

石橋保存の治水面からの考察

・・・流域づくりに視点をおいた、多自然化時代の治水

Evaluating the Policy of Storm Water Management and Removing the Masonry Arch Bridges.

..... We would be able to save them on the sites, by Mitigating the effects of land use changes on Runoff, and by Energy Dissipation.

上野敏孝

By Toshitaka Ueno

ここ数年、鹿児島市では1840年代誕生の石橋群を守る運動が繰り広げられた。「治水」事業として、西田橋などの多連アーチが撤去され、同時代の河頭太鼓橋が今や風前の灯火である。この本質は災害対策での、川の三面側溝化・直線化にある。川の直線化で水質が悪化し、人間を含む生態系が衰退しないのか。本稿ではかつての水循環システムの復活をめぐり、治水・文化・環境など、多様な側面を論じたい。

1. はじめに

1993年8月に、鹿児島の県都を流れる甲突（こうつき）川が、氾らんした（以下8・6水害という）。この川には1840年代に岩永三五郎らにより建造された、「西田橋」など4～5スパンのアーチ石橋5基や単アーチの「河頭太鼓橋」などがあった。

大災害直後の騒然とした中で、治水と歴史的遺産の両立を議論するのは大変である。その後の石橋移設というカウントダウンを止めようと、石橋保存運動に関わるようになった人々が、さまざまな取り組みをした。

運動側はほとんど受け身で、「追われ、追われ」する。「官庁」側には、情報があり、誰もが抱えてきた権威にも恵まれている。その情報のひとつに「甲突川総合治水対策報告書」というのがあり、西田橋、高麗橋、武之橋について、現地保存のための分水路の可能性が記されていた。武之橋は8・6水害で流失したのだが、普段から左岸径間の浸漬を怠ってきた結果、5つのアーチの2つがほとんど閉塞していたことや、右岸の護床敷石の乱れを放置してきたことを原因と指摘する声が有力だった。

水害があると、「文化財が大事といっても、住民の命には代えられない。」との声が説得力を持つ。しかし、技術者というのは新たな可能性を探ることが役目である。両立を諦めるのは思考停止に他ならない。幕末の石橋だけではなく、たもとの自然環境をも削る、三面側溝化を正当化する。それは、岩永三五郎らが、藩や住民の願いに応え、多連石橋という未経験技術に挑戦したことと逆である。

石橋を守る側も、局地に視野を狭めず、健全な議論に努めようとした。かつて建設省土木研究所水文研究室時代に貯留関数法を開発された木村俊晃氏（工博・技術士）は、「慌ててはいけない。冷静に水文・水理観測など科学技術を駆使した検証から始めるべきだ」との意見だった。

それから河積を測り、豪雨を待って、仲間と流量を観測したり、上流の貯留性を踏査した。以下に、「洪水とは何か。どうしたら減るか」ということを追い、結果としての答えに従おうとしてきた軌跡を伝えたい。

2. 石橋の存置をめぐる諸条件

石橋の存置が可能か否かは、①疎通能力（その地点の河積×流速）と②発生洪水量の対比の問題である。あとで、流木対策とか分水路の実現可能性の問題に触れるが、これらは、致命的な問題ではないと分かった。ただ、西田橋の疎通能力については、岩永三五郎らの優れた工夫が施されていた。それは、護床敷石で粗

度を半減させるなどして、橋直下で洪水流が水の表面をへこませながら通過する現象であり、地域の人々は脳裏に焼きつけている。参考までに、西田橋部分での流下能力は1995年5月、既に毎秒500㎡以上を確保していた（筆者らが開示請求した資料による）。これを、本川の計画洪水量毎秒700㎡から差し引けば、分水路への負担は毎秒200㎡程度でよかったと考えられる。

②の問題、すなわち洪水量については、3つの対応が考えられる。「3. 甲突川水害の背景と治水上の課題」並びに「4. 流速緩和を軸とする『治水と河川環境の統合』」で具体的に述べる。予め要約すれば、

- a. 貯留・浸透の復活で、開発による洪水増を是正する。また、森林の活性化を行い、保水力を維持・向上する（これについては1997年度から鹿児島県が推進を始めた）。
- b. 狭隘部や屈曲部については、ほとんど拡幅・直線化型の改修がなされてきた。この累積が下流の洪水増を招き、いわゆるイタチゴッコによる過大な改修を余儀なくされる。むしろ、水系の上下流にわたって水文条件を維持（到達時間の縮減を回避）するための、遊水地等の貯留策が優先されなければならないのではないか。
- c. 流速抑制により、到達時間を延ばす。これには、自然溪岩や植生を温存することが重要である。水制の役を果たしてきたことを評価しなければならない。また市街を流れる側溝や林・農道の側溝にも、努めて減勢工を施さなければならない。

筆者は、これからの改修事業で着手前と改修後にビデオ撮影して、流速を比較する簡便法を提案したい。

このような、方策によって、河道整備が水文上の条件を悪化させないようにするとともに、多自然型川づくりの本来的な方向を目指すことが必要と考える（鹿児島市域においては下流低平地に向かう雨水管渠の減速化が進行中である）。洪水解析によって、これらによるハイドログラフ平準化が明らかになることになると考えられる。

次の、「3. 甲突川水害の背景と治水上の課題」において、石橋という局所的な水理にこだわらず、貯留性の問題及び洪水到達時間の復元による、発生洪水量の遅減への寄与を評価してみたい。

3. 水害の背景と治水上の課題

鹿児島市は宅地造成の盛んな所で、シラス災害が全国ニュースになることで知られている。筆者はこれまで、斜面の安定設計のほか調整池設計を主務としてきたが、豪雨時は調整池を巡回し、水位を記録してきた。

8・6水害の時、調整池のピーク時の写真を撮って回ったが、筆者が設計したどの調整池も、50年確率の水位を越えていた。

参考までに、歴案地点をめぐる諸元を挙げておく。

・ 甲突川流域面積	約106km ² （西田橋付近までは約100km ² ）
・ 流 長	約24km
・ 市街化率と調整池不備の団地総面積	約30% 調整池不備の5ha超団地面積約3.3km ²
・ 到達時間	全流長に対し、約230分
・ 西田橋地点での流過能力	毎秒430㎡（当時）～500㎡+α（1995年）
・ 調整池のない開発地の面積	約7km ² （団地及び、それ以外の林地開発を含む）
・ 水害直前の洪水解析による流出率	0.15～0.29（シラス地帯）
・ 8・6豪雨の規模（参考：歴代1位は 大正6年6月の日雨量306mm）	河口から1.8km地点で日雨量259mm、但し、上流から流長の80%強では4時間に350mm程度
・ 平成7年8月11日豪雨の規模	下流域で日雨量326mm
・ 調整池設計で指導している許容放流量	降雨量を時間21mmとして開発面積を乗じた量

かつての開発で調整池がなく、雨になると大量の洪水を川に送り込んでいる団地が多い。轟々たる流れ、大自然の計り知れない外力に対応するには、屈曲を削り流れを速くして大きな排水路を造らなければならない、としていた頃のものである。

ところが、流域面積100㎢以下の都市河川数本が走る鹿児島市で、後述するようにそれぞれ5～10%もの調整池不足の団地が残されている。水害後これが問題とされたのだが、その後、単なる林道や郊外の田畑を埋め立てて出現した資材置場・産廃処分場等の影響も大きいこと、特に坂道を駆け下る側溝の速度が問題とされた。不用意に手掛けられたことだろうが、これが集積して下流の流況を圧迫する。

筆者は、これら流域を最大百個まで分割してシミュレーションし、上流から本川の懸案地点（西田橋等）までのそれぞれの到達時間を入力し、流域の貯留性や水系の流速と洪水量との関係を確認めた。

それで、支川から側溝に至るまで、流速を3割落とす場合（それでも本川を含めた通算では1割程度に鈍化する）、全流域面積の3%に相当する無調整池団地に現基準の調整池を設けた場合などを設定し、どのように洪水量の減少がみられるかを求めた。50年確率の雨により、概ね5～10%の洪水減少が見られ、また、8・6豪雨のデータを用いると、10～15%の洪水減少が見られた。パワフルな対策と思って施工した標準断面の改修は人知れず流速増を招いている。遊水地などで流出係数を旧に復することが求められる。

なお、同じ調整池の個数があってもその上下流の水路の流速が遅くなると、それだけで、各流域からのハイドログラフの山と山が離れていき、合成波形は偏平になっていく。第三の容量を生むことになる。

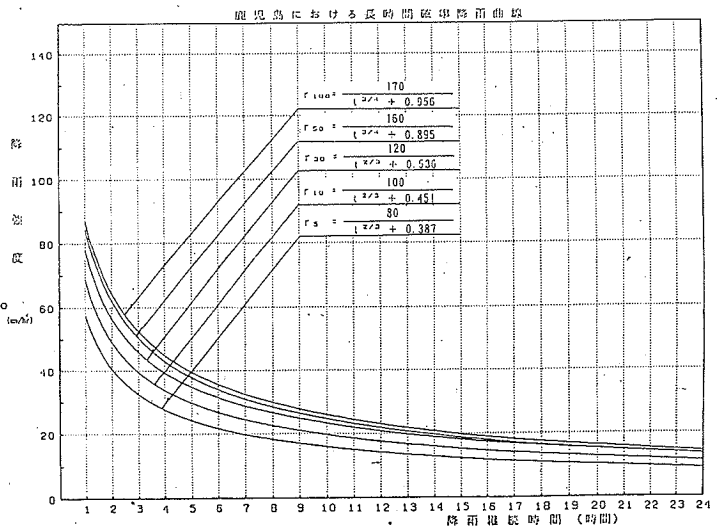
4. 流速緩和を軸とする「治水と河川環境の統合」

平成元年に鹿児島県が作成した洪水解析報告書でも、甲突川の流況に大きな経年変化があったことが示唆されている。到達時間230分程度の川が、上記解析では30分以上早くなっているのではないかと記されている。それから約5年後の8・6水害を迎えるまで支川での改修や、山間部や団地の側溝整備などが行われている。そしてまさに8・6水害の直後からの改修で、さらに到達時間が縮まったとみえる（甲突川流長の中央部、約4kmにわたり直線化された部分だけでも十数分の短縮が見込める）。上記報告は甲突川が、30～60分短い降雨で最悪期（ピーク流量）を迎えるようになったことを物語っている。到達時間が短くなると、危険頻度も増し、次に述べるように降雨の再現確率を「50年で最大」という条件に揃えて比較すれば、降雨の強度もうなぎ上りに増えるわけである。

こうしてみると、石橋部分の開削とか溪谷の巨岩や樹木の除去が、必ずしも正しい解決策であるとは認めがたい。どんなに改修を行ったとし

ても、それにより、流路のもろもろが加速すれば、タコが自分の足（下流での疎通能力拡大分）を喰う（上流からの加速で新たに負担が増えることになる）。

到達時間の伸縮がどの程度洪水に影響するかを、鹿児島県作成の下図表（確率降雨強度）を示して考える。これを見ると、降雨強度は長い継続時間の時に比べ、時間が短縮すると急カーブで強度が増えるという性質が分かる。同図の中で、甲突川の到達時間に近い200分前後の時間帯を見る。川が拡張・直線化され流下



が2倍速まれば洪水量も3～4割跳ね上がることが分かる。これに対して、流速を抑えたり、遊水地に引き込んで本川の水位を下げると到達時間も大きくなり、洪水ピーク量が大幅に減る。

流れの加速は、「それまで1時間かかって通過していた水量が半分の時間に圧縮されて通過する」ということをも意味する。洪水負担は二重に効き、洪水波形は先鋭化してくる。このような事業が累積すれば下流で溢れるのは当然である。

同川では最後の、河頭太鼓橋を撤去する計画が動いている。これまた同地点の屈曲部を直線化し、コンクリート護岸で疎通能力を上げるというもので、事態を悪化させると考えるべきである。既に、その数キロートル上流の河頭溪谷で1995年の初夏に事故がたて続いた。8・6水害後の防災対策として溪岩が削り尽くされ、美しい溪谷の兩岸をツルツルのコンクリート板に置き換え、水を一気に海に流そうとした。溢れようもない深い谷を、ゴツゴツぶつかって下っていた流れがその結果増大した。県の計算書上、それは毎秒8メートル強にもなっている。適正な構造計算がなされたはずのコンクリート護岸も、完成の翌月から、夏までの4か月間に12箇所ですべて損壊が続いた。

さて、現河川が有する、多様な自然・景観の保全をうたう、河川法改正を迎えている。いよいよ、溪流に沿った森林を、ことごとくはぎ取ることは許されない。鹿児島県も、河頭溪谷のコンクリート排水路化を最後に、一転して森林を買い取り、山林の生命力を高める方向に変わった。山林そのものによって山腹は強化され、流れの破壊力を鎮める。

次に、河口から流長の4割強（10km強）に位置する河頭太鼓橋部分の流況について報告したい。

1995年8月11日の雨（下流は8・6水害時以上の観測史上最大だったが、8・6水害時の半分もない雨量）で、供用開始後十年程度の河頭大橋が40cmも着水した。にもかかわらず、わずか百m上流の河頭太鼓橋は、ピーク時、高さ約2mもの余裕をもって洪水をくぐらせていた（そのパノラマは地元南日本新聞に掲載）。河川管理にあたる鹿児島土木事務所での河頭大橋計画時の「協議記録簿」によれば、同橋の桁高は、毎秒660㎡（甲突川河川災害対策特別緊急事業等での計画洪水量相当）の流量でも着水しない計画になっていた。50年間の最大の降雨時に、さらに高さ1m近い余裕空間があったとされている。つまり、石橋の方ははるかな安全が見込まれていたというものである。

河頭太鼓橋部分が屈曲しているのを、それを直線化したい、というのが同橋撤去の理由である。「住民の命には替えられない」というのだが、これまでの考察から導けば、河頭太鼓橋は大洪水の前半の水が捌けるまで下流の人々に余裕を与えるものである。有害な堰上げは近代橋の方にあるのであって、太鼓橋はいよいよの水位まで達した時（それは数百年確率の雨というのが論理的であろう）、下流を守る超過洪水対策、の役割であるといえよう。

5. 治水史からの教訓

以上、流速と流出率の抑制によってハイドログラフを平準化する治水を考察してきたが、これは日本の農業利水技術が、伝統としてきたことである。渇水と洪水を足して2で割るような流況づくりと河川環境とは、実のところ目的において共有できると考えられる。

治水上の参考として、利根川水系の大改修の歴史を富山和子氏は、高橋裕著『国土の変貌と水害』、栗原良輔著『利根川治水史』等から次のように導いている。

イ 明治33年に着手された改修は、過去に経験した雨量・流量の記録から、100～200年に1回規模の大洪水を対象に計画洪水量が設けられ行われた。埼玉県栗橋地点で毎秒3750㎡としたその量は、明治29年に利根川が記録した未曾有の大洪水をはるかに上回るものであり、今後やってくるかもしれない大豪雨にも耐えられると期待された。

ロ しかし、工事が着々と進行した11年目、利根川は前記大改修時の計画量の実に倍近い毎秒7000㎡規模の洪水に見舞われた。

- ハ そして昭和5年、延長186kmに及ぶ堤防を完成させ、疎通能力は万全なものになったはずである。
もはやいかなる豪雨にも大丈夫と見えたのだが、昭和10年、利根川はさらなる大洪水に見舞われた。
- ニ 国は改めて計画洪水量を毎秒1万 m^3 に引き上げ、事業を強化した。
- ホ ところが、昭和22年のカスリン台風によって利根川はさらなる大水害を被った。その洪水量は実に毎秒1万7000 m^3 もの規模に拡大していた。これは関係者の予想だにできなかった数字であり、日本の水害史上も経験しなかった大記録である。
- ヘ この結果、毎秒1万7000 m^3 を、流下能力拡大とは別の措置—（都市化にも対応した）貯留—を含めて構成し、今日に至っている。

水は山から海に流れるもの、途中で詰まったところがあれば排除する、というのは単純明解である。「未曾有」の洪水量の記録更新と計画洪水量の修正という利根川型のイタチゴッコから、都市化で失われた遊水能力を補填する「総合治水」や、ショートカット及び均一河道断面を抑制する時代に移った。

石橋を守るほど流況を平準化することが流域住民を守る確実な方法であることに気づく。熊本県が坪井遊水地事業パンフレット（平成3年作成）で啓蒙していることは鹿児島県でキャンペーンしていた主張と、180度違っていた。それによると、「河道改修は橋梁の架け替え、用地の問題等で時間がかかり、費用も莫大」となっていたが、鹿児島県は逆に「遊水地造りは時間がかかり、費用も莫大」としていた。参考までにいうと、甲突川の遊水地適地は熊本の場合よりもっと都市化の進んでいない地域である。

6. 総合治水を巡る官民間の論議

筆者が石橋保存運動に関わりをもつようになったきっかけは、調整池の評価論争である。甲突川流域において県の河川当局が、治水への貢献度をわずか1%としたことである。つまり甲突川程度の都市河川であっても、調整池はほとんど効果はない、と発表したに等しく、多くの事業者の中に「何のためにこれまで造らせてきたのだ」との声が上がるのも無理なかった。具体的には合計3.3 km^2 分の団地に調整池があった場合となかった場合とでは洪水に対していくらの違いがあっただろうか、というものである。米国の氾濫原管理の紹介に始まる調整池研究や、開発に対する環境政策等への国の取り組みに関心があった筆者としては、この時の発表に驚き、本県技術に後退を感じた。

筆者の検討は、調整池のない成熟団地は地被率が大きいとして、流出率を0.8程度とし、ピーク時を挟む1～2時間において、現実の雨量データを使って求めた。調整池群でブロックされるはずの量（許容放流量を越える水量が一時貯留される）の3.3 km^2 分を洪水量で割ると、15%前後となった。

ところが、水害10日後の議会の議事録でも、上記面積からの調節量が毎秒60 m^3 であったと、当時の河川課長が答弁していたことが議事録で出てきた。そうなら、 $60 \div 700$ で1割弱ということになり、前記の「1%」説は理解できなくなった。

7. 文化財保護審議への河川工学者の関わり

この後、分水路に関する水理実験に関する調査報告書をめぐり、分水路の実現性の議論も展開された。入口で土砂が堆積し、出口で河床が洗掘されるので実現困難というのが、分水路ができない理由であった。が、それらの多くが対策可能と認められだすと、流木問題が浮上した。依然西田橋に流木が向かい、川が閉塞される、というのが県の新たな懸念であった。丁度、大隅半島の肝付川で鹿屋分水路が進行中の時でもあった。それによると流木を捕捉する対策も建造されつつあるので、わずか300m弱の分水路も、日本では不可能なのか、と信じかけていた市民らも県文化財保護審議会委員に粘り強く提案し始めた。

8・6水害の直後から始まった、水害イコール「石橋撤去」の流れに従って、下流では河岸の樹木が伐採され、中流では両岸がコンクリート板に挟まれた流路工が進行していった。

これに対して市民たちの中から、「岩永三五郎の架橋は単なる橋造りではなかった。藩政時代の灌漑川堰などは、共に流量調整の役、同時に治水施設を兼ねていた。石橋も水制として絶妙の働きを担ってきた。」との声が起った。幕末以来、鹿児島を150年間も守ってくれた治水家・岩永三五郎ほか肥後石工たちへの畏敬の念が広がった。

「石橋は現地に残せないのか」とする運動はこうして始まり、技術提案の色彩も濃くなっていったが、同審議会にも参考人として九州大学、新潟大学の河川工学専門家が招かれた。そこで2人の権威者は流木対策には例もあること、市民の意見を尊重すべきであると発言したことなどが報じられた。「分水路は造れない」とされ続けたにも関わらず、結局、同審議会の多数意見は、西田橋の取扱いについて、「現地保存に努めよ」というところに収束した。

ところが、最後に文化財の現状変更を諮問した県教育委員会が、少数意見を逆転採用し、知事に西田橋の移設許可を出して終わった。

幕末の技術陣がした創造的な仕事——多連大石橋——は残せなかった。役所内の技術者からすら「分水路づくりは容易なのだが」とする訴えを聞き、一人の文化財審議委員がついに職を返上した。

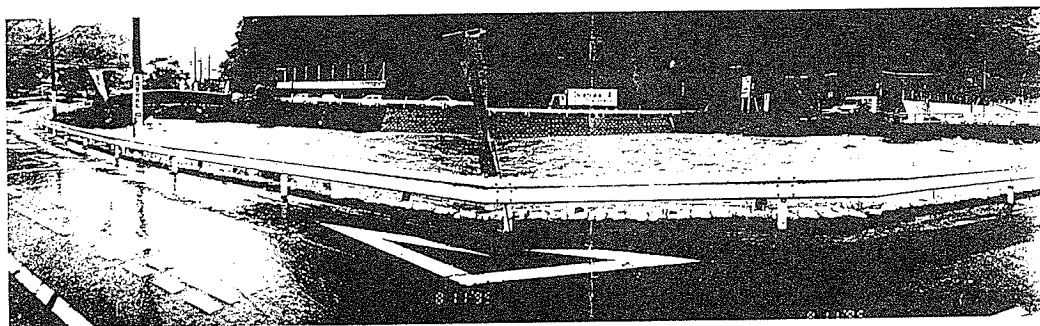
．おわりに

本稿では、河道内にあって、治水事業と相剋すると思われてきた、文化財の取扱いをめぐり考察してきた。「生態系から、河道内の文化財、景観」までを河川環境ととらえる時、到達時間を回復する流域づくりが、環境と沿川住民の双方を守ることであると結論に至った。

河岸の樹木、魚類の生育のための隠れ家や溪岩、景観としての屈曲そのものが粗度となり、流速を緩和し、自浄能力や流況（河状）係数を改善する。決して障害物ではない。

多自然型川づくり通達も7年目を迎えた。「災害復旧事業でも過度のショートカットを避け、現河川が有する多様性に富んだ自然・景観の保全に配慮」すべきとうたわれている。明らかに「環境と治水の統合」の可能性をいっている。

豊かな河川計画の経験もなく、ともすればその背後で洪水を増やす立場を演じてきた筆者が、本川に架かる施設のことを考察してきた。これまでの反省をこめつつ、ご批判をお待ちする次第である。



右側が河頭大橋、橋桁まで冠水している。左側は河頭太鼓橋、アーチ部分はまだ空間を残し余裕がある。(H7.8.11 午前10時頃)