

Effects of Water Table Control by Farm-Oriented Enhancement for Aquatic System and Non-tillage Narrow Row Cultivation of Soybeans (*Glycine max*) at a Farmer's Field in Kanto Region

Shinji Shimada*¹, Tomiya Maekawa*¹, Hideo Hamaguchi*¹,
Kosuke Wakasugi*² and Shinsaku Fujimori*³

Summary

We attempted to clarify the effects of water table control by farm-oriented enhancement for aquatic system (FOEAS) and non-tillage cultivation on seeding efficiency, growth, yield, and seed component of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) grown on farmer's fields in Tsukuba, Ibaraki.

The experiment was performed for five years (2007-2011) by using three cultivation methods: control field using conventional rotary seeding (CC), FOEAS field with conventional rotary seeding (FC), and FOEAS field with non-tillage narrow row cultivation (FN).

The results showed that drainage improved in the FOEAS field, resulting in rapid lowering of soil moisture with higher soil bearing capacity after rainfall than that in the CC, and seeding efficiency was improved in the FOEAS field. Emergence was obviously higher and stabler in the FOEAS field than in the CC. Shoot dry weight at flowering was higher in the order of FN > FC > CC. The leaflet color (SPAD value) was darker and apparent photosynthetic rate

was higher in plants grown in the FOEAS field. The shoot dry weight at maturity and seed yield were higher in the order of FN > FC > CC. Average seed yields of 5 years by FC and FN were 1.6 and 2 times higher, respectively, than that by CC. The high seed yield by FC was because of ripened pod number, and that by FN was because of ripened pod number and harvest index. It seems that yield increase by FC compared to CC was high in the year with large disturbances in water balance, such as severe drought, and excess moisture injury occurred.

In addition, the dry weight of weeds was less in FOEAS fields. Further, green stem syndrome seemed to be lesser in the FOEAS fields than in the CC. No obvious effect of the cultivation methods was noted on the seed crude protein content.

Our results suggest that FOEAS improves seeding efficiency, emergence, growth, and yield of soybeans, and non-tillage narrow row cultivation with FOEAS is suitable for Kanto region.

*1 Central Region Agricultural Research Center, NARO

*2 Institute for Rural Engineering, NARO

*3 former National Agriculture and Food Research Organization

今までに、FOEASを導入してダイズに増収効果が得られた報告として、Shimadaら（試験場内有底ほ場）⁽²¹⁾、Matsuoら（試験場内ほ場）の品種サチユタカの晩播⁽¹²⁾、および蓮川ら（現地ほ場）⁽⁸⁾の例がある。一方、必ずしも明瞭な効果がみられなかった事例⁽²⁵⁾もあるが、その要因として、対照区の地下水位の動向や気象や土壌条件の関与、品種間差などが想定される。

本来、ダイズの好適地下水位は-40～-50 cmを最適とする報告が多いが^(14, 15, 19)、Matsuoら⁽¹²⁾は、九州北部での試験において、対照区の地下水位も-60 cm程度で推移していた場合、フクユタカではFOEAS区での明瞭な増収効果が認められなかったとしている。そのため、FOEASを用いていなくても地下水位が-50 cm程度で安定的に存在しているほ場であれば、FOEASを導入しても増収があまり期待できない可能性がある。関東地域のタチナガハを用いた本実験では、顕著な増収効果が認められているが、九州北部においてFOEASによる増収効果は品種や播種時期によって変動すること、それには根系の発達に関与⁽¹³⁾を示唆しており、今後、技術の導入にあたっては異なる品種や播種時期における検証が必要であろう。

本実験の5カ年のデータから、気象条件もFOEAS導入効果に大きく影響していることがうかがわれ、2010年のように干ばつおよび湿害が顕著となる気象環境下でFOEASの導入効果が高くなると考えられる。日本各地ではダイズ生育期間中の水収支が異なるため⁽²⁰⁾、各地域の気象特性に応じてFOEAS導入の適否を判断することが大切と思われる。

好適な地下水位は気象条件により影響され、降雨が少ない年は-40 cmが最多収で、一方降雨が多い年は、-70 cmで収量が大きくなることが示されている⁽¹⁷⁾、また、在原ら⁽¹⁾は、浅層暗渠の高密度敷設試験において、地下水位が生産性に及ぼす効果は降

雨により影響されると推察している。FOEASで地下灌漑によりほ場全面の地下水位を一定に制御するには、施工時に幹線パイプに直交して形成される補助孔（弾丸暗渠）が灌漑水の通り道として機能する深さとなる地表下約-30 cmよりも浅いところに地下水位を設定する必要がある。そのため、降雨が多い年は、この地下水位設定ではやや高過ぎになる可能性がある。このことから、気象条件に応じて地下水位制御の設定を変えること、例えば降雨が多い場合は排水を優先するなどの対応が必要になると考えられ、今後の研究の進展が期待される。

現地における当該ほ場への灌漑水の供給は、移植水稲作の要求に合わせ、8月末までとなっており、さらに8月中においてもしばしば灌漑水の供給が停止し、その際は地下水位が一時的に低下している。また、9月以降、灌漑水の供給が停止されると、設定地下水位の維持は降雨のみに依存することとなり、降雨がしばらくない場合は、地下水位の低下がみられた。9月は年次により水収支（ポテンシャル蒸発量、降雨）が大きく変動したが、2009年（図4）のように9月中も比較的乾燥した気象の年次もあり、このような年は9月も灌漑水の供給があった方が望ましいと考えられる。今後、FOEASを導入した地域の作付け動向によっては、灌漑水の供給期間についても改善が必要であろう。

以上から、関東地域の排水性が不良な粘質なほ場においては、FOEASの導入はダイズ栽培において、播種作業性と出芽苗立ちの向上、栄養生長の増大をもたらして増収に大きく貢献すること、さらにその栽培方法としては省力的な不耕起狭畦栽培が適すると考えられる。FOEASは、全国各地で導入が進められており、本実験を含めたこれまでの試験結果を参考として、各地の気象条件、耕種条件等を考慮し、それぞれに適したダイズの栽培技術が構築されることが期待される。

V. 摘 要

営農規模のほ場において、地下水位制御システム (FOEAS) がダイズの生産性に及ぼす影響を明らかにするため、FOEASを施工した茨城県つくば市の現地ほ場において、地下水位制御の有無と異なる栽

培法が、ダイズ栽培における播種作業性、生育、収量、子実成分組成等に及ぼす影響を解析した。処理区として、対照ほ場・慣行ロータリ播種栽培区（対-慣口）、FOEASほ場・慣行ロータリ播種栽培区（F

－慣口), FOEASほ場・不耕起狭畦栽培区 (F－不耕) の3処理を設け, 2007～2011年の5か年試験を行った。FOEASによりほ場の排水性は改善され, 降雨後の速やかな土壌水分の低下, 地耐力の向上による播種作業性の向上が図られた。出芽苗立ちは, 対照ほ場よりもFOEASほ場において, 安定的に明らかに高かった。開花期の地上部乾物重はF－不耕, F－慣口, 対－慣口の順で大きかった。FOEASほ場の方が個葉の葉色 (SPAD値) が濃く, みかけの光合成速度も高い傾向にあった。成熟期の地上部風乾全重と収量はFOEASほ場において, 対照ほ場よりも大きくなり, さらに不耕起狭畦で大きくなった。5か年平均の粗子実重は, 対－慣口に対して, F－慣口が約1.6倍, F－不耕が約2倍であった。FOEASほ場における増収効果は稔実莢数の増

加, 不耕起狭畦栽培による増収効果は, 稔実莢数と収穫指数の双方の増加がそれぞれ主として関係していた。また, FOEASによる増収効果は, 干ばつや多雨など, 蒸発散量と降水量で示される水収支が大きく変動する年で大きい傾向があった。成熟期に残存した雑草乾物重は, FOEASほ場において少なかった。FOEASほ場では青立ち程度が抑制する傾向がみられた。子実粗タンパク質含量には, 明瞭な処理間差が認められなかった。

以上から, FOEASの導入は関東地域のダイズ栽培において, 播種作業性と出芽苗立ちの向上, 栄養生長の増大をもたらして増収に大きく貢献すること, さらにその栽培方法としては省力的な不耕起狭畦栽培が適すると考えられる。

謝 辞

本試験の遂行にあたっては, 現地ほ場の利用, 管理, 調査等について故豊島治郎氏, 豊島純氏に多大なご協力を賜った。また, 中央農業総合研究センターの業務第1科からは土田一氏, 横塚清氏, 山崎公彦氏を始め, 多くの職員からダイズの栽培管理, 試験研究の遂行に当たり多大なご尽力をいただいた。

た。統計解析については, 中央農業総合研究センターの光永貴之博士から懇切な指導をいただいた。中央農業総合研究センター研究補助員の井上つや子氏, 堀越敬子氏には, サンプルの調製や調査にご協力いただいた。関係各位に深く感謝申し上げます。

引用文献

1. 在原克之・小柴伸夫・奥山泰河 (2007) 浅層暗渠の高密度敷設による地下水位制御が大豆の生育と収量に及ぼす影響。千葉県農業総合研究センター研究報告, 6, 103-110.
2. 藤森新作 (2007) 転換作物の安定多収をめざす地下水位調節システム。農業および園芸, 82, 570-576.
3. 藤森新作・小野寺恒雄編 (2012) 水田農業自由自在 地下水位制御システムFOEAS—導入と活用のポイント。農山漁村文化協会, 東京, 116p.
4. 古畑昌巳・森田弘彦・山下浩 (2008) 暖地での狭畦密植栽培におけるダイズ品種サチユタカの乾物と子実 生産の特徴。日本作物学会紀事, 77, 409-417.
5. 濱田千裕・釋一郎・澤田恭彦・小島元 (2007) ダイズ不耕起播種栽培の出芽期における冠水害の発生要因。日本作物学会紀事, 76, 212-218.
6. 浜口秀生・中山壮一・梅本雅 (2004) 汎用型不耕起播種機による大豆不耕起狭畦栽培マニュアル。中央農業総合研究センター研究資料, 5, 1-21.
7. 浜口秀生 (2011) “第1章 ダイズ 1.3 栽培 C 関東・東海”。豆類の栽培と利用。朝倉書店, 東京, 71-76.
8. 蓮川博之・高橋有紀・鳥塚智・河村久紀・山田善彦 (2014) 地下水位制御システム施工直後のダイズ圃場における環境影響評価と窒素収支の解明。日本土壌肥科学雑誌, 85, 509-514.
9. Heatherly, L. G. (1988). Planting Date, Row Spacing, and Irrigation Effects on Soybean