

II-40

河川環境からみた必要流量の評価に関する研究

北海道開発局 正員 矢部 浩規
北海道開発局 正員 山口 昌志
日本工営株式会社 正員 佐々木成人

1. はじめに

十勝川の支川札内川は、全国的にも水質の良さが有名で、素晴らしい河川環境を有している。また一方では、従来から河道周辺の水利・地質構造によって、河川の伏没現象が中流部を中心に見られ、季節的に無水区間が生じるほど流量が少ない地域も存在することが知られている。しかしながら、このような特性をもつ札内川において、河川空間の利用や河道の改修が今後より広い範囲にわたって整備・実施されて行く過程の中で河川の必要流量を設定していく場合、従来の方法や考え方では適切に評価することが難しいと予想される。

このような背景から、本研究では必要流量を評価するために札内川の河川・環境特性を把握し、その要因として重要性が高く、河川環境を総合的に表していると考えられる河川景観からの評価方法について考察することを目的とする。

2. 札内川の河川環境特性

2.1 無水区間の存在

(1) 無水区間の発生地点と時期

札内川流域におけるビョウタンの滝、上札内橋、第二大川橋、南帯橋、札内橋の5流量観測所位置を図-1に示す。



図-1 流量観測地点位置図

各流量観測地点における昭和55年以降の日流量観測資料によれば、無水区間となっているのは上札内橋地点周辺である。また、この無水日は毎年主に冬期（12月～3月）に集中しており、年平均約80日であるが、これ以外には昭和55,56,63年の夏期における5～10日程度の無水日が認められた。

(2) 無水区間が生じる原因とその機構

北大による既往調査検討結果¹⁾は次のようである。

上札内橋周辺の伏没区間には、透水性の極めて高い砂レキ層が厚く分布しており、河川の再現が始まる地点はこれとは異なって砂レキ層が浅く、地下水がせき上げられる様な地質構造となっている。これは、伏没区間が場所的に概ね限定されていることを意味する。

また、伏没水その他流域への分水界漏出は無視できるほど小さく、上札内橋周辺左岸側からの伏没水は支川戸高別川を経て札内川に還元される。（図-2）

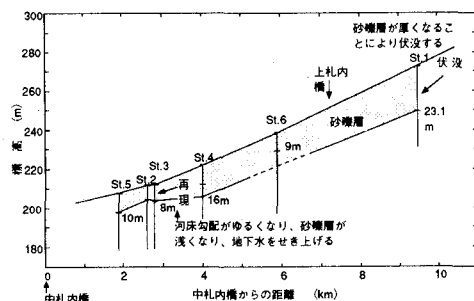


図-2 札内川地下水帯の構造

2.2 札内川の河川利用状況と自然環境

札内川の河川環境を自然・社会環境から把握するため、調査方針を次のように設定し、現地調査を行った。

①十勝川合流点からビョウタンの滝までの河川環境概査

札内川の河川環境を概査し、河川利用の実態を踏まえて札内川全体における無水区間の位置づけを明確にする。

②無水区間の河川環境詳細調査

札内川無水区間の自然環境と河道状況を1kmおきに調査する。

この調査結果を基に、河川の利用状況と自然環境という観点から整理した結果を以下に示す。

(1) 河川利用状況

札内川における河川の利用は南帯橋より下流の帯広市街地に近い区間と、景勝地となっているビョウタンの滝付近が多く、無水区間では運動公園のある中札内橋付近KP32～35km付近に限られる。また利用形態もスポーツが主である。（表-1）

表一 河川の利用状況一覧

(調査実施日 平成5年8月9,10日)									
距離標 (KP.m)	高水敷の 土地利用	観水活動の状況			周辺のようす		利用場所	利用形態	利用人数
		高水敷	遊歩	学	セメント工場	人家がまばら			
3.0 左	自然草地	高水敷	遊歩	学	1	人家が多い			
3.8 左	河川公園	高水敷	スホーツ	中	23	人家が多い			
4.2 左	河川公園	高水敷	スホーツ	中	1	人家が多い			
4.8 右	自然草地	高水敷	遊歩	中	1	工場あり			
5.2 左	運動公園	高水敷	スホーツ	若	6	人家がまばら			
5.9 左	自然草地	高水敷	遊歩	中	1	人家がまばら			
6.0 左	自然草地	高水敷	遊歩	高	2	人家がまばら			
6.0 左	自然草地	水際	遊歩	学	4	人家がある			
7.4 左	運動公園	水際	遊歩	学	1	人家がある			
7.4 左	採草地	高水敷	スホーツ	若	9	人家がある			
7.4 右	採草地	高水敷	農作業	中	1	人家がある			
8.0 左	自然草地	高水敷	遊歩	中	2	人家がある			
8.0 右	自然草地	高水敷	遊歩	中	1	人家がある			
9.0 左	自然草地	水際	釣り	学	4	人家がある			
15.0 左	自然草地	水際	水遊び	学	4	人家がある			
15.0 左	自然草地	水際	水遊び	中	2	人家がある			
21.3 左	自然草地	高水敷	遊歩	中	3	人家がある			
32.0 右	自然草地	水際	釣り	中	1	人家がある			
34.4 右	運動公園	高水敷	スホーツ	中	7	人家がある			
34.4 左	運動公園	高水敷	スホーツ	学	7	人家がある			
53.0 右	自然草地(記念碑)	水際	釣り	中	2	人家がある			
56.0 左	観光地(公園地)	堤防	観光	学	17	人家がある			
56.0 左	観光地(公園地)	堤防	観光	中	13	人家がある			
56.0 左	自然草地	水際	キャンプ	学	8	人家がある			
56.0 左	自然草地	水際	キャンプ	学	3	人家がある			

学 : 小学生
若 : 中学生から20歳程度
中 : 20歳から60歳程度
高 : 60歳以上

(2) 無水区間の自然環境と河道状況

札内川は河道が広く勾配も比較的急峻であるため砂洲が複雑に発達し、変化に富んでいる。これは無水区間においても同様であり、瀬や淵も顕著に見られた。しかし、目視による今回の調査では魚類にとって良好な生息環境であると思われるにも拘らずほとんど認められなかった。(表-2)

表-2 無水区間の自然環境と河道状況一覧

(調査実施日 平成5年8月27日 9月16,17日)												
距離標 (KP.m)	深の数 (本)	植生高さ(m)		水溜り	伏流	湧水	瀬	淵	護岸水制	樹木植生	見かけの河川幅B	見かけの水面幅W
		高木	中低木	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無
23.0	2	12	6		○	×	×	○	○	○		
24.0	3	15	5	1	×	×	×	○	○	×		
25.0	2	13	8		×	×	×	○	○	×		
26.0	1	10	5		○	×	○	×	×	○		
27.0	3	20	10		○	×	×	×	×	○		
28.0	2	10	5		○	×	×	×	×	○		
29.0	2	20	8		×	×	×	○	○	×		
30.0	2	10		1	×	×	×	×	×	×		
31.0	2		7		×	×	×	×	×	○		
33.0	2	10	7		○	×	×	○	○	×		
34.0	3	8		1.5	○	×	○	×	×	○		
35.0	1		3	1.5	○	×	×	○	○	○		
36.0	1	10	3		×	×	×	○	×	○		
37.0	3	8	4		○	×	○	×	×	×		
38.0	2	8	2		×	×	×	○	×	○		
39.0	2	8	5		×	×	○	×	×	○		
40.0	2	8	4	0.5	×	×	×	○	×	×		
41.0	3	15		0.5	○	×	×	○	×	×		
42.0	2	5	1.5		×	×	×	×	×	×		
43.0	3	8	5		○	×	○	×	×	×		
44.0	3	5		1	×	×	×	○	×	×		
45.0	2	15	3		○	×	○	×	×	○		
46.0	2	5	3		×	×	×	○	○	×		

3. 河川景観に対する現状の評価手法

3.1 景観要素以外の必要流量

次に以上の河川環境調査を参考に必要流量を評価するのであるが、ここではまず河川景観以外の要素について検討する。

今年度の現地調査時には無水区間において魚類を目視できなかったが、既往調査結果²⁾によれば、上札内橋付近にウグイが確認されている。上札内橋下流KP41.0kmの現況河道断面からウグイの生息条件を水深20cm、流速30cm/sとして必要流量を算定した結果を表-3に示す。

また、河川維持流量の目安として全国の維持流量設定河川の平均値として得られている比流量(0.69m³/s/100km²)に対する値も併せて示した。札内川は全体に河道が広く、瀬も広いために平均水深で評価すると過大な値となった。

表-3 景観要素以外の必要流量

項 目	必要流量 (m ³ /s)	備 考
魚類に対する必要流量	0.46	最高水深20cm
〃	(3.44)	平均水深20cm(通水断面/水面幅)
比流量からの目安	1.30	Q=0.0069×流域面積 (km ²)

3.2 現状の評価手法と必要流量

河川景観に対する現在の評価手法は、建設省による指針³⁾から評価基準を水面幅Wと河川幅Bの比W/Bとして、W/B≧0.2となるように必要流量を定めるものとなっている。この際、実際の河川幅ではなく、図-3の概念図に示すような見かけの河川幅を用いて評価しても良いこととしている。



図-3 見かけの河川幅概念図

この手法により、無水区間にある橋梁4地点からの風景軸を視点場と設定して、景観からみた必要流量を算定した結果を表-4に示す。

表-4 無水区間の景観からみた必要流量一覧

地 点	B (m)	W (m)	必要流量 (m ³ /s)
大正橋上流 KP26.0km	158	31.6	5.28
中島新橋上流 KP32.0km	243	48.6	3.94
中札内橋上流 KP35.0km	268	53.6	8.99
上札内橋上流 KP42.0km	147	29.4	10.82

3.3 現状の評価手法の問題

評価基準 w/B は、建設省で行ったアンケート調査の結果、これを20%以上にすると水量感が望ましくなるといことが根拠となっている。しかし、この20%という評価基準は、広い高水敷をもつ河川を想定しているのか、あるいは単断面に近い都市河川等にどの程度適用できるのかなどは不明である。札内川無水区間の場合は、見かけの河川幅と水面幅を用いても、魚類に対する必要流量あるいは比流量による目安に比べて、非現実的な値であることが明らかとなった。このように、景観からみた必要流量の算定には、個々の河川特性をより考慮した新たな評価手法が望まれる。

無水区間の上札内橋からの河川景観を写真-1に示す。

4. 新たな評価手法の試み

4.1 必要流量の評価

河川景観からの必要流量の評価は、河川の流れなど水面と河川環境の対象相互の関係把握が重要である。ここでは、ゲシュタルト心理学における「図」と「地」の関係で河川景観を捉えていくことを考えてみる。

「図」とは視野の中で確かな実在感と輪郭を持った形として意識に浮かび上がるものであり、「地」とはその時背景として感じられる広がりである。このため、河川水面の存在を強調するといった「図」のなりやすさ、あるいは河川水面を周辺環境と調和させるといった「図」と「地」の相互関係によって、その評価が可能になると考えられる。

本研究では以上のような考え方に基いて、河川水面以外の「地」となり得る景観構成要素によって河川景観タイプを分類し、それぞれの河川特性ごとに必要水面幅と流量の関係を把握しようとするものである。

4.2 河川景観タイプの分類

個々の河川特性に配慮した評価を行うために、まず河川景観タイプの定量的分類を試みた。なお、ここに使用した景観写真は、水量感に対するアンケート調査結果が得られている平成4年度石狩川水系調査資料⁴⁾ならびに今年度実施した札内川無水区間の調査資料である。

図-4に示すように植生分布(bv/B)・護岸分布(bc/B)・高水敷分布(bf/B)の3つを量的特性値として、多変量解析(主成分分析)を行った。主成分分析は、いくつかの変

数を合成し現象の要約を目的としたものであり、本研究では抽出された各成分の数値によって分類に利用した。

石狩川水系と札内川の合計32枚の景観写真それぞれについて整理した結果を表-5に示す。

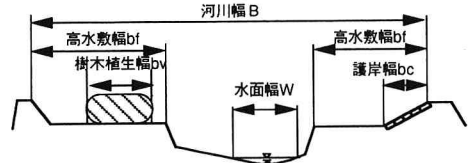


図-4 植生・護岸・高水敷分布の定義

表-5 河川景観特性値一覧

写真 番号	河川幅 B(mm)	植生分布状況 bv(mm)	護岸分布状況 bc(mm)	高水敷分布 bf(mm)	水面幅比 w/B	水量感 S	河川名	タイプ				
1	222	108	0.49	0	0.00	167	0.75	48	0.22	4.1	空知	Ⅱ
2	190	4	0.02	11	0.06	115	0.61	43	0.23	3.2	豊平	Ⅱ
3	110	0	0.00	0	0.00	89	0.81	20	0.18	2.2	千歳	Ⅱ
4	152	51	0.34	8	0.05	87	0.57	59	0.39	3.9	豊平	Ⅱ
5	93	20	0.22	0	0.00	39	0.42	54	0.58	4.0	石狩	Ⅰ
6	118	11	0.09	11	0.09	62	0.53	45	0.38	3.0	豊平	Ⅱ
7	90	20	0.22	0	0.00	74	0.82	16	0.18	2.3	雨竜	Ⅱ
8	150	42	0.28	12	0.08	91	0.61	33	0.22	2.9	豊平	Ⅱ
9	129	26	0.20	6	0.05	75	0.58	43	0.33	3.8	豊平	Ⅱ
10	166	0	0.00	10	0.06	116	0.70	66	0.40	3.1	豊平	Ⅱ
11	150	0	0.00	11	0.07	75	0.50	21	0.14	2.3	雨竜	Ⅱ
12	125	26	0.21	6	0.05	104	0.83	19	0.15	2.3	雨竜	Ⅱ
13	108	41	0.38	0	0.00	53	0.49	55	0.51	4.3	石狩	Ⅱ
14	88	0	0.00	14	0.16	43	0.49	40	0.45	3.5	豊平	Ⅱ
15	121	40	0.33	0	0.00	45	0.37	27	0.22	2.8	夕張	Ⅰ
16	120	28	0.23	12	0.10	63	0.53	22	0.18	2.3	豊平	Ⅱ
17	135	4	0.03	28	0.21	66	0.49	43	0.32	2.2	豊平	Ⅱ
18	92	28	0.30	0	0.00	0	0.00	64	0.70	4.4	夕張	Ⅰ
19	78	37	0.47	0	0.00	37	0.47	41	0.53	3.9	雨竜	Ⅱ
20	107	9	0.08	16	0.15	45	0.42	47	0.44	3.0	豊平	Ⅱ
21	127	0	0.00	12	0.09	59	0.46	12	0.09	2.0	豊平	Ⅱ
22	190	0	0.00	22	0.12	95	0.50	59	0.31	3.8	豊平	Ⅱ
23	97	10	0.10	0	0.00	60	0.62	27	0.28	3.4	千歳	Ⅱ
24	108	16	0.15	13	0.12	58	0.54	27	0.25	2.4	豊平	Ⅱ
25	93	6	0.06	17	0.18	40	0.43	38	0.41	2.7	豊平	Ⅱ
26	65	20	0.31	0	0.00	0	0.00	45	0.69	4.4	空知	Ⅱ
27	95	26	0.27	15	0.16	41	0.43	15	0.16	1.8	豊平	Ⅱ
28	125	35	0.28	6	0.05	54	0.43	25	0.20	2.1	豊平	Ⅱ
29	150	113	0.75	0	0.00	0	0.00	19	0.13	3.0	札内	Ⅰ
30	202	95	0.47	0	0.00	0	0.00	41	0.20	2.8	札内	Ⅰ
31	125	52	0.42	0	0.00	47	0.38	15	0.12	2.2	札内	Ⅰ
32	140	85	0.61	0	0.00	0	0.00	23	0.16	2.4	札内	Ⅰ

この主成分分析の結果、3つの特性値に対する重みづけ後の総合評価(主成分値)は次のようであった。

第一主成分=0.712(bv/B)+0.674($1-bc/B$)+0.195($1-bf/B$)

第二主成分=0.049(bv/B)-0.325($1-bc/B$)+0.945($1-bf/B$)

ここで、各係数の大きさと符号からこれらの値を解釈すると、第一主成分は植生分布(bv/B)と非護岸分布($1-bc/B$)に対する係数が大きく、高水敷の比率(bf/B)が少ないほど値が大きくなることから、河川景観の自然度を表すと考えられる。



写真-1 上札内橋地点の景観（下流を望む）

また第二主成分は低水路幅比(1-bf/B)の係数が大きいことから河道の形を示す総合評価値であると考えられる。
各景観写真に対する第一、第二主成分を算定し図-5に示した。この定量的分類は、既存の調査で行われていた定性的(感覚的)分類と概ね同様の結果となっている。(図中の都は都市河川、里は里川、野は野川、大は大河で、既存調査による定性的分類を示す。)

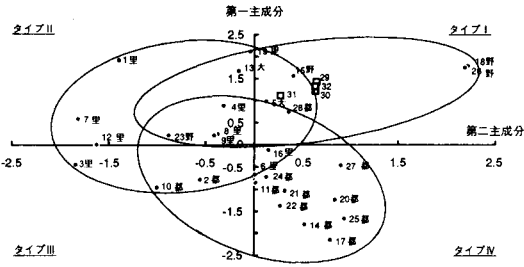


図-5 景観の定量的分類

4.2 水量感と水面幅の関係

図-5に示した主成分分析による河川景観タイプの定量的分類に基づき、I～IVの各タイプに対する水量感Sと水面幅Wの関係を図-6に示す回帰式として求めた。これによると札幌市の無水区間が属する景観(タイプI)は豊平川の都市部等における景観(タイプIV)よりも、少ない水面幅であっても同程度の水量感が得られることが明らかとなった。また、自然度が同じであれば低水路幅比が小さければ水量感が高くなると考えられる。

しかし、本手法によって得られた水面幅比W/Bは植生分布幅等を含めた河川幅Bを基本としており、そのまま現実の水面幅と河川幅の比として用いることは難しい。この理由と今後の課題について以下に列挙する。

- ①横断面から得られる河川幅をそのまま用いると、従来手法よりも過大な必要水面幅となる。このため、河岸のどこまで樹木植生等を含めた河川幅とするかを見出す手法が必要である。
- ②用いるべき特性パラメータの、より以上の吟味が必要である。
- ③本手法による定量的分類の諸数値は、あくまで今回使用したデータ群(母集団)によるものであり、より一般性の高い分類を行うには、多くのデータや、等質のデータ群による解析が必要である。

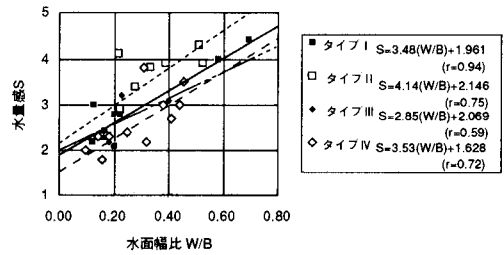


図-6 各タイプの水量感Sと水面幅比W/Bの関係

5. おわりに

本研究では、河川景観からの必要流量の評価を、空間構成要素から景観の類型化によって考察を行った。これから、河川環境の自然度が高い札幌市の場合、その度合いが低い河川と比較して、同一の水量感を得るための水面幅比は少なくともすむことが判った。またその反面、水面以外の河道の形という視点からは低水路幅が広く、水量感が得にくくなっていることも明らかとなった。しかし、実際の現地調査時の印象では、水面幅比が小さいにも拘らず河川の流れは周辺環境と調和し、かつ分化した個性的な構造を成していると感じられた。これは水面が「図」になっていることを意味し、水量感(水面幅比)以外の評価も考慮すべきことを示唆している。

また、もともと河川流量が少ない場合や増やすことが難しい場合、改修による河川景観への悪影響を極力少なくするための方法が重要となる。したがって、これらの知見を生かしつつ水面を「図」として考えられるような工夫が必要であると思われる。

参考文献

- 1) 「札幌市の伏せ・復水機構」 中尾欣四郎他 昭和61年
北大地球物理研究報告書 No.49,p139~150
- 2) 「札幌市ダム建設事業環境影響評価報告書」 昭和60年3月
北海道開発局
- 3) 「正常流量検討の手引き(案)」 平成4年5月
建設省河川局河川環境対策室
- 4) 「石狩川河川環境管理検討業務 報告書」平成5年3月
石狩川開発建設部
- 5) 「水需給計画検討業務 報告書」平成4年11月
開発土木研究所環境研究室
- 6) 「多変量解析入門Ⅰ、Ⅱ」 河口至商
森北出版数学ライブラリー32