

第 部門

穀物の炭化プラントにおける建設・運用時 CO₂ 排出量の算出

大阪工業大学大学院 学生員 妹尾一成

大阪工業大学 正会員 古崎康哲

大阪工業大学 非会員 小川眞

大阪工業大学 正会員 石川宗孝

関西産業株式会社 非会員 梅澤義明

1. はじめに

温室効果ガスを固定化・貯留する手法としては、油田や帯水層への封入や、海洋への溶解などがあり、実用化に向けた技術開発が急がれている。バイオマス由来の堆肥を農地へ施用することにより、大気中の二酸化炭素を土中へ固定することができるという考え方は近年認知されるようになり、農水省でもこの見解が公表されている。一方、バイオマスを高温・低酸素条件で加熱して得られる炭化物は、物理的な破砕はあっても環境中で分解をほとんど受けず、半永久的に存在するのではないかとみられている。このことから小川ら¹⁾²⁾はバイオマス由来の炭、いわゆる「バイオ炭」を農地等へ施用することは炭素を固定する手段として有効であることを示している。

現在粗穀は国内で年間約200万トン、世界では1億トン生産されている。量的にも大きく、カントリーエレベーター(穀物貯蔵施設)などへ自動的に集まってくる乾燥したバイオマスという意味でも貴重である。また粗穀を400~500℃の低温で焼いたものが、粗穀くん炭である。粗穀くん炭は、木炭や竹炭と同様、孔隙が多く、保水性・通気性の確保に役立ち、農地へ施用した場合微生物の棲みかとなって、土の微生物相を豊かにする。

粗穀くん炭を土壌改良材に使うことは、有効な炭素固定方法であるといえる。以上のことから本研究では、粗穀の炭化処理施設の建設および運転データを用いて、炭化処理におけるLC-CO₂の算出をおこなった。

2. 検討対象

2-1 粗穀のプロセスとシステム境界

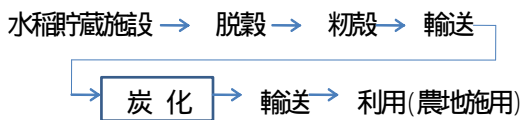


図1 粗穀の処理フロー

図1に粗穀の処理フローを示す。本研究の評価対象は炭化プロセスのみとした。

2-2 粗穀炭化プラントの概要

インベントリデータ算出は、滋賀県の実施設を対象とした。

図2にその概要を示す。炭化プラント、BDF製造プラント、

事務所、展示スペース、会議室からなる施設である(2004年建設)。搬入された粗穀は粗穀選別機で粉碎され、炭化される。炭化時に発生するガスはガス燃焼室で完全燃焼させる。くん炭製造量は年間50tである。着火時の助燃剤には、施設内のBDFプラントで生産されたバイオ燃料を使用している。(BDFプラントは算出対象外)

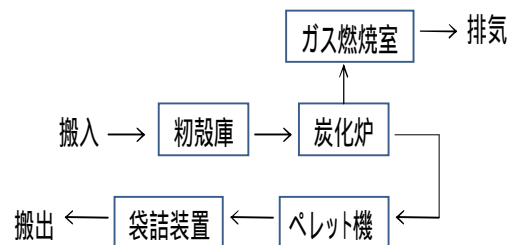


図2 炭化プラント概要

2-3 評価対象施設の運転状況

図3に評価対象施設のH19年度粗穀の投入量及びくん炭製造量を示す。月変動は比較的大きいが、平均して11,100kg/月の粗穀の投入量がある。くん炭の製造量は投入量に比例しており、平均して2,800kg/月である。収炭率は平均25%である

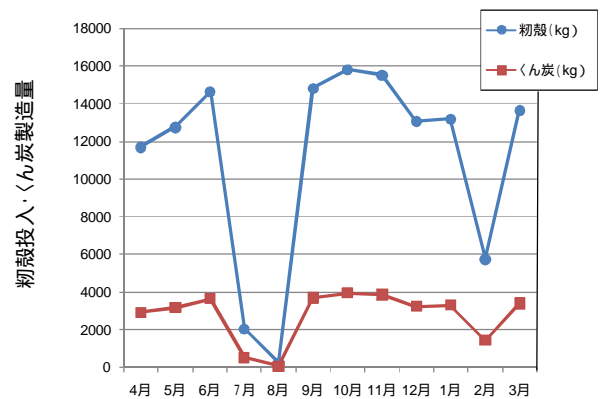


図3 粗穀投入量およびくん炭製造量

3. LC-CO₂算出方法

表1に算出対象項目を示す。プラント建物の建設については概算建設金額から建築学会の原単位³⁾を乗じて算出した。電気およびBDFについても、それぞれ電力会社の請求書および日報から算出した値に環境省の原単位⁴⁾を乗じて算出し

た.

表1 算出対象項目 :対象 - :対象外

| | | 建設 | 運用 | 廃棄 |
|------|--------------|----|----|----|
| 炭化工程 | プラント建物 | | | |
| | 搬送コンベア(電気) | | | |
| | 投入スクリー(電気) | | | |
| | 炭化炉(電気)(BDF) | | | |
| | 冷却コンベア(電気) | | | |
| | 集塵機(電気) | | | |
| | パケットコンベア(電気) | | | |
| | 冷却水ポンプ(電気) | | | |

耐用年数はプラント建物31年、設備類8年とした。以上の資料から、炭化工程について建設・運用段階に発生するCO₂の算出を行い、初穀および初穀炭単位量当たりのCO₂発生量として整理した。

4. 算出結果

4-1 耐用年数を考慮した施設の年間CO₂排出量

図4に施設の年間CO₂排出量を示す。本図において建設段階の年間排出量は、建設期排出量を耐用年数で除して算出した値である。施設全体の年間排出量は、41.2 t-CO₂/年となり、そのうち約48%が施設運用時であることがわかった。

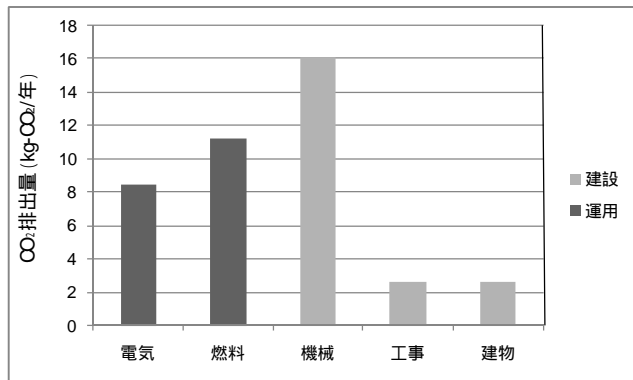


図4 耐用年数を考慮した施設のCO₂排出量

4-2 廃木材との比較

図5に廃木材を炭化した場合におけるLC-CO₂排出量⁵⁾と、本研究との比較結果を示す。初穀では廃木材を炭化した場合に比べてCO₂排出量が約2.4倍大きいことがわかった。これは、処理量の違いや炉の処理方法の違いからくるものと思われる。

5. CO₂固定手段としての炭化プロセス評価

炭化物を焼却せずに土壌改良材等として利用することによるCO₂固定効果は、炭化物製造時における投入エネルギー量を考慮して、次式で定義した。

$$C_s = C_c - C_e \dots \dots \dots (1)$$

ここで、C_s 真の炭素固定量 (t-CO₂)、C_c 木炭含有炭素の

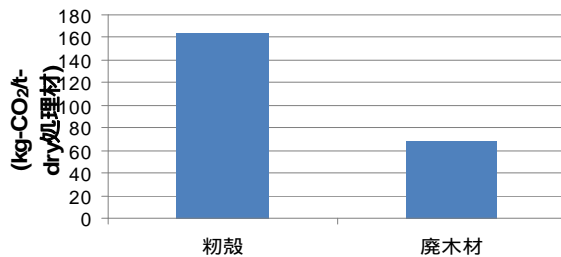


図5 CO₂排出量の比較

CO₂換算値 (t-CO₂)、C_c 炭化施設・運用におけるCO₂排出量 (t-CO₂)

表2に炭化物単位乾燥重量当たりのCO₂収支を示す。建設・運用におけるCO₂排出量は炭化物含有炭素のCO₂換算値の1/2.3程度であり、その差引きがCO₂の固定量となる。

表2 炭化によるCO₂収支

| | |
|---|------|
| 初穀炭(くん炭)炭素率 (t-C/t-dry くん炭) | 0.4 |
| くん炭含有炭素のCO ₂ 換算値(C _c) (t-CO ₂ /t-dry くん炭) | 1.5 |
| 建設・運用におけるCO ₂ 排出量(C _e) (t-CO ₂ /t-dry くん炭) | 0.65 |
| CO ₂ 固定量(C _s) (t-CO ₂ /t-dry くん炭) | 0.85 |

6. おわりに

本研究では、初穀の炭化処理施設について、建設期および運転時のデータから、単位初穀当たりのCO₂排出量の算出を行った。炭化施設におけるCO₂排出量は運用時と建設期がほぼ同量で、また炭化物利用を炭素固定と位置づけることができれば、CO₂削減技術として有効であることがわかった。

<謝辞>本研究でのデータ収集において、関西産業株式会社殿に多大なご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

【引用文献】

- 1) Makoto OGAWA et al : CARBON SEQUESTRATION BY CARBONIZATION OF BIOMASS AND FORESTATION : THREE CASE STUDIES, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Vol.11, pp.429-444(2006)
- 2) Yasuyuki OKIMORI et al : POTENTIAL OF CO₂ EMISSION REDUCTIONS BY CARBONIZING BIOMASS WASTE FROM INDUSTRIAL TREE PLANTATION IN SOUTH SUMATRA, INDONESIA, Vol. 8, pp.261-280(2003)
- 3) 日本建築学会 LCA 指針小委員会 (2003.02.10 版 TI) : LCA データベース (1995 年産業連関表データ版)
- 4) 環境省 : 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 (2006)
- 5) 妹尾他 : 建築廃木材の炭化プロセスにおける LC-CO₂ の算出, 第 3 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp. 146-147 (2008)