

極早生タマネギにおける鶏ふん堆肥を利用した 減化学肥料栽培が収量および土壌へ及ぼす影響

齋藤 晶，寺井利久¹⁾

キーワード：減化学肥料栽培，鶏ふん堆肥，タマネギ

Cultivation of Very Early Onions with Reduced Chemical Fertilizer
Using Chicken Manure Compost

Aki SAITO, Toshihisa TERAI

目 次

1. 緒言
2. 材料および方法
3. 結果
 - 1) 球重および品質
 - 2) 作物体の養分吸収量
 - 3) 鶏ふん堆肥の窒素分解率
 - 4) 土壌化学性
 - 5) 土壌物理性
4. 考察
5. 摘要
6. 引用文献

Summary

¹⁾元長崎県農林技術開発センター
本報告の一部は2018年度日本土壌肥料学会で発表した。

1. 緒言

家畜ふん尿由来堆肥は土づくり資材としてだけでなく化学肥料代替資材として利用可能で、資源循環の観点からそれらの活用は重要である。長崎県では特に島原半島で家畜ふん尿由来堆肥が多く生産されており、島原半島窒素負荷低減計画に基づく環境保全型農業の推進により地域内での堆肥の循環、活用を進めている。島原半島内では、窒素量として16566kg/日の家畜排せつ物が発生し、それらを堆肥化すると10768kg/日となる。一方、島原半島内では窒素量で2430kg/日の肥料と3304kg/日の堆肥が施用されている。よって、半島内で発生する堆肥の窒素量は、耕種農家が使用する窒素量に比べ多いため、耕畜連携による堆肥の使用量拡大をさらに図る必要がある（島原半島窒

素負荷低減対策会議，2021）。

そこで、島原半島内で多く生産されている極早生タマネギを供試し、肥料成分が他の堆肥と比べて高いとされる鶏ふん堆肥を使用して窒素施用量の5割または10割を化学肥料の代替とする試験を行った。また、鶏ふん堆肥は多くのリン酸やカリウムを含むため、化学肥料としてリン酸、カリウムを施用しない場合の収量への影響も調査した。さらに、タマネギ連作圃場では長年の堆肥や肥料の投入により、土壤中の可給態リン酸、交換性カリウムが集積している傾向がある。そこで、鶏ふん堆肥の連用による跡地土壌への影響も調査した。

2. 材料および方法

試験は長崎県諫早市の長崎県農林技術開発センター内圃場（黄色土）および南島原市の特別栽培に取り組んでいる現地圃場（褐色森林土）で実施した。品種は両圃場ともに極早生タマネギ「貴錦」（カネコ種苗株式会社）を供試した。センター内圃場は2016年11月～2021年4月の5か年、現地圃場は2017年11月～2019年4月の2か年実施した。

鶏ふん堆肥は県内で市販されているペレット状発酵鶏ふん堆肥（副資材なし）を供試した。鶏ふん堆肥の原料は2017年産および2018年産はブロイラーふん、2019～2021年産は採卵鶏ふんであった。また、センター内および現地圃場で同一のものを施用した。肥料分析法（農林水産省農業環境技術研究所，1992）に基づき供試した鶏ふん堆肥の水分、T-C、T-N、 P_2O_5 、 K_2O 、CaO、MgOを分析し、分析値より鶏ふん堆肥の施用量を決定した。ただし、最終年産の2021年産は、生産者等が鶏ふん堆肥の施用量を計算する際は肥料袋記載の値を使用することが考えられるため、肥料袋記載の値から施用量を決定した。供試した鶏ふん堆肥の成分は現物あたりで窒素2.4～4.1%、リン酸4.0～8.6%、カリウム2.5～4.6%であり、窒素に対してリン酸が多く含まれていた（表1）。カルシウムはブロイラーふんが原料の2017年産および2018年産で

1.6%、2.5%であったが、採卵鶏ふんが原料の2019年産および2020年産は16.7%、28.7%と高かった。

センター内タマネギ栽培の施肥設計を表2に、現地タマネギ栽培の施肥設計を表3に示した。センター内の化学肥料区の施肥量は長崎県施肥基準に、現地の慣行区の施肥量は現地慣行量に基づき設定した。鶏ふん50%区はセンター内化学肥料区および現地慣行区の窒素施肥量の50%を鶏ふん堆肥で代替し、リン酸、カリについては化学肥料区および慣行区の半量の肥料を施用した。さらに、化学肥料のリン酸、カリを無施肥とした鶏ふん50%PK無施肥区を設定した。鶏ふん100%区は窒素施肥量の100%を鶏ふん堆肥で代替し、化学肥料のリン酸、カリを無施肥とした。鶏ふん堆肥の窒素肥効率はセンター内圃場での過去の鶏ふん堆肥の窒素分解率のデータを参考に50%とした。リン酸およびカリウムの施用量について見ると、センター内および現地の鶏ふん堆肥を施用した区は長崎県施肥基準量より多かった（表2、3）。特に鶏ふん100%区は、センター内の化学肥料区と比較するとリン酸は約3倍、カリウムは約2倍の投入量となった（表2）。現地の鶏ふん100%区を慣行区と比較するとリン酸は約3倍、カリウムは約4倍の投入量となった（表3）。

センター内試験区は各区2.16㎡×3反復，現地試験区は各区3.9㎡×3反復で栽培した．センター内圃場は畦幅150cm，株間16cm，条間20cm，6条植え，25000株/10a，黒マルチ栽培，現地圃場は畦幅130cm，株間12cm，条間24cm，5条植え，32051株/10a，黒マルチ栽培で行った．センター内および現地圃場は鶏ふん堆肥および肥料を10月下旬～11月下旬に施用し，11月中下旬に定植した（表4）．その後，4月上中旬に収穫，収量を調査した．センター内圃場のタマネギ作前はソルガムを無肥料で栽培後にすきこんだ．現地圃場はタマネギ以外の緑肥および作物の作付けはなかった．

収量調査は区の中央付近の15株を採取し，3反復調査した．根を切り落とし，全重を測定し，調整後に葉重，球重を測定した．また，腰高球，扁平球，歪みが激しい球を目視で変形球と判断し変形球数を調査した．調整は，鱗茎の首1cm程度を残し葉を切り離れた．その後，球重が平均的な数株を選び，新鮮重を測定し，薄くスライスしたサンプルを65℃で送風定温乾燥器（ADVANTEC社製 DRLF23WB）で3日間程度乾燥後，乾物重を測定し，乾物率を求めた．乾物は微粉碎し，養分吸収量（N，P₂O₅，K₂O）の分析に供した．養分吸収量は新鮮重に含まれる養分の割合を全重収量（kg/10a）に掛け合わせて算出した．

施肥前（センター内：2017年産，現地：2018年産）および収穫後（センター内：2017～2021年産，

現地：2018年産，2019年産）の作土約10cmを5か所採取し，混合風乾後，土壌化学性を調査した．分析項目はpH，EC，CEC，TN，TC，無機態窒素，可給態リン酸，交換性K₂O，CaO，MgOである．作物体の養分吸収量および土壌化学性は土壌機能モニタリング調査のための土壌，水質および作物体分析法（日本土壌協会，2001）に基づき行った．

栽培期間中の鶏ふん堆肥の窒素分解率の測定は堆肥等有機物分析法（日本土壌協会，2000）に基づき埋設法で行った．すなわち，堆肥および化学肥料を施用した同日に埋設を行い，2週間～1か月ごと，および収穫時に調査を行った．全窒素は2017年産～2019年産はCNコーダー（J-SCIENCE社製，JM1000CN），2020年産～2021年産はNCアナライザー（住化分析センター社製，SUMIGRAPH NC-TRINITY）を用いて測定した．

土壌物理性を調査するため，センター内圃場にて2021年産収穫後に土壌サンプリングを行った．100ml容の採土用円柱を用いてサンプリングし，仮比重，三相分布，保水性，有効水分，飽和透水係数を測定した．分析は土壌機能モニタリング調査のための土壌，水質および作物体分析法（日本土壌協会，2001，前掲）に基づき行った．また，センター内圃場にて2019年産および2021年産収穫後に表層15cmまでの土壌硬度を貫入式土壌硬度計（大起理化学工業株式会社 DIK-5531）で測定した．

表1 鶏ふん堆肥の成分

| 年産 | 水分 (%) | T-C (%) | T-N (%) | C/N比 | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) | CaO (%) | MgO (%) |
|------|--------|---------|---------|------|-----------------------------------|----------------------|---------|---------|
| 2017 | 12.8 | 24.9 | 3.5 | 7.1 | 8.6 | 2.5 | 1.6 | 1.0 |
| 2018 | 19.6 | 22.8 | 2.4 | 9.6 | 6.1 | 4.6 | 2.5 | 1.6 |
| 2019 | 16.8 | 29.3 | 4.1 | 7.2 | 4.9 | 3.2 | 16.7 | 1.0 |
| 2020 | 21.2 | 25.4 | 3.3 | 7.6 | 4.8 | 2.9 | 28.7 | 1.1 |
| 2021 | - | 21.0 | 3.0 | 7.0 | 4.0 | 3.0 | - | - |
| 平均 | 17.6 | 24.7 | 3.3 | 7.7 | 5.7 | 3.2 | 12.4 | 1.2 |

現物当たり
2017-2020年産は分析値
2021年産肥料袋記載の値

表2 タマネギの施肥設計（センター内）

| 試験区 | N | | | P ₂ O ₅ | | | K ₂ O | | | 鶏ふん堆肥 |
|-------------|------|-------|------|-------------------------------|-------|------|------------------|-------|------|-------|
| | 化学肥料 | 鶏ふん堆肥 | 合計 | 化学肥料 | 鶏ふん堆肥 | 合計 | 化学肥料 | 鶏ふん堆肥 | 合計 | |
| 鶏ふん50% | 11.5 | 11.5 | 23.0 | 12.5 | 41.4 | 53.9 | 11.5 | 24.4 | 35.9 | 730 |
| 鶏ふん50%PK無施肥 | 11.5 | 11.5 | 23.0 | 0.0 | 41.4 | 41.4 | 0.0 | 24.4 | 24.4 | 730 |
| 鶏ふん100% | 0.0 | 23.0 | 23.0 | 0.0 | 82.7 | 82.7 | 0.0 | 48.9 | 48.9 | 1459 |
| 化学肥料 | 23.0 | 0.0 | 23.0 | 25.0 | 0.0 | 25.0 | 23.0 | 0.0 | 23.0 | 0 |

2017年産～2021年産の5か年の平均
鶏ふん堆肥肥効率は窒素50%、リン酸100%、カリウム100%で算出
肥料成分として窒素は硫安、リン酸は過石、カリは硫加を施用
化学肥料区の施肥量は長崎県基準に基づく

表3 タマネギの施肥設計(現地)

| 試験区 | (kg/10a) | | | | | | | | | |
|-------------|----------|-------|------|-------------------------------|-------|------|------------------|-------|------|------|
| | N | | | P ₂ O ₅ | | | K ₂ O | | | |
| | 肥料 | 鶏ふん堆肥 | 合計 | 肥料 | 鶏ふん堆肥 | 合計 | 肥料 | 鶏ふん堆肥 | 合計 | |
| 鶏ふん50% | 12.0 | 12.0 | 24.0 | 12.0 | 45.4 | 57.4 | 7.5 | 32.9 | 40.4 | 802 |
| 鶏ふん50%PK無施肥 | 12.0 | 12.0 | 24.0 | 0.0 | 45.4 | 45.4 | 0.0 | 32.9 | 32.9 | 802 |
| 鶏ふん100% | 0.0 | 24.0 | 24.0 | 0.0 | 90.7 | 90.7 | 0.0 | 65.8 | 65.8 | 1604 |
| 慣行 | 24.0 | 0.0 | 24.0 | 24.0 | 0.0 | 24.0 | 15.0 | 0.0 | 15.0 | 0 |

2018年、2019年産の2か年の平均

鶏ふん堆肥肥効率は窒素50%、リン酸100%、カリウム100%で算出

鶏ふん50%区の肥料の窒素は硫安

鶏ふん50%PK無施肥区および慣行区の肥料は有機入り肥料(原料:肉骨粉、蒸製骨粉、菜種油粕、フェザー、硫加、燐安 成分:N-P₂O₅-K₂O=8-8-5 全窒素8%のうち化学肥料窒素1.7%)を施用

表4 タマネギ栽培に係る作業実施日

| 年産 | 試験圃場 | 鶏ふん堆肥および肥料施肥 | 定植 | 収穫 |
|------|-------|--------------|-------------|------------|
| 2017 | センター内 | 2016年11月13日 | 2016年11月16日 | 2017年4月19日 |
| 2018 | センター内 | 2017年11月20日 | 2017年11月21日 | 2018年4月16日 |
| | 現地圃場 | 2017年11月6日 | 2017年11月11日 | 2018年4月10日 |
| 2019 | センター内 | 2018年11月21日 | 2018年11月21日 | 2019年4月16日 |
| | 現地圃場 | 2018年10月24日 | 2018年11月15日 | 2019年4月2日 |
| 2020 | センター内 | 2019年11月15日 | 2019年11月19日 | 2020年4月7日 |
| 2021 | センター内 | 2020年11月12日 | 2020年11月17日 | 2021年4月12日 |

3. 結果

1) 球重および品質

センター内圃場では、5か年中3か年(2017年産, 2018年産, 2021年産)の鶏ふん50%PK無施肥区および鶏ふん100%区が化学肥料区と同等の球重であった(表5)。一方, 2019年産, 2020年産の鶏ふん堆肥を施用した区は化学肥料区より有意に球重が低く, さらに2019年産は変形球が鶏ふん堆肥を施用した区

で多い傾向があった(表7)。また, 変形球は鱗茎下部が先細りしたものが多く観察された(写真1)。

現地圃場では2か年ともに, 鶏ふん50%PK無施肥区および鶏ふん100%区は慣行区と同等の球重であった(表6)。また, 変形球割合は区間で有意な差はなかった(表8)。

表5 タマネギの球重および収量(センター内)

| 年産 | 試験区 | 球重(g/個) | 収量 ¹⁾ (kg/10a) |
|------|-------------|---------------------|---------------------------|
| 2017 | 鶏ふん50% | 248 b ²⁾ | 6200 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 269 ab | 6728 |
| | 鶏ふん100% | 291 a | 7273 |
| | 化学肥料 | 282 a | 7056 |
| 2018 | 鶏ふん50% | 181 a | 4532 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 171 a | 4265 |
| | 鶏ふん100% | 169 a | 4213 |
| | 化学肥料 | 188 a | 4703 |
| 2019 | 鶏ふん50% | 244 b | 6091 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 228 b | 5703 |
| | 鶏ふん100% | 223 b | 5585 |
| | 化学肥料 | 299 a | 7486 |
| 2020 | 鶏ふん50% | 190 b | 4761 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 205 b | 5126 |
| | 鶏ふん100% | 220 b | 5499 |
| | 化学肥料 | 263 a | 6583 |
| 2021 | 鶏ふん50% | 255 a | 6363 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 229 a | 5727 |
| | 鶏ふん100% | 268 a | 6689 |
| | 化学肥料 | 282 a | 7052 |

表6 タマネギの球重および収量(現地)

| 年産 | 試験区 | 球重(g/個) | 収量(kg/10a) |
|------|-------------|---------------------|------------|
| 2018 | 鶏ふん50% | 190 b ²⁾ | 4762 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 207 ab | 5183 |
| | 鶏ふん100% | 203 ab | 5075 |
| | 慣行 | 237 a | 5919 |
| 2019 | 鶏ふん50% | 230 a | 5761 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 263 a | 6571 |
| | 鶏ふん100% | 239 a | 5984 |
| | 慣行 | 255 a | 6368 |

¹⁾同年産の異符号間にはアークサイン変換後のTukeyの多重検定により5%水準で有意差有り

²⁾球重に栽植本数を掛け合わせたもの

¹⁾同年産の異符号間にはアークサイン変換後のTukeyの多重検定により5%水準で有意差有り

²⁾球重に栽植本数を掛け合わせたもの

表7 タマネギの変形球割合(センター内)

| 年産 | 試験区 | 変形球割合 (%) |
|------|-------------|---------------------|
| 2018 | 鶏ふん50% | 11.1 a ^z |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 2.2 a |
| | 鶏ふん100% | 6.7 a |
| | 化学肥料 | 6.7 a |
| 2019 | 鶏ふん50% | 11.1 ab |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 11.9 ab |
| | 鶏ふん100% | 18.5 a |
| | 化学肥料 | 4.4 b |
| 2020 | 鶏ふん50% | 18.5 a |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 12.6 a |
| | 鶏ふん100% | 8.1 a |
| | 化学肥料 | 8.9 a |
| 2021 | 鶏ふん50% | 2.2 a |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 6.7 a |
| | 鶏ふん100% | 2.2 a |
| | 化学肥料 | 2.2 a |

^z同年産の異符号間にはアークサイン変換後のTukeyの多重検定により5%水準で有意差有り

表8 タマネギの変形球割合(現地)

| 年産 | 試験区 | 変形球割合 (%) |
|------|-------------|-----------|
| 2018 | 鶏ふん50% | 22.2 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 8.9 |
| | 鶏ふん100% | 8.9 |
| | 慣行 | 4.4 |
| 2019 | 鶏ふん50% | 6.7 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 4.4 |
| | 鶏ふん100% | 2.2 |
| | 慣行 | 0.0 |

同年産の値間ではアークサイン変換後のTukeyの多重検定により5%水準で有意差無し



写真1 鱗茎下部が先細りした変形球

2) 作物体の養分吸収量

センター内のタマネギ作物体の養分吸収量 (N, P₂O₅, K₂O) は, 2017年産, 2018年産, 2021年産で区間に有意な差は認められなかったが, 2019年産は,

鶏ふん堆肥を施用した区が化学肥料区よりNおよびK₂Oが低い傾向があった(表9)。

現地の養分吸収量は, 2か年ともに区間で有意な差はなかった(表10)。

表9 タマネギの養分吸収量(センター内) (kg/10a)

| 年産 | 試験区 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|------|-------------|---------------------|-------------------------------|------------------|
| 2017 | 鶏ふん50% | 12.0 a ^z | 2.8 a | 9.4 a |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 13.1 a | 3.3 a | 9.5 a |
| | 鶏ふん100% | 13.6 a | 3.3 a | 10.0 a |
| | 化学肥料 | 13.4 a | 3.2 a | 10.0 a |
| 2018 | 鶏ふん50% | 6.6 a | 3.6 a | 10.8 a |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 6.2 a | 3.3 a | 9.7 a |
| | 鶏ふん100% | 5.5 a | 3.2 a | 9.7 a |
| | 化学肥料 | 7.6 a | 3.6 a | 12.0 a |
| 2019 | 鶏ふん50% | 7.8 ab | 4.0 a | 10.2 b |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 6.8 b | 3.9 a | 9.3 b |
| | 鶏ふん100% | 6.5 b | 4.2 a | 9.8 b |
| | 化学肥料 | 10.8 a | 5.5 a | 14.2 a |
| 2021 | 鶏ふん50% | 8.8 a | 7.2 a | 16.0 a |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 7.8 a | 6.7 a | 14.8 a |
| | 鶏ふん100% | 8.7 a | 7.5 a | 16.3 a |
| | 化学肥料 | 9.3 a | 7.7 a | 18.3 a |

^z同年産、同列の異符号間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差有り

表10 タマネギの養分吸収量(現地) (kg/10a)

| 年産 | 試験区 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|------|-------------|------|-------------------------------|------------------|
| 2018 | 鶏ふん50% | 8.8 | 5.1 | 13.8 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 9.2 | 5.3 | 15.3 |
| | 鶏ふん100% | 9.0 | 5.5 | 14.9 |
| | 慣行 | 11.3 | 6.1 | 19.0 |
| 2019 | 鶏ふん50% | 9.9 | 6.1 | 11.0 |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 10.2 | 6.4 | 11.5 |
| | 鶏ふん100% | 9.2 | 6.2 | 10.4 |
| | 慣行 | 10.3 | 6.3 | 11.2 |

同年産、同列の値間ではTukeyの多重検定により5%水準で有意差無し

3) 鶏ふん堆肥の窒素分解率

センター内の鶏ふん堆肥の窒素分解率は、2017年産、2019年産、2020年産、2021年産では埋設8週後に40%以上に達した(図1)。その後ゆるやかに分解が進み、収穫時には平均で56%の窒素分解率を示した。一方、12~2月が低温であった2018年産(センター内観測値で、平均気温が2001年から2010年の平均値よ

り-1.2~-1.7°Cで推移)では、窒素の分解が進まず、収穫時の分解率は20%となった。

現地の鶏ふん堆肥の窒素分解率は、2018年産はセンター内と同様に分解が進まず、収穫時の分解率は32%となった(図2)。2019年産は、埋設4週後に53%に達し、収穫時には67%の分解率を示した。

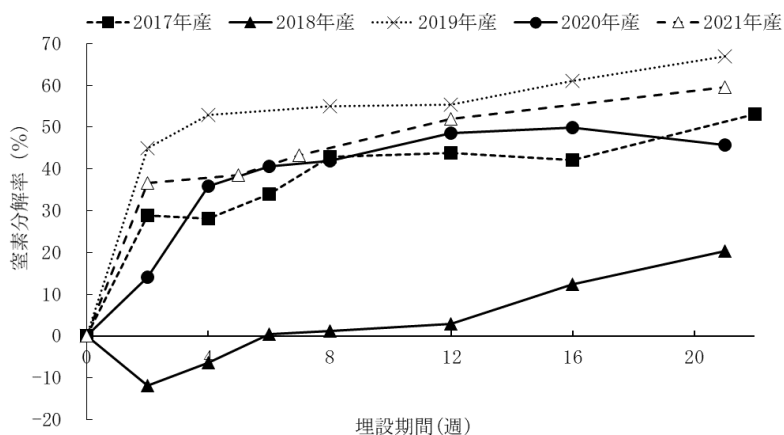


図1 センター内栽培期間中の鶏ふん堆肥の窒素分解率

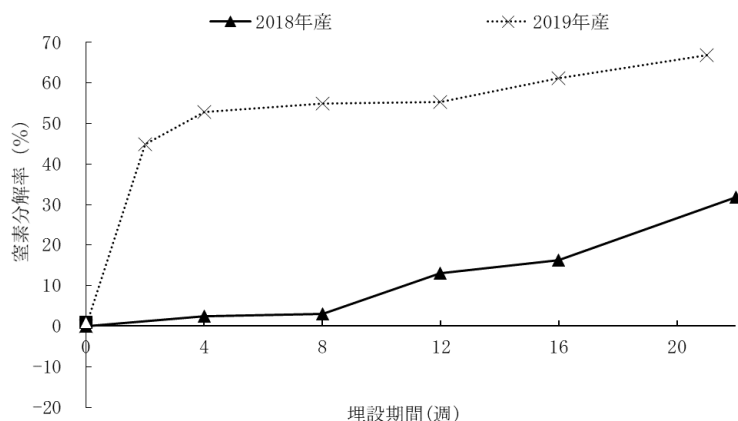


図2 現地栽培期間中の鶏ふん堆肥の窒素分解率

4) 土壌化学性

センター内の施肥前の土壌化学性は、可給態リン酸、交換性塩基が県基準値の範囲内であった(表11)。試験最終年産(2021年産)収穫後の土壌化学性は、区間に有意な差はなかった。しかし、試験期間中のタマネギ収穫後の鶏ふん堆肥を施用した区のpH(H₂O, KCl)、可給態リン酸、交換性塩基の値が化学肥料区より高く推移する傾向があり、特に鶏ふん100%区が高い傾向があった(図3)。

現地の施肥前の土壌化学性は、可給態リン酸、交換性カリウムが県基準値を上回っていた(表12)。試験最終年産(2019年産)収穫後の土壌化学性は、鶏ふん100%区の交換性塩基の値が慣行区より有意に高かった。また、試験期間中のタマネギ収穫後の鶏ふん堆肥を施用した区のpH、可給態リン酸、交換性塩基の値が慣行区より高い傾向があり、特に鶏ふん100%区が高い傾向があった(図4)。

極早生タマネギにおける鶏ふん堆肥を利用した減化学肥料栽培が収量および土壌へ及ぼす影響

表11 タマネギ栽培における土壌化学性(センター内)

| 試験区 | pH | | EC (mS/cm) | CEC (meq/100g) | 乾土当たり% | | | 無機態窒素 (mg/乾土100g) | 可給態リン酸 (mg/乾土100g) | 交換性塩基(mg/乾土100g) | | | |
|---------------------|------------------|--------------------|---------------|-------------------|--------|-------|------|----------------------|-----------------------|------------------|-------|------------------|------|
| | H ₂ O | KCl | | | T-C | 腐植 | T-N | | | CaO | MgO | K ₂ O | |
| 施肥前 | 7.0 | 5.5 | 0.02 | 15 | 1.0 | 1.7 | 0.21 | 0.3 | 33 | 328 | 61 | 38 | |
| 収穫後 | 鶏ふん50% | 6.2 a ² | 5.1 a | 0.10 a | 18 a | 1.4 a | 2.5 | 0.13 a | 3.3 a | 42 a | 353 a | 45 a | 43 a |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 6.3 a | 5.2 a | 0.11 a | 17 a | 1.5 a | 2.5 | 0.13 a | 3.3 a | 45 a | 363 a | 49 a | 50 a |
| | 鶏ふん100% | 6.5 a | 5.4 a | 0.12 a | 18 a | 1.5 a | 2.7 | 0.14 a | 3.5 a | 70 a | 413 a | 51 a | 54 a |
| | 化学肥料 | 5.9 a | 4.8 a | 0.13 a | 19 a | 1.5 a | 2.6 | 0.14 a | 3.4 a | 55 a | 362 a | 43 a | 43 a |
| 県基準 (非火山灰土 露地野菜) | 6.0 ~6.5 | - | ~0.3 | 12~ | - | 2~ | - | - | 10~75 | 220~ | 30~ | 15~40 | |

土壌採取日：試験開始前2016年10月12日、収穫後2021年4月12日
 *同列の同符号間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差無し

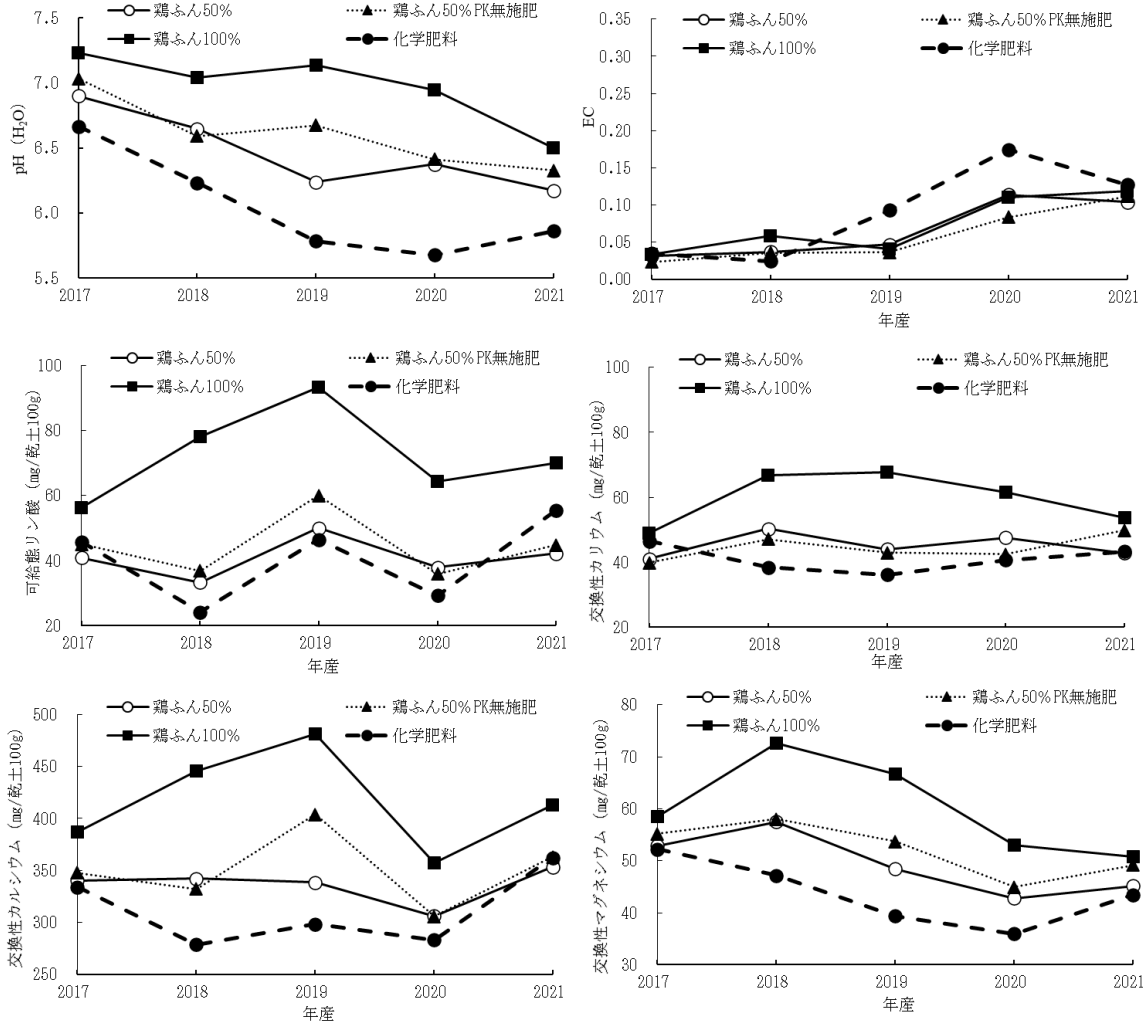


図3 センター内試験期間中のタマネギ収穫後の土壌化学性の推移

表12 タマネギ栽培における土壌化学性(現地)

| 試験区 | pH | | EC (mS/cm) | CEC (meq/100g) | 乾土当たり% | | | 無機態窒素 (mg/乾土100g) | 可給態リン酸 (mg/乾土100g) | 交換性塩基(mg/乾土100g) | | | |
|---------------------|------------------|--------------------|---------------|-------------------|--------|-------|------|----------------------|-----------------------|------------------|--------|------------------|-------|
| | H ₂ O | KCl | | | T-C | 腐植 | T-N | | | CaO | MgO | K ₂ O | |
| 施肥前 | 6.7 | 5.7 | 0.05 | 18 | 2.2 | 3.8 | 0.26 | 1.7 | 268 | 373 | 66 | 60 | |
| 収穫後 | 鶏ふん50% | 6.7 a ² | 6.7 a | 0.08 a | 18 a | 1.8 a | 3.0 | 0.20 a | 2.8 a | 255 a | 396 ab | 62 ab | 56 ab |
| | 鶏ふん50%PK無施肥 | 6.8 a | 6.8 a | 0.10 a | 18 a | 1.7 a | 2.9 | 0.19 a | 3.2 a | 240 a | 414 ab | 60 ab | 46 bc |
| | 鶏ふん100% | 6.9 a | 7.0 a | 0.10 a | 17 a | 1.8 a | 3.1 | 0.21 a | 3.9 a | 269 a | 452 a | 67 a | 62 a |
| | 慣行 | 6.4 a | 6.2 a | 0.05 a | 18 a | 1.7 a | 2.9 | 0.19 a | 1.6 a | 239 a | 344 b | 54 b | 45 c |
| 県基準 (非火山灰土 露地野菜) | 6.0 ~6.5 | - | ~0.3 | 12~ | - | 2~ | - | - | 10~75 | 220~ | 30~ | 15~40 | |

土壌採取日：試験開始前2017年8月29日、収穫後2019年4月2日
 *同列の異符号間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差有り

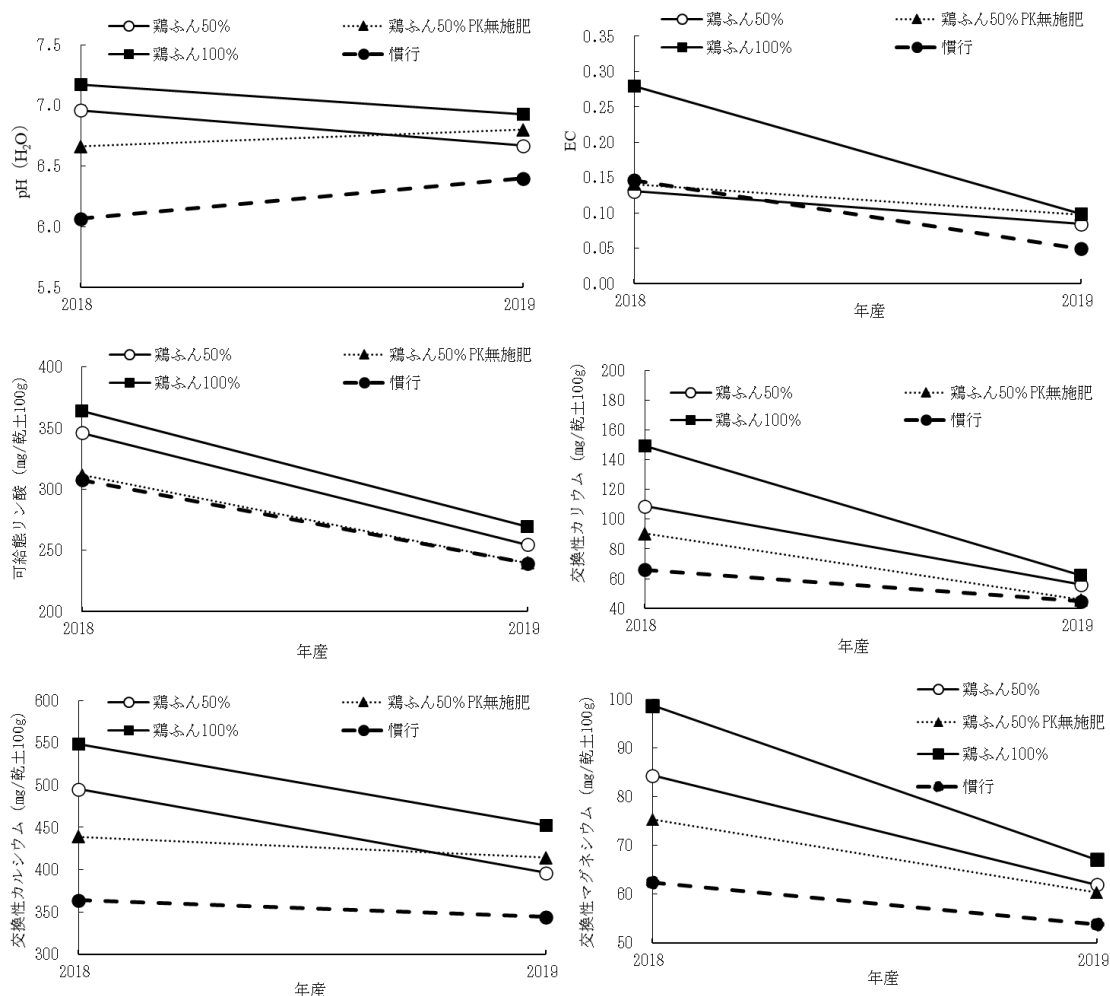


図4 現地試験期間中のタマネギ収穫後の土壌化学性の推移

5) 土壌物理性

センター内の試験最終年産（2021年産）収穫後の土壌物理性は、区間で有意な差はなかった（表13）。一方、2019年産と、試験最終年産の

2021年産の収穫後の土壌硬度は、鶏ふん堆肥を施用した区が化学肥料区に対して貫入抵抗が大きい傾向があり、特に鶏ふん100%区が大きかった（図5）。

表13 タマネギ収穫後土壌の物理性(センター内)

| 試験区 | 仮比重 (g/ml) | 三相分布(%/100ml) | | | | 保水性(%/100ml) | | | 有効水分(%/100ml) | | 飽和透水係数 (cm/sec) |
|-------------------------|---------------|---------------|------|------|------|--------------|-------|-------|---------------|-----------|----------------------|
| | | 固相 | 液相 | 気相 | 孔隙率 | pF2.0 | pF2.7 | pF3.0 | pF1.5-2.7 | pF1.5-3.0 | |
| 鶏ふん50% | 1.05 | 37.6 | 25.1 | 37.3 | 62.4 | 29.5 | 26.6 | 25.3 | 5.2 | 6.5 | 4.5×10^{-2} |
| 鶏ふん50%PK無施肥 | 1.10 | 39.3 | 24.9 | 35.8 | 60.7 | 31.1 | 28.0 | 26.7 | 5.3 | 6.6 | 1.9×10^{-2} |
| 鶏ふん100% | 1.09 | 39.7 | 26.1 | 34.3 | 60.3 | 30.9 | 27.8 | 26.4 | 5.2 | 6.6 | 2.5×10^{-2} |
| 化学肥料 | 1.07 | 39.5 | 27.8 | 32.8 | 60.5 | 31.0 | 28.0 | 26.7 | 4.9 | 6.2 | 1.8×10^{-2} |
| 改良基準値 野菜畑 露地 (非火山灰土) | <1.35 | <53 | | >15 | 60程度 | | | | | | > 10^{-4} |

同列の数値間では一元配置分散分析により5%水準で有意差なし
土壌採取日：2021年4月20日

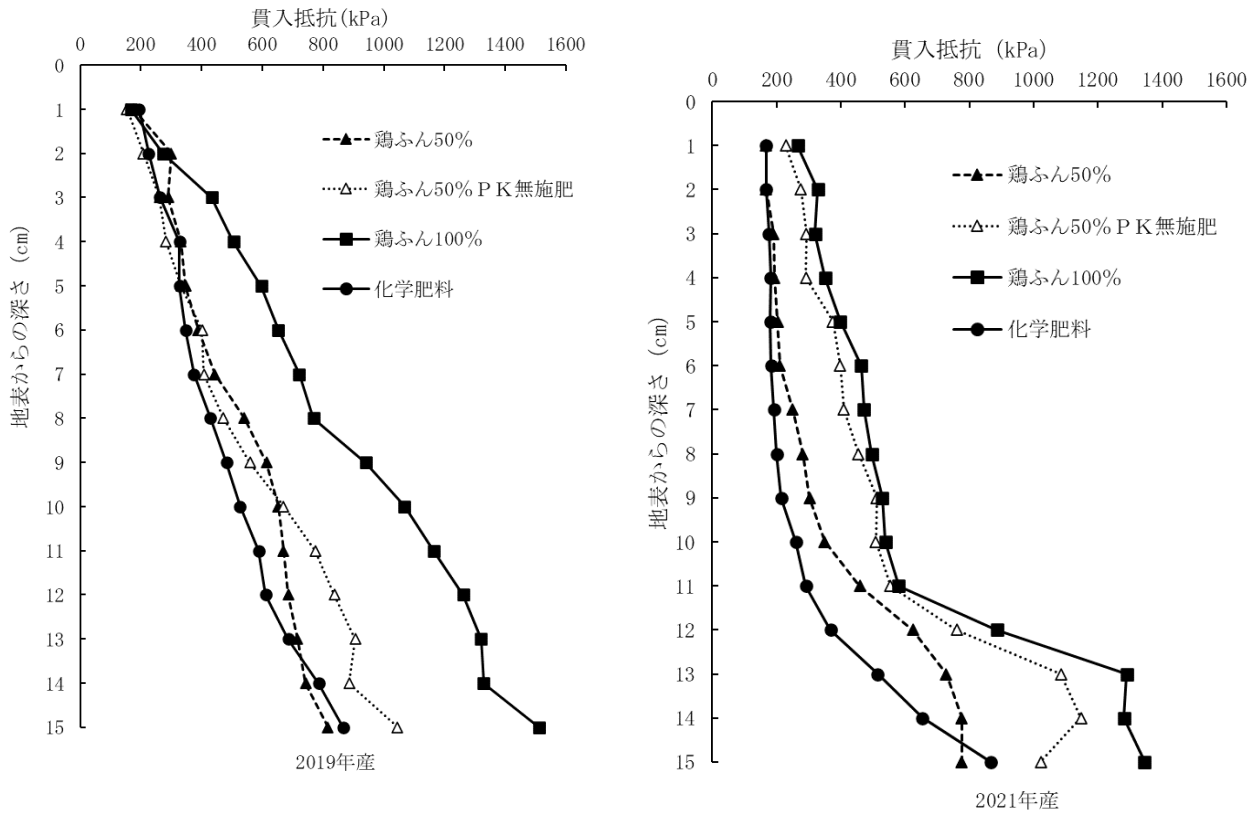


図5 センター内収穫後の貫入式硬度計による貫入抵抗

4. 考察

1) 鶏ふん堆肥の特徴

長崎県で生産される鶏ふん堆肥の成分は、ばらつきはあるものの、乾物あたりの平均で窒素2.5%、リン酸7.7%、カリウム5.9%であるとの報告があり(大津ら, 2012), 窒素よりリン酸およびカリウムを多く含む傾向がある。また、一般に採卵鶏ふん堆肥に含まれるカルシウムは20%前後(山口ら, 2000)(伊藤ら, 2010)であり、供試した採卵鶏ふん堆肥も同様の傾向を示した。よって、鶏ふん堆肥は、窒素だけでなくリン酸、カリウムの減化学肥料栽培にも適しており、採卵鶏ふん堆肥は石灰の補給も同時に可能である。

鶏ふん堆肥の窒素分解率については、低温で分解の進まなかった2018年産を除くと、45~60%を示し、過去のセンター内圃場で測定されたデータから想定した50%に近い値となった。2018年産については他年産と比較すると鶏ふん堆肥の全窒素が最も低く、C/N比が最も高かった。一般に有機質肥料は窒素含有量が大きく炭素含量

が低いと無機化が進みやすいとされており(郡司掛, 1999), 栽培期間中の低温に加え、鶏ふん堆肥の全窒素が低いことが影響し窒素の分解が遅れたものと考えられる。

2) タマネギの収量および品質

センター内圃場では、5年間で3年間(2017年産, 2018年産, 2021年産)の鶏ふん50%PK無施肥区および鶏ふん100%区が化学肥料区と同等の収量(単位土地面積あたりの球重)を得た。現地圃場でも鶏ふん50%PK無施肥区および鶏ふん100%区が慣行区と同等の収量を得た。また、作物体の養分吸収量は区間で差がない傾向であったことから、鶏ふん堆肥から作物体に必要な養分(N, P₂O₅, K₂O)が十分に供給されたことが考えられ、化学肥料のリン酸とカリウムを無施肥としても十分な収量を得る傾向があった。

一方、センター内の2019年産, 2020年産の鶏ふん堆肥を施用した区は化学肥料区より球重が有意に低く、さらに2019年産は鶏ふん堆

肥を施用した区が化学肥料区より変形球の割合が高い傾向があった。2019年産収穫後の土壌硬度は、鶏ふん堆肥を施用した区が化学肥料区に対して地表から5~13cmの硬度が高い傾向があった。この位置はタマネギの鱗茎や根にあたる位置であり、土壌が硬くなることでタマネギの根の伸長や鱗茎の肥大が悪くなり、収量の低下や変形球が増加が見られた可能性が考えられる。タマネギの収量は貫入式土壌硬度計による硬度が1500kPa以上の堅密層の出現が地表から30cmを以内になると低収の傾向がある(古館ら, 2013)との報告もあり、本試験ではセンター内の2019年産鶏ふん100%区が該当した。よって、土壌硬度の高まりが収量に影響した可能性が考えられる。2019年産と2020年産は石灰を多く含む採卵鶏ふん堆肥を使用しており、特に2019年産収穫後土壌の交換性カルシウムが鶏ふん堆肥を施用した区が化学肥料区に対して高い傾向があった。2020年産収穫後は前年より土壌の交換性カルシウムが低下しているが、これはタマネギ作物体のカルシウムの吸収の関与が考えられる。石灰の施用と土壌物理性の関係性については、重粘性土壌への石灰施用で土壌が硬化することが報告されている(渡辺・小川ら, 1984)。埴壤土で粘質なセンター内圃場でも同様に、鶏ふん堆肥に含まれる石灰の施用が土壌硬度を高めた可能性がある。よって、2019年産、2020年産の鶏ふん堆肥を施用した区の収量や品質の低下の要因は、

堆肥に含まれる石灰分が関係している可能性がある。このことから、粘質な土壌で鶏ふん堆肥を施用する際は、採卵鶏ふん堆肥の施用は避けるなど注意が必要である。

3) 鶏ふん堆肥連用による土壌への影響

現地の施肥前の土壌化学性は、可給態リン酸、交換性カリウムが県基準値を上回っており、長年の連作で養分集積が進んだ土壌であった。試験最終年産の収穫後の土壌化学性は、鶏ふん堆肥を施用した区の交換性塩基の値が慣行区より高い傾向があり、特に鶏ふん100%区が高かった。このことは、土壌養分の集積が進んだ土壌では、鶏ふん堆肥の連用による交換性塩基の蓄積が現れやすいことを示唆している。また、試験期間中のタマネギ収穫後の鶏ふん堆肥を施用した区のpH、可給態リン酸、交換性塩基の値が化学肥料区や慣行区より高く推移する傾向があり、特に鶏ふん100%区が高い傾向があった。このことから、鶏ふん堆肥を施用する際は土壌診断に基づいた肥培管理を行う必要がある。特に、鶏ふん堆肥で窒素施用量の10割を代替する場合は集積が進みやすいため注意が必要である。

センター内の試験最終年産収穫後の土壌物理性は、区間で有意な差はなかったが、土壌硬度は、鶏ふん堆肥を施用した区が化学肥料区に対して貫入抵抗が高い傾向があり、特に鶏ふん100%区が高い傾向があった。よって、鶏ふん堆肥の施用で連用による土壌硬度の高まりが示唆されたため注意が必要である。

5. 摘要

極早生タマネギ栽培において、施肥窒素量の5割および10割を鶏ふん堆肥で代替する試験を行った。さらに鶏ふん堆肥に含まれるリン酸とカリウムを考慮し、化学肥料のリン酸、カリウムを施用しない場合の収量および土壌への影響も調査した。その結果は以下のとおりである。

- 1) 施肥窒素量の5割および10割を鶏ふん堆肥で代替し、化学肥料のリン酸、カリウムを施用しなくても、化学肥料を施用した場合と同等の収量を得ることができた。また、作物体の養分吸収量(N, P₂O₅, K₂O)も同等であった。
- 2) 栽培期間中の鶏ふん堆肥の窒素分解率は、収

穫時に50%程度となった。しかし、栽培期間中の低温や、鶏ふん堆肥に含まれる炭素に対する窒素の割合が低い場合は窒素分解率が低くなる場合がある。

- 3) 鶏ふん堆肥を使用した場合、収穫後土壌のpH、可給態リン酸、交換性塩基、土壌硬度の値が高い傾向があった。鶏ふん堆肥を施用する際は土壌診断に基づいた肥培管理を行う必要がある。また、土壌硬度の高まりを防ぐため、粘質な土壌で鶏ふん堆肥を施用する際は、採卵鶏ふん堆肥の施用は避けるなど注意が必要である。

6. 引用文献

- 古舘明洋・濱村寿史・小野寺政行・平石 学・日笠裕治. 2013. 粘質たまねぎ畑の下層土改善に及ぼす秋まき小麦・後作緑肥導入の影響と経済性評価. 北農. 80(3) : 31-39
- 郡司掛則昭. 1999. 有機質肥料の特性と利用の基礎. 農業技術体系土壌施肥編7-1. 10 : 6
- 伊藤豊彰・小宮山鉄兵・三枝正彦・森岡幹夫. 2010. 豚ふんおよび鶏ふん堆肥のリン酸組成. 日本土壌肥料学雑誌. 81 : 215-223
- 日本土壌協会. 2000. 堆肥等有機物分析法 : p168-170
- 日本土壌協会. 2001. 土壌機能モニタリング調査のための土壌, 水質および作物体分析法 : p7-10, p20-25, p33, p39-43, p45-46, p56-58, p73-79, p247-253, p255-256
- 農林水産省農業環境技術研究所. 1992. 肥料分析法 : p34-37, p43-45
- 大津善雄, 藤山正史, 生部和宏. 2012. 長崎県で生産される家畜ふん堆肥の化学性～県堆肥コンクールの出展堆肥からの事例～. 長崎県農林技術開発センター研究報告. 3 : 67-79
- 島原半島窒素負荷低減対策会議. 2021. 第2期島原半島窒素負荷低減計画. 令和2年度改訂版 : 15-16
- 渡辺治郎・小川和夫. 1984. 重粘性土壌の易耕性要因に及ぼす石灰施用の影響. 北海道農業試験場研究報告. 140 : 23-31
- 山口武則・原田靖生・築城幹典. 2000. 家畜ふん堆肥の製造・利用の現状とその成分特徴. 農業研究センター研究資料. 41 : 1-19

Summary

In the cultivation of very early onions, research was conducted to replace 50% and 100% of the nitrogen fertilizer with chicken manure compost. In addition, considering the phosphoric acid and potassium contained in chicken manure compost, we also investigated the yield and soil effects when chemical fertilizers such as phosphoric acid and potassium were not used. The results are as follows.

1) Chicken manure compost replaced 50% and 100% of the nitrogen fertilizer, and even without applying chemical fertilizers such as phosphoric acid and potassium, we were able to obtain the same yield as with chemical fertilizers. Also, the amount of nutrients (N, P_2O_5 , K_2O) absorbed by the crop body was the same.

2) The nitrogen decomposition rate of the chicken manure compost during the cultivation period was about 50% at the time of harvest. However, when the temperature is low during the cultivation period or when the ratio of nitrogen to carbon contained in chicken manure compost is low, the nitrogen decomposition rate may be low.

3) When chicken manure compost was used, after harvest soil pH, available phosphoric acid, exchangeable bases, and soil hardness tended to be high. When using chicken manure compost, it is necessary to fertilization management based on soil analysis. Also, in order to prevent an increase in soil hardness, when applying chicken manure compost to sticky soil, care must be taken, such as avoiding the application of egg laying chicken manure compost.