日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

令和3年畜産環境シンポジウム

# 畜産における環境負荷の低減及び化学肥料の低減

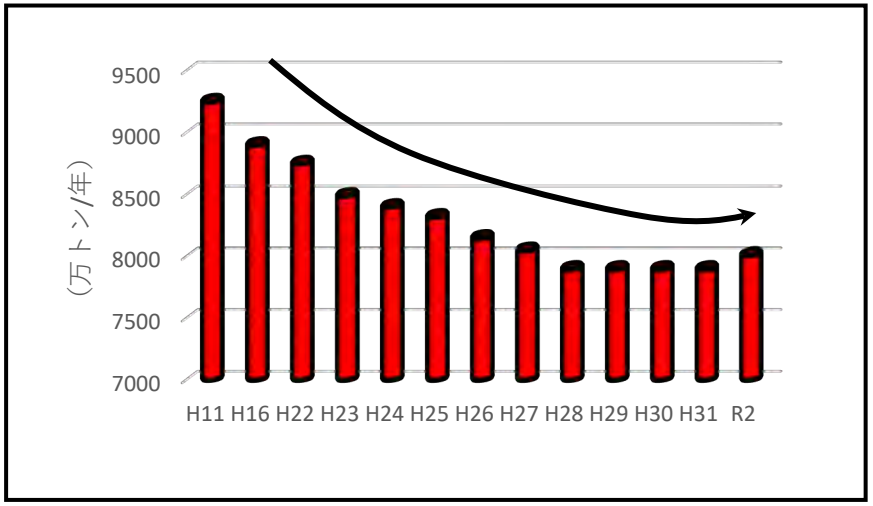
一般財団法人　畜産環境整備機構　畜産環境技術研究所

主任研究員　小堤　悠平（おづつみ　ゆうへい）

嘱託研究員　畠中　哲哉（はたなか　てつや）

# はじめに

## 家畜排せつ物発生量



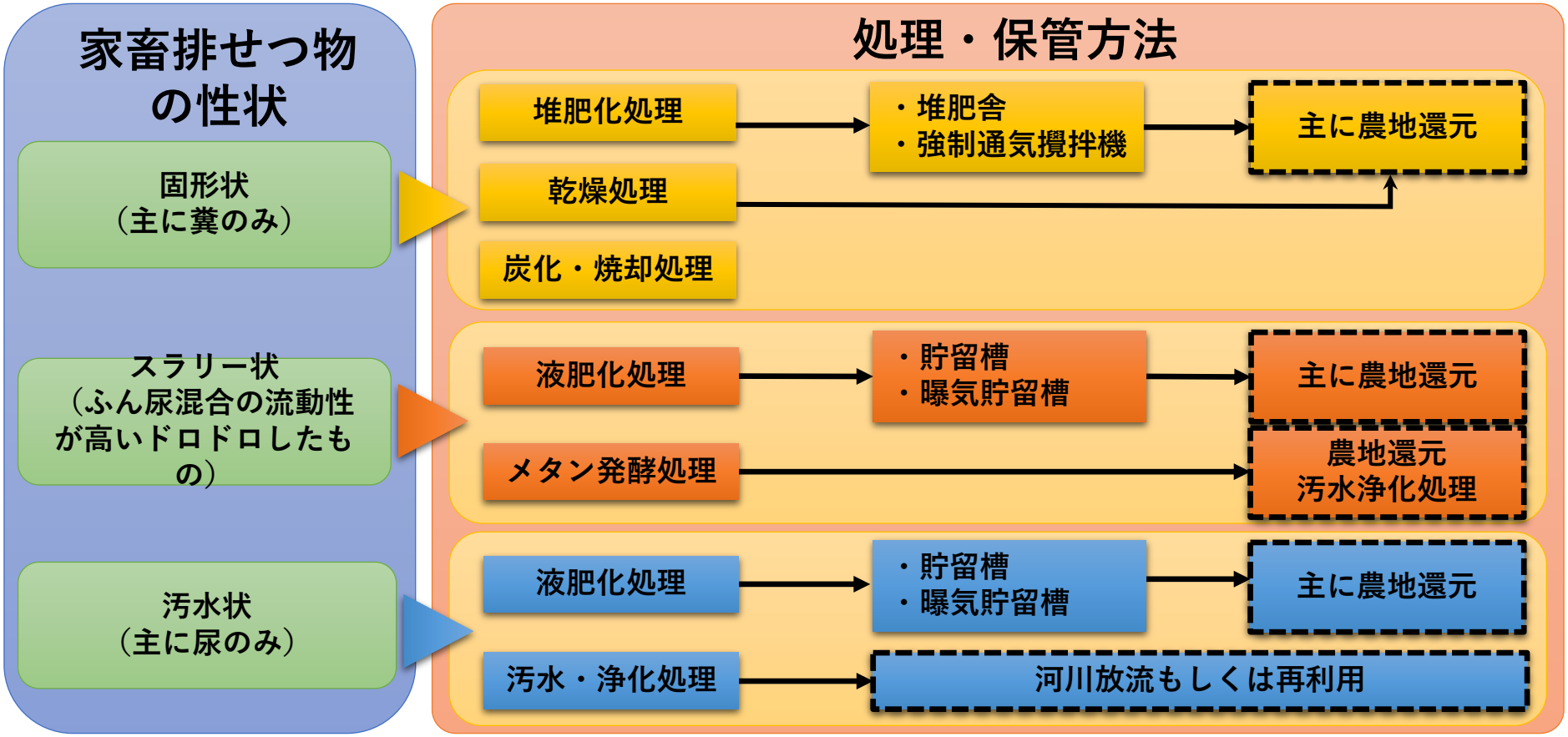

## 畜種別にみた家畜排せつ物発生量

| 畜種 | 発生量（万トン） |
|---|---|
| 乳用牛 | 2,186 |
| 肉用牛 | 2,358 |
| 豚 | 2,115 |
| 採卵鶏 | 791 |
| ブロイラー | 563 |
| 合計 | 8,013 |

農林水産省　生産局　畜産振興課（2021）

- 家畜飼養頭数の減少に伴い、家畜排せつ物は減少傾向（近年、家畜・家きんの飼養頭羽数が増加傾向にあることから、わずかに増加）。
- バイオマス資源である「食品廃棄物」（年間発生量約2千万トン）、「間伐材・被害木を含む林地残材」（年間発生量約4百万トン）に比べても非常に大きく、バイオマス資源の全体量（約3億4千万トン）の概ね4分の1を占める。

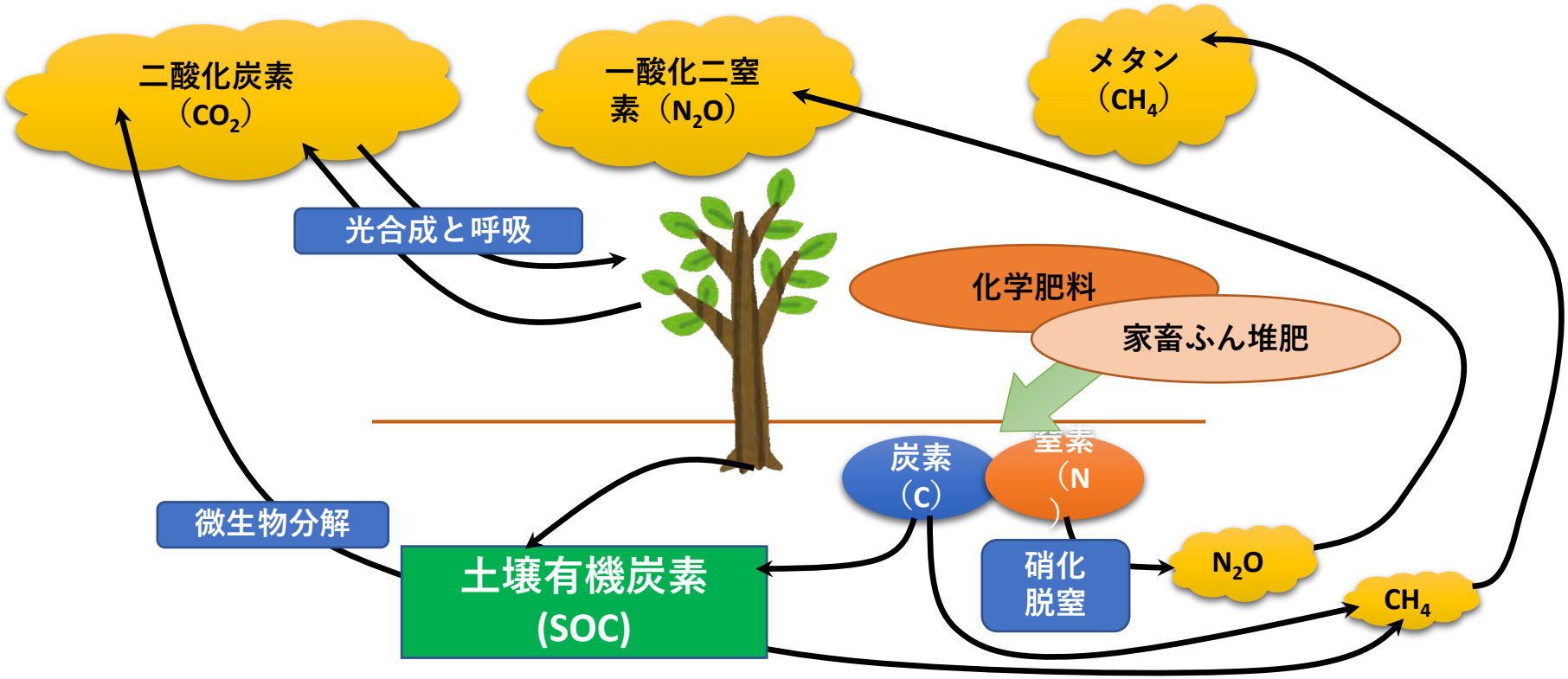
# 家畜排せつ物の管理方法



# 家畜排せつ物を適正に処理しない場合

- 家畜排せつ物を無処理のまま環境に廃棄すると環境負荷（水質汚濁、悪臭問題、地球温暖化）を引き起こす要因になる。

# 化学肥料と家畜排せつ物堆肥施肥による温室効果ガスの動態




- 温室効果ガスの削減には、土壌中に炭素を貯留することが重要である。

# 農地の炭素貯留について

家畜排せつ物堆肥

化学肥料

家畜排せつ物堆肥の方が
農地の炭素貯留能力が高い！

# 家畜排せつ物堆肥と化学肥料のデメリットを補う混合堆肥複合肥料

## 家畜排せつ物堆肥

- 散布作業に時間がかかる（労力を要する）。
- 保管場所の確保や散布機器の導入が困難。
- 含有成分にバラツキがある。
- 臭気の発生、雑草種子、病原性微生物の心配。

## 化学肥料

- 近年の価格の高騰。
- 水に溶けやすく、流出すると環境汚染を招く。
- 地力や土壌微生物の低減。
- 製造時に温室効果ガス（$CO_2$）の発生。

土作りに適した家畜排せつ物堆肥 ＋ 高い肥効をもつ化学肥料

## 混合堆肥複合肥料

- 平成24年の肥料取締法施行規則等の改正により堆肥を原料とした普通肥料「混合堆肥複合肥料」の生産が可能。

# 混合堆肥複合肥料のメリットと研究所の取組

- 含有成分にバラツキが少なく（安定した肥料成分）、有機物を同時に散布できる（化学肥料及び環境負荷の低減）。
- ペレット状or粒状にしてあるため散布しやすく（作業性向上）、保管が比較的容易である。
- 加熱乾燥により臭気の発生、雑草種子、病原性微生物の心配が少ない。

主に乳牛ふん堆肥を用いた・・・

**混合堆肥複合肥料の利用に関する研究**
**①肥効試験、②施肥設計、③栽培試験**

# 混合堆肥複合肥料の公定規格と情勢

**１）原料家畜ふん堆肥に関すること**

- 窒素が乾物当たり２％以上
- 窒素、リン酸、カリの合計が乾物当たり５％以上
- 炭素窒素比（C/N比）が１５以下

**２）製造工程に関すること**

- 家畜ふん堆肥の割合は乾物重量で５０％以下
- 造粒または成形後に加熱乾燥すること

**３）完成肥料の品質に関すること**

- 窒素、リン酸、カリのうち、いずれか２つ以上の合計が１０％以上
- その他保証成分の最小値
- 有害成分１１種の最大値

※農林水産省告示「肥料取締法に基づき普通肥料の公的規格を定める等の件」から

平成24年に堆肥と化学肥料の混合利用が可能に、
現在65銘柄が登録、　平成３０年の生産量6,840トン
令和２年「指定混合肥料」が追加新設され、「届け出」で生産が可能に
牛ふん堆肥の利用拡大への期待

農林水産省
委託プロジェクト
有機質資材
コンソーシアム編

技術マニュアル

# 混合堆肥複合肥料の製造とその利用

家畜ふん堆肥の肥料原料化の促進

農研機構

2020年3月31日
発行

# 混合堆肥複合肥料の製造工程（事例1：牛ふん堆肥入り混合堆肥複合肥料644号）

原料 → 計量 → 粉砕 → 配合 → 加水 →

牛ふん堆肥、ひまし油粕、米糠油粕、パーム灰、鶏ふん灰、過石、硫安、尿素、石膏

牛ふん堆肥を40％混合した特別栽培対応

排気は土壌脱臭

造粒 → 乾燥 → 集塵 →

ディスクダイ式ロール型押出造粒機、ペレット径4mm、能力2～4t/hr

ロータリーキルン方式、ドライヤー出口品温70～100℃、水分10％以下

冷却（回転ドラム式） → 篩分け（篩下を戻す） → 袋詰め

| 形状 | ペレット型 |
|---|---|
| 造粒歩合 | 89% |
| 含水率 | 6.0% |
| C/N比 | 4.8 |
| 硬度 | 7.6kgf |
| かさ比重 | 0.7kg/L |
| TN | 6.0 |
| TP | 4.0 |
| TK | 4.0 |

混合堆肥複合肥料の製造とその利用（農研機構）より作図

# 混合堆肥複合肥料の製造工程（事例2：静岡混合堆肥複合肥料725号）

原料 → 計量 → 加水 → 配合 →

**牛ふん堆肥、なたね油粕、**副産窒素肥料（硫安が主成分）、硫酸加里、IB窒素

牛ふん堆肥を48％混合

造粒 → 乾燥 → 冷却（フレコンバッグ保管） →

ディスクダイ式押出造粒機、ペレット径4mm、能力80kg/hr

熱風乾燥方式、ボイラー温度90℃、滞留時間40分

| 形状 | 粒状型 |
|---|---|
| 造粒歩合 | 83% |
| 含水率 | 7.7% |
| C/N比 | 3.3 |
| 硬度 | 7.7kgf |
| かさ比重 | 0.6kg/L |
| TN | 7.0 |
| TP | 2.0 |
| TK | 5.0 |

篩分け（篩下を戻す） → 袋詰め

混合堆肥複合肥料の製造とその利用（農研機構）より作図

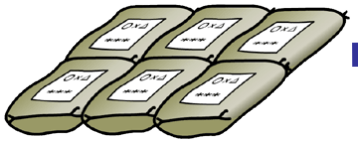
# 「混合堆肥複合肥料の利用拡大普及事業」の紹介

令和2～4年度　　JRA事業

**混合堆肥複合肥料の製造**

堆肥

普通肥料



特殊肥料の家畜ふん堆肥と普通肥料を混合して製造

**混合堆肥複合肥料（市販品及び試作品）**

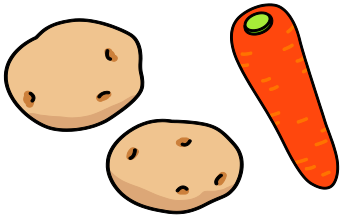
牛ふん堆肥を混合した混合堆肥複合肥料の試作（委託）

C/N比の異なる原料牛ふん堆肥の品質適正値の解明

**肥効特性の解明、施肥設計技術の開発**

肥効率、肥効パターンが解明され、施肥設計技術（スマホでの施肥設計等）が開発される

**作物栽培による実証（委託）**



特別栽培・有機農業・エコ農業での施肥技術が検証され、耕種農家での利用が拡大（委託）

## 目　　標

**◎混合堆肥複合肥料の肥効特性（肥効率・肥効パターン等）の解明**

**◎混合堆肥複合肥料の肥効特性に基づく施肥設計手法の開発と栽培実証**

**◎牛ふん堆肥のC/N比の適正値解明と牛ふん堆肥混合複合肥料の試作**

# 本事業の目的

- 混合堆肥複合肥料の肥効特性、とくに窒素、リン酸、カリ成分の肥効率の解明
- 肥効特性に基づく施肥設計手法の開発と誰でも簡単に施肥設計ができる「施肥設計アプリソフト」の作成
- 作物栽培による肥効と施肥設計の検証
- C/N比の異なる牛ふん堆肥を混合した「指定混合肥料」の試作と作物栽培による肥効特性の実証

# 混合堆肥複合肥料の肥効特性
## （1）ガラス繊維円筒ろ紙を用いた埋設試験による窒素無機化

### 試　験　方　法

◇　3種類の混合堆肥複合肥料を供試（写真1）
◇　ガラス繊維円筒ろ紙として、直径53mm、長さ120mmを使用（写真2）
◇　土壌の乾土重に対して炭素で8%に相当する肥料を土に混合（写真3）
◇　混合物から20gを円筒ろ紙に詰め、上部を封じて防虫ネットに包む（写真4）
◇　この円筒ろ紙を3反復で土層深さ8～10cmに埋設（写真5）
◇　ろ紙を0、15、30、60日目に取出し、混合物の全窒素を測定（CNコーダー）

写真1　用いた混合堆肥複合肥料①牛ふん堆肥混合、②豚ふん堆肥混合、③鶏ふん堆肥混合

写真2

写真3

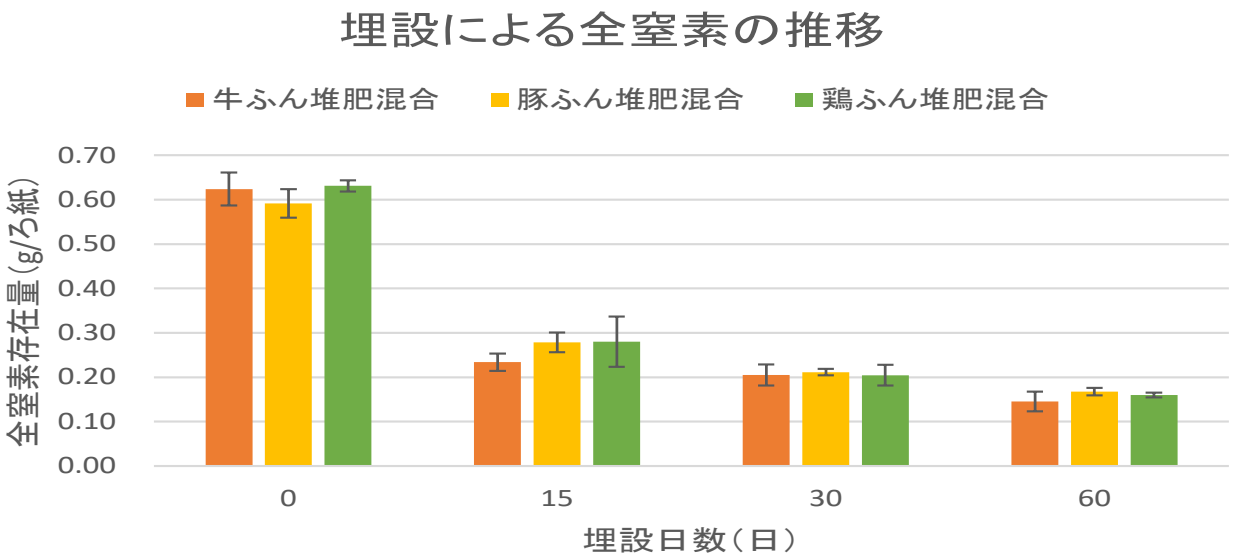
写真4

写真5

**試験期間：2021年4月6日～6月7日**
**平均地温19.4℃(26.3～12.8)**

# 混合堆肥複合肥料の肥効特性
## (1)ガラス繊維円筒ろ紙を用いた埋設試験による窒素無機化

**結　果**




| 肥料名 | 0日からの減少量(g) | | | 減少率(%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15日 | 30日 | 60日 | 15日 | 30日 | 60日 |
| 牛ふん混合堆肥 | 0.39 | 0.42 | 0.48 | 77 | 82 | 95 |
| 豚ふん混合堆肥 | 0.31 | 0.38 | 0.42 | 66 | 80 | 90 |
| 鶏ふん混合堆肥 | 0.35 | 0.42 | 0.47 | 68 | 83 | 92 |

注1)減少量は0日目の存在量から各期日での存在量を差し引いた値
注2)減少率(%)は、減少量(g)×100/0日目の存在量(g)より算出

**30日で全窒素の80%が、60日で90%が無機化される**

# 混合堆肥複合肥料の肥効特性
# （2）リン酸、カリの肥効率

## 方　法

◇　3種類の混合堆肥複合肥料を粉砕（写真1と同じ）
◇　粉砕した肥料サンプル1gに30℃に保温した2％クエン酸液200mlを加え
◇　30℃の恒温槽内で1時間振とう抽出
◇　直ちに振とう液をNo.6の乾燥ろ紙でろ過し、ろ液中のリン酸とカリを測定
◇　クエン酸可溶のリン酸とカリ濃度をそれぞれの全量濃度で割って100かけた数値を肥効率とする

## 結　果

| 推定肥効率 % | 牛ふん混合堆肥 | 豚ふん混合堆肥 | 鶏ふん混合堆肥 |
|---|---|---|---|
| リン酸 | 94 | 96 | 99 |
| カリ | 95 | 94 | 97 |

**リン酸とカリの肥効率は90％以上**

# 混合堆肥複合肥料の利用における施肥設計
## ー施肥設計アプリソフトの開発ー

**トップ**

**施肥設計（計算結果）**

施肥計算結果

那須ユーキ

堆肥施肥容量(現物) 1109.15 kg/10a

| 窒素 | リン酸 | カリ |
|---|---|---|
| 4.71 | 39.87 | 25.16 |

きくち・まんま

堆肥施肥容量(現物) 461.66 kg/10a

| 窒素 | リン酸 | カリ |
|---|---|---|
| 1.40 | 6.57 | 8.52 |

油かす

堆肥施肥容量(現物) 724.90 kg/10a

| 窒素 | リン酸 | カリ |
|---|---|---|
| 48.88 | 13.57 | 16.32 |

過不足分

| 窒素 | リン酸 | カリ |
|---|---|---|
| 0.00 | -0.00 | -0.00 |

ほ場 作物 堆肥 設計

# C/N比の異なる牛ふん堆肥の品質特性の解明
## −化学分析結果からみた肥効特性−

**方　法**:

C/N比が13、16, 22の牛ふん堆肥について、成分量や窒素、リン酸、カリの肥効率に関する化学分析により、牛ふん堆肥の品質特性を明らかにする。

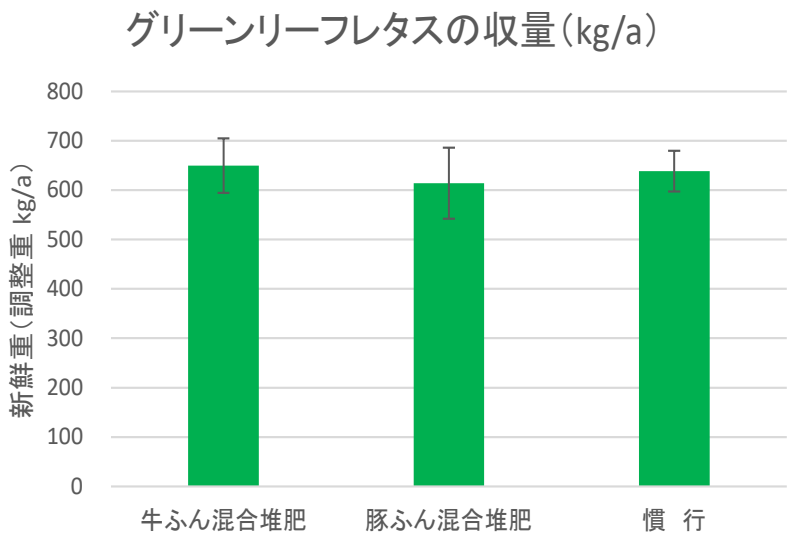
**結　果**:

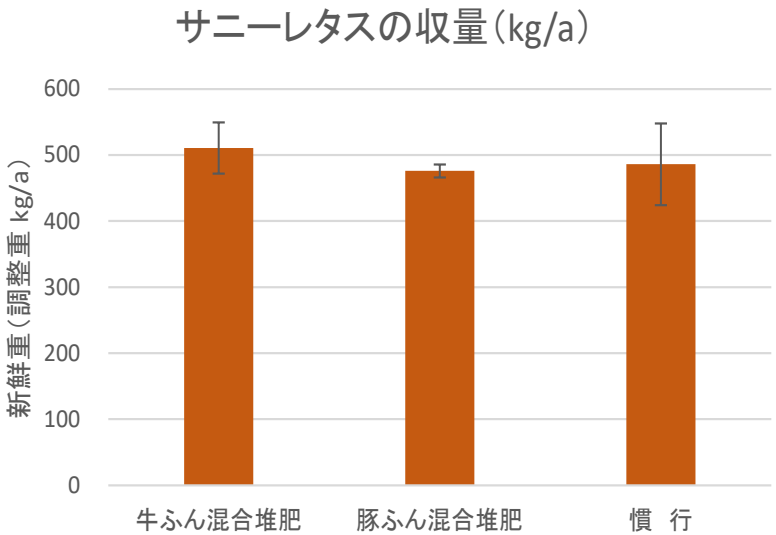
C/N比の低い牛ふん堆肥は、成分濃度が高く、しかも窒素、リン酸、カリの肥効率も高い傾向を示す。

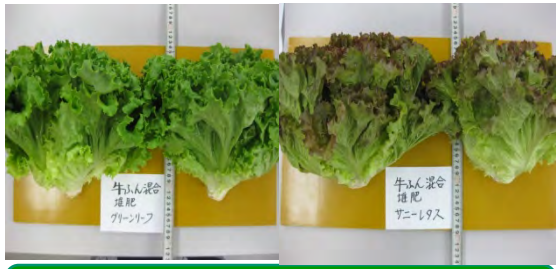
| 項目 | 単位 | 牛ふん堆肥 | 牛ふん堆肥 | 牛ふん堆肥 |
|---|---|---|---|---|
| 想定C/N比 | | 13 | 16 | 22 |
| 原料堆肥 | | 肉用牛ふん主体 | 肉用牛ふんのみ | 乳用牛ふんのみ |
| 副資材の種類 | | おがくず | おがくず | 剪定枝 |
| 窒素 | 乾物% | 3.1 | 2.3 | 1.6 |
| リン酸 | 乾物% | 3.2 | 3.5 | 0.8 |
| カリ | 乾物% | 3.5 | 3.7 | 1.9 |
| C/N比 | | 13 | 16 | 22 |
| 推定肥効率 % | 窒素 | 20 | 19 | 11 |
| | リン酸 | 93 | 91 | 55 |
| | カリ | 99 | 99 | 86 |

# レタス栽培による施肥効果の検証（平凡野菜）

| 肥料 | 窒素 | リン酸 | カリ | 備　考 |
|---|---|---|---|---|
| 牛ふん混合堆肥 | 18 | 21 | 20 | 窒素は100%肥料から、リン酸とカリは慣行肥料で補給 |
| 豚ふん混合堆肥 | 18 | 20 | 20 | 窒素は100%肥料から、リン酸とカリは慣行肥料で補給 |
| 慣　行 | 18 | 20 | 20 | 慣行の肥料で施肥 |



牛ふん混合堆肥

豚ふん混合堆肥

慣　行

混合堆肥複合肥料区のレタスの収量は慣行区と同等

# ま と め

- 市販の混合堆肥複合肥料を収集し、その成分量、窒素、リン酸、カリの肥効率について明らかにした。
- C/N比が異なる牛ふん堆肥（C/N比が13、16、22）について、化学分析による肥効特性を明らかにした。
- 混合堆肥複合肥料の成分量と窒素、リン酸、カリの肥効率を求め、その数値をもとに施肥設計法とアプリソフトの開発を進めている。開発した施肥設計で葉菜類を栽培した結果、収量は慣行施肥区と同等となり、肥料効果が確認された。栽培試験を継続し、混合堆肥複合肥料の利用拡大へ向けてさらに技術開発を進める。

# 謝　辞

本報告の結果は、日本中央競馬会畜産振興事業

「混合堆肥の利用拡大普及事業」で得られました。

本事業は令和2年度から4年度まで実施しています。