

土壌の塩類集積を低減する家畜ふん堆肥の利用法

新潟県農業総合研究所畜産研究センター 小柳 渉

1. はじめに

家畜ふん堆肥は一般に塩類濃度（=EC：電気伝導度）が高いという特徴があり、特に豚ふん堆肥や鶏ふん堆肥では基準値である 5dSm^{-1} を超えるものが大半を占めています。さらに1999年に施行された「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」による野積みの禁止や、副資材不足による製品堆肥のもどし堆肥としての再利用により、近年堆肥の塩類濃度はさらに上昇する傾向にあります。

一方、堆肥の重要な利用先であるハウス栽培では露地栽培と違い土壌に集積した塩類を雨水で洗い流すことができないため、土壌への塩類集積の恐れから家畜ふん堆肥のような高塩類濃度の堆肥を敬遠する傾向にあります。また、家畜ふん堆肥の高い肥料成分濃度が制限要因になり、リン酸やカリ等の肥料成分が蓄積している土壌への利用が中止されることも懸念されます。このような状況の中、家畜ふん堆肥のハウス栽培への流通・利用を促進するためには、家畜ふん堆肥中の塩類についての正しい知見を蓄積し、これをもとにした家畜ふん堆肥の特性を考慮した利用技術が必要です。そこで、私たちは家畜ふん堆肥の塩類組成を解析し、その特徴を生かした土壌の塩類濃度を上昇させない利用技術を考案・実証しました。

2. 家畜ふん堆肥の塩類組成の特徴

堆肥、土壌とも塩類とは水溶性のイオン（陽イオン

および陰イオン）でありますので、各家畜ふん堆肥について水溶性イオンの組成を調べ図1に示しました。各成分についてばらつきは大きいのですが、いずれの畜種ともカリウムイオン（ K^+ ）が最も多く、次いで塩化物イオン（ Cl^- ）で、家畜ふん堆肥の主要塩類はこの2種でした。また、牛ふん堆肥では硝酸イオン（ NO_3^- ）、豚・鶏ふん堆肥ではアンモニウムイオン（ NH_4^+ ）と硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）が多いという特徴がありましたが、いずれもカリウムイオンより少ないです。一部の現場では家畜ふん堆肥中の塩類は「食塩」と誤解される場合がありますが、いずれの堆肥でもナトリウムイオンはカリウムイオンに比べ圧倒的に少なく、塩類は食塩ではないことが再確認できます。

このように家畜ふん堆肥に含まれる塩類は塩化カリウムや硫酸カリウムといったカリウム塩、すなわちカリ肥料であることがはっきりしました。したがって堆肥由来の塩類による土壌塩類濃度の塩類濃度の上昇を防ぐためには、家畜ふん堆肥をカリ供給源として位置づけ肥料として利用することが最適手段であると考えられます。

ここで家畜ふん堆肥のカリ肥料としての特徴をみてみましょう（図2）。通常のカリ肥料（化学肥料）は主成分であるカリウムと副成分である塩素（塩化物イオン）または硫黄（硫酸イオン）が1:1となっており（それぞれ塩化カリと硫酸カリ）、すべて塩類濃度上昇を引き起こしやすい水溶性です。これに対し家畜ふん堆肥はカリウムに対する全塩素と全硫黄の合計量の

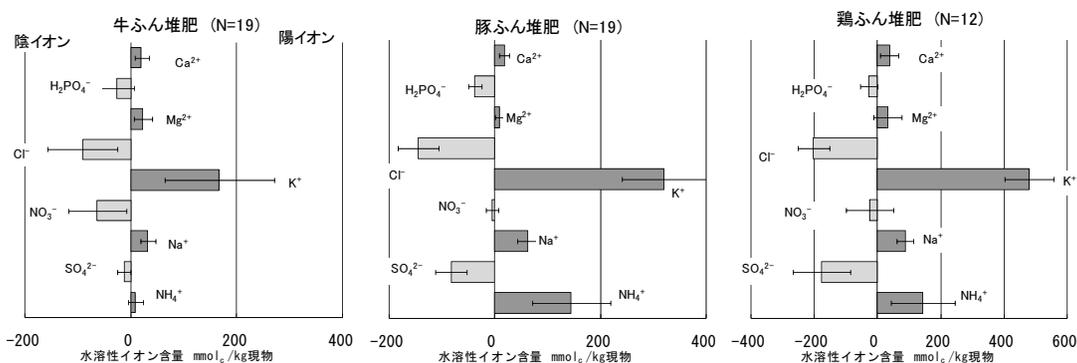


図1 各家畜ふん堆肥中の塩類組成

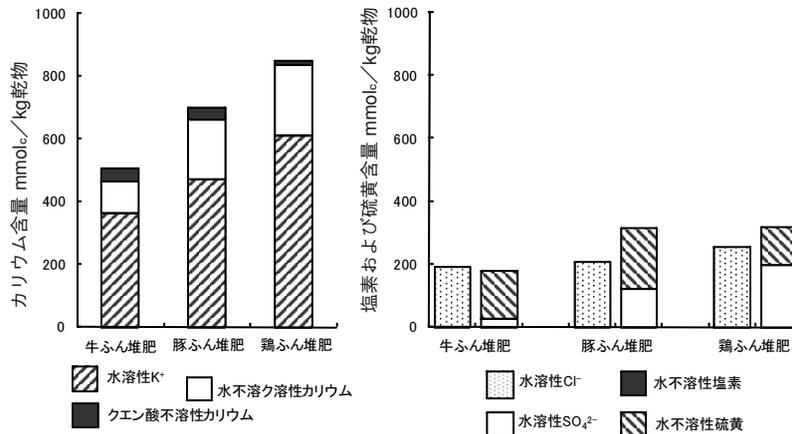


図2 家畜ふん堆肥中カリウム、塩素、硫黄の形態

比率は、いずれの畜種もほぼ1:0.7で副成分に比べて主成分であるカリウムが多いという特徴と持っています。カリウムや硫黄の形態をみてみますと家畜ふん堆肥には水溶性のもの他に植物には吸収されるが塩類濃度上昇を引き起こしにくい水不溶ク溶性カリウムや水不溶性硫黄も含まれています。

肥料成分のほかに硫酸イオンや塩化物イオン等の副成分もハウス栽培における塩類集積の大きな原因であり、これらは必要以上に投入しないことが推奨されています。家畜ふん堆肥をハウス栽培向けカリ肥料としてみると、カリウムのほとんどが水溶性または水不溶ク溶性であるので肥効は化学肥料と同等であり、塩類濃度上昇を引き起こしにくい水不溶ク溶性カリウムが含まれ、カリウムに比べ対となる塩素や硫黄が少ないことから、塩化カリや硫酸カリに比べ土壌塩類濃度を上昇させにくいカリ施肥が可能であると考えられます。

3. 土壌塩類集積および化学肥料施用量の低減実証試験

塩類組成の解析結果から家畜ふん堆肥をカリ肥料として位置づけ家畜ふん堆肥由来のカリ供給量相当量を標準施肥量より減肥することが塩類集積を低減させる

家畜ふん堆肥の利用法であると考えられたので、次にハウス内でのコマツナのポット栽培でリン酸の減肥を含めてこのことを実証しました。

現在、ほとんどの園芸農家でハウス栽培に家畜ふん堆肥を利用する場合、堆肥中の肥料成分は考慮されていません。これを家畜ふん堆肥（牛ふん堆肥、鶏ふん堆肥）と化学肥料3要素を併用する慣行区としました（表1）。これに対し堆肥中のカリ成分とリン酸成分を考慮し家畜ふん堆肥に窒素のみを併用する実証区を設定しました。実証区のリン酸およびカリは堆肥中成分で賄っています。また比較のために無肥料区と化学肥料区を設けました。

約1ヶ月間栽培後、収量調査を行いました。コマツナの地上部乾物重は慣行区と実証区の間には差がない（図3）ことから、カリとリン酸の施肥を家畜ふん堆肥中の成分で代替しても慣行と同程度の収量が得られることが確認されました。これに対し土壌ECすなわち土壌の塩類濃度は、実証区が栽培前、栽培後とも慣行区に比べ大幅に低く、特に牛ふん堆肥+窒素区の栽培後のECは無肥料区と同程度でした（図4）。これらのことから堆肥中カリとリン酸を考慮した施肥設計で収量を低減させることなく土壌の塩類集積を低減できることが実証できました。また、実証区は慣行区より土壌pHの低下が小さく、堆肥・化学肥

表1 実証試験の施肥設計

	堆肥 g/pot		化学肥料 g/pot			カリウム施用量 g/pot (K ₂ Oとして)		リン施用量 g/pot (P ₂ O ₅ として)	
	牛ふん堆肥	鶏ふん堆肥	尿素	過リン酸石灰	硫酸カリウム	化肥由来	堆肥由来	化肥由来	堆肥由来
牛ふん堆肥+化肥区(慣行区)	62.2		2.6	6.9	2.4	1.2	1.2	1.2	0.8
牛ふん堆肥+窒素区(実証区)	62.2		2.6			1.2	1.2		0.8
鶏ふん堆肥+化肥区(慣行区)		47.4	2.6	6.9	2.4	1.2	1.2	1.2	1.8
鶏ふん堆肥+窒素区(実証区)		47.4	2.6				1.2		1.8
無肥料区									
化肥区			2.6	6.9	2.4	1.2		1.2	

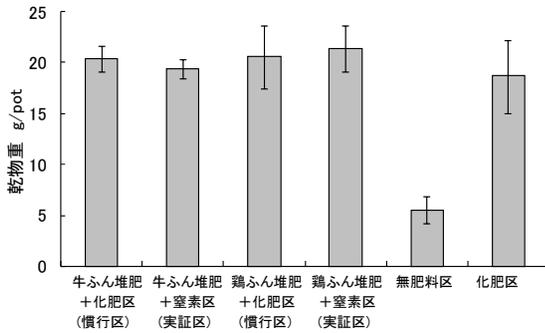


図3 コマツナの収量

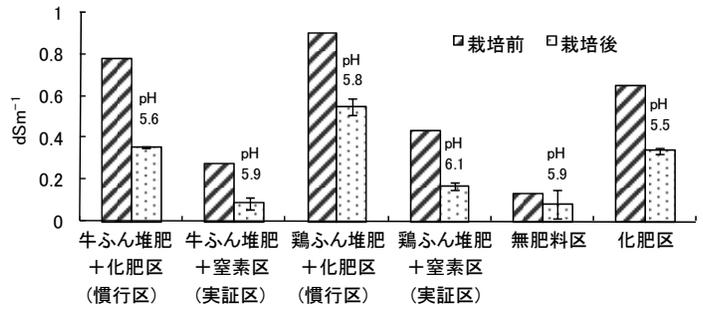


図4 土壌EC（土壌塩類濃度）

料施用前（pH6.0）と同程度でした。この点からも実証区は土壤に負荷を与えにくい施肥設計であるといえます。

施用した各成分の利用率（コマツナの吸収率）を表2に示しました。肥料成分であるカリとリン酸、副成分である塩素と硫黄、これらの利用率は慣行区より改善区が高い数値でした。つまり堆肥中カリとリン酸を考慮した施肥設計では施用した各成分が有効に利用されています。利用されなかった肥料成分も土壤に蓄積して様々な生育障害の原因となるので、利用率を高めることは重要です。このような堆肥中カリとリン酸を考慮した施肥設計は塩類のみならず肥料成分の集積も低減する利用法であるといえます。

今回は窒素節減についての検討は行いませんでしたが、植物に吸収されなかった窒素成分も硝酸態窒素としてカリウムや塩素等と同様に塩類集積の一因となるので、家畜ふん堆肥の窒素肥効を解明し堆肥由来の窒素を余すことなく利用できればより効果の高いものとなるでしょう。これについては今後の課題であると考えています。

4. まとめ

家畜ふん堆肥の塩類と集積させない利用法を整理すると

- ・家畜ふん堆肥中塩類は食塩ではなくカリウム塩（カリ肥料）
- ・塩化カリや硫酸カリより土壌塩類濃度を上昇させにくい
- ・カリ肥料およびリン酸肥料として利用することにより土壌塩類集積を低減できるとともに肥料成分集積も低減できる
- ・施肥設計において化学肥料カリ、リン酸施肥量は次のように算出する

$$\text{化肥施肥量kg/a} = \text{標準施肥量kg/a} - (\text{堆肥施用量kg/a} \times \text{堆肥中成分含有率}\% \div 100)$$

この方法は土壌塩類・肥料成分の集積防止と化学肥料節減という一石二鳥な技術であると考えています。また、ハウス栽培に限らず露地栽培や飼料作においても活用できます。

ただし同一の畜種であっても成分は製造法や生産者によって大きくばらつくので、堆肥からのカリとリン酸の供給量をできるだけ正確に把握しておくことが重要です。

近年、化学肥料の値上がりが続いています。このような状況にこそ堆肥を肥料として位置づけた利用法を推進すべきであります。家畜ふん堆肥の高い肥料成分すなわち特徴を生かした活用が家畜ふん堆肥の価値の向上ならびに流通促進につながると考えています。

表2 各成分の施用量・吸収量・利用率

	カリ(K ₂ O)			リン酸(P ₂ O ₅)			塩素(Cl)			硫黄(S)		
	施用量	吸収量	利用率 ¹⁾	施用量	吸収量	利用率 ¹⁾	施用量	吸収量	利用率 ¹⁾	施用量	吸収量	利用率 ¹⁾
	g	g	%	g	g	%	g	g	%	g	g	%
牛ふん堆肥+化肥区(慣行区)	2.40	1.37	57	1.92	0.25	13	0.28	0.21	74	2.99	0.26	9
牛ふん堆肥+窒素区(実証区)	1.20	1.04	86	0.72	0.22	30	0.28	0.24	87	0.29	0.19	67
鶏ふん堆肥+化肥区(慣行区)	2.40	1.27	53	2.99	0.25	9	0.28	0.27	96	3.43	0.26	7
鶏ふん堆肥+窒素区(実証区)	1.20	1.02	85	1.79	0.24	14	0.28	0.29	101	0.74	0.22	30
無肥料区	0	0.26		0	0.06		0	0.07		0	0.18	
化肥区	1.20	0.96	80	1.20	0.21	17	0	0.13		2.70	0.22	8

1)吸収量/施用量×100