

私から見た 土地改良

池内幸司

東京大学大学院教授

に聞く (前編)

建設省・国土交通省では河川や防災行政を通じて土地改良とも関係が深く、現在は東京大学大学院教授として活躍されている池内幸司氏に、行政官時代の経験や土地改良との関わり、防災・減災における現在の課題などについてお話を伺った。2回に分けてお送りする。

聞き手 ● 田野井雅彦 (株)フジタ常務理事

写真右 田野井雅彦
写真左 池内幸司氏

田野井 本日は東京大学大学院工学系研究科の池内幸司教授からお話を伺います。よろしくお願いたします。簡単にご経歴を紹介させていただきますと、池内教授は国土交通省、当時は建設省ですけれども、技官として昭和五十七年(一九八二年)に入省後、長く河川行政に携われ、河川計画課長、近畿地方整備局長、さらに水管理・国土保全局長を務められた後、技監を最後に国交省を退官されました。平成二十八年(二〇一六年)からは東京大学大学院教授として、防災・減災や河川環境などの分野でご活躍です。土地改良の読者の皆さんには、池内教授の防災・減災にかかわる解説などをテレビで拝見された方も多いのではないかと思います。私も農林水産省在職中には河川計画課長時代の池内教授に、東日本大震災の対応を初め、いろいろとお世話になりました。

お会いするのはそのとき以来ということで、大変うれしく思っております。それでは、まず池内教授のご出身地や生い立ちなどについて伺いたいと思います。

農村で育ち、土や川に親しむ

池内 お久しぶりです。国交省に勤務している時に、仕事等を通じて何度もご一緒させていただきました。大変お世話になりました。小学校低学年までは、兵庫県の三田さんだ

市に住んでおりました。祖父母が住んでいたのは隣接する神戸市北区で、頻りに祖父母のところに行っていました。神戸市とは言っても、当時は盆地の辺鄙な農村地帯でした。祖父は教員で、父はサラリーマンでしたが田んぼや畑を持っており、近所の人にも手伝っていただきながら農業もやっていました。そのころは、祖父母の家の近隣では、牛で田んぼを耕して、人が田植えをしていました。私も田植えを手伝ったこともあります。家の納屋には多くの農機具があり一式そろっていました。そのような環境でしたので、私は土いじりが好きで、自分で土を掘ったり、畝をつくったりしていました。小さいころから農業が身近なところになりました。

田野井 そういう農業との関係という点では、多分我々、読者の方も含めて、大変親しみを感じているのですが、川との関係というのは、いつごろから、あるいは大学に進まれる際に、どういうきっかけで河川に関心を持たれたのでしょうか。

池内 小さいころは、川でも結構遊んでいましたね。山や川、田んぼで遊んでいましたので、川は一つの自分の身近な風景なんですよね。それから三田に住んでいたころはしばしば武庫川が氾濫しました。洪水を「水ツキ」と言っていましたけど、時々自宅も床下浸水していました。だからそういう意味では、川は普段の生活でも、災害時も絶えず身近にあ



る存在でした。

人のために役立つ、 永く後世に伝わる仕事を志す

田野井 大学に入られる時に工学部、そして専攻として土木、特に河川を選ばれた点について、何かきっかけがあったのですか。

池内 学校の科目では数学と物理が得意でした。一方で社会的なことにもすごく興味があり、文系の科目も好きでした。根っこが理系なんですけど、文系的なことでもやりたかったのです。それを満たしてくれるのが工学でしたから、私は工学部を希望しました。

それともう一つは、小学生の頃、「黒部の太陽」という映画を観て、大規模土木事業への憧れがあったのかもしれない。特に中学生の時ぐらいでしたかね。内村鑑三の「後世への最大遺物」〔編集者注〕を読んで、いたく感激いたしました。将来何をするのかという事を真剣に考えました。ちょっとおこがましいですが、世のため、人のために役立つような仕事をしたいということ、永く後世にも残っていくような仕事をしたいという思いがありました。

小中学校ぐらいの時には、電気工作にも興味があり、アンプやラジオなども作っていましたが、電気の分野は当時あまりにも変化が激しくて、短い間に、真空管からトランジス

タに変わって、すぐICに変わってしまいました。せつかく勉強した技術がすぐに陳腐化してしまうのを目の当たりにしました。ちょっとこのスピードは自分には向いてない、ロングスパンで物事を考えていける仕事がないと思うようになりました。ただ、大学入試の段階では、まだ将来の進路について明確には決め切れてはいませんでした。東京大学は入学時には学科を決める必要がなかったの、漠然と工学の分野へということでも理Iに入りました。運動会（体育会系）の軟式庭球部に入りました、そこで先輩方からお話しをお伺いして、いろいろな学科の雰囲気聞いて、それでやはり土木がいいなと思い、土木工学部を選びました。

田野井 土木を学ばれた中でも、特に河川を選ばれたのはどうしてですか。

池内 土木工学科に進学したら、あらゆる講義が非常に面白かったですね。とにかく先生方が凄く魅力があつて、全ての科目に興味がありました。その中でやはり河川の講義が非常に印象深かったというのがあって、もう一つは実験ですかね。水理学の実験で、水の流れを見るのが大好きでした。また、もともと川を見るのが好きだったこともあり、水理学の研究室に進みました。

田野井 それで大学院まで河川工学を学ばれて、いざ就職となった時には、先程の話で出た世の中の役に立ちたいということが建設省

への入省動機ということでしょうか。

池内 やはり、先ほどの「後世への最大遺物」じゃないですけど、長期にわたって世の中の役に立つ、何かそういう形あるものを残していきたいなという思いがありました。また、大学院時代に水理学の研究をしたり、多くの川の現場を訪れたりする中で、川がますます好きになったので、川の仕事をしたと思います。川の仕事が本格的にできるのが建設省だったので、建設省を希望しました。

田野井 私も自分のやりたいことが農林水産省の国営かんがい排水事業でやっていたというのが入省の動機にあるのかなとも思いますし、そういう点ではよく理解できる気がいたします。

やりたい仕事があるということでは建設省に入られて、いろいろ現場とかも経験されたと思うのですが、そこではやりたい仕事ができただけでしょうか。

現場で試行錯誤した環境と技術

池内 大学院時代に恩師から大学に残らないかとの話もあり、研究も結構好きだったので、少し悩みましたけれども、やはり現場経験をしたいと思いました。当時は珍しかったかもしれませんが、学生時代に一か月間程度、旧建設省の現場で、実習生として働きました。京浜工事事務所（現京浜河川事務所）ですが、そこでは総合治水対策をやっていました。そこで見習いの仕事をしてみると、とても魅力的な人たちがいらっしやって、魅力的な

仕事が多くあり、居心地がよかったです。それで建設省に入りました。

現場ということでは、出雲工事事務所長時代（一九九五年～一九九七年）の経験が思い出深いです。出雲工事事務所では、斐伊川水系の河川整備や管理などを担当していました。斐伊川水系は複雑な地形をしており、斐伊川、宍道湖、大橋川、中海、境水道を経て日本海に注ぎます。事務所では、斐伊川放水路事業という全国でも有数の規模の放水路の新設事業を担当しており、用地買収、約一、二〇〇万m²の掘削、橋梁二五橋の架け替えやそれに伴う道路の整備、事業に伴う埋蔵文化財調査、漁協との調整などの事業マネジメントが結構大変でした。ただ、それだけでは面白くないので、宍道湖周辺の環境整備にも取り組みました。

一つは、松江堀川の浄化事業です。松江堀川は、私が赴任した当時は、水質が非常に悪く、町並みは川に背を向けていました。しかし、当時の松江市長さんは、何とかして松江堀川の水質を改善し、水の都と呼ばれたかつての松江の風情を取り戻したい、そして松江堀川に遊覧船を就航させたいという非常に強い思いを持っておられました。市長さんの強い思いに動かされて、松江堀川の浄化対策に取り組むことになりました。具体的には、内水排除用の排水ポンプ場があったのですが、この導水路を改築することにより、七・二m³/sの宍道湖の水を松江堀川に導水できるようにしました。これだけ大量の水を導水したので松江堀川の水質は一気に改善しました。また、松江市と市民の方々

も連携して松江堀川の清掃を実施されました。その結果、松江堀川は見違えるように美しくなり、遊覧船も就航いたしました。今では、松江堀川周辺の環境整備も進み、松江堀川遊覧は松江市の観光スポットとして多くの観光客が訪れるようになっていきます。

二つ目が、宍道湖の湖岸の環境整備です。宍道湖自体は非常に美しい湖なのに、道路沿いの湖岸



宍道湖の湖岸整備 [写真：国土交通省提供]

は、ほとんどの箇所がコンクリートの切り立った護岸で、水辺に近づける場所がほとんどありませんでした。そのような中、宍道湖畔に島根県立美術館が新たに整備されることになり、それと合わせて、出雲工事事務所が美術館前の宍道湖岸を再整備することになりました。設計にあたっては、既存の湖岸堤を取り壊し、美術館の前庭から湖までならかな斜面が水面に緩やかに溶け込んでいくような設計とし、水際部には遊歩道も設けました。そして、宍道湖に沈む夕日を眺める景観スポットとして多くの人々にぎわうようになりました。この湖岸整備は、土木学会デザイン賞（最優秀賞）など多くの賞を受賞するとともに、NHKの朝の連続テレビ小説のロケ地としてもたびたび放映されました。

また、建設省に入省して最初に入った現場は、荒川上流工事事務所というところで、当時、大規模な洪水調節池（荒川第一調節池）を建設していたのと、もう一つは、河川浄化施設といって、河川敷の中に大規模な礫の水槽を造って、その中に下水処理水を通して高度処理するという二つの大きな事業をやっていました。そこで、新規採用職員であるにもかかわらず二つの大きな仕事を任せられました。

一つ目は、遊水地の心臓部ともいえる越流堤の設計です。具体的には、洪水調節効果を大きく左右する越流堤の高さ、幅、位置の検討です。当時は長期的な整備目標である工事実施基本計画に位置付けられた河川管理施設がすべて完成した段階

において最も効果的に洪水調節ができるように設計するのが一般的でしたが、私はそれだけでは十分だと思いました。全ての河川管理施設が完成するまでには少なくとも数十年以上はかかりますし、数十年も経つと越流堤の更新時期がきてしまいます。それだったら、河川管理施設の整備途中で洪水調節効果が最大限に発揮できるように設計し、越流堤の更新時期に最終形状にすべきだと主張しました。事務所の幹部とも議論もさせていただきましたが、結局、最終形状で設計した場合に、河川管理施設の整備途上でも大きな支障がないかどうかチェックし、もし大きな支障がなければ、最終形状で設計することになりました。

二つ目は、河川浄化施設の設計です。このプロジェクトは下水処理場から放流される下水処理水を河川浄化施設で高度処理して、その処理水を河川維持用水として放流するというものです。この河川浄化施設は、曝気付礫間接触酸化という手法を用いています。簡単に説明すると、大きな水槽の中に礫を入れ、水槽の前半部分で曝気をしています。礫には生物が付着していますが、前半部分では好気性の生物で、後半部分では嫌気性の生物で汚濁物を吸着・酸化し下水処理水を高度処理するものです。現地の実験施設で実験を繰り返し、水質浄化効果や発生する污泥の状況を観測し、その実験結果を用いて、施設の設計を行うというものです。総事業費が一〇〇億円を越える施設でしたが、設計を任せていただきました。責任は重かったですが、大変やりがいもあり、面白かった

です。

田野井 当時はそういう環境を意識した施設というのはいくらもなかったんじゃないですか。

池内 水質浄化については、もちろん下水道でやっていましたけれど、曝気付礫間接触酸化法という手法を用いた河川浄化施設は、我が国では初めての施設でしたし、探した範囲では、世界でも事例がなかったです。私が担当したときには、完成目標時期が前倒しされて一年後ぐらいには仕事を始めなければいけないということになりました。既往の知見がほとんどない中で、土木研究所の水質の専門家やコンサルタントの専門家とも相談しながら、具体的な設計内容を決めていきました。それで結局下水道と全く違うコンセプトにしましたね。

田野井 まさに手探りでいろいろ実験しながら設計施工したということですね。

池内 下水道の設計方法はあるのですが、下水道というのは非常に限られたスペースで効率良く水質を改善するという考え方ですね。しかし、河川浄化施設の設計コンセプトは、全く違うものになりました。水処理をすると汚泥が出てきます。河川敷ではその処理が大変ですが一方で敷地面積の制約はほとんどありませんので、広大な敷地を利用して長時間かけて処理することにより、汚泥の有機物量を減少させてほとんど無機物に近いものにして体積を大幅に減らすというコンセプトです。下水道施設の設計と全く正反対の設計コンセプトにしました。あえて水質の処理効率を程々に抑え

るかわりに、発生してくる汚泥を大幅に減らしていくというものです。河川浄化施設では敷地面積の制約条件がほとんどないので、そういう設計コンセプトがいいかなと思います。(笑)。

田野井 今でこそ河川のみならず、いろいろな分野で環境も常に一緒に考えて設計施工していくということが一般的な常識になっていきますけれども、当時、昭和の頃に土木の分野で環境に配慮してというのは、なかったとは言いませんけれども、そうした具体的な技術というのは一般的でなかったですよ。

池内 一般的ではなかったですね。それと、河川環境の観点からは、水環境改善、水辺整備、自然環境の保全・復元という大きく分けて三つの柱があります。高度成長期には河川の水質汚濁が大きな問題となり、水質改善が大きなテーマでした。その後、各地で開発が進み、自然環境の保全・復元、生態系への配慮が大きなテーマとなりました。また、一九九七年には環境影響評価法が制定されました。(財)リバーフロント整備センター時代、それから河川環境課の建設専門官の頃なのですが、法律はできましたが環境アセスメントの具体的な方法論がなかったんですね。それで、具体的な方法を記載した指針を仲間と共に一緒に作ったりしました。また、同じく一九九七年には河川法が改正されて、河川法の目的に、「河川環境の整備と保全」が加わりました。当時、多自然型川づくりもまだ助走期の段階で、具体的にどうやって河道設計をしたらよいのかということがよく分かっておらず、

現場で試行錯誤的に取り組まれていました。そのような時期に、多自然型川づくり、いわゆる良好な自然環境の保全・復元を目指す川づくりに関する基準やガイドラインの策定、実際の現場での設計などを結構やらさせていただきました。当時担当した宮崎県の北川の激特事業(河川激甚災害対策特別緊急事業)の計画で、多自然型川づくりを検討した際に開発した手法は、その後多自然型川づくりの指針やガイドラインのひな型になりました。

田野井 土地改良の世界でも、やはり昭和の頃は効率優先で、水路も三面張りコンクリートなどを進めたわけですけども、その流れが変わったのは昭和の終わりから平成の初めぐらいですかね。河川の方でも環境という点を重視されたという流れもあったと思いますけれども、自然環境配慮型の水路とか施設とか、そうしたものをつくるようになって、それが今に繋がっていますね。

池内 だいたい同じような時期ですね。丁度あの頃は環境問題に対する市民の意識が急速に高まりました。長良川の河口堰の問題をはじめとする環境問題に関して市民の意識が高まり、環境の観点からの反対運動によって各地で事業が円滑に進められないような状況も発生していました。このようなことから、河川管理者の側でも環境問題に対して真剣に取り組んでいく必要があります。そこで、我々は、生態学の先生方に教えを請い、先生方と現場で一緒に調査をしながら、多くのことを学び、事業の中に取り入れていきました。

河川と農業の深い繋がり

田野井 いろいろと経験された現場の中では、土地改良事業との関係も深いと聞いておりますが。

池内 昭和六十三年(一九八八年)頃の若い頃の現場の話ですが、当時三十一歳ぐらいでしたが山形工事事務所で調査第一課長をやっていた頃で、最上川上流域の治水計画の策定などを担当していました。その時に、流域の長井市の方が事務所に見えて、まちなかの水路の水を復活したいので山形工事事務所の方で支援してもらえないかとおっしゃるんですね。農業用水の合理化が進み、農業用水からの供給がなくなると、まちなかの水路が干上がってしまいました。水利用としては非常に効率が良くなったけれども、まちなかのうるおいも無くなってしまうました。それで農業の方とも調整しながら、昔は農業用水からの供給で潤っていた水路の水流を復活するための事業制度を考えました。当時は、環境用水の確保という目的だけではなく、財政部局に理解していただくのは難しいと考え、課内の職員と知恵を絞りました。現地では冬場の除雪も非常に困っており、排雪先が少ないので、歩道に除雪した雪が積み上がり、冬場の歩行者が危険な状況でした。そこで、干上がっていたまちなかの水路に排雪用の消融雪用水を導水することを考えました。そのために、導水路の整備や堰の整備などをセットにした新規事業を考え、その水を夏場も活用するということにしました。本省に、「消流雪用水導入事業」という新規事業



まちなかの水路網の水流の復活とフットパスの整備（山形県長井市）【写真：国土交通省提供】

制度の創設を提案したところ、認めていただきました。最上川の支川から導水し、まちなかに水を流したあとに、その水を最上川に返すというものです。まちなかに水を流すと、町が一変しました。長井という町はもともと最上川舟運の川港として栄えた町で、まちなかには水路が網の目のように張り巡らされていて、歴史的な建造物も数多く残っており、その水路は、民家の台所や工場の中までつながっています。カラカラに干上がった

た水路に水を入れるとまちの潤いが一気に戻り、生き生きしましたね。また、水路沿いにはフットパス（歩くことを楽しむための道）が整備されました。それが契機になって、今ではまちなかの水辺のフットパスが有名になり、多くの観光客も訪れるようになりました。鉄道会社の観光PRで、吉永小百合さんも長井市にいられて、その素晴らしいさを伝えていただき、一気に有名になりましたね。

田野井 昭和の頃は、もともと農業用水には多面的な機能があるということは皆感覚としては持っていたんですけれども、それをなかなか数値的に表すことができないし、そうした意識もまだ薄かったと思います。平成の始まるころに、農業の情勢が厳しくなったということもあって、じゃあ農業は要らないのか、農業用水は要らないのか、あるいは農業用水にそんなに多額の金をかけるのかという議論があつたときに、いろいろ多面的機能があるからということが検討され始めました。当時の建設省にはそういう多面的機能というのはなかなかご理解いただけないということがありましたけど、環境議論が盛んになるに従って、農水省、建設省の双方で農業の持つ多面的機能についての研究や検討も深まって、お互いいろいろな理論とか理屈も成立してきて、今のような協力できる形になっていっているのかなと思います。

池内 私は河川の生態系の保全・復元なども担当していましたけれども、やはり、河川と農業用水路とか田んぼの繋がりは非常に重要だと考えてい

ます。川で生息している生物も、普段は川で暮らしていても、例えば洪水時には水路を遡って田んぼに逃げているものも多いですね。また、魚種によつては、河川の増水で産気づいて、田んぼで卵を産んで、そこで稚仔魚が育ち、成長してから川に降りてくるというものもあります。やはり水域の環境を考える時は川だけではなく、川と水路と田んぼの繋がりを確保することが、とても重要ですよ。

田野井 生き物は行ったり来たりするわけですから、双方が協力して生物のネットワークといえますか、回遊を考えた施設整備について、今は相当そうした協力も進んでいると思います。

学問と実務の隙間に取り組み

田野井 現在研究の中心とされている河川環境以外にも防災・減災、データ統合なども主な研究課題とされています。そうした課題も、建設省・国交省時代にやはりきっかけがあつたということなのででしょうか。

池内 防災は内閣府（防災担当）参事官の時代に、中央防災会議（会長・内閣総理大臣）の大規模水対策専門調査会、正式名称は、「大規模水害対策に関する専門調査会」ですが、この事務局の責任者を担当させていただきました。二〇〇五年にハリケーン・カトリナ災害がアメリカで発生し、約一、八〇〇人が亡くなるなど、世界的に大規模水害が多発するとともに、国内でも豪雨の発生頻

度が増加している状況を踏まえて、二〇〇六年に私が内閣府に赴任した直後から大規模水害対策専門調査会が始まりました。以前の水害対策は、堤防やダムなどの治水施設を整備して洪水から市街地を守るというコンセプトが中心で、危機管理の目標は治水施設の計画目標と同じレベルでした。すなわち、大河川では年超過確率が一〇〇分の一〜二〇〇分の一の洪水が対象となっており、このレベルを超える超過洪水に対する具体的な危機管理対策はほとんど検討されてはいませんでした。ハザードマップの対象洪水についても、年超過確率が一〇〇分の一〜二〇〇分の一の洪水が対象となっていました。

地球温暖化に伴う気候変動により大雨の発生頻度が増加し、洪水の発生頻度も大幅に増加することが予測されている中で、治水施設の計画目標を超える洪水（超過洪水）に対する対策についても検討していく必要があると強く感じておりました。もし、利根川や荒川が決壊するとハリケーン・カトリナ災害と同様のことが日本でも十分に起こりうると考えました。そこで、我が国では初めて、超過洪水を対象とした被害想定を行いました。

対象外力については、欧米の危機管理対策の対象外力を調査し、それを踏まえて、年超過確率一、〇〇〇分の一の洪水を対象としました。この発生確率は、現在ハザードマップを作成する際に一つの目安となっております。

また、被害想定についても、治水事業の事業効果算定するための経済被害の評価しか行われて

おらず、違和感を持っておりました。大規模水害対策で一番重要なことは人命被害を減らすことだと考えておりましたので、水害による死者数や孤立者数を減らすというコンセプトで検討しました。既往の研究成果を調べたところ実務で使える研究成果がほとんどなかったもので、自分たちで被害想定の手法を新たに構築し、大規模水害による死者数の推計を行いました。その結果、避難率が四〇％の場合でも数千人の方が亡くなる可能性があることや、約四〇万人の方が四週間以上にわたって孤立する可能性があることなどが分かりました。さらに、氾濫水が地下鉄の入り口等から入った場合には、地下鉄網等を通じて地下から氾濫被害が拡大することも予測されましたので、東京の地下を走っている鉄道とその接続状況のデータを把握し、地下鉄等の浸水シミュレーションも実施しました。すると、北千住付近だけが浸水するケースでも、地下鉄等のトンネルを通じて氾濫域が地下空間で拡大し、都心部が水没する可能性のあることが分かりました。これらを記者発表しましたが、大きな反響がありました。そして、この専門調査会を契機に我が国でも、最大クラスの洪水を対象とした危機管理対策の検討が始まりました。

それからもう一つ。私はB/C（費用便益比、Benefit by costの略）の算出方法と使い方にすごく抵抗感がありました。B/Cは大変重要な指標ではありますが、それだけで事業を評価するのは如何なものかと思っておりました。さっきおつ

しゃったように、公共事業には多面的機能がありますよね。治水事業にも同様の課題があります。便益（B）についても、現在は、直接明確に算定出来るものしか計算に入れていない。もう一つはダブルカウントの問題ですね。異なる効果でも概念が少しでもダブルしていたら入れられないですね。事業の効果が本当にそれだけかと言うと、そうじゃないですね。間接被害や波及影響に対する被害軽減効果は結構あるわけですが、今はごく限られたものしかカウントされていない。人的被害についても考慮されていない。一方で、そういうものは金銭的な算定はしづらいですね。そこで考えたのが、事業評価をする際の指標として、B/Cだけではなく、Bにはカウントできないが、定量評価できる指標も用いて事業評価を行ったらどうかということです。人的被害を軽減できる効果もそのような形で事業評価に入れるべきだと思います。そこで、自分たちで、B/C以外の評価についても新たに手法を構築し、手引きを作成しました。

そのような手法の開発は、学問と実務の間部分です。学問と実務の間に結構手が付けられない課題があって、仕方がないので、自分たちでやったことが今の研究に繋がっていますね。

田野井 景観やコミュニティの維持、あるいは親水機能とか、農業農村が持っている多面的機能については、平成の前半のころから農水省でも数値化を試みて、今一部採用されているものもあるし、いまだに数値化が難しいものもありますけれども、

やはり学者あるいは外部の人には数値化しないと理解してもらえないというところはありますよね。**池内** その点については、河川環境整備について効果を評価するための手引きも作りました。また、お金に直接カウントするのは限界があるけれど、何とか頑張れば定量的に評価できるものについて算定手法の手引を作りました。さらにもう一つ、事業評価の仕組みの中にB/C以外の要素を大幅に取り入れました。先ほど農業農村が持っている多面的機能のお話が出ましたが、すごく重要ですよ。けれどもそのような機能は効率一辺倒で事業をやってしまうと失われてしまいますよね。我々も治水事業の限られたB/Cの経済効果だけではなくて、それ以外の効果を評価する手引を作って、事業の際にはその両方で評価をするという手法にしました。特にダム事業の評価の仕組みを見直した時には、ダムの事業評価のスキームを見ていただくと思うんですが、B/Cだけではないですよ。B/C以外に多くの評価項目が入っていて、それらの項目も含めて、単にB/Cだけではなく、総合的な観点から事業を評価する仕組みをつくりました。

二〇一〇年頃のダム事業見直しの時には、さらに、評価の仕方を変えました。以前の事業の評価の仕方というのはA・B・C案ぐらいで比較するという方法が多かったと思います。私自身はそれでは十分ではないと個人的に思っていました。昔、カルフェド・ベイ・デルタプログラム（編集者注）というものがありました。その時の合意形成の手法が良いなと思っていました。多くの観点から、多数の案を提案するとともに、それらに対する意見も聴取して、それ以外の検討案も提示してもらう。そして、その中から有望な案を絞り込み、その案について詳細に検討するというスキームです。同様のことを私ははずっとしたかったけれども、なかなか実現できなかったのです。そのような中で、二〇一〇年頃のダム事業の抜本見直しの時に、多くの代替案を多くの評価軸で概略評価し、二〜五案程度の案に絞り込んでから、目的別の総合評価を行い、それらを踏まえて、総合的な評価を行って対応方針を決定するというスキームを提案しました。

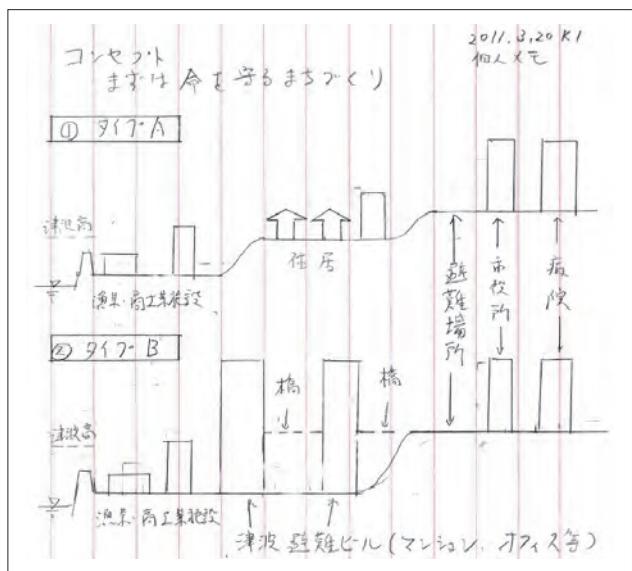
だから、これから事業評価を行う際に、B/Cだけではなくて、多面的な機能も合わせて評価しただけではなくて、世の中にお示しして、総合的に評価してもらおうということをもっとやっていくべきだと思っています。それをしないとおかしくなってしまうですよ。B/Cの評価だけだったら環境面の機能が十分には評価されません。そういう多面的な機能の評価は重要ですよ。

田野井 私も農村振興を担当していた時に、どんな限界集落化している農村の存在意義を世の中に理解してもらうために、農業集落によって維持されているコミュニティの重要性を数値で示せないかと考えて、当時ちょっとはやったソーシャルキャピタルの指数化について検討したことがあります。今は当時検討した概念が農村協働力という形で土地改良長期計画に盛り込まれています。やはり我々の世界というのは、どうしても経済効率という点からすれば数字で示せと言われますけれども、それ以外のところをどうやって国民に訴えていくかというのは、土地改良も河川も同じところがあると思いますね。

混乱の中での東日本大震災対応

田野井 ちよつと話は変わりますが、池内教授も私も非常に関わった東日本大震災の時のお話を伺いたいと思います。

池内 東日本大震災ですね。あの時は河川計画課長だったので、河川局では河川系技官のナンバー2で、局長の次でした。国土交通省河川局、



被災地の復興イメージのメモ（東日本大震災直後に池内作成）

後に水管理・国土保全局というのは河川だけではなく、国交省全体の防災のとりまとめ局です。発災直後は、局長は緊急参集チームの一員として官邸に行っていました。災害応急対応の主務は防災課長ですが、大変な修羅場でしたので、私は本省サイドの災害応急対応のマネジメントを手伝いました。最初にしたことは、被災地で通行可能な道路を探すことでした。被災して通行できない道路の情報はリストで上がってくるのですが、通行可能な道路の情報を集めるのは大変でした。しかし、発災直後で一番重要なことは、警察・消防・自衛隊が人命救助活動を行う時にどこが通れるか片側だけでも通れるのか、段差はあるが徐行すればなんとか通れるのかといった情報を関係機関で共有することです。集まってくる情報もとに私自身で大きな地図に通行できる道路をマジックで記入して、部下に上から写真を撮ってもらって、それを官邸にいる局長のもとに送るということを一番先にやりました。

田野井 河川の担当者が道路をやるというのは驚きですね。

池内 国交省全体の防災のとりまとめは河川局がやっていたので全く違和感はなかったです。また、福島第一原発の事故が発生しました。その時は、上司からの指示で冷却用の水を離れたところからあるいは高いところから注水できる非常にアームの長い特殊なポンプ車が必要ということで、その特殊車両の情報をかき集めて、それが現在どこにそれがあって、それをどのように運搬するのかと

いう方法を必死で検討していました。

また、東日本大震災による地殻変動で、仙台平野が地盤沈下し、海抜ゼロメートルの地帯の面積が大幅に増えました。堤防も壊れているので、海抜ゼロメートル地帯は浸水リスクが非常に高くなっていました。このため、警戒レベルの基準をどう変更するのかということについても大急ぎで検討しました。

さらに、被災地は津波で湛水しているところがあり、自衛隊の方が救助活動を行うためには、被災地の排水作業が必要となりました。そのため、全国の地方整備局の排水ポンプ車をどの現場へ何台くらい派遣するのか、どの現場の排水を優先するのかということを東北地方整備局と調整しながら決めていました。

それから発災後一〇日後ぐらいでしょうかね。ある幹部から復旧や復興の際に、復旧する堤防の高さをどう設定するのか、どのようなまちづくりをするのかということについてのコンセプトを考えるようにとの指示を受けました。その時も大急ぎで手書きでコンセプトメモを作成し、幹部に概念図を提出しました。そしてその後、さらに検討を深めるために、過去の昭和三陸地震の時の復興計画の資料をかき集めて調べてみたら驚いたことがありました。当時からもう既に、私が書いた絵と同様のコンセプトの防災まちづくりの考え方に近い考え方が、報告書としてとりまとめられていました。しかし、結局は実現できなかったんですね。当時の計画は法律上の裏付けがあまりしつか



タイ・チャオプラヤ川洪水の浸水予測に関する記者会見（2011年、総理大臣官邸）

りとはしていなかったことが原因ではないかと私は推測しました。長年行政をやっている強くと感じていたことですが、法律できちんと定めないと結局世の中が動かないという思いが強くなりました。そのようなこともあり当時の総合政策局の総務課長と一緒に、津波の防災地域づくりの法案の企画立案を担当させていただきました。津波防災地域づくりの考え方の取りまとめにあたっては、社会資本整備審議会の先生方とも頻りに議論させてい

いただきました。

田野井 排水ポンプは農水省もちょっと関わって
いました。当然農地の排水がありますので、当時
はまだ農水省では干ばつ時用の小さい水中ポンプ
ぐらいしか持っていないませんでした。そのときに国
交省から大きなポンプ車がどんどん来てやってい
るぞと聞いて、東北農政局にポンプ車を配備しま
した。それ以降順次、とても国交省の数に及びま
せんけれども、他の農政局にも配備するようにな
りましたね。

池内 排水ポンプ車ですね。その他の災害時にも
大活躍しています。国内はもちろんのこと、海外
でも例えば、二〇一一年のタイのチャオプラヤ川
の大規模な水害時にも活躍しました。チャオプラ
ヤ川の浸水域には日系企業の工場が非常に多かつ
たので、官邸の幹部から突然電話がかかってきて、
浸水状況はこれからどうなるんだと聞かれました。
必死で色々調べたら、土木研究所の方でチャオ
プラヤ川の浸水予測のシミュレーションをしてい
ましたので、その情報を直ぐに入手して、それを
官邸の幹部に説明したら、その日に官邸で記者発
表するように指示され、よく官房長官が記者会見
をされている場所で、今後の浸水予測について記
者説明を行いました。さらに、具体的な対応策を
検討するようにとの官邸からの指示があったので、
局長と相談して、結局国交省のポンプ車とベテラ
ンの地方整備局の職員やオペレーターを含む多く
の技術者を派遣することにしました。日本からの
派遣チームが大活躍して、派遣先の現地の工場周

辺では一気に水が引きましたね。

田野井 これはあまり日本国内では知られていな
いですよね。

池内 残念ながらあまり知られていないですね。
チャオプラヤ川の浸水予測については、官邸で記
者発表するとともに、在タイ日本大使館にもその
情報をお伝えしました。その後、タイに派遣され
た排水チームは、当時の天皇、皇后両陛下から皇
居にお招きいただき、ねぎらいのお言葉をいただ
くとともに、ご懇談いただきました。私もその場
に同席させていただきました。

レーザープロファイラで 地形データを三次元化

池内 東日本大震災の時、地震による地殻変動で
地形が変わってしまっていましたから、航空レー
ザ測量、すなわち、航空機搭載型のレーザープロフ
アイラ（LP）（レーザー光を地表等に照射し、その
反射光から地形等を精密に測定する技術）で地形
データ等を取得したりもしていましたね。話が戻
りますが、研究面でもう一つ役人時代に取り組ん
だのはこのLPの活用ですね。私が河川計画課の
河川事業調整官（二〇〇四年～二〇〇六年）の時
に、全国の一級水系の流域の詳細な地形情報や都
道府県管理の中小河川の河道形状を把握するため
に、補正予算を確保して、全国の一級水系の流域
でLPの技術を活用して詳細な地形測量を行いました。
当時、航空レーザー測量は国内ではほとん

ど行われておらず、航空機に搭載するLP用の機
器も非常に高価だったので、航測会社各社にLP
導入の協力を得るのに若干時間を要しましたが、
LPを本格的に導入したおかげで、氾濫解析の精
度向上のために不可欠な流域の詳細な地形情報や
連続盛土構造物の情報、そして中小河川の河道形
状を把握することができました。その際、LPデー
タの使用方法について、新たな技術開発も行いま
した。さらに、そのLPデータを国土地理院に提
供し、そのデータも5mメッシュのDEM（数値
標高モデル）の作成の際に利用されました。この
DEMデータは公開されていて現在では多くの方



LPデータで作成した氾濫地形図の事例

に利用されています。大規模水害対策専門調査会の検討でも、精緻な氾濫解析を行う上で大いに役立ちました。さらに、近年では、河川の三次元形状の把握のために、全国の河川でLPの技術が活用されています。そういう意味では結構色々なところで役立っています。

田野井 それは国土地理院にデータを渡されて、国土地理院がそれで修正されたのですか。

池内 我々は、流域の詳細な氾濫地形情報、特に連続盛土構造物の情報、そして都道府県管理区間の河道形状の情報が欲しかった。ところが、当時の国土地理院の地図だけでは、十分には把握できませんでした。LPでは一平方メートルあたり何点という膨大な数の流域の詳細な標高データを取ることができますので、各地点の個別の標高データを利用すると、流域の氾濫特性に大きな影響を与える連続盛土構造物や詳細な河道形状の情報等を把握できます。補正予算が認められたので、全国の一級水系の流域を調査したところ、大体国土の半分程度はカバーしていたと思います。そのデータを地理院に提供し保管していただくとともに、そのデータは、地理院が五メートルメッシュのDEMを作成される際にも使用されています。だから単に河川局が使っているのではなくて、地理院の全国の標高データの改定などにも使われています。なお、その後に行われた航空レーザー測量のデータによって、現在のDEMは当初のものから更新されています。LPは、今では河川管理でも広く活用されており、これまでは、横断測量をしていま

したが、今後は航空レーザー測量に変えていくことになっていきます。そうすると河川の詳細な三次元形状が把握できますので、今後の河川管理は三次元データで行っていくことになると思います。また、通常のLPでは、水面下の地形の把握ができませんでしたが、近年では、水面下の地形も計測できるグリーンレーザーによる測量も行われています。東日本大震災の時も、LPを活用して地殻変動に伴う仙台平野の地盤沈下状況を詳細に把握しました。その結果、海面下の土地が大幅に増えたことが分かりました。そのデータは、震災の復旧・復興にも活用しました。

田野井 土地改良の方でも、沈んだ農地を復旧するには、排水機なんかも全部やり直さなければいけないんですね。だから多分、そうしたデータなんかも活用されているのではないかなと思います。

防災の目標値として

最大クラスの災害を想定する

池内 もう一つの大きな課題が、今後の津波防災対策の目標設定にあたって、どのような津波高を対象とするのかということです。それまでの考え方は、比較的発生頻度の高い既往の津波高が基本でした。でもそれを超える津波が来てしまっているじゃないか、どうするのかという議論になりました。それ以前の考え方というのは、施設整備の対象外力（対象とする津波高等）と、ハザードマップの対象外力が同じだったんですよ。

施設整備の目標としては、これまでと同水準の比較的発生頻度の高い昭和三陸地震津波、明治三陸地震津波クラスの津波を対象とすることは、比較的早くコンセンサスが得られたと思います。しかし、ハザードマップの対象外力、すなわち、危機管理の対象外力をどうするのかということについては、議論がありました。多くの学識者の先生方と相談させていただきましたが、東日本大震災を経験して、最大クラスの津波を対象とすべきだという意見と、最大クラスの津波というものを具体的に設定できるのか、という二つの意見がありました。確かに、最大クラスの津波高の設定については不確実性を伴います。しかし、対象となる津波高を明示しないと、具体的な対策を進めることができません。このような議論を経て、今後の津波対策については、津波の規模や発生頻度に応じて二つのレベルを想定して対策を講ずるという考え方が、多くの先生方の共通認識になっていきました。すなわち、比較的発生頻度の高い一定程度の津波（L1）と発生頻度は極めて低いものの甚大な被害をもたらす最大クラスの津波（L2）です。そして、L1については、海岸堤防などで被害を防ぐ、L2については、主にソフト対策やまちづくりで被害を減らすというものです。その案でいこうということになって、当時内閣府副大臣であった平野達男先生に局長と私で説明したら、いや、それはそうかもしれないけど、これは国交省だけで決めるものではなく、政府全体で決める問題だとおっしゃった。それですぐに平野副



International Forum on Mega-Water-Disastersにて東日本大震災への対応等について基調講演 (2011年、国連大学ウ・タント国際会議場)

大臣の指示で、内閣府の防災担当の方で、中央防災会議の専門調査会を立ち上げられて、その場で議論され、L1、L2の概念がオーソライズされました。それを受けて、今度は国交省の社会資本整備審議会の方でも、その概念を踏襲して津波防災地域づくりの考え方が取りまとめられ、それを受けて津波防災地域づくり法が作成されました。国交省における一連の過程を総合政策局の総務課長とともに事務局として担当させていただきました。

田野井 土地改良でも、そういう防災・減災対応としてハードとソフトを組み合わせるといふ概念

が出てきて、ため池やダムの耐震設計もL2を検討するようになりましたが、恐らくそうした議論を受けてだと思えます。

池内 L2概念導入の一連の経緯を見てみると、結局土木の分野では、阪神淡路大震災の災害経験を踏まえて、それまでは耐震設計の基準は一つだったのが、L1地震動（橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動）とL2地震動（橋の供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動）の二つの外力を対象として設計するようになりまし、津波対策でも、L1津波とL2津波の概念が導入されました。そして、私が水管理・国土保全局長の時に、洪水や高潮対策でもL1、L2の概念を導入し、水防法を改正して、最大クラスの洪水や高潮を対象としてハザードマップを作成するということになりました。したがって、津波対策でのL1、L2概念の導入から洪水や高潮対策でのL1、L2概念の導入まで、担当させていただいたこととなります。

(次回に続く)

(編集者注1)

内村鑑三（一八六一―一九三〇）は日本のキリスト教思想家。「後世への最大遺物」は青年キリスト教徒に向けた講話録。人間誰もが後世に残せる本当の遺物は「勇ましい高尚なる生涯」であると説いた。

(編集者注2)

カルフエド・ベイ・デルタプログラムは、米国カリフォルニア湾のカルフエド・ベイ・デルタ地域において、上水道の水質、生態系の保全などの分野に対して三〇年以上の年月をかけて環境を修復していく水辺の修復・再生プログラム。行政機関のみならず様々な利害関係者や市民の意見を取り入れて二〇〇八年に策定された。（参照：「アメリカ・カリフォルニア州の統合的水管理への



いけうち こうし
池内 幸司

東京大学大学院 教授

1957年生まれ。1982年東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻修士課程修了。同年建設省（当時）入省後、国土交通省近畿地方整備局長、水管理・国土保全局長、技監、顧問などを経て2016年より東京大学大学院工学系研究科教授（社会基盤学専攻）。2020年より横浜国立大学先端科学高等研究院客員教授兼務。博士（工学）（東京大学）。技術士（総合技術監理部門、建設部門）。

挑戦「CALFEDベイ・デルタ計画」小椋和子、総合都市研究第74号、P77-92（2001）https://tokyo-metro-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=5798&item_no=1&page_id=30&block_id=164