

転換畑ダイズ作における土壌型および湿害程度と窒素固定量の関係

高橋智紀・戸上和樹・高本 慧

(農研機構東北農業研究センター)

The relationships between soil type, wet injury, and N₂ fixation of soybean in upland field converted from paddy field

Tomoki TAKAHASHI, Kazuki TOGAMI and Akira TAKAMOTO

(NARO Tohoku Agricultural Research Center)

1 はじめに

水田転換畑におけるダイズ作では湿害は主要な低収要因である(今野ら, 2020)。また近年では地力窒素の減少がダイズ低収の一因である可能性が指摘されている。ダイズの収量は収穫期の窒素集積量との相関が高く、窒素集積量は窒素固定由来と、土壌および肥料由来(以下、土壌由来とする)に大別される。湿害がこうした由来別の窒素集積量に及ぼす影響は十分明らかではない。湿害の発現は土壌型等の土壌条件によっても大きく異なることが予想される。

そこでダイズの湿害が窒素固定等に与える影響を明らかにするために、根粒着生品種(‘リュウホウ’)と非着生品種(‘T201’)の収量および由来別窒素集積量を、2015～2019年において2種の土壌型(沖積土および黒ボク土)で比較した。

2 試験方法

試験には農研機構東北農業研究センターのライシメーター圃場を用いた。圃場には7m×2.8mのライシメーターが6筆設置されており、黒ボク土と沖積土が3筆ずつ厚さ約20cmまで充填されている。20cm以深はともに沖積土が充填されている。各筆のライシメーターには壁が設けられているため、表面流水はなく、降雨はすべて地下浸透する。2015～2019年の5年間、各筆をさらに2つに分け、‘リュウホウ’と‘T201’を作付した。以上より5年次×2品種×2土壌×3反復の試験データを得た。表1に2019年跡地土壌の化学性および物理性を示した。

各年次とも3-8-8kg/10a(N-P₂O₅-K₂O)を6月4～10日に条間75cm、株間18cmで1株2粒撒きの条件で播種した。また、10月4～5日に各区1.35m²をサンプリングし、収量構成要素および窒素集積量を求めた。成熟期のダイズの窒素集積量について、‘T201’の集積量はすべて土壌由来と考え、‘リュウホウ’と‘T201’の差を窒素固定由来とした。また湿害の指標としては各月の「総降水量-総蒸発散量」を用いた。総蒸発散量はAllen et al. (1998)によるポテンシャル蒸発散量を用い、所内に設置されたアメダスの観測値から計算した。

表 1 2 土壌の化学性および物理性

		沖積土	黒ボク土
pH		5.4	6.1
CEC	me/100g	23.4	32.2
交換性 CaO	mg/100g	240	420
交換性 K ₂ O	mg/100g	19.4	15.2
交換性 MgO	mg/100g	32.5	31.0
リン酸吸収係数		797	1930
可給態リン酸	mg/100g	16.2	6.2
全炭素	%	2.0	6.8
全窒素†	%	0.17	0.57
可給態窒素	mg/100g	10.7	11.2
pF1.5 気相率	%	16	9
pF1.5 固相率	%	37	30
pF1.5 液相率	%	47	60
永久しおれ点	%	13	17

†:湛水培養法による

3 試験結果および考察

収量と窒素集積量の間には高い相関があり(r=0.99**),両者の関係に土壌型や品種による違いはなかった(図1)。また、収量および窒素集積量は8月の湿害指標と有意な相関があった(表2)。その内訳をみると、8月の湿害指標が大きいほど土壌由来の窒素吸収量は減少し(図2-c)、減少程度に土壌間差はなかった。また、沖積土の窒素固定量も湿害指標との間に負の関係が認められた(図2-b)。一方、黒ボク土では8月の湿害指標が大きいほど土壌由来の窒素吸収量は減少する傾向は沖積土と同様だが、窒素固定量と湿害指標との関係は判然としなかった(図2-b)。

湿害指標が大きいと土壌由来の窒素吸収量が小さくなる理由として、過湿条件では根の伸長が悪く、窒素吸収が抑制されることが考えられる。一方、湿害指標と窒素固定量の関係は土壌によって異なり、黒ボク土では両者の間に明確な関係はない。ライシメーターの下層にはすべての区で同じ沖積土壌が充填されているため深さ20cm以深の排水性等には区間差はなく、上述の土壌の差は深さ20cmまでの土壌の特性によるものである。以上から、土壌による差異が生じる理由として、黒ボク土は沖積土よりも固相率が7%低く(表1)、降水によって水飽和となりにくいことが考えられ

る。湿害圃場では、根粒が地表直下の根にのみ観察されることがある。換言すれば完全に圃場が水飽和するまで、ごく浅い層に着生する根粒は、活性を維持できる。黒ボク土で湿害指標と窒素固定量に相関がないのは、沖積土よりも水飽和に達しにくく、降水量が多くても浅い層に着生する根粒が窒素固定を継続できるためであると考えられた。これに対して土壌由来窒素の吸収では、根域全体の窒素を吸収する必要がある。このため、土壌水分の影響を受けやすく、土壌間の差異がなかったと思われる。

4 まとめ

黒ボク土と沖積土において、根粒着生品種と非着生品種の窒素集積量を比較した。両土壌とも8月の湿害指標（降水量－蒸発散量）が大きいほど土壌由来の窒素吸収量が減少した。窒素固定量については沖積土において湿害指標と負の関係が見られたが、黒ボク土では判然としなかった。これは黒ボク土では固相率が小さく、降雨によって圃場が完全に飽和される環境となりにくいため、地表直下の根粒の活性が低下しないためだと考えられた。

引用文献

- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M 1998. Crop evapotranspiration: guide-lines for computing crop water requirements. In: FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.
- 今野智寛, 高橋智紀, 中野恵子, 新良力也, 大橋優二, 工藤忠之, 谷川法聖, 森谷真紀子, 南雲芳文, 青木政晴, 上原敬義, 岡本潔, 向井吉崇, 中村憲治, 大島正稔, 加藤知美, 森崎耕平, 久野智香子, 田畑茂樹, 川原田直也, 水谷嘉之, 藤井清孝, 蓮川博之, 新谷浩樹, 大塩哲視, 山崎大貴, 伊藤淳次, 道上伸宏, 三原美雪, 藤本順子, 仲谷敦志, 樋口俊輔, 竹下美保子, 持永亮. 2020. FAO56 モデルを用いた土壌の乾湿指標によるダイズ乾湿害の実態解析. 日作紀 89, 337-345.

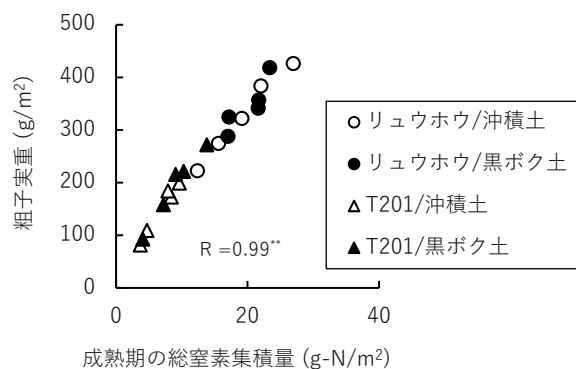


図1 成熟期の総窒素吸収量と粗子実重の関係

表2 ダイズの生育期間の湿害指標（降水量－蒸発散量）と大豆の各形質との相関係数

大豆の形質	品種 [†]	総降水量－総蒸発散量 (mm)			
		6/15-30	7/1-31	8/1-31	9/1-30
収量	R	-0.27	-0.57	-0.74*	-0.28
	T	-0.17	-0.67*	-0.75*	0.06
総窒素集積量	R	-0.30	-0.59	-0.80**	-0.07
	T	-0.21	-0.58	-0.71*	0.20
窒素固定量	—	-0.22	-0.25	-0.41	-0.31
土壌由来窒素	—	-0.21	-0.58	-0.71*	0.20

[†]R: 'リュウホウ'、T: 'T201'

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, $n=10$ (5年×2土壌)

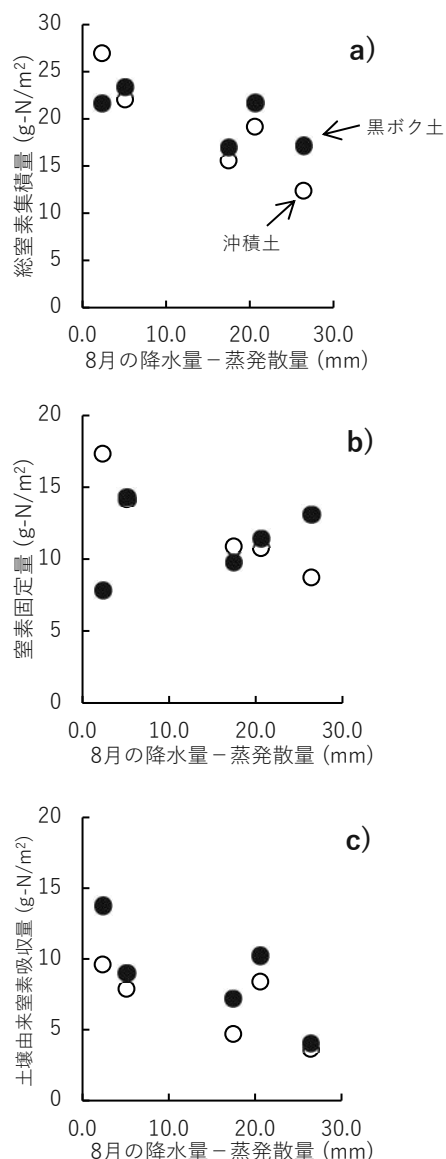


図2 8月の湿害指標（降水量－蒸発散量）と成熟期のダイズの由来別窒素集積量の関係

a) 総窒素集積量、b) 窒素固定量、c) 土壌由来の窒素吸収量