

# 空気式精密播種に関する研究(第1報)

—圧送式による輸送管内の種子の分布について—

松尾 昌樹\*・石川 勝美\*

Studies on the Pneumatic Precision Seeding (I)  
 —Distribution of Seeds on a Section of the Transportation  
 Tube by Sent Pressurized-System—  
 Masaki MATSUO, Katsumi ISHIKAWA

## 要 旨

本播種方式は圧送により上昇管内を浮揚する種子が頂部に設けられた分配器から導管および播種刃へと分配されるものである。本報では種子群が管頂部を通過する際、境界層流れのため生じる分配器近傍での種子のランダム飛行を考慮し、上昇管頂部を透明平板で密閉した場合と、金網により飛行種子を支持し空気のみを通過させた場合について、管断面内での浮揚種子の分布状態を調べた。分布むらの表示に、分布平均値の偏差を定量化するため分布変動係数を用いた。

実験の結果、分布変動に大きく影響する要因は、概して輸送管傾斜角、空気速度であり、モミ以上の大径種子では空気速度 22.5m/s 以下で速度の減少に伴い分布変動は指数関数的に大となり、とくに傾斜管ではその影響が著しい。しかし、ゴボウ、ダイコン等の比重の小さい種子は浮遊速度も小さく、低空気速度においても均一に分布する。

## I 緒 言

近年、施肥、播種技術に空気力を利用した方式が検討されており、経済上、栽培上および収益上からも従来の機械式と比べ卓越した方法であることがいくつか報告されている<sup>4)5)8)9)</sup>。空気式播種機構は真空ポンプ（あるいは吸引ファン）と穿孔、セルもしくはノズルを組合わせた真空（吸引）式とファンからのうず流を利用した圧送式とがある。これらはいずれも構造が簡単で、小型化され、一個の種子ホッパーをもち、作業能力大で、低圧送作用により中央パイプから各分岐管まで種子を導くことができ、また単・多粒精密播種や粒状施肥にも利用できる。

従来のドリル播種は、播種輪からの自由落下によるもので、多粒子の栓塞による障害の増加、多量処理の困難さがあげられ、さらに遠心散布機では、外部の影響を受け易く気流の変化により滞留がみられるなどの問題があ

った。

本研究では定量種子の均一播種を目的とし、播種構造として圧送式により種子が任意の方向へ精密に分配されるよう比較的高所の分配器から導管、播種刃への搬送を考えている。本報では水平管、曲管部を経て上昇管内を浮揚する種子の分布状態に注目し、種子の浮揚運動および管頂部とその近傍の管断面における種子の分布変動について調べ、また空気輸送による種子の浮揚に及ぼす各種因子の影響を検討し、基礎的データを得たので報告する。

## II 実験材料および方法

1. 実験装置 実験装置の概要をFig. 1に示す。ホッパー④に供給された種子はホッパー下端にある案内筒③を通り、電動機①から駆動されるプレートファン②の作用により水平輸送管を経て上昇管⑤（ともに透明アクリル製、内径89mm）内を浮揚し、サイクロン⑥に送られ、ここで空気と分離し、下方のホッパー④へ戻され反復される。管内種子分布状態はビデオコーダ⑩に記録され、種

\* 九州大学農学部 Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka-shi

子輸送量, 空気速度はそれぞれ案内筒, 調整装置で調節される。また水平管内における半径方向への圧力変化によりホッパー方向への種子の逆流を防ぐため水平管内部に隔板(絞り装置)を設けた。記録装置はビデオコーダ (SONY AV-3750), ビデオカメラ (同AVC-3360) さらにビデオモニター (同PVM-90) を使用した。

2. 供試種子 種子はモミ, トウモロコシ, ダイズ, アズキ, ゴボウ, ダイコン, ハクサイの7種類で, モミは塩水選(比重1.1)を行い, 充実したものを用いた。これらの物理的性状を Table 1 に示す。

3. 単粒子(種子)速度測定装置 輸送管内の粒子の速度測定法として, ストロボ撮影法, 誘導コイルおよびコンデンサを用いた電気的方法<sup>1)6)</sup>, 高速度カメラによる正確な方法等があるが, 本実験では輸送管内を浮揚する少量種子の平均速度測定法として発振回路を応用した装置を試作した (Fig. 2)。これは発振回路および増幅回路をもつ検知装置のチョークコイルを輸送管にそって2点に取り付け, チョークコイルに鉄粉をコーティングした種子が近づくと, コイルに種子が干渉し, コイルの電気的状態が変化するため今まで継続していた発振が一瞬停止し, コーティング種子の移動により再び発振を開始する。この停止→発振の変化分を低周波トランス (ST-21) で取り出し, 次のトランジスタ (B171) で拡大し, ジャックからオシログラフに導き, 信号を検知するものである。この急激な変化が最初のコイルに現れ, 次いでもう一つのコイルに達し, 記録紙上に描かれる。二つの急激な信号間の距離およびチャート速度から次式により種子速度が求められる。

$$U_s = \frac{h \times c}{b} \quad (1.1)$$

なお, 種子のコーティングは種子量と鉄粉を 1 : 0.03 の割合で混合し, 樹脂用接着剤を用いて付着させた。

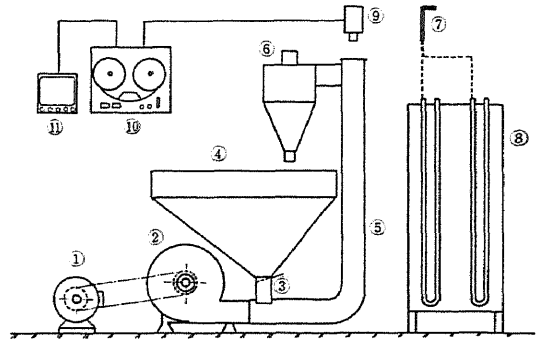
4. 実験方法

(1) 測定項目

(a) 空気速度  $U_a$  および空気輸送量  $G_a$ : 空気速度は水平直管と曲管の接合部より120mm上流側 (A点), 垂直上昇管と曲管の接合部より190mm下流側 (B点) および上昇管頂部近傍 (C点) につき, 各流路にあげた孔から全圧, 静圧をピトー管 (市販のピトー管では輸送管に対し相対的に大きいため特注注射針<sup>2)</sup>を利用) とマンメータを用い, 水柱の差から求めた。空気輸送量は次式から算出した。

$$G_a = \frac{Q_a \cdot \tau_a}{60} = \tau_a \cdot \pi R^2 \bar{U}_a \text{ (kg/s)} \quad (1 \cdot 2)$$

(b) 種子輸送量  $G_s$ : 一般には種子を連続供給し, 一定時間内に回収される種子量から  $G_s$  を算出するが, ここではあらかじめいくつかの重量に区分けした種子群を作り, それを供給口から落下させてから再びホッパーに回収されるまでの時間を測り, その供給重量と所用時間から求めた。(c) 種子速度  $U_s$ : 輸送量が小の場合の種子速度測定法は上述の通りであるが, 供給量が多く上昇管で

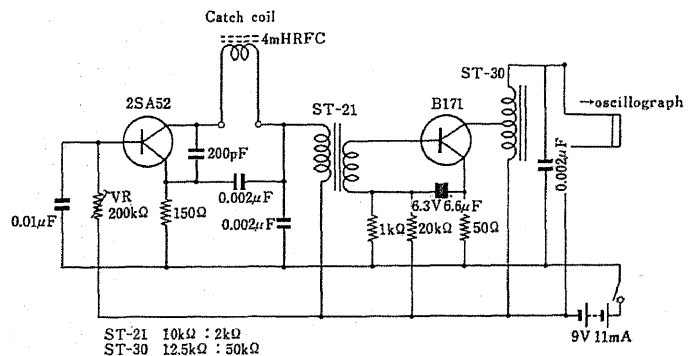


1. MOTOR 2. PLATE FAN 3. GUIDE CASE  
4. HOPPER 5. TRANSPORTATION TUBE  
6. CYCLONE 7. PITOT TUBE 8. MANO METER  
9. VIDEO CAMERA 10. VIDEO CODER  
11. VIDEO MONITOR

第1図 実験装置  
Fig. 1 Experimental apparatus

第1表 種子の物理的性状  
Table 1 Characteristics of tested seed

Seed	Length (mm)	Width (mm)	Depth (mm)	Specific gravities
Rough rice	7.19	3.20	2.26	1.20
Cone	10.13	8.79	4.11	1.27
Soybean	8.44	7.95	6.88	1.21
Redbean	7.37	5.84	5.61	1.31
Burdock	7.04	2.94	1.50	1.05
Radish	3.15	2.39	1.97	1.11
Chainese cabbage	1.82	1.82	1.82	1.04



第2図 単粒子速度測定装置  
Fig. 2 Apparatus for measuring the speed of seed

集団流をなす浮揚種子の測定には、W. Crompt の浮遊法<sup>3)</sup>から  $U_s$  を求めた。(d) 分布変動係数  $\nu$  : 輸送種子の管断面内分布状態の正確性は、種子の播種床上への配置頻度に影響を及ぼすため入力状態として上昇管断面における分布状態に注目し、浮揚種子の分布むらの表現法としてその偏差を定量的に表示した。まず上昇管上部にビデオカメラを備え、上昇管とカメラレンズの中心線を一致させ浮揚種子の挙動をビデオコーダに録画し、ビデオモニターによりグラフ用紙に転写した。さらに上昇管断面を  $n$  等分し、各区分に分布する種子数を計算し、式(1.3)から上昇管頂部断面の分布状態を評価した。

$$\nu = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n-1}} \cdot \frac{100}{\bar{m}} \quad (1.3)$$

(2) 実験条件 Fig. 1 に示した L 型垂直管(曲管部中心線の曲率半径 100mm)と、水平面との傾斜角  $\theta = 45^\circ$  の傾斜管(他の寸法は垂直管と同じ)を使用した。また本方式は管頂部にある分配器からの導管および播種皿へと連結される種子の分配システムを想定しており、管頂部を通過する際、種子は流体の境界層流れのためうず流内を飛行することが予想される。そこで管頂部を透明アクリル板で密閉した場合(以下 close と称す)と、金鋼を設け飛行種子が金鋼表面で支持できる場合(以下 open と称す)につき、実験を行った。ただし輸送管による圧力損失、金鋼による圧力損失は無視した。

### III 実験結果および考察

#### 1. 空気速度分布

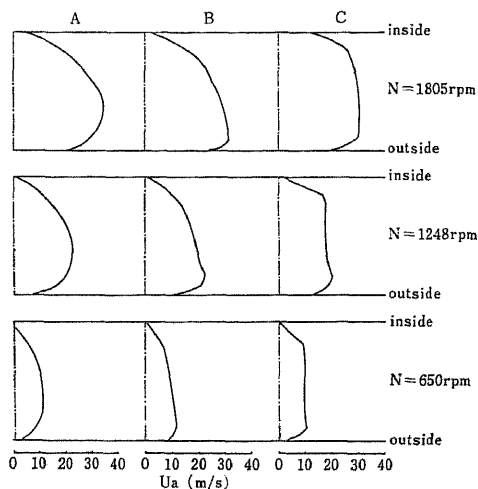
1) open ファン回転数  $N = 650, 1248, 1805 \text{ rpm}$  において輸送管内の A, B, C 各点での流速分布を Fig. 3 に示すが、C 点を除き、いずれの回転数時でもほぼ同様な傾向が認められた。まず A 点ではホッパー下方の案内筒に接合した水平管内部に取り付けた隔板の影響により管上部の圧力が低下し、管上部から下方へ曲線のふくらみは大となる。次に B 点では管断面内において外側が内側よりも高くなっている。これは B 点直前に曲管部があり、空気流の変化に伴い流れ方向にうずがき、このうずの分布によって管路壁面に沿う曲率中心に向かう二次流れが生じ、また遠心力も作用するためと考えられる。またこの傾向は傾斜管よりも垂直管の方が顕著となった。さらに C 点に関しては、とくに回転数の高い条件(1248, 1805 rpm)では曲管部の圧力変動の影響を受け、外側の方が空気速度は高くなる。しかし 650 rpm と低回転時には曲管部の影響はあまり受けず断面内における空気流は均一分布に近づく。

2) close 流速分布の形状は open の場合と同様な傾

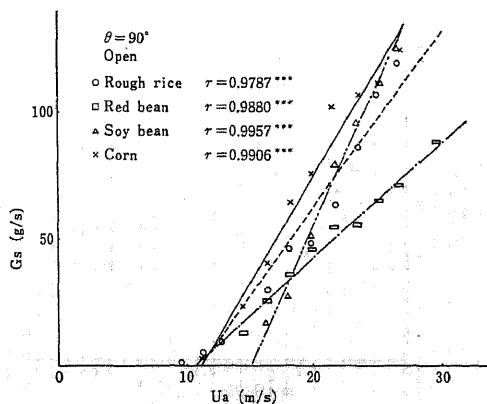
向を示すが、上昇管頂部に取り付けられた衝突板付近では空気の二次流れを生じ、主流方向に対し負圧を増大させ管内の静圧を高くする傾向があるため分布状態はやや扁平になり、一般的乱流の流速分布に類似する。

2. 種子速度  $U_s$  および種子輸送量  $G_s$ 。各種条件における種子速度を Table 2 に示す。一般にレイノルズ数による流れの状態変化は、とくに空気速度上昇に伴うレイノルズ数の高い領域では空気流の乱れや種子背後に生ずる伴流などにより種子周辺の流れに影響を与え、種子と壁面との衝突、種子相互の衝突を生じるため測定値のばらつきが大きい。概して空気速度の増加に伴い種子速度も相対的に上昇した。

また、 $G_s$  と  $U_a$  との関係は Fig. 4 のごとく  $< 99.9\%$  有意水準で高い相関関係にあり、安定した種子輸送可能な最低空気速度は  $U_a = 8 \sim 15 \text{ m/s}$  の範囲であった。な



第3図 管内空気速度分布 ( $\theta = 90^\circ$ , open)  
Fig. 3 Distribution of aerial speed in the vertical tube



第4図 空気速度  $u_a$  と種子輸送量  $G_s$  の関係  
Fig. 4 Relationship between aerial speed ( $u_a$ ) and transportation volume of seeds ( $G_s$ )

お垂直上昇管内においては、種子の自重  $W_s$  と浮力  $W_a$  さらに空気抵抗  $f$  との間に

$$f = W_s - W_a$$

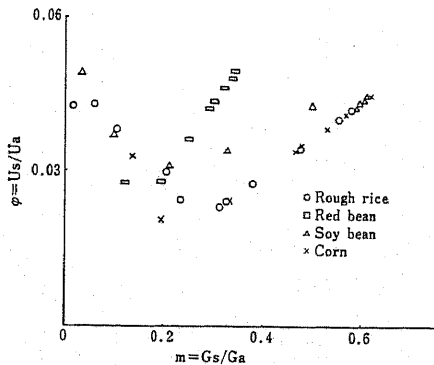
のつり合い式が成立する時、種子は上昇気流中で静止し、この時の空気速度  $U_a$  が垂直管における種子輸送の最低速度、いわゆる浮遊速度である。

3. 速度比  $\varphi$  と混合比  $m$  速度比すなわち種子速度  $U_s$  と

第2表 各種条件における種子速度  
Table 2 The speed of seeds under various conditions

Seed	$U_s$ (m/s)	$G_s$ (m/s)	Res( $\times 10^3$ )	$\varphi$	$m$	$\theta$ (deg)
Soybean	0.477	5.0	7.25	0.035	0.047	45 (close)
	0.367	27.0	9.44	0.020	0.197	90 (open)
	1.188	125.0	13.58	0.044	0.618	90 (open)
	0.228	24.0	9.50	0.013	0.176	45 (open)
	1.532	161.3	13.43	0.058	0.796	45 (open)
Rough rice	1.145	120.5	7.42	0.453	0.595	45 (open)
	0.273	20.1	5.16	0.015	0.147	45 (open)
	0.262	1.4	2.77	0.027	0.019	45 (close)
	0.221	18.6	4.02	0.016	0.175	45 (close)
	0.441	1.3	2.69	0.042	0.018	90 (open)
	0.430	45.2	5.11	0.024	0.329	90 (open)
	0.440	1.4	2.50	0.048	0.020	90 (close)
	0.754	39.7	3.47	0.059	0.409	90 (close)
	0.609	64.1	9.25	0.034	0.467	90 (open)
Corn	0.598	31.4	6.40	0.047	0.324	90 (close)
	0.373	39.2	9.33	0.021	0.287	45 (open)
	0.260	5.5	5.96	0.019	0.052	45 (close)
Burdock	0.528	5.6	2.24	0.058	0.081	90 (close)
Radish	0.633	16.7	2.00	0.051	0.178	90 (close)
	0.960	5.1	2.15	0.073	0.050	45 (close)
Chainese cabbage	0.613	12.9	1.61	0.046	0.127	45 (close)

Res: 種子レイノルズ数  
Reynolds number of seed



第5図 混合比  $m$  と速度比  $\varphi$  の関係

Fig. 5 Relationship between the ratio of  $G_s$  to  $G_a$  ( $=m$ ) and the ratio of  $U_s$  to  $U_a$  ( $=\varphi$ )

空気速度  $U_a$  の比  $\varphi$  と種子と空気との混合比  $m$  の関係をお示し、 $\theta = 90^\circ$  の場合につき Fig. 5 に示した。混合比  $m$  が 0.2 以下では  $m$  が小になるにつれ  $\varphi$  が増大し、単粒子種子速度の場合に漸近する。 $m > 0.2$  では比重の大きい種子ほど  $m$  の増加に伴う  $\varphi$  の上昇率は大きい傾向が認められた。

4. 分布変動係数  $\nu$  Hermann, J.<sup>4)5)</sup> らが用いた種子分布の精度評価は、上昇管頂部の分配器から導管に一定時間に流出した種子数の変動で表現しているが、本実験では輸送管断面内の分布を問題にしている。これは精密播種を考える時、入力状態として管頂部近傍の管断面内での種子分布が常に均一なのが理想的であるからで、種子の浮揚運動を考慮し、管頂部における瞬時の分布状態を考え、この管内での分布精度評価を行った。なお管断面の区分数は変動係数に大きな影響を及ぼさないため本報では6区分の断面について調べた。

分布変動係数に及ぼす要因の影響を調べるため、管頂部 open と close の条件につき、それぞれファン回転数  $N$ 、輸送管傾斜角  $\theta$ 、種子供給量  $W$  および被輸送物(種子)の種類を設定し、これらの要因と水準 (Table 3) を直交表にわりつけ、分散分析により要因効果の推定を行った。分散分析の結果、まず open のものではファン回転数に 5% 水準で有意差が生じ、空気速度による影響が大きいことがわかる。 $N=1467\text{rpm}$  で分布変動係数  $\nu=5.87\%$  であるのに対し、 $N=773\text{rpm}$  では  $\nu=60.95\%$  であった。また寄与率は 45% を示した。傾斜角  $\theta$  については有意差は生じなかったが、 $\theta=45^\circ$  で  $\nu=43.29\%$ 、 $\theta=90^\circ$  で  $\nu=21.53\%$  と垂直管の方が変動が小さい。

次に close の場合は傾斜角に 1% 水準で有意差が生じ、 $\theta=90^\circ$  で  $\nu=34.61\%$ 、 $\theta=45^\circ$  で  $\nu=118.6\%$  となり垂直管の方が小さい。また寄与率も 72.45% を示し、傾斜角がきわめて大きい影響を及ぼしていることがわ

第3表 要因と水準のわりつけ  
Table 3 Allocations of factors and levels

Factors	Levels			
Revolutions per minutes of fan (rpm)	1805	1467	1248	773
Angle of inclination of tube (deg)	90	45		
Feed quantity (g)	100	50	10	5
Seed	rough rice	cone	redbean	

る。概して close では open に比し全体に  $\nu$  が高くなっているのは空気が衝突板付近で半径方向への圧力勾配を生じ、二次流れが誘起されたあと、衝突板の摩擦力を無視すればファン回転数の増加に伴い、管内空気速度に比例した衝突板に垂直な力が大となり、これらが種子流れに影響を及ぼしたものと考えられる。

そこで、分布変動の大きい傾斜管と close の場合につき、これらの有効性を試験するため、まず  $\theta = 45^\circ$  につき各種輸送条件と流動状態との関係を調べたところ、輸送条件と分布変動係数  $\nu$  の間に明瞭な関係は認められなかったが、 $G_s > 30 \text{ g/s}$  のものについてはアズキ種子を除き、 $U_a = 20 \sim 24 \text{ m/s}$  の範囲内で  $\nu < 5\%$  を示した。しかし、空気速度を減少させるにつれ、いずれの種子においても管底流を生じ、不均一な浮揚運動となり  $\nu$  は指数関数的に大となる。同様に close の場合、粒径の小さいゴボウ、ダイコンでは  $U_a = 9.8 \sim 12 \text{ m/s}$ 、 $G_s = 5.6 \text{ g/s}$  で  $\nu < 7\%$  を示した。小粒径で変動が小さいのは、空気速度が低く、頂部における気流乱れによる分散、種子の背後に生じる伴流および種子相互の相対速度等によって生ずる衝突など運動量の交換およびエネルギー散逸の割合が小さいための効果と思われる。こうして分布変動の大きい要因の影響による欠点を減少させる条件を設定できるが、傾斜管と close との併用効果は認められなかった。

以上の結果、 $G_s$  一定で  $U_a$  を変化させた場合、各種輸送条件において上昇管輸送の際、輸送量、種子形状により、種子間および種子と管壁との衝突等により種子の浮揚状態は異なるが、一般に種子は波形状飛行し、管傾斜が大なるほど跳躍距離も大となり、しかもダイズ種子のごとく球形に近いものは管壁との衝突により大きな回転現象がみられた。一方、管頂部における種子分布変動を  $\nu < 15\%$  程度と仮定すれば、モミ以上の粒子径の種子では空気速度が最も大きな影響を及ぼし、 $U_a > 22.5 \text{ m/s}$  で種子群は比較的均一に管断面内に分布し、一様に輸送され  $\nu$  値を小さくすることができる。さらに種子損傷をも考慮すれば種子輸送限界速度が設定されるべきで、限界速度は輸送管長、管径、輸送量、種子物性等の輸送条件に依存するが、圧送式による本実験では  $U_a = 22.5 \sim 24 \text{ m/s}$  であり、従来の報告と照合して<sup>7)10)</sup>、ほぼ理想的な範囲内の速度と思われる。

5. 種子の浮揚運動 種子の上昇管内における浮揚運動につき、輸送量を  $G_s = 5 \text{ g/s}$  の少量輸送とし、各種種子を相当球と考え、種子運動を力学的に解析して得た理論式に基づき、数値計算し、実験値との比較を行った。数値計算上、次の仮定を導入する。すなわち、水平管内を輸送された種子群は曲管部で管壁面に対し法線方向の抗

力により壁面に拘束され、外壁側に沿い上昇し、上昇管内で均一流動をなすものと考え、その際、種子群はみな同じ速度で浮揚するものとみなす。

1) 理論 1粒の種子が受ける抗力  $D_R$  は次式で与えられる。

$$D_R = C_0 a \frac{\gamma_a U_r^2}{2g} \quad (1.4)$$

また

$$m_0 \frac{dU_s}{dt} = D_R \quad (1.5)$$

浮遊速度の定義<sup>3)6)</sup>より

$$C_{0g} a \frac{\gamma_a U_g^2}{2g} = m_0 g \quad (1.6)$$

ここで

$$C_0 = \frac{\alpha}{R_0^e} \quad C_{0g} = \frac{\alpha}{R_g^e}$$

式(1.4)～(1.6)から次式が得られる<sup>3)</sup>。

$$\frac{1}{g} \frac{\partial U_s}{\partial t} = \left( \frac{U_r}{U_g} \right)^{2-e} - \sin \theta \quad (1.7)$$

種子レイノルズ数は

$$Re_s = (1-\varphi) \frac{d}{D} Re$$

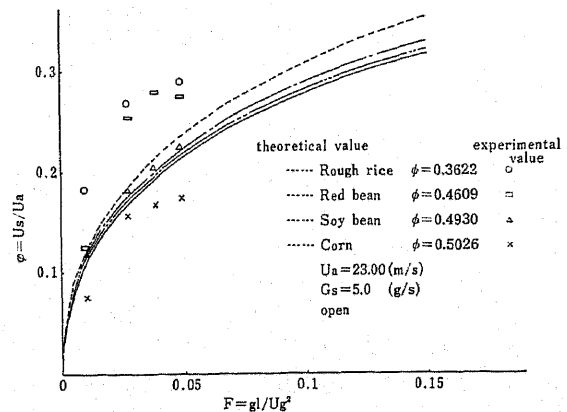
で表され、上記条件のもとでは  $Re_s > 750$  となり各種子にニュートン抵抗が働くものと考えられるので  $e = 0$  となる。式(1.7)を無次元項  $F$  で表示すれば

$$\frac{\partial \varphi}{\partial F} = \frac{(1-\varphi)^2 - \phi^2}{\varphi} \quad (1.8)$$

初期条件として  $l=0$ 、 $U_s=0$  とし、変数分離させ式(1.8)を解けば

$$F = \frac{1}{2} \left[ \log \left\{ \frac{(1-\varphi)^2 - \phi^2}{1-\phi^2} \right\} - \frac{1}{\phi} \log \left\{ \frac{1-\varphi(1+\phi) - \phi^2}{1-\varphi(1-\phi) - \phi^2} \right\} \right] \quad (1.9)$$

2) 結果  $0 \leq l \leq 0.8 \text{ m}$  の範囲で open と close につ



第6図 F と  $\varphi$  の関係  
Fig. 6 Relationship between  $F (=gl/U_g^2)$  and  $\varphi (=U_a/U_a)$

き、各種子の実験値とを比較したところ、Fig. 6, 7のようにいずれも定性的には浮揚運動を特徴づけているといえるが、とくにダイズでは浮揚運動モデル式としてよく表現されることがわかる。しかし、管内種子分布の均一性を考える場合、空気速度、種子輸送量の変化による種子の衝突現象など分布変動に影響を及ぼす各種因子、諸条件を考慮した種子浮揚現象をより定量的に表示する手法が今後検討される要がある。

#### IV 結論および摘要

定量種子の均一播種を目的とし、播種構造として圧送式による種子の分配システムを考え、本報では上昇管内を浮揚する種子の分布状態に注目し、種子の浮揚運動および管頂部とその近傍の管断面における分布変動について調べ、また種子浮揚運動に及ぼす各種因子の影響を検討し次の結果を得た。

1. ファン回転数が高い時、管頂部が密閉された状態では衝突板付近で空気の二次流れを生じ、静圧が高くなり、空気速度分布状態は非定常乱流の流速分布に類似する。

2. 定常輸送に必要な最低空気速度は8~11m/sの範囲である。

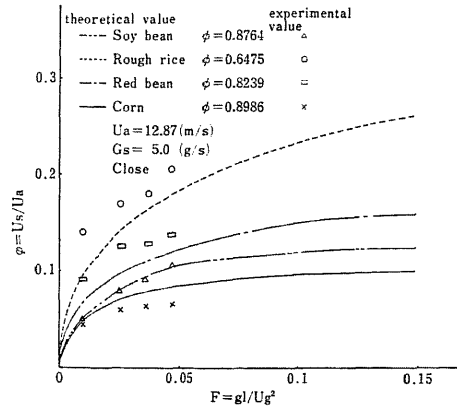
3. 衝突板付近の半径方向への圧力勾配はモミ以下の小粒子を除き、種子流れに影響を及ぼし分布変動は大となる。

4. モミ以上の粒径の種子では、種子輸送量  $G_s > 30$  g/s の場合、空気速度  $U_a = 22.5 \sim 24$  m/s 時に、種子群は比較的均一に管断面に分布し、分布変動係数  $\nu < 15\%$  を示す。

5. 種子の浮揚運動につき、力学的つり合い式から得られた理論を導入し、数値計算を行った結果、種子輸送量の小さい場合、球形に近いダイズでは数学的モデル式とよく一致するが、他の種子では今後、分布変動に影響を及ぼす種子現象の考慮を必要とする。

##### 記号説明

- a : 流れ方向の種子の投影面積 (m<sup>2</sup>)
- b : コイル信号間の距離 (m)
- c : チャート速度 (m/s)
- $C_0$  : 種子1粒の抵抗係数 (—)
- $C_{0g}$  : 種子浮揚時の抵抗係数 (—)
- d : 種子の平均直径 (m)
- g : 重力の加速度 (m/s<sup>2</sup>)
- h : チョークコイル間の距離 (m)
- l : 上昇管長 (m)
- $m_0$  : 種子の質量 (kg · s<sup>2</sup>/m)
- $m_i$  : i の区分面内に分布する種子数 (—)



第7図 F と  $\phi$  の関係

Fig. 7 Relationship between F and  $\phi$

$\bar{m}$  : 各区分面内の平均分布種子数 (—)

n : 区分面の数 (—)

R : 上昇管径 (m)

$R_0$  : 空気レイノルズ数 (—)

$R_g$  : 空気速度と粒子速度との差についてのレイノルズ数 (—)

$U_a$  : 空気速度 (m/s)

$U_g$  : 種子の浮遊速度 (m/s)

$U_r$  : 空気と種子の相対速度 (m/s)

$U_s$  : 種子速度 (m/s)

$\alpha$  : ポリトロップ指数 (—)

$\epsilon$  : 種子1粒の抵抗係数  $C_0$  の表示式におけるレイノルズ数の指数 (—)

$\gamma_a$  : 空気真比重量 (kg/m<sup>3</sup>)

$\phi$  :  $U_s / U_a$  (—)

$\phi$  :  $U_g / U_a$  (—)

F :  $gl / U_g^2$  (—)

(原稿受理昭和53年3月17日・質問期限昭和54年8月31日)

##### 参考文献

- 1) Houad, H. & Brinkmann, W.: Grundle Landtechnik 25(6), 177-186, 1975
- 2) 藤木徳実: バイブダスタ用噴頭の静圧子知ならびに設計法に関する研究, 佐大農彙報 37, 11, 1974
- 3) 上滝具貞: 粉粒体の究気輸送, 日刊工業, 1976
- 4) Mahlstedt, J. & Hermann, J.: Grundle Landtechnik 22(2), 33-38, 1972
- 5) Hermann, J. & Klaus, R.: Grundle Landtechnik 26(2), 222-229, 1976
- 6) 上滝具貞: 究気コンベアの実験的研究, 日機誌 53(383), 495-500, 1950
- 7) Flatow, J. & Siegel, W.: Grundle Landtechnik 19(4), 125-128, 1969
- 8) Weiste, H.: Grundle Landtechnik 22(2), 39-40, 1972
- 9) Hemsch, K. & Brinkmann, W.: Landtechnik 30(5), 223-224, 226-229, 1975
- 10) 中村喜彰: 湛水土壤中直播機に関する研究(第1報), 農機誌 39(3), 305-311, 1977

### Summary

The purpose of this paper is to find how the seeds were distributed uniformly through the seeding equipment consisting of a set of distribution system using pneumatic force. From the view point of studying distribution of seeds in the rising tube, the variation of the distribution around the upper part of the tube, and the effects of various factors on the movement of floating seeds were investigated, and following results were obtained.

1. The second flow was arisen around the plastic board at higher rotation of fan when the top of the tube was closed with a transparent plastic board, and for this reason, the distribution of aerial speed on a section of tube was similar to the distribution of the flow rate in the unsteady turbulence.

2. The minimum aerial speed required to transport seeds constantly was 8 to 11 m/s.

3. The gradient of pressure was observed around the transparent plastic board attached to the top of the tube affected on the trajectory of seeds,

except smaller seeds than rough rice, and the variance of the distribution became large.

4. When aerial speed was 22.5 to 24 m/s, the seeds larger than rough rice at the transportation volume of 30 g/s were distributed relatively uniformly on the cross section of tube, and the coefficient of variation of the distribution indicated below 15 percents.

5. The theory based upon the motion equation was used for the numerical calculation of the motion of floating seeds at a few transportation volume of seeds. In the case of soybean, of which the shape was almost spherical, the value obtained from experiment showed well agreement with the mathematical model (considering phenomena of collision affecting variance of the distribution). Further investigation is however necessary to express the behavior of seeds quantitatively, considering the phenomena of collision affecting the variance of the distribution.

---

### 本 会 記 事

---

#### 国際農業工学会50周年記念大会の開催

標記の大会が1980年2月12～15日、ベルギーのブルッセルで開催されます。参加ご希望の方は関係資料が本会事務局にありますのでご参考下さい。

記

主 催 Commission Internationale du Génie Rural

(C. I. G. R.)

日 時 1980年(昭和55年)2月12～15日

場 所 Bergium, Brussels, International Exhibition  
Halls of the Heysel

共通テーマ 農業工学における研究の発展

なお見学旅行や農業機械及び施設の展示も計画されて  
おります。