

福岡大学工学部 正会員・長野修治 花嶋正孝 磯野優子

1. はじめに

最近のエネルギー需要の緊迫化と価格の高騰は、資源小国の我国には勿論、世界各国のエネルギーに対する取り組み方を一変させるものとなった。そこで、本研究室でも廃棄物の減容化と廃棄物からの資源回収という方向で、廃棄物(とくに生物分解の困難な繊維素廃棄物)の生物分解の際に生ずる熱エネルギーを冬場の農作物に必要な熱エネルギーとして、且つ発酵後の残渣をコンポストとして利用すべく研究を行なってきた。昨年度、土木学会西部支部研究発表会において、廃棄物の生物分解によって生ずる熱エネルギーを最も効率的に取り出すための基礎実験について報告を行なった。本報告は、前回の問題を発展させ、その応用である発酵熱利用の温室を実用化するための基礎研究の結果である。

2. 基礎実験

2-1. 実験の目的とその方法

前回の報告では、ある程度温室の代替エネルギーとしての利用が可能になったので、今回は、(1)石灰添加による脱リグニン化、(2)材料取得の容易さ、(3)材料の分解槽内の配置、(4)空気量 の点について検討した。実験には、図1に示すような装置を用い、塔の上部と下部の温度を連続的に測定した。

2-2. 実験条件

実験は、繊維素廃棄物を表1に示す割合に配合し、均一になるように混合し、発酵塔に充填した。実験1は、前回の結果から、今回の対照となる稲ワラ、オガクズ、新聞紙を混合した場合、実験2は、実験1に消石灰を添加し初期送気量を $2.5\text{ l/m}^3\cdot\text{min}$ にした場合、実験3は取得容易な雑草を混合した場合、実験4は実験3と同一の条件で各繊維素廃棄物をサンドイッチに詰めこんだ場合、である。含水率は、固体発酵の最適値といわれている50%前後に調整し、繊維素廃棄物に不足する窒素源として硫酸と尿素を添加した。

2-3. 実験結果

各実験条件における発酵状態の指標として、温度の経時変化を図2に示した。

実験1では発酵が初期から開始し、塔内温度が $50\sim 60^\circ\text{C}$ で約2週間持続し、その後徐々に減少し外気温より高い温度は約50日間続いた。実験2は初期空気送入量を $2.5\text{ l/m}^3\cdot\text{min}$ で運転した結果温度上昇はみられなかったが、39日目に空気送入量を $5\text{ l/m}^3\cdot\text{min}$ に増加すると急激な温度上昇がみられ、その後は40日間、外気温より高い温度を維持することができた。このことから、空気量は $5\text{ l/m}^3\cdot\text{min}$ が適当と思われる。

実験3は実験1の発酵状態と類似しているが、実験1よりも約30日も発酵が持続し80日間とすることができた。このことは、雑草も発酵熱発生材料として利用可能であり、消石灰による脱リグニンの効果も考えられる。

実験4は実験3と同様、実験開始から発熱がみられ $50\sim 60^\circ\text{C}$ を

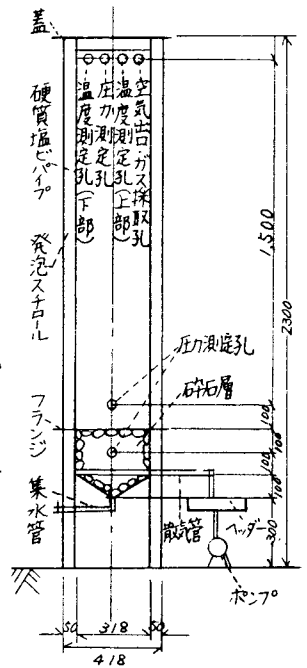


図1. 実験装置(小型槽)

表1. 実験条件

実験	1	2	3	4
稲ワラ	3.0	3.0	2.5	1.0
オガクズ	6.0	6.0	5.0	5.0
新聞紙	6.0	6.0	5.0	5.0
雑草(田舎草)	—	—	2.5	2.5
石灰	1.5	1.5	1.5	0.75
硫酸	5.0	5.0	5.0	2.5
尿素	0.03:0.13	0.03:0.13	0.03:0.13	0.03:0.13
消石灰	—	0.45	0.5	0.425
水	16.5	16.5	16.5	6.2
空気	2.3	1.6	1.8	0.6
合計	40.5	40.2	40.5	19.0
含水率(%)	55.3	54.9	58.0	56.4
固相分(%)	13.54	14.21	12.35	13.85
有機物(%)	11.63	11.21	10.55	12.18
炭素含有率(%)	33.52	34.06	38.46	35.70
窒素含有率(%)	0.95	0.65	1.06	1.27
C/N比	35.28	52.40	36.28	29.00
日あたり(°C)	0.303	0.309	0.292	0.296
空気量(分)	5	2.5	5	5

2週間程度維持し、その後徐々に低下して40日間外気より高い温度を示した。この結果、全量完全混合ではなく積上げサンドイッチでも充分発酵を継続させることがわかった。このように、繊維素廃棄物の生物分解

による発酵熱を温室の代替エネルギーとして利用できる可能性が出てきたため、これまでの実験結果を踏えて本研究室の敷地内に温室を作り、さらに実験を行なった。

3. 温室実験

3-1. 実験装置

実験に使用した装置は図3,4に示した。この装置は縦1.8m、横3.6m、高さ3.3mで、底部に繊維素廃棄物を投入し、その上にゴムシートを敷いて土をかぶせたものである。廃棄物槽は、 $1.8^m \times 3.6^m \times 0.8^m$ である。装置は二重壁とし、底部から廃棄物槽へ送

表2. 実験条件

投入物	投入量
稲ワラ	95 kg
オガクズ	190
紙	190
青草	95
糠コメ	95
ふすま	57
尿素	1.14
硫酸	4.94
消石灰	9.5
空腐材	—
含水率	48.7%

図2. 各実験における温度の経時変化

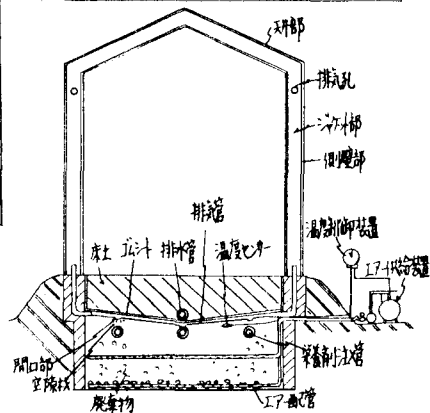


図3. 温室断面 (正面図)

入した空気はこの二重構造の中を通り断熱効果を上げる。また、空気送入量は廃棄物層内の温度によって調整する。

3-2. 実験条件および方法

実験条件としては、基礎実験で最も良い結果を得た配合比によって、表2に示す通り約1400kgを投入して、発酵槽内、温室内、床土、外気の温度を連続的に測定した。尚、温室内温度は、夜間に作物の上をビニールで覆うことを前提として三重構造とし、その内部の温度を測定した。

3-3. 実験結果

発酵槽、温室内、床土、外気の温度の経時変化を図5に示す。但し、この温度は午前3時の各測定点での値である。まず、発酵槽の温度変化は、基礎実験と同様、実験開始から2週間程度は約50℃を維持し、その後徐々に低下し、80日を経過しても30℃以上を維持している。床土の温度は初期の発酵槽の温度上昇に伴って高くなり、その後は20~30℃を維持している。温室内温度(三重構造の内部)は、外気よりも10℃前後高い10~15℃を示している。このように、床土は20~30℃、温室内は10~15℃を80日以上継続でき、温室の代替エネルギーとして充分利用可能であることがわかった。

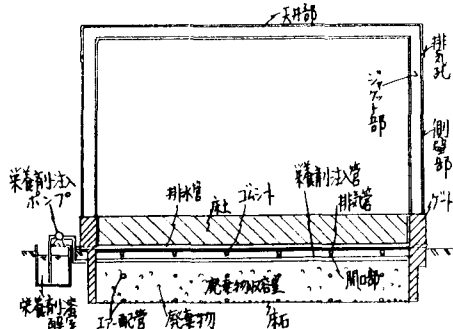


図4. 温室断面 (側面図)

4. 今後の課題

温室実験でも、繊維素廃棄物の発酵熱の利用が十分に確認できた。今後に残された問題としては、

- (1) 発酵材料の質とその取得法
- (2) 発酵期間の延長
- (3) 発酵後の繊維素廃棄物のコンポスト化
- (4) 温室の構造 等が考えられる。今後は、これらの項目について、よりよい発酵熱利用の温室の完成に努力するつもりである。最後に、本研究にあまり御協力をお願いしたい森永エンジニアリングの秋山澄夫氏に深謝致します。尚、本研究は文部省科学研究の一部である。

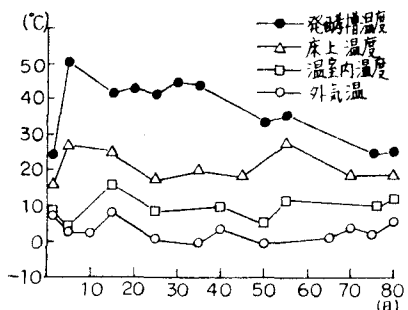


図5. 各温度の経時変化