

1. 委託事業名： 茶園における温室効果ガスの吸収及び削減量の J-クレジット化事業

2. 委託事業者名： 委託団体:Blue Farm 株式会社

連携大学:静岡大学農学部 准教授 南雲俊之

3. 研究成果概要：

【背景】

1. 静岡市の茶業の現状と課題

荒茶の価格は、この 20 年間で下落傾向にあり、2020 年の荒茶価格は、20 年前から約 50%下落している。それに伴い、お茶の生産者は、経営が悪化し、事業継続が困難になっているケースが目立つ。静岡県のお茶栽培面積は、平成 17 年から平成 27 年の 10 年間で約 20%減少しているが、特に、静岡市等の山間地茶園の減少率は 33%と減少が顕著である。静岡市の山間地茶園は零細で、機械化や大規模化が進まずに、その影響を大きく受けていると考えられる。さらに、静岡市の茶生産農家数は平成 17 年から平成 27 年の 10 年間で約半減しており、静岡市の茶産業は危機的な状況に陥っているといえる。

2. カーボンクレジットの現状と課題

企業がカーボンニュートラルを達成するためには、自社努力だけでは削減しきれない温室効果ガス（GHG）について、カーボンクレジット購入等によって、相殺する必要がある。J-クレジットでは、農業生産法人等が森林活動等による GHG 削減及び二酸化炭素吸収量を権利化し、そのクレジットを企業が購入することで、その GHG 削減量を購入企業の削減量とすることができる。J-クレジットは、現状、再生エネルギー活用や森林活動に由来するものがほとんどであるので、今後、農業に由来するクレジットを生成する必要がある。クレジット生成のためには、まず、排出削減・吸収に資する技術ごとに、適用範囲や GHG の削減量・吸収量の算定方法等を定めた方法論を作成して、国に申請・承認してもらう必要がある。

【目的】

茶園は、農地と森林の両面の特性を有していることから、効果的にカーボンクレジットを生成できる可能性がある。農茶園で効果的にカーボンクレジットを生成することが可能になれば、生産者は、農業生産物とは別に、農地からカーボンクレジットの収入を得ることができ、茶業の事業性を高めることが可能になる。

BlueFarm は、これまで主に上場企業のカーボンニュートラル対応のために、静岡県の茶園を活用する事業を営んでおり、お茶の有機農法技術と生産者ネットワークを有し、上場企業等の課題やニーズを把握している。静岡大学は、持続可能な農業についての研究をしており、特に、茶園の二酸化炭素吸収についての知見を有する。本事業においては、両社が連携し、茶園における GHG 削減及び吸収量を見積もり、新たな方法論を確立することで、茶園で日本初の J-クレジットの生成を目指す。

【研究結果および成果】

1. 茶園の新規開園による二酸化炭素 (CO₂) 吸収量のクレジット化のための方法論の確立

静岡大学の調査により、日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2022)には「樹園地における生体バイオマスの炭素ストック変化量」が書かれており、これを利用して茶園が成園になった時の炭素ストック量が算出できることが判明した。

$C(\text{炭素ストック量}) = A(\text{栽培面積 (ha)}) \times W(\text{乾物重: 48t/ha}) \times CF(\text{炭素含有率: 0.48})$

この式を利用して成木茶園の炭素ストック量を計算すると、茶園 1ha で 23t/ha の炭素ストック量、二酸化炭素換算で 84t/ha となり、これをクレジット化できる可能性がある。仮に、二酸化炭素の取引価格を 0.7～1.5 万円/t(森林の取引価格)とすると、茶園 1ha では 58.8～126 万円になる。ただし、お茶の苗木を植えてから成園になるまでに 7 年はかかるので、1 年あたりだと 8.4～18 万円となる。

本方法論は、維持管理を放棄した耕作放棄地や原野に、茶の苗木を植え、この苗木を 7 年間、育てて茶の成園とすることにより、茶樹が成園になるまでに吸収した二酸化炭素量をカーボンクレジットにすることを目指したものとなる。本方法論の論理的根拠に関して、方法論の作成を支援してくれる J-クレジット制度事務局に相談中である。なお、同事務局から、本方法論には、茶園が長期間、適正に管理されていることを保証する仕組みが必要であると指摘されているため、静岡県等の協力を得て、この仕組みの構築を目指す予定である。

2. 有機栽培による一酸化二窒素 (N₂O) 削減量のクレジット化のための方法論の確立

静岡大学の文献調査により、次のことが明らかになっている。Akiyama et al., (2006) は、日本国内で N₂O 排出量をモニタリングした研究を集め(4 論文 27 事例)、このメタアナリシス¹⁾の中で、肥料タイプの違いによる N₂O 排出係数(EF)を検討した結果、化学肥料での EF が 0.07～2.02、一方、有機肥料では 0.09～3.30 であった。この数値はバラツキが大きく、かつデータ分布も被ることから、日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2022)では有意差がないので、肥料タイプが異なっても同一の EF を採用している。

さらに、最近の文献を調査した結果、同様のメタアナリシスが Wang et al. (2020) により行われていた²⁾。この論文では、茶園土壌で N₂O をモニタリングした事例を、中国(14 論文 81 事例)、日本(8 論文 47 事例)、ケニア(2 論文 9 事例)、インド(1 論文 1 事例)とインドネシア(1 論文 1 事例)から収集した。メタアナリシスを行った結果、有機肥料と化学肥料の併用時に N₂O 排出量が多い傾向があったものの、この併用と化学肥料単用、有機肥料単用の 3 者の間で N₂O 排出量に統計的有意差がないことが示されている。

また、茶園でない畑・草地・水田等の作物を対象にしたメタアナリシスでは、化学肥料に対して有機肥料を使うと N₂O の EF が減るという結果がある一方、変わらない、あるいは増加するという結果もある。

これに加え、有機栽培茶園 3 か所と慣行茶園 3 か所で、空気中の N₂O 濃度を 12 月 15 日に調査した(静岡大学が協力)。それぞれの茶園から空気を採集し、10mL のバイアル瓶に加圧状態で密閉したものを分析会社に送付し、ECD 付きガスクロマトグラフで分析した。その結果、N₂O の濃度調査でも、有機栽培茶園(0.33ppm)と慣行茶園(0.33ppm)に差が認められないことが判明した(表 1)。

以上の調査の結果からは、当初の想定とは異なり、茶園での有機肥料の使用が、N₂O 排出量を減少させるのかはわからなかった。

表1 有機栽培茶園と慣行茶園でのN ₂ O濃度(ppm)				
	圃場1	圃場2	圃場3	平均
有機栽培茶園	0.3	0.3	0.4	0.33
慣行茶園	0.4	0.3	0.3	0.33

とは言え、茶園から発生している N₂O 量は膨大であるため、これを減らす方法でカーボンクレジットを獲得できれば、社会的意義が大きい。そこで、現在、J-クレジット制度事務局に対して、新規方法論「有機農法によるお茶の栽培」について相談中である。本方法論は、お茶の栽培方法を慣行農法から有機農法に変換し、窒素肥料の施肥量を減少させることで、N₂O の排出量を削減し、その削減量をカーボンクレジット化しようとするものである。

3. 改植時に廃棄される茶の樹体からのバイオ炭製造とバイオ炭の成分分析

2022 年 12 月 15 日に藤枝市瀬戸谷で、無煙炭化器（モキ製作所，M50）を使用してバイオ炭の製造実験を行った。バイオ炭の製造時の観察とバイオ炭の精錬度の分析は、静岡大学が担当した。バイオ炭の原料には、1 か月前、3 か月前及び 12 か月前に伐採した茶樹 3 種類を使用した。茶樹は、炭化器に納まるように 30 cm 前後に細断し、それぞれ 20 kg よりバイオ炭を製造した。明らかに未燃焼の原料がなくなった時点で、水をかけて消火した。

表 2 簡易炭化器による茶樹の炭焼き過程の記録

原料	火入時刻	消火時刻	燃焼中の様子
生木（1 か月前伐採）	10:30	14:30	終始、白煙が上がった。太い幹（> 3 cm）は 2～3 時間たっても燃え切らず残った。
自然乾燥 3 か月	11:40	14:30	良く燃え、1 時間程度で大部分が燃え、3 時間でオキができた。
自然乾燥 12 か月	13:00	14:30	終始、白煙の発生はなく、もっとも早く炎が治まり、オキができた。

バイオ炭の製造時には、自然乾燥した茶樹は 2 時間程度で炭焼きが完了したのに対して、生木(1 か月前伐採)は終始、白煙がひどく、完了まで 4 時間近くの時間を要した（表 2）。この原因は、茶樹の水分含有量である。伐採後、3～12 か月間、自然乾燥した茶樹は水分含有率が 15～20%程度に低下しており（表 3）、少なくとも 3 か月程度の自然乾燥が、燃焼性を高めるために必要と考えられる。茶樹バイオ炭の収率は 10～12%程度で、原料による違いは小さかった（表 3）。

表 3 バイオ炭の収率

原料	原料		消し炭		収率 %
	重量kg	水分%	重量kg	水分%	
生木（1 か月前伐採）	20	50.8	2.5	62.9	9.5
自然乾燥 3 か月	20	21.4	4.8	65.7	10.5
自然乾燥 12 か月	20	14.0	8.1	73.3	12.6

製造したバイオ炭は 80℃のオーブンで乾燥させた後、木炭精煉計（炭焼きの会販売，東神計測株式会社製造）で精煉度を計測し、バイオ炭製造時の焼成温度を推定した。

製造された茶樹バイオ炭は、太さはおおむね 2 cm 以下、長さ 0.5～4 cm の円柱状の「粒炭」ないし「塊炭」に相当した（全国燃料協会，2015）。精煉度は、生木で 4.7 ± 2.5 、自然乾燥 3 か月で 5.2 ± 2.5 、自然乾燥 12 か月で 3.5 ± 2.3 であった（表 3）。全国燃料協会（2015）に従えば、精煉度 7 で焼成温度 600℃、精煉度 5 で 700℃、精煉度 2 で 800℃と推定されるので、茶樹バイオ炭の焼成温度は 600～800℃程度に達していたと考えられる。この結果、製造されたバイオ炭は、カーボンクレジットに利用できる可能性が示唆された。ただし、精煉度の変動係数が 47～66%と大きく（表 4）、これを改善するためには、燃焼性を高めるためしっかり乾燥した上で、炭化時はオキの状態を暫く維持する等の対策の検討が必要である。

表 4 茶樹バイオ炭の精煉度

原料	平均	標準偏差	変動係数	標準誤差	最小	最大
生木（1 か月前伐採）	4.7	2.5	53	0.3	1.4	> 9.0
自然乾燥 3 か月	5.2	2.5	47	0.2	1.4	> 9.0
自然乾燥12か月	3.5	2.3	66	0.2	1.2	8.7
必要サンプル数						
原料	中央値	25% 値	75% 値	精度10% 同20%		
生木（1 か月前伐採）	4.5	2.4	6.9	120	30	
自然乾燥 3 か月	5.3	3.1	7.5	62	16	
自然乾燥12か月	2.6	1.4	4.8	79	20	

【まとめ 地域社会への波及効果】

J-クレジットを茶園からつくることができれば、生産者は、茶園からお茶だけではなく J-クレジットからも収入を得ることが可能になり、事業性が向上する。事業性向上によって、茶生産農家に後継者や新規参入者が現れ、事業の存続及び活性化が実現する可能性がある。茶業の川上である生産者が増加すれば、川下のお茶関連企業にも影響を与え、茶業全体が活性化される。

また、環境に良い有機栽培によって、J-クレジットをつくることが可能になれば、有機栽培を行うインセンティブとなり、有機栽培の生産者が増加していく可能性がある。山間地等の茶産地は、茶業が基幹産業であり、地域社会の成立に関わっている。このような地域においては、茶業の維持は地域社会の維持を意味しており、この取り組みが地域社会を活性化させる。企業等は、炭素削減のメニューが増えることになり、多様で柔軟なカーボンニュートラル対応が可能となる。また、本クレジットは、国内かつ農地で生成されたことが差別化要素となるので、クレジットの背景を重視する企業等に価値を提供できる。

【参考文献】

- 1) Akiyama H, Yan X and Yagi K (2006) Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N₂O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data. Soil Science and Plant Nutrition, 52, 774-787
- 2) Wang Y, Yao Z, Pan Z, Wang R, Yan G, Liu C, Su Y, Zheng X and Butterbach-Bahl K (2020) Tea-planted soils as global hotspots for N₂O emissions from croplands. Environmental Research Letter, 15, 104018