



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

Title	Effects of Organic Matter Supply on Faba Bean (<i>Vicia faba</i> L.) Growth and Soil Amendments(内容の要旨)
Author(s)	Magdi Tawfik Abdelhamid Elsayed
Report No.(Doctoral Degree)	博士(農学) 甲第322号
Issue Date	2004-03-15
Type	博士論文
Version	
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2663

この資料の著作権は、各資料の著者・学協会・出版社等に帰属します。

氏名(本国籍)	Magdi Tawfik Abdelhamid Elsayed (エジプト・アラブ共和国)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	農博甲第 322 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 15 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学専攻
研究指導を受けた大学	岐阜大学
学位論文題目	Effects of Organic Matter Supply on Faba Bean (<i>Vicia faba</i> L.) Growth and Soil Amendments (ソラマメの生育と土壌改良に及ぼす有機質肥料の 施用効果)
審査委員会	主査 岐阜大学 教授 堀内 孝次 副査 岐阜大学 助教授 大場 伸也 副査 信州大学 教授 井上 直人 副査 静岡大学 教授 澤田 均

論文の内容の要旨

今日、作物栽培の現場では環境保全に配慮した持続的な地力維持・増強法として、化学肥料の過剰施用に代わり、通常、作物残渣や堆厩肥が土壌に投入される。これらの有機質資材のうち、稲わら、ナタネ油粕、鶏糞は入手が容易なことからエジプトでも極めて実用的な有機質肥料と考えられる。本研究では環境保全に配慮した持続的地力維持の構築に向け、エジプトでマメ科作物として最も重要なソラマメ(*Vicia faba* L.)の栽培を通じて、報告例の少ないこれら有機質肥料の施用効果の評価を主に植物と土壌の窒素動態の点に着目して解析した。研究は 2000 から 2003 年に岐阜大学、研究圃場のビニールハウス内でポット実験により実施された。得られた主な実験結果は以下の通りである。

1. 有機質資材の施用効果を供試作物の窒素吸収を葉内窒素量から検討した。これまでイネ、ダイズ等の葉内葉緑素含量測定に簡易的な方法として携帯用葉緑素計が用いられているが、ソラマメにもこの適用が可能かを確認するために異なる 2 品種、陵西一寸と Cairo241 を対象に、葉緑素計による SPAD 値と分光光度計使用による化学分析値の相関関係をみた。その結果、陵西一寸と Cairo241 の相関係数はそれぞれ $r^2=0.99$ と 1.00 で極めて高い値であった。この結果に基づいて莢発達段階

のソラマメ葉の SPAD 値と葉内全窒素含量との相関を調べたところ、両品種でそれぞれ $r^2=0.88$ と 0.99 で高い正相関があった。SPAD 値は上位展開葉から 2 番目と 4 番目の葉位葉で最も値が高かった。両品種における移植後完熟期までの SPAD 値の推移は、不完全な “M” 字型を示した。莢肥大期の SPAD 値とソラマメ乾物重および全窒素含量と全個体間物重の相関係数はそれぞれ $r^2=0.96$ と $r^2=0.84$ で高い相関があった。また、有機物施用により SPAD 値が明らかに無施用よりも葉内窒素含量が高まり、生育も良好になることが明らかとなった。なお全生育期間の SPAD 値は常に陵西一寸が Cairo241 よりも高かった。これらの本実験結果から SPAD 値を利用した品種の窒素含有特性を推定し得る可能性のあることが指摘された。

2. 前述のポット栽培実験結果に基づき、有機物（稲わら、ナタネ油粕）を異なる混合比率で化学肥料と併用し、減化学肥料栽培を考慮したソラマメの生育と根粒着生状況を調べた。その結果、陵西一寸が分枝数、SPAD 値、根粒の大きさ、全窒素と全乾物重で Cairo241 よりも値が大きかったのに対し、Cairo241 は草丈、開花数、根粒重、根粒数と子実収量で陵西一寸より高い値を示した。標準施肥量の 50% あるいは 100% の化学肥料と有機物を併せて施用した場合、根粒着生を含めた生育量は化学肥料単用や無施肥の場合よりも改善され、減化学肥料栽培の有効性が確認された。

3. 施用有機物由来の窒素吸収動態をみるため、 ^{15}N で標識されたナタネ油粕ならびに鶏糞を用いてソラマメを栽培し、採取試料の質量分析結果から窒素吸収動態を調べた。なお、非窒素固定型作物のイタリアンライグラスを対照作物とした。その結果、ソラマメ、イタリアンライグラス（以下ライグラスと称す）とも最大乾物重は鶏糞施用で得られ、ソラマメはライグラスに比べて全ての器官で高窒素濃度であった。また資材間では鶏糞添加に次いでナタネ油粕添加で根中 N、シュート中 N と個体当たり N が無施用区よりも有意に増加した。ナタネ油粕と鶏糞の添加により対照区に比較してソラマメ乾物重がそれぞれ 0.7 と 2.3 倍、全窒素を 2.0 と 4.2 倍増加した。ソラマメの最大窒素固定量は鶏糞施用で次いでナタネ油粕施用であった。鶏糞施用におけるソラマメとライグラスの窒素回収率は、ナタネ油粕と比較してそれぞれ 81.0 と 54.3% で高かった。また、ソラマメ収穫後の土壤窒素バランスはナタネ油粕と鶏糞施用のいずれにおいてもライグラスに比較して 41% 高かった。このように窒素収支の分析から使用有機物資材の特性の違いを理解することができる。

4. 稲わらに鶏糞とナタネ油粕を加えて堆肥造成し、これを施用した場合のソラマメの生育、収量と土壤特性に及ぼす影響について種々分析を行った。C/N、CEC と GI を基準にして 90 日間で完熟した堆肥は有機物と無機養分に富んでおり、安定度も高く、かつ植物毒を含んでいなかった。堆肥の施用 (20~200g/ポット) により、土壤の全 N、全 C、CEC が向上したのに対し土粒子密度は低下し、土壤呼吸は増大した。子実生産からみると 20g/ポット区の生産効率が高かった。他方、200 g/ポット区では乾物重は最大であったが、収穫指数は他の堆肥施用区よりも低かった。一

方、施用堆肥の割合が増加するにつれて葉内可溶性炭水化物が減少した。また、堆肥を加用すると SPAD、葉内窒素量、個体窒素含量、窒素吸収率、窒素利用率等が堆肥施用割合の増加に伴って増大した。さらに堆肥併用により収量と収量構成要素ならびに収穫指数、窒素収穫指数が増大し、植物体窒素が高濃度であるほど収量が高かった。これらの実験結果は化学肥料を用いず、地域的に有効な資源循環型の有機質素材を用いた堆肥主体の施用でソラマメの持続的栽培が可能であることを示している。また、土壌の違いによる堆肥施用効果としては、砂壤土の方で埴壤より高い生育量がみられた。

この結果から稲わらにナタネ油粕と鶏糞を加えて堆肥化することにより、化学肥料を用いないでソラマメの生育・収量を安定的に確保できることが実証された。特に70%の稲わら堆肥でも生育が良かったことから、高窒素分の有機質素材量が少ない場合でも収量を増加させる効果のあることが指摘された。

審 査 結 果 の 要 旨

本研究は環境保全に配慮した持続的な地力維持法として、エジプトでも入手し易い稲わら、ナタネ油粕、鶏糞を投入有機質肥料として用いた場合のソラマメ (*Vicia faba* L.)栽培への影響を主として植物と土壌の窒素動態の観点から検討し、従来の化学肥料依存に代わり得る可能性とその有効性を評価したものである。栽培作物であるソラマメはエジプトでは重要なマメ科食用作物である。

実験では減化学肥料栽培としての各有機質肥料の施用効果をソラマメ2品種(大粒種：陵西一寸、小粒種：Cairo241)の生育比較(ポット実験)から評価している。また有機質肥料の施用による窒素動態を ^{15}N で標識された有機質資材を用いて解析している。さらに、化学肥料に代えてナタネ油粕と鶏糞を加えた稲わら堆肥のみ施用によるソラマメ栽培の有効性を検討し、その評価を行っている。

これらの実験から得られた結果は以下の通りである。

1. 同一個体のソラマメ葉内の葉緑素含量と窒素含量を継続的に簡易に測定するためにイネ、ダイズ等の葉内葉緑素含量測定にできる携帯用葉緑素計の適応の可能性を確認した。葉緑素計によるSPAD値と分光光度計使用による全葉緑素含量の化学分析値の相関関係は、陵西一寸とCairo241の相関係数はそれぞれ $r^2=0.99$ と 1.00 で極めて高い値であった。これによって莢発達段階のソラマメ葉のSPAD値と葉内全窒素含量との相関を調べたところ、両品種でそれぞれ $r^2=0.88$ と 0.99 で高い正相関があった。莢肥大期のSPAD値とソラマメ乾物重および全窒素含量と全個体間物重の相関係数はそれぞれ $r^2=0.96$ と $r^2=0.84$ で高い相関があった。さらに全生育期間のSPAD値は常に陵西一寸がCairo241よりも高かったことから、SPAD値を利用した品種の窒素含有特性評価の可能性も指摘された。

2. 有機物(稲わら、ナタネ油粕)を異なる混合比率で化学肥料と併用してソ

ソラマメの生育と根粒着生状況を調べた。その結果、陵西一寸が分枝数、SPAD値、根粒の大きさ、全窒素と全乾物重で Cairo241 よりも値が大きかったのに対し、Cairo241 は草丈、開花数、根粒重、根粒数と子実収量で陵西一寸より高い値を示した。標準施肥量の 50%あるいは 100%の化学肥料と有機物を併せて施用した場合、根粒着生を含めた生育量は化学肥料単用や無施肥の場合よりも改善され、減化学肥料栽培の有効性が確認された。

3. 施用有機物由来の窒素吸収動態をみるため、 ^{15}N で標識されたナタネ油粕ならびに鶏糞を用いてソラマメを栽培し、採取試料の質量分析結果から窒素吸収動態を調べた。なお、非窒素固定型作物のイタリアンライグラスを対照作物とした。その結果、ソラマメ、イタリアンライグラス（以下ライグラスと称す）とも最大乾物重は鶏糞施用で得られ、ソラマメはライグラスに比べて全ての器官で高窒素濃度であった。また資材間では鶏糞添加に次いでナタネ油粕添加で根中N、シュート中Nと個体当たりNが無施用区よりも有意に増加した。ナタネ油粕と鶏糞の添加により対照区に比較してソラマメ乾物重がそれぞれ0.7と2.3倍、全窒素を2.0と4.2倍増加した。ソラマメの最大窒素固定量は鶏糞施用で次いでナタネ油粕施用であった。鶏糞施用におけるソラマメとライグラスの窒素回収率は、ナタネ油粕と比較してそれぞれ81.0%と54.3%で高かった。また、ソラマメ収穫後の土壌窒素バランスはナタネ油粕と鶏糞施用のいずれにおいてもライグラスに比較して41%高かった。このように窒素収支の分析から使用有機物質材の特性の違いが明らかとなった。

4. 稲わらに鶏糞とナタネ油粕を加えて堆肥造成し、これを施用した場合のソラマメの生育、収量を異なる土壌（砂壤土と埴壤土）条件で比較した。C/N、CECとGIを基準にして90日間で完熟した堆肥は有機物と無機養分に富んでおり、安定度も高く、かつ植物毒を含んでいなかった。堆肥の施用（20~200g/ポット）により、土壌の全N、全C、CECが向上したのに対し土粒子密度は低下し、土壌呼吸は増大した。20g/ポット区が子実生産の効率性からみて良いと考えられた。特に200 g/ポット区では乾物重は最大であったが、収穫指数は他の堆肥施用区よりも低かった。

一方、施用堆肥の割合が増加するにつれて葉内可溶性炭水化物が減少した。また、堆肥を加用するとSPAD、葉内窒素量、個体窒素含量、窒素吸収率、窒素利用率等が堆肥施用割合の増加に伴って増大し、堆肥併用により収量と収量構成要素ならびに収穫指数、窒素収穫指数が増大した。植物体窒素が高濃度であるほど収量が高かった。

これらの実験結果は化学肥料を使用せず、地域的に有効な資源循環型有機質素材を用いた堆肥施用だけでソラマメの持続的栽培が可能であることを示している。また、土壌の違いによる堆肥施用効果としては、砂壤土の方で埴壤土より高い生育量がみられた。この結果から稲わらにナタネ油粕と鶏糞を加えて堆肥化することによって、化学肥料を用いないでソラマメの生育・収量を安定的に確保できることが実証された。特に70%の稲わら堆肥で生育が良かったことから、高窒素分の有機質素材量が少ない場合でも収量を増加させる効果のあることが指摘された。

以上について、有機質肥料の使用によるソラマメの減化学肥料栽培が可能で、この場合の窒素動態が明らかにされ、また、供試有機質素材の堆肥化の最

適な組み合わせが提示された。今後の持続的な地力維持の事例として高く評価され、審査員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

[学位論文の基礎となる学術論文]

1. Magdi Abdelhamid, Takatsugu Horiuchi and Shinya Oba:
Evaluation of the SPAD Value in Faba Bean (*Vicia faba* L.)
Leaves in Relation to Different Fertilizer Applications,
Plant Production Science, 6(3):185-189 (2003)
2. M. T. Abdelhamid, T. Horiuchi, S. Oba:
Composting of rice straw with oilseed rape cake and poultry
Manure and its effects on faba bean (*Vicia faba* L.) growth and
Soil properties, Bioresource Technology, in press

[既発表論文]

1. Darwish, D. S. ; M. M. F Abdalla; R. R. El-Masry and M. T. Abdel-Hamid
INVESTIGATIONS ON FABA BEANS *Vicia faba* L. 10- INFLUENCE OF
WATERING REGIMES ON FABA BEANS REACTION TO OROBANCHE INFESTATION
Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 3833-3847
21(11), 1996