

2021年 2月 26日

豊橋技術科学大学長 殿

電気・電子情報工学 専攻
学位審査委員会
委員長 内田 裕久

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	村田 光明		学籍番号	第 200201号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学 専攻	
博士学位論文名	小型センサアレイを用いたオンサイト土壌環境計測技術開発 (On Site Monitoring Technology for Soil Environments Using Small Sensor Arrays)			
論文審査の期間	2021年 1月 14 日 ～ 2021年 2月 26 日			
公開審査会の日	2021 年 2月 12日		最終試験の実施日	2021 年 2月12日
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格

審査委員会(学位規程第6条)

学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。

委員長 石川 靖彦 

委員 高橋 一浩 

澤田 和明 

印 印 印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

高品質、高効率を目指したスマート農業に注目が集まっている。特に精密農業が植物の生産効率を高める農法として利用されているが、位置精度の高い土壤環境測定のために土壤を採取することなく、オンサイトで連続的に測定することが求められている。

本研究では、水田および畑土壤の代表的な指標である酸化還元電位（ORP）や電気伝導度（EC）をオンサイトで計測できるミリメートルスケールのセンサアレイの開発を行っている。本論文は5章で構成されており、第1章では、土壤環境の測定や土壤計測センサの現状を述べた後、精密農業の効率化に必要なことを列挙し、研究目的を記している。第2章では、水田土壤用 ORP センサアレイを開発するための課題や検討内容を記述した後、製作したセンサアレイを用いて水稻根近傍を含む水田土壤の根圏 ORP 分布の変化を捉えることができることを述べている。第3章では、畑土壤用 EC センサアレイを開発するための課題を検討した後、本 EC センサアレイにより、固形肥料の溶解や肥料拡散による土壤 EC 分布変化が計測できたことを記述している。第4章では、実現した土壤用 EC センサアレイを用いて土壤肥料の拡散係数を計測できたことを述べた後、本センサが土壤環境計測に有用であることを論述している。第5章では、本論文の総括を行い、今後の展望などについて記述している。

審査結果の要旨

施肥効率の高い農法は、土壤環境の変化に大きく影響を受ける。土壤環境は、給水や施肥などの外的要因によって変化するだけでなく、土壤内自由水の移動や肥料の溶解、養分の拡散、微生物や植物根の作用など、内的要因によっても変化する。内的要因による土壤環境の変化は多くの場合、ミリメートルのスケールで生じている。しかし、特殊な装置や試薬などを用いなければ、根近傍やミリメートルスケールの土壤環境変化を直接継続的に測定できず、オンサイトで測定することが困難である。本論文はこの問題を解決することを目指したものである。

水田土壤の ORP は、水稻の生育障害判定や水田中の成分形態判断などに利用されている。本研究では、ミリメートルスケールの ORP 分布を継続測定するため、0.7 mm の白金作用電極 25 個、銀-塩化銀参照電極、データロガーとプログラムリレーの組み合わせにより、非可逆的な水田土壤で継続測定可能な ORP センサアレイを製作している。ORP 標準溶液および水田土壤で市販の水田用 ORP センサと同様の動作を確認できている。このセンサを利用してミリメートルスケールの現象である水稻根における還元剤近傍の酸化還元過程を測定し、その結果還元剤近傍の微生物の活動による特異な ORP 低下、および水稻根近傍での水稻根からの酸素放出に伴う特異な ORP 上昇を確認できている。

次にミリメートルスケールの EC 分布を継続測定するため、5 mm 角の EC 測定用チップを配列して、ミリメートルスケールの現象である土壤中の肥料溶解に伴う肥料拡散の測定を行い、製作した EC センサアレイが、肥料の溶解および拡散に伴う EC 分布の時間変化を測定可能であること示している。さらに、ミリメートルスケールの EC 分布の時間変化から土壤肥料拡散係数の算出を行っている。EC センサアレイによって測定した EC 分布の時間変化と、フィックの法則から算出した EC 分布の変化を比較することで、拡散係数の異なる2種類の土壤において異なる拡散係数を算出でき、拡散予測のモデルを確立している。

以上のように水田および畑土壤の代表的な指標である酸化還元電位や電気伝導度をオンサイトで計測できるミリメートルスケールのセンサアレイの開発に成功したことは、今後の精密農業により植物の生産効率を高める計測技術として大きな影響を与えるものであり、学術的、工学的に高く評価できる。

以上により、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。

（各要旨は1ページ以上可）