

## -8 効果の評価

事業効果の評価の主な視点は以下のとおりである。

### 【魚道個々の評価】

魚道を利用する魚種：魚道利用を想定した魚種が魚道を遡上、降下していることを確認する。

魚道を利用する魚の遡上力：魚道を利用している魚の遊泳力に偏りがなく、遊泳力の弱いものから強いものまでに利用されていることを確認する。

魚道を利用する魚の大きさ：魚道を利用している魚の大きさに偏りがなく、小型のものから大型のものまでに利用されていることを確認する。

### 【全体的な評価（広い範囲を見渡した上での評価）】

魚の分布、遡上範囲がどこまで拡大したか。

魚の産卵場、索餌場及び成育場として利用されると予測した場所まで魚が到達し、それぞれの利用が確認されるか。

## 1. 評価の視点

### (1) 個々の施設の評価

#### 1) 魚道を利用する魚種

事業計画の策定時に整理された魚の分布・遡上範囲の結果に基づき、魚道を利用することを想定した魚種が該当する場所の魚道を利用していることを確認する。

この時、分布・遡上範囲の事前整理では、移動する時期も整理するため、これに基づき魚道利用の時期も確認する。

#### 2) 魚道を利用する魚の遡上力

遊泳魚から底生魚までを対象とする魚道の場合、遡上力の強い遊泳魚のみが魚道を利用している場合には、魚道の効果は不十分である。このため、魚道を利用している魚の遡上力に注目し、幅広く魚道が利用されていることを確認する。

### 3)魚道を利用する魚の大きさ

稚魚から成魚までを対象とする魚道の場合、遡上力の強い成魚のみが魚道を利用している場合には、魚道の効果は不十分である。このため、魚道を利用している魚の大きさを把握し、種々の大きさの魚に利用されていることを確認する。

#### (2)全体評価

回遊魚や河川内を移動する魚の場合、確実に回遊・移動が行われていることを確認し、分布・遡上範囲がどの程度拡大したかを把握する。また、産卵場や成育場等、生活史を完結するために必要な場まで魚が到達していることを確認する。

#### 【今後の評価に向けて】

現状では、魚の遡上・分布範囲の拡大については、河川水辺の国勢調査等を用いて評価が行われている。

しかしながら、調査内容によっては調査地点が限られる等、評価に用いるには不十分な場合があり、この場合には追加調査を行って魚の生活史が完結できるようになったことを確認する。また、遡上・降下環境を改善した効果の発現にはかなりの時間を要する場合もあるため、長期的な視点から事業効果を評価することにも留意する。

以上のような評価を行うには、調査手法の開発が必要である。また、場合によっては、漁業生産等の河川利用や親水性も重要な評価軸となる。

#### 【生活史を完結できるようになったことを確認する手法】

- ・魚の産卵場、索餌場等として利用されると予測した地点において、生活史を考慮した調査時期を設定し、魚類を採集して体長組成等を把握するとともに、産卵状況等を調査する。
- ・代表的な魚種を選定して標識放流を行い、定期的に再捕して移動状況を確認する。
- ・地元の学識者や漁業従事者にヒアリングする。

#### 【調査上の課題】

上記の調査結果を評価する場合、その結果が天然魚の遡上・分布によるものか、あるいは人為的な放流個体によるものなのかの判断がつかない場合があり、評価を難しくしている現状にある。このため、天然個体と放流個体との識別手法が課題となっているが、例えば、放流個体には標識を付し、採集時に標識個体の割合をみて推定する等の手法が考えられる。

## 2.個々の施設の調査手法

改善した魚道等については遡上状況等の調査を行い、機能を評価する。

調査には下表に示すような手法があるが、調査に際しては、魚の遡上期には年変動があることに留意し、適切な調査期間を設定する。

また、機能が低い魚道とは、遡上しようとする全ての魚が遅滞なく遡上できるものであるが、現時点ではこれを正確に把握できる手法は確立されていないため、学識者等から助言を受ける等して、適切な評価に心がける。

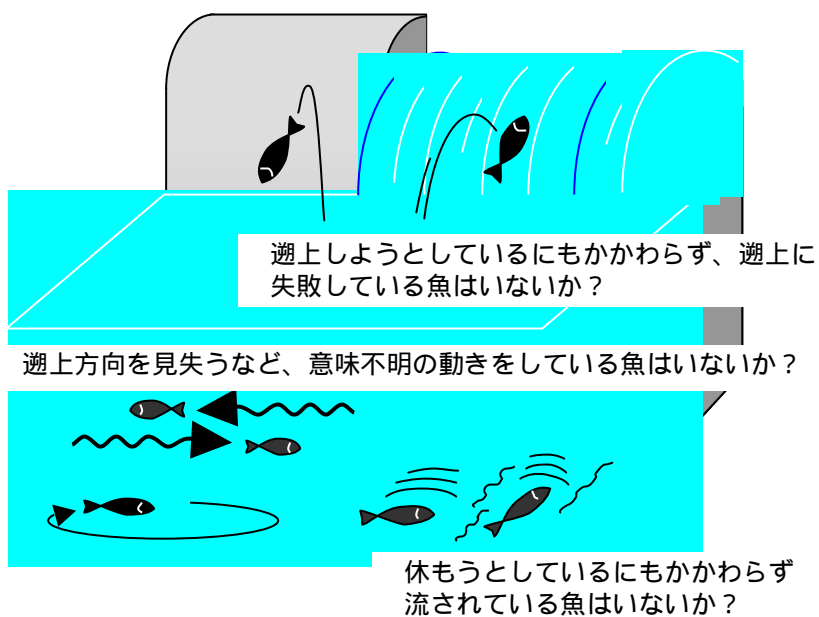
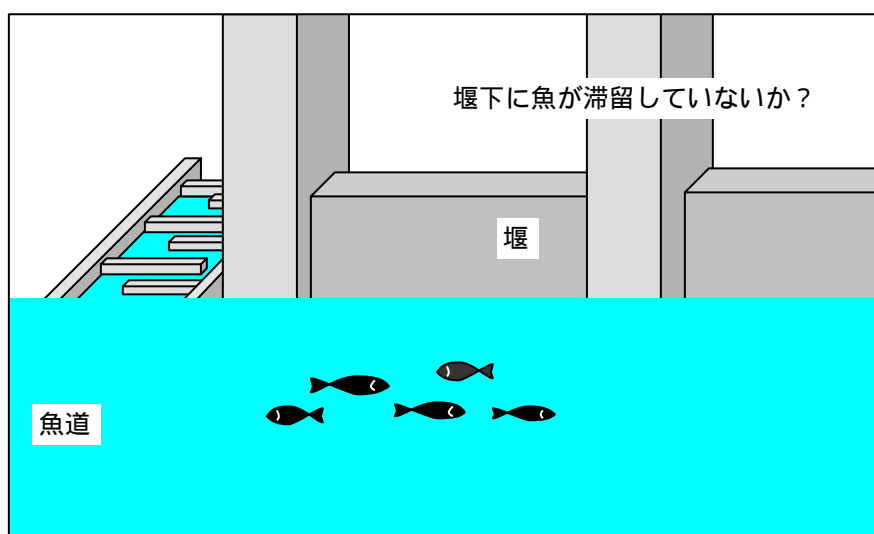
過去に実績がある魚道の調査手法

種 類		手 法	留意点
目視観察	施設（魚道）	施設及び魚道の構造や流況について、チェックポイント（P.30に示した施設及び魚道評価の視点）に基づき目視観察で機能を評価する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・簡便に評価できるが、観察者の主観で左右される。</li> <li>・魚道機能を正確に評価できない。</li> </ul>
	遡上状況	魚道に調査員を配置し、目視観察により遡上魚種及び遡上量を調査する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・調査が容易であり、事例が多い。</li> <li>・魚種の確認及び遡上量データの精度が落ちる。</li> <li>・遡上しようとする個体数の把握ができないため、魚道機能を正確に評価できない。</li> </ul>
標識放流	再捕調査	供試魚に標識を付けて魚道下流に放流し、上流で再捕して遡上率を把握する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遡上率から魚道機能を評価できるため、他の手法よりも精度が高いが、遡上しようとする個体数の把握ができないため、魚道機能を正確には評価できない。</li> <li>・多くの魚種を対象とする場合には調査費用が大きくなる。また、小型魚では標識を付けることが困難である。</li> <li>・標識魚にはなるべく現地で採集された個体を用いる。また、養殖個体を用いる場合には、あらかじめ現地の流れに馴致させる。</li> </ul>
	バイオテレメトリ	供試魚に発信機を付けて放流し、遡上行動を追跡する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・魚の遡上速度や滞留状況等の精度の高いデータが取得でき、遡上行動の把握ができる。</li> <li>・多くの魚種を対象とする場合には調査費用が大きくなる。また、小型魚では標識を付けることが困難である。</li> </ul>
捕獲調査		魚道内にトラップや網を設置し、遡上する（降下する）個体を捕獲する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・調査が容易であり、事例が多い。</li> <li>・魚種、個体数及び大きさに関するデータの精度は高いが、遡上しようとする個体数の把握ができないため、魚道機能を正確には評価できない。</li> </ul>

【魚道個々の調査について】

個別の施設や魚道については、これまでに前頁の表に示すような手法で調査されてきたが、表に示すように種々の課題がある。

このため、今後は以下に示すような視点に立った調査が必要と考えられる。



## 【個別施設の調査と評価の事例（多摩川）】

### A. 評価の視点と調査内容

多摩川では、魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業により改善された個々の施設につき、以下のような視点で評価が行われている。

<p><b>【施設評価の視点】</b></p> <p>魚種の比較 施設下流には多くの魚種数が確認されているにもかかわらず、遡上魚種数が少ないということはないか。</p> <p>小型魚、底生魚の有無 施設下流には小型魚、底生魚がいるにもかかわらず、遡上魚は遊泳力の強い体長の大きいものや遊泳魚ばかりということはないか。</p> <p>遡上魚の最小体長 下流側で確認されている魚の最小体長と遡上魚の最小体長に大きな差はないか（遊泳力の強い大型の個体のみが遡上していることはないか）。</p> <p>施設下流の魚の状況 施設あるいは魚道下流に魚が滞留していることはないか。</p>
---

出典) 多摩川魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

以上の視点に基づき、以下のような調査が実施されている。

### 調査内容（多摩川での事例）

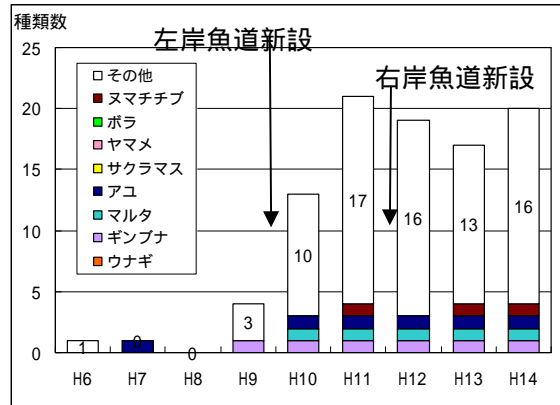
目的	調査項目	調査方法
・ 遡上魚種の把握 ・ 遡上魚の大きさの把握	魚道での採集調査	魚道上流端に定置網を設置し、魚道を遡上した魚を捕獲し、同定及び体長の計測を行った。定置網は17時までに設置し、翌朝9時から17時まで2時間毎に遡上魚の確認を行った。
	魚道での目視観察	魚道を遡上する魚類を目視により観察・計測した。また、遡上状況をビデオに撮影した。目視調査は9時から1時とし、10分間隔で10分間計測した。
	施設上下流における採集調査	堰周辺に生息する魚類を投網、タモ・サデ網により捕獲し、同定及び体長の計測を行った。
魚道の機能に係る調査	魚道下流端の集魚状況（魚道下流端は魚がみつけやすい状況にあるか、または、魚が滞留していないか）	目視観察により以下のランクで調査した。 ・ かなり集まっている。 ・ 集まっているが、数えられるくらい。 ・ 全く集まっていない ・ 透視度が低く、確認できない。
	魚道内の泡立ちの状況	目視観察により以下のランクで調査した。 ・ 泡立っており、プール全面を泡が覆っている。 ・ 泡立っており、プールの半面を泡が覆っている。 ・ 泡立ちはほとんどない。
	魚道内の水位、流速	魚道内の最小流速、最大流速及び最上流部の水深を計測した。
	魚の遡上時の泳ぎ方	目視観察により以下の事項を調査した。 ・ 魚はジャンプして遡上している。 ・ 魚は水中を泳いで遡上できている。 ・ 魚が魚道プール内に滞留している。 ・ 魚が遡上できていない。
その他	魚道及び施設の破損状況	目視観察
	施設下流での鳥の採餌状況	目視観察
関係機関等による魚道、施設の評価		漁業協同組合、水産試験場、学識者、流域住民等にヒアリングを行い、当該魚道が機能しているか否かを評価した。
マスコミによる魚道、施設の評価		新聞、雑誌等による評価を収集整理して、魚道評価の参考とした。

出典) 多摩川魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

## B. 調査結果と評価（多摩川 二ヶ領宿河原堰の例）

### a) 魚道利用が確認された魚種数

堰改築前は、重点対象魚種はアユしか確認できなかったが、改築後は4種の重点対象魚種がほぼ毎年確認されている。また、その他の魚種も10種以上確認されており、魚種から見ると二ヶ領宿河原堰の魚道は機能を発揮しているといえる。

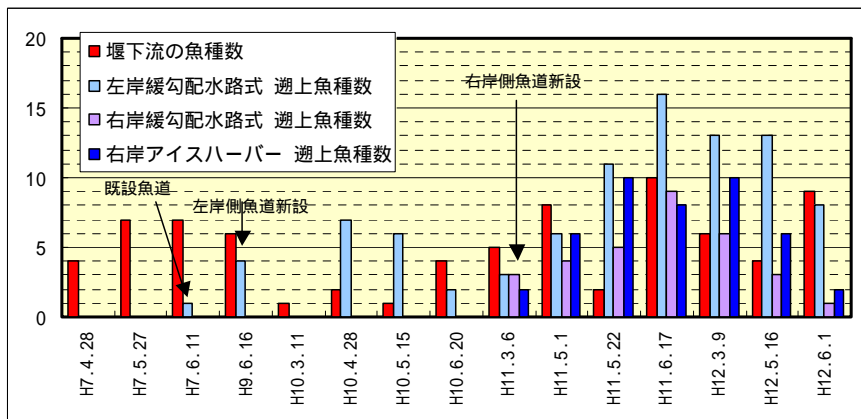


遡上魚種数

出典) 多摩川魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

### b) 堰下流の魚種数と遡上魚種数の比較

堰改築前は、堰下流で4~7種の魚種が確認されていたにもかかわらず、遡上魚は1種だけであった。魚道改築以後は、概ね遡上魚種数が堰下流の魚種数を上回っているため、問題はないと考えられる。

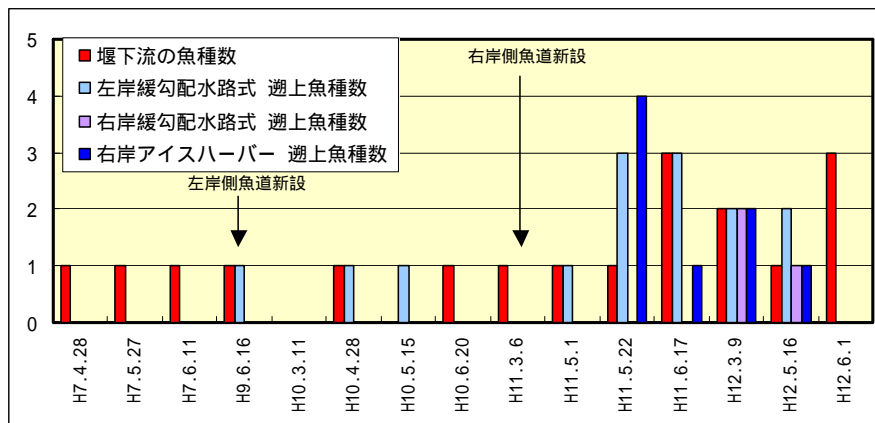


堰下流の魚種数と遡上魚種数の比較

出典) 多摩川魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

c) 堰下流の魚種数と遡上魚種数の比較（底生魚）

堰改築前及び右岸魚道新設前までは底生魚の遡上は1種のみであったが、右岸魚道新設後は1~4種の遡上が確認されている。重点対象魚種であるヌマチチブも確認されていることから、ニヶ領宿河原堰魚道は機能を発揮しているといえる。

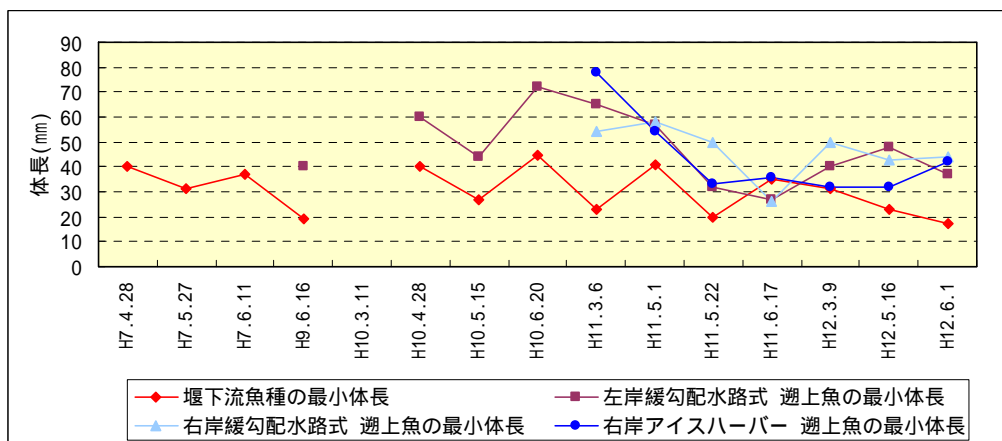


堰下流の魚種数と遡上魚種数の比較（底生魚）

出典) 多摩川魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

d) 堰下流の魚の最小体長と遡上魚の最小体長の比較

堰下流に生息する魚種の最小体長は概ね20~40mmであるが、魚道を遡上した魚種の最小体長は30~80mmとなっており、遡上個体が大きい傾向がみられた。



堰下流魚種の最小体長と遡上魚種の最小体長の比較

出典) 多摩川魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

e) 魚道下流端における集魚状況

堰改築前は、堰下流側での個体数に対して遡上数が少なく、また、魚道下流端以外の場所で鳥の採餌が見られたことから、集魚状況は良好でなかったものと考えられる。

堰改築後は、魚道下流端付近に魚は見られないが、遡上数が多いことから、魚道下流端に魚は滞ることなく速やかに遡上しているものと考えられる。また、魚道下流端以外の場所で鳥がさほど見られないことから、堰下等への魚の滞留は少ないものと考えられる。

以上より、二ヶ領宿河原堰の魚道への集魚状況は良好であるといえる。

g) 関係機関等による評価

評価者	評価の結果
学識者（魚道専門家）	<p>（右岸緩勾配水路式魚道）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・魚止め堰を設置してあることは良い。</li> <li>・1/20 勾配にしては、流れが走りすぎている。</li> <li>・越流水深は5～10cm程度でよい。現況は流量が多すぎる。</li> <li>・プール内にフトン籠を設置する方法は良い。</li> <li>・隔壁上部形状はR付してあり良い状態である。</li> <li>・隔壁を越えた水が跳ね上がっている状況から、石の間に土砂、砂利がたまって空隙がなくなり、減勢効果が小さくなっていると思われる。</li> <li>・緩勾配水路式魚道は、正方形プールであり、ローリングの発生が懸念される。</li> </ul> <p>（右岸アイスハーバー型）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・魚類の遡上は可能であるが、やや流勢が強い。</li> </ul> <p>（左岸緩勾配水路式魚道）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プールが5m×3mの横長になっており、ローリングを起こしやすい。</li> </ul>
学識者（魚類生態学専門家）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・近年の全面改築により遡上環境が著しく改善されたが若干の改善が望まれる。</li> <li>・右岸のアイスハーバーは潜孔がしばしば詰まってしまう。</li> <li>・緩勾配水路式魚道は水深が浅く、大型魚には不向きである。</li> <li>・左岸側魚道は魚道上流側高水敷が張り出し、魚道の上流側に土砂が溜まりやすい。</li> </ul>
東京都水産試験場奥多摩分場	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堰改築前は宿河原堰でアユの遡上が止まっていたが、現在は宿河原堰の遡上環境には大きな問題はない。</li> </ul>
流域住民	<p>二ヶ領宿河原堰が全面改築され、堰上流側の魚類相が一変したことから非常に良い魚道であると言える。</p> <p>具体的には以下のような状況があげられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウキゴリ、チチブ等の底生魚が上河原堰の下流で見られるようになった。</li> <li>・マルタの産卵は、かつては10匹程度だったが、最近は大量に見られる。</li> <li>・上河原堰と宿河原堰との中間でアユが大量に産卵している。</li> </ul>

出典) 多摩川魚のぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

h) マスコミによる評価

評価者	評価の結果
朝日新聞東京地方版 (2002.04.29)	<p>河口から25キロの道のりをのぼってきたマルタウグイが、ここ調布市の二ヶ領上河原堰（ぜき）の下（しも）に集結したのは、終日の雨降りが増水した川のブラッシングされた新鮮な玉砂利に、産卵の本能を呼び起こされたからのようだ。</p> <p>そもそも横田さんの「じいさん」が現役だった70年から100年前以来というマルタウグイの大量遡上（そじょう）は、3キロほど下流の二ヶ領宿河原堰のわきにあった魚道が4年前に改築されたから、というのが、淡水魚類研究者の君塚芳輝さんの見立てだ。</p> <p>「魚のぼりやすい川づくり」を目指している君塚さんは今月初め、上河原堰あたりに設置されている水中カメラで、記憶にないほどのアユの群れを見た。40年代にアワがたっていた多摩川も、その後の水質改善で83年には初めてアユの遡上が確認され、88年以降は毎年確認されるようになった。ただ上河原より上流にアユが上るには、魚道未整備・不備のハードルがなお多い。</p>

出典) 多摩川魚のぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート



i)総合評価

遡上調査結果は良好であり、集魚状況にも問題がない。

学識者、関係機関及び住民等からも良い評価を受けている。

以上より、ニヶ領宿河原堰魚道は良好に魚道機能が発揮されていると評価できる。

3.全体評価の手法

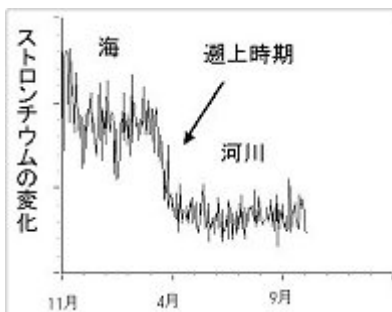
魚がのぼりやすい川づくりの評価に際しては、改善した個々の施設のみではなく、流域を広く見渡した上で魚の分布や遡上範囲がどのように拡大したか、また、当該河川における魚の生活史が完結できるようになったか、という視点からの評価が必要である。

これには、河川水辺の国勢調査等の結果を活用するが、魚の分布範囲等の拡大には時間を要するため、すぐには改善の効果が現れない場合もあるということ認識し、長期的なモニタリングを念頭に置く必要がある。

さらに、魚類の分布範囲等は、河川内の連続性が確保されるだけでなく、生息場や産卵場等の生息環境及び水質等の改善と複合して拡大していくものであるということも認識する。

過去に実績がある全体評価の手法

種類	手法	留意点	
分布・遡上範囲が拡大したことを確認する	定期調査結果の活用	河川水辺の国勢調査（魚介類編）等、定期的実施される調査結果を用いて魚の分布・遡上範囲がどれだけ拡大したかを確認する。	調査地点数及び位置によっては、分布・遡上範囲の拡大の度合いが明らかにできない場合がある。
	聞き取り調査	地元の学識者や漁業従事者へヒアリングを行い、魚の分布・遡上範囲がどれだけ拡大したか、また、魚が産卵場等へ到達できるようになったことを確認する。	・河川によっては、得られる情報が少ない場合がある。 ・漁業上の重要種以外の魚種については情報が少ない場合が多い。
	統計学的な手法	魚類相のクラスター解析等によって河川を区域に分け、この区域が事業によってどの程度拡大したかを確認する。	クラスター解析を用いるには、ある程度のデータ量を必要とし、かつ、データの標準化（調査手法や努力量を統一する等）が必要である。
回遊が確実に行われていることを確認する	魚の回遊履歴を把握する	アユでは、耳石のカルシウムやストロンチウム濃度を分析し（海域生活時代と河川生活時代で濃度が異なる）、一日一本作られる耳石の日周輪を照合すれば、海域で生息していた期間、遡上した時期、河川に生息していた期間が解読できる。	分析に要する費用と時間が大きい。
	標識放流	A L C（アリザリン-コンプレクソン溶液）を用いて仔魚の耳石を染色して放流し、成長後に再捕して移動状況を確認する手法。アユ等で調査事例がある。	



## 【全体評価の事例1（多摩川）】

### A. 魚の分布域等からの評価

多摩川では河川水辺の国勢調査（魚介類編）等の活用や、クラスター解析により魚の分布範囲の拡大状況を評価している。

- ・ 重点対象魚種では、マルタが二ヶ領宿河原堰、二ヶ領上河原堰の改築により分布を広げ、産卵場まで到達している。
- ・ アユは宿河原堰の改築後、四谷本宿堰まで分布が拡大した。さらに上流域でも日野用水堰から小作堰においても各堰の魚道改善後に連続して分布するようになった。アユの産卵場は調布取水堰～大丸用水堰間に分布しており、事業によって再生産が可能になったといえる。ギンブナもアユと同様に下流域と中流域でそれぞれ分布範囲が広がっている。
- ・ 以上の結果より、事業実施によって河口から大丸用水堰付近、昭和用水堰から小作堰でアユ、ウグイ、オイカワ等の分布が拡大し、アユやマルタは産卵場まで遡上が可能となり、再生産が可能になったものと考えられる。

### B. 関係機関等による評価

ヒアリング相手	内容
学識者（魚道専門家）	モデル事業の付加価値的な効果として、堰の維持放流量 $2\text{m}^3/\text{s}$ が確保できたことが上げられる。
東京都水産試験場 奥多摩分場	事業実施により、天然アユの分布域が大丸用水堰まで広がり、産卵も行われている。ただし、四谷本宿堰等がネックになっていることもあり、上流へ行けず、餌場のキャパシティーが不足しているといった問題もある。
東京都水産試験場 大島分場	天然アユの標識魚を調布取水堰下流で放すと、以前は80%以上が宿河原堰下流で見つかったが、最近は日野用水堰付近でも確認されるようになった。これは事業の効果と言える
多摩川漁業協同組合	アユは関戸橋あたりまで遡上してきている。
流域住民	二ヶ領宿河原堰が全面改築され、堰上流側の魚類相が一変した。具体的には以下のような状況があげられる。 <ul style="list-style-type: none"><li>・ ウキゴリ、チブ等の底生魚が上河原堰の下流で見られるようになった。</li><li>・ マルタの産卵は、かつては10匹程度だったが、最近は大量に見られる。</li><li>・ 上河原堰と宿河原堰との間でアユが大量に産卵している。</li></ul>

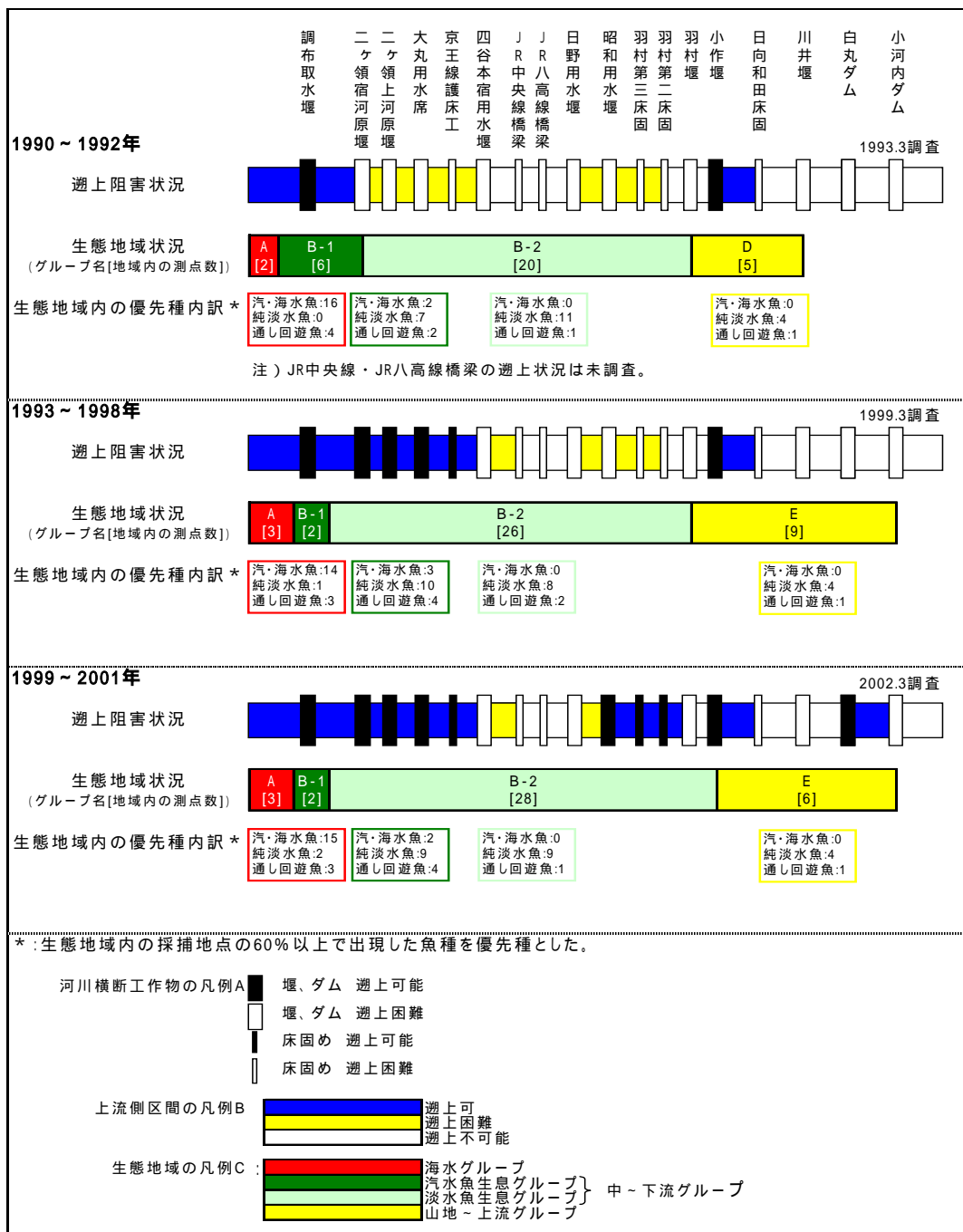
出典）多摩川魚のぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

### C. クラスタ解析による全体評価

多摩川では、全体評価の統計学的手法としてクラスタ解析が用いられ、現地調査結果に基づく魚類相を分析して河川をいくつかの区域（生態地域）に区分し、モデル事業によってこの区域の拡大の度合いの検討により評価が行われている。

クラスタ解析の結果、魚類相からみた生態地域は海水グループ、汽水魚生息グループ、淡水魚生息グループ及び山地～上流グループに区分された。

魚道の改善状況と生態地域の変遷をみると、魚道改善の進捗と連動して、多摩川最大の生態地域グループである中～下流グループの範囲が上流、下流側ともに拡大し、事業効果がうかがえる。



出典) 多摩川魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業 技術レポート

### 【クラスター解析】

クラスター解析とは、異なる性質のものが混ざりあっている集団の中から互いに似たものを集めて集落（クラスター）を作り、集団を分類しようとする方法を総称したものである。

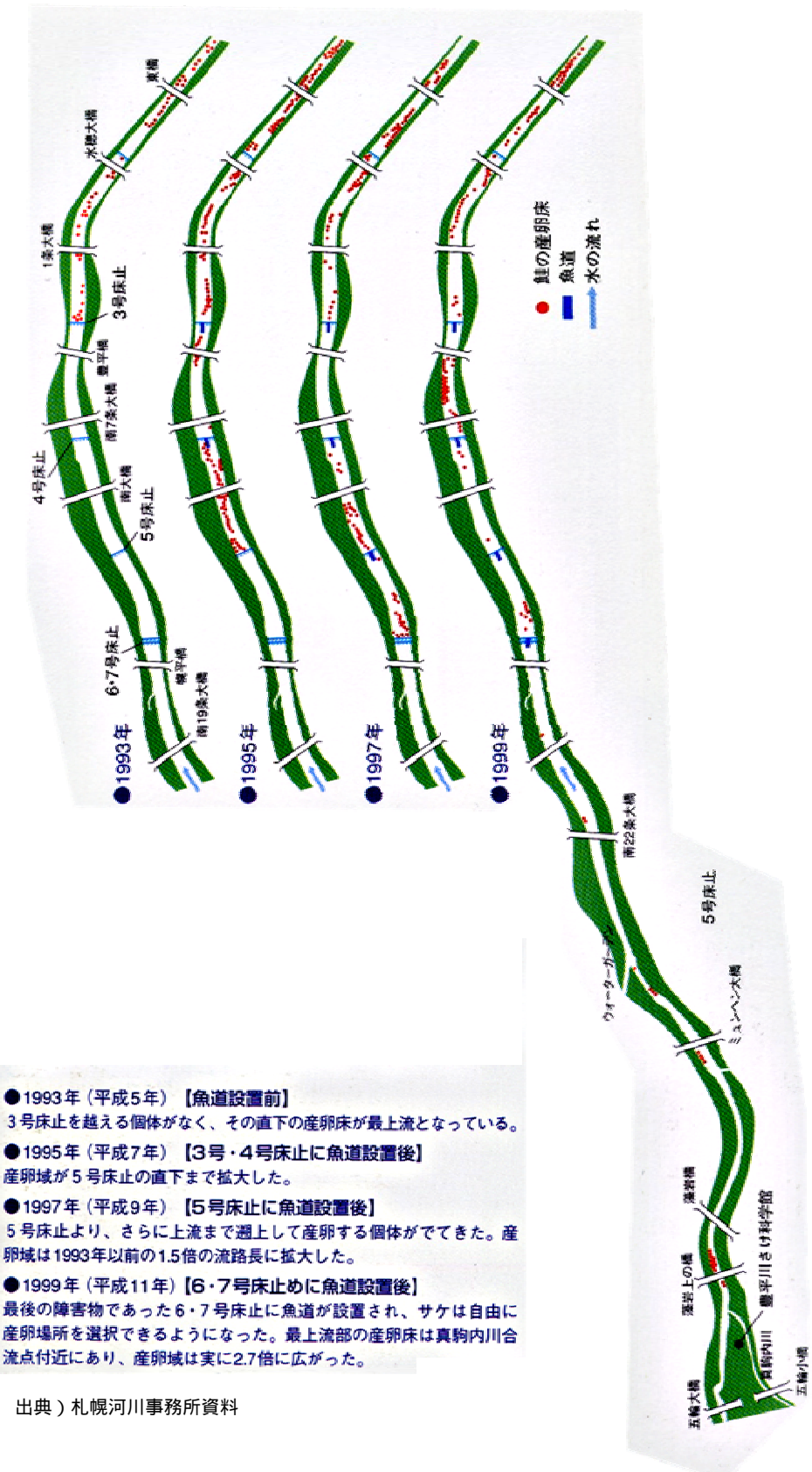
クラスター分析を用いると客観的な基準に従って科学的に分類ができるため、種々の解析に用いられている。

魚類調査結果等でクラスター解析を行う場合は、地点別の種組成に基づき計算を行い、類似する地点をグルーピングしてクラスターを作り、いくつかのグループに分類できるかを調べる。

なお、計算にはいくつかの手法があるが、市販の統計学や群集生態学に関する書籍に詳しい。

【全体評価の事例2（豊平川）】

北海道豊平川では、毎年9月から翌年1月にかけて数千尾のサケが産卵のために遡上する。豊平川では下流から順次、床止工に魚道を設置しているが、サケの産卵場が次第に上流側へ拡大していることが確認されており、事業効果が顕著に現れた好例である。



- 1993年（平成5年）【魚道設置前】  
3号床止を越える個体がなく、その直下の産卵床が最上流となっている。
- 1995年（平成7年）【3号・4号床止に魚道設置後】  
産卵場が5号床止の直下まで拡大した。
- 1997年（平成9年）【5号床止に魚道設置後】  
5号床止より、さらに上流まで遡上して産卵する個体ができた。産卵場は1993年以前の1.5倍の流路長に拡大した。
- 1999年（平成11年）【6・7号床止めに魚道設置後】  
最後の障害物であった6・7号床止に魚道が設置され、サケは自由に産卵場所を選択できるようになった。最上流部の産卵床は真駒内川合流点付近にあり、産卵場は実に2.7倍に広がった。

出典) 札幌河川事務所資料