

防災研究所での40年の研究生活を振り返って

Look back on the Study Life of 40 Years in the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

中川 一

Hajime NAKAGAWA

Synopsis

For 40 years, I have been engaged in a research and education in Disaster Prevention Research Institute (DPRI) and Department of Civil and Earth Resources Engineering, Kyoto University. In the term, I moved to several research sections in DPRI. I would like to introduce what kind of research topics I engaged in and how the research topics were determined in these research sections. I will be happy if the paper can be of any help to your research life.

キーワード: 砂防研究部門, 耐水システム研究部門, 湾域都市水害研究部門, 流域災害研究センター河川防災システム研究領域

Keywords: Sabo Research Section, Anti-flood Hazard System Research Section, Research Section for Urban Flood Hazard in Bay Area, River Disaster Prevention Systems, Research Center for Fluvial and Coastal Disasters

1. はじめに

1975年4月, 私は京都大学工学部交通土木工学科に入学した. といっても, 土木工学科と交通土木工学科を一括して選抜していたので合格してからどちらの学科にするかが決められた. それは挙手によった. 私は, 当時日本に2つしかなかった交通土木工学科を志望していたので迷うことなく交通土木工学科を選んだ. とくに調整もなくすんなりと決まったと記憶している. 当時の日本は高度経済成長期から安定期に入ったころであり, 1965年には名神高速道路が, 1969年には東名高速道路が開通し, これからは高速道路網を全国に巡らせて, 日本の物流のライフラインを構築する時代が来ると思い, 日本道路公団に就職することを希望していたのである.

当時の学部の専門科目では構造力学, 水理学, 土木計画学, 土質力学, 材料学が必修科目で, 道路工学や建設施工学は選択科目であった. したがって, どうしても必修科目に力点が置かれ, 道路に関する勉強は横に追いやられた. それ以上に, 大学ならで

はの新鮮な専門科目に興味をもち, 講義, 演習, 実験と内容が充実していて現象を理解しやすかった水理学がとくに面白くなった. こんな簡単な式で水理現象を表現できるんだ, というような感動すらあった. 自ずと就職のことなどそっちのけでひたすら単位取得に没頭した記憶がある.

4回生になると研究室配属があった. 水理関係の研究室への配属を希望したが, その中でも2回生で採った水工セミナーのご指導を受けた道上正規先生(当時, 宇治キャンパスにあった防災研究所河川災害研究部門の助教授(今の准教授))のお人柄に惹かれ, 自宅があった城陽市からも近いということで, 先生の研究室に入れてもらおうと思っていたところ, 道上先生が鳥取大学の教授として異動されてしまい, ハタと困ってしまった. 先生の隣の研究室の砂防研究部門には麻雀仲間の3人がほぼ決まっており, あと一人必要だからということで, 砂防研究部門が何の研究をしているのか, どのような先生がおられるのかもよく知らずに配属を志望し, すんなりと4人が決まった. 以下では, 私が所属した研究室で, どのよ

うな研究環境でどのような課題に取り組んだかを主に防災研究所年報を参考に紹介してみたい。

2. 砂防研究部門で（1981年4月1日～1982年4月30日）

砂防研究室へ挨拶しに出頭すると、教授が芦田和男先生で、大学でこれまでお目にかかったこともない先生だった。先生は私と同じ城陽市にお住まいで、ご長女と私が同い年であったことからか、その後家族同然のように大変かわいがっていただいた。先生は囲碁、将棋、麻雀など、勝負事が大変お好きでまた強かった。麻雀は建設省仕込み（先生は建設省土木研究所出身）で焼き鳥・首吊り・・・ありの超インフレルールで私は先生に勝った記憶が無い。研究・教育の面では先生に叱られた記憶はない。先生がお若い頃は大変研究熱心で夜遅くまで一緒に議論し、指導も大変楽しかったとこのことであったが、我が子のような年齢の学生を指導されだした頃から少し変わられたのではないかとこのことであった。

助教授は高橋保先生で、水理学演習の授業を受けていたので面識はあった。失礼であるが、あまり印象には残っていなかったというか、ひたすら演習問題の解答を板書されていたのを覚えているくらいであった。その後高橋先生と一緒に研究生の半分ほどを過ごすことになるとは当時は夢にも思わなかった。

助手（今の助教）は江頭進治先生（その後砂防研究部門助教授、立命館大学教授、ニュージエック、土木研究所）と澤井健二先生（その後宇治川水理実験所助教授、摂南大学教授、定年退職）のお二人だった。江頭先生には卒論・修論の実質的な指導をしていただき、今もご指導を頂いているところである。先生には論文の書き方や科研費の申請書の書き方などをみっちり鍛えていただき、その後科研費を継続して取得することができた。先生のおかげである。澤井先生とは先生がご退職後、宇治川オープンラボラトリーに巨椋池ピオトープを作って、今も防災・環境学習を一緒にさせていただいている。

卒論と修論は密度流に関する研究であった。当時、貯水池濁水長期化現象や選択取水問題など、濁水や冷温水に係る問題が発生し、これらの問題解決のための研究が水工学分野で活発に行われていた。今思えば水工学分野で著名な多くの先生が密度流研究をされていた。砂防研究部門での密度流研究は少し馴染まないような気がするが、芦田先生はこの分野の研究をすることを認めてくださった。

M2になってそろそろ就職先を考えないといけないなと思っていた頃、芦田先生が、「中川君は就職

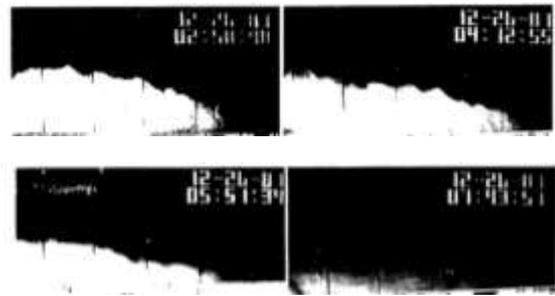


Fig. 1 Transformation processes of the head of a turbidity current (see Ashida et al., 1982)

先をどこにするのかね」とコンパの2次会の席だったか定かではないが聞かれた。当時外国人研究者を案内して興味を持ったこともあり、「〇〇電力の研究所を考えています」と返事したところ、「防災研究所でも研究はできるよ」ということで、1981年3月に修士課程を修了し、4月に防災研究所砂防研究部門助手として研究に従事することになった。当時は教授会で教授が「〇〇君を助手に採用する」と言えばそれで採用が決まった。博士の学位もなく、Journalに掲載された論文もなくとも教授の鶴の一声で決まったのである（と聞いている）。砂防研究部門において砂防関係の研究をするわけでもなく、気が咎めながらも非定常場での密度流研究をしつつ（芦田・江頭・中川, 1981, 1982）（Fig.1），澤井先生が確かカナダのM.S. Yalin教授のところへ海外派遣されていたため、河床波の研究には全く門外漢の私がM2の学生のお手伝いをするようになった（芦田・中川・加藤, 1982）。非定常場における河床波の応答に関する研究で、非常に短い期間であったが河床波の研究に携わることができて、後々の糧となった。

砂防研究部門で密度流研究をさせていただいたのは助手として在籍した1年目だけであったが、この間、参考となる文献はJFM（Journal of Fluid Mechanics）に掲載された論文が中心であり、最新号が図書室に来るのが大変待ち遠しかった。高尚な英文表現が多くて英訳に結構難儀したが、その論文を読んで内容を理解するために流体力学の基礎の基礎を身につけることができたと思っている。隣の研究室は河川災害研究部門（村本嘉雄教授）で、ここでも助手の大久保賢治先生（後に岡山大学教授）が密度流の研究をされていて面白い論文を紹介いただいたり私が紹介したりして、いろんなことを学んだ大変有意義な1年間であった。

ある日、芦田先生が「中川君は今後どのような研究がしたいのかね。密度流研究は砂防研究部門の研究課題としては一段落させたいのでこれを続けるのは・・・君は計算機を用いたシミュレーションが得意ということのようだが・・・新たな研究部

門が来年4月から発足し、高橋助教授が教授としてその部門に異動するので君もそこで新たな研究課題にチャレンジしないかね。」と仰った。青天の霹靂であった。

3. 耐水システム研究部門で(1982年5月1日～1992年3月31日)

異動先の耐水システム研究部門は、高橋先生が教授で私が助教授のポストを流用した助手の2人体制であった。この部門は概算要求が認められて砂防研究部門と宇治川水理実験所の2人の助手のポストを教授と助教授に振り替えて設置された10年の時限を持った部門であった。後々、時限付きを解消することが概算要求の第1位に置く必要があったため他の重要な要求が通りにくく、時限解消が大きな課題として残された。

当部門の設置目的や研究課題は当時としては画期的なものであった。まさに最近の水害の現状を見越したような研究課題が設定されていた。洪水および土砂災害に対してハード対策とソフト対策を組み合わせた新たな治水対策の効果とその評価について研究するものであった。具体的な研究課題については高橋教授が生みの苦しみで作成された(と聞いている)研究課題を一つ一つクリアすればよかったということで、私自身がどのような研究課題を設定すればよいかということに悩む必要はなく、限られた10年という時限を気にしつつ成果を出していく必要があった。

異動した直後に高橋先生とどのような研究課題を設定するか、について話し合った。高橋先生から「中川君、この研究室の具体的な研究課題をずっと考えていたんだが、これが決まれば研究は半分ぐらいできたようなものだ。あとはやるだけだ。10年の時限とはいってもあつという間だ。8年後頃には成果をまとめて、次の研究部門の構想も考えないといけない」との説明があり、後々、自分が研究室をもったときにこのお話はまさに「その通り」だと実感させられた。

私は洪水氾濫現象と人的物的被害の予測や土石流や土砂流による氾濫堆積現象の予測と危険範囲の指定法に関する研究、今でいう洪水や土石流のハザードマップの作成手法の開発、氾濫水の動態を考慮した避難行動の解析や危険度の評価についての研究に携わった。これまで密度流のことしか研究してこなかった私にこのような課題が解決できるのかわからなかったが、他に誰もこのような研究をしていなかったため、結構マイペースで未踏分野にチャレンジできた。ただ、当時の学会(土木学会水理学関係)

では洪水氾濫や避難行動解析、洪水被害リスク評価といったジャンルが無く、作成した論文をどのジャンルに出したらよいか、どこで正当に評価いただけるのかよくわからず、難儀した記憶がある。今とは隔世の感がある。

当部門に異動した1982年の7月下旬に長崎地方で大規模な洪水・土砂災害が発生した。いわゆる長崎豪雨災害である。長崎県長与町で観測された時間降雨強度187mmは今でも我が国観測史上最大の降水量である。科研費の突発災害調査が採択され(研究代表者:坂上 務九州大学教授)、高橋教授、大久保助手とともに私も調査団の一員に加えていただき、長崎市を貫流する中島川の洪水氾濫災害の調査を行った。

浸水実績図を作成するために現地調査を行うとともに中島川の氾濫解析を行った(高橋・大久保・中川, 1983)。これまで氾濫解析をしたこともなかったが、大久保先生のご指導の下、二次元平面流れの基礎式の差分化や時間発展のさせ方など、多くを勉強させていただいた。氾濫解析のプログラムのソースコードを示しながら改良を加えていく大久保先生のオープンな対応に感謝し、共に学ぶとはこういうことなのかなと実感した。学生や同僚とともに勉強・研究するということの基本を学び、このやり方をそれ以降の私の研究スタイルとさせていただいた。

1983年7月22, 23日にかけて島根県西部を中心として集中豪雨が発生した。昭和58年7月豪雨災害である。科研費の突発災害調査が認められ(代表:角屋 睦京都大学防災研究所教授)、村本教授を団長とする三隅川での洪水氾濫災害調査団が防災研の関係者で結成され、現地調査を行うこととなった(Photo 1)。



Photo 1 Members of field survey team on flood disasters of the Misumi River (from left to right, Research Associate Utami Tadashi, Associate Professor Fujita Yu-ichiro, Professor Muramoto Yoshio, Associate Professor Kawata Yoshiaki, Research Associate Ookubo Kenji, Research Associate Ueno Tetsuo, and Research Associate Nakagawa Hajime)

私と当時海岸災害研究部門の助教授であった河田恵昭先生は、破堤氾濫に伴う家屋被害調査を行うこととなった。氾濫解析の結果をどのようにして被災に結び付けるかについては精度の高い実証資料がほとんどなく、未解明な分野であった。この調査で流体力と家屋流失との相関性が明らかにされ（河田・中川，1984），その後の洪水氾濫現象と危険指標との関係に関する研究へと発展できた（高橋ら・中川・加納，1985）。

氾濫解析から得られる浸水深や流速から治水経済調査要綱を基に一般資産の被害額が算定できる。土砂堆積による被害率が被害額の中で大きな割合を占めることから、洪水氾濫解析と同時に掃流砂と浮遊砂による土砂堆積の計算を行うという総合的な一般資産被害額の算定手法を提案した。この手法は現在では治水事業の費用対効果を計算する一般的な手法となっており、洪水ハザードマップやリスクマップの原型を提示することができた（高橋・中川・西崎，1986；高橋・中川，1987；高橋・中川，1989；Nakagawa et al., 1989）。

また、人的被害予測については、当時は浸水深と死亡リスクとの関係から求める方法しかなかったが、住民はリスクを回避するための避難行動を行うので、必ずしも両者に関数関係があるとは言えない。そこで、洪水氾濫水の動態を考慮した避難行動のシミュレーション手法を開発し、避難情報の入手時期や避難行動の開始時期の違いによる避難の難易を分析した（高橋・中川・東山，1989）。さらに、洪水氾濫時の地下空間の危険性についても検討する必要があると考え、現地調査、模型実験、数値解析等を実施した。この研究テーマは次の湾域都市水害研究部門や河川防災システム研究領域での研究課題へと引き継がれた（高橋・中川・野村，1990；たとえば井上ら，1997；石垣ら，2004）。

助手になりたての私を2年続けて突発災害調査のメンバーに加えていただき、災害現場を調査させていただいたことで、解決すべき重要な課題とは何か、その課題を解決するにはどのようなことが本質的な問題なのかといったことを考える機会を与えていただいたと思っている。災害調査とは単なる災害の調査報告をするために実施するのではなく、まだ解決できていない重要な研究課題が災害現場にあるはずで、少しでもそれを感じ取る目を養わせていただいた。私が実施してきた研究課題はこのようなどころから生まれたものが多かった。

高橋教授の専門が土石流であったので、土石流の発生、流動、堆積に関する数値解析の開発にも取り組むことができた（Fig. 2）。そして、土石流氾濫堆積範囲の指定法を提案し、土石流ハザードマップ作



Fig. 2 Article on the Research Section of Anti-flood Hazard System, DPRI, Kyoto University (Fumin Graph Kyo, No.13, 1984)

成の先鞭をつけることができた（高橋・中川・山路，1987；高橋・中川・佐藤，1988）。洪水氾濫や土石流氾濫・堆積に関する研究成果を「洪水および土砂氾濫災害の危険度評価に関する研究」として博士論文に取りまとめ、1989年11月に京都大学より工学博士の学位を取得した。そして1990年11月1日に耐水システム研究部門の助教授に昇任させていただいた。博士の学位を取得した後は、耐水システム研究部門で出した成果の取りまとめと次の部門の設置概算要求書作成のお手伝い等で結構多忙を極めた。

破堤氾濫に伴う堤内地での浮遊砂の堆積に関する成果（Nakagawa et al., 1989）を国際会議で発表することになり、1989年6月に中国北京で開催のThe 4th International Symposium on River Sedimentationに参加予定であったが天安門事件の発生により11月に延期された。これが初めての海外出張であった。ホテルに着くと私にはVIPルームが準備されていた。京都大学の水工系の著名なH. Nakagawa（中川一ではなく中川博次教授）が来るとLOCは思ったらしかかった。間違いだと分かったが部屋はそのまま使わせてもらった。ダッカ空港では花束をもって出迎えてくれたこともあったり、支払った国際学会の会費の請求書が間違っって私のところに届いたり、良い思いも悪い思いもしたが、懐かしい思い出の一つだ。現在、このシンポジウムを主催するWASER（World Association for Sedimentation and Erosion Research）という学会の副会長を仰せつかっているが、よもやこのようなことになるとは当時は想像すらつかなかった。

1991年4月にバングラデシュで高潮・強風災害が発生し約138,000人もの人々が亡くなるという大災害となった。科研費の突発災害調査経費がついたので調査団が結成され（団長：桂 順治京都大学防災研究所教授），河田先生のご配慮で私も高潮災害調査班のメンバーに入れてもらった（桂，1992）。BUETのIWF（Institute of Water and Flood Management, Bangladesh University of Engineering and Technology）がこれ以降カウンターパートとなったが，この災害が契機となって開始された科学研究費国際学術調査研究やSATREPSも含め30年間もの研究交流や人的交流が続くとは夢にも思わなかった。

高橋先生からは，「中川君も博士の学位を取得したのだから，今までとは違う研究テーマで自分がファーストオーサーとなる研究をきなさい」と言っていたが，これまで洪水氾濫や土石流の災害現場を見てきて重要な解決すべき課題だけれど解決がなかなか難しいと思っていた流木の問題に挑戦してみようと考えた。平成29年に発生した九州北部豪雨災害や令和元年の東日本台風による豪雨災害で流木による被害の激甚化が注目されているように，今でも対応・対策が難しい問題である。当時は流木群の流動特性や構造物による堰止め機構を流体のオイラー的解析と流木のラグランジュ的解析とをカップリングした数値解析手法を提案したが（たとえば中川・高橋・池口，1992；中川・高橋，2000），その後，留学生が流木を伴う土石流の格子ダムによる扞止や氾濫堆積に関する数値解析手法の開発へと発展させてくれた（Shrestha et al., 2009; Shrestha et al., 2010）。

1992年3月31日に10年の時限が到来した。次の部門設置の概算要求は通ったが，国会の予算が年度内に認められなかったため新部門の設置が4月15日にまでずれ込んだ。3月31日に芦田教授が砂防研究部門を定年退官されたため，4月1日にそのポストに高橋先生が異動された。私は空きポストがあった海岸災害研究部門の助教授に緊急避難的に異動することとなった。

4. 湾域都市水害研究部門で（1992年4月15日～1995年3月31日）

1992年4月15日に湾域都市水害研究部門（教授1，助教授1）が10年の時限付きで設置された。同年6月に本部の土木教室から井上和也助教授が教授として着任された。研究課題は部門要求時の概算要求で規定されていたので，それに沿った課題に取り組んだ。高度に多層化した湾域都市部を対象として，洪水・高潮・津波・波浪・内水やそれらの重畳による水災害の発生機構を解明し，気候変動による海面上

昇や埋立などの臨海部の境界・環境条件の変化が水災害に及ぼす影響を明らかにするとともに，湾域都市部の水災害に対する直接・間接防御策の立案と評価を行おうとするものである。この研究によって湾域都市部における防災・減災システムの基礎を確立しようとしたものであった。

すぐには対応できない課題もあり，従前から行っていた天然ダムの決壊に関する研究や流木に関する研究も並行して行った（高橋・中川，1992；中川・井上ら，1993；中川・井上ら，1994）。高潮や津波の氾濫解析を行う必要があり，山下隆男先生が行われた1991年のバングラデシュの高潮の解析を参考にさせていただいたり，津波の計算では海底変動量を求める必要があるが何も知らない私は地震予知研究センター助手の平原和朗先生（後に京都大学理学研究科教授）を頼ってManshinha・Smylie（1971）の断層モデルに関する論文や変位を計算するプログラムまでもらった。分野が違うためにわからないことがあるときは気軽に相談に乗ってもらえる研究者の方がおられる防災研究所の良いところを大いに生かさせていただいた。「感謝」の言葉しか無い。

1992～1994年には岡太郎教授が代表で科学研究費（海外学術調査）「バングラデシュ国における洪水・高潮災害とその被害軽減に関する調査研究」が採択され，河田先生と私は「高潮」の研究調査班となり，主にサイクロンシェルターという避難施設の状況や過去の高潮災害の被害を中心にベンガル湾沿岸の



Fig. 3 Member list of Japanese team of comprehensive study on floods and storm surges in Bangladesh and their hazard mitigation

島々をくまなく調査してまわった。

Fig.3は同調査のメンバーであり、Photo 2は島々を調査した時のメンバーである。海外調査の経験が豊かな河田先生と一緒に調査ができて学ぶところが多くありがたかった。研究成果は限られているが(Nakagawa et al., 1996)、実施した高潮氾濫解析と住民避難行動の解析に関するプログラムはカウンターパートのBUETのIWFMと共有することで先方の計算技術の向上に少しでも貢献できたのではないかと思っている。



Photo 2 Member of Storm surge investigation team (left to right, Nakagawa, H., Kawata, Y., Khan, M. S. A (IWFM, BUET), and Aman (tour conductor)). This photo was taken in 1993 and back is Gumti bridge, under construction and completed in 1995

1994年8月21日、台風17号(FRED)が中国の温州地方に上陸し、温州地区だけでも溺死497名、強風による建物倒壊で562名、その他8名の合計1067名の死者が出る災害が発生した。この災害の特徴は台風の強風による高潮と温州市を貫流する甌江で発生した洪水との重畳により潮位が高くなったと考えられ、わが国で参考となる災害事象であることから科学研究費の突発災害調査研究の経費がつき、河田教授を団長とする調査団が結成され私もメンバーに入れていただいた(河田ら, 1995)。

この高潮災害は湾域都市水害研究部門の主要な研究テーマと密接に関係しており、高潮のみならず、洪水と地震津波の重畳の問題などにも派生していった(中川, 2003)。

湾域都市水害研究部門ではあまり研究成果を出せない内に(中川・井上ら, 1995)、1995年4月1日に古巣の砂防研究部門に配置換えとなった。私の後任には戸田圭一先生が助教授として(株)ニュージェックから着任された。

5. 砂防研究部門に戻って(1995年4月1日～2001年9月30日)

砂防研究部門に異動した1995年は激動の年であった。年明け早々に兵庫県南部地震が発生し、防災研究所が一丸となって研究するための予算獲得や研究組織の調整、関連分野における現地調査など、これまでにない研究対応を要した。砂防研究部門が中心となって申請した水中振動台やこれを用いた実験の再現計算用のコンピューターの導入経費など、私がこれまで経験したことのないような億単位の経費が補正予算で認められた。装置は宇治川水理実験所に設置することになったが、実験所の上に第二京阪道路と側道の洛南道路が通ることが分かっていたので、機能補償で建設される予定の第1から第4のうちの第3実験棟の敷地内に水中振動台が設置された。国との機能補償の交渉や移設が必要な実験装置などの物品整理など、結構大掛かりな作業であったが、新たな実験棟ができることの嬉しさもあり余り苦にはならなかった。

砂防研究部門の高橋教授は1995年5月1日から2年間、防災研究所の所長を務め、阪神淡路大震災の対応と改組により翌年の1996年4月1日からスタートすることになる大部門制の概算要求対応で超多忙であった。砂防研究部門は水災害研究部門という大部門の中の土砂流出災害研究分野となり、高橋 保教授、中川 一助教授、里深好文助手の3人体制でスタートした。大部門への改組理由はいくつか挙げられるが、最も重要なことは2つの時限付き組織(湾域都市水害研究部門、都市施設耐震システム研究センター)の時限の解消であった。時限を解消しなければほかの重要な概算要求の要求順位を1位にできなかったと聞いている。

さて、このような状況の中で研究課題としては新たに水中振動台を利活用した研究や高橋教授の科研費で導入されたArcInfoというGISソフトを用いた避難のネットワークの構築と住民の避難行動の解析にチャレンジした。私自身としては水中振動台を十分活かしきれなかったことは反省しなければならないが、不飽和浸透流解析やジョイント要素モデルによる斜面土層の地震時すべり面の解析など、自分にとって新たな研究分野に取り組むことができた(高橋ら, 1997; 中川ら, 2000)。

また、耐水システム研究部門の時から取り組む予定であった課題、例えば計画土石流の設定(中川ら, 1996)、土石流を対象とした避難行動や適正な避難施設の設置場所の選定、流木の問題(Fig.4)(中川ら, 2000)などの課題についても砂防研究部門に異動してからも引き続き取り組んだ。GISを用いた避難行動の解析に関する研究では、コマンドベースのArcInfoで避難経路を構築しなければならなかったが、巨大災害研究センター助手の田中 聡先生(現在、常葉大

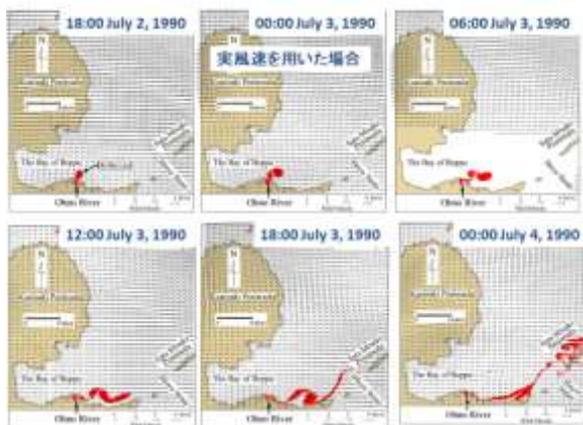


Fig. 4 Simulated positions of the driftwood (red dots) in case of using actual wind data

学社会環境学部教授) がこれに精通されており、毎日のように先生のところに押しかけては分からないところを手取り足取りでご教授いただいた。さぞ迷惑なことであつたらうと思う。研究成果を「豪雨性表層崩壊に起因する土石流の規模予測とGISを用いた避難行動の解析」なる論文に取りまとめで発表したところ、期せずして土木学会水工学論文賞(第1回)を受賞した(中川ら, 1998)。学術論文で「賞」とつくものを初めて得て、大変感激した記憶がある。

1997年から2000年にかけて国内外で洪水や土砂災害が相次いで発生し、災害調査に奔走した。1997年7月には鹿児島県出水市針原川で豪雨により深層斜面崩壊に起因する土石流が夜中に発生し、雨が止んだため避難先から帰宅した住民21名が亡くなる災害となった(中川ら, 1998)(Fig.5)。一方、前年の5月に秋田県鹿角市で地すべりに起因する土石流が発生して温泉街の16棟が全壊する被害が発生したが、臨機応変で適切な避難対応により死者は出なかった。両者の避難対応の違いを分析し、土砂災害情報の提供の仕方の難しさや限界について改めて感じさせられた(京都大学防災研究所, 2001)。

1998年には新潟県下越豪雨災害の調査(防災研独自調査団)(武藤ら, 1999)、中国の長江で発生した洪水災害の調査(土木学会調査団: 団長 玉井信行 東京大学工学研究科教授)、1999年には南米のベネズエラで発生した土砂災害調査(科研費の突発災害調査団: 団長 高橋 保 京都大学防災研究所教授)(中川ら, 2001)(Fig.6)、2000年にはメコン川で発生した大規模な洪水の災害調査(土木学会調査団: 団長 井上和也 京都大学防災研究所教授)等を実施し、その後の報告書の作成に追われた。高橋教授には、ベネズエラ土砂災害の報告書がまだできていないのにメコン川の洪水災害調査に行つて大丈夫かとくぎを刺されたことが記憶に残っている。今更ながらであるが先生にご心配をおかけしたことをお詫び

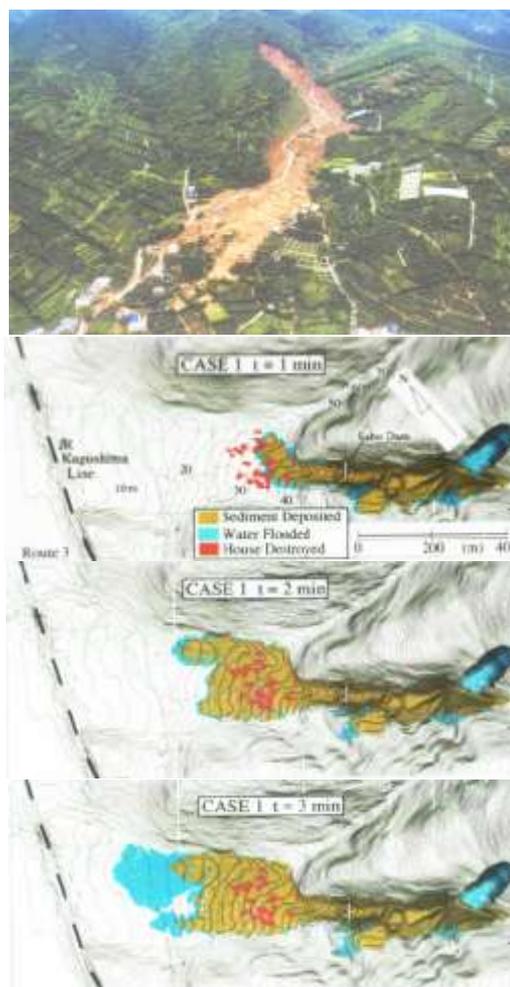


Fig. 5 Top photo is a deep-seated landslide and resultant debris flow deposited area at Harihara district. Bottom three figures are simulated sediment deposited and water inundated area.



Fig. 6 Buildings damaged by debris flows on the San Julian River fan

する次第である。

6. 宇治川に来て ～災害観測実験(研究)センター・流域災害研究センターで～(2001年10月1日～2021年3月31日)

2001年10月1日付で災害観測実験(研究)センター

災害水象観測実験（研究）領域に着任した。なお、
（）がついているのは自称であり、文部省が認めた正式な名称には（）内の「研究」はついていない。これには前任者の今本博健教授が不満を持っておられたと聞いている。その結果、防災研の沿革では「研究」とは表記されていないが、センターの教員が記した文章には「研究」がついていることが多いというネジレが生じている（京都大学防災研究所50年史の4ページ目や195ページ目など）。

着任当時の研究スタッフの構成は、中川一教授、石垣泰輔助教授（後に関西大学教授として転出）、上野鉄男助手、武藤裕則助手（後に白浜海象観測所の助教授で異動、徳島大学教授として転出）、馬場康之助手（後に白浜海象観測所助教授で異動）であった。その後、川池健司助教授（後に教授）、張 浩助教（その後高知大学准教授、熊本大学教授）、山野井一輝助教らを受け入れたが、異動等の詳細については京都大学防災研究所六十年史（京都大学防災研究所、2011）等に委ねたい。

当時、宇治川水理実験所は全国共同利用の施設であったが、共同利用経費からの経済的支援もなく、施設の維持、管理、運営に多大の経費を要するとともに、定員削減により対応する人的資源も不足していた。この状況を打破するために、まずは実験所の名称を水理に特化しない（実質、地盤災害、気象災害、洪水災害、海岸災害など、学際的な施設であった）宇治川オープンラボラトリー（以後、宇治川ラボ。）と2002年9月に改称した。名ばかりの変更ではなく、真に、物理実験・観測・数値実験を基礎とする社会に開かれた研究・教育・学習の場へと変身しようとしたのである。また、2005年4月の改組で流域災害研究センターが設置され、これまで2教授（関口秀雄教授、中川教授）、4研究領域（災害水象（中川教授）、土砂環境（関口教授）、気象海象、地震動）であったセンターが4教授（上記2名に加えて藤田正治教授と戸田圭一教授）、5研究領域（流砂災害（藤田教授）、都市耐水（戸田教授）、河川防災システム（中川教授）、沿岸域土砂環境（関口教授）、流域圏観測）へと大きくなった。そして、2006年に流砂災害と沿岸域土砂環境の研究領域が宇治キャンパスから宇治川ラボに移動し、遠隔地の研究室校費の多くをラボの維持・管理・運営費に充てることができ、共同研究等の外部資金や施設維持費で何とかギリギリで宇治川ラボをやっていけるようになった。遠隔地に来ていただき不便をかけることになった両研究室には感謝以外の言葉がない。

宇治地区はKUINSにより高速通信が可能であったが、宇治川ラボの通信環境は極めて貧弱であった。ここでの研究環境を整えるには通信環境を整備する

必要があった。当時、堤防に国交省が光ファイバーケーブルを敷設していたので、これを管理している近畿地方整備局淀川河川事務所の宮本博司所長に相談させていただいたところ、「近畿地方整備局淀川河川事務所管内の河川情報及び映像情報の提供並びに研究等に関する協定」を淀川河川事務所と防災研究所（当時井上和也所長）との間で締結して頂き、この一環で宇治川ラボに光ファイバーケーブルが敷設され、通信環境が整った。当時はISDN64とかADSLが使えるようになった程度であり、今のように容易に光ケーブルを引けるような状況ではなかった。

教授となってこれからの研究課題をどうするか悩んだ。研究するにしても計測機器や実験装置などを購入する資金もなく、また国際会議等で海外出張する資金も全くなかったために、「これをやるんだ」という研究課題の提案と研究計画の立案が喫緊の課題であった。着任したのが10月であり、科研費の申請締め切りまであまり時間的余裕がなかったが、必死で科研費の申請書を準備した。申請書の作成段階で結構考えが整理できた。以後、退職するまでかかわった研究テーマの一つとして「河川環境と調和した河川構造物の水理機能の評価」に関する研究が挙げられる。具体的には「水制」の研究である。古い研究テーマであるが、これまでの河岸侵食の防止軽減、流れの制御といったことだけでなく、流れの3次元性とその再現計算、多様な地形や流れ場の形成による好ましい生態環境の創成といった、これまでにない視点での研究に魅力を感じた。幸いにも「流域一貫土砂管理のための水理構造物の機能評価と地形変動に関する研究」という課題で4年間の科研費がついた。水制に関する分野では全くの素人だったが、武藤助手や張助教の支援の下、優秀な学生と一緒に実験、計測、観測、数値解析等を学ぶことができたことは本当にありがたかった。

2004年は台風が日本列島に10個上陸（平均的には2.8個上陸）するという異常な年であった。また、梅雨末期の集中豪雨による洪水で、北陸地方などで破堤氾濫災害が複数個所で発生した。福井市内を貫流する足羽川が7月18日午後1時45分頃、木田橋の直上流付近で越水破堤し、死者は出なかったものの床上浸水4,000戸以上、床下浸水9,500戸以上の大規模な浸水被害が生じた（平成16年7月福井豪雨足羽川洪水災害調査対策検討会、2005）（Photo 3）。

某先生からこの水害の調査委員会の委員長を務めるよう指示され、初めて役所やコンサルタントと調査内容、解析方法、調査報告書の取りまとめ方、委員会進行の仕方などを打合せして委員会を仕切る経験をさせていただいた。これ以降、多くの災害調査の委員会やその他の委員会の委員長を務めさせてい

ただいたが、いまだに印象に残る大変貴重な経験であった。いつも某先生からは何かにつけてお気遣いいただき、本当に感謝している。私もこうありたいと願っている。



Photo 3 River bank breach at the Asuwa River, Fukui prefecture (Photo: Fukui Shinbun)

また、その年の10月には台風23号が近畿地方に來襲し、現況の流下能力を上回る洪水が発生して一級河川円山川と出石川が国の直轄管理区間で越水破堤した。円山川堤防調査委員会（委員長：宇野尚雄広島工業大学教授（岐阜大学名誉教授））が設置され、私もその委員会のメンバーに入れていただいた。全くの当て推量であるが、中川に堤防研究をさせたほうが良いとの宇野教授と同窓の某教授のご厚意に違いない。足羽川と円山川での越水破堤による2つの委員会への参加がこれ以降、私が堤防研究に携わるきっかけとなった。先輩教授の思いやりには本当に心より感謝したい。この委員会では水工系の視点から今回の破堤現象を分析し、洪水流解析を基に破堤地点周辺の越流水深の推定（痕跡水位が無かったため）や越流による破堤危険度の評価を行った（豊岡河川国道事務所，2005）。

もう一つの大きな研究課題が「堤防研究」となった。確かに、堤防は浸透、パイピング、すべりなどで被災するが、それらは地盤工学、地盤災害の研究の範疇である。しかし、いったん堤防天端からの越水が生じると、水工学の出番であろう。当時は超過洪水対策と言えば特定の河川の特定の区間でだけ実施されていた高規格堤防ぐらいしか対策は無く、HWL以下の洪水で被災しないように浸透対策等が粛々と実施されていた。したがって、超過洪水に対して丸腰でよいのか、越水破堤のメカニズムは、といった意見や議論も次第に出てきて、堤防研究が一躍注目されだした。

一方、1999年と2003年に発生した博多駅周辺での水害や2000年の東海豪雨水害など、都市水害が顕在化してきた。これまで地上部での浸水解析などを実施してきたが、地下貯留施設、雨水排水管網、排水ポンプ、地下鉄への浸水等、都市の構造や排水シ

テムを考慮した氾濫解析を実施しないと都市の正確な浸水特性を明らかにできない。また、小規模な模型実験では氾濫解析の精度検証にたえられない。そこで、振興調整費がついた（代表：河田教授）のを機に宇治川ラボ内に京都市（西は烏丸通り、東は鴨川、北は丸太町通り、南は高倉通りの南北約2km、東西約1km）の地下鉄を考慮した1/100の縮尺模型とゼスト御池周辺の東西線を含む区域を抽出した1/20の縮尺模型を作成し、鴨川が溢れた時の地下空間への浸水や家屋への浸水を考慮した洪水氾濫模型実験およびその再現シミュレーションモデルの開発を行うこととなった（中川ら，2003；中川ら，2004；石垣ら，2004；石垣ら，2005）。そして、2005年4月から長崎大学助手であった川池健司さんが助教授として着任したのを機に、側溝や雨水マスなど細部に至るまでとことん雨水排水システムのメカニズムを組み込んだ都市での氾濫解析モデルの開発を行うこととなった。詳細なモデルを簡略化するのは容易であろうということでのこのような研究方針を取った。これが3つ目の研究課題となった。

振興調整費の予算を用いて実物大の流水階段模型や浸水ドアの開閉実験装置を作成し、地下空間での浸水が有する危険性に係るユニークな研究を行った。これらの装置は研究が終了してからも、宇治川ラボでのキャンパス公開や一般市民、学生等を対象とした研修などでも体験学習用の施設として供用されている。

私が宇治川ラボに来てからも、構内には大正時代に建てられた（と聞いている）旧研究棟（もともとは関西配電、今の関西電力の火力発電所の建物）が残っていたが（Photo 4），耐震上危険であるということで私の研究居室は管理棟の1階会議室を間借りすることとなった。ほかの教員は4つある実験棟のうちの第2実験棟に移り、私も間もなく部屋数の都合で第3実験棟に移ることとなった。

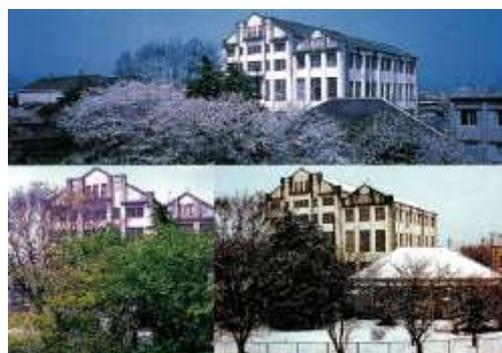


Photo 4 Distant views of a main research building of Ujigawa Hydraulics Laboratory (from leaflet of the Laboratory)

新たな研究棟の新営を概算要求してきたがこれまでことごとく落とされてきたため諦めて概算要求書を提出しなかったところ、当時の岡田憲夫所長から、「宇治サブキャンパスとしての共同利用研究棟の新営」として要求してはどうかとのサジェスチョンを頂いた。宇治川ラボを宇治サブキャンパスとして位置づけ、共同研究拠点、人材育成拠点、実験・観測・シミュレーションの三位一体となった研究教育拠点としてさらに発展させる、という構想である。その後、京大での総長ヒアリングへと進展し、松本紘総長の「施設部長、これ、何とかならんか」との一言で要求は京大を通過し、目出度く概算要求が通り、研究棟の新営となった。単独部局での建物新営はほとんどできないと言われていただけにこの建物新営は奇跡に近かったと思われる。京都大学と文科省に感謝の言葉しかない。平成25年12月に「流域災害研究センター本館」として竣工した（Photo 5）。



Photo 5 New research building of the Research Center for Fluvial and Coastal Disasters, completed in Dec. 2013

話の内容がたびたび前後するが、研究課題は成り行きに任せたところはあるけれども、以下のような4課題にまとめられる。

- (1) 流砂系の課題
- (2) 水制工に関する課題
- (3) 河川堤防・天然ダム・氷河湖の決壊の課題
- (4) 都市水害に関する課題

(1) は寶馨教授が代表のCRESTの一環で実施したインドネシアのブランタス川での土砂流出予測に関する研究（中川ら，2007）（Photo 6）や、河床変動解析等に関する研究（Nakagawa et al., 2004; Zhang et al., 2011; 太田ら，2015; 2016; Shampa et al., 2017a, 2017b; Talchabhadel et al., 2018a; 2018b），砂防ダム等土石流の制御に関する研究（Shrestha et al., 2008a, 2008b, Kim et al., 2014）等である。教授として着任したてで十分な研究経費が無いときに、寶教授からCRESTの共同研究にお声がけいただき、必要な計測・観測器などを購入でき、研究経費に恵まれて大変ありがたかった。



Photo 6 Group photo of the collaborative field research team on the rainfall and sediment runoff in the Lesti River, tributary of the Brantas River, East Java, Indonesia (photo taken in front of the JASA TIRTA I Corporation)

(2) に関する研究は結構広範囲に行ってきた。多くの学生が卒業論文、修士論文、博士論文で取り上げており、全てをここでは示せないが、張 浩君（Zhang et al., 2005），水谷英朗君（水谷ら，2010；水谷ら，2012），Amir Reza Mansoori君（Mansoori et al., 2012），Hiroshi Teraguchi君（Teraguchi et al., 2010），Saroj Karki君（Karki et al., 2018），Shampaさん（Shampa et al., 2020）らの博士論文が水制工に関して新たな知見を取り入れたものであり、研究室で掲げた課題を解決するために博士後期課程の学生たちが大いに協力・貢献してくれた。

2002年11月から2年間、JSPSのポスドク事業により、BUETのMunsur Rahmanさん（当時はBUET IWFMの助教）が私の研究室に滞在し、ベンガル地方の河川で洪水時の航路維持のために設置されるバンダルという水制が、洪水時の流れによる河岸侵食防止や水制背後での浮遊砂の堆積に効果があるのではないかと相談に来たので、水制周辺での最大洗堀深の評価やバンダル水制の機能とこれによる河道の安定化に関する研究を実施することとなった（Rahman et al., 2003; 2004; 2006）。これがきっかけとなり、その後2006年より4年間、科研費（海外）の補助を得て「バングラデシュにおける巨大沖積河川の河道安定化に関する現地適用型対策の調査研究」でバンダル水制をはじめ、種々の水制工の現地調査を実施した。

その後、2014年度は暫定であったが2015年度から5年間のSATREPS事業が採択され、「バングラデシュ国における高潮・洪水被害の防止軽減技術の研究開発」事業を実施した。このプロジェクトの中で、バングラデシュ国を貫流する大河川Jamuna川にバンダル水制を試験施工することが許され、最終的には洪水で水制は破壊されたものの、河岸侵食防止と水制背後での土砂堆積に大変効果があることが実証された（Photo 7）。



Photo 7 Bands implemented in the Jamuna River at Kazipur, Sirajganj, Bangladesh

(3) の河川堤防に関する研究は主として越流決壊に関する数値シミュレーション手法の開発が中心であった。また、淀川河川事務所との共同研究で約1/5の堤防模型を用いた水理実験を行い、破堤と水理量等との関係、越流破堤過程の数値解析モデルの開発などを行うとともに、対策工の効果についても検討した(與田ら, 2010; 2014; Nakagawa et al., 2012; Mizutani et al., 2013; Bhattarai et al., 2014) (Fig.7)。その後、(株)太陽工業との共同研究では、堤防裏面に透気性の侵食防止シートを敷設することで、越流による堤防決壊の危険性が大幅に軽減されること等を明らかにした(川岸ら, 2017)。

天然ダムは堤体材料の透水性や水位上昇速度等によってはすべり面が形成されて堤体がすべり、一気

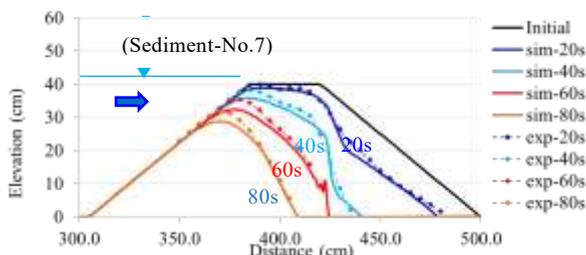


Fig. 7 Comparison between experimental and simulated erosion process of embankment due to overtopping of water

に堤体内の水がそこから流出して堤体を侵食し、決壊することがある。非円弧のすべり面を簡易Jambu法で評価し、滑った土塊が安息角で停止堆積するもの仮定して、侵食により形成される土石流の規模を予測するモデルを開発した(Awal et al., 2007) (Fig.8)。また、実際には3次元的なすべり面が形成されるので、3次元のすべり面の推定手法を開発した(Awal et al., 2009; Regmi et al., 2011)。

留学生の多くがネパールのトリバン大学出身であった。これは2002年にJICA短期専門家として同大学の大学院でWater Induced Hazardの講義を担当したことがきっかけとなり、先方の教員や学生とも交流できたことで、優秀な留学生が京都大学の博士後期課程に入学してくれたことによる。工学研究科では

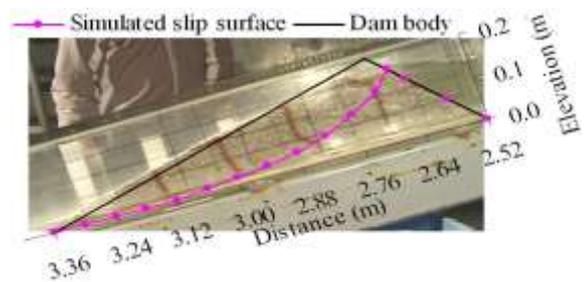


Fig. 8 Comparison between simulated and experimental slip surfaces generated in the natural dam body by gradually supplying water upstream

結構多くの国費留学生を採用できる特別コースというのがあって、こちらとしても受け入れやすかった。

ネパールは背後にヒマラヤをかかえ、地球温暖化による氷河の融解で氷河湖が決壊する恐れがあった。そのため、ネパールの学生は学位取得後もその専門性を活かして氷河湖の決壊が発生する土石流の規模予測に関する研究を自発的に行った(Awal et al., 2010; Shrestha et al., 2010; 2013; Shrestha and Nakagawa, 2016)。

(4)の都市水害については川池准教授が中心となって研究を進めてくれた。結構多くの卒論、修論、博論で取り組み、韓国の留学生が何人かこの分野で博士の学位を取得している(Lee et al., 2011; Lee et al., 2013; 2014; Ko et al., 2014; 2015; Sadik et al., 2017)。私の後任の川池教授が引き続きこの分野で世界をリードしてくれるものと期待している。

7. おわりに

標題のとおり防災研究所での40年の研究生活を振り返って、思い出話のような内容になったことをお詫び申し上げる。40年はあまりにも長く、正しく記憶できていないために誤った内容になっているところもあるかもしれない。もし、この拙文をご高覧頂いて間違い等お気づきの点があればぜひともご指摘願いたい。正しい思い出として記憶に残したいと思っている。

謝 辞

本稿は、筆者の定年退職にあたっての特別講演の内容を書き起こしたものである。京都大学では学部・大学院で6年間お世話になった。そして京都大学防災研究所では40年間にわたり研究・教育活動に携わることができた。この間、多くの恩師の先生方、同僚、事務の方々、友人、学生達にお世話になり、共に学び、励まされ、育てられた。京都大学と防災研究所に心より感謝する次第である。

参考文献

- 芦田和男・江頭進治・中川 一 (1981) : 傾斜路床上における泥水塊の挙動に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第24号B-2, pp.265-282.
- 芦田和男・江頭進治・中川 一 (1982) : 密度流先端部の解析における相似理論の適用性, 京都大学防災研究所年報, 第25号B-2, pp.597-613.
- 芦田和男・中川 一・加藤 均 (1982) : 流量変化に伴う河床波の応答に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第25号B-2, pp.473-491.
- 石垣泰輔・戸田圭一・馬場康之・井上和也・中川 一・吉田義則・多河英雄 (2005) : 実物大階段およびドア模型を用いた地下空間からの避難に関する水理実験, 京都大学防災研究所年報, 第48号 B, pp.639-646.
- 石垣泰輔・中川 一・馬場康之・技術室氾濫模型実験グループ (2004) : 地下空間を含む都市洪水氾濫に関する水理模型実験, 京都大学防災研究所年報, 第47号B, pp.527-544.
- 井上和也・中川 一・戸田圭一・溝田敏夫 (1997) : 地下空間への氾濫浸水の解析, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第2巻, 土木学会「一般投稿論文」, pp.95-102.
- 太田一行・佐藤隆宏・新井涼允・中川 一 (2016) : 非定常流量に対する堰上流の局所洗掘推定モデル—静的・動的洗掘条件を包括した常微分方程式型モデルの導出—, 河川技術論文集, 土木学会水工学委員会, 第22巻, pp.139-144.
- 太田一行・佐藤隆宏・中川 一 (2015) : 掃流から浮遊への遷移を考慮した三次元河床変動解析手法—河川横断構造物上流の局所洗掘現象への適用—, 水工学論文集, 土木学会, 第59巻, pp.I_883-I_888.
- 桂 順治 (サイクロン災害研究グループ代表) (1992) : 1991年サイクロンによるバングラデシュの高潮・強風災害, 京都大学防災研究所年報, 第35号A, pp.119-159.
- 川岸 靖・山本浩二・與田敏昭・中川 一 (2017) : 河川堤防の透気・防水性シートによる越流侵食防止効果, ジオシンセティックス論文集, 第32巻, pp.167-174.
- 河田恵昭・中川 一 (1984) : 三隅川の洪水災害—洪水氾濫と家屋の被害—, 京都大学防災研究所年報, 第27号B-2, pp.179-196.
- 河田恵昭・中川 一・安田孝志・角野昇八・間瀬 肇・水谷法美・島田広昭 (1995) : 中国温州における高潮氾濫・波浪災害について, 海岸工学論文集, 第42巻, pp.1256-1260.
- 京都大学防災研究所 (2011) : 京都大学防災研究所六十年史, 創文堂.
- 京都大学防災研究所編 (2001) : 防災学ハンドブック, 朝倉書店, pp.648-649.
- 高橋 保・中川 一 (1989) : 堤防決壊による土砂堆積のシミュレーション, 京都大学防災研究所年報, 第32号B-2, pp.733-756.
- 高橋 保・大久保賢治・中川 一 (1983) : 昭和57年長崎豪雨における中島川の洪水氾濫解析, 京都大学防災研究所年報, 第26号B-2, pp.109-125.
- 高橋 保・中川 一 (1987) : 河川堤防の決壊に伴う浮遊砂の堆積に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第30号B-2, pp.597-609.
- 高橋 保・中川 一・加納茂紀 (1985) : 洪水氾濫による家屋流失の危険度評価, 京都大学防災研究所年報, 第28号B-2, pp.455-470.
- 高橋 保・中川 一・佐藤広章 (1988) : 扇状地における土砂災害危険度の評価, 京都大学防災研究所年報, 第31号B-2, pp.655-676.
- 高橋 保・中川 一・里深好文・北 勝利・吉田義則・辰巳正人 (1997) : 地震外力を考慮した斜面崩壊に関する実験的研究, 京都大学防災研究所年報, 第40号B-2, pp.385-396.
- 高橋 保・中川 一・西崎丈能 (1986) : 堤防決壊による洪水危険度の評価に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第29号B-2, pp.431-450.
- 高橋 保・中川 一・野村 出 (1990) : 洪水氾濫に伴う地下街浸水のシミュレーション, 京都大学防災研究所年報, 第33号B-2, pp.427-442.
- 高橋 保・中川 一・東山 基 (1989) : 洪水氾濫水の動態を考慮した避難システムの評価に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第32号B-2, pp.757-780.
- 高橋 保・中川 一・山路昭彦 (1987) : 土石流氾濫危険範囲の指定法に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第30号B-2, pp.611-626.
- 高橋 保・中川 一 (1992) : 自然ダムの越流決壊によって形成される洪水の予測, 京都大学防災研究所年報, 第35号B-2, pp.231-248.
- 豊岡河川事務所 (2005) : 円山川堤防調査委員会報告書.
- 中川 一 (2003) : 河口域における災害水理—高潮と津波に対する防災面からのアプローチ, 河川, No.680, pp.9-14.
- 中川 一・石垣泰輔・武藤裕則・井上和也・戸田圭一・多河英雄・吉田義則・辰巳賢一・張 浩・八木博嗣 (2003) : 都市における洪水氾濫—大規模な洪水氾濫模型装置を用いた実験と解析—, 京都大学防災研究所年報, 第46号 B, pp.575-584.

- 中川 一・石垣泰輔・武藤裕則・馬場康之・張 浩・八木博嗣・藤本幸史 (2004) : 住区内での浸水を考慮した洪水氾濫の実験と解析, 京都大学防災研究所年報, 第47号 B, pp.517-526.
- 中川 一・井上和也・池口正晃 (1994) : 流木群の流動に関する研究(3) - 流木の回転運動を考慮した解析 -, 京都大学防災研究所年報, 第37号B-2, pp.459-473.
- 中川 一・井上和也・池口正晃・坪野考樹 (1993) : 流木群の流動に関する研究(2) - 流木群の堰止め -, 京都大学防災研究所年報, 第36号B-2, pp.487-498.
- 中川 一・井上和也・島本和仁・武田 誠・上塚哲彦 (1995) : 大阪湾における高潮とその氾濫に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第38号B-2, pp.477-499.
- 中川 一・里深好文・大石 哲・武藤裕則・佐山敬洋・寶 馨・シャルマ ラジハリ (2007) : ブラントス川の支川レスティ川流域における降雨・土砂流出に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第50号 B, pp.623-634.
- 中川 一・高橋 保 (2000) : 湾内に流出した流木群の挙動解析, 京都大学防災研究所年報, 第43号 B-2, pp.295-306.
- 中川 一・高橋 保・池口正晃 (1992) : 流木群の流動に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第35号B-2, pp.249-266.
- 中川 一・高橋 保・里深好文・川池健司 (2001) : 1999年ベネズエラのカムリグランデ流域で発生した土砂災害について - 数値シミュレーションによる再現計算と砂防施設配置効果の評価 -, 京都大学防災研究所年報, 第44号B-2, pp.207-228.
- 中川 一・高橋 保・里深好文・立川康人・市川 温・吉田義則・中村行雄 (1998) : 平成9年鹿児島県出水市針原川で発生した土石流災害について, 京都大学防災研究所年報, 第41号B-2, pp.287-298.
- 中川 一・高橋 保・里深好文・辰巳正人 (2000) : 地震時の斜面崩壊に対する基盤面形状の影響に関する研究, 砂防学会誌, Vol.52, No.5, pp.4-15.
- 中川 一・高橋 保・澤田豊明・石橋晃睦 (1998) : 豪雨性表層崩壊に起因する土石流の規模予測とGISを用いた避難行動の解析, 水工学論文集, 第42巻, pp.325-330.
- 中川 一・高橋 保・澤田豊明・里深好文 (1996) : 計画土石流の設定と避難計画, 京都大学防災研究所年報, 第39号B-2, pp.347-371.
- 中川 一・玉井信行・沖 大幹・吉村 佐・中山 修 (1999) : 1998年中国長江の洪水災害について, 京都大学防災研究所年報, 第42号B-2, pp.273-290.
- 平成16年7月福井豪雨足羽川洪水災害調査対策検討会 (2005) : 足羽川洪水災害調査対策検討報告書. 水谷英朗・中川 一・川池健司・馬場康之・張 浩 (2010) : 混合砂礫床における水制周辺の局所洗掘および粒度変化に関する研究, 土木学会, 水工学論文集, 第54巻, pp.805-810.
- 水谷英朗・中川 一・川池健司・馬場康之・張 浩 (2012) : 相対水制高が水制周辺の局所洗掘と粒度変化に与える影響, 水工学論文集, 第56巻, pp.1-1141-I-1146.
- 武藤裕則・中川 一・戸田圭一・市川 温・川池健司 (1999) : 1998年8月新潟下越豪雨災害に関する調査研究, 京都大学防災研究所年報, 第42号B-2, pp.255-27.
- 與田敏昭・中川 一・関口秀雄・岡二三生・後藤仁志・小俣 篤 (2010) : 越流侵食・浸透のメカニズムを把握するための小型堤防による越流侵食実験, 河川技術論文集, 第16巻, 土木学会水工学委員会, pp.347-352.
- 與田敏昭・中川 一・水谷英朗・川池健司・張 浩 (2014) : 堤体飽和度に着目した堤防の越流侵食のメカニズムに関する研究, 自然災害科学, Vol.33, No.1, pp.29-41.
- Awal, A., Nakagawa, H., Baba, Y. and Sharma, R. H. (2007): Numerical and experimental study on landslide dam failure by sliding, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.51, pp.7-12.
- Awal, R., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang H. (2009): Numerical and experimental study on 3D transient seepage and slope stability of landslide dam failure, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.53, pp.61-66.
- Awal, R., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang, H. (2010): Study on glacial lake outburst flood, Proc. of the International Symposium on Water and Sediment Disasters in East Asia, pp.213-222.
- Bhattarai, P.K., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Zhang, H. (2014): Experimental Study on River Dyke Breach Characteristics due to Overtopping, Journal of Japan Society for Natural Disaster Science, Vol.33, Special Issue, pp. 65-74.
- Karki, S., Hasegawa, Y., Hashimoto, M., Nakagawa, H. and Kawaike, K. (2018): Short-term evolution of flow & morphology in an erodible meandering channel with & without groynes, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), Vol.74, No.4, pp.I_1147-I_1152.
- Kim, N. G., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Zhang, H.

- (2014): A Study on Debris Flow Outflow Discharge at a Series of Sabo Dams, *Journal of Japan Society for Natural Disaster Science*, Vol.33, Special Issue, pp. 43-52.
- Ko, D. W., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Zhang, H. (2014): Study on Estimation of Inflow Discharge to Underground Storage System for Mitigation of Urban Inundation Damage, *Journal of Japan Society for Natural Disaster Science*, Vol.33, Special Issue, pp. 177-184.
- Ko, D. W., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Zhang, H. (2015): Study on Suitable Coefficient of Overflow Discharge Equation Under Pressurized Flow Condition, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.59, Feb., 2015, pp.I_169-I_174.
- Lee D. K., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang, H. (2011): Estimation of inundation flow using 2D-3D coupling model, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.55, pp.S_175-S_182.
- Lee, S. S., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Zhang, H. (2013): Experimental validation of interaction model at storm drain for development of integrated urban inundation model, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.57, pp.I-109-I-114.
- Lee, S. S., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Zhang, H. (2014): Study on development of sewer pipe analysis model considering manhole head losses, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.58, pp.I-97-I-102.
- Mansinha, L. and D. E. Smylie (1971): The displacement fields of inclined faults, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.61, No.5, pp.1433-1440.
- Mansoori, A.R., Nakagawa, H., Kawaike, K., Zhang, H. and Safarzadeh, A. (2012): Three-dimensional Features of the Turbulent Flow around Series of groynes with Different Shapes of Head, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.56, pp.I-61-I-66.
- Mizutani, H., Nakagawa, H., Yoden T., Kawaike, K. and Zhang, H. (2013): Numerical modeling of river embankment failure due to overtopping flow considering infiltration effects, *Jour. of Hydraulic Research*, Vol.51, No.6, pp.681-695.
- Nakagawa, H., Y.Kawata, K.Inoue and T.Tanino (1996): Flooding in Sandwip Island in the 1991 Storm Surge Disasters, *Jour. of Japan Society for Natural Disaster Science*, Vol.15, No.2, pp.151-174.
- Nakagawa, H., Takahashi, T. and Higashiyama, M. (1989): Suspended Sediment Deposition in Flood Plains Due to Meandering River Bank Breach, *Proc. 4th International Symposium on River Sedimentation*, pp.587-594.
- Nakagawa, H., Utsumi, T., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang, H. (2012): Erosion of unsaturated embankment due to overtopping water, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)*, Volume 67, Issue 4, pp. II_1-II_4.
- Nakagawa, H. and Zhang, H. (2004): Modeling of total sediment load transport in alluvial rivers, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.48, pp.931-936.
- Rahman, M. M. and Nakagawa, H. (2004): On the Formation of Stable River Course, *Annals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.*, No.47 B, pp.601-615.
- Rahman, M. M., Nakagawa, H., Ishigaki, T. and Khaleduzzaman, ATM (2003): Channel stabilization using bandalling, *Annals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.*, No.46 B, pp.613-618.
- Rahman, M. M., Nakagawa, H., Ito, N., Haque, A., Islam, T., Rahman, M.R. and Hoque, M.M. (2006): Prediction of local scour depth around Bandal-like structures, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.50, pp.163-168.
- Regmi, R.K., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang, H. (2011): Three dimensional study of landslide dam failure due to sudden sliding, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.55, pp.S_139-S_144.
- Sadik, M. S., Nakagawa, H., Rahman, M. R., Shaw, R., Kawaike, K., Fujita, K. and Ialam S. M.T. (2017): Systematic Study of Cyclone Aila Recovery Efforts in Koyra, Bangladesh Highlighting the Possible Contribution to Vulnerability Reduction, *Journal of Japan Society for Natural Disaster Science*, Vol.36, Special Issue, pp.109-121.
- Shampa, Hasegawa, Y., Nakagawa, H., Takebayashi, H. and Kawaike, K. (2017a): Numerical Simulation of River Bed Deformation due to Unsteady Flow of Large Sand-Bed Braided River: Brahmaputra-Jamuna, *Annals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.*, No.60, pp.737-745.
- Shampa, Hasegawa, Y., Nakagawa, H., Takebayashi, H. and Kawaike, K. (2017b): Dynamics of Sand Bars in a Braided River: A Case Study of Brahmaputra-Jamuna River, *Journal of Japan Society for Natural Disaster Science*, Vol.36, Special Issue, pp.123-137.
- Shampa, Hasegawa, Y., Nakagawa, H., Takebayashi, H. and Kawaike, K. (2020): Three-Dimensional Flow Characteristics in Slit-Type Permeable Spur Dike

- Fields: Efficacy in Riverbank Protection, *Water*, 12(4), 964, pp.1-31 (open access).
- Shrestha, B. B. and Nakagawa, H. (2016): Prediction of debris-flow and flood characteristics caused by potential outburst of the Imja glacial lake in Nepal, *International Journal of Erosion Control Engineering*, Vol.9, No.1, pp.7-17.
- Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Baba, Y. (2008a): Numerical and experimental study on debris-flow deposition and erosion upstream of a check dam, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.52, pp.139-144.
- Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Baba, Y. (2008b): Numerical simulation on prediction of debris-flow hydrograph of heterogeneous bed material and sediment transport in a mountainous river, *Proc. of the 4th International Conference on Scour and Erosion (ICSE-4)*, pp.672-677.
- Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang H. (2009): Numerical simulation on debris-flow with driftwood and its capturing due to jamming of driftwood on a grid dam, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.53, pp.169-174.
- Shrestha B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang, H. (2010): Glacial Lake Outburst due to Moraine Dam Failure by Seepage and Overtopping with Impact of Climate Change, *Annals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.*, No.53 B, pp.569-582.
- Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang, H. (2010): Numerical and experimental study on debris flow with driftwood fan deposition, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.54, pp.139-144.
- Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang, H. (2013): Glacial hazards in the Rolwaling valley of Nepal and numerical approach to predict potential outburst flood from glacial lake, *Landslides*, Volume 10, Issue 3, pp.299-313.
- Talchahadel, R., Nakagawa, H., Kawaike, K. and Sadik M. S. (2018b): Polder to De-polder: an Innovative Sediment Management in Tidal Basin in the Southwestern Bangladesh, *Annals of DPRI, Kyoto Univ.*, No. 61 B, pp.623-630.
- Talchahadel, R., Ota, K., Nakagawa, H. and Kawaike, K. (2018a): Three-dimensional simulation of flow and sediment transport processes in tidal basin, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)*, Vol.74, No.4, pp.I_955-I_960.
- Teraguchi, H., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y. and Zhang, H. (2010): Morphological Changes induced by River Training Structures: Bandal-like structures and Groins, *Annals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.*, No.53 B, pp.595-605.
- Zhang, H., Muto, Y., Nakanishi, S. and Nakagawa, H. (2011): Impacts of weir removal on channel dynamics in non-uniform sediment beds, *Journal of Applied Mechanics, JASC*, Vol.67, No.2, pp.I_625-I_634.
- Zhang, H., Nakagawa, H., Ishigaki, T. and Muto, Y. (2005): Prediction of 3D flow field and local scouring around spur dykes, *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, Vol.49, pp.1003-1008.

(論文受理日 : 2021年9月6日)