

# 資材投入による国頭マージ草地土壌のち密化の緩和

## (1) 油圧プレス機による試験

恵飛須則明 庄子一成 与古田稔

### I 要 約

草地土壌におけるち密化の緩和を図るため、プレス機で土壌を圧縮し、供試土壌の物理特性を把握し、未利用資材の土壌への投入による土壌物理性の改善の可能性について検討した。その結果は次のとおりである。

プレス圧力が上がるに従い、直線的にち密度も上がり、プレス時間による差はなかった。固相率、粗孔隙量についてもプレス時間による差はなかった。また、繰り返しの変動係数の平均は、各物理性とも10%程度以内であった。

土壌の物理特性は土壌の水分やプレス圧力に影響されるだけでなく、交互作用も認められた。ち密度では圧力が正の影響を与え、水分は12.5%の半乾状態の土壌が一番硬くなった。固相率では、プレス圧力と水分のいずれも正の影響を与えた。粗孔隙量ではいずれも負の影響を及ぼした。

ち密度ではオガコと粉炭で若干および明確な効果、固相率でオガコと粉炭に明確な効果、粗孔隙量ではオガコに若干の効果があった。

これらのことから、土壌への資材の投入は、物理性に対して改良の可能性が示唆された。

### II 結 言

沖縄県では、肉用牛経営の安定化を図るため、飼料の自給率向上を目指し、草地開発整備事業や畜産基地建設事業等の基盤整備事業を推進してきた。造成された草地は多年利用される中で、年数が経過するに従い裸地化や雑草侵入等による被度の低下が見られるため、県の耕種基準では草地の利用年限は6年とされている。その要因としては、物理性や化学性が複雑に絡み合っているものの、作業機械での踏圧による土壌のち密化が大きな部分を占めると考えている。

本島北部および八重山の赤黄色土(国頭マージ)は、元々有機物が少ないため、造成時、堆肥などの有機物を投入している。しかしながら、雨による流出、微生物による分解が早く、急速にもとの状態に戻り、ち密化は避けられない。これらの対策としては、造成時の持続的な物理性改良資材の投入、草地の被度低下時の簡易更新、作業機械の踏圧の軽減等があげられる。

そこで、今回は実験室内で数種の資材を用い、プレス機で土壌を圧縮し、供試土壌の物理特性を把握し、未利用資材の土壌への投入による土壌物理性の改善の可能性について検討した。

### III 材料および方法

#### 1. 試験期間

1998年11月から1999年6月まで実施した。

#### 2. 供試土壌

土性が重植土の赤色土壌(国頭マージ)を2mmのふるいに通したものを供試土壌とした。

#### 3. 試験方法

図1に示すように、ハンド油圧プレス機(ハンドプレス TW-03)、プレス面(50 cm<sup>2</sup>)に内径83 mm、高さ10 cmの塩ビパイプを設置し、土壌約500 cm<sup>3</sup>を入れ、土壌の中に100ml土壌試料円筒が中心になるように設置し、以下のプレス機試験に供試した。なお、同一条件において3回の繰り返しの行った。

##### 試験1 プレス機試験の条件設定

水分7.3%の供試土壌を用い、プレス条件として圧力1、2、3、4 kg/cm<sup>2</sup>、時間10、30、60秒で行った。

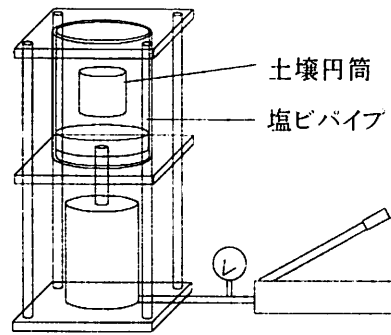


図1 プレス機試験装置

試験2 水分の違いが物理性に及ぼす影響

水分 7.3、12.5、21%の供試土壌を用い、プレス条件として圧力 1、2、3、4 kg/cm<sup>2</sup>、時間 60 秒で行った。

試験3 各種資材が物理性に及ぼす影響

水分 8.8%の供試土壌を用い、表 1 に示す資材および混合率で行った。

表 1 供試資材および混合率

資材	混合率 (%V/V)	粒径
砂	0、10、20、40	1~2 mm
オガコ	0、10、20、40	2 mm以下
炭	0、5、10、20、40	20 μm

#### 4. 調査項目

ち密度: 中山式土壌硬度計でプレスした土壌の上部面のち密度をmmで表した。

固相率: 塩ビパイプから土壌円筒を取り出し、土壌三相計(DK-1120)により、実容積を計り、乾燥により得た液相を引くことにより固相率を得た。

粗孔隙量: 砂柱法キットで pF1.5 とした後の気相率とした。

### IV 結 果

#### 1. プレス機試験の条件設定

ち密度は、図2に示したとおり、圧力が上がるに連れ、直線的にち密度も上がり、プレス時間による差は見られなかった。また、1と4 kg/cm<sup>2</sup>は約 15 mmの違いがあった。

固相率は、図3に示したとおり、ち密度とほぼ同様な傾向を示した。1と4kg/cm<sup>2</sup>は約7%の違いがあった。

粗孔隙量は、図4に示したとおり、3 kg/cm<sup>2</sup>まではプレス時間に差がなく同様に下がったが、4 kg/cm<sup>2</sup>において 60 秒で急激に低下した。

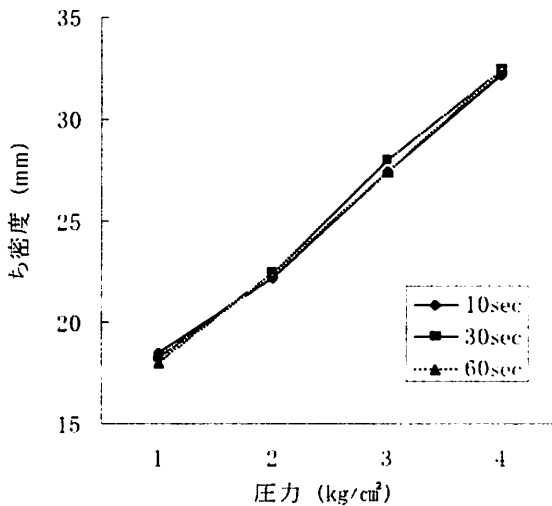


図2 各プレス時間におけるプレス圧力とち密度の関係

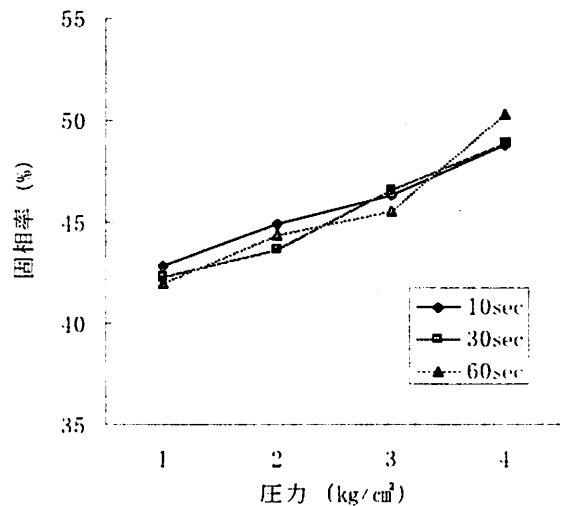


図3 各プレス時間におけるプレス圧力と固相率の関係

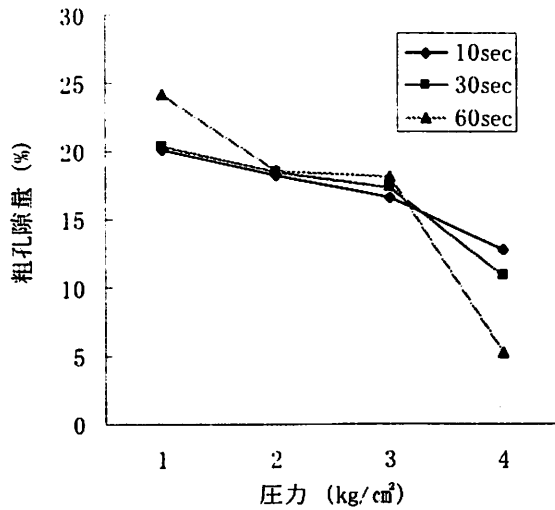


図4 各プレス時間におけるプレス圧力と粗孔隙量の関係

2. 水分の違いが物理性に及ぼす影響

ち密度は、図5に示したとおり、いずれの圧力でも 12.5%が最高、変位は圧力が低いほど大きくなった。また、圧力をX軸とした図6では、いずれの水分においても 4 kg/cm<sup>2</sup>が高くなった。変位は水分が低いほど大きくなった。7.3%では圧力が上がるに従い直線的に上昇したが、21%ではほぼ一定になった。また、根の侵入が可能な 25 mm 以下になったのは圧力 1 および 2 kg/cm<sup>2</sup>の時の水分 7.3%であった。

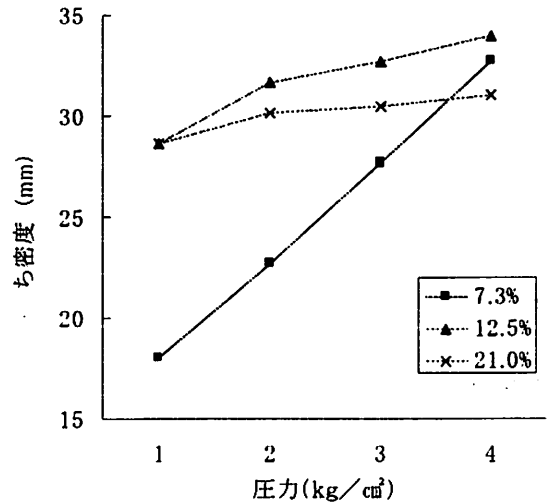
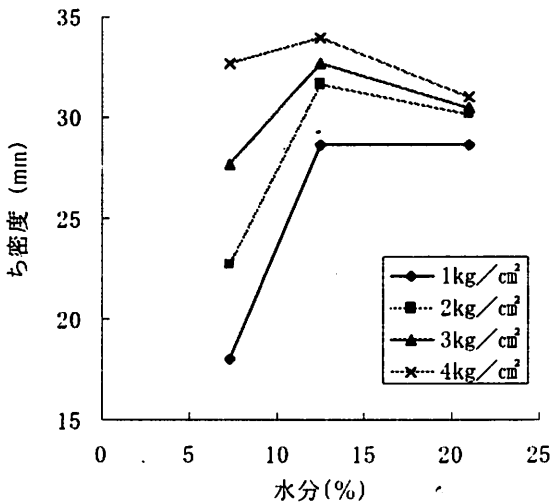


図5 各プレス圧力における土壌水分とち密度の関係

図6 各土壌水分におけるプレス圧力とち密度の関係

固相率は、図7に示したとおり、いずれの圧力でも水分が上がるにつれて、同様な傾きで直線的に上昇した。また、圧力をX軸とした図8では 7.3、12.5%では直線的に上昇したが、21%では高い圧力では漸増であった。

粗孔隙量は、図9に示したとおり、いずれの圧力においても直線的に下降の傾向を示した。傾きは圧力が大きいほど小さくなった。圧力をX軸とした図10では、いずれの水分においても直線的に下降の傾向を示した。傾きは 7.3、12.5%で大きく、21%で小さくなった。また、国頭マージにおける草地の土壌診断基準<sup>1)</sup>の粗孔隙 20%を超えたのは水分 7.5 および 12.5%での 1 kg/cm<sup>2</sup>であった。

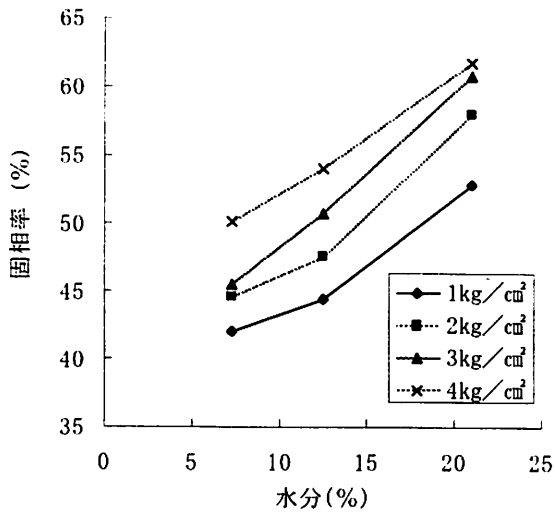


図7 各プレス圧力における土壌水分と固相率の関係

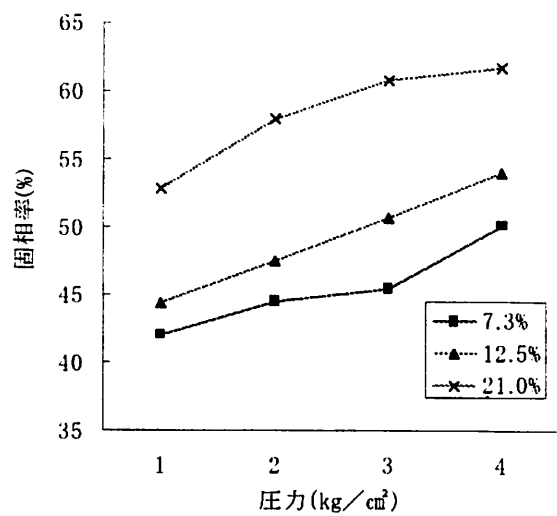


図8 各土壌水分におけるプレス圧力と固相率の関係

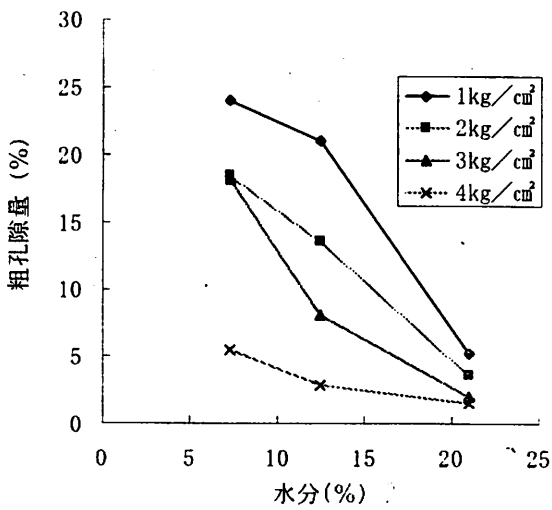


図9 各プレス圧力における土壌水分と粗孔隙量の関係

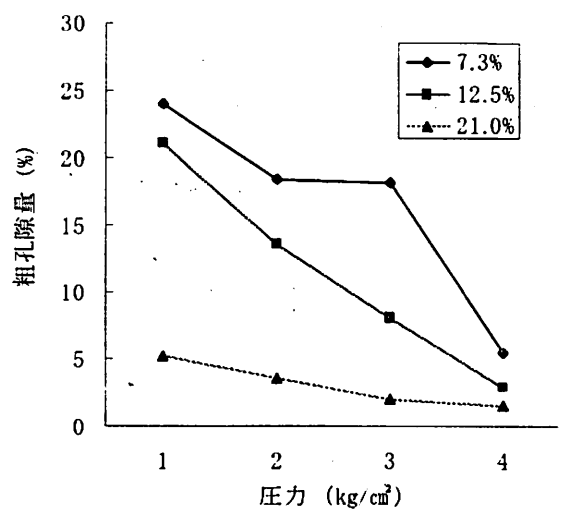


図10 各土壌水分におけるプレス圧力と粗孔隙量の関係

3. 各種資材が物理性に及ぼす影響

ち密度は、図11に示したとおり、砂ではいずれの圧力でも混合率20%で低く、2と3 kg/cm²で低下が顕著で

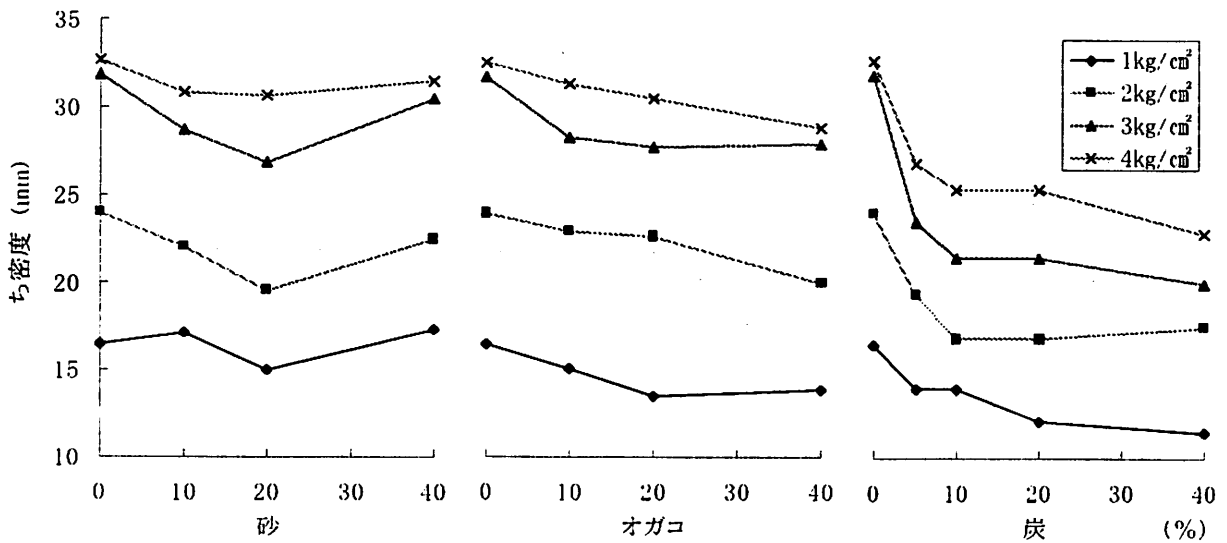


図11 各圧力におけるち密度と各資材含有率の関係

あった。また、40%では0あるいは10%並みとなった。オガコでは、オガコの増加に伴いほぼ直線的に低下した。炭では、いずれの圧力でも5%で急激に低下し、その後緩やかに低下した。資材の比較では、砂、オガコが同程度で、炭が全般的に低くなった。

固相率は、図12に示したとおり、砂ではいずれの圧力でも10%で高く、その後緩やかに低下し、40%でも0%より高い値を示した。オガコでは、オガコの増加に伴い、いずれの圧力でも直線的に低下した。炭では、オガコと同様な傾向を示したが、炭の増加に対して固相率は漸減傾向であった。資材の比較では、砂で固相率の低下はなく、炭よりオガコがより低下した。

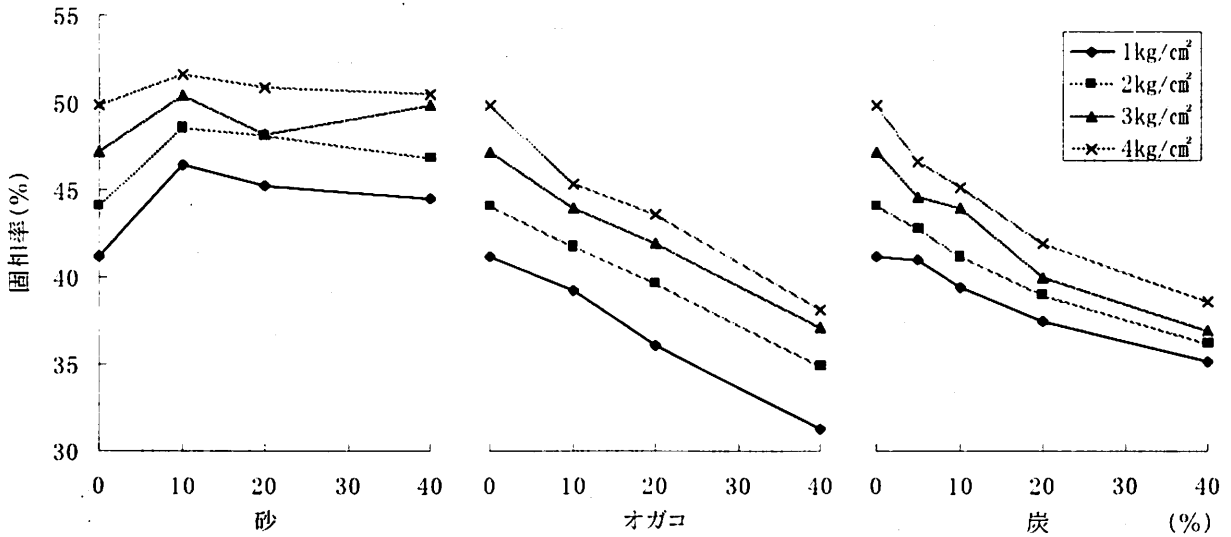


図12 各圧力における固相率と各資材含有率の関係

粗孔隙量は、図13で示したとおり、砂では10%で急激に低下し、その後増加し、40%では0%と同程度となった。オガコでは増加傾向を示した。炭では、いずれの圧力でも、5%で急激に低下し、その後穏やかに低下した。資材の比較では、オガコ、砂、炭の順で高かった。

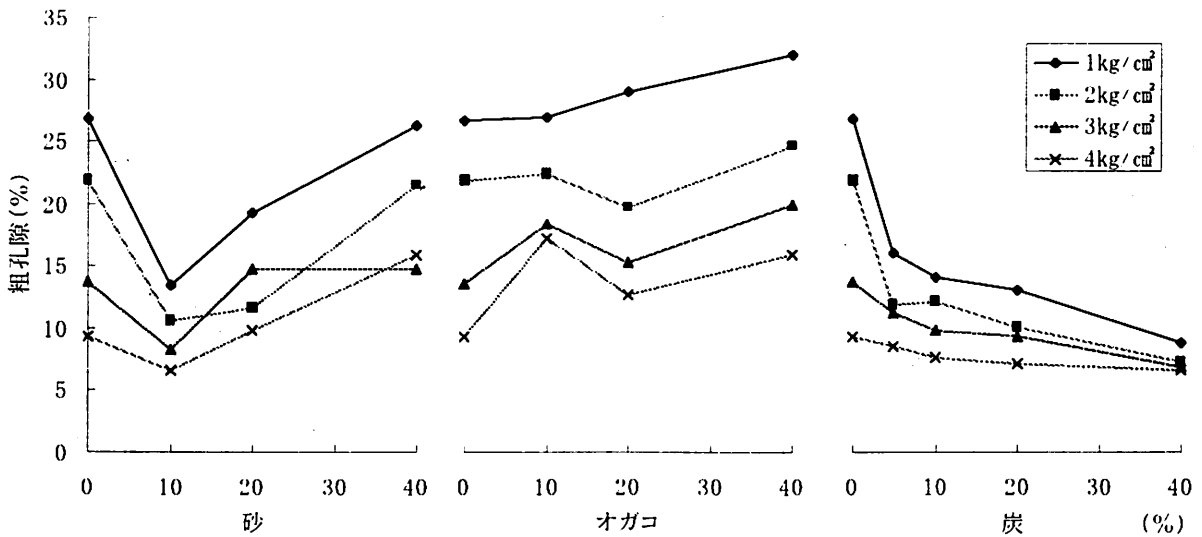


図13 各圧力における粗孔隙量と各資材含有率の関係

## V 考 察

## 1. プレス機試験の条件設定

土壌のち密化の基礎的な試験を行う際、筆者らは実験室内で油圧プレス機による土壌の圧縮を図1の試験装置を組んで行った。この装置の有効性を見ると表2に示したように変動係数の平均は、資材を混入する試験3で大きくなっているものの、各物理性とも10%程度以内であった。

表2 各試験での繰り返しの変動係数の平均

	ち密度	固相率	粗孔隙量
試験1	1.99%	0.91%	4.46%
試験2	1.73	1.16	11.69
試験3	6.12	1.85	11.65

プレス機で圧力をかけている間、徐々に圧力が低下していくため、圧力を一定に保たれるように常にジャッキアップを行っていた。これは土壌が収縮していくためであった。しかしながら、表2に示すように各物理性におけるプレス圧力と時間について分散分析を行うと圧力はいずれの物理性にも影響を及ぼすが、プレス時間には違いが見られなかった。これらのことから瞬時に圧縮されほぼ一定となり、その後の収縮はわずかであると思われる。また、これ以後の試験のプレス時間は60秒とし、圧力については以降の試験でもいずれの圧力条件でも行った。

表3 各物理性における要因の分散分析表

	自由度	ち密度		固相率		粗孔隙量	
		平均平方和	P 値	平均平方和	P 値	平均平方和	P 値
圧力	3	228.4	0.0000	52.52	0.0000	154.0	0.0000
時間	2	0.0937	0.7531	0.2745	0.3447	0.3268	0.6891
圧力×時間	6	0.0937	0.9303	0.9559	0.0187	14.06	0.0000
誤差	24	0.3229		0.2355		0.8507	

## 2. 水分の違いが物理性に及ぼす影響

表4で示したとおり、土壌の物理特性は土壌の水分やプレス圧力に影響されるだけでなく、交互作用も認められた。ち密度では圧力を上げるほど硬くなり、水分では12.5%の半乾状態の土壌が一番硬くなっている。これは21%の土壌が湿状態でプレスすると水が遊離されその水が影響していると思われる。また、湿あるいは半乾土壌は低圧力でも硬くなっており、乾土壌とは圧力による変位量が違うために交互作用が現れたと思われる。

固相率では、プレス圧力と水分は正の影響を及ぼした。この交互作用の現れは高水分での高い圧力では平衡状態に達したためである。

粗孔隙量ではいずれも負の影響を及ぼした。また、高圧力での変位、高水分での変位は緩慢であり、高圧力と低圧力、高水分と低水分の変位量が異なっているために交互作用が現れた。

表4 各物理性における要因の分散分析表

	自由度	ち密度		固相率		粗孔隙量	
		平均平方和	P 値	平均平方和	P 値	平均平方和	P 値
水分	2	136.7	0.0000	524.9	0.0000	548.8	0.0000
圧力	3	90.26	0.0000	127.2	0.0000	282.0	0.0000
水分×圧力	6	24.12	0.0000	3.538	0.0000	46.29	0.0000
誤差	24	0.2847		0.3259		0.6616	

また、根の侵入可能なち密度および草地の土壌診断基準の粗孔隙量をいずれもクリアする条件は圧力 1 kg/cm<sup>2</sup>、水分 7.5% だけであり、この供試土壌は容易に物理性が悪化することがわかる。

## 3. 各種資材が物理性に及ぼす影響

砂において、すべての項目でピークを持っている。これは、砂は単位構造であり、プレスした場合、崩れないで、供試土壌の粒状構造が崩れ、砂の間に詰まっていき、砂含量 10~20% において効率よく詰まったためと考えられる。

また、固相率と粗孔隙量の関係は通常負の相関を持っている。しかし、炭では固相率の低下に伴い粗孔隙量も低下しており、正の関係となっている。それは、使用した炭の粒径が小さいため粗孔隙量が炭の増加に伴い減少した。しかし、多孔質であるため、固相率も下がると考えられる。

ち密度では、炭で改良、砂とオガコで若干の改良効果が認められた。これは、炭は土壌のコンステンシー(結持力)の剛性を弱める性質と砂とオガコは大きさが影響したものと推察される。固相率と粗孔隙量において資材間で一定の傾向が認められない要因は、資材の比重、多孔性、大きさ、硬さ、弾力性等が相互に関連し、資材の種類、量により土壌の性質が変化したためと考える。

以上のことから、草地土壌に対し、資材を投入すると物理性を改善することが予想される。今後さらに資材の検討、複数の資材の混合による効果、コスト、資材の植物への影響等の検討をほ場での試験を交えながら行っていく必要がある。

## VI 引用文献

- 1) 地力保全基本調査総合成績書、沖縄県(47)、1979、276

---

研究補助:仲原英盛、又吉康成