

硬い土壌条件下の作溝および石膏の施用がダイズの根系成育に及ぼす影響

鯨 幸夫^{*1)}・齋藤浩樹²⁾

(^{*1)}金沢大学人間社会学域地域創造学類, ²⁾金沢大学教育学部)

Effect of Grooving and Gypsum Application in the Compacted Hard Soil on the Root Growth of Soybeans

Yukio KUJIRA^{*1)} and Hiroki SAITO²⁾

(^{*1)}School of Regional Development Studies, College of Human and Social Sciences, Kanazawa University, 920-1192 Japan, ²⁾Faculty of Education, Kanazawa University)

市販の土壌をコンテナに詰めて圧縮し、硬い土壌区（ハード区）を調製し、対照区をソフト区とした試験を行った。ハード区の土壌密度は1.85g/cm³、対照区は1.2g/cm³とした。供試区は対照区、ハード区、ハード区にV字の溝を切った区、ハード区にV字の作溝をして石膏を100kg/10a表面施用した区、ハード区に作溝したV字の溝に石膏を100kg/10a施用した区の5試験区とした。土壌が硬くなると根系成育は抑制されたが、硬い土壌にV字の作溝をすると直根乾重が増加し、V字の作溝に石膏を施用することで直根乾重が更に増加した。硬い土壌条件下での石膏施用が根系成育の促進に効果的であることが示された。

A hard soil showed 1.85g/cm³ of soil density was prepared using an oil-pressure machine compared to a soft soil one. Treatment involved digging a ditch in a v-shape in hard soil, and a gypsum application was used on the root system. Root growth decreased in the compacted hard soil, yet, the tap root dry weight increased in the hard soil that used v-shape grooving rather than in the hard soil. Root dry weight increased more by the gypsum application of 100kg/10a under hard soil conditions.

キーワード：硬い土壌、土壌密度、根系生育、作溝、石膏、ダイズ

Key words : Compacted hard soil, Grooving, Gypsum, Root growth, Soil density, Soybean

耕地で持続的な農業生産を維持するためには、輪作体系の導入を基本とした不耕起栽培が重要な選択肢の一つである。不耕起栽培では土壌の硬さが成育に及ぼす影響が問題となり、ダイズでは土壌の硬さが根系成育抑制に及ぼす影響が懸念される。硬い土壌条件下でも根系の成育が抑制されない作物、品種および遺伝子資源をスクリーニングする一つとしてパラフィン／ワセリン混合層を用いる方法 (Long-Xi *et al.* 1995) があり、コムギの半わい性品種のスクリーニング (鯨ら 1998) でも利用されている。本試験では、油圧のプレス機を用いて実験的に硬い土壌条件を作り、ダイズ (品種エンレイ) の成育初期における根系成育に及ぼす影響を検討した。また、この硬い土壌にV字の作溝をして石膏施用と組み合わせた試験を行い、硬い土壌

条件下で根系成育の抑制が改善されるかどうかについて検討した。

材料および方法

試験は2009年に金沢大学角間農場の網室にて実施した。市販の土壌 (トヨコード/N-P-K=0.2-0.2-0.2%) を用い、土壌に含まれる水分含有量を16%に調製した後にコンテナ (19cm×33.5cm×15cmD) に詰め、油圧の圧縮機を用いて土壌を圧縮する作業を数回繰り返し、硬い土壌区 (ハード区) を調製した。土壌硬度の測定はピンタイプの土壌硬度計 (オランダEijkelkamp社) を用い、ハード区で3.5kg/cm²に調製した。ソフト区 (対照区) の土壌硬度は測定しなかった。また、ハード区の土壌密度 (soil

density) は1.85g/cm³とし、対照区は1.2g/cm³に調製した。試験区は、対照区、ハード区、硬い土壤にV字の溝（深さ5cm、幅3cm）を切った区（ハード・溝区）、ハード区に石膏を100kg/10a表面施用し作溝した区（ハード・溝・石膏表面施用区／溝内に石膏を施用していない）、ハード溝区のV字溝に石膏を100kg/10a局所施用した区（ハード・溝・石膏溝施用区）の5試験区とした。また、金属（真鍮）を加工した手製の道具を用いて、V字の作溝を行った。播種は6月17日に行い、各コンテナの中央部（長さ33.5cm）に等間隔となるようにダイズ品種エンレイの種子を5粒播種し、その上に肥料を含まない赤土を3cm覆土した。成育の過程においてコンテナの土壤表面が乾燥していることを確認した時点で、各コンテナあたり500mlから1000mlの水道水を灌水した。灌水量は各コンテナとも同量とした。7月10日と31日に草丈、主茎長、節数、SPAD値を調査した。7月31日には地際から株を切断し地上部乾重および根系乾重を測定した。供試コンテナ数は各試験区とも3とした。

結果および考察

7月10日におけるハード区の草丈、主茎長、主茎節数およびSPAD値は対照区と有意な差がなかったが、7月31日になるとハード区の草丈、主茎長、主茎節数、葉身乾重、茎乾重および地上部全乾重は対照区より有意に小さくなった（第1表）。根系調査は7月31日に実施したが、対照区に比べ、ハード区の直根長および最大根長は有意に短く、直根乾重、側根乾重および総根乾重は有意に少なかった（第2表）。

土壤が硬くなると特に根系成育が抑制されたことから、硬い土壤にV字の作溝をした場合の成育、および作溝して石膏を施用した場合に根系成育に及ぼす影響を検討し

第1表 成育初期における地上部の各種成育量。

試験区	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数	SPAD	葉身乾重 (mg)	茎乾重 (mg)	地上部乾重 (mg)
対照区	38.4±1.2	29.1±1.1	6.5±0.2	32.9±1.5	870.0±64.1	595.9±43.6	1465.9±103.2
ハード区	19.9±0.8	13.4±0.6	3.4±0.2	37.5±3.0	313.6±38.0	163.5±19.2	477.1±54.4
LSD(0.05)	*	*	*	n.s.	*	*	*

調査日：2009年7月31日、数値は個体あたりの成育量、平均値±標準誤差、*5%水準で有意差あり。

第2表 成育初期における根系成育量。

試験区	直根長 (cm)	最大根長 (cm)	直根乾重 (mg)	側根乾重 (mg)	総根乾重 (mg)
対照区	29.1±1.4	31.6±1.2	96.0±5.9	241.4±18.8	337.3±22.5
ハード区	8.9±0.2	13.5±0.9	39.8±5.3	105.2±14.1	145.1±17.8
LSD(0.05)	*	*	*	*	*

調査日：2009年7月31日、数値は個体あたりの成育量、平均値±標準誤差、*5%水準で有意差あり。

第3表 ハード区に作溝および石膏施用した場合の地上部各種成育量。

試験区	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数	SPAD	葉身乾重 (mg)	茎乾重 (mg)	総乾重 (mg)
ハード区	19.9±0.8	13.3±0.7	3.3±0.2	37.5±3.0	313.6±38.0	163.5±19.2	477.1±54.4
溝区	20.3±1.6	14.5±1.2	4.3±0.3	35.0±1.8	304.1±33.9	191.9±24.9	496.0±52.1
溝・石膏表面施用区	24.9±0.5	17.7±0.6	4.9±0.2	40.7±2.0	549.5±26.3	289.3±8.9	838.8±32.5
溝・石膏溝施用区	22.9±1.1	15.9±1.0	4.5±0.3	41.6±2.2	488.0±29.9	234.1±14.5	722.1±39.9
LSD(0.05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*

調査日：2009年7月31日、数値は個体あたりの成育量、平均値±標準誤差、*5%水準で有意差あり。

第4表 ハード区に作溝および石膏施用した場合の根系の各種成育量。

試験区	直根長 (cm)	最大根長 (cm)	直根乾重 (mg)	側根乾重 (mg)	総根乾重 (mg)
ハード区	8.9±0.2	13.5±0.9	39.8±5.3	105.3±14.1	145.1±17.8
溝区	9.0±0.4	14.6±0.7	56.1±2.5	111.6±15.1	167.7±16.7
溝・石膏表面施用区	9.5±0.2	16.2±0.4	72.0±2.7	154.3±7.8	226.3±9.5
溝・石膏溝施用区	10.7±0.3	17.0±0.6	70.4±4.8	146.4±9.0	216.7±12.3
LSD(0.05)	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.

調査日：2009年7月31日、数値は個体あたりの成育量、平均値±標準誤差、*5%水準で有意差あり。

た。7月10日および7月31日におけるハード区の草丈、主茎、主茎節数、SPAD値、葉身乾重、茎乾重は、ハード区で作溝した区、作溝＋石膏の表面施用区、作溝＋石膏の溝施用区と比較して有意差が認められなかった。ただし、ハード区で作溝して石膏を施用した試験区（表面施用および溝施用）の総乾重/株は、ハード区の値より多かった（第3表）。

7月31日の根系成育を第4表に示した。ハード区で抑制された直根長と最大根長は、V字の作溝処理、作溝処理に石膏施用をしても影響されなかったが、ハード区にV字の作溝を施工することで直根乾重は増加し、作溝して石膏を施用することで直根乾重が更に増加し、対照区の直根乾重96 mg/株にも近い成育量（72mg/株）を示した。コンテナの深さは15cmであるが根長はこの長さを超えていた。一度コンテナの底まで伸長した根は底を這うように伸長を続け、第4表に示す根長を示していた。土壤硬度が高まる事で根系伸長が抑制される事を想定していたが、硬い土壤であっても条件が整えば根系の伸長が継続することが確認できた。このことは、不耕起栽培であっても栽培管理を工夫することで根系成育の抑制を防止することが可能になることを意味しており、興味深い。直根と側根の成育状況がどのように変化してくるのかを含め、今後も検討を続ける予定である。

作溝処理により側根乾重と総根乾重がハード区の値より増加する傾向を示し、石膏を施用することで側根乾重と総根乾重は更に増加したが、結果的に有意差は認められなかった。

ダイズ栽培では初期成育、特に根系成育の促進が重要視

される。播種時期が梅雨に遭遇することが多く湿害による大きな影響を受ける。また、初期に根系成育が阻害された場合、根系は夏に水ストレスの影響を受ける。よって、成育初期に根系成育の促進を図る栽培技術を確立させることが重要であるが、ダイズ栽培のコスト軽減のために不耕起栽培を行う場合、硬い土壌条件における根系成育の抑制が問題となる。濱田ら（1992）は土壌硬度が大きくなると根系の発達が著しく阻害されるとした。根粒超着生品種作系4号を狭畦栽培した場合、慣行栽培と比較して根系成育は抑制されたが石膏（250kg/10a）の施用で収穫期の直根乾重が慣行栽培並みの水準にまで回復した（梅ら 2007）。表面を浅く耕して狭畦栽培を行ったエンレイでは、開花期の出液中に含まれる相対ウレイド値が石膏施用により大きくなったことから（梅ら 2008）、石膏施用による根粒活性の向上も期待できる。

本試験はコンテナを用いたモデル試験であり、用いた土壌の硬さは実際の圃場状態より遥かに硬い水準にある。この硬い土壌硬度に作溝処理を行い、作溝と石膏施用の複合効果について検討すると、石膏を施用することで直根乾重が有意に増加した。本試験では直根長の試験区間差が認められなかったことから、硬い土壌条件での石膏施用により直根の太さが増大したものと考えられる。直根の太さは硬い土壌に根が伸長可能かどうかに関する要因でもあるこ

とから、石膏施用により直根の成育が促進される結果が得られた事は、不耕起栽培に伴う根系成育促進を図る上で重要な意味を持つと考えられ、圃場試験で更に検討する予定である。

まとめ

土壌が硬くなると根系成育は抑制されるが、硬い土壌にV字の作溝をすると直根乾重が有意に増加し側根乾重および総根乾重も増加する傾向を示し、作溝処理に石膏を施用することで根系成育がさらに促進されることが明らかとなった。また、石膏施用は表面施用か局所施用かに係らず硬い土壌条件下における根系成育の促進に効果的であった。

引用文献

- 濱田千祐ら 1992. 愛知農総試研報 24: 61-67.
 鯨幸夫ら 1998. 北陸作物学会報 33: 106-109.
 Long-Xi Yu *et al.* 1995. Crop Sci. 35: 684-687.
 梅美菜子ら 2007. 北陸作物学会報 42: 66-69.
 梅美菜子ら 2008. 北陸作物学会報 43: 113-115.

（2010年10月29日受付，2011年2月24日受理）