



バイオマス廃棄物のメタン発酵 (Vol.4) －発酵槽の2段化などの合理化と水素発酵の検討－

バイオマス廃棄物のメタン発酵技術は長年多くの国で利用されているが、発酵機構の定量的検討は十分ではない。国際水協会のメタン発酵のシステムモデルAnaerobic Digestion Model No.1 (ADM1) [1]を用い、2段連続槽や高温化によるメタン発酵法の合理化とエネルギー生成量を大きくする可能性のある水素発酵機構について検討した。

- メタン発酵法の合理化として、発酵温度55℃への高温化と2段連続発酵槽の組合せを検討した。下水汚泥の場合、高温化によりCOD分解率が33%上昇し、バイオガス製造コストはこれまでの3.3 円/MJから2.3 円/MJとなった。2段発酵では、COD分解率は6～8%上昇する。
- 水素は発酵槽のpHが4～5の時に生成する。水素生成を目的としたpH5程度で55℃の第1槽と、pH8程度で35℃のメタン発酵の第2槽の組合せを検討した。全滞留時間20日で、下水汚泥、生ゴミいずれもエネルギー生成量が、メタン単独発酵に対し11%増加する結果となった(表1)。

表1 水素発酵とエネルギー生成量
原料:供給量 5m³/d、濃度 58.6 kg-COD/m³

原料	下水汚泥	下水汚泥	生ゴミ	生ゴミ
水素発酵槽	あり	なし	あり	なし
温度(℃)	55		55	
pH	4.83		4.79	
滞留時間(d)	1	—	1	—
CO ₂ 生成量 (m ³ /d)	11.9		9.13	
H ₂ 生成量 (m ³ /d)	4.31		4.21	
CH ₄ 生成量 (m ³ /d)	1.85		1.36	
エネルギー生成量(MJ/d)	113		94	
メタン発酵槽				
温度(℃)	35	35	35	35
pH	8.19	7.87	8.14	7.81
滞留時間(d)	19	20	19	20
CO ₂ 生成量(m ³ /d)	55.3	55.5	82.8	81
H ₂ 生成量(m ³ /d)	0.0251	0.0016	0.004	0.0026
CH ₄ 生成量(m ³ /d)	69.1	65	94.5	87.5
エネルギー生成量(MJ/d)	2474	2327	3383	3133
エネルギー生成量計(MJ/d)	2587	2327	3477	3133
メタン発酵onlyとの比較	1.11	1	1.11	1
全COD分解率(消化率)	0.520	0.479	0.719	0.657

政策立案のための提案

水素・メタン発酵の予測にADM1が利用できる。今後は実験との整合性確認を通じたモデルと発酵条件の最適化が課題である。

- 1) 発酵機構・システムの定量的解析・最適化を進め、COD分解率をさらに80%以上に高める検討が必要である。
- 2) 水素発酵のためには、メタン生成発酵菌を抑制し、水素生成発酵菌を活性化する最適発酵条件の検討が必要である。

[1] D.J. Batstone et al., "Anaerobic Digestion Model No.1", Scientific and Technical Report No.13, International Water Association, 2002.