

B-43 底質透水性に着目した砂分離残置 底質改善技術開発の小実験結果について

浅野 和広¹・太田 均²・櫻井 日出伸²・
前田 純志³・○井上 祥一郎^{3*}・今枝 久³・出原 茂徳³

¹国土交通省中部地方整備局（〒460-8514 名古屋市中区三の丸二丁目5番1号）

²国土交通省中部地方整備局庄内川河川事務所（〒462-0052 名古屋市北区福德町5-52）

³株式会社 名邦テクノ（〒457-0048 名古屋市南区大磯通6-9-2）

* E-mail: s_inoue@meiho-techno.co.jp

1. はじめに

庄内川流域の下流部においては水質基準は達成しているものの、環境基準の類型指定がDまたはE類型であり、地域や住民から更なる水質改善が望まれている。中でも流量の3割ほどを占める淡水ではあるが、硫酸イオン濃度が高い特徴の製紙工場処理水が流入する八田川の合流後は、BOD1mg/l 前後から7mg/l へ急速に悪化している。

河川水質とは別に底質に着目すると、ヘドロ化が進行し底生生物の生息が確認できない程度である。この問題に対し「砂分離残置法」と呼ぶ分離砂を戻すという新しい概念の底質改善技術開発を目的に室内実験を行った。

2. 底質改善程度の評価の特徴

改善評価のひとつの特徴は、元来の底質の粒度を想定するもので、改善前後の透水係数の比較である。もう一つは底泥好気化の具体的な目標の数値化で、過酸化水素水を用いた水素イオン濃度（ $\text{pH-H}_2\text{O}_2$ ）値を目標値とすることである。但し、後者については底質中の鉄（Fe）と水中の硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）に關係して酸性硫酸塩土壌の特徴を示すものに限っている。

3. 望ましい土岐川・庄内川のイメージと透水性

およそ 50～60 年前の我国では各地に多量の湧水が見られ、溪流、河川、湖沼、内湾と続く流域全般で、高い透明度と、生物多様性を支えていたと思われる。

湧水に恵まれる条件は、多量の地下水供給と水底の健全な湧水出口機構の存在である。これに対し現状は湧水箇所が減少が顕著であり、その原因は主として地下水涵

養量の減少と、湧水出口機構の劣化（透水性の低下）の二つの作用が複合していると考えられる。

この対策としては、流域全体における地下水涵養量の増大策が重要であり、いわば地下の川の健全化を進めることであるが、庄内川流域もその例に漏れない。

粒度組成は底質の性状を把握するための客観的なデータであるが、当該実験では、底質の機能と考えられる透水性に着目した。すなわち底質中の砂（礫）がかつての湧水や底生生物の多様性を支えた底質と仮定して、それを復元目標とする可能性調査段階の実験である。

4. 実験の概要

(1) 実験対象泥

庄内川河口（A 地点）と八田川（B 地点）の 2 箇所ですンドポンプを用いて、1 回目は平成 17 年 11 月 11 日、2 回目は翌年 1 月 18 日に揚泥した。（図-1）



図-1 揚泥位置

1 回目の試料は透水性試験と、夏季を想定した好気化試験に供し、2 回目の試料は冬季を想定した好気化試験に供した。間欠曝気による好気化期間は 4 週間とした。

(2) 現地作業

現地でポンプアップした泥水を液体サイクロンを通過させ、砂分とシルト・粘土及び有機物（以下分離泥）に分離し、サイクロン通過前の原泥と、通過後の分離砂及び分離泥を分取し試料とした。

(3) 室内作業

① 分離砂等透水性試験

室内で 11 月に採取した原泥、分離砂の透水係数を計測した。

② 分離泥好気化試験

実験試料の 11 月分離泥 60 を 100 の容器に入れ、夏季を想定した水温約 30℃の恒温で攪拌しながら飼育用ポンプで送気した。実験材料の 1 月分離泥は常温（平均水温約 12℃）で同様に行った。経緯を水槽内に設置した溶存酸素濃度 DO、酸化還元電位 ORP、水素イオン濃度 pH、水温の各センサーで計測し、記録した。

(4) 評価方法

評価は、透水性については透水係数を求め、好気化については原泥の pH (H_2O_2) を目標値とした。

5. 実験結果

(1) 透水性試験結果

透水性試験結果より、かつての底質と想定した分離砂の透水係数を原泥のそれと比較すると、庄内川河口では約 200 倍、八田川では約 15,000 倍の差があった。（表－1）

(2) 分離泥好気化試験結果

分析結果は表－2、図－2 のとおりである。

原泥の pH (H_2O_2) に到達したのは庄内川河口（夏季）の試料だけであった。

但し、酸化還元電位（ORP）の変化を比較すると図－3 に示すとおり、従来評価に従えば 4 試料ともある程度の好気化が進んだと言える。

(3) 有機物分解判定結果

有機物含有率を MLVSS/MLSS として求めた。分離泥と改善泥を比較すると庄内川河口も八田川も 11 月採泥分は大きな変化が認められなかったが、1 月採泥分は両試料とも大きく減少しており減少率は、庄内川河口で 43.5%、八田川で 39.9%とほぼ同程度であった。

(4) その他

庄内川河口と八田川の実験泥の Fe の濃度は、ほぼ同じで硫化物濃度は八田川が高い。

表－1 透水性試験結果（透水係数）

採取場所	単位	原泥	分離砂
庄内川河口	cm/day	3.113	611
八田川	cm/day	0.237	3686

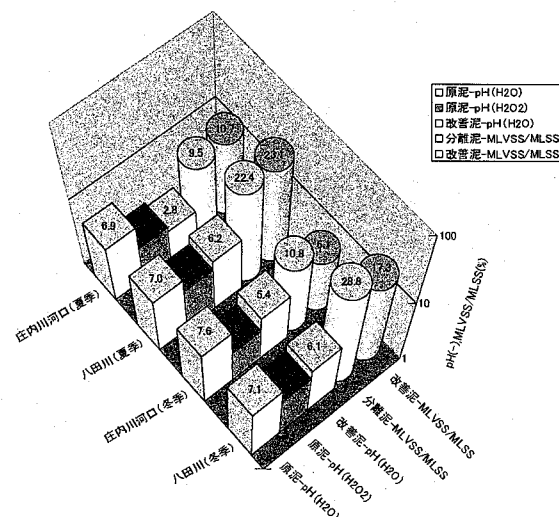
表－2 分析結果

庄内川河口（A 地点）

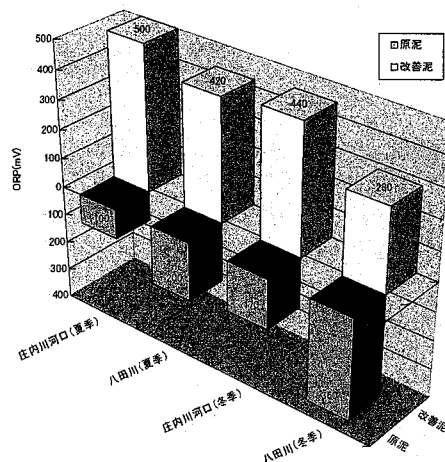
分析項目	単位	夏季			冬季		
		原泥	分離泥	改善泥	原泥	分離泥	改善泥
pH (H_2O)		6.8/20.9℃	7.2/20.8℃	2.8/20.0℃	7.6/19.7℃	7.6/19.4℃	5.4/21.9℃
pH (H_2O_2)		3.3/20.2℃	3.1/20.4℃	3.4/19.7℃	3.3/18.7℃	4.6/18.7℃	3.5/21.3℃
MLVSS/MLSS	%	10.4	9.5	10.7	10.9	10.8	6.1
硫化物	mg/l	210	58	1.5	220	170	1.5
鉄	mgFe/kg	—	23,000	23,000	—	37,000	22,000

八田川（B 地点）

分析項目	単位	夏季			冬季		
		原泥	分離泥	改善泥	原泥	分離泥	改善泥
pH (H_2O)		7.0/20.9℃	7.2/21.0℃	6.2/19.8℃	7.1/19.9℃	7.2/20.0℃	6.1/21.8℃
pH (H_2O_2)		4.6/20.0℃	4.8/20.0℃	4.9/20.6℃	4.4/19.6℃	4.4/18.8℃	4.7/20.9℃
MLVSS/MLSS	%	21.5	22.4	23.1	29.6	28.8	17.3
硫化物	mg/l	410	170	15未満	260	310	110
鉄	mgFe/kg	—	23,000	26,000	—	40,000	21,000



図－2 pH 及び MLVSS/MLSS の比較



図－3 ORP の比較

6. 考察

実験結果からの考察を以下に述べる。

- ① 底質から簡易な方法で分離した分離砂の透水係数は、庄内川河口で $6\text{m}/\text{日}$ 、八田川で $37\text{m}/\text{日}$ と下流域と中流域の特徴が現れた結果で、それぞれ分離砂の底質に適応する底生生物の生息環境の復元が可能になり、加えて河床等での湧出機構の整備にも繋がると考えられる。
- ② 庄内川河口の底質は酸性硫酸塩土壌に類似する汽水域の特徴が顕著で、水温が高い条件で曝気によって改善され、好気化することが pH 値で確認できた。(図-4)
- ③ 分離泥中の有機物には、難分解性のものと易分解性のものの混在が示唆された。

すなわち、夏季は微生物分解が活発で実験に供した底質中の有機物は、易分解性有機物が分解されてほとんどが難分解性を示すが、冬季は微生物の活動が不活発で分解が遅いため、易分解性の有機物が残存して累積すると考えられる。

冬季に蓄積された易分解性有機物は、水温の上昇に伴う水底での貧酸素の発生に関係するものと思われる。

- ④ 分離泥中の鉄濃度は双方差が無く、硫化物は八田川が高い。八田川の水質は汽水域であるにも拘わらず硫化物濃度が高いことが知られているが、原泥の pH (H_2O_2) でも pH 低下は著しくなく、また、高水温時の曝気工程で pH 低下が進まなかった結果から酸性硫酸塩土壌に類似していると言え難い。鉄が製紙処理水由来の物質と錯体を作っている可能性が示唆される。

7. 今後の課題

底質はリサイクルの視点で、様々な手法で土壌化等、再利用が図られるものと思われる。

筆者らは分離泥の循環先の一案として水田への(戻入)客土を考えているが、浚渫泥をそのまま水田に客土した場合、酸性硫酸塩土壌の特性があると稲作障害が避けられない。当該実験ではその対策として好気化処理で問題解決を図ろうとしているが、改善泥の稲作等への影響については今後の課題である。

本法による曝気による pH 低下についても、元々海水中に豊富にある硫酸イオンに由来するため、この現象は自然の反応に則ったものであり、改善に伴う放流量と放流先の流量との量的関係から実害の恐れは少ないと考えられるが、環境への影響度合いを今後検証していく必要がある。

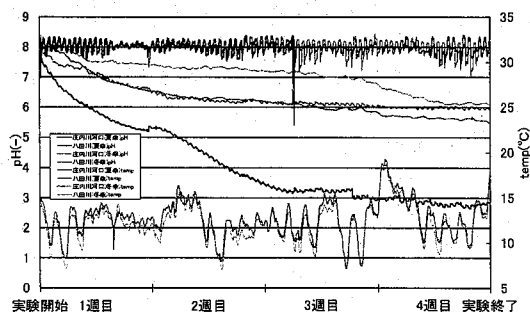


図-4 pH 経時変化比較

限られた予算の中で現状修復に最大限の効果を上げるためにはコストが重要であり、揚泥方法、砂礫分離方法、曝気効率、運転プログラム、再利用法などが実用化に当たっての課題である。

8. おわりに

原泥の透水係数の低さから、水中で曝気等酸素濃度上昇策を実施しても、深部への浸入は難しく底質の好気化には寄与できないと考えられる。覆砂法は採砂場所での問題の外、透水性の低いヘドロ層はそのまま残るので湧水の復活にはつながりにくい。

これらの点から分離砂をあたかも残置するように現地に戻す本法は、底質の改善に直接的に寄与できる可能性が期待できる。

一方、本実験で底質中の有機物について難分解性と易分解性を意識して考える必要が示唆された。これは今後貧酸素水塊の発生メカニズムや、その対策を考える上で不可欠な知見になると思われる。また、海水の影響下で嫌気化した底質の好気化指標は pH 低下現象であることを強調しておきたい。これらの結果が関係各位のご参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 井上祥一郎, 汽水湖底質の好気化処理について, 平成 17 年度技術士 CPD・技術士研究・業績発表大会論文集, 平成 17 年 6 月 23 日

ABSTRACT ; As the causes of river environmental deterioration, there are the consolidation of the bottom sediment and fine-grained it, and they influences living of the benthos. Because it was guessed that the way of settlement was to revive bottom quality as before, we executed an experiment for bottom quality improvement by "Sand separating and leaving method". In this experiment, the colloidal sediment is divided into sand and mud with the separation device. Properties of the separation sand was examined to leave it at former bottom of the river. As for the anaerobic separation mud, property change was examined after aerobic treatment for the purpose of making it the rice field borrow at a point of view of utilization. As a result, restoration of the bottom sediment permeability as before was expected, and it was confirmed that an acid-sulfate-soil-like property of the separation mud was improved in a certain condition.