

水田における大型農業機械導入の可能性に関する調査（1）土壌抵抗の測定

立野, 喜代太
九州大学農学部

宮国, 栄美
九州大学農学部

古賀, 茂男
九州大学農学部

村西, 三郎
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/14144>

出版情報：九州大学農学部農場研究資料. 5, pp. 14-22, 1980-03. 九州大学農学部附属農場
バージョン：
権利関係：



水田における大型農業機械導入の可能性 に関する調査（１）土壌抵抗の測定

立野喜代太・宮国栄美・古賀茂男・村西三郎

農業機械による水田作業の可能性を予察し、その範囲内で、機械の性能を十分に発揮しながら、有効かつ安全な作業を行なうためには、あらかじめ圃場の諸性質をより多方面から、総合的に把握しておく必要がある。

この調査は、本学・附属農場の水田圃場のうち、水稻収穫後の未耕起裸地（裏区水田 1 1～1 5 は小麦栽培中で、調査から除外。また、表区 1 4 は既耕）1 8 区画、約 4 ha を対象に、昭和 5 1 年 1 月から 2 月にかけて実施したもので、矩形板沈下量、円錐貫入抵抗、剪断抵抗および摩擦抵抗などを調査した。測定は「土壌抵抗測定器」（SR-2 型）を使用し、1 圃場区画当たり 4～6 カ所を無作為に選定し、合計 7 5 カ所について測定した結果から、圃場ごとの平均値を算出した。

調査は 3 回にわたって行なった。第 1 回は 1 月 1 6 日で、干天が続き、約 1 2 日間降雨をみない時に行なったもので、土壌は乾燥状態にあった。第 2 回は 2 月 6 日、降雨の直後であり、第 3 回は 2 月 9 日、降雨後 3 日目にあたる。

1. 矩形板沈下量

荷圧力 1.6 kg/cm における小型矩形板（10×2.5 cm）の沈下量を表わす。表中で※印を附した

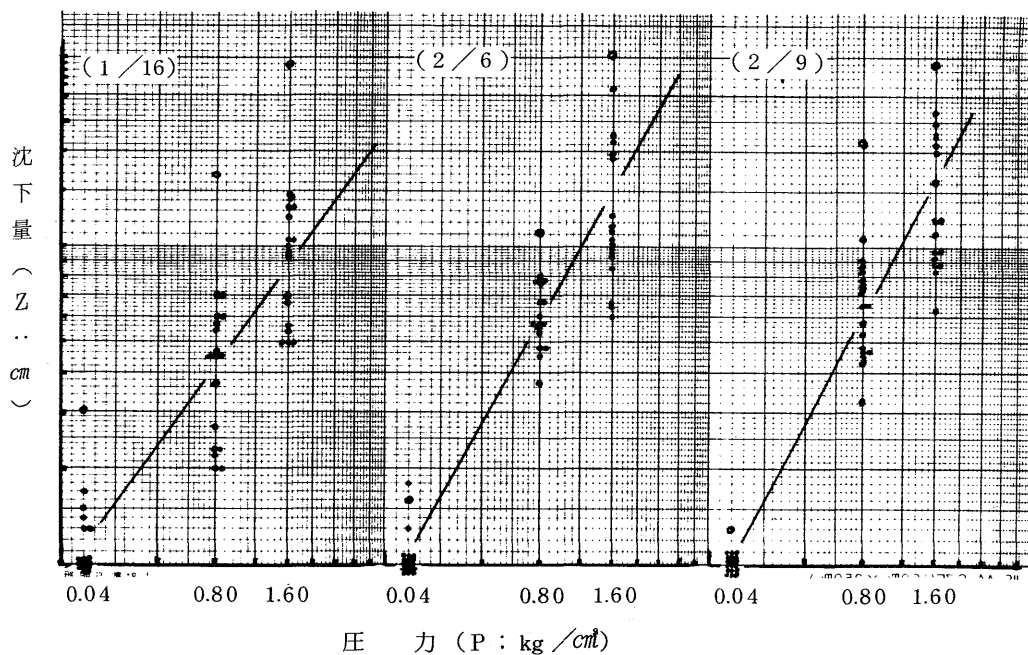
第 1 表 矩形板沈下量

乾田 順位	圃場 区画	調査 ヶ所	矩形板沈下量 (mm)			M	V	備 考
			(1/16)	(2/6)	(2/9)			
1	裏 1	4	● 4.00±0.82	8.75± 2.52	7.25± 0.57	6.67	5.90	乾田（暗渠施工）
2	〃 2	3	● 4.00±1.00	6.00± 0.71	7.65± 0.71	5.88	3.34	〃 〃
3	〃 3	3	● 4.30±0.71	9.67± 1.22	7.67± 0.71	7.21	7.37	〃 〃
4	〃 4	4	● 4.00±0.82	7.50± 2.89	10.00± 1.63	7.17	9.08	〃 〃
5	苗 1	6	▲ 9.30±1.00	8.50± 2.32	8.67± 1.00	8.82	0.18	〃 （堆肥施用）
6	〃 2	6	▲ 9.00±1.10	8.50± 4.45	8.17± 1.00	8.56	0.17	〃 〃
7	表 4	6	▲ 8.20±2.57	9.17± 5.83	×11.33± 4.49	9.57	2.57	ヤヤ乾田
8	ボ 2	4	▲ 9.50±1.92	10.25± 0.57	×11.25± 1.53	10.33	0.77	〃
9	〃 4	4	×12.50±5.00	×25.00±19.16	×15.00± 4.76	17.50	43.75	ヤヤ湿田
10	表 14	1	×(6.00)	(7.00)	×(6.00)	(6.33)	(0.33)	〃
11	〃 13	3	×13.30±5.79	×11.33± 1.58	×24.00±14.42	16.21	46.48	〃
12	〃 12	※5	● 4.40±1.12	● 5.40± 1.12	● 5.20± 1.80	5.00	0.28	〃
13	〃 11	6	×12.20±1.34	×18.50±1.53	×21.67± 9.83	17.46	23.24	〃
14	〃 1・2	3	×11.30±1.20	×21.67±16.06	×20.00±1.00	17.66	31.00	〃
15	〃 2	5	×13.60±9.23	×38.00±21.38	×19.00± 7.42	23.53	164.25	〃
16	〃 3	6	×13.70±2.32	×28.33±15.36	×21.17± 9.88	21.07	53.52	〃
畑→水	〃 1	3	● 6.00±1.00	9.33± 1.22	×26.67±15.30	14.00	123.17	ヤヤ乾田
〃	〃 22	※3	● 5.30±2.12	8.33± 2.92	8.67± 1.22	7.43	3.44	〃

註）M：平均値（Mean）、V：分散（Variance）

表区 1 2 および 2 2 の 2 圃場は、水稻収穫後、圃場内にわらを散布して風乾、センチピートで反転したのち、ヘイベラーで梱包、収納（収穫後 6 日目）したものである。また、トラクター走行判定基準（農事試験場作業技術部作業技術第 1、同作業技術第 2 および同土壌肥料研究室の成績）にてらして、作業（ロータリー耕）容易範囲（6.5 以下）に●印、作業可能範囲（6.5 ～ 10.5）に▲印、さらに作業不能範囲（10.5 以上）に×印を附した。

第 1 図は小型矩形板の圧力と沈下量との関係を、圃場ごとのデータ（平均値）をもとに両対数グラフにプロットしたものである。荷圧力と沈下量との関係は、同図に示すような直線（測定全圃場の平均を示す）で表わされ、直線の下側にプロットされた圃場は、おうむね乾田が多く、トラクター作業が比較的容易で、上側にプロットされた圃場は半湿田が包含され、降雨後の作業は一段と困難である。



第 1 図 矩形板（25 × 100 mm）の圧力と沈下量との関係

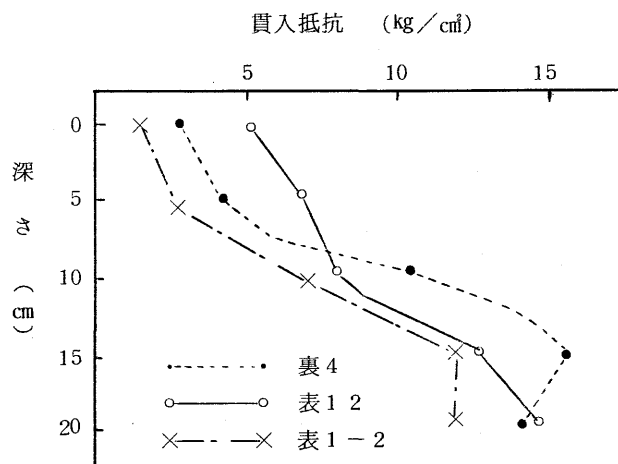
註）図中の○印プロットは既耕圃場（表区 14）を示す。

2. 円錐貫入抵抗

第2表は、頂角 30° 、底断面積 2 cm^2 の円錐を使用して、1月16日に調査した結果である。この表の右欄に示した数値は $0\sim 15\text{ cm}$ での貫入抵抗の平均値(M)および分散(V)を示す。同欄に附した●、▲、×印、および圃場番号肩の※印は第1表の説明に同じである。第2図は、表区圃場12番におけるわら収納による作土層の貫入抵抗の変化を示す。裏-4は乾田、表1-2は半湿田を例示した。

第2表 円錐貫入抵抗 ($\text{kg}/2\text{ cm}^2$)

圃場	深 さ (cm)					0~15 (kg/cm^2)	
	0	5	10	15	20	M	V
裏 1	4.8 ± 0.5	6.5 ± 2.5	16.8 ± 2.6	26.3 ± 4.0	34.3 ± 6.7	6.71	26.38
〃 2	4.7 ± 0.6	6.3 ± 1.5	16.7 ± 4.2	35.0 ± 6.2	41.0 ± 6.1	7.84	48.57
〃 3	6.3 ± 1.5	8.7 ± 3.1	16.7 ± 2.3	31.7 ± 6.1	36.0 ± 12.2	7.18	33.98
〃 4	5.5 ± 2.5	8.0 ± 2.8	21.3 ± 2.5	31.5 ± 4.9	28.3 ± 6.3	8.29	36.77
苗 1	5.7 ± 1.5	7.2 ± 1.2	10.0 ± 3.1	28.8 ± 3.8	32.0 ± 3.4	6.46	28.80
〃 2	6.7 ± 2.1	8.8 ± 1.7	17.7 ± 5.7	26.3 ± 5.6	30.8 ± 6.6	7.44	20.19
表 4	3.7 ± 1.	5.8 ± 1.6	11.7 ± 3.3	21.5 ± 4.5	22.3 ± 4.9	5.34	15.89
ボ 2	4.3 ± 2.1	8.0 ± 3.7	16.0 ± 4.8	22.0 ± 0.8	23.3 ± 6.2	6.29	15.83
〃 4	5.0 ± 1.4	10.8 ± 1.0	11.8 ± 0.5	16.5 ± 4.4	19.3 ± 2.2	5.51	5.58
表 14	1	1	14	24	37	5.00	62.33
〃 13	3.7 ± 0.6	4.3 ± 1.5	12.3 ± 2.3	23.3 ± 1.5	21.3 ± 2.3	5.45	20.93
〃 12※	9.6 ± 1.5	13.2 ± 7.7	14.6 ± 5.3	25.6 ± 3.6	29.6 ± 8.3	7.88	3.45
〃 11	3.3 ± 1.9	4.7 ± 1.9	15.0 ± 7.5	21.3 ± 10.9	20.2 ± 3.5	5.54	18.42
〃 1-2	3.3 ± 1.5	5.0 ± 1.0	9.7 ± 4.7	24.0 ± 7.2	23.3 ± 4.2	5.25	22.08
〃 2	3.4 ± 1.1	5.0 ± 1.0	8.8 ± 2.4	21.0 ± 3.3	27.4 ± 12.8	▲ 4.78	15.85
〃 3	3.0 ± 1.3	5.3 ± 1.5	14.3 ± 7.2	16.7 ± 3.8	22.8 ± 6.7	▲ 4.91	11.20
〃 1-1	4.7 ± 1.5	5.7 ± 1.5	24.7 ± 4.6	28.7 ± 5.1	27.7 ± 2.5	7.98	39.23
〃 22※	8.3 ± 0.6	13.0 ± 1.0	22.7 ± 8.3	34.0 ± 13.1	41.3 ± 10.3	9.75	32.35



3. 剪 断 抵 抗

第3表は、各測定日（1月16日および2月6日）におけるトルク値（T：測定器に取付けたトルクレンチを回転して、たわみの最大値を読みとる）を示したものである。この値から、剪断または摩擦抵抗を算出するには次式(1)による。

$$S = \frac{3 T \times 100}{2 \pi (r_1^3 - r_2^3)} \div \frac{T}{2} \dots\dots\dots(1)$$

S：剪断または摩擦抵抗（kg/cm²）

T：トルク（kg-m）

r₁：リング外半径（cm）= 5 cm

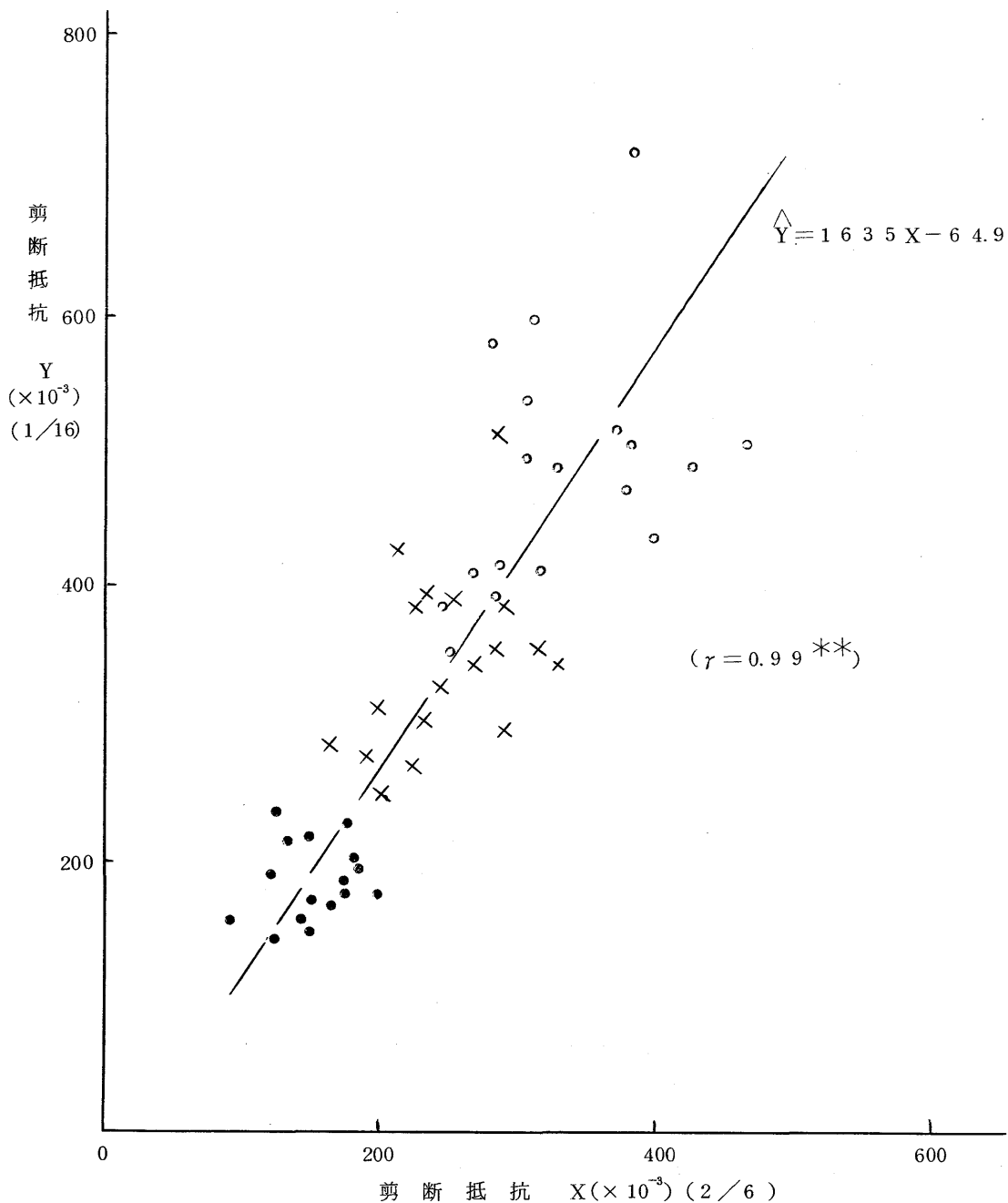
r₂：リング内半径（cm）= 3 cm

第3表 剪断抵抗（×10⁻³）

圃場 No	調査 ヶ所	1 / 1 6			2 / 6			乾田 順位
		1 0 kg	2 0 kg	3 0 kg	1 0 kg	2 0 kg	3 0 kg	
裏 1	4	194 ± 31	344 ± 31	500 ± 20	188 ± 32	325 ± 35	469 ± 125	1
〃 2	3	183 ± 29	350 ± 90	467 ± 95	175 ± 25	283 ± 58	392 ± 38	2
〃 3	3	183 ± 14	292 ± 52	433 ± 58	150 ± 25	292 ± 52	400 ± 25	3
〃 4	4	175 ± 50	350 ± 68	488 ± 50	200 ± 35	319 ± 87	438 ± 97	4
苗 1	6	200 ± 16	383 ± 30	500 ± 35	183 ± 20	288 ± 26	383 ± 30	5
〃 2	6	213 ± 26	388 ± 34	513 ± 34	133 ± 20	250 ± 27	371 ± 29	6
表 4	6	175 ± 27	342 ± 47	483 ± 72	183 ± 27	267 ± 34	329 ± 58	7
ボ 2	4	213 ± 48	425 ± 132	594 ± 169	125 ± 20	213 ± 43	313 ± 75	8
〃 4	4	156 ± 43	281 ± 43	381 ± 31	94 ± 12	163 ± 14	244 ± 12	9
表 14	1	(150) ±	(250) ±	(350) ±	(150) ±	(200) ±	(250) ±	10
〃 13	3	142 ± 14	275 ± 25	408 ± 63	125 ± 25	192 ± 29	267 ± 14	11
〃 12	5	225 ± 25	510 ± 53	715 ± 108	180 ± 65	285 ± 84	385 ± 95	12
〃 11	6	198 ± 31	308 ± 47	413 ± 56	121 ± 19	200 ± 32	288 ± 34	13
〃 1-2	3	158 ± 72	300 ± 66	408 ± 88	167 ± 14	233 ± 29	317 ± 95	14
〃 2	5	170 ± 41	325 ± 40	490 ± 55	150 ± 31	245 ± 33	305 ± 27	15
〃 3	6	158 ± 41	267 ± 20	392 ± 47	146 ± 29	225 ± 22	283 ± 47	16
〃 1-1	3	217 ± 29	392 ± 38	575 ± 66	150 ± 25	233 ± 14	283 ± 14	畑-水
〃 22	3	175 ± 25	383 ± 38	533 ± 29	133 ± 38	225 ± 43	308 ± 63	"

註) 5 0 kgのバネを使用

第4図は、第3表の結果をもとにして、乾燥時（Y）と降雨後（X）との剪断抵抗の関係を図示したものである。図中にプロットした●は重直圧力10 kgでのトルク値を表わし、×は20 kg、○は30 kgでの値をそれぞれ表わしている。回帰直線の式は、図中に示すように、両トルク値間に $Y = 1.635X - 6.49$ なる関係があり、×の値に比較してYの値が高い（ $r = 0.99^{**}$ ）。



第4図 降雨による剪断抵抗の変化

4. 摩擦抵抗

第4表は摩擦抵抗をトルク値 (T) で示した。乾燥時と降雨後のトルク値の変化は、圃場によって区々で、一定の傾向は認められない。

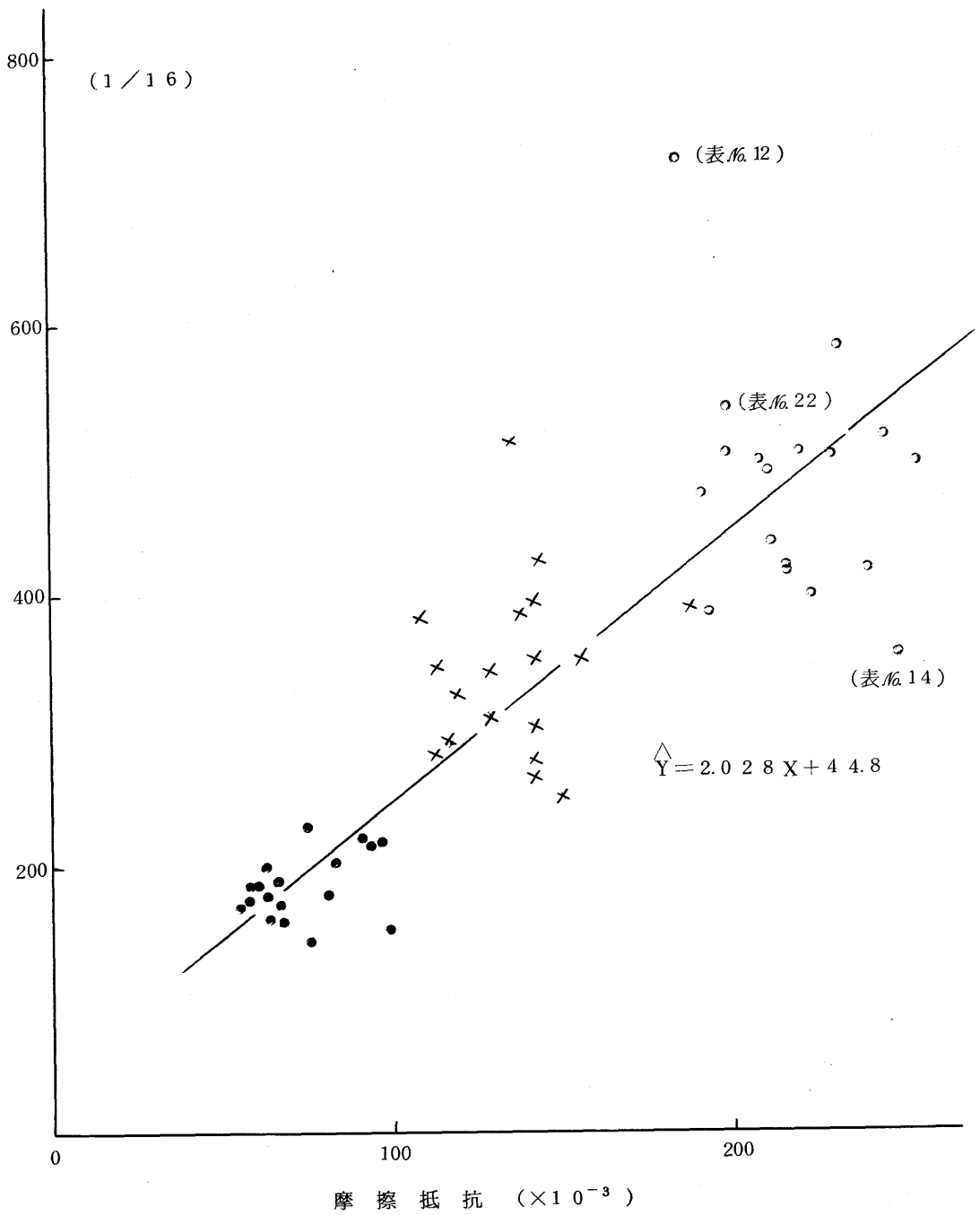
第4表 摩擦抵抗 ($\times 10^{-3}$)

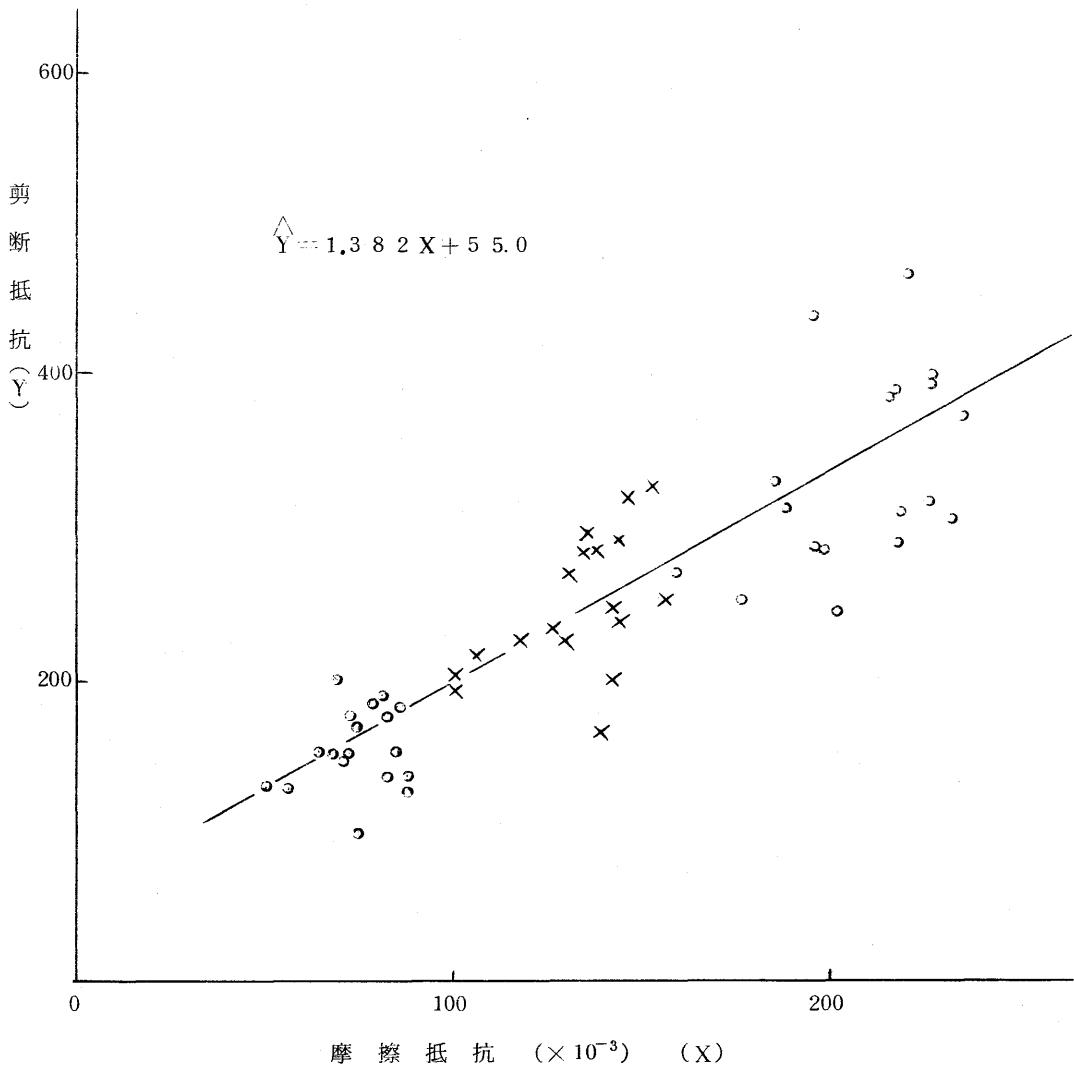
圃場 No	調査 ヶ所	1 / 16			2 / 6		
		10 kg	20 kg	30 kg	10 kg	20 kg	30 kg
裏1	4	63 ± 14	113 ± 14	200 ± 29	81 ± 13	150 ± 35	219 ± 14
〃2	3	58 ± 14	142 ± 14	192 ± 14	83 ± 14	133 ± 29	225 ± 25
〃3	3	58 ± 14	117 ± 29	225 ± 25	67 ± 14	133 ± 29	225 ± 25
〃4	4	82 ± 24	156 ± 31	256 ± 52	69 ± 24	144 ± 13	194 ± 31
苗1	6	83 ± 20	138 ± 26	221 ± 29	79 ± 19	142 ± 20	213 ± 26
〃2	6	96 ± 10	188 ± 34	246 ± 37	88 ± 21	154 ± 19	233 ± 26
表4	6	63 ± 21	129 ± 25	204 ± 33	67 ± 20	129 ± 19	183 ± 20
ボ2	4	94 ± 24	144 ± 24	231 ± 43	56 ± 31	106 ± 47	188 ± 48
〃4	4	69 ± 13	113 ± 25	194 ± 31	75 ± 20	138 ± 25	200 ± 35
表14	1	(100)	(150)	(250)	(75)	(100)	(175)
〃13	3	75 ± 25	142 ± 14	217 ± 14	50 ± 10	100 ± 20	158 ± 38
〃12	5	75 ± 18	135 ± 34	185 ± 45	85 ± 14	135 ± 22	215 ± 22
〃11	6	67 ± 20	129 ± 25	217 ± 30	88 ± 21	142 ± 41	217 ± 38
〃1-2	3	67 ± 29	142 ± 8	242 ± 29	75 ± 25	142 ± 14	225 ± 25
〃2	5	55 ± 11	120 ± 33	210 ± 29	85 ± 14	140 ± 14	230 ± 27
〃3	6	63 ± 14	142 ± 34	225 ± 22	71 ± 19	129 ± 19	196 ± 29
〃1-1	3	92 ± 14	142 ± 14	233 ± 38	67 ± 14	125 ± 25	192 ± 38
〃22	3	58 ± 14	108 ± 14	200 ± 25	83 ± 14	117 ± 14	217 ± 38

註) 50 kgのバネを使用

5. 摩擦抵抗と剪断抵抗との関係

圃場の乾燥時(1/16)と、降雨後(2/6)との両抵抗関係の比較を行なった。第5図および第6図は各測定日の両者の関係を示す。5図の直線回帰が $\hat{Y} = 2.028X + 4.48$ を示すのに対して、6図は $\hat{Y} = 1.382X + 5.50$ を示し、Xの係数(勾配)を異にしている。Xの変化は両測定日で大きな違いは認められないが、Yの値は降雨後、急激に低下する。ことに垂直圧力が大きくなるほど、低下の度合いが大きい。両図に圧力30 kgにおける、表区-12のトルク値を示している。乾燥時に最も高い剪断抵抗を示したものが、降雨後急激な低下をしている。





参 考 文 献

金須正幸、国府田佳弘、八木茂、瀬山健次：乗用トラクターの走行、索引および耕耘性能に関する研究、農業機械化研究所報告（１９６６）

附図 (圃場図)

