

川崎重工業(株)  
環境プラント営業部 副部長

みよし ゆうじ  
三好 裕司

## はじめに

家庭で使用された使い捨ておむつは、他の燃やせるごみとともに出され、各自治体のごみ処理施設で焼却処理されるのが一般的です。また、介護施設等で使用された使い捨ておむつも、事業系ごみとして回収されていますが、同様にごみ焼却施設で焼却されています。ごみ処理施設は小学4年生の社会科学で学ばれた方も多いと思います。

## ごみ焼却炉の構造と変遷

各自治体のごみ処理施設の一般的な形式は、ストーカ式ごみ焼却炉というものです(図1)<sup>1)</sup>。ストーカ(火格子)の上で、ごみを移動させながら焼却し、灰にする形式です。ごみピットに貯められたごみは、クレーンでつかまれ投

入ホッパへ入れられ、下部の給じん装置で焼却炉へ押し込まれます。焼却炉のストーカは、ごみの水分を蒸発させる「乾燥帯」、ごみを燃やす「燃焼帯」、おき燃焼させる「後燃焼帯」に分類されます。

水分が多い生ごみが多かった時代(1960~1980年頃)は、「乾燥帯」を大きく取り、ストーカにごみをほぐす工夫をするとともに100~200℃の高温空気を乾燥帯に送り込むことで、まず水分の蒸発を行うことがポイントでした。そして、その後段の「燃焼帯」で、高温空気でしっかりとごみを燃やすようにしていました。

プラスチックが多くなった時代(1990年頃~現在)は、「乾燥帯」で、ごみの燃焼が始まらないように、そのスパー

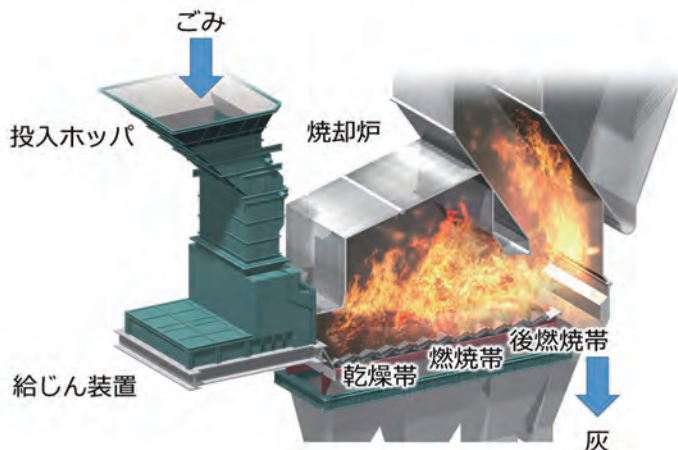


図1 ごみ焼却炉の構造(ストーカ式の一例)

スを小さくするとともに、供給する空気が常温~100℃と比較的低くするようになりました。その一方、「燃焼帯」での燃焼で、高温になり過ぎて焼却炉を損傷しないように注意する必要があります。

ごみを適切に焼却するためには、ごみ量やごみ質に応じた燃焼空気を供給し、焼却炉内の温度を適切に維持することが必要です。ごみは24時間燃やし続けるため、これらを手動で行うのではなく、自動化しています。焼却炉へ投入するごみ量を一定にしたり、燃焼空気の量や温度をごみ質に合わせて自動的に調整したりする自動燃焼制御(ACC)が導入されています(図2)。

このように、時代とともに変わるごみに対応して、焼却炉も進化しています。

## 使用済み紙おむつの焼却処理

使い捨ておむつは、外側はパルプとプラスチック、内側は高吸水性樹脂(SAP)で作られています。使用済み

紙おむつはSAPがし尿を含むことで含水率が60~70%程度となります。外側は燃えやすく、内側は燃えにくいということになります。このため、使用済み紙おむつを焼却処理するためには、外側の燃えやすいパルプとプラスチックを燃焼後に、含水率が高い内側を乾燥、燃焼させる必要があります。「燃焼帯」での高温滞留時間を確保するとともに、「後燃焼帯」で燃え残っているものがあれば燃やし切るようにしなければなりません。使用済み紙おむつは、し尿を含んでいるので衛生的な処理のためにも、しっかりと焼却処理する必要があります。使用済み紙おむつに特化した焼却処理の報告はほとんどありませんが、紙おむつと同程度に含水率が高い汚泥の焼却処理に関する知見を活かすことができますので、その内容を次に示します。

## 汚泥の焼却処理データに基づく、使用済み紙おむつの焼却処理の推定

「都市ごみ処理施設における下水汚

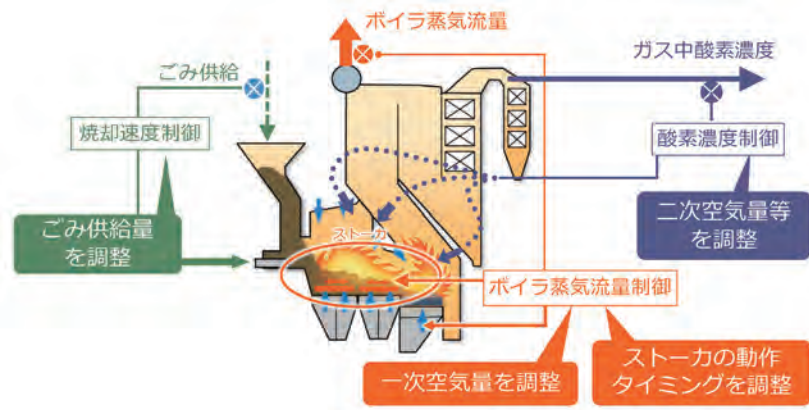


図2 自動燃焼制御(一例)

©2023 三好 裕司 この記事はクリエイティブ・コモンズ [表示 - 非営利 4.0 国際] ライセンスの下に提供されています。 <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.ja>

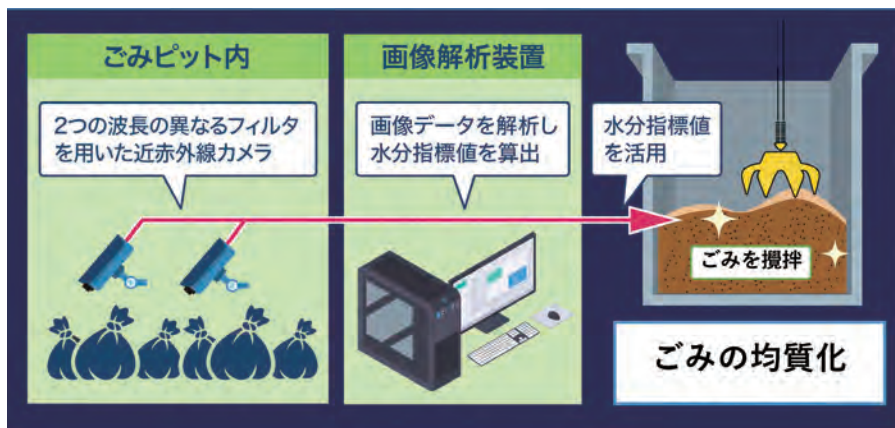


図3 ごみピット ごみ画像解析 (一例)

泥混焼の実績調査<sup>2)</sup>によりますと、下水汚泥の含水率は平均79% (53~85%)となっており、焼却炉での汚泥の混焼率の平均値は8.36%です。汚泥の焼却炉への供給に専用設備を設置している事例もありますが、ごみピットでごみクレーンを使用して、ごみと汚泥を混合攪拌した後、焼却炉へ投入することで対応可能です。

使用済み紙おむつを他のごみと合わせて焼却する際にも、ごみピットで混合攪拌をきっちり行った上で、混焼率(ごみ中の使用済み紙おむつの割合)を10%程度までにすることで対応することができると考えます。環境省の「使用済み紙おむつの再生利用等に関するガイドライン」<sup>3)</sup>によりますと、2015年度では一般廃棄物に占める紙おむつの割合は4.3~4.8%で、これが2030年度には6.6~7.1%になると推計されています。焼却処理の目安となる10%以下ですので、当面は問題ないと考えます。

### AI等の活用による焼却技術の高度化

ごみ処理施設へ運び込まれたごみを貯めておくごみピットをカメラで上部から撮影し、その画像を人工知能(AI)の活用により、どのようなごみなのかを解析する技術が開発されています<sup>4)</sup>。この画像解析結果をもとに、ごみクレーンによるごみピットの混合・攪拌を行うことで、焼却炉へ投入するごみ質を均質化することができます(図3)。

また、先ほど説明しました自動燃焼制御(ACC)を発展させるためにも、AIが使われるようになっていきます<sup>5)</sup>。ごみ処理施設のベテラン運転員のノウハウをAIが学習し、ACCを補う操作を行うことができます(図4)<sup>6)</sup>。

さまざまなごみに応じた焼却処理が可能となるような技術開発が行われています<sup>7)</sup>。

### おわりに

現在、焼却処理されている使用済み紙おむつは、さらなる焼却技術の高度

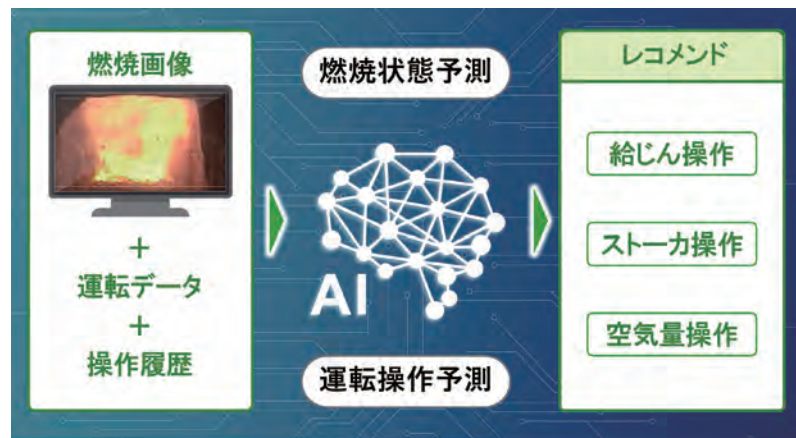


図4 ごみ焼却炉 燃焼画像解析 (一例)

化も進んでおり、今後も安定して処理することが可能と考えられます。

一方、2022年4月1日に施行されたプラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律により、プラスチック使用製品廃棄物の分別収集が進み、焼却処理されなくなる可能性が高くなると考えられます。

また、2021年8月に環境省から提示された「廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)」<sup>8)</sup>により、生ごみを別途、メタン発酵処理するこ

とが進んでいくことも考えられます。

将来、焼却されるごみがどのように変わっていくかわかりません。プラスチックや生ごみや、さらにはその他のものも分別されるようになると、焼却対象物が使用済み紙おむつばかりになってしまうかもしれません。使用済み紙おむつの焼却処理は可能ですが、ごみに合った適切な処理やリサイクルを行うことが望ましいことは言うまでもありません。循環型社会に貢献する、使用済み紙おむつのリサイクル技術の開発・実機化も今後さらに期待されます。

### 参考文献

- 1) タクマ環境技術研究会：基礎からわかるごみ焼却技術，オーム社（2017）
- 2) （一社）廃棄物資源循環学会 廃棄物焼却研究部会：都市ごみ処理施設と下水処理施設の連携，第27回廃棄物資源循環学会研究発表会，企画セッション 2016年9月27日
- 3) 環境省：使用済み紙おむつの再生利用等に関するガイドライン（2020）
- 4) 上田 亮，岩崎卓也，國政瑛大，王子 修，竹田航哉，戸田郁人：ごみ水分カメラによるピット内ごみ攪拌状態の評価，第31回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集 pp.234-235（2020）
- 5) 小嶋浩史，鈴木康夫：廃棄物焼却炉の自動運転技術，廃棄物資源循環学会誌，第32巻，第2号，pp.148-154（2021）
- 6) 國政瑛大，日隈克俊，梅津雄一，井加田洗輔，竹田航哉，尾藤俊之：AIを活用したごみ焼却施設の運転支援システムの評価について，第31回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集，セッションID：D1-4-0，pp.249-250（2020）
- 7) 近藤 守：AI・ICTを活用したごみ焼却発電施設の最適運転管理システムの開発，環境技術，第49巻，第4号，pp.200-204（2020）
- 8) 環境省 環境再生・資源循環局：廃棄物，資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ（案），令和3年8月5日（2021）