

石膏施用, サブソイラ施行および狭畦栽培が ダイズの生育, 収量, 出液中のウレイド含有量と 子実の抗酸化活性に及ぼす影響

荻原達彦^{*1)}・鯨 幸夫¹⁾・登内良太¹⁾・梅美菜子¹⁾・畑中博英²⁾・井上直人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, ³⁾ 信州大学農学部)

Effect of Gypsum Application, Subsoiler Treatment and Narrow Row Planting on Growth, Yield, Ureido Content in the Bleeding Sap and Antioxidant Activity of Soybean

Tatsuhiko OGIWARA^{*1)}, Yukio KUJIRA¹⁾, Ryota TONOUCI¹⁾, Minako TOGA¹⁾,
Hirohide HATANAKA²⁾ and Naoto INOUE³⁾

(^{*1)} Faculty of Education, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan,

²⁾ Ishikawa Prefectural Agricultural Research Center, ³⁾ Faculty of Agriculture, Shinsyu University)

サブソイラ施工および石膏の施用が, ダイズの生育, 収量, 出液中のウレイド含有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(松任圃場). また, 狭畦栽培と石膏の施用履歴の違いが, ダイズの生育, 収量等に及ぼす影響についても検討した(富山圃場). 試験は2004年に石川県松任市(現白山市)の農家圃場および富山県富山市の農家圃場で実施した. 品種はエンレイを用いた. サブソイラ施行によりダイズの生育, 収量に及ぼす影響は認められなかったが, 根粒活性が高くなる傾向が認められ, 石膏施用により子実の抗酸化活性が向上した. 狭畦栽培では494kg/10aの収量を示した試験区があることから狭畦栽培による増収効果が認められた.

Effect of subsoiler treatment and gypsum application on growth, yield, ureido content in the bleeding sap and antioxidant activity of soybean cv. Enrei was discussed (Mattou Exp). And effect of difference of gypsum application record on growth and yield of soybean grown with narrow row planting was discussed (Toyama Exp). There was no significant difference in the grain yield among the experimental plot, but ureido content was increased by subsoiler treatment. Antioxidant activity of soybean was increased by gypsum application with subsoiler treatment. Soybean yield in narrow row planting showed 494kg/10a.

キーワード: ウレイド, 狭畦栽培, 抗酸化活性, サブソイラ, 石膏, ダイズ

Key words: Antioxidant activity, Gypsum, Narrow row planting, Soybean, Subsoiler, Ureido

水田転換畑におけるダイズ栽培では排水不良が低収の一因となっている. そこで排水対策としてサブソイラによる心土破碎が試みられている. 土壌中の作溝(15cm幅, 40cm深さ)に石膏を施用することによる排水促進の効果が認められている(Jayawardane *et al.* 1990). ダイズ栽培で土壌改良資材である石膏を施用すると根粒サイズが増大する報告がある(山形農試庄内支場, 未発表). これは石膏施用により土壌の団粒構造が発達し透水性が改善され(Abbott *et al.* 1986), 土壌中への酸素の供給が増加することを介して根粒の発達に影響を及ぼしているものと考えられる. また石膏施用により根系が深くなり耐倒伏性が増大することはなか

ったが, ダイズ子実のカルシウム含有率が向上し収量が増加したとの報告もある(有原ら 1999). 本研究では, サブソイラによる透水性の改善および土壌改良資材である石膏の施用が, ダイズの生育, 収量, 出液中のウレイド含有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. また, 石膏の施用履歴の異なる圃場においてダイズの狭畦栽培を行い, 多収の可能性について検討した.

材料および方法

試験は2004年に品種エンレイを用いて実施した. 石川県松任市(現白山市)における試験は34aの圃場(サブソイラ

施行圃場および慣行栽培圃場)で実施した。試験区は慣行区、慣行栽培圃場内の一部に石膏を散布した石膏区、サブソイラ区、サブソイラ施行圃場内の一部に石膏を散布したサブソイラ+石膏区とした。各試験区の面積は200m²(10m×20m)で、反復は無しである。播種日は6月5日で、条間70cm、株間8cmの1粒播きとした。基肥としてBB056(N-P₂O₅-K₂O:10-25-16%)を20kg/10a施用した。石膏施用区においては耕起前に石膏を100kg/10a施用し、サブソイラ施工は幅120cm、深さ20cmとしたが、これは試験圃場の下層に礫が多いことから、通常より浅くなったものである。各試験区において草丈、主茎長、主茎節数、SPAD値および群落内のLAIを測定した。SPADはミノルタ株式会社、SPAD-502を用いて最上位葉の値を測定し、LAIはPlant Canopy Analyzer, LI-COR, Lai-2000を用いて測定した。草丈、主茎長、主茎節数およびSPADは10個体について、LAIは3箇所について調査した。調査は生育初期(7月9日)および開花期(8月2日)に実施した。根系調査は8月2日と10月6日に実施した。ダイズの地上部を地際で切断してから畦の長さ50cm、幅30cm、深さ30cm内の土壌を掘り出し、ていねいに洗浄して主根、側根(主根に対する不定根)および根粒に分別し、75℃で24時間乾燥した後それぞれの乾物重を測定し、株当たりの重量を計算した。調査は各試験区内の2ヶ所で行った。10月6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た。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。開花期(8月2日)および後期(8月27日)にダイズの出液を採取し出液中のウレイド態窒素濃度を定量した。出液中に含まれるアミノ酸態窒素濃度、無機態窒素濃度を定量し、相対ウレイド法(Herridge *et al.* 1990)を用いて相対ウレイド値を算出した。子実の抗酸化活性は吉城・大久保による微弱発光分析法(吉城ら 1998)

第1表 根系生育(松任圃場)。

試験区	主根重/株 (g)	側根重/株 (g)	総根重/株 (g)	根粒重/株 (g)
慣行区	3.17±0.30	1.57±0.05 a	4.74±0.26	0.15±0.04
石膏区	2.80±0.13	1.18±0.04 b	3.97±0.17	0.16±0.04
サブソイラ区	2.12±0.37	0.61±0.04 c	2.73±0.42	0.10±0.01
サブソイラ+石膏区	2.73±0.06	0.77±0.04 c	3.49±0.02	0.12±0.02
LSD(p=0.05)	n.s.	0.24	n.s.	n.s.

平均値±標準誤差(n=2)。異英文字間には5%水準で有意差あり。調査日:2004年8月10日。

第2表 収量および収量構成要素(松任圃場)。

試験区	株数/m ² (本)	総節数/株 (本)	莢数/株 (個)	粒数/株 (個)	100粒重 (g)	収量/10a (kg)
慣行区	16.5	25.9±2.06	52.6±4.72	1.63±0.03	18.39±0.5	258.89±22.96
石膏区	22.5	19.2±1.21	32.2±2.33	1.63±0.08	21.12±1.14	241.76±15.64
サブソイラ区	25.5	19.7±1.06	37.5±3.16	1.37±0.04	17.3±0.72	229.12±24.84
サブソイラ+石膏区	16.5	19.6±1.06	50.6±4.08	1.50±0.03	16.5±0.47	205.36±17.5
LSD(p=0.05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

平均値±標準誤差(n=10)。異英文字間には5%水準で有意差あり。調査日:2004年10月6日。

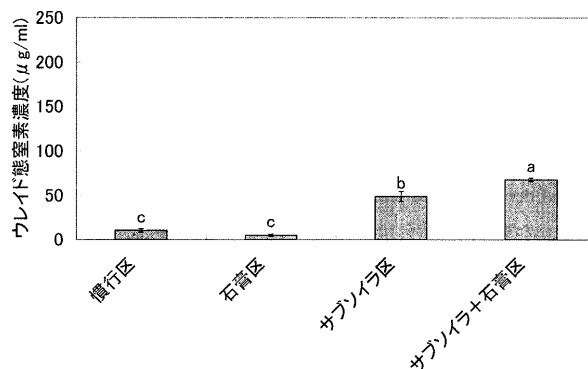
により浜松フォトリクス社(e-8801)のフォトンカウンティング装置を用いて評価した。ダイズ子実を粉末にし、10分間の総フォトン量で評価した。1試験区につき3回測定した。結果はLSD法を用いて有意性の検討を行った。

富山市においては1区45aの試験区(慣行区、石膏50kg/10aを3年間継続施用し2004年は無施用の石膏ブレイク区および石膏50kg/10aを4年間継続施用した石膏連用区)で狭畦栽培試験を実施した。反復は無しである。6月15日に播種を行い、条間30cm、株間12cmの狭畦栽培で1粒播きとした。基肥として高度化成トクホスカ444(N-P₂O₅-K₂O:14-14-14%)を22kg/10a施用し、苦土石灰を60kg/10a施用した。草丈、主茎長、主茎節数、SPAD値およびLAIの測定は8月10日に実施し、根系調査は8月10日と10月19日に実施した。収量調査は10月19日に行い、8月10日および8月25日にダイズの出液を採取した。松任と同様にウレイド態窒素濃度を定量し、相対ウレイド値を求めた。子実の抗酸化活性の測定も行った。各調査、定量、測定は松任と同様の方法で行った。

結果および考察

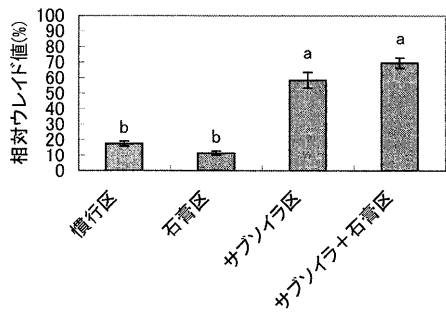
1. サブソイラによる透水性の改善と石膏の施用がダイズの生育、収量等に及ぼす影響(松任圃場)

生育初期および開花期における草丈、主茎長、主茎節数、SPAD値およびLAIには試験区間で有意差は認められなかった。根系調査の結果を第1表に示した。サブソイラおよび石膏施用の効果は認められず、サブソイラにより側根重は減少した。収量および収量構成要素を第2表に示した。収



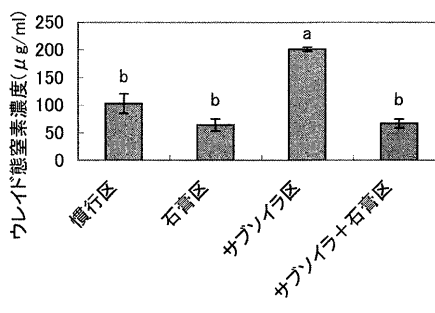
第1図 出液中のウレイド態窒素濃度(松任圃場)。

異英文字間には5%水準で有意差あり。調査日:2004年8月2日



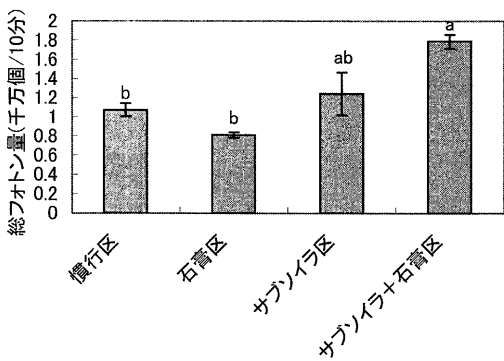
第2図 出液中の相対ウレイド値(松任圃場).

異英文字間には5%水準で有意差あり。調査日:2004年8月2日



第3図 出液中のウレイド態窒素濃度(松任圃場).

異英文字間には5%水準で有意差あり。調査日:2004年8月27日



第4図 ダイズ子実の抗酸化活性(松任圃場).

異英文字間には5%水準で有意差あり。

第3表 根系生育(富山圃場).

試験区	主根重/株 (g)	側根重/株 (g)	総根重/株 (g)	根粒重/株 (g)
慣行区	0.86±0.08	0.2±0.01	1.07±0.08	0.06±0.01
ブレイク区	1.02±0.04	0.24±0.03	1.27±0.07	0.05±0.01
連用区	0.77±0.03	0.68±0.2	1.45±0.23	0.04±0.01
LSD (p=0.05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

平均値±標準誤差(n=2). 異英文字間には5%水準で有意差あり。
調査日:2004年8月10日.

第4表 収量および収量構成要素(富山圃場).

試験区	株数/m ² (本)	総節数/株 (本)	莢数/株 (個)	粒数/株 (個)	100粒重 (g)	収量/10a (kg)
慣行区	27.5	17.4±0.62 ab	40.2±3.08 a	1.53±0.08	29.44±0.87 a	494.6±42.09 a
ブレイク区	26	18.3±1.41 a	46.4±4.89 a	1.59±0.05	24.97±0.42 b	469.4±41.5 a
連用区	28	13.1±0.73 b	26.7±2.45 b	1.26±0.08	25.51±1.02 ab	233.3±18.75 b
LSD (p=0.05)		3.01	11.09	n.s.	2.48	109.51

平均値±標準誤差(n=10). 異英文字間には5%水準で有意差あり。調査日:2004年10月6日.

量は試験区間で有意差が認められなかった。8月2日における出液中のウレイド態窒素濃度を第1図に示した。サブソイラ区、サブソイラ+石膏区のウレイド態窒素濃度は慣行区より有意に高い値を示し、相対ウレイド値(第2図)もサブソイラ区とサブソイラ+石膏区の値が慣行区より有意に高くなった。サブソイラにより土壌中の透水性が改善されたことが根粒活性の増大に影響したものと考えられる。8月27日におけるウレイド態窒素濃度を第3図に示した。サブソイラ区のウレイド態窒素濃度は慣行区より有意に高くなったが、サブソイラ+石膏区では低くなった。相対ウレイド値についても同様の結果が示され、サブソイラ+石膏区で低くなったが、この理由については今後の検討が必要である。子実の抗酸化活性を第4図に示した。サブソイラ+石膏区の抗酸化活性は慣行区より有意に高くなった。慣行区と比較して石膏施用による抗酸化活性の向上は認められなかったが、サブソイラ施行と石膏施用を組み合わせ

ることで、子実の抗酸化活性が向上したことは大変興味深く、この理由については今後更に検討する必要がある。

2.狭畦栽培における石膏の施用履歴の違いがダイズの生育、収量等に及ぼす影響(富山圃場)

生育初期および開花期における草丈、主茎長、主茎節数、SPAD値およびLAIには試験区間で有意差は認められなかった。根系調査の結果を第3表に示した。試験区間に有意差は認められなかったが、慣行栽植密度の松任圃場の結果と比較すると、狭畦栽培により根系生育が抑制される結果が示された。収量および収量構成要素を第4表に示した。慣行区およびブレイク区では500kg/10a近い収量が得られ、松任圃場と比較すると狭畦栽培による増収効果が認められた。試験区間で比較すると石膏連用区では総節数、莢数が有意に少ないことが収量低下に影響したものと考えられる。石膏を連続施用したダイズ栽培については再検討の余地があ

るものと考えられた。出液中に含まれるウレイド態窒素濃度、相対ウレイド値および子実の抗酸化活性に関しては試験区間に有意差が認められなかった。

転換畑でダイズを栽培する場合、サブソイラの使用がダイズの生育、収量に及ぼす影響は認められなかったが、相対ウレイド値の有意な増加から根粒活性に及ぼす影響は大きいことが示された。ダイズ栽培で収量を増加させるには根粒活性の向上が重要であることを考慮するとサブソイラの使用は有効であると考えられる。また条間30cmの狭畦栽培により多収が実現できたことは単収増加を目指す上で大きな意味があるものと考えられる。しかし狭畦栽培により根系生育が制限されたことから耐倒伏性と根系生育および収量性との関係については更に検討する必要がある。

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にお礼申し上げます。

引用文献

- Abbott, T. S. and Mckenzie, D. C. 1986. Agfact AC. 10, First edition, Department of Agriculture, NSW, Australia: 1-16.
- 有原丈二ら1999. 日作紀68 (別2) :40-41.
- Jayawardane, N. S. *et al.* 1990. Farmers Newsletter (in Australia) 136: 35-38.
- Herridge, D. F. *et al.* 1990. Plant Phsiol. 93: 708-716.
- 吉城由美子ら1998. FOOD Style 21. 2 (6) . 特集大豆のパワー: 36-40.

(2005年11月14日受付, 2006年1月25日受理)