

1. はじめに

水稲根の形態は、品種固有の遺伝的特性の他に、耕起方法などの土壌管理、施肥などの栽培管理によっても影響を受けることが知られている。不耕起移植栽培は、慣行の耕起と代かきを省略してあらかじめ除草した圃場に駆動ディスクや爪で溝を作りながら、そこに苗を移植する方法である。近年、効率的な不耕起移植機が開発され、大規模な圃場でも実施されている。これまでの土壌管理と大きく異なるのは、作土全体を泥状にしない点であり、水稲根への影響も大きい。ここでは、八郎潟干拓地の細粒強グライ土水田における不耕起栽培での水稲根や小麦根の分布などを従来の慣行水田と比較した結果を紹介する。

2. 水稲不耕起栽培による土壌管理の利点と特徴

不耕起栽培の利点は、①省力効果が高いこと、②水田期間の圃場の透水性や地耐力が向上すること、③田畑輪換を行う場合、水稲作後畑作物の湿害を回避できること、④稲わらを作土全体にすき込まないために、根腐れの発生やメタンの生成が少ないこと、⑤代かき水の流出がなく、水質などの環境保全効果が高いこと、⑥暗渠疎水材の粉殻への泥土の混入が少なく、排水機能が持続することなどである^{2,3,4)}。

稲わらがすき込まれず表面に散布される不耕起水田では、深さ3 cm程度までは還元状態であるが、それ以下の層では、酸化状態を保つ。また、慣行水田に比べて気相率が増加し、グライ層の出現位置が低下する。これらのことは、後述するように水稲根の下層への伸長や活性の維持に大きな効果をもたらす。さらに、不耕起水田では地耐力が増加するため、落水を早めることなく生育後半まで灌水を持続できるために、慣行水田に比べて登熟が良好になる。特に平成6年のような高温条件下においては、一層生育後半における灌水の効果が大きい。

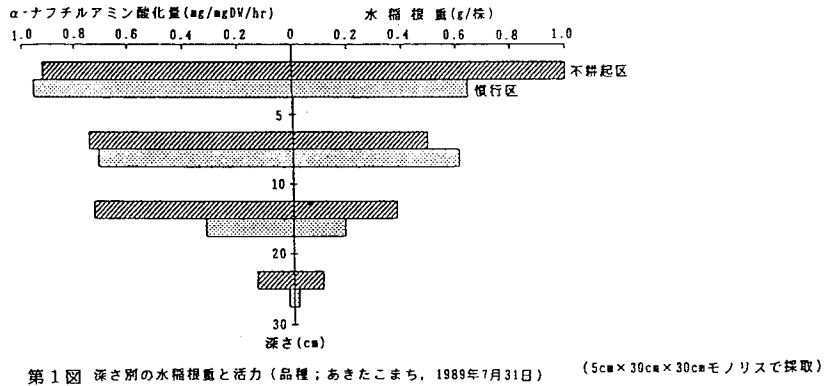
最近、X線造影法によって、不耕起栽培を継続することで、根の跡の孔隙が増加することが確認されている⁵⁾。不耕起直播栽培を20～30年継続した水田における調査結果では、土壌中での移動が少ないと考えられていたリン酸などの養分が作土表層のみに蓄積されず、下層でも慣行水田より多く含まれていた。この理由としては、根成孔隙が養水分の通路としての機能を持ち、リン酸が孔隙に沿って下層へ移動したと推測されている¹⁾。さらに、作物による根成孔隙は、後に続いて栽培される作物根の伸長通路としての役割も果たしていると考えられる。

3. 不耕起栽培における水稲根

(1) 土壌構造の発達と水稲根

耕起・代かきは、水田の土を細かく碎き、泥状態にして、苗を移植しやすくするための作業であるが過度に行くと根穴を含む土壌構造を破壊する。土壌構造が破壊された状態では、酸素の供給がほとんどないことから、有機物の分解により硫化水素やその他の有害物質が発生する。これが原因で、根域は制限され根腐れが発生し、養分の吸収力が低下する。

この現象は、もともと水の通りが悪く粘土が多い細粒質の強グライ土などで顕著に認められる。これに対して、不耕起水田では、水稻根は作土表層5cm程度で多くなるとともに、10cm以下の下層でも慣行水田より多く分布する。水稻根は根穴を巧みに利用しながら伸長するようにも見える。さらに、不耕起水田では、根腐れの発生が見られず、慣行水田に比べて下層でも根の活力の指標となる α -ナフチルアミン酸化力が高まる（第1図）。これは、不耕起水田では前年の稲わらが作土にすき込まれないことと作土の土壤構造が維持され、かなりの量の空気が含まれていることによる。



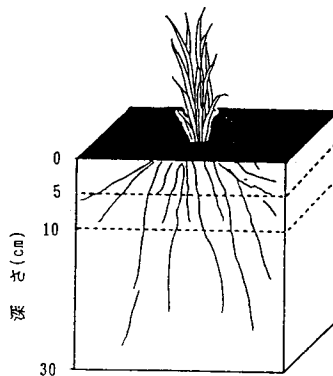
さて、下層土を掘り上げてみると、水稻根は土壤構造の亀裂面に沿って伸長しているのが観察できる。そこで、以下のような2つのモデル実験を行った。

試験1では、窒素吸収に最も寄与するのは、①根量なのか？、②根の活性なのか？、③どの位置に分布する根なのか？を明らかにしようとした。11品種について、穂揃期における水稻根を上層(0~5cm)、中層(5~10cm)、下層(10~30cm)に分けて採取し、各層の根量と α -ナフチルアミン酸化力を測定し、穂揃期以降の土壤窒素吸収量との関係を検討した。

試験1：水稻根と窒素吸収

N吸収に寄与するのは、

- ①根の量なのか？ 活力なのか？
- ②どの位置に分布する根なのか？



その結果、穂揃期以降の窒素吸収量と高い相関を示したのは、下層に分布する根量であった（第1表）。

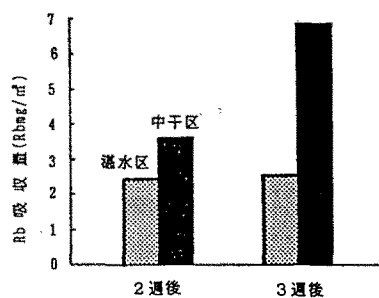
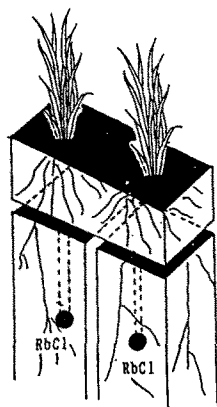
第1表 穂揃期以降の窒素吸収量との相関

要 因		相関係数
α-N A酸化力	上層(0~5cm)	0.500
	中層(5~10cm)	0.562
	下層(10~30cm)	0.328
根 量	上層(0~5cm)	0.229
	中層(5~10cm)	0.232
	下層(10~30cm)	0.773

試験2では、①土壤構造内部の養分は吸収できるのか？、②土壤乾燥の影響はあるのか？を検討した。プラスチック・コンテナに、人工的に大きさ27cm×27cm×25cmの塊状構造を作り、その上に作土をのせ、常時湛水区と中干・間断湛水区とを設けて水稻を栽培した。中干後、構造の中心部にトレーサーとしてRbを注入し、水稻によるRb吸収量を測定する方法で、構造内部からの養分吸収経過を検討した。その結果、水稻根は、構造の亀裂面に沿って伸長し、構造内部への伸長はごくわずかであった。また、中干区における水稻のRb吸収量は、Rb注入後2週間から3週間にかけて顕著に増加したのに対して、湛水区での吸収は少なかった（第2図）。

試験2：構造からの養分吸収

- ①構造内部の養分は吸収できるのか？
- ②中干の影響は、あるのか？



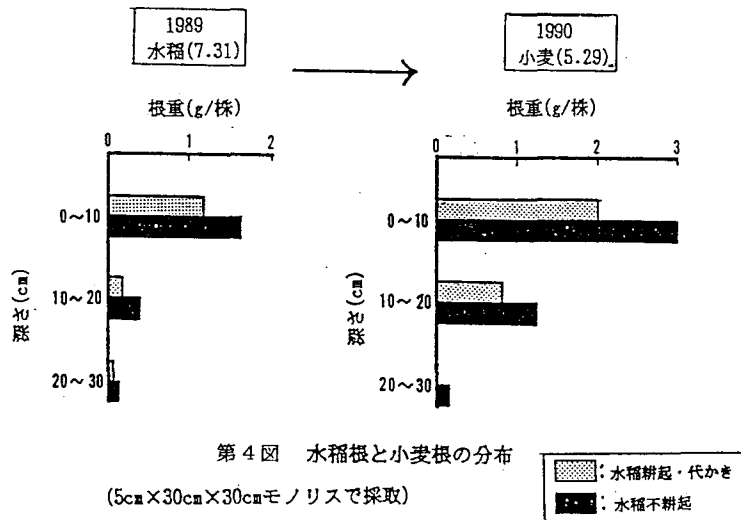
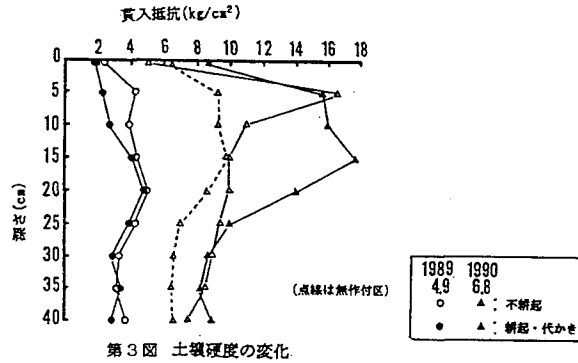
第2図 Rb吸収に及ぼす水管理の影響

以上の試験結果から、①水稻の生育後半の窒素吸収には、下層に分布する根量が最も寄与すること、②土壤構造面に沿って伸長した水稻根が構造内部の養分を吸収するには、土壤構造表面の乾燥過程が重要であることなどが推察できた。

(2) 水稻作後小麦根の分布

次に、不耕起移植栽培と慣行栽培を行った水田で水稻後に秋播小麦を栽培しその根張りを比較検討した。不耕起区の排水性は良好で、後作小麦の出芽率は慣行区に比べて高かった。また、小麦畑における登熟期の貫入抵抗値は、慣行区で著しく大きく（第3図）、小麦の根域は深さ15cm程度と浅かった。土壤構造が維持される不耕起区に比べて、土壤粒子が細粒化して分散する慣行区では、小麦が登熟期において土壤水分を吸収することで土壤の乾燥収縮が大きく起こりやすいために貫入抵抗値が増大したと考えられる。一方、不耕

起区における貫入抵抗値は15cm以下の深さでは小麦無作付区との違いは小さく小麦根は下層まで伸長していた（第4図）。このことから、細粒強グライ土において土壌構造を安定化させ、作物の根張りを良好にし安定収量を確保するためには、不耕起栽培を組み入れた土壌管理方法が有効であることが明らかになった。



4. 今後の展開

強グライ土水田における透水性低下の主な要因は、耕起と代かきによって、土壌の団粒が破壊されて分散した土壌粒子が暗渠につながる亀裂をふさいでしまうことである。そのため、水稲生産の安定化をはかり汎用化を促進するための土壌改良対策として、暗渠や明渠などの土木的手法による乾田化が基本とされてきた。しかし、これらの手法は、多くの労力と経費を要し、改良効果の持続期間も限られる。前述のように強グライ土水田では、亀裂などの土壌構造を生かした不耕起栽培を導入した土壌管理がむしろ土壌改良効果や作物根にとってメリットが大きいことが明らかである。今後は、地域や土壌の特性に合わせた新しい土壌管理方式の導入によって低コストで持続的な基盤改善を行う必要がある。このことは、地域や土壌タイプでそれぞれ適正な土壌管理法が異なることを示しており、各種土壌管理法を地域や土壌タイプに応じて選択できるようにメニュー化することが全国的な課題となろう。

引用文献

- 1) 長期不耕起栽培圃場研究グループ：長期不耕起直播田の土壤及び水稻栽培の実態調査，農業技術，49，251～256(1994)
- 2) 金田吉弘：低湿重粘土汎用水田における水稻の不耕起及び部分耕移植栽培，農業技術，47，215～219(1992)
- 3) 金田吉弘・粟崎弘利・山谷正治：低湿重粘土水田における汎用化のための下層土の管理（第4報）不耕起移植水田における表面施用わらがメタン生成と水稻生育に及ぼす影響，東北農業研究，45，77～78(1992)
- 4) 佐藤 敦：新農法導入による水質環境保全の試み，新農法への挑戦，博友社，317～330(1995)
- 5) 佐藤照男：不耕起栽培による低湿重粘土水田の土地改良と汎用化の展望，農業土木学会誌，60，15～20(1992)