下水道資源の畜産業への活用に関する研究

2025年3月21日

山形大学農学部 畜産学分野

松山裕城・浦川修司・堀口健一

2024年度の研究課題

1. 下水汚泥コンポストによるデントコーン栽培の実証試験
（　　の水田転換畑）

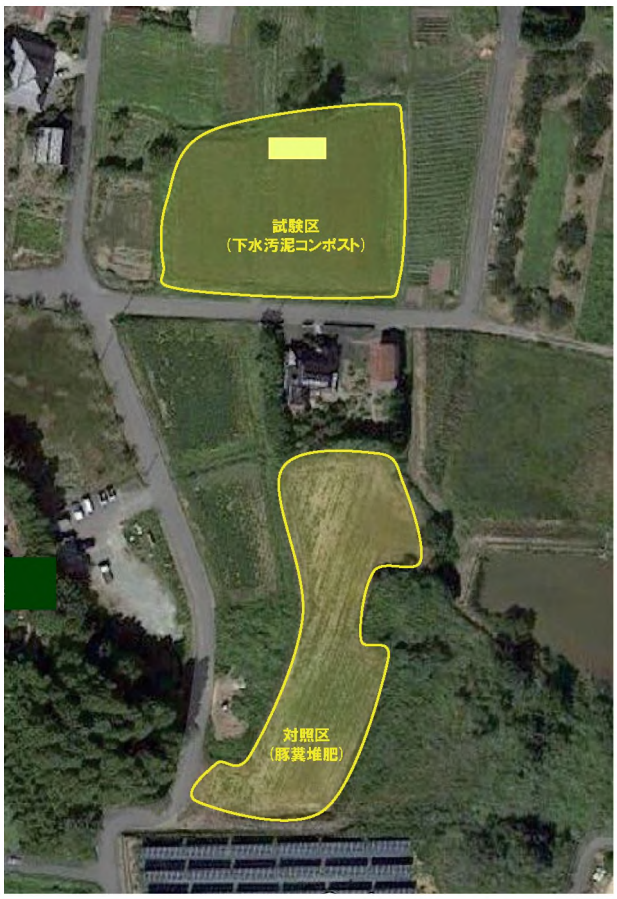
鶴岡市内　　の実証試験（水田転換畑）

供試品種
エポワス（カネコ種苗）

試験場所
鶴岡市　　の水田転換畑
前作：飼料用トウモロコシ
2年前：飼料用トウモロコシ
3年前：エダマメ
4年前：耕作放棄地

試験処理
対照区：豚糞堆肥（2t/10a）
試験区：汚泥コンポスト（2t/10a）

栽培期間
2024年5月4日～9月25日



鶴岡市内　　の実証試験（水田転換畑）

播種から28日後（2024年6月1日）の生育状況

左：下水汚泥コンポスト　　右：豚糞堆肥

鶴岡市内[redacted]の実証試験（水田転換畑）

播種から65日後（2024年7月8日）の生育状況

下水汚泥コンポスト

鶴岡市内[redacted]の実証試験（水田転換畑）

播種から110日後（2024年8月22日）の生育状況

左：下水汚泥コンポスト　　右：豚糞堆肥

鶴岡市内　　の実証試験（水田転換畑）

2024年 成熟期の収量調査の結果

圃場	生収量	子実含水率	乾物収量	製品収量（含水率15%換算）
	(kg/10a)	(%)	(kg/10a)	(kg/10a)
試験区（下水汚泥コンポスト）	581.2	20.9	459.7	528.7
対照区（豚糞堆肥）	168.9	18.8	137.1	157.7

同量（2t/10a）の堆肥を3年間連用した結果，3作目の下水汚泥コンポスト（試験区）の収量は，豚糞堆肥（対照区）に比べて高かった。

農林水産省が目標とする水田転換畑での収量（800kg/10a）は，達成していないが，着実に地力は向上（改善）している。

鶴岡市内　　の実証試験（水田転換畑）

2024年 栽培後の土壌（化学性・物理性）の状態

測定項目	単位	対照区（豚糞堆肥）	試験区（下水汚泥コンポスト）	推奨値
pH		4.9	5.2 ↑	5.5～6.5
EC（電気伝導度）	(dS/m)	0.05	0.03	0.2～1.2
全炭素	(mg/kg)	15202	17686	≧25000
全窒素	(mg/kg)	1476	1811 ↑	≧1500
全リン	(mg/kg)	483	685 ↑	≧1300
全カリウム	(mg/kg)	7369	4307	2500～10000
C/N比		10	10	10～20
硝酸態窒素	(mg/kg)	2	9	≧10
アンモニア態窒素	(mg/kg)	0	1	≧10
可給態リン酸	(mg/kg)	39	66 ↑	≧100
交換性カリウム	(mg/kg)	614	399	≧100
総合評価		B⑧	A④	

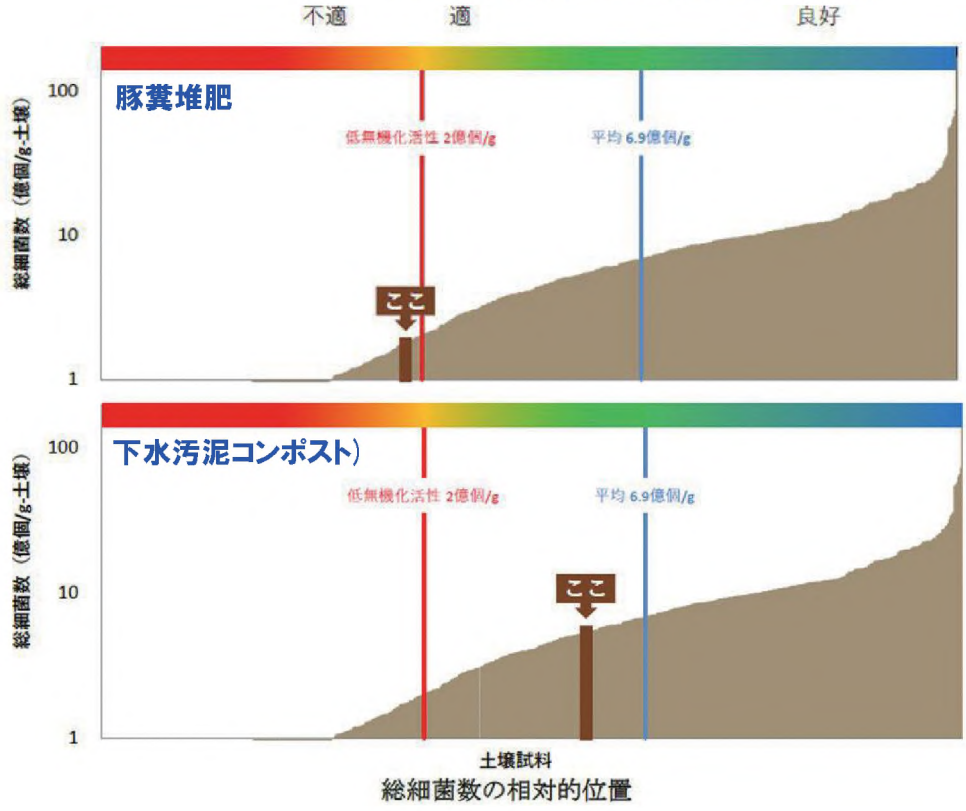
総合評価：9段階（良好：A①～C⑨：不良）

下水汚泥コンポストの施用は，豚糞堆肥に比べてpHの低下が起こり難く，窒素やリン酸の供給に有効である。

鶴岡市内[redacted]の実証試験（水田転換畑）

栽培後の土壌（生物性）の状態

（上：豚糞堆肥，下：下水汚泥コンポスト）



総細菌数の相対的位置

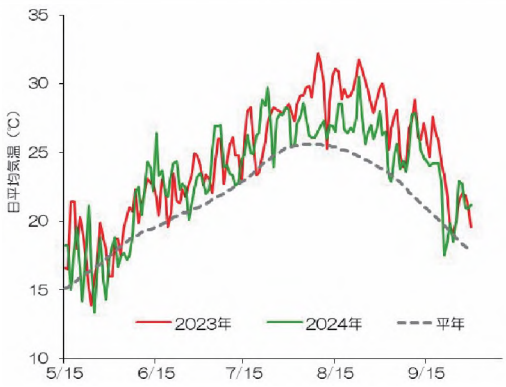
飼料用トウモロコシ栽培において，下水汚泥コンポストの施用が豚糞堆肥の施用に比べて，土壌微生物数の増加に寄与する。

土壌の物理性，化学性，生物性から評価すると下水汚泥コンポストの施用により，土壌の肥沃度が年々，高まっている。

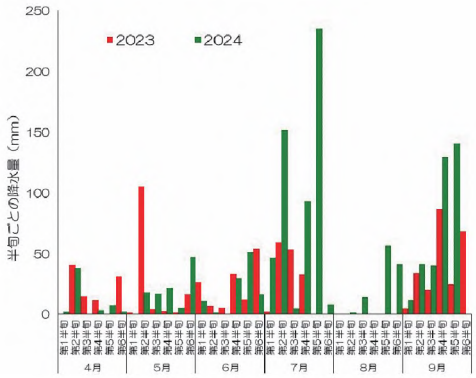
鶴岡市内[redacted]の実証試験（水田転換畑）

3年間の成熟期の収量調査の結果
下水汚泥コンポスト（試験区）

栽培年	生収量	子実含水率	乾物収量	製品収量（含水率15%換算）
	(kg/10a)	(%)	(kg/10a)	(kg/10a)
2022年	442.5	35.3	286.3	336.8
2023年	21.2	25.3	15.8	18.2
2024年	581.2	20.9	459.7	528.7



栽培期間の日平均気温の推移

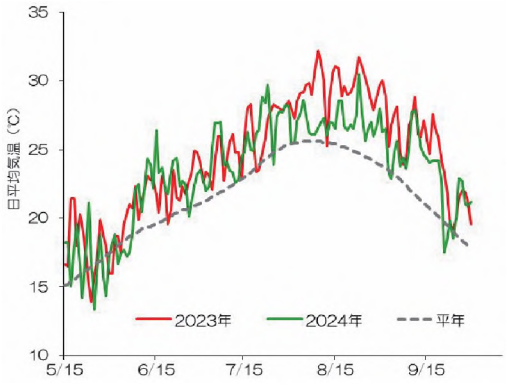


栽培期間の降水量の推移

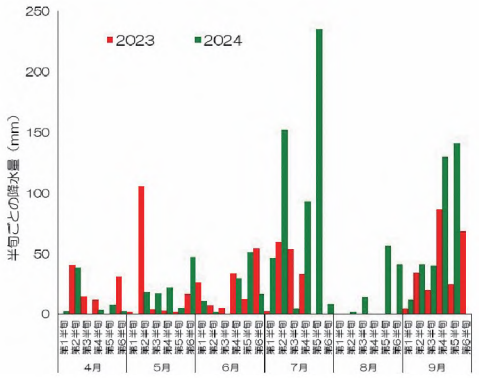
鶴岡市内 の実証試験（水田転換畑）

3年間の成熟期の収量調査の結果
豚糞堆肥（対照区）

栽培年	生収量	子実含水率	乾物収量	製品収量（含水率15%換算）
	(kg/10a)	(%)	(kg/10a)	(kg/10a)
2022年	158.2	152.0	35.4	155.5
2023年	35.4	25.3	52.3	60.1
2024年	168.9	18.8	137.1	157.7



栽培期間の日平均気温の推移



栽培期間の降水量の推移

鶴岡市内 の実証試験（水田転換畑）

3年間の栽培後の土壌（化学性・物理性）の状態
下水汚泥コンポスト（試験区）

測定項目	単位	2022年	2023年	2024年	推奨値
pH		5.3	5.5	5.2 ⇨	5.5～6.5
EC（電気伝導度）	(dS/m)	0.03	0.04	0.03	0.2～1.2
全炭素	(mg/kg)	15000	19290	17686	≧25000
全窒素	(mg/kg)	1200	1688	1811 ⇧	≧1500
全リン	(mg/kg)	620	603	685 ⇧	≧1300
全カリウム	(mg/kg)	3700	3730	4307 ⇧	2500～10000
C/N比		13	11	10 ⇩	10～20
硝酸態窒素	(mg/kg)	3	5	9 ⇧	≧10
アンモニア態窒素	(mg/kg)	0	0	1	≧10
可給態リン酸	(mg/kg)	64	125	66 ⇨	≧100
交換性カリウム	(mg/kg)	217	247	399 ⇧	≧100
総合評価		B①	A③	A④	

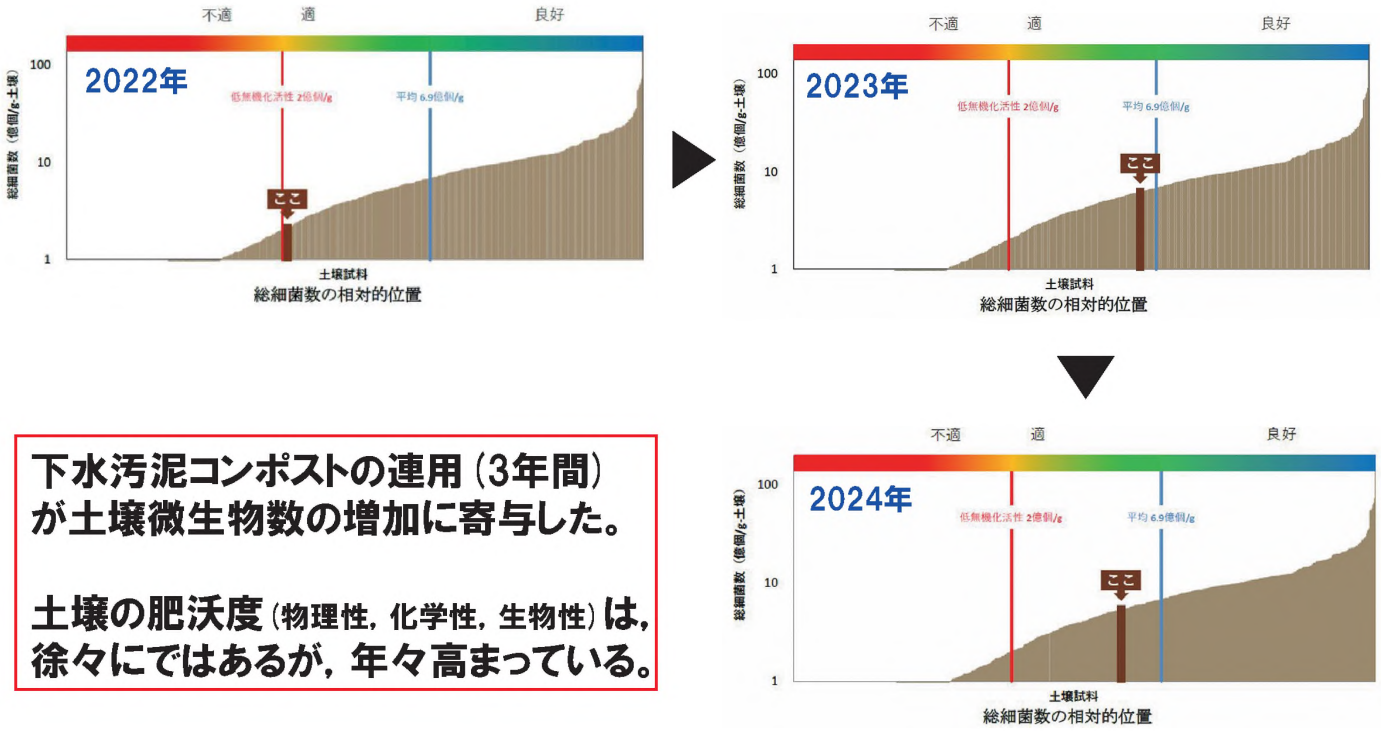
鶴岡市内 の実証試験（水田転換畑）

3年間の栽培後の土壌（化学性・物理性）の状態
豚糞堆肥（対照区）

測定項目	単位	2022年	2023年	2024年	推奨値
pH		4.8	5.0	5.0 ⇨	5.5～6.5
EC（電気伝導度）	(dS/m)	0.05	0.05	0.05	0.2～1.2
全炭素	(mg/kg)	13000	14385	14385 ⇧	≧25000
全窒素	(mg/kg)	1100	1435	1435 ⇧	≧1500
全リン	(mg/kg)	500	338	338 ⇩	≧1300
全カリウム	(mg/kg)	8600	6964	6964 ⇩	2500～10000
C/N比		12	10	10	10～20
硝酸態窒素	(mg/kg)	7	2	2 ⇩	≧10
アンモニア態窒素	(mg/kg)	0	0	0	≧10
可給態リン酸	(mg/kg)	53	44	44 ⇩	≧100
交換性カリウム	(mg/kg)	434	406	406 ⇩	≧100
総合評価		C②	B⑧	B⑧	

鶴岡市内 の実証試験（水田転換畑）

3年間の栽培後の土壌の変化（生物性）
下水汚泥コンポスト（試験区）

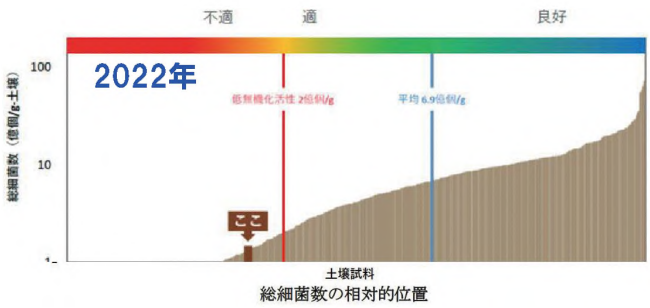


下水汚泥コンポストの連用（3年間）が土壌微生物数の増加に寄与した。

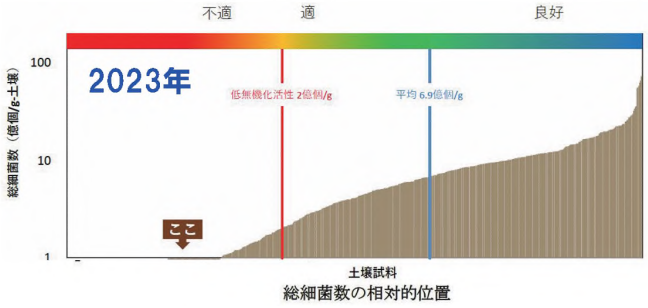
土壌の肥沃度（物理性，化学性，生物性）は，徐々にではあるが，年々高まっている。

鶴岡市内 [redacted] の実証試験（水田転換畑）

3年間の栽培後の土壌の変化（生物性）
豚糞堆肥（対照区）



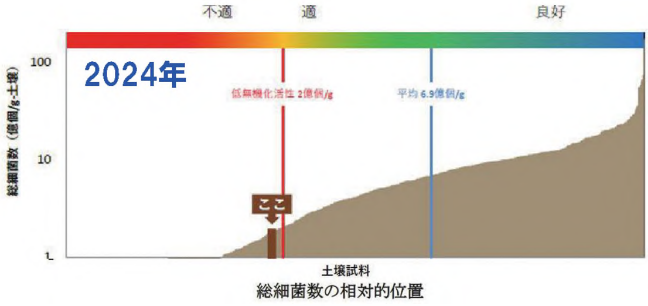
総細菌数の相対的位置



総細菌数の相対的位置

豚糞堆肥を連用（3年間）したが，土壌微生物数の大きな変化は認められなかった。

豚糞堆肥の影響もあると思うが，土壌の性質の影響も小さくないと考える。



総細菌数の相対的位置

鶴岡市内 [redacted] の実証試験（水田転換畑）

トウモロコシ子実の重金属濃度

測定項目	単位	対照区（豚糞堆肥）	試験区（下水汚泥コンポスト）	管理基準値
ヒ素（As）	（mg/kg現物）	0.01未満	0.01未満	2
カドミウム（Cd）	（mg/kg現物）	0.01未満	0.01未満	0.8
鉛（Pb）	（mg/kg現物）	0.01未満	0.01未満	2
総水銀（Hg）	（mg/kg現物）	0.1未満	0.1未満	0.2
ニッケル（Ni）	（mg/kg現物）	0.27	0.05	—
クロム（Cr）	（mg/kg現物）	0.07	0.06	—

飼料安全法における管理基準値：家畜及び家きんに給与される配合飼料中の濃度（mg/kg）

3作目（3年間の下水汚泥コンポストの連用）のトウモロコシ子実の重金属濃度は飼料安全法で定める管理基準値を下回っている。