様式１（完了）

課　題　名：液状肥料利用促進のための品質安定・簡易分析技術に関する研究
担当部署名：畜産センター・生産技術研究室
予算(期間)：県単（2022-2024 年度）

１．目的

霞ヶ浦流域では条例により厳しい排水基準が設けられており、窒素・りんを多く含む豚舎排水の河川放流は困難な状況である。このため、養豚農家の多くは豚舎排水を液状肥料（液肥）として農地で利用している。しかし、液肥は農家毎に品質や成分のばらつきが大きいため、耕種農家の積極的な利用は少ない状況である。そこで、液肥の製造条件を収集し、液肥品質のばらつき要因を探索するとともに、畜産現場で液肥の成分値を簡易に推測できる技術を開発し、今後の液肥利用拡大に向け飼料作物への液肥利用効果を検証した。

２．方法

（１）液肥品質のばらつき要因探索

県内養豚農家の液肥を採取する際に製造に関するアンケート調査を実施し、製造方法の実態について調査する。

アンケート結果をもとに液肥を「ふん尿分離の有無」、「固液分離の有無」、「凝集剤添加の有無」により６グループに分け、液肥成分値と関連付けてばらつき要因を探索する。

（２）液肥成分値の簡易分析技術開発

採取した液肥を公定法で成分分析し、併せて簡易分析計（pH メーター、電気伝導度計、ポケット糖度・屈折系）を用いて pH、電気伝導度（EC）、屈折率を測定する。

肥料成分（窒素、りん酸、カリウム）について、公定法による成分値と簡易分析計による測定値の関係性を調査し、各肥料成分における検量線を作成する。

（３）飼料作物における液肥利用効果の検証

イタリアンライグラスを用いて、基肥と追肥に化学肥料を施肥する対照区と、液肥を施用する試験区を設け、栽培試験を二期行う。栽培試験は圃場とポットで実施し、当センター飼養技術研究室試験圃場にて１㎡の区画で圃場試験を、1/5000a（0.02 ㎡）ワグナルポットおよび黒ボク土を用いてポット試験を行う。

３．研究期間を通じての成果の概要

（１）2022 年６月から 2024 年 12 月にかけて、養豚農家 65 戸にアンケートを実施したところ、処理規模、曝気状況については、表１のとおりであった。各項目ともに標準偏差の方が第１および第３四分位範囲より大きく、最大値が非常に高いことから、平均値は最大値に影響され高い値となっている可能性があった（表１）。このことから、中央値の方が本県の代表的な値を示していると考えられた。

畜舎ふん尿分離や固液分離を行っている農家は 80%を超えていたが、凝集剤の添加については行っている農家と行っていない農家の半数に分かれる結果であった（表２）。

凝集剤を添加した液肥 76 件の肥料成分のばらつきを表３に示した。窒素と無機態窒素の変動係数に着目すると、窒素の変動係数の方が高く、有機態窒素が含まれた方が窒素成分のばらつきが大きかった。

表１　アンケート各項目の平均値と中央値　(n=65)

	平均値	標準偏差	最小値	第1四分位数	中央値	第3四分位数	最大値
処理頭数(頭)	1,651	1,485	100	590	1,200	2,000	6,000
曝気槽容積(㎥)	337	477	0	91	176	424	2,669
曝気日数(日)	20	24	0	5	13	26	135

表２　各処理工程有無の割合

	ふん尿分離	固液分離	凝集剤
有(%)	87.7	83.1	49.2
無(%)	12.3	16.9	50.8

表３　凝集剤無添加液肥のばらつき

	窒素	無機態窒素	リン酸	カリ
平均	0.1572	0.0803	0.0070	0.1156
標準偏差	0.3990	0.0765	0.0061	0.1316
変動係数	2.5	1.0	0.9	1.1

（２）液肥 122 件の肥料成分等を分析し、pH および EC、屈折率との関係性を調査した結果、全ての液肥を対象に、EC と無機態窒素との間に R^2=0.85 の高い相関が見られた（図１）。このことから、無機態窒素は液肥の生産方法による成分のばらつきが少なく、EC による無機態窒素濃度の推定が可能であると考えられた。

凝集剤添加の有無で液肥を分けると、凝集剤無添加の液肥 46 件で、屈折率とりん酸および EC とカリウムとの間に相関が見られた（図２、３）。このことから凝集剤添加の有無が液肥のりん酸およびカリウムのばらつきに影響を与えると考えられ、凝集剤無添加の液肥でりん酸は屈折率から、カリウムは EC から濃度を推定できる可能性が示唆された。

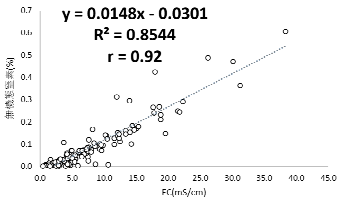

図１　EC と無機態窒素の相関

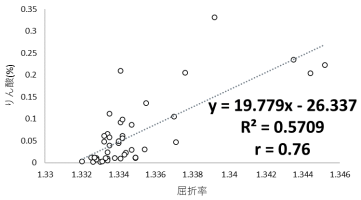

図２　凝集剤無添加液肥の屈折率とりん酸の相関

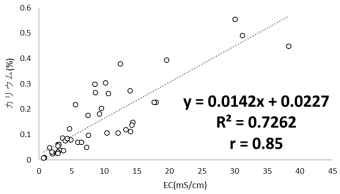

図３　凝集剤無添加液肥の EC とカリウムの相関

（３）圃場試験（対照区 n=３、試験区 n=３）では一番草・二番草ともに、対照区と試験区との間に有意な差は見られなかった（図４）。一方、ポット試験（対照区 n=10、試験区 n=10）では、二番草の乾物収量が試験区の方が有意に高かった（図５）。

圃場試験では統計学的な差はなく、収量は同等に得られ、液肥は化学肥料と同様に肥料として利用できることが示された。

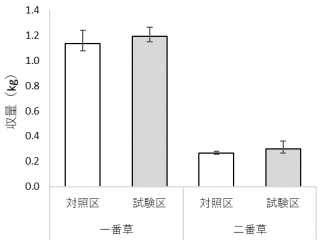

図４　圃場試験乾物収量

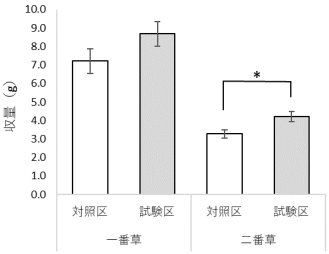

図５　ポット試験乾物収量

４．研究期間を通じての成果の要約

液肥は EC を用い無機態窒素濃度を推定でき、無機態窒素ベースで液肥の施肥量が決定できると考えられた。凝集剤を添加していない液肥については屈折率からりん酸、EC からカリが推定できる可能性があった。イタリアンライグラスにおいて、液肥は化学肥料と同等の収量が得られ、。

様式２（継続）

課　題　名：奥久慈しゃもの遺伝子解析を用いた次世代種鶏群育成技術の開発に関する試験研究事業

担当部署名：畜産センター生産技術研究室

予算(期間)：国補（2021～2025 年度）

１．目的

奥久慈しゃも原種鶏のロードアイランドレッド（RIR）種（L 系統）は、遺伝的要因が疑われる産卵率の低下がみられるため早急な対策が必要となっている。そこで、奥久慈しゃもの肉質を維持しつつ近交度を低下させる次世代種鶏の作出技術の開発及び産卵率に関与する遺伝子の探索・育種への応用を行う。

本年度は、前年度に作出した交雑種（F1：YAL）を用いて作出した肉用鶏（JTF1）と既存の L 系統との生産成績等について調査した。

併せて産卵率に関与する遺伝子を探索するため、F1 に L 系統を掛け合わせて作出した戻し交配第一世代（BC1：LYAL）における産卵率に関与する可能性のある一塩基多型（SNP）を選定した。

２．方法

（１）次世代種鶏群作出技術の開発

供 試 鶏：JTL、JTF1

羽　　数：雌雄各 40 羽

試験期間：幼雛期（０～34 日齢）及び肥育期（35 日齢～125 日齢又は 155 日齢）

調査項目：生産成績（受精率、ふ化率、と体重、歩留まり、飼料要求率等）

肉質成績（一般成分、加熱損失率、呈味成分含量等）

（２）産卵率に関与する遺伝子の探索・育種への応用

供 試 鶏：RIR 種 BC1

羽　　数：雌 150 羽

調査項目：個体ごとの産卵率

産卵率関連候補 SNP の探索

３．結果の概要

（１）次世代種鶏群作出技術の開発

受精率及びふ化率は JTF1 が有意に高かった（表１）。育成率、生存率、と体重及び歩留まりについては試験区間に差は認められなかった（表２）。飼料要求率については 120 日齢以降に雄 JTL において増加する傾向が見られた。

肉質成績については、雄ムネ、雄モモ、雌モモの水分含量及び粗灰分、雌ムネの加熱損失率及び雌モモの粗脂肪含量において有意な差が認められた（表３）。呈味成分である遊離グルタミン酸含量については、雄 JTF1 モモにおいて有意に低い結果となった。分析型官能評価については、雄ムネ及びモモにおいて有意な差は認められなかった（表４）。

表1．JTLとJTF1の能力比較①　（%）

	JTL	JTF1	
受精率	94.7	97.1	*
ふ化率	87.1	96.1	**

※カイ2乗検定により統計処理　*：p<0.05、**：p<0.01

表2. JTLとJTF1の能力比較②　（%、g）

	♂		♀	
	JTL	JTF1	JTL	JTF1
育成率	98.3	98.3	100.0	100.0
生存率	85.0	97.5	100.0	97.5
体重				
125日齢	2,410.6 ± 41.4	2,375.4 ± 30.7	－	－
155日齢	－	－	2,004.5 ± 27.8	2,046.2 ± 19.8
と体重	2,210.3 ± 41.1	2,189.5 ± 30.7	1,841.8 ± 26.1	1,889.5 ± 20.6
部位重量				
両手羽	502.8 ± 5.4	507.8 ± 6.5	470.5 ± 5.9	476.8 ± 3.5
両モモ	670.7 ± 8.4	663.0 ± 9.6	527.3 ± 5.4	533.9 ± 5.4
ささみ	80.3 ± 1.6	83.2 ± 1.3	81.1 ± 1.2	81.2 ± 0.9
飼料要求率				
125日齢	4.58	3.85	－	－
155日齢	－	－	4.83	5.02

表3. JTLとJTF1の能力比較③　（%）

	♂			♀		
	JTL	JTF1		JTL	JTF1	
ムネ						
水分含量	73.4 ± 0.2	74.5 ± 0.2	**	73.5 ± 0.2	73.4 ± 0.1	
加熱損失率	20.9 ± 0.7	20.5 ± 1.0		17.9 ± 0.6	21.3 ± 0.8	*
粗灰分	1.2 ± 0.0	1.1 ± 0.0	**	2.1 ± 0.1	2.5 ± 0.2	
粗たんぱく質	22.5 ± 0.2	21.8 ± 0.3		22.9 ± 0.4	23.7 ± 0.3	
粗脂肪含量	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1		0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1	
モモ						
水分含量	76.2 ± 0.3	77.3 ± 0.2	*	75.5 ± 0.3	74.4 ± 0.3	*
加熱損失率	－	－		－	－	
粗灰分	1.2 ± 0.0	1.1 ± 0.0	*	1.7 ± 0.0	2.0 ± 0.1	*
粗たんぱく質	20.1 ± 0.4	19.1 ± 0.4		19.7 ± 0.2	19.3 ± 0.4	
粗脂肪含量	2.1 ± 0.3	1.5 ± 0.4		3.3 ± 0.2	4.8 ± 0.6	*

*:p<0.05、**:p<0.01

表4. JTLとJTF1の能力比較④　（mg/100g）

	♂			♀	
	JTL	JTF1		JTL	JTF1
グルタミン酸含量					
ムネ	28.1 ± 1.1	28.4 ± 1.1		15.3 ± 0.8	14.9 ± 0.9
モモ	40.3 ± 1.1	35.8 ± 1.3	*	26.6 ± 1.5	24.9 ± 0.9
5'-イノシン酸含量					
ムネ	236.5 ± 9.0	259.4 ± 8.3		180.0 ± 8.7	201.4 ± 6.0
モモ	181.3 ± 5.7	187.5 ± 5.6		144.3 ± 6.1	160.0 ± 3.1

*:p<0.05

（２）産卵率に関与する遺伝子の探索・育種への応用

BC1 の個体別産卵成績を調査後、産卵率上位 15%（28 個体）及び下位 15%（23 個体）のゲノム DNA を抽出し、全ゲノムシーケンス及び SNP 頻度の差を算出したところ、約 986 万箇所の SNP が確認された。そのうち SNP 頻度が 0.01%水準で有意に差があること、SNP の位置、制限酵素サイトの有無、プライマー設計が可能であること等を考慮した結果、23 箇所の産卵率関連候補 SNP を選定した。

４．結果の要約

F1 を用いて作出した肉用鶏（JTF1）は、既存の肉用鶏（JTL）と同程度の生産性を維持していることが確認された。一方で肉質については、水分含量、粗灰分、遊離グルタミン酸含量等において有意に差が認められたが、官能評価において有意な差は認められなかった。

また、BC1 における産卵率に関与する可能性がある SNP を 23 箇所選定した。

様式３（業務）

課　題　名：地鶏供給事業
担当部署名：畜産センター生産技術研究室
予算(期間)：県単（2008 年度～）

１．目的

本県の銘柄地鶏である「奥久慈しゃも」は、ロードアイランドレッド種 L 系統と名古屋種 T 系統を交配して作出された交雑種（TL）の雌にしゃも種 J 系統の雄を交配することで奥久慈しゃも（JTL）が作出される。本事業では、奥久慈しゃもの原種鶏の維持および種鶏雛の供給により、奥久慈しゃも生産の支援を図る。また、原種鶏の１つであるしゃも種について次世代原種鶏（次世代しゃも種）を作出し、現行のしゃも種からの切替えを目指す。

２．方法

（１）飼養品種

・しゃも種（J 系統）　　・名古屋種（T 系統）
・ロードアイランドレッド種（L 系統）　　・次世代鶏しゃも種（JZJ）

（２）事業項目

ア　奥久慈しゃも原種鶏（J 系統、T 系統、L 系統）の維持
イ　奥久慈しゃも種鶏雛の供給（J 系統 雄、交雑種 TL 雌）
ウ　次世代しゃも種（JZJ）の作出・選抜

３．結果の概要及び要約

（１）奥久慈しゃも原種鶏の維持

表１．維持羽数実績（羽）

鶏種	雄	雌
しゃも種（J 系統）	240	620
名古屋種（T 系統）	80	230
ロードアイランドレッド種（L 系統）	70	330

（２）奥久慈しゃも種鶏雛の供給

表２．奥久慈しゃも生産組合への払い下げ実績（羽/年）

鶏種	
しゃも種（J）雄	250
交雑種（TL）　雌	1,800

（３）次世代しゃも種（JZJ）の作出・選抜

表３．選抜羽数（羽）

鶏種	餌付け（0 日齢）	一次選抜（120 日齢）	二次選抜（270 日齢）
次世代しゃも種（JZJ）雄	165	150	75
次世代しゃも種（JZJ）雌	176	150	111

一次選抜項目：雄雌ともに体重、不良形質（首曲がり等）
二次選抜項目：雄は体重及び精液量、雌は体重及び産卵率

様式２（継続）

課　題　名：豚舎排水に含まれるりん成分の肥料利用についての試験研究事業
担当部署名：畜産センター生産技術研究室
予算(期間)：国補（2024～2027 年度）

１．目的

世界的な穀物需要の増加やエネルギー価格の上昇の影響により肥料価格が急騰している中、りんの原料であるりん鉱石は 100％輸入に依存している。加えて、茨城県は首都圏の食料基地を担っており、作物の生産が大変盛んであることから、肥料価格高騰対策は急務である。

また、当県は豚の農業産出額が全国第７位（2022 年）と養豚が盛んである一方、水質浄化を進めている霞ヶ浦を抱えていることから、豚舎排水に含まれるりんを回収し、利用性向上・広域流通によって、肥料価格高騰対策及び霞ヶ浦の富栄養化防止に寄与する。

現在、下水処理分野でりんの回収技術の１つとされている HAP 法で回収されるヒドロキシアパタイト（HAP）は副産りん酸肥料として登録されており、利用が可能な状況である。しかしながら、豚舎排水での HAP 法によるりんの回収・利用に向けた取り組みは進んでいない。

そこで本試験では、豚舎排水から安定的に HAP を回収する条件の解明や実規模試験装置の構造確立及び回収した HAP を肥料利用する際の施用方法や調整方法の確立を目的とした。

２．方法

（１）HAP の析出方法の検討（ラボスケール試験）

供 試 水：茨城県畜産センター養豚研究所（以下、養豚研究所）活性汚泥処理施設及び県内養豚農家活性汚泥処理施設から排出される最終処理水

試験方法：各供試水 50mL に 30％NaOH を pH７、８、９、10、11 になるように添加後、複数の温度条件（５℃、20℃、35℃）において１、10、30、60、360 分後の上澄みを採取し、PO_4-P 濃度を測定する。

（２）HAP の回収方法の検討（ラボスケール試験）

供 試 水：養豚研究所活性汚泥処理施設から排出される最終処理水

試験方法：100L 撹拌機付きタンクを利用した反応槽及び凝集槽、水中ポンプ、エアーポンプ、塩ビ管、電磁弁を用いて HAP を反応回収する試験装置を作成する。反応槽に最終処理水を貯留後、30％NaOH を添加して HAP を析出させ、凝集槽に移送後は高分子凝集剤を添加してフロックを回収する。

３．結果の概要

（１）HAP の析出方法の検討（ラボスケール試験）

pH８付近から反応が始まり pH の上昇に伴い上澄み中の PO_4-P 濃度が低減した。５℃条件では 20℃、35℃条件と比較して PO_4-P 濃度の低減に時間を要する傾向が見られた（図１）。

30％NaOH の添加量について pH９までは少ない添加量で約７割の PO_4-P 濃度の低減が確認された。また pH10 以降は添加量が多くなることから pH９を目安に添加することが効率的であると考えられる（図２）。

（２）HAP の回収方法の検討（ラボスケール試験）

試験装置はフローのとおり作成した（図３）。反応槽で HAP 析出後、下部に沈殿した HAP を凝集槽に移送させる際は下部からの引抜よりもエアリフトポンプを用いて上部から引き抜く手法が有用であった（図４）。

100L の最終処理水に 30％NaOH を添加し、高分子凝集剤を用いてフロックとして回収したところ、水分率 88.5％の HAP が 160g 回収され、上述の試験装置により HAP が十分に回収できることが示された。

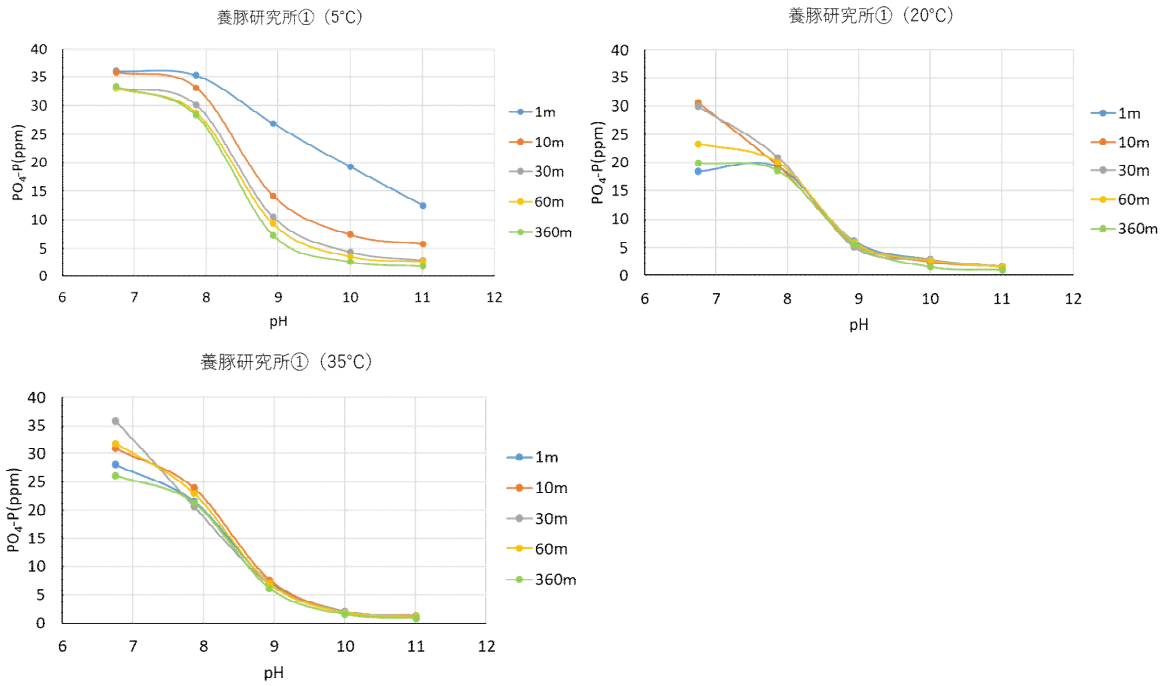

図１　pH と反応時間ごとの PO_4-P 濃度の推移

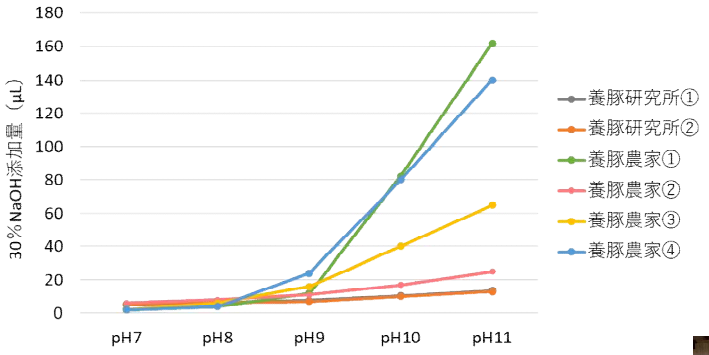

図２　pH 毎の 30%NaOH 添加量

活性汚泥処理施設
↓
貯留槽（既存施設）
↓ ↑ ⇦HAP以外を返送
反応槽
↓
凝集槽
↓
回収

図３　HAP 反応回収装置のフロー

図４　反応槽（左上）と凝集槽（右下）

４．結果の要約

養豚の活性汚泥処理施設から排出される最終処理水に pH９を目安として 30%NaOH を添加することで、効率的にりんの除去が可能であることが示唆された。