

3. ガルングン (Galunggung) 火山

1) 火山特性

INDIAN-OCEANプレートがEURASIANプレートにもぐり込む地殻構造地帯にあり、二本の活断層 (Sukabumi-Padalarang断層、Cilacap-Kuningan断層) と南側の古い火山性断層に囲まれた火山性三角地帯に多くの活火山が群在し、ガルングン火山もその一つである。(図4-7)

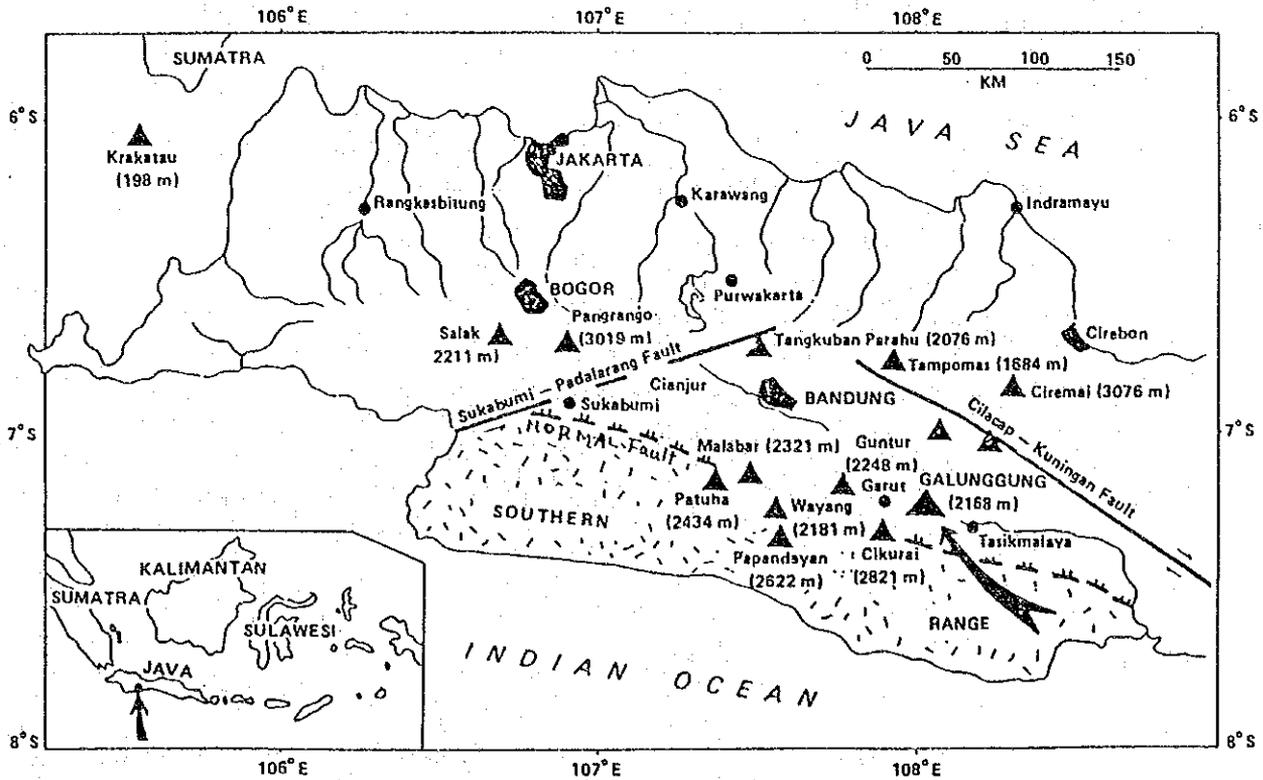


図4-7 ガルングン火山周辺地殻構造

Galunggung 火山の活動特性は、数十年の休止期間において、爆発をおこし、一回の爆発期間は数時間から数日間が通例であった。

しかし、1982~1983年の爆発は例外的で、9カ月以上断続的に続いた。

2) 火山活動歴

記録に残された火山活動歴は3回ある。

1822年の噴火：10月8日13:00-14:00 轟音を伴って噴火。

熱雲(火砕流)が発生。

17:00には活動終了。

泥流(Lahar)も発生し、4,011人が死亡。

1894年の噴火：10月17日夕刻噴火。

10月18日19日第2回目の噴火。

熱雲は発生せず。

死亡者なし。

チバンジャラン川が堰止められ、火口湖が形成される。

1918年の噴火：7月7日22:00火山性地震を伴って噴火。

降灰は南斜面に限られた。

3) 1982～1983年の噴火

1982年4月5日早朝：第1回、熱雲が発生

4月8日：第2回、同規模の噴火

第1回目よりも大きな熱雲が発生

(20,21日 小規模噴火)

4月25日

5月6,13日 } 第1、第2につぐ大規模噴火

5月17日：最大の噴火、3日間続く。

(この後、一回の噴火が長くなり、一週間近くとなる)

7月28日：この噴火の前後から噴出物が灰から粒径の粗い火山礫、熔岩片に変わる。

1982年8月～11月：中小の噴火を繰り返す。

12月：終息期に入る。

1983年1月：活動終止

インドネシア火山調査所がとりまとめた噴火開始から活動停止までの9カ月間における活動及び噴出物並びに土石流発生等の流域内の記録を次に示す。

ガルングン火山噴火活動記録要約

Month	Date	Time (s)	Activity / Observation
April 1982	5	04.00 - 07.40	Large ash eruption accompanied by detonations and lightning. Ash column reaches a height of 15,000 m. Light ash falls in Bandung.
	7	—	Small ash eruption, nuée ardente 1 km distance along Cibanjara river. Lahar in Cibanjara.
	8	21.08 - 21.30	Large ash eruption preceded by felt earthquake (3.8 Richter magnitude). Lightning and detonation. Nuée ardente along Cibanjara river as far as 4 km (velocity 60 km/h). Six houses are burned. Ash rises to 16,500 m. Lahar flows in Cibanjara.
	9-19	—	Mild eruptions continue.
	20	08.00	Earthquake is felt in Parentas, 6 km west of the vent (2.1 Richter magnitude). Ash eruption to 2,500 m.
	21	08.00 - 14.19	Mild eruptions continue, ash column to 1,200 m.
	23	—	Thunder is heard at Cikasasah observatory.
	25	04.55 - 05.12	Large ash eruption, cloud blown eastward. Nuée ardente up to 2.5 km along Cibanjara river. Ash column around 2,000 m.
	26-29	—	Mild eruptions continue.
	May	6	01.00 - 01.59
13		08.10	Small ash eruption.
17		20.50 - 21.21	Seismic activity increases sharply by 19.44. Large ash explosion accompanied by rumblings and detonations. Pyroclastic materials hurled up to 500 m high. Nuée ardente 2 km along Cibanjara river. Lapilli up to 40 mm diameter falls in Cikasasah observatory (6 km from the vent). Bombs consisting of older materials (dense, andesite in composition) sometimes fall at a radius 10 km from the vent.

18	05.20 – 05.47	Seismic activity increases at 04.25. Ash explosion accompanied by rumblings and detonations and lightnings. Lapilli falls at Cikasasah.
	12.50	Seismic activity increases.
	13.34 – 13.56	Ash explosion accompanied by thunderous sounds for about 20 – 30 minutes.
	22.23 – 23.00	Large Vulcanian explosion with pyroclastic materials hurled out of the vent. Bright-orange light is observed at the cloud for about an hour. Nuée ardente travelled along Cikunir river to 2 – 2,5 km and in Cibangaran river to 2 km. A large part (60%) of G. Jadi was blown away during May 17-18 eruptions. Total ash-fall at Cikasasah produced by the eruption is 40 mm.
19	–	Black-greyish ash column continues and rises to 300 – 400 m above the crater.
20	07.45 – 11.50	Small ash eruption, ash cloud up to 2,000 m.
23	–	Small ash eruption.
24–25	–	Increased volcanic tremors.
26	–	Small ash eruption.
28	10.20	Small ash explosion lasts for several minutes.
29–31	–	Volcanic tremors increase.
June	1–2	–
	3	10.14 – 11.55
		Large Vulcanian explosion, accompanied by rumblings. Window glass at Cikasasah Observatory rattles. Nuée ardente at Cibangaran and Cikunir rivers to 1 km. Ash column rises to approximately 16,000 to 19,000 meters.
		20.45 – 22.50
		Large ash explosion continues. Nuée ardente along Cikunir and Cibangaran rivers respectively 1 km.
	3, 4	23.23 – 04.55
		Large ash explosion continues. Detonations, rumblings and lightnings accompanied the eruption. Ash column rises to approximately 15 to 20 km. Nuée ardente in Cibangaran and Cikunir rivers to 1 km.
	4	10.05 – 12.30
		Ash explosion continues with the same intensity.

	5	09.35 — 13.30	Large ash explosion. Nuée ardente along Cikunir river to approximately 2 km. G. Jadi has been destroyed by about 80%.
	6, 7	23.23 — 01.35	Small ash explosion. Nuée ardente along Cikunir to 1 km.
	18	—	Small ash explosion.
	21	—	Small ash explosion.
	24, 25	18.50 — 03.54	Seismic activity of shallow quake (B type) and volcanic tremors amplitudes increase sharply since 15.00 to 18.49. Large Vulcanian explosion accompanied by rumblings and lightning. Ash plume is estimated to be 13,000-14,000 m high, blown westwards. Ash falls app. 3 cm thick in Bandung. Light ash falls in Jakarta. In Cikasasah ash as thick as 13 cm.
	26,27,28	—	Small ash eruptions continue to 1,000 — 1,500 m high.
	29	—	Ash cloud decreases to 200 — 500 m.
July	2	—	Small eruption, ash cloud to 1.5 km.
	3	—	Small eruption, ash cloud to 1.8 km.
	7-8	—	Small ash eruption, ash cloud to 2-2.5 km.
	12	11.24	Very small eruption, ash to 400 m.
	13	11.940 — 23.15	Large Vulcanian eruption, ash cloud estimated to more than 10 km, blown eastwards. Light ash fall in Yogyakarta. Nuée ardente along Cibangaran and Cikunir rivers to a distance of 3 km.
	14	06.16 — 08.25) 12.00 — 15.15)	Large Vulcanian eruption.
	15	17.48 — 19.00)	Ash cloud to approximately 16 km. Wet ash falls in Cikasasah nearly continuously for 5 days. Final (compacted) thickness 24 mm.
	16	06.00 — 14.00)	
	17	06.10 — 13.00)	
	18	—	Small ash eruptions continue.
	19	—	Small ash eruptions continue.
	20	—	Small ash eruptions continue.
	21	—	Small ash eruptions continue.
	24	—	Medium ash eruption, ash cloud to 2,000 m.
	26	—	Medium ash eruption, ash cloud to 2,000 m.
	28	20.48 — 22.53	Medium Vulcanian eruption. Light ash

			falls in Bandung, nuée ardente in Cibajaran and Cikunir rivers up to 2 km. Ash cloud to approximately 10 km.
	29	19.23 - 21.04	A short violent eruption with abundant incandescent ejecta. Most "fluid" ejecta yet observed. Ash cloud to approximately 10 km.
	30, 31	21.30 - 01.26	Large Vulcanian to Strombolian eruption. Ash cloud to approximately 10 km. Incandescent blocks thrown up to 1 km.
	31	19.44 - 20.31	Large Vulcanian eruption continue. Incandescent ejecta cover the summit area.
August	1	09.19 - 10.35	Large Vulcanian eruption. Pyroclastic materials thrown out up to 1 km. Nuée ardente 1 km along Cibajaran river.
	2		Small ash eruption.
	5	ca 18.00 - 19.00	Medium ash eruption, near continuous small ash eruptions.
	6	-	Near continuous small eruption.
	7	20.25 - 21.20	Medium ash eruptions, ash cloud up to 4 km.
	8	-	Near continuous small eruption.
	9	09.53 - 11.22	Large Vulcanian eruption, 2.2 mm ash falls at Cikasah. Ash cloud to 10 km
	10	13.00 - 21.50	Large Vulcanian eruption, light ash falls at Cikasah. Ash cloud approximately 10 km.
	11, 12	23.25 - 02.50	Large Vulcanian eruption, 1.5 mm ash at Cikasah.
	13	11.36 - 14.50	Large Vulcanian eruption, 16 mm ash at Cikasah, including accretionary lapilli.
	14	12.20 - 23.37	Medium Vulcanian eruption, ash cloud to 8 km.
	16	05.14 - 06.14	Large Vulcanian eruption, ash cloud approximately 15-16 km. Ash falls in Bandung.
		10.30 - 10.50	Small ash eruption.
	17	07.00 - 07.30	Small ash eruption.
	18	06.10 - 07.20	Small ash eruption.
	24	18.17 - 13.23	Small ash eruption.
	25	08.00 - 12.00	Small ash eruption.
	26	03.17 - 07.26	Large Vulcanian eruption. Ash cloud

			approximately 15 km. Ash falls in Bandung. Incandescent materials ejected.
	27, 28	22.21 - 02.20	Large Vulcanian eruption, incandescent ejecta covers the entire crater rim.
	29	10.19 - 13.45	Large eruption, ash cloud to 15 km. Nuée ardente 2 km along Cikunir river.
	31	03.53 - 07.55	Large Vulcanian to Strombolian eruption, ash cloud to approximately 16 km. Incandescent materials cover nearly the entire crater rim.
September	2	04.05 - 08.08	Large Vulcanian eruption ash cloud to 7 km.
	4	09.04 - 12.35	Large Vulcanian to Strombolian eruption, much incandescent material ejected, scoriaceous lapilli widespread, ash cloud to 5 km.
	7	06.52 - 07.00	Small ash eruption.
		07.20 - 16.45	Continues small ash eruptions.
	15	02.04 - 04.49	Large Vulcanian to Strombolian eruption, ash cloud to 6 km.
	16, 17	15.25 - 00.04	Large Vulcanian to Strombolian eruption, ash cloud to 10 km. Initial appearance of small lava outflow later disrupted by strong explosion. Glow is observed prior to the eruption.
	18	18.57 - 23.18	Glow is observed.
	18, 19	23.18 - 02.04	Large Vulcanian eruption, ash cloud to 10 km.
	20, 21	17.58 - 04.00	Glow is observed Vulcanian to Strombolian eruption. Incandescent materials thrown up to the crater. Ash cloud to 8 km.
	22	16.59 - 21.35	Vulcanian eruption, ash to 2.5 km.
	24	16.28 - 21.35	Glow and ash eruption. Incandescent materials thrown up to 1,200 m. Ash cloud to 7 - 8 km. Ash falls in Bandung.
	27	18.00 - 20.00	Small eruption, glow is observed.
October	5	06.00 - 18.00	Fume changes from white to grey, rises to 800-1000 m above crater rim. Tremor to 2 - 3 mm.
	6	06.00 - 18.00	Grey fume increases. Tremor 3-6 mm.
	6, 7	18.00 - 06.00	Grey ash to 1,500 m. Tremor to 8 mm.

	7	06.00 - 18.00	Tremor increases to 32 mm.
	8	03.04 - 05.08	Bright glow is observed.
		11.25 - 16.10	Tremor increases to 45 mm. Large ash eruption. Ash cloud to 7-8 km. Much lightning, thunder.
	11	14.58	Thunder heard at Cikasasah.
		16.25	Incandescent materials thrown to 50 m above the crater rim. Tremor to 45 mm.
	14	11.00	Thunder heard at Cikasasah. Seismic tremor increases. Medium Vulcanian eruption.
		11.40	Tremor amplitude 37 mm.
		11.49 - 15.15	Heavy sand-size ash fall at Cikasasah (more 20 mm)
		15.15	Lahar begins in Cibantaran and followed in Cimampang and Cikunir.
	18	19.14 - 14.08	Large Vulcanian to Strombolian eruption. Ash cloud to 9 km. Incandescent material thrown to more 50 m above crater rim. Ash falls to southwest.
	28	04.00	Tremor gradually increases to 15 mm.
		09.01 - 11.30	Loud explosions, thunder heard at Cikasasah. Ash cloud to 4 km. Tremor to 22 mm. Very light ash falls at Cikasasah.
November	2	-	Glow is observed 3 times.
	3	-	Glow is observed at 01.52, 03.12, 03.38.
		08.44	Tremor amplitude starts to increase to 20-26 mm.
		10.27 - 13.40	Medium ash eruption. Ash cloud to 3,500 m accompanied by thunder. Incandescent materials are thrown out the crater. Ash and sand blown west.
	7	-	Glow is observed 2 times.
	8	-	Glow is observed 3 times.
	9	16.09	Tremor increases to 15 mm and 20 mm.
		20.30 - 21.00	Glow is observed.
		21.00 - 21.33	Medium Strombolian eruption, ash cloud to 2,500 m, lightning and thunder. Very light ash falls at Cikasasah.
		23.00	Tremors return to background level (1 - 2 mm).
	16	18.44 - 19.11	Glows over the crater.
	17	19.24	Tremor increases to 25 mm.

		19.40 -- 23.28	Glows are observed over the crater.
	17, 18	23.57 -- 03.55	Vulcanian to Strombolian eruption. Ash cloud to 7 km. Showers of incandescent material above crater.
	18	03.55	Thunder stops. Tremor drops to 1-3 mm.
	19	—	Lahar and secondary explosion in Cibangaran.
	22	21.05 -- 21.08	Glow over crater following a moderate earthquake. Tremor increases abruptly to 28 mm.
	22, 23	21.18 -- 03.38	Weak glows are seen over the crater at 21.18, 22.28, 22.35, 03.38.
	24		Weak glows at 20.57 and 21.03
	25	02.37 -- 02.40	Glow over the crater.
		02.45 -- 06.30	Vulcanian to Strombolian eruption. Ash cloud to 5,000 m. Showers of incandescent materials 75-100 m above the crater, tremors 36 mm. Incandescent shower increases at 03.40 to 1,000 m above the crater. Tremors decrease to 10 mm indicating the eruption ceases.
December	1	22.09 -- 23.33	Felt earthquake. Harmonic tremors amplitude 4.3 mm.
	2	02.53 -- 02.58) 06.00 -- 07.48)	Harmonic tremors amplitude 5.6 mm to 15 mm. White smoke 300-400 m above the crater. Shallow volcanic quake (B type) appears.
	2, 3	18.00 -- 06.00	Harmonic tremors more frequent amplitude 4 - 23 mm.
	3	11.59 -- 15.26 16.38 -- 17.24 17.35 -- 17.41 17.41 -- 21.20	Harmonic tremors, amplitude 10-17 mm Harmonic tremor amplitude increases from 8 to 11, 20, 22 and 25 mm. Glow over the crater, volcanic tremor amplitude 20 mm to 29 mm. Incandescent materials are hurled out of the crater. Initially to a height of 200-300 m and later increases to 800-1,000 m. Seismic amplitude 40 mm. The height of ash column is not observable due to bad weather.
	4, 12	—	White fume 200-600 m above crater.
	13	—	Lahar flows down to Tasikmalaya and surrounding area.

	13, 14	13.20 - 14.15	Volcanic tremor amplitude 8 mm. White fume to 900 m.
		18.20 - 20.30	Glow over the crater, 75 m high and increases to 100-150 m.
		20.30 - 24.00	Thundering and followed by incandescent materials to 500-600 m above the crater. Black fume to 2,000-2,500 m and increases to 5,000-6,000 m. Amplitude 24 mm.
		24.00 - 02.30	Thundering sound increases, smoke 6,000-7,000 m, incandescent to 600 m. Amplitude 36 mm.
		02.30 - 03.48	Glow gets smaller, amplitude 4 mm. Volcanic sand shower to 7 mm in Malaganti, 6 km southwest the vent.
	15-29	--	White smoke to 300 m above the crater; Tremors amplitude 2 mm. Lahar flows, shallow volcanic quakes (B type).
	30	--	Relatively quiet. Tremor amplitudes drop to 1 mm or less. Inflation of EDM to 6 mm.
	31	05.47 - 06.04	Harmonic tremors, amplitude 11-12 mm.
		07.23 - 15.24	Volcanic tremor, amplitude increases to 23 mm.
		18.00	Glow over the crater, amplitude 30 mm.
Jan 1983	1	04.00 - 07.00	Strombolian type of eruption. Incandescent materials hurled up to several tens of meters above the cone. Lava flow is observed to issue from the vent at base of southern slope through the crack already existing in the cone. The flow extends app. 20 m from the slope.
	7-8	20.00 - 05.00	Strombolian eruption accompanied by effusive activity, lava flow appears in the same location as the previous flow of January 1. Both flows cover the area of app. 200 m x 200 m forming a fan shape on the southeastern foot of the cone's slope.
	9-31		No significant activity. White smokes very weak rise to 200 m - 600 m above the crater.

4. 災害の実態

1) 一般

ガルングン火山は今回1982年の噴火以前に3回歴史に残る噴火が記録されている。古くは1822年の噴火で、この時4,000人以上の死者がラハールによって亡くなったとされている。更に1894年の噴火ではラハールによって50の部落が破壊されている。三番目は今世紀になってから初めての1918年に記録されている。その後今回の噴火まで約64年間の休止期間があった。

今回の噴火活動は1982年4月から始まり、1983年1月までの9ヶ月間に及び、その間大噴火は60回を越え、小規模な噴火は300回以上起きている。以前の3回の噴火活動は、1822年は1日、1894年は2日間、1918年は14日間という短期活動期間に対し、今回は活動期間の長さにおいて特徴的であった。

この一連の噴火活動により、火砕流が数回発生し、チクニール川、チバンジャラン川沿いに流下し、その距離は最大5~6Kmである。火砕流は8月末まで発生したが、幸い最初の爆発(4月5日)の時には発生しなかったため、その後住民はすぐ避難しており、火砕流による人的被害は免れた。また火山噴出物は火山周辺の森林を破壊し、火山灰のような細粒のものは250Km離れたジャカルタまで運ばれた。

4月、5月の雨によってチクニール川、チバンジャラン川では泥流が発生し始め、火砕流堆積物をえぐり、その大量の土砂は下流の家屋を破壊し、耕地、かんがい水路、養魚池などを埋め尽した。泥流は13Km下流まで流下し、その堆積幅は1Kmから2Kmに及ぶ。火山噴火と泥流から身を守るため、当初8万人の住民が避難したと言われる。

今回の災害によって発生した土砂量について、インドネシアでは空中写真(1982年4月及び8月撮影、縮尺1:12,000)と現地調査をもとに次のように推定している。

- (ア) チクニール-チバンジャラン川上流部では火砕流や火山灰が堆積し、一部は泥流となって流下した。これらの総堆積土砂量は約14.2百万 m^3 である。
- (イ) チロセ川上流部の火山堆積物は7.2百万 m^3 と推定している。
- (ウ) ガルングン南斜面及び西斜面は放射状に谷が発達し、それらの谷が合わさってチクンテン-チウラン流域及びチサンガン-チマヌック流域を形成している。前者の流域には18.5百万 m^3 、後者の流域では9.5百万 m^3 の火山砂、火山灰の堆積があったと推定している。
- (エ) その他の火山周辺流域には細粒の火山灰が1cm足らずの厚さで堆積しており、これらはチタンデュイ川、チウラン川あるいはチマヌック川にやがて流入するとみられる。その総量は約77.3百万 m^3 に達する。
- (オ) 上記のガルングン周辺地帯の火山噴出物堆積土砂量は約130百万 m^3 と推定している。

なお、微細な火山灰は更に遠くまで運ばれており、陸地部に堆積した分布状態から判断し今回の総噴火量は370百万 m^3 と推定されている。(図4-8、図4-9、図4-10参照)

図4-11に、最も泥流による被害が著しいチクニールーチバンジャラン川における、活動開始直後の泥流の発生、流下状況を示す。一回目の大爆発後3日目にはその時の強雨によってチバンジャラン川水源部で泥流が発生している。やがてチクニール川も泥流が発生し始め、土砂の氾濫堆積により双方が同一の氾濫原をつくり出している。4月28日の時点ではチバンジャランの泥流が左岸側の方に流れ出しており、タシクマラヤ市内を流れるチロセ川流域に一部泥流が入りこんでいる。

図4-12は、爆発時発生した火砕流の流下、堆積状況(LADU DEPOSITE)及び泥流の流下、堆積状況(LAHAR DEPOSITE)を図示している。

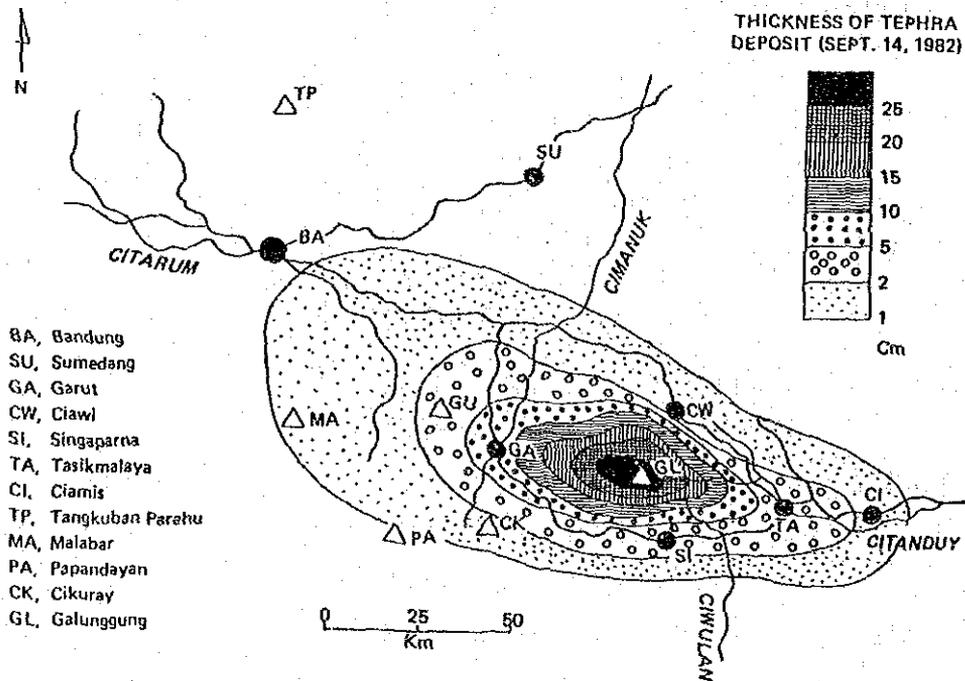


図4-8 火山噴出物の分布状況

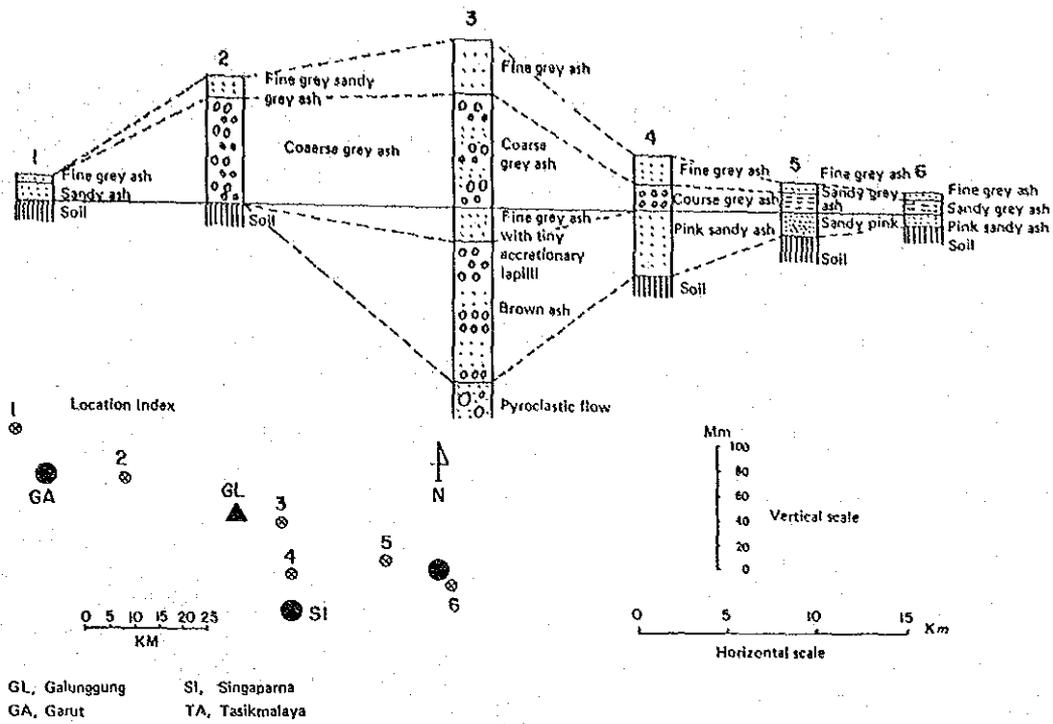


図 4 - 9 代表地点の火山噴出物堆積構造

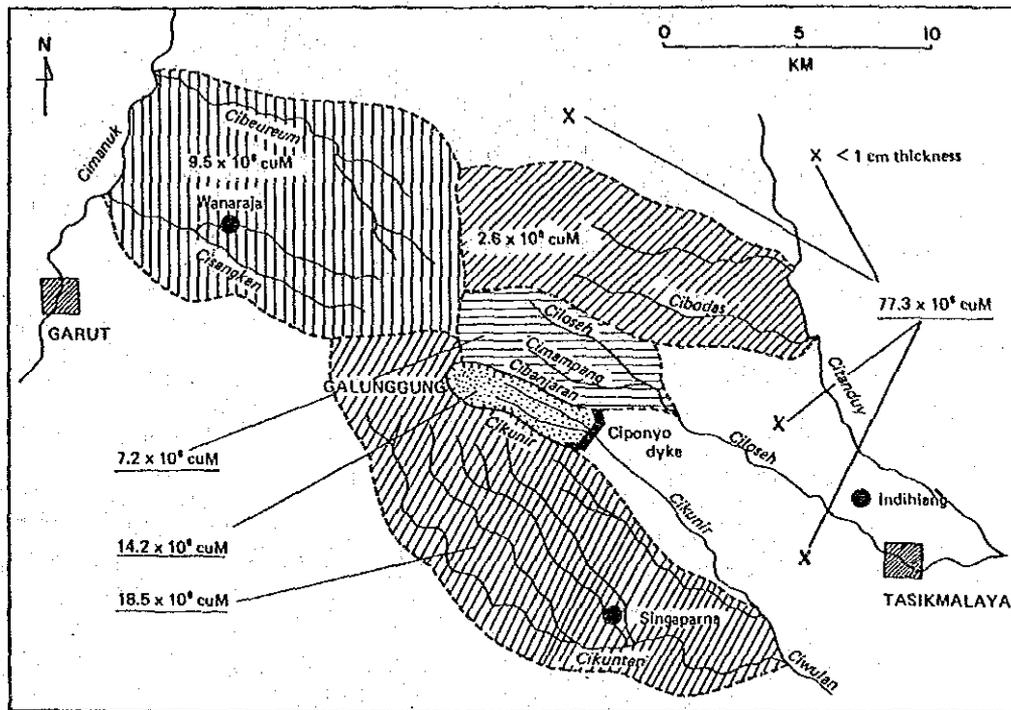


図 4 - 10 流域別火山堆積土砂量

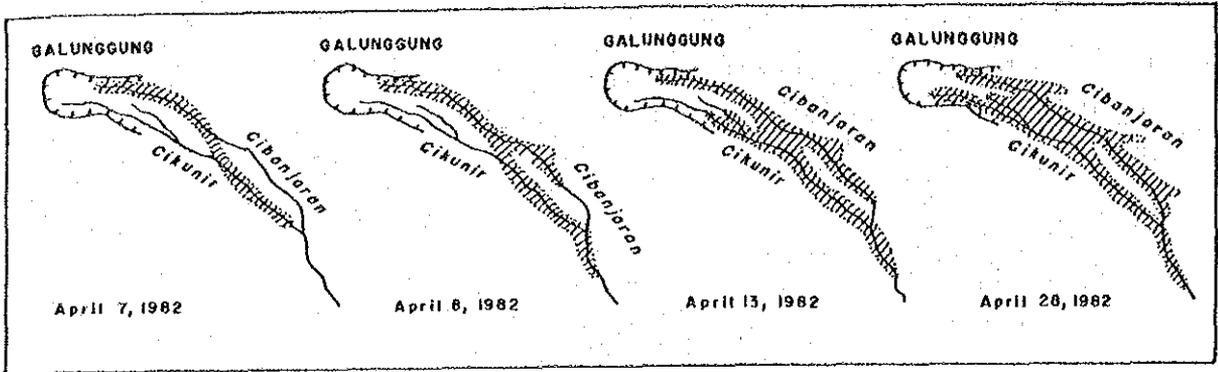


图 4-1-1 泥流発生・流下状況

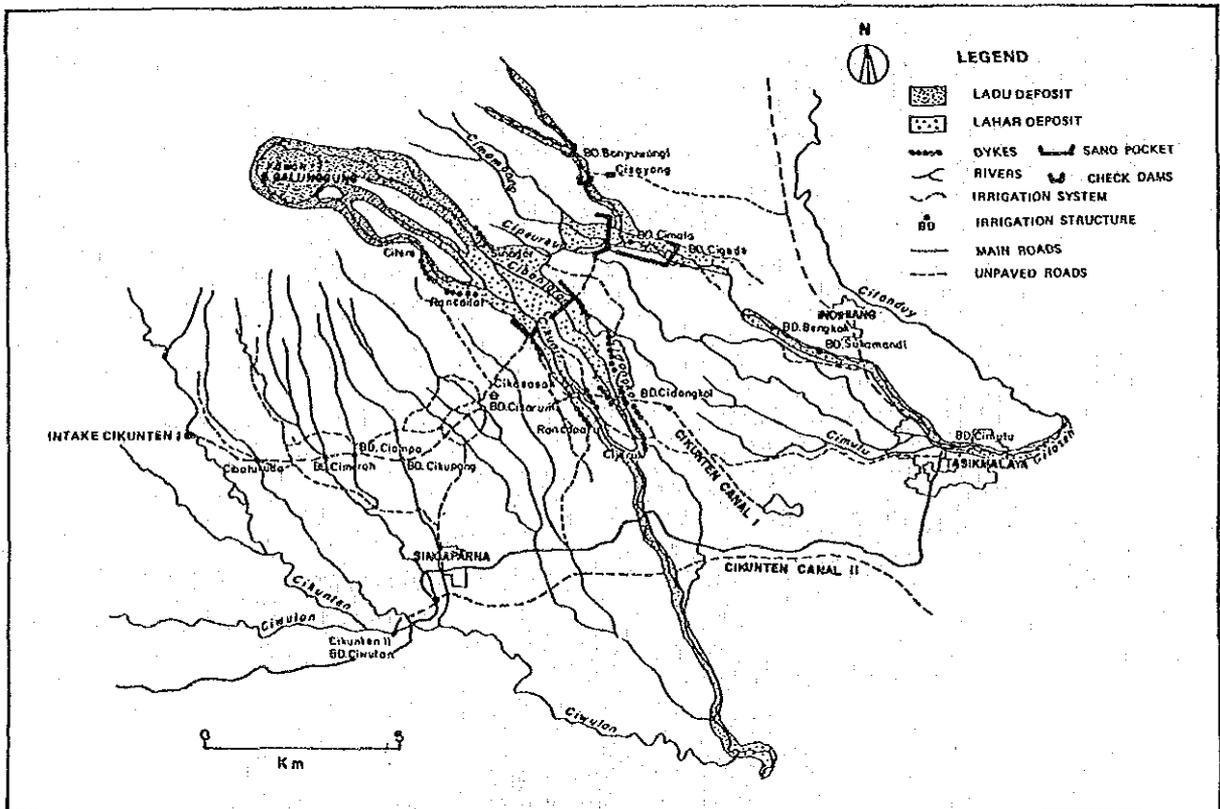


图 4-1-2 火砕流および泥流堆積分布図

2) 被害状況

火山噴火及び泥流によってガルングン周辺地域は甚大な被害を受けた。噴火活動は長く続き、雨季には泥流が頻発したが、最初の爆発後、多くの住民は避難したため、人的被害は幸い少なかった。(根拠は明らかではないが死者27名という報告がある。)しかし火山噴出物が3億 m^3 以上に及び、大規模な泥流も発生したため、家屋、田畑、公共施設等、これらの土砂によって広域に亘って被害を受けた。周辺主要都市(タシクマラヤ、ガルート、チアミス)管轄下の被害状況を表4-5にまとめる。これによると、被害家屋数約14,000戸、事務所48棟、学校292校、水田96,000 ha、森林19,000 ha、かんがい水路10 Km以上となっており、特に火砕流、泥流の影響を受けたタシクマラヤ区域が最も著しい被害を受けた。

被害総額は3地区合計で721億ルピアにのぼる。西部ジャワ州の報告によると、これらの地区以外(スメダン、バンドラ、マジレンカ等)の被害額も加算すると1,300億ルピアの被害になるとしている。

被害地区 被害項目	タシクマラヤ TASIKMALAYA	ガルート GARUT	チアミス CIAMIS	左記3地区の計
家屋	12,284 戸	2,571 戸		14,855 戸
事務所	21 棟	25 棟	2 棟	48 棟
学校	134 校	153 校	5 校	292 校
回教寺院	137 ヶ所	217 ヶ所		354 ヶ所
回教集会所	116 ヶ所	6 ヶ所		122 ヶ所
道路	40,108 m			40,108 m
橋梁	18 基	56 基		74 基
かんがい水路	86,400 m	15,200 m	1 ヶ所	10 Km 以上
堰	28 基	52 基		80 基
水田	13,746 ha	47,100 ha	35,456 ha	96,302 ha
乾田	137 ha	411 ha	3,657 ha	4,205 ha
養魚池	8,798 ha	73 ha		8,871 ha
家畜飼育場	3 ヶ所	7,813 ekor		
果樹園	10,705 ha	12,283 ha	479 ha	23,467 ha
森林	5,152 ha	13,905 ha	241 ha	19,298 ha
その他	118	10		
被害総額	49,806 百万Rp	18,596 百万Rp	3,760 百万Rp	72,162 百万Rp

表4-5 1982年噴火にともなう被害状況

5. 火口湖問題

1) 火口湖の状況

ガルングン火山の活動は1983年1月に終息したが、最近、火口に水が急速にたまり始め、火口湖が形成されたため、火口湖の欠陥あるいは再爆発の際の熱泥流等の発生に伴う災害の危険性が生じたため、地元はもとよりインドネシアの大きな社会問題となった。このため火山調査所が中心となって1986年から具体的調査を開始している。

現在、火口の大きさは直径が約1 Kmのほぼ円形状である。火口底部の標高は1983年の測量結果では1,051 mであり、現在は火口周辺の堆積物の土砂流入などの影響で1,060 m程度と推測される。また火口底のほぼ中央部には火口丘があり、その高さは1,085.9 mである。火口壁頂部の標高は火口の南東側チバンジャラン川付近で1,160 m、東側WALIRAGでは1,182.9 m、西側チクニール川付近の最も高い所で約1,220 mであり、火口の深さとしては低い所で100 m、高い所で140 mと推測される。

火口湖の水位については、今回の現地調査時では火口丘の頂部が僅かであるが湖水面上に現われており、このことから1,083~1,084 m位の水位、水深として23~24 m位と推定できる。1986年12月火山調査所が実施した水深測量の結果、最も深い水深として23 mという測定値を得ている。火口湖の北側は土砂の堆積により小規模なファンが形成される程、土砂の侵食、堆砂の影響を受けており、湖底が上昇しているため、火口湖の平均水位としては15 m程度と推算されており、これから貯水量を算出する概算容量として7百万 m^3 (1986年12月時点)となる。

湖面水位の上昇速度については、水位観測データが乏しいため明確なことは言えないが、火山調査所の報告によると1985年10月の時点と1986年7月の時点の水位を比較すると、その約9ヶ月間に5±1 mの水位上昇があったとしている。これを水量に換算すると2百万 m^3 に相当する。しかし1986年7月以降今回の調査時点(1987年3月)までは火口丘が水没していたり現われたりしており、急速に上昇を続けているとは言えない。今後、火口湖の水位および火口湖付近の降雨量を観測し、水位(貯水量)変動と降雨量の関係を把握することが対策を検討する上で重要であることは言うまでもない。

ガルングンカルデラは最も記録の中で古い1982年の爆発以前のものによって形成され、ちょうど馬蹄型になっており(図4-16)、現在の火口湖のほぼ北側斜面は標高2,000 mを越す火口壁であり、火口湖の集水面積はこの北側斜面も含まれ、その面積約1.7 Km^2 である。ここへ仮に年間3,000 mmの降雨があるとすると、約5.1百万 m^3 が流入することになる。前述の年間2百万 m^3 の貯水が実際とすれば、雨水、流入水のかなりの部分が蒸発あるいは浸透流失したことになる。

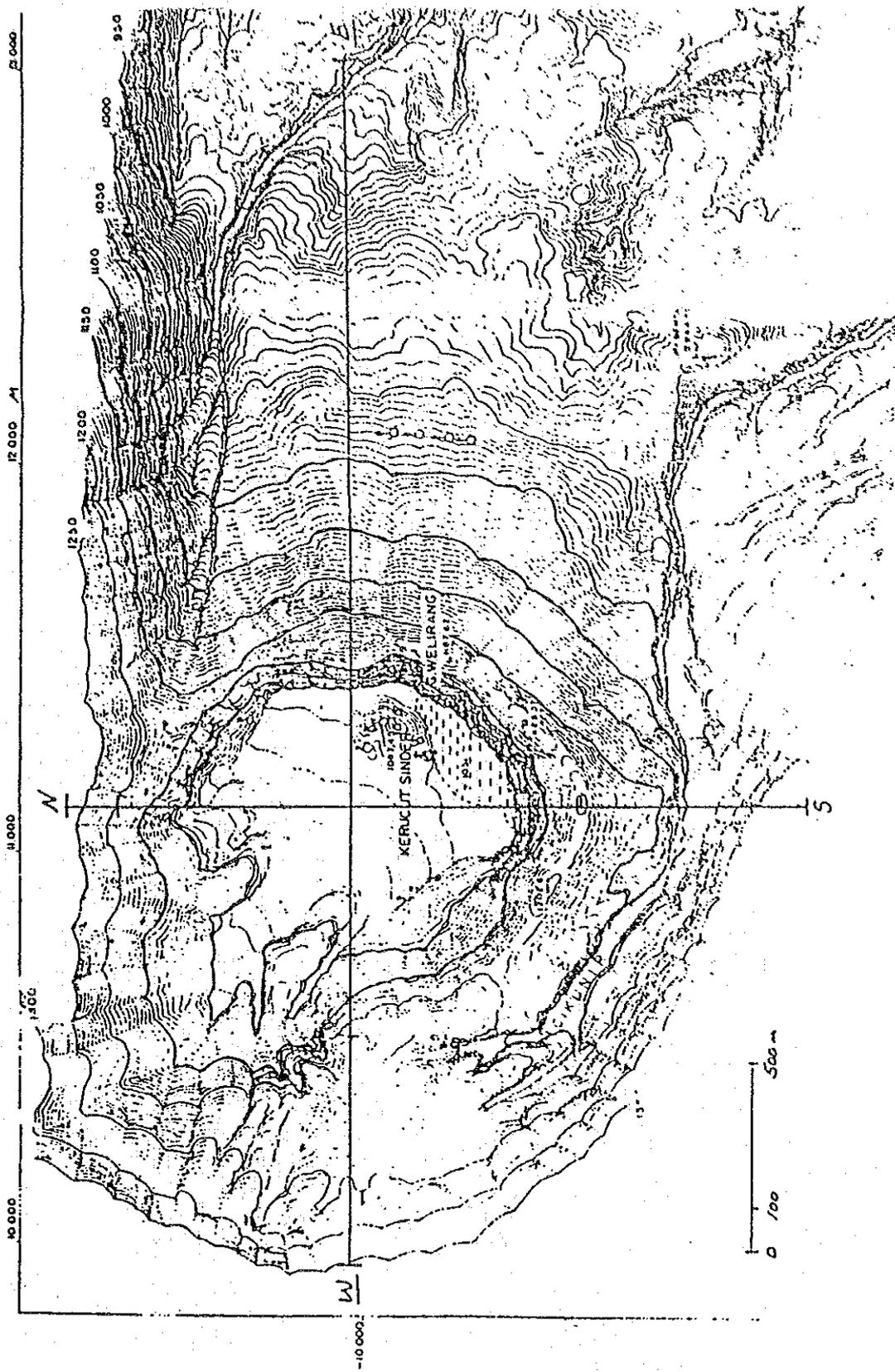


图 4-13 火口付近地形图

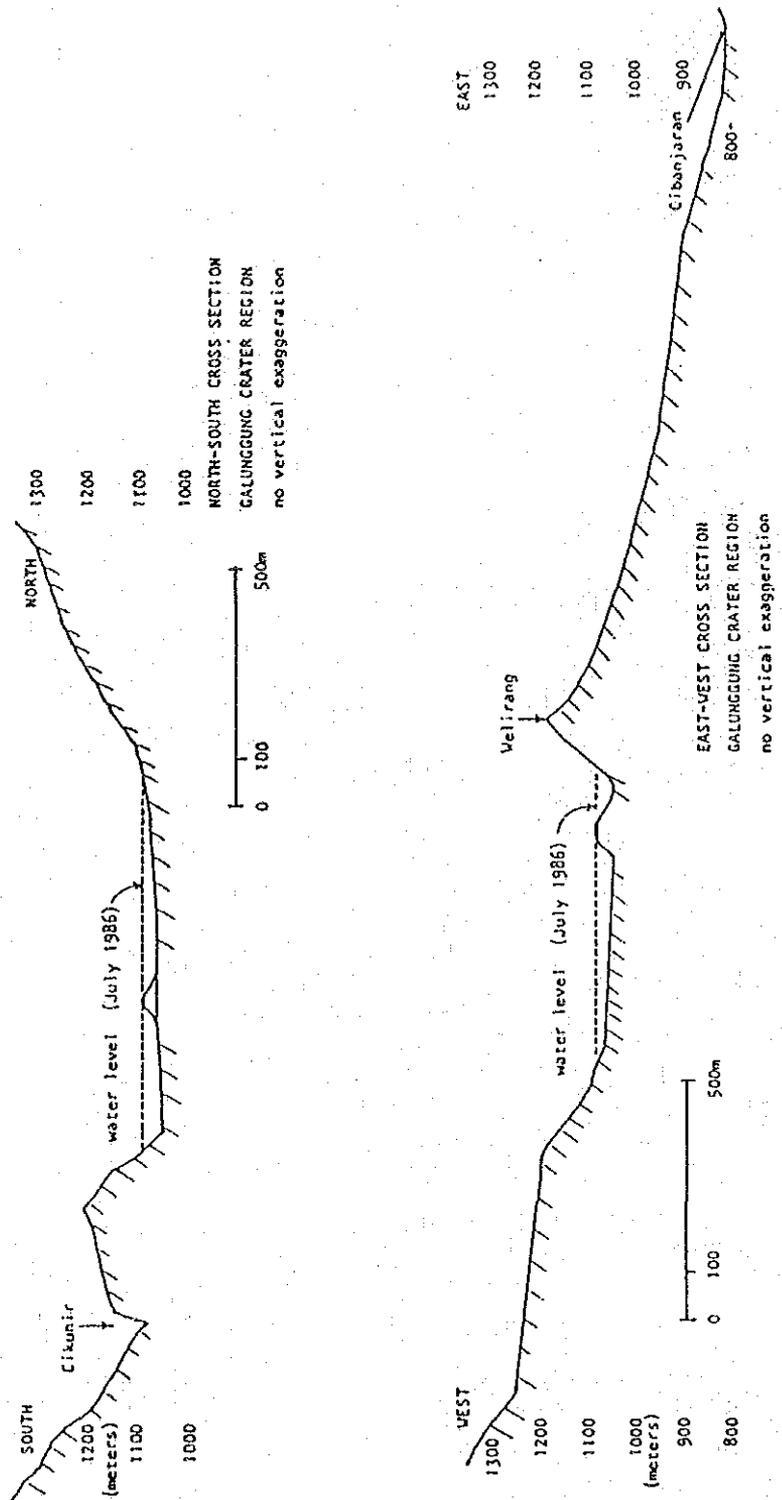


図 4-1-4 火口部横断面図 (横断測線の位置は図 4-1-4 に示す)

火口壁の最も低い地点は北東側のチバンジャラン川に近い付近で標高約 1,150 m である。現在の水位は 1,085 m 程度であるので、満水までには 65 m の差がある。この未湛水容量を概算すると 40 百万 m^3 となる。火山調査所の報告によると、毎年 2 百万 m^3 毎水量が増加すればあと 17 年で満水になるとしている。

火口周辺の地質状況については、バンドン火山調査所が踏査した結果を図 4-17 に示す地質図にしている。これによると、火山壁の下層部は溶岩 (L:Lava) あるいは火山角礫の固結したもの (BK:Breksi Agak Kompok) で構成されており、特に東側火口壁の内側はそれらが露頭している。上層部は碎屑性火山噴出物 (JTLB:Jatuhan Tefra dan Lontaran Balistik) で覆われている。チバンジャラン川付近では中間層に火砕岩が河水で運ばれた堆積層 (AP:Aliran Piroklastika) が狭在しているのが見受けられる。

火口湖北西部は火山噴出物の堆積が顕著で、それらがチクニール川水源の流水によって侵食され、湖に小規模扇状地状に堆積 (SSA:Sedimen Sungai/Alluvium) している。

以上のように、火口壁の地質は火山碎屑層や溶岩で構成されており、火山活動の影響を受けた脆弱なものとなっているため、今後水位が上昇すれば火口壁が水圧や浸透水によって破壊される危険性がある。一方適切な火口湖水位低下のための対策工事を決める上で火口壁周辺の入念な地質調査を実施し、地質構造、岩盤強度、亀裂開口状況や透水性などを確認することが必要である。

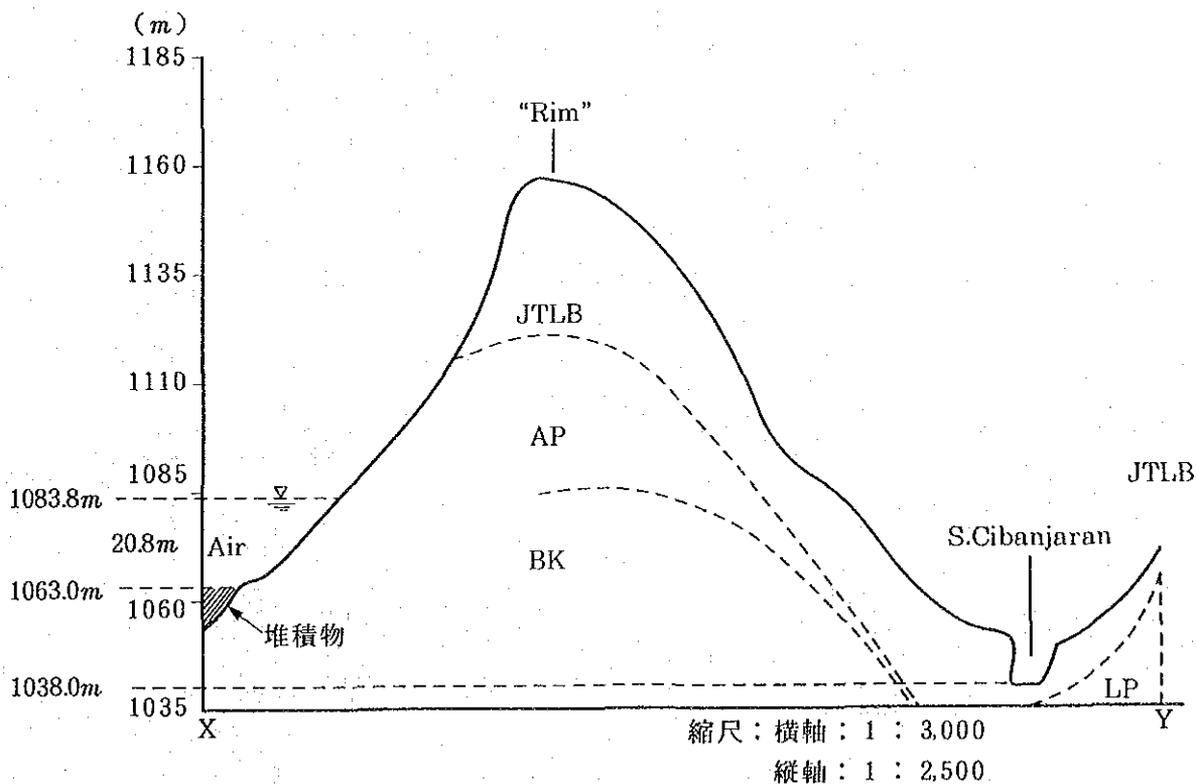


図 4-15 火口壁断面と火口湖水位 (チバンジャラン川近傍)

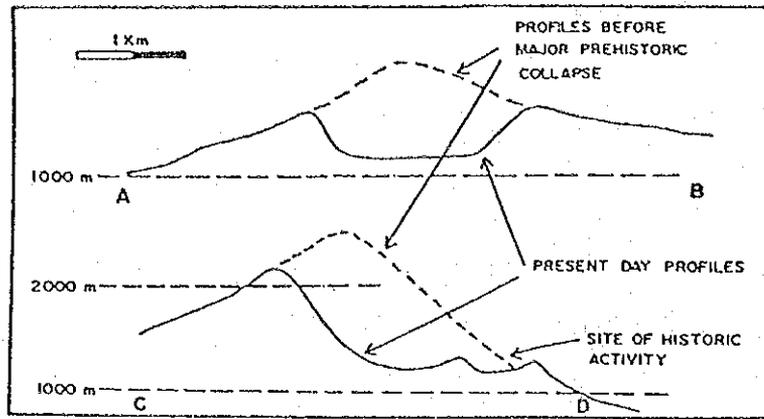
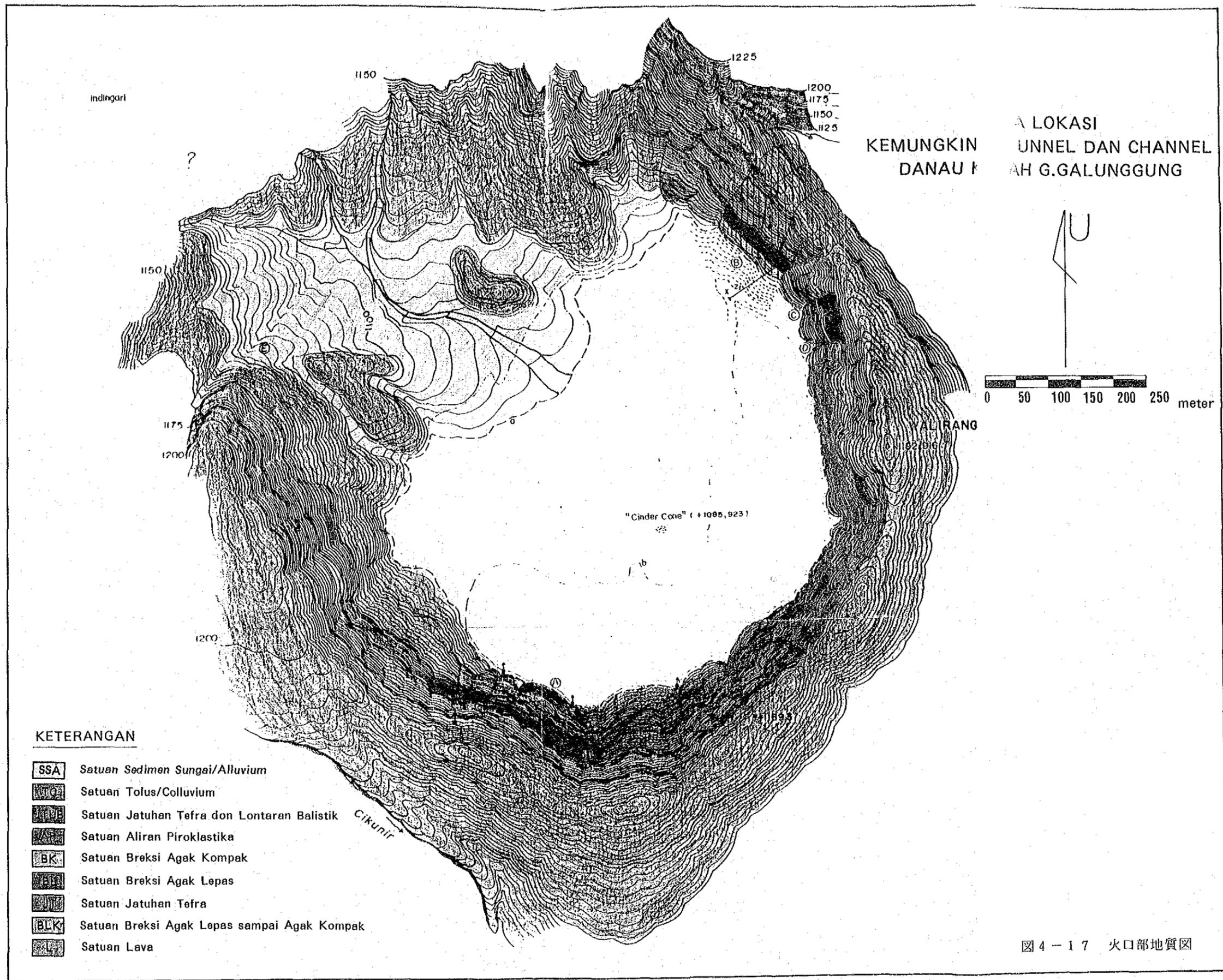


図 4 - 1 6 ガルンゲン山体断面図



KETERANGAN

- SSA Satuan Sedimen Sungai/Alluvium
- TOL Satuan Tolus/Colluvium
- JTB Satuan Jatuhan Tefra don Lontaran Balistik
- AP Satuan Aliran Piroklastika
- BK Satuan Breksi Agak Kompak
- BL Satuan Breksi Agak Lepas
- JT Satuan Jatuhan Tefra
- BLK Satuan Breksi Agak Lepas sampai Agak Kompak
- L Satuan Lava

图 4-17 火口部地质图

2) 火口湖対策の事例 —インドネシア クルー火山—

ジャワ島東部クディリ市のほぼ東方に位置するクルー火山は標高1,731 mのインドネシアの火山としては比較的低い山である。しかし山裾に広がる広大な土地は人口も多く、エステートや米、砂糖きびなどの農業地帯となっている。1600年以降23回の爆発を記録しており、平均活動周期は16、17年である。最近では1966年の爆発が最も新しく、その後現在まで約20年間休止状態にある。

クルー火山の頂上部に火口があり、容積数千 m^3 に及ぶクレーターに雨水がたまり、火口湖が形成されてきた。噴火の際には火口の水が噴き出され、火口噴出物と一緒に巨大なPrimary Lahar、Hot Laharが起きる。1919年の爆発により総量38.5百万 m^3 の熱泥流により5,110人の人命が奪われ、9,000戸の家と135 Km^2 の農地が被災した。この時の泥流は火口から37.5 Km の所まで到達している。(図4-18)

その後、オランダ人技師によって火口湖の水位を低下させることが考案され、火山の山体にサイフォントンネルを貫孔するという画期的な工事が実施された。この対策工事による泥流災害軽減効果は1951年の爆発時に明確に現われた。火口水量は1.8百万 m^3 にまで減水しており、泥流の規模も小さくて済み、到達距離は6.5 Km にとどまった。(死者6名)

しかし、この爆発によりトンネルが被災し、且つ火口底が79 mも低下したため、火口湖の容量が増加した。このため1966年の大規模な爆発によって再び熱泥流が発生(20百万 m^3)し、282名の命を奪い、52の部村、50 Km^2 の農地に甚大な被害を与えた。インドネシア政府によってその後ただちにトンネルが下部に追加施工され、水位低下が図られ、1967年に工事が完了している。(図4-19)

現在の火口湖の水量は4.2百万 m^3 である。

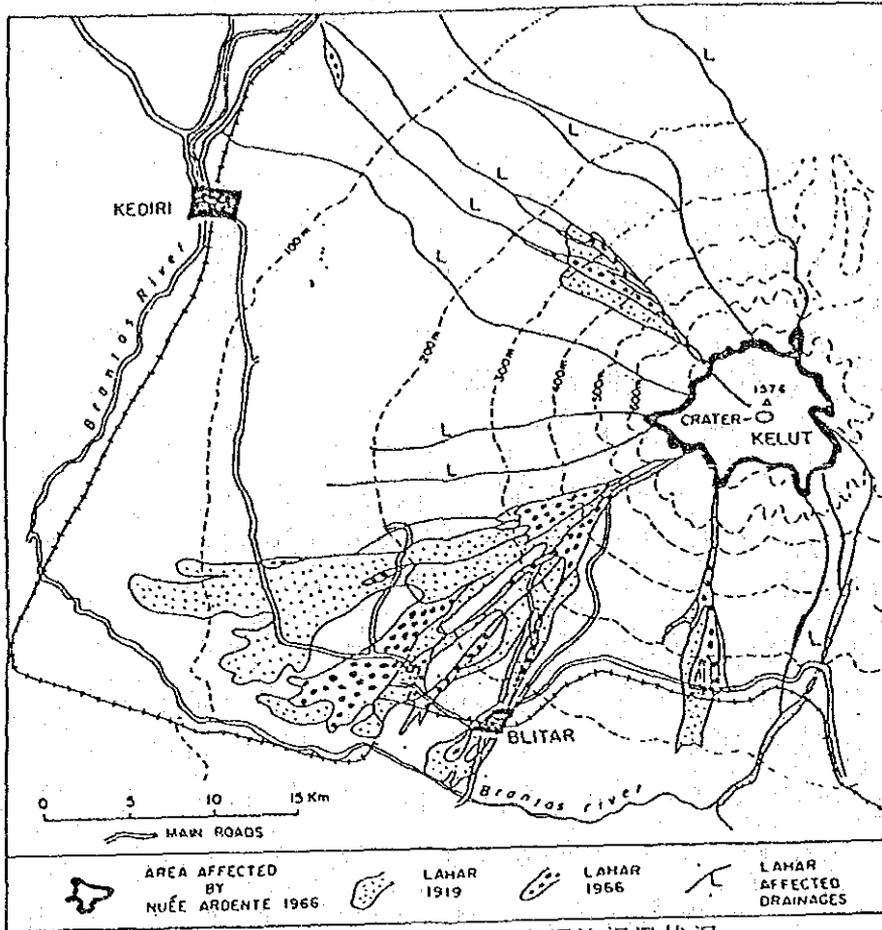


図4-18 クルー火山と泥流氾濫状況

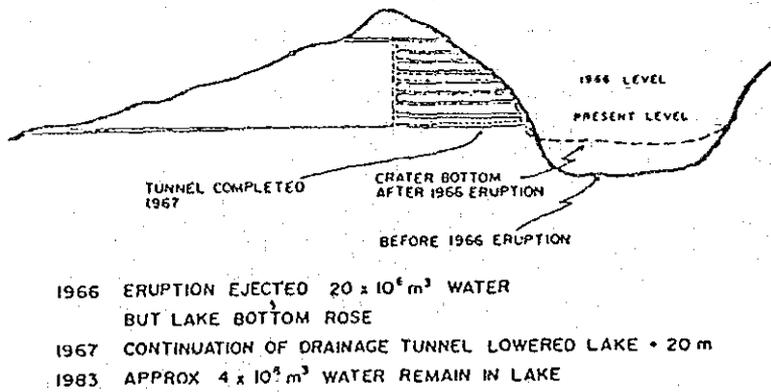
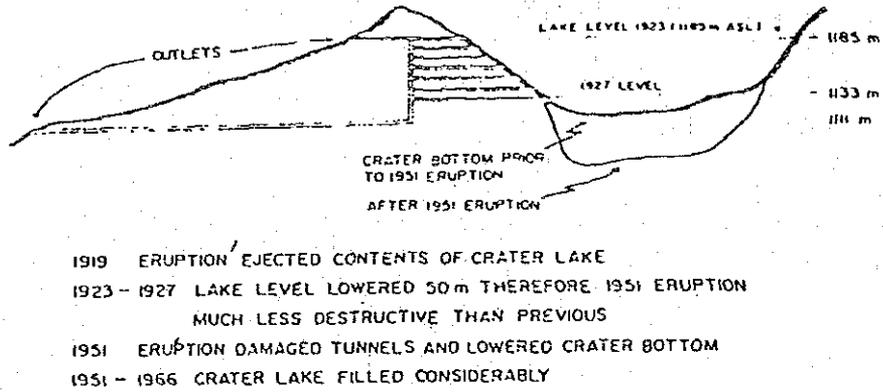


図4-19 サイフォントンネルによるクルー火口湖対策

6. 防災施設の現状

1) 対策工事の経緯

インドネシア国政府は火山泥流に対し緊急に対応するため、1982年度にガルングンの南東方向に位置するタシクマラヤ市にガルングン火山砂防工事事務所を設置した。対策工事としては、火砕流が流下したチクニールーチバンジャラン川流域及び火山噴出物が多量に堆積したチロセ川流域に対して砂防ダムと導流堤を組み合わせた遊砂地(カントラハール)が優先して施工された。降雨のたびに発生する火山泥流(ラハール)を規制し、集落、田畑等を保全するため大規模な遊砂地を両河川に設置した。またチバンジャラン川の土砂がチロセ川流域の方へ流れ出し、チロセ川は下流でタシクマラヤ市を貫流しているため、チバンジャラン川のシナガル地先に於いて締切堤を緊急に施工している。

1982年度の対策事業費は3,244百万Rpであり、これは当時メラピ火山の防災工事を所管するメラピ火山砂防工事事務所とクルー火山の防災工事を所管するクルー火山砂防工事事務所の2事務所の年間予算を合わせた額に匹敵するほどのもので、この種の予算としては巨費と言える予算を投入し、緊急防災工事を実施している。しかし1984年度以降は国家財政緊縮により公共事業予算が大幅に削減されたため、ガルングン砂防工事事務所関係予算もそのとおりで年々縮少され、1986年度は1982年度事業費の約1/4相当の854百万Rpに減少している。1987年度は更に大幅に縮少され、事業費は160百万Rp程度になると聞いている。

表4-6はガルングン火山砂防事業の暫定計画と実績を示したもので、計画の事業費と事業量及び1986年度までは実績の事業費と事業量を示してある。

I T E M	VOLUME	F I S C A L Y E A R												BUDGET (10 ⁶ Rp)
		82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93		
REHABILITATION & NEW CON- STRUCTION OF SABO DAM	42 pc	9 pc 1,284	6 pc 960	2 pc 474	4 pc 440	2 pc 600	3 pc 900	3 pc 900	4 pc 1,200	3 pc 900	3 pc 900	6 pc 1,800		9,398
REHABILITATION & NEW CON- STRUCTION OF CONSOLIDA- TION DAM	13 pc	1 pc 75			1 pc 20	1 pc 200	2 pc 400	2 pc 400	2 pc 400	2 pc 400	2 pc 400	2 pc 400		2,295
REHABILITATION & NEW CON- STRUCTION OF LEVEE	33Km	16Km 1,741	9.0Km 810	3.0Km 142	1.1Km 160	2.1Km 310		1.0Km 110	0.8Km 40					3,313
NORMALIZE OF STREAM	34Km	1.0Km 34	1.0Km 61	1.0Km 22	2.0Km 25	7.0Km 120	4.0Km 75	8.0Km 135	6.0Km 90	2.0Km 30	2.0Km 30			622
REHABILITATION OF SYPHON	2 pc									2 pc 600				600
REHABILITATION OF IRIGA- TION SCHEMES	4,500 ha												4,500ha 1,100	1,100
OTHER WORKING	LS	LS 110	LS 294	LS 315	LS 355	LS 283	LS 289	LS 285	LS 283	LS 284	LS 206	LS 200	LS 200	2,904
TOTAL COST (10 ⁶ Rp)		3,244	2,125	893	1,000	1,513	1,664	1,830	2,013	2,214	2,436	1,300	20,232	
	REALISATION	3,244	2,768	1,376	1,182	854	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTE : 1. Above number of line planing is volume per fiscal year.
2. Below number of line planing is project per fiscal year.
3. LS = Lump Sum

表 4 - 6 ガルングン火山砂防事業計画と実績

2) 暫定防災基本計画

公共事業省は1983年度に「OVERALL PLAN DISASTER AREA GALUNGGUNG MOUNTAINS」を策定し、ガルングンに関する暫定的な防災計画の指針を示している。この報告書の構成は主に次の5つの項目より成る。

1. 火山噴出物の分布
2. 危険区域
3. 防災計画
4. 対策の進め方
5. 提言

防災対策の基本方針として、火山泥流に対しScale of Priorityに応じて人家集落の保全、かんがい施設等社会基盤施設の保全、農耕地等の保全を図るべきとしており、泥流を克服する基本方策としては周辺の集落に害無く出来るだけ速やかに土砂を分散させることとしている。そして泥流に対処する具体的方針として、

1. 泥流の流向規制
2. 土砂生産域での泥流抑制（溪床勾配が3%以上の区間）
3. 泥流の一時的貯留
4. 下流流下能力に応じた泥流の調節
5. 河床勾配の維持

以上を実現させるためには砂防ダム（土砂分散ダムも含めた）、遊砂地、床固工を実施することであるとしている。

そして噴火の影響を受けた5つの流域について各々施設計画の要点を述べており、この計画の方針に沿って逐次対策工事が進められてきた。

防災施設による対策以外の提言として、次の5事項について述べている。

(1) 予警報システムの確立

警戒避難システムとその情報伝達システムによって、泥流による住民の犠牲者が出るのを防ぐことができる。日本政府の援助により予警報装置がガルングンに設置されたので、今後は泥流発生危険を住民に周知させるシステム——地方自治体の責任においてこれを確立していくことが最も重要なことである。このためには地方自治体は公共事業省やその他関係機関と連携をとって警戒避難情報を発令する組織を作ることが必要と述べている。

(2) 土地利用の規制

今回のガルングン火山の第一段階の危険性(primary danger)はなくなったと言えるが、将来再び火山活動を起こす危険性はある。更に泥流の危険性(secondary

danger)は依然住民を脅かし続けている。犠牲を最小限にするため、法的規制によって危険区域における居住の制限を行うことが必要と述べている。

(3) 土砂管理

ガルングン周辺に堆積した土砂は各々チウラン川、チタンデュイ川、そしてチマヌック川を流下し、最終的には海まで運ばれるが、チタンデュイ川およびチマヌック川の下流部は人口密度が大変高く、現在も毎年のように洪水氾濫に悩まされている。しかも多量の河川水がかんがい用水として使用されている。チウラン川はそうした状況と異なるので、土砂管理をすればチタンデュイ川とチウラン川において堆積土砂を効果的にコントロールすることが可能であるとしている。

必要があれば一定の箇所では河道浚せつを行い、かんがい地帯への土砂流入を軽減し、チタンデュイ川、チマヌック川の下流部河床を低下させる。土砂の河道堆積状況を監視すること、特にチタンデュイ川河口に注意を払うよう提言している。

(4) 遊砂地の排土

現在実施されている遊砂地堆積土砂の排土は継続的に、場合によっては集中的に実施すべきとしている。排土が更に効果的に行われるためには政府は民間活力を導入しやすい状況を作るべきと提言している。

(5) かんがい地帯の復興

ガルングンを水源とする河川の上流より取水していたかんがい地帯は、取水堰や水路が破壊されたり埋没したりして利用できないため放置されたままである。早期に復興を図るため、詳細な調査を行うよう提言している。

3) 対策施設の現状

ガルングンに設置された主な泥流対策施設を河川毎に整理すると、

チロセ川	遊砂地	2ヶ所	{ チマンバン(ダム1基を含む) { ヌグラ(ダム1基を含む)	
	砂防ダム	4基		(完全に被災流出している。)
チバンジャラン-チクニール川	遊砂地	3ヶ所	{ チポニョ(I)(ダム2基を含む) { チポニョ(I)上流(ダム2基を含む) { チポニョ(II)	
	縮切堤	1ヶ所		(シナガル)
	砂防ダム	1基		
チメラー川	砂防ダム	1基		
	導流堤	1ヶ所	(チメラー川下流)	
チクンテン川	砂防ダム	1基		

噴火堆積物の量が著しく多いチロセ川やチクニール川に対しては泥流を堆砂空間に遊砂し、泥流を減勢、規制する遊砂地工法が主要対策工法として用いられている。また噴出物が比較的少なかったチメラー川やチクンテン川などの西側流域では基幹かんがい水路の保全を兼ねた砂防ダムが一部施工され始めている。

図4-20に現存する泥流対策施設の位置を示す。

表4-7に各々の遊砂地の規模(遊砂面積)、計画貯砂容量および現在の堆砂状況等を示す。チロセ川流域では5,130千 m^3 の計画貯砂量に対し、その75%にあたる3,850千 m^3 が堆砂しており、チクニールーチバンジャラン川流域では13,700千 m^3 の計画に対し、その約83%に相当する11,350千 m^3 が既に堆砂しており、いずれの遊砂地もほぼ満砂状態に至っている。

遊砂地の砂防ダムや導流堤は策造当初、厚い未固結な流下堆積物の上に緊急に施工せざるを得なかったため、容易に構造物付近が洗掘され、被災を受けた。また土堤の部分がほとんどで、堤体が侵食され欠壊、破堤に及んだ箇所もある。ガルングン火山砂防工事事務所はこうした被災した施設の復旧、脆弱施設の補強、導流堤の嵩上げなどをしながら、主要施設である遊砂地を維持してきている。導流堤被災部分や危険箇所に対しては練石積護岸やふとんかごを施工したり、堤脚保護のための水制工を設けたりしている。今後さらに土砂が流入・堆積しつづけることが予想されるため、導流堤の補強が急がれる。また河川流下方向における導流堤の縦断形状については、河床勾配の変化や河道の拡幅状況や流向等を考慮して遊砂地内の堆砂縦断形を適切に設定した上、見直し修正することが必要と思われる。インドネシア側の推定によると、今回の噴火によって新たに生産された土砂量はチロセ川流域18,000千 m^3 、チクニールーチバンジャラン川流域29,000千 m^3 であり、これは現存遊砂地計画堆砂容量の3.5倍及び2.1倍に相当し、大きく遊砂容量が不足している。

本格調査によって生産土砂量、対象土砂量を各流域毎に調査し、また遊砂地容量についても計画堆砂勾配を設定し把握し、不足容量をより明確にすることが基本である。不足容量をカバーする方法としては、

- (ア) 上流水源部に砂防ダム、床固、護岸等を設置し、土砂生産、流出を抑制させる。
- (イ) 遊砂地を嵩上げ等の実施により、容量を増加させる。
- (ウ) 遊砂地内堆積土砂を排土し、容量を回復させる。
- (エ) 下流に無害に流下させる。

などが考えられる。

No	NAME OF SAND POCKET	NAME OF RIVER	AREA (ha)	PLANNING CAPACITY (m ³)	FILLED (m ³)	REMAINS	CONDITION
1.	Cimampang	Cimampang	126	1,760,000	1,650,000	150,000	Good
2.	Negla	Ciloseh	130	3,370,000	2,200,000	1,170,000	Good
3.	Ciponyo I	Cikunir - Cibanjajaran	200	6,700,000	6,000,000	700,000	Dangerous
4.	Ciponyo I Dalam	Cikunir - Cibanjajaran	300	2,300,000	2,250,000	250,000	Dangerous
5.	Ciponyo II	Cikunir - Cibanjajaran	506	4,700,000	3,100,000	1,600,000	Separate of sand pocket is dangerous
Total			1,262	19,030,000	15,200,000	3,830,000	

表4-7 遊砂地(サンドポケット)堆砂状況

7. 総合的防災対策

先の第4章6.2) 暫定防災計画で述べたように、インドネシア国政府は

- (1) 予警報システムの確立
- (2) 土地利用の規制
- (3) 土砂管理
- (4) 遊砂地の排土

等の施策をあげ取りくんでいる。

現在、火山活動が終息して4年程経過し、また防災工事も実施されていることなどから、避難していた住民が元の危険な所に帰り住んでいる。図4-21は、最も危険な遊砂地内の居住部落の分布現状であり、そこには約6,000の人が住んでいる。こうした状況に鑑み、上記のようなソフトな施策がより整備されることが望まれる。

ここではそれらの施策の現状等についてその概要を記述する。

1) 警戒避難体制

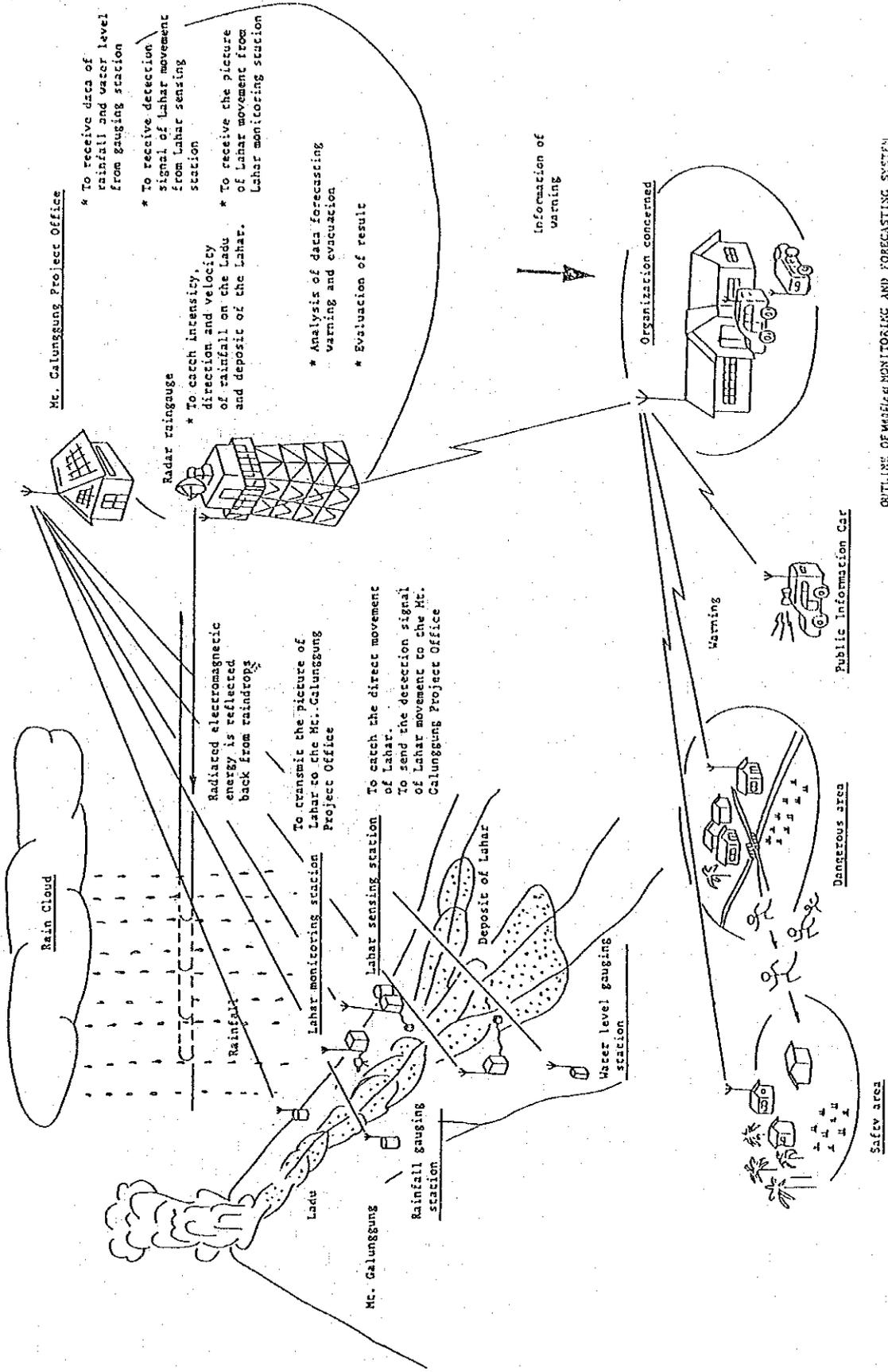
火山噴火によって多量の土砂が噴出した場合、最も恐ろしいのは火山泥流の発生である。インドネシア国政府は1982年の乾季の間に集中的に泥流災害を防止するための遊砂地等を築造し、泥流の規制に努めた。一方、泥流の発生を予測し、住民を避難させる体制をとる必要性から日本政府に予警報装置の供与及び専門家の派遣を要請した。これを受けて日本政府はレーダー雨量計、雨量・水位及び泥流観測のテレメータ化装置、テレビカメラによる画像情報装置等の一連の泥流予警報装置を供与し、1983年に装置が作動開始した。

ガルングン砂防工事事務所構内に設置した小型レーダー雨量計で周辺の降雨強度、雨域を把握し、テレメータにより雨量、水位データを自動記録し、泥流の発生に備える。また泥流が発生すると現地に設置された泥流感知装置が事務所に自動的に通報する。リモートコントロールでテレビカメラを起動し、現地の状況をモニターテレビで監視することもできる。

このように収集した情報を処理し、その結果に基づいた警報情報を関係機関に伝達して住民の避難をうながし、人命被害を未然に防ぐものである。このシステムの構成概念を図-22に示す。

インドネシアでは災害が発生すると、図4-23に示すように、国、州、地方庁毎に災害対策本部が設置され、災害救助活動、緊急対策、避難等に係る諸事が関係機関から成るメンバーで協議され、本部の長の命として決定される。

ガルングンでは火山に関する情報だけでなく、泥流に関する情報を前述の予警報装置によって得、これを災害対策本部に提供するものである。しかし、予警報装置を活用した警戒避難システムの稼動状況は様々なトラブルから現在まで思わしくない状況である。トラブルの原因としては、落雷等による電気系統の故障、異常電圧等不安定電源による障害、機器の誤



OUTLINE OF LAHAR MONITORING AND FORECASTING SYSTEM

図 4-2-2 警報情報伝達システムの構造概念図

操作による故障、泥流センサーでは洪水時の河床変動による損傷などであり、これらの修理に対しインドネシア側及び日本の関係者が協力し努力を払ってきたが、止むなき状況から修復に長期間を要している。1987年7月ごろには故障部分の修理が行われ、全装置が作動することになっている。今までに得た降雨データや調査期間中に得られる泥流発生に関するデータを収集分析して的確な予警報情報を関係機関に提供できるよう、システムの整備をはかることが必要である。

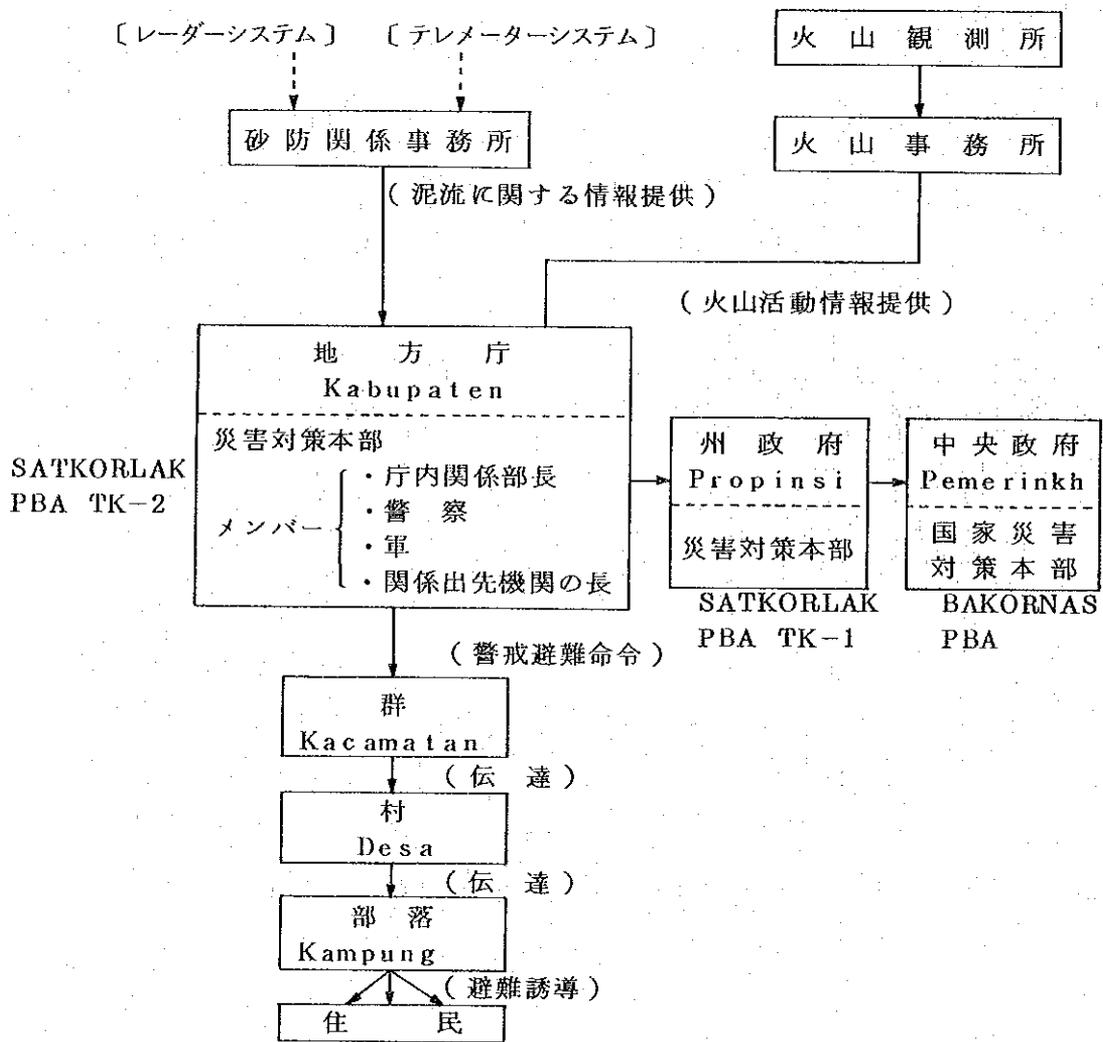


図4-23 災害情報伝達組織

2) 堆積土砂の排土

遊砂地内堆積土砂を排土・運搬するため、インドネシア政府はジャカルターバンドンータシクマラヤを通る鉄道から派線を敷き、この鉄道を使って排土した土砂をバンドンージャカルタへ運搬している。引込み線はタシクマラヤの北西に位置するインディヒアンの町付近からチロセ川沿いに上り、チロセ川のヌグラ遊砂地とチバンジャラン川のチポニョ遊砂地の間まで敷かれており、延長約7 Kmである。(図4-21、写真-22参照)

河川局の話では、当初の計画では日採取量約3,000 m³を予定していたが、運搬する貨車の問題、価格の問題等で実際、現時点では10輛連結がジャカルタまで1日1往復するだけでその採取量は200 m³に過ぎない。掘削した土砂は作業場内でふるい分け、コンクリート骨材としてジャカルタ方面に供給されているようで、骨材としては良質であると聞いている。

遊砂地チポニョ(1)上流は計画貯砂量(2,500千m³)に対し、現在2,250千m³堆砂しており、満砂に近い状態になっており、緊急に容量を確保する必要がある。排土量の実態について具体的資料は入手していないが、ガルングン火山砂防工事事務所の話では、1986年2月までの間にチロセ川の2基の遊砂地から約20万m³の土砂を民間建設会社が採取しているということである。

本調査に於いては、砂防としての土砂処理計画上、今後遊砂地空容量をどの程度確保すべきか、あるいは遊砂地の良好な維持管理の面から遊砂地面をどういう状態で確保しておくかについての検討が必要である。また排土した土砂を運搬し使用するには運搬能力の増強、使用場所と目的、使用見込み量、使用可能土砂量などの検討が必要であり、これらの問題を解決するには関係省庁の協力が必要である。

V 本格調査の内容

1. 調査の基本方針

1982年4月から1983年1月にかけてのガルングン火山の大規模な火山活動によって多量の火山噴出物が生産され、ガルングン周辺に厚く堆積した。この土砂は雨季の降雨によってラハールとなり集落、田畑を埋め激甚な被害を与えた。

インドネシア国政府は頻発するラハール災害に対応するためガルングン砂防工事事務所を設置し、遊砂地工を中心とした防災工事を緊急に実施した。しかしガルングン山腹に堆積した土砂が膨大なためラハールによる土砂流出は活発で緊急に実施した遊砂地は昭和62年3月末現在満砂状態にあり、非常に危険な状況を呈している。

また火口に於いては、雨水の流入によって火口湖が形成され、現在その貯水量は7百万 m^3 程と推定されている。ガルングンは何十年単位の周期で爆発を起こしており、火口に水が溜った状態で爆発すると想像を絶するような災害が惹き起こされる。インドネシア国においては東部ジャワ州のクルー火山の爆発によって火口湖の水と一体となってラハールが発生し、激甚な被害を受けた歴史を持つ。

このため、火口湖の水位を下げる方策を検討し、緊急に対策を講じることが必要となっている。

本格調査の目的は、こうした災害の危険性に直面しているガルングン火山南東部斜面における緊急防災計画を作成すること、及び調査の実施を通じインドネシア側カウンターパートへの技術移転を図ることである。本格調査を実施するにあたり調査の基本方針および調査実施上特に配慮すべき事項について、以下のとおり提言する。

- (1) 1982年の火山爆発により、調査対象地域内に5,000万 m^3 以上の噴出物が生産され、5年経過した現在もその土砂の侵食、流出は活発に続いている。ラハールによる災害や土砂流出・堆積による洪水氾濫等の災害を防止するためには、砂防工作物の築造による防災計画だけでなく警戒避難体制、土地利用の規制、堆積土砂採取とその利用などを取り入れ、総合的に検討する必要がある。
- (2) インドネシア国政府は、暫定防災基本計画に基づき遊砂地築造を中心とした砂防工事を実施してきたが、限られた予算内での工事であるため事業量は少ない。特に最近是国家予算緊縮政策により公共事業費は大幅に削減されており、ガルングン工事事務所事業費も1982年度32.4億ルピアに比べ1986年度は8.5億ルピアに減少している。

本格調査に於いては、土砂災害を防止するための一貫した防災施設計画を立案することになるが、その際、長期的視点から施設計画の優先順位を明示し緊急的に事業を実施すべき流

域、箇所を明らかにしておく必要がある。

- (3) 最適な砂防計画（土砂処計画）を立案するため、現地踏査、既往空中写真の応用、河川縦横断測量等を実施し、上流水源部の堆積土砂量、遊砂地の堆砂変動量、マクロ的土砂収支の実態等を把握することによって計画対象土砂量を流域単位に設定する。
- (4) 計画対象土砂量の流出を低減させるための砂防施設配置計画については、
 - (A) 河床勾配を設定し、遊砂地の効果量、必要容量を算定する。
 - (B) 既設遊砂地については、導流堤の縦断計画、法線等についての改良すべき点について検討を行う。また、広大な遊砂地内における改良工法（根固工、水制工、低水路工、床固工等）について検討を行う。
 - (C) チバンジャラン川ーチクニール川及びチロセ川の既設遊砂地より上流部の侵食防止、河床勾配緩和のための施設の設置また遊砂地下流部での河床洗掘防止及び流路安定のための施設の設置。
 - (D) チアンダ川からチクンテン川にかけての西側斜面の流域については基幹かんがい水路がこれらの川を横切るようにふ設されており、土砂流入によってかんがい施設が被災すれば地域に与える影響は多大である。西側流域では、集落のみならず基幹かんがい施設の保全を配慮した施設配置計画が望まれる。

以上の点を配慮して計画する。

- (5) 砂防ダム、導流堤は爆発後緊急的に施工されたものであり、地盤が安定していない時期に設置されているため、その後の出水により幾度か洗掘や侵食を受け被災している。特に導流堤は土堤のままの所が多く破堤に至ったこともある。また、土砂流出が激しいため導流堤の天端近くまで堆砂しており危険な状態の所が多く見受けられる。

こうした状況からこれらの既設構造物の補強工作进行を検討する。

- (6) 火山周辺部には未だ多くの火山噴出物が残存しており、これらを砂防施設で全てコントロールするには限界があると考えられる。また、遊砂地の導流堤の高さにも限度があり高くすれば破堤した場合の影響が大きい。

土地利用の問題や施設としての適地の問題もある。そういう状況においては遊砂地等の堆積土砂を計画的に排除し貯砂容量を回復、確保することが必要と考えられる。土砂処理計画に基づいた計画排土量の設定とそれを搬出、輸送する設備の増強及び骨材等への有効利用の可能性について検討を加え提言する。

一方、土砂に関しての自然流下能力についても考察し、流下した土砂が下流まで無害に流下し得るか、下流河川の状況を調査し考察する。（チウラン川）

- (7) 火口湖は現在水深23mで約700万 m^3 の水をたくわえ、毎年水位が上昇しているものと見られる。ガルングンの爆発平均周期は53年（長い期間で72年、短い期間では24年）

であり、火口湖が形成されている状態で爆発するとホットラバールとなって最も激甚な災害を惹き起こすため、火口湖水位を低下させる対策が早急に必要である。

対策工法としては排水トンネル、開水路、サイフォン等が考えられるがいずれの方法を採用するかは下記の調査及び経済性、維持管理、環境等を総合的に検討して決定すべきである。

- (A) 火口湖の水位変動、それに関与する火口湖周辺の雨量を観測するため自記水位計、雨量計を設置し定期観測を行う。
 - (B) 対策の候補地点としては、今回の現地踏査から判断して、チバンジャラン川に近い付近の火口壁の低くなっている所が考えられるが、本調査で火口壁の測量を実施し、地質踏査およびボーリング等の地質調査を実施した上、位置及び対策工法を決定する。
 - (C) 火口内周辺の火山噴出物の堆積量を推定し、今後その土砂の火口湖への流入による影響を予測しておく。
- (8) 火山活動および火口湖に関する調査、観測はバンドン市にある鉱業エネルギー省火山局火山調査所によって行われているので、本調査を実施するに当っては火山調査所の協力を得て進めることが望まれる。
- (9) ガルングンには日本の技術援助によって、レーダー雨量計、泥流センサー、テレメーター化装置等の泥流予警報装置が設置されている。今後、この予警報装置を活用し警戒避難体制を確立していくことは次のような理由で依然重要性を持つ。理由として、防災工事が概成するには長期間を要すること、また火山泥流という大規模な自然現象では不測の事態が生じ得ること、また山麓周辺は肥沃な農業地帯であるため住民がまた元の所に居住し始めており、特に遊砂地内にも多くの方が住んでおり危険な状態となっている。
- インドネシア側による予警報システムを確立するため、調査期間中、現在までの予警報システムの問題点を指摘し、データの収集、分析について更にインドネシア側カウンターパートを指導することが必要である。

2. 調査対象域

調査対象域は下図に示すようにガルングン火山の南東山麓域(約550 km²)でありチウラン川下流の本川河道も含めた範囲である。

3. 調査項目及び内容

本調査の主な内容は、調査に必要な資料の収集、測量、土砂生産移動状況や流域特性を把握するための現地踏査、地質調査、データの評価・解析、防災施設計画の作成等である。

調査の全体のフローは図に示すとおりであるが、調査の項目及び内容は以下に述べる。

(1) 資料の収集

既存の資料・文献により調査に必要なデータを収集する。

- ① 地形図・地質図
- ② 気象・水文資料(雨量・水位、流量等)
- ③ 河道資料(河川縦横断、平面図等)
- ④ 河川、砂防既往施設(施設台帳、位置図、構造図等)
- ⑤ 既往災害資料(火山噴火、土砂害、洪水氾濫、侵食等)
- ⑥ 既往の防災計画、調査報告書、事業等
- ⑦ 流域調査
 - ・ 土地利用(現在、将来)
 - ・ 開発計画
 - ・ 利水状況(かんがい、発電等)
 - ・ 主要公共施設(鉄道、道路等)
 - ・ 資産・人口等
- ⑧ 社会経済状況
- ⑨ 労働・建設資材価格
- ⑩ 行政機構(一般、防災関連)
- ⑪ 排土関係資料
- ⑫ 予警報関係資料
- ⑬ 火口湖関係資料
 - ・ 地形図
 - ・ 地質図
 - ・ 水位調査
 - ・ 水質調査

(2) 既往災害の調査

火山爆発、泥流、本川の土砂移動、洪水等による既往の災害の実態を把握するため現地踏査を行う。

(3) 水文資料の解析

水文資料（雨量、水位・流量等）を整理し、必要な解析を行う。

(4) 水源荒廃状況調査

調査対象区域内の各河川水源部を現地踏査し、不安定土砂の分布状況、侵食状況、河床および河道の変動状況を把握する。

(5) 河川縦横断測量の実施

主要河川、支川の縦横断測量を実施し、不安定土砂量の推算、河床変動量の推算、河床縦断形等の把握を行なう。

(6) 河床材料調査

河床材料の粒度分布、骨材特性を調査する。

(7) 計画規模および計画対象土砂量の設定

計画の対象となる土砂量、洪水の規模を定める。

(8) 既存砂防施設調査

既存の砂防施設の位置、規模、構造、構築材料等を調査し、各々の施設の効果量（貯砂量、抑制量、調節量等）を算定する。また既往施設の被災歴についても調査を行う。

(9) 対策工法の検討

対象土砂量、泥流発生状況、既存防災施設及び土地利用状況等を配慮し、各河川を治めるに適切な工法を検討する。

(10) 防災施設配置計画の設定

計画規模の土砂流出、洪水に対応するための砂防施設等の適切な配置計画を作成する。

(11) 火口湖対策調査

① 水文調査

降雨量、水位を観測し貯水量の変化及び水収支等の解析を行う。

② 地形測量の実施

火口湖周辺の地形測量を実施し、対策工法の検討に資する。

③ 地質調査

現地地質踏査を実施した上、物理探査、ボーリング調査を実施し地盤の特性を把握する。

④ 火口湖土砂堆積調査

火口内周辺の噴出物堆積状況、侵食状況等を現地調査の上把握し、今後の湖水への土砂堆積について検討を行う。

⑤ 対策工法の決定

上記①～④の調査結果及び経済性、維持管理、環境面から総合的に検討を行い、対策工法を決定する。

(12) 流域調査

既存資料をもとに河川周辺の土地利用状況、利水状況、公共施設整備状況、集落、産業等の現況を調査する。

(13) 被害区域、被害箇所の想定

泥流や洪水による想定被害区域を設定する。

(14) 想定被害額の算定

想定被害区域に於ける資産調査を実施し、被害額を算定する。

(15) 概略施設設計

砂防ダム、導流堤、流路工等の砂防施設及び火口湖対策工の概略設計を行い、事業費算定等に資する。

(16) 事業費の算定、事業効果の評価

事業費を算定し、治水効果とその波及効果から事業便益を算定する。

(17) 警戒避難システムの整備のための調査

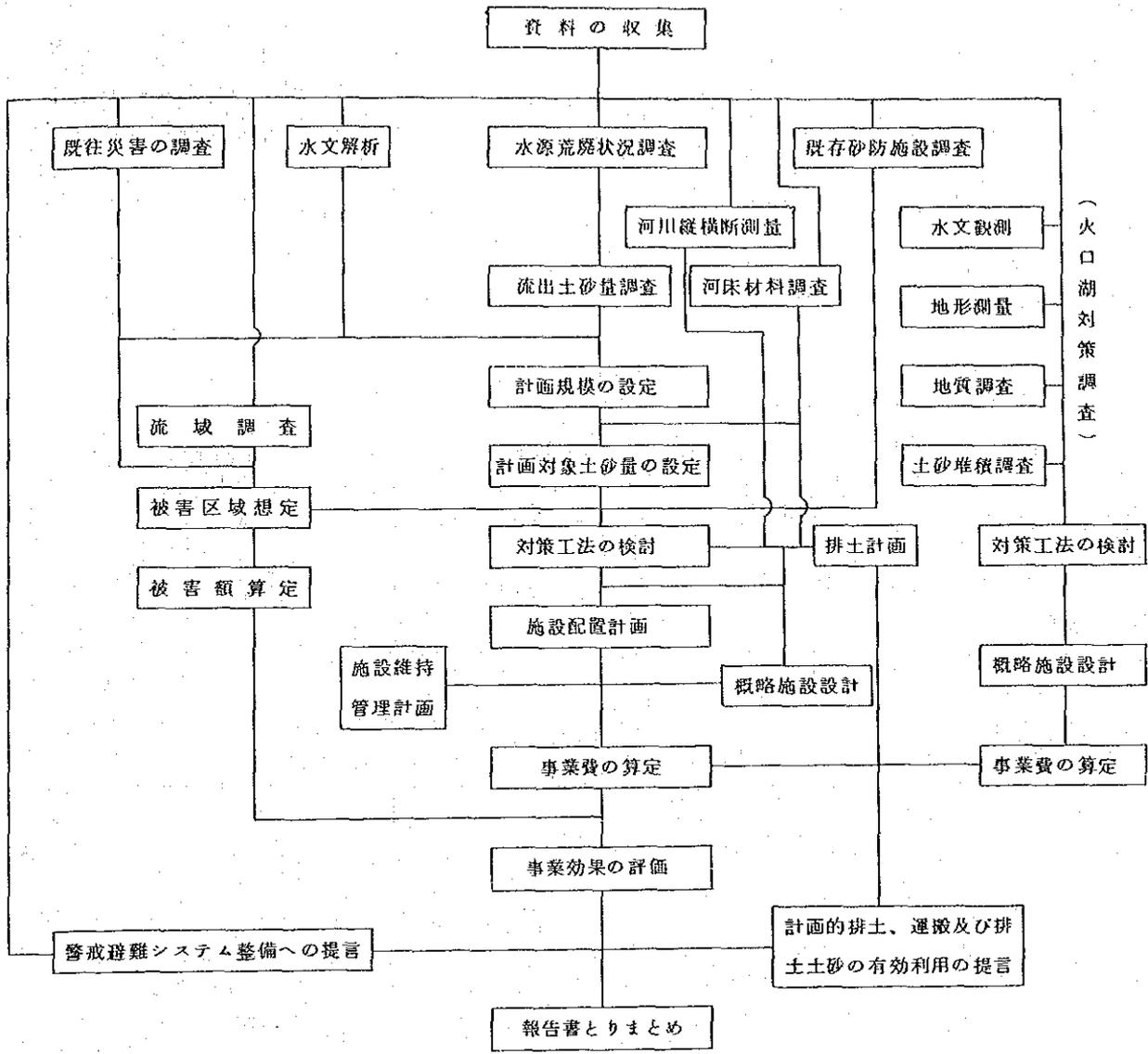
現存の予警報装置によって得られたデータを分析し、降雨と泥流発生との関係を調査する。また、危険区域及び区域内住民への情報伝達システム確立のため問題点を把握し提言を行う。

(18) 排土計画及び排土土砂の有効利用調査

対策工法の検討に於いて、遊砂地等からの堆積土砂の排土計画を検討し、且つ河床材料調査結果も踏まえ骨材等としての有効利用の可能性について検討し提言を行う。

(19) 防災施設維持管理計画

遊砂地等基幹防災施設及び火口湖対策施設の維持管理を中心にその在り方について検討する。



4. 調査工程

調査は、インドネシア国内での現地調査と日本国内で行われる解析作業とで構成される。現地調査期間は都合 6.5ヶ月間を予定し、第一次は 4.5ヶ月間で、資料収集、補足調査等が主体であり、第二次・第三次は、それぞれ 1ヶ月間で、インテリムレポート及びドラフトファイナルレポートの説明等が主となっている。ファイナルレポートの提出まで合計 18ヶ月間の工程を予定している。

全体調査工程(案)は下表の通りである。

TENTATIVE SCHEDULE

MONTH ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
STUDY IN INDONESIA	▨								▨					▨					
STUDY IN JAPAN					▨					▨								▨	
REPORT	▲				▲				▲					▲				◎	▲
	IC/R				P/R				IT/R					DF/R				◎	F/R

(REMARKS) IC/R : Inception Report P/R : Progress Report
 IT/R : Interim Report DF/R : Draft Final Report
 F/R : Final Report ◎ : Comment

5. 報告書

以下の報告書を作成し、インドネシア側に提出のうえ説明、協議等を行う。

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1. インセプション・レポート (20部) | 現地調査開始後1ヶ月以内に提出 |
| 2. プログレス・レポート (20部) | 調査開始後5ヶ月以内に提出 |
| 3. インテリム・レポート (20部) | 調査開始後10ヶ月以内に提出 |

4. ドラフト・ファイナル・レポート（20部）

調査開始後15ヶ月以内に提出

インドネシア側は当報告書受理後2ヶ月以内にコメントを日本側に提出する。

5. ファイナル・レポート（50部）

ドラフト・ファイナル・レポートに対するインドネシア側の意見を得て2ヶ月以内に検討の上提出する。

6. 要員計画

本調査の主な担当分野は、次のとおりである。

- ① 総括
- ② 防災対策
- ③ 水文・水理
- ④ 土砂水理
- ⑤ 地質・土質
- ⑥ 測量
- ⑦ 施設計画・設計
- ⑧ 施工・積算
- ⑨ 流域特性調査
- ⑩ 経済財務分析
- ⑪ 警戒・避難体制
- ⑫ 堆積土砂有効利用計画

今回の調査は、活火山地帯での泥流対策、洪水対策、火口湖対策および警戒避難体制の整備、堆積土砂の排出、有効利用等ハード技術分野だけでなくソフト対応も要求されており、総合的な防災計画を検討することが要請されているため非常に多方面にわたっている。調査対象域が広く火山山麓であるため水理現象、土砂移動現象が複雑でありまた火口湖の問題は特殊でその対策決定には総合的技術が要求される。

したがって、団長、団員の構成に当っては、上記の事を考慮して選定すべきである。

7. 調査実施のための必要機材

- | | |
|----------|-------|
| a. 自記水位計 | 1 set |
| b. 自記雨量計 | 1 set |
| c. 量水板 | 1 set |
| d. 車輛 | 2 台 |

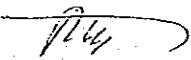
添 付 資 料

1. SCOPE OF WORK

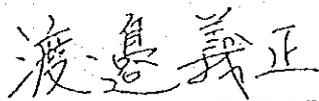
SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY ON THE DISASTER PREVENTION PROJECT
IN THE SOUTHEASTERN SLOPE OF MT. GALUNGGUNG
IN
THE REPUBLIC OF INDONESIA

AGREED UPON BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT
MINISTRY OF PUBLIC WORKS

JAKARTA, MARCH 25 1987



Ir. Putra Duwarsa
Assistant Director General
for River Development,
Ministry of Public Works,
Government of Indonesia



Mr. WATANABE Yoshimasa
Leader of
Preliminary Survey Team,
Japan International
Cooperation Agency

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Indonesia (hereinafter referred to as " the Government of Indonesia") the Government of Japan decided to conduct the Feasibility Study on the Disaster Prevention Project in the southeastern slope of Mt. Galunggung (hereinafter referred to as " the Study "), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with the authorities concerned of the Government of Indonesia.

The Directorate General of Water Resources Development, the Ministry of Public Works (hereinafter referred to as "DGWRD") shall act as counterpart agency to the Japanese Study Team (hereinafter referred to as " the Team ") and also as coordinating body to the other relevant organizations for the smooth implementation of the Study.

The present document sets forth the Scope of Work with regard to the Study.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are :

1. to conduct the feasibility study on the disaster prevention project in the southeastern slope of Mt. Galunggung.
2. to perform technology transfer to the Indonesian counterpart personnel.

(12)

R

III. STUDY AREA

The Study area shall cover the southeastern slope of Mt. Galunggung including Ciwulan river with approximately 550 km² as shown in the attached map.

IV. OUTLINE OF THE STUDY

In order to achieve the objectives mentioned above, the Study shall cover the following items :

1. Data collection and analysis

- (1) topographic and geological maps
- (2) meteorology and hydrology
- (3) land use and water use
- (4) past damage by flood, erosion and other disasters
- (5) existing facilities related to flood and erosion control
- (6) existing plans and study reports on disaster prevention
- (7) construction cost and construction materials
- (8) administrative and socio-economic conditions
- (9) existing facilities related to warning and evacuation system
- (10) others

2. Reconnaissance survey

- (1) topographic survey for updating of existing maps
- (2) geological survey and geotechnical survey
- (3) longitudinal and cross-sectional survey
- (4) hydrological observation
- (5) survey on sedimentation and flood area
- (6) survey on present land use and water use
- (7) others

(12)

R

3. Review of existing basic plan.
4. Formulation of urgent disaster prevention project plan.
 - (1) setting up a basic plan for disaster prevention
 - (2) basic layout of disaster prevention facilities
 - (3) preliminary design of disaster prevention facilities
 - (4) construction plan
 - (5) estimation of cost for construction and operation & maintenance
 - (6) estimation of benefit
 - (7) economic and financial analysis
 - (8) programme and organization for operation and maintenance
 - (9) social and environmental aspect.
5. Recommendation for warning and evacuation system
6. Recommendation for utilization of materials deposited on the southeastern slope.

(12)

R

V. SCHEDULE OF THE STUDY

The Study will be performed in accordance with the tentative study schedule drawn in the appendix.

VI. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Indonesia.

1. Inception Report ;

Twenty (20) copies within one (1) month from the date of commencement of the field survey in Indonesia.

2. Progress Report ;

Twenty (20) copies within five (5) months after commencement of the Study.

3. Interim Report ;

Twenty (20) copies within nine (9) months after commencement of the Study.

4. Draft Final Report;

Twenty (20) copies within fourteen (14) months after commencement of the Report.

The Government of Indonesia will provide JICA with its comments within two (2) months after its reception of the Draft Final Report.

5. Final Report ;

Fifty (50) copies each within two (2) months after JICA's reception of the said comments on the Draft Final Report.

12

R

VII. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF INDONESIA

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Indonesia shall take necessary measures:
 - (1) to secure the safety of the Team,
 - (2) to permit the members of the Team to enter, leave and stay in Indonesia for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees,
 - (3) to exempt the members of the Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Indonesia for the conduct of the Study,
 - (4) to exempt the members of the Team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the member of the Team for their services in connection with the implementation of the Study,
 - (5) to provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Indonesia from Japan in connection with the implementation of the Study,
 - (6) to secure permission for the Team to take all data and documents and necessary materials related to the Study out of Indonesia to Japan, and
 - (7) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable on members of the Team.

(13)

R

2. The Government of Indonesia shall bear claims, if any arises against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.
3. DGWRD shall, at its own expenses, provide the Team with the followings, in cooperation with other relevant organizations :
 - (1) available data and information related to the Study
 - (2) counterpart personnel and support staff necessary for the Study
 - (3) suitable office space with necessary equipment in Tasikmalaya and Jakarta
 - (4) credentials or identification cards.
4. The Government of Indonesia shall provide a vehicle necessary for the implementation of the Study.

(12)

R

VIII. UNDERTAKINGS OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures :

1. to dispatch, at its own expense, the Team to Indonesia, and
2. to perform technology transfer to the Indonesian counterpart personnel in the course of the Study.

IX. CONSULTATION

JICA and DGWRD will consult each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

①

R

APPENDIX

TENTATIVE SCHEDULE

ITEM	MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
STUDY IN INDONESIA																			
STUDY IN JAPAN																			
REPORT																			
		IC/R				P/R			IT/R					DF/R					F/R

(REMARKS) IC/R : Inception Report P/R : Progress Report
 IT/R : Interim Report DF/R : Draft Final Report
 F/R : Final Report © : Comment

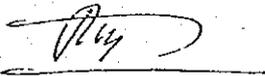


R

2. MINUTES OF MEETING

MINUTES OF MEETING
ON
THE FEASIBILITY STUDY ON THE DISASTER PREVENTION PROJECT
IN
THE SOUTHEASTERN SLOPE OF MT. GALUNGGUNG

March 25, 1987
Jakarta
the Republic of Indonesia



Ir. Putra Duwarsa
Assistant Director General
for River Development,
Ministry of Public Works,
Government of Indonesia



Mr. WATANABE Yoshimasa
Leader of the Japanese
Preliminary Survey Team
The Japan International
Cooperation Agency

In response to the request of the Government of the Republic of Indonesia, the preliminary survey team (hereinafter referred to as " the Team") of Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), visisted Indonesia from March 15th to March 27th, 1987, to discuss the Scope of Work for the feasibility study on the disaster prevention project in the southeastern slope of Mt. Galunggung (hereinafter referred to as " the Study ").

The Team carried out field surveys of the study area and held series of discussions with officials of Directorate General of Water Resources Development (hereinafter referred to as "DGWRD") and other agencies concerned.

A final meeting was held on March 25th,1987, at DGWRD, Jakarta . A list of those who attended the meeting is shown in the attached sheet.

The draft Scope of Work proposed by the Team was discussed in details between the Team and DGWRD and both sides agreed to adopt the Scope of Work with the following understandings:

1. The Team presented the list of necessary data for the study and Indonesian side promised that Mt. Galunggung office will try to collect the available data as much as possible in cooperation with authorities concerned before the arrival of the study team at Tasikmalaya.
2. Both side confirmed the necessity to carry out the additional survey mentioned below whose contents will be discussed and confirmed in detail in the course of the Study by both side ;
 - (i) topographic survey
 - (ii) geological and geotechnical survey
 - (iii) longitudinal and cross-sectional survey
 - (iv) hydrological observation at the crater lake

①

R

Due to the financial constraint on its budget, Indonesian side requested the Team that the said additional survey and the necessary equipment for it be provided by JICA.

The Team stated that the request from Indonesian side will be conveyed to the authorities concerned in Japan and will be discussed for consideration after their return to Japan.

Indonesian side is requested to carry out appropriate operation and maintenance including data collection of the above equipment provided by JICA in accordance with the guidance of the Japanese Study Team.

3. Indonesia side will provide one (1) vehicle at the study site for the use of the Japanese Study Team.

Considering the situation that one (1) car is not sufficient for the study activity, and that the four-wheel driven vehicles are not available at Tasikmalaya, Indonesian side strongly requested the Team that additional vehicles be provided by JICA for the study. The Team took note of it.

4. Indonesian side strongly requested the Team to train as many counterpart personnels as deems necessary in the study activities during the course of the study in Japan. The team will recommend the request from the Indonesian side to the authorities concerned in Japan after their return to Japan.

12

R

ATTENDANTS LIST

1. Japanese side

(1) Preliminary Survey Team

Mr. Y. WATANABE	Team Leader
Mr. K. KONDO	member
Mr. N. HIRANO	member
Mr. K. NAKAGAWA	member

(2) Short Term Expert for Radar System

Mr. T. FUJIHARA	Ministry of Construction
-----------------	--------------------------

2. Indonesian Side

1. Ministry of Public Works

Ir. Putra Duwarsa	Assistant Director General for River Development
-------------------	--

2. Directorate of Rivers

1. Ir. Hartono Pramudo	Director of Rivers
2. Ir. Amir Muryadi	Chief of Sub Directorate of Planning & Design
3. Ir. Sutrisno D	Chief of Sub Directorate of Erosion Control and Natural Disaster Rehabilitation
4. Ir. Sumarso M	Chief of Volcanic Debris Control Section
5. Ir. Sarwono Sukardi	Chief of Erosion Control Planning & Design Section
6. Sukiyoto, B.E.	Staff of Erosion Control Planning and Design Section.
7. Mr. M. Nakahiro	Leader of JICA Expert on Rivers
8. Mr. O. Itagaki	JICA Expert on Sabo

3. Institute of Hydraulic Engineering

1. Ir. L. Taulu	Head of Geotechnic Experimental Station
2. Ir. Supardiyono	Chief of Geotechnic Section

4. Volcanology

Ir. A.C. Effendi	Chief of Sub Directorate of Vulcanological Survey
------------------	---

5. Directorate of Planning & Programming
Mr. Aziz Booking, Msc

6. Mt. Galunggung Project

1. Ir. Adhy D. Sumono

Assistance Planning

2. Mr. Dasiran

Staff Planning Section

②

R

3. 既存資料の賦存状況

QUESTIONNAIRE

	presence	owner (name of agency)	remarks
I. General			
1. National development plan (5 year plan of DGWRD)	○	河川局	
2. Budget in recent 5 years	○	河川局	
(a) Budget of DGWRD			
(b) Budget for disaster prevention			
(c) Budget for Galunggung Project			
3. Name of agency related to this study	○	河川局	
(a) Name of agency			
(b) Address			
(c) Telephone number			
(d) Name of person in charge			
II. Technical			
1. Topographic maps	○	ガルングン事務所 火山調査所	対象全域 1 : 50,000 25 m 1932年
(a) Area covered by the above maps			
(b) Scale			
(c) Interval of contour line			
(d) Date of mapping out			
2. Profile of river bed	△	ガルングン事務所	チロセ川 チバンジャラン川 チクニール川 チメラー川 上記4河川については縦横断測量図が一部区間作成済 V=1 : 2,000 H=1 : 200
(a) Section of longitudinal survey			
(b) Interval of survey point			
(c) Date of survey			

	presence	owner (name of agency)	remarks
3. Cross-section of river bed (a) Map showing survey points (b) Interval of survey points (c) Date of survey	△	ガルングン事務所	
4. Data on fluctuation of river bed	-		
5. Geological map covered the target area (a) Scale (b) Date of mapping out	○	火山調査所	1 : 5 0 . 0 0 0 1 9 8 6 年
6. Hydrological data (a) Rainfall 1 Location of observatory 2 Period of observation 3 Record of rainfall (b) Discharge (Water-level) 1 Location of observatory 2 Period of observation 3 Record of discharge/ water-level	○	ガルングン事務所	観測所については 本報告書第IV章2・ 2) 参照 水位観測所は設置 されているが、洪 水時の水位 (流量) は殆んど無い
7. Meteorological data (a) Location of observatory (b) Annual precipitation (c) Annual evaporation (d) Monthly total precipita- tion (e) Temperature	?		ガルングン事務所 で資料の有無を調 査する

	presence	owner (name of agency)	remarks
<p>8. Volcanic product survey on the eruption in 1982~1983</p> <p>(a) Area of deposit</p> <p>(b) Thickness of deposit</p> <p>(c) Deposit material</p> <p>(d) Index map showing above-mentioned items</p> <p>(e) Estimated amount of sediments respective rever basin</p>	○	火山調査所	<p>報告書 「GALUNGGU - NG」 THE 1982-1983 ERUPTION J.A.Katili Adjet Sudradjet</p>
<p>9. Records of natural disaster in the objective area (Volcanic eruption, Lahar, Flood, etc.)</p> <p>(a) Occurrence year</p> <p>(b) Cause</p> <p>(c) Damage area</p> <p>(d) Condition of damage</p>	○	タシクマラヤ地方政府	<p>1982年噴火による被害については、本報告書第IV章4.及び報告書「GALUNGGU-UNG」参照</p>
<p>10. Basic plan of disaster prevention in Mt. Galunggung</p>	○	河川局	
<p>11. Existing facilities related to flood and erosion control</p> <p>(a) List indicated the following items;</p> <p>1 Type of works</p> <p>2 Location</p> <p>3 Construction year</p> <p>4 Construction material</p> <p>5 Dimension (H, L, V)</p> <p>6 Design discharge</p>	○	ガルンゲン事務所	<p>ガルンゲン事務所 で整理する</p>

	presence	owner (name of agency)	remarks
7 Storage capacity of sediment			
(b) Figure of structure			
(c) Damaged condition of existing facilities			
12. Socio-economic condition around Mt. Galunggung	○	タシクマラヤ地方政府	
(a) Administrative district			
(b) Population			
(c) Land use			
(d) Infrastructure			
(e) Industry			
13. Warning/evacuation system	○	河川局	
(a) Outline of the system involving the following matters;			
1 Organization for information system			
2 Facilities and those arrangement			
3 Transmission means			
(b) Actual state of warning/evacuation			
(c) Zoning of hazard	*		*火山局で作成したものが有る
14. Riverbed material and its utilization	-		
(a) Seiving test	-		
(b) Actual state of utilization	*		*関係機関への聞きこみ調査等が必要

	presence	owner (name of agency)	remarks
① Main places for taking out materials ② Volume of taking out material ③ Use of the materials ④ Means of transportation (c) Future plan of excavation and utilization 15. Unit price and wages of construction works (Cement, aggregate, stone, gabion, flame, wood, dynamite, fuel, etc.)	※ ○	河川局 ガルンゲン事務所	
III. For the countermeasure against crater lake			
1. Geological map around the crater 2. Plane map around the crater 3. Cross-section of crater by geodetic survey or aerosurvey 4. Geological survey (a) Reconnaissance survey (b) Bo'ing (c) Seismic prospecting 5. Water quality analysis 6. Observation of water-level at the lake (a) Location and method (b) Observation record	○ ○ - ○ - - ○ -	火山調査所 火山調査所 火山調査所 火山調査所	概略標準断面のみ 2回程度

	presence	owner (name of agency)	remarks
7. Other investigation (Spring water, seepage water, subterranean heat, gas, etc.)	△	火山調査所	
8. Data on the measure against Mt. Kelud crater lake	○	河川局	

○印：資料有り

△印：一部関係資料有り

—印：資料無しあるいは未確認

LIST OF PLANNING ACTIVITY
 MT. GALUNGGUNG PROJECT
 (1982 - 1986)

NO	ITEM OF ACTIVITY	DATE	CONTRACTOR	QUANTITY	REMARK
1	2	2	3	4	5
I.	<u>TOPO MAPPING SURVEYING SECTION</u>				
1.	MEASURING AND TOPOGRAPHY MAPPING OF CIPONYO SAND POCKET FOR PREVENTION DISASTER MT. GALUNGGUNG	MAY, 24TH 1983	CV. M U L I A JL, PANGLAYUNGAN I/54 TASIKMALAYA	500 Ha	
2.	MAPPING SURVEYING OF NEGLA SAND POCKET CIMAMPANG SAND POCKET, CIPONYO II SAND POCKET MT. GALUNGGUNG AREA	APR, 07TH 1984	CV. KARYA INDAH & CO Gg. ANGKREK II BLOK 3 NO. 37 PERUMNAS TASIKMALAYA	1021 Hz	
3.	STUDY MONITORING OF SEDIMENT IRRIGATION CANAL CIKUNTEN I	OCT, 05TH 1985	PT. NATIONAL ENGINEERING SERVICE JL. CENTEH 6 BANDUNG	22 Km	
4.	MAPPING SURVEYING OF THE CIMAMPANG RI-RIVER CILOSEH RIVER, CIKUNIR RIVER, AND CIBANJARAN RIVER	JUN, 17TH 1985	PT. WIRANTA BHUANARAYA JL. WIRANTA 4 BANDUNG	40 Km	
5.	MAPPING SURVEYING OF CIPONYO I DALAM SAND POCKET	JUN, 02TH 1986	CV. KARYA INDAH & CO JL. AMPERA 48 TASIKMALAYA	300 Hz	
6.	MAPPING SURVEYING OF CIMERAH RIVER	JUN, 02TH 1986	PT. HARIANG KANCANA JL, MITRA BATIK 50B TASIKMALAYA	20 Km	
II.	<u>INVESTIGATION SECTION</u>				
1.	GEOLOGY AND SOIL MECHANICS INVESTIGATION OF CIBANJARAN RIVER	JUL, 02TH 1983	PT. INTI CIPTA UTAMA JL. KRAMAT V/3 JAKARTA PUSAT	-	

NO	ITEM OF ACTIVITY	DATE	CONTRACTOR	QUANTITY	REMARK
1	2	2	3	4	5
2.	REGIME OF RIVER INVESTIGATION CITANDUY AND CIMULAN CATCHMENT AREA	NOV, 1983	PUSLIT. BANG.AIR JL.IR.H.JUANDA PO.BOX.51 BANDUNG	-	
3.	GEO ELECTRIC INVESTIGATION OF GALUNGGUNG PROJECT AREA	JUL, 1984	PUSLIT.BANG.AIR JL.IR.H.JUANDA PO.BOX.51 BANDUNG	-	
4.	SURVEYING OF WATER SPRING AND SUB SOIL WATER AT TASIKMALAYA REGENCY AND GARUT REGENCY	SEP, 29TH 1984	PUSLIT.BANG.AIR JL.IR.H.JUANDA PO.BOX.51 BANDUNG	-	
5.	DISCHARGE MEASURING OF CIKUNIR RIVER AND CIMULAN RIVER	AUG, 09TH 1985	PUSLIT.BANG.AIR JL.IR.H.JUANDA PO.BOX.51 BANDUNG	-	
6.	SURVEY EVALUATION AND ANALISIS SYSTEM OF SAND POCKET AT THE RIVERS VOLCANO PROJECT AREA	JUN, 19TH 1982	PUSLIT,BANG.AIR JL.IR.H.JUANDA PO.BOX.51 BANDUNG	-	

NO	ITEM OF ACTIVITY	DATE	CONTRACTOR	QUANTITY	REMARK
1	2	3	4	5	6
III.	<u>DESIGN SECTION</u>				
1.	DESIGN CHECK DAM OF CISARUNI RIVER PROVINCE WEST OF JAYA	JAN, 1984	CV. SURYA KENCANA JAKARTA	-	
2.	DESIGN CHECK DAM OF CILOSEH RIVER PROVINCE WEST OF JAVA	JAN, 1984	CV. SURYA KENCANA JAKARTA	-	
3.	DESIGN CHECK DAM OF CIMERAH RIVER PROVINCE WEST OF JAVA	JUL, 16TH 1984	PT. BUMI EMIJA TEHNIK JL. DANAU TOBA BLOK 6 III/106 JAKARTA	-	
4.	DESIGN CHECK DAM OF CIKUNTEN RIVER PROVINCE WEST OF JAVA	JUL, 31TH 1984	CV. GEONETA JL. A. YANI 416	-	

4. 面談者リスト

- (1) 公共事業省
 - (1) Ir. Putra Duwarsa 河川担当大臣補佐官
- (2) 同省河川局
 - (1) Ir. Hartono Pramudo 河川局長
 - (2) Ir. Amir Muryadi 技術計画部長
 - (3) Ir. Sutrisno D 防災部長
 - (4) Ir. Sumarso M 火山課長
 - (5) Ir. Sarwono Sukardi 砂防課長
 - (6) Sukiyoto B.E. 砂防課
 - (7) 中広三男 河川チーム専門家リーダー
 - (8) 板垣治 砂防専門家
- (3) 同省水工研究局
 - (1) Ir. L. Taulu 地質部長
 - (2) Ir. Supardiyono 地質課長
- (4) 同省ガルングン火山工事事務所
 - (1) Ir. Mugiono 所長
 - (2) Ir. Ady Duriat 計画設計課長
 - (3) Ronny Komaruddin " " 課
 - (4) Haposan L Gaol 維持管理予報課
 - (5) Dasiran 計画設計課
- (5) 同省、メラピ火山工事事務所
 - (1) Ir. Darmadi 所長
- (6) 同省、研究開発庁火山砂防技術センター
 - (1) Ir. Djoko Legowo 所長
 - (2) Ir. Agus Sumaryono 技術開発課長
 - (3) Ir. Subarkah 研修課長
 - (4) Ir. Chandra Hassan 情報課長
 - (5) 広住富夫 チームリーダー
 - (6) 万膳英彦 砂防専門家
 - (7) 大久保宏明 コーディネーター

- (7) 同省計画局
 (1) Aziz Booking, Msc
- (8) 鉱業エネルギー省火山局火山調査所
 (1) Dr. Adjat Sudradjat 所長
 (2) A.C. Effendi 火山地形課長
 (3) Sumarna Hamidi 火山地形課
 (4) Marshally A.P.M.E 地質課長
- (9) 在インドネシア日本国大使館
 (1) 宇塚公一 一等書記官
- (10) JICA インドネシア事務所
 (1) 遠藤英夫 所長
 (2) 佐藤幹治 次長
 (3) 松田教男 所員

5. 防災関連用語解説

SOEWARNO DARSOPRAJITNO B. Sc 著・小冊子「火山」(1979年9月)より

1. 熔岩 (lava) (LAVA)

岩漿 (magma) は噴出して地表で固まる。magma は栓をされた恰好になる。地表が円頂のとき頂上付近で熔岩ドーム (KUBAH LAVA) をつくる。

固まらず流動するものは襲来を受けた地区に勿論災禍をもたらす。しかし、その運動は緩慢であるので人畜は通常待避できる。

固まった熔岩は岩石になる。

2. 火山砕屑物 (pyroclastic) (PIROKLASTIK)

火山から空中に噴出され地上に落下した固形物質である。ときにはまだ灼熱状態の石塊 (火山弾) を含み、石礫 (pebble/lapilli)、砂粒、灰分からなる。灰分は風に乗って遠方まで運ばれる。

地球内部から放出される物質のほか、古い時代の物質も爆発時に一緒にとばされる。

3. 熱雲 (nuce andente) (AWAN PANAS)

メラピ山の地方では WEDUS GEMBEL (ジャワ語: 「縮れ毛のカソピソ (やぎ)」) の意といわれている。遠くから見ると AWAN PANAS は羊が群をなして走るように見えるからである。AWAN PANAS すなわち灼熱雲は爆発時に火山から放りだされる高熱ガスで、温度は 1000℃位、雲のように見え、灰分と岩屑を伴って火山斜面を滑走する。その速度は毎時 100km に達する。

熱雲堆積物 (ENDAPAN AWAN PANAS) はメラピ山地先の住民によりラドゥ (LADU) と呼ばれ、非常に微粒の灰が主成分である。

4. 泥流 (ラハール) (lahar) (LAHAR)

火山斜面に堆積した灰分が雨水と混じりあうとパンだね (ねりこ) のような物質 (ADONAN = dough) になる。そして飽水状態になると重力で動き出す。比重が重いので大石を動かし、砂分をまきこんで下流にむけて流出する。これがラハールと呼ばれるものである。まだラドゥ (LADU) が熱いときには「熱い」ラハール (LAHAR PANAS) が発生するし、逆にラドゥ (LADU) がさめているときは「冷い」ラハール (LAHAR DINGIN) が起る。

ほかに、クルー火山 (Gn. KELUD) の場合のように爆発ラハール (LAHAR-LETUSAN) といわれるものがある。クルー火山の場合は火口湖 (DANAU KAWAH) があって雨水をたくわえているので、爆発時には放出される物質 (灰分) が直接、水と混ざって「熱い」ラハール

ルが起る。これが爆発ラハール（噴火ラハール）である。ラハールと一般の洪水（BANJIR AIR）とはその液性（流体）状況を比較して区別する。すなわちラハールは上述のように、パンだねの性状をもっているので比重が高く、大きな岩塊でも浮んだ状態で動かすことができる。これにたいして、洪水は媒体は（濁っていても）あくまで水であり、その比重は殆んど1.0に等しい。したがって、大石は水中で浮んだ状態にはならないで、石礫は重力と流速でひきずられて動くだけである。

ラハールの堆積物には、その上部に大石が、下部に微粒分が見られるが、流水による堆積物はその逆で大きい粒経分は下部に、小さい粒経分は上部になっている。

JICA