

BISTRO下水道推進戦略チーム会合
-下水道と農業の連携に向けて-

汚泥肥料の威力と魅力



創立127年



東京農業大学
全国土の会
後藤

名誉教授
会長
逸男

創立30年



全国土の会



下水汚泥コンポスト

微生物資材

リン酸肥料

長野県南佐久郡の高原野菜畑(昭和60年代)

演者らによる「下水汚泥の農業利用研究」のあゆみ

1995年：脱水分離液と海水中のマグネシウムから製造したMAP

1996年：下水汚泥焼却灰を原料とする園芸用人工培土（ハマソイル）

2001年：エコ熔リン(熔成汚泥灰複合肥料)

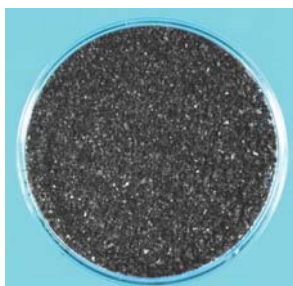
2011年：下水灰の肥料用原料化技術の開発研究(農水プロジェクト)

2017年：(公財)日本下水道新技術機構 下水汚泥肥料等評価委員会
「下水道由来肥料の利活用マニュアル」の作成(2019年5月頃)



各種リサイクルリン酸肥料の肥効の比較

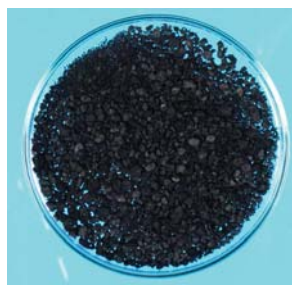
★下水処理場から回収したリサイクルリン酸資材



熔成汚泥灰複合肥料
(エコリン)



リン酸カルシウム
(岐阜の大地)



汚泥炭化物
(汚泥炭)



MAP

★その他のバイオマス資源を原料としたリン酸資材



鶏糞灰



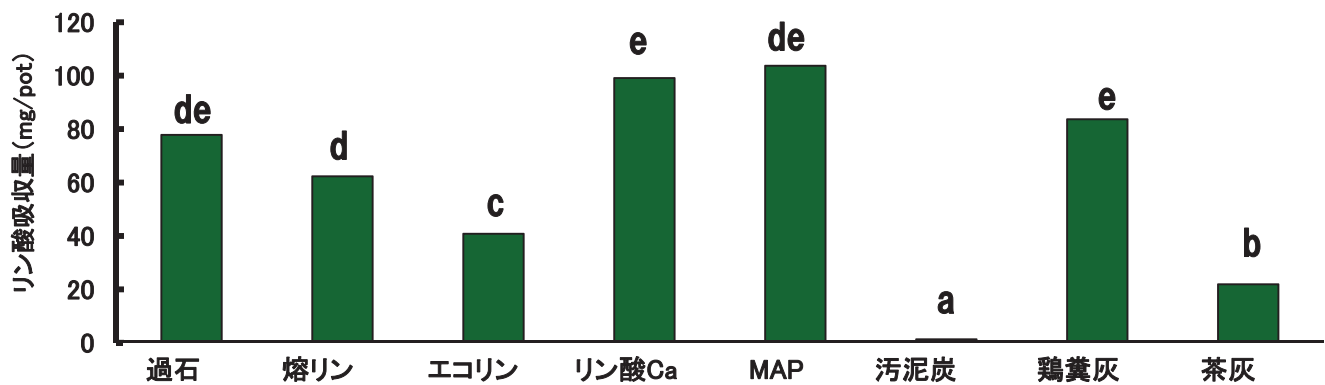
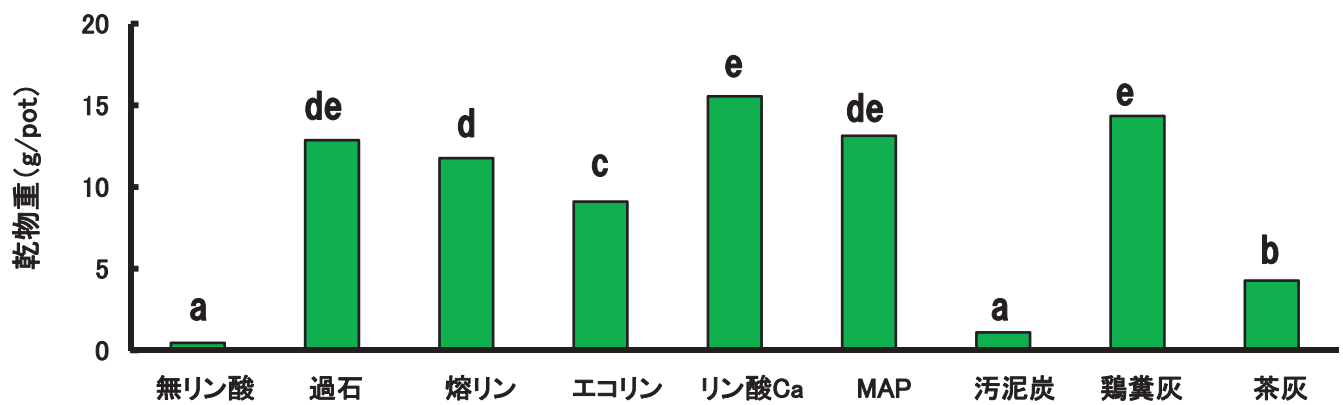
茶殻灰化物(茶灰)



無リン酸 熔リン エコリン リン酸Ca MAP 汚泥炭 鶏糞灰 茶灰
リサイクルリン酸肥料のヒロシマナに対する肥効(リン酸施用量:1g/pot)

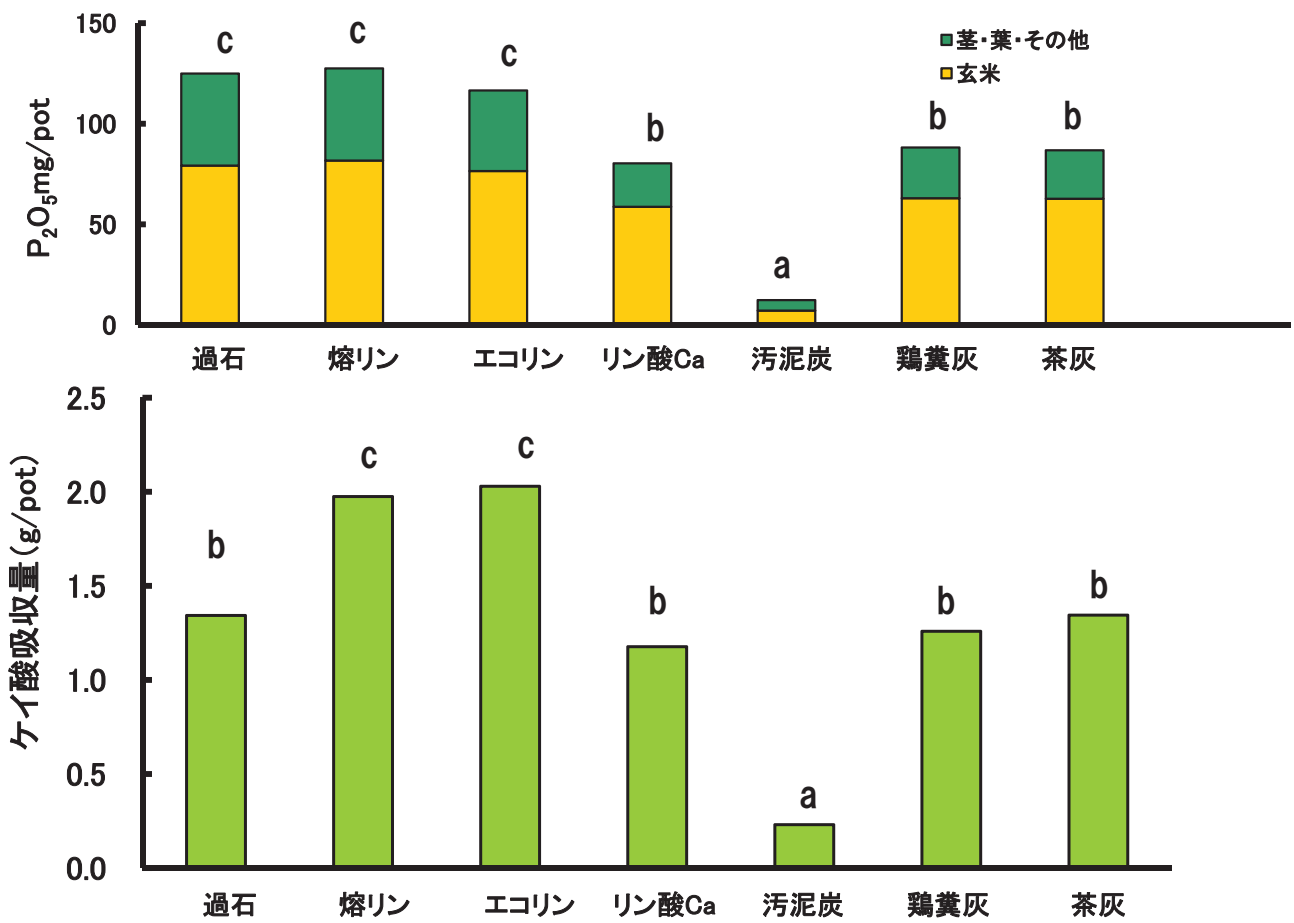


無リン酸 過石 熔リン エコリン リン酸Ca 汚泥炭 鶏糞灰 茶灰
リサイクルリン酸肥料の水稲に対する肥効(リン酸施用量:2g/pot)



ヒロシマナの生育量およびリン酸吸収量の比較

同一アルファベット間に有意差なし Tukey法($\alpha=0.05, n=3$)



水稻のリン酸およびケイ酸吸収量の比較

同一アルファベット間に有意差なし Tukey法($\alpha=0.05, n=3$)



2017年「下水道由来肥料の利活用マニュアル」

作成のための「下水汚泥肥料等評価委員会」



汚泥肥料を既存肥料代替資源として活用するための基礎試験

I. 汚泥肥料の窒素無機化特性

黒ボク土畑地土壤に4種類の汚泥肥料をNとして50mg/100g混和し、畑条件、温度15、20、25℃で180日間保温静置して、定期的にアンモニア態窒素と硝酸態窒素を測定した。

II. 汚泥肥料中の窒素とリン酸の肥効確認のためのポット栽培試験

- ★ 供試4種類の汚泥肥料の窒素とリン酸の化学肥料代替効果を明らかにする
- ★ 1/5,000aワグネルポットを用いて、チンゲンサイを52日間ガラス室内で栽培。
- ★ 対照肥料: 尿素 ・ 過リン酸石灰

★ 供試汚泥肥料

★ 乾燥汚泥(下水汚泥肥料登録):

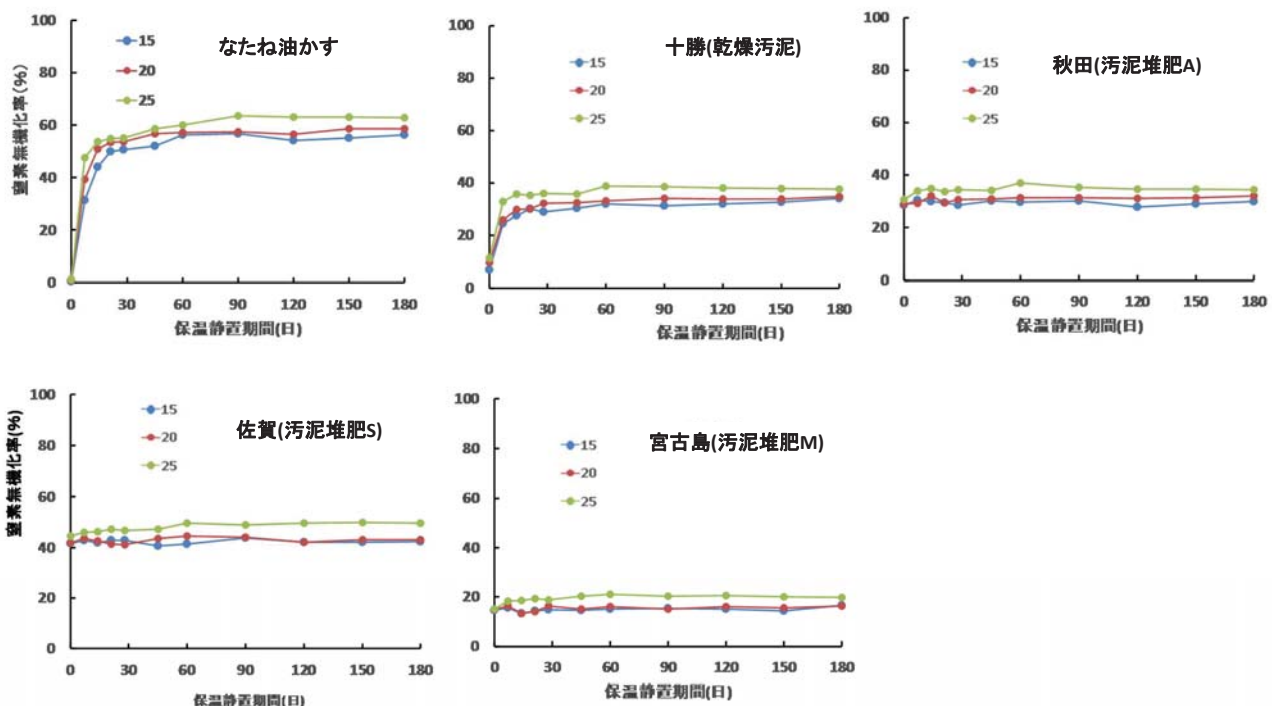
- ※ 十勝(乾燥汚泥): 十勝川流域下水道浄化センター((株)データベース)

★ 汚泥堆肥(汚泥発酵肥料登録)

- ※ 秋田(汚泥堆肥A): 上野台堆肥生産協同組合コンポスト工場
- ※ 佐賀(汚泥堆肥S): 佐賀市下水汚泥堆肥化施設(共和化工(株))
- ※ 宮古島(汚泥堆肥M): 宮古島市上野資源リサイクルセンター(共和化工(株))

★ 汚泥肥料を土壤に施用すると;

- ★ 乾燥汚泥中の窒素は無機化するが、なたね油かすより速い。
- ★ 汚泥堆肥は、ほとんど無機化しない。汚泥堆肥は、速効性窒素肥料に近い肥料。アンモニア態窒素含有量の測定値から施肥量を決定できる。



有機質肥料(なたね油かす)と4種汚泥肥料の窒素無機化

汚泥肥料中の窒素とリン酸の肥効確認のためのポット栽培試験

★供試土壌: 可給態リン酸を欠く黒ボク土(畑土壌)

★栽培規模: 1/5000a ワグネルポット

★対照肥料: 尿素および過リン酸石灰

N 施用量: 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00g/pot

P₂O₅ 施用量: 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00g/pot

K₂O 施用量: 0.5g/pot

★汚泥肥料施用量: 現物20g/pot(1t/10a)

N, P₂O₅, K₂O施用量は右表

★栽培野菜: チンゲンサイ

播種: 2018年10月15日

収穫: 2018年12月 7日

試験区設計および施肥量(g/pot)

試験区	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N0P0	0	0	0
N0	0	0.5	0.5
N1	0.25	0.5	0.5
N2	0.50	0.5	0.5
N3	0.75	0.5	0.5
N4	1.00	0.5	0.5
P0	0.5	0	0.5
P1	0.5	0.25	0.5
P2	0.5	0.50	0.5
P3	0.5	0.75	0.5
P4	0.5	1.00	0.5
十勝	1.0	0.9	0.5
秋田	1.0	1.5	0.5
宮古島	0.7	1.0	0.5
佐賀	0.6	1.0	0.5



N2

乾燥汚泥

汚泥堆肥A

汚泥堆肥M

汚泥堆肥S

写真 化学肥料標準区(N2)と4種類の汚泥肥料区におけるチンゲンサイの生育

表 供試汚泥肥料の養分含有量

試料	水分(%)	N	C	炭素率	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		%			%			
十勝(乾燥汚泥)	16.6	5.08	31.6	6.2	4.55	0.23	2.10	1.18
秋田(汚泥堆肥A)	23.6	4.82	22.1	4.6	7.66	1.06	2.95	1.97
佐賀(汚泥堆肥S)	22.4	3.22	13.1	4.1	5.12	0.31	4.52	1.46
宮古島(汚泥堆肥M)	26.7	3.49	21.7	6.2	4.78	0.70	8.80	1.15

ポット栽培試験結果のまとめ

- ★ 各汚泥肥料の窒素無機化率(化学肥料代替率)が明らかになった。
 - ★ 乾燥汚泥(十勝):39%(54%) 汚泥堆肥(秋 田):37%(48%)
汚泥堆肥(佐賀):50%(51%) 汚泥堆肥(宮古島):22%(23%)
 - ★ 窒素の化学肥料代替率:50% と見なして施肥設計を立てる。
 - ※ 汚泥堆肥では、アンモニア態窒素含有量からの施肥設計が望ましい。
- ★ 各汚泥のリン酸の肥効(化学肥料代替率)が明らかになった。
 - ★ 乾燥汚泥(十勝):113% 汚泥堆肥(秋 田): 71%*
汚泥堆肥(佐賀): 99% 汚泥堆肥(宮古島):100%
* :米ぬかを副原料としているため？
 - ★ リン酸の化学肥料代替率:100% と見なして施肥設計を立てる。
 - ★ 汚泥肥料は化学肥料並のリン酸肥効を示した。
 - ※ リン酸過剰土壌への汚泥肥料過剰施用に注意！
リン酸過剰は、「土の免疫力を弱める！」
- ★ ポット栽培試験結果の詳細については、下記を参照頂きたい。
後藤逸男:汚泥肥料で環境にやさしい農業を始めよう
「再生と利用」 Vol.42 No.160 2019/3



水田(秋田)



リンゴ園(秋田)



露地畑(十勝)

現地栽培試験の様子(1)



露地畑(佐賀)



施設(宮古島)

現地栽培試験の様子(2)

- ★ 汚泥肥料施用区と慣行区間での生育・収量・品質に著しい相違は認められなかった。
- ★ 汚泥肥料は、既存肥料の代替資源として活用できる。
- ★ 現地栽培試験結果の詳細については、下記を参照頂きたい。

(公財)日本下水道新技術機構:下水道由来肥料の利活用マニュアル
-施用量をどのように決めるか- (2019年3月)

汚泥肥料の施用量をどのように決めるか

- ★ 対象汚泥肥料:肥料登録済みの「下水汚泥肥料」あるいは「汚泥発酵肥料」
- ★ 必要要件
 - ★ 汚泥肥料の三要素含有量:全窒素*・全リン酸・全カリ
 - *「汚泥発酵肥料」では、アンモニア態窒素の分析が望ましい。
 - アンモニウムイオン試験紙での簡易分析も可
 - ★ 農地の土壌診断分析:無機態窒素・可給態リン酸・交換性カリの分析値
 - ★ 栽培品目の施肥基準
- ★ 汚泥肥料施用量の決め方の基本
 - ★ 窒素の化学肥料代替率を50%とする。
 - ※「汚泥発酵肥料」については、アンモニウムイオンの割合とすることが最善
 - ★ リン酸の化学肥料代替率を100%とする。
 - ※ 可給態リン酸量が少ない～適量土壌:施肥窒素の全てを汚泥肥料で施用。
不足するカリを既存肥料で補う。
 - ※ 可給態リン酸過剰土壌:リン酸を10kg/10a分の汚泥肥料を施用し、
不足分を既存肥料で補う。
P₂O₅ 5%の汚泥肥料では、200kg/10aが上限となる。

汚泥肥料の威力:窒素・リン酸肥料の代替資源となる!

今後の課題:魅力ある汚泥肥料の開発・実用化!



乾燥汚泥のペレット化(福島県相馬市の事例)

- ★ メガソーラーの余剰電力で脱水汚泥を乾燥
- ★ 乾燥汚泥をペレット成型(直径5mm)
- ★ 「下水汚泥肥料」登録後、
相馬市の津波被災水田で活用を目指す。
(東京農大東日本支援プロジェクトの一環として)



下水汚泥焼却灰を主原料とする新規リン酸資材の開発【農水プロジェクト】



下水灰単独の水溶率: **0.56%**

クエン酸添加量	全リン酸	水溶率
	%	
25%	11.3	55.8
12.5%	11.3	24.0
6.25%	11.3	19.5

原材料：下水灰 + 天然ゼオライト粉末 + クエン酸
(50%) (50%)

※水溶率は全リン酸に対する割合



- ★ 簡易な加工でリン酸肥料化できるが、
既存の公定規格には適合しない。
- ★ カドミウム含有量の低い焼却灰が望ましい。
- ★ 連用しない緑化事業用リン酸資材として最適。