

## 水田用ロボットの開発

### Development of a weeding robot for rice fields

○ 濱本紘達、齋藤直樹、嵯峨宣彦、長南征二、武田和時、千葉和夫、小林由喜也

○ Hiromiti Hamamoto, Noki Saito, Norihiko Saga, Seiji Tyounan

Kazutoki Takeda, Kazuo Tiba, Yukiya Kobayasi

秋田県立大学

Akita Prefectural University

キーワード: 水田(rice fields), ロボット(robot), 除草(weeding),

自走(self-propelled), 有機栽培(organic farming.)

連絡先: 〒015-0055 由利本荘市土谷字海老ノ口84-4 秋田県立大学バイオメカトロニクス研究室

濱本紘達, Tel.: 0184-27-2000, FAX.0184-27-2180, E-mail: M08A016@akita-pu.ac.jp

### 1. 結論

日本の農業地帯における人口は、過疎と高齢化が進み、日本の基幹作物である米についても生産が維持できない現状にある。また、米の輸入の割合も年々大きくなり、人手不足やグローバル化に対応する水田の大型機械の導入などが進められている。しかし、水田の大規模化や大型機械の導入により効率化できる農作業は、耕起、代かき、田植えと収穫などに限定され、重要な除草作業はほとんど科学薬剤に依存している。加えて、近年の環境問題や人体の影響などから無農薬栽培に対するニーズが大きいことから、付加価値のある有機栽培を行う農家が増えている。この有機栽培における稲作作業において、最も多くの作業時間を要するのは除草であり、全作業の1/3を占める。この作業は、高い作業精度が必要なことから機械化が困難で、ほとんど人手によっているのが

現状である。特に大規模な水田では、除草にかける時間は膨大になる。

そこで、本研究では、大きい水田において、苗の植え付け後、約1ヶ月間、除草のために、稲株の間を走行して作業する自走ロボットの開発を行い、実際の水田で評価しながら実用化を目指す。

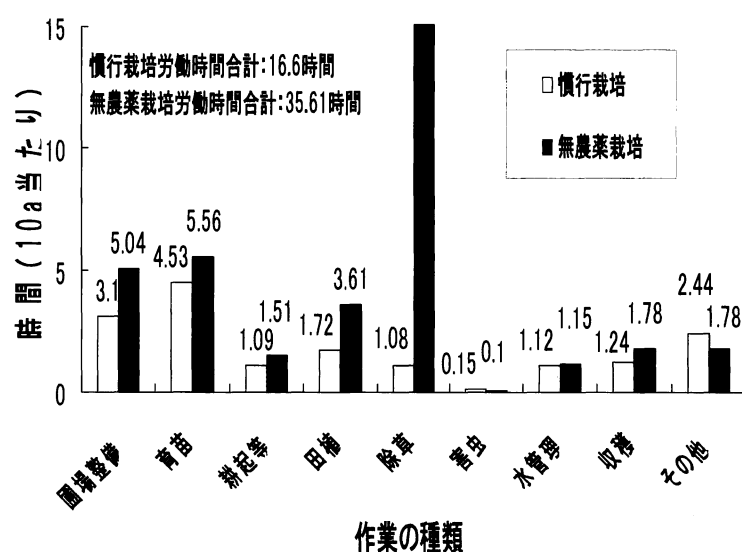


図1. 水稻の作業別労働時間

## 2. クローラ型ロボット

水田用ロボットを開発するために、最初に水田における走行性能を調べるために、いくつかの条件からクローラ型のロボットを作成して、その走行性能を評価した。作成したロボットを図2に示す。

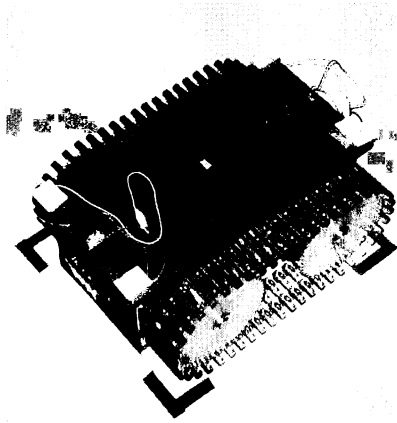


図2. クローラ型ロボット

### 2.1 走行性能

作成したロボットを固い床とアクリル酸塩系超吸水性樹脂を使用した模擬水田の二つの状況で走行性能の評価を行った。

走行性能評価は、予め直進、90° 旋回、180° 旋回などの走行経路のプログラムを入力し、4台のCCDカメラを用い、ロボットの運動解析を行った。その結果が図3と図4である。

図3より、模擬水田の抵抗は大きく速度は70%程度低下することが分かった。図4より走行軌跡から、旋回に要するスペースに違いは無く、ロボットの質量バランスも取れていることがわかる。いずれの走行路もズレを生じており車輪速のセンシングによる制御が必要である

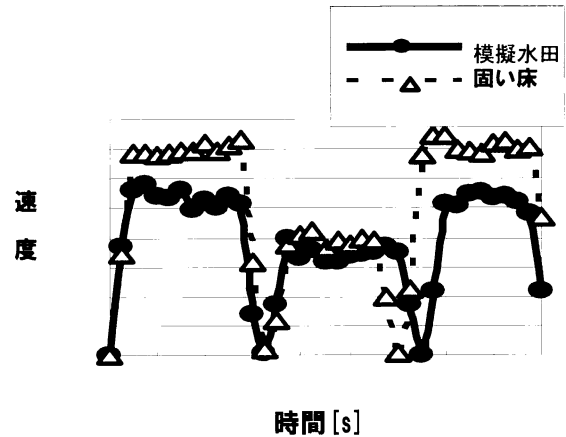
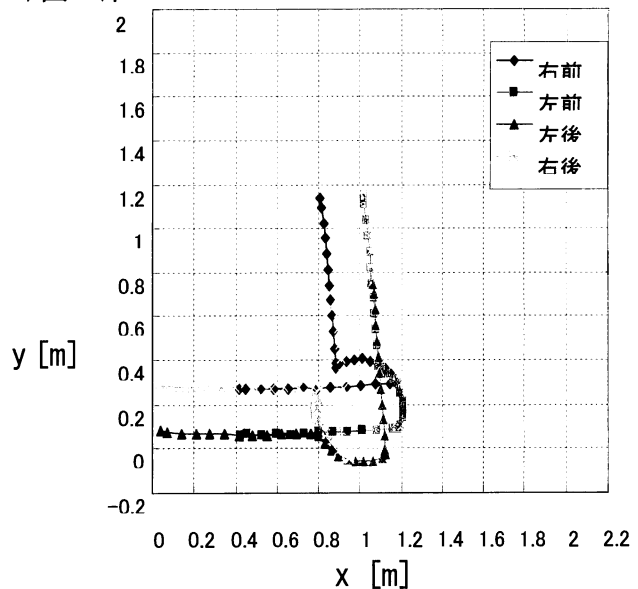


図3. 走行性能評価(速度)

#### a) 固い床



#### b) 模擬水田

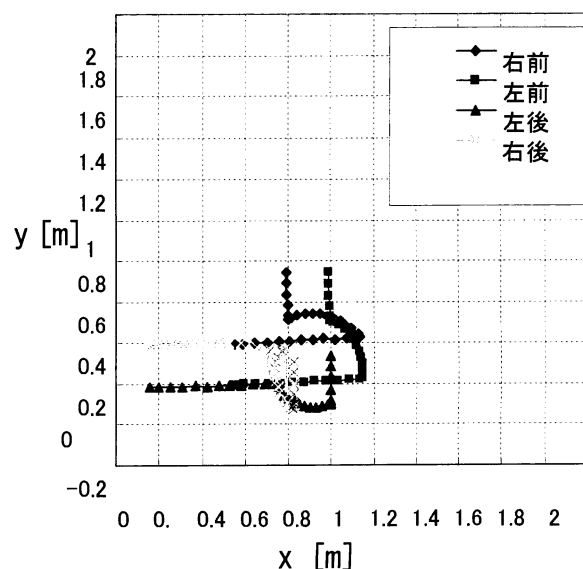


図4. 走行性能評価(軌跡)

今回作成したロボットを実際の水田走行させた。今回作成したクローラ型ロボットは高さが足りずに抵抗が大きくほとんど進むことができなかった。試作のクローラのゴムは隙間が大きく間に土やいろいろなものが挟まって動かなくなった。

### 2.3 結論

クローラ型ロボットは、実験結果より優秀な走行性能を持っていた。しかし、実際の水田で走行実験を行ったときに判明したクローラの形状に問題が判明した。

その問題を解決するために行う測定や実験には非常に時間がかかることが予測されるためにクローラ型の採用を見送ることにした。

## 3. 車輪型ロボット

前述の理由からクローラ型ロボットの採用を見送り、もうひとつの走行法である車輪型の中からラグ車輪型ロボットとラグの羽の代わりにL字のフレームを取り付けた、L型フレームタイプの車輪型ロボットを試作した。

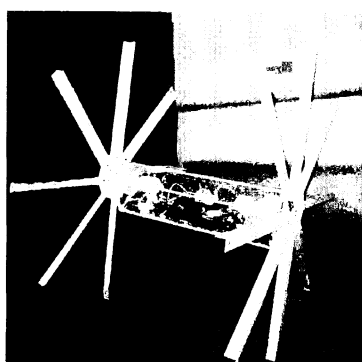


図5. L型フレームタイプの車輪型ロボット

### 3.1 模擬水田

クローラ型ロボットの時には、室内にアクリル酸塩系超吸水性樹脂を使用した模擬水田を作成したが、今回は実際に屋外に泥土を使用して模擬水田を作成した。表1と図4に水田の測定値を示す。

以上の結果から泥の深さ=15cm~20cm、定 接地圧力  $2\text{mN}/\text{mm}^2$  で2cm程度の沈下量となるように泥の固さを調整して模擬水田を作成した。

表1. 泥の深さ測定結果(5ヶ所)

計測点	泥の深さ [cm]
A	16
B	11
C	13.5
D	17
E	22.5

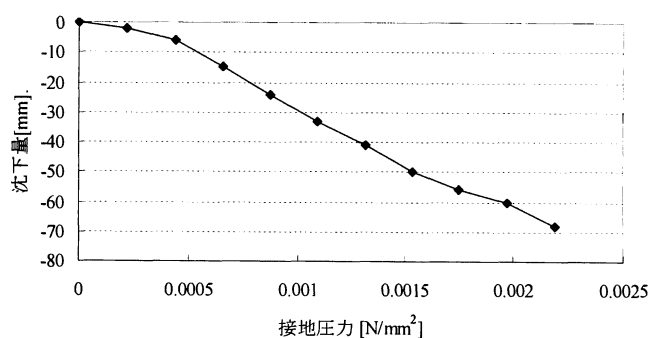


図6. 接地圧力と沈下量の関係

### 3.2 水田走行における車輪形状と重量の検討

水田を走行するときに車輪形状と重量の違いが車軸まわりのトルクにどのように影響を与えるかを検証する。模擬水田において、2種類のラグ車輪タイプのトルクと2

種類の大きさのL型フレームタイプの車輪のトルクを比較することにより、ロボット走行に必要な回転トルクを見積もる。その結果を図7に示す。

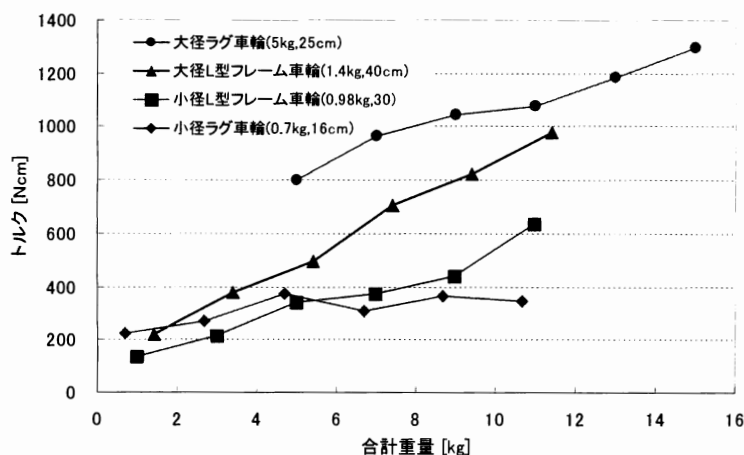


図.7 ラグ車輪とL型フレーム車輪の車体重量と走行に必要な車軸まわりのトルクの関係

図7より、大型ラグ車輪と小径L型フレーム車輪では半径が同程度であるのに、走行に必要な車軸まわりのトルクはL型フレーム車輪のほうが明らかに小さい。これより、車輪重量が小さいほうが水田走行における抵抗は小さいと考えられる。大径L型フレーム車輪と小径L型フレーム車輪のグラフを比較すると、大径の車輪のほうが必要なトルクが大きいことから、車輪径が大きくなると車軸まわりで必要なトルクは大きくなるのが分かる。また、小径ラグ車輪と小径L型フレーム車輪を比較すると、L型フレームのほうが車輪径が大きいにも関わらず、トルクは近い値となっている。これはL型フレーム車輪のほうがラグ車輪より、泥層に接触している部分が少ないために、水田走行における抵抗が小さくなっていると考えられるので、形状においても

L型フレーム車輪のほうがラグ車輪よりも水田走行において有利であると考えられる。

### 3.3 結論

水田走行においてはラグ車輪タイプより、L型フレーム車輪のような機構の方が泥層による抵抗が少ないということが分かった。

## 4. 結論

水田の除草ロボットの開発において、今回は、特に移動機構についての実験を中心として行った。その結果、移動機構としてL型フレーム車輪が適していることが分かった。

今後は、ロボットの自立制御や、カメラによるセンシングについて進めていく予定である。

## 参考文献

- 1) 田中孝 笈田明(著)：車両・機械と土系の力学，4/134，学文社(1992)
- 2) 山崎正浩・千葉和夫：除草機を利用した水田雑草防除，東北の雑草，6：14/18(2006)