

II-2 Machinery Plan for Irrigation Project

by

KAZUO KIMURA

Irrigated Agricultural Development Project

July 1980

## CONTENS

	Page
Chapter 1. Outline of Bidding System .....	1 4 3
1.1 Forward .....	1 4 3
1.2 Outline of estimation method for bid .....	1 4 3
1.3 Machinery plan .....	1 4 4
Chapter 2. Machinery plan .....	1 4 5
2.1 Choice of suitable equipment .....	1 4 5
2.2 Bulk factor of soil .....	1 4 7
2.3 Example .....	1 4 8
2.4 Working efficiency .....	1 4 9
2.5 Combination of equipment .....	1 4 9
Chapter 3. Working ability of each machine .....	1 5 1
3.1 Bulldozer .....	1 5 1
3.1.1 Bulldozer, swamp bulldozer and super swamp bulldozer .....	1 5 1
3.1.2 Working ability of bulldozer for land levelling .....	1 5 4
3.2 Shovel type excavator .....	1 5 6
3.2.1 Power shovel .....	1 5 6
3.2.2 Back hoe .....	1 5 8
3.2.3 Dragline .....	1 5 9
3.2.4 Clamshell .....	1 6 1
3.3 Tractor shovel .....	1 6 3
3.3.1 Crawler type tractor shovel .....	1 6 3
3.3.2 Wheel type tractor shovel .....	1 6 4
3.4 Dump truck .....	1 6 6
3.5 Motor scraper .....	1 6 8

	Page
3.6 Banking and compaction .....	169
3.6.1 Optimum kind and size of compaction equip- ment according to construction condition .....	169
3.6.2 Working ability of compaction .....	172
3.6.3 Motor grader .....	174
3.6.4 Working ability of bulldozer for banking and spreading .....	175
3.6.5 Combination work	
 Chapter 4. Expense of equipment .....	 176
4.1 Rent for equipment .....	177
4.2 Operation in one day .....	179
4.3 Compulsory days .....	180
4.4 Fuel consumption .....	180

## Chapter 1. Out Line of Bidding System

### 1.1 Forword

When I began to work in the Thai Government Agency, A.L.R.O., Agricultural Land Reform Office for the Technical Cooperation Project, I was surprised at the difference of cost estimation system of construction. Tenerally speaking, engineer must estimate construction price for bidding in the contract basis construction. Construction price consists of so many items such as material, labour, depreciation cost of equipment, overhead expense and so on, which should be exactly known at estimating by engineers.

I will introduce the estimation system in Japan, especially machinery planning for estimation to Thai engineers, and I hope that it becomes available for estimation of construction in Thailand.

### 1.2 Outline of estimation method for bid

We need to estimate construction cost in Japan as follows:

Generally, construction cost consists of many items which are shown in the following figure;

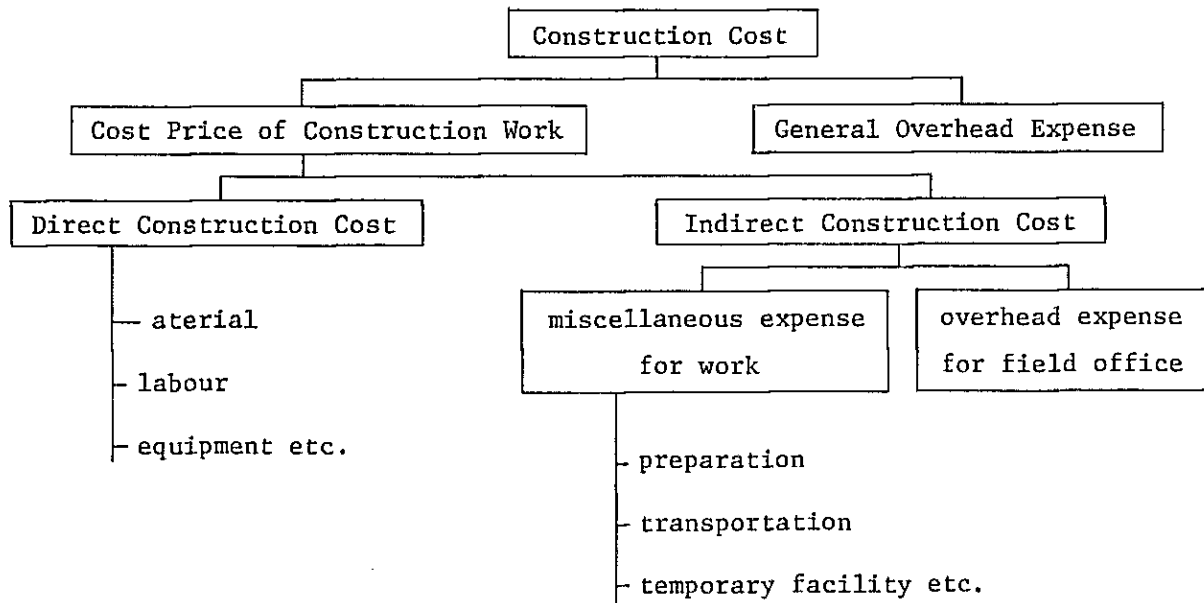


Fig. 1 Composition of construction cost

At first engineer must estimate direct construction cost according to materials, labour necessity and machinery plan, then they can compute overhead expense, indirect construction cost by rate of direct construction cost in our experience formula or table, in case of ordinary size and type of construction.

#### Simplified Example

##### Land consolidation work

1. Direct construction cost			
1. materials		100,000.-	Baht.
2. labour		50,000.-	Baht.
3. equipment		700,000.-	Baht.
4. fuel		500,000.-	Baht.
	Total	= 1,700,000.-	Baht.
2. General overhead expense			
	1,700,000.- Baht x 15.56%	= 284,500.-	Baht.
3. Miscellaneous expense			
	1,700,000.- Baht x 9.48%	161,200.-	Baht.
4. Overhead expense for field office			
	1,700,000.- Baht x 12.97%	= 220,500.-	Baht.
	Total	= 2,366,200.-	Baht.

Sample case mentioned above is simplified, actually it is complicated method, and details of the method for estimation of general overhead expense, miscellaneous expense, overhead expense for field office is not written in this calculations but in another report. In direct construction cost, quantity of materials can be computed from design drawings, and number of necessary labours can be computed in accordance with standard efficiency per unit work which is shown in another report too.

### 1.3 Machinery plan

In estimation of direct construction cost, engineer has to make optimum machinery plan such as suitable kind of equipment for work, suitable size of equipment, number of equipment, combination of machines and so on, then depreciation cost of equipment, fuel consumption, repairing and maintenance fee for equipment operator's fee etc. shall be estimated.

The main objective of this report is how to make suitable machinery plan as shown in the following chapter.

## Chapter 2. Machinery Plan

### 2.1 Choice of suitable equipment

Generally speaking, civil work especially, earth work has several components such as excavation, hauling, compaction and so on, we have suitable equipment for each component, which is known well by engineer. However, it is very important to decide suitable size of equipment. The way how to decide suitable size of equipment for works is shown in Table 2.1.

Kind of equipment Kind of construction	Bulldozer			Swamp bulldozer			Super swamp bulldozer			Tractor shovel			Power shovel			Back hoe			Dragline or clamshell			Dump truck					
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton			m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>			m <sup>3</sup>			m <sup>3</sup>						ton		ton
Canal	11	21	6	13	16	9	13			1.3	1.8	0.4	0.7			0.35	0.7		0.6						11		4
Road	15	21	11	13	16	9				1.3	1.8	0.4	0.7			0.35	0.35								11		4
Land consolidation	15	21	11	13	16	9	13			1.6	1.8	0.4						0.35							11		4

#### Remarks

A: Standard construction scale

In case of general construction as canal and road, total earth volume is from 2,000 m<sup>3</sup> to 15,000 m<sup>3</sup>, and in case of land consolidation work, total earth volume is from 10,000 m<sup>3</sup> to 50,000 m<sup>3</sup>.

B: In case that earth volume is more than the case A or in case of very hard soil.

C: In case that earth volume is not more than the case A or it is difficult to use bigger equipment.

When engineer decide suitable size of equipment, he must of course, consider field conditions, such as hauling distance, excavating location, kind of work, bearing strength of earth and so on. Reference tables for choice of equipment are shown as follows:

Table 2.2 Characteristics and choice of excavation & loading-equipment

Working condition	Kind of equipment								Remarks
	Power shovel		Dragline	Clamshell	Tractor shovel				
Excavation power	Powerful	Powerful	Ordinary	Weak	Ordinary	Ordinary			
	Small	Small	Large	Ordinary	High mobility				
	Large	Large	Small	Ordinary	Large				
Choice of equipment	1. Excavation at higher place than ground level	**					**	**	** : best equipment
	2. Excavation at ground level	*			*		**	**	* : suitable
	3. Excavation at lower place than ground level		**	**	*				equipment
	4. Loading to dump truck	*	*				**	**	
	5. Excavation of foundation		**		*				
	6. Excavation of wide canal		*	**					
	7. Excavation of narrow canal		**	*					
	8. Excavation in the water		*	**	*			*	

Table 2.3 Choice of equipment according to hauling distance

Hauling distance	Equipment
70 m	Bulldozer
70 m - 100 m	Bulldozer or carry - all scraper
100 m - 500 m	Dump truck, carry - all scraper or motor scraper
500 m	Dump truck

Table 2.4 Contact pressure and cone index

Equipment	Contact pressure of equipment with load	Cone index*
Super swamp bulldozer	0.19 kg/cm <sup>2</sup>	1 - 3 kg/cm <sup>2</sup>
Swamp bulldozer	0.25 - 0.30	2 - 6
Bulldozer not more than 11 ton	0.35 - 0.55	5 - 7
Bulldozer not more than 11 ton	0.56 - 0.38	7 - 10
Carry-all scraper		12
Dump truck		15

\* average value to 50 cm depth

## 2.2 Bulk factor of soil

After engineer decides optimum kind and size of equipment, working ability should be computed for each machine in order to obtain construction price. Ability of each machine is shown in the following chapter. During construction, earth density will be changed in accordance to excavation, hauling and compaction, so that three state conditions are specified in the report, viz, natural state before excavation, loose state after excavation and dense state after compaction. Generally speaking, we can use the following ratio in the following table.



Table 2.5 Bulk factor of soil

Kind of soil		Charge ratio		
		Natural state	Loose state	Dense state
Sand		1.00	1.20	0.95
Sandy soil		1.00	1.25	0.90
Clayly soil		1.00	1.35	0.90
Gravel		1.00	1.20	1.00
Rock	Small	1.00	1.50	1.20
	Large	1.00	1.60	1.30

Remarks

1. Loss volume of earth under construction is not included in this ratio.
2. In case of special property of earth, ratio by experimentation such as compaction test should be used instead of standard ratio.
3. Small rock is thought in such a fashion that diameter of rock is not more than 30 cm.
4. In case that ratio is converted from loose state to dense state or opposite case, it should be computed as follows:

Sand : loose state → dense state

$$\text{Ratio} = \frac{0.90}{1.25} = 0.72$$

and ratio should be calculated down to three places of decimals and counted fraction of 5 and over as units and cut away the rest.

2.3 Example

- 1) Sand which in last year construction is loaded by power shovel to dump truck and then hauled to site where earth is spread and compacted for road bed. Volume of road bed is 10,000 m<sup>3</sup>.

a) How many m<sup>3</sup> earth volume is needed in borrow pit.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Loose state} & & \text{Dense state} \\
 10,000 \text{ m}^3 & = & 10,000 \text{ m}^3 \frac{1.25}{0.90} = \\
 10,000 \times 1.39 & = & 13,900 \text{ m}^3 \\
 & & 13,900 \text{ m}^3
 \end{array}$$

Table 5.6 Flow table

	Description
Kind of work	Excavation & loading → hauling → spreading → compaction
Kind of equipment	Power shovel → dump truck → bulldozer → road roller
State of earth	Loose → loose → loose → dense
Bulk factor of soil ( )	0.9    0.9    -    -

#### 2.4 Working efficiency

In the following chapter, it is shown how to decide working ability of each machine, the following items should be carefully considered:

- 1) Efficiency rate should come from table in the following chapter, it is possible to convert it ever 0.05 in the range specified.
- 2) It can not be applied for nighttime work, however, by enough light for works, it is possible to be applied without decreasing rate.

#### 2.5 Combination of equipment

Under embankment for road, supposing 2 m height, 6m width and 30 cm each layer thickness for compaction, dump trucks are used for hauling earth from borrow pit, bulldozer for spread earth, tire roller for compaction and water truck for spread water. In this case, we must consider combination of equipment because working ability of each machine is not the same, some machine has to wait for other machine like following sample;

- 1) Working ability of dump truck (8 ton, hauling distance 500 m)

$$Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{cm} = \frac{60 \times 5 \times 1.35 \times 0.8}{CM} = 29.5 \text{ m}^3/\text{hr}$$

- 2) Working ability of bulldozer for spread earth (15 ton)

$$Q = 10E (12D + 9) = 10 \times 0.65 (12 \times 0.3 + 9) = 81.9 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3) Working ability of tire roller for compaction (8 - 20 ton)

$$A = \frac{b \times V \times E}{N} = \frac{1.8 \times 4,020 \times 0.45}{8} = 407.0 \text{ m}^2/\text{hr}$$

$$Q = 407.0 \times 0.3 = 122.1 \text{ m}^3/\text{hr}$$

4) Working ability of water truck

$$Q = \frac{60q}{\text{cm}} = \frac{60 \times 5,500}{44} = 7,500 \text{ l/hr}$$

In case working volume per hour is decided as a least common multiple of working ability of each machine, theoretically it may be most economical combination of equipment. However, it is too big for actual condition.

In next way, we can decide working volume per hour according to the machine which has the biggest working ability, but generally, it is so big too. Practically, we must choose main machine like tire roller in this case, and number of other machines will be able to determine as follows:

Tire roller	122.1 m <sup>3</sup> /hr
Buldozer	81.9 m <sup>3</sup> /hr
Dump truck	29.5 m <sup>3</sup> /hr
Water truck	7,500 l/hr

As working ability of buldozer is not enough for tire roller, bigger one or 2 unit of smaller one should be used as follows;

8 ton Buldozer	63.05 m <sup>3</sup> /hr
10 ton Buldozer	119.60 m <sup>3</sup> /hr

4 Dump trucks will be able to be used for this work. If additional water content necessary is 5%, water volume necessary will be, supposing field density of earth is 1.6

$$122.1 \times 1.6 \times 0.05 = 9.767 \text{ m}^3/\text{hr}$$

So 2 water truck should be needed.

At consideration of combination equipment as mentioned above, engineers should be careful for the following matter;

- 1) Working hours of each machine should be same as working hours of main machine.
- 2) Dump truck should not be component of combination of equipment except special case like construction in isolated field.

- 3) In estimation of fuel consumption for each machine, fuel consumption in full hours should be computed including even waiting hours.

### Chapter 3. Working Ability of Each Machine

In this chapter formula for calculation of working ability, efficiency of equipment and way to apply for formula etc. are shown.

#### 3.1 Buldozer

Buldozer, swamp buldozer and super swamp buldozer.

The following formula can be applied for computation of working ability in excavation and hauling earth by buldozer mentioned above.

$$Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{C_m} \quad (\text{m}^3/\text{hr})$$

where  $Q$  = Working volume in one hour ( $\text{m}^3/\text{hr}$ )  
 $q$  = Working volume in each cycle ( $\text{m}^3$ )  
 $f$  = Bulk factor of soil (see Table 2.5)  
 $E$  = Efficiency  
 $C_m$  = Cycle time (min.)

- 1) Working volume in each cycle ( $q$ )

$$q = 0.477 BH$$

where  $B$  = Width of blade  
 $H$  = Height of blade

- 2) Cycle time ( $C_m$ )

$$C_m = 0.034L + 0.25$$

where  $L$  = hauling distance (m)

In case hauling distance is not more than 70 m according to Table 2.3 buldozer should be selected as suitable equipment for excavation and hauling. When we consider accuracy of hauling distance, it is nonsense to compute every 10 cm or every 1 m except case of enormous volume. Every 5 m computation of hauling distance is specified here. Cycle time should come from the following table.

Table 3.1

Hauling distance (m)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Cm (min.)	0.59	0.76	0.93	1.10	1.27	1.24	1.44	1.61	1.78	1.95	2.12	2.29	2.63

Remark; in case hauling distance is not more than 10 m, it should be considered that it is 10 m.

3) Bulk factor of soil

See Table 2.5.

4) Efficiency

Following tables are available for calculation of working ability.

Kind of earth	Site condition	Good	Ordinary	Bad	Standard
	Sand		0.85 - 0.75	0.75 - 0.65	0.65 - 0.55
Sand soil		0.75 - 0.65	0.65 - 0.55	0.55 - 0.45	0.60
Clayly soil		0.65 - 0.55	0.55 - 0.45	0.45 - 0.35	0.50
Gravel		0.65 - 0.55	0.55 - 0.45	0.45 - 0.35	0.50
Rock & Stone		0.50 - 0.40	0.40 - 0.30	0.30 - 0.20	0.35

Table shown above is result of investigation in so many irrigation projects in Japan by Department of Construction, Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery, Government of Japan. It is not sure that it can be applied for construction in Thailand, because it depends on operator's ability, property of earth and so forth. If we have opportunity to investigate in Thailand, we can modify efficiency in order to be applied for construction in Thailand. Efficiency table below in this chapter has same conditions as this.

Remarks

Generally standard value of efficiency should be used, however, if there are site conditions as follows, we can adjust value of efficiency;

- a) In case gradient of site is  $\pm 5$  degree to  $\pm 15$  degree,  $\pm 0.05$  can be adjusted.

- b) In case site is smaller, earth is harder, or water content is higher than ordinary site condition, we can decrease efficiency +0.05. In opposite case mentioned above, we can increase efficiency 0.05.
- c) Efficiency for super swamp bulldozer can be applied in range of BAD condition of site.
- d) Final efficiency can be decided after aummmation of each conditions, should value of efficiency exceed from range, we must use upper or lower value of range.

Table 3.3 Efficiency for land consolidation

Kind of work	Kind of soil	Site condition	Good	Ordinary	Bad	Standard
Stripping	Sandy soil		0.85 - 0.75	0.75 - 0.65	0.65 - 0.55	0.70
	Clayly soil		0.75 - 0.65	0.65 - 0.55	0.55 - 0.45	0.60
Cut and bank for base	Sandy soil		0.60 - 0.55	0.55 - 0.45	0.45 - 0.40	0.50
	Clayly soil		0.50 - 0.45	0.45 - 0.35	0.35 - 0.30	0.40
	Sand		0.55 - 0.50	0.50 - 0.40	0.40 - 0.35	0.45
Back fill	Sandy soil		0.80 - 0.70	0.70 - 0.60	0.60 - 0.50	0.65
	Clayly soil		0.70 - 0.60	0.60 - 0.50	0.50 - 0.40	0.55

Remarks

- a) In case site is smaller than ordinary site condition, we can decrease efficiency by 0.05, and in opposite case mentioned above, we can increase efficiency by 0.05.
- b) In case bearing strength of earth is larger or smaller than ordinary site condition, we can adjust efficiency by  $\pm 0.05$ .
- c) In case thickness of back fill is different from ordinary thickness (about 20 cm), we can adjust efficiency by  $\pm 0.05$ .
  - thicker than 20 cm ----- +0.05
  - not thicker than 20 cm ----- -0.05
- d) Efficiency for super swamp bulldozer can be applied in range of BAD condition of the site.
- e) If thickness of stripping and/or back fill is more than 60 cm in land consolidation, efficiency for general construction should be applied.

Dimensions of bulldozer and working ability in one cycle time are shown in the following table as a result of calculation.

Table 3.4 Working volume in one cycle by bulldozer

Kind of bulldozer	Weight	Average width of blade (B)	Average height of blade (H)	Excavation and hauling volume H in one cycle (q)	60q
Bulldozer	3 ton	2,275 mm	575 mm	0.359 m <sup>3</sup>	21.54 m <sup>3</sup>
	6 ton	2,740	670	0.589	35.22
	8 ton	3,090	705	0.733	43.98
	11 ton	3,545	865	1.265	75.90
	15 ton	3,935	998	1.869	112.14
	21 ton	3,950	1,143	2.462	147.82
	32 ton	4,045	1,460	4.113	246.78
Swamp bulldozer	3.5 ton	2,180	585	0.356	21.36
	7 ton	2,750	730	0.699	41.94
	9 ton	3,073	860	1.084	65.04
	13 ton	3,430	935	1.430	85.80
	16 ton	3,800	1,030	1.923	115.38
Super swamp bulldozer	4 ton	2,560	585	0.418	25.08
	10 ton	3,550	880	1.311	78.66
	13 ton	3,670	925	1.497	89.82
	16 ton	4,130	1,050	2.171	130.32

### 3.1.2 Working ability of bulldozer for land levelling

During course of land consolidation land levelling should be done for good cropping of rice, at calculation of ability of bulldozer for land levelling, following formula can be used.

#### 1) Working ability

$$S = S_0 \times E \text{ (m}^2\text{/hr)}$$

where S : Working ability in one hour (m<sup>2</sup>/hr)

S<sub>0</sub> : Standard working ability in one hour (m<sup>2</sup>/hr)

E : Efficiency

2) Standard working ability in one hour

$$S_o : 520.2 \times W \text{ m}^2/\text{hr}$$

where W : Effective width of blade (m)

$$W = B - 0.30$$

where B : Width of blade (m)

Table 3.5 Standard working ability in one hour

Kind of bulldozer	Weight	W	(m <sup>2</sup> /hr)
			S <sub>o</sub>
Swamp bulldozer	13 ton	3,130	1,630
	16	3,500	1,820
Bulldozer	11	3,245	1,690
	15	3,635	1,890
Super swamp bulldozer	13	3,370	1,750
	16	3,830	1,990

3) Efficiency

Table 3.6

Kind of work	Site condition			
	Good	Ordinary	Bad	Standard
Land levelling for base	1.00 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60 - 0.40	0.70
Land levelling in conservation method*	0.65 - 0.55	0.55 - 0.35	0.35 - 0.25	0.45
Land levelling not in conservation method**	-	0.25 - 0.15	-	0.20

\* In case that land consolidation is done in conservation method, when land levelling for surface earth is done after land levelling for base earth it shall be used.

\*\* In case that conservation method is not used for land consolidation, cut and bank for base earth and levelling are done at the same time, it should be used.



### Remarks

- 1) In case that area of plot is larger than standard plot (30 m, 100 m), efficiency can be decreased by 0.05 to 1.00 from standard ratio, in opposite case it can be increased by 0.05 to 1.00 from standard ratio.
- 2) In case that accuracy of land levelling is larger or smaller than standard accuracy (+5 cm), it can be adjusted in range of  $\pm 0.05$  to  $\pm 0.10$ .
- 3) According to moisture content of field earth, efficiency can be adjusted in range of  $\pm 0.05$ .
- 4) Except case mentioned above, efficiency should be used in standard ratio.

## 3.2 Shovel type excavator

### 3.2.1 Power shovel

Excavating volume in one hour can be calculated in the following formula.

$$Q = \frac{3,600 \times q \times f \times E}{Cm.} \quad (m^3/hr)$$

where  $Q$  = Excavating volume in one hour  $m^3/hr$   
 $q$  = Excavating volume in one cycle  $m^3$   
 $f$  = Bulk factor of soil (see Table 2.5)  
 $E$  = Efficiency  
 $Cm.$  = Cycle time (sec.)

- 1) Excavating volume in one cycle ( $q$ )

$$q = q_0 \times K \quad (m^3)$$

where  $q_0$  = Capacity in catalogue  $(m^3)$   
 $K$  = Loading efficiency 0.88

- 2) Cycle time ( $Cm.$ )

Cycle time can be computed in the following formula, however, it should be chosen in the following table practically.

$$Cm. = 0.067 + 11 \quad (sec.)$$

where  $\theta$  = Angle of boom rotation

Table 3.7

$\phi$ (degree)	(sec.)		
	90	135	180
Cm.	17	20	23

Remarks

- 1) In case that angle of boom rotation is less than 90 degrees, it should be considered 90 degrees and in other case specific angle should be used.

## 3) Efficiency

Table 3.8

Kind of earth	Site condition				Standard
		Good	Ordinary	Bad	
Sand		0.80 - 0.70	0.70 - 0.60	0.60 - 0.50	0.65
Sandy earth		0.70 - 0.60	0.60 - 0.50	0.40 - 0.30	0.50
Clayey earth		0.50 - 0.45	0.45 - 0.35	0.35 - 0.30	0.40
Gravel		0.55 - 0.50	0.50 - 0.35	0.35 - 0.30	0.40
Rock		-	0.25 - 0.15	-	0.20

Remarks

- 1) Practically standard ratio should be applied to formula, however, adjustment for ratio is possible in the following case within range.
- 2) In case of hard earth or earth with gravel, it can be decreased by 0.05, and in case of loose earth or gravel after excavation once, it can be increased by 0.05.
- 3) In case that earth height for excavation is from 2 m to 4 m, it can be decreased by 0.05.
- 4) This efficiency is considered under condition of combination work with another equipment and in case of simple work, it can be increased 0.05 (except clayey or rock).
- 5) According to field size, water content and kind of work, it can be adjusted  $\pm 0.05$ .

3.2.2 Back hoe

Excavating volume in one hour can be calculated in the following formula.

$$Q = \frac{3,600 \times q \times f \times E}{Cm.} \quad m^3/hr$$

- where
- Q : Excavating volume in one hour (m<sup>3</sup>/hr)
  - q : Excavating volume in one cycle m<sup>3</sup>
  - f : Bulk factor of soil (see Table 2.5)
  - E : Efficiency
  - Cm. : Cycle time (sec.)

1) Excavating volume in one cycle

$$q = q_0 \times K$$

- q<sub>0</sub> : Capacity in catalogue m<sup>3</sup>
- K : Loading efficiency 0.88

2) Cycle time (Cm.)

Cycle time can be computed in the following formula, however, it should be chosen in the following table practically.

$$Cm. = 0.067\phi + 24 \text{ (sec.)}$$

ϕ : Angle of boom rotation.

Table 3.8

ϕ (degree)	45	90	135	180
Cm.	27	30	33	36

Remarks

- 1) In case that angle of boom rotation is less than 45 degrees, it should be considered as 45 degrees and in other case specific angle should be applied.

### 3) Efficiency

Table 3.9

Kind of earth \ Site condition				
Sandy earth	0.80 - 0.70	0.70 - 0.60	0.60 - 0.50	0.65
Clayey earth	0.70 - 0.60	0.60 - 0.50	0.50 - 0.40	0.55
Gravel	0.75 - 0.65	0.65 - 0.45	0.45 - 0.35	0.55
Rock	-	0.30 - 0.20	-	0.25

#### Remarks

- 1) Practically, standard ratio should be applied to formula, however, adjustment for ratio is possible in the following case within range.
- 2) In case of hard earth, or earth with gravel, it can be decreased by 0.05, and in case of loose earth or gravel after excavation once, it can be increased by 0.05.
- 3) In case that earth depth for excavation is from 1 m to 4 m, it can be decreased by 0.05.
- 4) This efficiency is considered under condition of combination work with another equipment and in case of single work it can be increased by 0.05 (except rock).
- 5) According to field size, water content and kind of work, it can be adjusted by  $\pm 0.05 - \pm 0.10$ .
- 6) In article 4 mentioned above it should not be applied to excavation of rock.

#### 3.2.3 Dragline

Excavating volume in one hour can be calculated in the following formula.

$$Q = \frac{3,600 \times g \times f \times E}{Cm.} \quad m^3/hr$$

- where
- Q : Excavating volume in one hour ( $m^3/hr$ )
  - q : Excavating volume in one cycle  $m^3$
  - f : Bulk factor of soil (see Table 2.5)

E : Efficiency

Cm. : Cycle time (sec.)

1) Excavating volume in one cycle (q)

$$q = q_0 \times K$$

where  $q_0$  : Capacity in catalogue  $m^3$

K : Loading efficiency 0.88

2) Cycle time (Cm.)

Cycle time can be computed in the following formula. However, it should be chose in the following table practically.

$$Cm. = 0.067\phi + 22 \text{ (sec.)}$$

where  $\phi$  : Angle of boom rotation

Table 3.10

$\phi$ (degree)	45	90	135	180
Cm.	25	28	31	34

Remarks

1) In case that angle of boom rotation is less than 45 degrees, it should be considered as 45 degrees, and in other case specific angle should be applied.

3) Efficiency

Table 3.11

Kind of earth	Site condition	Good	Ordinary	Bad	Standard
	Sandy earth	0.80 - 0.70	0.70 - 0.50	0.50 - 0.40	0.60
Clayey earth	0.75 - 0.65	0.65 - 0.45	0.45 - 0.35	0.55	
Gravel	0.70 - 0.60	0.60 - 0.40	0.40 - 0.30	0.50	

### Remarks

- 1) Practically standard ratio should be applied to formula, however, adjustment for ratio is possible in the following case within the range.
- 2) In case of hard earth, or earth with gravel, it can be decreased by 0.05, and in case of loose earth on gravel after excavation once, it can be increased by 0.05.
- 3) In case that earth depth for excavation is more than 3 m, it can be decreased by 0.05.
- 4) This efficiency is considered under condition of combination work with another equipment and in case of simple work it can be increased by 0.05.
- 5) According to field size, water content and kind of work, it can be adjusted by  $\pm 0.05$ .

### 3.2.4 Clamshell

Excavating volume in one hour can be calculated in the following formula.

$$Q = \frac{3,600 \times g \times f \times E}{Cm.} \quad (m^3/hr)$$

where Q : Excavating volume in one hour ( $m^3/hr$ )  
q : Excavating volume in one cycle ( $m^3$ )  
f : Bulk factor of soil (see Table 2.5)  
E : Efficiency  
Cm. : Cycle time (sec.)

- 1) Excavating volume in one cycle  $9q$

$$q = q_0 \times K$$

where  $q_0$  : Capacity in catalogue  $m^3$   
K : Loading efficiency 0.88

- 2) Cycle time (Cm.)

Cycle time can be computed in the following formula, however, it should be chosen in following table practically.

$$Cm = 0.067\phi + 25 \text{ (sec.)}$$

where  $\phi$  : Angle of boom rotation

Table 3.12

$\phi$ (degree)	45	90	135	180
Cm.	28	31	34	37

Remarks

- 1) In case that angle of boom rotation is less than 45 degrees it should be considered as 45 degrees, and in other case specific angle should be applied.
- 3) Efficiency

Table 3.13

Kind of earth \ Site condition	Good	Ordinary	Bad	Standard
Sandy earth	0.80 - 0.70	0.70 - 0.50	0.50 - 0.35	0.60
Clayey earth	0.70 - 0.60	0.60 - 0.40	0.40 - 0.25	0.50
Gravel	0.70 - 0.60	0.60 - 0.40	0.40 - 0.25	0.50

Remarks

- 1) Practically standard ratio should be applied to formula, however, adjustment for ratio is possible in the following case within the range.
- 2) In case of hard earth or earth with gravel, it should be decreased by 0.50, and in case of loose earth or gravel after excavation once, it can be increased by 0.50.
- 3) In case that earth depth for excavation is from 1 m to 3 m, it can be decreased by 0.05.
- 4) This efficiency is considered under condition of combination work with another equipment and in case of simple work it can be increased by 0.50.
- 5) According to field size, water content and kind of work it can be adjusted by  $\pm 0.50$ .

### 3.3 Tractor shovel

#### 3.3.1 Crawler type tractor shovel

Working volume in one hour can be calculated in the following formula.

$$Q = \frac{3,600 \times q \times f \times E}{Cm.} \quad (m^3/hr)$$

where Q : Working volume in one hour (m<sup>3</sup>/hr)  
 q : Working volume in one cycle m<sup>3</sup>  
 f : Bulk factor of soil (see Table 2.5)  
 E : Efficiency  
 Cm. : Cycle time (sec.)

1) Working volume in one cycle. (m<sup>3</sup>)

$$q = q_0 \times K$$

where q<sub>0</sub> : Capacity in catalogue  
 K : Loading efficiency 0.75

2) Cycle time

Cycle time for loading is constant as follows,

$$Cm. : 42 \text{ (sec.)}$$

3) Efficiency

Generally this machine is used for loading to transportation equipment, however, it can be used for excavation of earth except gravel, hard earth and rock.

Table 3.14

State of excavation \ Site condition	Good	Ordinary	Bad	Standard
After excavation by other equipment	0.60 - 0.50	0.50 - 0.40	0.40 - 0.30	0.50
Excavation of natural earth	0.50 - 0.40	0.40 - 0.30	0.30 - 0.20	0.40

#### Remarks

1) Practically, standard ratio should be applied to the formula, however, adjustment for ratio is possible in the following case within range.



- 2) In case of broken rock by explosion and earth with gravel, it can be decreased by 0.05.
- 3) In case that excavation height is from 1 m to 3 m, it can be decreased by 0.05.
- 4) According to hardness of earth, it can be adjusted by  $\pm 0.05$ .
- 5) According to field size, water content of earth, it can be adjusted by  $\pm 0.05$ .
- 6) Generally this equipment is effective for loading work with less than 10 m hauling, however, should this equipment be used for hauling earth, it can be applied as follows;

Working volume with hauling is product of working volume which is calculated in formula mentioned above and efficiency shown in the following table.

Table 3.15

Hauling distance (m)	15	20	25	30	35	40	45	50
Efficiency	0.90	0.80	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45

Example      Excavation, hauling and unloading  $1.6 \text{ m}^3$  - tractor shovel

$$t = 1.0 \text{ E} = 0.35 \text{ hauling distance } 30 \text{ m}$$

$$Q = \frac{3,600 \times 1.6 \times 0.75 \times 1.0 \times 0.35}{42} \times 0.65$$

$$= 36.0 \times 0.35 = 23.4 \text{ m}^3/\text{hr}$$

### 3.3.2 Wheel type tractor shovel

Working volume for loading in one hour can be calculated in the following formula.

$$Q = \frac{3,600 \times g \times f \times E}{Cm.} \quad (\text{m}^3/\text{hr})$$

where      Q    : Working volume in one hour ( $\text{m}^3/\text{hr}$ )

            g    : Working volume in one cycle  $\text{m}^3$

            f    : Bulk factor of soil

            E    : Efficiency

            Cm. : Cycle time (sec.)

1) Working volume in one cycle (m<sup>3</sup>)

$$q = q_0 \times K$$

$q_0$  : Capacity in catalogue

$K$  : Loading efficiency 0.75

2) Cycle time

Cycle time for loading is constant as follows.

$$C_m = 40 \text{ (sec.)}$$

3) Efficiency

Generally speaking, this equipment is used for loading to transportation equipment, however, it can be used for excavation of earth except gravel hard earth and rock.

Table 3.16

State of excavation \ Site condition	Good	Ordinary	Bad	Standard
After excavation by other equipment	0.60 - 0.50	0.50 - 0.40	0.40 - 0.30	0.50
Excavation of natural earth	0.05 - 0.40	0.04 - 0.30	0.30 - 0.20	0.40

Remarks

- 1) In case working field is big and excavation height is 1 m to 3m, it can be applied for upper limit of the range "good".
- 2) In opposite case of the mentioned above, it can be applied for lower limit of range bad.
- 3) If wheel shipping occurs during work, it can be shifted to lower rank.
- 4) In principle wheel type tractor shovel should not be used or excavation of natural earth but earth after excavation because of decreasing efficiency.

### 3.4 Dump truck

Hauling volume of dump truck can be calculated in the following formula.

$$Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{Cm.} \quad (m^3/hr)$$

where Q : Hauling volume in one hour  $m^3/hr$   
 q : Hauling volume in one cycle  $m^3$   
 f : Bulk factor of soil (see Table 2.5)  
 E : Efficiency  
 Cm. : Cycle time (min.)

1) Hauling volume in one cycle ( $m^3$ )

$$q = \frac{T}{W} \quad (m^3)$$

where T : Loading capacity in catalogue (ton)  
 W : Bulk density of earth ( $ton/m^3$ )  
 (in natural state)

Bulk density of earth should be applied from the following table.

Table 3.17

Kind of earth	Sand	Sandy earth	Clayey earth	Gravel	Rock
Bulk density $ton/m^3$	1.7	1.6	1.8	1.9	2.5

#### Remarks

1) In case that experimentation for quality control at job site is carried out, its result can be applied instead of value in the above table.

2) Cycle time (Cm.)

$$Cm. = 0.005L + 9.5 \text{ (min.)}$$

where  $L = \frac{\text{going distance} + \text{returning distance}}{2}$

Table 3.18

L (m)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000
Cm. (min.)	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5
L (m)	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000
Cm. (min.)	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5

Remarks

- 1) In case that hauling distance is less than 2,000 m specific distance nearest by real distance should be applied in the above table.
- 2) In case that hauling distance is more than 2,000 m specific distance should be calculated every 100 m interval and applied.
- 3) Efficiency

Table 3.19

Site condition	Good	Ordinary	Bad	Standard
Efficiency	1.60 - 0.90	0.90 - 0.70	0.70 - 0.30	0.80

Remarks

- 1) Practically standard ratio should be applied to formula, however, adjustment for ratio is possible in the following case within range.
- 2) Adjustment by road condition can be carried in the following table. If road condition is not the same as in whole distance, weighted mean should be computed, it should be decided in 0.05 unit.

Table 3.20

Road condition	Asphaltic or concrete paving road		Crushed stone or laterite paving road		Temporary road in job site	
	2 lane	1 lane	2 lane	1 lane	2 lane	1 lane
Efficiency	+0.35	+0.20	+0.05	- 0.05	- 0.10	-0.20

- 3) According to traffic volume, crossing and junction, it can be adjusted -0.05 to +0.10.
- 4) According to gradient and curve of road, it can be adjusted -0.10 to +0.10.
- 5) According to field size in borrow pit and kind of earth, it can be adjusted by +0.05.
- 6) In case that there is no spreading in spoil bank, it can be increased by 0.05.
- 7) In case that loading machine is longer or smaller than standard size, it can be adjusted by +0.05 (larger +0.05, smaller ---- -0.05).
- 8) In case that hauling distance is more than 2,000 m, it can be increased by 0.05.

### 3.5 Motor scraper

Working volume in one hour can be calculated in following formula.

$$Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{Cm.} \quad (m^3/hr)$$

where Q : Working volume in one hour ( $m^3/hr$ )  
 q : Working volume in one cycle  
 f : Buld factor of soil (see Table 2.5)  
 E : Efficiency  
 Cm. : Cycle time (min.)

- 1) Working volume in one cycle time ( $m^3$ )

$$q = q_0 \times K \quad (m^3)$$

where  $q_0$  : Ordinary loading capacity in catalogue ( $m^3$ )  
 K : Loading efficiency 0.88

- 2) Cycle time (Cm.)

$$Cm. = 1.72 + 0.0074L \quad (min.)$$

L : Hauling distance (m)

- 3) Efficiency

Table 3.21

Kind of earth \ Site condition	Good	Ordinary	Bad	Standard
Sandy earth	0.90 - 0.75	0.75 - 0.55	0.55 - 0.45	0.65
Clayey earth	0.60 - 0.50	0.50 - 0.40	0.40 - 0.30	0.45

### Remarks

- 1) Practically standard ratio should be applied to formula, however, adjustment for ratio is possible in the following case within range.
- 2) Accordingly gradient of site.
 

<u>+5%</u> <u>+15%</u>	$\bar{+}0.05$
more than <u>+15%</u>	$\bar{+}0.10$
- 3) According to trafficability of earth, it can be adjusted by  $\pm 0.05$ .
- 4) According to field conditions such as hard or soft, it can be adjusted by  $\pm 0.05$ .
- 5) According to condition at borrow pit or spoil bank such as field size, kind of earth, it should be adjusted by  $\pm 0.05$ .

In case bulldozer is used pusher to motor scraper, following size of bulldozer should be used.

Table 3.22

Size of motor scraper	m <sup>3</sup>	6	11	16	Remarks
Size of pusher	ton	21	21	32	Bulldozer

### 3.6 Banking and compaction

#### 3.6.1 Optimum kind and size of compaction equipment according to construction condition.

Optimum kind and size of compaction equipment should be selected for work in accordance with construction condition such as material, field size, water content and so on. Following table can be referred to this choice.

Table 3.23

Kind of equipment	Size of equipment	Kind of earth							Construction condition	Number of compaction	Thickness of compaction level (cm)
		Rock	Earth with gravel	Sand and sandy earth	Clay and clayey earth	Clay with gravel	Very soft earth	Very hard earth			
Road roller	10 - 12t	A	A	A	B	B	C	C	It is not optimum for compaction of embankment and is suitable for furnishing for road bed and sub-grade course.	5 - 8	20
Tire roller	8 - 20t	B	A	A	A	A	C	B	It is generally used for compaction of embankment.	5 - 6	15 - 30
Tamping roller	3 - 6t	C	C	B	B	B	C	A	It is optimum for clay and dry earth which has function to break block of earth.	10 - 20	20 - 40
Vibrating roller	1.25 - 4t	A	A	A	C	B	C	C	It is suitable for wide and continuous area such as road bed and subgrade course.	3	30
Vibratory plate compactor	90 - 200 kg	B	A	A	C	B	C	C	It is suitable for not only wide but also narrow place.	3	30
Rammer	50 - 110 kg	B	A	A	B	B	C	B	It can be used on narrow place and slope.	3	30
Bulldozer	11t	A	A	A	B	B	C	B	It is no exclusive compaction equipment, but broadly is used as compaction equipment.	3 - 6	20 - 30
Swamp bulldozer	13t	C	C	C	B	B	A	C	For clayey earth with high moisture content.	3 - 6	20 - 30

Remarks

- 1) A : It can be used effectively  
B : If effective equipment is not used, it can be used.  
C : It is not suitable to use under this state
  - 2) In case of slope compaction bulldozer can be applied effectively under the condition that gradient is not more than 1:1.8.
  - 3) Number of compaction means passing times of main wheel at same point.
- 1) Optimum choice of banking equipment according to construction conditions. Before compaction optimum equipment for banking should be selected in accordance with following condition.

Table 3.24

Kind of equipment	Size of equipment	
Buldozer	11 ton	Standard earth volume (refer to Table 2.1)
	21 ton	Larger earth volume than standard
Motor grader	3.1 m (blade width)	Effective width of road less than 6.0 m
	3.7 m (blade width)	Effective width of road more than 6.0 m

- 2) Relation between tamping roller and tractor.  
Following size of tractor can be applied to tamping roller.

Table 3.25

Total weight of tamping roller	Size of tractor
3.5 ton	6 ton
8.0 ton	11 ton
10.5 ton	15 ton
16.6 ton or more	21 ton

- 3) Relation between tire roller and tractor.  
Following size of tractor can be applied to tire roller.



Table 3.26

Total weight of tire roller	Size of tractor
8.0 ton	6 ton
10.0 ton	8 - 11 ton
20.0 ton	15 ton
28.0 ton or more	more than 21 ton

### 3.6.2 Working ability of compaction

Working ability of compaction in one hour can be calculated in following formula.

a) in volume basis

$$Q = \frac{60 \times V \times W \times D \times E}{N} \quad (\text{m}^3/\text{hr})$$

b) in area basis

$$A = \frac{60 \times V \times W \times E}{N} \quad (\text{m}^2/\text{hr})$$

where

- Q : Working ability in one hour (m<sup>3</sup>/hr)
- A : Working ability in one hour (m<sup>2</sup>/hr)
- V : Velocity of equipment (m/min.)
- D : Thickness of compacted layer after compaction (m)
- W : Effective compaction width in one time (m)
- N : Number of compaction
- E : Efficiency

1) Effective compaction width and velocity of equipment

Effective compaction width and velocity of equipment are shown in the following table.

Table 3.27

Kind of equipment	Size of equipment	Effective compaction width (m)	Standard velocity of compaction (m/min)	
			Road bed, dike and road fill	Subgrade course
Road roller	8-10 ton	0.8	33	42
	10-12 ton	0.8	33	42
Tire roller	6-8 ton	1.3	33	67
	8-20 ton	1.8	33	67
Bulldozer	11 ton	0.6	67	-
	15 ton	0.8	67	-
	21 ton	0.9	67	-
Vibrating roller	2-2.8 ton	0.7	-	17
	3-4 ton	0.8	-	17
Tamper and rammer	55-110 kg	0.25	-	67

## 2) Efficiency

Table 3.28

Site condition Kind of equipment		Good	Ordinary	Bad	Worst
		Field is big and there is no waiting time		There is a little bit waiting time	Waiting time is so long
Road bed, dike and road fill	Bulldozer	0.8	0.7	0.55	0.45
	road roller tire roller				
Subgrade course	Road roller	0.6	0.5	-	0.4
	Tire roller	0.5	0.4	-	0.3
Vibrating roller tamper and rammer		0.6	0.4	-	0.3
		0.5	0.5	-	0.4

### 3.6.3 Motor grader

Working ability for land levelling and banking in one hour can be calculated by the following formula

$$A = \frac{V \times W \times E}{N} \quad (\text{m}^2/\text{hr})$$

where A : Working ability in one hour (m<sup>2</sup>/hr)  
 V : Velocity of equipment (m/hr)  
 W : Effective width of blade or scarifier (m)  
 N : Banking times or scarifying times  
 E : Efficiency

#### 1) Velocity of equipment

Land levelling or scarifying      2,250      m/hr  
 Banking or spreading              1,800      m/hr

#### 2) Width and effective width of blade and scarifier.

Table 3.28

Size of equipment	Width of blade	Effective width of blade	Width of scarifier	Effective width of scarifier
3.1 m	3.10 m	2.4 m	1.07 m	0.9 m
3.7 m	3.71 m	2.9 m	1.23 m	1.1 m

#### Remarks

1) Effective width of blade can be calculated as follows;  
 effective width of blade = (width of blade x sin 60) - overlapped width

Where Overlapped width = 0.3 m

2) Effective width of scarifier can be calculated as follow;  
 effective width of scarifier = (width of scarifier) - overlapped width

Where Overlapped width = 0.15 m

#### 3) Banking times and scarifying times

##### a) Land levelling

Spreading              4 times  
 Scarifying              2 times

b) Mixing with asphaltic material and spreading

by blade 8 times

4) Efficiency

Table 3.29

Kind of work \ Site condition	Good	Ordinary	Bad
Land levelling	0.70	0.55	0.40
Mixing with asphaltic material and spreading		0.70	

#### 3.6.4 Working ability of bulldozer for banking and spreading

Working ability of bulldozer for banking and spreading in one hour can be calculated in the following formular.

a) Bulldozer 6 ton

$$Q = 10E (90 + 7) \quad (m^3/hr)$$

where Q : Working ability in one hour (m<sup>3</sup>/hr)  
(Volume after compaction)

D : Thickness of compacted layer (m)  
(thickness after compaction)

It should be from 0.15 m to 0.35 m

E : Efficiency

b) Bulldozer 11 ton

$$Q : 10E (11D + 8) \quad (m^3/hr)$$

c) Bulldozer 15 ton

$$Q = 10E (12D + 9) \quad (m^3/hr)$$

d) Bulldozer 21 ton

$$Q = 10E (18D + 13) \quad (m^3/hr)$$

e) Bulldozer 6 ton

$$Q = 10E (8D + 6)$$

1) Efficiency

2) Cycle time

$$C_m = \frac{L}{V} + t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

where L : One way distance (3,000 m)

V : Vehicle (500 m min.)

t<sub>1</sub> : Time for attachment and detachment of hose (5 min.)

t<sub>2</sub> : Time for water supply to water track  
(big one 18 min., small one 13 min.)

t<sub>3</sub> : Waiting time (t min.)

t<sub>4</sub> : Time for water spreading  
(big one 10 min. small one 7 min.)

#### Chapter 4. Expense of Equipment

When engineer estimates cost price of construction, he must compute expense of equipment. How to compute expense of equipment is explained in this chapter.

Expense of equipment in Construction consists of following items in the following figure.

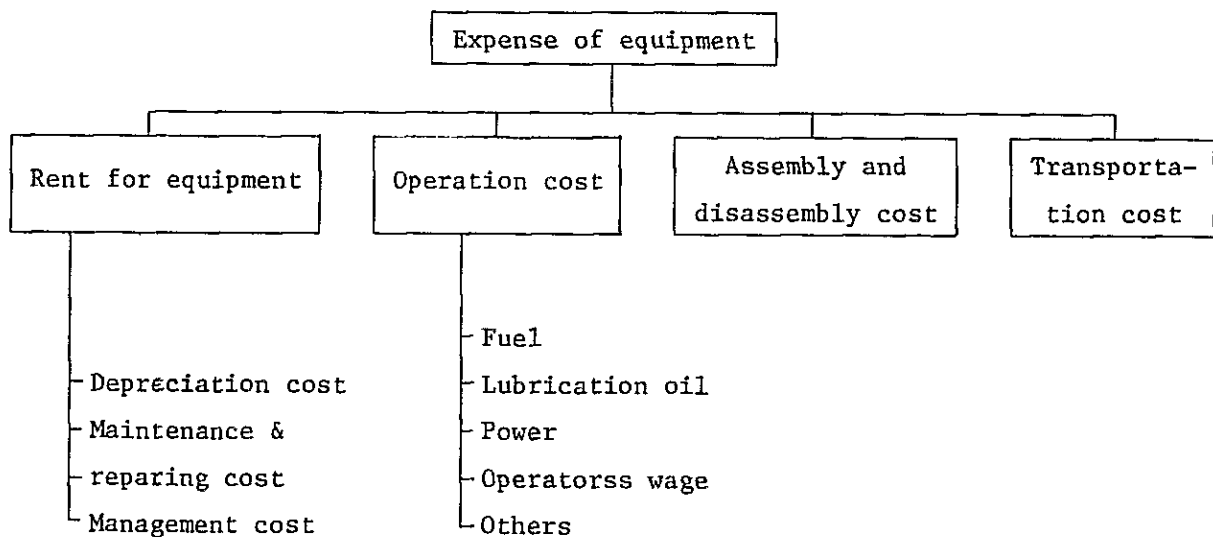


Fig. 4.1

#### 4.1 Rent for equipment

Rent for equipment can be shown in the following Figure.

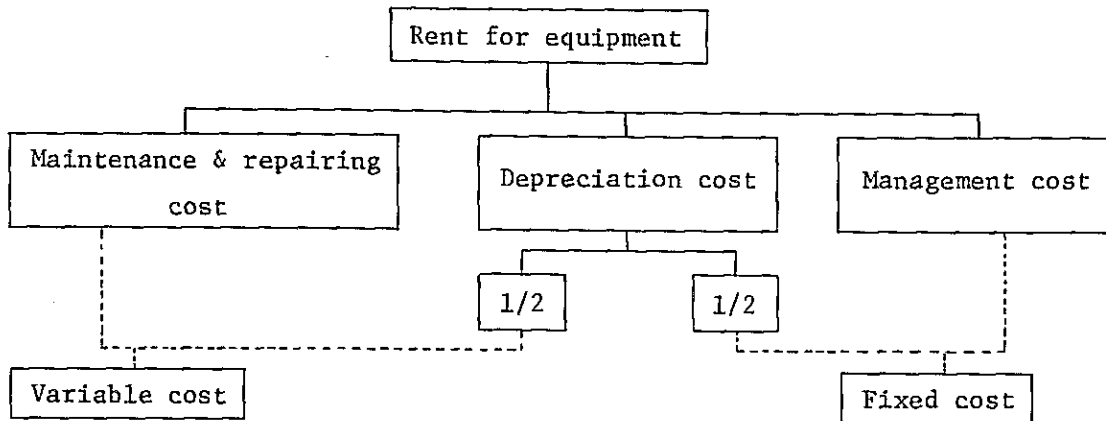


Fig. 4.2

Depreciation means that value of equipment will go down year by year and by using it, and it will reach at last to value fo scrap which is generally 10% of initial cost. Depreciation cost should be divided into 2 parts, one is belonging to variable cost, another is belonging to fixed cost. Because value of equipment will go down year by year, unless it is used.

Practically rent for equipment consists of cost per operating hour which includes half of depreciation cost, and maintenance & repairing cost, and cost per compulsory day which includes half of depreciation cost and management cost. Management cost comes from tax, storage cost, insurance cost and so on, which is applied in the rate of initial cost of equipment and maintenance & repairing cost is applied in the rate of initial cost of equipment, too.

Rent in one operating hour and rent in one compulsory day are shown in the following formula.

1. Rent in one operating hour

$$S_1 = \frac{IC \times 0.5 \times 0.9}{H}$$

where  $S_1$  : Rent in one operating hour  
 IC : Initial cost of equipment  
 H : Beating hour of equipment (hr)

Table 4.1 Standard table of rent for equipment

Equipment	Specification			Initial cost (yen)	Bearing period (yrs)	Standard usage in one year			Rate of maintenance & repairing	Rate of management	Rent in one operation hour		Rent in one compulsory day	
	Class	HP. of engine	Total weight			Operation hour	Operation day	Compulsory day			Rate	Amount	Rate	Amount
Bulldozer	15 ton	140 HP	15.5 ton	10,000x10 <sup>3</sup>	5	1,300 hr	185	260	110%	6.5	238x10 <sup>-6</sup>	2,380	596x10 <sup>-6</sup>	5,960
	21 ton	181	21.3	15,700	6	1,300	185	260	115	6.5	205	3,220	538	8,450
Back hoe	0.35 m <sup>3</sup>	75	12.0	7,910	5	1,300	185	260	80	6.5	192	1,520	596	4,710
	0.6 m <sup>3</sup>	91	17.0	11,500	5	1,300	185	260	80	6.5	192	2,210	596	6,850
Tractor shovel	1.3 m <sup>3</sup>	82	11.6	7,730	5	1,200	170	240	90	6.5	225	1,930	646	4,990
	1.8 m <sup>3</sup>	140	17.3	10,400	5	1,300	185	260	105	6.5	231	2,400	596	6,200
Dump track	4 ton	136	3.6	1,900	4	1,400	185	235	85	10.0	232	441	904	1,720
	8 ton	196	6.7	3,630	4	1,600	215	265	80	10.0	195	708	802	2,910
	11 ton	264	9.1	5,630	4	1,700	225	285	80	10.0	184	1,040	746	4,200
Tire roller	8-20 ton	83	8.0	5,710	7	1,000	165	250	85	6.5	186	1,060	517	2,950
Sheep's foot roller	2.9-5.5 ton	-	2.9	1,800	7	900	150	225	75	5.0	190	342	508	914
Motor grader	3.1 m	109	9.2	7,560	6	1,100	155	220	85	6.5	197	1,490	638	4,810
	3.7 m	118	11.7	8,630	6	1,100	155	220	85	6.5	197	1,700	638	5,490

2. Rent in one compulsory day

$$S_2 = \frac{IC \times 0.5 \times 0.9}{D \times Y}$$

where  $S_2$  : Rent in one compulsory day  
 IC : Initial cost of equipment  
 D : Standard compulsory days in one year  
 Y : Bearing period of equipment (years)

Example is shown in the following table.

4.2 Operation hours in one day

Operation hours of equipment in one day is generally shown in following formula.

$$H = \frac{S}{D}$$

H : Operation hours in one day  
 S : Standard operation hours in one year  
 D : Standard operation days in one year

Operation hours in one day of several equipment are shown in the following table.

Table 4.2

Kind of equipment	Specification	Operation hours in one day
Bulldozer	less than 6 ton	6.9 hr
	8 ton	7.1
	more than 11 ton	7.0
Swamp bulldozer	less than 7 ton	6.9
	more than 13 ton	7.0
Supper Swamp bulldozer	more than 13 ton	7.0
Power shovel, Back hoe	more than 1.2 ton	7.0
Dragline, Cramshell		7.0
Tractor shovel	0.2 m <sup>3</sup> - 1.1 m <sup>3</sup>	6.9
	more than 1.6 ton	7.0
Dump truck	8 ton	7.4
	10 - 11 ton	7.6



#### 4.3 Compulsory days

Compulsory period of equipment is apparently longer than operation period of equipment, because compulsory period begins from the date of hauling job site and ends at the date of hauling to guagage.

During course of construction, sometimes we must stop equipment work according to rainfall, machinery planning holiday and so on. However, such period shall be included in compulsory period.

Generally waiting days by rainfall are estimated in the following table.

Table 4.3

Kind of construction	Rainfall in one days (mm)			
	$5 \leq Q < 10$	$10 \leq Q < 30$	$30 \leq Q < 50$	$50 \leq Q$
Land consolidation	0.5	1.5	2.5	3.5
Other (except tannel)	0	1.0	2.0	3.0

#### 4.4 Fuel consumption

Fuel cost of equipment is computed in the following formula, and its standard fule consumption in one operating hour can be referred in each table for standard fuel consumption of equipment.

##### 1) Main fuel

$$C = R \times P$$

where C : Fuel cost

R : Standard fuel consumption (l/hr)

P : Cost of fuel

Standard fuel consumption tables for main equipment of construction work are shown as follows:

Table 4.4 Standard fuel consumption of

l/hr

Specification		High speed diesel engine oil			Rate of lubrication & others
		Heavy operation	Ordinary operation	Light operation	
Bulldozer	3 ton	4.5 <sup>l</sup>	3.0 <sup>l</sup>	2.5	30%
	6	7.0	5.0	3.5	30
	8	8.5	6.5	4.5	30
	11	11.5	8.5	6.0	30
	15	16.5	13.0	10.0	30
	21	23.4	20.0	16.0	30
	32	41.0	33.0	27.0	30
Swamp bulldozer	3.5	5.5	3.5	3.0	30
	7	8.0	6.0	4.0	30
	9	10.0	8.0	5.5	30
	13	13.0	10.0	6.5	30
	16	15.0	12.0	8.0	30
Super swamp bulldozer	4	6.0	4.5	-	30
	10	11.0	9.5	-	30
	13	13.5	11.0	-	30
	16	16.0	12.5	-	30

Remarks

1. Operation condition is specified into 3 grades as follows:

a) Heavy operation

In case of hard earth, earth with high moisture content, transportation, traction of scraper, plow and ripper, and as on, it can be specified to heavy operation.

b) Light operation

In case of spreading loose earth and land levelling, it can be specified to light operation.

c) Ordinary operation

In all cases except the mentioned above it can be specified to ordinary operation.

2. Generally cost of lubrication, grease and so on are applied from cost of main fuel, which can be estimated as rate of main fuel cost, and such rate is shown in the above table.

Table 4.5 Standard fuel consumption of power shovel

l/hr

Specification	High speed diesel engine oil			Rate of lubrication & others
	Heavy operation	Ordinary operation	Light operation	
0.35 (m <sup>3</sup> )	6.0 <sup>1</sup>	5.0 <sup>1</sup>	3.5 <sup>1</sup>	30%
0.7	11.0	9.0	6.5	30
0.9	13.0	11.0	8.0	30
1.2	16.0	14.5	10.0	30

Remarks

1. Operation condition is specified into 3 grades as follows:

a) Heavy operation

In case of hard earth, heavy clay, gravel soft rock and so on, it can be specified to heavy operation.

b) Light operation

In case of soft earth, sand with low moisture content and so on, it can be specified to light operation.

c) Ordinary operation

In all cases except the mentioned above, it can be specified to ordinary operation.

Table 4.6 Standard fuel consumption of dragline or clamshell

l/hr

Specification	High speed diesel engine oil			Rate of lubrication & others
	Heavy operation	Ordinary operation	Light operation	
0.6 m <sup>3</sup>	10.0 <sup>1</sup>	8.0 <sup>1</sup>	6.0 <sup>1</sup>	30%
0.8	12.5	10.5	7.5	30
1.2	16.0	14.5	10.0	30

Remarks

1. Operation condition is specified into 3 grades as follows:

a) Heavy operation

In case of hard earth, heavy clay, gravel and so on, it can be specified to heavy operation.

b) Light operation

In all cases except the mentioned above, it can be specified to ordinary operation.

c) Ordinary operation

In all cases except the mentioned above, it can be specified to ordinary operation.

Table 4.7 Standard fuel consumption of back hoe

Specification	High speed diesel engine oil			Rate of lubrication & others
	Heavy operation	Ordinary operation	Light operation	
0.35 m <sup>3</sup>	6.0l	5.0l	3.5l	30%
0.7	11.0	9.0	6.5	30
0.9	13.0	11.0	8.0	30
1.2	16.0	14.5	10.0	30

Remarks

a) Heavy operation

In case of hard earth, heavy clay, gravel and so on, it can be specified to heavy operation.

b) Light operation

In case of soft earth, and sand with low assistance content and so on, it can be specified to light operation.

c) Ordinary operation

In all cases except the mentioned above, it can be specified to ordinary operation.

Table 4.8 Standard fuel consumption of tractor shovel

1/hr

High speed diesel engine oil					Rate of lubrication oil and others
Crawler type tractor shovel			Wheel type tractor shovel		
Specification	Earth condition (natural state)	Earth condition (loose state)	Specification	Earth condition (loose state)	
0.4 m <sup>3</sup>	3.0 <sup>l</sup>	2.5 <sup>l</sup>	- m <sup>3</sup>	- l	30%
0.8	4.5	4.0	0.8	3.6	30
1.1	6.0	5.5	1.0	4.5	30
1.3	9.0	8.0	1.4	7.5	30
1.6	11.5	9.5	1.9	10.0	30
1.8	12.5	10.5	2.1	11.0	30

Table 4.9 Standard fuel consumption of dump track

1/hr

Specification	High speed diesel engine 0 : 1	Rate of lubrication oil & others
2 ton	3.0 <sup>l</sup>	20%
4	4.0	20
6 - 6.5	5.0	30
8	7.0	30
10 - 11	9.0	30

2) Standard fuel consumption of other equipment

Standard fuel consumption of other equipment that is not shown above, can be computed as follows:

a) Equipment with gasoline engine

Main fuel consumption

$$S = 0.32 \times P_S \times F$$

where S : Standard fuel consumption in one hour (1/hr)

P<sub>S</sub> : Rated output of engine (P.S.)

F : Integral load efficiency

Table 4.10

Kind of operation	Integral load efficiency
Heavy operation	0.60
Ordinary operation	0.45
Light operation	0.30

Lubrication oil & others include engine oil, gear oil, grease, bearing oil and so on, it can be calculated at rate of main fuel cost as follows:

$$G = S \times P \times K$$

where G : Lubrication oil & others in one hour  
 S : Main fuel consumption in one hour  
 P : Cost of main fuel  
 K : Rate of lubrication oil & others 0.15

b) Equipment with diesel engine

Main fuel consumption

$$S = 0.23 \times P_s \times F$$

where S : Standard fuel consumption in one hour (l/hr)  
 P<sub>s</sub> : Rated output of engine (P.S.)  
 F : Integral load efficiency



## Ⅲ 大久保富之専門家総合報告書

指導分野：かんがい排水

派遣期間：昭和53年11月2日

～56年1月15日

メクロン地区担当





タイかんがい農家開発計画  
インテング方式ほ場整備設計基準（案）

——メクロン第1地区の実績に基づく——



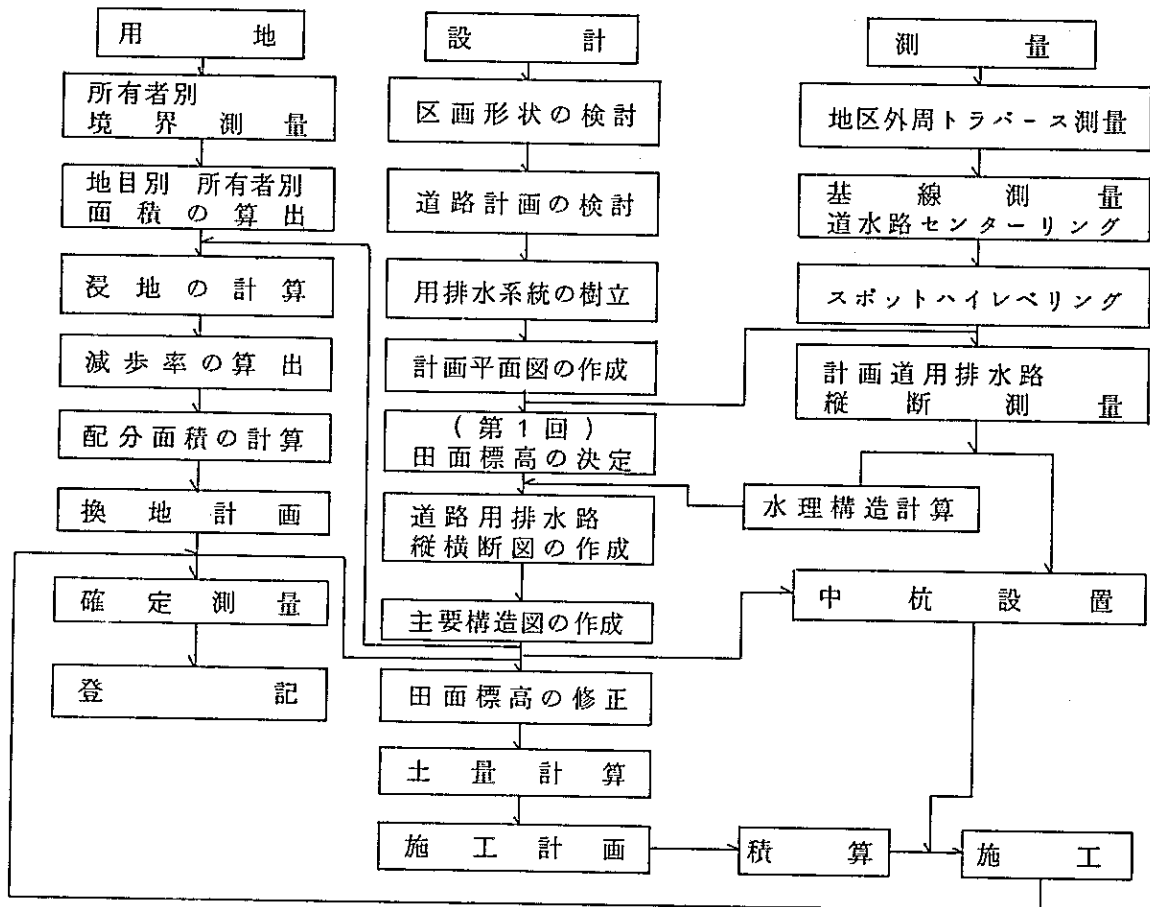
# 目 次

## 実績に基づく設計基準（案）

1. 設計の手順 .....	192
2. ホ場の形状 .....	193
2.1 用語の定義 .....	193
2.2 区画規模の検討 .....	193
3. 各施設の設計 .....	197
3.1 単位用排水量の決定 .....	197
3.2 用水路の設計 .....	201
3.3 排水路の設計 .....	203
3.4 農道の設計 .....	204
4. 初年度施工における問題点と対策 .....	205
5. 添付資料 .....	208
- 1 水田排水状況曲線	
- 2 THA MUONG 降雨状況と確率雨量	
- 3 粗度係数の測定	
- 4 土水路、流量曲線	
- 5 水路法面浸食状況写真	
- 6 水路草生状況写真	
- 7 収穫量調査 施工前-施工後	

# 実績に基づく設計基準

## 1. 設計の手順



## 2. 木場の形状

### 2-1 用語の定義

農区：農道によって囲まれた区域。

栽培管理、水管理及び土地利用計画上一条件で行い得る区域。

圃区：道路及び排水路によって囲まれた区域。

主として水管理上一条件で行う区域。

耕区：農道、小排水路、畦畔によって囲まれた耕作上最小単位の区域。主として作業効率、栽培管理よりきめられる。

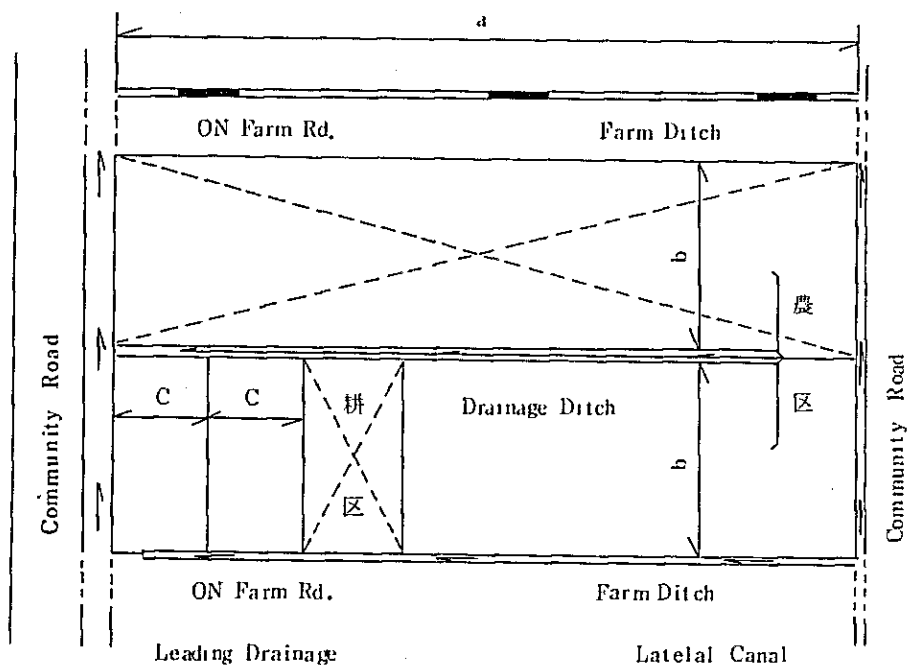


Fig 1

### 2-2 区画規模の検討（実績をもとにして）

耕区の大きさを決定する主な要因として下記のものがある。

- ① 作業機能などによる労働手段
- ② 用排水操作などによる水利条件
- ③ 土地の傾斜起伏などによる地形条件
- ④ 耕地集団化の可能性、協業の程度、ツブレ地率などの社会的、経済的条件

#### 1) 労働手段

将来大型トラクター、コンバイン等の大型機械が普及するとすれば短辺(c)はシロカキ時の旋回作業より50m以上が望ましい。又30m以下となるとコンバインの使用が困難である。

長辺(b)はトラクターによる耕起作業より100m以上が望ましい。以上より農作業の機械化による区画の制約は長短辺の最小限度をきめる要因となる。

メロンにおける Plowing Puddling の実績。区画規模50m×160m(0.8ha)

Plowing	トラクター	80	5輪プラウ	3.75 hr	縦方向のみ
Puddling	ハンドテラー			8 hr	

## 2) 水利条件

① 用水条件：通常1ローテーションブロックは1つの Farm Ditch の支配面積 ( Fig 1 の農区 ) を考えるのが妥当である。

Rotation interval は水田湛水深と減水深より決られるが、稲の生産過程栽培管理より10日以内が妥当であろう。(代かき期間を除く)又田面内の末端までの用水到達時間があまり永すぎると耕作者間の調整がうまくいかない。結局用水条件が区画規模に与える最大の要因は用水到達時間である。

これについて(付表-1)に示す水田で水かき用水時間を実測した。

区画規模 160×50m 初期条件 中干し後 (写真1)

Farm Ditch 用水量  $q = 0.032 \text{ m}^3/\text{sec}$

末端水足到達時間 6時間

湛水深 平均10cmに要する時間 9時間

以上の結果であった。本地区の1 Farm Ditch 当りの計画用水量は  $q = 0.024 \text{ m}^3/\text{sec}$  である。水管理の上から1枚当りのかんがい時間は半日(12時間)以内が妥当と思われる、なぜならば、仕事のかかりと終りに水の切替をすることが理想的であろう。(この地区の場合)

又各ローテーションブロックごとの用水量が定められている場合そのブロックの大きさ ( Fig 1 の農区 ) は代かき期間を何日にするかによっても検討されるべきである。

② 排水条件：メロン地区の場合、低湿地でないこと、降下浸透が小さいことより排水路間隔は地下排水を考慮する必要はない。従って区画の大きさは地表排水のみに影響される。この場合問題となるのは施肥、除草、中干し、落水時の排水時間である。通常これ等の排水許容日数は1~2日である。

付表-1に試験田における排水時間の実測結果を示す。

観測時期は水稻落水時である。観測方法は長辺160m、短辺50mの水田に平均湛水深8cmを確保し、これより短辺に設けた $\phi 0.30 \text{ m}$ のパイプより排水を行った。排水口の大きさと排水量との関係は、当初の2時間程度が関係あるのみでその後はあまり関係ない。

実測結果排水口より160m地点の $\phi 5$ で水深5cmを下げるのに24時間を必要

とし、2日後には排水口からの排水はなくなり凹地の湛水のみとなった。

以上の結果から長辺160mではその排水時間は営業に支障をおよぼすことはない。従って排水時間は区画の長短より田面の均平度に大きく左右される。

3) 地形作業条件

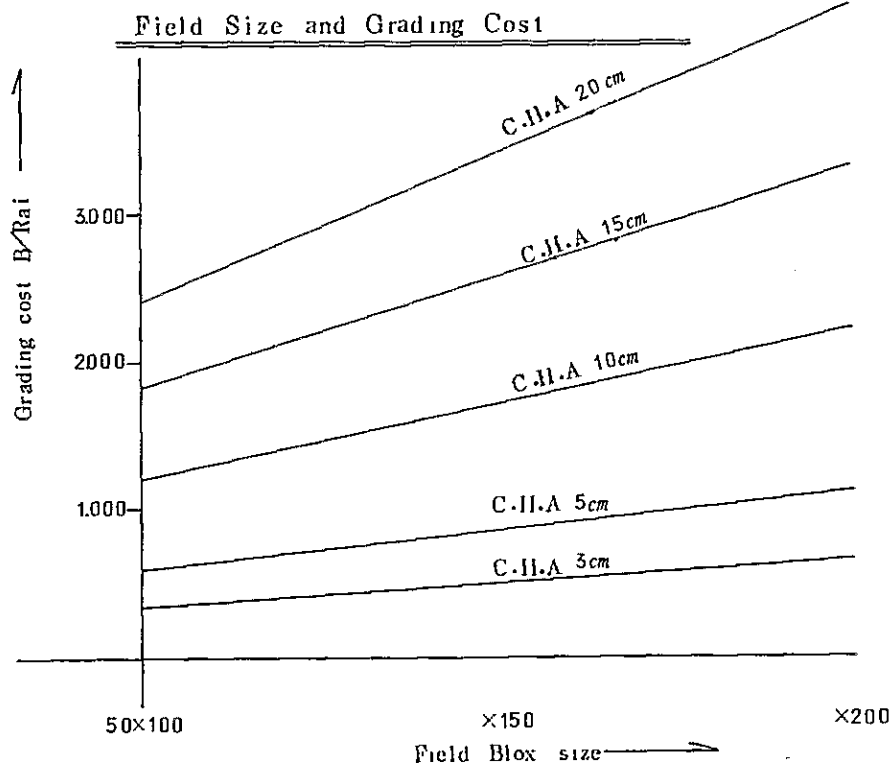
㊦ 地形条件：主として移動土工量が工事費に影響する。

◦メクロンにおけるライ当り工事費

1980 Unit cost

Item	Quantity	UnitCost	Amount		Remerk
Land Grading	41.6 <sup>m<sup>2</sup></sup>	27.3	1,136	36	include clearing
Land Levelling	0.9 <sup>Rai</sup>	214.4	193	6	
Comminuty Rd	5.2 <sup>m</sup>	78.1	406	13	
Latelal Can	4.0 <sup>"</sup>	116.0	464	15	(Callvert etc 32%)
Leading Dra	3.6 <sup>"</sup>	68.3	246	8	( " 60%)
Farm Rd Ir Dr	Rd Ir 4.5' Dr 35	-	494	16	( " 29%)
Intak Bridge	1	-	206	6	
Total	1 <sup>Rai</sup>		3,145	100	

◦平均田面高低差と区画規模整地質の関係



※ except on depreciation of Ballzoder



メクロンにおける工事实績より Grading の費用は全体工事費の約 30% を占め工事費に大きく影響する。又 Grading Cost は平均田面高低差が大きくなる程区画規模に与える影響は大きい。メクロンの場合平均田面高低差は 5 cm 以下であり移動土木量が区画規模を決定する要因にはならない。

- ⑥ 営農条件：主として営農時の小運搬であるが、メクロンの場合、排水条件がよいためあまり問題とならない。(均平度がよければ落水後約 10 日でトラックの搬入可能) ただし、この場合も田面の均平度が問題である。又、田面の凹凸は収量に大きく影響し、田面湛水深のアンバランスは肥料の効果の有無、除草剤の害等を招く。
- メクロンにおける田面レベリングの実績

Time	Difference of Elevation	Machinery use	working hour
First - Second	26cm - 22cm	Moter Greder	4 hr
Second - Final	22cm - 10cm	Moter Greder Farm Tractor	4.5 # 6 #

※ 高低差は附表 - 1 の各点の field elevation を取り、その高い方から 3 点、低い方から 3 点を取りその平均の差で表わした。

上記 levelling 実績より長辺 100 m 以上となると初年度  $\pm 5$  cm の許容範囲でレベリングを行うことは多大の労力を要する。

#### 4) 社会的条件

水作地の有無、1 戸当りの平均耕作面積、ツブレ地の限度などがある。メクロン地区の場合、小作率 13%、1 戸当たり平均耕作面積 2.8 ha であり、これによる区画規模の制約はない。

ツブレ地率についてはタイ国の場合、ホ場整備法 (Land Consolidation for Agriculture Act) により、それが 7% 以上となった場合、これを超えた分については政府が補償しなければならない。となっているため 7% 以内におさめることを原則としている。

本地区の場合、耕区規模 160 m  $\times$  50 m で 6% のツブレ地率となった。

#### 5) 結論

- ① 耕区の大きさ：耕区規模決定の最大の要因は均平度の難易である。用排水の機能上からは長辺 200 m 以内であればあまり問題とならない。

本地区の場合、地形勾配は約 1/1000 ~ 1/4000 であり地形上の要因から辺長の制約を受けることは少ない。

このことから短辺長(c)は主として機械の作業条件より 50 m 程度が妥当であろう。

長辺(c)は作業条件、水利条件からは200m程度が上限と考えられる。しかし、施工時の均平の難易、営農の経年による田面の修正の可能性(水稲一作後のレベリング調査では代かきによる土の移動は見られない。部分的に極低部がなくなった程度である)から見ると100m程度が適当と思われる。以上の他にツブレ地率等総合的に判断すると長辺(c)は140~160mは妥当と思われる。

- ⑩ ホ区の大きさ：第1条件は農道用排水路によるツブレ地率を7%以内に収めることである。第2条件としてFarm Ditch and Drainage Ditchの機能を考える必要がある。1つのFarm Ditchにかかわる耕地数をあまり多くすると上流部で水を取り過ぎ末端耕区で水不足をきたす傾向が強くなる。又この場合Farm Ditchの規模が大きくなりピーク用水時以外の時、断面が不経済となる。
- (1 Farm DitchをRotation Blakとした場合。)又Drainage Ditchの面より長辺(a)をあまり長く取ると1本当りの集水面積が大きくなり、Leading Drainageとの合流上に特別な保護が必要となり、工事費及び施工後の管理に多大の費用を要する。

### 3. 各施設の設計

#### 3-1 単位用排水量の決定

##### 1) 単位用水量

営農計画より水稲作付計画は

第1期作 1月中旬~6月中旬

第2期作 7月中旬~12月中旬

代かき期間は、地域の気象条件、水利条件、営農の慣習より48日とする。かんがい用水量の計画は下記により行った。

$$NW_r = CU + P$$

$$\left\{ \begin{array}{l} NW: \text{Net water Requirement} \\ CU: \text{Consumptive Use of Crope} \\ P: \text{Parcolation} \end{array} \right.$$

$$W_r = (NW_r + L - E) / E_f$$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_r: \text{Water Reppurement} \\ L: \text{Water for puddling} \\ E: \text{Effectiue Rainfall} \end{array} \right.$$

$$D_r = W_r / E_d$$

$D_r$ : Diuersion Requirement

以上の結果、本地区の用水ピークは乾期水稲の代かき最終日に発生する。(2月下旬)

○ ピーク用水量の計算

$$NWr = 3.97 + 1 = 4.97 \text{ mm}$$

$$\begin{cases} CU = Ep \times K = 4.18 \times 0.95 = 3.97 \text{ mm} \\ P = 1 \text{ mm} \end{cases}$$

$$Wr = (4.97 \times \frac{23}{24} + 150 \times \frac{1}{48}) \div 0.8 = 9.85 \text{ mm}$$

$$\begin{cases} L: \text{Water for puddling depth } 150 \text{ mm} \\ \quad \text{1ローテーションブロック 24 枚中 23 枚植付完了、残り 1 枚の代かき} \\ \quad \text{用水を 2 日で湛水する。} \\ E: \text{乾期であるため } 0 \\ Ef: \text{かんがい効率 } 0.80 \end{cases}$$

$$Dr = 9.85 / 0.9 = 10.94 \text{ mm}$$

Ed: 送水効率 0.9

1 Farm Ditch 当りの用水量

$$\frac{10.94 \text{ mm} \times 19.2 \text{ ha}}{86400} = 0.024 \text{ m}^3/\text{s} / 19.2 \text{ ha}$$

2) 単位排水量

a 対称降雨量

Tha Muong の降雨記録より見て本地区の降雨の型は一般的に次のようなことが言える。

- ① 日雨量 100 mm 以上の雨はその前後日は雨が少なく割合単発的なものが多い。
- ② 連続降雨の大きなものは大部分 2～3 日で終わっている。

以上のことから本地区の場合、3 日連続雨量を 3 日排除として計画することが妥当である。(付表 - 2 参照)

b 排水の mechanism

初期条件として水田には常時 10 cm の湛水があるものとする。降雨開始の初期は約 100 mm が田面上に貯留され、それ以降の雨は 100% Drainage Ditch に排水される。降雨完了後、水田内に貯留された余分の水はそれぞれの水田の水口よりじりじりに Ditch に排出される。宅地および畑地は初期損失 10 mm を見込みそれ以降が所定の流出率により流出する。

Drainage Ditch の流量 Leading Drainage に集められ Pipe Culvert により Main Drainage に排出される。

c 計画排水量

- ① 降雨型: 計画降雨量は  $\frac{1}{10}$  年確率 3 日連続雨量:  $R_{10} = 209 \text{ mm}$  とする。降雨型本地区の傾向として、その約 60% が中央主山型である。降雨配分は 10 年間

の代表降雨の傾向より第2日目に68%、その前後日に16%の雨が降るものとする。

② 排水量の算定

本地区の排水系統は完全に4ブロックに独立しているためLeading Drainage D-3を代表ブロックとして解析する。そのブロックはこれに準ずる。

○ 標高別面積、湛水量

標高	面積		湛水量	
	面積	累計	湛水量	累計
1950 以下	3.5ha	3.5ha	1,750m <sup>3</sup>	1,750m <sup>3</sup>
1950~.60	25.5	29.0	16,250	18,000
1960~.70	60.5	89.5	59,250	77,250
1970~.80	15.3	104.8	97,150	174,400
1980~.90	3.5	108.3	106,550	280,950
1990 以上	13.5	121.8	115,050	396,000

上記結果を Fig-2 に示す。

○ 流出率、下記の通りとする。

	水田	畑	宅地道路
面積	109.5ha	5.3ha	7.0ha
流出率	-	70%	80%

○ 流出量の算出

降 雨 継続時間	降水量	流 出 量				
		水 田	畑	宅 地	計	時間当り
0 ~ 7	10 <sup>mm</sup>	— <sup>m<sup>3</sup></sup>	— <sup>m<sup>3</sup></sup>	— <sup>m<sup>3</sup></sup>	— <sup>m<sup>3</sup></sup>	m <sup>3</sup> /hr
7 ~ 24	24	—	890	1,340	2,230	131
24 ~ 35	66	—	2,450	3,700	6,150	559
35 ~ 48	76	83,220	2,810	4,260	90,290	6,945
48 ~ 72	33	36,140	1,220	1,850	39,210 21,900	2,546
72 ~ 96	—				43,800	1,825
96 ~ 120	—				43,800	1,825
計					247,380	

田面貯留量 100 mm は降雨終了後 2 ~ 3 日間で排除するものとする。

$$1095000 \times 0.1 = 109500 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ 時間当り } 109500 \div (25 \times 24) = 1825 \text{ m}^3/\text{hr}$$

d 排水量の算出

流出時間は流域長が 1,700 m と短いから、流量到達時間は 1 時間以内とする。

許容湛水深は 30 cm、許容湛水時間は地区外からの流入がないこと、水が濁って、ないことより 3 日とする。

Leading Drainage 末端の Pipe Culvert は下流 Main Drainage との間に十分な水位差が取れるため、特に排水能力に問題はない。



従って、地区内湛水は Leading Drainage の能力に影響される。

○ 排水路規模の決定

右図のように断面を仮定する。

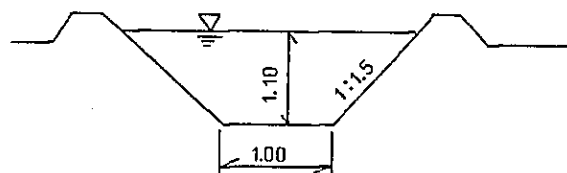


Fig-3

$$Q = A u \quad u = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$A = (1.00 + 1.65) \times 1.10 = 2.915 \text{ m}^2$$

$$P = 1.00 + 7.865 = 8.865$$

$$R = A/P = 0.329 \quad R^{\frac{2}{3}} = 0.476$$

$$I = 1/4000 \quad I^{\frac{1}{2}} = 0.0158$$

$$u = \frac{1}{0.04} \times 0.476 \times 0.0158 \div 0.19$$

$$Q = 2.915 \times 0.19 = 0.56 \text{ m}^3/\text{s}$$

1時間当り  $0.56 \times 3600 = 2,016 \text{ m}^3$

湛水深湛水時間の計算

時間	流入量		排水量		タン水量		
	流入量	累計	排水量	累計	タン水量	タン水量	タン水面積
35~48	90,285	90,285	26,208	26,208	64,077	19.69	85
48~72	61,104	151,389	48,384	74,592	76,797	19.70	89
72~84	21,900	173,289	48,384	122,976	50,313	19.67	75
84~96	21,900	195,189	24,192	147,168	48,021	19.67	75
96~108	21,900	217,089	24,192	171,360	45,729	19.66	70
108~120	21,900	238,989	24,192	195,552	43,437	19.66	70
120~132			24,192	219,744	19,245	19.60	30
132~141			19,245	238,989	0	0	0

以上の結果を Fig-2 に示す。

これより湛水深 0.25 m 以上の湛水時間は約 20 時間であり十分許容範囲に入り得る。

従って、排水路末端の断面は Fig-3 のようにする。これより上流の断面は流域面積比により決定する。

3-2 用水路の設計

1) 水理諸元

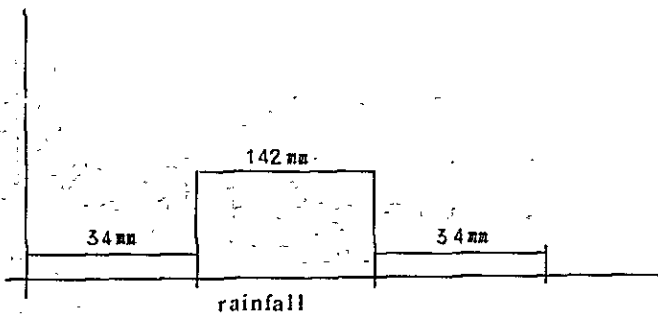
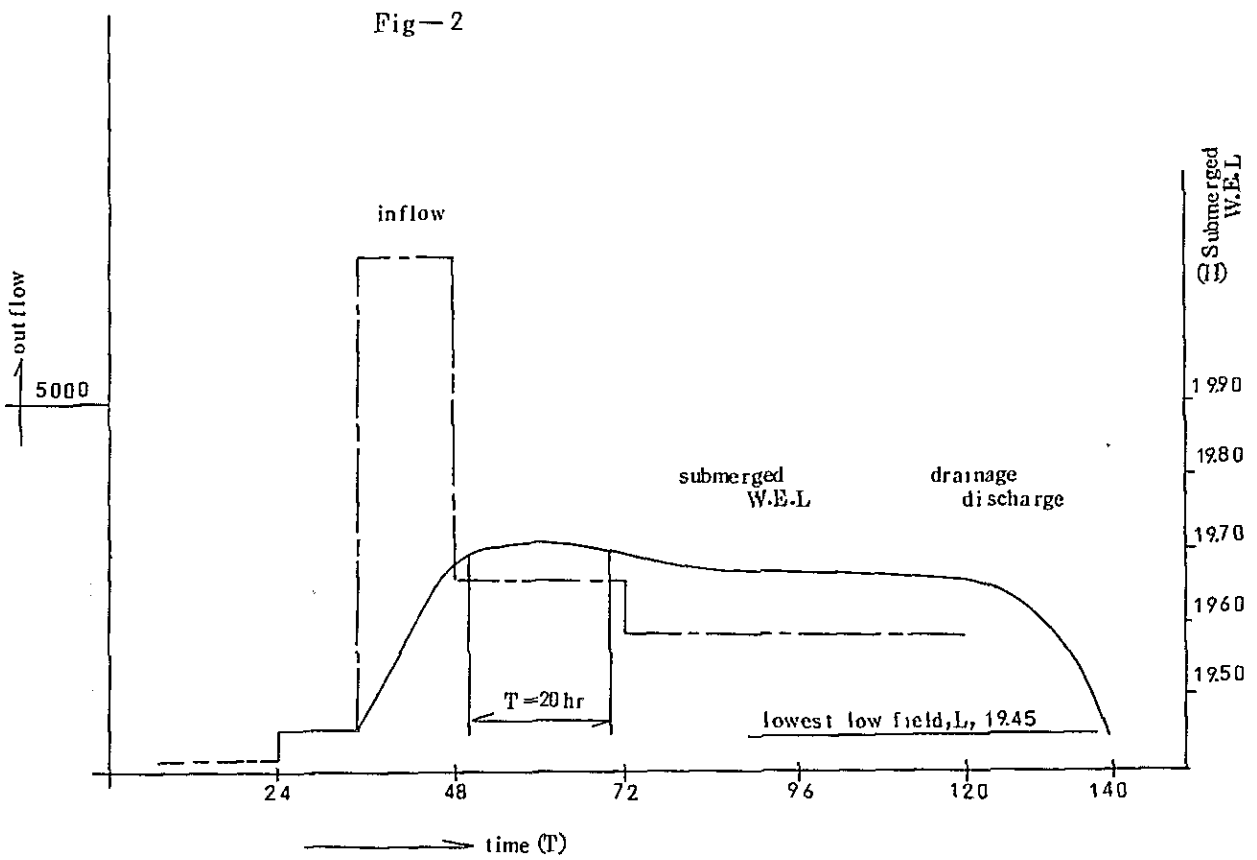
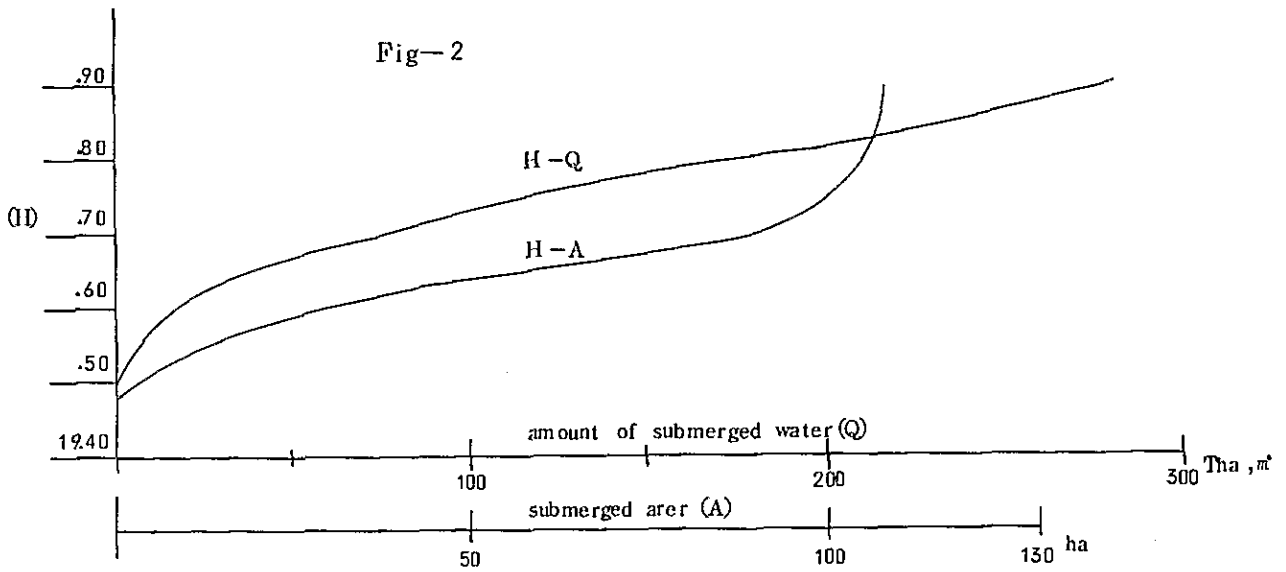
用水路は素掘水路とする。

粗度係数  $n = 0.04$  (実測値を付表-3に示す)

側法勾配 内側 1 : 1 外側 1 : 1.5

設計流速 - ジョーン防止より  $0.70 \text{ m/s}$  以下

フリーボード Form Ditch 0.10 m Lateral Conial 0.20 m

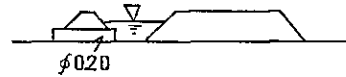


水路の断面形 通水能力 (付表-4に示す)

2) 用水路設計上の規準

a Farm-Ditchの田面からの高さ: Conal inuertが高過ぎるとFarm inletの出口が浸食をおこし、低過ぎると取水時間が永くなる。これよりFarm Ditchの底高は最低部で田面高と同一とする。(Fig-a)

b 水路勾配決定時の末端残留水位:  
Farm-Ditch 末端の残留水位は Farm-inlet のパイプ径より高くする。

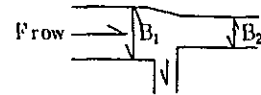


Farm-inlet のパイプ径は最低  $\phi 0.20m$ とし、その入口にはWooden gate を設ける。

c Farm-Ditch の縦断勾配: 現地形に 合わせを原則とするが、その勾配は  $1/5000$ より小さくしない。(  $u > 0.10m/s$  )

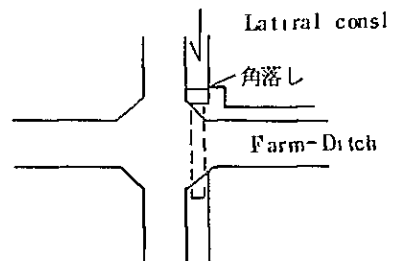
なぜならば施工後直ぐ草が生え、著しく水路機能を阻害するため、水の到達時間が永くかかる。

d Lateral Conal の断面変更地点: 流量の20~30%の減少する地点を目安とする。



e Farm-Ditch への分水:

Lateral Conal からFarm-Ditchに 分水するinlet には水管管理を容易にするため 角落しを設ける。その構造は右図を標準とする。



Concrete Box のサイズ

内巾 = 上流水路底巾 + 0.30m

Farm-Ditch 分水巾 = 0.30m

3-3 排水路の設計

1) 水理諸元

排水路は素掘水路とする。

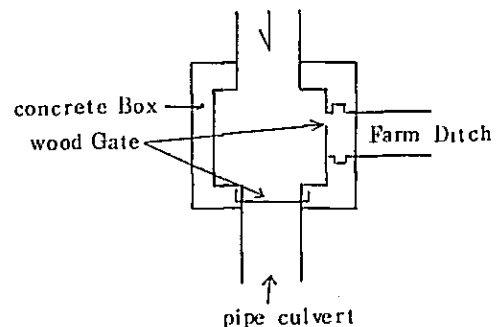
粗度係数  $n = 0.04$

側法勾配 Drainage Ditch 1:1

Leading Drainage 1:15

設計流速 エロージョン防止より  $0.70m/s$  以下

フリーボード 計画水面は田面より  $10cm$  以下とする。





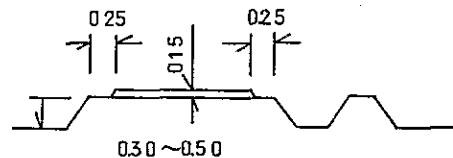
2) 排水路設計上の規準

- a 本地区は低湿地でないこと、土質的に降下浸透が少ないことより地下排水機能を考える必要はない。従って水路は地表排水のみを考慮する。
- b Drainage Ditch の長さ：Drainage Ditch があまり長くなると下流部の断面が大きくなり工事費がかさむと共に上下流の利害関係が問題となる。従ってその延長は約600mを限度とする。
- c Drainage Ditch から Leading Drainage に流出するパイプ Culvert は水流による吐出口対岸の浸食及び管内土砂の排除等の管理上より最小径0.60mとする。又、吐出口は栗石等により浸食防止を行う。その範囲は上下流おのおので5mを標準とする。
- d Drainage Ditch の深さは法面の安定 Leading Drainage の取付深さ等の関係より田面下0.6m以内を規準とする。

3-4 農道の設計

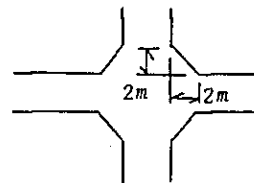
- a 農道の巾員：Community Road は農業用機械の運行を主とする。その巾員(全巾)はコンバイン(全巾3.5m)の走向巾より4mを標準とする。  
On-Farm Road はトラック トラクターの走向巾より全巾3mとする。
- b 路面高：On Farm Road は田面の進入の難易、Farm-Ditch の盛土高より決定するが、その高さは0.30m程度がよい。  
Community Road は、通行量が多いことより車の「わだち」による路面の「いたみ」を考え、その高さは40~50cmが望ましい。

- c 路面の舗装：ラテライト舗装とする。  
その厚さは15cm、敷巾は法肩より0.25m内側とする。



- d 縦断勾配：道路の縦断勾配は車輛の安全性、路面浸食を考慮しその最大勾配は10%とする。
- e 進入路：2耕区に1ヶ所の進入路を設ける。  
その巾員は3mとする。

- f 隅切り：道路の交差部には一辺が2m×2mの隅切りを設ける。



- g Pipe Culvert の土被り：

$$\text{Dynamic load } T=9t$$

$$\text{土圧 } W_1 = W_0 \times h$$

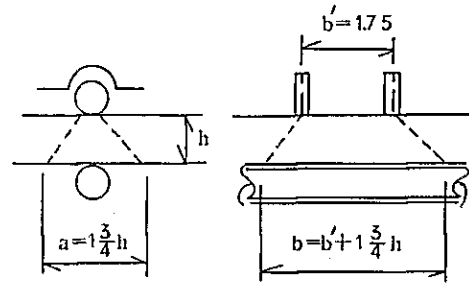
$$\text{自動車荷重 } W_2 = \frac{0.4 \times 9 \times 2}{a \times b}$$

$$W_0 = 1.6 \text{ t/m}^2$$

線荷重  $P_0 = P \left( r + \frac{t}{2} \right)$

Crown Moment  $M_0 = 0.118 \times P_0$

Line Lost and Moment



φ	(t) 管厚	(h) 土被り	垂直土圧	Dynamic load				Total load	P <sub>0</sub>	ひび割 れ荷重
				a	b	a×b	W <sub>2</sub>			
300	0033 <sup>m</sup>	030 <sup>m</sup>	1.6×030=048t/m <sup>2</sup>	053	227	120	600 <sup>t/m<sup>2</sup></sup>	648 <sup>t/m<sup>2</sup></sup>	1,079 <sup>t</sup>	1,200 <sup>t</sup>
500	0050	050	1.6×050=080	087	262	228	316	396	1,089	1,500 <sup>''</sup>
800	0076	060	1.6×060=096	1.05	280	294	245	341	1,494	2,100 <sup>''</sup>

以上より土被りは下記の通りとする。

φ 300 mm以下      h = 030 以上

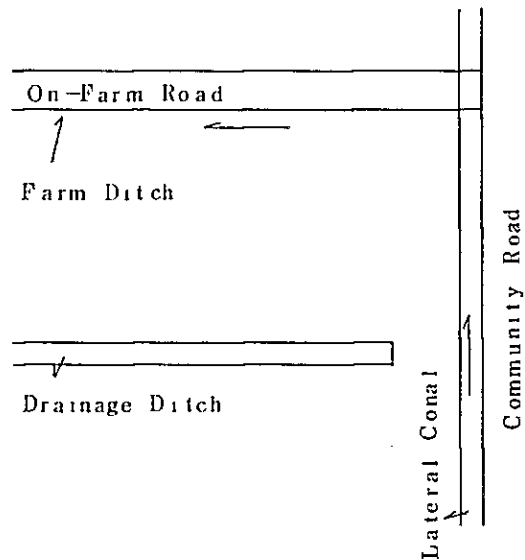
φ 400 mm以上      h = 050 以上

#### 4. 初年度施工における問題点と今後の対策

本地区において初年度工事を行った結果、次のような問題点が明らかとなった。

##### ① 田面の leveling

Fig - のように耕区の各短辺に On-Farm Road Farm Ditch 反対側に Drainage Ditch が接している。このため Farm Ditch 側では Road 用土を取るため田面が低くなり Drainage Ditch 側では掘削土の残土を周辺に散くため高くなる傾向を生じ田面勾配が逆になりがちである。



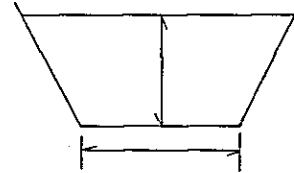
##### ○ 対策

- a 初年度仕様として田面は水平としたが、施工後逆田および中高となり用排水機能の障害となった。このため次年度以降は Drainage Ditch 方向に 0.05% の勾配をつけることを提案した。これにより部分的な凹凸が耕区全体に影響を及ぼさないよう配慮した。

b 施工方法の改良

初年度 Road の盛土はブルドーザーを主体とした。このため盛土用土は Road 周辺より押し土した。従って水田の Leuelling は 1 畝全体におよび Leuelling の精度を悪くした。このため 2 年度以降は Motor Screper を主体とし、水田内の高位部の土を削り取り盛土用上に使用した。これにより Leuelling の精度を大巾に高めると共に工期を短縮した。

$Q = 0.09 \text{ m}^3/\text{s}$  右のような断面において  
 通水初期の水足は  $1 \text{ hr } 30'$  で水先の到達距離  
 は  $720 \text{ m}$  であった ( $u = 0.13 \text{ m}/\text{sec}$ )。



本地区の場合、水源はポンプであり、しかも周辺地区との関係で午前 7 時から午後 5 時までの時間給水となっており、到達時間が永くかかることは末端地区の Lotation が守れなく水不足は避けられない。

付表 - 3 に粗度係数の実測を示す。測定時は草が繁茂した状態である。これによるといったん通水した後の状態でも流速は  $0.16 \text{ m}/\text{sec}$  以上にはならない。

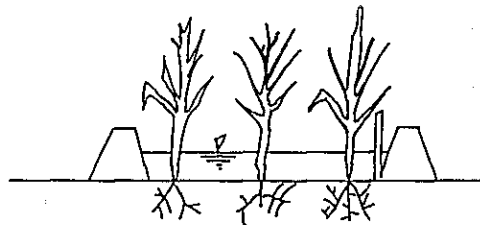
○対策 以上のことから Lateral Conal のコンクリートライニングが今後必要となる。これについては Initial cost は高くつくが、Conal の Maintenance を含めた Ranning Cost は安くなると思われ建設コストは十分 Pay 出来ると思われる。現在 Conal の maintenance は R. I. D 直営人夫でやっており、現地技術者はライニングの必要性を言っているが、賃金が安いことと雇用機会の拡大等のため現状での実現はむつかしい。しかし将来 Latelal Conal の管理が農民に移管された場合、施工前の状態 (Ditch and Dike 事業実施地区) と同じになることは目に見えている。このためホ場整備の効果は道路のみとなるであろう。

以上の事より近い将来安い既成コンクリートフルームの開発が必要ではなからうか

② 水田減水深について

計画では蒸発計、蒸発量と作物係数より水稻の蒸発散量は最大  $6.0 \text{ mm}$ 、浸透量  $1.0 \text{ mm}$ 、減水深最大  $7 \text{ mm}$  (5 月に出穂期を向えた場合) となっている。

1979 年雨期作に実測した結果を表に示す。



8月1日 植付(機械植)

11月7日 刈取り

Date	Water Requirerent depth	Euaporation	Remake
Ogu 9	7 mm	4 mm	
20	7	6	
Sep 23	11		
Oct 3	13		

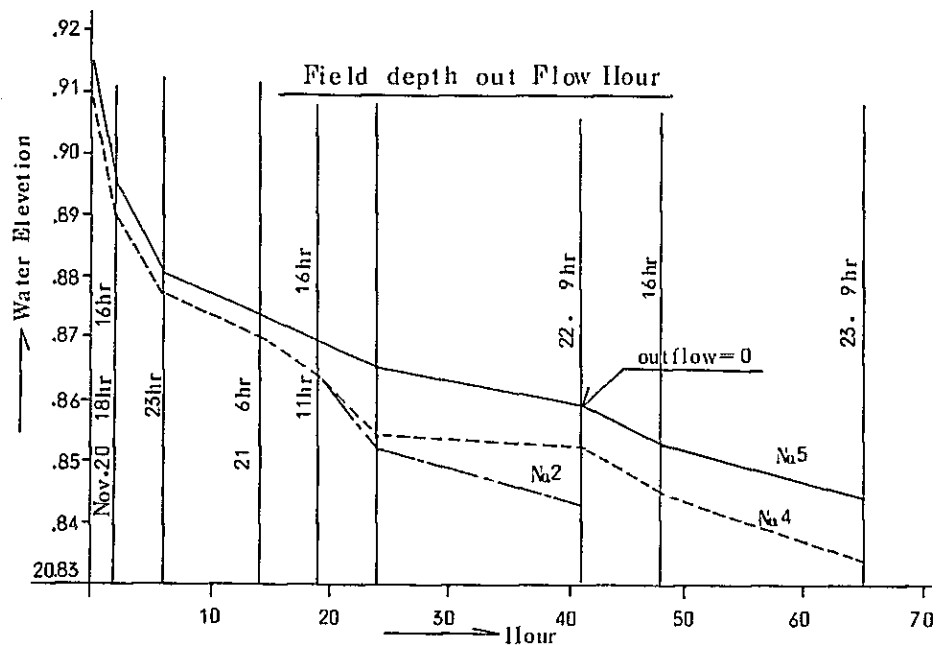
以上であるが、試験ホの管理が十分でなかったため信頼性に乏しい。従って今後継続調査を実施する予定である。いずれにしても最大7mmには疑問がある。

## 5. 添 付 資 料

付表-1 水田内排水状況曲線

- 2 Tha Muong 降雨状況と確率雨量
- 3 Earth Canal Coefficient of Roughness
- 4 Earth Canal water quantity Curve
- 5 収穫調査

Back Table-1



First Water EL 2091      Number in depth.

5	5	8	9	6	7	4	5	5
5	10	5	6	11	9	10	7	9
3	3	9	7	13	16	10	9	3
2	4	5	6	8	5	11	11	6
2	11	7	10	7	5	11	12	9
No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5				
160								

Irrigation Intake 50

Back Table - 2

Tha Muong Present state of rsinfall

年	連続降雨日数	同左 雨量	連続3日雨量	同 率	3日降雨 量 順 位
1957	3	145.1	145.1	100%	9
58	3	132.3	132.3	"	11
59	2	242.6	242.6	"	1
60	2	203.8	203.8	"	2
61	2	155.0	155.0	"	8
62	1	168.0	168.0	"	5
63	3	169.0	169.0	"	4
64	4	213.0	128.5	60	12
65	3	93.0	93.0	100	18
66	1	102.8	102.8	100	16
67	4	67.9	60.4	89	20
68	4	83.5	71.4	86	19
69	2	157.8	157.8	100	7
70	4	131.7	119.0	90	13
71	7	170.9	116.3	68	14
72	3	196.1	196.1	100	3
73	7	217.5	109.9	51	15
74	4	192.8	164.8	85	6
75	1	95.0	95.0	100	17
76	6	198.8	137.3	69	10

確率年雨量の計算

①	② mm /day	③	④	⑤ Y	⑥	⑦	⑧
N	$x_i$	$\log_{10} x_i$	$x_i + b$	$=\log(x_i + b)$	$Y^2$	$x^2$	$x^3$
1	242.6	2.3849	251.6	2.4007	5.7633	58854.76	142781.64
2	203.8	2.3092	212.8	2.3280	5.4196	41534.44	84647.19
3	196.1	2.2925	205.1	2.3120	5.3453	38455.21	75410.67
4	169.0	2.2279	178.0	2.2504	5.0643	28561.00	48268.09
5	168.0	2.2253	177.0	2.2480	5.0535	28224.00	47416.32
6	164.8	2.2169	173.8	2.2400	5.0176	27159.04	44758.09
7	157.8	2.1981	166.8	2.2222	4.9382	24900.84	39293.52
8	155.0	2.1973	164.0	2.2148	4.9053	24025.00	37238.75
9	145.1	2.1617	154.1	2.1878	4.7865	21054.01	30549.36
10	137.3	2.1377	146.3	2.1652	4.6881	18851.29	25882.82
11	132.3	2.1215	141.3	2.1501	4.6229	17503.29	23156.85
12	128.5	2.1089	137.5	2.1383	4.5723	16512.25	21218.24
13	119.0	2.0755	128.0	2.1072	4.4403	14161.00	16851.59
14	116.3	2.0656	125.3	2.0980	4.4016	13575.69	15730.37
15	109.9	2.0410	118.9	2.0752	4.3064	12078.01	13273.73
16	102.8	2.0120	111.8	2.0484	4.1959	10567.84	10863.73
17	95.0	1.9777	104.0	2.0170	4.0683	9025.00	8573.75
18	93.0	1.6985	102.0	2.0086	4.0345	8649.00	8043.57
19	71.4	1.8537	80.4	1.9053	3.6302	5097.96	3639.94
20	60.4	1.7810	69.4	1.8414	3.3907	3648.16	2203.48
Total	2768.1 $\bar{X}$ =138.41	$\log_{10} \bar{x}_g$ =2.1043		$\bar{Y}$ =2.1479	$\bar{Y}^2$ =4.6322	42238.779 $\bar{X}^2$ =21119.39	61515.457 $\bar{X}^3$ =30757.73



Calculate of b

X <sub>1</sub>	X <sub>s</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>s</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>s</sub> - X <sub>g</sub> <sup>2</sup> ①	X <sub>1</sub> +X <sub>s</sub>	2X <sub>g</sub> -(X <sub>1</sub> +X <sub>s</sub> ) ②	①÷② b
242.6	604	14653.04	-1512.86	303.0	-48.7	31.06
203.8	71.4	14551.32	-1614.58	275.2	-29.9	54.00
196.1	93.0	18237.30	2071.40	289.1	-34.8	-59.52
169.0	95.0	16055.00	-110.90	264.0	-9.7	11.43

$$X_g = 127.15 \quad X_g^2 = 16165.90 \quad 2X_g = 254.3$$

$$b = 9$$

$$s_x = \sqrt{Y^2 - (\bar{Y})^2} = \sqrt{4.6322 - (2.1479)^2} = 0.137$$

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{ZN}{N-1}} \quad s_x = \sqrt{\frac{2 \times 20}{20-1}} \times 0.137 = 0.1988$$

$$\log(x+9) = 2.1479 + 0.1988\xi$$

任意の確率 N に対する  $\xi$  の値は表 ( 水文統計学 p 78 ) より求め、T 年確率雨量を計算する。

T (年)	$\xi$	0.1988 $\xi$	2.1479+0.1988	X+9	X
10	0.9062	0.1801	2.3280	212.8	203.8
5	0.5951	0.1183	2.2662	184.6	175.6
3	0.3045	0.0605	2.2084	161.6	152.6

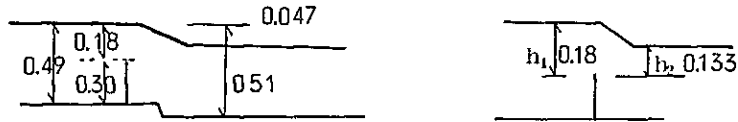
Back Table-3

Form 5

Earth canal Coefficient of roughness

Date	Depth (cm)	Slope	Velocity	Q	n	Remarks
79.8.7	060	1/823	m/s 0.15	m/s 0.09	0.0469	Trial Farm down 100m stream
79.8.7	044	1/985	0.157	0.09	0.0485	Trial Farm down 300m stream

※ Water quantity



$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{0.133}{0.18} = 0.74 > \frac{2}{3} \quad \text{従ってモグリ堰となる}$$

① 完全越流の場合 (水理公式集 P254)

$$Q = CBh \quad (B=0.90 \quad h=0.18 \quad D=0.31)$$

$$C = 1.785 + \left( \frac{0.00995}{h} + 0.237 \frac{h}{D} \right) = 1.785 + \frac{0.00295}{0.18} + 0.237 \frac{0.18}{0.31} = 1.939$$

$$Q_1 = 1.939 \times 0.9 \times 0.18^2 = 0.133 \text{ m}^3/\text{s}$$

② モグリであるため (同上 257)

$$Q = Q_1 \left\{ 1 - \left( \frac{h_2}{h_1} \right)^n \right\} \quad 0.385$$

$$h_1 = 0.18 \quad h_2 = 0.133 \quad n: \text{全幅セキの爲 } 1.50 \quad Q_1 = 0.133 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.133 (1 - 0.635)^{0.385} = 0.09 \text{ m}^3/\text{s} \quad \therefore \left( \frac{h_2}{h_1} \right)^{1.5} = 0.635$$

L<sub>2</sub> - 2 - 1      limit

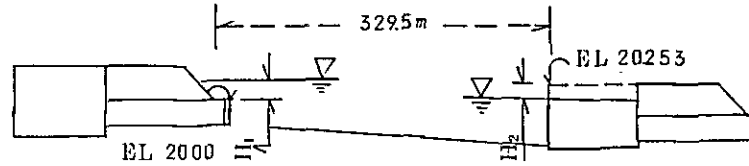
◦ Water Cross Section

Form 5

Earth canal Coefficient of roughness

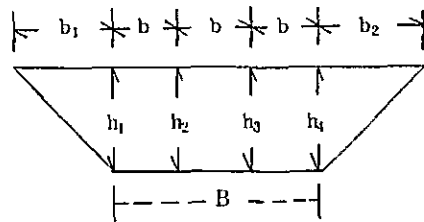
Plac TL2-12~TL2-14(L2-1)

Date 3 Sept 1980



$$H_1 = 0.09 \quad WL_1 = 20.09$$

$$H_2 = 0.26 \quad WL_2 = 19.99$$



$$\text{Slope} = \frac{0.10}{329.50} = 0.0003$$

$$P = (1.516 + 1.349) / 2 = 1.433$$

$$A = (0.256 + 0.250) / 2 = 0.253 M^2$$

$$R = \frac{0.253}{1.433} = 0.176 \quad R \frac{2}{3} = 0.314$$

No.	B				H				A					
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b	B	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	Total
I	0.33	0.33	0.23	0.70	0.24	0.27	0.27	0.23	0.0396	0.0586	0.0621	0.0575	0.0380	0.256
II	0.31	0.28	0.20	0.60	0.25	0.31	0.32	0.28	0.0312	0.056	0.064	0.060	0.0302	0.250

No.	V					Q					
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Total
I		0.18	0.21	0.22							
		0.16	0.21	0.19		0.0067	0.0100	0.0124	0.0115	0.0084	0.049
	0.17	0.17	0.20	0.20	0.22						
II		0.24	0.25	0.22							
		0.19	0.21	0.14		0.0044	0.0118	0.0147	0.0180	0.0043	0.046
	0.14	0.21	0.23	0.18	0.11						

$$P_1 = 0.408 + 0.70 + 0.408 = 1.516 \quad P_2 = 0.353 + 0.60 + 0.396 = 1.349$$

$$Q = (0.049 + 0.046) / 2 = 0.047 m^3/s \quad S \frac{1}{2} = 0.0174$$

$$V = Q/A = 0.047 / 0.253 = 0.186 m/s \quad \frac{1}{V} = 5.376$$

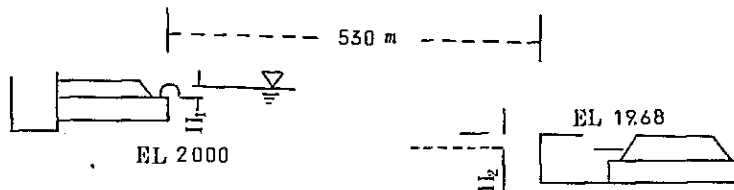
$$n = \frac{1}{V} R \frac{2}{3} S \frac{1}{2} = 5.376 \times 0.314 \times 0.0174 = 0.029$$

Form 5

Earth Canal Coefficient of roughness

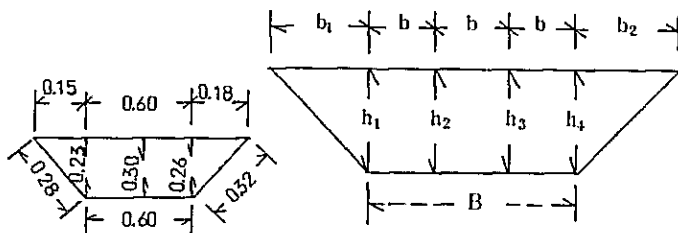
Place L2-1

Date 3 Sipt 1980



$$H_1 = 0.34 \quad WL_1 = 20.34$$

$$H_2 = 0.32 \quad WL_2 = 19.36$$



$$\text{slope} = \frac{0.98}{5.30} = 0.00185$$

$$P = (1.21 + 1.20) / 2 = 1.20$$

$$A = (0.164 + 0.204) / 2 = 0.184$$

$$R = \frac{0.184}{1.20} = 0.153 \quad R^{\frac{2}{3}} = 0.287$$

No.	B				H				A					Total
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b	B	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	
I	0.15	0.15	0.25	0.75	0.16	0.18	0.20	0.12	0.019	0.0049	0.0048	0.0048	0.0014	0.164
II	0.23	0.23	0.20	0.40	0.36	0.36	0.36		0.0414	0.0072	0.0072	0.00414		0.2268

No.	V					Q					Total
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	
I		0.51	0.60	0.54							
	0.13	0.40	0.49	0.40		0.0015	0.00189	0.00259	0.00221	0.00039	0.00723
		0.45	0.54	0.46	0.28						
II		0.33	0.38								
		0.30	0.33			0.00112	0.00225	0.00252	0.00132		0.00719
	0.27	0.31	0.35	0.32							

$$P_1 = 0.22 + 0.75 + 0.24 = 1.21$$

$$P_2 = 0.60 + 0.28 + 0.32 = 1.20$$

$$Q = (0.00723 + 0.00719) \div 2 = 0.00721$$

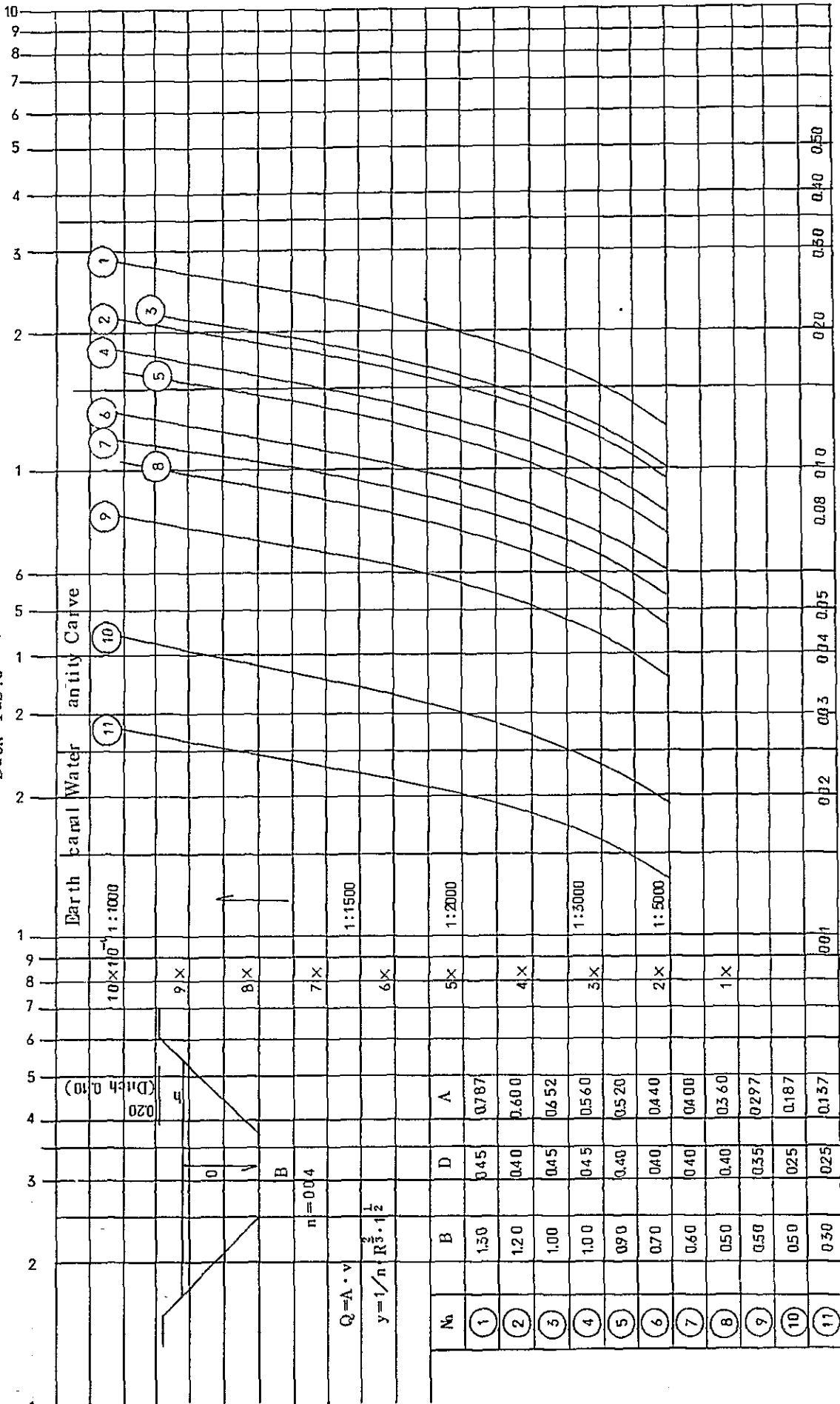
$$S^{\frac{1}{2}} = 0.043$$

$$V = Q/A = 0.00720 / 0.184 = 0.391 \text{ m/s}$$

$$\frac{1}{V} = 2.558$$

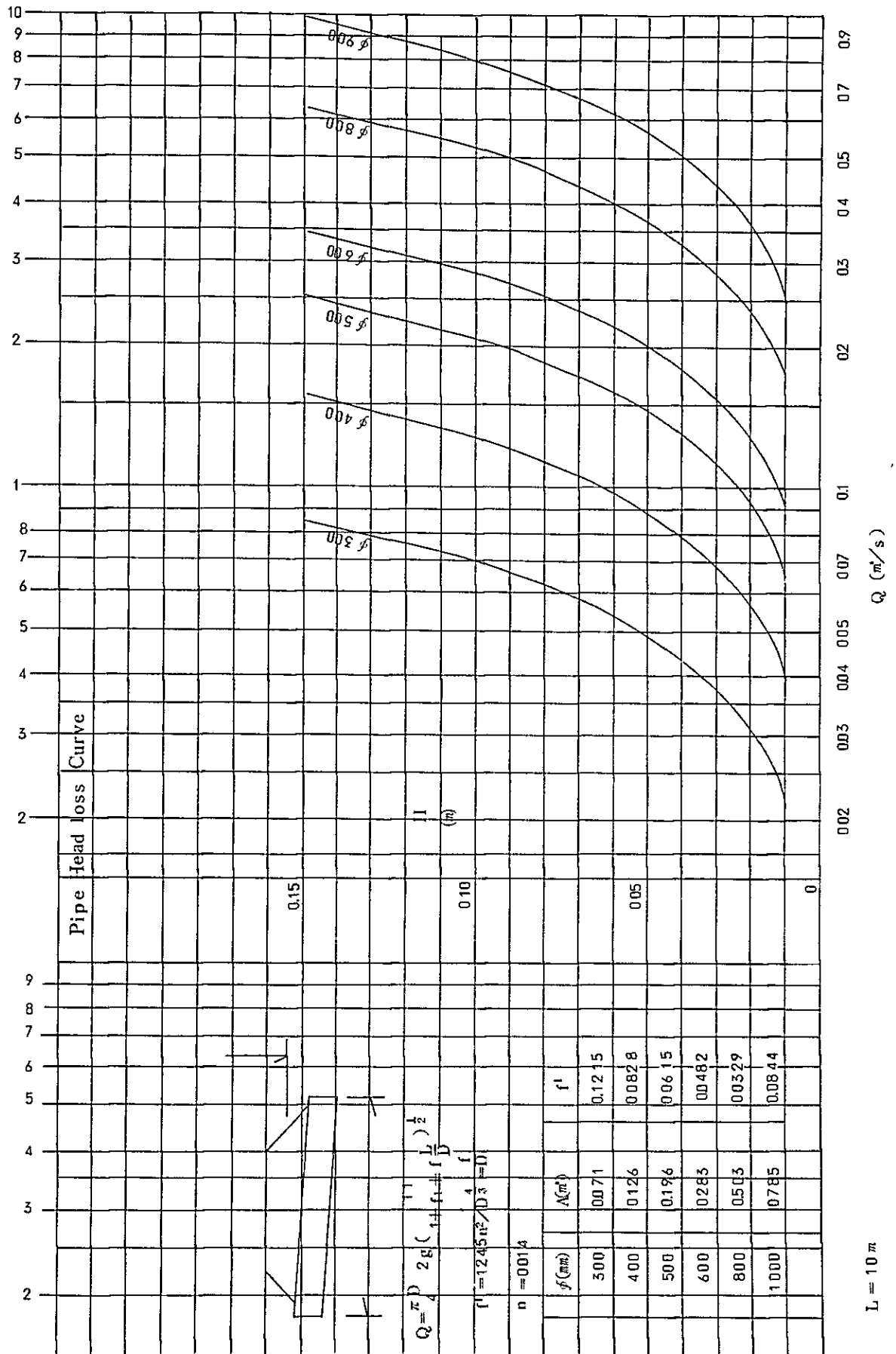
$$n = \frac{1}{V} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = 2.558 \times 0.287 \times 0.043 = 0.032$$

Back Table—4



Q m<sup>3</sup>/s

Unit Irrigation 0.00125 m<sup>3</sup>/s/ha  
 " Drainage 0.00501 m<sup>3</sup>/s/ha



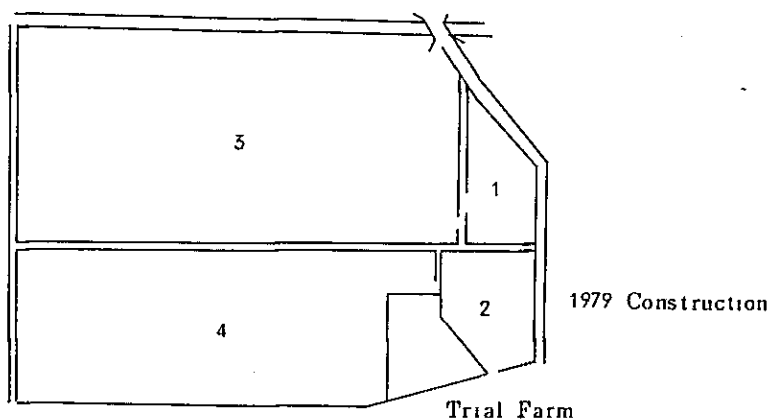
Back Table—7

Survey of Harvest

Date

	on-Farm Completion		Not Completion		Remark
	L No 1	RD5 No 2	L No 3	L No 4	
1. Rice Weight	1.8 kg	1.4 kg	1.6 kg	1.5 kg	
2. Area - m <sup>2</sup>	4	4	4	4	
3. 1 ÷ 2	0.45	0.35	0.40	3.7	
4. Fertiliger	-	-	-	-	time( ) kg
5. Camical	-	-	-	-	time( ) kg

- \* 1 Completion and Not completion each select 2 Plot.
- 2. It hear from farmer.



Grading Cost par Rai

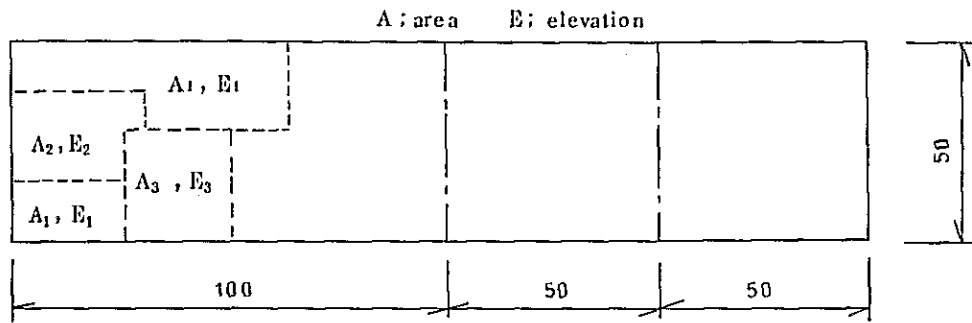
Size CHA	50 × 100m Grading Cost 1511 /m <sup>3</sup> A = 3125 Rai			50 × 150m Grading Cost 2142 /m <sup>3</sup> A = 4688 Rai			50 × 200m Grading Cost 2776 /m <sup>3</sup> A = 6250 Rai		
	Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> )	Amount ( )	Par Rai	Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> )	Amount ( )	Par Rai	Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> )	Amount ( )	Par Rai
3 cm	75	1133	362	112	2399	511	150	4164	666
5	125	1888	604	187	4005	854	250	6940	1110
10	250	3777	1208	375	8032	1713	500	13880	2220
15	375	5666	1813	562	12038	2568	750	20820	3331
20	500	7555	2417	750	16065	3427	1000	27760	4441

Field Block siyi and grading cost

The center line does constant for direction of long siye

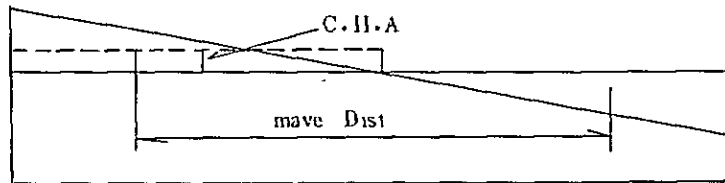
E.L of ouerage in field Block

$$E = \frac{\sum (A_i \times E_i)}{\sum A}$$



Cutting Height of ouerage

$$H = \frac{\sum A_i (E_i - E)}{\sum A_i}$$



M. D. A	Constructon machin t	Ability (m <sup>3</sup> /hr)	Working cost ( /hr)	Unit cost ( /m <sup>3</sup> )	Remark
67m	Bullyoder 15	180	272	15.11	
100		12.7	"	2142	
133		9.8	"	2776	





#### Ⅳ 難波一郎専門家総合報告書

指導分野：栽培

派遣期間：昭和53年10月20日  
～55年11月19日

チャオピア地区担当

チャオピァトリアルファームにおける栽培



## 目 次

第 1	はじめに .....	2 2 5
1	位 置 .....	2 2 5
2	土 質 .....	2 2 5
3	気 象 .....	2 2 5
4	水 位 .....	2 2 5
5	圃 場 .....	2 2 6
第 2	稲作概況 .....	2 2 7
1	タイ中央平原の稲作 .....	2 2 7
2	トライアルファーム附近の稲作 .....	2 2 7
第 3	トライアルファーム当面の方針 .....	2 2 9
1	圃場の大きさ .....	2 2 9
2	農 道 .....	2 2 9
3	圃場均平度均一度の改良 .....	2 2 9
4	土壌改良 .....	2 3 0
5	試験に対する職員労務者の訓練 .....	2 3 0
第 4	稲の第 1 作栽培結果 .....	2 3 1
1	品種比較試験 .....	2 3 1
2	其他の栽培について .....	2 3 6
第 5	畑の均一栽培について .....	2 3 8
1	2 3 0 号圃 .....	2 3 8
2	2 4 0 号圃 .....	2 3 8
3	2 2 0 号圃 .....	2 3 9
4	2 1 0 号圃 .....	2 3 9
5	綿の予備栽培について .....	2 3 9
第 6	トライアルファーム栽培関係問題点 .....	2 4 1
1	トライアルファームの立地 .....	2 4 1
2	建設の遅延 .....	2 4 1
3	圃場造成について .....	2 4 1
4	ALRO内における組織上の問題点 .....	2 4 2
5	農場の経営について .....	2 4 2
6	そ の 他 .....	2 4 2

付 1	図	表	243
第 1 図	トライアルファーム圃場配置図		244
第 1 表	気象表		245
第 2 図	気象図		246
第 2 表	水位表		246
第 3 図	水位図		247
第 3 表	米の生産量		247
第 4 表	ホテアオイの肥料成分		248
第 4 図	トライアルファームにおける作付経過図		250
付 2	トライアルファームに行く途中の沿道田植調査		251
付 3	農家栽培調査の抜粋		251
1	はじめに		251
2	経営面積		251
3	所有面積		251
4	所有機械数		252
5	家畜数		252
6	稲の種子入手先と購入価格		253
7	稲の品種		253
8	種子消毒 浸種 播種量		253
9	稲の栽培期間		255
10	苗代肥料		256
11	苗代農薬		256
12	田植の 1 株本数		256
13	本田の植付密度		257
14	本田肥料		257
15	本田農薬		257
16	単位面積当たり収量		258
17	意識調査から		258
18	みかん栽培の一例		259

# 第 1 はじめに

## 1 位 置

チャオピアプロジェクトはタイかんがい農業開発事業の一部として5年計画にて昭和52年4月から発足した事業でアユタヤ県ラブアルング郡のクサロット村とピアバンル村にまたがっている。事業地面積は約500haで、その中の約10haがトライアルファームとなっている。

## 2 土 質

土質はこの地域に広く分布している海成沖積でジャロサイトの黄色層やジブサム of 結晶が見出されるが、いずれにしても硫酸根を多量に含有しているために、酸性度は強くPH4台であるから、作物の種類選択には充分な注意が払われなければならない。石灰の施用は効果があるが、相当量が必要である。また田畑輪換はジャロサイト層の存在からして、行わない方がよりよいであろう。

## 3 気 象

トライアルファームにおける気象観測はビルディングロットにおける諸建築物約12棟の建築終了後に開始する予定で、機材の大部分は54年度供与機材として着荷済であるが未だ観測開始に至っていない。

それでバンコック首都観測所における1951～1975年の25年間の平均データを見ると、第1表第2図のとおりである。これによると年平均気温は27.6℃、月平均では4月が29.5℃で最も高く、12月が25.3℃で最も低い。降水量は最高が9月の402.1mmで、最低は1月の8.9mm年合計では1543.9mmとなっている

それで注目すべき点は9月の降水量と12～1月の低温8～9月の低日射量の時期である。なお気象とは別であるが、ついでに作物に関係の深い日長時間をも図示した。

## 4 水 位

水位はトライアルファームのすぐ隣接東側を北から南に流れるクロンナイチャットに水門があり、この水位標を機会ある毎に観測して作ったのが、第2表第3図である。水位はその性質上現地における降水量以上に上流の降水状況と、更には人為的に各所における水門の開閉により多少左右される所はあるにしても、その年のかんがい水の状況を知ることが出来る。

附近農家はこの自然水量によって、その年の稲作の開始期を決めて居り、1979年は4月頃田植を行ったが1979年はかんばつのため1980年作は79年10月後半より耕起を始め、12月から2月にかけて田植を行ったので、前年に比べて約2ヶ月の差がある。このように年により雨量→水位→田植期と密接に関係していることが判る。

## 5 圃 場

トライアルファームの全体像は議事録に示されている通りである。圃場は第1図に示した通りである。

水田は26.2 Rai (4.19ha)、畑は14.3 Rai (2.29ha) 合計40.5 Rai (6.48ha) がある。しかしながら水田に湛水し、畑にフローリゲーションを行うと、土質の特性や土木工事の設計上ドレイネヂチャンネルに面したダイクの崩壊するものが大きくまた多く、初期工事のままでの使用は不安であるため、水田ではチャンネルに面した側に3m巾のダイクを作る必要がある。これはまた反面試験圃場としての性質上、圃場周囲に耕耘機等の通路が必要であり、これらを設ける可く準備中である。更に110-140号圃は工地上1枚水田であるがこれを3m道路により4枚に分割した。これらのことから面積(栽培実面積)は大巾に減少することになる。畑についてもほぼ同様である。圃場の大きさについては圃場整備完了した農家圃場との関連を重視し、農家経営の立場からのみ設計されており、作物試験としての品種試験、肥料試験、栽培試験等を行うための配慮が全くなされておらず、これらを行うためには圃場を細分化しなければならず、そのために営農努力による灌漑排水路の新設を要し、結果として多くの無駄なスペースを生ずることになって来た。

畑の造成については水田の1.8m高に対して2.3m高として土盛りされた。この種の高い畑は附近には見当らず、中央平原一般としては4~5m巾のなまこ型の盛り土短冊畑で短冊間が1-2m巾の灌水路として有効に利用されている。トライアルファームの畑は現地事情を無視して作られたため、土質に対して機械の使用が大変困難であり、殊に乾季には、粘土シルトで殆んど全部を構成されている土壌に対してはそのままでは農業機械の使用は不可能に近い。そこで灌漑が必要でありフローリゲーションを行うと、一枚の畑の広さと均平度(±10cm)からエロージョンを起こし地力を低下させる原因にもなりかねないし、また土壌の性質上畦間の酸素欠乏を来すようにも見受けられる。目下パイプ灌漑やレインガン方式等を考えているが、将来農家でこの種の畑を造成することは、全く経費の関係上あり得ないし、灌漑方法にも問題のあるこの種畑の造成は理解に苦しむところである。

またトライアルファームには堆肥場がないため、畑の一部を充当しなければならないし、更に農家型の畑の設置も必要であり営農側で設置しつつあるが今後此種圃場の設計には多くの改善点が見出される。

## 第 2 稲作概況

### 1 タイ中央平原の稲作

1974年から78年に至る5ヶ年平均の稲作作付面積は全国818万haに対して、中央平原は211万haで26%を占めて居り生産量は全国の1329万tに対して405万t31%を占めている。そして単収は1,919t/haで全国平均1,626tの118%に当たっている。このように面積上からも単収の上からも中央部は重要な位置を占めている(第3表)

この中央部の稲には42%におよぶ撒播がありこれは主として浮稲を意味している。直播が移植にまさるのは穂数確保の容易さであり省力と共に利点がある。移植法は老苗を用いた深植疎植が多いが熱帯では茎葉の過繁茂を抑える必要もあるから必ずしも不合理ではないが再考を要すると思う。施肥は浮稲地帯ではあまり行われず、除草もその必要性は少い。病虫害は無肥料乾季休閑では発生は少いが施肥の増加と二期作の普及によって発生がふえつつある。機械化についてはトラクターの貸耕が進んでいるし、又小型耕耘機「鉄の水牛」も普及しはじめているが、田植機収穫機などは殆んど普及していない。多毛作は北タイの一部にはあるが中央平原では水、土壌条件等今後の課題である。

品種については1969年RD1発表以来10年間改良品種の普及は著るしくトライアルファーム附近における調査では栽培面積で89%にも及んでいる。このことは中央平原における浮稲の作付面積を縮小した。浮稲は主として感光性品種で雨季の増水前の6月に播種し雨期に伴う増水によって稈長を伸し、雨季が10月にあけタイムラプをとって12月頃から減水して12月末～1月に田面が乾燥する頃から収穫に入る。この期間は同時に秋の日長が最短になる時と合致し(第2図F)感光性品種は開花稔実が行われる。

それで従来の品種の感光性と天然の雨季による水の供給とがよくマッチしている。しかしながらこの時期は日長、日照短く同化生成は少く、一方温度も低く土壌分解も少いため、稲の単収は乾季に比べておちる。それで二期作は別として一作の場合は乾季作が有利である。水利との関係もあり浮稲地帯の週辺で比較的水深の深くならない所や水のコントロール出来る所は非感光性の乾季作に変わりつつある。非感光性の高収量品種は短稈であるが、このような泰国の現実よりして、長稈の高収量品種が求められつつある。

### 2 トライアルファーム附近の稲作

タイかんがい農業開発技術協力計画実施設計調査報告書による、事業地区の現在のクロッピングパターンを見ると、雨季作水稲は22.7%、乾季作水稲は31.8%、雨季作の直播水稲は35.6%となってその他果樹等が9.9%となっている。この水稲の作付は現状から見ると全く異って居り、農家数からみて91%は2月から7月頃までの乾季作で、作付面積からみると95%以上と推定される。そして其他は二期作を行っているものが事業地の東北部に極く僅か認め



られる。

このことから見て実験的に言われている年間最もよい時期に稲作が行われて居り、更に進んでは二期作すらもすでに導入されていることである。栽培されている品種も国で奨励されているRDグループ、およびこれに準ずるものが97%をしめ、在来品種は極めて少くしかもそれらは優良なものが残っていると見られている。

栽培上からみるとこの外にこの地区は機械化が進んで居り、エンジン付以上の機械を対照とした調査では、ポンプが平均一戸当り10台(1台平均7.9HP)、パワーテラーが一戸平均0.9台(6.5HP)で他に防除機等も見とめられた。反面水牛飼育は一戸1頭のみで他の一戸が時期的に借上げ使用している位である。種子は自家採種は少く22%で採種農家から入手しているものが70%におよんでいる。肥料については調査対象の全戸が施用しており、すべて加里を含まない化成肥料で18-22-0が65%以上で、施肥量はRai 当たり50kgで70%をしめている。これを成分量で計算してみるとRai 当たりN9kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 11kgとなる。農薬については調査した23戸の水稲栽培農家全戸がフラダン(カーバメイト系殺虫剤)を使用しており、外にBHC・パダンミブシン・アゾドリン等を用いているが地区の特性が殺虫剤のみで殺菌剤の使用は認められなかった。そして平年の単収はRai 当たり65 $\mu$ mで、 $\mu$ a当たり4.1 $\mu$ mと言う高収量をあげている。意向調査においても意欲的で基盤整備が出来れば二期作を望むと言う家が大部分であった。

以上のようにこの地区は極めて高水準の水稲作を行って居り、しかも今後の向上意欲も高いものと思われる。

### 第3 トリアルファーム当面の方針

トリアルファームの建設された所は53年11月の観察からは一面の混地であり、直前に稲作が行われた跡は認めにくかった。ここに施工して圃場が造成され、その過程で表土処理も行われたので外観的な体裁は整っている。しかしながらトリアルファームは試験農場であり農家圃場ではないため、単に生産のみをあげれば事足りる一般圃場とは多くの点で異なり、相応の条件を必要としている。

#### 1 圃場の大きさ

1枚の圃場が農家圃場を見通して、大体160m×50m即ち0.8haに作られている。試験圃場とした場合には、労力調査や機械の能率調査には農家と同じ規模を必要とするが、精密を要する品種試験・肥料試験多くの救済法試験では、1Plotは10～20㎡あればことたり、それに灌排水が容易に完全に行える設備が必要である。それで一部の圃場を試験を行い得る圃場に変更して行く必要がある。

#### 2 農道

試験を実施する上からして、栽培管理を充分に行い、日常の観察が抜かりなく実施される農道畦道が完備されなければならない。圃場面積との関係でこれが整備されると、例えば収量分解調査標本を取り歩くとその作業のため、次の収量調査坪刈標本等は脱粒が多く、正確な収量はつかめなくなるなどのことはなくなる。

また0.8haの圃場周辺には、耕機・トレーラー等の入り得る農道が必要であり、この設置のためには農業土木上の常識を越える場合が生じても、設置しなければならないことは疑いをいれない。

#### 3 圃場均平度均一度の改良

均平に物理的と肥度的のものがある。前者は水田で±5cm畑で±10cmに作られているが、これは圃場造成直後の数値で、一度灌水すれば土壌の繁迫度不均一から水田でも±20cm以上になる。これは営農努力によって解決しなければならない。次に肥度的な面は第3作に入っている現在でも、数々の圃場を通して縦横にグリーンベルトが走っている。これは土地の前歴上従来農道であった所や水路であった所が過肥で、そのため稲の生育について見ても草丈で20cm、生育ステージで20日もの差が出て居り、このため試験をする圃場としては全く不適當である。しかしこれには今は時間を待つより外に採る可き方法はなさそうである。

#### 4 土壤改良

土壤が試験圃場としては余りにも瘦薄であるため、肥度向上を計らねばならない。これは無機質肥料を使用するのみでなく、緑肥の栽培と堆肥の施用を考え、前者はクロトラリアとセスバニア（支那）との外に現地自生のセスバニア（タイ）の利用も考えている。後者は稲わら雑草の利用の外にホテアオイの利用を行っている（第4表）。

ホテアオイは灌漑水路をふさぎ、舟運を妨げるのでその利用は一石多鳥の効果が期待出来る。

#### 5 試験に対する職員労務者の訓練

以上の様に試験を行う場としての圃場の環境整備がなされなければ、よりよい試験は行なえないが、この外にも職員労務者の試験に対する訓練がある。田植の正条植を一つとっても、現在の第3作でどうやら理解されたようであるが、試験圃場内より見ばえのする周辺の道路の除草を優先する等の考え方が矯正され、少量のサンプルは大量の番外糶より重要であることが判るように指導しつつある。

## 第4 稲の第1作栽培結果

実施設計の工程表によると試験圃場の造成は53年5月に建築は54年6月に終了している予定であった。それがいずれも1年半おくれて来た。そのため現実に初めて播種出来たのは、機械植用が54年10月11日手植用が同10月27日であった。この年この時期に播種されることは当地方には全くなく、時期外れの播種となったが諸般の状況からやむなく栽培へと進んだ(第4図)。その結果予想されたことは多大の鼠害と病虫害とであった。それで約5haの全部の水田を鼠返し付の金網で囲い、虫害に対してはダイアジリンとスミチオンとを主として使用し防除に充分注意した。その結果として鼠害は完全ではないが概ね防除出来たが、二化螟虫に対しては全く効果が無かった。移植は労力其他の都合により同時には行えず、10日間位の間隔をおき順次行われたがその早期に移植したもの程大きな被害を受け、10月末に移植したものは収穫皆無であり11月22日の移植はこれに次ぎ、11月29日、12月5日と順次被害は減少して行ったとは言え大きな被害を受けた。この原因については種々議論がなされたところであるが、(イ)薬剤の無効化、(ロ)薬剤使用方法の不適切、(ハ)タイの螟虫に対しての無効(耐薬性虫の存在)等に加えて、(ニ)不時孤立栽培による近隣からの集虫等によるものと思われる。しかしながら其後の分析により(イ)の有効成分の低下は全く認められなかったので、(ロ)か(ハ)の原因によるものと考えられている。(ニ)は当然の結果であり問題はないであろう。

以上の状況のもとに全体としては新造成圃場の均一栽培を主目的とし、それにタイ側カウンターパートを初めとする職員従業員の試験栽培に対する訓練をも目的として、品種比較試験を実施したがその結果は上述の通りとなり一般試験としての期待に沿えるデータは得られなかったが、従業員が今後の試験実施上多くの参考になるものを得た。

### 1 品種比較試験

#### 目 的

現地に於ける在来品種と改良品種との比較を行い、その当地における特性を見出す。

#### 試験方法

供試品種。RD7、RD9、RD11、C-4ガルの4種

種子はRDの3種は54年5月にスパンブリ農試から、C-4ガルはトライアルファーム附近農家から入手。

一区面積。10m×10m=100m<sup>2</sup>

デザイン。6区制乱塊法と2区制並用

付。4品種供試予定のところ、RD11は発芽不良にして苗数が供試用に満たないため、6区制区ではRD11の代わりにRD7を充当し、別に2区制試験を設けた。

配置図 圃場は120号使用

C-4	RD11	RD9	RD7	} 2区制
RD7	RD9	RD11	C-4	
RD9	C-4	RD7	RD7	} 6区制
RD7	RD7	RD9	C-4	
RD9	RD7	RD7	C-4	
RD7	RD7	RD9	C-4	
RD7	C-4	RD9	RD7	
C-4	RD7	RD7	RD9	

栽培管理

種子の予措。水選を行う

種。10月24日から1日間

催芽。10月25日から2日間

苗代。揚粋水苗代 1.5m × 1.5m × 57本

播種…10月27日乾糶 80 gr/m<sup>2</sup>

元肥…無し

追肥…播種後15日 硫安 N 3 gr/m<sup>2</sup>

防除…11月13日 スミチオンパウダー

防鼠ネット使用

本 田。田植…11月22日(21日~23日)手植

正条植 25 × 25 cm (16株/m<sup>2</sup>) 1株3本植

元肥…11月29日 N 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 8 kg/Rai

化成(16:20:0)と過石

追肥…第1回 12月13日 N 4 kg

第2回 1月3日 N 4 kg

防除…ダイアジノン 12-3、12-28、1-5

スミチオン 12-25、1-8

フラダン 1-18

防鼠 鼠返し付金網使用

除草…手取り1回

収穫…3月3日

試験結果

苗の生育調査

5 5.1 1 2 0

	草丈 cm	分。数本	苗令葉	20cm苗数本
RD7	20.4	1.4	5.4	10.4
RD9	22.0	1.8	4.2	6.0
RD11	18.9	1.4	4.1	1.3
C-4	20.5	1.0	4.4	17.2

付 苗令はプロフィールの次を第1葉とす

11月20日RD7の乾物重 100本: 11.7 gr

12月4日 " " " 18.5 gr

RD11は発芽不良にして成苗数が少なかった。

収量構成要素別とりまとめ表

6ブロックテスト

No	項 目	単位	RD7	RD9	C-4
1	穂 高 (稈長+穂長)	cm	74.1	73.0	79.7
2	穂 長	cm	20.3	20.7	20.8
3	(株) 有効穂数	本	9.0	8.2	8.6
4	(株) 無効 "	本	2.3	1.8	2.1
5	(株) 全 "	本	11.3	10.0	10.7
6	有効穂数 %	%	80.0	80.8	80.7
7	(m <sup>2</sup> ) 有効穂数	本	144.7	131.0	137.6
8	( " ) 全 穂 数	本	180.8	160.0	170.7
9	(一穂) 全 粒 数	粒	42.9	55.5	52.3
10	(m <sup>2</sup> ) 全 粒 数	粒	6204.3	7325.7	7273.0
11	穂 実 歩 合	%	30.9	28.7	47.6
12	(m <sup>2</sup> ) 精 粳 粒 数 10×11	粒	1937.8	2194.2	3671.3
13	精 粳 千 粒 重	gr	26.2	26.1	27.2
14	(m <sup>2</sup> ) 精 粳 重 12×13	gr	50.9	56.0	103.0
15	( Rai ) 精 粳 重	kg	81.3	89.7	164.8
16	( Rai ) 坪 刈 収 量	kg	81.6	93.4	87.6

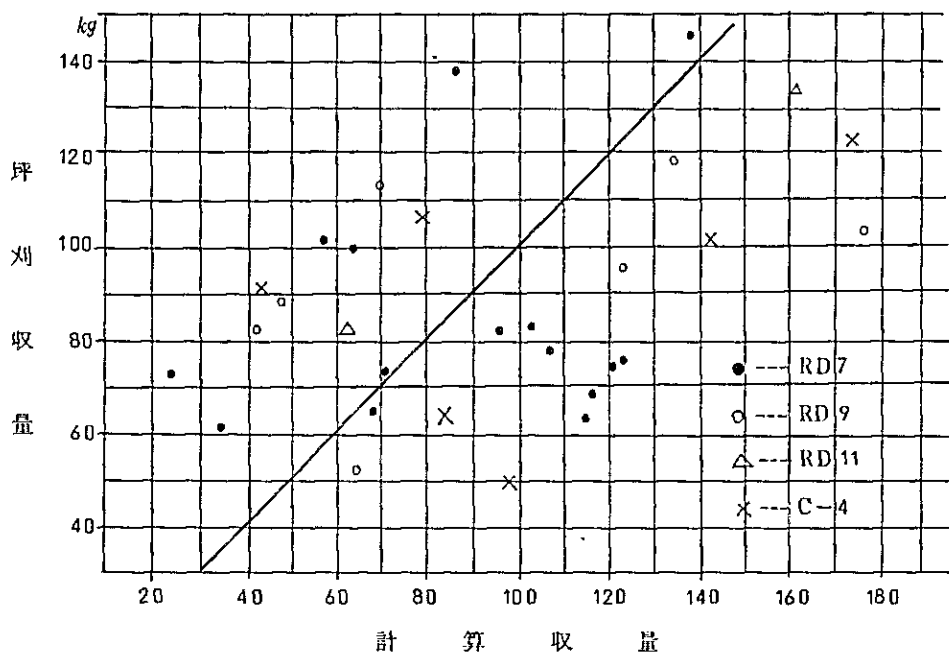
2 ブロックテスト

№	項目	単位	RD7	RD9	RD11	C-4
1	穂高(稈長+穂長)	cm	76.5	73.5	96.0	77.5
2	穂長	cm	20.0	19.5	25.0	19.5
3	(株)有効穂数	本	10.5	8.6	7.2	9.6
4	(株)無効穂数	本	2.6	2.9	3.3	3.0
5	(株)全穂数	本	13.0	11.5	10.4	12.6
6	有効穂数歩合%	%	80.4	74.6	68.7	76.5
7	( $m^2$ )有効穂数	本	167.2	136.9	114.5	152.9
8	( $m^2$ )全穂数	本	208.0	183.2	166.4	200.8
9	(一穂)全粒数	粒	512	498	98.1	45.1
10	( $m^2$ )全粒数	粒	8551.0	6779.0	1138.6	6887.0
11	稈実歩合%	%	32.6	49.0	21.9	30.7
12	( $m^2$ )精粳粒数10×11	粒	2778.5	3302.0	2631.0	2112.0
13	精粳千粒重	gr	24.9	24.8	26.7	24.4
14	( $m^2$ )精粳重12×13	gr	68.2	81.6	69.7	51.6
15	(Rai)精粳重	kg	109.0	130.5	111.5	82.5
16	(Rai)坪刈収量	kg	79.6	121.1	108.3	85.9

- 註 1. 6ブロック試験RD7は12区の平均他は6区平均  
 2. 穂高、穂長、穂数は20株調査の平均  
 3. 収量分解調査は8株調査の平均  
 4. 収量調査の坪刈は160株(10 $m^2$ )刈

各プロットに於ける収量構成要素からの計算収量(精粳重kg/Rai)と収量調査の坪刈収量(10 $m^2$ 刈精粳重kg/Rai)との関係を見ると次の図の通りである。

収量の相関図



以上の相関図から労務者を補助調査者とした場合の調査精度の概略を知り得、今後の精度向上の目安とすることが出来ると思う。

次に収量についてその有意差を確認するために、坪刈収量について分散分析を行って見る。

基礎表

	ブロック						品 種	
	1	2	3	4	5	6	合計	平均
7-1	82.7	72.6	138.4	67.5	101.8	73.8	536.8	89.47
7-2	74.6	100.3	63.4	78.9	65.0	60.6	442.8	73.80
9	118.7	83.4	52.2	114.1	88.5	103.7	560.6	93.43
C-4	91.4	59.7	102.6	123.8	94.4	53.9	525.8	87.63
計	367.4	316.0	356.6	384.3	349.7	292.0	2066.0	
平均	91.85	79.00	89.15	96.08	87.43	73.00		



分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
品 種 間	3	1312.52	437.51	0.674 <sup>no</sup>
ブ ロ ッ ク 間	5	1462.55	292.51	
誤差(品種×ブロック)	15	9737.34	649.16	
合 計	23	12512.41		

F表 品種のDF=3 誤差のDF=15...5%→3.29 1%→5.42

よって品種間に有意差は認められない。

しかしながら収量順位は両テストを通じてRD9 > RD11 > C-4 > RD7とゆうことになった。

考 察

前言にも記したように、今回のテストは螟虫による甚大な被害を受け、幸いに収穫皆無に致らなかったと言う程度の収量にとどまった。構成的には主稈と低位次分が被害を受け高位次分で収穫を得たと言うことで、穂高が低く株当り穂数はどうにか維持したとしても、穂が小さく一穂粒数は50前後と言う状況で、更に稔実%も低く Rai 当たり収量90kgは Ra 当たり560kgという結果になった。二ブロックテストからはRD9が121kg/Rai, 759kg/Raで次がRD11・C4・RD7と言う順で六ブロックテストからはRD9 > C-4 > RD7となり順位は両試験でも一致している。しかしこの順位は本質的な収量順位を示すと言うよりむしろ、螟虫被害時における立ちなおり程度を示しているのではないかとも思われ、分散分析の結果からも統計的に有意な差ではないが、それなりに今後の参考にもと思う次第である。なおRD11については発芽が極めて不良で単位面積当たりの成苗数が少いため、残った苗は生育がよく苗質的に他の品種と比較することは難しいが、ここでは一応この点を不問にして比較を行った。

2 其他の栽培について

水田圃場は6枚とサブマーキングプロットからなり(第1図)その中2枚(130号140号)は機械化圃場で、均一栽培を主としその成績は別に譲るとして、1枚(110号)は苗代と採種圃、1枚(120号)が前記の試験圃場、他の2枚(150・160号)が手植の均一栽培圃場である。

今これらの圃場の坪刈成績を表示すると

品種はすべてR D 7

区	田植日	実測値	kg / Rai	t / ka
120号試験区	7.9.11.2.2	—	—	0.508
120号周辺	7.9.11.2.2	2518g/10m <sup>2</sup>	402.88	2.518
160号均一	7.9.11.2.9	6492g/20m <sup>2</sup>	519.36	3.246
150号均一	7.9.12.3	7341g/20m <sup>2</sup>	587.28	3.671

坪刈は各個所1 m<sup>2</sup>の10ヶ所又は20ヶ所刈

以上のように田植日が遅くなるほど、単収が向上していることが判る。なお120号の北側に採種圃を設け、その中で特に螟虫被害が少く良好な場所を選び参考に調査したものは

20 m<sup>2</sup>当り7792gr Rai当り623.36kg ka当り3.896t

となり、株1本植ながら第1作の最高収量となった。

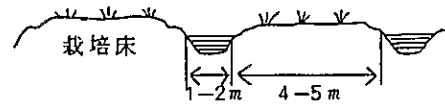
序でながら160号の中央部において、私が日本式の田植方法で移植したものと、隣接場所にタイレイバラーがタイ式で移植したものととの比較をあげると

田植法	40株当gr	Rai当りkg	ka当たりt	比
日本式	623	398.72	2.492	109
タイ式	569	364.16	2.276	100

以上のとおりとなり立毛状態では差は判らなかつたが稈量の結果は上記となった。日本式が浅植となり分けつの低位次化に役立っているのではないかと思われる。

## 第5 畑の均一栽培について

トライアルファームの畑の状況は前述したように、水田より50cm高の2m30cmに作られており、機械化が可能なように大きさは南北が約160mに、面積は2.4~4.3 Raiに4枚として造成され均平度は±10cmである。しかしこの種の畑は当地方では全く見ることが出来ず、当地方を含め一般にタイ中央平原は長年の間に選び考え出された、なまこ型の掘り揚床式の畑で巾は5m位床と床の中にかんがい水路を設け、この水をひしゃく又はポンプ船にて床にかん水する方法である。それに対してトライアルファームは4 Rai畑の一侧にかんがい水路のある畑で、第1作には全くかんがい用具がなくファローイリゲーションしか方法がなかった。耕耘機も粘土の固結が強く、小型耕耘機は受けつけず大型トラクターしか使用出来ず、栽培条件は全く不良であった。また造成直後のため地力は極端に低くかった。それで当面の乾季は「栽培が出来るかどうか」が問題であり、次は土地の均一栽培と肥沃化が目標となった。



かんがい水路は設営時は7.5cm位  
年と共に少しずつ大きくなる

### 1 230号圃

ムングビーンを79年12月20日に南北方向に巾1mの作条を切り、畦上に株間30cmに3粒づつ播種し、ファローイリゲーションを行ったが、畑の均平度が不良のため、畑を南北に四分して各に別々にかんがいを行ったが、それでも水の行き渡る所と然らざる所が出来不均一になり生育も不良不揃いになった。更に畦間に水の行きわたった所は、団粒組織を充填して根の呼吸を不良にしたようにおもわれた。有機物の不足している重粘土に、畑作栽培を行うのは多くの困難を伴った。しかしながら1月7日に間引き、つづいてaphid に対してセビン撒布を行い19日にロクサイオン撒布を行い、1月21日に肥料を化成肥料を主体として $kg$ 当たり10:20:20を施用した。

そして2月8日に開花始をまつて鋤込んだ。その前日に全圃場を4区に分け、各区より2ヶ所5株調査を行った。

結果は草高が23.4cmで、生体重は905kg/Rai、乾物重は14.0kg/Raiで乾物歩合15.5%であり、生育は不良であった。

### 2 240号圃

ムングビーンを80年1月9日に前回と同じ方法で播種した。1月16日にセビンを18日に間引き19日にロクサイオン21日に施肥を行い、26日、2月2日、9日とアゾドリンをまた2月20日にスミチオンを用いた。この畑も230号と同じく土壌条件極めて不良であり、加えて害虫が多く3月中下旬に収穫し採種出来たのは36kgにすぎなかった。

### 3 220号圃

ムングビーンを80年1月19日に230号と同様に播種し、同29日に間引き、ロクサイオンを1月30日と2月9日に、スミチオンを2月20日に使用した。そして3月4日に鋤込んだ。鋤き込み前の生育調査は230号と同じ方法で行い、草高27.6cm生体重174kg/Rai乾物重42kg/Rai乾物歩合241%であった。

この圃場も生育不良ではあるが230号よりは多少よかった。

### 4 210号圃

1月18日に北畝にムングビーンと南畝にセスバニアを230号圃と同じ方法で播種した。そして220号と同じく防除を行い3月4日に鋤込んだ。この時のセスバニアの生体重は144kg/Rai乾物重は23kg/Rai乾物歩合は16.1%であった。

以上のような状況で、地力の低さと、乾季作の困難性を充分に会得した結果に終わった。

### 5 綿の予備栽培について

二国間の協定には綿の栽培は取り決められていないが、国策に沿ったALRO当局の強い要請があり試験栽培を行うことにした。危惧した点は土壤酸度がPH4台であることと、土質による土壤中の酸素不足の二つであった。しかしながら虫害の多いことは当然のこととして考えた。そしてたまたまバトンタニーの農家から種子を入手出来たので、栽培の可能性を知ると言う意味から、80年8月播を本試験と予定し、その予備試験として小規模に栽培を行った。

1区の大きさは2.5m×5mで、石灰Rai当たり1ton・3ton・5ton・7ton・1tonの5区を設けた。肥料は使用せず79年12月7日に渡種し、12日平畦90cm×30cmに播種した。発芽し19日に双葉展開1月17日間引いて1本立とした。2月中旬に開花を始め3月収穫に入った。その間アブラムシの発生多く2月中旬からはアメリカンボールウォームの被害も加わり、それで12月21日スミチオンを以後7～10日おき位にダイメートエイト・セビン・ロクサイオン・スミジジン等の使用をつづけた。

3月20日おける草高調査では第1区57cm第2区55cm第3区47cm第4区61cm第5区107cm(MXは163cm)となった。この栽培の結果は土壤酸度匡正の効果は認められなかった。そして栽培途中における隣接畑の灌漑脱漏水の流入が第3区を中心に2-3回あり、このため第3、第2、第1区の生育が停止したようであり、その回復は極めて徐々にしか行われなかった。また第5区は石灰は1ton区であるにもかかわらず、3mの距離に深さ1.5mの排水溝があるため、根の発育よく成育が特によくなったものと思われ、根の絶えざる酸素要求の重要なことが判った。

なお参考迄に石灰施肥区別の土壤酸度測定結果は次の通りであった。

☒ ton	1	3	5	7	1
PH	4.8	5.2	5.2	6.3	6.5

## 第6 トライアルファーム栽培関係問題点

トライアルファームで栽培を行い、現在迄に感じた問題点を2-3記して今後の参考としたい。

### 1 トライアルファームの立地

トライアルファームの行政上の位置は先に記したとおりであり、バンコックからの直線距離は約50km車行距離は約60kmである。しかし事業地区の南線を東西に流れるフラヤバンルー運河を渡るのに、ラフトで約30分を要することと、60kmの事業地寄りの間は狭隘な未舗装の道路であるため、通行が極めて不便で、片道2時間以上もの多くの時間を要し、なお主として9-11月は車の通行不能でこの間は舟運にやらなければならない。このため資材の運搬は困難-不可能であり、舗装道路の完成は数年先のことで事業遂行上多大の不便を来している。

更にエキスパートロッジが現在未完成のため、日常生活に大変不便を来している。ファームから約1km離れた土木サイドのタイ人職員宿舎に偶居し、電気はなかったが今年に入って発電機による照明がやっと行われるようになった。しかし夜間のみのためクーラー、冷蔵庫の使用は出来ない状態である。電話は無くバンコックとの連絡は往来の人にたよるしかなく、水はフラヤバンルー運河の泥水を利用するのみである。この水を沈澱させて水浴に食事に使用するので衛生上懸念される。洗濯は勿論泥水のままである。寝室、水浴室、便所等生活様式一切に不便が極めて大きく、そのため濃密な技術指導は行い難い状況にある。

今年末には宿舎は一応完成する予定ではあるが、セキュリティの上から直ぐに使用出来るか否かは未だ問題がある。

ついでながら昨年10月以降宿舎附近でおき、我々の耳に入ったものだけでも9件の強盗事件があった。

### 2 建設の遅延

タイ社会では一般的なことも知れないが、建設の遅れが我々の事業に大きくひびいている。圃場も建物も実施設計書より約1年半おくらせている。このことは経験を重視する栽培の側からはより大きな損失となりつつある。

なおエキスパートロッジ建設遅延の一つの原因が、かつてロッジ不要との方針にあったことは、極めて遺憾である。

### 3 圃場造成について

圃場の大きさ、均平度、道路、水路の側壁勾配等について、建設後に営農側において手入れを行わねばならない点が多くに多いのに困難を来している。均平度について充分な精度を維持するには多くの経費を要するとしても、土木機械を持たない営農側でこれを行うことは、建設

側で行う何倍かの経費を必要とすることになり、国家的な損失につながって来る。

畑の造成については既に第1の5項でふれたのでここでは省略する。

#### 4 ALRO内における組織上の問題点

ALROでは多くのプロジェクトを実施しているが、我々のプロジェクトとして見ると関係部課から人容を供出して混合編成されている。そして各人は臨時的なプロジェクトより、出身母体である部課を常に念頭におきプロジェクトを次位において居るので、仕事に対する熱意・重量度の序列・考え方・日本人専門家に接する態度等において多くの不満足な点を内包している。

なお技術移転の直接の対象となるカウンターパートに対するALRO側の考え方が、カウンターパートとしてよりもアシスタントとしての性格を多くもって居るので、我々はタイ側にカウンターパート教育をしばしば求めて来た。

#### 5 農場の経営について

一つの型としては農場の経営は全くタイ側で行い、日本側は狭義の技術の指導のみに当ると言うのは、技術指導の面からは専念して濃密に実行出来るので理想かも知れない。しかしながら過去の例から見ると、タイ側は予算を日本側に示さず労務者も一方的に雇用し、その結果必要な資材例えば農薬や種子の購入すら全く出来ず、灌漑排水用のカルバートや生産物盗難防止用のフェンスも設置されず、無能な労務者を抱へ込んだり、突然ガソリン予算が無く車がストップしたり、4月から6月前半迄労務者の雇用が出来なかったり、又10-11月の労務者も0雇用と言う状態になりそうである。そこで農場の運営内容迄タッチしなければならず、今の処無いにしても将来多少の摩擦も覚悟して進まなければ正常な運営が出来ないかも知れない。このため私のカウンターパートであるファームマネジャーを追放したり、予算の事前タッチ等して正常な運営を期している。

#### 6 其 他

技術協力とは本質的に別かも知れないが、農場からみた2-3の問題点をあげると、

##### 1) 国民性として

- ① 計画性が乏しい
- ② 勤務態度の弛緩
- ③ 時間の観念が薄い
- ④ ファイトの欠乏
- ⑤ 整理整頓が出来ない
- ⑥ 清潔感が少ない

##### 2) カースト的な制度の存在

3) タイ政府の制度

- ① 決 権の上部集中(文書処理)
- ② 公費を私費で充当する事態の発生(予算制度)
- ③ 出張制度

低本俸を旅費で補う

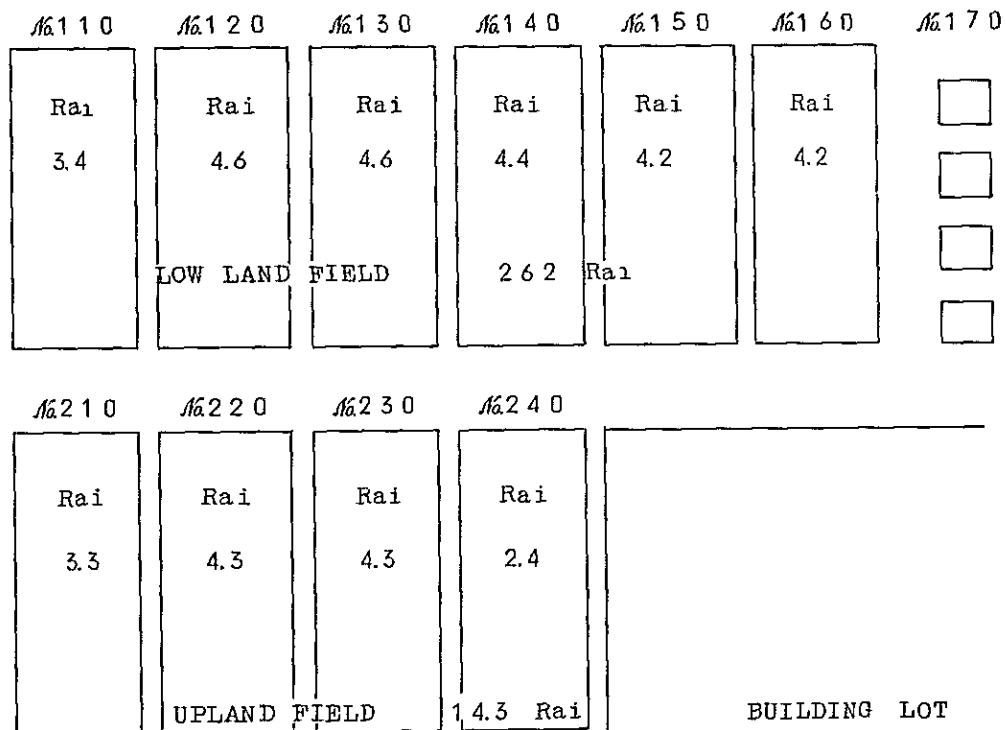
在宅出張

4) 上級職員の指導力不足

5) 一般職員の怠慢

6) 労務者の高賃低能率(民間対比)

第1図 トライアルファーム圃場配置図





第 1 表 気 象 表

バンコック 1951~1975年平均

(1) 気 温

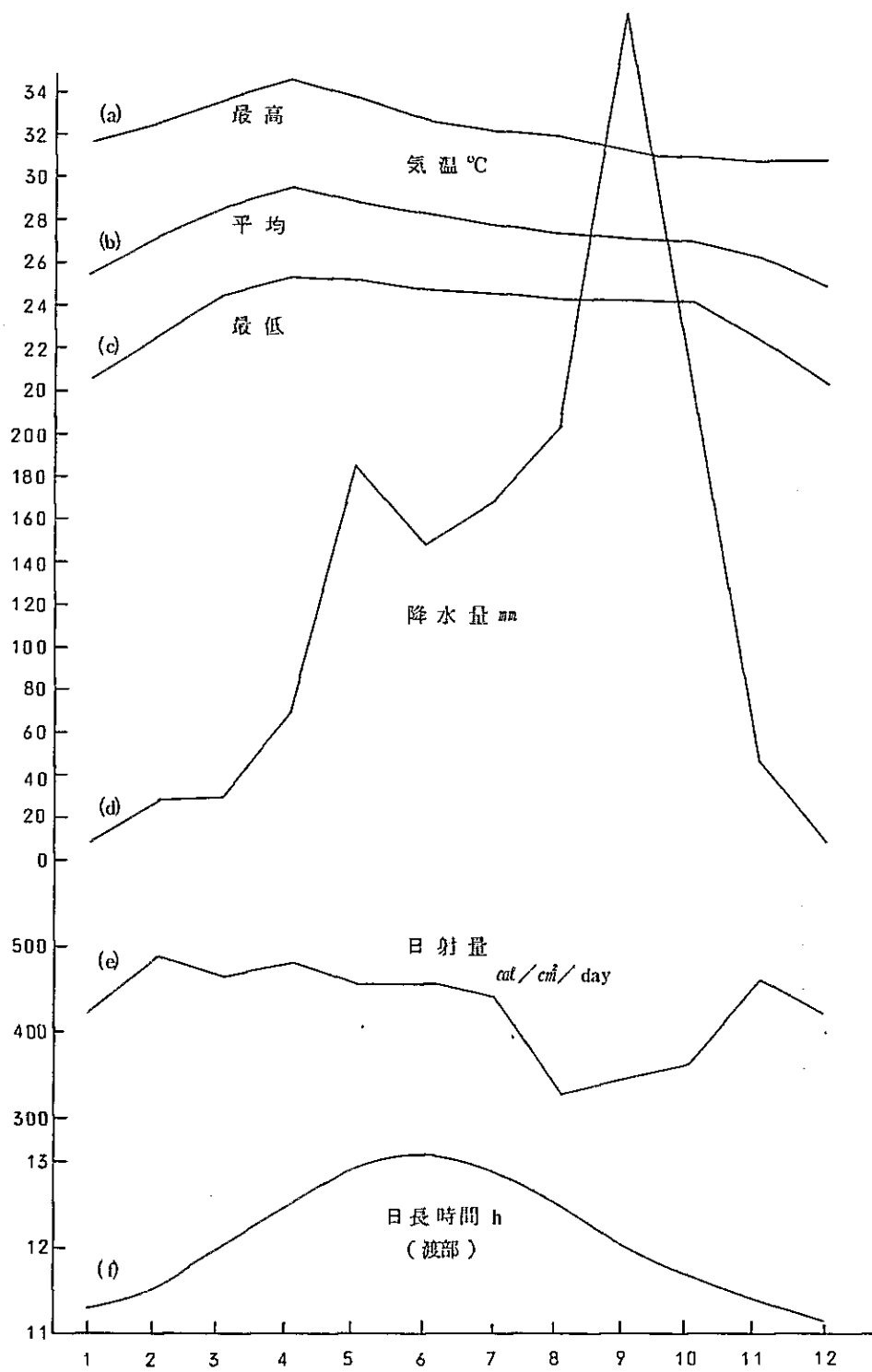
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
平 均	25.5	27.1	28.6	29.5	29.0	28.5
最高の平均	31.8	32.7	33.8	34.8	34.0	32.9
最低の平均	20.4	22.7	24.5	25.6	25.3	25.0
最高極値	36.0	36.6	39.8	39.0	39.4	36.8
最低極値	9.9	14.9	16.5	19.9	21.1	21.7

JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
28.0	27.8	27.5	27.4	26.6	25.3	27.6
32.4	32.1	31.7	31.5	31.1	31.1	32.5
24.8	24.6	24.4	24.3	22.9	20.6	23.7
36.0	35.3	35.7	34.5	35.1	35.2	39.8
21.9	21.2	21.3	19.8	14.2	10.5	9.9

(2) 降 水 量

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
平 均	8.9	29.1	28.0	70.0	185.1	150.4
平均降水日数	1.8	2.8	3.6	6.4	15.8	16.5
24時間中最大	39.3	73.0	52.8	133.5	124.2	82.9

JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
171.3	206.8	402.1	234.2	47.6	10.4	1543.9
18.4	20.8	21.6	17.4	6.0	1.6	132.7
108.8	97.8	153.7	123.2	81.2	32.0	153.7



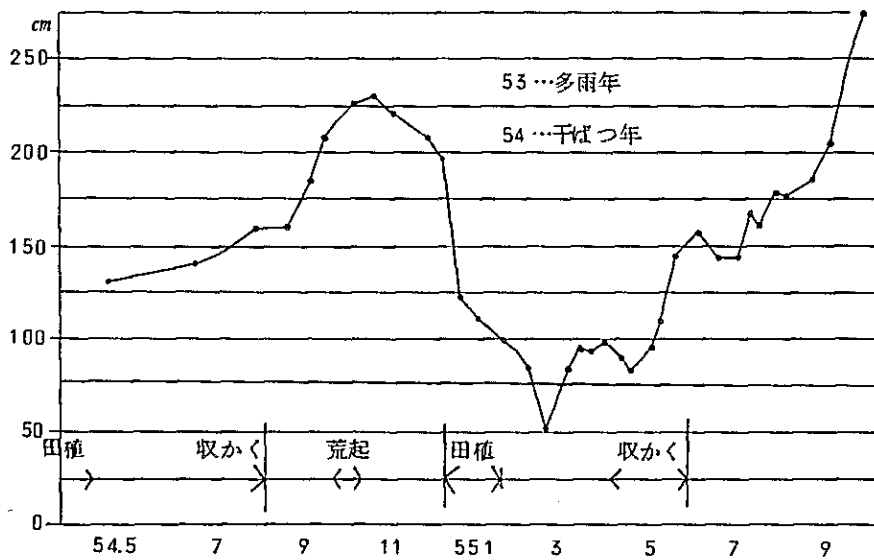
第2図 氣象圖

第 2 表 水 位 表

クサロツト水門における水標

月日	m	月日	m	月日	m	月日	m	月日	m	月日	m
54年		10.22	2.25	12.25	1.94	3.11	0.51	5.20	0.91	8.4	1.65
5.2	1.30	10.25	2.26	55年		3.19	0.80	5.28	1.11	8.15	1.81
7.5	1.38	10.30	2.30	1.8	1.23	3.25	0.89	6.3	1.46	8.19	1.76
7.24	1.47	11.6	2.28	1.17	1.17	4.1	0.95	6.25	1.60	9.9	1.84
8.14	1.58	11.13	2.27	1.22	1.17	4.9	0.84	7.1	1.51	9.23	2.04
9.4	1.59	11.21	2.22	2.7	0.97	4.11	0.72	7.8	1.40	10.11	2.54
9.26	1.82	11.29	2.18	2.13	0.92	4.21	1.00	7.14	1.42	10.15	2.72
10.2	2.10	12.2	2.16	2.19	0.95	4.24	0.91	7.17	1.48		
10.9	2.15	12.12	2.12	2.27	0.81	5.3	0.78	7.24	1.60		
10.11	2.17	12.19	2.12	3.3	0.61	5.12	0.88	7.29	1.70		

第 3 図 水 位 図



第 3 表 米 の 生 産 量

1974~1978年平均

	作付面積		生産量		単 収	
	万ha	%	万t	%	t/ha	%
全 国	818	100	1329	100	1626	100
北 部	177	22	387	29	2189	135
北 東 部	372	45	438	33	1180	73
中 央 平 原	211	26	405	31	1919	118
南 部	58	7	99	7	1699	104

第 4 表 ホテイアオイの肥料成分

英名 WATER HYACINTH

学名 Eichhorma Crassipes

	N	P	K
WATER HYACINTH	1.69	0.66	4.86
RICE STRAW	0.67	0.11	0.51
	0.94	0.20	1.70
DUCK	0.74	1.39	1.26
	1.26	1.41	0.69
	1.08	1.36	0.75

TARC Dr. M. Suzuki

第4図 トライアルファームにおける作付経過図

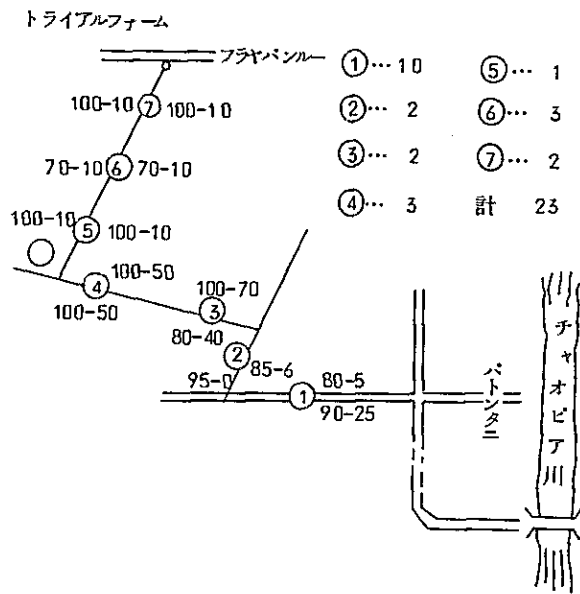
Field No	1979			1980		
	10	11	12	1	2	3
110	27	nursery			28	4 M.C. nursery
120		22	variety comparison T.			3
130	30		M.C.			27
140	29		M.C.			
150			5	uniformity C.		6 28
160		29	uniformity C.			
170						
210			18	sesbania		4
220			19	mungbean		4
230			20	mungbean		8
240			9	mungbean		

圃場Noは第1図(P39)参照

CHIAOPHRAYA TRIAL FARM

			1980			
4	5	6	7	8	9	10
13	23 M.C		17	22		
			nursery			
	(compost)	28		M.C		
		6	21			
	crotalaria			M.C		
3				6		
	M.C					
			28			
variety	seedling	fertilizer T.				
	15			21		
	crotalaria			labor survey		
				15		
				deep water rice		
			3			
				sweet corn		
				27		
				crotalaria		
	17		2	26		
		crotalaria		cotton		

T : テスト      C : 栽培      MC : 機械栽培



トライアルファームに行く途中の行程を7区に分け、沿道巾200～300m位の間の田の湛水(田植準備のため荒起し後湛水したもの→田植済)と田植の状況を目測して、道路の左右別の平均を求めそれに区間の距離を加重平均して求めたものは次の通りである。

測定日	湛水率	田植済面積率
54. 4.12		92.8%
11.20	21.3%	
12.12	60.0	
12.25	75.7	5%位
55. 1. 8	87.8	20.4
1.17		45.0
2. 7		86.6

55年は54年よりも約2ヶ月作期が早まっている。

### 付3 農家栽培調査の抜粋

#### 1 はじめに

トライアルファームの栽培、試験実施にあたり、プロジェクト地区の農家の栽培概況を予め知っておく必要から、54年4～5月に栽培関係カウンターパートと共に26戸の農家について、各家庭を訪問し面接聞きとり調査を行った。

地区農家数は約100戸のため、その中を三地域別に分けて、夫々の地域からランダムに26戸を選出して調査したが、その結果は標本農家分布は概ねよかったものと思われる。

その調査結果の要点を以下簡単にとりまとめてみる。

なおとりまとめの段階で不明確が生じた場合にはそれらは集計から除外した。

#### 2 経営面積

1) 全農家に(26戸)に対して1戸当たり平均を求めると

水田	$880/26=33.85$	Rai	81%
畑	$20/26=0.77$	"	2%
果樹園	$189/26=7.27$	"	17%
計	41.89	"	(6.7ha)

2) 栽培対象(稲、畑、果樹)別について1戸当たり平均は

水田	$880/23=38.26$	Rai	
畑	$20/1=20.00$	"	一戸のみ
果樹園	$189/2=94.50$	"	二戸のみ

3) 水稲栽培農家(23戸)について経営面積を階戸区分すると

0~20 Rai	6戸	26%	其他果樹栽培のみのももの2戸(164 Raiと
21~40 "	9 "	39%	25 Rai )畑栽培のみのももの1戸(20 Rai)
41~60 "	5 "	22%	水田、畑、果樹を同一農家で共に経営してい
61~80 "	1 "	4%	るものなし
81~100 "	1 "	4%	
101 以上 "	1 "	4%	

#### 3 所有面積

1) 全農家26戸に対して平均を求めると

水田	$234/26=9.00$	Rai
----	---------------	-----

2) 水稲栽培農家23戸に対して平均を求めると

水田	$234/23=10.17$	Rai
----	----------------	-----



3) 水稲栽培の22戸について所有借地状況を見ると

	戸数	所有	借地	計	所有%	借地%
全部所有	2戸	50Ra <sub>1</sub>	0Ra <sub>1</sub>	50		
所有と借地両方	11	184	305	489	37.6	62.4
全部借地	9	0	227	227		
計	22	234	532	766	30.5	69.5

4 所有機械数

エンジン付以上の機械を調査対象とする

1) ポンプ エンジンはポートと兼用のもの多し

平均台数 全農家の台数29 ÷ 全農家戸数24 = 1.11台

水稲農家の台数24 ÷ 水稲農家戸数23 = 1.04台

水稲農家の台数24 ÷ 水稲作ポンプ所有農家数16 = 1.50台

平均IP 全農家のIP423 ÷ 全農家の台数28 = 15.11HP

水稲農家のIP174 ÷ 水稲農家の台数22 = 7.91HP

2) パワーティラー 園芸農家3戸は所有なし

平均台数 全水稲農家台数20 ÷ 全水稲農家数23 = 0.87台

全水稲農家台数20 ÷ 所有水稲農家数17 = 1.18台

平均IP 全水稲農家IP150.2 ÷ 全水稲農家数23 = 6.53HP

全水稲農家IP150.2 ÷ 所有水稲農家数20 = 7.51HP

3) スプレアー 若干あり

5 家畜数

1) 飼育戸数と頭羽数

水牛…飼育は水稲作農家23戸中1戸1頭のみ

他に1戸は季節的に2頭を借入れ使用

鶏…飼育は23戸中14戸で21羽以上の飼育は3戸でその平均は30羽

家鴨…飼育は23戸中9戸で21羽以上の飼育は3戸で夫々1400, 1300, 750羽この平均は1150羽。

他の飼育は10羽前後、家鴨と鶏の両方21羽以上の同一飼育はない。

## 6 稲の種子入手先と購入価格

### 1) 入手先

自家採種	…… 5戸	22%
近所から入手	…… 16戸	70%
他県から入手	…… 1戸	4%
普及所から入手	…… 1戸	4%

### 2) 価格 kg当たり

2.5	……… 3戸	
2.7	……… 2	平均 3.1
3.0	……… 8	
3.5	……… 3	Mode 3.0
4.0	……… 3	

## 7 稲の品種

品 種	栽培面積率	栽培戸数率
R D 7	52%	65%
R D 9	10	13
R D 1 1	5	4
C-4 ガルロン	22	30
カオマリ	3	9
C-4 ガッキオ	8	13

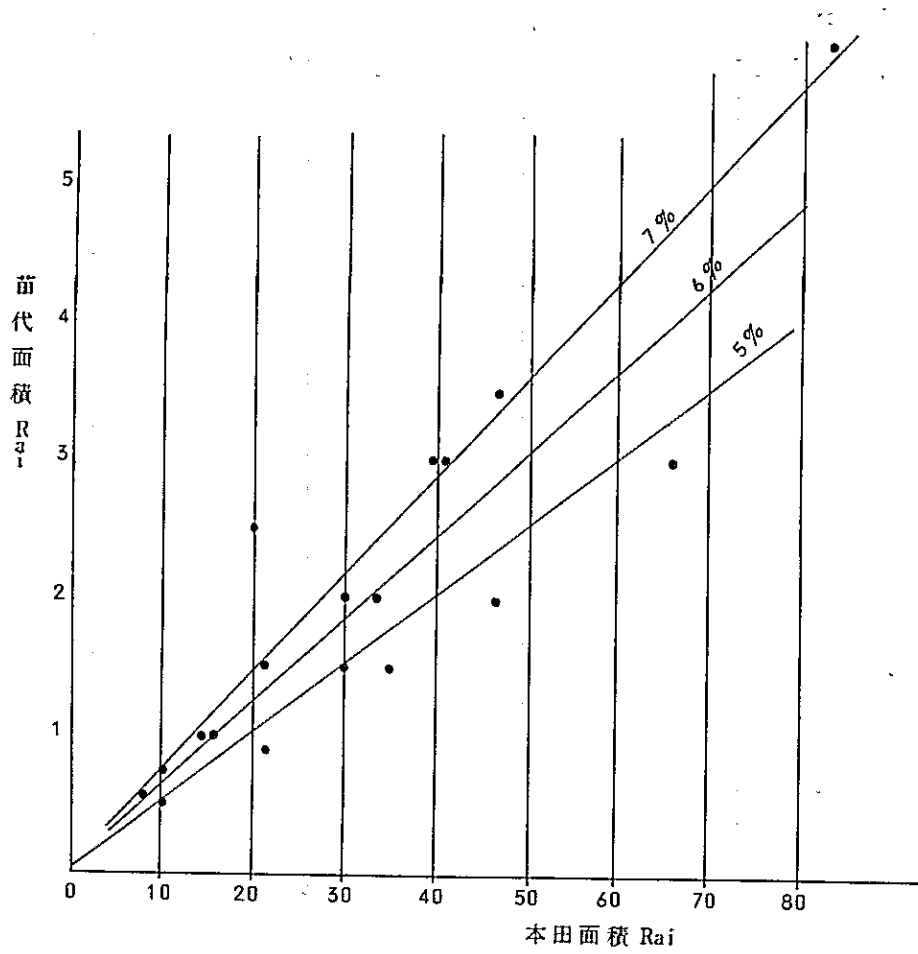
栽培戸数率では複数品種栽培農家があるため合計では100%以上となる。

## 8 種子消毒 浸種 播種量 (稲)

- 1) 種子消毒………全く行われず
- 2) 浸 種………全農家実行している
- 3) 播 種 量………82.78gr/㎡

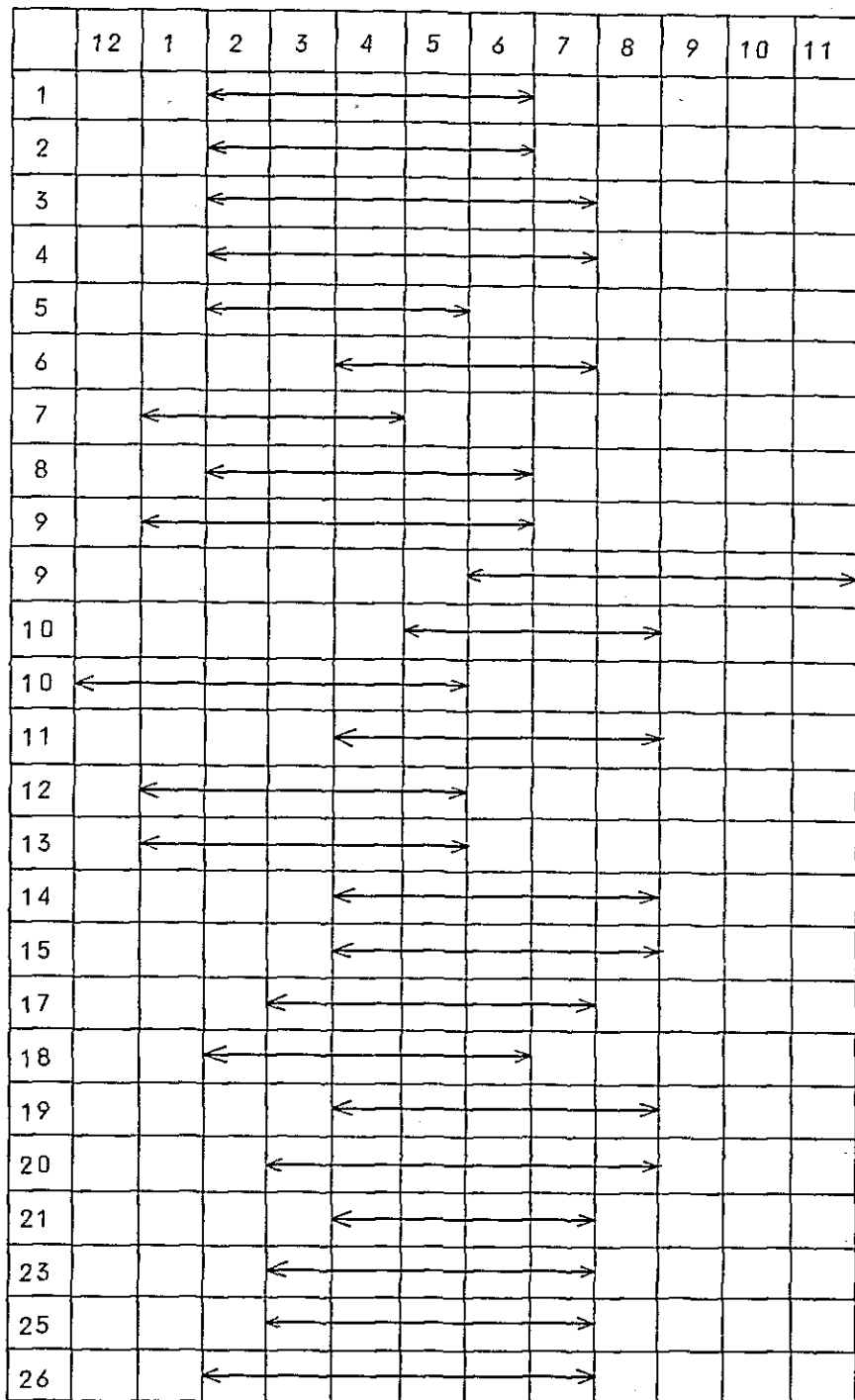
# 苗代面積

苗代面積と本田面積との関係を図示すると次の図の通りとなる。



9 稲の栽培期間

調査農家別栽培期間は下図の通りである





### 13 本田の植付密度

植付間隔	m <sup>2</sup> 当株数	戸数
13cm×13cm	59.2	1
15 ×15	44.4	6
18 ×18	30.9	1
19 ×19	27.7	1
20 ×20	25.0	13
25 ×25	16.0	1

平均=31.5株

### 14 本田肥料

#### 1) 使用した肥料の種類

16-20-0	8戸	38.1%	
18-20-0	2戸	9.5	全戸施用
18-22-0	9戸	42.9	全て化成肥料で加里を含まず
22-22-0	2戸	9.5	
計	21戸		

#### 2) Ra1 当たり施肥量

50kgが14戸 75kgが5戸  
 60kgおよび66kgが夫々1戸づつ  
 平均 57.2kg

#### 3) 施用された成分量 戸別平均

	N kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg	K <sub>2</sub> O
Ra1 当たり	10.079→10.1	12.033→12.0	0
Ra 当たり	62.994→63.0	75.208→75.2	

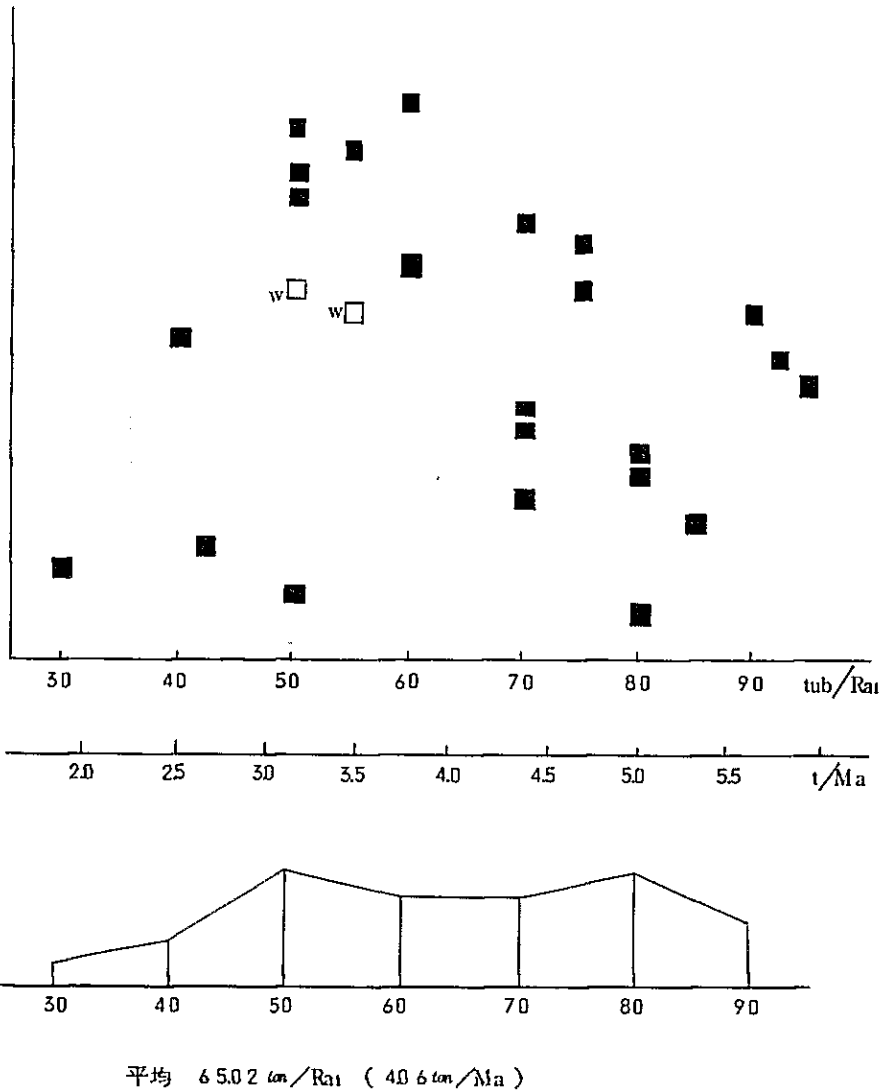
### 15 本田農薬

Furadanは23戸 全農家使用、BHC……6戸

Furatan……2戸 ミブシン……1戸 等であり全部殺虫剤のみで殺菌剤の使用はない

## 16 単位面積当たり収量

農家順（上より下に）別平年の収量図 wは雨期作



## 17 意識調査から

### 1) 稲二期作の希望は

1戸のみ老齢を理由に希望しない者が居た外は全部二期作を希望している

### 2) 現在二期作をしない理由

第1理由はすべて鼠害を恐れるため

第2以下の理由は虫害（ステンポーラ・ラジツスタント）と雨期の深水をあげている。

### 3) 其他のききとりから

① 附近で二期作すればボーラーダイクがなくても二期作する。

② RD品種は被害を受けやすく好まない。

ライスディビジョンから入手したC-4はよい

- ③ 6年前までは浮稲を作ったがそれ以後作る人はいない。1月刈取で30ton/Rai はとれた。
- ④ メイズはよいがマーケットに困る。

### 18 蜜柑栽培の一例

果樹園面積 164 Rai 26.24ka (含水路)  
 品 種 バンモット 一種のみ  
 苗 木 購入(接木していない押木もの)  
 植付密度 樹間4m 水路を含み44本/Rai 275本/ka

$$\text{一樹面積} = \frac{10000m^2}{275} = 3636m^2 \therefore \text{畦巾} = \frac{3636}{4} = 909m$$

水路を含んでの畦巾は9mとなる

肥 料 20-20-0  
 幼樹 300kg/1本 8年樹 2kg/1本  
 揃 定 収穫後に行う  
 収 穫 周年 但し最盛期は12月  
 5ton/Rai (含水路) 31.25ton/ka(含水路)  
 更 新 10年  
 其 他 経営者は農業系学校を出ていない。  
 技術は主として自分で勉強した。  
 時としてアグロケミカル会社より聞く以前はバナナ、西瓜を栽培していた。



JICA

