

水田中耕除草自動機の開発

機械システム課 上野 実、金森直希

1. 緒言

水田の除草対策には、一般的に除草剤が使用されているが、食の安全・安心や環境にやさしい農業への消費者の関心の高まりから、できる限り除草剤を使用しない農業の実践が求められている。一方、土壌を浅く耕すことで除草を行う中耕除草機は複数実用化されているが、除草剤と異なり一定期間ごとに繰り返し除草作業を行うため人手が掛かり、また、除草機が旋回するたびに苗を踏み潰すなどの問題があった。このため、シーズ技術である、4つの車輪の回転方向を変えることで、直進だけでなく旋回せずに隣の条間へ真横に移動できる、車輪にアルキメデススクリュを用いた機構を応用し、効率的な除草作業を行える中耕除草自動機の開発を行った。

2. 走行・除草効果

実際の圃場は、土壌のやわらかさや水深などが、様々であることから、県農林水産総合技術センター農業研究所の圃場において走行試験と除草効果の確認を行った。

まず、プロトタイプの中耕除草機を用い、代掻き後、泥が安定するまで数日放置した圃場において、想定した走行が可能か実験を行った。プロトタイプの、車輪径(谷径)64mm、突起高さ8mm、最外周径80mmの車輪では、土壌がある程度安定している部分であれば、直進・真横を含め走行可能であったが、土壌の柔らかいところや窪んでいる部分、また一度走行して軟弱になった所では、車輪が埋まってしまい、走行できなくなることがあった。これは車輪の径が小さいため、接地圧が高く、凹凸乗り越え能力が低いこと、車輪自体をフロートとしているが浮力が不足していることなどが原因と思われた。また、走行後の車輪の状態を調べたところ車輪の突起部周辺に泥が付着し十分な駆動力が得られていないことがわかった。(図1)



図1 走行後の車輪の状態

このため、簡易的に走行性能を向上させるため、機

体前後に高さ調整可能なフロートを設置し、田植え後の除草剤を使用していない無除草区において走行性能と除草効果について実証を行った(図2)。代掻き・田植え後日数がたって土壌が安定したため、苗を跨いで前後走行や、条間を通過して隣の苗列までの真横移動が可能であった。この際、前後走行だけで車輪の突起が表土を耕す形となり、中耕除草による除草が可能であった。

作業10日後の圃場の状態を図3に示す。走行を行ったエリアは雑草の繁殖が明らかに抑制されており、本方式による除草効果が確認できた。しかし、水のほとんど張られていない圃場での走行では、表土の掻き取りや攪拌があまり行われず除草効果が低かったほか、凹凸に車輪がはまり走行できない状態が発生した。このため、除草作業時には、土壌の攪拌作用と機体の浮力を得るため、車輪が水中の土壌に接した状態で機体が水没しない程度の水深(水管理)が必要であることがわかった。



図2 圃場での走行(除草)試験



図3 10日後の圃場の状態

3.試作・改良

走行安定性と駆動力の向上、接地圧の低減、浮力の向上などを図るため、車輪の径と突起高さを大きくした車輪を作成した。車輪の形状がらせん型の特殊な形状のため、熱溶解積層型の 3D プリンタを用いた。プロトタイプで使用した初期型と試作した車輪の仕様を表 1 に、写真を図 4 に示す。材質は ABS 樹脂とし、内部はハニカム構造で浮力を稼ぎ、突起先端部は耐摩耗性を向上させるため、PE のエッジカバーを取り付けてある。

表 1 車輪の仕様

	初期型	試作 I 型	試作 II 型
車輪径(谷径)mm	64	80	105
突起高さ mm	8	25	12.5
最外周径 mm	80	130	130
幅 mm	200	208.5	208.5
ピッチ mm	63	75	75
条数	2	5	5
重量 g/本	120	490	610
浮力 g/本	(400)	1030	1620

この車輪を用いて、除草時期の状態を再現するため成長した苗を走行試験直前に植えた圃場において走行試験を行った。試験の結果、走行はスムーズとなったが、モータ容量を小さくしたため、車輪サイズ・機体及び積載重量とのバランス、車軸部への苗の巻き付きなどから、トルク不足が問題となった。実際の圃場においては、除草時期には、苗は根が張っており苗の周りを走行しただけでは苗を巻き込む恐れはないが、成長が進んだ状態の雑草を除草した場合、車軸部分に雑草が巻き付き、走行が難しくなる恐れがあることがわかった。

この問題を解決するため高トルクモータに交換し、水田の土壌を張った水槽内で改めて駆動試験を行ったところ、いずれの車輪でも走行可能であったが、突起高さのある試作 I 型の車輪の方が安定性は高かった。このため



初期型 試作 I 型 試作 II 型
図 4 試作した車輪形状



図 5 試作車輪での走行試験

機体構造を変更し、突起高さを確保しながら車輪を大口径化することが有効と思われる。また車輪の回転が速すぎた場合、土壌を掘り返してしまい駆動力が低下し、機体が埋まりやすくなるため、土壌を崩さない程度の速度で運用する方が良いことがわかった。

4.まとめ

開発した中耕除草機と車輪を用い、実際の圃場で走行試験したところ、除草効果と抑制効果が確認できた。当初の小径車輪では車輪が埋まりやすいなどの問題があったが、大口径化した車輪を 3D プリンタで作成することにより、駆動性能の高い機体の可能性が確認できた。

キーワード：水田、防除草、アルキメデススクリュ、移動

Development of the Weeding Machine for Paddy Fields

UENO Minoru and KANAMORI Naoki

We have developed a prototype of herbicidal machine for paddy field using the Archimedes screw on the wheel. Was allowed to run at a paddy field in the prototype, the growth inhibitory effect of weeds and herbicidal effect was confirmed. Driving force could be improved by mounting the large wheel that was created using the 3D-printer. This machine is possible to weeding while minimizing damage to not step seedlings.