重量・車幅制限をしていない村落道路に多く見られる。

道路網の通行不良の最大の原因は「洪水による道路本体の流失」、「橋梁の流失・未整備」などである。雨期に通行できない道路は地区内に数多く、住民の生活に支障を来している。

(2) 村落給水

対象地域内で水道による給水を受けているのはプノンペン近郊の約 1,800 世帯と、コンボンスプー州都の 2,200 世帯あまり、調査地域内全世帯の約 2% にすぎない。井戸などの個別家庭用水源が敷地内または 150 m 以内にある世帯は約 60,000 世帯（33%）、井戸等の共用水源が 150 m にある世帯が約 33,000 世帯（約 18%）、河川水、湖沼水などの表流水を水源としている世帯が約 68,000 世帯（約 38%）ある。

調査対象地域の農民は一般に地下水よりも表流水を好む傾向があり、「井戸水は煮沸して飲むが、河川水（流水）はそのまま飲む」という住民が多い。水に起因する疾患としては下痢などが多く報告されているほか、マラリアなど蚊を媒介とする疾病がある。

村落給水は主に農村開発省の管轄として行われている。SEILA や NGO などが UNICEF 等の資金を調達して村落給水（手押しポンプ付き浅井戸）整備を行っている。

(3) 電化

調査対象地域の中で電化されているのはプノンペン近郊およびコンボンスプー市街のみである。世帯数にすると約 11,000 世帯（約 6%）にすぎない。これはカンボジア全体に見られる状況で、農村部では車両用バッテリーを充電し家庭用に使用している。バッテリーは 1 回あたり 300～700 リエルで充電する「充電商」が各村落にあり、多くの村民が利用している。1 回の充電で約 1 週間利用可能であり、使用目的は「テレビ・ラジオの視聴」が最も多い。調査対象地域に関連する県では、180,000 世帯に対して約 70,000 世帯にテレビがあるとされている。家庭内照明には油燈が使われている。

(4) 保健衛生

各コミュニティには「ヘルス・センター」があり、医師または看護師が巡回している。指定病（結核等）には無償で診療・投薬治療が行われている。多くの子供が栄養失調や下痢の症状を訴えており、一般家庭では高熱が出た場合など近くの商店で薬を買う以外ヘルス・センターや病院に通うことは少ない。「遠い」こと、「スタッフがいらない」ことが理由

としてあげられている。政府によって訓練を受けた助産婦は 4 割程度しかいないが、これらの助産婦による出産件数の方が多い。

調査対象地域では約 1 割の世帯にトイレがあるにすぎず、NGO や MRD のプログラムが進められているものの、いまだ普及率は低い。

(5) 学校

統計上 6～14 才の子供の就学率は 85% (約 190,000 人) とされている。しかしながら、実際には学校に通っていない子供やドロップ・アウトする子供が多く、また学校までの距離が遠いために就学しない子供のために、青空学級などが各村で行われている。15 歳以上の文盲率は、男性が 11%、女性が 16% であり女性に対する教育機会が低いことが窺える。小学校および中学校の教室数は 5,500 教室 (1 教室当たり 35 人) あまり、教師数は約 8,500 人 (生徒 22 人に 1 教師) となっている。教師及び (整備された) 学校数は少ないと考えられるが、施設のみならず、教材や授業内容などにも改善の余地が多い。

3 - 9 農村コミュニティ及び農民組織

3 - 9 - 1 伝統的集落システム

一般的な状況として、カンボジアの農村コミュニティは、伝統的に村落内の結びつきは強いが、他の村落コミュニティや広範囲の相互関連は比較的薄いと言われている。水稻の移植期や収穫期の農繁期には、伝統的に村落内のグループ作業による交換労働力制度が発達している。この伝統システムも最近の農地の移動や農業労働力と経営面積のアンバランス (1980 年代後半に実施された農地の均等配分後、1 世代が経過したため農家によっては労働力の過不足が生じている) によって雇用労働力 (3,500～4,000 リエル/日) の利用も増加している。

3 - 9 - 2 村落開発委員会

1990 年代末から地方分権化政策のもとでの農村開発を重視し、国から村までの各行政レベルに村落開発委員会 (Rural Development Committee) の設置を進めている。郡と村レベルの村落開発委員会の設立には、ドナーや NGO が設立のための支援活動を行っている。

計画対象地域に関連する郡の郡開発委員会 (CRDC) 及び村開発委員会 (VDC) の設立状況は下表に示すとおりである。

計画対象地域における村落開発委員会の設立状況

州/県	村落開発委員会の設立状況
コンボンスプー州	
Chbar Mon	郡、村ともに未設立 (都市化地区として扱われている)
Kong Pisei	13 郡のうち、3 郡 (Angk Popel, Chongruk, Veal) で郡と村の開発委員会が設立済み (JICA の RD&RP が支援)
Samraong Tong	郡、村のすべてのレベルで設立済み (PRASAC が支援)
カンダル州	
Angk Snuol	郡は設立済み、村レベルは一部のみ設立 (JVC が支援)
Kandal Stueng	郡、村のすべてで設立済み (World Vision が支援)

出典：各県での聞き取りによる。

村落開発委員会は、村内全員参加を原則に民主的に委員の選出を行い、地域の開発計画の作成、住民参加事業の実施、水利組合活動、女性の健康改善活動、クレジットの運営などを行っている。郡開発委員会は域内の各村から選出された3名（女性1名を含む）の委員で構成されている。

3 - 9 - 3 水利組合

補水灌漑地区を含め灌漑地区にはすべて水利組合を設立することになっている。水利組合の設立にはMOWRAM 初め PRASAC などのドナーが支援している。小規模灌漑地区の場合は村落開発委員会のもとに設立する場合もある。計画対象地区も灌漑システムに従って水利組合が設立しているが活動状況は概して低く、水利費の徴収率も低い。プノンペン市のポンプ灌漑では1時間当たり5,000 リエルの水利費を徴収している。

3 - 9 - 4 その他の農民グループ

農民組合や生産者組織等の協同組合活動に類似する農民のグループ活動はない。その他の地域内での住民組織として下記のようなグループがある。

井戸の利用グループ、
女性グループによる生計活動、
貯蓄・クレジットグループ、
食糧不足農家に米を貸し出して収穫後に籾で返済する米銀行

このうち、は集落内の井戸設置に伴ってドナーの協力のもとに利用者グループを設立し井戸の維持管理を行っている。15~20 家族程度を1グループとしている。はドナーの支援で設立し、竹細工や縫製グループにとして活動している。とはNGOによる活動である。

3 - 10 農家経済

3 - 10 - 1 収集資料と情報

国レベルの農家経済に関する調査として、定期的に行われている「Cambodia Socio-economic Survey」がある。最近の調査報告として1999 調査の結果が発表されている。2003 年に行った調査は現在分析中であり2004 年に発表される予定である。

調査団は上流側住民100 戸と下流側住民100 戸、合計200 戸を対象に、現金収入と支出の調査項目を含む農家調査を行った。

3 - 10 - 2 予備的分析

表3.10.1 に示すように、1999 年の Socio-economic Survey によると農村地帯の年間家計総収入の平均は、自家消費分の生産額を含めて平均5.3 人家族で988 米ドル、そのうち70.6%は自営収入分である。一方、農家当たりの平均総消費額（自家生産物の消費を含む）は895 米ドルでそのうち、約70%が主食・副食を含む食品支出である。発表されている統計値から推定すると食品支出のうち、米、魚・肉・卵、その他食品がそれぞれ約1/3 を占めていると推定される。食品支出以外では、総支出額に対して住居費が11%、保健・医療費が7%、衣料費が3%を占めている。この調査結果から、農村平均家族の所得・消費水準は900~950 米ドル、これを人口一人当

たりに換算すると一日当たり約 0.5 米ドルとなる。

一方、予備調査団が行った合計 200 戸の調査は現金収入・支出額に関する簡単な農家調査（簡単な質問項目からなっているためすべての収入が網羅されていない可能性もある）結果をまとめると下記のとおりである。

- 農家当たりの平均現金収入の年間額は 133 米ドルで、そのうち米・籾販売からの収入が 8%、米以外の作物販売から約 1%、畜産から 21%、農外収入が 70% で、農外収入の比率が極めて大きい。現金収入の総額においては上流側と下流側で大きな差がないが、上流側で水田の経営規模が大きいことから籾販売からの収入が大きく、下流側では農外収入の比率が大きい。
- 米を販売した農家は 15%、米以外の作物を販売した農家は 3%、畜産から現金収入を得た農家は 23% であったのに対し、農外収入のあった戸数は 90% であった。
- アンケート調査で農外収入源についての調査は行わなかったが、現地での RRA 調査の結果から類推すると、農村の小規模ビジネス（マーケットや村内での雑貨・食料品などの販売、バイクや牛車などによる人や物資の運搬・輸送、農産物や家畜の仲買、小規模精米、蒸留酒製造、バッテリー充電、生活用水の販売等）竹や薪の採取販売、炭焼き、野生野菜や捕獲魚の販売、農業労働賃金（村内、タイ国境）縫製工場などの賃金、政府職員等の給料などである。

上記のように、概して経営規模が小さい農民は自給食糧のための水稻生産に向けられおり、また不足する食糧を購入するための現金収入源として、農外収入が農家経済の中で大きな比重を占めている。

3 - 1 1 プレクトノット川の洪水

3 - 1 1 - 1 プレクトノット川と洪水のメカニズム

プレクトノット川はカルダモン山地の東部山麓及びキリロム高原に源を発して当方に流下し、準平原状の平地を蛇行した後、メコン河デルタ地帯を横断し、プノンペンの南 10 km でメコン河の分流であるバサック川に合流する。バサック川の水位は乾期と洪水ピーク時では約 8 m 変動する。バサック川の水位は 9 月末に最高水位に達することが多いが、記録では 8 月 22 日から 10 月 23 日の 9 週間の間にかけている。バサック川の水位が上昇すればプレクトノット川からの流入は制限され、ある水位に達するとバサック川からプレクトノット川に水は逆流する。逆流する水位は正確には分からないが、2001 年 8 月 24 日にバサック川の水位が 9.5 m の時にはかなりの流量が逆流した。この水位は 2000 年のバサック川の洪水ピーク時の水位より約 0.6 m 低く、2000 年 10 月に起こったプレクトノット川の洪水時の



写真：ADB によって 2002 年までにプレクトノット川下流に建設された放水路。容量は約 200 m³/s。下流部の洪水被害軽減に効果を発揮している。

水位と一致している。流量に関してはバサック川の水位が少し高い 10.6 ~ 10.63 m で、6 回の測定の平均で 123 m³/s である。バサック川から逆流している時はプレクトノット川の水といくらかのバサック川の逆流した水が、2002 年に ADB プロジェクトによって完成した放水路(図 3.7.1)を經由して下流の湿地帯に流れ込み、最終的にはバサック川に環流する。

プレクトノット川で毎年のように発生する洪水は以下の 4 つの原因によって引き起こされている。

- 流域からの洪水流出
- プレクトノット川が合流するバサック川の水位
- 堤防の高さと状態
- 制水施設(ゲート、洪水吐)の状態

プレクトノット川の洪水対策を考える場合、上記について検討することが必要である。



写真：プレクトノット川下流部(カンダルスタン)の流況。この日は左岸側に溢水し、河岸の村落は床下浸水。村落の外側(奥)に堤防が建設されている。(10月28日)

3 - 1 1 - 2 流出～洪水量

プレクトノット川集水域の西側山岳地域では 3,000 ~ 5,000 mm の年間降雨が記録されているのに対し、東側の低地部の年間平均降雨量は 1,300 mm 程度である。またプレクトノット川の上流域であるチャイネデエレファント山の東斜面からの年平均流出量は約 300 mm で、実際の年間蒸発量(1,200 ~ 1,500 mm)を考慮しても同地域の年間平均有効降雨量は 1,500 ~ 1,800 mm 程度と考えられる。

プレクトノット川は流域 3,650 km² で平均流出は 335 mm である。12 月から 4 月までの河川流出量は極めて少なく、5 月に雨期が始まると同時に増加し、雨期が終わるとともに減少する。洪水は大雨によって何時でも起こりうるが、9 月と 10 月に発生することが多くそれ以外の時期に起こることは稀である。

プレクトノット川の 80% 超過確率の流量は 1 m³/s 程度であるが、ローレンチェリ取水堰および取水口の許容取水量は 30 ~ 50 m³/s と大きく、プレクトノット川下流の流れはこれらの施設の操作によって大きく影響される。

下流域は上流域に比べ降雨が少なく、また雨水も水田や湖沼に貯留することが多いので、プレクトノット川支流や他の小河川の流出は上流よりかなり少ない。しかも雨期が終わると川の流れはなくなり、川底は耕作地へと早変わりする。プレクトノット川上流、Peam Khley(多目的ダム計画地点。流域面積 3,650 km²、ローレンチェリ頭首工より 10 キロ上流)の過去の最大日流量(1963 ~ 1969 年、1996 ~ 2001 年)をみると、最大は 2000 年の 1,276 m³/s で他の年は概ね 800 m³/s 程度である。また、過去の調査結果からみると、同地点での 10 年確率洪水量は 850 m³/s 程度、50 年確率で 1,200 ~ 1,500 m³/s、100 年確率で 1,300 ~ 1,900 m³/s 程度となっている。ADB の調査

結果⁹では、同地点での洪水量を以下のように推算している。

確率年	洪水量 (m ³ /s)
5 年	800
10 年	1000
50 年	1300
100 年	1600

このように、農業への被害軽減を想定した 5 年確率あるいは 10 年確率洪水でも、上流域で 800 ~ 1000 m³/s を計画洪水量とする洪水対策を念頭におく必要がある。

3 - 1 1 - 3 流下能力

プレクトノット川の流下能力は、バサック川の水位に大きく左右されるが、現況ではバサック川の水位が十分低い場合でも 400 m³/s に満たないとされている。流下能力は雨期にはさらに低下し、毎年起こりうる洪水状況下で 300 m³/s 程度、2000 年程度の洪水では 200 m³/s まで低下すると考えられている。上流域では流下能力は増加するが、それでも 10 年確率洪水量の 1,000 m³/s にははるかに及ばない。これらの流下能力は、左右岸の堤防を 1 m 嵩上げすることによって 150 m³/s 程度は増加すると考えられる。しかし、それでも 5 年確率洪水さえ流下させることはできない。ADB によって建設された放水路による効果は毎年起こる程度の洪水時には大きいですが、一定のレベル（5 年確率）を越える洪水では大きな洪水低減効果は期待できない¹⁰。

3 - 1 1 - 4 堤防

プレクトノット川は大部分が後背地よりも高い自然堤防や人工堤防で河川敷を形成している。一旦これらの堤防を越えて周辺の低位部（多くの場合水田）に浸水すると、遊水池効果の現れでそれより下流の河川水位は低下する。また、所定の水位に達しない段階で堤防が構造上の問題から決壊し同様の効果をもたらすこともある。逆に言えば、所定の計画洪水量を堤防建設等で流下させることができない以上、堤防を嵩上げるあるいは強化するということは、このような洪水軽減効果を低下させることにもつながる。

プレクトノット川沿いでは、様々な資金源を活用して堤防建設が行われている。しかしながら、これらの堤防は一部堤内地（堤防と河川の間土地）に居住区を残したまま建設されている部分がありこれら居住地での洪水被害を大きくしているほか、堤防建設区間上下流域での既存堤防決壊や湛水被害を引き起こしている事例がある。

3 - 1 1 - 5 制水施設

プレクトノット川下流域の主な制水施設は、Tuk Thla 制水門と洪水吐である。これらの施設機能は現在日本の無償資金協力（基本設計実施中）によって改善される予定にある。これらの制水施設による洪水への影響は、ゲート操作の遅れによる上流域の洪水被害が主なものであり、下流の洪水被害に対する効果はほとんど認められない。

⁹ 「Emergency Flood Rehabilitation Project」(Loan 1824-CAM)

¹⁰ 放水路の容量は最大でも 200 m³/s 程度。

これは、中流部のローレンチェリ頭首工についても同じことが言える。頭首工のゲート操作は利水を念頭にしたものではなく、むしろ洪水時に上流および頭首工本体を守るために行われており、ゲート操作（放流）による下流への影響についてもほとんど考慮されていない。これらの河川構造物はゲート形式のものが多いため、施設の機能維持回復もさることながら、適正な水管理を念頭に置いた操作方法の確立が急務といえる。

3 - 1 1 - 6 過去の洪水対策工からの教訓

洪水の抜本的対策が困難な状況にあって、洪水対策については戦略的な計画が必要となる。「洪水を抑制する」よりも「洪水を回避する」、すなわち洪水被害を軽減するための対策を基本アプローチとせざるを得ない。

具体的には、洪水ハザードマップの作成等により地域を類型化¹¹することと、それに応じた回避策の検討を行うことである。洪水常襲地域については、「遊水池としての利用」、「開発（投資）対象地域からの除外」を提案する必要があるかもしれないし、「低位滞留型湛水被害」地域では、排水路整備が有効な対策となろう。排水本川であるプレクトノット川の水位が下がり流下能力が確保されているにもかかわらず、自然堤防で域内湛水を排除できない地域などでは排水路整備が有効な手段となる。

堤防建設による洪水対策は、河川全体の水位・流下能力を十分考慮・検討しなければ、ターゲット地区以外の洪水被害増加の直接的原因となりかねない。排水本川の流下能力が極めて低い現状では、計画時点から上下流の流下能力と影響について十分な検討・配慮が必要である。

一方、既存の堤防のなかには、土質工学的な構造欠陥から、水位が低いにもかかわらず漏水、破堤している部分が多い。堤防建設にかかる土質工学的検討や技術ガイドラインづくりは、小規模ため池の建設にも利用可能な課題であり、開発調査での検討事項となりうる。

3 - 1 2 プレクトノット川流域の国立公園と野生生物保護区

3 - 1 2 - 1 収集資料と情報

収集した資料は以下の通りである。

Directory of Important Bird Areas in Cambodia, Key Sites for Conservation

3 - 1 2 - 2 保護区

カンボジアの生物多様性は多岐にわたっていて、哺乳動物は 212 種、鳥類 720 種、爬虫類 240 種、維管束植物は約 2,300 種、海産魚 450 種、汽水・淡水魚約 500 種といわれている。世界保全協会（The World Conservation Monitoring Center）の推定ではカンボジア特有の動物は 15,000 種にのぼるとされている。

プレクトノット流域内には、図 3.12.1 及び下記に示すように、国立公園、野生動物保護区、保護林が存在する。両保護区の概要を次表に示す。

¹¹ 例えば、「毎年湛水する」、「数年に 1 度湛水被害がある」、「10 年に 1 度くらいしか湛水しない」、「全く洪水が起きない」との頻度（強度）による類型と、洪水原因（河川溢水型、バックウォーター型、低位部滞留型など）による類型が考えられる。

プレクトノット川流域の保護区

保護区	面積 (ha)	特色
キリロム国立公園 Kirirom National Park	52,783	プレクトノット川支流の上流部、コンボンスプー州と Koh Kong 州にまたがる総面積 52,783 ha の国立公園（1993 年指定、IUCN のカテゴリー / ）。環境省が管理。 水力発電用ダムが公園内に建設されている。針葉樹林：松林が分布。
オーラル野生生物 保護区 Phnom Aural Wildlife Sanctuary	253,750	プレクトノット川本流の上流部、コンボンスプー州、Kampong Chhnang 州、Pursat 州にまたがる総面積 253,750 ha の野生動物保護区（1993 年指定、IUCN のカテゴリー / ）。農業省森林局が管理。 Aural 山はカンボジア最高峰（1,800m）。
中央カルダモン保 護林	401,313	オーラル野生動物保護区と Phnom Samkos 野生動物保護区の間 に 1999 年指定された保護林で農業省森林局が管理。
プノタマオ自然 動物園 Phnom Tamao Zoological Garden and Wildlife Rescue Center	2,500	タケオ州 Ba Ti 県、プレクトノット川流域の末端に位置する保安林 で、動物園（70 ha）と保護林（1,200 ha）等から構成される。動物 園（1995 年開園）は農業省森林局が管理を行っており、密猟者から 保護された動物が飼育されている。

3 - 1 2 - 3 保護区内での禁止行為

保護区設定に関する法律に基づき制定された保護区に関する細則（Declaration No. 1033 on Protected Areas, 1994）では保護区内では以下の活動が禁止されている。

- 製材所、炭焼窯、煉瓦・瓦・石灰・タバコ製造用窯の建設、
- 狩猟、罠の設置、商業目的の哺乳類・両生類・爬虫類・水生動物の捕獲、
- 耕作を目的とした森林伐採、
- ダイナマイトの使用と鉱物資源の採取、
- 犬等の家畜の持ち込み、
- ダイナマイト、毒、化学物質、電気、廃棄物の投棄による水質を悪化させるような活動、
- 排気汚染の原因となる重機の使用、騒音の原因となる拡声器の使用、

3 - 1 3 流域の環境

3 - 1 3 - 1 収集資料と情報

収集資料は以下の通りである。

Environment: Concepts and Issues, A Focus on Cambodia

Land Use Map of the Prek Thnot Reservoir Area

Geology / Geomorphology Map of Cambodia 1/500,000

Prek Thnot Multipurpose Project, Environmental Study Report August 1994

Environmental and Resettlement Evaluation, Reappraisal Study

3 - 1 3 - 2 予備的分析

プレクトノット川流域農業総合開発計画の対象地域は、北緯 11 度から 12 度の熱帯モンスーン気候下に位置する。最上流部山地及び丘陵地帯は結晶片岩系の古生層とこれを貫く花崗岩及び

中生層とこれを貫く火山岩類より成っている。中流部は砂岩と粘板岩の互層を含む砂岩より成り、主に三畳紀に形成されたといわれる中部インドシナ系の地層により形成されている。この地層は、洪水氾濫原の沖積性細砂の薄い層によって覆われている。上流部には独立した丘が点在しており、これらの丘は北北西 - 南南東方向に侵食されずに残った硬質砂岩及び硅質岩で形成されている。

計画対象地域の上流水源流域には、常緑林から乾燥林まで多様性に富んだ原生林が広がっていて、Aoral 山野生動物保護区と Kirirrom 国立公園の 2 カ所の保護区が存在している。もともとの多目的ダム計画の水没範囲の土地利用は水田が主体である。

ダムなどの水源開発による場合、生態系、生物多様系への影響はよく知られている。以下、

- 森林の衰退や下流域での野生動物の生息地の喪失
- 植物種の消滅
- 貯水池の湛水による上流域の退廃
- 水生植物生物多様性、上下流の魚類、下流氾濫原、湿地、川辺、河口、海洋エコシステムの効能の消滅

などが考えられる。

森林は、カンボジアの最も重要な天然資源・外貨獲得源の一つであるが、第 1 次産業に 80 % が従事する国民の生活の糧を提供し、本来は気候の安定化、土砂流失の防止などの国土保全に寄与し、ひいては農業・水産業の基盤を提供するものである。

カンボジアの森林は農林水産省・森林野生動物局で管理されている。その活動内容は伐採コンセッションの管理、湿地管理、野生生物と絶滅危惧種の管理、水産業。林業・野生生物モニタリング等である。

以下の表に国土全体とコンポンスプー州の森林種類別天然林面積、コンポンスプー州内の各県の天然林面積を示す。数値は世界銀行のデータとは多少違っている。

カンボジアの森林面積

森林の種類	1993 年		1997 年	
	面積 (ha)	対国土面積比	面積 (ha)	対国土面積比
1 常緑樹林(Dense)	654,442	3.61%	625,177	3.44%
2 常緑樹林(Disturbed)	3,255,553	17.93%	3,183,395	17.54%
3 常緑樹林(Mosaic)	129,902	0.72%	178,147	0.98%
4 混合樹林(Mosaic)	99,124	0.55%	95,560	0.53%
5 混合樹林(Disturbed)	1,325,353	7.30%	1,284,446	7.08%
6 混合樹林(Mosaic)	110,066	0.61%	125,320	0.69%
7 落葉樹林	4,008,000	22.08%	3,931,219	21.66%
8 落葉樹林(Mosaic)	342,204	1.89%	350,178	1.93%
9 二次林	435,618	2.40%	374,197	2.06%
10 浸水二次林	21,623	0.12%	20,819	0.11%
11 浸水林	229,266	1.26%	219,906	1.21%
12 マングローブ林	77,669	0.43%	72,835	0.40%
13 植林	72,307	0.40%	82,425	0.45%
14 浸水林(Mosaic)	98,587	0.54%	94,582	0.52%

出典：Forestry Statistics 2002, Department of Forestry and Wildlife, MAFF

コンボンスプー州の森林面積

森林の種類		1993 年		1997 年	
		面積 (ha)	対土地面積比	面積 (ha)	対土地面積比
1	常緑樹林(Dense)	18,924	2.78%	18,924	2.78%
2	常緑樹林(Disturbed)	50,165	7.36%	44,887	6.58%
3	常緑樹林(Mosaic)	172	0.03%	3,722	0.55%
4	混合樹林(Mosaic)	0	0.00%	0	0.00%
5	混合樹林(Disturbed)	6,065	0.89%	6,036	0.89%
6	混合樹林(Mosaic)	0	0.00%	0	0.00%
7	落葉樹林	260,248	38.19%	245,146	35.95%
8	落葉樹林(Mosaic)	409	0.06%	1,832	0.27%
9	二次林	10,393	2.99%	18,600	2.73%
10	浸水二次林	0	0.00%	0	0.00%
11	浸水林	0	0.00%	0	0.00%

出典：Forestry Statistics 2002, Department of Forestry and Wildlife, MAFF

コンボンスプー州の県別森林面積

District		1993 年		1997 年	
		面積 (ha)	対土地面積比	面積 (ha)	対土地面積比
1	Basedth	3,900	7.68%	2,783	5.47%
2	Chbar Mon	0	0.00%	0	0.00%
3	Kong Pisei	320	0.84%	320	0.84%
4	Aoral	211,799	88.91%	207,153	86.96%
5	Odongk	630	1.21%	0	0.00%
6	Phunum Sruoch	90,396	60.30%	86,902	57.97%
7	Samraong Tong				
8	Thpong				

出典：Forestry Statistics 2002, Department of Forestry and Wildlife, MAFF

カンボジアにおいては、経済成長に起因する自然資源への開発圧力はタイ・インドネシア・フィリピン等の東南アジア諸国と較べ少なかった。しかし人口増加とともに、1992 年の PKO、1993 年の総選挙以降の急速な市場経済化及び開発・復興によって、自然資源に対する開発圧力は高まった。その結果、森林の違法伐採・魚の乱獲・希少種の密猟が急増し、自然資源管理を所管する農林水産省及び環境省の政策・法制度・法執行能力のないことも重なり、自然資源の質・量が急速に悪化したとされている。しかしながらコンボンスプー州においては、首都プノンペンに近いにもかかわらず、森林面積の減少は極めてわずかである。また の Environmental Study Report で熱帯松 (Pinus merkursii) の存在が指摘されている。今回の調査でプレクトノット流域の農民にとって竹の伐採や薪採取、炭焼きが重要な金銭収入のもとである事がわかった。

3 - 1 3 - 3 社会環境

(1) 貧困

カンボジアの貧困に関する既存調査としては、1993～1994 年、1997 年、1999 年に実施された社会経済調査 (CSES: Cambodia Socio-Economic Survey) がある。また同国では食糧支出と非食糧支出の和によって貧困ラインを定義している。食糧支出については一人当たり 1 日に必要なエネルギー量を 2,100 kcal としており、WHO と FAO が定義した開発途上国における一人当たり 1 日に必要なエネルギー量の 2,000～2,400 kcal の範囲内にある。非食糧支出

を含め、その購入に必要な費用を下表に示す。

なお、2003年に実施された社会経済調査結果はまもなく発行が予定されている。

貧困ライン

単位： リエル/日

適用年	適用 CSES			都市部 (プノンペン)	農村部	
1993年～ 1994年	CSES 93/94	一人当たり日額	(a)	食糧支出額	1,185	881
			(b)	非食糧支出額	393	236
			(a)+(b)	貧困ライン	1,578	1,117
1997年	CSES 97	一人当たり日額	(a)	食糧支出額	1,378	940
			(b)	非食糧支出額	441	270
			(a)+(b)	貧困ライン	1,819	1,210
1999年	CSES 99	一人当たり日額	(a)	食糧支出額	1,737	1,379
			(b)	非食糧支出額	733	398
			(a)+(b)	貧困ライン	2,470	1,777

出典： 貧困プロフィール、カンボジア王国最終報告書、2001年12月、国際協力銀行

関連する3州とプノンペン、カンボジア全国平均の貧困者比率は下表に示す。1993年から1999年にかけて貧困者比率は低下している。

貧困者比率の推移

データ年	1993-1994	1997	1999
コンボンスプー州	n.a.	27.3	6.1
カンダル州	n.a.	34.4	28.0
タケオ州	n.a.	42.3	38.6
プノンペン市	11.4	11.1	9.7
農村部平均	43.1	40.1	40.1
全国	39.0	36.1	35.9

出典： 貧困プロフィール、カンボジア王国最終報告書、2001年12月、国際協力銀行

また今回入手できなかった資料として、WFPがCSES 99のデータをもとに行政村別の貧困マップ(Poverty Index 1999)を作成している。

(2) 教育

カンボジアでは1996年に旧義務教育制度(初等教育5年+前期中等教育4年)から新義務教育制度(初等教育6年+前期中等教育3年)への移行が行われた。

小学校及び中学校(前期中等教育)のクラス数はここ10年で大幅に増加(小学校80%増、中学校60%増)している。しかし依然クラス数は不足しており、その対策として午前と午後の二部制を採用(小学校数の6割)したり、パゴダ(寺院)でも授業が行われたりしている(小学校の全クラスのうち1%)。内戦の影響により教師の数が不足(小学校:56.8人/教師、中学校22.4人/教師)しており、近年急速にその確保に努めている。しかしそのため若年の教師が多い(30歳以下が全体の4割)こと、教師の教育レベルが低い(中学校以下の教育しか受けていない教師が全体の8割)ことが問題である。また学校設備も十分ではない(給水施設未整備:63%、トイレ未整備:19%)。

調査対象地域の学校数

州/特別市	2001/02					
	学校数		二部制 (%)	パゴダ内 学校数 (%)	給水設備 未整備 (%)	便所未整 備 (%)
	初等教育	前期中等 教育				
コンボンスプー	255	35	65.6	12.9	56.2	43.6
カンダル	404	59	58.6	33.5	60.8	41.1
プノンペン	111	28	73.4	18.6	49.7	14.7
タケオ	349	50	56.7	42.1	40.3	39.3
全国	5,741	542	62.9	19.0	63.4	56.9

出典：Education Statistics & Indicators 2001/2002, Ministry of Education, Youth and Sport

就学率は近年急速に高くなっている（全国平均 1999 年、小学校：62%、中学校：12%）ものの、途中で退学する児童・生徒の数が非常に多い（小学校、中学校で各学年毎に毎年 10%以上）中学校では各学年対象 3 県 1 特別市および全国平均全てにおいて女性の成人識字率は男性よりも低い。

調査対象地域の基礎教育指標

州/特別市	初等教育		前期中等教育		成人識字率 (%) ^{#2}
	純就学率 (%)	生徒数/クラ ス(人)	純就学率 (%)	生徒数/クラ ス(人)	
コンボンスプー	88.1	46.2	14.8	47.2	22.0
カンダル	86.2	45.8	22.7	44.7	14.1
プノンペン	89.0	46.0	38.3	50.5	4.3
タケオ	87.9	44.2	27.1	45.3	15.7
全国	87.0	44.6	18.9	45.4	18.8

出典：Education Statistics & Indicators 2003/2004, Ministry of Education, Youth and Sport

#2: SEILA プログラム (2002 年)

(3) 寡婦世帯

全国で 395,000 世帯が寡婦世帯であり、全世帯の 16%を占めている。寡婦世帯のうち 5 歳以下の子供を扶養している世帯は 75,000 世帯、全世帯の 3.1%を占める。

寡婦世帯

州/特別市	1998 年 ^{#1}		2002 年 ^{#2}		
	総世帯数	女性世帯主 世帯割合	総世帯数	女性世帯主世帯	
				割合	5 歳以下の子供を扶 養する寡婦世帯
コンボンスプー	115,728	25.5	127,953	17.6	4.5
カンダル	206,189	25.2	225,163	16.9	2.8
プノンペン	173,678	28.7	182,464	16.1	2.4
タケオ	155,030	26.5	165,878	18.6	3.4
全国	2,188,663	25.6	2,436,202	16.2	3.1

出典：#1: Population Census 1998, Ministry of Planning

#2: SEILA プログラム (2002 年)

(4) 地雷と不発弾

カンボジアではポルポト派支配地域であった北西部のタイ国境付近を中心に非常に多くの地雷が埋設され、また東部のベトナム国境付近を中心に大小さまざまな爆弾が不発弾として埋まっている。図 3.13.1 に地雷発見位置及び爆弾投下位置図を示す。この地雷および不

発さんに関し、カンボジア地雷処理センター（CMAC）が GIS 情報として詳細な情報を有しており、（<http://iiib.com/CMAC/maps/>）から州別の情報がダウンロード可能である。

地雷及び不発弾の処理は CMAC が中心となり、この他にも各国の NGO 等が地雷・不発弾の処理活動をしており、地雷・不発弾による年間死傷者数は減少傾向にあるものの、現在でも全国で年間千人前後の死傷者が発生している。Handicap International によると 1979 年から 2000 年までの間にカンボジア全国で地雷・不発弾により 4 万人以上の死傷者が発生しており、その多くが同国北西部地域に集中しているものの、コンボンスプー州やタケオ州、カンダル州においても死傷者が出ている。

地雷や不発弾による被害者がそれまで主たる世帯の働き手であった場合も少なくない。そうした場合、所得減、扶養するための経済的負担増により、極度の貧困に陥る可能性が大きい。

第4章 プレクトノット多目的ダム建設計画のレビュー

4 - 1 計画の概要

4 - 1 - 1 事業の背景

プレクトノット多目的ダムは、1960年より実施された「The Prek Thnot Multipurpose Project」のフィジビリティ調査（日本、オーストラリア、イスラエル共同実施）において計画された。当初計画では、18MWの水力発電、60,000 haの灌漑と洪水対策を目的としていた。1966年にはメコン委員会が実施を決定し、12カ国の出資によって1969年からダム、発電所、また、1970年にはFAOのプロジェクトとして、ローレンチェリ頭首工、左岸水路およびhead regulatorなどの灌漑施設の整備が始まった。頭首工をはじめとするこれら灌漑施設の一部は完成したものの、1973年に内戦の勃発によりダムおよび発電所の建設工事が中断した。

1975年から79年にかけては、ポルポト政権下で灌漑用排水路の建設が進められ、1979年からはベトナムのコンサルタントやNGOによって上流部12,000 haの灌漑施設整備およびTuk Thla Regulatorと下流部12,000 haの灌漑施設整備が進められた。

1991年から、オーストラリア(ACR)によって「The Prek Thnot Multipurpose Project ~ Reappraisal」で計画の再評価が行われ、さらに1994年には日本工営が環境影響評価を行ったが、計画貯水池内にはすでに20,000人を超える住民が居住しており、事業の再開の目処が立たないままに今日に至っている。JICAは2001年に本計画に関連する農業開発支援プロジェクト形成調査を実施したが、そのなかでも、プレクトノット多目的ダムの再開には環境面で多大なインパクトを与えるだけでなく、住民移転、補償に莫大な費用がかかるため、現時点での推進は極めて困難であるとの見解を示している。

4 - 1 - 2 計画概要

当初計画の多目的ダムの計画概要は以下のとおりである。

1) ダム本体

- 形式 : アース/ ロックフィル
- 堤高 : 28.3 m
- 天端標高 : EL62.5 m、63.5 m (ウィング部分)
- 堤長 : 10.3 km
- 計画洪水量 : 6,900 m³/s (PMFout)
- 基礎掘削 : 1,190,000 m³
- 盛土、ランダム材 : 2,240,000 m³
- 盛土、ロック材 : 1,010,880 m³
- 盛土、フィルター材 : 400,000 m³

2) 貯水池

- 湛水面積 : 195 km²
- 総貯水量 : 11 億 2 千万 m³
- 有効貯水量 : 9 億 8 千万 m³

- 常時満水位 : EL58.5 m
- 最低水位 : EL54.0 m
- 推定年間流入量 : 10 億 5 千万 m³

3) 発電

- 発電能力 : 18MW
- 年間発電電力 : 45.2GWh

4) 灌漑面積

- ダム無し : 4,200 ha (年間用水量 119 百万 m³)
- 灌漑中心発電 : 34,000 ha (同上、1,119 百万 m³)
- 発電中心灌漑 : 27,000 ha (同上、805 百万 m³)

4 - 2 環境問題

プレクトノット多目的ダムに関して既往の環境調査は以下の4種類が実施されている。

Environmental and Resettlement Evaluation, Prek Thnot Project, Re-appraisal Study(SMEC,1990)

Prek Thnot Multipurpose Project, Reappraisal Report (ACR, 1991)

Prek Thnot Multipurpose Project, Environmental Study (日本工営、1994)

プロジェクト形成調査「農業開発支援」報告書(国際協力事業団、2001)

の調査では鉱物資源の観点、時代考証・歴史上または文化的観点、灌漑地域に関するコメント、森林及び野生動物資源、魚類に関する観点、貯水池内の村落と住民移転、灌漑開発に係る環境上及び社会環境の観点、医学上の生態系の観点から既往のデータに基づいて検討が行われ、各項目に対して提言している。結論として、計画実施に疑義を呈するような明らかな、または潜在的に意義のある生態系のインパクトはないとしている。住民移転に関しては理由付けのしっかりした政策に基づいた計画を移転検討委員会の指導と州の担当者の監督のもとに速やかに実行すれば実施可能としている。

の調査では IEE レベルで水文、土壌・土地利用及び土地生産性、農業、漁業、環境、灌漑開発、社会経済等に係る現況が調査された。

の調査では初期環境調査段階で表 4.2.1 に示すように、21 項目について影響評価を行っている。その結果プロジェクト実施が重大なインパクトを及ぼす可能性がある環境項目として、流況(流量)変化、流域保全と野生動物の生態系、水質、住民移転の4項目を指摘している。

はそれまでの環境に係る調査結果を基に、「JICA 開発調査環境配慮ガイドライン(1994年)」の手法・フォーマットに基づき、自然環境面からのプロジェクトの妥当性検討を Pre-IEE (予備的な初期環境調査) レベルで環境影響評価を再実施したものである。

4 - 2 - 1 自然環境問題

ダムなどの水源開発による場合、生態系、生物多様系への影響はよく知られている。以下、

- 森林の衰退や下流域での野生動物の生息地の喪失
- 植物種の消滅
- 貯水池の湛水による上流域の退廃
- 水生植物生物多様性、上下流の魚類、下流氾濫原、湿地、川辺、河口、海洋エコシステムの効能の消滅

などが考えられる。これら既知の影響を受けやすい自然環境に対して、これまでの調査報告書より以下の2点について特に影響が心配される。

(1) 流況の変化

想定現流量は上流域でまったく取水しないという仮定のもとに計算した仮想流量である。Alternative-1はダム無しの流量である。Alternative-2は二期作、Alternative-3は三期作の流量である。現在の水利用の状況から考えるとAlternative-1が実際の流量に近い数値を示しているとしている。Alternative-2とAlternative-3の間には大きな違いはないとしている（流量はEnvironmental Study Report, 1994年8月及び同Vol5.2Annex参照）。

二期作でリターンフローが20%と仮定した時の流量推定値を以下の表に示す。

流量予測地点	想定現流量		Alt-1		Alt-2		Alt-3	
	MCM	(%)	MCM	(%)	MCM	(%)	MCM	(%)
Tuk Thla								
乾期	176.1	(100)	62.8	(36)	98.8	(56)	262.5	(149)
雨期	1,465.4	(100)	1,125.1	(77)	452.8	(31)	620.4	(42)
P. Thnot 橋								
乾期	180.8	(100)	69.3	(36)	111.9	(56)	273.5	(151)
雨期	1,501.5	(100)	482.7	(77)	495.7	(31)	661.9	(44)
Lower T. Bati R.								
乾期	0.6	(100)	19.1	(318)	81.4	(13567)	53.2	(8867)
雨期	58.7	(100)	78.7	(134)	97.5	(166)	77.2	(132)

ダム無しの場合にはプレクトノット川の流量は乾期には1/3、雨期には2/3に減少する。トンレ・バティ川の流量はプレクトノット川の水の転流により増加する。ダムを建設した場合で二期作で灌漑主体のケースではプレクトノット川の流量は1/2~1/3に減少する。ダムを建設した場合で二期作で発電主体のケースではプレクトノット川の流量は乾期にも増加する。トンレ・バティ川の流量はいずれの場合でも増加する。

(2) 水質

水質試験の結果を表4.2.2に示す。モデルによる検討では富栄養化の問題は起きないであろうとしている。ただし貯水池内で籠で魚を飼うことや近傍での放牧、さらには住民の移転地を貯水池の近辺に建設すれば水質への影響があるとしている。

Alternative-1や3Dのケースではプレクトノット川の水質に対する影響は深刻ではないとしている。ただalternative-2Dではそれほど深刻ではないにしても、下流の水質に影響があるとしている。トンレ・バティ川の水質への影響もプレクトノット川のそれと似たような傾向であるが、灌漑地域からの排水の影響から水質は悪化するはずである。

プレクトノット川の水質に重大な影響はないであろうが、トンレ・バティ川の T-N (全窒素) には注意を払う必要があるとしている。

4 - 2 - 2 社会環境問題

これまでの環境調査結果でも指摘されているように、住民移転が最大の環境問題である。住民移転で問題となっている点は、移転対象住民数、住民移転費用、移転先である。

(1) 移転対象住民

1) 水没地域に居住する、あるいは農地を保有する住民

2000 年の時点ではダム建設により水没する地区に居住あるいは農地を保有する住民は 4,143 世帯、20,118 人であったが、最新 (2002 年) のデータでは 4,721 世帯、22,197 人である。詳細を表 4.2.3 に示す。

1990 年から 2002 年までの 12 年間の平均年人口増加率は 5.8 % である。

水没地域内に居住 / 農地を保有する住民

	面積	コミュニティ数	世帯数	人口
1990 年	10,360 ha	1 州、3 県、8 行政村、42 村	2,396	11,244
1994 年		(内 5 村は一部水没)	3,660	17,723
2000 年		1 州、3 県、8 行政村、43 村	4,143	20,118
2002 年		(内 5 村は一部水没)	4,721	22,197

注： 1994 年の人口は出典の報告書では 3,860 人となっているが、オリジナルの出典で確認したところ 3,660 人が正しい。

2000 年のデータでは村の数が 1 村増えているが、これは分村が原因である。

出典： プロジェクト形成調査「農業開発支援」報告書、平成 13 年、国際協力事業団
2002 年のデータは SEILA データベース、MRD

2) 移転対象住民

移転に際してはこれまでのコミュニティの機能が維持されるように、ダム建設により水没する地域に居住するあるいは農地を保有する住民だけが移転するのではなく、伝統的コミュニティ組織の崩壊を回避するため村単位で移転とすべきであろう。このため、村の一部が水没する村であっても全村を単位とした移転住民数は 2002 年時点で 5,054 世帯、2 万 3,902 人と想定される。

(2) 住民移転費用

ダム建設による水没地域の住民移転にかかわるコストとして、以下の 4 項目が考えられている。プロジェクト形成調査時に 1994 年時点で積算されたコストの見直しが行われたが、今回はこれを再度、移転人口と GDP の増加分を考慮して再積算を行ったものである。住民移転に係るコストは総額 5,800 万米ドルである。各項目の内訳を以下に示す。

住民移転費用

項目	費用
住民移転地整備費	US\$ 33,187,679
逸失土地補償費	US\$ 2,720,000
移転住民生活補償費	US\$ 21,294,900
環境管理計画費	US\$ 984,300
合計	US\$ 58,186,000

注：プロジェクト形成調査「農業開発支援」報告書（平成 13 年、国際協力事業団）の試算をベースに 2002 年の世帯数と国民一人当たりの GDP で再計算を行った。

1) 住民移転地整備費

対象人口は、ダム建設により水没する村の全構成員が移転するものとして 2002 年時点で 5,054 世帯、2 万 3,902 人を想定し、移転先を以下の 3 カ所、9,000 ha として算出した。

住民移転地整備費

	No.1	No.2	No.3
地区名	Haong Samnam	Tang Samraong	Chambak
県名	Aural	Phnum Sruoch	Phnum Sruoch
面積	6,000 ha	1,500 ha	1,500 ha
移転世帯数	3,700	600	750

住民移転地整備費は 3 カ所合計で 3,300 万米ドルとなる。詳細を表 4.2.4 に示す。

2) 逸失土地補償費

ダム建設により水没する耕地と居住地の総面積は 1 万 360 ha と想定される。一方で移転地の合計面積は 9,000 ha であるから、逸失する土地面積は 1,360 ha となる。逸失土地補償費は ADB がスタン・チニット地区における住民移転計画において提案している補償額（US\$2,000 /ha）を適用し、270 万米ドルとなる。

$$(10,360 \text{ ha} - 9,000 \text{ ha}) \times \text{US\$}2,000 / \text{ha} = \text{US\$} 2,720,000$$

3) 移転住民生活補償費

移転住民一人当たり、2002 年の国民一人当たりの GDP（出典：National Account of Cambodia, 1993-2002）を 3 年間分支払うとして算出した。2,130 万米ドルとなる。

$$2 \text{ 万 } 3,900 \text{ 人} \times \text{US\$}297 / \text{year} \times 3 \text{ 年間} = \text{US\$} 21,294,900$$

4) 環境管理計画費

住民移転に係る社会環境への負の影響を軽減するために 3 年間にわたり実施されるプログラムにかかる費用である。表 4.2.5 に示すように 98 万米ドルとなり、プロジェクトの実施の際の当初 3 年間に支払われる。

(3) 移転予定地

ダム建設による水没地の世帯数と人口は上記(1)に示したが、移転に際しては部分的に水没する村落であっても、コミュニティーの維持を図るために、全構成員が移転するものとして、2002 年時点で 5,054 世帯 2 万 3,902 人と想定されている。予定されている移転予定地

を図 4.2.1 に示す。

移転予定地に予定されている 3 地区は以下に示すような問題点が懸念される。

- 想定されている移転地は丘陵鞍部地形で移転対象住民の多くが行ってきた水稲耕作には不適當である。
- 移転予定地の面積は 9,000 ha で、水没する面積 (10,360 ha) に満たない。
- 移転予定地には既に不法居住ないし強制的に移住させられている者が存在し、二次的移転問題が生じる可能性が高いと指摘されている。
- 移転予定地は各省が勝手にコンセッション証やレンタル権利証明書が乱発されている。

(4) 少数民族

プレクトノット川上流に位置する Aoral 県には少数民族の Suoy 族が居住している。Aoral 県知事によると、現在 214 世帯、969 名 (うち男性 476 名、女性 493 名) が Trapeang Chour 行政村内の 5 村と Sangkae Sabtob 行政村内の 2 村に居住している。

Suoy 族は少数民族ではあるが、以下の理由からダム建設が直接的に彼らに負の影響を与えるとは考えられない。

- Suoy 族は独自の言語を持つが、クメール語も話すため、カンボジア人とのコミュニケーションになんら問題はない。また外見上の区別は付かない。
- 収穫した農産物や薪、木炭を持って町まで出てきて販売し、日用品を購入して戻る。通常のカンボジア人農民となんら変わりはない。
- 既にカンボジア人と結婚して混在が進んでいる。

4 - 3 ステークホルダーの意向

ダム建設に対するステークホルダーの意向の確認を面談、会議、RRA 調査、アンケート調査等を通して実施した。その結果を下記に取りまとめた。

ステークホルダーの意向

ステークホルダー	意向
移転対象住民	<ul style="list-style-type: none"> ● 土地の登記は費用が高額なため行っていない。しかし長年に渡りこの地で耕作を行ってきたのであるから、土地の登記を行っていないからといって土地の所有権が自分に無いとは考えていない。基本的に移転は望まないが、政府の命令には従う。しかし現状を下回らない生活水準を保証することを要求する。 ● ダム建設による受益者は自分ではない。他人の受益のために自分が不利益を被るのは納得できない。 ● 水田耕作を続けたい。畑作は重労働のためしたくない。
下流住民	<ul style="list-style-type: none"> ● 安定した灌漑水の供給は収量増加、所得向上のために必要である。移転が必要になる住民に対しては政府が責任を持って補償を行えばよい。
移転対象地区の村長および行政村長	<ul style="list-style-type: none"> ● ダム建設により、この地域の住民移転が必要だというのは知っている。しかしこの計画は過去のものであり、実施されるとは思っていない。移転候補地には既に多くの違法耕作者が住み着いており、他の水田耕作可能な移転先を探さない限りは、農民は移転に納得しないと考える。 ● 以前は移転計画に同意したが、現在は住民の直接選挙で選ばれる身であるため、住民の意向を無視した計画に同意することはできない。

移転先の県知事	● 移転予定地には既に多くの違法耕作者が住み着いており、2万人もの移転を受け入れる場所はない。
環境省	● 現時点では特に積極的な意見は有しないが、移転予定地の一部にはすでに耕作者がいるところもあり、2万人もの移転は非常に難しいと考える。
水資源気象省	● ダムの建設が環境に与える影響、特に住民移転の問題が大きいことは理解できる。しかし便益（洪水防御も含む）の大きさを考えるとダム建設は必要である。カンボジア国内でダム建設のもっとも優先度が高い流域である。

4 - 4 計画の評価

4 - 4 - 1 技術的観点からの評価

(1) 事業目的

プレクトノットダムの目的のうち発電に関して言えば、カンボジアの電力事情の厳しさは十分理解できるが、当該ダム地点が唯一の水力発電適地とは言い難く、18 MW の発電を可能とする上流域の候補地点、あるいはプレクトノット川に限らず他流域での水力発電を考えることは可能である。しかし、既存の送電施設が近傍にあることから、当該地点におけるダム計画に発電施設を付加することは有効であろう。

プレクトノット川流域の重力灌漑可能な既存水田は30,000 ha とも60,000 ha とも言われているが、少なくとも既存灌漑地区の水田面積は30,000 ha 程度と見られる。既往の調査結果から、ダム無しによる灌漑可能面積は4,200 ha（二期作）とされており、需要ベースで考えれば水源開発は不可欠といえる。しかしながら、「5-1-1 水源開発」で後述するように、プレクトノット上流域には複数の水源開発可能地が認められることから、灌漑目的では代替水源開発のオプションがある。ただし上流域のダム建設では水源と灌漑地区が相当離れることとなり、水管理における難易度が増すため運営面での人材育成・訓練が重要なポイントとなる。

第3章でも述べたとおり、プレクトノット川中下流域の抜本的洪水対策を考えればプレクトノット多目的ダム計画地点（Peam Khley）が最適のダムサイトといえる。上述の上流域代替ダムの流域面積は合計しても700～800 km²で、これは計画多目的ダム（流域面積3,650 km²）の約2割にすぎない。一方、多目的ダムの計画貯水池湛水域には、現在約8,000 haの農地と約5,000世帯が存在し、この農地からの生産が湛水によって永久に失われることを考えれば、中下流域を含む流域全体で洪水を処理（分担）する方策を検討することは妥当といえる。

(2) 計画・設計

プレクトノット多目的ダム本体は最大堤高が30 m以下で、副ダムも大部分は10 m程度の低ダムである。洪水吐地点の地質上の問題もなく、ダム全体の構造・設計自体に大きな問題はないと考えられる。計画洪水量はPMFを採用しており、流域特性や流域の降水量からみてもその計画値は妥当と考えられる。さらに水文諸量の解析や設計の見直しを行うことは不可欠であるものの、全体として技術的には妥当といえる。ただし、上流部で唯一の水位流量観測地点であるPeam Khley地点の河床標高とローレンチェリゲート地点の上流側水位を考えると、ゲート操作による背水影響の可能性も考えられ、単にプレクトノットダムの計画・設計の関連のみならず、将来の水資源・灌漑開発計画への利用を考えると、

その流量・水位データの妥当性を見極める必要がある。また、計画に際して行われた流量観測の回数が非常に少なく、水位～流量曲線の更新が果たして十分行われていたか不確かなこともあり、流量データの利用に際しては十分な留意する必要がある。

4 - 4 - 2 環境配慮の観点からの評価

(1) 自然環境

1994年の環境調査でプロジェクト実施が自然環境に重大なインパクトを及ぼす可能性がある環境項目として、流況（流量）変化、流域保全と野生動物の生態系、水質の悪化の3項目を指摘している。自然環境の観点からは計画実施に疑義を呈するような明らかなインパクトはないと予測されるが、流況（流量）変化、流域保全と野生動物の生態系、水質に関しては実施にあたってはさらなる調査を行い、自然環境への負荷軽減するための適切な環境管理計画を樹立し、モニタリングを行う必要がある。

(2) 社会環境

多目的ダム建設計画で最大の問題は住民移転である。この問題が解決されない限り、大部分のドナーの協力は得られないと考える。多目的ダム計画の環境開発にかかわる報告書に2000年11月に発表された世界ダム委員会（WCD：World Commission on Dams）の最終報告書「ダムと開発（Dams and Development）」がある。この報告書はダムを計画する上でのガイドラインと多くの援助機関が認めている。JICAの【環境社会配慮ガイドライン（ドラフト）：2004年4月施行予定】やJBICの【環境社会配慮確認のための国際銀行ガイドライン】でも参考にされており、ダム建設に係る環境配慮に対する提言を重視する必要がある。

WCDを含め、現在援助機関で常識的な考えとなっている配慮や対策を下記に示す。

- 移転の前後で移転住民の生活レベルが下がることは許されない。
- 計画の早期の段階から移転計画の検討や、住民、関連機関との協議を始める。
- 移転地建設のための設計だけでなく、社会的な調査などを行い、社会的な状況を把握する。
- 移転後の生活手段を確保する。
- 移転地のインフラだけでなく、生活向上を含めた計画を策定する。
- 移転計画の策定への住民の参加。
- NGOや住民組織の参加を求める。
- 情報公開
- 弱者（寡婦や先住民）への配慮は特別に行う。
- 移転地の建設や保障の予算を確保する。
- 移転を担当する組織の強化を行う。
- 進捗状況のモニタリング・評価を行う。

この全てを5,000世帯（2万3千人）以上の移転対象住民、その他ステークホルダー等と協議を行い、問題をクリアして初めて移転計画書が作成され、援助の要請が可能になる。昨今の他国でのダム建設に係る移転住民との問題発生事例を分析しても、これだけの規模の住民が移転対象となるダム開発において、上記配慮項目の全てがクリアされるとは考

えられない。

4 - 4 - 3 経済的観点からの評価

ブレクトノット多目的ダムの総事業費は 1991 年価格として下記のように総額 US\$ 214.4 百万 (US\$ 6,306/ha) と見積もられており、これを 24 年間で実施する計画となっている。

- | | |
|----------------|--------------------|
| • ダム堤建設及び発電施設費 | US\$ 114.7 million |
| • 灌漑開発費 | US\$ 97.7 million |
| • 合計 | US\$ 214.4 million |

これらの事業費は、国際的な工業製品物価の下落の影響によって大きな変化はないと考えられる。すなわち、建設用機材は低下しているが、労賃は上昇しているため、ほぼ相殺されると仮定できる。世銀による「Global Commodity Price Prospects 2003」でも、1990 年に対する 2003 年の MUV Index (Manufactures Unit Value Index) は 0.9933 となっている。

しかし、表 4.4.1 に示すように 2001 年に JICA が実施したプロ形調査による再評価は、下記の 2 点を指摘し、原計画の事業費は現時点では過少としている。

灌漑施設の建設費は原計画が US\$ 2,300/ha としているのに対して最近の平均的建設費から US\$ 2,500/ha 程度が妥当である。

住民移転費等及び環境管理費を下記のように見積もっており、大幅に増加する。

- | | |
|---------------------------------|---|
| • 農地の逸失コスト | US\$ 0.4 million
(原計画 US\$ 0.2 million) |
| • 住民移転地建設費用 | US\$ 30.4 million
(原計画 US\$ 11.0 million or US\$4.7 million) |
| • 逸失農地の補償費 | US\$ 2.7 million |
| • 3 年間の生活補償費(一人当たり GDP の 3 年間分) | US\$ 18.8 million (原計画なし) |
| • 環境管理計画費 | US\$ 0.5 million (原計画なし) |

一方、原計画の灌漑による経済便益額は、籾の経済価格をトン当たり 190 ドル、事業実施しない場合の収量を土地の生産性によって 1.1 ~ 1.6 ton/ha、純収益を US\$ 82 ~ 166/ha、事業実施した場合は水稻の HYV の二期作として事業完了後の収量を 2 作で 5.2 ~ 8.5 ton/ha、純収益を US\$ 815 ~ 1,583/ha を算出基礎として推定している。事業の便益額は、灌漑便益が 31.8 百万米ドル (平均 US\$ 935/ha)、漁業と発電の便益額を約 3.1 百万米ドルとしている。

原計画の経済分析の結果は 9.5% の EIRR である。これに対して、プロ形調査の再評価では、米の国際価格の低下とカンボジアが米自給を達成し輸出していることから、籾の庭先経済価格を US\$ 119 (HYV) ~ 130 (在来品種) /ton、ha 当たりの水稻生産の純収益を事業実施しない場合に US\$ 50/ha、事業実施した場合に US\$ 426/ha、増加便益額を US\$ 376/ha として、水稻の洪水による被害軽減額を便益に加え、上記の事業費の見直し分を考慮した結果 IRR は 2.7% となり、事業の経済的妥当性がないと結論している。

米の国際価格は原計画で採用している US\$ 273.21/ton に対して、世銀の Global Commodity Price Prospect 2003 によると、下表のようになっている。

米の国際価格予測（バンコク、碎米 5%、当年価格）

年	2002	2003	2005	2010	2015
予想価格(US\$/ton)	192.0	210.0	235.0	260.0	265.0

出典：Global Commodity Price Prospect 2003、World Bank

プロ形調査が採用している籾の経済価格は、輸出のみを想定している。一応食糧の自給を達成しているとはいえ、高い人口増加率と干ばつや洪水による広範囲に発生する被害はカンボジアの食糧自給を危うくしている。また、隣国のタイとベトナムを含めた経済圏の中で、実際には籾や米が自由に移動しており、輸出のみと見るのは妥当でないといえる。また、単位面積当たりの純益額は、土地生産力が最も低い土地の試算を全域に適用したものであり、過小評価となっている。しかし、例え、原計画の灌漑便益が可能としても環境コストの増加によって IRR は 6.5% に低下する。今回の再レビューでは、籾の庭先価格 US\$ 160/ton、Without 及び With Project の籾収量をそれぞれ 1.3 ton/ha (1 作)、6.4ton/ha (2 作) とした純収益は、それぞれ US\$ 148/ha、US\$ 814/ha で、その差 US\$ 666/ha が灌漑便益と概算される。その結果、発電、漁業、洪水被害軽減の便益を加え、さらにダム水没予定地の人口と農家数が増加しており移転に係わる環境コストが更に増加するため EIRR は 3.9% と推定される (表 4.4.2)。このことからプレクトノット多目的プロジェクトの経済的妥当性は極めて低いと判断される。

4 - 4 - 4 カンボジア側の実施能力の観点からの評価

(1) 調査・計画・設計

カンボジアでは大規模なダム開発が行われていないことから経験のあるダム技術者は極めて限られているものと考えられる。ダム計画に不可欠な水文データの蓄積に始まって、水収支、洪水解析、構造物設計の全てに関して長期間に亘る技術移転が必要である。

(2) 維持管理

ダムの貯水管理、構造物の維持管理に係る人材および予算措置については大きな懸念がある。人材育成については、ダム建設後も長期間にわたる指導・訓練が欠かせない。また、発電施設やゲート類の維持管理についても持続的な維持管理費用の捻出方法を含めて計画の中に盛り込む必要がある。大規模ダムが少ないカンボジアの現状を考えれば、維持管理に係る人材および技術の不足はいたしかたない。しかし、予算と人材の配分がなされたとしても、維持管理に必要とされる最低限必要な技術を移転するにも数年間の OJT が必要と考えられる。

(3) 住民移転に係る費用負担

住民移転に係る費用は現時点で約 58 百万米ドル相当と考えられ、これはカンボジア国が確保すべき予算である。この資金手当の可能性はカンボジア政府の政策に依るものであるものの、現実的には極めて困難であると考えざるを得ない。

4 - 4 - 5 総合評価

技術、環境影響、経済性、カンボジア側の実施能力等を総合的に勘案すれば、プレクトノット多目的ダムの現時点での計画推進は極めて困難であり、流域の資源開発の早期実現を目指す

ならば、水源および灌漑開発、農業開発、洪水対策ともに代替案（second best）を模索するのが妥当である。中下流域の灌漑対象地区と同様に、現在計画貯水池内の土地資源が活用され、住民が生産活動や生活を営んでいる実態を踏まえ、こうした計画貯水池内の社会資産を含めてブレクトノット川流域の開発・発展施策を講じることが、流域全体としての発展と安定への近道といえよう。洪水対策については、急速に低下しつつある流域の保水力を回復あるいは高めるための長期的施策を含めて流域全体での分担に視野を広げるべきである。

第5章 開発アプローチと評価

国際大河川の本コン川が流下し、トンレサップ湖やコルマタージュ灌漑システムなど、洪水を利用した灌漑が古くから行われているカンボジアは、「水源豊富な国」との印象を抱かれがちであるが、実際には大部分の水田が毎年のように干ばつや洪水被害に見舞われ、農村部の貧困の最大の原因となっている。また、農業用として開発可能な農業地帯近傍の水源が極めて少ないのも特徴である。

一方、水稲の自給状況をみれば、計画対象地域の含まれるコンポンスプー州、カンダル州は、米の自給率が国全体の110%に対し70~80%の米不足地帯である。カンボジア側としては、プレクトノット川の高い水源開発ポテンシャルを利用して水稲増産を図ることを大きな開発目標としており、またそれが本件調査の背景にある。

計画対象地域の農業開発にあたっては、利水環境すなわち利用可能水源の有無、灌漑施設の有無が農業開発を考える上で支配的なファクターとなっている。したがって、計画対象地域の農業開発アプローチを考える場合には、これらの利水環境を前提条件とする開発アプローチを検討する必要がある。

これらの開発アプローチは、互いに代替案となるものとなりえないものがある。たとえば、数万ヘクタールを対象とする大規模灌漑開発はその支配面積内の小規模灌漑地区を物理的に包括することができるかもしれないが、その逆は不可能である。

本章では、計画対象地区の農業開発事業全体の枠組みの検討や評価ではなく、想定される大小灌漑開発アプローチとそれに呼応する営農面での開発アプローチを挙げ、それぞれの組み合わせについて同じ指標によって評価を行った。

5-1 灌漑・水源開発のアプローチ

5-1-1 既存水源・灌漑施設活用

ローレンチェリ頭首工がかりの灌漑地区をはじめとする計画対象地区内のプレクトノット川および支流の表流水を水源とする既存灌漑システムの改修、農民水利組合（Farmer Water Users Community）の設立及び活動強化が主要コンポーネントとなる。

既存水源活用、既存灌漑システム活用を進める場合に、まず考えなければならないのが「整備水準」である。上記の灌漑可能面積5,000haは、設計灌漑効率を60~65%と想定しているが、この目標効率をどのような整備方針で達成するかには選択の余地がある。たとえば初期投資を大きくして維持管理費用を下げることも考えられるし、一方では最低限の工事費によって所定の灌漑効率を確保した上で、水利組合等による維持管理体制（水利費の徴収等）を強化することによってその灌漑効率を維持していくのも必然的方向と考えられる。こうした計画・設計パラメータについては、経済性やプロジェクト関係者の能力も勘案した整備水準として十分検討する必要がある。

(1) ローレンチェリ灌漑システム改善

1964年~1969年、1997年~2000年のPeam Khley地点でのプレクトノット川月別流量データを基に検討した水収支試算によれば、雨期の水稲灌漑可能面積は平均で20,000ha程度

(80%確率で5,000 ha程度) 乾期は平均2,300 ha(同1,100 ha)程度である。一方、北側(左岸)下流域のO'Krang Ambel川の支流は流域面積自体は480 km²程度有り、乾期流量は極めて少ないものの、雨期および雨期後二期作の補給灌漑に対して良好な水源となっている。したがって、プレクトノット川本流とO'Krang Ambel川の流出を有効に活用することによって、現況の水源利用で5,000 ha以上の水稲二期作の可能性はある。雨期のみに限って言えば、補給灌漑による安定的な雨期作が可能となる面積は少なくとも10,000 haを超えるものと考えられる。このために必要な整備は、頭首工、幹線水路の制水工(レギュレータ・ゲート)、水路の浸食防止工、断面確保のための掘削、二次水路、三次水路網の整備、水利組合の強化などである。

これら灌漑システムについて想定される改修・改善内容は以下のとおりである。

(a) ローレンチェリ頭首工の改修

- ゲートケーブルの交換
- ゲート操作用モータの交換(容量の大きいものに)
- カウンターウェイトの重量軽減
- ゲート操作用発電機の交換
- ゲート戸当たり部改修
- ゲート本体補修
- 上下流護岸の改修

(b) ローレンチェリ北(左岸)幹線水路

- 制水工(Head Regulator)の改修
- 浸食防止工(のり面保護工等)
- 横断排水工
- チェックゲートの設置
- 盛土の嵩上げによる容量確保
- O'Krang Ambel川との合流点の横断工建設

(c) ローレンチェリ南(右岸)幹線水路

- 制水工(Head Regulator)の改修(ワイヤー交換)
- 浸食防止工(のり面保護工等)
- チェックゲートの設置
- 南側山腹流域からの流入水処理(横断排水工など)

この内、(a)のローレンチェリ頭首工の改修に関しては、老朽化しているゲートケーブル、ゲート操作のモータと発電機の交換が最優先の項目となり、カウンターウェイトはモータの容量強化とともに操作性の改善を目的とする。下流域への水配分を含む流域全体の水管理改善策に基づき、効率的で機能的な施設改善とゲート操作マニュアル作成をふくめ総合的に検討すべきである。

以上の基幹施設整備のほかに、「所定の計画灌漑効率」(水稲0.60~0.65)を実現するためには、二次水路、三次水路網の整備とシステム全体の水管理が不可欠である。計画対象地域内の灌漑地区面積は約20,000 ha程度で、現況水源では不足することから、開発調査の段

階で優先的に開発する地区を選定し末端施設改修と水管理体制構築を含む整備計画を策定することとなる。これには現在実施中の西プノンペン総合開発計画（フンセン・プロジェクト）との整合性や調整が必要となる。

幹線水路のおよび一部二次・三次水路の掘削自体はフンセン・プロジェクトで進められているため一般の灌漑施設整備に比べれば安価となる。対象とする地区によって建設費は異なるが、共通する基幹施設の改修・整備、二次・三次水路の一般的な整備費用から、2001年のプロジェクト形成調査の際に見積もられた2,500ドル/ha（プレクトノット原計画では2,300ドル/ha）に対し2,000ドル/ha程度と見込まれる。

5 - 1 - 2 支流河川利用

(1) O'Krang Ambel 川

ローレンチェリ北（左岸）幹線水路がかりの Samoraong Tong 県 Trapenag Kong コミュニティにおいてプレクトノット川に合流する。合流点近く国道4号線との交差部に O'Krang Ambel 貯水池があり、Lumbach 幹線水路で約4,800 ha を灌漑する。流域面積は貯水池地点で480 km² と広大であるが乾期流量は極めて少ない。しかしながら、基幹灌漑システム（貯水池、洪水吐、取水工、幹線水路）が既に建設済みで機能的にも比較的良好な状態にあるため、幹線水路のチェックゲート等の構造物建設と二次・三次水路の整備によって雨期の補給灌漑、と一部の乾期作が可能である。乾期に自流で収穫可能な水稻面積はほとんど期待できない。現況の作付率を前提とし流域の水源のみを利用する場合の整備コストは1,300～1,600ドル/haと考えられる。しかし、本システムはローレンチェリ北（左岸）幹線水路からの用水補給を受けており、同幹線システムの整備費用を分担するならば、ヘクタール当たり単価は200～500ドルの範囲で増加するものと考えられる。

(2) その他支流

計画対象地域の北側から流れ込む支流は O'Krang Ambel 川以外に Ou Kram Bat 川があるが、本支流は流域が小さく、かつ小規模貯水池を通じてローレンチェリ北幹線に流入するため、独立した灌漑システムとしての利用はできない。

ローレンチェリ南（右岸）幹線には2、3の支流河川流入している。右岸幹線国道4号線交差部に流入する小河川は雨期の洪水対策として日本の草の根無償で横断排水工が設置され、一部は幹線水路に取り込まれている。また、南幹線水路が通過する小規模貯水池に流入する Ou Bat Kmeng、Ou Peam 両川の水も南幹線水路を經由してローレンチェリ右岸地区で利用されている。これらの支流は流域面積が数方キロから10数方キロと比較的大きいものの、季節河川で通年の利用はできない。幹線水路の合流地点より上流側で雨期一作の補給灌漑に利用するために、三次水路開発（on-farm development）と簡単な取水工（仮設工）を設置することが考えられ、これに係る建設費はヘクタール当たり200ドル程度と見積もられるが、貯水機能を持たないこれら小流域の灌漑地区面積は大きく見積もっても50 ha程度で、計画地区全体からみれば代替案としての適用範囲は極めて限られている。

5 - 1 - 3 小規模貯水池

計画対象地域には大小合わせて 30 余りの小規模貯水池があるが現在も農業用に利用されているのは半分程度である。このうち最大の貯水池は O'Krang Ambel 川上流の Chanthnal 貯水池で、1996 年から 97 年にかけて PRASAC (EU) によって改修されている。灌漑面積は雨期 1,000 ha、乾期 100 ha とされており、貯水量は 3 百万 m³ である。この改修工事にかかった費用は 530 千ドルで、ヘクタール当たり単価にすると 530 ドルとなっている。これには灌漑施設整備は含まれておらず、実際に灌漑水路は存在しない。同程度の灌漑水路の整備を行うには、二次水路、三次水路整備にヘクタール当たり 1,000~1,400 ドルのコストがかかることから、同地区の整備コストは 1,500 ドル~2,000 ドル/ha と考えられる。

その他の小規模貯水池は流域面積が数方キロ程度と小さいため、大部分は数ヘクタールから 20 ヘクタール程度の灌漑可能面積とみられる。これは、スラコウ川農業基盤復興整備計画(2002、JICA)における小規模貯水池開発計画で対象とされた 18 貯水池(全部で 31 カ所のうち利用可能な貯水池が 18 カ所)の灌漑可能面積(計 280 ha)の水収支検討結果からも類推できる。

小規模貯水池は現在では現場で得られる土質材料を使用しており、適切な侵食対策が施されていないために堤防および構造物下流部測岸の侵食が進んでおり、これらを防ぐためには構造物下流側の護岸、堤防の侵食防止工(リップラップ、張芝、ラテライト装甲など)を施す必要があり、このためにかかるコストはこれまでの小規模貯水池建設ではほとんど考慮されていない。スラコウ調査では有望な 2 カ所の小規模貯水池について末端水路まで含む建設費を見積もっているが、ヘクタール当たりコストは 2,500 ドル程度となっている。こうしたことから、小規模貯水池整備に係る費用は 1,500~2,500 ドル/ha 程度と考えられ、一カ所当たりの灌漑可能面積は 20 ha 程度(貯水量 30,000 m³)程度。ローレンチェリ頭首工の支配地区外の既存貯水池の 3 分の 2 が利用可能と仮定すれば、灌漑可能面積は 200~300 ha 程度と考えられる。

5 - 1 - 4 ポンプ灌漑

計画対象地域内では水資源気象省が管理運営する中規模ポンプ灌漑システム(固定あるいはフローティング・ポンプ・ステーション)と小型ポータブルエンジンポンプが農家単位あるいは一部商業ベースで行われている。前者は河川、貯水池、水路の水位が低下して重力灌漑システムが機能しない場合に補助的に行われるもので、主に雨期後半と乾期にかけて使用される。計画対象地域内で計画されるこれらポンプ灌漑の水源はプレクトノット川の利用可能水源量の一部を占めると考えられ、



写真:水資源気象省灌漑農業部で組み立て中のディーゼルエンジンポンプセット(台車による移動式)

ローレンチェリ頭首工かかりの灌漑地区と競合することとなる。

一方、小型ポータブルポンプは、ため池や水路内に滞留して重力灌漑では利用できない損失分を活用することが主目的となっており、チェックゲートなどの水位調整施設が未整備な既存

水路システムにあっては用水の効率利用の手段となっている。いずれも、灌漑面積増による増産というよりも、無降雨期のリスクを軽減し反収増加の効果が期待できる。

「Prek Thnot Multipurpose Project – Reappraisal Report」におけるトンレ・バティポンプ灌漑（900 ha）における見積りによれば、雨期の補給灌漑及び乾期作に必要なポンプ容量（揚程 2.5 m）は $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ で、1日 20 時間運転として、 $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ のポンプが 3 台（1 台スタンバイ）必要となる。これに係る初期投資額は 120,000 ドル程度（135 ドル/ha）となる。このほかに灌漑施設整備が 1,000～1,400 ドル/ha かかることから、合計では最大 1,500 ドル/ha 程度必要となる。維持管理運転費用をみると、上記計画におけるポンプ運転時間は 2,080 時間でポンプの維持管理費、管理人賃金、燃料費を含めた運転コストは 70 ドル/ha/年となる。

一方、現在水資源気象省が数多く利用しているディーゼルエンジンポンプ（写真）は、可搬式で 1 台当たりのコストは約 23,000 ドルで、灌漑可能面積は 150 ha 程度である。したがって、この場合の面積単価は 150 ドル/ha で若干割高となる。面積当たり運転コストは燃費、修繕費から見てほぼ同様である。可搬式である分使いやすい。これらのポンプ施設は重力灌漑の補助用（彼らは「intervention」と呼んでいる）として水資源気象省が管理しており農民は一切の費用負担をしていない。逆に言えば予算の都合で運転できないことがしばしばあり、水利組合による負担を実現することで、より効果的に活用することが可能である。

このディーゼルポンプの主要諸元は以下のとおり。

ディーゼルポンプの主要諸元

項目	諸元
エンジン	ドイツ Kirloskar 社製
型式	ディーゼル
出力	65 馬力（47.8KW）
回転数	1500 回転/分
ポンプ	
型式	Centrifugal
全揚程	10 m
流量	$900 \text{ m}^3/\text{時間}$ 。250 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$
ポンプ入力	30.26 KW
ポンプ効率	81 %
管径	吸水管 250 mm。吐出管 300 mm
燃費	8～12 $\frac{\text{リットル}}{\text{時間}}$
灌漑面積	120～150 ha/台
価格	約 23,000 ドル（エンジン、ポンプ、燃料タンク、移動用台車、屋根、吸水管 5m、吐出管 15m。）

5 - 1 - 5 天水活用

天水活用の具体的な方法は対象地によって異なるが、域内への降雨や上流水田、小流域からの流入水を効率的に利用するためのため池や水路の設置、圃場水管理などが考えられる。三次水路程度の用排兼用水路やため池と小型エンジンポンプを利用した雨期水稻作の干ばつ被害リスク軽減や、用水量の少ない畑作への応用が可能である。

水田の浸透・蒸発ロスを含めた日最低用水量を 10 mm 程度と考えた場合、ヘクタール当たりの用水量は 100 m^3 となり、水ストレスの影響が大きい雨期中の 5 日間程度の無降雨期間を想定

すれば、田面貯留を含めて 500 m³ 程度を貯留することによって干ばつ被害を回避できる。この 500 m³ を畦畔の嵩上げ（5 cm で 500 m³）水路およびため池利用（100 m³ ~ 200 m³）とポンプ利用によって雨期作の安定を図ることが可能となる。

整備に係るコストは圃場水路および畦畔整備に 250 ドル/ha、ポンプ導入で 50 ドル/ha（10 ha に 1 台）の計 300 ドル/ha 程度と想定される。

5 - 1 - 6 上流域小規模ダム開発

プレクトノット多目的ダムの実現が難しいことから水資源開発に関する代替（second best）アプローチを検討することが必要との認識のもとに、予備調査当初の予定通り上流域支川における水源開発の可能性について検討を行った。具体的な方法としては、プレクトノット川上流流域に 10 万分の 1 地形図上で 3 カ所の貯水池候補地点を特定し、現在までに 2 カ所の現地踏査を行っている。各案の概要は以下の通り。

(1) 貯水池候補地点 No.1

プレクトノット川西方流域、コンボンスプー州キリロム北方、原案ダム地点より約 40 km 上流に位置する。流域面積は 211 km²、近傍のキリロムにおける雨量観測記録（8 年間、年平均 1,822 mm）および 10 万分の 1 地形図（等高線 10 m 間隔）から推定される湛水面積等から、約 1 億 ~ 1.5 億 m³ 程度の貯水は可能と推算される。ダム高さは 50 m 程度。本ダム案の利点、不利点（懸念される事項）は以下の通り。

利点

- 湛水域に村落、農地などが存在しない。
- 野生保護区、国立公園等指定地域に含まれていない。
- アクセスが良い（現状で想定ダムサイト直近まで車で乗り入れ可）。
- 基礎岩盤が強固
- 貯水効率（ポケット）が良い
- 乾期にも一定の流量がある（聞き取り結果）
- 下流部の有効落差が大きく既設送電線（国道 4 号線沿い）にも比較的近い（約 20 km）ことから、水力発電のポテンシャルがある。

不利点（懸念される事項）

- 河川が地質境界線上（左岸中生代流紋岩、右岸中生代砂岩）にあり、地質構造線（断層）、破碎帯の存在可能性

(2) 貯水池候補地点 No.2

プレクトノット川北西方流域、コンボンスプー州オーラル西方、原案ダム地点より約 50 km 上流に位置する。流域面積は 473 km²、近傍のオーラルにおける雨量観測記録（7 年間、年平均 1,161 mm）および 10 万分の 1 地形図（等高線 10 m 間隔）から推定される湛水面積等から、約 1 億 ~ 1.5 億 m³ 程度の貯水は可能と推算される。ダム高さは 20 m 程度と低く湛水面積は比較的大きい。本ダム案の利点、不利点（懸念される事項）は以下の通り。

利点

- 湛水域に村落、農地などが存在しない。
- アクセスが比較的良い（県道から約 2 km）。
- ダム高が低く地質上の問題が少ない。
- 堤体積が小さく建設コストが比較的安い。

不利点（懸念される事項）

- 野生保護指定地区として位置づけられている（水源開発のための許可必要）

(3) 貯水池候補地点 No.3

貯水池 No.1（南）及び貯水池案 No.2（北）地点に挟まれる隣接流域（流域面積 110 km²）にあり、原案ダム地点より約 45 km 上流に位置する。前出のキリロム、オーラルにおける雨量観測記録および 10 万分の 1 地形図（等高線 10 m 間隔）から推定される湛水面積等から、約 5 千万 m³ 程度の貯水は可能と推算される。ダム高さは 50 m 程度で天端長は他 2 案に比べて短い。本ダム案の利点、不利点（懸念される事項）は以下の通り。

利点

- 湛水域に村落、農地などが存在しない。

不利点（懸念される事項）

- 湛水地域の一部が野生保護指定地区として位置づけられている（水源開発のための許可必要）
- アクセスが悪い。
- 地質構造線（断層）の懸念（10 万分の 1 地形図上）

なお、以上 3 カ所のダムについて共通の懸案事項として以下がある。

- 水文データがないために洪水量の見積もりが困難。
- 同上、ダム規模の最適化（流入量データの生成）が困難。
- 想定される灌漑対象地区から離れており利水利便性が悪い。
- 洪水軽減効果は低い。

上記ダム 3 案の建設コストについては、現段階では概算することも難しいが、10 万分の 1 地形図上から見積もった堤体積（それぞれ 80 万～180 万 m³）から、一般的フィルタイプダムコスト（約 25 ドル/m³）¹として推算すれば、1 カ所当たり 20～45 百万ドル程度かかるものと思われる。ダム 1 カ所について灌漑可能面積がどれくらいになるかは最低でも 20 年間の水収支計算によって最適化を行わなければならないが、ここで水文資料が全くない上記ダム候補（推定貯水量 0.5～1.5 億 m³）の灌漑可能面積を推算することは難しい。

一般的には 1 億 m³ の貯水量があれば 10,000 ha の水稲二期作の可能性はあるが、プレクトノット多目的ダムの計画例（有効貯水量 9.8 億 m³ で水稲二期作灌漑面積 34,000 ha）を勘案すれば、少なくともダム効率（堤体積に対する貯水量の比）100 以上の高い効率のダムを計

¹ プレクトノット多目的ダムの場合 17 ドル/m³。

画する必要がある²。

5 - 2 農業開発のアプローチ

調査対象地域は伝統的な水稲の生産地であり、将来においても水稲を基盤とした農業経営がドラスティックに変化する要因は認められない。プノンペンに近く、交通の要所に位置するため都市化や工業化地域の発達によって、地域の経済構造や就業構造が徐々に変化すると想定される。しかし、総戸数の約 85%が水稲生産農家である現状から、将来とも水稲生産を基盤に、地域の特徴を生かした農業の発展が不可欠である。

農民の意向は、水さえあれば水稲を年 1 回以上作り、自給に必要な米を生産し、余剰の米を販売して現金収入を得たいというのが基本的な考え方である。地域の平均である 5.3 人の家族が食糧を自給するために年間 1.36 ton の³の生産が必要であるのに対して、現在、農家当たりの生産量は典型的農家の経営規模を 0.7 ha、平均収量を 1.6 ton/ha とすれば³の生産量は 1.12 ton 程度と推定され、自家消費量に対して約 20%が不足していることになる。この不足量は各県の担当者の意見による食糧自給率 70～80%、あるいは 2～3 カ月間不足とほぼ一致している。コンポンスプーとカンダル州は食糧不足地帯であり、大消費地の首都プノンペンに近く、また国の人口が毎年 2%以上増え続けている現状から食糧の増産は地域とカンボジア政府にとって最も重要な農業政策に位置づけられる。

しかし、水稲生産を基盤とした農業は灌漑のための水資源が不足しており、利用可能な水源にあわせた灌漑農業を余儀なくされる。経営規模が小さい地域農民の貧困軽減のためには、水稲以外の収入源を確保するための営農対策が必要であり、水稲に比べ少ない水で生産可能な畑作物、面積当たりの収益額が大きい野菜類やスイカの生産、水や土地に依存しない畜産などの振興を含めた農業開発を必要としている。作物生産の多様化と付加価値産業への原料供給を含む畑作、大規模消費地のプノンペンやシハヌークビルを視野に入れた果樹・野菜類や花卉類などの生産拡大を目的とした農業発展の施策も必要であろう。

将来の農業開発（農業経営）の方向として灌漑農業の利用可能な水資源の条件によって下記の 4 つの農業形態を想定する。

灌漑水稲二期作農業（利用可能な水資源によって水稲作付率を 150～200%とする）

灌漑水稲一期作農業（作付率を 100～125%として、水稲一期作に加え灌漑畑作や畜産による所得向上）

天水依存農業（栽培技術の改善と天水の有効活用による補水灌漑等によって食糧の自給、及び小規模水源を活用した野菜生産を含む天水農業と畜産などによる所得向上）

複合経営農業（小規模農家の水稲栽培技術の改善による食糧自給率の改善、及び畜産や農外収入源を含む複合経営による所得向上）

² プレクトノット多目的ダム（堤体積 3,250 千 m³）のダム効率は 300 程度と非常に高い。年降水量 1,000～1,500 mm 程度の地域で経済的妥当性を確保して建設されているフィルダムをみると、灌漑面積 1,000～5,000 ha 用のダムで 15～50、10,000 ha クラスでは 50～100 程度のダム効率となっている。

³：一人当たりの米消費量を 143 kg/年、精米歩留まりを 64%、収穫後ロスと種子保留を生産した³の 13%と仮定した（農林水産省基準）

農業経営の基盤となる水稲作の品種は下表のようにそれぞれの特徴があるので、自然条件、経済性（インプットと収量、及び販売価格）、洪水や干ばつ被害の危険性と抵抗性、さらに食味の嗜好性を含めた総合的な選定を行う必要がある。

水稲品種の特性

水稲品種グループ	感光性	収量	施肥	販売価格	耐自然災害	生育期間	食味の嗜好性
早生改良種（HYV）	感光性がなく作付時期を選ばない	中生・晩生種に比べ15～30%高い	肥料要求量が高い	中生・晩生種に比べ10～20%安い	干ばつ・洪水に弱い	100～120日	やや低い
中生改良種	感光性があり雨期作のみに可能	早生種に比べ15～30%低い	早生種に比べ肥料要求量は低い	早生種に比べ10～20%高い	干ばつ・洪水にやや弱い	10月末～11月中旬開花のため7～8に移植、12月に収穫	高い
晩生改良種	感光性が強く雨期作のみに可能	早生種に比べ15～30%低い	早生種に比べ肥料要求量は低い	早生種に比べ10～20%高い	干ばつ・洪水にやや弱い	11月中下旬に開花のため8月移植、12～1月収穫	高い
中生/晩生在来種	感光性が強く雨期作のみに可能	改良種より更に低い	低い	早生種に比べ10～20%高い	干ばつ・洪水に比較的強い	上記中生・晩生種に準じる	高い

5 - 2 - 1 水稲二期作

利用可能な水源が期待できる条件下で水稲を年2回作付けることによって米の増産と農家の所得向上を図る。水稲の品種は、生育期間が短く、非感光性の早生改良種（HYV）として、雨期の5～8月と雨期～乾期初めの9～12月の2作とする。必要な栽培管理と灌漑によって、第1作で平均3.0～3.5 ton/ha、第2作で平均3.2～3.7 ton/ha、2作の合計で6.7 ton/ha前後の収量が期待できるであろう。第2作が8月中旬に移植可能であれば、中生改良種の作付も可能であるが、5月と11～12月の水源が不足することとなり水源の可能性から困難と考えられる。現在利用可能な水源があるローレンチェリ幹線水路掛かりの一部（支流からの流入水も含む）と上流の水源開発が可能であれば上流貯水池の貯水容量にあわせて灌漑可能面積が決定されるであろう。

表 5.2.1 に示すように、典型的農家の経営規模 0.7 ha では、作付率を 150～200%として農家当たり 187～295 ドル前後の所得向上が期待できる。ha 当たりの経済的増加便益額は 422～666 ドルと概算される（表 5.2.2）。

5 - 2 - 2 水稲一期作

雨期初めおよび乾期初めの利用可能な水資源が限られ、特に代掻き期の水不足が想定される場合には上記のような水稲の二期作が不可能となるため、雨期の多雨期にあわせた年1回の水稲作付を行う。費用対効果と所得向上効果の試算においては、作付率を100～125%想定した。品種は、二期作と同様の生育期間が短い非感光性の早生改良種（HYV）あるいは改良中生種が作付可能である。早生種の場合は移植期が7～8月、収穫期が10～11月、中生種の場合は同じ移植期で収穫が12月となる。代掻き期と生育後期の乾期初め、および降雨不足時の補給灌漑が必要である。早生改良種で3.0～3.5 ton/ha程度の収量が期待できるであろう。灌漑に利用可能な

水資源にあわせて、水稲の収穫後あるいは移植前に換金作物（大豆、緑豆、落花生、ゴマ、スイカ、野菜など）作付の可能性の検討を行う。

水稲一作（換金作物を含まない）によると、典型的農家の経営規模 0.7 ha で、自家消費の籾の約 160%を生産し、農家当たり 95 ドル前後の所得向上が期待できる。さらに農家当たり灌漑条件下で 0.2ha 程度の畑作物または、0.05 ha 程度の野菜やスイカの作付によって戸当たり 50 ドル前後の収入増が期待できる（表 5.2.1）。灌漑水稲 1 作による ha 当たり経済的増加便益額は 216 ~ 319 ドルと概算される（表 5.2.2）。

5 - 2 - 3 天水依存型農業

現状の灌漑に利用可能な水資源は限られており、ローレンチェリ幹線水路掛かりにおいても水稲の栽培に必要な灌漑用水の確保が困難な地区も多い（前述のように計画対象面積約 30,000 ha のうち約 5,000 ha 程度が灌漑可能と推定）。これらの地域は、水稲栽培の灌漑用水量に対して利用可能な水資源はかなり不足するが、水不足時に利用可能な水にあわせた補水灌漑によって収量の改善が可能であろう。このような補水灌漑は致命的な干ばつ被害を軽減し、加えて営農改善によって水稲の増産が期待できる。カンボジアの水稲生産地帯に多いポルポト水路を活用した水稲生産の改善方策としては有効であろう。天水依存型農業の水稲は灌漑水稲一期作と同様の品種と作付計画が想定されるが、必要な用水量の灌漑ができないため耐乾性の強い品種の選定が必要となる。

利用可能な水資源と降雨条件によって期待される生産への効果に大きな幅が想定されるが、小型ポンプなどによる補水灌漑や優良種子の採用を含む栽培技術の改善によって 1.9 ~ 2.3 ton/ha、平均 2.0 ton/ha 程度の収量を想定した。典型的農家の経営面積 0.7 ha、5.3 人の家族数では、2.0 ton/ha 以上の収量を得られればほぼ自給食糧を生産できることになる。天水依存下での補水灌漑水稲による増加便益は経営規模 0.7 ha で、農家当たり 20 ドル前後の所得向上が期待できる。さらに農家当たり 0.05 ha 程度の野菜やスイカの生産、小規模なブタやニワトリの畜産の拡大によって戸当たりそれぞれ 50 ドル前後の収入増が期待できる（表 5.2.1）。ha 当たり経済的増加便益額は約 54 米ドルと概算される（表 5.2.2）。

5 - 2 - 4 複合経営

計画対象地域内には灌漑施設がなく、また将来ともに灌漑水源の可能性が低いと想定される地区もかなりの比率を占めている。このような条件下での小規模農家は、栽培技術の改善によって若干の水稲の増産が可能としても自家消費分の生産が難しいと考えられ、米を購入するための現金収入源を確保しなければならない。土地と水の資源がないため、灌漑（中大規模）に依存せず、また、土地利用型でなく持続的な下記のような収入源の拡大が必要である。

- 家畜の飼育販売（ブタ、家禽類、牛の飼育・販売）
- 小規模野菜生産（池などの小規模水源を利用し、野菜・花卉などの面積当たり収益額が大きい産物を家族労働によって生産し販売する）
- 小規模果樹（住宅地や小規模空き地を利用した果樹の生産・販売）
- 稲ワラを利用したマッシュルーム栽培、
- 水田や池を利用した魚の養殖

- 自然環境の保全と資源が再生される範囲内での、薪、竹、ツル植物（ラタン）や野生水生野菜の採取、魚の捕獲、炭の生産などの販売

5 - 3 代替案の組み合わせと評価

5 - 3 - 1 代替案の組み合わせ

上記の灌漑・水源開発のアプローチと農業開発のアプローチを組み合わせたマトリックスによって、水源・灌漑の可能性別に最も適用の可能性が高い開発方式を選定するための評価を行った。下図に示すようにマトリックスのうち、いくつかは理論的に組み合わせとなり得ないケース、あるいは支線水源のみの利用や小規模貯水池と灌漑二作のように、利用可能な水源から不可能なケースを除いた 15 のケースについて評価を行った。

灌漑・水源開発アプローチと農業開発アプローチの組み合わせマトリックス

	灌漑二作	灌漑一作	天水依存	複合経営
既存水源活用			X	
支流河川利用	X		X	
小規模貯水池	X		X	
ポンプ灌漑			X	
天水活用	X	X		
上流ダム			X	

5 - 3 - 2 評価項目

評価項目は以下の 6 項目（経済性、農家の所得向上、環境インパクト、裨益人口、早期効果発現、ステークホルダーの意向）について定性的に下記の 4 段階で判定した。

開発アプローチの評価基準

	Very good	Good	Marginal	Bad
経済性	高い経済的妥当性が見込まれる	経済的妥当性が見込まれる	経済的妥当性は低い	経済的妥当性がない
農家の所得向上	大幅な効果がある	効果が大きい	効果がある	効果は小さい
環境	環境インパクトのおそれは極めて少ない	環境インパクトのおそれは小さい	環境インパクトのおそれがある。	大きな環境インパクトのおそれがある
裨益人口	極めて多い	かなり多い	少ない	極めて少ない
早期効果発現	短期間の実施と効果発現が可能	中期間の実施と効果発現が可能	効果の発現中期の期間を必要とする	実施に長い年月を必要とする
ステークホルダーの意向	ステークホルダーの要望が極めて高い	ステークホルダーの要望が高い	ステークホルダーの要望が少ない	ステークホルダーの要望はほとんどない

(1) 経済性

費用対効果に関する評価として簡易な方法による経済分析を行った。水稻生産のみを評価の対象として、その他の作物については原則として考慮していないか、あるいは水稻を換金作物に置き換えることも可能と仮定した。米の国際価格(バンコク)を ton 当たり 235 ドル、カンボジアの輸出、輸入パリティをそれぞれ 50%として、籾の農家価格を ton 当たり 160 ドルと仮定した。表 5.3.1 に示すように、Without Project と With Project の条件を仮定して便益額を概算した。一方、事業費はプレクトノット多目的プロジェクトやスラコウ川流域農業復興開発調査(2002, JICA)の算出基礎、カンボジアにおける実施事例などを参考として概算の事業費を推定して用いた。ただし、上流の小規模ダム開発については、開発の可能性が不明であり、また、規模や事業費も全く不明であるため、一定の条件のもとでの水源開発に投資可能な灌漑面積当たりのコストとして算定した。

概算の経済的内部収益率は下記のとおりである。既存水源を活用した灌漑二期作と灌漑一期作はそれぞれ Very good、Good と評価できる。これに対して上流水源開発は灌漑水稻二期作を行っても Marginal と評価される。

経済効果の概算

	既存水源 活用	支流水源 活用	小規模 貯水池	ポンプ 灌漑	天水 依存	上流ダム 開発 *
作付率	125%	150%	125%	125%	100%	200%
概算内部収益率	11%	13-19%	9-16%	12-19%	11%	7-10% *

注*: EIRR を 7% ~ 10%とした場合の灌漑面積 ha 当たりのダム建設の投資可能額は 3,900 ~ 2,200 ドル

詳細は表 5.2.2、5.2.4 参照

(2) 農家の所得向上

概略推定された増加便益額を農家の所得向上額として、平均経営面積を同じ(典型的農家の経営面積である 0.7 ha)として評価した。推定した根拠は、表 5.2.1 に示すように、籾の庭先価格を ton 当たり 110 ドルとした。水稻作および換金作物畜産による所得向上額は下記のように概算される。

期待される農家所得向上額

単位: US\$/年

水稻作付率	灌漑 200%	灌漑 150%	灌漑 125%	灌漑 100%	天水 100%
水稻による所得増加 (0.7ha 当り)	295	187	141	95	20
その他所得源 (経営ユニット当り)	換金畑作物: US\$ 49/0.2 ha、野菜類: US\$ 54/0.05 ha ブタ: US\$ 60/飼養頭数 2、ニワトリ: US\$ 48/飼養頭数 40、 牛: US\$ 36/飼養頭数 1				

注: 詳細は表 5.2.1 参照

水稻重力灌漑による水稻二期作は高い所得向上の効果があると判定できるが、天水活用や複合経営では、大きな所得向上には結びつかないため Marginal と判断される。ポンプ灌漑は運転のための燃料費コストを勘案して Marginal と評価した。

(3) 裨益人口

アプローチの選択にはできるだけ多数の裨益に平等に裨益させることが重要であろう。裨益人口の規模は上記のアプローチによって大きな違いがある。灌漑開発には利用可能な水源の範囲内で灌漑可能面積と受益者数が自動的に決定される。天水活用による水稲作と複合経営は広い範囲のほとんどの農家が裨益人口となり得るが、既存水源活用や小規模水源開発（河川水利用、小規模貯水池）では水資源が少ないため限られた人口のみが受益者になり得る。一方、上流ダム開発が可能であれば、灌漑一期作とすれば裨益者が大幅に増加するであろうが、水稲二期作とすれば受益者数は半分以下に減少する。

(4) 環境インパクト

上流ダム開発は、候補地の湛水域に住民はいないものの山地の森林地帯にあり、一部は野生生物保護区に位置しており自然環境に大きなインパクトを及ぼす可能性もあり Marginal と判定した。その他のアプローチの組み合わせについては、予備調査の結果から特に大きな環境インパクトを及ぼす可能性は認められなかった。

(5) 早期効果発現

事業の実施と実施後の効果の発現が短期間で可能か、あるいは長期間の年月が必要かはアプローチの選択に重要である。現状の農業を基盤とした雨期一期作水稲の灌漑やポンプ導入による灌漑、多様化など営農面の改善を重点にした天水活用は早期の実施が可能である。しかし、上流ダムについては地質上の問題点の有無確認、自然環境へのインパクトの調査と環境管理計画の作成とともに、長期の水文観測データの蓄積が必要であり長い年月を必要とする。

(6) ステークホルダーの意向

予備調査の中で実施したワークショップ（計画対象地域に係る郡の郡長と農民、および関係する州と県の農業、水資源関連政府職員が参加）での意見、農民や関連機関のインタビュー調査の結果から灌漑の必要性、灌漑に必要な水源開発に対する強いニーズがあった。農民の多くは、水稲の増産に対する高いニーズを持っている。ポンプ灌漑に関しては干ばつ時の補給灌漑として高いニーズがある。

1. 経済性(増加便益)

	灌漑二作/1	灌漑一作/2	天水依存	複合経営/3
既存水源活用	低コスト 高便益	低コスト 中便益		低コスト 低便益
支流河川利用		中コスト 中便益		中コスト 低便益
小規模貯水池		中コスト 中便益		中コスト 低便益
ポンプ灌漑/4	極高コスト 高便益	高コスト 中便益		高コスト 中便益
天水活用			低コスト 中便益	低コスト 中便益
上流ダム	極高コスト 高便益	極高コスト 中便益		極高コスト 低便益

2. 農家所得向上(平均規模農家の所得向上額)

	灌漑二作	灌漑一作	天水依存	複合経営/1
既存水源活用	水稲便益 \$187~295	水稲便益 \$95~141		水稲便益+ 畑作・畜産 (\$30~60)
支流河川利用		水稲便益 \$95~141		水稲便益+ 畑作・畜産 (\$30~60)
小規模貯水池		水稲便益 \$95~141		水稲便益+ 畑作・畜産 (\$30~60)
ポンプ灌漑/2	重力灌漑の 補助灌漑	天水、重力 灌漑の補助 灌漑		水稲便益+ 畑作・畜産 (\$30~60)
天水活用			水稲便益\$20 +畜産等\$50	水稲便益+ 畑作・畜産 (\$30~60)
上流ダム	水稲便益 \$187~295	水稲便益 \$95~141		水稲便益+ 畑作・畜産 (\$30~60)

3. 裨益人口(対象面積(ha)、対象農家)

	灌漑二作	灌漑一作	天水依存	複合経営/1
既存水源活用	灌漑最大 5,000ha	灌漑5,000ha 以上		小規模農家 対象
支流河川利用		灌漑1,000ha 以下		小規模農家 対象
小規模貯水池		灌漑1,000ha 以下		小規模農家 対象
ポンプ灌漑/2	乾季作の水 源ほとんどな い	天水、重力 灌漑の補助 灌漑		小規模農家 対象
天水活用			既存水資が 利用不可の 約24,000ha	既存水源が 利用不可の 約24,000ha
上流ダム	灌漑最大 20,000~ 30,000ha	最大 30,000ha以 上		小規模農家 対象

4. 環境インパクト

	灌漑二作	灌漑一作	天水依存	複合経営/1
既存水源活用	現状からほと んど変化なし	現状からほと んど変化なし		現状からほと んど変化なし
支流河川利用		小規模施設 の建設・改修 による影響		現状からほと んど変化なし
小規模貯水池		小規模施設 の建設・改修 による影響		現状からほと んど変化なし
ポンプ灌漑/2	現状からほと んど変化なし	現状からほと んど変化なし		現状からほと んど変化なし
天水活用			現状からほと んど変化なし	現状からほと んど変化なし
上流ダム	一部候補地 が保護区内 のため不明	一部候補地 が保護区内 のため不明		一部候補地 が保護区内 のため不明

5. 早期効果発現

	灌漑二作	灌漑一作	天水依存	複合経営/1
既存水源活用	10年以内に 施設の整備・ 改善可能	10年以内に 施設の整備・ 改善可能		10年以内に 施設の整備・ 改善可能
支流河川利用		簡易な修復・ 改善で効果 発現		簡易な修復・ 改善で効果 発現
小規模貯水池		簡易な修復・ 改善で効果 発現		簡易な修復・ 改善で効果 発現
ポンプ灌漑/2	ポンプの配 置で効果発 現	ポンプの配 置で効果発 現		ポンプの配 置で効果発 現
天水活用			技術普及、 種子・肥料投 入で効果	職訓、畜産 等の技術普 及で効果
上流ダム	事業実施に 10年以上必 要	事業実施に 10年以上必 要		事業実施に 10年以上必 要

6. ステークホルダーの意向

	灌漑二作	灌漑一作	天水依存	複合経営/1
既存水源活用	受益者の要 望最も高い	受益者の要 望高い		受益者の要 望は低い
支流河川利用		受益者の要 望高い		受益者の要 望は低い
小規模貯水池		受益者の要 望高い		受益者の要 望は低い
ポンプ灌漑/2	受益者の要 望は低い	雨季稲作の 補助灌漑と して要望高い		受益者の要 望は低い
天水活用			受益者の要 望は低い	受益者の要 望は低い
上流ダム	受益者、担 当官庁の要 望高い	受益者の要 望高い		受益者の要 望は低い

注 /1: 作付率150~200%
/2: 作付率100~125%
/3: 小規模農家の畜産、野菜栽培、あるいは農外所得による所得向上
/4: ポンプ灌漑は天水水稲や重力灌漑地区での補助灌漑として利用

項目別の評価内容

1. 経済性

	灌漑 二作	灌漑 一作	天水 依存	複合 経営
既存水源活用	◎	○	×	△
支流河川利用	×	△	×	△
小規模貯水池	×	△	×	△
ポンプ灌漑	△	△	×	△
天水活用	×	×	○	○
上流ダム	△	×	×	×

2. 農家所得向上

	灌漑 二作	灌漑 一作	天水 依存	複合 経営
既存水源活用	◎	○	×	△
支流河川利用	×	○	×	△
小規模貯水池	×	○	×	△
ポンプ灌漑	△	△	×	△
天水活用	×	×	△	△
上流ダム	◎	○	×	△

3. 裨益人口

	灌漑 二作	灌漑 一作	天水 依存	複合 経営
既存水源活用	△	○	×	△
支流河川利用	×	△	×	△
小規模貯水池	×	△	×	△
ポンプ灌漑	×	△	×	△
天水活用	×	×	◎	◎
上流ダム	○	◎	×	△

4. 環境インパクト

	灌漑 二作	灌漑 一作	天水 依存	複合 経営
既存水源活用	◎	◎	×	◎
支流河川利用	×	○	×	◎
小規模貯水池	×	○	×	◎
ポンプ灌漑	◎	◎	×	◎
天水活用	×	×	◎	◎
上流ダム	△	△	×	△

5. 早期効果発現

	灌漑 二作	灌漑 一作	天水 依存	複合 経営
既存水源活用	○	○	×	○
支流河川利用	×	◎	×	○
小規模貯水池	×	◎	×	◎
ポンプ灌漑	◎	◎	×	◎
天水活用	×	×	◎	◎
上流ダム	×	×	×	×

6. ステークホルダーの意向

	灌漑 二作	灌漑 一作	天水 依存	複合 経営
既存水源活用	◎	○	×	△
支流河川利用	×	○	×	△
小規模貯水池	×	○	×	△
ポンプ灌漑	△	◎	×	△
天水活用	×	×	△	△
上流ダム	◎	○	×	△

灌漑・水源開発アプローチと農業開発アプローチの組合せマトリックスによる総合評価

5 - 3 - 3 総合評価

上記 6 指標の評価結果について、総合的評価の材料とするために、以下の方法で数値化を行った。

総合数値指標の算出

1. を 3 点、 を 2 点、 を 1 点、 × を 0 点とする。
2. 6 指標の点数を合計する。満点は 18 点となる。
3. 満点(18 点)を 100%とし、各合計点をパーセントに換算する。
4. 10 点満点に置き換える(パーセントを 10 で除して小数点以下四捨五入する)

上記の数値化によって得られた総合数値指標は以下のとおりである。

総合数値指標

	灌漑二作	灌漑一作	天水依存	複合経営
既存水源活用	8	7	X	5
支流河川利用	X	6	X	5
小規模貯水池	X	6	X	6
ポンプ灌漑	5	7	X	6
天水活用	X	X	7	7
上流ダム	6	4	X	2

計画対象地域の開発アプローチを選択する場合に、このマトリックスで示す全ての組み合わせがそれぞれの地区に適応できるものと考えられる。水資源の可能性、地域のニーズ、その地区の条件によって最適な開発アプローチを検討するための一つの基準として利用できるであろう。

本章冒頭で述べた「開発アプローチの互換性」も考えつつ上記結果をみると、やはり既存の水源や灌漑施設を活用(改修による機能回復、システム改善による機能強化、拡張など)による灌漑稲作が相対的に高く評価されている。ただし、この開発アプローチでカバーできる範囲は計画対象地域農地面積(約 30,000 ha)の 1~2 割程度である。

支流河川利用、小規模貯水池による開発アプローチは、事業費が安価で資金調達のオプションも多く早期効果発現は期待できるが、灌漑面積が既存水源活用案よりもはるかに小さいこと、雨期作の補給灌漑の利用しかできないため、総合数値指標は低くなっている。

ポンプ灌漑は運転コストが高いためあくまでも重力灌漑システムにおけるリスク回避を主目的とするが、現在も広く利用されており農民のニーズが高いこと、導入がしやすいこと、雨期の無降雨期において生産確保の有効な手段となることから、主体的な灌漑手段ではなくリスク軽減の観点から有効なアプローチといえる。

ポルポト水路や池などを利用して天水を一次貯留、あるいは配分して利水安全度を改善する

天水活用アプローチは、便益もコストも低く地域的な生産増にはつながらないかもしれないが、多くの貧困農家に広く裨益することから有効なアプローチと考えられる。カンボジアのポルポト水路地区の多くが水源不足の状態にあり、この天水活用アプローチは適用範囲が広いため、期待される開発アプローチでもある。

上流域の小規模ダム開発アプローチは、10万分の1地形図と流域外の雨量データに基づいた検討しか行っておらず断定的な経済評価を行うことは困難であるが、水稻二期作による便益から逆算した「妥当投資額」(EIRR8%で5,200ドル/ha程度。灌漑施設整備含む)及び一般的なダム灌漑事業の事業費から類推するに経済的妥当性はかなり低くなることが予想される。

5 - 4 洪水対策アプローチ

5 - 4 - 1 堤防

第3章でも述べたとおり、プレクトノット川の流下能力はバサック川の流下能力にも支配され、10年生起確率洪水(1,000 m³/s)、5年生起確率洪水(800 m³/s)ともに、上流域の貯留機能なしに抜本的洪水対策を施すことは困難である。現在整備されている堤防の堤内地(川寄り)には多くの集落があり、毎年のように浸水被害を受けている。堤防の嵩上げはこれら堤内地集落の浸水被害を増大させる可能性があり、慎重に検討すべきである。

一方、既存堤防は構造的欠陥のために計画洪水位に達しない段階から侵食崩壊している区間があり、これらについては土質学的な観点から改修を行うことは有効であろう。新たな堤防建設や嵩上げについては堤内地住民、農地への影響、上下流での水位変化にも留意して十分な検討が必要となる。

ADBによる洪水復興プロジェクト(Emergency Flood Rehabilitation Project)におけるプレクトノット川の洪水位モデル解析結果をレビューするとともに、堤防建設に係る技術ガイドラインの作成、これに基づく既存堤防の改修などが堤防に係るアプローチとして考えられる。

5 - 4 - 2 遊水池

上流での洪水流出貯留による調整や堤防による洪水防御が望めないことから、域内の一部に洪水を滞留させることによって他の地域を洪水被害から守る、いわゆる遊水池を設けることが土木的対策として考えられる。しかしながら、少なくとも10万分の1地形図で見ると、計画対象地域内に「遊水池として指定する適地(未利用地)」は見あたらない。一方、上流域のいくつかの地点には、地形条件、人工構造物(道路・堤防)などによって通水断面が制限され、その上流部で湛水状態が生じている箇所がある。たとえばコンボンスプーより西方の国道4号線南側、プレクトノット多目的ダム予定地点¹上流側などである。これらの地点(コントロールポイント)における洪水、湛水頻度は近年増加傾向にあり流域の保水力低下が指摘されているが、下流への洪水軽減の観点から見ればこうしたコントロールポイント上流部の遊水池としての活用も考えられる。いずれにせよ、ある一部の地域への湛水・氾濫を許すことによって他地域の洪水被害を軽減する遊水池の設置には、湛水解析による洪水軽減効果の検討や、ハザードマップの作成等による政策的措置を講ずる必要がある。特定地区の湛水解析を行うためには、詳細

¹ 同地点における雨期と乾期の水位差は最大8mにも及び、この水位差による上流部での洪水一時貯留効果は非常に大きく、洪水の緩衝機能を果たしている。

な地形図と水文観測が必要となる。まずは現地聞き取りなどによって湛水域の大きな「遊水池効果」の高い地域をハザードマップ上に特定した上で、流域全体としての中短期洪水対策の方向性を示す必要がある。

5 - 4 - 3 洪水予警報

プレクトノット川はカンボジアの他の河川に較べれば流出の速い河川（flashy river）である。ダム、堤防建設、遊水池建設といった土木的洪水対策が必ずしも短中期的には有効な対策とならないことから、洪水被害を如何に軽減するかというアプローチを主体とせざるを得ない。これらの具体策として一般的には洪水予警報システムが挙げられる。気象レーダー、雨量・水位観測およびテレメータ、洪水警報伝達システムなど、様々なアプローチがある。このうち気象レーダーについては、現在、水資源気象省（気象部）が日本政府に対して無償資金協力を要請している。この気象レーダーによる上流域の雨量分布把握は、洪水予報においてかなり有用な指標を与えることとなる。

一方、流域の雨量・水位観測現況に目を向けると、その大部分が目視（マニュアル）による日雨量・水位観測で、その観測値は1ヶ月毎に水資源気象省にて集計されるにすぎない。ただ、プレクトノット川上流の Peam Khley 地点の水位は、雨期には時間毎に目視観測された水位を無線によってコンボンスプー州事務所を經由して水文部に報告されている。

このような状況を考えると、まずすべきことは上流支流流域への雨量・水位観測施設の増設と、無線によるリアルタイムのデータ収集システムを構築し、そのデータを解析することによって、上流域降水量（時間雨量）と下流水位（流量）の関係を把握することである。これらの解析結果に基づいて下流域チェックポイントにおける警戒水位を設定し、周辺住民への周知・避難誘導に結びつけることが洪水被害軽減策として有効な手段と考えられる。

5 - 4 - 4 排水路整備

計画対象地域のプレクトノット川後背地では、本川の水位が低下し流下能力が回復しているにもかかわらず、自然堤防が障害となって低位部の湛水を排水できない地域がある。こうした地域では排水網整備によって湛水期間の短縮を図ることができる。洪水ハザードマップを基にこうした地域を特定し、基幹排水路の整備計画を策定することができる。

第6章 開発戦略

計画対象地区の農業総合開発を考える上で重要なファクターとなるのは水源および洪水に代表される水環境である。開発計画を策定する際に重要なのは、目標とする期間（短期・中期・長期）とその期間目標に応じて、前章で検討した水源開発あるいは効率利用、洪水対策、農業開発の各アプローチを組み合わせる開発戦略を立てることである。

本章では、計画対象地区を水環境の観点から類型化し、それぞれについて期間別の開発目標に呼応した開発アプローチの組み合わせを検討する。

6 - 1 計画対象地区の類型化

計画対象地域は水環境の観点から以下のように類型化できる。（図 6.1.1 参照）

A タイプ：ローレンチェリ堰がかりの灌漑地区で、計画用水量が十分確保できる、あるいは現時点で灌漑用水が充足している上流地域。水源量としては充足しているが灌漑施設未整備のため水不足が生じている地域を含む。

B タイプ：同上灌漑地区に属するが水源自体が不足しているため計画用水量を確保できない、あるいは現時点で不足している中下流地域¹。

C タイプ：ローレンチェリ堰灌漑地区外にあり、支流や小規模貯水池（ため池）などによる小規模灌漑システムによって灌漑される地域。

D タイプ：安定した灌漑水源を持たない天水依存地域。

(1) A タイプ

現況の水源量から考えれば、約 5,000 ha 相当と考えられる。これには、下流部すなわちカンドルスタン地区、トンレパティ地区を含んでいるが、計画対象地域から両地区への還元利用水（一般的には用水量の 20%、すなわち 1,000 ha 相当分が下流にて再利用可能と見積もられる）や、下流部独自の流域（すなわち残留域）は算入していない。位置的には選択の幅はあるものの、ローレンチェリ（左岸）幹線水路では、O'Krang Ambel 川までの幹線がかりの灌漑地区（数 100 ha）と、O'Krang Ambel 貯水池がかりの Lumbach 幹線水路による灌漑地区（4,800 ha）あるいは O'Krang Ambel 川を超えて北側を灌漑する北側幹線水路がかり（8,670 ha）の一部が A タイプに相当する。ただし、後者については、O'Krang Ambel 川を超えて灌漑地区に達するまでの距離が長く、また上記 Lumbach 幹線地区との用水の取り合い、プレクトノット川に完全に依存していることなど、利水安全度は低く A タイプとして位置づけるには不利な条件が多い。

ローレンチェリ南（右岸）幹線では、上流部の 2,320 ha が A タイプに相当する。いずれにしても、水源量が限られているため優先順位付けによって A タイプとして類型化することとなる。

¹ 水収支を考慮せず過大に建設された灌漑施設の支配地域。カンボジアの多くの灌漑地区（ポルポト水路）は、水路網があるものの水源が不足しており、このタイプに属している。

(2) B タイプ

ローレンチェリ灌漑地区（計画対象地域に含まれる）約 20,000 ha のうち、上記 A タイプを除く約 15,000 ha の地域。B タイプ地域に属する農民は、現在地域内への降水・流入水を水路網を通じて巧みに利用し稲作を行っている。農民に問えば、「プレクトノット川から水が来ている」と答えるものの、実際に水路に流れているのは地域への降水および周辺からの流入水である。また、これらの地域では、プレクトノット川あるいは水路に滞留した用水をポンプを用いて利用することができる。

また、プレクトノット川の水源ポテンシャルを前提として長期的には B タイプを A タイプに転換する方策、すなわち水源開発アプローチを検討することとなる。

(3) C タイプ

プレクトノット川支流域にあって、プレクトノット本川の水資源を利用できない C タイプの地域としては、プレクトノット川北（左岸）側の O'Krang Ambel 川支流域、その他、両岸から合流する数本の支流河川あるいは小規模貯水池によって灌漑可能な地域であるが、全体の開発ポテンシャルとしては 1,000 ha に満たないものと推察される。O'Krang Ambel 川は水源ポテンシャルとしては大きいものの、大部分は上流域（EU によって整備された Chanthnal 貯水池（灌漑面積 1,000 ha））または Lumbach 幹線水路を通じてロランチェレイ灌漑地区（A または B タイプ）で利用されることとなり、中間流域での対象農地自体が少ない。

(4) D タイプ

計画対象地域全体の約 30,000 ha の農地（95%以上が水田）のうち、上記 3 タイプを除く約 9,000 ha が本タイプに類型化されるものと考えられる。これらの中には、灌漑水路を全く持たない地域と、ポルポト水路などの既存水路を通じて雨水・流入水を利用している地域がある。地図上の情報でこれらを特定することは難しいが開発のアプローチはそれぞれ異なる。

6 - 2 開発目標

計画対象地域の開発計画策定については水源開発の有無が大きく影響を与える。水源開発のなかで上流域の小規模ダム開発については、水文観測資料の不備もあって 10 年以内の実現は難しい。したがって、開発計画の策定にあたっては中短期、長期の目標を想定しそれぞれに応じた戦略的開発計画を策定する必要がある。

上記いずれの類型についても、長期的な開発目標は「農家所得と生活水準の向上」とし、短中期目標としては「域内のコメ自給」とするのが妥当と考える。

地域全体としてのコメの自給は、収量 2.0 ton/ha/年を実現すればほぼ達成できるが、個別農家レベルで見ると「水資源」、「土地資源」の不足から自家消費分を収穫し得ない農家もある。こうした農家に対しては、加工・流通による収入増や農外収入の増加によって購買力を改善し、域内自給を図ることが重要なアプローチとなる。

長期目標としての農家所得と生活水準の向上を図るには、農業収入ではコメ増産による収入増が主体となり、農外収入では農業・土木作業員としての賃労、工場など企業での労働、家内手工業などが考えられる。コメの増産には水資源開発が必要であり、計画対象地域の将来像を考える上では水源開発が大きな支配要因となる。

6 - 3 開発戦略

6 - 3 - 1 灌漑水稲 2 期作 米増産による所得向上

安定した水源および灌漑施設を有する A タイプの地域では、速やかに所定の灌漑効率を実現し水利組合強化による持続的な水稲二期作を目指す。具体的には、灌漑効率に直接影響する取水機能確保、水路の断面確保と浸食防止工、水位調整施設（チェックゲート）の設置などがハード面での整備計画となる。

農業面では、高収量品種の二期作栽培によって自家消費のみならず域内の自給を達成するための増産体制を確立すること、さらに増産した水稲の販売や加工、マーケティング等による農家所得の改善を図るための支援を強化する。

6 - 3 - 2 灌漑水稲 1 期作 雨期の補給灌漑による自給達成と作物多様化

B や C タイプの水田地区は灌漑に利用可能な水源が限られているため水稲 2 期作はできないが、雨期水稲の補給灌漑によって完全灌漑を行う。各農家の米自給を達成するとともに、水稲作付前あるいは収穫後に換金作物生産によって所得向上を図る。

水稲の作付けはいずれにしても雨期初期の降雨に頼らざるを得ず、移植を早めることは困難であるが、逆に雨期初期にポンプなども利用して作期の短いマメ科作物などを栽培することは可能である。A タイプに較べて投資額も低いことから、高価な水路構造物を設置して管理損失を減らすことよりも、むしろ自由度の高いポータブルポンプの活用によって、水路内に滞留した損失用水を利用することで用水の効率利用を図る。

C タイプの計画対象地域における灌漑可能面積は決して大きくはないが、小規模灌漑の利点である高い灌漑効率と水管理の容易さから、雨期の水稲栽培と前後の畑作物栽培を目指す。コンボンスプー州 Kong Pisei 県の O'Treang 貯水池のように雨期に水稲(100%)、乾期にスイカ(20%)を栽培し高収入をあげている例もある。水源量が限られていることから、水の低消費型の換金作物を導入して農業収入の増加を目指す。特に C タイプの地域内にある小規模貯水池については、雨期の小乾期に対する調整施設としての役割や水管理上の緩衝機能が期待でき用水の効率活用のために有用である。小流域の重力灌漑は流量変化が大きく難しいが、水利組合や村が独自に施工できる簡易な仮設的取水工の導入を検討する。

営農面では米自給とともに畑作物を一部栽培することによって収入の向上を目指す。水稲品種は収量が多く生育期間の短い高収量品種を推奨する。政府農業セクターはそのために良質な種子を調達し農家に販売、かつ作物多様化に伴う技術普及と生産物の流通支援を行う必要がある。営農面では自給を目指しつつ畑作物を一部栽培することによって収入の向上を目指す。

長期的に水源開発によって灌漑用水が確保されれば B タイプの地帯は水稲の 2 期作も可能となる。将来の水源開発を考えるにも、既存水源の効率活用を図る上でも、水源量の把握は中短期に行うべき重要な施策である。プレクトノット川上流域の主要な支流域に雨量観測、水位・流量観測のネットワークを構築し、得られた観測結果を基に水源量評価を行うことが急務である。

6 - 3 - 3 天水農業 食糧自給と畜産・野菜などによる所得向上

カンボジアの多くの水稲作は天水依存型で行われており、この営農形態の転換あるいは改善が計画対象地域でも課題となる。天水農業には 2 種類がある。ひとつは水路を全く持たない完

全な天水直接利用型（主に D タイプの地域）、他方はポルポト水路や排水路、池など近傍にわずかながらも水を貯留あるいは搬送しうる施設を有している天水配分型（主に C タイプ地域）である。

米自給に必要な最低収量 2.0 トン/ha を目指しつつ、食糧購入や所得向上のための現金収入を図るための畜産、小型の池などの水源を利用した野菜生産や果樹開発等の方途を探ることが中短期的なアプローチとなる。C タイプの地域では将来水資源開発の可能性から灌漑用水が確保できれば、灌漑水稻の 2 期作や 1 期作への転換も可能である。

6 - 3 - 4 小規模農家の複合経営による所得向上

小規模経営で水源確保も困難な地域あるいは農家は、食糧自給の達成も困難であることが予想される。不足する食糧の購入や生活水準の向上のための収入源の確保・創設を営農形態の転換や農外収入を含めて検討する必要がある。

上記の畜産、小規模水源を利用した野菜栽培や花卉生産など土地と水への依存度が低い農業経営とともに、職業訓練や地域としての雇用対策も検討せざるを得ない。すでにこうした地域での農家収支では農外収入の占める割合も多い。WFP が実施している Food for Work や UNOPS が実施している SEILA プログラムはこうした「住民参加型」「雇用創出型」インフラ整備アプローチの代表的なものであるが、農業生産を大幅に増進させる余地の少ない D タイプの地域では、長期的には「農業開発」というよりも「村落開発」というより広い枠組みのなかで考える必要がある。

「水源あるいは水の流れて地区を特定できる灌漑農業開発」とは違い、天水依存型の地域は点在しているため、行政区あるいはコミュニティを開発単位とした開発アプローチとメニューが必要となる。「community-based livelihood development」を開発戦略の軸とし、天水稲作、畜産、農畜産物加工、賃労、家内手工業など、女性の収入・生活改善を重点に置いた地域開発の方向性がある。コミュニティやグループ活動を基盤とした開発も重要である。

6 - 4 プロジェクト関係者の意向～公聴会結果

6 - 4 - 1 公聴会の実施

計画対象地域のプロジェクト関係者（受益者、政府関係者等）の現状認識と開発に対する意向を確認する目的で公聴会を実施した。公聴会は現地調査終盤の 12 月 29 日（カンダール州の関連 2 県、12 コミューン）と同 30 日（コンボンスプー州の関連 3 県、25 コミューン）の両日開催した。

参加者は農林水産省（本省、州、県）、水資源気象省（本省、州、県）、県担当職員および各コミュニティから 2 名（コミュニティの代表、農民代表）である。アンケート回答数は、カンダール州が 18 サンプル（1 コミューン 1 回答）、コンボンスプー州が 31 サンプルとなっている。

公聴会では冒頭に調査カウンターパートから、本件調査の背景・経緯と調査結果の概要を説明し、そのあと参加者とのフリーディスカッションを行い、その後アンケートを配布し、内容を説明しながら回答を得、回収した。使用した調査票（カンダール州）を付属資料-6 に示す。

6 - 4 - 2 カンダール州での公聴会結果

(1) 全般

カンダール州では、Kandal Stueng 県および Angk Snuol 県の国道 3 号線以西のコミューンが参加した。これらのコミューンはローレンチェリ頭首工がかりの下流域に位置し、灌漑施設はあるものの用水不足をきたしている地域である。出席者からはプレクトノット多目的ダム建設への強い要望が出されたほか、労働力不足に関連して役畜の拡充策を求める声が強かった。

(2) アンケート調査結果

a) 既存水源および灌漑施設

水源については「天水」と応えた回答者が最も多く 53.1%、ついでプレクトノット川 (27.4%)、小規模貯水池 (11.6%)、支流 (9.4%) となっている。水源が充足していると回答したのは 18 サンプルのうち、2~3 サンプルのみであり、天水については 33% が水稲作に十分との見解を示しているが、他の回答結果からみれば、農家は須く天水依存の状況から少しでも早く脱却したいと考えているのは明白である。

既存の灌漑施設(複数回答)として最も多いのが「ポンプ」の 83% で、ついで水路(72%)、小規模貯水池およびため池(56%) となっている。ポンプはあくまでも重力灌漑システムの補助的ポンプ利用であり、水位調整施設(チェックゲートなど)が極端に少ないカンボジアの灌漑システムでは多く利用されている。

施設の状況については、水路自体は 61% 程度が「良い (good)」と回答されており、ポンプは「悪い (bad)」が 50% で「良い」はなく、小規模貯水池は「悪い」が 27%、「良い」が 22% となっている。

b) 類型

「6.1 計画対象地区の類型化」における A~D の各類型について説明し、プロジェクト関係者による類型判断を求めた。質問では、各類型がそれぞれどのくらいの割合(百分率)を示しているかを尋ねた。結果として、A タイプ(ロランチェレイ掛かりで、十分な水源があり灌漑施設もある)が 21.1%、B タイプ(ロランチェレイ掛かりで、灌漑施設はあるが水源は不足)が 9.7%、C タイプ(ロランチェレイ支配域外で小規模灌漑システムを持つ)が 11.0%、D タイプ(ロランチェレイ支配域外で水源も灌漑施設も持たない)が 57.6% となっている。

c) 問題点

回答としてあげられた問題点(記述式)をまとめると以下のとおりである。

- 水源の不足、灌漑施設の機能低下または不足(水位調整施設、横断構造物の欠如、水路内堆砂)
- 洪水
- 灌漑施設維持管理の悪さ
- 営農栽培技術が未熟
- 良質な種子が入手困難

- 道路・学校などの村落インフラの未整備
- 役畜の不足
- 病虫害による生産低下

d) 対策

上記の問題への対応策としては以下が挙げられている。

- 水路掘削、水路の新設、水位調整施設の配置
- 良質な種子の供給・配布
- 役畜の安価配布
- ポンプの導入
- 農業技術普及
- ダム建設

e) 開発の阻害要因

上記の対策を講じる上での阻害要因としては、建設工事労働力の不足、労働力確保のための原資（Food for Work の米など）不足を挙げている。

f) 望まれる開発アプローチ

上記 6.3.1～6.3.4 に示す開発アプローチ・戦略についての嗜好を尋ねたところ、プロジェクト関係者が望む順位(4つのアプローチに順位を付ける)は以下のとおりとなっている。

- 第1位(平均 1.3 位)： 水稻二期作
- 第2位(平均 2.6 位)： 水稻一期作
- 第3位(平均 2.9 位)： 複合経営(小規模農家による現金収入追求型)
- 第4位(平均 3.1 位)： 天水自給

あくまでも米の安定生産と収入増を目指す開発アプローチに対する期待が強い。

g) 開発アプローチの優先度

プロジェクト関係者が挙げる開発アプローチの優先順位(6つの指定項目に順位付け)は以下のとおりである。

- 第1位(平均 1.2 位)： 水源開発・灌漑施設整備
- 第2位(平均 2.1 位)： 農業技術普及
- 第3位(平均 2.9 位)： 農村インフラ整備
- 第4位(平均 3.4 位)： 保健衛生
- 第5位(平均 3.6 位)： 教育
- 第6位(平均 4.6 位)： 作物に依らない所得向上策(職業訓練等)

ここでも、土地または農業に依存した生計・生活向上への期待が強く示されている。

6 - 4 - 3 コンボンスプー州での公聴会結果

(1) 全般

コンボンスプー州はプレクトノット多目的ダム の湛水地域と同ダムによる灌漑対象地域の両者を含む事情を持ちながら、今般の公聴会ではローレンチェリ頭首工掛かりの灌漑対象地域のコミュニオンを対象としているために、プレクトノット多目的ダムに対する実施要望が強く出された。調査団は調査の目的としての「プレクトノット多目的ダムの再評価と代替案による開発アプローチの検討」を説明する過程で、「現時点でのプレクトノットダムの推進は極めて難しいこと」、「むしろ中短期で実現可能な緊急開発課題に取り組むことが得策である」ことをプロジェクト関係者に説明し、代替開発アプローチについて関係者の意向を確認した。

(2) アンケート調査結果

a) 既存水源および灌漑施設

水源については「天水」と応えた回答者が全体の4分の3の75.5%を占め、ついでプレクトノット川(12.8%)、小規模貯水池(5.7%)、支流(5.4%)となっている。水源が充足していると回答したのは、プレクトノット川を水源とする場合は19%、天水については45%が水稲作に十分との見解を示している。

既存の灌漑施設(複数回答)として最も多いのがやはり「ポンプ」の87%で、ついで小規模貯水池(65%)、小規模貯水池およびため池(61%)となっている。

施設の状況については、水路、ポンプ、小規模貯水池いずれをとっても「良い(good)」は10%以下で4~6割が「まあまあ(fair)」、5~15%が「悪い(bad)」と捉えている。公聴会で出された全般的な意見はプレクトノットダム(水源開発)に対する強い要望であり、比較的水環境に恵まれた上流部に位置していながら灌漑施設の改修よりも水源開発に対する期待(現状の大幅な改善)が大きい。

b) 類型

Aタイプ(ロランチェレイ掛かりで、十分な水源があり灌漑施設もある)が13.3%と下流のカンダール州より割合は少なく、Bタイプ(ロランチェレイ掛かりで、灌漑施設はあるが水源は不足)が9.6%、Cタイプ(ロランチェレイ支配域外で小規模灌漑システムを持つ)が6.8%、Dタイプ(ロランチェレイ支配域外で水源も灌漑施設も持たない)が74.6%となっている。Dタイプのなかには、ロランチェレイ頭首工掛かりのポテンシャルはあるものの、西ブノンベン総合開発計画(フンセンプロジェクト)の事業が未着手で、「灌漑施設がない」と判断されている地域があるものと考えられる。

c) 問題点

回答としてあげられた問題点(記述式)をまとめると以下のとおりである。

- 水源の不足、灌漑施設の機能低下または不足(水位調整施設、横断構造物の欠如、水路内堆砂)
- 土壌条件が悪い
- 収量が低い
- 肥料が高価で入手が困難

- 洪水
- 市場が未発達
- 食糧不足
- クレジットへのアクセスがない
- 道路・学校などの村落インフラの未整備
- 堤防の老朽化

d) 対策

上記の問題への対応策としては以下が挙げられている。

- プレクトノットダムまたは代替ダムの建設
- 灌漑施設新設または改修
- 投資の誘致
- 道路・橋梁建設
- クレジットの導入
- ポンプの導入
- 農業技術改善・普及
- 洪水対策工

e) 開発の阻害要因

上記の対策を講じる上での阻害要因としては、水源自体の不足(灌漑施設整備に対して)、開発資金の不足を挙げている。

f) 望まれる開発アプローチ

プロジェクト関係者が望む開発アプローチの順位(4つのアプローチに順位を付ける)は以下のとおりとなっている。

- 第1位(平均1.9位)： 水稻二期作
- 第2位(平均1.9位)： 水稻一期作
- 第3位(平均2.5位)： 天水自給
- 第4位(平均3.6位)： 複合経営(小規模農家による現金収入追求型)

灌漑の有無に依らず水稻作に対する執着が結果に顕れている。

g) 開発アプローチの優先度

プロジェクト関係者が挙げる開発アプローチの優先順位(6つの指定項目に順位付け)は以下のとおりである。

- 第1位(平均1.4位)： 水源開発・灌漑施設整備
- 第2位(平均2.1位)： 農業技術普及
- 第3位(平均3.0位)： 農村インフラ整備
- 第4位(平均4.2位)： 作物に依らない所得向上策(職業訓練等)
- 第5位(平均4.4位)： 教育
- 第6位(平均4.5位)： 保健衛生

コンポンスプー州においても優先順位上位はカンダール州と同様であるが、「作物に依らない所得向上策」が第4位として続いている。

第7章 プレクトノット川流域総合農業開発計画調査

予備調査で明らかになった対象地域の現況、ポテンシャル、開発の阻害要因、関係者との協議内容をふまえ、実施上の留意点について検討した。さらにそれらの留意事項をもとに、「プレクトノット川流域総合農業開発計画調査」の内容を検討した。

7 - 1 開発調査実施上の留意事項

7 - 1 - 1 調査運営上の留意事項

(1) カウンターパート機関

カンボジア側の要請書によると本件の要請機関は、国内メコン委員会(CNMC)であるが、事業実施機関は水資源気象省(MOWRAM)となっている。CNMCはカンボジア政府直轄の機関として、メコン川流域に関係する政策、開発、保全、水管理などの調査・計画の遂行、政府、関連省庁および地方行政機関の調整、メコン委員会(MRC: Mekong River Commission) MRCメンバー国の国内委員会、その他国際機関との協調を目的としている。CNMCの構成メンバーは、MOWRAM、農業省、農村開発省、公共事業・交通省、環境省など10の省からなり(図2.7.1参照)議長はMOWRAMの大臣が就任している。職員数は副議長から運転手までを含めて総勢30人と比較的小さな組織であり、独自の調査や関連資料の蓄積(図書資料、空中写真、環境など)を行っているが、関連省の上部機関として調整機能と情報の提供や人材開発(トレーニング)を主な役割としているようである。CNMCの年間予算は約150百万リエル(約37,500ドル)と他省庁と同様に政府から配分される予算額は経常費に限られており、ドナー等からの援助や委託調査の資金が活動や事業に当てられている。職員は意欲的であるが、人員数が少ない、地域計画策定などの経験がほとんどない、活動予算がないなどから、開発調査の実施はCNMCの調整のもとに関連省庁の協力を得る必要がある。

予備調査の段階ではCNMCの議長にMOWRAMの大臣が就任したことから、MOWRAMが実質的なカウンターパート機関の中心となった。このことからMOWRAMが本案件に最も関心が強いことが窺える。予備調査期間中においてもCNMCからは本件に関する特別のコメントや意見はほとんどなくMOWRAMの主導となった。

なお、プレクトノット川流域の開発に関する運営委員会(Steering Committee)が2003年に組織されている。この会のメンバーはCNMC、MOWRAM、農業省、公共事業省、環境省の中央機関とコンポンスプー、カンダル、タケオの各州およびプノンペン市である。開発調査の実施において関係することになると考えられるが、この委員会の実質上の活動は不明である。

(2) プレクトノット多目的ダムプロジェクト

カンボジア政府、特にMOWRAMは以前からプレクトノット川流域の灌漑開発とプレクトノット多目的ダム開発の再開に強い意欲をもっている。さらに2002年から水源確保の見通しが無いままロランチェレイ頭首工掛かりの24,000ha(プノンペン市の南部地区を含む)

を灌漑受益地とする水路整備事業「西ブノンペン総合開発事業」を開始している。一方、多目的ダムについて MOWRAM 担当者は、移転対象者が毎年増加しており 2002 年現在、約 5,000 家族、23,000 人になったこと、独自予算で行わなければならない移転事業費などの用途がたたないこと、大規模な住民移転を伴うダム開発にドナーが関心を示していないため、多目的ダム開発の再開は難しいとの意識をもっているようである。しかし、この件に関しては MOWRAM 大臣の意思がすべてを決定するという状況にあり関係者は明言を避けている。予備調査団はプレクトノット多目的ダムプロジェクトの再開は 2001 年の JICA プロ形の調査結果に加え、下記の理由からきわめて難しいとの結論を伝えた。

- 例え、プレクトノット多目的ダム事業の実施が可能としても住民移転のための補償評価調査の必要期間から想定して建設までに最低 10 年以上の期間が必要である、
- ダム高を下げても移転を余儀なくされる住民の数はあまり減少しない、
- 住民移転には対象住民にとどまらず国内及び国際的なコンセンサスが得られることが必要である、
- 対象住民のすべてが移転できる土地がすでにない、
- 現在残っている移転候補地のほとんどは水田農業が行えない土地である、
- 住民移転など環境対策費が大きくなるため費用対効果の点においても妥当な投資でない。

(3) 代替水源

予備調査団は、現状の利用可能な水源およびプレクトノット多目的ダムに替わる灌漑水源について現地調査を行った。

ローレンチェリ頭首工地点のプレクトノット川流量と西ブノンペン総合開発計画の幹線水路に合流する支流域からの水源を加えても、この水路掛りの水田面積約 20,000 ha に対して 5,000 ha 程度（作付率 150%程度）の灌漑が限度である。また、小規模貯水池の改修による灌漑可能面積も最大限 200～300 ha が限度である。すなわち、西ブノンペン総合開発計画の灌漑対象地区のほとんどは、雨期一作に対する致命的干ばつ害の回避や不十分（ごく僅か）な補給灌漑程度の効果が期待できるのみである。

予備調査団は上流に小規模ダムの候補地が 3 カ所あることを地形図上で確認した。これらのダムは多目的ダムに替わる水源となる可能性はあるが、下記のような検討課題と問題点を抱えているおり、地質的な問題がないとしてもダム開発のための F/S 調査が行えるまでに 10 年以上の年月が必要であることを MOWRAM 側に伝えた。MOWRAM の担当者はプレクトノット多目的ダム事業の再開が難しい現状から、これに替わる将来のダム候補地として関心を示している。

- 100,000 分の 1 地形図上と一部地上踏査の確認を行ったのみであり、地質的な問題点の有無は未確認である、
- 100,000 分の 1 地形図上での貯水容量やダム規模の推定に限度がある、
- 3 カ所のうち 2 カ所は野生生物保護区内にあり、残りの 1 カ所も山地の森林地帯にあるため詳細な自然環境の調査を必要とし、環境インパクトの影響を回避できる場合にも保護区からの解除手続きがなされてはじめて事業の着手が可能である、

- 上流側には降雨観測データや水文データがなく、気象・水文データの観測から始めなければならない。最低 10 年間程度のデータ蓄積とこれに基づいた水文解析が必要である、
- 技術的に水源開発が可能であり、それが唯一の水源開発代替案であっても、既存水源利用の他の方法と比較して費用対効果は低いと予想される

以上の状況を踏まえた上で MOWRAM は上流の水源開発候補地の初期調査として地質的問題点の有無についての確認調査を開発調査の中で行うことを要望している。

計画対象地域 30,000 ha (うち、西プノンペン総合開発事業の対象地区 20,000 ha、この範囲外が約 10,000ha) に対して短・中期間に新たな水源開発が困難、長期的にも開発可能水源量が把握できない状況下で M/P の策定、F/S の優先地区選定には下記の点に留意する必要がある。

- 長期計画 (M/P) では、将来における上流ダムの可能性が不明であるため、灌漑可能面積は最大を西プノンペン総合開発計画の受益地 (約 20,000 ha) 程度、最小を現況の利用可能水源による灌漑可能面積 (最大 5,000 ha) 程度として提示しなければならない。
- 長期計画、短・中期計画ともに灌漑できない水田面積が大きいことから、地域の貧困解消を図るために、天水依存あるいは水や土地に依存しない所得向上策の計画・提案が必要であり、これが地域の開発に重要な意味をもつことになる。
- 上流の水源開発が不可能とすれば、カンボジアの国家プロジェクトとして位置づけている西プノンペン総合開発計画に対して極端に水資源量が不足するという開発調査の結果に対してカンボジア側が反発する可能性がある。

(4) M/P と F/S の枠組み

M/P は 20 年程度の長期間を開発目標としたプレクトノット川流域の総合農業開発計画の策定、F/S は 10 年開発目標年として M/P のうち優先あるいは緊急開発計画について調査する。M/P は流域全体を調査対象地域として下記の調査を行う。

現状の問題点と開発ポテンシャルの把握、

プレクトノット川と周辺支流流域を含む現状の利用可能な水資源の詳細な検討

上記以外の小規模貯水池のリハビリを含む水源開発の可能性の検討

西プノンペン灌漑開発計画と下流域 (カンダルスタン地区など) の水配分計画

土地利用計画

に基づいての、 に関する灌漑可能面積の検討、

洪水軽減被害対策の検討

と に対するローレンチェリ頭首工におけるゲート操作方法と老朽化施設などの改善に関する計画

上流側水源保全計画

予警報システムなど洪水対策と将来の上流水資源開発のための気象水文観測計画

灌漑に依存しない開発を含む計画対象地域の地帯区分別の農業ビジョン

天水依存農業における所得向上計画

上流ダム候補地の地質的な問題点有無に関する調査

F/S 対象スキームの選定

予備調査を通じて明らかになったことのひとつとして、「水文観測資料の極端な不足」がある。マスタープランのなかで将来の水資源開発、灌漑開発、洪水対策を立案するにしても、まずは水文観測体制の構築とデータの蓄積が必要であり、来る開発調査で取り扱う水源、灌漑、洪水に係るマスタープランについては、今後の水文データの蓄積に応じて修正を加えることを念頭に、水文解析手法および計画策定過程について明確にし、カウンターパートへの移転を十分に行う必要がある。また、農業開発計画においても、水資源、灌漑開発計画の修正に応じて、カンボジア側が将来的に見直しを行うことができるよう、十分な技術移転を行う必要がある。これらについては、パイロット事業の実施のなかに基礎資料収集・予備解析を取り入れることによる対応も有効と考えられる。

F/S では 10 年以内に実施しなければならない M/P で選定した優先あるいは緊急開発計画について調査する。現段階で想定される候補内容は下記のとおりである。

ローレンチェリ頭首工の機能改善計画

現況水源及び小規模水源開発を利用した灌漑計画

天水依存型農業における所得向上計画（畜産、家計向上、コミュニティ開発など）

気象水文観測データのデータベース化と利用計画

(5) カウンターパート

調査期間を通してフルタイムの共同作業と技術移転が行えるカウンターパートを必要とする。関連する調査内容と専門家にしたがって CNMC、MOWRAM、農業省、農村開発省、環境省などにカウンターパートの配置の依頼が可能であろう。

しかし、一方では各省とも英語でのコミュニケーションができる人材の多くがドナーや NGO のもとで働き開発調査のような短期間の調査に従事できる人材は限られているのが実情である。また、人材開発やトレーニングのためのワークショップやセミナーが常時どこかで開催されており多くの職員が参加するため事務所に人がいない、サイドビジネスで忙しい職員が多いなどの問題もある。

カンボジアは財政問題から政府職員の給料を低く抑えられており、出張旅費、ドナーや NGO での仕事で得られる収入を安い給料の補填分と考えている場合がある。開発調査に参加するカウンターパートに対しても必要な技術移転経費として準備しておく必要がある。同様に、ワークショップの参加者に対しても一定の交通費や昼食代を支給する必要がある。

(6) カンボジア行政機関の調査・事業実施能力

カンボジアは過去の長い内戦によって現在 30～40 歳代の社会的活動の中心となるべき人材が不足している。また、政府機関も組織体制的に未熟であり、人材育成とともに組織体制の強化が必要である。現在実施中の事業はドナーがプロジェクト事務所を置き関連省庁の職員と共同して実施しているが、まだ自前のプロジェクトを計画実施する能力に不足していると判断される。本件開発調査の中で提案しているように、優先・緊急事業計画を実施する上で基軸となる開発コンポーネントを選抜した実証調査をおこなうことが、組織の

強化と人材育成に寄与するものと期待できる。実証調査やパイロット調査の候補として下記の内容が挙げられる。

- 水文観測網の整備に伴う観測データの蓄積システム構築と気象水文解析に関する実証調査
- コミュニティ開発を通しての環境整備、生計向上活動に関する実証調査
- 水利組合の育成強化に係わる実証調査など

(7) 安全管理

調査対象地域内には一部不発弾や地雷埋設・除去の行われている地点があるが、計画対象地域内ではほぼ問題はない。上流域についてはCMACが作成している地雷、不発弾マップを参考に活動範囲を制限することができる。また、現場に入る場合には不発弾・地雷のみならず、地元とのトラブルなどを未然に防ぐため、必ず地元関係者の同行を得るようにすべきである。また、計画対象地域内ではほぼ全域で携帯電話の通話が可能であり、安全管理の観点からも携帯電話の活用を勧める。

(8) 現地再委託調査

開発調査の調査内容のうち現地再委託で行ったほうが効率的かつ低コストで実施可能と思われる項目には下記のものがある。

- 測量
- 地形図図化
- 農家調査
- ワークショップ等の開催（運営及び結果のとりまとめ）
- 機材の調達

7 - 1 - 2 農業・農村開発分野の留意事項

(1) 食糧自給

計画対象地域は伝統的に水稲農業である。地形、気象条件などの自然環境、農民の意識から今後とも水稲の生産を中心として農業が大きく変化する要素は認められない。しかし、経営規模が小さく、水不足や土壌の肥沃性に欠けるため生産性が低い、干ばつや洪水の被害がたびたび発生するなどによって、多くの農民は貧困な生活環境を強いられており、自給食糧の生産もままならない現状である。この状況から、まず、農民の食糧自給を達成することが最初の目標となる。

(2) 灌漑農業による所得向上と水源開発

灌漑農業によって市場化できる余剰水稲および灌漑畑作（豆類、トウモロコシ、ゴマ、野菜など）によって換金作物の生産が可能となろう。しかし、現状の利用できる水源が限られていることから灌漑開発によってこれを達成できる地域と農家は多くない。この点から将来の上流水源開発の可能性の有無は重要な意味がある。上流における水源開発については洪水対策目的とともに、水文観測網の整備と蓄積から開始する必要があり、この水源

開発が可能としても長い年月を要する。将来において水資源の開発が可能としても、西ブノンペン総合開発計画の外側の大半は依然として灌漑できる水資源の確保は極めて困難であろう。この点において天水条件下での農家の所得向上対策は極めて重要である。

(3) 天水農業の所得向上

雨期水稲作の安定増産が課題となる。小型ポンプの利用による補水灌漑、排水網の整備によって豪雨時の圃場湛水時間の短縮による洪水（湛水）被害の軽減などによる灌漑排水改良とともに、灌漑地区と同様に適応性の高い優良品種の採用と優良種子の供給、適正な肥培管理と圃場管理、IPM（Integrated Pest Management）などの改良栽培技術の普及を図る必要がある。このような改善によって水稲収量を 2.0～2.5 ton/ha まで引き上げることが可能であろう。これによって農家の食糧自給を達成し、その他の農畜産物の生産と農外収入を含む所得向上のアプローチを検討する必要がある。

天水条件下の農業所得向上アプローチとして以下のアイデアが提案できる。

- 個人あるいは小農民グループによる池や井戸を利用した小規模灌漑による野菜、果樹や花卉、イネワラを利用したマッシュルームなど高価格農産物の生産。ブノンペン市をマーケットに都市近郊型農業の可能性はある。
- 現在もブタやニワトリからの現金収入が高い比率を占めている。ブタとニワトリに関しては、現在の家族経営の規模でブタ 1～2 頭、ニワトリ 15～30 羽から拡大の可能性が検討の対象となろう。この中では、農民グループによる中～大規模経営も検討の可能性があろう。
- 貯水池や水田を利用した養魚
- 農畜産物を利用した小規模付加価値生産（米を発酵した蒸留酒、米ヌカやトウモロコシを利用した家畜用配合飼料、落花生などのスナック加工、小型屠場等）なお、村落内には多くの小型精米があり現状でも過剰気味である。

これらの生産は、一般に規模が小さいため技術普及の効率化と生産者に有利な生産物のマーケティングの観点から個別生産者のグループ化あるいはグループ活動による生産・販売（協同組合）の可能性が重要となろう。

農外収入源としては、縫製工場などの賃金労働のほかに現在下記のような経済活動が行われており、これらを含めた所得源と所得額の拡大の可能性検討も課題となろう。

- 村内や地方マーケットの雑貨品・食料品の販売（女性）
- 地方マーケットでの農畜産物の販売（女性）
- 小型発電機によるバッテリーチャージ（男性）
- 農産物・家畜等の仲買、輸送（男性）
- バイクや荷車による人と物資の運搬（男性）
- 野生産物の採取（水生野生野菜、竹、薪、ラタン、魚介類、炭生産など：男性）
- 小規模加工（竹細工、縫製：女性）

生計向上のために、コミュニティ開発の一環として新たな職業訓練の実施や簡易な施設の整備をふくめ、郡農村開発委員会（CRDC）や村落開発委員会（VDC）のもとでグループ

を組織して進める方法が考えられる。販売や小規模加工は女性が中心となって活動しており、女性の参画は女性の地位向上と社会参加にも意義がある。

(4) マーケティング

計画対象地域は首都に近く国道 3、4 号線沿いの交通網の要所に位置しているため、農産物などの市場としてプノンペンのみでなくシアヌークビルも対象となりえる恵まれた環境にある。プノンペン市場をターゲットとした野菜、果樹、花卉、マッシュルーム等生産による都市近郊型農業経営も可能であろう。

豆類や野菜などの換金作物の生産量は農家単位では小さく、一戸当たり数 100 kg 程度であるためこれらの運搬と販売を含む市場化にはグループ活動などによる共同作業を通じて生産者の利益を確保できるようなシステムの構築が必要である。そのためには、生産地集出荷施設や輸送・販売システム改善の提案が必要であろう。

(5) 農業生産支援（技術普及、インプット供給、クレジット）

改良技術普及の強化は不可欠である。現在、オーストラリアの協力の下で農業省が技術普及システムの強化プロジェクト（CAAEF）を実施中である。コンボンスプーとカンダルの両州はこのプロジェクトの対象地域に含まれている。現在は施設・機材の改善を含む普及システムの改善と普及活動スタッフの人材育成に重点が置かれており、まだ農民レベルまでの普及活動が十分に浸透しているとはいえない段階にある。プロジェクト実施のためには、農村レベルの普及システムの強化計画が必要であろう。

オーストラリアの協力で農業省が実施中の農業品質改善プロジェクト（AQIP）のもとで設立された全国 4 カ所の種子加工施設（民間運営）と CARDI が水稻種子の供給を行っている。対象地域の周辺には、タケオと CARDI から種子が供給されているが需要量に対して供給量は不足している現状である。種子生産農家の育成も含めて計画する必要がある。CARDI は緑豆や大豆の品種選抜と種子生産を始めている。農業省の地方農業試験場である Toul Krasang 野菜試験場が野菜種子を生産しているが、ほとんどは農業省の普及ルートを通して配布しているのみで、市場に出回っている種子の多くはタイや台湾からの輸入である。

カンボジアは低金利の制度融資がないため、農民はインプットの購入には現金か NGO のマイクロクレジットあるいはインプット供給業者のクレジット（収穫後に籾で返済）を利用している。農民の小規模ビジネスなどは NGO によるマイクロクレジットが多く利用されているが金利は月 5% 前後とかなり割高である。一部の村落開発委員会がドナー等からの資金協力をうけ独自に肥料購入のためのクレジットシステムを運営している。このような可能性も含めて検討する必要がある。

(6) 農村開発

本件の要請書には農村生活環境のミニマム充足の調査項目として農道、農村給水等に関する調査が含まれている。生活および農業物資や生産物の運搬に必要な最低限度の道路整備に関する調査は必要であるが、給水について、PRASAC や UNICEF が掘り抜き井戸ポンプの設置を行っており、また、今後とも MRD のもとで優先度にしたがって実施されているため今回の調査対象から除外することも可能と考える。コミュニティ開発として、水利組合

や農民グループの育成、生計向上としてボトムアップアプローチによる農村経済活動や農村環境整備を支援する計画として取り組むことを提案する。

7 - 1 - 3 水資源・灌漑排水開発分野の留意事項

(1) 水文観測

予備調査の結果からも明らかなように、計画対象地域における水需要の大部分は農業分野（灌漑）が占めているがその多くは充足されていないし、中短期的にも現存の水資源の効率利用に主眼を置かざるを得ない状況にある。しかしながら、限られた水資源の効率利用、将来の水資源開発、さらに洪水対策を考える場合、上流域での水文観測（時間雨量、コントロールポイントでの水位・流量）は欠かせない。

水資源気象省の既存観測施設、さらにカウンターパートとの協議の結果のふまえ、図 7.1.1 に示すとおり雨量計(5カ所)、水位計(4カ所)を設置することを提案する。観測機器は維持管理、修理を考慮して水資源気象省が使用しているものを調達することが望ましい。雨量計はデータロガー式自動記録雨量計と目測による雨量計をセットとする。水位計も同じく水資源気象省が使用しているデータロガー式水圧感知タイプのもものと、量水標目視観測を併用することとする。雨量計（オーストラリア製）はブノンペンに代理店があり、水位計（ドイツ製）はマレーシアまたは日本の代理店から調達可能である。水資源気象省はマレーシアの代理店から購入している。

水位計および雨量計の設置に伴う土木工事は全て水資源気象省水文河川部が直営で行っている。水位計設置に係る材料（鉄工、塗装）も水文河川部のワークショップで行っている。技術移転の観点からも水文観測施設設置はカンボジア側カウンターパート機関を活用するのが望ましい。

調査期間中は集中的に水文観測を行うことから、流速計も調査用に調達することが望ましい。流速計は洪水量観測を想定した大流量用（流速計、ウィンチ、ケーブル含む）と、低水観測用の 2 種類が必要である。これらについても、水資源気象省が使用している機種（水位計と同じメーカーのドイツ製品）を調達することが望ましい。

水文観測で最大の課題は「継続性」にある。かつて行われた開発調査で設置・導入された多くの水文観測施設、機器が機能していない理由は二つある。まず、カウンターパートが使用していない（なじんでいない）機器を導入したために、スペアパーツの調達、修理が困難で結果的に放置されてしまう場合。次に、カウンターパート機関の予算措置の都合上、観測が中断してしまう場合、である。

これらの問題は多くの場合が開発調査終了と同時に発生しており、立ち上げ期間として最低 1~2 年間の観測継続と実際に収集したデータを用いた分析をサポートすることによって、水文観測本来の目的・成果と必要なインプットが理解されることとなる。こうしたことから、開発調査の後半、実証調査を活用して、水資源効率活用・洪水対策の基礎資料となる水文資料収集についての技術支援を図ることが有効と考える。

(2) 水利慣行に配慮した流域水管理

中短期間（10年）をターゲットとする F/S の事業計画では、上流域の新たな水源開発を想定しないことから、全体として不足している灌漑用水の配分については、既得水利権や

水利慣行に十分配慮した計画を策定することが肝要である。

運用開始後 30 年間に亘ってローレンチェリ頭首工のゲート操作は「全量取水」を基本とし、洪水時のみ施設破損および上流域での氾濫を防ぐためにゲートを開放するものであった。したがって、計画対象地域下流に位置するカンダルスタン地区への灌漑用水は、これまでローレンチェリ頭首工を越流して流下した河川水と、残留域からの流出に依存していたことになる。

一方、「全量取水」された用水の行き先を見れば、数年前までは幹線水路が上流部にしか建設されていなかったために、多くの用水は利用されないまま O'Krang Ambel 川などの支流を経由してプレクトノット川に環流していた。しかしながら、これらの環流水は、今後なんの調整も行わなければ現在進行中のフンセン・プロジェクトの整備が進むにつれて減少するであろう。

ところで、現在日本の無償資金協力で実施中の「カンダルスタン灌漑整備計画」の実施に先だって、「フンセン・プロジェクトはプレクトノット川本川のみではなく支流水源を有しており、カンダルスタン地区への用水供給に支障はない」との確認がカンボジア政府との間でなされている。実際にはこの支流からの水とローレンチェリ幹線からの水はシステム上で混在しており、流量配分などは全く把握・検討されていない。したがって、開発調査のなかで水管理計画を立案する前に、まずこれらの水量を把握する仕組みを作ることが重要である。本来水利権の設定を考えれば、両水源水の混在は好ましくないが、横断構造物の設置などに費用がかさみ費用対効果の観点から不利となる。しかし、いずれにしても両水源からの水量の把握によって水管理（水配分）の判断材料を得ることが必要である。

なお、現在の水利慣行や施設規模を考えると、ローレンチェリゲートの一部を開放して下流域へ用水を放流するのは、たとえ改修を行ったとしても困難である。数 $100\text{m}^3/\text{s}$ に及ぶ洪水流量と 40 km 下流で取水する数 m^3/s の用水放流を同じゲートで対応することは技術的にも難しい。下流への放流分は、むしろ現在の全量取水を維持しローレンチェリ北（左岸）幹線における O'Krang Ambel 川への放水路を通じてプレクトノット川に環流させるか、O'Krang Ambel 貯水池からフンセン水路への取水調整によって、支流の流出分をプレクトノット川に流下させる方がこれまでの水利慣行にも則している。ただし、このためには前述のとおり、各水源（本川・支川）の流量把握が必要となる。さらに下流域の利水安全度を高めることを考えれば、ローレンチェリ堰にバイパス水路を設けることも代替案として考えられる。これらの代替案については、用地の問題や広域水管理の観点からの操作容易性を開発調査のなかで十分検討して選択する必要がある。

現在進行中のフンセン・プロジェクトの灌漑面積は全体で 24,000 ha となっている。しかしながら実際の水源量は不足していることから、いずれにしても水配分計画の策定に当たっては（現在閣議決定を待っている）「水資源管理法」も念頭に、カンボジア側と十分協議を行うことが必要となる。

(3) 水資源開発と流域保全

マスタープランあるいは開発構想として上流域の水資源開発をどのように取り扱うかが重要なポイントである。少なくとも水源開発のオプションを残さなければカンボジア側にとっては現在進めているフンセン・プロジェクトの水源手当の可能性を失うこととなる。

一方、水資源気象省や地元住民への聞き取り調査によれば、プレクトノット川流域の流出は以前に比べてより速く、洪水位も上昇の傾向にある。これはひとつには薪炭用の森林伐採や上流域の開発によるもので、なんらかの流域保全策が必要とされている。

水資源開発の積極策がダム建設など土木的な施策であるとするれば、一方では水源・流域保全も長期間を要するものの効果的な施策である。長期的な観点から水源保全に係る政策提言や組織作り、人材育成を推進するための計画立案が水資源の観点から開発調査のアウトプットのひとつと考えられる。

マスタープランにおける水資源開発は、カンボジア側の意向も慎重に検討しつつ、上流域の水資源開発と水源保全のオプションを入れた計画の検討を行うべきと考える。また、これらの開発オプションの評価はカンボジア側と共同で行うことが望ましい。

(4) フンセン・プロジェクト地区の取り扱い

予備調査の結果からも明らかなように、フンセン・プロジェクトは将来の水資源開発を前提として進められており、中長期的には用水不足が生じるであろうことは自明である。現況で利用可能な水源で灌漑しうる範囲でフンセン・プロジェクト地区の一部の整備を進めることは理論的には可能であるが、カンボジア側（特に水資源気象省）の意向としては必ずしも優先度は高くない。ひとつには、「整備水準に大きな隔たりがある」こと、さらには「高度な技術力を必要とするインフラ整備への期待感」がある。

カンボジア側としては、プレクトノット川流域開発は内戦の影響によって中断した開発計画であり、フンセン・プロジェクトは「独自の予算と技術力によって着手可能なところから再開する」との考えに基づくものである。したがって、カンボジア側は予算や技術的にカンボジア政府自身が手を付けにくい部分について日本の協力を求めたいと考えている。こうしたことを踏まえ、マスタープランの策定や F/S 対象とする優先・緊急案件の選定にあたっては、整備水準を含めカンボジア側の技術力や事業実施の具体策（資金調達など）も念頭に置いて慎重に検討する必要がある。

(5) 洪水対策

計画対象地域の洪水対策は、水文観測分析体勢の確立による洪水予警報、既存堤防の改修、洪水ハザードマップの作成、排水路整備などがあげられるが、バサック川およびプレクトノット川の流下可能量が 5 年生起確率洪水よりも小さいことから、上流域に貯留機能を確保しない限り抜本的な対策とはなり得ない。したがって、上記の洪水対策および計画の策定に当たっては、上下流域への洪水被害を助長しないような計画とするか、ハザードマップの結果を基に政策的に遊水池を提言するなど、計画策定過程の透明性を確保することが重要である。

7 - 1 - 4 環境分野の留意事項

環境分野の留意事項は下記のとおりである。

(1) 中下流域の農業開発に伴う初期環境影響

予備調査の段階では、中下流域での現況水源を利用した灌漑を含む農業開発計画に関して環境に重大な影響を与える問題は確認できなかった。しかし、下記の点において留意す

る必要がある。

自然環境に関して

- 環境流量（現状水源の利用範囲では、大きな変化はないと予想されるが、プレクトノット川と支流域の環境流量について検討する必要がある）
- 漁業、特に周辺住民の漁獲に及ぼす影響（地域の住民は自給用、現金収入源を含めて河川などの水域での漁獲を行うものが多い、魚類の生息環境、遡上生態などに影響を及ぼす可能性がある）
- 肥料、農薬の利用が増加することによる水質への影響（集約的な農業や取り扱いミスによる水質への影響）

社会環境に関して

- 灌漑システムの中あるいは河川流域のなかで限られた水源を利用することによる水利用の不公平、期待した水が利用できないことによって生じる水争いなど住民間の軋轢
- 灌漑地区と天水地区の所得差の発生
- 灌漑地区など水に起因する伝染性や風土病の発生

(2) 上流小規模ダム開発

上流の小規模ダムに関しては、開発調査の中で地質的問題点の有無についての確認を提案している。長期計画の中でのダム開発に関して、3カ所の候補サイトの内2カ所が野生動物保護区と関係しており、残りの1カ所も山地森林地帯に位置しているため自然環境問題が最も大きなインパクトとなる可能性がある。開発調査の中では灌漑予定地区を含めた下流域と小規模ダム建設予定地周辺に係る初期環境影響（IEE）を実施する必要がある。IEEでは下記の項目が重点となると予想される。

- 水没地域に住民や農地はないと思われるが、その他の土地利用の実態（竹や薪の伐採利用、鉱物資源など）の再確認、
- 水没予定地周辺を含む貴重種、貴重な生態系および森林資源の有無、これらへの影響、影響緩和対策（水没地域と周辺の自然環境変化、小気象変化、富栄養化、工事中の震動・騒音・大気汚染）
- 下流側への影響として、河川流量の変化、水質変化、漁業への影響、水に起因する疾患。

7 - 2 開発調査の内容（案）

7 - 2 - 1 調査の目的（案）

調査の目的は以下とする。

調査の目的

1. プレクトノット川流域総合農業開発に係る長期マスタープランの策定。
2. 上記マスタープランのなかから中短期（10年）を目標年とする優先あるいは緊急開発計画を選定しフィジビリティスタディを行う。
3. 同上、優先・緊急事業計画を実施する上で基軸となる開発コンポーネントを選抜し実証調査を行う。
4. これらの調査実施を通じてカンボジア側カウンターパートに技術移転を図る。

開発調査では、20 年程度の長期マスタープラン（あるいは開発構想：ビジョン）を提示した上で、早期効果発現が期待できる中短期の緊急・優先開発計画を策定し、その実施可能性（フィジビリティ）を検討する。さらに、その計画の実施、推進を図るため事業初期において事業全体の推進のために重要な役割を果たす実施コンポーネントについて、実証調査（試験的事業実施）を行うことによって、優先事業の実現に向けたカンボジア側の取り組みを支援する。

7 - 2 - 2 対象地域（案）

(1) 要請内容

2001 年 7 月のカンボジア国国内メコン委員会による要請書で調査対象地域は、「コンポンスプー州、カンダル州、タケオ州およびプノンペン首都圏の約 11 万 ha (110km²) の範囲」としている。要請書に添付された調査対象地域位置図からみると、調査対象範囲は、プレクトノット川中流域コンポンスプー州都西部の「ロランチェレイ頭首工」がかりの灌漑地区（コンポンスプー州チバモン県、サムラオントン県、コンピセイ県の各一部とプノンペン首都圏のダンカオ県の一部）と、タケオ州バティ県の一部（トンレ・バティ灌漑地区及び県東部を除く）となっている。要請の対象地域からは、1994～1995 年に JICA が実施した「プノンペン周辺地域農業総合開発計画調査」の調査対象地域が除かれている。

(2) カンボジア側の意向

要請者（国内メコン委員会）からは特に調査対象地域に関するコメントはないが、水資源気象省からは、「プレクトノット下流域（現在日本のプロ技協が進行中のカンダルスタン灌漑地区など）については、さらなる開発計画を立案することはないが、上中流域の開発計画によっては利水環境に影響を及ぼす可能性もあり、調査の一環として既存調査報告書のレビューを行う程度の調査内容を含めていただきたい」との意向が寄せられている。

調査目的（案）にも述べたとおり、開発調査は「前半におけるマスタープラン（または開発ビジョン）提示、後半における中短期（10 年程度）を目標年に据えた開発計画（事業実施計画）の策定、さらに、重点事業実施に向けた実証調査」を想定している。こうした調査のフレームワークを念頭に調査および計画対象地域は以下のとおり提案する。

調査・計画対象地域

『コンポンスプー州の Chbar MOn 県、Samraong Tong 県と Kong Pisei 県、およびカンダル州 Angk Snuol 県、カンダルスタン県のうち、ロランチェレイ頭首工より国道 3 号線までのロランチェレイ頭首工灌漑地区およびプレクトノット川流域、約 65,000 ha』

上記計画を立案する上で検討すべき調査対象地域には、計画対象地域の水源・洪水に関連する上流域、水利用・洪水面で影響を受ける下流域を含めるものとする。上流域においては水文・水源調査、下流域については既出報告書のレビューによる水利用、洪水の検討を主な調査内容とする。

7 - 2 - 3 調査内容（案）

(1) 要請書

開発調査の調査内容を下記のように提案する。

(a) フェーズ-1：マスタープラン調査

関連計画、事業のレビュー。

現地調査を通じて以下データを収集分析する。

- 自然資源
- 社会経済状況
- 社会制度
- 農業および農業経済現況
- 流通加工
- プロジェクト関係者（ステークホルダー）のニーズ
- 水資源および水利用
- かんがい排水
- 河川および洪水状況
- 農村インフラ
- 初期環境調査（IEE）

データ分析に基づく開発ポテンシャルおよび阻害要因の検討

以下の項目からなるマスタープランの策定

- 社会制度・人材開発計画
- 土地利用計画および作付計画
- 農業生産計画および食糧安全保障
- 収穫後処理および市場流通
- 水資源計画
- かんがい排水整備計画
- 施設維持管理計画
- 農民水利組合強化
- 農村インフラ整備
- 事業費・便益計算
- 環境保全
- 技術、経済、財務および環境の観点からの計画評価
- 優先プロジェクトの選定

GIS を活用したマスタープラン開発戦略図の作成

プロジェクト関係者の参加を得てマスタープランの評価を行う（公聴会）

(b) フェーズ-2：フィジビリティ調査

マスタープラン調査において選定された優先プロジェクトについて以下の項目からなるフィジビリティ調査を行う。

補足資料収集

プロジェクト関係者の参加を得た最適計画の策定

事業費、便益の算定
環境影響評価（EIA）を必要とする場合の技術支援
技術、経済、財務および環境の観点からの計画評価
事業実施計画の策定
実証調査対象パイロットプロジェクトの選定

(c) フェーズ-3：実証調査

実証調査はフィジビリティ調査の過程で選定されたパイロット事業あるいは開発アプローチについて、プロジェクト関係者と共同で実施する。

プロジェクト関係者との調整、実施準備
パイロットプロジェクト、開発アプローチの実施
モニタリング
事業実施を通じた技術移転プログラムの実施
計画へのフィードバック

7 - 2 - 4 調査スケジュール（案）

調査スケジュール案を下記に示す。

7 - 2 - 5 調査のインプット（案）

(1) 調査団構成

総括
灌漑排水
水文・水資源
洪水対策
営農・栽培
畜産
マーケティング・加工
農村社会・農民組織
農業経済・事業評価
コミュニティ開発
設計・積算
環境
地質・土質
GIS
実証調査

(2) 再委託または調査補助員による調査

(a) 農家調査

社会経済に関するベースライン調査によって計画対象地域住民の類型化を行い、各類型（収入、土地所有等に基づく3~4類型）毎に各類型最低30サンプル程度のアンケート

ト調査を実施する。農民の生活状況、経済活動、意向の調査は、クメール語による調査票の作成とインタビュー調査が必要であり、調査結果のインプットと解析を調査団専門家の指導と監理下で行う。

(b) 公聴会

マスタープラン、優先事業計画についてプロジェクト関係者の意向を確認し計画に反映させるために、少なくとも各行政村の代表者を招いて公聴会形式のワークショップを行う。

(c) 水文観測機器の設置と観測

水源評価、水資源の効率活用、洪水対策検討のため、上流域に雨量計、水位計を設置するとともに、オーラル県に無線ステーションを設置し、リアルタイムの水文観測体制を確立する。本調査は、「技術移転」あるいは「プロジェクト関係者の調査への参加」の観点から、水資源気象省水文部のリソースを用いて実施することが望ましい。

(d) GIS 活用による開発戦略図の作成

カンボジアでは、JICA が公共事業省をカウンターパートとして実施した地図作製、GIS 関連プロジェクトを通じて各省においても広く GIS が活用されている。これらの人材・ノウハウを活用し、さらなる人材育成を図るためにも、GIS を用いて流域農業開発のモデルツールとしての開発戦略図を作成する。

(e) 水源調査

長期的な水源開発の可能性について、上流域の小規模ダムに係る技術的検討のための基礎資料として、以下の調査を実施する。

- 貯水域の地形図図化（1/5,000 程度。既存の航空写真をもとに図化。地上水準測量含む）
- ダム地点の地質概査のための地形図作成（1/1,000 程度。地上測量）

(3) 必要な資機材

調査実施に当たって必要と考えられる機材は以下のとおり。

- 水位計およびデータロガー
- 雨量計およびデータロガー
- 無線機、アンテナ、電源（太陽電池 + バッテリー）
- 流速計（洪水用観測用ウィンチ含む。低水用）
- GIS ソフト + パソコン + プリンタ（プロッタ） + デジタイザ
- コピーマシン
- ファックス
- プラニメータ
- 実証調査用資機材（現時点では特定できず）