

建設省福知山工事事務所 正員○住野裕史
 建設省福知山工事事務所 東 正文
 舞鶴工業高等専門学校 正員 川合 茂

1. はじめに：由良川では比較的良好な自然が保たれている。また近年の多自然型川づくりにおいて注目されている護岸工の一つである蛇籠護岸が多く施工され、全施工件数の約7割を占めている。多自然型川づくりを進め、良好な自然環境を将来にわたって保全していくため、由良川の環境を調べるとともに、蛇籠護岸の災害復旧事例を整理してその被災要因について検討した。

2. 由良川の環境：図-1に植物、魚類、底生動物の生息種類数の縦断変化を示す。約17kmまでの感潮区間を除くと、植物100～110種、底生動物50～60種、魚類10～20種程度が生息している。このことに関連して水質や河道の状況を調べる。

図-2に水の汚濁程度を表すポリューションインデックスPI¹⁾の縦断変化を示す。これは底生動物の生息種と個体数より求められ、 $PI = \Sigma(s \cdot h) / \Sigma h$ で表される。ここに、sは汚濁指数で、貧腐水性を指標する種の場合は1、 β 中腐水性では2、 α 中腐水性では3、強腐水性では4である。hは出現個体数である。感潮区間を除くと、水質は β 中腐水性と判定される。上水の取水源として、水産用水として適当な水質階級である。

ついで河道の状況を見る。蛇行波長Lと河幅Bとの比は $L/B = 8 \sim 30$ で、蛇曲角 θ は $\theta = 15^\circ \sim 65^\circ$ となっている。一方、形成される砂州は、村本・藤田の領域区分図²⁾によれば、流量 $200\text{m}^3/\text{s} \sim 5000\text{m}^3/\text{s}$ の範囲で準砂州となる。縦断方向に瀬と淵が形成されて、魚類等にとっては良好な生息環境と言える。

図-3に河岸に占める各種の護岸長の割合を示す。河口から35km付近までは蛇籠護岸が約50%、自然河岸が約35%を占めている。35km付近より上流では蛇籠護岸が減少し、コンクリート護岸が若干増えて25%～30%となるものの、自然河岸の割合が増えて約65%となっている。蛇籠護岸では植生が繁茂しており、河岸のほとんどの区間が自然または近自然状態である。現時点では、蛇籠護岸の生態系に及ぼす影響を推し量ることは困難であるが、由良川の良好な自然環境に何らかの寄与をしているものと思われる。このことについては、さらに調査し、検討していく必要がある。

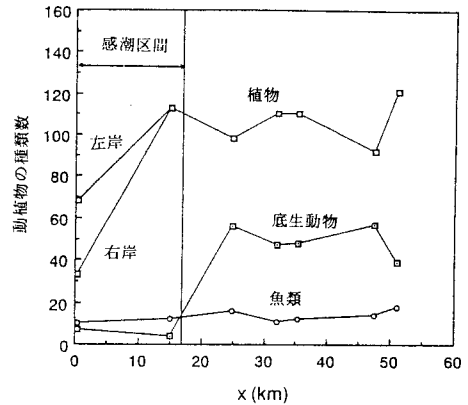


図-1 動植物の生息種数

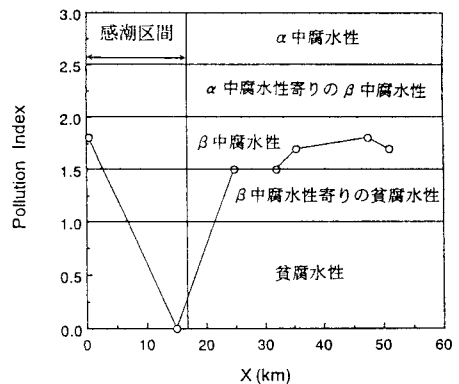


図-2 水質の縦断変化

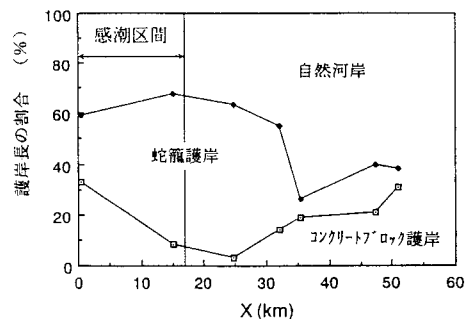


図-3 河岸における護岸長の割合

Hirofumi SUMINO, Masafumi HIGASHI, Shigeru KAWAI

3. 蛇籠護岸の災害復旧事例と被災要因について：蛇籠護岸のうち約 7.5割が根固め工を伴わないもので、そのうちの約 1/3が被災している。図-4に Q/Q_0 、 τ_* （河床材料で基準化）と被災の関係を示す。 Q は流量で、●で示す被災の場合はその時の流量、○や□で示す被災しなかった場合は、経験した最大流量。 Q_0 は低水路満杯流量である。根固め工が行われている場合（□印）の被災事例はない。根固め工を伴わない場合をみる。被災したケースの Q/Q_0 や τ_* は被災しなかったケースのそれらより小さい場合が多い。図-5に蛇籠護岸に用いられた石の、側岸における限界掃流力 τ_{*sc} と被災時の河床における掃流力 τ_* （護岸の石で基準化）を比較している。 τ_{*sc} はLane式により求めた。いずれのケースも $\tau_{*sc} > \tau_*$ で、かつ $\tau_* < \tau_{*sc}$ である。たとえ蛇籠の鉄線が破損していたとしても、今回の調査範囲内の出水（最大流量約4400m³/s）では護岸の石が遠くへ輸送される可能性は小さかったと思われる。

由良川では、昭和36年頃から昭和60年頃にかけて河床の低下傾向がみられる。図-6に護岸が施工されてからの河床低下量 ΔZ 、 τ_* （河床材料で基準化）と被災の関係を示す。 ΔZ が小さくても被災している場合があり、逆に ΔZ が大きくても被災していない場合もあって、護岸被災に及ぼす大規模河床変動の影響は比較的小さかったと思われる。以上の結果より、護岸は局所的な流れによって被災しているものと推察される。

図-7に蛇籠護岸の施工場所別の被災率を示す。弯曲部外岸では100%被災しており、断面変化部で50%、合流部で29.4%となつて、直線部では14.3%が被災している。蛇籠護岸は主に弯曲部や断面変化部といった水衝部で被災していることが知られる。

4. おわりに：由良川における水質と河道の環境が、生物にとって良好であることを示すとともに、その環境に何らかの寄与をしていると思われる蛇籠護岸は、主に水衝部における局所的な流れによって被災していることを明らかにした。

今後こうした調査を継続していくとともに、調査結果を由良川の改修計画に反映させていきたい。有益な助言を頂いた立命館大学江頭進治教授に謝意を表す。

参考文献： 1)玉井・水野・中村編：河川生態環境工学、東京大学出版会、1993、pp. 16-17. 2)村本・藤田：中規模河床形態に関する研究、京都大学防災研究所年報20号B-2、1977、pp. 243-258。

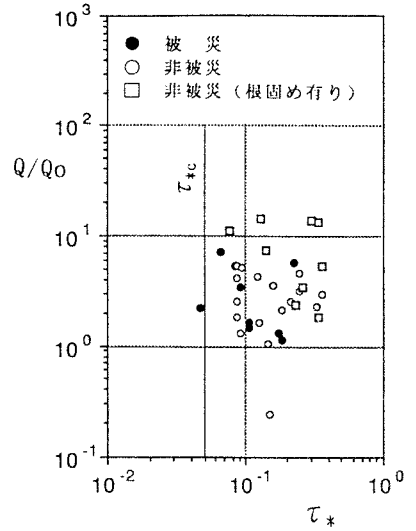


図-4 Q/Q_0 、 τ_* と被災の関係
（ τ_* は河床材料で基準化）

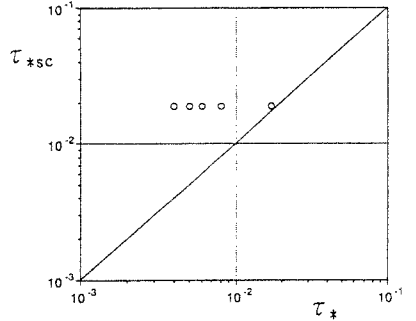


図-5 τ_{*sc} と τ_* の関係
（ τ_* は護岸の石で基準化）

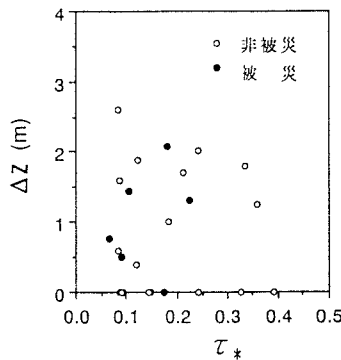


図-6 ΔZ と被災の関係
（ τ_* は河床材料で基準化）

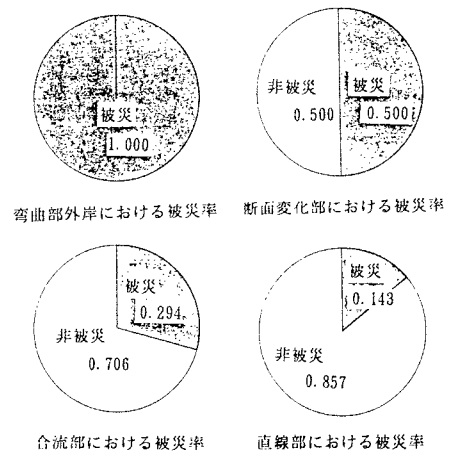


図-7 場所別被災率