

平成 30 年 5 月 22 日現在

機関番号：15401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K14678

研究課題名(和文)低フィチンダイズを利用したリン酸資源枯渇に対応した農業技術の開発

研究課題名(英文)Measures to conserve phosphorus resources using low phytate soybean

研究代表者

実岡 寛文 (SANEOKA, HIROFUMI)

広島大学・生物圏科学研究科・教授

研究者番号：70162518

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：ダイズなど穀類には有機態リン酸のフィチン酸が多く含まれる。本研究では、フィチン酸に関わる様々な問題を解決することを目的に、低フィチンダイズを育成し、その低フィチンダイズの有用性を検討した。圃場試験の結果、西日本奨励品種と同程度の収量を持つ低フィチンダイズが数系統育成した。さらに、その中からP利用効率が高く低P条件下でも生産性の高い系統が選抜した。低フィチンダイズの濃厚飼料で飼育した鶏から排泄された鶏糞を施用した植物栽培実験から低フィチン鶏糞では可給態リン酸が多く含まれ、イタリアンライグラスの生産性もフィチン鶏糞に比べて高く、低フィチンダイズがリン酸資源の節約に有用であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Phytic acid is the storage form of phosphorus (P) in seeds and exists as phytate, typically representing 70 to 90% of the total P of seeds. In this study, to overcome various problems related to phytate, a low phytate (LP) soybean line was developed from crossing a mutant treated with a mutagenic line and varieties cultivated in Western Japan. From the results of a field experiment, several LP lines with yields equivalent to Western Japan-encouraged cultivars were selected. In addition, LP lines with high P usage efficiency and high productivity under low P conditions were also selected.

From the results of a hen-feeding experiment, chicken feces excreted from hens fed concentrated feed of LP soybean contained high levels of available phosphorus. Productivity of Italian ryegrass grown on LP feces was higher than that of HP feces. These results suggest that LP soybean lines are useful for saving P resources.

研究分野：土壤肥料学および草地学

キーワード：フィチン酸 低フィチンダイズ リン酸資源の枯渇 環境汚染 生産性 低リン酸耐性 鶏糞

1. 研究開始当初の背景

ダイズなどの穀類には有機態リン酸であるフィチン酸が多く含まれ、これに Fe、Zn などが結合したものがフィチンである。このフィチン酸(フィチン)は、反芻家畜の牛では第一胃内にいる微生物がフィターゼを産生するため、フィチン酸は分解できる。しかし、フィターゼを持たない豚や鶏などの単胃動物では、フィチン酸は消化吸収されずに、多くリン酸が糞として環境中へ排泄されている。例えば、豚においてはダイズに含まれる約 30%しか吸収利用されていない。リン酸は、動物にとって骨の形成やエネルギー代謝に必須な元素である。そのため、不足するリン酸を補うために飼料に有限なリン酸資源である無機リン酸を添加している。しかし、原料のリン鉱石は 50~80 年で枯渇することが心配されている。こうしたリン酸資源に関わる問題の解決に低フィチンダイズが有効と考えられる。

2. 研究の目的

以上のことを背景に、本研究では、①報告者がこれまで育成した低フィチンダイズについて、安定した収量の得られる低フィチン系統を選抜し、その低フィチン系統についてフィチン酸を低減することによる発芽への影響、圃場条件での生産性およびリン酸施肥量の少ない条件下での生産性への影響を調査する。②低フィチン酸ダイズ濃厚飼料で飼育した鶏から排泄された鶏糞堆肥を施用して、植物の生育および養分吸収にどのような影響を及ぼすかを明らかにする。

これらの結果から、選抜・育成した低フィチンダイズの有用性を明らかにし、この低フィチンダイズがリン酸資源の節約とリン酸資源の枯渇に対して有効であるかを検討する。

3. 研究の方法

①報告者がこれまで育成してきた系統について、広島大学内の精密実験圃場に、畦幅 70 cm×株間 10 cm、1 株 1 本立ち(栽植密度 m^2 当たり 14.3 個体)で栽培し、収穫期に収量調査を行った。さらに、収穫した種子を用いて温度 28 度の条件で発芽試験を行った。②高フィチン系統と低フィチンダイズ系統をペーパーポットに播種し、初生葉が完全に展開した時に、マサ土、ピートモス、パーライトを体積比で 1:1:1 の割合で混合した培養土を詰めたコンテナ(長さ 10.9m、幅 0.3m、深さ 0.3m)に移植して収穫期まで栽培した。移植前に元肥として 10a 当たり N 5kg(硫安)、 K_2O 15kg(硫加)施肥し、リン酸は P_2O_5 5、15、30kg/10a(過リン酸石灰)の 3 処理区を設け収穫期に収量調査などを行った。③高フィチン系統、低フィチン系統および普通栽培品種をリン酸施肥量(P_2O_5)を 30 kg(普通区)と 5 kg(低 P 区)/10a(過リン酸石灰と熔成リン肥を半量ずつ)に施肥した土耕ポツ

トで 30 日間栽培し、地上部生育量と茎葉の P 濃度を調査した(土耕試験)。さらに、播種 34 日目の植物を無窒素と P 濃度が低リン区($P: 0.01mM$)、普通区($0.1mM$)の条件で 14 日間栽培し(水耕試験)、地上部乾物重、植物体 P 濃度と水耕液の pH の変化を調査した。④全 P に対するフィチン態 P 濃度の割合が 30%の低フィチン系統(低フィチン飼料区)と 85%の高フィチン系統(高フィチン飼料区)を基礎飼料に 30%混合した濃厚飼料を作成し、この 2 つの飼料で産卵鶏を 3 週間飼育した時に採取した鶏糞のフィチン酸、クエン酸可溶性リン酸などリン酸の形態を明らかにし、さらに、乾燥糞を、ダイズ後作土壌を充填したポットに施用した後、イタリアンライグラスを播種し、播種後 30 日目と再生後の 20 日目に生育量を調査した。

4. 研究成果

①低フィチン系統の選抜とその発芽試験
ダイズ種子の全リン酸に対するフィチン態リン酸の割合は、普通栽培品種では 80 から 90%である。しかし、報告者が選抜・育成した低フィチン系統は、フィチン態リン酸の割合が 25~35%と著しく低かった(図 1)。

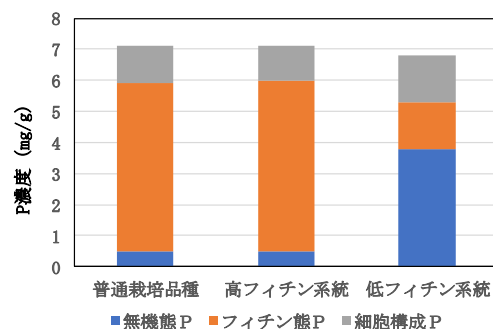
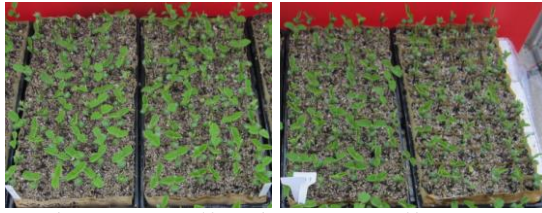


図 1. 普通栽培品種、高フィチンダイズ系統と低フィチンダイズ系統の無機リン、フィチン態リン酸および全リン酸濃度

この低フィチン系統の発芽率を調査した結果、発芽率は 85%以上であった。高フィチン系統および西日本奨励品種においても発芽率は 85%程度であり、高フィチン系統と低フィチン系統には発芽率に差は見られなかった。また発芽後の初期生育においても、低フィチン系統と高フィチン系統、普通栽培品種には差はなかった(図 2)。

以上の結果から、種子のフィチン酸が低くても、発芽および初期生育には影響は及ぼさないことが明らかとなった。



低フィチン系統 低フィチン系統
図2. 低フィチンおよび高フィチン系統の発芽状況

②低フィチンダイズの生産性の解析

広島大学内の精密実験圃場に、低フィチン系統、高フィチン系統および普通栽培品種を6月上旬に播種し収穫時に収量調査を行った結果、低フィチン系統の子実収量は、高フィチン系統および普通栽培品種と差が見られず、また、その収量は日本におけるダイズの平均収量と同程度の 337kg/10 a であった(図3)。

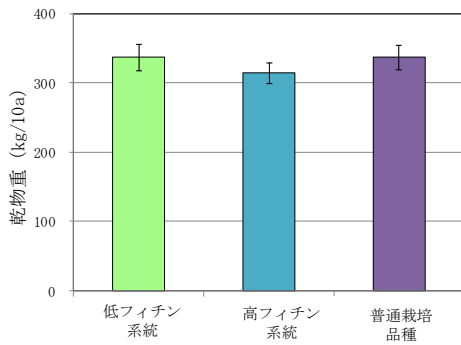


図3. 供試ダイズの収量(圃場試験)

また、低フィチン系統と高フィチン系統をリン酸施肥量を変えたコンテナにおいて栽培試験を行った結果、P施肥量の増加にともなって両系統とも子実重は増加したが、その増加程度に両系統で差は見られなかった(図4)。

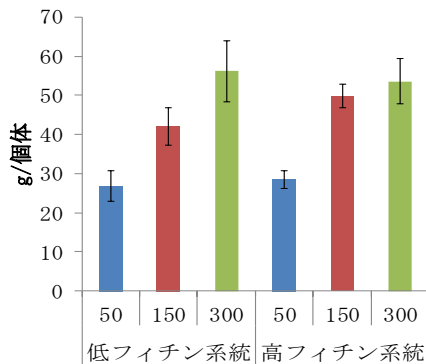


図4. リン酸施肥に伴う低フィチンおよび高フィチン系統の子実重の変動

P施肥にともなって子実全P濃度は両系統とも増加した(図5)。高フィチン系統のフィチン態P濃度はP施肥により著しく増加したが、低フィチン系統では増加が見られなかった。それに対し、無機態P濃度は低フィチン系統でP施肥にともなって著しく増加し、逆に高フィチン系統では増加しなかった。低フィチン系統では、フィチン態P濃度が高フィチン系統に比べて52~64%低下したのに対して、無機態P濃度は、5~8倍増加した。

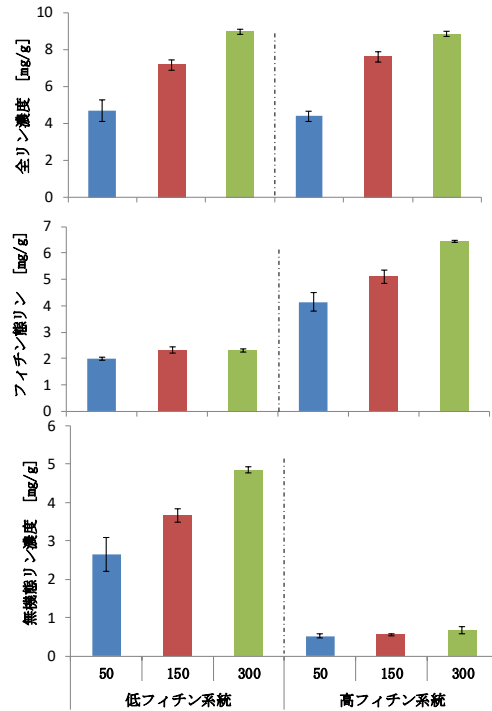


図5. 低フィチンおよび高フィチン系統におけるリン酸施肥にともなう子実の全P、無機Pおよびフィチン態Pの変動

③低リン条件下における低フィチンダイズの生産性

リン酸施肥量(P_2O_5)を30kg/10a(標準区)と5kg/10a(低P区)の2施肥区に低フィチン系統と普通栽培品種を30日間土耕栽培試験を行った結果、標準区に対する低P区の地上部生育量は、普通栽培品種で85.5%であったのに対して、低フィチン系統では87~90%であり、低フィチン系統ではリン酸施肥量の減少による生産性の低下が小さい傾向にあった(図6)。

標準区に対する低P区のP利用率(地上部全乾物重/全P濃度)は、普通栽培品種に比べて低フィチン系統で1.3から1.5倍かった。

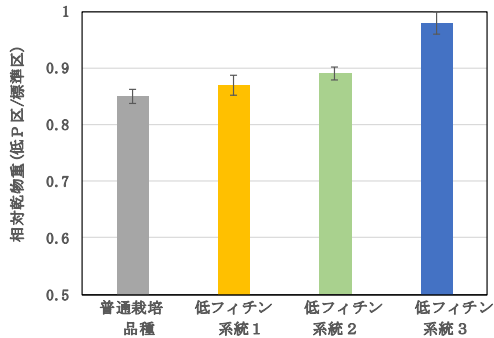


図6. 標準区に対する低P区における相対乾物重

土耕栽培試験の結果、P利用効率の高かった低フィチン系統3について、水耕栽培試験において低P条件下での培養液 pH の変動を調査したところ、低フィチン系統3では、水耕液の pH の著しく低下した (pH6.2 から 3.8) のに対して、普通栽培品種では pH の低下が見られなかった。以上の結果から、本研究で初めて低P条件でもP利用効率が高い低フィチン系統3が選抜できた。この系統が、低P条件で生育を維持できる要因として培地 pH を低下させることによってPを吸収できる機構が備わっていることが示唆された。

④低フィチンダイズで調製した濃厚飼料で飼育した鶏から排泄された鶏糞の特性と植物の生育に及ぼす影響

鶏の飼養実験の結果、高フィチン飼料区から排出されたリン酸に比べて約 14%低かった。さらに、低フィチン飼料区の鶏糞 (以下、低フィチン鶏糞とする) の全P濃度、フィチン酸濃度および全Pに対するフィチン態Pの割合は、高フィチン飼料区の鶏糞 (高フィチン鶏糞) に比べて有意に低かった。低フィチン鶏糞では、鶏糞中の水溶Pおよびク溶性P濃度の割合が高フィチン鶏糞に比べて高かった (図7)。

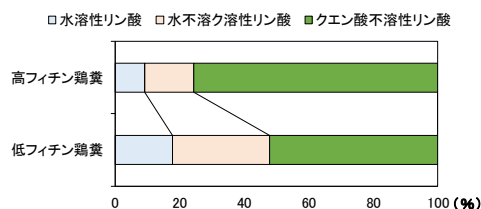


図7. 鶏糞中の各種リン酸濃度

さらに、低フィチン鶏糞で栽培したイタリアンライグラスの生育量は、高フィチン鶏糞に比べてわずかに高かった (図8)。

以上の結果から、フィチン酸の低い飼料で飼育した鶏から排泄された鶏糞は、植物が吸収可能な可給態リン酸 (クエン酸可溶性リン酸) を多く含有し、植物の初期生育に有効であることが示唆された。

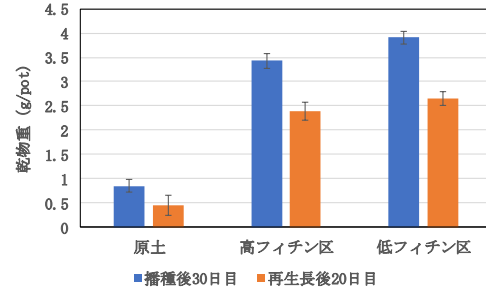


図8 低フィチン鶏糞施肥区および高フィチン鶏糞施肥区におけるイタリアンライグラスの地上部生育量

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計4件)

①赤堀巧・若林幹太・小櫃剛人・前田照夫・実岡寛文: 低フィチン鶏糞の特性とイタリアンライグラスの生育に及ぼす影響、日本草地学会 2016 年度大会 (2016 年 3 月 28 日~2016 年 3 月 31 日) 石川県立大学

②小川舞子・秦東・実岡寛文: 低リン条件下における低フィチンダイズの生育反応、日本草地学会 2017 年度大会 (2017 年 3 月 21 日~2017 年 3 月 22 日) 弘前大学

③実岡寛文・秦東・若林幹太・赤堀巧: 低フィチンダイズの育成とその特性及び生産性、日本草地学会 2018 年度大会 (2018 年 3 月 24 日~2018 年度 3 月 26 日) 熊本県民交流館パレア

④Qin Dong、Takumi Akahori、Kanta Wakabayashi、Teruo Maeda、Taketo Obitsu、Victor Raboy、Hirofumi Saneoka: Growth, productivity and physiological characteristics of low phytate soybean. The seventh Japan-China-Korea Grassland Conference (2018、July 8 to July 10) Kokkaido University (Sapporo、Hokkaido)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:

発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

実岡 寛文 (SANEOKA Hirofumi)
広島大学・大学院生物圏科学研究科・教授
研究者番号：70162518

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()