

1. 目的・背景

生態系や景観等の自然環境の保全・創造に関心が持たれるようになり、河川においても床止めや護岸のような河川構造物に対して、生態系や景観に配慮した見直しが盛んになりつつある。また、労働時間の短縮と休日余暇の拡大が進むなかで、カヌースポーツをはじめとする河川を利用したレクリエーションが普及し、多くの人々が河川に親しむようになってきた。

本研究では、河川においてカヌースポーツを行うことを念頭に置いて、環境面や安全面に配慮した河川整備のあり方を検討することを目的として、カヌースポーツで使用されている用語の水理的な説明を試みるとともに、実際にカヌースポーツが行なわれている河川区間の特性を把握するため、その流域面積と勾配について調査を行った。

2. カヌーについて

オールをテコにして漕ぐボートに対して、パドルを使って漕ぐ舟を総称してカヌーという。カヌーは使用するパドルによってカナディアンカヌーとカヤックに分類される。カナディアン・カヌーはブレードが片面のみのシングルブレード・パドルを用い、カヤックはブレードが両面についているダブルブレード・パドルを用いる。本研究では、一人乗りのカヤックを用いるカヌースポーツを念頭において検討をおこなう。

カヌースポーツは、次の2種類に分類される。ひとつは、ツーリングカヌーやダウンリバーなどのようなレジャー・レクリエーションを目的とするもの。もうひとつは、急流域で行なわれるスラローム、ワイルド・ウォーターおよびフリースタイルロデオなどのカヌー競技である。カヌー艇およびカヌースポーツの特徴を、表-1にまとめる。

3. カヌースポーツ用語の水理学的意味

カヌースポーツにおいて使用されている用語に対応すると思われる水理学的内容を整理し、表-2に示す。表より、ツーリングは、主に常流区間で行なわれ、ダウンリバーは主に射流区間で行なわれていることがわかる。スラローム競技・ワイルドウォーター競技は縦断的に変化の激しい区間で行なわれ、特にロデオ競技においては、跳水やもぐり噴流のように縦断的に急激な水面変化を要求する。

4. カヌースポーツが行われている河川区間の流域面積と勾配

現在、カヌースポーツが行なわれている主要な7河川15区間を選定し、流域面積*A*と勾配*i*を両対数グラフにプロットし、図-1に示す。図中の○□△などの点は、各区間の平均流域面積（上流端に対する流域面積と下流端に対する流域面積の平均値）と平均勾配（上・下流端の標高差を区間距離で割ったもの）を示している。また、横線は、各区間の流域面積の幅を示しており、縦線は、各区間内の最大・最少勾配の幅を示したものである。

表-1, カヌースポーツの分類¹⁾

	カヌーの分類	利用する艇種	艇長・艇幅	競技・艇の特徴
レジャー・レクリエーション	ツーリング	フォールディングカヤック ※注1	艇長：3~5m 艇幅：0.6~0.8m	○中・下流でおこなわれるもの ・折りたためる ・フレームと船体布からなる ・障害物の多い区間には不向き ・荷物を積むための空間をもつ
	ダウンリバー	ダウンリバーカヤック ※注2	艇長：1.9~4.5m 艇幅：0.6m前後	○上・中流で行なわれるもの ・丈夫な素材 ・浮力（ポリウム）、直進性、回転性のバランスがとれている
競技	スラローム競技	スラローム艇	規定により 艇長4m以上 艇幅：0.6m	○カヌーを使った回転競技 ・スピードが速く、直進性に優れている ・丈夫で軽量の素材
	ワイルドウォーター競技	ワイルドウォーター艇	規定により 艇長4.5m以上 艇幅：0.6m	○激流を最速最速で滑り下る競技 ・高速性、直進性に優れる ・丈夫で軽量の素材
	フリースタイルロデオ競技	ロデオ艇	艇幅：1.9~2.4m 艇幅：0.6~0.65m	○艇を流れの中で回転させ、難易度を競う ・3次元的な動きがしやすいように、艇長は短い ・丈夫な素材

※注1：ダウンリバーカヤックを用いることも可能
※注2：スラローム艇、ワイルドウォーター艇、ロデオ艇も含む

表-2, カヌー用語と水理学用語の対応関係¹⁾²⁾³⁾

カヌースポーツ	競技	カヌー用語	水理学上の分類	フルード数	イメージ		
ツーリング		縦断的変化 (用語なし)	移動床河川における砂れん・砂堆に類似する状態	砂れんに相当 (河床が比較的平坦)	Fr<1		
		ウェーブ (用語なし)		砂堆に相当 (河床に起伏がある)	Fr≈1		
		横断的・平面的変化	ダウンストリームV	小さな障害物が中央にある	後流	Fr<1	
		エディ	大きな障害物が中央にある	カルマン渦 双子渦			
ダウンリバー	スラローム競技	縦断的変化	スタンディングウェーブ	移動床河川における反砂堆に類似する状態	反砂堆に相当 (河床に起伏がある (程度: 小))	Fr=1	
	ワイルドウォーター競技	ブレーキングウェーブ		反砂堆に相当 (河床に起伏がある (程度: 大))	Fr=1.7		
	ロデオ競技	ブレーキングウェーブ		chutes and poolsに相当			
	ロデオ競技	ホール (ストッパー)		噴流	W/h<1.1 もぐり噴流		
	スラローム競技	ウェーブ			W/h<1.1 小波状跳水	1<Fr<1.7	
	ワイルドウォーター競技	ウェーブ			W/h>1.1 もぐり噴流		
		横断的・平面的変化	ダウンストリームV	小さな障害物が中央にある	衝撃波	Fr=1	
		スラローム競技	エディ	大きな障害物が中央にある	カルマン渦 双子渦		
		ピローウェーブ	大きな障害物が中央にある	せき上げ背水			
		スラローム競技	エディ	大きな障害物が壁面にある	後流 急流による跳水		
		ヘリカルフロー		2次流・らせん流			

各点の形は河川を、白、黒、灰の各色は各区分で行なわれているカヌースポーツの種類を示している。特に、灰色は、ダウンリバーが行なわれている河川であり、同時にスラローム競技やワイルドウォーター競技の会場となる区間である。

カヌーができるかどうかは水深と重要な関係にある。また、表-2から、行なわれているカヌースポーツは、その区間のフルード数と密接な関係にあることが示されている。そこで、以下の3式を用いて水深とフルード数に着目してカヌーが行われている河川区間の勾配と流域面積の関係について検討を行なう。

$$\text{マンニングの平均流速の式} \quad u = \frac{1}{n} h^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$\text{レジーム則} \quad B = \alpha \cdot Q^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$\text{合理式} \quad Q = \frac{1}{3.6} f r A \quad (3)$$

u : 流速(m/s), n : 粗度係数(s/m^{1/3}), i : 勾配,
 B : 川幅(m), α : 係数(s^{1/2}/m^{1/2}), Q : 流量(m³/s),
 f : 流出係数, r : 雨量強度(mm/h), A : 流域面積(km²)

式(1)~(3)より、水深、フルード数をパラメーターとする流域面積と勾配の関係がそれぞれ次式のように得られる。

$$i = \frac{f \cdot r \cdot n^2}{3.6 \alpha^2} \cdot h^{\frac{10}{3}} \cdot A = K \cdot A \quad (4)$$

$$i = \left(3.6 \frac{n^{18} g^{10} \alpha^2}{f \cdot r} \cdot Fr^{20} \right)^{\frac{1}{9}} \cdot A^{-\frac{1}{9}} = K' \cdot A^{-\frac{1}{9}} \quad (5)$$

図中の細線①②③は、式(4)で係数 K を $K=3.0 \times 10^{-5}(\text{m}^2)$, $K=1.0 \times 10^{-5}(\text{m}^2)$, $K=2.0 \times 10^{-6}(\text{m}^2)$ としたものである。水深が小さくなると、係数 K は大きくなる。集めた資料の中には、細線①より係数 K の値が大きい領域に入るような自然河川はなかった。細線②は競技カヌーとダウンリバーの境に、細線③はダウンリバーとツーリングの境にある。また、太線④⑤は、式(5)の係数 K' を $K'=0.001(\text{m}^{2/9})$, $K'=0.0005(\text{m}^{2/9})$ としたものである。フルード数が大きくなる、係数 K' は大きくなる。太線④は競技カヌーとダウンリバーの境に、太線⑤はダウンリバーとツーリングの境にある。

以上の考察より、得られた資料からは、次のようにカヌースポーツの領域区分を行うことができよう。

- (1) 太線⑤より上で細線①③で囲まれる領域は、主にダウンリバーがおこなわれており、特にその中でも太線④より上で細線①②で囲まれる領域では、競技カヌーがおこなわれている。
- (2) 細線③以下または太線④以下の領域では、主にツーリングがおこなわれている。

5. おわりに

本研究では、カヌースポーツ用語を水理学的な視点から整理した。また、式(4)(5)を用いて、カヌースポーツが行われている河川区間の領域区分を行った。以上より、カヌースポーツとカヌースポーツがなされている河川区間の概略が把握されたと考えている。

今後は、これらの河川の縦横断特性や局所的な流れの水理特性に着目して、カヌースポーツが可能な河川の条件について検討していきたい。

6. 引用文献

- 1) リバーカヤック大全, pp.10-16, 106-123, 山海堂, 1998
- 2) 川村三郎 土砂水理学 pp.98-100, 森北出版, 1982
- 3) 鈴木幸一, 道上正規, 桧谷 治, M. S. Ibrahim, 段落ち部の流況特性, 第29回水理講演会論文集, pp.615-620, 1985

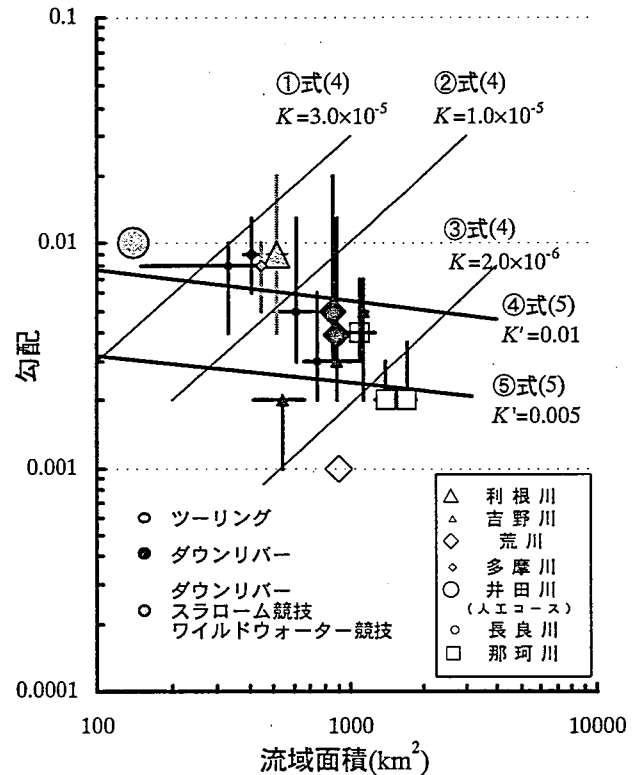


図-1, 流域面積と勾配とカヌースポーツの関係