

## 堆肥埋込作業機開発の基礎研究 (I) ——作業機の試作と供試材料の性質——

中尾 清治\*・楠原 勝彦\*\*・藤浦 建史\*・田中 幸三\*\*\*

---

Fundamental Studies on Development of the  
Solid Manure Injector (I)  
——Trial Production of the Implement and  
Properties of the Test Material——  
Seiji NAKAO, Katsuhiko KUSUHARA, Tateshi FUJIURA  
and Kouzou TANAKA

---

A solid manure injection system is a beneficial method which reduces undesirable order and pollution problems from runoff. The solid manure injector, made as a trial, consists of three basic units that are furrow opener, manure auger conveyer and covering device with soil. This injector is located at the front end of a box type manure spreader, in which the travel direction of web is reversed in order to bring the manure to the front.

Mechanical properties of bark manure that is tested in the manure injector as experimental materials is investigated. The repose angle of bark manure is large with the increase of its moisture content and 70 degree at 65~75% in moisture content. The internal friction angle of bark manure is 23.6 degree.

### I. 緒 言

わが国の農業では、化学肥料に依存する傾向が強く、有機質肥料の施用の減少に伴って、最近、地力の低下が全国的に目立つようになってきている。そこで、有機質肥料の重要性が再認識され、また、自然界の資源の再利用という面からもその施用に対して関心が高まっている。化学肥料は、その年のみの収穫量を増すのに対して、堆肥は、作物への作用と同時に菌類、細菌類（微生物など）の作用によって土壌の改善にも役立ち、年々収穫量を増すことができる。

現在、堆きゅう肥（以下、堆肥という）は、マニユアスプレッダ、農作業用運搬車あるいは人力によって圃場に運ばれ、散布された後、プラウまたはロータリなどにより土中に埋め込まれている（全層施肥）。しかし、この方法では、労力と時間がかかり、悪臭を周囲にさらしたり、雨水などにより圃場表面を流出し河川などに流れ

込んで環境汚染につながる。

したがって、これらの問題を解決するために堆肥散布と同時に土中へ埋め込めることが必要である。粒状化学肥料やペースト状の肥料では土中施肥機が開発されているが、これを堆肥に用いることは不可能である。そこで堆肥の有効的な施肥を行なうために、堆肥を圃場表面に散布しないで、運搬と同時に畝となる部分に局所施用する堆肥埋込作業機の開発が望まれる。

このような堆肥埋込作業機は、一作業工程2~3条用として、その条間は作物に対応すべきであり、同時に播種装置をセットし、堆肥用施肥播種機として直播し、さらに不耕起農地に利用すれば、農産物に対するコスト低減は倍加することと確実である。そして、この作業機はさらにセンサー等を用いて作物を感知し、作物の条間に追肥を行なうことも可能になると考えられる。したがって、堆肥埋込作業機の開発は、農業生産過程で利益向上のために考えなければならない重要な問題である。

この作業について、生研機構農業機械化研究所では、有機物施用機の開発研究が進められている。ここでは、

\* 農林システム学講座

\*\* 日本電信電話株式会社

\*\*\* 島根県立松江工業高等学校

簡易でしかも多条化が可能な堆肥埋込作業機をめざし、実用的な作業機完成のために、その試作を行なったので報告する。

## II. 研究経過

堆肥埋込システムを作業的な面から考えると、従来から行なわれてきた方法は、溝開き、堆肥投入、覆土の三つの作業工程からなっている。ここでは、この方法に基づいて各装置の開発を行なってきた。

このうち主要なものには堆肥投入装置で、これについては種々の形式が考えられるが、著者の一人がペンシルバニア州立大学で行なった研究では、ポンプ形式の装置を試作して実験を行なった。その結果、これは機構が複雑であること、また、連続して施肥を行なう場合には、走行速度とのマッチングが必要であること等の欠点があったので、オーガ形式の円筒コンベアとした。これはオーガ軸の回転速度を変化させることにより、堆肥の施肥量を容易に調節することができる利点をもっている。

堆肥投入装置の性能を基礎的に検討するために、この装置にホッパーを取付け、市販のバーク堆肥を用いて実験を行なったが、実験において大きな問題点が生じた。

それは、市販の水分状態（含水率は湿量基準では65～68%、乾量基準では186～213%）の堆肥では、ホッパーから堆肥が投入装置の供給口へスムーズに流れず、オーガへの供給口付近のホッパー内で詰まり、すなわちブリッジ現象が生じた。数日天日乾燥させた堆肥（含水率は湿量基準で13%）を用いると、比較的スムーズに流れたが、基本的にはこの詰まりを防止することが必要になった。

この解決策については種々の方法があるが、安価で容易にできることが肝要で、次に、堆肥の性状を変えて流動性をよくすることを試みた。したがって、市販のバーク堆肥に水を加えて流動化させた。このときの堆肥の含水率は湿量基準で78%であり、スムーズに流すことができたが、これは、水分を加えることによるホッパー容積拡大の必要性が生じることになる。また、水を加える作業も必要になってくる。

これらの問題を解消するためには、ホッパーの形式を基本的に変える必要があり、また、市販の水分状態の堆肥を直接使用することが省力化へとつながっていくと考えられることから、現在、堆肥散布機として使用されているマニュアルスプレッダを見直し、これを改造して堆肥埋込作業の試作を試みた。

## III. 作業機の試作

### 1. 堆肥埋込作業機の構造

今回試作した作業機は、マニュアルスプレッダを改造したもので、この作業機は、溝開き、堆肥投入、覆土の三つの作業を同時に行なうようにしたものである。マニュアルスプレッダは、堆肥を圃場表面に散布する作業機であり、堆肥箱、堆肥送り装置、堆肥散布装置、動力伝達装置などからなっている。堆肥は、堆肥箱の底部の床チェーンコンベアで後方に運ばれ、散布装置により圃場表面に散布される。本研究では散布装置を取り除き、その部分に堆肥埋込装置を取付けた。（図1）

### 2. 堆肥投入装置

マニュアルスプレッダの床チェーンコンベヤにより送られてきた堆肥を、中央に集めるように左右逆スパイラルにした軸径 38 mm、外径 134 mm、ピッチ 107 mm、長さ 950 mm の横送りオーガを水平に、また、中央に集められた堆肥をスムーズに排出するために、軸径 38 mm 外径 108 mm、ピッチ 103 mm、長さ 1100 mm の縦送りオーガを垂直に設置し、内径 125 mm の塩化ビニルパイプでそれを包むようにした。（図2）

この装置により、堆肥は床チェーンコンベヤにより横送りオーガ部へ、次に横送りオーガから縦送りオーガに強制的に供給される。

### 3. 溝開き装置

播種または作物の条間のような狭い場所に、追肥するために溝を作ることを考慮して、土を両側に排土するような培土形式のショベルを作成した。このショベルには堆肥投入を容易にし、かつ堆肥投入前に溝に土が戻らないようにするために、ショベルの両側に長い側板を取付けた。

作成したショベルの大きさは、幅 215 mm、長さ 320

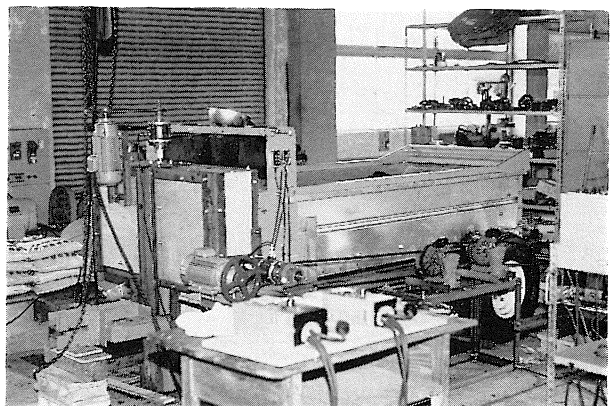


図1 試作した堆肥埋込作業機

mm, 高さ 235 mm である。(図3)

#### 4. 覆土装置

覆土は, 出来るだけ抵抗を少なくして効率よく覆土できるように, 円板形式とした. 直径 267 mm の円板に, 土を掻いて溝に落とし易いように, 円周を 70 mm ごとに 35 mm 切り欠き, 12個の突起部分を作った.(図3) この円板を地面に対しての傾斜角 $13^\circ$ , 回転面と進行方向が $37^\circ$ になるようにして, 溝集きシヨベルの後方にシヨベルに直接取付けた.

そしてこの装置は, 堆肥投入装置の真下で, 355 mm 上下できるようにして取付けた. したがって, 道路走行時には, 地上高 175 mm で堆肥運搬走行には支障がなく土中には深さ 180 mm の溝ができるようにした. 今回, この装置の上下はピンでセットするようにしてあるが, 将来シリンダ形式のもので作動させる考えである.

### IV. 供試材料の性質

#### 1. 供試堆肥

供試堆肥は, 市販されているバーク堆肥(広葉樹皮堆肥)で, 含水率 $65\sim 68\%$ (湿量基準)であり, 樹皮片の板状のものが多く含まれており, ふるい分けをすると図4に示したとおりである. この堆肥の見かけ密度は,  $0.5 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$  である.

#### 2. バーク堆肥の安息角と内部摩擦角

バーク堆肥の含水率の違いによる動的小よび静的な挙動に関する力学的な特性をみるために, 含水率と安息角および内部摩擦角との関係を調査した.

安息角の測定方法はいろいろあるが, ここでは注入法により測定した. 測定結果は図5のようになった. 図より安息角は,  $30^\circ$ 位から含水率が高くなるにつれて大きくなり, 含水率 $65\sim 75\%$ になると安息角は $70^\circ$ にもなつて, 堆肥は崩れ落ち難いことを示している. このために斜面を利用して落下して集めるようなホッパー等では, ブリッジ現象が生じ易くなり, ホッパーの形状に十分な配慮が必要である.

内部摩擦角の測定方法は, 堆肥を上下にわかれた直径



図2 堆肥を送り出すオーガ

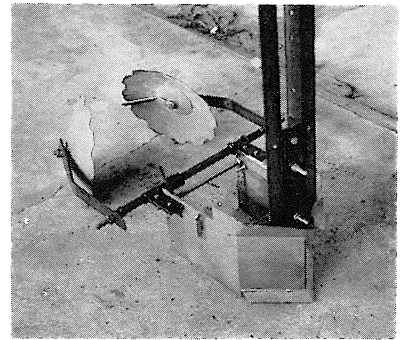


図3 溝開き及び覆土装置

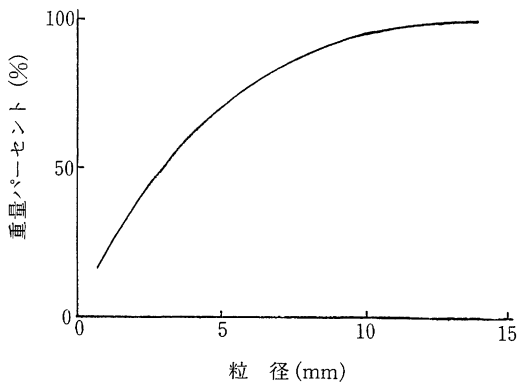


図4 粒径加積曲線

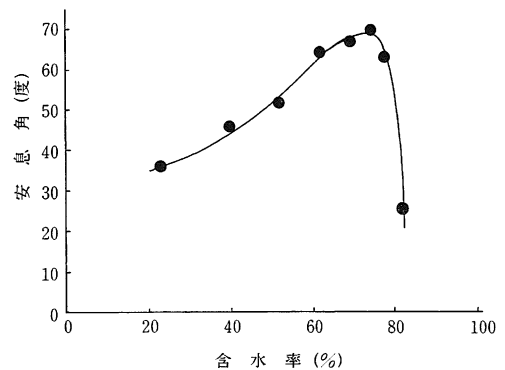


図5 堆肥の安息角

200 mm のせん断円筒に入れ、加圧板を通して垂直力(2kgf, 4kgf, 6kgf, 8kgf)を加圧して水平力によりせん断した。測定結果は図6のようになった。図より、せん断応力は堆肥の含水率によって変化しなく、クーロンの式において、粘着力  $C$  は  $253.4 Pa$ 、内部摩擦角  $\phi$  は  $23.6^\circ$  であった。したがって、水分によって内部の力学的性質は変化しないと考えられる。

### V. 摘 要

堆肥埋込システムは、堆肥内の窒素の損失を防ぎ、周囲の不浄と悪臭を減少させるために有益な方法である。試作した堆肥埋込作業機は、マニユアスプレッダを改造したもので、その散布装置を取り除き堆肥埋込装置を取付けたものである。これは、溝開き、堆肥投入、覆土の三つの作業を一工程で行なうことができる。

次に、実験材料として、バーク堆肥を選び、その力学的性質を調査した。堆肥の安息角は、含水率が高くなるに従って大きくなり、65~75%になると  $70^\circ$  にもなった。せん断応力は、含水率によって変化しなく、粘着力  $253.4 Pa$ 、内部摩擦角は  $23.6^\circ$  であった。

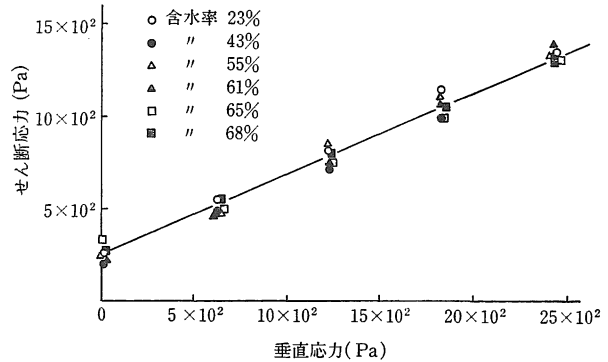


図6 垂直応力とせん断応力の関係

### 参 考 文 献

1. 農業機械化研究所：昭和60年度事業報告；11-12 1986
2. 中尾清治・S.パーソン：島大農研報 17；129-133, 1983
3. 中尾清治：島大農研報 19；124-130, 1985
4. 中尾清治：農作業研究 22(3)；221-228, 1987
5. 中尾清治他：農機学会関西支部報 68；39-40, 1990
6. 中尾清治他：農機学会関西支部報 68；41-42, 1990