

## ボラ地帯の耕地整備に関する基礎的研究

難波直彦\*・若松千秋\*

河原田 礼次郎\*\*

(1973年8月31日受理)

### Fundamental Study on Farm Land Improvement at the BORA Region in South Kyushu.

Naohiko NANBA\*, Chiaki WAKAMATSU\*,  
and Reijiro KAWAHARADA\*\*

#### I. 緒 言

南九州の大隅半島北部を中心とする地域には、厚さ約20cmの表土層の下に、ボラ層と呼ばれる新期火山噴出(桜島火山、霧島火山)の降下軽石層が、かなりの広さにわたって20~100cmの厚さに堆積している。このボラ層が存在するために耕地の地力が劣り、農業生産力が非常に低い。

鹿児島県福山町では、昭和30年代を中心に、10年余にわたってボラ層を排除する土地改良事業を行ない、あるていどの効果をあげている。しかしこの排除事業の際に取り除いたボラは、1区画の面積約40aの畑の周囲に、底辺約10m、高さ2~3mに盛り上げてあるため、地区全体としては耕地面積の約20%におよぶ潰れ地を生じている。またこれにより耕地が分断されて農業機械の導入や水利上に支障をきたし、農業近代化の阻害要因の1つとなっているものと考えられる。

現在ではこのため、排除して盛り上げてあるボラを再び取り除くことが検討されているが、排除事業の際と同様ボラの捨て場所と運搬とが問題である。

この再改良事業の一試案として、筆者らは、盛り上げてあるボラを粉砕して耕土に混入することを考えた。もとよりボラの実質は軽石であり、粉砕するといえこれを耕土に混入すれば、地力の低下を伴うことが当然考えられる。したがって、この試案を実行するに当たって必要な基礎的な資料を得る目的で、ボラを含めた用土の物理的性質を調べると共に、現地の耕土と、これに粉砕したボラを混入した土を用いた陸稲の

栽培試験を行なった。これらの試験研究は、昭和42、46および47年の3回実施しており、それぞれ方法、内容に多少の違いはあるが、ほぼ同様の結果を得ている。よってここでは、最も新しい47年の結果を中心に、上記の主旨で行なった試験研究について記述する。

#### II. 用土の性質

##### 1. ボラの理工学的性質

鹿児島県始良郡福山町牧之原地区で、耕地の周囲に盛り上げてあるボラを採取してきた。その粒度組成は第1図に示すようであり、粒径2.0mm以上のレキ粒子を50~60% (重量比) 含み、また4.76mm以上の粗大粒子を約30%含んでいる。最大粒径は約40mmである。

固体部分の比重(真比重Gs)については、ボラが空隙の多い軽石であることから、これを粉砕してピクノメーターにより測定した。13個の測定値において、2.454~2.534の範囲の値を得、平均2.488であった。

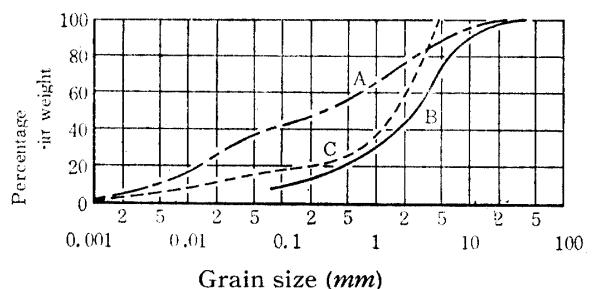


Fig. 1. Grain size distribution curves  
of field soil and Bora

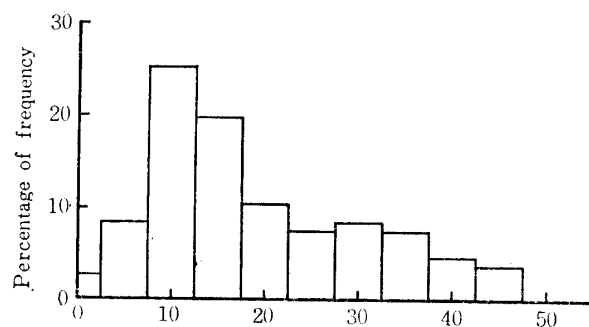
A : Field soil  
B : Bora  
C : Crushed Bora

\* (Laboratory of Farm Land Engineering)

\*\* (Laboratory of Irrigation and Drainage Engineering)

乾燥単位重量（仮比重）は、112個のボラ粒子について測定した値が、最小値  $0.141\text{ g/cm}^3$  から最大値  $0.620\text{ g/cm}^3$  の広い範囲をとり、平均値は  $0.375\text{ g/cm}^3$  で標準偏差は  $0.128$  である。約  $80\%$  のものが  $0.25$  から  $0.550\text{ g/cm}^3$  の範囲に入っている。真比重の値  $2.488$  を用いて計算すると、間隙比は平均値で  $5.63$  となり非常に間隙量の多い軽石であることがわかる。

つぎに、ボラを粉碎することを考慮し、その個々の粒子の破壊強さを調べた。風乾状態（含水比約  $2\%$ ）で、断面  $1\sim 1.5\text{ cm}$  の方形、高さ  $2\sim 3\text{ cm}$  の角柱に削った供試体に対して一軸圧縮試験を行なった。106個の供試体に対する試験結果は、最小値  $2.33\text{ kg/cm}^2$  から最大値  $53.14\text{ kg/cm}^2$  の範囲にあり、平均値は  $19.11\text{ kg/cm}^2$ 、標準偏差は  $11.5\text{ kg/cm}^2$  である。第2図に示すように、最多度数は  $10\sim 15\text{ kg/cm}^2$  にあり、非常に広い範囲のちらばりを見せると共に、乾燥単位重量と



Unconfined compressive strength ( $\text{kg/cm}^2$ )

Fig. 2. Frequency of unconfined compressive strength of Bora

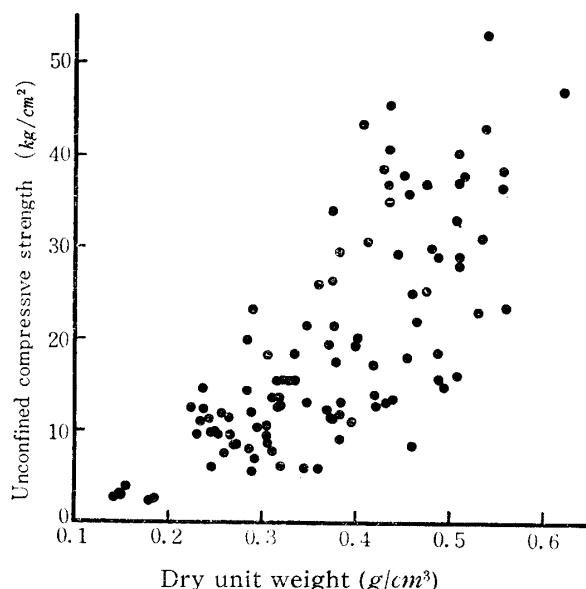


Fig. 3. Relation between unconfined compressive strength and dry unit weight of Bora

はほぼ比例的な関係を示している（第3図）。

また、粒径  $2\sim 4\text{ cm}$  程度のボラ粒子10個に対して行なった圧潰試験では、最小値  $11.5\text{ kg}$ 、最大値  $47.7\text{ kg}$ 、平均値  $24.8\text{ kg}$  の圧潰圧力を示した。

## 2. 栽培試験用土の物理的性質

### 2.1. 原土の物理的性質

福山町牧之原地区のほぼ同一個所で、ボラと畑地の表層土（耕土）とを採取して、栽培試験に用いた。耕土は黒褐色を呈し軽石を含んでおり、火山灰質の堆積層と考えられ、あるていどの腐植を含んでいるようである。粒径  $2.0\text{ mm}$  以下の部分の粒子比重は  $2.476$  で、前述のボラの固体部分のそれと近似している。粒度分布は第1図に示す通りで、粒径  $2.0\text{ mm}$  以上のレキ分含有量が  $24\%$ 、 $74\mu$  以下の細粒分が  $41\%$ 、また  $10\mu$  以下の粘土分が  $16\%$  である。最大粒径  $19\text{ mm}$ 、均等係数  $130$  となる。細粒分の含有量が少ないが、細粗の粒子がよく混り合った富配合の土で、農学会法ではレキ混り砂壤土、工学的な統一分類法ではレキ混りシルト質砂土に分類される。

ボラは実験室で、落錘による打撃で粉碎し、 $4.76\text{ mm}$  フルイを通過する部分だけを用いた。その粒度分布は第1図に示す通りで、粒径  $2.0\text{ mm}$  以上のレキ分含有量  $42\%$ 、 $74\mu$  以下の細粒分  $17\%$ 、 $10\mu$  以下の粘土分  $8\%$  で、農学会法ではレキ混り砂土、工学的分類法ではレキ、シルト混り砂に分類される。均等係数は  $120$  で、これも富配合である。細粒分が非常に少ないが、機械力によるていねいな粉碎を行なえば、粒度はもっと改善されよう。

粒径  $2.0\text{ mm}$  以下の部分についての  $pH$  値は、耕土が  $5.0$  の弱酸性、粉碎ボラが  $6.0$  の微酸性を示している。したがって、粉碎ボラを混入することにより、土の酸性は僅かながらも弱められる傾向にある。

### 2.2. 混合土とその物理的性質

前項の2種の原土（耕土と粉碎ボラ）を混合することが、本研究のねらいである。そこで両原土を、重量比で  $50\%$  ずつ混ぜ合わせた土を準備し、その物理的性質を調べると共に、両原土と共にポットに充填して陸稲を栽培して、作物に与える影響を調べた。

ボラの粉碎に当って生ずる粉碎度合の違いの影響があることを考え、レキ分含有状態を変えた混合土をも用いた。用土の種類は、第1表に示す6種類である。

このうち、No. 3、No. 4の混合土の粒度曲線を第4図に示す。No. 3は砂壤土（均等係数約  $120$ ）、No. 4はレキ混り砂土（均等係数約  $260$ ）である。

Table 1. Prepared soil and presumed values on available moisture (volume ratio)

No.	Composition of soils	Maximum particle size of soils (mm)	Available moisture (%)
1	field soil 100%	9.52	24.5
2	field soil 100%	2.00	28.0
3	field soil 50% crushed <i>Bora</i> 50%	2.00	36.0
4	field soil 50% crushed <i>Bora</i> 50%	field soil 9.52 crushed <i>Bora</i> 4.76	27.0
5	crushed <i>Bora</i> 100%	2.00	37.5
6	crushed <i>Bora</i> 100%	4.76	20.0

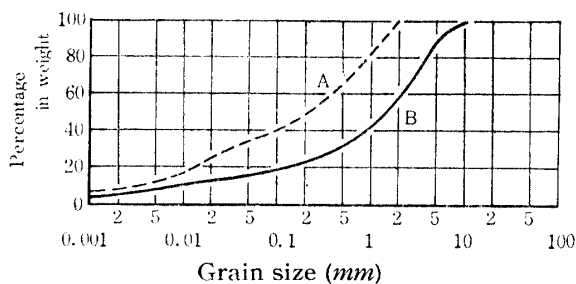


Fig. 4. Grain size distribution curve of mixed soils

A : No. 3 in Table 1

B : No. 4 in Table 1

第1表の6種の用土のうち、No. 2, 3, 5の3種は共に砂壤土で粒度曲線もほぼ似ている。またNo. 4とNo. 6も最大粒径の違いだけで、よく似た粒度分布を示している。

この栽培試験に用いた土では、粉碎ボラが粒径2.0 mm以上の粗粒分を重量比で40%以上含んでおり、これが混合土の粒度を悪化させている傾向がある。したがって、ボラの粉碎方法並びにその粒度の調整に、検討が必要といえよう。

### 2.3. 用土の水分特性

この研究の対象としている現地は、シラス台地上の畑地帯である。したがって、土壌物理的視点からは、用土の水分保持特性が重要である。現地牧之原地区の土層断面は第5図のようであり、固相率が低く、無効水分が多い火山灰土壌特有の性状を示している。

第1表に示した6種類の栽培試験用土について、ポットに充填した状態から100ccの採土円筒で採取した供試土を用いて、 $pF$ -水分量関係を測定した。結果を

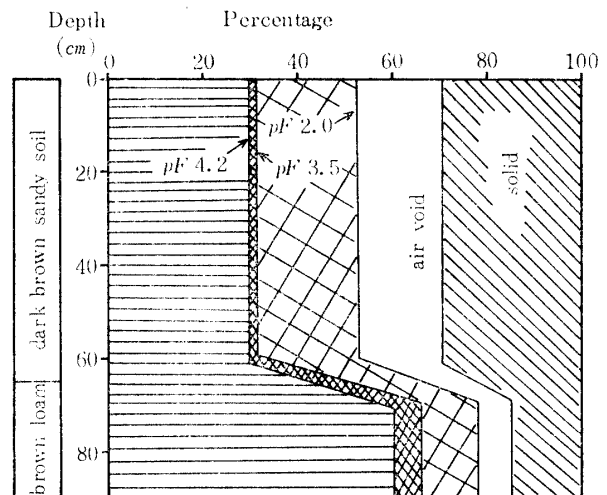


Fig. 5. Soil profile in MAKINOHARA

第6図に示す。 $pF$  2.0までは吸引法、それ以上は遠心法によったものである。耕土は火山灰土の特徴である、高 $pF$ 値における保持水分量が比較的大きい性状を示し、無効水分量を大きくしている。これに対して粉碎ボラは全体に水分含量が低い。しかしながら、その細粒部分（粒径2.0 mm以下）では、低 $pF$ 値における水分量が耕土と差がないので、かえって耕土よりも有効水分量が多い。

これら2種の土を等重量ずつ混合した混合土の $pF$ -水分量特性は、高 $pF$ 値における水分量が少なく、低 $pF$ 値における水分量が多いという好ましい傾向を示している。特に粗粒分を含まない混合土の低 $pF$ 値における水分含量は耕土のそれとほとんど同一である。ただ粗粒を含んだ混合土では、低 $pH$ 値における水分含量がやや低く、それだけ有効水分量を小さくして

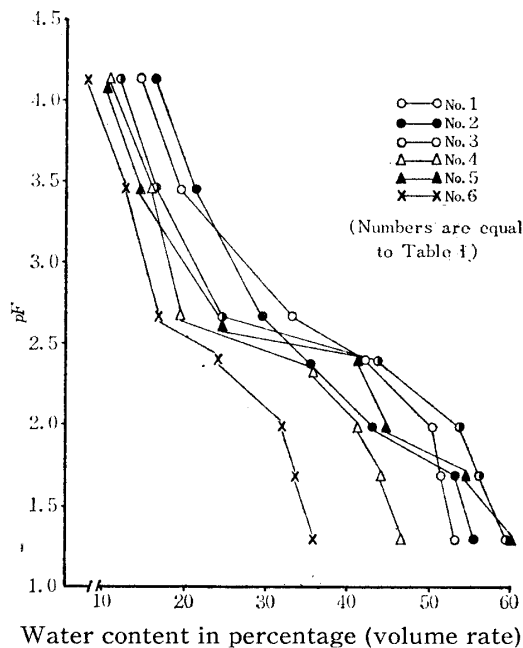


Fig. 6. Relations between  $pF$  and water content of soils

いる。これは主として、粉碎ボラの含む粗粒分の影響と考えられる。

有効水分量に関しては、その上下限について論議があり、必ずしも明確でない点がある。ここでは、つぎのようにしてその上下限を決めて有効水分量を算出し比較した。すなわち、100cc 採土円筒内の採取試料土を水で飽和させてから、24時間放置脱水させた後の水分量を求めると、 $pF$  1.3~1.7 の水分量に相当した。そこで  $pF$  1.5 に相当するものを圃場容水量と考える。一方栽培試験においてポットに小型テンシオメーターを埋設して陸稲の生育中観測を続けたが、 $pF$  3.0 前後で陸稲の葉に精彩がなくなりしおれた様子を見せ始めたので、 $pF$  3.0 を初期シオレ点と考える。有効水分量は、 $pF$  1.5~3.0 の間の水分量とし、第6図から求めた。その値を、第1表の最右欄に示している。

耕土、混合土、粉碎ボラ3種の土について、いずれも粒径 2.0mm 以上の粗粒分を含むものの方が有効水分量が少ない。さらにこの3種の土相互を比較すると、粉碎ボラの細粒分が最大の値を示し、耕土よりも大きな有効水分量を有している。この影響を受けて、混合土も有効水分量は耕土より大きい。すなわち、水分特性に関しては、粉碎ボラを混入することにより改善される傾向がある。耕土は腐植有機質を含み、あるていどの団粒構造も発達していると考えられるのに有効水分量がかえって小さい現象は、火山灰土の性質として無効水分量が非常に多いことが原因であろうが、

現在のところ十分な説明は困難である。機械的な粉碎によって、ボラの微細粒が不整形となり、比表面積が大きいことも、有効水分量を大きくしている原因の1つと考えられる。

### III. 陸稲の栽培試験

#### 1. 栽培試験の方法

耕土、混合土、粉碎ボラの3種の土をポット(1/2000アール)につめ、陸稲(農林11号)を栽培した。土の配合と土中の粗粒分(粒径 2.0mm 以上)の有無で、土を第1表に示す6種類準備した。さらに粉碎ボラは腐植質を含まず、また単粒構造と考えられることから、土性改良を考慮して1ポット当りの堆肥施用量を3段階にとって、第2表のように9種類の試験区を作り、1試験区につきポットを5個用意した。1ポットに陸稲を2株ずつ植えつけたので、1試験区当り10株の陸稲を栽培している。

土の条件の違いをはっきりさせるために、堆肥以外の化学肥料は、すべてのポットに同量使用した。すなわち、基肥として1ポット当り硫酸 1.25gm 過磷酸石灰 7.5gm、塩化カリ 4.0gm を入れ、さらに7月上旬(定植後36日目)と8月下旬(65日目)とに、硫酸を 2.5gm ずつ追肥として施肥した。

陸稲は播種後22日目にポットに定植した。第2表に示す試験区のうち、No. 1, 2, 4, 6, 7, 8 の各試験区で、おのおの5個のポットの中の1個に小型テンシオメーターを設置して、土壌吸引力の変化を観測した。その指示値に応じて、ポットへのカン水量を調節している。8月末まではカン水量はポット当り 500~1000cc/日であったが、9月前半の出穂期には 2000cc/日の水量を必要とした。

定植後9日目(7月4日)から始めて、7日目ごとに草丈、分ケツ数を測定していった。ただし、分ケツ数の変化が測定できたのは、第2回目の7月11日から、第11回目の9月19日までである。定植後124日目(10月28日)に刈取った。

#### 2. 栽培試験の結果

##### 2. 1. 成育中の状態

全般的に見て、ブロック I (耕土だけ—試験区 1, 2, 3) が最も成育中の状態がよく、ブロック II (混合土—試験区 4, 5, 6) はやや劣るがほとんど差はないのに対して、ブロック III (粉碎ボラ—試験区 7, 8, 9) の成育中の状態が目立って劣っていた。特に試験区 8 の粗粒分を含む粉碎ボラ土において、定植後1カ月目の7月下旬頃から葉が黄緑色であるのが日につき、分

Table 2. Design of pot culture test

Test block No.	Test* plot No.	Field soil	Crushed Bora	Compost per pot in gm
I	1	below 9.52 mm 100%	0	0
	2	below 2.00 mm 100%	0	50
	3	below 2.00 mm 100%	0	100
II	4	below 2.00 mm 50%	below 2.00 mm 50%	0
	5	below 2.00 mm 50%	below 2.00 mm 50%	50
	6	below 9.52 mm 50%	below 4.76 mm 50%	100
III	7	0	below 2.00 mm 100%	0
	8	0	below 4.76 mm 100%	50
	9	0	below 2.00 mm 100%	100

\* five pots per plot

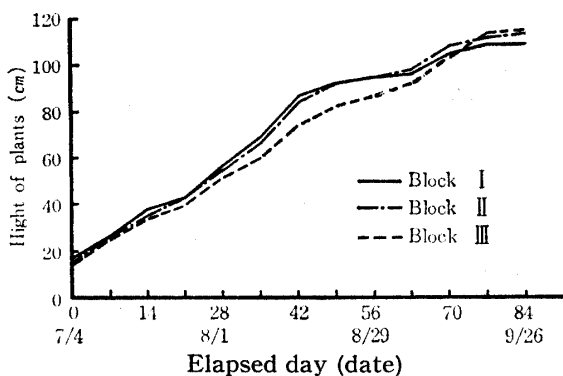


Fig. 7. Growth of average height of plants

ケツ数も目立って少なかった。この傾向は、収穫期まで続いて観察された。

第7図は、草丈の伸びを、各ブロック毎の30株の平均値をとって示している。耕土、混合土のブロック I, II はほぼ同じ伸び方を見せているのに対して、粉

砕ボラだけのブロック III が途中でおくれ、最後にまた追いついて差がなくなっている。生育成長の段階では地力の差による伸びのおくれが出ているが、9月に入ってから出穂期にその差を打ち消しているわけである。

分ケツ数は、耕土—混合土—粉碎ボラの順に減少し、各ブロックごとの1株当たり平均値は、それぞれ23.3本、20.3本、16.9本と、3本ていどずつ少なくなっている。最大は試験区2の25.6本、最小は試験区8の14.0本である。

出穂期は第3表に示すように、早いものが9月3日(定植後70日目)、おそいものが9月11日(78日目)から始まり、9月10日(77日目)ないし9月21日(88日目)に終わった。

## 2.2. 試験の結果

測定した諸量のうち、有効分ケツ数、稈長、穂長、乾物重、根重、一株粒数、一株粒重、1,000粒重およ

Table 3. Heading date (September)

Test plot No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beginning	5th	4th	7th	7th	6th	5th	3rd	8th	11th
Heading	6th	9th	9th	9th	8th	7th	7th	10th	12th
End	10th	21st	12th	16th	11th	10th	16th	11th	20th

Table 4. Results of pot culture tests (Mean values per hill)

Test plot No.	Number of productive tiller	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Dry weight (gm)	Root weight (gm)	Number of seeds per hill	Weight of seeds per hill (gm)	Weight of 1000 seeds (gm)	Rate of sterile seeds (%)
1	20.4	72.3	22.1	81.0	16.1	1730.8	39.4	28.6	16.8
2	29.4	74.7	21.0	88.7	11.6	1961.5	39.6	27.8	20.8
3	28.6	72.4	20.4	92.2	16.2	2129.4	44.4	26.2	12.7
4	19.4	80.4	21.8	81.5	10.0	1881.2	37.9	23.2	22.4
5	21.7	74.7	21.5	95.1	10.6	2125.3	45.4	26.9	11.6
6	20.1	72.3	21.3	83.5	13.8	1929.9	36.5	23.0	16.0
7	18.1	79.8	22.4	86.7	9.5	1921.6	39.8	27.9	16.1
8	14.5	74.7	21.2	60.3	10.5	1311.1	31.7	28.7	20.2
9	20.2	72.4	21.0	76.7	11.7	1706.8	34.8	23.0	27.6

び不稔実粒の割合について、各試験区ごとの1株当たり平均値を、第4表に示す。

### 3. 考 察

成育の過程での試験区ごとの成育の状態は、前述したように粉碎ボラだけを用了ブロックIIIが劣っていることが目立っていた。分ケツ数は、試験区2, 3が特に多く、試験区8が目立って少ない。他の6つの区は、その中間ではぼまとまった数値(18~23本)を示している。試験区1, 6, 8は、用土が2.0mm以上の粗粒分を含んでおり、その影響が分ケツを抑制する傾向のあることが推察される。

この傾向は、乾物重, 1株粒数, 1株粒重にも表われ

ている。すなわち、ブロックIでは全体にこれらの値が大きいが、そのうちでも、試験区1だけはやや値が小さい傾向がある。またブロックIIの中では試験区5だけがこれらの値が大きい。ブロックIIIでは試験区8の値が特に小さく、他の2つの試験区は中間の値を示している。これに対して、桿長, 穂長, 根重, 1000粒重では変動の幅がせまく、ブロック間にも試験区間にも差異が認め難い。

以上のように、準備した要因によっては、観測値の変化にある程度の傾向は見られるものの、要因の組み合わせの影響もあって、これらの傾向は必ずしも明瞭ではない。よって、最初に要因配置を考慮してあったの

Table 5. Results of variance analysis

Item	Plant height	Number of tiller	Culm length	Panicle length	Dry weight	Root weight	Number of seeds per hill	Weight of 1000 seeds
Factor								
Soils	—	**	—	—	(*)	*	—	—
	10.0	61.2	5.5	3.5	17.5	48.1	24.3	8.3
Quantity of compost	—	—	—	*	—	*	—	—
	2.4	1.8	37.5	64.8	0	22.5	0	13.4
Presence of coarse grains of soil	(*)	*	—	—	(*)	*	(*)	—
	19.9	14.2	11.4	0	24.3	11.1	27.3	18.9

upper tier; \*\* 1% significance, \* 5% significance, — non-significance  
(\*) significance between population.  
under tier; rate of contribution

で、土の混合3水準（耕土のみ、50%ずつ混合土、粉碎ボラ土のみ）、堆肥量3水準（1ポット当り0gm, 50gm, 100gm）、粒度（粗粒の有無）2水準の配列に基づく分散分析を行なった。その結果を第5表に示す。

土の混合は、分ケツ数と根重の変動について有意である。また有意ではないが、一株粒数、乾物重の変動に対して、あるていど寄与している。分ケツ数に差異があれば、乾物重、根重や粒数に差異があるのはむしろ当然であろう。観測値（第4表）について見ると、根重はおおむね分ケツ数に比例した値を示している。乾物重については、桿長に差がないことから分ケツ数に比例した値となりそうであるが、これに有意差が出ていない。それは混合土のブロックIIにおける値、特に試験区5の値が大きく、全体として耕土のブロックIの値とほとんど同一であるためであろう。それは、ブロックIIでは一本一本の桿がしっかりした丈夫なものであることが寄与していると考えられる。ブロックIIIは全体にやや低い値になっている。

一株粒数においても上記の乾物重の場合と同じ傾向があり、穂長に差がないことから、一穂当りの粒数が、ブロックIIでは多いことになる。

土の粒度（粗粒の有無）は、土の配合とほとんど同じ傾向の影響を見せており、ただその影響の度合いがやや低い。観測値（第4表）について見ると、値の変動のある分ケツ数、乾物重、一株粒数、一株粒重等について、試験区1, 6, 8（いずれも土に粗粒分を含む試験区）の値が低いことが目につく。

堆肥量では、穂長と根重に有意差が表われており、また1000粒重の変動にいく分寄与している。しかし、穂長では観測値における変動の幅が小さく（平均値の3%）、第1水準での平均穂長に対する他の2水準での平均値の比は、1:0.96:0.95となり同一と考えてよいであろう。根重については、堆肥量50gmは0gmに対して差がなく、100gmの場合だけ0gmに対して1:1.4と目立った差が出ている。けっきょく、堆肥量を非常に多くすれば、土の構造を改善して根の伸長を助けるが、これが収量にまで影響するには土の組成等其他の条件の制約を受けると推察される。土の条件が良いブロックI, IIについて、分ケツ数、1株粒数の結果を見ると、堆肥ポット当り50gm、すなわち10アール当り1トンていど加えて効果が出ている。この試験に用いた耕土そのものが、すでに有効な腐植質の不十分な状態にあることも考えられる。

つぎに、用土が異なっている各ブロックごとの平均

値を求め、これについて各項目に関する有意差の有無を調べて見ると、分ケツ数では3つのブロック相互間にそれぞれ有意差が存在する。そして、ブロックI（耕土）の分ケツ数を100としたとき、混合土82、粉碎ボラ土69となって、粉碎ボラ土の混合量にほぼ比例した変化を示している。

乾物重、一株粒数では、耕土と混合土とには有意差がなく、粉碎ボラ土のブロックIIIは前二者のどちらに対しても有意差がある低い値となっている。一株粒数のブロック平均値の割合は、耕土100に対して混合土102、粉碎ボラ土85である。

土の混合、粗粒分の有無、堆肥の施用量を因子に取った。桿長、乾物重、根重、分ケツ数、一株粒数、穂長の一株当り平均値に関する効果図を、第8図—1および2に示す。

#### IV. ま と め

鹿児島県福山町牧之原地区で採取した畑地の耕土は、均等係数が100を越える富配合の土であるが、粒径2.0mm以上のレキ分が20%以上含まれ、また粒径10 $\mu$ 以下の粘土分含有量は16%の、レキ混り砂壤土であり、弱酸性を示す。有機質含有量は測定していないが、試験結果から見て十分とはいえないようである。また畑地状態では、固相率が低く無効水分量の多い、火山灰土の特性を示している。

一方、同地区のボラを落錘で粉碎して粒径4.76mm以下の部分をとると、レキ分を40%以上含む富配合の砂土になる。このような2種の土を混合した場合、粉碎ボラの混入の割合が重量比で50%までであれば、陸稲のような作物の栽培には有意な影響は見られない、という試験結果を得た。

すなわち、耕土と50%混合土との栽培試験結果を比較すると、分ケツ数や根重といった、生育成長を示す数値にはある程度の差異が見られるが、一株粒数、一株粒重、1000粒重、さらには不稔実粒の割合などの、収穫量や収穫物の質にかかわる指標にはほとんど差が無い。これに対して、粉碎ボラ土だけを用いた栽培試験結果は、前二者の結果に比べて全般的に劣っている。

つぎに用土中に粗粒分を含んでいると、陸稲の成育に影響を生じている。すなわち、分ケツ数、乾物重、一株粒数では、土の混合よりはむしろ粗粒分の有無の影響の方が目立つ傾向を示した。ボラを粉碎して混入する場合、粗粒分が残らないようにできるだけいい

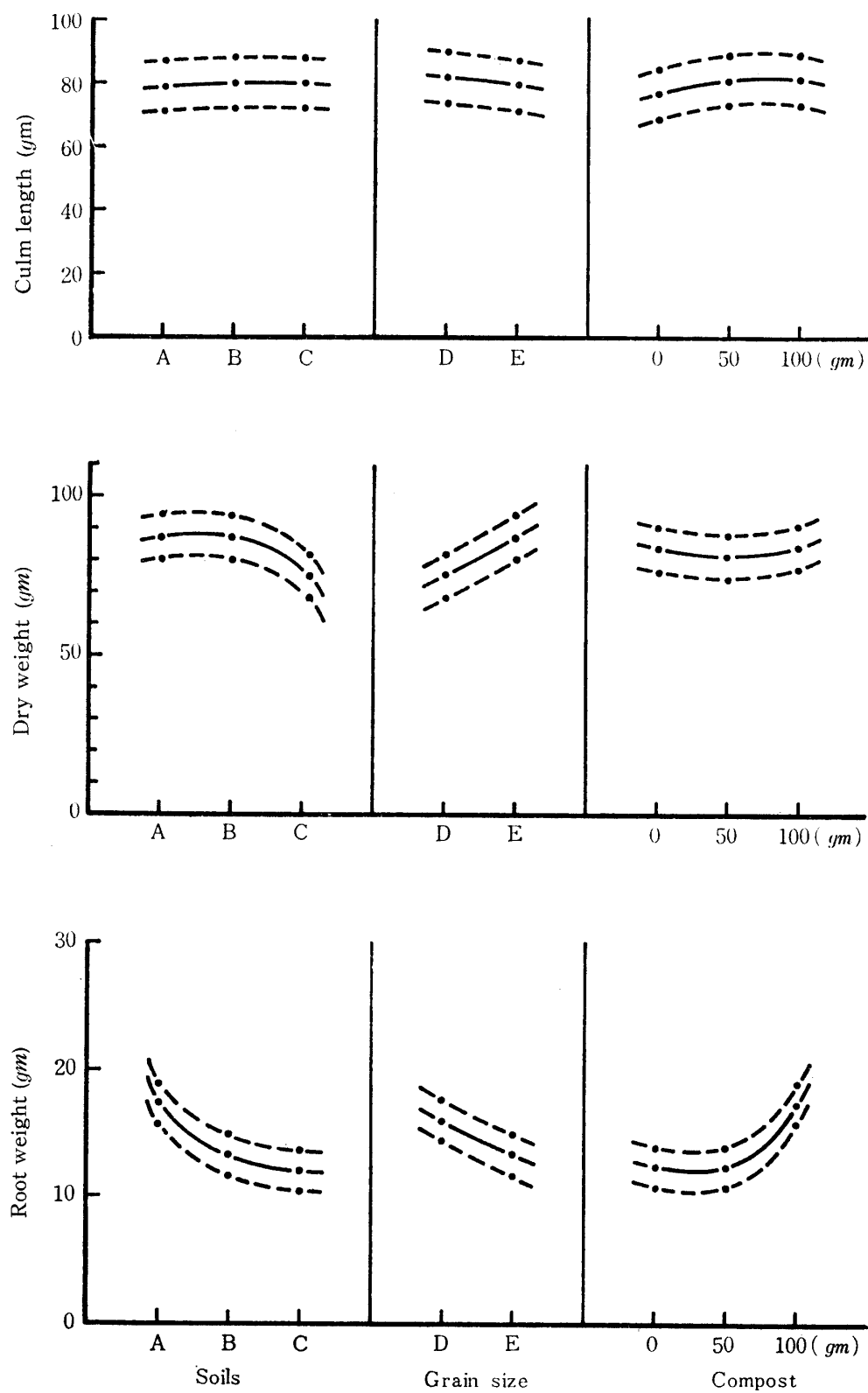


Fig. 8-1. Effect of factors

A : Field soil, B : Mixed soil, C : Crushed *Bora*  
 D : Containing coarse grain, E : Fine grain only

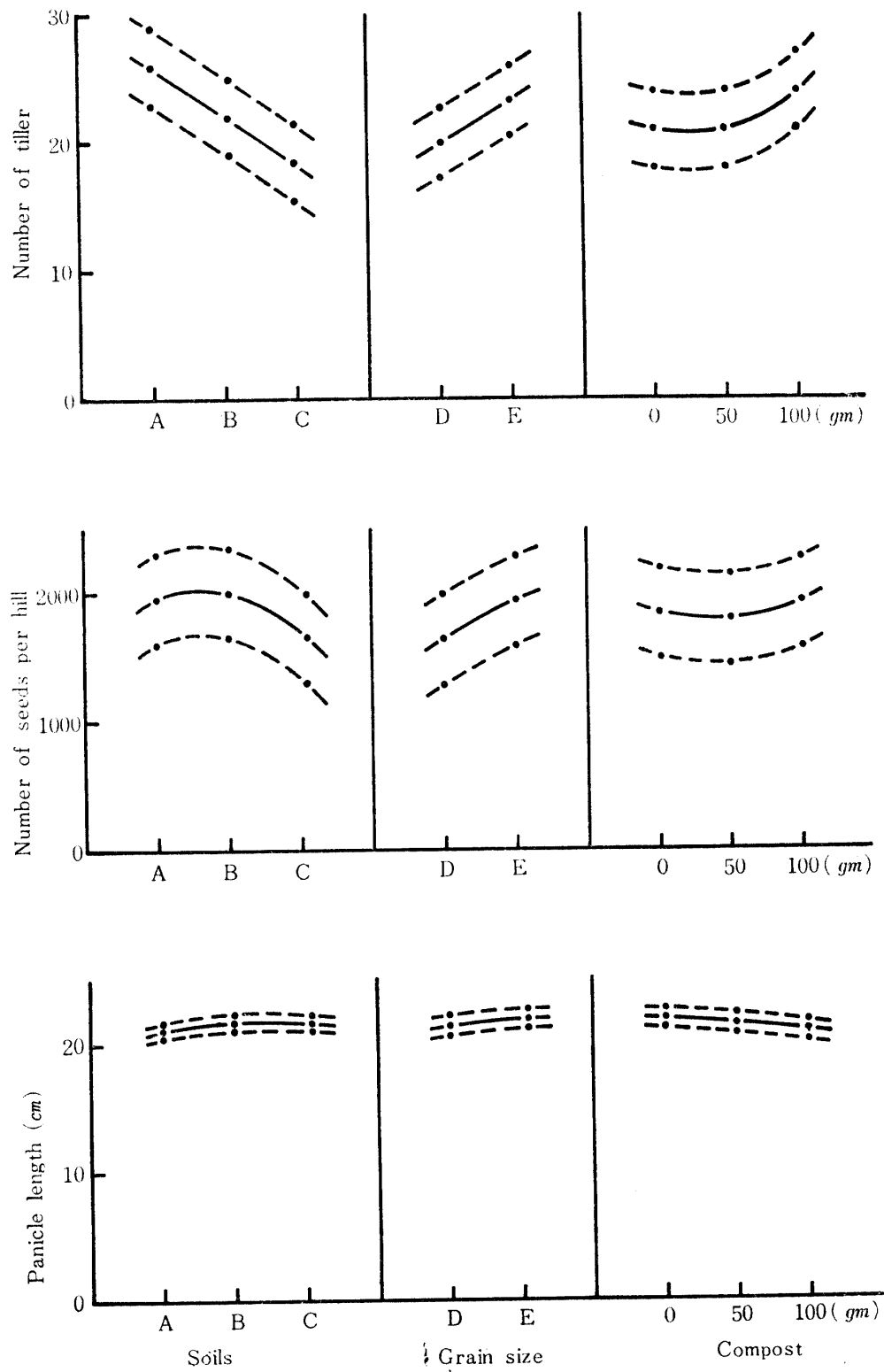


Fig. 8-2. Effect of factors

A : Field soil, B : Mixed soil, C : Crushed Bora  
 D : Containing coarse grain, E : Fine grain only

に粉碎しうるような手段、方法を準備することが必要であると考えられる。

この試験に用いた用土の場合、堆肥施用は相当多量に行なわなければ、その効果を十分に表わせないようである。現在の畑地の耕土だけについてみても、陸稲の場合 10 アール当り 1000 kg ないしそれ以上の量が必要と考えられる。

本研究では、ポット栽培試験を行なったためと、土の違いの影響をはっきりさせるためとから、小型テンシオメータを用いてカンガイ水量に偏りが生じないよう配慮した。しかし、牧之原地区のようなシラス台地上の畑地では用水が不足気味の実状であることから、現地での用水カンガイ状態とは異っているはずである。また現地は標高 380 m の台地上で、気候条件もポット栽培を行なった鹿児島市内とは異っている。したがって現地で栽培試験を行なえば、あるいはもっと差が生じ、違った結果が表われるかも知れない。

その他にこれまでにふれてきたように、この計画を実際に行なうに当っては、ボラの粉碎方法が事業の効果に大きな影響を持つであろう。本研究では設備や経費の関係でそこまで手をつけることはできなかったが、今後に残された課題の 1 つである。

以上のように、この研究のねらいとするところを实

地に行なうには、残された問題点はまだ少なくない。

しかし基礎的な資料としては実施可能を指向する結果が得られたので、実施に当っての土量関係の試算も行なってみた。現地で  $9,700 m^2$  の面積中に積上げてあるボラの量を測定したところ、 $4,232 m^3$  であった。ボラを計量容器に充填して重量を測り見掛けの乾燥密度を測定すると  $0.4 \sim 0.6 t/m^3$  となる。これを粉碎すると、面積  $1 m^2$  当り約  $0.2 ton$  の固体分ができる。耕土の乾燥密度は  $0.74 \sim 0.82 t/m^3$  あるので、 $25 \sim 30 cm$  の深さまで耕地を耕起して粉碎ボラを混入すれば、重量比で 50 % の混合ができ、積上げてあるボラをほとんど処理しうる、実行可能な数値であるといえる。

## あ と が き

本研究の遂行に当って、陸稲の栽培については本農学部植木健至、片山忠夫両博士のご指導、ご忠言をいただいた。また実地の試験や観測などには、本学部卒業生三保礼三（現大洲市役所）、折田秀三（現鹿児島県庁）両君の努力に負うところが大きいし、文部事務官花園勝雄氏のご協力も頂いた。

さらに、昭和 46, 47 年度には、文部省科学研究費補助金の交付を得た。

ここに付記して謝意を表する。

## Summary

In some part of south Kyushu, there are areas in which subsoil layer of the fallen pumice-stone, called *Bora*, is deposited. This layer deprives the productivity of farm land. In about 1960, the farm land improvement removing *Bora* was performed in some areas, and since then the productivity of farm land has been on rising.

On the other hand, owing to the heap consisting of the removed *Bora*, the farm land was decreased the area, divided into small blocks, the improvement of the labor productivity being prevented.

As a solution of the above mentioned problems, we designed a means of re-improvement in which the *Bora* crushed and mixed with field soil, have performed some fundamental studies for the purpose. That is, in addition to the investigation for physical and mechanical properties of *Bora*, we investigated the physical properties of the field soil, mixed soil and the crushed *Bora*. Then pot-culture tests using hill rice were done in regard to these 3 sorts of soil.

Consequently, it was ascertained that the possible growth of hill rice was to be maintained under the condition that the content of the crushed *Bora* mixed should be checked below about 50%.