

人工巣穴による底質改善効果の影響範囲に関する研究

熊本大学大学院自然科学研究科
 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター
 熊本大学大学院先端機構
 東亜建設工業株式会社

学生会員 ○岩尾大輔
 フェロー 滝川 清
 正会員 増田龍哉
 正会員 五十嵐学

1. はじめに

近年、有明海では赤潮の頻発化や水質・底質の悪化などの環境悪化が顕在化してきている。特に、底質の泥化・嫌気化といった底質環境の悪化は、硫化水素や貧酸素水塊の発生などによる生物生息環境悪化の一因と考えられており、この環境悪化の連鎖を止めるためにも有効な底質改善策の実施が必要である。

このような背景のもと、筆者らは「人工巣穴」を用いた底質改善策を考案し、2006年より室内実験、現地実証試験を行ってきた¹⁾²⁾。「人工巣穴」は潮汐の干満で生じる水頭差を利用し、溶存酸素の豊富な海水を底質内部へ輸送することで、底質の好気化や酸化層の拡大を図り、底質及び生物生息環境を改善する技術である。

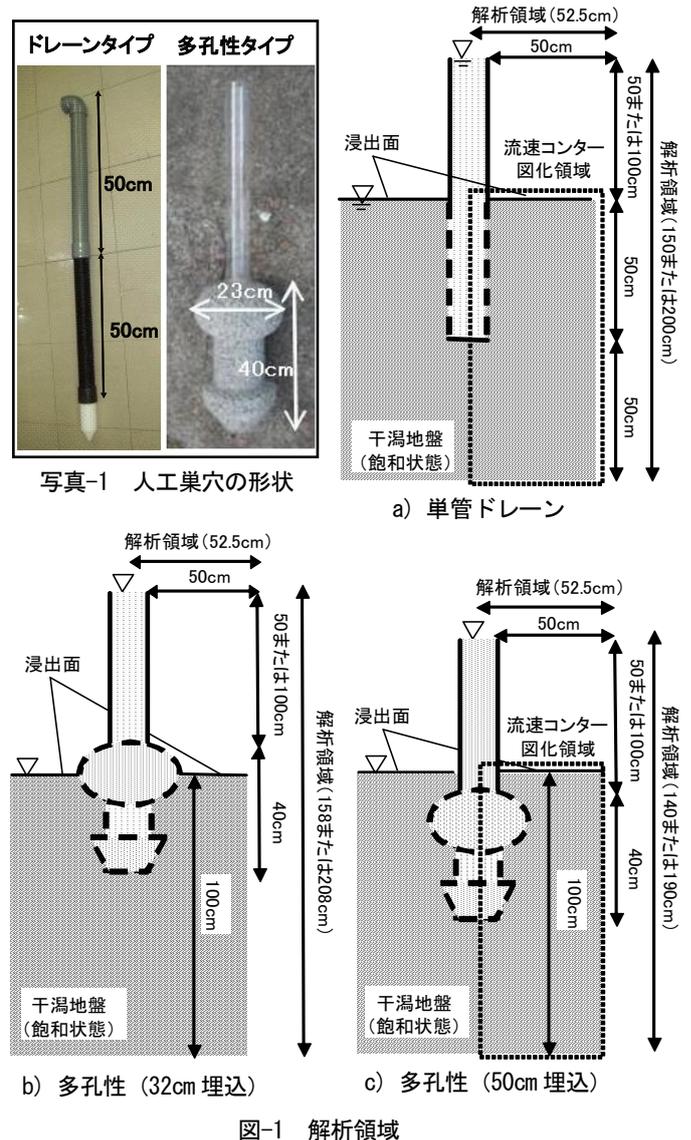
これまでの研究で、硫化物の抑制効果や人工巣穴の生物着生基盤としての効果など一定の成果が得られ、人工巣穴を用いた底質改善策の有効性が示唆された¹⁾²⁾。さらに今後は人工巣穴の有する底質改善効果を面的な改善へ活用するために、人工巣穴が持つ底質改善効果の影響範囲を把握する必要がある。そこで本研究では、浸透流解析を用いて現地実証試験で使用した人工巣穴をモデル化し、その底質改善効果が及ぶ影響範囲の評価を行なった。

2. 浸透流解析による影響範囲の推定

2.1 浸透流解析モデル

今回、飽和・不飽和断面2次元浸透流解析プログラム「AC-UNSAF2D」³⁾を用いて、干潟域における断面2次元非定常解析を行なった。解析で再現する人工巣穴は、現地実証試験で使用した単管ドレインタイプ及び多孔性タイプ(写真-1)とし、図-1に示すような3パターンについてそれぞれパイプの長さを50cmと100cmの2種類に変化させた計6タイプで解析を行なった。

解析では、干出時の干潟において人工巣穴と干潟地盤面との間に水頭差が生じている状況を想定し、干潟



地盤内を飽和状態及び不圧帯水層と仮定して、12時間経過後の干潟地盤内の浸透流速を求めた。また、格子幅は、人工巣穴から離れるに従って格子幅が粗くなるような不等間格子(0.5~2.0cm間隔)を設定した。

境界条件は、人工巣穴と干潟地盤面との水頭差を固定、干潟地盤面を浸出面とし、右端を定水位境界とした。解析に必要な浸透特性値を表-1に示す。干潟飽和土の特性値は、現地実証試験対象干潟の含泥率がシル

表-1 浸透流解析に用いる特性値

		浸透特性値	
干潟地盤	透水係数(cm/s)	1.0×10^{-6}	
	有効間隙率(%)	20	
	比貯留係数(1/cm)	1.0×10^{-6}	
多孔性巣穴	透水係数(cm/s)	1.0×10^{-1}	
	有効間隙率(%)	20	
	比貯留係数(1/cm)	1.0×10^{-8}	

ト主体で概ね 60~80%であること、多孔性タイプの特性値は、5号砕石(20~13mm)を主材としたポーラスコンクリートであることなどを踏まえ、既往の知見により設定した。

2.2 浸透流解析結果

図-2 に浸透流速のコンター図、表-2 に各タイプの鉛直方向・水平方向への底質改善効果の影響範囲を示す。今回解析を行なった 6 タイプのうち①, ③, ④が現地実証試験で実際に設置したことのある条件である。影響範囲の決定に必要な浸透流速のしきい値(2.5×10^{-6} cm/s)は、2006 年に行なった室内浸透実験の結果から、ORP の改善効果が現れる値として求めたものである²⁾。

図-2 から多孔性タイプは単管ドレーンタイプと比較して水平方向への底質改善効果が大きいことがわかる。これは多孔性タイプのほうが人工巣穴自体の幅が大きいためであり、人工巣穴の端からの影響範囲については単管ドレーンタイプのほうが大きい。

表-2 より、単管ドレーンタイプ・多孔性タイプともにパイプの長さが 100cm のほうが 50cm のものと比べて影響範囲が大きい。このことから、現地に設置する場合は人工巣穴の安定性を考慮する必要があるものの、水頭差を大きくすることで底質改善効果の影響範囲をさらに広げることができると言える。

①, ⑤では干潟への挿入深さよりも鉛直方向の影響範囲が小さい。これは、この 2 タイプについてはパイプの長さが 50cm では水頭差が十分ではないためと考えられ、底質深部において期待した底質改善効果が得られていないと思われる。以上のことから、人工巣穴の形状や挿入深さなどの条件の違いによって必要な水頭差が異なると考えられ、期待した底質改善効果を得るためにはその水頭差の把握が重要であると言える。

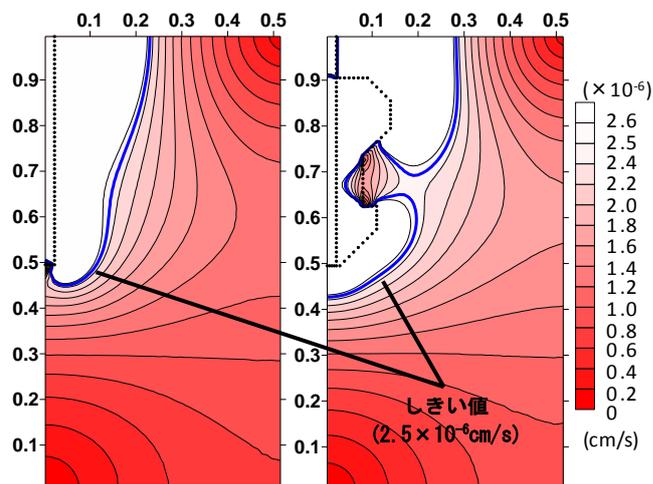


図-2 浸透流速コンター図 (左: ② 右: ⑥)

表-2 各タイプの条件及び底質改善効果の影響範囲

	人工巣穴	挿入深さ (cm)	パイプの長さ (cm)	影響範囲(cm)	
				鉛直	水平
①	単管	50	50	14	15
②	ドレーン		100	55	23
③	多孔性	32	50	35	17
④			100	43	26
⑤		50	50	25	15
⑥			100	57	28

④と⑥を比較すると、⑥は干潟地盤面からパイプ上端までの水頭差が④より 18cm 小さいにもかかわらず、鉛直方向・水平方向ともに底質改善効果の影響範囲が大きい。このことから、十分な水頭差が得られる条件下では、人工巣穴をある程度干潟へ埋め込んだほうが底質改善効果は大きく、また現地へ設置する場合の安定性も高いと示唆される。

3. まとめ

浸透流解析を用いることで人工巣穴の底質改善効果が及ぶ影響範囲の推定ができた。現地への適用に際しては、安定性を得られる挿入深さ及び水頭差のバランスが重要であると言える。

参考文献

- 丸山繁, 滝川清, 増田龍哉, 森本剣太郎(2008): 有明海の再生に向けた人工巣穴による底質及び生物生息環境改善効果, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp.711-716.
- 岩尾大輔, 五十嵐学, 増田龍哉, 滝川清, 森本剣太郎(2009): 有明海における人工巣穴による干潟海域環境改善効果の評価, 海洋開発論文集, 第 25 巻, pp.293-298.
- 岡山地下水研究会: AC-UNSAF2D バージョン 2007, http://www.igeol.co.jp/okayama/kaiseki_pro.htm.