

京都大学（穂高砂防観測所）勤続 41 年

機器開発班 志田正雄

1. 始めに

昭和 40 年の砂防研究部門の新設を機に、昭和 42 年に土砂流出災害の防止・軽減のため、土砂移動現象の解明を目的として穂高砂防観測所が岐阜県吉城郡上宝村中尾字空山 436-13（現在：高山市奥飛騨温泉郷中尾）に防災研究所付属施設として設置されました。

当時、砂防研究部門の矢野勝正教授が施設長を務められ、土屋義人助教授、奥村武信助手、滝沢梅雄臨時職員が穂高砂防観測所に関わっておられました。昭和 42 年 4 月、観測所において奥村さんの面接試験を受け、5 月より事務輔佐員として採用され 41 年目を迎えようとしています、41 年は長いようで短い観測所勤務でした。

最初、土石流に関する仕事とは何だか理解できるはずもなく、数ヶ月が瞬くまに過ぎて、降雨時に試験堰堤下流において、豪雨によって発生する洪水、崩壊、侵食等によって流出する土砂の採取が最初に覚えた仕事でした。採集した土砂は流砂観測がない日に、土砂を乾燥した後、重量測定、粒径測定を行っていました。大半がこの作業のくり返しだった様に思います。まだまだとおもっているのに定年を迎え、今まで自分なりに一生懸命努力してきたのか、今さら反省しても遅いのでありますが、ここに、今まで私が関わってきた仕事の一部を振り返ってみたいと思います。

2. 記憶に残る主な仕事

2 - 1. 勤務初日

奥村先生、滝沢さんより仕事内容の説明、施設見学等（ヒル谷）があり、緊張の連続であった。勤務時間も過ぎた頃、奥村先生、滝沢さんから今日は就職祝いと言う事で観測所の食事を 1 時間程で終え、観測所から歩いて 10 分位の所にある山本館で二次会になりました。山本館主人、女将さん、私たち 3 名の宴会が 2 時間程続いたと思いますが、私は途中で眠ってしまいました 12 時近くに目を醒し、歩いて観測所に帰り宿直室で休むことになったのが勤務初日の出来ごとでした。その後、一日おきに 3 名での飲み会があったように思います。

2 - 2. 雨量計巡視

昭和 42 年当時、ヒル谷流域に雨量計が 1 週間巻（1 台）、1 ヶ月巻（1 台）、3 ヶ月巻（1 台）、6 ヶ月巻（1 台）、計 5 台設置されていました。その当時、商用電源は無く電池での観測でした。記録紙送り用の電池の不良や用紙送りの故障で欠測が大変多く、迷惑をかけた事がありました。その他、冬期積雪の為に雨量計が使用できないので、年間の雨量記録は 5 ヶ月～8 ヶ月で通年の降水観測は実施できませんでした。

2 - 3. 土砂生産源の調査

ヒル谷試験流域の出口に設置された試験堰堤において、流出土砂の観測が行われています。流出土砂の生産源の分布調査も重要な項目となっています。そこで、試験堰堤上流（標高約 1200m～1800m）における各裸地斜面から 50kg 程の土砂を採集し、観測所に持ち帰り乾燥後に粒径分布の篩分析作業を行いました。これらの作業の中で特に大変だったのは採集土砂の

運搬でした。背にした土砂の重さに加え、土砂採集地点に至る歩道ではなく藪漕ぎや河床の渡渉で、苔の付いた巨礫、倒木、急斜面などは滑りやすく、観測所に着く頃には長靴、ズボンはずぶぬれ、尻や膝が痣だらけとなり、肩は土砂の重さで痛い大変な作業でした。この作業は3日間連続で採集した総重量は130kgでした。当時、滝沢さんも30代で若く健康にも恵まれて元気でしたが、今ではこのような作業は若い学生達に任せるようになりました。

2-4. 公用車の運転

穂高砂防観測所は現在でも公共交通機関の利用は不便であるが、当初は自家用車の利用は不可欠であった。卒業時の3月に運転免許取得して2ヶ月程で観測所の車（三菱ウィルス、ジープ）を運転することになりました。教習所での練習車とは一回り大きく、道路は現在みたいに舗装でなく幅も狭くカーブも多く、凸凹道であり運転未熟なために立ち木との接触、道路からの脱輪、道路壁面への接触など、車の修理などでも大変ご迷惑をかけました。今でも雪の道路での車の運転は緊張します。

2-5. 電設式無線ロボット雨量計（明星電気 KK）の設置

山岳地域の降雨量の分布を明らかにするためには、流域の全体に雨量計を設置することが求められます。特に流域境界付近は標高が高く頻繁に点検を行うことが困難なので、割谷山の稜線と焼岳の山腹に電設式無線ロボット雨量計を設置することになりました。私の担当は本装置の維持管理とデータ整理でしたが、最初の仕事は特殊無線技士、無線電話乙の免許を取得することでした。神戸まで約1週間出張して研修を受けた後、47年7月7日に免許を取得しました。その後、昭和47年9月20日、東海電波管理局の許可を得て、上宝村大字中尾字黒谷（呼称：穂高1）および上宝村大字中尾白水谷林班（呼称：穂高2）に電設式無線ロボット雨量計（明星電気 KK）を設置する作業を開始しました。無線ロボット雨量計設置（穂高1）の資材運搬のために富山大学の学生（4名）、地元の方（2名）、観測所（3名）合計9名で片道約6Kmの登山道を送信設備と設備を格納するための材料を当時あまり整備されていない登山道を1日かけて運搬（重量平均15Kg）しましたが、大変な重労働でした。2日目、（穂高2）の資材運搬は、富山大学の学生（3名）、地元（1名）、観測所（3名）計7名で実施されました。このルートは片道約3Km登山道もなく人などほとんど通らない所を平均重量約20Kgの荷物を運んだので前日の疲れも加わり全員が疲労困ぱいで帰ったことを思い出します。

2-6. 洪水・土石流観測装置の設置

足洗谷試験流域は活火山焼岳を源流としており、土石流の発生溪流として知られています。ここで工業用TVカメラ、レーダ流速計、超音波水位計などからなる洪水・土石流観測装置を観測所付近の足洗谷に設置することになりました。昭和53年9月10日、上宝村大字中尾字深谷地先に観測用水路（コンクリート製、幅：5m、長さ：15m、深さ：10m）が設置され、そこにレーダ流速計、超光式超高感度テレビカメラ（池上通信 KK）が設置されました。

レーダ流速計は防災研究所と池上通信 KK の共同開発によるもので、計測の対象とする水流、土砂、土石流等の流体の計測区域に一定角度の方向で極超短波のビームを発射しその反射をとらえて、ドップラー効果により流速の値を瞬時に計測出来るもので、第一号機が観測所に納入されました。

私の担当は本システムの管理であり、まずレーダ流速計の設置のため特殊無線技士、レーダの免許（有効期間 平24、11、30まで）を取得することが必要であり、52年11月4日に取得しました。観測用水路には水流の深さを測定するために超音波水位計が設置され、その

下流の砂防堰堤の落差を利用した流砂観測装置が設置されました。この装置は観測用水路の底に設置された流水の取り入れ口からパイプを経由して流下する土砂量が大きなバケット（転倒重量：100kg）に入り、その転倒によって計量されました。

この装置によって、溪流における土砂流出の実態が明らかとなりましたが、二年後に発生した土石流によって装置全体が大量の土砂で埋まり、現在もそのまま使用不可能となりました。

2-7. 自動流砂測定装置の設置（ヒル谷試験堰堤下流）

ヒル谷試験流域下流の試験堰堤を使って手動による流砂観測が行われてきましたが、降雨時に連続して観測を実施するために、3人で8時間交代の徹夜の観測もあり、観測所員にとって大きな負担となっていました。これを解決するために昭和55年ヒル谷試験堰堤に自動流砂測定装置を設置されました。本装置は流水中に含まれる土砂礫の量を自動的に計量すると同時に、土砂礫のサンプルを自動で連続して20個のバケツに収集する装置です。

このような装置は市販されておらず観測所で設計して、製造業者に発注して製作されました。本装置の特徴は、土砂礫を含む流水を動力源として、トロンメルと一体になった水車を回転させ、水と土砂を分離した後で土砂のみが採集されることです。また、流出土砂量に応じて、回転バケツの土砂量や土砂礫のサンプル収集時間のインターバルを変更出来ました。

私の担当は本装置の点検・保守とデータ整理が主でしたが、当初、この装置は設計どおりに動かず、改善を繰り返して約1年で計測が可能となりました。この装置によって、流砂観測の負担は大きく軽減され、河川の状況、堰堤の土砂量を把握しながら観測を行う以前の方法とは異なり、余裕ができて他の観測・調査が出来る様になりました。

2-8. 砂防観測システムの設置

砂防に関する観測データをテレメータ化によって確実に記録・収集するために、昭和58年度から59年度の2年間で砂防観測システムが設置されました。従来の観測は、観測所を拠点としてヒル谷観測局、白水谷観測局および足洗谷観測局の4局に別れて、それぞれの場所においてデータが記録・収集されていました。これらの観測局をケーブルで結び観測所においてデータを集中管理するシステムで世界的にも画期的な観測システムです。

私の担当はシステムを構成する雨量計、水位計、通信ケーブルなどの点検およびデータの整理です。このシステムの特徴は、観測所と全ての観測センサーの間が耐久性に優れたケーブルで結ばれ、かつ商用電源が供給されていることです。最近、殆どのケーブルがメタルから光ファイバーに変更されました。各観測局から送られたデータはコンピュータに収録され、一部のデータはインターネットの観測所のホームページにおいて、2時間毎に更新された気温、雨量、積雪量などが公開されています。特にヒル谷試験流域に設置された光ファイバーを使って種々の共同研究が実施されるようになりました。

2-9. ヒル谷試験堰堤の改修

ヒル谷試験堰堤はヒル谷の下流に設置され、流量測定、水質測定、濁度測定、流出土砂測量などが行われています。私の担当は計測センサーの保守・点検とデータ整理、および堆積土砂の測量などでした。特に、この試験堰堤の上流に堆積する堆積量の変化量を洪水毎に測量していましたが、堰堤の上流側の護岸が木製杭で固定されていたので木製杭の腐食によって崩壊の危険性が高まり、平成16年にコンクリート護岸に改修され、護岸の上に上下流に移動可能な測定台車が設置されました。この台車は堆積測量の際、測定者が上に乗ることが出

来るので、測量などが簡単に行うことが出来るようになりました。さらに、堰堤に堆積した土砂の一部を下流に排出するためのゲートも改修されて作業の効率が飛躍的に向上しました。

3.記憶に残る主な出来事

3-1.集中豪雨災害

昭和 54 年 8 月 21 日 10 時頃より雨が降り出したので、ヒル谷堰堤で観測準備 16 時より本格的に観測を始めました。当初ヒル谷上流源頭部の崩壊と河床侵食によって流出する土砂を 60 分間隔で採取していました。その後、22 時頃から流出土砂の量が増加したので 30 分間隔に変更して作業を継続しました。22 日午前 7 時過ぎに急に流量が増加して水と土砂が堰堤を飛越して堰堤下流で観測をしている自分のすぐ近くまで土砂が飛んでくるようになりました。その時、堰堤はすでに満砂状態になり、計器類の測定不可能となり、徹夜の土砂採集作業を中止しました。水位計、電導度計、観測用テント、小屋一部も破損しました。今回の集中豪雨は 21 日 10 時から 22 日 7 時までの総雨量 136mm、時間雨量平均 7mm、最大時間雨量 26mm（観測点、中尾平）で、今まで経験しなかった降雨でした。この豪雨によって足洗谷の各支流、白水谷、割谷、黒谷、深谷の全溪流において土石流が発生しました。足洗谷試験流域出口の観測地点では超音波水位計（2 台）、TV カメラ（2 台）、8mm カメラ（2 台）などの流出、流砂測定装置の埋没および試験用水路の破損と莫大な被害を受けました。

特に被害が大きかったのは足洗谷試験流域出口に設置された観測用コンクリート水路、土石流観測用 TV カメラ、超音波水位計、流速計、および流砂観測装置でした。早速、災害復旧のために被害調査が行われると共に防災研究所の事務室にも対策室が設けられ、穂高から被害状況の写真や測量資料などの資料が送られました。これらの資料は一週間でまとめられて災害復旧要求書が提出されました。この一週間は今まで経験したことのない忙しさでした。その後、東海財務局の二人の災害査定官による現地立会い説明が行われ、いろいろと厳しい質問などがあり、その後、査定官の接待と同時に別室では査定官の指摘に基づき災害復旧要求書の手直しが徹夜で行われました。翌日、手直しされた要求書の再検査を受けて、ようやく災害復旧の予算要求が軌道に乗りました。その後、要求の大半が認められた予算が付いて流砂観測装置以外の装置は約 1 年掛りで復旧しました。

3-2.洞谷土石流災害

中尾より約 5Km 下流で自宅より約 1km の栃尾地区の洞谷でも 8 月 22 日午前 7 時から 8 時にかけて時間雨量 83mm という集中豪雨があり、山頂部の斜面崩壊と河床の侵食により土石流が発生し、下流の栃尾の集落を直撃して、人家 43 戸に多大な被害をもたらしました。また、通行中の車を直撃、乗車していた 4 名の内、1 名は約 200m 下流で救出されました。他の 3 名の内 2 名は 20km～30km 下流において遺体で発見されましたが 1 名は不明です。

この災害の復旧は岐阜県が直接担当し、洞谷近くの奥飛騨観光会館に災害復旧本部が設置され、3 年間で約 43 億円の復旧費を使って洞谷の整備が行われた。その後、洞谷合流区間約 2km において蒲田川本川の大改修が行われ、約 10 年間で 30 億の費用を使って「たから流路工」が整備されました。

3-3.ヒル谷災害

平成 18 年 7 月 25 日にヒル谷において洪水が発生し、多量の土砂流出のために水位計などのセンサーが流出し、試験堰堤が護岸部も含めて大量の土砂で埋まり観測不能となりました。

このような光景は初めてで、どの様に対応して良いのか分かりませんでした。とりあえず堆積した土砂を取り除くことが先決だとして、澤田先生と土砂排出ゲートを開けるためにゲート付近の土砂をスコップで根気良く取り除く事から始めました。約半日掛かりで左岸側のゲートを開けることが出来たので、そこから少しずつ土砂を排出することが出来ました。

約一週間後の 8 月 1 日に宇治川水理実験所の土砂流出災害研究室から 5 名の学生達が手伝いに来たので、大変助かりました。コンクリート護岸の上に堆積した礫は上流側に運び、堰堤貯水池内の細かい土砂はゲートから少しずつ出しましたが、余りに土砂量が多いので貯水池内の土砂は水位計などのセンサーが設置されていた所の土砂だけを除去して、上流側の約半分は残しました。これらの作業には約 3 日間掛かりましたが全員怪我もなく無事に作業を終えることが出来ました。なお、ヒル谷試験流域の復旧は翌年の春まで掛かりました。

4. 主な野外調査および実験

4-1. 測量

土砂移動による地形変化を明らかにするために裸地斜面や河床などの測量が実施されました。私の担当は測量の補助とデータ整理でした。ヒル谷源流の裸地斜面は急勾配で立っているのも大変な場所で安全を確保しながらの作業は大変でした。土石流発生域の土砂生産の実態を明らかにするために白水谷源流の河床測量が毎年一回、秋に行われました。この地点までの道のりが急な道（観測所で刈り払った新道）で約 2 時間を必要としました。途中には雨宿りが可能な岩穴も見つけましたが、ここでは焚き火で暖を取りながらの昼食も楽しいものでした。

ヒル谷試験堰堤の貯水池内の堆積土砂量を測定して一洪水による流出土砂量を知るために、測量が洪水後に実施されました。初期の頃は貯水池の水深が場所に測量標尺を立てることが困難でボートを浮かべたりして測量しましたが、作業には大変時間が掛かりました。平成 16 年度のコンクリート護岸改修によって、護岸を上下流に移動できる台車の設置で飛躍的に測量の効率が上がり、かつ精度も向上しました。

ヒル谷源流と下流の試験堰堤は約 1km の流路で結ばれており、源流で生産された土砂はこの流路を経て下流に到達しています。この途中の流路は階段状になっており滝つぼと瀬の繰り返しで構成されています。上流からの土砂が滝つぼの中に堆積しながら流下しており、この滝つぼの中の堆積土砂量が下流で観測される流量と流砂量の関係を支配していることから、この堆積量も測定されています。この流域には約 100 個を超える滝つぼがあり、これらの滝つぼの中の堆積土砂量を年に 2~3 回測定しています。その際に、サンショウウオなども見つけることがあります。

4-2. 土砂生産調査

昭和 60 年から現在まで、土砂生産の実態を明らかにするために、高原川流域において試験斜面を設け、そこでの土砂生産量の調査が継続して行われています。私の担当はこの流域内に設置された約 12 箇所の試験斜面において生産される土砂の採集と粒径分布の篩い分析である。調査は斜面に積雪がなくなる 4 月上旬から 12 月上旬まで約 8 ヶ月間、毎週火曜日に行われています。なお、この調査と同時に水質分析用の採水も行われています。

調査地点は広い範囲に点在し、全地点を回るためには一日掛かりました。全行程は車での移動ですが、いろんな場所を通るので四季折々に自然の恵みに感謝することがありました。

春にはワラビ、フキ、タラの芽、クゴミ、ゼンマイ、うど、コシアブラ、ヨブスマソウなど、秋には山ぶどう、サルナシ、数種類のキノコ、天然の舞茸、わさび、栗、柿、山リンゴなどが取れます。その他、熊、カモシカ、猿、たぬき、狐、山鳥、雉、リス、へびなど、思わぬ動物との遭遇がありました。猟師の方より熊肉、カモシカの肉、ヤマドリ、キジなどのお裾分けがありました。観測所や宇治の研究室では、熊肉と大根を入れた鍋料理が好評でした。

4-3. 水質調査

昭和 60 年より大同工業大学（下島榮一教授）と降雨の流出過程の解明や河川環境のモニタリングの一環としての共同研究が開始されました。私の担当は、神通川支流の高原川流域の上宝村内（20 地点）で河川の水を火曜日（通年）毎に採水し、それを大同工業大学に送ることでした。

川に関わる地域への貢献として、私は高原川漁業協同組合員として河川モニターを約 8 年間、6 名の組合員と共に引き受けました。この仕事は遊漁証（日釣：2000 円、年釣：7000 円）の携帯確認、禁漁区域での取り締まり、魚類の増殖事業、魚場環境の維持改善事業等でした。3 ヶ月毎の漁協の会合では、大きなトラブル等の報告は有りませんでしたが、遊漁証の不携帯、遊漁の期間（3 月 1 日から 9 月 9 日）期間外の遊漁、釣糸放置、キャンプ後のゴミ放棄等が改善されませんでした。しかし、近年では組合役員による取り締まり強化によって、個々のマナーも少しずつ良くなり、ゴミ放棄、釣糸放棄なども少なくなりました。

溪流釣りを目的とした宿泊客も増加して、平成 19 年より栃尾地内のたから流路工の全長 2km において、多くの人たちに釣りを楽しんでもらうためにキヤッチ&リリース区域が設けられました。当組合の初めての試みが今年で 2 年目を迎えていますが、この件でのトラブルは殆ど無いそうです。

4-4. 土砂出し実験

ヒル谷試験堰堤には年平均 40m^3 の土砂が堆積しています。この試験堰堤の貯水容量は約 70m^3 で 40m^3 以上の土砂が堆積すると流量などの測定が困難になるので、その一部を土砂だしゲートから水流を利用して下流に流しています。近年、黒部川下流に設置された土砂出しゲート付の貯水ダムが建設され、洪水時の流水を利用してそのゲートから土砂を出すことでダム貯水池の貯水容量を回復させています。この際の土砂の流出によって河川環境、海岸および海の環境変化について大いに議論されています。このヒル谷においても小規模ながら人為的な土砂出しが実施されており、ここで土砂出しが溪流環境に与える影響を明らかにすることには大きな意義が認められます。そこで、数年前より年一回の割合で土砂出し実験を実施してきました。その際、全国の研究者や学生に参加を呼びかけて、土砂出し前後の溪流環境の調査、土砂流出時の岩魚の避難行動、土砂流出時の水中酸素濃度、水の濁度などの調査が実施されました。そのため約 30 名の参加者が各役割を分担して調査を行いました。この実験は朝から夕方まで継続して行われたため、宿泊や食事などの対応も大変でした。

5. おわりに

定年退職に際し、故矢野勝正先生、故土屋義人先生、芦田和男先生、高橋保先生、奥村武信先生、澤田豊明先生、藤田正治先生、堤大三先生、防災研究所の諸先生方、職員の方々、地域の皆様方より公私にわたり御指導を頂き、また、多くの方々に御迷惑をお掛けした事のお詫びに加えましてお礼申し上げます。