

汎用型不耕起播種機を用いた水田輪作体系における作物根系の特徴

第3報 乾田直播および移植栽培したイネの根系分布と耐倒伏性

小柳敦史・南石晃明・長野間宏
(農業研究センター)

1996年2月15日受付, 1996年2月23日受理

水稻の省力栽培技術のひとつとして, 本田にイネの種子を直接播種する直播栽培が注目されている. 直播栽培の様式は大きく乾田直播と湛水直播に分けることができるが, 著者らは転換畑や輪換田などを中心とした水田の高度利用を行う観点から, 水稻作跡の畑化が容易な乾田直播栽培法の確立を目指している.

最近, イネの乾田直播, ムギおよびダイズの播種に用いることができる汎用型の不耕起播種機が開発された(深沢ら, 1994). この播種機は耕起条件だけでなく不耕起条件でも播種でき, 播種条の直下に深さ10 cmまでの播種溝をつけることができる. 著者らはこの播種機を用いて, 国公立の農業試験場の実験水田で繰り返し栽培試験を行ってきたが, 1995年に茨城県稲敷郡新利根村太田新田営農組合の農業現場で初めて実際のイネの乾田直播栽培が行われたのでその根系の特徴を調査した. また, 根の地上部支持機能の指標として耐倒伏性の測定を行った.

材料と方法

水稻品種チヨニシキを用いて乾田直播栽培と移植栽培が行われた. 太田新田営農組合の水田圃場のうち, 互いに隣接する2枚の水田を用い, その内の一方の1.2 haの圃場を乾田直播区(以下, 乾直区), もう一方の1.5 haの圃場を移植区とした.

圃場はどちらも輪換田2年目で, 前年は水稻の移植栽培が行われた. 乾直区は1995年4月17日にクローラトラクタでレーザー均平を行い, 4月21日に汎用型不耕起播種機により耕起後の乾田状態で乾籾(5.8 kg 10 a⁻¹)を播種した. 播種と同時に播種条の直下に深さ3~4 cmの播種溝をつけた. 移植区はロータリで耕起したのち, ドライブハロで代かきを行い, 1995年5月3日に8条用高速田植機により移植を行った. 乾直区は10 aあたり窒素 6.0 kg(内4.8 kg分は緩効性肥料 LP 70, 残りの1.2 kg分は速効性肥料), リン酸 5.2 kgおよびカリ 6.0 kg相当分を播種時に溝の中に施用した. また, 移植区は化成肥料で窒素, リン酸, カリを10 aあたり各 3 kgの割合で側条施用した. どちらも条間は 30 cmで, 苗立ち本数は乾直区が 82本 m⁻²(株間約4 cm), 移植区が 18株 m⁻²(約60個体m⁻², 株間約18cm)であった. なお, 株基部の深さは両区ともほぼ3~4 cmであった.

乾直区は5月27日に湛水を開始した. 追肥は乾直区は7月26日に窒素, カリをそれぞれ10 aあたり 1 kg 相当分を表面施用し, 移植区は7月12日に硫酸により10 aあたり窒素 2 kg 相当分を表面施用した. なお, 水田の水管理は両圃場でほぼ共通に行い, 雑草防除や病虫害防除はそれぞれの栽培様式別に行った.

根の調査は出穂期前後の7月27日に行った. 株元を中心にして条方向に5 cm, 条間方向に 30 cmの部分の深さ 30 cmまでの土壌を改良モノリス法により採取した. 各区2カ所を採取し, 1カ所分は噴霧器で土壌を洗い流し, 根系をほぼそのままの形で露出させ, 写真撮影した後に, 5 cm×5 cmの36部位に分けて根を回収した. もう1カ所分は土壌を採取した後に土壌ごと, 5 cm角の立方体に分けて根を洗い出し, ル

ートスキャナーにより位置別に根長を測定した。その後、根を80℃で乾燥させ、乾物重を測定した。

子実収穫期前後の8月31日に根の地上部支持機能との関係が深い倒伏抵抗値および引き抜き抵抗値を調べた。倒伏抵抗値は倒伏試験器(大起理化)により、株の地上10 cmの部分を押す、株が45°傾く時の力を測定した。また、株の引き抜き抵抗値はつり下げ用のバネばかりに株を固定し、引き上げて根ごと引き抜くのに必要な力を測定した。なお、この測定を行った時は水田はほぼ飽水状態にあった。また、子実収穫後に乾田状態で山中式土壌硬度計により土壌の硬度を測定した。

結果

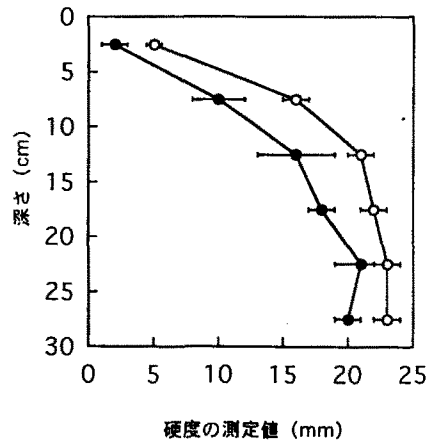
乾直区、移植区とも生育は順調に進み、出穂期は乾直区が8月10日、移植区が7月30日頃であり、収穫日は乾直区が9月13日、移植区が9月1日であった。子実収量は乾直区が487 kg 10 a⁻¹、移植区は526 kg 10 a⁻¹で両区とも倒伏は見られなかった。土壌の硬度は乾直区のほうがいずれの深さにおいても大きかった(第1図)。

写真(第2図)で示したように、乾直区の根系は土壌中で比較的均一に広がっていたが、移植区の根系は浅い部分により多くの根が認められた。根長密度を位置別に見ると、深さ別では、乾直区は深さ5~10 cmの第2層で最も大きな値を示し、移植区では深さ0~5 cmの第1層で最も大きな値を示した。両区で比較すると、乾直区は図の右下、すなわち株直下の深い位置でより大きな値を示した。これに対して、移植区では図の左上、すなわち株から離れた浅い位置でより大きな値を示した(第3図)。また、根乾物重密度でも同様に乾直区では図の右下の位置で大きく、移植区では図の左上の位置でより大きい傾向を示した(第4図)。

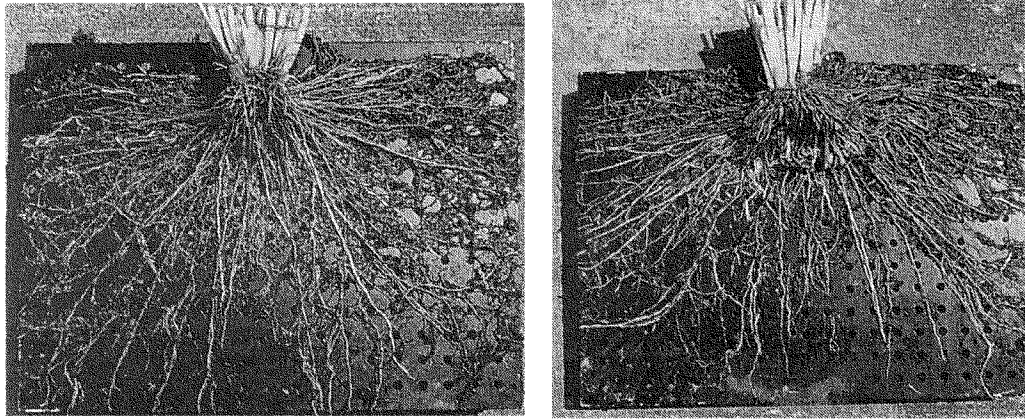
これらの数値をもとにして、根の深さ指数を求める方法(Oyanagi, 1994)を適用して、根系の平均的な深さを計算した。その結果、根長ベースでは乾直区は深さ10.16 ± 0.19 cm(平均値 ± 標準誤差, n=2, 以下同じ)、移植区は深さ7.68 ± 0.63 cmの位置に根系の重心があった。また、根乾物重ベースでは、乾直区では深さ8.89 ± 0.26 cm、移植区では深さ6.58 ± 0.35 cmの位置に重心があり、根系の重心位置は乾直区のほうが深いことが明らかになった。

モノリス内の根量から比例計算して深さ30 cmまでの圃場面積当たりの総根長を計算したところ、乾直区では8.74 ± 0.16 km m⁻²、移植区では11.47 ± 1.03 km m⁻²であり、移植区の総根長が大きかった。また、根乾物重についても乾直区が125 ± 10 g m⁻²、移植区が167 ± 5 g m⁻²で移植区の方が乾物重が大きかった。

出穂期前後に押し倒し抵抗値を測定したところ、株あたりの抵抗値は両区でほぼ同じ程度であったが、1茎あたりの押し倒し抵抗値は乾直区のほうが大きかった。また、引き抜き抵抗値についても同様で、茎あたりの抵抗値は乾直区のほうが大きかった(第1表)。



第1図 乾直区と移植区の深さ別の土壌硬度
山中式硬度計による測定結果
○: 乾直区, ●: 移植区
平均値 ± 標準誤差 (n=6)



第2図 乾直区と移植区における根系の形態
左：乾直区， 右：移植区

距離 (cm)			T	深 さ (cm)
15	10	5		
1.64±0.03	2.21±0.45	6.32±1.02	0	
3.52±0.40	4.54±0.01	12.90±0.61	5	
3.32±0.71	3.82±0.27	4.32±0.00	10	
1.38±0.16	1.52±0.06	1.80±0.11	15	
1.18±0.04	1.18±0.21	1.18±0.10	20	
0.44±0.00	0.52±0.06	0.70±0.38	25	
			30	

乾直区

距離 (cm)			T	深 さ (cm)
15	10	5		
4.28±0.82	5.98±0.21	17.72±1.36	0	
4.62±0.72	6.20±0.17	10.58±0.64	5	
3.52±0.54	3.10±0.75	3.48±1.24	10	
1.64±0.28	1.26±0.27	1.72±0.28	15	
0.82±0.21	0.78±0.16	0.78±0.18	20	
0.34±0.10	0.28±0.06	0.36±0.17	25	
			30	

移植区

第3図 乾直区と移植区における根長密度 (cm cm³)
左右対称の位置をまとめて左側半分で示した。2箇所調査の平均値±標準誤差 (n=2)。Tは株の位置で株基部の深さは両区とも3~4 cm。同じ位置で数値のより大きい区を黒色で表示した。

距離 (cm)			T	深 さ (cm)
15	10	5		
0.197±0.028	0.267±0.071	1.360±0.284	0	
0.304±0.033	0.550±0.048	2.618±0.540	5	
0.302±0.065	0.401±0.039	0.509±0.039	10	
0.142±0.026	0.169±0.002	0.202±0.011	15	
0.087±0.020	0.114±0.020	0.112±0.018	20	
0.033±0.009	0.071±0.015	0.081±0.035	25	
			30	

乾直区

距離 (cm)			T	深 さ (cm)
15	10	5		
0.445±0.084	0.723±0.049	3.881±0.326	0	
0.446±0.020	0.732±0.045	1.919±0.178	5	
0.336±0.022	0.333±0.040	0.354±0.089	10	
0.163±0.018	0.136±0.005	0.184±0.031	15	
0.083±0.004	0.081±0.015	0.083±0.015	20	
0.041±0.003	0.039±0.001	0.038±0.093	25	
			30	

移植区

第4図 乾直区と移植区における根乾物重密度 (mg cm³)
図中の数値と記号は第3図と同じ。

第1表 処理区別の倒伏抵抗値

	押し倒し抵抗値 (kg)		引き抜き抵抗値 (kg)	
	株あたり	茎あたり	株あたり	茎あたり
乾直区	2.22±0.17	0.151±0.017	30.2±2.3	2.01±0.15
移植区	2.32±0.06	0.114±0.008	32.2±1.6	1.71±0.06

押し倒し抵抗値は株の地上10 cm の位置を押して株が45° 傾く時の力を測定した。また、引き抜き抵抗値は株全体を根ごと引き抜くために必要な力を測定した。どちらも平均値±標準誤差(n=6)

考 察

乾田直播栽培した水稻の根は浅い層に多いという報告がある(茶村ら, 1975; 佐藤ら, 1984)。一方、逆に深い層に多いという報告もある(吉岡・藤井, 1948)。本試験では乾直区のほうが根系が深い傾向を認めた。これは、ダイズと同様に(小柳ら, 1996)、用いた播種機が播種条の直下に溝を作るため根がこの溝に沿って伸び、結果的に深い根系を形成したと考えられる。さらに、本試験では播種溝の中に緩効性窒素肥料を施用したことも根の下方向への分布を多くした原因のひとつと考えられる。

乾田直播栽培では倒伏に対する抵抗性が弱くなるといわれている(櫛淵, 1995)。しかし、本試験では逆に乾直区における茎1本あたりの押し倒し抵抗値および引き抜き抵抗値が移植区に比べて大きい値を示し、根の地上部支持力は乾田直播により必ずしも低下しなかった。これは乾直区では根系が深く、土壌が硬かったことと関係があるのではないかと考えられる。

本試験では1株本数が異なるだけでなく、施肥内容や栽培管理が両区で一致していないため厳密な比較とはなっていないが、実際的な乾田直播栽培でも深い根系を形成させ、耐倒伏性を高くすることが可能であることを示している。

謝 辞

この研究はプロジェクト研究「地域総合」で行われた。調査を行わせていただいた太田新田営農組合(篠田二郎 組合長)とご協力いただいた茨城県農業総合センター農業研究所に深く感謝いたします。

引用文献

- 茶村修吾・徐 錫元・小武キミ・飯塚久夫 1975. 成苗移植と直播における本田の根系比較. 新潟農林研究 27: 1-6.
- 深沢秀夫・田坂幸平・滑川裕之 1994. 汎用型不耕起播種機の開発. 第2報 水稻乾田直播栽培への適応. 農機学会第53回大会講要 61-62.
- 櫛淵欽也 1995. 直播稲作への挑戦. 第1巻 直播稲作研究四半世紀のあゆみ. 姫田正美 著. pp 292.
- Oyanagi, A. 1994. Gravitropic response, growth angle and vertical distribution of roots of wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Soil 165: 323-326.
- 小柳敦史・南石晃明・長野間宏 1996. 汎用型不耕起播種機を用いた水田輪作体系における作物根系の特徴. 2. ダイズの根の分布に及ぼす播種溝の影響. 日作紀 65 (別1): 印刷中.
- 佐藤 亨・杉本秀樹・堀内悦夫・川合通資 1984. 直播水稻の生育相とくに根群の発達様相について. 日作四国支部紀事 21: 6-11.
- 吉岡金市・藤井正治 1948. 水稻の根系に関する研究. 第1報 移植の根に及ぼす影響. 農園 23: 13-14.

Distribution of roots in rice under direct sowing on drained paddy field and transplanting culture.
 Atsushi OYANAGI, Teruaki NANSEKI and Hiroshi NAGANOMA (Natl. Agrc. Res. Ctr.)