

地下部を活用した未利用バイオマスのメタン発酵，発酵残渣の堆肥化による資源化調査

清水建設(株) 正会員 ○渋谷 勝利, 正会員 隅倉 光博
 (株)ダイヤコンサルタント 正会員 中川 加明一郎
 日本大学総合研究大学院 フェロー会員 野池 達也
 一般財団法人 エンジニアリング協会 佐藤 一浩

1. 目的

メタン発酵技術は，未利用のバイオマスの資源化の有望な転換技術の一つである。メタン発酵技術をさらに普及させるには，安価で運転操作が容易な設備，発酵残渣が有効活用できるシステムの構築が不可欠と言える。

本調査研究では，時間がかかる，浸出水処理が煩雑などの欠点があるが，ランドフィルガス方式の簡便性，乾式メタン発酵の高固形分濃度運転，高速性，発酵残渣が低水分などの利点を活用した，ランドフィルガス方式と乾式メタン発酵（発酵残渣は堆肥化利用）を融合したシステムの技術の有効性，経済性等について検討した。地下部は，恒温性，断熱性を有し，構造体としての利用などの利点があり，発酵槽兼堆積槽として活用できるため，地下部の利用に着目し実施した。

2. 調査方法

本技術の基礎となる①. ランドフィルガス方式，②. 乾式メタン発酵（バイオガスの利活用を含む）及び③. 堆肥化技術について，特にメタン発酵については，無加温・低温メタン発酵に着目して調査した。本調査検討では，地温の比較的高く，離島である奄美大島をモデル地区として選定し，①. 地形，気象，地質条件，②. バイオマス賦存量，利用可能量及び現状の処理法，③. バイオガス利活用・発酵残渣活用法，バイオマス資源化動向等について現地調査を含め実施した。入手可能データに基づいて，奄美大島に設置した場合のケーススタディを行い，技術の有効性，経済性等を評価した。

3. 結果と考察

3.1 メタン発酵技術について

i. ランドフィルガス方式：我国唯一のランドフィルガス発電施設である東京都中央防波堤内側について，調査を実施した。雨水による浸出水処理が多額の維持管理費となっており，雨水浸透を阻止する必要がある。残存する空気による好気性発酵により，発熱が見られ埋立て終了15年後でも10m以深の地温は30℃以上を維持している。この好気性発酵の発熱を用い，投入バイオマスの加温に用いられる可能性が示唆された。ランドフィルガス発生モデルと一般的なメタン発酵立上時の挙動は同一のモデルのため，投入原料，環境要因等を整備することにより，発酵の促進が可能となることが考えられる。

ii. 我国で導入されている乾式メタン発酵方式：横型攪拌機付発酵槽のコンポガス方式，縦型引抜循環のドラコ方式及びガレージ型のビオフィェルム方式が導入されている。地下槽の利用は，回分式のビオフィェルム方式に近い。投入原料は，生ごみ，水分調整を兼ねて紙類等が多い。発酵残渣は，水分が比較的小さい利点を活用し，炭化や堆肥化されている。

III. 無加温・低温メタン発酵：下水汚泥，家畜ふん尿，排水，モデル物質（スクロース，ペプトン）を対象とした各種文献調査結果から20℃以下の低温時においても馴養することにより，時間をかけることによりバイオガス総発生量は減少するものの有機物分解が推進することが確認された。

3.2 モデル地区である奄美大島について

奄美大島の人口は，65,784人（H22 国勢調査結果），島の全面積の85.4%の69,389haは森林及び原野に覆われ，耕地面積は2.7%に過ぎない。水田は少なくサトウキビ，野菜，果樹を主体としている。島のほとんどが堆積岩層からなり，地盤は比較的強固である。過去30年間の平均気温は21.5℃で，過去60年間の1m深さまでの地温の推移は，深さ方向に従い年間を通じての変動は小さくなる。1m深さの地温が20℃以上となるのは，4月中旬～12月末である。一般に5m以深の地温は，ほぼ一定になるとされ（恒温層），年平均気温と同じ21.5℃と推定される。地下槽へのハンドリングの課題があるが，5m以上の深さを活用するとメタン発酵に必要と考える20℃を確保できることから，無加温のメタン発酵の可能性が考えられる。非

キーワード メタン発酵，ランドフィルガス，堆肥化，生ごみ，地下槽

〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設(株) 技術研究所 Tel. 03-3820-8465

常に多雨で台風の接近も多いことから、雨水の浸透防止は不可欠と考える。堆肥は、サトウキビの元肥などに需要は高い。未利用バイオマスについて、生ごみは島内唯一の名瀬クリーンセンターで全島分を焼却処分されている。下水汚泥は、有良汚泥再生センターで堆肥化が進んでいる。牛・豚の飼養は全国平均以下である。

3.3 想定資源化フロー (図.1 参照)

地下に設置した発酵槽に生ごみと紙類の混合物(重量比3:1, 想定水分約60%)を投入し,3ヶ月間無加温で発酵させる。この投入物には,発酵残渣を等量混合する。この地下槽を堆積槽として活用し,発酵残渣を堆肥化するため,同量の戻し堆肥と発熱が終了するまで混合攪拌する。この期間は,3ヶ月間とする。操作は,油圧ショベルを使用する。

3.4 バイオガス発生量の予測

奄美市の生ごみ利用可能量を図.2に示す。3つの資料の内最小値の名瀬クリーンセンター搬入量(H20実績)を用い,生ごみ3t/日,紙類1t/日を投入物とした(想定体積約4.7m³/日)。奄美市の地温測定結果等^{1) 2)}から想定される地下槽の深さ方向の温度分布の推定結果を図.3に示す。この地温に投入物が平衡すると考えると,梅津らの実験値³⁾を外挿すると,バイオガス発生量(m³/投入物-t)=3.16x(地温)-10.44と想定され,年間86,175m³のバイオガス発生が期待できる。

3.5 施設仕様

地下発酵槽への投入物は,未利用バイオマス(生ごみ:紙類=1:1)と同量の発酵残渣である。発酵による体積変化が無いとすると,1日あたりの必要体積は約9.4m³となり,90日間の発酵のため総体積は約850m³となる。同様に堆肥化のための堆積槽(兼発酵槽)も約850m³となる。投入時の残存空気による発熱と温暖な気候のため地温が高いことを期待して,バイオガスの回収は低下するが無加温発酵とする。

発酵槽(兼堆積層)は,建屋(15m×40m×H約7.5m)内に収納し,1槽の大きさは油圧ショベルを考慮し4.8m×6m×D5m)とした。図.4に発酵槽(兼堆積槽)の断面図を示す。

3.4 経済性(資源化量4t/日)

本施設概算初期投資は,22千万円,プラント設備(ガス発電利用,車両購入含む)一式4.9千万円で,設置面積は約2,400m²となる。湿式メタン発酵では,設置面積約300m²,建設コスト42千万円程度と考えられる。堆肥(6千円/t),廃棄物受入費(2万円/t),売電4.8円/kW,買電(15円/kW),軽油(115円/L),人件費(5百万円×2人),保守点検費(プラント建設費の5%)とすると,年間1,266万円の余剰金と試算される。

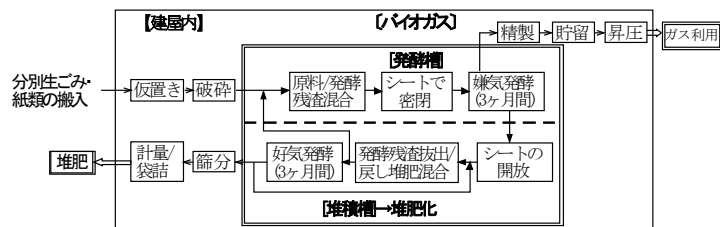


図.1 地下槽を活用した未利用バイオマス資源化フロー

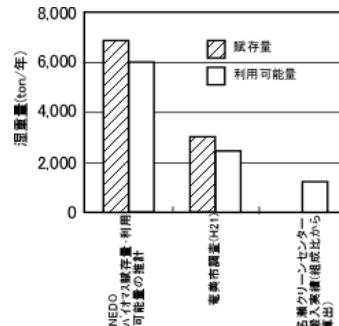


図.2 奄美市の生ごみ賦存量・利用可能量文献値

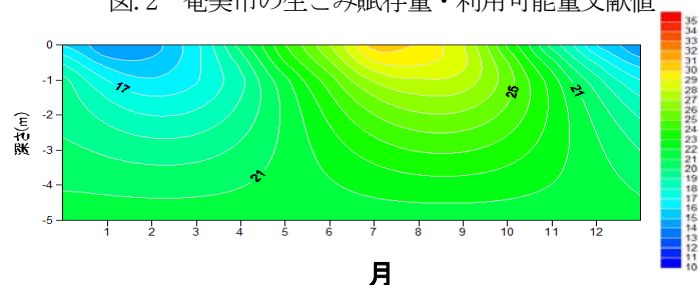


図.3 奄美市の深さ方向の地温分布推定値

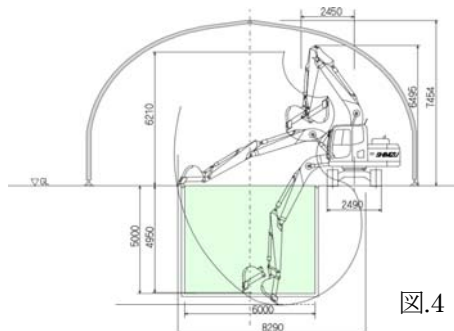


図.4 発酵槽断面図

4. まとめと今後の課題

入手可能データによって検討した結果、地下部を用いたランドフィルガス方式と乾式メタン発酵を融合(発酵残渣は堆肥化)したシステムの有効性が示唆された。今後,実証試験等を通じて検証が必要であるが,設置面積が大となるが,経済性がある資源化施設の提供の可能性が高い。

引用文献: 1) 鹿児島地方気象台:鹿児島県気象75年報告,昭和33年12月,2) 地下水ハンドブック編集委員会編:地下水ハンドブック昭和54年版,昭和54年,3) 梅津一孝:シートマット・ソーラーポンド式メタン発酵家畜糞尿処理に関する研究、平成14年度ノーステック財団研究開発助成事業研究成果発表会資料

謝辞: 本調査研究は財JKAから機械工業振興資金の補助を受け、一般財団法人エンジニアリング協会の平成22年度事業「地下管理型処理施設のバイオガス有効活用に関する調査」の成果の一部である。