

三宅島における2000年噴火後の 土砂流出実態

総合防災部 三宅島プロジェクトチーム

1. はじめに

三宅島では2000年7月から8月にかけて降灰や噴火を伴う数回の山頂噴火が発生し、その後、降雨時には周辺溪流で泥流が頻発する状況となった。幸い、9月4日までに全島民が島外避難したこともあって重大な人的被害の発生はまぬがれたものの、道路の決壊や家屋の全半壊・埋積等の物的被害はこれまでに数多く発生している。

当センターでは、東京都の設置した「伊豆諸島土砂災害対策検討委員会（土石流・泥流分科会）」（委

表-2 三宅島2000年噴火による噴出物量

（東大地震研究所によるまとめ。東大地震研究所 中田研究室 HP 三宅島 2000 年噴火特集より引用。
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/nakada/miyake.html>）

日付	噴出量	噴出重量
7/8	$0.097 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(0.16 \times 10^6 \text{ t})$
7/14-15	$2.1 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(3.2 \times 10^6 \text{ t})$
8/10	$0.23 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(0.35 \times 10^6 \text{ t})$
8/13	$0.062 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(0.093 \times 10^6 \text{ t})$
8/14	$0.013 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(0.019 \times 10^6 \text{ t})$
8/18	$5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(7.8 \times 10^6 \text{ t})$
8/29	$\sim 3.5 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(\sim 5.3 \times 10^6 \text{ t})$
8/30	$\sim 0.01 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(\sim 0.01 \times 10^6 \text{ t})$
9/9-10	$< 0.1 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(< 0.1 \times 10^6 \text{ t})$
合計	$\sim 11 \times 10^6 \text{ m}^3$	$(\sim 17 \times 10^6 \text{ t})$

※陥没火口や海域に堆積したものは含んでいない

表-1 三宅島2000年噴火後の主要なイベント

2000年6月26日夕方～	群発地震発生。
6月27日早朝	島の西方沖で海水変色。
7月8日	山頂噴火。噴煙高度800m。東部に降灰。山頂陥没（翌日発見）。
7月14～15日	山頂噴火が断続。噴煙高度1500m。島北部～東部に多量の降灰。
7月26～27日	降雨により北部～東部の溪流で泥流が発生、一部で氾濫。この後降雨時には頻りに泥流発生が確認される。
8月10日	山頂噴火。噴煙高度3000m。北東部～東部に降灰。
8月18日	一連の活動の中で最大規模の山頂噴火。噴煙高度8000m以上。ほぼ全島で降灰。噴石も集落到達。
8月29日	山頂噴火。噴煙高度5000m以上。主として北東部に降灰。弱い火砕流が北東と南西の2方向に流下。
9月2日	島外避難指示（4日までに避難）。
9月中旬～現在	噴煙活動を継続。1日数万トンのSO ₂ を放出。
2001年5月27日	山頂噴火。噴煙高度1200m。東部に降灰。
6月3日	山頂噴火。噴煙高度700m。南東部に降灰。

表-3 泥流発生日時一覧表（8月5日まで）

	7/26	7/27	8/10	8/12	8/18	9/5
川田沢	日時不明					10:58
釜の尻沢	8:24	時刻不明	—	—	—	9:05 9:11
権取神社付近	時刻不明	—	—	—	—	
地獄谷	27日10時以前		8:50	12:50	11時以前	
三七山付近	7:47	時刻不明	9:08	時刻不明	11時以前	
仏沢	時刻不明	時刻不明	—	時刻不明	11時以前	
大沢	日時不明		9:20	時刻不明	11時以前	
とんび沢	8:01	—	9:38	13:15	—	8:35
金曾沢	時刻不明	—	—	—	—	8:32
情報源	川田沢は8月1日現地作業者情報、権取神社は現地聞き取り、他は三宅支庁への通報および職員の現地調査結果。					ワイヤーセンサー切断

※8/10と8/18の泥流は大規模噴煙の上昇に伴う局地的な降雨によって発生したものである。

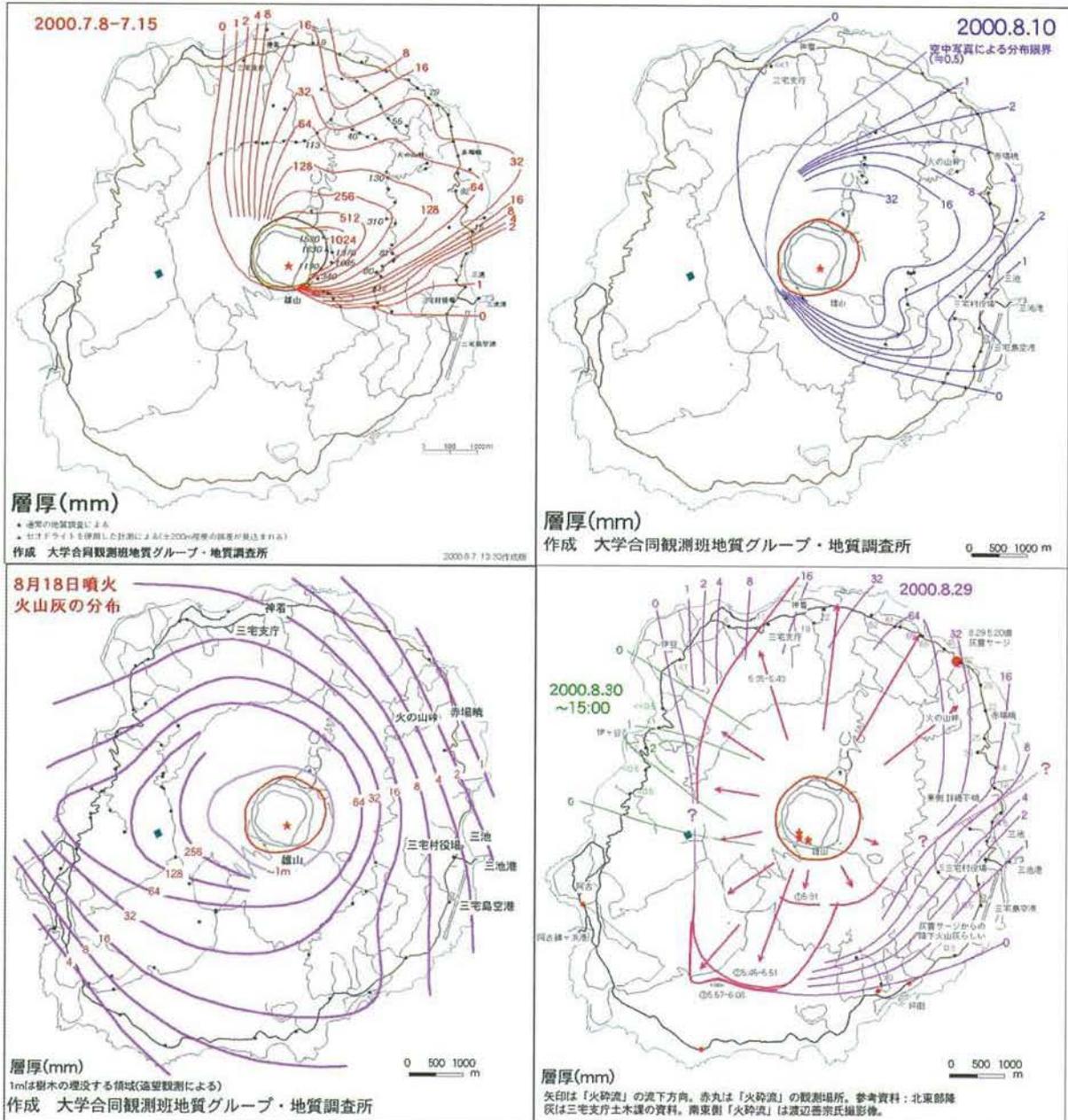


員長：大久保 駿・社団法人砂防学会副会長)の事務局として、泥流に対する警戒避難基準雨量の検討や泥流危険想定区域の検討などを行ってきた。本報告では、東京都の了解を得て泥流発生と降雨との関係を整理し、また全島的な土砂流出・氾濫や被害の状況を現地写真を含めて報告する。

2. 火山活動の概況

三宅島2000年噴火における主要なイベントを表-1に示す。

大学合同観測班の調査によれば、降灰はまず7月8日、7月14～15日、および8月10日などの噴火で北～東側に厚く堆積し、その後8月18日および29日の噴



※7.8-7.15、8.10、8.18のものは大学合同観測班・地質調査所の作成。8.29-8.30のものは東大地震研究所の作成。いずれも東大地震研究所中田研究室HP 三宅島 2000 年噴火特集 <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/nakada/miyake.html> より引用。

図-1 三宅島2000年噴火による火山灰の分布

たに稼動を開始した。これらの雨量観測所について雨量データを収集した。

泥流発生情報もできる限り収集した。全島避難前の7月～8月に発生したものについては、住民から東京都三宅支庁への通報や支庁職員の現地調査などにより発生日時を明確にできたと考えている(表-3)。全島避難後のものについては東京都や三宅支庁が行う道路維持等の作業時に得られた情報に頼るしかないが、このような作業は泥流が発生するような降雨の最中には行われない。したがって得られる情報は土砂流下痕跡の確認のみであり、泥流の発生した一連降雨は特定できても、日時まで特定することは困難であった。ただし9月5日に発生したものについては、ワイヤーセンサーの切断により発生日時が検知できた(表-3)。その後立入制限などのためワイヤーセンサーの復旧は行われていなかったが、5月末

現在、復旧作業中である。

なお8～9月頃にテレビで放映された泥流流下映像や4章で述べる土砂流出状況を見ると、土砂の流動形態としては巨礫を含む集合流動(いわゆる砂礫型土石流)からほとんど礫を含まない泥水状の流れまで、様々なものがあつたと推測される。しかし得られた泥流発生情報の多くは断片的であり、個々の泥流に対してこのような流動形態の区別を行うことは不可能であつた。したがって本報告ではこれらの流動形態の区別にこだわらず、流水による土砂流出が報告された場合は全て「泥流」として取り扱った。

3.2 噴火後の日雨量推移と泥流発生状況の概略

7月8日～3月18日の日雨量の推移と泥流発生日を図-3に示す。7/26～8/12は、降灰が北東部に集中したため北東部で発生し、8/18以降は全島に降灰の影響があつたため、三宅島全域に泥流発生が見られるようになった。

気象庁三宅測候所の雨量データを確率処理すると2年超過確率日雨量は167mmであり(1942～1999年の雨量データから欠測等を除いた1950～1999年の50年間の年間最大日雨量を用いて岩井法により算出)、これと比較すると、噴火後これまでに経験した降雨はいずれも統計的にみて小規模なものであることがわかる。しかしそれにも関わらず泥流は頻繁に発生しており、その状況は現在も継続している。現在流域内に不安定土砂(新規火山灰とは限らない)が残存

していれば、今後の降雨で流出する可能性が大きい。

3.3 泥流発生時雨量

表-3に示した泥流発生サンプルから日時の特定されているものを抽出し(ただし大規模噴煙の上昇に伴う局地的な降雨によるものを除く)、泥流発生時の連続雨量とn分間雨量(n=10,20,30,40,50,60)を両軸にとつた座標上にプロットした。その結果8月12日以前の泥流発生限界雨量は、概ね60分間雨量10mm、連続雨量30mmであつた(図-4)

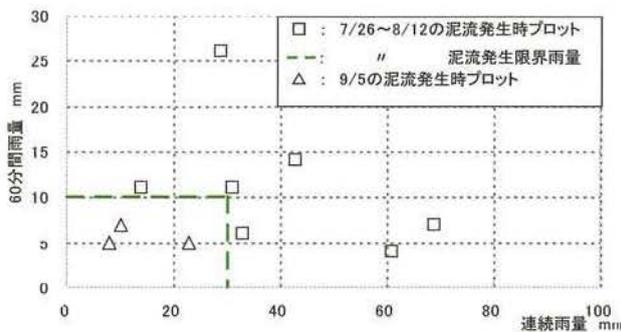


図-4 泥流発生時雨量

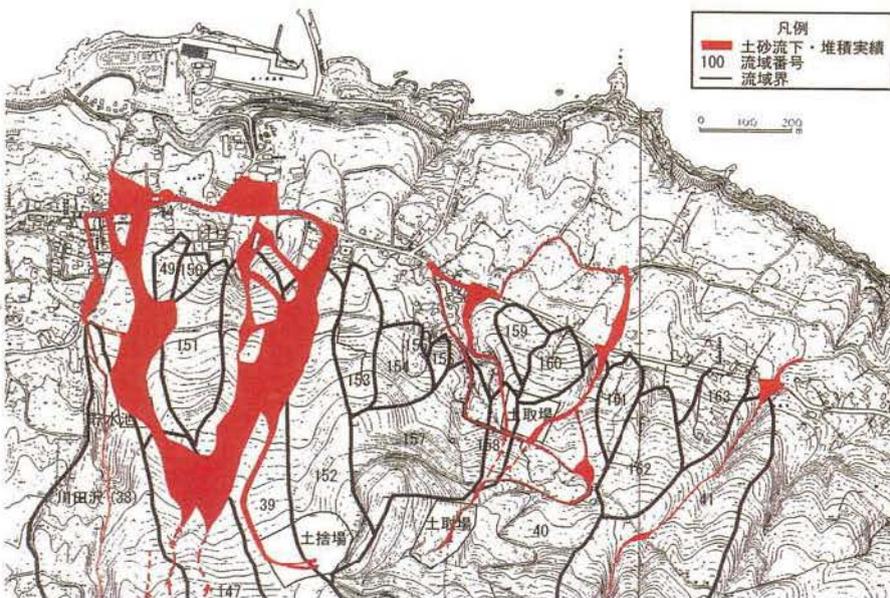


図-5 川田沢～美茂井の土砂流下・堆積実績

が、9月5日のものではそれよりも小さい雨量で発生していた。この違いの原因としては8月18日と29日の大規模な降灰により斜面の浸透能がさらに低下したことや、泥石流確認位置の違い（ワイヤーセンサーは雄山環状林道付近に設置されている）などが考えられる。



写真-1 川田沢農業用貯水池に土砂が流入し、満砂状態になっている。2月14日撮影。

4. 土砂流出状況

2001年2月13日～3月22日にかけて現地調査を行い、土砂流出実態の全島的な概要を把握した。ただし調査時間の制約などから、調査範囲は島を一周する都道（図-2）付近に限られた。以下に、土砂流出や被害の状況によって島をいくつかの地域に分割し、調査結果を述べる。

4.1 川田沢～美茂井付近

本地域は島内でも最も広範囲にわたって、人家への土砂氾濫が認められた地域である（図-5）。また本地域内の川田沢では4.2の地域の各溪流とともに、7月26日にいち早く泥流の発生が報告されている（表-3）。これらは本地域が4.2の地域と共に、8月10日までの噴火により早い段階から降灰の影響を受け、現段階での降灰堆積深も他地域より大きいことと関係していると考えられる。

川田沢では標高150～200m付近で右岸側の小尾根を越えるように流路が形成され、下流域で網目状の流路を形成しながら広く氾濫していた。流出土砂は谷出口付近にある農業用貯水池をほぼ満砂状態にして（写真-1）（現在は一部浚渫されている）、さらに都道下流まで氾濫していた。貯水池付近では集合運搬形態で土砂が流下したことを示す無層序の堆積構造が見られ、径20cm程度の礫を多く含んでいた。

川田沢の東には大きな溪流はないが、土捨て場・土取り場や裸地などを生産源として大量の土砂が流出し、都道付近の人家を最大深さ1.5m程度で埋積していた。堆積土砂の大部分はスコリアで、堆積物の断面には明瞭な層序が認められた（写真-2）。

4.2 釜の尻沢～金曾沢

本地域は川田沢とともに、島内でも最も早くから泥流の発生が報告され、かつ大規模な泥流の流下痕跡が認められた地域である。これは4.1で述べたよ



写真-2 谷出口でスコリアが扇状に堆積している（美茂井地区）。断面には層状の堆積構造が見られる。2月23日撮影。



写真-3 大沢の谷出口の泥流流下跡。2月23日撮影。



写真-4 地獄谷からの流出土砂が赤場畠に広く氾濫している。2月23日撮影。



写真-5 釜の尻沢の雄山環状林道決壊状況。河床にガードレールや擁壁の残骸が見える。2月23日撮影。



写真-6 大長井地区の土砂氾濫状況。2月22日撮影。

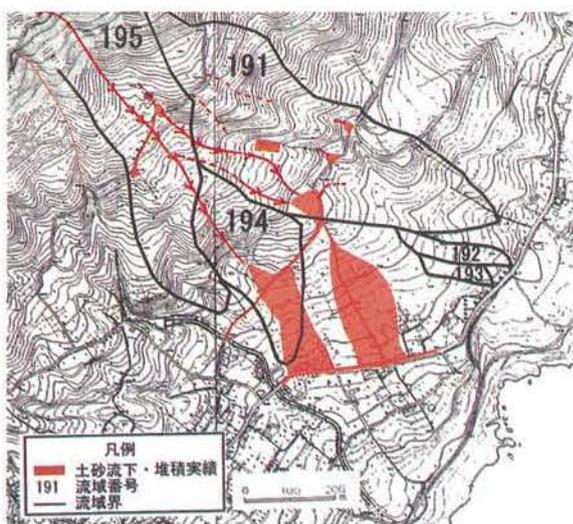


図-6 大長井地区の土砂流下・堆積実績

うに本地域の降灰量が多いことと関係していると考えられる。しかし人家は比較的少なく、被害は主に都道に及んでいる。

本地域に存在する溪流のうち、雄山環状林道より上流側に源頭部を持つ全ての溪流で泥流の流下痕跡が確認された。概して堆積土砂には直径数十cm～まれに数mの礫や、流木が多く含まれていた（写真-3）。地獄谷では赤場暁と呼ばれる溶岩流堆積地の上に幅200～300m程度にわたって土砂が氾濫していた（写真-4）。大沢付近では都道の脇が深さ数m程度洗掘され、また雄山環状林道は深さ約10m程度の規模で洗掘されているのが数箇所確認された（写真-5）。このように本地域では氾濫規模・礫径・侵食深などが他地域に比較して大きく、最も土砂流出の著しい地域と言える。



写真-7 榎木沢の砂防ダム堆砂域。スギ立木の上流側表皮がはがれ、直径1～5mm程度の砂・細礫が突き刺さっている。2月23日撮影。

4.3 三宅島空港～道の沢

本地域は全般的には現段階で土砂の氾濫のあまり見られなかった地域であるが、筑穴沢左岸の大長井地区で比較的大規模な氾濫が認められた（図-6、写真-6）。

この氾濫箇所上流にはもともと大きな沢地形は認められないので、空中写真判読も併せて行ったところ、次のような土砂生産・流出過程が明らかになった。
 ①筑穴沢と金曾沢の流域界に挟まれる斜面でカルデラ縁付近からガリーが形成され、②このガリーから続く流路は標高150～60m付近の林道・村道や小尾根で分岐しながら侵食・堆積を繰り返し、③元地形勾配が6°以下となる地点（標高60m付近）を氾濫開始点として土砂が広く氾濫し、④都道付近の人家を最大深さ1.5m程度で埋積していた。堆積土砂の構成と構造は、通常の礫（最大径50cm程度）・スコリア・火山灰などが混在し層序をなさないもの

と、ほとんどスコリアのみからなり層序をなすもののいずれもが認められた。

この他、筑穴沢と道の沢では流路工内に段丘や擦痕などの泥流下流痕跡が認められ、田ヶ沢では標高148mの道路横断部から道路沿いに礫が流下しているのが認められた。

4.4 大路池～角屋敷

芦穴沢、立根、角屋敷の3溪流で大規模な土砂流出・氾濫が認められたが、人家はほとんど存在しない地域である。

芦穴沢では都道付近から海側の資材置き場にかけて土砂が幅70～100m程度、最大深約2.5m程度で堆積していた。構成材料は径2～3cm以下のスコリアや火山灰を主体とするが、径10cm以上の礫も散在した。また芦穴沢から流出したと思われる土砂が林道～都道沿いに流下し、大路池付近の水道施設付近に約15cmの厚さで堆積していた。

立根では泥流の流下により、都道が長さ6～8m程度、幅6～7m程度（都道全幅）、深さ5m程度（いず

れも目測）にわたって侵食されていた。これにより島を一周する都道は立根で分断された状態にあったが、4月18日に仮橋が完成し通行が確保された。

角屋敷では3本の支流のうちの2本から流出した土砂（大部分がスコリア）が村道上で合流し、村道を削りながら流下し都道付近へ氾濫していた。都道下流の人家には土砂が流入していた。

4.5 新澤池～榎木沢

本地域は全般的に土砂流出の少なかった地域である。

ただし阿古集落近くの古い火口壁で侵食や表層崩壊が発生し、土砂が道路や人家に氾濫し、最大70cm程度の厚さで堆積していた。また榎木沢では、都道上流の砂防ダム（満砂）の堆砂域にあるスギ立木に袖を越える高さの泥流の流下痕跡が認められた（写真-7）が、砂防ダム下流では流路工内に砂や細礫が薄く堆積しているのみで氾濫は認められなかった。



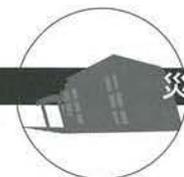
写真-8 伊ヶ谷沢の落橋箇所下流の人家には、泥流の波高を示す流下痕跡が残っている。2月25日撮影。



写真-10 坊田沢の土砂流出状況。被災当時は河道上にも両岸と同じ高さまで土砂・流木が堆積したが、その後掘削された。2月22日撮影。



写真-9 平山沢の都道上流側。赤丸印の箇所には立木にマークが付けられており、一旦この高さまで土砂が堆積したと思われる。赤矢印は幹折れした立木で、折損位置はガードレールの高さと連続する。2月17日撮影。



4.6 大場～平山沢

本地域は比較的大規模な土砂流出痕跡が認められた地域であり、数カ所で道路被害が発生し、谷出口に集落の存在する伊ヶ谷沢では家屋被害が発生していた。



写真-11 姉川砂防ダムの堆砂状況。2月15日撮影。

伊ヶ谷沢では都道上流の村道橋梁部（落橋）で土砂・流木が氾濫を開始し、所々で人家を床上まで埋積しながら河道や道路を伝って海まで流下していた。また氾濫開始点付近の人家（平屋）の上流側に面した壁には、屋根付近まで泥流の痕跡が残っていた（写真-8）。河道には径30cm程度の礫が散在していた。

空栗橋の沢と平山沢でも、伊ヶ谷沢と同様の大礫を含んだ泥流が流下し、都道上に氾濫していた（写真-9）。またこれらよりは規模は小さいが、そのほか数溪流でも都道への土砂流出が確認された。

4.7 西原～間川

坊田沢と西川を除いて土砂の氾濫は認められず、また流路工内の土砂流下痕跡もほとんど認められなかった地域である。

坊田沢では立木を含んだ泥流の流出により村道の暗渠が閉塞し、その上流の家屋が被災していた（写真-10）。また姉川と間川では下流域の氾濫は認められなかったが、中流部に存在する未満砂の砂防ダムで噴火後土砂堆積が進行しているのが確認されている（写真-11）。

4.8 その他

全島的に、土砂（泥状のものから大きいものでは径20～50cmの礫まで）が長距離にわたって道路上

を流下した痕跡が認められた。特に大沢～三池地区の都道（約500m、平均勾配約1.5°）や、空栗橋～伊ヶ谷の都道（約800m、平均勾配約3.4°）などで顕著であった。林道や村道によって、土砂が流域界を越えて流下しているケースも多くあった。

5. おわりに

本報告では泥流発生と降雨との関係、および全島的な土砂流出の概況について報告した。しかし現地作業に当たっては作業時間の制約など諸処の困難があったため、溪流の中～上流部における土砂生産・流下状況はほとんど調査されていない。また流出土砂の体積や粒径なども計測されていない。

今後梅雨期や台風期を迎え、これまで以上に著しい規模の土砂移動が発生する可能性があるが、東京都や三宅村による現地作業体制が充実しつつあることを踏まえ、土砂移動に関するより詳細な調査を行い、実態を把握することが重要と考えられる。そしてその結果を基に今後の土砂流出予測を行い、対策を検討していく必要がある。これらについては結果がまとまり次第、随時本誌上で報告していきたい。

本報告を執筆するに当たっては、東京都建設局河川部、また現地調査の際には東京都、三宅支庁、自衛隊、東京消防庁、警察など多くの方々にご協力いただいた。調査・とりまとめ等の作業にはアジア航測株式会社のご協力を頂いた。ここに記して深謝の意を表します。

（執筆担当 総合防災部：平川泰之）