

講演

洪水災害について

福岡 捷二

1. 洪水災害から学ぶ

ご紹介いただきました広島大学の福岡です。私に与えられたテーマは「洪水災害を振り返って」です。洪水災害は、河川流域に降った雨が河道を流下してくる過程で起こる規模の大きい水災害です。個々の洪水災害について振り返って議論するにはあまりに重いテーマでありますので、私は、「洪水災害から学ぶ」というテーマでお話をしたいと思います。洪水災害が、この10年間、それまでの洪水災害と少し違う形で起こるようになってきたことをどう考えるべきなのでしょう。私も大学にいる者は、基礎研究を中心に研究を行っています。洪水に関しては、水理学的、土砂水理的あるいは水文学的な立場で問題を扱っており、それぞれの分野はそれなりに進展してきていますが、果たして洪水災害の軽減に対してどの程度回答を与えることができるようになったのでしょうか。洪水災害研究グループとして、調査・研究を通して、今後どういった考え方で災害に対応していくべきなのでしょう。今日はそういったことを中心に、話していきたいと思います。そういう意味では、先に高橋先生、大町先生がお話になられたような学術的な議論でというより、新しい形の洪水災害の発生をどう考え、災害軽減に対して、学術と技術のリンクをどう考えたらよいかに焦点をあて、洪水災害から学ぶことの重要性に言及

します。

2. 最近の水災害の事例

最初に、最近10年程度の国内・国外の水災害について触れます。それ以前にも長崎水害等いろいろな災害がありますが、特に流域が開発され、都市が発展してきた、その中で起こってきた水災害を我々洪水災害研究グループはどう考えたいのか、ということで、平成5年の例からスタートしたいと思います。

平成5年の8月と9月、鹿児島県で土砂災害がありました。多くの方が亡くなりました。甲突川（こうつきがわ）の河川氾濫で歴史的な石橋が流れ、都市機能が麻痺しました。その後インパクトの大きかった災害としては、平成7年の梅雨前線豪雨があります。これは関川・姫川両水系で、堤防の決壊等もあり、大量の土砂を流出し、異常に川床が上昇したものです。この災害では、流域から海岸まで一貫した土砂管理の必要性が叫ばれ、流域一貫・水系一貫土砂管理研究の契機となりました。

新しいところでは、平成10年8月那珂川（なかがわ）水系、那珂川と余笹川（よささがわ）と黒川の谷底平野で局所的に異常な豪雨がありました。ところが情報の伝達が悪くて、上流で大雨が降り防災無線でサイレンを鳴らしたものが火事の

サイレンと間違われて避難をしなかったというケースであります。それ以前から言われていましたが、情報伝達の重要性が改めて問われたケースです。また多くのライフラインや橋が流出してしまったということで、それまで主に川だけを考えて計画を立てていたものが、実は橋や道路も川と同様に国民生活上重要であり、それを念頭においた計画を立てなければいけない、河川計画は道路計画や都市計画と一体的に考えて立てなければいけないということを示し、認識させられた非常にインパクトの大きい災害でした。

次にもう一つ記憶に新しいところで、高知市の水害です。これも避難がなかなかできなかった、大変大きな水害で、しかも交通網が寸断されて、都市機能が麻痺した例です。

次の平成 11 年の福岡都市型水害は、河川および洪水災害を勉強する者、あるいは都市計画を勉強する者にとって、流域全体で河川をどうみるのかと同時に、都市づくりの中で川をどう考えるのかを問われた大きな意味のある災害でした。三笠川周辺の低地に発達した博多駅のビル群、地下街そして地下鉄に水が流入して、ビルの地下におられた女性有一名亡くなりました。この新しい都市型水害は低地に発展する街づくりにかかわるもので、地下街の立地や構造と共に下水道と河川の連携の問題などいろいろ新しい課題が浮きぼりになりました。このことは、さきほど内閣府審議官からお話がありましたように、地域防災計画の見直しまで必要としたインパクトのある新しいタイプの災害でした。

このときは、地下鉄博多駅及び地下街に氾濫水が入りましたが、こういう災害は以前から想定されてはいたのです。幸いにそれまで大きな被害にはならなかったために注目を浴びなかっただけでした。昭和 50 年代に、神田川や目黒川周辺で地下に水が入ることが起こっていますが、目黒川があふれて地下に水が入ったとき、住人が亡くなったのではということで、フロッグマンが潜って探したことがありました。幸いにも、誰も亡くなかった、ということもあったわけです。残念ながら、死亡者が出て動き出すのが行政というもの

で、対策が遅れてしまいました。同時に我々研究者も、このような問題を軽く見ていたのではないか、いうことを教えられたのが、福岡の災害だったわけです。

図 1 が、福岡都市型水害のときの氾濫域で、赤の部分が浸水した地上、地下の施設です。この地域の地盤の高さが問題となりました。そもそも街づくりを計画するときに、まず十分な基礎調査をして、地盤高と河川水位との関係を最初からきちんと考慮しないとダメである、ということがこの災害で改めて強調されるようになりました。これ以降、事業計画を立てる際には、河川災害や土砂災害が起こらないように、基礎調査を行うことがあたりまえになりました。まず基礎調査を行い、その調査に基づいた計画を立て事業を実施するというようになってきています。

ところで、これまで日本の大学あるいは国の研究者は、海外で自然災害が起こったときには、調査団を派遣する等いろいろな形で技術協力や援助が行なわれています。国外で起こった河川災害に調査団を派遣した例も多いわけです。以前から自然災害研究グループでは、こういう調査を行っているわけですが、わが国で洪水災害ならびに他の自然災害に関して蓄積された技術を、海外の国々の災害防除に生かしていく、しかも相手の立場に立って援助を行うということで、特に開発途上国からは期待されています。1993 年のミシシッピ川、1997 年のポーランド・オーデル川はじめ、長江、ベネズエラ等で発生した河川災害・土砂災害に、研究者・技術者が行って調査をし、その地の方々に調査報告書を示し役立てていただいています。

3. 近年の豪雨災害の特徴と対応

さて次に、近年の豪雨災害の特徴をもう一度整理してみます。まず言えることは、異常な大きさの豪雨が発生していること、そしてその頻度が高くなってきたということです。それぞれの河川について、100 年に一度平均的に起こる雨を計画規模にすると、それを超えているような雨が、平成 7 年から平成 10 年にかけてずいぶん増えてきま

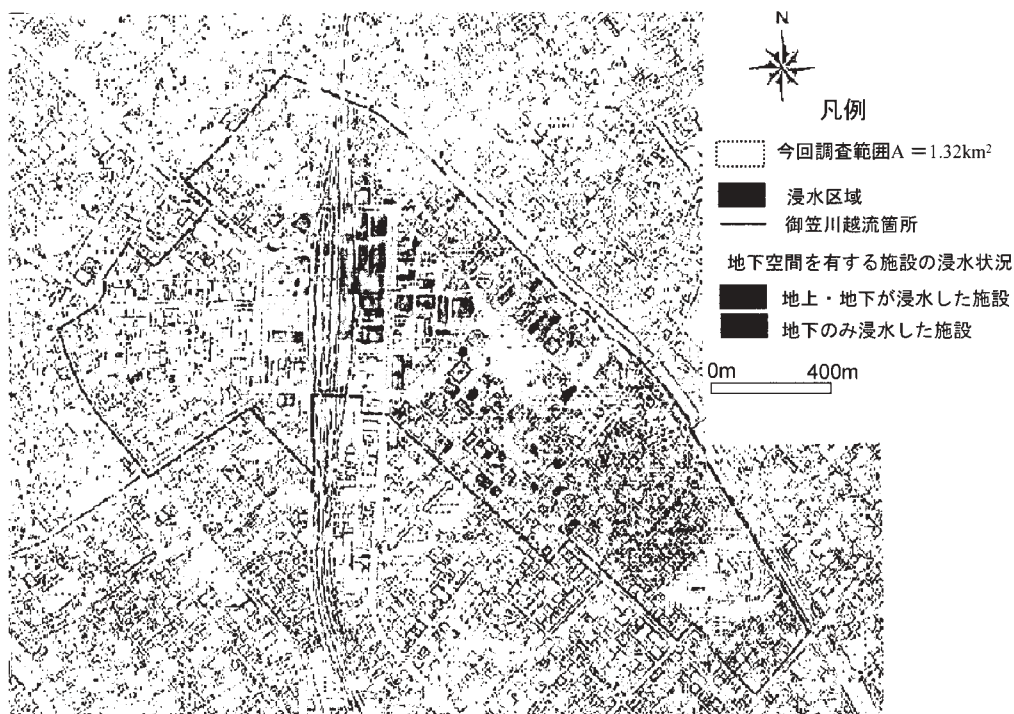


図1 1999年6月29日豪雨浸水状況図(博多駅周辺地区)

した。特に平成10年は災害の当たり年で、100平方キロ以上の河川について、6ヶ所以上生起しているというデータがあります。もちろん小さい河川については、もっとあるはずですが、比較的整備が進んだ大きな川であっても、計画を超えるものが出て、またその回数も非常に多くなってきました。このような超過洪水による災害をみると、施設対応といったハード技術に頼ったこれまでの防災では施設の計画規模を超えると最早無力で、この場合には、ハード技術とソフト技術を一体的にいかにもうまく用いるかということが少なくとも人命を守る上で重要となってきました。

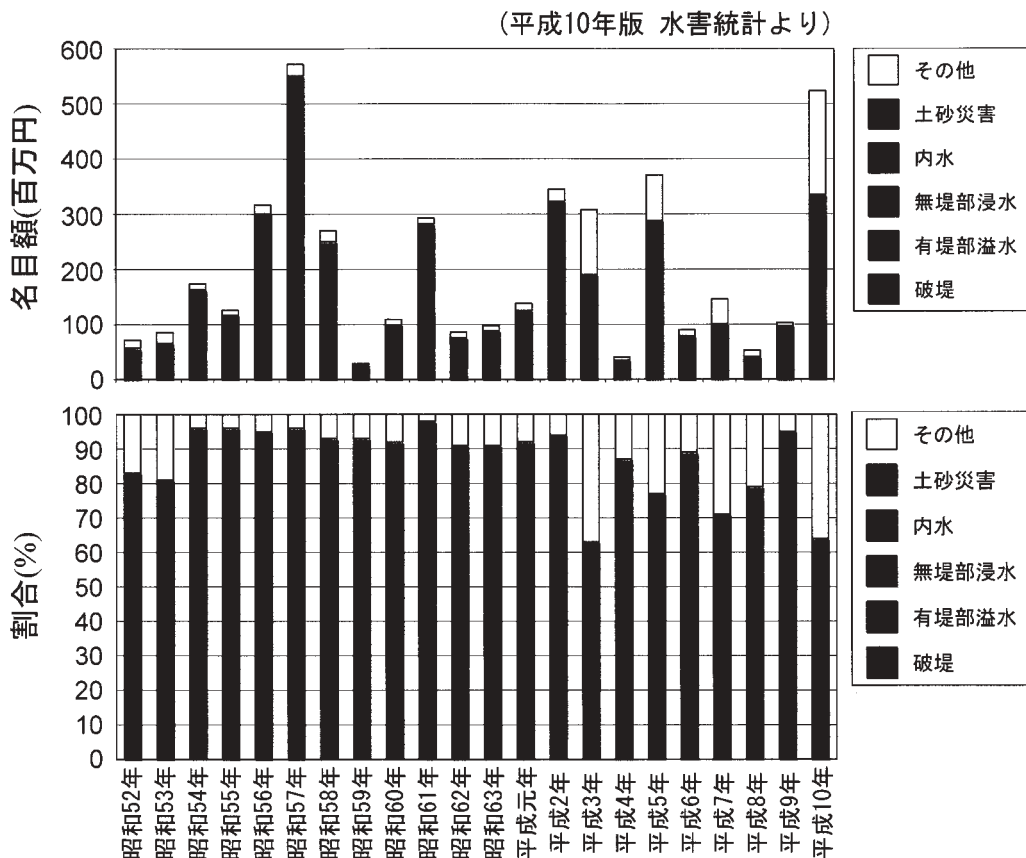
ついで、二級河川・中小河川での災害が非常に多くなってきました。河川の整備水準は、国が管理する大きな川は徐々に高くなってきていますが、自治体が整備を行っている川の整備水準は低いところが多く、ひとたび災害が起ると地域に対する災害インパクトが非常に大きくなっていきます。それから先ほど申し上げた都市内氾濫という新た

な都市型災害の発生、そして土砂災害危険区域での土砂災害・洪水災害の増加などが近年の豪雨災害の特徴です。

これらに対して、私たちが洪水災害研究グループとしてどのように災害軽減に対応すべきかが大きなテーマです。こうしたテーマについて、なかなか本質的な問題解決に辿りつけません。災害が起こったときに出勤して調査を行います。それが基礎研究にとどまっていた、災害軽減にうまく使われるというレベルまでなかなかいかないわけです。昭和50~60年代には基礎研究が盛んに行われ技術レベルも向上しましたが、その後の災害の多様化に対して私たちは十分対応してきていないことに対し残念な思いがいたします。

さて、次に表1は「水害別被害額及び被害構成比」の経年変化を示しています。昭和52年から平成10年までを見ますと、「内水」と「土砂災害」の割合が高まっているのがわかります。もちろんそのほかの「無堤部浸水」や「有堤部溢水」など

表1 水害別被害額および被害構成比



もありますが、「破堤」などに比べて内水災害が増えています。相対的に見て大河川は整備されていますが、中小河川やそこに入る小河川の整備水準が必ずしも高くなく、流下能力もないために、どうしても内水災害が多くなるのです。これは、流域と河川が一体となって洪水災害軽減を考え、流域全体で治水を行わないと洪水災害は減らせない、ということのひとつの表れであります。

さてそれでは、洪水災害に対して、行政はどのように対応しようとしているのでしょうか。河川法改正以降の行政の対応を見てみます。河川法改正によって、河川環境を内部目的化し、河川環境の整備と保全を含め総合的に河川の管理を行うことになりました。考えてみると、総合的に河川管理を行うというのは当たり前のことですが、実態

として、河川環境と治水をいかにうまく折り合わせていくかということは、大変に難しい問題になっています。治水・利水との関係で災害防除を研究しているうちはよかったです。環境が河川法の目的の中に入ることにより、環境も意識した洪水災害防御方式を考える必要がでてきました。

もう一つは、「都市型災害に対する緊急提言」がなされたことです。これは先に述べた博多の水害や、新宿でビルの管理者が地下室の状態を見に行き、水死した災害、それに東海水害など、軒並み地下施設が浸水した災害に対するものです。もちろん地表での氾濫域が広がったのですが、こうした都市型水害対策に新しい考え方をもち込んだもので、行政はその対応を進めています。これは、今までの都市の治水システムを新しい展開を加える

ということです。すなわち、流域の水災害の特性を考慮した安全度のバランスとそのアップを図るもので、都市型水害対策としては、ソフト面からの対応、水災危機管理等を含む総合的は計画となります。下水道の雨水対策の改善は大きな柱です。下水道は、河川の水質改善についてはずいぶんと貢献してきましたが、雨水の排水という点では、計画は不十分です。つまり、東海水害や他の都市型水害でも問題点として出てきていますが、都市の中小河川計画と、下水道計画の整合が十分取れていないのです。大雨が降って下水道を経由する雨水がどれだけの量、どういう出方で河川に合流するのか等、について確かな情報がなく、下水道からの雨水の受け皿となる中小河川が溢れ、災害につながる場合が多いのです。水害に強い街づくりは、都市計画、地域計画との関連性が大きく、建築物等の耐水設計が重要な問題になってきます。水害が街の機能の阻害要因となる都市にあっては、はじめから耐水構造を考慮した街づくりを考えていかななくてはならないわけです。

「総合的な土砂管理」も大きな課題です。今までは山、川、海それぞれの場所で独自に土砂問題を扱ってきており本来あるべき有機的な連携があまりなされていませんでした。この方式では、流域全体でバランスの取れた土砂管理に限界があることが明らかになりました。総合的な土砂管理の必要性は流域の自然環境と密接に関係することからでてきた課題です。これまで、土砂問題は、環境と関係するけれども、環境問題であるという直接的な言い方はしてこなかったように思います。しかし、河床が下がったり、土砂が堆積したりすることにより、それらが河川の生態系などにいろいろ影響を与えることが明らかになってきました。この為、土砂の移動は連続しているという視点で山から海まで総合的に土砂管理を考えることが必要になりました。降った雨が海にでていくまでの場を「水系」と呼ぶとき、同様に連続的に輸送される土砂から見て「流砂系」という概念を立てる必然性があります。水も土砂も連続的に流れているものであるという考え方です。重要なことは、流域で移動する土砂に関する資料が不十分なこと

から全国的な規模でデータを収集することが必要ということで、基礎調査に重点をおくことが強調されています。

治水は流域全体でやるべきものであって、先ほど述べた那珂川や余笹川の水害等で河道と流域の流量分担をどうするのか、流域計画、都市計画と連携をすることによって災害を軽減できないのか、ということが大事な課題になりました。それから、水防法の改正が行なわれました。今までは一級河川だけ洪水予報指定河川として位置づけられてきましたが、二級河川でも都道府県知事が洪水予報について責任を持って行うということになり、浸水想定マップなどハザードマップの作成が義務づけられました。これは法律に基づくものであり、今後マップの作成にあわせて氾濫解析などの技術レベルを高めていかなければなりません。水防法は、氾濫流に対して円滑かつ迅速な避難を行えるようにすることを狙いとしています。

4. 河川災害から何を学ぶか

それでは、今日の中心課題である「河川災害から何を学ぶか」について、話題提供し、洪水災害研究グループとしてこの課題にどう対応すればよいのかを議論します。

余笹川の水害で、国道4号、294号というその地域にとって非常に重要な道路に架かる橋が流れてしまったことは、多くの教訓と課題を残しました。橋が流れること自体はあることですが、それによって生活物資とか物流が止まってしまう地域に与える影響が著しく大きい結果となりました。このことは、河川の安全度ということだけでなく、地域の安全度という視点で重要な意味をもつことになりました。そういうことで、中小河川にかかる橋の地域に対する安全基準をどうするのかということが大きな問題になりました。これまで橋の建設許可を含む河川の計画は河川の技術者が中心になってやってきたわけです。小河川に橋をかけるときに河川技術者は、この川の安全率は30分の1、つまり平均的に30年に1回災害が起こるというレベルで計画し、橋のレベルも河川規模に相当する30分の1くらいのもので作ろうという

ことを考えます。それは頻繁な交通があっても中小河川にかかる橋であればそう考えるのが普通です。その後の地域の発展とともに、この橋が流失することで地域や国の社会経済に与える影響が大きい、というケースが首都圏の河川でできたわけです、この場合には橋の安全基準レベルを川の基準よりも上げたもので作っていく必要があるかどうかを河川技術者は情報として出していかなければいけないということを感じさせる災害でした。橋が流失するという事は、人命救助、危機管理、復旧にも関係することから、それは川だけの問題ではなく流域の問題だ、ということが余笹川の教訓だったわけです。このような場合、川のことだけ考えた計画でよいわけがなく、他の国土計画との連携がこれからは必要で、河川技術者だけで計画を立てるという考えでは対応できない場合が多くなって来たといえます。これからは、河川技術者の役割と、地域計画、道路計画などに関する技術者の役割をうまく連携させる、そういう知恵が必要になってきます。道路の規格は川の規格だけでなく、これは、道路ネットワークのなかでも考えなければならないということです。

このことは、中小河川の安全度の目標をこれまでよりも広く見ることが必要だということです。川の整備というのは、川の延長は長いものですから、安全の目標を高くしてもできあがるのはず

と後になります。しかし地域で重要な道路や橋については、河川の安全度目標と少し違う視点を必要とします。都市計画や地域計画との連携による洪水被害の軽減という視点です。道路や橋を守る視点と、河川の近くに住む人を洪水の被害から守るという視点の二つがありますが、それらの安全度基準をどう考えていくかということです。河川の場合は暫定的な治水安全度ですが、橋や道路にはもう少し大きく見た地域、流域、国というスケールで望まれる安全度があります。川だって同じではないかという考えもありますが、川は一カ所だけ安全度レベルをあげても、全体があがらない、どこかが溢れてはだめになります。しかし、道路は河川のある場所を横断していたり、河川が都市を通過している、という状況からすると、新しい安全度の考え方が今後必要になると思っています。そのような意味での総合的な安全管理が望まれているのです。

図2は余笹川にかかる橋が流出した写真を示しています。2号線が寸断され、30~40メートルくらいの川幅が100メートル以上になっています。こういう谷底平野を流れる川の治水方式をどう考えるかと同時に、地域の安全と治水安全度基準をどう決めていくかということが、今後重要な要素になると思います。

もうひとつ余笹川と同じ時の洪水災害に、福島



図2 余笹川の橋の流失

県の阿武隈川の災害があります。この川で起こった災害も非常に大きな意味を持ちました。すなわち、郡山市によって作られた洪水ハザードマップが実際に住民の避難に生かされました。郡山市は昭和61年に大洪水を経験していますが、当時この地域は産業振興の指定地域になっていて、多くのハイテク関連工場が川沿いの低地にありました。阿武隈川の支川逢瀬川が破堤し、工場が浸水し、ハイテク機器類が使えなくなる大災害になりました。郡山市はこの災害を教訓として洪水ハザードマップづくりに取り組みました。避難勧告や指示の発令基準をどうするのかということや地域住民と協議しながら、住民避難について検討を行い、ハザードマップをつくり住民に配布しました。そして平成10年8月の災害時に、避難勧告指示の発令を行った結果、ハザードマップが避難に大変な効果があることがわかりました。すなわちハザードマップを見ていた人と見ていなかった人の避難行動が明らかに違っていたのです。この結果は大事なことなのですが、それでもなお行政と住民の間には、堤防が切れるのか、内水で終わるのかという危機感の違いがありました。家族は避難しても、自分の家の財産を守るために避難を遅らせた一家の主がたくさんいたということです。ということで、この行政と住民の危機感の差をどう考えたらよいのか、このギャップの解消を図る情報伝達のあり方について群馬大学の片田先生と郡山市が一緒になっていろいろ検討されました。住民に伝わらなかった行政の危機感、過去の洪水経験も、場合によっては避難活動の阻害要因になる、氾濫・破堤はしないと勝手に考えて、内水だから大丈夫と思ったためです。さらには、住民が受け入れ可能な避難計画の必要性です。つまり無理な避難計画、例えば避難してみたらそこにたくさん人がいて本来避難先として行くべきところはがらであった、とか、お年寄りなど災害弱者の避難に無理があった、ということがわかってきました。このように、災害時の実態が詳しく調べられ、ハザードマップの効果が明らかにされたことが災害の大きな教訓でした。

他の教訓は福岡の都市水害、新宿の地下室浸水

から得られました。これは地下ビル、地下街、地下鉄等地下構造物の浸水に対し、災害時の危機管理が大事であるということです。洪水や氾濫水などの洪水情報を地下空間管理者への伝達方法、あるいは地下空間や地下鉄の管理者、ビルの管理人との間の緊急時の情報連絡をどうするか、また全体としての避難計画をどうするのかといったことが、ここで大きな課題となりました。平成12年の東海豪雨災害はさらに大きな都市型水害で大変重い課題を与えました。都市河川と下水道の雨水排除計画の不整合がいろいろな問題を引き起こしました。実際、下水道からの流出実態が計画と違うことにより災害につながっている面を否定できません。都市の水災害軽減のため都市河川と下水道をネットワーク化し被害最小化を図るという視点が欠落と現在ストックされている施設等を有機的に活用するにはどう考えるのかが、これからの重要な課題になります。

レーダー雨量計の洪水災害軽減のための実戦的活用や防災対策についてのソフト的な取組みについては時間の関係上割愛します。

5. 災害を軽減するためにはどうするか—防災から減災へ

さて、これまであげたことが洪水災害から学ぶということであるとすれば、次に、災害を軽減するためにはどうすればいいのかが議論されなければなりません。まず洪水災害防除の考え方の見直しが必要です。前から言われていることですが、施設といったハード面に対応する方法は、施設的设计規模の外力までは安全性が高いのですが、施設規模を超過する外力が発生すると非常に大きな災害になります。そこで災害頻度の低減をねらった「防災」から、災害頻度ではなくて、「減災」といって災害の起こり方をハード技術・ソフト技術の一体化でコントロールする考え方が必要になります。「防災」だと、大きな施設をつくれればいいということになりがちですが環境問題、コスト縮減などの事情から、それを許さなくなってきたこと、「減災」の場合、災害の起こり方を理解しない限りは災害のコントロールが難しく、ここに基礎研究

の重要性がでてくるのです。減災とは技術を用いた災害の起こり方の制御ですから、技術が重要となる時代が再び到来したということです。災害のコントロールに関係する基礎的技術手段を私たちは持っているわけですから、それが災害の軽減にどう生かすのかを考えることが重要です。基礎研究を深めるとともに、災害の被害原因を調査するだけではなく、それを科学的に解明する。個々の災害の調査研究を通じて、災害の発生機構を十分に把握して次に備え単発の調査に終わらせないことが大切です。災害調査の結果をストックして、科学化することが必要です。この為に、しっかりした技術の蓄積した「成書」の出版が求められます。例えば土木学会水理公式集の河川編では、洪水による減災のために必要な技術と学術が書かれています。それから河川の護岸について、護岸が破壊されないようにするには重くすればよい、というような災害の被災経験に基づいて行われてきた経験的考え方から、力学原理に基づき設計していく方向が出てきました。その結果「護岸の力学設計」という成書をみるようになりました。基礎研究中心の大学研究者にとって、個別の洪水災害事例で勉強しながら、災害を科学の目で見る流れをつくりあげていくことが重要と考えています。

減災、コスト縮減、環境との調和、といった今日的課題に対応するにはハード技術のみでは不十分で、ソフト技術と一体的に考えることが必要になり、これが時代の要請となっていると思います。

それから、近年大きく変わったことに、研究者と技術者との距離が大変近くなったことがあります。河川災害を少なくするには常に川を見つけている研究者、技術者が必要です。その点において、大学の研究者は適任であり、実際、リバーカウンセラーとして、全国の河川で河川情報の解説者となり、河川災害の解説者になりつつあります。そして、実務者と協働で市民にわかるような形で河川で起こっているさまざまなことを説明することを実行し始めています。現在、河川整備計画づくりに多くの研究者が参画し始めました。河川懇談会という組織が土木学会水理委員会と国土交通省河川局との間でつくられています。そこでは、

若手大学研究者が河川の実務者と現場に立脚した研究を共同研究という形で一緒に行っています。すでに平成8年から13年までに、およそ40の課題がスタートして各工事事務所技術者と、水工学研究者が共同で研究を進めています。

次に洪水災害を軽減する技術の向上のために、どうすればよいかということになります。私たちは災害の発生をどれだけ正確に、わかりやすく説明することができ、また災害を軽減する技術力をもっているのかを問われています。私の場合は、災害現場をよく観察し、何が起こったのか十分調査を行う、災害を起こらなかつたところと比較して、徹底して理由を調べます。災害を経験としてみるだけでなく科学としてみる、そしてできるだけ科学的検討をする。検討したことを発表する。できるだけ定量化し、それを公表し、いろいろな意見をいただく。そういったことを災害のたびごとにやりつづける。洪水災害現象に対して現在の技術レベルを用いて明確に説明できる範囲はこういことだ、ということを示し、批判を得る、ということ。前述したようにハード技術とソフト技術の一体化で流域全体で治水を行う、都市計画や土地利用計画、地域計画との連携によって地域の安全度を高めていくことが必要となります。

6. 今後の課題

最後に河川災害研究の課題について述べます。洪水災害を減じていくために、治水と環境との折り合いの論理をどう構築していくかということが大変重要になります。両者とも川作りの柱であり河川法の理念でもあります。自然環境の保全と治水の調和というのは両者の折り合いをつける技術であります。川が本来持っている機能、治水機能、環境機能をどうやって生かすのか、自然性というものをごやして生かすのか、ということ。よく環境に関心を持っている人々から言われる批判に、マニュアルをつくってみんな同じ川にするのか、というのがあります。私はその批判はあっている面もあるけど、実は違つて面が大きいと思っています。川はみんな違つた顔をしています。ただ、複断面のきれいな形にして、コンクリートで

護岸をするから似たように見えるのです。しかし、延長の長い河道の中で河道の変動を許す技術を取り入れ始めており、これは自然環境改善にとって重要なことです。洪水が川の中を流れるときに、河道のあちこちで遊びながら流れている、これは「流量の貯留」とか「洪水波形の変形」の形で現れます。洪水流の河道内貯留が生じることにより、洪水継続時間が長くなりますが、治水と環境との折り合いにとってこれは重要な要素となります。河川の計画は洪水流を早く流すということを中心に考えてきたけれど、実際に起こっている遊びながら洪水が流れるという計画に取り込んでいくことが求められます。今後は、このような計画の考え方を取り入れると共に、川の安全性を技術的にどう把握するのか、川全体として同じ安全性なのか、同じ川でも違う安全性を取り入れるのかということを考えていかなければいけません。河川計画手法の転換が必要かもしれません。環境というものは多様でいろいろな考えがありますから、まずは、水理学的にみた治水と環境との調和をさせた望ましい川づくりとはどのようなものかを河川を勉強している者が提案すべきでしょう。それにもとづいて、環境学、社会学等を勉強している人々がそれぞれの視点に立って治水と環境の調和した川づくりについて議論をしていただくことがよいでしょう。河川技術者・研究者にとって治水と環境の調和した川づくりを真剣に考える時が来たということです。

最後に二つだけ付け加えさせていただきます。第一は、災害リスクへの対応ということです。災害リスクへ対応できないような河川技術は、科学技術とはなりえず経験的な技術レベルにとどまっているということを認識すべきでしょう。例えば環境の視点から川をこうしてほしいと提案があったときに、それを実行すると災害リスクとしてこういうことが起こり得るがそれでも選ぶのかどうか、代替案にはこういうものがあり、技術力でどの程度災害リスクをカバーできるのかといったことをはっきり説明出来るのかということです。災害がもたらす情報力、技術力の限界、技術向上へのインパクトは大きくそこから学ぶことが多々

あります。災害軽減対策と環境の保全とは頻繁に衝突が起るでしょう。そこで、この軽減策や代替策に対して、環境上その事業をやるべきでないを選択した場合、事業を行わないときのリスク、あるいはあまり環境をいためないほかの方策でのリスク、さらに、もっと災害に対し安全なものをつくる必要性和その費用など、というような洪水災害軽減と環境保全の議論を一緒に行わないと、真の河川技術になり得ないと思います。

第二は、洪水災害の定量的評価を促す基礎研究をきちんとやることが求められます。洪水災害研究が調査だけで終わらないで、科学的に検討され、最終的にそれらの成果が「技術成書」にまで高められていくことが望まれます。基礎研究の活性化と信頼性を高めるためには、洪水災害研究が大事な役割をもっているという認識が必要です。しかし基礎研究の延長上で洪水災害を定量評価しようとすると、うまく説明できない問題点が明確になってきます。それらを解決するときに洪水災害研究の定量化が進み、基礎研究が活性化することになります。洪水災害軽減のための技術と学術は一体であるという意識で、災害防除に取り組むことの必要性を強調し、私の話を終わらせていただきます。