

魚類からみた必要流量の算定方法についての考察

Considerations about Calculating Methods for Necessary Discharge of Rivers from Ichthyological Viewpoint

研究第三部 主任研究員 清水康生
リバーフロント研究所長 小池達男

A National Census of River Environments of all Class A rivers throughout Japan has been done, and knowledge of ichthyofauna has been steadily increasing. The River Law was revised in 1997, when the positioning of the conservation and improvement of river environments was clarified in this Law, and concrete measures are being demanded for the conservation of good riverfront environments.

With this background, in this paper we propose a concept and concrete calculation procedure concerning "river discharge by which fish inhabitation can be ensured in seasons of drought". First, we selected typical fish species to be used for calculation of the river discharge needed. Next, based on the newest knowledge, we categorized hydraulic conditions (water depth and current velocity) for inhabitation by fish. In addition, we propose a method for calculating the river discharge needed at times of water shortage for each season and current route, for multiple species of fish.

Key words: Fishes, necessary river discharge, set period, rapids and shallows, water depth, current velocity

1. はじめに

河川の維持流量を検討する際には、動植物の保護とりわけ魚類を保護する観点は重要である。平成4年6月に作成した現行の「正常流量検討の手引き（案）」¹⁾は、魚類が生息するための必要流量について、その考え方と算定方法を記述している。

しかし、その後、河川水辺の国勢調査が全国の一級河川を一巡するなど、魚類生態に関する情報は着実に増えている。また、平成9年の河川法改正で河川環境の保全と整備が同法に明確に位置付けられた。現在、良好な河川環境を保全するための、具体的な手立てが求められているといえよう。魚類からみた必要流量の算定方法についても再検討することが必要である。

本稿は、このような背景を踏まえ、「渇水時において魚類の生息が確保される流量」について、その考え方と具体的な算定手順について提案を行ったものである。

2. 基本的な考え方

2-1 必要流量の考え方

魚類は多種多様であり、その生息環境も產

卵から成魚にいたる生活史の過程の中で、河川を縦断的にみた時の生息場所、年間の季節変動において一様でない。一方、河川流量も洪水から渇水までその変動幅は大きい。従つて、魚類にとっての必要流量を算定する場合には、魚種の生活史や河川のどのような状態を想定するかを考えておく必要がある。

そこで本稿では、必要流量を『渇水時において魚類の生息が確保される流量』と定義し、議論を進めるものとする。流量算定に際しては、生活史の中で特に「移動できること」と「産卵が可能であること」を考慮するものとした。

2-2 流量減少と瀬・淵の環境悪化

必要流量の算定にあたっては、当該河川に生息する魚種の主要な生息箇所において、適切な水理条件（水深・流速）が確保できることを基本とする。なお、本稿では、水理条件のうち流量を主体に論じ河川水質や水温についての議論は除くものとした。

水量の減少が生じたとき、瀬は淵に比べ水理条件の変化が大きく、淵にはある程度の水深があるものの、瀬ではほとんど水深が確保されなかったり、流速が著しく減少することが多い（淵においては本来流速は遅いため、

水量減少によって流速の低下は瀬ほど大きな問題とならない。このように瀬は流量減少の影響をより敏感に受ける場であるといえる²⁾。

従って、当該河川に生息する魚種の中から、主に瀬との関わりの深い魚類を対象魚種として必要流量の設定を行うものとする。

2-3 必要流量の算定方法の概要

河川には多種多様な魚類が生息しており、対象魚種によっては生息場所、生息環境が異なり、魚種ごとに個々の必要流量は異なるも

のと考えられる。従って、ここでは当該河川における魚類の生態・分布特性を踏まえて対象魚種のグルーピングを行い、その中のある対象魚種の必要流量が確保されることにより、他の対象魚種の生息も確保できると考える。このようなグループを代表する魚種を代表魚種と称し、代表魚種の必要流量の算定をもつて、当該河川の必要流量とする。以上より、下記の点に留意し、図-1のフローに沿って必要流量を算定するものとする。

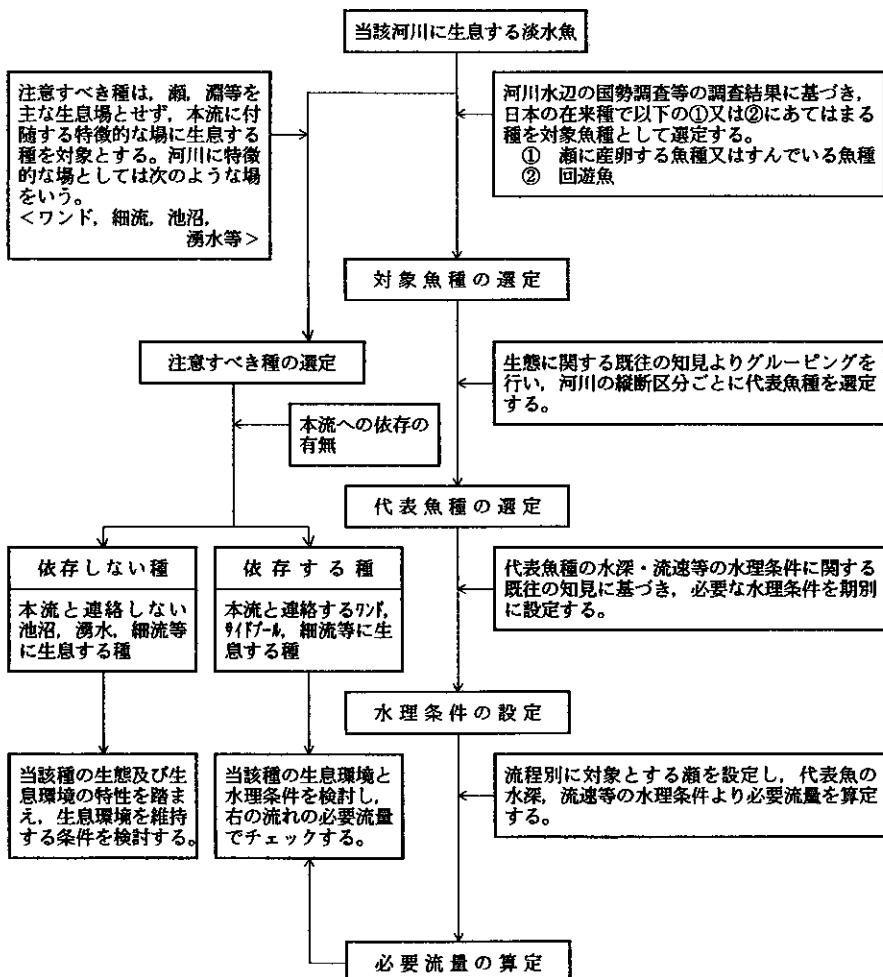


図-1 必要流量算定フロー
Fig. 1 Necessary River Discharge Calculation Flow

- ① 対象魚種は、瀬に産卵する魚類又は瀬に生息している魚種及び回遊魚を対象とするが、それ以外の瀬を主な生息場としない、河川の特徴的な場に生息する魚種を「注意すべき種」として取り扱う。
- ② 注意すべき種は、生息環境、生態について、当該河川ごとに専門家等の助言を得るなど、生態分布特性を踏まえて検討する。
- ③ 対象魚種、代表魚種の選定、水理条件の設定及び必要流量の算定にあたっては、専門家の意見を考慮する。
- ④ 代表魚種は、該当河川においても生息域に差異があるため、河川の縦断的な特性を考慮して縦断区分し、当該区分ごとに設定する。
- ⑤ 代表魚種は、成長段階に応じて必要とする水理条件が変化するため、必要流量は魚種の生活史（産卵や移動を含む）を踏まえて、年間一律ではなく、期別に水理条件を設定する。

3. 代表魚種の選定の考え方

3-1 対象魚種の選定

対象魚種は、淡水魚類の中から日本の在来種とし、以下の①または②に該当する種を選定する。ただし、移入種については既に定着したものもあり、これらについては本稿では対象魚種として扱うが、最終的に個別河川において対象とするかどうかについては当該河川の魚類生態に詳しい専門家の意見を踏まえて判断する必要がある。

① 瀬に産卵する魚種、またはすんでいる魚種

② 回遊魚

3-2 淡水魚類の生息域区分

本稿では、生息魚類に関する情報の少ない河川でも必要流量が算出できるよう全国を対象とした対象魚種の目安を示すこととする。本節では、そのための生息域区分を行う。

我が国における淡水魚は、種類によって生

息域が異なったり、特異な分布を示すものもある。しかし、それら生息分布の概要を把握するため、河川水辺の国勢調査結果に基づいて、純淡水魚と回遊魚を対象に Sorensen の式によるクラスター分析を行った³⁾。その結果、淡水魚の生息分布は、概ね北海道、東北（東北・関東・北陸）、西南（中部・近畿・中国・四国・九州南部）、九州北部、琉球（種子島から西南諸島）の5地域に区分されると考えた。ただし、九州北部地域のみで多く出現したムギツク、イトモロコ、ヤリタナゴ、カネヒラ、ヤマトドジョウは前節の対象魚種の条件に当てはまらないため、これらを除いた淡水魚の分布より、九州北部地域は西南地域に含めて考えるものとした。以上より、地域区分は、以下の4区分となる。

- ① 北海道
- ② 東北（東北、関東、北陸）
- ③ 西南（中部、近畿、中国、四国、九州）
- ④ 琉球（種子島から西南諸島）

3-3 代表魚種の選定

(1) グルーピング

対象魚種のグルーピングを行い、各グループから代表魚種を選定する。グルーピングの観点は以下のとおりであり、河川の縦断区分別と期別に行うものとする。ここでいう縦断区分は、可児⁴⁾による河川形態のA a型、A a-B b 移行型に相当する区間を上流、B b型に相当する区間を中流、B b-B c 移行型、B c型に相当する区分を下流とした。表-1に、東北地域の対象魚種をグルーピングした結果を示す。

○産卵時期・産卵箇所

○遊泳形態

○大きさ（体高）

○回遊魚の遡上・降下の時期、経路

○通年の生息場所

(2) 代表魚種の選定

代表魚種の選定は、以下の項目に留意して行うものとする。表-2には、代表魚種の選

表-1 対象魚種のグルーピング（東北地域）

Table 1 Example of Grouping of Subject Fish Species (Tohoku area)

注1) 下線付きは底生魚。注2) 大きさは 大:体高が10cm以上、中:体高が5cm以上、10cm未満、 小: 体高が5cm未満。注3) 上向き矢印は遡上、下向き矢印は降下を表す。

表-2 代表魚種の選定理由（東北地域）

Table 2 Reasons for Selection of Typical Fish Species (Tohoku area)

河川の 縦断区分	春	夏	秋	冬	通年
上流	ウグイ, カジカ河川型(産卵)	ヨシノボリ(産卵)	アメマス, サクラマス (遡上・産卵) ヤマメ, イワナ(産卵)	ヤマメ, イワナ (卵, 雑仔魚の保全) カジカ河川型(産卵)	ヤマメ, ウグイ, イワナ (産卵)
中流	ウグイ, ヨシノボリ(産卵) アメマス, サクラマス(遡上)	オイカワ, ヨシノボリ(産卵) アメマス(遡上)	サケ(遡上・産卵) アユ(産卵)	サケ(卵, 雑仔魚の保全) カジカ回遊型(産卵)	ウグイ(移動)
下流	アメマス, サクラマス(遡上)	アメマス(遡上)	——	——	ウグイ(移動)

<選定理由>

春季・上流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保の観点からは、遊泳魚としてウグイ、底生魚としてカジカ河川型とし、移動に要する水深の確保の観点からは体高の高いヤマメ、ウグイ、イワナとする。

中流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保として、遊泳魚はウグイ、底生魚はヨシノボリとし、移動に要する水深の確保として春に遡上するサクラマス、アメマスとする。

下流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保の対象となる魚種は見られず、移動に要する水深の確保として、サクラマス、アメマスとする。

夏季・上流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保として、ヨシノボリとし、移動に要する水深確保として、通年見られるヤマメ、ウグイ、イワナとする。

中流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保として、遊泳魚はオイカワ、底生魚はヨシノボリとし、移動に要する水深として、通年見られるウグイとする。但し、アメマスの遡上が見られる場合にはアメマスとする。

下流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保の対象となる魚種は見られず、移動に要する水深の確保としては、通年見られるウグイとする。但し、アメマスの遡上が見られる場合にはアメマスとする。

秋季・上流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保として、サクラマス、アメマスとする。但し、サクラマス、アメマスの見られない河川では、ヤマメ、イワナとする。移動に要する水深はサクラマスを対象とするが、サクラマス、アメマスの見られない場合は、ヤマメ、イワナの産卵に必要な水深とする。

中流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保としてアユとするが、サケの遡上する河川ではサケとし、移動に要する水深については、通年見られるウグイとし、サケの遡上する河川ではサケとする。

下流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保の対象とする種は見られず、移動に要する水深確保としては、通年見られるウグイとするが、サケの遡上する河川ではサケとする。

冬季・上流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保として、カジカ河川型と、産卵から仔魚・稚魚の期間が長いヤマメ、イワナを対象とし、ヤマメ、イワナの産卵に要する水理条件を確保する。移動に要する水深は、カジカ河川型の産卵に要する水深があれば問題ないと考える。

中流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保としてカジカ回遊型とする。ただし、サケの遡上する河川では、産卵から仔魚・稚魚の期間が長いサケの保全のため、サケの産卵に要する水理条件を確保する。移動に要する水深については、カジカ回遊型の産卵に要する水深があれば問題ないと考える。

下流：代表魚種は、産卵箇所の水深・流速の確保の対象となる種は見られず、移動に要する水深確保については、通年見られるウグイとする。

定理由について東北地域を例として示した。他の地域も同様に考え方表－3に示すとおり代表魚種を選定した。

- ① 産卵（産卵行動から稚仔魚の生活を含む）に瀬を利用する魚種については、各期別に、より深い水深、より速い流速を利用する魚種を選定する。
- ② 移動（遡上・降下を含む）経路の確保の観点から大型の魚種（体高の高い魚種）を選定する。
- ③ 水理条件が類似する場合には、個体数の多い（河川水辺の国勢調査結果より）魚種を選定する。
- ④ 産卵の生態特性（時期、箇所、水理条件）に関する知見の多い種を選定する。
- ⑤ 産卵生態において不明な部分の多い種は選定からはずす。

4. 水理条件の設定の考え方

4-1 魚類の必要水理条件の考え方

必要流量は、魚類の生息に必要な水理条件（水深・流速）が確保される流量とし、基本的な考え方を以下に示す。

- ① 最も重要な時期の生息条件として、産卵期の水理条件（水深・流速）を確保する。
- ② 年間を通じては、通年生息する魚類の移動時の水深を確保するものとし、その水深は体高の約2倍の水深とする。
- ③ 遲上・降下時については、遡上・降下する魚種の必要とする水深・流速を確保する。その水深は体高の約2倍を目安とする。
- ④ ②と③については、最小限の水深として10cmは確保する。
- ⑤ 産卵から稚仔魚の期間の長い魚類（サケ科魚類、カジカ科魚類等）については、卵と前期仔魚期の水理条件を産卵期と同様とする。

4-2 代表魚種の水理条件

上述の考え方に基づき、既存の文献資料^{5)～60)}から代表魚種の水理条件を整理した結果を表

－4に示す。なお、整理の際の基本的な考え方は以下のとおりである。ただし、水理条件は、当該河川の魚類生態に詳しい専門家からの助言を出来るだけ得るように努める必要がある。

- ① 水理条件が範囲（上限から下限）で示される場合は、下限値を採用する。
- ② 複数の文献等により水理条件が異なる場合は、原則としてより大きい値を採用する。
- ③ 水理条件に関する知見の得られない場合は原則として近縁種の代表魚種または対象魚種で代替する。
- ④ 水理条件が他の文献と著しく異なるものは除外する。
- ⑤ 水深については5cmごとに設定し、1cm未満は切り捨て、1cm以上は切り上げる。

4-3 河川における水理条件の設定

複数の代表魚種を選定した場合、当該河川の水理条件は、表－4に示した各代表魚種の水理条件（水深、流速）を河川縦断区分別、期別に整理し、それらの最大値を包絡した値として設定する。東北地域を例とした場合の（代表魚種が表－3の全てとした場合の）、河川における水理条件の設定例を図－2に示す。

5. 検討の対象とする瀬の設定

検討対象箇所は、魚類の生息環境の変化が大きい瀬に着目し、河川の縦断区分別に検討箇所とする瀬を設定する。各区間ごとに設定する瀬は、代表魚種のすむ場所や産卵場所となっている瀬である。この際には、河川水辺の国勢調査等による魚類の産卵情報及び地元漁業協同組合からの聞き取り結果等を踏まえて設定する必要がある。

表-3 地域別の対象魚種と代表魚種
Table 3 Subject Fish Species and Typical Fish Species for Each Area

地域区分	対象地域	代表魚種	対象魚種
北海道	北海道	サクラマス、ヤマメ、サケ、ウグイ、ハナカジカ、ヨシノボリ、アマズ、イワナ	カワヤツリ、スナヤツリ、シシャモ、アユ*、イトウ*、オショロコマ、アメマス*、イワナ、サクラマス、ヤマメ、サケ、カラフトマス*、ウグイ、マルタウグイ、エゾウグイ、フクドジョウ、ヨシノボリ、シマウキヨリ、カンキョウカジカ、ハナカジカ、エゾハナカジカ、シベリヤツリ、スマチチブ、キュウリウオ、ミヤベイワナ、ワカサギ、ウキゴリ、ウナギ、スミウキヨリ
東北	東北、関東、北陸	アユ、ヤマメ、サクラマス、ウグイ、オイカリ、ヨシノボリ、カジカ剛川型、カジカ回遊型、イワナ	カワヤツリ、スナヤツリ、アユ、アメマス*、イワナ、サクラマス、ヤマメ、サケ*、オイカリ、ウグイ、ウカクチウグイ*、マルタウグイ、エゾウグイ、アシメドジョウ、アカザ、ヨシノボリ、アコカ、カシキヨウカジカ、ウナギ、ハナカジカ、カジカ剛川型、カジカ回遊型、スミウキヨリ、ウキゴリ、ワカサギ、エゾウナギ、スマチチブ、ハゼ、ゴイ、カラフトマス、カワムツB型、アブラハヤ、シベリヤツリ、シマウキヨリ
西南	中部、近畿、中国、四国、九州	アユ、アマズ、オイカリ、ウグイ、ヨシノボリ、カジカ剛川型、カジカ回遊型、ヤマメ、イワナ	スナヤツリ、アユ、イワナ、サツキマス*、アゴ、カワムツB型、オイカリ、ウグイ、アシメドジョウ、アカザ、ヨシノボリ、ボウズハゼ、アユカ、ボウズハゼ、カジカ剛川型、ウナギ、ゴイ、ワカサギ、ビワフ、サケ*、オオクチユゴイ、カワヤツリ、ヤマメカミ、スマチチブ、ヤマメ、サクラマス*、アブラハヤ、ウツセミカジカ、ハス、ニゴイ、ゴウライニゴイ、イシドジョウ、スミウキヨリ、ウキゴリ、オオウナギ
琉球	種子島から先島諸島	エゴイ、ヨシノボリ、	リュウキュウアユ*、エゴイ、ヨシノボリ、ボウズハゼ*、オオウナギ、ナガノボリ、ヨロイサギハゼ、ナンヨウボウカゼ、トリボウカゼ、イッセンウツリ、オオクチユゴイ、イハゼ、クロミチハゼ、ミナミハゼ、タネカワハゼ、テンジクカワナゴ、ウナギ

注 1) *の魚類が生息する場合には、*の魚類は代表魚種として取り扱うものとする。

注 2) ヨシノボリ類については、型による区分は行わず、一括してヨシノボリとして取り扱うものとする。

6. 瀬における測定

表-4に示した水理条件（水深、流速）を検討対象となった瀬の流量に換算する必要がある。そこで、まず、6-1では水理条件の値を、検討対象とした瀬の、どの場所の水理量と対応させ、どのような値として測定するかについて述べる。

6-1 水深と流速の測定

瀬における水深、流速の測定は、以下の点に留意して1あるいは2箇所を測定する。この時、同時に流量を観測し、横断面形状を把握しておくことも必要である。また、複数断面の場合には、条件の厳しい断面を最終的な横断面とする。横断面の設定例を図-3に示す。

① 産卵場所として利用されている瀬を対象として、瀬が一様に近い状態の場合には1箇所、局所的に変化が見られる場合には2箇所で横断面を設定し、それぞれの横断面で平均水深、平均流速を測定する。

② 移動のために利用されている瀬は、水深の浅いと思われる瀬を対象として、瀬が一様に近い状態の場合には1箇所、局所的に変化が見られる場合には2箇所で横断面を設定し、それぞれの横断面で平均水深、平均流速を測定する。

表-4 代表魚種の水理条件

Table 4 Hydraulic Conditions for Typical Fish Species

魚種名	成魚の全長 (cm)	成魚の体高 (注5) (cm)	体重の 標準 (kg) (注6)	産卵期 (注1)	産卵箇所の水深 (cm) (注2)	産卵箇所の流速 (cm/s) (注3)	仔稚魚の発生	産卵方法
アユ	30	5.5	15	北 東 関 山 西 10月旬~9月 9~10月 10~11月 9月下旬~11月中旬 10月下旬~12月	30	60	2週間程度で孵化。その後流下	河床の砂礫に産卵
リュウキュウアユ	20	3.5	10	琉 12~2月	10	30	アコヒと同様	同上
サクラマス・ママ	60(サクラマス) 30(ママ)	14.0 7.5	30 15	北 東 関 山 10月旬~10月上旬 9~10月 10月旬~11月中旬 10月旬~11月上旬	30(サクラマス) 15(ママ)	20	4~5月に浮上	河床を掘り産卵床を形成し産卵床に産卵。その後砂利で覆う。
サツキマス・ママ	50(サツキマス) 25(ママ)	9.0 5.5	20 15	西 10~11月	20(サツキマス) 15(ママ)	30	3~5月に浮上	河床を掘り産卵床を形成し産卵床に産卵。その後卵を砂利で埋める。
サケ	65	15.0	30	北 東 関 山 10~11月 10月旬~12月 10月旬~12月 10月旬~12月	30	20	3~5月に浮上	河床を掘り産卵床を形成し産卵床に産卵。その後砂利で覆う。
カラフトマス	55	14.0	30	北 9月旬~10月中旬	30	34.3 ~35	4~5月に浮上	同上
オイカワ	15	3.0	10	関 山 西 5~8月 5~8月 5~8月	10	5	2~4日で孵化。孵化3~4日を経て出づけ	河床の砂礫に産卵
ウグイ	30	6.0	15	北 東 関 山 6~7月 5月上旬~6月上旬 3月上旬~5月 3月中旬~5月 2~4月	30	30	約1週間で孵化。さらに10日ほど砂利の中で過ごしたのちに浮上	浮き石状態の河床の礫に産卵
ユゴイ	18	5.0	10	河川では産卵しない				
ヨシノボリ	10(オヨシ ホリ) (成魚) 1.5 (オヨシ) (成 魚)		10	北 東 関 山 西 琉 5~7月 5~7月 5~7月 5~8月 5~8月 5~7月	20	10	約84時間で孵化。孵化後直ちに流下	河床の石の下に砂を除去して巣を作り、石の天井に産卵。
ボウズハゼ	12	2.0	10	琉 6~8月	20	ヨシノボリと同様 (10)	2日以内で孵化。孵化後直ちに流下	大きな石の下の天井の部分に産卵
アマス・イワナ 苗)	70(アマス) 35(イワナ)	12.5 6.0	25 15	北 東 関 山 西 10月旬~10月上旬 10~11月上旬 10月下旬~11月上旬 10月旬~11月中旬 10月下旬~11月上旬	25(アマス) 15(イワナ)	5	4~5月浮上	河床に産卵床を形成し産卵。その後砂礫で埋める。
ハナカジカ	15	2.5	10	北 10月旬~5月上旬	30	10	15~16日で孵化。孵化後直ちに底生生活	大型の石礫が産卵する箇所の空所のある浮石の天井に産卵
カジカ河川型	15	3.0	10	東 関 山 西 6月上旬 5月上旬 2~4月 2~4月	カンヨウカジカと同様 (20) (注4)	10	約28日で孵化。孵化後直ちに底生生活	石礫底の空所のある大型の石の下面(天井)に産卵
カジカ回遊型	17	3.0	10	東 関 山 西 1月旬~5月上旬 1~5月上旬 1月上旬~3月上旬 1~3月	カンヨウカジカと同様 (20) (注4)	10	約28日で孵化。孵化後浮上して流下	

注1) 産卵期について、北は北海道地域、東は東北地域のうちの東北・北陸地域、関は関東地域、山は山陰地域、西は西南地域のうちの中部、近畿、山陽、四国、九州、琉球は琉球地域を示す。ここでは東北地域、西南地域については、他の地域より河川ごとに選上。産卵の時期の差が大きいので、参考として関東、山陰として分けて示した。

注2) 産卵箇所の水深で、水深に()がついている代表魚種は代替種の水深を示した。

注3) 産卵箇所の流速で、流速に()がついている代表魚種は代替種の流速を示した。

注4) カジカ河川型、回遊型の産卵箇所の水深は、同じカジカ属で同程度の全長で本州において比較的分布するカンキヨウカジカの産卵箇所の水深を用いた。

上表：水深
下表：流速

凡例 ——— : 産卵に要する水理条件
----- : 雌、稚仔魚保全、移動・遡上
に要する水理条件

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
上流													12~1 サクラマス・ヤマメ、(アマス)・イワナ、鰐解禁
													2~3 カジカ河川型産卵
													4~6中 ウグイ産卵
													6下~7 ヨシノボリ産卵
中流													8 ヤマメ、イワナ、ウグイ移動
													11 イワナ産卵
													(11 アメマス産卵)
													9~10 サクラマス産卵
下流													8, 11~1 上 ウグイ移動
													1中~2 カジカ回遊型産卵
													4~6中 ウグイ産卵
													6下~7 ヨシノボリ産卵
上流													9~10 アユ産卵
													(9~10上 サケ遡上)
													(10中~12 サケ産卵)
													(1~3 サケ卵、稚仔魚保全)
中流													3~5 サクラマス遡上 (6下 アメマス遡上)
													6~2 ウグイ移動
													3~5 サクラマス遡上
													(5~6 アメマス遡上)
下流													(9~12 サケ遡上)
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
上流													11~3 サクラマス・ヤマメ、鰐解禁
													4~6中 ウグイ産卵
													6下~7 ヨシノボリ産卵
													7~8月 オイカワ産卵
中流													9~10 サクラマス・ヤマメ産卵
下流													1中~3 カジカ回遊型産卵
													4~6中 ウグイ産卵
													6下~7 ヨシノボリ産卵
上流													8 オイカワ産卵
													9~10 アユ産卵
													(11~12 サケ産卵)
													(1~3 サケ卵、稚仔魚保全)

注1) メモリは水深10cm () は、カッコ内の魚種が生息する場合

注2) メモリは流速10cm/s () は、カッコ内の魚種が生息する場合

注3) 流速については、下流では代表魚種の産卵の流速に関する生態情報がないので削除した。

注4) 産卵時においては、流速は重要な生息環境の要因となるが、渦水時における移動という点からは、魚類が遊泳できる水深があれば移動は可能であり、移動における流速は設定しない。

図-2 水理条件の設定（東北地域）

Fig. 2 Establishment of Hydraulic Conditions (Tohoku area)

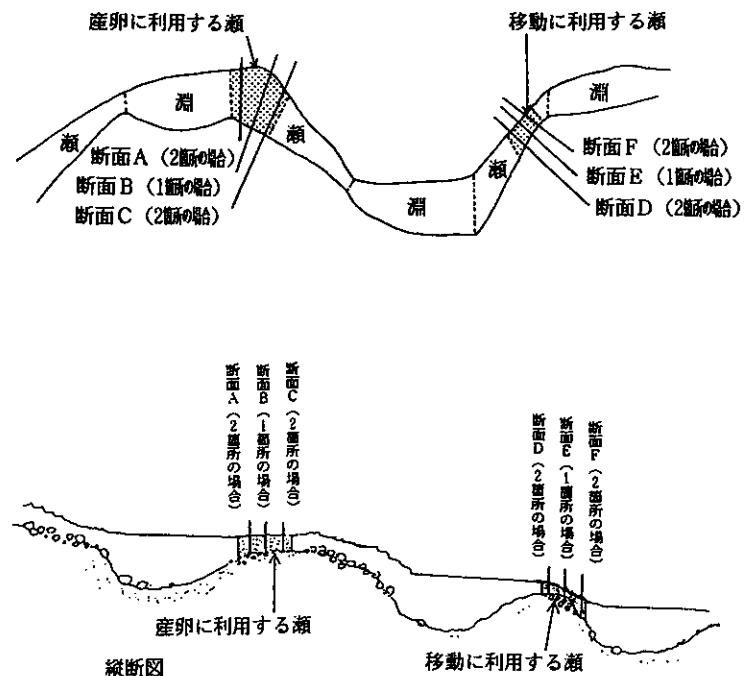


図-3 横断面の設定例

Fig. 3 Example of Establishment of Cross Section

6-2 水面幅の検討

産卵箇所と考えられる瀬においては、水深と流速の条件に加えて、産卵に支障を生じない水面幅についても検討することが望ましい。同様に、移動のために確保される水面幅についても、渇水時の水面幅等を参考に大きな支障のない水面幅を検討することが望ましい。

これらの水面幅の検討にあたっては、当該河川の魚類生態に詳しい専門家の助言を得て行うものとする。

7. 検討箇所別必要流量の算出

検討箇所毎（横断面毎）に、6-1の観測の結果得られた水理量（水深・流速）と流量の関係曲線を作成する。この関係曲線を作成するためには、近隣の流量観測所データを活用しても良いであろう。必要流量は、時期別の代表魚種の水理条件（水深・流速）を満たす流量として求めるものとする。最後に、流

量を水面幅に換算し、6-2で述べた魚類の生息に支障のない水面幅であることを確認することが望ましい。

8. おわりに

本稿では、魚類からみた河川必要流量を算定する考え方について述べた。また、考え方だけでなく、同時に、二級河川など、データの十分でない河川でも必要流量の算定に参考となるよう代表魚種は、地域別に具体的な魚種名を提示した。さらに、今回、既往文献や河川水辺の国勢調査結果を調べ、専門家の意見を聞き、これら代表魚種が生息するための水理条件について整理を行った。しかし、限られた魚種を除いて十分な知見が得られているとは言えない状況であることも同時にわかった。本稿で提示した考え方と具体的な数値は、そのような背景を踏まえたものであるが、適用に際してはこの点に留意すると共に、今後、

一層の知見の収集に努めていく必要があろう。

最後に、本稿は、水野信彦愛媛大学名誉教授を座長とする「河川における魚類生態検討会」での討議内容をもとにリバーフロント整備センターと（株）建設技術研究所でとりまとめたものである。同検討会と建設省河川局河川環境課から多くの有益な助言を頂戴したことに対して謝意を表します。

＜参考文献＞

- 1)建設省河川局河川環境対策室：正常流量検討の手引き（案）、平成4年6月
- 2)清水康生、小池達男：流量変動が河川環境の維持形成に果たす役割に関する研究、リバーフロント研究所報告、1998
- 3)古川博一、寺神俊雄、島谷幸宏、近磯晴、唯杉由佳、石原元：河川水辺の国勢調査の淡水魚類相データを用いた日本列島の地域区分、陸水学雑誌、1998
- 4)可児藤吉：可児藤吉全集全一巻（普及版）、思索社、1970
- 5)農林水産省構造改善局：よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針、1994
- 6)小山長雄：アユの生態、中央公論社、1978
- 7)（社）日本水産資源保護協会：水生生物生態資料、1981
- 8)廣瀬利雄、中村俊六：魚道の設計、山海道、1994
- 9)東幹夫：びわ湖における陸封型アユの変異性に関する研究、Ⅲ各集團における成熟過程、産卵習性、および形態的特徴について、日本生態学会誌、23巻4号、1973
- 10)石田力三：アユの産卵形態－V産卵場の構造、淡水区水産研究所報告、17巻1号、1967
- 11)西田陸：びわ湖のコアユの産卵形態、日本水産学会誌、44巻6号、1978
- 12)大野喜弘：人工河川におけるアユの産卵環境〔II〕小型親魚に対する産卵床の適正な環境について、滋賀県水産試験場報告、27号、1975
- 13)水野信彦：内水面漁場環境・利用実態調査報告書、魚のすみよい川への設計指針（案）、全国内水面漁業共同組合、1987
- 14)宮地、川那部、水野：原色日本淡水魚図鑑全改定新版、保育社、1976
- 15)川那部浩哉、水野信彦：検索入門 川と湖の魚、保育社、1990
- 16)奥田、柴田、島谷、水野、矢島、山岸：川の生物図典、山海堂、1996
- 17)沼田真、水野信彦、御勢久右衛門：河川の生態学 補訂版、築地書館、1993
- 18)玉井信行、水野信彦、中村俊六：河川生態環境工学 魚類生態と河川計画、東京大学出版会、1993
- 19)川那部浩哉、水野信彦：日本の淡水魚、山と溪谷社、1989
- 20)全国内水面漁業共同組合連合会：アユの産卵場づくりの手引 魚類再生産技術開発調査報告書、1991
- 21)新潟県内水面漁業共同組合連合会：豊かな流れ信濃川－河川資源普及指導事業報告書、1991
- 22)秋道：アユと日本人、丸善株式会社、1992
- 23)川那部浩哉：川と湖の魚たち、中央公論社、1969
- 24)後藤、塚本、前川：川と海を回遊する淡水魚生活史と進化、東海大学出版会、1994
- 25)山本：イワナ その生態と釣り、（株）つり人社、1991
- 26)木村清朗：ヤマメの産卵習性について、魚類学雑誌、19巻2号、1972
- 27)丸山隆：ヤマメとイワナの比較生態学的研究I、日本生態学会誌、31巻3号、1981
- 28)木村他：淡水魚「イワナ特集」、（財）淡水魚保護協会、1981
- 29)木曾三川河口資源調査団：木曾三川河口資源調査報告要録アユ第1号、1967
- 30)三原、佐野、江口：サケマス人工孵化事業、（社）日本水産資源保護協会、1964

- 31) 渡部：日本産カジカ科魚類の研究、1981
- 32) (社) 日本水産資源保護協会：びわ湖アユ資源維持対策検討委員会報告書、1978
- 33) 全国内水面漁業共同組合連合会：河川形態変化影響調査報告書「魚にやさしい川の姿」、1991
- 34) 宮地：アユの話、(株) 岩波書店、1960
- 35) (社) 日本水産資源保護協会：環境が河川生物および漁業に及ぼす影響を判断するための「判断基準」と「事例」、1994
- 36) 長田、細谷：日本の希少淡水魚の現状と系統保存—よみがえれ日本産淡水魚一、(株) 緑書房、1997
- 37) 日比谷：魚を育む豊かな流れ—河川生物資源保全流量調査報告書、全国内水面漁業共同組合連合会、1989
- 38) 森、秋山：淡水魚カタログ—川や湖、沼で出会える魚たち190種、(株) 永岡書店、1997
- 39) 山代昭三：イトウの生態について（再録）—特に最近見られた知見など、淡水魚9号、1983
- 40) 石城：イワナの謎を追う、(株) 岩波書店、1984
- 41) 丸山隆、宇藤均、古川哲夫他：若手研究者によるサクラマス群座談会—ヤマメ・アマゴの謎を追う一、淡水魚 増刊号、1982
- 42) 長澤和也：サケ・マス類の生態と漁業—地方名・分布・生育の特徴—、食の科学4号、1993
- 43) 加藤：ヤマメ・アマゴその生態と釣り、(株) 釣り人社、1990
- 44) 白石芳一、鈴木喜三郎、玉田五郎：三重県馬野川のアマゴに関する水産生物学的研究 第二報 産卵習性に関する研究、淡水区水産研究所研究資料1巻14号、1957
- 45) 小林哲夫：サケとカラフトマスの産卵環境、さけ・ます水産孵化場研究報告22号、1968
- 46) 多部田修、塙原博：北九州における海産ウダイの産卵習性とその漁法、九州大学農学部学芸雑誌21刊2／3号、1964
- 47) 伊藤和雄：ウグイ属3種の産卵習性、さけ・ます水産孵化場研究報告30号、1975
- 48) 水野信彦、後藤晃：日本の淡水魚類 その分布、変異、種分化をめぐって、東海大学出版会、1987
- 49) 中村一雄：千曲川産オイカワの生活史（環境、食性、産卵、発生、成長其他）並びにその漁業、淡水区水産研究所研究報告1巻1号、1952
- 50) 水野：ヨシノボリの研究—1. 生活史の比較、日本水産学会誌、27巻、1961
- 51) 道津喜衛：ボウズハゼの生活史、九州大学農学部学芸雑誌、15号、1955
- 52) 道津喜衛：ボウズハゼの生活史研究覚書、淡水魚 創刊号、1975
- 53) 水野信彦：カジカの生態的2型、動物学雑誌70巻、1961
- 54) 石川県内水面水産試験場：カジカの種苗生産と養殖、1983
- 55) 小島、岡田、涌井、鈴木：カジカの種苗生産について、新潟県内水面水産試験場調査研究報告No. 7、1979
- 56) 石田力三：アユの産卵行動をさぐる、(株) 平凡社アニマ10月号No. 43、1976
- 57) 平石、山本、梨本、佐藤：流れに定位しているニジマスの遊泳形態について、日本水産学会誌、50号、1984
- 58) 塙本、梶原：魚類の遊泳速度と遊泳能力、水産土木10(1)、1973
- 59) 塙本：遊泳生理「魚類生理学」、恒星社厚生閣、1991
- 60) (財) リバーフロント整備センター：魚からみた落差工への配慮事項、1998