

石膏の施用がダイズの根系生育および 収量構成要素に及ぼす影響

鯨 幸夫^{*1)}・朱 玉梅¹⁾・橋本和幸¹⁾・宮川 修²⁾

(^{*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)

Effect of Gypsum Application on the Root Characteristics and Yield Components of Field Grown Soybean cv. Enrei

Yukio KUJIRA^{*1)}, Yumei ZHU¹⁾, Kazuyuki HASHIMOTO¹⁾ and Osamu MIYAKAWA²⁾

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

²⁾ Ishikawa Prefectural Agricultural Research Center)

カルシウム資材としての石膏施用がダイズの根系生育, 出液速度および収量構成要素に及ぼす影響を検討した。実験は, 品種エンレイを用い2001年に富山県富山市内の農家圃場で実施した。試験区は4年間石膏を連続施用した圃場, 3年間石膏施用し2001年は石膏無施用の圃場, および石膏無施用(麦跡)圃場の3試験区とした。石膏施用による増収効果は確認できなかったが, 石膏施用の履歴が土壌中のカルシウム含有量に影響し, 根系生育のうち分枝根と細根の生育に影響を及ぼしていると考えられた。

Effect of gypsum (calcium sulfate) application on the root growth, yield and yield components of field grown soybean cv. Enrei was discussed. Three fields with different gypsum application were used in this experiment. There was no significant difference in the grain yield among the fields. The sum dry weight of fiber roots and branch roots per 1-m ridge in a consecutive three-year gypsum application plot was significantly larger than those of other plots.

キーワード : 根系, 細根, 収量構成要素, 石膏, ダイズ, 分枝根, 硫酸カルシウム

Key words : Branch root, Calcium sulfate, Fine root, Gypsum, Root system, Soybean, Yield components

環境保全型農業に準拠したダイズ栽培を考えた場合, 欧米における有機農業法の内容を考慮する必要がある。天然石膏(硫酸カルシウム; Mined gypsum)は, 米国における有機農業法でカルシウム源としての使用が許可されている資材である(鯨 1993)。ダイズ子実のカルシウム含有率は石膏施用によって高まっており, 子実収量とも高い相関を示している(有原ら 1999)。一方, 石川県における平成1年から9年までの県平均のダイズ収量は143kg/10aであり, 県内におけるダイズの安定多収を実現させることが急務となっている。ダイズ栽培におけるカルシウム資材の施用は, 土壌pHを調整するほか土壌にカルシウムを供給する意味も持っている。本研究では, カルシウム資材として用いた石膏の施用がダイズの根系生育, 出液速度および収量構成要素にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

材料および方法

実験は, 2001年に富山県富山市内の農家圃場において実施した。栽培品種はエンレイを用いた。試験区として, 4年間石膏を連続施用(30kg/10a)した圃場(20a)(石膏4年

施用区), 3年間石膏施用(30kg/10a)し2001年は石膏無施用の圃場(30a)(石膏3年施用区), および石膏無施用(麦跡)圃場(45a)(石膏無施用区)を用いた。5月20日に苦土石灰を100kg/10a散布し, 耕うんした。基肥は燐加安5号(5-15-15)を20kg/10a施用した。播種日は5月28日で, 播種密度は4kg/10aである。1回目の培土は, 本葉2~3枚目に実施し, 2回目の培土前の6月18日に追肥として硫酸10kg/10aと石膏15kg/10aを施用した(対照区および石膏3年施用区では石膏を施用しない)。3回目の培土は7月28日に実施した。播種後管理として, 除草剤(トレファノサイド)を散布し, 営農排水として額縁排水溝切とドリル式溝掘機による排水作業を実施した。栽培管理の概要は第1表に示した。出液速度は8月28日に測定した。各栽培区とも5個体について地際から8cm~10cmの高さで茎を切断し, その上にあらかじめ乾燥重量を測定しておいたパフをのせ, 水分の付着および蒸発を防ぐためラップで覆い, 輪ゴムで固定した。24時間経過後のパフの重量を測定し, その重量差を出液量とした。出液中のNO₃-N, NH₄-Nの含有量についてはブランルーベ社のオートアナライザAACS

第1表 栽培管理概要.

実験区	肥料の種類	肥料名	施用量 (kg/10a)
石膏無施用	基肥	燐加安 5号 [5-15-15]	20
		苦土石灰	100
	追肥	硫安	10
		硫安	20
石膏3年施用	基肥	燐加安 5号 [5-15-15]	20
		苦土石灰	100
	追肥	硫安	10
石膏4年施用	基肥	燐加安 5号 [5-15-15]	20
		苦土石灰	100
	追肥	硫安	10
		石膏	15

第2表 石膏の施用がダイズ生育に及ぼす影響.

実験区	主茎節数 / 個体	分枝数 / 個体	分枝節数 / 個体
石膏無施用	10.64 ± 0.11	10.64 ± 0.23	31.20 ± 0.93
石膏3年施用	11.20 ± 0.14	8.27 ± 0.25	28.36 ± 1.33
石膏4年施用	10.38 ± 0.17	8.00 ± 0.24	22.25 ± 1.04
LSD (p < 0.05)	ns	ns	ns

平均値 ± 標準誤差 (n = 4). 調査: 2001年10月20日.

第3表 収量および収量構成要素.

実験区	莢数 / 個体	粒数 / 個体	子実重 (g / 個体)	100粒重 (g)	収量 (kg/10a)
石膏無施用	55.55 ± 1.82	99.22 ± 3.33	24.47 ± 0.91	24.57 ± 0.26	397.7 ± 0.9
石膏3年施用	55.89 ± 2.44	98.84 ± 4.00	28.63 ± 1.20	28.96 ± 0.34	418.7 ± 1.2
石膏4年施用	47.11 ± 2.04	85.07 ± 3.88	21.22 ± 0.98	25.04 ± 0.31	379.3 ± 1.0
LSD (p < 0.05)	ns	ns	ns	ns	ns

平均値 ± 標準誤差 (n = 4) 調査: 2001年10月20日.

第4表 石膏の施用がダイズ根系生育に及ぼす影響.

実験区	分枝根+細根 (g/m)	主根重 (g/m)	総根重 (g/m)
石膏無施用	3.69 ± 0.19	31.66 ± 2.36	35.36 ± 2.17
石膏3年施用	10.35 ± 0.56	33.83 ± 0.67	44.19 ± 1.23
石膏4年施用	7.41 ± 0.32	29.57 ± 1.69	36.98 ± 2.00
LSD (p < 0.05)	2.68	ns	ns

平均値 ± 標準誤差 (n = 2). 調査: 2001年10月20日.

を用いて測定した。収穫調査は10月20日に実施した。各栽培区とも1m内のすべての株を刈り取り、地上部形質を調査した。調査は4反復とした。根系調査は各栽培区とも畝1m、幅0.3m、深さ0.3mについて実施した。畝1m内のすべての個体について、主根重、分枝根と細根の合計および総根重を調査し、畝1m内の乾重として表示した。調査は2反復とした。ダイズ作跡土壌の交換性カルシウム含有量等、土壌の化学成分はジャーレルアッシュ社の原子吸光分析装置SOLAAR-Mを用いて測定した。

結果および考察

1. 収量および収量構成要素

収穫期における地上部の各生育量を第2表に示した。石膏施用の暦年の違いによって、主茎節数、個体あたりの分枝数に有意な差は認められなかった。収量および収量構成

要素を第3表に示した。個体あたりの莢数、子実数および100粒重に関して試験区の違いによる有意な差は認められなかったが、100粒重は石膏施用により増大する傾向が認められた。坪刈り調査による子実収量は、石膏3年施用区が418.7kg/10aと最も高く、石膏4年施用区では379.3kg/10aを示し、石膏無施用の対照区の収量397.7kg/10aよりも少ない傾向を示したが、有意差は認められなかった。

ダイズにおけるカルシウム吸収量はイネやコムギの0.4~0.5kg/10aに対して2.5kg/10a程度と多い(有原2000)。カルシウムの供給資材としては、炭カル、過リン酸石灰、苦土石灰および石膏が用いられているが、一般的に利用されてきたのは過リン酸石灰や炭カルで、多くの場合pH調整用として用いられた。石膏はこれらのカルシウム資材より溶解度が0.21g/100gと大きく、炭カルの溶解度の約100倍である。土壌に石膏を施用してアルファルファを栽培すると根量が著しく増加し、対照区と比較して下層土(0.15~1.05m)の中間層において根の生育量の差が顕著に認められている(Sumner *et al.* 1989)。ダイズに石膏を施用した場合でも、0.3~0.75mの範囲の下層土で根量増加が認められている(Farina 1988)が、収量に及ぼす石膏施用の影響に関して未だ十分解明されていない。本実験圃場の全面刈りによる収量実績値は250kg/10a前後を示し、石膏施用による増収効果は確認できなかった。

2. 根系生育

収穫期における根系の調査結果を第4表に示した。主根

第5表 ダイズ跡地土壌の化学性.

実験区	pH H ₂ O	EC ms/cm	全炭素 %	全窒素 %	C/N	可給態 P ₂ O ₅ mg/100g	CEC meq	交換性陽イオン (mg/100g)			塩基飽 和度%	CaO/MgO	MgO/K ₂ O
								CaO	MgO	K ₂ O			
石膏無施用	5.35	0.092	3.525	0.2975	11.85	18	19.65	306	49.0	26.5	70.95	4.45	4.35
石膏3年施用	5.60	0.063	2.560	0.2300	11.10	4	18.25	365	29.5	15.5	81.35	8.80	4.50
石膏4年施用	5.35	0.144	3.015	0.2775	10.90	6	19.15	352	34.5	20.5	76.95	7.25	4.15

第6表 出液速度.

実験区	出液速度	
	(g/個体/24hr)	(g/個体/hr)
石膏無施用	18.39 ± 3.75	0.77 ± 0.16
石膏3年施用	17.35 ± 3.12	0.72 ± 0.13
石膏4年施用	12.51 ± 1.38	0.52 ± 0.06
LSD (p < 0.05)	ns	ns

平均値 ± 標準誤差 (n = 5). 調査: 2001年8月28日.

重および総根重に試験区の違いによる有意な差は認められなかったが、分枝根と細根を合計した根重は、石膏3年施用区で有意 (p < 0.05) に大きかった。石膏4年施用区に分枝根と細根重の合計も対照区より大きい値を示したが、5%レベルでの有意差は認められなかった。

ダイズ作跡土壌の交換性カルシウム含有量および土壌の化学性を示す各測定値を第5表に示した。乾土100gあたりのカルシウム含有量は、石膏3年施用区で365mg、4年施用区で352mgを示し、無施用区(対照)の306ppmよりも石膏含有量が高い傾向を認められた。石膏施用の履歴が土壌中のカルシウム含有量に影響し、根系生育の分枝根と細根の生育に影響を及ぼしているものと考えられた。

耕地に石膏施用すると土壌の物理性が改善され、団粒化が促進されることから、排水促進に関する効果が認められている (Abbott *et al.* 1986)。また、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も認められている (Jayawardane *et al.* 1990) 等、石膏の施用が土壌の団粒化促進と排水に効果的に働いていることを考慮すると、ダイズの根系生育に対する石膏施用の影響が直接的であるか、あるいは間接的であるかについては、更に検討する必要がある。

3. 出液速度

8月下旬に根系からの出液速度および出液中の窒素含有量を測定し、第6表と第7表に示した。出液速度に試験区の違いによる有意差は認められなかった。また、石膏4年施用の試験区では出液中のアンモニア態窒素の含有量が高

第7表 出液中の硝酸態窒素およびアンモニア態窒素含有量.

実験区	NH ₄ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)
石膏無施用	55.2	83.7
石膏3年施用	51.4	46.9
石膏4年施用	91.0	66.4

かったが、石膏3年施用と石膏無施用の試験区では有意な差は認められなかった。石膏施用によってダイズの根粒が大きくなる (山形農試庄内支場, 未発表) との情報を考慮すると、石膏施用が不定根の生長および根粒の発達に及ぼす影響についても検討する必要がある。

謝辞

本研究の遂行に際し、圃場の提供および調査研究にご協力いただいた、富山市大塚の栄昭男氏に感謝いたします。

本研究の一部は、文部科学省科学研究費 (課題番号 13460007) により実施した。

引用文献

- Abbott, T. S. and McKenzie D. C. 1986. Agfact AC. 10, First edition, Department of Agriculture, NSW, Australia: 1-16.
- 有原文二ら 1999. 日本作物学会紀事 68 (別号2): 40-41
- 有原文二 2000. “ダイズ安定多収の革新技術” 農文協, 東京, 166-171.
- Farina, M. D. W. 1988 (Shainberg, I. 1989. *Advances in Soil Sci.* 9: 1-111 より引用)
- Jayawardane, N. S. *et al.* 1990. *Farmers Newsletter (in Australia)* 136: 35-38.
- 鯨 幸夫ら 1993. *農業および園芸* 68: 245-249.
- 鯨 幸夫ら 2002. *北陸作物学会報* 38 (別号): 19.
- 鯨 幸夫ら 2000. *北陸作物学会報* 35: 27-30.
- Sumner, M. E. *et al.* *Soil Sci. Plant Anal.* 19 (Shainberg, I. 1989. *Advances in Soil Sci.* 9: 1-111 より引用).

(2002年11月5日受付, 2003年2月10日受理)