

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 23年 5月 31日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21580401

研究課題名（和文） 耐乾性外来樹の拡大と地域水文／経済への影響

研究課題名（英文） Effect of expansion of invasive tree species on farm household income in Tamil Nadu, India

研究代表者 佐藤孝宏（SATO TAKAHIRO）

京都大学・東南アジア研究所・助教

研究者番号：80444488

研究成果の概要（和文）：

本研究では、インド南部の農村を対象に、耐乾性樹種（*Prosopis*）の被覆面積拡大が家計収入に与えた影響について分析した。同樹木による土地被覆は2000年以降急速に拡大し、10年には農地面積の72%を占め、同村の農業は大きく衰退した。しかしながら、民間企業による発電事業への参入が完全自由化されたことで、プロソピスを利用した火力発電所が建設され、その実質価格は2003～09年の間に2倍以上に上昇した。その結果、プロソピスの拡大は村内純生産の上昇に寄与していることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：

We report on the effect of expansion of invasive tree species (*Prosopis juliflora*) on household income in the semi-arid farm village in Tamil Nadu, India. *Prosopis* land cover had been expanded rapidly since 2000, and it shared 72% of the agricultural land. The invasion of *Prosopis* forced the farmers to give up their agricultural practice. However, the result of this study exhibited that the household income of the villagers was increased because the constant price of *prosopis* increased more than double. Such price changes were created by the increasing demand for *prosopis*, because several power stations using *prosopis* as an electricity generation material had been established nearby village.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学・環境農学

キーワード：侵略的外来種、*Prosopis*、家計収入、バイオマス発電

1. 研究開始当初の背景

インド亜大陸の南東端に位置する Tamil

nadu 州は、州土の多くが年間降水量700-1000mm程度の半乾燥地域である。限ら

れた降水を有効に活用すべく、表面流出水を集積する「ため池灌漑システム」が古くから発達し、ため池受益地 (*Nanjai*) における稲作と天水畑 (*Punjai*) における雑穀栽培を中心とした自給的農業が 1970 年代まで営まれてきた。しかしながら、同地域の降水は年々変動が大きく、およそ 3 年に 1 回程度の割合で干ばつが発生する。1950 年代後半に同地域を襲った大干ばつをきっかけに、Tamil nadu 州政府はその対策に乗り出した。1 つは運河および井戸の導入による水源確保であり、もう 1 つは耐乾性樹木プロソピスを利用した木炭生産による低所得者層の現金収入源確保である。

プロソピス (*Prosopis spp.*) は、中央アメリカを起源とするマメ科ミモザ亜科に属する樹木である。その強い耐乾性は、広大な根系システムと乾燥時の落葉により蒸散量を減少させるメカニズムにあるとされる。材・子実の利用を目的として、20 世紀初頭より世界中の乾燥・半乾燥地に広く導入されたが、枝に多くのトゲを持つ・葉の成分がアレロパシー作用を持つ、など利用上のマイナス面も有し、一般的には侵略的外来種として認識されている。

申請者は、Tamil nadu 州を東西に流れる、Gundar 川流域のため池灌漑農村を対象とした研究を 2007 年より開始し、1970 年代以降の同地域の農業変容とその要因、ため池および地下水涵養に水管理方法の影響がどのような影響を与えるかなどについて調査・研究を進めてきた。その結果、換金作物市場の発達に伴う上流部での井戸灌漑の急速な拡大により、70 年代までため池灌漑を中心として持続的に営まれてきた流域内部の水利バランスが崩壊したこと、中・下流域の農村では依然として不安定なため池灌漑に依存せざるを得ず、結果として同地域の人口流出が起こっていることを見出した。これらの調査過程において、水源確保の困難な地域ほどプロソピスが繁茂している状況を目の当たりにしてきたが、その一方で、プロソピスの繁茂する土地所有者が、一切の投資を一切の投

資を行うことなく、雑穀栽培による収益と同等の収益を得ていることや、プロソピスによる木炭生産が農業労働者層・貧困層に対して乾期中の貴重な労働機会を提供している、などの知見も得ることができた。そこで、同地域における持続的発展を考えた時、プロソピスの占有面積拡大という現状がどのような意味を持ちうるのかについて、様々な知見から総合的に評価すべきと考え、本研究の申請の考えに至った次第である。

2. 研究の目的

本研究は、インド・Tamil Nadu 州のため池灌漑地域の農村を対象として、かつて貧困削減を目的として導入されたものの、その急速な占有面積拡大が現在大きな問題となっている、マメ科樹木プロソピス (*Prosopis spp.*) を視点の中心として研究を進め、同樹木が地域住民の生計確保にどのような影響を与えているかについて考察することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 調査対象村について

申請者が 2007 年から研究を行っている Gundar 川流域を対象に、調査村選定のためのサーベイを 2009 年 6 月に実施した。その結果、Tamil Nadu 州 Virudhunagar 県にある、Perunjaripudupatti 村 (P 村) を研究対象として決定した。同村は Tamil nadu 州第 2 の

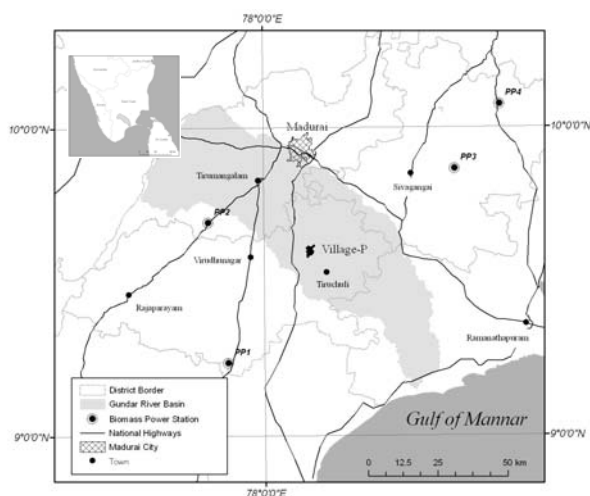


図 1 調査対象村の位置

都市 Madurai からおよそ 30 km 南に位置しており、同市からバスで 1 時間程度かかる。

後述する悉皆調査によって得られた情報によれば、2011 年 2 月時点における同村における総世帯数は 234 戸であった。インド統計局によって 1991 および 2001 年に実施されたセンサスによれば、同村の総世帯数は、302 戸および 273 戸であるため、過去 20 年間同村の世帯数は減少を続けていることになる。同村の総世帯数 234 戸のうち、土地所有世帯は 129 世帯、土地なし世帯は 105 世帯である。

図 2 に調査村である S 村の地図を示した。

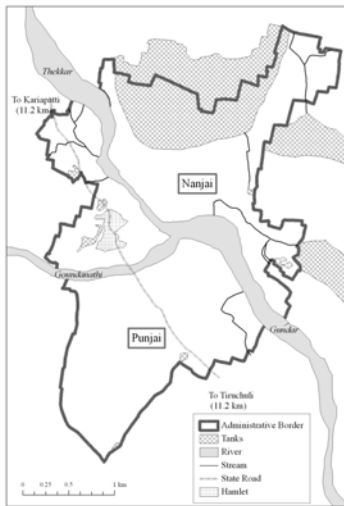


図 2 S 村の地図

同村の総面積は 767ha である。村の北部には雨季に機能する溜池があり、Nanjai と呼ばれるため池受益地に対して灌漑水を供給する。ため池受益地の南方には Punjai と呼ばれる天水畑が広がっている。Gundar 川は Thekkar および Goundanathi という二つの支流があるが、これらの支流は同村の内部で合流し、P 村より Gundar 川と呼ばれるようになる。本河川は季節河川であり、雨季のみ水流が認められる。

(2) 衛星画像分析

2002 年及び 2009 年における同村の高解像度衛星画像を入手し、教師つき分類によりプロソピスの被覆状況を推定した。

(3) バイオマス発電所等での聞き取り調査

プロソピスの流通を量的に把握するため、卸売業者に仕入価格および販売価格などに

関する聞き取りを行った。また、後述するようにプロソピスがバイオマス発電所において消費されていることが明らかになったため、P 村周辺にある 4 つのバイオマス発電所において、事業担当者に対して発電量、プロソピスの消費量、設立年などといった情報に関する聞き取りを行った。

また、プロソピスの販売価格の価格推移を把握するため、Tamil nadu agricultural University の学生寮における帳簿に記載された、2003 年～09 年におけるプロソピス販売価格に関するデータを収集した。

(4) S 村の悉皆調査

予備調査終了後、2011 年 1 月～2 月の間、同村に在住する全世帯を対象に調査票を用いた聞き取り調査を行った。調査項目は、①世帯構成、2000 年、05 年、10 年における②土地所有面積、③作目別の栽培面積及び収量、④プロソピス伐採作業への従事日数と労賃、⑤農業雇用労働への従事日数と労賃、⑥家畜の所有および畜産物の販売状況、⑦農外雇用労働への従事日数と労賃、⑧その他の収入（プロソピスが繁茂する農地を所有している場合は、ディーラーが支払う伐採権料なども含む）等である。これらのデータを基にして、各世帯における世帯収入の推定を行った。

4. 研究成果

(1) プロソピス被覆面積の拡大

図 3 に衛星画像分析による、2002 年及び 2009 年におけるプロソピスの被覆面積の違いを示した。P 村でのプロソピス総被覆面積は、2002 年および 2009 年においては、264ha（P 村の総面積の 34.9%）および 325ha（同 42.4%）であり、2002 年からの 7 年間で 1.2 倍強増加していることがわかる。また、プロソピスの分布は両画像で異なっており、図 2 との比較から、2002 年には共有地である溜池

内部に多く繁茂していたが、2009年には私有農地へとその分布の中心が移っていることが読み取れる。

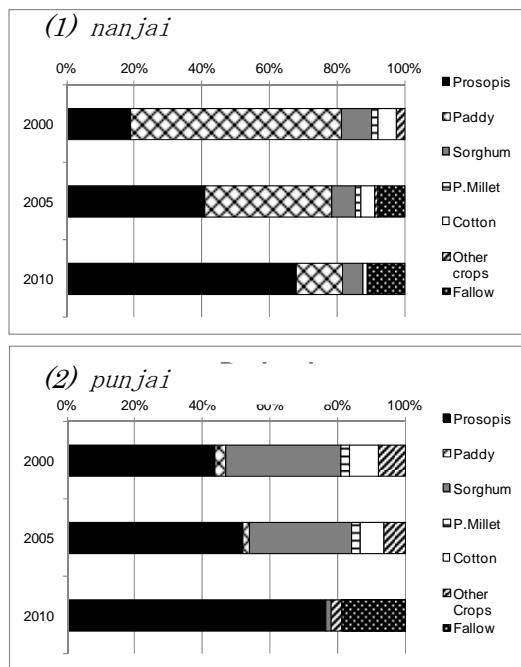
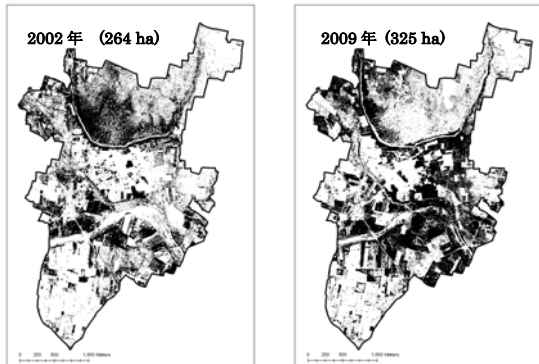


図4 過去10年間における作物推移

P村における過去10年間の作物の推移を図4に示した。2000年当時は、主に水稲(60%)がnanjaiにおいて栽培されており、ソルガムをはじめとする雑穀類およびワタなどの栽培もあり、全体の80%程度で農業生産が行われていた。この傾向は2005年でもある程度維持されていたが、2010年になると水稲栽培が急速に低下し、プロソピスの被覆が急速に増大していることがわかる。punjaiでは

2000年当時、ソルガムが主に作付され、他の作物とあわせて50%強の農地で農業生産が行われてきたが、nanjaiの場合と同様に2010年になると、ソルガム栽培が急速に衰退し、その一方でプロソピスによる被覆が急速に増大していることにわかる。

(2) 小規模バイオマス発電所の建設とプロソピスの価値の変化

前述のように、プロソピスは、薪炭材または木炭生産の資材として使用されている。しかしながら、2003年における電力法の制定により、プロソピス需要に大きな変化が生じた。それは、電力法によって民間企業による発電事業への参入が完全自由化された結果、P村の近辺にプロソピスを発電資材とするバイオマス発電所が出現したことである。電力法の制定は、1991年の経済自由化以降に急速に増大した電力需要を反映したものであった。図5にTamil Nadu州における小規模バイオマス発電所による発電容量の推移を示した。電力法の制定直後である2003-04年には発電容量は10MWに過ぎなかったが、その後急速に上昇し、2009-10年にはおよそ13倍に増加している。P村の周囲では2006年以降4つのバイオマス発電所が建設された。これらの発電所では、発電の全てをプロソピスによって賅っているわけではなく、利用量は日々変動する。聞き取りによれば、一日当たり100~280トンのプロソピスが利用されていること

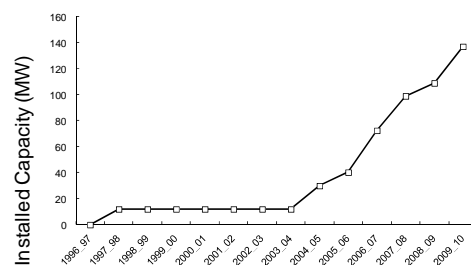


図5 バイオマス発電による発電容量の推移

がわかった。

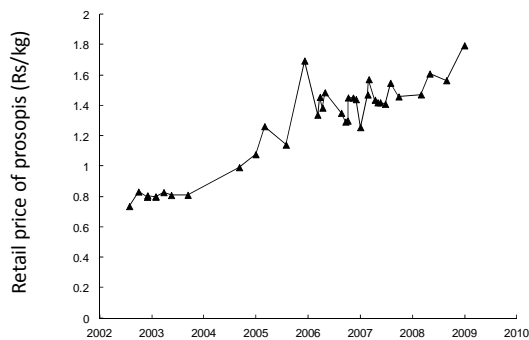


図 6 プロソピスの価格推移

プロソピスの需要増大を反映して、その価格も同様に上昇している。図 6 に 2003～09 年におけるプロソピスの販売価格の推移を、2003 年を基準とした実質価格で示した。図 5 に示した発電容量の推移と同様に、2003 年まではその価格にほとんど変化が認められないが、それ以降季節変動を示しながらも上昇を続け、2009 年には 1.8Rs/kg と 2.2 倍強に上昇している。

(3) P 村における家計収入構成とプロソピス拡大の影響

前述のように、P 村におけるプロソピスの被覆面積は 2005 年以降急速に増大し、その結果として農業生産の衰退を招いている。その一方で経済自由化以降の電力需給の逼迫を反映し、プロソピスを発電資材とするバイオマス発電所が P 村の周囲に建設され、結果としてプロソピスの実質価格は 2 倍以上に上昇した。このような変化は P 村世帯の家計収入にどのような影響を与えたのだろうか。

表 1 に、P 村在住の土地所有世帯および土地なし世帯における、2000、2005 年および 2010 年における家計収入（2000 年を基準とした実質価格）を、その構成要素（農業収入、

農業雇用労働収入および非農業収入）によって 3 つに分け、それらをさらにプロソピスに関連するか否かに分類して示した。まず、土地なし層についてみてみると、2000 からの 10 年間で家計収入が約 2 倍に上昇していることがわかる。これは、農業の衰退に伴って雇用農業労働の機会が減少したにもかかわらず、それを補完して余りある雇用機会がプロソピスの繁殖によってもたらされていることを意味している。次に、土地所有者層についてみる。P 村の土地所有者層のほとんどは零細農家のため、自らが所有する農地からの収入だけではまかなえず、雇用農業労働にも従事している。前述したような農業の衰退によって、農業生産および雇用農業労働は減少したが、プロソピスの伐採によって発生する伐採権料、およびプロソピス伐採作業への従事によって、やはり 2000～10 年の間で収入がおよそ 1.5 倍になっていることがわかった。

表 1 P 村における家計収入の推移

Category of Household	Category of Income	Kind of Works	2000	2005	2010
Landless	OffFarm Work Income	Agricultural Wage Labor Works	1615	1394 (0.86)	636 (0.39)
		Prosopis Cutting Works	4217	7015 (1.66)	10689 (2.53)
		Total	5832	8409 (1.44)	11325 (1.94)
Land holder	OrFarm Work Income	Agricultural Production	5838	3024 (0.52)	850 (0.15)
		Stumpage of Prosopis Trees	277	1179 (4.26)	3519 (12.7)
		Sub Total	6115	4203 (0.69)	4369 (0.71)
	OffFarm Work Income	Agricultural Wage Labor Works	1328	1361 (1.02)	888 (0.67)
		Prosopis Cutting Works	1557	3124 (2.01)	7794 (4.97)
		Sub Total	2885	4485 (1.55)	8622 (2.99)
Total		9000	8688 (0.97)	12991 (1.44)	

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 0 件）

〔学会発表〕（計 2 件）

① Takahiro SATO, Muniandi

JEGADEESAN, 2011. " Beyond ater-intensive agriculture: expansion of invasive tree species in Tamil Nadu, India". *International Workshop on Development, Environment and Socio-political Transformation in South Asia: Diversity*

*and Sustainable Humansphere in
Contemporary Dynamism*, Sep. 22, 2012,
Inamori foundation hall, Kyoto Univ.

② 佐藤孝宏, 2011.”水資源依存型農業からの脱却—タミルナードゥ州マドゥライ近郊の農村における外来樹拡大—”, 現代インド地域研究京都拠点(KINDAS) 第5回定例研究会、平成22年7月24日、京都大学稲盛財団記念館

〔図書〕 (計0件)

〔産業財産権〕 特になし

〔その他〕 特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 孝宏 (SATO TAKAHIRO)

研究者番号 : 80444488

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし