

2 ふん尿の省力的高品質堆肥化による資源循環と再生可能エネルギー活用による経営内エネルギーマネジメントの実証研究

1) 高品質堆肥の省力生産と堆肥発酵熱の利用実証

背景と目的

営農を再開する酪農場は飼料生産基盤たる圃場が少ないことが想定されるため、ふん尿を適正に管理して高品質な堆肥を製造し、地域内での資源循環利用を早期に確立することが不可欠である。一方で、ふん尿の堆肥発酵熱は農場内で産出される再生可能エネルギーとして有効利用が可能である。吸引通気式自動堆肥化システムの導入により、高品質堆肥の省力的製造・循環利用プロセスを確立し、同時に、堆肥化過程で回収できる発酵熱の利用により経営の改善に寄与する技術を実証する。

成果の内容

①吸引通気式自動堆肥化システムの導入による省力効果の実証

システム導入前の H25 年 12 月には 156 頭分の牛ふん尿に対して、敷料および堆肥化副資材(以後、副資材)として、おがくずを 14m³/日を混合して堆肥化処理しており、1 日当たりのふん尿と副資材混合物(以後、堆肥原料)の処理量は 24m³/日であった。このとき、堆肥原料の水分は 78%と高く、堆肥化施設で処理後の堆肥の水分も 75%までしか低下しなかった。その後、吸引通気式自動堆肥化施設の導入を契機にして、副資材量や作業工程を見直した結果、徐々に堆肥原料および堆肥の水分が低下した。堆肥化施設の導入が完了し、適切な量の副資材が混合された H29 年 11 月には、150 頭分の牛ふん尿に対して、副資材のおがくずを 26m³/日混合し(堆肥原料容量 36m³/日)、原料水分が 72%、堆肥水分が 65%まで低下した(図 1)。

牛舎の敷料としても利用可能な水準の堆肥が生産可能となったことから、コンソーシアムメンバーの麻布大の協力を得て、堆肥に含まれる乳房炎に関わる病原性菌の消長を調査したところ、病原性菌は堆肥化過程でほぼ不活化されていることが明らかになった(表 1)。

吸引通気式自動堆肥化システム導入後の作業時間については、導入前に比べて堆肥原料の処理量が 1.5 倍に増加したにもかかわらず、牛舎内での除ふん作業にはほとんど差がみられず、堆肥の切り返しおよび移動にかかる時間は、システムの運用により、60%削減できることを確認した(図 2)。

②吸引通気式自動堆肥化システムによる発酵熱のエネルギー利用

吸引通気式自動堆肥化システムでは、堆肥化過程で発生した発酵熱と堆肥原料の水分蒸発により高温・高湿度となった排気が堆肥底部の通気配管から吸引され、この吸引排気を熱源にし

て熱交換器により水が加温され、得られた温水を牛に供給することができる(写真 1)。堆肥化が良好に進展し温度が上昇するほど、排気温度も高く、利用できる熱エネルギー量も多くなる。

吸引通気式自動堆肥化システムが導入された直後の H28 年は、堆肥原料の水分調整が不十分であり堆肥化が低調であったため、吸引排気温度もまた 40°C に達せず低調であった。その後、副資材添加量を増加し、通気配管の清掃・改修を実施するなどして堆肥原料の通気性を改善したことで排気温度が上昇し、H29 年の排気温度は前年よりも約 10°C 高くなった。本課題における乳牛の目標給与水温は 30°C であり、H29 年 4 月以降は厳冬期の 1 月・2 月を除いてこの目標値に達した。また、1 月・2 月においても 30°C 近くを保っていたことから、堆肥の発酵熱をエネルギーとして有効に利用することが実証できたと考えられる(図 3)。

以上より、本事業により実証酪農場において、良質な堆肥生産を省力的におこなうとともに、堆肥化過程で発生した発酵熱をエネルギー利用し、乳牛の飲水を加温するシステムが実証された。実証牧場では、現在、副資材の供給不足や価格高騰の問題に直面しているため、生産された堆肥(戻し堆肥)で牛舎の敷料や副資材を代替することを検討していることから、本事業終了後も引き続き堆肥化工程の管理について技術的なフォローアップを行う予定である。

また、本システムにより生産された堆肥は、牛舎での敷料利用のほかにも、実証牧場の近隣で活動する農業生産組合に飼料作物の肥料として供給されて地域内資源循環への貢献度も大きいことから、今後、農研機構では、生産された堆肥の流通利用体系についても新たに検討を始める予定である。

具体的データ

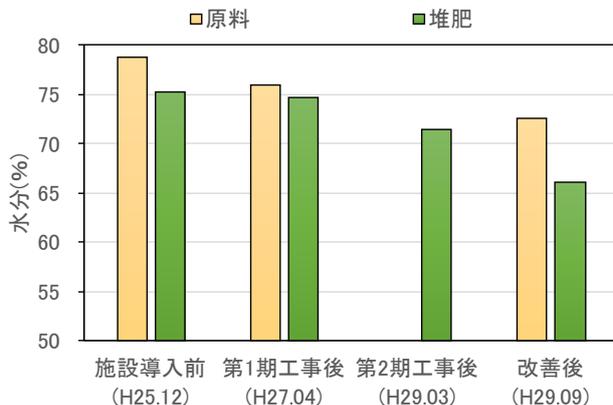


図1 実証期間における堆肥原料および堆肥の水分の推移

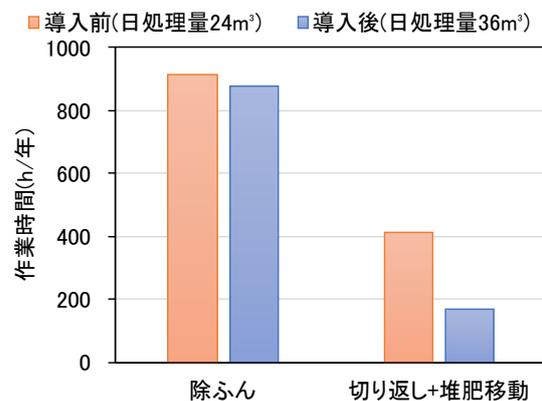


図2 システム導入前後の作業時間の比較

(導入前は H25 年 12 月、導入後は H29 年 11 月のデータ。日処理量はふん尿と副資材の合計)

表1 堆肥原料、および堆肥中の乳房炎原因菌

	採材日時	検出された乳房炎原因菌	生菌数
オガクズ	2018/1/9	Klebsealla pneumoniae	1×10^3
	2018/1/30	Pseudomonas putida or fluorescens	2×10^4
発酵槽投入前の堆肥原料	2018/1/9	Proteus mirabilis	7×10^3
	2018/1/30	Proteus spp.	1×10^7
発酵後の堆肥	2018/1/9	Proteus mirabilis	$7 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$
	2018/1/30	検出されず	
乾燥後の戻し堆肥 (今後敷料利用の予定)	2018/1/9	検出されず	
	2018/1/30	検出されず	

※戻し堆肥を敷料利用する場合の生菌数の目標値: 10^5 以下

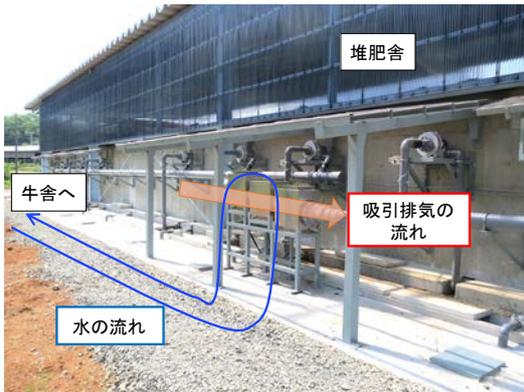


写真1 熱回収システム外観

(中央の金属箱が熱交換器でそこに吸引排気と水が導入されることで水が加温される)

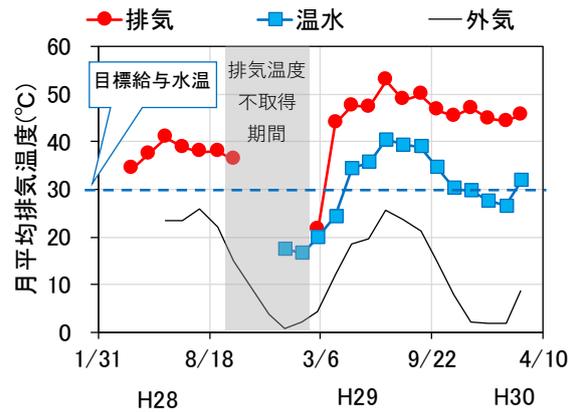


図3 吸引通気式自動堆肥化システムで得られる排気温度および牛に給与する温水温度の推移