

# 生態系保全のための排水路（農業水路）の底質制御に関する研究 Study on the Bottom Sediment Control of Drainage Canals for Conservation of Ecosystems

中 達雄 向井章恵 島 武男 田中良和  
Tatsuo NAKA Akie MUKAI Takeo SHIMA Yoshikazu TANAKA

**1. はじめに** 河川生態系と水田生態系とを結ぶ農業排水路を対象に、特に中山間地域の傾斜水路の整備に際しての魚類生態環境の保全工法を開発する。水路がコンクリート護岸等により整備されると、2次的自然環境を育んできた水路内の物理的水域環境が変化し、特に傾斜水路では、流れが高速射流の薄層流となり単調化する。したがって、魚類等の生息環境は激変する。このため、本研究では、排水路の整備において一般的に使用される護岸工法である組立柵渠工法に簡易な構造改良を施すことにより、水路内の流速と底質を多様化し、制御する工法を水理実験より開発する。

**2. 生態系における農業水路の役割と本工法の概念設計** 水田やそれを取り囲む農業水路が淡水生物を中心とする生存環境として、多様性の維持など生物学的な重要性が認識され、これらの保全が課題である。生物学からは、農業水路の生態系の中での役割と水路の近代化による 1) 流速、2) 底質、3) 隠れ場、4) 流れの落差の変化が生物に与える影響が整理されている（片野、2000a）。これを基本に近代化に際しての生態系保全の考えとして、水路全体を系として保全すること。水路内や水路と水田間で移動の経路を確保すること。水路面はコンクリート張りではなく、空隙や砂礫および泥でカバーすること。流速が大きくならずに多様性を持たせる。の4点を提案している（片野、2000b）。

上記の水路設計要求に対応し、水路の流れの多様性を与える手段として、本研究では、瀬と淵に着目した。瀬と淵に対しては、河川工学において水生生物の生息空間を提供する重要性が認識されている（土木学会、1999）。本工法の設計の要点は下記の事項である。

1) 排水路の安全性から側壁部の護岸は不可欠である。しかし、淵が形成される側壁面には、空隙材料等による隠れ場の環境を作る。2) 水路底は、地域の自然底質を使用し、流れによる輸送と沈降により自然に形状を遷移させる。過度に洗掘される部分については、その防止策を施す。3) 低水時には、人工的に流れを収束あるいは発散させ、瀬と淵を創出させる。4) 流れの蛇行は、特に垂直蛇行を促進させ、同時に流れの減勢を期待する。5) 瀬と淵は、組立柵渠の底板アーム部に欠口部を設け、流れの集中によるエネルギーにより、その下流の底質を洗掘させ淵の形成を図る。

工法の概念図を Fig.1 に示す。

**3. 水理実験の方法** 実験規模がプロトタイプに近い水路幅：1.0m、水路勾配：1/20、長さ：10m のコンクリート矩形水路内の底部に木製の柵（アームを模擬）を設置し、左右交互に欠口を設けた。柵は、幅：12cm、間隔：108cm である。柵の間（水路底質）には、

厚さ 30cm の砂（粒径 0.0075 ~ 4.75mm）を柵天端まで敷き均した。実験中には、砂の掃流に応じて上流より給砂を行った。水路側壁は鉛直のコンクリート面である。欠口形状は、全体幅：20cm、深さ：15cm である。各柵の天端標高の差は、5.4cm である。欠口部の中心は、各水路側壁から 30cm 離れた（Fig.2）。

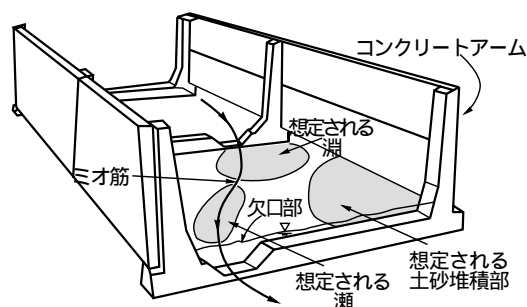


Fig.1 Definition check on the method

今回の実験は、Table1 に示す条件で行い、時間の経過とともに底質の変化を観察し、底質の形状が安定した後に形状の計測を行った。主に欠口部のみに流れが集中する低水流量時を想定した。計測は、実験流量、底質形状（可視光レーザー式変位センサ）、表面流速（フロートの軌跡画像解析）である。水深は、底質の水際線標高とその地点の底質標高から逆算した。

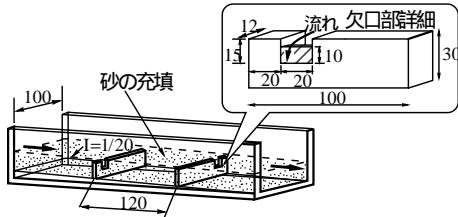


Fig.2 Experimental apparatus ( cm )

Table 1 Experimental conditions

実験ケース	流量 ( $\lambda/\text{sec}$ )	欠口部諸元 (幅×深さ) ( m )	流下 時間	欠口部 流れ	欠口部 水深 ( m )
CASE 1	10.0	$0.2 \times 0.15$	-	水平流	0.06
CASE 2	3.80	$0.2 \times 0.05$	45 分	段落流	0.05

#### 4. 実験結果

1) 欠口部を全開にした場合 実験流量は、 $10.0\lambda/\text{sec}$  である。流れは、水平蛇行するが、底質は淵を形成するような底掘れまでには至らず流れは水路幅全体に拡散した状態が観察された。

2) 欠口部に 10cm の堰上げをした場合 表面流速分布と底質地形の状況を Fig.3、4 に示す(上流から 2 段目の底質区間)。流量  $3.80\lambda/\text{sec}$  の小流量においても栈天端からの深さ 18cm (最深部)、水深 12cm の淵が欠口部下流に形成され、一方、栈中央部は水深 4cm の瀬が形成された。また水路右岸部には、砂の堆積部(干陸)が形成された。表面流速は、最大で  $0.5\text{m}/\text{sec}$  以下に抑制されている。淵の形成は、欠口部の堰上げにより、段落流が形成され、鉛直方向の流速エネルギーが下流の底質の洗掘に寄与したものと考えられる。

この段落流は、越流水深：5.0cm、落下高さ：6cm、流量係数：1.70 であった。なお、底面をコンクリート面にした場合には、2次元流としての等流計算では水深 0.7cm、平均流速  $0.55\text{m}/\text{sec}$  の薄層流の流れとなる(粗度係数； $n=0.015$ )。

以上の実験結果から、栈に欠口を設けることが、淵の形成に寄与し、この底質形状変化により瀬が形成され、水路勾配 1/20 の傾斜水路においても水生生物の生息を可能にする流れの多様性を確保することが可能であることが明らかとなった。

5. おわりに 本研究では、今後流路蛇行を形成する栈間隔と欠口部形状の詳細を明ら

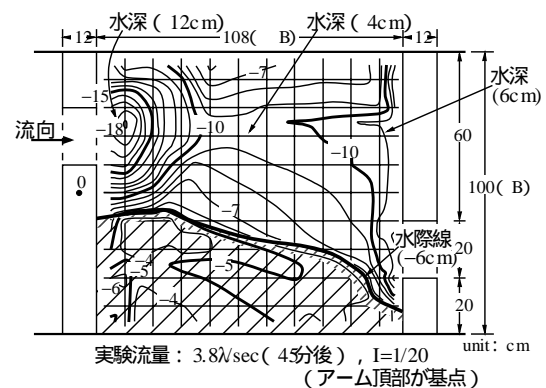
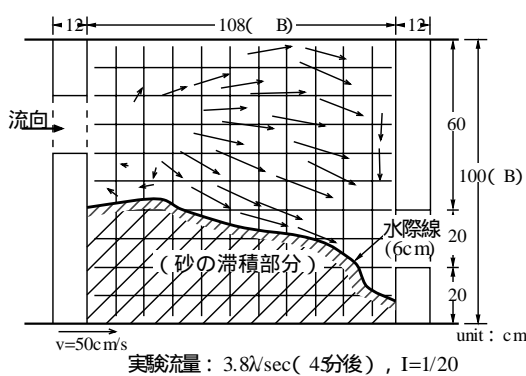


Fig.3 Flow velocities on the water surface(CASE2) Fig.4 Bottom sediment surface profile (CASE2)

かにする。また、栈形状の排水路の洪水時の安全性を確認する。

#### 参考文献

- 1) 片野修 (2000); 魚のすみやすい農業水路の環境要因, 平成 11 年度農工研水工研究会, pp.39-44.
- 2) 片野修 (2000); 特集農村生態系と保全技術 - 水田周辺の魚類 -, 農村と環境, No.16, pp.36-41.
- 3) 土木学会 (1999); 水理公式集平成 11 年版.