

〔短報〕

水稻に対するケイ酸資材の機械散布技術

稲野 一郎*¹ 熊谷 聡*² 原 圭祐*³

開発した散布装置は電動モーターで駆動する2個の散布ディスクで構成される。ケイ酸資材の散布分布はほぼ台形となり、水田において散布幅10m、散布量38kg/10aで散布できた。散布むらはあるものの、田面水のケイ酸濃度、水稻の生育や収量に差は認められなかった。散布装置は乗用管理機か一部を改造した田植機に装着が可能でケイ酸資材散布機として利用できる。

緒 言

水稻栽培において幼穂形成期1週間後のケイ酸資材20kg/10aの施用が、低タンパク質米生産技術として有効であることが示されている¹⁾。しかし、湛水期間中の水田における安価な機械散布技術が無く、普及していない。新たに水田用乗用管理機に装着可能な散布機を開発し、その散布精度と水稻生育への影響を明らかにする。

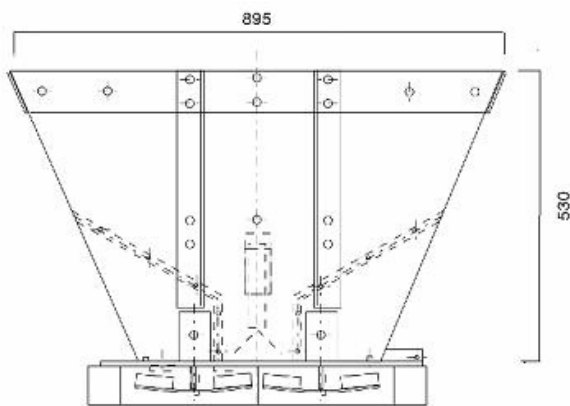


図1 散布装置概略図

試験方法

1 散布機の開発改良

(1) 開発機の概要

開発したケイ酸散布装置は各3枚のブレードを有する2個の散布ディスク(φ210mm)で構成されている(図1)。駆動は電動モーターで行い、散布時のディスク回転数は2483rpmである。有効散布幅は10m、作業速度0.8m/sで12~57kg/10aの散布が可能である。本装置は乗用管理機か、一部改造を施した田植機に装着できる。

(2) 散布分布の改善

平坦な地上において、散布ディスクの垂直方向の粒子放出角を上方向0.07radと規定し、ディスク外周円の接線に対する粒子の水平方向放出角をディスクの回転方向に対し、0.55rad, 0.58rad, 1.13radに設定し、散布ディスクの地上高さを93cm, 109cm, 128cmに変えて資材の散布実験を行い、散布分布、有効散布幅を求めた。また、植生のある状況での有効散布幅について、資材粒子の放物曲線²⁾から有効散布幅を推定した。

2 水田での散布むらが水稻の生育に及ぼす影響

(1) 試験場所と日時

水田での散布試験は新篠津村において2007年は「きらら397」の中苗移植水田で、2008年は「ななつぼし」の中苗移植水田で行った。2007年の資材散布は7月9日、成熟期は9月22日、収穫日調査は9月18日に行った。2008年の資材散布は7月14日、田面水のケイ酸濃度調査を散布10日後の7月24日、21日後の7月4日に、成熟期は9月28日、収穫日調査は9月25日に行った。

(2) 試験方法

1) ケイ酸資材

散布した資材は「まいシリカ」で散布量は40kg/10aである。「まいシリカ」の成分はSiO₂:27%, P₂O₅:2.7%, K₂O:7.3%, MgO:3.6%, Mn:2.2%, B:0.1%である。

2010年3月8日受理

*¹ 道総研中央農業試験場, 069-1395 夕張郡長沼町
E-mail: inano-ichiro@hro.or.jp*² 中央農業試験場(現:道総研上川農業試験場, 078-0397 上川郡比布町)*³ 中央農業試験場(現:道総研十勝農業試験場, 082-0071 河西郡芽室町)

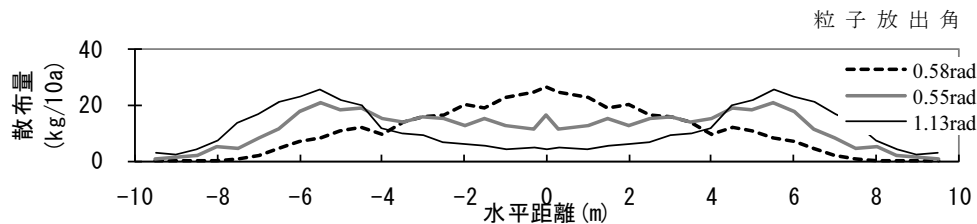


図2 粒子放出角と散布分布

2) ケイ酸資材散布後の田面水のケイ酸濃度

散布間隔10m, 作業速度0.84m/s, 開度9の設定で散布し, 水口, 中央, 水尻において散布前後の田面水のケイ酸濃度を散布機からの距離0, 2, 4mの地点で各3反復計測し, 散布むらの影響を検討した。ケイ酸濃度はモリブデンブルー法で比色定量した。

3) 散布むらが生育・収量に及ぼす影響

散布機からの距離0, 2, 4mの地点で成熟期の生育量(稈長, 穂長, 穂数, 乾物重), 収量(精玄米収量, 一穂粒数, 総粒数, 千粒重, 登熟歩合)を1区2m², 3反復計測し, 散布むらの影響を検討した。

結 果

1 散布機の開発改良

(1) 散布分布の改善

散布分布のパターンはディスク外周円の接線に対する水平放出角0.58radでは山形, 1.13radではM字形, 0.55radではM字形ではあるが, 1.13radよりその傾向は弱くなり, 理想とする台形に近づいた(図2)ので, 放出角が0.55radになるようブレードを取り付け, 地上における有効散布幅の測定および水田での散布を行った。その結果, ディスクの高さを変えた場合の有効散布幅は, 高さ93cmでは9m, 109cmでは10m, 128cmでは11mであった。

ケイ酸資材散布時の水田は幼穂形成期における深水管理をしており, 水深20cm, タイヤの沈下量が25cm, 水面からの草高が45cmで, 水面からの散布装置のディスク高さは109cmであった。粒子が水面に落下する前に稲体に当たって落下するため, 粒子の軌道を式1によって計算し, 散布分布を推定した。

$$Y = 1.172 (e^{0.0654X_p} - 0.0654X_p - 1) \quad (式1)$$

Y; 粒子の地面からの垂直位置(m)

X_p; 粒子のディスク先端からの水平位置(m)

式1から求めた粒子の散布ディスクから落下点までの水平距離は障害物のない平らな地上面において10.3mと計算されたが, 草高45cmの植生があるときは, これに衝突してすべて落下すると仮定すると, その距離は7mと短く計算された。このときの散布角は0.76rad, 理論散布幅は10.2mと求められた(計算経過省略)。植生があるときの散布分布は無いときに比べ, 水平方向に圧縮された形となった(図3)。散布分布から求めた有効散布幅は約10mと理論式から求めた10.2mにほぼ一致し, 水田での散布間隔は10mが適当であると判断した。

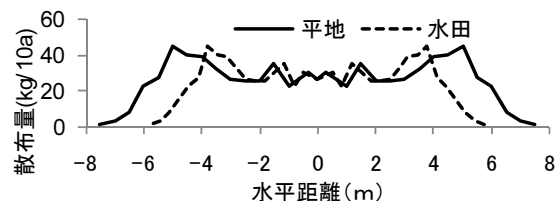


図3 平地と水田での散布分布の比較

2 水田での散布むらが水稻の生育に及ぼす影響

(1) ケイ酸資材散布後の田面水のケイ酸濃度

水田における散布機によるケイ酸資材の散布は有効散布幅を10mとして, 圃場端から4mの距離から10m間隔で走行して行った。散布時の風速は微風で, 分布は隣接する行程の中間部分で多くなる傾向が認められた。散布前日から10日目までは深水管理, 散布時は止水し, その後21日目からは水深5cm以下の浅水で管理した。水尻におけるケイ酸濃度は追肥前7.9ppmから追肥後10日目には8.9ppmと上昇し, 21日目に5.8ppmに低下した(表1)。水口では追肥前の11.1ppmが追肥後10日目には7.4ppm, 21日目には3.3ppmまで低下した。タイヤのスリップや機体の傾きによって散布分布が乱れた(図4)。しかし, 田面水中のケイ酸濃度は散布機中心からの距離別の差は小さく, 5%有意水準では差が見られなかった。

表1 田面水のケイ酸濃度 (2008年, 単位: SiO₂ppm)

散布機中心からの距離	追肥前 (7月14日)				追肥10日後 (7月24日)			追肥21日後 (8月4日)		
	水口	中間	水尻	平均	水口	水尻	平均	水口	水尻	平均
0 m	11.1	9.5	7.9	9.5	7.9	9.6	8.7	3.0	5.1	4.1
2 m	-	-	-	-	7.6	10.6	9.1	2.7	5.5	4.1
4 m	-	-	-	-	6.8	10.9	8.9	4.2	6.8	5.5
平均	11.1	9.5	7.9	9.5	7.4	10.4	8.9	3.3	5.8	4.6

注) -は未計測。数字横の英字は異文字間に5%水準で有意差有り。表記なしは有意差なし。

表2 散布機中心からの距離と生育・収量

試験年 品種	散布機中心からの距離 (m)	成熟期				精玄米 収量 ¹⁾ (kg/10a)	一穂 粒数	総粒数 (千粒/m ²)	千粒重 (g)	登熟 歩合 ²⁾ (%)
		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	乾物重 (g/m ²)					
2007年 「きらら397」	0	59	16	730	1141	472	47	33.8	21.4	67
	2	60	16	681	1171	502	47	32.0	21.7	74
	4	60	16	722	1292	504	44	31.8	21.4	74
	平均	60	16	711	1201	493	46	32.5	21.5	72
2008年 「ななつぼし」	0	69	18	552	1396	644	61	33.2	22.2 ^a	81
	2	71	18	521	1285	632	63	33.0	21.9 ^b	80
	4	70	18	583	1434	631	63	36.7	21.9 ^b	73
	平均	70	18	552	1372	635	62	34.3	22.0	78

注) 1) 水分15%, 篩目1.90mmでの値, 2) 試算値, 育苗はすべて中苗マット。
表中, 数字横の英字は異文字間に5%水準で有意差有り。表記なしは有意差なし。

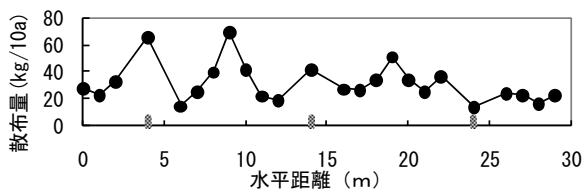


図4 水田での散布分布
(図中の縦線は機体中心を示す)

(2) 散布むらが生育・収量に及ぼす影響

散布機中心からの距離別にみた幼穂形成期および出穂期における草丈, 莖数, 乾物重には有意差 (5%水準) はなかった (データ省略)。2007年, 2008年の2か年ともに機体中心から4mの位置で成熟期の草丈, 莖数, 乾物重が大きい傾向が見られたが, 5%有意水準では差が見られなかった (表2)。2007年は不稔歩合が平均21%と高く, 収量は493kg/10aとやや低い水準であり, 2008年は不稔が10%以下と少なく, 収量は635kg/10aと高い水準であった。散布機中心からの距離別では, 2008年の千粒重が0mと2m, 4mとの間で, それぞれ有意差が見られたが, 精玄米重や玄米品質に有意差 (5%水準) は認められなかった。

考 察

本研究において開発したケイ酸資材散布機は障害物のない平地での散布試験ではほぼ台形の散布分布を示すが, 水田内での実散布では散布機中心からの距離により, 散布量に変動を生じる。これは走行路面の硬度の不均一性と小さな凹凸により生ずる機体のローリングやヨーイングで, 散布ディスクの角度の変動が粒子の到達距離に影響し, 分布に乱れが生ずるものと考えられる。これらの散布むらによる田面水のケイ酸濃度の差は小さく, 生育, 収量, 品質にも差は生じていないことから, 開発機はケイ酸散布に利用できると考えられる。また, 開発機の新調価格は35万円 (平成21年現在) であり, 年間10haの稼働が可能で, ha当たりの利用経費は7,576円と試算される (試算経過省略)。本機は市販の乗用管理機に搭載して作業可能であり, 防除用に所有している場合, 専用の粒剤散布機を購入するよりも安価にケイ酸資材の散布を行うことができる。乗用管理機を新たに購入する場合は新調価格が300万円以上と高価であるが, 中古の田植機が入手可能であれば, 装着リンク等の改造によって利用できる (改造費用およそ10万円)。

引用文献

- 1) 古原洋・渡辺祐志・竹内晴信・田中英彦・丹野久・五十嵐俊成・後藤英次・長谷川進・沼尾吉則. “北海道米の食味・白度の変動要因解析と高位安定化技術”. 北農. 69, 17-25 (2002)
- 2) Olieslagers, R., Ramon, H., De Baerdemaeker, J. “Calculation of fertilizer distribution patterns from a spinning disc spreader by means of a simulation model”. Journal of agricultural. Engineering Research. 63, 137-152 (1996).

Broadcasting method of silicate fertilizer on paddy rice field

Ichiro INANO^{*1}, Satoshi KUMAGAI, Keisuke HARA

^{*1} Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-1395
Japan
E-mail: inano-ichiro@hro.or.jp