

1. 目的

AMaFe の開発により農場単位で詳細な施肥計画が可能となったが、圃場の数が多くなるほど多くの銘柄の化学肥料を準備する必要が生じている。この解決策として、単肥を混合して調製することが考えられるが、そのための大型の機械はなく、その作業の複雑さが課題となっている。本課題では、重量計が装備された単肥混合機と設定量に応じて単肥を自動供給する単肥供給装置を組み合わせた単肥配合機を開発し、その性能を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

- 1) 単肥混合機：機体諸元、性能（混合精度*、作業能率）、所要動力、混合肥料の保存性

*混合精度に用いた原料（単肥）

試験 1：硫安、ダブリン、硫加の混合

試験 2：尿素、リン安、塩加の混合

- 2) 単肥自動供給装置：機体諸元、性能（供給速度・精度）

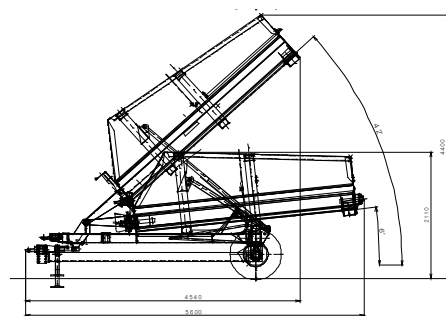


図1 単肥混合機

3. 成果の概要

- 1) 単肥混合機と単肥自動供給装置で構成される自動単肥配合機を開発した。単肥混合機（有効容量 2m^3 ）はオーガの回転と傾斜を利用して肥料を混合する（図1、表1）。油圧で後方を持ち上げて前方に傾斜（最大傾斜角度 42 度）させ、底部のオーガの回転で単肥をホッパ後方へ搬送し、傾斜で前方へ流れ落ちることを繰り返すことで混合する。単肥自動供給装置（表2）は供給装置（スクリーンコンベア）とその制御装置からなり、単肥混合機に付属した重量計の値を利用して、設定量で自動的に供給を停止する仕組みである。
- 2) 混合した後に排出したサンプル（サンプル数は1処理4～6点）の変動係数は試験1の3分間混合が 12.3～38.2%、試験1の5分間混合が 4.1～9.5%、試験2の5分間混合が 3.5～10.1%であった（表3）。また、7分間混合時の1分ごとのサンプルの組成の変化から（図2）、単肥を5分間混合することにより、均一な混合肥料を作ることが可能と判断された。
- 3) 肥料の粒度割合は5分間混合の場合、粒径 2.00～4.00mm の分布が原料に比べて試験1では 4.9～6.6 ポイント低下し、試験2では 0.6～0.7 ポイント低下し、その一方で 1.18～2.00mm が増加する傾向があったが、粉状となる 1.18mm 未満の増加は僅かであり、固結も見られなかった（表4）。
- 4) 混合時の所要動力は、最大 30.0kW (40.8PS) であった。また、混合機からの排出速度は 8.3～12.8kg/秒であった。
- 5) 混合後の肥料（硫安、ダブリン、硫加；水分 1.37～1.48%）を 100 日までフレコンバッグに密封保存しても水分は 1.17～1.46%と混合時とほとんど変化せず、固結も見られなかった。
- 6) 単肥自動供給装置による肥料（水分 4.26%、かさ密度 950.3g/L）の供給速度は 3.0～3.1kg/秒であった。設定量に対する供給量の誤差は最大で $\pm 1\text{kg}$ であり、供給精度は高かった。
- 7) 単肥混合機1台、単肥自動供給装置（供給装置3台、制御装置1台）を用いると、単肥投入から混合・密封までのサイクルタイムは 30 分程度であった。

以上より、大規模農場等における圃場ごとの精密な施肥設計に対応するため、単肥から混合肥料の効率的な調製が可能な単肥混合機及び単肥自動供給装置からなる自動単肥配合機を開発し、その性能を明らかにした。

表1 単肥混合機の諸元

型式		MD3000
全長	(mm)	5600
全幅	(mm)	2370
全高(最大上げ時)	(mm)	2110(4400)
ホッパ		横軸オーガ式
長さ	(mm)	3000
容量(最大上げ時)	(m ³)	3(2)
最大傾斜角	(deg)	42
排出口面積	(cm ²)	195.5
PTO軸回転数	(rpm)	540
装着方法		ドローバけん引式

表3 原料割合と混合後の肥料の組成

			乾物重量割合(%)			
处理	混合量 (原物kg)	混合 時間	硫加	ダブリン	硫安	
試験1	1-①	1780 3分	混合割合	39.3	30.3	30.3
			排出 ¹⁾	41.9(5.2)	29.5(7.3)	28.1(4.3)
			排出CV ²⁾	12.3	24.8	15.2
	1-②	1960 3分	混合割合	45.9	36.7	17.3
			排出	47.0(5.6)	35.6(6.1)	16.3(6.2)
			排出CV	12.0	17.2	38.2
	1-③	1000 5分	混合割合	39.6	29.7	30.7
			排出	41.5(4.0)	28.4(2.2)	28.2(2.2)
			排出CV	9.5	7.7	7.9
	1-④	2000 5分	混合割合	39.6	29.7	30.7
			排出	38.8(1.9)	29.0(1.3)	31.0(1.3)
			排出CV	5.0	4.4	4.1
			乾物重量割合(%)			
处理	混合量	混合 時間	尿素	リン安	塩加	
試験2	2-①	964 5分	混合割合	25.5	40.1	34.4
			排出	22.4(2.2)	41.1(1.7)	36.5(3.7)
			排出CV	9.8	4.0	10.1
	2-②	964 5分	混合割合	25.5	40.1	34.4
			排出	21.8(1.5)	41.3(1.4)	36.9(2.7)
			排出CV	6.8	3.5	7.2

1) サンプル数は1-①②③が6、1-④が4、2-①②が5である。

2) 排出サンプルの変動係数(%)

表4 排出サンプルの粒度分布

試験	処理	粒度分布(乾物割合%)				
		1.18mm 未満	1.18- 2.00mm	2.00- 4.00mm	4.00- 6.00mm	6.00mm 以上
試験1	原料 ¹⁾	0.1	9.4	86.2	4.2	0.1
	1-③ 排出 ²⁾	0.0(-)	10.6(2.8)	79.6(2.1)	9.1(1.5)	0.7(0.5)
	排出CV ³⁾	—	26.6	2.6	16.1	69.2
	原料	0.1	9.4	86.2	4.2	0.1
	1-④ 排出	0.4(0.1)	12.2(2.5)	81.3(1.5)	5.7(1.3)	0.6(0.2)
	排出CV	32.6	20.2	1.9	22.1	26.1
試験2	原料	0.1	1.1	94.2	4.6	0.0
	2-① 排出	0.0(0.0)	1.3(0.4)	93.5(0.7)	5.1(0.9)	0.0(-)
	排出CV	71.1	30.2	0.8	18.1	0.0
	原料	0.1	1.1	94.2	4.6	0.0
	2-② 排出	0.4(0.6)	2.1(0.4)	93.6(0.6)	4.0(1.0)	0.0(-)
	排出CV	171.1	20.1	0.7	25.7	—

1) 投入時の粒度分布は混合割合から推定

2) サンプル数は1-③が6、1-④が4、2-①②は5である

3) 排出中のサンプルの変動係数(%)

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 土壌診断に基づく施肥対応に活用できる。
- 2) 単肥混合機のみでの活用も可能である。
- 3) 混合する単肥は粒状とし、銘柄選択に関しては、吸湿性や反応性の高い肥料は避ける。
- 4) 肥料の固結を防ぐため、混合は高湿環境下を避け、雨などの水が直接あたらない場所で行う。

5. 残された問題とその対応

なし

表2 単肥自動供給装置(供給装置)の諸元

タンク容量	(リットル)	1950
排出高さ	(mm)	2240~5300
排出長さ	(mm)	2900~4335
昇降範囲	(度)	0~45
昇降方式		油圧
旋回範囲	(度)	365(左右)
旋回方式		電動モータ(直流12V)
排出方式		スクリュコンベア
駆動方式		電動モータ(三相200V 2.2kw)

注) クボタコンバインER572のグレインタンクを改造

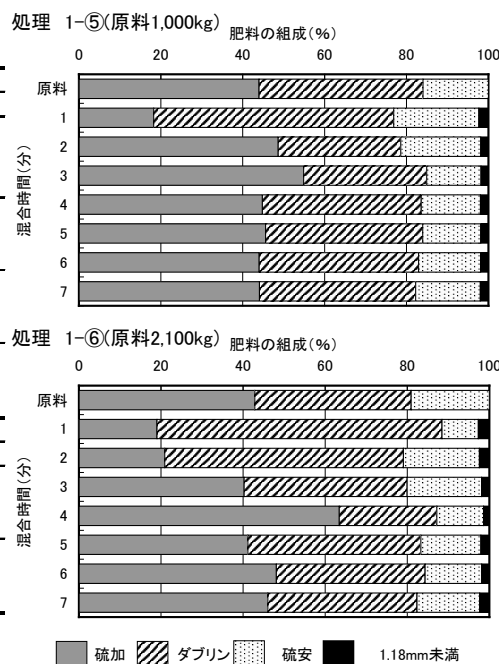


図2 混合時間による組成の変化