

もみ殻くん炭の製造方法及び性質

1. 成果の要約

もみ殻くん炭の複数の製造装置について、各装置の特徴を調査した。処理能力は、水稻栽培面積で換算すると、大型機で 270a/日、中型機で 13a/日であった。煙の発生は、大型機及び中型機ではほとんどなかった。J-クレジット制度に係る土壌への炭素貯留量は、もみ殻くん炭 1 t(中型機)を施用した場合、1.12tCO₂ であり、炭素貯留に係る費用は 1,772 円/tCO₂ であった。

2. キーワード

もみ殻くん炭、煙の発生、土壌炭素貯留、J-クレジット制度

3. 試験のねらい

2050 年カーボンニュートラルの実現に向けては、農業分野における重要な取組の 1 つとして、積極的に土壌への炭素貯留を進めていく必要がある。そこで、もみ殻くん炭の製造方法及び性質を明らかにし、土壌炭素貯留技術開発の資とする。

4. 試験方法

(1) 製造試験の概要

3 種類の製造装置(中型機、小型機、従来型：写真)を使い、もみ殻くん炭を製造した。大型機については、新潟県の JA えちご西山ライスステーション有装置の稼働状況を調査した。

(2) 分析の概要

各装置から製造されたもみ殻くん炭の化学性(pH、EC、T-C、T-N、塩基類等)分析を行った。また、もみ殻くん炭を施用した場合の J-クレジット制度での炭素貯留量を算定した。

5. 試験結果および考察

(1) もみ殻くん炭の製造

ア 各装置の処理能力は、大型機は 30,000L/日、中型機は 1,500L/日、小型機は 500L/日であった。中型機は連続して炭化できた。製造時の温度は中型機>小型機>従来型であり、中型機は 600~700℃であった(表-1)。製造歩留まり(対重さ)は、中型機は 29.1%、小型機は 35.9%、従来型は 34.8%となった(表-2)。

イ 製造時におけるすす濃度は、最大で中型機 12.0mg/m³、小型機 306.8mg/m³、従来型 755.7mg/m³ であり(図)、中型機では煙の発生はほとんどなかった。

(2) もみ殻くん炭の性質

ア pH は、製造時の温度が高い中型機が最も高かった。炭化による T-C 残存率は、小型機は 33.0%、従来型は 31.8%、中型機は 24.6%であり、製造時の温度が低いほど炭素残存率が高いことが示唆された。

イ J-クレジット制度に係る炭素貯留量は、もみ殻くん炭 1 t(中型機)を施用した場合、1.12tCO₂ であり、炭素貯留に係る費用は 1,772 円/tCO₂ であった(表-3)。

(担当者 研究開発部 土壌環境研究室 吉澤克憲、鈴木隆浩*)

*現 栃木県農業公社 派遣職員

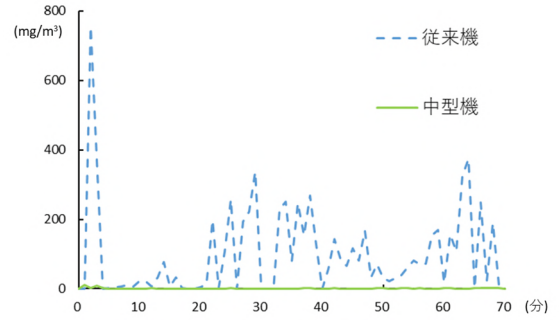


写真 製造装置（左：中型機、右：従来型）

図 製造時の煙のすす濃度

表-1 もみ殻くん炭製造装置の特徴

製造装置	価格	処理能力 もみ殻 (L/日)	処理能力 水稲栽培面積 (a/日)	煙のすす濃度 (mg/m ³)		炭化温度	特徴
				平均	最大		
大型機 (関西産業 LM-800)	約6,500万円	30,000	267	未測定	未測定	未測定	・ライセンサーのもみ殻貯蔵タンクから、運搬ラインの設置により、大量に連続炭化できる。 ・大型のため、専用の建屋が必要になる。 ・煙、においの発生は少ない。
中型機 (エスケイ工業 スミちゃんA-A型)	約200万円	1,500	13	1.2	12.0	600~700℃	・室内に設置できるため、雨天時でも使用できる。 ・連続炭化できる。
小型機 (関西産業 SMG-500型)	約20万円	500	4	13.4	306.8	500℃	・ドラム缶に煙突を立てたもの。 ・冷めるまでに数日かかるため、すぐに取り出せない。 ・もみ殻の投入、くん炭の排出に人手を要する。
従来型 (ホンマ製作所 E-460S)	約5,000円	(製造場所の 面積によって 異なる)	(製造場所の面 積によって異な る)	64.6	755.7	400~500℃	・火災の心配がある。 ・全体を均一にくん炭にするには、定期的にかき混ぜる 必要があり、労力がかかる。

※10a 当たりの水稲単収 540kg、もみ殻：玄米＝1：4、もみ殻のかさ密度 0.12g/cm³ として計算

表-2 製造装置別のもみ殻くん炭の性質

種類	歩留まり 対重さ (%)	水分 %	pH (H ₂ O)	T-C	T-C 残存率※	T-N	C/N	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O
				乾物%				乾物%				
もみ殻	－	9.9	6.8	39.5	－	0.44	90	21.2	0.05	0.06	0.04	0.39
中型機くん炭	29.1	2.5	11.0	30.9	24.6	0.32	96	65.6	0.34	0.20	0.14	1.37
小型機くん炭	35.9	5.1	9.7	34.5	33.0	0.48	73	32.0	0.20	0.16	0.09	0.93
従来型くん炭	34.8	1.3	10.3	32.9	31.8	0.38	87	54.3	0.36	0.24	0.16	1.36

※ T-C 残存率：（もみ殻くん炭中の全炭素量/もみ殻中の全炭素量）×100

表-3 J-クレジット制度に係る炭素貯留量等の算定（中型機もみ殻くん炭 1t 施用の場合）

バイオ炭施 用に係る炭 素貯留量 (tCO ₂) A	バイオ炭製造に係る							バイオ炭施用に係る				
	灯油		電気		灯油 炭素 排出量 (tCO ₂) ※5	電気 炭素 排出量 (tCO ₂) ※6	計 炭素 排出量 (tCO ₂) B	軽油		炭素 排出量 (tCO ₂) C	Jクレジット 炭素貯留量 (tCO ₂) A-B-C	炭素貯留に 係る費用 (円/tCO ₂)
	使用量 (L) ※1	費用 (円) ※2	使用量 (kWh) ※3	費用 (円) ※4				使用量 (L) ※7	費用 (円) ※7			
1.168	3.6	342	54.9	960	0.009	0.024	0.033	5.8	682	0.015	1.12	1,772

もみ殻くん炭 1t 製造：中型機使用でもみ殻 3.4t 必要（歩留まり対重さ 29.1%）

A もみ殻くん炭 1t×炭素含有率 0.49×100 年後の炭素残存率 0.65×CO₂ への変換 44/12

※1 灯油使用量 0.2L/日、もみ殻の処理能力 23.8kg/時間、もみ殻くん炭 1t 製造にかかる日数：18 日

※2 灯油単価 86.4 円（税抜き）/L（2022 年 11 月～2023 年 3 月までの本場契約単価）

※3 製造装置の定格消費電力 0.38kW

※4 電気料 15.9 円（税抜き）/kWh（2023 年 11 月本場契約単価（農事用電力））。

※5 ※1/1000×灯油単位発熱量 36.5GJ/kL×灯油の排出係数 0.0686t-CO₂/GJ

※6 ※3×電力（全電源）排出係数 0.433kg-CO₂/kWh/1000

C バイオ炭施用は、農試ほ場内でのマニユアスプレッダーでの施用を想定した。

ほ場内施用量 40kg/10a とすると施用面積は 2.5ha、マニユアスプレッダー散布幅 2.5m とするとトラクターでの散布距離 10km、ほ場までの距離を片道 1km としてほ場への移動を 4 往復と仮定（計 18km）、トラクター燃費 3.11km/L（国土交通省燃費基準）とすると 5.8L の軽油を使用と試算

施用に係る排出量（t-CO₂）＝軽油使用量 kL×軽油の単位発熱量 38.0GJ/kL×軽油の排出係数 0.0689t-CO₂/GJ

※7 軽油（免税軽油）単価 106.9 円（税抜き）/L（2023 年 8 月本場契約単価）

下線は、Jクレジット方法論、または(Jクレジット制度)モニタリング・算定規定(排出削減プロジェクト用)2022 年 12 月 19 日時点のデフォルト値