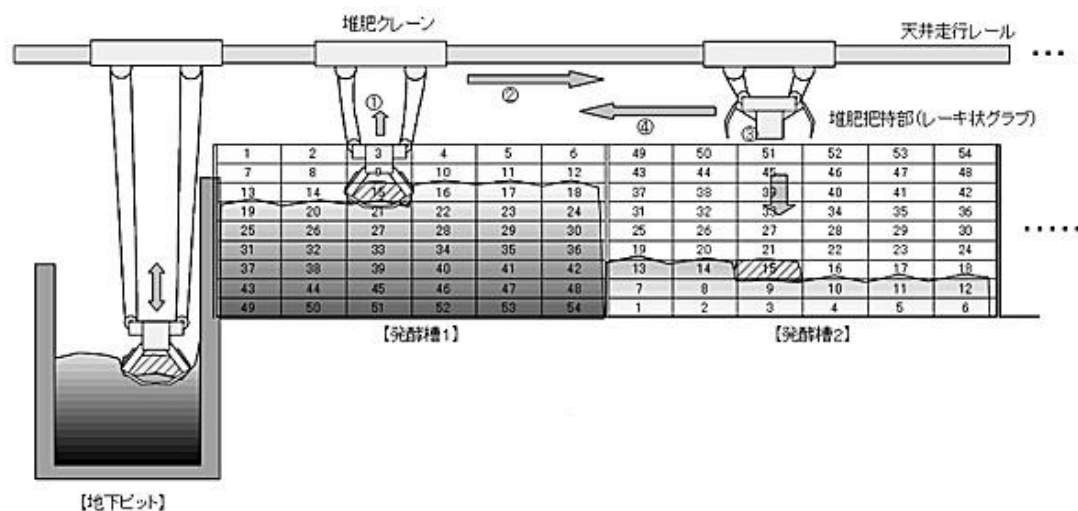


畜産経営における 堆肥化クレーンシステム装置の 効果確認実証試験

- 自動堆肥化クレーンと吸引通気の組み合わせによる
堆肥化の最適管理技術とそこで発生する発酵熱
の通年利用効果の検証-



堆肥クレーンシステム



- ・ 自動切返し・堆積方式（省力的に堆肥を生産）
- ・ 処理がライン化・・・投入、取出以外は自動運転

自動堆肥化方式のメリット

- ・ 堆積高さの確保・・・堆肥温度が高温に達する

堆積方式(ローダー方式)のメリット

○軽労的に、衛生的な良質堆肥・敷料を生産可能

発展：吸引通気式堆肥化システム



- 悪臭の大幅な低減（回収液は窒素液肥に）
- 酸性薬液に吸着させる高度処理と、堆肥自体に吸着させる低コスト処理が可能
- クレーンシステムと親和性が高い
- 発酵熱の効率的な回収が可能

○ 悪臭対策と資源生産とエネルギー生産を同時に実行

発展：発酵熱回収・利用システム



- ・ 吸引排気中の熱を回収して水を加温できる
- ・ 排気中の水蒸気から潜熱を回収することで、**低温でも高効率**な熱回収が可能
- ・ 冬季の乳牛に対して温水を給与すると、乳量が3%以上増加する（農研機構による検証）

○堆肥のエネルギーによって経営的なメリットを産出

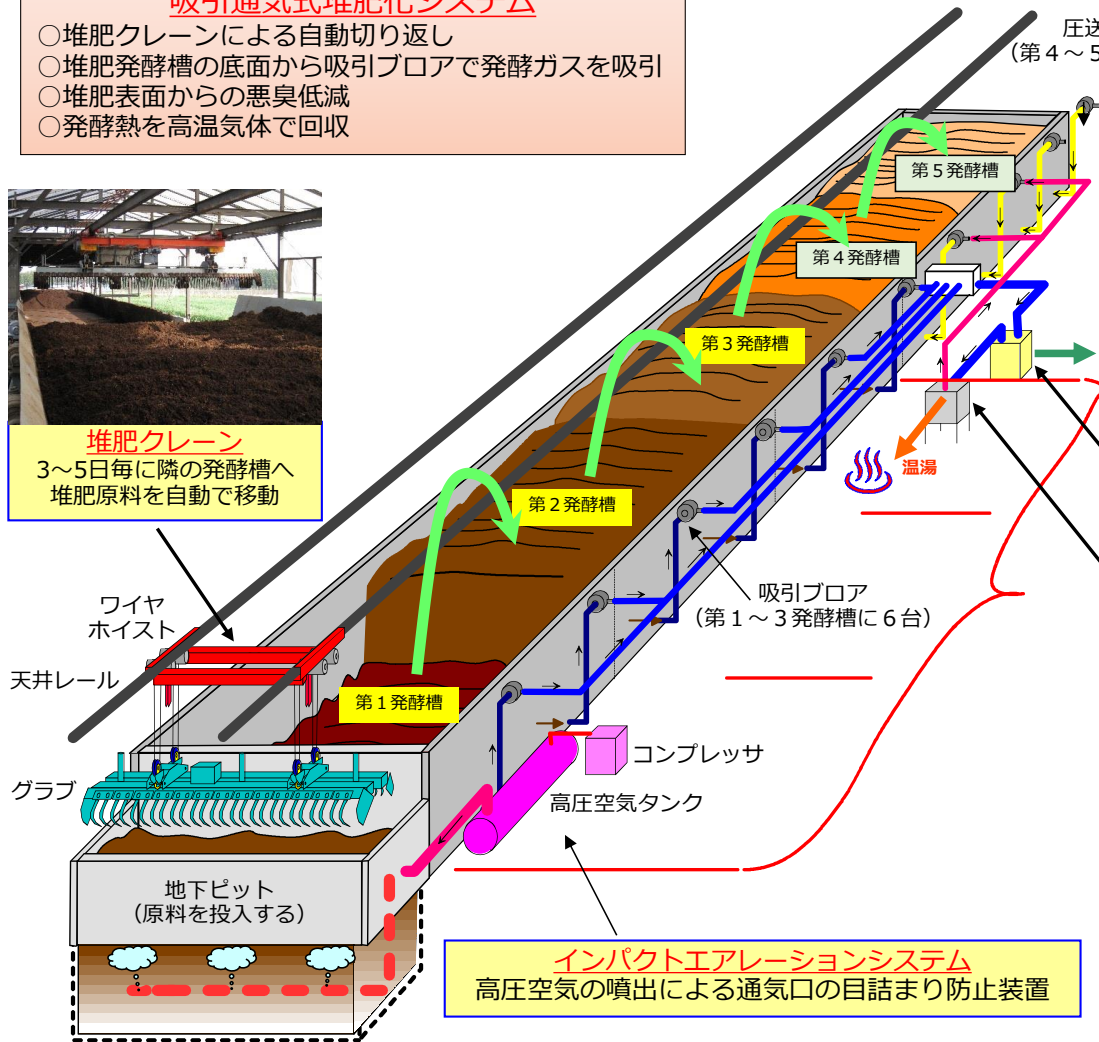
トータルシステム

吸引通気式堆肥化システム

- 堆肥クレーンによる自動切り返し
- 堆肥発酵槽の底面から吸引ブローアで発酵ガスを吸引
- 堆肥表面からの悪臭低減
- 発酵熱を高温気体で回収



堆肥クレーン
3~5日毎に隣の発酵槽へ堆肥原料を自動で移動



圧送用の送風機
(第4~5発酵槽に計4台)

吸引した発酵排気から未利用資源を回収

アンモニアガスを酸性溶液で中和して液肥に変換する
簡易スクラバ



窒素液肥の利用

排気を熱交換して温水をつくる**熱交換器**



乳牛へ温水給与

インパクトエアレーションシステム
高圧空気の噴出による通気口の目詰まり防止装置

栃木県那須塩原市現地農場の例

既存のシステムの課題

課題の整理

○堆肥クレーンシステム

通気性確保のための副資材により処理体積が増加するが、堆肥クレーンの堆肥化管理工程に関する知見が乏しく、効率的な運転方法の提示が不十分

○熱回収システム(吸引通気システム)

現状では乳牛の飲水は冬季の効果のみしか確認されておらず、施設稼働率は50%程度。農家からは夏季飲水の需要もある。

施設の活用が不十分で、訴求力が低い

1) 堆肥クレーンを活用した適正な堆肥化工程の確立

課題：自動・堆積型の堆肥クレーンの堆肥化管理工程に関する知見が乏しい

目的：堆肥クレーンの適正な切り返し間隔を検討し、堆肥品質・作業性の優位性を検証する

2) 堆肥化過程で発生する熱の通年利用効果の検証

課題：冬季以外の熱用途が不十分であり、熱回収システムの減価償却期間が長くなる可能性

目的：乳牛への通年温水給与の効果を調査し、その有効性を検証する

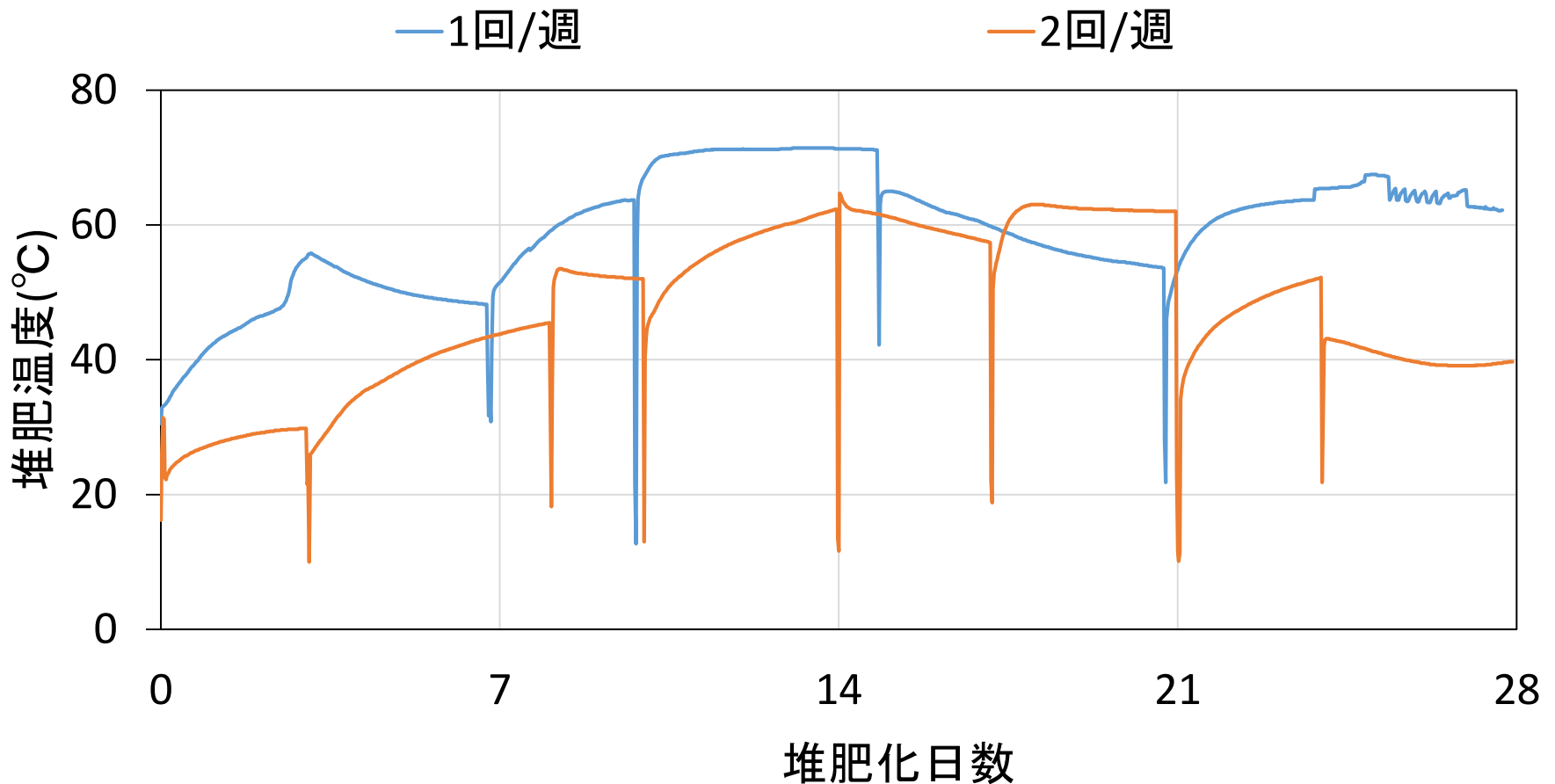
○方法

実規模堆肥クレーン式堆肥化施設において、堆肥化期間を1ヶ月(4週間)とし、1週間に1回もしくは2回の繰り返し頻度における堆肥化過程を調査する。

○測定項目

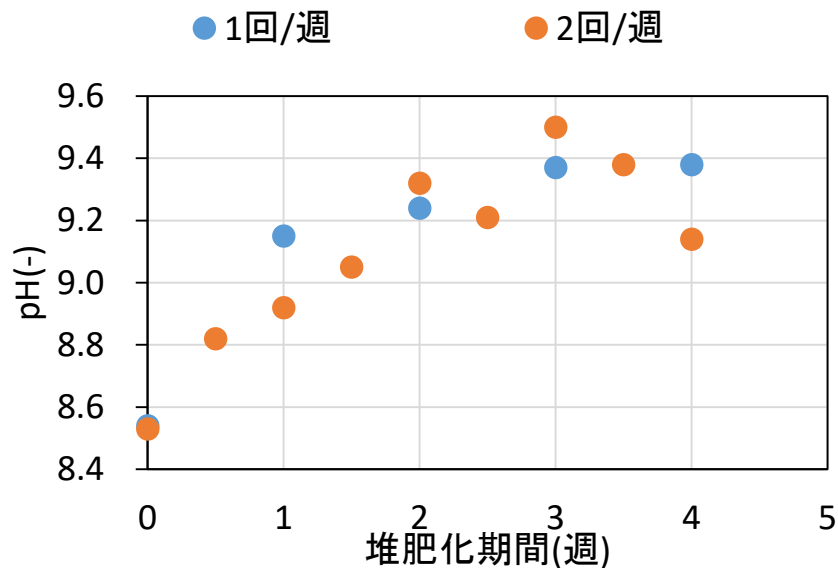
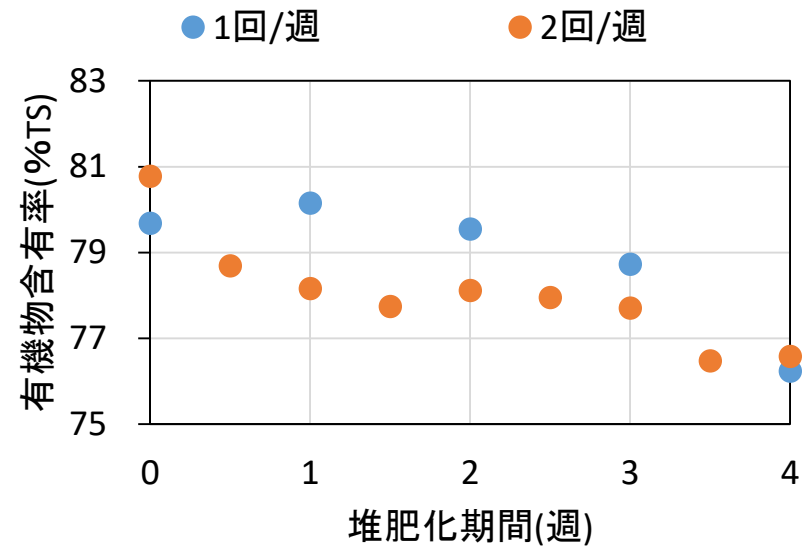
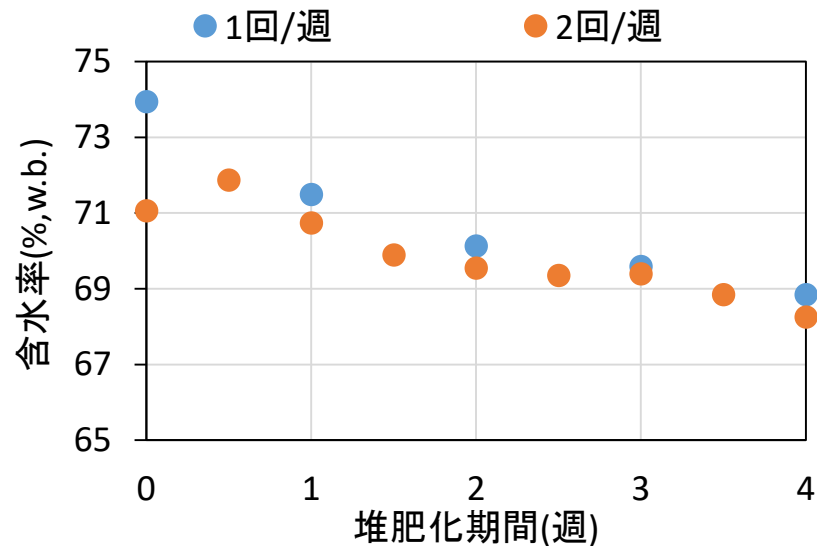
堆肥温度，含水率，強熱減量(有機物)，pH

温度変化への影響



2回/週の場合、温度は比較的低く推移するものの、
切り返しに起因する温度低下はなく、
発酵は早期に終了する

原料性状への影響



切り返し頻度を上昇させても
含水率やpHの推移は
大きく変わらないものの、
2回/週切り返しで、
有機物は早期に減少

1) 堆肥クレーンを活用した適正な堆肥化工程の確立

課題：自動・堆積型の堆肥クレーンの堆肥化管理工程に関する知見が乏しい

目的：堆肥クレーンの適正な切り返し間隔を検討し、堆肥品質・作業性の優位性を検証する

2) 堆肥化過程で発生する熱の通年利用効果の検証

課題：冬季以外の熱用途が不十分であり、熱回収システムの減価償却期間が長くなる可能性

目的：乳牛への通年温水給与の効果进行调查し、その有効性を検証する

現状...

回収熱は、冬季の温水給与にのみ利用されている
→温水給与効果により乳量が3%以上増加することが分かっているものの、冬季のみの利用のため、施設稼働率は50%程度に留まる。



減価償却期間を短縮するために稼働率を向上

- ・ 夏季の温水給与の知見は少ない(30年程度前)
- ・ 通年稼働による施設への影響は不明

乳牛への通年温水給与の家畜・施設への影響は不明

通年温水給与効果の検証(夏季)

○方法

冷水給与期と温水給与期を約1ヶ月ごとに繰り返す。
2～3週間の馴致の後1週間の試験期間とし、乳量や乳質への影響を調査した。

○期間

2016年6月～8月

第1期：6/27～7/ 3 冷水(無加温；対照)

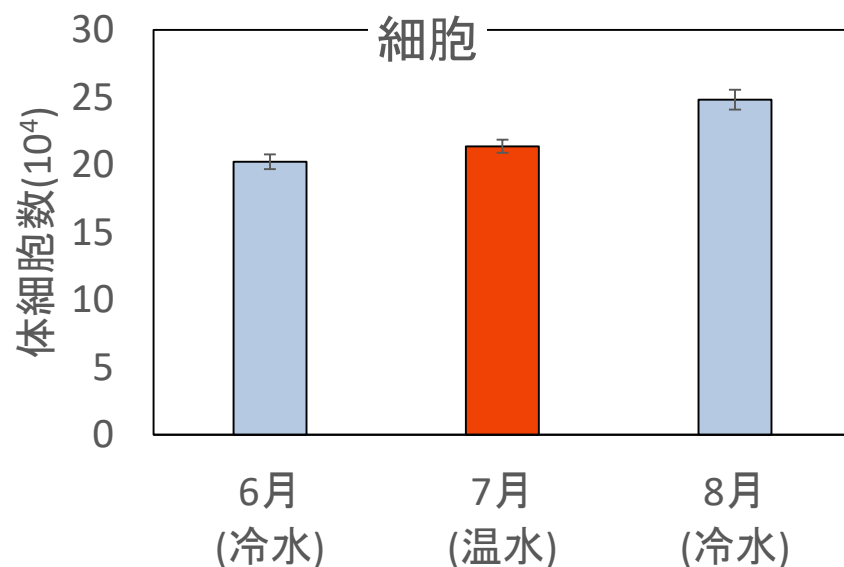
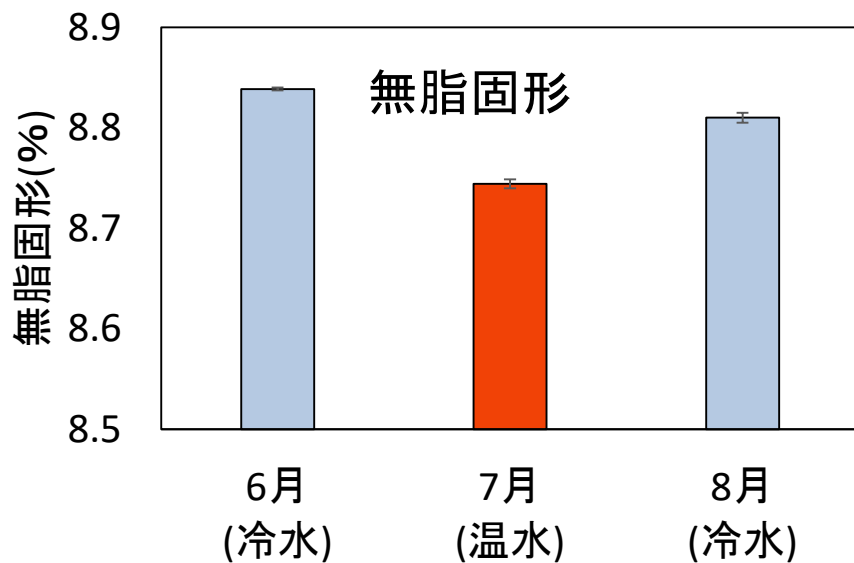
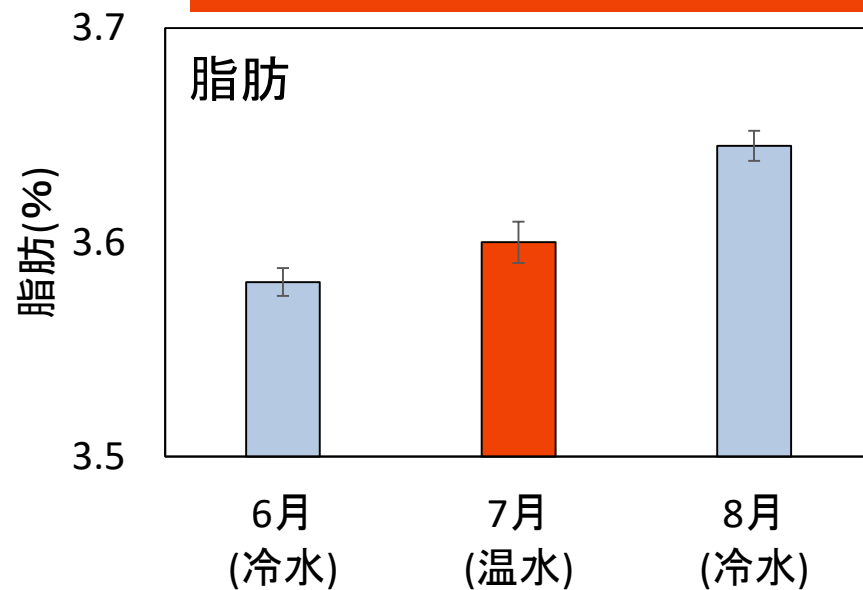
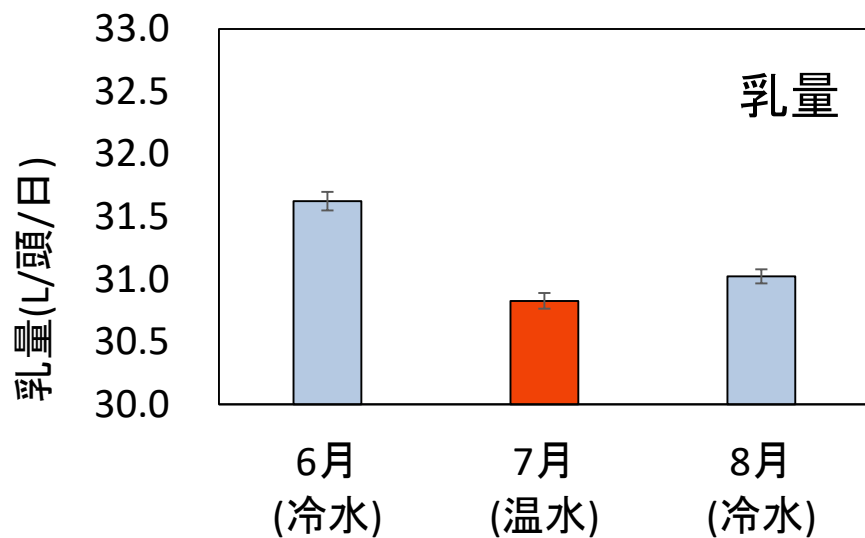
第2期：7/19～7/25 温水

第3期：8/17～8/23 冷水

○測定項目

乳量，乳成分(乳脂肪，無脂固形率，体細胞数等)

結果(夏季)



- 1) 現地農場の熱交換器が破損し、温水給与試験を中止せざるを得なかった(9月)
 - 9月の温水給与試験を中止

- 2) 現地農場に12月中に搾乳ロボットが導入されると聞いており、その馴致後試験期間を設定(1~3月)
 - 搾乳ロボットの取得データの活用を検討したい
 - 搾乳ロボットの導入が遅れたため、従来通りの試験計画(1~3月)とした。

通年温水給与効果の検証(夏季)

○方法

冷水給与期と温水給与期を約1ヶ月ごとに繰り返す。
2～3週間の馴致の後1週間の試験期間とし、乳量や乳質への影響を調査した。

○期間

2017年1月～2月

第1期：1/27～2/ 3 温水 (22.8±4.0°C)

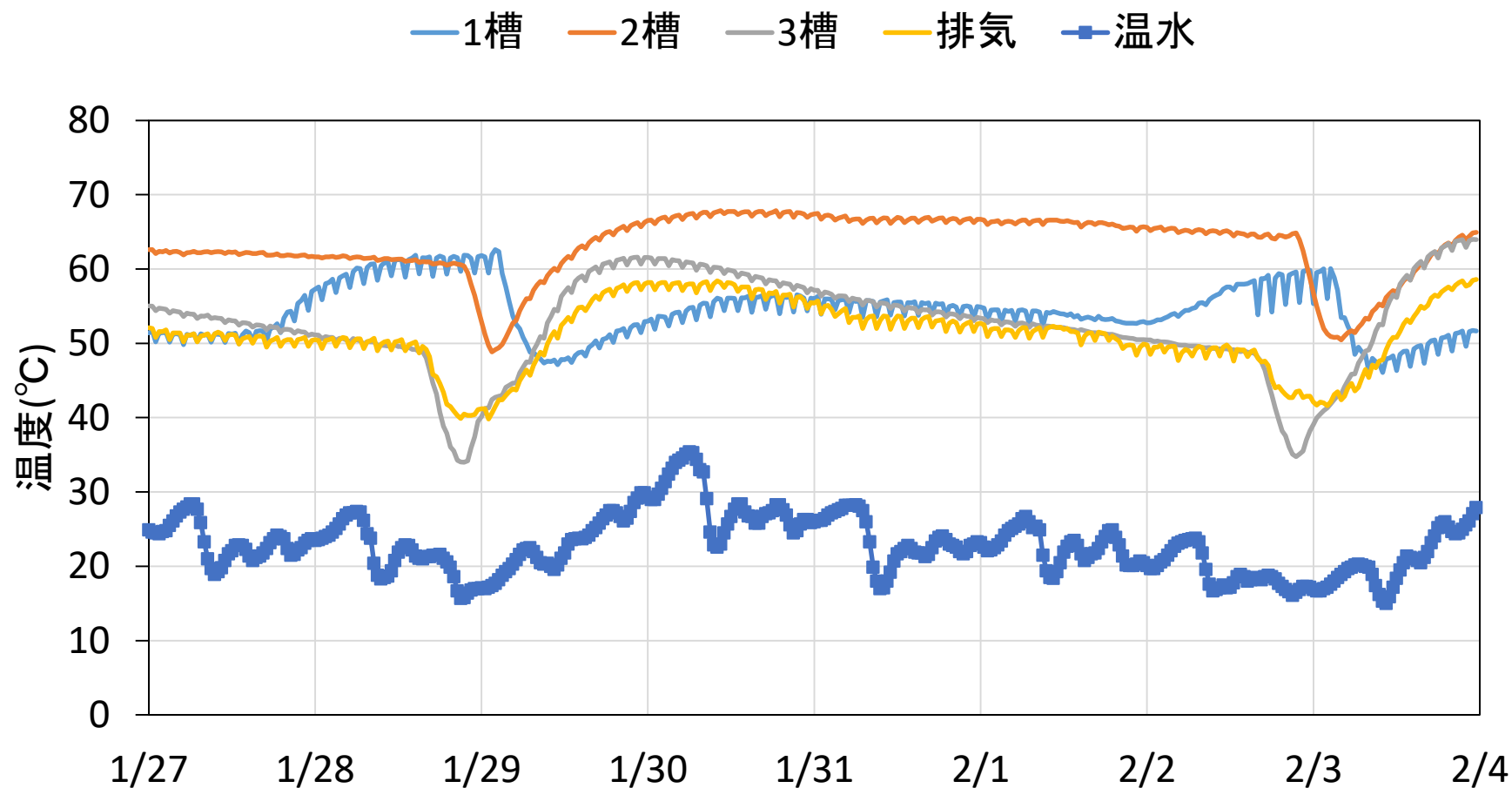
第2期：2/27～3/ 5 冷水 (6.0±0.5°C)

第3期：3/24～3/31 温水 (20.2±3.4°C)

○測定項目

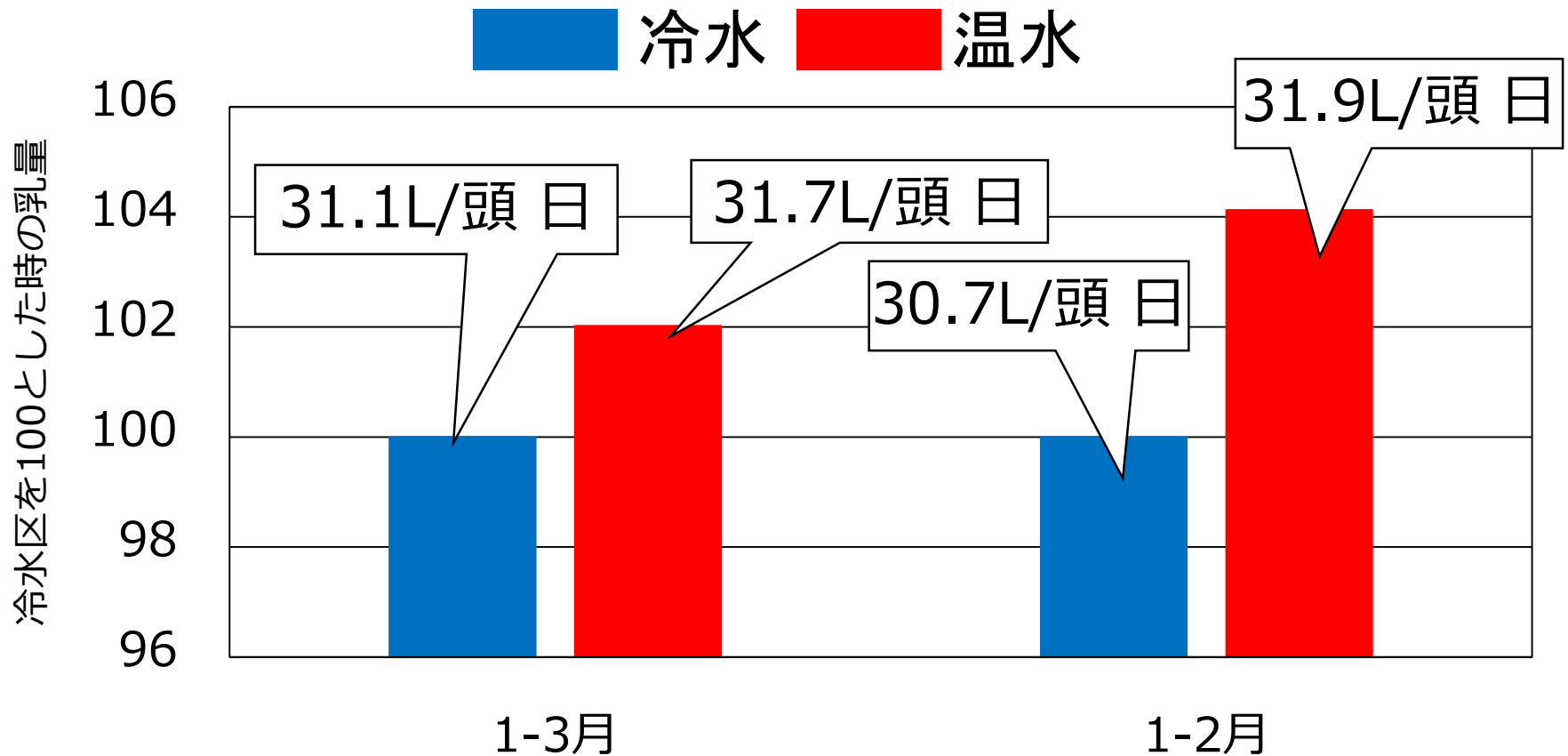
乳量，乳成分(乳脂肪，無脂固形率，体細胞数等)

温水条件における温度推移



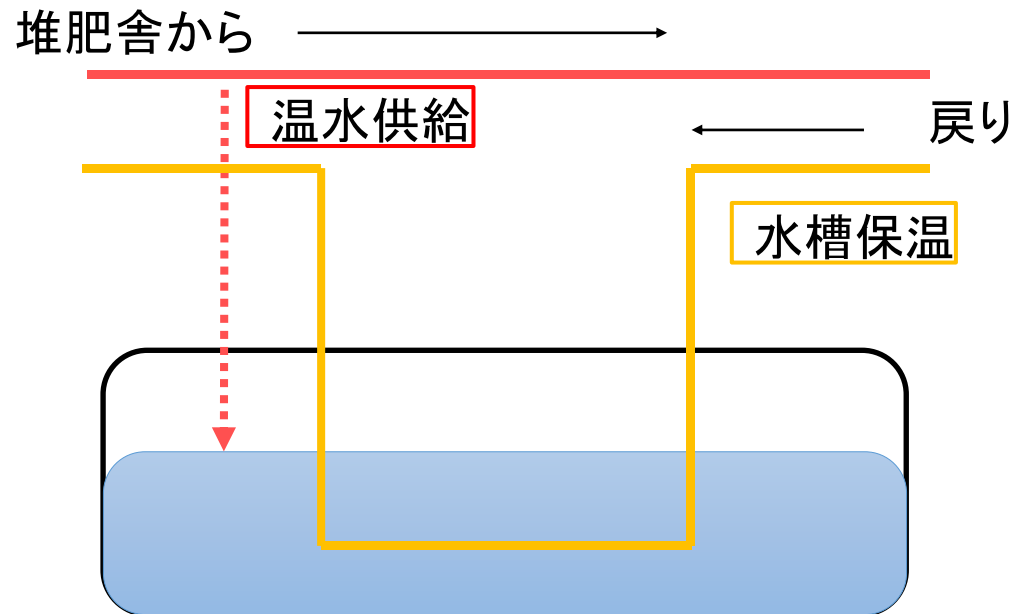
従来の調査と同様の推移を示した。
(夜間に上昇し, 日中に漸減する)

結果(冬季) (2016年に実施した予備調査の結果も含む)

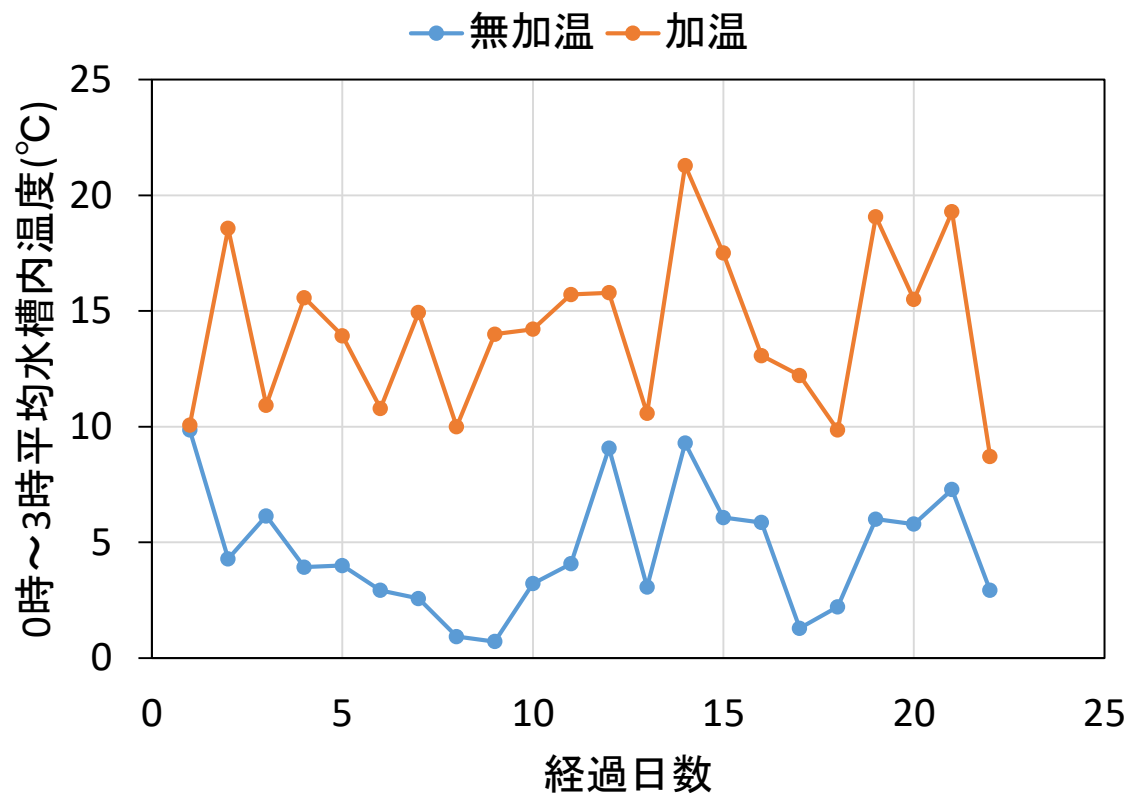


温水を給与することで, 1~3月で2.0% ($p < 0.01$)
1~2月期では4.1%の乳量増加($p < 0.01$)

水槽保温配管の試作



水槽保温配管の効果 (0時~3時平均温度)



加温により飲水量が極めて少ない
深夜の時間帯であっても、
水槽内温度は10°C以上を保った

○目的

吸引通気式堆肥化において、普及・市販時における最大の懸案事項である通気システムについて、既存技術の問題点を改良するとともに、改良前と堆肥化過程を比較する。

また、発酵過程における熱収支を明らかにし、温水利用以外の利用方法提示のための基礎資料とする。

○方法

堆肥化過程において原料投入～吸引通気エリア終了(第3槽)の間の温度および堆肥原料性状の変化を調査する

○測定項目 (堆肥サンプル採取箇所：108点/エリア)

堆肥温度，含水率，強熱原料(≡有機物)，発熱量，通気量，排気温度，供給水温度(入口・出口)，温水流量

本事業での改良点①

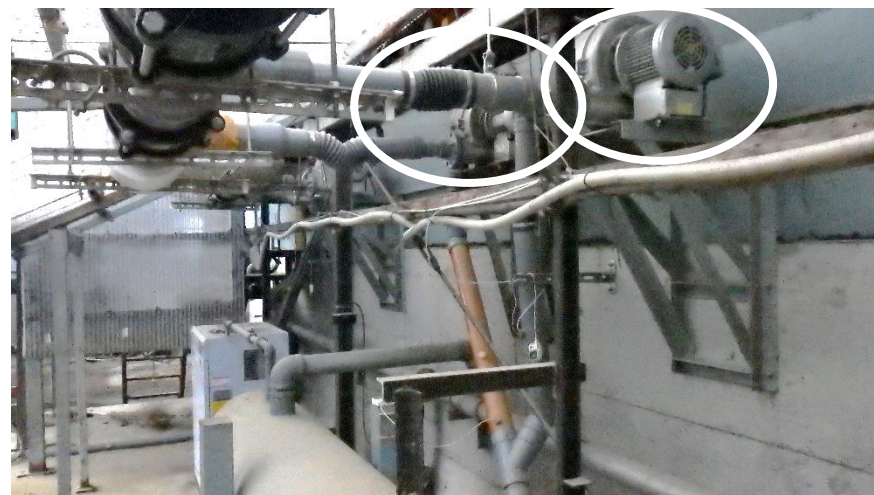
- ・第1槽での通気量増加

吸引通気に対応した大型のブロワがない

→既存ブロワを2台連結する通気方式とした

=第1槽における通気量が

従来より**9.4～24.8%向上**



本事業での改良点②

- ・配管内結露水排出口形状の変更

従来の結露水トラップ(写真1)では、通気口が詰まりやすく(写真2)、通気が不十分になることがあったため、詰まり難く、自動的に排出される構造に変更した(写真3)、これにより通気も改善



写真1

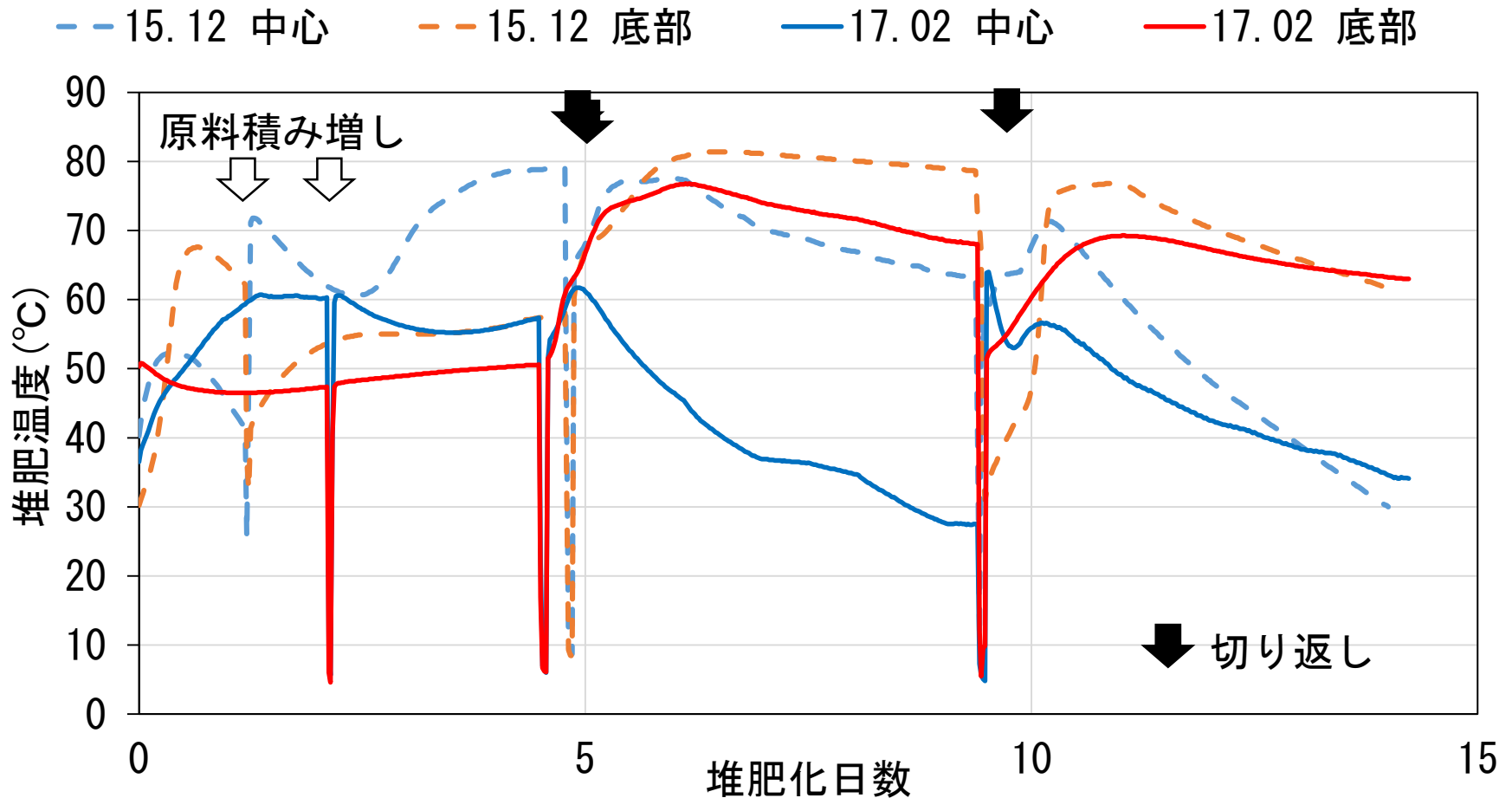


写真2



写真3

吸引通気式堆肥化システムの改良



配管の改良により適正な通気がおこなわれ、
発酵が早まった

15日間の吸引通気式堆肥化過程において...

含水率: $72.0\%_{\text{w.b.}} \rightarrow 65.6\%_{\text{w.b.}}$

VS: $83.8\%_{\text{TS}} \rightarrow 81.9\%_{\text{TS}}$

質量(灰分換算値): $42.0\text{t} \rightarrow 30.8\text{t}$

有機物分解率: 12.0%

吸引通気過程において,
22.9GJの発熱量が発生していると推計される。

→吸引通気期間を15日(5日 × 3槽)とすると,
17kW相当

(排気温度より低いいため, 測定できていないと考える)

排気温度: 51°C (熱交換器直前)

排気流量: $7.2\text{m}^3/\text{分}$



排気熱量: **35.5kW** ($3.1\text{GJ}/\text{日}$)

水の加温で消費された熱量

20.5kW ($1.7\text{GJ}/\text{日}$)

熱利用率: 58%

以前の調査と同程度の熱量と熱利用率だが、
温水温度は 33°C (以前の調査)→ 23°C (本調査)と低い。

本事業により乾乳牛にも温水を給与したことにより
供給水量と送水配管での放熱が大きくなったことにより低下

堆肥クレーン式吸引通気堆肥化施設において

- 堆肥クレーンを活用した適正な堆肥化工程の確立
- 堆肥化過程で発生する熱の通年利用効果の検証
を目的とした

○堆肥クレーンを活用した適正な堆肥化工程の確立

- ・2回/週の切り返しにより早期に一次発酵が終了したと考えられる

○堆肥化過程で発生する熱の通年利用効果の検証

- ・水槽保温配管，通気配管，乾乳牛への温水給与配管を施工した。
- ・温水を給与：夏季=差がない
冬季=(1～4月)2.5%，(1～2月)4.0%
- ・排気熱は35kW，温水生産による熱の利用率は58%