

# 琉球大学学術リポジトリ

ジャーガル土壌の物理性改良についてニービ混合土の毛管吸水量および貫入試験(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: 宮城, 調勝, Miyagi, Norikatsu メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/4208">http://hdl.handle.net/20.500.12000/4208</a>

# ジャーガル土壌の物理性改良について ニービ混合土の毛管吸水量および貫入試験

宮 城 調 勝\*

Norikatsu MIYAGI : On the Physical Improvement of Jaagaru Clay. Capillary moisture and penetration resistance of Jaagaru mixed with Niibi

## I はじめに

ジャーガル土壌は第三紀島尻層（泥灰岩）の風化してできた土壌で、沖縄では本島中南部および宮古島に分布している。

この土壌地帯は、その母岩である泥灰岩が不透水性であるため、一般に地下水位が高く、干ばつ時に比較的干害の少ない地域であるが、一方では土壌が重粘性であり、排水が悪いため降雨後の農作業機械の走行に大きな障害となっている。特にこの地域における作目が主としてさとうきびであり、機械化農業が推進されている中でこの物理性改良の問題が提起されてきた。すなわち農作業機械の作業効率を高めるための土壌改良であり、土壌の粘性軽減および排水性改良を目的とした粗粒機混合による粒度組成の改善が課題となってくる。しかし当地域では、粗粒機としては量的にみてニービ（細砂）以外に適当な材料がない。

ジャーガルホ場におけるニービ混合についてはすでに一部で試験報告されているが、ここでは、これらの問題の基礎資料として供するために、ニービの混合割合を変えた混合土の室内試験結果を一部砂混合土の結果と併せて報告する。

## II 試料土および試験

### (1) 試料土

ジャーガル土（西原村干原）は風乾後2mm以下に調整し、粗粒材としてのニービおよび砂は粒径5mm以下のものを使用した。また粗粒材は、重量比で10～50%の範囲で10%間隔に混合した。ジャーガル、ニービ、砂およびその混合土の粒径加積曲線はFig. 1に示してある。

### (2) 試験

(イ) pH-水分量の測定：pH-水分量の測定は遠心法を用いた。

(ロ) 透水係数の測定：試料は含水比を一定にし、突固めエネルギーを変えることによって各段階の密度の供試体を作成した。なお含水比は繰返しを防ぐために最適含水比より3～4%乾燥側に調整した。また、ホ場土の透水試験は、不攪乱試料を各深さ毎に採取し、試料と円筒壁面間は漏水防止のためベン

\* 琉球大学農学部農業工学科

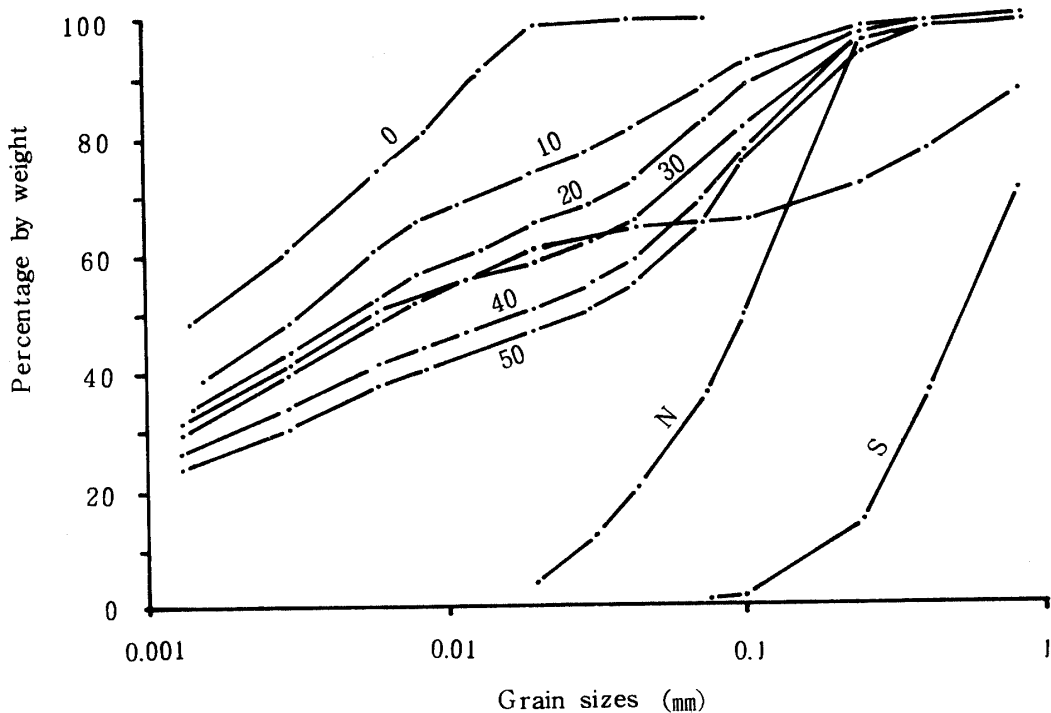


Fig. 1. Grain size distribution

トナイトを充填して行なった。なお、透水試験は変水位法を用いた。

(イ) 毛管吸水量の測定：断面10cm×10cm、高さ70cmの亚克力容器に、風乾試料を静的に充填し、試料底面から毛管吸水をさせながら、一定時毎に吸水量は重量法で測定し、吸水高さは直接その湿潤高を読みとった。

(ロ) コーン貫入および一軸圧縮試験：各混合土は条件を統一するために、含水比は各混合土の塑性限界値に調整し、また締固めエネルギーを変えることによって各段階の密度の供試体を作成した。なお、コーン貫入速度は1cm/secとし、水浸試料と非水浸試料について試験を行なった。また一軸圧縮試験はJISA 1216に従った。

### Ⅲ 試験結果および考察

- (1) ジャーガルホ場の密度：さとうきび収穫後の株出しホ場における土壌の乾燥密度は図示 (Fig. 2) のように、深さに対する変化は小さいが、全体的にみて1.2~1.5 g/ccとかなり密な状態にある。これはさとうきび収穫前、長期に渡り中耕が行なわれていないことと、収穫時の人間による踏圧等のためと思われる。
- (2) pF-水分曲線：ニービおよび砂の混合割合を変えて行なったpF-水分曲線は、Fig. 3, 4に示してある。水分量は重量含水比で表わしている。各pF値に対するニービと砂の混合土の含水比は、ほぼ同様な値を示している。また粗粒材の混合割合が10%増す毎に含水比は平均してpF値の大きいところで2%、小さいところで3%程度減少しているが、その傾きは全体的にみてジャーガル土の曲線を平行移動させた形にとどまっている。
- (3) 透水係数：ジャーガル土層の各深さごとの室内透水試験の結果はFig. 5に示してある。ここでは

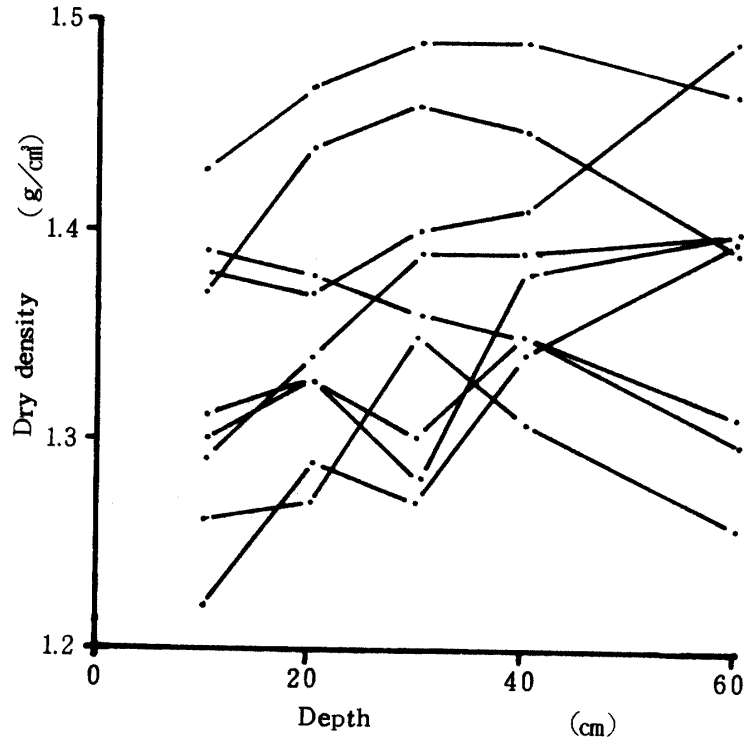


Fig. 2. Dry density in Jaagaru

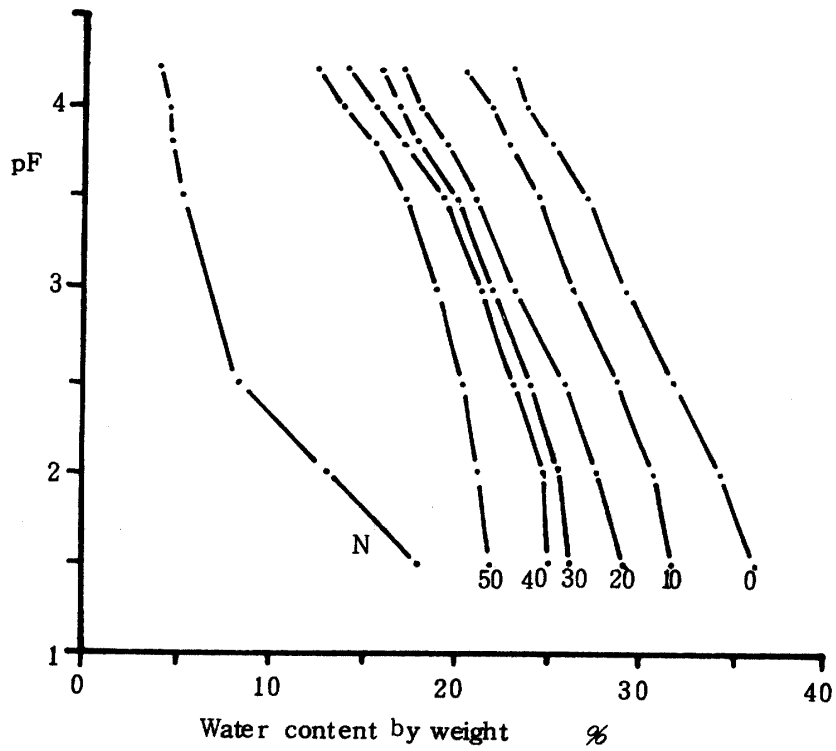


Fig. 3. pF of Jaagaru and mixed with Niibi

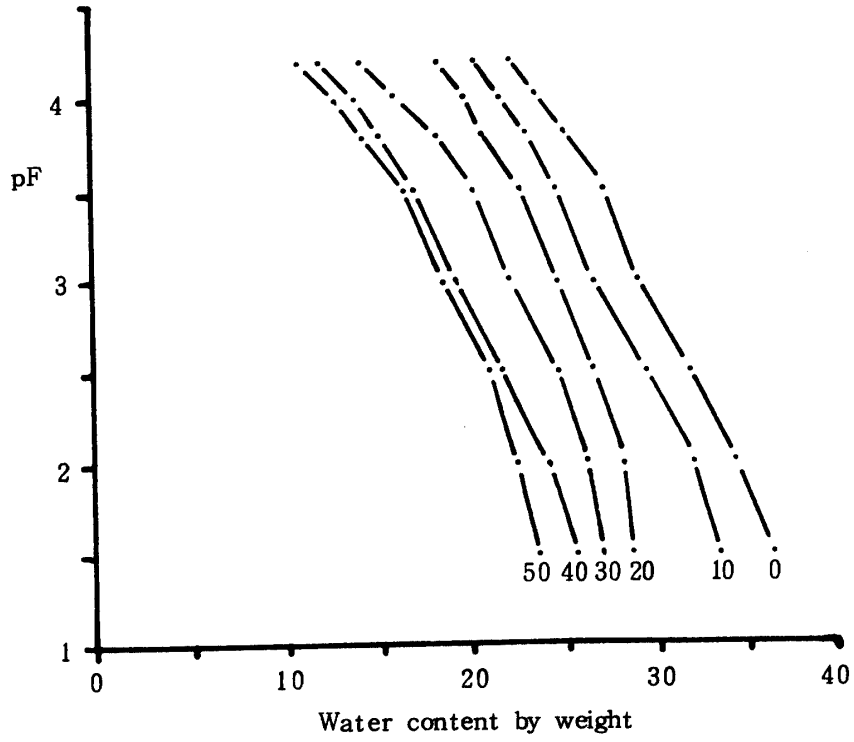


Fig. 4. pF of Jaagaru and mixed with sand

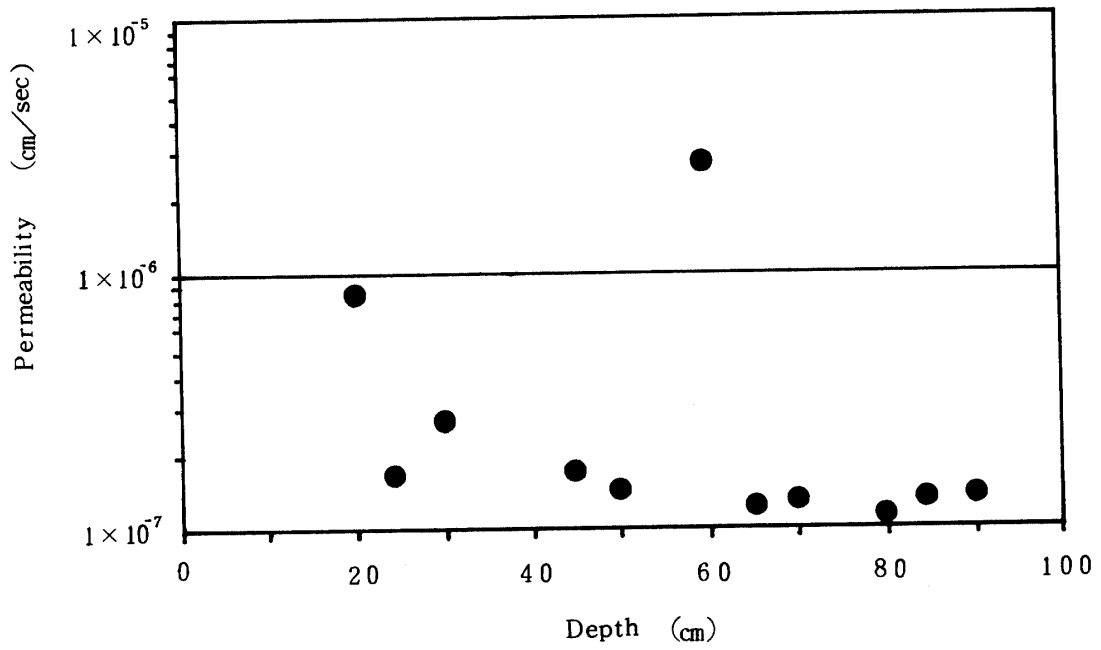


Fig. 5. Permeability in Jaagaru

比較的状态の落着いている深さ 20 cm 以下の位置において、ホ場土の密度測定の場合と同じ条件下で採取した試料についての結果であるが、測定値は深さ方向にあまり変化せず、 $10^{-7}$  cm/s のオーダーに分布している。

ジャーガル地帯の現状は土壌の粒度組成が細粒子に片寄り、粘着性が強くしかも深さ 20 cm 以下の乾燥密度が  $1.20 \sim 1.50$  g/cm とかなり密な状態にあるため透水係数は極端に小さく、また母岩である泥灰岩が不透水性であるために土中水の排除が困難となり、降雨後の過湿状態は他地区に比べて長く続いている。

ジャーガルにニービを重量比で 10% 間隔で混合した試料の透水係数が Fig. 6 に示してある。ここでは、乱した試料でホ場条件に合わせた密度の低い試料を作ることが困難なため、密度の高い試料の透

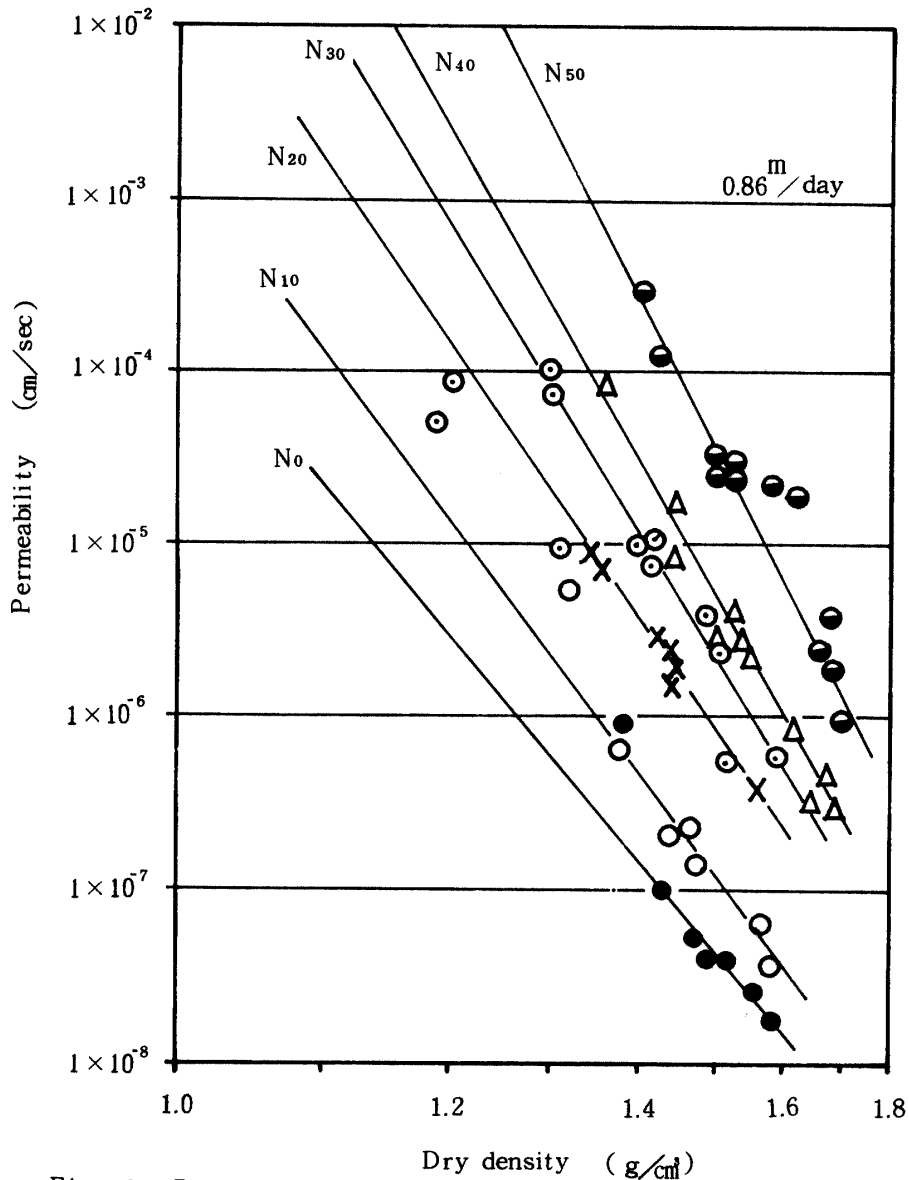


Fig. 6. Relationship between permeability and dry density of Jaagaru and mixed with Niibi

水係数を測定し、細粒度において間ゲキ比～透水係数が直線関係にあることから低密度の場合の透水係数を推測することにした。なおFig. 6では間ゲキ比を乾燥密度に置き換えて表わしている。

図からわかるようにニービの混合割合を多くすることによって透水性を大巾に改善することができる。しかし耕起直後の粗孔げきの多い時期は別として、踏圧によって一様に締った状態を考えると、乾燥密度を仮に $1.2 \text{ g/cm}^3$ としても透水係数を $1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 以上にするには、ニービの場合30%以上の混合割合が必要となる。

特に室内試験の場合、理想的な混合試料となっているが、実際にホ場での混合を考えた場合ジャーガル土塊の周辺にニービが付着した状態になるという報告<sup>2)</sup>にもあるように、かなり大まかな混合状態となる。このため土壌空げきの不均一によって全体的には実験値よりかなり大きな透水値になることが予想されるが、しかし一方では、ジャーガル土塊が湿潤、乾燥をくり返すことによって容易に崩壊する性質を持っており、表層では、経年変化によってある程度均一混合に近づくものと思われる。

ニービの混合割合は、農作業機械の走行性の面からも検討しなければならないが、いずれにしても30%の割合は経済的にみて困難と思われる。また実際に混合するにしても混合に使用できる機械の性能を考慮すると、深さにして40cmが限度と思われ、それ以下の土層については深耕および暗キョ埋設等を併用することによってはじめて、降水後のホ場面滞留水および土中水の排除に効果が上がるものと思われる。

(4) 毛管吸水量：水面からの高さ $h$ ～吸水時間 $t$ 曲線 (Fig.7), 吸水量 $Q$ ～吸水時間 $t$ 曲線 (Fig.8)

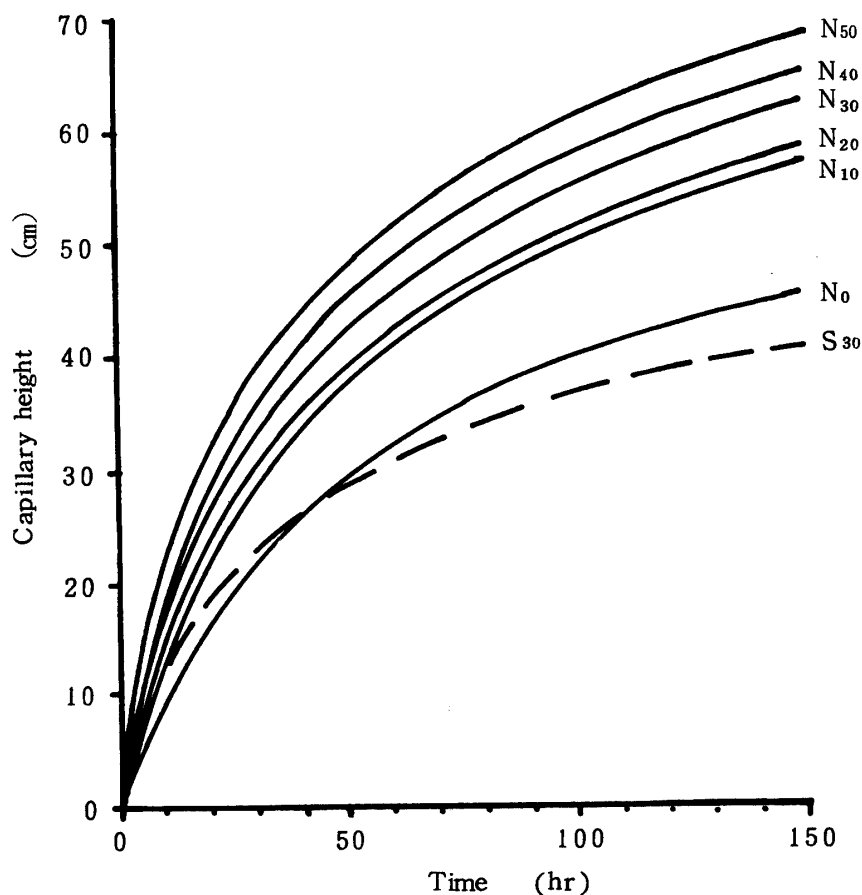


Fig. 7. Capillary height test

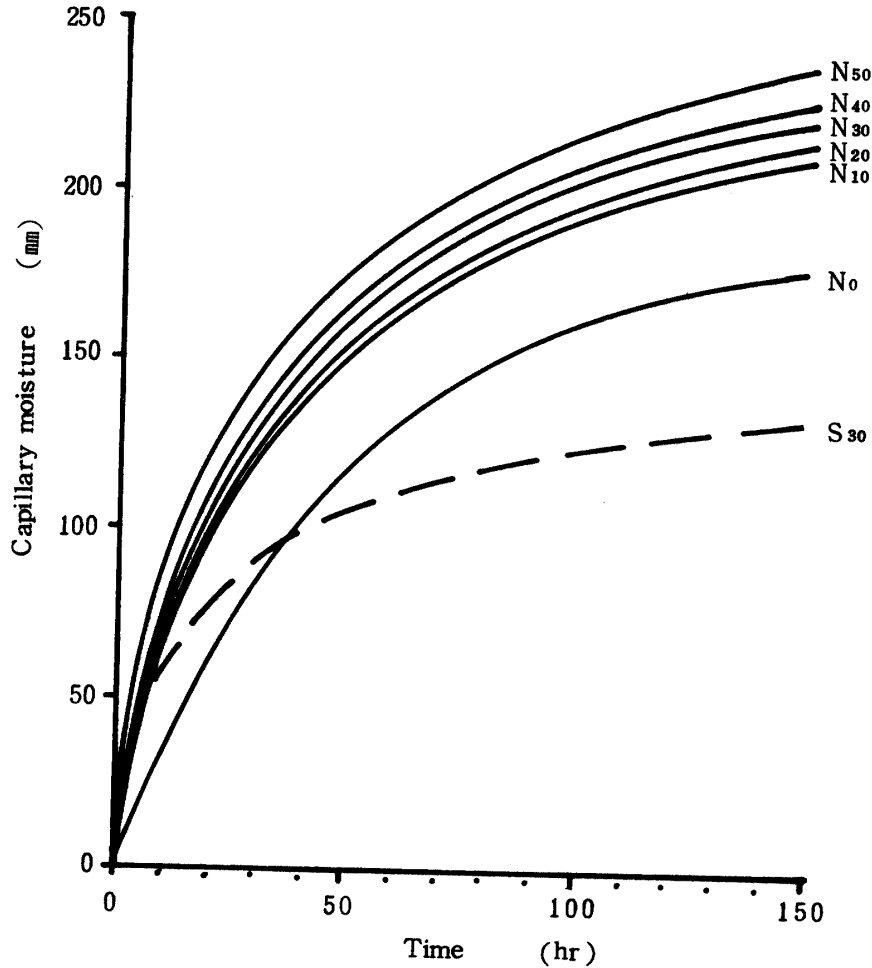


Fig. 8. Capillary moisture test

によると、経過時間に対する吸水高さおよび吸水量は、ニープの混合割合が多い程ジャーガルに比べて大きな値を示している。また、砂混合土の場合は、全体的にジャーガルより小さな値となっていた。このことは、砂混合土の空げき径分布が一樣でなく、砂粒子による大きな空げき径と、ジャーガル粒子による小さな空げき径が別々に分布しているためと思われる。

毛管吸水高さは、理論的には空げき径の大きさに反比例するが、ニープ混合土によって形成される空げき径は、毛管伝導度を大きくしていることになる。

Qとtとの関係を

$$Q = f(t)$$

とすると、

$$\frac{dQ}{dt} = f'(t)$$

また

$$t = g(h)$$

であるから、地下水面からの高さ  $h_1$  に対する時間を  $t_1$  とすると、 $f'(t_1)$  が  $h_1$  における吸水量となる。この関係をニープ混合土について、実験曲線から求めたのが Fig. 9 である。この結果から、ニープを混



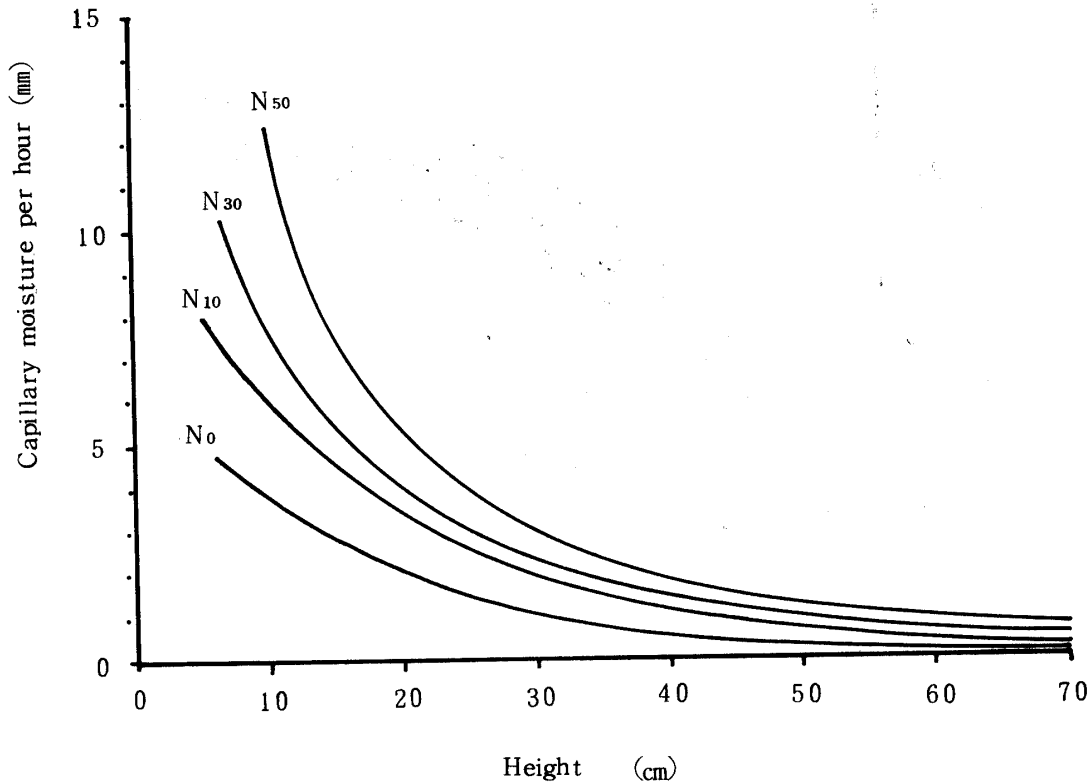


Fig. 9. Capillary moisture curve

合することによって、地下水面からの各高さにおける毛管吸水量はかなり大きな値となっている。この試験結果は、風乾試料について行なったものであり、この場合、湿潤面を境に上下で水分こう配が大きく変化している。したがって、地下水面からの各高さの乾燥時における最大吸水量とみることができる。また、毛管上昇による地下水位の低下は、吸水量との関係から容易に計算できる。Fig. 10は、吸水直後の高さ方向の含水比分布を表わしている。図によると湿潤面直下で各試料の含水量は、すでに  $pF 2.7$  以下の値となっている。

(5) 一軸圧縮および貫入試験：ジャーガルおよびニービ混合土の乾燥密度と一軸圧縮強さの関係 (Fig. 11) でみると、各密度に対してジャーガルが最も大きな値を示し、ニービの混合量が多くなるにつれて一軸圧縮強さが低下している。また各試料の乾燥密度とコーン支持力との関係 (Fig. 12) でもほぼ同様にニービの混合量が多くなるにつれてコーン支持力が減少する傾向にある。また24時間水浸後の結果はかなりの減少を示し全体としての傾向は水浸前と同様である。

一軸圧縮および貫入試験の結果から、ニービの混合割合が増加する程ホ場土の支持力は減少することになる。これは粗粒材として入れたニービの粒度組成が、 $0.2 \sim 0.02 \text{ mm}$  と細かすぎるために土の内部摩擦角の増加がなく、逆にニービを混入しただけ粘着力が減少するためと思われる。

Fig. 13は一軸圧縮強さとコーン支持力との関係を表わしている。両者の関係は粘性土については、ほぼ  $q_c = 5 q_u$  といわれているが<sup>1, 4)</sup> この結果では、原点を離れた範囲については、

$$q_c = 12 q_u + 5$$

の直線関係にあり、原点に近づくとしたがって曲線的に変化して原点に帰することになる。

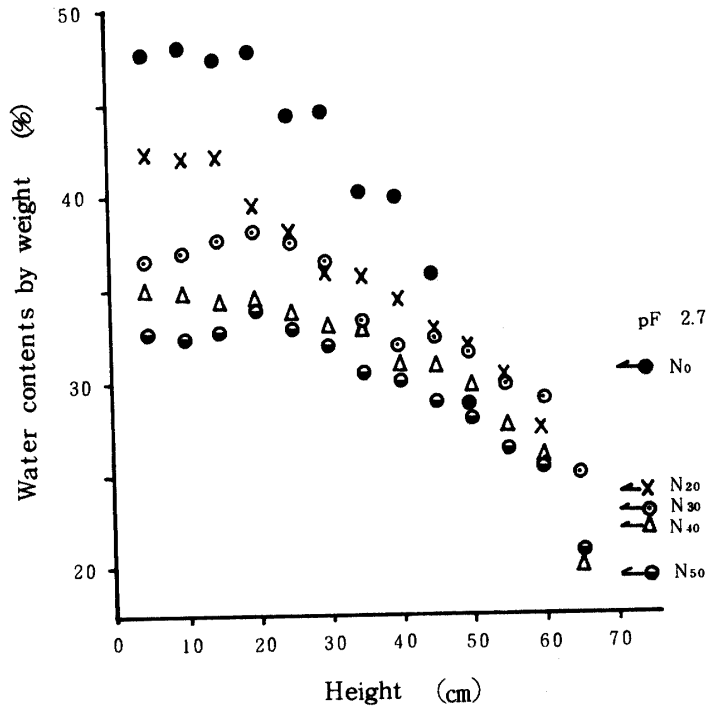


Fig. 10. Water contents after capillary tests

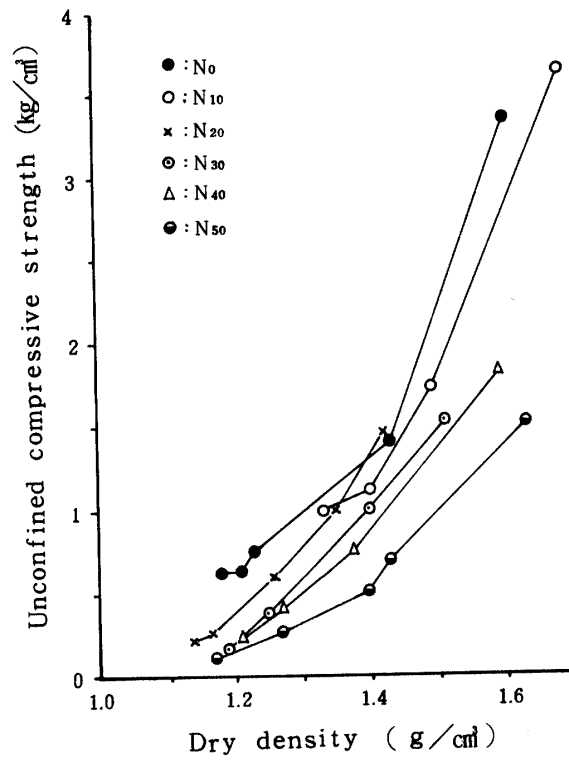


Fig. 11. Unconfined compression tests

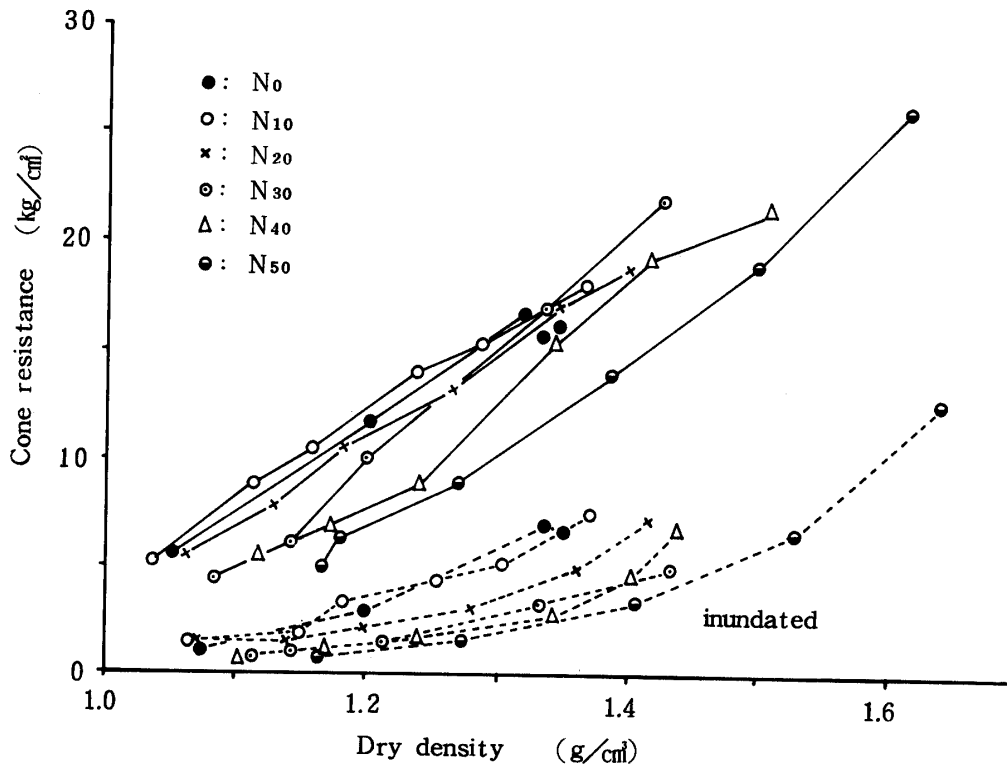


Fig. 12. Statio cone penetration tests

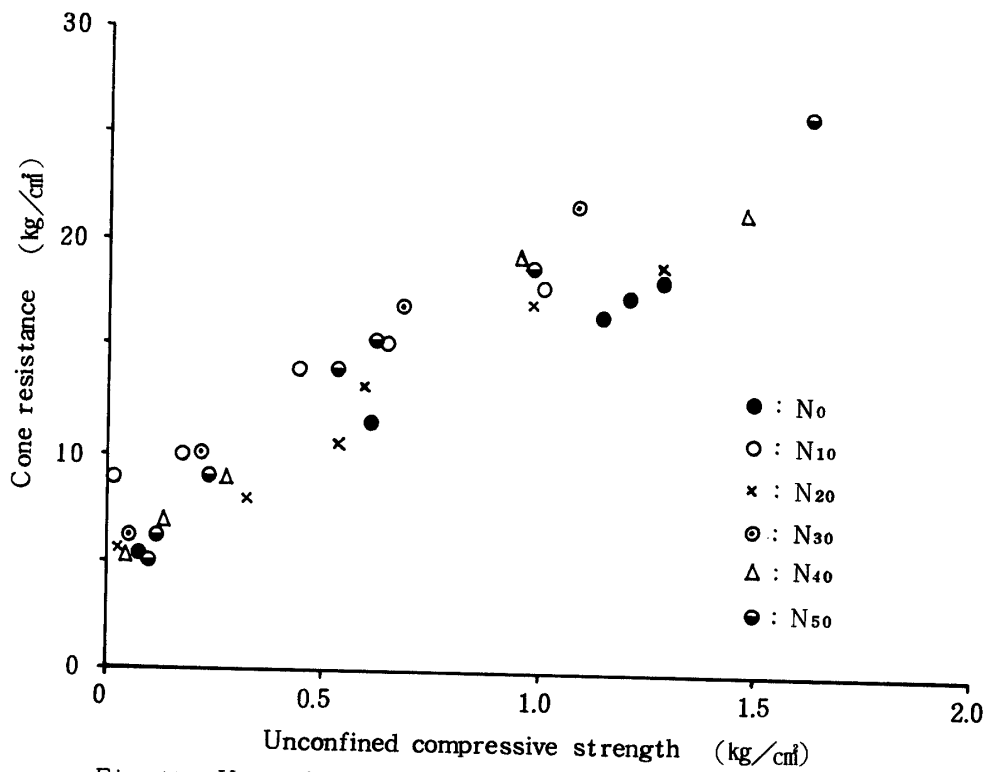


Fig. 13. Unconfined compressive strength vs. cone penetration resistance

#### IV おわりに

ここでは土壌の2, 3の性質について、ジャール土壌と各混合土の相対的比較を行ってきた。すなわち、ニービを混合することによって土壌の透水性が大きくなり、時間当り毛管補給水量も多くなる。また土塊の破碎率が良くなり、耕運作業が効率的になることも明らかである。しかし降雨後の農作業機械の作業効率の面から考えると、その要素の一部である土壌の支持力が低下する結果となっている。混合土における農作業機械、特に問題となるハーベスターおよびトラクターの走行性については、負荷状態での諸条件を考慮したスベリ率等試験ホ場における今後の試験結果によって検討されねばならない。

また、ジャール地帯は度重なる干ばつ時に、その被害を常に最小限に止めてきた地域であり、かんがい水確保の見透しもたない現状では、その長所を失なわない範囲内での土壌改良を前提とするべきである。

#### 参 考 文 献

1. Sanglerat G. 1972 The penetrometer and soil exploration, 202~204
2. 大城喜信 1973 ジャールの改良に関する研究, 沖縄県農業試験場研究報告1: 14~25
3. 土質工学会 1973 土質調査法, 213~233

#### Summary

Jaagaru soils in Okinawa consist of fine cohesive clays and its permeability in field has very small values. In this area, it has been exerting a bad influence upon growth of crops and operation efficiency of farm-machinery, that poor drainage conditions after raining are lengthily continuous. In order to solve these subjects, we have need to improve Jaagaru physically, but we have no coarse-grained soil excepting fine sand of Niibi.

In this paper, the tests on Jaagaru mixing with Niibi has been studied in laboratory. The results obtained from these experiments are as follows. 1). We can sharply improve permeability and increase capillary moisture from groundwater, by mixing Niibi in Jaagaru. 2). Unconfined compressive strength and cone penetration resistance decreased according as increased percentage of Niibi.

Okinawa is subject to frequent drought, but we have no irrigation water. We must take care of over drainage as the case stands.