



Climate and Ecosystems Change Adaptation and
Resilience Research



環境研究総合推進費 研究成果発表会
環境研究の最前線

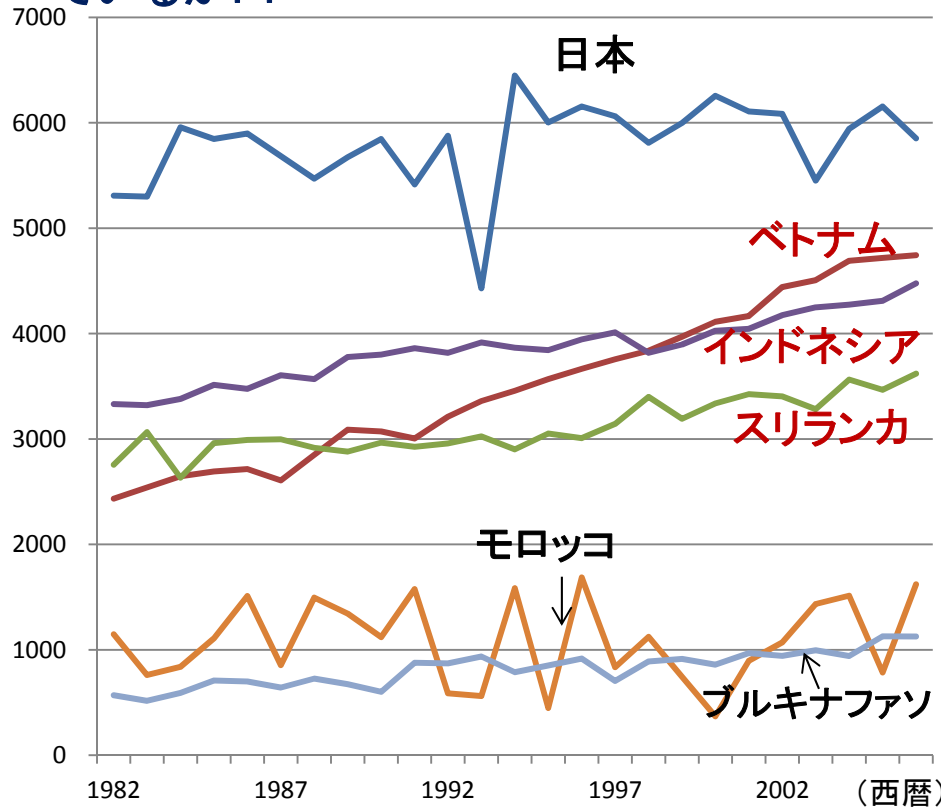
伝統的知識を活かした 持続可能なアジア農村社会づくり

武内和彦

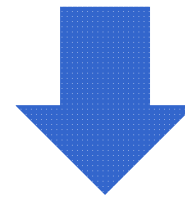
東京大学国際高等研究所
サステイナビリティ学連携研究機構長

本研究の背景

アジア諸国の穀物単収は近年大幅に向上しているが...



アジアの途上国では、労働集約的な農業から資本集約的な農業、いわば近代農業への急速な進展が見られる。ただし、将来は...



社会経済リスクの増大

- 都市への人口流入による農村の過疎化と市場の国際化影響
- 人口増加、経済発展に伴う食料生産に対するさらなるニーズ

生物生産システムへの環境リスクの増大

気候変動影響

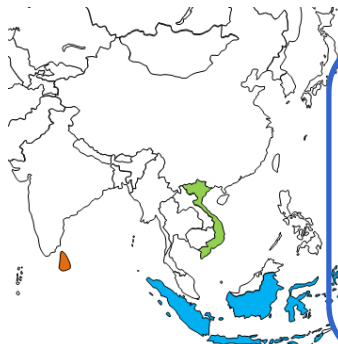
- 高温障害
- 洪水の増加
- 降水量の減少、過剰灌漑による水不足
- 海面上昇等による土壌塩水化 等

生態系変動影響

- 生物多様性の減少
- 土地劣化
- 過剰な農薬使用等による水質汚染
- 湿地の減少 等

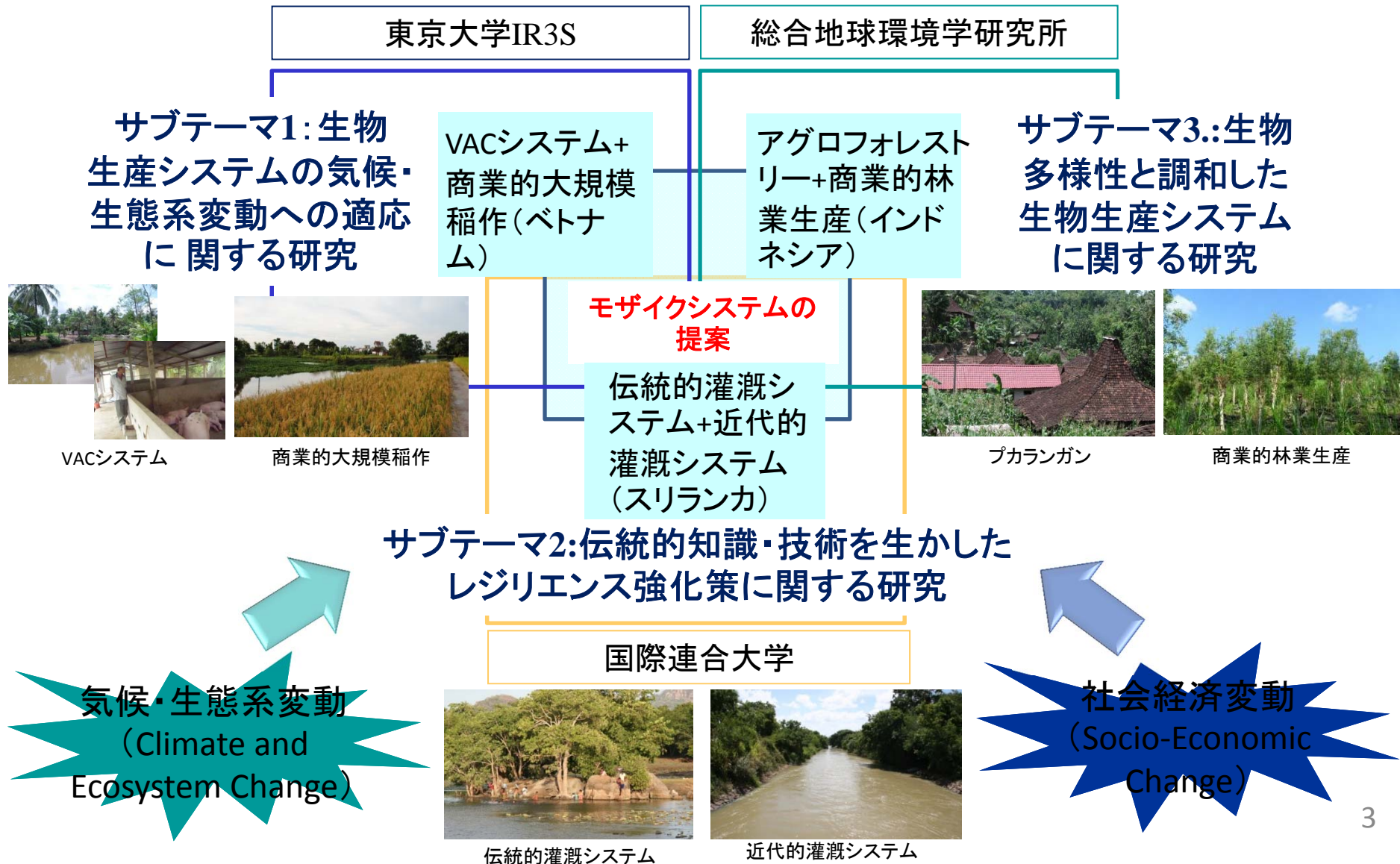


- 気候・生態系変動に対する**生物生産のレジリエンス**(回復能力; 変化を社会や生態系が吸収し、攪乱後に元の状態に戻る能力)の程度は？
- **伝統的な知識・技術**を生かした生態系サービスの持続的利用は、気候・生態系変動への**レジリエンス強化**にどこまで貢献するか？
- アジアの農村の持続可能な成長戦略は？



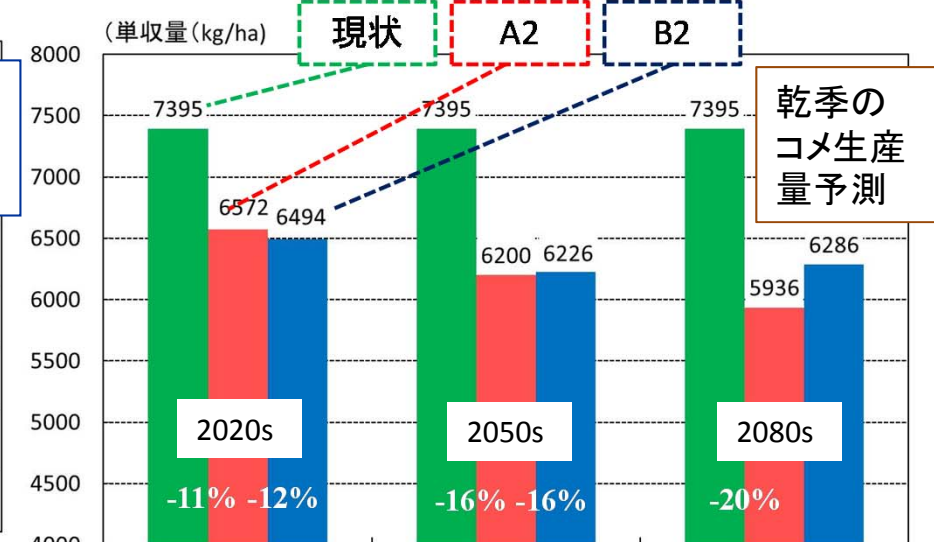
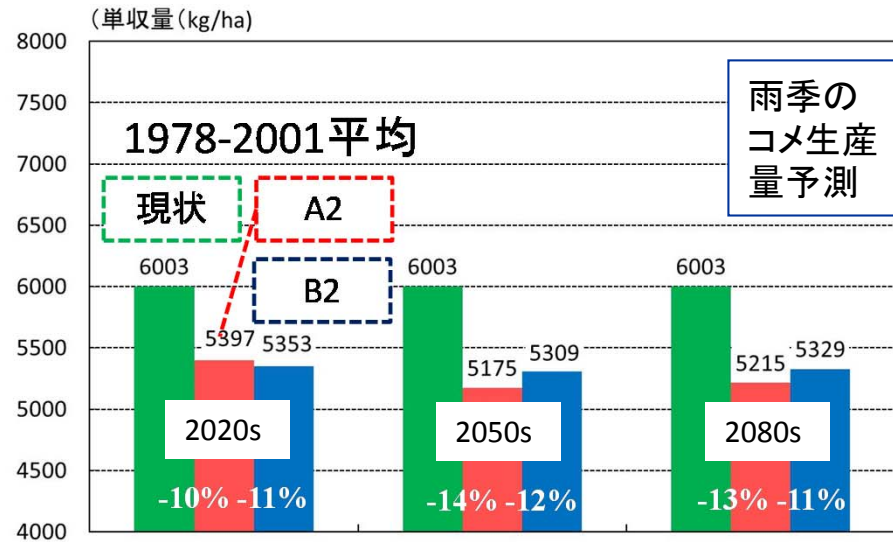
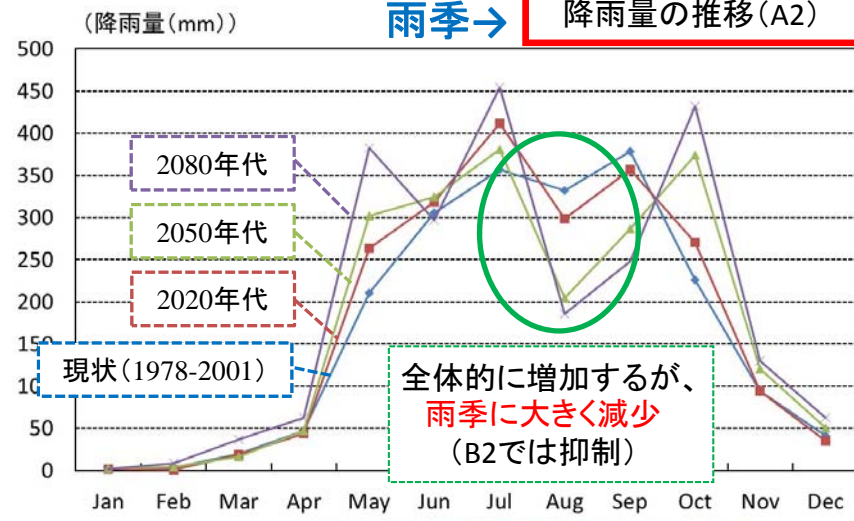
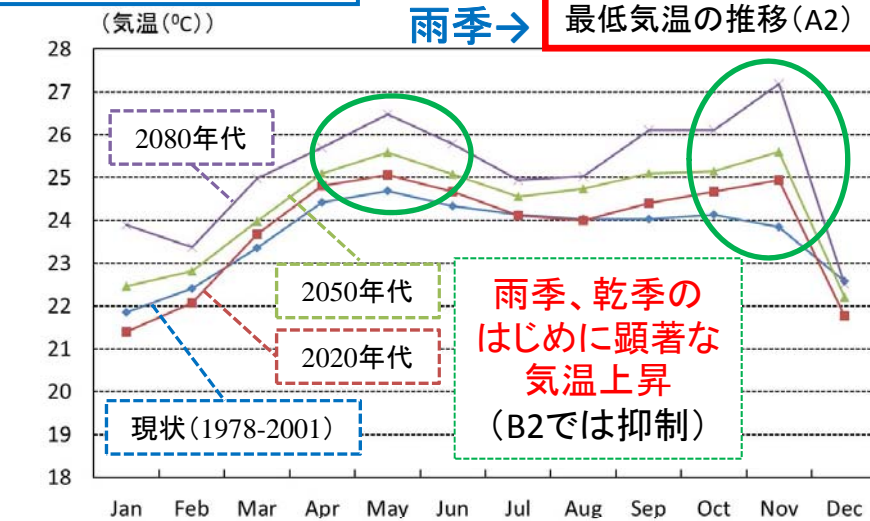
本研究が目指す持続可能なモザイクシステム

気候・生態系変動、社会経済変動に対して、伝統的知識・技術と近代的知識・技術を組み合わせたモザイクシステムによりレジリエントな社会を実現



気候変動の生物生産への影響の例

ベトナムの事例



- **A2 (多元化社会)**: 政治・経済のブロック化 (貿易・人・技術の移動制限)、環境への関心が相対的に低下 (CO₂排出量増大継続・3.4°C (2.0~5.4°C) の上昇 (2100年まで))
- **B2 (地域共存型社会)**: 地域的な問題解決や世界の公平性重視、経済成長はやや低め、環境問題等は各地域で解決 (CO₂排出量増大継続・2.8°C (1.4~3.8°C) の上昇 (2100年まで))

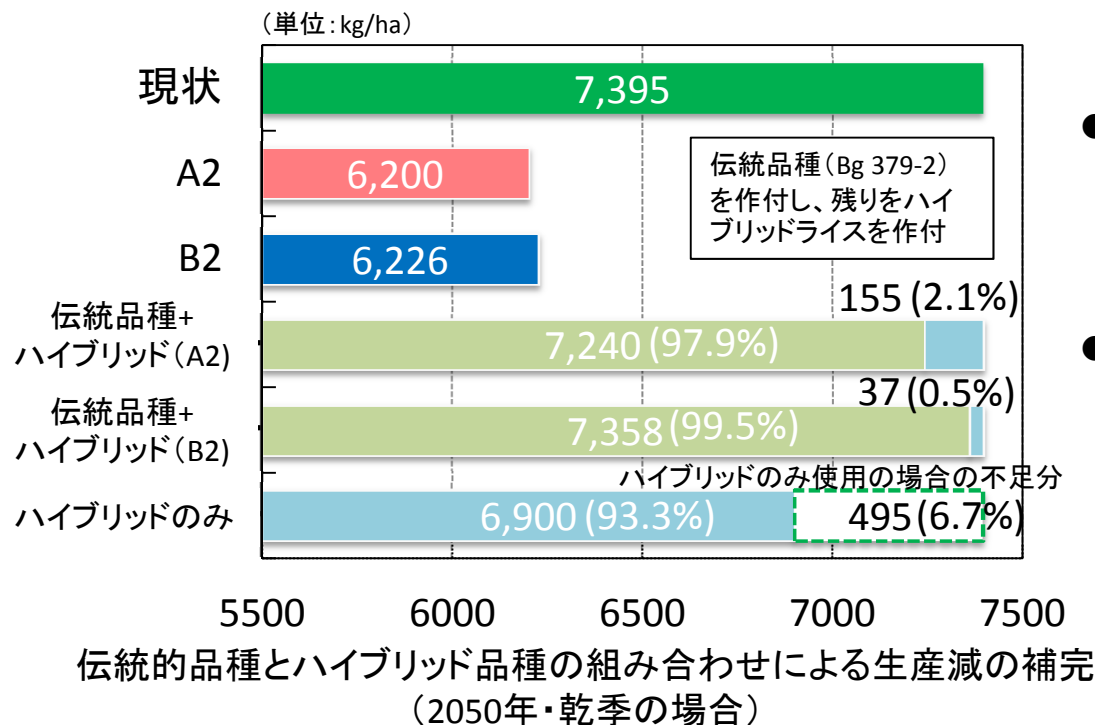
気候変動による米の減収対策 – 伝統的品種の利用

スリランカにおける米品種別の収量変動予測 (2011-20平均変化率(%))				
排出シナリオ	米品種			
	早生品種		晩生品種	
	Bg 250 (2.5ヶ月)	At 307 (3ヶ月)	Bg 357 (3.5ヶ月)	Bg 379-2 (4ヶ月)
A2	-13.6	-10.3	-6.0	-2.1
B2	-6.2	-5.1	-1.8	-0.5

晩生品種のほうが収量の減少が少ない

ベトナムにおける米品種間の収量の差異(2010)		
	米品種	
	通常品種 (インブリード)	ハイブリッド ライス
収量 (t/ha)	5.2	6.9
作付 面積 (%)	92	8

ハイブリッドライスのほうが収量が高い



- 伝統的な晩生品種のほうが気候変動影響による収量減少の程度が小さい(スリランカ)

+

- ハイブリッドライスの作付の増加(8%↑)で生産維持(ベトナム)



伝統的品種と近代的品種(ハイブリッドライス)と組み合わせることで、気候変動に対するレジリエンスを高めることが可能

現地調査に基づくレジリエンス評価

調査地区	気候・生態系/ 社会経済変動	システム	ショックに対する対応	レジリエンス評価 (現状)	介入オプション	レジリエンス評価 (介入オプション後)
ホームガーデン ベトナム インドネシア スリランカ	<ul style="list-style-type: none"> 洪水/長乾季/降雨パターン変動/病虫害/塩水遡上 国際市場対応/市場経済浸透 	VAC/プカランガン/キャンディアン・ホームガーデン	<ul style="list-style-type: none"> 換金作物、商業的家畜生産 食料自給 	気候・生態 : 高 ↓	<ul style="list-style-type: none"> 認証制度利用 共同体形成 複合生産による物質循環強化 セーフティネット機能強化 	気候・生態 : 高
				社会経済 : 低 ↑		社会経済 : 中
ベトナム スウアントウイ	<ul style="list-style-type: none"> 暴風雨・洪水 病虫害 塩水遡上 国際市場対応 市場経済浸透 	VAC	<ul style="list-style-type: none"> 商業的家畜生産 	気候・生態 : 中 ↓	<ul style="list-style-type: none"> 認証制度利用 VACと稲作との組み合わせによる経営安定化 伝統-近代的品種の組み合わせ 品質改善 	気候・生態 : 中
				社会経済 : 中 ↑		社会経済 : 高
		稲作	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑取水口の上流移動 品種選択 	気候・生態 : 低 ↓		気候・生態 : 中
				社会経済 : 中 ↓		社会経済 : 中
インドネシア グヌンキドウル	<ul style="list-style-type: none"> 長乾季 小雨・降雨パターン変動 洪水 国際市場対応 市場経済浸透 	社会林業/プカランガン	<ul style="list-style-type: none"> 生業多様化 生物多様性 	気候・生態 : 高 →	<ul style="list-style-type: none"> 森林認証制度利用 資源管理システム構築 産業植林のアグロフォレストリー化 	気候・生態 : 中
				社会経済 : 低 →		社会経済 : 中
		産業植林	<ul style="list-style-type: none"> 高付加価値木材販売 	気候・生態 : 低 →		気候・生態 : 中
				社会経済 : 高 →		社会経済 : 高
スリランカ キリノチ デドウルオヤ マハウェリH	<ul style="list-style-type: none"> 乾燥・少雨化 内戦による灌漑インフラの破壊 国際市場対応 市場経済浸透 	伝統的貯水タンク	<ul style="list-style-type: none"> 古代灌漑システム修復/利用 多機能的 	気候・生態 : 中 →	<ul style="list-style-type: none"> 新旧灌漑システムの統合 共同体形成 干ばつを避けるための適正資源管理システム 	気候・生態 : 高
				社会経済 : 低 ↓		社会経済 : 高
		新灌漑システム	<ul style="list-style-type: none"> 効率的利用 協働管理 	気候・生態 : 低 →		気候・生態 : 高
				社会経済 : 低 →		社会経済 : 高

伝統的生物生産方式を利用したレジリエンス強化策

共通の特徴と課題

【特徴】

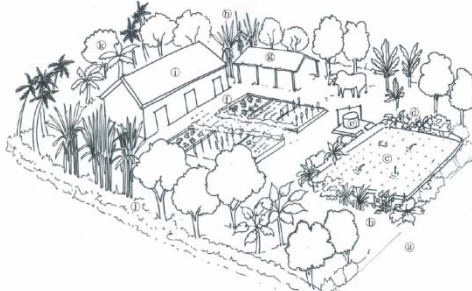
- 少量多品種
- 多様な生態系サービスの活用
- 高い生物多様性
- 様々なショックやかく乱に対して複数の選択肢を確保
- 小規模農家中心

【課題(変動要因)】

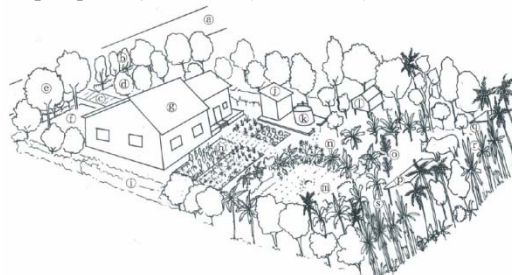
- 気候・生態系変動
- 都市化・人口流出
- 大規模化・商業化・モノカルチャー化
- 国際市場圧力
- 伝統知の次世代への継承

ホームガーデンシステム

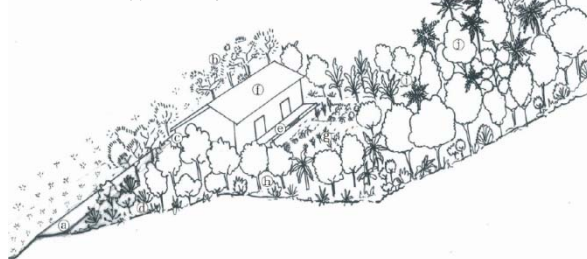
ベトナムのVACシステム



インドネシアのプカランガン



スリランカのキャンディアン・ホームガーデン



レジリエンス強化オプション

● 気候・生態系変動への対応

- 伝統的な品種から環境変化に耐性のある品種まで**多品種生産**
- アグロフォレストリー、養殖池、家畜との**複合生産システム**による世帯内・集落内での**物質循環の向上**
- **集落労働** (Community-pooled labor) による**土壌侵食抑制**と**雨水集水機能の向上**

● 社会経済変動への対応

- **国際認証制度**の取得を通じた国際市場への**高付加価値産物**の販売
- 生態系サービスへの支払いと地域生産物の買取り制度の導入等による**小規模農家へのインセンティブ**付与



伝統的なシステムのレジリエンスの高さを維持しつつ、社会経済変動へ対応することで、レジリエンスを強化

ベトナム北部沿岸部における伝統技術と近代技術の 融合による塩性化への対応



水門による紅河
塩類遡上への対応
(工学的レジリエンス)

作物転換による塩類遡上への対応
(生態的レジリエンス)

塩害に弱いイネの多収量品種

塩害に強い在来品種、もち米、イグサ
などへの転換

気候生態系変動への対応

伝統的な生物生産システムを活かした経済リスクの回避
と付加価値化(生態的レジリエンス)

- 作物栽培、養魚、畜産を組み合わせた伝統的複合 農業 (VACシステム*)で経済リスクを回避
- ベトナム版 GAP (Good Agricultural Practice: 農業生産工程管理)で過度な効率性追求を抑制しつつ高収益を実現

社会経済変動への対応



*VACとはベトナム語のVuon(庭)、Ao(池)、Chuong(家畜小屋)の頭文字を合わせたもの

生物多様性と調和した生物生産システムの構築

伝統的生物生産

Pekarangan

プカランガンを中心とした住民によるチーク植林

高い生物多様性を特徴

- 多様な植物種(49種)
- 多様な生物相(ほ乳類10種、鳥類30種、両生類15種)



プカランガンの役割

- コミュニティで利用
- チーク、マホガニー等の高価な財を、病気、教育、災害等などの出費が必要な場合に伐採して利用(貯蓄機能)

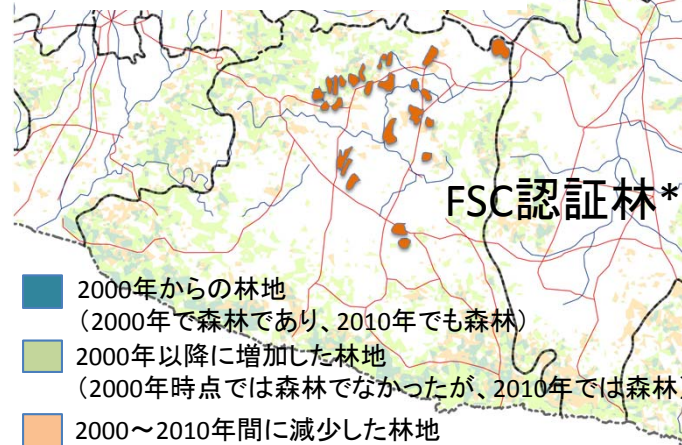


樹齢約300年ともいわれる巨木

FSC (Forest Stewardship Council: 森林管理協議会)

インドネシア、グヌンキドゥルの事例

プカランガンの拡大 (2000~2010年)



- **アグロフォレストリー、森林認証制度**による生物多様性保全(過度な効率性、経済性重視を是正)
- +
- **産業植林**による社会経済変動への対応

伝統的生物生産と近代的生物生産を組み合わせレジリエンス強化

近代的生物生産

HTI (Hutan Tanaman Industri)

産業植林

Sengon (*Albizia chinensis*)

Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron*)



土壌流出・農薬・肥料過多

枝、葉から油を搾るため低木で管理系外へのアウトプットが多い。病虫害。

林間での農業の奨励 (アグロフォレストリー)

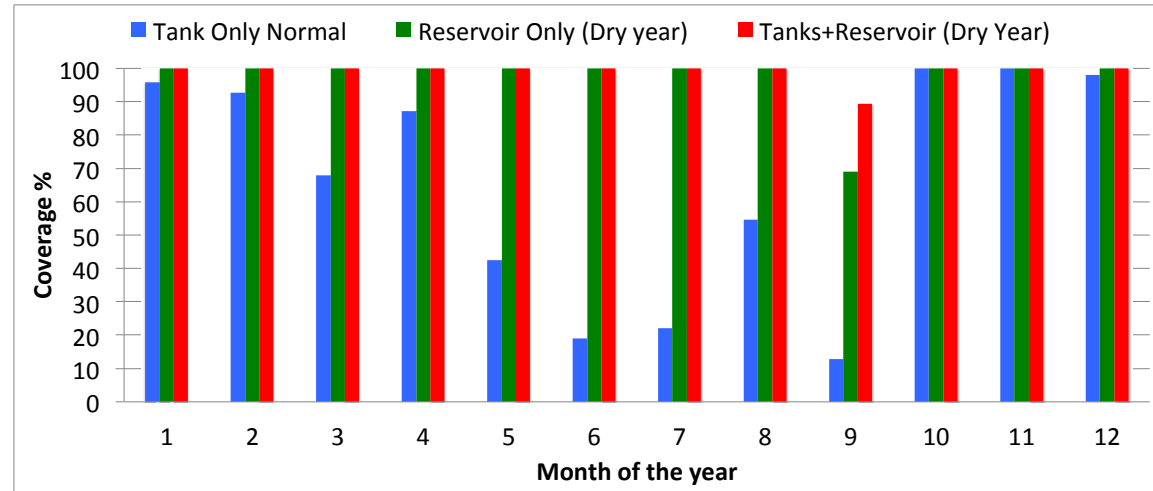
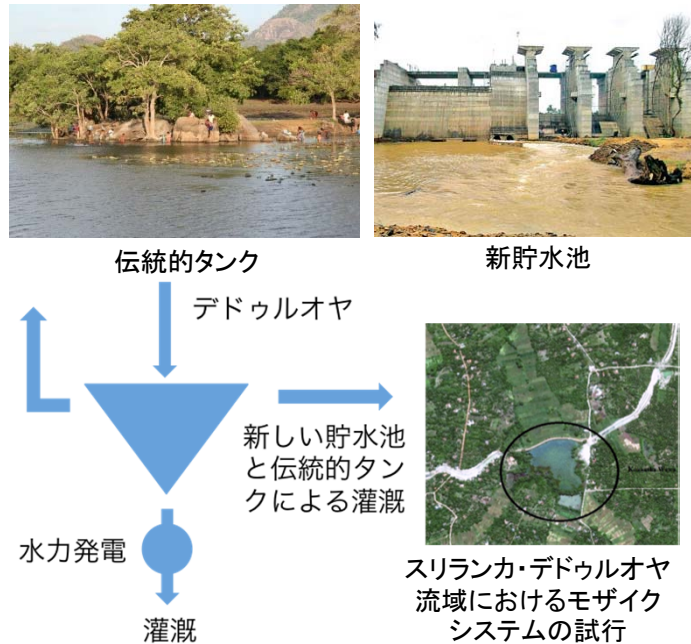
森林認証制度 (FSC*)

認証材のプレミアム化、販路の拡大、苗の提供農薬利用の規制、保護価値の高い森林の保全、生物多様性保全に貢献



2012年小規模チーク林のグループ認証取得
 認証面積 330.5 ha
 96の農民グループが加盟
 認証材価格 3割増

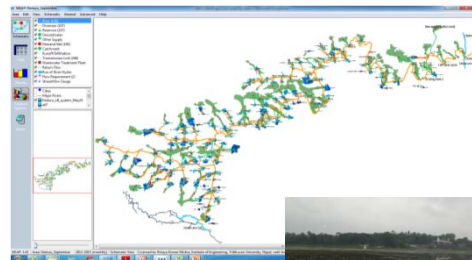
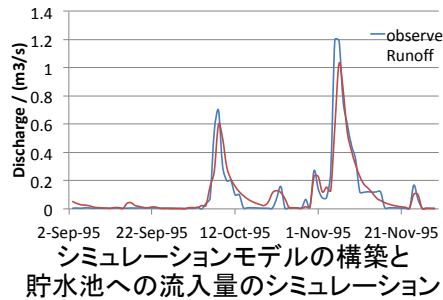
伝統的灌漑システムと近代的灌漑システムの統合(1)



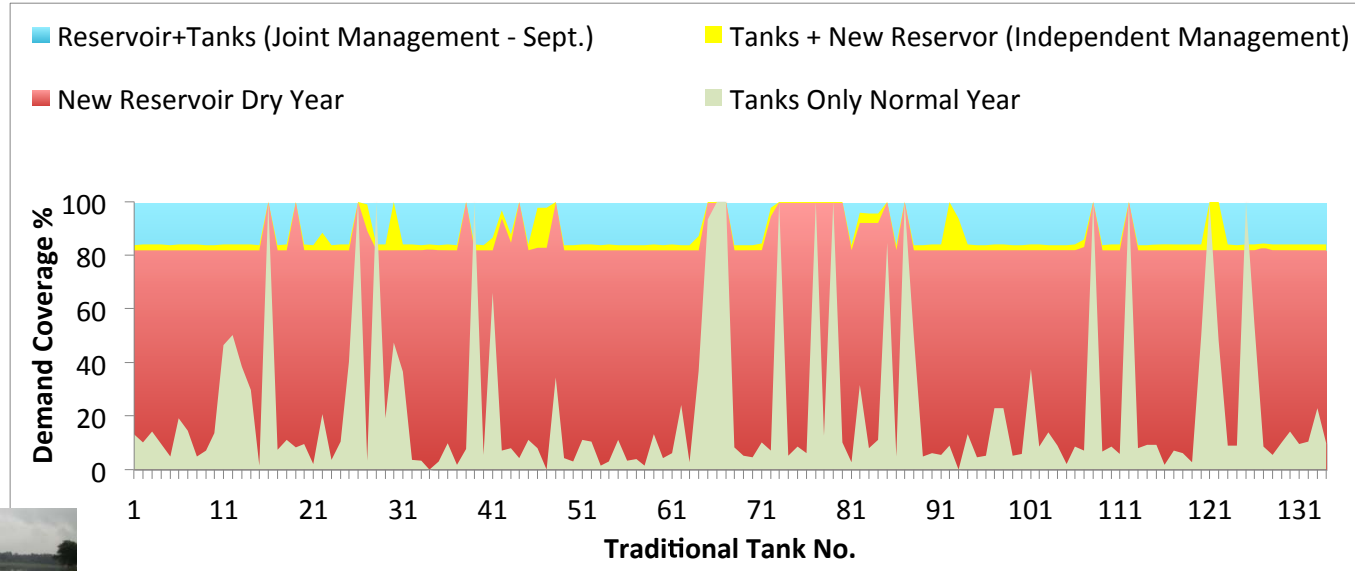
- スリランカ・デドゥルオヤ流域におけるモザイクシステムのテスト
- スリランカ6番目に大きな河川
集水域 - 2620 km²
90% - 中間帯
10% - 湿地帯
- 2007年着工、2014年完成予定

- 伝統的なシステムのみでは既存および新しい稲作生産への灌漑需要には応えることができない。
- 新貯水池(近代的)は通常年ではすべての需要に応えることができるが、渇水年(5年に1度の頻度)においては不十分
- 伝統的タンクと新貯水池の組み合わせはこれを向上させるが、もし水分配がそれぞれ行われた場合、水需要には応えられない
- 各貯水池における詳細の河川流量の分析、さらに新貯水池と伝統的タンクを組み合わせで運用する全体システムに関するモデルを構築

伝統的灌漑システムと近代的灌漑システムの統合(2)



伝統的タンクと新貯水池の組み合わせに関するシミュレーションモデル



渇水年9月の需要に応えるための共同管理

※総水需要、各貯水池における詳細な河川流量について分析・推計、伝統的タンクと新貯水池とを組み合わせ運用する全体システムモデルを構築し、渇水期における総水需要を満たす運用についてシミュレーションを行った

- ・ 渇水年9月の共同管理により、伝統的タンクにおける貯水を優先的に利用し、新貯水池と相互補完的に運用することで総水需要に対応できることが明らかになった。
- ・ 共同管理オプションについても研究し、方法論、およびガイドラインを作成。MoU(覚書)をスリランカ灌漑局と締結し、本研究結果を活用することへの同意を得た(2014年2月コロンボにおいて局長と締結式を実施)



スリランカ灌漑局とのMoU

まとめ

- 伝統品種を基本的に活用し、さらに近代品種を組み合わせることで気候・生態系変動に適応するだけでなく、社会経済変動にも適応可能な生物生産システムを構築することが可能
- 研究対象国が有するホームガーデン・システムは、従来、気候・生態系変動あるいは社会経済変動に対して、レジリエンスの高いシステムである。これを維持、強化するような近代的知識や認証制度等を利用することで、よりレジリエントなシステムへと変容し、変動し続ける自然的・社会経済的変動に対応できる
- ベトナムにおけるVACシステムと稲作、インドネシアにおけるプカランガンと産業植林、およびスリランカの伝統的タンクと新貯水池にみるように、伝統的システムと近代的システムを統合したモザイクシステムにより、従来の技術開発による対応とは異なる生態系サービスに依拠したレジリエンス強化策が構築できる