

環境条件を考慮した除草機械の作業能率の評価

Evaluation of Work Efficiency of Mowing Machines Considering Environmental Conditions

○涌井亨尚*, 高橋圭吾**, 田村孝浩**
 ○Naohisa WAKUI*, Keigo TAKAHASHI**, Takahiro TAMURA **

1. はじめに

農業・農村の有する多面的機能は、地域の共同活動により支えられている。しかし、近年の過疎化や高齢化等の進行で機能の維持・発揮に支障が生じている。特に農地周辺の除草作業は地域の大きな負担となっており、リモコン式やトラクタ直装型などの高機能草刈機の現場導入による省力化が期待されている。除草機械の作業能率は、傾斜や障害物といった使用場所の環境的な要因に左右されることから、その導入や普及に際しては、実際の現場に即した状況で性能を評価することが不可欠となる。そこで本研究では、異なる環境条件下において複数の除草機械の作業能率を評価することを目的とし、実際に共同活動により除草作業が行われている場所を対象に試験を行った。

2. 研究方法

1) 対象地区 栃木県農政部から資料収集を行い、多面的機能活動組織（以下、保全会）の活動状況について整理した。保全会に対する聞き取り調査を行うとともに、その活動状況ならびに高機能草刈機の導入状況に基づいてハツ木地区と思川西部地区を対象地区に選定した。

2) 環境条件 既往研究の知見と聞き取り調査の結果に基づき、試験場所の傾斜と障害物について、それらの有無を環境条件とし、表1のように試験場所を分類した。

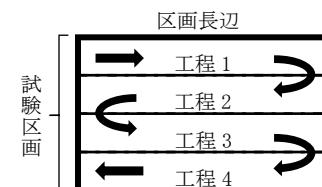
3) 使用機械 一般の除草作業で使用される刈払機に加え、高機能草刈機としてリモコン式モア、トラクタ直装型モア、自走式モアを使用した。

4) 試験方法 機械の操作は、習熟度や安全を考慮してそれぞれの所有者が行った。作業の様子はビデオカメラなどで録画した。後日、録画映像を確認し、作業開始から終了までの一連の作業時間 [s] を計測した。作業中に刈刃に草が詰るなどして、草を刈っていない時間（以下、ロスタイルム）が生じた場合は、その都度ラップ機能で記録した。面積 [m^2] は現場の状況に応じて、巻尺による三辺測量と携帯型GPS端末を用いて測定した。

5) 分析方法 実際の除草作業は広大な範囲を複数回往復して完遂されることから、図1のように除草範囲全体を「試験区画」と定義し、作業能率 [m^2/h] を求めた。一方、試験区画単位のみでは、面積に対して障害物の数が少ない場合や重複の度合が異なる場合に、条件間で十分な比較が行えない。そこで、往路・復路それぞれを「工程」と定義し、刈幅を一定とみなして、区画長辺の距離 [m] を作業時間で除することで作業速度 [m/min] を求めた。

表1 試験場所の分類
 Table 1 Classification of test sites.

傾斜	障害物	
	なし	あり
平面	A	B
法面	C	D



注) 矢印は作業動線の例を示す。

図1 試験区画と工程の概念図
 Figure 1 Conceptual diagram of a section and a process.

*栃木県農政部 Department of Agricultural Administration, Tochigi Prefecture **宇都宮大学農学部

Faculty of agriculture, Utsunomiya University / キーワード：農村振興、農村景観、スマート農業

3. 結果と考察

作業能率・作業速度について、条件間での差が有意か、検定により確かめた。データに正規性・等分散性がないことから、Brunner-Munzel 検定を採用した。有意水準は、5%とした。

1) 試験区画単位における作業能率の分析結果 機種毎に条件間での作業能率の差について検定を行ったが、有意なものはなかった。作業能率が変化した環境条件を整理すると、刈払機とリモコン式では平面区画よりも法面区画において作業能率が低下した。加えてリモコン式は、法面においては障害物のない区画の作業能率が低下した。これは、障害物のない区画に、燃料切れやリター（草刈り作業によって発生する草の葉や茎などの残渣物）、ぬかるみの影響でロスタイルムが発生した区画が含まれたためであると考えられた。自走式では、法面かつ障害物のある区画において作業能率が顕著に低下した。トラクタ直装型では、傾斜や障害物と作業能率の明確な関係は見られなかった。この理由として、法面では一工程のみしか草刈りができなかったこと、刈幅よりも狭い試験区画が混在していたことが考えられた。

2) 工程単位における作業速度の分析結果 平面では、障害物のある工程で自走式とトラクタ直装型の作業速度が有意に低下した（表2）。これは、二機種ともに障害物回避時に複数回切り返しを行っていたためであると考えられた。同様に法面でも比較すると、自走式とリモコン式では、障害物のある工程で有意に作業速度が低下した。リモコン式で法面でのみ有意に作業速度が低下した理由として、法面の方が障害物の数が多くなったことが考えられた。またトラクタ直装型で平面でのみ有意に作業速度が低下した理由として、障害物の種類の違いが考えられた。録画映像からは、法面の階段よりも平面の電柱を回避する際に、より多くの段階・時間を要することが確認された。

表2 障害物の有無による作業速度の差
Table 2 Difference in working speed with and without obstacles.

	A	B	P 値
刈払機	6.1	6.6	—†
自走式	34.5	25.4	0.00*
リモコン式	34.8	27.9	0.19
トラクタ直装型	36.5	24.1	0.00*

† : 母数1のため、検定が行えなかったことを示す。

* : P 値<0.05 を示す。

表3 傾斜の有無による作業速度の差
Table 3 Difference in working speed with and without a slope.

	A	C	P 値
刈払機	6.1	6.7	0.32
自走式	34.5	29.6	0.00*
リモコン式	34.8	28.1	0.00*
トラクタ直装型	36.5	35.5	0.03*

* : P 値<0.05 を示す。

障害物のない工程では、法面で高機能草刈機の作業速度が有意に低下していた（表3）。この理由として、自走式では法面作業時に機体が安定した状態で走行できていたためであると考えられた。リモコン式では法面走行時にずり落ちる様子が見られ、進行方向を修正しながら走行していたことで作業速度が低下したと考えられた。トラクタ直装型については録画映像を確認したが、法面で作業速度が低下した原因は明らかにならなかった。

4. 結論及び今後の課題

異なる環境条件下で、複数の除草機械を用いて試験を行った。その結果、試験区画単位では作業能率を指標に分析し、障害物が自走式に、傾斜が刈払機とリモコン式に影響を与えることが確認された。また工程単位では作業速度を指標に分析し、高機能草刈機で障害物や傾斜により、作業速度が低下することが示された。これらのことから、作業場所の環境を十分に確認したうえで除草機械を選定・導入することの重要性が示唆された。障害物の種類や配置、植生、ぬかるみが除草機械での作業に与える影響の分析は今後の課題としたい。

謝辞 本研究を進めるにあたり、芳賀町、小山市、思川西部土地改良区ならびに現地保全会より多大な協力を得た。記して、謝意を表す。