

深層側条施肥を行ったダイズ品種エンレイの成育、 収量に及ぼす硫酸カルシウム（石膏）施用の影響

多喜宗一郎^{*1)}・鯨 幸夫²⁾

(^{*1)}石川県農業総合研究センター, ²⁾金沢大学人間社会学域地域創造学類, 金沢市, 〒920-1192)

Effects of Calcium Sulfate (Gypsum) with Deep and Side Application of Fertilizer on Growth and Yield in Soybean cv. Enrei

Soichiro TAKI^{*1)} and Yukio KUJIRA²⁾

(^{*1)}Ishikawa Agricultural Research Center, 920-3198, Japan,

²⁾School of Regional Development Studies, College of Human and Social Sciences, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan)

深層側条施肥を行ったエンレイの成育、収量に及ぼす硫酸カルシウム（石膏）施用の影響を検討した。慣行施肥管理区（対照区）と深層側条施肥区および各施肥区で石膏を株元施用した試験区を設定した。慣行施肥管理区と深層側条施肥区との間では各種成育量と収量に有意差が認められなかった。しかし深層側条施肥区で石膏を施用した場合、慣行施肥管理区より最大根長が有意に長くなった。また、この試験区では百粒重の増加により収量が有意に多くなった。深層側条施肥を行うダイズ栽培で石膏の株元施用を併用する効果が示唆された。

Effects of calcium sulfate (gypsum) application with deep and side application of fertilizer on growth and yield in soybean cv. Enrei were discussed. There were no significant differences on growth and yield between deep and side application of fertilizer and control cultivation. One hundred of grains weight and yield were increased by gypsum application with deep and side application of fertilizer compared to control cultivation. It was suggested that gypsum application is effective for growth and yield of soybean.

キーワード：根系、収量、深層側条施肥、石膏、ダイズ、硫酸カルシウム

Key words : Calcium sulfate, Deep and side application of fertilizer, Gypsum, Root system, Soybean, Yield

ダイズはカルシウム要求量の多い作物である（有原 2000）ことから、栽培にあたってはカルシウムを含む資材の施用が効果的であると考えられる。硫酸カルシウム（石膏）は水に対する溶解度が高く（永井ら 1952）、植物体に吸収されやすい。アメリカの有機農業法ではカルシウム供給源としての使用が認められていることから、石膏の施用はダイズ栽培において有効であると考えられる。

ダイズ栽培における石膏施用の効果に関しては、石膏施用により、根系成育および根系の生理活性が促進される（梅ら 2008, 多喜ら 2009）ことや、百粒重の増加による収量の増加（有原ら 1999, 多喜ら 2010）、狭畦栽培下での根粒活性の維持（多喜ら 2010）などいくつかの報告がある。

しかし、土壤中に多量のカルシウムが存在する場合にはカルシウムとアンモニア態窒素の吸収が競合するとされ（渡部尚久 1993）、溶解度の高い硫酸カルシウムの施用は、ダイズの窒素吸収に影響を及ぼす可能性がある。実際にダイズ栽培において石膏を200kg/10a施用した場合、地上部生育が抑制されたとの報告がある（梅ら 2008）。

植物の根系は養分の供給が良好な土層に繁茂する傾向があり、根系の一部で養分濃度を高めるとその部分の根量が増加し、吸収量が増加する（Drew and Saker 1975）。施肥位置の違いによる根系成育への影響について、水稻では深層施肥を行うことによって土壌下層の根量が増加し、根の活性が高まったとの報告がある（鯨 1989, 続ら 1983）。

ダイズにおいても、リン酸肥料の局所施肥によって、施肥部の根重が増加したとの報告がある(多喜ら 2009)。これらの報告から、施肥位置によって窒素とカルシウムの吸収の競合が回避され、ダイズの成育および収量に影響を及ぼす可能性がある。

本試験では、深層施肥と側条施肥を組み合わせた条件下で石膏の株元施用を行ない、成育および収量に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

試験は2009年に品種エンレイを用いて深層施肥と側条施肥を組み合わせた施肥栽培試験を行っていた石川県農業総合研究センターの河北潟圃場で実施した。播種日は6月2日で、条間80cm、5kg/10aの播種量で畝立て同時播種を行った。培土は7月3日に実施した。試験圃場の中から、基肥として高度化成BB056号(N-P₂O₅-K₂O:10-25-16%)を播種前に20kg(2kg-N)/10a全層施用し、追肥として7月25日に尿素を5kg/10aを施用した試験区を対照区とした。一方、基肥として高度化成BB056号20kg(2kg-N)/10aを播種位置から7cm離れた側条部に施肥し、尿素5kg/10aを播種位置から14cm下層に深層施用した試験区を深層側条施肥区とした。各試験区の面積は対照区が848m²(53m×16m)で深層側条施肥区が320m²(40m×8m)であった。この2つの試験区の中に、石膏を100kg/10a株元に施用した試験区を設定し、それぞれ対照石膏区および深層側条石膏区とした。石膏を培土前に施用すると培土時に土壤中で攪拌されてしまうおそれがあったため、培土後の7月16日に施用した。石膏を施用した試験区は6m²(2m×3m)で、2反復とした。対照区および深層側条施肥区では草丈、主茎長、主茎節数およびSPAD値の測定を播種後44日(7月16日)と播種後66日(8月8日)に実施し、対照石膏区および深層側条石膏区では播種後66日(8月8日)に実施した。

SPAD値は、SPAD-502(ミノルタ株式会社)を用いて最上位葉で測定した。草丈、主茎長、節数、SPADは10個体について調査した。全試験区について播種後69日(8月11日)に地上部乾物重および根系調査を行った。調査は各試験区内の3株について行った。ダイズの地上部を地際で切断し、茎乾物重および葉身乾物重を測定した。また株の周囲30×30cm、深さ30cmの土壌を掘り出し、ていねいに洗浄して根を洗い出し、最大根長(根系全体を垂直に垂らした際の地際から末端までの長さ)を測定した。その後直根、側根および根粒に分別し、80℃で24時間乾燥させた後それぞれの乾物重を測定した。収量調査は全試験区とも10月13日に行った。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。平均的な生育をしている10株について総節数/株、莢数/株、一莢粒数、百粒重を調査し、単位面積あたりの収量を算出した。

結果および考察

深層側条施肥区では播種後44日と播種後66日の草丈、主茎長、主茎節数およびSPAD値に対照区との差は認められず、対照石膏区および深層側条石膏区でも播種後66日の草丈、主茎長、主茎節数およびSPAD値は対照区と差が認められなかった(第1表、第2表)。

播種後69日における地上部乾重を第3表に示した。各試験区間の地上部乾物重に有意な差は認められず、深層側条施肥区、対照石膏区および深層側条石膏区では地上部成育量に及ぼす影響は認められなかった。

播種後69日における最大根長と根系乾物重を第4表に示した。深層側条施肥区、対照石膏区および深層側条石膏区の最大根長が対照区より長くなる傾向が認められ、深層側条石膏区の最大根長が対照区より有意に長くなったが、各試験区で根系乾物重に対照区との差は認められず、根量に影響を及ぼさなかった。

第1表 播種後44日の地上部生育

試験区	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数 (/株)	SPAD
対照区	36.9 ± 1.3	20.0 ± 0.8	4.8 ± 0.2	29.0 ± 1.0
深層側条施肥区	36.8 ± 0.9	19.0 ± 0.5	5.2 ± 0.1	30.5 ± 0.7
LSD(0.05)	n. s	n. s	n. s	n. s

平均値±標準誤差(n=10). 調査日: 2009/7/16.
有意差の算出はLSD法を用いて行った. n. s:有意差なし.

第2表 播種後66日の地上部生育

試験区	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数 (/株)	SPAD
対照区	96.5 ± 1.6	64.8 ± 0.5	11.3 ± 0.1	35.7 ± 0.9
深層側条施肥区	97.5 ± 0.9	62.0 ± 1.1	11.4 ± 0.2	34.8 ± 1.2
対照石膏区	94.5 ± 1.2	61.9 ± 0.8	11.5 ± 0.2	36.8 ± 1.2
深層側条石膏区	96.0 ± 1.2	60.3 ± 1.3	11.1 ± 0.2	38.1 ± 0.9
LSD(0.05)	n. s	n. s	n. s	n. s

平均値±標準誤差(n=10). 調査日: 2009/8/8.
有意差の算出はLSD法を用いて行った. n. s:有意差なし.

第3表 播種後69日の地上部乾物重

試験区	葉身乾物重 (g)	茎乾物重 (g)	地上部乾物重 (g)
対照区	12.8 ± 2.2	15.0 ± 2.9	27.8 ± 5.1
深層側条施肥区	10.0 ± 0.7	13.4 ± 0.8	23.4 ± 1.5
対照石膏区	11.5 ± 0.6	13.4 ± 0.8	24.9 ± 1.4
深層側条石膏区	8.8 ± 1.4	11.1 ± 1.8	19.9 ± 3.1
LSD(0.05)	n. s	n. s	n. s

平均値±標準誤差(n=3). 調査日: 2009/8/11.
有意差の算出はLSD法を用いて行った. n. s.:有意差なし.

第4表 播種後69日の根系成育

試験区	直根乾物重 (g)	側根乾物重 (g)	根粒乾物重 (g)	総根乾物重 (g)	最大根長 (cm)
対照区	2.30 ± 0.52	1.13 ± 0.32	1.11 ± 0.18	4.54 ± 1.02	37.53 ± 1.12 b
深層側条施肥区	2.12 ± 0.09	1.08 ± 0.05	0.55 ± 0.06	3.74 ± 0.18	40.50 ± 1.52 ab
対照石膏区	1.89 ± 0.14	0.87 ± 0.05	1.04 ± 0.03	3.79 ± 0.15	41.30 ± 2.16 ab
深層側条石膏区	2.23 ± 0.26	0.87 ± 0.10	0.70 ± 0.13	3.81 ± 0.50	45.87 ± 1.68 a
LSD(0.05)	n. s	n. s	n. s	n. s	*

平均値±標準誤差(n=10). 調査日: 2009/8/11.

第5表 収量および収量構成要素

試験区	総節数/株	莢数/節	粒数/莢	百粒重 (g)	収量 (g/m ²)
対照区	28.8 ± 2.4	2.3 ± 0.1	1.7 ± 0.0	31.3 ± 0.8 b	395.6 ± 22.2 ab
深層側条施肥区	22.6 ± 1.7	2.1 ± 0.1	1.8 ± 0.1	31.7 ± 0.7 b	301.1 ± 29.7 b
対照石膏区	29.7 ± 1.4	2.2 ± 0.1	1.7 ± 0.1	31.7 ± 0.7 b	341.4 ± 26.7 b
深層側条石膏区	29.7 ± 2.6	2.5 ± 0.2	1.8 ± 0.0	34.6 ± 0.7 a	483.6 ± 38.0 a
LSD(0.05)	n. s	n. s	n. s	*	*

平均値±標準誤差(n=10). 調査日: 2009/10/13.
有意差の算出はLSD法を用いて行った. n. s.:有意差なし. *:異なるアルファベット間に5%水準で有意差あり.

収量および収量構成要素を第5表に示した。深層側条施肥区、対照石膏区では各収量構成要素および収量に对照区との差は認められなかった。对照区では単位面積当たりで400g近い収量が得られた。また、開花期にあたる播種後66日の草丈、主茎長、主茎節数および播種後69日の地上部乾物重、根乾重においても成育量が十分に確保されており、収量性の高い圃場であったと考えられた。収量性の高い圃場では、収量構成要素をコントロールし、増収を図ることが難しくなる(有原 2000)ことから、深層側条施肥区および対照石膏区では増収効果が現れにくくなった可能性が示唆された。深層側条石膏区では深層側条施肥区および対照石膏区よりも収量が有意に高くなり、对照区と比較しても20%以上収量が増加した。深層側条石膏区では収量構成要素のうち百粒重が对照区、深層側条施肥区および対照石膏区より有意に重くなっていることから、深層側条石膏区では百粒重の増加を通して収量が増加した可能性が示唆された。ダイズの百粒重にはタンパク質やその構成要素含硫アミノ酸であるシスチンおよびメチオニンが影響を及ぼすとされ(平ら 1976)、これらの物質の必須成分である硫黄が重要な役割を果たしていると指摘されている。石膏には構成要素として硫黄が含まれていることから、百粒重の増加にはこの硫黄の関係についても考慮する必要がある。対照石膏区では对照区と比べ百粒重に差が認められないことから、石膏施用のみの影響ではなく、深層側条施肥と石膏施

用の組み合わせが影響した可能性があり、硫黄の吸収量との関係について今後更に検討する予定である。

对照区では石膏を施用しても収量の増加が認められなかったが、深層側条施肥で石膏を施用すると効果が認められたことから、深層側条施肥に石膏の株元施用を組み合わせることで、増収が期待できると考えられる。

引用文献

- 有原丈二ら 1999. 日作紀 68 (別2): 40-41.
有原丈二 2000. ダイズ安定多収の革新技術. 農文協, 東京: 20-22.
Drew, M. C. and Saker, L. R. 1975. J. exp. Bot. 26: 79-90.
鯨幸夫ら 1989. 日作紀 58 (別1): 24-25.
永井彰一郎ら 1952. 石膏 (4): 197-205.
平春枝ら 1976. 日作紀 45 (3): 381-393.
多喜宗一郎ら 2010. 北陸作物学会報 45: 53-56.
多喜宗一郎ら 2010. 日作紀 79 (別1): 48-49.
続栄治ら 1983. 日本作物学会九州支部会報 50: 17-19.
梅美菜子ら 2008. 北陸作物学会報 43: 113-115.
渡部尚久 1993. 土肥誌 64 (2): 134-140.

(2010年11月22日受付, 2011年3月18日受理)