

水路内の小規模な掘り込みにおける流速特性と水生生物の挙動 Characteristics of the flow velocity in the small pit of canal and the behavior of aquatic animals

○高橋 直己*, 本津 見桜*, 長尾 涼平**

○TAKAHASHI Naoki, HONZU Mio, NAGAO Ryohei

1. はじめに 土地改良法改正（2002年）によって環境配慮型水路が望まれるようになり，安価で施工しやすく，生物が生息しやすい流況を創出する工法が求められている．一般にコンクリート3面張りとなった水路では流速・水深の多様性が失われ，水生生物が生息しにくい環境となる¹⁾が，著者らは圃場整備が完了した水路ネットワーク内でも，掘り込み部のような局所流発生箇所にて水田生態系の生物が生息している様子を観察している²⁾．本研究では，水路内に小規模な掘り込みを設けることで，矩形断面水路の直線区間に簡易的に水生生物の生息場となる流況を創出することを試み，掘り込み内の流速特性と水生生物の挙動を明らかにした．



写真1 実験水路
Experimental canal

2. 研究方法 写真1および図1に示す木製水平水路（20 cm×20 cm×360 cm）を用いて，小規模な掘り込み設置による水路内流況の変化について検討した．実験条件を表1に示す．表中の D_i は掘り込み深さを， L_i は掘り込み長さを示す．実験水路と流量の規模は，末端の農業水路における平常時および小規模降雨時の流れを想定している．流速は図2(a)に示す(1)～(5)断面（Case1～3，7～9は(1)～(3)断面）にて測定した．ここでは，各測定水深における水路中央部（図1(b)のb）における測定値を考察に用い，掘り込み部の流速 V_i を掘り込み上流端から 7.5 cm 上流側の水路床付近の流速 V_0 で除した値 (V_i/V_0) によって，流れの減勢状況を評価する．水生生物の挙動については，表2に示す小型の水生生物を1尾ずつ掘り込み部へ放流し，Case6にて5分間の観察を行った後，流量を増加させてCase12における挙動を確認した．

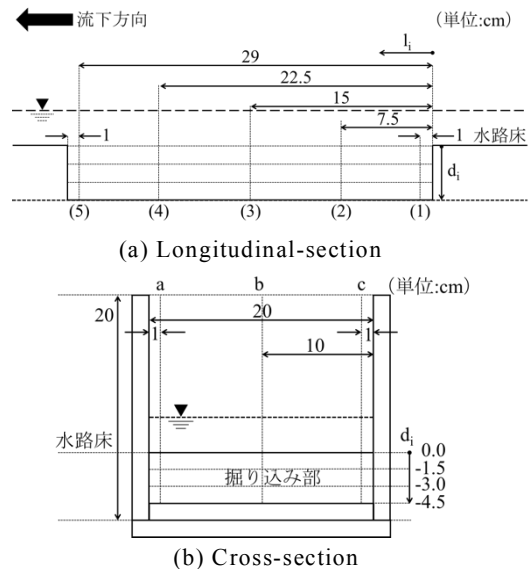


図1 掘り込み部の諸元
Details of experimental apparatus

表1 実験条件

Experimental condition

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q (L/s)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
D_i (cm)	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5
L_i (cm)	15	15	15	30	30	30	15	15	15	30	30	30

3. 結果と考察 図2に測定水深 d_i と掘り込み中央部（Case1～3，7～9の(2)断面，Case4～6，10～12の(3)断面）における V_i/V_0 の値の関係を示す．各流量条件における V_0 の値は，約26 cm/s ($Q=1.6$ L/s) および35 cm/s ($Q=3.5$ L/s) だった．図よりすべてのCaseにおいて V_i/V_0 の

*国立高専機構 香川高等専門学校, National Institute of Technology, Kagawa College **国立高専機構 香川高等専門学校専攻科 創造工学専攻, National Institute of Technology, Kagawa College, Advanced Course
キーワード：農業水路ネットワーク，環境配慮型水路，水田生態系，局所流，水工学

値が1.0を下回っており、掘り込み中央部において流れの減勢効果がみられることがわかる。特に3 cm以上の掘り込み深さを有するCaseでは、掘り込みの中層および底面付近の流速は V_0 の半分以下となっていた。一方で、掘り込み深さが1.5 cmであるCase1, 4, 7, 10では、 V_i/V_0 の値は最小で0.6であり、他のCaseより流速の減勢度合いが小さかった。図3に $D_i=4.5$ cm, $L_i=30$ cmの掘り込み規模のCaseにおける、縦断面位置ごとの鉛直流速分布を示す。図より両Caseとも、どの縦断面位置においても掘り込み底面付近にて流れが減勢されていることが分かる。特に掘り込み上流端での減勢が顕著にみられるのは、急拡部における流れの剥離による影響が大きいと推察される。図より本実験条件においては、4.5 cm程度の小規模な掘り込みであっても掘り込み中層から底面付近にかけて水生生物が休息しやすい流況を創出することができると考えられた。この規模の掘り込みを用いて水生生物の挙動を観察した結果を表2に示す。5尾とも、掘り込みを設けていない場所へ放した場合はその場に留まることができなかつたが、掘り込み内に放した場合は、メダカ1を除き流されることなく掘り込み内に留まっていた。図3に示すように掘り込み上層部では流れの減勢効果が小さいため、小規模な掘り込みは遊泳魚よりも底生魚の生息場創出に適すると考えられる。

4. まとめ 小規模な掘り込みの設置によって矩形断面水路の直線区間の流況を簡易的に改善し、水生生物の生息場となる流況を創出するため、小規模掘り込み内における流れの減勢効果について検討した。本実験条件では、深さ D_i が3~4.5 cm, 長さ L_i が15~30 cm程度の掘り込みによって中層から掘り込み底面においてゆるやかな流速場を創出することができた。また $D_i=4.5$ cm, $L_i=30$ cmの掘り込みにて水生生物の挙動を観察した結果、最も流れが減勢されていた掘り込み上流端底面を利用する様子が確認された。

参考文献：1) 水谷正一 (2007) : 水田生態工学入門, 農山漁村文化協会
 2) 長尾涼平, 高橋直己 (2015) : 水生生物の生息場としての農業水路の現状と改善案-高松平野の事例-, 土木学会四国支部第21回技術研究発表会講演要旨集, pp.323-324

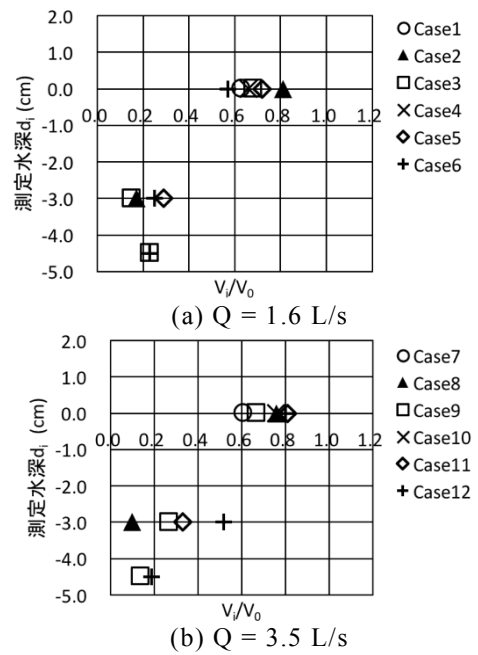


図2 掘り込み中央部の流速特性
 Characteristics of the flow velocity in the central of the pit

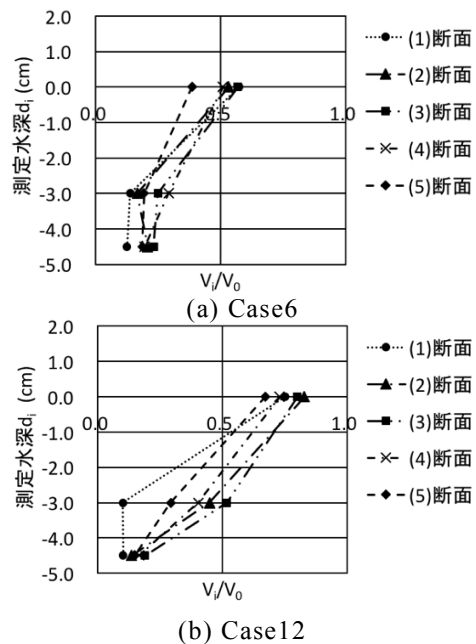


図3 掘り込み内での鉛直流速分布
 Vertical flow velocity distribution

表2 掘り込み内での水生生物の挙動
 Behavior of aquatic animals in the pit

水生生物	メダカ1	メダカ2	メダカ3	ドジョウ1	ドジョウ2
体長 (cm)	2.5	3.0	2.9	6.0	7.0
Q = 1.6 L/sでの挙動	A	A	A	A	A
Q = 3.5 L/sでの挙動	B	A	A	A	A

A:掘り込み底面にて、安定してその場にとどまる様子を見せた。
 B:水面付近へ上昇した後、下流端に流された。