農地保全の研究

第 30 号

農業土木技術者継続教育機構プログラム

平成21年11月6日

主催：農業農村工学会農地保全研究部会

後援：国立大学法人 琉球大学

巻頭言

農業農村工学会農地保全研究部会第 30 回研究集会
「世界の農地保全問題の諸相－水土資源保全に対する技術の継承と日本の責任－」
の開催にあたって

昭和 55(1980)年 6 月 13 日、滋賀県草津市において第 1 回研究集会が開催されました。主題は「農地保全と水食」であり、6 つの話題が提供されました。爾来、当研究部会では中山間地問題、農地の多面的機能問題、農村景観形成問題、農村空間問題・・・と変遷し、農地保全に関わる多くの解決法が思考されてきました。

今年度の研究集会では、遡って一年前に、「農地保全の技術はどこで誰が継承する？－海外に拡がる日本の農地保全技術－」という主題を検討していました。国内では、技術開発を伴う必要のある「農地整備」や「農地保全」が控えめになってきている時代です。このままでいくと、多くの研究者・技術者・農家によって積み上げられてきた高度な技術が埋没・消失するのでは・・・、という懸念があります。これに対する手立てとして、「絶滅寸前の『(農地保全)技術』を海外において(技術開発を含んで)温存することができるのではないか」と考えるに遠慮はないだろうと思われます。しかも、高度な干拓技術を有するオランダ国でも同様の考え方を持っている技術者がいるということを聞くと、うなずけます。

しかも、今年度は、第 30 回研究集会を開催することから、論語の「三十而立」(三十にして立つ)に習い、思い切ってこれまでの主題とは異なる「世界の農地保全問題の諸相－水土資源保全に対する技術の継承と日本の責任－」とした方が実態感があるという意見が幹事会で提案され、講演予定の皆様からの賛同も得て、7 つの話題をとりあげることになりました。

また、当研究部会で語り継がれている「 10 年、20 年・・・の節目の年には、研究集会を沖縄で開催しよう」という合い言葉を現実にさせることができ、併せて「亜熱帯の島嶼環境と調和した自然循環型農業や田園空間の創造」を教育研究の是として掲げられている琉球大学を開催会場とすることができる幸運にも恵まれました。

当研究集会にご出席の皆様には熱心な討議を心より期待いたしたいと存じます。

当研究集会を開催するにあたりまして、ご多忙にもかかわらず講演の準備ならびに講演要旨原稿の執筆依頼に応じていただきました、農林水産省農村振興局設計課海外土地改良技術室の内藤久仁彦室長、(独)国際協力機構(JICA)国際協力人材部の金森秀行国際協力専門員、(独)国際農林水産業研究センター(JIRCAS)農村開発調査領域の松原英治統括調査役、(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センターの小倉力上席研究員、琉球大学農学部の中村真也准教授、NTC インターナショナル技術本部の森卓氏、三祐コンサルタンツ海外事業本部の後藤道雄氏の皆様方に篤く御礼申し上げます。

そして、琉球大学にて研究集会を開催するには、多くの皆様方のお力添えを必要としました。とくに、琉球大学、同農学部、沖縄県、沖縄総合事務局、土地改良連合会、民間コンサルタントの皆様方には、暖かなご支援を賜りました。また、琉球大学の宜保清一副学

長、吉永安俊教授、酒井一人教授、中村真也准教授の先生方にはさまざまなご教示ならびにご尽力を賜りました。

巻頭言の結びとして、幹事会を代表いたしまして、研究集会にお集まりいただきました多くの皆様方に、心より深く感謝申し上げます。

平成 21(2009)年 11 月 6 日
農業農村工学会 農地保全研究部会
部会長　成岡 市
http://www.bio.mie-u.ac.jp/society/nouchihozen/

農業農村工学会農地保全研究部会 第 30 回研究集会

世界の農地保全問題の諸相
－水土資源保全に対する技術の継承と日本の責任－

技術者継続教育プログラム認定申請中

主催： 農業農村工学会 農地保全研究部会
後援： 国立大学法人 琉球大学

1．開催日
（1）研究集会　　**平成 21 年 11 月 6 日(金曜)、**9:00～18:00
（2）現地見学会　（今回は実施しません）

2．研究集会会場
琉球大学 50 周年記念館（ホール）
〒903-0213　沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地
アクセス　http://www.u-ryukyu.ac.jp/univ_info/general/access/index.html
キャンパス地図　http://www.u-ryukyu.ac.jp/admission/nyushi/guide2007/p64.html

3．プログラム
9:00～9:30　**受付**
9:40～9:50　**開会**
開会挨拶　成岡　市 農地保全研究部会長
歓迎挨拶　仲地宗俊 農学部長

10:00～10:50　**基調講演**
「農業農村開発協力の展開方向 －農地保全技術の開発と普及－」
内藤久仁彦氏（農林水産省農村振興局設計課海外土地改良技術室）

11:00～11:30　**講演 1**
「アフリカ・マラウイの小規模灌漑開発技術協力における日本の伝統技術の活用」　金森秀行氏（(独)国際協力機構(JICA)国際協力人材部）

11:40～12:10　**講演 2**
「パラグアイにおける農地保全と農村開発 －農地保全から植林 CDM へ－」
松原英治氏（(独)国際農林水産業研究センター(JIRCAS) 農村開発調査領域）

12:10～13:30　**昼食・休憩**

13:30～14:00　**講演 3**
「東北タイ砂質土壌水田に見られるガリ侵食と農家による対策」
　小倉 力氏（(独)農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター）

14:10～14:40　**講演 4**
「中国黄土地すべりの土質強度特性と発生メカニズム」
　中村真也氏（琉球大学農学部）

14:50～15:20　**講演 5**
「海外における流域管理と農地保全の関わり －パナマ・トルコ等の ODA 事例からー」　　森 卓氏（NTC インターナショナル技術本部）

15:30～16:00　**講演 6**
「海外の農業開発プロジェクトに於ける農業土木の今後の支援の方向」
　後藤道雄氏（三祐コンサルタンツ海外事業本部）

16:10～18:00　**総合討論**

18:00　　**閉会**

18:30～20:00　**情報交換会**

農地保全研究部会開催会場のご案内

会場：琉球大学研究者交流施設・50 周年記念館（沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地）

那覇空港から宿泊場所へのアクセス方法：モノレール那覇空港駅→終点首里駅→タクシー乗車→琉球大学北口経由　研究者交流施設･50 周年記念館. 所要時間:一時間程度

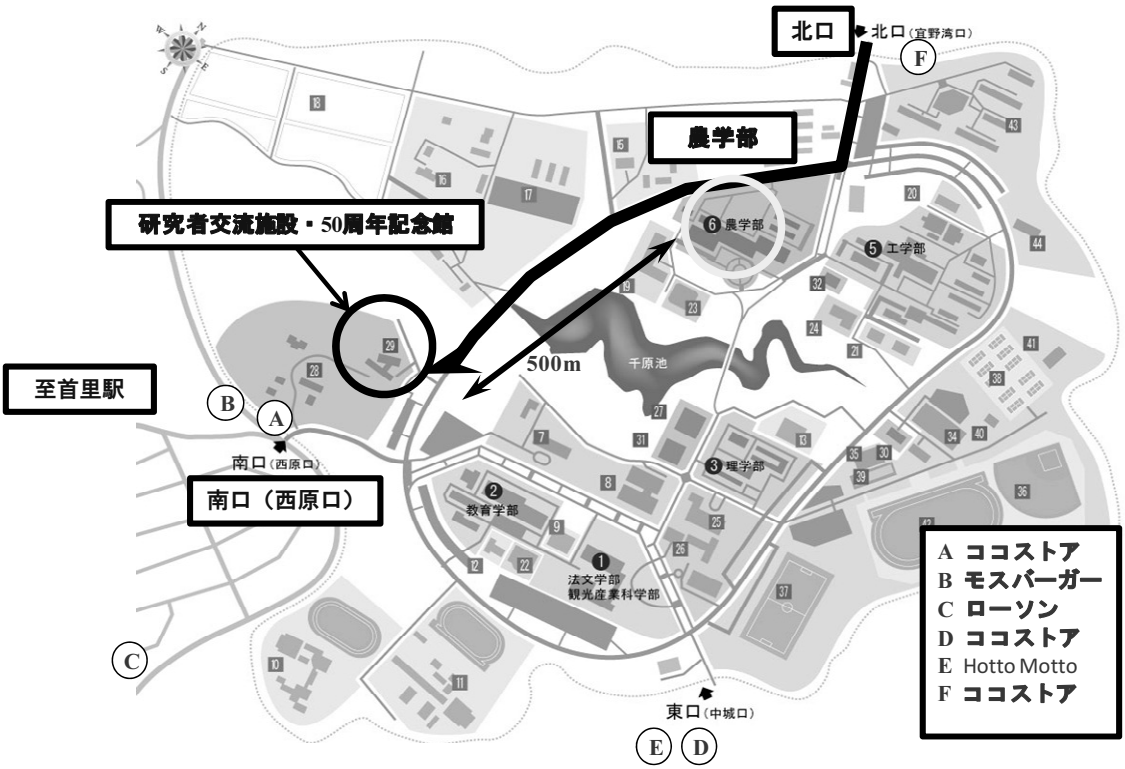
研究者交流施設･50周年記念館

モノレール那覇空港駅

モノレール終点首里駅

モノレール（ゆいレール）
10分おきに運行
ー空港～首理間ー
運賃：290円
所要時分：30分弱

タクシー
首里駅→琉球大学北口→宿泊施設
運賃：1,300円程度
所要時間：20分程度


北口
北口（宜野湾口）
F
農学部
研究者交流施設・50周年記念館
6 農学部
5 工学部
500m
千原池
至首里駅
B
A
南口（西原口）
南口（西原口）
3 理学部
2 教育学部
1 法文学部
観光産業科学部
C
東口（中城口）
E
D
A ココストア
B モスバーガー
C ローソン
D ココストア
E Hotto Motto
F ココストア

琉球大学キャンパス

世界の農地保全問題の諸相
－水土資源保全に対する技術の継承と日本の責任－

目　次

基調講演 …… 1
「農業農村開発協力の展開方向 －農地保全技術の開発と普及－」
内藤久仁彦氏（農林水産省農村振興局設計課海外土地改良技術室）

講演 1 …… 19
「アフリカ・マラウイの小規模灌漑開発技術協力における日本の伝統技術の活用」
金森秀行氏（(独)国際協力機構(JICA)国際協力人材部）

講演 2 …… 37
「パラグアイにおける農地保全と農村開発 －農地保全から植林 CDM へ－」
松原英治氏（(独)国際農林水産業研究センター(JIRCAS) 農村開発調査領域）

講演 3 …… 59
「東北タイ砂質土壌水田に見られるガリ侵食と農家による対策」
小倉 力氏（(独)農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター）

講演 4 …… 63
「中国黄土地すべりの土質強度特性と発生メカニズム」
中村真也氏（琉球大学農学部）

講演 5 …… 73
「海外における流域管理と農地保全の関わり －パナマ・トルコ等の ODA 事例から－」
森 卓氏（NTC インターナショナル技術本部）

講演 6 …… 95
「海外の農業開発プロジェクトに於ける農業土木の今後の支援の方向」
後藤道雄氏（三祐コンサルタンツ海外事業本部）

農地保全研究部会研究集会のあゆみ …… 109
農地保全研究部会誌「農地保全の研究」バックナンバー …… 110
農業農村工学会農地保全研究部会規約 …… 116
平成 21 年度農地保全研究部会幹事 …… 117

農業農村開発協力の展開方向
～農地保全技術の開発と普及～

平成２１年１１月６日

農林水産省農村振興局海外土地改良技術室
内藤久仁彦

内容

１．開発途上国の農業農村開発を巡る状況

２．農業農村開発協力の展開方向

３．農業農村開発協力の仕組みと農村振興局の役割

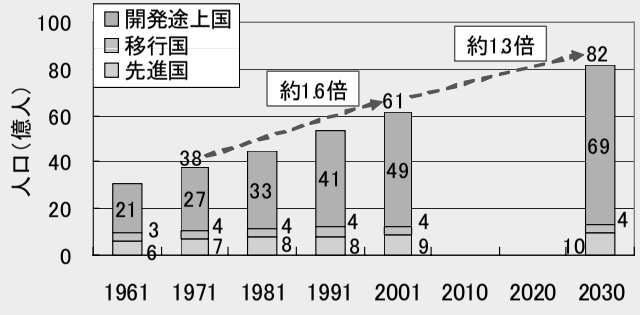
４．「砂漠化防止対策」の取り組み

５．「土壌浸食防止対策」の取り組み

1．開発途上国の農業農村開発を巡る状況
（1）世界の人口と食料

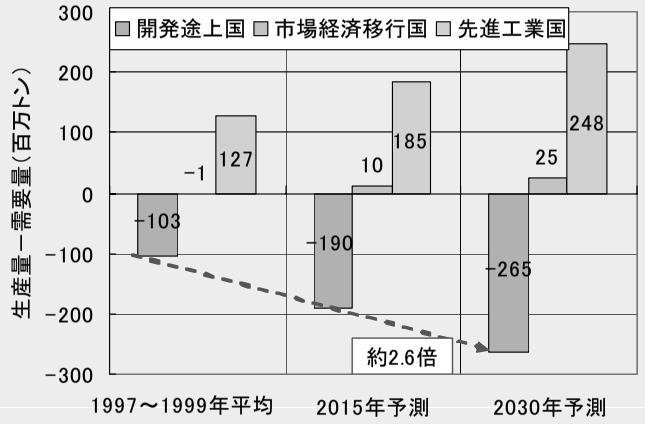
○ 世界人口は、現在の60億人から2030年には1.3倍の80億人に増大。人口増加は開発途上国で発生し、栄養不足人口は現在約8億人。
○ 開発途上国における穀物不足量は2030年には約2.7億トン（現状約1億トン）に増大することが予測。

■ 世界人口の推移



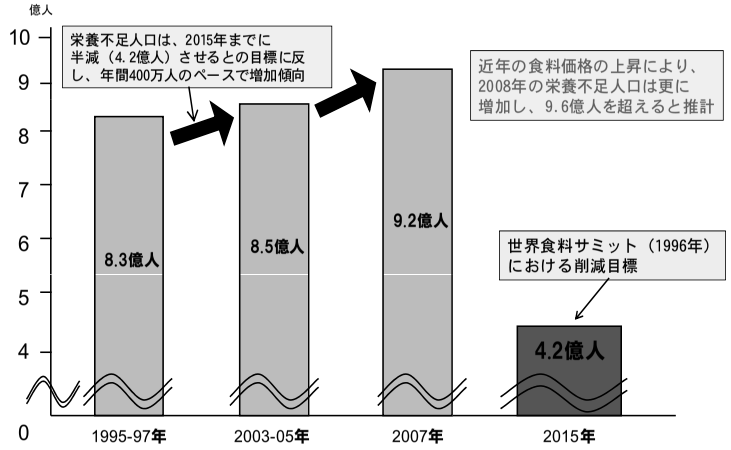
注1：開発途上国、移行国などの区分はDACリスト（2003.1.1）に準拠。また、旧ソ連の国々は移行国に、旧ユーゴスラビアの国々は開発途上国に区分。推計値は「中位」
注2：端数を四捨五入しているので、合計が合わないことがある
資料：World Population Prospects, Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the UN (2005); FAOSTAT, FAO (2006)

■ 世界の穀物収支（生産量－需要量）



注：開発途上国、市場経済移行国、先進工業国の区分は資料に基づく
資料：FAO世界農業予測2015-2030年、FAO協会(2003)

■開発途上国における栄養不足人口

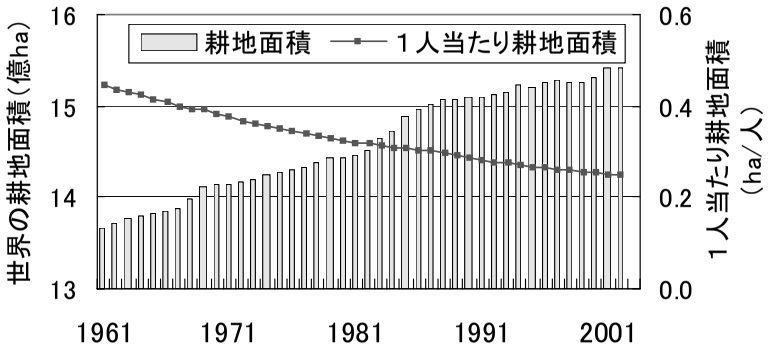


資料：FAO「The State of Food Insecurity in the World(2008)」「Briefing paper: Hunger on the rise (17 September 2008)

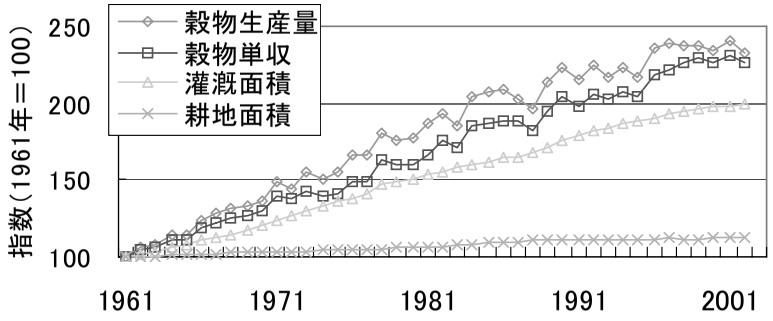
（2）水資源

○　世界人口の増大に対し、世界の耕地面積の伸びは鈍化、1人当たりの耕地面積は減少。穀物生産の増は、灌漑施設の整備などによる単位面積あたり収量の増加で対応。
○　世界の水需要は今後とも増大。農業用水についても2030年までに約27%の増加が予測。
○　一方、灌漑施設の不適切な維持管理による灌漑効率の低下や、乾燥地域における塩類集積、地下帯水層の枯渇といった問題が発生。持続可能な水利用が重要な課題。

① 世界の耕地面積と1人当たり耕地面積の推移
資料：FAOSTAT, FAO (2006)

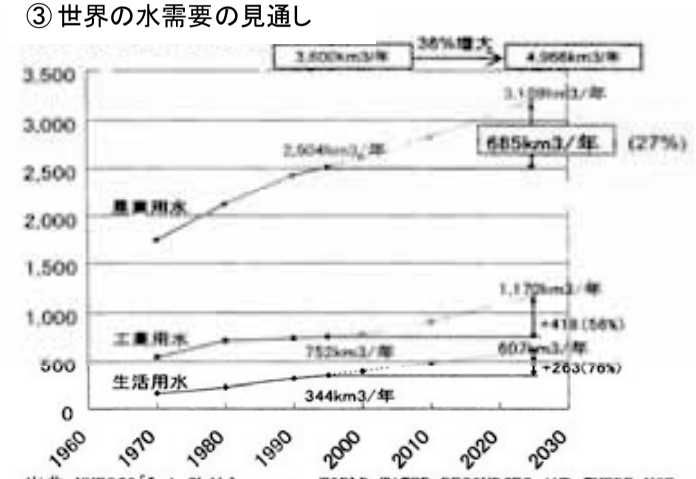


② 世界の穀物生産量、穀物単収、灌漑面積、耕地面積の推移



資料：FAOSTAT, FAO (2006)

③ 世界の水需要の見通し



出典：UNESCO「I, A. Shiklomanov, WORLD WATER RESOURCES AND THERE USE」(1999年)

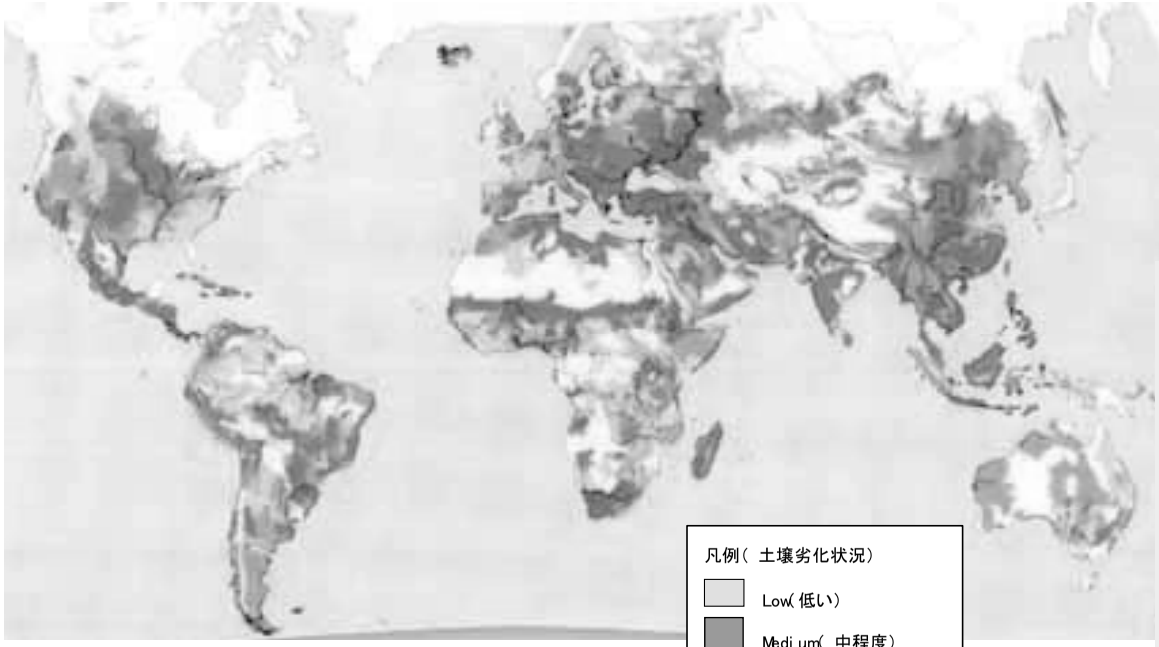
④ 塩類土壌分布

出典：UNESCO乾燥地域水理に関する研究レポート

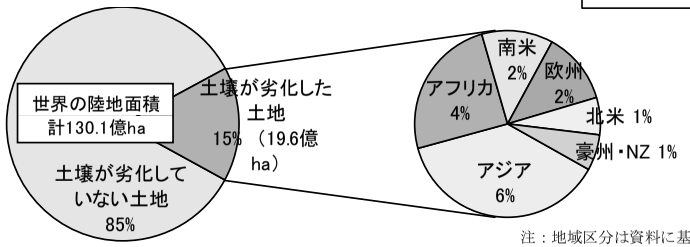
（3）土地資源

○　世界の陸地130.1億haの約15%に相当する19.6億haで土壌が劣化し、砂漠化が進行。
○　土壌劣化の原因としては、森林の過剰伐採、植生を減少させる過放牧や土壌劣化を招く過耕作など人為的な活動。土壌劣化を招かない持続可能な農業農村開発が必要。

世界の土壌劣化状況

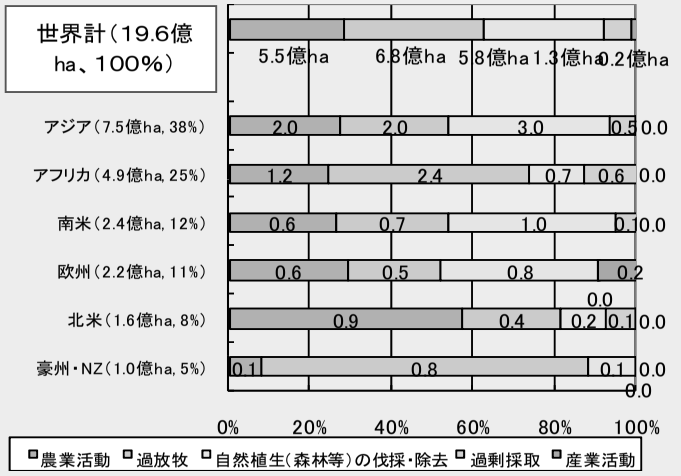


出典：World Atlas of Desertification Second Edition, UNEP(1997)



注：地域区分は資料に基づく　　資料：World Atlas of Desertification Second Edition, UNEP (1997)

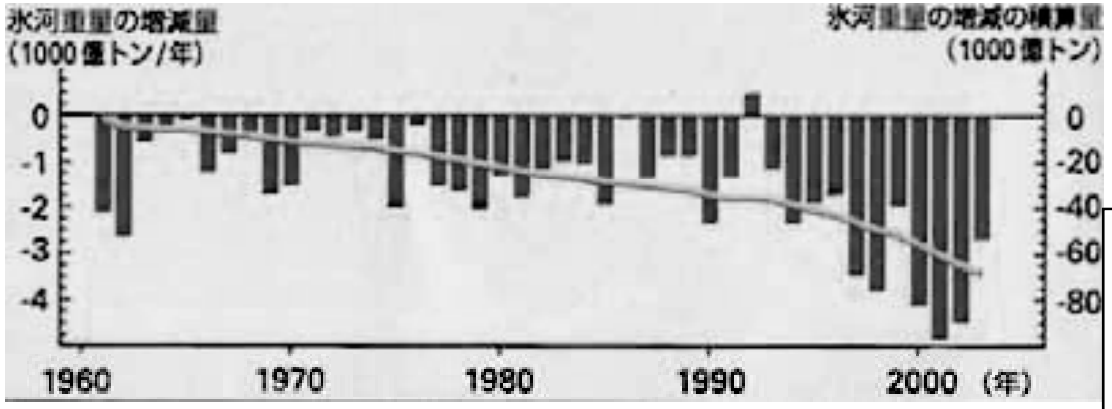
■ 土壌が劣化した原因



注：地域区分は資料に基づく
資料：World Atlas of Desertification Second Edition, UNEP (1997)

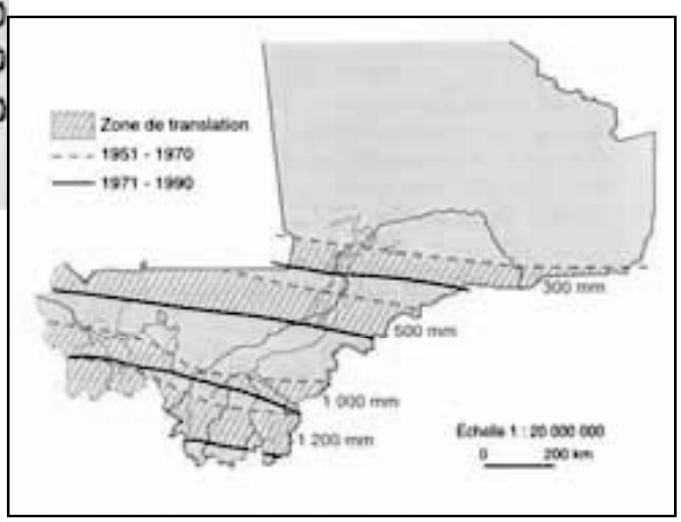
（4）地球温暖化の影響

○ 地球温暖化により気候変動が顕著。降雨の地理的・時期的な偏在が強まったり、海水面の上昇により、干ばつ・洪水が増大。インフラ、技術、情報、資金などが脆弱な開発途上国で食料問題が一層深刻化する恐れ。
- アジアでは、ヒマラヤの氷河の消失による河川流量が減少する一方、沿岸地帯では洪水被害の影響が懸念。
- サブサハラ・アフリカでは乾燥化が進み、降雨依存型農業からの収穫量が2020年までに50%程度減少しうると予想。



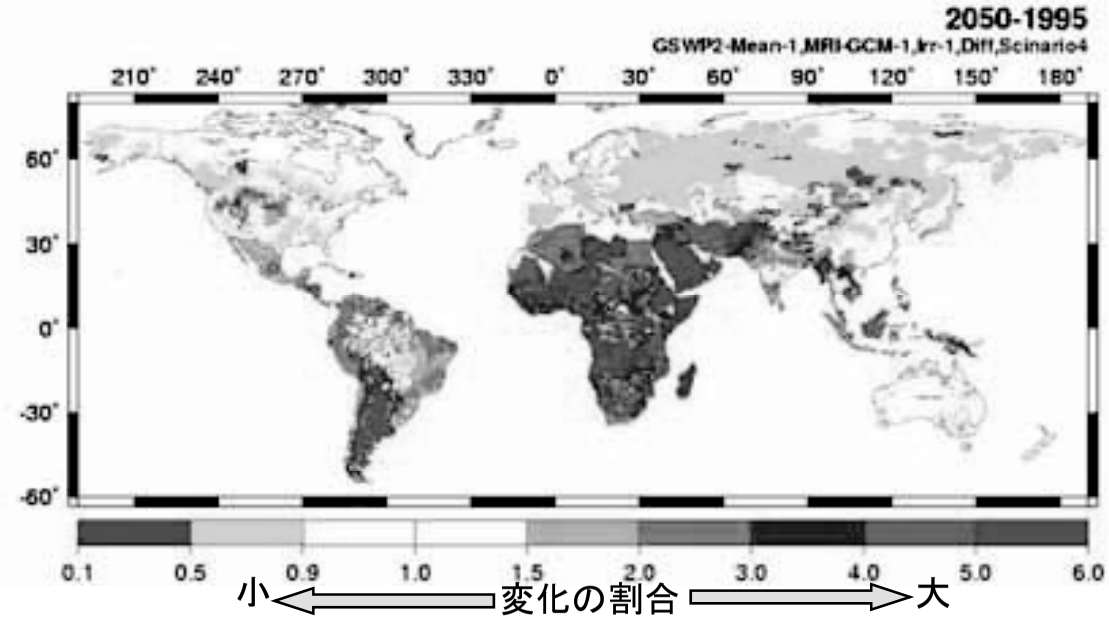
1961年以降、1年を除いて毎年氷河の重量は減少している。

出典：IPCC第4次評価報告書



20年間に約200km南下した等雨量線（マリ）

出典:Afrique Atlas 2001



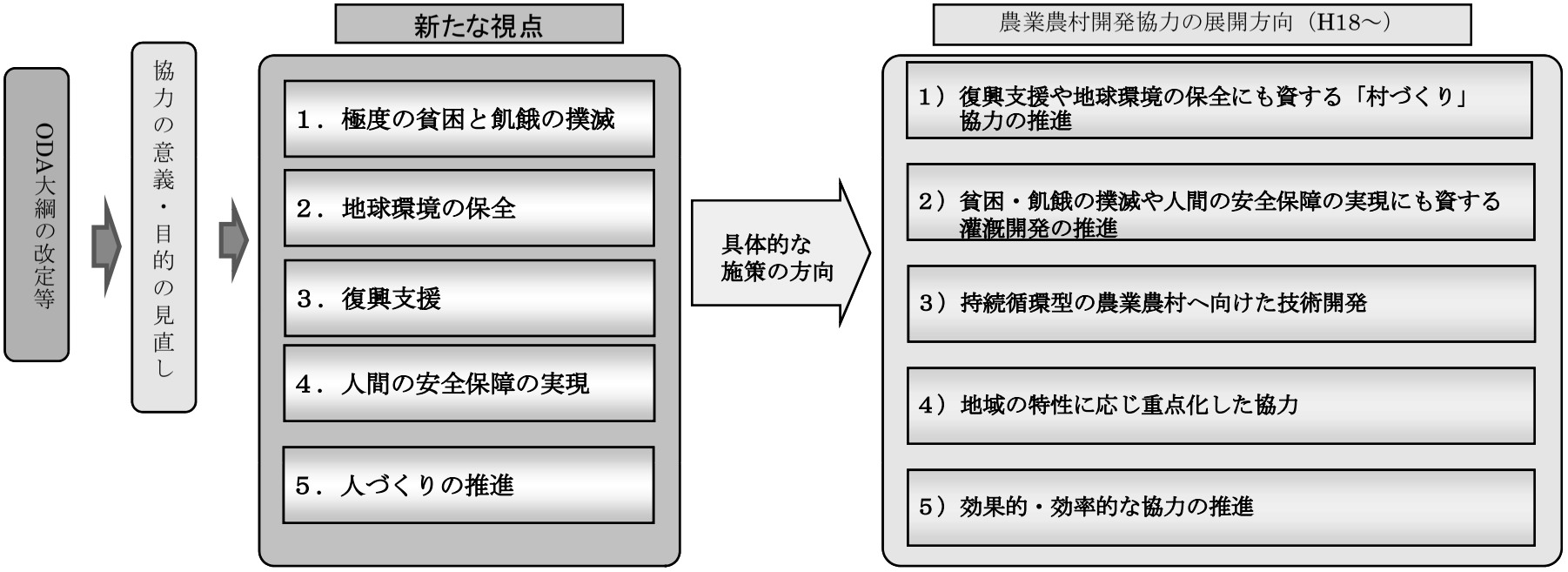
1995年から2050年への水ストレス指標の変化比

水ストレス指標=年利用量／潜在的年利用可能量

出典：Oki et. Ai IAHS Redbook(2003)

2. 農業農村開発協力の展開方向

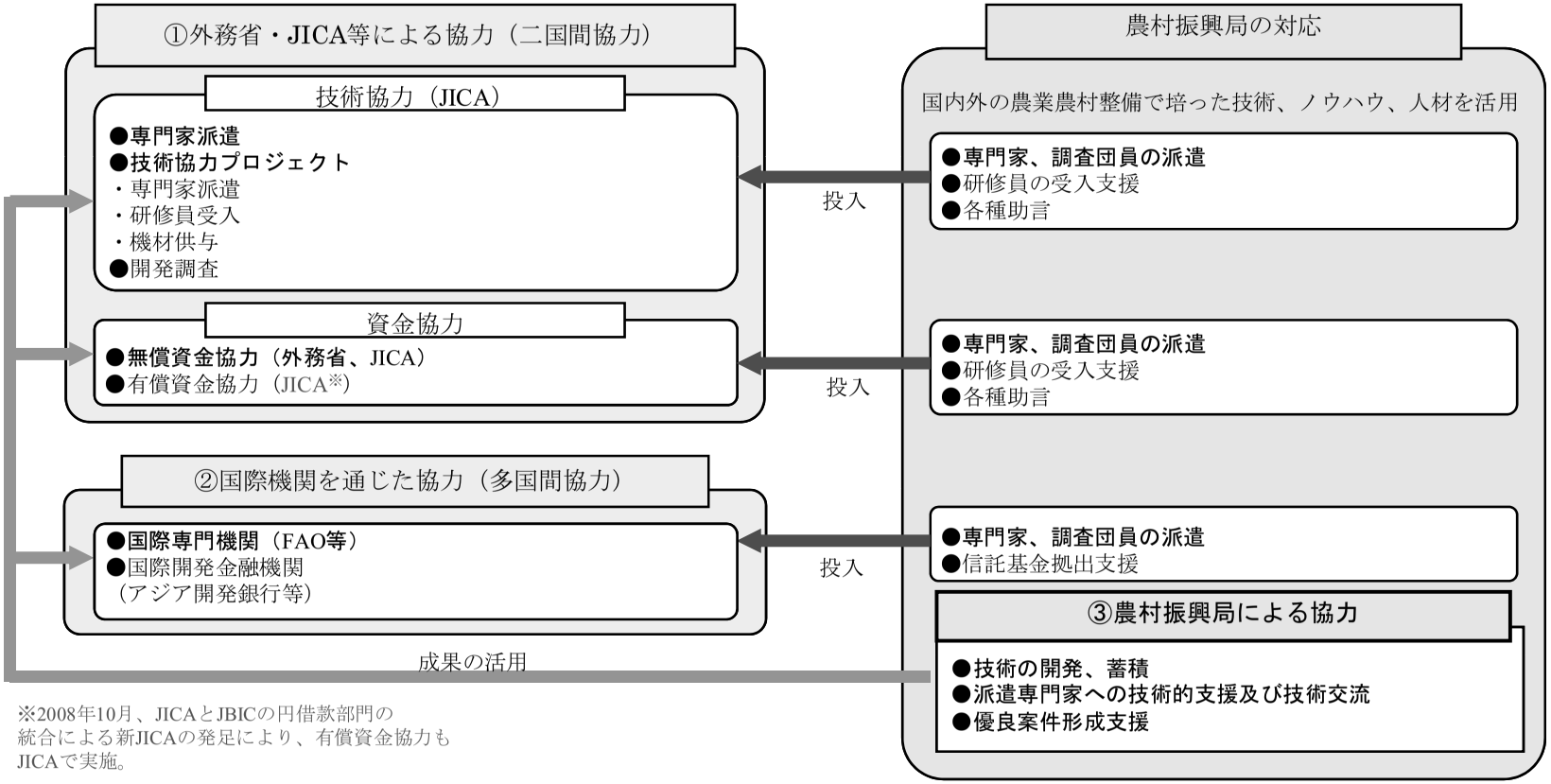
○　農業農村開発協力は、ODA大綱などの他、農林水産大臣の諮問機関であるかんがい排水審議会国際部会で取りまとめられた、「21世紀における農業農村開発協力の展開方向」に即して実施。
○　2003年にODA大綱が改定されるなど、農業農村開発協力を巡る国内外の情勢が大きく変化したことから、「21世紀における農業農村開発協力の展開方向」も2006年に見直し。



3. 農業農村開発協力の仕組みと農村振興局の役割

○　農業農村開発協力は、①外務省・JICA等による協力（二国間協力）、②国際機関を通じた協力（多国間協力）、③農村振興局による協力、という区分で実施。
○　農村振興局は、長年培ってきた農業農村開発の技術・ノウハウ・人材を背景に、農業農村開発協力に積極的に参加。

農業農村開発協力の区分



※2008年10月、JICAとJBICの円借款部門の統合による新JICAの発足により、有償資金協力もJICAで実施。

4.「砂漠化防止対策」の取り組み
（1）砂漠化防止技術の開発

○ 多くの開発途上国では、貧困問題や人口圧力の増大の下、過耕作や過放牧など、土地・水資源の循環を無視した収奪的農業が行われ、土地・水資源の劣化による砂漠化が進行。さらに貧困が進むという悪循環。

○ 1985年から2000年にかけて、西アフリカ3カ国（ニジェール、ブルキナファソ、マリ）で、砂漠化防止のための技術開発を目的とした調査を実施。

（
– 収奪型農業から持続型農業に転換するため、住民組織化や住民リーダーや行政組織の能力向上を行う手法の開発
– 実証調査を通じ、現地の条件に適合し、現地の資材・労働力を活用した技術の開発
）

農林水産省補助事業（西アフリカ）

実施機関：J-Green

基礎調査（1985～1990）

・ニジェール川流域9カ国において、現状把握、原因分析などの基礎データを収集

実証調査（1990～1995）

・ニジェールで、現地住民参加のもと各種砂漠化防止対策技術を試行し、有用性を確認

技術開発調査（1996～2000）

・ニジェールで有用性が確認された技術を、自然条件が異なるマリ、ブルキナファソでも試行。サヘル地域全体に適用できるよう汎用化し、サヘル地域砂漠化防止対策技術集を作成

サヘル地域砂漠化防止対策技術集

サヘル地域の砂漠化防止に有用な農牧林業などの技術（計画策定、住民組織育成、水資源開発、水資源利用、農地保全、農業、牧畜、植林）を取りまとめ

手法の開発：住民の意識改革や住民及び行政組織の能力向上のための手法の開発・普及 → 支援 → 住民自身による
■村を取り巻く自然資源状況の把握
■住民組織の設立
■持続可能な農業農村開発のための活動計画策定と実施

技術の開発：現地適合型技術を実証調査を通じて開発
（・農牧林業生産向上 ・生活環境の改善 ・資源保全　等）
→ 支援 → 住民自身による

→ 持続的農牧林業の定着 → 砂漠化防止

ワジ氾濫原における地下水開発

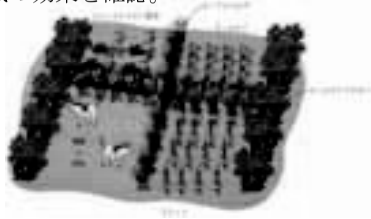
ワジ（涸(カ)れ川）の氾濫原(ﾊﾝﾗﾝｹﾞﾝ)に井戸を掘削し、地下水を乾期の野菜栽培に利用。

持続的な農牧業（パルカージュ）の導入

ミレットなど穀物の収穫後の畑に家畜を放牧し、茎などの収穫の残りかすを飼料として利用するとともに糞尿により土壌を肥沃化。

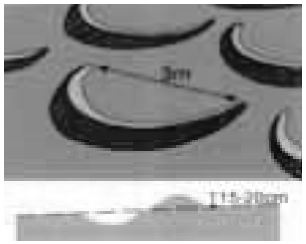
持続的な営農体系（輪作体系）の導入

野菜栽培（トマトなど）を含む４年の輪作体系を導入した結果、高収量、病中被害軽減の効果を確認。



半月堤による雨水の有効利用と農地保全

斜面上方向に向かって、半月状に開いた土や石の堤を築き雨期の流出水を土壌に浸透させ、土壌水分を増やして植生を回復。



（2）砂漠化防止対策の実績と評価

○ 2000年以降、マリ、ブルキナファソ、ニジェールで開発した技術が、JICAの開発調査で活用され、広く普及、展開。
○ JICA開発調査「マリ国セグー地方南部砂漠化防止計画」において実施された農村調査の手法は、JICAの農村社会調査のテキストとして活用。
○ ブルキナファソで実施した「砂漠化防止対策推進体制検討調査」において提案した砂漠化防止の支援体制「ユニット」は、ブルキナファソ政府に受け入れられ制度化。

サヘル地域砂漠化防止対策技術集

開発した技術を適用

JICA開発調査

①マリ

セグー地方南部砂漠化防止計画（2000～2007）

- 住民主体の持続的な村落開発事業拡大のための行動計画を策定するとともに、**“小規模総合事業プログラム”**の実施を通じ、住民や関係機関の能力向上を図る。
- パイロット事業対象村落数：59村（人口約4万人）

②ブルキナファソ

砂漠化防止対策推進体制検討調査（2001～2005）

- 砂漠化防止対策のための**推進体制の整備**及び活動マニュアルの整備、住民や関係機関の能力向上手法の開発を行う。
- パイロット事業対象村落数：17村（人口約26,000人）

③ニジェール

サヘルオアシス開発計画調査（2005～）

- **既存のため池を有効活用**した村落開発計画を策定するとともに、パイロット事業の実施を通じ、住民や関係機関の能力向上を図る。
- パイロット事業対象村落数：20村（人口約32,600人）

JICA農村社会調査テキスト
（2007年1月）

小規模総合事業プログラムとは：
砂漠化、貧困問題、ジェンダー等複雑に絡み合った、問題の解決を図りながら総合的に推進する農村開発プログラム

ブルキナファソ国
農村開発活動調整ユニット（「ユニット」）

- 住民による砂漠化防止対策を実施するための組織。農村開発事業に関する技術的支援を行う機関であり、郡レベルに設置。
- 構成：
  ユニット長は郡長とし、農業　普及員、牧畜普及員、森林官、住民組織代表、NGO・協会担当、県農業事務所長等で構成。
- 役割：
  郡内の村の現況調査、住民の組織化、事業計画の策定、事業の実施、モニタリング・評価等

○　緑資源機構が農水省の補助事業やJICAの受託事業においてマリ国で取り組んだ事業が、第7回国連砂漠化対処条約締約国会議（UNCCD, COP7）により、世界の4つの優良事例の一つに選定。

マリ国セグー地方南部住民主体の砂漠化防止のための村落開発計画調査

砂漠化の防止

自然資源保全に配慮する安定農村社会の実現

農家生計の安定

持続的農牧林業の定着

住民組織を主体にした対策事業の管理・運営

住民組織を主体にした対策事業の計画・実施

住民組織の自主的設立

住民による現状分析、課題の明確化

行動計画の実現のための支援

井戸整備による生活・生産用水の確保

住民が維持管理を行う井戸は、生活用水、苗畑かんがい用水等に利用されている。

識字教育による住民能力の向上

識字教育は、活動規約の浸透や会計記録への利用などの効果に加え、住民の事業への参加意欲をかき立てたり、参加する裾野が広げる効果がある。

住民による現状分析と問題解決の立案

農村社会調査により、住民自身で問題を分析し、対策を考えていく。調査団は、住民の自立的活動を支援する。

住民が運営する小規模金融

住民からの負担金を原資にして小規模金融を設立。持続的に住民生活・生産活動に必要な資金を提供できるシステムづくりを目指す。

先進地視察による苗木生産技術の取得

村落開発指導員が住民を連れて苗畑整備の先進地を視察。同じアフリカ人から成功例を聞くことで、モチベーションを高める効果がある。

ストーンラインによる農地保全

住民が主体となり、ストーンラインを実施することで、農地保全、植生回復を促す。また、住民自身による土地利用のルール化も行われている。

本調査は、砂漠化防止対策技術集にとりまとめられた手法・技術をもとに、住民が砂漠化の現状を認識したうえで、主体的に砂漠化防止活動を行うことを目指している。
本調査では、村落指導員や住民リーダーを育成することで、住民の参加意欲を高めながら、住民が抱える生活・生産に関する種々の問題を包括的に解決するための**小規模総合事業プログラム**を実施するという手法をとっている。

（3）砂漠化防止対策の展開

○ 西アフリカのサブ・サハラ地域で開発した技術・手法を東アフリカ・エチオピアの砂漠化防止や、アジアの黄砂問題に応用するための調査を実施。
○ 中国の新疆ウイグル自治区において住民参加型の農村開発による黄砂対策のための技術・手法開発を実施。この成果はJICA技術協力プロジェクトに発展、実施中。

サヘル地域砂漠化防止対策技術集

開発した技術を応用

農林水産省補助事業

①エチオピア　実施機関：J-Green　(H20よりJIRCASが承継)

地域資源利活用型砂漠化防止対策調査（2004～2009）
・ 東アフリカの半乾燥地域の砂漠化を防止するため、現地に適応した土壌保全技術や水資源の有効活用技術を開発する。

②中国西部

アジア地域砂漠化防止対策調査（2000～2005）
・ 中国で砂漠化が進行している新疆ウイグル自治区を対象に、過放牧に起因する砂漠化の問題点を明確にし、持続的な農牧業が可能な新たな定住化事業実現のための技術開発、住民の意識改革の手法開発を行う。

③モンゴル

自立支援型黄砂発生源対策検討調査（2005～2010）
・ 黄砂発生源対策を進めるため、牧民と行政職員が自ら植生回復を目的とした放牧地マネージメント計画がたてられるための能力向上と、植生回復、水資源管理、再生可能エネルギーなどの技術開発を実施。

技術の適用

JICA技術協力プロジェクト

④中国

山西省雁門関地区生態環境回復及び貧困緩和プロジェクト（2006～2010）
・ 生態環境の保護と農牧民の生計向上が両立する取組モデルを構築する。
・パイロット事業対象村落数：6村（約4，000人）

新疆天然草地生態保護と牧畜民定住プロジェクト（2007～2011）
・ 天然草地の保護と牧畜民の生計向上が両立しうる持続可能な定住事業のモデルを構築する。
・パイロット事業対象村落数：2村（約1，800人）

地域資源利活用型砂漠化防止対策調査（エチオピア：2004～2009）

調査団員指導による住民参加のガリ補修

丘陵地保全のための囲い込みの実施施（斜面上部の囲い込み内側が植生回復しつつある状況）

アジア地域砂漠化防止対策調査（中国西部：2000～2005）

家庭菜園の導入により、家畜頭数の増加に頼らない所得の向上

農牧民用の平易なテキストを作成・配布

自立支援型黄砂発生源対策検討調査（モンゴル：2005～2010）

実証サイト（タラグトソム）の放牧風景

牧民による放牧地植生に関する調査

写真提供：JIRCAS

○　現在、西アフリカのマリとニジェールにおいて、開発した対策技術の効果的な普及・展開を図るため、地域の状況に応じた効果的な対策の計画策定手法を構築するための実証調査（「農業生産資源保全管理対策調査」:2008～2012年）を実施中。

マリ共和国

男性・女性グループがそれぞれ作成した土地利用図を比較する状況

ストーンラインの設置による植生回復の様子（ジャワカンダ村）

ニジェール共和国

収穫後の畑への家畜の放牧状況（タウア近郊）

トレンチ工の施工による2005年の植林地（チェンチェルグ）

写真提供：JIRCAS

4.「土壌侵食防止対策」の取り組み
（1）土壌侵食防止技術の開発

○ 砂漠化防止への取組で蓄積した技術・ノウハウを広く活用する観点から、南米の大規模な土壌侵食に対処するため、最も条件の厳しいボリビア国の山岳農地において農民参加による対策技術を開発・実証。
○ ボリビアで8年間の実証調査を行い、その結果を「農地・土壌侵食防止対策技術指針」として取りまとめ。

農林水産省補助事業
（ボリビアの山岳部農地）

実施機関：J-Green

基礎調査（1995～1999）
・土壌侵食状況の把握、土壌保全技術の収集　及び分析

実証調査（1999～2003）
・フィールド調査、試験圃場調査の結果に基づき技術指針を作成

農地・土壌侵食防止対策技術指針
・技術マニュアル（土木的保全対策技術など）
・手法ガイドブック（コンクール方式など）
・農民指導テキスト、その他

提案・実証した手法

小流域単位
■土壌保全対策の効果を上げるため、流域単位で取り組む手法を実証。

総合対策
■土木的な保全対策だけでは生産性の向上が図れず農家のメリットが少ないことから、農地保全と農村インフラを組み合わせた総合対策を提案し、効果を実証。

開発・実証した技術

ストーンライン

農地に散乱している石塊を集め、等高線沿いに積み置いて、斜面長を短く区切ることで、表面流去水の流速を減勢し土壌侵食を防止する。農民グループ間で技術を競争させるコンクール方式を導入することで農民の土壌保全への意識を高める効果もあった。

トウモロコシとタルウィの間作

主作物としてトウモロコシ、バレイショ等を栽培し、その間にマメ類などの作物を同時または時期をずらして播種する。これにより、土壌表面がより多く被覆され、雨滴の衝撃から保護されるとともに、多種類の作物を栽培でき、栄養改善にもつながる。

ベンチテラス

急傾斜地の農地において、圃場区画で階段状に造成することにより、表面流去水の流出量と流去速度を緩和させ、農地の保全を図る。切盛土の土工量及び運搬距離を最小限に抑えるように断面を決定し、各テラス間の法面については被覆植物等で保全する。

中小家畜の飼養

収益性を下げずに放牧による自然資源に対する影響を減少させるため、従来型の山羊、羊の放し飼い方式の飼育から、豚、鶏等の舎飼いに適した家畜の飼育に転換させる。

（2）土壌侵食防止対策の普及・定着

○　開発された技術指針が、ボリビア政府の公式マニュアルとして採用、普及。技術の普及を担う人材を育成するJICA技術協力を実施中。
○　技術の汎用化を図るため、パラグアイの緩傾斜部及び平野農地でも実証調査を行い、その成果を技術マニュアル、手法ガイドブック、視聴覚教材等にとりまとめ。

農地・土壌侵食防止対策技術指針

開発した技術を適用

開発した技術の汎用化

ボリビア国 自身の取組

・ボリビア農牧省は、開発した手法ガイドブックを省のマニュアルとして採用

・事業に協力した現地の大学では、関連する技術・手法をカリキュラムに追加

開発した技術を適用
育成された人材を活用

JICA技術協力プロジェクト

持続的農村開発のための実施体制整備計画（2006～2008年）

・現地の大学を拠点として、普及のための技術者の育成
（機構からも専門家（現地リーダー）を派遣して支援）

パラグアイ国
「農地・土壌侵食防止対策調査」

放牧地における土壌侵食状況

農林水産省補助事業

パラグアイ　実施機関：J-Green

農地・土壌侵食防止対策調査（2004～2006年）

・　緩傾斜部及び平野部農地への土壌侵食対策技術の汎用化調査

調査結果を適用

調査結果の適用

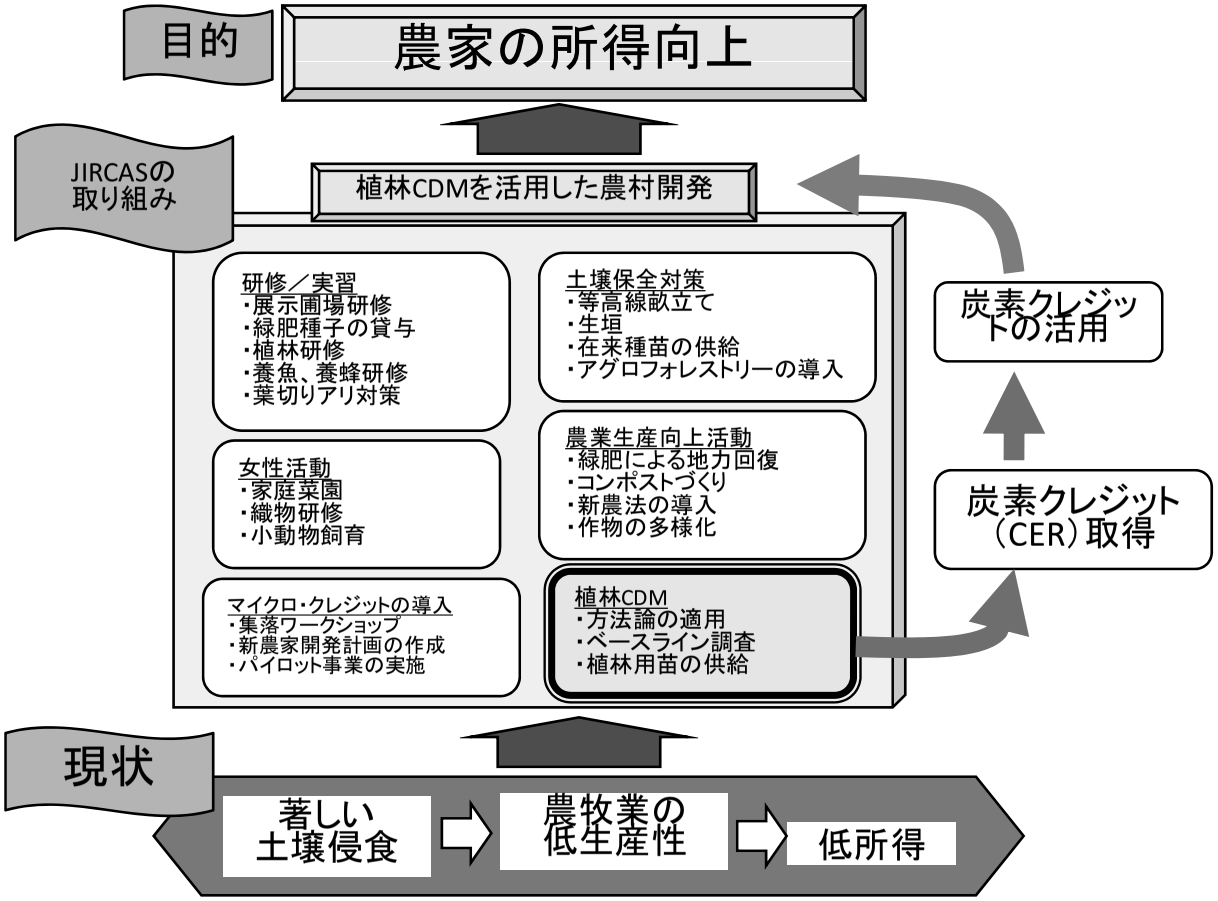
南米全体

土壌侵食防止対策の実践へ

等高線栽培のためのレベリング研修

○　現在、パラグアイ国で実施した土壌浸食防止対策調査は、小規模植林CDM（クリーン開発メカニズム）事業を組み込んだ農村開発を行うための手法開発調査へと発展し、実施中。（2009年9月にCDM事業として国連登録。）
実施機関：J-Green（2008年4月よりJIRCASに業務承継）

植林CDMを活用した農村開発の概念図



土壌侵食の進んだ農地

植林地の現況

図、写真提供：JIRCAS

ストーンラインの設置（ボリビア）

ご静聴ありがとうございました。

アフリカ・マラウイの小規模灌漑開発技術協力における日本の伝統技術の活用

金森秀行（独立行政法人　国際協力機構、国際協力専門員）

１．　はじめに

アフリカの農業開発における特徴として、かつて筆者は①貧困層の主体が小規模農家であること、②調査研究が不足していること、③行政的・財政的に不安定であること、④生産力が低いこと、および⑤多種多様な部族社会であることの 5 点をあげた [1)]。その後 20 年余になり、少しは改善が見られるが、これらの特徴は基本的に同じである。これらのなかで、特に調査研究の不足は科学的なアプローチを困難にし、財政的不安定は高コストの近代技術の導入を阻害している。顧みれば、日本もかつては科学的データがなく、財政的にも豊かでなかった時代があった。その中で、農業土木の先人たちは創意・工夫を駆使して困難を克服してきた。これら先人の伝統技術には同様の状況にある途上国における農業開発に活用できるものがある。ここでは、それら技術をアフリカの小規模農家に普及して灌漑面積を拡大したマラウイ国の事例を紹介する。本論の目的は、先人の伝統技術を継承することの有用性と重要性を再認識することである。

なお、途上国の主な灌漑方式は河川に堰を設置して水路で圃場へ導水する重力灌漑であること、国際協力の中で採用される主な開発方式は農民/住民参加型であることから、ここでは重力式灌漑施設を農民参加型で建設する場合の小規模灌漑開発技術協力を論じる。

2. 日本の伝統技術の特長

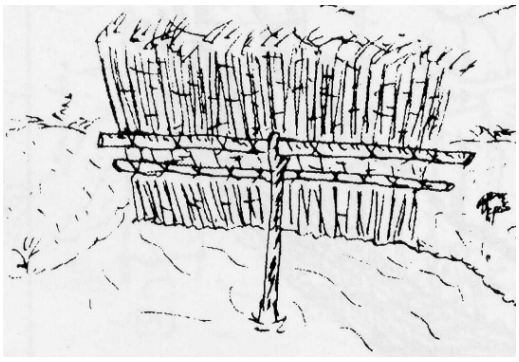
近代的な堰の建築技術が一般的でなかった 1930 年頃までの日本では、現在の途上国と同様に蛇かご（以下、英語名の gabion から「ガビオン」と称す）もしくは木枠を用いた石の堰および木・竹・草・土などを用いた草堰が多く用いられていた。これら日本の伝統的な堰について農業土木学会の編著 [2)] および農業土木学会誌の報文 [3)]などに紹介された技術を考察すると、途上国に有用な先人の知恵として、在地資材の効率的利用と自然に逆らわない設計が特筆される。これらを用いることで途上国の小規模灌漑開発に次のような効果をもたらすことができる。

2.1 在地資材の効率的利用による草堰建設能力の向上

途上国において農民参加型で建設された堰を紹介する。図-1はマラウイに一般的な草堰である。これらの堰の場合、図-1(A)の垂直型では安定性と止水効果が低いので長さ 5m 程度以上の大規模な堰は建設できないことと、杭を打つので河床が岩盤の場合は適用できない欠点がある。また、図-1(B)の傾斜型は河床が岩盤でも設置できるが、川の両岸に横木を支えられる立木もしくは岩が必要になることから設定条件が限定されるため、長さ5m以上の大きな堰の設置は難しい。次にアジアで農家が造っている伝

統堰を紹介する。写真-1(A)と(B)はタイの草堰で竹と粗朶を組み合わせて造られており、写真-1（C）はラオスの堰で木と葉で造られているが、いずれも川幅の狭い河川にしか適用できない。写真-1(D)～(F)は木を組み合わせて造られたラオスの堰で、川幅の広いところに設置された大規模なものであるが、材料の木が多く必要であることが難点である。

（A）柵工による垂直型の草堰



（B）傾斜型の草堰

図-1　マラウイの伝統的な草堰 [4)]

(A) 竹と粗朶で造られたタイの小規模な堰

(B) 竹で造られたタイの小規模な堰

(C) 木と葉で作られたラオスの小規模な堰

(D) 木を組み合わせたラオスの堰1

写真-1　タイとラオスの伝統な草堰

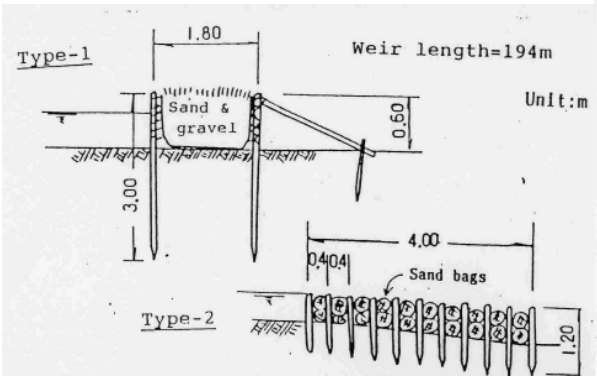
注:タイの堰は筆者が撮影したもので、ラオスの堰は日本工営の島崎氏が撮影

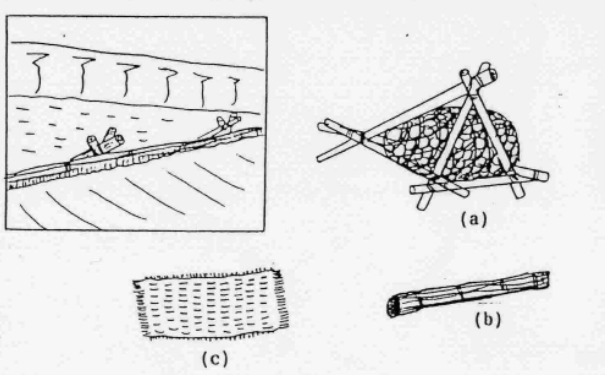
(E) 木を組み合わせたラオスの堰２

（F） 木を組み合わせたラオスの堰３

写真-1 タイとラオスの伝統な草堰（続）

日本にはこれらと異なるタイプの伝統な草堰がある。それらを図-2と図-3に紹介する。 図-2(A)の二重および多重柵工による草堰は、柵を二重もしくはそれ以上に多重にして柵の間に粘土質の土を詰めることで安定性と止水性を増すことができるので、規模的に高さ 1m・長さ 14m の大きなものも可能である。図-2(B)の牛枠の堰は、(a)の牛枠を河床に置いて(b)の竹束を横木として縄で固定し、その横木の上に(c)の筵を縄で固定したもので、設置すると図-2(B)の枠で囲んだ図のように水面から牛枠の頂部だけが現れる。筵で完全には止水できないが、水嵩が上がるので取水できる。牛枠は 1500 年代に信玄堤に用いられた聖牛の原型になったもので、1700 年代に甲州流治水術が関東平野に普及したと伝聞するので、治水のための水制であった牛枠が利水に適用されたと推定される。牛枠の堰は、三角錐形なので安定性が増し、自立するので河床が岩盤でも設置することができる。規模的には、高さ1m・長さ 20m の大きな堰も建設可能である。これらと図-1および写真-1の途上国の堰と比較すると、日本の草堰は、より少ない材料で大規模な堰の築造が可能であることがわかる。





(A) 二重および多重柵工による草堰 [2)]

(B) 牛枠による草堰

図-2 日本の伝統的な草堰

2.2 自然に逆らわない設計による堰の安全性の確保

農家による石材を用いた堰はマラウイでは造られていないが、アジアには例がある。写真-2(A)はラオスの堰で木と石で造られている。写真-2（B）はインドネシアで造られているガビオンの堰である。これら

の堰では、雨季の洪水期には堰が破壊されて再建築に多大な労力を要すること、または堰上流の両岸が側面侵食される恐れがある。そのためインドネシアでは、雨季に一部のガビオンを取り外して洪水のエネルギーを軽減する方法を採用していた(写真-2(C)参照)。途上国では水文ﾃﾞｰﾀが不足しているので洪水に対して安全な堰を設計することが難しい。例えばマラウイでは、水源地の森林伐採のために鉄砲水が発生する河川が多く、ブワンジェ川の場合は2002年には70年確率を越す洪水が、2003年には200年確率を越す洪水が発生して、設置された灌漑コンクリート堰のエプロンは多大な被害を被った。この洪水確率は英国時代に作成された数式によるが基礎データが定かでない。日本においても科学的なﾃﾞｰﾀが無かった時代は　河川流量ﾃﾞｰﾀが非常に限定され、ガビオンの堰を設置してもインドネシアと同様に破壊された経験を持つ。その対策として、考案された堰を2つ紹介する。

(A) ラオスの石と木を材料とした堰 (日本工営の島崎氏が撮影)

(B) インドネシアのガビオンの堰(乾季の状態)

(C) インドネシアのガビオンの堰(雨季の状態)

写真-2　ラオスとインドネシアの石材を用いた堰

図-3に紹介するのはガビオンの上半分をあらかじめ土嚢に置き換えた堰である。こうすることで洪水のたびに堰を再構築する労力を軽減できる。また、洪水時には土嚢は流去して洪水のエネルギーを下流に逃がすので河岸の侵食を軽減し、かつ堆砂がある場合も排出することができる。

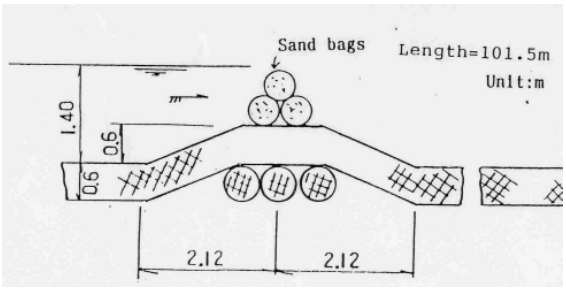
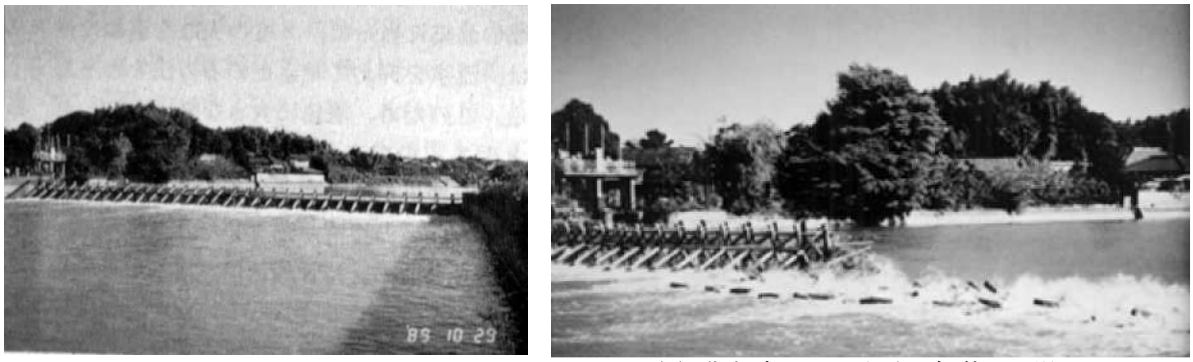


図-3 ガビオンの一部を土嚢に置き換えた堰 [2)]

写真-3は西広板羽根堰という板製の堰で、1917 年に築造された [3)]。当時の技術者は、1870 年以前は図-4(A)の固定型のガビオン堰を設置したが洪水で破壊されたことから、1881 年には図-4(B)のようにガビオンの一部を可動堰にしたがそれでも破壊された。そこで、1917 年に板製の部材を組み合わせる方法が考案された。洪水時には部材のひとつを外すことで堰が瞬時に解体されるので(写真-3(B)参照)、洪水のエネルギーを下流に逃がすことで堰の破壊を回避できる。加えて解体時には、河岸侵食の軽減と堆砂の除去もできる。



(A) 西広板羽根堰を設置した場面　　(B) 洪水時に堰の半分を解体した場面

写真-3 西広板羽根堰[3)]

(A) 1870年以前に設置されていた固定堰　　(B) 1881年に建設された一部を可動にした堰

図-4 西広板羽根堰の設立過程の説明図 [3)]

これらガビオンの一部を土嚢で置き換えた堰および西広板羽根堰の事例は、洪水のエネルギーを科学的に推定できない場合は、洪水に逆らわない方法が堰の安全性を確保するために有効であることを示す。

3. マラウイの状況と技術協力実施戦略の策定

3.1 マラウイの農業概要

マラウイはインド洋から 200km内陸の赤道南部に位置するアフリカの内陸国で、国土は南北に長く、北

部をタンザニア・ザンビア・モザンビークに囲まれている。面積は 11.8 百万 ha で、そのうち 9.4 百万 ha が陸地で 2.4 百万 ha が水面である [5]。国土の標高は海抜 36mから 3048mに及んでいるが、ほとんどは海抜 1000m前後の丘陵地である。気候はサバンナに属しており、一般的に高地と低地を除いてはほとんどの地域で 17 度～22 度である。比較的降水量は多く、特に標高の高い地域と低い地域を除いてほぼ全域で年間降水量 800mm～1,200mm である。ほとんどの降雨は 11 月～3 月の間の 5 ヶ月間に降り、5 月～10 月はほとんど雨が降らない。人口は 1300 万人（2008 年）で、1998 年～2008 年の平均人口増加率は 2.8%と高い [5]。平均人口密度も 139 人/km^2 と高い。

経済的にマラウイは、2004年の一人当たりのGDPがわずか155US$の後発開発途上国（LLDC）で、南部アフリカ地域では最貧国の一つである[5]。2001年には重債務貧困国（HIPC）に指定されている。そのなかで貧困が拡大し、かつ深刻化している。マラウイは農業セクターが、GDPの35%・全輸出額の90%・就業人口の85%を占める農業国であることから、貧困の原因は低い農業収入にあるといえる[5]。

農業について、作物は主食となるメイズ（トウモロコシ）と野菜のほかに、タバコ・コーヒー・綿花・砂糖などを栽培しており、マラウイの主要輸出品となっている。営農は大規模農業経営体エステート（以下、「大規模農家」と略す）と小規模自作農家（以下、「小規模農家」と略す）に分けられる。小規模農家の定義は、1998年ｾﾝｻｽで経営面積2ha 以下の農家のことである。全農家数は 2009年 2 月の JICA 調査によると 3.42 百万戸で、そのうち小規模農家数は 3.06 百万戸 [5]である。可耕地面積は 7.7 百万 ha、そのうち大規模農家が 1.2 百万 haを占め、湿地帯・急峻な土地・伝統的に保護された土地を除くと小規模農家の可耕地は 4.5 百万 ha である [5]。灌漑地は 2008 年現在で 7.4 万 ha である。その灌漑地のなかで小規模農家の灌漑地はわずかに 2.6 万 ha である [5]。よって、ほとんどの小規模農家は依然として天水に依存して低い生産性のままであり、主たる食糧であるメイズの単位収量は 2003/04 年～2007/08 年までの 4 年間の平均で 1.6t/ha とわずかである。また小規模農家の耕地面積は小さく、かつ人口増加で減少し、1998 年～2008 年間に平均耕作面積は 1.5ha/戸から 1.3ha/戸に減少している [5]。

貧困削減のために政府は、従来から数次にわたり貧困削減戦略を策定しており、現在は2005年から「マラウイ成長と開発戦略（MGDS）」を実施している。MGDSの重点分野の第1は農業および食糧安全保障である。その達成のために政府は2008年に農業開発プログラム（ADP）を策定し、生産性の向上を計っている。そのための手段として、耕作面積が減少している小規模農家では、灌漑が従来から重要な位置づけになっている。

このような状況は恒常的なものであり、そのために2000年8月にマラウイ政府は日本に対して、同国における小規模灌漑開発の潜在性確認と灌漑開発における人材育成を目的とした開発調査(現在は「開発調査型技術協力」というが、ここでは旧名称を用いる)を要請してきた。そこでJICAは2001年10月に事前調査（現在は「詳細計画策定調査」というが、ここでは旧名称を用いる）を実施し、技術協力実施戦略を策定した。

3.2 技術協力実施戦略の策定と技術の選択

3.2.1技術協力実施戦略の策定

実施戦略は3つの方針からなる。それらについて、以下に説明する。

(1) 灌漑に係る実施方針

事前調査団はマラウイの主たる灌漑方式である重力灌漑に焦点を当てて、要請内容である小規模灌漑施設について、他国および国際機関(以下、「他ドナー」と称す)の援助実態を視察した。その結果、次の所見を得た。

① 洪水の影響が大きいこと: 視察した小規模灌漑施設は練石積み製もしくはコンクリート製の近代的な堰であったが、予想以上の洪水で破壊されている事例、洪水の側面侵食による河川の拡幅で川のみお筋が変わったために既存の堰が機能を失った事例、堆砂で堰上流が埋まっている事例を見た。これより、水文ﾃﾞｰﾀが不足するために洪水規模を予測できないので固定堰は適切でないと判断した。

② 近代的な堰は資金的に建造・修復が難しいこと: 前述の破壊された堰とみお筋の変わった事例では、練石積み製もしくはコンクリート製の堰の再建・修復に多大の資金が必要なことから、他ドナーによる資金的・技術的支援で実施されていた。JICAの開発調査は技術を供与するが資金を供与できないことから、政府と農家に資金供給の可能性を聞き取った。その結果、マラウイ政府も農家も開発資金の拠出を期待できないことがわかった。政府は現在も開発予算の多くを外国援助に依存しており、灌漑水資源省の年予算が約6億円に対して外国援助額に係る予算が約65億円であることが示すように、政府は小規模な維持管理予算程度しか用意できない。また農家も、その後の開発調査で実施した50戸サンプル調査で42%が食糧自給さえできておらないことが示された事実が示すように、農家が開発資金を拠出する可能性は非常に低い[6)]。この状況から、本技術協力で対象とする灌漑施設は外部からの資金的・物的投入が不要なものでなければならないと判断した。

③ 灌漑技術者が少ないこと: 堰および灌漑施設の建設には専門技術が必要である。そこで灌漑技師について聞き取ったところ、1県に2名の灌漑技師が配置されているだけであった。ﾃﾞｰﾀ的には、灌漑技師を増やしている現在でさえ県の灌漑技師は平均3名で、約42000農家に1名の灌漑技師しか配置されていない。その一方で農業改良普及員(以下、「普及員」と略す)は比較的潤沢に配置されており、事前調査時点の2001年で1400農家に1名の普及員が、2009年現在でも1500農家に1名の普及員が配置されている。この配置では僻地の村でも1ヶ月に1度は訪問できると聞き取った。そこで、本技術協力で対象とする灌漑施設は、普及員を通じて農家に技術移転すれば農家が自助努力で建設できるものでなければならないと判断した。

これらの所見をもとに前述の日本の伝統堰の考え方を導入し、草堰もしくはガビオンの堰であれば、外部からの資金的・物的投入が不要でかつ灌漑技師の支援がなくても建設できると考えた。また、マラウイは雨季と乾季が明確なので、乾季に設置して雨季に取り外せば洪水時には堰がないので河岸侵食・堆砂の問題はなく、かつ主要な材料を再利用できると考えた。すなわち、自然に逆らわない方法を採用した。その結果、第1の実施方針として、「農家の自助努力で実施可能な灌漑開発手法を開発する[7), 8)]」を策定した。具体的には、外部からの資金的物的投入をゼロとすること・極小規模で短期完工できること・普及員と農家ｸﾞﾙｰﾌﾟで実施可能な技術を開発することである。

(2) その他の実施方針

灌漑技術の選定に係る方針に付随して、普及と持続性の観点から2つの方針を策定した。まず灌漑技術の普及について、普及員が農家を訪問する頻度が低くてたとえ1ヶ月に1度の訪問でも技術移転できるためには、①農家の既存の技術力との格差が小さい技術を紹介することと、②訪問時の技術移転効率を増すことの2点を強化する必要がある。上述の第1方針によって①は実施されるが、②の技術移転効率を増す方策が必要である。それには普及員自身の伝達能力を増す方法と普及教材に工夫する方法の2つがある。前者の訓練による能力の上達には時間がかかるので、短い研修期間で普及員を訓練する場合は有効でない。そこで、普及教材に工夫する方法として、紙芝居教材の作製を実施方針とした。すなわち、ある技術(例えば堰の建設)の作業手順をステップごとにイラスト(線画)にして、それを使って普及員が紙芝居の要領で農家に説明すればわかり易い。そのような教材作製法として筆者は、PD法を農業土木学会誌で発表していた[9)]。

PDとは"Process Description" (過程記述)の略で、特定テーマの視聴覚教材の作製を通じて日本人専門家が相手国技術者(カウンターパート)に技術移転する手法である。これは、ひとつの作業について技術移転した後、カウンターパートに独りで実施させ、その過程を農業土木の現場写真の要領で撮影し、それをステップごとに一定の様式に貼り付けてカウンターパートに説明を記述させることで移転した技術を定着する手法である。その成果品として記述した様式(PD様式)がマニュアルとなり、カウンターパートが写真を投影して説明記述を読めば他の技術者に普及することができるので視聴覚教材も成果品となる。このPD法を活用して、PD様式に過程記述した後に、半透明紙を写真にかぶせてトレースすれば線画が描けるので、それをコンピュータでスキャンして大きさを調整して印刷して台紙に糊付けし、裏にPD様式の過程記述を貼り付ければ紙芝居ができる。よって、この方法を採用すべく、第2方針として、「普及教材はPD法による紙芝居マニュアルを採用する[7, 8)]」を策定した。なお実際には、紙芝居は大きすぎて重いので、A2サイズのポスターに8コマの線画とステップ題名・説明を記述する方法が採用された。

加えて、事前調査で農家の栽培技術が低いことがわかったことから、灌漑農業の普及には灌漑施設の建設だけでは不足であり、栽培技術も必要であるとの所見を持った。具体的には、灌漑が普及すると乾季にも耕作されるので休耕による地力回復ができなくなることから、収量が漸減することが懸念された。それには在地資材を活用した堆肥の導入が必要と考えた。また、在地資材の応用には病虫害防除も可能性として考えられた。そこで、第3方針として、「持続的灌漑農業の普及をめざして栽培技術改善などを含めたハードとソフトの技術パッケージを作る[7, 8)]」を策定した。この栽培技術に関しても灌漑技術と同様に農家の自助努力で実施可能なものを適用した。

3.2.2 技術の選択

(1) 灌漑技術

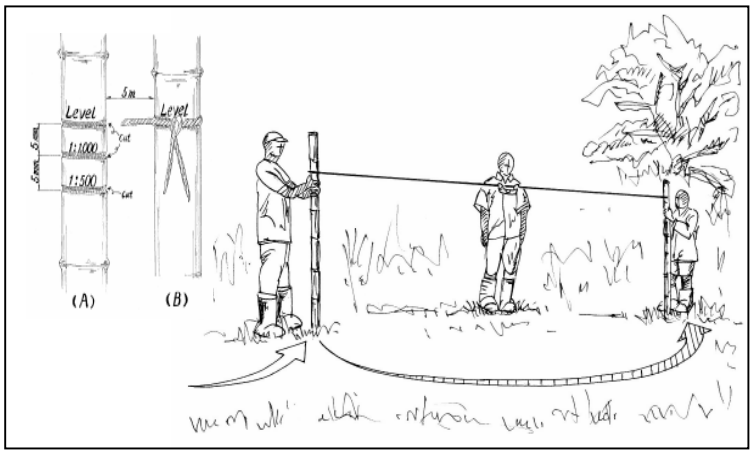
マラウイの小規模灌漑開発に必要な技術は堰の築堤技術だけでなく様々であり、それら全ての技術に関して、上述の実施方針を満足できる技術を日本の伝統技術からだけで見つけることはできない。そこでマラウイ小規模灌漑では、技術の供給源(リソース)として、日本の伝統技術・在地技術・新規開発の

3つが採用された。第1は日本の伝統技術の中からマラウイに適合した技術を選択することで、前述の図-2に示す二重柵工による草堰と牛枠による草堰が採用された(写真-4参照)。その他、粘土による練り石積みの堰も開発されたが、最も普及したのは草堰であった。第2の在地技術は、現地の篤農家が持っている技術を科学技術的に分析して普遍化・一般化する方法で、前述の図-1に示す柵工による垂直型の草堰と傾斜型の草堰が採用された。また、水路掘削時の岩の破壊法として岩を焚き火で熱してから散水冷却して収縮亀裂を入れる方法が採用された。第3の新規技術の開発では、測量機器と測量士の補助なしに農家が実施可能な水路の路線設定法[10)]が開発された。

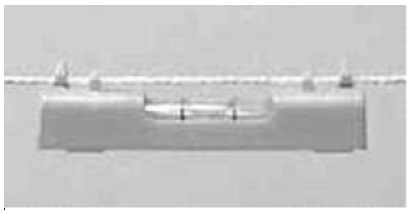
(A) 二重柵工による草堰　　(B) 牛枠による草堰

写真-4 マラウイで農家によって建設された堰の例

マラウイで採用した灌漑開発では、水源水量を測定して取水可能量から灌漑面積と水路を設計するのではなく、農家で建設可能な堰を設置して取水できた範囲を灌漑する。したがって水路も、路線を決めてから勾配を落差工等で調整するのではなく、路線を決めずに、標高の高いところに水路を通して灌漑面積を増やすことと水路侵食の起こらないことを考慮して、緩い勾配を設定すればよいことになる。よって、その場合に必要な測量技術は、できるだけ緩い一定の勾配(1:500もしくは1:1000)で土水路を設定するための測量技術である。その水路勾配設定法[10)]は、ラインレベルという吊り下げ型水準器(図-5(B)参照)を用いる。ラインレベルは、わずか300円(3US$)程度で調達でき、土地保全事業で等高線の位置を知るために導入されていた。等高線の場合は、2本の棒に5m長の紐を繋いでその中心にラインレベルを吊るしたものを用意して、一方の棒を固定して他方の棒の位置を変えてラインレベルの水泡の位置が中央になる位置を知れば、両棒下の地面が水平になるので等高線の位置がわかる。水路勾配を設定する場合は、紐を棒に縛る際に片側を0.5cm～1cm高くして紐をび、その高く結んだ方の棒を常に前方にして、後方の棒を固定して前方の棒を動かしてラインレベルの水泡位置が中央になるときの位置を見つけることで一定の勾配を設定する(図-5(A)参照)。例えば5mの紐で片側を一方より0.5cm高く結んだ場合は、気泡位置が中央になったときは両棒下の地点の標高差は0.5cmなので、両地点間の勾配は0.5cm÷5m =1:1000になる。次に、前方の棒位置に後方の棒を立てて同じ作業を繰り返せば、同じ勾配で水路の路線を設定することができる。



(A) ラインレベルによる水路勾配設定法[10)]



(B) ラインレベル

図-5 ラインレベルによる水路勾配の設定法の説明図

(2) その他の技術

その他の分野でも同じ技術の供給源(リソース)が試みられ、日本の伝統技術・在地技術が採用された。新規開発は必要がなかったために実施されなかった。日本の伝統技術からは、ボカシ堆肥と改良かまどが採用された。在地技術からは、生物農薬と改良穀物庫が採用された。

4. 技術協力事業の実施と成果およびインパクト

4.1 技術協力事業の実施

マラウイの小規模灌漑開発は3つの援助形態を連続して2001年12月～2009年12月の8年間にわたり実施されている。まず、2001年12月～2005年2月の約2年間に開発調査を実施して、灌漑開発に係る技術パッケージの開発・マニュアルの作成・普及の試行を行い、その成果を用いて2004年11月～2009年12月の間に技術協力事業で小規模灌漑開発技術の普及を実施した。これら2事業の間の2004年11月～2005年10月は短期専門家派遣を行なって、開発調査の成果の引継ぎと普及の継続を行なった。これら開発調査と技術協力ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの概要を表-1と表-2に示す。

表-1 開発調査の概要

1	スキーム	開発調査型技術協力
2	プロジェクト名	マラウイ小規模灌漑開発技術力向上計画調査
3	相手国実施機関	灌漑水開発省
4	対象地域	リロンゲおよびカスング農政局管区
5	対象グループ	農業改良普及員
6	実施期間	2002年12月～2005年2月
概要		
7	上位計画	灌漑開発を通じて小規模農家の貧困が削減される。
8	ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ目標	1. 自助努力小規模灌漑開発のための技術パッケージが作成される。
		2. 灌漑開発に係る技術および管理能力が強化される。
9	アウトプット（成果）	1. 農家の在地資材を用いた技術が導入される。
10		2. 対象ｸﾞﾙｰﾌﾟの能力が強化される。
12	活動	フェーズ 1: 灌漑潜在地域の把握、技術パッケージ案の作成およびﾊﾟｲﾛｯﾄﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの初期設計の実施。
13		フェーズ 2: ﾊﾟｲﾛｯﾄﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの実施、研修の実施および技術パッケージの最終化。

表-２　技術協力ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの概要

1	スキーム	技術協力プロジェクト
2	プロジェクト名	マラウイ国小規模灌漑開発技術協力プロジェクト
3	相手国実施機関	水開発・灌漑省、灌漑局
4	対象地域	全国
5	対象グループ	マラウイの灌漑可能地域の普及所で働く末端普及員300名（直接裨益者）、マラウイ全国の小規模農家18,000世帯（最終裨益者）
6	実施期間	2006年3月～2009年12月
概要		
7	上位計画	食糧安全保障状況を改善するためにマラウイ全国の適地で、小規模灌漑農業が普及・定着する。
8	ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ目標	包括的な小規模灌漑農業に関する全国的な普及体制が整備される。
9	アウトプット（成果）	１．マラウイ全国の小規模灌漑可能地域の末端普及所の灌漑普及機能が強化される。
10		２．実証事業地域における経験を基に、全国の灌漑可能地域で適用可能な包括的小規模灌漑農業普及パッケージが纏められる。
11	活動	1－1　全国の小規模灌漑可能地域の末端普及所の普及員を対象に、「小規模灌漑開発手法パッケージ」に係る研修およびOJTを行う。
12		1－2　小規模灌漑可能地域の末端普及所の普及員を対象に、プロジェクト企画立案、モニタリング・評価にかかる研修およびOJTを行う。
13		1－3　小規模灌漑可能地域の各末端普及所レベルにおいて、小規模灌漑普及に係るプログラムを策定する。
14		1－4　小規模灌漑可能地域の各末端普及所に対し、小規模灌漑普及に必要な工具類、普及教材を配布する。
15		2－1　過去の実証事業において見られた小規模灌漑開発技術の技術的深化について、全国の小規模灌漑適地で適応可能な応用・発展事例を選抜する。
16		2－2　過去の実証事業において見られた営農・農業技術（堆肥の利用、農作物貯蔵方法、農作物多用化、畔作りの方法等）に関して、全国の小規模灌漑適地で適応可能な応用・発展事例を選抜する。
17		2－3　過去の実証事業において見られた小規模灌漑農業の持続的実施に影響を及ぶすと考えられるその他の事象（農村地域における経済格差、ジェンダー、水資源の公平な分配や持続的な管理等）に関して、全国の小規模灌漑適地で適応可能な応用・発展事例を選抜する。
18		2－4　上記活動で選抜された事例を統合して、包括的な小規模灌漑農業に係る全国普及パッケージを改訂する。

灌漑開発は、開発調査で作成した技術パッケージのマニュアルを用いて普及員の第1回の研修を行い、その普及員が帰任して供与された紙芝居を用いて農家に技術を普及し、その農家が灌漑施設の建設を行い、その実績を第2回目の研修で収集すると同時に補完研修を実施する方法で実施された（図-6参照）。

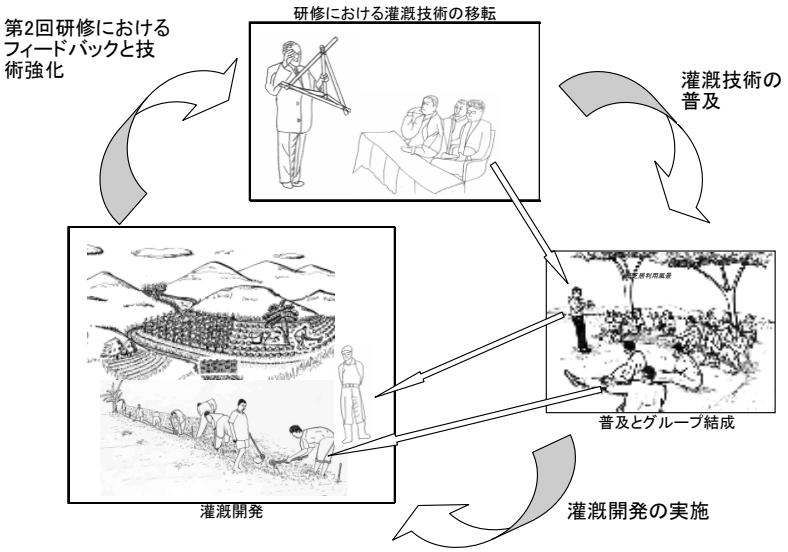


図-6　技術協力実施の説明図

注:これは開発調査報告書の図[10)]に加筆して作製した。

4.2 技術協力事業の成果

（1）灌漑面積の拡大

小規模灌漑技術の本格的な普及を開始した2003年から2008年までの6年間に、1,991地区に灌漑施設が設置され、計3,770haが新規に灌漑された。1地区平均20農家であるから20戸×1991=39,820戸の農家が灌漑の恩恵を得たと推定される。詳細を表-3に示す。1地区当たりの灌漑面積は1.9haと極小（ミクロ）レベルだが地区数が多いこと、灌漑面積で年間3770ha÷6年=628ha/年と開発速度が高いこと、39,820戸÷6年=6,637戸/年の速い普及速度が実現されたことから、このような大きな灌漑開発が可能になった。

表-3 小規模灌漑の開発実績

援助形態	実施年	地区数	灌漑面積 (ha)	ha/地区
開発調査	2003 ～ 2004	272	568	2.1
短期専門家派遣	2005	390	817	2.1
小規模灌漑開発技術協力プロジェクト	2006	340	860	2.5
	2007	471	673	1.4
	2008	518	852	1.6
計		1,991	3,770	1.9

出所：マラウイ国小規模灌漑開発技術協力プロジェクト(2009年1月16日入手)

（2）食糧安全保障への貢献[6)]

2003年に開発調査のなかで実施された360戸のベースライン調査によると、約70％の農家は自給できていなかったが、灌漑によって乾季にメイズを栽培できることにより、農家は3つの方法で自給を改善できた。第1は乾季灌漑作メイズを直接食糧にする方法である。第2は乾季灌漑作メイズ青刈り（グリーン）の状態で収穫し、これを販売して乾燥メイズを購入する方法である。青刈りメイズは乾季には市場に出回る量が少ないために重量換算で乾燥メイズの4～5倍の値段になるため、青刈りメイズとして市場に販売して得た収入で4～5倍の食糧を購入することができる。第3は、青刈りメイズとして販売して得た現金で乾燥メイズを購入後に手元に残った現金を次の雨季作のための化学肥料の購入に向けて雨季の増産を図る方法である。これにより灌漑は、乾季における直接的な食糧生産だけでなく、雨季メイズ作の増産でも自給を改善できる。

これら灌漑による増収の食糧自給改善へもたらした効果を、2002/03年と2003/04年に50戸の農家を聞き取り調査して比較した結果で数値的に考察する。灌漑開始以前にはサンプル農家の42％（21戸）は自給できていなかった。サンプル農家1戸の雨季作面積は0.06haで、そこから雨季作で450kg/戸の収量しか得られていないために乾季灌漑作がなければ750-450=300kg/戸のメイズを購入せねばならなかった。灌漑施設ができて乾季灌漑作が可能になった後は、化学肥料の雨季作投入が16kg/戸から30kg/戸と約2倍になった結果、収量が450kg/戸から625kg/戸と約40％増した。残り750-625=125kg/戸は、農家の約75％の乾季作栽培面積は0.0375ha/戸(25x15m)であったから、乾季メイズ作から得られるメイズは

3.3t/ha×0.0375=125kg/戸と、ほぼ乾季作で補完できることがわかった。その結果これら42%の農家の自給達成が推定された。ただし平均としての自給達成であって、最貧困農家のケース2戸を抜き取り調査したところでは、家族数の多い(7人)1戸の農家では改善はされたが自給に至らなかったと報告されている。

(7)貧困削減への貢献

JICAは2007年1月～2009年7月間に、小規模灌漑より少し大きい中規模の灌漑開発を目的とする開発調査を実施した。そのなかでモデル作付けパターンを用いた農業収支が計算されたので、表-4に引用する。対象とした1地区当たりの灌漑規模は小規模灌漑よりも大きいが、農家の経営規模は類似しているので引用した。これによれば、灌漑によって1ha当たり1314US$すなわち約12万円/ha(US＄1=90円)の純収入増加が可能になることから、総灌漑面積3,770haから500万US$すなわち約4.5億円/年の純収入増加が推定できる。総受益農家数は推定39,820戸であるから、平均でUS$124/戸/年すなわち11,000円/戸/年の収入増に貢献したと考えられる。これは一人当たりGDPである155US$の80%にあたる。

表-4　乾季作における1ヘクタール当たり作物収支と開発費用[11)]

項目		メイズ(Grain, 0.5ha)	メイズ (Green, 0.1ha)	全体(1ha)
粗収入(A)	MK	73350	30625	245542
	$	524	219	1754
生産費(B)	投入資材(MK)	27475	5495	61591
	$	196	39	440
純収支(A-B)	MK	45875	25130	183951
	$	328	180	1314

注：1＄＝140MK (マラウイクワッチャ)

4.3 インパクト

インパクトとは予期しなかったプラス・マイナスの影響のことである。

(1)技術的インパクト

① 農家による新技術の開発: 自助努力で重力式灌漑が可能であることを知った農家は、自ら資金を出して新技術を開発するようになった。写真-5に農家が考案した堰を示す。これは牛枠の木材が不足したことから竹籠に石を詰めて造ったガビオンで、直径1m・高さ0.8mである。写真-6には様々な水路橋を示す。写真-6(A)は、山を迂回しないと堰から圃場へ導水できない場所に竹で編んだU字型水路にビニール・シートでライニングした長い水路橋で、リクフハンガーと称される。延長は30m～100mにも及ぶ。写真-6(B)はトタンをU字型に曲げて木棒で支えた水路橋で、延長40m・高さ8mである。写真-6(C)は木から農家が製材した板による水路橋である。

写真-5　竹籠に石を詰めた蛇かごを使った堰

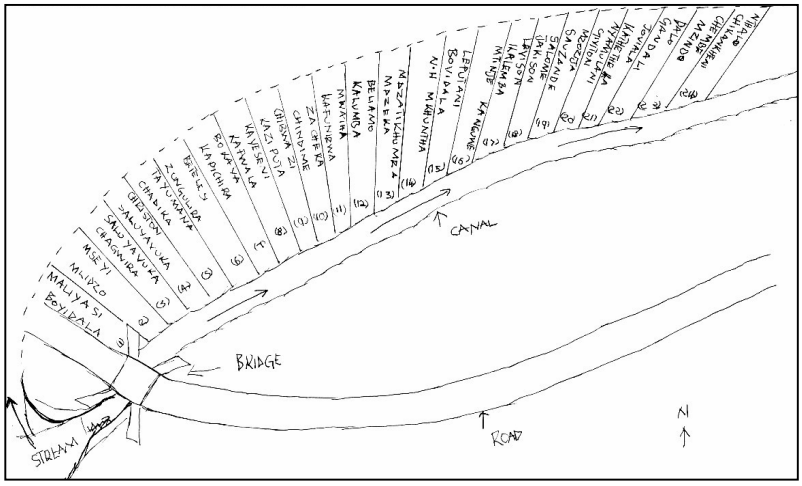
(A) クリフハンガー

(B) トタン製の水路橋

(C) 板製の水路橋

写真-6　農家が開発した水路橋

② 極小規模による水管理ローテーションの徹底： 極小規模の灌漑地区を細分したことに加え（図-7参照）、地表灌漑の畝間長もしくは水盤長を5～6mと灌漑単位を小さくしたので、1灌漑単位への水供給が1分程度で終わることになった。そのため、農家はすぐに次の畝間もしくは水盤へ水を切り返さないと畝間もしくは水盤から水があふれて土手の崩壊や種子流出をまねくため、常時圃場で水管理を行なうことになる。支線長は平均で約50mなので、片側の畝/水盤(0.03ha)への灌漑時間は1時間、1農家圃場（0.1ha）の灌漑は3時間で終了する。ひとりの農家が自らの圃場の灌漑を終了すると次の農家へ引き継がれる。原則として灌漑は日暮れに中止して夜間は灌漑しないので、1日に3農家が灌漑することから計0.3ha/日が灌漑される。表-3で1地区当たりの灌漑面積は1.9haであるから、1地区の灌漑は1.9ha÷0.3ha =6日で1回の灌漑が終了する。1週間に1日は農耕を休むので、間断日数は1週間となる。このように1週間の灌漑ローテーションが自然に徹底されることになった。



注： この例の場合、土地所有者は4人で、これを26人のメンバーに無料で貸している。

図-7 灌漑地区の土地配分の例[10)]

（2）環境へのインパクト

改良カマドの使用および薪売り炭焼きから灌漑農業への移行は、採薪量の減少をもたらした。また、NGOによって灌漑水路を用いた植林苗木生産が行なわれた地区があった。

（3）社会的インパクト[12)]

ジェンダー関連では、労力負担の軽い重力灌漑農業は女性にも容易に実施できることから、灌漑には男女の別なく参加でき、収益を得ることができた。このことは女性の薪採取労働を軽減する効果もあった。

（4）負のインパクトとしての土地問題 [10)]

灌漑地域は河川に隣接した取水可能地域に限られるため、一部の土地所有者の土地だけが裨益される。このことは土地所有者が、数的に圧倒多数（およそ4倍）の灌漑可能農地を持たない農民に対して、乾期の間のみ土地を貸し出すことによってのみ、村内における灌漑の便益の共有を実現できることを示す。開発調査で小規模灌漑を最初に実施した2003年は、約20地区に灌漑施設が設置された。その際は、重力灌漑に益することができる農地の地主が農地を細分化して他の村民に無償で土地を貸し出すことにより灌漑便益の共有がなされた。しかし2004年には、そのうち7地区で地主の土地の貸し出し拒否が起こった。理由として3事項があげられている。第1に地主が灌漑の便益を占有するため、第2は乾期作終了後の後片付けを借地人が怠ったため、第3は灌漑施設があまり容易にできることから地主だけで建設可能であったためである。なお、これら7地区においては、村長もしくは普及員の努力により、1地区を除く6地区では借地料を支払うなどの何らかの解決が図られた。この1地区は地主のみで灌漑グループを再編したが、地主は村全体の農家数50戸中の10戸なので、極端な独占・占有というまでには至っていないと報告されている。また、これら地主も貧困農家なので、貧困削減への貢献という効果はあった。

5. おわりに

小規模灌漑技術を農家に普及した結果、6年間で約2000灌漑地区において約4000haが灌漑された結果、約4万農家の食糧自給確保と収入増を達成した。現地の専門家の報告では、今年中にはさらに500地区が増えて計2500地区になる予定である。ここでは技術の選択に日本の伝統技術を用いた点を中心に論じたが、これは大きな成果を達成した要因のひとつに過ぎない。例えば、PD法による普及促進も重要な要因である。また、この技術協力事業が与えたインパクトも上述だけではない。事実、東京大学の修士論文[13]では、参加型農村開発においてNGOを含む多くの援助機関が種子・肥料の無償供与のような直接インセンティブを用いていることが自助努力の芽を摘んでしまうことを指摘したうえで、この技術協力事業でひとつの代替的なアプローチを示したことが評価されている。よって、日本の伝統技術を導入したことのインパクトも、本文に説明した以上にあると想像される。事実、本文の図-4(B)で紹介した牛枠堰を設置したNgoni灌漑地区のリーダーがインタビューに答えて、「普通のプロジェクトは魅力的に聞こえることが多いが、実際にプロジェクトが終わると何も残っていない。無償のインプット(種子・化学肥料)を貰っても何も残らないから、また次を待つことになる。ところがこのプロジェクトでは最初から何もモノは持って来ないと宣言していた。だから、やめてしまった人もいたかも知れないが、やってみたら、いろいろなものが残った。特に頭の中に残ったものはこれからも何度でも使える。お金もポケットに残ったから、ハンドアウトを待たなくても肥料を買えるようになったし、今年は堰も水路も全て自分たちで作れた。」と自立性向上のインパクトを述べている。これら他の要因の分析とインパクトの調査は今後の課題としたい。

参考文献

1) 金森秀行: アフリカの特徴と農業開発、農業土木学会誌、54(9), pp. 80-84 (1986)
2) 農業土木学会:拾周年記念 「日本取入堰堤誌」、pp. 8-111 (1939)
3) 佐藤俊郎、中村好男、森友利行:西広板羽根堰の構築技術と機能の保存、農業土木学会誌、59(12) (1991)
4) 三祐コンサルタンツ:The Study on the Capacity Building and Development for Smallholder Irrigation Schemes in the Republic of Malawi Technical Manual, 独立行政法人 国際協力機構, pp. -1-10, 2-4, (2005)
5) 三祐コンサルタンツ: マラウイ国 農民組織による(中規模)灌漑施設管理能力向上計画調査 最終報告書(和文)、独立行政法人 国際協力機構、pp. 14-18, 20-21 (2009)
6) 三祐コンサルタンツ: Draft Final Report (main), the Study on the Capacity Building and Development for Smallholder Irrigation Schemes in the Republic of Malawi, 独立行政法人 国際協力機構、pp.6-40, 6-46～6-51,6-55～6-57,6-63,6-64,7-16～7-17,(January 2005)
7) 国際協力事業団 農林水産開発調査部:マラウイ国小規模灌漑開発技術力向上計画調査事前調査(S/W 協議)報告書、平成 14 年 1 月、pp.30-34,51,82-84, (2002)
8) 作業監理委員会議事録(2002):マラウイ国小規模灌漑開発技術力向上計画(第 1 年次)作業監理委員会議事録、平成 14 年 12 月 25 日、p.2-3,6 (2002)
9) 金森秀行:PD 法による効果的な技術移転、農業土木学会誌 62(12)、 pp. 7-12, (1994)

10) 三祐コンサルタンツ：マラウイ国小規模灌漑開発技術力向上計画調査　最終報告書（案）和文要約、平成 17 年 1 月、独立行政法人 国際協力機構、pp.i,6,13,24-31,35-37,38-39,42-43 （2005）
11) 三祐コンサルタンツ：マラウイ国　農民組織による（中規模）灌漑施設管理能力向上計画調査 ドラフトファイナルレポート（和文）、独立行政法人 国際協力機構、pp.71-72, 87 (2009)
12) 三祐コンサルタンツ：マラウイ国小規模灌漑開発技術力向上計画調査（第3次）プログレスレポート（4）和文要約、2004 年7月、独立行政法人 国際協力機構、pp.24-46 （2005）
13) 新井智明： 参加型農村開発における直接インセンティブ手法の分析と提言 －マラウイ小規模灌漑事業を事例に一、東京大学 大学院新領域創成科学研究科 修理論文 （2005）

パラグアイにおける農地保全と農村開発
－農地保全から植林 CDM へ－

（独）国際農林水産業研究センター
松　原　英　治

はじめに

南米には土壌侵食・地力劣化の著しい地域が、広く分布している。

JIRCAS では、旧緑資源機構（2008 年、海外事業部門が JIRCAS へ承継）が農水省の補助金によりボリビアのアンデス地方で確立した土壌保全対策技術をパラグアイの平地部に適用し、さらに植林 CDM（Clean Development Mechanism）を計画の一部に導入する農村開発プロジェクトに取り組んでいる。CDM とは、途上国で実施する温室効果ガス削減プロジェクトにより達成された削減量（CO_2 換算）を、先進国が買い取り、自ら設定した排出削減目標の達成に使用する仕組みである（図１）。CDM は国連気候変動枠組条約（UNFCCC）が一括管理し、現在 1,800 件以上のプロジェクトが登録されている。植林 CDM は 15 の CDM 事業分野の一つで、植林地における CO_2 ストック量の変化を推定することが非常に難しく、2009 年初めまで UNFCCC-CDM 理事会に登録されたプロジェクトは１件しかなかった。

なおパラグアイの JIRCAS プロジェクトは、土壌保全対策を核とする農村開発モデルの確立を目的として調査を開始したものであり、植林 CDM は農村開発プログラムの一つにすぎない。CO_2 の削減だけを目的として計画された多くの CDM 事業とは全く異なる。

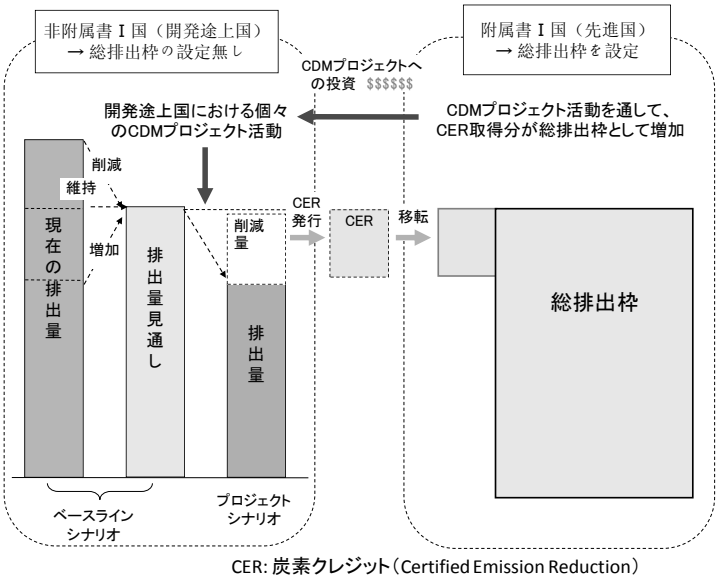


図１　CDM の概要

JIRCAS プロジェクトは、2004 年に開始され 2006 年に終了した農水省補助金をベースとする土壌保全対策実証調査、2006 年から開始された植林 CDM 調査を 2008 年度に交付金事業として引き継ぎ、2009 年 9 月に植林 CDM 事業の国連登録を果たした。これは、実質的に５年間で、土壌保全対策をプロジェクト地域に定着させると同時に、最も困難といわれる植林 CDM を実現したことになり、

世界でも稀な効率的なモデルを提供したことになる。すでに国の内外から JIRCAS に問い合わせがあるほか、パラグアイ国内で JIRCAS モデルをベースとする新たなプロジェクトが始動しつつあり、今後の普及が期待されている。

ここでは、JIRCAS モデルの概要について紹介する。

なおプロジェクトの基本概念は図２のとおりである。

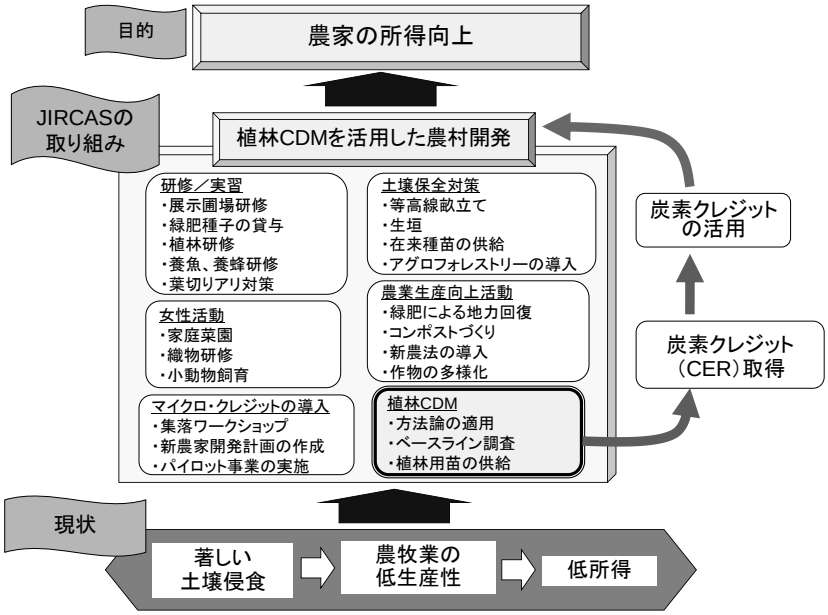


図２　JIRCAS プロジェクトの概念

１．調査地域

調査地域は、パラグアイ国内で、長期にわたって収奪的な農業が継続され、土壌侵食、地力低下の著しい地域の中から、パラグアリ県を選定した。この県は、小農が多数居住する、土地開発の歴史の古い貧困県で、土壌侵食・地力劣化が貧困をまねき、貧困により土地への圧力を高め、さらに地力劣化が進み、貧困が深刻化するという悪循環に陥っていた。

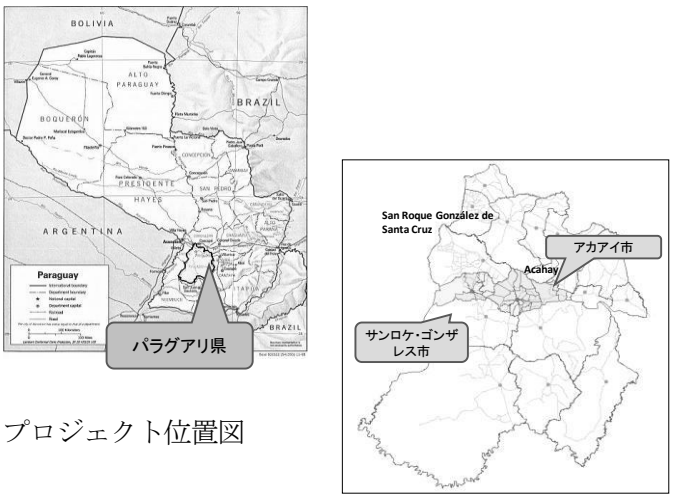


図３　プロジェクト位置図

県内市町村（District）のうち、調査の実施に前向きな２市（図３）を選定し、さらにこの２市の中から、説明会の場などで積極性の見受けられる 16 集落を選定した。

２．土壌保全対策

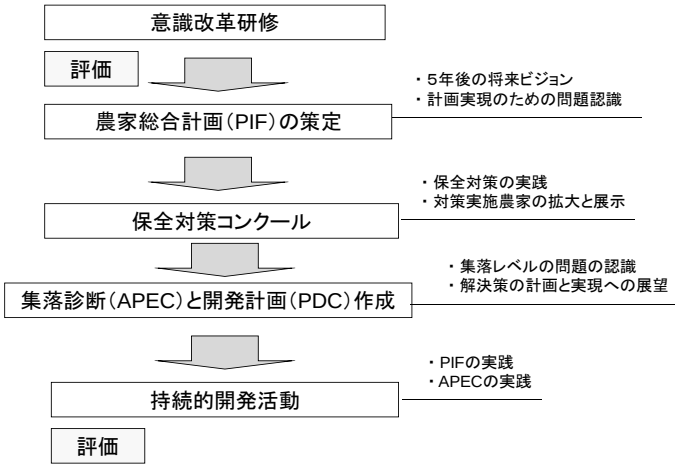
中南米では、土壌侵食、土壌劣化に対する諸対策事業が行われていながら、所期の目的を達成することができないという実態が見られる。その原因は、土壌侵食対策という活動が、農家の投資の行われ難い分野であり、農家は侵食による土壌劣化は認識していても、具体的な対策を採用しないことがあげられる。これは農業生産活動において、農地の保全という生産活動の基盤に対する投資について、農家の関心が低いからである。これまでのプロジェクトでは、「モノ」「カネ」といったインセンティブを農家に付与することにより、事業に参加させることで、農家が持続的な保全対策をとるようになることを期待した。しかし、プロジェクト終了後は、農家が直接的なインセンティブがない保全対策をやめ、元の状態に戻るというパターンが繰り返された。

本プロジェクトでは、「モノ」「カネ」といったインセンティブで農民を事業に参加させるのではなく、農民に保全対策の重要性を理解させ、彼ら自身が自発的に保全対策を実施することにより、持続的な農地保全を達成できる方法を導入することとした。この自立発展型開発手法は、実証調査を通じて、試行錯誤を重ね、その経験から構築していったものである。

この手法の特徴は２つある。一つは活動の主体として、実際に活動を行う農民の参加と彼らが行う活動の持続性を最重要視し、そのための具体的手法として、農民の土壌保全対策に対する意識改革を基本とすることである。また、活動の主体は農民であるとの考えから、パッケージ型の保全対策技術（例えば、不耕起栽培を推進するため農機具、種子、肥料などをセットで供給）を農民に指導し、普及しようとするのではなく、農民自ら多くの保全対策技術の中から、自分の農業経営環境にあった対策技術を選択する方式とした。農民が自主的に導入する技術に対し、それを持続的に実施できるようにするために必要な知識、情報、経験を農民に付与することにより、農民が将来ビジョンをもった農業経営に基づき、農地に投資することを期待した。

もう一つの大きな特徴は、この意識改革を活動の最初の段階で実施したことである。これまでのプロジェクトは参加型アプローチを採用した場合でも、プロジェクトサイクルは以前のままであった。すなわち、参加型によるニーズの把握、プランナーによる計画策定、活動の実施、評価というサイクルである。これに対し本プロジェクトでは、農民の保全対策に対する意識の改革を最初に行い、保全対策に対する農民のモチベーションを高め、保全対策実施のための姿勢の強化を図った。次に、個々の農家の将来経営構想の作成、住民参加による地域診断、ワークショップ方式を用いた農民による集落開発計画の策定、計画の実行、評価というステップでプロジェクトを進めた。

土壌保全対策を核とする農村開発の流れは図４のとおりである。



PIF: Plan Integral de la Finca（農家総合計画）
APEC: Análisis y Planificación Estratégica de la Comunidad（集落診断･戦略計画）
PDC: Plan de Desarrollo de la Comunidad（集落開発計画）

図４　土壌保全対策による農村開発の流れ

意識改革では、個別集落ごとにワークショップを開催し、集落の問題分析、自然資源の保全の重要性、保全対策等について、参加農家との話し合いを続けた。このワークショップでは、土壌侵食・土壌劣化が地域の最大の問題の一つであることが明らかとなった。各集落では、リーダー農家を選出し、集落内の参加者への連絡や、プロジェクトが行うリーダー研修で得られた技術を集落へ水平普及する役割を担ってもらった。意識改革に係るワークショップは半年間でのべ 80 回開催し、1,000 名を超える参加者があった。

また、農家からのアクセスのよいところへプロジェクトの展示圃場を設け、多くの土木的、営農的保全対策を展示するとともに、リーダー農家への実践研修を行った。さらにリーダー農家が提供する未利用の疲弊した農地を農家実証圃場として位置付け、ここでリーダー農家にプロジェクトの展示圃場で得た技術を実践し、集落内に普及する活動を行ってもらった。すなわち図５に示すとおり、展示圃場における各種のプロジェクトの技術から、リーダー農家は好みの技術を持ち帰り、農家実証圃場で試行し、それをメンバー農家が見てさらに好みの技術を持ち帰るという普及方法である。

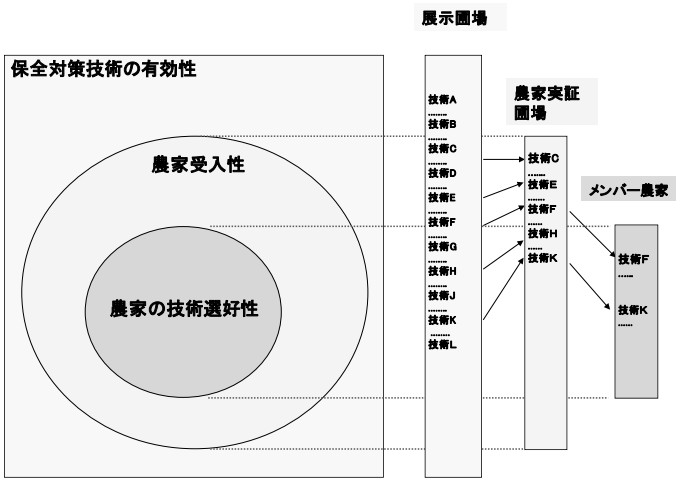


図５　技術の普及イメージ

農家が進んで受け入れた土壌保全技術は、等高線栽培、生垣であり、地力回復技術としては緑肥（夏作はキマメ、ムクナ、タチナタマメ、冬作はルーピン、エンバク）であった。ただし、土壌保全・地力回復対策の効果を確認するためには、継続的な取り組みが必要なことから、実際に土壌保全対策に取り組んでいるパラグアイ国内の先進的な農家を視察させることとし、最初はリーダー、次に集落の参加農家を案内し、見聞させた。農家は熱心に先進農家の話に耳を傾け、先進農家の実践活動は自分でもできるという自信を抱かせた。

意識改革研修に１年あまり費やした後に、集落ごとの達成度評価を行い、プロジェクトの設定した基準をクリアした集落から次のステップの活動に入って行った。達成度の低い集落には、意識改革を推進させる努力を行ったが、結果的にレベルの高い集落までには届かず、その後の植林 CDM の取り組みにも差がみられた。この差は、リーダー農家の指導力と土壌保全対策へのニーズの高さに依存する傾向にあったが、意識改革レベルがその後の農村開発活動に大きく影響することが実証された。

次の段階は農家計画の作成である。農家計画（PIF:Plan Integral de la Finca）は、農家が自ら、自己所有地の土地利用、土地管理、経営改善に係る計画を作成することを通じて、農業経営について「具体的なビジョン」を持ち、それに基づき持続的な所得獲得活動を行うよう動機付けを図ることを目的に作成される農家単位の計画である。農家計画では５年後の農家経営を目標とした。

農家計画では現況の土地利用、自然資源の開発ポテンシャル、農家のニーズなどに基づき、農家が望むさまざまな活動や事業を農家自身が計画することになる。農家計画の作成にあたっては、農家の家族全員が参加することとし、一家の全体的な要望を反映し、世帯のもつ資源を最大限活かした多様な活動を包含した総合的な計画とするよう指導した。

農家は、その計画を盛り込んだ将来構想図を作成したが、この図面は各農家の住宅の目に付きやすい場所に貼り付けさせた。この図面を毎日見ることにより、将来計画達成に向けた動機付けが図られた。なお、農家計画の最終成果品はこの図面だけであり、他の文書類はない。この図面には農地の概略図、文書による活動内容の説明の形ですべての活動が盛り込まれた。

農家計画活動への参加農家は最終的には 172 戸となった（写真１）。

写真１　農家計画の作成（家族で作成した計画を説明）

次に、土壌保全技術を一挙に普及させるため、保全対策コンクールを実施した。

保全対策コンクールは、農家グループがプロジェクトから学んだ様々な保全対策を自分の農地で実践し、その内容や理解の程度などを周辺の集落と競うものである。プロジェクトは優良グループに対し、少額の賞品（主に種子）を付与した。農民グループは、賞品目当てに参加するわけではなく、自分のグループが他のグループとの競争に勝つことに大きな参加意義を見出した。

保全対策コンクールは、各種保全対策技術を短期間のうちに農家の圃場レベルで普及させるのに極めて有効な手段であった。また、その実施を通じて、リーダー農家はもちろんのこと、メンバー農家の知識や技術力が増し、リーダー農家のリーダーシップも強化され、「農家から農家へ」の水平普及をするための格好の機会にもなった。その結果、集落内で数多くの対策技術が組み合わされて実施されるようになり、保全活動への取り組みが全体的に活性化した。

コンクールは３回行い、延べ 526 戸が参加した。今では、等高線栽培、生垣、夏・冬の緑肥栽培はプロジェクト地域内で日常的にみられる風景となっている。

農家計画の実績を踏まえて、集落ごとに集落分析及び集落計画の作成(APEC: Análisis y Planificación Estratégica de la Comunidad）を行った。これは、集落住民自らが集落の診断及び開発計画を策定するものである。住民参加により集落の診断、集落開発計画を作成し、それを行政機関等の開発支援組織に提出することにより、集落住民のニーズにあった支援を受けられるようになる。行政機関は、住民が作成し優先順位付けされた集落開発計画の諸活動を支援することにより、効果的、効率的な支援が可能となる。

集落分析はワークショップ形式で集落ごとに２回実施した。１回目は問題分析を行い、２回目のワークショップで目的分析、集落レベルの開発要望、グループレベルの要望をとりまとめた（図６）。

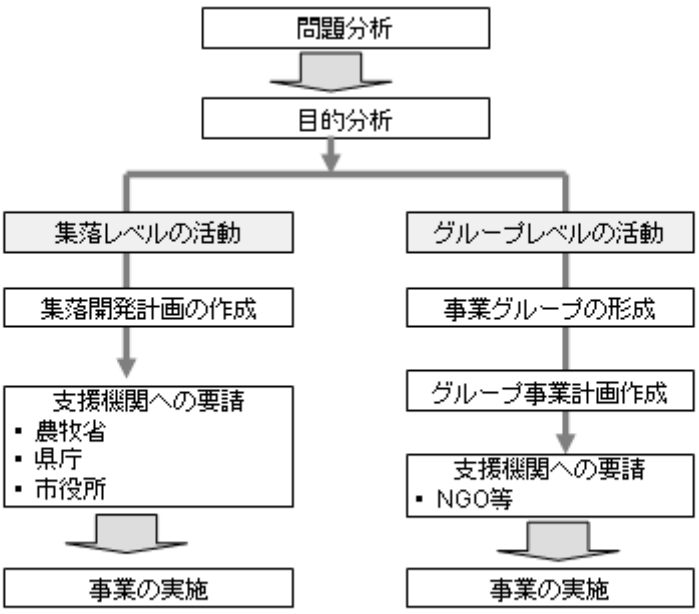


図６　参加型集落分析の流れ

計画の作成は、本来であれば集落ごとに集落住民が作成すべきであるが、計画づくりには相当の知

識・経験が必要で、通常、リーダーシップをとってそのようなことのできる農家は集落内に存在しない。このため、集落分析での結果を受けて、プロジェクト側で計画作業を行った。

JIRCAS では、80 ページからなる集落開発計画を 12 集落について作成した。完成した集落開発計画は、リーダー農家が集落を所管する市役所に手渡した。

この計画は、従来の政府・プロジェクト主導型の開発から住民による提案型の開発へ変換する試みであり、市役所が主体となり活動していくことが望まれる。しかし、パラグアイの予算決定システムでは、これがすぐに実現へ向かうことは期待できない。政府主導で住民提案型の開発を促進する動きとなってはじめて機能すると考えられる。JIRCAS は、これの試行を行ったものであり、その可能性を実証した。

集落分析の２回目では、小規模グループ事業（MIG: Micro-proyecto Grupal）を提案している。これは、土壌保全など個人の活動を農家計画で位置付け、所得獲得活動などグループあるいは集落レベルでの活動を集落計画で計画するという基本方針に基づいている。

農家の重要課題は劣化農地の回復と保全対策であるが、その対策だけでは農家の生活は向上しない。一方、営農活動は個々の農家レベルで行われるが、農家がグループで活動することにより、効果的な事業もある。たとえば養魚プロジェクトは、養魚池は個人が所有するとしても、その技術はグループで修得したほうが有利である。プロジェクト終了後、グループ内での経験の交換が可能となり、困ったときに聞く相手がいる状態になるからである。また、生産物の出荷の際にも、グループで出荷することにより輸送コストを軽減し、収益を上げることも可能になる。このため、個人ではなく、グループ単位で支援可能な活動について、小規模グループ事業（MIG）としてプロジェクトによる支援対象とした。

MIG に対するプロジェクトの支援は、その種類と数が多くなることが想定されることから、MIG 事業として支援する場合の採択基準を設定した。以下の基準は、農家計画における個人の活動別一覧表、プロジェクトの予算、JIRCAS チームの人的資源を勘案の上決定している。

- １集落当たり５戸以上の農家が計画した活動は全て支援する。
- ３～４戸の農家が計画した活動については、周辺の集落の希望を聞いた上で、複数の集落にまたがる広域的な支援の可能性を検討する。
- 研修は全ての住民を対象とする。
- MIG への参加登録した農家は研修への参加の義務を負う。

MIG では、研修経費はプロジェクトが全額負担したが、資機材の購入が必要な活動については、その実現を促進するため、コストの一部をプロジェクト負担とした。結果的に、プロジェクトの負担割合は、現地で調達できず市場で購入しなければならない資機材の 70%とした。

農家の負担方法は、資機材購入額の 30%の現金前払いとしたが、これにより不払いによる農民との関係悪化を避け、農家の経済状況に見合った事業規模とし、農家のオーナーシップを奨励すること

を期待した。農家負担金が全額支払われない限り、プロジェクトは支援活動を行わないこと、農家が自ら希望した活動に対し応分の負担を行わない場合は農家自身の優先度が低いと判断することを農家に説明した。この方式により、農家負担金の回収率は100%となり、期待した成果が確保された。MIGの活動は、家庭菜園、料理、養魚、手工芸、作物多様化（タマネギ、パイナップル）、養蜂、養兎、給水など多方面にわたり、１年間で43件のMIGが形成され、366戸の農家が参加した。

MIGは植林CDM段階でも継続され、MIGの家庭菜園から始まりトマトやタマネギの共同出荷に至るなど、自立した経済活動へ移行した事例も現われている。

３．植林CDM

JIRCASの農村開発モデルは、農家の意識改革により、農家の経営改善・生活改善への意欲を高め、自己責任とオーナーシップを確保することを前提としている。この意識改革は、農民に受け入れやすく、農民自らの努力で実施が可能な土壌保全・地力回復技術の導入により進められた。

意識改革が進んだ段階で、農家自らの将来計画である農家計画の作成を通じて、将来の方向性を明確化し、その達成に向けた自己努力を促進した。その後、農家計画の作成を通じて修得した、自己のイメージを計画化していくプロセスをベースとして、集落内でワークショップを開催し、問題の分析、問題を解決するための活動、活動実施の時期、支援機関の候補などを参加者で議論し、集落開発計画を作成した。

JIRCASの植林CDMは、このプロセスから生み出されたものである。

植林のニーズについて、まず農家計画の中で明らかにされ、集落の問題として取り上げられ、集落計画の中に位置づけられてから、取り組みが始まった。少なくとも農家計画の中に植林が位置付けられなければ、農家の優先度は低く、農家の責任ある取り組みは期待できない。

しかし、植林ニーズはあっても、植林CDMになるとは限らない。植林CDMでは、非永続性の問題（樹木の伐採後、CO_2は大気中に戻る）があるため炭素クレジットの単価が低く、一定の植林規模がなければ審査機関（DOE）に支払う審査費用あるいは検証費用ですら支払うことができない。このため、概ね300ha規模の植林要望がなければCDM事業化は行わず、支援機関からの助成による通常の植林事業として進めるべきである。ただし、CDM 事業化したとしても、炭素クレジット収入が得られるのは、植林後一定期間が経過し、木の成長のモニタリングが行われた後であり、初期投資のための資金が必要である。このため、事業推進者は植林CDM事業化のため、ドナーとなる公的又は民間機関からの支援を確保しなければならない。図７は上記のプロセスをまとめたものである。

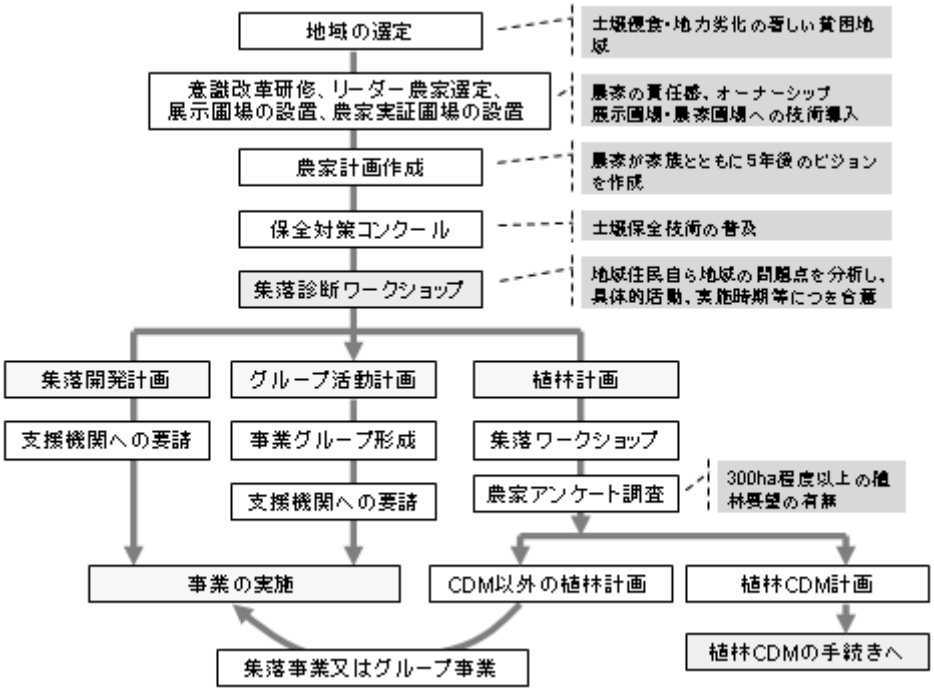


図７　土壌保全対策から植林 CDM へ至る流れ

集落ワークショップ又は農家計画で植林が位置付けられ、さらに植林ニーズが地域内で高く、植林 CDM の事業化が可能な場合については、別のプロセスが必要になる。

図８では植林へのニーズが確認された場合、植林にかかる集落ワークショップ以降の流れを示す。

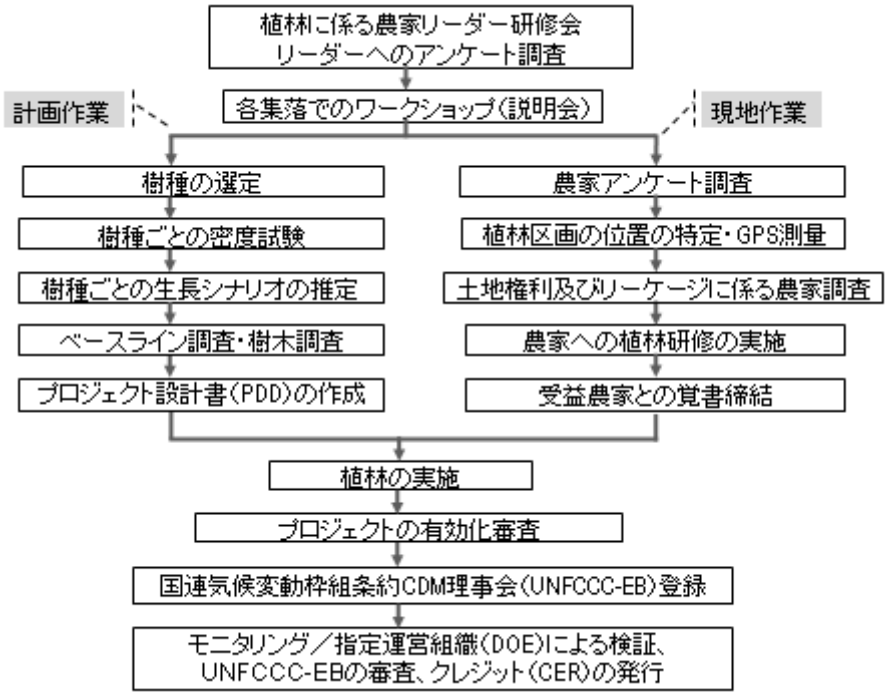


図８　植林 CDM 事業化の流れ

農村開発のための植林 CDM 事業は、個別農家を直接の受益者としている。このため、個別農家が植林 CDM 事業に係る基本的な事項を理解し、同意し、事業参加するのでなければ、事業は成功しない。また、植林 CDM では、受益者の自主的参加が大原則であり、強制力が働いてはならない。

この農村開発のための植林 CDM 事業を形成するためには、プロジェクトの初期段階での農家リーダーを通じた農民の意識改革が大きな役割を果たす。

すなわち、以下の原則である。

- 自らの生活改善は自らの責任で達成する。
- 自分の目で見て確認し、自分の意志で採用した技術には自分で責任を持つ。
- プロジェクトには自分の意志で参加し､自らの土地で行われるプロジェクトは自分の所有物とし、一切の責任を引き受ける。
- 自分の身の丈にあった活動を自ら計画し、実行する。
- 失敗から学び、改善して再度チャレンジする。

事業者は、農民の意識改革が不十分な場合、事業化を急ぐあまり、安易なインセンティブや約束で農民の気持ちを引きつけようとしてはならない。植林事業は 20 年、30 年の長期に及ぶものであり、農民がその場限りの約束だけで、植林事業へのオーナーシップを保持しない場合、中途で破綻することを覚悟しておいたほうがよい。

農民の意識の向上と自己責任による生活改善努力の延長線上に植林 CDM 事業を位置付けるため、初期段階と同様、リーダー農家への十分な説明、リーダー農家から集落への説明、そして事業者側からの集落への説明という段階を積み重ねていく必要がある。

JIRCAS は、土壌保全対策を通じ地域内で植林ニーズが高いことを知り、リーダー農家及び集落への説明会において簡単なアンケート調査を行った。このうち集落へのアンケート調査では表 1 のとおり、ほぼ 300ha の植林ニーズが確認された。所有面積の規模が小さいことを反映して、アグロフォレストリーを希望する農家が多かった。

表 1　植林 CDM 集落アンケート調査結果

区分	内容	戸数(戸)、面積(ha)、比率(%)
1. 調査対象地域	(1) 地区数	9 地区
	(2) 集落数	18 集落
	(3) アンケート回答農家数	345 戸
2. 植林対象面積	(1) 全面積	292.10 ha
	(2) 0.5ha 以上面積（全樹種）	287.75 ha
	(3) 0.5ha 以上面積（3 樹種）	273.17 ha
	(4) ユーカリ植林を希望する面積の比率	63.9 %
	(5) 植林区画平均面積	0.90 ha
	(6) 0.5ha 以上の植林を希望する農家	71.26 ha
3. アグロフォレストリー	(1) アグロフォレストリーに関心のある農家	105 戸
	(2) アグロフォレストリー希望面積	70.3 ha
	(3) 全植林面積（0.5ha 以上の区画）に対する割合	25.7 %

JIRCAS はアスンシオン大学、国家森林院（INFONA）と共同で、樹種の選定、樹種ごとの基礎数値の確定（密度、成長シナリオ)、ベースライン調査（植林位置の特定、現況植生、CO_2 蓄積量）

等を実施するとともに、展示圃場に苗畑を整備し、リーダー農家を対象に植林研修を開始した。

樹種の選定では、最初にリーダー農家、関係者と協議し、導入可能な樹種のリストを作成した。

このうちユーカリは成長が早く、12年ほどで収穫できることから、可能な限り早く収入を確保することが必要な小農にとって経済面で有利である。また、ユーカリはそれほど管理に手間がかからず、病害も知られておらず、ユーカリの花は養蜂向きである。そこで主要な導入樹種はユーカリとし、中でも成長量の大きいEucalyptus grandisを推奨することとした。植林地の中で冠水の生じやすい低地には、湿地にも耐えることができるEucalyptus camaldulensisを推奨した。

アグロフォレストリー用の樹種として、当初は農家から要望のあったパライソ・ヒガンテを選定する予定であった。しかし、パライソ・ヒガンテにはパラグアイ国内でFito plasmaによる病害が発生し、被害区域が拡大中であり、病気を媒介するCigaritas（セミの一種）の駆除は不可能であった。そこで検討のうえ、20年以上前からパラグアイへ導入され、農家もよく知っており、成長量、乾燥密度を調べるために必要な樹齢のサンプルが入手可能なGrevillea robustaを推奨することとした。Grevillea robusta種は、南米での植林実績は少なく、市場価値も定まっていないが、アルゼンチンのミシオネス州では家具用や住宅用としてドイツの資本により大規模に植栽されており、主伐の行われる20年後までには市場形成されるものと期待している。

植林樹種はすべて外来種となったが、種の多様性の観点から、在来種の育成も重要である。JIRCASプロジェクトでは、在来種に関し、苗木生産、植林・管理などを試験的に実施することとし、展示圃場には在来種によるアグロフォレストリーの試験区を設けた。展示圃場で生産した在来種の苗は、公共機関、希望する農家、学校での環境教育、イベントなどに積極的に配布している。

植林CDM段階における展示圃場の概要は図９のとおりである。

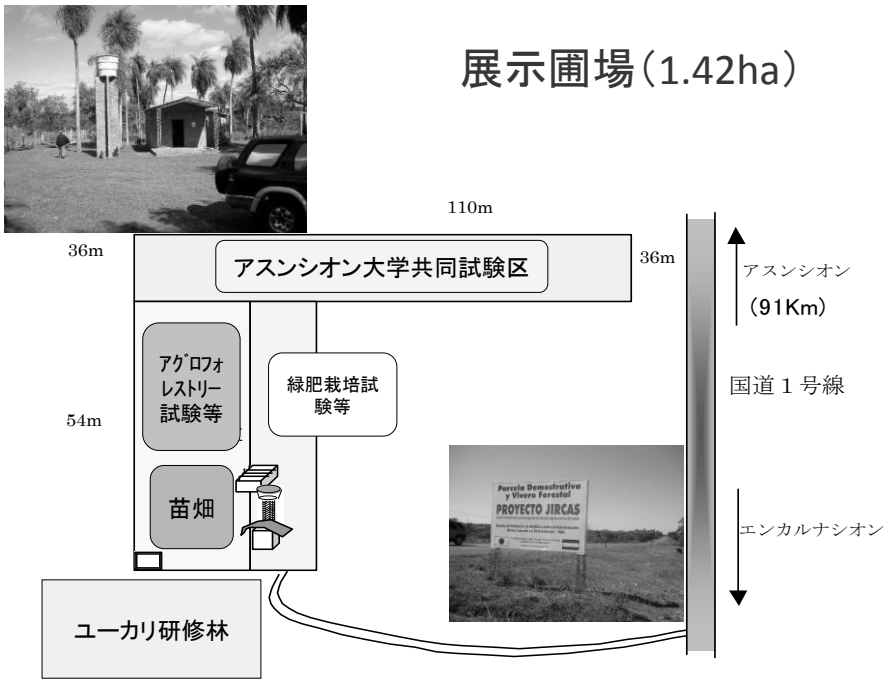


図９　展示圃場の略図

アンケート調査により、植林を希望すると回答した農家の植林区画について、表２に示す調査を実施した。

表２　植林 CDM 農家調査

No	調査項目	目的	数量
1	各農家の所有地の境界 GPS 測量（2005 年実施の GPS 測量農家を除く）	各植林区画の範囲を特定するための基礎情報	150 戸以上
2	各植林区画の境界の GPS 測量	各植林区画の面積と森林定義面積（0.5ha）を上回るかどうかの確認	300 区画以上
3	各植林区画の土地利用、作物、植生の状況	PDD のベースラインの記述に必要	300 区画以上
4	各植林区画の既存樹木の現況	PDD のベースラインの記述に必要	300 区画以上
5	各植林区画の現況写真	PDD のベースラインの記述に必要	300 区画以上
6	各植林区画のアグロフォレストリー実施予定の有無	PDD の植林計画の記述及び植栽間隔の変更による苗の必要本数の算定に必要	300 区画以上
7	各植林区画の樹種	PDD の植林計画及びモニタリング計画の記述に必要	300 区画以上
8	調査データによる GIS 図化		全調査結果

植林地調査では、調査終了後に植林位置や樹種の変更を希望するもの、植林参加を取りやめるもの、新規参加を希望するものなど変更が続出し、そのたびに上記に準じて植林地調査を繰り返す必要があった。小規模農家にとって、0.5ha 以上というまとまった土地への植林は初めての経験であり、土地の利用についてかなり迷いがあったと思われる。

このことは、当初予定していなかったユーカリ植栽地でのアグロフォレストリーにも見られる。本来であれば樹木間隔の密なユーカリ林は、林地として育成すべきであるが、樹間に作物を作付けしている農家は少なくない。植栽後、アグロフォレストリーとしたほうがよかったと反省し、日照が確保できる間は樹種に関係なく作物栽培を継続することになったものである。

JIRCAS は農家の自主性を最大限尊重する立場から、植林計画の修正あるいはプロジェクト設計書（PDD）の修正に追加的な作業が必要となったが、農家の変更要望にはすべて対応した。

最終的には、植栽のほぼ完了した 2008 年 8 月末に植林区画を決定した。

なお、この調査で実施した植林区画内の樹木調査は、樹木本数と樹種、樹高の目視結果を内容とするもので、樹種ごとの胸高直径、樹高が正確ではなかった。ベースラインの CO_2 ストック量を確定させるためには、再調査が必要となった。

植林 CDM のベースラインとは、植林予定地における多年生木質バイオマスに現在蓄積され、プロジェクト期間中に蓄積されるであろう CO_2 量の推定値をいう。

JIRCAS プロジェクト地域では、アブラヤシが自生しているが、ヤシの実は農家が収集し、搾油会社に販売しているため、農家はヤシを伐採することはしない。植林予定地内の多年生木質バイオマスはヤシが大部分を占め、かつ将来的に全て残されることは確実なので、JIRCAS は当初このヤシの CO_2 量をベースライン算定量から除外していた。作物の中で、木質多年生植物とされたのはワタであったが、パラグアイでは害虫駆除のため、収穫後のワタを焼却処分するよう農牧省が指導し、農家もこれを遵守していることから、単年生作物として扱った。したがって、耕地におけるベースラインは

ゼロとした。しかし、2008 年 3 月の有効化審査において、ヤシを含む全ての既存の木本植物の現在及び将来の CO_2 蓄積量を算定するよう求められた。これは農家がヤシを将来伐採しないことが確実であっても、方法論上、例外規定がないためであった。この問題は、改めて実施したサンプリングによる樹木調査により解決した。

草地については、方法論において地下部バイオマスのみ計上することとされており、方法論で使用の認められているデフォルト値（事前設定値）を使用して、ベースライン CO_2 蓄積量を算定した。

植林 CDM では、植林地内の樹木及び樹木に蓄積された CO_2 に係る権利関係を明確にするよう求めている。

JIRCAS は農家に対して、植林地内の樹木から得られる収入は全て農家が取得し、樹木に蓄積された CO_2 は JIRCAS が取得することを説明したが、CO_2 の権利関係の説明は農家には分かりにくい。JIRCAS は取得した CO_2 の売却益をプロジェクトの運営と農村開発に使用する予定だが、プロジェクトの開始当初から参加している農家は、JIRCAS の計画を疑うことはなかった。しかし、植林にのみ参加した農家の中には、権利関係を明記した協定書における JIRCAS の権限に反発するものがいたが、これらの農家はプロジェクトから離脱している。

JIRCAS と農家の協定書の主な内容は以下のとおりである。

- JIRCAS の活動は、植林研修、農家計画に基づく苗の供給、農村開発（MIG、集落計画など）に係る活動、植林区画における植林、アグロフォレストリー、土壌保全等に対する技術支援とする。
- 農家は、1989 年 12 月 31 日以降は森林でなかった所有地において JIRCAS が推薦した樹種による 0.5ha 以上の植林の実施、枝打ちや間伐など森林管理の実施、測量杭の維持などを行う。
- 農家は、間伐、収穫された全ての木材、アグロフォレストリーによる作物からの収益を全て獲得する。
- JIRCAS は植栽樹木に蓄積された CO_2 を獲得するが、CO_2 からの収益は受益地を対象とするプロジェクトの実施及び管理に使用する。
- 農家側が協定事項に違反する場合、JIRCAS は技術支援を全てとりやめる。
- 農家は植林地を他の目的に使用しない。
- 植林地の転売又は第三者へ移転する場合、農家はこの協定が適用され、植林が継続されるように努める。

この協定書の個別農家との締結は 2008 年５月下旬から開始し、８月下旬に完了した。協定書は２部作成し、１部は農家、１部は JIRCAS が所有している。

CDM 事業のためには、プロジェクト設計書（PDD）を作成する必要がある。これは、CDM 事業の基本文書であり、証拠となるデータ、文献、関係機関からの文書をもとに、CDM 理事会の指定す

る最新の様式（現在の最新版は、Project Design Document Form(CDM-SSC-AR-PDD)-Version 02）に基づき記載する。様式はAからFまで区分されており、各項目に記載すべき内容は以下のとおりである。

A. 提案された小規模新規植林・再植林CDM（AR-CDM）プロジェクト活動の概要
プロジェクトの名称、目的、活動、事業参加者、植林地の位置、境界、自然条件（気候、土壌、流域、環境、希少動植物）、適用される技術（樹種、植栽技術、森林管理、リーケージを最小化するために採用される手段）、土地所有状況、土地適格性の証明、tCER又はlCERの選択、プロジェクト期間、純人為的GHG吸収量の概要、公的資金の導入状況、当該プロジェクトが独立した小規模植林CDM事業であることの説明など

B. ベースライン及びモニタリング方法論の適用
適用した方法論の名称、当該方法論を適用する正当性、温室効果ガスの特定、炭素プールの特定、階層区分、ベースラインの算定方法、追加性の証明、モニタリング計画、モニタリング結果の品質管理、モニタリングのための事業運営など

C. 純人為的GHG吸収量の推計
ベースラインの算定結果、現実純GHG吸収量の算定結果、リーケージ推定値、純人為的GHG吸収量の算定結果

D. 提案された小規模AR-CDMプロジェクト活動の環境影響
環境影響の分析結果、ホスト国の環境手続きの遵守、環境モニタリングの方法（必要であれば）。

E. 提案された小規模AR-CDMプロジェクト活動の社会・経済的な影響
社会・経済分析結果、ホスト国の社会・経済分析手続きの遵守、社会・経済モニタリングの方法（必要であれば）

F. 利害関係者のコメント
地域の利害関係者からのコメントの収集及びその編集方法、コメントの要約、コメントに対する説明内容

PDD作成に当たっては、CDM理事会の定める各種の植林CDMの方法論から、現地に最も相応しい方法論を選択する必要がある。植林CDMの方法論は、通常規模9、統合方法論2、小規模6の計17種類ある。

JIRCASの行う植林CDMは参加型の農村開発の一部であり、広汎な地域での植林に重点を置くわけではないので、小規模植林CDMの方法論を採用することになる。JIRCASは、一般的な耕地、草地を対象とする小規模植林CDM方法論であるAR-AMS0001を選定した。耕地への植林に限定する場合は、AR-AMS0004 が適当であるが、草地の土地利用上のウエイトが高いパラグアイでは適切ではない。

小規模植林CDMのPDDでは、プロジェクトが実施される地域が低所得コミュニティに属することを証明する政府文書の添付が必要である。さらに京都議定書の付属書I国（先進国等）から資金的

な支援を受ける場合には、その資金が ODA ではないことを証明する政府文書が必要である。

PDD の作成には、CO_2 吸収量算定の基礎、ベースライン調査、環境調査、農家との調整による植林区画の設定など、科学的、社会・経済的な調査が必要で、通常１年以上を要する。有効化審査を受けた場合、PDD の不備が指摘されるが、指摘事項が重大な場合には追加調査が必要となり、さらに１年以上を要することがある。

JIRCAS では、土壌保全対策のプロジェクトを先行させていたことから、基礎的な社会、経済、自然資源関連の調査を終えており、調査を開始した 2006 年の翌年には PDD の素案を作成し終えた。この 2007 年版の PDD を Version１とし、現地での有効化審査後、指摘事項への対応を繰り返し、最終的には 2009 年 2 月に Version3 を完成させた。この間、PDD 作成に着手以来２年以上を費やしている。

CDM プロジェクトでは、温室効果ガスの排出削減又は吸収する事業を実施し、削減（吸収）された温室効果ガスの量に応じた炭素クレジットの発行、売買が行われるが、これらの活動を適正化するために、複雑な仕組みが導入されている。

CDM プロジェクトの手続きは、以下のとおり大きく２段階に区分される（図 10）。

(1) 第１段階：プロジェクトの計画から CDM 理事会への登録まで
(2) 第２段階：プロジェクトのモニタリングによる、人為的に削減（吸収）された温室効果ガス量の確定と炭素クレジットの発行まで

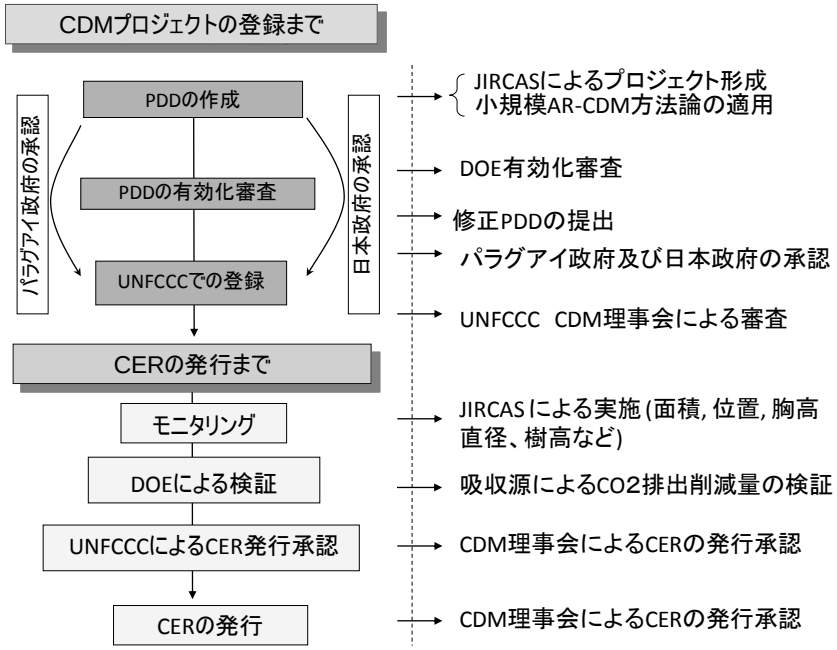


図 10　植林 CDM の手続きの流れ

現在 JIRCAS が達成しているのは、第１段階の CDM 理事会登録までである。

CDM プロジェクトとして適格性があるかどうか判断し、プロジェクトを計画し、PDD を作成する

のは、プロジェクトの核となる部分である。しかし、手続き上、最も時間を要し、CDM プロジェクトとして成立するかどうかの決め手となるのは、プロジェクトの有効化審査である。

審査機関である指定運営組織（DOE）による有効化審査結果は、UNFCCC 事務局へ電子メールで送信され、CDM 理事会での手続きに入る。

小規模CDMプロジェクトでは、DOEによる有効化審査が適正であれば、CDM理事会事務局における手続きは簡素化されており、それほど大きな問題は発生しない。すなわち、CDMプロジェクトとして成立するかどうかは、DOEによる有効化審査の結果にかかっているといっても過言ではない。

JIRCASは、2008年3月に現地において有効化審査を受けたが、このときの主な指摘事項は以下のとおりである。

- パラグアイ政府の指定国家組織（DNA）承認レター及び日本政府（DNA)承認レターの取得
- プロジェクトで取得されるCO_2のJIRCASとINFONA間における配分割合の決定
- パラグアイのDNA（環境庁：SEAM）による、当該プロジェクトが低所得地域で行われている旨の宣言文書の取得
- PDD記載の希少動植物が植林区画内に存在しないことの証明
- 方法論AR-AMS0001がアグロフォレストリーに適用できることの明確化
- 地権/占拠証明書およびCER所有権の明確化
- 日本政府からのODAの非流用に関する証明文書
- PDDでリーケージをゼロとしていたことに対する証拠の提出
- 草地への植林に関する適用条件を満足している証拠の提出
- ヤシ類など、既存樹木におけるベースラインの見直し
- 追加性を証明する文書の提出

JIRCASはこれらの指摘事項の全てに対応した。

上記指摘事項に対するPDDの修正は、現地有効化審査のおよそ6ヶ月後に終了したが、パラグアイ政府の文書が間に合わず、次の段階に進めなかった。DOEは、事業者側が指摘した事項に全て対応した報告をしない限り、個別事項について是非を判断することはないので、政府文書の遅延は手続き全体の遅延を意味した。

2009年3月に日本政府から承認レターを取得し、JIRCASの作業は終了した。その後、DOEの対応の不備で手続きが著しく遅延し、2009年6月にようやくDOEがCDM理事会事務局へプロジェクトを承認申請した。CDM理事会は、2009年8月にCompleteness Checkを終えて、UNFCCCのHPにプロジェクトを掲載し、28日間の再審査請求期間を経過後、2009年9月にCDM事業として登録した。

植林 CDM プロジェクト向けの植林面積は、2007 年 12 月末をもって一旦確定し、PDD Version1 に反映させ、2008 年 3 月の有効化審査を受けた。その後、追加、脱落、区画位置の変更などの作業が 2008 年 7 月まで続き、確定後、PDD を改定した。

追加を要望する農家の中には、2 市以外の農家も含まれていた。PDD では 2 市をプロジェクト地域として記載しており、もし 2 市以外に属する集落を含めた場合、DOE からベースライン調査や環境調査を追加要求される可能性を否定できなかった。このためこれらの集落には植林用の苗を配布したが、植林 CDM プロジェクトからは除外した。また、2 市の境界内に含まれながらも、パラグアイ国の森林定義を満たさない、1 区画 0.5ha 未満の農家があった。これらの農家には植林用の苗を配布し、技術研修も実施したが、植林 CDM プロジェクトからは除外している。

また、1 区画の中でも 0.5ha のメッシュを当てはめた場合、既存樹木が多く、森林定義上そのままで森林と見なされる箇所は、再測量後、除外した。

以上について整理すると表 3 のとおりである。

表 3　JIRCAS プロジェクトの植林実績

区分	ユーカリ植栽面積(ha)	グレビレア植栽面積 (ha)	面積合計 (ha)	農家数 (戸)
測量面積	－	－	301.2	325
植栽面積	172.8	82.9	255.7	239
うち CDM 面積	142.1	73.1	215.2	167
うち境界外面積	25.4	－	25.4	3
うち 0.5ha 未満面積	5.3	9.8	15.1	69

このことから、以下が明らかとなった。

- 農村開発に植林 CDM プロジェクトを導入する場合、参加を希望する農家のうち実際に CDM プロジェクト化するのは 50%程度である（167 戸/325 戸）。
- 植林を要望された土地のうち、実際に植林されるのは 85%程度である（255.7ha/301.2ha）。
- 植林を要望された土地のうち、実際に CDM プロジェクト化されるのは 70%程度である（215.2ha/301.2ha）。
- CDM プロジェクト化のためには、CDM 農家の 2 倍の農家（325 戸/167 戸）とコンタクトし、1.4 倍の農家（239 戸/167 戸）に対して植林研修を行う必要がある。
- 植林のコスト面では、CDM プロジェクト化のためには、CDM 植林面積に対し、1.4 倍の測量面積（301.2ha/215.2ha）と 1.2 倍の苗供給が必要になる（255.7ha/215.2ha）。本プロジェクトでは、補植要望があれば植栽面積の全てに対して応じるため、コストはさらに上乗せされる。

なお、CDM プロジェクトの参加農家及び面積は、2008 年時点の実績であり、20 年間のプロジェクト期間中そのまま維持されるとは考えにくいので、最終的な CDM プロジェクト実績はさらに低下するものと予想される。

CDM プロジェクトから除外した区画を含む全ての植林地について、GPS 測量結果を保持しており、うち CDM プロジェクトの全区画について GIS により図化し、個別区画の測点座標とともに PDD Version2 以降に添付している。

CDM 植林地の概要は、表４及び図 11 のとおりである。

表４　植林地の階層別面積

階層	樹種	植栽間隔 (m)	植栽年	植栽面積(ha)
S1	Eucalyptus grandis	3.0 x 2.5	2007	30.05
S2	Eucalyptus grandis	3.0 x 2.5	2008	31.17
S3	Eucalyptus camaldulensis	3.0 x 2.5	2007	16.36
S4	Eucalyptus camaldulensis	3.0 x 2.5	2008	64.48
S5	Grevillea robusta	3.0 x 2.5	2007	5.59
S6	Grevillea robusta	3.0 x 2.5	2008	15.16
S7	Grevillea robusta	5.0 x 4.0	2007	14.05
S8	Grevillea robusta	5.0 x 4.0	2008	38.30
Total				215.16

PDDにおける区画位置図の例
(Rincon Sur集落)

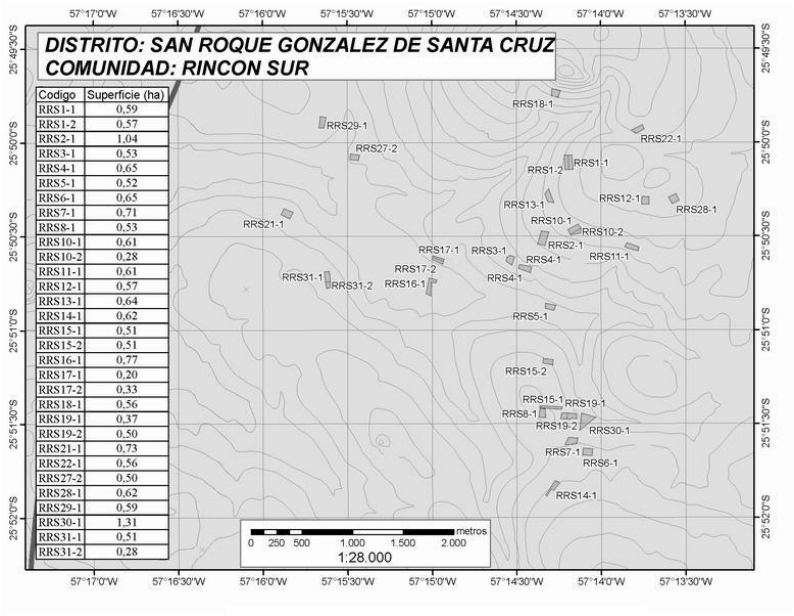


図 11　植林位置図の例

４．プロジェクトの方向性

CDM では、炭素クレジット (CER) を獲得して初めて１つのサイクルが完結する。このためには、植林地の位置、面積、材積、リーケージ等につきモニタリングし、審査機関の検証後、CDM 理事会の承認を得なければならない。JIRCAS では、2010 年にモニタリングを行い、2012 年までに CER を獲得する計画である。予定している CER 量は、2010 年に 14,000 t CO_2、2015 年に 38,000 t CO_2 である。

CER 獲得後は、日本の民間企業に売却し、得られた売却益をプロジェクトの運営（モニタリング、技術移転など）に使用するほか、余剰があれば農村開発基金として積み立て、マイクロクレジットの原資など、プロジェクト地域の農村開発に充当する予定である（図 12 参照)。

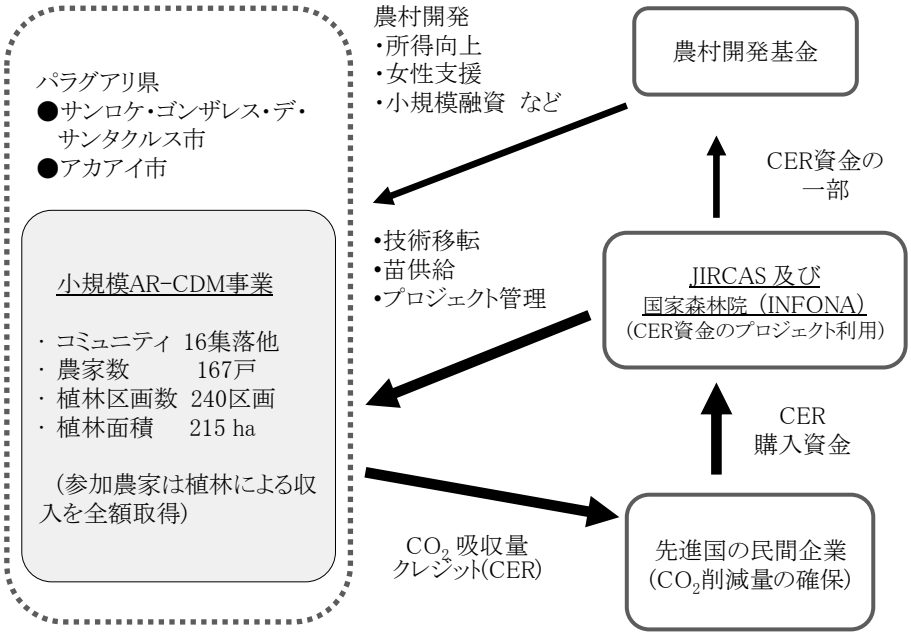


図 12　CER 売却資金の流れ

プロジェクトの全体的な評価は 2010 年に予定しているが、予備評価として 2009 年にアスンシオン大学（UNA）の学生による農家アンケート調査を実施した。UNA 農学部では農業普及科目の実習として、学生を２人１組で農家宅に宿泊させ、農家の実際の生活や農作業を体験させており、JIRCAS プロジェクトでは毎年 70 名以上の学生を受け入れ、農家を紹介している。調査はこの機会を使って実施し、JIRCAS が事前に準備したアンケート用紙をもとに学生が農家から聞き取りを行った。その集計結果は図 13 のとおりである。

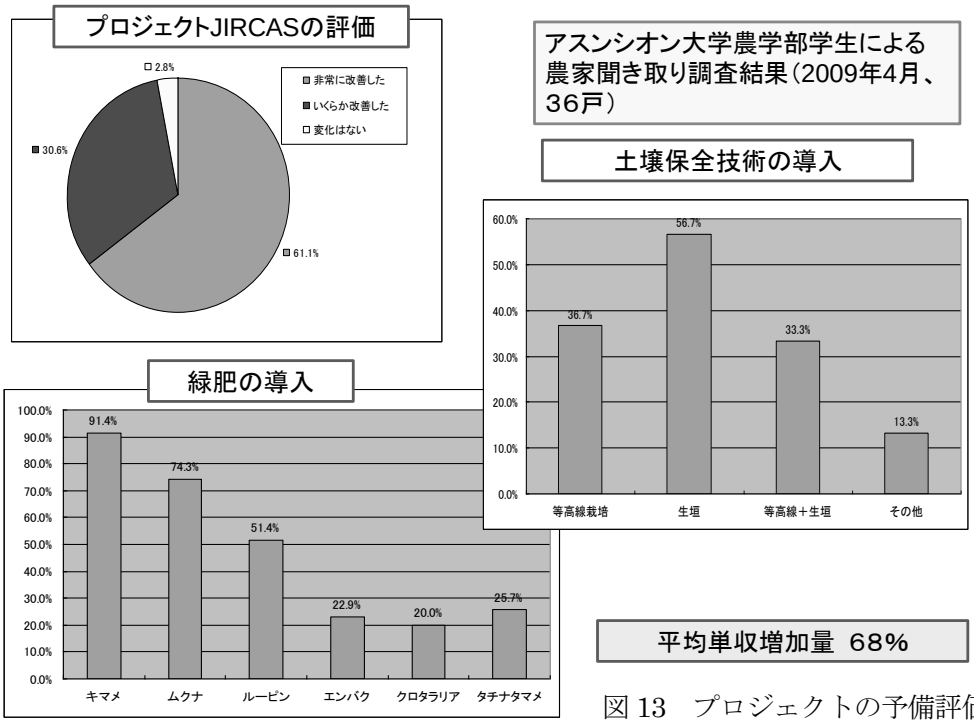


図 13　プロジェクトの予備評価結果

集計結果によると、JIRCAS プロジェクトによりほとんど全ての農家の営農が改善し、土壌保全技術及び緑肥栽培が継続され、プロジェクト以前に比べ 70%近くの単位収量増となっている。

まだ CER を取得していないので、植林 CDM を含む評価は 2012 年以降になるが、プロジェクトの途中段階において JIRCAS の農村開発モデルは農家に受け入れられ、高く評価されているといえる。

JIRCAS では毎年、プロジェクト・セミナーを現地で開催し、イベント（植樹祭、パラグアイ Expo など)、マスコミ、HP を通じて情報発信しているほか、パラグアイ国内から多数の視察者を受け入れている。すでに JIRCAS モデルをベースとして、他の県で新たな農村開発プロジェクトへの自主的な取り組みが始まっており、JIRCAS はプロジェクト外でも技術支援活動に着手している。

2010 年度には国際セミナーを開催し、ボリビア、ブラジル、アルゼンチンなど近隣国の土壌侵食、土壌劣化の著しい貧困な農村地域へ JIRCAS モデルの普及を目指す予定である。

引用文献

- 農地・土壌侵食防止対策実証調査報告書－パラグアイ国（第１年次)、2005 年３月、(独)緑資源機構
- 農地・土壌侵食防止対策実証調査報告書－パラグアイ国（第２年次)、2006 年３月、(独)緑資源機構
- 農地・土壌侵食防止対策実証調査報告書－パラグアイ国（第３年次)、2007 年３月、(独)緑資源機構
- 資源利活用型地球温暖化防止対策検討調査報告書－パラグアイ国（第１年次)、2007 年３月、(独)緑資源機構
- 資源利活用型地球温暖化防止対策検討調査報告書－パラグアイ国(第２年次)－ベトナム国(第１年次)、2008 年３月、(独)緑資源機構
- クリーン開発メカニズムの仕組みを活用した農村開発手法の開発報告書－パラグアイ国・ベトナム国、2009 年３月、(独)国際農林水産業研究センター

東北タイ砂質土壌水田に見られるガリ侵食と農家による対策

（独）農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業総合研究センター

小倉　力

１．はじめに

海外において農地保全を考える場合，国内の農地で培ってきた常識の外にある現象も多く存在する．乾燥地地域わが国と自然条件が大きく異なる地域だけでなく，水田を主体とした一見類似した条件下にある地域でも，わが国の農地では考えられない現象が見られる場合がある．

土壌侵食は一般には畑で主に見られる現象であり，水田は畑地で発生した侵食土砂の堆積域となることはあっても水田自体が侵食されることは少ない．水を貯めることを前提とし圃場面が水平で畦畔が形成されている水田では元来水食は発生しにくい．水田自体が損傷する災害は畦畔崩壊のような形で発生するのが一般的であり，ネットワークを持ったガリ網が形成されることは考えにくい．しかし，タイ東北部の砂質土壌地帯の水田においては，雨季の水稲作付期間に水田圃場面にガリ侵食が発生している．

筆者は，タイ国 Khon　Kaen 県 Nong　Saeng 村において天水地域小流域の土地利用や水資源利用の状況を 2002 年から 2005 年まで調査してきた．その調査地においても水田の土壌侵食が広範に発生していた．本報告では，海外での農地保全について考える一助とするため，この砂質土壌地域の水田における土壌侵食について，Nong　Saeng 村内の小流域を例に紹介する．

２．流域の状況

調査を行った Nong　Saeng 村はコンケン県庁所在地の南約 30 ㎞に位置する．メコン川支流のチー川の上流にあたり、標高約 200　ｍの台地上とこれを刻む浅い谷に農地がある。台地上は主に畑として利用され、換金作物であるサトウキビ、キャッサバが栽培されている. これに加え 2003 年前後からサトウキビが休閑期となる雨季の陸稲栽培が増加している。

流域内の水田は、谷に沿って細長く伸びており、谷底から谷の両側にむかって棚田状に数段の区画の水田が造られている部分が多い。谷内に河川はなく、表面流出がある場合は田越しに流下する。谷底部および谷壁部の水田と畑の境界付近には、ため池が設置されているが、流域外からの導水施設は持たず、自流域の降雨だけを水源とする天水田である。このため水稲は雨季一期作であり、乾季の水田利用は、自家消費用野菜やキャッサバ等の

畑作物の栽培が一部の水田で行われる程度である。なお，コンケンの年間降水量は約 1200 ㎜程度であるが，降雨は概ね４月から 10 月頃の雨季に集中している．

東北タイでは最近数十年にわたり，森林伐採と農地の拡大が続いてきた．1928 年生まれで両親とともに入植したという住民の女性からの聞き取りによれば，調査流域付近は 1940 年頃まで全域が森林であり，入植者は谷部に水田を開き，ため池を造り導水施設を設けたという．その後，森林を伐採し，東北タイの他地域と同様にケナフ，キャッサバ，サトウキビの順に換金作物が導入されてきた．調査流域は一部に森林を残しているものの，流域界に至るまで畑として利用されている．

３．土壌侵食の状況

調査地区内の畑では水食がほぼ全域で発生している．侵食は，乾季に収穫が行われ雨季は裸地となるサトウキビ畑の他，作付中のキャッサバ畑や近年急増しているサトウキビ休閑中の陸稲栽培畑でも発生している．この結果，圃場内にガリの発生が見られるだけでなく，高木の根が地表に露出し，木が傾くなどの状況が見られる外，下流の水田やため池が埋没する等の影響が生じている．

図－１ 水田に発生したガリ侵食

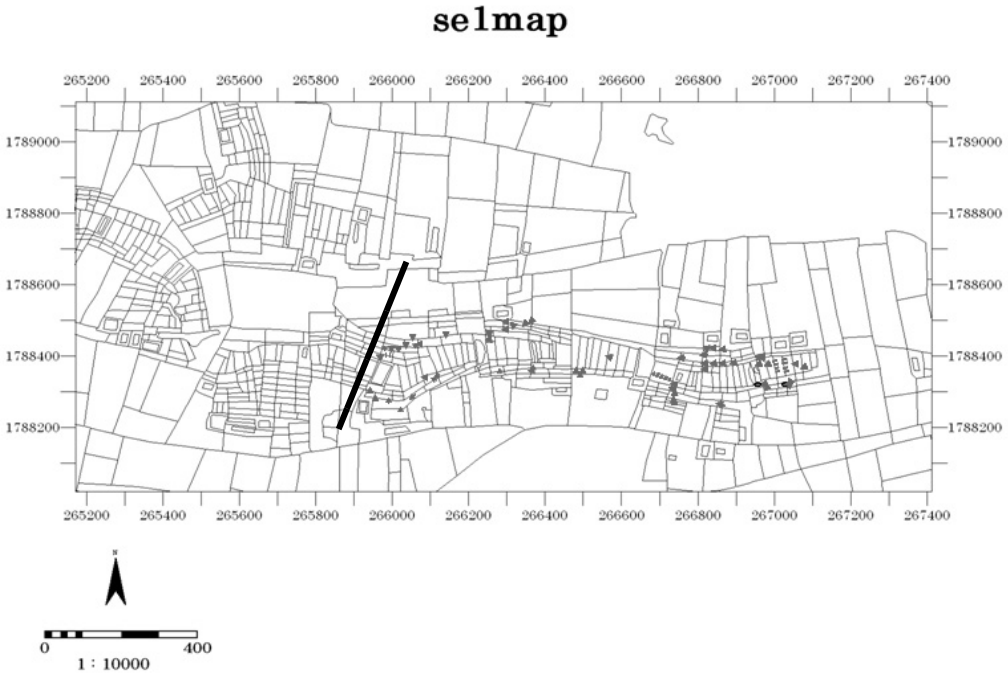
一方，水田においても堆砂だけでなく図－１に示すようにガリが形成されている．このガリは，上流の畑において形成された水道につながる高位の水田で始まる場合が多く，畦畔を越えて連続し，終端は主に谷底部に築造されているため池となっている．このため，流入先のため池では堆砂が発生し，貯水機能を完全に失っている池もある．水深の浅くなったため池には水稲が栽培されている場合がある．また，堆砂が進んできた水田は谷底部に位置する圃場であっても畑に転換されている場合がある．

図－２ 畦畔部の侵食

畦畔では図－２に示すような洗掘による滝壺状の侵食が発生している．洗掘は畦畔下流側に発生して，侵食は畦畔を越え上流側水田に拡大している例がみられる．

図－３ 調査流域 （乾季）

乾季に入っても修復されていない侵食の跡が水田にも見られる



図－４ 畦畔洗掘の発生箇所

▲：畦畔洗掘発生箇所 図中の直線の上流（右）側のみ調査

図－３は調査流域内の Google Earth 画像，図－４は調査流域内で水田畦畔洗掘の発生箇所を示している．

４．農家による侵食対策

水田の侵食に対し農家が実施している防止対策は，水田への表流水の流入防止と，侵食を受ける部分の補強という二通りの方法が主にとられている．表流水流入防止策としては，畑と水田との境界部に図－５に示すような土手を築造するという方法がとられている．また，越流水が畦畔を越える部分に対し，損傷を受けないように図－６に示すように補強を行うといった方策がとられている．

図－５　水田への表流水流入防止のために築造された土手

これらの方法はいずれもその場の侵食を防ぐためだけの方策であり，根本的な侵食防止にば全く寄与しないだけでなく，むしろ下流側等での侵食を大きくしている可能性が高い．実際に，水田と畑の間に築かれた土手の山側に沿って，深い溝が形成されていたり，土手が切れた部分から水田のガリが始まっていたりする事例が見られる．

図－６　越流部侵食防止のための補強

なお，水田に発生したガリ等は小規模な場合は手作業で修復されるが，大規模な侵食被害箇所は図－７のようなトラクター等を使用して修復されている．しかしながら，経費の負担が大きいため，降雨状況等により作付が制限されることが多い高位の水田では修復されないまま放置され，翌年の作付けが行われない場合もある．また，堆砂によって機能を喪失したため池の土砂が排除されることは少なく，前述のように水田に転換されてしまう方が多い．

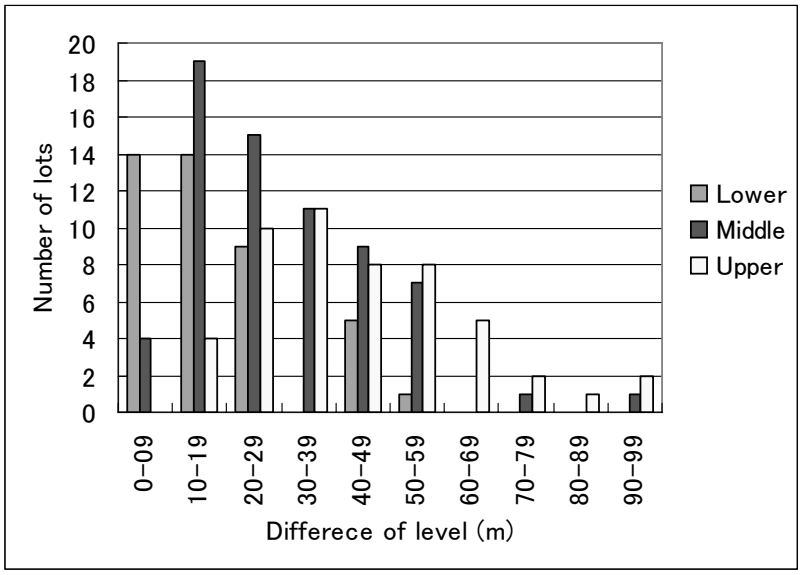
図－７　侵食部埋戻しの状況
水田では通常使われない大型トラクターを利用

一方，畑では耕耘作業の中で対処

されており，そのために畑の中央にある高木の根が露出してきたりする事例が多く生じてきているものと考えられる．畑の侵食防止策として，タイ国農業協同組合省土地開発局（LDD)は草生帯設置等の実証試験等を実施しているが，広く普及するには至っていない．

５．水田の保全に向けて

以上のように，東北タイ砂質土壌地帯では，畑だけでなく水田にガリが発生している．この原因として，降雨発生時に水田に急速な流入を生じさせるような，上流域の土地利用が大きく関与していると考えられる．一方，水田自体の問題として，土壌が砂質であるだけでなく，水路を設置せず畦畔欠口部から下流側に用排水を送る田越し灌漑では，上流域の畑地化が進んだ現在では通水能力等が不十分であることが考えられる．また，この地域の水田は均平が十分でなく，水田各各区画にはかなりの高低差がある．図－８に，調査流域内の一部の水田について，各区画内の標高差を測定した結果を示した．図－８に示されるように区画によっては田面内に１ｍ近い標高差がある．このように圃場面に傾斜があることも，水田の侵食を助長していると考えられる．



Lower：谷底の水田圃場

Middle：:谷底から 1 ～ 2 段目の水田圃場

Upper：谷底から 3 段目以上の水田圃場

図－８　区画内の標高差別水田区画数

水田の侵食には，上流域の急速な土地利用変化と，このような水田の状況とが複合して発生していると考えられる．調査流域内における農民からの聞き取りでは，畑作物としてケナフやトウモロコシが主体であった頃は個々の畑圃場は森林の間に拓かれており，土壌侵食が生じることはなかったという．しかし，キャッサバが主要作物となってからは，森林を残すことなく開墾が行われた後，侵食が発生するようになり，現行の農地利用に問題があることは農民自身も意識していた．

東北タイにおいては，畑では大型機械や雇用労力を利用した換金作物の生産が行われ，その下流側の水田では畑とは対照的に飯米を生産するためのどちらかと言えば家族労働による水田稲作が行われている．畑の作付作物は，国際的な農産物需給等の影響を受けて大きく変化してきており，今後も経済発展等に伴い変化していくものと考えられる．一方，水田は主食を生産する役割を一貫して担っており，その保全は今後も重要である．水田を保全していくためには，小手先の侵食回避策ではない方策が求められ，土地利用や作付計画を含めた検討が必要であると考えられる．

土壌侵食はわが国では通常畑において発生する．ここでは，条件によってはガリ形成というような形の侵食が水田でも発生すること紹介した．本報告を通し，海外の農地では，わが国において想定される以外の現象が発生する可能性があることについて認識頂ければ幸いである．

中国黄土地すべりの土質強度特性と発生メカニズム
－寧夏回族自治区二道岔地すべり－

中村真也*，宜保清一*，佐々木慶三**，趙延寧***
*琉球大学農学部，**佐々木技術事務所，***北京林業大学水土保持学院

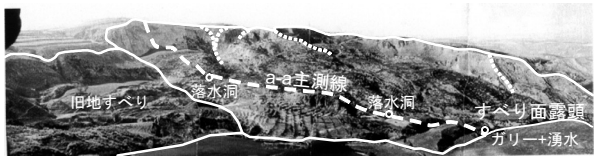
１．はじめに

中国・黄土高原で発生する地すべりは，一般に地震や降雨が誘因で引き起こされ，大規模で高速滑動する特徴があり，初生地すべりが多いと考えられている（吉松ら，1992）。また，すべり面の位置に基づいて類別化された地すべりでは（Derbyshire, 2001；孫ら，2004），すべり面が黄土層中にあるもの，すべり面が黄土層と下位の基盤岩との境界面付近にあるもの，すべり面が基盤岩中にあるものの３タイプに大きく分けられる。地すべりの発生メカニズムは３つの地すべりタイプ毎に異なることが考えられ，その解明にはすべり面土のせん断強度特性を把握することが不可欠である。黄土高原地すべりに関する数少ないせん断強度研究の中で，郎・中村（1998）は崩土の拡散範囲の予測に際し，徐（1995）を参考に，乾燥黄土および湿潤黄土の粘着力 c としてそれぞれ 13.7kN/m^2，22.5kN/m^2，せん断抵抗角 ϕ としてそれぞれ 32.7°，30.4° を得ている。基盤岩については，Li（1987）はクリープ試験により，Saleshan 地すべりの赤色泥岩および灰緑色泥岩のせん断強度としてそれぞれ c ＝ 9.8 kN/m^2・ϕ ＝ 15.5°，c ＝ 9.8 kN/m^2・ϕ ＝ 15.0° を得ている。地すべりの発生・再滑動では，完全軟化強度および残留強度の関わりが特に重要となる（宜保ら，1984；宜保，1987；宜保ら，2003a）が，上記のいずれの研究においても両強度が明確にされていない。このことに起因して，黄土高原地すべりの発生・再滑動とせん断強度の関係については未解明な点が多い。

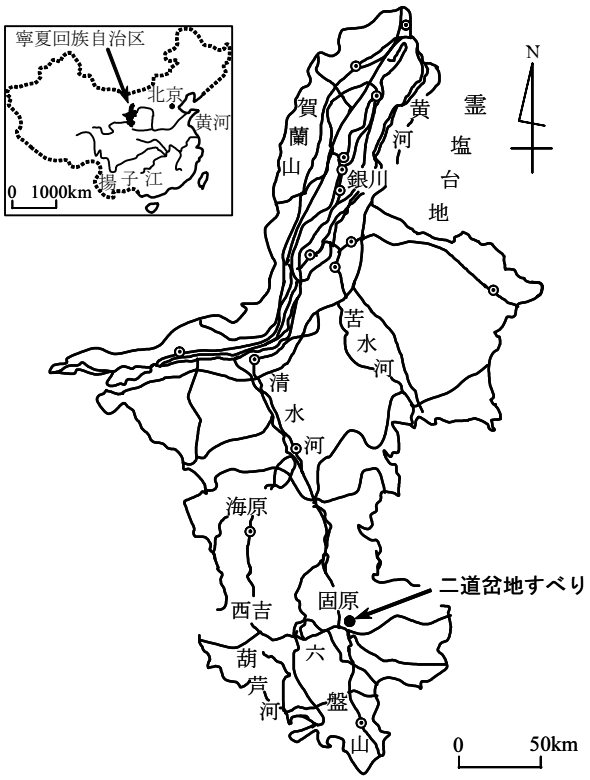
本研究では，1998 年 6 月および 2000 年 7 月に調査したすべり面が黄土層と下位の基盤岩との境界面付近に位置する黄土高原二道岔地すべりについて，まず，すべり面採取土についてリングせん断試験を行って完全軟化強度および残留強度特性を明らかにした。次に，地形，地質およびすべり形態を勘案し，せん断試験により得られた強度定数を活用して，地すべり斜面の不安定化のメカニズムについて検討した。

2．地すべりの概況

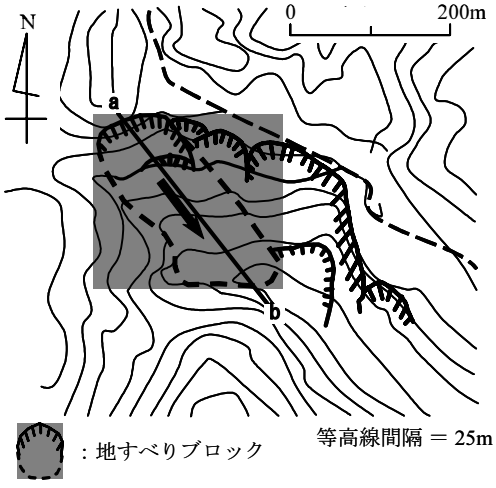
黄河上流の寧夏回族自治区南部は半乾燥地帯で，年降雨量が 400mm ～ 480mm と少ないが，7 月～ 9 月に集中する豪雨が地すべりを誘発している（孫ら，2004）。二道岔地すべりは 1989 年に 85mm の先行降雨と 8 月 20 日の 124mm/day の豪雨に伴い発生した（写真－ 1，図－ 1）。寧夏南部の黄土は，層厚が山地で数 m ～十数 m，盆地や河岸段丘で 200m ～ 300m に達し，鉛直な節理が発達している。黄土は，礫岩，砂岩，粘土岩および頁岩を不整合に覆い，更新世の午城黄土，離石黄土，馬蘭黄土および完新生黄土に区分される。本地すべり地は，地質構造的には清水河東岸の北東－南西方向の軸を持つ背斜の東翼から向斜の位置にあり，おおむね流れ盤構造になっていて，基盤岩の先第三紀頁岩が馬蘭黄土に不整合に覆われている。すべり土塊は馬蘭黄土で，地すべり斜面の末端に形成された深いガリーの底面付近には，馬蘭黄土の下位に著しく破砕された暗灰色頁岩と鏡肌を伴う走向 N40°～ 60° E 傾斜 10° SE，厚さ 5 ～ 10cm の淡灰色粘土層が狭在し，明瞭なすべり面が認められた。すべり擦痕の方向は傾斜方向におおむね一致していた。すべり面直上土は撹乱され高含水状態になっていて，滲出水も見られた（写真－



写真－1 二道岔地すべり(固原，寧夏回族自治区)



a) 位置図

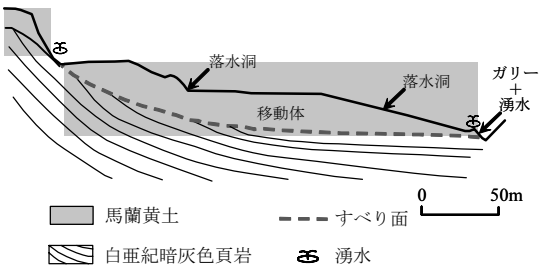


b) 平面図

図－1 二道岔地すべりの位置図および平面図

2）。地すべりの規模は，斜面長が約 300m，滑落崖の高さが 10m ～ 20m で，推定移動量は 10m ～ 15m である。頁岩の上面は，末端部のすべり面，滑落崖下位の湧水，周辺地形および地すべり斜面形状を基に推定し，すべり面の全域は頁岩の上面付近に形成されているとした。地すべり斜面形状は 1998 年 6 月に実施した測量結果を基に決め，図－2 の地すべり断面図を作成した。

写真－2 ガリー侵食によって現れた頁岩とすべり面



図－2 地すべりの縦断面図

3．地すべり土のせん断強度特性

3.1 試料と試験方法

これまで，二道岔地すべりのみならず黄土地すべりにおいて頁岩の関わりはよく知られていなかった。本調査では，ガリー底面において，頁岩と馬蘭黄土の境界付近に鏡肌を呈するすべり面が確認され，試料として採取することができた。馬蘭黄土は地すべり移動層より採取した。試料は風乾して 425μm ふるいを通過させ，各試験に供した。粒度試験は音波処理反復法（吉永ら，1984）により，土粒子の密度試験および液性限界・塑性限界試験はそれぞれ JIS A 1202 法，JIS A 1205 法によった。せん断強度の測定には，定圧力・定体積リングせん断試験機（宜保，1994）を使用した。せん断容器の水浸下の試料を所定の垂直応力 σ_n ＝ 50，100，200，300kN/m^2 の下で正規圧密し，その後に排水せん断（変位速度 0.01mm/min）を行い，完全軟化強度 τ_{sf} および残留強度 τ_r を求めた。

3.2 物理的性質

表－1 に〈425μm 試料の物理的性質を示す。液性限界 w_L および塑性指数 I_p は，馬蘭試料でそれぞれ 34.3%，16.1 で，頁岩試料ではそれぞれ 122.2%，78.5 と大きい。〈2μm 粘土含有量 CF は，馬蘭黄土試料で 29.7%，頁岩試料で 81.8%である。頁岩の I_p および

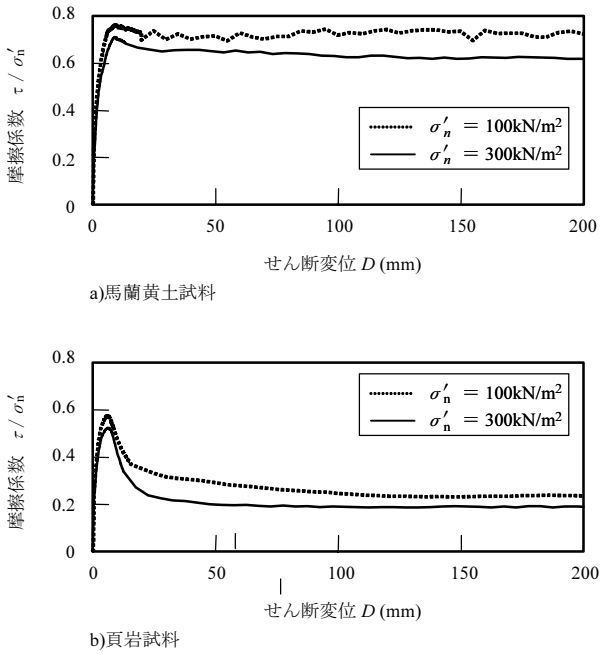
CF は，残留状態の強度定数 ϕ_r が 6° ～ 12° の我が国の第三紀泥岩や凝灰岩と同様な値であり（宜保ら，2000），小さい ϕ_r が予測される。

表－1 <425μm試料の物理的性質

試 料	ρ_s (g/cm³)	W_L (%)	W_P (%)	Ip	粒度組成(%) 粘土 ＜2μm	シルト 2-20μm	細砂 20-200μm	粗砂 200-425μm
馬蘭黄土	2.695	34.3	18.2	16.1	29.7	34.7	35.5	0.1
頁岩	2.688	122.2	43.7	78.5	81.8	16.4	1.8	0.0

3.3 大変位せん断挙動

図－3 は，有効垂直応力 σ_n' ＝ 100kN/m² および σ_n' ＝ 300kN/m² に対する摩擦係数 τ / σ_n' とせん断変位 D の関係を示したものである。馬蘭黄土試料は，σ_n' ＝ 300kN/m² に対して D ＝ 20mm で完全軟化状態の摩擦係数 τ_{sf} / σ_n' ＝ 0.700 を示した後，D ＝ 150mm ～ 200mm の大変位を経ても残留状態の摩擦係数が τ_r / σ_n' ＝ 0.600 と，高めであった。σ_n' ＝ 100kN/m² においては，せん断挙動が不安定で，D ＝ 200mm に至っても定常状態にならなかった。これは主にシルトや細砂からなる試料のせん断においてよく見られる現象で，低い垂直応力の下では拘束圧が弱いため土粒子相互の干渉作用が活発となるため，土粒子配向が起こりにくいことに起因したものである（Gibo et al., 1987；宜保・江頭，1992）。τ_{sf} から τ_r への強度低下率（τ_{sf} / σ_n' － τ_r / σ_n' ）/（τ_{sf} / σ_n' ）・100（%）は，σ_n' ＝ 100kN/m² で 5.9%，σ_n' ＝ 300kN/m² では 15.6%であった。頁岩試料では，D ＝ 10mm で τ_{sf} / σ_n' ＝ 0.524 のピークを示した後に急減し，D ＝ 150mm 付近で τ_r / σ_n' ＝



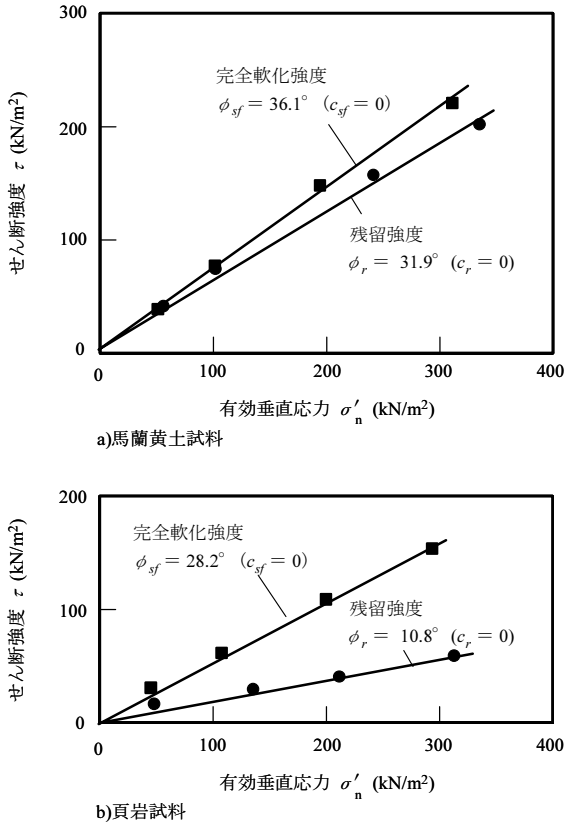
図－3 馬蘭黄土試料および頁岩試料のリングせん断試験で得られた応力－変位曲線

0.200 となり低めの残留状態に至った（σ_n' ＝ 300kN/m^2）。頁岩試料は，σ_n' ＝ 100kN/m^2 の低い応力の下でもせん断挙動が安定していて，強度低下率が σ_n' ＝ 100kN/m^2 で 63.5%，σ_n' ＝ 300kN/m^2 で 64.6%と，かなり大きい。

残留状態せん断面の形成・発達状況は，試料および“σ_n' の大小”によって異なった。馬蘭黄土試料では，σ_n' ＝ 300kN/m^2 においてせん断面が開離できたが，σ_n' ＝ 100kN/m^2 の下ではせん断領域に 1mm 程度の撹乱薄層が形成され，せん断面の開離が不可であった。一方，頁岩試料のせん断面は，σ_n' ＝ 100kN/m^2 において開離でき，σ_n' ＝ 300kN/m^2 に対しては鏡肌を呈するほどに発達した。

3.4 完全軟化強度および残留強度

図－4 は，両試料について完全軟化強度 τ_{sf} および残留強度 τ_r を有効垂直応力 σ_n' に対して整理したものである。Skempton（1964，1970，1985）にならい粘着力 c ＝ 0 として得た完全軟化状態における強度定数 ϕ_{sf} および残留状態における強度定数 ϕ_r は，馬蘭黄土試料でそれぞれ ϕ_{sf} ＝ 36.1°，ϕ_r ＝ 31.9°，頁岩試料でそれぞれ ϕ_{sf} ＝ 28.2°，ϕ_r ＝ 10.8° となった。馬蘭黄土試料の ϕ_{sf} 値は多くの地すべり土の中でもかなり大きい方であり，頁岩試料の ϕ_{sf} は沖縄の島尻層群泥岩のそれと近い値となった（宜保ら，2003a）。馬蘭黄土試料の ϕ_r が大きい値となったが，これは残留状態に至ってもせん断領域では粒子が相互に干渉し合って配向が起こらなかったためと推測される。小さい σ_n' の下でも残留せん断面が鏡肌となった頁岩試料は ϕ_r ＝ 10.8° と，かなり小さい値を示した。頁岩の小さい ϕ_r は本地すべりの発生・再発生のメカニズムを明らかにする上で重要である。

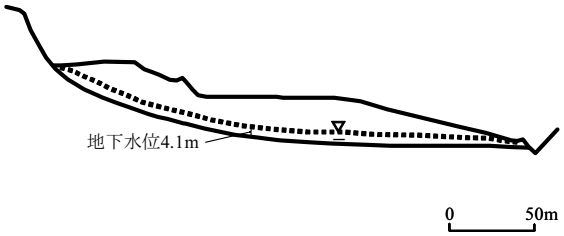


図－4 馬蘭黄土試料および頁岩試料の完全軟化強度および残留強度

4．地すべり斜面の不安定化についての検討

4.1　すべり面の強度と地下水位の関係

二道岔地すべりの再発生については，地下水位の上昇が誘因となることは言うまでもない。しかし，地すべり斜面およびすべり面勾配が比較的緩やかであること，および寡雨地帯に位置し地下水位の大幅な上昇が見込めないことを考えると，本地すべりにおいて低い残留強度を有する頁岩基盤面がすべり面に転化していることは，この種の黄土地すべりの発生メカニズムを理解する上で重要な意味を持つと言える。



図－5 地すべり再滑動時の地下水位

図－ 5 に示す調査時地すべり斜面の不安定化について，すべり面土の強度定数を活用し，限界地下水位（安全率 Fs ＝ 1.00）を推測する。計算は，すべり土塊を二次元で取り扱い，修正簡便法によった。地すべりの移動量が大きいので，すべり面は残留せん断状態に至っているとした（宜保ら，1984，2003b：中村ら，2000：中村・宜保，2000）。頁岩の ϕ_r ＝ 10.8°(c ＝ 0)を適用し，地下水位を頁岩上面（≒すべり面）と平行と仮定して上昇させ，繰り返し計算によりすべり面から 4.1m の限界地下水位を算出した。

4.2　初生時の地すべりについての解析

図－ 6 の実線は，初生地すべり発生直前の地形断面図で，移動土塊の量と地すべり発生直前のすべり面上の土塊量とのバランスを考慮し，現地形断面と周辺地形等を基に再現したものである。黄土層中に浸透した水は，難透水性の頁岩基盤面に沿って流下しつつ地下水面を形成する。頁岩の上面付近は，更新世に物理的・化学的風化を受け，その後の黄土堆積による圧密と長年に亘る浸透水の影響により，正規圧密状態すなわち完全軟化状態に至っていたとして，黄土塊の不安定化を検討する。まず，地下水として「**4.1 すべり面の強度と地下水位の関係**」で得られた 4.1m を充て，Fs ＝ 0.98 として式 c'＝－304.1・tan ϕ' ＋108.0 が導ける。ここで，c'（kN/m^2）および ϕ'（°）はすべり面の平均強度定数である。108.0kN/m^2 はすべり面全域で均一に作用すると仮定される平均のせん断応力 $\bar{\tau}$ で，黄土塊の縦断面から計算されたせん断力の総計をすべり面長で除して Fs ＝ 0.98 を乗じたものである。次に，すべり面に完全軟化

強度（馬蘭黄土 ϕ_{sf} ＝ 36.1°，頁岩 ϕ_{sf} ＝ 28.2°）が関与しているとして安定計算を行うと，すべり面強度 τ_{sf} が 212.3kN/m^2 となり，Fs ＝ 1.49 となった。Fs ＝ 1.49 は地すべりが発生した事実と矛盾することであり，初生時の地すべりにおいては完全軟化強度と合わせ平均すべり面強度を低下させる小さな残留強度の関与が不可欠であると言える。

図－6 初生地すべり直前の地形と斜面形成過程概念図

そこで，本地すべりにおいては頁岩基盤が褶曲を受けていること，すべり面が頁岩の層理面と平行であることから，フレキシュラルスリップ等により形成された地質弱面が頁岩基盤中に存在しすべり面の一部に転化（布施，1977）したと見なした。黄土層下位の頁岩上面付近風化土帯は完全軟化状態となっていて地質弱面等の構造が失われているが，その直近の風化の影響が小さい頁岩中には地質弱面（残留強度を発揮）が残存している。本斜面は，末端部における侵食・崩壊による土砂の流失や豪雨時の地下水位の異常上昇に伴うせん断応力変化により不安定化への地質弱面の関与の度合いが経年的に増大し，地すべり発生に至った。「残留係数を導入した安定解析法」（Skempton，1964；宜保ら，1984；宜保，1996）の考え方に基づき，頁岩の残留強度（ϕ_r ＝ 10.8°）を関与させ，残留係数 $R = (\tau_{sf} - \bar{\tau})/(\tau_{sf} - \tau_r) = 0.68$ を得た。これは，地すべり面域において R ＝ 0.68 の残留強度の関与領域が必要であることを意味する。地形形状，地下水位等が推定によっている中では R の絶対値としての意味はさほど大きくないが，黄土高原におけるこの種の地すべりの発生に残留強度が発揮されるような地質弱面の存在が不可欠であるとの考えを支持するものである。このような解析手法は沖縄の泥岩地すべりへの適用事例もあって，R ＝ 0.7 ～ 0.9（宜保ら，1986；中村ら，2004）が示されている。

本地すべりの地形形成と不安定化メカニズムについて整理する。地すべり発生前地形（図－ 6）は，図－ 5 の滑落崖上方部の黄土斜面が現在の地すべり末端付近まで伸びていたと考えられる。豪雨により，末端では水による侵食に加えて頁岩基盤面を底面とする崩壊が発生した。長年に亘る水による侵食・崩壊・崩土流失の繰返しにより斜面尻が後退し，初生時の地すべりの地形となった。

初生時の地すべりについては，頁岩基盤面付近土の完全軟化状態と低い残留強度が発揮される地質弱面の関与がすべり面の平均強度を低下させ，発生に至った可能性が

高い。地すべり後はすべり面の全域が残留状態になっているので，今後，さほど大きくない水位上昇（本研究の解析では 4.1m の限界地下水位が得られている）に対しても，水による侵食・崩壊・崩土流失による斜面尻後退により，地すべり再滑動の危険性が増大する。

5．おわりに

中国，黄土高原二道岔地すべりについて，現地調査，地すべり土のせん断強度測定およびせん断強度を活用した安定解析を行い，以下のことを明らかにした。

地すべり土の完全軟化強度定数 ϕ_{sf} および残留強度定数 ϕ_r として，馬蘭黄土でそれぞれ ϕ_{sf} ＝ 36.1°，ϕ_r ＝ 31.9°，頁岩でそれぞれ ϕ_{sf} ＝ 28.2°，ϕ_r ＝ 10.8° を得た（粘着力 c ＝ 0）。本地すべりは馬蘭黄土と頁岩基盤の境界付近がすべり面となっている。地すべり斜面の不安定化の検討により，調査時地形については，さほど大きくない水位上昇で再滑動に至ることが分かった。また，初生時の地すべりについては，残留強度の関わりが不可欠であり，頁岩中に地質弱面が存在し，平均すべり面強度を低下させたと推測した。

地すべり土の強度特性を明らかにし，活用することにより不安定化のメカニズム解明が可能になった。本稿は，論文「黄土高原二道岔地すべりの不安定化と地すべり土のせん断強度の関係」（日本地すべり学会誌，Vol. 44，No. 3，pp. 12-17） をほぼ原文のまま体裁を改めたものである。

参考文献

Derbyshire, E.（2001）：Geological hazards in loess terrain, with particular reference to the loess regions of China, Earth-Science Reviews, Vol. 54，pp.231-260.

布施弘（1977）：新潟県柿崎川流域における岩盤すべりとフレキシュラル・スリップ褶曲（予報），地すべり，Vol. 13，No. 4，pp.19-21.

宜保清一（1987）：地すべり斜面の安定性評価に用いる強度定数の考え方，土と基礎，Vol. 35，No. 11，pp.27-32.

宜保清一（1994）：残留強度測定のためのリングせん断試験装置とその精度，地すべり，Vol.31，No.3，pp.24-30.

宜保清一（1996）：残留係数を導入した安定解析法－沖縄島尻層群泥岩地すべりへの適用－，地すべり，Vol.33，No.2，pp.46-50.

宜保清一・江頭和彦（1992）：沖縄，島尻層群泥岩試料の残留強度と粒子配向の関係，農業土木学会論文集，No.161，pp.19-24.

Gibo, S., Egashira, K. and Ohtsubo, M.（1987）: Residual strength of smectite-dominated soils from the Kamenose landslide in Japan, *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 24，No. 3，pp.456-462.

宜保清一，武居有恒，古波蔵政良（1984）：平均すべり面強度定数の算定方法について，地すべり，Vol.20，No.4，pp.1-6.

宜保清一，中村真也，江頭和彦(2000)：地すべり土の残留強度と物理的・鉱物学的性質との関係，農業土木学会論文集，No. 210，pp.69-74.

宜保清一，中村真也，比嘉優，吉沢光三（2003a）：安定解析に必要な強風化・破砕泥岩の強度，農業土木学会論文集，No. 227，pp.113-118.

宜保清一，中村真也，佐々木慶三（2003b）：地すべり土のせん断挙動に及ぼす鉱物組成の影響，日本地すべり学会誌，Vol. 40，No. 4，pp.1-7.

宜保清一，佐々木慶三，吉沢光三，伊田茂（1986）：沖縄，北丘ハイツ内泥岩すべりにおける地質構造規制とすべり面強度パラメータの算定，地すべり，Vol. 23，No. 3，pp.15-20.

Li, H.（1987）：Study on the character of the creep deformation of the Saleshan landslide，Proc. The China-Japan field workshop on landslide，Xian-Lanzhou，pp.11-14.

中村真也・宜保清一（2000）：地すべり土の回復強度と垂直応力の影響，地すべり，Vol. 37，No. 3，pp.18-24.

中村真也，宜保清一，江頭和彦，吉永安俊（2000）：地すべり土の回復強度と鉱物組成の関係，地すべり，Vol. 37，No. 3，pp.10-17.

中村真也，宜保清一，林義隆(2004)：残留係数を導入した地すべりの三次元安定解析－沖縄，仲順地すべりについて－，農業土木学会論文集，No. 229，pp.47-53.

Skempton, A. W.(1964)：Long-term stability of clay slopes, *Géotechnique*, Vol. 14，No. 2，pp.77-101.

Skempton, A. W.(1970)：First-time slides in overconsolidated clays, *Géotechnique*, Vol. 20，No. 3，pp.320-324.

Skempton, A. W.(1985)：Residual strength of clays in landslides, folded strata and laboratory, *Géotechnique*, Vol. 35，No. 1，pp.3-18.

孫保平，宜保清一，佐々木慶三，趙廷寧，中村真也（2004）：中国・寧夏南部の黄土地すべりの特徴とすべり面の位置による分類，自然災害科学，Vol. 23，No. 1，pp.79-92.

徐峻嶺（1995）：黄茨地滑的監測予報，鉄道部科学研究院研究報告，西北研字第 052 号，TY0925，pp.13-14.

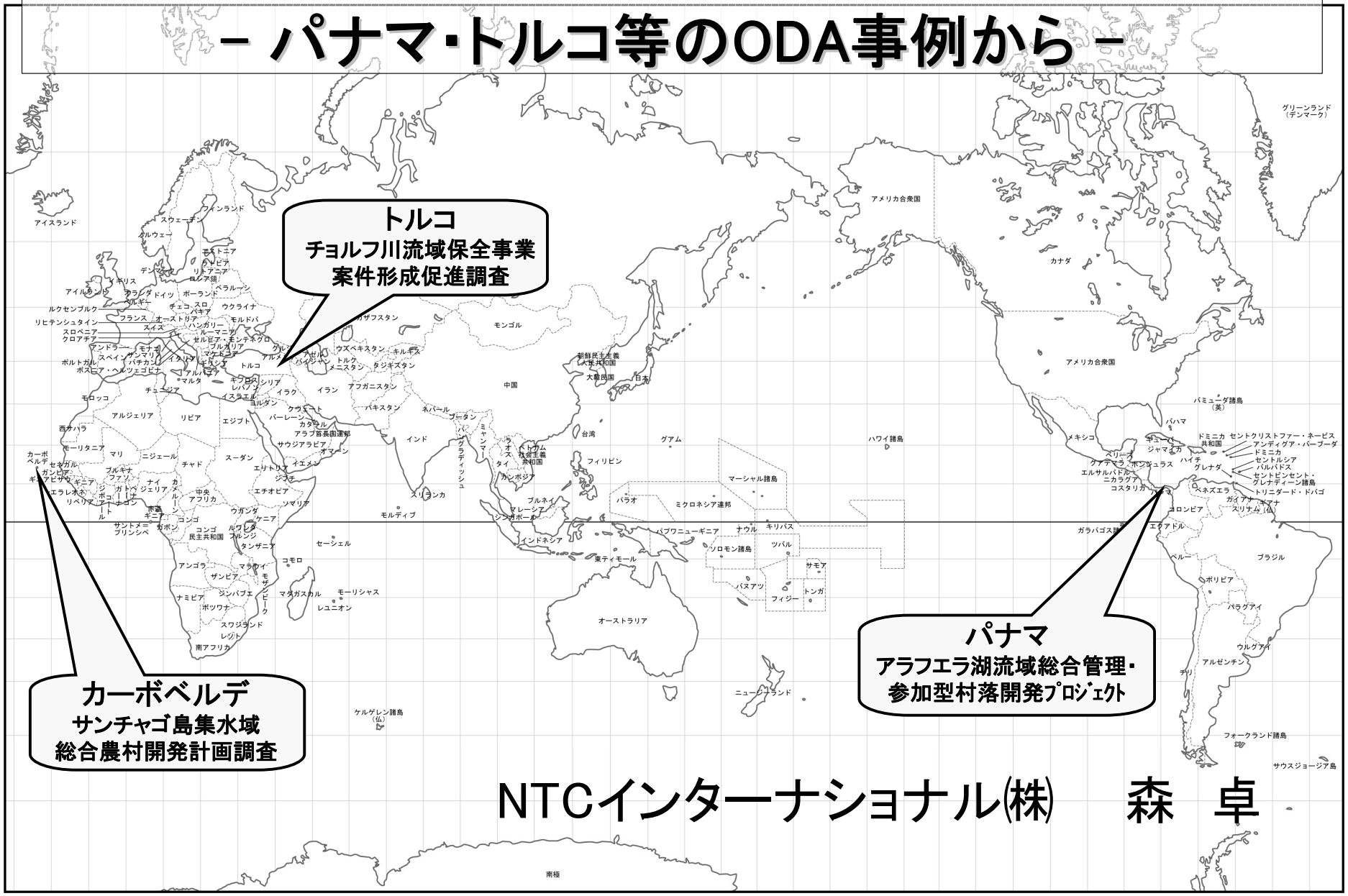
吉永長則，江頭和彦，中井信(1984)：黒ボク土の粒径分析法，日本土壌肥料学雑誌，Vol. 55，No. 3，pp.248-256

吉松弘行，綱木亮介，近藤観慈，山田琢哉（1992）：中国の地すべり－特に黄土地帯の地すべり－，地すべり，Vol. 28，No. 4，pp.37-44.

郎煜華，中村浩之（1998）：黄土地すべりのすべり面形状の特性と崩土の拡散範囲の予測，地すべり，Vol. 35，No. 1，pp.9-18.

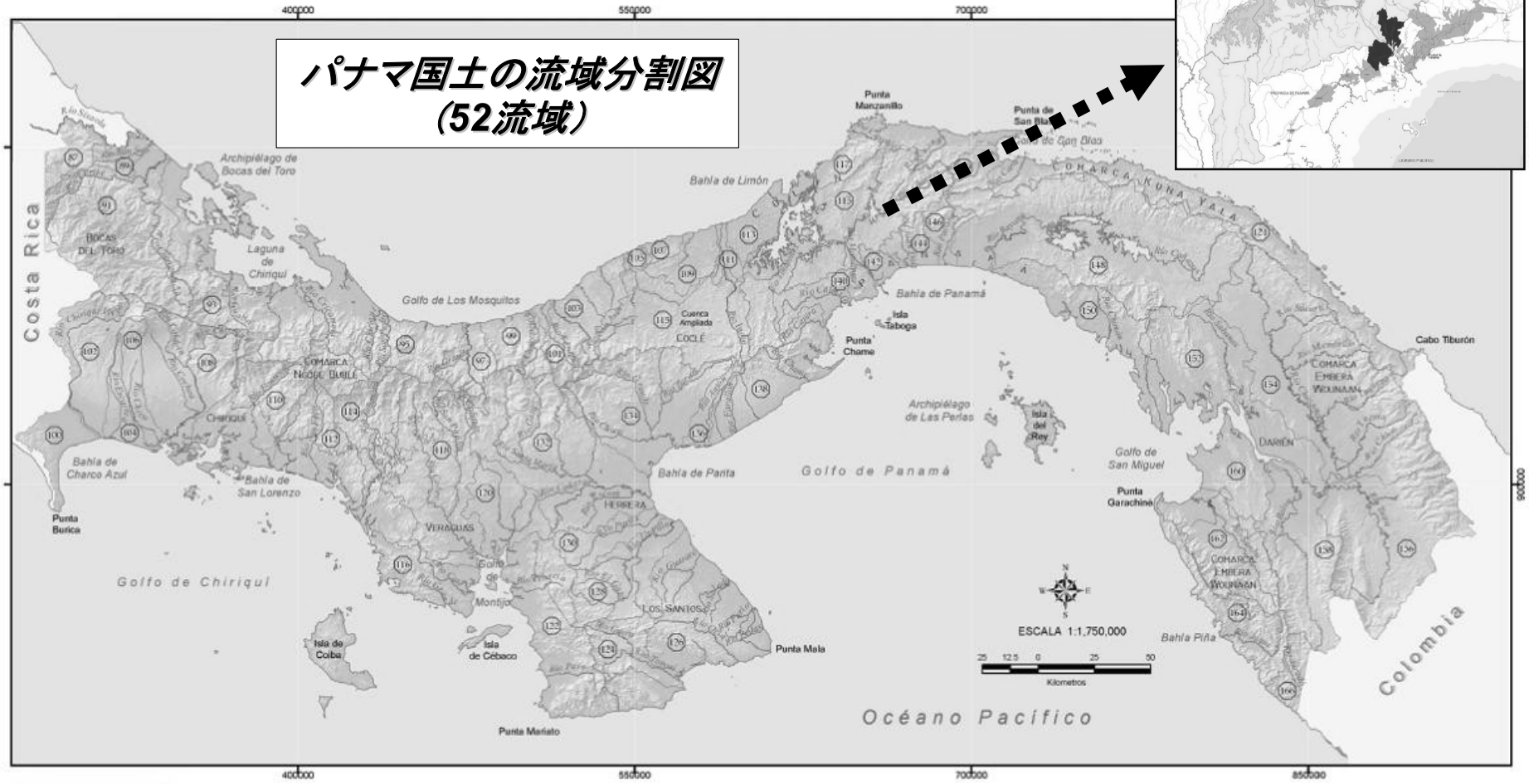
海外における流域管理と農地保全の関わり

－パナマ・トルコ等のODA事例から－



NTCインターナショナル㈱　森　卓

事例①　パナマ国　「アラフエラ湖流域総合管理・参加型村落開発プロジェクト」



形態：　技術協力プロジェクト
期間：　5年（2006年～2011年）
対象：　アラフエラ湖中・下流域の37村落
C/P機関：　パナマ国環境庁流域総合管理局

目標：
●参加型手法に基づく持続的生産技術が、
●環境庁の普及システムを通じて、
●住民グループにより実践される。

パナマにおける流域管理の潮流

1998年 「環境基本法」制定、環境庁（ANAM）設立

↓

2002年 「流域の管理、保護、保全における行政権限に係る法律」制定

↓

2005年　環境庁に流域総合管理局を設立

↓

2009年 「国家環境戦略2008～2012」を策定

国土の流域分割はANAMが決定し、保全・管理を担う。
ただし運河流域は憲法により運河庁（ACP）が所管。

環境管理・計画立案において流域が基本単位となる。

ANAMによる主要な事業

【JICA】パナマ運河流域保全計画(2000-2005)、アラフエラ・プロジェクト(2006-2009)
【スペイン】コロン州沿岸総合開発計画(2006-2009)
【EU】環境劣化・脆弱性削減プログラム(2008-)
【オランダ】水資源統合管理国家計画における優先10流域の水収支計算(2007-2008)
【パナマ政府】3小流域参加型保全事業(2006-2009)
【アンデス開発公社】水源・再生可能エネルギー源としての19流域復旧事業(2009-2013)

パナマにおける流域管理のツール

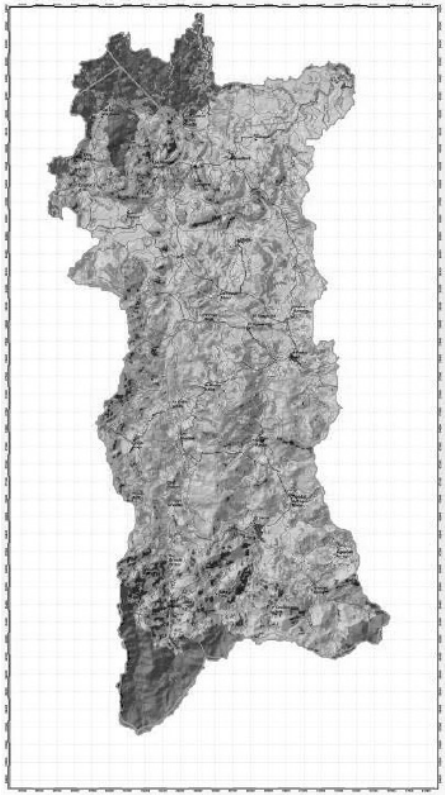
ツール①　土地利用環境秩序計画書

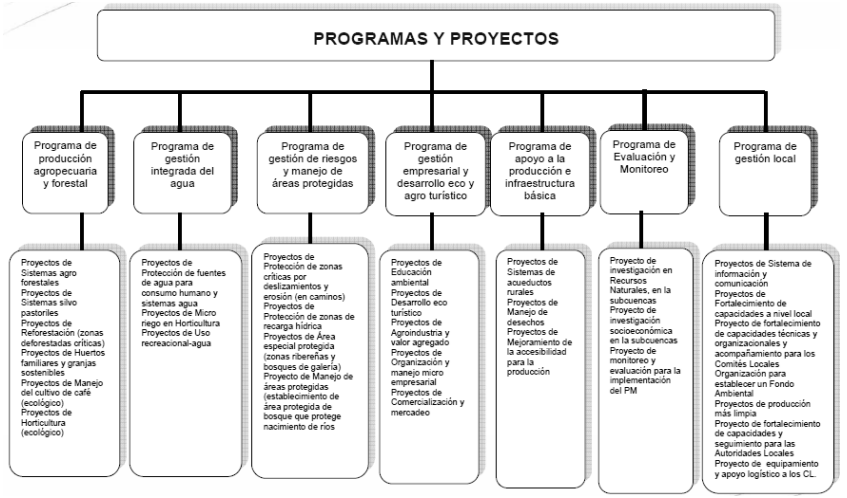
流域の自然環境・社会特性　→　ゾーニング

ツール②　流域管理計画書

優先事業案、調整メカニズム、資金計画　等

流域委員会 ➡ 流域の 保護 保全 復旧



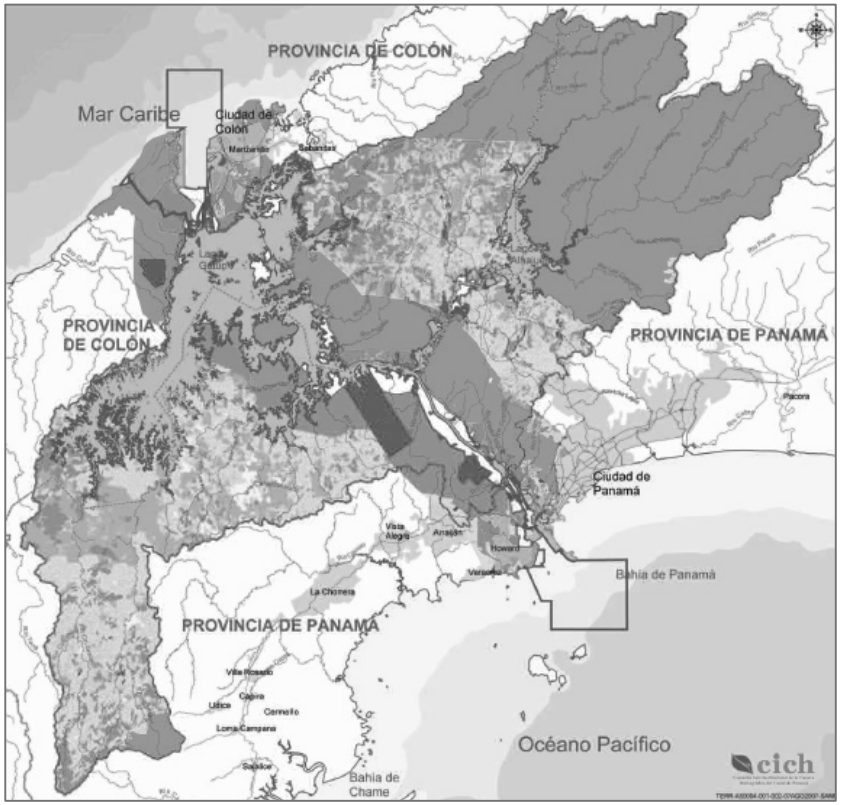


Procesos/Actividades[5]	Responsables	Años 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Socialización del plan de manejo[6]													
Inducción y capacitación[7]													
Organización para la ejecución[8]													
Establecimiento de mesas de negociación													
Gestión de recursos[9]													
Formación de fondo local de cuencas[10]													
Planificación anual													
Ejecución de proyectos													
Multiplicación de actividades[11]													
Mantenimiento de proyectos[12]													
Monitoreo del plan													
Evaluación anual y del plan													

土地利用適正化と農地保全の位置づけ

1997年　法律21号により、運河流域の土地利用適正化目標が定められた。

土地利用形態	1995年 (%)	2020年 (%)
パナマ運河・湖等	12	15
森林・保護地域	34	40
農業用地	0.5	8
放牧地	39	2
造林・ｱｸﾞﾛﾌｫﾚｽﾄﾘｰ	0.5	23
都市住宅地	6	12
米軍基地	8	0



《2006年の運河流域における土地利用》

- 放牧地の大幅な削減（20分の1）
- 造林・ｱｸﾞﾛﾌｫﾚｽﾄﾘｰの大幅な拡大（46倍）
- 農業用地の拡大（16倍）

↓

- 上記3形態を広義の「農地」と捉えると、微減させる目標（流域の40%→33%）。
- 焼畑耕作地の拡大は意図されていない。
- 農地保全は、「保全型農業の導入による放牧地からｱｸﾞﾛﾌｫﾚｽﾄﾘｰ等への転換」の意味合いが強い。

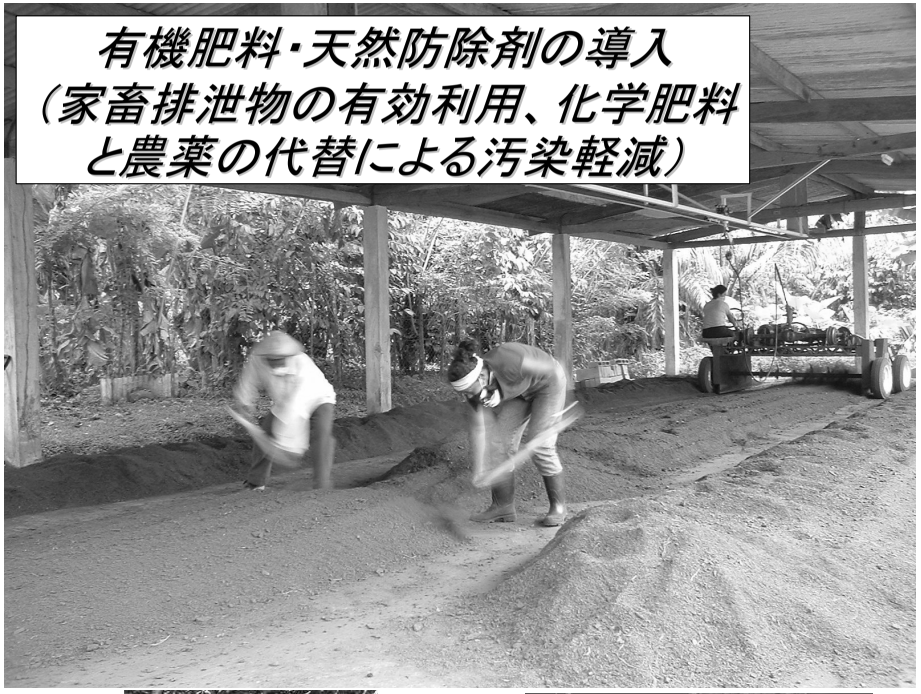
住民参加による農地保全の取組（1/2）

傾斜地の土壌保全工

水田稲作の導入
（陸稲焼畑耕地の減少を意図）

●技術手引きは存在、積算基準は不統一
●現場普及員の資質に左右される傾向
●住民の自主的取組は未だ限定的

住民参加による農地保全の取組(2/2)

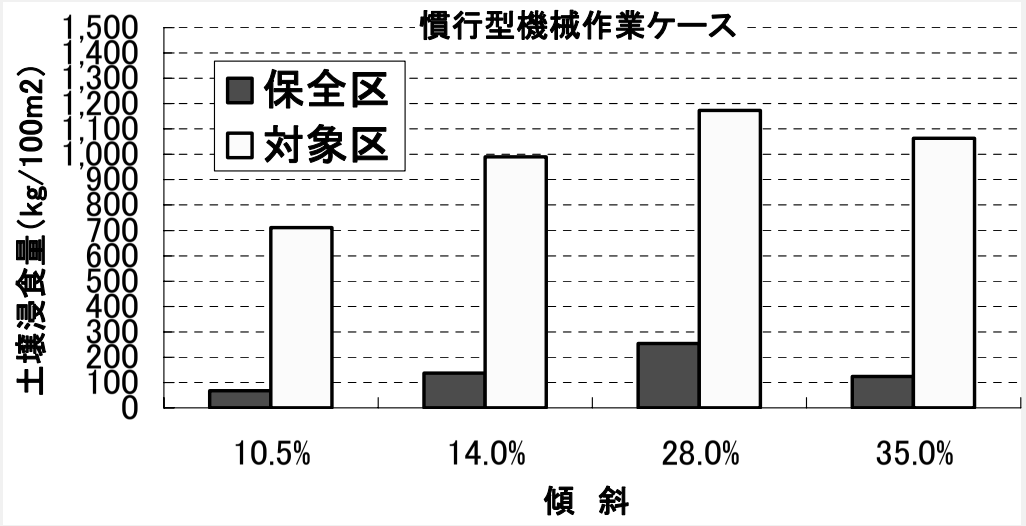


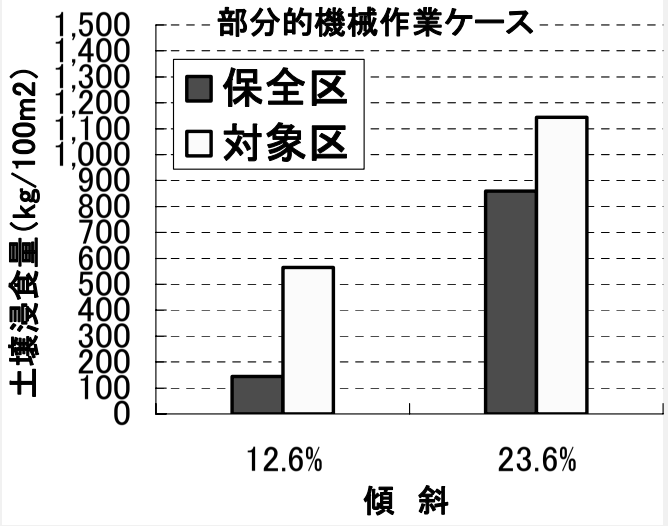
●有機農業は大規模農家への普及が課題
●放牧地保全は富農・企業への取組が課題
●各活動と流域保全の関連が説明・理解不足

水土保全効果の定量評価の取組

事例：米国国際開発庁（USAID）・パナマ運河庁（ACP）による運河流域保全パイロット事業

【異なる斜度のパイナップル畑で100m^{2}の試験区を設け、2005年10月15日から
2006年1月17日まで1週間ごとに土壌浸食量（マスに捕集された水食量）を測定した。】





●事業要素として定量評価を取り込んだ先進的な取組
●残念ながら、学術的視点からは不十分さが目立つ
（保全工の詳細や気象条件、土壌条件等が不明）

●流域レベルでは各種データがモニタリングされている。
：植生と土地利用、河川の流量・水質・SS、生物指標等
●流域保全事業効果の定量的裏付けには至っていない。

パナマの事例から導かれる課題

- 農地利用計画の不備（＋所有権・利用権の不確定）
- 農地レベルの水土保全効果の検証不足
- 保全工の標準技術仕様、積算基準の欠落
- 農地・流域保全と生計向上の目標混同
- 単発的事業への偏重

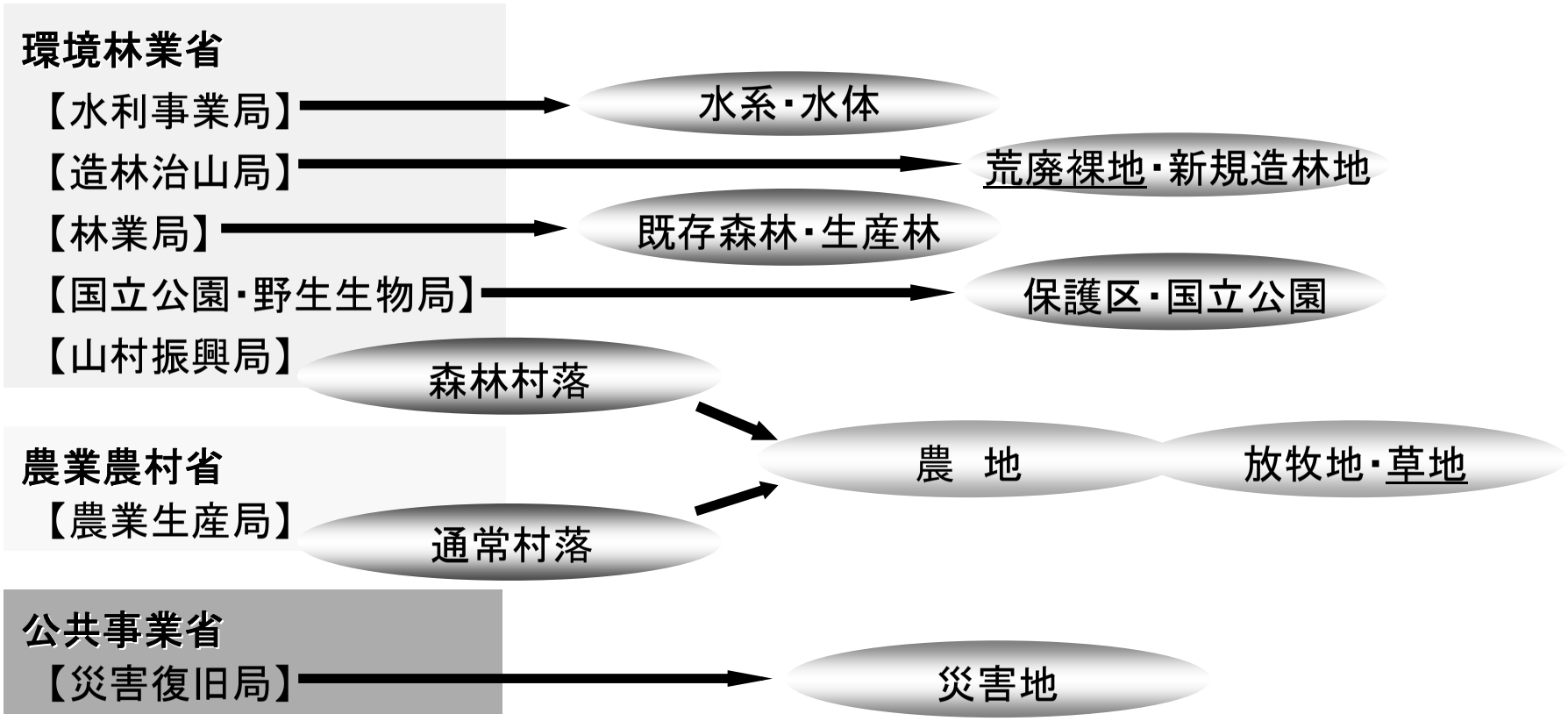
- スポット的活動がフォーカスされ、面的な広がりを持ち優先順位を付けた保全計画が立案できない（例．放牧地対策の後回し）。
- 科学的裏付けが無いと、保全技術の普及が恣意的（逆効果）になり得ることに加え、事業の正当性も問われる。
- 仕様・コストの標準化は容易ではないものの、その努力を怠れば保全技術が自主的に導入・定着・拡大されることは望めない。
- 保全工そのものは短期的便益をもたらさないため、生計向上が事業の入口や抱き合わせとして使われるが、しばしば目標がすり替わり、本来の農地・流域保全に整合しない活動も採択され得る。
- 単発援助事業に依存する構造は長続きしないため、パナマ政府の財源・人員・技術で長期的に継続可能なモデルの構築が必要。

事例② トルコ国「チョルフ川流域保全事業案件形成促進調査」

形態： 円借款の準備調査
期間： 6ヶ月（2008年）
対象： チョルフ川流域全体
C/P機関： トルコ国環境林業省、農業農村省

目標： チョルフ川流域における総合的な流域復旧と生計向上により、環境保全と貧困削減に寄与する事業が形成される。

トルコにおける流域管理の分掌



これまでの代表的な流域管理事業：

「東アナトリア流域保全事業」1993年～2001年（世界銀行）
「アナトリア流域保全事業」2005年～2011年（世界銀行）
より小規模な流域事業や調査ではGTZ、JICA等

} 近年はトルコのEU加盟計画が影響

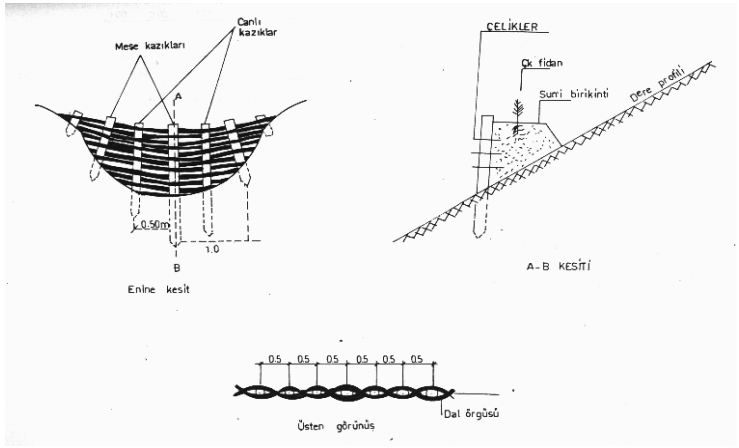
トルコにおける造林・治山事業の特色

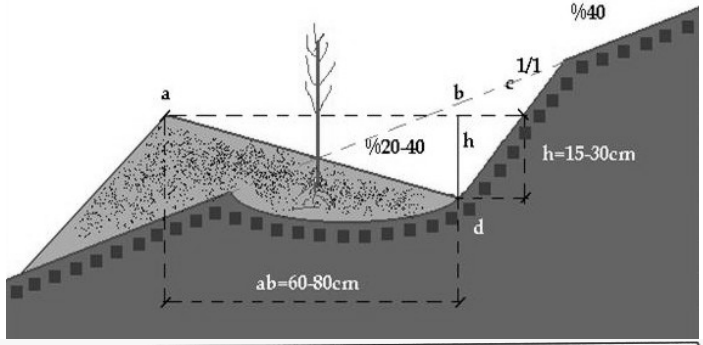
特色①　公共事業性の強さ

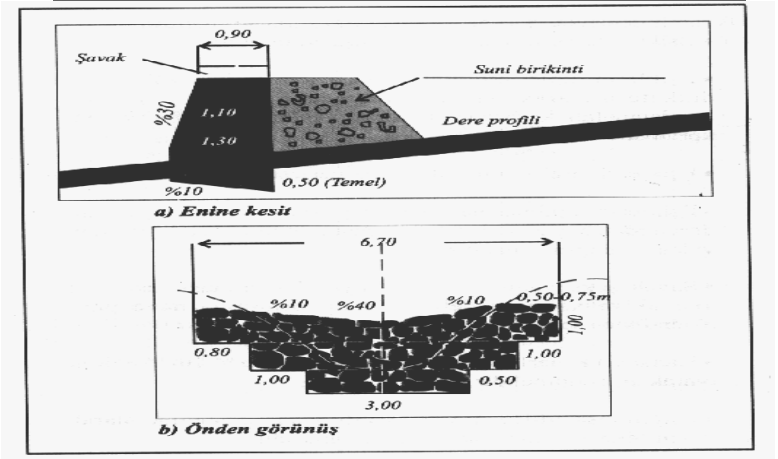
契約相手として村落住民や森林組合が企業に優先する（生産林でも同様）

特色②　標準仕様・歩掛かり表の存在

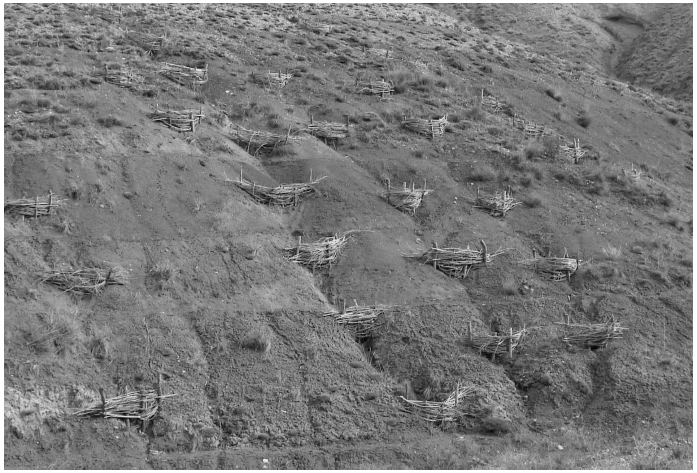
公務員や民間技術者のツールとして定期的に更新・公開され、事業計画の基礎となる。





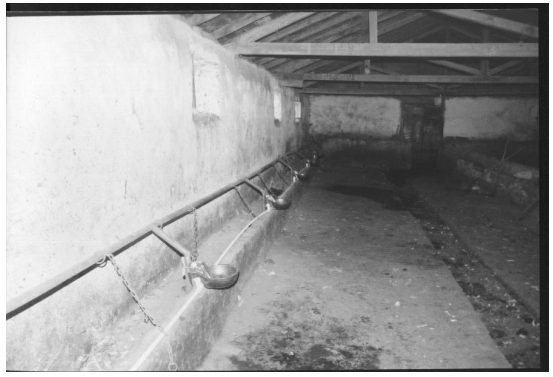


流域保全の取組（1/3）荒廃裸地

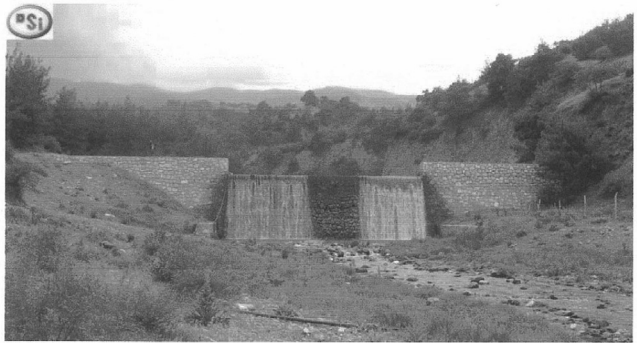


流域保全の取組(2/3) 放牧地・農地

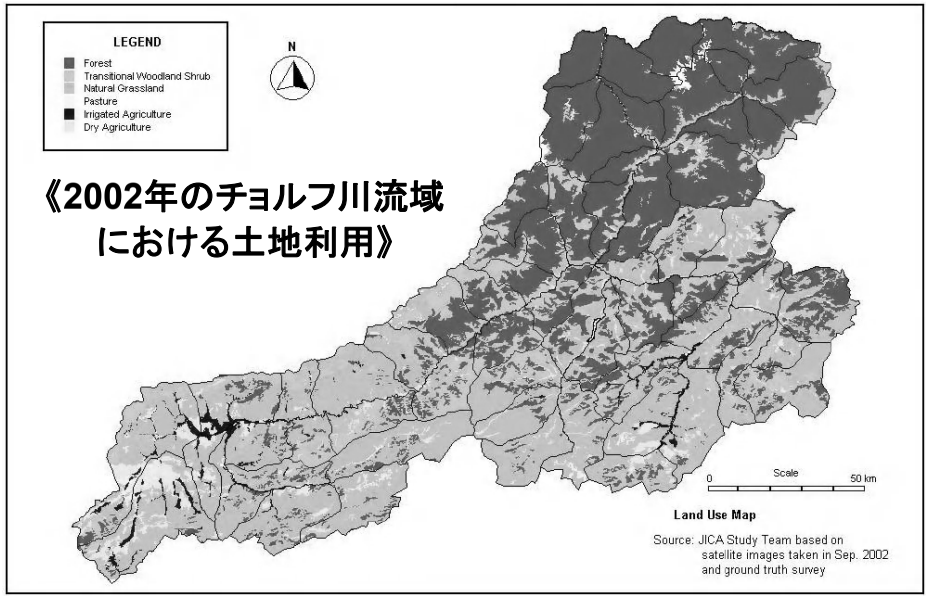
灌漑による飼料作物の通年生産と果樹のテラス栽培



流域保全の取組（3/3）水系・その他



砂防堰堤・
流路確保



《2002年のチョルフ川流域
における土地利用》

養蜂・温室

ソーラーパネル・
改良ストーブ

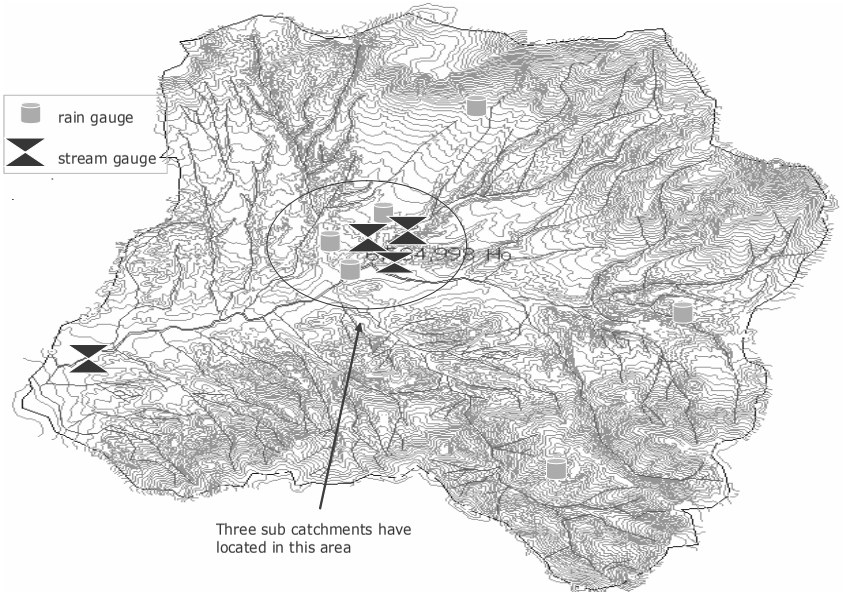
水土保全効果の定量評価の取組

事例：米国林業調査所による技術支援「中東における流域モニタリング・評価事業」

【東アナトリア流域保全事業の対象地となった一流域（約6,600ha）にて、2000年から2004年まで、草本植生・木本植生・表面流去・堆積土砂量を定量的にモニタリングした。】

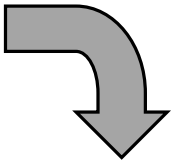
	人為利用制限・ 土壌保全工適用区 (25,672 m²)	人為利用制限区 (20,025 m²)	対象区 (66,573 m²)
植生 （衛星画像による）	人為利用の制限は森林の自然回復に寄与したが、草地の自然回復ではその程度は低かった。これは、自然草地が土壌水分状態により左右され易いためと判断された。		
草本植生	草本の植被に有意な差は認められなかった。		草本の植被は減少した。
木本植生	木本の生存率は全体で62%であった（最低はオークの36%、最高はアーモンドの88%）。		
堆積土砂量＊	0.1 kg/m²	0.035 kg/m²	0.088 kg/m²

＊表面流去と堆積土砂の発生は、全期間中わずか1度の降雨イベントでしか認められなかった。



トルコの事例から導かれる課題

- 流域管理計画の不備
- 細分化された行政分掌、一元的管理メカニズムの不在
- 農地レベル・小流域レベルの水土保全効果の検証不足
- （遊牧も含む）自然草地・放牧地利用に係る権利関係の混乱



- 特にチョルフ川のような国際河川の場合、流域管理計画は必須と考えられる。
- 流域の上部・中部・下部（水系）を異なる部局が所管し、さらに森林村落・通常村落を異なる省が所管するため、無用の重複や支援の空白域が生じ得る。
- 公共事業性が強いトルコの場合は、定量的な効果の検証を行うことで、事業の経済便益の算定を精緻化・適正化することが必要。
- 放牧地の境界を確定することは、伝統的な入会権や遊牧の影響などから容易ではなく、事業の大幅な遅延をもたらす例が多い。

事例③ カーボベルデ国
「サンチャゴ島集水域総合農村開発調査」

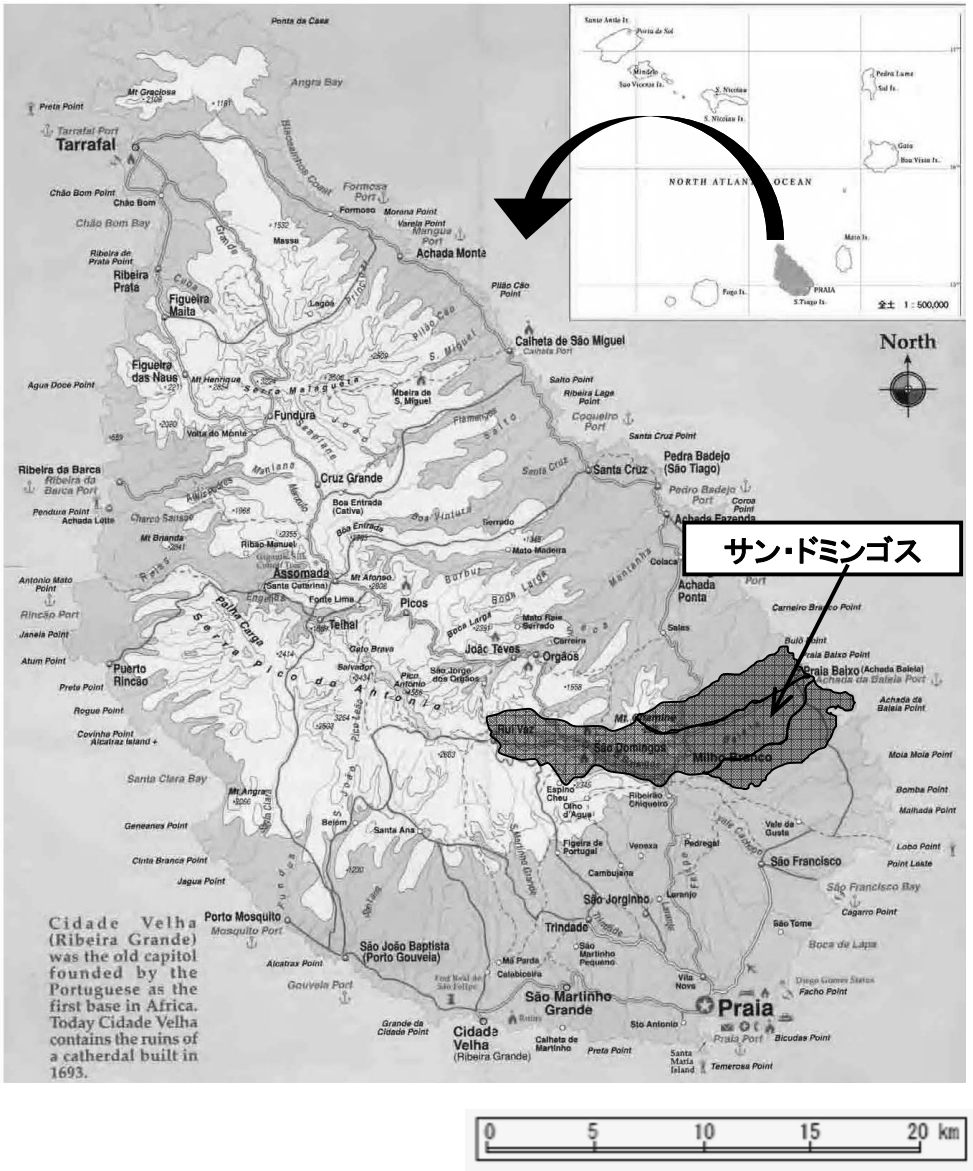
形態： 開発調査
期間： 2007年度～2010年度
対象： サンチャゴ島全域
C/P機関: カ国環境・農村開発・海洋資源省

調査目標:

1. サンチャゴ島における集水域毎の自然資源を有効利用した総合農村開発の行動計画（アクションプラン）を策定する。

2. サン・ドミンゴス集水域にてアクションプランの一部をパイロットプロジェクトとして実施する。

3. 本調査の実施を通じて、行政官および住民組織の能力を向上させる。



農業生態ゾーンと水土保全事業の潮流

農業生態ゾーン	標高	降水量	農業の特徴
Ⅰ	低	少	地下水を利用した灌漑農業
Ⅱ	⇕	⇕	主に天水農業、井戸少ない
Ⅲ	⇕	⇕	豊富な湧水を利用した灌漑農業が主
Ⅳ	高	多	天候次第で不安定な天水農業が主

●水土保全事業の潮流

◆1980年代:『集水域管理プログラム(Watershed Management Program)』 USAID

12集水域を対象に土壌保全工を実施

(三日月型土畦、等高線畦立て、等高線石積み、砂防ダムなど)

量的・質的拡充は不十分
モニタリング調査は実施されず
石積みの崩壊、不適当な植林

パイロットプロジェクト（P/P）紹介

石積工（Rui Vaz地区）

◆目的

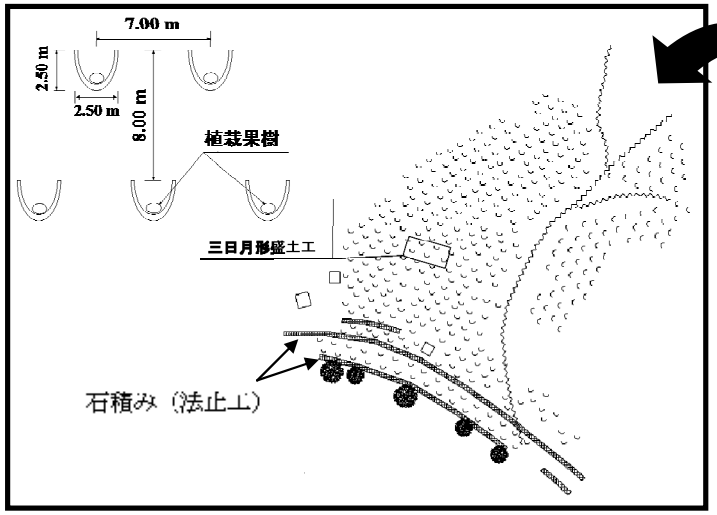
種々の土壌保全工（石積み工・三日月形盛土工）の建設によって、土壌侵食に伴う耕地荒廃の防止・回復を図る

◆特徴

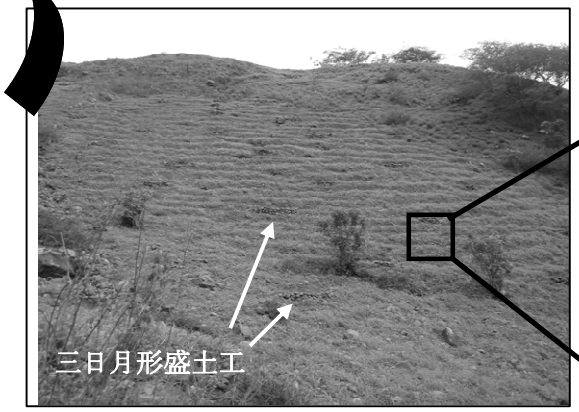
①慣行技術を組み合わせた実施

②急斜面への石積み造成による耕作のための有効面積の創出

③アグロフォレストリー的に経済果樹を配置



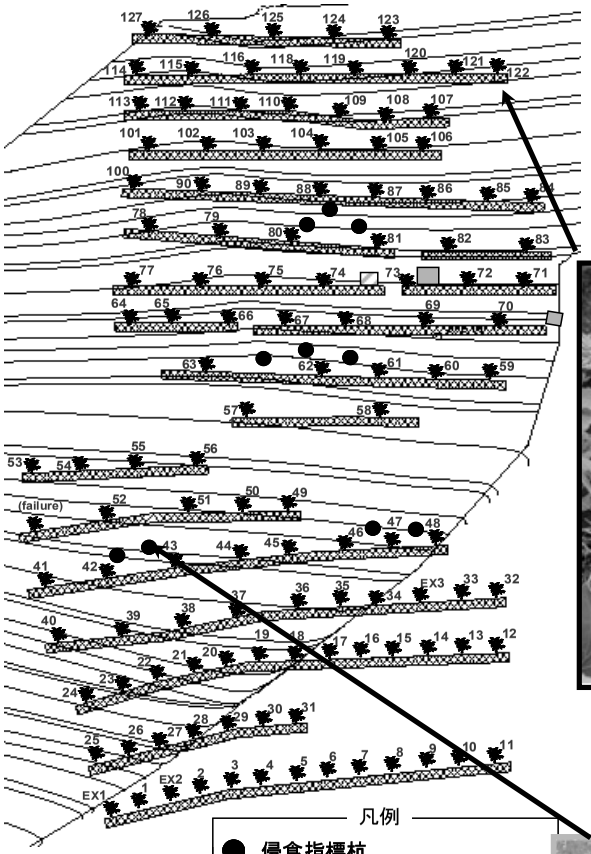
概要図



三日月形盛土工・石積工（Lagoa地区）

植栽された果樹の苗木

P/Pにおける効果のモニタリング（継続中）



植栽果樹の生育調査概要図

植栽果樹

BMとなる侵食指標杭

◆評価指標

①果樹苗木の生育状況調査
（生存率、樹高、果実数など）
⇒石積み工の植栽環境への適性、
生産持続的システムの検証

②侵食状況・地盤面粗度の調査
（未整備対象地区を設置予定）

↓

モニタリング結果より
P/Pの有効性と課題を摘出

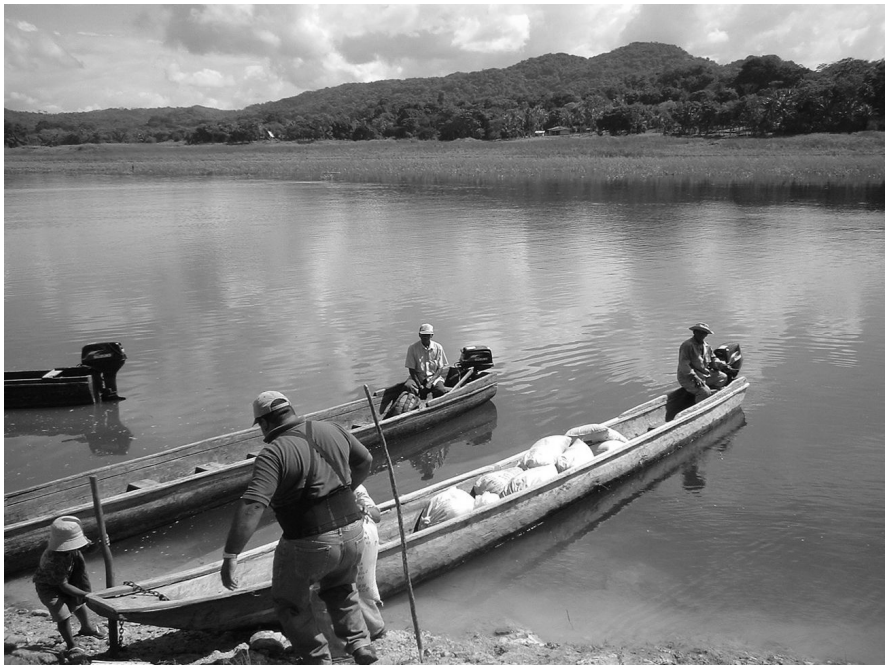
↓

サンチャゴ島農業生態ゾーンⅢ、Ⅳにおける標準的土壌保全対策工の確立

ご清聴有難うございました。

本発表内容の責はすべて演者個人に帰するものです。

NTCインターナショナル㈱　　森　卓



《関連ホームページ》

アラフエラ・プロジェクト:　http://www.jica.go.jp/project/panama/2515031E0/index.html

弊社ホームページ:　http://www.ntc-i.co.jp/

海外の農業開発プロジェクトに於ける農業土木の今後の支援の方向

事例：タイ国の総合水管理事業の必要性

後藤道雄（三祐コンサルタンツ　海外事業本部）

1. はじめに；20 世紀におけるタイの水資源開発および灌漑農業開発

20 世紀の後半（第二次世界大戦終了後の 1960-2000 年）において、タイは自国の米の安定供給と輸出増大を目標として、天水農業から灌漑農業へ脱皮する政策がとられ、数多くのダム、堰、ポンプ場、農地開拓による水資源開発および農業開発が推進されてきた。この結果、“緑の革命”とも言われた灌漑農業による米の生産は著しく増大し、現在、タイは世界に冠たる米輸出国となっている。特に日本の ODA によるタイの水資源及び灌漑農業開発協力は経済性の高い大規模事業のみでなく、辺境地域の中・小規模事業にも拡大し、辺境地域の食料確保と貧困軽減に大きな効果を挙げてきた。そして、食糧確保の安定と貧困層の軽減に伴い社会インフラ整備、教育の普及・向上、雇用の安定、所得の増大も促進され、現在では先進国からの工業生産投資も大きく拡大し、21 世紀においては農・工・商の各産業部門間で均衡のとれた産業国として更に発展しようとしている。しかし、Crop Diversification の進捗の遅滞（米の単作より多様多種作物の転換）、農地拡大による森林面積の減少、土壌浸食、堆砂の増加による貯水量の減少、過剰揚水による地下水の低下と地盤沈下等の問題が発生している。

2. 農地面積と水資源

タイ国の農地面積は 2,000 万 ha、表流水水資源量は 2,100 億 m^3 で、一人当たりの農地面積及び水資源量は夫々0.32 ha/人、3,300 m^3/人である。又、農地面積当りの水資源量は 10,000 m^3/ha である。この値を東南アジア各国と比較すると表-1 に示すようにタイは国土面積の 39%と広大な農地を保有する農業国であるが、一般的理解に反して水資源は他国に比べて著しく少ない国である。

表-1　東南アジア諸国の土地面積と水資源量 (2000)

国名	国土	人口	耕地	水資源	土地	1 人当り	1 人当り	耕地面積当
	(10^3Km^2)	(10^6 人)	(10^6 ha)	(10^6 人 m^3？)	(%)	(ha)	(10^3m^3)	(10^3m^3？m)
	①	②	③	④	⑤=③/①	⑥=③/②	⑦=④/②	⑧=④/③
Thailand	512.0	62.8	20.0	210.0	39.1	0.32	3.3	10.5
Cambodia	177.0	13.1	4.0	120.0	22.6	0.31	9.2	30.0
Lao PDR	231.0	5.3	1.0	190.0	4.3	0.19	35.8	190.0
Vietnam	325.0	78.1	7.3	360.0	22.5	0.09	4.6	49.3
Myanmar	658.0	47.8	10.0	880.0	15.2	0.21	18.4	88.0
Malaysia	329.0	22.2	7.6	580.0	23.1	0.34	26.1	76.3
Indonesia	1,821.0	213.1	31.0	2,840.0	17.0	0.15	13.3	91.6
Philippines	298.0	75.7	10.0	480.0	33.6	0.13	6.3	48.0

3. 農業概況

タイの 2006 年の統計資料に基づく土地利用、栽培作物、家畜飼育、内水面漁業など農・畜・漁業の概況は以下の通りである。

3.1 土地利用

森林面積は現在 1,630 万 ha で国土面積の約 32%を占めている。その内、北タイはミャンマー国境に接した山岳地帯を抱え、森林面積も 920 万 ha（北タイ全面積の 54%、全国森林面積の 56%）と広大で、それは北部メコン流域、中央タイ・チャオプラヤ流域の水資源涵養という重要な役割を担っている。一方東北タイは嘗て多くの森林に恵まれていたが、1960 年以降多くの貧困農民が無秩序に森林を伐採し農地に転用した為、現在の面積は 280 万 ha（東北タイ全面積の 17%）に激減している。 農地面積は全国レベルで約 2,100 万 ha と広大でその内 930 万 ha は東北タイに展開し、それは全国農地面積の 44%と高い割合を占めている。北タイ、中央タイもチャオプラヤ平原やデルタに夫々400 万 ha の広大な農地を保有している。平坦地の農地の一部は都市や工業地帯に転換用されつつあるが、山麓の雑木林は果樹・畑作に利用され増加しつつあるので、過去より今日までの全体としての農地面積の変化は小さい。

北タイの森林風景

東北タイのキャッサバ畑

3.2 農地利用

農地は土壌、地形条件、栽培状況等により稲作、畑作、果樹/Tree crops 樹園作物（ゴム、オイルパーム、ココナッツ、チーク等など)、野菜等に区分してされ、統計資料に毎年の面積が示されている。1990 年と 2005 年の作付面積増減推移を地域ごとに分析すると、下表の通りである。

表-2　地域別作物面積の推移　　単位:10^3ha

作物	全国		東北タイ		北部タイ		中央タイ		南部タイ	
	1990	2005	1990	2005	1990	2005	1990	2005	1990	2005
稲作	11,900	10,300	6,200	6,000	2,700	2,200	2,300	1,700	700	400
畑作	5,640	4,410	2,100	1,800	1,900	1,400	1,600	1,200	40	10
果樹 /Tree crop	3,140	4,440	300	620	260	520	680	910	1,900	2,390
野菜	130	200	40	50	50	60	30	70	10	20

1990 年より 2005 年にかけて、稲作、畑作面積は地域及び全国レベルで減少してきている。一方、果樹・Tree crops の面積は全国レベルで 40%、東北タイや北タイでは 2 倍に増加してきている。又、南部タイは、ゴム・オイルパーム・ココナッツの主要生産地であり、それらが占める面積は全国の果樹・Tree crops 面積 444 万 ha の 54%を占めている。稲作・畑作面積はそれらの農地が都市・工業地域に転換されていった事、畑作ではキャッサバ・サトウキビを除くメイズ・綿・ゴマ・落花生などは農家収入が少ないため作付面積が減少したと考えられる。一方、果樹、Tree crops は高い市場性とアグロインダストリーの中核作物であり農家収入も多いい事から、面積の拡大が大きい。但し、既存の稲作、畑作から果樹への転換なら問題が無いが、新規に山麓の森林を

伐採しての果樹農地への開拓もあるようで、流域保全の観点から規制が必要という声が大きくなっている。又、果樹の栽培には乾期の水利用が重要で、乾期に河川からのポンプ揚水灌漑が急速に拡大してきており、それは下流河川の乾期流量を減少させ、下流河川に沿って発達してきた都市・工業地域の上工水及び農地の灌漑用水に支障を来たす結果となってきている。

3.3 重要栽培作物

タイにおける重要栽培作物は米・キャッサバ・サトウキビ・メイズで、それらの 1990 年と現在の栽培面積、生産高は下表に示す通りである。

表-3 タイにおける重要栽培作物　　単位 1,000 トン

作物		全国		東北タイ		北部タイ		中央タイ		南部タイ	
		1990	2005	1990	2005	1990	2005	1990	2005	1990	2005
米(雨期)	面積	9,140	9,210	4,760	5,230	2,050	2,050	1,870	1,590	460	340
	生産量	18,400	22,900	7,500	10,300	5,400	6,500	4,700	5,300	800	800
米(乾期)	面積	580	1,530	80	140	100	500	380	860	20	30
	生産量	2,130	6,400	200	400	810	2,100	1,0800	3,800	40	100
キャッサバ	面積	1,430	1,200	900	660	140	180	390	360	0	0
	生産量	19,600	26,400	12,100	14,300	1,900	3,800	5,600	8,300	0	0
サトウキビ	面積	780	1,000	130	350	180	280	470	370	0	0
	生産量	40,700	59,700	7,800	21,200	9,700	16,460	23,200	22,000	0	0
メイズ	面積	1,540	970	460	210	700	580	370	180	10	0
	生産量	3,720	3,700	1,070	690	1,770	2,330	860	680	20	0

雨期米の栽培面積は中央タイ，南タイでは 1990 年より 2005 年に向け若干減少しているが、東北タイでは増加している。中央タイ、南部タイでは水田が都市・工業用地、果樹・Tree crops に転換された結果、減少している。一方東北タイはメイズを始め畑作地域の農家収入が低いため、稲作へ転換してきている。然し、生産量は各地域で増加してきており、それは灌漑稲作面積の増加と農民の栽培技術の向上が要因となったと思われる。乾期米の面積、生産量は 2005 年に向けて 1990 年より著しく増加してきている。灌漑事業の効果によるものと思われる。(水稲、サトウキビ及びバナナはもっとも作物要水量の大きい作物とされている)

キャッサバの栽培面積は 1990 年より今日まで北タイ、中央タイでは余り変化は無いが、東北タイではかなり減少してきている。その理由は①嘗て大口の輸入国であった EU の輸入制限と②米価の上昇と灌漑事業の効果による(って従来天水栽培しかできない土地に栽培されていた)キャッサバから水稲作への作付けの転換とが考えられる。但し、生産量は各地域で増加してきている。その理由は新・高収量品種の導入・普及、更には若干の灌漑用水の利用などであろう。然し、キャッサバは近年において (ペレットや粉末に加工され、) 豚の飼料、でんぷん原料として世界的に需要が拡大し、農家の庭先価格も数年前の 0.8 バーツ/kg 程度から 1.4 バーツ/kg 程度まで上昇してきている。又、原油の高騰から、エタノールの代替原料として重要視されつつあり、将来に向けて生産は増加していくであろう。特に(天水栽培の可能なキャッサバは乾燥気候が支配する)東北タイでの作付け増加による増産の可能性は高い。現在、世界で大量のキャッサバを生産している国は限られており、ナイジェリア 3,500 万トン（1 位)、ブラジルとタイが 2,600 万トン（2，3 位)、インドネシア 1,900 万トン、次いでコンゴ 1,500 万トンで、アフリカ諸国はキャッサバを食料とし

て多く消費する為、世界市場への輸出力は小さく、将来はブラジル、タイ、インドネシアが世界市場の輸出量を左右する事になる。

サトウキビの栽培面積も中央タイを除いて拡大しつつあり、特に東北タイは 1990 年より 2005 年の間に 3 倍の面積に達している。生産量も全国レベルで 6,000 万トンに増加している。サトウキビもエタノールの原料として重要視されており､農家の庭先価格も嘗ての 0.4 バーツ/kg より 0.7 バーツ/kg 程度まで上昇してきている｡タイ政府はキャッサバと共にサトウキビの生産拡大も推進している。ただ、タイのサトウキビ収量は灌漑用水が少ない為、現在 50 トン/ha 程度に留まっており、用水が十分にあれば 70－80 トン/ha に増加する事が可能であり、将来の増産は面積拡大よりむしろ現在の栽培地域に灌漑用水を確保する事の方がより重要である。尚、世界でサトウキビの生産量が大きい国はブラジル 4.1 億トン、インド 2.4 億トン、中国 9,300 万トン、次いでタイの 6,000 万トンである。

メイズも重要な農産物であるが(用途は食糧でなく飼料及び農産物加工原料として国内消費・輸出される。現在、メイズは)、国際価格水準が低く、農家庭先価格も 4-5 バーツ/kg、生産量は 3.5 トン/ha で農家収入より見ると、及び国際農産物商品の両面から見て利益率の低い作物となっており、将来において面積・生産量共に増加は期待できない。生産増加を続けている果樹としてはランブータン、ドリアン、マンゴステイン、マンゴー、ロンガン等であり、また、Tree crops としてゴム、オイルパーム、ココナッツなどがある。特にゴムは栽培面積 200 万 ha に及び世界最大の生産量 300 万トンに達している。タイに次ぐ世界のゴム生産国はインドネシア、マレーシアが夫々 200 万トン、110 万トンである。

4. 水資源総合管理事業（IWRM－Integrated Water Resources Management）

4.1 21 世紀における総合水管理の重要性・必要性

上記のように、20 世紀は天水農業を灌漑農業に転換して米の増産を図るためのもので、開発された水資源は主として 6-7 月の雨期稲作の補給用水として利用されてきた。タイは農地資源に比べて水資源が極めて少ないため開発された水資源は 6-7 月の少ない降雨を補充する雨期稲作用水として利用されてきた。即ち、8-9 月の洪水期の水を出来るだけ多く貯水し、貯水は年を越して雨期稲作が最も水を必要とする 6-7 月に利用される水管理方法が取られてきた。乾期は降雨が殆どなく、稲作用水量は雨期の 2 倍位に達するので乾期稲作の作付面積は限定されている。一方、20 世紀の終りになって､以下に述べるような課題が水資源管理上の問題として拡大し 21 世紀はその改善に向けた総合水管理が水資源有効利用の上で重要視されるようになっている。

1980 年代半ば頃より将来の食料品の多様化に備えて Crop Diversification（米の単作より多様多種作物の生産へ）政策が策定・実施され、1990 年代に入ると、米以外の作物として工芸作物のサトウキビ、油脂作物としての大豆、又、果樹・野菜の生産が増大していった。一方、住民の加工

食品、健康食品の需要も増加し、作物栽培の多様化も更に促進された。

このため、山麓・丘陵地では森林から果樹・畑作地への転換が進められ、乾期においては河川からのポンプ揚水による灌漑農業が拡大していった。この結果、森林面積の減少に伴い流域の水資源涵養能力も減少し、それは河川における洪水量・洪水頻度の増加と乾期における流出量の減少を加速させて来ている。又、流域の森林消失や畑作や果樹の不適切な栽培により土壌浸食も発達し、河川の土砂堆積を増加させ、河川洪水位の上昇や既存ダムの貯水量減少を引き起こしている。この結果、河川流況が変化し水生動・植物の生態系にも障害を齎してきている。従って、21世紀において、流域の水資源管理（Watershed Management）、河川の流況管理（River Flow Management）が重要な課題となっている。

1990 年頃より、乾期作物の面積拡大と都市・工業地域の発展に伴う乾期用水の増加で、貯水の月別水利用も米中心の形が大きく変化してきている。一方、近年の異常気象現象や上述した流域の保水力減少に伴い、貯水池による洪水制御、乾期放流量の増加が必要で、既存貯水池の運用ルールを改善する水源管理（Water Source Management）が重要視されて来ている。

又、受益地の週別水需要量変化に応じて水源からの導水路の配水管理（Distribution Management）や圃場内水管理（On-farm Water Management）における送水ロスは現在 40-50%に達していると言われており、これらの水管理も将来に向けて改善する必要がある。その他、圃場内、流域内の排水管理（Drainage Water Management）、都市、工業地域の汚水や廃水管理（Waste and Sewage Water Management、水質保全の為の水質管理（Water Quality Management）、又、チャオプラヤデルタにおける工業用地下水利用に伴う地下水の低下、水質の塩化を防ぐ地下水管理（Groundwater Management）が重要視されている。

5. タイ政府の水資源開発・管理政策

5.1 政策

タイ政府は 20 世紀に水資源の開発に多額の国家投資を行った結果、21 世紀において新規に開発すべき事業は限られている。又、残された水資源も流域環境保全のため開発行為は大きな困難を伴う状況となって来ている。従って、短・中期計画では開発された既存水資源を高度な水管理技術によってより効果的に利用する事、長期計画では国内で余剰の水資源を保有する流域より水不足の流域へ導水する水資源開発や豊富な(未利用)水資源を有する近隣国･ミャンマーやラオスからあるいは国境を形成しているメコン川よりからの導水による水資源開発を 21 世紀の Mega Projects として推進しようとしている。

5.2 水資源局の新設・RID の機能強化

タイ政府は上記のべたように 21 世紀の水資源開発・管理を重要視し 2003 年天然資源省を新規に設立し、その中で国家の表流水、地下水の水資源開発・管理を推進すべく水資源局・地下水資源局を設立した。そして、全土を 25 の大流域、数百の小流域に区分し流域環境を保全・改善しな

がら水資源開発・管理事業を創出・推進しつつある。一方、RID（灌漑局）は 100 年余の歴史と伝統を持つ農業・協働組合省傘下の灌漑事業の計画・実施・維持管理を担当する機関であるが、2003 年の機構改革で嘗て内務省傘下であった ARD（Accelerated Rural Development Office）に属していた辺境地域の小規模灌漑事業や DEDP（Department of Energy Development and Promotion）が担当していたポンプ灌漑事業も吸収して全国の灌漑用水の開発・管理を一元化して統括・管理する事になった。灌漑用水の総合水管理の計画・実施は RID の “Water Management Division” がその任にあたる。

6. 三祐コンサルタンツの水資源局及び RID への協力

21 世紀になって以降、タイの国家経済は順調に発展し、タクシン政権による外国からの技術・資金援助制限政策によって日本政府の水資源・農業に関する協力は激減した。然しながら、前述のように限られた水資源の総合管理の改善や水不足を補う為の導水事業を推進・達成する為には 20 世紀のように水源や水利施設の建設ではなく、広流域の流況，水源、水需要の変化をモニターし、解析を評価し、対策を策定するという従来とは異なった水資源の管理技術、MAC（Monitor/Measurement, Analysis/Assessment,& Countermeasures for Conservation & Control）を確立せねばならない。又、(国際河川である)メコン川に関連するミャンマー、ラオスよりの導水に関しては、メコン川下流域タイ、ラオス、カンボジア、ベトナムの 4 カ国間の水協定やミャンマー、ラオスの水資源・農業開発政策とも関連し、その推進は多くの調整・手続きを含み容易なことではない。このような背景で水資源局及び RID は日本政府の技術協力が殆ど無くなった後も三中グループ（含：タイ現地法人―Sanyu Consultants(Thailand) Ltd.他タイのコンサルタント）に必要な技術援助を要請してきた。要請事業は全てが総合水資源管理による水資源環境保全及び農業推進事業で、三中コンサルタンツは ADCA の調査補助金を活用して、今日まで以下のような事業の推進を水資源局・RID と共に推進してきている。

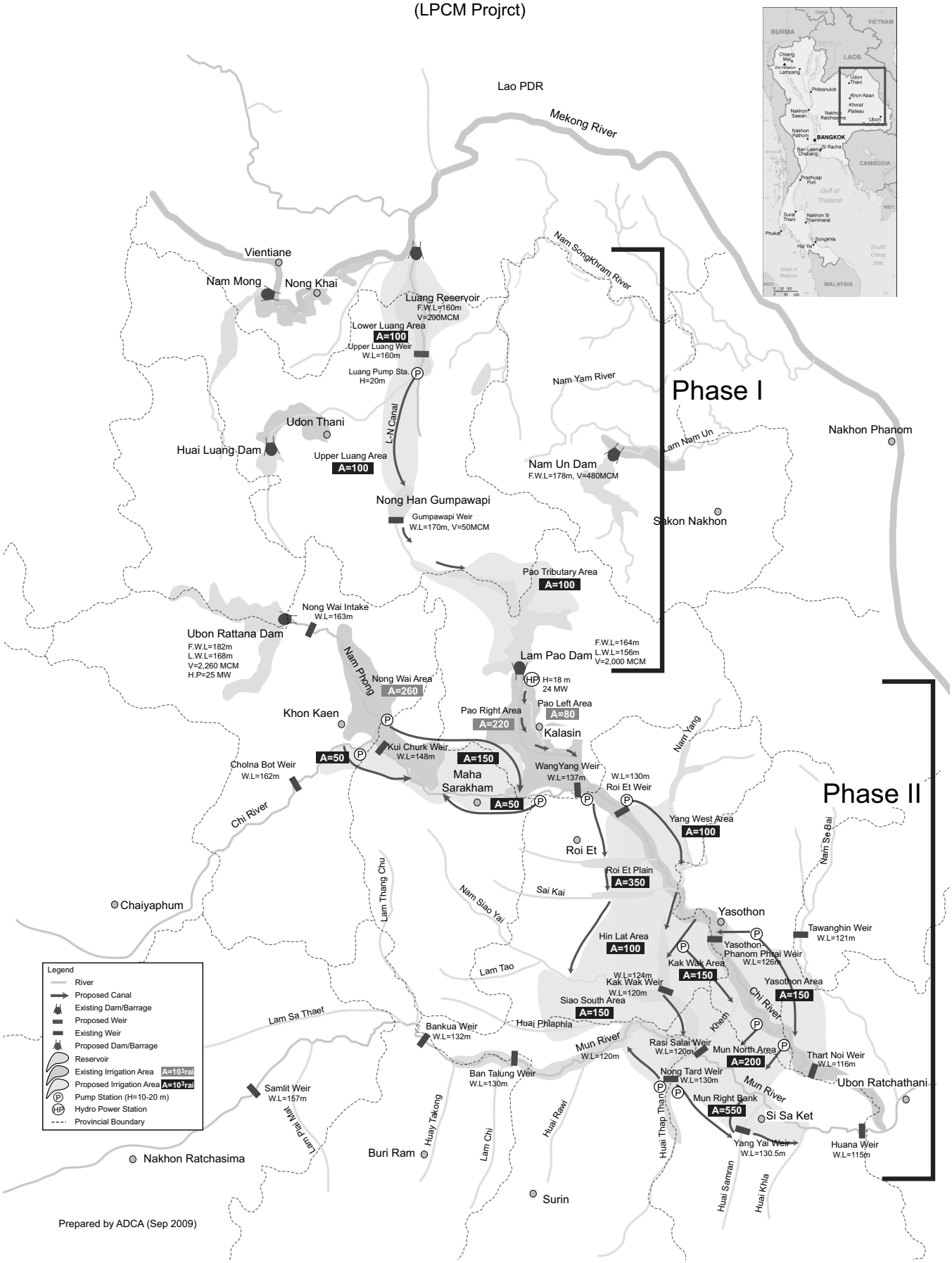
6.1 東北タイ

（1）LPCM 導水事業 (Luang-Pao-Mun Integrated Water Management Project)

東北タイのメコン川に注ぐ大支流 Luang 川下流域は雨期メコン川の背水で 120 km^2 に渡って湛水し貯水池を形成する。一方、乾期にはメコン川の水位低下と Luang 川の流量減により貯水池は空となり、Luang 川下流域農民は湛水と渇水により安定した農業は営めない状況にある。又、メコン川の魚は雨期に Luang 川支流に集り産卵するが稚魚は乾期に貯水池が空になるため、メコン河川へ戻れず死滅する。従って、Luang 川の河口に河口堰を設けて雨期メコン川の水位が 160m以上に達する場合は洪水の侵入を防ぎ、乾期には河口堰のゲートを閉じて雨期貯水のメコン川流出を防ぎ、農業に利用すると共に魚群の貯水池内回遊を図る、(図 1 参照)。

一方、東北タイの Chi 川支流 Pao 川には 20 億 m^3 の大貯水容量を有する Pao ダムが 1960 年代に建設されており、Pao 川、Chi 川下流域農地の灌漑に利用されてきているが、貯水池の周辺流域にあった森林地帯は年々天水田に転換され、流域支流から貯水池へ流入する流量は減少し近年は貯

General Plan of
Luang-Pao-Chi-Mun Integrated Water Management Project
(LPCM Projrct)



水池が満水(位)に達せず、渇水年の貯水量は 20 億 m^3 の 50%の 10 億 m^3 程度で、乾期の水利用量は 6 億 m^3 程度に減少している。従って、Luang 貯水池よりメコン川へ無効放流されている雨期流量約 10 億 m^3 を Pao 貯水池に導入し、貯水池を雨期の終りに満水し、Pao 川、Chi 川への乾期放流量を 15 億 m^3 に増加させる導水計画が策定されている。この乾期放流量に Chi 川の自流量も利用して約 30 万 ha の灌漑農業が可能となり、米の増産と共に現在、天水で栽培されているキャッサバ、サトウキビの増産も推進され、それを利用した畜産振興やエタノールの生産増が期待されている。

Huai Luang 河口堰

Huai Luang 貯水池

また、Lam Pao 貯水池の運用改善方法を Chi 川の Phong 川に建設されている既存の Ubol Rattana 大貯水池（貯水量 28 億 m^3）にも応用し、Chi 川の洪水調節能力と乾期用水の増量効果を更に高め、水利用の受益地を単に Chi 川下流域のみならず Mun 川中流域に拡大する計画である。これにより乾期用水の安定供給とともに新規に 3－4 万 ha の灌漑面積が拡大し、かつ、Mun 流域の農民にも寄与する極めて有望かつ経済的な事業である。（貯水ダム、導水への投資は殆どない。）

本 LPCM 事業は 2008 年 12 月に発足したアピシット新政府の緊急実施事業として認可され、水資源局、RID が協力して日本政府の JICA に技術、資金援助を要請しようとしている。事業費は導水部分が 100 億バーツ、灌漑事業部分が 250 億バーツの計 350 億バーツである。日本政府への技術・資金援助要請は 100 億バーツの導水部分が対象となると思われる。そして、単に導水事業の建設費のみでなく、Luang, Pao 両貯水池及び導水に関する適切な水資源管理の技術指導が必要となろう。本事業は単なる導水・灌漑事業でなく、Luang, Pao, Chi 川の乾期流量の増加による魚群・水生植物の生態系を維持する事、又、乾期作物の作付面積拡大を図ることにより(表層塩類集積など)土壌の劣化を防止すると共に緑地帯を飛躍的に増加させる流域環境保全事業でもある。

Chi 川本流、Yasothon 大堰
（堰右岸より Chi 川へ導水）

Chi 川本流、Roi Et 大堰（Chi 川下流域農地への取水堰）

（2） NKCM 導水事業（Nam-Ngum-Khong-Chi-Mun Water Management Project）

東北タイの中央に位置する Chi 及び Mun 流域には 300－350 万 ha の広大な天水農業地域が展開しており、現在、栽培されている作物は雨期の米、メイズ、キャッサバが主で灌漑用水が無い為サトウキビ・果樹などの永年作物の栽培は非常に限定されている。又、乾期の作物栽培は極少で、殆どの農地は休閑地の状態である。従って、地域の農業生産性は低く、農民の所得は中央タイの三分の一程度で貧困を脱せずにいる。然し、地域の水資源不足により、タイ政府は今日までこの地域の抜本的な農業開発計画を策定できなかった。

ADCA は 2000－2005 にかけてタイ政府水資源局と RID 及びラオスの農業省灌漑局とメコン川委員会の協力を得て、両国のメコン川沿いの水資源を利用した灌漑農業開発計画を纏めた。その中で Nam Ngum 川の水でラオス、ビエンチャン平原の灌漑農業を推進すると共にメコン川を横断して東北タイに導水し、Khong, Chi, Mun 流域の灌漑農業を飛躍的に拡大する計画が両国にとって最適な開発計画であることを両国の関係機関に提案した。その後、タイの水資源局とラオスの関係機関は本件に関し検討・協議を続けていたが 2008 年タイ政府は本事業を National Mega Project として閣議承認し、本件の詳細計画調査を早期に実施すべくラオス政府と正式協議に入ったと伝えられている。本事業は前述の LPCM 導水事業のステージ 2 として位置づけられる、(図 2 参照)。

ADCA が現在までに取りまとめた本事業の概要は以下の通りである。

- Nam Ngum 川では既に No.1 水力発電ダムが 1970 年代に建設され、その電力はタイに売電されている。一方、タイ政府はラオス政府との間に水力発電の更なる開発と電力売買契約を締結し、ラオス国内の Thoeng 川に Hinbon, Thoeng No.2 等の水力発電ダムを BOT 方式で完成させ、現在は Nam NgumNo.2, No.3 の建設に入っている。又、Nam Ngum の大支流 Nam Lik 川の水力発電ダムの建設計画も進行中である。これらの水力発電ダム建設により Nam Ngum の河川流量 200 億 m^3 はほぼコントロールされ、乾期の流量は 80 億 m^3 に達すると想定されている。80 億 m^3 の内、ビエンチャン平原の灌漑並びに他の揚水需要に 20 億 m^3、メコン川下流への乾期責任放流量に 20 億 m^3 を利用するとしても約 40 億 m^3 の乾期余剰水があり、その内、約 35 億 m^3 を東北タイへの導水に利用する計画である。導水は Nam Ngum 川の河口に河口堰を設けメコン川を横断するサイフォンで計画され、タイ側の Luang 貯水池に Gravity flow にて送水される。

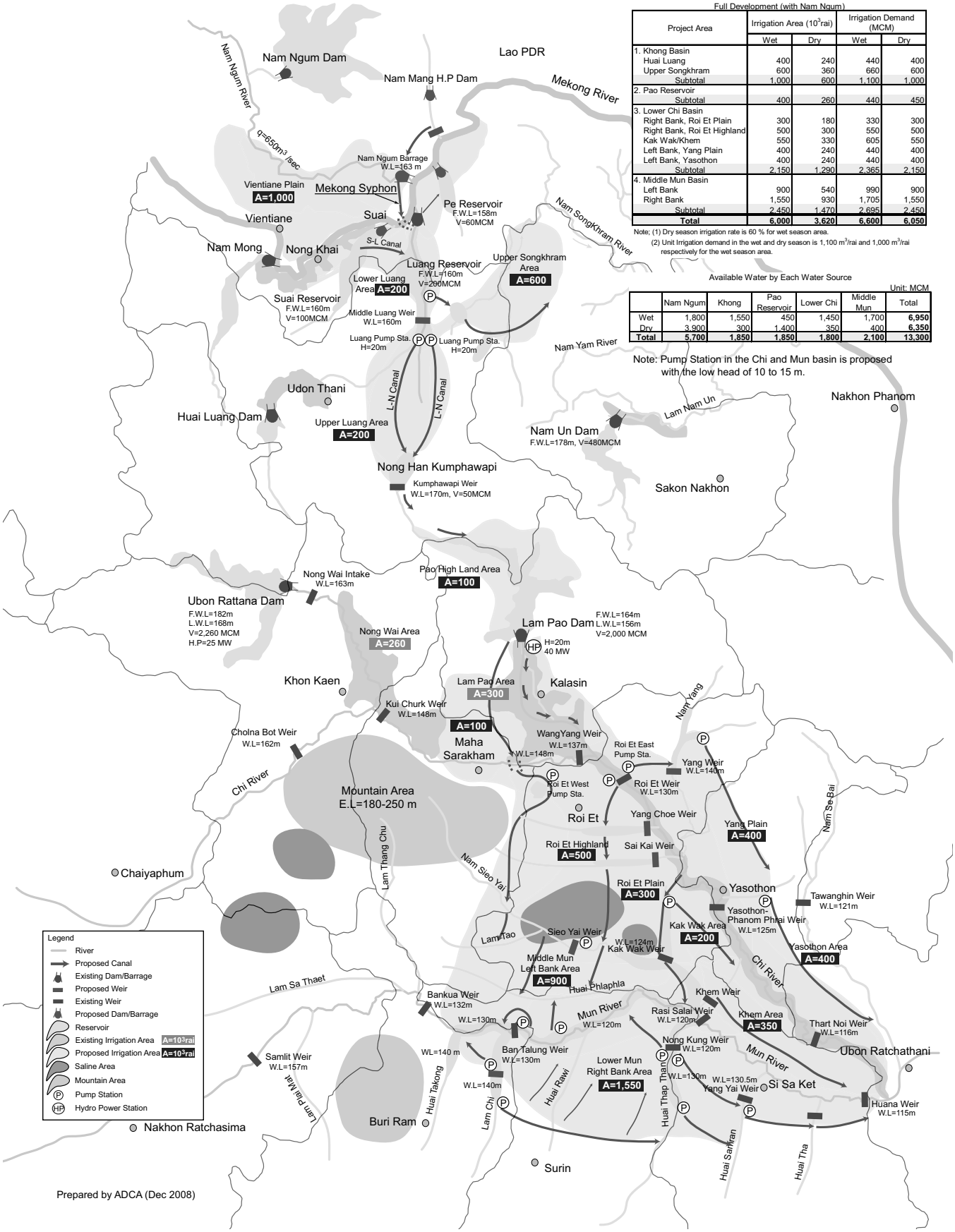
- Luang に導水された乾期用水は前述した LPCM 導水と同様に新設される Luang-Pao 導水路によって Pao 貯水池に運ばれる。Pao 貯水池で調整・放流された用水は Chi 川、Mun 川を流下し、Chi, Mun の自流量と共に両流域の灌漑農業に利用される。Chi, Mun 川流域における灌漑農業開発面積は 70 万 ha と想定され、LPCM 導水事業と併せて 100 万 ha の大農業開発となろう。この開発により、東北タイの中央流域は現在の乾期不毛地より緑の平原に変貌を遂げるであろう。又、米の更なる増産に加え、キャッサバ、サトウキビの生産も著しく増加し東北タイの畜産振興による酪農製品やエタノールの生産も大幅に拡大が可能である。

6.2 北タイ

（1） Ping 川最上流域の総合水管理事業

タイ北部の Ping 川最上流域にはタイ最大の観光地であり、多様化した作物と加工食品を産する

Nam Ngum-Khong-Chi-Mun Water Management Project (NKCM Project)
General Plan



Full Development (with Nam Ngum)

Project Area	Irrigation Area (10^3rai)		Irrigation Demand (MCM)	
	Wet	Dry	Wet	Dry
1. Khong Basin				
Huai Luang	400	240	440	400
Upper Songkhram	600	360	660	600
Subtotal	1,000	600	1,100	1,000
2. Pao Reservoir				
Subtotal	400	260	440	450
3. Lower Chi Basin				
Right Bank, Roi Et Plain	300	180	330	300
Right Bank, Roi Et Highland	500	300	550	500
Kak Wak/Khem	550	330	605	550
Left Bank, Yang Plain	400	240	440	400
Left Bank, Yasothon	400	240	440	400
Subtotal	2,150	1,290	2,365	2,150
4. Middle Mun Basin				
Left Bank	900	540	990	900
Right Bank	1,550	930	1,705	1,550
Subtotal	2,450	1,470	2,695	2,450
Total	**6,000**	**3,620**	**6,600**	**6,050**

Note; (1) Dry season irrigation rate is 60 % for wet season area.
(2) Unit Irrigation demand in the wet and dry season is 1,100 m^3/rai and 1,000 m^3/rai respectively for the wet season area.

Available Water by Each Water Source

Unit: MCM

	Nam Ngum	Khong	Pao Reservoir	Lower Chi	Middle Mun	Total
Wet	1,800	1,550	450	1,450	1,700	**6,950**
Dry	3,900	300	1,400	350	400	**6,350**
Total	**5,700**	**1,850**	**1,850**	**1,800**	**2,100**	**13,300**

Note: Pump Station in the Chi and Mun basin is proposed with the low head of 10 to 15 m.

チェンマイ市が位置している。チェンマイ市及び周辺の果樹・野菜を中心とする大農業地帯は古くからの灌漑システムに負うところが大きいが、近年においては雨期に Ping 川上流よりの再三の異常洪水により大きな被害を受けている。一方乾期には流域丘陵地の果樹・野菜栽培地域で大量の河川水をポンプ揚水によって取水する為、チェンマイ市の中央を流下する Ping 川の乾期水量は激減し都市の上工水/市周辺の農地の用水取水に著しい不足を来たしている。この雨期洪水と乾期水不足を緩和するためには Ping 川上流域の総合水管理事業計画の策定が必要であり、RID/水資源局の要請を受けて、2005 年より ADCA 調査を実施し現在その基本計画を策定中である。その概要は以下の通りである、(図 3 参照)。

- 上流域には降雨, 水文の観測点が少ないので観測点を設置して上流域の洪水、渇水のモニタリングシステムを確立する。モニタリングデータはチェンマイ市の RID 水資源管理センターで解析され, 上流域に点在するダム, 堰、ポンプ場などの水利用コントロールや洪水予報に利用される。
- 既存の Mae Ngud ダム（貯水量 2.5 億 m^3 の大規模ダム）の貯水池に洪水調節機能を持たせる為、又、乾期の最大渇水期 2-4 月にダムより多くの放流を行い Ping 川の流量回復を図るため、既存の貯水池運用ルールを変更するガイドラインの設定。
- 上流域に洪水調節、灌漑の両目的を持った中規模貯水ダムの計画、又、Ping 川本流及び大支流における洪水調節用の Retarding ダムの計画
- 既存 Mae Faek 灌漑水路のリハビリテーションと用水量の増加及び長距離水路の携帯電話を利用した配水管理システムの構築と実施

Ping川最上流における中規模ダム計画サイト。乾期でもかなりの水量がある。

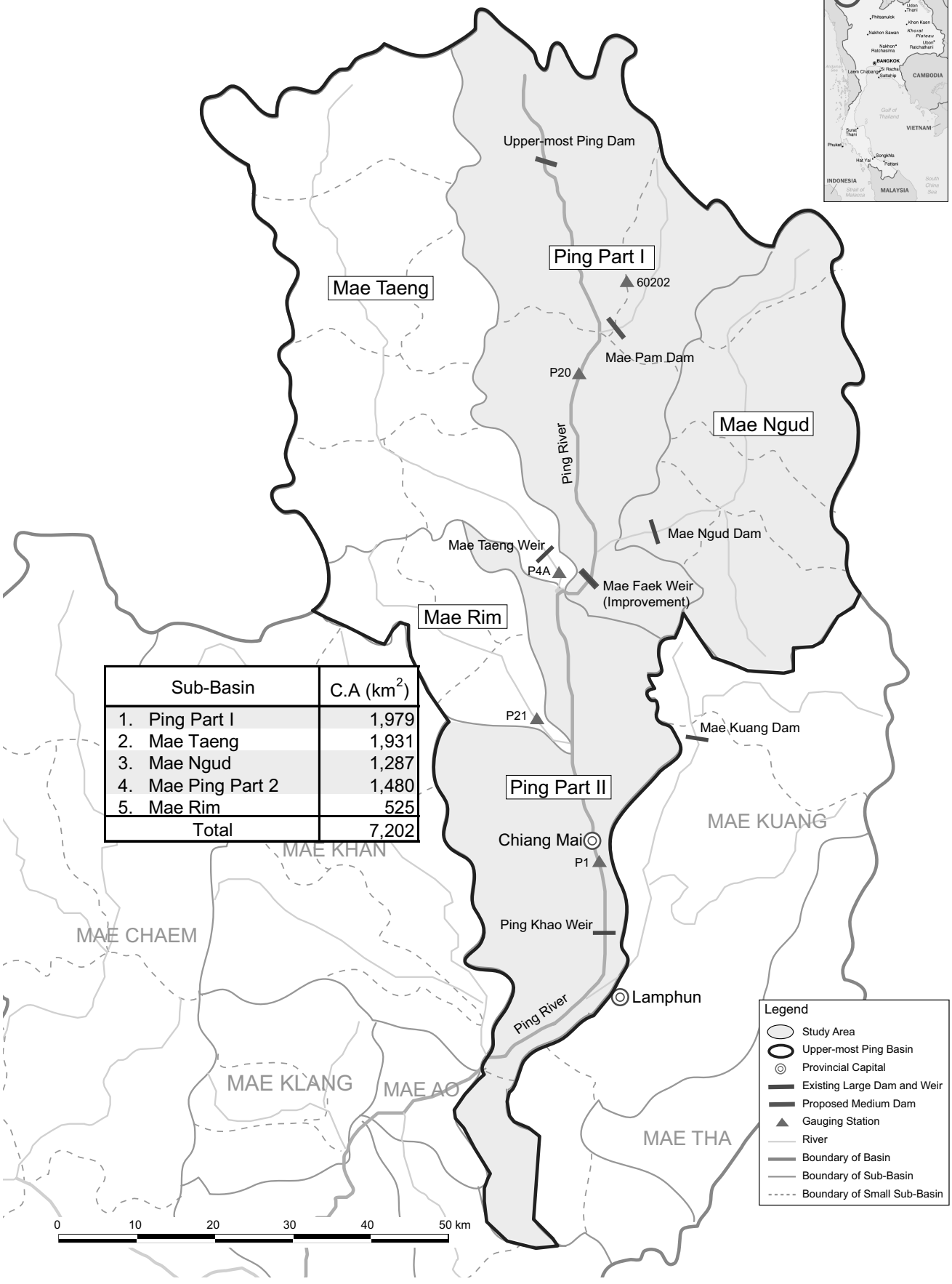
洪水による Ping 川の氾濫
チェンマイ市内

(2)　コクーインーヨム導水事業（ミャンマーータイ導水事業）

首都バンコックを含むチャオプラヤ流域の水需要は年々増加し、既存のプミポン、シリキット大貯水池では豊水年以外は流入量不足で満水に達せず、両貯水池の乾期放流量も減少傾向にある。チャオプラヤ川上流域の乾期流量の減少は下流に展開するチャオプラヤデルタ 100 万 ha の灌漑用水不足、都市・工業用水の利用制限、シャム湾よりの塩水遡上による水質の悪化、地下水の低下と地盤沈下等、大きな問題を引き起こしており対策が必要になっている。

このため、RID は北タイのメコン河に向けて流下するコク及びイン川の余剰水をナン川経由でシリキット大貯水ダムに導水し、同ダムの貯水運用改善により約 20 億 m^3 の乾期用水をチャオプ

Study Area Map of Upper-most Ping Basin



Sub-Basin	C.A (km^2)
1. Ping Part I	1,979
2. Mae Taeng	1,931
3. Mae Ngud	1,287
4. Mae Ping Part 2	1,480
5. Mae Rim	525
Total	7,202

ラヤデルタ及びバンコク首都圏に導水する大事業計画を発案し、1998 年日本政府 JICA の協力によりその F/S は完了した。しかし、この導水事業は直径 10 m、延長 60 km の長大導水トンネルを必要とし、事業費が 2,000 億円に達すること、またコク、イン川流域の貧困農村地域（Golden Triangle 地域と呼ばれかつての麻薬栽培地域）への貢献が少ないことより、事業実施は中止された。

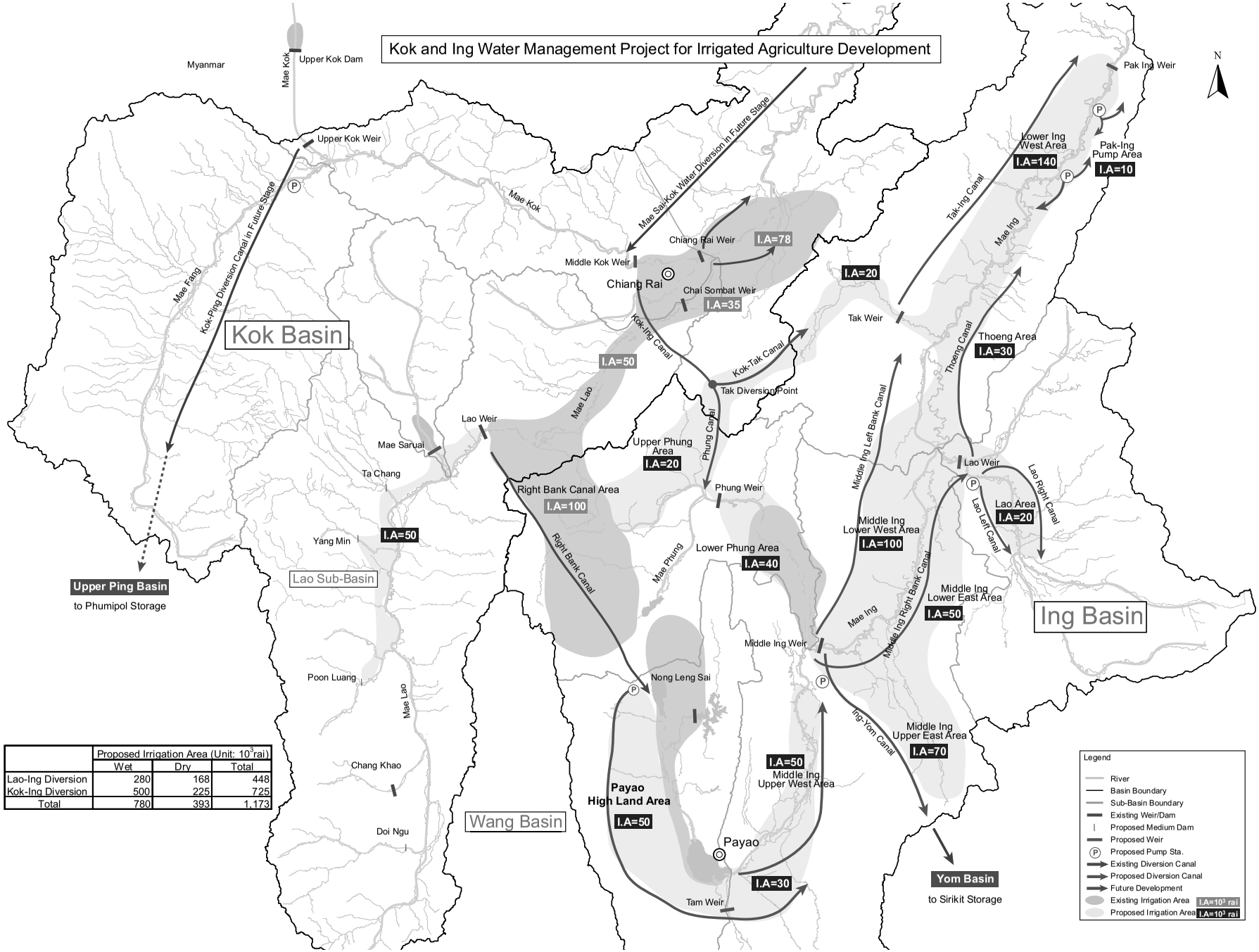
その後、JICA の導水案に代わってミャンマー領域のコク川やメイサイ川にダムを建設し、ダムにより調整された水をミャンマー及びタイの Golden Triangle 地域の農業開発に利用すると共にバンコク首都圏へ導水する MEGA プロジェクトが、新しく設立された天然資源環境省傘下の水資源局で推進されようとしている。ミャンマーータイ導水事業に関しては既に両国間の MOU（Memorandum of Understanding）が 2005 年に締結され、両国の調査が継続中である。このミャンマーータイ導水、コクーインーヨムーチャオプラヤ導水の基本構想・立案にも ADCA の補助金で三中グループは水資源局及び RID に協力している、(図 4 参照)。

6.3 中央タイ

(1) クワイノイ大規模灌漑農業地区圃場整備・水管理事業

- クワイノイ川はチャオプラヤ上流域を流下しチャオプラヤデルタに注ぐ最大河川ナン川の大支流で年平均 15 億 m^3 の豊富な流量を持っている。しかし、雨期には最大洪水 8,000 m^3/秒を流出し、それはピッサヌローク市や下流のナン川流域に洪水被害を齎す原因となっている。一方、渇水年には年流量 6-8 億 m^3 に減少する。RID はクワイノイ川の流量をコントロールし、地元の灌漑農業 25,000 ha 及びナン川経由、乾期の水不足に悩むチャオプラヤデルタの灌漑地域 53,000 ha に用水を供給する為、貯水量 9 億 m^3 のクワイノイダムを計画し、その建設を 2008 年に完了した。又、クワイノイ農業地域の灌漑水路約 70 km も建設中である。然し、約 25,000 ha に及ぶ圃場の整備事業計画及びダム，水路、圃場そしてチャオプラヤデルタへの水供給も含めた総合水管理計画は策定されていない。又、受益地 25,000 ha の内、10,000-15,000 ha は平坦な地形より形成され、雨期湛水の危険性を孕んでおり、湛水防除事業を必要としている。

- RID は排水事業をも含めた大規模の圃場整備と水管理事業には経験が少なく、その計画立案、事業実施に関し ADCA に調査検討の要請を行ってきた。ADCA 調査団により現地調査を実施し、事業の F/S 調査に対する提案を行った。その内容は、25,000 ha に対する農民参加型の圃場整備及び貯水池、水路、圃場を含めた総合水管理事業、湛水地区約 10,000 ha の排水事業である。RID は本事業の圃場整備、排水事業の規模が大きく資金需要も大きい事、又、大貯水池、長距離水路灌漑用水の適正配分、洪水防御を含めた排水等多くの水管理を含むことより日本政府の JICA による技術・資金協力を要請したい意向を持っている。尚、事業費は 100-120 億円位と推定される。



	Proposed Irrigation Area (Unit: 10^3rai)		
	Wet	Dry	Total
Lao-Ing Diversion	280	168	448
Kok-Ing Diversion	500	225	725
Total	780	393	1,173

農地保全研究部会研究集会のあゆみ

開催日	テーマ	開催地（後援県）
第1回（昭和55年6月13日）	農地保全と水食	草津市（滋賀県）
第2回（昭和56年6月12日）	農地保全の諸問題	草津市（滋賀県）
第3回（昭和57年7月22日）	農地保全，その対策と研究	山口市（山口県）
第4回（昭和58年7月21日）	農業生産環境保全の課題とその対策	鳥取市（鳥取県）
第5回（昭和59年7月19日）	風土と農地保全	鹿児島市（鹿児島県）
第6回（昭和60年7月18日）	災害と農地保全	松江市（島根県）
第7回（昭和61年7月17日）	土地生産力と農地保全	金沢市（石川県）
第8回（昭和62年7月16日）	農地造成における設計施工と保全	郡山市（福島県）
第9回（昭和63年7月25日）	特殊土壌地帯における地力保全	山形市（山形県）
第10回（平成元年10月24日）	国土・農村空間の総合整備と農地保全	那覇市（沖縄県）
第11回（平成2年7月18日）	緑の大地に豊かな環境・農地保全の新たなる展開	帯広市（北海道）
第12回（平成3年9月3日）	未来につなぐ豊かな大地	函館市（北海道）
第13回（平成4年9月9日）	豊かな環境の創造　急傾斜・火山灰地帯を新たに拓く	宮崎市（宮崎県）
第14回（平成5年9月8日）	自然環境の保全と活用－火山灰土壌と地下水－	熊本市（熊本県）
第15回（平成6年9月7日）	農業農村環境と水圏環境	中村市（高知県）
第16回（平成7年9月7日）	農地の保全と地すべり	池田町（徳島県）
第17回（平成8年11月14日）	農地および農道法面の保全	柳井市（山口県）
第18回（平成9年11月20日）	急傾斜地帯における農地の保全	尾道市（広島県）
第19回（平成10年10月29日）	源流地帯における農地の保全問題	岐阜市（岐阜県）
第20回（平成11年8月26日）	棚田地帯の保全と整備	長野市（長野県）
第21回（平成12年8月31日）	豊かで美しい地域環境を創る－農地保全の新たなる展開－	青森市（青森県）
第22回（平成13年9月6日）	湿地の活用・保全	秋田市（秋田県）
第23回（平成14年9月10日）	生態系に配慮した農地整備の新展開	鴨川市（千葉県）
第24回（平成15年9月9日）	農地整備・保全事業における農地の多面的機能について	長野市（長野県）
第25回（平成16年11月9日）	低平地における農地保全と地域資源の活用	佐賀市（佐賀県）
第26回（平成17年11月10日）	棚畑および下流地域における農地と環境の保全 －住民参加による保全を中心に－	鹿児島市（鹿児島県）
第27回（平成18年9月26日）	環境と調和した農地保全	北見市（北海道）
第28回（平成19年9月20日）	農村景観形成における農地保全の役割	美瑛町（北海道）
第29回（平成20年10月23日）	中山間地における農地保全・地域資源の活用	松阪市（三重県）

農地保全研究部会誌「農地保全の研究」　バックナンバー

第１号 農地保全と水食
昭和55年6月13日、草津市(滋賀県)
1. 農地保全における水食の諸問題、藤田 則之、pp1-10
2. わが国における流亡土量の予測、種田 行男、pp11-20
3. 黒ボク土における流亡土量、細山田 健三、pp21-32
4. 国頭マ-ジにおける流亡土量、翁長 謙良、pp33-42
5. アメリカにおける土壌侵食研究、今尾 昭夫、pp43-54
6. 計画基準"農地保全"について、松田 豊、pp55-64

第2号 農地保全の諸問題
昭和56年6月12日、草津市(滋賀県)
1. わが国における農地保全に関する従来の研究、種田 行男、pp3-20
2. 掃流力と侵食速度、日下 達郎、pp21-30
3. 開畑地における土壌侵食過程について、松本 康夫、pp31-40
4. 流亡防止工法について、小出 剛、pp41-58
5. 傾斜地マサ地帯の農地保全について、松浦 泰秀、pp59-84
6. シラス地帯における農地保全事業について、中山 晃、pp85-

第3号 農地保全、その対策と研究
昭和57年7月22日、山口市(山口県)
1. 裸地斜面におけるガリ網の形成と発達、藤田 則之、pp3-14
2. 改良山成工災害の問題点について、中村 忠春、pp15-27
3. 土壌侵食研究の背景と現状、藤原 輝男、pp28-39
4. 斜面ライシメータによる流出と土壌侵食の観測と予測、渋谷 勤治朗、pp40-58
5. 阿武隈八溝山系における草地開発地区の防災工の実施例について、宮本 省三、pp59-78
6. 益田開拓の事業概要と防災対策、大串 和紀、pp79-

第４号 農業生産環境保全の課題とその対策
昭和58年7月21日、鳥取市(鳥取県)
1. 農耕地における防風対策、真木 太一、pp3-22
2. 追分地区の農地防災工事について－融雪災害を中心として－、高橋 信一、pp23-39
3. 草地造成防災工法技術指針について、高橋 新宜、pp40-49
4. タイ国の焼畑農業における土壌保全について、高橋 勉、pp50-59
5. 大山山麓開拓事業における防災工法について、竹内 淋雄、pp60-

第5号 風土と農地保全
昭和59年7月19日、鹿児島市(鹿児島県)
1. 韓国における農地開発政策 －風水地理の現代視点－、光延 昴毅、pp3-20
2. 降雨による土壌流亡量予測の理論側面、南 信弘、pp21-30

3. 北海道の農地保全、梅田 安治、pp31-32
4. 東北の受食性土壌、矢橋 晨吾、pp33-47
5. 改良山成工における農地保全の1実施例について、田口 保彦、pp48-55
6. 国頭マ-ジ地帯における農地の環境と保全、翁長 謙良、pp56-

第6号 災害と農地保全

昭和60年7月18日、松江市(島根県)

1. 農地開発と防災、角屋 睦、pp3-14
2. 土の侵食性を規定する土壌因子、田熊 勝利、pp15-25
3. ネパールの丘陵農業と土壌保全 ー開発途上国の一例ー、杉 顕夫、pp26-36
4. 島根県における斜面災害の特徴 ー特に、昭和39、58年豪雨災害の実態からー、三浦 清、pp37-66
5. 三隅町にみる農地保全的災害復旧 ー58.7豪雨ー、勝部 登
6. 国営益田開拓の防災対策 ー58年7月山陰豪雨を通じてー、服部 龍一

第7号 土地生産力と農地保全

昭和61年7月17日、金沢市(石川県)

1. 土地生産力の保全と農地開発、中野 政詩
2. 雨滴侵食の基礎的研究、福桜 盛一
3. 改良山成工の計画設計、佐藤 寛
4. 即地破砕工法、姥浦 敏一
5. 能登半島の農業開発、高馬 繁一
6. 開発地営農の保全、中村 敏

第8号 農地造成における設計施工と保全

昭和62年7月16日、郡山市(福島県)

1. 農地造成における課題、長崎 明
2. 南米・アメリカに於ける土壌侵食と土壌保全、木内 知美
3. 水路溢水防止のための急流工の設計、中 達雄
4. 矢吹地区農地開発事業における農地保全について、今野 久
5. 三春南部地区における改良山成工と保全について、福地 次雄
6. 草地造成の設計・施工改良山成工の課題、宮田 満寿雄

第9号 特殊土壌地帯における地力保全

昭和63年7月25日、山形市(山形県)

1. 東北の地質, 山形の地質、山形 理
2. 国営藤沢開拓地区の事例, 風化粘板岩地帯における農地造成工法について、竹原 昭雄
3. 沼の倉敷区県営農地開発事業について, 新第三系酸性硫酸塩土壌地帯の開畑、丸山 修
4. 特殊土と地力、岩田 進午
5. 第5号国際農地保全会議にみられた世界の動向、久保田 徹

第10号 国土・農村空間の総合整備と農地保全

平成元年10月24日、那覇市(沖縄県)

1. 自然環境管理と農地保全、中野 政詩
2. これからの農業土木と農地保全、谷山 重孝
3. 発展途上国の農業開発と農地保全、筒井 暉
4. 沖縄のロ-カルソイルと農地保全、翁長 謙良
5. 沖縄における下地ダム開発、榎並 信行
6. 沖縄(国頭マ-ジ地帯)における農地整備の現状と課題、安里 冨盛

第11号 緑の大地に豊かな環境・農地保全の新たなる展開

平成2年7月18日、帯広市(北海道)

1. 北海道における農地開発と農地保全対策、森井 徹
2. 北海道の土壌と農地保全上の課題、石渡 輝夫
3. 積雪寒冷地域の農地保全、長沢 徹明
4. 改良山成畑圃場規模の土工的評価、柳原 邦男
5. 農地・農村空間の景観保全、梅田 安治
6. アフリカのSOSと第6号国際土壌保全会議、翁長 謙良

第12号 未来につなぐ豊かな大地

平成3年9月3日、函館市(北海道)

1. 北海道における農地保全対策、鳴海 力
2. 渡島管内における農地保全上の施工例、吉牟礼 康男
3. 北海道の気候とその変動、高橋 英紀
4. 北海道における農村地域の景観整備、山上 重吉
5. 北海道におけるUSLEの適用について、辻 修
6. 中国黄土高原における農地保全問題、長沢 徹明

第13号 豊かな環境の創造 急傾斜・火山灰地帯を新たに拓く

平成4年9月9日、宮崎市(宮崎県)

1. 宮崎県における農地保全の事業効果、八藤 昭
2. シラス法面における新しい植生工法、常村 忠生
3. 台湾における急傾斜地の土壌侵食対策について、徐 森雄
4. 桜島降灰の土壌および作物に及ぼす影響と対策、野口 純隆
5. 土石流の発生とその対策、谷口 義信
6. シラスを利用した新素材の開発と応用、中島 忠夫

第14号 自然環境の保全と活用－火山灰土壌と地下水－

平成5年9月8日、熊本市(熊本県)

1. 熊本県における農地保全対策、白石 武彦
2. 中国における砂漠化防止活動と農業開発、山本 太平
3. 熊本地域の地質と地下水、田中 伸廣
4. リル網形態の数量化およびその発達過程の数理モデル、深田 三夫
5. 雲仙岳噴火による農地災害復旧対策、増崎 一夫
6. 高原畑における営農的農地保全、兼子 健男

第15号 農業農村環境と水圏環境

平成6年9月7日、中村市(高知県)

1. 高知県の農地保全と河川水質保全、畠中 隆史
2. 四万十川の河川環境、澤良木 庄一
3. 四万十川流域における農地開発、安永 功
4. 斜面における土壌水の挙動と土壌保全、宮崎 毅
5. ホタルはなぜ消えたの、森下 郁子

第16号 農地の保全と地すべり

平成7年9月7日、池田町(徳島県)

1. 徳島県の地すべり、矢川 優
2. 地すべり調査のポイント、上野 将司
3. 四国の地すべり、小椋 正澄
4. 破砕帯地すべり地帯における斜面崩壊、吉迫 宏
5. 兵庫県南部地震による淡路島の農地・農業用施設災害とその復旧について、三輪 顕

第17号 農地および農道法面の保全

平成8年11月14日、柳井市(山口県)

1. 長溝と岩政次郎右衛門、前田 芳彦
2. 寒冷少雪地域における造成農地法面の侵食崩壊、辻 修
3. 急傾斜法面の植生保護、横塚 享
4. 傾斜地における直接基礎の支持力安定と原位置簡易試験について、今野 良治
6. 広域農道大島第2地区における特異な地質の切土法面安定対策事例、前田 伊典
7. 農地における土壌流亡の推算及び土壌侵食機構に関する研究、Kingshuk・Roy

第18号 急傾斜地における農地の保全

平成9年11月20日、尾道市(広島県)

1. 毛利氏と村上水軍、森本 繁、pp2-3
2. 地表クラストが土壌浸食に及ぼす影響のメカニズム、西村 拓、pp4-14
3. 不安定斜面の安定度評価について、宜保 清一、pp15-23
4. 急斜面農地の保全事例(向東第二地区)について、岡野 正昭、pp24-34
5. ジオシンセテックスと補強土工法について、千田 昌平、pp35-47
6. GISを用いた広域土壌保全計画の策定 ーインドネシアの焼畑地域における事例紹介ー、上村 健一郎、pp48-

第19号 源流地帯における農地の保全問題

平成10年10月29日 岐阜市(岐阜県)

1. 自然と遊んで、水野 政雄、pp2
2. 高原畑における土壌侵食と保全課題、松本 康夫、pp3-16
3. 長良川の源流・岐阜県高鷲村の濁水防止に対する取り組み、各務 博美、pp17-24
4. 濁水発生メカニズムと防止対策、赤江 剛夫、pp25-39

5. 土壌流出抑制工の設計事例、前田 好信、pp40-50
6. 濁水制御のための浸透性沈砂池の水理特性、中 達雄、pp51-

第20号 棚田地帯の保全と整備

平成11年8月26日、長野市(長野県)

1. 日本の棚田、中島 峰広、pp2-13
2. 棚田の整備と保全活動、渡邉 昭次、pp14-17
3. “棚田ファンクラブ”について、中里 良一、pp18-25
4. 放棄された棚田の崩壊過程、成岡 市、pp26-51
5. 棚田保全のための整備方式、木村 和弘、pp52-

第21号 豊かで美しい地域環境を創る －農地保全の新たなる展開－

平成12年8月31日、青森市(青森県)

1. 農業・農村の新時代を拓く、野中 和雄、pp3-18
2. 青森県農業の発展過程と課題 －津軽地方の稲作農業の中心として－、工藤 俊雄、pp19-30
3. 物質循環からみた環境保全、千秋 達道、pp31-44
4. 土壌物理と農地保全、宮崎 毅、pp45-56
5. 水田農業の技術革新と農地環境保全、佐藤 照男、pp57-

第22号 湿地の活用・保全

平成13年9月6日、秋田市(秋田県)

1. 農業土木が検証する干拓地の汎用化利用、長堀 金造、pp3-6
2. これからの干拓技術の展望、吉村 彰、pp7-10
3. 干拓地の復権 －野生生物との共生を目指して－、杉浦 俊弘、pp11-26
4. 八郎湖の水質保全と干拓農業地域の土・水系管理、近藤 正、pp27-42
5. 泥炭地の利用と保全、梅田 安治・井上 京、pp43-

第23号 生態系に配慮した農地整備の新展開

平成14年9月10日、鴨川市(千葉県)

1. 農から地域を作る、星 寛治、pp3-8
2. 水田を守るとはどういうことか、守山 弘、pp9-22
3. 琵琶湖流域における水田環境保全の取り組み、森井 源蔵、pp23-34
4. 生態系を配慮した圃場整備工事について －調査から実態までの事例－、鈴木 貞男、pp35-62
6. 地域にあった環境整備、米倉 行雄、pp63-

第24号 農地整備・保全事業における農地の多面的機能について

平成15年9月9日、長野市(長野県)

1. 地域農業再生への3つの道 －人と農地と自然をどう活かすのか－、矢口 芳生、pp3-16
2. まほろば大和のため池整備、泉本 和義、pp17-32
3. 農の持つ力の大きさを知って、小山 邦武、pp33-40
4. 直接支払制度に見る農地の多面的機能、長濱 健一郎、pp41-46
5. 生物多様性から見た田んぼの役割、中村 陽子、pp47-

第25号　低平地における農地保全と地域資源の活用

平成16年11月9日、佐賀市(佐賀県)

1. 佐賀城の変遷と水計画、小宮 睦之、pp.1-9
2. 佐賀平野の生成過程と有明粘土の土質特性、高山 昌照、pp.10-41
3. 白石平野における地盤沈下対策、田中 敏麿、pp.42-54
4. 低平地の排水対策 ―海外保全事業七浦地区フラッシュ対策―、森田 敏夫、pp.55-70
5. 低平地の地域資源を活かした地域活性化、堺 正之、pp.71-80

第26号　棚畑および下流地域における農地と環境の保全 ―住民参加による保全を中心に―

平成17年11月10日、鹿児島市(鹿児島県)

1. 薩摩の風土と芋焼酎―さつまいも伝来300年―、鮫島 吉弘、pp.1-6
2. 日本におけるOn-farmおよびOff-farmの土壌侵食問題とそれらへの対応、高木 東、pp.7-19
3. 地域ぐるみで保全水路整備の維持について、小田原 宗光、pp.20-30
4. 水資源に配慮した農地保全整備について、内園 保男、pp.31-34
5. 奄美地域における赤土等流出防止について、米澤 二三夫、pp.35-54
6. 棚畑保全活動について、丸野 實、pp.55-71

第27号　環境と調和した農地保全

平成18年9月26日、北見市(北海道)

1. 薄荷の風香るまち、横田 達哉、pp.1-10
2. オホーツクの農業・農村と地域振興 ―地域・農業・環境の維持をめざして―、野本 健、pp.11-26
3. 国営総合農地防災事業網走川上流地区の取り組み、本保 利征、pp.27-38
4. 土砂流出抑制工の効果調査、中村 和正、pp.39-50
5. 地域と連携した食農教育の取組、後藤 正則、pp.51-68

第28号　農村景観形成における農地保全の役割

平成19年9月20日、美瑛町(北海道)

1. 美瑛町の景観の魅力と新たな取組、田中 勝、pp.1-12
2. 農地・農村の空間・景観 ―北海道で農地保全として―、　梅田 安治、pp.13-44
3. 北海道における農村資源の保全活動、市川 隆司、pp.45-58
4. 美瑛町における景観に関する取組、大関 修一、pp.59-66
5. 季節の移ろい花に託す、熊谷 留夫、pp.67-72
6. 農業基盤整備と農村景観、山本 忠男、pp.73-82

第29号　中山間地における農地保全・地域資源の活用

平成20年10月23日、松阪市(三重県)

1. 多気町勢和地域に於ける農地・水・環境保全向上活動を振り返って、高橋 幸照、pp.1-24
2. 中山間地域の現状と振興施策の展開方向、仲家 修一、pp.25-52
3. 棚田の現状と保全、中島 峰広、pp53-62
4. 耕境を抱える地域の農地利用計画、遠藤 和子、pp.63-76
5. うきさとファンと女性、西井 玉枝、pp.77-94

農業農村工学会農地保全研究部会規約

（名称）
第１条　この部会は，農業農村工学会農地保全研究部会と称する。
（目的）
第２条　この部会は，農地保全に関する基礎的研究と応用について総合的な研究，調査を支援するとともに，その進歩発展を期するものである。
（事業）
第３条　この部会は，その目的達成のために次の事業を行う。
(1)　共同研究の奨励および調整
(2)　研究集会および現地見学会の開催
(3)　研究資料「農地保全の研究」部会誌の発行
(4)　その他必要な事項
（役員）
第４条　この部会に次の役員を置く。
(1)　部会長　　１名
(2)　会計監査　　１名
(3)　幹事　　原則として農地保全の調査研究に関わる試験研究・行政機関を代表する者
２　部会長は部会を代表する。
３　会計監査は部会の予算を監督し，検査する。
４　幹事は部会長を補佐し，部会の運営に当る。
５　部会長および会見監査の選出は幹事の互選とする。
６　部会長の任期は２年とし，再任を妨げない。
７　部会長は，研究集会および現地見学会の開催にあたり，役員に加えて集会幹事を委嘱することができる。
（幹事会）
第５条　この部会に幹事会を設け，規約，会務の審議および運営にあたる。
２　幹事会は，部会長および会見監査と監事によって構成され，部会長が必要に応じて招集する。
３　幹事は部会の目的に沿って，部会運営上必要な企画，事業および広報などを担当する。
（会計）
第６条　この部会の経費は，農業農村工学会の研究部会交付金および寄付金などによる。
２　会計年度は，毎年４月１日から翌年３月３１日までとする。
（事務局）
第７条　この部会の事務局は，部会長の所属機関に置き，庶務および会計を担当する。
２　部会長は，事務局の職務をおこなうにあたり，事務局幹事を委嘱することができる。

附　則
この規約は昭和 54 年 7 月 12 日より発効する。
この規約は平成 11 年 4 月 1 日から実施する。
この規約は平成 20 年 4 月 1 日から実施する。

平成21年度　農地保全研究部会　幹事（2009.10現在）

研究部会長

成岡　市	三重大学 大学院 生物資源学研究科

部会幹事

赤江　剛夫	岡山大学 大学院 環境学研究科
安中　武幸	山形大学 農学部
井上　光弘	鳥取大学乾燥地研究センター緑化保全部門
佐藤　具揮	農林水産省 農村振興局 計画部
大坪　政美	九州大学 大学院 農学研究院
塩野　隆弘	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所 企画管理部業務推進室企画チーム
小倉 力	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター北陸水田輪作研究チーム
河野　英一	日本大学 生物資源科学部
木原　康孝	島根大学 生物資源科学部
宜保　清一	琉球大学 農学部
黒田　久雄	茨城大学 農学部
古賀　潔	岩手大学 農学部
杉浦　俊弘	北里大学 獣医学部
斎藤　広隆	東京農工大学大学院共生科学技術研究院
酒井　一人	琉球大学 農学部
酒井　俊典	三重大学 大学院 生物資源学研究科
佐々木長市	弘前大学 農学生命科学部
佐藤　泰一郎	高知大学 農学部
高木　東	鹿児島大学 農学部
田熊　勝利	鳥取大学 農学部
辻　　修	帯広畜産大学 地域環境学研究部門
富樫　千之	宮城大学食産業学部環境システム学科
長澤　徹明	北海道大学 大学院 農学研究院
中村　公人	京都大学 大学院 農学研究科
中村　真也	琉球大学 農学部
中村　貴彦	東京農業大学 地域環境科学部
永吉　武志	秋田県立大学 生物資源科学部
成岡　市	三重大学 大学院 生物資源学研究科
西村　拓	東京大学 大学院 農学生命科学研究科
深田　三夫	山口大学 農学部
松本　康夫	岐阜大学 応用生物科学部
三原　真智人	東京農業大学 地域環境科学部
宮崎　毅	東京大学 大学院 農学生命科学研究科
山田　哲郎	独立行政法人 森林総合研究所　森林農地整備センター　農用地業務部設計課
吉永　安俊	琉球大学 農学部

第 30 回農地保全研究部会　研究集会資料
農地保全の研究　第 30 号
平成 21 年 11 月 6 日

編集・発行者　農業農村工学会農地保全研究部会
事務局　〒514-8507　三重県津市栗真町屋町 1577
三重大学大学院生物資源学研究科
共生環境学専攻地域保全工学講座　成岡　市
TEL：059-231-9574
E-mail：narioka@bio.mie-u.ac.jp