

板櫃川における湾曲部の曲率半径と魚類の生息数との関係について

九州工業大学大学院 学生会員 ○宮川智行

九州工業大学大学院 正会員

鬼束幸樹

1. はじめに

河道の湾曲部では遠心力および圧力勾配の影響により2次流が発生し外岸が洗掘され、内岸に土砂が堆積することが知られており¹⁾、瀬と淵の形成要因の一つとなる。河口ら²⁾は実験河川において、瀬と淵を含む河道区間はそれらを含まない河道区間と比較し、魚類の生息数が多いことを示した。よって、河道における湾曲部の影響により魚類の生息数は増加する可能性が高いと理解できる。一方、湾曲部の曲率半径の違いによって生息する魚類の生息数にどのような違いがみられるのかについて知見はほとんどなく、研究の余地があるといえる。本研究では、二級河川板櫃川を対象とし、河道の湾曲部の曲率半径と魚類の生息数との関係について調査を行った。

2. 計測場所および条件

本研究は、北九州市を貫流する二級河川板櫃川の河口から1.94～2.72kmの約780m区間を調査地とした。本研究における調査区間の概要を図-1に示す。なお、同図には国土地理院の全国最新写真（シームレス）を用いた。河道の曲率半径 r を横断方向2m毎の水路幅を平均した平均水路幅 $\bar{B}$ で除した曲率半径水路幅比 $r/\bar{B} < 25.0$ となる区間を湾曲区間、 $r/\bar{B} \geq 25.0$ となる区間を直線区間とした。本調査区間において上流から、St.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7とし、それぞれ曲率半径水路幅比は $r/\bar{B}=234.3$, 22.7, 200.8, 17.5, 151.1, 13.4, 196.2となっている。各区間において横断方向2m, 縦断方向に3等分メッシュを区切った。左岸側に位置するメッシュをLeft area, 右岸側に位置するRight area, それらの間に位置するメッシュをMiddle areaとした。各メッシュにおいて魚類の生息に影響を及ぼすと考えられる環境要因、1)流速、2)水深、3)淵、4)植生、5)底質粒径、6)浮石の評価・計測および魚類の生息調査を行った。環境要因に関しては以下に示す方法で評価・計測を行った。1)流速：メッシュ中央にペットボトルを浮かべ計測した表面流速をそのメッシュにおける流速とした。2)水深：メッシュの4隅の水深をスタッフで測量し、それらを平均した値をそのメッシュの水深とした。3)淵：Left area, Middle areaおよびRight areaの3つのメッシュの中で最大となる水深の値とこれら3つの水深の平均値との比が1.3以上である場合、そのメッシュを淵有りとした。また、各区間における淵有りのメッシュの数を全メッシュの数で除した値を淵の割合とした。4)植生：植生で水面が覆われている箇所が存在すればそのメッシュを植生カバー有りとした。また、各区間における植生有りのメッシュの数を全メッシュの数で除した値を植生カバーの割合とした。5)底質粒径：メッシュ内において占める割合が最も多い底質を目視によって砂(<2mm), 小礫(2-17mm), 中礫(17-64mm), 大礫(64-256mm), 巨礫(>256mm), 岩盤, コンクリートのいずれかで判断し、そのメッシュにおける代表粒径とした。6)浮石：河床底面を足踏みし、足の周囲から礫が流れ出す状態を浮石と判断し、メッシュ内に浮石が含まれていれば浮石有りとした。また、各区間における浮石有りのメッシュの数を全メッシュの数で除した値を浮石の割合とした。魚類の生息調査に関しては、本調査区間で主に生息しているオイカワ(*Opsariichthys platypus*), カワムツ(*Candidia temminckii*), コイ(*Cyprinus carpio*)の3種に着目し、それらの尾数を各メッシュに対し目視でカウントすることで行った。

3. 結果と考察

図-2にSt.1～7における平均水路幅を示す。湾曲区間St.2, 4, 6における平均水路幅は、直線区間St.1, 3, 5, 7と比較し狭い傾向にある。湾曲区間St.2, 4, 6では、湾曲の影響によって内岸付近に土砂が堆積したことが一因と考えられる。また、曲率半径水路幅比 $r/\bar{B}$ が最も小さい区間St.6における水路幅が全区間の中で最も狭くなっている。一方、湾曲区間St.6のすぐ下流側に位置する直線区間St.7では水路幅が急激に広がっていることが分かる。図-3にSt.1～7における平均水深をLeft area, Middle areaおよびRight area別に示す。湾曲区間St.2, 4, 6におけるLeft areaとRight areaとの水深差は、直線区間St.1, 3, 5と比較し大きいことが分かる。この一因としてSt.2, 4, 6では湾曲の影響により外岸が洗掘し、内岸に土砂が堆積したことが考えられる。直線区間St.7ではLeft areaとRight areaとの水深差が他の直線区間と比較し大きいことが分かる。直線区間St.7においてはSt.6の湾曲の影響を受け、外岸が洗掘し、内岸に土砂が堆積したと考えられる。図-4にSt.1～7における淵、植生および浮石の割合を示す。湾曲区間St.2, 4, 6における淵の割合は直線区間St.1, 3, 5, 7と比較し概ね高い傾向にある。St.2, 4, 6において観察された淵の多くは湾曲の影響と考えられる。St.7の上流付近において、St.6の湾曲による影響によって形成されたとみられる淵が観察された。一方、St.5では落差工の影響によって形成された

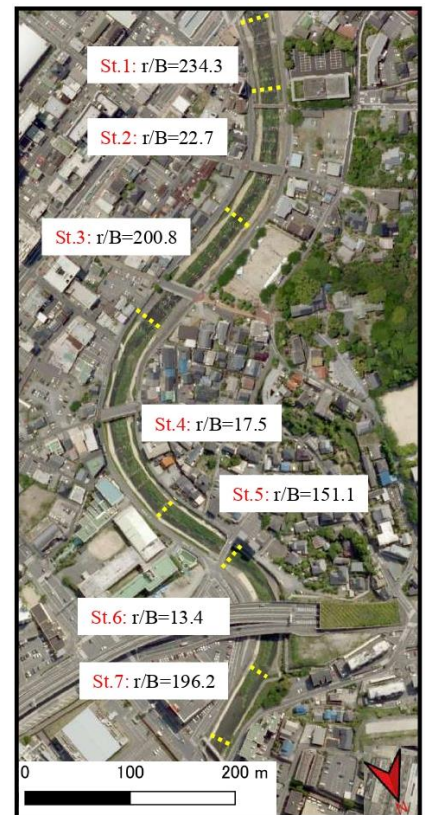


図-1 調査地の概要

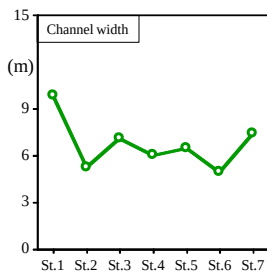


図-2 平均水路幅

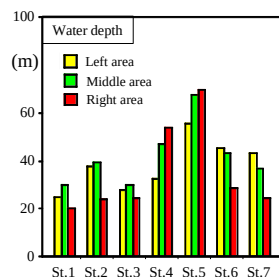


図-3 平均水深

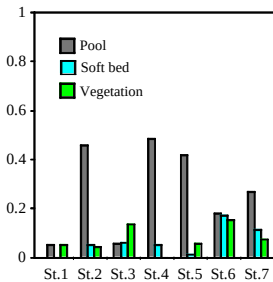


図-4 淵, 植生および浮石の割合

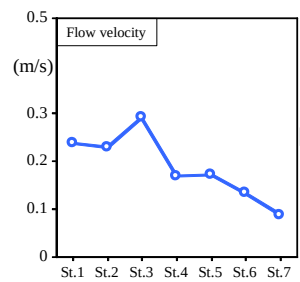


図-5 平均流速

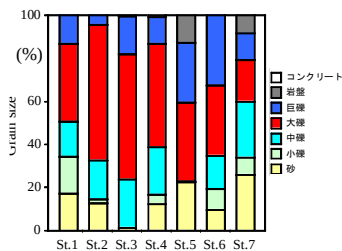


図-6 底質粒度

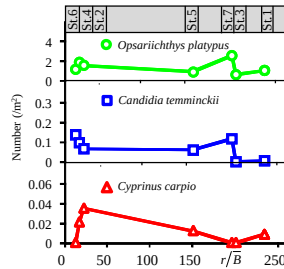
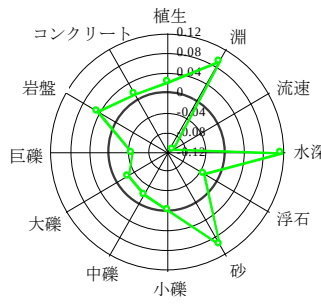
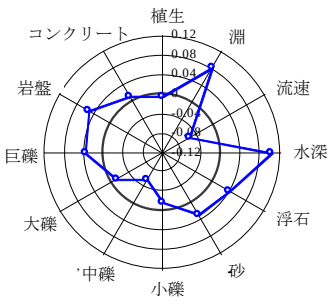


図-7 魚類の尾数



(a) オイカワ



(b) カワムツ

図-8 魚種別標準回帰係数

と考えられる淵が観察された。浮石の割合に関し、St.6, 7においてやや高いものの、いずれも0.1~0.2程度となっている。また、植生カバー率に関してもSt.3, 6においてやや高いものの、いずれも0.1~0.2程度となっている。図-5にSt.1~7における平均流速を示す。平均流速に関し、直線区間St.7が最も低い値を示していることが分かる。これは水路幅の急激な拡張および淵の影響に起因すると考えられる。図-6にSt.1~7における底質粒度を示す。いずれの区間においても中礫、大礫、巨礫が大きな割合を占めていることが分かる。また、St.7の砂の割合が他の区間と比較しやや多いことが分かる。図-7にSt.1~7における曲率半径水路幅比 r/B と本研究でカウントした魚類の尾数(/ m^2)と曲率半径水路幅比 r/B との関係を魚種別に示す。いずれの魚種の尾数(/ m^2)においても湾曲区間St.2, 4, 6は直線区間St.1, 3, 5と比較し概ね大きい傾向にある。一方、直線区間St.7において、オイカワおよびカワムツの尾数(/ m^2)が他の区間と比較し多いことが分かる。また、湾曲区間St.2, 4, 6で比較した際、あまり顕著な違いは見られない。

続いて主成分回帰分析を用いて、オイカワおよびカワムツの尾数に影響を与える環境要因の抽出を行った。なお、コイに関しては観察できた尾数が少なかったため、主成分回帰分析を行わなかった。主成分分析を行った後、累積寄与率が0.8程度となる主成分までを採用した。図-8に主成分回帰分析で算出された標準偏回帰係数と各主成分の固有ベクトルの積和である標準回帰係数を示す。図-8より、流速、水深、および淵がオイカワおよびカワムツの尾数(/ m^2)の支配的な環境要因となっていることが理解できる。また、本調査区間において浮石、植生はあまりオイカワおよびカワムツの尾数にはあまり影響していないことが分かる。直線区間St.7におけるオイカワおよびカワムツの尾数が多く見られた要因として、他の直線区間と比較し淵の割合が高くまた、オイカワおよびカワムツが選好する低流速域となっていることが考えられる。湾曲区間St.6における水路幅は湾曲の影響により全区間の中で最も狭くなっており、St.6のすぐ下流側に位置する直線区間St.7では水路幅が急激に広がっている。St.7における流速が他の区間と比較し小さいのは、急激な水路幅の拡張およびSt.6における湾曲の影響により形成された淵の影響が考えられる。以上より、直線区間St.7において、オイカワおよびカワムツの尾数が多く見られたのはSt.6における湾曲の影響が一因と結論付けられる。

4. おわりに

本研究では板櫃川における湾曲部の曲率半径と魚類の生息数との関係について調査した。その結果、湾曲区間では直線区間と比較し、魚類の生息数が多い傾向にあった。また、湾曲区間において特に曲率半径と水路幅との比が小さい区間によって、淵およびオイカワおよびカワムツが選好する低流速域が出現し、オイカワおよびカワムツの生息数が多くなることが分かった。

参考文献

- 1) 富永晃宏, 長尾正志, 木村聡洋: 湾曲部の流れ構造と河床形状に及ぼす樹木群配置の影響, 水工学論文集, Vol.43, pp.809-814, 1999.
- 2) 河口洋一, 萱場祐一, 水野徹, 尾澤卓思: 実験河川における魚類の分布と生息環境の関係, 土木技術資料, Vol.44, No.10, pp.26-31, 2002.