B5－6

ごみの搬入から焼却に至るまでの水分量の減少と低位発熱量への影響について

○（正）石井明男[1)]、（正）齋藤正浩[1)]、（正）長岡耕平[1)]、（正）小谷倫加恵[1)]
ムハンマド・ショリフル・アラム・モンダル[2)]
1)八千代エンジニヤリング（株)、2)ウエストマネジメントコンサルタンツ

１．はじめに

途上国・新興国では、急速な都市化や過度の人口集中により廃棄物問題が深刻化している。世界の廃棄物発生量は、2016 年の 20.1 億トンから今後 30 年間で 34 億トンに達すると予測されており（World Bank, 2018)、大都市（人口数百万人以上）あるいはメガシティ（人口 1 千万人以上）では、日量数千トン以上のごみが排出されている。単純埋立への依存度が高い途上国・新興国では、廃棄物事業が破綻寸前まで追い込まれている地域もある。このような状況を受け、タイ、マレーシア、インドネシアなどのアジア諸国では、長年にわたりごみ焼却発電の導入が検討されてきた。我が国では「インフラシステム輸出戦略」(2013 年 5 月決定、2019 年 6 月改訂）にて新興国への「質の高いインフラ輸出拡大」を推進しており、ごみ焼却発電施設を含む廃棄物分野のインフラ輸出に関して、環境省から「環境インフラ海外展開基本戦略」(2017 年 7 月）が発表されている。

しかし、アジア諸国における一般廃棄物のごみ焼却発電施設の成功事例は必ずしも多くない。途上国・新興国におけるごみ焼却発電導入にあたっては、財政状況や技術力不足、住民意識の低さなど、様々なリスクが存在する。とりわけ大きな障害となっているのがごみの発熱量（低位発熱量）の低さである。途上国のごみ組成は有機ごみの割合が多く含水率が高いため、発熱量低下の原因となっている。

清掃工場の運転・維持管理の現場では、搬入ごみをごみピットに数日間滞留することで低位発熱量が上昇することが知られている。しかし、滞留・乾燥による発熱量上昇の効果を定量的にまとめた研究が無いことから、本稿では 2018 年 9 月にバングラデシュ国北ダッカ市で行った水分蒸発の実験をもとに、ごみの搬入から焼却に至るまでの水分量の減少と低位発熱量への影響について考察する。

２．バングラデシュ国北ダッカ市のごみ質

バングラデシュ国北ダッカ市のごみ質を表１に示す。検体の計量・分析方法は環整 95 号に基づく。アミンバザール処分場にて無作為に抽出したコンパクター2 台から都市ごみを縮分四分法により回収し、サンプルごみの水分が蒸発しないようにビニール袋に密閉して試験所に持ち込み、各種分析を依頼した。

バングラデシュ国北ダッカ市のごみの含水率（2 検体の平均）は約 61.6%、低位発熱量は 3,120kJ/kg（745kcal/kg）であった。

表１ ごみ質分析結果（バングラデシュ国北ダッカ市）

	検体１					検体２				
	湿ベース		乾ベース		水分 (%)	湿ベース		乾ベース		水分 (%)
	重量 (g)	組成[1] (%)	重量 (g)	組成[1] (%)		重量 (g)	組成[1] (%)	重量 (g)	組成[1] (%)	
紙・布類	65	6.44	25	6.27	61.54	125	10.70	49	11.26	60.80
ビニール・合成樹脂・ゴム・皮革類	144	14.26	64	16.04	55.56	86	7.36	37	8.51	56.98
木・竹・わら類	132	13.07	47	11.78	64.39	82	7.02	21	4.83	74.39
厨芥類	567	56.14	211	52.88	62.79	832	71.23	306	70.34	63.22
不燃物類	0	0.00	0	0.00	0.00	7	0.60	6	1.38	14.29
その他	102	10.10	52	13.03	49.02	36	3.08	16	3.68	55.56
合計	1,010	100	399	100	－	1,168	100	435	100	－
水分	60.50 %					62.76 %				
灰分	23.02 %					14.26 %				
可燃分	16.48 %					22.98 %				
低位発熱量（実測値）	2,430 kJ/kg (580 kcal/kg)					3,810 kJ/kg (910 kcal/kg)				
高位発熱量	4,350 kJ/kg (1,040 kcal/kg)					5,730 kJ/kg (1,370 kcal/kg)				

[1] 単位未満を四捨五入しているため、内訳の計と合計が一致しない場合がある。

【連絡先】〒111-8648　東京都台東区浅草橋 5-20-8　八千代エンジニヤリング㈱ 事業統括本部 海外事業部 都市環境部
石井明男　Tel：03-5822-2664　FAX：03-5822-2798　e-mail：ak-ishii@yachiyo-eng.co.jp
【キーワード】ごみ低位発熱量、ごみ焼却、焼却トン、ごみ質、途上国・新興国

３．搬入から焼却に至るまでのごみ重量と含水率

3.1　実験概要

本調査では、ごみの水分が減少することにより清掃工場への搬入時ごみ量（搬入トン）と焼却時ごみ量（焼却トン）の差ができると仮定し、バングラデシュ国北ダッカ市にて水分蒸発の実験を行った。実験の概要は表 2 のとおりである。

表 2 水分蒸発の実験概要（北ダッカ市）

項目	概要
実験目的	撹拌と自然蒸発によるごみ重量及び含水率の変化
実験日	2018 年 9 月 20 日～26 日（7 日間）
実験場所	アミンバザール処分場（北ダッカ市）
実験条件	・ 検体：70L×2 サンプル ・ 実験条件 1（閉鎖空間）：ポリバケツの蓋を閉めて保管 ・ 実験条件 2（開放空間）：ポリバケツの蓋を開けて保管
実験手法	・ コンパクターで回収された都市ごみからサンプルを回収 ・ 閉鎖空間及び開放空間で保管（7 日間、4 回/日撹拌） ・ 日ごとの重量を計測・記録

4.2　実験手法

清掃工場のごみピットの設計思想（室内のごみピットにて保管もしくは屋外にて保管）の別を考慮し、閉鎖空間と開放空間の 2 つの実験条件にて実験を行った。検体は前述のとおり無作為に抽出したコンパクター2 台から、四分縮分法によりそれぞれ 70L をサンプリングした。

検体は 7 日間保管し、毎日 4 回撹拌を行い、各調査日の重量を計測・記録した。

サンプリングの様子

保管状況（実験条件 1）

4.3　実験結果

実験結果を表 3 に示す。7 日後のごみ重量は実験条件 1,2 でそれぞれ 83%、79%に減少した。調査期間中の平均気温は約 30℃（最高気温：34℃、最低気温 25℃）、天候は晴れもしくは曇りで雨の日は無かった。

表 3　実験結果（バングラデシュ国北ダッカ市）

日数	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目	5 日目	6 日目	7 日目	8 日目
日付	9/20	9/21	9/22	9/23	9/24	9/25	9/26	9/27
実験条件 1（閉鎖空間）	28.5 kg	25.7 kg	26.2 kg	25.4 kg	24.8 kg	24.3 kg	23.8 kg	23.6 kg
	100%	90%	92%	89%	87%	85%	84%	83%
実験条件 2（開放空間）	27.4 kg	25.3 kg	25.5 kg	24.5 kg	23.7 kg	22.8 kg	22.1 kg	21.6 kg
	100%	92%	93%	90%	86%	83%	81%	79%

５．考察

実験結果から、清掃工場での搬入量と実際の焼却量の差が生じる原因の一つは乾燥（水分量の減少）であり、1 週間の保管により重量比で約 17%～21%減少することが分かった。この水分の減少で低位発熱量は 19%～27%程度上昇することが見込まれる（検体 1：2,430kJ/kg→3,085kJ/kg(580kcal/kg→736kcal/kg)、水分量 17%減少、低位発熱量 27%上昇。検体 2：3,810kJ/kg→4,540kJ/kg(910kcal/kg→1,084kcal/kg)、水分量 21%減少、低位発熱量 19%上昇、平均：3,120kJ/kg→3,839kJ/kg(745kcal/kg→917kcal/kg)、水分量：19%減少、低位発熱量 23%上昇)。

一般的に、途上国のごみは低位発熱量が低く自燃が困難であることから、ごみ焼却に適さないと言われている。しかし実際の廃棄物処理では、収集から清掃工場への搬入、焼却に至るまでの時間経過があるのが当然であり、この点が十分に議論されてこなかった。本調査は、含水率が高く低位発熱量の低いごみであっても前処理によって自燃の可能性があることを示しており、アジア諸国における焼却導入の議論にあたって検討に値するものである。

なお、本調査では季節変動がごみ質・水分蒸発に与える影響を十分に検証できておらず、今後、追加調査が必要である。

【参考文献】

1)　こんなものいらない辞典、安沢冨ジャーナル編集部　昭和 62 年 1 月
2)　東京都目黒清掃工場　環境影響評価(案)のあらまし　昭和 59 年