

令和5年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 3107-325331 （経常（各部）研究）

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：園芸作物における堆肥入り複合肥料の特性と活用法
(研究課題名：クリーン農業における施肥省力技術の開発)
- 2) キーワード：園芸作物、省力施肥、クリーン農業、有機物利活用
- 3) 成果の要約：有機物由来窒素の配合割合を30～40%、うちC/N比が概ね15以下の牛・豚ふん堆肥由来窒素の配合割合を20%以下とした複合肥料は、施用後、速やかに窒素を放出する。トマト、ほうれんそう、キャベツに対し、本資材をYES!clean栽培の適合基準に遵守して用いることで、有機物施用と省力化を両立できる。

2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：道南農業試験場・研究部・生産技術グループ・研究職員・古林直太
- 2) 共同研究機関（協力機関）：中央農業試験場・農業環境部・生産技術グループ（朝日アグリア株式会社、渡島農業改良普及センター、空知農業改良普及センター）

3. 研究期間：令和3～5年度（2021～2023年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

YES!clean栽培では労力不足などにより、堆肥施用が困難になりつつあり、堆肥施用に係る労力を低減し、煩雑な施肥設計を容易にする技術を求めている。肥料取締法改正で販売可能となった堆肥入り複合肥料は有機物と化学肥料を基肥で一度に施用でき、肥培管理の省力化が期待されているが、各作物のYES!clean栽培基準に適合し、安定生産を行う上で不明な点が多い。

2) 研究の目的

園芸作物のYES!clean栽培基準に適合する堆肥入り複合肥料の窒素供給特性と活用法を明らかにする。

5. 研究内容

1) YES!clean栽培基準に適合する堆肥入り複合肥料の窒素供給特性（R3～5年度）

- ・ねらい：YES!clean栽培基準に適合する複合肥料を試作し、その窒素供給特性を明らかにする。
- ・試験項目等：供試肥料；配合割合の異なる数種の複合肥料とその原料（牛ふん、豚ふん、鶏ふんの各堆肥等）
調査項目：埋設試験により経時的窒素溶出率を調査。

2) 園芸作物に対する堆肥入り複合肥料の施用効果（R3～5年度）

- ・ねらい：作物種や作型が異なる条件において、窒素供給特性が異なる複合肥料の施用効果を明らかにする。
- ・試験項目等：供試圃場・作物；道南農試ハウス（褐色低地土、地力水準：低・中）でトマト（夏秋どり）、ほうれんそう（春まき～秋まきの4作）、中央農試露地（褐色低地土）でたまねぎ（春まき）、キャベツ（春まき）。処理区；対照区（堆肥＋化学肥料、トマトは追肥あり）、複合肥料系列（有機物由来窒素（0N）配合30～40%で牛・豚ふん堆肥の窒素配合割合の異なる2種を供試、窒素、リン酸、カリの施肥量が対照区と同一となるように単肥配合しBB肥料化、全量基肥施用、ほうれんそうは1・3作目のみ施用）。

3) 堆肥入り複合肥料の現地実証（R4～5年度）

- ・ねらい：上記2)で施用効果が高かった複合肥料を供試し、現地でその効果を実証する。
- ・試験項目等：渡島・ほうれんそう（褐色低地土）、空知・キャベツ（泥炭土）・たまねぎ（灰色低地土）

6. 研究成果

1) 窒素供給特性については、有機物由来窒素割合を33～36%とした複合肥料は初期から窒素溶出率（以下、溶出率）が高く推移し、積算地温1200℃程度で溶出率が90%に達した（図1）。一方、同割合が50～54%の複合肥料は初期溶出率が低く、溶出率90%に達するのに倍以上の積算地温を要した。また、同割合が同レベルの複合肥料間を比較すると、牛ふん堆肥のC/N比および牛・豚ふん堆肥の窒素配合割合が低い複合肥料の方が窒素溶出率は高く推移し、この傾向は有機物由来窒素割合の高いレベルの複合肥料間で顕著であった。

2) ①トマトでは、複合肥料系列で収穫初期に小果が増え、やや減収する事例があったが、収穫終了時の良品収量はいずれの圃場、年次とも対照区と同等以上となり、なかでも牛・豚ふん堆肥の窒素配合割合の低い複合肥料で施用効果が高かった（表1）。ほうれんそうでは、複合肥料系列の2作平均の収量は対照区と同等以上であったが、牛・豚ふん堆肥の窒素配合割合の高い区では2作目に大きく減収する年次があった（表2）。複合肥料では、トマトは全量基肥、ほうれんそうは2作分の施肥を一度にでき省力が可能であった。

②2021年の露地作物では牛・豚ふん堆肥のC/N比が15以上の複合肥料で収量が低下した（データ省略）。たまねぎでは、収量水準が高かった2022年には複合肥料系列で減収したものの、平年並の収量水準であった2023年には複合肥料系列で増収した（表3）。収量水準が高くなる気象条件では、肥大期頃以降の窒素供給が対照区に比べて不足し、収量が劣る可能性がある。キャベツでは牛・豚ふん堆肥の窒素配合割合の低い複合肥料区で2カ年を通じて規格内収量が対照区に比べて多収であった（表3）。

③以上から、トマト、ほうれんそうおよびキャベツでは、複合肥料の有機物由来窒素割合を30～40%、その内、牛・豚ふん堆肥の窒素配合割合を20%以下とすることで安定した施用効果が得られる。一方たまねぎでは、施用効果が不安定であった。

④北海道農業生産技術体系および肥料メーカーによる試算の結果、複合肥料区の労働費を含む施肥コストは対照区に比べ、施設で1～25%、露地で18～48%高いが、有機物施用と施肥作業の省力化により、労働時間は施設で3～13h/10a減、露地は同等と試算される（データ省略）。

3) 現地実証のほうれんそうおよびキャベツでは、複合肥料区は対照区と同等の収量であったが、たまねぎでは肥料散布後の混和が遅れたことで、ハエ類による欠株が生じ、複合肥料区で減収した（データ省略）。

<具体的データ>

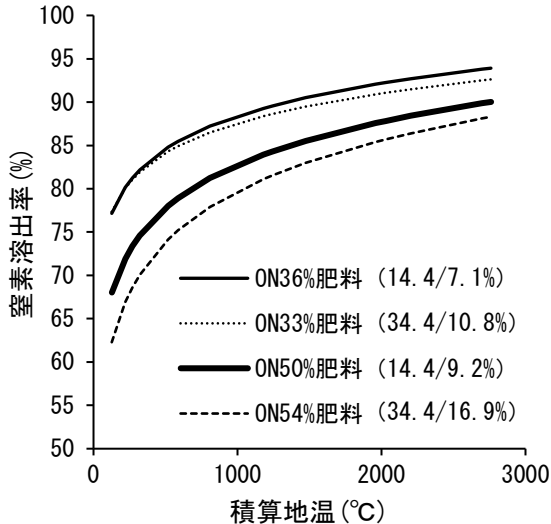


図1 複合肥料の窒素溶出率の推移

1) 凡例括弧内は(原料牛ふんのCN比/(牛・豚N/全N))を示す

表2 ほうれんそうの収量性と窒素吸収量 (地力「中」)

年	作型 ¹⁾	処理区 ²⁾	草丈 (cm)	一株重 (g)	収量 ³⁾ (kg/10a)	同左比 ⁴⁾	窒素吸収量 (kg/10a)
2022	1作目	対照	25.5	49.3	4112	100	10.7
		ON37%肥料	29.1	82.1	6845	166	19.0
	2作目	対照	25.0	61.4	5120	100	16.2
		ON33%肥料	27.7	73.4	6119	149	17.0
	1・2作平均	対照	25.3	55.4	4616	100	13.5
		ON33%肥料	26.7	66.7	5557	120	16.3
2023	1作目	対照	21.3	28.0	2330	100	9.2
		ON37%肥料	21.0	33.5	2793	120	10.6
	2作目	対照	23.9	49.3	4109	100	13.6
		ON33%肥料	24.7	38.2	3181	77	10.3
	1・2作平均	対照	22.6	38.6	3219	100	11.4
		ON33%肥料	22.9	39.1	3259	101	11.0

1) 品種：1作目「ブライトン」、2作目「カイト」

2) 複合肥料系列は2作分全量基肥

ON37%肥料：複合肥料85% (牛ふん10%、豚ふん15%、鶏ふん35%、ひまし21%、硫酸15%) + 化学肥料15% (硫酸9%、リン安0.7%、塩加5.3%)、牛豚N/ON=19.6%
ON33%肥料：複合肥料75% (牛ふん10%、豚ふん30%、鶏ふん28%、ひまし22%、硫酸12%、尿素4%) + 化学肥料25% (リン安13%、塩加12%)、牛豚N/ON=28.6%

3) 収量は一株重に栽培密度を乗じて算出した

4) 指数は対照の収量を100とした値

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- 本成果で得られた堆肥入り複合肥料の窒素供給特性および原料の配合割合などの知見は、肥料メーカーにおいて複合肥料製造の参考となる。
- YES!clean 栽培において、堆肥施用が困難あるいは肥培管理および施肥設計の省力化を図りたい生産者に活用される。また、減耗する土壌有機物を少しでも補いたい一般栽培生産者に活用される。
- YES!clean 栽培基準への適合は有機物由来窒素量として、施設・露地栽培それぞれで6・2kg/10aを満たすこと。
- ハエ類の被害が懸念されるため、堆肥入り複合肥料散布後は速やかに混和する。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等 なし

表1 トマトの収量性と窒素吸収量

地力 年次 水準 ¹⁾	処理区 ²⁾	果実収量 (t/10a)				窒素吸収量 (kg/10a)			
		収穫開始～2週後		収穫終了時		第3果房 肥大期	栽培 終了時		
		総収量	良果 収量 ³⁾	同左 比 ⁴⁾	総収量			良果 収量 ³⁾	同左 比 ⁴⁾
2022	対照	5.4	5.2	100	14.0	13.1	100	11.1	26.2
	低 ON37%肥料	5.3	4.9	95	14.4	13.2	101	13.1	23.8
	ON33%肥料	5.1	4.8	92	14.8	13.7	104	12.8	24.2
	中 対照	5.2	5.1	100	16.7	16.0	100	13.0	31.1
	ON37%肥料	5.2	5.0	99	16.9	16.3	102	14.4	27.7
	ON33%肥料	5.6	5.3	105	16.7	15.8	99	12.1	28.0
2023	対照	5.0	4.9	100	16.7	15.5	100	12.8	24.8
	低 ON37%肥料	5.9	5.6	116	17.2	15.8	102	14.7	27.6
	ON33%肥料	5.1	4.8	99	17.0	15.8	102	15.3	24.1
	中 対照	4.9	4.6	100	18.0	16.5	100	13.9	29.2
	ON37%肥料	5.4	5.1	112	18.8	18.2	110	13.2	28.7
	ON33%肥料	4.6	4.3	94	17.6	16.4	99	13.0	24.7

品種：「麗夏」

1) 地力「低」熱水抽出性窒素～5mg/100g、「中」同5～10mg/100g

2) 対照区は追肥4kg×5回、複合肥料系列は全量基肥

地力低ON37%肥料：複合肥料73% (牛ふん10%、豚ふん15%、鶏ふん35%、ひまし21%、硫酸15%) + 化学肥料27% (硫酸5.1%、リン安3.5%、塩加18%)、牛豚N/ON=19.6%

地力中ON37%肥料：同上複合肥料73%+化学肥料27% (硫酸9%、塩加19%) 牛豚N/ON=19.4%

ON33%肥料：複合肥料75% (牛ふん10%、豚ふん30%、鶏ふん28%、ひまし22%、硫酸12%、尿素4%) + 化学肥料25% (リン安13%、塩加12%)、牛豚N/ON=28.6%

※堆肥C/N比 (各作物共通)：牛ふん14.4、豚ふん8.7、鶏ふん8.7 (2022年)

牛ふん16.0、豚ふん8.3、鶏ふん10.4 (2023年)

3) 「良果」は90g以上の正常果を示す

4) 指数は各地力の対照区の良果収量を100とした値

表3 たまねぎおよびキャベツの収量性と窒素吸収量

品目 ¹⁾	年次	処理区 ²⁾	収量性 (kg/10a)			窒素吸収量 (kg/10a)		
			総収量	規格内	同左比 ³⁾	茎葉	球	合計
たまねぎ	2022	対照	7500	7460	100	0.3	11.1	11.4
		ON34%肥料	6600	6390	86	0.3	10.7	11.0
	2023	対照	6460	6400	86	0.3	10.6	11.0
		ON31%肥料	6037	5952	100	0.6	9.7	10.3
	2022	対照	6224	6175	104	0.6	9.6	10.3
		ON34%肥料	6498	6475	109	0.6	10.6	11.2
キャベツ	2022	対照	8150	8150	100	7.9	8.6	16.5
		ON34%肥料	8618	8618	106	9.0	9.4	18.3
	2023	対照	7871	7522	92	7.5	8.0	15.6
		ON31%肥料	6839	6719	100	4.8	7.6	12.4
	2022	対照	9969	9969	148	7.4	11.7	19.2
		ON34%肥料	10550	10550	157	7.7	11.3	18.9

1) 品種：たまねぎ「北もみじ2000」、キャベツ「おきなspj」

2) いずれの処理区も全量基肥

たまねぎON34%肥料：複合肥料81% (牛ふん10%、豚ふん15%、鶏ふん35%、ひまし21%、硫酸15%) + 化学肥料19% (リン安14%、塩加5%)、牛豚N/ON=20.1%

キャベツON34%肥料：複合肥料79% (牛ふん10%、豚ふん15%、鶏ふん35%、ひまし21%、硫酸15%) + 化学肥料21% (硫酸5%、リン安7.7%、塩加8.3%)、牛豚N/ON=19.6%

共通ON31%肥料：複合肥料87% (牛ふん10%、豚ふん23%、鶏ふん13%、ひまし32%、硫酸24%、尿素4%) + 化学肥料13% (リン安6.5%、塩加6.5%)、牛豚N/ON=22.4%

3) 指数は対照の規格内収量を100とした値