

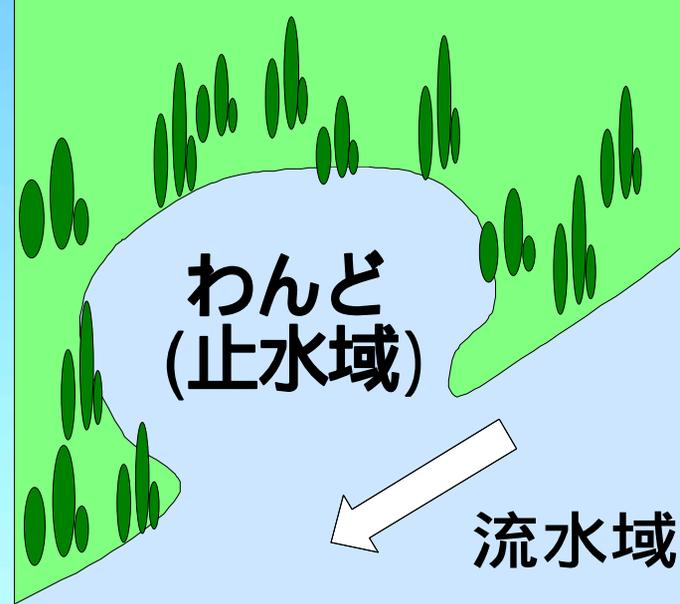
## わんどとは

河川の側岸に沿う湾状の淀み水域で、平水時に流水域と接続しているもの。

## わんどの機能

平水時において、魚類の産卵や子稚魚期の生活場、他の生息・生育に適した環境空間。

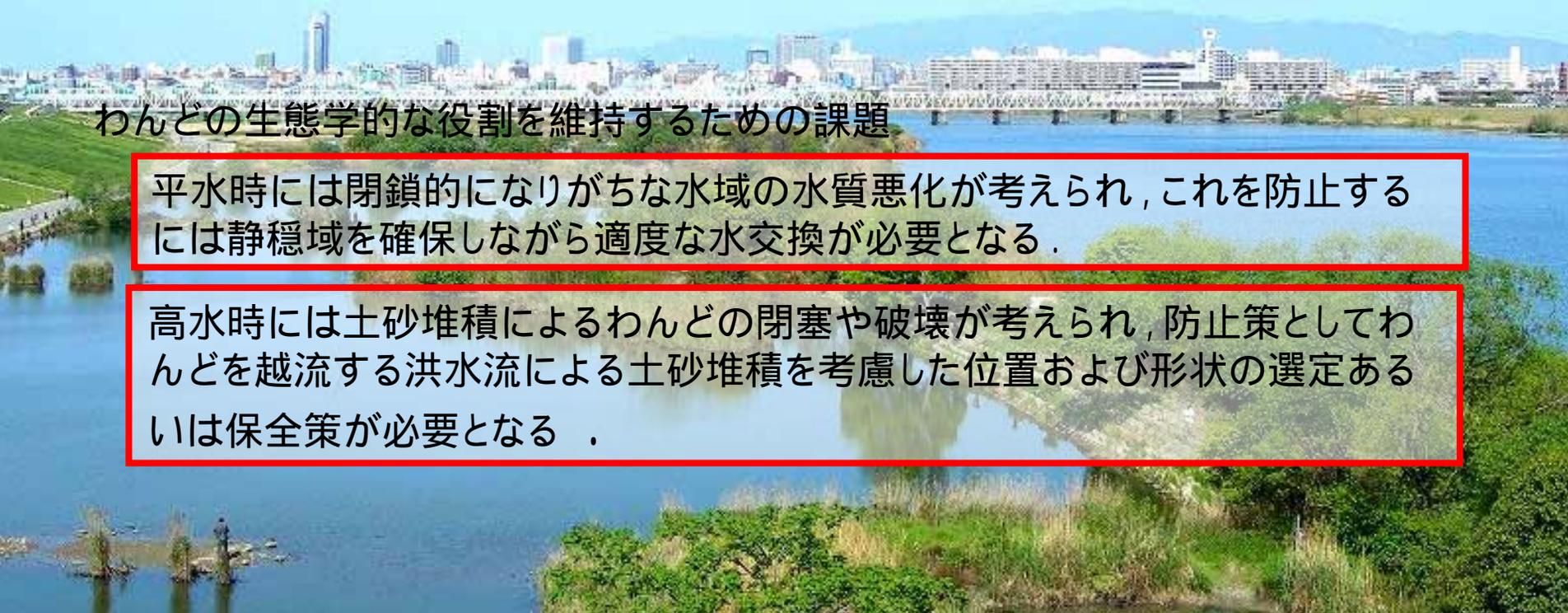
洪水時において、魚類の避難場。



## わんどの生態学的な役割を維持するための課題

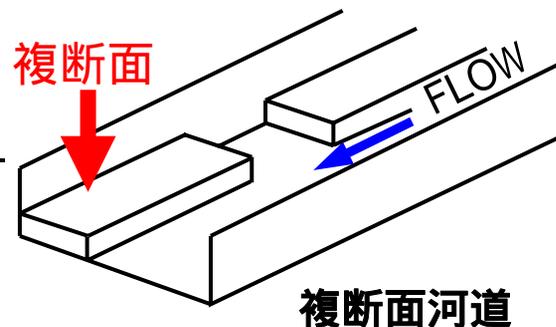
平水時には閉鎖的になりがちな水域の水質悪化が考えられ、これを防止するには静穏域を確保しながら適度な水交換が必要となる。

高水時には土砂堆積によるわんどの閉塞や破壊が考えられ、防止策としてわんどを越流する洪水流による土砂堆積を考慮した位置および形状の選定あるいは保全策が必要となる。



# 本川・わんど連結部形状が わんど内の水交換に及ぼす影響

主流域と細い連絡水路で接続するようなわんどが数多く存在するとともに、人工わんどにおいても同様の形状が作られている。このようなわんどと主流の連絡水路の形状の違いによって水の交換やわんど内流速にどのような変化が生じるか検討した。



わんどと主流域をつなぐ連絡水路の長さや向きを変化させた実験を行い、これらがわんど内の流れ構造と主流との水交換機能に及ぼす影響について検討した。



	開口向き 90°	開口向き 45°	開口向き 135°
開口水路長 1cm			
	fw1	fw2	fw3
開口水路長 3cm			
	fw4	fw5	fw6

図1. わんど連結部形状

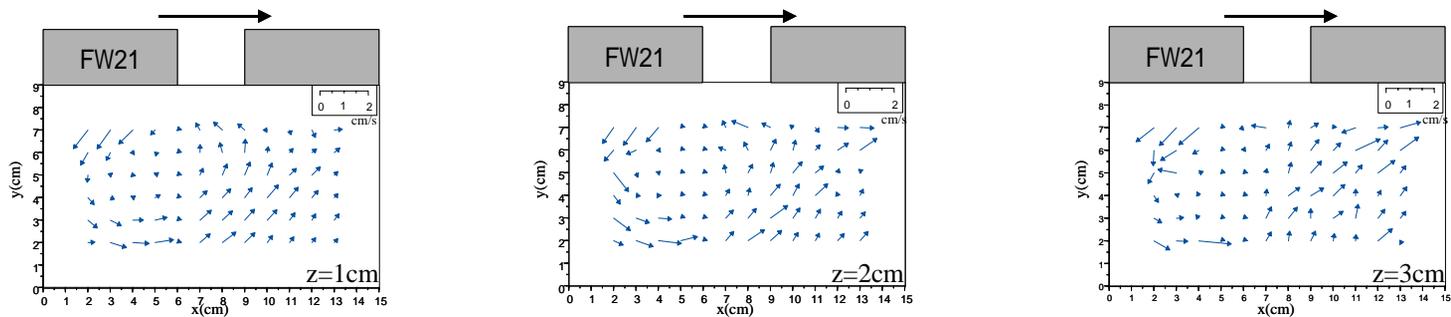


図-2 電磁流速計による流速ベクトル(FW21, 鉛直高さによる違い)

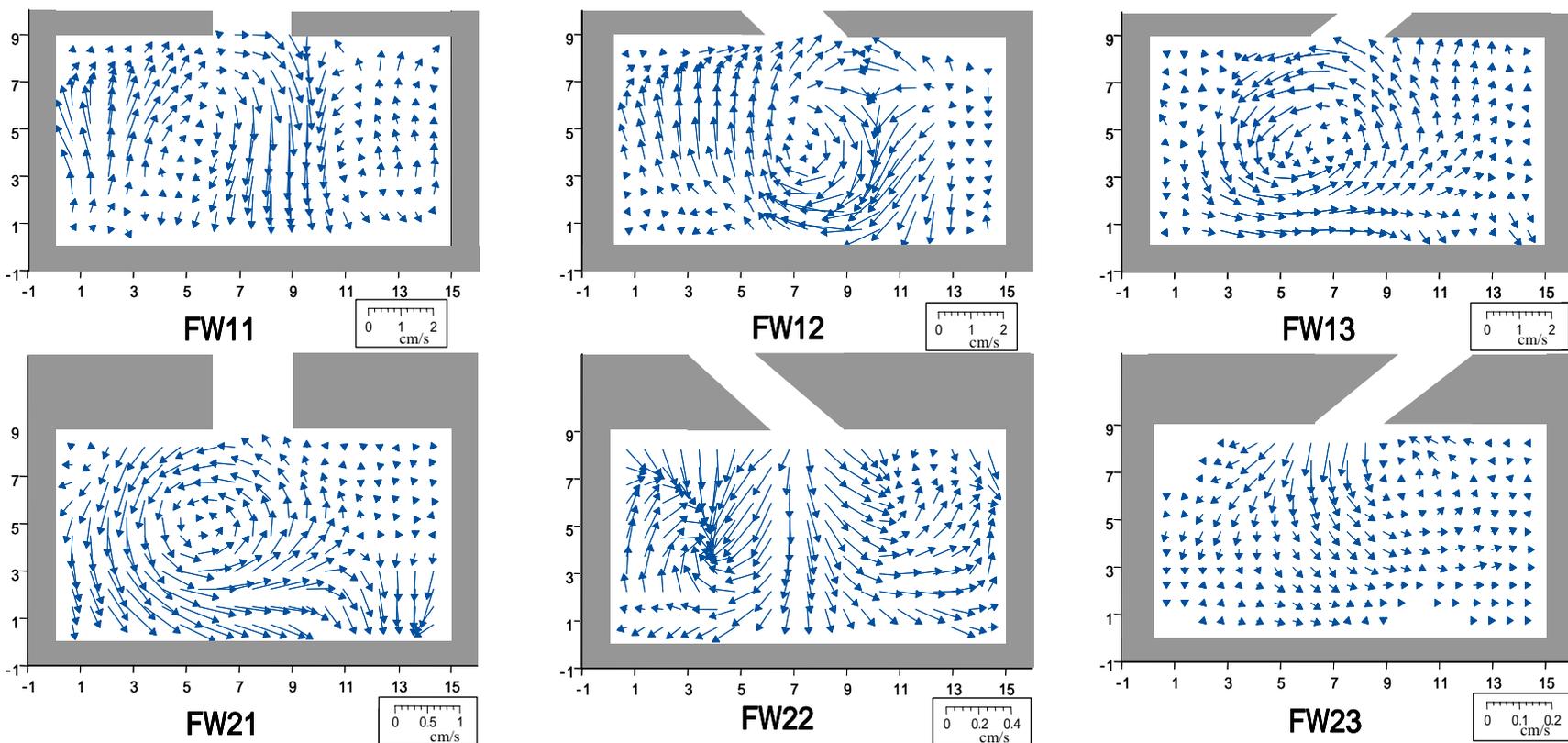
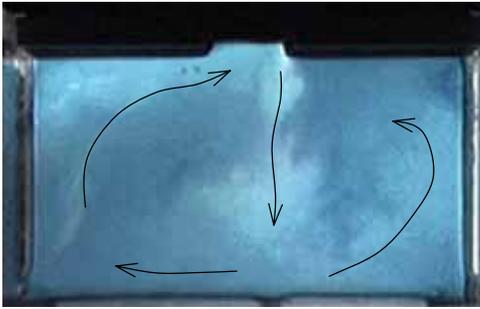
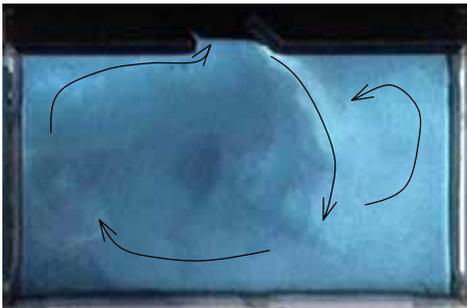


図-3 染料画像のPIV解析による流速ベクトル



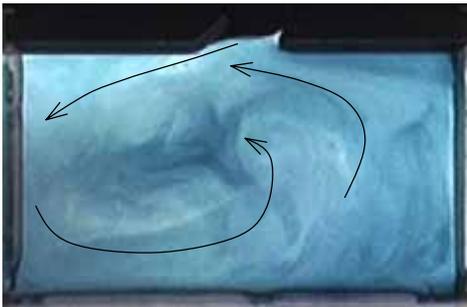
FW11

- ・わんど開口部の下流側から流入が見られ,それに伴い,わんど上流側から流出が発生し,わんど上流側に時計回り,下流側に反時計回りの渦が確認される.
- ・わんど上流側の流れが強く,わんど下流側の流れは弱い.
- ・下流側渦のわんど外への直接的流出はなく,再循環流を形成する.



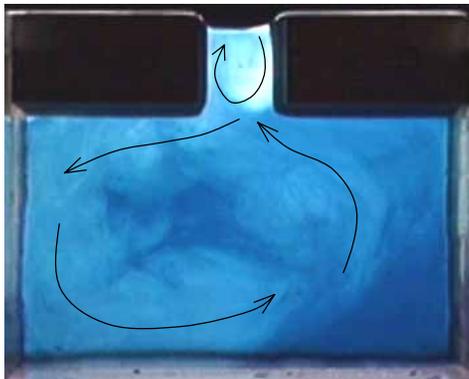
FW12

- ・開口部から流入する流れによりわんど全体に及ぶ1個の時計回りの渦が形成される.
- ・わんど連絡水路を下流向きにしたことで,わんど内には直角の場合より大きく明確な渦構造を発生させる.
- ・わんど開口部の下流側から流入し,上流側から流出する水交換が行われる.



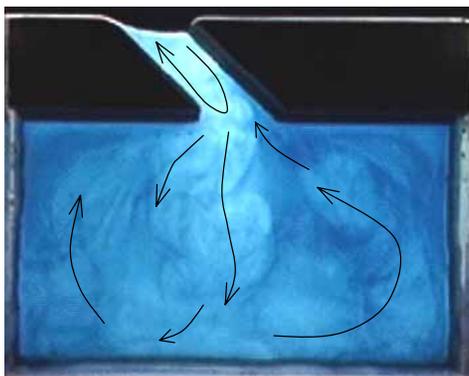
FW13

- ・開口部下流端からの流入が上流側に曲げられ開口部を横切る形で上流側への流れが発生することで反時計回りの再循環流がわんど上流側に形成される.
  - ・わんど開口部付近では間欠的に上流向きのわんど内への流入とわんど下流域から開口部を通しての流出が周期的に繰り返す流れとなる.
- [ わんどからの流出が開口部を横切って流入する流れによって妨げられる.この流出の圧力は間欠的に流入を突き破り,わんど外へ出る流れを生じさせる. ]



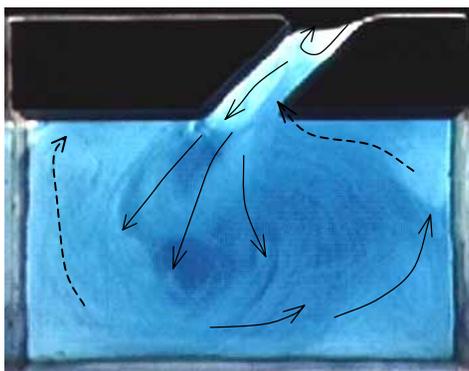
FW21

- ・連絡水路領域で下流から流入し上流から流出する流速の大きい一つの再循環渦が形成される。
- ・わんどの境界付近でこの渦の上流へ向かう流れが間欠的にわんど内へ侵入することにより、わんど内の再循環流が形成される。
- ・連絡水路長さが1cmのケースFW11とは全く異なる流れ構造を示し、むしろケースFW13と同様な流れパターンである反時計回りの渦構造を示す。



FW22

- ・連絡水路下流からの流入による渦が引き延ばされた形で連絡水路内に発生する。
- ・わんど上流側に時計回りの渦，下流側に反時計回りの渦が形成される。
- ・わんど内の流れ構造はFW11と類似している。しかし、わんどからの流出は開口部下流側から行われている点は異なる。また、わんどへの流入が間欠的となるためにわんど内流速は遅くなる。



FW23

- ・連絡水路への流入による再循環渦が流入口近くの狭い範囲に限られるため、わんど内流速は非常に遅くなる。
- ・ゆっくりとした流入により、開口部から放射状の流入を引き起こし、わんど奥および上流側へと向かう流れが現れる。流出は開口部下流側から行われるため、下流側には反時計回りのゆっくりとした渦が形成される。上流側は渦構造が明確には見られない。
- ・ゆっくりではあるが複雑な渦構造を形成しながらわんど奥へ流入していき、染料が空間的に集積拡散を繰り返しながら移動している様子が見られた。

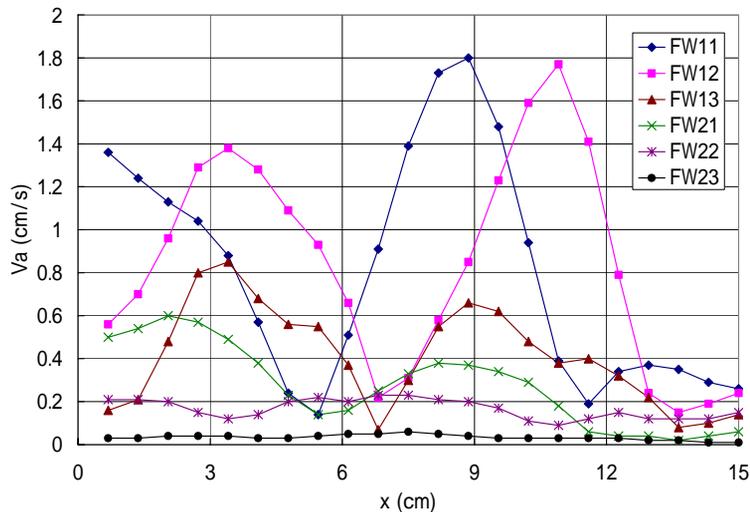


図-4 わんど中央における合成流速の縦断分布

わんど内へ流入する流れ方向のベクトルが大きな値をとる。

わんど内流速は本川・わんど連絡水路の長さが長くなるほど小さくなり、連絡水路の角度にも大きく影響されることがわかる。

わんどを一定濃度の染料で満たし、開口してからの濃度の経時変化をみたもの。

開口向き135度 (fw3 fw6)

もっとも水交換が遅くなる

開口向きが90度 (fw1 fw4)

開口向きが45度 (fw2 fw5)

交換速度は近い値をとる

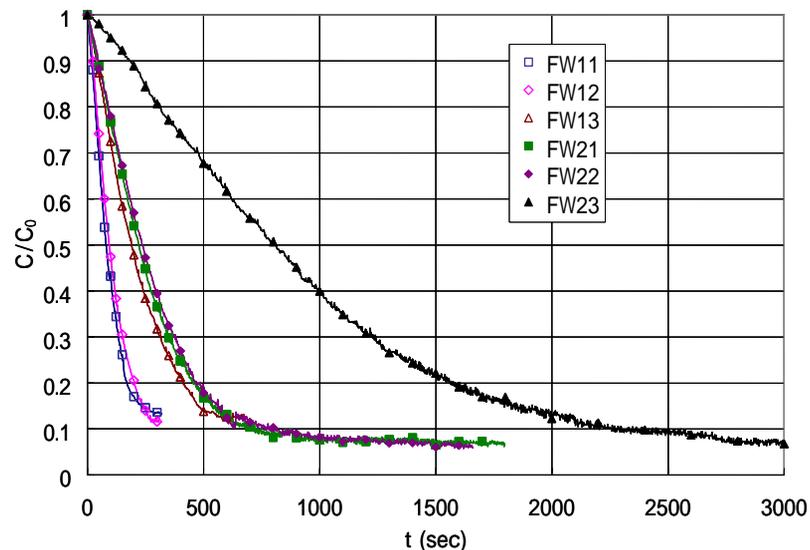


図-5 濁度の時間変化

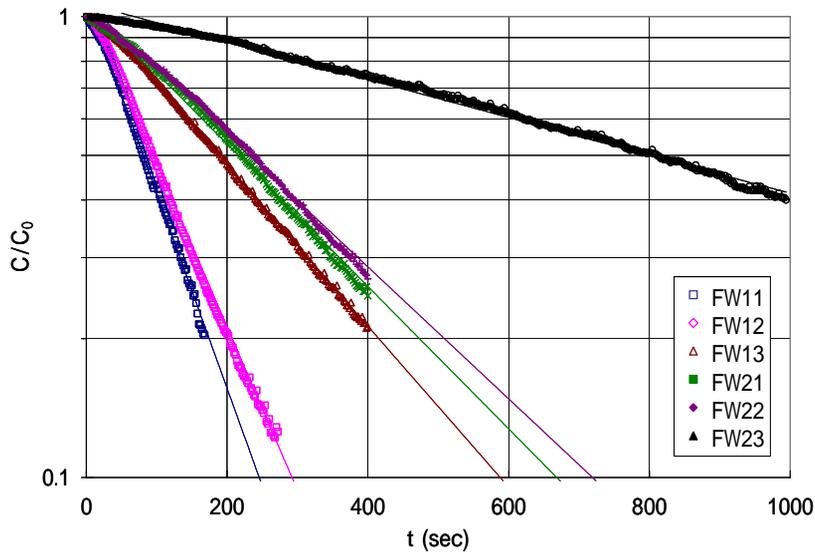


図-6 濁度の時間変化の指数近似

## 交換速度 $V_e$ の定義

指数近似より

$$V_e = \frac{D \cdot L}{\tau \cdot b}$$

ここで $D$ はわんど奥行き,  $L$ はわんど長さ,  $b$ は開口部の幅

わんど内平均流速が大きい方が交換速度も大きい傾向が確認される。

FW11とFW12では関係が逆転しているが,これは渦構造の違いによって効率よく交換されることを示している。

わんど連絡水路長さが同じ場合でも連絡水路の角度によってわんどと本流の水交換速度が大きく変化することがわかった。

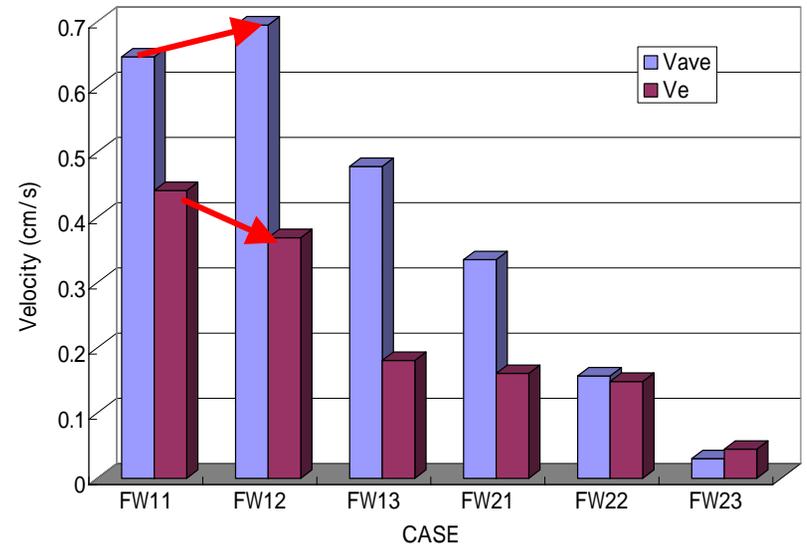


図-7 わんど内平均流速と水交換速度

# まとめ

開口部形状の違いにより水交換速度、わんど内流速に違いが生まれる

さらに多くの形状を考える

生息生物に合わせてわんど造り

さまざまな形状のわんどを計画的に設置することで  
わんど内での生物の棲み分けが可能

砂堆積部の予測が可能