

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05244

研究課題名(和文) 食料生産と資源競合することなく農業者の所得向上に貢献できる工芸作物生産体系の確立

研究課題名(英文) Establishment of production system of industrial crops which contributes to the improvement of rural livelihood without competing the food production

研究代表者

岡田 謙介 (OKADA, Kensuke)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・教授

研究者番号：80391431

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,080,000円

研究成果の概要(和文)：インドグジャラート州にて薬用植物の野生採取から栽培の転換を進めている農家の食料生産と競合しない条件不利地での栽培が家計向上に及ぼす影響とその普及条件を解明した。森林隣地に居住する農家は多様な野生植物を食料・薬用に使っていたが、森林採取に多く依存しており栽培化が急務である。代表的な7種について、良好な生育には中程度の土壌肥沃性と排水性が必要であり栽培化に施肥設計を含めることが必要であった。また農家の識字率、携帯電話の所有等の条件の他に、薬用植物の知識が重要で、在来の植物療法士の役割が注目された。薬用植物の小規模栽培は家計の総収入の増加や、賃金労働日数の減少などの有益な効果をもたらしていた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人口増加により食物生産に必須な天然資源である土地・水および肥料原料に対する競合度が高まる中、農地周辺等の条件不利地における、食料生産と資源競合しない工芸作物の生産が途上国農家の生計向上に果たす役割が注目されている。中でも本来野生採取が行われてきた薬用植物の栽培化は種の多様性保護の観点からも重要である。本研究では作物と違い従来あまり注目されなかった薬用植物の農地での生育条件を解明し効率的な栽培の指針を得た。また本技術が農家の生計向上に貢献することを厳密な手法により解明できた。本研究は作物生理生態学とミクロ経済学の本質的な学際研究であり今後の農業開発の学問的取り組みのモデルケースとなる。

研究成果の概要(英文)：Farmers in Gujarat, India, are shifting from wild collection to cultivation of medicinal plants (MPs). The impact of cultivation on improving household income and the conditions for its spread in non-competitive, disadvantaged lands were elucidated. Farmers in forest neighborhoods use various wild plants for food and medicine, but rely heavily on forest extraction, and thus their cultivation is urgently needed. The 7 representative MPs are found to require moderate soil fertility and drainage, and thus soil fertility maintenance design is important in diffusion project. For the adoption of MPs cultivation, farmers' literacy, mobile phone ownership, and knowledge of MPs were important, and thus the role of traditional healers with botanical knowledge was closed up. Small-scale MPs cultivation had beneficial effects such as increasing total household income and reducing the number of wage working days. These information is useful for the further diffusion of the MPs cultivation.

研究分野：作物学

キーワード：薬用植物 インパクト調査 生物多様性 カウンターファクチュアル 技術採用 所得効果 生育環境 傾向スコアマッチング

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。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

世界的な人口増加により、食物生産に欠かすことのできない天然資源である土地・水および肥料原料に対する競合度が高まる中、発展途上国の農家所得を長期に渡って安定的に向上させるためには、食料生産と資源競合しない農業生産体系を併用することが有用であると考えられる。工業作物 (industrial crops) は、生産体系次第では食料生産と資源競合することなく農業者の所得向上に貢献できる可能性を秘めた農業生産物であり、近年、発展途上地域の農業経済におけるその重要性が見直されている。中でも薬用植物には、食用作物の栽培環境として相応しくない、例えば木陰や砂質土壌の上でも生育する種が多く含まれており、当該地域に適した種・品種を適切な方法により栽培することが可能になれば、食料生産に影響を及ぼすことなく、農家所得を大きく改善する潜在力を持っている。

しかしながら、学界におけるこのような生産体系に関する議論はきわめて限定的であり、また、このような生産体系の採用が農家所得にもたらす効果の計測方法も未だ確立されていない。

### 2. 研究の目的

これらの学術的限界を打ち破り、発展途上地域の農業者の所得向上と、世界的な食料安定供給の同時達成に資すべく立案された本研究は、インドにおける薬用植物の生産を例に、(1) 薬用植物の生育とその環境条件を総合的に調査することにより、(1)食物と資源競合を起こさない生産体系において、最適な栽培方法を導出するとともに、(2)導出された新技術がそのような特徴を持った農家に対してどのくらいの所得効果を持つのかについて、最新のプログラム評価の手法を応用し正確に計測することを学際研究として行うことを目的としたものである。

### 3. 研究の方法

インドのグジャラート州ナルマダ県にある Dediapada 町を中心として活動する NGO グループである Aadi Aushadhi を足がかりとし、その町の周辺の村落においてそのグループが推奨して薬用植物栽培を導入しつつある農家を対象に、多面的な事例研究を行った(図1)。このグループが推進しているのは、家庭菜園や未利用農地での薬用植物の小規模栽培であり、収穫した植物体を乾燥したままや粉末化、エキス化等の簡単な加工を施したのち、現地や周辺市町村の小規模市場において販売して農民の収入とすることを目指している。このグループのメンバーは全員が土着民族である Vasava 族に属し、その多くが薬用植物に関する豊富な在来の知識を



図1. 調査地の概要

持っている。まず森林から採取した食用・薬用野生植物をフィールドトレッキング調査でリストアップし、2016年12月と2017年2月の2回の訪問において、主要情報提供者への半構造化インタビューとグループインタビュー、また現地踏査と植物種同定を行ってその利用状況を分析した。

次に、薬用植物の生育に影響を与える地上部環境要因(被陰度)、土壌化学性(傾斜、ミニコアによる現地浸水性、目視インデックスによる土壌表面の礫による被覆の程度、pH、EC、有効態

P(オルセン法)、全窒素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、交換性 Ca, Mg, K)、土壌物理性(土性)を栽培農家の圃場で調査し、栽培されていたすべての薬用植物の種について、生存率と相対的な植物成長量を従属変数としてステップワイズ回帰を用いてモデル化した。平均的な日射条件は全天空写真から ArcGIS を用いた立体被陰度を求める手法を新たに開発して計測した(図2)。解析は上記グループによって栽培が勧められている10種の薬用植物のうち7種を対象とした。また農家に対して薬用植物栽培に関する構造化アンケート調査を2015年12月と2016年1月の2つの期間にわたって行った。



図2. 全天空写真からの被陰度の推計

またグループにメンバー加盟して薬用植物栽培パッケージを採用することに関する二項選択に関連する要因をロジット回帰分析を用いてモデル化し、薬用植物栽培を採用した農家と採用していない農家の間での、薬用植物栽培を取り入れたことの家計への影響を、平均的な処理効果で評価した。構造化アンケート調査は全305世帯(HH)を対象に2015年12月~2016年1月と2018年2~3月に実施し、傾向スコアマッチング(PSM)法を用いて比較可能なグループを作成して比較した。

最後に、薬用植物技術の採用を、二項選択モデルではなく、農家によってその程度が異なるものと考え、栽培の意欲や技術の違いによって定義される採用率(農家がNGOグループから受け取った苗数、観察時の植物体の現存数、観察時の種数、農地における薬用植物栽培面積の割合)を従属変数として、それに関連する社会経済的要因を、ペアワイズ相関、t検定、クラスカル・ウォリス検定を用いて分析した。データは、2015年2~3月に42人のSHGメンバーのHHを対象とした構造化アンケート調査によって収集した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 村落民にとっての薬用植物の意義と利用

この地域の農民にとって薬用植物は3つの点で重要であった。すなわち、持続的な健康管理、非木材林産物としての現金収入の創出、野生の食用植物としての利用による持続的な栄養源である。野生の食用植物90種をリストアップしたことで、Vasavas族の薬用植物の食用利用に関するこれまで欠落していた知識を得ることができた。季節ごとの消費パターンから、彼らは一年中野生の食用植物を採取して栄養源としていることが明らかになった。生息地の利用パターンからは、村落の生息地(18種)に比べ森林の生息地(176種)においてより多くの薬用植物を採集していることが明らかになり(図3, 4)、今後の栽培技術の導入による村落の生息地での薬用植物の栽培の可能性が浮き彫りになった。



図3. 野生薬用・食用植物採集地(村(a)、森林(b)、湿地(c))

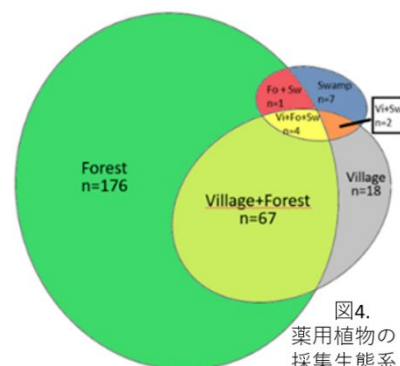


図4. 薬用植物の採集生態系

##### (2) 薬用植物の生育と生存率を向上させる生育環境

薬用植物の生育環境については、生存と生育速度に影響を

与える要因は種に固有のものであった。生育環境の重要な要因とその生存性への影響について、自然生息地ではなく農家の圃場で確認されたのは本報告が始めてである。ハウライアオカズラ (*Gymnema sylvestre*) は高いECつまり比較的土壤塩類の高い肥沃な土壤で生育が良く、Mg に対するKの比率が高いことが必要であった。マラバールナツ (*Adhatoda vasica*) にもやはり中程度の肥沃性と適度な排水性が必要であった。*Leptadenia reticulata* およびシャタバリ (*Asparagus racemosus*) について、土壤の排水性が重要であり、またPとKの肥沃性が重要であった。カミメボウキ (*Ocimum tenuiflorum*) に生存率も土壤の排水性と正の相関があった。サンピロート (*Andrographis paniculata*) は日陰に弱く、また弱アルカリの土壤に適していることが明らかになった。このようにこれらの薬用植物においては、主に土壤の物理的・化学的特性が影響を与えていることが明らかになった。現在、薬用植物の栽培には耕作に適さない土地が推奨されているが、土壤の栄養状態が栽培導入技術パッケージの設計に重要な要素であることが示唆された。

### (3) 薬用植物栽培技術の導入

農家による薬用植物栽培技術の採用決定に関する二項選択については、傾向スコアマッチング法により十分な数のサンプル数が確保されることが分かり(図5)、その分析の結果識字率、携帯電話やトイレの所有、薬用植物に関する知識、森林採取などの社会経済的要因が重要な予測因子となっていることが明らかとなった。また、薬用植物に関する知識が最も重要な技術採用の決定要因となっており、同部族に固有な伝統的な植物療法士の村落内における存在が、栽培を促進する上で重要な役割を果たしていることが示された。

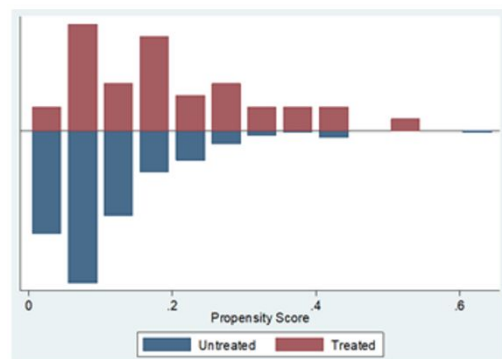


図5. 傾向スコアの密度分布

薬用植物の小規模栽培が生計に与える影響には、直接的なものと間接的なものがあった。直接的な影響は、家計の総収入(一人当たり)の増加によって示された。生活に対する間接的な効果は、賃金労働日数の平均減少によっても示唆された。さらに副次効果として薬用植物導入のための技術導入はメンバーの間で農作物の多様性を有意に増加させた。

### (4) 薬用植物栽培技術の採用の程度に影響を与える要因について

最後に、技術を採用した農民の間でも、さらにその程度に影響を与える要因について、2015年2~3月に調査を行ったデータを用いて分析した。その結果、技術の採用の程度に対して、農家の所得や薬用植物栽培への農家の労働力の振り向きの余力の低い農家は採用率も低いことが明らかになり、農業以外の仕事により忙しいことが原因と推察された。また、電気の供給やバイク・自動車などの開発指標は薬用植物の残存種の多様性にも正の関係があり、その指標が高い農家は、同じ種の苗木を多く栽培するよりもより多くの種を実験的に栽培する傾向があることが示された。また、灌漑パイプの配布などの農業関連の政府からの制度的支援は採用率の向上と相関関係があり、薬用植物栽培のための研修等のトレーニングに加えて、このような農業施設支援という形で制度的支援を拡大することの重要性が浮き彫りにされた。

### (5) 結論

本研究は、小規模な薬用植物栽培の成功条件とその効果を分析した最初の研究である。その

結果、薬用植物パッケージの採用は、彼らの伝統的な知識を保護し、農作物の多様性を高める機会を提供することで、Vasava コミュニティに社会文化的な影響を与えていることがわかった。また、利用可能な土地資源から収入を得る代替手段を提供し、賃金労働者の国外移住の日数を減らすことで、彼らの生計をさらに向上させた。また薬用植物に関する在来知識を持っている伝統的な治癒者の潜在的な役割について、農民の薬用植物栽培の採用決定における薬用植物の知識の重要性を通して見出された。本研究の限界は、結果が現地 NGO の制度構造に特有のものであることである。しかし、本研究のアプローチは他の地域でも再現可能であり、政策的な意味合いを引き出すためにも優先的に検討すべき研究課題である。

したがって、生育環境の詳細な解析、そのコミュニティにとっての薬用植物の社会文化経済的な重要性、より高い採用の浸透のためのインフラストラクチャーの枠組みなどについて、地域間で比較可能な形で結果を提示するためには、異なる制度構造や異なる農業気象地域における薬用植物栽培技術の導入の効果のさらなる調査が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Chauhan, S. H., Yadav, S., Takahashi, T., and Luczaj, L., D' Cruz, L., and Okada, K.	4. 巻 14
2. 論文標題 Consumption patterns of wild edibles by the Vasavas: a case study from Gujarat, India	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine	6. 最初と最後の頁 57
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.1186/s13002-018-0254-3">https://doi.org/10.1186/s13002-018-0254-3</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Chauhan S.H, Yadav S Takahashi T, D' Cruz L, Okada K
2. 発表標題 Consumption of wild edibles by Vasava tribals: Implications for sustenance and conservation of indigenous nutritional knowledge
3. 学会等名 Society for Economic Botany (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡村昌平・高橋太郎・D'Cruz L・Francis McWan・Ketan Pateliya・岡田謙介
2. 発表標題 インド半乾燥熱帯の稲作における適切な施肥量推定の試み
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第120回講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Sonali Hasmukh Chauhan, Lancelot DCruz, Francis Macwan, Taro Takahashi, and Kensuke Okada
2. 発表標題 Adoption, Impact and Sustainable Management of Medicinal Plant Cultivation for Alternative Income Generation in Tribal Communities in Gujarat.
3. 学会等名 International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences (ISSAAS) 2015 & 118th Japanese Society for Tropical Agriculture (JSTA) International Joint Conference
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Chauhan, S. H., Takahashi, T., & Okada, K.
2. 発表標題 Determinants of rates of adoption for medicinal plant cultivation for alternative income generation: Case study of Vasava tribals in Gujarat, India.
3. 学会等名 Joint International conference of Japan Society for International Development (JASID) and Japan Association for Human Security Studies (JAHS), 2019年11月17日、東京大学駒場(東京・目黒区)(国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	高橋 太郎  (Takahashi Taro)	ブリストル大学(英国)・Bristol Veterinary School・Associate Professor	プロジェクト期間中に転出
研究協力者	チャウハン ソナリ ハスムク  (Chauhan Sonali Hasmukh)	東京大学・大学院農学生命科学研究科・特任研究員	