

好気性発酵乾燥方式によるごみ処理システムのわが国への導入の可能性について

日本大学理工学部 正会員 ○後藤 浩
 (株)三東工業社 正会員 石川 眞
 東電タウンプランニング(株) 非会員 紺野 美風

1. 研究目的 近年、地球規模の気候変動問題に対応するためにカーボンニュートラルに関わる政策が打ち出されている¹⁾。わが国において、ごみ処理施設のほとんどが焼却施設であるため、二酸化炭素の排出や近隣への騒音、臭気問題など環境に関する問題は常に存在している²⁾。その他にも、老朽化による焼却施設の建て替え費用やごみ処理費用など財政に関わる問題も少なくない³⁾。ごみ処理を焼却以外の方法で処理する方法として、好気性発酵乾燥方式⁴⁾がある。この方法は、一般家庭の可燃ごみを収集し、バイオトンネルと呼ばれる発酵槽とバイオフィルターと呼ばれる脱臭装置を組み合わせることで処理を行うものである。この方式は「燃やす」処理がないために、二酸化炭素の発生を抑制するだけでなく、焼却灰も発生しない。処理されたものは、乾燥後、固形燃料の原料となるなど、廃棄物ではなくエネルギー資源となる。この方式はイタリアで多く導入されている⁵⁾が、日本では香川県三豊市に1か所存在している^{4), 5)}。焼却処理から脱却し、カーボンニュートラル政策に寄与するために、好気性発酵乾燥方式のわが国への導入促進の可能性を考えることは工学的に意義のあることである。本研究では、好気性発酵乾燥方式の日本への導入を検討するため、三豊市の施設を参考にして本システムを導入できる自治体を抽出した。そして、好気性発酵乾燥方式導入による二酸化炭素排出量の低減効果を推算した。最後に、我が国のごみ処理のあり方について二、三の意見を述べた。

2. 好気性発酵乾燥方式の概要 好気性発酵乾燥方式は、生ごみや紙・プラスチックなどが混在したごみを密閉発酵槽「バイオトンネル」で微生物の発酵作用が最も活発になる好気的な環境を制御し、発酵する際の熱と通気を利用して乾燥処理を行う方式である(図1参照)。三豊市では、年間1万tの一般廃棄物(家庭系・事業系の可燃ごみ)を収集し、バイオトンネルで有機物を発酵させ、残った紙・プラスチック(異物を除去)を乾燥し、石炭代替品の固形燃料(RPF: Refuse derived paper and Plastics densified Fuel)を生産している。微生物の発酵作用が最も活発になる環境となるようにバイオトンネル内の温度・圧力・空気量等を自動制御し、17日間という期間で、ごみを乾燥させることができる。施設自体もシンプルな作りでトラブルも少なく、少人数で施設の運営・管理を行っている。場内で回収した一般廃棄物が発生する高汚濁排水は、バイオトンネル内に排水し、処理する。排水はバイオトンネル内で発酵槽に散布されるとともに、バイオトンネル内で蒸発した水蒸気は、バイオフィルターで脱臭し、大気に放出されるので、施設からの排水量は少ない。また、施設内の排気はバイオフィルター内の木質チップ層を通じて吸着・微生物分解されることで脱臭され、施設外に臭気が出るのを防いでいる。この結果、三豊市の施設の場合は、焼却炉の建設費50億円が削減され、焼却せず、ごみから石炭代替の固形燃料の生産し、二酸化炭素排出の削減につながっている。また、生ごみや紙・プラスチックなどは可燃ごみとして処理できるため、ごみの分別方法は導入前後で変わらず、市民のごみ分別の負担を増やしていない。

3. 研究方法 本研究では、まず初めに、海外での実施例⁵⁾を文献から調査するとともに、三豊市での好気性発酵乾燥方式の活用実態を資料⁴⁾から精査した。次に、ごみ総排出量における温室効果ガスの発生量調査や、スギの二酸化炭素吸収量の算定式を調査した。特に、本システムが稼働している三豊市の人口規模以下を基準に好気性発酵乾燥方式導入に向けての条件とし検討した。

4. 調査結果 本研究で得られた調査結果を以下に記す。

4-1. 二酸化炭素排出削減量の推定結果

好気性発酵乾燥方式を用いれば、これまでの焼却処理により排出されていた二酸化炭素が排出されなくなる。これにより、三豊市の事例⁴⁾を参照すると、年間約4600tの二酸化炭素が削減されるとしている。好気性発酵乾燥方式を行うことで約4900tの二酸化炭素を排出するが、製紙工場などの燃料としての石炭の代わりに使用することで、約6800tの

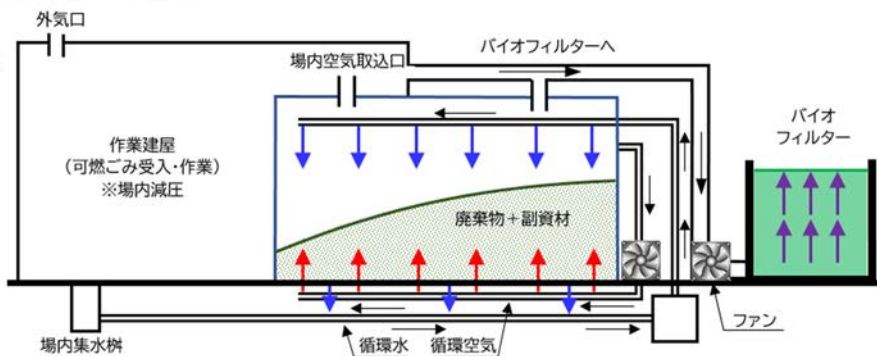


図1 好気性発酵乾燥方式の概要(三豊市資料⁴⁾を参考に筆者らが作画)

キーワード：廃棄物、好気性発酵乾燥方式、非燃焼型、カーボンニュートラル

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14 E-mail:gotou.hiroshi@nihon-u.ac.jp

二酸化炭素を削減している。結果として、全体で年間約 6500t の二酸化炭素を削減できるとしている。

4-2. スギの二酸化炭素吸収量の算定式 樹木を含め植物は、光合成により二酸化炭素を吸収して酸素を放出する⁶⁾。林野庁によると、樹木が吸収し蓄積する二酸化炭素量の平均的な数値は、適切に手入れされている 36～40 年生のスギ人工林、1ha 当たり約 302t であると推定されている⁷⁾。また、この 36～40 年生のスギ人工林 1ha が 1 年間に吸収する二酸化炭素の量は、約 8.8t と推定される。前述のとおり、本施設の二酸化炭素削減量は年間約 6500t に及ぶ。この量をスギの二酸化炭素吸収量で割ると、 $6500t \div 8.8t/ha/year = 738.6ha/year$ (杉林にして東京ドーム 157 個分に匹敵) となり、その価値が理解される。

4-3. 好気性発酵乾燥方式のごみ処理施設を導入可能な自治体の抽出 令和 3 年現在、日本全国の市区町村数は全部で 1741 自治体あり、中でも三豊市の順位は表 1 のような結果であった^{8), 9)}。三豊市の人口規模より小さい市区町村数は、1303 自治体であり、自治体数にすると約 75% を占める結果であった。なお、三豊市の人口規模より小さい自治体の人口合計は日本の総人口の約 20% ほどであった。わが国の自治体の財政を考えると小規模自治体ほど厳しい¹⁰⁾ ことから、今後容易にごみ焼却施設の更新がままならないと考える。一方好気性発酵乾燥方式は一度施設を建設すると、比較的長い年月の供用が可能となり、二酸化炭素排出の効果だけでなく、地方自治の運用面においても寄与するシステムであると考えられる。

4-4. 三豊市の事例を基にした導入可能性の推算 環境省は、令和 3 年 3 月 30 日に、令和元年度における全国の一般廃棄物（ごみ及びし尿）の排出および処理状況等の調査結果¹¹⁾ を取りまとめた。その結果によると、ごみ総排出量は 4274 万 t、1 人 1 日当たりのごみ排出量は 918g であった。三豊市の人口規模より小さい自治体の人口合計は、日本の総人口の約 20% ほどであった。ごみ総排出量の 20% を好気性発酵乾燥方式によって処理することができたとすれば、年間、4274 万 t の 20% である 854.8 万 t もの廃棄物に適用でき、その分の温室効果ガス排出量削減につながるであろうと考えられる。

5. カーボンニュートラルを考慮したごみ処理施設の在り方 2020 年 10 月、政府は 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラル¹⁾ を目指すことを宣言している。「カーボンニュートラルの達成のためには、温室効果ガスの排出量の削減ならびに、吸収作用の保全および強化をする必要がある」と考えられている。現在のわが国のごみ処理方式の大部分は焼却施設であり、毎年、莫大な量の温室効果ガスを排出している。好気性発酵乾燥方式のごみ処理施設ならば、事業で排出された二酸化炭素を上回る量の削減が可能であるため、植林・森林管理などによる「吸収量」を考えなくてもよい。「バイオマス資源化センターみとよ」では、燃やさない、排水が出ない、臭気が出ないという、新しいごみ処理方法が確立され、サービスが展開されている。その他にも、施設を官民連携で運営することで、行政のコスト削減につながっている。出口から出てくる固形燃料の製造や販売については、共同出資元である会社が独自の技術・ノウハウを活かして取り組むことで、好気性発酵乾燥方式の事業は施設の運営に生かされている。世界的に経済活動が停滞する中、カーボンニュートラルによって環境投資を活性化させ、経済復興につなげようとする「グリーンリカバリー」の考えも、当該施設には存在し、好気性発酵乾燥方式のごみ処理機能の環境負荷低減の大きさが分かる。

6. 結論 好気性発酵乾燥方式を用いれば、これまでの焼却処理により排出されていた二酸化炭素が排出されなくなる。これにより、三豊市の資料によれば、年間約 4600t の二酸化炭素が削減されている。好気性発酵乾燥方式を行うことで約 4900t の二酸化炭素を排出するとされているが、製紙工場などで石炭の代わりに使用することで、約 6800t の二酸化炭素を削減できる。結果として、全体で年間約 6500t の二酸化炭素を削減できるとされている。この試算結果をもとに、導入されている三豊市の人口規模より小さい市区町村を導入可能自治体と基準立てて検討を加えた結果、自治体数にしてわが国の 75% となった。人口で換算すると、わが国の総人口の約 20% ほどであった。これにより、ごみ総排出量の 20% を好気性発酵乾燥方式によって処理することができるとすれば、年間、854.8 万 t の廃棄物処理時の温室効果ガス排出量削減につながると試算できた。

今後は、施設設置に必要な敷地面積に関する検討、すなわち、焼却施設における敷地面積と比較すること、また、今般は三豊市の施設を基準にしたが、具体的な処理能力レベルについて精査していく予定である。

参考文獻：1) 環境省：脱酸素ポータル、<https://ondankataisaku.env.go.jp/> (2022/3/17 閲覧)、2) 環境省：廃棄物処理施設生活環境影響調査指針について、<https://www.env.go.jp/> (2022/1/12 閲覧)、3) 東京 23 区清掃一部事務組合：予算のあらまし (令和 3 年度) <https://www.union.tokyo23-seisou.lg.jp/> (2022/1/12 閲覧)、4) 三豊市：広報みとよ、<https://www.city.mitoyo.lg.jp/> (2022/03/23 閲覧)、5) ATZWANGER：References、<https://www.atzwanger.net/> (2022/03/17 閲覧)、6) 住友林業：きこりんの森、https://kikorin.jp/lab/03_carbon/index.html (2022/1/12 閲覧)、7) 林野庁：森林の二酸化炭素吸収量、<https://www.rinya.maff.go.jp/> (2021/12/29 日閲覧)、8) 総務省統計局：住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数、<https://www.soumu.go.jp/> (2022/03/17 閲覧)、9) 国土地理院：全国都道府県市区町村別面積調、<https://www.gsi.go.jp/> (2022/03/17 閲覧)、10) 内閣府：地方財政の課題 (2020 年)、<https://www5.cao.go.jp/> (2022/1/20 閲覧)、11) 環境省：一般廃棄物の排出及び処理状況等 (令和元年度) について、<https://www.env.go.jp/> (2021/12/29 閲覧)。

表 1 三豊市の人口・面積・人口密度の概要^{8), 9)}

	人口	面積	人口密度
順位	438 位	560 位	723 位
実数	61917 人	222.7km ²	278.03 人/km ²