

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2009～2013

課題番号：21255007

研究課題名(和文) 中国西部内陸部の集約的農業における環境負荷の現状評価とその改善に関する研究

研究課題名(英文) Evaluation of the present situation of the environmental impact in the intensive agriculture, and its restoration at the inland of Western China

研究代表者

稲村 達也 (INAMURA, Tatsuya)

京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：00263129

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,700,000円、(間接経費) 11,010,000円

研究成果の概要(和文)：中国雲南省のテン池の南東部にある集約的農業地帯において研究を行った。(1)生育期間が短い野菜と移植栽培の組合せによって、年に6～7回作付ける過度な土地利用が行われ、作物の要求量以上の栄養素が投入されている。(2)農地土壌中の過剰な負荷物質は投入される家畜糞尿よりも化学肥料に由来し、化学肥料の投入量の抑制が環境修復に有効である。(3)人口湿地におけるヨシの刈取りは、その地上部の再生に影響しルートマットにおける硝化と脱窒活性に影響している。

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) Most farmers cultivated six or seven crops per year. This very high cropping intensity is based on the combination of vegetables with a short growing duration and transplanting culture. However, the amount of applied nutrient exceeds crops demand in many intensive cropping fields. (2) The concentrations of N, P, and K in soil increase to a larger extent with input of N, P, and K from chemical fertilizers than from manure. Reducing the input of N, P, and K would be more efficient than increasing their output for restoration of the environmental impact. (3) In constructed wetland, harvest of reed affects the aboveground regrowth and nitrification and denitrification activity of the root mat.

研究分野：農学A

科研費の分科・細目：作物学・雑草学

キーワード：環境 作物生産 化学肥料 家畜糞

1. 研究開始当初の背景

中国では、1980年初期からの改革開放に伴う農業における生産と環境の不均衡な発展が問題視され始めている(昆明市、2005)。灌漑水の循環利用(畑作)、生物多様性を利用した総合防除(ビオトープを含む)などの実証研究と展示が大規模農場を普及対象に進められている。しかし、集約化された作物栽培技術の改善などの個別農家が利用可能な環境負荷低減技術の開発・普及は、個別農家の収益制限を伴うとして進展していない。さらに、中国における関連する研究では地域・省レベルを研究対象とすることが多く、農家圃場レベルで利用可能な技術の開発に結びつく研究は少ない。

研究代表者、研究分担者および国内外の共同研究者の多くは、「農業がもたらす環境への負荷」、「持続性」を共通のキーワードとするフィールド科学研究者である。研究代表者らは本研究を申請するに当たり、平成18年基盤研究(C)企画調査(代表者 稲村)により、滇池8水系の現地調査(2006年9月)および中国側共同研究者との情報交換のためのミニシンポジウム(2006年9月)を開催した。その結果、次の6点が確認され、本研究の着想に至った。

- (1)雲南省昆明市にある滇池は琵琶湖の半分の広さ(約300km²)で、流れ込む八つの河川と共に重要な水源であったが、水質悪化のため現在は上水用の取水を中止しており、中国における湖沼の富栄養化対策プロジェクトの重点湖沼のひとつに指定されている。
- (2)滇池8水系の中に都市化と工業化の影響を受けていない純農業水系が存在し、そこでは集約農業が実施され、多量投入下では栄養素の利用率が非常に低く(Peng et al. 1996)、河川の負荷物質濃度が琵琶湖への流入河川の平均値の数十倍であることが確認された。

- (3)作物の生育と土壌からの栄養素発現に応じた施肥管理、緩効性肥料の使用などの窒素およびリン酸の吸収と利用率を向上させる技術が導入されておらず、これら技術の導入により、栄養素の利用率向上による大幅な投入量の削減と負荷軽減が十分に期待できると判断された。
- (4)水田期間の短縮、商品作物に偏重した多毛作などが広く実施され、伝統的農業システムは河川上流に点在しているに過ぎなかった。
- (5)堆肥は窒素源として施用されており、堆肥の組成と施肥法を改善することで河川への負荷を大きく軽減できると判断された。また、メタン発酵処理が推奨されており、メタン発酵残渣液の耕地還元が負荷物質収支に及ぼす影響評価が必要と判断された。
- (6)環境への負荷軽減に取り組む多くの研究者を研究協力者として向かえる事ができ、昆明農業気象試験場、環境観測センター、昆明理工大学などとの研究協力が約束された。

2. 研究の目的

本研究は、過度に集約化された農業システムにおける高い作付け強度と肥料・有機物の多投入などの是正、および物質循環の復活が、物質収支バランスの改善を介して農業による環境負荷をどのように変化させるかを評価しようとするものである。具体的には、集約的農業システムにおける負荷源の強度(作付け強度と肥料・有機物の投入量など)と負荷物質(窒素、リン酸など)の収支バランスとの関係が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現地調査から明らかにし、環境負荷の現状を評価できる負荷収支モデルを作成する。次に、集約的農業の是正型(適集約、適投入)および物質循環を復活させた場合の負荷物質収支バランスの改

善効果を現地試験から評価すると共に、農業生産性の変化を明らかにする。そして、食料生産の持続性を維持しながら環境負荷を軽減した農業システムを提案し、成果を公開する。

3. 研究の方法

目的を達成するために、2006年6月と9月に実施した事前調査（平成18年度基盤研究（C）・企画調査）の結果などにに基づき選定した3河川の上・中・下流域の農家圃場、酪農農家および湿地（図1）を対象に、(1)河川の流路系統と土地利用、(2)調査圃場および酪農農家における負荷源の強度と負荷物質の収支バランスを調査し、(3)(2)の結果が流域河川・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解明し、湿地における負荷物質動態を解明する。(4)次に、集約的農業の是正型（適集約、適投入）および物質循環を地域農業に組み入れた場合の負荷物質

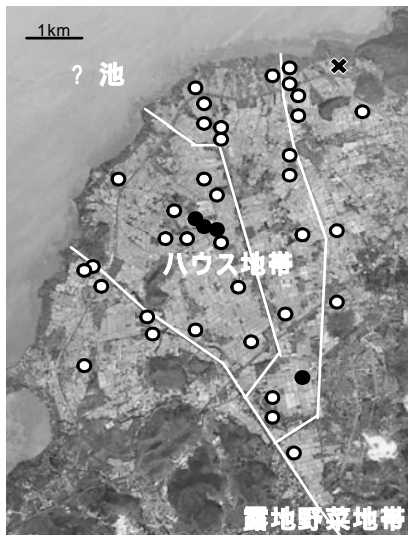


図1. 調査地域の衛星画像（Google Earthより）。画像の白色部がハウス群。白線：流路、○：調査圃場、●：調査酪農農家、x：調査湿地。

収支バランスの改善効果を評価すると共に、農業生産性の変化を明らかにし、(5)持続的農業システムを提示し、成果を公開する。

4. 研究成果

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調査した。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。その結果、次の9点を明らかにした。また、2013年11月8日、昆明市において本研究で得られた研究成果の発表会を開催した（図2）。

- (1)農村では、葉菜類・花卉のハウス栽培が中心で、葉菜類を最高で年7回作付ける過度な土地利用が行われ、そこでの投入量は窒素で最高3,000kgN/ha・年と非常に多いが、収穫量は1,000kgN/ha・年と少ない（投稿中）。
- (2)ハウス土壤中の過剰な負荷物質（雑誌論文：2）は投入される家畜糞尿よりも化学肥料に由来し、作物による化学肥料の低い吸収率が過剰の一因と考えられた（投稿中）。
- (3)葉菜類による栄養素の低い吸収率の一因として、連作による土壤伝染性の病害虫の激発が考えられた。
- (4)窒素施用量と窒素吸収量および生産量との関係から、収量を最大化させる窒素施用量以上の窒素が施用されていることを明らかにした（投稿準備中）。
- (5)河川の負荷物質濃度は、調査地上流の露地野菜地帯の影響を強く受け（雑誌論文：1）上流部で栽培面積が多い飼料用トウモロコシでは多量の化学肥料が使用されていた。
- (6)生産現場では生産性のみを重視した化学肥料や家畜糞尿の画一的な多投入が勧められ、個別農家の収益制限を伴わない施肥量の低減などの持続的負荷低減技術の開発の必要性を指摘した（投稿準備中）。
- (7)河川流域の農村に建設されている湿地

の調査から、乾季も成長を続ける湿地のヨシによる水・土壌の窒素浄化能は、その地上部の刈取り時期に影響されることを明らかにした（投稿中）。

- (8) 多量の野菜残渣を飼料として利用する耕地 - 家畜系の物質循環の実態と課題を明らかにしてきた（雑誌論文：3）。
- (9) 湿地のヨシやマコモの一部が家畜飼料や堆肥に利用されているが、飼料による家畜乳の重金属汚染の発生が懸念された（投稿準備中）。



図2 研究成果の公開発表会
(昆明市 2013年11月8日)

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 3件)

1. Irrigation system and land use effect on surface water quality in river, at lake Dianchi, Yunnan, China. Tanaka, T., T. Sato, K. Watanabe, Y. Wang, D. Yang, H. Inoue, K. Li and T. Inamura. Journal of Environmental Sciences. (査読有) 25(6): 1107-1116. 2013
2. Changes in Soil Physicochemical Properties Following Land Use Change from Paddy Fields to Greenhouse and Upland Fields in the Southeastern Basin of Dianchi Lake, Yunnan Province, China. Moritsuka, N., T. Nishikawa, S. Yamamoto, N. Matsui, H. Inoue, K. Li. and T. Inamura. Pedosphere. (査読有) 23(2): 169-176. 2013
3. Dietary nitrate loads on cows in dairy farm near Lake Dian, Kunming City, Yunnan Province, China. Anzai H, Oishi

K, Li K, Irbis C, Hirooka H, Inamura T, Kumagai H. Trace Nutrients Research. Reviewed. (査読有). 28: 54-57. 2011.

〔学会発表〕(計 4件)

1. 中国西部の人工湿地におけるヨシの刈取りがその再生産と硝化・脱窒に及ぼす影響. 田中貴・イラビス・王鵬雲・井上博茂・稲村達也. 日本作物学会 237 回講演会. 2014年3月
2. 中国雲南省滇池周辺の酪農家における乳牛への硝酸態窒素負荷. 安在弘樹・大石風人・李昆志・伊日布斯・広岡博之・稲村達也・熊谷元. 第28回日本微量栄養学会学術集会. 2011年6月
3. 中国雲南省滇池周辺の畜産における窒素・リン収支に関する研究. 安在弘樹・李昆志・伊日布斯・大石風人・熊谷元・稲村達也・広岡博之. システム農学会 2011年度春季大会. 2011年5月
4. 中国雲南省滇池周辺の畑作地域における酪農の実態. 熊谷元. 関西畜産学会第60回大会. 2010年9月

〔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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲村達也 (INAMURA Tatsuya)
京都大学・大学院農学研究科・教授
研究者番号：00263129

(2)研究分担者

間藤 徹 (MATOU Tooru)
京都大学・大学院農学研究科・教授
研究者番号：50157393

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：30144348

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

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：40260616

(3)連携研究者

()

研究者番号：