

紙のリサイクルに伴う環境影響の定量評価

－製紙汚泥焼却灰再利用の有効性の検証－

NTTアクセスサービスシステム研究所

正会員

○佐々木 理

同 上

正会員

安田 真弘

同 上

正会員

石本 弘治

1. はじめに

近年紙のリサイクルが進み、それに伴い製紙汚泥と呼ばれる廃棄物が年々増加している。現在製紙汚泥は焼却して減量化を図り焼却灰として埋め立て処分されているが、その処分地を確保することが難しくなっている。このような焼却灰の有効利用法の一つとして、ゼオライト等に転換して水質浄化材やガス浄化材等に適用する試みがいくつかの研究機関で行われている。しかし現状では焼却灰をいかに有効利用するかということに主眼が置かれ、紙のリサイクル全体を見たときに現状の埋め立て処分以上に環境負荷を及ぼすことはないかという検証はほとんど行われていない。

本稿では、製紙汚泥焼却灰の有効利用技術の一つとしてNTTが提案する多孔質材料「MPM（マイクロポーラスマテリアル）」を一つのケーススタディとし、環境負荷という観点での製紙汚泥焼却灰再利用の有効性を検証したので報告する。

2. 紙資源のトータルリサイクルを実現するMPM

MPMは活性炭のように微少な孔が多数空いた多孔質材料であり、高い陽イオン交換性能と大きな比表面積を有している。この特徴により、窒素やリンを効率的に吸着する水質浄化材としての利用が可能となるほか、水浄化後のMPMを土壌に混ぜ合わせることで、吸着した窒素やリンを土壌の栄養分として還元することもでき、真の意味での紙資源のトータルリサイクルが可能となる¹⁾（図1）。

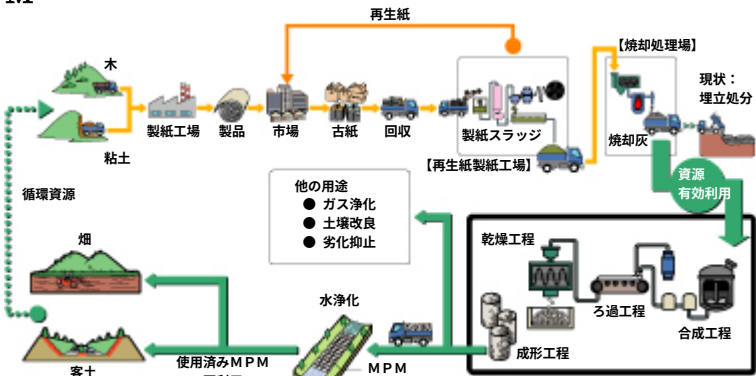


図1 MPMによる紙資源のトータルリサイクル構想

3. 環境負荷を指標としたMPMの有効性の検証

3. 1 MPM生成に伴う環境負荷の定量化

環境負荷の定量化手法の一つであるLCAを用いて、焼却灰をMPMとして再利用することが有効であるかどうかを検証する。ただし、MPMは研究段階にありその使用や廃棄に関わる環境負荷の定量化は困難である。ここでは工程が確立されているMPM生成に関わる環境負荷をCO₂排出量について定量化した（図1の太枠部分）。計算に使用した各材料のCO₂排出量原単位を表1に示す²⁾。なお、定量化は焼却灰1tを生成設備に投入してからMPMが生成されるまでを対象とする。生成設備の処理能力は150kg／1バッチ（2日）である。

表1 使用したCO₂排出量原単位²⁾

項目	CO ₂ 排出量原単位 (kg-CO2/*)	単位 (*)
電力	0.533	kWh
灯油	2.678	l
苛性ソーダ	1.148	kg
硫酸	0.073	kg
上水	2.011	m ³

キーワード

リサイクル, 製紙汚泥焼却灰, 多孔質材料, LCA, CO₂ 排出量

連絡先

〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 TEL:0298-68-6240 E-mail:mpm@ansl.ntt.co.jp

定量結果を表 2 に示す。MPM1t の生成に伴う CO₂ 排出量は 3,932kg であることがわかった。

3. 2 焼却灰埋め立てとの比較

製紙汚泥焼却灰の埋め立て処分に伴う環境負荷は、焼却灰 1t あたり 108kg である³⁾。焼却灰からMPMを生成することは、埋め立て処分に比べ 40 倍近くの環境負荷を及ぼすことに相当するといえる。つまりMPM生成により、廃棄物を有効利用して環境保全に貢献している一方、新たな環境負荷を生み出していることになる。これはMPMに関わらず、焼却灰再利用技術のほとんどすべてにいえることであると考えられる。新たな環境負荷を投じて作り出したものが、それに見合う役割を果たすかどうかということが重要になる。

MPMは、水質浄化材として十分な性能を有していることが現場試験等を通じてわかっており⁴⁾、NTTでは活性炭やゼオライトに代わる材料として実用化を目指している。そこで、MPMが市場において活性炭に置き換わる水質浄化材として確立された場合を仮定する。このとき活性炭の製造に伴って生じる環境負荷量が削減できる。活性炭製造に伴う CO₂ 排出量は、諸性能に応じて変わってくると思われるが、1t あたり 6,207kg という一つのデータがある²⁾。これを参照すると、焼却灰 1t の埋め立てと活性炭 1t の製造に際し、トータル 6,315kg の CO₂ が排出量されている。これに対し、焼却灰 1t からMPM1t を生成することに伴う CO₂ 排出量は 3,932kg であり、前者に対し 38%の削減効果があることがわかる（図 2）。

4. おわりに

製紙汚泥焼却灰から多孔質材料MPMを生成する際に生じる環境負荷を LCA を用いて定量化した。その結果、MPMを生成することは焼却灰の埋め立て処分に比べると大きな環境負荷を及ぼすものの、MPMが活性炭に置き換わるという仮定の下では環境負荷の削減が期待できることがわかった。活性炭製造に伴う環境負荷は一つの参考データに過ぎないが、MPMの生成についても実用化に際しては製紙汚泥の焼却に伴う廃熱の利用等により、さらに 44%の削減が見込めMPM1t あたり 2,208kg の CO₂ 排出量に抑えることができる。このことからMPMによる焼却灰の再利用は環境問題に対して有効な技術になり得るといえる。

しかし、これは環境負荷の中でも地球温暖化に関わる CO₂ 排出量という一つの側面で見ただけのものである。環境負荷にはその他の大気環境や水環境、枯渇資源への影響等さまざまなものがあり、また焼却灰処分に關しては埋め立て処分場の残容量とのかね合いも問題となる。これらのことに加え、焼却灰の処分だけでなく、紙そのものの消費やリサイクルに伴う環境影響も考慮した検証を今後行っていく予定である。

参考文献

- 1) 例えば、安田、石本、折口：製紙汚泥焼却灰から作られる水質浄化材の効果，第 53 回年次学術講演概要集
- 2) LCA 実務入門編集委員会：LCA 実務入門
- 3) 佐野ら：都市ごみ焼却灰処理に伴う環境負荷の定量化，資源環境対策
- 4) 佐々木ら：製紙汚泥焼却灰から作る水質浄化材のフィールド試験による評価，第 56 回年次学術講演概要集

表 2 CO₂ 排出量定量結果

項目	消費量	単位	排出CO ₂ (kg)
焼却灰	1	t	
苛性ソーダ	500	kg	574
灯油	69	l	185
電力	5,359	kWh	2,857
硫酸	267	kg	19
上水	148	m ³	298
合計			3,932

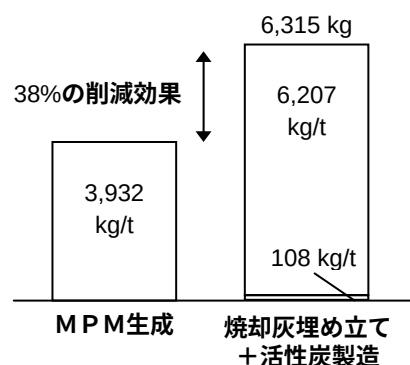


図 2 現状との比較