

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 5 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2011～2015

課題番号：23248055

研究課題名(和文) 熱帯地域の農業商業化の進行下における持続的農業生産システムの確立

研究課題名(英文) Development of sustainable agricultural systems under the progress of agricultural commercialization in the tropics

研究代表者

縄田 栄治 (NAWATA, EIJI)

京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：30144348

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、現地調査・資源計測・リモートセンシングデータ解析・GIS・DNA分析等を駆使して、熱帯アフリカ・熱帯アジアを対象とし、地域ごとに土地利用・農業体系の変化、さらには自給農業から商品生産農業への変化の進行度を解析し、新たな農業生産体系の提示及びその生産力の評価、地域生態系への影響の評価を総合的に行うことを目的として実施した。具体的には、地域による農業の商業化進行度の差異の分析と問題点抽出、農業生産システム持続性評価法の開発、新たな農業システムの提示とその評価に関する研究を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, in order to establish new agricultural production systems, recent changes in land use and agricultural systems and the extent of the progress of agricultural commercialization have been surveyed and analyzed, using filed surveys, actual measurements of local resources, remote sensing data analysis, GIS and DNA analyses. The proposed new systems are evaluated for their productivities and the impacts on local and global environment. We practiced the analyses of the progress of agricultural commercialization in each survey area and their comparison with the extraction of problems, in addition to the development of the evaluation methods of agricultural production systems, and the proposal of new agricultural systems.

研究分野：熱帯農学

キーワード：農業システム 持続性 農業商業化 生態系機能 環境負荷

1. 研究開始当初の背景

熱帯地域では、現在、急速に伝統的農法に根ざした自給的農業生産システムが消滅しつつある。グローバル化と貨幣経済の浸透は、きわめて自給的であった熱帯の農村地域にも、現金需要の拡大をもたらした。一方、自給農業がその基盤を置く伝統的農法は、近年、急速にその成立基盤を崩壊させつつある。人口増に起因する土地資源の過度の使用により土壌劣化及び資源の消耗が進行し、伝統的農法は生産の生態基盤を失い、急速な生産力低下をもたらされている。このような状況の下、熱帯地域においても、自給的な農業生産は徐々に終焉を迎えつつあり、現在、商品作物生産や商業的畜産の、部分的あるいは全面的な導入が進行しつつある。

農業の商業化には、集約化が必須であるが、集約化は、収量性の向上による農業生産の安定等、正の効果も大きい。一方、化学肥料や農薬等の投入による環境への負荷も懸念される。このため、生産性・安定性・持続性に優れた生産システムの確立は急務である。一方、熱帯においては、近年急速に集約化が進む農業生産システムの持続性、即ち生産性と環境調和性の適正な評価法は確立されていない。

2. 研究の目的

急速なグローバル化と貨幣経済の浸透が進む中で、熱帯地域の自給農業はほぼ終焉を迎えつつある。熱帯においても地域を問わず、商品作物生産や商業的畜産の導入が必須となり、農業の商業化が急速に進行しつつある。このような状況下で、伝統的自給農業は成立基盤を失い、それにかわる、生産性が高く安定かつ環境調和的な、新たな集約的農業生産体系の確立が求められている。本研究は、現地調査・資源計測・リモートセンシングデータ解析・GIS・DNA 分析等を駆使して、熱帯アフリカ・熱帯アジアを対象とし、地域ごとに土地利用・農業体系の変化、さらには自給農業から商品生産農業への変化の進行度を解析し、新たな農業生産体系の提示及びその生産力の評価、地域生態系への影響の評価を総合的に行うことを目的として実施する。

3. 研究の方法

本研究は、三段階で実施した。即ち、「1. 地域による農業の商業化進行度の差異の分析と問題点抽出」、「2. 農業生産システム持続性評価法の開発」、「3. 新たな農業システムの提示とその評価」である。1 では、文献及びリモートセンシングデータを用いて、土地利用パターン・農地面積・商品作物栽培面積・商品作物生産量・飼料作物生産量等から、広域的な農業商業化の現況の推定を行うと同時に、選定した調査地（熱帯アフリカ 1 ヶ所、熱帯アジア 7 ヶ所）においては、現地での聞き取り調査・圃場観察・資源計測・リモートセンシングデータ解析等から、商業化の現況を明らかにし、地域間比較とその要因分析を

行った。2 では、農業生産システムの持続性評価を行うモデルを開発した。持続性評価モデルは生産力評価モデルと環境調和性評価モデルで構成され、生産力評価モデルは我々が過去に開発したモデルを改良して用いた。環境調和性評価モデルは今回新たに開発し、農業生態系機能と環境負荷を評価した。3 では、1・2 の結果を基に、具体的な農業生産システムの提言を行い、さらに 2 のモデルを用いて、提言した農業生産システムの持続性を評価し、GIS を用いて可視化する。

4. 研究成果

1. 地域による農業の商業化進行度の差異の分析と問題点抽出：国レベルでのデータの収集は、主としてタイを中心に行い、リモートセンシング解析結果と農業統計解析結果を合わせ、農業商業化の進行程度の推定を行った。詳細調査地（アフリカ：タンザニア・ザンザバル北部州、アジア：ミャンマー・サガイン区、ネピドー市、バゴー山地、タイ：チェンマイ県メーチェム郡、サラブリ県プッタバート郡及びロップリ県パタナニコム郡、ラップリ県ダムナンサドゥアク郡）では、収集したデータの解析を行い、リモートセンシング解析結果と農業統計解析結果を合わせ、地域レベルでの農業商業化の進行程度の推定を行った。程度の差はあれ、どの調査地でも、商業化が進行していることが明らかとなった。特に、近年、焼畑が常畑化したタイ・チェンマイ県・メーチェム郡では、自給作物から商品作物へのシフトが顕著であり、ミャンマーのバゴー山地でもその傾向が顕在化しつつあった。貧栄養土壌の卓越と少雨という厳しい条件下で、伝統的な農業システムを維持してきた、ミャンマーのドライゾーンに位置するサガイン区でも、農業の商業化が進行していることが明らかになった。ラップリ県ダムナンサドゥアク郡では、既に商業的な第園芸地帯が成立しているが、農薬使用の環境負荷が懸念されており、タイ政府が導入した GIP 認証が有効に機能していないことが明らかとなった。

詳細町地域以外でも、インドネシアのジャワ島を中心に、農業の商業化と土壌特性の関係を調査・分析し、土壌特性に関係なく、商業化が進展していることが示された。また、在来作物・在来品種の維持と商業化の関係を、野生マンゴーと *Capsicum pubescens*（トウガラシの栽培種の一つ）について調査、解析した。特に、野生マンゴーは、東南アジア大陸部・島嶼部とも、今尚、広く利用されているが、農業商業化の進行とともに、その分布・利用が縮小する懸念が示された。*Capsicum pubescens* は、標高の高い地域を中心に、栽培が行われてきており、地域特産品としての地位を確保していることが明らかになった。

気象データ（気温・日射量・降雨量）については、各国の気象局、地域の気象ステーションで入手したが、不可能な場合、地域で連

統計測を行った。また、環境負荷計測では、河川水の水質と農地及び河川の残留農薬について、タイとベトナムで分析した。その結果、調査時点では、残留農薬が深刻な問題を引き起こしている事例は見当たらなかった。

2. 農業生産システム持続性評価法の開発：本研究で開発した生産力モデルの改良を進め、さらに、アフリカ・アジアの調査地域で収集したデータに基づきデータベースを構築した。また、環境調和性評価モデルについては、斜面農業における土壌侵食予測モデルの開発にとどまった。今後、農薬等の負荷に関するモデル、地域生態系生物多様性評価モデルは、収集したデータを基に開発する予定である。

3. 収集したデータに基づき、土地生産力の評価モデルを使用して、結果を一部地図化した（下図）。今後、特に地域生態系生物多様性評価モデルの開発を待って、調査対象地域全域で、同様の地図化を進める。

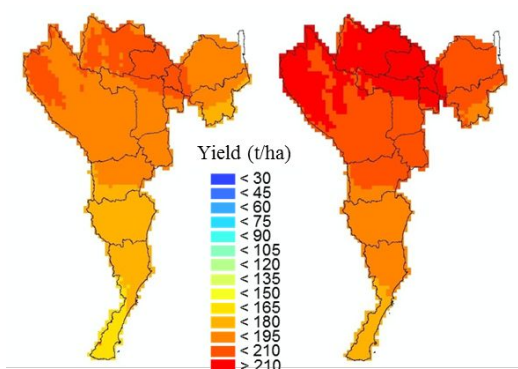


Fig. 1 a (Left) Potential yields of sugarcane K88-92 in Central Thailand.
b (Right) Those of LK92-11.

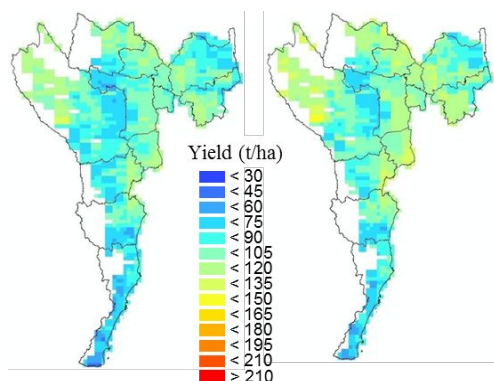


Fig. 2 a (Left) Attainable yields of sugarcane K88-92 in Central Thailand.
b (Right) Those of LK92-11.

以上の成果は、事項以下に示すように、学術誌・学会等で公表している。

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 14 件)
(全て査読有)

1. Kameda C. and E. Nawata: Relationship between fallow period, forest vegetation and weeds in swidden agriculture in northern Laos. *Agroforest. Sys.* 90 (in press) 2016.
2. Yee, M. S. and E. Nawata: Introduction of cash crop production in Dry Zone, Myanmar: A case study of the village in Chindwin River Basin, Sagaing Region. *Trop. Agric. Dev.* 60: 21-30. 2016.
3. Montano J., E. Nawata and S. Panichsakpatana: Do GAP farmers do better than non-GAP farmers? Pesticide management practices of horticultural farmers in Damnoen Saduak, Thailand. *Trop. Agric. Dev.*, 60: 1-9. 2016.
4. Sann, B., M. Kanzaki and S. Ohta: Vegetation patterns and species-filtering effects of soil in secondary succession in a tropical dry forest in central Myanmar, *J. Trop. Eco.*, 1: 1-9, 2016.
5. Kameda C. and E. Nawata: Factors influencing recent transformation and future development of swidden agriculture in northern Laos: Changes in cultivation area, fallow period, and weed management. *Trop. Agric. Dev.*, 59: 101-111. 2015.
6. Ueda, H. Higuchi and E. Nawata: Kalon Mango, a Superior Fruit from *Mangifera pentandra* Hook. f. in Northeast: An Ethnobotanical Study of Indigenous Relationships between People and Plants. *Trop. Agric. Dev.*, 59: 89-100. 2015.
7. Hartono, A., Anwar, S., Satwoko, A., Koyama, K., Omoto, T., Nakao, A. and J. Yanai: Phosphorus fractions of paddy soils in Java, Indonesia. *J. Int. Soc. Southeast Asian Agric. Sci.*, 21: 20-30, 2015.
8. Chau, H. L. Q., H. T. Thong, N. V. Chao, P. H. S. Hung, V. V. Hai, L. V. An, Fujieda, A., U. Tanaka and M. Akamatsu: Microbial and Parasitic Contamination on Fresh Vegetables Sold in Traditional Markets in Hue City, Vietnam. *J. Food Nut. Res.*, 2: 959-964, 2014.
9. Yee, M. S. and E. Nawata: Land use and farming systems in Dry Zone, Myanmar: A case study in Kani, Sagaing Region. *Trop. Agric. Dev.* 58: 169-179. 2014.
10. S. Yamamoto, T. Djarwanijgsih and H. Wiriadinata: *Capsicum pubescens* (Solanaceae) in Indonesia: Its History, Taxonomy, and Distribution. *Eco. Bot.*, 67: 161-170., 2013.
11. Akamatsu, M., K. Tsujita, V. Pitiyont, A. Saejiew, S. Jiwajinda and U. Tanaka: Pesticide residue analyses of soils collected from suburban agricultural fields around Bangkok. *Trop. Agric. Dev.* 57: 8-15, 2013.
12. Chatwachirawong, P., A. Kitaura, P. Srinives and E. Nawata: Construction of a simple yield estimation model for productivity prediction of in sugarcane. *Trop. Agric. Dev.*, 56: 113-116.

- 2012.
13. Chatwachirawong, P., P. Srinives and E. Nawata: Analysis of interaction between genotype and trait and trait covariate-effect in multi-environment trials of sugarcane in Thailand. *Trop. Agric. Dev.*, 56: 25-34. 2012.
 14. Chatwachirawong, P., P. Srinives and E. Nawata: Application of GGE-biplot analysis to multi-environment screening of sugarcane in central and western regions in Thailand. *Trop. Agric. Dev.*, 55: 148-156. 2011.

〔学会発表〕(計 11 件)

1. Akamatsu, M.: Food safety and environmental problems by agrochemicals in Vietnam - our research on pesticide residues in Hue and the future collaboration research between Vietnam and Japan. Vietnamese-Japanese Students' Scientific Exchange Meeting 2015. Oct. 31, 2015. Kyoto University, Kyoto.
2. Maeshibu, N., Han, B., Ma, J., Miyahara, K., Torii, K., Ho Tan Duc, Tran Thi Thu Ha, Le Van An, Ho Trung Thong, and M. Akamatsu: Pesticide use and residue in the environment in Hue, Vietnam. 36th Asian Conference of Remote Sensing, 19-23, October, 2015, Manila Philippines.
3. Saw, A. A., and M. Kanzaki: Land cover changes in Wunbaik reserved mangrove forest, Myanmar, 日本熱帯生態学会第 25 回大会 2013 年 6 月 19~21 日、京都大学、京都。
4. 北浦温子、矢内純太、中尾淳、Sakda jongkeawwattana、縄田栄治: タイ北部山地部の傾斜地農業において、作付体系が土壌浸食に及ぼす影響。熱帯農業学会第 117 回講演会、2015 年 3 月 14・15 日、筑波大学、つくば。
5. Abril, L. and E. Nawata: Tropical Homegardens as reservoirs of agrobiodiversity: an evaluation of the relationship between insect herbivory and diversity of plants and natural enemies in Homegardens of Northeast Thailand. 熱帯農業学会第 116 回講演会、2014 年 10 月 3・4 日、九州大学、福岡。
6. Toe, M. T. and M. Kanzaki: Phenology of the vegetation in Myanmar Central Dry Zone and its response to Rainfall, 日本熱帯生態学会第 24 回大会、2014 年 6 月 14・15 日、宇都宮大学、宇都宮。
7. Yamamoto, S., T. Djarwaningsih and H. Wiriadinata: *Capsicum pubescens* in Indonesia: A large potential for cash crop in the highlands of Asia. The 14th Congress of the International Society of Ethnobiology. June 5, 2014, Bumthang, Bhutan.
8. Sann, B., M. Kanzaki, and S. Ohta: Structural and compositional analysis of a tropical dry forest of Myanmar. 日本熱帯生態学会第 23 回大会 2013 年 6 月 15 日、九州大学、福岡。

9. Sriprachote, A., K. Ochiai, T. Matoh and P. Kanyawongha: Influence of soil properties and cadmium concentration on cadmium accumulation level in rice grains 日本土壤肥料学会 2013 年度名古屋大会、2013 年 9 月 13 日、名古屋大学、名古屋。
10. Yamamoto, S., T. Djarwaningsih and H. Wiriadinata: *Capsicum pubescens* in Indonesia: Its Distribution and Cultivation. The 21st International Pepper Conference, November 4 - 6, 2012, Naples, Florida, USA.
11. Toe, M. T., M. Kanzaki and, O. Kozan: Rainfall Variability of Myanmar Central Dry Zone. 日本熱帯生態学会第 22 回大会 2012 年 6 月 16~17 日、横浜国立大学、横浜。

〔図書〕(計 1 件)

神崎護: 森林とその変化(落合雪野・白川千尋編 ものづくりの植物誌 東南アジア大陸部から)、臨川書店、2014 年、334 ページ

〔産業財産権〕
出願状況(計 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 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

6. 研究組織

(1)研究代表者 縄田 栄治 (NAWATA, Eiji)
京都大学・農学研究科・教授
研究者番号: 30144348

(2)研究分担者 間藤 徹 (MATOH, Toru)
京都大学・農学研究科・教授
研究者番号: 50157393

矢内 純太 (YANAI, Junta)
京都府立大学・生命環境科学研究科・教授
研究者番号: 00273491

神崎 護 (KANZAKI, Mamoru)

京都大学・農学研究科・教授
研究者番号： 70183291

赤松 美紀 (AKAMATSU, Miki)
京都大学・農学研究科・准教授
研究者番号： 50303871

樋口 浩和 (HIGUCHI, Hirokazu)
京都大学・農学研究科・准教授
研究者番号： 50303871

坂本 正弘 (SAKAMOTO, Masahiro)
京都大学・農学研究科・講師
研究者番号： 40303870

山本 宗立 (YAMAMOTO, Sota)
鹿児島大学・国際島嶼教育研究センター・准
教授
研究者番号： 20528989

(3)連携研究者

()

研究者番号：