

# 施肥田植機の施肥及び走行特性に関する研究

小嶋 和雄・池見 隆男・土居 栄城

(農学部 農業機械学研究室)

## Fertilizer Distributing and Running Characteristics of the Fertilizer Rice Transplanter

Kazuno KOJIMA, Takao IKEMI and Eiki DOI

*Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture*

**Abstract :** The bench tests and the field tests of fertilizer distributor of fertilizer rice transplanter were carried out, in order to know the characteristics of fertilizer rice transplanter. The results of the tests are summarized as follows.

- (1) Even though the fertilizer discharge pipe inclined at an angle of 30°, approximately, the fertilizer discharge was not affected.
- (2) As fertilizer discharge rate decreased, in the case of inclination angles of discharge pipe above 45°, no fertilizer parts may produce in length of 45~60cm at start of planting.
- (3) If there is the soil layer which has cone index of 2~3 kgf/cm<sup>2</sup> under the arable soil, fertilizer rice transplanter is possible to run.
- (4) As the wheel slip increases on the deep arable soil and the weak sole pan, it is necessary to care control of discharge.

### 緒 言

水稲苗を田植機で移植すると同時に苗の近くに条施肥をする施肥田植機が最近開発された。施肥と田植を同時に行う作業単一化の目的は、施肥作業の省力のみでなく、苗の側方に局所施肥をすることによる初期生育の促進と肥料の節約をはかり、さらに肥料の余分の溶出をなくして水路、河川湖沼、沿岸海水の汚染を防ぐことにある。

ペースト状肥料を用いる施肥田植機は昭和47年から全国規模で利用試験が行われ、粒状肥料用施肥田植機は昭和53年から現地試験が行われていて、現在両者とも普及の段階に至っている。

各県の農事試験場や農業改良普及所の試験結果は施肥田植機の水稲栽培上の有利性を指摘しているものが多いようであるが、施肥田植機の走行特性と施肥特性との関連について調査した事例は見当らない。

そこで粒状肥料用施肥田植機を用いて施肥装置の室内定置試験、路上、圃場走行試験を行い利用技術向上の資料を得ることとした。

この試験は文部省科学研究費の補助金を受けた「施肥田植機の導入を目的とする暖地水稲に対する施肥技術の検討」(研究代表者・堀川幸也)と題する試験研究の一分担課題たる「施肥精度の向上を目的とする施肥機の改良」に対するものであることを付記し、関係各位に感謝の意を表する。

### 施肥装置の定置試験

#### 1. 目 的

施肥精度に影響する施肥装置の基本特性を台上試験によって求めるもので、肥料排出パイプの傾きの影響、肥料排出口開度の精度、肥料散布状況などについて調査した。

#### 2. 試験方法

施肥装置をFig. 1に示すように、施肥田植機本体から取りはずし、実験用に製作した架台に装着した。繰出しロールの駆動には無段変速モーターを使用し、施肥田植作業時の回転速度に合致するように調節した。ロール部の高さは一定とし、排出パイプ（ビニール製）の下端から700mmとした。これはほぼ実機の高さである。

肥料排出量は主として一定時間の採取重量から求めたが、一部自記式ひずみゲージ荷重計によっても測定した。

供試肥料の性状は次に示す通りである。

種 類	粒状化成肥料	
比 重	真比重	2.05
	仮比重	1.15
含水率 (w. b.)	1.7%	
安息角	鉄板上	34.1°
	ベニヤ板上	33.4°
粒 径	50%粒径	2 mm

なお施肥田植機は、井関式FT40型を(Fig. 5参照)、肥料は、くみあい化成13号を用いた。

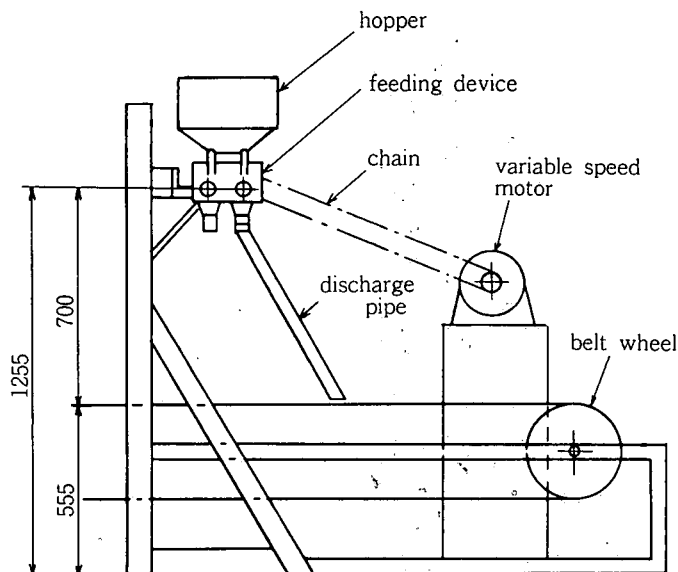


Fig. 1. Testing apparatus of fertilizer distributor of rice transplanter.

3. 実験結果および考察

(1) パイプ傾斜角と排出量 パイプの傾斜によっては肥料のパイプ内停溜が予想され、排出量に影響すると考えられたが、 $30^\circ$ ていどの傾斜角までは全く排出量の変化はなかった。また、自記式荷重計により時間的变化を測定したが、Fig. 2 に示す記録例にみられるように排出量は排出時間の経過とともに直線的に増加しており、時間当りの排出量にほとんど変化は認められなかった。記録曲線の微小振動は荷重計の固有振動によるものである。なおパイプの傾斜角は水平に対する角度で表した。

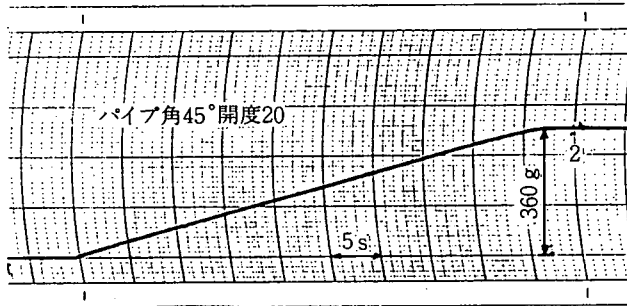


Fig. 2. Record sample of discharge rate.

(2) パイプ傾斜角と落下速度 肥料落下高さを一定として、パイプ傾斜角を変えた場合の落下時間の変化をFig. 3 に示す。ロール部排出口の高さは  $700\text{ mm}$  である。

肥料粒子はパイプ内を落下する際、壁面から摩擦抵抗を受ける。パイプの傾きが緩くなるほどそれは大きくなり、また流下経路も長くなるので、落下に要する時間は大きくなる。このことはパイプの傾斜が緩いほど、植付け開始時の無施肥部分が長くなることを意味する。

なお、肥料のパイプに対する摩擦角は  $18^\circ$  であった。

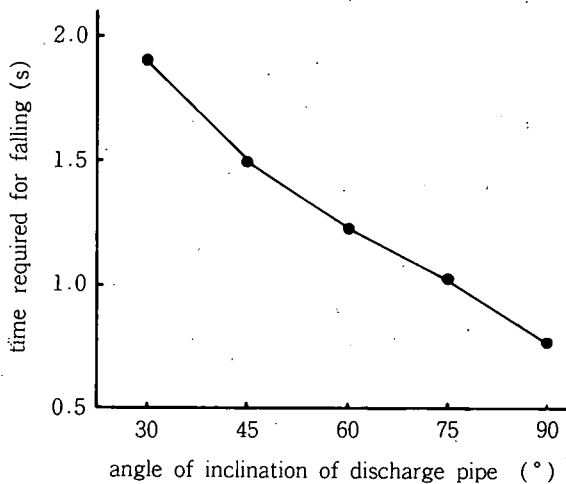


Fig. 3. Change of time required for falling of fertilizer particles by varying of discharge pipe angle.

以上の結果から次のことがいえる。

排出パイプはできるだけ直線でしかも垂直に近いほどよいが、45°でいどまでの傾きは施肥精度にほとんど影響しない。しかし、施肥田植開始時においては、肥料が繰出しロールからパイプ下端に落下してくるまで1.5~2秒弱の時間を要するので、留意する必要がある。すなわち、走行速度を0.3m/sとして田植作業開始時に45~60cm程度の無肥料部が生ずることになる。

(3) 肥料のホッパ内充填量と排出量 肥料がホッパに充填している状態からほぼ空に近い状態まで排出量を測定した結果、Table. 1のような傾向を示した。

ホッパ内の肥料の量によって多少排出量が変化した。つまり、充填量の減少に伴い排出量はてい減し、充填状態と空に近い状態では6%程度の差がみられる。

液体の場合にはこの傾向は明確に示されるが、粒状体の場合にも認められることが判明した。

Table 1. Change of discharge rate by varying of filling level in hopper .

filling shutter level scale	full	3 / 4	1 / 2	1 / 4
15	13.2	13.0	12.8	12.4
20	16.6	16.4	15.9	15.6

(gf/row/one revolution of roll)

(4) 開度設定繰返し精度 開度目盛は施肥量の目安となるものであるが、同一目盛における再現性が目盛に対する信頼度を左右する。そこで、同一目盛に繰返し設定した場合の排出量のばらつきを調べた。測定回数は各目盛につき5回とし、排出量は1条当り、ロール1回転当りのgf数で示している。結果をTable. 2に示す。

開度設定の再現性はよいといえるが、厳密な施肥設計を行う場合は、その都度排出量を予め実測する必要がある。

Table 2. Repeatability of shutter scale

shutter scale	mean	standard deviation	coefficient of variation
5	5.49	0.096	0.0175
10	8.78	0.215	0.0245
15	12.64	0.03	0.0024
20	16.0	0.168	0.0105

(gf/row/one revolution of roll)

(5) 散布幅 パイプ下端には溝切板が取り付けられているので、肥料粒子の左右への飛散はなく、肥料は切開された溝の中へ落下する。この溝の中では、どの程度左右へ分散するかを調べた結果が、

Table 3 である。

ほとんどの量が中央部へ落下する。したがって苗の根部への接触はないと思われる。

Table 3. Placement distribution

distribution width (mm)	30	15	0	15	30
falling percentage (%)	2.0	6.5	77.5	9.5	4.0

### 施肥田植機の走行試験

施肥田植機の走行性能の内、走行速度、車輪の滑り及び沈下は施肥精度に著しく影響を与える。そこで、これらに関して路上走行特性及び圃場走行特性について調査した。

#### 1. 圃場調査

(1) 調査年月日 昭和57年 6月10日

(2) 試験圃場 高知大学農学部附属農場の水田に試験田を3区設けたが、その内2区について調査した。試験田の配置及び測定辺をFig. 4に示す。なお、試験区Aは赤土客土田、Bは普通田である。調査は各試験区の南北2辺について行ったが、各辺を北よりA<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>の記号で表わす。

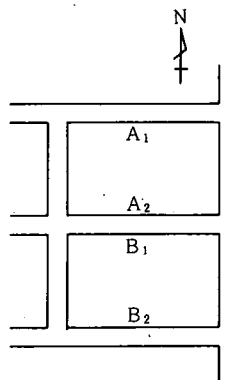


Fig. 4. Arrangement of test fields and measuring places.

#### (3) 調査結果

(a) 作土深及び水深 結果をTable 4に示す。なお、作土深は地表面から耕盤までの距離を測定した。

A区の北辺部と南辺部では、作土層の深さにかなりの差が認められた。また、田面が水平でない

ため、あぜぎわから幅約2 mは湛水状態でなく、作土が露出していてその作土層は幾分硬くなっていた。

B区では、作土深は12cmで、水深も全田面にわたって一様であった。

Table 4. *Tilling depth, water depth and hardness of tilling zone with test fields*

	Measuring place			
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
Tilling depth (cm)	15	23	12	12
Water depth (cm)	0	3	3	3
Penetration depth of plumb <sup>※</sup> (cm)	10.0	13.0	10.7	12.3

※ Dropping height 1 m, plumb weight 70 gf.

(b) 作土層の硬さ 測量用錘球(重量70gf)を水面上1 mの高さから落下させ、その貫入深を測定して土壌の硬軟を表わした。結果をTable 4 に示す。

A, B両区とも南辺部の作土はいくぶん硬い傾向が認められたが、全体としては大差ないといえる。

(c) 耕盤層の硬度 耕盤層の硬度は、コーンペネトロメータ(丸東製, S44-731型)により測定し、コーン支持力(kgf/cm<sup>2</sup>)で表した。なお、コーンは粘土用の底面積6.45cm<sup>2</sup>のものを使用した。結果をTable 5 に示す。

耕盤層の硬度は、各測定辺とも作土層以下の深さになると、コーン支持力の増加がみられ、大体において耕盤深2~3 cmの位置で、3~5 kgf/cm<sup>2</sup>のコーン支持力を示している。このことは、大型トラクターやコンバインなどの重農業機械の走行の可能性を示すものである。

Table 5. *Hardness of sole pan zone with test fields* (Unit: kgf/cm<sup>2</sup>)

Measuring place	Depth (cm)							
	12	14	15	17	18	20	22	25
A <sub>1</sub>			1.2	4.7				
A <sub>2</sub>					0.6	2.3	3.1	4.7
B <sub>1</sub>	0.4	2.7	4.3					
B <sub>2</sub>	0.4	1.2	1.9	3.9				

## 2. 路上走行特性試験

本項は、施肥田植機の走行性能及び肥料繰出性能に関して路上（簡易舗装道路）調査したものであるが、基礎資料を得る目的であり、簡単に記述するに止める。

(1) 試験方法 走行速度はエンジンスロットル開度を4段階に変えて測定した。スロットル開度は、スロー、低速、中速、高速とし、スロットルレバーの各位置は、全体の幅を約3等分したものである。

車輪の滑りも走行速度の場合と同様にスロットル開度を4段階に変えて測定した。滑り率の算出に必要な走行距離の基準値は、車輪の有効半径（30cm）を用いて計算した。

(2) 試験結果 施肥量の調節は田植作業の前に路上で行うことが多いので、走行速度と車輪の滑りの関係に留意する必要がある。

エンジンスロットル開度（すなわち走行速度）と滑り率の関係をTable 6に示すが、スロー時に約1%と少し低い、それ以外の速度では、1.6~1.8%でほぼ同程度の値となった。

Table 6. Relation between traveling speed, slip and open degree of throttle on pavement

Open degree of throttle	Traveling speed (cm/s)	Slip (%)
Slow speed	30.9	0.9
Low speed	51.0	1.6
Middle speed	63.0	1.6
High speed	67.7	1.8

## 3. 圃場走行特性試験

本項では、圃場で実際に施肥田植作業をした時の走行性能を調査した。圃場試験中の施肥田植機をFig. 5に示す。

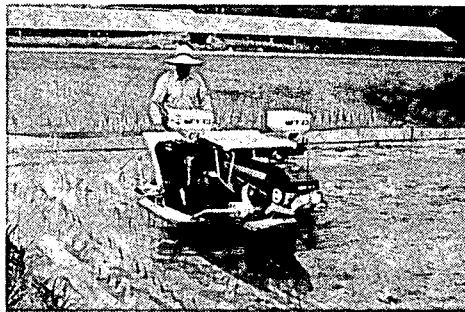


Fig. 5. Fertilizer rice transplanter on the test.

(1) 試験方法 車輪の沈下量は、走行車輪のスポークに5 cm間隔にビニールテープを巻きつけて測定した。

車輪の滑りの測定方法、計算方法は、路上試験の場合と同様である。なお、車輪の滑りを正確に測定するには、エンジンのスロットル開度を決めて、走行速度を一定にすべきであるが、田植作業の精度を保つために走行速度の決定は操縦者にまかせた。大体においてスロットルレバーの位置は、Table 6の低速(Low speed)より少しスロー側の位置で使用されていた。

(2) 試験結果および考察

(a) 車輪の沈下量 湛水状態のためおよび田面の高低のために正確な測定は困難であったが、Table 7に示すようにA区で約20cm、B区で約15cm程度であった。

これらの結果と作土深や耕盤層の硬度の測定値から考察すると車輪はコーン支持力が2~3 kgf/cm<sup>2</sup>のところを走行していると推定される。つまり作土層の下部に2~3 kgf/cm<sup>2</sup>のコーン支持力を有する土層があれば、施肥田植機は走行可能である。

Table 7. Sinkage, traveling speed and slip of fertilizer rice transplanter at operation

	Measuring place			
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
Sinkage (cm)	2.0	2.0	1.4	1.6
Traveling speed (cm/s)	32.6	38.6	34.7	33.7
Slip (%)	19.0	16.4	8.3	9.4

(b) 車輪の滑り 施肥量は車輪の滑りに応じて増加するが、Table 7によるとA区の滑り率は16~20%でかなり大きい。A区は客土田で作土深が大であるためといえるが、このように作土が深い水田や軟弱地盤の水田では施肥量の調節に注意しないと施肥過多になるおそれがある。

摘 要

施肥田植機の特性を知るため、施肥装置の定置試験と圃場試験を行ったが、その結果は次のようである。

- (1) 肥料排出パイプが約30°傾斜しても、肥料排出量に影響を与えなかった。
- (2) 肥料排出パイプの傾斜が45°以上になると肥料排出速度が低下するので、田植作業開始時に45~60cmの無肥料部分が生ずる。
- (3) 作土層の下部に2~3 kgf/cm<sup>2</sup>のコーン支持力を有する土層があれば施肥田植機の走行は可能である。
- (4) 深作土田や軟弱地盤田では車輪の滑りが増加するので、施肥量の調節に注意する必要がある。

(昭和58年7月28日受理)

(昭和58年12月24日発行)