

## 2.5.4 灌漑状況

G. Merapi 山麓地域の灌漑の歴史は古く、G. Merapi を水源としている K. Progo, K. Opak 及び K. Denkeng の各々の支川沿に無数の灌漑組織が存在している。地域の主要なる生活基盤が農業(特に Paddy)であることから、灌漑施設は、地域の重要施設となっている。Magelang, Boyolali, Klaten 及び Yogyakarta の各 Public work 並びに K. Progo Irrigation project からの情報資料により ① 計画地域内の灌漑施設分布 ② 灌漑地域と土地の生産性の分布について調査した結果明らかになったのは次の諸点である。

### (1) 灌漑区域区分

当地域の灌漑区域は施設及び組織の管理並びにその機能によって次の地域に区分される。

a) *Technical area*; 取水施設及び一次、二次水路の建設管理を国、三次水路以下については村が実施している地域。

b) *Semi-technical area*; 取水施設の建設、管理を国が、水路は全て村が実施している地域。

c) *Non-technical area*; 取水施設・水路の建設、管理全て村が実施している地域。

各々の地域は次頁表に示す。



	Technical	Semi-technical	Non-Technical	Total
Bantul	3,500 <sup>ha</sup> (18.3%)	13,135 <sup>ha</sup> (68.7%)	2,498 <sup>ha</sup> (13.0%)	19,133 <sup>ha</sup> (100%)
Kota, Yogyakarta	-	700 <sup>ha</sup> (100%)	-	700 <sup>ha</sup> (100%)
Sleman	5,000 <sup>ha</sup> (13.4%)	10,724 <sup>ha</sup> (28.8%)	21,566 <sup>ha</sup> (57.8%)	37,290 <sup>ha</sup> (100%)
Total	8,500 <sup>ha</sup> (14.9%)	24,559 <sup>ha</sup> (43.0%)	24,064 <sup>ha</sup> (42.1%)	57,123 <sup>ha</sup> (100%)

Source: Public Work of Yogyakarta

## (2) 灌漑地域分布及び灌漑規模

地域の最も重要な灌漑組織としては Mataram system (灌漑面積 15,000 ha) が掲げられるが、(Table 2.5.5) 灌漑地域は Mataram の幹線水路の上・下流で2分されている。

Mataram 幹線水路の南側は Kab. Bantul, Kota, Yogyakarta にあたり、この地域はすでに灌漑施設の整備が進み大部分が Technical 又は Semi-technical area となっており、Non-technical area は Bantul の灌漑地域の13% を残す程度となっている。農業生産の上でも重要な地域となっている。

Mataram 幹線水路の北側、G. Merapi の山麓地域は灌漑施設の整備水準は全体的に未だ低く、Non-technical area は Kab. Sleman の 58% と高い割合を示し、灌漑組織の整備の必要性の高さを示している。しかし、Non-technical area の灌漑単位は K. Opak の支川、及び社会調査の結果



から判断すると、概ね10ha以下と極めて小規模なので、全体的な整備は得策とは云えず、優良農業地域に高いPriorityをあたえることが必要となる。

取水施設の分布についてみると、主要な施設は主に、河道の安定している諸河川に設けられ、Lahar及び流出土砂により河道の不安定なType-1地域の河川には砂防ダムから取水している地塊を除けば、大部分Primitiveな自然取水程度であり、今後防災工事により河道が安定した場合、取水地塊及び取水量の安定と増加の可能性がある(Table 2.5.8)

### (3) 灌漑区分と生産性

地域の灌漑区分(Technical, Semi-technical, Non-technical)の生産性について、作物収量及び米の生産性によって比較すると、次の通りである。

Technical irrigation areaは他に較べて、かなり高位の生産傾向を示している。作物収量指数からみると、地域の90%以上が高位生産地域及び生産性上昇地域に区分され、低位生産を示し、今後の生産性も他より約10%高い傾向にあり、生産性の差は今後拡大する傾向にある。

Semi-technical area及びNon-technical areaは生産性は上昇傾向にあるが、Technical areaに比べ低い水準にある。作物収量指数からみると、高位生産地域及び生産性上昇傾向地域は、Semi-technical及びNon-technicalは63~79%であるが、低位生産地域が共に20%を示し、改善の可能性



が大きいことを示している。米の生産性は、Technical areaに比較して1976年は1:0.96~0.87, 1981年には1:0.87~0.82と差は拡大する傾向にある。(Fig-2.5.9, 10, 11)

Technical areaは他に較べ高い生産性を示している。G. Merapi山麓地域は主にNon-Technical areaとなっているが当地域の生産の安定、増大のためには、灌漑組織の整備により取水の安定、増大が必要である。

現在山麓地域において大幅な農木の供給増大は望めぬが、河道の安定をよめることにより①未利用河川の利用②Temporary weirをpermanent weirに改善、③Non-Technical areaをSemi又はTechnical areaへの整備により農木の供給安定、増大を計ることが必要である。(Table 2.5.7, 2.5.8)





Table 2.5.5 Mataran Irrigation System

River System		Area (ha)		Design Discharge m <sup>3</sup> /sec	Discharge Duty l/s/ha
		Uphill offtake	Below Materan		
Mataran System I	K. Konteng	12	1,319	1.70	1.29
	K. Bedog	47	3,796	2.65	0.70
	K. Winogo	-	1,686	1.35	0.80
	K. Code	-	1,337	1.49	1.11
	Overall	59	8,138	5.00	1.11
Mataran System II	K. Code	149	20	0.06	3.00
	K. Belik	-	300	0.52	1.70
	K. Buntung	90	1,595	2.50	1.55
	K. Tambakbajon	31	1,698	1.27	0.75
	K. Kuning	192	644	1.26	1.95
	K. Opak/Gawe	166	2,569	4.17	1.60
	Overall	628	6,826	3.00	0.45
Overall		687	14,964	5.00	0.32

Source: Kali Progo Basin Study



Table 2.5.6 Irrigation Systems Between  
K. Boyong and K. Opak

	Tech. and Semi-Technical		Non-Technical	
	No. of Systems	Area	No. of Systems	Area
K. Boyong		-	18	229.4
		-	83	530.2
K. Belik				
K. Buntung				
K. Tambakbajan	26	1,375.8	191	1,541.5
K. Kuning	10	712.3	59	810.3
	3	156.0	130	668.5
K. Godjahwong	25	1,031.0	108	1,050.0
K. Tepus	4	298.6	78	1,517.4
K. Wareng	2	79.8	19	294.8
K. Bening	1	21.3	12	236.0
K. Pete	5	159.1	6	142.7
K. Opak/Gowe	2	131.3	136	1,712.0



Table 2.5.7 Comparison of Irrigation Areas with Productivity Classification  
(Unit: No. of Grid mesh)

Productivity Classification	Technical area	Semi-Technical area	Non-Technical
Class-5 High productivity land	271 (33%)	420 (33%)	195 (19%)
Class-4 Land with rising productivity	474 (58%)	373 (30%)	625 (60%)
Class-3 Land with declining productivity	68 ( 8%)	214 (17%)	16 ( 1%)
Class-2 Low productivity land	0 ( 0 )	255 (20%)	205 (20%)
Class-1 "	3 ( 1%)	0	0
Total	816 (100%)	1,262 (100%)	1,041 (100%)
Average Class	4.24	3.76	3.78



Fig. 2.5.8 Comparison of Irrigation Area with Paddy Yield Classification

(Unit: No. of Grid Mesh)

Paddy Yield Class	Technical area		Semi-technical		Non-technical	
	1976	1981	1976	1981	1976	1981
Class-5 (52.5 g/ha ~)	49	192	69	204	56	86
Class-4 (47.5 g/ha ~ 52.5)	47	529	152	657	84	200
Class-3 (42.5 g/ha ~ 47.5)	603	27	651	154	337	702
Class-2 (37.5 g/ha ~ 42.5)	114	65	383	111	564	49
Class-1 (~37.5 g/ha)	3	3	7	136	4	4
<b>Total</b>	816		1,262		1,041	
•Average Class of Paddy Yield	3.03	4.03	2.92	3.54	2.65	3.30
•Index of Paddy Yield	100	133	96	117	87	109























## 2.5.5 社会基盤施設および文化遺産

### (1) 道路網

インドネシアの道路は国道(JALAN NEGARA)、州道(JALAN PROPINS)、県道(JALAN KABUPATEN)、市町村道(JALAN DESA)に大別される。当該プロジェクト対象地域に関しては、Yogyakarta市とPrambananを經由してKlaten市を結ぶ東西に走る国道と、Yogyakarta市とPrambananを經由してKlaten市を結ぶ東西に走る国道と、Yogyakarta市とSleman, Tempelを經由してMagelang市を結ぶ南北に走る国道を中心に、Yogyakarta市からPakemを経てMerapiに近いKaliurangまでの約25kmの州道、Yogyakarta市からWongasari方向、Bantul方向、Wates方向に伸びる三つの州道が、幹線道路の役割を荷っている。

その他に、KalasanからNgemplakを経てPakemに至る道路、Yogyakarta市からNgaglikを経てTuriを結ぶ道路、MuntilanとDukunを結ぶ道路があるが、これらのほとんどは二つの国道からG. Merapiの方向へ縦に伸びる道路であり、これらの道路を横に結ぶ道路としては、PakemからTuriを経てTempelに至る道路くらいしかない。

Table 2.5.9は、公共事業省が1978年6月2日に行った主要道路の日交通量調査の結果をまとめたものである。

また、Fig. 2.5.12は、Table 2.5.9を基にして二輪を除く自動車の両方向の断面交通量を図示したものである。これらの図表からわかるようにこの地域の主要道路の交通量はかなり高い数字を示している。その理由としてこの地域の近くのインド洋側には良港がないこと、また他の輸送機関としての鉄道は、主要幹線である南廻り線が通っている



との、保守の不備、Frequentlyの問題などにより、特に近・中距離輸送において充分にその機能を発揮しているとは言い難い。さらに、中部ジャワ州の州都であり、港をもつ Semarang と Magelang を経て Yogyakarta 市を結ぶ支線は、G. Merapi からの土石流のため K. Krasak の橋梁の橋桁が壊され、それが修復されないまま廃線に追いやられている。こうしたことから地上輸送の大部分は道路輸送に頼らざるを得ないということが実情であり、道路網の整備と共に、それを G. Merapi による災害から守るということは、この地域の社会、経済活動維持発展のために極めて重要なことである。

道路網の整備については、今回 G. Merapi による被災経験を持つ村を対象に行った調査により、災害発生時の避難およびマーケットへのアクセスのため、橋梁の建設を含めた道路網の建設整備の要望が多く聞かれた。すでに述べたように、この地域では G. Merapi を中心として横に伸びる道路が少なく、避難路の確保のためにはこの横の道路の整備が望まれる。

(注) 今回の現地調査の期間中、道路網整備プロジェクトが実施に移されるという新聞報道に接した。

## (2) 文化遺産

Yogyakarta は古い文化の都としてその近隣に多くの文化遺産をとっている。特に Prambanan, Borobudur の二大遺跡はインドネシアでも屈指の文化遺産として内外の観光客を集めており、この地域の観光資源として特に重要である。Table - Z. 5. 10 は、最近の年間の Borobudur の遺跡入場者数を示したものである。



外国人観光客の数は減少傾向にあるが国内観光客の伸びが著しく、合計では1975年-76年の伸び率は5.3%、1976年-77年の伸び率は16.6%と増加率は急速に高まっている。Borobudurを訪れる者のほとんどは、さらに交通の便のよいPrambananを訪れると考えられ、Prambananへの入場者数はBorobudurへの入場者数を上回りに増え、下回ることはない。

地域経済的にみても、この二大遺跡による観光収入は重要であり、近年さらに観光開発を推進するための調査が行われている。

### (3) その他の社会施設

その他の社会施設としては、教育施設、病院、保健所等の医療保健施設、スポーツ、レクリエーション施設、モスク等の宗教施設、公会堂、集会所等の公共施設などいろいろあり、どの施設も社会生活を行っていく上で不可欠といえる。

今回の調査の結果、G. Merapiによる被災経験地域の要望として、教育の場ばかりではなく、災害時の避難所としても使える学校の校舎建設が挙げられている。現在ある学校の数(小、中、高、大学)およびその他の専門学校を含む)をTable-2.5.11に示した。表が示す通り、最も危険なNue'e Ardente地区がとびめけて学校の数が少なく、社会施設整備の立ち遅れが顕著である。

また病院についても、Nue'e Ardente地区にはひとつも無いという調査結果が出ている。Table-2.5.12は、現在の病院の数を示したものである。

平均で見ると、約19,000人に、計12km<sup>2</sup>に病院がひとつあるだけである。



Table-2.5.9 日交通量 (1976年6月12日)

(Unit: Vehicle)

ポスト	方向	乗用車	小型乗合ハ	バス	トラック	二輪	自転車	馬車牛車	備考
C 001	Yogyakarta 方向	2,487	173	300	298	2,568	2,683	6	国 道
	Slleman 方向	2,468	136	290	350	2,526	2,555	11	
	計	4,955	309	590	648	5,094	5,238	17	
C 002	Yogyakarta 方向	3,864	997	268	1,176	4,200	5,888	42	国 道
	Klaten 方向	4,219	1,180	409	1,605	4,586	4,746	29	
	計	8,083	2,177	677	2,781	8,816	10,634	71	
C 202	Yogyakarta 方向	1,213	114	104	779	1,364	2,105	7	州 道
	Wates 方向	1,424	186	114	540	1,249	2,314	0	
	計	2,637	300	218	1,319	2,613	4,419	7	
C 203	Yogyakarta 方向	330	563	49	86	2,699	17,189	107	州 道
	Bantul 方向	612	1,253	226	161	3,451	16,166	208	
	計	942	1,816	275	247	6,150	33,355	315	
C 204	Yogyakarta 方向	683	146	30	140	535	204	0	州 道
	Wonosari 方向	739	188	42	213	566	298	2	
	計	1,422	334	72	353	1,101	502	2	
C 205	Yogyakarta 方向	1,591	45	36	85	1,728	1,398	49	州 道
	Kaliurang 方向	691	32	24	45	1,331	1,404	12	
	計	2,282	77	60	130	3,059	2,802	61	





Fig. 2.5.12 自動車の新道次通量

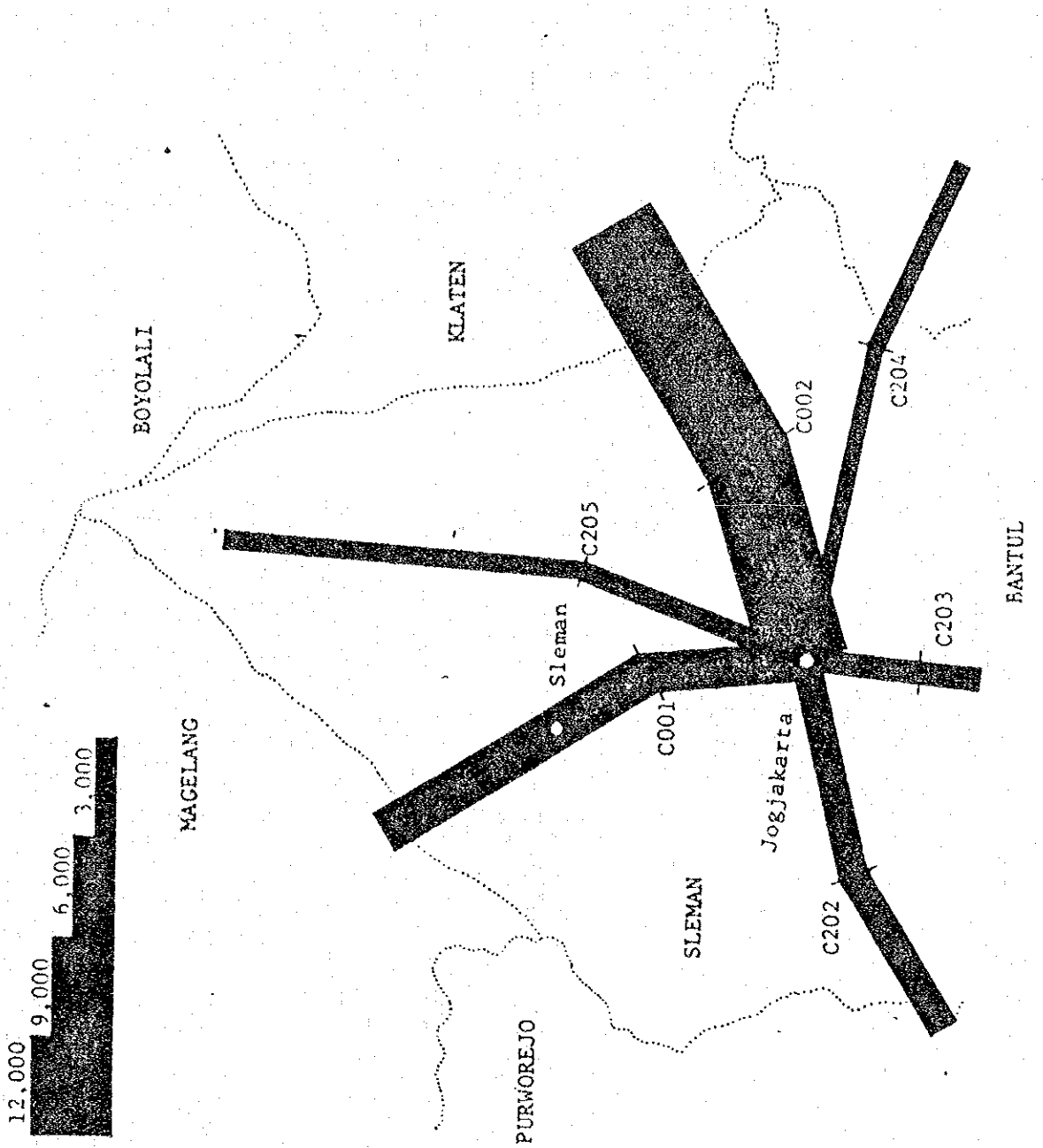




Table - 2.5.10 Borobudur 遺跡への入場者数

(Unit Persons)

Year	Domestic	Foreign	Total
1975	350.285	49.074	399.359
1976	373.293	46.025	419.318
1977	443.880	45.122	489.002
1978 (Up to June)	187.691	20.069	207.760

Table - 2.5.11 学校の数

Type	No. of Schools	No. of Schools per Kelurahan	No. of Persons per School	No. of Schools per Km <sup>2</sup>
Nuee Arlente	36	1.4	2.175	0.26
Type I	92	3.4	1.171	1.18
Type II	135	2.8	1.444	0.92
Type III	56	7.0	1.016	0.79
Type IV	561	5.7	1.608	1.36
Total or Average	880	4.2	1.523	1.04

Table - 2.5.12 病院数

Type	No. of Hospitals	No. of Persons per Hospital	Km <sup>2</sup> per Hospital
Nuee Arlente	0	—	—
Type I	4	26.922	19.5
Type II	11	17.725	13.4
Type III	1	56.900	71.0
Type IV	55	16.400	7.5
Total or Average	71	18.871	11.9



## 2.6 被害の状況

### 2.6.1 被害の記録 (1969年~76年)

(1) 水田の被害 (Table 2.6.1)

被害状況は以下の表に示す。

Year	K. Krasak	K. Bebeng	K. Putih	K. Gendol (ha)
1969	20.8	41.5	94.4	156.0
1970	-	-	-	-
1971	-	-	-	-
1972	-	-	-	-
1973	-	-	-	42.5
1974	-	90.9	-	-
1975	108.0	18.4	34.4	-
1976	280.0	90.9	-	-
Total	408.8	192.3	154.7	198.5

(2) 洪水及び土砂災害地域

アンケート調査が K. Krasak, K. Putih においてなされた。

その結果を以下に示す。

River	Year	Damage Area			Number of collapsed houses
		Flooding Area (ha)	Sedimentation Area-ha (depth-m)		
K. Putih	1976	13.2	3.4	(0.8)	1
"	1975	13.5	9.0	(0.8)	2
K. Krasak	1976	59.6	22.7	(0.4)	5
"	"	0.3	0.3	(0.7)	2
"	"	250.1	150.0	(0.8)	67
"	1975	18.4	4.6	(0.6)	40









## 2.6.2 警戒避難

G. Merapi の火山噴火及び火山噴出物に伴う被害の防止・軽減を計るためには、当地域の災害特性からみて、施設計画のみで対処するには限度があり、施設計画及び土地利用改善計画と同時に警戒避難<sup>体</sup>体制の整備が必要である。

災害誘因としては火山噴火に伴う *Nuee Ardente* 並びに火山噴出物及び降雨に伴う *Lahar* 及び *Banjir* がある。*Nuee Ardente* については長年の火山活動の観測・火山研究の結果、危険区域の設定がなされ、ある程度事前に避難命令も出せる状況になっているので、当調査では *Lahar* 及び *Banjir* の防災に対する警戒避難体制の整備について検討を目的とする。

一般に警戒避難体制では警戒予報に必要な時間的余裕及び予報の精度が問題となるが、現況調査資料をもとに現状に対処した警戒避難体制について提言する。

### 1) 警戒避難体制

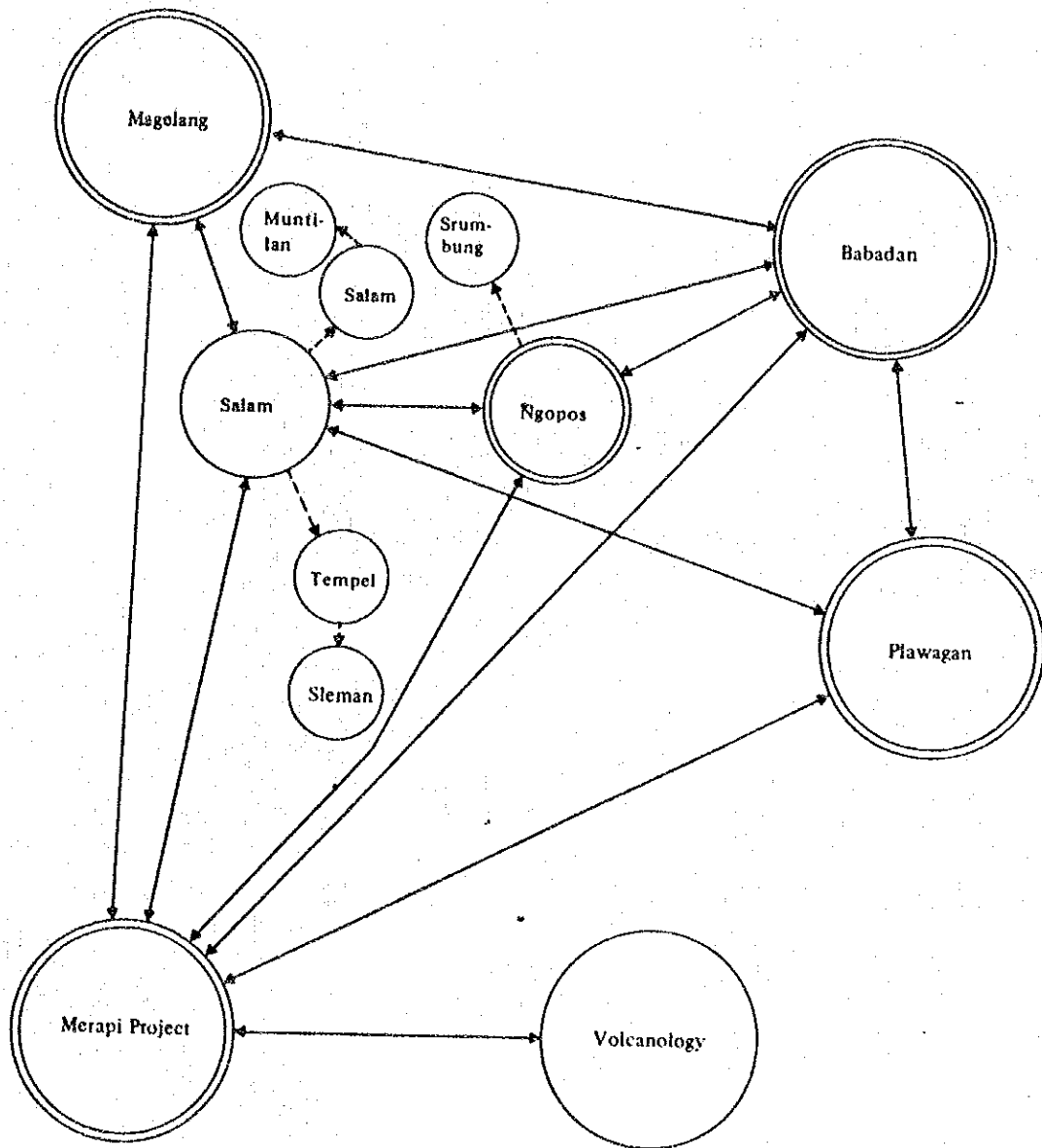
現在の観測所と通報体制を Table 2.6.2 と Fig 2.6.1 に示す。

Table 2.6.2 Observation Posts and Equipment

	Complete	Telescope	Radio-Telephone	Telephone	Rainfall
1 Babadan	○	○	○	○	○
2 Plawagan	○	○	○	○	○
3 Ngepos	-	-	○	○	-
4 Deles	-	-	-	-	○
5 Kringin	-	-	-	○	○
6 Selo	-	○	-	○	○
7 Jka Kar	-	○	-	○	○



Fig. 2.6.1 Warning System





## 2) Lahar 発生と降雨の関係

Lahar 災害に対する警戒避難のためには、どの時点で予報・警報を出して避難を開始するかが問題になる。警戒避難による防災効果を上げるためには予報・伝達及び避難時間を考慮すると最少1~2時間以上の時間的余裕が必要となるが、対象流域は概ね30km<sup>2</sup>以下と極めて小規模なので、予警報は降雨量及び降雨パターンを基礎とする方法しか採用出来ない。又、Lahar 発生後の流下時間は極めて短かく、多くは発生後0.5~1時間以内に集落地帯に到達するものと推定されるので、Lahar 発生の1~2時間前に想定する必要がある。Lahar が降雨のピーク時又はピーク直後に多く発生すると仮定すると、予報時に1~2時間後の降雨のパターンを想定せねばならず非常に困難である。

当地域の場合降雨のピークが16:00~17:00に集中し、しかもピーク前後3~4時間で日雨量の70~80%が降るので、事前に危険降雨を想定することはある程度可能である。しかし資料が極めて少数なので、現状では信頼度の高いものは期待出来ない。

1969~1976年に発生したLahar 災害のうち、降雨資料の得られた1973~1976年間の9資料について、Lahar 発生時近の継続降雨及び発生時の降雨パターンについて整理し、

Table-2.6.3 に示す。



Table 2.6.3 Duration of Rainfall and Rainfall Pattern at Lahar.

Year	Month	Day	Duration of rainfall	Daily rainfall	CR*	ER*	t*	ER/t*	CR-1*	CR-2*	t <sub>0</sub> *
1973	Sept.	23	98.8	20.8	98.4	20.0	1.0	20.0	18.4	78.4	9.00
"	Nov.	10	94.9	76.1	75.9	54.8	4.0	13.7	46.9	35.9	17.00
"	"	12	109.0	26.0	101.4	17.0	2.0	8.5	86.4	84.4	15.00
1974	Nov.	22	96.6	30.9	87.7	22.0	2.0	11.0	77.7	65.7	16.00
1975	Mar.	5	232.0	200.0	230.0	198.0	3.0	66.0	150.0	121.0	16.00
"	Oct.	1	75.0	75.0	75.0	75.0	6.0	12.5	60.0	55.0	20.00
"	"	3	90.3	72.0	70.7	53.0	2.0	26.5	21.7	17.7	16.00
1976	Nov.	17	172.5	166.9	146.7	129.8	3.0	43.2	79.2	21.7	16.00
"	"	25	281.2	241.6	233.6	193.6	3.0	64.5	158.4	102.0	16.00

\* Notes:

- CR - cumulative rainfall amount
- ER - effective rainfall amount
- t - effective time preceeding Lahar
- ER/t - rainfall intensity
- CR-1 - cumulative rainfall 1-hour prior to Lahar
- CR-2 - " " 2-hours
- t<sub>0</sub> - estimated time of Lahar occurrence





### 観測地点の降雨の相関

当地域の降雨は短時間に極めて狭い範囲に集中する傾向がある。警戒避難組織の整備には地区毎の基準的観測所の設定が必要となる。

現在当地域の主要観測所となっている Babadan, Plawagan 及び Ngepos の降雨の傾向把握のために、1976年の雨期の月間降雨量及び日降雨量

(ケース 1  $\geq 20\text{mm}$  , ケース 2  $\geq 50\text{mm}$ ) について直線的関係があると仮定して相関係数( $r$ )により検討した。その結果、Plawagan と Ngepos とは若干相関は認められるが Babadan と他の2観測所とは極めて低い相関となっている。

従って基準的観測所としては Plawagan, Ngepos の方が適切である。

	月間降雨の相関	日降雨量の相関
Babadan - Plawagan	-0.08	0.304
Babadan - Ngepos	0.06	0.337
Plawagan - Ngepos	0.84	0.717



#### 4) 警戒避難組織

これは警戒・避難及び救援に分けられるが、当地域は

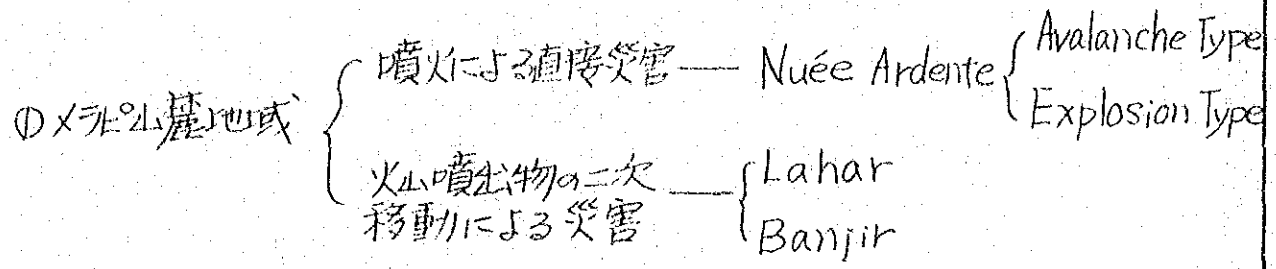
① 降雨の雨域が30~50km<sup>2</sup>と非常に狭く、又3~4時間に日雨量の70~80%が集中する、② Lahar 災害及び水文、水理に関する観測の日が浅い等の理由で、現状では警戒については未だ精度の高いサービスは望めないが、被害対象地域の人口密度は1,584/km<sup>2</sup>極めて高いので避難救援体制の整備により、Lahar 災害時の被害及び不安の軽減を計ることが必要である。



## 2.7 災害危険区域

### 2.7.1 災害の区分

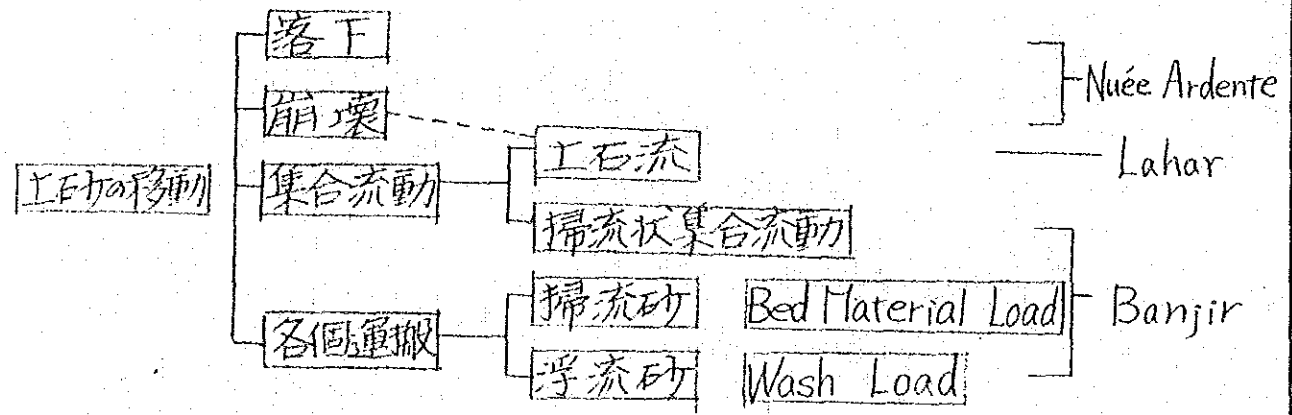
当地域における災害は次のように分けられる。



② K. Progo K. Opak 本川 — 河道への土砂堆積に伴う災害

### 2.7.2 Nuée Ardente, Lahar, Banjirの領域区分

土砂の移動形態は関与する營力等により変化するが、以下のように区分することが出来る。



土砂の移動形態の違いにより、災害の現れ方が異なり、流砂量を求める方法も変わってくるので、土砂移動の形態により河川流域を区分する必要がある。

しかし、土砂の移動形態は、流量・水深、土砂の粒径等によって変化し、同じ場所でも、流量等の条件により異った形態をとる。



そこで、ここでは、土石の移動形態を Nuée Ardente, Lahar, Banjir に分け、その領域は、Nuée Ardente 及び Lahar の到達可能地帯により区分す。

- 領域区分は ① 既存資料及び踏査  
② 地形解析等

により行へた。

既存資料及び踏査による 1930年, 1961年, 1969年の Nuée Ardente, Lahar, Banjir 活動<sup>領域</sup>と Fig-2.7.1(1), (2) に示す。

地形解析等による方法は次の通りである。

- ① 標高と山頂からの距離の関係の分析
- ② 河床勾配と流路長との関係の分析
- ③ 大礫の堆積特性の分析
- ④ 河川争奪地帯の検討
- ⑤ 河床縦断形の変化予測の検討
- ⑥ 土石流の理論的検討

これらの検討結果を Fig-2.7.2. 及び 2.7.3 に示す

## 1) Nuée Ardente 領域

### a) 既存資料及び踏査からの検討

資料に残っている Nuée Ardente の活動地域は Type-1 地区に限られる。

これによると 1930年と 1969年の Nuée Ardente はほぼ標高 700m (火口より約 9km) 地帯まで到達している。

東部(タイプⅡ・Ⅲ)地区では、土地利用状況や地質調査結果から判断するとかつて火山活動が活発かつ大規模であった





時代に、Nuée Ardenteは標高500m付近まで到達していたと思われる。

### b) 地形解析等による検討

①の方法によれば、重力が卓越する移動(Nuée Ardente)領域は次のとおり。

西部 (Type-I) 標高 900m以上

東部 (Type-II, III) 700m "

②の方法では

西部 標高 900m以上

東部 800m "

また、河床変動の不連続地帯や河川争奪地帯(上流部)が標高1000m~1400m付近にあることから、

西部 標高 900m

東部 700m

付近から上流部は、Nuée Ardenteによる地形形成が支配的な地域と考えられる。

### c) Nuée Ardente領域の設定

以上の検討の結果から Nuée Ardente領域は次のとおり設定する。

西部地区では標高700m付近までが Nuée Ardenteが到達する危険な領域として設定する。また K. Pabelantは標高700m付近とする。

東部地区では、近年火山活動の規模がややおとろえていることあるは、西部 (Type-I地区) の Nuée Ardente 到達距離から考えて、標高600m付近までを危険領域とするのが



妥当と思われる。また、K. Woro では標高550m附近とする。

## 2) Lahar領域

### a) 既存資料及び踏査からの検討

近年Laharの停止が明瞭な地塊は次のごとくなる。

1930年 Lahar	{ K. Batang	570m
	{ K. Blongkeng	530m
1961年 Lahar	K. Batang	660m
1969年 Lahar	{ K. Bebung	500m
	{ K. Putih	650m

したがって最低標高はK. Bebungの500m地塊である。

一方この付近の河床勾配は約3°である。

しかし過去の事例及び火山灰等の細粒分が多いことからみて高濃度の流れはさらに下流まで流下するものと考えられる。

### b) 地形解析等からの検討

河床勾配の変化率が急変する地塊は、土砂の移動形態の変化する地塊を表わすことが知られている。

このことから LaharとBanjirの境界を調べると Table-2.7.1, Fig-2.7.2の様になる。

これによると、LaharとBanjirの境界の標高は、最も高いのは、K. Pabelanの570m、最も低いのはK. Woro, K. Gendolの370mとなっている。また、この地塊の河床勾配は、K. Boyangが最も大きく0.05(2.9°)、最も小さいのはK. Blongkengで0.026(1.5°)となっており、おおむね2°程度である。



また K. Krask における大礫の堆積特性調査の結果では、  
標高 500m 附近に、堆積特性が変極点がある。

Table 2.7.1 Sharp Changing Points of the  
Rate of River Bed Gradient

Name of tributary	Elevation of changing point (m)	Gradient at the point (pct (deg.))
K. Pabelan	570m	4.5% (2.0°)
K. Blongkeng	420	2.6 (1.5)
K. Putih	420	3.0 (1.7)
K. Datang	420	4.3 (2.5)
K. Krasak	420	3.8 (2.2)
K. Boyong	500	5.0 (2.9)
K. Kuning	520	4.0 (2.6)
K. Gendol	370	4.2 (2.4)
K. Woro	370	4.2 (2.4)

### c) Lahar 領域の設定

以上の検討の結果から Lahar 領域を次のとおり設定する。

K. Pabelan	標高 570m
K. Blongkeng	" 420
K. Putih	" 420
K. Barang	" 420
K. Krasak	" 420
K. Boyong	" 420
K. Kuning	" 410
K. Gendol	" 370
K. Woro	" 360



## 3) Banjir領域

Lahar領域より下流をBanjir領域と設定する。

以上の領域区分の結果はFig-2.7.4のとおり

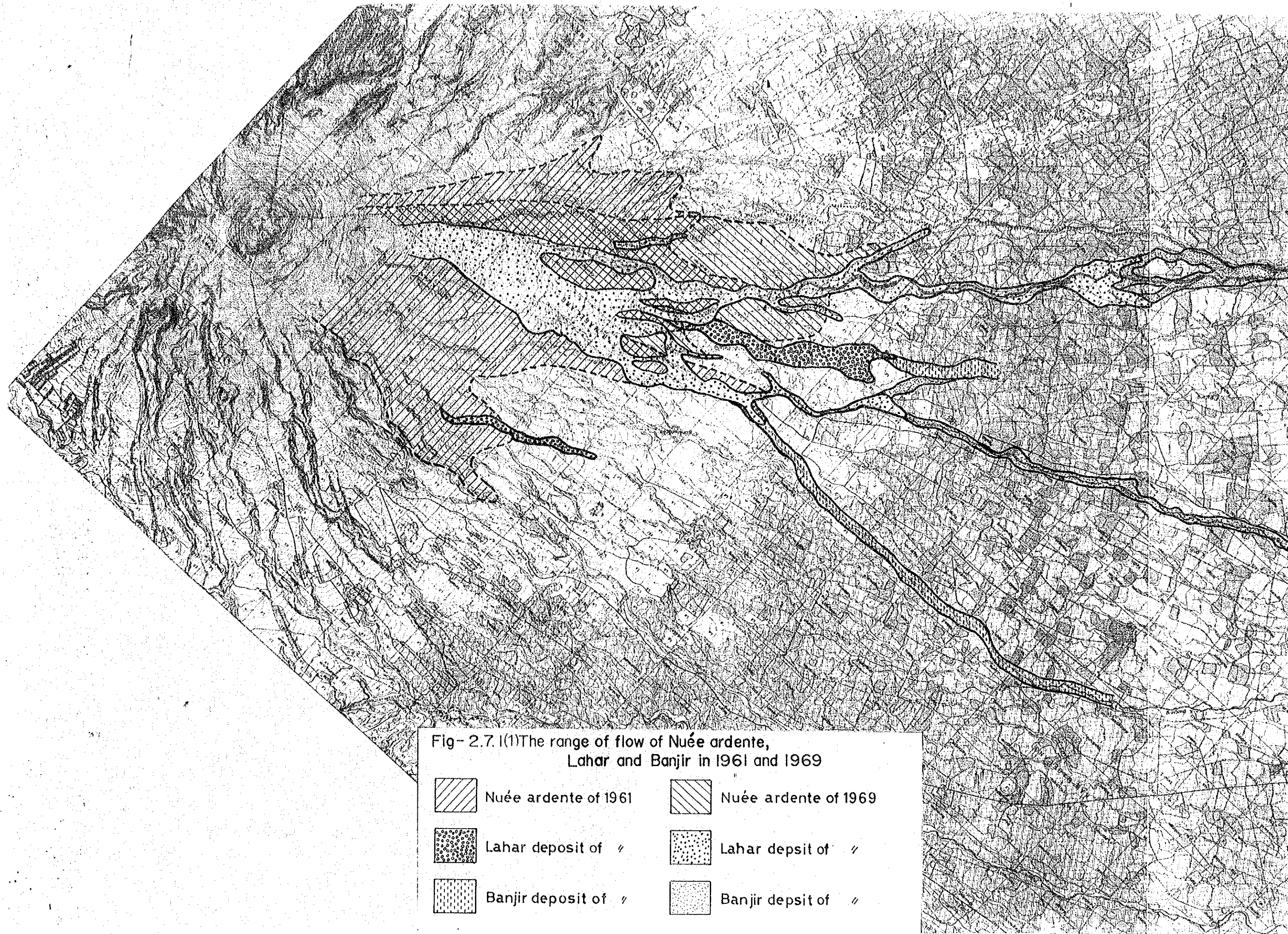


Fig- 2.7.1(1) The range of flow of Nuée ardente,  
Lahar and Banjir in 1961 and 1969

	Nuée ardente of 1961		Nuée ardente of 1969
	Lahar deposit of 1961		Lahar deposit of 1969
	Banjir deposit of 1961		Banjir deposit of 1969



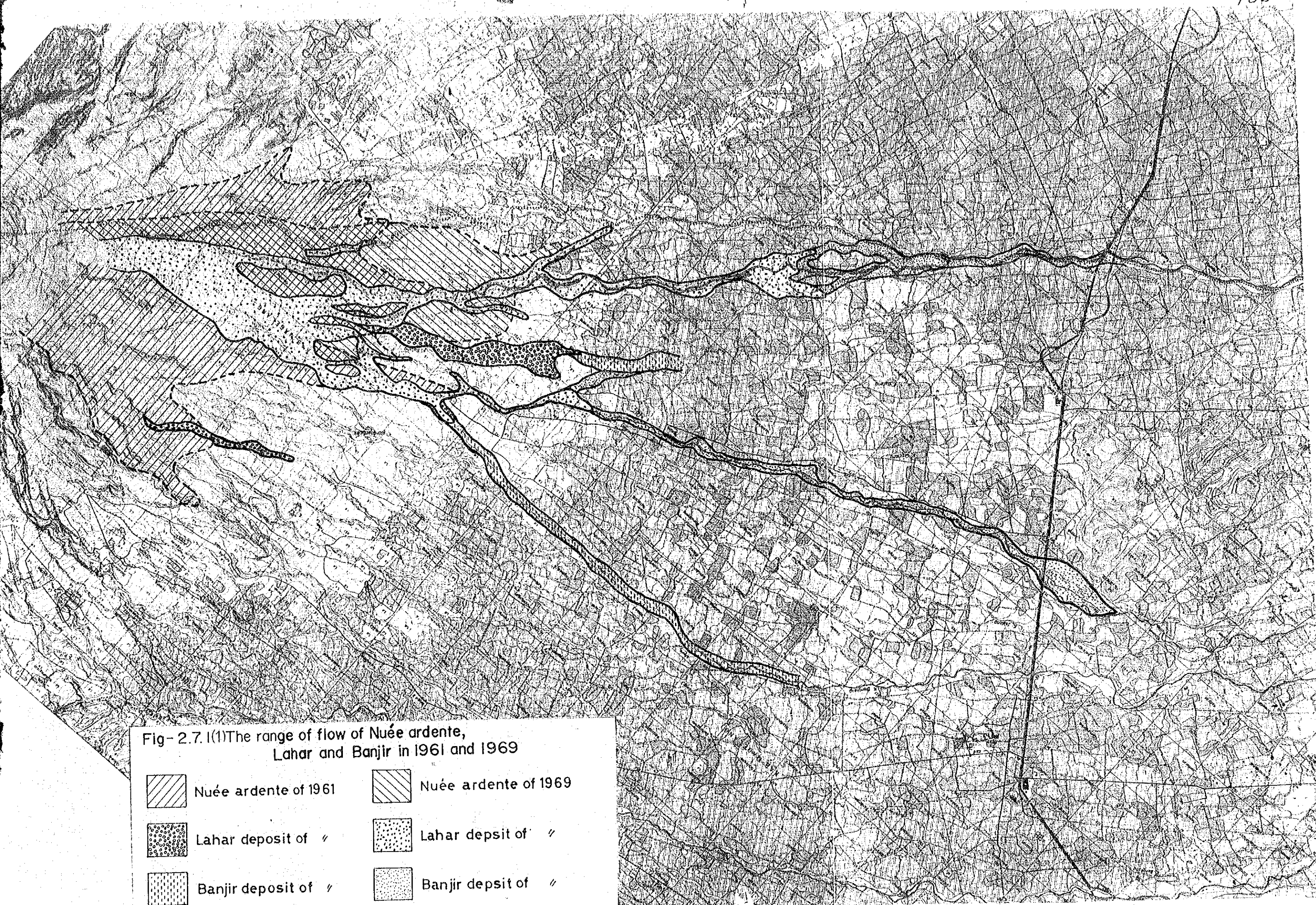


Fig- 2.7.1(1)The range of flow of Nuée ardente,  
Lahar and Banjir in 1961 and 1969