

(29) 魚類と河川流量の関係

STUDY ON THE RELATION BETWEEN RIVER WATER QUANTITY AND FRESHWATER FISH

北川 明*、○鈴木研司*、神庭治司*

Akira KITAGAWA*, Kenji SUZUKI*, Harushi KANBA*

ABSTRACT; One of the attractive characteristics of rivers is the presence of freshwater fish. The conservation of the fish is an important subject for the river environmental improvement. This study deals with how to decide a necessary river water quantity for the habits of fish.

There are about 200 kinds of freshwater fish in Japan. In consequence of investigating the valuable fish in fishery, the important fish on events or festivals, and the widespread fish, 6 kinds of fish are selected as the most essential fish to be considered. Those are ayu, salmon, char, masu trout, carp, and crucian carp. These habitats, life-styles, and the important figures such as velocity and depth for deciding a necessary water quantity are shown in the tables for each 4 periods of the fish growth. It is suggested that seasonal changes of river water quantity must be considered.

KEYWORDS; water quantity, freshwater fish

1. はじめに

川の重要な魅力の一つは川独特の自然、川独特の生態系である。親水活動を行う場合、そこに生物がいるかないかでは大きな違いがある。夏を中心に、子供から大人まで、魚採りや魚釣り等生物相手のレクリエーションに大いに興じている。こうした河川生態系とのふれあいは、今後余暇時間が拡大していくに従いますます大きな楽しみとなろう。

生態系の保全是河川環境の向上にとって重要な課題である。一方、良好な河川環境には、豊かな水が必要である。しかし、生態系の保全と河川流量との定量的な関係は必ずしも明確ではない。河川生態系を構成する生物の主役は藻類・底生動物・魚の3者である¹⁾。食物連鎖を考えると、魚類は藻類や底生動物を食い最も優位にある生物と言える。優位な魚類が生息することは、食料とするそれより下位の生物の存在を裏付けると考えられる。また、魚類は親水活動や水産上の人間生活との係わりにおいて大型で最も重要な生物である。そこで本論文は、河川生態系の保全を考えるにあたり、魚類の生息に着目し、魚類と河川流量との関係を提示するものである。

2. 日本の河川の重要淡水魚

2.1 日本の河川の重要魚類

日本の河川に生息する淡水魚は約200種類である^{2), 3)}が、その全部の魚類を取り上げることは煩雑である。そこで本研究では、水産上の重要魚類、イベント・祭り、親水活動の対象魚類、地理的分布等の観点

* 建設省土木研究所 Public Works Research Institute of the Ministry of Construction

表-1 内水面漁業統計対象魚種

遡河性サケ・マス	ワカサギ
サケ類	アユ
サクラマス	シラウオ
カラフトマス	コイ
その他のサケ・マス類	フナ
陸封性サケ・マス類	ウグイ
ヒメマス	オイカワ
ニジマス	ウナギ
ヤマメ	ドジョウ
イワナ	ボラ類
その他のサケ・マス類	ハゼ類
	その他の魚類

表-2 祭りに出てくる生物の地域別集計

	総数	サケ	アユ	ニジマス	ヤマメ・アマゴ	フナ	コイ	ウグイ・ハエウグイ・マルタ	ウナギ	イワナ
北海道	17	③		3	1				1	
東北	31	⑩	8	5	3	5	6	4	2	2
関東	15		5	⑧		2		1		1
中部	13		⑦	4	5	2	3			
北陸	10	2	1	④	1	④				2
近畿	9		④	2	1	1	3		2	1
中国	11		⑥	3	1	2	2	1	1	
四国	6		1		1	②	1	1	2	
九州	13		⑥	2	3	4	3	3	2	7
合計	125	20	38	31	16	22	18	10	10	7

○は地区の中で最大の魚種

から日本の河川の重要魚類を抽出した。

表-3 日本の河川の重要魚類

表-1に内水面漁業統計の対象魚類（農水省）を示す。また、表-2に筆者らが調査した生物と関係のある川の祭りの集計結果を示す⁴⁾。二つの表に現われる魚類はほとんど重複し、社会的に重要視され、河川の主要魚類として取り上げるのに適当である。ただし、主として湖沼に生息するヒメマス、ワカサギ、汽水湖や海洋沿岸にすむシラウオ、分布の限られているカラフトマスは今回の重要魚類とはしない。またニジマスはマス釣り大会のような場合を除いて、河川への放流は望ましくないとの風潮にあるのでこれも対象からはずす。ドジョウは昔から子供たちの遊び相手であるが、田圃の用水路頭が生息場所であるので検討対象からはずす。流れのある河川での子供たちの遊び相手として、ヨシノボリを取り上げる。以上から日本の重要魚類として表-3に挙げる13種類を抽出した。

このうちイワナは最上流域、ヤマメ・アマゴは上流域、アユ、ウグイ、オイカワは中流域、コイ、フナ類は下流域、ボラ、マハゼは汽水域、サケ、サクラマスは遡河性のそれぞれ代表である。

イワナ
ヤマメ・アマゴ
サクラマス
サケ
アユ
ウグイ
オイカワ
コイ
フナ類
ウナギ
ボラ
マハゼ
ヨシノボリ

2. 2 流量設定対象魚種の選定

河川流量の制御によって魚種の保護を図ろうとする場合、表-3に示した主要魚種13種からさらに対象魚種を絞ることができる。

13種のうちウナギとヨシノボリは水が少しでもあれば移動可能でどこにでも分布する魚種である。ボラ類、ハゼ類は海で産卵・孵化し、春から秋にかけて河川の汽水域で成長する。河口にはある程度元々水量がありまたその生態には塩分濃度が影響する。したがって流量の制御によってこれらの魚種の保護を図ることは必ずしも得策ではない。ウグイ、オイカワはアユとほぼ同じ生息場所に共存するものである。生活様式、水産上の価値、また親水活動の観点からもアユはウグイ、オイカワより優位である。アユの生息が確保されればウグイ、オイカワも生息可能であるが、ウグイ、オイカワは条件の良い所でも生息でき、逆は必ずしも正しくない¹⁾。したがってアユの生息条件が満足されればウグイ、オイカワの生息は確保し得ると考えられ、流量設定対象魚種とする必要はない。

したがって、以下に示す6種類を流量設定対象魚種と選定した。

- ・イワナ ・ヤマメ、アマゴ、サクラマス
- ・サケ ・アユ ・コイ ・フナ類

なお、同じサケ科のサクラマス、ヤマメ、アマゴについては分類および学名の混乱が著しい。降海するものをサクラマスと呼ぶが、3者の生態は極めてよく似ている。

3. 流量設定対象魚類の生息条件と必要流量設定の基本的考え方

6種の魚類について、「稚魚」「成魚」「産卵」「孵化・仔魚」の4つの成長段階ごとに形態的特徴と、生息する場所(河床型)、季節、水温、食物等の生活様式を整理した^{2), 3)}。また、それぞれの段階に必要な流量の設定の考え方を整理した。結果を表-4に示す(フナは割愛)。

このうち河床型の記号は、一組の淵と瀬を基本単位として河川形態を区分したものである(図-1)⁵⁾。一般にAa型は河川の上流部、Bb型は中流部の上流側、Bc型は中流部の下流側と下流部に見られるものである。なお二つの型の遷移部分としてAa-Bb移行型、Bb-Bc移行型がある。

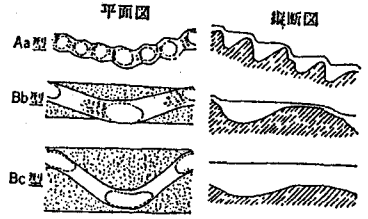


図-1 河床型の記号

流量設定の基本的考え方は次の通りである。流量は概ね流速、水深、水面幅の3項目で算定できる。表-2には各魚類の成長段階ごとに、生息に適当な流速、水深、水面幅の概略値を記入してある。その魚類の生息時期の生息場所に、適当な諸元を適宜選択して、当該河川の諸条件にあった流量を設定することになる。

表中には三つの項目の重要度も示してある。魚類あるいは成長段階によっては、水深だけあればよいもの、水深と流速の両方を考慮する必要があるもの、更に水面幅も必要となるものなど、様々な生息条件が考えられる。◎は最重要項目、○はやや重要な項目、△は考慮する必要性が小さい項目、×は考慮する必要がない項目である。

一般に、魚類の生息を確保するために流量を決める際、特に重要な成長段階は「産卵」期である。アユ、サケ、サクラマス等の魚類については、産卵期、産卵場所に流速、水深、水面幅を慎重に設定する必要がある。一方、コイ、フナ類は水中あるいは水表面の水草やゴミなどに産卵するため、水面幅の確保のみ配慮すればよい。次に、「孵化・仔魚」期は、産卵場所が干上がらないことが肝要である。一般に仔魚は遊泳力が小さく浮遊しているか、流れに身を任す程度である。体長が小さいため水深は考慮しなくともよい。「稚魚」になると移動ができるようになり、水が切れないように水量を設定する必要がある。魚種別には次のようにいえる。イワナは河川の最上流部に生息し、産卵場所は小さな枝谷である。そこで水が切れなければよい。ヤマメ・アマゴはイワナよりは下流の上流部に生息する。一生を通じ瀬に水深10~30cm程度の水深があればよい。サクラマスは降海・遡上するので特に遡上期には流量を確保する必要がある。サケは産卵期に水深30cm、流速20cm程度を確保する。アユは中流部の代表である。稚アユの遡上期には水が切れなければよいが、春から夏の成魚期は特に瀬と淵の流量を慎重に考える。すなわち、淵には深い水深、瀬には水が切れずがあり、瀬から淵には勢よく水が流れこむことが重要である。このことはアユ以外の中流部に生息する生物にとっても良い環境となる¹⁾。河川の横断・縦断形状を検討しながら決定することが望ましい。コイ、フナ類は下流部に主に生息するが、産卵場所の水面幅以外は流量の設定はさほど重要でない。

4. 流量設定の手順

今後生態系保全や景観など河川環境の向上をめざす場合には、図-2に示すように季節、場所に応じて流量を設定することが考えられる。この概念図を用いて手順を説明する。この河川ではアユの保護・保全が重要であると仮定する。ある地点でまず年間を通じ最低限必要な流量を設定する。そして、たとえば3~5月は河口から稚魚が遡上してくるが、このときは最低限必要な流量で遡上のための条件が満たされている。6~9月は地点の上流域にあるアユの生息場所の確保、すなわち瀬と淵での水深、流速を考慮して流量を増やす。また10~11月は地点の下流側において広い産卵場所を確保するため、さらに大きな流量を設定する必要がある。その他の季節はあえて流量

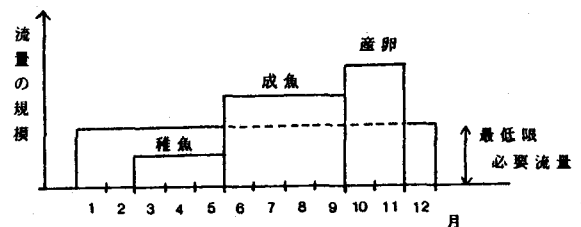


図-2 流量設定の概念図

表-4 生活様式と必要流量の考え方

魚種名: イワナ

地方名 属名	モリナガ(長野県)、モリナガ(福井)、ゴギ(鳥取)、ニッコウイワナ、ヤマトイワナ
分布	日本海側: 津軽半島～奥州半島 太平洋側: 久慈川～雄物川および奥州半島千種川

成長段階	稚 魚	成 魚	産 卵	卵 化 ・ 仔 魚
形態	孵化後60日前後で全長25mm程度の稚魚となる。	1年で13～16cm、2年で16～22cm、3年で17～25cm、普通2～3年で成熟		孵化後の仔魚は全長10mm
季節			9月下旬～11月上旬 その地方の紅葉期にはば一斉	浮上期は越冬場よりあと(北日本)
河床型	Aa型、Aa-Bb移行型	川の敷上流部Aa型 Aa型、ヤマゴより上流	Aa型、Aa-Bb移行型	Aa型、Aa-Bb移行型
水温		夏の水温が13～15℃以下のあたりが分布の下限	10.5℃～7℃で産卵	摂氏温度42℃前後で孵化
食	水生昆虫などを主に摂食	水生昆虫・陸生昆虫の落下・落下するものを食う。小魚やエビなども食う。	小魚なら摂食する	
住	産卵場付近の岸よりの深の隙間	ヤマゴ、アマゴと共存する場合は淵寄りに住み、またそこに近い所に住む傾向が強い	川幅2m程度以下の狭谷に集まり、淵端などのやや流れのゆるい場所の砂礫底	
必要流量の考え方	水深	X	X	X
	水深	5cm以下のところにいる。	水深5～10cm程度	4～24cm(田舎川)
	水深	X	X	Δ
	水深	X	X	Δ
水深(800)	水があればよい。	淵に水深5cm程度の水があればよい。川の敷上流部であり、水がきれいな川。	産卵場所の水深を考慮。	水があればよい。
水深(800)		20cm以下		
利用その他		増殖、フライなどにして美味。ただし、アマゴ、ヤマゴには劣る。		

魚種名: マス

地方名 属名	マス、ホンマス(全国)、イタマス、ヤマベ(北海道、東北)スキノコ(青森)
分布	北海道全域、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県、愛知県、岐阜県、富山県、石川県、福井県、山梨県、長野県、新潟県、北陸道、東海道、近畿道、中国道、四国、九州

成長段階	稚 魚	成 魚	産 卵	卵 化 ・ 仔 魚
形態		1年半で10～20cm 1～2年で成熟し、その後数年生きる。	河川に産卵していたものは翌年も産卵するが海から上がったものは産卵後に死す。	卵期は産卵後で過ごし、翌年4～5月に浮上する。
季節	春～夏	夏～秋、1年中	北海道で8～9月、北陸で9～10月、九州で10～11月、その地域の紅葉の初期から最盛期に産卵する。	春
河床型	Aa-Bb移行型、Aa-Bb移行型	Aa型からAa-Bb移行型、イワナよりは下流、離海して海で1年ほど過ごすものもある	Aa-Bb移行型	Aa-Bb移行型 海に下るものもある。(サクラマス)
水温		冷水域	9～13℃で産卵。	6～15℃
食	主として落下する水生昆虫	落下あるいは落下する陸性・水生昆虫、甲殻類、小魚も食う。		水生昆虫
住	開けた淵に多い。縄張を持つ。次の年の3～6月に海へ下るものもある。	比較的開けた場所、河川の冷水域、淵の下などに産卵。	清流のある浅瀬、水深0.5～5cm	産卵床内
必要流量の考え方	水深	Δ	Δ	Δ
	水深	O	O	Δ
	水深	Δ	Δ	Δ
	水深	Δ	Δ	Δ
水深(800)	水があればよい。	淵に水深5cm程度の水があればよい。	水深×流速	
水深(800)		20cm以下		
利用その他		ヤマメは極めて美味、増殖がよい。		

魚種名：アユ

地方名 漢名	アイ(金国)
分布	本来は北海道西部、本州、四国、九州、沖縄

成長段階		稚 魚		成 魚		産 卵		孵 化 ・ 仔 魚		
形態		遡上時の体長は5〜8cm程度		体長は18〜30cm程度				卵から10〜20日経過後で孵化直後は体長8mm程度		
季節		日本中部で3〜5月		夏〜秋		北方で8月下旬 南方で12月中旬		秋〜冬		
海床型		河口〜Bb〜Bc移行型付近		Bb型、Aa〜Bb移行型 秋、増水のたびに下流に向かう。		中流域より下流 Bb〜Bc移行型		Bb〜Bc移行型から下流→海		
生 活 様 式	水温	海での生息水温は13〜18℃であり、川と海の水温が接近し始める川に上る川に上る				15〜18℃が好適、びわ湖産のものは1月早く産卵期、水温17〜20℃が盛期				
	食	海では半底生の浮遊動物を食う 遡上時は藻や水生昆虫		主に潮の藻の上で藻類を食う				有機物破片を食う		
	住	沿岸→川		平潮、干潮、沼の順に条件が良い。条件の良いところでは良いアユがなわばり（1尾/1〜2m）で、海では群れアユが多い。夏は魚で休む。		砂礫底で軟質、底質1〜25mm程度（「洋系石」の状態でころう		土化後直ちに離潮、海では昼は底層、夜は底層に分布する。		
必要量の考え方	生息条件と繁殖環境	水深	体長5〜9cm程度の稚アユの遡好水深は40〜70cm/s	△	潮に勢いよく水が流れこむことが必要	○	遡潮型：表面水深2m/s程度 浅瀬型：60m〜120cm/s	●	流れがあればよい。	×
		水深	遡上時は水深浅いところを通る	×	海にはある程度の水深が必要（1m以上）、深い程度良い。	○	遡潮型：1m 浅瀬型：30〜60cm	●		×
		面積		×	海では水面幅は広い方が生息面積が増える。	○		●		○
	繁殖環境	水がきれいなれば良い。（どこかをのぼっていくから）		「潮切れ」をせず、潮にも水深が十分ある。また、水面積が急激に減少する流量には必要。		平均水深×平均水深×水面幅、排水量、上河川では水深30cm/s、水深20cmを基準としている。		水面積を確保、排水量から求めたいように、土化後には産卵場所、産卵期と同程度の水面幅が必要		
水質				3〜5ppm程度						
利用その他				増殖きが最終世界で2番目においしい淡水魚という						

魚種名：サケ

地方名 異名	アキアジ、シロザク、トキシラズ (蘭遊の註記が異なる系統群により区別する名称)
分布	日本海側：福岡県以北 太平洋側：利根川以北、千葉県にも。

成長段階		稚 魚		成 魚		産 卵		野 化 ・ 仔 魚	
形態	川を下りながら成長、体長6~10cmに達すると沖合へ出ていく。		群れをつくって北方の海洋を回遊、3~5年で産卵、60~80cm				野化直後の全長20cm程度、全長40cm程度で産卵床から出て海に下り始める。		
季節					北方ほど早く、2系統がある。 夏季群の産卵8~10月、秋季群の産卵9~12月		冬~春		
河床型	川→海		海		海→川 Bb型、Bb-Bc移行型				
生	水温							12~3℃	
活	食	水生昆虫や半底生の浮遊動物		大型浮遊動物、小魚、イカなど		川では餌をとらない。			
様	住	春のよどみなど1日平均2kmずつ下流へ移動		北方の海洋で回遊		生まれた川へ戻って来る。石廊底の湧水の ある場所			
必要 条件 の 考 え 方	水温		△		×	20cm/°程度	○		△
	水深		△		×	30cmたらず	○		△
	水質		△		×		○		○
	担持量と 配管事項	流れがあればよい。				水面幅×流速×水深	産卵場所の水面幅を確保		
水質 (BOD)			別冊、塩焼き、荒巻サケ、真味		精製直前のイクラも真味				
利用 その他									

魚種名：コイ

地方名 異名	マコイ、リコイ（野生のもの） ヤマド（養殖放流のもの）
分布	全国各地に分布している。

成長段階	種 魚	成 魚	産 卵	野 化 ・ 仔 魚
形態	全長20mmでひげが一対生える。	1年で10～15cm、2年で18～25cm 3年で25～35cm、4年で38～40cm 最大1mにもなる		孵化：5、6～5、7mm 全長：5、6～5、6mm
季節	土化後約30日 夏～秋	一年中	関東以西は4～7月 関東では7～8月	孵化後2～12日で土化 夏～秋
河床型	Bb、Bb-Bc、Bc	Bb型、Bb-Bc移行型、Bc型		Bb、Bb-Bc、Bc型
生 活 様 式				
水 温		7℃以下では活動しない。	18～22℃	14～30℃で土化
食 料	コスリカ藻を食うものが多い。	底生動物、底土の底生藻類、 貝類を特に好む。		浮遊動物や付着生物を食う （小魚）
住 居	水草の多い死水域を好む	中流では大型の淵、下流域や池、沼では全 面、またはやや深い部分に集まる。	深い池の底や水の停滞した川岸 水草の水面に近い部分	水草の多い死水域を好む。
少 量 産 卵 の 要 求 方	土 質	X	深淵型：表面流速2m/s程度	X
	生 水 域 と 産 卵 場	X	中流の淵では深いほどよい。	X
	水 面 積	O	X	O
	配 置 場	深いほどよい		
水 質		1 OPPe程度まで耐えられる。		
利用その他		コイこく、あるいは、中量肥料 即効性強壮剤として使用。飼育用もある。		

を別途設定する必要はない。以上のような手順を当該河川に生息する重要魚類ごとに検討し、総合的に判断して魚類のための流量の設定値とすればよい。なお、流量の設定に際し、事前に、当該河川でどのような魚類が生息し、どの時期にどこで生息するのか予め調査する必要がある。

5. おわりに

本報告では、日本の重要魚類を選定し、その生息条件に着目して必要流量を設定する際の配慮事項と手順を示した。日本の淡水魚のうち、特に重要と考えられるアユとサケについては、比較的調査研究事例が豊富である。しかしその生態が明確でない魚類も多く存在する。表-4中に示した諸元も必ずしも厳密な値とはなっていないが、概略の目安を与えるものとして有効な情報だと考えている。

河川の中流部の代表はアユである。アユが多数生息する河川が河川の姿として望ましいが、現状では、ウグイとオイカワが大勢をしめている河川もある。参考のため、表-5にウグイとオイカワの産卵場の諸元を示す^{2), 3), 6)}。

表-5 ウグイとオイカワの産卵場の諸元

	産卵期	河 床 型	水 深	流 速	河床の状態
ウグイ	春～初夏	Bb型 Bb-Bc移行型	30～60cm程度	30～70cm/s程度	2～4cm程度のま れいな礫が浮石状 にあるところ
オイカワ	春～夏	Bb型 Bb-Bc移行型	0～30cm/s程度	5～20cm程度	流れのゆるい平瀬 の砂礫底

生物（昆虫、鳥類、植物等）の保護についてもあわせて検討を進める予定である。

なお、本研究をすすめるにあたり、愛媛大学水野信彦教授には多くの御指導、御助言を賜りました。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献 1) 水野信彦、御勢久右衛門：河川の生態学、築地書館、1972。 2) 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦：原色日本淡水魚類図鑑、保育社、1976。 3) 中村守純：原色淡水魚類図鑑、図鑑の北隆館、1974。 4) 松浦茂樹、島谷幸宏：水辺空間の魅力と創造、鹿島出版会、1987。 5) 可児藤吉：溪流性昆虫の生態、1944。（ただし文献1より引用） 6) 全国内水面漁業協同組合連合会：内水面漁業環境・利用実態調査報告書-魚のすみよい川への設計指針（案）-、1987.3。