

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2017～2019

課題番号：17KT0068

研究課題名(和文) 農資源としてのカヤ生産に欠かせないカヤ場の多面的評価：カヤ場の持続利用にむけて

研究課題名(英文) Kaya fields as an agricultural resource: Towards the Sustainable Use of Kaya fields

研究代表者

廣田 充 (HIROTA, Mitsuru)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：90391151

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、現在も利用されている茅場の価値を多面的に評価することを目的として、長野県小谷村の茅場を対象として、火入れ処理の効果、草本および菌類相の調査、および土壌に関する調査を行った。小谷村の茅場では、場所により植生が大きく異なっており、土壌の質の違いがその植生の違いに影響を与えていることを明らかにした。また火入れの有無が茅の質に大きな影響を与えていることや茅葺き屋根に特殊な菌類が存在することなども明らかにした。本研究の結果から、茅場の生物相、茅の生産量および質は、茅場で継続的に行われている火入れや刈取りといった人為的管理の影響を強く受けてい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

小谷村茅場での様々な分野の研究から、近年問題となっている茅の生産量の低下および茅の質の低下の現状把握とその原因の一端を明らかにすることが出来た。具体的には、刈り取りや火入れなど、茅場管理のための攪乱の影響が大きすぎると、土壌表層浸食が促進されてしまい、茅の生産量および茅の質低下をもたらす可能性を明らかにした。これらを踏まえ、茅場および茅葺き民家の持続的利用を講じる必要がある。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to evaluate the value of Kayaba, (Kaya field), which is still used today, from multiple perspectives. The effects of the fire treatment, herbaceous and fungal fauna studies, and soil studies were conducted in a Kayaba, located in Otari village, in Nagano prefecture. The vegetation structure and its biomass differed greatly from place to place, and the differences in soil quality have led to differences in the vegetation. In addition, this study revealed that it has an impact on the quality of the thatch. It was also found that the presence or absence of burning has a significant impact on the quality of thatch and that special fungi exist on thatched roofs. This study highlights that the biota, quantity and quality of thatch production in the thatch field were strongly influenced by human management, such as burning and harvesting.

研究分野：生態系生態学

キーワード：茅場 茅葺き屋根 持続的な農業 セルロース分解菌群集 半自然草原

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

かつての日本には、茅葺き屋根の民家、棚田、ため池、二次林、そして茅場といった景観からなる里地里山が広がっていた。里山では、地域の自然に育まれた社会・文化・自然観が伝統知として醸成・継承され、持続的な暮らしがあった。このような持続性の高い日本の里地里山は、SATOYAMA イニシアティブに象徴されるように国際的にもその重要性が広く認められている(生物多様性条約第10回締結国会議, COP10, 2010)。一方、日本国内では短期的な生産性や収益性が重視される市場原理により資源配分や資源利用産業の集中と画一化が生じた結果、里地里山を中心とする地域社会の維持が困難な状況に陥っている。さらにそれらは、里地里山の荒廃に加えて中山間地における災害リスクの増大にも繋がっている。このような背景のもと、里地里山の保全・活用を促進しようと、環境省が中心となって里地里山に関するデータベースの公開や、新たな森里川海プロジェクトを立ち上げるなど力を入れている。里地里山の中心的景観である茅場が有する機能の多面的な評価を試みる本課題は、このような里地里山の保全・活用に資する研究に位置付けられる。

茅場は、日本では古くから屋根材や飼料として利用される農資源、茅(茅)の生産の場である。茅場も里地里山の荒廃とともに全国から消えつつある。その主な理由は、前述したように今日の市場原理のもとで茅が割に合わない農資源であることに加えて、野焼きや刈り取りなどの茅場の維持管理に多大な労力を要することや野焼きの際に山火事などの危険がともなうことが考えられる。そのようなマイナスの側面がある一方、茅と茅場には代わりの効かない重要な役割と機能がある。茅は、全国にある古民家等の文化財維持において需要があり、日本文化・伝統継承のうえで不可欠な農資源である。茅場には、茅生産の場としての役割以外に多様な景観・生物多様性の維持、物質循環等の生態系機能の向上、野火など災害リスクの軽減、さらに茅生産から利用に至るまでの伝統知の継承等の役割がある。これらのことから、茅場の維持管理に付随するプラスの側面も非常に多いと考えられる。実際に、茅場での火入れが植物の種多様性の維持に貢献することが数多く報告されている(例えば鎌田,1999)。本課題の分担者の井田も茅場において、火入れが植生に及ぼす影響や茅利用に関わる伝統知の継承に関する調査を行い複数のプラスの側面を報告した。しかしながら、未だに維持管理されている茅場の様々な側面を同時に評価した研究は存在しない。我々はこの現状に強い危機感を抱いており、2015年5月に長野県小谷村の茅場を訪れて植生および土壌に関する予備調査を行った(写真1)。その際、火入れの影響を抑えた実験区では植生のみならず土壌中の栄養塩濃度が顕著に異なることや、茅場の土壌中に大量の有機炭素が蓄積している状況を確認するとともに、茅葺き職人の方から生産される茅の質と茅場の管理方法に関する伝統知を聞いた。



本課題申請で対象とする維持管理されたカヤ場の植生と土壌の様子。2016年5月に本課題参画者全員で現場視察と予備調査を行った(長野県小谷村千国牧の入に残存するカヤ場)。

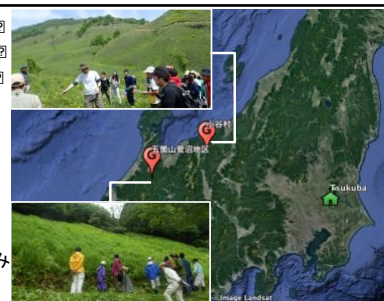
### 2. 研究の目的

上記の背景を踏まえて、我々は茅場の持続利用の検討に不可欠な情報基盤を早急に整備する必要性を感じて、様々な機能を有する茅場について多面的に評価することを目的とした。具体的には、茅場の植生と菌類群集と茅場土壌の物質循環機能にフォーカスをあてつつ、茅場および茅葺き屋根とその管理、および茅葺き材としての茅の品質に関する調査を行った。特に毎年行われている火入れと刈り取りが茅場に及ぼす影響に関する調査を行った。当初は、茅場の管理が地域の防滅災に及ぼす影響の評価も目的としていたが、予算規模縮小のために本研究では実施しなかった。さらに、茅場や茅葺き民家に関する知見を専門家のみならず国民に広く普及させるための情報発信を積極的に行うことを目的とした。

### 3. 研究の方法

長野県小谷村千国にある江戸時代頃から維持管理、利用されている牧の入茅場を重点調査地とした。小谷村茅場は、雪解け直後の火入れと秋の茅刈りによって半自然草原が維持されており、貴重な草原性生物の生育地となっている。さらに、同様に江戸時代頃から利用されている富山県五箇山菅沼地区の茅場でも茅の形態や質に関する調査を行った(右図)。

本研究で対象とする維持管理されている2つのカヤ場。生産する茅は、主に古民家の屋根材として利用。  
【小谷村牧の入カヤ場】  
管理方法: 火入れと刈り取り  
主要な茅: カリヤス  
【五箇山菅沼カヤ場】  
管理方法: 刈り取り(年2回)のみ  
主要な茅: カリヤス



小谷村茅場では、以下の5つの調査を行った。

#### (1) 茅場全体の植生構造および純一次生産量

ドローン撮影によって得られた高分解画像を用いた植生分布図を作成し、大まかに4つの植生区(ハギ優占区、ススキ優占区、カリヤス高品質区、カリヤス低品質区)に分類した。各区で定期的に地上部の刈り取り調査を行い、地上部純一次生産量を推定した。また、LAI計を用いて葉面積指数を計測した。

#### (2) 4つの植生区における表層土壌の一般物理化学性

(1) で特定した4つの植生区において、物理特性として土壌硬度（貫入計による柔らかさ）、容積重（一定体積あたりの土の重さ）、含水比（水分量）、および礫含量を測定した。化学特性としては、リン、ケイ素、炭素、窒素、交換性陽イオン（Na, K, Mg, Ca）の各含量を分析した。

(3) 4つの植生区における表層土壌の窒素無機化速度

(1) で特定した4つの植生区において、レジソコア法を用いて表層土壌（0-10cm）の植物生長期間および冬期の純窒素無機化速度を推定した。

(4) 小谷村茅場での火入れ時の土壌表面温度

火入れの際の表層温度を把握するために、耐熱型の温度計およびデータロガー設置し、表層2cmと5cmの地温を火入れ前から計測した。

(5) 茅葺き屋根材の菌類群集推定

長野県小谷村郷土館の屋根に葺かれていた茅を用いて行った。郷土館は明治中期以降町役場として、昭和48年からは民族・歴史資料の展示に郷土館として利用され続けてきた茅葺きの建物である。郷土館の茅葺きは、カリヤス (*Miscanthus tinctorius*) が使われており、次いでススキ (*Miscanthus sinensis*) が使用されている。これらは、小谷村茅場を始めとした周辺の茅場から刈り取られたものである。この屋根に葺かれた茅のうち、葺き替え直前まで屋根の表面に切り口が露出していたもの1種(新しく葺かれた茅:新茅)、捨て茅として屋根の外側に茅の穂先がおかれる形で屋根の内部に存在していたもの2種(中間時期に葺かれた茅:中茅、古い時期に葺かれた茅:古茅)の計3種類を対象に菌類群集の評価を行った。3種の時期の茅それぞれにおいて、屋根のより内側に存在していた部位(内部)と屋根のより外側に存在していた部分(外部)に分け、計6種類の茅において菌類の単離を行った。3種の茅を研究室にて2日間以上風乾させた後、それぞれ内部と外部の茅に分けた。各茅を剪定鋏で0.5cmの長さに切り、その後コーヒーマルを用いて細かく粉砕した。その後1分間電動の篩にかけ、105 μm - 250 μmの粒径の試料を回収した。使用した篩のAPERTUREは上から1mm、250 μm、106 μmである。回収した粉末状の試料1mlを滅菌した界面活性剤溶液で1分間×3回洗浄し、その後滅菌した蒸留水で1分間×3回リンスした。この際セルストレーナーとマイクロスペーテルを用いて試料のみを回収した。その後0.2%アガーを用いて100倍、200倍、300倍の濃度に希釈した試料溶液を作成した。48穴のマイクロウェルプレートの全ての穴に500 μlの液体培地(水500mlに対し麦芽エキス5g、酵母エキス1g、クロラムフェニコール5mlに5 μlの試料溶液を添加したものを各希釈濃度で1プレートずつ作成し、25°C・暗所で培養した。1週間後、実態顕微鏡により1つの穴に1つの菌糸状のコロニーが発生しているもののみを選択し、斜面培地、麦芽寒天培地11.25g、酵母エキス0.5g、クロラムフェニコール5mlに単離した。全ての茅について3回反復を行った。単離培養後、コロニー形態から別種と思われる個体を菌株とした。3種の各時期の茅において先端部と内部に分けた計6つの茅において単離した菌計175株のうち各コロニー形態から巨視的に重複していると思われるものを省き、残った53株の菌株について、麦芽寒天培地上に滅菌したセロファンを敷いたセロファン培地上にて再培養した。一週間セロファン培地で培養した菌体を乾熱滅菌したエーゼを用いて1.5mlマイクロチューブに移し、改変CTAB法を用いてDNAを抽出した。その後Buffer等100 μlを入れ、ホモジナイザーを用いて菌体をよくすりつぶした。65°Cで10分おきに攪拌を行いながら30分間温めた後、クロロホルム・イソアミルアルコール溶液を150 μl入れて攪拌し、遠心分離をおこなった。新しいサンプルチューブに遠心分離で得られた上澄みを約80 μl取り、採取した上澄みの1/10量の3MAcNaとイソプロパノール入れ攪拌した。その後15分間冷凍庫で静置した後、遠心分離をおこない上澄みを捨てた。70%エタノール1mlを入れ遠心分離をおこなった。上澄みを捨て70%エタノール1mlをもう一度入れ同様に遠心分離をしたのちに上澄みを捨て、チューブのフタを開けた状態で乾燥機に入れて乾燥させた。乾燥後のサンプルに100 μlのTE溶液を入れ、室温で2分間放置した後に冷凍庫にて保存した。抽出したDNAはPCR酵素を用いたPCR法によって増幅した。増幅が確認されたサンプルは精製キットを用いて精製し、DNAシーケンス解析サービスにシーケンス解析を依頼した。

#### 4. 研究成果

ドローンによる近接画像から、牧ノ入茅場の林道沿いの植生を右図のように4つに分類した。標高の高い方から、ハギ優占区、ススキ優占区、良質カリヤス優占区、そして低質カリヤス区に分類された。各区の植物量、地上部純一次生産量、葉面積指数、種数も場所によ

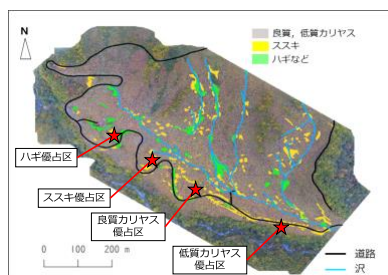
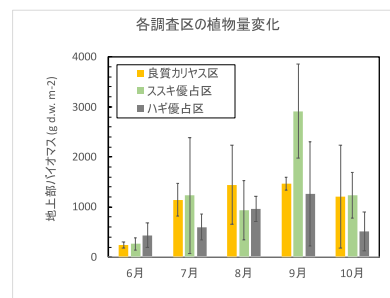


図. 牧ノ入茅場の植生分布 (信州大学 井田)



って大きく異なっており、良質カリヤスが優占する区では、顕著に種数が少なく、かつ植物量あたりの葉面積指数が高いことが明らかとなった。このことから良質カリヤス優占区は、カリヤス以外の種は少なく、かつ総地上部バイオマスに占める葉の割合がとて高いことが明らかとなった。このような群落の特徴が、茅の質にも貢献している可能性が高いことが示唆された。

地上部純一次生産量	最大葉面積指数(±SD)	種数(±SD)	
kg C m <sup>-2</sup> yr <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>		
ハギ優占区	0.567	4.61±0.27	5.1±1.2
ススキ優占区	1.31	4.36±0.39	4.0±2.1
良質カリヤス区	0.657	4.39±0.16	2.8±1.5

一方で、植物量および地上部純一次生産量は、ススキ優占区で最も大きく、他の区の2倍程度もあることが明らかとなった。

土壌調査の結果、牧の入茅場の土壌は基本的に黒ボク土で、基盤となる岩の上に風に運ばれて降り積もった火山灰が堆積してできた土壌であることが分かった。4つの植生区における土壌の硬度、全窒素濃度、可給態ケイ酸濃度、および可給態リン酸濃度を右図に示す。ハギ優占区やススキ優占区に比べて、カリヤス優占区は土壌硬度が柔らかく、表層の礫も少なく、かつ中深度まで柔らかい土壌層が発達していることが明らかとなった。土壌表層の全窒素濃度は、カリヤス優占区で有意に高い一方で、可給態ケイ酸濃度は、ハギ優占区、ススキ優占区と比べて、カリヤス優占区で有意に低いことが明らかとなった。

これらの結果を踏まえると、ハギ優占区やススキ優占区では黒ボク土としての一般的な特徴が失われており、現在の各優占区の土壌はかつては表層にあった黒ボク土が水食によって高位から低位へと流れ、カリヤスが優占する低位に溜まったことで土壌の違いが生じていると考えられた。すなわち、土壌浸食が進んで標高の高い位置の土壌は薄く削り取られたためにハギが優占し、次いで、ある程度薄くなった所ではススキが優占し、良質なカリヤスが繁茂できる範囲が狭くなった。また、上部から流れた土壌が堆積して土壌の厚くなった標高の低い場所では、以前よりやや栄養状態が良くなったために結果としてカリヤスとしては低品質なものが繁茂する結果となったと推察された。

土壌表層の窒素無機化速度について、右図に示す。4つの植生区で火入れが窒素無機化速度に及ぼす影響を評価すべく、火入れ防止区を設置したが、いずれの区においても火入れが窒素無機化速度に及ぼす影響はみられなかった。また、4つの植生区において、最も低標高に位置する低質カリヤス区が他の3つの植生区に比べて、窒素無機化速度が顕著に高かったものの、それ以外の3つの植生区間では有意な差がみられなかった。このような差異がみられた要因は現時点では分からないが、土壌表層の物理化学特性と合わせて考察すると、低標高に位置するカリヤス優占区には、より高位に位置する他植生区から土壌表層およびリター等の有機物が大量に流出してきたことが土壌窒素無機化速度に影響していた可能性が示唆された。

茅葺き屋根材の菌類群集については、先ず本解析に用いた茅試料を右図に示す。このように、葺かれていた部位とその年代によって、大きく状況が異なっていた。

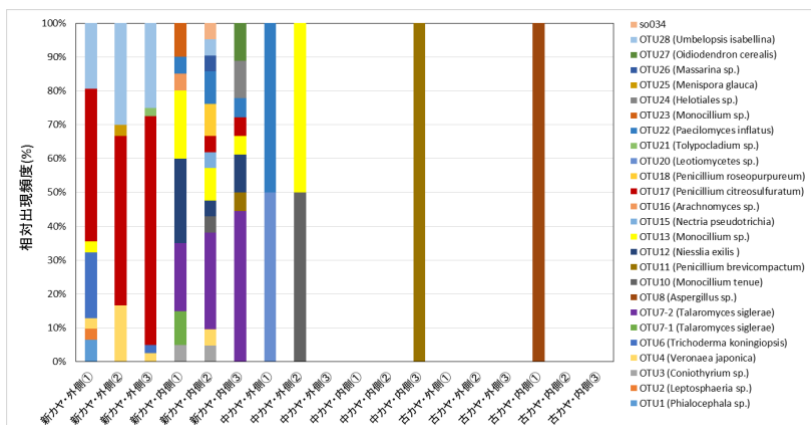
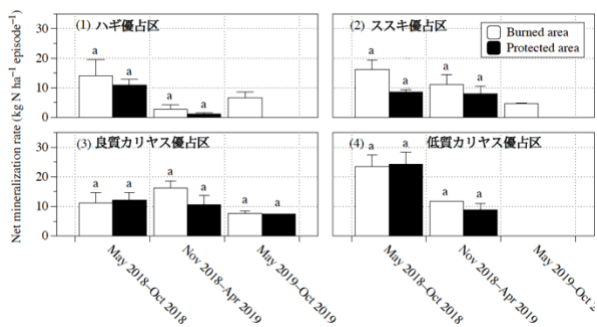
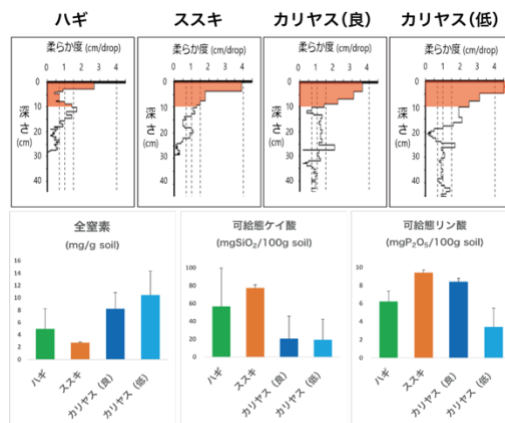


写真2 実験に使用したカヤ

1) 古い時期のカヤ、2) 中間の時期のカヤ、3) 新しい時期のカヤ

茅から単離された菌類 (OTU) とその相対頻度は、図のようになった。単離された菌類の多くは、屋根表面に最も近い茅から単離された一方で、屋根内部の捨て茅として葺かれていた茅から単離された菌類の数は非常に少なかった。またこのことから、茅葺き屋根材の内部では、殆ど菌が存在しないことが明らかとなった。これは、菌類にとって、茅葺き屋根が厳しい環境 (高温・乾燥・囲炉裏による煙など) となっていたためと示唆された。これらから、茅葺き屋根は、比較的分解しやすい有機物であるにも関わらず、菌類による分解に対して長期耐久性を有すると考えられた。

屋根表面の茅を屋根内側と外側に分けて菌類の単離を行ったところ、多様性指数  $H'$  は屋根内

側の茅から単離された菌類群集で高い値を示した。このことにより、屋根表面の茅では少数の菌類が優占する一方で、屋根内部の茅では多くの数の菌類が均一に分布している可能性が高いことが明らかになった。また単離された菌類のほとんどがセルロース分解能を示し、多様な強度のセルロース分解能を示す菌類が茅葺き屋根上にて生息していることを明らかにした。

本研究課題では、茅場と茅葺き民家や屋根に関する様々な研究を行い、小谷村牧ノ入茅場の植生および土壌の現状を明らかにするとともに、茅葺き屋根に生息する菌類群集に関する数多くの知見を得た。様々な結果を統合すると、現在の茅場は、火入れと刈り取りによって維持されている一方、これらの人為管理によって土壌表層浸食が生じやすくなっている可能性も高いことが示唆された。当該地域で茅の質の低下および茅生産量の低下を抑制するには、土壌浸食を抑えるような人為管理も必要になってくるかもしれない。また、茅葺き屋根を生息の場とする菌類群集の結果から、茅葺き屋根（特に雨風に触れる外側）が菌類にとって重要な生育の場となっていることに加えて、茅葺き屋根の高い持続性は、茅葺き職人による伝統的な葺き方と、茅葺き民家の利用形態（囲炉裏の利用頻度など）によって維持されてきたことが改めて浮き彫りとなった。

本研究課題では、これらの研究成果を誰でも自由に閲覧可能なフリーペーパーとして発刊している。このような研究成果の開示形式は新しく、専門家のみならず地域住民および国民への知識普及にとって有用なものであることも明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 廣田充、井田秀行、藤嶽暢英、大塚俊之、辻村真貴	4. 巻 1
2. 論文標題 茅場vol.1	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 茅場（フリーペーパー）	6. 最初と最後の頁 1-25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 廣田充、井田秀行	4. 巻 1
2. 論文標題 茅場vol.2	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 茅場（フリーペーパー）	6. 最初と最後の頁 1-25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 廣田充、藤嶽暢英、大塚俊之	4. 巻 1
2. 論文標題 茅場vol.3	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 茅場（フリーペーパー）	6. 最初と最後の頁 1-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

陸域生態学研究室ホームページ  
<https://www.tee-hirotalab.com/>

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
研究分担者	井田 秀行  (IDA Hideyuki)  (70324217)	信州大学・学術研究院教育学系・教授   (13601)	
研究分担者	藤嶽 暢英  (FUJITAKE Nobuhide)  (50243332)	神戸大学・農学研究科・教授   (14501)	
研究分担者	辻村 真貴  (TSUJIMURA Maki)  (10273301)	筑波大学・生命環境系・教授   (12102)	
研究分担者	大塚 俊之  (OHTSUKA Toshiyuki)  (90272351)	岐阜大学・流域圏科学研究センター・教授   (13701)	