

浸出水処理における生物担体としての廃棄物炭の適用効果とその実用性に関する研究 (2) ～廃棄物炭の簡易製造に関する検討～

福岡大学大学院 (学) ○東昇央 (正) 立藤綾子 (正) 鈴木慎也

1. はじめに

開発途上国では財源や技術者不足などの問題から浸出水処理施設の設置が難しく、未処理の浸出水が河川などに放流されており、環境汚染を引き起こしている。このため、安価で簡便な浸出水処理方法の開発が求められている。発展途上国の埋立地浸出水中の汚濁成分の主体は BOD 成分等の有機汚濁物であり、浸出水処理方法として好気性微生物を用いた生物処理が適用可能である。筆者らはこれまで好気性生物処理に必須の簡易な曝気装置 (トルネード、ECO-FAN) の開発を行ってきた¹⁾。更に、生物処理の効率性の向上を目的として、生物処理槽における有機物の分解微生物の付着固定担体に、多孔質で吸着力が高く、微生物の集積効果のある廃棄物炭を用いることの有用性について検討を行い、トウモロコシ穂軸炭が微生物の付着固定担体として有用であることを明らかにした。本報告では、1) トウモロコシ穂軸炭の製造における廃棄状態の影響と最適な製炭温度及び時間 2) 乾燥工程の必要性について実験的に検討し、炭製造における簡素化の可能性を評価した。

2 実験試料

2.1 廃棄状態検討試料

調理後のトウモロコシ穂軸(以下、「加熱有」)、調理後廃棄されごみ集積場に放置されたもの(以下、「腐敗有」)、この2つの対象として未調理のもの(以下、「加熱無」)の3種をそれぞれ風乾したものを炭化原料とした。

2.2 乾燥工程検討試料

トウモロコシ穂軸を水槽に漬け込んだもの(以下、「生穂軸」：含水率 50.1～60.3%)、一週間風乾したもの(以下、「風乾穂軸」：含水率 9.6～13.8%)、105℃で 18h で高温乾燥を行ったもの(以下、「乾燥穂軸」：含水率 0%)の3種を炭化原料とした。

3 実験方法

3.1 炭化方法及び収率の測定方法

検討1では、アルミ箔と砂で覆った炭化原料をマッフル炉を用いて 260℃、300℃、340℃で 2h 炭化した。検討2では、260℃で 2h、2.5h、3h 炭化した。これら炭化前後の質量差から炭の収率を求めた。

3.2 可燃分量の測定

炭化物を芯部と表面部に分けた後、800℃で 1h 強熱し、重量減少量を測定し、可燃分量とした。

3.3 メチレンブルー吸着能試験

JIS-K1474 活性炭試験方法²⁾に準じてメチレンブルー吸着能を以下の方法で測定した(図-1)。検討1では、初期濃度 3mg/L メチレンブルー溶液 50mL にトウモロコシ穂軸炭をそれぞれ 0.5、1.0、1.5g 添加後、振とう機を用いて 200rpm で 30 分間振とうし、得られたろ液の吸光度を測定した。吸光度により得られた吸着等温線から、残留濃度 0.24mg/L のときの吸着量を算出した。検討2では、検討1の結果を踏まえ、初期濃度 10mg/L、試料添加量を 0.25、0.5、0.75、1.0g に変更し、残留濃度 4mg/L のときの吸着量を算出した。

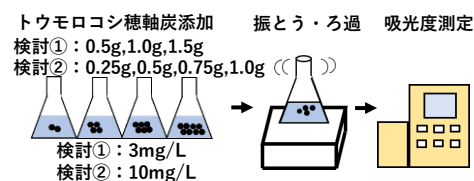


図-1 メチレンブルー吸着能試験概要

表-1 廃棄状態の異なる
トウモロコシ穂軸の収率

炭化温度 (℃)	炭化時間 (h)	試料の状態	炭化の収率 (%)
260	2	加熱有	67.4～74.8
		腐敗有	68.1～74.5
		加熱無	71.6～77.4
300		加熱有	45.6～50.5
		腐敗有	37.8～48.2
		加熱無	48.2～55.3
340		加熱有	40.5～42.5
		腐敗有	39.1～41.7
		加熱無	39.9～41.4

4 実験結果

4.1 可燃分量

各炭の収率を表-1 に示す。加熱有、腐敗有及び加熱無のいずれの条件においても炭化温度が高いほど収率が低下し、260℃で 67.4～77.4%、300℃で 37.8～55.3%、340℃で 39.1～42.5%であった。300℃の腐敗有の

収率の変動幅は他の試料と比べて若干大きかったものの、300℃で 2h 炭化した木炭の収率³⁾(35~40%)と同等の収率であることから、トウモロコシ穂軸炭の収率は妥当であると言える。以上のように、260℃の収率が 300℃に比べて高いことから、炭素以外の揮発成分の一部がガス化しなかった可能性が考えられる。また、腐敗の収率が低い要因は、穂軸の成分の一部が分解され、低分子化しているためと予想される。次に、可燃分量を見ると、芯部が表面部より若干多いものの、いずれの試料も 90%以上で、灰化はほとんどみられなかった(図-2)。このことから、表面と芯部の可燃分量の違いは成分の違いによるものと予想される。また、加熱後の腐敗有で可燃分量が少ない傾向が顕著であったことから、加熱や腐敗によって炭素成分が減少しているものと予想されるが、その差は小さいこともわかった。

4.2 メチレンブルー吸着能

(1) 廃棄状態の検討

廃棄状態の違いを見ると、260℃では腐敗有の吸着量が 3.77mg/g で 300℃及び 340℃の 3 倍と、最も高い吸着能を示した。しかし、この条件における加熱の有無の差は小さかった。このこと及び腐敗有における収率も小さいことから、廃棄状態が炭化物の吸着量に及ぼす影響は小さいこと、トウモロコシ穂軸炭の製造温度は 260℃でよいことがわかった。また、収率が若干低い値を示した腐敗有の吸着量が多いことから、腐敗によって炭の成分の一部が低分子化し、ガス化したことによって空隙が多くなったと予想された。

(2) 乾燥工程の検討

吸着等温線を図-3、残留濃度 4mg/L における吸着量を表-3 に示す。260℃で 2.5h、260℃で 3h の炭化では、乾燥条件の違いによる吸着能の差はほとんど見られなかったものの、260℃で 2h の炭化では、吸着量が生穂軸で 41.7mg/g、風乾穂軸で 22.7mg/g、乾燥穂軸で 6.3mg/L となり、含水率が高いほど吸着能が高くなった。炭化時間の違いによる吸着能の差を見ると、残留濃度 4mg/L における吸着量は 2h の炭化における吸着量は、6.3~41.7mg/g、2.5h で 5.0~5.8mg/g、3h で 3.3~3.7mg/g と、炭化時間が長いほど吸着量が低くなった。これらのことから、トウモロコシ穂軸の構造は木炭よりも孔隙が粗であるため、炭化温度が高くなると揮発成分のガス化が進行し、孔隙が大きくなるため、吸着量が低くなる可能性が考えられた(図-4)。このため、吸着能の高いトウモロコシ穂軸炭を製造する場合、木炭の製造よりも低い温度が望ましく、乾燥が必要でないことが明らかになった。

5.まとめ

本研究の結果から、以下のことが明らかになった。

- ① 廃棄状態がトウモロコシ穂軸炭の吸着量に及ぼす影響は小さい。
- ② 木炭の製造温度よりも低い 260℃で吸着能の高いトウモロコシ穂軸炭を製造できる。
- ③ トウモロコシ穂軸は未乾燥のものを炭化の方が吸着能が高まる。

【参考文献】

- 1) 佐々木魁斗他：ECO-FAN の搅拌による生物処理効果に関する検討、第 27 回廃棄物資源循環学会研究発表会、講演原稿 2016
- 2) 日本産業規格：JISK1474 活性炭試験方法、2014
- 3) 表原靖男他：間伐材の木炭化、大阪府立産業技術総合研究所、pp42-46 No.11, 199

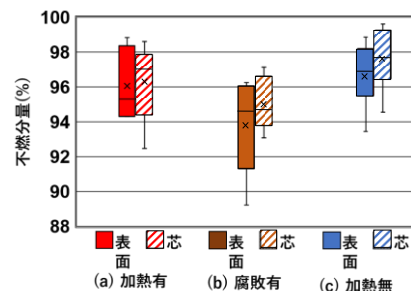


図-2 廃棄状態と炭の収率の関係

表-2 廃棄状態と吸着量の関係

廃棄状態	吸着量(mg/g)		
	260℃	300℃	340℃
腐敗有	3.77	0.87	1.27
加熱有	2.67	0.86	0.8
加熱無	3.24	0.94	1.16

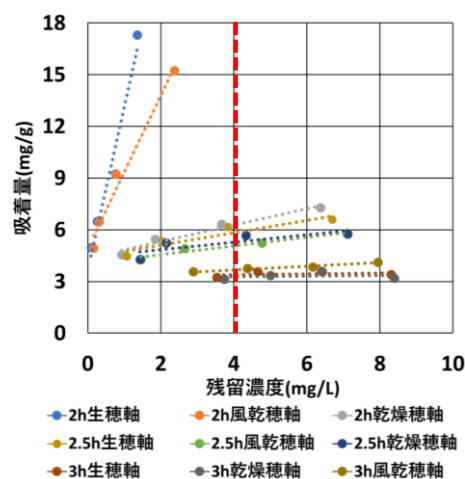


図-3 各種乾燥試料の吸着等温線

表-3 残留濃度 4mg/L 吸着量

試料名	炭化温度(℃)	炭化時間(h)	吸着量 (mg/g)
生穂軸炭	260	2.0	41.7
		2.5	5.8
		3.0	3.4
風乾穂軸炭		2.0	22.7
		2.5	5.0
		3.0	3.7
乾燥穂軸炭		2.0	6.3
		2.5	5.3
		3.0	3.3

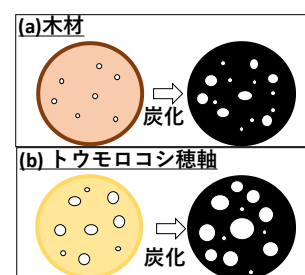


図-4 予想される細孔形成のイメージ