

琉球大学学術リポジトリ

客土によるジャーガル畑の走行性向上に関する研究(農業工学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 上野, 正実, 泉, 裕巳, 國府田, 佳弘, 秋永, 孝義, 呉屋, 昭, Ueno, Masami, Izumi, Hiromi, Kohda, Yoshihiro, Akinaga, Takayoshi, Goya, Akira メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4032

客土によるジャーガル畑の走行性向上 に関する研究

169

上野正実*・泉 裕巳*・國府田佳弘*
秋永孝義*・呉屋 昭*

Masami UENO, Hiromi IZUMI, Yoshihiro KOHDA, Takayoshi
AKINAGA, Akira GOYA: Studies on the improvement of
trafficability by soil dressing in the Jaagaru fields

Summary

The trafficability of tractors is very poor in Okinawa's field covered with the Jaagaru soil which is heavy clay. Soil dressing using the Niibi, sandy soil, has been expected as one method to improve the physical properties of the Jaagaru soil, the trafficability of tractors and the soil tilth.

It was the purpose of this paper to examine an effect of this soil dressing.

Some traction tests by MF178 tractor (power: 78PS/1800rpm, weight: 3125 kg), were done in the four test fields that were changed the volum content of Niibi to 0%, 10%, 20% and 30%. There were no remarkable relationships between the volume content of Niibi and draft, slippage and sinkage. So, it was concluded that the trafficability of tractors in Jaagaru fields was not improved by the soil dressing. The reasons why the effect of soil dressing to the trafficability was so small remained as a problems to be solved.

緒 言

沖縄の本島中南部一帯を覆うジャーガルはその重粘性の故に物理的性質が極めて劣悪であり、トラクタなどによる機械作業を行う上で大きな障害となっている²⁾。これは主として著者らが前報で述べたように、ジャーガルは土壤水分によって状態が著しく変化することに起因する³⁾。このため機械化を進めるには、土壤の状態変化に効果的に対処しうる機械を開発するか、もしくは、土壤水分が変化しても状態変化が小さくなるようにジャーガルの物理的性質を改良しなければならない。

後者に属する方法として、ジャーガル畑にニービと称する細砂を客土・混合する改良法がある。これは小規模ながらも従来より農家の間で行われていたが、大城はこれを試験的に取り上げ、ニービ客土によって作物の生育状態はもとより、ジャーガルの物理的性質が大幅に改良されて機械作業もスムーズに行えるようになったとしている⁴⁾。その後、沖縄県の圃場整備事業でもこの方法は何回か実施されており、最近では本格的なニービ客土の実施を求める要望が強まっている。

しかしながら、ニービ客土を本格的な事業計画にのせるには、改良材として採取可能なニービ量の算出、その運搬方法の確立あるいは適正な客土量の決定など解決すべき多くの問題が残されている。さら

* 琉球大学農学部農業工学科

** 琉球大学農学部学術報告 29 : 169 ~ 175 (1982)

に重要な問題として、ジャーガルの物理的性質がニービ客土によりどの程度改良されるのかに関する十分な検討は行われていないので、客土事業における投資効果の見積りすら行えない状態である。圃場整備事業は機械化を念頭において計画・実施されるので、特に機械作業から見た客土の効果あるいは適正客土量については十分に把握しておく必要がある。

ところで、ジャーガル畑における機械化を行うには走行性を向上させることが急務である²⁾。そこで、本研究では走行性を代表する指標として牽引性能を取り上げ、これに対するニービ客土の効果を明確にし、客土事業の計画基準における判断資料を得ることを目的とした。

本研究を行うに際して御協力いただいた農場職員の方々、専攻生の諸君、およびその他のの方々に感謝申し上げます。

試験方法

1. 試験用トラクタ

牽引および被索引トラクタとして、マッセイファーガソン社製 MF178 を2台使用した。その代表諸元を表1に示す。本機は後輪駆動方式である。

2. 試験圃場

牽引試験は琉球大学農学部附属千原農場の2番圃場で行った。この圃場はおよそ7×25mの4区画に分割されており、それぞれの区画はニービの客土量を変えてある。客土量は深さ50cmまでの総土量に対するニービの体積混合比で表わす。客土量によって、混合比10%の試験区をA区、20%の試験区をB区、30%の試験区をC区、および、0%の試験区をD区と呼ぶ。混合比がこの範囲を超えると経済的な問題などが生ずるので、この範囲内で試験を行った。

3. 牽引試験法

牽引試験は2台のトラクタをワイヤで連結し、一方のトラクタで他方を牽引する方式をとった(図1参照)。牽引車の走行条件として、変速段はLow 1速、エンジン回転数は1,200 rpm に固定した。牽引負荷は牽引車の変速段をNeutral, High 4速, High 3速, Low 4速, Low 3速, …と変えることによって段階的に増加させた。最大負荷の目安としては牽引車が完全にスリップする状態(すべり率100%)を目標とした。A~Dの各試験区にお

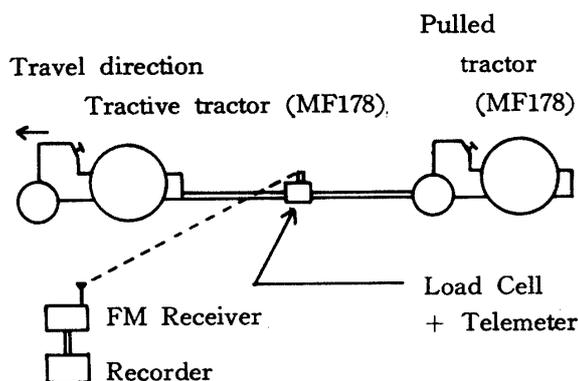


Fig.1 Test device and method of traction in the soil dressing fields.

Table 1 Specifications of test tractor

Length	3430 mm
Width	1470 mm
Wheel tracks	1200 mm (rear)
Wheel base	2170 mm
Engine performance	78 PS/1800 rpm
Weight	3125 kg

いて、それぞれの牽引負荷毎に牽引力、すべり率、沈下量などを測定した。

牽引力は連結ワイヤの中間に装着した張力計(新興通信工業社製5 tonf用)で検出し、超小型テレメ

ータ (NEC 製 NK 7960 形) で FM 信号に変えて送信して、受信機 (NEC 製, 同左) と記録計によって再生した。牽引試験装置の概要を図 1 に示す。

すべり率は牽引トラクタの後輪 1 回転における進行距離 l (m) を測定することにより、次式で求めた。

$$\text{すべり率 } S = 100 (l_0 - l) / l_0 \quad (\%) \quad (1)$$

l_0 : すべりのない状態における後輪 1 回転に対する進行距離

沈下量は各索引負荷に対して、左右のわだちからそれぞれ 3 点ずつ測定した。

4. 試験経過

牽引試験は昭和 56 年 7 月 23 日～8 月 5 日、および同 12 月 2 日に行った。各試験区について 1 日 1 回測定した。各試験区の測定終了後にロータリ耕 (耕深約 30cm) を行って、圃場条件をできるだけ均一にした。

5. 関連項目の測定

各試験区の測定時の圃場条件を把握するために、牽引試験と並行して次の項目の測定を行った。

(1) 含水比

各試験区において、試験前に 3 点、試験後にわだちより各 3 点ずつ土壌をサンプリングし、110℃-24 時間法によって含水比を求めた。

(2) コーン指数

SR-II 型土壌抵抗測定器の底面積 2 cm² のコーンを用いて、各試験区において試験前に 3 点、試験後わだちより 2 点ずつコーン指数を測定した。

(3) セン断抵抗

SR-II 型土壌抵抗測定器の先端にせん断リングを取り付け、各試験区において未走行部と走行部 (わだち) でそれぞれ 1 回ずつ測定を行った。載荷した垂直力は 10 kgf, 20 kgf, 30 kgf, 40 kgf の 4 段階とした。

試験結果

1. 牽引力とすべり率の関係

図 2 にアスファルト路面および A～D 区における牽引力とすべり率の関係を示す。同図に見られるように、アスファルト路面ではすべり率 10% 以内で牽引力が急速に増加するのに対して、A～D 区ではすべり率に対する牽引力の増加率は小さく、ある程度スリップしないと十分な牽引力は得られないことを意味している。A～D 区におけるすべり率-牽引力曲線は上あるいは下に凸な形状、あるいは、直線状の形状など様々であった。牽引力の大きさは同じ試験区でも測定日によって数倍の差が表れた。図 2 に示した牽引比 (牽引力/機体重量) を用いれば、他のトラクタを供試する場合でも牽引力は概ね予測しうる。各試験における最大牽引比は 0.10～0.55 であった。

2. すべり率と牽引動力の関係

図 3 にすべり率と牽引動力の関係を示す。

牽引動力は次式で求めた。

$$\text{牽引動力 } PD = Pv/75 \quad (\text{PS}) \quad (2)$$

P: 牽引力 (kgf) v: トラクタの走行速度 (m/sec)

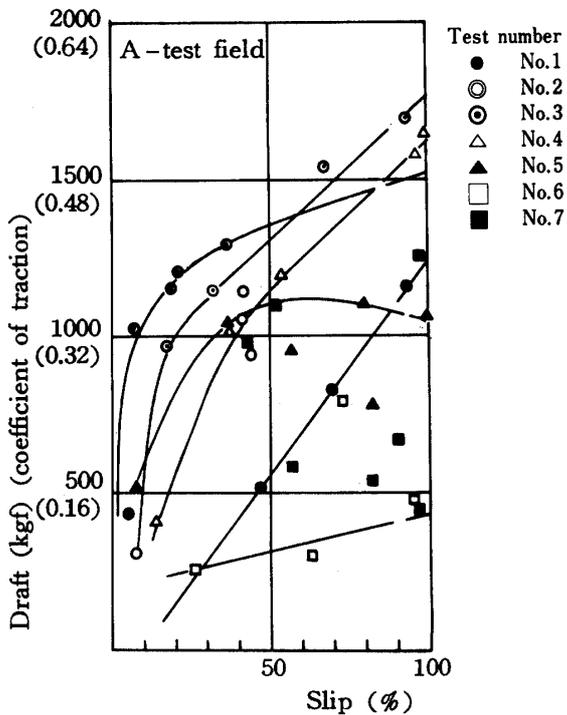


Fig. 2 Relationships between slippage and draft (coefficient of traction) at A-test field (10% of volume content of Niibi)

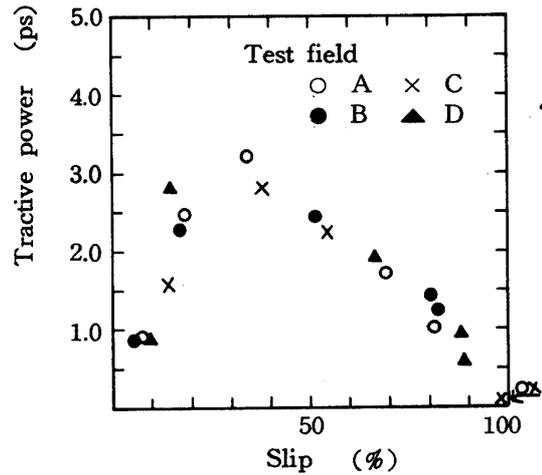


Fig. 3 Relationships between slippage and tractive power with each test field (test No. 2)

牽引動力はトラクタが実際に発揮しうる仕事率を表わすが、本研究ではその最大値はすべり率20~50%付近に見られた。この時の牽引力は約1,000 kgf (牽引比0.32)であった。走行速度が遅いため牽引動力は4 PS未満であった。

3. ニービ客土が牽引性能に及ぼす影響

トラクタの牽引性能を表わす特性値として牽引力、すべり率、沈下量を用いてニービの客土量すなわち混合比との関係を分析した。前述の牽引動力も重要な特性値の一つであるが、牽引力とすべり率の関数であるのでここでは省略する。

(1) ニービの混合比と牽引力の関係

図4にすべり率20%、50%および100%におけるニービの混合比と牽引力との関係を示す。同図に見られるように、各すべり率に対する牽引力の値はいずれの試験区においても大きな変化幅があった。このため、全般に混合比と牽引力の明確な関係は見られなかった。すべり率20%の場合に、ニービの混合比が20%以上になると牽引力の平均値は1.4倍程度(200 kgf)増加しているが、そのほかの場合には同様な傾向はなかった。

(2) ニービの混合比とすべり率の関係

ニービの混合比とすべり率の関係の一例として、図5に被牽引車がNeutralの状態における両者の関係を示す。混合比が増加しても同程度の牽引負荷に対するすべり率は減少しておらず、この場合にもニービ混合の効果は見られなかった。

(3) ニービ混合比と沈下量の関係

図6にニービ混合比と最大沈下量の関係を示す。最大沈下量は各試験区において1回の牽引試験で測定した沈下量の最大値であり、多くはすべり率100%付近で発生した。最大沈下量は30~350mmの変化

幅があったが、ニービの混合比による差は見られなかった。

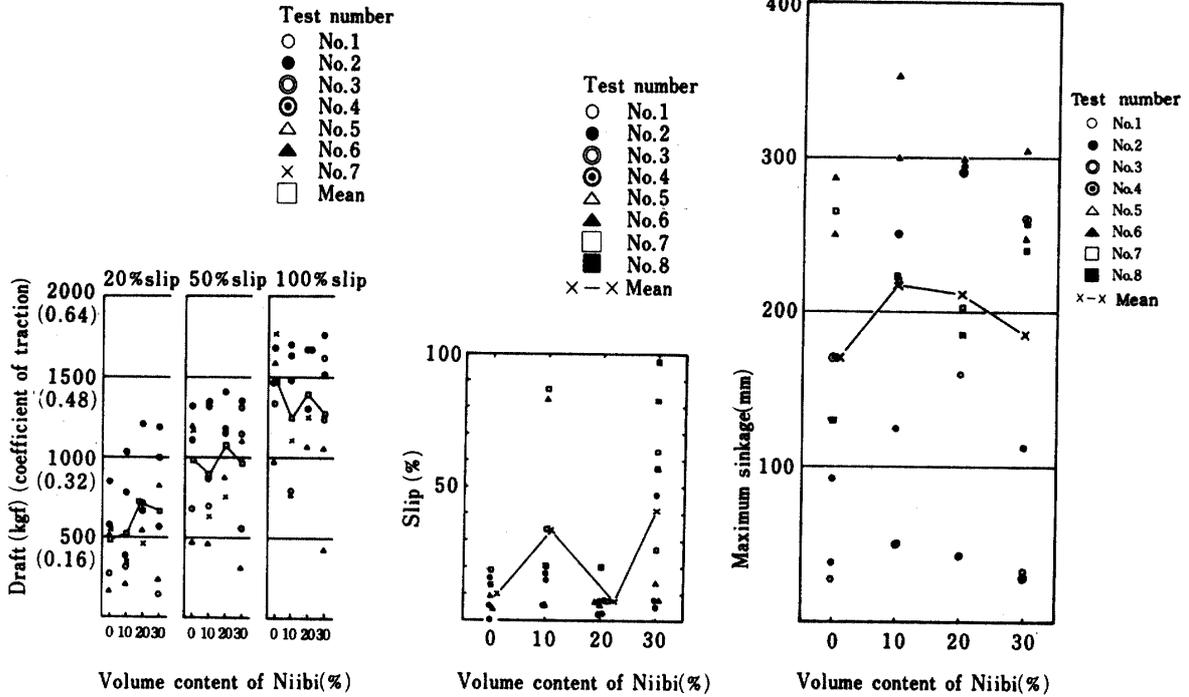


Fig. 4 Relationships between volume content of Niibi and draft (coefficient of traction) to 20% -slip, 50% -slip and 100% -slip

Fig. 5 Relationships between volume content of Niibi and slippage

Fig. 6 Relationships between volume content of Niibi and maximum sinkage

以上のように本研究で行った試験では、牽引性能に対するニービ客土の効果はほとんど表れないことが明らかとなった。

考 察

トラクタの牽引性能は圃場条件に大きな影響を受ける。例えば、最大牽引力 P_{max} は次式でおおまかに表わされる¹⁾

$$P_{max} = AC + W \tan \phi \quad (3)$$

A : 駆動輪の接地面積 (cm²)

W : 駆動輪の分担荷重 (kgf)

C : 粘着力 (kgf/cm²)

ϕ : 内部摩擦角 (度)

同じトラクタでは接地面積Aおよび分担荷重Wは等しいと仮定すれば、最大牽引力は本式より粘着力と内部摩擦角で決定される。そこでSR-II型土壤抵抗測定器による各試験区の粘着力と内部摩擦角の値を比較して見たが、ニービ混合比との関係はなかった(表2参照)。同様にコーン指数についても相関関係は見られない。すなわち、圃場レベルではニービを客土してもジャーガルの物理的性質はほとんど変わっていないために、牽引性能は向上しなかったと言えよう。

この理由として次が考えられる。

- (a) ニービは粒径が小さいので、混合土の粒度を大幅に変えることはできない。
 (b) 同様の理由で、ジャーガルの物理的性質を変えるには各試験区のニービの混合量が十分でなかった。
 (c) ニービとジャーガルの混合が十分に行われていない。

Table 2 Soil conditions of test field

Volume content of Niibi	Test No.	Water content (%)	Cone index (kgf/cm ²)	Cohesion (kgf/cm ²)	Angle of internal friction (deg.)
10% (A)	1	37.1	6.0	0.22	23.0
	3	26.8	6.6	0.03	33.0
	4	24.1	7.4	0.20	25.0
	6	27.4	7.1	0.03	29.0
20% (B)	1	37.6	7.4	0.18	23.0
	3	22.7	7.8	0.07	35.0
	4	25.2	9.6	0.24	31.0
	6	33.1	9.4	0.06	32.0
30% (C)	1	42.6	8.9	0.05	47.0
	3	25.7	7.4	0.12	36.0
	4	25.2	7.8	0.06	32.0
	6	30.6	8.1	0.05	31.0
0% (D)	1	45.3	6.5	0.09	29.0
	3	29.5	5.3	0.05	45.0
	4	29.8	6.6	0.05	36.0
	6	25.3	6.7	0.06	32.0

粘土と砂質土で物理的性質が異なる原因の一つとして粒度の差が考えられる。ジャーガルは粘土分を5~6割含み、中央粒径が0.004~0.01mmと非常に微細な土壌である³⁾。一方、ニービも0.01~0.2mmの粒径が多く、シルト分を4割程度含む砂質土である³⁾。従って、ジャーガルとニービの混合土も細粒分の多い土壌であり、(a)で述べたようにその粒度はジャーガルと大幅には変わらない。

次に(b)に関して検討するために、ニービの混合比を5水準変化させた試料の一軸圧縮強度を比較した(表3参照²⁾)。表3によると各試料の一軸圧

縮強度はジャーガルの量が多いほど含水比の影響が大きく表れている。そこで含水比25%付近の圧縮強度を比べると、ジャーガルで0.95 kgf/cm²、ジャーガルとニービの混合比4:1の試料で0.82 kgf/cm²、1:1の試料で0.56 kgf/cm²、1:4の試料で0.40 kgf/cm²、ニービで0.38 kgf/cm²となり、ニービの含有量の増加に伴って、混合土の一軸圧縮強度はニービのそれに漸近する傾向が見られる。また、混合比4:1すなわち20%の試料でも一軸圧縮強度は2割程度低下している。ニービの混合比が高くなると付着力や凝集力なども同様に減少する²⁾。全般に、空内実験のレベルでは物理的性質に対するニービ混合の効果が強く表れることがわかった。

このような室内実験と圃場実験における混合効果の大きな差は、前述(c)のように十分に混合されていないことに起因すると考えられるが明らかにできなかった。もう一つの問題としては、例えば圃場レベルにおいて混合土の物理的性質が室内実験と同程度に変化しても、牽引性能はあまり向上しない恐れもある。ニービの混合比が増加すると一軸圧縮強度およびこれに関連する粘着力も減少するために、式(3)より最大牽引力は小さくなる。逆にニービ混合によって内部摩擦角は増加すると考えられるが、この程度が十分でないと牽引力は増加しえない。すなわち、ニービの物理的な変化が牽引性能に反映しない領域もありうる。これを明確にするための分析は基礎データが不足しているので今後の課題としたい。

ジャーガル畑におけるニービ客土の得失はトラクタの走行性だけでなく、本研究で取り上げなかった排水性の向上、あるいは作物の生育環境の改善などの観点からも検討を行い、全体的に評価する必要がある。またジャーガル畑における走行性は含水比に大きな影響を受けると考えられるので、この点につ

Table 3 Uniaxial strengths of mixed soil of Jaagaru and Niibi²⁾

いて基礎的な研究が必要であろう。

Ratio of Jaagaru vs Niibi (J:N)	Water content (%)	Uniaxial strength (kgf/cm ²)	Strain at maximum stress (%)
J:N = 10:0	25.6	0.95	2.4
	29.4	0.72	3.2
	39.4	0.49	7.5
J:N = 0:10	9.2	0.35	1.6
	14.4	0.36	2.0
	17.8	0.38	2.8
J:N = 1:4	19.3	1.04	1.0
	25.5	0.82	2.5
	30.7	0.48	5.5
J:N = 1:1	15.8	0.79	1.5
	20.0	0.60	3.5
	27.8	0.56	8.0
J:N = 4:1	11.4	0.45	1.5
	15.7	0.66	3.0
	21.5	0.40	14.5

摘 要

本研究ではジャーガル畑におけるトラクタなどの走行性を向上させる手段の一つとしてニービ客土の効果を実験的に検討した。ニービの混合比を0～30%の範囲で4水準変えた試験圃場において牽引試験を行い、牽引力、すべり率、沈下量などの特性値を比較したが、ニービの混合比との明確な関係は得られなかった。すなわち、牽引性能に対するニービ混合の効果はほとんどなく、走行性に限定すればジャーガル畑にニービを客土しても大きな効果は期待できないことを明らかにした。この原因については十分な分析は行えず、今後の課題として残された。

引用文献

- 1 Bekker, M. G. 1962 Theory of Land Locomotion, Ann Arbor, The Univ. of Michigan Press, 186-227
- 2 泉 裕巳 1981 サトウキビの刈取り機構に関する研究 学位論文(九州大学農学部)221～268
- 3 泉 裕巳・秋永孝義・國府田佳弘・上野正実 1981 ジャーガル地帯における農業の機械化に関する研究 -ジャーガルの物理的性質- 琉球大学農学部学術報告 28: 163～171
- 4 大城喜信 1973 ジャーガル(石灰質重粘土壤)の改良に関する研究 沖縄県農業試験場研究報告第1号 6～30