

舞鶴工業高等専門学校 正員 川合 茂

建設省福知山工事事務所 正員○田中秀隆

建設省福知山工事事務所 東 正文

1. はじめに：由良川では、多自然型護岸工の一つである蛇籠護岸が多く施工されている。この蛇籠護岸の環境面と治水面における有効性を検討するため、前回¹⁾に引き続き、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再整理してその損壊原因について検討した。

2. 由良川の環境：図-1に鮎、鯉、鮒およびボラの漁獲高(由良川漁協調べ)の経年変化を示す。

鮎の変動が大きい、いずれの漁獲高も、過去20年～30年の間の増加や減少の傾向はみられず、鮎25t/年、鯉10t/年、鮒およびボラ5t/年程度となっている。漁獲高が維持されていることに関して放流量をみると、図示はしていないが、近年の鮎の放流量の急増を除いて、過去約30年間の増減はほとんどない。漁獲高ならびに放流量の傾向は、ここに記載していない魚種の場合も同じで、由良川の良好な生息環境を示すものと思われる。生息環境の良否は、主に水質、瀬と淵、河岸の状態などによると思われる。由良川の水質は、前回に示したように、 β 中腐水性で良好である。そこで、瀬と淵および河岸の状態について検討する。

図-2に直轄区間の河床縦断形状(1990年測量)を示す。直轄区間全域にわたって瀬と淵の形成がみられ、魚類にとって良い環境²⁾である。図-3に淵の間隔(●印)と弯曲部の間隔(○印)を比較している。両者はよく一致している。由良川における淵は弯曲部にあって、蛇行型であることが知られる。

ついで、河岸の状態を見る。由良川の河岸長に占める蛇籠護岸長の割合は30%～60%¹⁾である。蛇籠護岸では草木が繁茂して自然河岸のような様相を呈している。図-4に蛇籠護岸およびブロック張り護岸における植生の被覆率を示す。蛇籠護岸における植生被覆率は96.8%、ブロック張りでは3.5%で、際立った違いがみられる。また、蛇籠護岸では、クズ・カナムグラ群落をはじめとする多様な植生群落がみられる。これまでのデータ整理で約20種の群落を確認している。こうした植生状況は、陸上や水中の動物に、繁殖や採餌の場を提供²⁾するものと思われる。ちなみに、河口から25km付近の蛇籠護岸周辺では、ゲンジボタルやハラグロオオテナンなどの重要な昆虫類が確認されている。蛇籠護岸のと

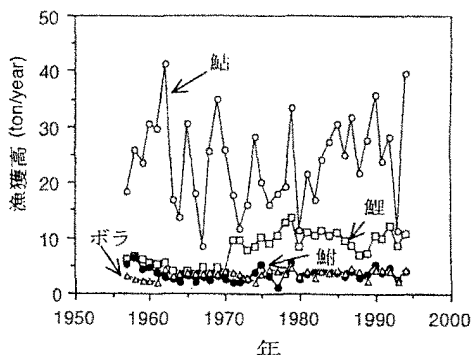


図-1 漁獲高の経年変化

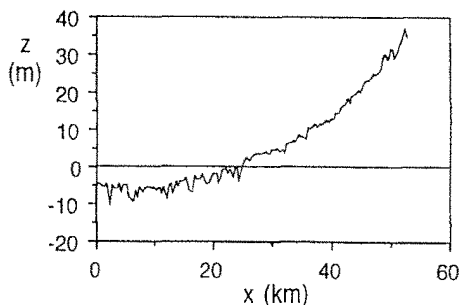


図-2 河床縦断形状

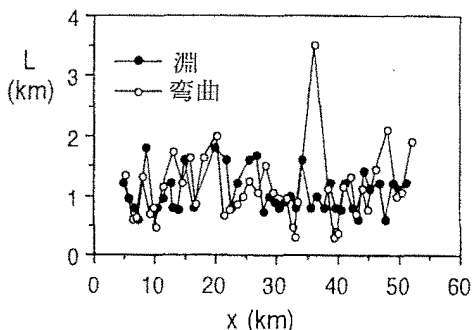


図-3 淵と弯曲部の間隔

ころはエコトーンになっていると思われ、由良川の良い環境の維持に少なからず寄与しているものと思われる。

3. 蛇籠護岸の損壊原因：由良川における護岸の全施工件数の約7割が蛇籠護岸で、その約1/3が災害復旧されている。被災した場所は弯曲部などの水衝部に集中している。損壊原因を探ってみる。ちなみに、根固め工の施された箇所の災害復旧事例はみられない。

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-5に蛇籠護岸施工以来のその箇所における河床変動量 Δz （+は堆積、-は洗掘）と被災（●印）、非被災（○印）の関係を示す。横軸の τ_* は河床材料で無次元化した掃流力である。堆積しているところで被災しているケースがある一方、2m程度の河床低下がみられるところであっても損壊していない場合がある。蛇籠護岸の損壊に及ぼす河床低下の影響は小さかったと思われる。

図-6に災害復旧されたケースの被災時における無次元掃流力 τ_* 、側岸における無次元限界掃流力 τ_{*sc} （実線）と側岸勾配 θ の関係を示す。同図は弯曲部外岸の場合で、●印は護岸の石（15cm $\leq$ 径 $\leq$ 20cm）で無次元化した τ_* 、○印は河床材料で無次元化した τ_* である。実線で示す限界掃流力 τ_{*sc} は、青木・江頭ら³⁾の式によった。なお、 ϵ^2 は流れの集中度を表し、平坦河床で $\epsilon^2=1.0$ 、側岸で $\epsilon^2=0.5$ とされる。限界掃流力の計算において、側岸での流速ベクトルと主流方向のなす角を $\delta=10^\circ$ としている。図示のように、護岸の石で基準化した τ_* （●印）は、 $0.5 \leq \epsilon^2 \leq 1.0$ における τ_{*sc} より小さく、護岸の石が遠くへ輸送されることはなかったと思われる。ちなみに、石が輸送されるには、図示のように、集中度 ϵ^2 が1.0あるいは2.0以上になる必要がある。一方、河床材料で基準化した τ_* （○印）は、いずれのケースも $\epsilon^2=1.0$ としたときの τ_{*sc} より大きい。河床材料は比較的活発に移動していたものと思われる。以上のことより、蛇籠護岸の損壊は主に法先の局所洗掘によるものと推察される。このことは、根固め工を施した蛇籠護岸の災害復旧事例がないことから裏付けられよう。

4. むすび：由良川の環境面における蛇籠護岸の有効性を述べるとともに、蛇籠護岸の損壊原因を明らかにした。今後も調査を続けて、多自然型護岸工の環境面ならびに治水面での有効性を検討して行きたい。

参考文献：1) 住野・川合・東：H.7 関西支部年講、2) 玉井・水野・中村編：河川生態環境工学、東大出版会、1993。3) 青木・江頭ら：第50回年講第2部A、1995。

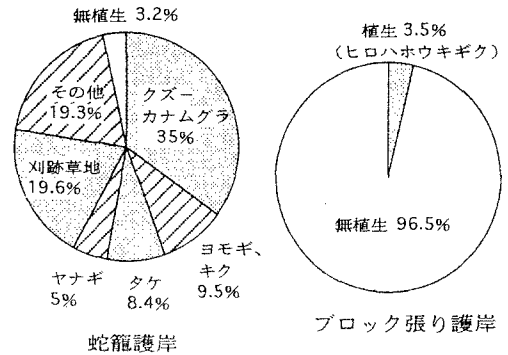


図-4 護岸における植生の被覆率

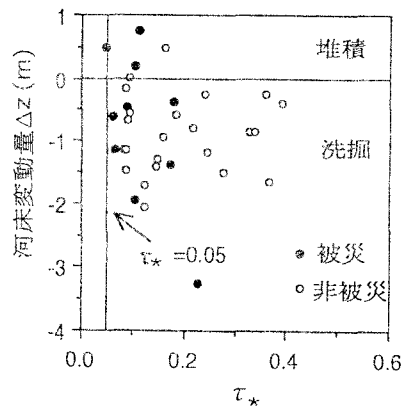


図-5 河床変動量と護岸の被災

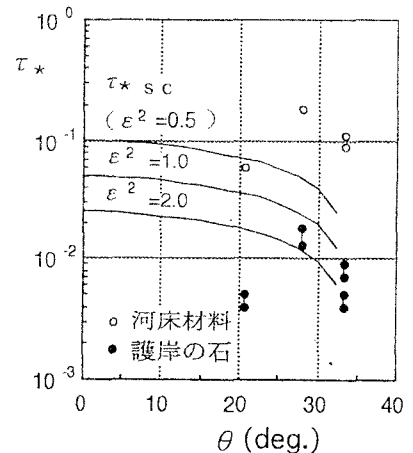


図-6 τ_{*sc} 、 θ と被災時の τ_*