

生成温度の異なる鶏ふん炭の微量元素の可給性の比較  
Comparison of trace elements availability in poultry manure-derived biochar produced at  
different pyrolysis temperatures

○久保田幸\*・亀山幸司\*・北川巖\*・岩田幸良\*

KUBOTA Yuki, KAMEYAMA Koji, KITAGAWA Iwao and IWATA Yuki Yoshi

## 1. はじめに

我が国の家畜ふん尿は国内の産業廃棄物全体の約 20 %を占めている。これら家畜ふん尿には、リンや窒素などの肥料成分が多量に含まれることから、今まで以上に肥料や土壌改良資材として利用することが望まれる。

家畜ふん尿の主な処理方法には堆肥化があるが、近年ではバイオ炭への資材化が検討されている。バイオ炭は地球温暖化対策の土壌炭素貯留を可能にする資材として注目を集めており、令和 2 年 9 月に J-クレジット制度において新たに「バイオ炭の農地施用」に関する方法論が策定され、今後の利用拡大が期待される。

本研究で取り扱った鶏ふんは、リン酸、窒素といった肥料成分に加え微量元素が多い傾向にあり、施用することで今後拡大が懸念される畑作物の微量元素欠乏の回避の効果が期待できる。しかし、これまで炭化した鶏ふんについてリン酸・窒素・カリウムといった多量要素の肥効を検討した事例はあるが、微量元素の可給性や肥効についての検討はなされていない。

本研究では、異なる温度条件で炭化処理を施した鶏ふんについて、微量元素の亜鉛、銅、鉄の可溶性を明らかにし、農業でのより高機能な利用の可能性を検討した。

## 2. 方法

乾燥鶏ふんを生成温度 300、400、500、600、700、800 °C でそれぞれ 3 サンプルずつ炭化処理をした。鶏ふん炭をミキサーで細かく砕き粉末状の試料とした。分析には、炭化処理をしない乾燥鶏ふんを含めた計 21 サンプルの試料を使用した。

試料を①強酸一過酸化水素分解法で有機物の分解処理をし、各要素の全量を測定した。試料内含有量のうち、溶出しやすい成分量を測定するために②水抽出、植物が利用可能な量を評価するために③0.5N 塩酸溶液（以下、可溶性（濃度））（汚泥で用いられている分析法を参考に実施）で抽出した。亜鉛、銅、鉄の測定には原子吸光度計（AA-7000, SHIMADZU）を使用した。

## 3. 結果

### 3.1. 炭化処理による濃度変化

方法①の有機物を分解処理した試料の分析結果（Table 1）より、各成分の全量は乾燥鶏ふんと比較すると鶏ふん炭の値が高くなっていた。鉄、亜鉛、銅いずれも鶏ふん炭が乾燥鶏ふんの成分濃度の最大 2 倍以上の値を取っており、既往の研究の通り、炭化させることで成分が濃縮することが確認できた。③可能性濃度についても各成分は炭化させることで濃縮されていることがわかった。

また、乾燥鶏ふんで検出が可能だった②水溶性濃度は、炭化鶏ふんでは亜鉛と銅は検出され

\* 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：バイオ炭、微量元素、可溶性

ず、検出が確認できた鉄も乾燥鶏ふんと比較すると少量だった。

### 3.2. 生成温度が濃度に与える影響

亜鉛は①全量について、0～500℃では増加傾向を、500～800℃では減少傾向を示した (Figure 1)。③可溶性亜鉛も全量とほぼ同じ濃度推移を示し、600℃で最大値をとった。亜鉛の全量中の可溶性割合は、すべての生成温度についてほぼ10割であり、試料内の大部分の亜鉛は植物が利用可能な状態で存在していることがわかった。

銅は、①全量は生成温度の上昇とともに増加する傾向にあった。③可溶性濃度は全量のような温度変化に伴う濃度増加はみられず、試料間で濃度に大きな差はなかった。可溶性銅は300℃で最大の濃度になり、全量中の可溶性割合も300℃で最大の3割だった。

鉄は、①全量は生成温度の上昇とともに増加する傾向にあった。③可溶性濃度についても同様に温度上昇に伴って増加傾向であった。可溶性濃度は800℃で最大となり、全量中の可溶性割合も800℃の1割で最大だった。

### 4. まとめ

生成温度の異なる鶏ふん炭について微量元素の亜鉛、銅、鉄の利用可能性を検討した。各要素は、炭化させることで濃度が高くなった。亜鉛は、全量が生成温度500～600℃で最大濃度となり、可溶性割合も高く試、含まれる亜鉛の大部分が植物によって利用可能な状態であったため、同温度帯での生成が作物の吸収効率を高めるために最適であると考えられた。銅は、生成温度が高くなるほど全量の濃度が高くなる一方、可溶性濃度および全量中の可溶性割合は低温での生成で最大値を示しており、300℃での生成が効果的であると考えられた。鉄は、全量濃度および可溶性濃度は生成温度の上昇に伴って高くなった。可溶性割合が特に800℃で高かったため、同温度帯での生成が最適であると考えられた。

これらの結果より、目的の微量元素に応じたバイオ炭の生成温度を変えることで、単一の素材から複数の成分を効果的に利用できる可能性が示唆された。今後は、目的の成分の可溶性を最大化する最適温度で製造した炭化物を、最適な配合で混合することで利用価値の高い資材の開発を目指していく。

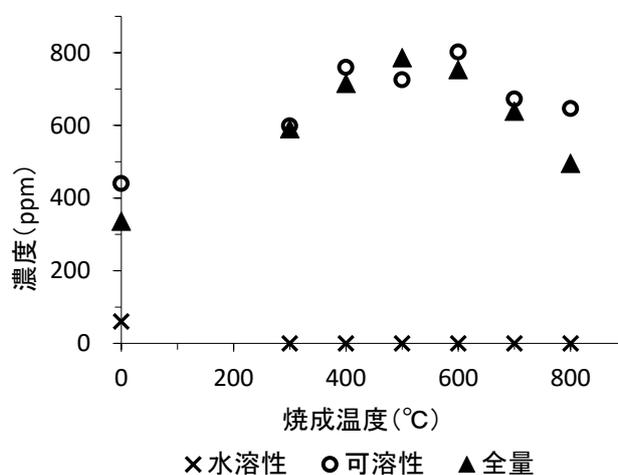


Figure 1 亜鉛の溶出濃度

Table 1 焼成温度の異なる鶏ふん炭の微量元素溶出濃度

| 生成温度<br>°C | Zn (ppm) |       |       | Cu (ppm) |      |      | Fe (ppm) |       |        |
|------------|----------|-------|-------|----------|------|------|----------|-------|--------|
|            | 水溶性      | 可溶性   | 全量    | 水溶性      | 可溶性  | 全量   | 水溶性      | 可溶性   | 全量     |
| 0          | 60.4     | 439.6 | 336.3 | 8.1      | 6.9  | 33.7 | 227.6    | 75.9  | 1560.8 |
| 300        | 0.0      | 598.5 | 590.9 | 0.0      | 16.3 | 53.2 | 20.6     | 98.1  | 1945.1 |
| 400        | 0.0      | 759.2 | 715.6 | 0.0      | 13.6 | 59.3 | 3.5      | 103.1 | 2123.2 |
| 500        | 0.0      | 725.3 | 786.4 | 0.0      | 14.3 | 70.1 | 2.9      | 107.8 | 2344.5 |
| 600        | 0.0      | 801.7 | 753.4 | 0.0      | 14.3 | 68.1 | 3.8      | 132.4 | 2424.0 |
| 700        | 0.0      | 672.4 | 639.1 | 0.0      | 3.1  | 62.7 | 3.2      | 174.1 | 2643.3 |
| 800        | 0.0      | 646.0 | 495.7 | 0.0      | 9.1  | 77.9 | 2.6      | 314.1 | 3454.1 |