
5. 開発と治水の対応

－水環境における治水の位置付けを認識した上で、望ましい対応策を考える－

北 原 寿 磨（北原技術事務所）

目 次

はじめに

1. 治水の認識

2. 水環境の構成

3. 治水の対応

（1）水災害防止

（2）水利用

（3）環境保全

4. 環境アセスメント

5. 望ましい対応

おわりに

はじめに

「治山・治水」は、古来から洋の東西を問わず「治世の要諦」と言われている。

我国においては、熊沢蕃山（1619～1691）・河村瑞軒（1618～1700）・金原明善（1832～1923）などが、相次ぐ洪水災害の経験から治山・治水を唱えるとともに、実践してきている。また、鎮江（中国）に孫文（1866～1925）の遺徳を称えた「中山記念林」の碑に、総理遺訓として「要能句防 水災便先 要造森林 有了森林 便可以免 去水禍」とあった。

「山を治めてこそ治水がなる さなくば一切の努力も水泡に帰す」、これは我国が近代国家として治水行政の体制を確立し、天竜川の治水方針を策定するにあり、内務省が流域の治水状況を調査して得た結論である（『天竜川流域調査書』 明治31年 内務省）。この時期に、いわゆる治水三法（河川法・砂防法・森林法）が制定された。

山村の住民も、山を治めることの重要性を実感として認識している。

このように、多くの人々が体験から森林の保水機能を大きく評価しており、治山が治水の基本であることは「真理」と考えられるが、我々の対応はその教えに逆行してきた。

現在、治山・治水は、それぞれ多くの問題を抱えているが、一日も早くグローバルな視点から協調して進むことが望まれる。

ここでは、「治山」は別途検討することとし、まず「治水」について考える。

1. 治水の認識

「治水」という言葉が、「水災害防止」と狭義に用いられていることに、水問題が混乱する一因となっている。すなわち「治水」は、水害防止・水利用・環境保全でわれわれに関わっている。

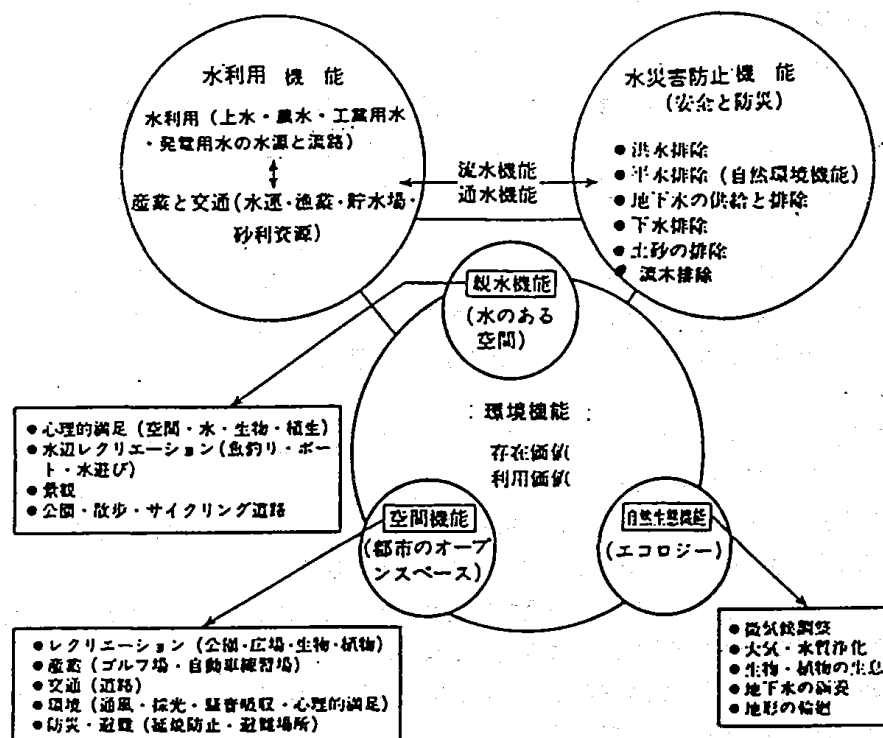


図 河川の環境機能の構成と位置づけ

『河川工学』須賀寛三(1985)をもとに加筆

治水——
——水災害防止：治水技術の再評価、水陸の生命の連続性を保つ改修工事
——水利用：取水ルールの新評価、魚が生息できる流量の確保
——環境保全：自然の再認識、相手の立場にたって考える姿勢

従来、人類の生存にとって、まず生活基盤の確保（生命・財産の安全、食料の増産）が第一で、それらの設備を整えることが人々の最大関心事であったことから、「治水といえば水害防止と水利用の施設を建設すること」という観念が定着してきた歴史的経過がある。しかし、その施策が進むとともに、人類は多くの利便を得た一方、生存環境が悪化してきたことに危機感をもつようになった。

2. 水環境の構成

(1) 構成要素

水環境は流域環境の基盤をなすもので、生態系・人文系・社会系に関わるが、その内、工學上の基礎的項目について、その構成要素には次のとおりである。

- (a) 水域（流域・河川）：集水域、集水面積、地形・地質、土地条件（地被）、降雨条件（雨量・地域分布・時間分布）、流出機構。
- (b) 流量：洪水・渇水・正常流量（水利・維持（環境保全））
- (c) 水質：汚濁源（自然・人為）、表流水質・地下水質。
- (d) 河川施設：護岸・水制・床固・砂防堰堤・多目的ダム。

(2) 流出機構

森林のもつ保水機能は、流出を平準化して高水を低減するとともに低水を豊かにする。

(a) 洪水流出量に関わる要素

洪水災害をもたらす洪水流出量は、流域の地形（形態・集水域）・地質・地被の条件を基盤として、降雨条件（総量・降雨強度）によって規定される。

このうち、地形・地質は長い時間を経て形成されてきたもので、その変化は緩慢であるが、地被条件は人間の活動に伴って急速に変化してきている。

降雨条件は、最近の気象変動や都市化による気象変化も考えられるが、確定できる段階にないので、過去の統計をもとにしている。

(b) 流出量の算定式

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot A \cdot r \quad \text{----- 合理式}$$

Q：洪水流量 (m³/s)

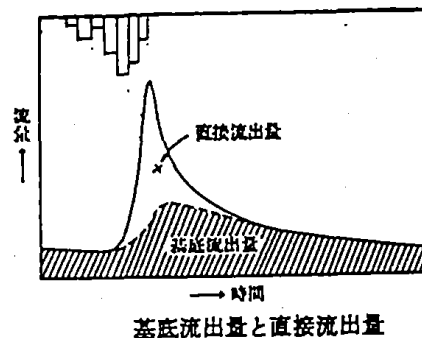
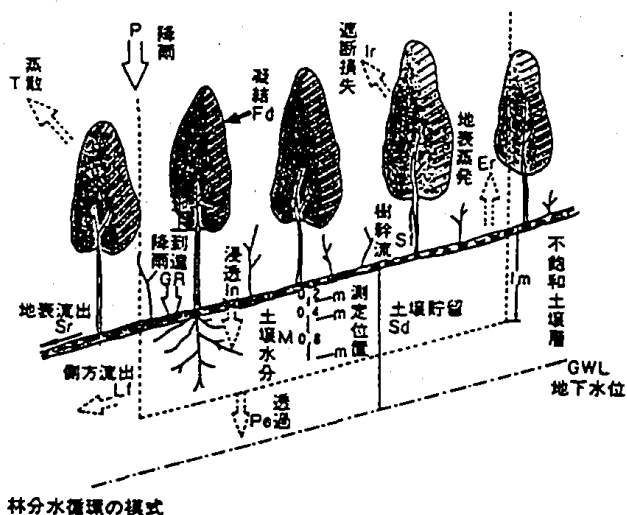
f：流出係数

A：集水面積 (km²)

r：降雨強度 (mm/hr)

1/3.6：単位調整の定数

上式の各変数 f, A, r は、それぞれ複雑な要素で構成され未解決の部分が多いが、原理的には上式（合理式）で表現することができる。



(3) 流域開発の影響

(a) 地被条件の変化に伴う流出量の増大

保水力の大きい森林土で覆われていた地表が浸透性の低い裸地や舗装（芝地も地盤の突き固めや葦屋根効果で表面流出が多くなるので緑の舗装といわれる）に変換されると、

- ① 従来地下に浸透していた水が表面流となるため、流出の総量が増加する。
- ② 流れに対する抵抗が減少して流れが速くなり、流水が集中してピーク流量を増大する。
- ③ 水量と流速を増した洪水は、土砂や流木をともなって破壊力を増す。

以上の要因が相乗的に作用して、下流に被害をもたらす。

(b) 面的開発の影響

開発により地被条件を改変すると、降雨量に対して流出量の割合（流出率・流出係数とも）が変化する。したがって、現状の地被を浸透性の低い状態に改変した場合、その部分の流出量は増大する。

現在、大規模開発に伴う流出量増大による影響を調整するため、行政では技術基準を設けて調整地の設置を指導している。大規模開発における洪水調整池の設置基準では、地域の流出特性を考慮して現状の流出係数を設定するよう指導されているが、その基礎となる水文資料が不十分なため、実施にあたっては地域の特性に関係なく『防災調整池基準』に示す目安（開発前の流出係数を 0.7（山地）、開発後を 0.9）を適用している例が多い。

この場合、流出量は開発前の約 1.3 倍（ $0.9/0.7$ ）となり、その増分を調整池で調整することになっている（規模 1/50 年）。水文事象の不確定さや維持管理の不確実さから安全側を採っているが、莫大な費用を要する割には、実態とはアンバランスな結果となっている（現地での観測記録が必要）。

開発の影響を下流地点の流量で見ると、その地点上流の集水面積に、開発により拡大したと考えた集水面積を加えた面積の割合（ $1 + \alpha a/A$ ）で増加すると解釈することもできる。

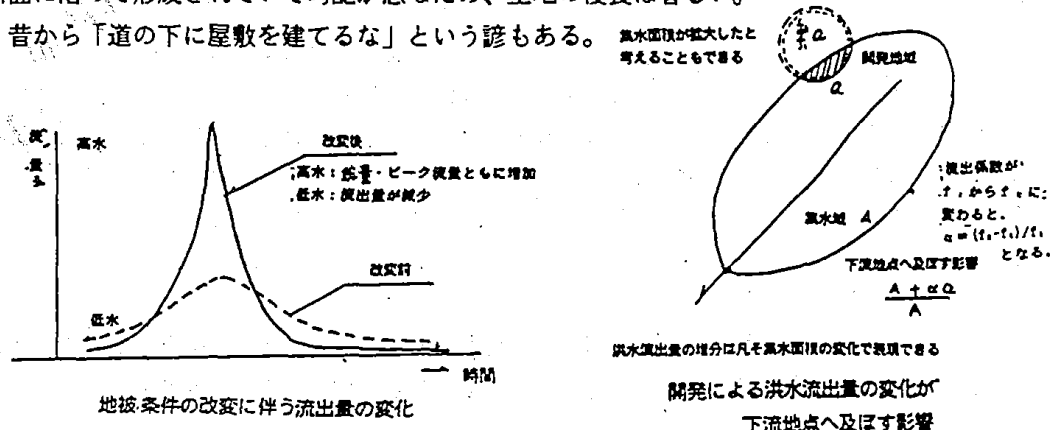
(c) 線的发展の影響

道路面は浸透性が低く、ことに舗装道路はほとんど浸透しない。山間の傾斜地では降雨時には道路が流路となる場合が多い。道路で勾配 1/100 以上は普通であるが、流路では非常な急流である。水流は路線に沿って直流し、線形や勾配の変化点で路線外へ容易に溢水する。また、道路によって集水域が変更され、他の流域へ流れ込むこともある。

このようなことを防止するため、整備された道路には側溝や排水口を設け、これに流水を集めて適宜既存の流路へ分散するようにしているが、それらは管理を十分にしているも崩土やゴミ・落葉で容易に閉塞して、機能を十分発揮できないのが実情である。このようなことが起ると、地山を侵食し崩壊を起こすことがある。

材木を搬出するために形成された木引道も、道路と同様の影響を及ぼすが、この方は凹地が斜面に沿って形成されていて勾配が急なため、土地の侵食は著しい。

昔から「道の下に屋敷を建てるな」という諺もある。



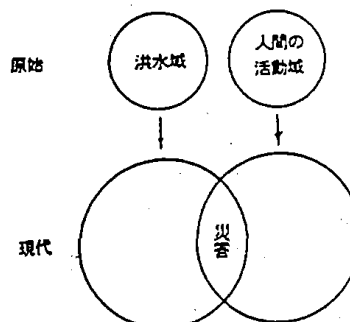
3. 治水の対応

(1) 水災害防止

(a) 水災害の構造

人間が地球上で生活を始める以前から、大水はあった。原始時代の人間は洪水の危険のある河辺から離れて暮していたが、人間の活動が拡大するのに伴って活動域も次第に河辺へ接近するようになった。

一方、洪水流出量は、人間の生産活動（森林伐採、開墾、住宅・開発・道路の建設等）に伴って増大するため洪水域も必然的に拡大し、洪水域と人間活動の交差するところで災害が発生するようになった。



(b) 防災対策

開発に伴う洪水流量の増加が下流に被害を及ぼすことを防ぐため、開発にあたって各自治体では「指導要綱」で、防災調節（整）池の設置および下流河川の改修等の洪水防止対策を講ずるよう指導している。

(イ) 防災調節（整）池

防災調節（整）池は、大規模開発に伴って発生するピーク流量の増分を池（ダムの高さ 15m 未満）を造って一時貯留し、洪水のピーク後に放流することにより、開発による影響が下流へ及ばないようにしようとするもので、建設省の指導の下に技術基準（案）が作成され、各自治体が準用している。構造はいずれも穴明きダムで、洪水調節方式は操作に人為を介しない自然放流方式である。基準では、防災調節池は恒久的なもの、防災調整池は下流の河川改修（流過能力）が整備されるまでの暫定的なものと定義しているが、洪水流量には限界がなく、かつ、治水の安全は出来るだけ確保せねばならないから、ここでは、以下両者を区別することなく洪水調節池という。

調節池の規模は、一般に1/50年の洪水まで対応することになっている。したがって、1/50年以上の洪水に対しては、洪水の調整はできないことになる。その場合でも堤体が決壊して被害が増大しないように、洪水吐の規模は、1/100年または実績最大洪水の、いずれか大きい流量の1.5倍以上を放流できるようにしている。調節池の容量は、下流河川の流過能力との見合いで決まる。

一方、施設は以上の基準で設置されていても、以後の管理が適切に行なわれなければ機能を発揮することができない。一般に、建設時は防災に留意していても、管理に移行すると担当者が変わり、その間の引き継ぎが十分なされないことが多い。したがって、事業目的に直接関わりの薄い防災機能が軽視され、極端な場合は、防災調節池の放流口を閉鎖して池に利用するような事態が起こりかねないこともある。また、自治体において、これらを監視する体制も明らかでない。

(ロ) 河川改修

開発する地域の下流の河川は小規模である場合が多く、改修すると莫大な資金を要するとともに土地の取得等に困難な問題があり、部分的な対応で妥協しているのが実情である。

(ハ) 防災対策のまとめ

① 土地条件の改変は洪水流出量の増加を伴う。その対策として、防災調節地の掘削や河川の改修が指導されているが、その対応にも限界があり、計画規模以上の洪水に対応するものではない。

② 開発の安全性は、施設の設計・施工・管理が十分行なわれることを前提としている。これらが「適切に行なわれるか」は、施設が存続するかぎり負荷として残る。開発にあたっては、以上のことを十分認識したうえで対応する必要がある。

③ 開発において防災に要する費用は、建設時に一時に投資されるが、その後の維持管理にも多くの費用を要する。また、施設等の改善点も運用に入ってから明らかになってくる。一時的な投資ではなく、施設が存続するかぎり安全が保証される体制を明らかにしておく必要がある。

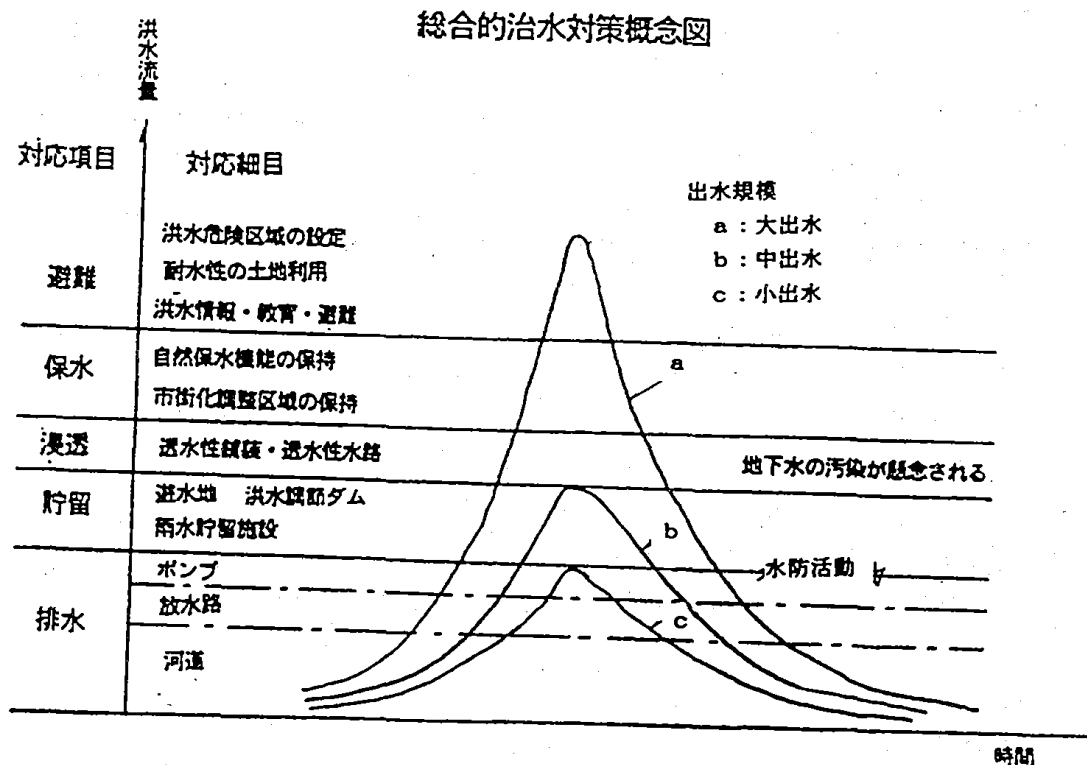
④ 地域において開発の影響を論ずる場合、個々の開発のみでは不十分で、地域全体（または流域）の総合治水対策の中で位置付ける必要がある。

(ニ) 総合的治水対策

拡大する人間活動と増大する洪水流量との狭間に起きる水害に対して、どのように対処するかは際限のない葛藤のように思われているが、「治水対策のあり方」の原点に戻って整理すると次のようになる。

洪水流出の規模は無限ではないが、我々が想定するよりもはるかに大きなものが発生すると考えなければならない（極端にはノアの洪水の伝説もある）。

そのれに対する対応として、「排水」「貯留」「浸透」「保水」「避難」が考えられる。



① 排水：該当域の洪水をできるだけ早く域外へ排除しようとするもので、方策として河道改修・放水路・トンネル河川、水防活動等がある。

② 貯留：被害をもたらす洪水波形のピーク部分を調整して氾濫を防止するもので、河道沿では遊水地・洪水調節ダム等、流域では防災調節（整）池や校庭・公園等の空間および団地の棟間の地下に雨水を一時貯留する雨水貯留施設等がある。

③ 浸透：雨水を積極的に地下へ浸透させ、表面へ流出する流量を軽減するもので、浸透井（溝）・透水性舗装等がある。ただし、浸透させる水の水質やその方法によっては、地下水を汚染させることになりかねないので、実施にあたっては十分な検討を要する（未解決）。

④ 保水：流域の保水機能を保全かつ増進することにより、流域からの洪水の流出量を増大させないようにするもので、自然保水機能の保持（森林の育成・森林土壌の保全・遊水地の保全）、土地利用の規制（適正な市街化調整区域の設定・土地利用形態の指導）等がある。

⑤ 避難：施設による対応には自ら限界があるので、運用面に対応する。対策として、洪水危険区域の設定・耐浸水性の土地利用・防災教育・洪水情報の伝達・避難等があり、事前に災害を回避しようとするものである。

以上の対応は単独で行なわれるのではなく、地域の特性および実態に即して総合的な治水対策の中で位置付け、並行して行なわれなければならない。これらの対応は、現在「総合治水対策」（建設省河川局が提起）として徐々に進められているが、いまだ「排水」と「貯留（ダム）」が主流で、他の対応は遅れている。ことに、広大な面積を占め、洪水の流出に大きく関与している森林の保水機能の増進は、時間の経過とともに効果を発揮してくるものだけに、緊急の対応が望まれる。

（２）水利用

（a）水利用の経過

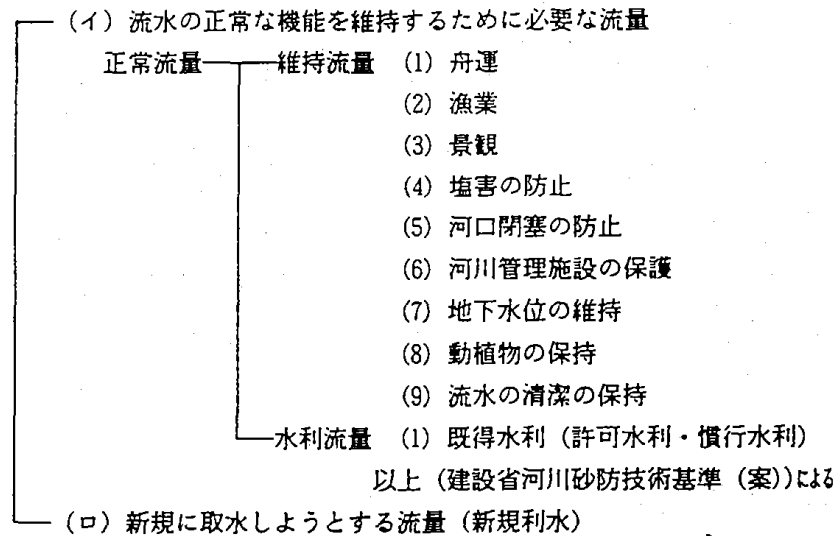
水を人間の生活に利用しやすいかたちに導いて利用することは、しごく当然の発想である。人々は河水を、先ず生活用水や灌漑用水に引き、やがて水力発電・上水道用水・工業用水・都市用水へと、多用途・大量に取水するようになり、取水方法も、流れ込み式（堰）から貯水式（ダム）へと発展してきた。取水設備も粗末で取水量も少なく、取水の影響が自然の許容範囲のうちは環境破壊も少なかったが、取水方法や取水施設が発達するにつれて、地域によっては自然の許容限界を越え、環境が悪化する事態が生ずるようになってきた。

（b）取水のルール

かつて、低水の流量は現在に比べると豊かで、その一部を取水しても河川環境に悪影響を及ぼす程度は小さかった。土木技術が発達するとともに根こそぎ取水するようになり、「一滴も漏らさず取水することが近代技術」と思われてきた（かつて、煙突からモクモクと煙の出ていることが繁栄の象徴であり、好ましく思われたことに類似している）。

一方河川管理者は、一滴も余さず取水してしまうことを好ましく思わず、河川における「流水の正常なる機能を維持するために必要な流量」を次のように設定し、その実現に努力しているが、具体的流量については決め手が定まらず、長い間懸案となってきた。

水利用にあたり対象となる流量



維持流量を幾ら（どの時期、何 m^3/s ）にするかについては、従来、経済性からの数値のみが論議されていて、人間の生存環境やそれを構成する生物の生息環境については、積極的な検討がなされなかった。この場合、数値のみによる論議は実感として分かりにくいので、最近是一般に理解されやすい表現として、「人手をあまり加えずに魚が生息できる流量」というのが、当面の目安として提唱されているが、魚が生息できる流量といっても、それは個体か群れか・自然状態で繁殖できるか・健康か等、未知の課題が多くある。一見すべてに好ましくないと思われる洪水も、生物の生息環境造りに役立っているようである。

生物の環境について河川技術者は余りにも知らないことが多く、それらについて各分野の知見と協力を得て、一步一步解決していく努力が大切と考えます。

しかし、この場合も「人類の生存」を第一義とした考えに立脚している。

(3) 環境保全

今までの水環境への働き掛けは、「人間の目先の欲望」を満たすことに終始し、水害防止と水利用に偏って、水環境を包括する環境保全は軽視されてきた。

環境保全にあっては、相手の立場になって考えることが肝要と考える（人間でいうと基本的人権の尊重ということになるか）。人間の活動は、人間以外のものにとってはまさに「暗黒時代」であり、しかもそれが持続されてきたことになる。人間が自然の許容限界を越えて活動する場合、人間は他の生物とともに共倒れすることを認識し、環境との調和を考慮して開発にあたる必要がある。

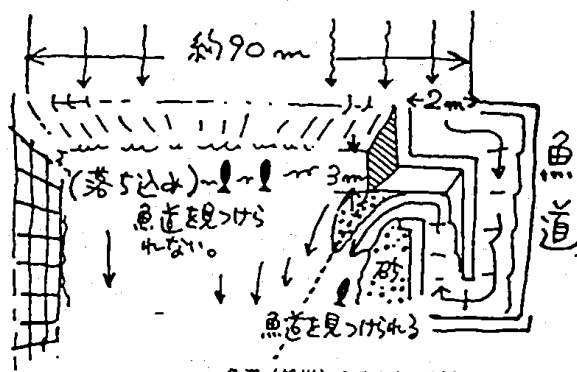
(a) 生物の生存環境としての対応：人間は生物の一員であることを認識する。我々人類の生命の上陸した水際を遮断しない（水陸の生命の連続性を保つ）。

(b) 環境ポテンシャルの向上：自然、社会、歴史、民俗、文化、自然体験・学習の場、憩いの場、レジャーの場、スポーツの場等、ソフト面の活用を図る。

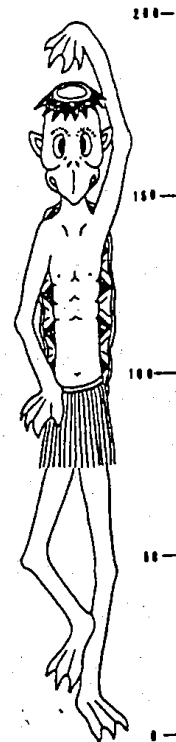
(c) 生物に優しい対応：魚が生息する環境（流量、水質、水温、河状、ライフサイクル、生理、餌料環境等）、環境の多様性等を自然の川に学ぶ。

開発にあたっては、主体となる事業の必然性、自然環境および河川特性との整合、地域環境（歴史、民俗、地域計画）との整合、環境ポテンシャルの向上、地域住民の合意等を十分に考慮した、質の高い対応が望まれる。そのためには、これらに関する基礎的事項の調査・研究が必要である。

最近、環境整備事業（河川・砂防・ダム）が盛んに行なわれようになったが、自然環境に対する理解が十分でなく、また、環境整備に対する思想の曖昧な状態で進めると、かえって環境を破壊し取り返しのつかないことになる。思慮ある対応が望まれる。



魚道（松川）ふるさとの川（1989 春号）



量水標

4. 環境アセスメントについて

アセスメントとは、開発にあたり、「その行為によるメリットとデメリットを事前に評価する」ことで、テクノロジー・アセスメントは新技術や新製品の開発に、環境アセスメントは一般に自然環境を改変する開発に用いられている。

環境アセスメントの実施は、従来の開発方式に比べると、自然環境を考慮するなど関係者の努力によって格段の前進を見たが、市民の生活感覚としては未だの感がある。

現行の開発姿勢とその環境アセスメントについて、筆者の所感と希望は次のとおりである。

① 市民に対する配慮：相手の身になって考えることが希薄。開発に対し合意を図るための姿勢が消極的、したがってその方法も未熟（情報公開、親身のある広聴）。市民の立場に立った技術・制度の確立が必要。

- ② 可能性調査がない：調査＝実施の体制となっている。撤退することもある英知が必要。
- ③ 社会面の軽視：開発の影響は自然および社会全般に及ぶが、現在は自然面に偏り、社会面は欠落している。
- ④ 基礎研究の遅れ：流出機構の変化・生物の生息域に及ぼす影響・農業肥料等が地域へ及ぼす影響・森林の効果等は開発の影響の重要要因であるが、基礎的データが不足している。審査にあたる行政機関は自主的に調査研究を行ない、高度の審査に応じられる体制をつくる責務がある。さらに、開発者に観測体制を整備するよう指導する等、また、環境と調和した開発のために、既知の資料を収集整備し公開する等、行政に期待することは多くある。
- ⑤ 開発の審査：分野別には行なわれているが、総合性に欠ける。環境保全に対する行政の姿勢がはっきりしない。防災（特に洪水対策）については指導要項の域をでず、事務的な処理におわっている。
- ⑥ 責任の所在が明確でない：計画・調査・設計・施工・運用・維持管理の各段階で分業化されていて、責任の所在が明確でない。

5. 望ましい対応

河川に対する人間の働き掛けが、水害防止と水利用に偏り、地域の生態や環境を犠牲にしてきたことの弊害に気付いた現在、従来の方式に反省を加え、「自然に優しい対応」を多くの知見を集めて創出する必要がある。

そのためには、

- ①正しい認識：無知より恐ろしいものはない。人類は生態系の一員。広い視野・長期的視野で考える（過去・現在・将来）。自然界と人間の関わりを知る。自然界に学ぶ。
- ②芳りの心：相手の身になって考える（人・動物・植物・昆虫・魚等）。イベントで行なう「魚の掴み取り」は心が痛む。
- ③自主性：他人任せではない（主体性の確立）
- ④共同性：多様な見方を知る。お互いに切磋琢磨。皆が力を合わせ、協調・協働・共楽。共に向上する。

おわりに

現場で水環境問題に関わっていると、市民の環境に対する関心の高まりに比べ、行政対応の遅れが強く感ずる。我国は「民主国家」「文化国家」を標榜しているが、こと治水においては「依らしむべし、知らしむべからず」の「旧体制」が存続しているように思う。このことは、治水（洪水防止・水利用・環境保全）が公共事業であり、技術や資金が個人の限界を越えること、人間関係や維持管理の煩わしさからの逃避などのために、治水を行政に一任してきたことに市民側にも責任があるが、一方、任された行政は競争意識が薄く、硬直化しているように思う。直接開発に関わっている行政機関職員の奮起（自主性主体性発揮）を切望します。

望ましい河川環境を創造するためには、多くの人々（先人を含む）の知見や経験および要請に謙虚に学び、対応に反映して行くことが大切で、そのためには既成の概念や制度に解決しなければならぬ課題や壁が多くある。しかし、制度や壁は人間が作ったものであり、人間がこれを改善することもできると考えます。