

# 都内流通堆肥の適正利用のための肥料効果の解明

[平成 27～令和元年度]

赤神沙織・坂本浩介・柴田彩有美・

南 晴文\*・金牧 彩\*<sup>2</sup>・松浦里江\*<sup>2</sup>・岡野良夫\*<sup>3</sup>

(生産環境科・\*<sup>3</sup>家保)・\*現研究企画室・\*<sup>2</sup>現農振事

---

【要 約】 都内で流通している家畜ふん堆肥中のリン酸とカリ成分は畜種や製造方法、副資材にかかわらず、化学肥料と同等に使用できる。

---

## 【目 的】

近年、都内農耕地では、土壌中の可給態リン酸が高い状態で推移し、交換性カリも上昇傾向にあることが確認されている。多くの生産者が土づくりのために家畜ふん堆肥を年間 1～2 t/10a 程度施用しているが、堆肥からの養分供給を考慮していないことがその要因となっていることが考えられる。これまで堆肥中の窒素の肥効は検討されてきたが、リン酸とカリについては未検討である。そこで本課題では、都内流通堆肥(表 1)中のリン酸とカリの肥効を明らかにし、堆肥からの養分供給量を考慮した施肥設計を構築する。

## 【成果の概要】

### 1. 堆肥中のリン酸の性質と肥効

(1) リン酸の性質：ほとんどの堆肥で含有されるリン酸の 7 割程度が植物に利用できるク溶性リン酸で占められ、その多くが水に溶けない形で存在していたことから、緩効的な性質が強いものと推定された(図 1)。

(2) リン酸の肥効：2016 年と 2019 年に、リン酸の全量を堆肥で施用してコマツナを栽培したところ、ク溶性リン酸の比率が最も低い乳 1 も含め、全ての堆肥で化学肥料と同等がそれ以上のリン酸を吸収した(図 2)。

さらに、ワケネギ、ダイコン、エダマメ、サトイモを 2017～2018 年に栽培し、リン酸の半量もしくは全量を鶏 2 で施用しても化学肥料と同様の収量およびリン酸吸収を確保できたため(図表略)、堆肥に含まれるリン酸の全量は施肥設計に算入できることが確認された。

### 2. 堆肥中のカリの性質と肥効

(1) カリの性質：ほとんどの堆肥で含有されるカリの 8 割以上が植物に利用できるク溶性カリで占められ、その多くが水に溶ける形で存在していたことから、速効的な性質が強いものと推定された(図 3)。

(2) カリの溶出傾向：乳用牛は、溶出率が高いものと低いもので 2 グループに分かれた(図 4)。施用時の水溶性カリの比率の違い(図 3)が初期の溶出に影響したと考えられ、1 週経過後は溶出に違いはなかった。さらに、全畜種で 1 週目の溶出率と全カリ中の水溶性カリの割合との間に相関が確認された(図 5)。カリは、窒素と異なり、固液分離や副資材の有無に影響されず、水溶性カリが大きく関与していると考えられた。1 週経過後は畜種ごとの平均で比較しても、溶出に違いがみられなかった(図 6)。

(3) カリの肥効：水溶性カリの比率と溶出率の低かった乳9および、肥料効果が高いとされる鶏ふん（鶏2）を用いて栽培試験で肥効を確認した。2018年秋作に、カリを全量堆肥で施用してキャベツを栽培したところ、化学肥料と同等の収量およびカリの吸収量となった（表2）。

また、2017～2018年にかけてワケネギ、ダイコン、エダマメ、サトイモを、カリの半量もしくは全量を乳9で施用して栽培したところ、化学肥料と同等の収量およびカリ吸収量となることを確認できたため（図表略）、堆肥に含まれるカリの全量は施肥設計に算入できることが確認された。

(3) 牛ふん堆肥の使用法の検討：2019年春に化学肥料区を対照として牛ふん堆肥（乳9）を1t/10a施用してキャベツを栽培し、カリ追肥の必要性を検討した（表2）。カリを追肥しないでも、収量およびカリの吸収量、栽培後の土壤中の交換性カリ量が化学肥料区と同等となった。これは、追肥時期にも牛ふん堆肥中に作物が使用するのに十分な量のカリが残存していたことが一因として考えられた（図7）。

3. 以上より、堆肥中のリン酸とカリは化学肥料と同等の肥効が期待できるため、堆肥中のリン酸とカリの全量を施肥設計に算入し、化学肥料を減肥できる。また、土作りのために施用した牛ふん堆肥にカリの必要量が全て含まれている場合には、栽培期間が3ヵ月程度のキャベツなどの作物ではカリの追肥を省略もしくは削減できる。

#### 【残された課題・成果の活用・留意点】

1. 施肥基準量に基づく、堆肥からの養分供給量を含めた施肥計算シートを作成し、堆肥の適正利用を図っていく。
2. 堆肥で基肥と追肥のカリを代替する場合、肥効には水溶性カリが大きく影響していることから、施用後に降雨が続いた時は、流亡による損失を追肥で補う必要がある。

#### 【具体的データ】

表1 供試堆肥<sup>x)</sup>の特性

No.	畜種	副資材	固液分離	現物水分 (%)	窒素	リン酸 (乾物%)	カリ	C/N
鶏1	採卵鶏	発酵	—	21.4	2.6	7.4	4.9	9.6
鶏2	採卵鶏	発酵	敷料 (コーヒー粕)	19.2	2.4	7.0	3.3	10.3
鶏3	採卵鶏	半発酵	—	24.6	3.2	8.5	4.4	7.5
鶏4	採卵鶏	発酵	—	19.9	2.2	13.7	5.3	6.7
鶏5	採卵鶏	乾燥	—	21.4	2.9	8.0	4.8	9.2
豚1	肉豚	馬ふん (オガクズ入)・食品残渣	—	39.5	2.1	3.8	2.7	20.4
豚2	肉豚	—	—	28.0	3.5	8.3	2.6	10.0
豚3	肉豚	敷料	—	26.9	3.7	6.2	3.0	9.0
肉1	肉用牛	敷料 (オガクズ)	あり	56.8	1.5	3.5	2.6	23.4
肉2	肉用牛	落葉	あり	44.6	2.4	2.7	2.2	18.8
乳1	乳用牛	ほとんどなし (干草)	あり	60.9	1.6	0.9	1.8	26.5
乳2	乳用牛	敷料 (オガクズ)	あり	62.8	1.6	1.9	2.2	23.6
乳3	乳用牛	—	なし	78.3	2.8	2.0	4.6	10.8
乳4	乳用牛	廃白土	なし	15.1	1.3	0.9	2.0	20.9
乳5	乳用牛	カカオ粕・コーヒー粕	なし	33.9	3.8	1.3	3.7	12.1
乳6	乳用牛	敷料 (オガクズ)	なし	65.5	1.6	1.7	2.6	16.7
乳7	乳用牛	敷料 (オガクズ)	なし	66.0	2.8	2.3	3.4	13.0
乳8	乳用牛	敷料 (オガクズ)	なし	58.2	2.2	3.7	4.8	11.5
乳9	乳用牛	オガクズ・廃白土	なし	36.2	2.0	1.0	1.9	16.7

x) 畜種、製造方法を考慮して都内で流通している堆肥を19点選定した。

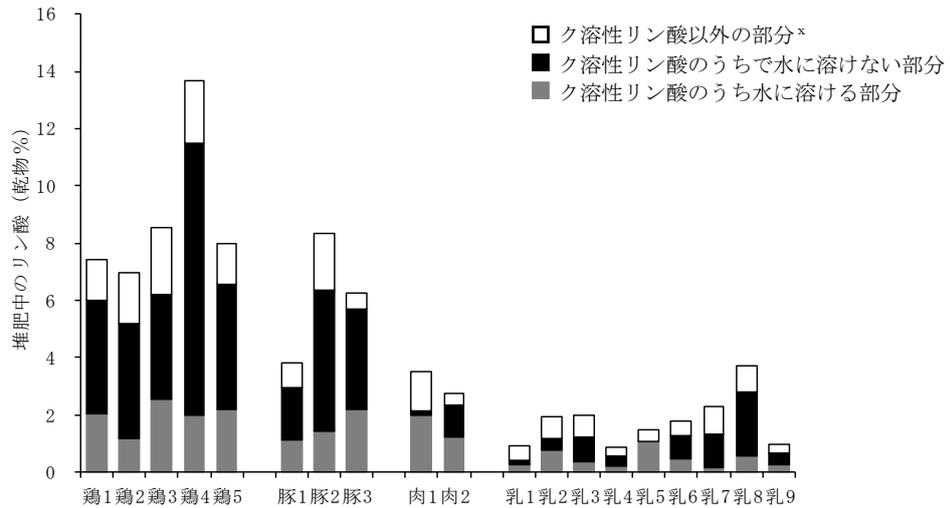


図1 堆肥中の全リン酸の内訳  
x) 全リン酸からク溶性のリン酸を差し引いて算出した。

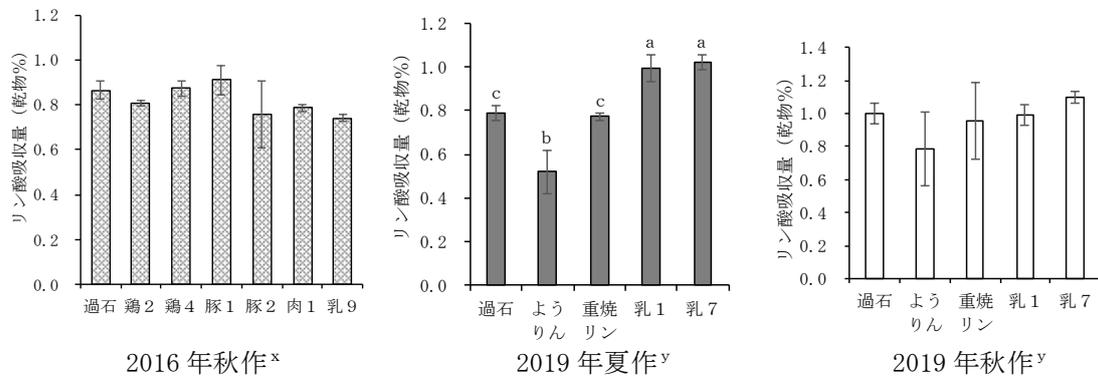


図2 コマツナポット栽培試験<sup>w)</sup>におけるリン酸吸収量<sup>z)</sup>  
w) 赤土を用いてコマツナ「いなむら」を栽培した。  
x) 1/5000 a のワグネルポットに3株とし10月12日~11月30日の期間栽培した。堆肥区は施肥基準量のリン酸を全量堆肥で投入した。窒素とカリは硫酸と硫加で上乘せ施用した。  
y) 1/2000 a のワグネルポットに13株とし、夏作(6月25日~8月2日), 秋作(9月19日~10月23日)の期間栽培した。堆肥区は施肥基準量のリン酸を全量堆肥で投入した。窒素とカリは硫酸と硫加で上乘せ施用した。  
過石(水溶性14%, 可溶性3%), ようりん(ク溶性20%), 重焼リン(水溶性16%, ク溶性19%)  
z) 異なる文字間には Tukey の多重検定により, 1%水準で有意差あり。

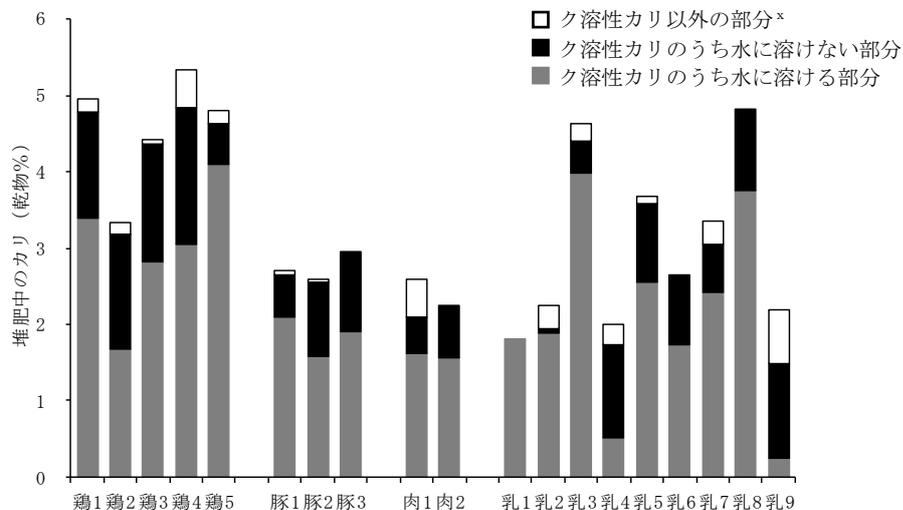


図3 堆肥中の全カリの内訳  
x) 全カリからク溶性のカリを差し引いて算出した。

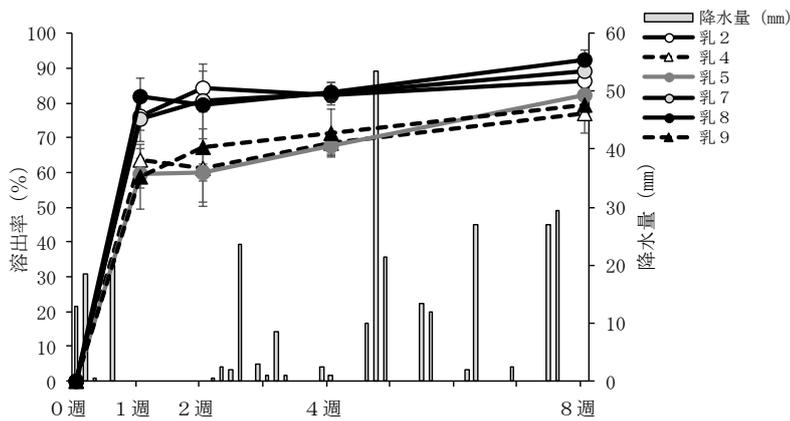


図4 堆肥中のカリの溶出傾向<sup>x</sup> (乳用牛)

x) 農総研圃場の黒ボク土と堆肥を混合し不織布の袋に入れ、農総研圃場に深さ15cmで埋設した。2017年8月15日から1, 2, 4, 8週に掘り出し、交換性カリを定量、0週目からの溶出率を算出した。

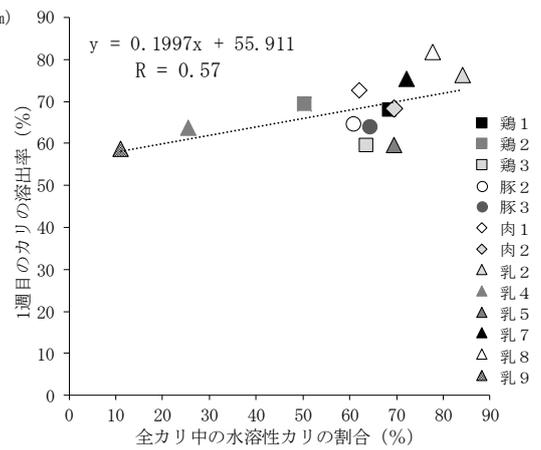


図5 各堆肥の1週目の溶出率と全カリ中の水溶性カリの割合

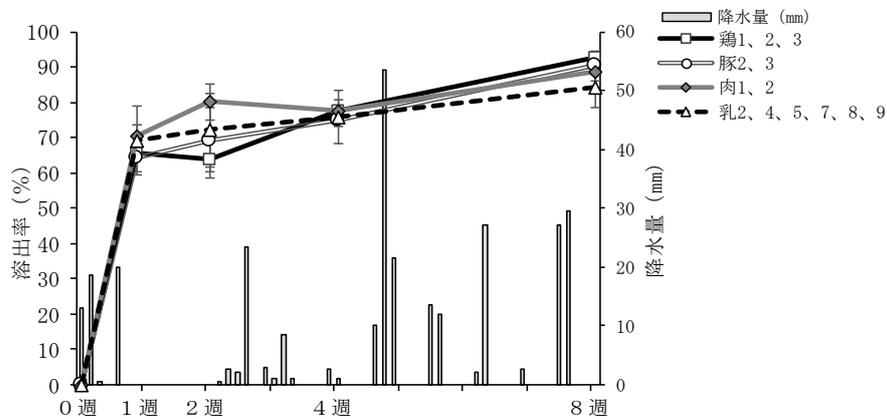


図6 堆肥中のカリの溶出傾向 (2017年秋作全体)

表2 圃場試験<sup>x</sup>におけるキャベツの収量およびカリ吸収量、栽培後の土壤中交換性カリ量

試験区	堆肥施用量 (乾物kg/10a)	基肥カリ		追肥カリ		収量 <sup>y</sup> (kg/10a)	カリ吸収量 <sup>y</sup> (乾物%)	土壌の交換性カリ量 <sup>y</sup> (mg/100g)	
		堆肥 (%)	化学肥料 (%)	化学肥料 (%)	化学肥料 (%)			栽培前	栽培後
2018年秋作	化学肥料	—	0	100	100	4.7	3.7		53.6
	慣行栽培 (牛ふん1t+化)	1000.0	190	100	100	4.7	3.8	33.5	81.6
	鶏ふん100%	303.0	100	0	100	5.1	3.8		63.0
	牛ふん100%	526.3	100	0	100	4.6	3.7		45.6
2019年春作	化学肥料	—	0	100	100	4.3	3.0		13.3
	慣行栽培 (牛ふん1t+化)	1000.0	190	100	100	4.7	3.2		22.0
	鶏ふん100%	303.0	100	0	100	4.4	3.4	17.0	18.9
	牛ふん1t	1000.0	190	0	100	4.5	3.3		16.3
	牛ふん1t追肥無	1000.0	190	0	0	4.8	2.8		12.9

x) 2018年秋作(8月20日~10月22日)、2019年春作(3月20日~6月6日)に、農総研圃場(黒ボク土)でキャベツ「はっこい」を栽培した。堆肥区は、窒素を硫酸で上乘せし、リン酸は不足分を過石で補填した。

y) 分散分析により、収量、カリ吸収量、栽培後の土壌の交換性カリ量に有意差なし。

【発表資料】

- 令和元年度土壤肥料学会関東支部大会 (ポスター発表)

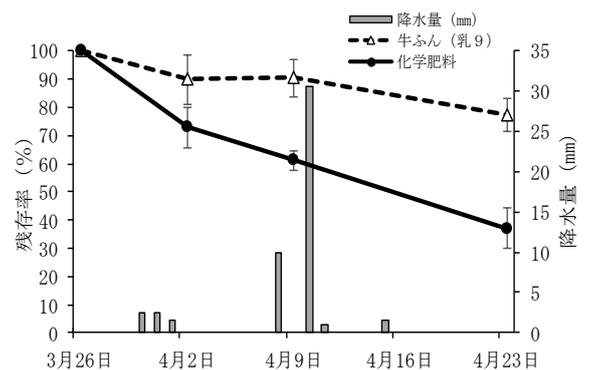


図7 2019年春作時のカリの残存傾向<sup>x</sup>

x) 農総研圃場の黒ボク土と堆肥を混合し不織布の袋に入れ、農総研圃場に深さ15cmで埋設した。2019年3月26日から1, 2, 4週に掘り出し、全カリを定量、0週目からの残存率を算出した。