

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 吉田修一郎

粘土質水田においては、乾燥亀裂の発達が圃場の排水性に大きく影響を与えるだけでなく、水田における転換畑作物の栽培にも顕著な影響を及ぼす。しかし、亀裂発生メカニズムの解明や予測方法などについて、これまで十分な解明がなされてこなかった。その最も大きな理由は、亀裂の発生が土壌の不均一性に強く影響されること、および、シロカキや作付けなど営農的要因が亀裂形成に強く関与することである。そこで、本論文は、営農的要因を考慮に入れた、粘土質水田における乾燥亀裂の形成メカニズムを解明することを目的とした。

第一に、営農的な要因を総合的に明らかにするために、実験計画法に基づく要因試験を水稻栽培下にある粘土質水田において実施した。亀裂形成へ影響を及ぼす営農的要因として、1)蒸散の有無、2)条間隔(30 cm, 60 cm)、3)代かき強度(軽, 中, 強)を想定し、これらの要因および処理を試験圃場に割り付けた。圃場は、田植え後、湛水を維持し、夏期の晴天時に落水した。条間に発生した亀裂を透明のシートにトレースし、画像解析手法によりそのパターンの定量化を図った。定量化のための指標として、条の方向に対する亀裂の方向性を示す「*CDI*」、亀裂の平均的な幅と等価な「*EW*」、パターンの複雑度を表す「*CP*」、を定義した。各指標について分散分析した結果、1)水稻からの蒸散は、条に沿った直線状の亀裂を誘起する。2)条間隔の拡大は、亀裂の平均的な幅を増大させる。3)強い代かきは、直線的な幅の広い単純な亀裂形状パターンを誘起する、以上の結論を導いた。

第二に、水稻条間に発生する線状亀裂の形成メカニズムを解明するため、数値モデルを用いた解析を試みた。粘質土の収縮挙動が、飽和・負圧条件下での圧密挙動とみなせることを利用し、2次元非線形弾性圧密モデルを用いて、水稻条間における土壌の収縮挙動の数値シミュレーションを行った。モデルの適用性は、水稻条間(畦間)を模した室内模型実験により検証した。これらの結果から、1)条間(畦間)に発生する条(畦)に沿った線状亀裂は、左右二方向からの水分の損失により特定の位置に発生する引張有効応力によって誘起されることを示した。また、この数値モデルを用いた数値実験により、条間の引張有効応力分布は、中央に集中する場合(単極化)と、中央から逸れた位置に極大点が2点形成される場合(2極化)があることが明らかになった。条間隔が広いほど、土層の厚さが浅いほど、また、脱水速度が大きいほど、引張有効応力は二極化することを示し、これらが圃場での観測結果と一致することを見出した。

第三に、代かきの影響を調べた。代かき強度を弱，中，強の3水準とした試験区を設け，代かき直後，およびその3ヶ月後の土壌を採取し，それらの保水・収縮特性、亀裂パターンを調べた。まず、代かき土壌中には，含水比が明らかに低い土塊が，代かき直後のみならず，3ヶ月の湛水期間を経ても残存することを見いだした。次に、代かき強度の違いによる保水性の差異は，練り返しによる硬化に起因するものであるとした。また，代かき強度の違いによる収縮特性の差異は，練り返しによる力学強度の均一化に起因するものであるとした。代かき強度による亀裂形状パターンの違いは，土壌構造の差異によるわずかな力学的強度の不均一性によりもたらされるものであるとした。最後に、長期間の湛水に伴う保水量の変化と層位による亀裂発生傾向の差異は，還元の進行による親水性物質の増加や自重の拘束の影響などが重要と考えられたが、その解明は今後の研究課題とした。

以上要するに、本論文は現地測定、室内実験、理論的解析を通じて、水稻栽培条件下における粘質土水田の亀裂形成に影響する諸要因を明らかにするとともに、そのメカニズムを解明したものであり、学術応用上寄与するところが大きい。よって、審査員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。