

全日畜シンポジウム in ちば スマート畜産への期待

シンポジウム資料

平成31年2月19日

全 日 畜

(一般社団法人 全日本畜産経営者協会)

[平成30年度 JRA事業]

全日畜シンポジウム in ちば



スマート畜産への期待

【ご挨拶】

私たち畜種横断の畜産生産者の団体「一般社団法人 全日本畜産経営者協会（全日畜）」は、平成30年度の日本中央競馬会畜産振興事業として「スマート畜産調査普及事業」を実施しております。近年のICT技術（情報通信技術）等の急速な発展により、ロボット技術やICT等の先端技術の畜産生産現場への導入は目覚ましいものがあります。全日畜では、この事業の一環として全国でシンポジウムを開催して、スマート畜産の普及啓発活動を実施しております。

今回、昨年7月の鹿児島会場、9月の福島会場に続いて、2月に千葉県成田市を会場に「畜産環境技術」をテーマとしたシンポジウムを開催いたします。多くの皆様のご参加をお待ちしております。

【全日畜シンポジウムの概要】

- 開催日 平成31年2月19日（火）

第一部	基調講演	13:30~14:30
第二部	話題提供	14:30~15:30
第三部	意見交換会	15:30~17:00
- 会場 成田ビューホテル
〒286-0127 千葉県成田市小菅 700
TEL 0476-32-1111 FAX 0476-32-1078

【第一部 基調講演の概要】



講師 羽賀清典 氏

演題

畜産環境の技術的課題

— スマート畜産で家畜ふん尿を資源に —

講師

農学博士 羽賀清典 氏
一般財団法人 畜産環境整備機構 管理・技術部 参与
麻布大学 獣医学部 客員教授

プロフィール

東京教育大学（現 筑波大学）
大学院農芸化学専攻修士課程修了
1973年 農林省畜産試験場、農林水産省農業環境技術
研究所、農研機構畜産草地研究所に勤務

【第二部 話題提供の概要】



○事例紹介者の紹介



農研機構
畜産研究部門
飼育環境ユニット
主任研究員

中久保 亮 氏

★ 灯油コスト大幅削減！コンポ排熱を活用した豚舎床暖房システム
コンポ（密閉縦型堆肥化装置）の排気は60～70℃の高温です。この排熱から作った温水を豚舎床暖房に供給する発酵熱床暖房システムを開発しました。福島県での実証試験では、冬期の分娩豚舎床暖房での灯油使用量を75%削減できました。コンポ発酵安定化のポイントと技術開発についてもご紹介します。



国立大学法人
帯広畜産大学
環境農学研究部門
准教授

宮竹 史仁 氏

★ 省エネ化・省力化・安全性を追求した堆肥ロボット
帯広畜産大学を中心に開発された「省エネ化、省力化、堆肥の安全性確保」を実現した『E.L.S.堆肥化システム』の開発背景と特徴、北海道での販売・普及活動を紹介しします。また、材料調整・堆肥化から敷料堆肥の自動ベッドメイク、GAP対応堆肥の製造に至る完全自動化の実現や将来のAI構想についても紹介します。

【第三部 意見交換会の概要】

○生産者代表の紹介



有限会社ふなばやし農産
代表取締役 布施 久 氏

((一社) 青森県養豚協会 会長)



株式会社 長嶋
代表取締役 長嶋 透 氏

((一社) 千葉県農業協会 会長)



有限会社 下山農場
代表取締役 下山 正大 氏

((一社) 全日本畜産経営者協会 理事)

○モデレーターの紹介



(一社)全日本配合飼料価格畜産安定基金
常務理事 引地 和明 氏

(元、農水省技術会議 研究推進課長)



(公社)千葉県畜産協会
専務理事 松木 英明 氏

(元、千葉県農林水産部 畜産課長)

○ 参加をご希望の方はご連絡ください

- 一般社団法人 千葉県配合飼料価格安定基金協会
- 一般社団法人 全日本畜産経営者協会

TEL 043-224-7824 (瓦井、伊藤)
TEL 03-3583-8034 (大村、山田)

(目 次)

1 基調講演

- 演題 畜産環境の技術的課題 1
(スマート畜産で家畜ふん尿を資源に)
- 講師 一般財団法人 畜産環境整備機構 管理・技術部 参与
麻布大学 獣医学部 客員教授
農学博士 羽賀清典 氏

2 事例紹介

- ① 演題 灯油コスト大幅削減！ 25
コンボ排熱を活用した豚舎床暖房システム
- 講師 農研機構 畜産研究部門
飼育環境ユニット
主任研究員 中久保 亮 氏
- ② 演題 省エネ化・省力化・安全性を追求した堆肥ロボット 41
- 講師 国立大学法人 帯広畜産大学
環境農学研究部門
准教授 宮竹史仁 氏

基調講演

演題 **畜産環境の技術的課題**
(スマート畜産で家畜ふん尿を資源に)

講師 **一般財団法人 畜産環境整備機構**
管理・技術部 参与
麻布大学 獣医学部 客員教授
農学博士 羽 賀 清 典 氏

全日畜シンポジウム in ちば
平成31年(2019年2月19日(火)) 成田ビューホテル

畜産環境の技術的課題

—スマート畜産で家畜ふん尿を資源に—



廃棄物？

資源？

羽賀清典

Kiyonori HAGA, Ph.D.(Animal Waste Management)

一般財団法人畜産環境整備 参与

麻布大学 獣医学部 客員教授(畜産環境保全論)

1

はじめに

千葉県青葉の森公園



2018年7月31日

農林省畜産試験場(1917年～)

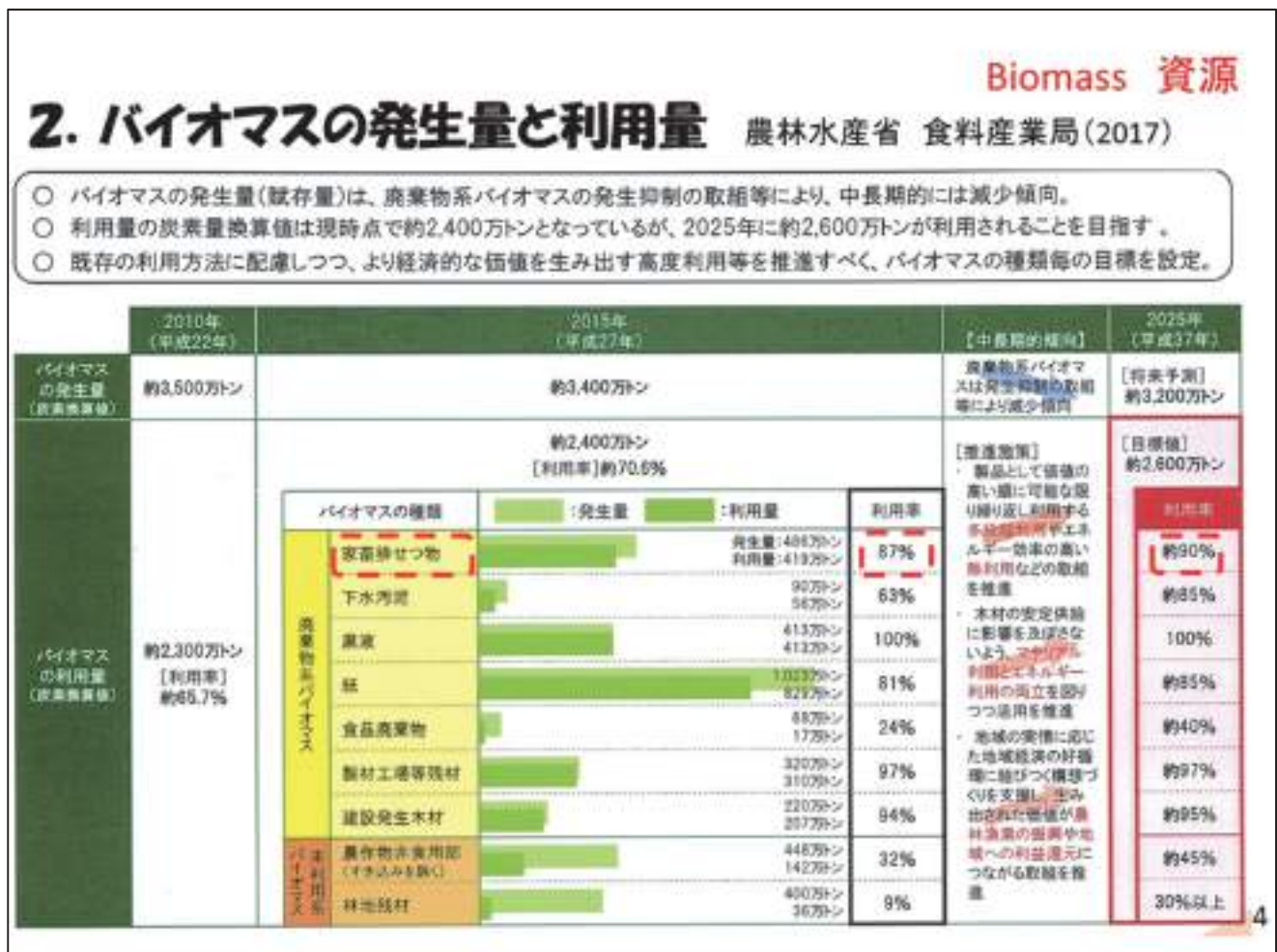
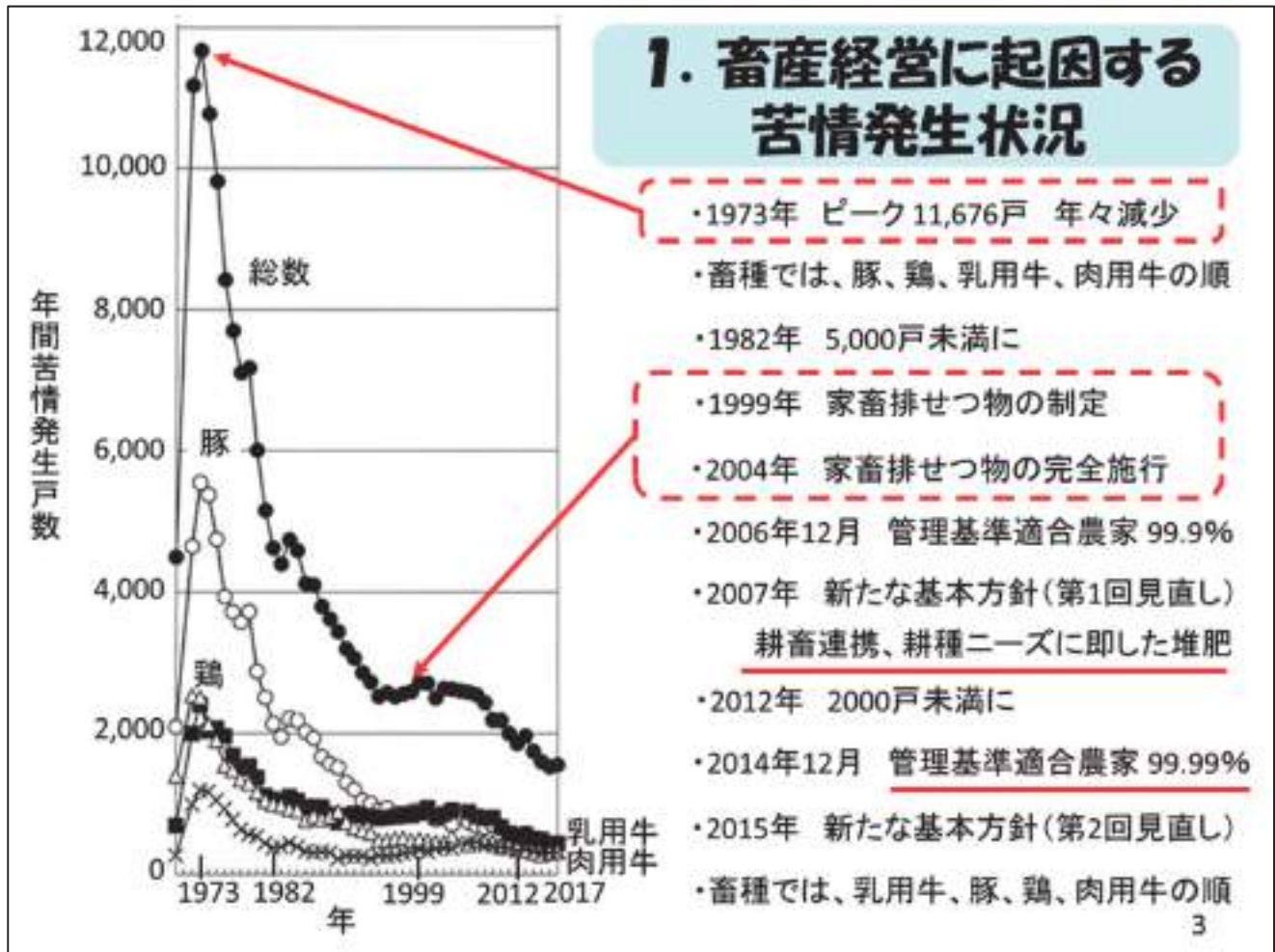


畜産技術研究発祥の地



千葉県県立中央博物館

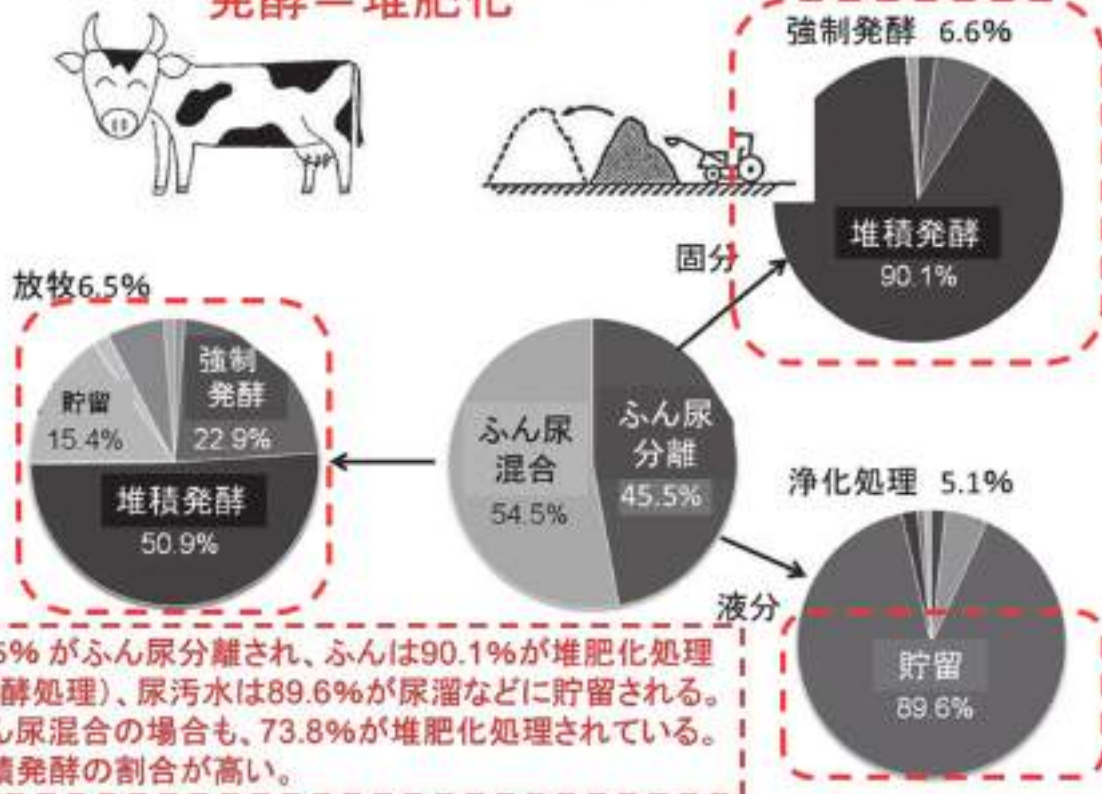
2



3. 乳用牛の排せつ物処理方法の状況
 (頭数ベース、2009年12月1日現在)2011年3月31日公表 農林水産省

新編 畜産環境保全論(養賢堂)p.35

発酵＝堆肥化



堆積式堆肥舎と切返し用ショベルローダー



堆積発酵



切返し用ショベルローダー



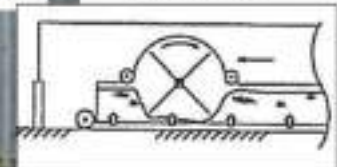
堆肥を堆積して発酵させる。もっとも基本的な堆肥化施設である。切返しはショベルローダーなどで行う。床面から通気を行う方法は通気型堆肥舎という。

開放・直線型堆肥化装置(ロータリー式)

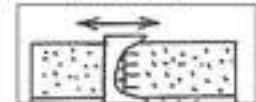


強制発酵

(側面図)



(平面図)



ロータリー攪拌と床面通気を行い堆肥を強制発酵する。

7

開放・堆積型堆肥化装置



発酵槽の壁面が片面の構造になっている。発酵槽のどの部分でも、材料・堆肥の投入・取り出しができる。

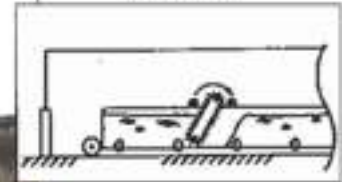
8

開放・直線型堆肥化装置(スクープ式)

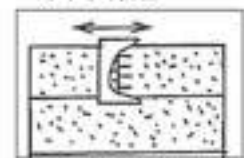


強制発酵

(側面図)



(平面図)



スクープ式の攪拌機が堆肥を掻き上げながら切返しを行う。ロータリー式よりも厚く堆積できる。

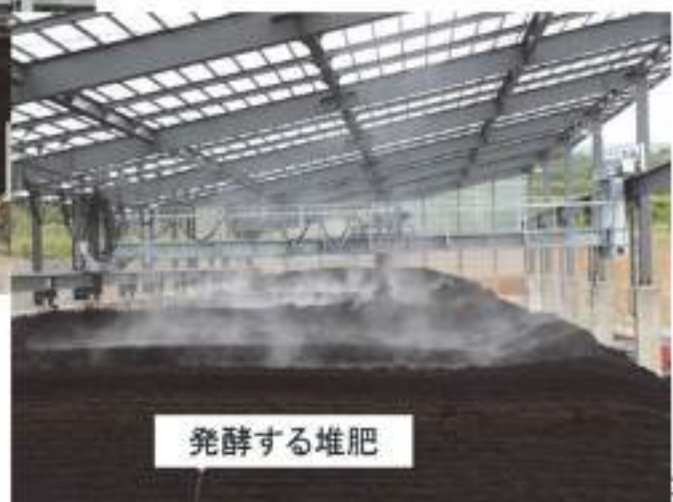
9

開放・堆積型堆肥化装置 (スクリュー式)



強制発酵

スクリュー式攪拌機で攪拌・通気して堆肥を発酵させる。ロータリー式よりも厚く堆積できる。



10

開放・直線型堆肥化装置(クレーン式)



強制発酵



UFO キャッチャー

クレーン式の切返し機でどの部分の堆肥でも切返し・運搬が可能である。

11

開放・自走式堆肥化装置

堆積発酵



自走式の切返し装置に搭乗し、山状に堆積した堆肥を切返す。

12

マニュアスプレッダーによる堆肥の施用

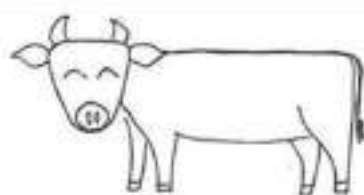


13

4. 肉用牛の排せつ物処理方法の状況

(頭数ベース、2009年12月1日現在)2011年3月31日公表 農林水産省

新編 畜産環境保全論(養賢堂)p.36



強制発酵 10.8%

堆積発酵 89.8%

固分

浄化処理 4.4%

強制発酵 10.8%

ふん尿分離 4.8%

液分

堆積発酵 85.6%

ふん尿混合 95.2%

貯留 91.5%

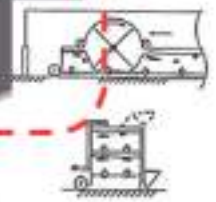
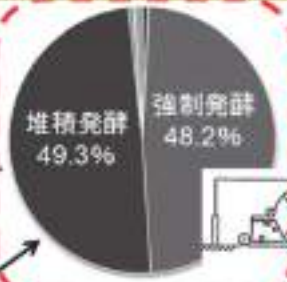
95.2%がふん尿と敷料混合で、堆肥化され、堆積発酵の割合が高い。 14

5. 豚の排せつ物処理方法の状況

(頭数ベース、2009年12月1日現在) 2011年3月31日公表 農林水産省

新編 畜産環境保全論(養賢堂)p.36

貯留 4.0%
メタン発酵 2.0%
公共下水道 0.7%



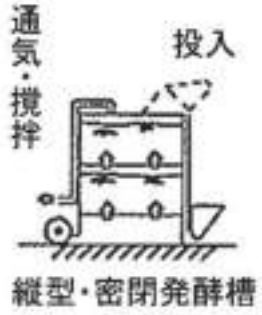
強制発酵 5.4%
メタン発酵 0.5%
公共下水道 0.4%



放流

73.9%がふん尿分離され、ふんは97.5%が堆肥化処理(発酵処理)、尿汚水は76.3%が浄化処理されている。強制発酵が約半分を占めている。ふん尿混合の場合も、72.6%が堆肥化処理、18.5%が浄化処理されている。

縦型・密閉・堆肥化装置 (強制発酵)



縦型・密閉発酵槽の中で堆肥を通気・攪拌しながら発酵させる。

活性汚泥法による汚水の浄化処理

連続式

汚水を連続的に投入し浄化処理する方式。



活性汚泥とは汚水を浄化する活性を持った微生物の塊(汚泥)である。曝気槽の中で、活性汚泥に空気を送り(曝気 ばっき)ながら汚水を浄化する。(浄化槽)

17

オキシデーション・ディッチ法

回分式

汚水の投入、浄化処理、処理水分離の各工程を一回ずつ分けてやる方式。



長円・溝型(ディッチ)の曝気槽を用い、1日に1回投入・放流を行う回分式活性汚泥法。

18

複合ラグーン法

回分式

汚水の投入、浄化処理、処理水分離の各工程を一回ずつ分けてやる方式。



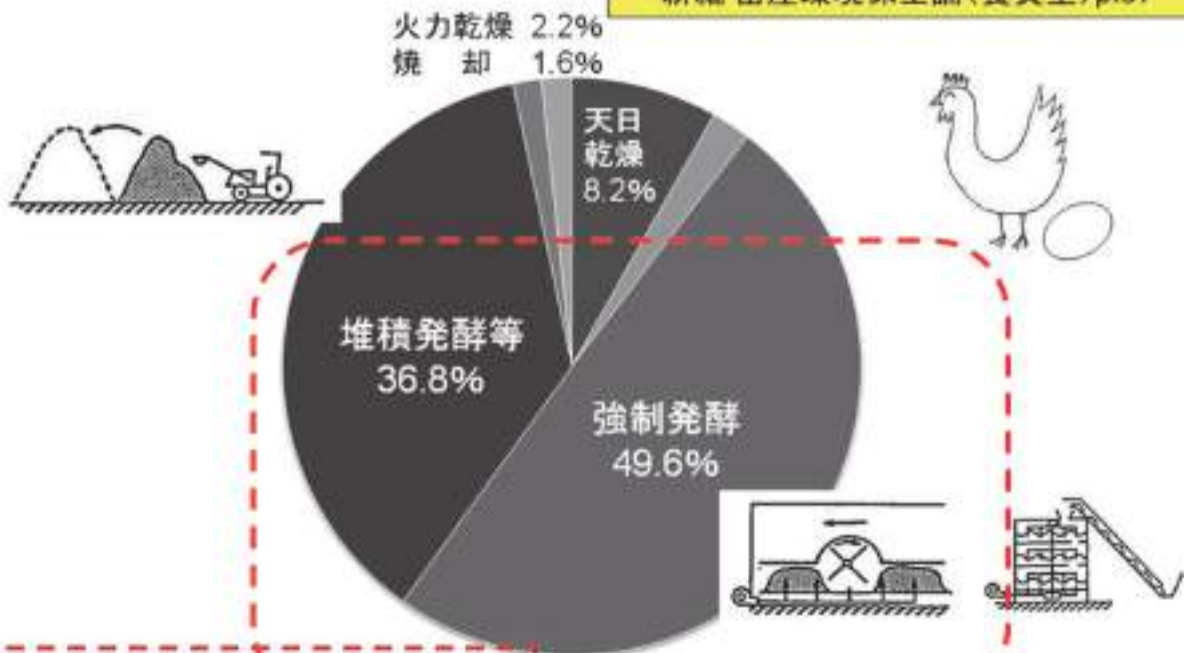
大型・円形の曝気槽にを用い、1日に1回投入・放流を行う回分式活性汚泥法。

19

6. 採卵鶏の排泄物処理方法の状況

(羽数ベース、2009年12月1日現在)2011年3月31日公表 農林水産省)

新編 畜産環境保全論(養賢堂)p.37

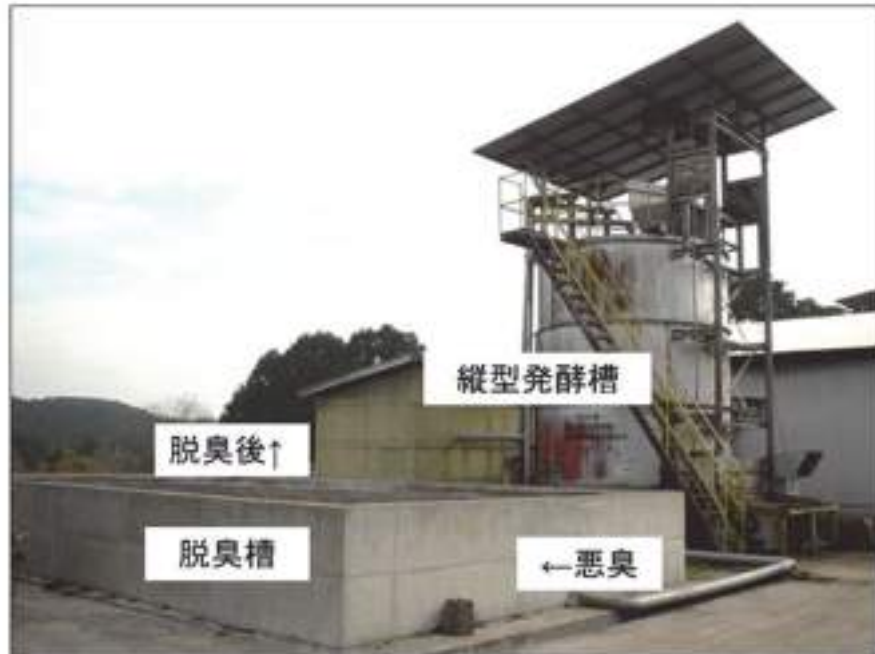


86.4%が堆肥化処理されている。強制発酵の割合が高い。

20

密閉・縦型堆肥化装置 (強制発酵)

縦型密閉発酵槽
の中で通気・攪
拌しながら堆肥
を強制発酵させ
る。



21

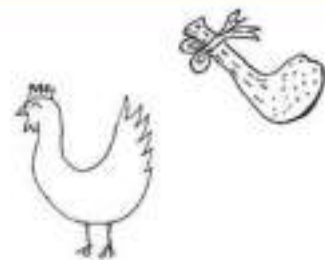
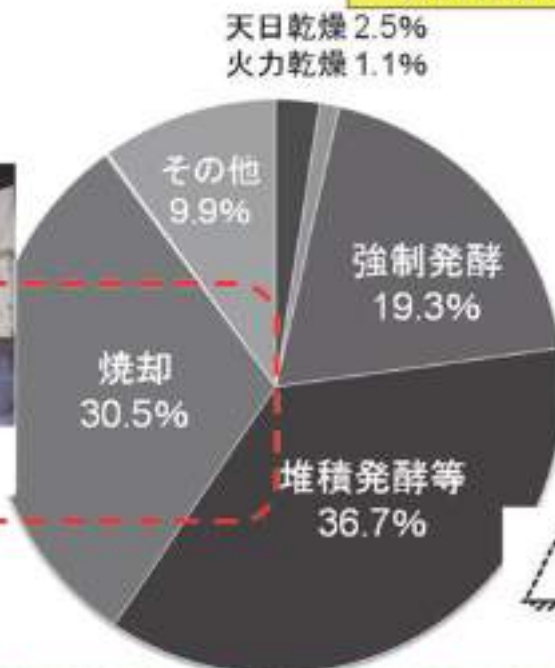
7. フロイラーの排泄物処理方法の状況

(羽数ベース、2009年12月1日現在)2011年3月31日公表 農林水産省)

新編 畜産環境保全論(養賢堂)p.37



鶏ふんボイラー



56%が堆肥化処理され、堆積発酵の割合が多い。焼却の割合が30.5%と高い。

22

全国の大規模鶏ふん焼却設備

(矢野健児：早大リンアトラス研セミナー，2018)

会社名	燃烧方式	発電出力	鶏ふん焼却量	稼働開始
十文字プロイラー(岩手県)	流動床炉	6,250kW	120,000t/年	H28.11
南九州バイオマス(鹿児島県)	流動床炉	1,950kW	42,000t/年	H18.05
ジャパンファーム(鹿児島県)	流動床炉	3,000kW	75,000t/年	H27.05
南国興産1号機(宮崎県)	流動床炉	1,500kW	100,000t/年	H14.04
南国興産2号機(宮崎県)	流動床炉	1,500kW	100,000t/年	H24.05
みやざきバイオマスリサイクル(宮崎県)	ストーカー炉	11,350kW	132,000t/年	H17.05
			計 569,000t/年	

主要プロイラー生産県の宮崎、鹿児島、岩手の3県における5施設で、約57万トンの鶏ふんを焼却処理し発電している。

23

十文字チキンカンパニーバイオマス発電所(ホームページから)



24

小括

(日本の家畜ふん尿はどのように処理・利用されているか?)

☆ 発酵(堆肥化)処理が基幹技術となっている

- ・乳牛、肉牛は堆積発酵が多い
- ・豚、鶏は強制発酵が多い
- ・豚の尿汚水は、活性汚泥法で浄化処理して放流
- ・ブロイラーは焼却処理の割合が高い

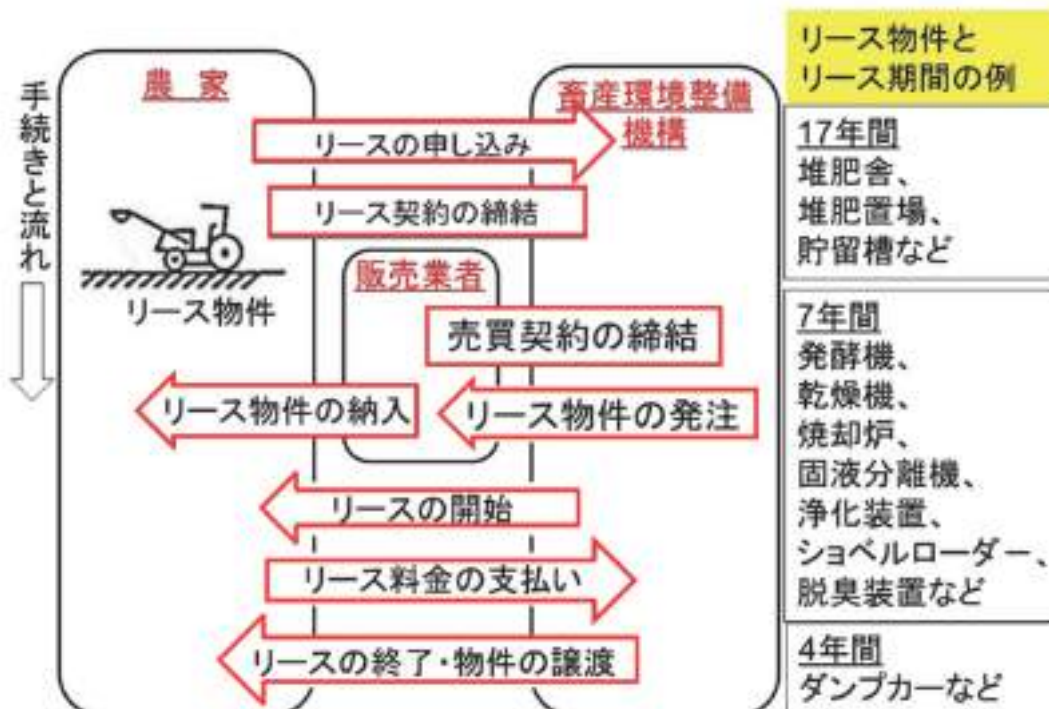
☆ 耕種農家に堆肥を有効利用してもらう(耕畜連携)

- ・耕種ニーズに即した堆肥
- ・適地への適正施用

25

8. 畜産環境整備機構のリースの流れ

(50% 補助付リース 1997~2007年)



26

環境・衛生リースのご案内

畜産環境整備機構の ちくかんリース

畜産環境整備機構では、畜産農家やと畜場における排水基準の規制強化への対応や畜舎衛生管理基準の遵守を支援するため、畜産経営環境対応強化緊急対策事業（略称：環境・衛生リース）を実施しています。

本リース事業は、排水や臭気処理に必要な施設等を貸し付ける「環境リース」及び飼養衛生管理対策に必要な施設等を貸し付ける「衛生リース」からなります。保証保険に加入していただけますが、保証保険料は当機構が負担します。

「畜産高度化支援リース事業」等の経験と畜産環境対策に対する専門性を活かし、皆さまの畜舎排水・臭気処理、飼養衛生管理対策向上をお手伝いします。ちくかん機構の環境・衛生リース、ぜひ、ご利用ください。詳しくは当機構のホームページをご覧ください。



平成30年度から
防鳥ネットや防
鼠網も対象に
しました。

(一財) 畜産環境整備機構

〒128-8001
東京都港区虎ノ門一丁目1-1
TEL 03-3459-6300
URL <http://www.chukkan.jp>

○環境リース

項目	施設	貸付期間 (年)
畜舎排水や臭気処理するための施設等	貯留槽、浄化槽 貯留槽、浄化槽（3.0として貯留槽中心） 排水処理槽、汚水処理槽、びっくろ浄化槽、浄化装置等	1
臭気処理施設するための施設等	臭気処理機、換気扇、防臭装置	1

○衛生リース

項目	施設	貸付期間 (年)
畜舎管理に必要な衛生管理施設等	付与畜舎管理設備（汚糞集積機）	1
衛生管理対策に不可欠な衛生管理施設等	専有排水槽（3.0としてコンクリート製中心） 集塵機（設置）、防鼠網（設置）、防鳥ネット	1
排水処理のための施設等	防臭ネット	1
臭気処理のための施設等	防臭装置（3.0として畜舎内中心）	1
臭気処理のための施設等	防臭装置（3.0として汚糞集積機中心）	1

【貸付機械支払例】

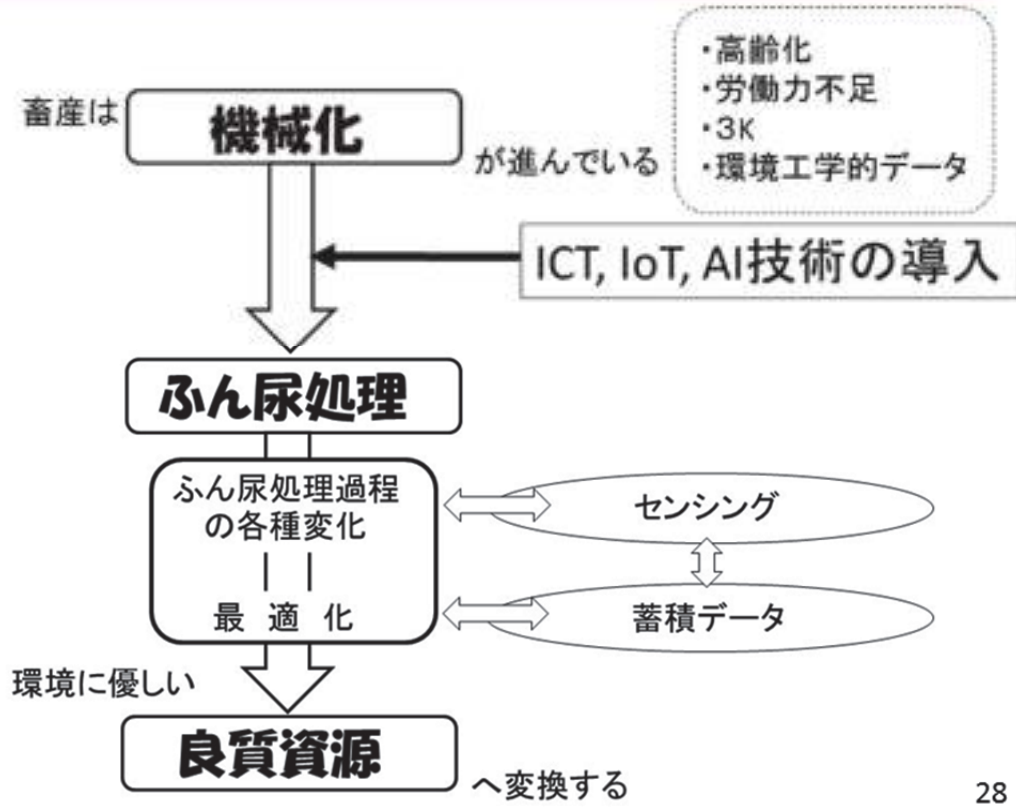
浄化槽 3千万円（税別）
別加算材料費 0.70% 保証保険料率 0.50%（設備価値額）

区分	借入額(円)	借入期間	借入元金(円)	借入元金(円) 元金返済	借入元金(円) 元金返済	借入元金(円) 元金返済
1	1,000,000	100ヶ月	43,000	1,000,000	210,000	1,000,000
2	2,000,000	200ヶ月	86,000	2,000,000	420,000	2,000,000
3	3,000,000	300ヶ月	129,000	3,000,000	630,000	3,000,000
4	4,000,000	400ヶ月	172,000	4,000,000	840,000	4,000,000
5	5,000,000	500ヶ月	215,000	5,000,000	1,050,000	5,000,000
6	6,000,000	600ヶ月	258,000	6,000,000	1,260,000	6,000,000
7	7,000,000	700ヶ月	301,000	7,000,000	1,470,000	7,000,000
8	8,000,000	800ヶ月	344,000	8,000,000	1,680,000	8,000,000
9	9,000,000	900ヶ月	387,000	9,000,000	1,890,000	9,000,000
10	10,000,000	1,000ヶ月	430,000	10,000,000	2,100,000	10,000,000

環境リースは、
ご入札、保証
保険料は当機構
が負担します。

※別加算材料費は別添付の利率を適用します。

9. スマート畜産でふん尿処理



部分スノコ式豚舎のスクレーパー

—スノコ下でふん尿分離—



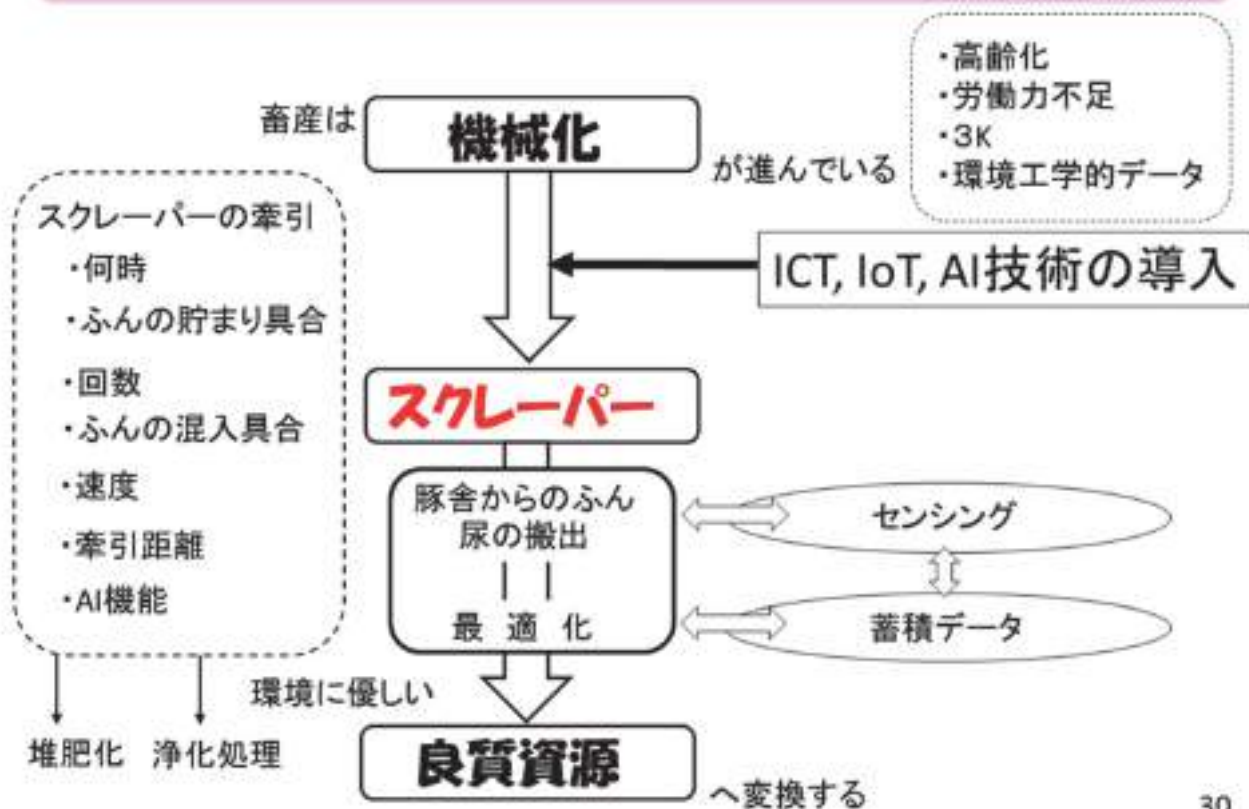
部分スノコ豚舎

スノコ下のスクレーパー



29

9.1 スマート畜産でふん尿処理 **スクレーパー編**



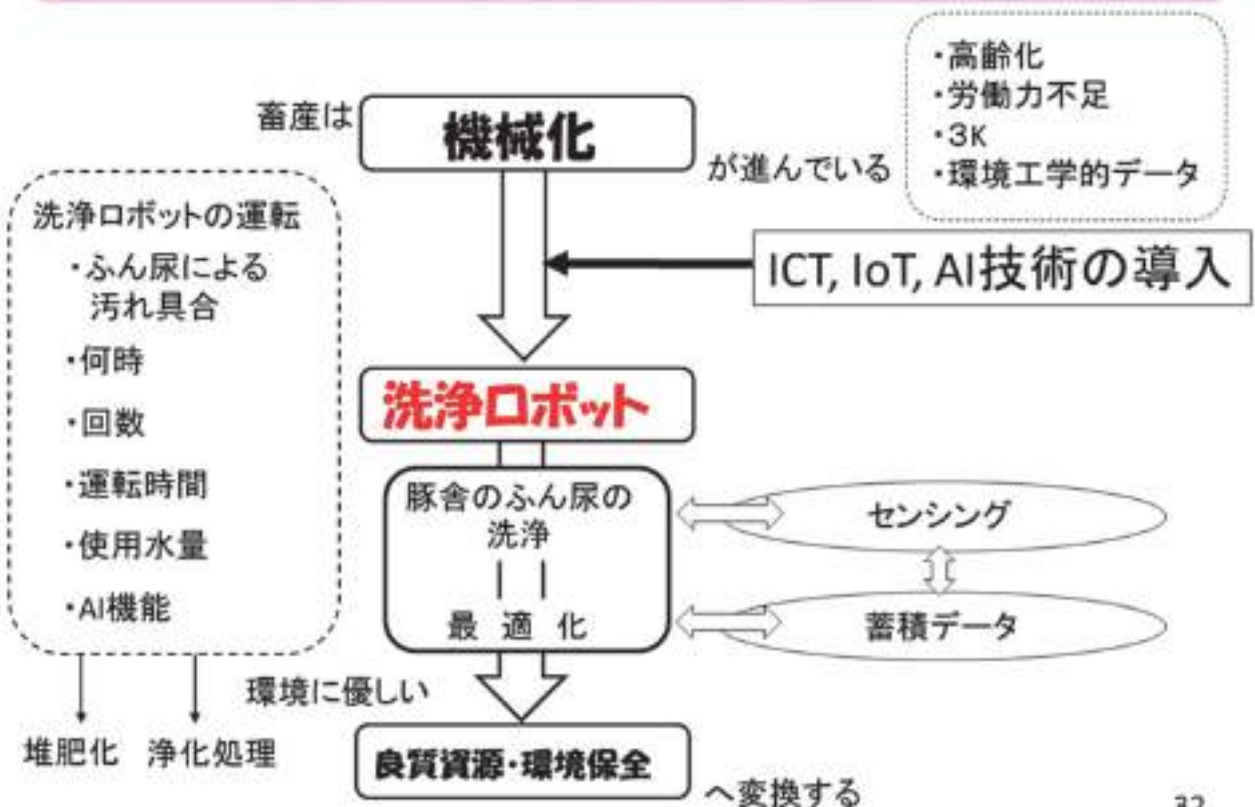
30

豚舎洗浄ロボット



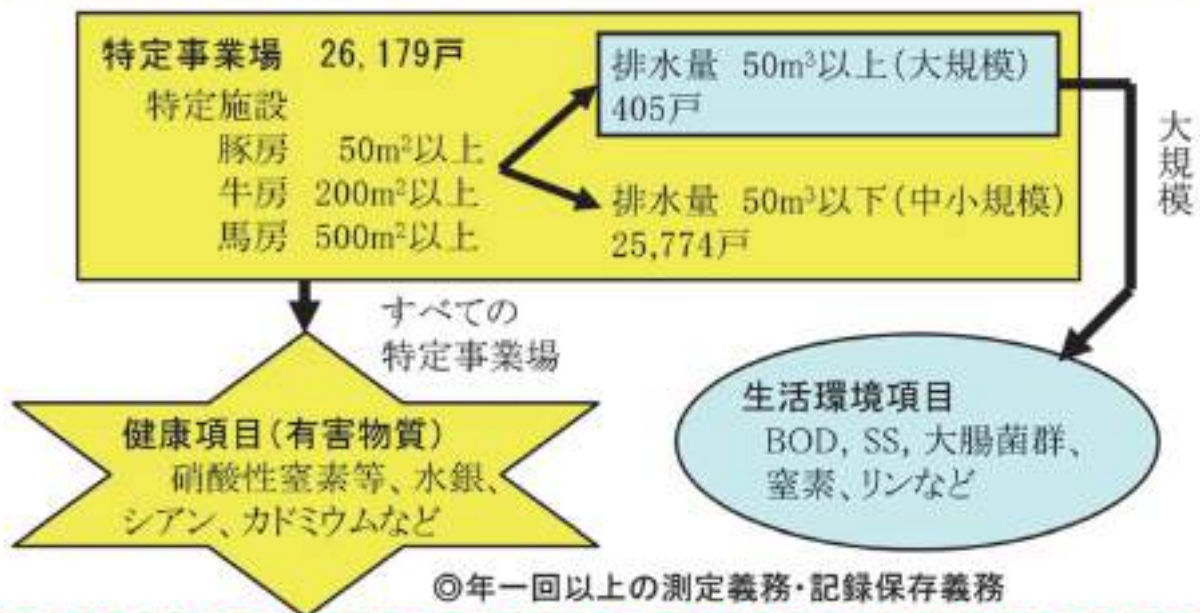
31

9.2 スマート畜産でふん尿処理 洗浄ロボット編



32

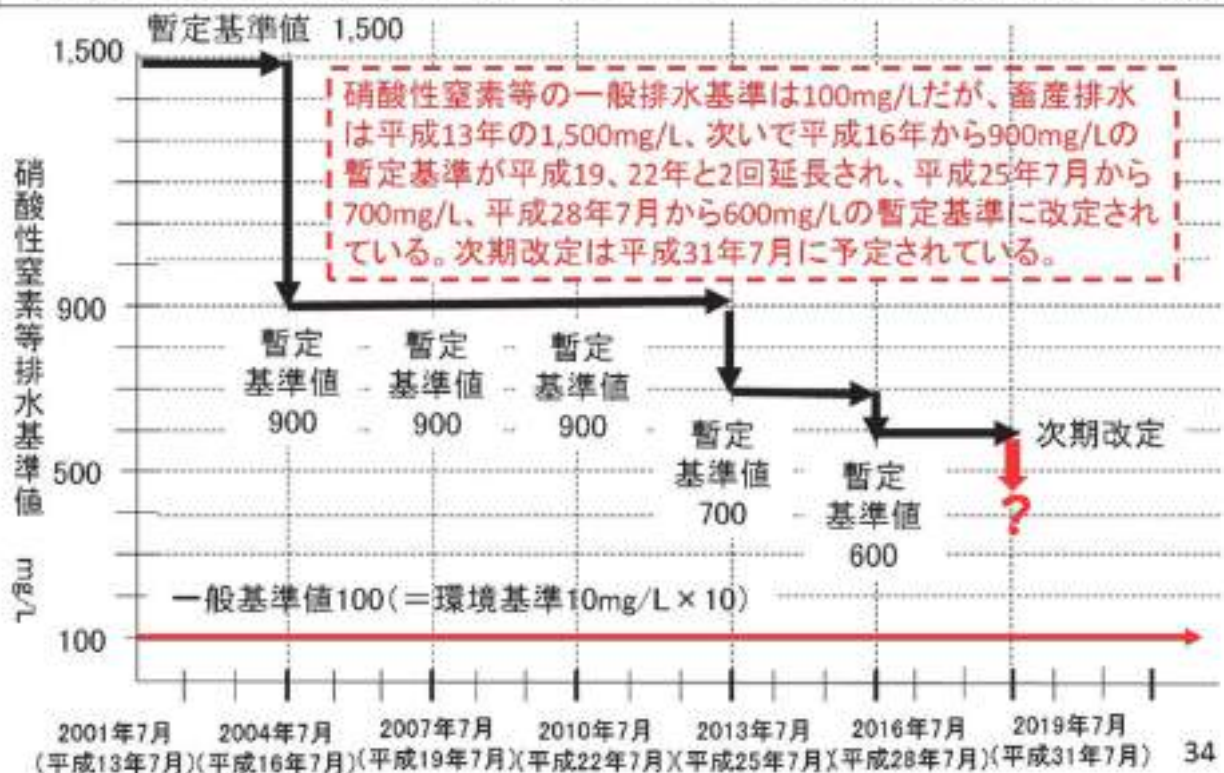
畜産の排水への水質規制



水質汚濁防止法では、一定規模以上の畜産農家は特定事業場(26,179戸)として届出し、生活環境項目については少数(405戸)の大規模事業場に、健康項目(有害物質)はすべての事業場に適用される。1年に1回以上の測定と記録保存義務がある。

硝酸性窒素等の規制(水質汚濁防止法の健康項目)

$$\text{硝酸性窒素等排水基準値} = \text{アンモニアN} \times 0.4 + \text{亜硝酸N} + \text{硝酸N}$$



硝酸性窒素等の排水基準の状況(mg/L)

硝酸性窒素等の排水基準については、他の産業排水の基準値が次々と一般基準値100mg/Lに移行していく状況である。

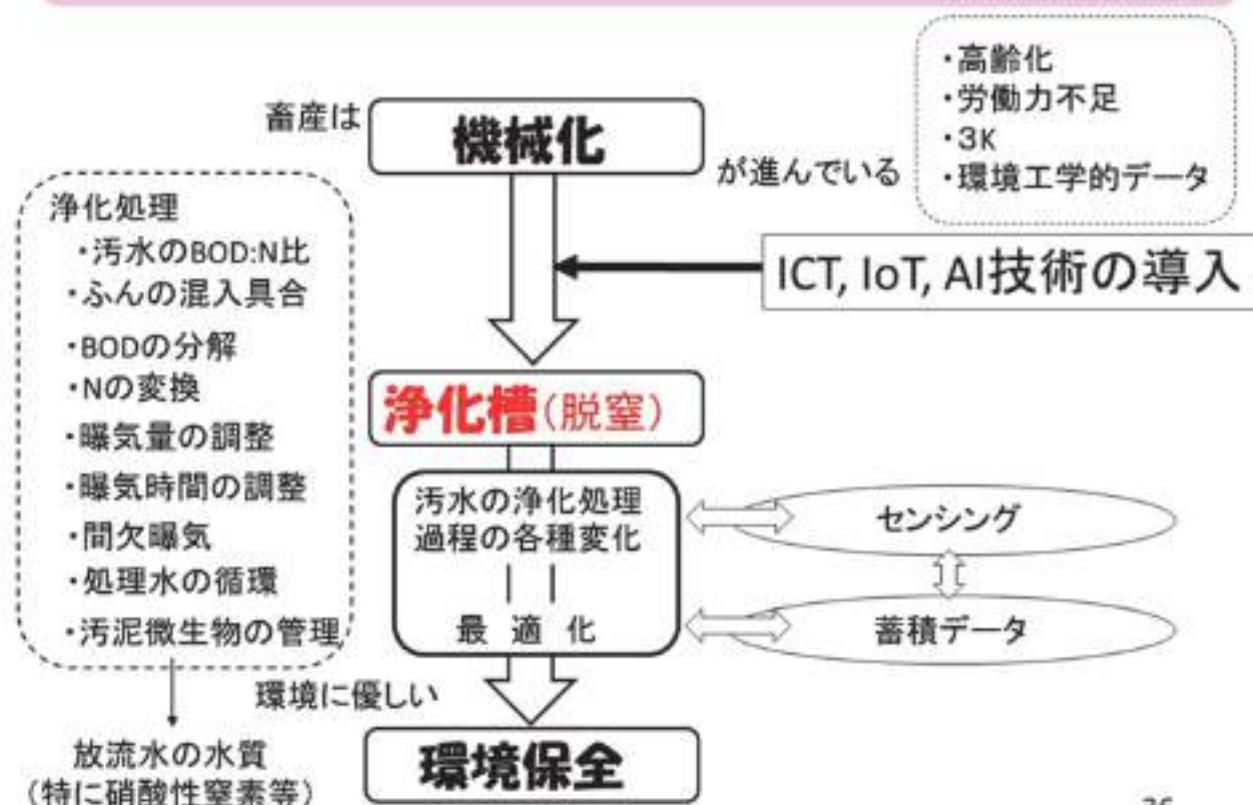
業種	平成19年1月1日 ～平成19年6月30日	基準値	平成19年7月1日 ～平成19年12月31日	基準値	平成19年1月1日 ～平成20年6月30日	基準値	平成20年7月1日 ～平成21年12月31日	基準値	平成21年1月1日 ～平成21年6月30日	基準値	平成21年7月1日 ～平成22年12月31日	基準値	
畜産廃棄物 処理場	1,000mg/L	→	500mg/L	→	500mg/L	→	500mg/L	→	100mg/L	→	100mg/L	→	100mg/L
畜舎臭気除去 装置	8,000mg/L	→	5,000mg/L	→	4,000mg/L	→	3,000mg/L	→	3,000mg/L	→	2,000mg/L	→	100mg/L
飼料工場 排水	1,200mg/L	→	700mg/L	→	400mg/L	→	200mg/L	→	100mg/L	→	100mg/L	→	100mg/L
ウレタン樹脂 生産装置	2,400mg/L	→	2,400mg/L	→	1,800mg/L	→	1,200mg/L	→	700mg/L	→	700mg/L	→	100mg/L
セリブレン系 樹脂装置	8,000mg/L	→	2,400mg/L	→	2,000mg/L	→	1,800mg/L	→	1,700mg/L	→	1,800mg/L	→	100mg/L
イソシアム 樹脂装置	2,400mg/L	→	2,400mg/L	→	2,000mg/L	→	1,800mg/L	→	1,700mg/L	→	1,800mg/L	→	100mg/L
電機部品 装置	800mg/L	→	300mg/L	→	300mg/L	→	300mg/L	→	300mg/L	→	100mg/L(一般)		
成膜バリア 樹脂装置	2,200mg/L	→	1,000mg/L	→	800mg/L	→	100mg/L(一般)						
薬材材料 装置	1,800mg/L	→	1,300mg/L	→	800mg/L	→	100mg/L(一般)						
アクリル 樹脂装置	2,400mg/L	→	2,000mg/L	→	1,800mg/L	→	100mg/L(一般)						
硬質樹脂 装置	2,000mg/L	→	2,000mg/L	→	2,000mg/L	→	100mg/L(一般)						
イソシアム 樹脂装置	1,400mg/L	→	300mg/L	→	100mg/L	→	100mg/L(一般)						
緑化装置	300mg/L	→	200mg/L	→	100mg/L(一般)								
肥料装置	400mg/L	→	200mg/L	→	100mg/L(一般)								
ホリウム 樹脂装置	10,000mg/L	→	5,000mg/L	→	100mg/L(一般)								
ビニル系 樹脂装置	800mg/L	→	100mg/L(一般)										
半導体 装置	500mg/L	→	100mg/L(一般)										
電子部品 装置	100mg/L	→	100mg/L(一般)										

100mg/L 一般排水基準

(環境省資料から作成)

35

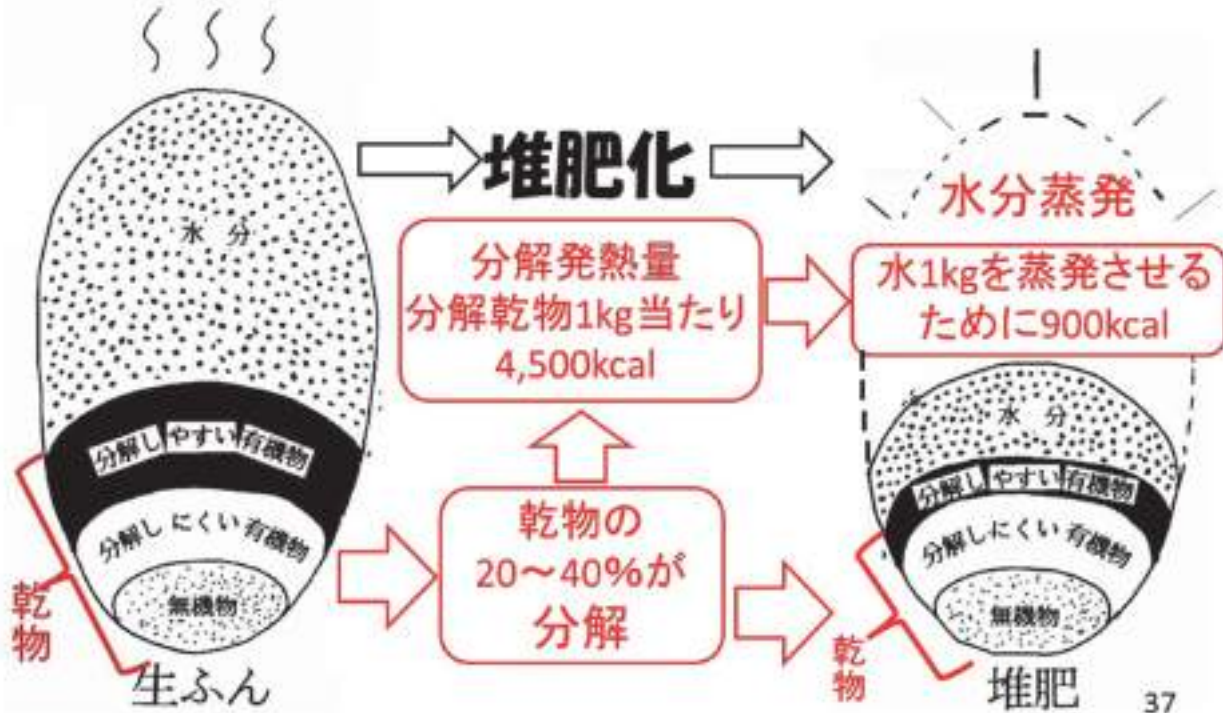
9.3 スマート畜産でふん尿処理 汚水の浄化編



36

堆肥生産量の算定

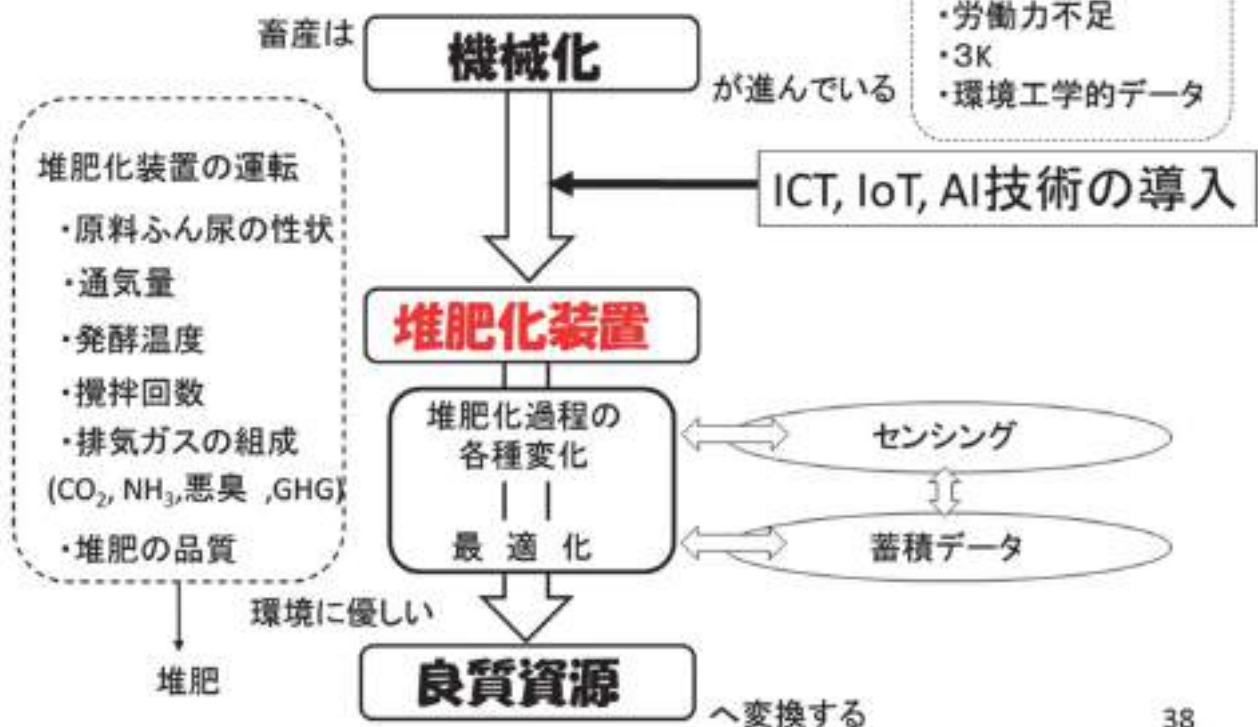
$$\text{堆肥の原材料} - \text{乾物分解量} - \text{水分蒸発量} = \text{堆肥生産量}$$



9.4 スマート畜産でふん尿処理 堆肥化編

☆ コンポの排熱の活用、排気発酵熱量…中久保さん

☆ ELS堆肥化システム、堆肥ロボット…宮竹さん



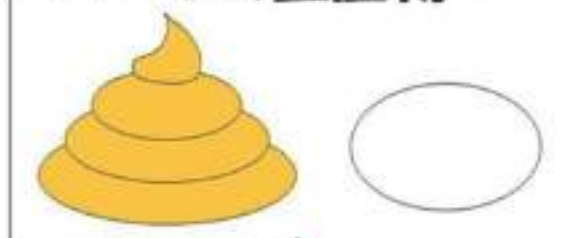
おわりに

鶏を知らない国に、鶏が来た

—畜産環境界に伝わるイソップ風物語—



二つの生産物



どっちが資源、どっちが廃棄物？

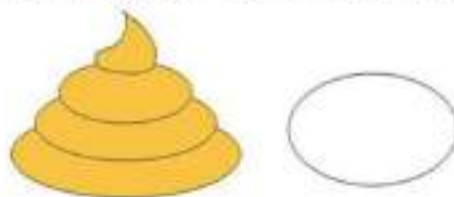
鶏を全く知らない国に鶏という機械(?)が輸入されました。国民が注目する中で、その機械は二つの生産物を生み出しました。どっちが資源、どっちが廃棄物か、国民の論議は紛糾しました。

39

鶏を知らない国に、鶏が来た

—畜産環境界に伝わるイソップ風物語—

どっちが資源、どっちが廃棄物？



困ったとき、迷ったとき、国は**審議会**に諮問

審議委員1. 工学者

審議委員2. 栄養学者

審議委員3. 主婦

資源か？廃棄物か？を判断するために、国は審議会に諮問しました。審議委員は工学者、栄養学者、主婦の3人でした。

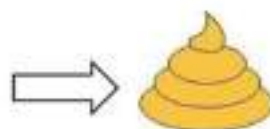
40

鶏を知らない国に、鶏が来た

—畜産環境界に伝わるイソップ風物語—

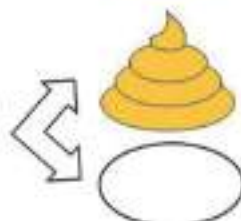
審議委員1. **工学者**

……多く生産されるものが資源



審議委員2. **栄養学者**

……タンパク質が多いものが資源



審議委員3. **主婦**

……きれいなものが資源
臭いものは廃棄物



3人の審議委員は意見が分かれました。工学者は多く生産されるものが資源と主張。栄養学者はタンパク質(粗タンパク質)を分析するが結論出ず、主婦はきれいなものが資源と主張。三人三様で紛糾したまま、時間が流れました。

41

鶏を知らない国に、鶏が来た

—畜産環境界に伝わるイソップ風物語—

審議会はいつまでも決着がつかなくて

卵は腐って廃棄物に

鶏ふんは熟成(腐熟)して肥料資源に

廃棄物か資源かは紙一重、使い方次第



審議会はいつまでも決着がつかず、国は決断できません。そうしている間に、卵は腐って廃棄物になってしまい、鶏ふんは熟成(腐熟)して肥料資源になりました。廃棄物か資源かは使い方次第だったのです。

42

[MEMO]

事例紹介 ①

演題 灯油コスト大幅削減！
コンポ排熱を活用した豚舎床暖房システム

講師 農研機構 畜産研究部門
飼育環境ユニット
主任研究員 中久保 亮 氏

灯油コスト大幅削減！ コンポ排熱を活用した 豚舎床暖房システム

本研究は農研機構生研支援センターイノベーション創出強化研究推進事業
(28025C)にて実施した

農業・食品産業技術総合研究機構

神奈川県畜産技術センター

中部エコテック株式会社

株式会社中嶋製作所

中久保 亮

石田 三佳

高村 眞由美

高田 陽

竹内 和敏

鈴木 直人

吉田 達宏

荒川 友子

中島 功雄

樋本 清一

堀内 準也

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

研究の背景

糞尿処理
の
課題



豚舎床暖房
の
課題



悪臭対策⇔堆肥化コスト
関心が薄く後ろ向き

飼養管理高度化⇔暖房コスト
コストメリットがわかりにくい

排気発酵熱を活用した床暖房で
ふん尿処理と飼養管理のWin-Winの関係を構築！



密閉縦型堆肥化装置



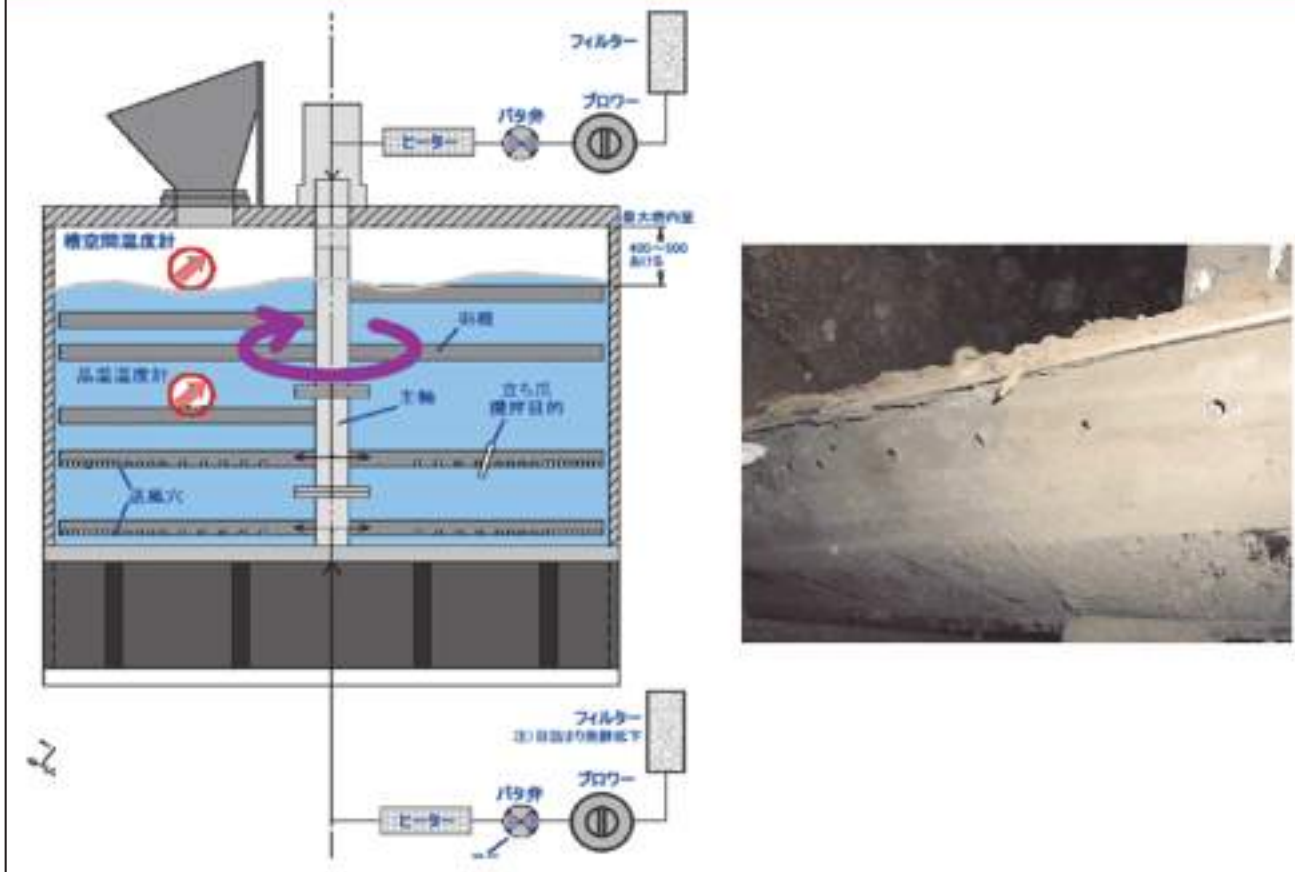
- ◇ 分娩直後の子豚は体温調節機能が未熟 ◯ 通年で加温が必要
- ◇ 母豚は暑がり、子豚は寒がり ◯ 局所暖房が理想
- ◇ 腹冷えによる下痢はその後の成長に大きく影響
 - ◯ 床暖房により子豚からの放熱量を44～73%減少
 - ◯ コルツヒーターの45%のランニングコスト
 - ◯ 冬季の温度管理に適する
- ◇ デンマークでは一般的な豚舎設備
- ◇ 新設の分娩豚舎は床暖房採用件数が増加（千葉県養豚地帯の事例）
- ◇ 表面温度35～43℃が推奨（発育ステージ、舎内温度等を考慮）



密閉縦型堆肥化装置 =コンポとは??



- 全国6000基の普及実績！
 - ◯ 養豚、養鶏で高い普及率
- 省スペース
- 強制通気、高断熱、入気加温、連続攪拌、連続発酵、高速堆肥化（堆積式の4～5倍）



温度による発酵状態把握

タイムラグのない発酵指標
「堆肥温度・排気温度」だが・・・連続発酵にはマッチしない



試算条件	
原料投入量	4 ton/day
原料水分	70%
発熱量	4,500 kcal/kg
水分蒸発に必要な熱量	800 kcal/kg
通気量	7 m ³ /min

試算条件において乾物分解率が平均排気温度・堆肥水分に与える影響（理論値）

乾物分解率 (%)	平均排気温度 (°C)	完成堆肥水分 (%)	排気発酵熱量 (kJ/min)
34	65.5	39	4924
35	66.0	36	5076
36	66.5	33	5229
37	67.0	29	5382
38	67.5	24	5535

発酵状態悪化を回避するため、通気過剰気味→年間150万円/母豚200頭の電力コスト

【試験期間】

2016/7/9～

【場所】

福島県の母豚200頭一貫経営農場

【密閉縦型堆肥化装置】

中部エコテック製コンポS-36

発酵容積：39m³

通気量：7.75m³/min

投入量：豚ふん 3m³/day

浄化槽汚泥1m³/day



密閉縦型堆肥化装置



熱交換器



貯湯タンク



灯油ボイラー



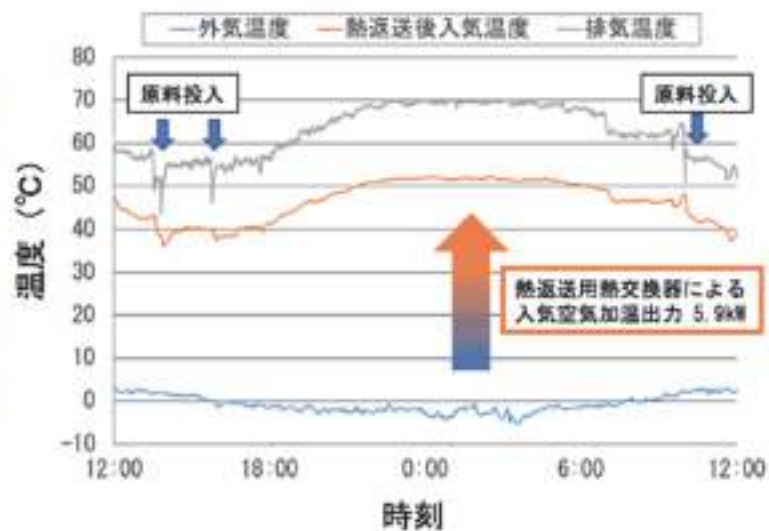
床暖房

コンポへの試作導入

- ◇ 福島県の母豚200頭一貫経営農場
- ◇ 中部エコテック製コンポS-36
 - 発酵槽容積39m³ 通気量7.8m³/min
 - 豚ふん3～4m³/day ○ 浄化槽汚泥 1m³/day



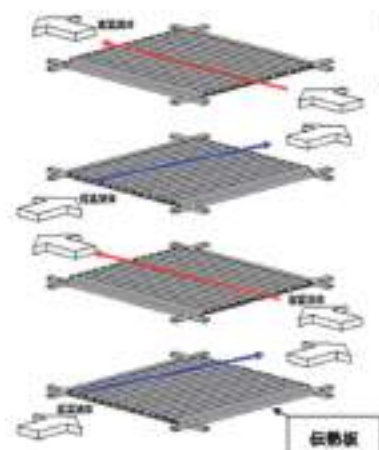
プレートフィン式熱交換器



- ◇ セキサーマル製直交流プレートフィン型熱交換器
 - ◎材質SUS304
 - ◎標準流量12.63m³/min
 - ◎伝熱面積9.20m²
- ◇ 地下温水配管 口径32mmポリエチレン2層管、総延長320m



プレートフィン式熱交換器



粉塵による熱交換器の閉塞



結露水によるプレートフィン閉塞対策



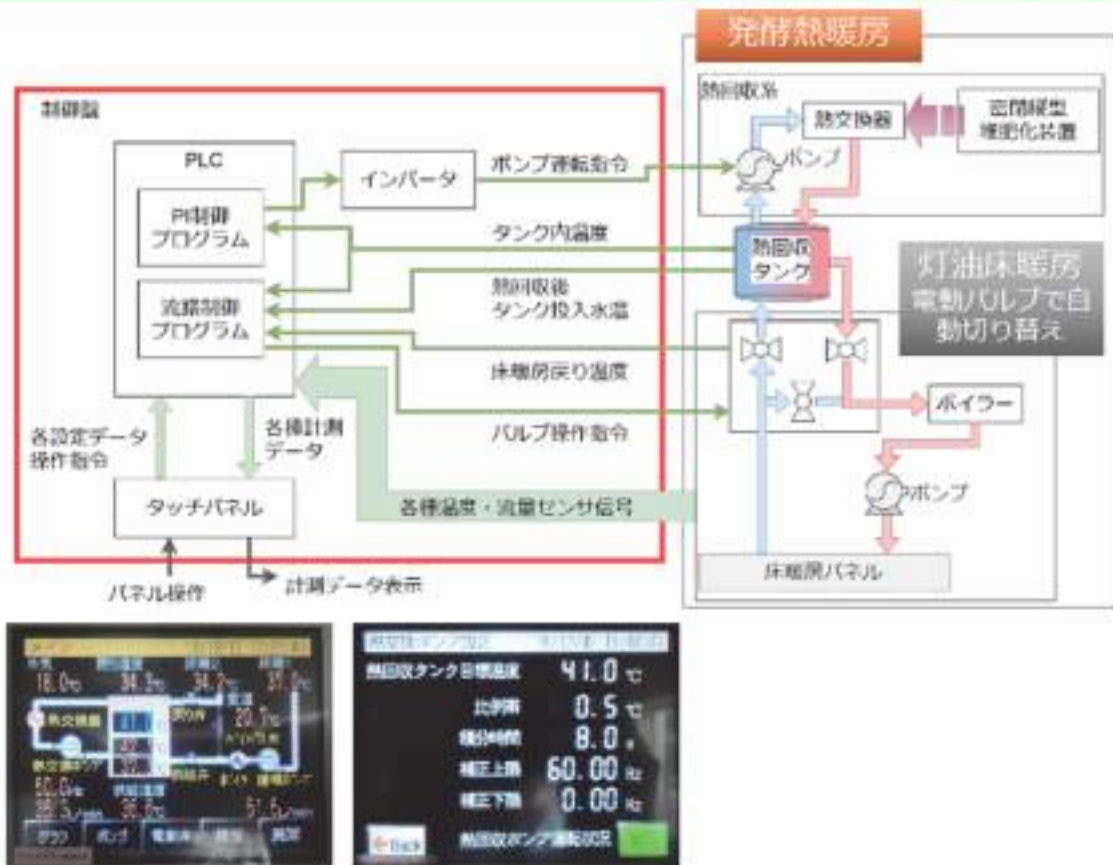
貯湯タンク、熱交換用ポンプ

- ◇ 熱交換用ポンプ 荏原製作所製 0.75kW
- ◇ 貯湯タンク 500L丸型バルククーラー

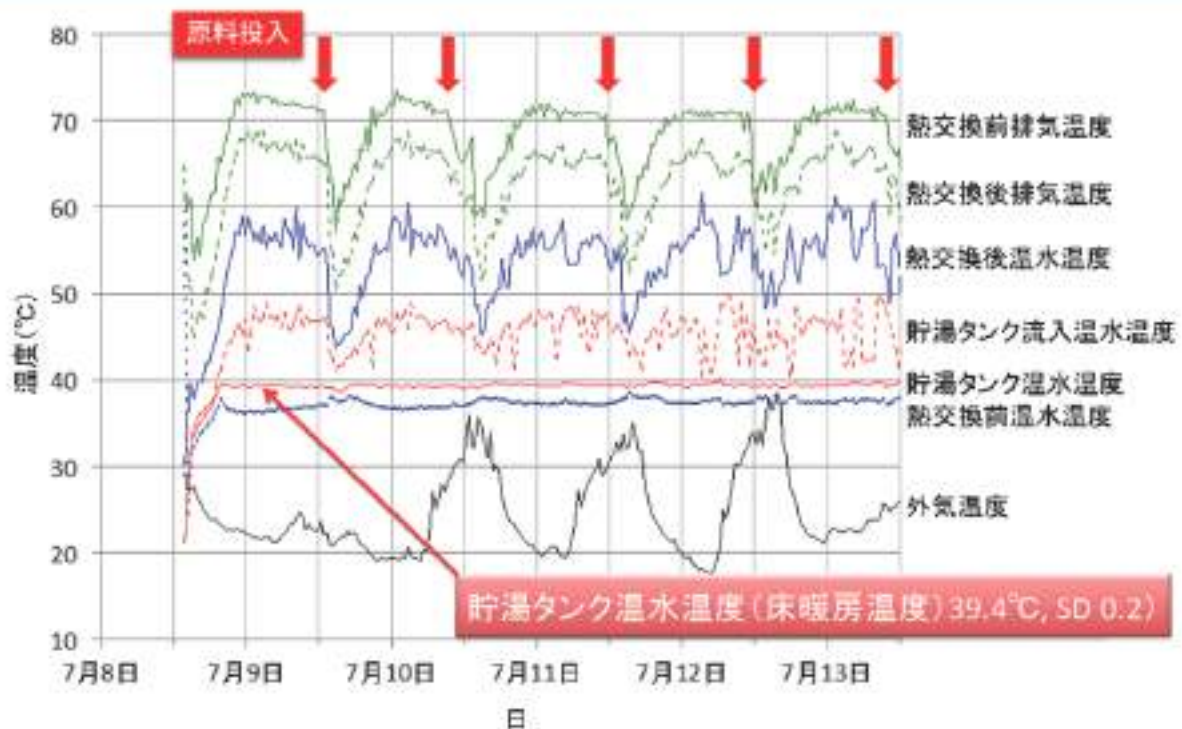


- ◇ 分娩豚舎床暖房
- ㊦ ダイヤ製灯油ボイラー床暖房システムに貯湯タンクを接続
- ㊦ 床暖房パネル(400mm×600mm)×90枚(60豚房分)
- ㊦ 設定温度39~41℃(通常は冬季のみ稼働)
- ㊦ 床暖房温水流量:47.5L/min
- ◇ 測定項目 排気温度・温水温度等、ポンプ消費電力、温水流量



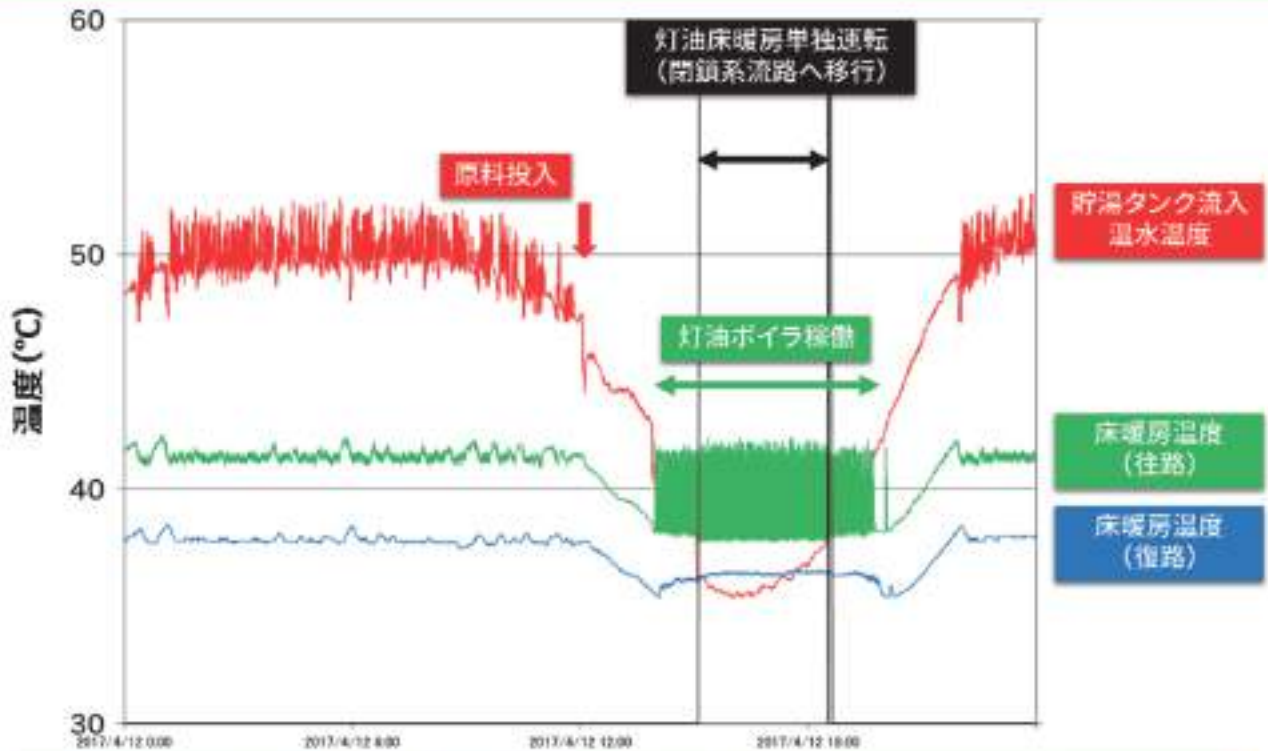


結果：排気温度と温水温度との関係



◇ 原料投入による排気発酵熱量の低下により、熱交換後温水温度が低下

結果：温水温度低下時の床暖房制御の例



- ◇ 灯油ボイラは床暖房温水温度低下時に自動稼働
- ◇ 熱回収温水温度－床暖房戻り温水温度<math>< 0.5^{\circ}\text{C}</math> で流路を閉鎖系に移行

結果：温水温度低下時の床暖房制御の例



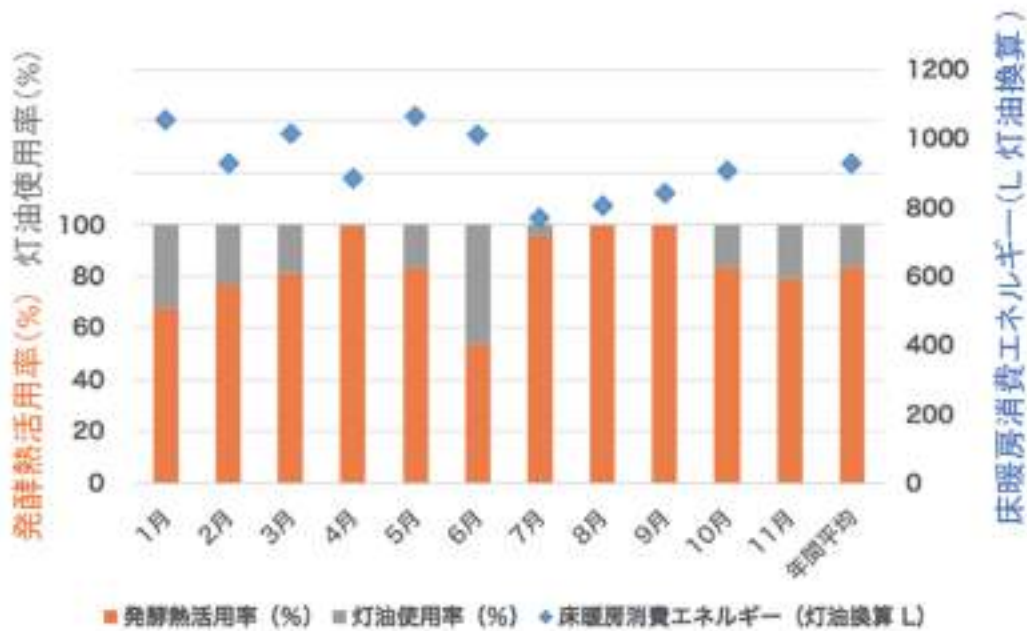
灯油ボイラー単独運転時



発酵熱・灯油ボイラー併用運転時

- ◇ 灯油ボイラは床暖房温水温度低下時に自動稼働
- ◇ 熱回収温水温度－床暖房戻り温水温度<math>< 0.5^{\circ}\text{C}</math> で流路を閉鎖系に移行

結果：原料投入時の温水温度変化

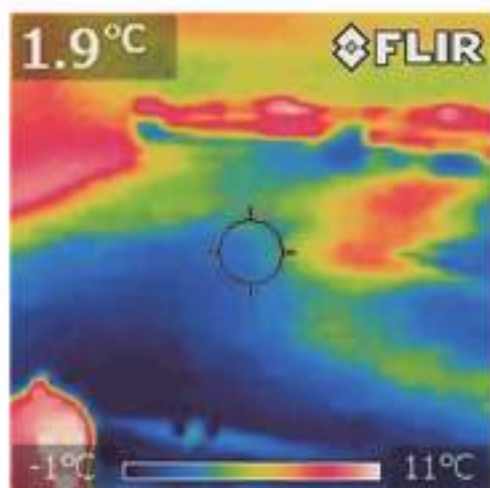


- ◇ 床暖房消費エネルギー：11,144L/年
- ◇ 発酵熱活用率：年平均83%、灯油使用率：年平均17%
- ◇ 外気温、飼養頭数(発酵状態)、床暖房経路の漏水が灯油削減率に影響

参考) 離乳豚舎内の様子

H30.9.28_14:30 各豚房25頭、外気温29.7℃、
タンク温水42℃、パネル表面平均温度36.7℃





番外編：豚の体熱を活用した床暖房

イギリス輸出用の肥育豚生産農家(デンマーク)



イギリス輸出用の肥育豚生産農家(デンマーク)



まとめ

密閉縦型堆肥化装置の排気発酵熱を活用した分娩豚舎床暖房システム

- ◇ 発酵熱の利用による灯油削減率は冬75%、春86.3%、夏100%
- ◇ 外気温、飼養頭数、床暖房経路の漏水が灯油削減率に影響
- ◇ 温暖な地域では発酵熱単独での床暖房の可能性

稼働トラブル

- ◇ 熱交換器の破損(2年間使用)
 - ポンプの制御パラメータ変更によるウォーターハンマー対策
- ◇ 床暖房配管経路からの漏水(ネズミ)によるポンプのエア噛み
 - 温水タンクへの自動給水機能(フロートバルブ)の追加

- ◇ 床暖房のタイプ(温水温度40℃前後の低温タイプか?)
- ◇ コンボの発酵状態(大型コンボは発酵が良好)、餌、ふん尿固液分離、浄化処理汚泥
- ◇ 冬季の外気温
- ◇ どの程度の制御が必要か?
- ◇ 導入コスト?



事例紹介 ②

演題 省工ネ化・省力化・安全性を追求した
堆肥ロボット

講師 国立大学法人 帯広畜産大学
環境農学研究部門
准教授 宮竹史仁 氏



2019.2.19
全日畜シンポジウム in ちば
スマート畜産への期待

省エネ化・省力化・安全性 を追求した堆肥ロボット

帯広畜産大学 環境農学研究部門

准教授 宮竹史仁 miyaf@obihiro.ac.jp



帯広畜産大学 宮竹研究室 ²

バイオマスの有効活用・酪農の効率化に
イノベーションを起こす

適切な家畜ふん尿の資源化で、作物を育む土を大切にし
安心な食料の生産や快適な環境を維持したい、ふん尿資
源化を含めた効率的な酪農体系を構築したい、この様な
持続可能な農畜産業を目指すことが、研究室の目的です。



堆肥の重要性



3

「有機肥料」「土壌改良材（土づくり）」
→ 土壌の劣化を防止し、健全に保つ



堆肥講習 (JICA)

堆肥を使うことは「当たり前」のこと

酪農の不都合な真実

4

大腸菌群

ヨーネ病

特に不適切な
ふん尿処理

不適切な堆肥の利用が横行

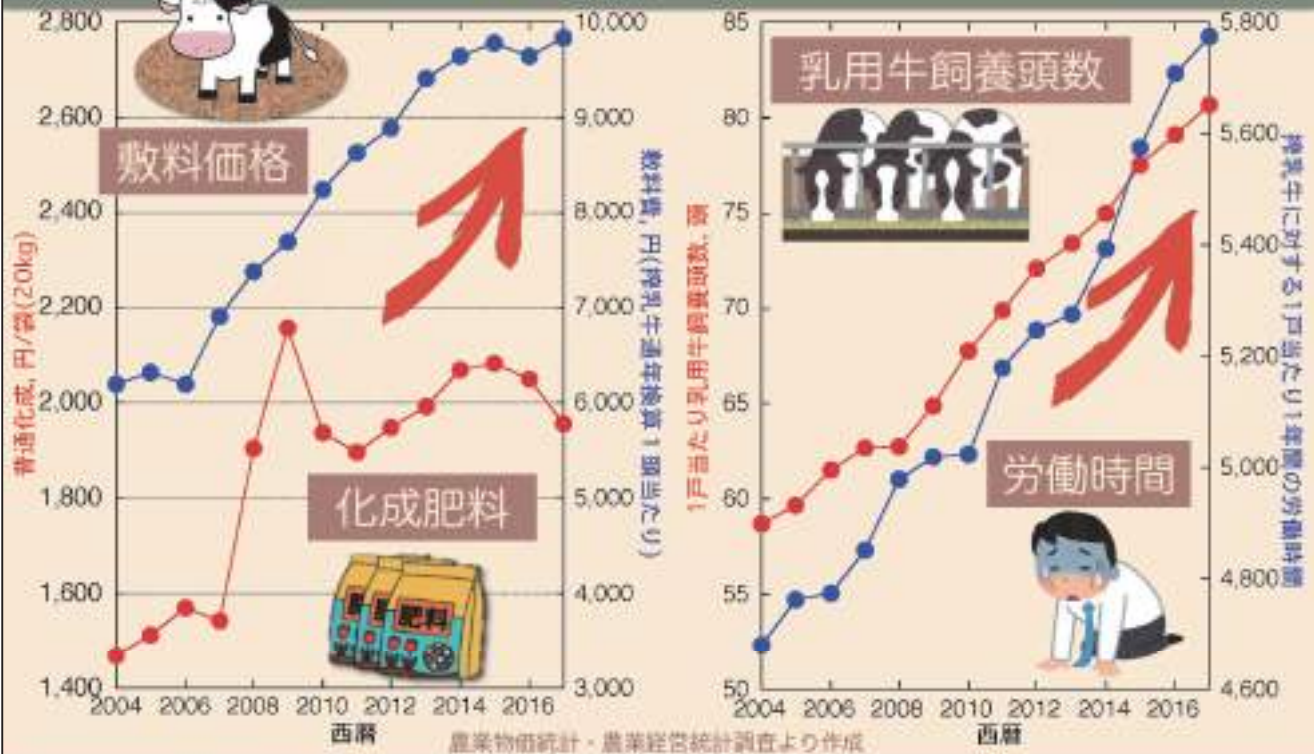
- ・ 繰り返される食中毒
- ・ 消えないヨーネ病等

”生堆肥“

農作物の安心安全
疾病など問題山積

堆肥化の需要と自動化の必要性

5



良質堆肥の生産が極めて重要だが...

家畜ふん尿の堆肥化まで手が回らないのが現状

E.L.S. 堆肥化システム

6

堆肥ロボットによる自動化

1号機	2号機	3号機	運転中
10V運転	10V運転	10V運転	設定1
計画中	計画中	計画中	設定3
36.1℃	54.1℃	60.5℃	11.4℃
33.0%	38.0%	33.0%	33%
35.0℃	50.0℃	45.0℃	45%
~45.0℃	~55.0℃	~50.0℃	50%

帯広畜産大学の特許1点、申請中2点

国立大学法人 帯広畜産大学
株式会社バイオマスソリューションズ
有限会社岡本製作所

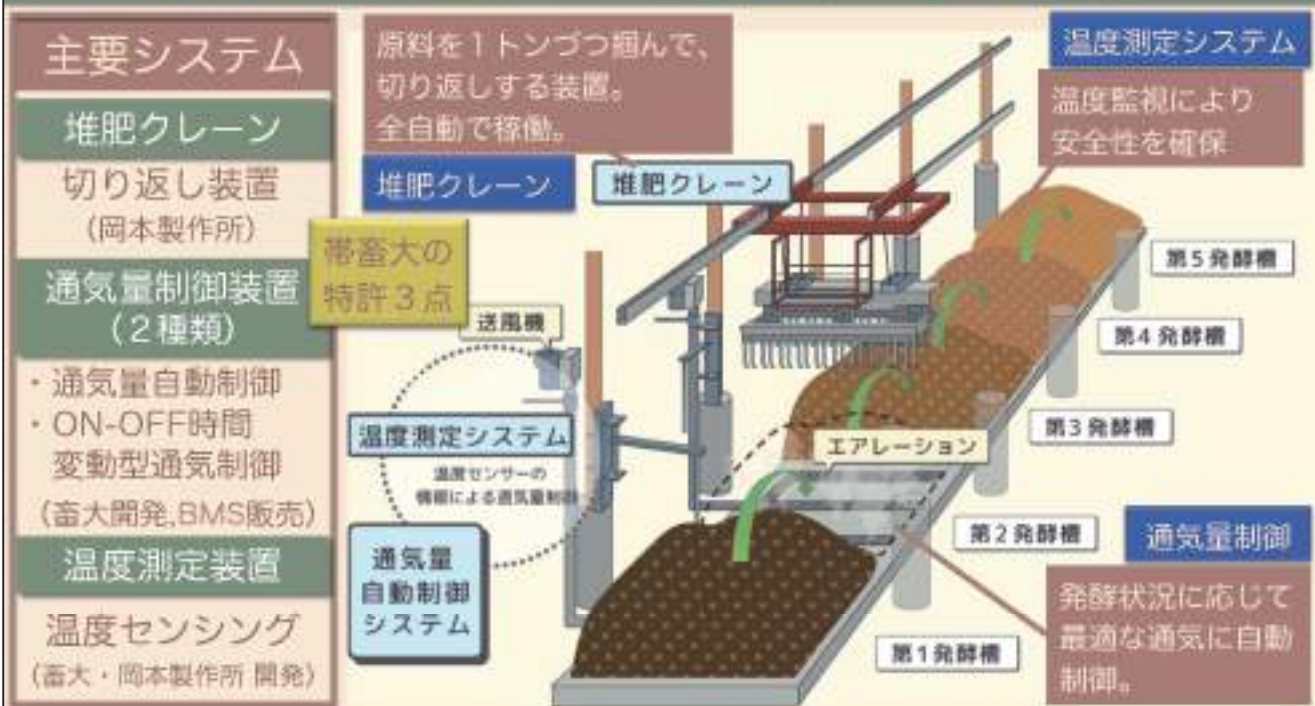
E.L.S.堆肥化システムの特徴 7

「省エネ化」・「省力化」・「堆肥の安全性」を追求

- ・ 切り返し時の稼働電力を抑えた「**堆肥クレーン**」と送風機の消費電力を抑える「**通気量制御技術**」により大幅な電気代の削減が可能（Energy-saving）。
- ・ 堆肥クレーンによる全自動切り返しによる労力の軽減が可能（Labor-saving）。
- ・ 「**温度測定技術**」による温度監視と通気量制御による高温持続により、安全性の高い堆肥を生産（Safety）。
- ・ 新規、既存堆肥舎のどちらにも導入可能。
- ・ すべての畜ふん、汚泥、生ゴミなどに対応



システム導入例（根室市） 8

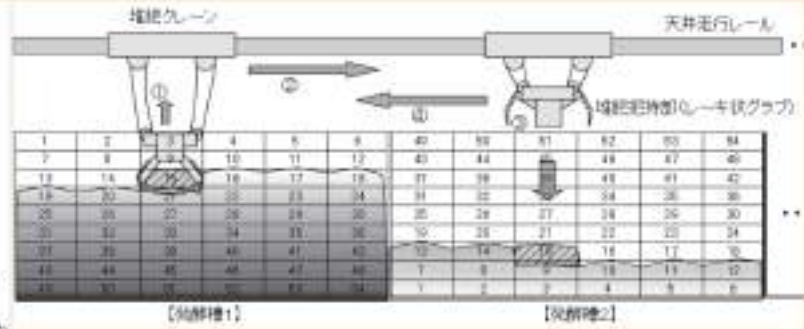
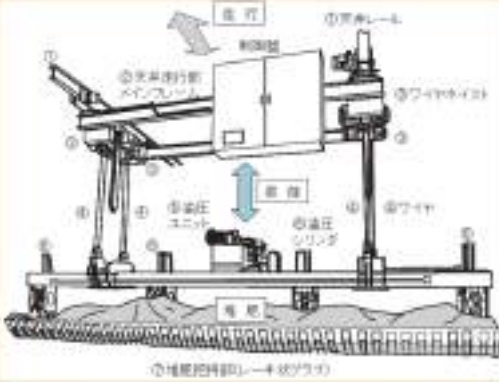


動画を御覧ください

堆肥クレーン

9

製作：(有) 岡本製作所
北海道販売代理店：(株) バイオマスソリューションズ



堆肥の切り返し方 (天地返し)

- ・本体質量：3,000kg (10m用)
- ・クレーン幅：5~12m (任意)
- ・切り返し作業長：100m程度
※無線制御信号の到達距離
- ・消費電力：約10 kW(3φ)
- ・最大定格荷重：2,000kg
※つかみ量：2m³ (10m用)
- ・最大揚程：6,000mm



柱-レール式 堆肥クレーン



天井吊り式 堆肥クレーン

自走式堆肥クレーンも開発中
(柱・鉄骨等の導入コスト削減)

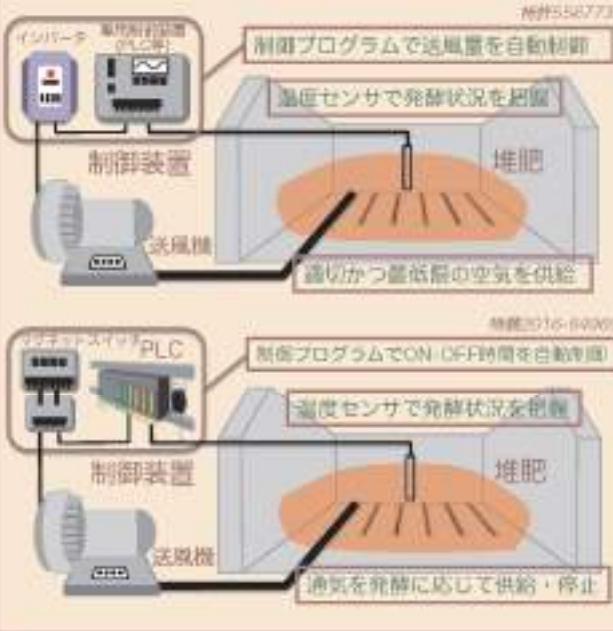
通気量自動制御システム

10

2種類の通気量制御システム

帯蓄大特許

発酵状況に応じて通気量を最適に制御



- ・送風機電気代を削減：70~80%減!
- ・発酵促進 (北海道の真冬でもOK!)
- ・高温持続による安全性向上!
- ・温室効果ガス (N₂O, CH₄, CO₂) の削減



堆肥温度自動測定システム

11

堆肥温度自動測定システム

特許2017-162116

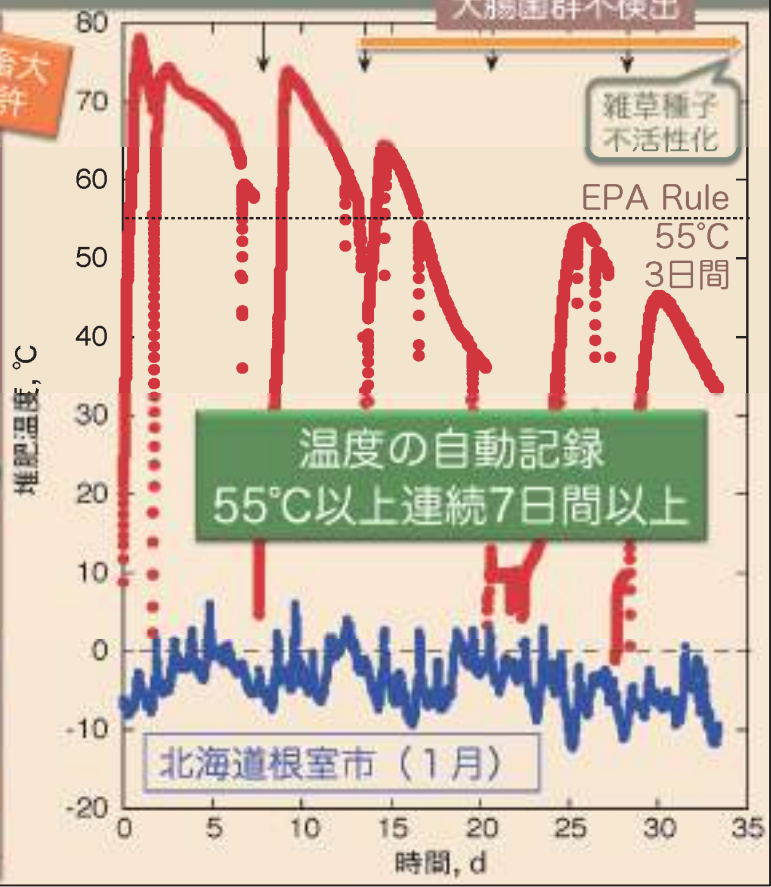
機械攪拌機と連動して温度センサーを自動で抜き差し

堆肥

GAP対応

堆肥温度の連続データ取得が可能に！
堆肥認証の証明書として利用

1月1日	1月2日	1月3日	1月4日
74.0℃	70.0℃	68.0℃	65.0℃
65.0℃	62.0℃	58.0℃	55.0℃
50.0℃	48.0℃	45.0℃	42.0℃
35.0℃	32.0℃	28.0℃	25.0℃



堆肥化システムの比較

12

どちらが
お得？

搾乳牛150頭規模
実測値参考

スクリーオーガー
攪拌機



E.L.S.堆肥化システム



導入コスト：機械費

安い

高い
1,500万円程度割高

年間電気代
攪拌機
送風機
電気基本料金

860万円
596万円
177万円
87万円

キュービクル
必要

年間
785万円の差
75万円
10万円
33万円
32万円

2年で導入費
逆転

ホイールローダー
燃料・人員

膨大・専従1名

少ない・無

耐久性・メンテ

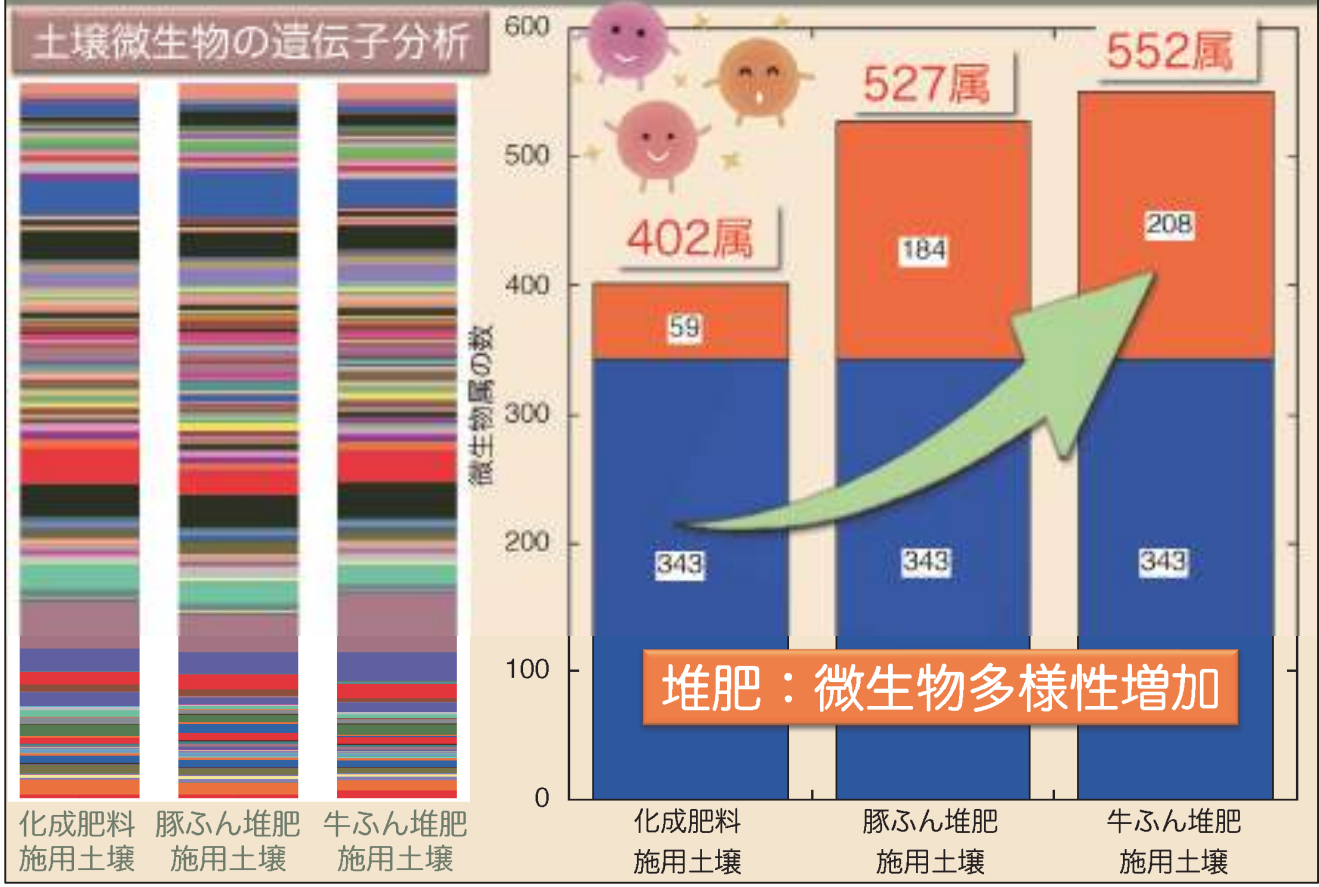
5年毎にオーガー交換

約30年

堆肥を使ってもらうために：作物品質向上 ¹³



堆肥を使ってもらうために：土づくり ¹⁴



堆肥を使ってもらうために：販売ノウハウ ¹⁵

民間企業と共同開発した堆肥

おが粉の堆肥に
お糞の堆肥を
混ぜることで、
土壌の改良効果が
高まります。

MILKY POWER
お糞由来
おが粉ミルク肥料

GOOD DESIGN
AWARD 2014

化学肥料 市販牛ふん堆肥 共同開発

ペレット堆肥
販売ノウハウ
のお手伝いも

堆肥を使ってもらうために：敷料利用 ¹⁶

おが粉の敷料

堆肥の敷料

牛の快適性
向上

ELS堆肥化システム
で製造

牛の行動量を
調べる歩数計

悪臭

温度差の解析

FLIR

歩数計
ビデオカメラ
サーモカメラ
ガス排出
敷料の病原菌
敷料の物性

堆肥敷料の
快適性
安全性

完全自動化から完全自動AI化へ

17



JA道東あさひキャトルセンター（別海町）

18

日本最大の酪農地帯
育成牛820頭規模のE.L.S.堆肥化施設



全長：140m（堆肥クレーン2機、通気量制御、温度測定システム）
堆肥レーン：2本（水分調整用堆肥製造レーン、敷料堆肥製造レーン）

2019年夏以降：本格稼働

さいごに

産学連携により
科学に裏打ちされた
堆肥化技術で
畜産の効率化に
イノベーションを
起こします！



販促用パンフレット（日本語版・英語版あり）



「全日畜」は畜種横断の畜産経営者の団体です