

令和元年6月21日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (海外学術調査)

研究期間：2014～2018

課題番号：26257411

研究課題名(和文) 中国西部内陸部の集約的農業における持続的な環境負荷軽減技術の構築とその評価

研究課題名(英文) Construction of continuous environmental load reducing technology and its evaluation in the intensive agriculture at the inland of Western China

研究代表者

稲村 達也 (INAMURA, Tatsuya)

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：00263129

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,600,000円

研究成果の概要(和文)：中国雲南省のテン池南東湖岸の集約的農業地帯を研究対象とした。(1)過剰な化学肥料または厩肥の投入が、水質汚染の原因であった。(2)化学肥料の投入削減が、耕地土壌中の窒素、リン、カリの低減に有効であった。(3)耕地土壌中の窒素が高い場合、化学肥料による窒素投入量を削減しても、窒素吸収量や収量を維持することが可能であった。(4)湿地に生育するヨシの刈取り回数が、その群落構造とともに、そのヨシの粗飼料としての栄養価に影響することが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

得られた研究成果(特に、減肥栽培)への注目度が高く、他省(内モンゴル)からの共同研究の申し入れがあった。また、本研究を契機として、中国側の研究協力機関(昆明理工大学)へ京都大学農学研究科の修士および博士後期課程の学生が留学し、農学研究科の2名の日本学生が博士号を取得すると共に、農学研究科博士後期課程へ昆明理工大学から留学した3名の学生が博士号を取得した。

研究成果の概要(英文)：This study was performed in the intensive agricultural region in the coastal area of southeast Lake Dianchi, Yunnan province, China. (1) Overuse of chemical fertilizer and/or manure in agriculture is a principal factor in water eutrophication. (2) Reducing chemical fertilizer input effectively decreased the soil nitrogen, phosphorus, and potassium in an intensive vegetable cropping system. (3) Reducing N input of chemical fertilizer did not decrease total N absorption or dry matter production in high level of soil nitrate. (4) Timing of harvest affects the subsequent canopy structure of *Phragmites australis* in constructed wetlands, and its nutritive value of roughage.

研究分野：栽培システム学

キーワード：土地利用 環境 化学肥料 耕畜連携

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究の調査地である中国雲南省昆明市に所在する滇池（琵琶湖の半分の面積の湖）湖岸の農業地帯（図 1）では、改革開放下の 1990 年代以降、環境との調和を欠いた生産性のみを重視した農業がおこなわれ、滇池の富栄養化の一因とされてきた（昆明市 2005）。中国では、琵琶湖を対象に実施されている「マザーレイク 21 計画」が、水系環境修復の先駆的・代表的な成功事例として紹介・応用されていた。例えば、負荷源の評価と削減対策、富栄養化した灌漑水の循環利用、生物多様性を利用した湿地での浄化機能の評価などの実証的研究と展示が図られている。これらの中の物質循環に基づいた管理技術には負荷物質の回収効率が高いものがあり、環境負荷の軽減に寄与しうると考えられていた（Peng et al. 2002）。しかし、中国における関連分野の研究では省・市レベルを研究対象とする現状評価が多く、耕地生態系（耕地 - 作物 - 家畜系）で発生する環境負荷の実態を網羅的に解析した研究事例は極めて少なく、作物や家畜の生産性を考慮した農家レベルで利用可能な負荷低減技術の開発に結びつく研究が希薄であった。一方、改革開放下における鉱山開発と内陸部の工業化の進展は、農地での重金属汚染を広範囲に拡大させていた（姉崎・三好 2011）。しかし、耕地 - 作物 - 家畜生態系における重金属の動態に関する研究は遅れていた。

研究代表者らは、中国雲南省の富栄養化が進む滇池へ流入する河川の流域に所在する集約度が異なる 36 農家の圃場と 4 戸の酪農農家における負荷強度（作付け強度と肥料・有機物の投入量など）と負荷物質（窒素、リン酸、カリなど）収支バランスなどを、先行研究（基盤(A)海外 H21 ~ H25）で調査していた。そして、これらが耕地を介して河川および地下水における負荷物質濃度の季節変化に及ぼす影響を明らかにしてきた。その過程で、本研究の着想に至った。

参考文献

昆明市 昆明市環境広報 2005.1-48. 2005.

Peng et al. Scientia. Agricultura. Sinica. 35:1095-1103. 2002.

姉崎・三好. Discussion Papers in Contemporary China Studies, Osaka University Forum on China. 2011.

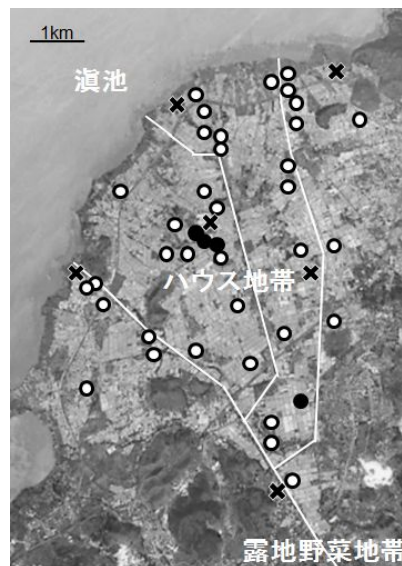


図 1. 調査地域の衛星画像（Google Earth より）。画像の白色部がハウス群。白線：流路、○：調査圃場、●：調査酪農農家、×：調査湿地。

2. 研究の目的

本研究では、先行研究での解析結果に基づき、過度な集約的土地利用（最高で葉菜類の年 7 作）を行う農村を研究対象に、地域における環境負荷を総合的に是正しながら、生産性を低減させない管理技術を設計し、それを実証しようとした。環境負荷物質として窒素、リン酸、カリを取り上げ、化学肥料の種類および投入の時期・量の改善、作物・飼料作物による環境負荷物質の吸収量の制御、水質浄化のための湿地の植物管理法の改善による負荷物質除去能の向上、を重要な基準としながら、その管理戦略の効果を農家と共に現地圃場において実証しようとした。

3. 研究の方法

中国雲南省昆明市において過度な集約的土地利用（最高で葉菜類の年 7 作）を行う農村を研究フィールドとする。まず、栽培管理方法の改善が負荷物質収支バランスに及ぼす影響の評価

試験を実施する。この成果を基に、個々の圃場における栽培改善が負荷収支バランス、作物生産、環境負荷軽減に及ぼす効果を評価できる負荷収支モデルを構築する。評価試験を繰り返すことで、改善効果の高い栽培管理法を確立すると共に、より精度の高い負荷収支モデルを構築する。研究期間の後半では、この精度の高いモデルを用い、改善効果の高い栽培管理法を地域全域に導入した場合の環境負荷軽減効果と生産性に及ぼす影響を評価する。評価試験圃場を公開すると共に、地域全体における環境負荷軽減効果と生産性に及ぼす影響を3D画像により可視化し、公開する。

4. 研究成果

中国西部内陸部の集約的農業において持続可能な環境負荷軽減技術を構築するために、過度に集約化された農業生態系における環境負荷物質の収支バランスの改善に関する以下の成果を得た。

(1) 土壌病害に対する生態的防除効果の評価: 太陽熱土壌処理による土壌中の菌密度の変化と処理後の作物生産量・窒素吸収量の推移から処理の効果を総合的に評価し、太陽熱土壌処理の導入条件を明らかにした。

(2) 湿地の管理法の改善効果の評価: 湿地におけるヨシの飼料化が、物質循環の改善を介して地域内の負荷物質収支に及ぼす影響を総合的に評価するモデル構築をすすめた。

(3) 環境負荷と生産性の評価: 研究対象地域における集約度の高い野菜連作の環境負荷と生産性を、露地野菜作や水田多毛作を対照に、負荷物質収支、エネルギー利用効率および人口扶養力を指標として評価した。評価のための対象地域は、昆明市と成都市とした。

(4) 負荷収支モデルの構築: 各種の改善管理が負荷収支バランス、作物と家畜の生産、環境負荷軽減および湿地の浄化能に及ぼす効果を評価できる負荷収支モデルの構築をすすめた。

(5) 成果の取りまとめとシンポジウムの開催: 負荷収支モデルと調査地全域の土地利用図および流路系統図を用いることで、高い集約度を維持しながら改善管理を調査地全域に導入した場合、地域全域における環境負荷と生産性がどのように変化するかを予測し、成果を取りまとめ、成果報告書を作成した。そして、国際シンポジウムを開催し得られた成果を広く公開した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 9件)

Ying Wang, Takashi Tanaka, Hiroomo Inoue, Kunzhi Li, Dan Yang and Tastuya Inamura, Annual Nutrient Balance and Soil Chemical Properties in Heavy Multiple Cropping System in the Coastal Area of Southeast Lake Dianchi, Yunnan Province, China, *Plant Prod. Sci.* 査読有, 18(3), 2015, 323–335.

Ying Wang, Kunzhi Li, Takashi S.T. Tanaka, Dan Yang, Tastuya Inamura, Soil nitrate accumulation and leaching to groundwater during the entire vegetable phase following conversion from paddy rice, *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 査読有, 106, 2016, 325-334. DOI:10.1007/s10705-016-9807-9

Ying Wang, Takashi S.T. Tanaka, Kunzhi Li and Tastuya Inamura, Decreasing input–output balance by reducing chemical fertilizer input without yield loss in intensive cropping system in the Coastal Area of southeast Lake Dianchi, Yunnan Province, China, *Plant Production Science*, 19, 査読有, 2016, 81–90. <http://dx.doi.org/10.1080/1343943X.2015.1128089>

Takashi S.T. Tanaka, Chagan Irbis, Hajime Kumagai, Pengyun Wang, Kunzhi Li, Tatsuya Inamura, Effect of *Phragmites japonicas* harvest frequency and timing on dry matter yield and nutritive value, *Journal of Environmental Management*, 187, 査読有, 2017, 436-443.

Tanaka, TS T., Irbis, C., Inamura, T., Phylogenetic analyses of *Phragmites* spp. in southwest China identified two lineages and their hybrids. *Plant Systematics and Evolution*, 303, 査読有, 2017, 699–707. doi:10.1007/s00606-017-1403-1

Tanaka, TS T., Irbis, C., Hama, Y., Wang, P., Li, K., Inamura, T., A small proportion of litter-derived nitrogen is assimilated by plant biomass or immobilized in sediments regardless of harvest management as detected by ¹⁵N-labeled *Phragmites* litter in a constructed wetland. *Journal of Environmental Management*, 217, 査読有, 2018, 888–896. doi:10.1016/j.jenvman.2018.03.045

Yuta Amachika, Hiroki Anzai, Lin Wang, Kazato Oishi, Chagan Irbis, Kunzhi Li, Hajime Kumagai, Tatsuya Inamura and Hiroyuki Hirooka, Concentrations of Cadmium and Lead in Milk and Feed in Dairy Farms in a Region Located in Kunming City, Yunnan Province, China, *Trace Nutrients Research*, 31, 査読有, 2014, 45–50.

Hiroki ANZAI, Lin WANG, Kazato OISHI, Chagan IRBIS, Kunzhi LI, Hajime KUMAGAI, Tatsuya INAMURA and Hiroyuki HIROOKA, Estimation of nitrogen and

phosphorus flows in livestock production in Dianchi Lake basin, China, Animal Science Journal, 87, 査読有, 2016, 37-45.

Yuta AMACHIKA, Hiroki ANZAI, Lin WANG, Kazato OISHI, Chagan IRBIS, Kunzhi LI, Hajime KUMAGAI, Tatsuya INAMURA and Hiroyuki HIROOKA, Estimation of potassium and magnesium flows in animal production in Dianchi Lake basin, China, Animal Science Journal, 87, 査読有, 2016, 938-946.

〔学会発表〕(計 6件)

〔図書〕(計 0件)

〔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：
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：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

間藤 徹 (MATOU Tooru)

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号(8桁)：

50157393

研究分担者氏名：

縄田栄治 (NAWATA Eiji)

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号(8桁)：

30144348

研究分担者氏名：

廣岡博之 (HIROOKA Hiroyuki)

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：

60192720

研究分担者氏名：

井上博茂 (INOUE Hiromo)

京都大学・大学院農学研究科・講師

研究者番号(8桁)：

40260616

研究分担者氏名：

田中貴 (TANAKA Takashi)

岐阜大学 応用生物科学部・助教

研究者番号 (8桁)：

20805436

(2)研究協力者

熊谷 元 (KUMAGAI Hajime)

大石風人 (OISHI Kazato)

佐藤孝宏 (SATO Takahiro)

安在弘樹 (ANZAI Hiroki)

伊日布斯 (IRBIS)

李 昆志 (Kunzhi LI)

王 羸 (Ying Wang)

王 琳 (Lin Wang)

王 鵬雲 (Pengyun Wang)

濱 勇希 (HAMA Yuki)

黎 粒 (LI LI)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。