石炭灰造粒物の海底被覆による中・長期的な 海域環境改善効果

玉井 和久¹・小畑 健二²・芳倉 勝治³・日比野 忠史⁴・
首藤 啓⁵・山本 裕規⁶・三戸 勇吾⁷

¹ 国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所 (〒730-0051 広島市中区大手町 3-13-18)

E-mail: tamai-k86s3@pa.cgr.mlit.go.jp

² 国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所 (〒730-0051 広島市中区大手町 3-13-18)

E-mail: kobata-k87s3@pa.cgr.mlit.go.jp

³ 国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所 (〒730-0051 広島市中区大手町 3-13-18)

E-mail: yoshikura-k2iv@pa.cgr.mlit.go.jp

⁴ 正会員 広島大学大学院工学研究科 准教授 (〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1)

E-mail: hibinot@hiroshima-u.ac.jp

⁵ 正会員 (財) みなと総合研究財団 (〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目 1-10)

E-mail: sutou@wave.or.jp

⁶ 正会員 復建調査設計株式会社 (〒732-0052 広島市東区光町二丁目 10-11)

E-mail: h-yamamoto@fukken.co.jp

⁷ 正会員 復建調査設計株式会社 (〒732-0052 広島市東区光町二丁目 10-11)

E-mail: y-mito@fukken.co.jp

石炭灰造粒物による海底被覆手法の効果を検証するための実証試験を実施し、約2年半のモニタリングを行った。有効被覆層間隙中への有機泥の捕捉により、施工から2年半が経過した時点でも被覆層上への有機泥の堆積層厚は2cm前後と、同湾の堆積速度の約半分となっており、有機泥の再堆積による効果減衰を抑制する機能が示された。また、硫化水素や栄養塩類の化学的な除去や底層DOの上昇などの効果も継続していることが示された。底生生物の現存量は試験後に増加しており、日和見的な小型種から長寿命の大型種へ遷移しつつあると考えられた。被覆層の間隙構造や硫化水素の化学的除去などの本手法に特有の物理的・化学的な効果は、3年以上は継続して得られ、底生生態系の回復が促されることで、長期的に環境改善への正のスパイラルを導くことが期待される。

Key Words : *granulated coal ash, sediment improvment, medium and long-term effects, redeposition, hydrogen sulfide, nutrients, benthos, verification test*

1. はじめに

広島湾奥部のような都市圏を後背地に抱えた閉鎖性の顕著な海域では、陸域からの流入負荷削減対策が進んでいるにもかかわらず、依然として夏季には赤潮や貧酸素の発生が生じ、生物が生息しにくい環境となっており、沿岸域生態系を劣化させる要因となっている。閉鎖性海域において、陸域からの負荷削減対策の効果が直ぐには現れない原因として、底泥中へ蓄積した有機物の嫌氣的分解に伴い発生した硫化水素など還元物質による酸素消費や、栄養塩類の溶出が依然として生じていることが挙げられる。このため、有機物が蓄積しやすく、底泥の有機汚濁が進んだ海域の環境改善を行うには、底質を改善することが重要と考えられる。

一方、従来実施されてきた覆砂や浚渫といった底質改善手法には、幾つかの課題が存在する。覆砂については、瀬戸内海における海砂の採取が全面禁止され、良質で安価な覆砂材の確保が困難になりつつある。また、浚渫については、発生土砂の処分が大きな課題として挙げられる。また、両手法ともに、元来、有機物が蓄積しやすい閉鎖性海域においては、対策実施後に有機泥が再堆積することで、対策効果の経時的な減衰が大きいことも課題である。よって、閉鎖性海域の底質改善を本格的に展開していく上では、これらの課題を解決する効率的な底質改善手法の開発が望まれる。

広島湾奥部に位置する海田湾は、閉鎖性が顕著で、底泥の有機汚濁が進行した海域である。平成19年3月に策定された広島湾再生行動計画では、同湾をアピールエリ

アの一つとして選定しており、従来の底質改善手法の課題を解決し得る再生材（石炭灰造粒物）を活用した効率的な底質改善の実証試験を2010年5月より開始している。

本研究では、約2年半に渡る実証試験のモニタリング結果を取りまとめ、中期的な期間で得られた効果とその発現メカニズムを解析した。また、解析結果を踏まえ、石炭灰造粒物を活用した効率的な底質改善手法の長期的な有効性を考察した。

2. 石炭灰造粒物の特徴と被覆材としての有効性

(1) 石炭灰造粒物の物性・化学組成

石炭灰造粒物は、火力発電で生じた石炭灰をセメントで造粒した材料である。粒度は5mmから40mm程度、中央粒径は約20mmであり、通常の覆砂に用いられる山砂と比較し、粒径が粗い。また、湿潤密度は $1.0 \sim 1.4 \text{ g/cm}^3$ と軽く、多孔質である。主な化学成分は二酸化珪素と酸化アルミニウムであり、全体の70%前後を占める。これは、一般的な土壌と類似した化学組成である。また、酸化カルシウム、酸化マグネシウムを多く含有していることが特徴である。カルシウム分の溶出により、周辺の海水のpHが8-9程度まで上昇することが知られている¹⁾。

(2) 石炭灰造粒物の被覆材としての有効性

石炭灰造粒物は比重の軽い材料であるため、閉鎖性海域の軟弱な底泥においてめり込みや圧密が少なく、被覆層を効率的に形成できる²⁾。また、粒径が粗いため、被覆層に間隙（石炭灰造粒物間の隙間）が多く形成される（図-1）。石炭灰造粒物のみで被覆層を形成した場合の間隙率は40%前後である。つまり、被覆層の約4割の空間が“隙間”として空いており、ここに有機泥が捕捉されることで、有機泥の再堆積による被覆効果の減衰を抑制することが期待される。さらに、後述のとおり石炭灰造粒物から溶出する酸化カルシウムや酸化マグネシウムと硫化水素やリンが化学的に反応し、不活性化することも報告されている^{1,3)}。

図-1 石炭灰造粒物の被覆材としての有効性。

3. 実証試験区の概要とモニタリング調査方法

(1) 実証試験区の概要

実証試験区の施工は、2010年5月から6月にかけて海田湾奥部の閉鎖性小海域内約6haで行った（図-1）。実証試験区周辺の水深は7~10m程度であり、北側の湾口側に向かって深くなっている。南側には総頭川から河川水の流入がある。実証試験区は湾口から湾奥に向けて被覆層の厚さが20cm, 10cm, 5cmの区画を施工している。

(2) モニタリング調査の概要

実証試験区の効果確認のためのモニタリング調査は、2010年5月から開始し、2010年7月、8月、12月、2011年8月、12月、2012年8月、12月の計8回の観測を行った。

調査内容は、底質調査、水質調査、底生生物調査を基本に行っており、水質の連続観測等も実施した。

調査地点は、図-2に示すとおりであり、実証試験区の底質は各区画に2地点ずつ調査地点を設けた。なお、本稿で示す実証試験区の底質データは全て各区画2地点の平均値である。また、実証試験区の水質・底生生物については、各区画の中央に1地点ずつを配置した。対照地点は、水質、底質、底生生物ともに実証試験区の湾口側と湾奥側に1地点ずつ設けた。

図-2 調査地点。

(3) 主要な調査方法

a) 底質調査

被覆層内への有機泥の捕捉量等の物理環境に関するデータを正確に取得するには、被覆層の不攪乱採取が必要となる。しかしながら、石炭灰造粒物は粒径が粗いため、柱状採泥器が貫入しにくく、無理に採取を行うと被覆層内の物理環境を攪乱してしまう。そこで、施工前にアクリルコア（ $\phi=15 \text{ cm}$, $H=60 \text{ cm}$ ）を海底に複数設置し、これを施工後に1地点1本ずつ回収することで、限りなく不攪乱に近い状態で被覆層の柱状採泥試料を得た。採取した柱状採泥試料は、被覆層を分取し分析に供した。また、柱状採泥試料の採取可能な試料量が限られるため、間隙水分析用の試料は、別途、被覆層の中心深さに予め埋め込んでいたエアストーンから、潜水土がシリンジで間隙水を吸引することで採取した。対照区については、潜水

土がアクリルコアにより底泥を3本以上不攪乱採取し、0-1cmの層を分取・混合し、分析に供した。

b) 水質調査

水質調査は、多項目水質計（JFE アドバンテック社製、AAQ-1183）を用い水質の鉛直プロファイルを測定した。また、海底付近に自記式の機器（JFE アドバンテック社製：Compact-DOW, -CLW, HOBO社製：Water Temp Pro）を設置し、水質や底泥内水温の連続データを取得した。

c) 底生生物調査

被覆層の底生生物の採取についても、底質と同様に通常の採泥器では、被覆層を攪乱しながら採取を行うことになるため、小型の多毛類等が正確に採取できない可能性がある。そこで、予めステンレス製の籠（30cm×30cm×5cm）を被覆層内に設置し、潜水土が籠を乱さないように採取することで、定量的な採取を行った。対照区については、船上から採泥器を用いて採取した。実証試験区、対照区ともに1mmのフルイで篩い、残渣分を底生生物の同定・計数用試料とした。

4. 底質の改善効果

(1) 表層への有機泥の再堆積の抑制

a) 表層への有機泥堆積・被覆層間隙への有機泥捕捉

10cm区、20cm区の表層への有機泥の堆積層厚は、夏季に上昇し、冬季に減少するという季節変化を繰り返しながら、2012年12月時点で平均2cm程度となっていた（図-3）。海田湾における有機泥の堆積速度は、1.4cm/年であることが報告されており⁴⁾、この値を用いれば施工から2012年12月までに3.5cm程度の有機泥の堆積があったことになる。これと比較し、10cm区、20cm区の被覆層上への有機泥の堆積速度は低く（平均：0.8cm/年）、表層への有機泥の過剰な堆積が抑制されていることが分かる。このことから、本手法では10cm以上の被覆層厚を持たせることが望ましいと考えられる。

被覆層間隙への有機泥の捕捉率についても、夏季に上昇し、冬季に減少するという傾向にあるが、2012年12月時点で10cm区、20cm区では10～15%程度となっており、被覆層の間隙が直線的に閉塞する訳ではないことが分かる（図-3）。

5cm区については、被覆層上への有機泥の堆積量および間隙への有機泥の捕捉率ともに10cm区、20cm区よりも高い傾向にあった（図-3）。これは、5cm区の間隙量が他の区画よりも少ないためと考えられる。

b) 被覆層間隙内での海水の流動

被覆層間隙への有機泥の捕捉率や被覆層表層への有機泥の堆積層厚は季節的な変動傾向を持っている。このことは、沈降粒子量の多い夏季には間隙内の有機泥量が

多くなるが、沈降粒子量の少ない冬季には、めりこみ層まで輸送される有機泥量が、沈降してくる有機泥量より多くなることを示唆している。一方で、被覆層内に沈降し、石炭灰造粒物の表面に沈着した有機泥が速やかに最下層まで輸送されるには、何らかの外力を受け、有機泥が再移動する必要がある。

被覆層は間隙構造を有するため、透水性が高く、潮位変動に伴い生じる圧力差や密度勾配に起因する海水の鉛直移流が活発に生じ、これが被覆層間隙内の有機泥を再移動させる外力となっている可能性がある。

図-3 被覆層表層への浮泥の堆積層厚（上）と被覆層間隙への有機泥の捕捉率（下）。バーは最大値、最小値を示す。

そこで、被覆層間隙内の海水の鉛直移流を把握するため、10cm区の中央部（ST.2-1）および湾口側の対照区（ST.6）の底泥内（0cm、-5cm）および海底上（+10cm）に水温計を設置し、10分間隔の水温の連続観測データを得た。また、日比野ら（2011）⁵⁾を参照し、水温の連続観測データから移流・拡散方程式を用いて、10分毎の底泥表面（0cm）における鉛直流速を算定した。その結果、被覆層間隙内では通常の底泥と比較し、潮位変動に伴う海水の鉛直移流が活発であることが示された（図-4）。特に、海底と直上水間の密度勾配が不安定になる春季や秋季といった循環期に鉛直流速は増加しており、成層期に間隙に溜まった有機泥を攪拌・沈降させ、被覆層間隙の閉塞を制御していると考えられる。

図-4 海底上 10cm と底泥内 5cm の水温差（上）と底泥 0cm の鉛直流速（下）。水温差は+が海底上 10cm の水温が高いことを示す。

c) 被覆層内での有機泥の輸送過程

被覆層内で有機泥がどのように輸送されているかを解析するため、間隙内への有機泥の沈降率等を室内実験から求め、間隙モデルを構築した⁶⁾。本モデルでは、海底への沈降粒子量・底泥内および底泥直上の水温・塩分の実測値を境界条件とし、前述の被覆層内における海水流動を密度勾配に伴う拡散現象として表現している。これにより、密度勾配が不安定な時期には、間隙内の有機泥が下層から上層側へと移動する過程も再現されている。

間隙モデルによる現況再現計算結果は図-5に示すとおりであり、被覆層間隙内の有機泥の輸送および被覆層上への堆積過程を概ね再現できている。また、現況再現期間における有機泥の輸送フラックスの解析結果から、被覆層内では、有機泥が活発に鉛直移動しながら、最終的には沈降してきた有機泥の1割程度は、めり込み層まで輸送されていたことが示された(図-5)。

図-5 間隙モデルによる 20cm 区の現況再現結果 (上) と被覆層内での有機泥の輸送フラックスの解析結果 (下)。

(2) 硫化水素・栄養塩濃度の低減

a) 間隙水中の硫化水素・栄養塩濃度

間隙水中の硫化水素濃度は、2012年を除き対照区と比較し、実証試験区で低い傾向が見られ、検出下限以下となっていた(図-6)。2012年8月には実証試験区の硫化

図-6 間隙水中の硫化水素 (上), アンモニア・硝酸・亜硝酸窒素 (中), リン酸態リン (下) 濃度。バーは最大値, 最小値を示す。

図-7 海底直上の DO 濃度と底泥内の Eh, 硫化水素濃度の関係。

水素濃度は100~250 $\mu\text{g/L}$ 程度を検出したが、後述のとおり、2012年8月に実証試験区で底生生物の現存量の低下は見られず、生物へ影響が出る程の硫化水素量ではなかったと考えられる。一方で、同時期の対照区は検出下限以下であった。

間隙水中の栄養塩濃度については、アンモニア態窒素、リン酸態リンとともに、概ね実証試験区は対照区よりも低かった(図-6)。一方、硝酸・亜硝酸態窒素については、対照区よりも実証試験区で高い傾向があった。

b) 石炭灰造粒物の被覆による硫化水素濃度の低減

本手法では、沈降してくる有機泥の一部を被覆層内で捕捉・分解しており、通常の覆砂と比較すれば、被覆層内でも硫化水素が発生しやすい。しかしながら、被覆層内へは、活発な海水交換に伴い海底直上のDOを多く含んだ海水が供給されるため、酸化還元電位は高くなりやすく、硫化水素が発生しても速やかに硫酸塩へと酸化されるものと考えられる。実際に被覆層内の酸化還元電位は海底直上のDOが高いほど高くなり、この傾向は被覆層厚が厚いほど大きいことが示されている(図-7)。

また、石炭灰造粒物は、硫化水素を単体硫黄として固着したり、硫酸塩に酸化する化学的な効果があるため³⁾、有機泥の分解に伴い発生した硫化水素は無害化される。硫化水素の除去能力を検証するため、10cm区から採取した石炭灰造粒物を用いて室内実験を行った。その結果、自然条件下に約2年半あった石炭灰造粒物でも、硫化水素が除去されていることが確認された(図-8)。石炭灰造粒物による硫化水素の化学的な除去効果は少なくとも2年半以上は継続的に得られているものと考えられる。

一方、2012年8月に実証試験区で硫化水素が検出されたものの、対照区では検出されなかった。この原因として、実証試験区では間隙水の採取深度が被覆層の中心位

図-8 実証試験区から採取した石炭灰造粒物による硫化水素の吸着実験結果。(100ml フラスコに H_2S 溶液と石炭灰造粒物を 0.2 g を入れ硫化水素濃度の減少量を測定した。)

置、対照区では表層0-1cmと異なる深度で測定している影響が大きいと考えられる。2012年8月調査時の底層DOは高く、対照区の硫化水素は酸化されていた可能性が高い(図-7)。また、自然条件下に2年半あった石炭灰造粒物の硫化水素の除去能力は新品と比較し、やや低くなっていることから(図-8)、長期的には硫化水素の除去能力が減衰する可能性もある。

c) 石炭灰造粒物の被覆による栄養塩濃度の低減

被覆層内間隙水中の栄養塩濃度は、窒素・リンともに低い。これは、被覆による物理的なキャッピング効果があることを示している。また、リン酸態リンについては、溶出する酸化カルシウムとの反応により、不活性化(アパタイト化)する効果もあると考えられる¹⁾。被覆層内のpHは8.0~8.5程度と対照区(7.5前後)より高く、酸化カルシウムの溶出があることを示していた。さらに、被覆層内は酸化的になりやすく(図-7)、硝化・脱窒といった窒素除去プロセスも生じやすいと考えられる。

5. 水質の改善効果

2010年8月に実施した実証試験区中央部(ST.2-1)と対照区(ST.6)における水質の連続観測から、実証試験区では、対照区と比較し、底層DOが高く、底層濁度は低くなることを示された(表-1)。また、実証試験区周辺における夏季の底層DOの断面分布より、2010年から2012年の間、実証試験区中央では、底層DOが周辺の対照区よりも0.5mg/L程度高い傾向があった。なお、底層DOの値は、水平的な移流・拡散により海田湾全体の貧酸素の発生状況の影響が強いことを既存モニタリングデータより確認している。

底層濁度が減少した要因としては、石炭灰造粒物の被覆や被覆層間隙に有機泥が捕捉されることにより、海底での有機泥の輸送量が減少したためと考えられる。

また、実証試験区中央部では底層DOが高くなる傾向が得られた要因としては、底層濁度の減少に伴い、海底付近での酸素消費量は減少したことが考えられる。さらに、硫化水素の発生量が減少することで、還元物質による酸素消費が抑制されたことも、底層DOの改善効果が得られた大きな要因として考えられる。

6. 底生生物への効果

実証試験区中央部における試験後の底生生物の湿重量は、特に冬季において高くなっていた(図-9)。また、出現種については、試験前はスピオ等の多毛類が優占していたのに対して、試験後には、コノハエビといった節足動物が多く見られるようになった。さらに、2012年12月の時点では、種類数は若干減少したものの、1個体あ

表-1 実証試験区と対照区における底層DO(B+0.5m)濁度(B+0.2m)の連続観測の平均値の比較

	Time	n	ST.2-1		ST.4		ST.6	
			Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
DO at B+0.5m (mg/L)	S*	625	1.1	0.6	0.6	0.6	0.8	0.5
	N*	1535	1.5	0.5	1.8	0.8	1.4	0.4
Turbidity at B+0.2m (ppm)	S*	625	7.4	3.6	6.6	3.2	6.2	2.5
	N*	1535	3.3	0.8	6.6	5.8	4.6	2.1

※The symbol of S and N mean spring tide observation (28. Aug. to 7. Sept.) and neap tide observation (10. Sept. to 14. Sept.).

たりの平均湿重量が増加しており、イシガニの若齢体といった大型の底生生物が見られるようになった。

このような底生生物の現存量や種組成の変化が見られた要因として、被覆層内は酸化的になりやすく、硫化水素濃度も低減したことが挙げられる(図-7)。また、海底表面の物理的な性状も、シルト・粘土質から、砂礫質へと変化するため、シルト・粘土質の基盤には生息しない節足動物等の多様な生物が加入してくるものと考えられる。さらに、実証試験区内における出現種は時間の経過とともに、大型種に変化してきており、人工干潟で見られるような経時的な種の遷移⁷⁾が生じている可能性もある。実証試験区周辺では冬季にハゼ類等の底魚が多く生息していることも確認しており、底生生態系が回復しつつあることが示唆される。

なお、夏季には海田湾全域に貧酸素水塊が形成されるため、底生生物の現存量は、明確な増加傾向が無かったが、対照区と比較して湿重量は高かった。これは、硫化水素濃度の低減等の効果と考えられる。

図-9 実証試験区中央部(ST.2-1)における底生生物の種類数・湿重量・平均個体重量の経時変化。

7. 石炭灰造粒物の海底被覆手法の長期的効果

本手法によって得られる海域環境改善効果は、被覆層間隙といった物理的な構造や、硫化水素やリンの除去といった材料自体の持つ化学的な特性に基づき発現しており、それぞれの過程が互いに関連している(図-10)。間隙モデルを用いた予測結果によれば、被覆層表層へ有

機泥が5cm堆積するには5年以上の年月がかかる。また、石炭灰造粒物の硫化水素の飽和吸着量は108mg/gと非常に高く⁸⁾、海田湾底泥内の硫化水素を10年近くは吸着し続けるポテンシャルがある。このような物理的・化学的特性に基づく効果が継続している間に、底生生態系は回復し、生物による浄化作用が強くなることが予想される。本手法による環境改善効果により、長期的には環境改善へのスパイラルへと海域環境を導くことが期待される。

図-10 石炭灰造粒物の海底被覆によって得られる海域環境改善効果の要因連関図。

8. 結論

海田湾における約2年半という中期的期間の実証試験結果から、石炭灰造粒物による海底被覆の中・長期的な海域環境改善効果を考察した。主要な結論を以下に記す。

- 1) 被覆層表層への有機泥の堆積は、被覆層内への有機泥の捕捉や海水流動による輸送等の効果により、夏季に増加し、冬季には減少するサイクルを繰り返しながら、長期間に渡って抑制される。
- 2) 間隙水中の硫化水素および栄養塩濃度は、物理的なキャッピングや材料自体の持つ化学的な効果により、少なくとも3年以上は低いレベルで抑制される。
- 3) 底生生物の現存量は、底泥環境の改善効果により、特に冬季に多くなる。また、時間の経過とともに、

大型種が増えており、底生生態系が回復しつつある。
4) 海域環境改善効果を発現している物理的・化学的な機能が少なくとも3年以上は継続して得られることにより、底生生態系の回復が促され、長期的には環境改善への正のスパイラルを導くことが期待される。

謝辞：本稿のとりまとめにあたり、多くのご助言を頂いた広島大学山本民次教授、広島工業大学今岡務教授に記して御礼を申し上げる。

参考文献

- 1) S. Asaoka and T. Yamamoto. : Characteristics of phosphate adsorption onto granulated coal ash in seawater, *Marine Pollution Bulletin*, 60, 1188-1192, 2010.
- 2) 井上省吾・日高和幸・木村道夫・日比野忠史・首藤 啓：石炭灰造粒物の海底散布時の沈降・めり込み特性，海洋開発論文集，第26巻，pp.129-134，2010.
- 3) S. Asaoka, S. Hayakawa, KH. Kim, K. Takeda, M. Katayama and T. Yamamoto. : Combined adsorption and oxidation mechanisms of hydrogen sulfide on granulated coal ash, *Journal of Colloid and Interface Science*, 377, 284-290, 2012.
- 4) 星加章・谷本照己・三島康史・上嶋英機：海田湾の堆積速度と底質汚染，2000 年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集，P-31，2000.
- 5) 日比野忠史・TOUCH NARONG・今川昌孝・木村道夫・斉藤直：海底高間隙層内に形成される温度勾配と熱拡散係数の推定，土木学会論文集 B2（海岸工学）Vol.67, No.2, pp856-860, 2011.
- 6) 日比野忠史・三戸勇吾・今川昌孝・駒井克昭・木村道夫：石炭灰造粒物層による底質改善効果の予測モデルの構築，土木学会論文集 B3（海洋開発），67，517-522, 2011.
- 7) 桑江朝比呂：造成された干潟生態系の発達過程と自立安定性. 土木学会論文集，790，25-34, 2005.
- 8) 浅岡聡・山本民次・早川慎二郎：石炭灰造粒物による硫化物イオンの除去. 水環境学会誌，32，363-368, 2009.

MEDIUM AND LONG-TERM EFFECTS FOR SEDIMENT IMPROVEMENT THROUGH COVERING ON SEABED WITH GRANULATED COAL ASH

Kazuhisa TAMAI, Kenji KOBATA, Katsuji YOSHIKURA, Tadashi HIBINO, Akira SUTO, Hironori YAMAMOTO and Yugo MITO

In order to verify the effectiveness of new sediment improvement technique that covering on seabed with granulated coal ash, we have monitored over the two and a half years since the experiment began at the Kaita Bay. Two and a half years later, the suspended mud thickness above the covering layer was about 2cm. This thickness is almost half that of the sedimentation rate at the Kaita bay. It indicated that suspended mud redeposit to covering layer was containment because of the function that suspended mud trapped by void structure on covering layer. Another function of this technique that means removal ability of hydrogen sulfide and nutrients or tempered hypoxia had been continued. Consequently, the benthos biomass was increased after experiment, and species composition succession from r-selection species to k-selection species. We concluded that this new technique induce positive spiral for coastal environment through the physical and chemical function has been continued over 3 years and recovery the benthic eco-system.