

有機廃液・廃物の浄化処理と資源化

神野英毅（応用分子化学科）

近年地球規模における環境問題が数多く提起されている。自然の環境に対し人類の地球規模の工業製品による排出物による環境破壊が著しいとされている。その代用的な例としてCO₂の排出問題、オゾンレイヤーの破壊 plastics 廃棄物、水質の富栄養化による水質汚染問題等々その例は枚挙にいとまない状況である。これらの環境汚染問題を大別すると次の2つのカテゴリーに分けられると考える。

その第一は経済発展を目的とした鉱工業生産の発展による好ましくない廃棄物 CO₂等の例である。この問題については現在批准が問題視されている、1998年の京都議定書の問題が存在する。

また第二の問題は鉱工業の発展の問題ではなく、今世紀の人口の爆発的増大、人類の生活圏の拡大に伴い、今まで以上に人類による生物環境の破壊が著しいと考えられる。人口膨張は環境問題的には野生生物の自然環境に対し生態系の破壊となっており、野生動物の絶滅種が多くあげられいわゆるレッドアニマル種として指定されている。我々はこのような環境問題にどのように対処してゆくべきか、人の生活圏と生物の生態系を守ること、人類の豊かな環境と地球環境の保全という問題を通して“グリーンアメニティー”という概念から、豊かな生産性と地球環境の保全に対処しなければならない。これらの考え方から環境化学的アプローチとして以下のテーマに取り組んでいる。

生活廃棄物の処理と生活環境

人が生活するうえで多くの生活廃棄物を排出している。特に日常生活における家庭生ゴミの排出は都市において人口の集中により、ゴミ戦争として、多く深刻な環境問題となっている。

そこで本研究はそれらの排出される生ゴミの微生物分解により資源の再利用という観点から生ゴミの環境微生物による生分解を試みた。生ゴミの微生物分解によりその分解過程から人の生活に有用な化合物を生合成し、さらに資源の再利用という観点からバイオマス、バイオレメデーションに結びつけて、ゴミ資源の再利用化をはかることを考えた。

本研究はこれらの項目に関するものである。

1. 生ゴミを再発行するため、その発酵菌に生分解性の plastics (polyhydroxy- β -butyric acid 以下 PHB とする) の産生とその利用法 1)
2. 生ゴミを乳酸菌により乳酸発酵させ その産生される乳酸を光合成菌によりさらに分解させ、産生される乳酸を光合成菌により発酵させ、その際発生する、H₂gas を燃料電池の資源として再利用する。H₂gas はクリーンエネルギーとして利用される。2)

これらの生ゴミ廃棄物を利用するためまず、その有効性の高い菌を得るため生ゴミ分解菌の分離を試みた。まず、分解菌として、その分解能の高い自然界の枯草菌類に注目

し、入手した多くの菌床より、より強力な分解菌の分離を試みた。その結果自然環境中に存在する枯草菌(*Bacillus* 類)を分離し、その分解性能を比較検討した。

菌体顕微鏡撮影.xls

次の表ではその結果を示す。表—1 では我々の分離した分解菌の形態を示す。これらの菌は自然界に生育する枯草菌群であり、その分類は顕微鏡下での形態学的分類と、より確実な分類をするため菌のDNA分析を行い、そのPCRプロダクトより得られる16S rRNAの分析により分類学上の位置を確かめる計画である。これらの採取した菌は今後の実験に供するため分離した保存菌株としてメンテナンスされている。

生ゴミ分解試験撮影.xls

しかし、これらの分離保存菌は生ゴミ主成分である

セルロースの資化には必ずしも適当でなく、生ゴミを分解しさらに有効な H_2 gas やPHBを得るため嫌気性菌に分類される光合成菌の利用を考えた。

光合成菌は自然界における水辺や池に生息する通性嫌気性菌である。これらの菌の一種として *Rhodobacter spheroides* RV株とNR3株の分離を行い、これらの菌を利用してその活発な嫌氣的分解能と生分解、生合成能による性質を利用して以下の実験を行った。それぞれの性質によりRV株はPHBの産生に供し、NR3株は H_2 gasの産生の実験を行った。

それらの生ゴミ分解能と分解能力の最適化条件と生産化合物の高収量化を目的として以下の実験を行った。

1. *Rhodobacter* RV株の生分解性 biopolymer PHBの生合成能とその利用について
食堂やレストランより生ゴミの資源化として以下の方針で実験をしている。

その実験計画は

廃棄生ゴミ>>>微生物分解>>>微生物菌体内PHBの蓄積>>>菌体よりPHBの抽出
PHBの利用法である。これらの点において検討をした。

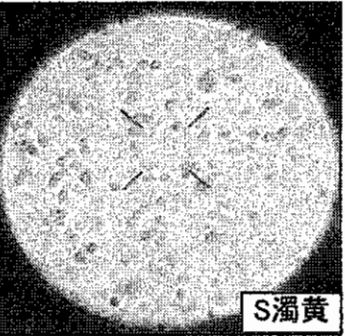
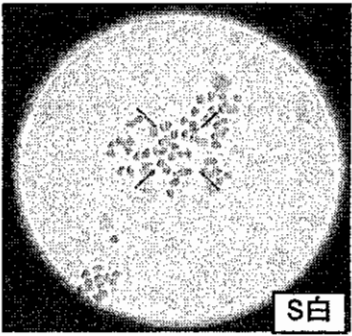
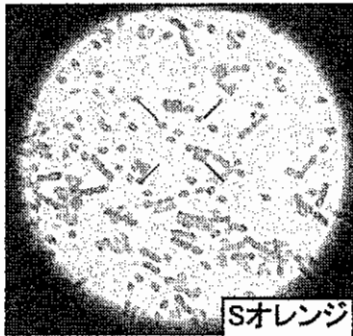
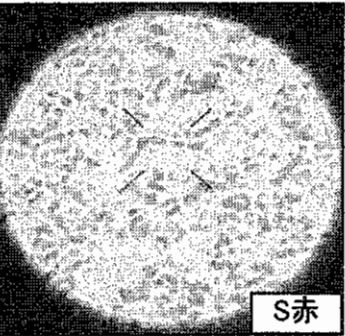
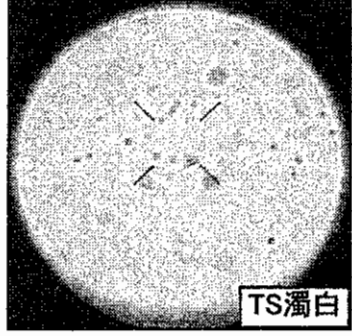
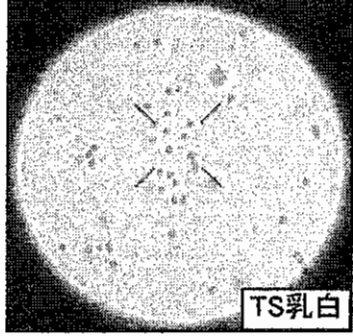
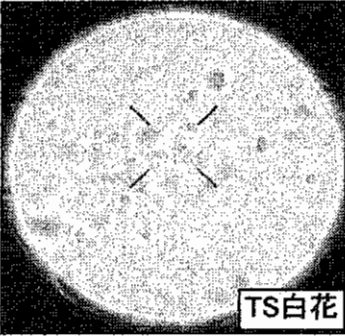
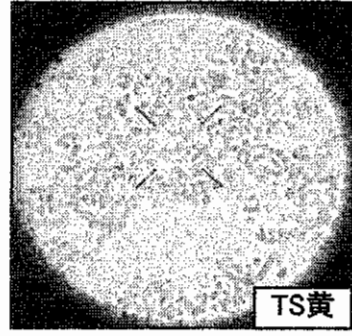
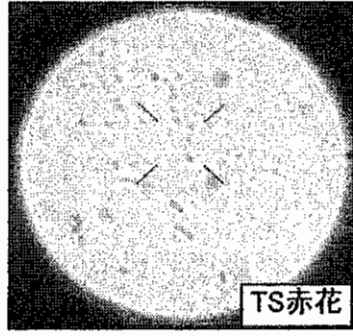
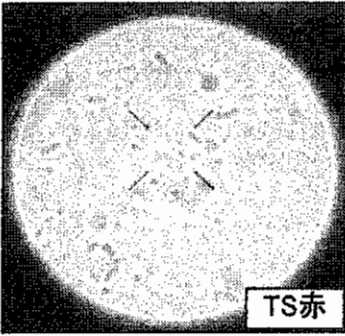
2. *Rhodobacter* NR3株の生ゴミ廃棄物の処理における H_2 gas 発生プロセスとその燃料電池への利用、さらに家庭内エネルギーのリサイクルの可能性について。

その実験計画は

生ごみの乳酸菌 *Lactobacillus* による乳酸発酵>>>産生される乳酸の *Rhodobacter spheroids* による発酵>>> H_2 gas の発生。

Rhodobacter は通性嫌氣的光合成菌として、その代謝特性よりユニークな性質を示す。

特に乳酸 H_2 gas 発生の代謝経路が発達しており、その回路を誘導、活性化する事により、 H_2 gas を大量に発生させることが可能で、 H_2 gas によりクリーンな燃料電池として利用しうる。しかし、検討しなければならない点は、本光合成菌は生ゴミから一段階発酵により H_2 gas を



生ゴミ分解試験

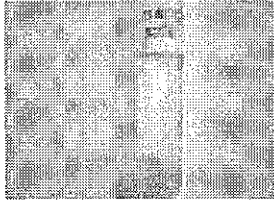
菌体投入直後

分解16hours

分解24hours

H13年12月6日現在

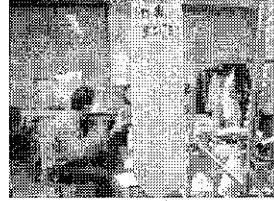
分解40hours



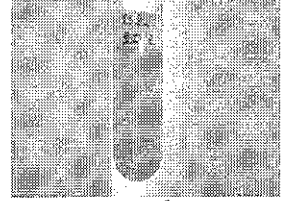
TS赤



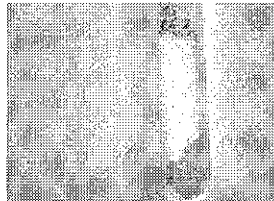
TS赤



TS赤



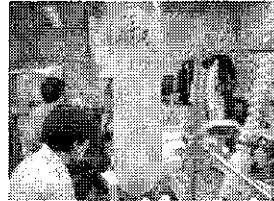
TS赤



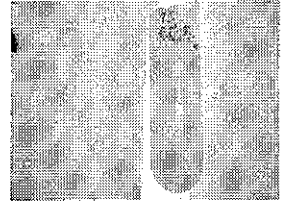
TS赤花



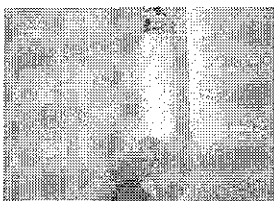
TS赤花



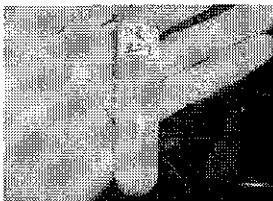
TS赤花



TS赤花



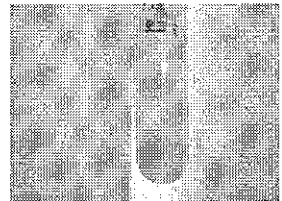
TS黄



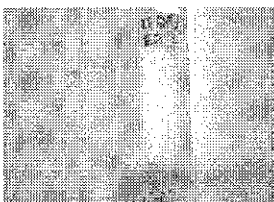
TS黄



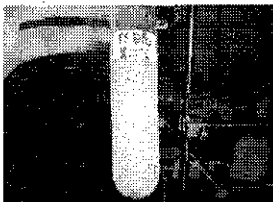
TS黄



TS黄



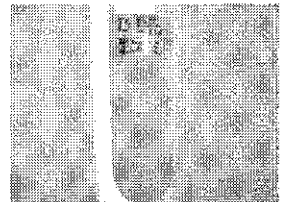
TS白花



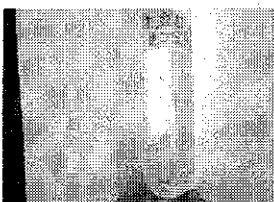
TS白花



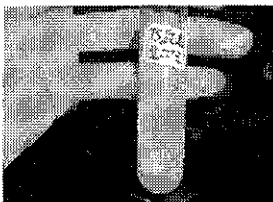
TS白花



TS白花



TS乳白



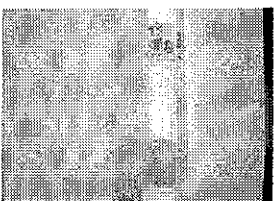
TS乳白



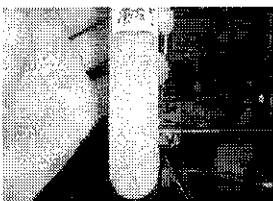
TS乳白



TS乳白



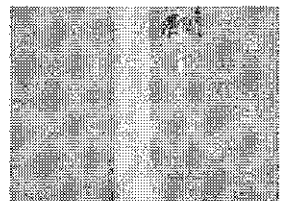
TS濁白



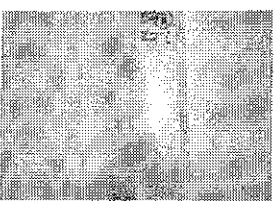
TS濁白



TS濁白



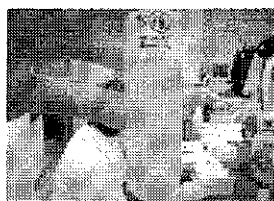
TS濁白



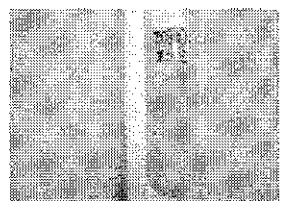
TS複合



TS複合



TS複合



TS複合

TS抽出培養菌7種による生ゴミ分解試験
・抽出培養菌(高濃度)1ml投入

2001/11/15
単離菌株の性質

菌株	11月13日		11月14日		11月15日		11月16日		11月19日		11月20日		11月21日	
	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)
TS赤	0%	0%	5%	5%	5%	5%	15%	5%	80%	5%	100%	5%	100%	5%
TS赤花	0%	0%	5%	5%	5%	5%	85%	5%	95%	5%	100%	5%	100%	5%
TS黄	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%	5%	75%	5%	95%	5%	100%	5%
TS白花	0%	0%	0%	5%	0%	5%	5%	5%	30%	5%	75%	5%	100%	5%
TS乳白	0%	0%	0%	5%	0%	5%	30%	5%	80%	5%	95%	5%	100%	5%
TS濁白	0%	0%	5%	5%	10%	5%	15%	5%	80%	5%	95%	5%	100%	5%
TS6種複	0%	0%	0%	5%	0%	5%	30%	5%	75%	5%	100%	5%	100%	5%
S赤	0%	0%	0%	5%	10%	5%	70%	5%	90%	5%	100%	5%	100%	5%
Sオレンジ	0%	0%	0%	5%	10%	5%	35%	5%	95%	5%	95%	5%	100%	5%
S白	0%	0%	0%	5%	0%	5%	50%	5%	95%	5%	95%	5%	100%	5%
S濁黄	0%	0%	0%	5%	10%	5%	90%	5%	95%	5%	95%	5%	100%	5%
S4種複	0%	0%	5%	5%	90%	5%	95%	5%	100%	5%	100%	5%	100%	5%

菌株	11月13日		11月14日		11月15日		11月16日		11月19日		11月20日		11月21日	
	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)	クックドミート	生ごみ(寒天2%)
TS赤	0%	0%	5%	5%	20%	5%	60%	15%	95%	5%	100%	5%	100%	5%
TS赤花	0%	0%	5%	5%	10%	5%	5%	5%	30%	5%	50%	5%	80%	5%
TS黄	0%	0%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	80%	5%	95%	5%	100%	5%
TS白花	0%	0%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	60%	5%	60%	5%	90%	5%
TS乳白	0%	0%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%
TS濁白	0%	0%	0%	5%	0%	5%	5%	5%	20%	5%	20%	5%	20%	5%
TS6種複	0%	0%	0%	5%	0%	5%	5%	10%	20%	10%	20%	10%	10%	5%
S赤	0%	0%	0%	5%	0%	5%	5%	5%	10%	10%	10%	10%	10%	5%
Sオレンジ	0%	0%	0%	5%	0%	5%	5%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%
S白	0%	0%	0%	5%	0%	5%	5%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%
S濁黄	0%	0%	5%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%
S4種複	0%	0%	0%	5%	0%	5%	5%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%

- 1) 振蕩恒温水層は40℃設定とする
- 2) %は可溶化した物を目標にて判定した物とする

菌株	グラム陰陽性	孢子形成	澱粉分解性※1	クックドミート分解性	カタラーゼ生成※2
TS赤	+	+	+	+	+
TS赤花	+	+	+	+	+
TS黄	+	+	+	+	+
TS白花	+	+	+	+	+
TS乳白	+	+	+	-	+
TS濁白	+	+	+	-	+
S赤	+	+	+	-	+
Sオレンジ	+	+	-	+	+
S白	+	+	-	+	+
S濁黄	+	+	-	+	+

※1 澱粉→αアミラーゼ、βアミラーゼにより麦芽糖、デキストリン、ブドウ糖に水解される。
 ※2 カタラーゼを有する細菌は過酸化水素を分解して酸素ガスの気泡を発生する。

得ることはできず。その前段階として、まず生ゴミ乳酸菌 (Lactobacillus) 等によって乳酸発酵をし、得られた乳酸を光合成菌により分解して二段階発酵により、 H_2 gas を得る。

二段階発酵のプロセスが重要になる。これらの二段階発酵プロセスを検討しながら、いかに効率よく生ゴミよりクリーンな燃料である H_2 gas を得るかを検討するため Lactobacillus や Rhodobacter の培養条件を鋭意検討した。

文献

- 1) 吉川浩司 杉浦広和 神野英毅
日本農芸化学学会 秋季岡山大会予稿集 p 112、2001
- 2) 佐藤博信 神野英毅
日本農芸化学学会 秋季岡山大会予稿集 p 112、2001