

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12476

研究課題名（和文）世界に香るアロマオイルが原産地域の伝統的な植物利用とその生態系に及ぼす影響

研究課題名（英文）Impacts on traditional utilization and original habitats of useful plants for aroma oil smelling across the world

研究代表者

佐藤 宏樹 (Sato, Hiroki)

京都大学・アジア・アフリカ地域研究研究科・准教授

研究者番号：90625302

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：マダガスカルでは森林資源の伝統的な知識に基づき、精油などの植物資源のグローバルな商業化が起こっている。植物利用の商業化が伝統的な利用体系に及ぼす影響を検証した結果、精油生産地では *Cinnamosma fragrans* などの植物資源が非持続的に採取されていた。国立公園はこうした植物を保護し、住民による持続的な利用を許可している。生物と文化の多様性が長期間共存する状況下では植物利用の知識が蓄積され、原生林は有用植物の宝庫として認識されている。近年は商業的利用が禁止される一方で焼畑や木炭生産に起因する森林火災が有用植物資源の供給サービスを脅かしており、火災を管理する対応策を早急に整備する必要がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

野生の植物は人々の利用が伴って有用植物という価値が生じる。その知識に基づき植物資源が商業化されると非持続的な採取に陥り、伝統的な利用体系が脅かされてしまうことが多い。そうした中で住民参加型の保護区域は森林を保護し、住民による持続的な森林利用を維持させる機能を有している。こうした状況下では伝統的な知識の蓄積が促進され、自然林が有用植物の宝庫として価値を高めることが示唆された。本研究の成果は、生物多様性と文化多様性が共存することの意義と必要性を示している。

研究成果の概要（英文）：Global commercialization of plant resources such as aromatic oils is occurring in Madagascar based on traditional knowledge of forest resources. We examined the impact of the commercialization of plant use on traditional use systems, and we found that plant resources such as *Cinnamosma fragrans* were non-sustainably exploited in essential oil production areas. Ankarafantsika National Park, which is the largest habitat for this species, protects forests and permit sustainable forest use by the local communities. In situations where biological and cultural diversity coexist for long periods of time, knowledge of plant use has accumulated, and the primary forests are recognized as a treasure trove of useful plants. In recent years, while commercial use has been banned, forest fires caused by slash-and-burn agriculture and charcoal production threaten the supply service of useful plant resources, and response measures to manage the fires need to be urgently developed.

研究分野：民族植物学、地域研究、生態学

キーワード：有用植物 伝統利用 商業利用 持続性 保全 アロマオイル

(1) 研究開始当初の背景

人類はその誕生以来、有用な植物資源を採集して生き延びてきた。1-2 万年前以降は、特定の有用植物を栽培化することによって生産量を高め、その生計を安定化させた。有史以降の人口増加と大規模な移住、大航海時代、植民地時代を経て国際市場が成立した現代に至るまで、多くの栽培種・野生種が原産地を大きく離れて利用されるグローバルな商用資源となっていく。これまでの歴史における植物資源のグローバルな商業化は、原産地において2つの危機をもたらしてきた。1つ目の危機は、原産地における地域住民の伝統的な知識と利用体系の喪失である。商業的な有用植物資源の発見は、原産地における伝統的な利用がきっかけになることが多い(Cox & Balick 1994 Sci Am)。国際市場に対する資源供給を課せられるようになると、原産地を保有する地域住民は対象資源の効率的な一次産品の採集・栽培に特化する生産者としてビジネスに組み込まれることが多い。その結果、多様な有用植物の知識やその持続的な利用体系が途絶え、地域社会の文化や他の植物の商業化の機会が失われる(Ramirez 2007 Ethnobot Res Appli)。2つ目の危機は、原種個体群およびその生育環境の破壊である。野生種の場合、乱獲や過剰採取が横行し、直接的に当該植物の個体数を減らす(香木や黒檀など Soehartono & Newton 2001 Biol Conserv)。栽培種の場合、改良品種の大量栽培のためにプランテーション農場が設置され、生育に適した自然環境が破壊される(カカオやアブラヤシなど Fitzherbert et al. 2008 Trends Ecol Evol)。原種の個体群が減るだけでなく、改良品種への置き換えに伴う遺伝的な多様性を失うことになる。近年ではイネやムギの野生種が絶滅危惧種に認定され、ようやく原種および原産地の生態系保全の必要性が認知され始めている(IUCN 2017)。上記の2つの危機を乗り越えながら、地域社会の経済発展に寄与する新規の植物資源の商業化とその生育環境の保全を両立させることが、民族植物学・保全生物学・政治生態学といった学術分野で共有する危急の課題となっている(Cotton 1996 “Ethnobotany”; 藤岡 2016 “サバンナ農地林の社会生態誌”)

(2) 研究の目的

研究開始当初の目的

本研究ではアフリカ大陸の東海岸沖・マダガスカル島を原産とする高木種 *Cinnamosma fragrans* (シナモスマ・フラグランサ: カネラ科) に着目する(図1)。*C. fragrans* はマダガスカル北西部の熱帯乾燥林にのみ生育する固有種であり、樹皮、葉、果実には芳香を有する(Schatz 2001)。同地域の農耕民サカラバ(Sakalava) 社会では マンジャバサルチャ(Mandravasaotra = 魔除け・厄払いの意) と呼ばれ、その葉や樹皮を煮だした茶を咳や発熱、腹痛、マラリアなどに効く薬として伝統医療の場で使用されてきた(Randrianarivelosia et al. 2003 Malaria J)。こうした在来知を基に2000年代後半に *C. fragrans* の葉や樹皮から抽出した精油の芳香成分(1,8 シネオールとサビネン: Tucker et al. 2008 J Essent Oil Res) や、その抗菌作用(Randrianarivelo et al. 2009 Food Chem) が科学的に立証されていく。2010年代からは国内外の化粧品業界におけるアロマオイルとしての商品化がすすめられ、マダガスカル都市や空港で販売されるほか、現在ではオンライン販売によって先進国からも購入が可能となっている。我が国では本種の精油を扱う企業に対し、日本貿易振興機構が対日輸出促進支援を実施している(日本貿易振興機構 2012)。またマダガスカル人による露天商が薬草や土産物とともに *C. fragrans* の自家製アロマオイルを販売している事例も見られ、野生個体群の生育地では植物資源の商業化が急速に進んでいると考えられる。本研究では現在起こっているグローバルな商業化の実態とらえ、地域住民の伝統的な利用体系と野生個体群と生育環境にどのような影響を与えているかを評価しながら、これからの植物資源の商業化と保全の両立を再考することを目的とした。



図1. *C. fragrans*の樹木(左)と精油商品(上)

COVID-19 パンデミックによる研究目的の変更

2020年初旬に流行が始まったCOVID-19の世界的なパンデミックにより、海外渡航の禁止措置およびマダガスカル共和国国内における活動制限を強く受け、2020年4月から2021年12月まで実質的な研究活動は実質的な中断を余儀なくされた。また、2021年12月に再びマダガスカルに渡航した際には、調査地である北西部の熱帯乾燥林保全をめぐる状況は著しく変化しており、地域住民の伝統的な植物利用と *C. fragrans* を含む植物資源を脅かす要因は森林産物のグローバルな商業消費よりもむしろ地域住民の食糧や燃料を確保するための粗放的な焼畑および木炭生産へと変化していた。そこで、本研究はマダガスカル北西部熱帯乾燥林地域における植物資源の伝統的な利用体系と森林が保有する植物資源の多様性と現存量を把握し、森林火災がいか

に有用植物資源とその利用を可能にする伝統的な知識の損失に寄与しうるかについて考察することを新たな目的とした。

(3) 研究の方法

C. fragrans の精油生産プロセスの観察および精油の商品価値の評価

C. fragrans の精油を扱う卸売業者に主な精油生産地を聞き取り、主な生産地を訪問して精油生産プロセスを観察した。特に原料となる *C. fragrans* の葉の仕入れに関しては、栽培個体由来か野生個体由来かを聞き取り、野生個体から採取する際には同行して、原料の仕入れから精油の抽出までを観察した。

また、精油の商品価値を把握するために販売価格を記録すると同時に、各生産地で抽出した精油の化学成分を比較するためにマダガスカル応用化学研究所でガスクロマトグラフィーによる成分分析を行った。

熱帯乾燥林における有用植物の伝統的な利用と資源量の評価

マダガスカル北西部に位置するアンカラファンツィカ国立公園は同国に残存する最大面積の熱帯乾燥林を保全し、住民による持続的な森林資源利用を許可している。また、同国立公園の原生林では、本課題の代表者を含めた京都大学の研究者が 15ha の森林調査プロット(500m x 300m)を設置し、胸高直径 5cm 以上の木本植物個体(樹木とツル)をすべて識別し、種を同定している(科研費 #18KK0179 の成果)。

本課題では *C. fragrans* を含む有用植物の伝統的な利用方法と原生林における植物資源量の評価するため、国立公園内の 3 か村に居住する森林資源に詳しい住民 20 名を対象に 15ha プロットに出現する木本植物全種の有用性に関する情報を聞き取り調査によって記録した。それらの聞き取り調査データを元に、植物各種の利用価値指数、汎用性指数、各種資源カテゴリーの現存量を算出し、重要な植物種の特異性や森林の価値に関して検討した。

3-4. 森林火災の被害評価

2021 年 10 月にアンカラファンツィカ国立公園の研究協力者より、本課題が対象としている原生林が火災被害に遭ったと連絡があり、同年 12 月以降は同地域の有用植物資源およびその持続的な伝統利用に対して負の影響を与える森林火災の被害について調査を実施した。森林火災エリアのドローン撮影写真、衛星画像、航空写真などの画像解析によって焼失面積を推定した。また、森林資源を利用している国立公園内の住民を対象に、火災の原因や森林利用への影響などに関する聞き取り調査を行った。

(4) 研究成果

C. fragrans の精油生産プロセス

精油の生産プロセスはアンカラファンツィカ国立公園南部の外縁に位置する村 A および北西部の州都マハジャンガ近郊の村 B で行った。いずれも海外資本の化粧品業者が導入したアランビック蒸留装置によって野生個体群から採取した葉から精油を抽出していた。村 A では焼畑などによって人為的に荒廃した二次林に残存する *C. fragrans* から大量の葉を抽出していた。精油 1 リットルを得るのに葉は 100kg 必要であり、これを 60-80 個体の樹木の葉から採取する。1 か月あたり 20 リットル、すなわち最大 2 トンの葉を採取することとなり、貧弱なく乱林の天然資源に依存する村 A では、その持続性が危ぶまれる。一方、村 B では現時点では小さな分断林に生育している野生個体群に原料を依存しているものの、*C. fragrans* の苗木を育てており、栽培化に取り組んでいた。

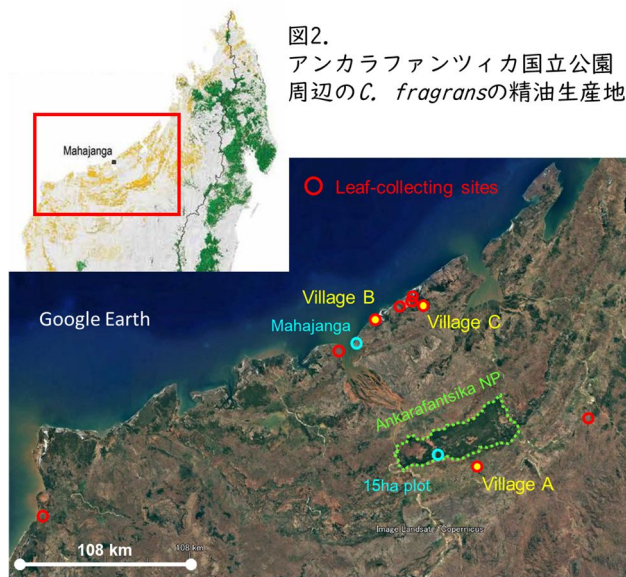


図2.
アンカラファンツィカ国立公園
周辺の *C. fragrans* の精油生産地

精油の化学成分と商品価値

村 A の精油 1 リットルの卸売価格は約 25USD であるが、これが首都では 44USD となる。さらに国内市場での販売価格は 300USD であるが、パリで確認した国際市場での販売価格は 1080USD にまで高騰していた。生産現場から国際市場に至るまでに大きな価格変動があり、国際市場で得られる経済的な利益は生産地には還元されていない現状が浮かび上がった。フェアトレードの観点などから、生産者らの生活向上や環境保全に貢献できるような価格の見直しが必要であると考えられる。

一方、生産から国際市場で取引されるまでには厳正な品質チェックが行われる。精油生産地の地図に示した村 A, B, C で抽出した精油の成分を調べたところ、村 A ではリナオールが 70%、村 B, C では 1,8-シネオールが 40% を占め、海岸部と内陸とでは化学成分に大きな差がみられた (表 1)。国際市場向けに出荷される精油は品質チェックをうけて、1,8-シネオールが 30-40% ほど含まれるものに厳選される。よって、村 A のような異なる芳香成分の精油は国内などの市場向けになる可能性が高い。この化学成分の差異が土壌や気候などの環境要因か、個体群特有の遺伝的要因によって生じるのかは明らかになっていない。

表 1. 産地別の *C. fragrans* 精油の化学成分

Component	Village A	Village B	Village C
1,8-Cineol	0.7	41.8	34.6-46.9
Linalool	69.9	2.2	1.1-4.4
Limonene	4.0	17.0	12.9-18.1
Sabinene	0.1	8.6	7.1-8.5

熱帯乾燥林における有用植物の伝統的な利用と資源量

原生林 15ha 区画内には 54 科 166 種約 4 万本の木本植物の幹が識別された。国立公園内の森林資源に詳しい 20 名の聞き取り調査の情報と統合すると、130 種、90% 以上の幹が有用植物に該当する。有用植物種の 80% はマダガスカル固有種である。民族植物学分野の先行研究に従った 11 カテゴリの用途別に現存量を評価したところ、幹数 10% 以上の現存量を保有する用途は多い順に建材、道具、社会的利用、薬だった。建材や道具などの知識は重い木材を持ち運ぶことのできる成人男性に、社会的利用や薬に関する知識は祈祷師や伝統医などの特殊な知識層に蓄積されていると語られた。100 年近く住民に持続的な植物利用を許容してきた国立公園の保全政策が住民の植物資源に対する在来知の発達および維持を促し、同森林は豊富な有用植物の供給源としてその価値を高めていると考えられる。

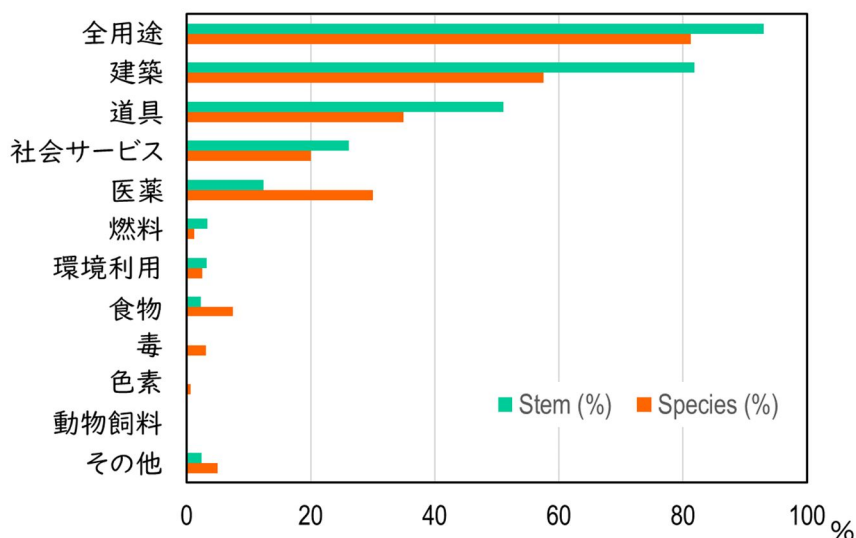


図 3. 15ha 内の木本植物の種数 (計 160 種) および総幹数 (約 4 万本) に対する有用植物の割合

さらに各種の利用価値指標、汎用性指標、幹数、固有性、IUCN レッドリストカテゴリー、CITES 規制状況を変数として主成分分析を行ったところ、現在の保全優先度は有用性の高さとも必ずしも一致しないことがわかった。国際市場でも取引がされている高級木材である紫檀 (*Dalbergia* 属) や黒檀 (*Diospyros* 属) は IUCN や CITES などにリストアップされており、保全の優先度が高いものの、伝統的な利用が行われる村落では家具や薪などに用途が限られていた。一方で最も利用価値指数が高かった植物は、本課題で当初から着目している *C. fragrans* であった。葉や樹皮に香る芳香のために多くの住民が薬用植物として認知しており、発熱、咳、鼻づまり、腹痛、頭痛、歯痛などの症状緩和に葉や樹皮の煮汁を服用する。その利用は必要な時に最小限の量だけを採用するため、持続的な利用法であると考えられる。一方、汎用性 (薬・建材・道具など) の高い *Cedrelopsis grevei* に関しては、樹皮や木材に強い苦みを有するため、苦み成分によって筋肉痛や疲労に効く薬として利用されたり、シロアリに耐性のある木材として、建材や道具の柄や杵、棺桶の材料として重宝される。*C. grevei* の使用部位は樹皮や幹であるため、伝統的な利用方法でも侵襲的な採取になる。住民らは国立公園が建材の伐採を許可した森林エリア内で有用な樹木を利用しているが、多様な用途で重宝される *C. grevei* は他の樹種より資源量が減っている状態であった。これら 2 種は現時点で保全の優先度は低い。また、*C. fragrans* だけでなく *C. grevei* もアロマオイルとして樹皮から抽出される精油が国内外の市場で流通している。国立公園では商業的な利用は禁じられており、本課題の調査においても商業利用は確認できなかったため、国立公園内では森林が保全される限り、有用植物資源も維持される可能性が高いが、

野生下での資源および住民による持続可能な利用を維持するために資源管理政策を整備すべき状況にあると考えられる。

森林火災の被害

火災は国立公園南端よりも外部に位置する都市から発生し、貿易風の影響を受けて西側の公園内の村落が森林資源採集に利用する森林および学術調査やエコツーリズムに利用する原生林エリアにまで延焼した(図4)。2021年10月中旬の1週間で、火災被害に遭ったエリアではわずか1週間で衛星写真の正規化差植生指数が優位に低下しており、その面積は1085haと推定された。

公園内の住民は外部の都市に住む住民が焼畑耕作地の拡大や木炭生産を目的として火を放ち、それが延焼したと認識している。公園内の住民は有用植物資源の供給サービスや土壌流出を防ぐ機能の劣化を懸念していた。こうした森林火災の被害は2017年以来、乾季の後半に多発しており、2021年の火災は2000年以降に確認できる火災被害で最大の焼失面積を記録した。国立公園局のパトロールや消火活動が追いつかずに森林の焼失速度は著しく速くなっているという。一方、火災が鎮火した前線は森林内のエコツーリズム用のトレールであることが確認されたことから、森林内にトレール状の防火帯を設置することは延焼防止に有効であると示唆された。アンカラファンツィカ国立公園は住民と森林の植物との相互作用を長きに渡って保全し、有用植物の伝統的な利用方法の創出と維持に貢献してきた。そうした生物・文化多様性をわずか数日で無にしないためにも、森林火災の防止と管理は同地域が今後に対応すべき喫緊の課題となっている。



図4. ドローンで撮影したアンカラファンツィカ国立公園内の原生林(左)と2021年10月の火災跡地(右)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔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 Sato H, Kaneko T, Yamada T, Razafiarison ZL, Rakotondragaby DR, Rakotomanana H, Kitajima K
2. 発表標題 Crises of useful plants in tropical dry forest in northwestern Madagascar
3. 学会等名 Sustainable and wise use of forest plants in African and Asian Tropics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sato H, Razanapary T, Andriannatenaina NAV, Andrinony B, Razafiarison ZL, Fujimoto Y, Kaneko T, Kitajima K
2. 発表標題 Ethnobotanical study reveals the value of the forests threatened by fire
3. 学会等名 Research Frontiers of Ankarafantsika National Park: Biodiversity and Ecosystem Service under Fire Encroachment (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤宏樹、藤本悠太郎、Razanapary T、Rakotomamonjy AH、金子隆之、Razafiarison ZL、Rakotomanana H、北島薫
2. 発表標題 マダガスカル北西部の乾燥落葉樹林における有用植物の多様性と現存量
3. 学会等名 日本アフリカ学会第59回学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤宏樹、藤本悠太郎、Razanapary T、Rakotomamonjy AH、金子隆之、Razafiarison ZL、Rakotomanana H、北島薫
2. 発表標題 マダガスカル熱帯乾燥林が保有する有用植物資源：在来知を活用した森の価値の検討
3. 学会等名 日本熱帯生態学会第33回年次大会
4. 発表年 2023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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 Research Frontiers of Ankarafantsika National Park: Biodiversity and Ecosystem Service under Fire Encroachment	開催年 2022年～2022年
--	--------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
マダガスカル	アンタナナリヴ大学	マダガスカル応用化学研究所	