インドネシアの火山観測

諏 訪 彰*

Volcanological Observation in Indonesia

Akira SUWA

I コロンボ計画によるインドネシア 火山観測体制整備技術協力のため の予備調査

インドネシア政府から、同国の火山観測調査体制整備のため、日本政府のコロンボ計画による本格的な技術協力と、その前提としての筆者を団長とする調査団の早期派遣の要請があったので、外務省および海外技術協力事業団 (OTCA) は、火山関係調査研究機関などと協議し、それに応じた。それで筆者は、1972年11月22日～12月23日、気象庁観測部地震課の清野政明・沢田可洋の両氏とともに同国へ出張し、実情を調査してきた。

インドネシアは、確認された広義の活火山 (噴気・硫気地域を含む) だけでも約130山を有し、火山は、利害ともに国民生活と極めて密接な関係がある。赤道地帯のため、海岸沿いは年中酷暑に悩まされ、疫病も流行しやすいので、人々は好んで山岳部に住みついている。なお、高温多雨のため、火山砕屑物は土壌化されやすく、火山地域は肥よくな農耕地となつている。しかし、そのために、噴火があると惨害を出しやすく、しかも同国の諸火山の噴火は、概して、巨大で、かつ、凶暴的である。大規模な爆発や溶岩流出活動のほか、火砕流や火山泥流を生じやすく、降雨による2次的な大泥流もよく発生する。それで同国では、世界史上まれな大噴火災害がよく発生してきた。このため、同国では、火山災害やその防止について

の官民の関心は極めて高い。殊に、ジャワ島とバリ島は、日本と同様に人口ちゅう密なので、噴火災害も特に発生しやすい。ちなみに、日本では、官民ともに火山災害よりも、地震災害に対する関心の方が遙かに高いが、インドネシアでは、丁度、逆である。

このため、戦前、該地域を領有していたオランダ政府は、火山の総合的な観測調査や防災工事・警報システムの整備を積極的に進め、当時は、この分野に関する限り、日本よりも先進国といえるほどであつた。独立後のインドネシア政府も、火山対策を重点政策としている。現在、同国の観測調査研究は、資源の利用から防災に到るまで、ジャワ島西部の高原都市バンドンにある鉱山省地質調査所によつて、一元的に行なわれている。該調査所の火山部は、バンドン勤務者だけでも60余名を算し、16活火山に計26観測所を有し、やはり、60余名が火山観測に専従しており、これらの火山観測所は本所火山部が直轄している。総じて、組織・機構は、日本の現状よりもすつきりしており、専従職員数も多く、該地質調査所内ないしインドネシア政府内での発言力も大きい。

しかし、火山観測用の精密測器類が欠乏しており、レベルの高い科学技術者はまだごく少なく、かつ、それらを改善するための経済力も弱いなど、発展途上国に共通する難問をかかえている。このため、同国は、日本の積極的な協力を得て、全国火山観測研究体制整備 (5カ年計画) を達成すべく、日本政府に特に要請してきたのである。

調査団は、首府ジャカルタにある日本大使館やOTCA事務所と連絡をとりつつ行動したが、筆者が、地質調査所長 JOHANNAS、地質図部長

* 気象庁気象研究所地震火山研究部
Seismological & Volcanological Laboratory,
Meteorological Research Institute,
Japan Meteorological Agency

第1図 インドネシア

No.	火 山 名	海拔 (m)	No.	火 山 名	海拔 (m)	No.	火 山 名	海拔 (m)
1	PULU WEH	584 +	27	BEMATANG BATA	約1000 +	53	UNGARAN	2050 ○
2	SILAWAIH AGAM	1726 ○	28	HULUBELU	1040 +	54	MERBABU	3145 ○
3	PEUETSAGOË	2780 ●	29	RADJABASA	1281 ○	55	MERAPI	2911 ●
4	BUR NI GEUREUDONG	2590 +	30	KRAKATAU	813 ●	56	LAWU	3265 ○
5	BUR NI TELONG	2624 ●	31	PULOSARI	1346 ○	57	WILIS	2563 +
6	GAJOLESTEN	1500 +	32	KARANG	1778 ○	58	KELUD	1731 ●
7	SIBAJAK	2212 ○	33	KIARABERES GAGAK	1511 +	59	ARDJUNO-WELIRANG	3339 ○
8	SINABUNG	2460 ○	34	PERBAKTI	1699 +	60	SEMERU	3676 ●
9	PUSUK BUKIT	1981 ○	35	SALAK	221 ○	61	BROMO	2329 ●
10	HELATOBA-TARUTUNG	500 1100 +	36	GEDEH	2958 ●	62	LAMONGAN	1669 ●
11	BUAL BUALI	1819 +	37	PATUHA	2434 ○	63	IJANG-ARGAPURA	3088 ○
12	SORIKMARAPI	2145 ●	38	WAJANG WINDU	2181 ○	64	RAUNG	3332 ●
13	TALAKMAU	2912 ○	39	TANGKUBAN PRAHU	2084 ●	65	KAWAH IDJEN	2386 ●
14	MARAPI(MERAPI)	2891 ●	40	PAPANDAJAN	2665 ●	66	BATUR	1717 ●
15	TANDIKAT	2438 ●	41	KAWAH MANUK	1950 +	67	AGUNG	3142 ●
16	TALANG	2896 ●	42	KAWAH KAMODJANG	1640 1730 +	68	RINDJANI	3726 ●
17	KERINTJI	3800 ●	43	GUNTUR	2249 ●	69	TAMBORA	2851 ●
18	SUMBING	2508 ○	44	GALUNGUNG	2168 ●	70	SANGANG API	1949 ●
19	KUNJIT	2151 ○	45	TELAGA BODAS	2201 ○	71	WAI SANO	903 +
20	BLERANG BERITI	1958 ○	46	KAWAH KARAHA	1125 1135 +	72	POTJOK LEOK	1675 +
21	BUKIT DAUM	2467 ○	47	TJERIMAI	3078 ●	73	INERI	2245 ○
22	KABA	1952 ●	48	SLAMET	3432 ●	74	INIË LIKA	1559 ●
23	DEMPO	3173 ●	49	BUTAK PETARANGAN	2222 ●	75	AMBUROMBU	2124 ●
24	BUKIT LUMUT BALAI	2055 +	50	DIËNG	2565 ●	76	IJA	637 ●
25	MARGA BAJUR	400 1000 +	51	SUNDORO	3151 ●	77	SUKARIA	1500 +
26	SEKINTJAU BELIRANG	1719 ○	52	SUMBING	3371 ○	78	NDETU NAPU	750 +

の活火山の分布

No.	火山名	海拔(m)		No.	火山名	海拔(m)	
79	KELI MUTU	1640	●	105	SOPUTAN	1784	●
80	PALUWEH	875	●	106	SEMPU	1549	○
81	EGON	1703	○	107	BATU KOLOK	890	+
82	ILI MUDA	1100	○	108	TEMPANG	900	+
83	LEWOTOB I LAKILAKI	1584	●	109	TAMPUSU	1180	+
84	LEWOTOB I PERAMPUAN	1703	●	110	LAHENDONG	780-988	+
85	LEROBOLONG	1117	●	111	SARANGSONG	750	+
86	RIANG KOTANG	200	+	112	LOKON-EMPUNG	770	+
87	ILI BOLENG	1659	●	113	MAHAWU	1331	●
88	LEWOTOLO	1319	●	114	KLABAT	1995	○
89	ILI LABALEKAN	1486	○	115	TONGKOKO	1149	●
90	ILI WERUNG	1018	●	116	RUANG	714	○
91	BATU TARA	748	●	117	API SIAU	1748	●
92	SIRUNG	862	●	118	BANUA WUHU	12	●
93	YERSEY volcano		○	119	AWU	1320	●
94	EMPEROR OF CHINA	-2850	●	120	SUBMARINE VOLCANO IN		●
95	NIEUWERKERK	-2285	●	121	DUKON	1087	●
96	GUNUNG API	282	●	122	MALUPANG WARIRANG	1115	●
97	DAMAR	868	●	123	IBU	1340	●
98	TEON	655	●	124	GAMKONORA	1635	●
99	NILA	781	●	125	TODOKO	979	○
100	SERUA	641	●	126	PEAK OF TERNATE	1715	●
101	MANUK	282	○	127	MAKIAN	1357	●
102	BANDA API	658	●	128	UMSINI	2665	●
103	UNA UNA	568	●				
104	AMBANG	1795	○				

第1表 インドネシアの活火山
No. は第1図参照。
No. に○が付いているのは火山観測所がある活火山。
下線は筆者らが訪ねた活火山。

HARTONO, 火山部長 D. HADIKUSUMO の諸氏と旧知の関係にあるためもあり、入国から出国まで、地質調査所が直接すべて世話してくれた。このため、調査団は、バンドン市を本拠地にして、ジャワ島の Tangkuban Prah, Papandajan, Dieng, Merapi, Kelud, Semeru の6活火山と、バリ島の Agung, Batur の両火山を歴訪し、火山活動状況や観測施設・観測調査方法などをつぶさに視察し、かつ、スンダ海峡の Ana Krakatau 火山島もジャワ島西岸から遠望してきた。これらの活火山のうち、Semeru と Ana Krakatau の両火山は噴火中で、間歇的に噴煙を吹き上げていた。Merapi 火山では、火山性地震が多発しており、帰国のためバンドンからジャカルタに戻った日に噴火を開始し、小規模ながら、熱雲も発生した。

インドネシアとしては、日本が一方的に中途半端な経済・技術協力をするというのではなく、両国共同の本格的な総合的・組織的な観測研究プロジェクトを組み、5カ年計画で、確実に成果をあげられるようにすることを切望している。その主要な具体的事項を列挙すると、次のとおりである。

- 1) Merapi, Semeru 両火山(日本のA級活火山に相当)の常時観測網用の高性能地震計類の日本からの供与と、それによる観測・調査方法の開発。(常時火山観測体制整備のモデル・ケースとして)
- 2) 機動観測用の高性能地震計類の日本からの供与と、それによる観測・調査方法の開発。
- 3) 日本側は、3名程度の火山専門家(火山観測、火山測器、地質岩石)からなるプロジェクトチームを、5カ年にわたりインドネシアに常駐させる。(要員交代は可)
- 4) インドネシアは、日本へ[具体的には、東京の国際地震学地震工学研修所(IISEE)]へ年次計画的に火山専門研修生を派遣する。

筆者らの予備調査団としても、今回の実態調査結果からみて、この程度のことをしないと、折角、何がしかの技術援助をしても、焼石に水となり、実を結び難いように考えられる。それで、調査団は、この線で OTCA ないし日本政府がイン

ドネシアに協力できるように、関係方面に懇請中である。最近の国際情勢下における日本の立場からみても、これを達成することは、特に有意義と考えられるので、今後、その実現に、微力をつくしてゆくつもりである。しかし、日本としては、この分野でのかように本格的な国際協力は前例がないため、実現までには、相当のう余曲折を経なければならず、また、実現の場合には、気象庁はもとより、地質調査所・建築研究所や大学などの関係諸機関の理解ある協力が必要であろう。なお、前記4項のうち、4)のインドネシアからIISEEへの年次計画的な火山専門研修生の派遣は、既に実行されつつある。

以上が、インドネシアにおける火山とその観測研究状況、今後の整備計画と日本の協力問題などの概要である。次に、同国の火山観測や防災策などについて、やや詳述する。

II 火山活動の観測研究の現状

1942~45年の第2次大戦と、その後の混乱期のため、オランダ領時代からの火山観測施設はほとんど失われ、かつ、インドネシア共和国の成立に伴なつて、白人はもとより、それとの混血の火山専門家も、順次、政府機関から追放されたため、この地域の火山の観測・研究は、一時、壊滅の危機にひんした。

しかし、1950年代から、同国人自身の手による火山観測体制の再建が積極的にはかれ、1957~58年には、地質調査所の D. HADIKUSUMO, I. SURJO の両氏が日本に留学し、東京大学と気象庁で約1年間研修を受け、気象庁では専ら筆者がその指導にあたつた。この両氏は、以後、今日まで、インドネシアの火山対策の中軸的存在で、特に前者は該調査所火山部長の要職にある。同火山部の観測課長 J. MATAHELMUAL 氏(火山観測)、調査課長 KUSUMADINATA 氏(地熱開発)も、それぞれ、近年、日本に留学したことがある親日家である。ただ、戦後、この分野の創設、育成について、同様に日本の技術協力を期待してきた、フィリピンの火山調査委員会(Commission on Volcanology. 火山専門の職員を抱え、総合的な火山観測・調査の実施機関)と違って、インドネ

シア地質調査所は、最近まで、前記の IISSE へは火山専門の研修生は派遣しなかつた。これは、研修生募集上の事務的な不備によるらしい。しかし、地熱開発についての研修や、国際会議への参加などのため、該調査所員らもしばしば来日し、また、東京大学水上武氏、九州大学種子田定勝氏、北海道大学横山泉氏らも同国へ出張し、これらの諸氏や筆者らとインドネシア側との文通も絶えなかつたので、両国の火山専門家間の情報交換は、かなりよく行なわれてきた。

さて、インドネシア火山調査所火山部は、常設の観測・調査の2課のほか、地熱開発・火山岩屑制御の両プロジェクト・チームを有し、また、ジョクジャカルタ市には支所としての Merapi 中央観測所があり、更に、同火山を初めとする16火山に25観測所を持つている。従つて、該火山部は総数130余名の部員をようし、日本の国家事業としての火山観測を担当する気象庁よりも、遙かに多数の火山専門職員を抱えている。日本の気象庁の火山観測は専ら防災目的であり、地球物理学的方法にやや偏しすぎているきらいがあるが、インドネシア地質調査所は、地熱開発などの各種火山資源の利用開発まで一元的に所管し、かつ地球物理・地質岩石・地球化学的な観測・調査が総合的に行なわれている。また、バンドン工業大学などにも少数の火山研究者はいるが、いわゆる火山観測は地質調査所だけしか行なっていない。日本の現状とくらべれば、一長一短があるが、同国の火山観測調査体制は一貫しており、その点、極めて効率的といえよう。ちなみに、日本の気象庁も16火山で常時観測しているが、本庁にもまだ火山課はなく、観測部地震課と、付属機関の気象研究所地震火山研究部を合わせても、火山専門職員は10数名にすぎず、しかも、人事行政上の都合で、長年にわたつて、火山専門で通すことは困難である。従つて、長期的に見ると、インドネシアの火山観測・調査事業の方が強力に発展しやすい組織・体制を具備していると、言えよう。

1) 観測課 26観測所の管理、火山機動観測の遂行、測器の保守、観測資料の整理・刊行などのいわゆる火山観測業務全般を担当。機動観測には、1970年代に整備された携帯用の電磁地震計な

第2図 インドネシア地質調査火山部観測課の課員たち。左端は Hadikusumo 火山部長、前列中央は筆者。(1972年12月15日撮影)

どが使われ、巡回観測（観測所のない火山や、観測所はあつても地震計が常置してない火山の定期的観測）と緊急観測（噴火や火山性異常現象が発生した場合）の2種に分けられる。（この点は、気象庁に類似）

2) 調査課 防災対策を専門に担当し、後述する防災体制造りの資料をまとめる。例えば、将来、噴火が発生した場合の各種火山噴出物（2次の泥流なども含む）の到達範囲（危険区域）を予測するために、全国諸火山について、各種火山噴出物の分布や付近の地形などを精査して、危険区域の段階的な区分を行なっている。なお、日本では、この種の組織的な調査は、ほとんど行なわれていない。

3) 地熱開発プロジェクト 火山地域での地熱エネルギーの利用を目的とし、Dieng 火山（ジャワ島中部）などの数火山で、地熱地域の探査を行なっている。このプロジェクトを行なうために、日本にも研修生を派遣。しかし、噴火防災上の火山観測整備では、日本との共同研究プロジェクトの実現を要請しているのに対して、地熱開発や地質図作成には、おもに米国（地質調査所）の組織的な協力を要請し、既に遂行されつつある。

4) 火山岩屑制御プロジェクト 噴火災害を積極的に防止する目的で、1967～68年頃、建設省に特別委員会が新設された。本プロジェクトは、地質調査所が該委員会の相談役の務めをはたすために行なっているもので、防災上の諸施設の具体

第3図 Badak ダム。Kelud 火山からの泥流が南山ろくの Blitar 市を襲うのをさけるように、流向をそらせるために、1969年に完成。(1972年12月6日撮影)

第4図 Merapi 中央観測所
(ジョクジャカルタ市、1972年11月29日撮影)

策、地点の選定などについて、火山観測・研究の立場から計画立案に参画し、実地調査なども行なっている。I. SURJO 氏がその責任者で、該委員会にも加わっている。この国特有の火山泥流対策が最重点で、Kelud 火山(ジャワ島東部)などの山ろくで泥流の流向をそらせるための大規模なダムの築造などが行なわれている。

5) Merapi 中央観測所 世界的に著名な活火山 Merapi (ジャワ島中部)の南ふもとにある古都ジョクジャカルタ市内にあり、該火山にある6観測所の中核で、噴火の際の警報の地方行政機関への伝達なども行なっているが、また、バンドン市にある地質調査所の支所としての機能もある。Merapi 火山に対しては、該中央観測所13名、他

の6観測所各3名前後で計16名、総数29名の職員が常時勤務している。中央観測所の庁舎は1957～71年に順次建築した。博物館や宿舍も付属する立派な建物で、将来は、全国各地の火山関係職員の研修所としても使用の予定。

6) 火山観測所 1950年代から諸火山で火山観測所の再建ないしは新設が開始され、目視観測だけの所が多かったが、一部では機械式地震計による常時観測も行なわれ、以後、そのような観測所が漸増した。1972年11月～12月現在では、各火山観測所は、第2表のように整備されていたが、商用電源が利用できる観測所は皆無に等しかった。震動観測が主軸であるが、ほとんど旧式低倍率の機械式地震計を修理・改造したもので、臨時観測用の電磁地震計も老朽化している。火山観測所数も最も多く、観測内容も一番充実している Merapi 火山でも、目視観測だけの観測所があり、比較的好条件のセロ火山観測所の地震計も、日本製のピックアップ(保坂)・記録器(勝島)、手製の増幅器、香港製のバッテリー、ドイツ製の振り時計といった具合に、戦前から戦後にわたって各国の諸会社で製造された部品を寄せ集めたもので、倍率その他の特性もさだかではない。従つて、火山性地震はある程度は記録するが、ざるで水をくむ感が深く、震源位置決定などはまず不可能である。それにしても、このような地震計を保守し、観測を続けている MATAHELMUAL 氏らの熱意は、涙ぐましいほどで、感謝のほかはない。なお、これらの常時観測火山では、測温などの定期現地観測も行なわれている。各火山観測所の職員は3名前後で、義務教育だけの者が大半を占めているが、計画的にバンドン市の地質調査所に集めて、火山観測の実務を主とする研修を行なっている。バンドン市にいる火山部員や、ジョクジャカルタ市の Merapi 中央観測所員はもとより、現地の火山観測所員も、極めて仕事に忠実・勤勉で、かつ、自己の職務・使命を自負しており、筆者らの部外者にも、大変、頼母しく感じられた。

III 火山噴火による災害と防災策

インドネシアは、地球上の活火山総数の7分の1以上を有し、世界第1の火山国であるが、噴火

第2表 インドネシアの火山観測所リスト

島 名	(No.) 火 山 名	火 山 観 測 所 名	火口から の 距 離	地 震 計	商用電源
Sumatra	(14) Merapi	Kotabaru	km 4	機械式(H)	な し
"	(16) Talang	Batuberjanjang	9	機械式(H)	"
Java	(39) Tangkuban Prah	Tangkuban Prah	0.1	電磁式(3 Z)	"
"	(55) Merapi	Babadan	4	*電磁式(H, Z)	"
"	"	Ngepos	10.5	な し	"
"	"	Plawangan	5	(電磁式(H, Z) 機械式(2 H)	115V/ 50cycle
"	"	Deles	5	*電磁式(H, Z)	な し
"	"	Selo	5	*電磁式(H, Z)	"
"	"	Jrakah	4.5	な し	"
"	(50) Dieng	Karang Tengah	1	(機械式(2 H) 電磁式(Z)	"
"	(58) Kelud	Margomulyo	6	機械式(H)	"
"	(60) Semeru	Argosko	9	機械式(H)	"
"	"	G. Sawur		な し	"
"	"	Tawonsongo	9.5	な し	"
"	(62) Lamongan	G. Meja		な し	"
"	(65) Kawah Idjen	Paltuding	3	な し	"
Bali	(67) Agung	Rendang	12.5	機械式(2 H)	"
"	"	Budakeling	12	機械式(2 H)	"
"	"	Batulompeh	14.5	な し	"
Sangeang	(70) Sangeang Api	Tawali	9.25	な し	"
Flores	(76) Iya	Ende	5	機械式(2 H)	"
Banda	(102) Banda Api	Colombo	2.5	機械式(Z)	"
Sulawesi	(113) Mahawu	Tomohon	3	機械式(2 H)	"
Sangir	(119) Awu	Bawendego	7	機械式(2 H)	"
Makian	(127) Makian	Ngofakiaha	3.5	電磁式(H)	"

* 印は臨時観測。 H: 水平動, Z: 上下動。 火山の No. は第1図及び第1表参照。

の規模や凶暴性の点でも、比肩する国がないほどである。例えば、全世界で、多数の人命を奪った20大噴火災害を、第3表に列挙したが、犠牲者数がかかなり明確なものだけに限ったので、結果的に、11世紀以降の噴火となった。これらのうち、実に12噴火災害は、インドネシアで発生した。ちなみに、噴火の規模と死者数とは必ずしも比例しないが、第1位の Tambora 火山の1815年大噴火は、噴火の規模でも、有史以来世界最大で、火山噴出物総量約150km³、噴火の総エネルギーは10²⁷ erg 程度で、地球上で見られる地震・台風などの各種の天変地異に比べても、圧倒的に大きい。また、インドネシアでは、近年も毎年、10火山ほど

が噴火し、どこかで実害を生じており、本1974年のサンギへ諸島シアウ島の Api 火山大噴火でも、惨害を出した。

インドネシア諸火山は、噴火型式の中でも最も危険な火砕流・熱雲や、火山泥流をよく発生させる。このような噴火の特性が、惨害をまねく要因である。火山泥流は、同国では lahar と呼ばれ、1次的な eruption lahar と、2次的な rainfall lahar とに大別される。後者は、山腹にいつたん堆積した比較的細粒の火山砕屑物が、多量の降雨で、泥流となつて斜面を流下するものであるが、下流では次第に勢力を増し、大岩塊をもとり込んで土石流となる。たとえば、ジャワ島では雨季と乾季が

第3表 犠牲者数からみた世界の20大噴火災害

火 山 名 (所 在 地)	噴火年代	死者概数	備 考
(1) タンボラ (インドネシア, スンバワ島)	1815年	92,000人	噴火後の餓死者を含む
(2) クラカトア (インドネシア, スンダ海峡)	1883	36,000	おもに津波による
(3) プレー (西インド諸島, マルチニック島)	1902	28,000	熱雲で一市全滅
(4) ベスビウス (イタリア, 本土)	1631	18,000	79年以来の大噴火
(5) エトナ (イタリア, シチリア島)	1169	15,000	爆発・溶岩流出
(6) 雲仙岳 (日本, 九州)	1792	15,000	火山噴火の総合版
(7) ケルト (インドネシア, ジャワ島)	1586	10,000	火山泥流による
(8) エトナ (イタリア, シチリア島)	1669	10,000	カタニア市まで溶岩流
(9) ラ キ (アイスランド)	1783	10,000	餓死者を含む
(10) メラビ (インドネシア, ジャワ島)	1006	数千	おもに熱雲による
(11) ケルト (インドネシア, ジャワ島)	1919	5,000	火山泥流による
(12) ガルンガン (インドネシア, ジャワ島)	1822	4,000	同 上
(13) ア ウ (インドネシア, サンギヘ島)	1711	3,200	同 上
(14) ラミントン (ニューギニア)	1951	3,000	爆発・熱雲による
(15) メラビ (インドネシア, ジャワ島)	1672	3,000	熱雲・火山泥流による
(16) パパンダヤン (インドネシア, ジャワ島)	1772	3,000	爆発による
(17) ア ウ (インドネシア, サンギヘ島)	1856	2,800	火山泥流による
(18) アグン (インドネシア, バリ島)	1963	2,000	熱雲・火山泥流による
(19) スーフリエール (西インド諸島, サンバンサン島)	1902	1,600	熱雲による
(20) ア ウ (インドネシア, サンギヘ島)	1892	1,500	火山泥流・熱雲による

■ 立入禁止区域 ■ 第1危険区域 ■ 第2危険区域
 ■ 熱雲 □ 安全地域 ○ 観測所
 観測所 1.Jrakah 3.Deles 5.Ngepos
 2.Babadan 4.Plawangan 6.Selo

第5図 Merapi 火山の危険区域の区分
(インドネシア地質調査所による)

はつきりしているが、同島の Merapi, Kelud 両火山などでは、降水量が 60mm/時以上になることも珍しくない。このような場合には rainfall lahar 発生の危険がごく大きく、該泥流は約1時間で山ろくの都市に襲来する。

第5図は、既述のように地質調査所火山部調査課が作成した、活火山の危険度区分図の実例であるが、便宜上、原図よりも縮小し、かつ、簡略化してある。

各活火山の危険区域は、普通、下記の3区域に大別される。

- (常時) 立入禁止区域 小噴火でも、火山噴出物に直接おそれやすい火口周辺区域。
- 第1危険区域 大噴火の際は、火山噴出物に直接おそれやすい区域。
- 第2危険区域 火山泥流 (lahar) におそれやすい区域。

a) (常時) 立入禁止区域は、定住を禁じ、既に定住している者も、順次、立ち退かせるべき区域である。しかし、例えば、Merapi 火山では、

この区域にも、現在、約3万人の住民がおり、彼等を立ち退かせるのは至難の業で、関係当局者は頭を痛めているという。また、同火山では、a)～c)の3区域を合計すると、20万人が危険区域で生活しているという。しかし、この区分を防災策に具体化しようとする当局者の意気込みは、よくうかがわれた。なお、この国で、日本のように登山観光客の噴火災害が問題になるのは、まだ、パンドン市郊外の Tangkuban Prahú 火山くらいのものである。この火山は、頂部の活動火口縁まで、舗装道路が通じている。

噴火のために住民を避難させる場合、各火山観測所から警報を地方自治体へ連絡し、更に一般住民に伝達するルートは、確立されている。巨大で凶暴的な活火山で、火山観測所も6カ所にある Merapi 火山では、それらの火山観測所からの情報は、まず、Merapi 中央観測所に入り、そこから、いわば県庁→市町村役場→一般住民というルートで伝達される。しかし、火山泥流や火砕流・熱雲が発生したような場合には各火山観測所自身が警報サイレンなどで、直接、住民に避難をうながすこともあるという。

なお、昔からしばしば大泥流が発生し、惨害を繰り返してきた Kelud 火山の山頂火口湖の水位

をたえず調節して、泥流の発生を予防するため、オランダ統治時代の1928年につくられた数本の水抜きトンネルは、噴火防災策の好例として、世界的に有名であり、その後の諸噴火で効果をあげた。しかし、寄る年波の痛みもあり、1951年、66年の両噴火で破壊されたが、復旧されている。該水抜きトンネルは、長さ1.2km、高さ160cm。ちなみに、この火山の泥流の防災には、大規模なダムも造られていることは、既に述べた。

IV 終わりに

筆者らが今回訪問したのは8火山、12観測所にすぎないが、随所に発展途上国の意欲と苦悩がにじみ出ているのを見逃すわけにはいかなかった。日本は先進国としては珍しく活火山に富み、火山の観測研究はいわばお家芸となつている。そのお家芸をいかして国際社会に寄与する試金石として、このインドネシアへの技術協力は、是非、着実に達成したいものであり、関係各位のお力添えをお願いしたい。なお、本稿の付図・付表の作成については、気象研究所の同僚・大浦悦子氏に負う所が多い。記して、感謝の意を表する。

(1974年4月27日受理)