

土壌条件の違いがダイズ品種エンレイの生育に及ぼす影響

多喜宗一郎¹⁾・鯨 幸夫²⁾

(¹⁾金沢大学大学院教育学研究科, ²⁾金沢大学人間社会学域地域創造学類, 金沢市, 〒920-1192)

Effects of Different Soil Condition on Growth of Soybean cv.Enrei

Soichiro TAKI¹⁾, Yukio KUJIRA²⁾

(¹⁾Graduate School of Education, Kanazawa University, ²⁾School of Regional Development Studies, College of Human and Social Sciences, Kanazawa University, Kanazawa, 920-1192, Japan)

水田転換畑でダイズを栽培した場合土壌の物理性の悪化から湿害および乾燥害が起こりやすい。本研究では安定した根系を形成させる栽培技術を確認させるため土壌環境の違いがエンレイの生育に及ぼす影響をモデル実験で検討した。根箱試験で地下水位を30cmに設定すると根重は対照区よりも多くなり根長も長くなった。石膏を200kg/10a相当施用したポット試験では側根重が対照区よりも多くなる傾向が認められた。また堆肥を施用することで根粒重は増加した。ダイズの根系生育を促進させるには発芽時の過湿障害を避けるため地下水位を30cm程度に保つこと、および施用量を考慮して石膏や堆肥を施用することが効果的であることが示唆された。

Effects of different soil condition on the growth of soybean cv. Enrei were observed. Total root dry weight per plant were increased at the condition of 30cm groundwater level compared to the control. There was a tendency to increase the lateral root dry weight at the gypsum application of 200kg per 10a. Root nodule dry weight per plant was increased at the compost application. It was suggested that the groundwater level around 30cm after germination, or gypsum or compost application may be important to get the stable root growth of soybean.

キーワード : エンレイ, 根系, 生育, 石膏, ダイズ, 堆肥, 地下水位, 透水性

Key words : Enrei, Growth, Groundwater level, Gypsum, Manure, Root system, Soybean, Water permeability

日本では多くのダイズが水田転換畑で栽培されている。水田転換畑では土壌有機物の分解が促進されるため栽培年数が経過するにつれ地力窒素が減少し、それに伴ってダイズの収量も低下する(有原 2000)。また、水田転換畑では、地下水位の高さや土壌の物理性の悪化から湿害が起こりやすく、さらに大麦の跡作にダイズを栽培する場合には播種期が梅雨時期にずれ込み、湿害のリスクがさらに高くなる。また水田転換畑では耕うん時における碎土性の低下等から根系が浅くなりやすく、夏季の高温期に乾燥害のリスクも高まる(橋本 1978)。よって北陸地方における重粘土条件下のダイズ栽培で安定した生育と収量を得るために

は、土壌環境を改善し、根粒を含めた根系生育を促進させることが重要となる。このような観点から近年FOEASなど地下水位を制御し土壌水分を好適に保つ方法が導入されているが、根系生育に及ぼす影響を検討した例は少ない。本試験では、土壌環境を改善し安定した根系を形成させる栽培技術を確認することを目的として、土壌の地下水位を変化させた試験、透水性を人工的に変化させた土壌を用いた試験に加え、堆肥の施用または石膏の施用がダイズの根系生育および地上部生育に及ぼす影響について、1/5000aのワグネルポット、ベニヤ板を用いて作成した根箱およびPCVチューブを用いた試験を行い検討した。

材料および方法

試験は2007年に金沢大学教育学部実験圃場内の網室において、ダイズ品種エンレイを用いて実施した。

(実験1) 土壌の透水性の違いが地上部生育および根系生育に及ぼす影響について検討した。試験は1/5000aのワグネルポットを用いて実施した。基本土壌として肥料を含まない山土(赤土)を用い、これに赤玉土を混合することで異なる透水性の試験区を得た。赤土と赤玉土を容積比(以下同様)で7:3の割合で混合した土壌を充填した試験区(赤玉土30%区)、赤土と赤玉土を1:1の割合で混合した試験区(赤玉土50%区)および赤土のみを用いた試験区(対照区)の3試験区を供試した。各試験区とも基肥として高度化成BB056号(N:P205:K20=10:25:16)をポット当たり0.4g(2kg-N/10a相当)となるように表層施用した。6月18日にポットあたり3粒ずつ播種し、発芽を確認したのち、6月25日に間引き処理を行いポットあたり1個体とした。水管理は各試験区とも2日に1回行い、1ポットあたり300mlを灌水した。供試ポット数は各試験とも1試験区につき5ポットとし、実験結果の妥当性を確認するために網室内の2箇所で行った。各試験区の全個体について草丈、主茎長、主茎節数およびSPAD値を測定した。調査は、生育初期(7月5日)、開花初期(7月22日)および開花後期(8月6日)に実施した。根系調査は開花後期(8月6日)に実施し、各試験区の3ポットについてダイズの根系を洗い出し、最大根長を測定した後、直根、側根および根粒に分割し乾燥重を測定した。

(実験2) 石膏の施用が地上部生育および根系生育に及ぼす影響について検討した。1/5000aのワグネルポットを用い、石膏施用量の異なる試験区を作成した。実験1で用いた赤土をポットに入れた後に石膏をポット当たり4g表面施用した試験区(石膏200kg/10a区)、石膏を10g表面施用した試験区(石膏500kg/10a区)および石膏無施用区(対照区)の3試験区とした。各試験区の施肥管理、水管理、播種方法および調査方法は実験1と同様とした。

1/5000aワグネルポットを用いた試験では、生育の経過につれ根域が制限される可能性があることを考慮し、ベニヤ板で作った根箱(40cm×40cm×7cm幅)を用いた試験も

行った。同時に縦に2分割できるように加工したPCVチューブ(長さ50cm、直径10cm)を用い、根長が制限されない状態で根系が観察できる方法を工夫した。使用した基本土壌は市販のトヨコード(N,P,Kをそれぞれ0.2g/1kg含む)とし、石膏を4g/ポット(200kg/10a相当)表面施用した試験区(石膏区)と石膏無施用区(対照区)の2試験区による実験を行った。9月2日に1箱(チューブ)あたり2粒ずつ播種し、発芽を確認した後に間引き処理を行い1個体とした。1試験区につき3箱(チューブ)を供試した。水管理は各試験区とも2日に1度実施し、毎回の灌水量は1箱(チューブ)あたり400mlとした。10月2日に草丈、主茎長、主茎節数およびSPAD値を測定した。根系調査は10月15日に実施した。各サンプルを土壌ごとピンボード(ピンの間隔2cm)に移し、ていねいに土を洗い流した後、土壌階層10cmごとに含まれる根系を採取し乾燥重を求めた。

(実験3) 堆肥の施用が地上部生育および根系生育に及ぼす影響を検討した。1/5000aのワグネルポットを用い、実験1で用いた赤土を基本土壌として堆肥をポット当たり70g全層施用した試験区(堆肥3.5t/10a区)、140gを全層施用した試験区(堆肥7t/10a区)および堆肥無施用区(対照区)の3試験区で実施した。また石膏施用試験(実験2)と同様に、根箱とPCVチューブを用いて堆肥70g/ポットを基本土壌のトヨコードに全層施用した試験区(堆肥区)および堆肥無施用区(対照区)の2試験区とした実験を行った。播種方法、水管理および調査方法は実験2と同様とした。

(実験4) 地下水位の違いがダイズの地上部生育および根系生育に及ぼす影響を根箱とPCVチューブを用いた試験で検討した。水を張ったコンテナ(40×60×30cm)にトヨコードを充填した根箱およびPCVチューブを固定し、表層からの地下水位を15cm(地下水位15cm区)と30cm(地下水位30cm区)に設定した試験区および畑状態で水管理を行った試験区(対照区)の3試験区による実験を行った。播種方法、水管理および調査方法は実験2と同様とした。

結果および考察

(実験1) 開花後期(8月6日)の草丈、主茎長、主茎節数およびSPAD値を第1表に示した。赤玉土50%区の草丈が対

第1表 土壌の透水性の違いが開花後期の地上部生育に及ぼす影響

試験区	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数 (/株)	SPAD
対照区(赤土100%)	68.6 ± 4.25 a	53.8 ± 5.0	9.0 ± 0.5	31.7 ± 0.7
赤玉土30%区	57.7 ± 1.19 a	46.5 ± 1.3	8.4 ± 0.2	31.0 ± 0.3
赤玉土50%区	53.2 ± 0.8 b	42.8 ± 1.0	7.6 ± 0.2	31.1 ± 0.8
LSD(0.05)	*	n.s	n.s	n.s

平均値±標準誤差(n=5)。*:5%水準で有意差あり。調査日:2007/8/6。

照区より有意に低くなった。開花後期における直根乾重、側根乾重、根粒乾重および総根重は赤玉土50%区で最も少なかった(第2表)。実験1では2日に1度300mlずつ灌水を行ったが、基本的に畑状態での管理であったため、保水性が高く維持された対照区に比べ、赤玉土の混合比が高くなる処理区で根系の生育が劣る結果となった。赤玉土の混合比が多くなると土壤の排水性が良くなり、最大根長は大きくなる傾向を示すが、根系生育および草丈は土壤の水分含有量が高い方が良好となることが示された。

(実験2) 開花後期(8月6日)の草丈は対照区より石膏を施用した試験区で低くなる傾向が認められた(第3表)。石膏の溶解度は0.12g/100gと炭酸カルシウムより高いことから、石膏を施用すると土壤中のカルシウム含有量が増加する。土壤中のカルシウム含有量はアンモニア態窒素の吸収に拮抗的に作用することから、窒素の吸収が抑制される(渡部1993)との報告がある。本試験では石膏500kg/10aの施

用で開花後期の草丈が対照区より低くなる傾向が認められた。石膏500kg/10a施用区では土壤中のカルシウム含有量が多くなり窒素の吸収が抑制された結果、草丈が低くなったと考えられる。

開花後期(8月6日)の根乾重を第4表に示した。試験区間に有意差は認められないものの、石膏200kg/10a区の側根乾重および総根乾重が他の試験区より多い傾向が認められた。1/5000のワグネルポットを用いた試験では最大根長に試験区間差異は認められなかった(第4表)。石膏を200kg/10a施用したPCVチューブ試験における根系生育量を第5表に示した。チューブの深さは50cmあったが根系は20cm層までしか伸長していなかった。0-10cm層の根乾重にほとんど差はなかったが、土壌10-20cm層に含まれる根乾重は対照区より石膏200kg施用区で多い傾向が認められた(第5表)。石膏施用により土壌10cm以下の層の根重を増加させる可能性が示唆された。石膏施用量が200kg/10a程

第2表 土壤の透水性の違いが開花後期の根系生育に及ぼす影響。

試験区	直根乾重 (g/株)	側根乾重 (g/株)	根粒乾重 (g/株)	総根乾重 (g/株)	最大根長 (cm)
対照区(赤土100%)	0.41 ± 0.04 a	1.04 ± 0.06 ab	0.12 ± 0.02 a	1.57 ± 0.10 a	40.5 ± 2.1
赤玉土30%区	0.27 ± 0.02 ab	1.10 ± 0.02 a	0.04 ± 0.01 ab	1.41 ± 0.05 ab	41.9 ± 0.9
赤玉土50%区	0.18 ± 0.01 b	0.86 ± 0.02 b	0.02 ± 0.00 b	1.06 ± 0.03 b	43.2 ± 1.9
LSD(0.05)	*	*	*	*	n.s

平均値±標準誤差(n=3)。*:5%水準で有意差あり。調査日:2007/8/6。

第3表 石膏施用量の違いが開花後期の地上部生育に及ぼす影響。

試験区	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数 (/株)	SPAD
対照区	68.6 ± 4.3	53.8 ± 5.0	9.0 ± 0.5	31.7 ± 0.7
石膏200kg区	65.4 ± 2.2	51.4 ± 1.9	8.6 ± 0.2	31.8 ± 0.9
石膏500kg区	57.9 ± 1.8	47.5 ± 2.1	8.4 ± 0.2	30.7 ± 0.1
LSD(0.05)	n.s	n.s	n.s	n.s

平均値±標準誤差(n=5)。調査日:2007/8/6。

第4表 石膏施用量の違いが開花後期の根系生育に及ぼす影響。

試験区	直根乾重 (g/株)	側根乾重 (g/株)	根粒乾重 (g/株)	総根乾重 (g/株)	最大根長 (cm)
対照区	0.41 ± 0.04	1.04 ± 0.06	0.12 ± 0.02	1.57 ± 0.10	40.5 ± 2.1
石膏200kg区	0.40 ± 0.05	1.31 ± 0.21	0.13 ± 0.04	1.84 ± 0.28	34.9 ± 1.2
石膏500kg区	0.35 ± 0.02	1.11 ± 0.11	0.07 ± 0.01	1.53 ± 0.14	32.4 ± 1.3
LSD(0.05)	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

平均値±標準誤差(n=3)。調査日:2007/8/6。

第5表 PCVチューブを用いた石膏施用試験における根系生育量。

試験区	根乾重		総根重 (g)
	0-10cm (g)	10-20cm (g)	
対照区	0.46 ± 0.08	0.12 ± 0.02	0.58 ± 0.06
石膏200kg区	0.45 ± 0.02	0.35 ± 0.08	0.80 ± 0.10
LSD(0.05)	n.s	n.s	n.s

平均値±標準誤差(n=3)。調査日:2007/10/15。

度であれば、草丈を抑制することなくダイズの側根乾重を増加させることが可能であることが示唆された。

(実験3) 堆肥3.5t区および堆肥7t区の草丈と主茎長は対照区より有意に高くなり(第6表)蔓化の傾向が認められた。ダイズ栽培で籾殻堆肥を使用する際の施用量は1~2t/10aが目安(土屋 2007)とされている。本試験では生育初期から開花期の生育量を調査したが、堆肥の無機化速度を考慮し、標準施用量より多く施用した。また初期生育の促進を考慮して化学肥料も施用したが、結果として過剰な窒素供給状態となり地上部が蔓化した。

開花後期(8月6日)の根乾重を第7表に示した。堆肥3.5t区および堆肥7t区の側根乾重は対照区より有意に少なくなった。また堆肥3.5t区および堆肥7t区の根粒乾重は対照区より有意に多くなり、堆肥の施用が根粒増加に効果的に働くことが示された。堆肥の施用量が適切であれば地上部の蔓化を防ぎ、根粒を増加させる効果が期待できる。

(実験4) ダイズが発芽する際にはまず種子による吸水が行われるが、吸水の初期段階における吸水速度が発芽時の障害に大きく影響するが、その要因は酸素欠乏ではなく急激な吸水によって生じる種子の物理的な破壊である(中山

ら 2005)。本試験でも根箱およびPCVチューブを用いて地下水位を15cmにした試験を行った際、15cmの地下水位に設定して播種したところ発芽しなかった。しかし発芽を確認した後に、15cmの地下水位に保つと、その後の生育に障害は認められなかった。

地下水位を30cmに保った根箱試験の草丈、主茎長、主茎節数およびSPAD値を第8表に示した。地下水位30cm区の草丈、主茎長が対照区より高くなり、主茎節数も多かった。対照区の草丈および主茎長は地下水位30cm区より著しく小さく、一見すると水ストレスによる生育差が現れているようにも見受けられた。しかし、対照区の灌水は2日に1度400mlずつ行っていることから、水ストレスによる生育不良の結果とは判断できなかった。根箱試験における根乾重(10月15日)を第9表に示した。地下水位30cm区の土壌10~20cm層における根乾重は対照区よりも有意に多く、総根乾重も地下水位30cm区で多くなる傾向が認められた。播種時期における発芽障害(湿害)が回避できた後であればダイズは比較的高い水分含有率の土壌条件下で根系生育が促進されることが確認された。

第6表 堆肥の施用が開花後期における地上部生育に及ぼす影響。

試験区	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数 (/株)	SPAD
対照区	68.6 ± 4.3 b	53.8 ± 5.0 b	9.0 ± 0.5	31.7 ± 0.7
堆肥3.5t区	92.8 ± 4.2 a	84.1 ± 5.7 a	9.0 ± 0.0	32.5 ± 1.2
堆肥7t区	92.3 ± 2.6 a	85.2 ± 2.9 a	9.0 ± 0.0	35.3 ± 0.8
LSD(0.05)	*	*	n.s	n.s

平均値±標準誤差(n=5). *:5%水準で有意差あり。調査日:2007/8/6.

第7表 堆肥の施用が開花後期の根系生育に及ぼす影響。

試験区	直根乾重 (g)	側根乾重 (g)	根粒乾重 (g)	総根乾重 (g)	最大根長 (cm)
対照区	0.41 ± 0.04	1.04 ± 0.06 a	0.12 ± 0.02 b	1.57 ± 0.10	40.5 ± 2.1
堆肥3.5t区	0.41 ± 0.01	0.65 ± 0.01 b	0.24 ± 0.01 a	1.29 ± 0.02	39.2 ± 1.3
堆肥7t区	0.45 ± 0.02	0.75 ± 0.03 b	0.33 ± 0.02 a	1.53 ± 0.05	38.7 ± 2.0
LSD(0.05)	n.s	*	*	n.s	n.s

平均値±標準誤差(n=3). *:5%水準で有意差あり。調査日:2007/8/6.

第8表 地下水位の違いが地上部生育に及ぼす影響。

試験区	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数 (/株)	SPAD
対照区	11.2 ± 1.6 b	7.7 ± 1.3 b	2.7 ± 0.3 b	43.0 ± 0.2 a
地下水位30cm区	57.7 ± 0.5 a	44.5 ± 1.4 a	6.0 ± 0.0 a	33.4 ± 0.3 b
LSD(0.05)	*	*	*	*

平均値±標準誤差(n=3). *:5%水準で有意差あり。調査日:2007/10/2.

第9表 地下水位の違いが根系生育に及ぼす影響.

試験区	根乾重			総根乾重 (g)
	0-10cm (g)	10-20cm (g)	20-30cm (g)	
対照区	0.88 ± 0.22	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00	0.88 ± 0.22
地下水位30cm区	1.07 ± 0.20	0.76 ± 0.01 a	0.21 ± 0.07	2.04 ± 0.14
LSD(0.05)	n.s	*	n.s	n.s

平均値±標準誤差(n=3). *:5%水準で有意差あり. 調査日:2007/10/15.

引用文献

- 有原丈二 2000. “ダイズ安定多収の革新技術”. 農文協,
東京: 20-22.
- 上屋一成 2007. “収量・品質の向上と安定生産のための大豆づくりQ&A” 社団法人全国農業改良普及支援協会,
東京: 15-16.
- 中山則和ら 2005. 日作紀 74: 325-329.
- 橋本鋼二 1978. 農業技術 33: 103-107.
- 渡部尚久 1993. 土肥誌 64: 134-140.

(2008年11月7日受付, 2009年3月12日受理)