資料2-4

資源リバランス事業化研究会

L： 今井剛（山口大学）
SL： 岩井良博（環境構想研究所）
SL： 能登泰之（アース・コーポレーション）
顧問： 青山俊介（環境構想研究所）
事務局：

リン（カリ）循環分科会

目的

本研究会の会員企業を中心に、多様な国内リン（カリ）含有物から地方圏での堆肥、肥料化を柱とする循環事業化、広域輸送を伴う農業用リン（カリ）原料、工業用リンの循環事業の実証、モデル事業化を図る。

プロジェクト概要

背景	ロシアのウクライナ侵攻で顕在化した我が国のリン、カリ資源の逼迫、有機農業推進に必要な堆肥、有機肥料の確保が必須となっている。
課題	対象のリン含有物やカリ含有物は、事業主体や排出規模、排出形態が様々である。それらを包含した安定的な資源循環のシステム作りが求められる。
目標	地方圏および広域輸送を伴うリン（カリ）循環の事業モデルを提示し、その実証、モデル、実事業化を図る。
問題意識・論点	■ 事業化のターゲットとするリン（カリ）含有物の選定 ■ 地方圏事業モデル展開地方圏の選定 ■ 地方圏事業モデル展開に関わる技術、会員企業保有シーズの整理 ■ 都市圏下水道焼却灰を対象とした広域事業モデルの実現可能性（事業シーズの存在、事業フィージビリティ） ■ 下水道焼却灰のリン（カリ）の工業原料化、肥料生産企業の存在

事業展望

2023年度	2024年度	2025年度
地方圏事業、広域圏事業モデルの検討		
＜地方圏事業モデル＞ 実証圏域の選定 家畜排泄物調査・試験 →	選定圏域での事業化検討 プロセス設計 →	事業の実現、展開 プラント建設と試運転 →
＜広域圏事業モデル＞ 下水汚泥焼却灰からのリンの肥料化FS調査（B-DASH）1年目 →	下水汚泥焼却灰からのリンの肥料化FS調査（B-DASH）2年目 →	事業化（モデル事業など） →

分科会構成メンバー28社　順不同（2023年6月現在）

※幹事未定の為、昨年度末データと今年度会員申込書情報併せて暫定的に記載

京都大学	山口大学	農林水産省
国土交通省	北九州市	株式会社アース・コーポレーション
三機工業株式会社	株式会社エックス都市研究所	J&T環境株式会社
三友プラントサービス株式会社	三光株式会社	株式会社サンクリーン
オオノ開發株式会社	株式会社大島産業	九州北清株式会社
大成建設株式会社	株式会社IHI	株式会社クボタ
株式会社神鋼環境ソリューション	株式会社環境構想研究所	協業組合仙台清掃公社
株式会社 タケエイ	株式会社富士クリーン	日立造船株式会社
日鉄エンジニアリング(株)	一般社団法人日本有機資源協議会	JRT日本税制改革協議会
下関三井化学株式会社	グリーン・サーマル株式会社	株式会社富山環境整備

2023年度活動方針（案）

概要

・地方圏および広域圏事業モデルの具体的検討
・地方圏モデル事業の検討圏域、事業化の枠組みの設定
・広域圏事業モデルの実現可能性の見解一次案の集約
・次年度活動計画の提示

概略工程

2023年9月	10月	12月	2024年1月	3月
	●11/中旬 幹事会	●12月中旬 第１回分科会	●1月下旬 第２回分科会	●３月中旬 第３回分科会
企画検討・調整 →	メンバー間情報交換 →	地方圏事業モデルの検討と検討圏域の設定 広域圏事業モデルの実現可能性の検討 メンバー間情報交換 →		事業化に向けた2024年度活動計画の集約 →

下水汚泥焼却灰の低コスト肥料化技術に関する調査事業

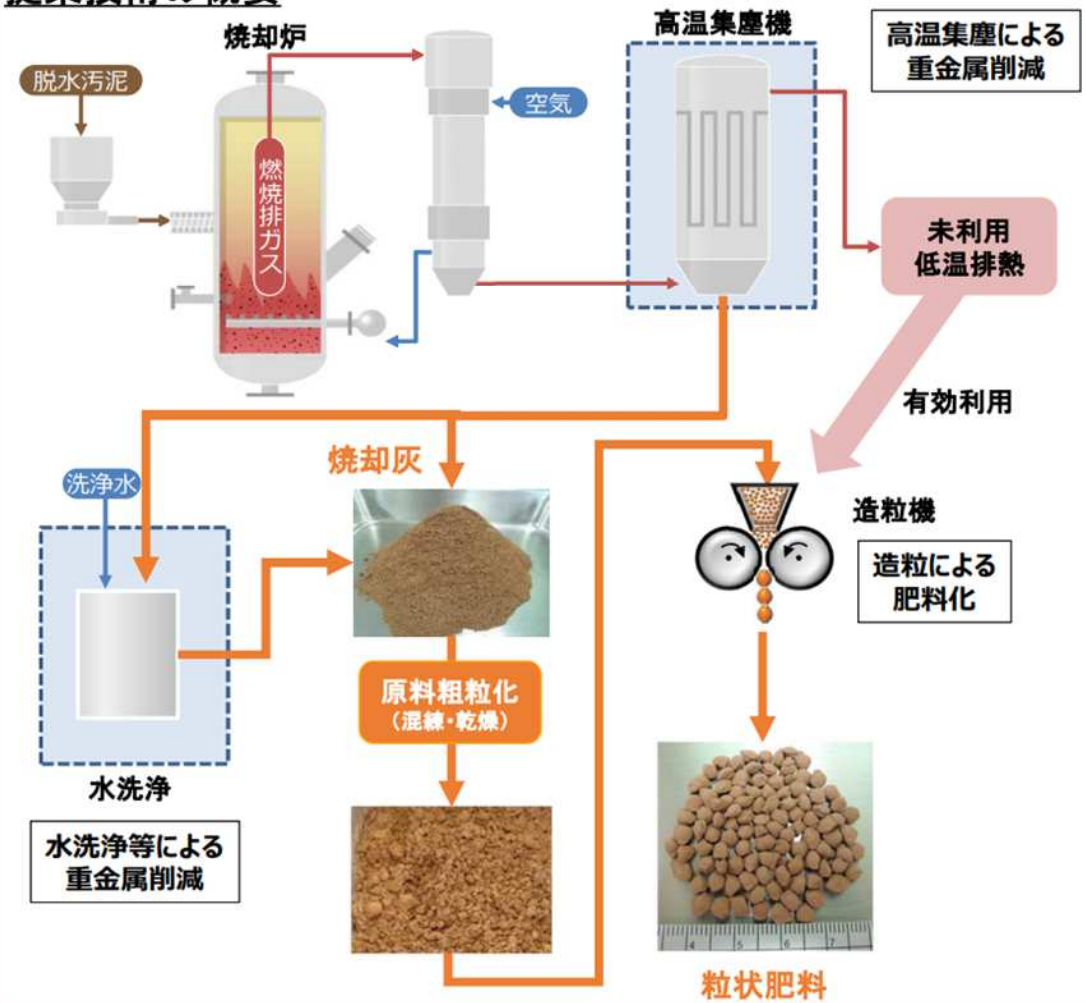
事業実施者

三機工業(株)・秋田県・東京都下水道局共同研究体

実証概要

下水汚泥焼却灰から重金属を削減する技術と、焼却灰を肥料として利用するための造粒技術について、重金属削減効果と維持管理費削減効果等を調査する。

提案技術の概要



提案技術の革新性等の特徴

①簡便な重金属削減技術

- 焼却炉の高温集じんや水洗浄等、簡便な手法で焼却灰の重金属を削減し、肥料原料としての価値を向上

②低コストな肥料化技術

- 焼却灰からりんを抽出することなく、造粒のみで肥料として利用可能
- 未利用低温排熱を活用することにより、さらに低コスト化が可能

③焼却灰の肥料原料としての利便性

- 焼却灰は、下水の焼却過程で生成されるものであり、調達が容易
- 減容化されているため、輸送保管が容易
- 高温で焼却しているため臭気無し
- 機械撒きに適した造粒により、農家の利便性向上

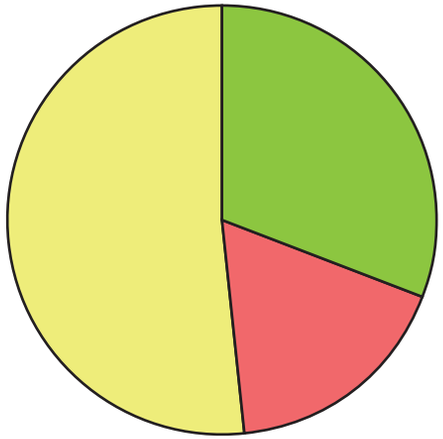
これまでの実施項目

- 下水汚泥焼却灰の成分分析
  - ◆都内2カ所、秋田県内1カ所から下水汚泥および焼却灰をサンプリングし、肥料成分と重金属類の濃度分析を実施。現在も継続中
- 高温集塵による重金属類の削減効果の検証
- 水洗浄による重金属類の削減効果の検証
- 都内2カ所、秋田県内1カ所の焼却灰をもとに造粒化試験実施。計3カ所の焼却灰それぞれで造粒化可能であることを確認
- 脱水ケーキの溶出試験を実施し、肥料原料としての基準を満たすことを確認
- 試作した造粒物をもとに植害試験を実施中。
- 2023年12月に造粒設備のパイロット設備視察予定

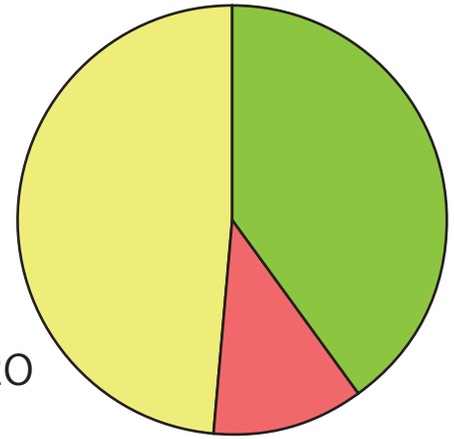
畜産糞尿を肥料化する時の課題・問題

肥料化する時の目的・問題		課題の背景	実際に起きている事象
国内で循環率を高めたい肥料成分 i	リン（P）の国内循環	1 原料輸出国内における思惑 日本の購買力の低下による価格の上昇	中国政府は国内化学肥料の供給を最優先にして、2021年10月15日から化学肥料輸出に「法定検査」を強制的に実施し、化学肥料の輸出を厳しく制限した。 ロシア政府も2021年12月から肥料輸出に割当許可制度を導入した 9月18～24日 の価格でDAPで575ドル/トン辺りになっている。。
		2 堆肥として使用した場合のリン・窒素のアンバランスによるリンの過剰蓄積	家畜排泄物の多くは堆肥として農業利用されているが、未利用の排泄物由来リン酸が多いだけでなく、過剰なリン酸（余剰分）がわが国の農地に投入されている
		3 施肥時のリンの形態による肥料としての効能の低下	化学肥料としてのリン酸の肥効は低く、20%程度と言われている。ただし処理温度に伴いリンの形態が難溶性に変化するなど、土壌に対してリン酸過剰がもたらす弊害がでる可能性がある。
		4 肥料としてのリン成分の製造時のGHG（温室効果ガスの排出量）	化学肥料としてのリン酸の製造時には多くの温室効果ガスを発生するため、スコープ3まで温室効果ガスを考慮することになった場合、化成肥料の原料となっているリン酸二アンモニウム（DAP）の場合　CO2排出量がP_2O_5換算で一トンあたり1,149Kg-$CO_2/10^3$となり大幅な削減の可能性がある。
	窒素（N）の国内循環 ii	5 肥料としてのリン成分の製造時のGHG（温室効果ガスの排出量）	化学肥料としての尿素の製造時には多くの温室効果ガスを発生するため、スコープ3まで温室効果ガスを考慮することになった場合、化成肥料の原料となっている尿素でCO2排出量がN換算で一トンあたり1,564Kg-$CO_2/10^3$となり大幅な削減の可能性がある。
		6 環境影響（排水による水質への影響）	畜産排水の窒素の一般排水基準は 100mg/L です。ただし、畜産ではこの基準を達成することが困難なため、現在は 600mg/L の暫定基準となっている 硝酸性窒素は、人の健康に被害を及ぼすおそれがあるとして、平成13年に有害物質に追加されており対策が必要となっている
		7 グルーバルメガトレンド 持続可能な窒素管理に関する取組	国連環境計画（UNEP）は、化学肥料から生じる過剰な窒素は人類が直面している深刻な汚染リスクの一つであるとして、窒素廃棄物を半減させる取り組みを行っている。 2022年3月2日の第5回国連環境総会再開セッション（UNEA5.2）で、持続可能な窒素管理のため、加盟国に窒素廃棄物の削減を奨励した。
		8 水稲への活用（食の安全保障）	尿の成分はチッソとカリが主体でリン酸は少ない。尿液肥は、有機肥料ののＮＫ肥料と考えて使用している農家の例がある。穂肥向きの有機ＮＫ化成肥料となる可能性が高い
問題	抗生物質と耐性球菌	9 抗生物質・抗生物質耐性球菌の問題（食と土壌の保全）	市販の堆肥の抗生物質耐性菌数を測定したところ、一例を除いて抗生物質耐性菌が多く検出されている。適正に高温の条件下で堆肥化されれば失活し問題は無いが現状ばらつきが多いのだと思われる。 堆肥に含まれる抗生物質は、土壌の腐敗や荒廃を引き起こす可能性がある。抗生物質耐性菌は、堆肥化後にも残留し、環境中への一般細菌へ耐性遺伝子だけを転移する可能性は否定できない。

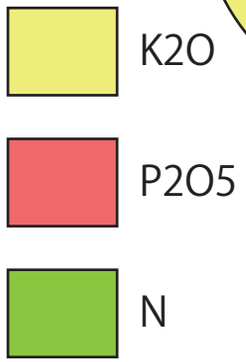
作物の吸収割合

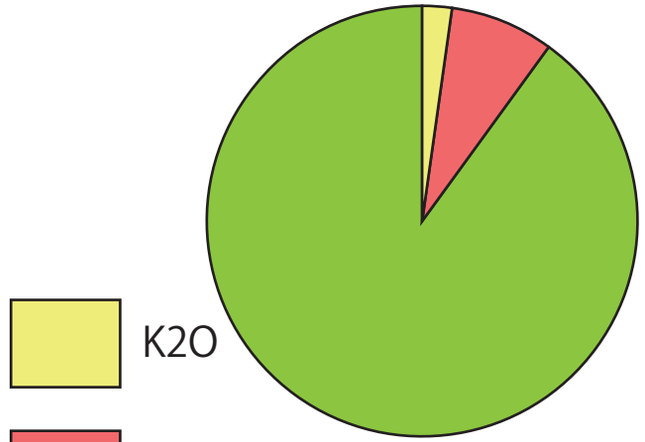


水稲

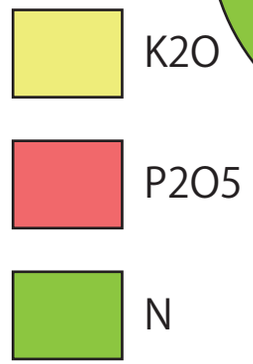


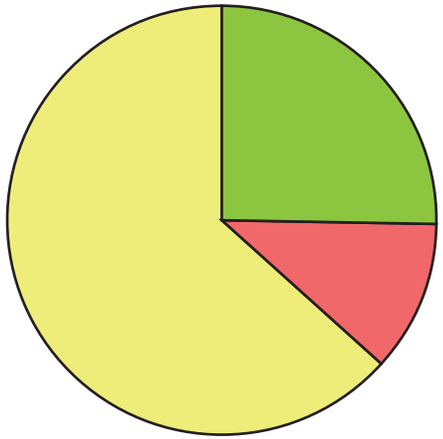
キャベツ



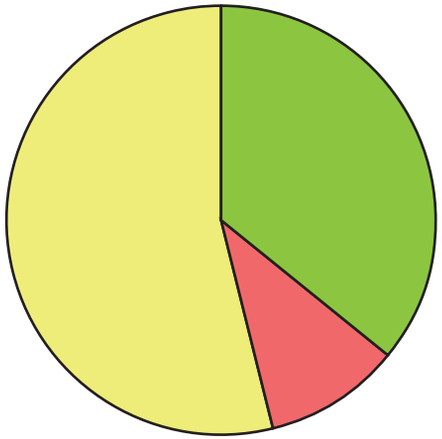


豚糞尿

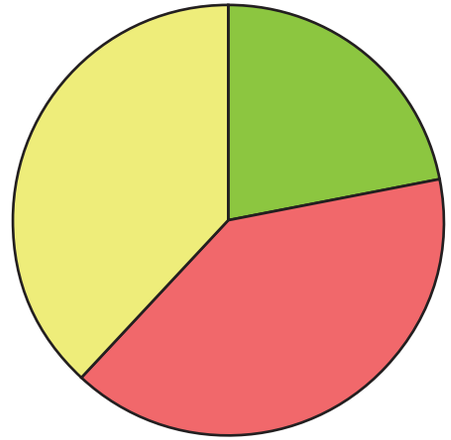




ほうれん草

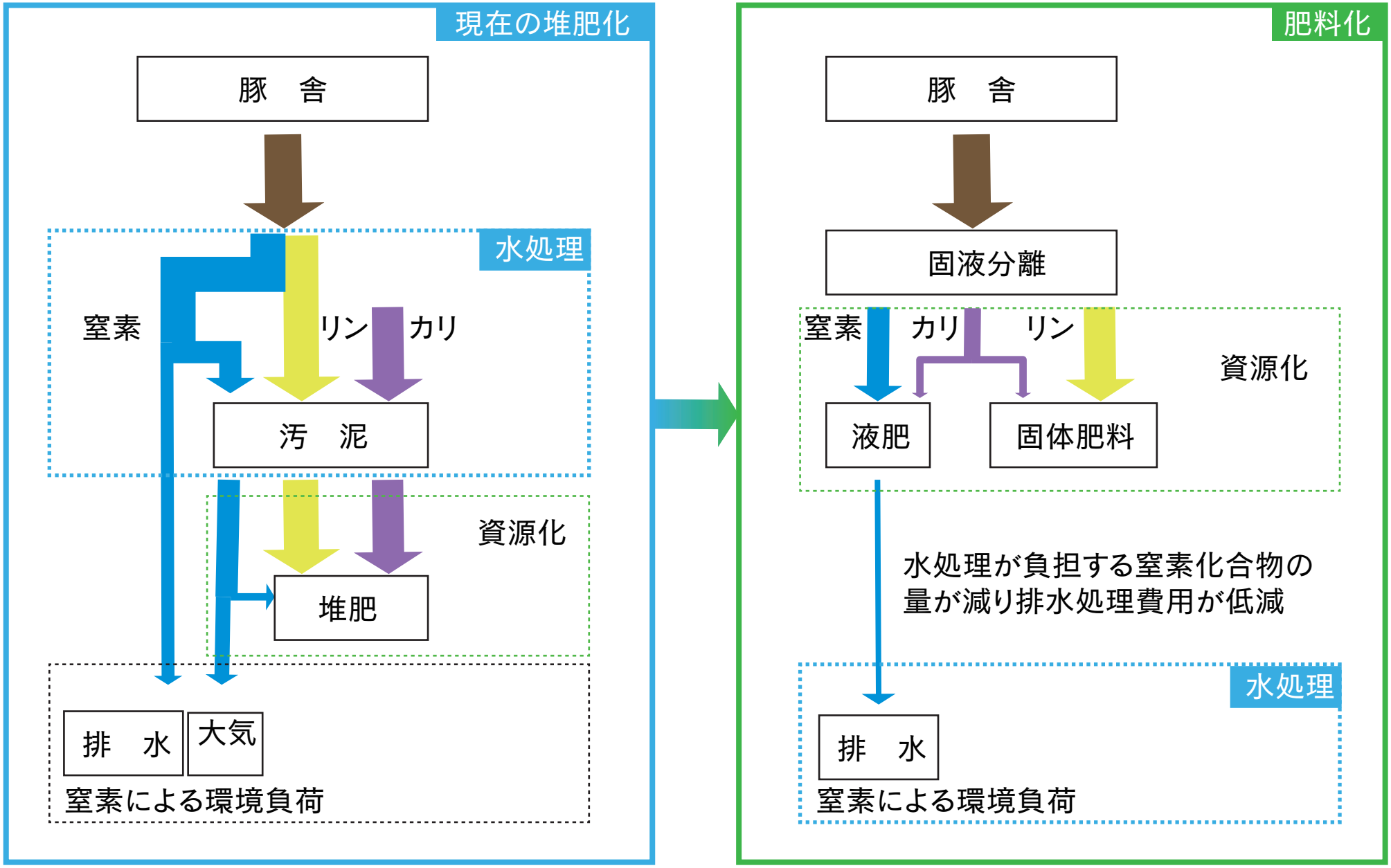


トマト



豚堆肥

処理方法の変更・違い


現在の堆肥化
豚　舎
水処理
窒素
リン
カリ
汚　泥
資源化
堆肥
排　水
大気
窒素による環境負荷
肥料化
豚　舎
固液分離
窒素
カリ
リン
資源化
液肥
固体肥料
水処理が負担する窒素化合物の
量が減り排水処理費用が低減
水処理
排　水
窒素による環境負荷

豚尿を使用した場合の施用量の検討

・稲作に使用時の施用量の可能性

　エビデンスとして自治体国際協力促進事業　中華人民共和国黒龍江省290農場「豚糞尿液肥化支援プロジェクト」の数字を参考とする。

　日本国内の基礎資料より,一般的には生体重 30～110kg の豚 1 頭あたり，1 日 5.7kg 程度の糞尿が排出されている。
内訳は，尿 3.8kg，分 1.9kg（含水率 72%）と報告されている。
10,000 頭で1 年間に発生する糞尿は次式で概算される。
5.7kg/1 頭×10,000 頭×365 日= 20,805,000 kg/年 = 20,805t/年
尿が 13,867t/年，糞が6,938t/年と算定。尿中に含まれている全窒素濃度は，2000～3000mgN/L 程度であると想定されることから，年間に発生する尿中の窒素量は、27,734～41,601kgN/年と概算する。
水稲の施用量を5kg/10aとして考えると
　　（27,734～41,601）÷5kgN　×10a =555～832ha

・温室効果ガスの低減の可能性

　　27,734～41,601kgN/年の製造の削減のみで検討
（27,734～41,601kgN）×1,564Kg-CO2/10^3kg
=43,375～65,063 Kg-CO_2

検討結果

1

豚1万頭あたり水稲555ha～832haの可能性

2

豚1万頭あたりの窒素の循環により温室効果ガス43,375～65,063Kg-CO_2削減の可能性

今回の実証試験の案

フリーデン　大平牧場（群馬県）

母豚2,000頭を含めた24,000～25,000頭
のやまと豚を飼育

製造した窒素液肥 →

群馬県内　飼料米農家

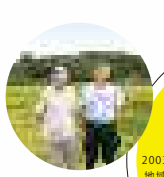
地域のために、地球のために、未来のために。
フリーデンはCSR活動を推進しています。

企業は社会の一部。
地域への貢献、地域環境の保護など、
フリーデンは未来をしっかりと見据えてCSR活動を推進しています。

CSRに関する
フリーデンの基本思想

1. 法令や企業倫理の遵守
2. 企業として地域への貢献
3. 地域環境の保護
4. 誠実な顧客対応の徹底

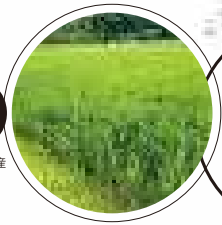
※CSR＝Corporate Social Responsibility



休耕田や転作田で
飼料用の米を栽培。

2003年から一関市大東町とフリーデンは地域循環型農業「飼料米プロジェクト」に取り組み、地元の人たちの協力を得て、地域の活性化と生態系の保全に貢献しています。

フリーデンの地域循環型農業

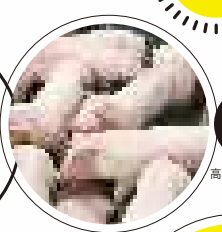


遊休水田
飼料用米生産

飼料用米

地域の活性化と
飼料用米生産の
拡大のための
地域循環型農業

有機肥料



牧場
高品質豚肉生産

その米を
飼料として
豚を飼育。

「やまと豚米らぶ」
として食卓へ。

緑化率向上のための植樹

地域への公害対策のための
浄化処理・糞の
コンポスト化

糞はコンポスト化。
有機質の発酵豚糞堆肥
として活用。

地域の環境保護のために、
排泄物の処理を徹底。

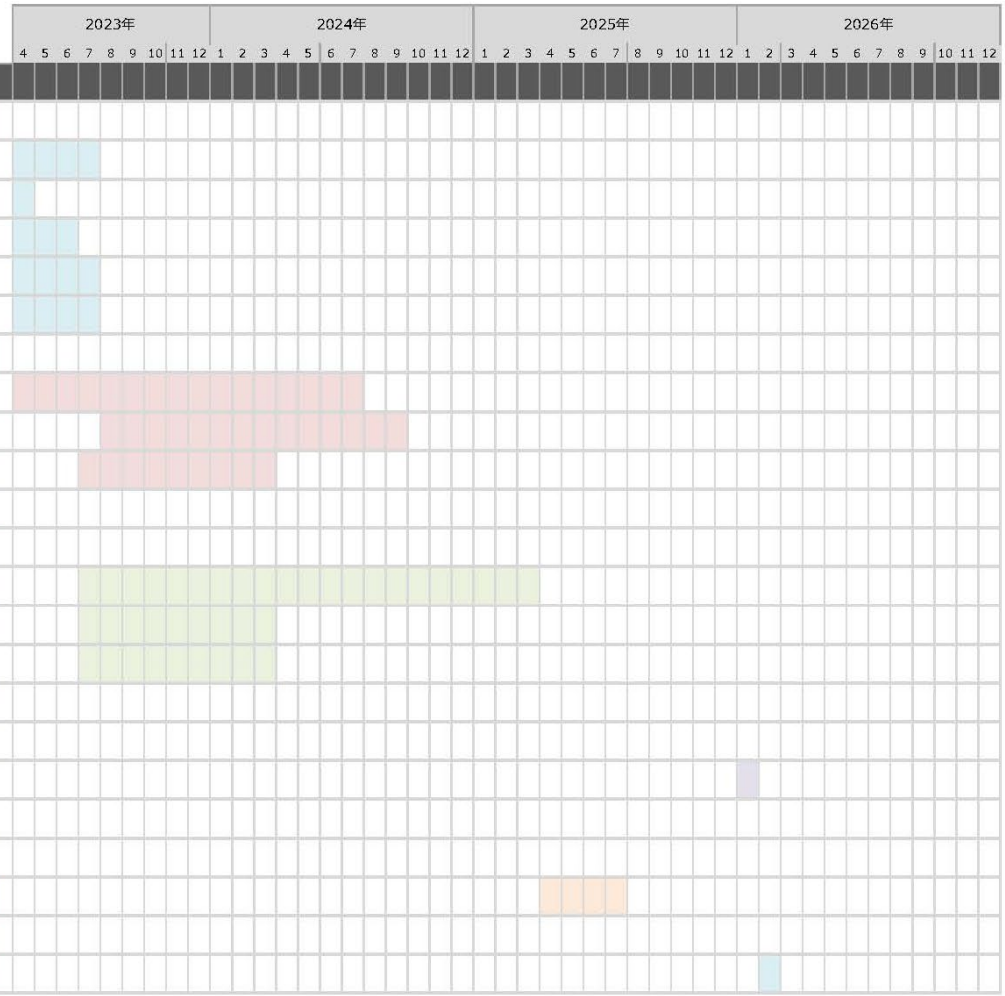
尿は、微生物の働きによって浄化。悪臭を取り除きます。その後、最先端の排水処理を施します。

フリーデンの地域循環型農業「飼料米プロジェクト」は、日本の農業と食の新たな可能性として、その技術と実用性が高く評価されています。

2010年　第7回 畜産技術協会賞受賞

家畜排泄物からのリンの肥料化（内容とスケジュール）

家畜排泄物の有機肥料化

会社名 株式会社 アース・コーポレーション
プロジェクト担当 能登 泰之

タスク	担当者	進捗状況	開始	終了
調査 分析				
ステップ1：前提研究と市場調査		60%	2023年3月	2023年7月
調査内容：家畜ふん尿からの肥料製造の現状		100%	2023年3月	2023年4月
調査内容：地域の農業統計の集計		90%	2023年3月	2023年6月
調査内容：GISデータや衛星画像施設の位置、密度、規模などをマッピング		25%	2023年5月	2023年7月
調査内容：データ分析とモデリング		0%	2023年7月	2023年7月
廃棄物の試験・実験				
ステップ2：廃棄物の試験・実験		25%	2022年7月	2024年3月
試験内容：メタン発酵後の状態の確認		0%	2023年7月	2024年3月
調査内容：固液分離に使用する薬剤の選定		0%	2023年7月	2024年3月
プロセス設計				
前処理のプロセスの検討・設計		0%	2023年7月	2025年3月
固液分離の機械の設計・調整		0%	2023年7月	2024年3月
液体分の処理の検討・設計		0%	2023年7月	2024年3月
フィジビリティスタディ				
経済的および技術的可行性を評価		0%	2025年12月	2025年12月
プラント建設と試験運転			日付	日付
		0%	2025年4月	2025年7月
最終評価と商業化			日付	日付
		0%	2026年1月	2026年1月