

環境研究総合推進費 H23革新型研究開発領域課題
 重点課題2 持続可能な社会への転換に係る研究
 第5研究分科会(持続可能な社会・政策研究)

RFe-1101
**観光客参加型
 食べ残しメタン発酵温泉エネツーリズムの
 構築のための研究**

研究代表者 多田千佳 東北大学大学院農学研究科
 H22年度～H23年度(2年間)
 13,736,000 円






FIELD RESEARCH CENTER TOHOKU UNIV 1/19

研究の背景

持続可能な社会構築が求められ、様々な産業で取り組みが必要
観光地・宿泊施設の生ゴミは大きな問題

全国宿泊客数 延べ約**3億人** (H21)
 宿泊施設からの生ゴミ 700 g/人・日(日常の**3倍以上!**)

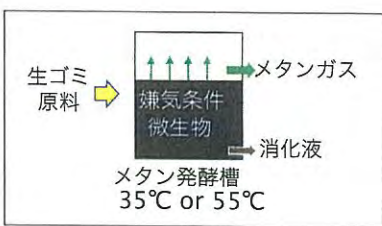


21万トン/年 (廃棄物として処理)
 処理コスト, 処理エネルギー量 大
 低コストでの資源化・環境負荷軽減が必要

含水率の高い生ゴミ廃棄物の有効活用法として

メタン発酵に注目

有機性廃棄物(バイオマス)の
 嫌気性微生物による分解とメタンガス生成・
 エネルギー利用




2/19

研究の背景

メタン発酵；エネルギー・経済性収支をプラス→大規模システム必要

しかし、大規模システムは・・・
観光地・温泉地域に広く導入できない

初期投資が莫大 加温による消費エネルギー大
原料運搬・収集効率が低
消化液処理のコスト高 経済性・環境影響評価が不十分



富山の生ゴミメタン発酵(一日24t処理)

①温泉熱を利用した小規模メタン発酵
②観光客参加型の収集システム
③消化液の液肥利用
④経済性, エネルギー性の総合評価

鳴子温泉でモデル化

低炭素観光(=エネツーリズム)の確立

3/19

研究の概要と体制

テーマ④

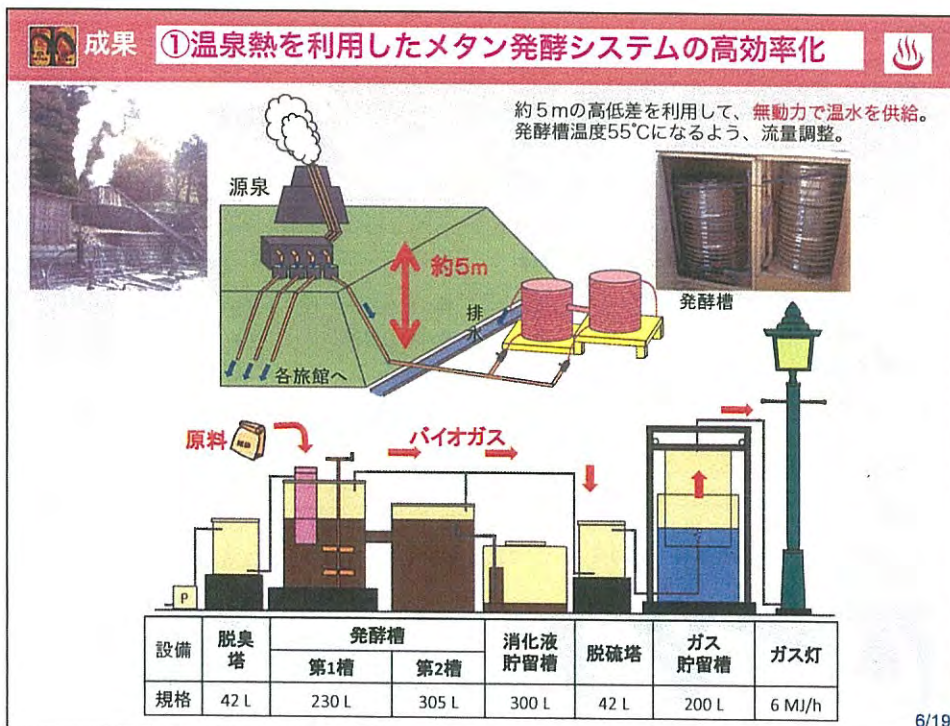
テーマ②
食べ残し 食後の運動!
紙袋

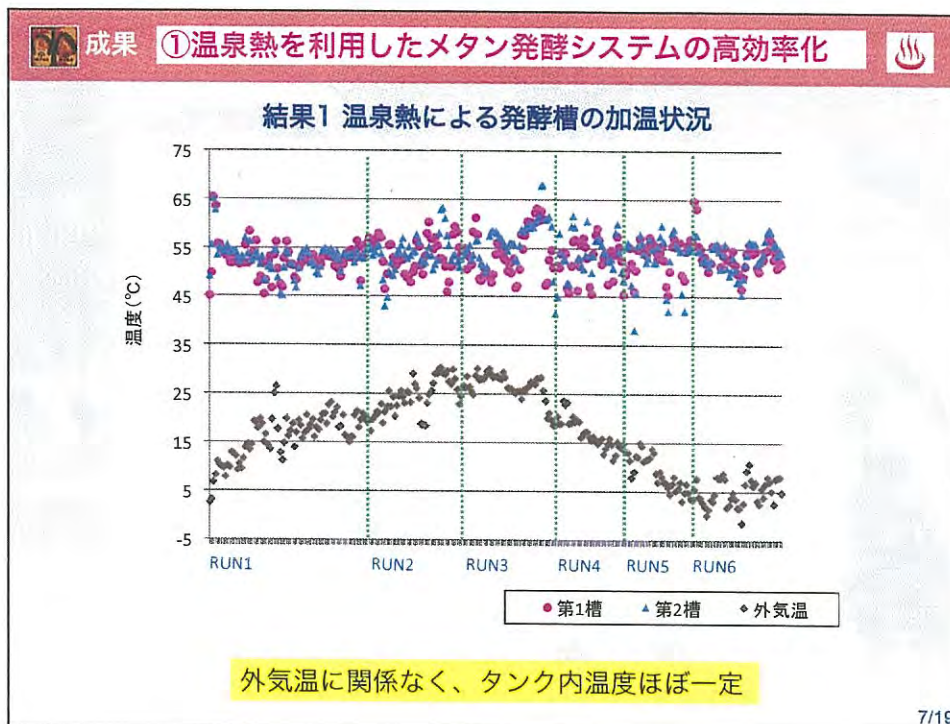
テーマ①
夕食・朝食 美味しい!
ガス灯
小型メタン発酵槽

テーマ③
旅館・ホテル 自家栽培の野菜 発酵後の液(液肥) 微生物が分解!
温泉熱で発酵槽を加温しています。

テーマ
①温泉熱を利用したメタン発酵システムの効率化 東北大 多田,鈴木(PD)
②観光客参加型生ゴミ回収・処理システムの構築 東北大 多田,鈴木(PD)
③メタン消化液の効率的な利用 東北大 田島
④温泉エネツーリズムのシステム評価 東北大 田島,多田

4/19





成果 ①温泉熱を利用したメタン発酵システムの高効率化

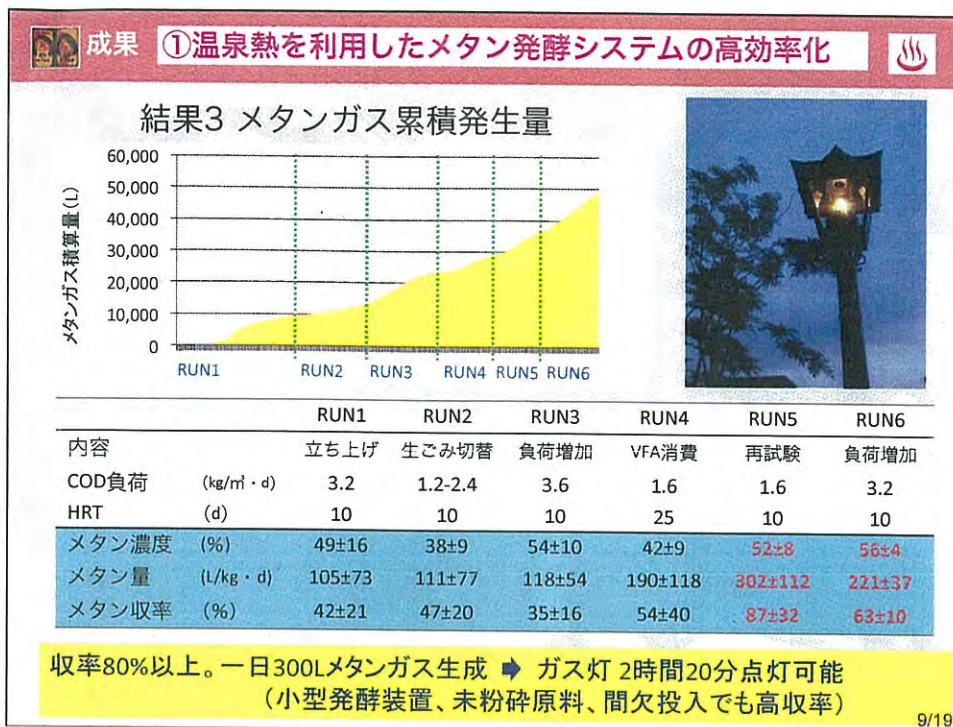
実験方法 温泉メタン運転条件

内容	日数 (日間)	原料	COD負荷量 (kg/m ³ ・d)	HRT (d)
RUN 1	立ち上げ	酢酸ナトリウム グルコース	3.2	10
RUN 2	原料の切り替え	食べ残しゴミ	1.2 - 2.4	10
RUN 3	負荷増加	食べ残しゴミ	3.6	10
RUN 4	蓄積VFAの消費	食べ残しゴミ	1.6	25
RUN 5	再試験	食べ残しゴミ	1.6	10
RUN 6	負荷増加	食べ残しゴミ	3.2	10

結果2 発酵槽内のVFA濃度

内容	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	
内容	立ち上げ	生ごみ切替	負荷増加	VFA消費	再試験	
COD負荷	(kg/m ³ ・d)	3.2	1.2-2.4	3.6	1.6	1.6
HRT	(d)	10	10	10	25	10
酢酸	(g/L)	9.3±7.8	18.7±4.6	4.7±1.7	2.3±1.7	0.4±0.4
酪酸	(g/L)	0.5±0.6	2.3±0.5	1.4±0.9	0.6±0.7	0.02
プロピオン酸	(g/L)	0.5±0.3	0.8±0.1	0.9±0.1	1.1±0.3	0.3±0.2

8/19



成果 ②観光客参加型生ゴミ回収・処理システムの構築

(4) 地域との連携状況

川渡公民館まつりにて展示と講演 (2012/3/2, 3)

鳴子温泉みのり祭 2011 (2011/11/11-13)

おおさき産業フェア 2011(2011/11/4,5,6)

食楽まつり2012へ出展 (2012/6/23-24)

S-style モニターツアー (2012/10/13,14)

韓国よりJICEキスナプロジェクト(30名) (2012.9.13)

鳴子小学校(18名)

11/19

成果 ②観光客参加型生ゴミ回収・処理システムの構築

(5) エネツーリズム参加者のアンケート結果

Q1. またやってみたいですか？

はい	91.2
いいえ	8.8

Q2. 「I初キ」-について関心が高まりましたか？

はい	88.2
いいえ	11.8

Q3. エネツーリズムに賛成ですか？

はい	88.2
いいえ	11.8

Q4. 将来、どんなI初キ-を望みますか？

再生可能エネルギー	86.8
水力	7.9
原子力	2.6
火力	2.6

■原子力 ■火力 ■水力 ■再生可能エネルギー

日本人外国人問わず、環境教育効果が高い → 環境意識変化促す

12/19

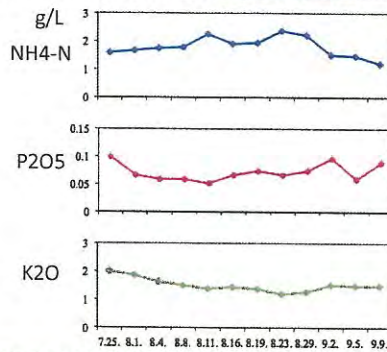
成果 ③メタン消化液の効率的な利用

(1)本システムからの消化液の化学分析結果

◎必須三要素→リンはやや少ない

	g/L		
	NH4-N	P2O5	K2O
本システムの平均	1.8	0.1	1.5
文献値(生ゴミ由来)*	1.0	0.5	3.0

*柚山「メタン発酵消化液の利活用」http://seneca21st.eco.coocan.jp/working/yuyama/09_10.html



◎塩濃度

pH調整あり EC:33.5



メタン発酵の運転工夫
→ pH調整剤が不要に。
EC低下実現

pH調整なし EC 6.2

◎三要素の時期変動→安定

発酵残渣である消化液は肥料として利用可能

13/19

成果 ③メタン消化液の効率的な利用

(2) 栽培試験・施設圃場における試験



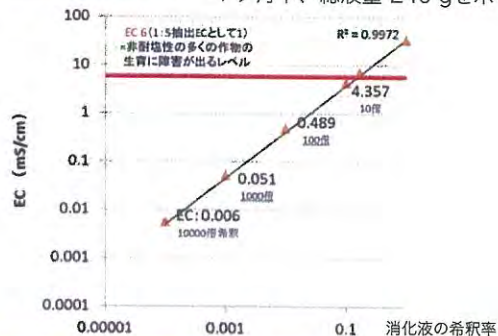
コマツナ(*Brassica rapa var. perviridis*)品種 よかった菜

対照区 無処理
100倍希釈 消化液100倍希釈
1000倍希釈 消化液1000倍希釈

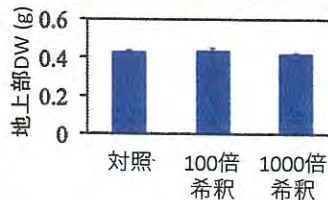
◎塩濃度

pH調整あり EC 33.5

1ヶ月半、総液量 240 gをポット散布



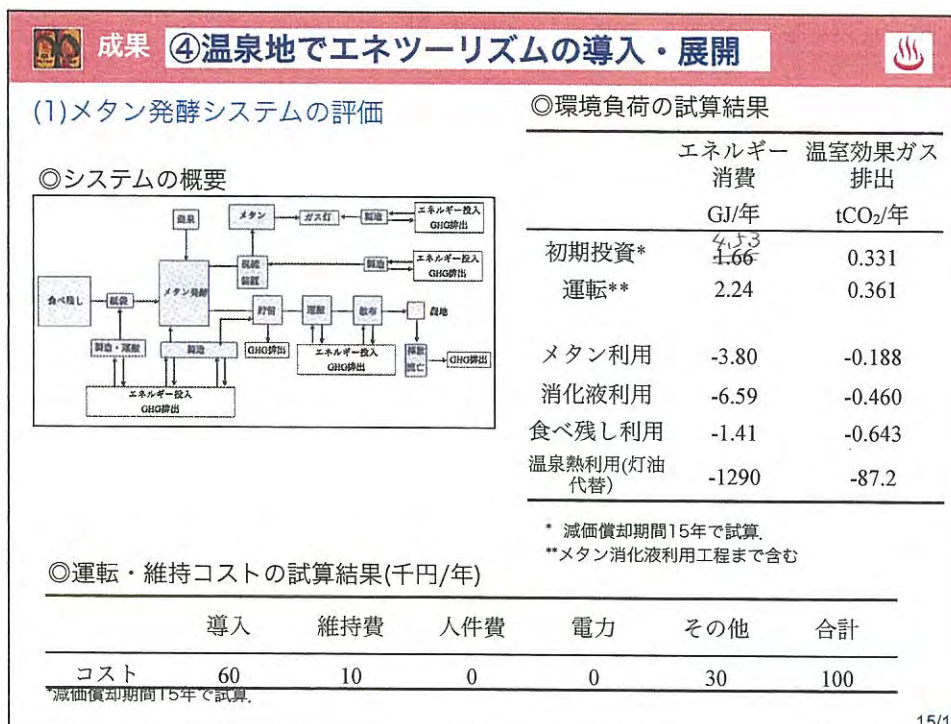
◎栽培試験の地上部



植害なく利用可能

- メタン発酵の運転方法の改善によるEC低下
- 消化液無希釈で使用可能になる。

14/19



成果 ④温泉地でエネツーリズムの導入・展開		Case1 本事業システム		Case2 従来型メタン発酵システム		
導入台数	69		1			
コスト	12,700 千円/年		20,320 千円/年			コスト約40%減
エネルギー消費						
導入	312 GJ/年		114 GJ/年			
食べ残し(原料) 収集	0		6.98 GJ/年			
運転	0		7.25 GJ/年			
メタン利用	-262 GJ/年		0 GJ/年			消費エネルギー マイナス -347 GJ/年
消化液処理, 利用	-397 GJ/年		87.3 GJ/年			
収支	-347 GJ/年		216 GJ/年			
温室効果ガス排出						
導入	23.0 tCO2/年		8.33 tCO2/年			
食べ残し収集	0		0.489 tCO2/年			
運転	0		1.02 tCO2/年			
メタン利用	-13.0 tCO2/年		0*			温室効果ガス -2.5 tCO2/年 削減可能
消化液処理, 利用	-12.5 tCO2/年		31.3 tCO2/年			
収支	-2.50 tCO2/年		41.1 tCO2/年			

*メタンは発電に用いてシステムの運転電力として加味されている

温泉リゾート地域の環境負荷低減, ゴミ処理コスト低減, 資源循環が可能


17/19

成果 ④温泉地でエネツーリズムの導入・展開		
今後の経済波及効果		
ガス灯点灯後半年間、温泉メタンを見に来た団体客 (モニターツアーも含めて)		計80名
中学生の修学旅行、大人のエコツアーとして 環境教育ツアーとしての展開可能性		大
		
<p>Q1. またやってみたいですか?</p> <p>いいえ 8.8%</p> <p>はい 91.2%</p> 		

18/19

環境政策への貢献・提言

①温泉熱を利用した小規模メタン発酵	②エネツーリズムによる地域振興・意識改革
③メタン消化液の効率的な利用	④温泉地でエネツーリズムの導入・展開

鳴子モデル 

温泉地への小規模メタン発酵システムの導入を核とした
低炭素観光(=エネツーリズム)の確立

第四次環境基本計画

「自然共生」	→ 温泉利用
「低炭素」	→ 消費エネルギー削減、温室効果ガス削減
「循環」「安全」	→ 食べ残しのエネルギー化と液肥利用
「環境教育」「参画・協働」	→ エネツーリズム

○全国13860カ所源泉(42℃以上)
○年間温泉宿泊数1億2百万人(H23)

食べ残しだけ→約200 tCO₂/年 削減可能性
生ゴミもする →約470 tCO₂/年 削減可能性

環境政策提言

- ① 温泉地における分散型小型メタンシステムの導入推進
- ② 環境技術を核としたエネツーリズムの推進


19/19


謝辞

本プロジェクトは、

大崎市、鳴子温泉まちづくり株式会社、鳴子温泉郷の旅館、
地域の方々、その他多くの皆様のご理解とご協力のもと、
実施することができました。

ここに、心より深く感謝するとともに、御礼申し上げます。
ほんとうに、ありがとうございました。

スタッフ一同 


FIELD SCIENCE CENTER YONOKU UNIV