

新規格肥料「混合堆肥複合肥料」の製造技術の検討（第2報）

水木剛・白石誠・大家理哉^{※1}・鷲尾建紀^{※2}

Study of Manufacturing Technology for New Standardized Fertilizer

'Mixed compost compound fertilizer' -2nd Report-

Takeshi MIZUKI, Makoto SHIRAISHI, Masaya OOYA and Tatsuki WASHIO

要 約

平成24年の肥料取締法施行規則等の改正により、堆肥を原料とした普通肥料「混合堆肥複合肥料」の公定規格が新設され、堆肥の土づくり効果と化学肥料の高い肥効を併せもった肥料の生産・流通が可能となった。そこで、堆肥の新たな需要拡大等を目的として、複数の化学肥料等を原料とし、特定の作物及び栽培条件を想定した混合堆肥複合肥料を設計し、その製造効率や保存性について検討した。また、尿素による膨化・固結を抑制するために、固結防止材であるシリカヒュームの効果についても検討した。

- 1 尿素を混合した混合堆肥複合肥料の膨化・固結の発生の程度は、尿素的混合割合だけでなく、他の原料の影響も受けている可能性がある。
- 2 粉碎されやすい原料を混合すると、製造歩留まりや破断強度が低下する場合がある。また、肥効調節型肥料は造粒時に粉碎されたり被覆がはがれたりするため、期待どおりの緩効性が得られない可能性がある。
- 3 乾物重量比15%の尿素を含む混合堆肥複合肥料にシリカヒュームを同2%混合して造粒したところ、混合しなかった場合と比較して、完成肥料の水分が低下し、膨化・固結の発生の程度が改善した。また、容積削減率や破断強度も高くなった。

キーワード：堆肥、混合堆肥複合肥料、固結、膨化、保存性

緒 言

土づくりを行う上で堆肥の有効性は十分認識されているが、堆肥は散布に労力を要し、畜種や製造方法等の違いにより肥料成分が多様で施肥管理が難しいなどの理由により利用が進んでいない。

このような状況の中、平成24年の肥料取締法施行規則等の改正¹⁾により公定規格が新設された混合堆肥複合肥料は、堆肥の土づくり効果と化学肥料の高い肥効を併せもつとされている^{2), 3)}。これにより、耕種側にとっては肥料成分と有機物を一度に供給できるため施肥管理の省力化が、畜産側にとっては堆肥を肥料原料として販売する新たな販路の開拓が期待されている。

一方で、普通肥料である混合堆肥複合肥料には公定規格の遵守が求められ、造粒・成形や加熱乾燥を要するため製造コストがかかる。そのため、混合堆肥複合肥料の普及にあたっては、価格に見合った高い肥効と付加価値が必要と考えられる。

そこで、既報⁴⁾では、窒素含有量の高い混合堆肥複合肥料の製造に資するため、窒素肥料（硫安、尿素、IB）の混合割合の違いが製造効率や保存性に及ぼす影響について検討した。

本報では、これまでの知見を踏まえ、複数の化学肥料等を原料とし、特定の作物及び栽培条件を想定して設計した混合堆肥複合肥料の製造効率や保存性について検討した。また、尿素による膨化・固結を抑制するために、指定配合肥料に使用可能な固結防止材であるシリカヒューム（微粒子状の非晶質二酸化けい素）の効果についても報告する。

材料及び方法

試験1 特定の作物及び栽培条件を想定した混合堆肥複合肥料の試作

(1) 材料及び試験区

主原料となる堆肥は、県内産の畜種混合堆肥（牛・豚・鶏）を使用した。これを天日乾燥し、

※1 現 岡山県農林水産総合センター普及連携部普及推進課（農業革新支援センター）

※2 岡山県農林水産総合センター農業研究所環境研究室

目開き 3mm のふるいで 2 回ふるいがけを行ったのちに試験に供した。

ふるいがけ後の肥料成分等は表 1 のとおりで、混合堆肥複合肥料の原料として公定規格（窒素が乾物あたり 2.0%以上、三要素の合計が同 5.0%以上、炭素窒素比が 15 以下）に適合したものであった。

表 1 原料堆肥の肥料成分等

	水分 (%)	窒素	リン酸	カリ (%DM)	炭素 窒素比
畜種混合堆肥	20.1	2.6	5.2	5.0	12.2

本試験では、特定の作物や栽培条件を想定した 4 種 11 点の混合堆肥複合肥料を設計し、試験区とした。また、比較のため堆肥のみを原料としたペレット堆肥も製造した。

各試験区の特徴や設計のねらいは次のとおりであり、原料混合割合は表 2 のとおりとした。

1) 有機化成型 (5 点)

窒素源は尿素を主体とし、なたね油かすや鶏ふん焼却灰、豚ふん尿の処理過程で回収したリン酸マグネシウムアンモニウム (以下、MAP)⁵⁾などの有機質肥料を混合した。本県における園芸用を想定して設計した。

2) 緩効型 (3 点)

緩効型の窒素肥効を付与するため、窒素源として肥効調節型肥料の IB、スーパーIB またはマイクロロングトータルを混合した。また、安価なリン酸源として鶏ふん焼却灰の利用を検討した。本県における水稻または園芸用を想定し

て設計した。

3) 特別栽培対応型 (2 点)

特別栽培農産物に係る表示ガイドライン⁶⁾に規定する要件「化学肥料の窒素成分量が慣行レベルの 50%以下であること」に対応させるため、有機質肥料であるなたね油かす、または、ひまし油かすを混合した。本県における園芸用を想定して設計した。

4) 有機物補給型 (1 点)

窒素含量を減らして有機物含量を増やすとともに、微量要素の補給を目的として熔成微量元素複合肥料 (以下、FTE) を混合した。本県における園芸用を想定して設計した。

(2) 製造方法

ローラー・ディスクダイ方式の造粒機 (不二パウダル株式会社, F-5/11-175D 型) で直径 3mm、長さ 10mm のペレット状に圧縮成型した。続いて、造粒物の粗熱が取れた段階で目開き 2mm のふるいで篩別し、ホーローバットに広げて通風乾燥機で 95°C、12 時間以上加熱乾燥した。

(3) 調査項目

各試験区の製造効率、保存性及び肥料成分等については、それぞれ次の項目を測定した。

1) 製造効率

- ①造粒歩留まり：造粒機を通過した造粒物及び成型くずの全重量に対する、目開き 2mm のふるいで篩別された造粒物の重量の比率。
- ②製造歩留まり：造粒機を通過した造粒物及び成型くずの全重量に対する、加熱乾燥後に目開き 2mm のふるいで篩別された完成肥料の重量の比率。

表 2 各試験区の原料混合割合 (試験 1)

	堆肥	窒素肥料				その他肥料						
		尿素	IB	スーパ-IB	マイクロロングトータル	硫マグ	硫加	なたね油かす	ひまし油かす	鶏ふん焼却灰	MAP	FTE
1) 有機化成型												
園芸Mg強化	50	15				20	10	5				
園芸一般	50	15					15	20				
園芸低コスト	50	15									35	
大豆Mg強化	30	9.2				16	4.8				40	
園芸MAP	50	10					10	10			20	
2) 緩効型												
鶏ふん焼却灰IB	50		25								25	
鶏ふん焼却灰スーパ-IB	50			25							25	
緩効性窒素	50				50							
3) 特別栽培対応型												
特別栽培なたね油かす	50	8						42				
特別栽培ひまし油かす	50	8							42			
4) 有機物補給型												
有機物補給	50		9.5			15	8	16.7				0.8

(単位：%DM)

③容積削減率：原料と完成肥料の比容積（重量 1kg あたりの容積）から次式により計算。

$$\frac{((\text{原料の比容積}) - (\text{完成肥料の比容積}))}{(\text{原料の比容積})} \times 100$$

2) 保存性

完成肥料を 100g ずつチャック付きポリ袋に封入し、終日 25℃暗条件の恒温槽内で湿度の調整をせず 180 日間密封保存（以下、25℃密封保存）、または、終日 35℃暗条件の恒温槽を加湿してポリ袋の口を開けた状態で 180 日間保存（以下、35℃開封保存）した（各 n=3）。前者は温暖期の倉庫内の環境を、後者は暑熱期の屋外の環境を想定して設定した。主な測定項目は、カビ等の発生、乾物残存率、破断強度及び肥料成分等で、肥料成分等の分析用試料は保存試験に供した 3 袋分を混合したものから採材した。

- ①カビ等の発生：カビ等の発生を目視で観察。併せて嗅覚によるカビ臭の確認も行った。
- ②乾物残存率：保存前に目開き 2mm のふるいで篩別された肥料の乾物重量に対する、保存後に目開き 2mm のふるいで篩別された肥料の乾物重量の比率。
- ③破断強度：プッシュプルゲージ（アイコーエンジニアリング株式会社，AWF-500）に山型アタッチメントを装着し、アルミバット上に置いた試料の中央部にアタッチメントの先端を水平に押しつけて、破断時の最大指示値を破断強度とした。各試験区の試料数は 22 本とし、最大値と最小値を除外した 20 本を評価の対象とした。

3) 肥料成分等

pH(KCl)（試料と 2M 塩化カリウム溶液の比率は 1:10）、電気伝導度（試料と蒸留水の比率は 1:10）、水分、有機物、ケルダール窒素、全窒素、全炭素、リン酸（ P_2O_5 ）、カリ（ K_2O ）、苦土（ MgO ）、アンモニア態窒素及び硝酸態窒素を「堆肥等有機物分析法」⁷⁾に準じて行った。

試験 2 シリカヒュームの固結防止効果の検討

(1) 材料及び試験区

試験 1 で膨化・固結が著しかった園芸 Mg 強化区、園芸一般区及び園芸低コスト区の 3 試験区に、微粒子状のシリカヒュームを混合して造粒した。各試験区の原料混合割合は表 3 のとおりとした。

なお、以下の図表中では、シリカヒュームの有無を「シリカあり」または「シリカなし」と表記する。

表 3 各試験区の原料混合割合（試験 2）

		(単位：%DM)					
		堆肥	尿素	硫マ ^g	硫加	なたね油かす	鶏ふん焼却灰 シリカヒューム
園芸Mg強化	シリカなし	50	15	20	10	5	
	シリカあり	48	15	20	10	5	2
園芸一般	シリカなし	50	15		15	20	
	シリカあり	48	15		15	20	2
園芸低コスト	シリカなし	50	15				35
	シリカあり	48	15				35 2

(2) 製造方法

試験 1 と同じ。

(3) 調査項目

試験 1 と同じ。

結 果

試験 1 特定の作物及び栽培条件を想定した混合堆肥複合肥料の試作

(1) 製造効率

造粒中は鶏ふん焼却灰 IB 区で粉塵の発生が多かったほか、程度の多少はあるものの全ての試験区でアンモニア臭を含んだ蒸気が発生した。また、緩効性窒素区では造粒機のローラー加圧によりマイクロロングトータルの被覆がはがれる現象が確認された（写真）。



写真 緩効性窒素区の原料（左）及び同原料を造粒機のローラーで加圧したもの（右）

また、尿素を 15%混合した試験区では、吸湿による膨化・固結が発生した。特に、園芸 Mg 強化区では、ペレットの形状をとどめないほど激しく固結したものが多くあった。

造粒後の歩留まりは、鶏ふん焼却灰 IB 区で 67.6%と低かったが、その他は 90%前後であった（図 1）。

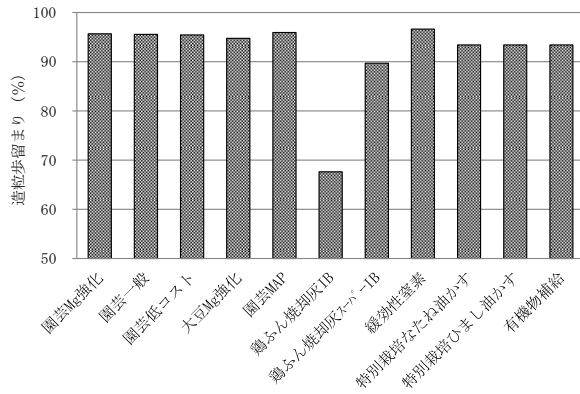


図1 造粒歩留まり（試験1）

加熱乾燥後の歩留まりは、鶏ふん焼却灰 IB 区で 66.3%と低かったが、その他の試験区では 85%前後であった（図2）。

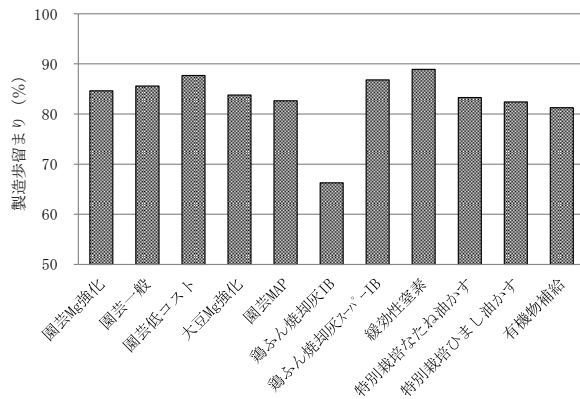


図2 製造歩留まり（試験1）

容積削減率は、園芸 Mg 強化区、園芸一般区及び緩効性窒素区でマイナスとなるなど、試験区間の差が大きかった（図3）。

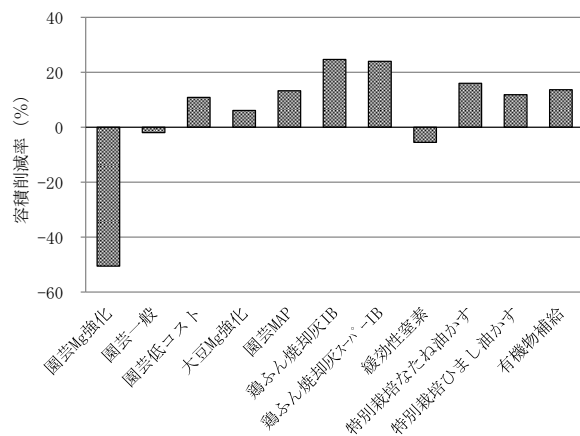


図3 容積削減率（試験1）

完成肥料の破断強度は、園芸 Mg 強化区、園芸一般区、園芸低コスト区及び大豆 Mg 強化区で十分な硬度がなく測定できなかった（図4）。

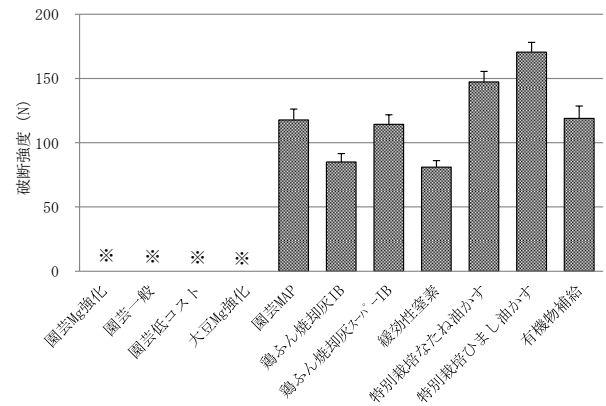


図4 完成肥料の破断強度（試験1）（n=20）
図中の*印は十分な硬度がなく測定できなかったことを示す。

（2）肥料成分等

各試験区の設計成分値及び完成肥料の分析値は表4のとおりであった。なお、設計成分値の根拠となる原料の成分値は、堆肥、なたね油かす及びMAPが岡山県農林水産総合センター農業研究所による分析値、その他は肥料製造業者による分析値または保証値を用いた。

完成肥料を分析した結果、一部に設計成分値を下回る成分があるなど、必ずしも設計どおりではなかった。

表4 設計成分値及び完成肥料の分析値(試験1)

	(単位:水分%FM、その他%DM)								
	設計成分値				完成肥料分析値				
	窒素	リン酸	カリ	苦土	窒素	リン酸	カリ	苦土	水分
1)有機入り化成肥料型									
園芸Mg強化	8.5	2.6	7.1	4.0	9.1	2.5	7.4	4.3	8.3
園芸一般	9.5	2.9	9.8	1.0	10.6	2.7	9.4	1.4	5.1
園芸低コスト	8.2	12.3	8.0	3.3	8.0	10.0	5.9	2.9	4.2
大豆Mg強化	5.0	12.7	10.5	5.9	5.5	10.3	8.8	5.0	2.8
園芸MAP	7.5	7.9	7.2	4.3	6.8	6.7	8.6	3.5	4.2
2)緩効型									
鶏ふん焼却灰IB	8.3	9.5	6.3	2.6	7.9	7.2	5.0	2.3	2.6
鶏ふん焼却灰スーパーIB	9.3	9.5	6.3	2.6	7.8	7.0	4.8	2.2	2.3
緩効性窒素	7.3	6.5	7.0	1.8	5.5	8.7	8.3	3.0	4.0
3)特別栽培対応型									
特別栽培なたね油かす	7.8	3.3	2.7	1.2	7.4	3.9	2.7	1.5	5.4
特別栽培ひまし油かす	8.3	3.8	2.4	0.8	9.3	3.4	2.9	1.6	4.4
4)有機物補給型									
有機物補給	5.1	2.8	6.3	3.3	5.4	2.7	6.7	3.8	4.3
堆肥のみ(参考)	2.5	5.0	4.0	1.5	2.0	3.9	3.8	2.2	3.4

(3) 保存性

25℃密封保存の恒温槽内は平均 25.9℃(最大 26.4℃/最低 25.5℃)、平均湿度 20.1%(最大 45%/最低 8%)であった。

一方、35℃開封保存では、漏電により温度が 10℃前後、湿度が 10%前後まで低下するトラブルが 2度あった。恒温槽内は、平均 33.4℃(最大 36.6℃/最低 8.8℃)、平均湿度 72.9%(最大 96%/最低 9%)であった。

保存中のカビ等の発生については、25℃密封保存で園芸一般区に、35℃開封保存で園芸一般区、園芸低コスト区及び鶏ふん焼却灰スーパーIB区に認められた。ただし、本試験におけるカビ等の発生は、いずれもカビ臭を感じるほどではない限定的なものであった。なお、カビ等が発生した肥料の水分は 4.0~10.2%で、他の試験区と同程度であった。(図表省略)

保存後の乾物残存率は、いずれの試験区も 95%を上回っていた。また、園芸 Mg 強化区、園芸一般区、大豆 Mg 強化区及び緩効性窒素区を除き、25℃密封保存より 35℃開封保存の方が有意に低くなった。(図5)

また、多くの試験区で、25℃密封保存よりも 35℃開封保存の破断強度が低くなった(図6)。

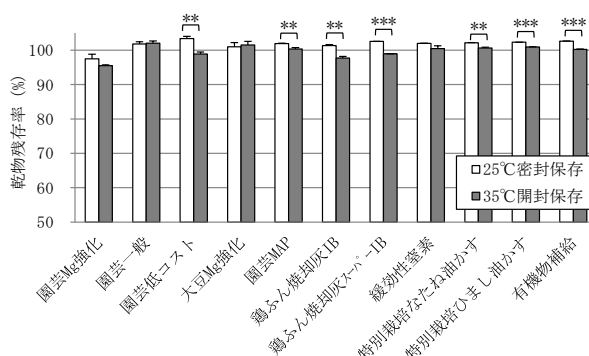


図5 保存後の乾物残存率(試験1) (n=3)
図中の**に 1%水準、***に 0.1%水準以上の有意差あり(t検定)。

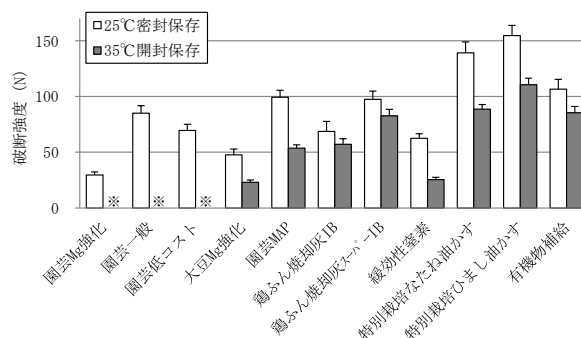


図6 保存後の破断強度(試験1) (n=20)
図中の※印は十分な硬度がなく測定できなかったことを示す。

造粒前後及び保存前後の窒素変動については、図7に示したとおりであった。

多くの試験区で造粒後に窒素が低下したが、鶏ふん焼却灰スーパーIB区で特に顕著であった。また、造粒時にマイクロロングトータルの

被覆がはがれた緩効性窒素区では、造粒・保存後に無機態窒素が増えた。

なお、いずれの試験区についても、保存後に窒素の大幅な低下は認められなかった。

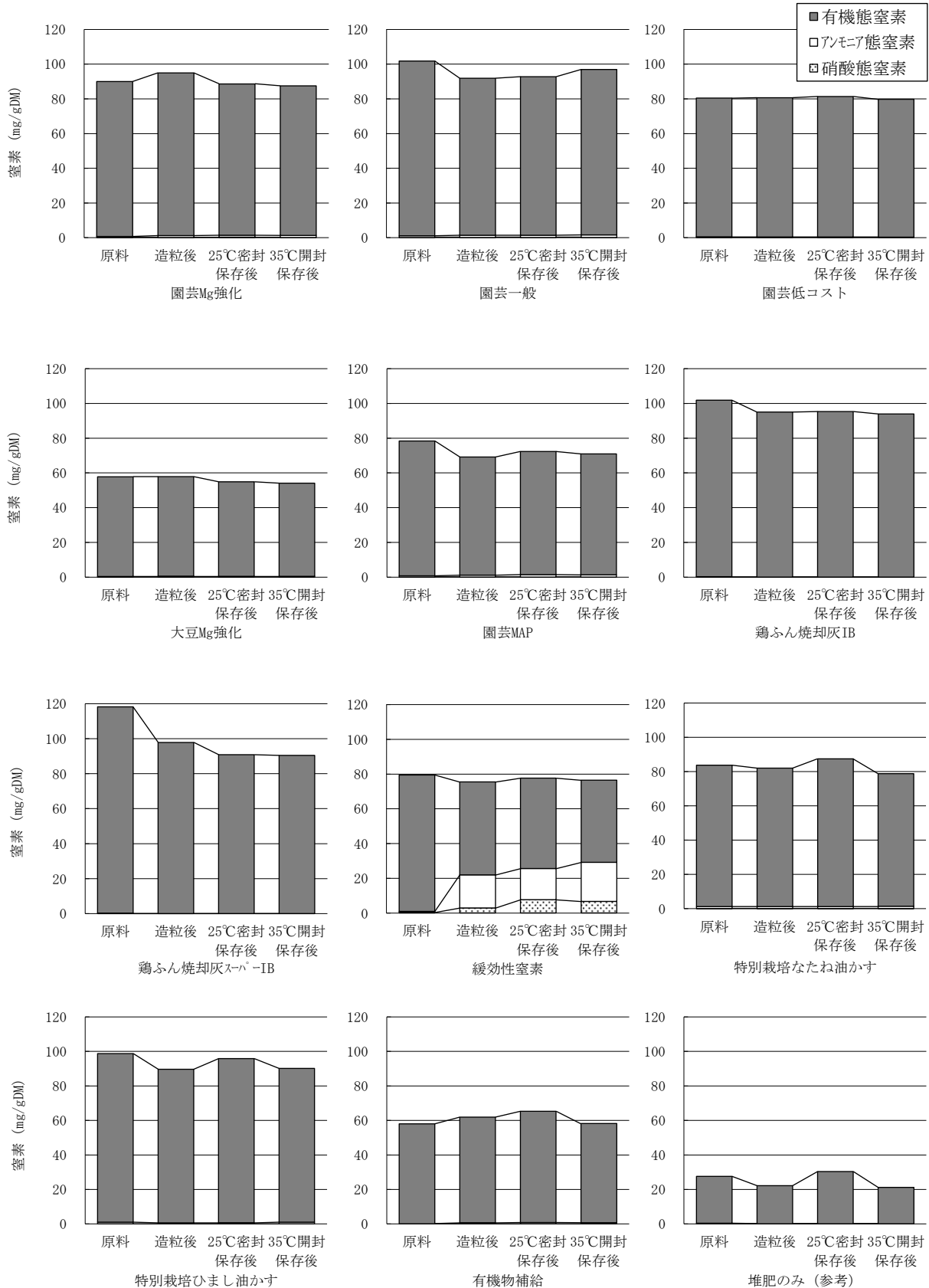


図7 造粒前後及び保存前後の窒素変動（試験1）

試験2 シリカヒュームの固結防止効果の検討

(1) 製造効率

造粒歩留まり及び製造歩留まりについては、シリカヒュームの有無による差はほとんどなかった(図8)。

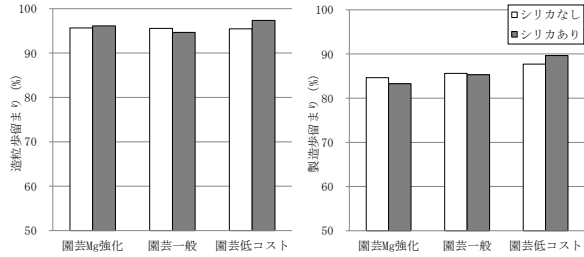


図8 造粒歩留まり及び製造歩留まり(試験2)

試験1で認められた膨化・固結は、シリカヒュームを混合することにより、全ての試験区で改善が認められた(表6)。

また、容積削減率もわずかではあるが改善した(図9)。

表6 膨化・固結の発生(試験2)

肥料区画	シリカ有無	膨化 ^{※1}	固結 ^{※2}
園芸Mg強化	シリカなし	100%	強い
	シリカあり	80~90%	やや強い
園芸一般	シリカなし	100%	弱い
	シリカあり	70~80%	なし
園芸低コスト	シリカなし	80~90%	なし
	シリカあり	60~70%	なし

※1 完成肥料の表面がひび割れるなどして形状が一様でないものの比率を目視で確認。
 ※2 強い：手でほぐしても元のペレットの形状をとどめない強い固結、やや強い：手でほぐせばばらける程度の固結、弱い：軽い振動でばらける程度の固結、なし：固結なし。

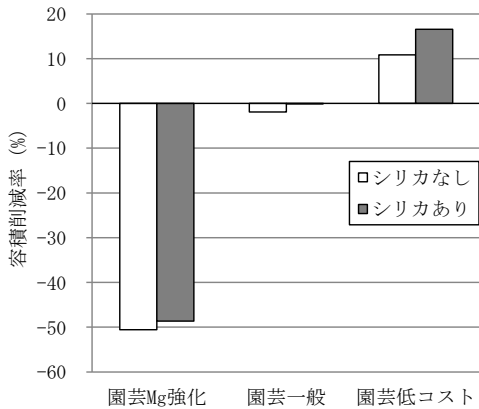


図9 容積削減率(試験2)

(2) 保存性

保存中の恒温槽内の温度・湿度については、

前述の試験1と同じである。

カビ等の発生は、シリカヒュームを混合しても抑制できなかった。また、園芸Mg強化区ではシリカヒュームを混合してカビ等が発生した。(表7)

表7 保存中のカビ等の発生状況(試験2)

25°C密封保存		31日目	90日目	122日目	150日目	180日目
園芸Mg強化	シリカなし	-	-	-	-	-
	シリカあり	-	-	-	-	+
園芸一般	シリカなし	-	+	-	+	+
	シリカあり	-	+	-	+	-
園芸低コスト	シリカなし	-	-	-	-	-
	シリカあり	-	-	-	-	-

35°C開封保存		31日目	90日目	122日目	150日目	180日目
園芸Mg強化	シリカなし	-	-	-	-	-
	シリカあり	-	-	-	+	-
園芸一般	シリカなし	-	++	++	+	-
	シリカあり	-	++	+	-	+
園芸低コスト	シリカなし	-	-	+	+	-
	シリカあり	-	-	-	-	-

※ (-) なし、(+) わずかに発生、(++) 部分的に発生

保存後の乾物残存率は、25°C密封保存の園芸Mg強化区を除き、シリカヒュームを混合した方が有意に低くなった(図10)。

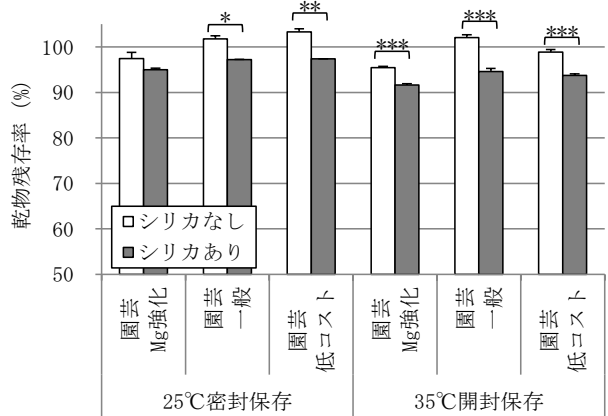


図10 保存後の乾物残存率(試験2) (n=3)

図中の*に5%水準、**に1%水準、***に0.1%水準以上の有意差あり(t検定)。

保存前後の破断強度は、図11のとおりであった。

保存前の園芸一般区及び園芸低コスト区ではシリカヒュームを混合した方が破断強度が高くなったが、園芸Mg強化区では差はなかった。

25°C密封保存後では、シリカヒュームを混合した方が破断強度が高くなる傾向にあった。また、25°C密封保存の前後では、シリカヒューム

の有無にかかわらず、破断強度が高くなる傾向にあった。

なお、35℃開封保存では、ほぼ全ての肥料がもろく崩れやすくなっており、測定ができなかった。

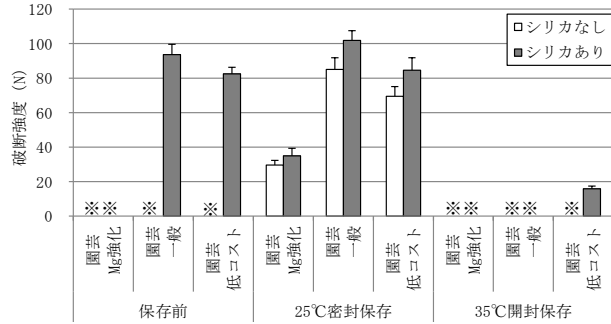


図 11 保存前後の破断強度（試験 2）（n=20）
図中の※印は十分な硬度がなく測定できなかったことを示す。

保存後の水分は、いずれの保存条件でもシリカヒュームを混合した方が高くなり、保存前とは逆の結果となった（図 12）。

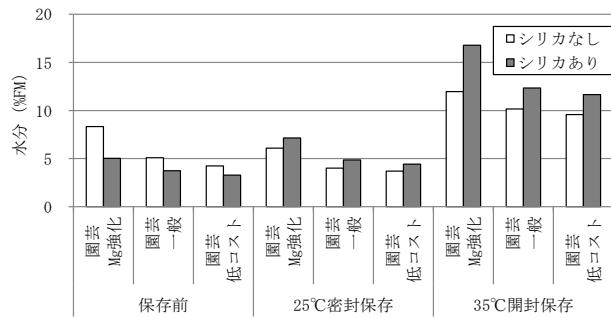


図 12 保存前後の水分の変動（試験 2）

造粒前後及び保存前後の窒素変動は、図 13 に示したとおりであった。

いずれの試験区も原料の段階ではシリカヒュームを混合した方が窒素が高い傾向にあったが、その差は造粒・保存を経て小さくなった。

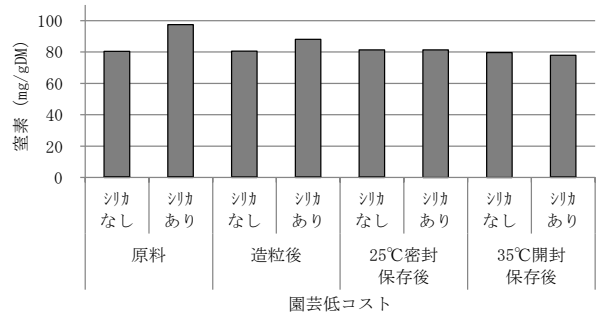
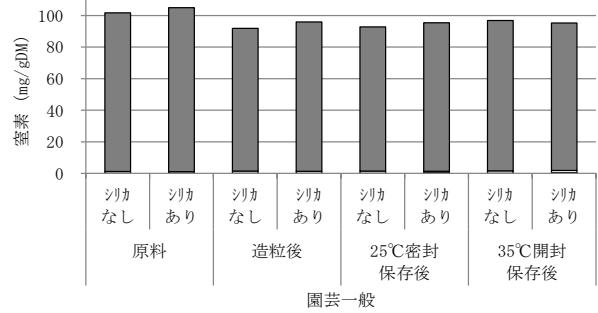
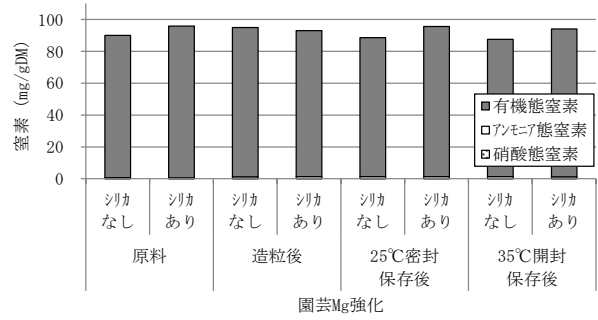


図 13 造粒前後及び保存前後の窒素変動（試験 2）

考 察

試験 1 特定の作物及び栽培条件を想定した混合堆肥複合肥料の試作

一部の試験区に発生した膨化・固結については、既報⁴⁾のとおり尿素的吸湿に起因するものと考えられた。

しかしながら、共に尿素 15%を混合した園芸 Mg 強化区、園芸一般区及び園芸低コスト区では、膨化・固結の程度が大きく異なっていた。また、尿素を 9.2%混合した大豆 Mg 強化区では 40~50%に膨化が認められたが、尿素を 10%混合した園芸 MAP 区では膨化が起こらなかった。このように、膨化・固結の程度は、尿素的割合だけでなく、他の原料の影響も受けている可能性があると考えられた。そのため、尿素を含む混合堆肥複合肥料の製造にあたっては事前

の十分な検討が必要である。

鶏ふん焼却灰 IB 区で造粒歩留まり、製造歩留まり及び破断強度が低くなった。同区では造粒時の粉塵の発生が特に多かったことから、造粒機のローラーが IB によりスリップを起こして圧縮圧力がかかりにくかったのではないかと推察された。また、鶏ふん焼却灰スーパー IB 区の造粒歩留まり等が鶏ふん焼却灰 IB 区よりも高かったのは、スーパー IB に含まれる硬化剤の影響によるものと考えられた。

一方、緩効性窒素区の容積削減率がマイナスになった原因は、造粒時にマイクロロングトータルの被覆がはがれ、結果的に完成肥料の比重を低下させたためと考えられた。この影響は、破断強度の低下や無機態窒素の増加、pH の低下（原料 pH8.8→完成肥料 pH6.2）、電気伝導度の上昇（原料 3.6dS/m→完成肥料 21dS/m）にもおよんだ。

そのため、今回供試した緩効性肥料の緩効性は、造粒段階でその一部が失われていると考えられた。これらの影響については、今後、肥効試験により明らかにしたい。

なお、固結が起こる要因のひとつに粒子の集合接触があり、その対策として機械的にかき混ぜることがあげられている⁸⁾。本試験では造粒直後の肥料をホーローバットに広げたまま通風乾燥機内に放置していたため、十分に乾燥する前に肥料同士が接触する時間が長くなった可能性がある。実際の肥料工場では振動ふるい等の上を移動しながら比較的短時間で高温乾燥されていることから、今後はより実際の条件に近い加熱乾燥方法で試験を行う必要がある。

主原料である堆肥の分析値が三要素とも想定より高かったにもかかわらず、多くの完成肥料の分析値が設計成分値を下回った。鶏ふん焼却灰を混合した試験区では、リン酸及びカリの分析値が設計成分値を大きく下回った。また、MAP を混合した園芸 MAP 区ではリン酸が低く、カリは高かった。これらの原因として、特定の原料の品質が安定していなかったことが考えられるが、本試験では明らかにできなかった。

既報⁴⁾と同様に、本試験でも一部の試験区で造粒時に窒素が低下した。その原因として、造粒時の粉塵の発生やアンモニア等の揮発が考えられた。そのため、造粒時に窒素の損失が起こる可能性を考慮した余裕のある設計を検討する必要がある。

保存中のカビ等の発生は、必ずしも水分が高いものに起こったわけではなかった。また、カビの生育可能 pH 領域は 2~8.5⁹⁾とされている

が、発生が確認された試験区のうち園芸低コスト区と鶏ふん焼却灰スーパー IB 区の pH は 9 を超えていた。本試験ではカビ等が発生した原因を明らかにできなかったが、カビ等の発生は商品価値を著しく低下させるため、今後もその抑制について検討を続けたい。

乾物残存率については、100%を超える試験区が大半となったことを考慮しても、試験区間の差は大きくないと考えられた。ただし、今後は測定方法の見直しを行う必要があると考えられた。

本試験では、保存前後で窒素の大きな低下は認められなかったが、緩効性窒素区では、特に 35℃開封保存後に無機態窒素が増加した。そのため、水分の影響を受けやすい原料を混合する場合には、完成肥料中の水分や保存中の湿度が肥効におよぼす影響も考慮する必要がある。

試験 2 シリカヒュームの固結防止効果の検討

シリカヒュームを乾物重量あたり 2%混合することにより、完成肥料の水分が低下し、膨化・固結の発生を抑制できた。また、容積削減率が高まり、破断強度が高くなった。これらは、シリカヒュームの固結防止効果のほか、シリカヒュームの微粒子が原料の密度を高めたためではないと考えられた。

一方、保存試験では、シリカヒュームを混合した方が保存後の水分が高くなり、乾物残存率が低くなった。これらの原因については明らかにできなかったが、25℃密封保存での差は大きくないことから、適切な環境下で保管すれば、実用上の問題はないと考えられた。

農林水産省告示¹⁰⁾では、普通肥料の配合にあたって全重量の 3%までの含有が認められており、さらに効果を高めるためには混合割合を増やすか、造粒直後の肥料表面へのコーティングを併用するなどの対策を検討する必要があると考えられた。

なお、シリカヒュームを混合した方が原料の段階で窒素が高くなったが、本試験ではその原因を明らかにできなかった。しかしながら、いずれの試験区とも造粒・保存を経てその差が小さくなる傾向にあったことから、実用上の影響は小さいと考えられた。

本試験の成果を踏まえ、今後は肥料メーカーとの連携による実規模での製造効率の評価や保存性試験、実証栽培試験を実施する予定である。

謝 辞

本試験の一部は、岡山県産業廃棄物処理税充当事業「家畜ふん尿からのリン除去・回収技術の開発試験事業」の一部として行った。

引用文献

- 1) 肥料取締法に基づき普通肥料の公定規格を定める等の件の一部を改正する件（平成24年8月8日 農林水産省告示第1985号）
- 2) 小宮山鉄兵・辻あづみ（2013）：混合堆肥複合肥料の開発～堆肥と普通肥料を混合した安価な有機複合肥料～. グリーンレポート, No. 531, 10-11
- 3) 加藤哲郎（2013）：堆肥と普通肥料を混合した普通肥料. 畜産環境情報, 第48号, 17-22
- 4) 水木剛・白石誠・大家理哉・鷺尾建紀（2015）：新規格肥料「混合堆肥複合肥料」の製造技術の検討. 岡山農総セ畜研報5, 1-8
- 5) 白石 誠・高取健治・水木 剛・大家理哉・鈴木一好（2014）：メタン発酵処理のろ液等からのリン除去技術の検討. 岡山農総セ畜研報4, 1-6
- 6) 特別栽培農産物に係る表示ガイドライン（平成4年10月1日農林水産省通知 食流第3889号（最終改正：平成19年3月23日農林水産省通知 消安第14413号））
- 7) （財）日本土壌協会（2000）：堆肥等有機物分析法
- 8) 荒井明彦（1969）：肥料固結防止材としての応用. 油化学, 第18巻第9号, 668-672
- 9) 文部科学省「カビ対策マニュアル」作成協力者会議（2008）：カビ対策マニュアル
- 10) 肥料取締法施行規則第一条第四号の規定に基づき、農林水産大臣が指定する材料を定める件（平成25年12月5日 農林水産省告示第2943号）