

国内肥料資源の利用拡大に向けたマッチングフォーラム in 九州

於：グランメッセ熊本

2023年9月20日

## 国内の肥料資源の有効利用による 持続的農業の展開に向けて ～混合堆肥複合肥料を事例に～



# 自己紹介

荒川祐介 (あらかわ ゆうすけ)

農研機構九州沖縄農業研究センター  
研究推進部 技術適用研究チーム  
専門 土壌肥料

## 現在の研究テーマ

サツマイモ基腐病被害抑制に向けた  
かんしょ健全苗の供給システムの開発  
(種イモ蒸熱処理、苗床土壌還元消毒)



都城研究拠点  
都城市は農業産出額全国第1位



種イモ専用蒸熱処理装置  
サツマイモ基腐病対策

生産コストの削減に向けた有機質資材の  
活用技術の開発  
(農水委託プロ 2015～2019年度)



農研機構  
技術マニュアル  
混合堆肥複合肥料  
の製造と其の利用  
家畜ふん堆肥の肥料原料化の促進

農研機構  
NARO

混合堆肥複合肥料

検索

生産コストの削減に向けた有機質資材の  
活用技術の開発  
(農水委託プロ 2015～2019年度)



混合堆肥複合肥料

検索

- **牛ふん堆肥ベースの混合堆肥複合肥料開発**
  - 資源量が大きい
  - 豚ふん、鶏ふん使用の銘柄開発済
  - 土づくり効果が期待
- 開発肥料のねらい
  1. 有機物還元を重視したもの
  2. 化成肥料代替を重視したもの
- **研究実施体制**

公設試（福岡、岡山、三重、静岡、神奈川、新潟）、肥料メーカー（朝日工業、三興、ホーチアグリコ、すすき牧場、テクノマックス南日本）  
農研機構九州沖縄農研

# 本日お話しする内容

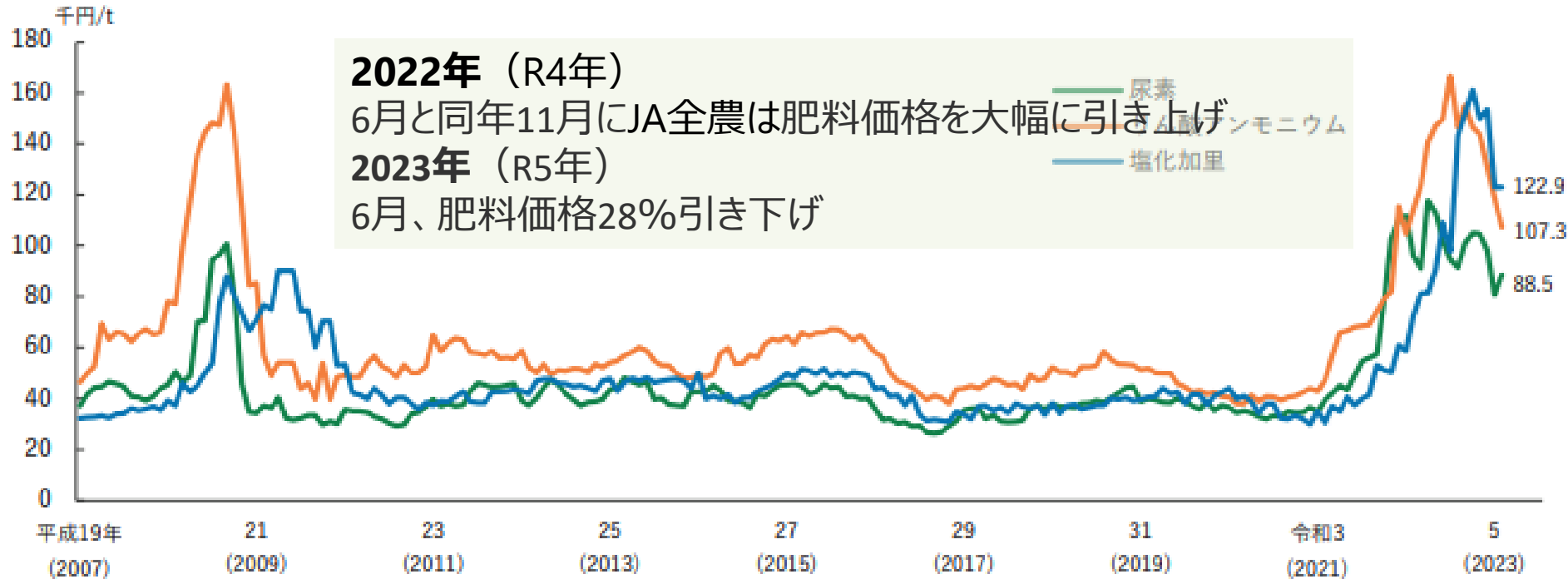
- はじめに  
**国内肥料資源の有効利用に向けて機運が高まっている。**
- 堆肥のペレット化  
**ペレット化のメリットと限界**
- 混合堆肥複合肥料の製造とその利用  
**国内資源の肥料原料化の先進例**
- 国内資源の肥料原料化への課題  
**考慮すべき7つの事項**
- 下水汚泥資源の肥料利用事例  
**県内資源循環の好例**

# 本日本話する内容

- **はじめに**
- 堆肥のペレット化
- 混合堆肥複合肥料の製造とその利用
- 国内資源の肥料原料化への課題
- 下水汚泥資源の肥料利用事例

## 肥料原料価格の推移

2021年以降高騰、本年1月以降下落



資料：財務省「貿易統計」を基に農林水産省作成

注：月当たりの輸入量が5千t以下の月は前月の価格を表記

出典：令和4年度 食料・農業・農村白書 図表特-4

## 国内肥料原料の輸入相手国

### 尿素

マレーシア 60 %

中国 25 %

### りん安

中国 76 %

モロッコ 18 %

### 塩化加里

カナダ 80 %

イスラエル 9 %

(R 3 肥料年度)

輸入調達先の切替により

赤字は前年度に比べてシェア増加

青字は前年度に比べてシェア減少

我が国は、肥料原料のほとんどを海外に依存しているが、これらの資源は限られた国に偏在している。

出典 農林水産省（2023）肥料をめぐる情勢について

## 輸入肥料原料に頼るわが国の農業は、 世界の肥料市況に大きく影響を受ける構造

化学肥料の製造コストに  
占める**原材料費の割合**

# 約6割

高度化成肥料について

出典：経済産業省  
(2013) 平成24年度中小  
企業支援調査 化学肥料製  
造における実態調査」

農業経営費に占める  
**肥料費の割合**

# 6～18%

水田作9%、畑作13%、  
茶作18%

出典 農林水産省 (2023)  
肥料をめぐる情勢について

**世界の肥料消費量**  
の年平均増加率

2030年まで

# +1.4%

世界人口の増加、新興国の  
食料事情の変化を背景

出典：Alexandratos&  
Bruinsma (2012) World  
agriculture towards  
2030/2050



## 肥料価格高騰対策事業（農林水産省）

R4年秋肥、R5年春肥対象



R5年秋肥対象



肥料価格の高騰による農業経営への影響緩和のため、化学肥料の低減に向けて取り組む農業者の皆様への肥料費を支援します。



### 支援の対象となる肥料

令和4年6月から令和5年5月に購入した肥料(本年の秋肥と来年の春肥として使用する肥料)が対象です。

### 支援の内容

化学肥料低減の取組を行った上で前年度から増加した肥料費について、その7割を支援金として交付します。

化学肥料の低減や堆肥等の国内資源の活用等の取組を行った上で前年度から増加した肥料費の7割を交付

肥料価格高騰は一服したが、  
**化学肥料削減の流れを定着へ追加対策**

国際価格の変動の影響を受けづらい  
生産体制を確立するため  
堆肥入り肥料の利用を進める取組など、  
**地域単位での取組**を支援

(6/20野村農林水産大臣記者会見)

2021.5

農林水産省

### みどりの食料システム戦略策定

カーボンニュートラル、化学肥料の使用量30%低減

地域・未利用資源の最大活用による資材コスト低減

2022.10

農水省・国交省

### 下水汚泥の肥料利用の拡大に向けた官民検討会を設立

→2023.1に課題と取組の方向性を取りまとめた論点整理を公表

2022.12

食料安定供給・農林水産業基盤強化本部（首相官邸）

### 食料安全保障強化政策大綱を決定

肥料の使用量（リンベース）に占める国内資源の利用割合を40%まで拡大

2023.02

農林水産省

### 国内肥料資源の利用拡大に向けた全国推進協議会を設立

2023.06

食料安定供給・農林水産業基盤強化本部

### 食料・農業・農村政策の新たな展開方向

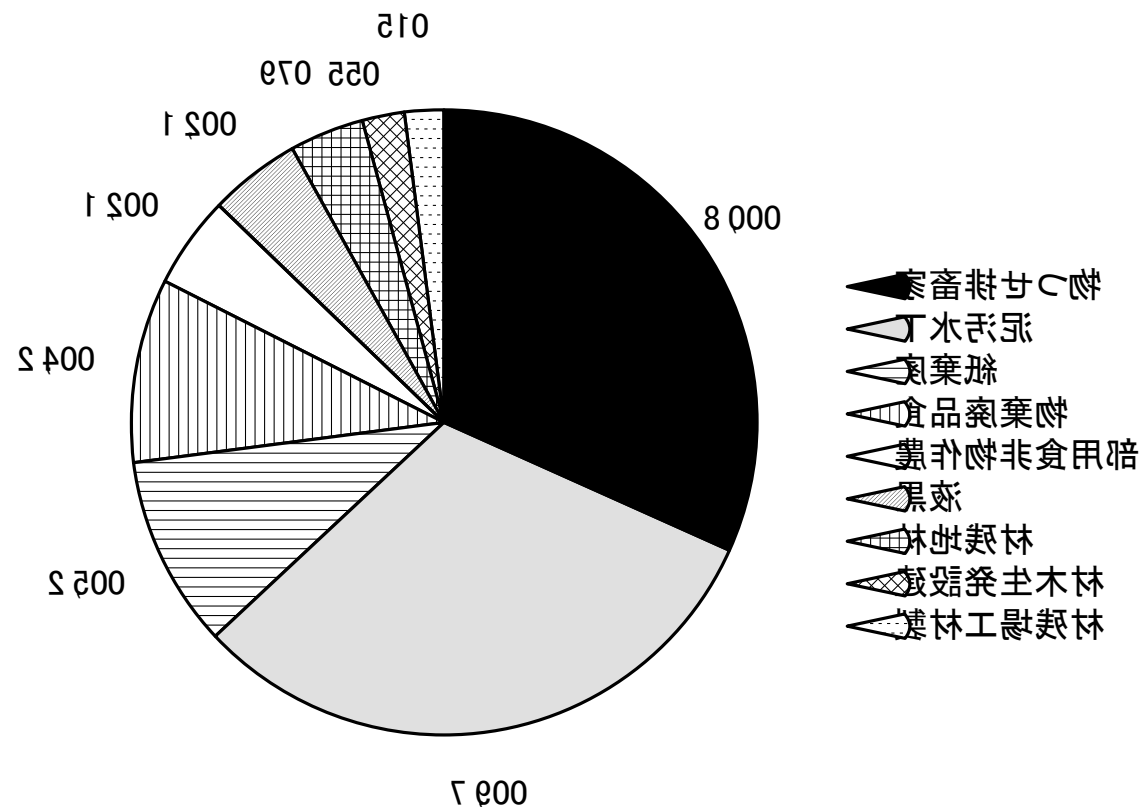
平時においては、化学肥料から堆肥や下水汚泥資源等の代替資源への転換、堆肥の広域流通を促進するとともに、調達先国との資源外交の展開、肥料原料の備蓄体制の強化を進める。

国内肥料資源の利用拡大に向けたマッチングフォーラムin東京の開催

# 国内のバイオマス賦存量

## バイオマスの年間発生量（推計値 単位：万トン）

農林水産省（2022）バイオマス活用推進基本計画（第3次）より著者作成



バイオマスは再生利用可能な有機性資源（石油等の化石資源は除く）を言う

バイオマス発生量のうちおよそ1/3づつを家畜排せつ物と下水汚泥が占めている。

家畜排せつ物は堆肥化・液肥化により農地還元されているが、偏在、施用労力不足の課題がある

下水汚泥は、乾燥重量換算で約200万トンの発生。約4万トンのリンを含む（Matsubae-Yokoyamaら 2009）。コンポストとしての利用は1割

# 下水汚泥資源の肥料利用

国土交通省「発生汚泥等の処理に関する基本的考え方について」（令和5年3月17日付け国水下企第99号）

「発生汚泥の処理に当たっては肥料としての利用を最優先し、最大限の利用を行うとともに、農政部局、下水道部局の緊密な連携体制により必要な取組を推進する」

既存の下水道設備は必ずしも再生利用を行う上で最適化されたものではなく、その設備寿命も長い。  
国内で自給でき、かつ安定的に供給できる潜在的な肥料原料として国民の理解を得ながら下水汚泥資源の肥料利用を着実に進めていくことが課題。

国水下企第99号  
令和5年3月17日

各都道府県下水道担当部局長 殿  
各政令指定都市下水道担当部局長 殿  
(上記、各地方整備局等経由)

国土交通省水管理・国土保全局下水道部  
下水道部長  
(公印省略)

## 発生汚泥等の処理に関する基本的考え方について

下水道法第21条の2第2項において、「発生汚泥等の処理に当たっては、脱水、焼却等によりその減量に努めるとともに、発生汚泥等が燃料又は肥料として再生利用されるよう努めなければならない」と規定しているところ、我が国における2050年カーボンニュートラルの実現、さらには、食料安全保障の強化に向けた生産資材の国内代替転換等が重要課題となっている中で、下水汚泥のエネルギー・肥料としての利用に対する必要性が一層高まっているところである。

特に、肥料としての利用については、「食料安全保障強化政策大綱」（令和4年12月27日 食料安定供給・農林水産業基盤強化本部決定）において、2030年までに、下水汚泥資源・堆肥の肥料利用量を倍増し、肥料の使用量（リンベース）に占める国内資源の利用割合を40%まで拡大する旨が示された。

このような背景を踏まえ、下水道事業を通じた循環型社会の実現への貢献を更に拡大するべく、今後の発生汚泥等の処理に関する基本的考え方を下記の通り定めたと、本方針を十分に御了知の上、下水道事業の実施に努めていただくようお願いする。

各都道府県におかれては、貴管内市町村（政令指定都市を除く。）にもこの旨周知されたい。


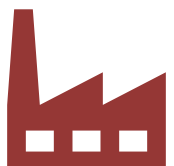

本通知は、地方自治法（昭和22年法律第67号）第245条の4第1項の規定に基づく技術的助言であることを申し添える。

記

## 発生汚泥等の処理に関する基本的考え方

- 下水管理者は今後、発生汚泥等の処理を行うに当たっては、肥料としての利用を最優先し、最大限の利用を行うこととする。
- 焼却処理は汚泥の減量化の手段として有効であるが、コンポスト化や乾燥による肥料利用が困難な場合に限り選択することとし、焼却処理を行う場合も、焼却灰の肥料利用、汚泥処理過程でのリン回収等を検討する。

# 国内資源を利用した肥料の生産・利用の機会と課題

利害関係者	機会	課題
 <b>原料供給事業者</b>	<b>処理コストが必要となる廃棄物売れる資源に</b>	安定供給（小ロット生産への懸念） 品質管理（水分・腐熟度）※農家仕向と相違 篩別（粒径調整、異物除去） 荷姿、運搬手段、コスト
 <b>肥料製造事業者</b>	<b>時代に即した新たなビジネスチャンス</b>	供給元の開拓 製造体制の整備（原料の保管、搬送、臭気対策） 配合（高水分、高pH） 品質管理、造粒ノウハウ 品質基準の策定（流通業者、需要家の要求）
 <b>肥料利用者</b>	<b>安定した価格で肥料調達。収量・品質向上</b>	地域の気候、土壌、品目に応じた製品提案 慣行作業とのすりあわせ（散布方法等の見直し） 慣行化成銘柄との競合（コストメリット縮小時） 土づくり効果の実証 ペレット肥料の散布ノウハウ

↑  
三者ともメリットのある取組  
↓



世の中の認識が、「コップに水が半分入っている」から「半分空である」に変わるとき、イノベーションの機会が生まれる。

—— ピーター・ドラッカー

**今こそ、国内の肥料資源の有効活用による肥料生産のイノベーションにより、将来にわたって持続可能な農業生産への転換を実現しよう！**

# 本日本話しする内容

- はじめに
- **堆肥のペレット化**
- 混合堆肥複合肥料の製造とその利用
- 国内資源の肥料原料化への課題
- 下水汚泥資源の肥料利用事例

# 家畜排せつ物の堆肥化

- **堆肥化**は最も**安価**でかつ**实际的**な処理方法。
- 家畜ふん堆肥は、**土づくり**、**作物の品質向上**に役立つ。
- 肥料成分にも富み、**化学肥料の使用量低減**も図れる。
- × 重く嵩張り、**輸送コスト**が高くなりやすいため**地域内利用**が前提
- × 散布する面積が広くなれば、マニュアルスプレッダのような**専用の散布手段**が必要
- × 作物栽培前に期間を空けて施用する必要。
- × 成分が偏っており堆肥のみでは**施肥が完結しない**

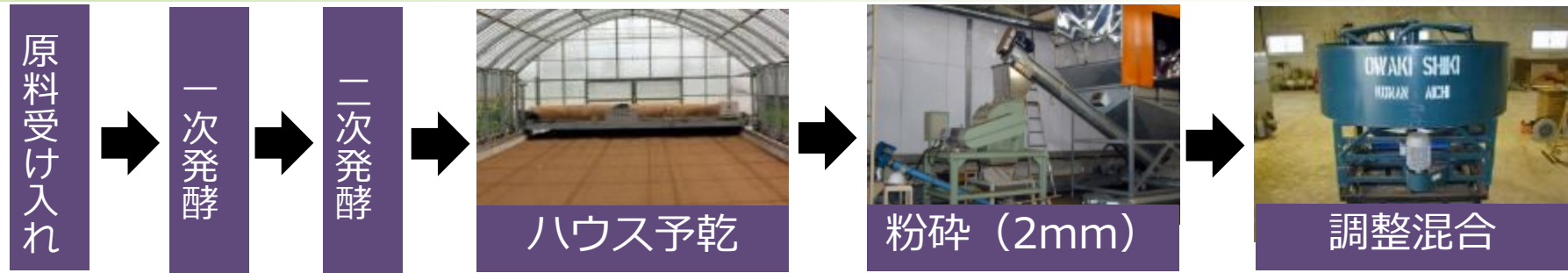


- **堆肥の品質向上**に必要な施設・機械等の整備
- 積込、運搬、散布に係る**利便性の改善**
- ペレット化や化学肥料との混合など、**耕種農家が使いやすい肥料の実用化・利用拡大**

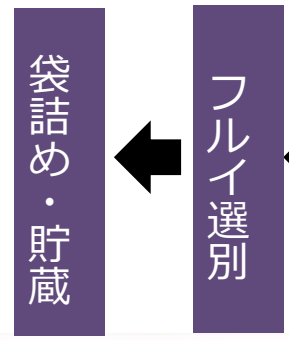




# 堆肥のペレット化の工程



造粒工程に負担をかけないように含水率を20~30%に調整し、篩別により異物を除去する。



米麦の乾燥機を流用  
造粒直後は、熱を持ち蒸気が発生するため放冷を兼ねている。



粒径は選択可能、造粒速度と機械施肥  
対応を勘案して4ないし5mmが主流  
速度~1トン/時間 コスト5-15円/トン

# 堆肥ペレット利用者の声

撒きやすい

汚れない

臭わない

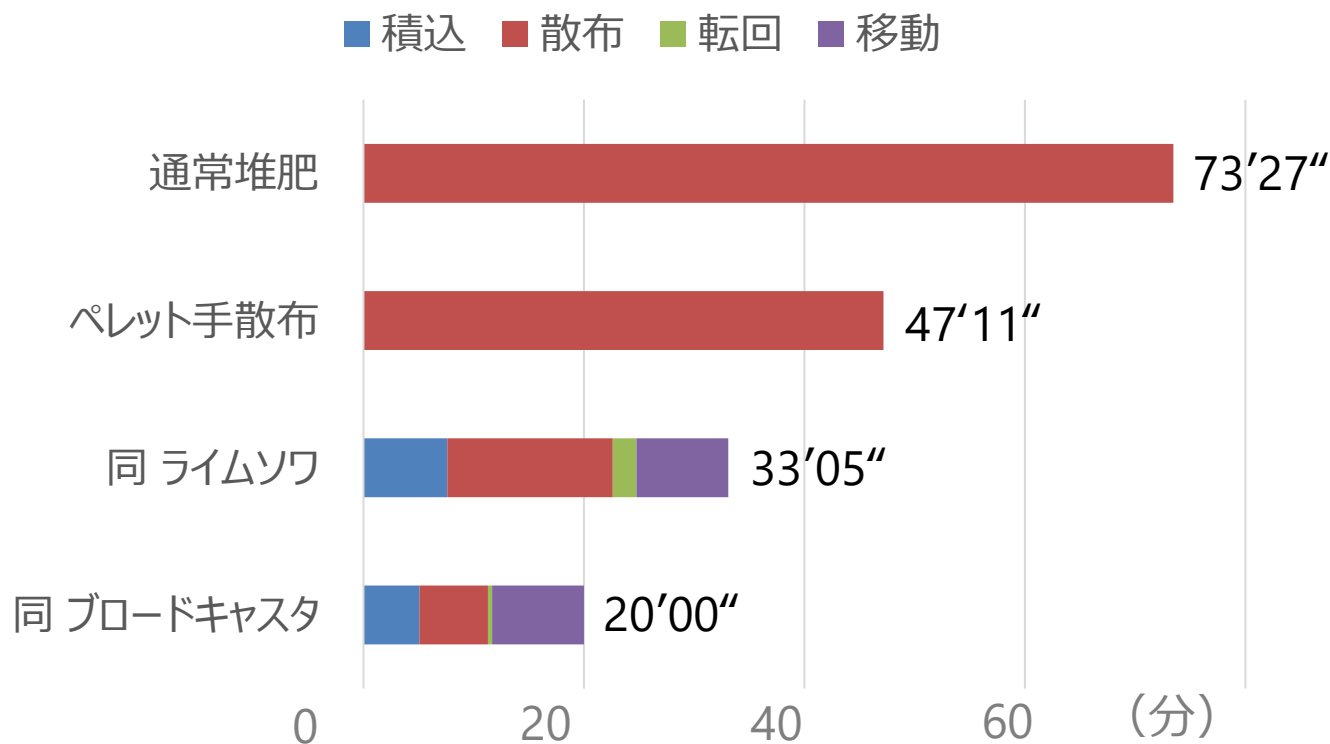
肥料が少な  
くて済む

肥料の効き  
目が長い

生育をコント  
ロールしやす  
い

# 堆肥ペレット散布の作業性

堆肥散布作業の所要時間 (aあたり)

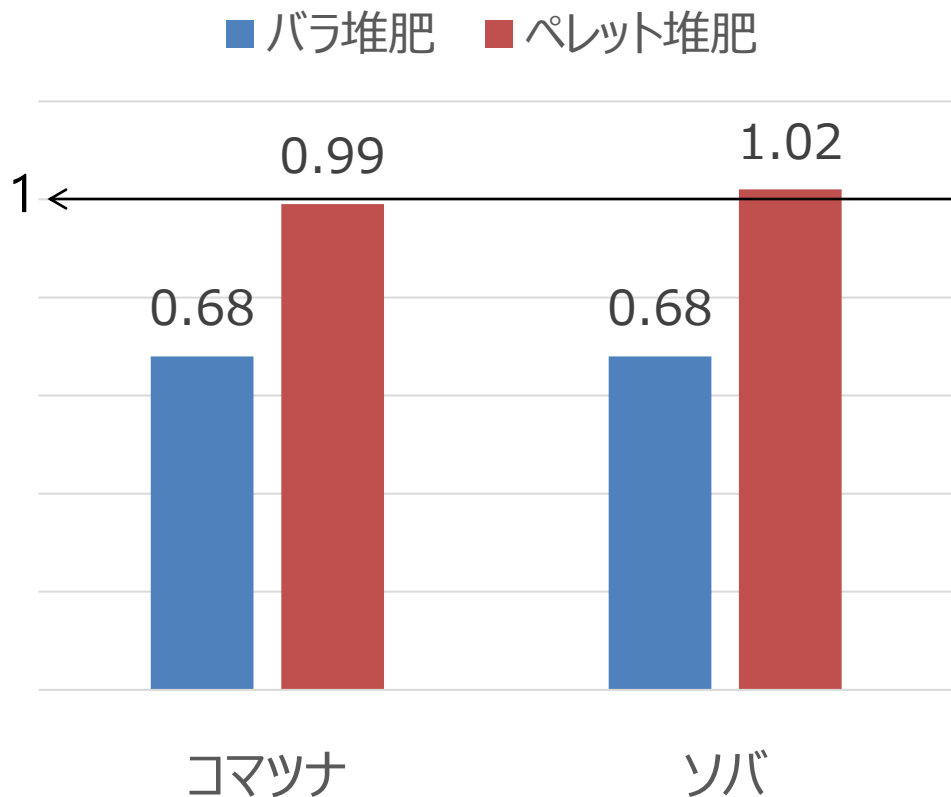


散布量：通常堆肥100kg、ペレット堆肥50kg

出典：加久ら（2005）熊本県農業研究センター報告

# 堆肥のペレット化によるリン酸肥効への影響

過リン酸石灰施肥を1とした時の、  
堆肥施肥のリン酸の利用率（荒川,2012土肥誌）



ペレットを包むように根が覆う

有機物とりん酸が一体となっていることで、土壌のリン固定が抑えられ肥効が向上する。

(圃場試験の結果)

## 表 リン酸源を変えて栽培した作物の収量とリン酸吸収量

	チンゲンサイ <sup>1</sup> (2011年)		スイートコーン <sup>1</sup> (2012年)		ダイズ <sup>1</sup> (2012年)		ハクサイ <sup>1</sup> (2012年)	
	収穫物 収量 <sup>2</sup>	リン酸 吸収量 <sup>3</sup>	雌穂 収量 <sup>2</sup>	リン酸 吸収量 <sup>3</sup>	子実 収量 <sup>3</sup>	リン酸 吸収量 <sup>3,4</sup>	結球 収量 <sup>2</sup>	リン酸 吸収量 <sup>3</sup>
ペレット	145a	2.14ab	<b>286a</b>	<b>6.61a</b>	374a	4.08a	<b>1,874a</b>	<b>7.51a</b>
バラ堆肥	147a	2.11b	<b>272a</b>	<b>5.94b</b>	394a	3.61a	<b>1,623b</b>	<b>5.36c</b>
過リン酸石灰	148a	2.21a	<b>260ab</b>	<b>5.78b</b>	391a	3.82a	<b>1,781ab</b>	<b>6.23b</b>
無リン酸	113a	1.32b	222b	4.76c	374a	3.24a	0	1.16d

1.リン酸の施肥量はチンゲンサイ\*、スイートコーン、ハクサイが15 kg/10a、ダイズは10 kg/10a。

2.単位 ; g/株 3.単位 ; kg/10a 4.子実肥大期の吸収量。

データの後のアルファベットが異なる場合 5%水準で有意差あり (TukeyHSD検定)。

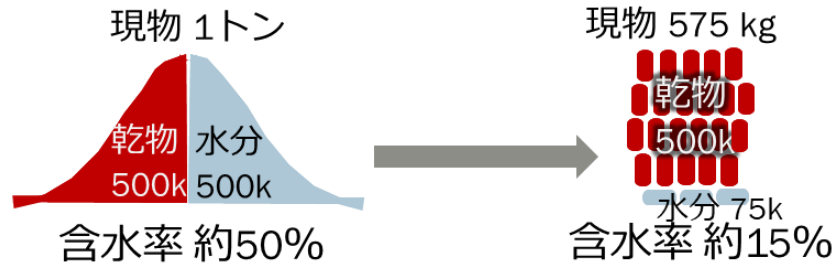
# 堆肥のペレット化の利点

- 取扱い性の向上
- 品質の安定



直径5mm, 長さ8~10 mm

- 貯蔵容積が減少（容積40%, 重量60%）
- 運搬性にすぐれ遠距離輸送が可能
- 汎用管理機で機械散布可能
- 散布時に粉塵の発生が少ない。



- 粉碎、篩別、造粒工程を通じて均質に
- 品質保持に良好（水分15%以下）
- りん酸肥効向上の可能性



慣行の堆肥は人力もしくはマニユアスプレッダーによる機械散布




農家手持ちの肥料散布機,石灰散布機の使用が可能

# ペレット堆肥普及上の課題

1. 設備投資が必要（乾燥、粉碎・篩別、造粒、袋詰）
2. 加工コスト
3. 化学肥料と比べて“やはり”散布量が多くなる。
4. 主成分の含有量と作物の要求量が合致していない。
5. 化学肥料と異なる流通経路

地場流通が中心、ロジスティクス



**国内肥料資源の利用拡大に係る弊所の最近の取組 1**  
(ペレット堆肥流通・下水汚泥資源等の肥料利用促進技術の開発・実証)

**ペレット堆肥の広域流通システムに係る低コスト生産体系の実証 (R4~R6)**

ペレット堆肥製造経費を25,000円/tまで低コスト化、牛ふんペレット製造量を倍増  
指定混合肥料の製造コスト50,000円/t。年間300tを生産、200tを広域流通

**ペレット堆肥製造の効率化**  
工程の最適化 (堆肥一次乾燥、堆肥粉碎・異物除去、ペレット堆肥仕上げ乾燥)

**指定混合肥料等による広域流通**  
牛ふん堆肥等を利用した指定混合肥料の開発  
肥効の見える化 (土壌水分、地温、ADSON)、農家栽培実証

▶ **JAさくちより  
堆肥入り複合肥料  
「エコがらす」上市**

おが粉代替敷料の製造  
代替敷料の品質評価と流通

コンソーシアム  
構成員 農研機構 (九州沖縄農業研究センター、畜産研究部門)、菊池地域農業協同組合、片倉コープアグリ  
㈱、㈱ Kalm角山、㈱ ワイズランド、熊本県、NPO法人九州バイオマスフォーラム、東京大学、酪農学園大  
学、㈱バイオマスソリューションズ、eneco㈱

24

# 国内肥料資源の利用拡大に係る弊所の最近の取組 1

(ペレット堆肥流通・下水汚泥資源等の肥料利用促進技術の開発・実証)



## ペレット堆肥の広域流通システムに係る低コスト生産体系の実証 (R4~R6)

**ペレット堆肥製造経費を25,000円/tまで低コスト化、牛ふんペレット製造量を倍増**

**指定混合肥料の製造コスト50,000円/t。年間300tを生産、200tを広域流通**

### ペレット堆肥製造の効率化

工程の最適化 (堆肥一次乾燥、堆肥粉碎・異物除去、ペレット堆肥仕上げ乾燥)

### 指定混合肥料等による広域流通

牛ふん堆肥等を利用した指定混合肥料の開発

肥効の見える化 (土壌水分、地温、ADSON)、農家栽培実証

▶ JAきくちより  
堆肥入り複合肥料  
「エコぷらす」上市

### おが粉代替敷料の製造

### 代替敷料の品質評価と流通

コンソーシアム  
構成員

農研機構 (九州沖縄農業研究センター、畜産研究部門)、菊池地域農業協同組合、片倉コープアグリ (株)、(株) Kalm角山、(有) ワイズランド、熊本県、NPO法人九州バイオマスフォーラム、東京大学、酪農学園大学、(株)バイオマスソリューションズ、eneco(株)



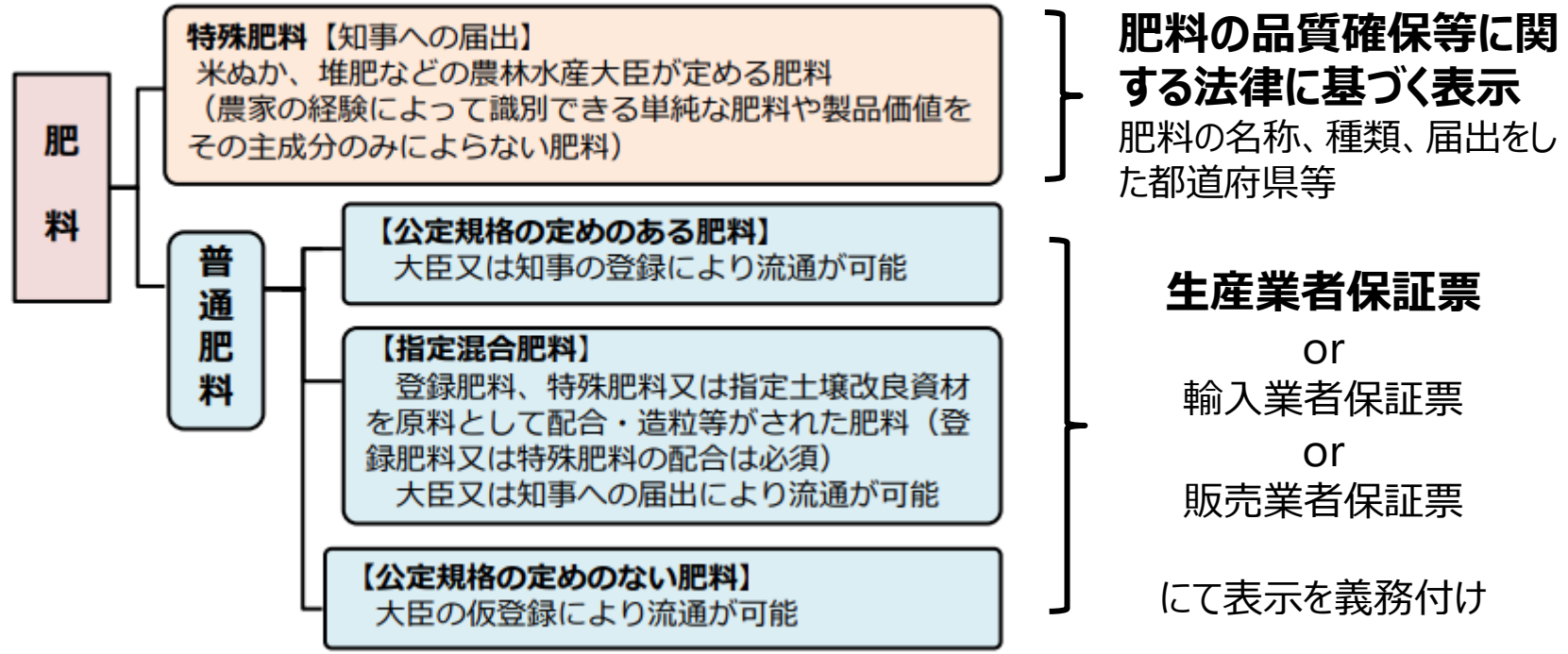
# 本日本話する内容

- はじめに
- 堆肥のペレット化
- **混合堆肥複合肥料の製造とその利用**
- 国内資源の肥料原料化への課題
- 下水汚泥資源の肥料利用事例

# 肥料制度のしくみ

- 肥料の品質を確保するため、肥料の製造・流通には**行政に事前の登録又は届出**が必要。
- 肥料は特殊肥料と普通肥料に大別。
- 製品に成分含量や原材料等の必要な情報の**表示が義務付け**。

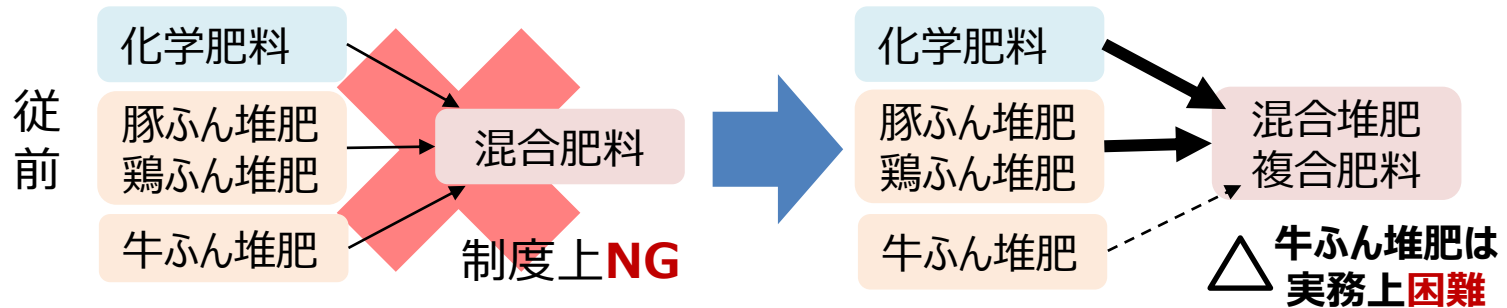
## ■ 肥料制度の仕組み(肥料の区分)



出典：農林水産省農産局 技術普及課（2023）肥料をめぐる情勢

# 化学肥料と堆肥の混合についての制度面の変遷

## 2012年 混合堆肥複合肥料の公定規格の新設



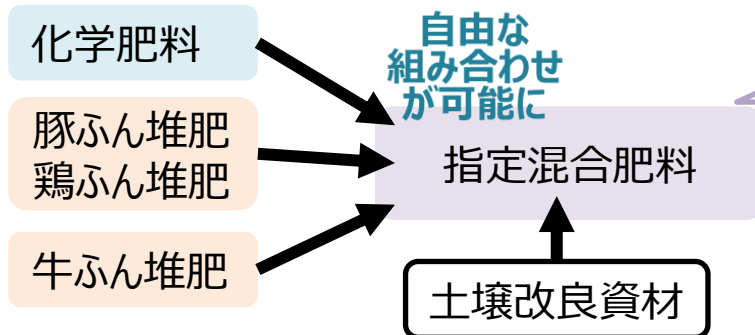
## 2019年 肥料取締法の抜本改正（肥料規制の緩和）

「肥料の品質の確保等に関する法律」に名称変更

産業副産物と堆肥  
の利用促進と  
肥料の安全性向上



## 2020年 指定混合肥料制度の創設



- 特殊肥料等入り指定混合肥料
- 土壌改良資材入り指定混合肥料

堆肥入り肥料の製造の法的ハードルが下がる

## 2021年 混合堆肥複合肥料の公定規格の改訂

# 混合堆肥複合肥料とは

混合堆肥複合肥料は、品質管理された堆肥をベースに、化学肥料等で成分バランスを整え、造粒および加熱乾燥した普通肥料

## 堆肥 (特殊肥料)



- ・施用しにくい
- ・成分にばらつきがある
- ・窒素の肥効が低い
- ・衛生・雑草リスクあり

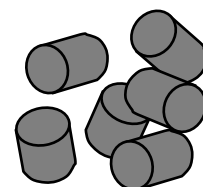
## 肥料 (普通肥料)



- ・有機物供給は少ない
- ・土壌pHが低下しやすい

混合  
造粒  
乾燥

## 混合堆肥 複合肥料



### 様々な機能性を持つ肥料

- ・施用しやすい (ハンドリングが良い)
- ・有機物を供給する
- ・可給態窒素が増加する
- ・硝化が遅い
- ・リン酸肥効が高い
- ・土壌pHが安定する
- ・精密に施肥設計できる
- ・有機化成に比べ成分あたりの価格が安い
- ・衛生・雑草リスクは無い

既存の有機入り配合肥料や化成肥料に用いる有機質原料を低廉な堆肥へ切り替えることができれば肥料価格が10-30%程度下がることが見込まれる (矢野経済研究所,2020)

# 混合堆肥複合肥料とは

混合堆肥複合肥料は、品質管理された堆肥をベースに、化学肥料等で成分バランスを整え、造粒および加熱乾燥した普通肥料

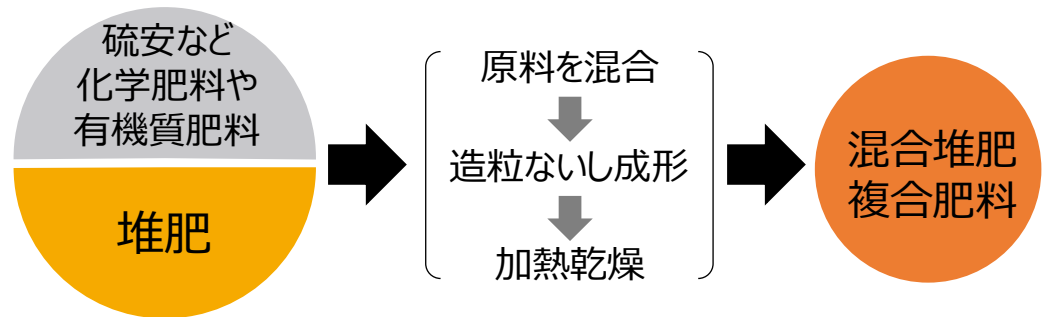
## 原料堆肥の規定

種類	窒素含量	窒素りん酸加里の合計量	炭素窒素比
家畜ふん堆肥	2.0%以上	5.0%以上	15以下
食品由来堆肥	3.0%以上		

原料堆肥は最大50%まで配合可能

2021年12月1日より原料堆肥の炭素窒素比並びに堆肥混合割合の制限はなくなった。

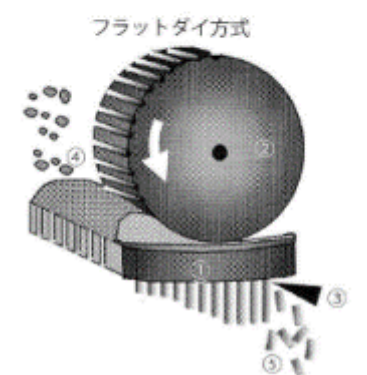
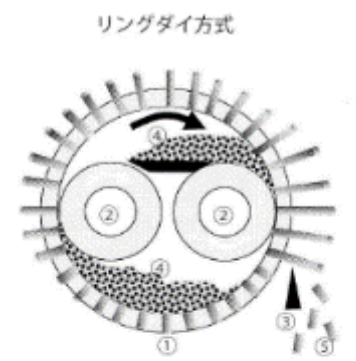
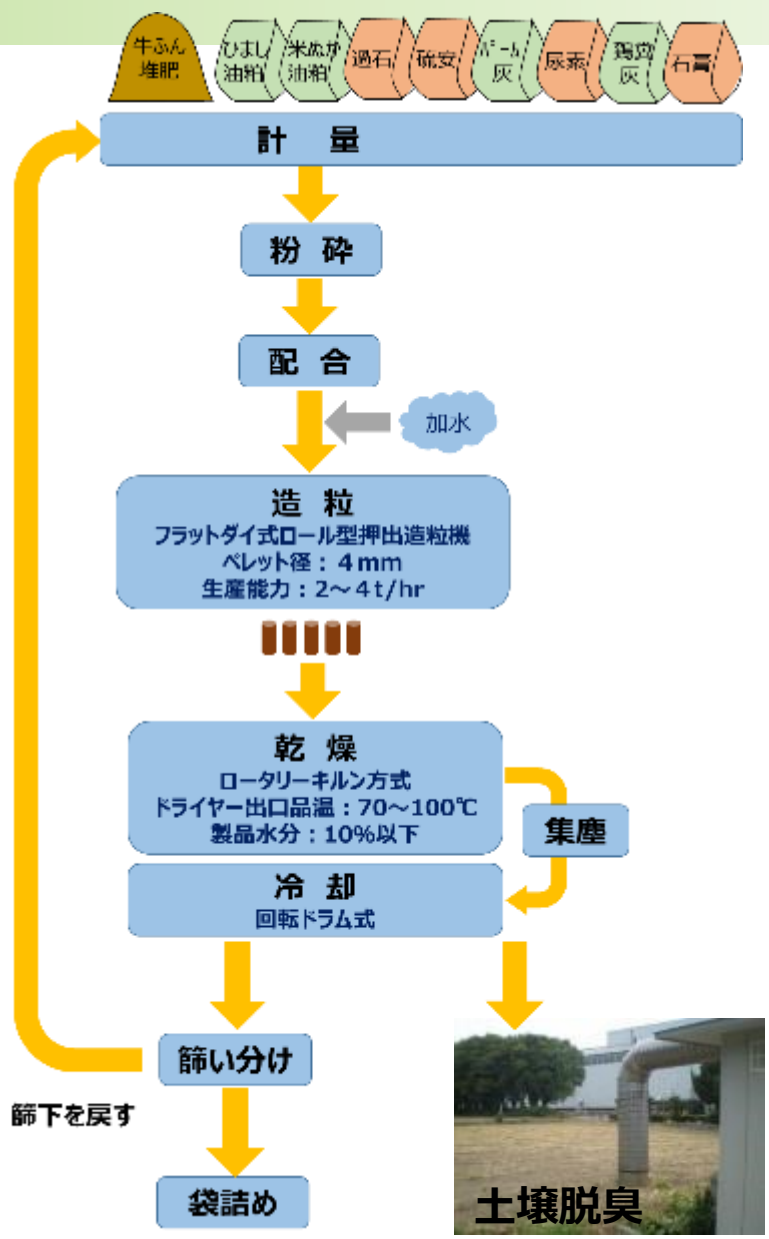
## 製造工程の規定



## 肥料製品の規定

- 窒素、りん酸、加里の合計10.0%以上
- 窒素、りん酸又は加里のいずれか二以上についてそれぞれの最も大きい主成分の合計量が2.0%以上（2021.12.1～）
- 硫青酸化物等含有を許される有害成分11種の最大量は化成肥料と同じ

# 混合堆肥複合肥料の製造工程の一例



# 混合堆肥複合肥料の製造設計（例）

原料の種類	含有成分量 %	使用 割合%	設計成分量%								
			Mois	TN	AN	TP	CP	TK	CK	WK	CMg
堆肥 1 (牛ふん堆肥 ○○○○)	TN1.44, TP1.85 TK1.74 Mois34	24.0	8.2	0.35		0.44		0.42			
堆肥 2 (鶏糞堆肥)	TN2.35, TP6.35 TK6.78 Mois16	24.0	3.8	0.56		1.52		1.63			
△△△△肥料	TN3.8, TP4.0 TK4.0 Mois20	25.0	5.0	0.95		1.00		1.00			
○○○○肥料	TN7.0, AN5.0 Mois12	15.0	1.8	1.05	0.75	0		0			
硫酸アンモニア	TN21.0, AN21.0	12.0	0	2.52	2.52	0		0			
計算値%		100.0	18.8	5.43	3.27	2.96		3.05			
含有主成分 量%			15.0	5.68	3.42	3.10		3.19			
保証成分量%				5.3	3.2	3.0		3.0			

主成分について原料堆肥の寄与はTNで小さく、TP、TKで大きい傾向

# 混合堆肥複合肥料とは

登録銘柄数：110（大臣106 知事4）19社から※2023.3現在  
 保証成分の平均値 TN8.5% TP6.7% TK6.4%  
 年間生産量 1万ト超（朝日アグリア エコレットシリーズ,2022年度）



エコレット（朝日アグリア）



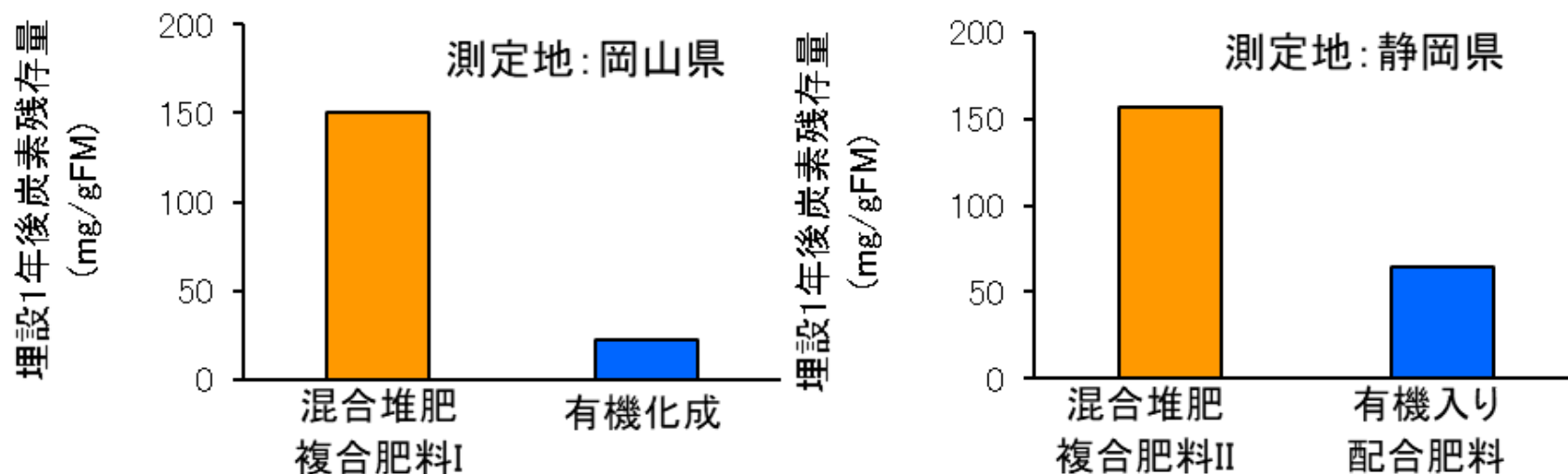
製品例





# 混合堆肥複合肥料の有機物供給効果

～量は多くないが有機物を供給できる



混合堆肥複合肥料と有機化成肥料および有機配合肥料の土壌中での炭素残存量  
埋設時点の肥料現物の炭素含有量 (mg/g) は、混合堆肥複合肥料Iが329、  
同肥料IIが261、有機化成が272、有機配合肥料が148であった

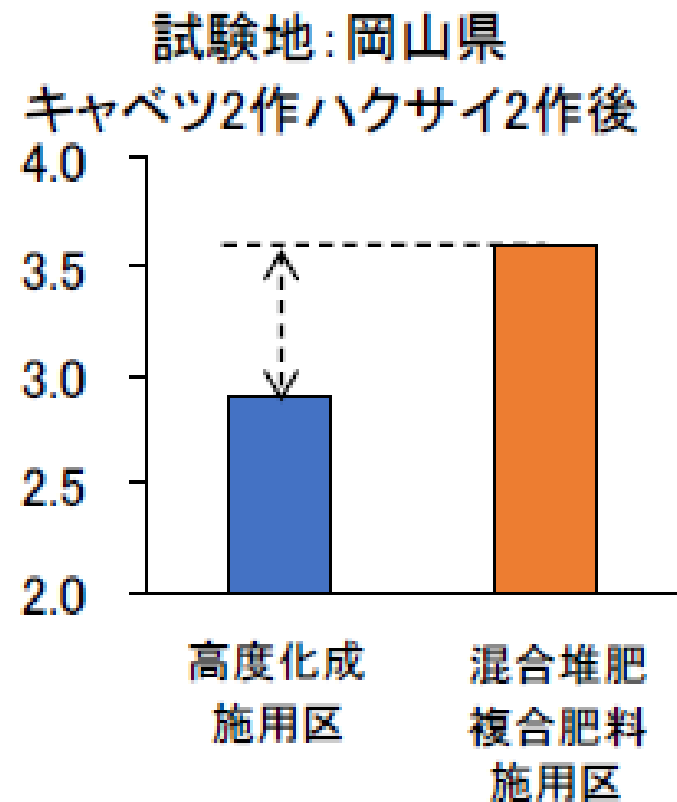
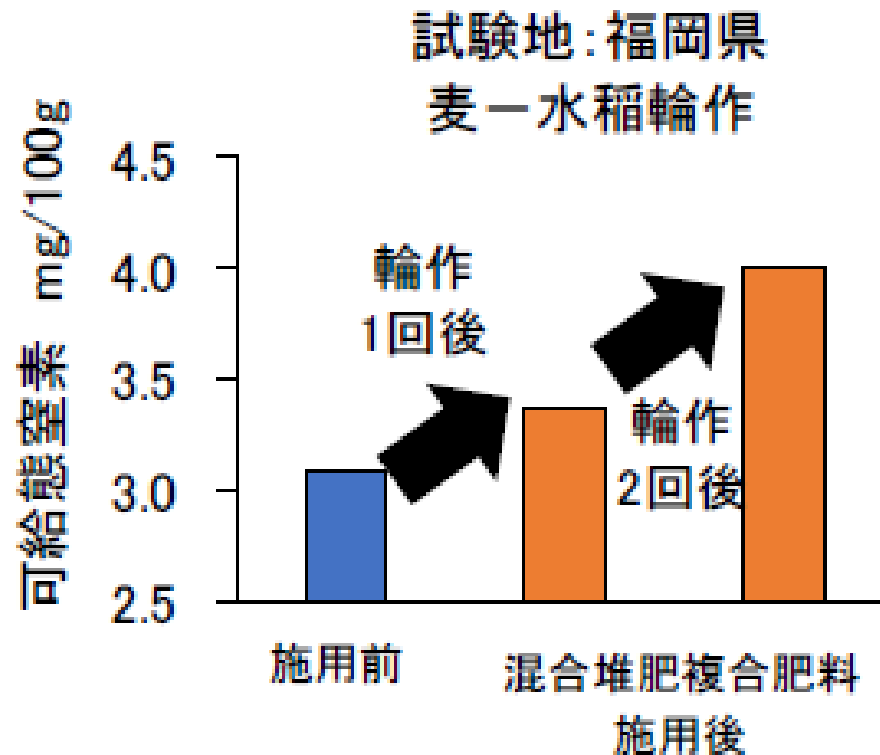
**堆肥由来有機物（酸性デタージェントリグニン）を含んでいるため、既存の有機入り肥料に比べ高い有機物供給効果をもつ**



ガラス繊維ろ紙埋設法

# 混合堆肥複合肥料施用による土壤可給態窒素への影響

～地力維持効果が期待できる



**混合堆肥複合肥料の連用により可給態窒素が増加**

# 麦作追肥における利用

- 九州北部地域では**2年4作の稲麦大豆体系**で堆肥投入できる**休閑期間**がない！
- 土壤有機物および可給態窒素の減耗と収量低下の懸念  
(近年の麦や大豆の収量低迷の一因)
- 麦追肥用として設計**。1回で肥料と有機物を同時施用
- 加工家きんふん肥料配合し約80%家畜排せつ物由来
- 登録番号：生第103493号
- TN4.0%、IAN2.2%、TP3.2%、TK3.1%**  
TC
- 硬度4.4 kgf、かさ比重0.62 kg/L



「すすき混合433号」  
(開発肥料)

低成分で、全炭素  
21%と有機物に富む

# 麦作追肥における利用

## 栽培概要

20年間堆肥を投入していない麦大豆輪作圃場において、麦追肥の速効性窒素量を地域慣行の麦追肥基準値6kg/10aより高い10kg/10aに設定し、有機物投入量が多くなるように開発した混合堆肥複合肥料（以下開発肥料）を400kg/10aの設定として2年間連続施用した（下表）。

後作の大豆に堆肥由来の窒素と加里が肥効すると想定し、**大豆は無施肥**とした。

試験地 福岡県小郡市水田（細粒質普通低地水田土）



400kg/10a散布後の状況

散布時間はブロードキャスターで約15分、増量槽付きライムソーで約54分。化学肥料のブロードキャスター散布の約3分に比べ長い時間が必要。

試験区	冬作：小麦 チクゴイズミ (窒素(アンモニア性)-リン酸-カリ,kg/10a)			夏作：大豆 フクユタカ (窒素-リン酸-カリ,kg/10a)	牛ふん堆肥 相当量 t/10a/年
	小麦基肥	小麦追肥 1回目	小麦追肥 2回目	大豆基肥	
開発肥料区	化成 5.6-6-5	混合堆肥複合 18(10)-14-14	なし	なし	0.41
慣行区	化成 5.6-6-5	化成 4-0-4	化成 2-0-2	化成 1.2-4-4	0

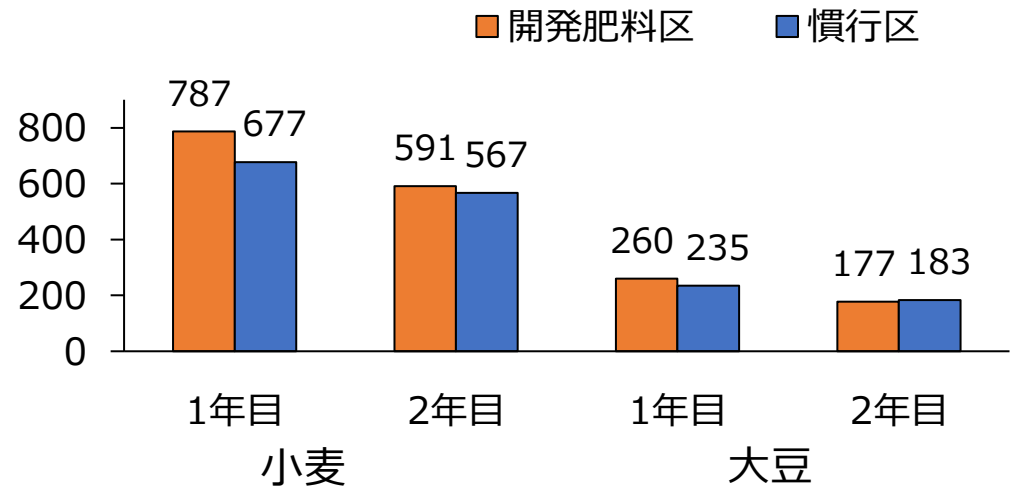
# 麦作追肥における利用

## 収量と収支

開発肥料区の**小麦収量**は慣行化学肥料区より**4~16%増加**、後作の**大豆収量**は**7~11%増加**（右図）。小麦には評点4(多)の倒伏が認められた。

➡収量の低下が顕著でないほ場では施用量の削減が必要

2年間平均の**輪作収入**は慣行化学肥料区に比べ**約1,400円の増加**（下表）



試験区	肥料費	散布労賃 (ブロードキャスト使用)	小麦 集荷価格	大豆 集荷価格	年間収入
開発肥料区	18,788	9,496	80,730	68,755	121,202 (+1,396)
慣行区	8,357	8,937	71,325	65,766	119,806

・ ( ) 内は慣行化学肥料区に対する増減。  
 ・ 集荷価格は直接支払交付金と等級別価格を含み、肥料、散布労賃以外のコストは含まない。

# キャベツ・ハクサイの全量基肥栽培 における利用

年内どりキャベツの追肥が降水量の多い  
9月に行われるため適期作業ができない  
場合は生産が不安定に。

- 土づくり効果を期待し、堆肥、苦土、  
ホウ素を混合
- 追肥作業の省略と施肥効率の向上をね  
らい、ハイパーCDU（緩効性窒素肥  
料）を混合
- 牛ふん主体の三畜種混合堆肥
- 登録番号：生第102424号
- **TN10.0%、TP3.0%、TK7.0%**  
(ICK5.4%、IWK5.3%)  
CMG1.0%、WB0.05%
- 硬度 > 10 kgf、かさ比重0.74 kg/L



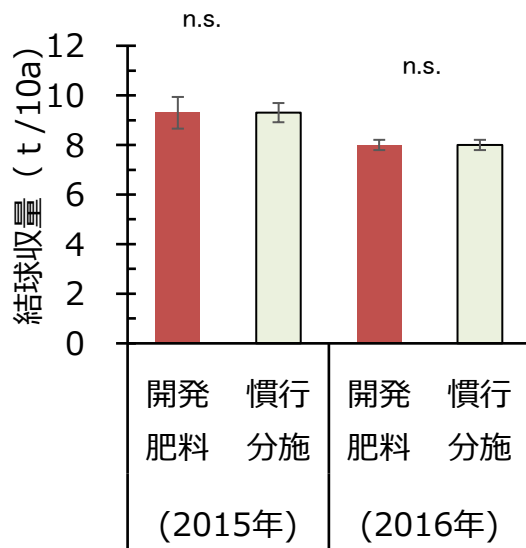
「キャベツ発堆肥入り037」  
(開発肥料A)

# キャベツ・ハクサイの全量基肥栽培 における利用

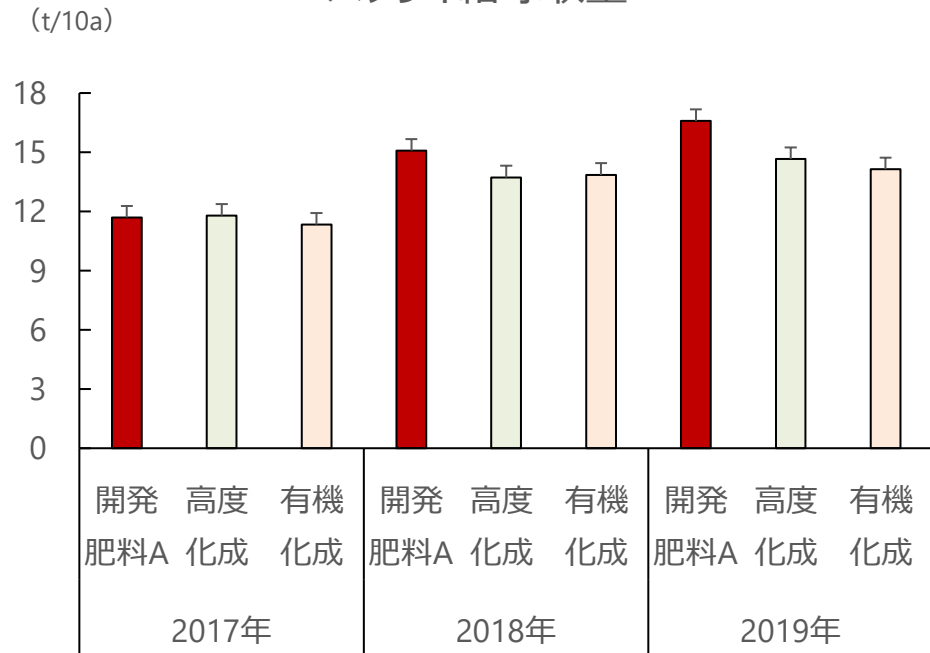
## 栽培概要

地域慣行と同量の窒素施肥量（キャベツ25kg、ハクサイ28kg）になるように全量を基肥に施用。  
試験地 岡山県赤磐市、瀬戸内市畑（典型台地褐色森林土など）

### キャベツ結球収量



### ハクサイ結球収量



混合堆肥複合肥料（開発肥料区）の生育収量は慣行施肥と同等以上  
施肥コストはキャベツで6,700円、ハクサイ有機化成区で1,900円低減

# 混合堆肥複合肥料と 特殊肥料等入り指定混合肥料の相違点

	混合堆肥複合肥料	特殊肥料等入り 指定混合肥料
<b>1. 生産申請</b>	登録肥料 (登録銘柄数110件, R5年3月)	届出肥料 (R4年度269件*)
<b>2. 成分</b>	成分含有量を保証 (分析値に基づく) (TN+TP+TK $\geq$ 2.0%)	主成分の含有量 ( <b>分析値に基づく許容値管理</b> ) 化学的変化による品質低下のおそれがないこと
<b>3. 原料堆肥</b>	特殊肥料として届出済 家畜排せつ物由来または食品由来 <b>成分に関する規定有り</b>	特殊肥料として届出済 <b>原料規定無し</b> 成分に関する規定無し <b>水分率50%以下</b>
<b>4. 堆肥と肥料の混合</b>	混合して造粒ないし成形	<b>規定無し</b> 粒状配合も可 堆肥以外の特殊肥料も可
<b>5. 乾燥工程</b>	加熱乾燥が必要	<b>規定無し</b>

出典：\*令和4年度 食料・農業・農村白書白書第1章第7節



# 本日も話します内容

- はじめに
- 堆肥のペレット化
- 混合堆肥複合肥料の製造とその利用
- **国内資源の肥料原料化への課題**
- 下水汚泥資源の肥料利用事例

## 農業における有機性廃棄物利用の考慮すべき管理事項

Management considerations for organic waste use in agriculture (Westerman and Bicudo (2005) DOI: 10.1016/j.biortech.2004.05.011)

農業における有機性廃棄物（バイオマス）の利用には多くの利点があるが、留意すべき点がある。

発生したバイオマスを利用するための課題の多くは、ほとんどのバイオマスで類似している。

### 考慮すべき事項

- (1) 公衆の受容(迷惑または環境への懸念)
- (2) 許容可能な農業慣行への統合
- (3) 製品の品質管理
- (4) ロジスティクスと組織
- (5) 法規制への対応
- (6) 経済的実行可能性
- (7) 持続可能性

## 肥料原料に求められる特性（小林, 2021）

### 1. 法的・社会通念

- 法律上（公定規格上）使用可能
- 生産者・農産物販売上消費者に受入可

### 2. 品質面

- 成分が高位安定（既存原料からの置換可）
- 有害成分の含有が製品として許容される範囲内で十分低位で安定
- 臭気少
- 水分が低位
- pHが高すぎない・低すぎない
- 造粒性・粉化・固結等の製品物性確保
- プラント内で流動性がよいこと
- 貯蔵中の品質変化がないこと

### 3. 経済面

- 十分安価であること（成分あたり）

### 4. 物流面

- 工場の近場で産出
- 工場が求める荷姿が可能
- 貯留機能があること
- 発生場所集中、量確保、季節変動少

出典：小林（2021）廃棄物資源循環学会誌

# 堆肥を肥料原料とする上での課題

## 1.原料に適する堆肥の選別と安定した調達

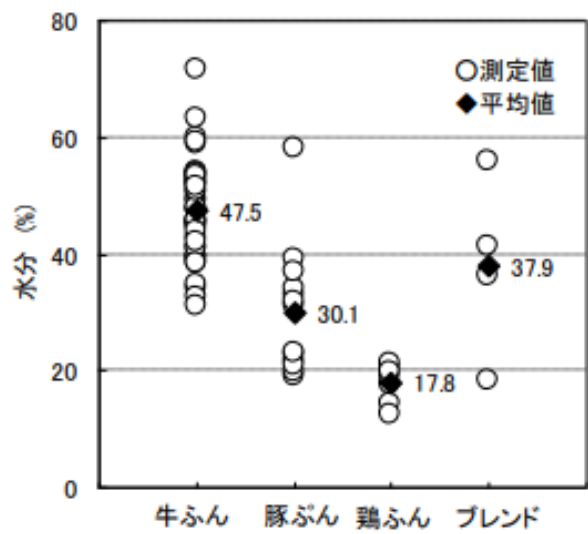
### 原料品質の維持

- 供給できる堆肥が小ロットになりやすく、季節変動等の影響受けやすい。
- 堆肥化方法も様々。



### 含水率の制御


- 指定混合肥料では含水率50%以上の堆肥は使用できない。
- 含水率が高いと、
  - ① 運送コストの上昇
  - ② 配合設計に制約
  - ③ 施設装置への付着
  - ④ 加熱乾燥コストの上昇



大津ら (2012) “長崎県で生産される家畜ふん堆肥の化学性 ～県堆肥コンクールの出展堆肥からの事例～”

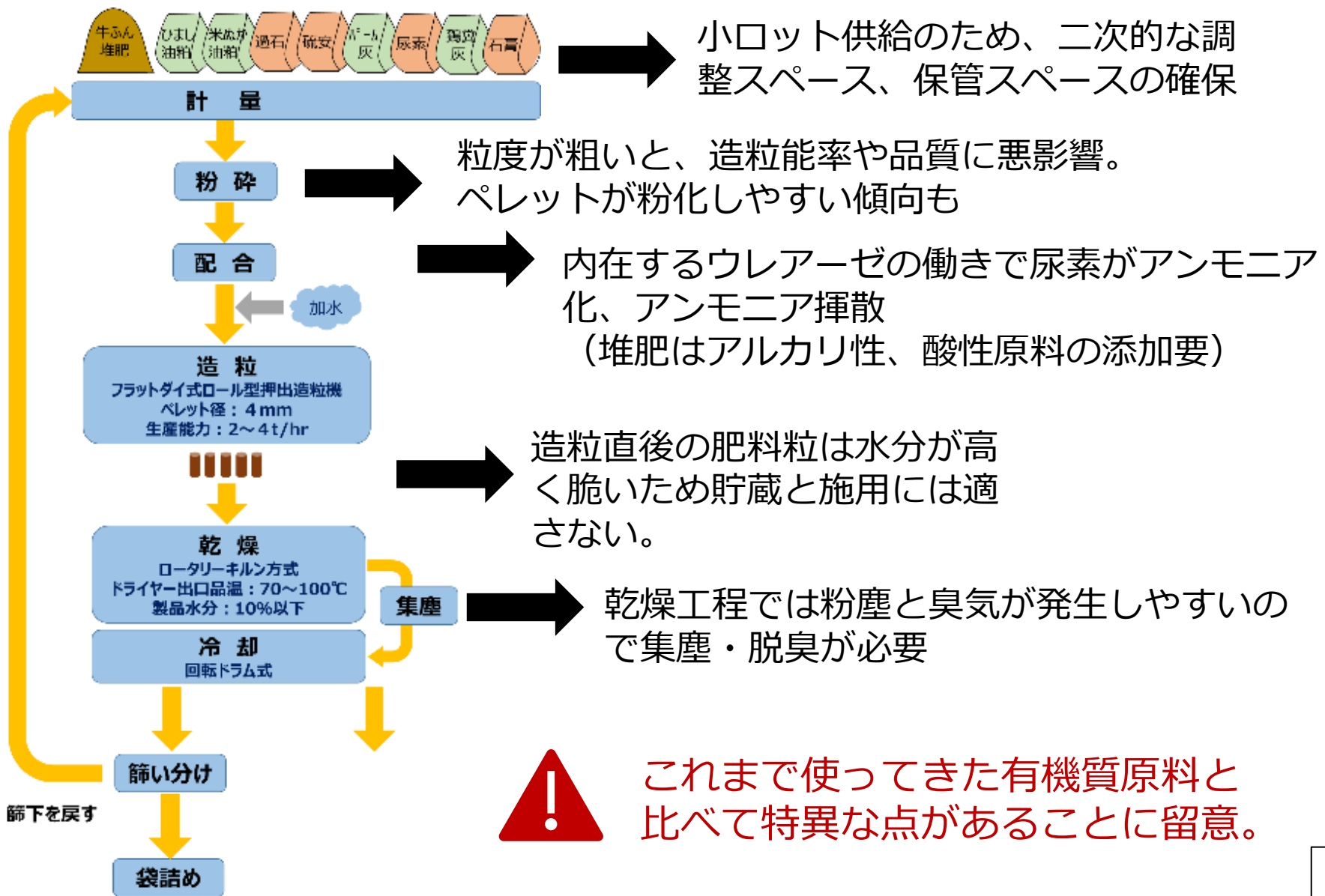
### 異物、臭気

- 粗大な粒径を持つ副資材も使用され、条件によっては堆肥中に残存する。
- 豚ふん堆肥では体毛、鶏ふん堆肥では羽軸の混入が課題。
- 臭気を抑えるため完熟堆肥に

- 良質堆肥の生産技術の一層の向上 
- 堆肥化施設（乾燥施設）の改修、増設
- 肥料原料堆肥の標準化（品質基準策定）

# 堆肥を肥料原料とする上での課題

## 2. 肥料製造施設の対応

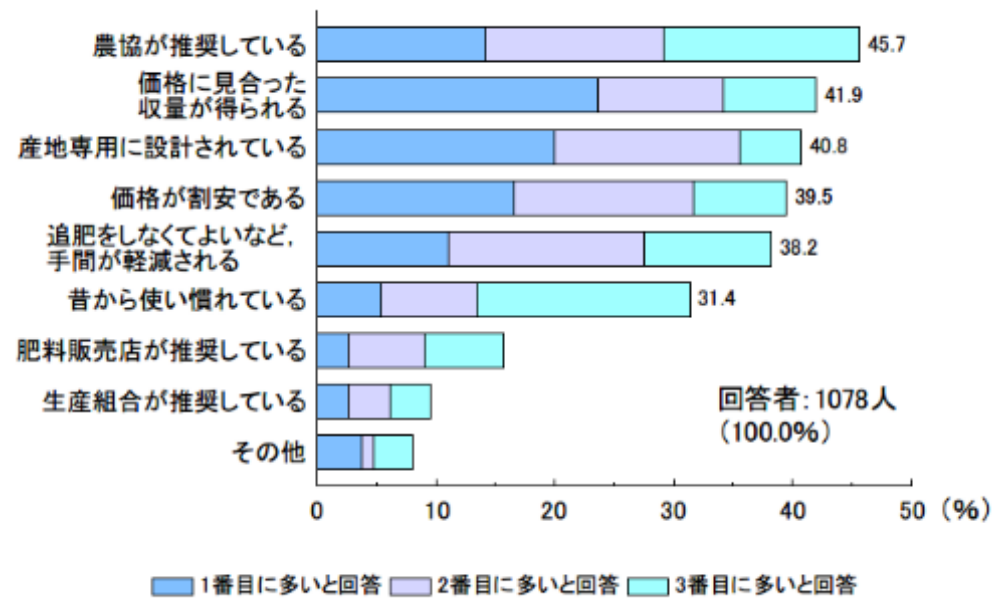


# 堆肥を肥料原料とする上での課題

## 3. 利用者の理解醸成

購入・利用において重視していること（肥料）  
（複数回答（最も重視していることから順に3つまで））

農林水産省 「農業資材コスト低減及び農作業の安全確保に関する意識・意向調査結果」（H25.8）


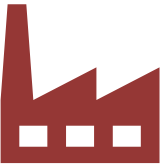



## 機械施肥対応

- 肥料の物理的性状は、機械散布における排出精度に大きく影響する。
- ブロードキャストは既存の肥料形態（Φ2～4 mm丸粒）に最適化。
- 有機物を含む分、慣行の高度化成肥料に比べ施肥量多に。



肥料の開発に当たっては企画段階からJAや産地と協働して実証ほの設置を行い、推奨銘柄や施肥基準に位置付ける等販路確保に向けた取組が重要

利害関係者	機会	課題
<b>原料供給事業者</b> 	<b>処理コストが必要となる廃棄物を売れる資源に</b>	安定供給（小ロット生産への懸念） 品質管理（水分・腐熟度）※農家仕向と相違 篩別（粒径調整、異物除去） 荷姿、運搬手段、コスト
<b>肥料製造事業者</b> 	<b>時代に即した新たなビジネスチャンス</b>	供給元の開拓 製造体制の整備（原料の保管、搬送、臭気対策） 配合（高水分、高pH） 品質管理、造粒ノウハウ 品質基準の策定（流通業者、需要家の要求）
<b>肥料利用者</b> 	<b>安定した価格で肥料調達、収量・品質向上</b>	地域の気候、土壌、品目に応じた製品提案 慣行作業とのすりあわせ（散布方法等の見直し） 慣行化成銘柄との競合（コストメリット縮小時） 土づくり効果の実証 ペレット肥料の散布ノウハウ

↑三者ともメリットのある取組↓

# 本日本話しする内容

- はじめに
- 堆肥のペレット化
- 混合堆肥複合肥料の製造とその利用
- 国内資源の肥料原料化への課題
- **下水汚泥資源の肥料利用事例**



# 下水汚泥資源の肥料利用

- 全国約1,000カ所の下水処理場で肥料利用の取組。
- 肥料利用への仕向けは発生量の約1割（乾物換算。多くは焼却されて埋立・建築資材へ利用）。  
2023年9月現在新たな公定規格「菌体りん酸肥料」設定に向けた手続きが進んでいる。
- コンポスト化以外に、MAP法によるリン回収、焼却灰からのリン回収も少数存在。

## 汚泥コンポスト化

- ◆ 下水汚泥は肥料に欠かせないリンや窒素を含有。
- ◆ 下水汚泥の約1割が肥料利用されている。

### 課題：

- ✓ 重金属の含有リスク
- ✓ 流通経路の確保
  - 下水道に対するネガティブイメージ
  - 散布・施肥方法に関するノウハウ不足



コンポスト施設

コンポスト

※1：佐賀市上下水道局HPより

(佐賀市)※1

## リン回収

- ◆ 汚泥処理プロセスからリンを回収。

### 課題：

- ✓ リン回収施設のコストが高い
- ✓ 回収リン成分のバラツキ

リン回収実施自治体：  
5自治体（6処理場）

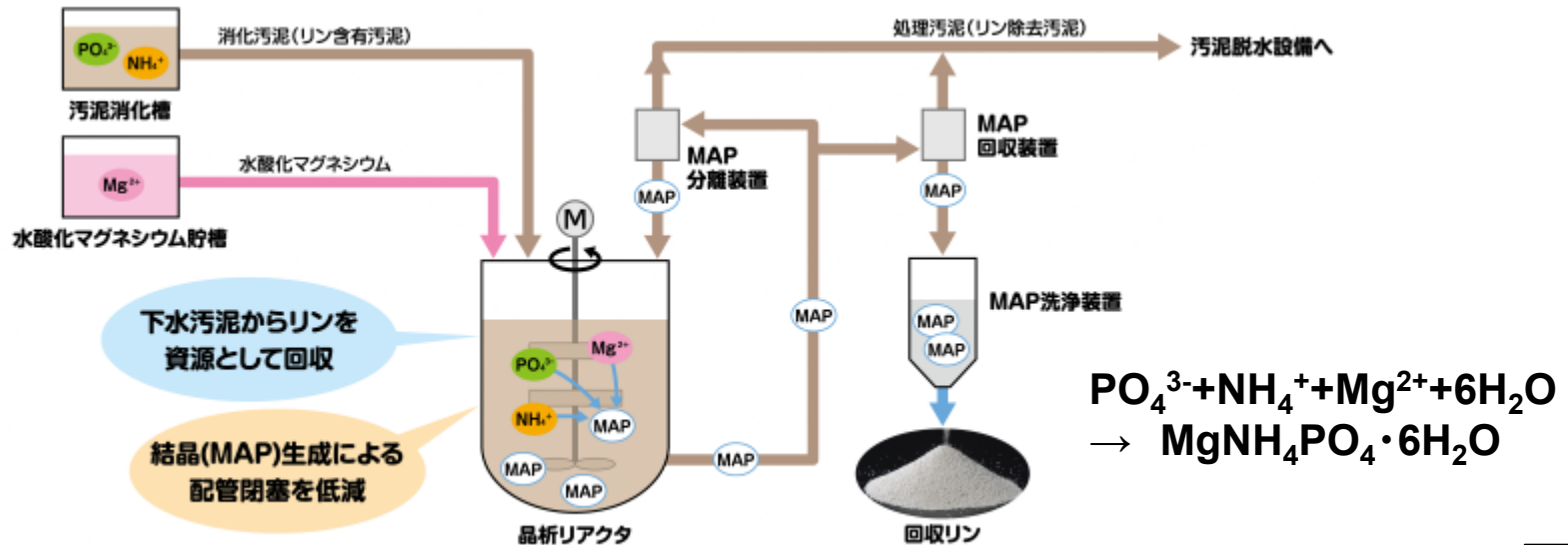


# 下水汚泥資源の肥料利用（福岡市）

## MAP法によるリン回収

- 福岡市の下水処理施設にて博多湾の環境保全のため、富栄養化の原因であるリンを、**下水汚泥から資源として回収（再生リン）**
- 消化汚泥中に含まれるリンをアンモニウムとマグネシウムの結晶化物とする。  
白色～灰白色 粉末状

- 肥料登録済（生第107268号）  
りん酸マグネシウムアンモニウム肥料
- 保証成分：アンモニア性窒素4.0%、  
く溶性りん酸20.0%、く溶性苦土11.5%
- 年間80トン生産
- 臭いも無く、肥料単体としても使用可能

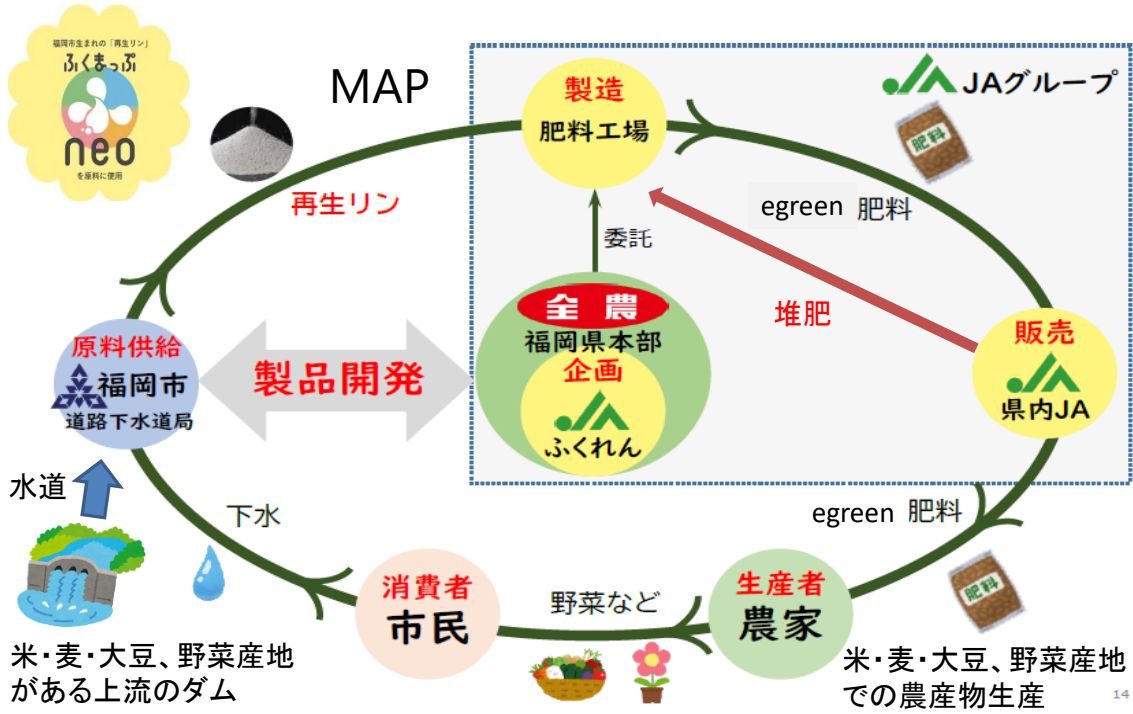


# 再生リンの複合肥料への利用

福岡市は、再生リンを福岡県内の有機配合肥料メーカーに供給

県内のJAグループの堆肥と混合し、指定混合肥料とする。

JA全農ふくれんを通じて2022年9月より販売が開始



福岡市と肥料工場、JAをマッチングし、市民に農産物を届け、回収し肥料とする県内循環型の構図が実現

# 再生リンの複合肥料への利用

- 肥料高騰の中、**低コスト品へのニーズの高まり**（従来品と比べて2～3割の価格低減）
- 堆肥を含むため、**肥料高騰対策事業**にも活用できる
- JAの堆肥と福岡市の再生リンという**県内資源循環への理解**
- 市政とタイアップしたことによる**高い情報発信力**（普及に貢献）
- SDGsやみどりの食料システム戦略など、**社会構造の変化**



福岡県内**20JA中14JAに供給**し、合計で約**11,000袋**と飛躍的に普及



JAみい 2022年 9月上旬より

JAみいの牛糞堆肥使用 環境資源循環型エコ肥料 国内資源で低コスト

## e-green シリーズ 取扱開始!

福岡市が和白水処理センターで回収した再生リンをJA全農ふくれんに供給し、再生リンとJAみいの堆肥を使ったエコ肥料です！水処理センターでは、博多湾の環境保全を目的として、高度処理に取り組んでいます。下水を浄化する過程で、リンを回収し、これを「再生リン」として有効活用しています。

**e-green シリーズとは**

微量要素も入って園芸作物に最適!

**e-green 12-14-10**

窒素: 12% リン: 14% 窒素: 10% 糖土2% 市占率: 0.3%

高成分、微量要素入り肥料!  
幅広く作物に適用でき、微量要素を配合することで、欠乏症の軽減に役立ちます。

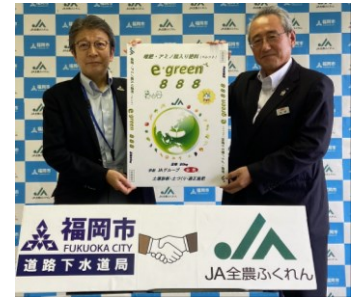
粒状 20kg 3,249円

**e-green シリーズ 他ラインナップ**

**e-green 14-5-5** 2,068円  
リン・窒素を揃えた高濃縮肥料!  
土壌状態などによりリン、窒素が矯正、節減な効果あり、調整セットの経験が深まります。

**e-green 7-7-7** 2,037円  
堆肥、有機質 高含有肥料!  
養分・リン・窒素をバランスよく配合し様々な作物に使用できます。

JAみい経済センター各店舗(小郡本店・大城店・大塚店・弓削店)でご購入いただけます。



市政とのタイアップ  
福岡市長会見で情報発信 (2022.7.26)

## 使用している堆肥

➡**県内3農協**の堆肥を使用（牛2、豚1）（現在開発依頼が多数）  
農協の堆肥を使うことで、**販路の確保に農協の協力、**  
密な情報交換や要請・要望が容易に。

### 【主な課題と対応】

#### ○水分

各堆肥センターと原料で使用する製品の  
統一した管理を行う。

（水分調整を行う手段の検討、協議）

#### ○製品の不均一、異物混入

堆肥センターでの篩の設置。

受け入れ畜産農家への再周知。



## 焼酎粕と組み合わせた新下水汚泥肥料の安定生産技術の開発及び実証（R5～R7）

鹿児島県特有の未利用資源である下水汚泥、焼酎粕から新下水汚泥を開発  
県別生産量全国 1 位のかんしょ、2位の茶等への施用法を開発

### 新下水汚泥肥料の製造開発

ペレット化技術開発と安定供給体制の構築

肥効成分の評価、重金属含量のモニタリング

### 新下水道肥料の施用による農作物の栽培体系の構築

かんしょで100%、茶・園芸作物で50% 化学肥料を代替

環境および土壌理化学性におよぼす影響評価

### 新下水汚泥肥料の安定供給と需要拡大・付加価値向上の方策提示

全県レベルでの循環モデル構築を目指す

コンソーシアム  
構成員

農研機構（九州沖縄農業研究センター、農業環境研究部門）、鹿児島市水道局、（株）三州衛生公社、鹿児島県農業開発総合センター、霧島市上下水道部、ヘンタ製茶(有)、鹿児島工業高等専門学校、（株）日水コン

- わが国の農業は、世界の肥料市況に影響を受ける状況
- 輸入肥料資源に過度に依存する構造の転換を着実に進めていくことが課題
- 肥料価格高騰は一服したが、化学肥料削減の流れを定着させることが必要
- 国内肥料資源のペレット化、普通肥料への加工は有力な手段
- 原料の選別と安定した調達、肥料製造施設の対応強化、肥料利用者の理解醸成が必要
- 原料供給、製造、販売に渡る各段階でノウハウの蓄積が必要
- 原料供給事業者、肥料製造事業者、肥料利用者 3 者ともメリットのある取組で循環の環を形成

# 家畜ふん堆肥、下水汚泥以外にも 目を向けて

## 牛肉骨粉 (旧くて) 新しい肥料原料 (牛由来の原料を原料とした肉骨粉)



肉骨粉とは...

家畜を処理する際に出るクズ肉、骨、内臓、血液等を加熱処理し、乾燥させて粉末にしたもの  
画像提供：南国興産株式会社

### 含有すべき主成分の最小量 (公定規格)

窒素全量 5.0      りん酸全量 5.0

# 単体でも利用可能で、魚粕代替可能

2014年 農林水産大臣による製造工程の確認  
(管理措置導入) で肥料製造可能に。

摂取防止措置

→ (パームアッシュ等摂取防止材の混合)

又は、

原料加工措置

(133℃以上, 3気圧以上, 20分以上の蒸製等)



2023年 新たな肥料化の取組に対して補助。「肉骨粉適正処分対策事業」の一部  
<http://www.jlba.or.jp/hiryou-jigyoupanhu.pdf> (一社) 日本畜産副産物協会



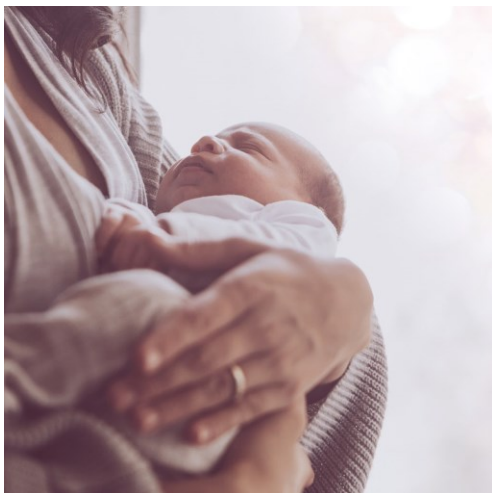


Image by rawpixel.com

未来を予測する最良の方法は、  
それを創ることである。

—— ピーター・ドラッカー

**ご清聴ありがとうございました。**