

近自然砂防工事の観点から見た魚野川上流域の河川環境評価

丸 井 英 明^{*} ・ ロシノ＝クラウド^{**}

Environmental Analysis of some Model Areas in the Upper Uonogawa Watersheds
from the Viewpoint of Natural Torrent Control Engineering

by

Hideaki MARUI, Klaus ROSINO

(Abstract)

A river has various ecological functions such as the selfcleaning ability, the ecological system of the aquatic fauna and flora, the interaction of surface water and ground water, the formation of a special climate caused by higher evaporation, the effect on the landscape, the recreationnal function and so on. These factors have to be taken into consideration in watershed management and torrent control engineering. Therefore, the construction methods in watershed management and torrent control engineering should be evaluated according to the effects which these methods have for preserving these functions.

This research is an attempt to analyze how nature friendly the torrent control engineering applied in Japan is. This analysis was performed by collecting basic data on rivers located in an alpine aera in Yuzawa. Actually, the survey area locates in the upper Uonogawa watersheds and includes the upper course of Uonogawa itself, Daigentakawa and Noborigawa. The surveyed disatnace of these river courses extends to 7,500m, 8,000m, and 12,000m, respectively.

Keywords : Environment, Landscape, Landscape ecology, Natural torrent control engineering.

キーワード : 環境, 景観, 景観生態学, 近自然砂防工法

I は じ め に

近年, 河川・砂防工事において, 洪水や土砂災害を防ぐという防災と, 水辺の環境の保全の両方の目的を調和的に実現することが社会的に要請されている。本調査研究で対象とした魚野川は特に恵まれた自然環境の中に位置していることから, 流路工計画に際し防災上の機能を果たすことはもとより, その上に出来る限り固有の生態系を保存し, 周辺の環境と調和した質の高い施設を造り上げることが必要である。本調査研究ではその前提として, 適切な方法を選択して河川・溪流の景観的並びに生態的自然度を調査することを主目的とした。

本調査研究の範囲は以下の内容を含んでいる。1) 環境に配慮した河川・砂防技術のあり方に関する検討, 2) 既往文献調査, 3) 流域現況調査, 4) 流域自然度解析評価。以上の調査結果の概要は以下のように要約される。:

*新潟大学積雪地域災害研究センター

**Univ.f. Bodenkultur in Wien,
Iust.f. Wildbach- und Lawinenschutz

1. 環境配慮の基本理念について考察を加えた上で、景観生態学の学問的基礎としての重要性を指摘し、それに立脚した河川・砂防工事のあり方について検討した。一つの有効なモデルとしてヨーロッパの近自然工法の適用の可能性と問題点についても明らかにした。

2. 魚野川上流域に関して、建設省湯沢砂防工事事務所の業務委託による、[砂防施設魚道調査報告書]や[水と緑の施設づくり調査報告書]、[河川環境計画調査報告書]等があり、それらの検討を行なった。魚道の効果については、今後それぞれのダムについてさらに現地調査による評価が必要と考えられる。

3. モデル流域として選んだ、魚野川上流、大源太川、登川についてある特定の地点だけではなく、かなりの延長を持った区間を対象として、河川・溪流の自然度について現況調査した。幾つかの方法の中から、Werthの方法を採択したが極めて有効であることが判明した。

4. モデル流域における現況調査結果を解析した結果、各河川によって自然度にかかなりの差があった。また、全ての河川について中間の自然度に評価される区間は少なく、自然状態で残されている箇所と多くの人工構造物の配置された非自然的な箇所とに分離されている。今回用いた方法が河川全体の自然度を評価するのに有効であることが認められた。

II 環境に配慮した河川・砂防技術のあり方に関する検討

1. 河川・砂防事業における環境への配慮の現況

魚にやさしい川づくり工法を考える際に、河川・溪流の周辺環境や景観全般に配慮した技術のあり方を検討しておく必要がある。我が国においても、近年になって環境や景観に配慮した河川工事や砂防工事が行われるようになってきた。しかしながら、そのような施設の計画・設計に際して、必ずしも十分な事前検討が行われてきたとはいえず、また、施工完了後の環境並びに景観構成要素の変化に関する追跡調査に基づいた環境評価や景観評価も不十分であったのが実情である。今後も水と緑に象徴される周辺環境及び景観の保全に対する社会的な要請はますます高まるものと考えられ、河川・砂防工事においても常に環境に対する配慮が要請されるものと予測される。そこで、必要な事前検討に基づいた河川・砂防施設の計画・設計、並びに施工後の景観評価、さらには維持管理を、適切な学問的基礎に立脚して行なうことが肝要と考えられる。その際、考察すべき問題点は多岐に渡っている。また、それらの問題点の考察のための方法論も模索の段階にある。早急にそれらの問題点を整理し、考察のための方法論を確立し、環境及び景観に配慮した望ましい砂防技術を体系化することが、現在強く求められている。

一方、ヨーロッパアルプス諸国においては、昔から環境や景観の保全に対する社会的な要請が強く、それらに配慮した河川・砂防工事がかなり早い時期から行われてきた。既に、施工事例も多く、また、常に改良が加えられている。様々な試行錯誤の過程を経て、工事技術も徐々に洗練され、体系化されつつある。従って、ヨーロッパアルプス諸国におけるこのような技術の発展過程と現況を子細に検討することは、上述の問題点の整理や、考察のための方法論の確立に向けて、極めて有用であると考えられる。

2. 環境及び景観への配慮の基本理念

河川・砂防事業が環境や景観に配慮したものとして、現実に実施されるかどうかは、その時代の、またそれぞれの国や地域の技術水準並びに社会経済的な条件、文化的な背景に依存するものであろう。

例えば、いわゆる発展途上国においては、何よりも経済発展のための開発事業が優先され、河川・砂防事業等の防災事業自体が後手に回されがちである。そのような状況下で、環境や景観への配慮を求めることは極めて困難であろう。日本においても、少し以前までは河川・砂防施設は専ら防災機能を果たすことのみが追求されてきた。しかしながら、現在の我が国においては、社会的な要請からも、もはや環境や景観に対する相応の配慮を欠いた防災工事は許容されないと考えられる。また、そのために必要な技術水準並びに社会経済的な背景は一応存在しているものと考えられる。

実際、近年では日本でも土木の様々な分野で環境や景観に配慮した工事の重要性が認識されるようになり、そのような施工例も増えてきている。河川・砂防事業の分野においても、環境や景観に調和した工法が試みられるようになってきた。それ自体は評価されるべきことであるが、現在の処、技術的経験の蓄積が乏しく、そういった施設や工事の大部分は十分な学問的な裏付けを欠いて施工されているのが、実情である。環境や景観に調和した河川・砂防工事を計画、設計する上で立脚すべき学問的基礎は「景観生態学」である。今後施工事例が増え、経験が蓄積されるに従って、個々の技術も徐々に高度化されてくるものとは思われるが、現時点で「景観生態学」的な考え方に基づいて、「環境と景観への調和の基本理念」を明示し、この技術が体系化されるための方向性を与えることが必要である。

3. アルプス諸国での歴史的背景と日本の現況

ヨーロッパアルプス諸国においては、既に20年以上前から環境や景観に配慮した土木工事の重要性が認識され、当初河川工事の分野で、その後砂防工事の分野でもそのような試みが始まり、試行錯誤を経て着実に技術が洗練され、いわゆる「近自然工法」として体系化されつつある。

その前提条件として、何よりもまず、アルプスの美しい高山地景観が背景景観として存在したことを念頭に置くべきであろう。古くから、環境保全や自然の保全に対する国民一般の理解と、強い要請が背景にあったと考えられる。即ち、河川・砂防工事だけではなく、都市計画や地域計画においても、長い伝統と技術の蓄積を持ち、古くから充分に美的で調和のとれた都市や集落を建造してきた歴史が背景にある。また、農村部においても、観光開発が進行する過程にあっても村落の家並みの景観は十分に保存されており、最近建造された建物も周囲の景観と調和するように配慮がなされている。河川・砂防工事において環境や景観に対する配慮がなされるのは、都市計画や地域計画における配慮と対応しているのである。また、ドイツ語圏では地理学の分野を中心として、前世紀の末から、今世紀の前半にかけて、いわゆる「景観論」に関して活発な議論が行われてきたことを、看過すべきではない(水津, 1974)(手塚, 1991)。この「景観論」は地域計画や土地利用計画に役立っており、また、隣接する学問分野にも大きな影響を与えたのである。

我が国で本格的に環境に配慮した、また景観的にも望ましい河川・砂防施設を産み出していく上で、ヨーロッパアルプス諸国でのこの分野の技術の発展過程を研究することは大きな意義をもつものと考えられる。但し、その際重要なことは単に個別の事例や個々の手法の導入だけを計るのではなく、それらの技術全体を支えている根本的な考え方や、あるいは文化的な背景といったものを充分に考察することが重要である。その中から、日本独自の、環境並びに景観に調和した砂防技術の体系を創造していくことが求められている。

日本でも、近年では既に触れたように、水と緑に代表される河川・溪流空間において環境あるいは景観に配慮した河川・砂防工事がしばしば唱えられ、実際各地で施工されるようになってきた。しか

しながら、その中身がどのようなものであるべきかについては必ずしも明らかになっていない。往々にして環境に対する配慮ということが、統一体としての環境あるいは景観の中から、ある構成要素だけを断片的に取り出して対処するに留まっているようである。例えば、護岸工の表面処理や、魚道の設置といった問題が部分的に論じられる場合が多い。勿論それらも検討の必要な論点ではあるが、本来は、そういう個別の事項に先立って、周辺の環境及び景観を総合的にあるいは全体的に考察して、その中で個別の構成要素の位置付けを行なった上で問題を論じる必要がある。

景観概念と景観生態学の成立過程やヨーロッパアルプス諸国で発展した近自然工法の内容については、災害研年報第15号に掲載した「環境及び景観に配慮した砂防技術のあり方について」において詳述しているので、ここでは省略する。

III 既往文献調査資料の解析

1. 既往文献資料の種類

本調査研究で対象とした、魚野川上流域に関しては建設省湯沢砂防工事事務所の業務委託による以下の文献資料が存在する。

- 1) 平成3年度 管内砂防施設魚道調査業務委託報告書
- 2) 平成4年度 管内砂防施設魚道調査業務委託報告書
- 3) 平成4年度 水と緑の溪流づくり調査業務委託
- 4) 平成3年度 河川環境計画調査業務委託

2. 河川環境計画調査資料の解析

河川環境計画調査資料は、大規模リゾート開発が湯沢砂防管内の各流域の水辺環境へ及ぼす影響を把握し、将来の河川環境に対する対策を検討し、河川環境整備計画を策定するものである。この調査の対象河川の内、本調査研究に関連するのは〔登川（南魚沼郡塩沢町）〕と〔魚野川上流部（南魚沼郡湯沢町）〕である。

本調査資料から河川・砂防施設に対する地域住民の意識を伺い知ることができる。関係町村の建設課及び沿川地域区長に対するアンケート調査によれば、現在の河川及び砂防施設について、概ね満足しているが56%、不満が36%という状況であって、不満な施設として、砂防ダム（23%）、護岸、堤防、流路工、床止工、落差工が挙げられている。不満な理由については、砂防ダムに関しては魚類が分断されることがや、必要性が認識されないことが挙げられ、護岸・流路工については三面張や、急勾配であることが生態面で好ましくないことが指摘され、床止工・落差工では生態系が分断されることが、魚類の生息空間が少ないことのほか、侵食・河床低下による安全性に対する危惧等が挙げられている。

全般的に、治水・防災上の機能を果たすだけでなく、魚類を始め水生生物が生息でき、かつ人間が触れることのできるような河川環境を作ることが求められている。河川に生息する生物の生態系を分断しない魚道や護岸等の施設の研究が望まれ、そのために前提となる、河川の実環境保全のための動植物生態調査、環境対策に関する検討が必要である。

登川については、魚野川合流点より2.5km地点から上流は湯沢砂防直轄であり、下流部分2.5kmは県六日町土木の管轄であることのために、改修工事の整合性が危惧されている。すなわち、魚野川の河川改修の進展と、登川上流の改修に伴い、河床が急激に低下し護岸が洗掘されることによる災害の危険性が指摘されている。

対象河川の現況と課題については以下の点が肝要と考えられる。計画対象に挙げられている支川は魚沼連峰を水源とする右支川であり、これらの支川の源流部は急峻な山岳地帯にあり、河床勾配が急で数多くの砂防施設が設けられている。中流部では細長い谷底平野に集落が点在し、水田が形成されている。魚野川に流入する下流部では大源太川を除き、扇状地が形成されており広大な水田地帯となっている。

各水系のなかで、水無川、三国川、登川における土地利用はJ R上越線や主要道路が魚野川左岸を通過していることから、今日においても市街化はそれほど進行しておらず、田園風景が保たれている。また、大源太川は近年リゾートマンションや観光施設の進出が著しい。

魚野川・大源太川の現況について簡単に触れる。魚野川本川は谷川連峰を水源とした清流で、その流程の大半は瀬と淵が連続する良好な景観を有する河川である。水量は豊富で、水質もBODが2 ppm以下と良好である。しかしながら、近年魚野川上流・大源太川流域において、スキーを中心としたリゾート開発がはじまり、地域全体で約60のスキー場が整備され、平成元年度には1000万人を超える観光客が訪れている。その他の施設としては、フィッシングパークや、大源太川上流の青少年村や、ゴルフ場などが建設されている。湯沢周辺地区ではリゾートマンションの開発に伴い、河川改修、利水などの都市型の課題が顕在化するに至っている。魚野川本川の源流地域は、河床勾配が急で流路工の整備計画があるが、現在のところ良好な溪流環境を保っている。

登川上流部は急流となっており、土石流が多発するため多数の砂防ダム群が施工されており、中流部でも長区間に渡って流路工の整備が行われ、また下流部は広大な扇状地が形成され田園地帯となっている。流水は中流部で水量が多いが、下流部では少なくなっている。

3. 水と緑の溪流づくり調査資料

この調査は湯沢砂防工事事務所管内全域の植生状況を把握するために、同管内の諸溪流の23ヶ所において植生調査を実施したものである。本調査研究に関連する箇所としては、登川上流域で3ヶ所、魚野川上流域4ヶ所が調査されている。

管内全域における調査結果の概要は以下の様にまとめられる。現存植生は標高の高いところから低いところに向かって、オオシラビソ群集、ササゲケカンバ群落、チシマザサブナ群団、ブナ・ミズナラ群落、カスミザクラ・コナラ群落、水田雑草群落の順序で出現している。調査地域は全体的にどの溪流においても自然度の高い溪畔林が見られ、二次林であっても、機構的、立地的に植生に近い種構成をもった林分が多いことが報告されている。また、山地ではブナ・ミズナラ群落が優先的に分布し、スギ・カラマツ植林が見られ、河原の発達する地域ではヤナギ林やツルヨシ群落が分布するとされている。

登川上流域における植生は以下の様である。登川上流域の二子沢周辺では、ヒメアオキ・ブナ群集に近いリン文が分布しており、コドラート調査では28種の植物が確認されている。柄沢では、砂防ダム上流部にはヤナギ林が発達しており、柄沢砂防ダム右岸側の斜面にはミズナラ、ブナの高木林が成立しており、コドラート調査では69種の植物が確認されている。上流部の檜倉沢には広くヤナギ林が発達し、谷寄り斜面にはブナ・アルイハ・ミズナラ林が成立しており、コドラート調査では16種の植物が確認されている。3つの沢のいずれにおいても貴重な植物は特に確認されていない。

一方、魚野川上流域における植生は以下の様である。魚野川自身の上流域では河川敷にはヤナギ林が見られ、その上部にはオニグルミが優先する高木林が存在している。ヤナギ林の下層及び水際には

ツルヨシが帯状に発達している。土樽付近では溪畔林構成種が生育しているが貧弱な林分であり、その上部斜面にはミズナラ林が見られることが報告されている。コドラート調査では69種の植物が確認されている。貴重な植物として止水状箇所にミクリが群生しているのが確認されている。

管内の砂防施設には魚道が設置されているものが多数存在する。平成3年度及び平成4年度に湯沢砂防工事事務所管内の砂防施設に設置されている魚道の機能に関する調査が実施されている。本調査研究に関連する箇所としては、平成3年度調査報告書によれば、登川流路工内の魚道3ヶ所、大源太川流路工内の魚道3ヶ所、魚野川上流の蓬沢砂防ダムの魚道1ヶ所で調査されている。平成4年度調査報告書によれば、さらに魚野川上流の万太郎砂防ダムの魚道1ヶ所で調査がなされている。

平成3年度の調査は9月から11月の3カ月間に行われている。その間9月、10月は月の70%の日が雨降りで、月の降水量が200mm以上で、台風の通過や雨降りの日が続いたために、例年に比べ水量が多く、河川の水位が顕著に低下することはなかったことが報告されている。調査の対象とされた魚道の構造形式の概要は表-1に示される。魚道での遡上状況の調査結果は以下の通りである。

表-1 調査魚道概要

河川	調査No	名 称	形 式 概 要
登川	N-1	床固No.49	階段式 隔壁コンクリート 平坦落差 L=4.0m W=2.0m H=2.0m LL=8.0 $\theta=10^\circ$
	N-2	床固No.35	階段式 隔壁大小の石 平坦落差 L=4.0m W=2.0m H=1.5m LL=8.0 $\theta=10.6^\circ$
	N-3	床固No.30+80	階段式 隔壁大小の石 傾斜落差 L=4.0m W=2.0m H=1.7m LL=8.0 $\theta=12^\circ$
大源太川	D-1	床固No.6	階段式 隔壁コンクリート 平坦落差 L=3.0m W=2.0m H=1.0m LL=7.0 $\theta=8^\circ$
	D-2	床固No.14	帯工切欠 L=3.0m W=2.0m
	D-3	床固No.28	帯工切欠 L=3.0m W=2.0m
魚野川	U-1	第2床固	階段式 隔壁コンクリート 平坦落差 L=1.3m W=2.0m H=3.0m LL=13.0 $\theta=13^\circ$
	U-2	第3床固	階段式 隔壁コンクリート 平坦落差 L=1.5m W=2.0m H=1.5m LL=8.0 $\theta=10.6^\circ$
蓬沢川	U-3	蓬沢砂防ダム	特殊 コルゲート管 ($\phi 450$) 管長約20m 管途中の仮出口16×14cm ピッチ2.9m

L：魚道呑口（上流）の横幅
W： " 縦幅
 θ ：魚道の勾配（側壁勾配）
H：本堤と水叩き間の高さ
LL：露出している魚道長

登川では下流の魚道でヤマメ、ウグイが捕捉され、中流ではイワナが、上流でもイワナが捕捉されている。晩秋になると30～40cm台の大型のイワナ（オスが主）が遡上することが報告されている。

大源太川では階段式魚道で9月にカジカが多く捕捉されたこと、11月初旬までアユの遡上が見られたことが報告されている。9月半ばに放流されたニジマスが遡上して各調査地点で捕捉されたこと、10月中旬を過ぎると大型のヤマメ（オス）が産卵のため遡上することが確認されている。登川や魚野川等他の河川と比較して大源太川ではたくさんの魚類が捕捉されている。

魚野川では主としてウグイ・イワナ・ヤマメが捕捉されている。春に放流したアユが9月半ばに捕捉され、その頃放流されたニジマスが10月に捕捉されたと報告されている。大源太川よりやや大型(40cm) 台のイワナ(オス)の遡上見られる。

蓬沢砂防ダムの管式魚道に関しては魚が遡上するかどうか確認されていない。

平成4年度の調査は6月下旬から11月中旬にかけて行われている。平成4年度の気象状況は平成3年度と比べて大雨による出水が少なく、特に8月の渇水期の降水量については湯沢で半分、土樽で三分の一と相当少なくなっている。魚道での遡上調査の結果は以下の通りである。

登川ではヤマメ、イワナ、ウグイ、アユの訴状が確認されている。特に最下流の魚道は、多くの魚が遡上し効果的に機能していることが報告されている。6月、10月にはヤマメやウグイ(全長10~20cm)が多く捕捉され、夏期の7、8月にはアユ(全長15cm)が捕捉されている。中流域の魚道ではヤマメ、イワナが捕捉され、特にイワナ(全長16~41cm)が期間を通じて捕捉されている。最上流部のスリットタイプの魚道では、水量が比較的あった6、7月にイワナ(全長19cm)が捕捉されてるが、8月以降は捕捉されていない。

大源太川ではヤマメ、イワナ、ウグイ、カジカ、アユ等は魚道を通じて上流域に訴状している結果が昨年度と同様に確認されている。季節的な差異を見ると、6月から8月にかけてはウグイが、9月から10月にかけてはヤマメが他の魚より多く捕捉されている。イワナ、カジカではそのような季節的な差異は見られていない。

魚野川の魚道では、イワナ、ウグイ、ヤマメ、アユが捕捉され、特にイワナ、ウグイが多数捕捉されている。イワナ、ウグイは6、7月に活発に移動することが報告されている。イワナは他の河川より比較的大型の平均全長が30cm前後のものが多く見られる。下流と上流とでは、昨年度と同様下流の魚道の方が多く捕捉されている。

蓬沢砂防ダムの調査では、昨年度調査と同様に管式魚道を通じて魚がダムを乗り越えて遡上しているかどうかは確認されていない。

管式魚道の機能に関してはかなり疑問があり、今後さらに現地調査による機能の評価が必要である。

IV モデル流域における現況調査結果

1. 魚野川流域における調査結果

魚野川流域の概況は以下の通りである。魚野川は、上越の境の谷川連峰の谷川岳(標高1,963m)等の山岳地帯を水源とし、越後川口で信濃川に合流する右支川で、流域面積1,454km²、流路延長68km、平均河床勾配約1/49である。魚野川本川上流部は湯沢町市街地で右支川の大源太川と合流し、流域面積86.4km²、流路延長13.4km、平均河床勾配約1/16の河川である。

魚野川上流部の地質は、古第三紀層の花崗閃緑岩で、一部ホルンフェルスが介在している。花崗閃緑岩地帯では山嶺が非常にとがっており、山腹には多数の水系が発生し、谷筋や山腹には崩壊が発達している。各支溪の本川との合流点には崖錐が発達しており、大出水時には上部の不安定土砂を巻き込み一挙に流出し、下流に大きな土砂災害を起こす。

流域の植生は、上・中流域の山腹はブナ林を中心とし、水源部にはミヤマナラ林、中流部の一部にミズナラ林、河床周辺に人工の杉林が分布する。地形が急峻で、かつ豪雪地帯であるために雪崩が多発し、植生は一般的に良好ではない。

年間降水量は、2,000～2,600mm前後で、冬期、梅雨期、台風期に平均した降雨がある。冬期の（12～3月）の降水量は殆ど降雪である。

魚野川の現況は以下の通りである。魚野川上流域は、昭和10年9月の土砂災害を契機として、昭和12年より直轄砂防工事が開始された。魚野川上流域には現在、砂防ダム19基、流路工2ヶ所で2,106mが施工されている。本川上流部には大源太川との合流点付近に昭和44年から昭和48年にかけて流路工が施工されているが、さらに上流側に土樽砂防ダム（昭和29年～31年施工、高さ5m、長さ139m、貯砂量22,000m³）までの約5.8kmの区間流路工が計画されている。計画区間の河床勾配は1/22～1/50であり、平均河床勾配は1/36.5で、川幅は14mから256mで、平均の川幅は105mである。また、河床状況は川幅の広い中流部から上流部にかけて砂れき堆が形成されており、中流部は1周期1,000m、上流域は500m程度の単列となっている。

2. 調査対象モデル流域

本調査研究の対象として、魚野川上流域の3つの渓流をモデル流域として選定した。すなわち、魚野川上流、大源太川、登川についてある特定の地点だけでなく、かなりの延長区間を対象として、河川・渓流の自然度について現況を調査した。それぞれのモデル渓流の調査区間は図-1のように示される。調査区間は魚野川上流域が7,500m、大源太川が8,000m、登川が1,200mに及んでいる。

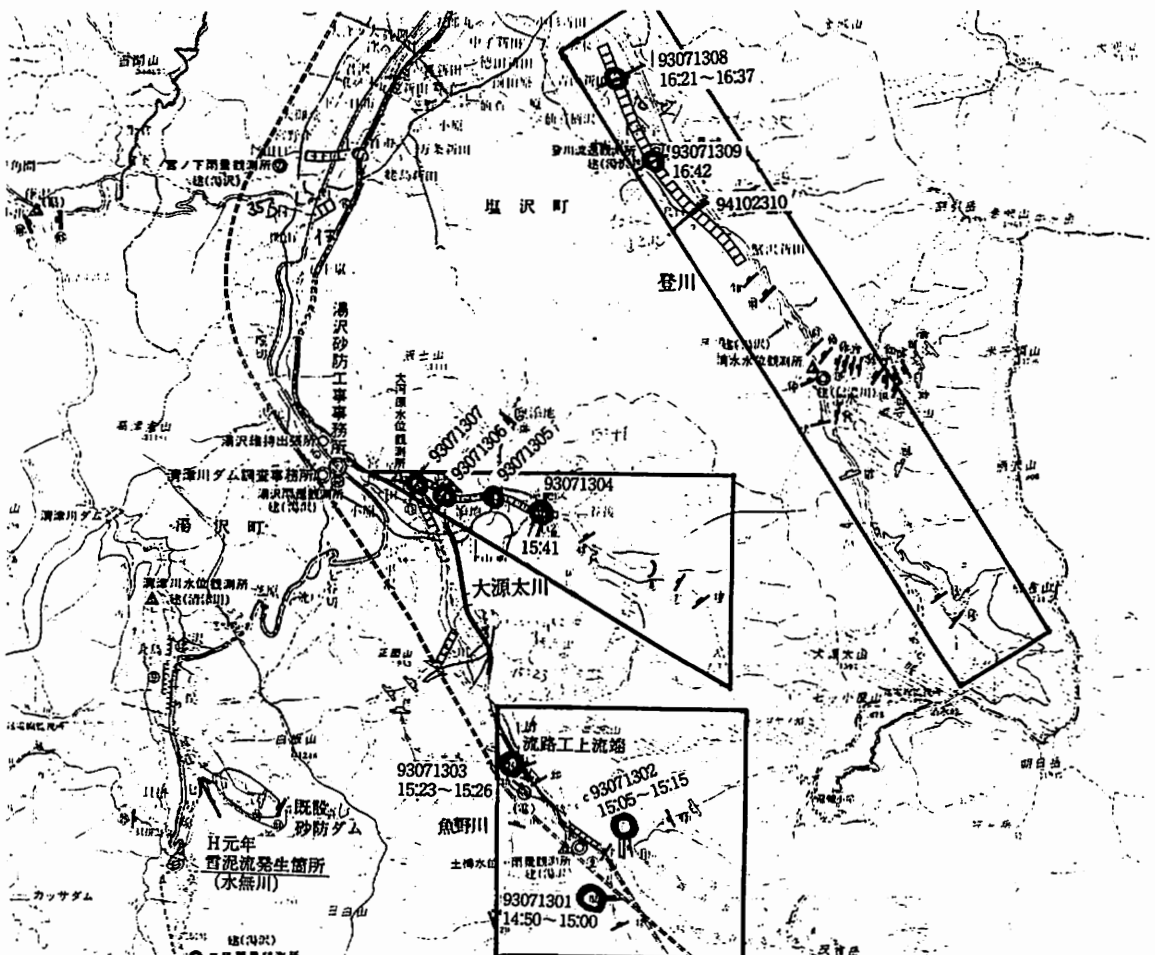


図-1 調査箇所

大源太川は魚野川の右支川で流域面積45.0km²、流路延長8 km、平均河床勾配1/8の急流河川で、上流部は地形が急峻な上、冬期には4 mに及ぶ積雪があり、融雪期、台風期の出水によって多量の土砂流出が繰り返されていた。昭和10年の魚沼大災害を契機に、昭和12年から魚野川の直轄砂防が開始され、大源太川第1号砂防ダム（昭和13年、14年）、板本砂防ダム（昭和14年）、猪小屋砂防ダム（昭和14年～16年）が建造されている。昭和23年から24年にかけて、現大源太川流路工の上流端右岸、滝の又地区の護岸工事（長さ516 m）が完成している。大源太川と魚野川の合流部では、出水時に乱流と堆積土砂の再流出が繰り返されてきたため、それぞれ固定流路を設け周辺及び下流域の保護を図るため、大源太川1,100 m、魚野川1,500 mの流路工が建造され、昭和48年に概成している。その後、大源太川の上流部の河道内の堆積土砂による乱流、偏流が著しく、昭和56年8月災害の出水を契機とし、さらなる改修が計画され、大源太川流路工延長工事が1,902 mの区間施工され、平成3年に完成している。

登川は魚野川の右支川で、新潟県と群馬県の県境にある朝日岳（標高1,945 m）に源を発する流域面積84.1km²、流路延長21km、平均河床勾配1/16の急流河川である。登川流域では、上流部の山地流域は脆弱な古第三紀の花崗岩類で覆われており、また我が国有数の豪雪地帯にあり、冬期の積雪は5～7 mに達することがある。従って、氷雪の融解や雪崩による地表面の侵食作用が活発なため、流域の土砂の生産・流出が激しく、広大な扇状地を下流部に形成している。土地利用の高度化に伴い、流路工の整備が必要とされ、昭和51年から着手され、計画延長が5,850 mに及んでいる。

3. モデル流域における調査内容

景域生態学から見た場合、河川は様々な機能を持っている。例えば、自浄機能や水生動物、水生植物の生態的システムや、表面水と地下水の相互作用、高度の蒸発による微気候の形成、景観への影響、自然休養機能等がそうである。これらの機能は、流域管理や砂防工事において考慮されるべきものである。従って、流域管理の実施や、砂防工事の導入に際しては、用いられる工法がこれらの機能を保持する上で、有している影響に基づいた評価が必要となる。本調査研究は魚野川流域内のモデル区域を選定し、河川区間の自然度の評価を試みたものである。

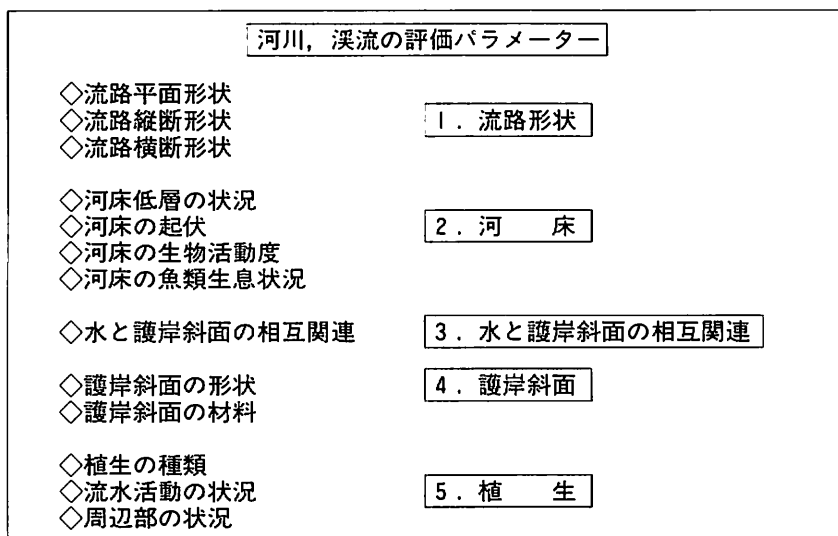
一般に溪流は流路長が短く急勾配であるために流水のエネルギーが大きく豪雨時には侵食並びに土砂の運搬の危険性が高い。溪流工事には多くの工法が存在する。従来は人命、財産、重要施設を防護する防災機能の発揮に重点が置かれてきた。生態的側面には特に考慮が払われてこなかった。近年では溪流工事における画一的なやり方は洪水流出に対して悪影響があり、批判にさらされている。特に、原生の自然の価値は増大している時代でもある。今日では砂防工事の挑戦は、社会的要請と（安全性、農耕等の土地利用、等）と生態的目的との妥協点を見出すことである。

4. 調査方法

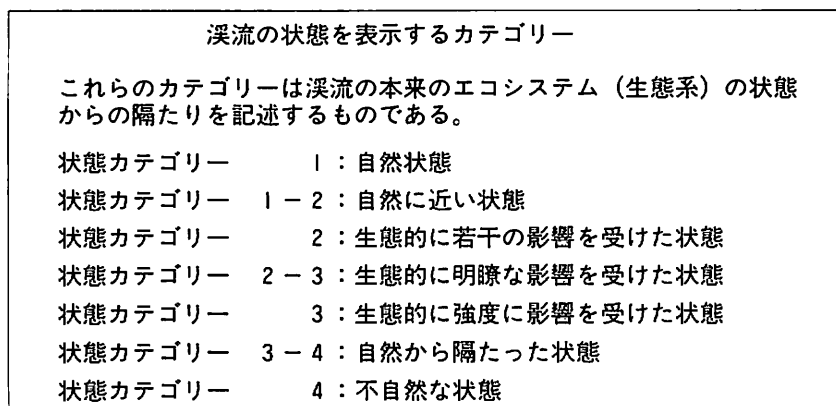
河川の生態的自然度を評価するための方法は以下の要件を備えてなければならない：

簡便性、均一性、包括性と多様性、明瞭性、実用性

上記の条件を考慮して、本調査研究では幾つかの方法の中から Werth の方法を選択した。この Werth の方法において用いられる評価パラメーターは図－2 に示すものである。これらの評価パラメーターの河川の元の状態からの変動範囲に従って、それらは図－3 に示される7つの条件カテゴリーに区分される。この区分によって、河川が自然の状態で保持されている程度を表示することができる。それによって生態的に見て状態の悪い河川区間の自然でない状況を改善する必要性を強調することができる。



図－2 河川や溪流の自然度を評価するためのパラメーター



図－3 河川、溪流評価のための個々のパラメーターに関する自然度を記述するのに用いられる溪流の状態を表示するカテゴリー

評価値を記録するために標準化された調査方法が適用されている。実際の環境に応じて（例えば、川幅が広いかどうか、改修が片側だけかどうか等）、評価は片側だけについて行われることもあり、兩岸について行われることもあるが、最上流部から本流への合流点まで行われる。対象河川区間の範囲に応じて、縮尺2万5千分の1あるいは5万分の1の地形図が用いられる。評価結果は、砂防ダム等の構造物の表示された、適当な地形図上に記載される。各パラメーターに関してさらに詳細な情報が必要な場合にはさらに詳細な地形図上に表示される。

5. 調査結果

調査結果の予備的な分析によって、各河川の顕著な差異が明らかとなった。魚野川調査区間全域、魚野川本流上流域、魚野川支流万太郎谷における各区間ごとの自然度評価点数を図－4に、魚野川調査区間全域、大源太川、登川における各区間ごとの自然度評価点数を図－5に示す。図－4、図－5に見られるように、それぞれの河川について、生態的自然度がよく維持されているところと、多数の人工構造物があり、生態的な質のわるい非常に非自然的な区間とが存在する。3つの河川全てについて中間の自然度カテゴリーの区間が欠けている。

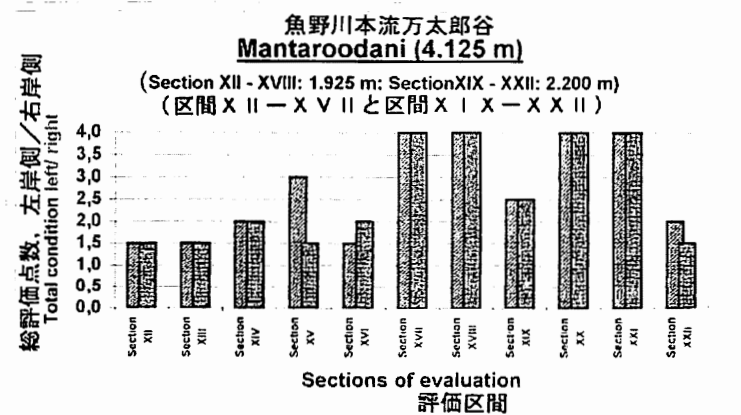
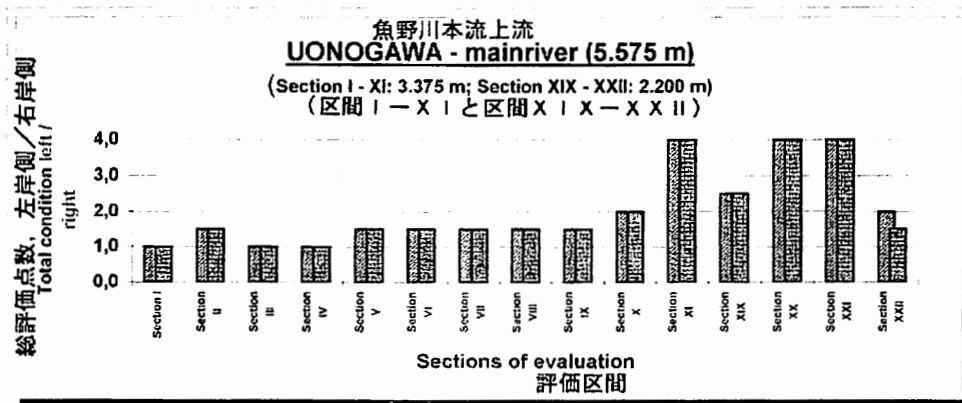
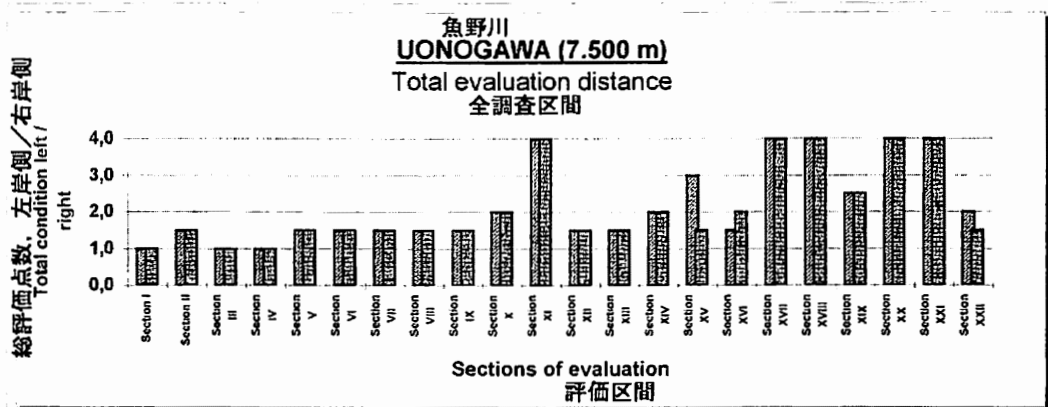


図-4 魚野川調査区間全域(上), 本流上流域(中), 支流万太郎谷(下)の自然度評価点数

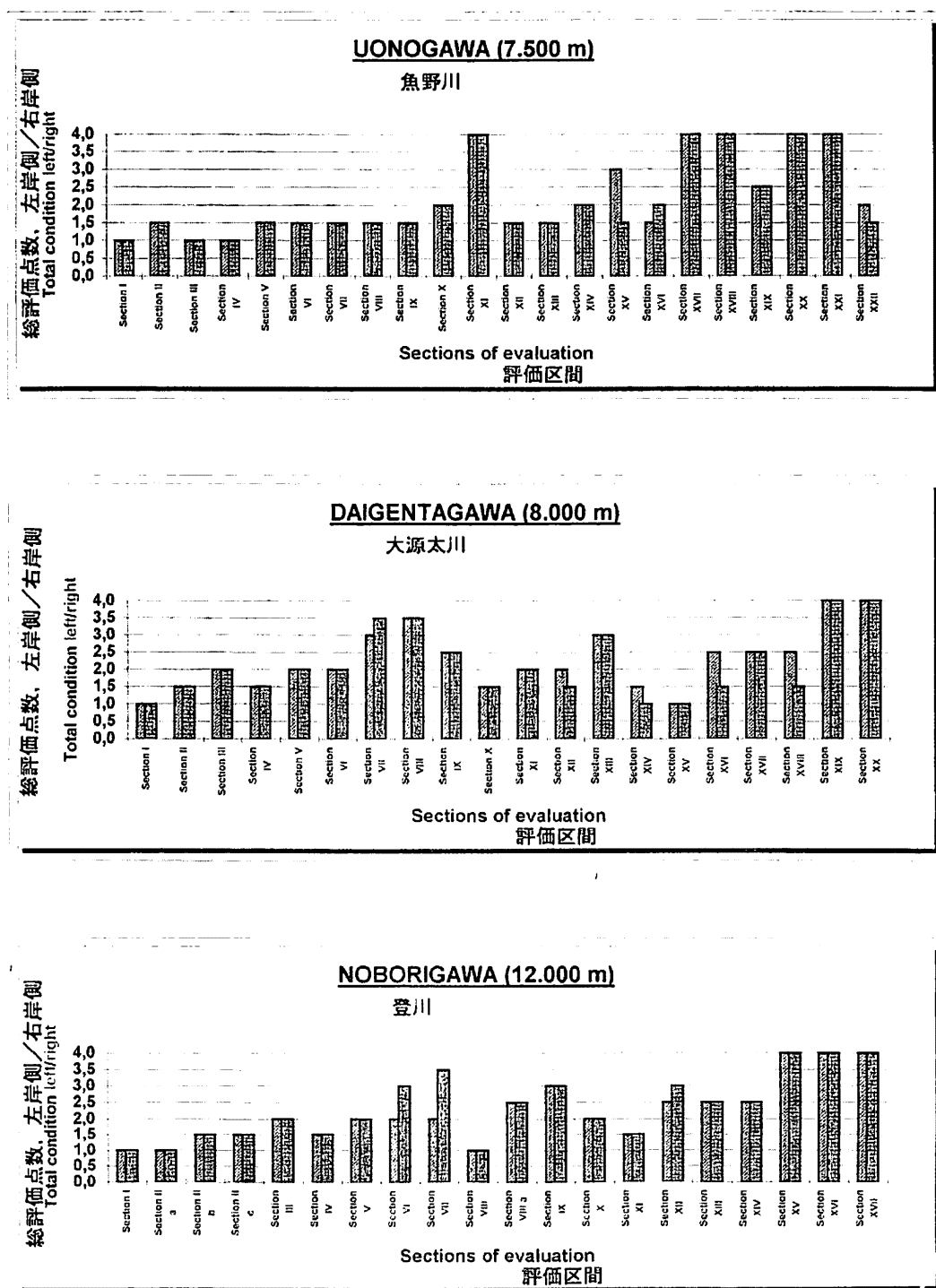


図-5 魚野川(上), 大源太川(中), 登川(下)の各区間毎の自然度評価点数

V モデル流域における河川環境の解析・評価

1. モデル流域における自然度評価値の分布

各モデル流域における自然度評価値の分布を整理し、各河川についてそれぞれの自然度カテゴリーの占有割合を分析した。図-6はそれぞれの河川について、各カテゴリーに属する区間の累計距離を示したものである。また、図-7は魚野川における各カテゴリーの占有割合を示したものであり、図-8は大源太川における各カテゴリーの占有割合を、図-9は登川における各カテゴリーの占有割合を示したものである。

魚野川では自然度の高いカテゴリー1及び1.5と、カテゴリー4とで調査区間全体の65%を占めている。また、カテゴリー4の非自然的な箇所が22%を占めている。大源太川ではそれぞれの区間の占める割合は69%と35%であった。これらの比率は登川ではさらに顕著で、上記3つのカテゴリーの累計区間は85%に及んでいる。その内訳は、カテゴリー1の区間が17%、カテゴリー1.5の区間が23%、非自然的な区間4が45%に上る。

さらに、魚野川と特に大源太川においては、左岸側と右岸側とでかなり異なった評価値を示している。全般的に右岸側の方が左岸側よりも自然度の高い区間が多い。両岸における評価値の相違は道路や鉄道等の施設が片側に位置していることによっている。

3つの河川の全てについて上流域の評価値は主に、[流路形状]、[流水と護岸との接触度合]、[護岸斜面の勾配]といったパラメーターに影響されており、また大源太川では特に[植生]が貧困な生態的状況の原因となっている。

2. 自然度評価値分布の決定要因

それぞれの河川について上流、中流、下流域において洪水並びに土砂流出の危険度が異なることが、中間の自然度カテゴリーが欠如していることの原因であると考えられる。さらに、改修工事の工法が画一的であることが、生態的意味での多様性を減少させている。大源太川において中間の自然度カテゴリーがかなりの割合をしめている理由は、画一性を排した砂防工法が試みられていることにある。大源太川においては中流域における護岸工の勾配がそれ程急では無く、また流水と護岸工の接触度をよくするためにコンクリートの代わりに自然石が用いられている。

多くの河川区間で一定のパラメーターが卓越していることの原因も、既に述べた画一性にある。一方では、土砂を貯留するための砂防ダムが[流路形状]や[河床形態]といったパラメーターに過重な重みが加わる原因になっており、他方ではこの2つのパラメーターは中流域と下流域では重要性を失い、そこでは画一的な護岸工事の故に、[流水と護岸工の接触度]、[護岸工の勾配]及び[植生]といった項目が効いている。

魚野川上流部での高速道路や新幹線の線路等の重要施設や、大源太川での耕地や住居等の防護のために左岸側と右岸側では異なった評価値が与えられている。

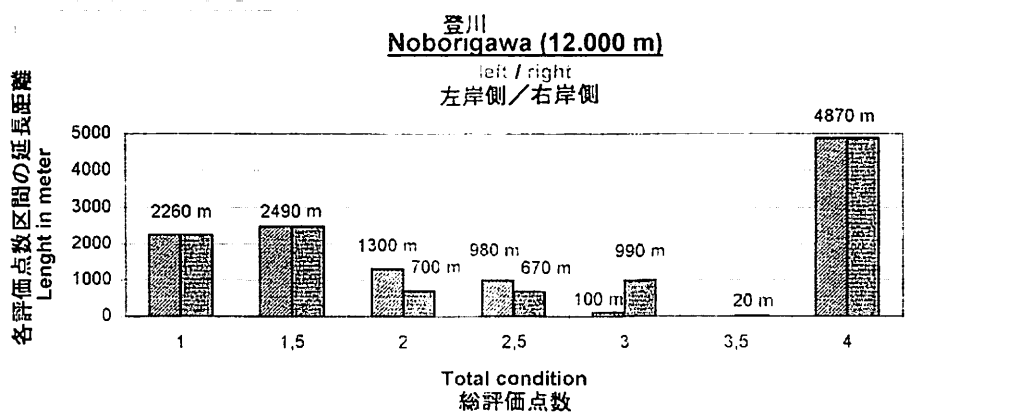
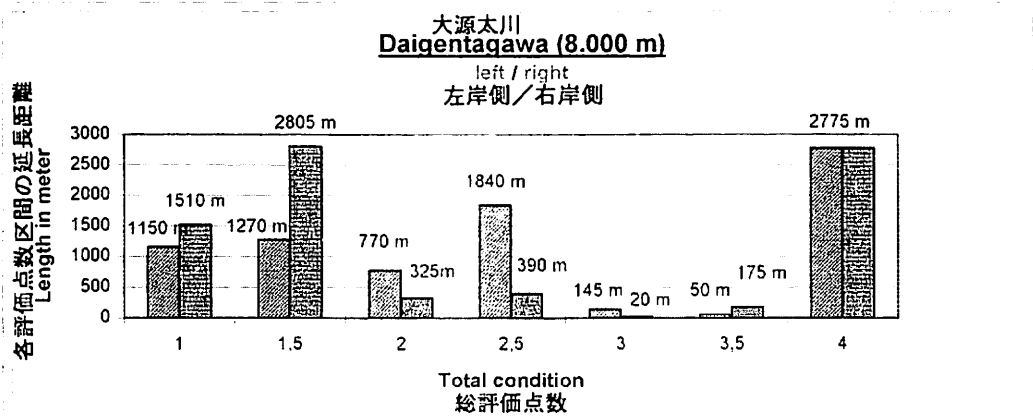
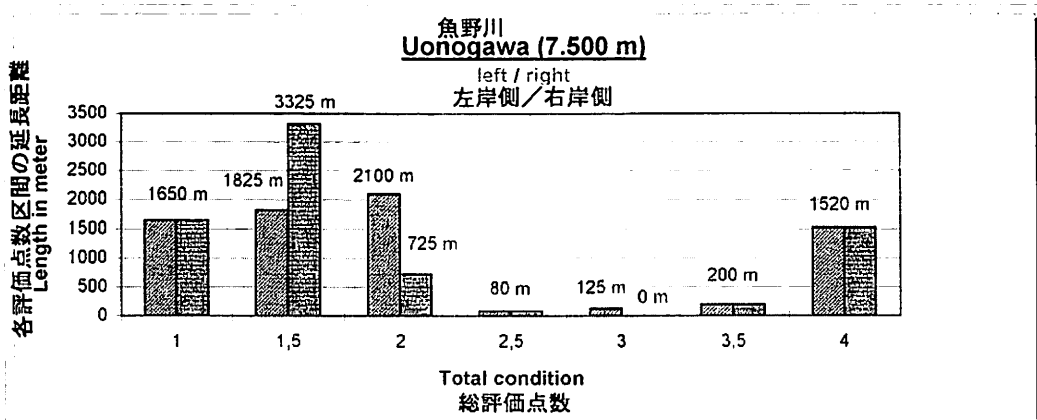


図-6 魚野川(上), 大源太川(中), 登川(下)の各評価点数区間の延長距離

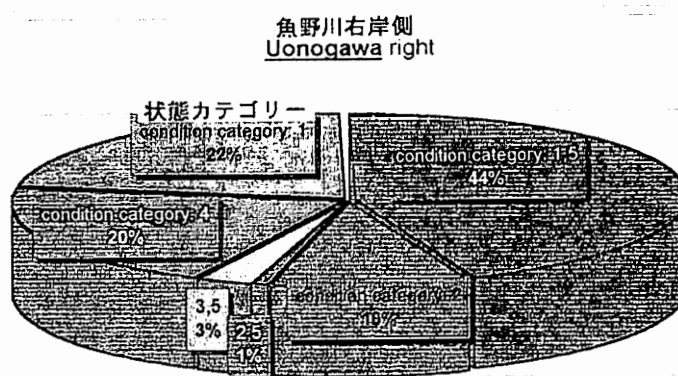
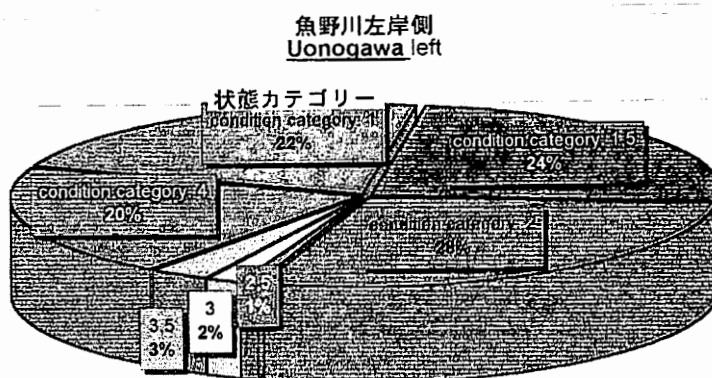
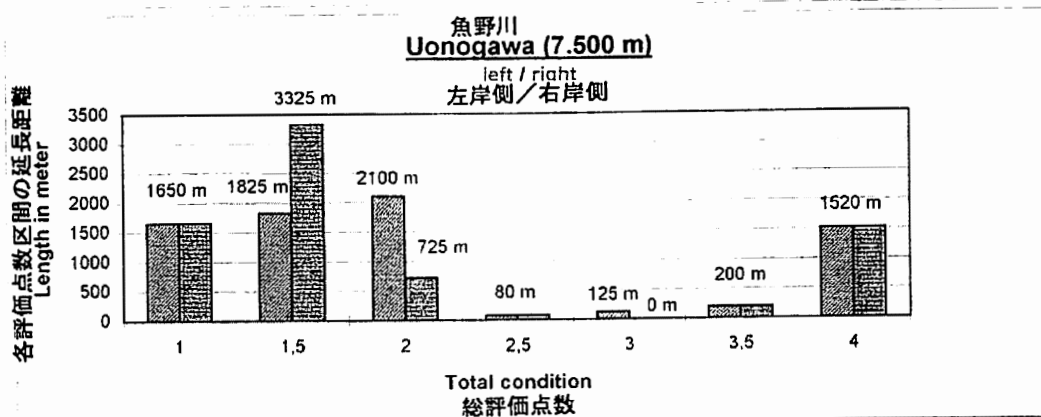


図-7 魚野川における各評価点数区間の占有割合

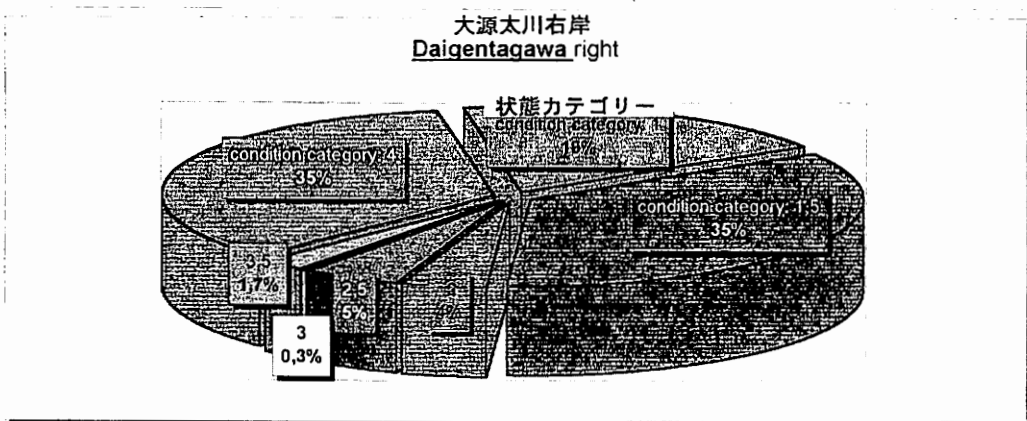
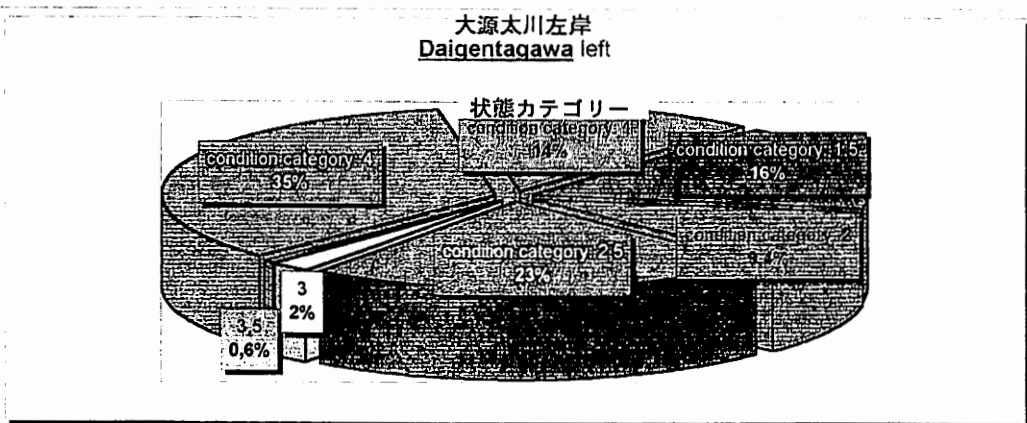
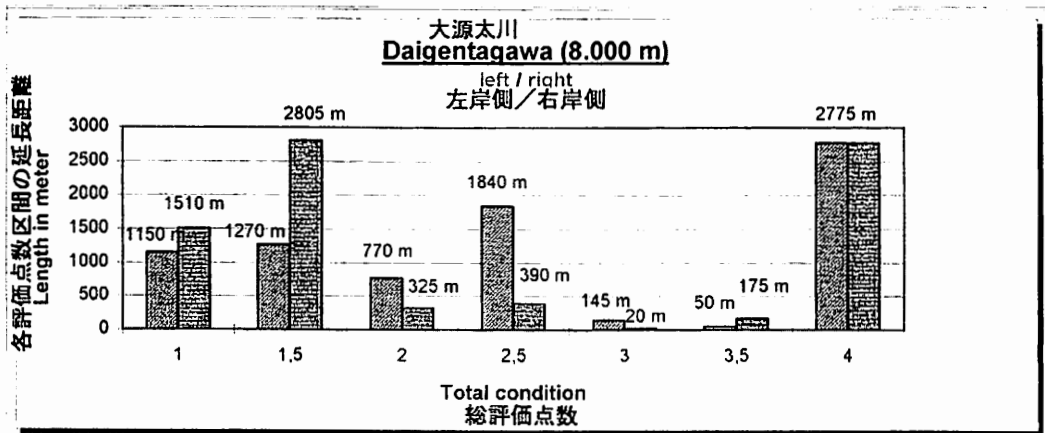
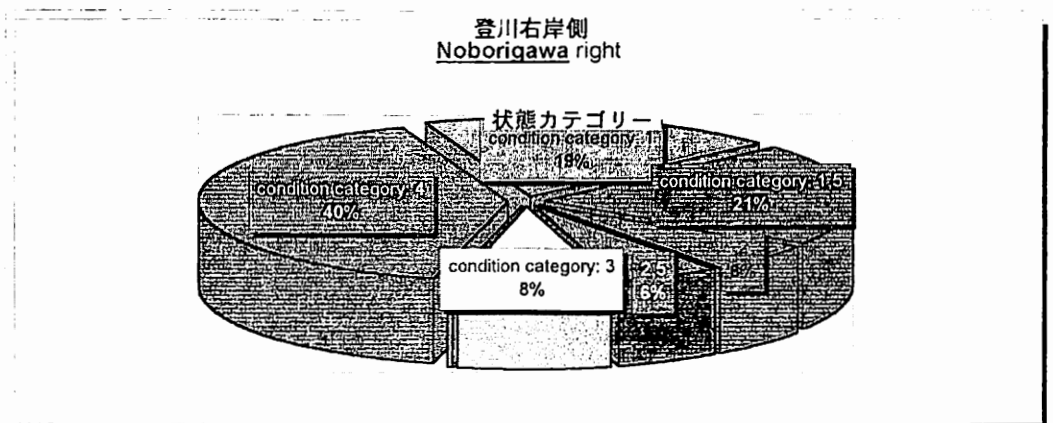
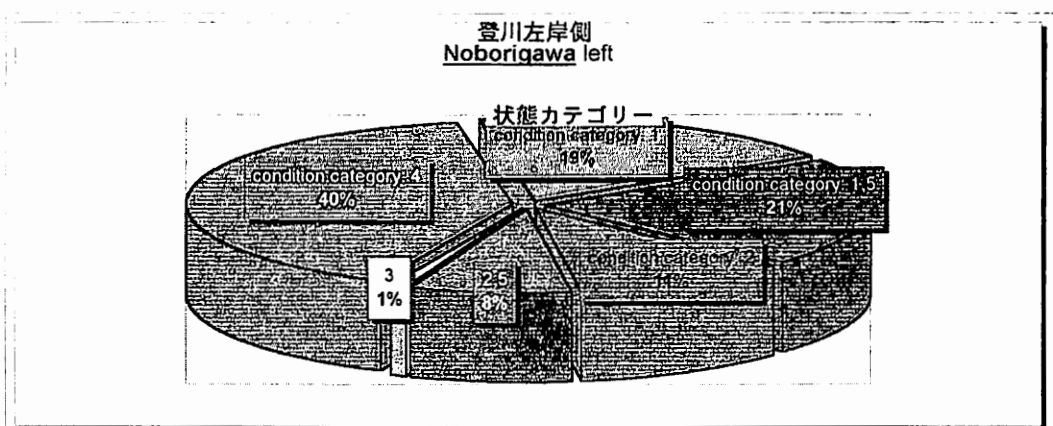
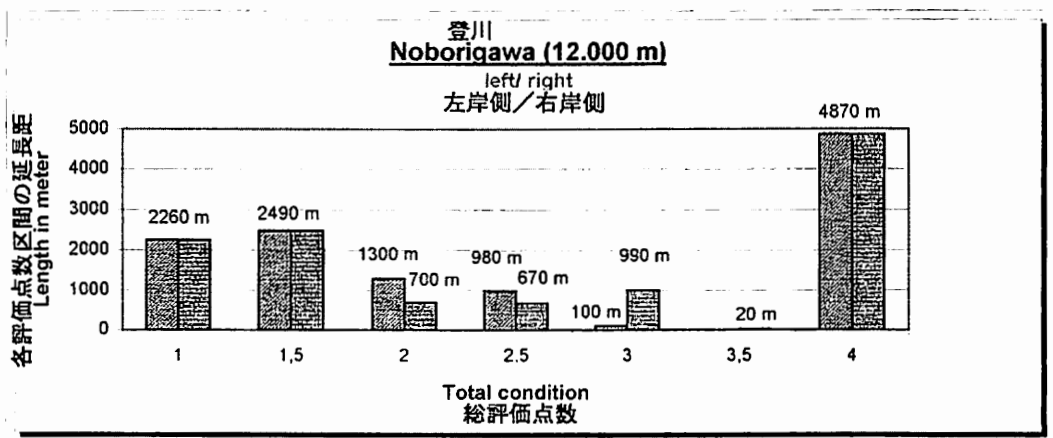
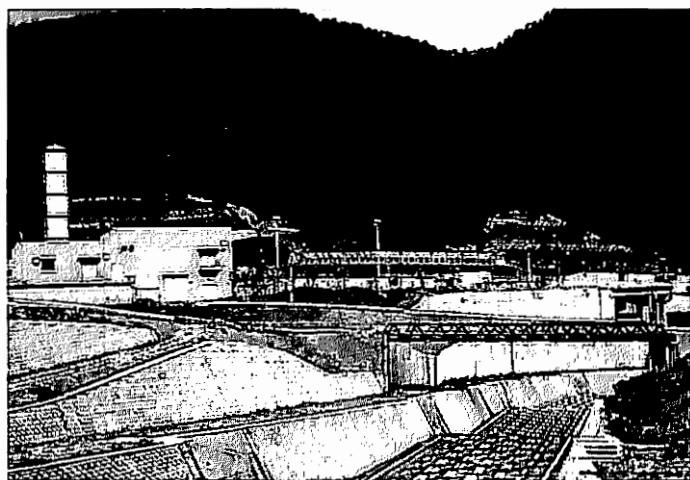


図-8 大源太川における各評価点数区間の占有割合

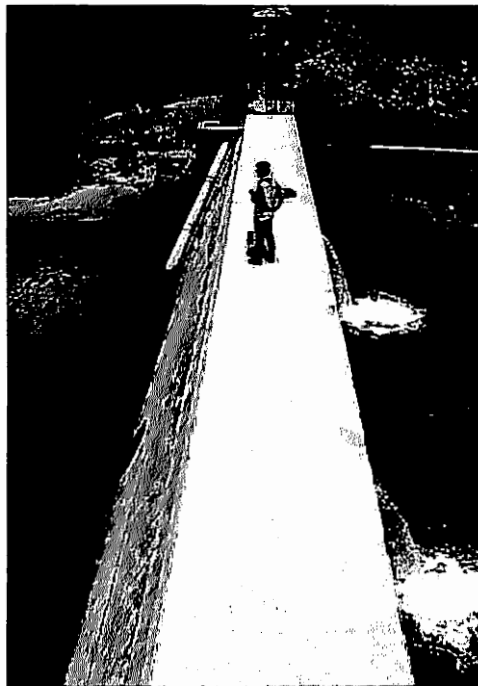


図－9 登川における各評価点数区間の占有割合



写真－１ 魚野川本流上流部（蓬沢）

高速道路や新幹線線路に近接しているので安全性が優先される。結果的に非常にハードな構造物が造られている。



写真－２ 管式魚道（魚野川上流蓬沢）

管式魚道の有効性には疑問が多い。



写真－3 魚野川本流上流部(魚野川流路工上流端)

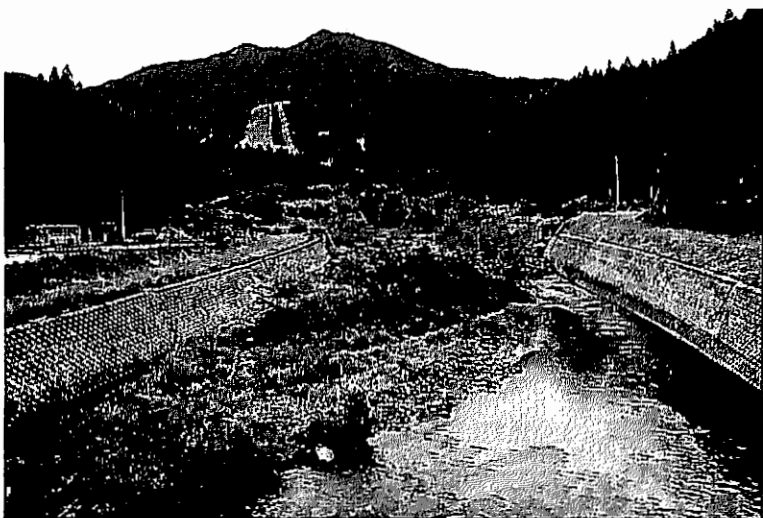
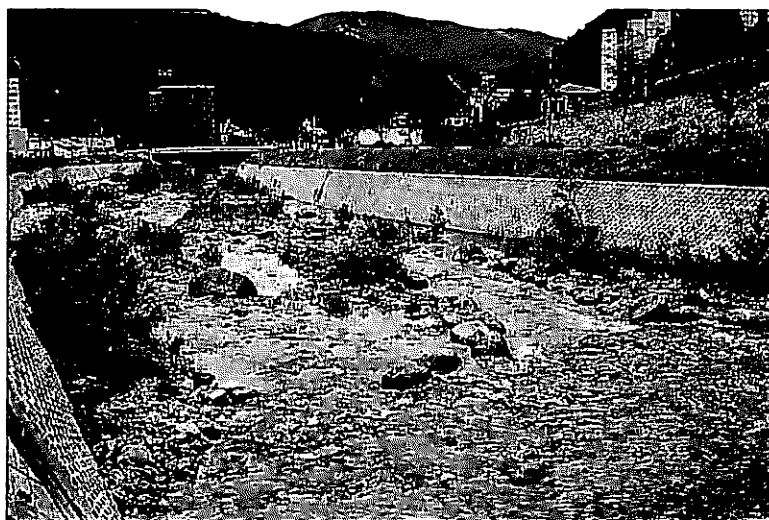


写真-4 大源太川中流部



写真－5 大源太川下流部



写真-6 大源太川下流部（湯沢市街地内）

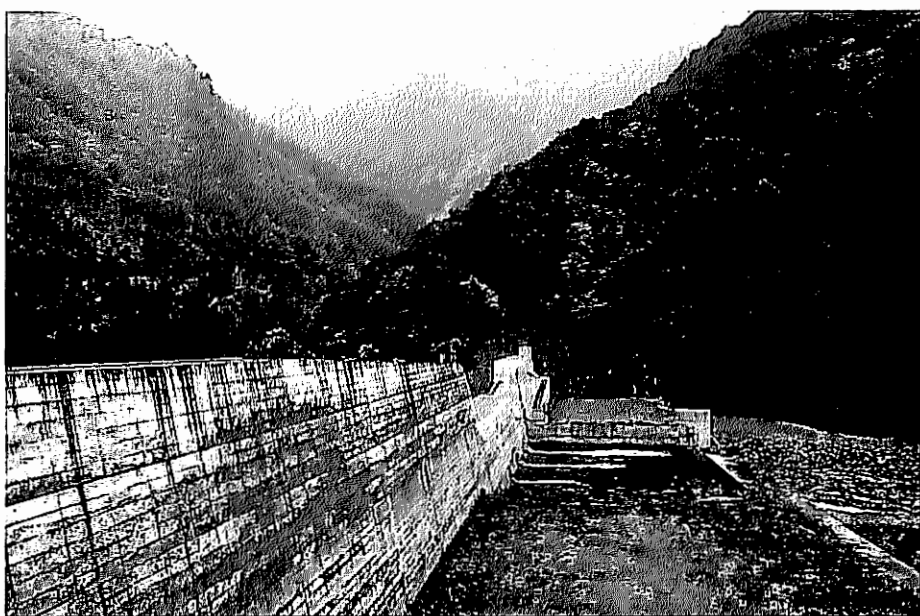


写真-7 登川上流部

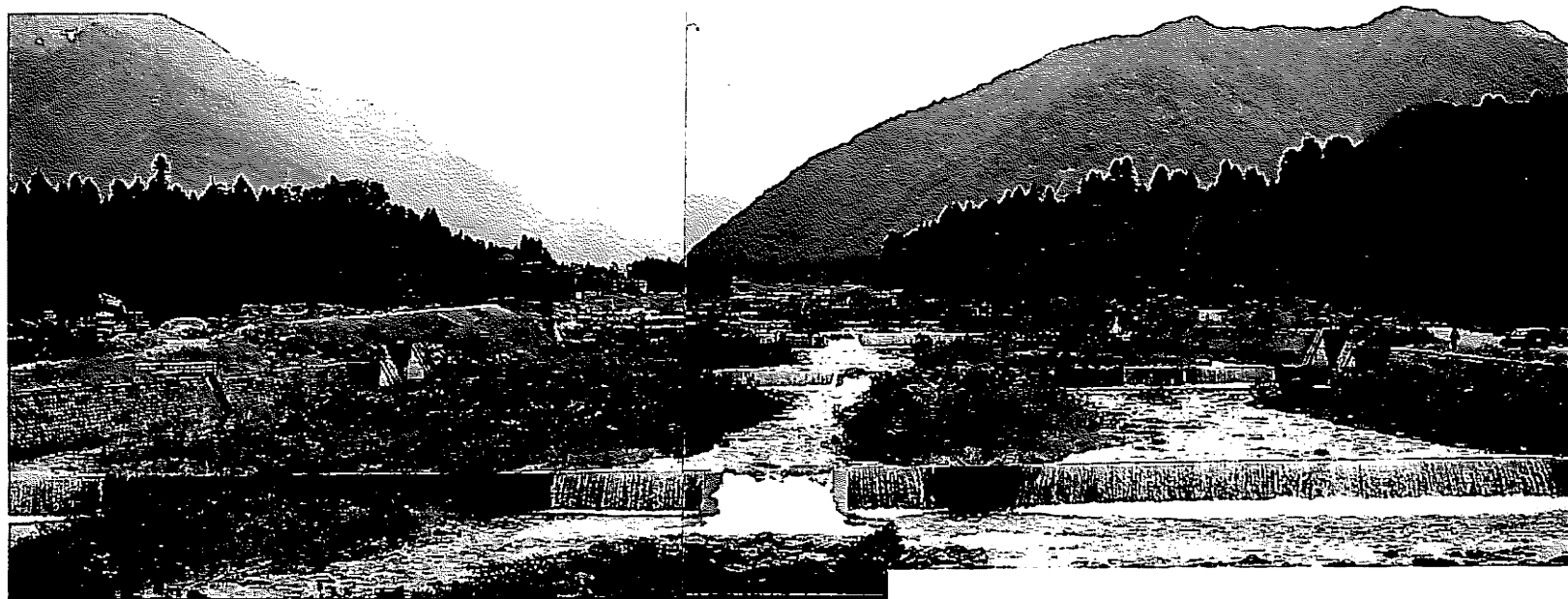


写真-8 登川流路工中流部
各床固工の中央部に魚道が設置されている。



写真－ 9 登川流路工下流部
人工的に置いた自然石の配置が不自然である。

VI お わ り に

本調査研究では、魚野川上流域において、3つのモデル流域を選択し、各河川・溪流の生態的自然度を評価することを試みた。そのための評価法として、主として5項目の評価パラメーターから構成されている Werth の方法を適用した。調査結果の解析の結果、この Werth の方法の有効性が確認された。しかしながら、今後魚野川上流域以外の全国の河川・溪流に対してこのような生態的自然度の評価を試みていく際には、さらに評価パラメーターの有効性の検討が必要であると考えられる。

防災上の必要性から、人工構造物の設置が必要とされる場合においても、今後構造物の検討の余地は存在する。例えば、土砂を全面的に貯留するための砂防ダムに代えて、有害な土砂だけを貯留し、無害な土砂は流下させる透過型ダムを用いることが推奨されるケースも存在する。これは、魚類の遡上などの生態面からも評価できるものと考えられる。

様々な異なった構造様式と材料を選択できる自由度が大きい場合には、そのような自由度の大きさは特に「護岸斜面の勾配」と「流水と護岸工の接触度」といったパラメーターに対して好影響を及ぼす。結果として、河川・溪流全体の多様性を増大させ、その生態系の価値を高めうることになる。

将来においては、調査地域における環境に配慮した砂防工事の目標は、本調査結果に基づいて、洪水並びに流出土砂に対する防護機能を減少させることなく、中流域と下流域において生態的条件を改良することに置かれるべきである。

最後に、環境に配慮した河川・砂防工事が実際に広範に施工されていくかどうかは、一方では、より高度な生態的水準を要求する世論の環境意識に依存していると言えよう。また、他方で河川・砂防工事の目標はそのような要求に応じるものでなければならない。その際、様々な問題点に関して画一的な方法を用いることは、自然な環境に対する要求を満足するものとはならない。対象地域の地域特性を反映した工法が考案されなければならない。

文 献

- 水津一郎(1974)：近代地理学の開拓者たち，地人書房
- 手塚 章(1991)：地理学の古典，古今書院
- 岡田俊裕(1992)：近現代日本地理学思想史，古今書院
- Inst. f. Wasserwirtschaft an der Univ. f. Bodenkultur(1986)：Studienblätter zur Vorlesung/Wasserwirtschaft u. allgemeiner Wasserbau.
- Deutscher Verband f. Wasserwirtschaft u. Kulturtechnik (1984)：DVWK - Merkblätter Nr. 204, Ökologische Aspekte bei Ausbau u. Unterhaltung von Fließgewässern, Verlag P. Parey.
- Schlüter, U. (1986)：Ingenieurbilogie in Praxis und Umwelt-Pflanzen als Baustoff, Patzer Verlag, Berlin, Hannover.
- Lecher, K. (1983)：Naturnahe Gewässerregrierung-Aktuelle Probleme, 100 Jahre Kulturtechnik und Wasserwirtschaft-Fachvorträge an der Univ. f. Bodenkultur in Wien.
- 建設省湯沢砂防工事事務所(1992)：平成3年度管内砂防施設魚道調査業務委託報告書
- 株式会社北日本開発(1993)：平成4年度管内砂防施設魚道調査業務委託報告書
- 株式会社建設技術研究所(1993)：平成4年度水と緑の溪流づくり調査業務委託報告書
- 建設省湯沢砂防工事事務所(1992)：平成3年度河川環境計画調査業務報告書