

土壤検査用移動式ロボットののための水田における肥料濃度の計測 Measurement of Fertilizer Concentration in Rice Fields Using a Mobile Soil-Inspection Robot

阿部 嵩生* 佐藤 永欣† 鈴木 彰真‡
岩手県立大学

1 はじめに

高品質な稲作物を安定的に生産することは、高い収益につながる。また、農業分野の労働力の減少を考慮すると、スマート農業による支援の効果は大きい。高品質な稲を安定的に生産するには、肥料の適切な散布が不可欠である。現在、田植え前に一度だけ緩効性被覆肥料を散布するいわゆる一発肥料が主流であるが、水量変動の影響を受けやすく土壤の状態を均一に保つことが難しい。

これまで、肥料の均一化を目的とはしていないものの、稲列を認識し除草を行う [1] ロボットや、化学成分のマッピングを目的とした水田自律走行用ロボット [2] やインフラ整備と農場整備が必要な埋込式のセンサでの研究例がある [3]。しかし、実際の水田は、電力供給が行われていないところが多く、肥料を均一化するには重機の利用を考慮しなければならない。

そこで、電力供給や配線といったインフラ整備が不要で、実用的な精度で水田の肥料濃度計測を実現できる方法として、土壤の肥料濃度を計測するセンサーを抜き差ししながら走行する検査用移動式ロボットを提案した。また、土壤センサーを用いて実際に土壤状態を計測し、計測結果をメッシュ状に区画化して可視化した。

2 提案システム

提案システムは、田植え前から出穂直前に至るまで、定期的にロボットを走行させることを前提とする。そのため、稲を踏まずに走行することが求められる。提案システムにおけるロボットの概要を図1に示す。提案システムは、機械化によっておよそ30cmの稲列に均一になっている稲作を対象に、村田製作所の土壤センサ SLT5006 を搭載した水田走行ロボットを農業従事者の作業を妨げない夜間に走行させる。ロボットの車輪やセンサが稲列を踏むことによる影響を避けるため、

土壤センサとタイヤの幅は300mm、ロボットの車幅は720mmとする。稲を踏まずに走行させるためには、車幅および稲列間隔から10cm程度であれば誤差を許容できる。

田植え前に土壤状態の把握を目的とした計測を行う場合は、GNSSを用いて直線的にロボットを走行させ、往来する。稲の活着後の走行では、画像認識を用いた稲列追従走行を行う。同時に、走行開始時および走行終了時、ならびに直線走行から逸脱した時点でRTK-GNSSを用いた移動経路ログを保存する。出穂直前で、茎数が増え画像認識で稲の位置の特定が難しくなる夏以降においては、活着直後に走行した時に保存していたRTK-GNSSログを読み込むことで、水田ごとに生じる稲列を考慮して稲を踏まないように走行する。

走行時には一定の距離ごとに図1に示す土壤センサをリニアアクチュエーターにより抜き差しし、土壤に含まれる肥料の量を広範囲に計測する。肥料量は、土壤に含まれる水分の導電率(土壤EC)によって計測される。農林水産省の資料では、土壤ECのうち間隙水ECについて記載があり、小数点第一位までの精度で利用されている [4] ため、0.1(dS/m)以上の差がある場合は、有意な差とする。肥料の分布となる土壤ECの値をメッシュマップで示し、農業従事者が肥料を均一化するうえで必要な情報を取得できる。

3 土壤センサを用いた水田計測

ロボットにセンサを搭載することによって、水田の施肥ムラを計測できるか確認するため、20m×100mの水田において5m四方間隔で施肥直後で田植え直前の5月、出穂直前の7月、収穫後の10月の3回土壤EC値の計測を行った。計測は水田の畝5m間隔で支柱を設置し、その中心で行った。水は左中央より流入し、右中央から排出される。また、暗渠の整備も行われている。

この水田では、田植え前に被覆肥料を一度のみ、大型機械を用いて散布している。被覆肥料は一般的に、施肥直後には肥料成分が溶出せず、気温に依存して徐々

*Shu Abe, Iwate Prefectural University

†Nobuyoshi Sato, Iwate Prefectural University

‡Akimasa Suzuki, Iwate Prefectural University

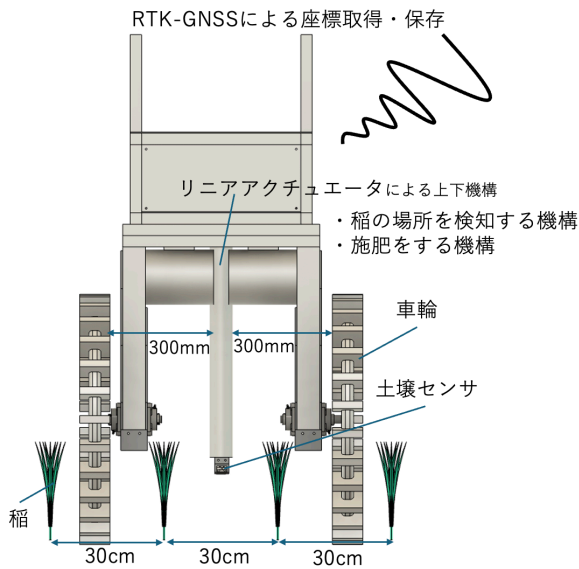


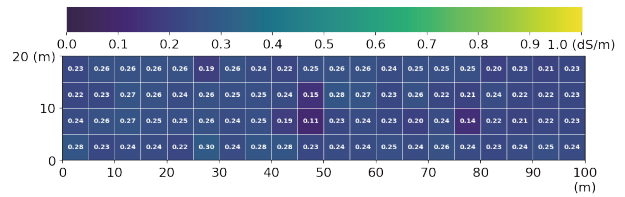
図 1: システムの概要

に溶出するよう設計されており、稲にとって養分要求が高まる出穂期を含む夏季に最も溶解が進行する。そこから、収穫期にかけて稲が肥料を吸収し、収穫後には肥料濃度が低下するとされる。

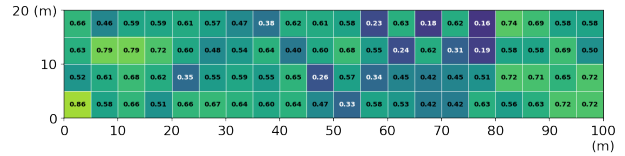
実験の結果、図 2 に示すように施肥直後は肥料がまだ溶出せず、出穂直前は、肥料が溶出したため肥料濃度が高くなり、収穫後では稲が肥料を吸収して肥料濃度が低くなっていることから、本結果は妥当であると考えられる。10月の収穫後に計測したデータにおいて、両端のばらつきがみられることは、収穫を行う際に機械の旋回によって隆起しており堆積している水分量の差異が原因と考えられる。また、測定結果からは肥料濃度の空間的なばらつきが認められ、施肥ムラの存在も確認できた。ただし、小石等の障害物によりセンサの計測にムラが生じた可能性も考えられるため、実際に計測する場合はより細かいメッシュで複数回計測を行い、平均値を可視化することでこれを解決する。

4 おわりに

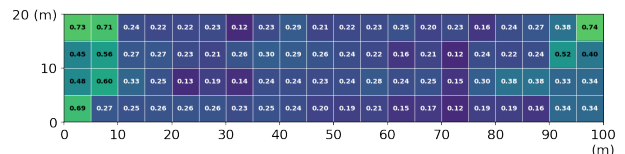
水田を走行しながらエリア内の肥料を計測するロボットを提案し、肥料濃度分布の可視化を行った。提案ロボットは、搭載したセンサを抜き差ししながら走行し、農業従事者にメッシュマップとして肥料の分布を示す。実験の結果、提案手法を用いて土壌状態の分布を表示でき、その妥当性も示された。そのため、年間を通して利用可能な土壌検査用移動式ロボットの実現が示唆された。



(a) 施肥直後 (5月7日)



(b) 出穂直前 (7月17日)



(c) 収穫後 (10月5日)

図 2: 年間を通した水田の調査

参考文献

- [1] 光井輝彰, 平湯秀和, ほか 1A1-B03 水田用小型除草ロボット (アイガモロボット) の開発: 自律走行システムの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, Vol. 2011, pp. 1A1-B03-1 (2011).
- [2] 亀山建太郎, 佐々木伽陵, ほか水田の化学成分マッピングを目的とした水田センシングロボットの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, Vol. 2018, pp. 1A1-A02 (2018).
- [3] 菅野均志, 大場義之, ほか P1-1-1 土壌センサによるワイヤレス環境モニタリングシステムの実証試験, 日本土壌肥料学会講演要旨集, Vol. 63, pp. 7-7 (2017).
- [4] 農林水産省土壌 pH・EC の診断, https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyho/hozen_type/h_sehi_kizyun/attach/pdf/tottori01-1.pdf. Accessed on 2024-09-30.