

千鳥X型魚道の設計理論について



夢ある農村づくりを目指して

福井県土地改良事業団体連合会
事業部 環境計画課 鈴木正貴

内容

- 1) 千鳥×型の特徴
- 2) 千鳥×型魚道の設計に必要なパラメータ
- 3) 流速分布計算プログラムを用いた
設置諸元の検討
- 4) 千鳥×型の応用例
- 5) 波付のU型を利用した
千鳥×型の設計諸元

1) 千鳥X型の特徴

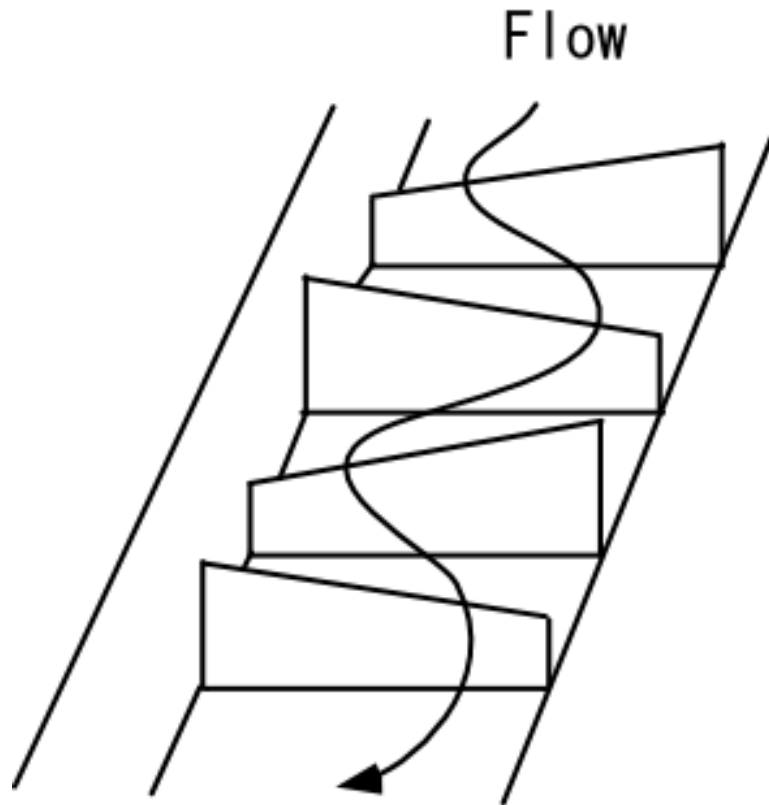
水域ネットワーク再構築の一手段として、
魚道の設置の必要性を指摘。

(片野 1998; 端1999,2000)

水田魚道の特徴

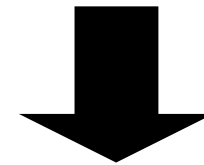
- ・ 水田の水尻に設置する事を想定。
 - ↳ 設置面積が狭小，小流量，対象魚種の体長が小さい。
- ・ 管理者（農家）の手間を考慮。
 - ↳ 材料・形状が単純。取り外しが可能。

1) 千鳥X型の特徴



千鳥X型

- 対象魚：
底生魚および遊泳魚
- 魚道の特徴：
隔壁上部が斜め
低位部と高位部を交互に設置



合成勾配が緩くなる

非越流部が存在する時，越流部の流速が多様

小流量時でも越流水深を確保

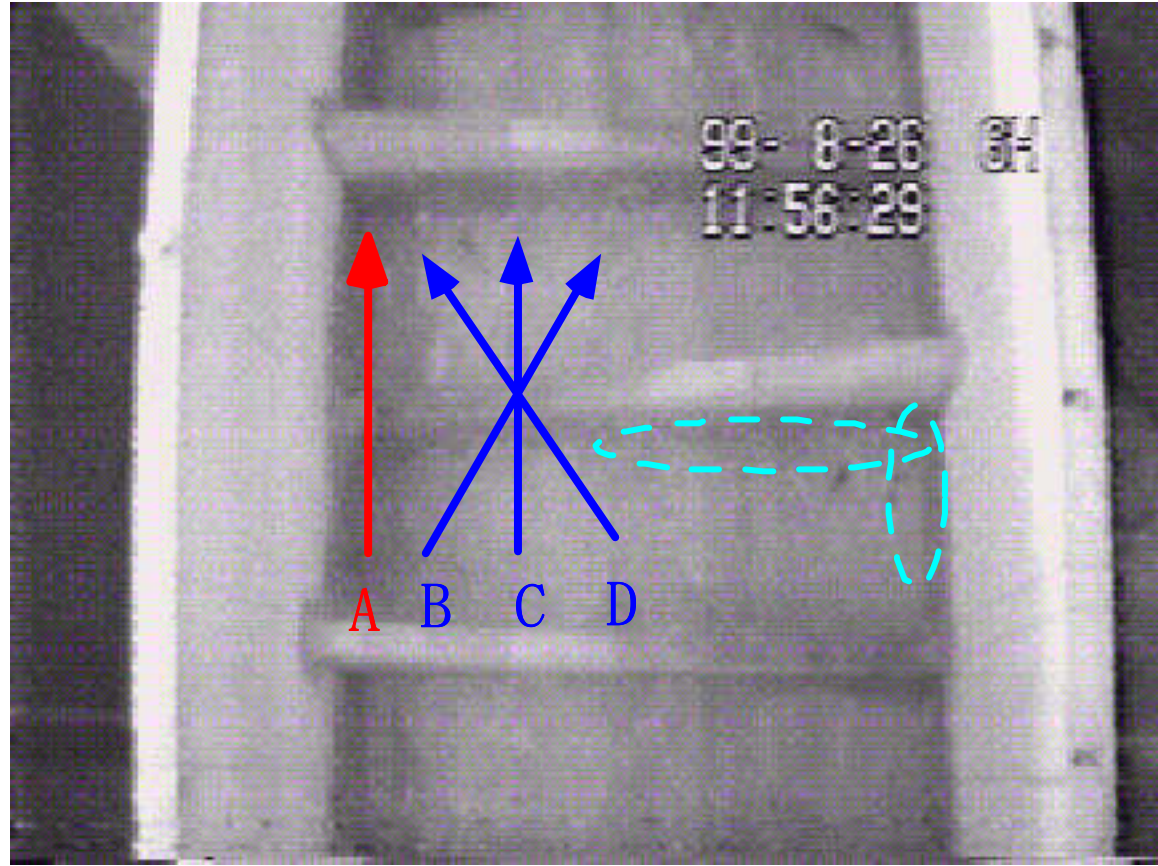
1) 千鳥X型の特徴



通水中の状態

- 供試魚 ドジョウ (100尾)
メダカ (50尾)
- 設置勾配
10° (1/5.6) 固定
- 設定流量
210, 420,
630, 840 (ml · s⁻¹)

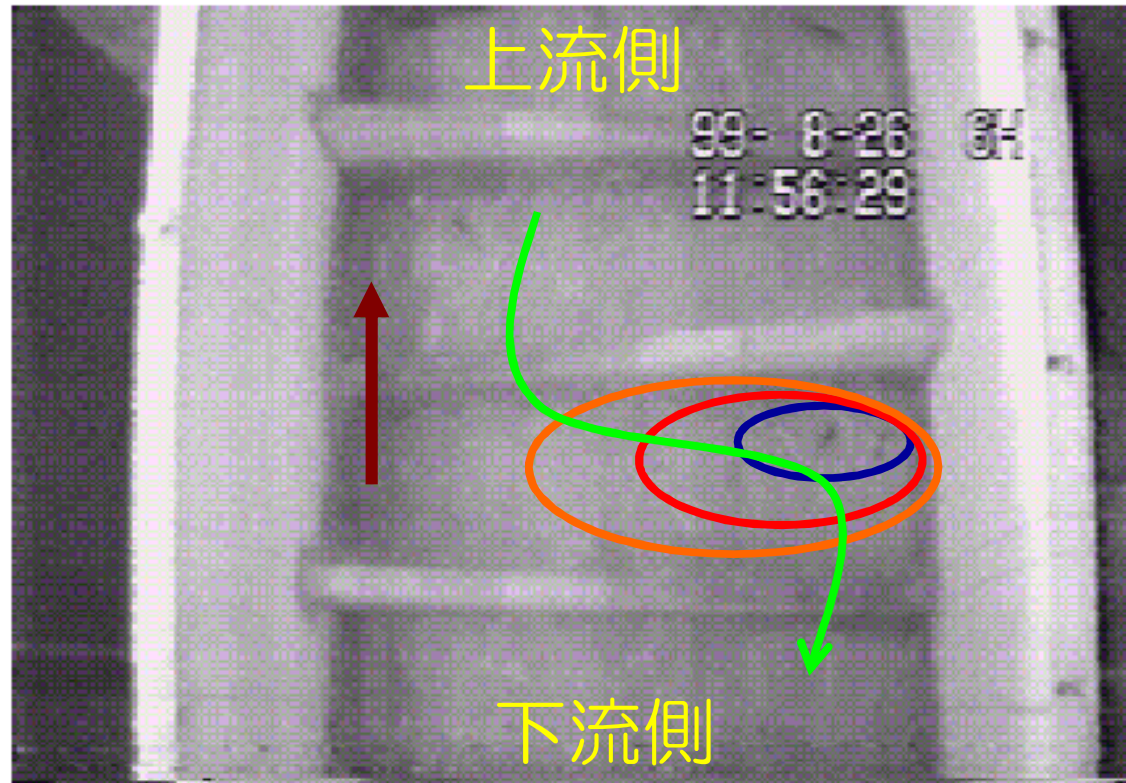
1) 千鳥X型の特徴



⋯⋯ 待機場所 ← 溯上経路

ドジョウの溯上経路

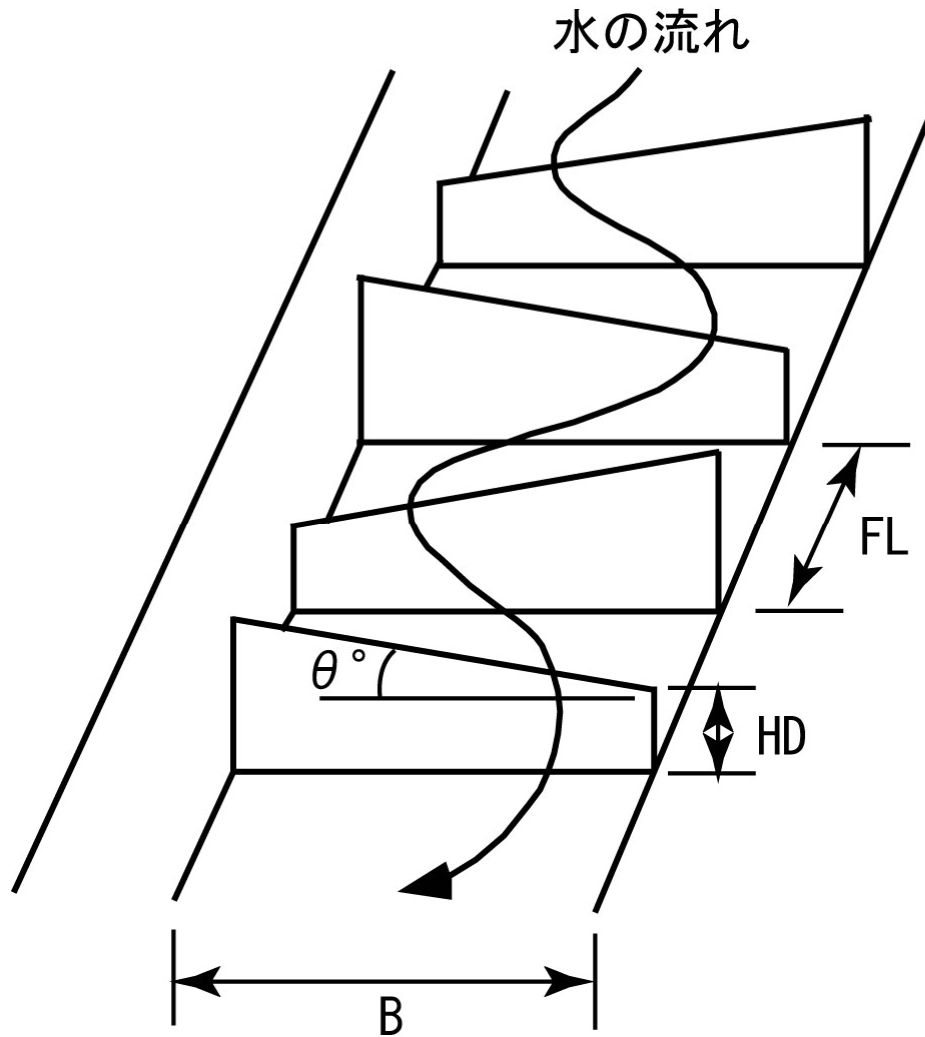
1) 千鳥X型の特徴



待機場所	— 流量 I	← 遡上経路
	— 流量 III	
	— 流量 V	← 水の流れ

メダカの上流経路と待機場所

2) 千鳥X型魚道の設計に必要なパラメータ



設置勾配

魚道幅 B

堰板最低高さ HD

堰板角度 θ

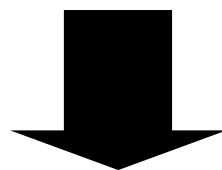
堰板間隔 FL

想定流量

3) 流速分布計算プログラムを用いた 設置諸元の検討

対象魚の体サイズ

対象魚：体長30mm～100mmの遊泳魚

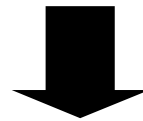


条件：100mmの魚の遡上経路を確保
30mmの魚が遡上可能な流速分布

3) 流速分布計算プログラムを用いた 設置諸元の検討

1. 設置勾配

- ・ 水田水域は魚道設置スペースが狭小
- ・ 製作費用を安価に収めたい



魚道の急勾配化



条件： 設置勾配の上限は 30° (1 / 1.7)

3) 流速分布計算プログラムを用いた 設置諸元の検討

2. 想定流量

栽培管理用水の平均値
 $0.4 (\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1})$



設置する水田面積を1 haとする.

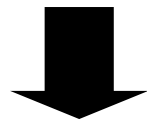


条件： $0.4 (\text{l} \cdot \text{s}^{-1})$ とその前後の
 0.1 、 0.2 、 0.8 、 $1.0 (\text{l} \cdot \text{s}^{-1})$ の5通り

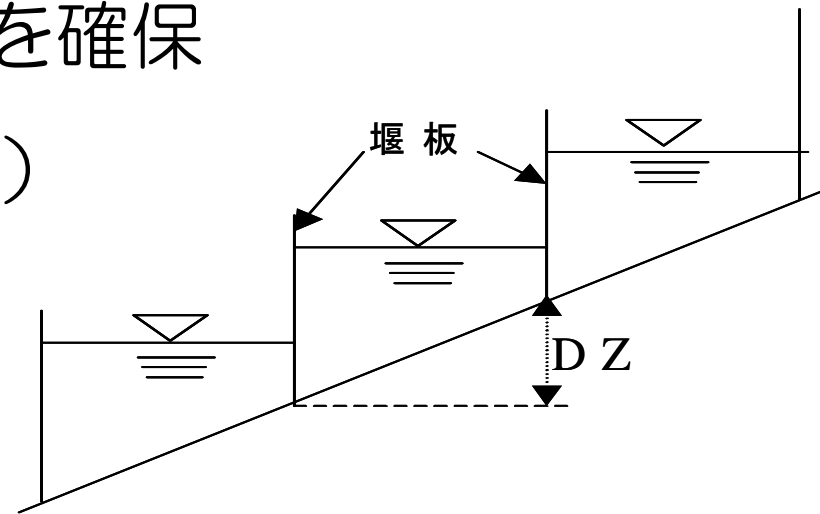
3) 流速分布計算プログラムを用いた 設置諸元の検討

3. 堰板最低高さ

- 100mmの魚の遡上経路を確保
- 魚道の急勾配化 (30°)
- 対象魚の体高を考慮



堰板最低高さは $100+DZ$ mm



DZ概念図

3) 流速分布計算プログラムを用いた 設置諸元の検討

4. 堰板間隔

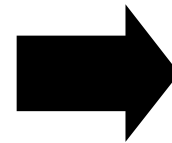
- ・ 魚道の急勾配化 (30°) → 流速を抑制
- ・ 対象魚がプールに止まる限界



堰板間隔は150mm

5. 魚道幅

- ・ 水尻の幅は50cm以内 (設計基準)
- ・ 余水吐の設置を考慮
- ・ 対象魚の体長の数倍



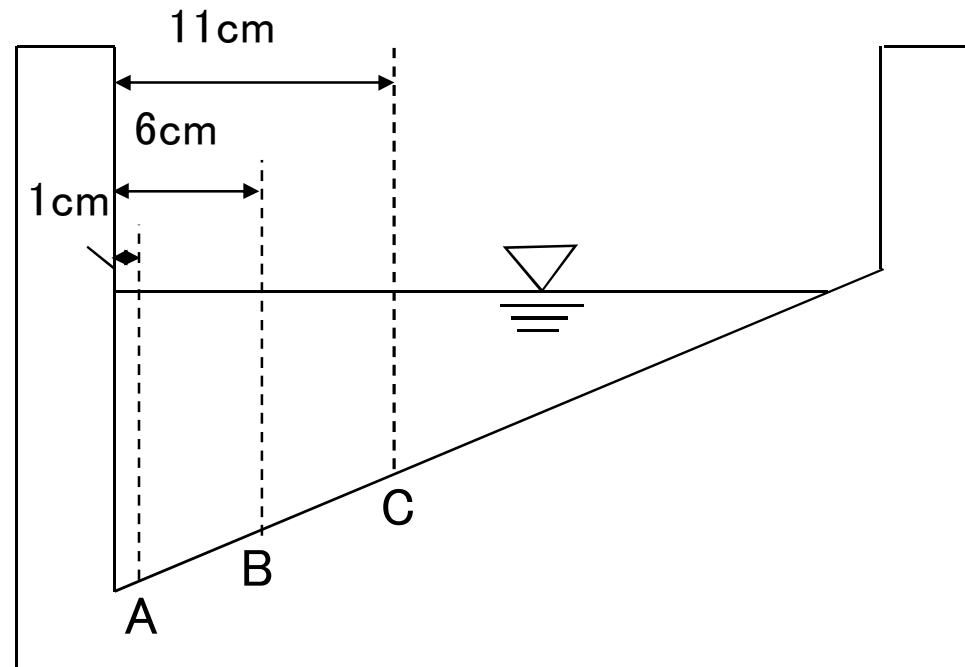
魚道幅は300mm

3) 流速分布計算プログラムを用いた

設置諸元の検討

遡上可能性の判断

1. 越流部の流速分布



堰板の低い方から，A，B，Cを定め，
これらの水深方向の平均流速を考える。

3) 流速分布計算プログラムを用いた 設置諸元の検討

遡上可能性の判断

2. 魚類の遊泳力

突進速度（攻撃、逃避、急流遡上時）は
体長の10倍程度（中村 1995）

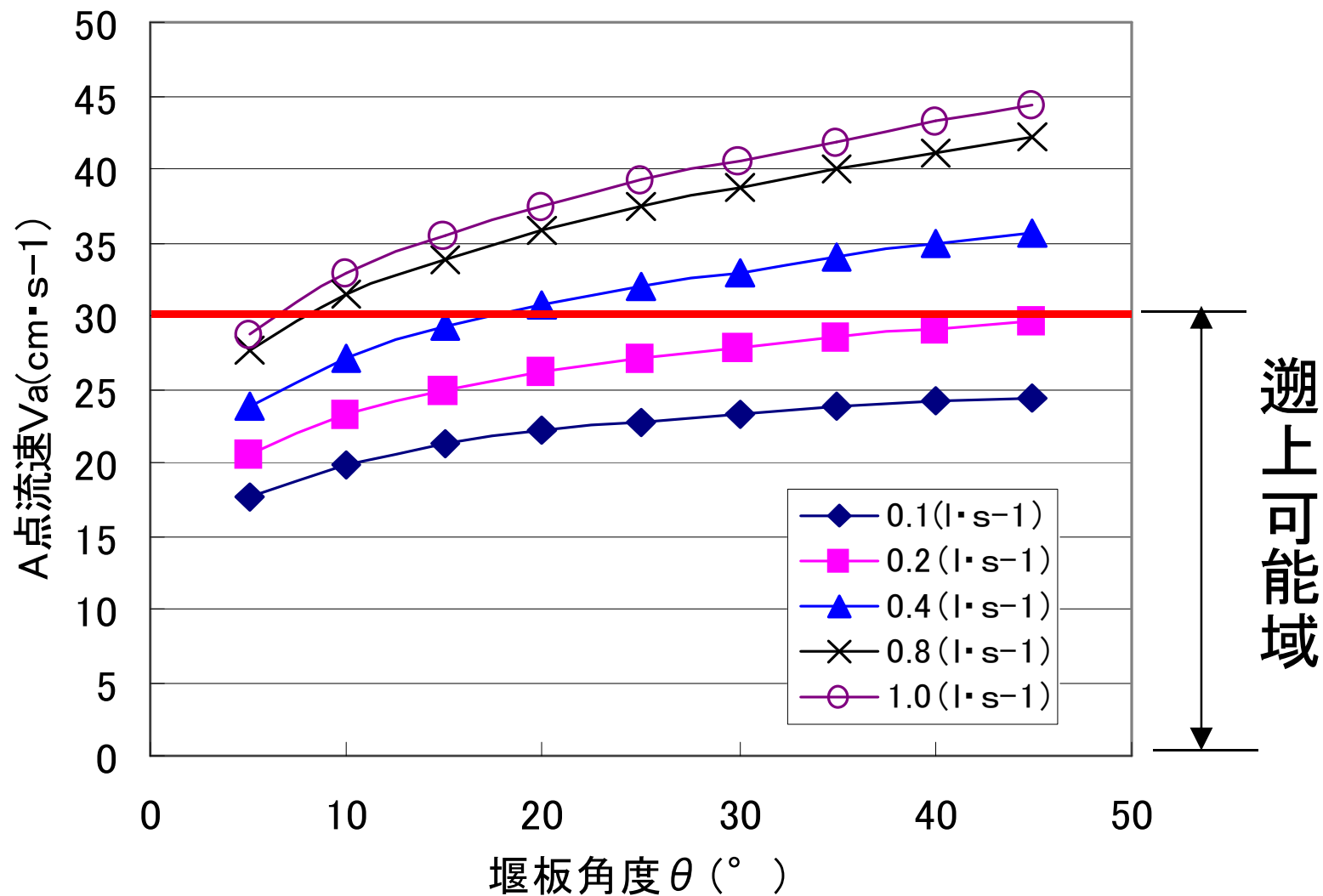
突進速度 > 越流部の流速 で遡上可能



ここでは、

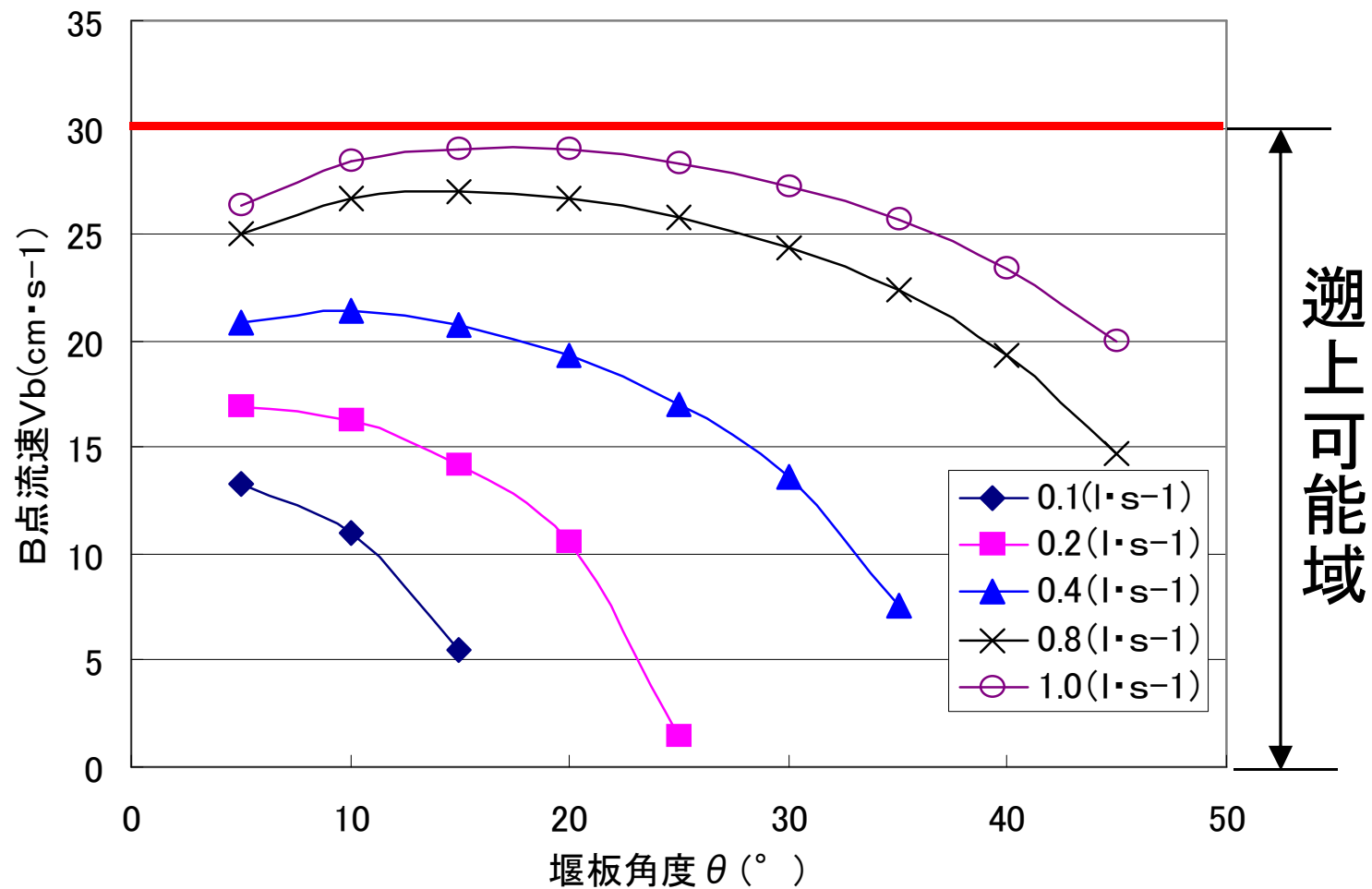
$30\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ > 一部の平均流速 で遡上可能

シミュレーション結果



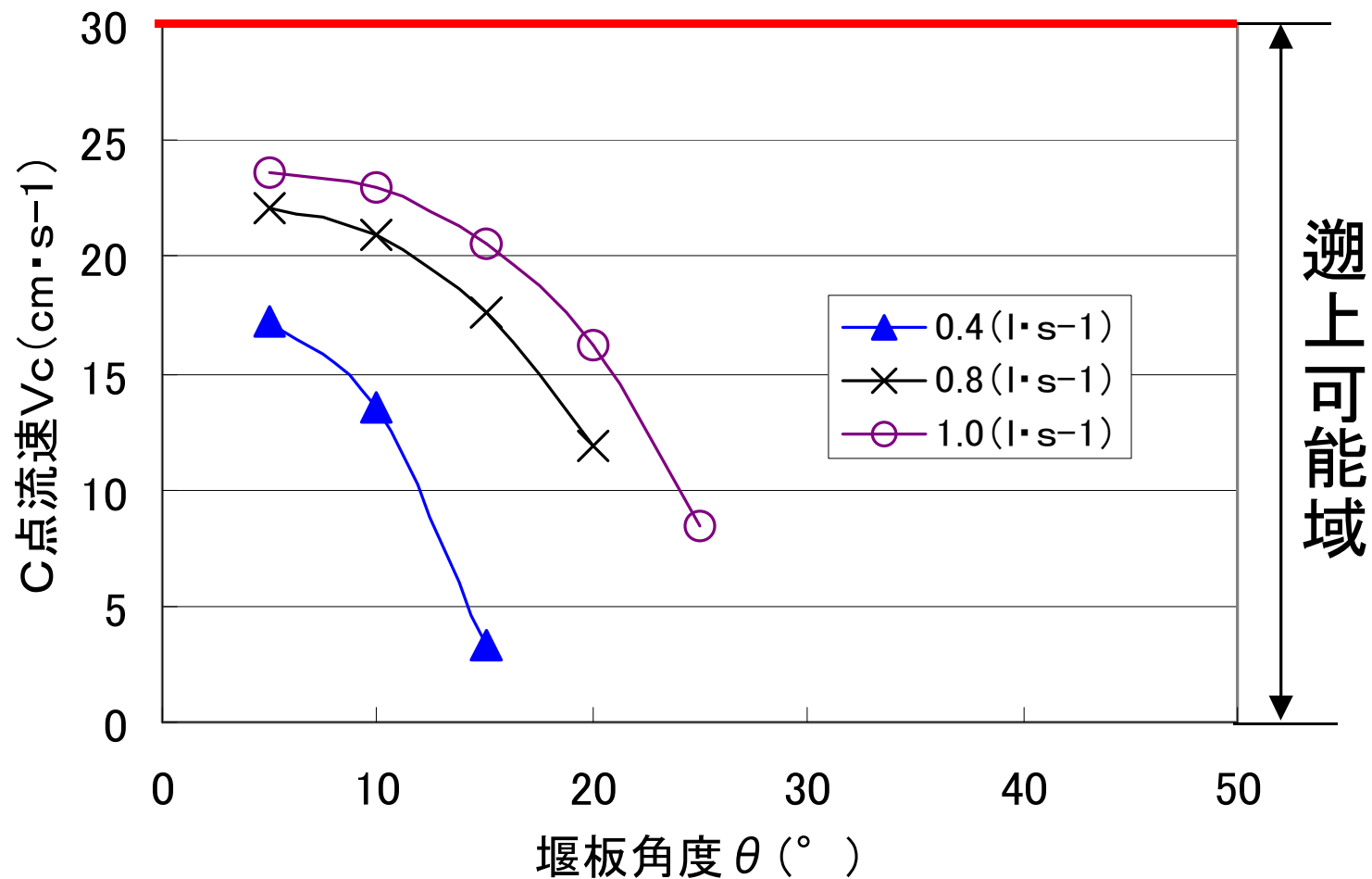
A点における流速（設置勾配30°）

シミュレーション結果



B点における流速（設置勾配30°）

シミュレーション結果



点Cにおける流速 (設置勾配 30°)

3) 流速分布計算プログラムを用いた

設置諸元の検討

1. 設置勾配

設置勾配 30° で遡上可能



30° 以下の勾配でも遡上可能

2. 堰板角度 θ

$\theta \leq 15^\circ$ で、すべての流量
において2点以上で遡上可能



$\theta \leq 15^\circ$ が適当

3) 流速分布計算プログラムを用いた

設置諸元の検討

設定項目	設定値
想定流量	0.1~1.0(L・ha ⁻¹)
隔壁角度	15° 以下
設置勾配	30° 以下
(与件)	
水田面積	1.0(ha)
魚道幅	300(mm)
堰板最低高さ	DZ+100(mm)
堰板間隔	150(mm)
対象魚の体サイズ	30~100(mm)

4) 千鳥X型魚道の応用例



(栃木県市貝町小貝川)

4) 千鳥X型魚道の応用例



(栃木県市貝町小貝川)

4) 千鳥X型魚道の応用例



波付のU型を利用した例

5) 波付のU型を利用した千鳥X型の設計諸元

市販品（波付のU型）の利用

- ・ 資材費が安い.
- ・ 直営施行が可能.
- ・ 越流部の流速の多様性が再現できる.

ただし,

- ・ 隔壁が流下方向に傾く.
 - 隔壁直下に剥離が生じる.
- ・ 魚道幅・堰板の間隔は, 製品の諸元に依存.

5) 波付のU型を利用した千鳥X型の設計諸元

実験による設計諸元の検討（吉田 2006）

対象魚を体高のあるフナ属に設定

体長150mmで、体高約60mm.

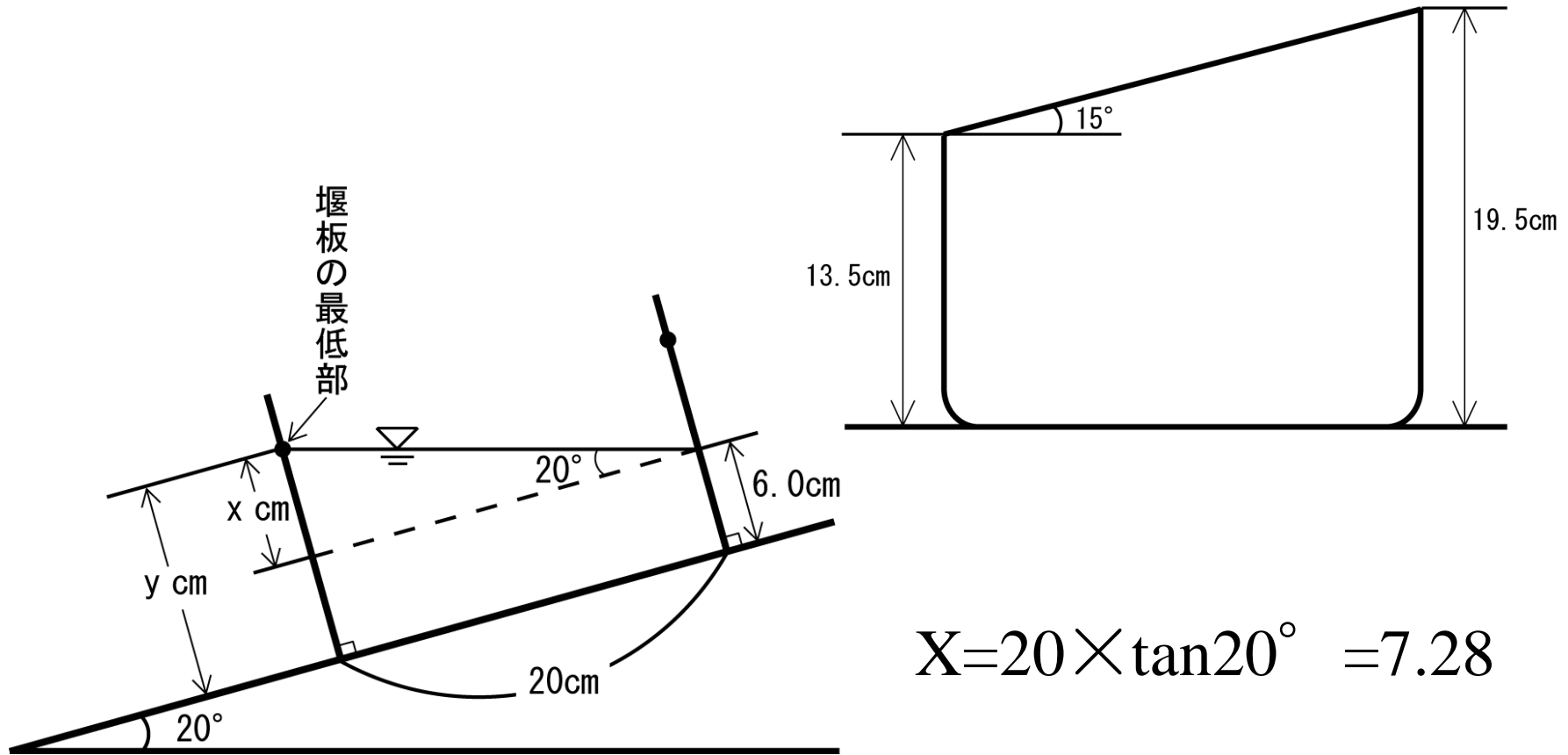


体高の7割程度の水深では、転倒する可能性が高くなる（加藤2002）.



体高と同じ最低水深を確保する.

5) 波付のU型を利用した千鳥X型の設計諸元



$$X = 20 \times \tan 20^\circ = 7.28$$

実験に用いた堰板の諸元

5) 波付のU型を利用した千鳥X型の設計諸元

堰板最低高さ (HD) をどう決めるか？

