

〔分類〕 普及技術

〔成果名〕 根菜類ではりん酸肥料の代替としてコーンコブ堆肥が利用できる

〔要約〕 土壤可給態りん酸が 60～110mg/100g 乾土程度残存する野菜畑では、根菜類（じゃがいも、だいこん、にんじん、たまねぎ）に対して、コーンコブ堆肥をりん酸源として施用しても、収量・品質は、ようりん、重焼りんを施用した場合と同等である。

〔担当〕 野菜花き試験場環境部

〔部会〕 土壤肥料部会、野菜花き部会

1 背景・ねらい

県内の野菜畑では、りん酸が施肥基準値以上に蓄積している圃場が多くみられることから、適切なりん酸施肥が求められている。これまで、りん酸蓄積畑での根菜類では、収量・品質に影響を与えることなく、1～2作はりん酸無施肥栽培が可能であることを示した（平成 20 年技術情報）。一方、天然リン鉱石は将来的な枯渇が懸念されており、近年、りん酸質肥料価格は上昇している。こうしたことから、りん酸肥料の代替資材と適切な利用法の開発も求められている。コーンコブを主体とするエノキタケ廃培地堆肥（以下、コーンコブ堆肥）は、原料の米ぬか等に由来するりん酸が窒素と同等以上含まれている。これまでに、コーンコブ堆肥の窒素肥効特性は明らかにされているが（平成 18 年普及技術）、りん酸については未検証であった。そこで、コーンコブ堆肥をりん酸肥料の代替資材として利用する方法を根菜類で検討した。

2 成果の内容・特徴

- (1) コーンコブ堆肥は、施肥前の土壤可給態りん酸（トルオーグ法）が、60～110mg/100g 乾土程度（土壤診断基準値の 2～3 倍）残存する野菜畑では、根菜類（じゃがいも、だいこん、にんじん、たまねぎ）に対して、りん酸肥料の代替として利用できる。
- (2) 上記土壤条件では、コーンコブ堆肥のりん酸肥効率は 100%として施肥設計を行うことができ、全面施用により、りん酸施肥量の全量をまかなえる。
- (3) コーンコブ堆肥のりん酸の肥効は、ようりん及び重焼りんと同等である。したがって、土壤診断施肥診断支援システム「Dr.大地（ドクター大地）Ver.3.1」（平成 20 年普及技術）の計算式をあてはめて、施肥前土壤可給態りん酸に応じて、りん酸施肥量を減肥（コーンコブ堆肥施用量を削減）して施用することも可能である。

3 利用上の留意点

- (1) 本技術はきのこ廃培地堆肥一般に適用するものでなく、コーンコブ堆肥を対象とする。
- (2) コーンコブ堆肥のりん酸は、培地原料の米ぬかやふすま、油粕類等に由来し、堆肥のりん酸濃度はこれらの使用比率に依存するため、できれば事前に培地への米ぬか等の添加状況を確認しておく。県内のコーンコブ堆肥のりん酸成分は参考データを参照する。
- (3) コーンコブ堆肥中の窒素とカリは、それぞれ肥効率 20%、100%を基準に肥料換算し、不足分は、単肥（硫安、塩加等）、NK化成、なたね油粕等で補正する。

4 対象範囲

県下全域

5 具体的データ

(1) 試験場所と試験期間

野菜花き試験場北信支場場内圃場（長野市松代町、標高 346m、灰色低地土）。平成 19～21 年度。

(2) 供試コーンコブ堆肥

一連の試験では、北信地方のきのこ培地製造販売業者が、販売先きのこ栽培農家から回収して堆肥化した、コーンコブ堆肥を使った。この堆肥に

は、主原料のコーンコブのほかに、米ぬかが 2 割程度含まれ、このほかにふすまなど副資材が約 1 割程度含まれていた。一般に、コーンコブ堆肥中のりん酸濃度は、窒素より多いが、供試堆肥の成分も同様だった（表 1、8）。

(3) 供試作物と施肥量

一連の試験は、りん酸源としてコーンコブ堆肥、ようりん、重焼りんをそれぞれ単用し、りん酸施肥量は、標準量または標準の 2 倍量（以下、2 倍量）に設定した（表 2）。

表 2 作物の種類と施肥量（平成19～21年、野菜花き試験場）

年	作物	試験区（りん酸源） 種類	基肥			土改剤用			追肥			供試肥料 （窒素とカリ）
			りん酸 施肥量	kg/10a		苦土石灰	kg/10a/回		追肥			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	kg/10a	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	回数		
平成 19 年	じゃがいも	コーンコブ堆肥 ようりん	標準量	15	15	15	100	-	-	-	-	硫安、塩加
	だいこん	コーンコブ堆肥 ようりん	標準量	15	15	15	0	-	-	-	-	硫安、塩加
平成 20 年	たまねぎ	コーンコブ堆肥 ようりん	標準量	10	20	15	0	5	0	5	2	基肥：硫安、塩加 追肥： 1回目尿素、硫加 2回目NK化成
		重焼りん	2倍量	10	40	15		5	0	5	2	
平成 21 年	たまねぎ	コーンコブ堆肥 ようりん	標準量	10	20	15	0	5	0	5	2	基肥：硫安、塩加 追肥：NK化成
		重焼りん	2倍量	10	40	15		5	0	5	2	
	にんじん	コーンコブ堆肥 ようりん 重焼りん	残存量 に応じ て減肥	15	0～18	15	100	2.5	0	2.5	1	基肥：被覆尿素70 塩加 追肥：NK化成

試験区面積は、1区 3 m²、2 反復。施肥方法は、すべて全面施用。コーンコブ堆肥現物施用量は、例えばりん酸肥効率 100%で施肥りん酸 15kg/10a の場合、536kg/10 a である。

(4) 作物収量

平成 19 年に、施肥前の土壌可給態りん酸が、50～100mg/100g 乾土程度の灰色低地土畑で、供試コーンコブ堆肥のりん酸肥効率を 100%としてりん酸を標準量施肥した場合の、じゃがいも収量は、標準量のようりんを施用した区と同等だった（図 1）。

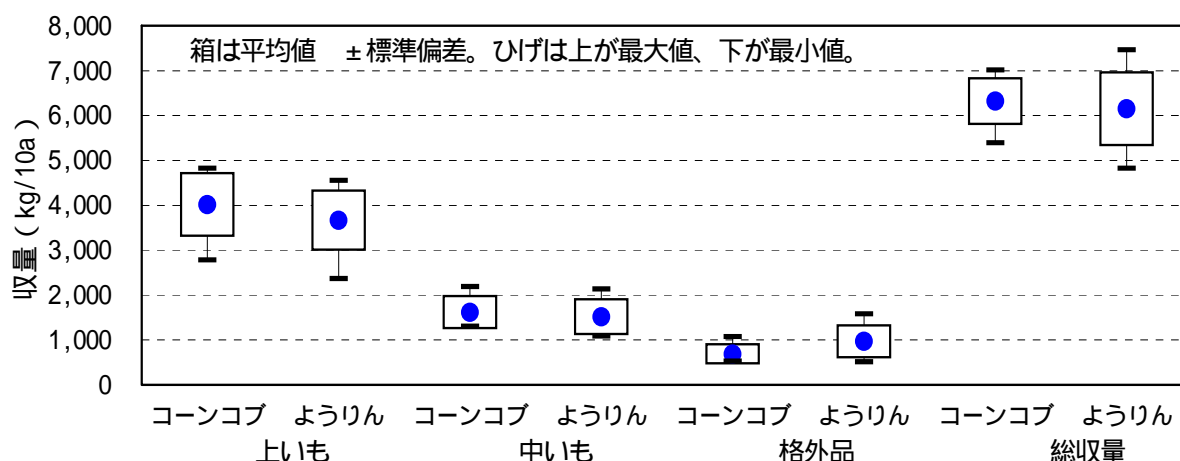


図1 コーンコブ堆肥とようりににおけるじゃがいも収量の比較 (平成19年 野菜花き試験場)

施肥前土壌可給態りん酸(mg/100g乾土) コーンコブ堆肥区: 51~99 平均 73、ようりん区: 36~84 平均 61。
 コーンコブ堆肥の肥効率: N 20%、 P_2O_5 100%、 K_2O 100%とした。 品種「男爵」。
 コーンコブ堆肥施用・施肥・定植: 4月10日、収穫7月17日。 10株調査。 栽植密度: 畝幅70cm、株間30cm。
 いもの規格は外観(形状)と大きさで分類した。

平成19年に、上記じゃがいも試験跡地において、土壌可給態りん酸が60~100mg/100g乾土程度残存する条件で秋だいこんを栽培した。供試コーンコブ堆肥のりん酸肥効率を100%としてりん酸を標準量施肥した場合のだいこん収量は、標準量のようりんを施用した区と同等で、揃いも良好だった(図2)。

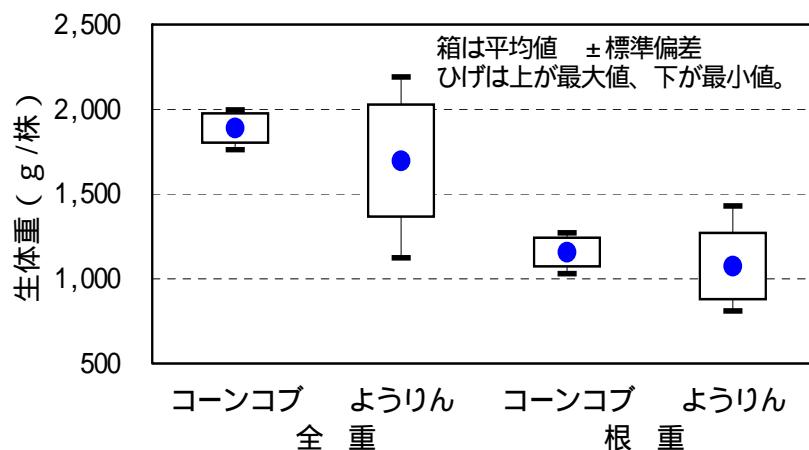


図2 だいこん収量 (平成19年 野菜花き試験場)

施肥前土壌可給態りん酸(mg/100g乾土) コーンコブ堆肥区: 62~99 平均79、ようりん区: 51~84 平均 67。
 コーンコブ堆肥の肥効率: N 20%、 P_2O_5 100%、 K_2O 100%とした。
 品種: 「耐病総太り」。コーンコブ堆肥施用・施肥8月29日、播種: 8月30日、収穫10月25日。
 栽植密度: 畝幅1m、条間50cm、2条植え、株間25cm。 10株調査。 銀黒マルチ。

平成20年では、コーンコブ堆肥のりん酸肥効率を3段階(60、80、100%)に変えて、秋だいこんを栽培し、ようりん及び重焼りんと比較した。コーンコブ堆肥区のだいこん収量は、りん酸肥効率60~100%の範囲では、同60%区と80%区に比べて100%区でやや低い傾向があったものの、概ねようりん及び重焼りん区と同等だった(図3)。

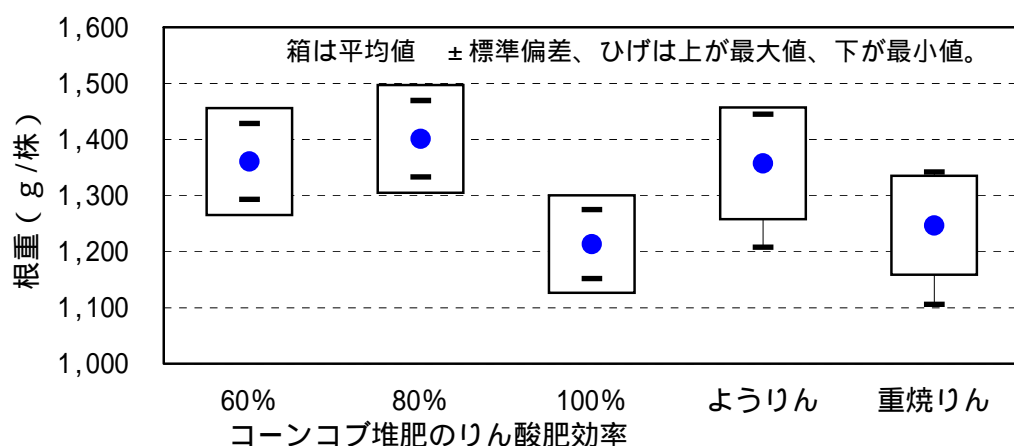


図3 コーンコブ堆肥のりん酸肥効率とだいこん根重 (平成20年 野菜花き試験場)

施肥前土壌可給態りん酸(mg/100g乾土)

コーンコブ堆肥区：平均 60% : 59、80% : 72、100% : 76。ようりん区：平均 57、重焼りん区：62。
コーンコブ堆肥の肥効率：N 20%、K₂O 100%とした。

品種：「耐病総太り」。コーンコブ堆肥施用・施肥8月26日。播種：8月27日、収穫10月30日。

栽植密度：畝幅1m、条間50cm、2条植え、株間20cm。 10株調査。銀黒マルチ。

表3 りん酸施肥量に対するたまねぎの規格別収量 (平成20、21年、野菜花き試験場)

年	処理	施肥P ₂ O ₅ kg/10a	試験区	作付前 av. P ₂ O ₅ *	規格別収量 (t/10a)					茎葉+根** t/10a
					2L以上	L	M	L以上	S以上	
平成 20年	標準量	20	コーンコブ堆肥	81	2.5	4.2	1.0	6.7	8.0	2.4
			ようりん	69	3.1	3.0	1.2	6.1	7.8	2.3
			重焼りん	66	3.2	3.2	0.9	6.4	7.7	2.3
	2倍量	40	コーンコブ堆肥	83	2.9	3.7	1.0	6.6	7.7	2.4
			ようりん	68	2.2	4.1	0.9	6.3	7.6	2.3
			重焼りん	65	3.3	3.9	0.7	7.2	8.2	2.6
分散分析		処理間		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
		試験区間		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
平成 21年	標準量	20	コーンコブ堆肥	75	2.4	4.7	0.8	7.2	8.2	2.6
			ようりん	58	1.7	4.1	1.3	5.8	7.3	2.7
			重焼りん	66	1.8	4.5	0.9	6.4	7.6	2.3
	2倍量	40	コーンコブ堆肥	77	1.8	4.8	1.0	6.7	7.8	2.6
			ようりん	67	1.4	4.2	1.2	5.6	7.2	2.4
			重焼りん	56	2.7	4.3	0.9	7.0	8.1	2.6
分散分析		処理間		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
		試験区間		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

* 作土(深さ10cmまで)の可給態(トルゲ法)りん酸：mg/100g乾土。

** 収穫2日後に球と茎葉及び根を切り離して測定した数値。

コーンコブ堆肥の肥効率：N 20%、P₂O₅100%、K₂O 100%とした。 品種：「七宝甘70」。

平成20年：播種9月10日、コーンコブ堆肥施用・施肥10月31日、定植11月2日、収穫6月2日。

平成21年：播種9月11日、定植11月6日、収穫6月2日。

栽植密度 = 3,205株/a (畝幅1m、株間12cm、条間20cm、5条植え、通路30cm)。

平成20年、21年に、施肥前の土壌可給態りん酸が、60~80mg/100g乾土程度の灰色低地土畑で、供試コーンコブ堆肥のりん酸肥効率を100%としてりん酸を標準量施肥した場合のたまねぎ収量は、標準量のようりん及び重焼りんを施用した区と同等だった(表3)。

また、りん酸施肥量を標準量の2倍量施用した場合のたまねぎ収量は、両年次ともに、コーンコブ堆肥区とようりん区及び重焼りん区で同等であり、標準量区と比べても同等であった。

平成21年に、施肥前土壌の可給態りん酸残存量に応じて、りん酸を減肥してにんじんを栽培した。コーンコブ堆肥区では、施肥前土壌可給態りん酸が70~114mg/100g乾土残存しており、りん酸減肥率を38~93%の範囲で設定した。なお、コーンコブ堆肥のりん酸肥効率は100%とし、りん酸減肥率は、土壌診断施肥診断支援システム「Dr.大地(ドクター大地)Ver.3.1」にしたがって計算した。コーンコブ堆肥区のにんじん収量は、りん酸減肥率38~93%の範囲ではばらつきはあるものの十分な収量が得られ、同様に減肥したようりん区、重焼りん区と比べても同等だった(表4)。

表4 土壌可給態りん酸量に応じて減肥したにんじんの収量と収穫時生育
(平成21年 野菜花き試験場)

作付前 土壌 av.P ₂ O ₅ * (%)	りん酸 減肥率 (%)	施肥りん酸 kg/10a (現物量)	根重		根長		茎葉重		全重	
			g/株	指数**	cm	指数**	g/株	指数**	g/株	指数**
コーンコブ堆肥系列										
70	38	12.5 (445)	198	100	16.4	100	35	100	233	100
71	38	12.4 (442)	185	93	15.6	95	37	106	222	95
77	47	10.7 (382)	253	128	17.5	107	49	140	302	130
89	61	7.8 (279)	238	120	16.9	103	51	146	289	124
113	91	1.9 (66)	224	113	16.6	101	51	146	275	118
114	93	1.5 (52)	232	117	16.6	101	49	140	281	121
ようりん系列										
50	12	17.6 (88)	188	100	16.2	100	45	100	233	100
51	14	17.3 (87)	173	92	17.3	107	40	89	213	91
62	28	14.5 (72)	175	93	15.9	98	35	78	210	90
67	34	13.3 (66)	186	99	16.1	99	34	76	220	94
74	43	11.4 (57)	211	112	16.6	102	62	138	273	117
78	48	10.5 (53)	186	99	16.4	101	42	93	228	98
重焼りん系列										
66	33	13.5 (39)	218	100	15.9	100	39	100	257	100
70	38	12.5 (36)	213	98	17.2	108	40	103	253	98
71	39	12.3 (35)	215	99	16.9	106	42	108	257	100
73	41	11.8 (34)	186	85	15.5	97	38	97	224	87
92	65	7.0 (20)	216	99	16.0	101	43	110	259	101
121	100	0.0 (0)	158	72	15.1	95	36	92	194	75

* 前作たまねぎ跡地(深さ10cmまで)の可給態(トルオーグ法)りん酸:mg/100g乾土。

** 指数は、りん酸減肥率が最小(施肥りん酸が最大)区を100とした数値。

コーンコブ堆肥の肥効率:N 20%、P₂O₅100%、K₂O 100%とした。

品種:「向陽2号」、コーンコブ堆肥施用・施肥7月23日、播種7月30日、収穫11月16日。全株調査。

栽植密度:畝幅60cm、株間10cm。

にんじんでのりん酸減肥率算出方法 (av.P₂O₅:可給態りん酸)

av.P₂O₅ < 40

施肥りん酸 = 施肥基準量

40 < av.P₂O₅ < 120

施肥りん酸 = 施肥基準量 × { 1 - (av.P₂O₅ - 40) / (120 - 40) }

120 < av.P₂O₅

施肥りん酸 = 0

ただし、40:診断基準上限値。120:減肥率100%(無施用)とする土壌分析値。

(5) 作物の品質とりん酸濃度

コーンコブ堆肥区における収穫時のたまねぎ可食部の糖度は、ようりん区及び重焼りん区と同等だった(表5)。

なお、収穫後7ヶ月間におけるたまねぎの日持性(重量減少、発芽、発根)は、コーンコブ堆肥、ようりん、重焼りんいずれも同等だった(平成20年技術情報)。

表5 収穫時のたまねぎ可食部の糖度
(平成20、21年 野菜花き試験場)

試験区	処理	糖度(Brix.%)	
		平20	平21
コーンコブ堆肥	標準量	10.2	9.1
	2倍量	10.0	8.9
ようりん	標準量	9.8	8.6
	2倍量	10.7	9.1
重焼りん	標準量	10.8	9.0
	2倍量	10.0	8.6
分散分析	処理間	n.s.	n.s.
	試験区間	n.s.	n.s.

L玉を1区あたり2個供試(表皮除去)して測定。

コーンコブ堆肥区における収穫時の作物体内りん酸濃度は、ようりん区及び重焼りん区と概ね同等だった(表6)。ただし、コーンコブ堆肥のりん酸肥効率を60、80、100%に変えてだいこんを栽培した場合(表6, 平20)では、根部・茎葉部ともに、設定したりん酸肥効率が高い(コーンコブ堆肥施用量が少ない)ほど、濃度が低下する傾向があった。

表6 収穫時における供試作物のりん酸成分濃度(平成19~21年、野菜花き試験場)
(乾物P₂O₅%)

試験区	処理*	だいこん				たまねぎ		にんじん**		
		平成19年		平成20年		平成20年	21年	平成21年		
		根部	茎葉	(肥効率)	根部			茎葉	根部	茎葉
コーンコブ堆肥	標準量	0.97	1.19	(60%)	0.86	0.87	-	-	-	-
				(80%)	0.75	0.72	-	-	-	-
				(100%)	0.60	0.61	0.47	0.48	0.64	0.77
	2倍量	-	-	-	-	-	0.47	0.56	(0.57-0.78)	(0.60-0.96)
ようりん	標準量	0.99	1.14		0.78	0.82	0.40	0.49	0.59	0.74
	2倍量	-	-		-	-	0.42	0.46	(0.47-0.77)	(0.63-0.86)
重焼りん	標準量	-	-		0.79	0.76	0.41	0.48	0.60	0.78
	2倍量	-	-		-	-	0.44	0.56	(0.53-0.72)	(0.71-0.86)

* 平成21年のたまねぎまでの処理内容。平成21年のにんじんは可給態りん酸残存量に応じて施用。

** 上段: 試験区の平均値。下段: (最大値-最小値)。

(6) 土壌化学性

平成19年の試験開始時(じゃがいも施肥前)と、平成21年の試験終了時(にんじん収穫時)で、作土(深さ10cmまで)の化学性を調べた(表7)。コーンコブ堆肥区の可給態りん酸は、試験前後で大きい変化はみられず、コーンコブ堆肥を化学肥料のりん酸の代替として施用しても、過剰なりん酸が蓄積するようなことはなかった。また、交換性カリ及び苦土は、試験終了時にやや低下していたが、塩基バランスは良好に保たれていた。なお、ようりん区では、可給態りん酸が試験前後で同等だったが、交換性石灰が試験前より増加した。これは、ようりに含まれる石灰分の影響と思われる。

表7 コーンコブ堆肥とようりんにおける試験開始前後の土壌化学性

(平成19、21年 野菜花き試験場)

試験区 時期	処理*	Tr.-P ₂ O ₅	pH	EC	無機態N	交換性塩基 mg/100g乾土 me比					塩基飽和度(%)			
		mg/100g	H ₂ O	mS/cm	mg/100g乾土	K ₂ O	CaO	MgO	CaO/MgO	MgO/K ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	合計
コーンコブ堆肥														
じゃがいも	標準量	75	6.8	0.08	0.3	52	436	106	3.0	4.7	6	79	27	112
施肥前	2倍量	91	7.0	0.09	0.6	61	462	114	2.9	4.4	7	84	29	119
にんじん	標準量	75	6.1	0.06	1.0	40	437	84	3.8	5.0	4	80	21	105
収穫時	2倍量	75	6.2	0.07	2.2	39	447	86	3.7	5.2	4	82	22	108
ようりん														
じゃがいも	標準量	65	6.9	0.07	0.4	41	356	88	2.9	5.3	4	65	22	91
施肥前	2倍量	72	6.9	0.08	0.4	49	363	91	2.9	4.3	5	66	23	94
にんじん	標準量	67	6.2	0.06	0.9	42	437	86	3.7	4.8	5	80	22	106
収穫時	2倍量	72	6.3	0.06	0.5	40	450	88	3.7	5.2	4	82	22	109

*平成21年のたまねぎまでの処理内容。平成21年のにんじりは可給態りん酸残存量に応じて施用。数値は全て作土(深さ10cmまで)。pH(H₂O)とECは、1:5水抽出液を供試。CECは試験区共通で19.6。

6 参考データ

(1) 長野県内で収集されたコーンコブ堆肥のpH及び主要成分を表8に示す。

表8 県内のコーンコブ堆肥の現物成分

試料 (10点)	pH (H ₂ O)	T-N (%)	T-P ₂ O ₅ (%)	T-K ₂ O (%)	T-C (%)	C/N
平均値	7.3	1.4	2.3	0.8	17.6	14.0
最大値	7.4	2.7	3.5	1.3	32.2	17.3
最小値	7.2	0.6	1.7	0.5	7.6	11.6

(きのこ廃培地の農地への施用方法 平17、長野県農政部)

(2) 使用済みコーンコブ培地

に含まれる無機態りん酸*の比率は、堆積により増加する。また、無機態りん酸のうち、速効性である易溶性りん酸**は、堆積1年後では、全りん酸の約半分を占める(図4)。

*水、重炭酸ナトリウム(NaHCO₃)、水酸化ナトリウム(NaOH)、塩酸(HCl)抽出画分。
**水及び重炭酸ナトリウム抽出画分。

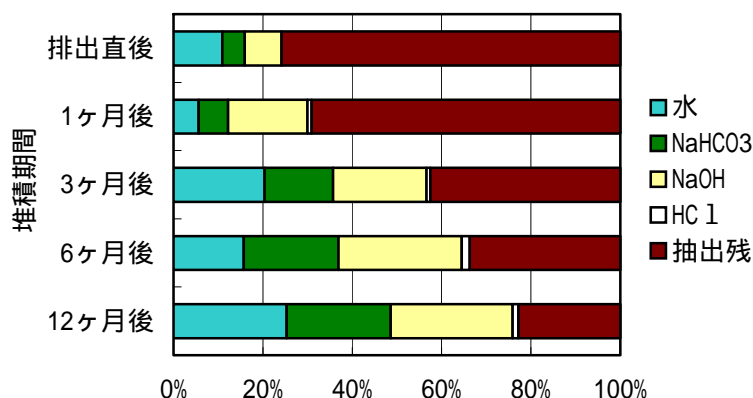


図4 廃培地の全りん酸に占める形態別りん酸比率の変化 (有機物中のりん酸の形態と施用後の動態。吉田・佐藤、2009年度日本土壌肥料学会関東支部大会講演要旨)

7 特記事項

[公開]

制限なし。

[課題名、研究期間、予算区分]

りん酸蓄積圃場の障害回避および適正施肥技術、平成19~21年度(2007~2009年度) 県単プロジェクト