

環境及び景観に配慮した砂防技術のあり方について

丸 井 英 明^{*}

Introduction to the Comprehensive Torrent Control Engineering in Consideration of the Environment and the Landscape

by

Hideaki MARUI

(Abstract)

The direction in which research on systematizing of the comprehensive torrent control engineering in consideration of the environment and the landscape is going is discussed. In recent years, it is expected also in Japan to develop torrent control measures in the natural landscape in order to satisfy the ecological demands as well as their protective functions. Some new types of the above mentioned torrent control measures have been already experimentally installed. However, most of such cotrol measures are planned and implemented by trial and error without due theoretical methodology. The comprehensive torrent control engineering in consideration of the environment and the landscape should be systematized on the basis of "landscape ecology". Such approches have been highly developed in the european alpine countries and are in process of systematizing the "Natural river and torrent engineering". An evaluation of the various examples of the "Natural river and torrent engineering" in Austria and Bavaria is considered according to the results of filed investigations. It is useful to consider the general ideas and the theoretical backgrounds of the "Natural river and torrent engineering" in the european alpine countries in order to compose a original system of the comprehensive torrent control engineering in consideration of the environment and the landscape in Japan.

Key words : Environment, Landscape, Landscape ecology, Natural river and torrent engineering.

キーワード：環境、景観、景観生態学、近自然工法

I は じ め に

本報告は、環境及び景観に配慮した砂防技術のあり方を論述したものである。わが国においても、近年になって溪流景観に対する一応の配慮を行った砂防施設が各地で建造さ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

* 新潟大学積雪地域災害研究センター

景観評価もほとんど行われてこなかったのが実状である。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、砂防工事においても常に溪流景観に対する相応の配慮が求められるものと予測される。そこで、必要な事前検討に基づく砂防施設の計画・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うことが肝要である。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へて、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。

筆者は、ヨーロッパアルプス諸国におけるこの分野の研究の急速な進展を目の当たりにする機会を得て、基礎理論である「景観生態学」の研究と、アルプス諸国における重要な関連事例の調査に着手した。その結果の一部は1990年10月の砂防学会のシンポジウムにおいて報告している（丸井、1990）。また、1992年の7月には「アルプス景観シンポジウム」においてオーストリアの研究者を交えて討論を行っている（丸井、1992）（Weinmeister, 1992）。ヨーロッパアルプス諸国における研究動向と施工事例は、本報告において子細に検討される。

本報告は、環境及び景観に配慮した砂防技術の体系化を目標として、現時点における問題点を整理し、今後の発展に向けて方向づけを試みるものである。本論の構成は以下の通りである。まず、第II章において溪流景観への配慮の基本理念について触れる。次に第III章では、学問的基礎に立脚した、溪流景観への調和を求めた砂防工事のあり方について述べる。第IV章では、ヨーロッパアルプス諸国で実際に施工されている最新の事例を示す。第V章では、日本への適用上の問題点について触れる。

II 環境及び景観への配慮の基本理念

1. 砂防事業の溪流景観への影響

砂防事業は、山地溪流河川における土砂災害から流域内の人命と財産や生産拠点等を守ることを目的とする、人間の生活にとって望ましい環境を形成しようとする営為であり、その意味で環境を保全するものであるといえないことはない。しかしながら、それは「人間が自然に介入し、相当急激に人工的な改変を加える営為」であることは疑いの余地がない。そこで、そのような改変の結果現出した環境あるいは景観が望ましいものであるかどうかについて、適切な評価が必要であると考えられる。現在の社会的要請の下では、砂防は本来環境を保全するものであるからといって、上述の評価あるいは検討を怠ることは許容されないであろう。

但し、砂防事業が、環境あるいは景観に配慮したものとして、現実には実施されるか否かは、その時々、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、砂防・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、現在のわが国においては、社会的な要請からも、もはや景観や環境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、日本でも土木公共事業の様々な分野で環境や景観に対して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。砂防事業の分野においても、水と緑に象徴される環境及び景観への調和の試みがなさ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・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状である。その点で、土木一般に関しては、その技術は「土木景観学」として体系化されつつあるが、特に砂防工事は、生のままの自然に直接的に対じし、働きかけるという特性を有するので、その立脚すべき学問的基礎は「景観生態学」であるべきである。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。

2. ヨーロッパアルプス諸国における歴史的背景と日本の現状

ヨーロッパのアルプス諸国においては、既に20年以上前から景観に配慮した土木工事の重要性が意識されており、砂防の分野でも10年位前から徐々に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。昔から、環境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、砂防工事や河川工事のみが突出していたわけではなく、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、古くから十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。砂防・河川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、後述するように、ドイツ語圏の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だっており、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。

わが国が本格的に環境に配慮した景観的にも望ましい砂防施設を生み出して行く上において、ヨーロッパアルプス諸国での発展過程を研究することは大きな意義を持つものと考えられる。ただし、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、あるいは文化的背景といったものを十分に吟味することが重要である。その中から、日本独自の、環境及び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、水と緑に象徴される溪流空間において環境あるいは景観に配慮した砂防工事ということ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、配慮ということが、統一体としての景観あるいは環境の中から、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、護岸工の表面処理とか、魚道の設置とか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だって、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づけを行った上で、問題を論じる必要がある。

3. 景観概念と景観生態学の成立

景観あるいは環境とは何かということを簡単に整理して置きたい。

「景観」とは、広辞苑によれば「(1)風景外観。けしき。ながめ。また、その美しさ。(2)自然と人間のことが入りまじっている現実のさま。」と記されている。また、大辞林によれば「(1)けしき。ながめ。特に、すぐれたけしき。(2) [Landschaft] 人間の視覚によってとらえられる地表面の認識像。山川・植物などの自然景観と、耕地・交通路・市街地などの文化景観に分けられる。」とある。日常用語としての「景観」はほとんどの場合「風景」、「けしき」の意味で用いられている。しかしながら、今我々が問題にしているのは、国語辞書では第二番目に記されているより広い意味である。もともと「景観」という言葉はドイツ語でいう地理学用語としての“Landschaft”という用語の訳語である。この用語が日本へ導入されたのは1920年代であった。その後、様々な訳語が提案され、語議をめぐって活発な議論がなされたが、概ね「景観」が支配的となった(岡田, 1992)。その過程で、単なる景色という狭い意味に理解されることを避けるために、「景域」という言葉も用いられたのであるが、一般にはなじみが薄いので、ここではあえて「景観」という言葉を用いる。この場合より広い意味で用いていることは言うまでもない。従って、景観に配慮するという際には、当然のことながら、ただ単に風景を考えるだけではなく、ある対象としている地域を構成する相互に関連した自然的、文化的構成要素からなる統一体を考えなければならないのである。

「環境」とは、広辞苑によれば「(1)めぐり囲む区域。(2)周囲の事物。特に、人間または生物をとりまき、それと相互作用を及ぼすものとして見た外界。」と記されており、また、大辞林によれば「取り囲んでいる回りの世界。人間や生物の周囲にあって、その意識や行動に何らかの作用を及ぼすもの。また、その外界の状態。」とある。広い意味で用いることにした「景観」の内容は「環境」にかなり近いものである。

もし厳密に「景観」という言葉のもとになっている“Landschaft”という言葉を論議しようとするならば、それだけで一巻の書物を必要とするであろう。それは、本稿の目的ではないので、上述の理解に止めて置く。ただ、前世紀末以来のドイツ語圏の地理学者による“Landschaft”に関わる議論を経て、環境並びに景観を配慮した砂防技術を体系化して行く上で、学問的基礎として立脚すべき、「景観生態学(Landschaftsökologie)」が形成されて行ったことを指摘して置かなければならない。

景観論に関する様々な議論を経て、「景観は様々な構成要素から成り立っており、それらの要素は単独で存在し得るものではなく、要素が相互に関連してはじめて景観は維持される」という認識のもとに、景観全体の連関構造の解明、それゆえ生態学的観点が重視されるに至った。景観を生態学的に研究することはR. GradmannやL. Waibelによって提唱されてきたが、「景観生態学」を最初に体系化したのはC. Trollであった(水津, 1974)(手塚, 1991)。景観生態学は、地域を構成する無機的要素と有機的要素の両者を包括して研究する立場であるがゆえに、重要な意味を有している。

景観をとらえる最小単位についても幾つかの概念が提唱されている。先述のC. Trollは、有機体や

生物共同体と環境の諸要因とが機能的に結合した空間の統一性を持った最小単位をÖkotopと呼んだ。また、J.Schmithüsenは、地盤・岩石・地形・気候・水・土壌などからなる最小の統一体を自然空間の基本単位としてFlieseと呼んでいる。一方、生物学においては、多様な植物・動物と微生物が完全な相互関係によって形成する生物集団の全体を生物共同体といい、それぞれの生物共同体が占めるある広がりを持った土地をBiotopといている。これらの、景観を構成する単位要素を意識的に用いることは、景観の構造を分析する上で有用であろう。図-1は様々な単位要素から構成される景観の構造を図式的に示したものである。図の行に関しては、上から下に向かって、より大きな環境全体から、内包されている景観を構成するより基本的な要素が示されている。列に関しては、無期的自然と有機的自然とに区分される自然的内包と、文化的-社会的内包とが示されている。溪流景観や河川景観も、このような図式を念頭に置くことによって構造的に把握されるであろう。

環境世界	無機的環境	生物的環境	文化-社会的環境
景観区分	無機的自然景観	有機的自然環境	文化景観
景観基本単位	Physiotop	Naturlandschafts-Ökotop (= Biotop)	Kulturlandschafts-Ökotop (= Geotop)
景観要素	<u>無機要素</u> 大気圏 水文圏 岩石圏 地表形態	<u>生物要素</u> 動物界 植物界 人間界	<u>文化-社会的要素</u> 産業 土地利用 集落

図-1 景観構造のシェーマ
Fig.1 Schematic diagram of landscape structure.

4. 環境及び景観への配慮のモデルとしての近自然工法

ヨーロッパアルプス諸国における河川工事あるいは溪流工事の歴史は古く、前世紀に既に近代的土木技術の体系が形作られていた。ヨーロッパの主要な河川は既に今世紀初頭にはほぼ改修工事を終えていた。しかしながら比較的最近に至るまではそれらの工事の本来的な目標、洪水防御とか侵食の防止とかいった直接の目的を追求することに追われていた訳である。ところが、社会経済の発展と、それに伴う社会的施設の整備の進展を背景として、環境や景観の保全ということが広く認識されるようになってきて、土木の幅広い分野で本来の目的に加えて、その点に関する配慮が強く求められるようになってきた。この景観あるいは環境をを配慮した土木工事、特に河川工事、溪流工事の分野で形成されてきた施工技術の体系が「近自然工法」といわれるものである。これは特にヨーロッパに置いて20年以上前から試みられ、試行錯誤をへて段々と洗練され、現在もなお発展中の技術である。図-2は

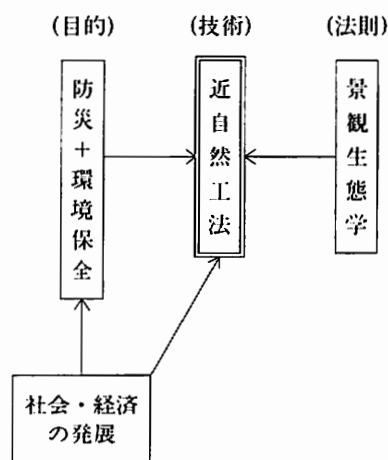


図-2 近自然工法の位置づけ
Fig. 2 Position of natural river and torrent engineering.

近自然工法の位置づけを模式的に示したものである。防災と環境保全を調和的に実現するという目的があり、それを実現するための技術体系が「近自然工法」である。また、この技術が立脚すべき基本法則が「景観生態学」である。防災と環境保全の調和的实现という高度の目標は、社会経済の発展と共に出てきた要請であるが、他方、近自然工法を実際に施工するために不可欠な高度の技術もまた、社会経済の発展の結果もたらされたものである。図-3は近自然工法の流れを図式的に示したものである。「近自然工法」とは、砂防・防災上の目的と周辺環境並びに景観の保全という両方の目的を満たすために、景観生態学に基づいた計画・設計を行い、対象となる溪流環境並びに景観に働きかけ、さらにその結果を評価してフィードバックし、計画・設計を修正していく過程を含む一連の技術体系を意味している。

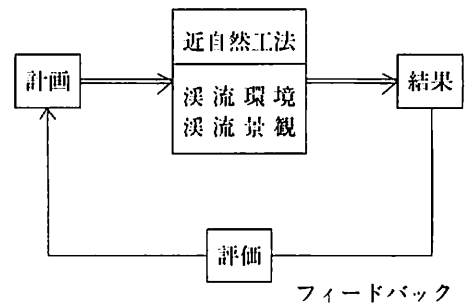


図-3 近自然工法の流れ
Fig. 3 Flow of natural river
and torrent engineering.

ここでいう「自然」という用語の意味内容についても付言して置かなければならない。「自然」とは、あるがままに放置して人間が全く介入しないということではない。近自然とか、多自然とかいう内容は、河川の洪水防御や溪流の侵食防止といった、初期の目的を達成するために「自然」に介入し、なおかつ人工的に「自然」を形成、維持することを意味しているのである。

5. 砂防・河川工事の背景景観

環境及び景観への配慮を考える上で重要なことは、直接工事対象となる溪流あるいは河川特定の狭い区間だけを考察の対象とするだけではなく、それを包含する背景景観にも十分な配慮を行うべきであるという点である。

日本で行われている砂防事業は、きわめて広い範囲に渡っており、溪流河川の侵食及び土砂流出の防止から、地滑り防止事業、急傾斜地崩壊防止事業、さらに近年では雪崩防止事業も含まれるようになってきた。それぞれの事業がおこなわれる背景景観も多岐に渡っているが、ここでは溪流での侵食防止を内容とするいわゆる「砂防」事業に関連して論ずる。その背景景観の中心には「溪流景観」が位置し、通常それを取り巻くものとして「山地景観」や「森林景観」が密接に関連している。さらに、その中に点在する「集落景観」が関連している。しかしながら、地域によっては主として「農地景観」が取り巻く場合もある。また、特殊な場合には、「都市景観」が背景となる場合がある。このような背景景観が異なれば、砂防工事に置いて、景観に対して配慮する際に、配慮の内容とやり方が異なってくるであろう。

河川事業の行われる背景景観も多様ではあるが、基本的に砂防の行われる地域よりも下流側に位置するので、相対的に「山地景観」や「森林景観」よりも「農地景観」や「集落景観」あるいは「都市景観」である場合が多い。

日本の場合は自然条件の多様さの故に、背景景観も地域によってかなりの差異が存在している。それに対して、ヨーロッパアルプス諸国の場合は、大まかにいえばいわゆる「アルプス」の景観に代表されるといってよい（オーストリア、スイス、バイエルン）。すなわち、砂防工事の背景景観の中心に「溪流景観」があり、それを取り巻いて「山地景観」と「草地景観」及び「森林景観」が存在し、

中に「集落景観」が点在している。このような背景景観には、日本では長野県におけるいわゆる「日本アルプス」を中心とした背景景観が対応する。一方、北海道においてはその景観は本州の各地域とは大いに異なり、ヨーロッパではバイエルンを除いたドイツあたりの平地河川の状態と対応させて論じることができる。

III 景観生態学に立脚した砂防工事

1. 景観生態学に基づいた河川、溪流のとらえ方

景観保全を目標として河川や溪流を見る場合には、何よりも総合的にみる視点が必要である。砂防事業や河川事業の対象である河川に対する基本的な認識として、まず第一に、河川が一つの全体的なシステムであるという点が理解されなければならない。すべての河川は、河川形態学的観点から見た場合、いくつかの構成要素、すなわち流路の幾何学的形状、流域面積、流量、流出土砂量などから構成される統一体としてとらえられるべきである。その際、種々の要素の機能及び相互の関連に注目しなければならない。

また、生態学的観点から見た場合、本来河川ごとに非常に異なった、河川の場合の自然空間条件に即して、それぞれの河川はその固有の性質をもっており、その点を十分に考慮する必要がある。河川の改修工事や維持管理に際して、適用される工法が河川の場合の自然空間条件に適合したものであれば、河川を自然に近い形象で維持する事ができる。

その際、景観への配慮という点で重要なことは、目標は単に風景や景色という意味で河川を自然に近い状態で残すという事だけではなく、周囲の動物相、植物相を含めた生態学的な意味での自然をも維持するという点である。そのような考え方のもとで、ある河川区間の改修工事に置いては、元の河川システムから可能な限り多くのものを残すようにすべきである。そのことによって種類の豊富な植生群落が迅速に復元される条件が得られる。河川の改修並びに維持の目標は、改修工事の目的と自然の河川への要求との両方を調和的に満たすことにあると考えられる。

2. 河川あるいは溪流の景観保全計画の原則

河川あるいは溪流の景観保全計画の策定に際しては、さまざまな学際的分野からの知見に基づいた考察が不可欠である。そのような分野を列記すれば、水理学、水文学、生態学、植物学、野生動物学、漁業学など、さらに地域計画学や自然保護学などが挙げられる。しかし、それらの学際的な考察を総括し、統合するものが「景観生態学」である。河川の景観保全計画の原則的な考え方は図-4のように概念的に示される。このような考え方は、前章の図-1に示された景観構造の一般的図式を念頭に置くことによって立体的に理解されよう。

3. 近自然工法の計画の策定

河川改修は、河川及びその流域の構成要素を把握した上で、生態学的自然と、風景的景観の両者を配慮して計画しなければならない。河川改修は、河川及びその流域を構成する要素を把握した上で、自然（より生態的な意味での）と景観（より風景的な意味での）を配慮して計画される。その際、総合的河川計画という意味において、その河川に関わるすべての利害関係と利用上の要請とが考慮される。また、行政的にはそれぞれの担当の許認可官庁（農林省及び州政府の担当部局）の要請もある。河川改修工事の計画のためには基礎資料が必要である、そのような資料として、河川現況図、地形図、必要に応じたテーマ毎の図面（水文図、水文地質図、地質図、土壌図、植生図、動物相図など）が挙

河 川 と 流 域		
文化的要素	無生物的要素	生物的要素
人口的な造形の影響 河川およびその流域 の改変と利用	岩 石, 土 壤 地 表 形 態, 水 気 象, 気 候	植 物 界 動 物 界

河 川 改 修 工 事	
改修工事の始動	改修工事平面図の作成 改修工事縦断面図の作成 改修工事横断面図の作成 工事材料と工事要素の選択 施設の配置

自 然 と 景 観
河川の自然の管理 (河川生態学) 河川の風景 (河相学)

自 然 に 適 合 し た 河 川 改 修 工 事

図-4 河川の景観保全計画の原則
(Inst. f. Wasserwirtschaft, 1986による)

Fig.4 Conception of landscape conservation at river restoration.

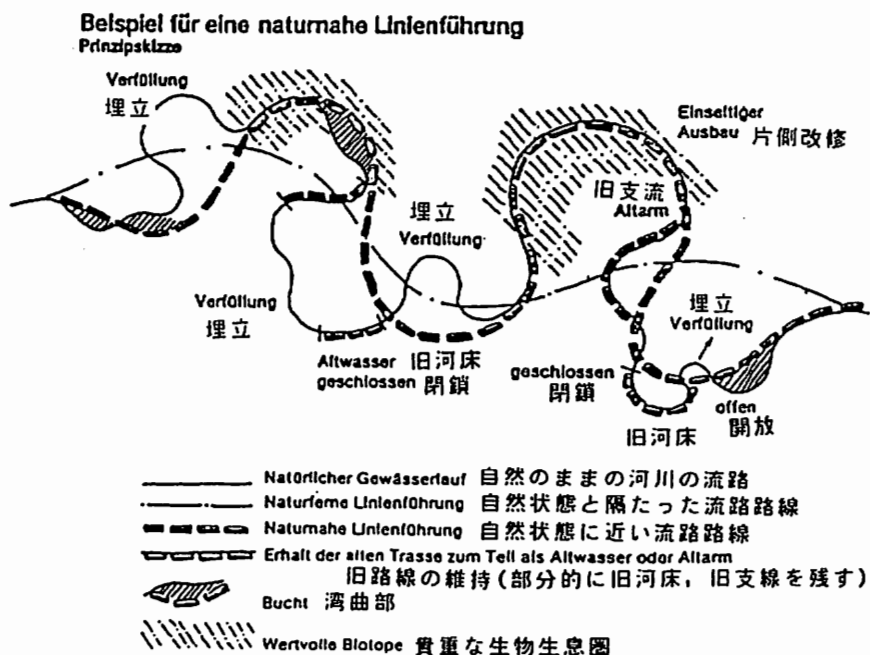


図-5 自然状態に近い流路路線の概念図
(DVWK Merkblätter Nr.204, 1984による)

Fig.5 Schematic diagram of natural river course.

げられる。

望ましい河岸及び河床の形態及び植生を決定するために、相当する自然空間の中の同じタイプの「自然状態に近い」河川がモデルとして参考にされる。改修すべき河川の形態の設計に際して、河川勾配、流路路線形状、流路縦断形状といった要素は、生態学的な観点を加味して決定すべきである。また、無性物材料を用いた河床及び河岸の改修工事は極力少なくし、河川の自浄作用を維持あるいは、改善に努めなければならない。一般的には改修後の河川の形態として、変化に富んだ横断形状と、一様でない勾配が目標とされる。そのような観点から計画されるべき「近自然河川」の流路路線の例は図-5のように概念的に示される。

4. 近自然工法で必要な景観生態学的視点

近自然河川工事の遂行に際して本質的に重要な生態学的な視点として以下の諸点が指摘される。

- 1) 元の流路路線の維持（直線流路は避けること、不規則な流路路線とすること、川の最深部に注意すること、保護すべき生物生息圏及びその立地を代表する樹木を、適切な流路路線の選定によって維持すること）。
- 2) 旧河床や旧支流を可能な限り分岐や湾曲部として主流路に接続させること。
- 3) バイパス流路を設置することによって蛇行部分の洪水時の決壊を避けること。
- 4) 河床の多様な構造をできる限り維持すること（様々な形状の改修断面、湾曲部による横断形状の拡幅）。
- 5) 少なくとも一方の河岸では元の河岸植生を維持すること。

5. 近自然工法における土木植生学

自然環境に適合した河川工事の施工に際して、特に植生を用いる場合には、いわゆる「土木植生学」が基礎となる。施設の備えるべき条件や、土木植生学的工法の機能は図-6のようにまとめられている。

施 設 に 要 求 さ れ る 条 件
*技術を景観に適合させること *生物材料と無生物材料の両者を併用すること *破壊された景観を回復すること

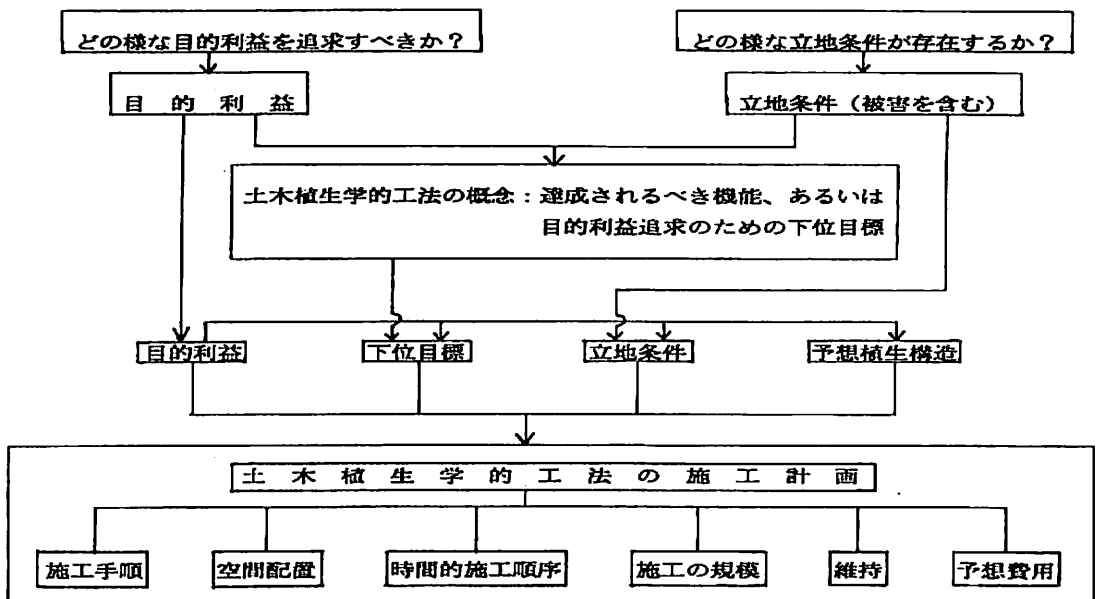
土 木 植 生 学 的 工 法 の 機 能 の 仕 方
*技術的機能：地盤の安定化；豪雨、流水、波浪、氷の作用に帯する保護 *生態学的機能：しゃ断、貯留、蒸発散による水収支の改善；地表付近の空気層の微気候の改変 *経済的機能：施工コスト、維持コスト、修復コストの低減化；利用可能地の創出 *美的機能：施設の景観への組み入れ

図-6 近自然法における施設の条件と土木植生学的工法の機能（Lecher, 1986より）

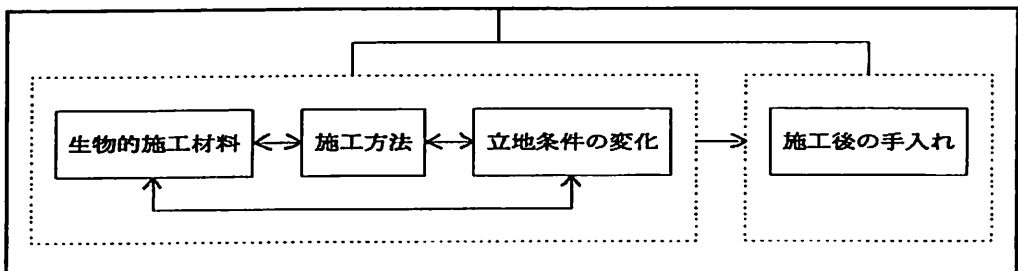
Fig.6 Requirements to installed facilities and function of engineering-biological measures.

土木植生学的工法の立案に際しては、この工法の上位目標に対してどのような目的利益を追求すべきであるか、またどのような具体的な方法を用いて、あるいはどのような下位目標を通して、上位目標に到達できるかを考えねばならない（たとえば「荒廃溪流の侵食防止」という目的利益を「流路工」という下位目標を通して追求するといった事例を挙げることができる）。それは特に、追求すべき目的利益と立地条件（顕在のあるいは潜在的な被害を含む）に関する情報を把握することによって具体的な計画の作成へと進んで行くものである。そのような基本的な考え方に基づいて土木植生学的工法の計画の過程を図式的に示したものが図－7である。

土木植生学的工法の施工手順は一般に図－8のように示される。その過程は、施工材料の選択、施工方法の選択、立地条件の変化そして施工後の手入れといった要素からなる。その内で最初の三つの要素は相互に他の要素から影響を受ける相互関係にある。それに対して最後の施工後の手入れの段階は他の三つの要素と関係はするものの、原則的に相互作用的に変化することはない。土木植生学的工法を成功させるためには、それを適用する場の自然環境、立地条件を十分に考慮して、施工材料、特に生物材料として適切な植物を選択することが非常に重要であることは当然である。



図－7 土木植生学的工法の計画手順 (Schlüter, 1986による)
Fig.7 Planning procedures of engineering-biological measures.



図－8 土木植生学的工法施工に際しての作業順序 (Schlüter, 1986による)
Fig.8 Installation procedures of engineering-biological measures.

IV ヨーロッパアルプス諸国における近自然工法の事例

既に触れたように、ヨーロッパアルプス諸国においては近自然工法は20年以上前に始められ、試行錯誤をへてその技術が段々と洗練され発展してきた。環境配慮への要請はますますグレードアップしてきている。ここでは、最近の、極めて高度な要請に対応した近自然工法の事例を紹介したい。以下に示す事例を通して、前章の第4節で触れた景観生態学的視点に基づいた近自然工法が満たすべき要件が実際にどのような形態で実現されているかを読みとることができる。

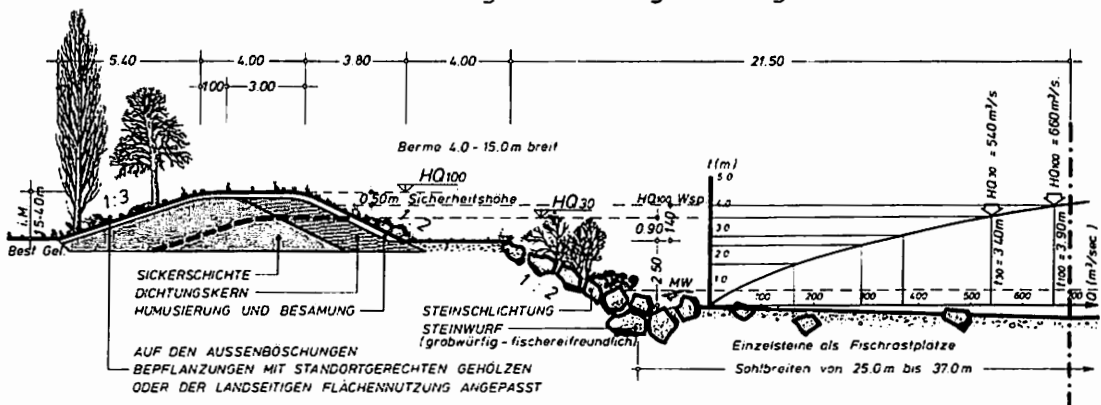
1. オーストリアのケルンテン州の事例

オーストリアのケルンテン州南部には、野溪の河川であるGailtalやその支流のGössering川等によって、独特の美しい谷底景観が形成されている。それを背景とする文化的景観のもとでの洪水防御の過程において、河川生態学的観点からの要請と、洪水防止のための河川工事の技術的可能性とを一致させるという容易ならざる課題がかせられている。そこで何十年に渡って河川工事並びに経済的目的と生態学的並びに景観保全上の要請とのバランスをとる解決策が模索されてきた。

(1) Gailtal本流のある区間における近自然改修工事の状況を示す。

図-9はその基本流路横断面である。複断面方式で構成されており、河床より2.5mの高さに犬走り(幅4-15m)が設けられている。低水断面は粗石を積み並べた護岸工によって、高水断面は盛土堤防によって構成されている。低水断面の粗石護岸工の法勾配は1:2と緩く、粗石の

Regelquerschnitt - Gailregulierung Ufersicherung und Dammgestaltung



Technische Daten:

Flußlänge:	15,0 km
Niederschlags Einzugsgebiet:	531 km ²
Sohlbreite:	28 m
Böschungsverhältnisse:	1:2 bis 1:3
Ufersicherung:	Grobe Steinschichtung mit Vorwurf
Dämme und Ufer:	Auwald und Berasung
Abflußmengen mit HW-Rückhalt:	MW = 18,5 m ³ /sec, HQ 1 = 161 m ³ /sec, HQ 10 = 365 m ³ /sec, HQ 30 = 468 m ³ /sec, HQ 100 = 664 m ³ /sec, RHHQ = 1086 m ³ /sec

図-9 Gail川の近自然河川改修区間の横断面
(以下図-20まで、Kärntner Landesregierung, 1985による)

Fig.9 Cross section of a naturally restored part of Gail river.
(Fig.9 to Fig20 : After Kärntner Landesregierung, 1985)

間には植栽工が施されている。護岸工の基礎は大礫を用いた根固工が設置されており、これは魚類の生息に対して利点となる。さらに河床にも大礫を散在させている。盛土の天端高は再現期間100年の洪水流量 $664\text{m}^3/\text{sec}$ に対応できるように設計され（洪水水深 3.9m ）、さらに 0.5m 余裕高がとられている。盛土堤防の内側斜面の勾配は $1:2$ 、外側斜面の勾配は $1:3$ であり、外側斜面にはその場の立地条件に適合した樹木が植栽されている。図中右側には流量と水深の関係を示す曲線が描かれている。

図-10は石積水制工を用いた区間の流路横断面を示したものである。水制工の高さは平水面を基準にして設計され、平水面下は勾配 $1:5$ 、平水面上は勾配 $1:30$ となっている。水制工の方向は流れの方向に対して、直角、下流向きに傾斜、上流向きに傾斜の三つのケースが考えられるが、水制工近傍の堆積状況から考えて上流向きに傾斜した水制工が最も有利であり、下流向きに傾斜した水制工が最悪である。水制工に用いられる粗石の大きさは $1.0\text{m}^3\sim 1.5\text{m}^3$ 程度である。粗石間の隙間は魚の滞留する領域となる。

Regelprofil mit Steinbuhne

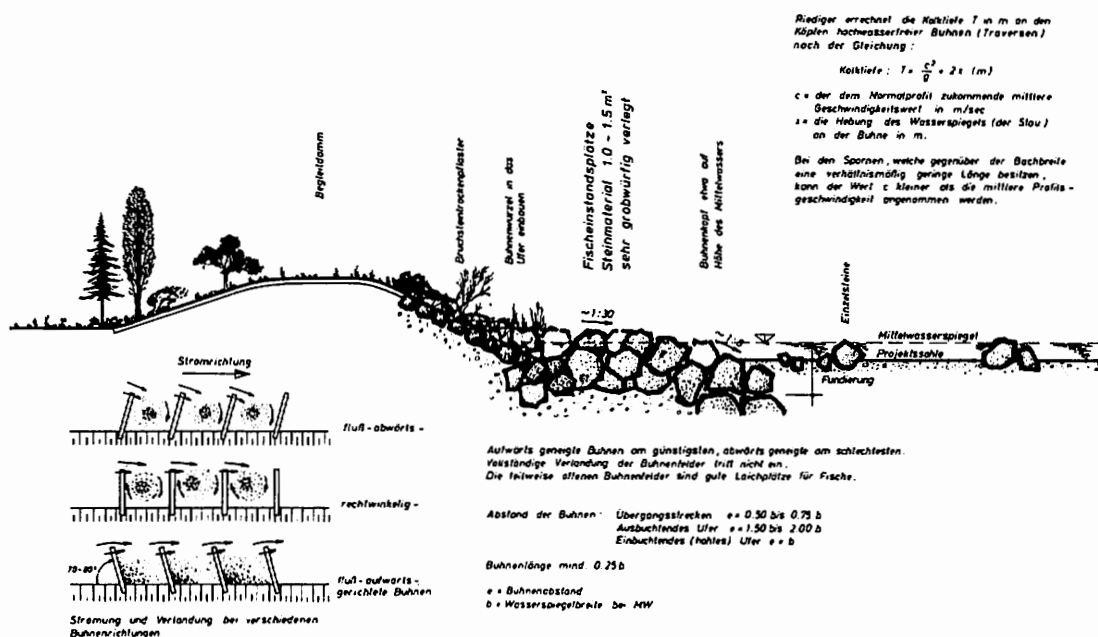


図-10 石積水制工を用いた近自然河川改修区間の横断面
 Fig.10 Cross section of a spur dyke constructed with big stones.

(2) 以下にGailtalの支流における施工事例を挙げる。図-11はGössering溪流における近自然河川改修の流路横断面を示している。再現期間100年の洪水時の水深に相当する部分までを粗石を用いた護岸工としている。また、護岸法面延長上に河床の下側まで巨れきを埋め込んでいる。特に粗度が大きく丸みのついた断面形状で、魚の生息に適した河床形成によって、その場所の村落景

観に調和している。

- (3) ケルンテン中、東部は比較的人工が密でまた農地としても高度に使用されている地域であり、この地域の河川は既に前世紀から改修工事が行われてきた。

Gurk川の場合は、かなりの部分が自然状態におかれ、溪岸崩壊が生じていたりその恐れがある箇所に対して改修が行われてきた。図-12は溪岸崩壊箇所の工事例である。左右非対称断面が採られ、片側は法面勾配1:4の非常に緩い斜面とし、特に護岸工を施工しない。反対側の崩壊が生じている側は粗石を配置した護岸工を施工している。

図-13は同じくGurk川で溪岸崩壊箇所の処置の仕方を示している。流路屈曲部外側の侵食箇所に対して、蛇籠による水制工と粗朶伏せ工を組み合わせた構造物を配置し、先端部には粗石による洗掘防止工が置かれている。

- (4) Glan川はケルンテン州の人工密度の高い地域を流れており、州都のクラージェンフルトやサンクトファイト等はこの川のほとりにある。クラージェンフルト市の領域でのGlan川の1974年から1981年にかけて施工された改修工事の事例を示す。これは都市域や土地が狭い場合でも近自然工法を適用しようとする努力を示している。図-14はGlan川の近自然河川改修断面を示している。自然石を用いた急勾配の護岸工と平坦な斜面とからなり、護岸付近には粗石を不規則に配置し、魚の滞留に適した場所が創られている。流路路線の設定に際してはできるだけ片側は既存の植生を維持するように考えられている。

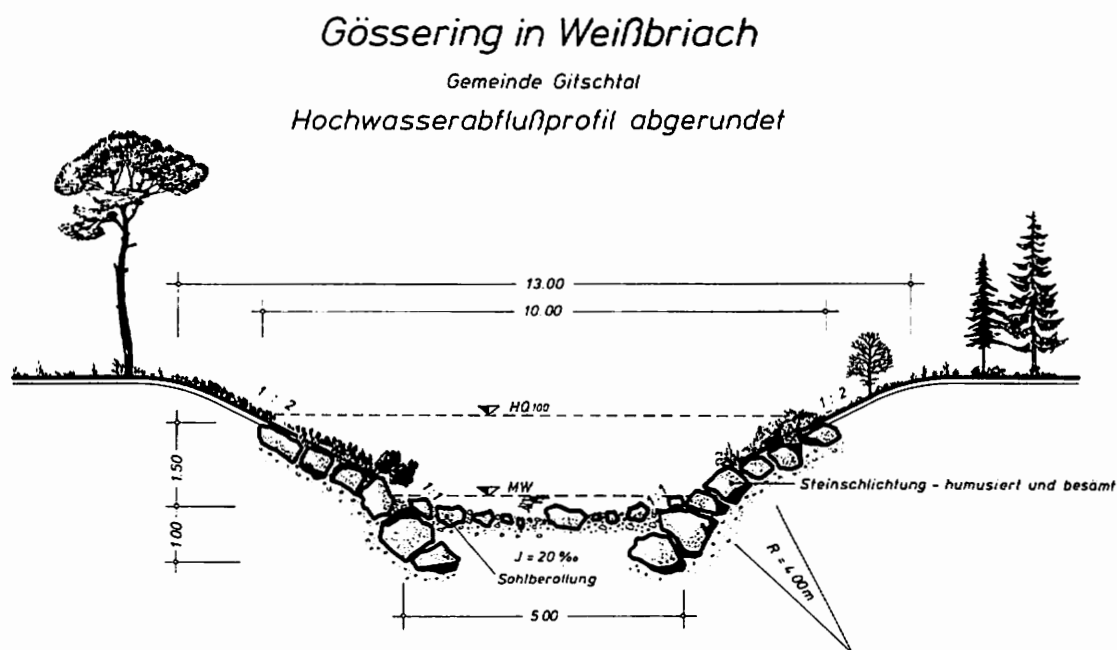


図-11 Gössering溪流の近自然河川改修区間の横断面
Fig.11 Cross section of naturally restored part of Gössering torrent.

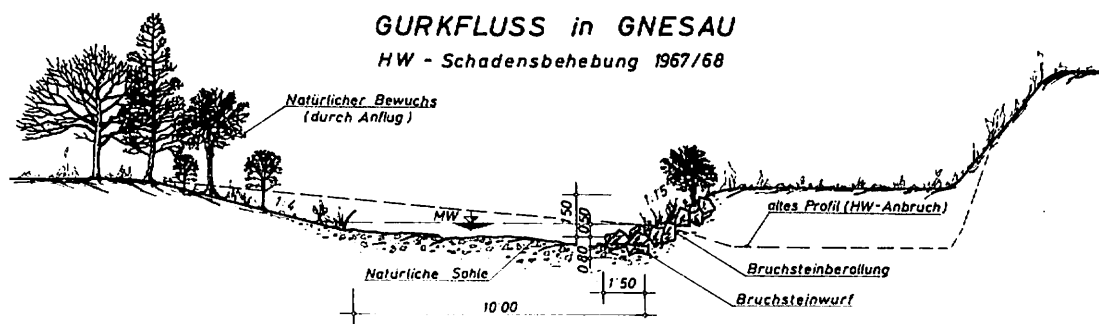


図-12 Gurk川の溪岸崩壊を含む近自然河川改修区間の横断面
Fig. 12 Cross section of naturally restored part of Gurk river including bank failure.

GURKFLUSSREGULIERUNG 1970
im Abschnitt Grafenstein - Brückl
Draufsicht

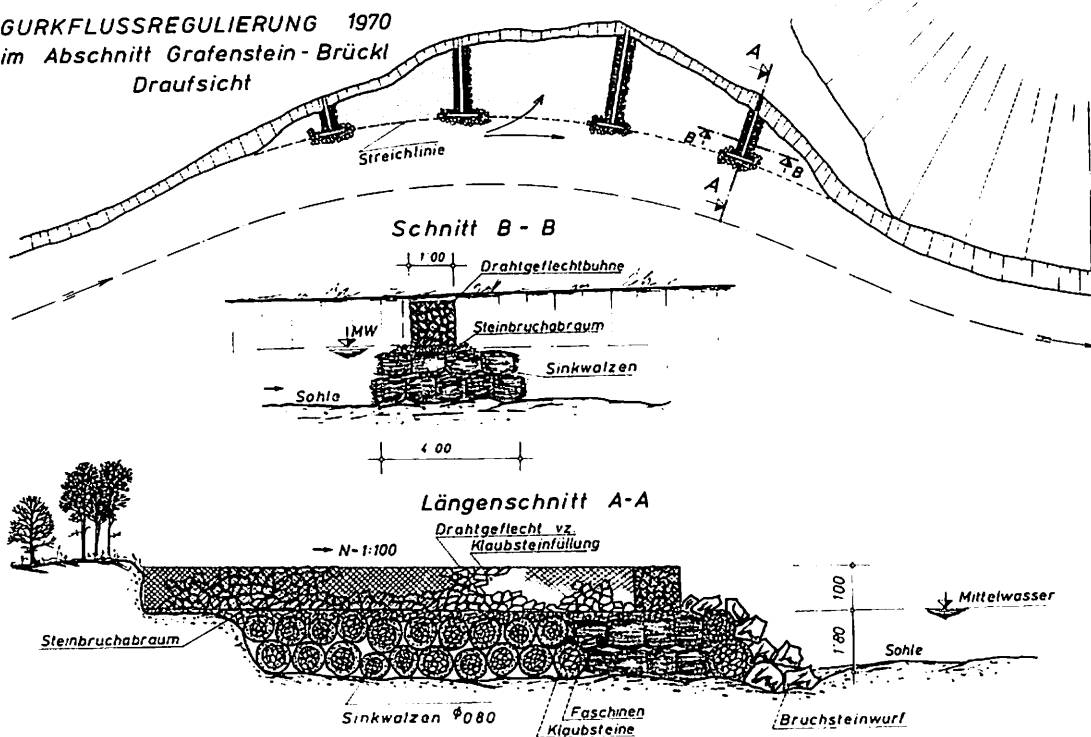


図-13 Gurk川の溪岸崩壊を含む近自然河川改修区間の平面形状及び横断面
Fig. 13 Plan and cross section of naturally restored part of Gurk river including bank failure.

PROFILSTYPE M. 1:100
Glanregulierung Klagenfurt Bt. II
Eisenbahnbrücke - St. Veiterstraße
(Km 9'8 bis Km 11'0)

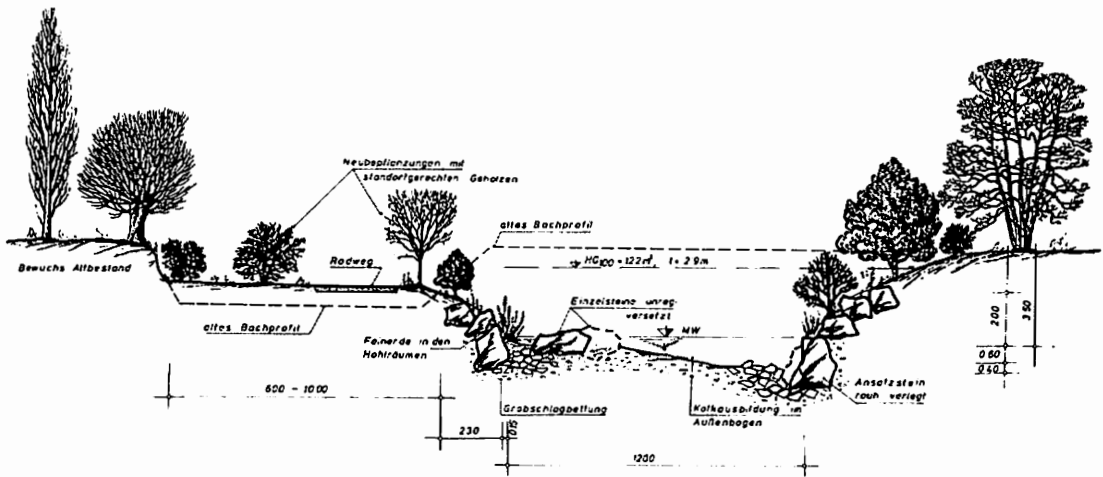


図-14 Glan川の近自然河川改修区間の横断面

Fig.14 Gross section at a naturally restored part of Glan river.

図-15は同じくGlan川で、兩岸に人家あるいは道路が迫っているため、緩勾配の護岸を施工する余地がない場合の施工例である。コンクリート護岸工を用いているが、表面は石張りとし、護岸の足元には巨石を不規則に配置している。

図-16はMetnitzbach溪流の例であるが、この場合も左右非対称の断面を適用している。できるだけ自然に近い状態の河床を残すようにし、大ききを所々に不規則に配置している。河岸には場の立地条件に適合した樹木が植栽されるが、それも左右非対称で不規則な配置になるように配慮されている。

- (5) 以下に示すものは、近自然工法の将来の展望を示唆する事例である。そこでは、自然状態への介入を最小限にするような断面形状を発展させる努力が払われてきた。

図-17はKöttmannsdorfer溪流の改修工事に用いられた非対称断面の近自然改修例を示している。屈曲部の外側は1:0.75の急勾配で粗石を積み上げた護岸工とし、内側は低水に対応する河床付近だけを1:0.5とし、それより上部は1:4の緩い勾配とし、勾配が変化する肩の部分にも粗石を配置した構造となっている。このような断面形状はオーストリアにおいても1980年代前半までは専門家の間で一致した評価を得ることができなかったということである。

図-18はGlan川における改修計画例である。上の図は平面図であり、A B断面で切った横断面図が下の図である。景観生態学の観点からは適切でない、直線的平面形状の複断面流路を、水制工を交互に張り出させ、低水流路を曲流させることによって、瀬と淵を持った流路に作り替える計画である。それによって魚類や両せい類等の生息空間が創造される。

Km 8'940 - Km 9'050

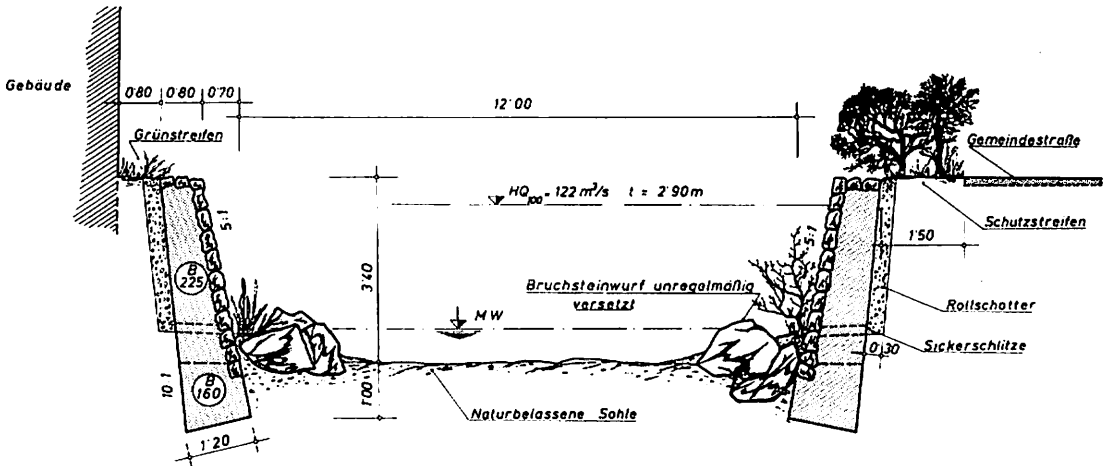


図-15 Glan川の近自然河川改修区間の横断面
Fig.15 Gross section at a naturally restored part of Glan river.

Profilstype

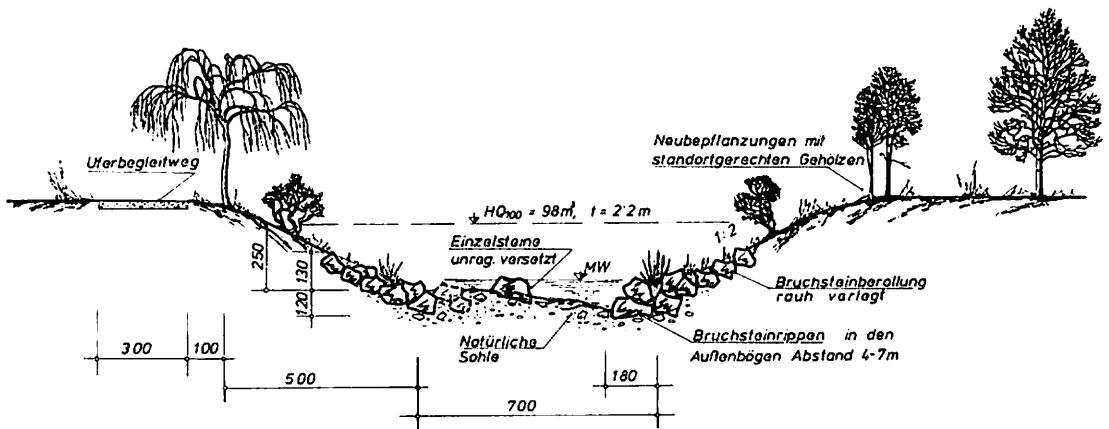


図-16 Metnitzbach溪流の近自然河川改修区間の横断面
Fig.16 Cross section of a naturally restored part of Metnitzbach.

REGULIERUNG KÖTTMANSDORFERBACH Profilstypenplan „B“

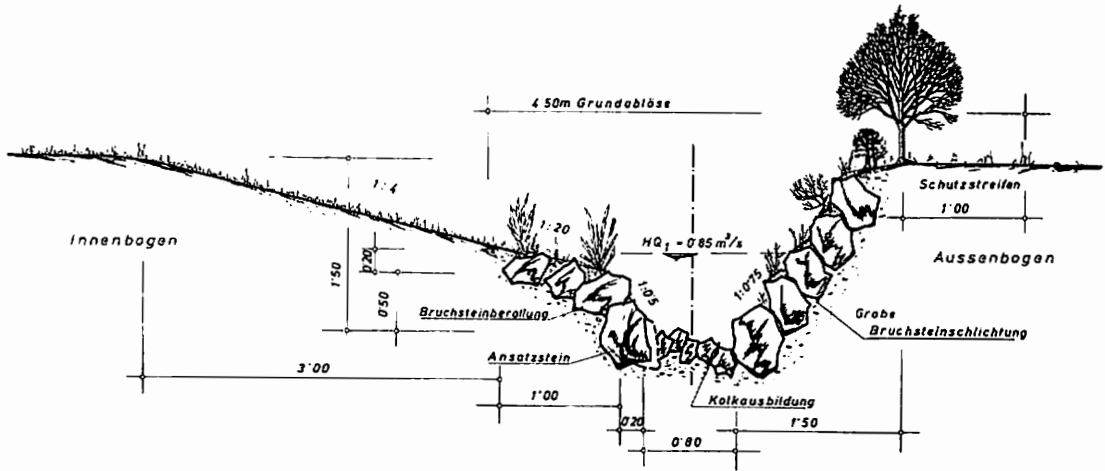
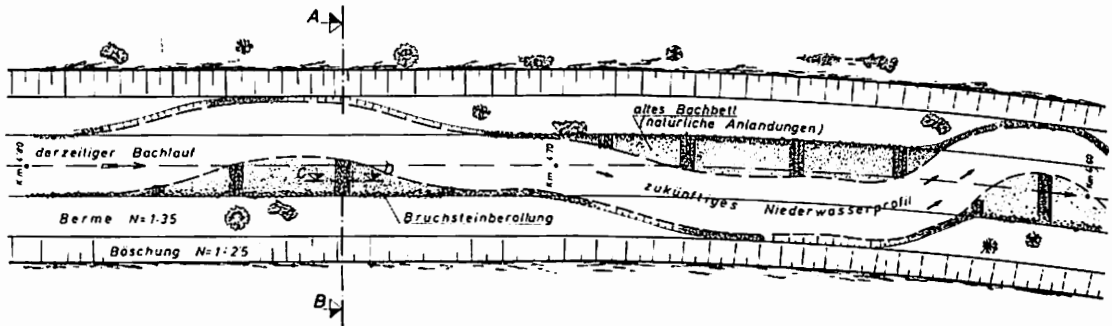


図-17 Köttmansdorferbach溪流の近自然河川改修区間の横断面
 Fig.17 Cross section of a naturally restored part of Köttmansdorferbach

GLANFLUSS bei Ebental Draufsicht



PROFILSTYPE Schnitt A-B

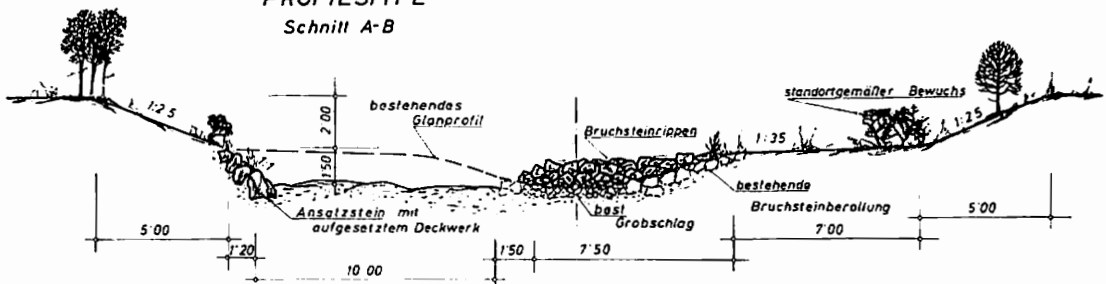


図-18 Glan川の近自然河川改修区間の平面形状及び横断面
 Fig.18 Plan and cross section of a naturally restored part of Glan river.

図-19はGail川のPresseger湖付近の状況を示している。同区間のGail川の洪水防止策は湖水景観を臨む休養地域と関わっている。流路から不規則な距離に築堤された堤防上に遊歩道や休憩場所が設置されている。また、そこから流路に沿って不規則に展開する水辺景観の中を通過して、流水のそばへ接近することができる親水領域が設けられている。

- (6) 図-20は練石積施工区間の改良計画例を示している。ケルンテン州全域に、何十年か前に施工された練石積の河川流路が多数存在している。それらの河川では、特に流路断面内の中規模洪水断面部分の改良工事が必要である。この事例では、重量のある巨石を用いて非対称で蛇行した河床が形成されている。それによって、水量の少ない場合の流速を減少させ、比較的小さな河床幅でも低水流路が形成されるようになっている。

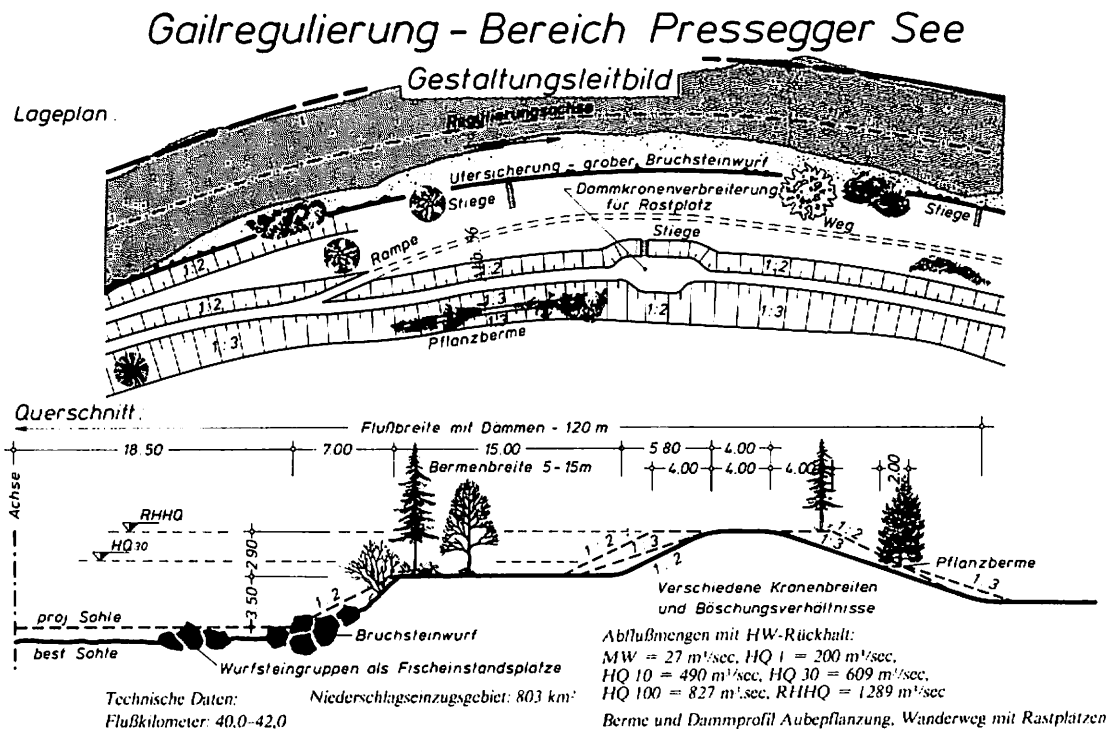


図-19 Gail川のPresseger湖付近の近自然河川改修区間の
流路平面形状及び横断面

Fig. 19 Plan and cross section of a naturally restored part of Gail river
at Presseger lake.

Vorschlag zur Instandsetzung eines betonierten Bachlaufes

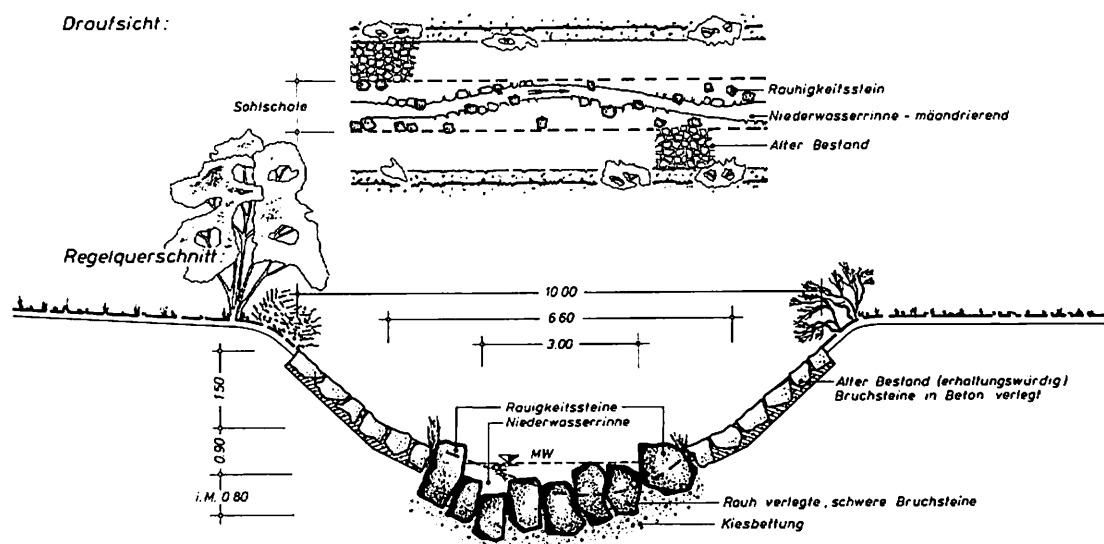


図-20 練石積河川改修区間の近自然的改良例の平面形状及び横断面
Fig.20 Plan and cross section of natural repair of hard river regulation.

2. ドイツのバイエルン州の事例

ドイツは近自然工法の分野における先進国であり、長年に渡る技術の蓄積がある。特にバイエルン州の南部はアルプスの高山地がその背景景観を構成しており、アルプスに水源を発する多数の荒廃溪流が谷底平野を流下する河川に漸次合流していく遷移領域である。即ち、砂防工事の領域と河川工事の領域とが混在している地域である。従ってバイエルン州アルゴイ地方での近自然工法の事例はわが国の砂防工事における近自然工法の導入を考える上で参考になるものと考えられる。

(1) 東アルゴイ地方のGeltlach川の近自然河川改修の状況を示す (写真-1～10)。

写真-1はGeltlach川の近自然河川改修区間のある箇所を上流側から下流側を見たものである。写真から様々な構成要素を読みとることができる。流路平面形状は直線ではなく、川幅も一定ではない。自然石の大礫を要所に配置して護岸工としている。堤防斜面は緩斜面とし、ヤナギ類を主体とした植栽を施している。

写真-2は少し上流側の箇所を下流側から上流側を見たものである。遠景にはこの川が貫流しているBerchtoldshofenの村落の景観が見られる。流路平面形状が不規則に蛇行していること、また流路横断形状が左右非対称であることがよくわかる。写真左手の右岸側では、随所に大礫を配置して護岸工としているが、反対側の左岸側では意図的に礫を配置せず、洗掘を許している。植生の配置も左右で全く違っている。

写真-3は両岸に植栽されたヤナギ類が繁茂し過ぎた箇所を示している。この様な状況は、景観上からは水面がほとんど見えなくなること、河川水理上からは洪水時に通水断面を狭くし、洪水流

下能力を減少させるので不適当である。従って早急に適当な長さに伐採してやる必要がある。近自然工法においては、特に施工後の環境変化の評価と、それに基づいた適切な維持管理が不可欠である。

写真－４はGeltnach川に右岸側から合流している小渓流の合流点付近の状況を示したものである。この小渓流も曲流し、自然石を適当に配置した護岸工が施されており、また自然石を用いた落差工が造られている。

写真－５はさらに上流側で村落の景観が近づいている。写真右手に見える様に、左岸側を一部鋸形に掘削し、流水を導入して分岐を作っている。ごく最近施工される様になった多様な景観構成要素の一つである。右岸側の植生が繁茂しているのに対し左岸側の半島上の突出部からその背後にかけては植生が見られない。この部分は意識的に裸地として放置された箇所で、今後の植生の分布状況は自然のサクセッションの過程に全く委ねられる訳である。

写真－６では流路が相当に曲流している状況、及び左右非対称の横断面の状況がよく分かる。この場合も植生が左右非対称であること、裸地のままで放置されている区間のあることが示されている。中程には自然石の大礫を用いた落差工が造られている。また右手手前に見られる川岸から迫り出して置かれている巨れきの周辺は魚類にとって格好の滞留場所になっている。

写真－７は左岸側を一定区間掘削して流路を拡幅して中央部に人工的に島を造成した例である。島の上流端は礫を並べて侵食を防止している。流路兩岸の処置も非対称であり、左岸側は草本類だけであるのに対し、右岸側にはさまざまな樹木が植栽されている。

写真－８も左右非対称横断面の箇所を示している。川幅が一定でない様子がよく分かる。右岸側（写真左手）から自然石を並べた低い水制工を張り出させ、対岸側の水衝部を意図的に侵食させ、人工的に淵を形成させている。従って写真右手の方へ流路幅が広がっている。但し、さらに侵食が進行し川岸斜面の崩壊が拡大するのを防ぐために大礫を配置し護岸工としている。この部分でも兩岸の植生は左右非対称である。

写真－９、１０も流路内に人工的に島を造成した例であることを示している。写真－９は下流側から上流側を、写真－１０は上流側から下流側を見たものである。流路の左岸側を拡幅し、中央部に島状に盛土し、その周囲には大礫を配置して、洪水時の侵食に備えている。流路の分岐や島の造成はごく最近施工されるようになった景観構成要素である。



写真－１ Geltnach川の近自然河川改修状況
Photo.1 Natural river restration of
Geltnach river



写真－２ Geltnach川の近自然河川改修状況
Photo.2 Natural river restration of
Geltnach river



写真-3 Geltnach川の近自然河川改修状況
(植生が繁茂し過ぎた状態)

Photo.3 Natural river restration of
Geltnach river
(Situation of overgrown trees)



写真-4 Geltnach川の近自然河川改修状況
(支流との合流点)

Photo.4 Natural river restration of
Geltnach river
(Situation of confluence with
a tributary)

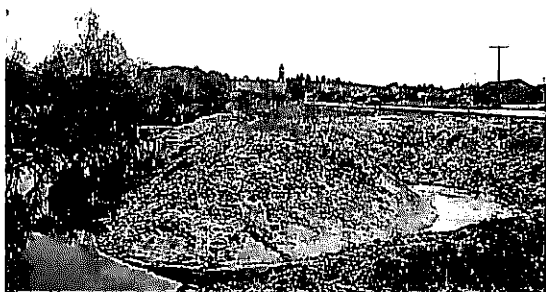


写真-5 Geltnach川の近自然河川改修状況
(人工的に造られた分岐)

Photo.5 Natural river restration of
Geltnach river
(artificial branch)



写真-6 Geltnach川の近自然河川改修状況

Photo.6 Natural river restration of
Geltnach river

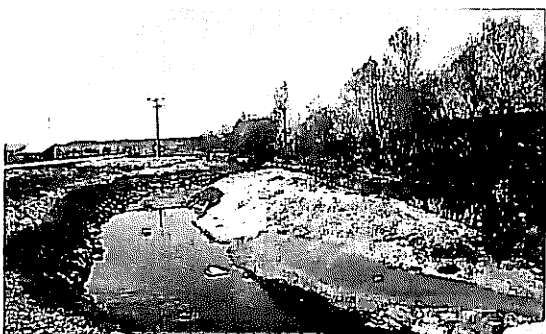


写真-7 Geltnach川の近自然河川改修状況
(人工的に造られた島)

Photo.7 Natural river restration of
Geltnach river (artificial island)



写真-8 Galtnach川の近自然河川改修状況

Photo.8 Natural river restration of
Geltnach river



写真－9 Geltnach川の近自然河川改修状況
(人工的に造られた島)

Photo.9 Natural river restration of
Geltnach river(aritificial island)



写真－10 Geltnach川の近自然河川改修状況
(人工的に造られた島)

Photo.10 Natural river restration of
Geltnach river (artificial island)

(2) 上アルゴイ地方の標高2000mを越えるアルゴイアルプスの美しい高山地景観を背景景観とした Iller川の近自然河川改修の状況を示す(写真－11～18)。ここでは特にアルプスの遠景と調和した、Iller川の河川周辺景観の創出が求められており、多様な景観構成要素を造成して、意欲的な試みが行われている。

写真－11～16は、昔の改修工事によって干上がってしまった旧河道の復元状況を示している。写真－11の左手の道路はIller川の工事及び管理用の道路であるが、自然休養地であるこの地方に滞する人々の格好の散策道にもなっている。道の右手は昔の河道に再び流水が引き入れられている状態を示している。写真－12は同様に手前に流水が導入されて再活性化した旧河道と、その向こう側の本流の河道の様子を示している。写真－13、14は再活性化された支流に沿って遊歩道や階段を造り、水辺に接近できるようにすることによって親水空間が構成されている状況を示している。

写真－15、16も旧河道部に水が引き入れられ、支流として再活性化された状況を示しているが、手前には萌芽力のある粗朶を束ねて置いている。親水区間とは逆に人の接近を妨げ干渉を防ぐ区間を残している。

写真－17は近自然河川改修がなされていない箇所を示している。この写真に見られる護岸工は今世紀の初頭に施工されたものである。流路の平面形状は全く直線的でその結果、背後には旧河道が取り残され干上がった状態になっていた訳である。護岸工の材料として用いられている石の大きさは小さく、当時の技術水準ではこの程度の石を積み上げることしか出来なかったということである。ヨーロッパの大部分の河川は既にその当時に改修が為されており、現在は近自然工法を適用してそれらの河川の再活性化或いは再自然化の段階にあるわけである。

写真－18はアルゴイアルプスの高山地景観を背景としたIller川の状況である。遠景の2000mを越える山地と手前に曲流する河川とで絶妙の景観が構成されている。流路形状は不規則で川幅も一定でない。所々に体積が生じて瀬が出来ている。現在の近自然工法のやり方では意図的に部分的な堆積を誘導している。ところで、兩岸の背景に存在する樹高の高い林はドイツトウヒの林である。この様な樹種は本来水辺空間には成育しない筈のものである。したがってこの景観は「不自然である」として伐採して、水辺に生育する樹種を誘導し、本来の水辺区間らしい景観に戻すべきであるという見解が生じている。

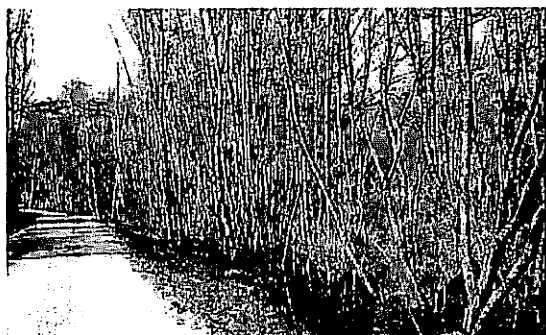


写真-11 Iller川の近自然河川改修状況
Photo.11 Natural river restration of
Iller river



写真-12 Iller川の近自然河川改修状況
Photo.12 Natural river restration of
Iller river



写真-13 Iller川の近自然河川改修状況
Photo.13 Natural river restration of
Iller river

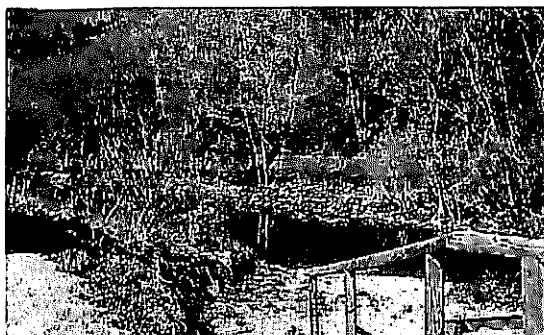


写真-14 Iller川の近自然河川改修状況
Photo.14 Natural river restration of
Iller river



写真-15 Iller川の近自然河川改修状況
Photo.15 Natural river restration of
Iller river

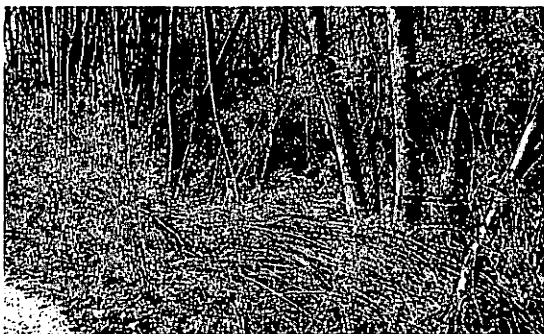


写真-16 Iller川の近自然河川改修状況
Photo.16 Natural river restration of
Iller river



写真-17 Iller川の今世紀初頭の河川改修状況
Photo.17 Conventional river restration of
Iller river at the beginning of the
20th century



写真-18 Iller川の近自然河川改修状況
(遠景はallgauアルプス)
Photo.18 Natural river restration of
Iller river
(with Allgau alpu in the background)

写真-19はIller川でカヌー下りを楽しんでいる状況を示している。近自然工法が成功し、多様性に富んだ景観が構成された河川は、川遊びをする人にとっても、とりわけ価値のあるものになっている。

写真-20, 21は自然石の巨礫を用いた水制工の施工状況を示している。写真-20は下流側から上流側を、写真-21は上流側から下流側を見たものである。写真-20右手の人間の大きさと対比して巨礫の大きさが把握されるであろう。用いられる礫の大きさは流水の侵食力の大きさと拮抗するように選択されている。

写真-22, 23は自然石の巨礫を用いた落差工である。このように、近自然工法においては自然石を用いた横工もしばしば設置されている。但し、Iller川では流水の力が強いので、これらの例では設置された自然石の下流側には鋼製の杭を打ち込んで石の転動を防いでいる。写真-23に示す落差工は流路に対して直角ではなく、意識的に曲げている。

写真-24はIller川の近自然河川改修区間のある部分を少し高い処から俯瞰した状況を示している。手前の青い水面は、工事用の砂利を掘削した後に水が溜まった人工の池であり、その向こう側の白っぽい水面がIller川の河道である。不規則な流路平面形状、一様でない川幅、兩岸の植生状況等が見て取れる。



写真-19 Iller川の近自然河川改修状況
(カヌー下りを楽しむ人々)
Photo.19 Natural river restration of
Iller river
(Situation of canoeing)



写真-20 Iller川の近自然河川改修状況
(巨礫を用いた水制工)
Photo.20 Natural river restration of
Iller river (Spur dyke constructed
withbig stones)

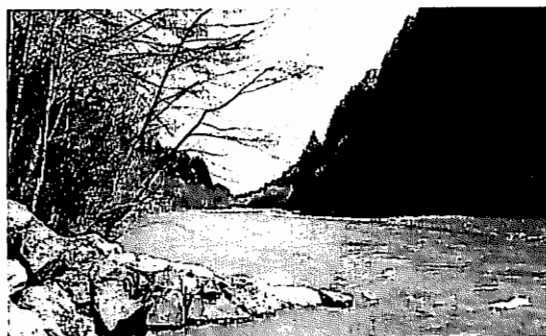


写真-21 Iller川の近自然河川改修状況
(巨礫を用いた水制工)

Photo.21 Natural river restration of
Iller river (Spur dyke construted
with big stones)



写真-22 Iller川の近自然河川改修状況
(巨礫を用いた落差)

Photo.22 Natural river restration of
Iller river (Cross dyke constructed
with big stones)



写真-23 Iller川の近自然河川改修状況
(巨礫を用いた落差工)

Photo.23 Natural river restration of
Iller river (Cross dyke constructed
with big stones)



写真-24 Iller川の近自然河川改修状況
(俯瞰状況)

Photo.24 Natural river restration of
Iller river (Bird's-eye view)

- (3) アルゴイ地方のOberjochにあるKaltenbrunner Bach溪流における近自然砂防工事の事例を示す(写真-25~28)。Kaltenbrunner Bachは河床勾配が急で、上流域の侵食による土砂の生産、流出の多い荒廃溪流である。写真-25、26に示されるように、巨礫を用いた流路護岸工並びに床固工が施工されている。写真-25中央の人間の大きさに対比して使用される礫の大きさが把握されよう。写真-27、28は施工状況を示したものである。強力なパワーショベル等の重機の発達によって、巨礫を自在に運搬し積み上げることができるようになった。この溪流は河床勾配が急であるので巨礫を用いた床固工の直下流側には鋼矢板が打ち込まれており転動の生じないように施工されている。



写真-25 Kaltenbrunner Bachの近自然
砂防工事状況（巨礫を用いた床固工）

Photo.25 Natural torrent control works
of Kaltenbrunner Bach
(Consolidation dam constructed
with big stones)



写真-26 Kaltenbrunner Bachの近自然
砂防工事状況（巨礫を用いた床固工）

Photo.26 Kaltenbrunner control works
of Kaltenbrunner Bach)
(Consolidation dam constructed
with big stones)



写真-27 Kaltenbrunner Bachの近自然
砂防工事状況（巨礫を用いた工事状況）

Photo.27 Natural torrent control works
of Kaltenbrunner Bach
(Construction with big stones)



写真-28 Kaltenbrunner Bachの近自然
砂防工事状況（巨礫を用いた工事状況）

Photo.28 Natural torrent control works
of Kaltenbrunner Bach
(Construction with big stones)

V 近自然工法の日本への適用上の問題

ヨーロッパアルプス諸国において発展してきた近自然工法の技術を日本へ適用する場合に留意すべき問題点について述べる。

まず、第一に重要な点は、単に近自然工法の個別の事例や、個々の手法をそのまま導入することではなく、近自然工法の背景にある基本的な考え方や、計画立案の原則等について十分に考察を行うことである。そのような考察に基づいて、自然的条件及び文化的条件の異なる日本における近自然工法の「適用可能性」と「適用限界」とを明らかにしていくことが必要である。

日本の国土は南北方向にもかなりの地理的広がりをもっており、全国各地でそれぞれの自然的条件はかなり異なっている。従って、地域によって地形、地質等の無機的な要素も、植生等の有機的な要素も大いに異なっており、それらによって構成される景観も多種多様である。それ故に、砂防・河川

事業において、周辺環境及び景観とをの目指す場合にも、日本全国で画一的なやり方を適用するとすれば、そのようなやり方はそもそも間違いであろう。それぞれの対象地域に固有の原景観あるいは代表景観を復元し、それに調和したやり方を見いださなければならない。

また、ヨーロッパと日本ではその自然条件にかなりの差異があることも事実である。日本の場合、土砂生産の激しい急流河川が非常に多いために、土砂の生産、流出を抑制する施設の安全性に対する要求水準が高く、相当に厳しい条件のもとで、景観あるいは環境に対する配慮をしなければならないという困難な事情がある。また、洪水流量そのものも、単位面積あたりの比流量が、ヨーロッパアルプス地域では1-2 m³/km²程度であるのに対し、日本では10-20 m³/s/km²程度で10倍位もあり、困難な条件が課されている。さらに、わが国には土石流危険渓流が極めて多いこと、その中でも衝撃力の大きい土石流が発生する、河床材料の粒径の大きい渓流の数も多いことに留意しなければならない。このような土石流危険渓流では近自然工法の適用は適當ではない。従って、近自然工法の適用可能な場所と、そうでない場所の見極めが重要となってくる。安全性の面から自然材料のみを用いた施設が適用できず、コンクリート構造物を建造しなければならない場合が多々あるであろうが、その場合でも表面に自然石を張り付けるような配慮を伴った施工法は可能である。ヨーロッパでも必要に応じてそのような工法が用いられている。

近自然工法を望ましい状態で実現するためには、本来施工完了後の維持管理を必要とする。この点に関してもまた、日本の気象条件が高温多湿であるために、近自然工法を適用し流路周辺に植生を導入した後、雑草が繁茂し過ぎて生態的にも景観的にも好ましくない状態となることが予想される。従って、施工完了後も十分な維持管理が不可欠となる。現在の砂防・河川事業の枠内では、必要な維持管理を行うためのシステムが欠落しているので、そのための体制を整備する必要がある。

近年日本においても、近自然工法を取り入れた砂防工事が各地で試みられるようになってきている。優れた事例もないわけではないが、ヨーロッパの事例と比較してみれば、日本の事例では施設を取り巻いている環境から浮き上がってしまい、周囲の景観と調和しているとはいえない例が多いように思われる。美的な見地からはまだまだ改良の余地があると考えられる。しかしながら、ヨーロッパにおいても、近自然工法が現在あるような洗練された技術に発展する過程では、幾多の試行錯誤を経て、それなりの年月を要して来ているわけであるから、これまで施工されてきた事例の範囲内で評価される日本の現状には問題点が多いとしても、それはわが国ではまだ近自然工法に関する経験と技術の蓄積が浅いためであるかもしれない。今後、施工前後の環境並びに景観の変動に関する評価を十分に行い、研究を積み重ねていくことが必要であると考えられる。

VI お わ り に

環境及び景観に配慮した砂防技術のあり方を考える上で不可欠な事項について論述した。ヨーロッパアルプス諸国で発展した近自然工法はそのような砂防技術の重要なモデルのひとつである。近自然工法の背景にある理念や原則に対する考察は、わが国の環境及び景観に配慮した独自の砂防技術を体系化していく上で大いに参考となるものと考えられる。近自然工法の考え方が具体的に理解されるように、ヨーロッパアルプス諸国での最新の近自然工法の事例をできるだけ多く、図と写真で示すことを心掛けた。それらの近自然工法の手法を日本への適用する際には、前章に示したような問題点について十分に検討する必要がある。本報告は序説として基本的な考え方を述べたものであり、環境及び

景観に配慮した砂防技術を体系化するという大きな課題に対しては、今後研究を展開して行く積もりである。

文 献

丸井英明(1990)：ヨーロッパにおける近自然工法，第22回砂防学会シンポジウム講演集，96－110.

丸井英明(1992)：景観の保全と砂防，アルプス景観シンポジウムテキスト，39－53.

Weinmeister, H.W. (1992)：Landschaftsökologische Wildbachverbauung, 3－21.

(日本語訳：景観生態学的観点からの砂防工事)

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/Waasserwirtschaft 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)：Ingenieurbiologie in Praxis und Umwelt - Pflanzen als Baustoff, Patzer Verlag, Berlin. Hannover.

Kärntner Landesregierung(1985)：Naturnaher Wasserbau in Kärnten, Kärntner naturschutzblätter, 24. Jahrgang, Sonderheft Nr. 5