

## 2-3-2 計画高水流量

- 1) 支川(K. Krasak 他9河川)の計画高水流量  
支川の計画高水流量は次の合理式で求める。

$$Q = \frac{1}{36} \cdot f \cdot R \cdot A$$

ここに

$Q$  : 計画高水流量 ( $m^3/s$ )

$f$  : 流出係数 0.75

$R$  : 降雨強度 ( $mm/h$ )

$A$  : 流域面積 ( $km^2$ )

なお、降雨強度は到達時間 ( $T$ ) を求め、降雨強度から得られる、降雨強度 ( $mm/h$ ) に流域面積に対応する確率降雨による各支川の計画高水流量を Table-2.3.3 に示す。

## 2) 本川の計画高水流量

本川の計画高水は貯留関<sup>数</sup>係法で求めた。Fig-2.3.6 に流域モデルと Table-2.3.4 に計画高水流量を示した。また、Fig-2.3.7 に計画流量配分図を示した。

## 2-3-3 流下能力、流砂能力の検討

流下能力、流砂能力は、河道横断面のある本川の主要地奥および支川の本川合流点付近について(次頁図参照)次の式を用いて求めた。

## i) 流下能力;

等流計算 (Manning 式)

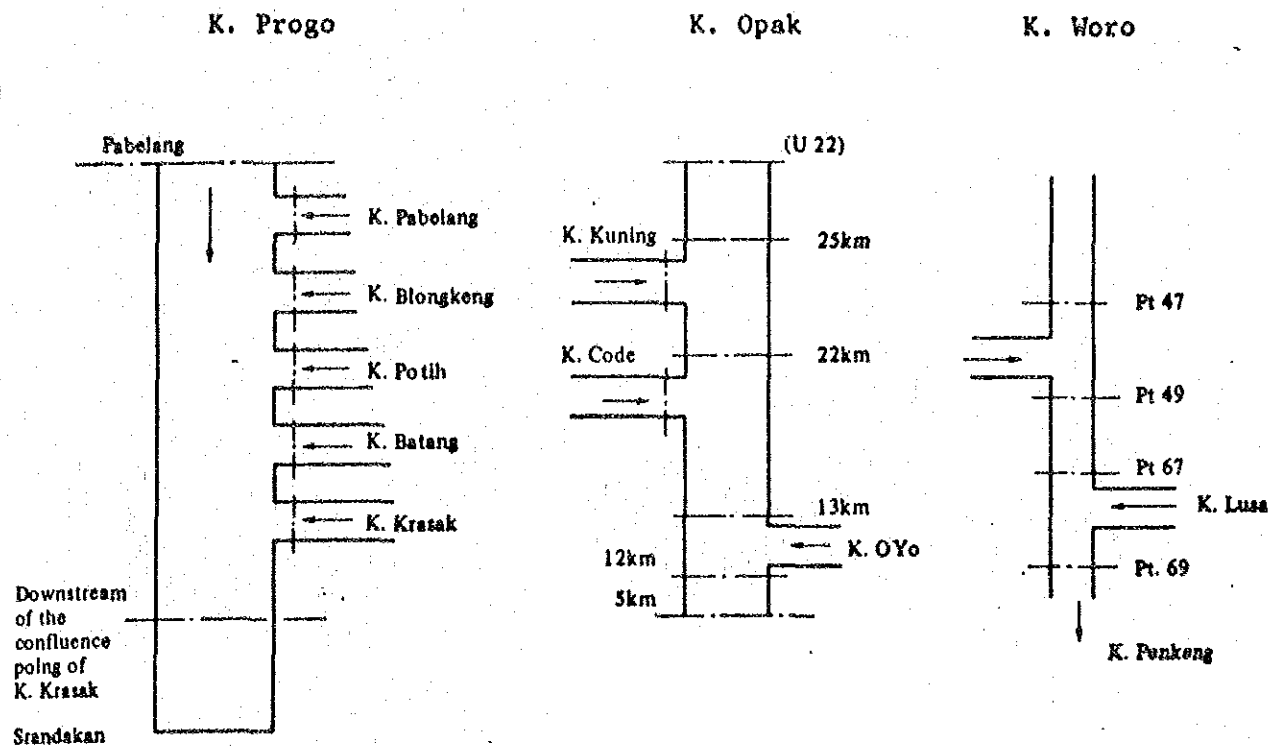
## ii) 流砂能力;

① 掃流砂; 土研式, 芦田木山式, アレンシュタイン式, Brown 式

② 浮流砂; L 仁川ニスキ,  $Q_s = 8.98 Q^{1.35}$  (経験式)



なお、流砂能力の検討に用いた平均粒径、および限界摩擦速度、また各地奥の流量～流砂量関係を Table-2.3.5, 6 に示す。計算結果により K. Progo の K. Krasak 合流奥～ K. Pabelan の合流奥を除いて、各河川とも堆積傾向を示している。



- 1) 計算地奥は上図に示す各地奥とする。
- 2) 年間の流況は、K. Progo 本川と Kranggan 地奥の流況を用い、流域面積比で各地奥の流況を推定する。
- 3) 計算対象年は、1969年、1971年、1965年、1966年の4年とする。
- 4) 砂収支に用いる計算式は各計算方法の中で当河川のように含砂率の高い状況から判断し、Brown式を適用する。



Table  
2.3.3 計雨洪水流量 (1/100 確率)  
(1)

河川名	地点名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	確率 日雨量 (mm)	流下距離 (km)	平均河床配	平均流速 (m/s)	到達時間 (hr)	降雨強度 (mm/hr)	降雨深度 (mm/hr)	計雨流量 (mm/s)	比流量 (mm/s)
K. Krasak	upper part	690	219.6	4.25	0.10	11	0.5	58.5	128.6	185	27
	check dam	23.0	202.0	10.25	0.0375	7	"	"	117.1	560	24
	N.H	24.9	197.9	12.58	"	7	0.75	51.6	102.0	530	21
	whole area	31.7	189.4	22.08	0.022	5	1.25	41.7	78.9	530	17
K. Babang	whole area	98.3	216.5	13.45	0.173	15	0.5	58.5	126.8	250	26
K. Batang	N.H	807	218.2	11.05	0.0455	8	0.75	51.6	112.5	190	23
	NO.1	906	217.0	13.55	0.075	6	"	"	111.9	210	23
	Go-yu	1686	207.5	"	"	"	"	"	107.0	375	22
	NO.2	1965	204.1	16.30	"	"	1.0	46.1	96.3	385	20
	whole area	2232	202.2	18.80	"	"	"	"	92.3	440	19
K. Putih	C.D.1	770	218.6	6.33	0.0625	9	0.5	58.5	128.0	205	27
	C.D.2	858	217.5	"	"	"	"	"	127.4	230	26
	NO.1	1246	212.8	15.98	0.0333	6	0.75	51.6	109.8	285	23
	N.H	1421	210.7	"	"	"	"	"	108.7	320	23
	NO.2	1565	208.9	17.78	0.01	4	1.0	46.1	96.3	315	20
	Go-yu 2	2460	198.0	"	"	"	"	"	91.3	470	19
	N.H	2577	196.6	19.36	"	"	1.25	41.7	81.9	4	18
	whole area	2660	195.6	21.84	"	"	1.5	38.0	74.4	6	18



表-2.3.3  
(2) 計取高水流量 (1/100 頻率)

河川名	地点名	流域面积 (km <sup>2</sup> )	峰率日雨量 (mm)	流下距離 (km)	平均河床勾配	平均流速 (m/s)	到達時間 (hr)	降雨強度 (%Rr/day)	降雨強度 (mm/Rr)	計取流量 (m <sup>3</sup> /s)	比流量 (m <sup>3</sup> /km)
K. Boyong	C.D	6.15	220.5	5.75	0.125	12	0.50	58.5	129.1	165	27
	B.R	12.33	213.0	12.45	0.0529	8	0.50	58.5	124.7	320	26
	whole area	19.14	210.8	18.20	0.0308	7	0.75	51.6	108.7	320	23
	K code	76.6	135.4	37.0	0.0143	4	2.0	32.4	43.8	695	9
K. Kuming	C.D	7.20	219.2	7.05	0.125	12	0.50	58.5	128.3	195	27
	NO. 1	15.74	208.8	21.63	0.0455	8	1.00	46.1	96.3	315	20
	Gorye 1	22.93	200.1	"	"	8	1.00	46.1	92.2	440	19
	NO. 2	26.84	195.3	26.81	0.01	4	1.50	38.0	74.3	415	16
	Gorye 2	34.23	186.3	"	"	4	1.50	38.0	70.8	505	15
	NO. 3	36.49	183.6	27.76	"	4	1.50	38.0	69.8	530	15
	whole area	47.68	169.9	34.74	"	4	2.00	32.4	55.0	545	12
K. Gendel	C.D 1	10.37	215.4	8.35	0.786	10	0.50	58.5	126.1	275	26
	C.D 2	12.86	212.3	12.18	0.050	8	0.50	58.5	124.3	335	26
	C.D 3	13.06	212.1	13.28	"	8	0.75	51.6	109.4	300	23
	C.D 4	13.25	211.9	14.38	"	8	0.75	51.6	109.3	305	23
	whole area	17.59	210.2	19.38	0.03	6	1.00	46.1	96.9	295	20
	C.D 5	55.5	160.4	"	"	6	1.00	46.1	73.9	855	15





Table 2-3-3 (B)

河川名	地点名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	匯率日雨量 (mm)	流下距離 (km)	平均河床勾配	平均流速 (m/s)	到達時間 (hr)	降雨強度 (mm/hr/day)	降雨強度 (mm/hr)	計画流量 (m <sup>3</sup> /s)	比流量 (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )
K. Blong Leng	upper part	13.90	211.7	12.50	0.0429	7	0.75	51.6	109.2	305	23
	Goryo 1	17.93	206.2	"	"	7	0.75	51.6	106.3	400	22
	NH	21.38	202.0	14.65	0.025	6	0.75	51.6	109.2	465	22
	No. 1	22.16	201.0	16.23	"	6	1.00	46.1	92.7	465	21
	Goryo 2	36.41	183.7	"	"	6	1.00	46.1	89.7	645	18
	No. 2	41.35	177.6	22.93	0.0193	4	1.50	38.0	67.5	645	16
	No. 3	69.15	143.8	"	"	4	1.50	38.0	59.7	790	11
	whole area	71.20	141.3	"	"	4	1.50	38.0	53.7	795	11
K. Pabelang	upper part	35.86	189.3	25.50	0.0719	9	1.00	46.1	85.0	635	18
	Goryo 1	42.09	176.7	"	"	9	1.00	46.1	81.5	715	17
	C.D 1	51.99	165.3	30.88	0.0375	7	1.25	41.7	68.9	770	19
	" 2	62.32	152.1	"	"	7	1.25	41.7	63.9	825	13
	Goryo 2	65.07	148.7	"	"	7	1.25	41.7	62.0	890	13
	" 3	73.18	138.9	"	"	7	1.25	41.7	57.9	880	12
	NH	81.98	132.8	40.01	0.0290	5	1.75	35.0	46.3	885	11
	No. 2	83.44	132.7	43.39	0.0107	4	2.00	32.4	42.8	"	"
	Goryo 4	90.71	132.3	"	"	4	2.00	32.4	42.7	"	10
	NH. 2	91.81	132.2	49.79	"	4	2.00	32.4	42.7	"	"
	No. 3	92.37	"	45.89	"	4	2.25	30.1	39.7	"	"
Goryo 5	100.51	131.0	"	"	4	2.25	30.1	39.6	"	9	
whole area	103.23	131.6	"	"	4	2.25	30.1	39.5	"	9	



Table - 2.3.3(4)

河川名	地英名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	確率日雨量 (mm)	流下距離	平均河床勾配	平均流速 (m/s)	到達時間 (hr)	降雨強度 (%/hr/day)	降雨強度 (mm/hr)	計日流量 (m <sup>3</sup> /s)	比流量 (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )
K. WARD	Planning dam	10.29	215.5	11.5	0.092	11	0.50	58.5	126.1	270	26
	Sand pocket	12.82	212.4	16.0	0.0385	7	0.75	51.6	109.6	295	23
	C.D	17.06	207.2	22.8	0.0218	6	1.00	46.1	95.5	340	20
	Sirpur	17.93	206.8	27.2	0.0125	4	1.50	38.0	78.6	285	16
	whole area	42.19	176.7	"	"	4	1.50	38.0	67.2	590	14



Table 234 井川計画流量表

(K. PROGO)

井深	Kraggan (424ft) 流量	Brobudur (99ft) 流量	Handut (441ft) 流量	Duwet (1765ft) 流量	Sentia (1962ft) 流量	Progo (2276ft) 流量
10"	1200	2100	500	3100	3500	3700
30"	1600	2800	600	3900	4300	4500
50"	1700	3100	800	4600	5100	5700
100"	2000	3600	900	5300	5800	6500

(K. OPAK)

井深	Karangsemut (424ft) 流量	Dogongan (740ft) 流量	K. Opak (1555ft) 流量
10"	1600	1650	2900
30"	1800	2050	3500
50"	2000	2300	3900
100"	2200	2600	4400



Table 2.3.5 Basic Data for Study of Suspension and Sediment Loads

River System	Name of point	Catchment area (sq.km)	Mean Stream gradient	Mean Grain size (cm) *	Tractive force (cm/s)	Critical Velocity (cm/s)	Falling Velocity (cm/s)
K. Progo	K. Pabelan	103.2	1/93	2.534	14.95	54.7	54.7
	K. Blongkeng	71.2	1/70	"	"	"	"
	K. Putih	26.6	1/10	0.415	6.49	21.0	21.0
	K. Batang	22.8	1/40	2.53	14.95	54.7	54.7
	K. Krasak	31.7	1/45.5	0.475	6.47	21.0	21.0
	K. Progo (up stream of Pabelan)	1,435.0	1/667	0.093	2.36	9.4	9.4
K. Woro	" (down stream of K. Krasak)	1,794.7	1/189	"	"	"	"
	" (Srandakan)	2,096.9	1/610	0.040	1.72	5.4	5.4
	Pt. 47	17.43	1/600	0.185	3.68	14.0	14.0
	Pt. 48	42.14	"	"	"	"	"
	Pt. 67	57.74	1/943	"	"	"	"
	Pt. 69	76.14	"	"	"	"	"
K. Opak	K. Opak (U22)	55.5	1/36	2.98	16.21	57.0	57.0
	K. Kuning	47.7	1/259	**0.876	8.79	"	"
	K. Code	76.0	1/70	"	"	"	"
	K. Opak 25KK	329.5	1/450	"	"	"	"
	" 22 "	377.2	"	"	"	"	"
	" 13 "	453.2	"	0.492	6.59	23.0	23.0
Soil test data from K. Boyong.	" 12 "	1,193.7	1/780	"	"	"	"
	" 5 "	1,255.9	"	"	"	"	"

\* Soil test data from K. Boyong.

\*\* Soil test data from K. Opak middle stream





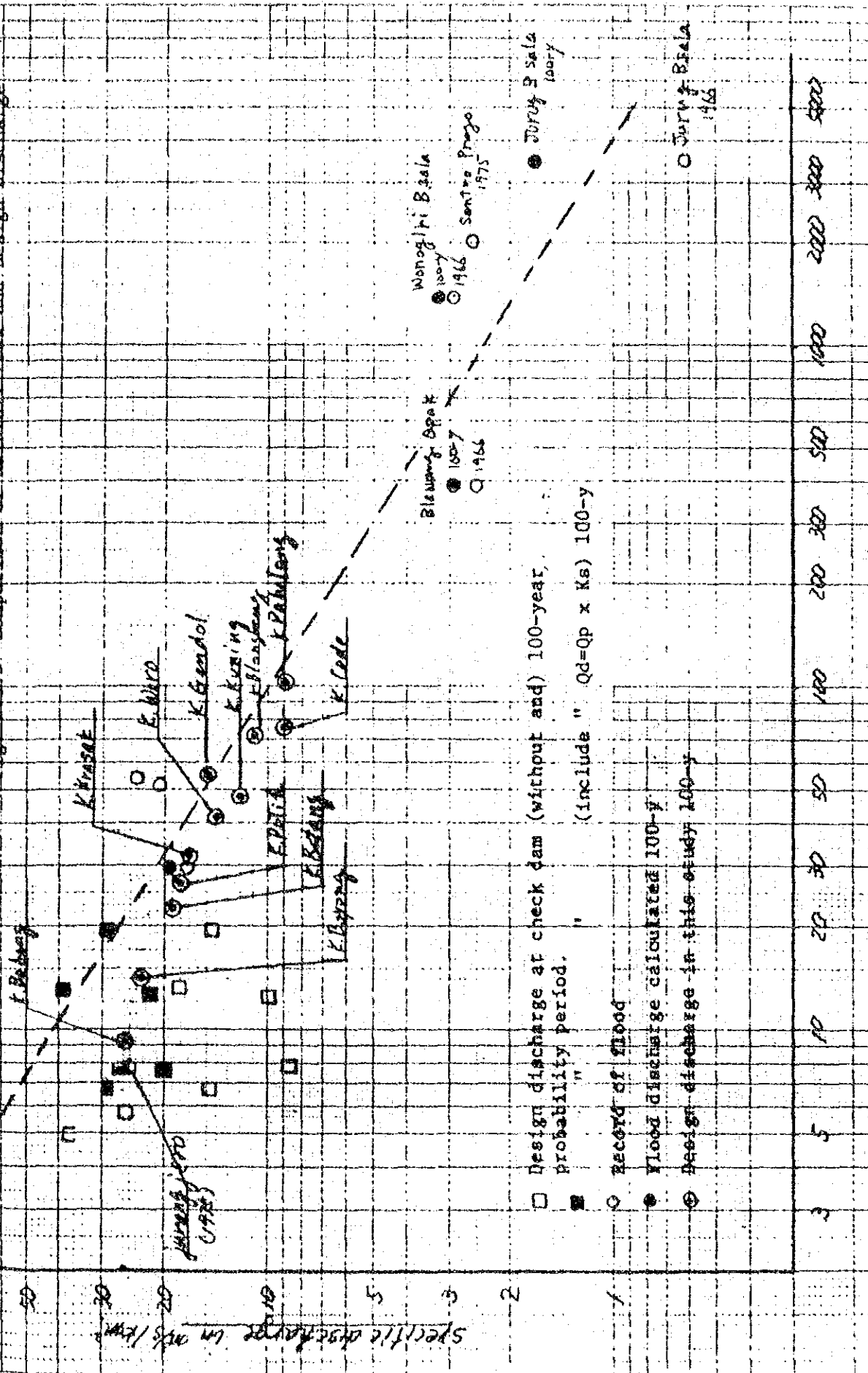
Table 2.3.6 The Result of Calculation of Sediment Balance

(Unit: 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>)

		1969 (14.0)	1971 (19.0)	1975 (28.0)	1976 (13.9)
K. Progo	K. Pabelan (A=103.2Km <sup>2</sup> )	253.1	343.6	506.3	251.3
	K. Blongkeng (A=71.2 " )	228.0	309.4	456.0	226.4
	K. Putih ( 26.6 " )	197.5	268.0	395.0	196.1
	K. Patang ( 22.8 " )	209.4	284.1	418.7	207.9
	K. Krasak ( 31.7 " )	672.5	912.6	1,345.0	667.7
	Total value of tributaries	1,560.5	1,833.6	3,121.0	1,489.4
	K. Progo (Upstream of Pabelan : 1,453km)	3,749.2	5,088.2	7,498.4	3,722.4
	" (Downstream of K. Krasak : 1,794.7)	25,008.8	33,940.5	50,017.6	24,830.2
	" (Srandakan: 2,297 )	2,242.2	3,301.4	5,197.2	2,227.1
	Downstream of K. Krasak - Upstream of Pabelan	(-)	(-)	(-)	(-)
		19,699.1	27,018.7	39,398.2	19,618.4
Srandakan - Downstream of Krasak	(+)	(+)	(+)	(+)	
		22,760.6	30,639.1	44,820.4	22,603.1
K. Woro	Pt 47 (A = 17.43km <sup>2</sup> )	4.3	5.8	8.6	4.3
	Pt 49 (A = 42.14 )	48.3	65.5	96.5	47.9
	Pt 67 (A = 67.74 )	15.7	21.3	31.4	15.6
	Pt 69 (A = 76.14 )	14.1	19.1	28.2	14.0
	Pt 49 - Pt 67	+32.6	+44.2	+65.1	+32.3
	K. Opak	U22 (A = 55.5km <sup>2</sup> )	501.2	679.9	1,002.0
K. Kunig (A = 47.7 )		28.4	38.5	56.8	28.2
K. Code (A = 76.0 )		714.4	969.5	1,428.8	729.3
K. Opak (25km A=329.5)		33.4	45.3	66.8	33.2
" (22km A=377.2)		31.4	42.6	62.8	31.2
" (13km A=423.2)		82.3	113.1	182.6	81.6
" (12km A=119.7)		70.5	97.7	146.6	69.9
" ( 5km A=1,255.9)		65.8	90.2	134.1	65.3
25km ~ U22		+467.6	+634.6	+935.2	+464.2
22km ~ 25km		+ 32.4	+41.2	+60.8	+30.2
13km ~ 22km		+663.5	+694.0	1,309.0	+658.9
5km ~ 12km		+4.7	+7.5	+12.5	+4.6



Fig 7.3.5 Comparison of Rainfall Peak and Design Discharge



Calculated from 57.47



Fig. 2.3.6 Model of River Basin Storage Functions

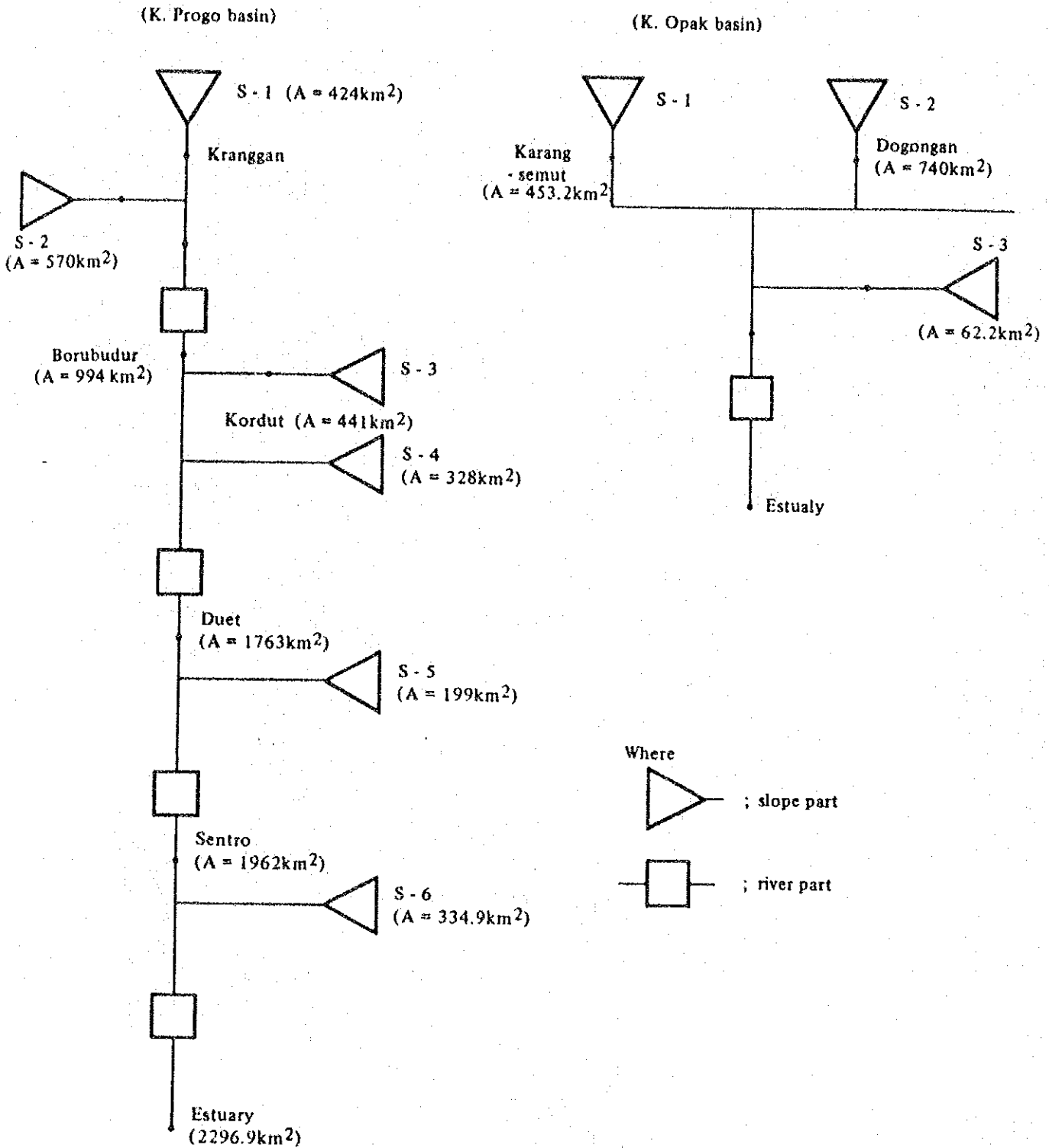
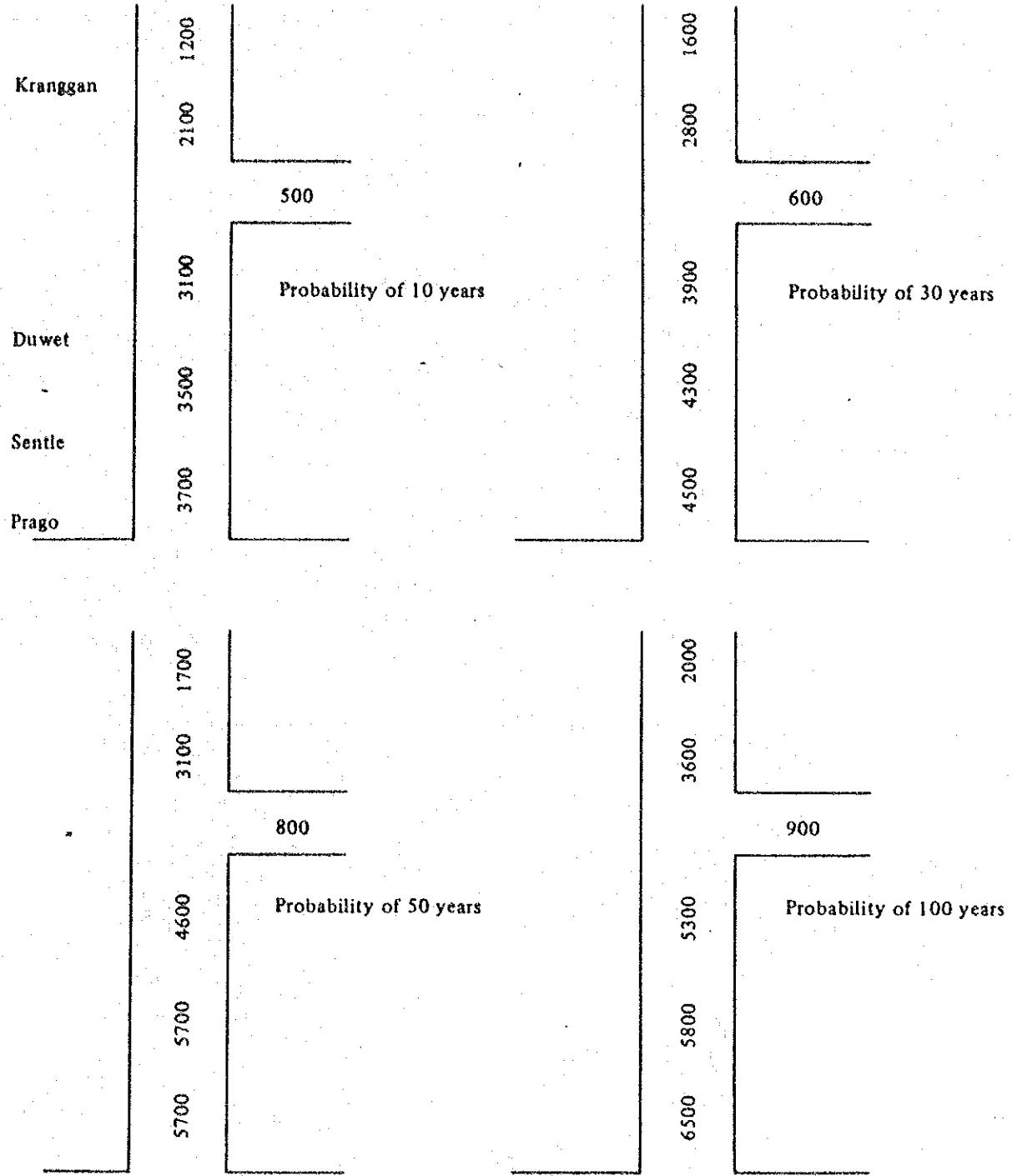




Fig. 2.3.7 Design Run-Off Distribution







## 2.3.4 K. Progoにおける河床変動

## 1) K. Progo, Kamijoro Intake 地帯における河床変動

1969年の爆発では、本川への影響が早く、1970年には1930年より大巾な河床上昇をしている。これもいつから河床低下に転じたかは不明であるが、1977年の測定では爆発前の水準に戻っている。このようなことから、Kamijoro Intake 附近の河床変動は①メラピ火山爆発により大きな影響を受ける。②影響は比較的短期間に収束に向うものと考えられる。(Fig. 2.3.8)

## 2) 流出土砂量と流過能力(洪水年と平年)

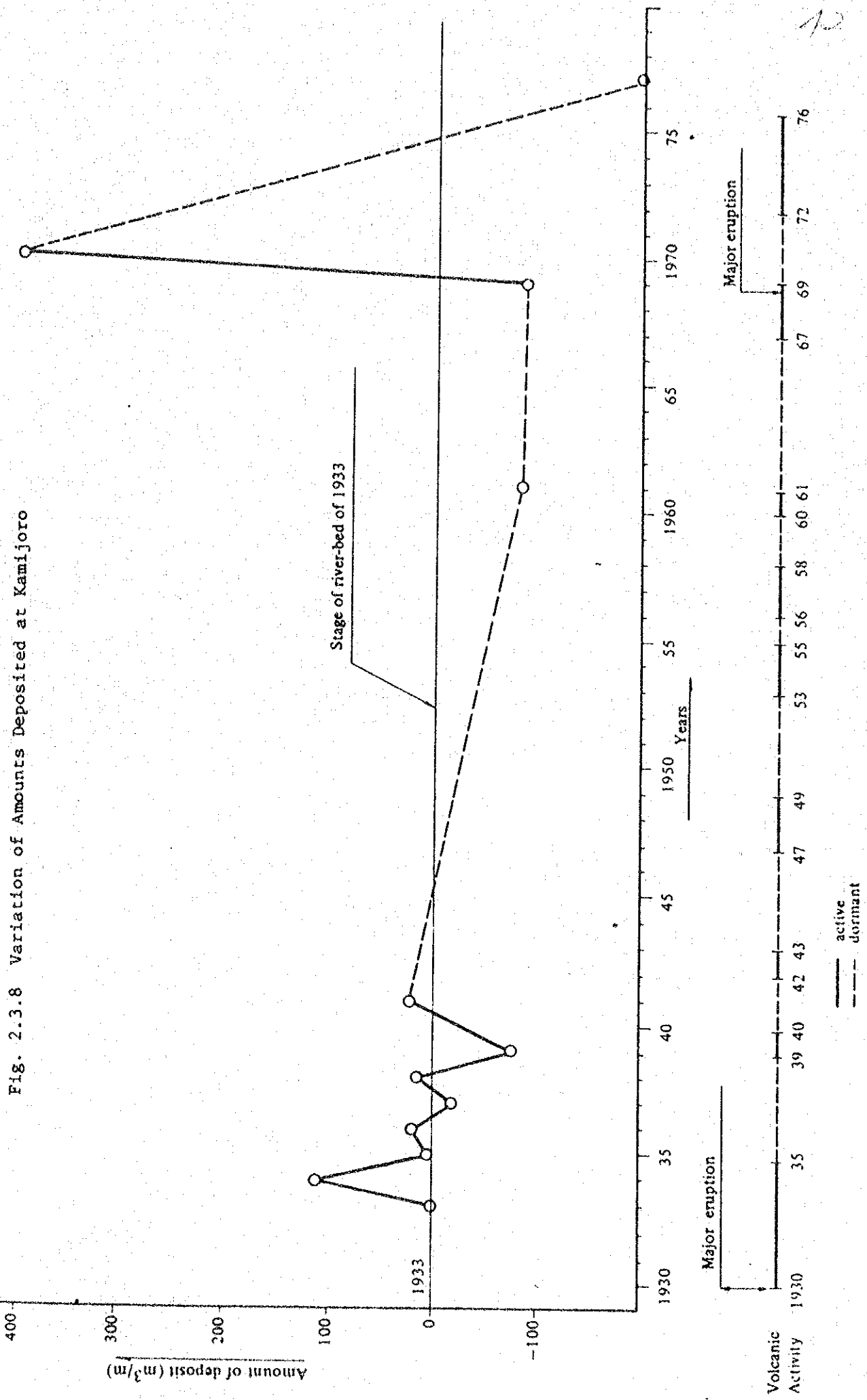
a) Brown式で計算した結果 Srandakarにおいて、K. Progoの流砂能力は減少している。

b) 1971年(平年)においては、K. Krasak及び他の支川からの流出土砂量は、Srandakar地帯における流砂能力と平衡状態である。

c) 1969年～'70年間は流出土砂量は流砂能力以上のため、河床は上昇している。K. Krasak及びその他の支川からの流出土砂量は平年の<sup>流砂能力</sup>2倍半(7,756,000 m<sup>3</sup>)に達している。そのうちの5,653,000 m<sup>3</sup>がK. Krasakから流出している。(Table 2.3.7)



Fig. 2.3.8 Variation of Amounts Deposited at Kamijoro



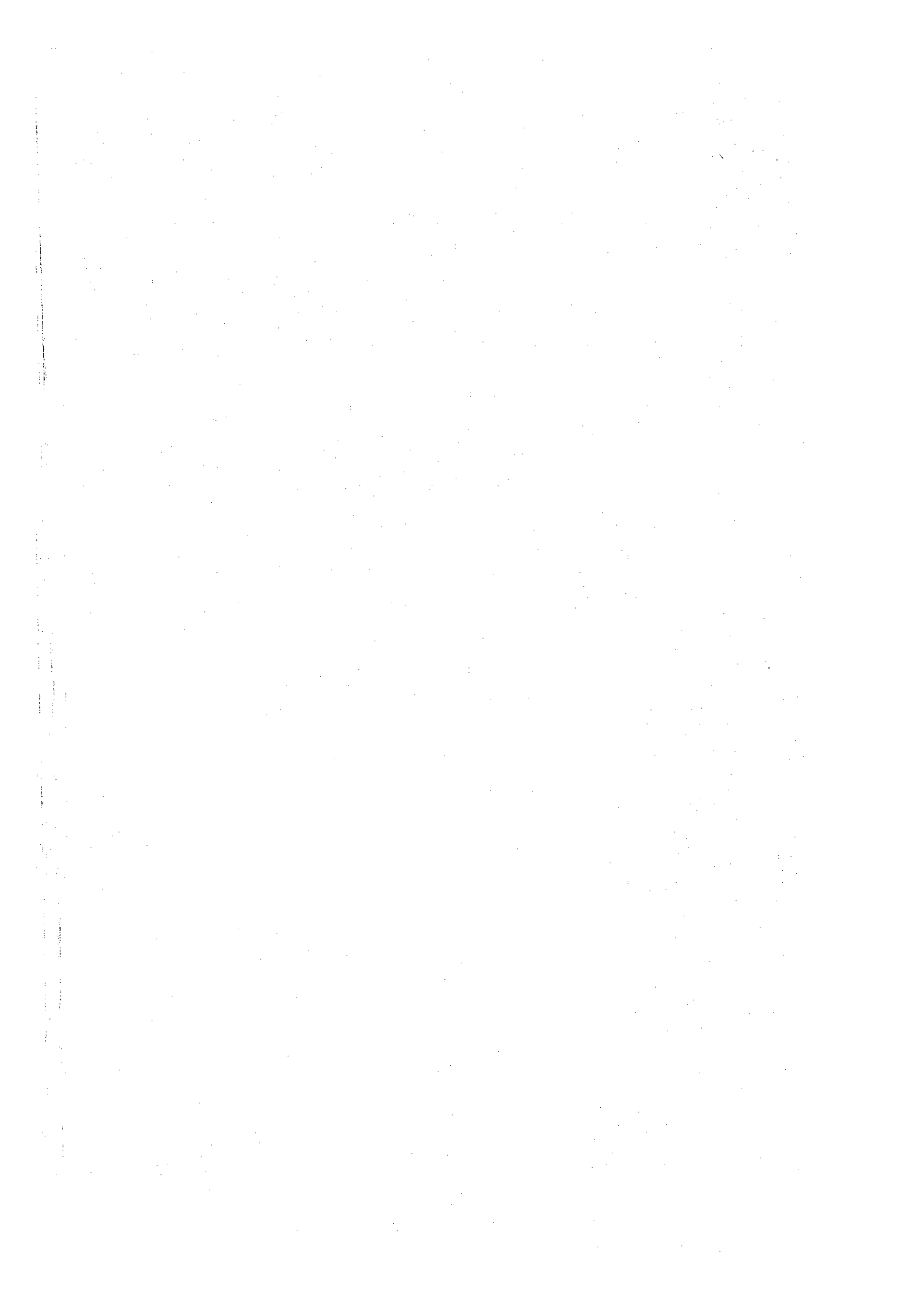


Table 2.3.7 Sediment Discharge Capacity and Sediment Discharge

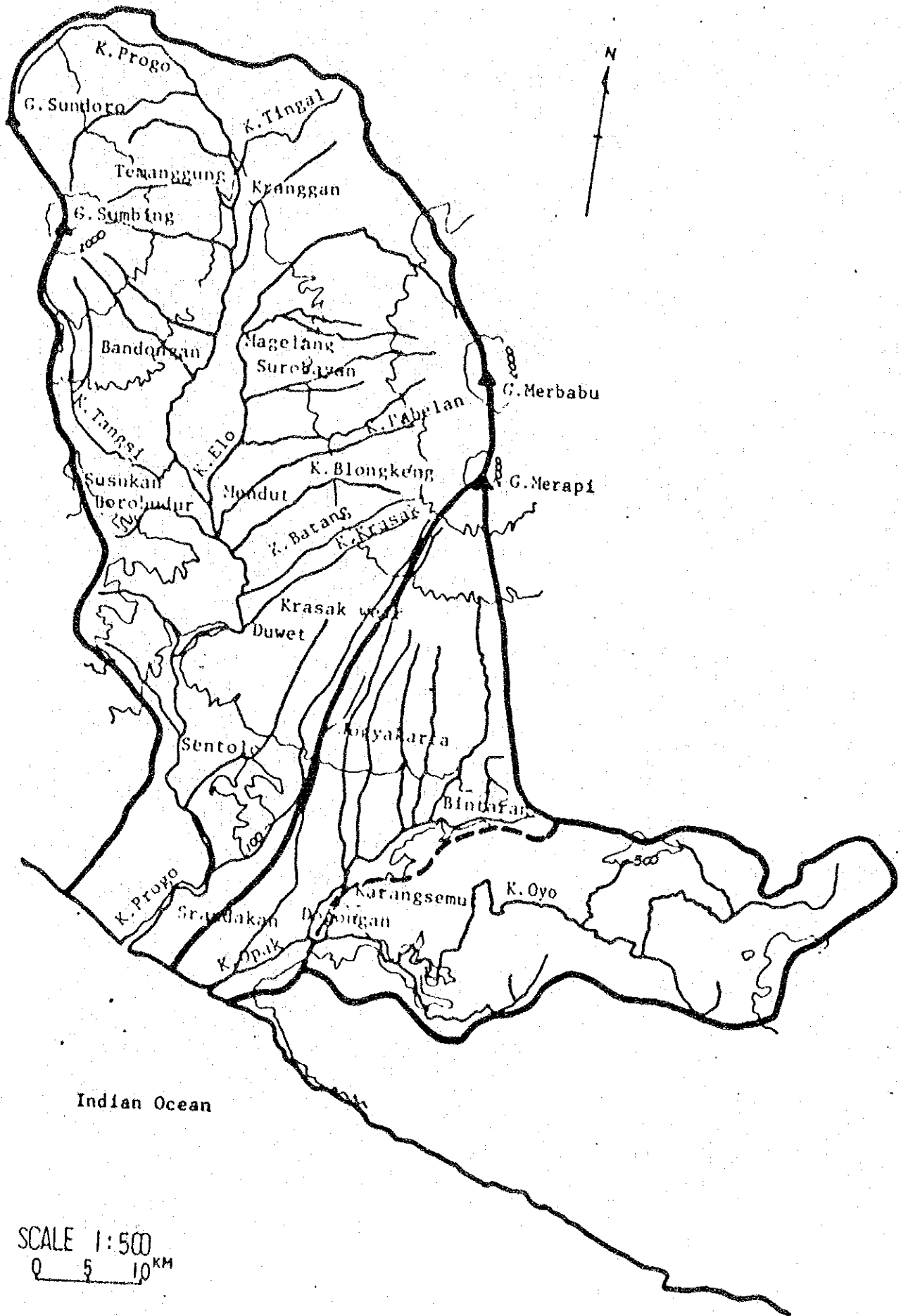
(unit: 1,000m<sup>3</sup>)

Location	Sediment Discharge Capacity		Sediment Discharge	
	1969-1970	1971	1969-1970	Ordinary Years
1. Upper stream of the river mouth of K. Pabelan	7,498.4 (1.5)*	5,088.2 (1.7)*	3,192.0	3,192.0
2. Tributaries of Type I Area	3,121.0 (0.5)*	1,651.0 (0.7)*	7,957.0	1,304.0
K. Pabelan	506.0	343.6	211.0	211.0
K. Blong Keng	456.0	228.0	191.0	191.0
K. Putih	395.0	197.5	1,001.0	165.0
K. Batang	419.0	209.4	175.0	175.0
K. Krasak	1,345.0	672.5	6,379.0	562.0
3. Down stream of the river mouth of K. Krasak	50,0176.6 (10.3)*	33,940.5 (11.1)*	11,149.0	4,496.0
4. Srandakan	4,496.4 (1.0)*	3,301.4 (1.0)*	11,149.0	4,496.0

\* Discharge Capacity at Srandakan equals 1 unit



Fig. 24.1 GENERAL MAP







## 2.4 河川のトラブルスポット

河川諸橋の範囲は G. Merapi の火山噴出物の影響を強く受けた K. Progo と K. Opak の上流から河口に至る本川を対象とする。図 2.4.1 は河川概況である。

河川諸橋の主体は 河川沿いの泥濘 及び トラブルスポットの諸橋である。

### 2.4.1 K. Progo, K. Opak の特徴

#### 1) K. Progo

K. Progo は 流域面積  $2,300 \text{ km}^2$ , 河川延長は河口から K. Krasak の合流点までの約  $40 \text{ km}$  を含め 全長  $591.90 \text{ km}$  である。

流域は 西の G. Sundoro と G. Sumbing, 東の G. Merbabu と G. Merapi と境界とし、本川 K. Progo は北から南へ流下し、途中 G. Merapi の西斜面より流下する K. Pabelan, K. Blongkeng, K. Putih, K. Batang, K. Krasak の支流群の合流後を受け 日本洋に注いでいる。河川勾配は 1977 年に測量した横断面間である河口から約  $20 \text{ km}$  間において  $1/600$  とされている。北河川幅は河口から約  $20 \text{ km}$  間では約  $400 \text{ m}$ , 三洲上流 K. Krasak 合流点まででは約  $200 \text{ m}$  とされている。

#### 2) K. OPAK

K. OPAK は 流域面積  $1,250 \text{ km}^2$ , 河川延長  $5970 \text{ km}$  である。

K. OPAK は G. Merapi の南斜面に位置する K. Boyong, K. Kuning, K. Gendol の支流の流入を受け 南下し、本川の河口から  $5913 \text{ km}$  の地点に左岸側より流入する 流域面積  $5970 \text{ km}^2$  を有する最大の支流の合流を受け 日本洋に注いでいる。河川勾配は河口から  $12 \text{ km}$  までが  $1/780$ , 4.5  $12 \text{ km}$  までが  $1/450$ , さらに  $7 \text{ km}$  上流は  $1/260$  とされている。河川幅は 平均  $120 \text{ m}$  である。



## 3) 河川氾濫

河川氾濫の規模は 河川の改修程度を含めた 流下能力の程度と共に 洪水発生規模に左右される。とくに、前者については 火ノ子山からの 流下工事に影響して 河床が上昇し 流下能力を減少している。

K. PROGO における 過去の氾濫は 河口から 約10kmの地点より右岸の 堤内地区において 近年の 1969年, 1974年, 1975年の洪水時に およそ 1000 ha にわたって 浸水している。一方, K. OPAK においては 1965年, 1966年の雨洪水では およそ 2,000ha にわたって 浸水し, 多大の被害を生じている。

## 4) 氾濫被害状況

## a) K. PROGO

- ・ 近年の洪水氾濫は 1969年, 1974年, 1975年に発生している。
- ・ このうち 1969年3月の洪水氾濫が 最も氾濫規模が 大きく, 氾濫被害状況は 次の通りである。諸データは 現地調査と既存データから 整理した。
- ・ 氾濫区域 ~~図2-3に示される。~~
- ・ 氾濫面積 880 ha (右岸側 330ha, 左岸側 550ha)
- ・ 倒壊家屋(戸) 26
- ・ 浸水家屋(+) 397
- ・ 氾濫水深(m) 1.0 ~ 1.5<sup>m</sup>
- ・ 氾濫被害数量は 表2.4.1に示される。

## b) K. OPAK

- ・ 近年の洪水氾濫は 1965年, 1966年に発生している。
- ・ このうち 1966年3月の洪水氾濫が 最も氾濫規模が 大きく, 氾濫被害状況は 次の通りである。



表 2.4.1 氾濫被害數量

	K. Progo			K. Opak		
	1969年	1974年	1975年	1965年	1966年	1966年
洪水被害村 Nos. of inundated Desa	19	10	10	48	25	62
浸水面積 Inundated area (ha)	330	130	190	520	520	1160
農地 Farm. land	225	140	160	235	520	650
牛欄 N-yard	40			191	300	350
受災人口 Suffered people	33	100		300	220	420
死者; 行方不明 Dead or lost	61KK 293	25		3000	411K 9008	6900
倒塌房屋 Broken house	0	0		1	7	1
浸水房屋 Inundated house	26			100	178	153
倒塌橋樑 Broken bridge	392			65		630
倒塌灌溉設施 Broken irrigation facilities	4			7		10
倒塌堤防 (m) Broken dike				17		17

合計  
114



- ・ 氾濫区域 図 2.4 に示す。
- ・ 氾濫面積 1,800ha (右岸側 500ha, 左岸側 1,300ha)
- ・ 倒壊家屋 (戸) 330
- ・ 浸水家屋 (戸) 5,700
- ・ 死者 (名) 8
- ・ 氾濫水深 2 ~ 2.5m

## 5) 河道の流下能力

### a) K. PROGO

- ・ 河口から約 20km までの河道区間を対象とする。  
(河口から約 13km までが氾濫原、それ以上流が  
山内区)
- ・ 河口から約 20km に至るは 1977 年測量の 1km 間隔  
の横断面図 をもとに 相度係数  
 $n=0.035$  とし 種々の任意流量をもとに不等流計算  
を行った。
- ・ 流下能力のあらわは 次の通りである。既設堤は  
SRANDAKAN 橋 (河口から約 8km 地点) 以下流左岸に  
1976 年 ~ 1978 年にかけて 4km にわたって完成している。  
  - ・ 左岸側 築堤完成前 約 1,000  $m^3/s$  完成後 約 5,000  $m^3/s$
  - ・ 右岸側 " 約 2,000  $m^3/s$
- ・ 流下能力の推定分布は 図 2.6 附表 2.9 に  
示す。

### b) K. OPAK

- ・ 河口から約 37km までの河道区間を対象とする。  
(河口から約 20km までが氾濫原、それ以上流が  
山内区)
- ・ 約 37km 間の流量横断面図をもとに





・粗度係数  $n=0.035$  とし、連年の任意流量を1とて  
不等流計算を行った。

・流下能力のあらわしは 次の通りである。なお築堤は  
河口から約17 km地点より下流の右岸と左岸の一部  
が 1966年洪水後 約17 km区間にわたって完成して  
いる。

- ・左岸側 築堤完成前 約500  $m^3/s$  築堤後 約1,000  $m^3/s$
- ・右岸側 " 約300  $m^3/s$  " 250~300  $m^3/s$

・流下能力の縦断分布は ~~図表 2-10~~  
を参照。

### 6) 河床変動状況

過去の河床変動記録は 橋梁地点、堰地点の横断測量  
の結果と現地調査によるものである。

#### a) K. Progo

≧ 増積 < 減積

地点名	位置	河床変動記録	変動面積 (㎡)
Srandakan 橋	河口から 3.98 km	1966年と1978年の 横断図の比較	200
Kamijoro intake	河口から 17.5 km	1924年から1970年 間の横断図の比較	1924~1933 -212, 1933~34 109 '34~'35 4, '35~'36 19 '36~'37 -19, '37~'38 12 '38~'39 -79, '39~'41 43 '41~'61 -84, '61~'70 400 '70~'77 -200
Bantar 橋	河口から 2.8 km	1971年と1978年間の 横断図の比較	200



1969年における K. Progo の河口から K. Krasak 合流点間の河床変動量は次のように推定される。しかしながら、得られたデータはきわめて乏しいので、今後の十分な調査と研究が必要となる。

- ・先の表のうち、とくに経年的記録が得られ、かつ河道区間の代表的地点である Kamijoro Intaka 地点において、1969年の G. Merapi の噴火の影響を含む 1961年から1970年間の変動面積は約400 m<sup>2</sup>の堆積が示される。
- ・一方、Kamijoro Intake に比較的近く位置している Bantar Bridge の地点における1969年の G. Merapi の噴火影響を含まない1971年から1978年間の約7年間の変動量は約200 m<sup>2</sup>の堆積となっている。
- ・すなわち、河床の堆積は G. Merapi の噴火に直接影響を受けたときの堆積と平常年のときの堆積の2種類がある。
- ・これからすると Kamijoro Intake 地点の1969年時点の堆積量は400 m<sup>2</sup>のうち約1/2の200 m<sup>2</sup>程度と考えられる。
- ・一方、K. Progo の河口から K. Krasak の合流点までの河川延長は約40 km のうち上流部の掃流力の高い河道部を除いて直接堆積に関係する河道長を35 km とし、変動面積を約200 m<sup>2</sup>とすると、
 
$$200 \text{ m}^2 \times 35 \times 10^3 \text{ m} = 7,000,000 \text{ m}^3$$
 となる。



## b) K. Opak

K. Opak の中下流部の河床は 上流に数多くの堰があり、  
 そのため 多量の土石が抑制されるため、河床に岩盤が露呈し  
 洗掘の傾向とされている。現地における河床変動の調査結果に  
 よれば、次に示すように堆積の結果とされているが、これは年間を通じて  
 一時的に堆積の状態を表現しているものと判断される。

地点名	河床変動
KeranganからTulung	毎年 25cm の堆積
Jinan	" 8cm "
Panjangrejo	" 4~8cm "

## 7) 洪水流量の推定

## a) K. Progo

1969年3月洪水時の流量(最近の最大洪水)と現況河道の  
 流下能力と 現在までの河床上昇量を考慮し、Eに洪水水深とから  
 推定すると  $Q=5,000 \text{ m}^3/\text{s}$  程度であったものと推定される。



b) K. OPAK

1966年3月洪水時の洪水流量は当該河川の河床変動はほとんどないものと、現況河道の流下能力と泥濘の程度とから推定すると  $Q=1,500 \text{ m}^3/\text{s}$  程度と判断される。

8) 河川泥濘の実態

a) K. PROGO

築堤完成後現況における流下能力は約  $5,000 \text{ m}^3/\text{s}$  と判断される。したがって、1969年と同程度の洪水発生に耐え、今後目立った河床変動がなければほとんど泥濘による危険は無いものと判断される。

b) K. OPAK

築堤完成後現況における流下能力は右岸(民家密集地帯)側で評価すると  $2,500 \sim 3,000 \text{ m}^3/\text{s}$  と推し、1966年洪水の流量規模  $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$  を基本とすれば、今後目立つ河床変動がなければ将来の河川泥濘の危険は薄いと云える。





## 2.4.2 トラブル スポット

河川のトラブルスポットは調査によると、かびの取水に関する土砂の流入、埋没等による機能障害の他、河口の塞、内水浸水、河岸側への浸食等、種々の問題が発生している。その概況は次の通りである。

## 1) かびの intake の機能障害

## a) K. PROGO

~~K. PROGO intake の存在状況は不明である。~~  
以下に各々の intake の機能障害は次のような実態である。

## ・ Jati intake

- ・ 1973年に建設された
- ・ かびの面積 400ha
- ・ 土砂の流入、堆積が激しく、毎年堆積による維持を行っている。堆積に要する労力は5日間にわたり、延べ500人にのぼる。

## ・ Sapon intake

- ・ 現在の Sapon intake は良好に機能している。
- ・ 現在の intake は 1969年後に建設されたが、その前はこの intake より約1.5km下流の Bekalan に位置していた。
- ・ この Bekalan intake は 1969年の洪水で激しい側面侵食を受け、浸食幅は約20mに至り、intake も破損した。



- Kamijoro intake
  - 1924年に建設された
  - その後数回土砂により埋没
- Makam Bulan intake
  - 1927年に建設された
  - この intake も土砂害のため機能停止
- Mangir intake
  - 1965年に建設された
  - 本川と open cut で導水している。現在のところ取水は良好である。

## b) K. OPAK

各 intake の位置は ~~河川に~~ ~~沿って~~ ~~設置~~ されている。 ~~河川に~~ ~~沿って~~ ~~設置~~ された河川を横断した堰が 64 所、側方取水 64 所とされている。

- 取水堰は 1977年に建設された Blawong, Candan 双方を含め河口から 10km 以上のところに位置している。取水状態は土砂による満砂の状態にあつたもののほぼ良好である。
- 側方タイプの intake は 雨期の土砂混入を避けるためのゲートを開き取水を停止している。intake の高さは河床より 約 0.5m 高く設置されている。
- 乾期の取水に支障をきたすのは河川流量が少なく、ゲート敷高が河床より高いため、河川を横断して簡易堰（建設費 約 Rp 100万）によつてゐる。この簡易堰（材料は竹、バケツ、葉、砂）は雨期にはフラッシュされる。



## c) intakeの機能障害

傾斜が17°の intakeの場合、乾期の河川流量が少なくて  
 少なくなるため、河床高と取入れの近い高に突縁を保持  
 ことが必要となる。この下の河床変動(とくに坍塌)の  
 激しいところはとくに維持が困難となる。

## 2) 内水氾濫

## a) K. PROGO

洪水による氾濫は、河川氾濫の他、内水による氾濫  
 が河口付近に見られる

- ・右岸側においては、河口付近に合流している K. Galur  
 沿いに発生している。この場合は、乾期の河川流量が比較的  
 少ないとしても、本川の河口は閉塞があるため、本川の流量が  
 K. Galurの上流に背水し、内水発生のおよび水不足が氾濫が  
 発生する。現在本川(水)の背水防止のため、木製転倒ゲート  
 が、外水、内水の調節を行っているが、老朽化と堤内反対側の  
 K. Galurの水質が富栄養化のため、水生植物が群生してゲート操作  
 に障害を起している

- ・右岸側においても同様、河口付近に合流している K. Trihudaに  
 通じて内水氾濫が発生している。この場合も木製転倒ゲート  
 が内外水位を調節しているが、維持管理が充分でない。

## b) K. OPAK

現在目立った内水氾濫は発生していないが、K. PROGOと同様  
 河口閉塞は乾期には著しいため、今後問題が発生する  
 ことが予想される。



### 3) 河口閉塞

K. PROGO, K. OPAK とともに 乾期には 西風をとめるに  
 潮流と河川流量の減少と、雨期に河口付近に淤塞した  
 多量の土砂のため、河口は西向きに閉塞している。  
 夫の内水問題を軽減するため、現在までの対策は人力による  
 掘削にたよっているあり様である。

### 4) 河岸側方浸食

1969年3月の洪水に於て K. PROGO の河口より約10km上流  
 において約40mの側方浸食を受け、intakeの流生と工場の  
 滅失が見られたように、各所で側方浸食による被害が発生して  
 いる

上記に示した各種の河川のトラブルスポットは、主に次の原因に  
 支配されているものと考えられる。

- a) 上流からの多量の流生土砂
- b) 河床変動 不安定勾配
- c) 流路蛇行の不安定
- d) 河床材料の細粒化
- e) 雨期と乾期の流量差
- f) 取水取水の上流統合による河川維持流量の減少
- g) 河川構造物の維持管理の不備
- h) 強い潮流の影響
- i) 海床地形の急峻
- j) その他





## 2.5 社会・経済

### 2.5.1 人口

計画地域の人口密度及び増加率について、社会経済調査により収集した Kelurahan 単位の資料によって算出した結果、人口増加率は 0~2% 未満、Kelurahan が全体の 2/3 強となり、低い水準にあるものの、人口密度は平均 1,587 人と極めて高い状況にある。又、Nuée Ardenne の危険地域及び Lahar / Barjir の災害が頻発する Type-I の地域についてみると、人口密度はそれぞれ 576 人/km<sup>2</sup>, 1,381 人/km<sup>2</sup> とかなり高い密度を示し、この地域の社会的な重要性の高さ、早急な防災対策の必要性の高さを示している。

なお 国連の 1976 年版世界統計年鑑によると全体インドネシア及び中部ジャワの人口密度 (1975 年)、増加率 (1970~1975) は次のとおりである。

- ・インドネシア全体 人口密度 71 人/km<sup>2</sup>, 増加率 2.6%
- ・中部ジャワ " 716 人/km<sup>2</sup>, " 1.7%

(参) Table - 2.5.1, 2.5.2

### 2.5.2 土地利用

計画地域は年間降雨は 1,500 mm ~ 4,500 mm あり、地形は全体的に緩傾斜 (0~3° 70%, 0~8° 88%), 土壌肥沃と云った自然的条件に恵まれて、耕作可能地は、ほとんど全体的に利用されている。土地利用で特徴的なのは、農地と集落でそれぞれ 62%, 24% と全体の 86% を占めている。又、農地のうち約 70% は水田として利



58

Table 2.5.1 Area, Population and Population Density in 1976

Type	No. 05 Kelurahans & M.P.P	Area (km <sup>2</sup> )	Population	Population Density/km <sup>2</sup>
Nuse Ardente	26	136	78,298	576
Type I	27	78	107,689	1,381
Type II	50	147	194,978	1,326
Type III	8	71	56,900	801
Type IV	114	414	902,000	2,179
Total	225	846	1,339,865	1,584

Table 2.5.2 Average Rate of Population Increase from 1966 to 1976

Type	Growth Rate (%)	Growth Rate (%)						Total	
		~ -3.1	-3.0 ~ -0.1	0 ~ 0.9	1.0 ~ 1.9	2.0 ~ 2.9	3.0 ~ 4.9		5.0
Nuse Ardente	-	-	1	12	7	5	1	-	26
Type I	-	-	4	12	9	1	1	-	27
Type II	2	2	13	14	8	3	2	1	43
Type III	-	-	-	6	1	-	-	-	7
Type IV	5	5	6	30	34	13	3	3	94
Total		7	24	74	59	22	7	4	197

Table 2.5.2-1 Land Use

Location	Total Area ha.	Type of Land Use (%)				
		Sawah* (%)	Tegal** (%)	Village (%)	Forest (%)	Others (%)
1. City of Yogyakarta	3,250	20	2	40	-	38
2. Sleman	57,480	48	12	27	2	11
3. Bantul	49,280	37	14	36	1	12
4. Magelang	113,280	37	32	15	6	10
5. Klaten	67,010	53	11	28	2	6
Total	290,300 (100%)	123,903 (43%)	57,482 (20%)	70,315 (24%)	9,779 (3%)	28,820 (10%)

\* Sawah : irrigated land suitable for wet rice

\*\* Tegal : dry crop land unsuitable for wet rice



用されている。本田は Cropping pattern からみると、かんがい条件によって相異なるが、概ね1年間に3毛作で Paddy を中心に1〜2回の畑作物を組合せている。雨期についてみると、ほぼ全域水田は Paddy の生産に利用されている (Table 2.5.2-1)

### 2.5.3 農業

計画地域の産業構造及び就業構造からみて、現在ならびにりなるとも近い将来に亘り、最も基幹的な生産部門である農業について既往の公式統計、社会・経済実態調査の結果を用いて ① 農業生産の安定性 ② 土地の生産性 ③ 農業生産の特化度 ④ 収量増加の傾向 ⑤ 土地の生産性と土地利用率との相関について検討し、地域農業の将来の生産の方向づけ、及び防災工事とのかかわりについて中間的にまとめると次の通りである。

#### (1) 農業生産の安定性

Irrigated Paddy, 畑作物の Soya bean, Sweet potato の収量は安定しているが、Dry Paddy, Maize, Cassava は相対的に不安定である。

#### (2) 土地の生産性 (作物収量指数)

生産性は1971年、1976年の作物収量指数から次の4地区に区分されるが、

- I. 低位生産地域：1971, 1976年ともに100%以下
- II. 生産性上昇傾向地域：'71年100%以下 '76年100%以上
- III. 生産性下降傾向地域：'71年100%以上, '76年100%以下



#### IV. 高位生産地域： '71年'76年ともに100%以上

Klaten, Slemanは相対的に高いが、Magelangでは低い (Fig - 2.5.1 ~ 2.5.6, Table - 2.5.3)

#### (3) 農業生産の特化度

農業生産の近代化の方向は「適地適産」という経済原則に基づき、より収益性の高い作物を地域の条件に適合するように選択して、二作物の生産に特化することである。

この地域では特化度の高いものは Irrig. Paddy, Sweet potatoes, Peanut である。低いものとして、maize が挙げられる。

#### (4) 収量増加の傾向

農業生産の将来について語る時、集約化は果して飽和状態に達しているかである。耕地の外延的規模拡大は極めて困難な条件のもとに、農業生産の発展を図るためには集約性、すなわち単位面積当たりの収量増大の可能性の検討が必要となる。検討の結果、Irrig Paddyについては収量増加の余地、集約化の可能性はかなり残されていることが明らかである。(Fig-2.5.7, Table-2.5.4)

#### (5) 土地生産性と土地利用率の相関

作物収量指数と土地利用率の相関について検討すると Sleman, Klaten のみ正の相関値が得られたが、それぞれ、0.19 及び 0.36 と極めて低い。これはデータの信憑性をともなにも問題はあがあるが、Paddy 以外には





土地の利用の度合が必ずしも土地の生産性の高い作物の選択と直接結び付いていないことを意味し、より有効な畑作物の選択に対して、農民に指導の余地がなお残されていることを示している。

### (6) 農業生産振興の方向

地域の Man-land Ratio は小さく、農地は一世帯 (4~5人) 当たり 0.2ha 程度と極めて小規模であるが、しかし他の地域と比較すると、Paddy を初め作物の生活水準は高く、Paddy の収量についてみると D.I. Yogyakarta で全国平均より 20% 近く高い。これはこの地域の土壌が可成り豊沢でしかも水利条件に恵まれていることを示している。

当地域の基幹となる作物は米であり、国民経済的にみても米は不可欠な食糧であり、その自給率の向上は第 5 次 5 年計画においても、最重要政策の一つとして取り上げられている。又農業所得の増大をもたらしこととなる。

防災工事によって農地が安定的に確保されれば、これによって農民の生産に対する意欲は助長され、又河道の安定によって取水は安定して、効率的な水利用が可能となり、その結果農業生産の増大が実現される。したがって当地域においては農業生産にとって将来とも優良な地区の確保に Top priority を置くことが重要である。



Table 2.5.3 Crop Yield Index (1971, 1976)

Kabupaten	Kecamatan	1971	1976
Sleman	Sleman	105.95	95.57
	Mlati	106.85	100.46
	Gamping	106.18	102.94
	Godean	111.71	107.48
	Sejegan	104.87	91.51
	Tempel	104.42	102.17
	Turi	101.44	98.15
	Pakem	92.11	92.81
	Tjang Kringan	83.87	99.44
	Ngemplak	93.16	106.44
	Depok	92.94	100.00
	Kalasan	105.85	109.14
	Berbah	110.38	85.28
	Pram banan	99.17	99.49
	Ngaglik	97.65	83.75
Bantul	Bantul	117.5	93.8
Kota Yogyakarta	Umbul harjo	132.7	118.9
	Kota Gede	98.0	107.1
	Mergangsan	136.0	117.8
	Mantrijeron	83.5	104.7
	Gondokusuman	135.8	114.9
	Tegal rejo	80.4	109.9



Table 2.5.3

Kabupaten	Kecamatan	1971	1976
Klaten	Kemalang	83.15	54.83
	Djogonalan	127.08	119.53
	Karang Nongko	124.06	117.95
	Manis renggo	112.47	90.66
	Pram banan	137.08	100.81
	Ganti Warno	125.73	106.56
Magelang	Muntilan	126.18	82.97
	Dukun	79.97	85.26
	Salam	111.10	83.08
	Ngluwar	112.35	74.05
	Srumbung	113.56	87.61

Fig. 2.5.1 Crop Yield Index ( 1976 / 1971 )

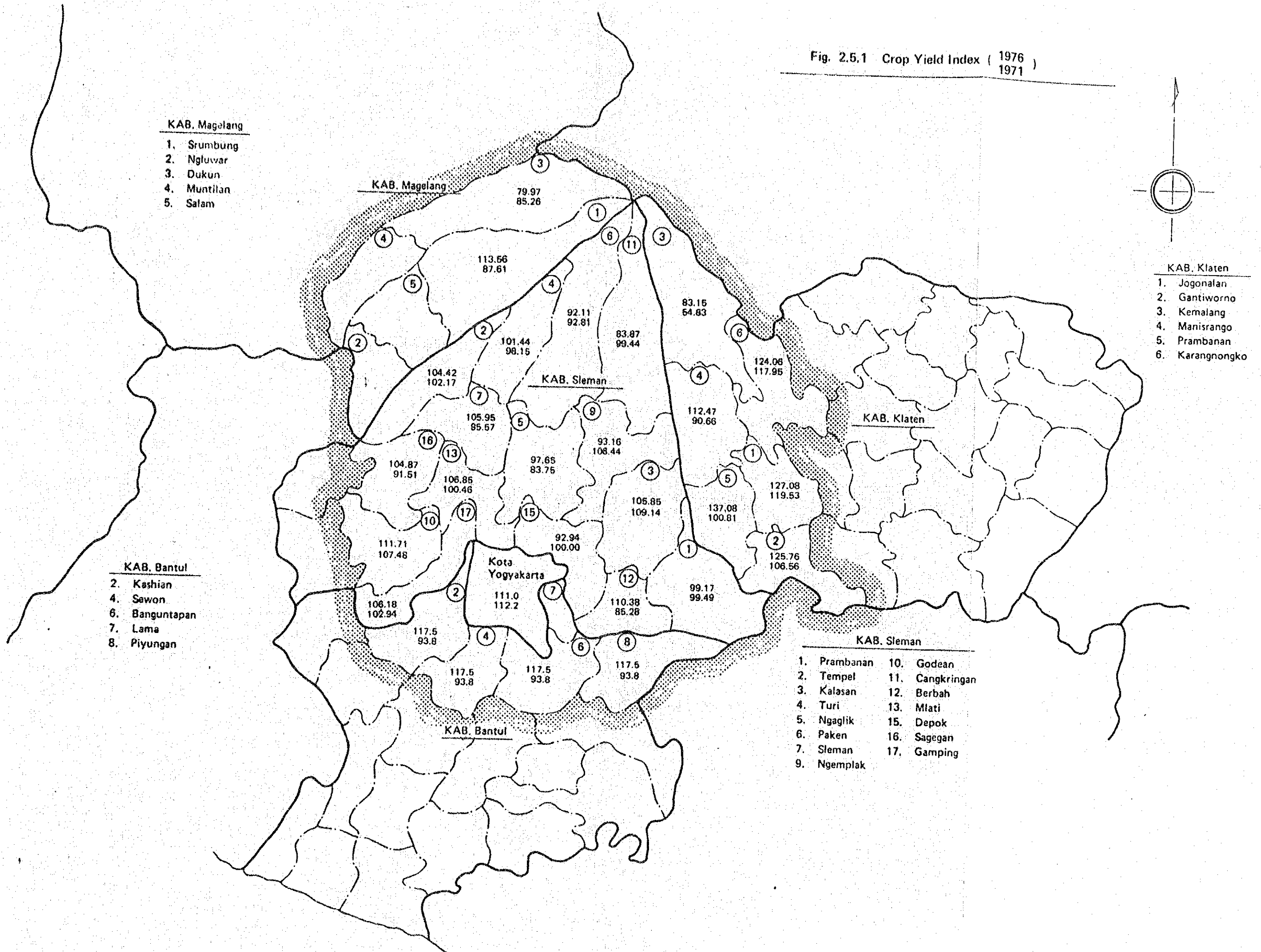




Fig. 2.5.2 Crop Yield Index of Kab. SLEMAN  
(1971 and 1976)

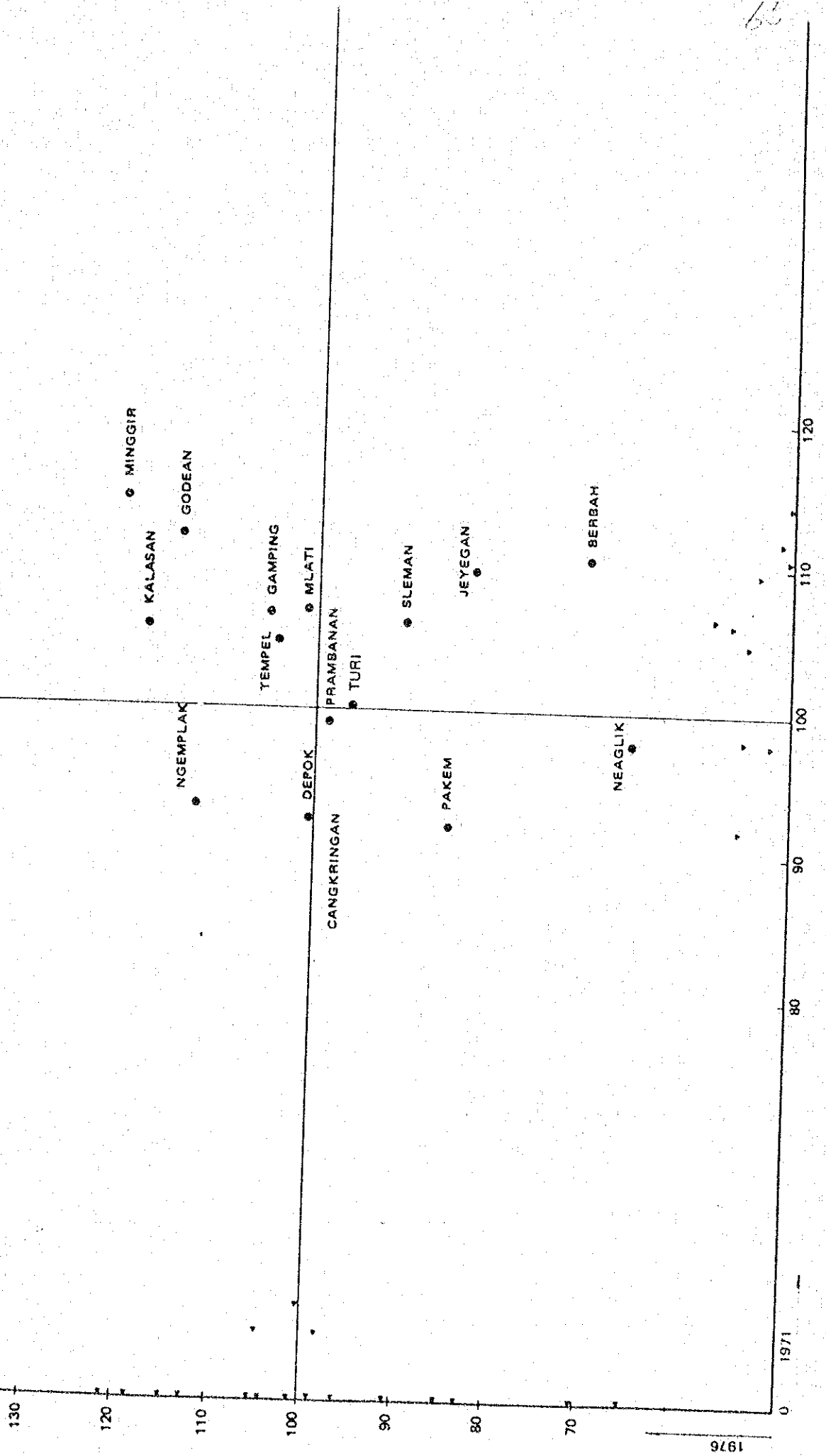






Fig. 2.5.3 Crop Yield Index of Kab. BANTUL  
(1971 and 1976)

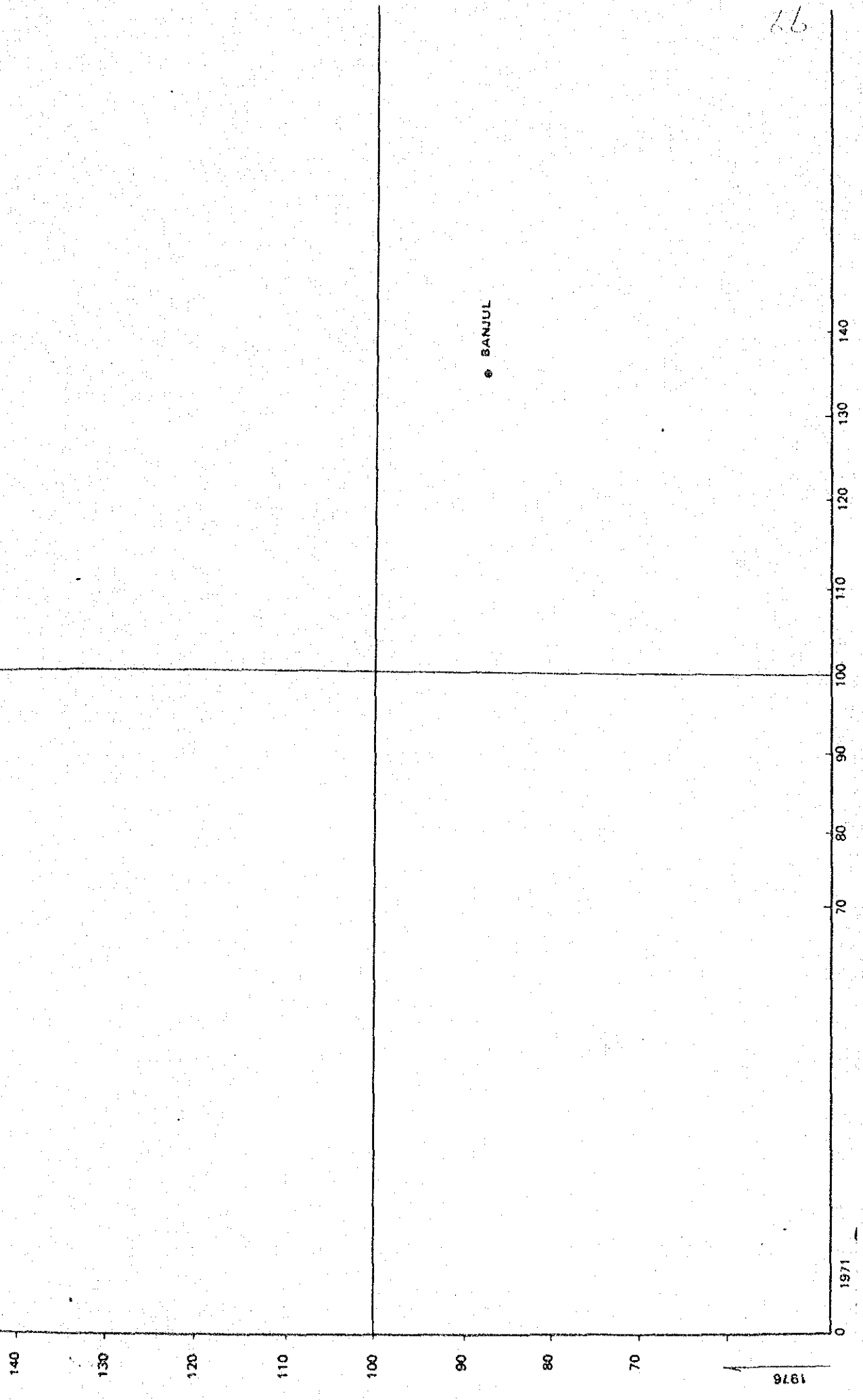




Fig. 2.5.4 Crop Yield Index of Kota Yogyakarta  
(1971 and 1976)

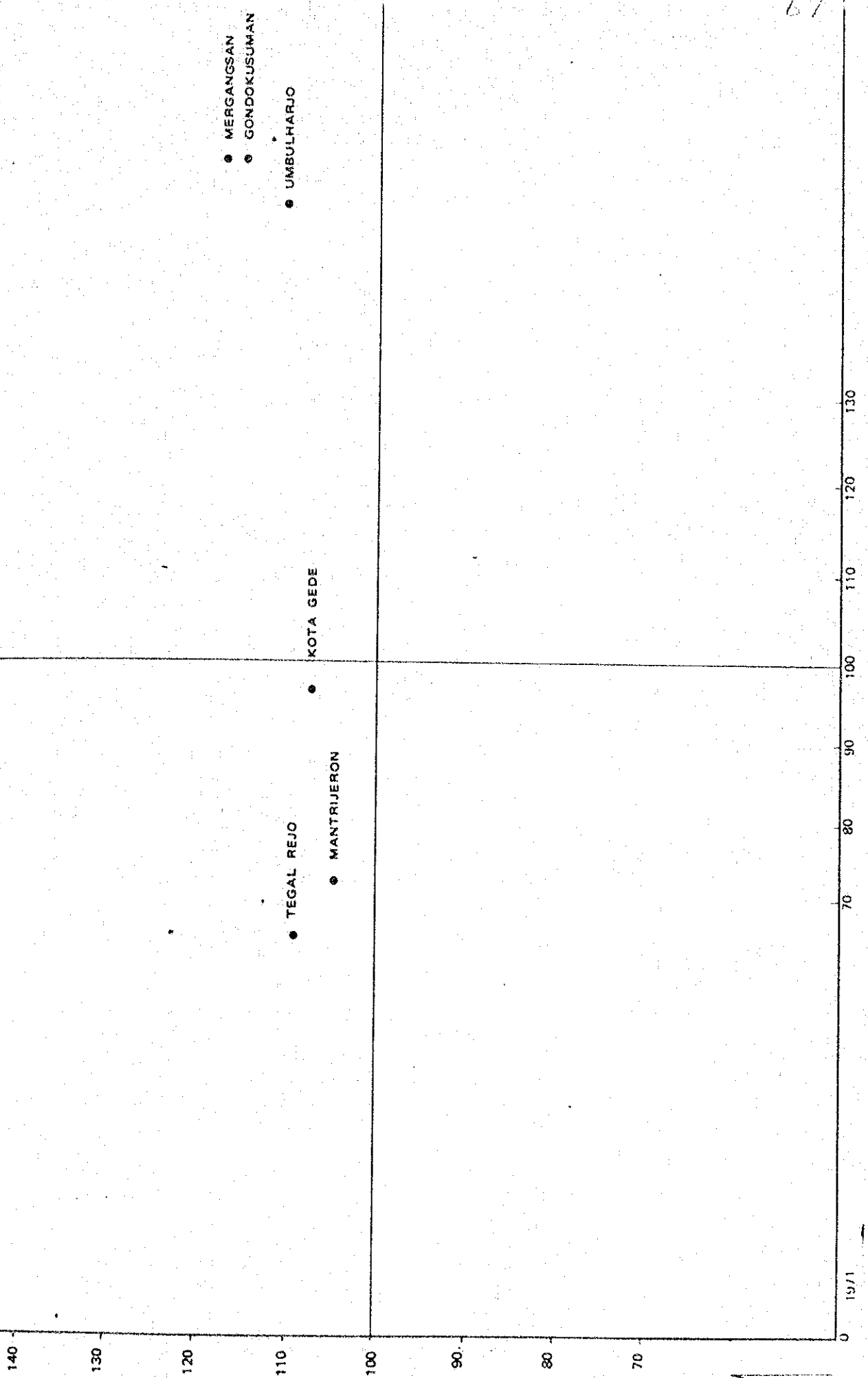
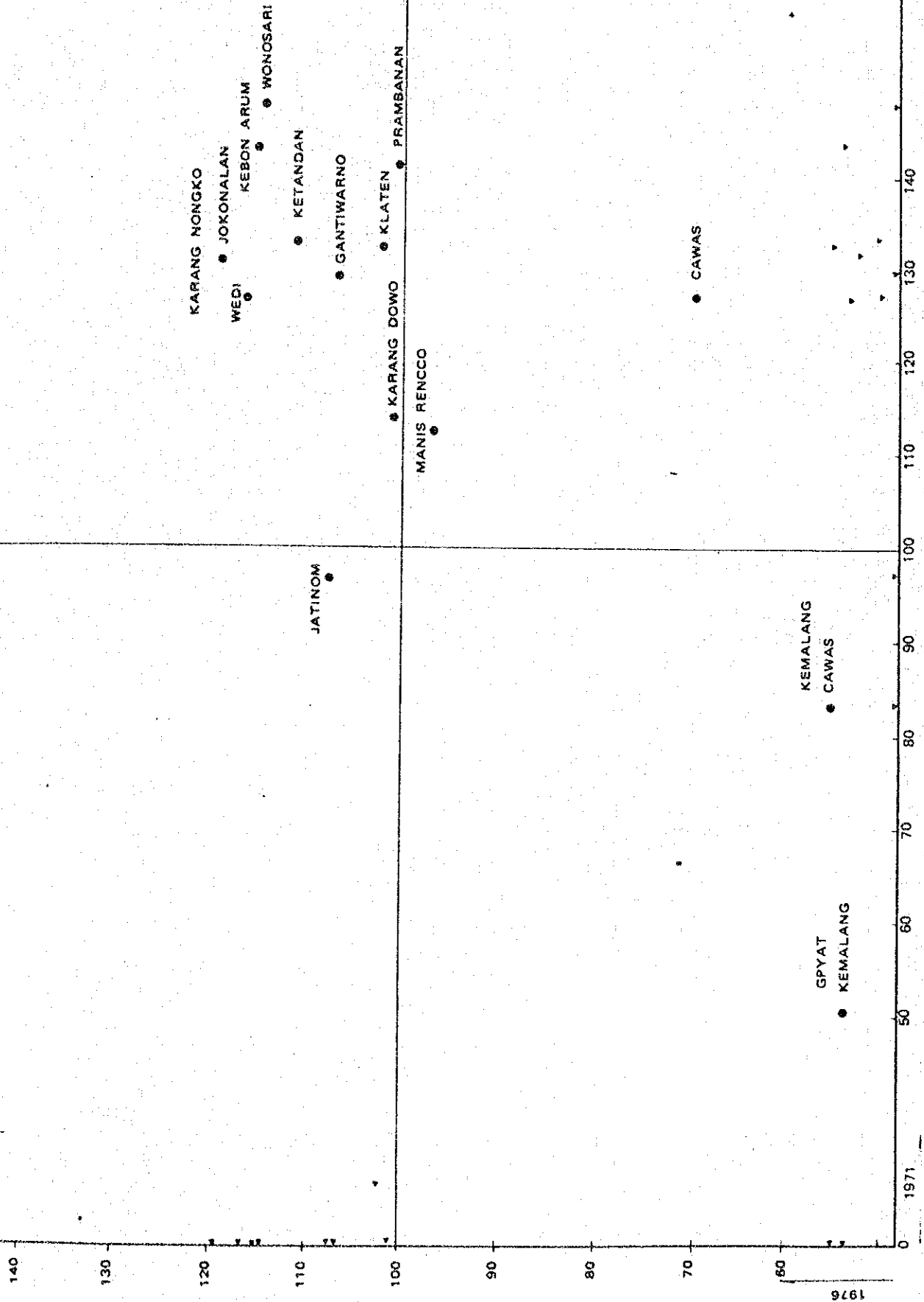




Fig. 2.5.5 Crop Yield Index of Kab. KLATEN  
(1971 and 1976)



60



Fig. 2.5.6 Crop Yield Index of Kab. MAGELANG

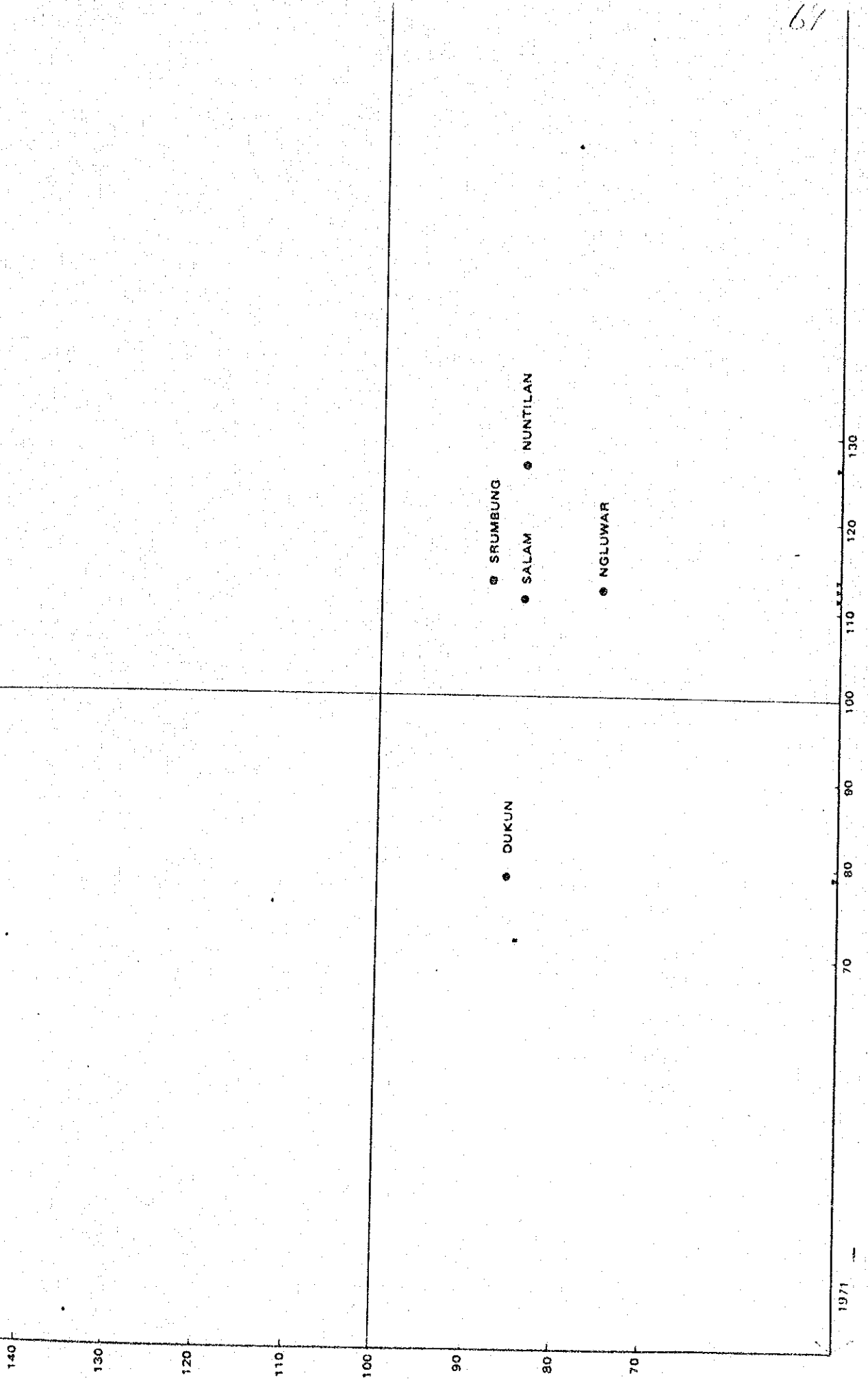






Table 2.5.4 Present Level and Growth Tendency of Paddy

Kabupaten	Kecamatan	a	b	r
Sleman	Sleman	46.49	0.80	0.94
	Mlati	45.63	1.15	0.91
	Gamping	39.28	5.15	0.71
	Godean	46.41	0.70	0.82
	Sejegan	42.55	--0.99	0.67
	Tempel	45.75	1.29	0.75
	Turi	44.15	0.89	0.76
	Pakem	43.16	0.33	0.621
	Tjang Kringan	43.27	0.59	0.796
	Ngemplak	45.70	0.89	0.779
	Depok	47.99	1.11	0.816
	Kalasan	45.77	0.78	0.78
	Berbah	45.53	0.70	00.714
	Prambanan	45.49	0.88	0.926
	Ngaglik	38.12	-3.52	0.713
Bantul	Bantul	46.94	0.32	0.74
	Sewon			
	Kasih			
	Gondowlung			
	Kota Gede	52.63	0.63	0.70

The possibility of increase in paddy yield is estimated by the following equation;

- $$\bar{Y} = a + bt + r$$
- $\bar{Y}$  ; Paddy yield (q/ha)  
a ; Present level of paddy yield (q/ha)  
b ; Increasing or decreasing tendency  
t ; Period  
r ; Error term



Kabupaten	Kecamatan	a	b	r
Klaten	Kemalang	63.46	-2.37	0.52
	Djogonalan	56.14	-1.24	0.91
	Karang nongko	52.38	0.89	0.78
	Manis renggo	49.30	2.66	0.92
	Prambanan	41.77	-0.52	0.39
	Ganti Warno	53.17	0.69	0.55
Magelang	Muntiland			
	Dukun			
	Salam	41.23	1.08	0.93
	Ngluwar	39.11	1.21	0.86
	Srumbung	40.23	0.75	0.36
Kota Yogyakarta	Umbul Harjo	52.85	0.59	0.68
	Kota Gede	52.63	0.63	0.70
	Mergangsan	47.89	0.96	0.93
	Mantri Jeron	42.43	2.00	0.95
	Gondokusuman	53.26	0.58	0.61
	Tegal rejo	40.02	2.65	0.86

Fig. 2.5.7 Present Level and Growth Tendency of Paddy

