

2008.07.18

於リバーフロント整備センター

環境流況

流水の正常な機能の維持について

紹介文献

1. 世界環境保護連盟発行 Flow 環境流況
2. 世界銀行発行 Water Resources and Environment: Environmental Flows:
(水資源と環境:環境流況)
Technical Note C.1 Concept and Method (概念と手法)
Technical Note C.2 Environmental Flows: Case Studies (事例研究)
Technical Note C.3 Environmental Flows: Flood Flows (洪水流)

大町 利勝

八千代エンジニアリング株式会社

なぜ環境流況なのか

河川局長通達によって各河川に河川環境管理計画を樹立するという作業が開始されてから十数年が経過しました。この間平成9年には河川法が改正され、河川管理の目的に環境の保全が取り込まれましたが、かつての「河川環境管理計画」は法文上明示されず、河川環境に関する事項は、河川整備方針、河川整備計画の一部として取り扱われることになりました。しかし、整備方針、整備計画の一部という扱いは、扱い慣れた治水、利水といった単純明快な目的とは異なり、また河川環境管理計画が法改正に伴って廃止措置が取られなかったこととも相俟って、明確な決定もないまま実態として存続しています。

このような状況のもと、最近になって整備方針、整備計画を補完するものとして河川環境管理計画の見直し作業が始められようとしています。公物管理という河川管理の本来的性格を考えますと、たとえ何らの「整備」がなくても、河川には「管理」が必要であり、その最も重要な項目のひとつが環境といっても言い過ぎではないと思います。

つまり、治水、利水はあくまで、河川法がいうところの「流水の正常な機能が維持」されていることを大前提としたものであり、これを抜きにしては河川の適正な管理はありえないからです。

ところで、河川環境管理計画は、当初から「空間管理計画」と「流水管理計画」の二本立てで考えられたものでした。しかし、主として河川の高水敷の保全と活用に重点を置いた空間管理計画が全国109の一級河川のすべてにおいて策定されたのに対して、流水管理計画の策定は遅々として進まず、局長通達以来十数年を経た現在も一級河川3水系で策定されたに過ぎません。この背景には、時、場所により変化が著しく、また一カ所に止まらない流水の特性から、何を基準にして管理すべきかについて一定のコンセンサスが得られなかったこともあるように思われます。

私は旧建設省で約30年間河川行政に携わってきました。その間には、実現できなかったことも数多くあります。その中のひとつが、洪水でもなく渇水でもない普通の年の普通の時の河川管理、つまり流水管理計画を体系的に策定することができなかったということがあります。大雑把に見て、このような普通の状態が全期間の95%を占めており、一般の人々が日々接しているのもこのような状態の河川であり、これをどうするかは、大問題です。

明治期後半の大洪水が契機となって、政府は大規模な治水工事を行い、現在の河川の形を築き上げ、戦後は都市と産業の発展を支えるためにダムを中心とする水資源開発を積極的に進めてきました。そのような状況から、河川管理のありかたは、とかく洪水と渇水という極限状態を中心に議論されることが多く、昭和40年代後半に入って河川環境の

改善が国民的関心事になり、河川の水質、生態に大きな関心が寄せられ、河川管理もその方向で大きな転換を遂げましたが、河川の流量管理という面では期待したほどの進展がなかったように思われます。最近では、河川を横断する構造物に魚道を設置したり、環境に配慮した護岸を施工したりすることが常識になり、ダム弾力的運用や貯水池に堆積した土砂の河道への還元についての議論や試行が積極的に進められています。しかし流量管理は、依然として、10年に1度の計画渇水年の流況をイメージして議論されることが多く、「環境流量」＝「正常流量」、つまり計画渇水年においても確保されるべき「確保流量」と誤解されている面もあろうかと思われます。

河川の正常な機能は不特定用水の補給、維持用水の確保だけで維持できるものではありません。生き物である河川の生態系、環境を考える場合には、時と場所によって常に変化する河川の特質を前提とした概念、つまり「環境流況」の確立が必要と考えます。

世界中いずこの地域でも、程度の差はあれ、洪水災害、水資源の逼迫、水環境の劣化が大きな課題になっています。特に、地球温暖化以前の課題として、大規模な農業開発、工業開発、都市の拡大と水環境の相克が拡大しており、世界の研究者の一部は、この問題の解決に力を注いでいます。その研究の成果のひとつが、今回紹介する世界環境保護連盟の FLOW-Essentials of environmental flows（環境流況）であり、世界銀行の Technical Note です。この問題は、自然科学、工学、社会科学を総動員しても難しい課題であり、一定のアプローチが見あたらないことから、よその国ではどのように対応しているのかを先ず知ることが課題解決に向けての第一歩であろうと思います。この意味で、今回私が行う問題提起と皆様に紹介する資料が参考になることを願っています。

平成20年7月

八千代エンジニアリング株式会社

専務取締役 大町 利勝

e-mail: omachi@yachiyo-eng.co.jp

参照文献の内容紹介

Flow（環境流況）

本書は、世界環境保護連盟（IUCN）が2003年に発行し、Web上で公開しているものです。全体を7章に区切り、環境流況を確立することの必要性から、必要水量の決定、必要な施設の改造、費用、法制度、政治的の役割、必要な知識・能力の開発について、諸外国における実例などを引用しながら解説しています。

Water Resources and Environment: Environmental Flows（水資源と環境：環境流況）

本書は、世界銀行発行が Water Resources and Environment の標題のもとで発行している Technical Note の内、Environmental Flows(環境流況)に関するものを翻訳したものです。Technical Note C.1 Concept and Method では環境流況を決定するための概念と手法を紹介し、Technical Note C.2 Environmental Flows: Case Studies では世界各国での事例紹介、Technical Note C.3 Environmental Flows: Flood Flows では、氾濫源の環境復元のための人為的な洪水の再現を扱っています。なお Technical Note C.3 Environmental Flows: Social Issues はまだ発行されていません。

訳者注記

IUCN の Flow の翻訳では、「環境流量」という言葉を多く使っています。しかし、Flow 全文の翻訳を終えて、固定された流量のイメージがある「流量」では本書の趣旨が十分に反映できないと考えました。そして作りだしたのが「環境流況」という言葉です。世銀の Technical Note の翻訳はその後引き続き行った関係上、Technical Note では「環境流況」という言葉を多用していますが、IUCN の Flow と世銀の Technical Note の間に思想的な違いがあるものではありません。



FLOW Essentials of Environmental Flowについて

- 本書は2003年、IUCN（世界環境保護連盟）によって編纂された。
- 環境流量には、我が国の責任放流量、維持用水的発想のものから、中小洪水の再現まで、多様な環境流量があり、邦訳は「環境流況」とした。
- 本文は、環境流量の定義・意義、水量決定、施設的対策、費用負担、政策・法制、社会啓蒙、人材開発の7章で構成されている。
- 体系的な説明を具体的な事例で補足している。
- 利害関係者間の合意形成に関する内容は、他の課題についても参考になる。

おさらい：河川環境管理計画の経緯

- 都市化の進展、生産活動の拡大による河川環境の著しい変化と地域社会の要望の多様化。

- 1981年3月 建設大臣から河川審議会に諮問
- 1981年12月 答申
- 1983年6月 河川局長通達
- 1984年6月 都道府県知事宛推進要請
- 1997年7月 河川法一部改定（環境の目的化）

1996年3月現在 全国232水系、河川、地区、地域で策定されている。ただし、流水管理計画が策定されたのは、信濃川など3水系のみ。

おさらい：河川環境管理計画（局長通達骨子）

1. 河川環境管理基本計画は、河川の治水、利水機能を確保しつつ、**河川環境の管理に関する施策を総合的かつ計画的に実施するための基本的事項**を定めるものである。基本計画は、河川の**水量及び水質、河川空間**などに関する河川環境の適正な管理の観点から、河川管理者がこれを策定し、良好な河川環境の整備、誘導などに資するものであること。
4. 基本計画には、以下の基本的事項を定めるものとする。こと。
 - (1) **水環境管理に係る基本的事項**（流水管理計画）
 - (2) **河川空間環境管理に係る基本的事項**

おさらい：
なぜ流水管理計画（水環境管理に係る基本的事項）を定めることができなかったのか？

- 利水計画（水資源開発基本計画）とのすり合わせの難しさ。
- 慣行水利権など、水循環の実態把握が不十分。
- 計画（確保流量）以上の水の価値、以下の被害の関係が明確でない。



- 新たな発想と哲学の転換ができなかった。

おさらい：正常流量を確保すれば
水環境（水秩序）は正常に維持できるのか？

- 正常流量 = 水利権量 + 維持用水 = 渇水時の確保流量
- 洪水 3日x4回=12日/365日=3%
渇水 3週間x3回/10年=2%
- 残りの95%の期間、いわゆる正常流量だけだとしたら、適正な水利用と環境の維持はできない。



- 正常流量は、流水の正常な機能を維持する上での限られた場所と時の最小流量に過ぎず、いわゆる確保流量と同じである。

環境流量（流況）とは

- 「環境流量」は分かりやすい概念です。それは、下流の環境、社会と経済的便益を保証するに十分な水量を川に残すことを意味します。とはいえ、南アフリカ、オーストラリア、アメリカでの先駆的な試みには、環境流量を確保するプロセス、特に、それが総合管理の一部となっている場合には、大きな挑戦的な要素を含んでいます。
- 環境流量の検討は、技術、法律、生態学、経済、水文学、政治学と意思伝達を含む多方面の知識を必要とします。さらに、既に水をめぐる争いが激しい流域では特に、水の使用が競合する様々な利害の間に橋を架けることが必要です。
- 環境用水を確保することによって得られるメリットは、生態系の持続を保証し、様々な用途間に最適のバランスをもたらす水管理が可能になることです。水資源の世界的な使いすぎ、生態系とサービス水準の低下を考えると、環境流量は、ぜいたくではなく現代の水管理の本質的な部分です。それは広く実施するにたるだけの解決方法でもあります。

基本認識

- 環境流量は、人々と自然環境に利益をもたらします。
- 環境流量を確保しないことによる対価を過小評価してはなりません。
- 河川と排水システムはその枠組みの中で検討されるべきです。
- 明瞭な目的と水利用シナリオを明らかにする必要があります。

必要水量の算定

- 水配分には十分な情報の下での社会的選択が必要です。
- 環境流量の検討は、河川流域計画立案の一部として行います。
- 環境流量を決定する唯一、最良の方法、アプローチあるいは枠組みはありません。
- 積極的あるいは制限的な流量管理を通じて環境流量を確保することができます。

必要水量の算定手法

- 検査照合表 Look-up Table
 - 単純な水文指標（+ 生態学的考察）
 - 95%流量、月別平水流量の一定割合など
- 机上分析 Desk top analysis
 - 水文データ + 水路形状 + 生態データ
- 機能分析
 - 水文学、生態学などの専門家による分析
- 生態環境モデル
 - 流況と生態系の関係のモデル化

施設の改造

- 環境流量は新設及び既存の施設で実現できます。
- ダムの新設は、環境流量を確保する絶好の機会です。
- 既存施設の調整は即効性のある効果が期待できます。
- 施設の運用停止は環境流量を回復する選択肢のひとつではありません。

費用の補填

- 調達資金と他の必要資源の検討。
- 環境流量への投資は現状の変更を受け入れるか否かにかかっています。
- 関係者から状況変更の同意を得るには、すでにある動機を修正することも必要です。
- 流水の正常な機能の維持は河川管理者の本来の責務であり、不特定補給のように河川管理者が費用を負担することも可能ではないか。（大町）

政策と法的枠組み

- 国内の法体系と管理体制は非常に重要です。
- 国際協定は、国内の法制度と政策の基礎になります。
- この課題に応急処置はありません。国内の立法は現実に適合するものでなければなりません。
- 効率的な実施、遵守及び執行のためには、明確で確固とした体制が必要です。

注) 既に法整備が進み、国際河川がない我が国では余り重要ではないかもしれませんが。

政治的流れ（合意）の形成

- 広範囲な関係者を取り込むことは避けられないと同時に、必要でもあります。
- 個々の関係者と利害団体への対応には簡単で、唯一のアプローチというものはありません。
- 広報と報道機関は前進への重要な要素です。
- 協力と利害の公平に向けた環境流量確保のための連携が重要です。

- 環境流況は一個人、組織では達成できない。
- むしろ、関係者が同じ方向に向かって努力する目標なのではないか。（Civil minimum的な洪水、渇水対策とは異なる）
- 政府の責任を示すCivil minimumの議論には、市民参加の限界があるのかもしれないが、
- 日々の生活の豊かさ、潤い（水利用の容易さも含めて）を扱う環境管理では、ルーズでありながら広い参加と強力な連携が必要である。

- 周知することが能力強化の第一歩です。
- 必要な能力のギャップを把握し、早い時期に対処する必要があります。
- 能力開発戦略には触媒効果が必要です。
- 全員がコミュニケーターの能力を身につける。
- ファシリテーターの役割を関係者全員が認め、優秀な専門家を確保することが焦眉の課題である。（大町）

IUCN FLOW まとめ

- 正常流量 = 利水量 + 維持用水だとすれば、環境管理に正常流量という言葉はなじみません。
- 代わって、時間的な変化と空間的連続性を持った、「環境流況」という言葉と概念を提案します。
- 環境流況の概念には、時とともに段階的に発展（改善）して行くことも含みます。
- ですから、施設の改善を待たず、すぐにでもより望ましい流況（施設運用）に移行できるはずで

IUCN FLOW まとめ

- この場合の環境には、水利用そのものも含まれます。
- より良い流水管理のためには、流水の実態（水循環 = 水収支）把握が必要で、毎年の水収支決算書の作成から始めましょう。
- ダムなどの施設は造る為に造ったのではなく、使うために造ったのだから、この分野にもっと資源（予算と人材）を投入しよう。
- 計画と管理を一致させるべきというのは論理的錯覚に過ぎません。

- 環境流量の確立には、発想の転換と手法の開発が必要であり、地域社会が同じ価値観を持ち、利水体系がシンプルな河川から始め、徐々に複雑な河川に進むのが良いのではないか。

例えば、問題が少ないと思われる北陸の河川では、発電による無水区間、扇頂部に位置する合口堰からの大量取水など、環境上の問題が発生している。

- その他

- 維持用水に関する近畿と関東の考え方の違いには、歴史、場所、量の多寡が大きく関わっている。
- 本書では説明が少ないが、水質は流水管理の主要な目的のひとつである。

- 安全な河川と安心な水供給は河川管理者の国民への約束で、是非とも果たさなければなりません。
- また、清潔で豊かな河川は、国民大多数の希望でもあります。
- 河川管理者に課せられたこれら二つの任務は、関係する全ての人々の理解と協力によって達成されます。

WB TN. C.1~3 世銀テクニカル・ノート・シリーズ

世銀のテクニカルノートシリーズは、水資源の管理と環境をテーマに、具体の事例と理論を紹介する実務的な資料です。今回翻訳したのは環境流況評価を扱っているシリーズ C です。

シリーズ A : 環境問題と教訓

シリーズ B : 制度と規則、

シリーズ C : 環境流況評価

シリーズ D : 水質管理

シリーズ E : 灌漑と排水

シリーズ F : 節水と需要管理

シリーズ G : 水域管理

シリーズ H : その他の課題

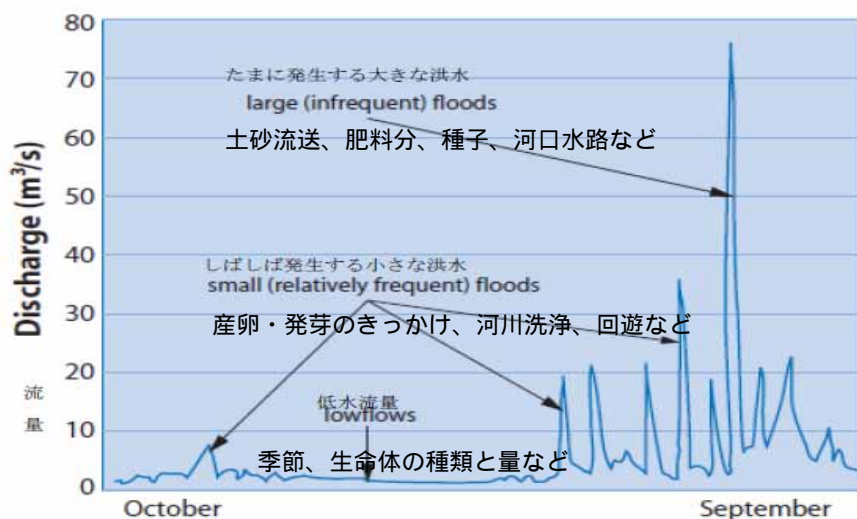
WB TN. C.1 環境流況の概念と手法

用語と概念

- **河道内必要流量**
(instream flow requirement)
通常、魚類のために必要な流量に焦点を合わせた、初期の単純な用語
- **河道内必要維持流量**
(maintenance instream flow requirement)
全ての生態系機能を維持し、ほとんどの年で動植物を繁殖させるに十分な流量
- **渇水時河道内必要流量**
(drought instream flow requirement)
渇水年において、種の再生産を助け種を維持する最小限度の流量

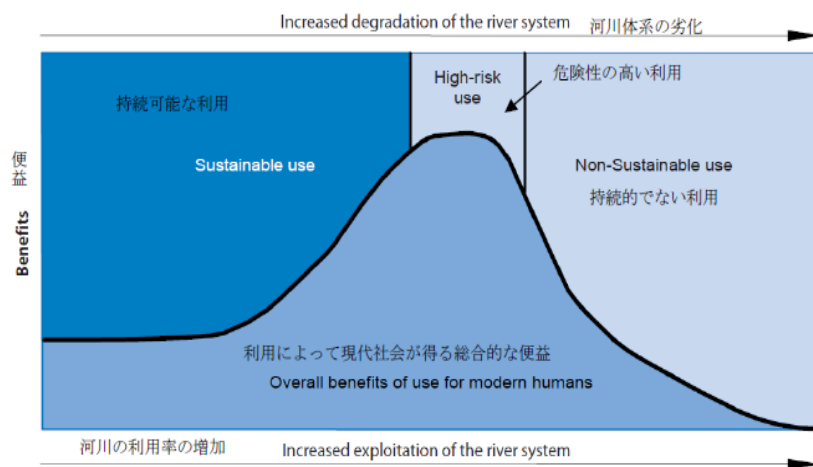
何を護るのか

- 水生動物（生息地、水質、回遊、産卵）
- 川岸の植物（土壌水分、栄養分、種子の散布）
- 川砂（掃流と分級）
- 河口（塩分濃度、水路確保）
- 帯水層と地下水（地下水涵養）
- 氾濫原（適時の浸水氾濫）
- 風光（樹木、鳥、自然の風光）
- レクリエーションと文化（土砂、藻類の洗浄、水質）
- 生態系（生物多様性、生態系の機能）
- 環境全般（上記の一部または全て）



- 灌漑用水 乾期流量の増加と季節変動の減少
- 河川の自流 乾期、雨期の低水流量の減少
- 大規模ダム 洪水の頻度と継続時間の減少
- 発電所 流量の時期と変動幅の変化、流量の平滑化
- 植林 乾期、雨期の低水流量及び小洪水の減少
- 森林伐採 中、大規模洪水の破壊力の増大と乾期流量の増加

生態系（河川の全ての要素）の利用と状態の変化



- 規範的手法 (prescriptive approach)

通常、規範的手法は狭い特定の目的を扱っており、一定の流量あるいは流況の単一の構成要素について勧告するだけに終わっており、結果に交渉の余地がありません。

- 対話的手法 (interactive approach)

流況の変化と河川の多元的側面の関係に着目し、交渉を通して問題を解決するのに適しています。

規範的手法 (prescriptive approach)

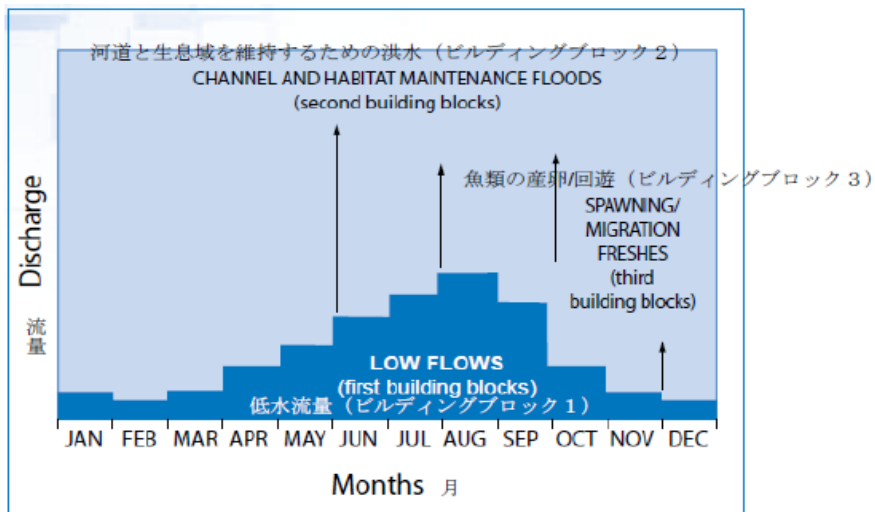
- Tennant法：例えば、年間平均流量に対する割合
- 潤辺法 (水理評価法)：例えば、 $\max(\text{潤辺} / \text{流量})$
- 専門家パネル：専門家の総合的な経験の活用
- 全体論的手法：南アのBuilding Block Methodologyなど

事例

個々の目的を達成するために必要な年間平均流量（AAF: annual average flow）に対する割合（%）（AAFは瞬間流量）

目的	推奨される年間平均流量に対する割合（%）	
	秋～冬	春～夏
フラッシュ/最大流量	200%	200%
適切な年間平均流量の範囲	60-100%	60-100%
必要な河川の状態を維持するために要求される年間平均流量に対する割合		
抜群（Outstanding）	40%	60%
優秀（Excellent）	30%	50%
良好（Good）	20%	40%
普通又は劣化（Fair or degrading）	10%	30%
不良又は下限（Poor or minimum）	10%	10%
劣悪（Severe degradation）	10~0%	10~0%

ビルディングブロック法の概念



対話的手法 (interactive approach)

- 河道内流量増分法 (Instream Flow Incremental Methodology) :
- 下流流量変化反応法 (Downstream response to Imposed Flow Transformation) :

河道内流量増分法 (IFIM) と下流流量変化反応法 (DRIFT)

段階	河道内流量増分法 (IFIM)	下流流量変化反応法 (DRIFT)
課題の識別あるいは評価	<ul style="list-style-type: none"> ・利害関係者あるいは被影響者、彼らの懸念、必要な情報及び相互の影響力の識別 ・幅広い研究領域と起りうる影響範囲の識別 	<ul style="list-style-type: none"> ・計画の主な構成要素と利害関係者及び被影響者の特定 ・危険にさらされる可能性のある人々の特定 ・幅広い研究領域と起りうる影響範囲の識別 ・生物物理学的な検討で対象する地域、国、国際レベルでの社会的懸念の識別
調査計画	双方のアプローチについて： <ul style="list-style-type: none"> ・既存の生物物理学的、社会的、経済的データの調査と、追加して必要となるデータの検討 ・代表的な河川区間の選択 ・データの収集計画 ・重要なデータ収集地点の特定 重複と欠落を避け、データの有用性を最大にするための対象地点とデータ収集の学際的な統合	調査地域と地点の選択に社会的な要素を追加。特に、河川で集められた生物物理学的なデータと地域の集落で集められた社会的データの互換性の確保

河道内流量増分法（IFIM）と下流流量変化反応法（DRIFT）

調査の実施	<ul style="list-style-type: none"> 水理及び生物データの収集 生態モデルの比較校正 	<ul style="list-style-type: none"> 水理、化学、地形、水温及び生物学的データの収集と流況の変更がそれぞれに及ぼす影響を予測する能力を開発するための分析 一組の流況操作がもたらす生物物理学的な結果に関するデータベースを作成するための多分野にわたるワークショップ
代替案の分析	<p>双方のアプローチについて：</p> <ul style="list-style-type: none"> ありうる将来の流況とその結果として生じる河川の状態を表す環境流況の代替案あるいはシナリオの作成 各々のシナリオで開発に利用できる水資源の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 各々のシナリオの直接費用と利益の検討 さらに、各々のシナリオが変化する河川から悪い影響を受ける人々にもたらす社会的影響の検討
課題の解決	<p>双方のアプローチについて：</p> <ul style="list-style-type: none"> 水資源開発におけるその他の費用や利益に関するデータなど、より広範な評価 河道外利水者との交渉 一般大衆の参加 透明性のある意志決定 	

- 政治的意志、法律、管理戦略
- データと分析手法
- 専門知識
- 資金
- 時間管理

- 世界ダム会議：
回避（avoidance）、緩和（mitigation）、
補償（compensation）、回復（restoration）
- 流況評価は、水資源開発における意志
決定をガイドする環境評価や水配分計
画と統合されつつあります。

- レソト高原水資源事業（レト）
DRIFTの開発と適用
- Skagit河水力発電計画（カダ）
許可条件の変更
- ムーダーリング流域の取水規制（オーストラリア）
取水上限（CAP）の導入
- その他の適用事例
トリナードバコのカニ湿地、カリフォルニア州中央河谷事業、
メコン川下流開発、アラル海

戦略を達成するための5つの要素

下流地域社会の参画

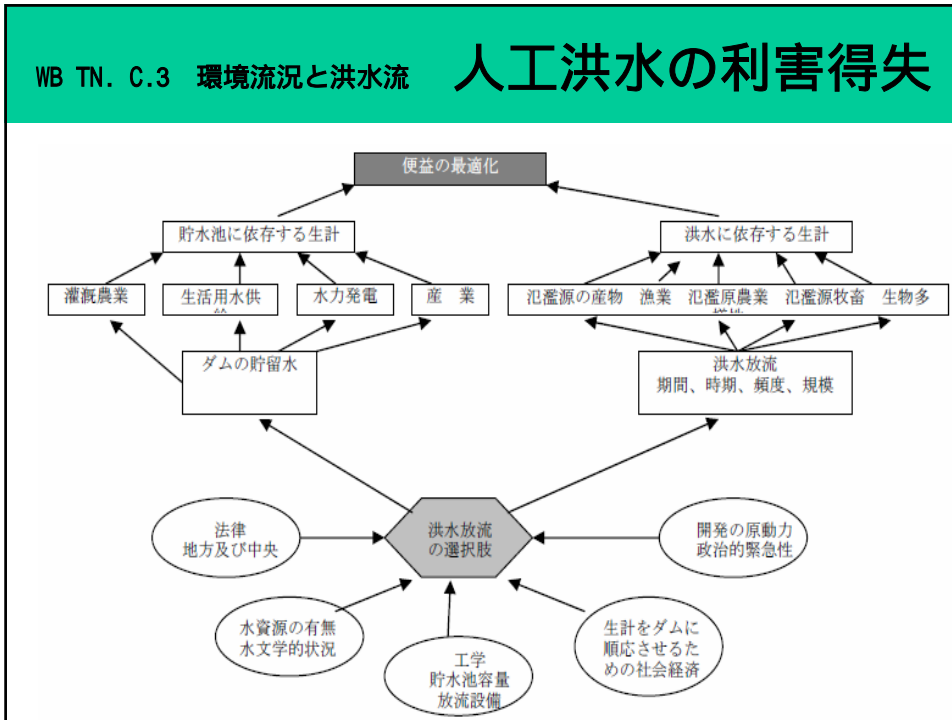
供給者の立場を捨てた、水資源全体の
管理者

限られた知見の下で共働する覚悟

法律の整備、

透明な意思決定、公平性と環境保全への
配慮

- 人工洪水 (managed flood) の妥当性
セガル河谷、インドマウエリ河、
- 洪水放流計画の検討
カールンWaza-Logoneプロジェクト、
南ア・スワジランド Phongolo河、ケニアTana河
洪水と生態系の関係
- 人工洪水の実施
構造物の設計、モニタリング・評価・改善
- 実施例
カールンWaza-Logone氾濫原、パキスタンTarberaダム
- 結 論



- 河川は、氾濫原に繁殖する魚類や周期的な浸水を必要とする植物など、洪水の恩恵にあずかる要素を生態系に持っている。
- 生物の種や風土、特に希少あるいは絶滅が危惧されているものそれ自体が保存に値するものであるかもしれません。
- 多くの場合、地域の社会がこれらの洪水を糧として生活の途を拓いています。
- 洪水氾濫に依存するものには、自給のための農業やスポーツとしての魚釣りも含まれています。
- したがって、ほとんどの貯水池で、人工洪水を放流できる可能性があります。
- 人工洪水の放流が妥当かどうかは、社会や産業への用水供給、あるいは水力発電のためにダムに貯水することと、貯留水を洪水の放流に使うこととの利害得失を比較検討した結果によることになるでしょう。
- したがってこの決定は、具体の事例毎に検討した結果に依存します。

END

Toshikatsu OMACI
Yachiyo Engineering Co.,Ltd.

