Mt.Merapi 噴火（速報）

(Vor.02：2010 年 11 月 10 日～2010 年 11 月 19 日)

八千代エンジニヤリング株式会社

１．噴火の活動経緯と土石流の状況

1.1 噴火活動

2010 年 10 月 26 日から噴火活動を開始した Mt.Merapi は 11 月 10 月以降、火砕流の発生回数が低下している。山頂付近の濃霧のため、目視確認ができないものの、火山性地震、噴火音、崩壊音を観測しており、依然、火山活動は高い状態にある。

11 月 15 日に、火砕流到達距離の実績が発表された。11 月 5 日に K.Gendol で発生したものが最大でり、その到達距離は 14km であった。

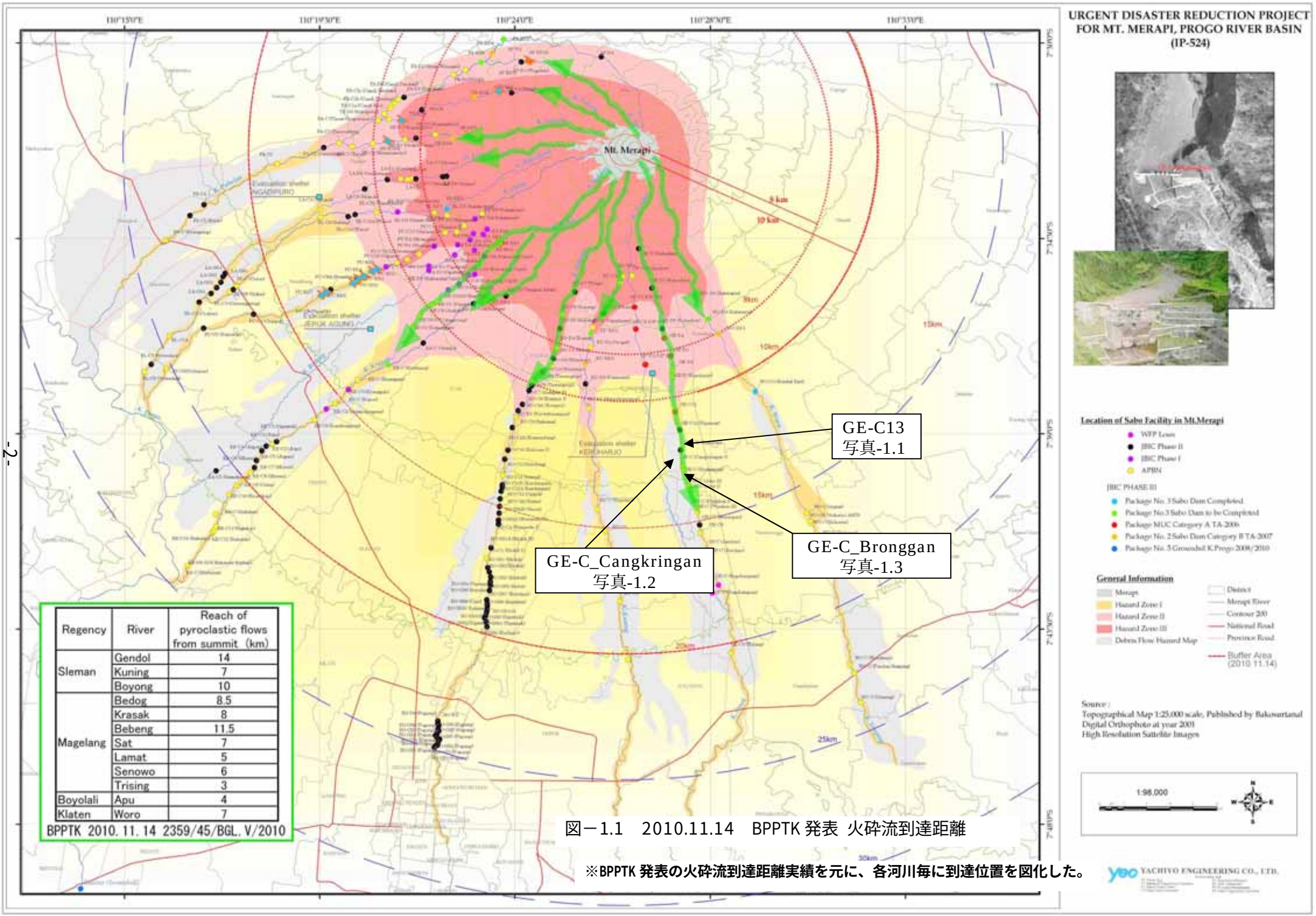
一方、火砕流の発生低下を受け、11 月 15 日、19 日の２段階で、危険区域の縮小が発表されている。一律山頂から 20km の危険範囲を K.Gendol を含む Sleman 地区が 15km と縮小され、他地区は 5km～10km とされている。

以下に火山噴火の主な活動経緯をとりまとめた。

表－1.1　Mt.Merapi　噴火活動の主な経緯

年月日	活動の概要
2010 年 10 月 25 日	火山性地震が多発し、火山危険度の最高レベルである「AWAS」に引き上げられる。
10 月 26 日	最初の火砕流が発生し、K.Gendol 方向へ流下した。避難区域が 10km に設定された直後であり、避難出来なかった 26 名が火砕流により死亡。
10 月 28 日 ～ 11 月 2 日	２回目の火砕流が発生し、K.Gendol 方向に流下した。その後、断続的に溶岩の流出、噴火を伴う火砕流が発生し、山頂より約 4km まで火砕流が到達した。Jogya 市内でも火山灰が観測される。
11 月 3 日 ～11 月 4 日	比較的大きな爆発的噴火及び溶岩流出を伴う火砕流が発生。K.Gendol を中心に山頂より約 9km まで火砕流が到達。３日の火砕流により避難区域も 10km から 15km に拡大。以降、同様な噴火が継続した。
11 月 5 日	最大規模の爆発的噴火及び溶岩流出を伴う火砕流が発生。K.Gendol において山頂より約 17km 付近まで火砕流が到達。この火砕流により避難区域が 15km から 20km に拡大。
11 月 6 日 ～11 月 9 日	爆発的噴火及び溶岩流出を伴う火砕流が断続的に発生した。 火砕流の流下方向も K.Woro,K.Gendol,K.Kuning,K.Krasak,K.Boyong と広範囲にわたり、到達距離も約 3km～5km となっている。また、豪雨による土石流も発生した。
11 月 10 日 ～11 月 12 日	**火砕流は１日に１～２回に発生が低下した。しかし、火山性地震など活動は依然高い状態が継続。山頂付近の濃霧のため、視覚による確認が出来ないが、噴火・崩壊の轟音が発生している。**
11 月 13 日 ～11 月 15 日	**11 月 14 日に火砕流が２回流下した。また、15 日に現在まで流下した火砕流の到達距離が発表され、地域によって危険区域範囲が一部縮小された。 火砕流の最大到達距離は K.Gendol の山頂から 14km であった。**
11 月 16 日 ～11 月 19 日	**11 月 18 日に２回の火砕流が流下したが、この期間はこの２回のみ。しかし、火山性地震など活動は依然高い状態が継続。 19 日には危険区域範囲が一部縮小された。**

※上記情報は BNPB(Badan Nasional Penanggulangan Bencana)及び BPPTK（Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian）公式発表を要約。子細な活動履歴は付表－１及び付図－２を参照。



Regency	River	Reach of pyroclastic flows from summit (km)
Sleman	Gendol	14
	Kuning	7
	Boyong	10
Magelang	Bedog	8.5
	Krasak	8
	Bebeng	11.5
	Sat	7
	Lamat	5
	Senowo	6
	Trising	3
Boyolali	Apu	4
Klaten	Woro	7

BPPTK 2010. 11. 14 2359/45/BGL. V/2010

図－1.1　2010.11.14　BPPTK 発表 火砕流到達距離

※BPPTK 発表の火砕流到達距離実績を元に、各河川毎に到達位置を図化した。

写真－1.1　K.Gendol　施設名 GE-C13 付近

火砕流が流下した K.Gendol の状況を調査した。数度の降雨により土石流も発生している。
（調査日：2010 年 11 月 11 日）

写真－ 1.1 は山頂より約 12km 付近である。一面に火砕流堆積物が堆積し、ほぼ河川全てを覆っている。写真正面は Mt.Merapi であり、噴煙を上げている。

写真－1.2　K.Gendol　施設名 GE-C　Cangkring 付近

写真－ 1.2 は山頂より約 13km 付近である。
両岸に護岸が認められるが、河川内はほぼ火砕流堆積物が満砂の状態である。
写真に写っている巨礫は約φ4m 程度。中間の粒径は認められない。

写真－1.3　K.Gendol　施設名 GE-C Bronggan 付近

写真－ 1.3 は山頂より約 14km 付近である。写真中央に砂防堰堤（GE-C Bronggan ）の袖が確認できる。この堰堤はオプリット形式で、水通し天端を道路として利用していた。
手前の巨礫は約φ4m 程度。
砂防堰堤は満砂し、下流側も堆積物で埋設されてしまっている。

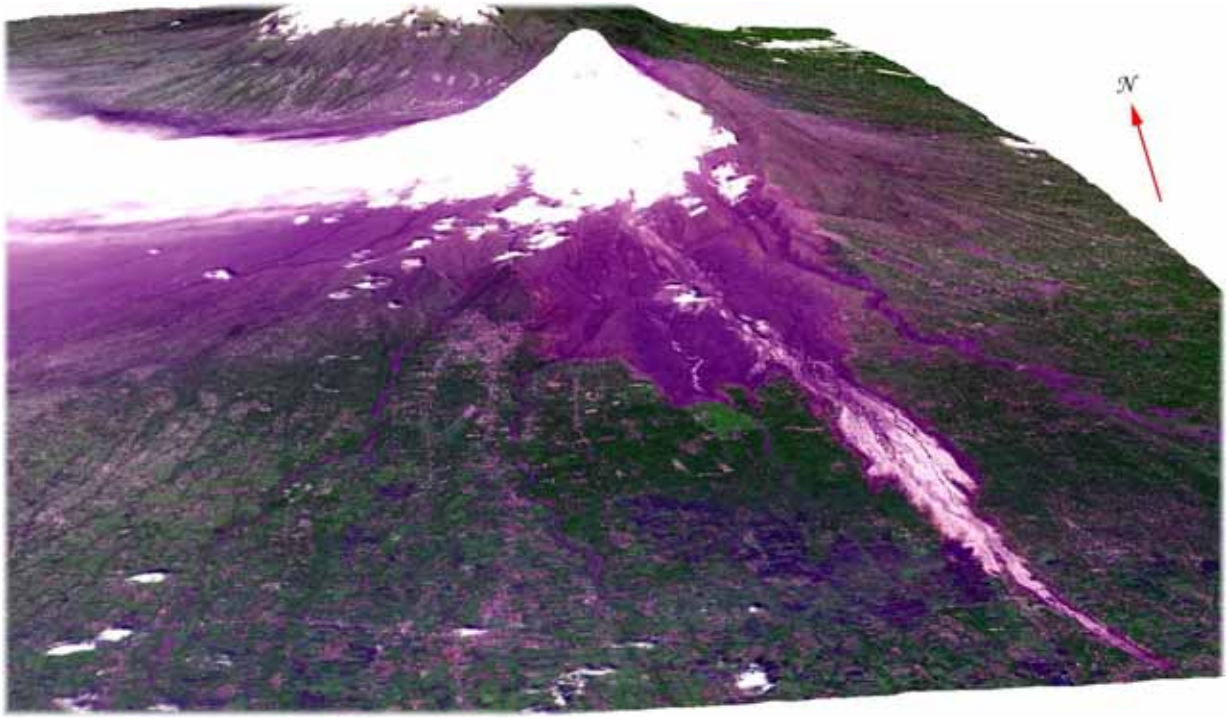
1.2 上流域の不安定土砂

噴火活動により上流域に堆積している不安定土砂量は膨大な量となっている。(BNBP では、140,000,000m³と推定量を発表している。)2010 年 11 月 15 日撮影の K.Gendol 上空からの空中写真が公開された。K.Gendol は山頂より約 5km 付近から堆積物で谷を埋めている。また、その下流 10km 付近から、堆積物が数度にわたり氾濫していることが認められる。

写真-1.4 K.Gendol 空中写真（BPPTK 発表）

また、この写真では、隣接する K.Boyong、K.Kuning へも多くの堆積物が流下していることが分かる。前述の火砕流流下実績からも、K.Gendol を中心とした南東部だけでなく、南西部にも多くの不安定土砂が分布しているものと推測される。

次項に、CROSP（シンガポール国立大学衛星画像処理センター）から衛星画像（2010 年 11 月 15 日撮影）が公開されている。データを使用し、3D 画像を示す。



図－ 1.2　衛星写真画像処理(1)

図－ 1.2　衛星写真画像処理(2)

※衛星写真及び画像処理データはいずれも CRISP から引用

現在、K.Gendol について、これらの写真、データを元に、今後流出する恐れのある不安定土砂量の算出を行っている。現在の試算では 35,000,000m³ 程度と推定している。後日詳細を報告する。

1.3 中・下流における土石流発生状況

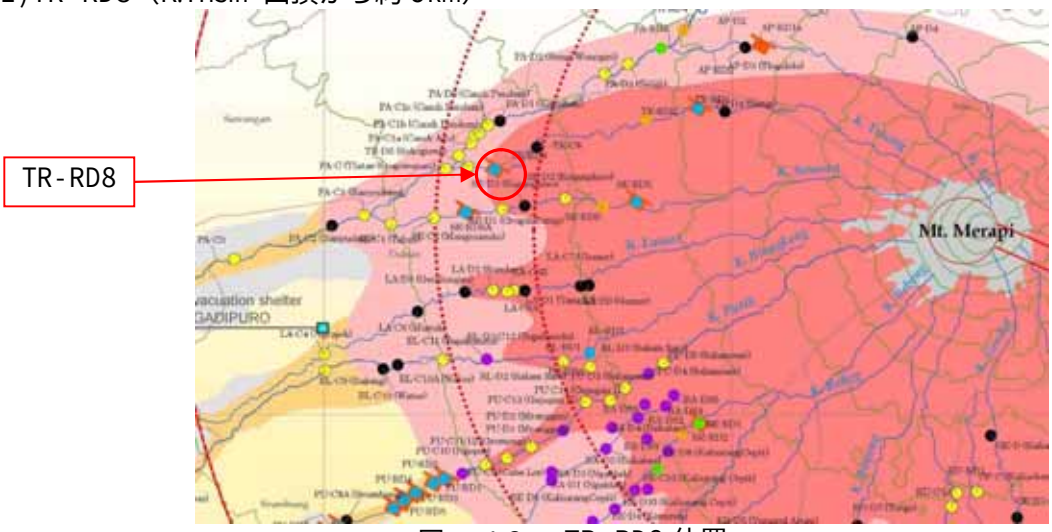
現在の調査範囲は、危険区域外での調査となっており、限られた範囲での調査となっている。

しかし、ほぼ全ての河川で土石流が発生しており、多くの土砂、流木が流下していることが報告されている。流下する土砂が堆積し、河床も 6m 程度上昇した箇所も確認されている。

また、オプリット形式（砂防堰堤天端を道路として活用した形式）の砂防堰堤では、土石流が越流し、河川の横断が出来なくなっている箇所もある。上・中流域の砂防堰堤は透過型砂防堰堤が多く整備されていたが、閉塞、満砂している箇所もあり、今後の不安定土砂流出に備え、機能回復が必要である。

以下に調査を行った箇所の一部を報告する。

(1)TR-RD8（K.Trisin 山頂から約 9km）



図－ 1.3　TR-RD8 位置

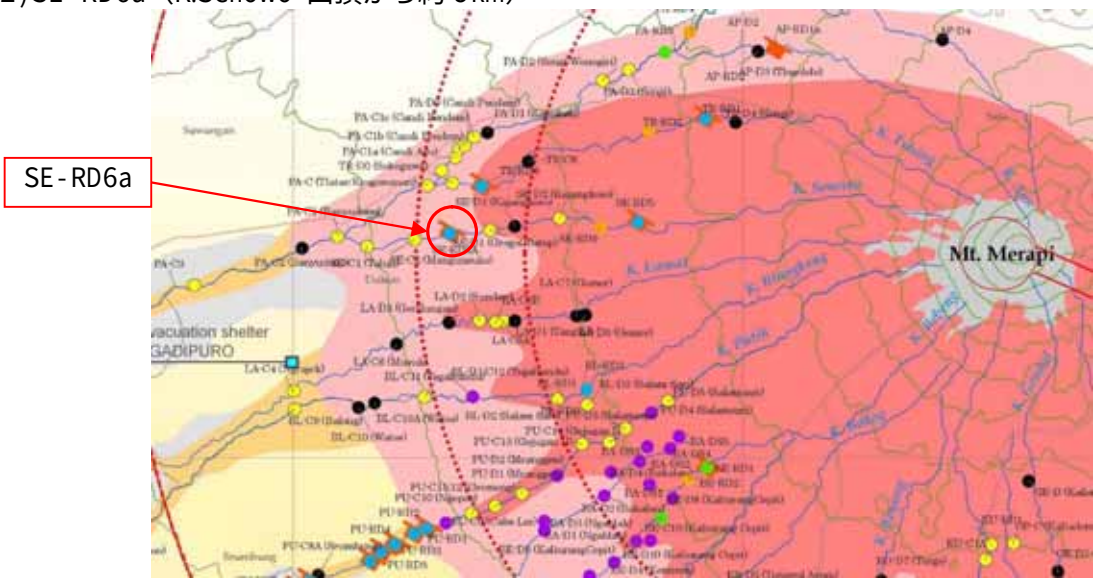
写真－1.5　右岸側を望む

写真－1.6　本堰堤上流側状況

写真－1.7 堆砂状況

透過型砂防堰堤（コンクリートスリット）であるが、閉塞し、土砂を補足している。堆砂表面では径約 1.0m 前後の礫のほか、比較的粒径の小さい砂分が多い。中間粒径が少ないのが特徴的である。

(2)SE-RD6a（K.Senowo 山頂から約 9km）



図－ 1.4　SE-RD6a 位置

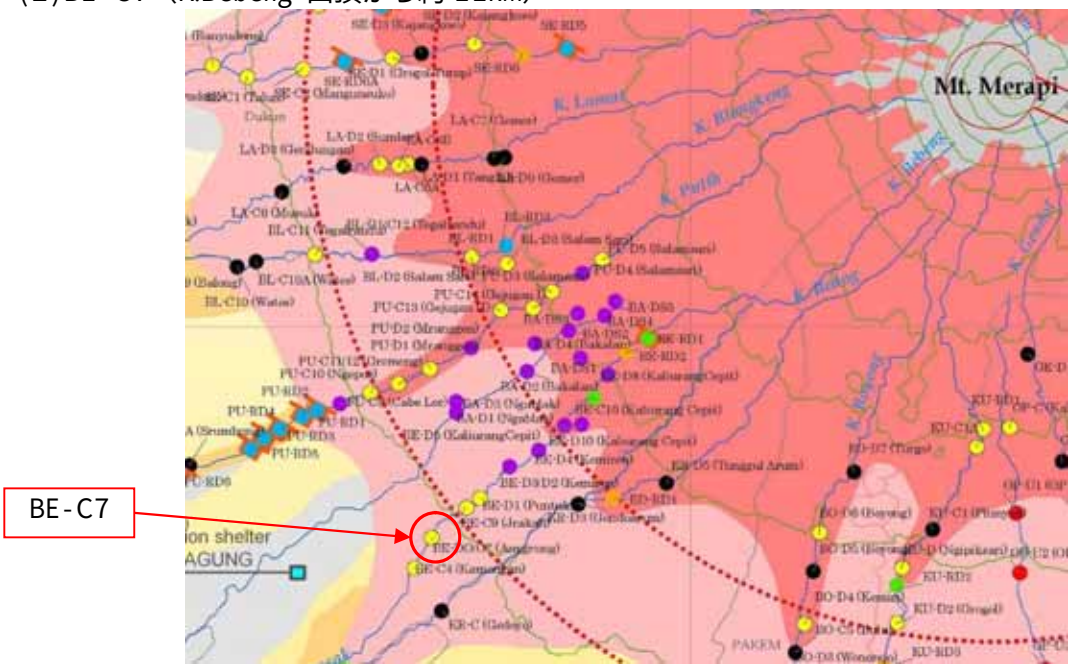
写真－1.8　本堤全景

写真－1.9　本堰堤上流側状況

写真－1.10　上流堆砂域全景

透過型砂防堰堤（コンクリートスリット）であるが、閉塞し、土砂を補足している。堆砂表面に点在する巨礫は径約 1.5～2.0m である。比較的粒径の小さい砂分が多い。中間粒径が少ないのが特徴的である。

(2)BE-C7（K.Bebeng 山頂から約 11km）



図－ 1.5　BE-C7 位置

写真－1.11　本堤全景

写真－1.12　本堰堤上流側状況(1)

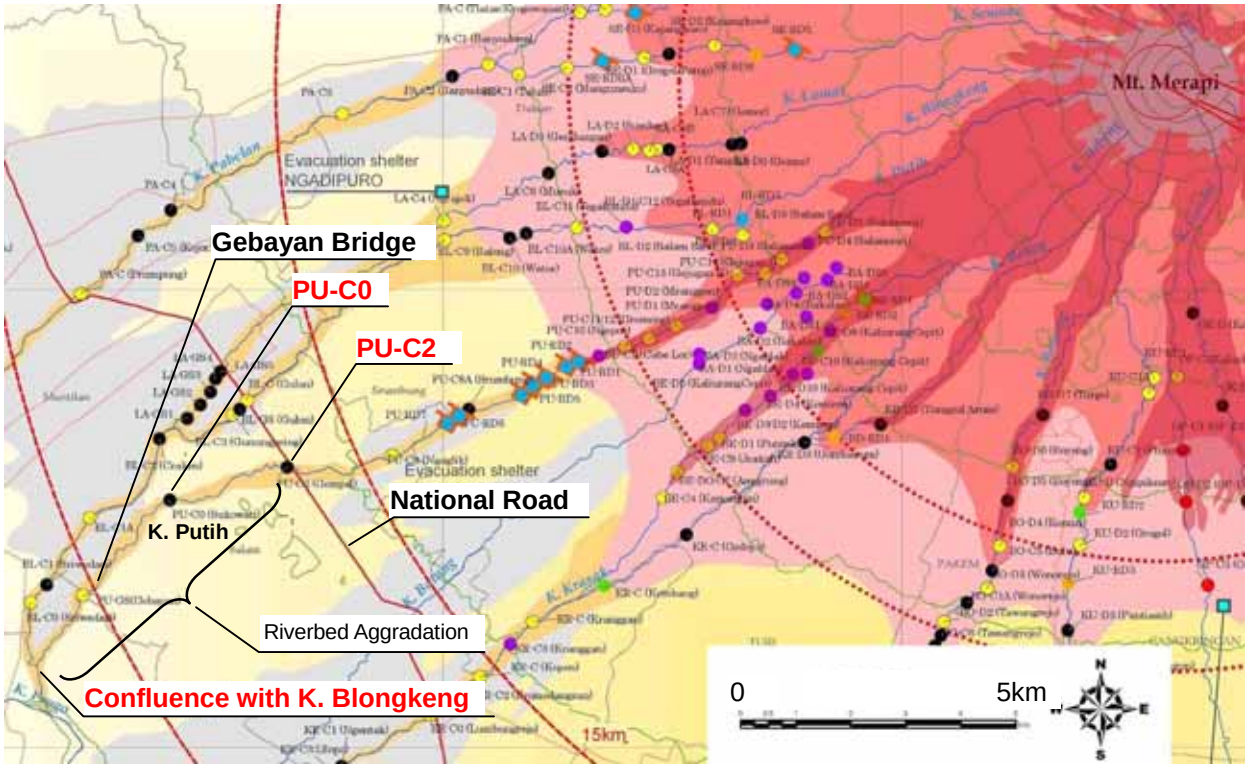
写真－1.13　本堰堤上流側状況(2)

堰堤上流に巨礫が捕捉されている。直径約 5m 程度である。

1.4 河床上昇（K.Putih）

K.Putih における河床の上昇について調査を行った。

調査地点は図－1.4 に示す３カ所である。



図－1.6　河床上昇調査地点位置図

(1)施設地点　PU-C2

山頂から約 12km 地点である。

写真－1.14　　2007.2.21 撮影

写真－1.15　　2010.11.5 撮影

写真－1.16　　2010.11.13 撮影

PU-C2 は比高差約 6.0m の不透過型堰堤である。前回調査時には、堰堤下流は約 3m 程度の河床上昇が確認できたが、今回調査では水通し天端より 0.5m の堆積が確認され、約 6.5m の河床上昇となっていることが分かった。

地域住民へのヒアリングでは、11 月 5 日以降に７回程度の Lahar が発生し、現在の河床高まで上昇した。

(2)施設地点　PU-CO

山頂から約 14km 地点である。

写真－1.17　　2007.2.21 撮影

写真－1.18　　2010.11.13 撮影

施設上流は完全に満砂状態であり、下流も約 6.0m の河床上昇が確認された。

(3)施設地点　PU-CO

山頂から約 17km 地点である。

写真－1.19　　2001 撮影

写真－1.20　　2010.11.13 撮影

橋梁付近において、約 3～4m 程度の河床上昇が確認された。

堆積物は、非常に粒径の小さな砂分がほとんどであるが、上流に行くに従い、Φ0.5m 程度の礫も多く確認された。中間粒径は比較的の少ない状況である。

写真－1.21　　堆積物近景

2．被害状況

2.1 人的被害

今現在、噴火が継続中であり、今後の被害拡大が予想される。2010 年 11 月 19 日現在で判明している人的被害の累計は以下の通りである。

死　者：　　２８３人
負傷者：　　５６９人（病院収容人数）
避難民：２７２,１２４人

表－2.1　噴火による死傷者内訳

地　区	死亡者（人）	負傷者（人）
Seleman	205	266
Magelang	41	187
Boyolali	9	37
Klaten	28	79
合計	283	569

2010 年 11 月 19 日　ＢＮＢＰ（Badan Penanggulangan Bencana Nasional:国家防災庁）発表より

前回の報告から死傷者数が増加している。行方不明者など未だ存在確認が完了しておらず、今後も増加することが予想される。現在、捜索活動を継続中であるが、危険区域内での作業であること、火砕流の堆積物温度が非常に高いことなどから、作業は難航している。

また、一時は 40 万人に迫る避難民が生じたが、危険区域の縮小により避難者数は減少傾向にある。しかし、避難期間が長期化していており、避難者の健康状態が悪化することが懸念されている。さらに、避難から帰宅した住民も、家屋、耕地、家畜などの被害やライフラインの壊滅から、通常生活に戻れない状況にある。

3.2 降灰被害

今回の噴火で、広範囲にわたり降灰が確認された。Yogyakarta 市内でも降灰は確認されたが、被害が大きかった範囲は Mt.Merapi 南西部の地域である。道路交通などに支障が出るなど、交通機関への影響の他、降灰と降雨による重みで家屋の倒壊、農作物への影響も生じた。

新聞報道では、農作物はこの地域の主要産業の一つであり、今後の経済活動に大きな影響を与えるだろうと伝えている。

写真－2.1　Mt.Merapi 南西部　国道状況（Jl.Magerang）
※UGM　ホームページより引用

３．現在の課題

今後の課題点を砂防事業の観点から挙げる。

1） 土石流のモニタリング

現在、火山活動中であるため、不安定土砂量など不確定な点が多く、今後の火山活動を注視していくとともに、土石流の発生履歴をモニタリングしていく必要がある。

2） 土砂の堆積状況の把握と砂防施設等のモニタリング

各河川の上流域には膨大な不安定土砂が存在することが推定されている。今後はこの不安定土砂量の範囲、量を調査し、２次移動の恐れがある土砂量について推定を進める必要がある。

また、砂防堰堤の効果で一時的に流出土砂を捕捉していることが確認されたが、今後のさらなる土砂流出に備え機能を回復しておく必要がある。また、施設の破損や損傷など砂防施設機能に支障のある事象を早期に把握し、早急な対応が可能となるよう、モニタリングを進める必要がある。

3） 直近の雨期対策

インドネシア国は雨期に入る時期であり、豪雨によって膨大な土砂量が流出する可能性が高い。直近の雨期（12 月～3 月頃までの期間）に土砂流出による被害を軽減する対策を講じていく必要がある。

4） 今回の噴火に対する対策計画策定（緊急対策）

今回の噴火は１００年に１度と言われる大規模なものである。噴火によって発生した土砂は膨大であり、従来の１０年確率規模レベルの土砂量を対象に整備を進めてきた施設では、全量を整備することは困難な状況である。

このため、既存施設の有効な活用をふまえ、緊急対策計画を早急に検討する必要がある。

付表－1(1)　Mt.Merapi 噴火経緯概要　（2010 年 11 月 19 日現在）

年月日※1	時間※1	概要※1	危険度※1（Status）	危険区域範囲※1（山頂から）	火砕流※1 流下方向	土石流発生（LAHAL DINGING）	被害状況	備考
2010 年 10 月 25 日	06:00	火山性地震が多発し、火山危険度の最高レベルである「AWAS」に引き上げられる。	AWAS	10km	―――	―――	―――	
2010 年 10 月 26 日	17:02	１回目の火砕流発生。以降、	AWAS	10km	K.Gendol		死者：26 名　負傷者：不明	
2010 年 10 月 27 日	--:--	火山性地震が継続して観測される。	AWAS	10km				
2010 年 10 月 28 日	19:52	２回目の火砕流発生。 南東に位置する K.Gendol 方向へ約 1.0km 流下。計３回にわたって火砕流が発生した。	AWAS	10km	K.Gendol			
2010 年 10 月 29 日	19:23	３回目の火砕流発生。 比較的小規模な火砕流であったが、K.Lamat,K.Senowo,K.Krasak 方向へ計３３回にわたり火砕流が発生した。	AWAS	10km	K.Gendol K.Senowo K.Krasak			
2010 年 10 月 30 日	00:16	４回目の火砕流発生。 K.Gendol,K.Kuning,K.Krasak,K.Boyong 方向へ２回にわたり火砕流が発生した。噴火を伴い、噴煙は 3.5km の高さまで達している。Jogyakarta 市内でも火山灰が観測される。	AWAS	10km	K.Gendol K.Kuning K.Krasak K.Boyong			
2010 年 10 月 31 日	14:28	５回目の火砕流発生。 K.Gendol,K.Lamat,K.Senowo,K.Apu へ火砕流が流下。K.Senowo には山頂より 2km 下流まで火砕流が達している。	AWAS	10km	K.Gendol K.Lamat K.Senowo K.Apu			
2010 年 11 月 1 日	10:03	６回目の火砕流発生。 ７回にわたり K.Gendol,K.Woro へ火砕流が流下し、山頂より 4km 下流まで火砕流が到達した。	AWAS	10km	K.Gendol K.Woro			
2010 年 11 月 2 日	06:06	７回目の火砕流発生。 26 回にわたり K.Gendol へ火砕流が流下し、山頂より最大 4km 下流まで火砕流が達した。	AWAS	10km	K.Gendol			
2010 年 11 月 3 日	14:00	８回目の火砕流が発生。 中でも 15:01 に起きた火砕流は非常に大きく、山頂から 9km 下流まで火砕流が達した。	AWAS	15km	K.Gendol			
2010 年 11 月 4 日	――	11 月 3 日から断続的に爆発的噴火が続き、火砕流が発生。	AWAS	15km	K.Gendol を中心に広範囲に発生流下			
2010 年 11 月 5 日	――	11 月 3 日から断続的に爆発的噴火が続き、火砕流が発生。中でも K.Gendol は山頂より 17km 付近まで火砕流が到達した。南西方向へ大量の火山灰降灰が観測された。また、数河川で土石流が発生。	AWAS	20km	K.Gendol を中心に広範囲に発生流下	K.Putih(到達 20km 以上) K.Krasak(到達 20km 以上) K.Boyong～K.Code（到達距離 25km 以上） K.Kunin(到達 15km 以上)	・死者：69 名　負傷者：160 名以上 ・ 河床上昇による氾濫被害（K.Code） ・ 火山灰降灰による人的被害、交通機関障害が発生。農作物への影響も懸念される。	
2010 年 11 月 6 日	――	11 月 3 日から断続的に爆発的噴火が続き、火砕流が発生。	AWAS	20km	K.Gendol を中心に広範囲に発生流下	断続的に土石流が発生		
2010 年 11 月 7 日	――	11 月 3 日から断続的に爆発的噴火が続き、火砕流が発生。	AWAS	20km	K.Woro K.Gendol K.Senowo K.Apu	断続的に土石流が発生		
2010 年 11 月 8 日	――	11 月 3 日から断続的に爆発的噴火が続き、火砕流が発生。	AWAS	20km	K.Gendol を中心に広範囲に発生流下	ほぼ全河川で土石流が観測された。		

※1　BPPTK（Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian）公式発表を要約。

付表―1(2)　Mt.Merapi 噴火経緯概要　（2010 年 11 月 19 日現在）

年月日※1	時間※1	概要※1	危険度※1（Status）	危険区域範囲※1（山頂から）	火砕流※1 流下方向	土石流発生（LAHAL DINGING）	被害状況	備考
2010 年 11 月 9 日	――	溶岩が K.Gendol に流下するなど、活発な火山活動が確認される。火砕流は２回の発生が観測される。	AWAS	20km	不明	―――	―――	
2010 年 11 月 10 日	――	１回の火砕流が観測され、K.Gendol へ 3.5km 流下した。 また、火山活動による不安定土砂がほぼすべての河川上流に堆積していることが確認され、土石流も K.Boyong で 16km 以上、K.Batang で 10km 以上流下した。	AWAS	20km	K.Gendol	K.Boyong K.Batang		
2010 年 11 月 11 日	――	火砕流が K.Gendol で１回、1km 流下。また、３河川で土石流が流下したことが確認される。	AWAS	20km	K.Gendol	K.Boyong K.Gendol K.Kuning		
2010 年 11 月 12 日	――	火砕流が K.Gendol、K.Talang で１回、4km 流下。また、２河川で土石流が流下し、水位上昇も観測される。	AWAS	20km	K.Gendol K.Talang	Pogunglo.B で 2.0m の水位上昇 Sayidan.B で 0.5m の水位上昇		
2010 年 11 月 13 日	――	噴火は継続して発生しているが、火砕流は発生していない。 また、２河川で土石流が流下し、水位上昇も観測される。	AWAS	20km	―――	Pogunglo.B で 2.0m の水位上昇 Sayidan.B で 0.5m の水位上昇		
2010 年 11 月 14 日	――	噴火は継続している。火砕流は２回発生。 火砕流も各地で発生し、Yogyakarta 市内で 0.5m の水位上昇が観測される。また、この日、火砕流流下到達距離の実績が発表される。ほぼ全ての河川で火砕流が観測されており、最大で K.Gendol 14km であった。	AWAS	20km		ぼほ全ての河川で土石流発生が確認されている。 また、Yogyakarat 市内を流下する K.Code(K.Boyong と同一河川)で堆積物による河床上昇が観測されている。	【火砕流実績】 14km K.Gendol　7km K.Kuning 10km K.Boyong　8.5km K.Bedog 8km K.Krasak　11.5km K.Bebeng 7km K.Sat　5km K.Lamat 6km K.Senowo　3km K.Trising 4km K.Apu　7km K.Woro	
2010 年 11 月 15 日	――	噴火は継続して発生。火砕流は観測されなかった。 また、この日、危険区域の変更が発表され、K.Gendol を中心とした Sleman 地区以外は縮小された。	AWAS	Sleman:20km Magelang:15km Boyolai:10km Klaten:10km	―――	ぼほ全ての河川で土石流発生が確認されている。		
2010 年 11 月 16 日	――	噴火は継続して発生。火砕流は観測されなかった。 危険区域の他、Sleman 地区における河川沿いは山頂から 20km の範囲で両岸 300m を危険区域として追加設定。	AWAS	Sleman:20km Magelang:15km Boyolai:10km Klaten:10km	―――	ぼほ全ての河川で土石流発生が確認されている。		
2010 年 11 月 17 日	――	噴火は継続して発生。火砕流は観測されなかった。	AWAS	Sleman:20km Magelang:15km Boyolai:10km Klaten:10km	―――	ぼほ全ての河川で土石流発生が確認されている。		
2010 年 11 月 18 日	――	噴火は継続して発生。火砕流発生は１回が確認されている。	AWAS	Sleman:20km Magelang:15km Boyolai:10km Klaten:10km	不明	ぼほ全ての河川で土石流発生が確認されている。		
2010 年 11 月 19 日	――	噴火は継続して発生。火砕流は観測されなかった。 危険区域の追加縮小が発表される。	AWAS	Sleman(1):10km Sleman(2):15km Magelang:10km Boyolai:5km	―――	ぼほ全ての河川で土石流発生が確認されている。		
							2010 年 11 月 19 日現在(BNBP 発表) 死亡者　：　283 名 負傷者　：　569 名 避難民人数：272,124 名	

※1　BPPTK（Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian）公式発表を要約。