

大麦後作で堆肥を施用して狭畦栽培を行った根粒超着生ダイズ品種 作系4号の生育, 収量および子実の抗酸化活性

梅美菜子^{*1)}・鯨 幸夫¹⁾・多喜宗一郎¹⁾・梅本英之²⁾・畑中博英²⁾・高橋 幹³⁾

(^{*1)}金沢大学教育学部, 金沢市, 〒920-1192, ²⁾石川県農業総合研究センター, 国際農林水産業研究センター³⁾)

Growth, yield and antioxidant activity of supernodulation Soybean Sakukei 4 grown in the narrow row planting with compost, as a succeeding crop of barley

Minako TOGA^{*1)}, Yukio KUJIRA¹⁾, Soichiro TAKI¹⁾, Hideyuki UMEMOTO²⁾,
Hirohide HATANAKA²⁾ and Motoki TAKAHASHI³⁾

(^{*1)}Faculty of Education, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan, ²⁾Ishikawa Prefectural
Agricultural Research Center, ³⁾Japan International Research Center for Agricultural Sciences)

大麦後作の堆肥連用圃場で根粒超着生ダイズ品種作系4号の狭畦栽培を行ない, 根系生育, 収量および子実の抗酸化活性に及ぼす影響について検討した. 堆肥連用圃場の狭畦栽培では開花期の根系生育促進および収量増加の傾向が認められた. 堆肥の施用により子実の抗酸化活性は増加する傾向が認められた. 狭畦栽培による増収効果が認められたものの, 大麦後作として作系4号を播種すると北陸の平均的な播種期よりも遅れ, 十分な地上部生育量(葉面積)を得ることができず収量が低下することが示唆された. 従来の早生品種を狭畦栽培する場合には遅播きが適するとの指摘があるが, 作系4号では標準的な播種時期に播種を行うことが重要であると考えられた.

Effects of compost application on growth, yield and antioxidant activity in the supernodulation soybean variety, Sakukei 4 with narrow row planting were discussed. Total root dry weight at the harvest stage, yield and antioxidant activity was increased in narrow row planting with compost application rather than the control. Yield of Sakukei 4 with narrow row planting showed comparatively high, but it was suggested that late seeding time may decrease of LAI and lead to decrease the yield. Optimum seeding time is important to gain more a stable yield especially in Sakukei 4.

キーワード: 狭畦栽培, 抗酸化活性, 根粒超着生ダイズ品種, 作系4号, 堆肥, 播種期

Key words: Antioxidant activity, Compost, Farmyard manure, Narrow row planting, Sakukei 4, Seeding time, Supernodulation Soybean

作系4号はエンレイの突然変異種である根粒超着生品種 En6500とエンレイを交配・選抜し得られた根粒超着生の品種でありエンレイに比べて草丈, 根系が小型であるが高い光合成能を持つ(高橋ら 2003). 作系4号のこのよう

な品種特性は施肥窒素の競合および草丈の徒長や過繁茂が起りやすい狭畦・密植栽培において逆に有意に働くものと考えられる. En6500の収量はエンレイに劣っていたが, 作系4号は育成過程でタマホマレとの自然交雑が生じたこ

とで(山本ら2004), 作系4号の栽培でエンレイ並の収量を得ることは可能であるがタマホマレよりは劣るとの評価もある(島村ら2007)。作系4号は根粒着生数が多いため光合成産物が根粒の維持に大量に消費され, また根系の生育も抑制されることから, 収量を向上させるためには根系生育を改善することが重要であると考えられる。鯨ら(2005)は堆肥を施用した栽培では作系4号の生育がエンレイより優れ, 子実の抗酸化活性も向上することを報告している。そこで本試験では根系生育の改善および施肥効果も期待して堆肥を施用した圃場で作系4号の狭畦栽培を行ない, 地上部生育, 根系生育, 収量および子実の抗酸化活性に及ぼす影響について検討した。

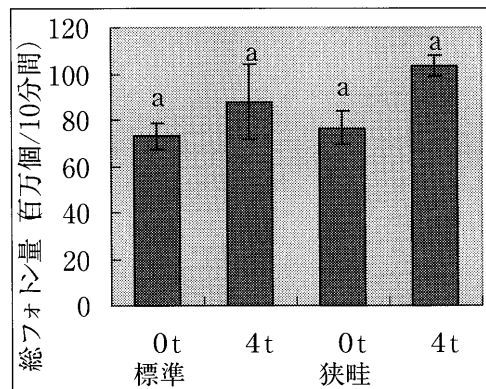
材料および方法

試験は2006年に石川県農業総合研究センター河北潟の堆肥連用圃場(大麦後作, 2293m²)で実施した。品種は作系4号を用い, 播種は6月28日に行った。播種前に牛糞糞堆肥を4t/10a施用した区(堆肥施用区)および堆肥無施用区それぞれに, 畦幅75cm株間10cmの標準栽培区と, 畦幅35cm株間10cmの狭畦栽培区を設けた。各試験区の面積は6.4m²(3.2m×2m)で2反復とした。基肥として大豆一発(N-P₂O₅-K₂O:19-8-17%)を窒素成分で10aあたり5.7kg施用した。草丈, 主茎長, 主茎節数およびSPAD値は各試験区の5個体について生育初期(8月13日)および開花期(8月23日)に調査した。LAIはPlant Canopy Analyzer, (LI-COR, Lai-2000)を用いて3箇所について8月23日に調査した。根粒活性は相対ウレイド法を用いて評価した。開花期に採取したダイズの出液中に含まれるウレイド態窒素, アミノ酸態窒素および硝酸態窒素を定量し相対ウレイド値を求めた。根系調査は開花期(8月23日)と収穫期(10月31日)に実施した。各試験区の連続した3個体について, 地上部を地際で切断してから土壌を掘り出し, 葉身, 茎・葉柄, 直根と側根(直根に対する不定根)および根粒に分別し, 75℃で24時間乾燥させた後乾物重を測定した。収穫期(10月31日)に各試験区の1m²内の株を採取し, 単位面積あたりの株数を求め, そのうち10株について総節数/株, さや数/株, 1さや粒数, 100粒重を調査し10aあたりの収量を求めた。子実の抗酸化活性は浜松フォトニクス社(e-8801)のフォトンカウンティング装置を用いた微弱発光分析法(吉城ら1998)により評価した。抗酸化活性の測定は1試験区につき3反復とした。

結果および考察

堆肥連用圃場で作系4号の狭畦栽培を行った結果, 開花期の3株あたりの側根重および根粒重は, 標準区, 狭畦区ともに堆肥の施用により増加する傾向が認められた(第1表)。堆肥を施用することによって生じる土壌物理性改善効果によって根系生育が促進されたものと考えられる。ウレイド態窒素濃度および相対ウレイド値には試験区間での有意差は認められなかった(第2表)ことから, 堆肥の施用は作系4号の根粒活性を抑制しないことが確認された。堆肥の施用により株あたり総節数が増加し, 狭畦栽培における1m²あたりの収量は, 堆肥施用区で多く無施用区間に有意差が認められた(第3表)。本試験では狭畦栽培を行うと収量が増加することが認められたが, 同程度の栽培密度で栽培したエンレイの収量(梅ら2008)より低かった。作系4号では開花期におけるLAIの値がエンレイより小さく, 地上部の生育量が小さかったことが収量差に影響する要因であると考えられる。ダイズの狭畦・密植栽培で多収を得るには開花期のLAI(最適LAI)が5から6の範囲内にあることが必要であるとされ, 池田ら(1990)は6以上のLAIが必要であると報告している。本試験では狭畦栽培を行ったにも関わらず開花期のLAIは3.5以下の値を示し(第4表), 収量増加に必要とされる最適LAIを大きく下回った。また狭畦栽培で得られる効果としてLAIが高まることによる雑草抑制も期待されているが, 本試験では狭畦栽培区の雑草発生が多く雑草抑制効果は確認できなかった(発生量調査は行わなかったため数値データはなし)。本試験において狭畦栽培によるLAIの増加がみられなかった原因として以下のことが推察される。ダイズは播種期が遅くなるほど開花期までの初期生育期間が短縮され, 草丈や節数などの栄養生長量および各生育期間の葉面積は減少し, 節数および莢数の収量構成要素が低下する。本試験の圃場は大麦後作であり, 播種は石川県の標準的な播種期(5月下旬から6月上旬)より2週間程度遅かった。また作系4号は生育初期から開花期にかけての生長量および葉面成長率が低く(松波ら2002)栄養生長期間が長く(高橋2004)開花期や登熟期がエンレイに比べてやや遅い傾向を示す(山本ら2004)ことから, エンレイなどに比べ遅播きによる地上部生育への影響は大きいものと考えられる。島村ら(2007)は作系4号では播種が遅れた場合にはエンレイ以上の収量を得ることは困難であると指摘しているが, 本試験においても播種期が遅れにより収量が規制されたものと考えられる。作系4号で多収を得るためには, 播種を適期に行い十分な栄養生長量を確保し開花期から結莢期のLAIを高めることが重要であると考えられた。

子実の抗酸化活性に及ぼす作系4号の堆肥反応性は鯨ら(2005)が報告しているが、本試験においても堆肥の施用により作系4号の子実の抗酸化活性が高まる傾向が認められた(第1図)。また狭畦区の抗酸化活性が標準区に比べ高い値を示したことから、堆肥の施用に狭畦栽培を併せることで作系4号の抗酸化活性をさらに高めることのできる可能性が示唆された。



第1図 ダイズ子実の抗酸化活性.

平均値 ± 標準誤差 (n=3). 異英字間には5%水準で有意差あり. 調査日: 2006/10/31.

第1表 作系4号の開花期根系乾重.

試験区	堆肥施用量/10a	直根乾重 (g) ※	側根乾重 (g) ※	総根重 (g) ※	根粒重 (g) ※
標準	0 t	3.0 ± 1.0	0.8 ± 0.0	3.8 ± 1.0	2.5 ± 1.1
	4 t	3.1 ± 0.5	1.1 ± 0.2	4.2 ± 0.7	2.8 ± 0.5
狭畦	0 t	2.0 ± 0.1	0.8 ± 0.0	2.8 ± 0.1	2.7 ± 0.2
	4 t	2.2 ± 0.3	1.4 ± 0.1	3.5 ± 0.4	3.2 ± 0.1
LSD(0.05)		n.s	n.s	n.s	n.s

平均値 ± 標準誤差 (n=2). ※3株の値. 異英字間には5%水準で有意差あり. 調査日: 2006/8/23.

第2表 ダイズ出液中の窒素含有量.

試験区	堆肥施用量/10a	ウレイド態窒素 (mgN/L)	アミノ酸態窒素 (mgN/L)	硝酸態窒素 (mgN/L)	相対ウレイド値 (%)
標準	0 t	680.0 ± 44.9	55.9 ± 1.1 ab	2.3 ± 0.3 c	91.9 ± 0.6
	4 t	935.9 ± 38.6	53.0 ± 0.8 ab	16.3 ± 1.1 a	93.1 ± 0.3
狭畦	0 t	758.5 ± 16.0	50.9 ± 0.9 b	1.9 ± 0.1 c	93.5 ± 0.2
	4 t	687.7 ± 45.3	61.3 ± 1.9 a	10.9 ± 0.3 b	90.3 ± 0.9
LSD(0.05)		n.s	*	*	n.s

平均値 ± 標準誤差 (n=3). *: 異英字間には5%水準で有意差あり. 調査日: 2006/8/23.

第3表 収量および収量構成要素.

試験区	堆肥施用量/10a	総節数/株	莢数/節	粒数/莢	百粒重 (g)	収量 (g/m ²)
標準	0 t	36.5 ± 2.4 ab	1.4 ± 0.1 ab	1.5 ± 0.0	29.1 ± 0.7	216.7 ± 15.0 c
	4 t	37.4 ± 1.6 a	1.4 ± 0.0 a	1.5 ± 0.0	30.5 ± 0.7	240.4 ± 13.0 c
狭畦	0 t	23.8 ± 0.4 c	1.0 ± 0.0 c	1.6 ± 0.1	31.6 ± 0.6	333.9 ± 12.5 b
	4 t	28.9 ± 0.9 bc	1.1 ± 0.1 bc	1.4 ± 0.1	32.0 ± 0.7	406.5 ± 26.3 a
LSD(0.05)		*	*	n.s	n.s	*

平均値 ± 標準誤差 (n=10). *: 異英字間には5%水準で有意差あり. 調査日: 2006/10/31.

第4表 作系4号の開花期地上部生育.

試験区	堆肥施用量/10a	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数 (/株)	SPAD	LAI [*]
標準	0 t	64.1 ± 1.4 c	33.9 ± 1.0 b	10.0 ± 0.3 ab	40.4 ± 1.4	2.7 ± 0.2
	4 t	64.7 ± 0.8 c	35.1 ± 1.2 b	11.2 ± 0.4 a	40.7 ± 0.5	2.3 ± 0.1
狭畦	0 t	80.5 ± 0.5 a	46.2 ± 0.7 a	9.4 ± 0.2 b	37.6 ± 1.0	3.4 ± 0.3
	4 t	75.0 ± 1.2 b	41.8 ± 0.7 a	10.6 ± 0.2 ab	38.4 ± 1.4	3.1 ± 0.3
LSD(0.05)		*	*	*	n.s	n.s

平均値 ± 標準誤差 (n=5, n=3). *: 異英字間には5%水準で有意差あり. 調査日: 2006/8/23.

謝 辞

Plant Canopy Analyzerの使用に便宜をはかって頂いた石川県立大学の中川博視氏並びに子実に抗酸化活性の測定に際しご指導頂いた富山県立大学の葭田隆治氏に感謝致します。

引用文献

池田武ら1990. 日作紀 59(2) : 219-224.

鯨幸夫ら2005. 日作紀74 (別2) : 86-87.

島村聡ら2007. 日作紀 76(4) : 548-554.

高橋幹ら2003. 作物研究所研究報告 4 : 17-28.

高橋幹2004. 農業技術59(3) : 135-138.

梅美菜子ら2008. 北陸作報43 (投稿中)

松波寿典ら2002. 日作紀71 (別2) : 144-145.

山本亮ら2004. 育種学研究 6 : 149-151.

吉城由美子ら1998. FOOD Style 21. 2(6) : 36-40.

(2007年11月29日受付, 2008年3月5日受理)