

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008 ～ 2011

課題番号：20405019

研究課題名（和文）カンボジア天水田のヘテロな水環境での多面的機能と稲作改良モデルの構築

研究課題名（英文）Rice production improvement and multi-functionality in rainfed lowlands of heterogeneous water environments in Cambodia

研究代表者

鴨下 顕彦（KAMOSHITA AKIHIKO）

東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授

研究者番号：10323487

研究成果の概要（和文）：紛争からの復興と成長を遂げようとしているカンボジアの稲作の実態の解明のために、作物栽培学、雑草学、景観学、ファーマーミングシステム研究の手法により、稲作の技術的改良の可能性と多面的機能の評価を評価した。資材の投入や多収安定品種の普及の重要性と、地域住民の生活の視点からの水田生態系の機能の重要性を示し、生態系サービスを損なわないような増産技術の重要性について明らかにした。具体的には、ポルポト時代の灌漑修復地域、天水田地域、深水水田地域、それぞれの稲作生態系での、現状と課題と解決策を提示した。

研究成果の概要（英文）：In order to elucidate rice production in Cambodia which has been recovering from its civil war and developing rapidly, prospect for rice production technological innovation and multi-functionality of rice farming were evaluated by approaches of crop and cultivation science, weed science, landscape science, and farming system research. Sufficient levels of agricultural resource input and dissemination of rice varieties with higher and more stable yield were found important, while various ecosystem services of the paddy fields from the viewpoints of local residence were identified. Rice production enhancing technology that will not reduce other ecosystem services is needed. For each of the rice ecosystems; irrigation rehabilitation, rainfed lowlands, deep water rice, not only current situations but also future challenges have been shown.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2009年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011年度	2,500,000	750,000	3,250,000
総計	13,100,000	3,930,000	17,030,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：作物学

キーワード：環境調和型農林水産・熱帯農学・農業人間学・農業経済学・生態学

1. 研究開始当初の背景

（1）「遺伝子革命」、「地球温暖化」など先端科学は、農業現場にも重大な影響を及ぼし得るが、細分化された研究においては、個々の人間の対応への関心は大きくない。

（2）30年以上に及ぶ国際農業研究協力と「緑の革命」の成果にもかかわらず、途上国の天水農業地域での生産向上は遅い。その原因の1つは、天水農業のヘテロな水環境を扱う困難さと、農業生産と生態系の多面的機能が

混在した小農の栽培環境の評価の問題である。

(3)「栽培」の現場の深窓に迫ることは、グローバル化や地球温暖化の影響を回避できない 21 世紀の、農学国際研究教育に、新しい光を灯すことができるであろう。

2. 研究の目的

- (1) 農業近代化が遅れているアジア後発国カンボジアを中心に、水田のヘテロな水環境と農業生態系の多面的機能を明らかにする。
- (2) 農家の順応的管理の実態を空間的な情報と共に明らかにする。
- (3) 天水田での稲作改良と持続的食糧生産のモデルを構築する。

3. 研究の方法

(1) 調査地の選定

カンボジアの稲作生態系は、灌漑水田、天水田、深水水田、陸稲畑の 4 つに分けられる(表 1)。これらのうち、陸稲畑は山間地に限られて面積比は小さい。水田を系にした前 3 者について、調査地域を定め、質問票による技術・多面的機能調査をする村落と、圃場踏査による稲生産と雑草生態の解明のための圃場等を設定した。

表 1 カンボジアの稲生産・生態系と本研究の調査地域と方法。

年次	収穫面積 (百万 ha)	収量 (t/ha)	生産量 (百万 t)	輸出 (千 t)
2001	1.98	2.06	4.09	7.0
2010	2.77	2.96	8.24	12.4
生態系	灌漑水田	天水田	深水水田	陸稲
面積%	16	75	8	1
質問票	B 州 3 村	K 州 2 村	B 州 2 村	-
圃場	KP 灌漑修復地の 2 水路沿い 140 圃場	高位と低位の 17 圃場	トンレサップ氾濫原トランセクト 87 圃場	-
その他	景観描画分析	参加型試験と普及評価	-	-

FAOSTAT, Huke and Huke 1997

(2) 稲作技術の評価

- ① 質問票による技術評価
- ② 農家圃場調査による評価
- ③ 参加型試験による改良技術普及評価

(3) 多面的機能評価

- ① 雑草コミュニティの多様性評価
 - ・埋土種子調査
 - ・雑草インベントリ調査
 - ・質問票による植物資源利用調査
- ② 景観描画による景観認識調査
- ③ 質問票によるその他の多面的機能評価

4. 研究成果

(1) 多様な水環境

灌漑水田では灌漑水路の上流と中流と下流、天水田では高位と低位の地形連鎖の差異、深水水田では国道側の天水田地帯から湖側の浸水林へ向かう緩やかな勾配の水深差(最大水深 60 cm~250 cm)によって、圃場の水環境は場所により著しく異なり、栽培や生産へ大きな影響を持つことを定量的に示した。

(2) 栽培方法

カンボジアの稲作に関する学術報告は非常に少ない。本研究では、移植栽培が主流であり、東南アジアの他の諸国(タイ、マレーシア、ベトナム南部)で起こった直播による省力・低コスト栽培への移行はまだ起きていないこと、一方で、北西部には、乾田直播栽培や中耕除草(図 1)、トンレサップ湖の周縁には、浮稲栽培(図 2)が広く見られることを、これら伝統的な稲作の実態と共に明らかにした。またユニークな調査の成果として、2011 年のタイ・カンボジアの大洪水で、カンボジアの浮稲や晩生品種が地域によっては壊滅的被害を受けたことも明らかにしたが、トンレサップ湖やメコン川の治水管理のための重要な資料である。



図 1 カンボジア北西部バタンバン州の直播水田(地域固有の伝統的中耕除草法直後)



図 2 トンレサップ湖氾濫原の浮稲。増水期(9-11 月;水深 0.5-2.5m)は小舟で調査する。

カンボジアの稲作面積の約 8 割を占める天水田への投入施肥量が少ないことは FAOSTAT などの統計でも知られていたが、本研究の対

象調査地 K 州の 2 村でも、窒素施肥量は少なく、カリウム肥料は使われていなかった。改良品種の開発や普及も遅れていた。3 年間、参加型の施肥法と改良品種の実証試験を行い、これらの効果の定量的なデータを得ると共に(表 2)、気象や米価等の条件の影響を受けながらも、農家への新技術の普及が緩やかに生じていることを明らかにしたが、今後もフォローが必要である。

10 数%と推定されているカンボジアの灌漑水田を、さらに広げて二期作による集約化政策がすすめられているが、B 州の KP 灌漑修復地においては、乾季作の施肥量や施肥効率が低く、技術指導の必要性が明らかにされた(図 3)。このほか、SRI 農法、多目的農場など、小農を念頭に置いた栽培法や作付体系の開発と普及も NPO 等によって行われていた。

表 2 施肥・品種等の収量 (g/m²) への影響 (2009-2011、BP 試験場)。

年次	2009	2010	2011
	170	189	190
地形連鎖	高位田	低位田	-
	167	207	-
施肥	無施肥	N	NP
	149	169	249
品種	在来品種	改良品種	-
	179	195	-
カリウム施肥	無	有	-
	181	197	-

* 主効果のみ提示。

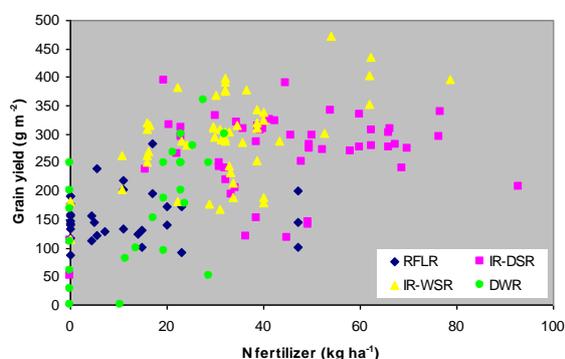


図 3 農家圃場の窒素施肥量と収量との関係 (天水田 (RFLR)、灌漑水田雨季作 (IR-WSR)、灌漑水田乾季作 (IR-DSR)、深水水田 (DWR))。

(3) 収量形成

カンボジアの水稲収量は東南アジアでも低いとされているが、本研究でも生態系ごとにそれを実証するデータを得た(図 3)。天水田では、面積当たりの株数は 50 株と高い場合も多いが、一穂粒数が少なく、面積当たりの粒数も少なく、低収であった。深水水田では予測できない洪水被害、灌漑修復水田では、乾季の灌漑栽培での不十分な施肥管理など

が低収の原因として示された。

(4) 水田雑草生態

肥料や農薬の投入が少なく、水利条件が多様であり、1 つの生態系の中でも水環境がヘテロであるため、水田雑草の多様性は高かった(126 種、34 科)。3 つの稲作生態系の 48~76% の農家で自家消費用の食用として採集している水生雑草もあった。イネ科雑草は飼料とされていた。調査天水田地域では、32% の農家が砂糖椰子を採集していた。また、水田内に樹木や盛土状の小さな塚が農家の休息場としてあり、より多様な植生と景観を呈していた。



図 4 水田の水生植物 (a) の採集 (b)、椰子の木 (c)、イネ科雑草 (飼料) (d) の採集。



図 5 水田雑草を使ったカンボジア麺料理。

(5) 景観評価

バタンバン市の小学生、中学生、大学生による「好ましい景観」には、山、家が多く描かれていたが、年齢が高いほど、田園も含めて描かれる傾向であった(図 6)。カンボジアの農村開発においても、景観を意識することが必要であり、例えば、農村の幹線道路や農道を整備する場合、山が見えるようなスポットを保全・美化しながら行うことが望ましい。

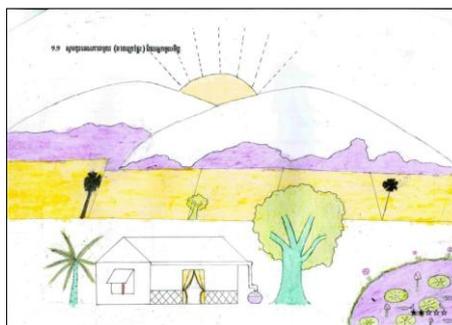


図 6 子どもの好ましい景観描画の例。

(6) 多面的機能

地域住民の生活の視点からの水田生態系の米生産以外の有用な機能、稲作に付随する外部経済性の機能を評価した。先述の植物資源以外に、動物資源（魚、鳥など）の採集も盛んであったが、ネズミ以外は近年減少していると認識されていた。また、連結する水圏は、魚釣り、移動、洗濯、子どもの遊び場、行楽など様々な利用されていた(図7)。

また、7村の聞き取り調査から、過去に親の代に作付されていた品種80種、自分が作付けしたより最近の品種50種、合計103の品種名が列挙され、カンボジアの農村の稲の画一化がまだ進んでおらず、遺伝的多様性が高いことが示されたが、異なる名前の品種が、どの程度遺伝的変異があるのかどうか、今後の調査が必要である。



図7 コンピンパイ灌漑修復地域の貯水池。稲作の灌漑以外にも多様な機能がある。

カンボジアは紛争からの復興を遂げ、高い経済成長中であり、稲作の増産と米の輸出による発展を戦略的に試行している(RGC2010)(cf表1)。その際、地域住民の視点では重要である生態系サービスや外部経済性である多面的機能を視野に置きながら、技術開発と普及を行っていくことが必要であろう。そして、ポルポト時代の灌漑修復地域、天水田地域、深水水田地域など、カンボジアの多様な水環境の稲作生態系の特色を踏まえた上で、米の生産性の改善と多面的機能の向上のバランスを取ってゆくことが必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計11件)

①Nguyen T. B. Y., Kamoshita A., Araki Y., Ouk M., Farmers' Management Practices and Grain Yield of Rice in Response to Different Water Environments in Kamping Puoy Irrigation Rehabilitation Area in Northwest Cambodia, 査読有 Plant Prod.

Sci., 14, 2011, 377-390

②西坂涼・堀繁・鴨下顕彦, カンボジア・バタンバンの学生による景観認識 —開発の進む農業地帯における景観描画分析—, 査読有 農村計画学会誌, 30, 2011, 219-224

③鴨下顕彦・Nguyen Yen・荒木祐二・Dome Harnpittavitaya・Sareth Chea・Sophors Heng・Sovanmony In, 子供の視点で見た農業と環境 —農業の多面的機能とカンボジア・タイの子供の絵から読み取れること—, 査読無 平成21年度東京大学AGS研究成果報告書, 2011, 179-185

④Kamoshita A., Ikeda H., Yamagishi J. and Ouk M., Ecophysiological study on weed seed banks and weeds in Cambodian paddy fields with contrasting water availability, 査読有, Weed Biol&Manag 10, 2010, 261-272

⑤Kamoshita, A., Chea, S., Hayashi, S., Ikeda, H., Jongdee, B., A case study on farmers' choice of direct seeding and transplanting in rainfed lowlands in Northeast Thailand and Northwest Cambodia, 査読有 Tropic. Agric. Develop., 53, 2009, 43-54

⑥Hayashi, S., Kamoshita, A., Yamagishi, J., Kotchasatit, A., Jongdee, B., Spatial variability in the growth of direct-seeded rainfed lowland rice (*Oryza sativa* L.) in northeast Thailand, 査読有 Field Crops Res., 111, 2009, 251-261

⑦Hayashi, S., Kamoshita, A., Yamagishi, J., Kotchasatit, A., Jongdee, B., High-yielding crop management by enhancing growth in reproductive stage of direct-seeded rainfed lowland rice (*Oryza sativa* L.) in Northeast Thailand, 査読有 Plant Prod.Sci., 13, 2010, 104-115

⑧鴨下顕彦・山岸順子・林 怜史・黒倉 寿・堀 美菜・池本 幸生・小島 克己・則定 真利子・山ノ下 卓・桜木 和代・Boonrat Jongdee・Ouk Makara・Seang Chhoeurth, 熱帯アジアの「持続的」天水稲作システムの構築, 査読無 平成20年度東京大学AGS研究会研究助成報告, 2009 -

⑨Kazuhiro Enomotoa, Satoshi Ishikawa, Hort Sitha, Nao Thuok, Hisashi Kurokura, Evaluation of stock status of *Channa micropeltes* in Tonle Sap Lake, Cambodia by

means of CPUE analysis, 査読有 La Mer., 46, 2009, 97 - 104

⑩Ikeda, H., Kamoshita, A., Yamagishi, J., Ouk, M., Lor, B., Assessment of management of direct seeded rice production under different water conditions in Cambodia, 査読有 Paddy & Water Environment, 6, 2008, 91-103

⑪ Kamoshita, A., Babu, R.C., Boopathi, N.M., Fukai, S., Phenotypic and genotypic analysis of drought-resistance traits for development of rice cultivars adapted to rainfed environments, 査読有 Field Crops Res., 109, 2008, 1-23

[学会発表] (計 17 件)

①Nguyen Y.T.B., Kamoshita A., Araki Y., Heng S., Ouk M., In S., Assessment of management practices and grain yield in deep water rice area in Northwest Cambodia, 日本熱帯農業学会講演会(震災により発表は中止)

②Nguyen Y.T.B., Kamoshita A., Araki Y., In S., Heng S., Chea S., Lor B., Ouk M., Farmers' Management in relation to Water Environments and Introduction of Dry Season Rice in an Irrigation Rehabilitation Area in Cambodia, 日本作物学会第 231 回講演会の発表会(震災により), 2011 年 6 月 25 日, 東京大学農学部

③Nguyen Y.T.B., Kamoshita A., Araki Y., Ouk M., Characterization of water availability, management practices and grain yield for deepwater rice in Northwest Cambodia, 第 7 回アジア作物学会議, 2011 年 9 月 27 日, ボゴール農業大学

④Kamoshita A., Araki Y., Nguyen Y., Yagi K., In S., Chea S., Heng S., Ouk M., Irrigation rehabilitation and challenges to local people for rice production enhancement in Northwest Cambodia, International Rice Congress 2010, 2010 年 11 月 11 日, 国立会議場(ハノイ、ベトナム)

⑤Nguyen Y.T.B., Kamoshita A., Araki Y., In S., Heng S., Sareth C., Lor B., Rice Management and Productivity in Response to Different Water Environments in Kamping Puoy Irrigation Rehabilitation Area in Cambodia, International Rice Congress 2010, 2010 年 11 月 11 日, 国立会議場(ハノイ、ベトナム)

⑥鴨下顕彦, 水資源の有効利用のための作物生産—稲作の場合—, 農業気象学会(招待講演), 2011 年 3 月 17 日, 鹿児島大学農学部(鹿児島)

⑦Kamoshita, A., Rice and water - Tokyo, Japan, World -, 特別講義(招待), 2009 年 10 月 20 日, Nanjing Agricultural University, China

⑧Kamoshita, A., Rice and water, 特別講演(招待), 24 November 2009, Battambang University, Cambodia

⑨Kamoshita A., Local people's choices for sustainable rice production enhancement in Northwest Cambodia, IR3S-Kerala Agriculture University Joint Workshop (招待), 21-22 January 2010, The Gateway Hotel, Kerala, India

⑩鴨下顕彦, Dome Harnpittavitaya, Sareth Chea, Sophors Heng, Sovanmony In, Nguyen Yen, 荒木 祐二 子供の視点で見た農業と環境 - 農業の多面的機能とカンボジア・タイの子供の絵から読み取れること -, 平成 20 年度東京大学 A G S 研究会研究助成報告, 2009 年 12 月 16 日, 東京大学医学部教育研究棟

⑪Kamoshita, A., Araki, Y., Nguyen, T. B. Y., et. al. University of Tokyo agro-research activity in Mekong regions, The Second Seminar on JSPS AA Science Platform Program Environmental Restoration and Sustainable Use of Problem Soils, 17 November 2009, CARDI, Phnom Penh, Cambodia

⑫Araki, Y., Kamoshita, A., Nguyen, T. B. Y., In, S., Savon, S., Heng, S. and Lor, B., Differences in Weed Vegetation across Water Conditions of Paddy Fields in Kamping Puoy Irrigation Rehabilitation Area, Battambang, Cambodia, The Second Seminar on JSPS AA Science Platform Program Environmental Restoration and Sustainable Use of Problem Soils, 17 November 2009, CARDI, Phnom Penh, Cambodia

⑬Kamoshita, A., Ikeda, H., Yamagishi, J., Lor, B., Ouk, M., Effects of Cultivation Methods and Field Water Conditions on Seed Bank and Infestation of Weeds in Cambodian Paddy Fields, NIAES MARCO シンポジウム

2009 モンスーンアジアにおける農業環境問題と研究の課題, 5-7 Oct 2009, Tsukuba International Convention Center, Tsukuba

⑭ Mina Hori, Hisashi Kurokura, Small-scale fisheries in a village of Cambodia, American Fisheries Society Annual Meeting (招待), 30 Aug - 3 Sep 2009, Nashville, TN, USA

⑮ Kamoshita, A., Hayashi, S., Yamagishi, J., Jongdee, B., Kotchasatid, A., Agronomic research on effective water use for rice production as a pathway to a nourished world; Northeast Thailand project of university of Tokyo, タイ稲局年次集会, 2008年4月8日, バタヤ

⑯ 鴨下顕彦・池田大行・山岸順子・オウクマカラ・ローブンナ, カンボジアでの異なる水条件での直播栽培の評価, 日本作物学会講演会, 2008年9月24日, 神戸大学

⑰ 鴨下顕彦・ケアサレト・林怜史・池田大行・ジョンディーブンラット, 東北タイと北西カンボジアでの天水稲直播栽培の事例研究, 日本熱帯農業学会, 2008年10月18日, 鹿児島大学

[図書] (計3件)

① Hori, M., S. Ishikawa, and H. Kurokura, American Fisheries Society, Sustainable fisheries: multi-level approaches to a global problem. 〈Small-scale fisheries by farmers around the Tonle Sap Lake of Cambodia〉, 2011, 377

② 鴨下顕彦, 農文協, 「最新農業技術作物」 Vol.1 (分担 熱帯アジアの稲作. pp107-120), 2009, 351

③ 佐々木聰・雨宮隆・鴨下顕彦・露本伊佐男・中田聡, 丸善, 「よみがえれ! 科学者魂」, 2009, 188

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等
<http://region.anesc.u-tokyo.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鴨下 顕彦 (KAMOSHITA AKIHIKO)
東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授
研究者番号: 10323487

(2) 研究分担者

山岸 順子 (YAMAGISHI JUNKO)
東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授
研究者番号: 60191219
黒倉 寿 (KUROKURA HISASHI)
東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授
研究者番号: 50134507

(3) 連携研究者

小島 克己 (KOJIMA KASTUMI)
東京大学・アジア生物資源環境研究センター・教授
研究者番号: 80211895
池本 幸生 (IKEMOTO YUKIO)
東京大学・東洋文化研究所・教授
研究者番号: 20222911