

| | | | | |
|------------|-------|--------|----------|------|
| 電子・情報 工学専攻 | 学籍番号 | 089304 | 指導 教員 | 澤田和明 |
| 申請者 氏名 | 二川 雅登 | | | 石田 誠 |

論文要旨 (博士)

| | |
|------|------------------------|
| 論文題目 | 農業・畜産用マルチモーダルセンサに関する研究 |
|------|------------------------|

(要旨 1,200字程度)

違う種類のセンサを組み合わせ、1つの対象物を様々な角度から観察することのできるマルチモーダルセンサの研究が盛んに行われ始めている。近年、農業・畜産分野においては、精密農業や動物の健康管理を目的とし、測定対象物の中にセンサを設置して計測するオンサイトモニタリングが試みられている。本研究では、電気伝導度(EC)、温度、pHを、微小領域でオンサイトに計測可能なマルチモーダルセンサの実現を目指した。

まず、5mm角の小さな領域をリアルタイム計測可能なPt電極を用いたECセンサの作製を行った。正弦波10kHzの駆動で、電気二重層やセンサの寄生抵抗などの影響を最小限にできることを見つけ、 $10^{-2} \sim 10^1 \text{ S/m}$ と幅広いECが計測できることを確認した。等価回路モデルによりECセンサの高性能化に対する指針を見出した。トマトなどの苗床に用いるRockwoolを用い、挿入したまま濃度に応じたリアルタイム計測が可能であることを確認した。

次に、pn接合ダイオードを用いた温度センサとECセンサとを一体化したマルチモーダルセンサを実現し、農業・畜産分野への応用にセンサ感度、計測範囲が十分であることを確認した。そして、防水ケースの内側にアナログ信号処理、A/D変換、無線通信基板を、外側にセンサを配置し、無線センサユニットを構築、乳牛の第一胃からのリアルタイム計測を行った。実験より必要な電波強度を算出、ルーメン内からの電波受信が可能であることを確認し、ルーメン内の各部のEC、温度に関するリアルタイム測定に成功した。

Si_3N_4 膜を感応膜とするISFETを用いたpHセンサとEC、温度一体型センサとを同一チップ上に形成したマルチモーダルセンサの製作では、センサの動作・計測可能範囲を確認し、最適動作方法の検討および応答の確認を行った。特に、各センサ間の影響を除去する方式を提案し、クロストークの無い独立した3種類の信号を取り出すことに成功した。Rockwoolに挿入したままpHバッファ溶液の観察を行い、希釈の様子とバッファリング作用の観測をすることができ、3センサの同時駆動を確認できた。

ECセンサの長期安定性についての実験では、農業分野で考えられていたメカニズムとセンサ出力信号の傾向が一致することを確認した。土壌では水分が一時的に保持されて徐々に拡散する様子が、Rockwool培地では上部から下部へ拡散する様子が観察でき、個々の生産者の勘・技術といったものを分析・数値化できるツールとして有用であることを確認できた。

本研究では、様々な要因で状態を変化させるものに対し、マルチモーダルセンサの有用性を検討した。そして、オンサイトでの、微小領域における、マルチモーダルセンシングというものが必須であることを確認するにいたった。本センサを用いることにより、「診断」や「経験と勘の数値化」の実現に寄与できるものと考えられる。