

曾木の滝分水路の整備

星野 裕司¹・小林 一郎²

¹正会員 博士（工学）熊本大学大学院自然科学研究科（〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1, E-mail:hoshino@kumamoto-u.ac.jp）

²正会員 工博 熊本大学大学院自然科学研究科（〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1, E-mail:ponts@kumamoto-u.ac.jp）

本稿は、平成18年7月に鹿児島県川内川流域を襲った災害に対する激特事業のうち、曾木の滝分水路の整備に関して、景観的な視点からの検討プロセスおよびその結果を報告するものである。当整備の主な特徴は、激特事業に景観検討を導入したこと、検討方法に対する様々な工夫によって効率的で高質な検討が行えたこと、密なコミュニケーションによって多くの施工上の工夫を引き出したこと、それらの結果として類を見ない空間を実現できたことである。さらに本稿では、当事業の経験を通じて、土木事業の持つ特質を時間性の観点から論じている。

キーワード: 激特事業, 分水路, 景観検討, 検討方法, 土木デザイン

1. はじめに

自然災害の多い我が国では、災害復旧事業が国土の景観形成に与える影響は非常に大きい。いわゆる激特事業などでは、防災力の向上と共に、整備のスピードが求められるため、景観や環境、まちづくりなどに配慮された事例は、今だ多くないことが実情である。例えば、本稿で報告する曾木の滝分水路の整備前後の状況を図-1、2に示すが、地形そのものをつくりかえる、まさに土木的な大事業である。このような事業にこそ、本格的な景観検討が必要であることは言を俟たない。そこで本稿では、激特事業に本格的な景観検討を導入した事例である曾木の滝分水路について、その検討・整備プロセスを中心に紹介していく。加えて、その経験を通じて、土木事業に対して時間性という観点から、考察を加えることも目的とする。

2. 激特事業の概要

(1) 川内川河川激甚災害対策特別緊急事業の概要

平成18（2006）年7月18日から23日にかけて、鹿児島県の川内川流域で記録的な豪雨が発生した。その被害は、死者5名、家屋全半壊・流失32戸、床上浸水1,848戸、床下浸水499戸、浸水面積2,777haという甚大なものとなった（図-3）。その後、9月8日には激甚災害に指定され、10月4日には、直轄河川激甚災害対策特別緊急



図-1 整備前の曾木の滝周辺（国土交通省提供）



図-2 整備後の曾木の滝周辺（国土交通省提供）



図-3 曾木の滝周辺の出水状況（国土交通省提供）

事業が採択された。事業概要を表-1に示す。本稿で報告する曾木の滝分水路事業は、当事業の一環として行われたものである。

表-1 川内川河川激甚災害対策特別緊急事業の概要

事業主体	国土交通省九州地方整備局川内川河川事務所
採択延長	62.3km
事業費	約375億円（国：約350億円） （鹿児島県：約22億円，宮崎県：約3億円）
事業箇所	37箇所（川内川沿川3市2町）（国施工のみ）
事業量	用地取得面積：約68万m ² 築堤延長：約16km 掘削量：約200万m ³ 水門・樋門等：27箇所
工期	平成18年度～平成23年度（1年延伸）

(2) 激特事業に景観検討を導入できた経緯

当事業に景観的視点を導入できた理由に、多自然川づくりの施策の一つとして、平成17（2005）年10月より、「激特事業及び災害助成事業等における多自然型川づくりアドバイザー制度」が運用されていたということがあげられる。そのアドバイザーである島谷教授（九州大学）が、景観的な配慮を行うべきだという提言を行った。そのポイントは、重点地区と一般（標準）部を分けること、重点地区には専門家を派遣することの2点であった。川内川の激特事業の中でも大規模事業となるさつま町の虎居地区と伊佐市（当時は大口市）の曾木の滝分水路を重点地区として指定し、専門家には、虎居地区には島谷教授自ら、曾木の滝分水路には熊本大学チーム（小林・星野）を派遣した。島谷教授へのヒアリングによると、専門家派遣という踏み込んだ提言が可能だった背景の一つに、九州の土木・景観にかかわる学識者や専門家が集い、九州の景観について議論する場である「風景デザイン研究会（会長：小林一郎）」が、ちょうど同年7月より本格的に活動を開始し、九州内部に専門家派遣の母体があったことを挙げている。なお、同年10月28、29日に開かれた「第6回九州「川」のワークショップ in 川内川」では、島谷教授を進行とする分科会「防災と川づくり、まちづくりについて」が、小林と地元のNPO代表、さつま町長、川内川河川事務所所長をパネラーとして開かれ、「自分たちの心の中の故郷を守りたい」、「景観に配慮した災害復旧が可能ではないか」という議論がなされた。このようなイベントも、この取り組みの準備活動として位置づけることができよう。

3. 曾木の滝分水路事業の概要

(1) 曾木の滝の概要

伊佐市出身の作家である海音寺潮五郎が昭和47年に書いた市歌に、「大口盆地」の成り立ちが記されている。一部抜粋すると、「いとはかなる いにしへは 湖底なりしを 曾木の滝 欠けて流れて なりしとふ 郷なればこそ 野も山も みのりゆたかに 住む人の 心もよしや 桃源の…（中略）」とうたわれている¹⁾。ここに端的に歌われているように、大口盆地は、中生代白亜紀の堆積岩の上に、第四紀更新世（約33 万年前）の加久藤火砕流堆積物などにおおわれたカルデラ湖が、川内川の浸食によって排水され形成されたものであり、その排水箇所が曾木の滝である²⁾。そのため、曾木の滝は大口盆地から渓谷へと変化する中間点となっており、奇岩奇石をともなった豊かな自然環境が広がっている（図-4）。

曾木の滝は年間30万人の観光客が訪れ、伊佐市を代表する観光地である。観光客の大半は、桜や紅葉のシーズン、もみじ祭り時の利用客であるが、滝を見て帰る通過型の観光がほとんどである³⁾。周辺に点在する豊臣秀吉の遺構や江戸時代の川ざらい跡、ダム湖に沈む曾木発電所遺構などと連携し、滞在時間の延伸を促すことが観光の課題として挙げられる。

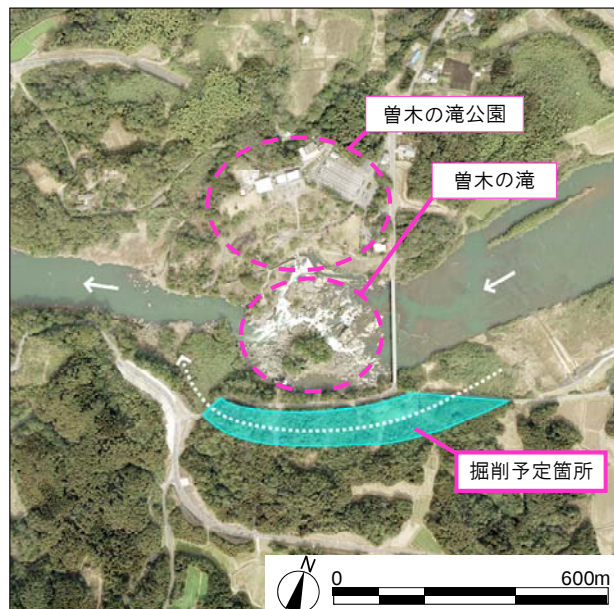


図-4 曾木の滝

(2) 曾木の滝分水路整備事業の概要

曾木の滝周辺は治水面からみると、流下能力のネック箇所となっており、すでに昭和58（1983）年には、左岸分水路方式がその解決策として計画されていた。激特事業の一環として行なわれている本事業は、平成18年7月出水を対象流量とし、曾木の滝地点3,900m³/sのうち現況流下能力相当の3,700m³/sを現河道で負担し、不足する200m³/sを分派する計画である。諸元を表-2に示す。上述した曾木の滝の地形的な成り立ちを踏まえれば、この事業は太古に開いた穴の通りを良くするために、バイパスを通すということだとも位置づけることができる。曾木の滝分水路位置図を図-5に示す。

延長	約400m
平均河床幅	約30m
分派量	約200m ³ /s
事業量	土砂掘削：約9万m ³ 岩掘削：約16万m ³ 計：約25万m ³
設計期間	H19/7～H22/12
施工期間	H20/9～H23/3
工事費	約10億円



(3) 検討組織の概要

以上の条件から、分水路の掘削によって生れる長大法面は、観光地としての滝の景観を崩してしまうのではないかという課題が生じることは容易である。そこで、学識経験者・市長・地元商工会・観光協会の関係者・地域住民の代表者から構成される「曾木の滝分水路景観検討会」が設立された。検討組織の概要を表-3に示す。筆者のうち小林は、検討会の座長を務め、星野は、事務局の一員として、設計から施工まで事業に対する景観的なアドバイスを行った。

4. 設計の検討プロセス

本章では、設計段階での検討事項を、次章では、施工段階での検討事項をプロセスに則って論じていく。まず、検討及び整備の流れを表-4にまとめる。表中では、検討会や工事着工・竣工およびそれらの間で行った打ち合わせを示している。

【曾木の滝分水路景観検討会】		
小林 一郎	熊本大学大学院教授	委員長
島谷 幸宏	九州大学大学院教授	副委員長
伊佐（大口）市長		地域代表
伊佐（大口）市都市計画審議会会長		〃
伊佐（大口）市商工会会長		〃
伊佐（大口）市観光特産協会会長		〃
曾木の滝観光協会会長		〃
川内川上流漁業協同組合長		〃
伊佐（大口）市大住自治会長		〃
伊佐（大口）市下ノ木場自治会長		〃
伊佐（大口）市深川自治会長		〃
伊佐（大口）市川西自治会長		〃
鹿児島県始良・伊佐地域振興局建設部大口支所長		〃
【事務局】		
国土交通省川内川河川事務所		
鹿児島県始良・伊佐地域振興局建設部		
伊佐（大口）市 建設課		
【コンサルタント】		
(株)東京建設コンサルタント		
【アドバイザー】		
星野 裕司	熊本大学大学院准教授	

平成18(2006)年	
7月18～23日	記録的な豪雨災害
9月8日	激甚災害の指定
10月4日	直轄河川激甚災害対策特別緊急事業の採択
10月28、29日	第6回九州「r川」のワークショップin川内川
平成19(2007)年	
7月20日	第1回 曾木の滝分水路景観検討会
	○10/22
10月31日	第2回 曾木の滝分水路景観検討会
	○11/19 ○12/26 ○2/8
平成20(2008)年	
3月18日	第3回 曾木の滝分水路景観検討会
	○7/11
9月	1次掘削工事着工
	□11/20 □12/25 □1/22
平成21(2009)年	
3月	1次掘削工事竣工, 2次掘削工事着工
	□7/7 □7/23 □11/26 □12/10 □1/25
平成22(2010)年	
3月11日	第4回 曾木の滝分水路景観検討会
3月	2次掘削工事竣工
4月	3次掘削工事着工
	□△6/28 □8/9 △8/24 □△11/15 □△1/24
12月6、7日	曾木の滝分水路石積み講習会
平成23年(2011)	
2月28日	第5回 曾木の滝分水路景観検討会
3月1日	第1回 伊佐市地域活性化協議会
3月	3次掘削工事竣工

○：熊本大学での打ち合わせ □：現地での打ち合わせ △：伊佐市での打ち合わせ

(1) コンセプトの設定

まず、第1回の検討会では、国交省からの事業説明と検討会設立に伴う委員からの意見聴取が行われた。ここでは、分水路の将来計画案（河床幅約60m、施工延長約

700m)が議論のたたき台として提示された。これに対し、分水路下流端護床工の先にあるアユの産卵場に影響は出ないか、分水路の形状が直線的で景観に調和していない、分水路と滝の間に残る中の島を観光的に使えないか、といった意見が出された。しかし、この検討会での議論を聞いていた筆者らが危機感を持ったのは、景観という課題を狭義に捉えすぎではないかということであった。つまり、観光地である曾木の滝公園から見えなければ良い、見える場合は、緑で修景すれば良いという発想が、行政だけではなく地域代表の委員の中にも見られたということである。景観検討の基盤には、まず、その場所をどう使い、どのように自らの暮らしの中に位置づけるのか、つまりはどのような場所としたいのか、その議論が不可欠であると考えた。そのような共通認識がなければ、景観検討はあくまで、欠点を隠すお化粧の技法となり、その整備自体が、地域の暮らしに何ら貢献しないものになってしまう。

そのような問題意識の中、まず私たちは、滝と分水路を含めた周辺地形を検討会において共有することが重要だと考えた。LPデータ、施工用平面図、国土地理院発行の地形図などを用いて基盤データとしての3DCADを作成し、3Dモデリングマシンによって周辺模型（1/1000）

（図-6）と3Dビューアソフトによる将来計画案のVR（図-7）を作成した。周辺模型では分水路と周辺の位置関係を把握し、VRでは周辺からの分水路法面の見え方を把握することに用いた。

またこのとき、将来計画案の断面図に落書きしたような断面イメージも作成している（図-8）。これは、景観検討が、形の作り方と空間の使い方が一体となっていることを具体的に示すものであり、幼稚な絵ながらも、あたかも自然の川のような空間を目指す、一つのビジョンを示すことを意図していた。これは、滝を眺める観光に加えて、遊べる場所として分水路を位置づけることで、滞在時間を延ばすという観光的課題等にも貢献する可能性を示したものであった。

以上の作業結果を提示した第2回検討会では、将来計画案の強い景観的なインパクトが確認され、分水路河床幅に対する疑義や、平時は水が流れないことに対する景観上および安心感の問題が指摘されている。この安心感という議論は非常に印象的であった。曾木の滝上流に住む地域住民にとって、曾木の滝は洪水の元凶であった。その脇の分水路に、常時水が流れていることを確認できれば、日々の安心感につながるというのである。分水路に水が流れているべきという意見は、魚道やカヌーに活用できないかという意見にも展開して行った。これらの提案自体は、縦断等の条件によって不可能なものであったが、この分水路を平時は水の流れない空堀ではなく、



図-6 周辺模型（1/1000）

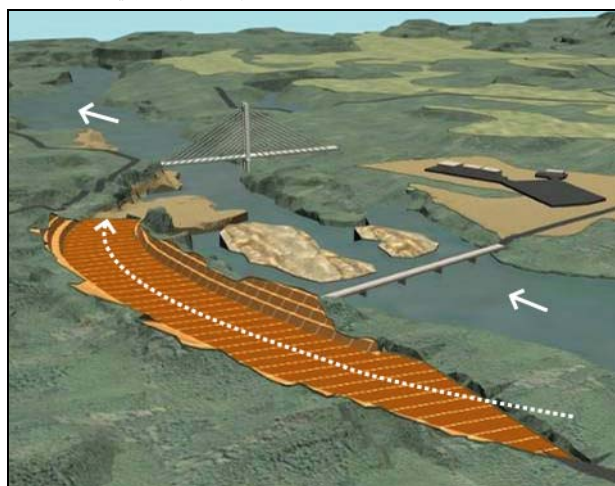


図-7 将来計画案VR

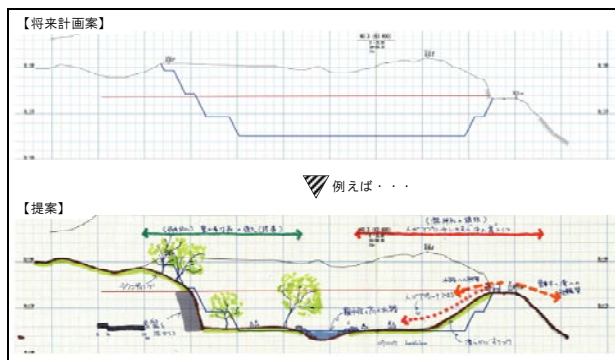


図-8 断面イメージ



図-9 第2回検討会の様子

常に水の流れている川として考えたいという思いであり、断面スケッチで示した分水路の日常的な価値を高めたいという筆者らが伝えたかったことと同根であったといえよう。また検討会の途中では、周辺模型を囲みながら地域代表より「この場所から曾木の滝が一番美しく見える」など意見が出され、設計を本格化させていくためのWSのような検討会となったことも、景観検討は利活用と一体的に考えるものだという認識を共有させることに役立ったと考えている（図-9）。以上の議論は、後に下記のようなコンセプトとしてまとめられた。

① 滝と分水路を一体として考える

周辺地形との一体性を確保するために、見え方だけではなく、車・人の流れ（回遊性）を検討すること。

② 分水路線形を3次元的に考える

自然な川の形状となるように、景観性、機能性、経済性などを総合的に考慮し、3次元的に検討すること。

③ 分水路内のアメニティを確保する

平時の居心地や利活用にも配慮し、分水路に対する地域住民の安心感の担保や、人が集える空間となること。

①は周辺模型の検討によって、③は断面イメージの提示によって、大まかな了解が得られた。今後のデザイン検討は、②をいかに実現していくかが課題となると考えていた。

(2) 線形の検討

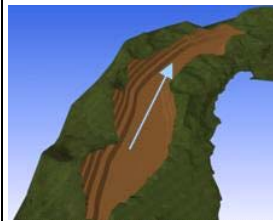
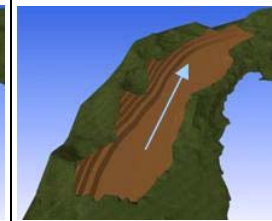
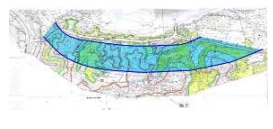
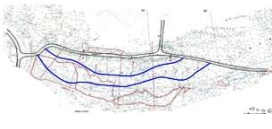
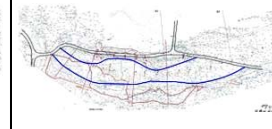
以上のコンセプトに基づき、具体的なデザイン検討がスタートしていった。まず私たちが着目したのが、第2回検討会でも話題となった河床幅である。将来計画案は

平成元年に計画されたもので、1/100確率の600m³/sが分派量として想定され、一部の用地買収もその計画に基づいて行われていた。用地買収範囲の中で、より自然な分水路を実現するために、激特事業の分派量200m³/sを流しうる河床幅で検討を行うこととし、仮の河床幅は最低20mと設定して、作業を進めていった。

私たち熊大チームは、地形の起伏が激しく入り組んでいる対象地の地形を丁寧に読み取り、その起伏を最大限に保存することを基本に、激特計画案として、図上で河床ラインのA～C案を作成した。この3つの河床ラインから、将来計画案と同様の5分勾配で機械的に法面を立ち上げたVRを作成する一方、コンサルタントにおいて水理解析を行った。その結果、曾木の滝公園からの法面の見え方が一番小さく、空間的なメリハリもあり、かつ、水理的にも安定的に水が流せるB案が、今後の検討のベースとなった（表-5）。その後、図上検討、3DCAD、VR、水理解析をやり取りすることによって、主に平面線形と縦断勾配に関して、議論を行い、4案ほど検討をバージョンアップさせていった。自然な形状を実現するために、最も大きく変更したのは分水路の縦断勾配であり、将来計画案の約1/1400（計画高水敷高勾配）から約1/120（河床勾配）へと変更した。

なお、ここで特記しておきたいのは、将来計画案から激特計画案に変更するにあたって、3DCADによる土工量算出が有力な後押しになったということである。地形に素直な線形に変更したため当然なことだが、将来計画案より激特計画案の方が土工量が少ない、つまりは、単純計算では、コストダウンにつながる方向だということである。この事実は、行政の説明責任において有効であるだけではなく、景観設計＝コストアップという皮相的な

表-5 将来計画案と激特計画案の比較

名称	将来計画案	A 案	B 案	C 案
完成 予想図 (CAD)				
平面図				
河床幅	48～60m	20～50m	22～50m	28～58m
重点	必要量の流量を余裕をもって流す	1)なるべく地形を削らない 2)河床幅にメリハリ	1)特徴的な地形を残す 2)分水路入口を広く	1)河床幅を広く 2)本川と分水路を近接
水理	水位・流速ともに安定。余裕をもって洪水を流すことができる。	上流に土砂が堆積するため、水位・流速の変動が大きく、洪水を流すのは困難。	入口が広く、河床幅の変化が少ないため、水位・流速は安定。A、C案の中間的な案。	一部流速が早くなる箇所があるが、全体的に河床幅が広いいため、安定。
土工量比	100.0	65.9	72.8	90.5

常識を覆すという点でも重要であった⁴⁾。

(3)空間の検討

平面線形、縦断勾配に関する方針がおおよそ決定したのち、分水路空間の検討へと移っていった。コンセプト②の本格的な具体化である。これまで活用してきた3DCADは、見た目としての景観検討と水理解析をつなぐデータベースとして有効であったが、その3次元表現であるVRでは、分水路の内部空間や立ち上がりのある3次元空間の検討には不向きであり、模型を作成する必要がある。しかも、検討のスピードを落とさないように、効率的に作成する必要がある。そこで私たちは、簡易な断面模型（1/500）を作製した（図10）。立体模型を“早く・簡単に作る”という目的のため、切り出した断面図を平面図上に立てて並べただけの模型である。しかし、景観とは「アイレベルから見た環境の眺め」だとすれば、これで十分だと考えたのである。しかし、この模型は予想以上の効果をもたらした。なぜなら、水理解析的な視点から見れば、河川とはまさに、断面図の連なりとして見られているからである。この簡易な断面模型は、「アイレベルから見る環境の眺め」という景観の本質を表現していると同時に、水理解析的な河川を立体として現出させたものとしても機能したのである。景観検討でつくられる一般的な模型は、極端に言えば“キレイ”すぎる。行政やコンサルタントのエンジニアにとって、その模型はある意味完成形であり、自らの思考とは別の、操作不可能なものとして捉えられることがおおいのではないだろうか。しかし、この簡易な断面模型は、河川工学者も、景観の専門家も、同じように“読む”ことができる。これは、両者の円滑なコミュニケーションが必要となった今回のプロジェクトでは、大変重要なことであったと考える。

空間の検討において、課題となったポイントは、下記の3点である。

a)法面の形状

断面模型によって、基準通りの小段の設置は、不自然

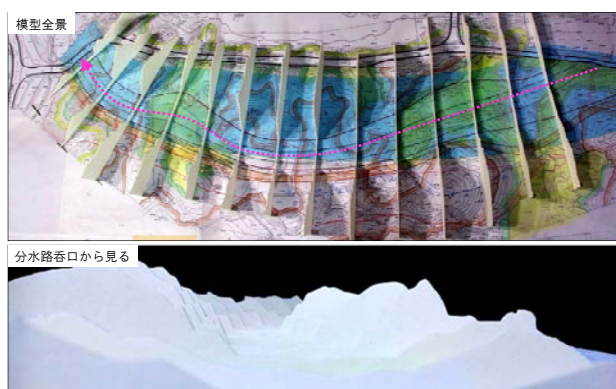


図-10 断面模型（1/500）

で人工的な印象を与えることが了解され、できる限り小段を撤去し、緩やかなラウンディングを施すことが望ましいという見解で一致した。なお、法面の最終形状は、次年度にまとめられた地質調査結果に基づき、地質の境目と小段や管理用通路を合わせ、自然な形状を創出するように決定した。また、一部存在するシラス部の安定化方策の詳細については、施工時に検討することとなった。

b)河床の粗度

河床の仕上げ方は、分水路のアメニティ（利活用）に大きく影響するが、水理解析的には、粗度係数として作用する。当初「水理公式集」記載の、ぎざぎざで不規則な岩場掘削の粗度係数（ $n=0.035\sim0.050$ ）にあたる0.045を想定していたが、川内川下流で岩場掘削の実績がある轟狭窄部のH18.7出水時の検証粗度が0.035であることを踏まえ、同公式集から、平滑で一般的な岩場掘削の粗度係数（ $n=0.025\sim0.040$ ）にあたる0.035を採用することとした。これにより、計算上の水の流れがスムーズとなり、掘削面積を減少させ、より自由に線形を設定できることとなった。同時に、この方針変更は、分水路の使いやすさを上げるため、上記のコンセプト③とも合致するものであった。

なお、このa) b)の方針を決定するために行われた熊本大学での打ち合わせには、このプロジェクトの仕掛け人でもあり、検討会の副委員長でもある島谷教授が同席した。景観と治水、双方に目を配れ、河川構造令も熟知した人材が、この段階で具体的な議論に参加したことの意義は大きいと考えている。

c)射流への対策

a)法面の形状、b)河床の粗度の検討によって、水流と景観の両立を図る案ができつつあったが、次に課題となったのは、射流の発生である。分水路空間にメリハリを持たせた激特計画案は、断面形状によっては分水路狭小区間において射流が発生し、跳水現象が起こる可能性があるという水理解析結果も確認された。

それを受けた打ち合わせでは、射流抑制に関して、コンサルタントより狭小区間において6mの拡幅を行なう提案がなされた。実際に激特計画案の断面模型をその場で削りながら、拡幅後どのように見えるか検討を行なった（図-11）。ここで行政の担当者から、「狭小部分を削ると、せっかくの分水路空間の分節が薄れてしまう」という意見が出された。これは、行政から自然に出された“景観的”意見である。先に述べた断面模型が、まさに水理と景観を両立し、操作可能なものとして検討させるツールとして機能していたことの証左である。以上のような議論から、各断面を微妙に操作することによって、射流を解消させる案へと収束させていった（図-12）。以上の検討を通じてまとめられた最終案は、断面模型に

粘土を詰めた立体模型として第3回検討会に提示された（図-13）。分水路の呑口や吐口の処理など、周辺との取り合いについては、今後の課題となったが、おおむね、高評価であった。



図-11 断面模型を用いた打ち合わせの様子

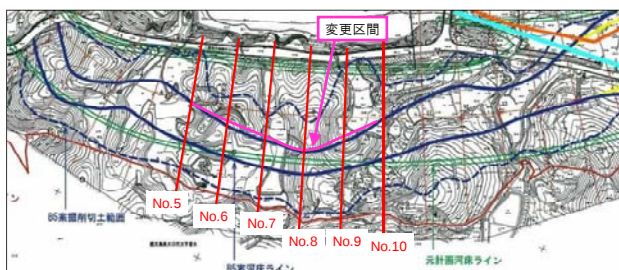


図-12 射流を解消させる案



図-13 粘土模型（1/500）

5. 施工時のデザイン検討

(1) 工程の概要

設計時から課題として引き継がれた法面の安定化や岩掘削の仕上げ方などを中心に、施工時には、つくりながら考えることが必要となる。本章では、その検討プロセスを紹介する。工程の概要は以下の通りである。施工は、ほぼ中間地点から上下流の2工区に分かれ、仕上げ面ま

で5m程度残した1次掘削、河床まで数m残して法面を仕上げる2次掘削、すべての仕上げを行う3次掘削の3期に分かれて工事が行われた。それぞれの大きな工期と受注業者について、表-5にまとめる。

表-5 施工の概要

上流工区	下流工区
1次掘削：平成20（2008）年10月～平成21（2009）年3月	
株式会社有迫組	株式会社田代組
2次掘削：平成21（2009）年3月～平成22（2010）年3月	
株式会社森山（清）組	こうかき建設株式会社
3次掘削：平成22（2010）年3月～平成23（2011）年3月	
林建設株式会社	株式会社田代組
道路付替工事：平成21（2009）年8月～平成22（2010）年3月	
株式会社北原組	

(2) 施工業者とのイメージ共有

試し掘りの様相が強い1次掘削においては、設計で考えたことを再確認すること、1次掘削で得た様々なデータ（実際の地質の状況や様々な仕上げによって変わる岩盤の表情など）を以降の掘削や最終仕上げの参考にすること、すなわち、つくりながらも考え続けることを、関係者間で共有することが大切だと考えた。そこで私たちは、施工業者に集まってもらい、模型などによって、設計の概要を説明する会を持ち、作成した粘土模型を施工業者に譲渡した。この模型は、施工業者間による安全確認や施工シミュレーションに活用されたそうである。

ここで私たちが強調したのは、1次掘削の結果は最終形状には残らないが、ここで、どれだけの試行錯誤ができるか、今後の検討に有用なデータが取れるかが、非常に大事になってくることであった。その結果、岩盤の仕上げ方には様々な種類を施工してもらい、それらを確認することを通じて、理想的な仕上がり部分を指示することができた（図-14）。

2次掘削以降は、設計断面として施工を拘束するのではなく、岩の摂理に沿った発破・掘削を行うことで自然な仕上げを実現して行くこととなる。特に、私たちが感心したのは、硬質で角ばった岩や、不安定に残った岩については、ワイヤーブラシを固定したバックホーのバケットを使用して、撫ぜるような仕上げ方を施工業者が工夫して行ったことであった（図-15）。

(3) 法面の仕上げ方に対する検討

設計時から課題として残されたものではあったが、2次掘削に入るにあたって大きな課題となったのは、岩盤上に残る土砂法面の安定化であった。

この点に対して行政から、いわゆる種子吹き付けのような保護工ではなく、将来的には森になるような保護を行いたいとの提案があり、宮崎県綾町の照葉樹林文化推



図-14 1次掘削後の状況（2009/7/7）



図-15 ワイヤブラシをつけたバケット（国交省提供）



図-16 法面緑化の状況（付け替え道路部，2011/6/2）

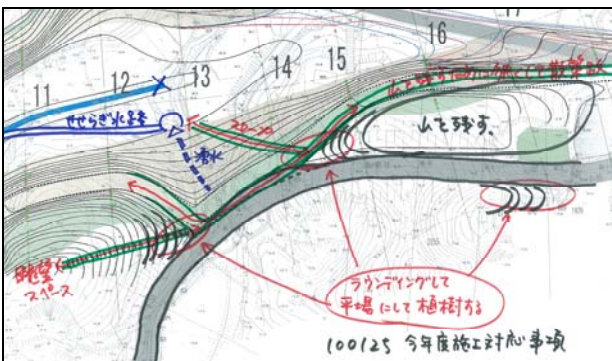


図-17 打ち合わせ記録図（国交省提供）

進専門監である河野耕三氏に指導を受けることとなった。指導内容は、潜在自然植生の考え方に基づき、「混植・密植」による森づくりを行うというものであり、具体的には、主役の木となるシイやカシ類を中心に、ツバキ、サザンカ、ツツジなどの中低木を12科目23種を1000本/100mの高密度で植樹するというのである。混植によって、「多層群落の森」を早期に形成し、法面の保全に資するとともに、密植による競り合い効果により成長促進と充実した根の生育に期待したものであった（図-16）。なお、実際の植樹は3次掘削時に行われ、地元の小学生たちのスポーツチームを対象に植樹体験なども行われたそうである⁵⁾。

この時、筆者らが注意したのは、柵工のしつらえ方である。森ができてしまえば見えなくなるものだが、数年以上の間、法面が柵工だらけになってしまう。そこで、施工業者に依頼し、木や竹などの素材や作り方を変えた数種類の柵工のモックアップを現場法面に製作してもらい、最もコンパクトな竹で編んだような柵工を選択した。ただ最終的には、安全性などの観点から樹脂ネットと鉄筋による柵工が施工された。

もう1点、筆者らが気になったのは、法面の端部である。岩掘削に対しては、設計断面に拘束されないとしたが、比較的自由に形状を整えられる法面では、平面的に鋭角な端部を持った法面が施工されていた。そこで、断面だけではなく、平面的にもラウンディングをするように指示した（図-17）。

(4) 河床や動線など利活用からの検討

以上によって、法面などの空間を形作る部分について検討がなされた。最終的な3次掘削においては、動線や河床のアメニティなど、人が使う部分についての仕上がり方の詳細を決定する必要があった。

河床の仕上げ方に対しては、まず、熊本大学内で、河床の利活用に対する再検討を行った。具体的には、分水路の空間的な骨格を踏まえながら、上流部、中流部、下流部に緩やかにゾーニングし、上流部の比較的なめらかな河床が、下流に行くにしたがって徐々にゴツゴツ、凸凹していくものとした（図-18）。これは、幼児から中高生まで、様々な年代の子供たちが遊べるような空間を提案したものである。それに伴って、せせらぎ水路の幅や縦断勾配も広くゆるやかに流れるところから狭く急に流れるところ、分流するところなど様々に変化して行く。なお、このせせらぎ水路の水源に関して、本川からポンプアップすることなども、検討されたが、最終的には、分水路内に流れ込む農業用水の余り水を活用することとした。水量がやや少なく、利活用を活性化するためには、この水量をあげることも一つの課題となるだろう。

以上のイメージを、スケッチとともに1/200の模型によって表現し、工事現場内で説明することによって、関係者間のイメージ共有を図った(図-19)。その結果、発破を行う薬莖設置高を細かく変化させることによって、河床イメージの具現化を図っていただき、おおむねイメージ通りの仕上がりを得ることができた(図-20)。

一方、分水路内には、利活用の動線形を考慮して左右岸に2箇所づつ石積み階段を設置している。その設置位置は、設計時に全体の動線計画から大まかな位置を決め、3次掘削時に岩盤の状況を見ながら、石積み護岸(後述)

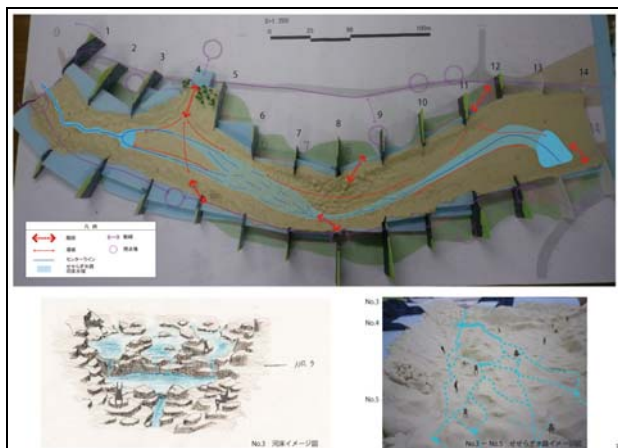


図-18 河床・せせらぎ水路の利活用イメージ



図-19 現場打ち合わせの様子



図-20 完成した河床の様子 (2011/6/2)

近接部や視覚的に目立たない場所へ設置するとともに、護岸法線を極力変更しないよう配慮している(図-21)。

本来、森となる法面、岩掘削のみで分水路内が仕上がることが理想であったが、場所によっては、H.W.L.より下に土砂が出てきたため、石積みで護岸をつくる必要が生じた。また、分水路の呑口には護床工として、吐口には、水流を方向づけるために比較的大きな護岸も必要であった。これらの石積みは、様々に工夫された自然な渓谷のような景観を壊さないよう、神経を配ることが重要であったため、西日本科学技術研究所の福留脩文氏に指導を頂いた。現地法面が比較的水平・垂直に摂理が通っていたため、布積みを基本に角を出して鼻筋がとおる施工をおこなった。

以上のプロセスを通じて完成した曾木の滝分水路を、図-22に示す。また、竣工後、現在までにすでに3度、曾木の滝分水路は分派している。その時の状況を図-23に示す。

6. 土木事業のもつ時間性

ここで、当事業に関わった経験を通じて考えたことをまとめておきたい。一言でいえば、土木事業は3つの時



図-21 石積みと岩盤に挟まれた階段 (2011/6/2)



図-22 完成した曾木の滝分水路 (2011/6/2)



図-23 分派する曾木の滝分水路 (2001/6/16, 国交省提供)

間性をもつのではないかということである。一つは、「歴史的時間」である。これは、土地の履歴ということも当然含んでいるが、もう少し単純に、「ある程度長い時間的幅を持ちつつ、因果がたどれる時間」という意味である。例えば、今回の事業だけでなく、一般の河川事業においては、100年確率や30年確率などで高水量を決定するが、これは、その時間分の長さに対して予測できる、すなわち因果がたどれるということであるので、「歴史的時間」と言ってよいのではないかと考える。これは、土木事業において基本となる時間である。一方、景観という視点からは、日々の眺めや使われ方が重要となる。この時間を「日常的時間」と呼びたい。曾木の滝分水路の設計において行われていたのは、治水的な視点からの「歴史的時間」と景観的な視点からの「日常的時間」の一致点をいかに見出していくかという努力だったのではないだろうか。そして3つ目の時間とは、「神話的時間」である。これは、時間の幅が長すぎて因果がたどれない、いわば無時間のような時間である。曾木の滝分水路整備における施工期間は、そのような時間に出会う、あるいは埋もれていたこの時間を掘り起こしていくものだったと考えている。前述したように、施工にあたっては自然な仕上げとするために、設計断面として施工を拘束するのではなく、岩の摂理に沿った発破・掘削を行うこととしたが、これは、約33万年前の火山の噴火に従おうというものだ。このような時間は、地質学的には因果がたどれるかもしれないが、私たちの一般的な感覚からは歴史を持っていると感じられるようなものではない。このように「神話的時間」とは、常にそこにあると同時にふいに会われるような時間なのである。

このような考察は、佐々木がいう「時間を投錨するデザイン⁶⁾」や、「デザインとは翻訳すること」だとする内藤の「時間の翻訳⁷⁾」の議論と通底するところが多いと考えており、今後、より深い考察を行っていきたい。

いずれにせよ、この曾木の滝分水路で考えたことは、「歴史的時間」と「日常的時間」の相克を通じて、「神話的時間」に到達すること、これこそが土木デザインの醍醐味なのではないかということであった。

7. おわりに

本稿では、激特事業に本格的な景観検討を導入した曾木の滝分水路について報告した。この分水路は、前述したように、すでにその治水的機能を果たしている。しかし、筆者らにとって、それだけではこの場所の機能の半分を満たしているにすぎない。観光や行楽など、地域の暮らしの中にしっかり組み込まれてこそ、この場所が価値あるものになると考えている。そのための活動としては、昨年度より伊佐市との勉強会を始め、平成23(2011)年3月1日には、曾木の滝周辺活性化検討会を立ち上げた。この大事業をいかに地域づくりへと展開し、組み込んでいくか、これらが次の課題である。

謝辞：本稿の執筆にあたっては、九州大学工学研究院の島谷幸宏教授、国土交通省川内川河川事務所諸氏、(株)水野建設コンサルタントの遠山浩由氏には多大なご協力を頂いた。厚く謝意を表する。

参考文献

- 1) 大口市郷土史編纂委員会：大口市制五十五年誌，大口市，2008
- 2) 大口市郷土史編纂委員会：大口市郷土誌 下巻，pp.9-12，大口市，1990
- 3) 大口市商工観光課：曾木の滝周辺整備事業基本計画報告書，pp.18-45，1994
- 4) 朝重亜紀子，小林一郎，松尾健二，竹本憲充：3D-CADを用いた分水路設計検討に関する実証的研究，土木情報利用技術論文集17，pp.161-170，土木学会，2008
- 5) 自然風の景観づくりで「創意工夫」満点，日経コンストラクション 2011年8月8日号，pp.52-55
- 6) 佐々木葉：美しい国の時代の土木デザイン，第42回土木計画学研究発表会招待講演，2010
- 7) 内藤廣：構造デザイン講義，p.31，王国社，2008