

人工海浜の養浜工事と底生動物の生息との関係

木村 賢史 西田 幹雄
(港湾局海上公園課)
三好 康彦

1 はじめに

近年のウォーターフロントへの関心の高まりとともに、臨海都市部では水辺へのアクセスを求めて人工海浜の造成が盛んに行われている。このような状況のなかで、東京都港湾局では、造成が完了した葛西人工海浜の西なぎさについて平成2年度から4か年計画で、さらに養浜工事（砂泥中のシルト粘土分の除去作業や新たな砂の投入作業をいう。）を行い、海浜の快適性の向上を図っている。これらの工事は、人工海浜の環境整備という点からみても大変興味深い事例であり、なぎさの基盤の安定化とともに、そこに生息する生物にも大きな影響を及ぼすことが考えられる。筆者らは既報¹⁾で、西なぎさの砂や沖合海底の砂泥を使用した有機物の浄化速度実験で、養浜工事を行った西なぎさの砂が最大の浄化速度を示し、養浜工事によるシルト粘土分の低減が砂中のバクテリア活動にもプラスの影響を及ぼす可能性を報告した。本報は、養浜工事を施した西なぎさを中心に造成後、全く手を加えていない東なぎさと対比し、そこに生息する底生動物の種類数等との関係から養浜工事がもたらす影響を検討した。

2 調査方法

(1) 養浜工事の進捗状況：港湾局海上公園課が作成した資料を基にした。

(2) 底質（砂）の変化：強熱減量、COD等の経年変化は、東京都環境科学研究所年報²⁾、東京都港湾局報告書³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾のデータを使用した。なお、各年度の調査地点（図1）が、年度によって地点数や地点位置が若干異なること、また図面とは異なり各年度の養浜工事の範囲を明確に区分するのが難しいことから、西・東なぎさの比較は各なぎさデータの平均値を使用した。

(3) 底生動物の変化と底層の環境評価：底生動物の種類数、個体数及びその他の算定には、東京都環境科学研



図1 各年度の調査地点

究所年報²⁾、東京都港湾局報告書³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾のデータを使用した。なお、各年度の底生動物のデータは、0.12㎡当たり
に換算するとともに、各なぎさの調査地点が複数の場合は平均した値を用いた。

3 結果及び考察

養浜工事が底生動物に与える影響を把握するため、養浜工事を行っている西なぎさと造成後、全く手を加えていない東なぎさとの比較により考察した。なお、両なぎさの造成当初に使用した砂は、搬出先は若干異なるが、質的には大きな違いはないと考えられる。

(1) 養浜工事の進捗と底質の変化

養浜工事は、西なぎさを対象に平成2年度から4か年計画で約27万㎡の養浜（図2）を行う予定であり、平成

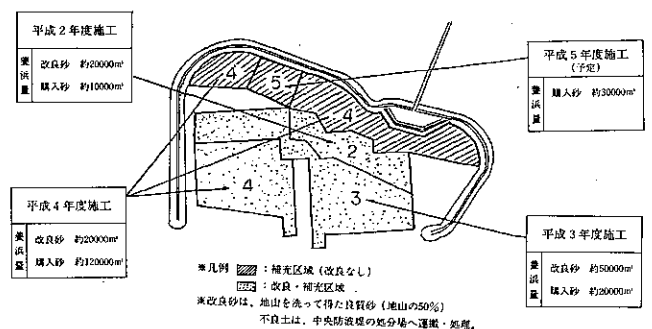


図2 西なぎさ養浜工事進捗状況

4年度までに改良砂（砂泥中のシルト粘土分（回収砂泥中の約50%）を洗って得た良質砂）9万m³、購入砂15万m³の計24万m³の養浜を行った。

養浜工事をしない東なぎさと養浜工事を行っている西なぎさの底質のCOD、T-N（全窒素）、T-P（全りん）、強熱減量、シルト粘土比率は表1のとおりである。葛西人工海浜の西・東なぎさの造成は、63年度に完了したが、

当初の投入砂がシルト粘土分を多く含んでいたため、63～元年度の西・東なぎさは強熱減量3.1～3.5%やシルト粘土分45～54%、COD2.9～7.9mg/g・乾泥、とは高い値を示している。ただし、造成後2年目には、西・東なぎさ共に、造成当初と比べて強熱減量で60～70%、シルト粘土比率で16～40%、CODで30～50%程度に減少している。その後は経年的な減少傾向は認められない。

表1 西・東なぎさの砂中の強熱減量、シルト粘土比率COD、T-N、T-Pの経年変化

年度	強熱減量(%)				シルト粘土比率(%)				砂中のCOD(mg/g, 乾泥)				砂中のT-N(mg/kg, 乾泥)				砂中のT-P(mg/kg, 乾泥)				出典
	西なぎさ		東なぎさ		西なぎさ		東なぎさ		西なぎさ		東なぎさ		西なぎさ		東なぎさ		西なぎさ		東なぎさ		
63 _元	3.5	1.4-5.6	3.1	3.1	45	10-79	54	54	2.9	0.8-4.9	7.9	7.9	—	—	—	—	—	—	—	—	文献 3)
2 _元	—	—	—	—	48	9-95	34	15-82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	文献 2)
2 _中	2.1	1.7-2.7	1.8	1.7-2.1	7	3-13	4	3-5	1.1	0.4-2.3	1.4	1.0-1.8	160	87-275	182	143-216	269	178-428	384	393-420	文献 4)
3	2.2	1.5-2.5	2.4	2.4-2.5	12	3-21	12	10-13	1.4	0.5-3.2	2.3	2.1-2.6	111	60-159	243	195-292	220	161-265	455	425-486	文献 5)
4	2.4	1.7-2.8	2.5	2.1-2.8	17	11-32	15	13-17	0.8	0.5-2.0	1.6	1.2-2.1	143	20-413	312	181-477	204	74-325	325	288-370	文献 6)

※1. 人工海浜の造成完了 ※2. 西なぎさの養浜工事開始

なお、平成2年度から養浜工事を進めている西なぎさは、2年度以降一部を除いて、各年度いずれも東なぎさと比べてCOD、強熱減量は低い値を示しており、養浜工事が砂中の有機物の低減に寄与していると考えられる。また、西なぎさのT-N、T-Pは、平成2年度以降、東なぎさと比べて、T-Nは12～22%、T-Pが30～51%低い値を示している。汚濁物質の供給が過剰となっている海域では、食物連鎖も十分には働かないため、時の経過とともに汚濁物質は蓄積される。その意味で、汚濁物質の流入する河口に位置し、造成後、手を加えていない東なぎさの砂中データが西なぎさより高いのは当然ともいえる。例えば、江戸川河口の小さな浅瀬（図1の●地点）では砂泥中のT-N、T-Pが65mg/kg, dry、698mg/kgdry（平成4年度）と西なぎさの約3～4倍、東なぎさの約2倍高い値を示しており、汚濁物質が蓄積された結果と推測される。また、東なぎさは野鳥が多く集まる水域でもあるため野鳥の排泄物の影響も考えられるが、今後、野鳥の排泄物→藻類やバクテリアの繁殖→ゴカイやカニ、貝等による捕食→野鳥や魚類による捕食、という食物連鎖が有効に機能してくるならば、特に問題は生じないと考えられる。それには、家庭、工場等の発生源からの窒素やりんを排出削減など汚濁物質の流出抑制策を強化し、水域での流入汚濁物量と自然の浄化量とのバランスを確保

していくことが重要となる。

シルト粘土比率については、養浜工事により西なぎさは低減していくと予想されたが、西・東なぎさともほぼ同じような値で推移している。これは、養浜工事に伴う底砂の攪乱により西なぎさの砂の表面上に一過性のシルト粘土分が沈積したことから生じたもので、時間とともに波に洗われ減少していくと考えられる。

また、これら砂中のデータ値を底生動物の生息条件という観点から検討すると、既報で報告したように強熱減量が2%前後の海浜に底生動物が多く発生していること、また、自然干潟である千葉県盤洲干潟1.5%三番瀬干潟2.1%であることを考えると、西・東なぎさの強熱減量は概ね底生動物の生息に適していると判断できる。同じく、CODでは、盤洲干潟・三番瀬干潟いずれも3.4mg/g.dryに対して、西・東なぎさでは1～2mg/g.dryと良好な値を示している。なお、シルト粘土分については、盤洲干潟・三番瀬干潟が2.5～3.1%に対して、西・東なぎさはいずれも10%を超えており、自然干潟と比べると若干高い値を示しているが、底生動物の生息に影響を及ぼす程の値ではない。西なぎさのシルト粘土分については、前述したように一過性の沈積と推測されることから、西なぎさの環境は底生動物の生息し易いものへとなりつつあると考えられる。

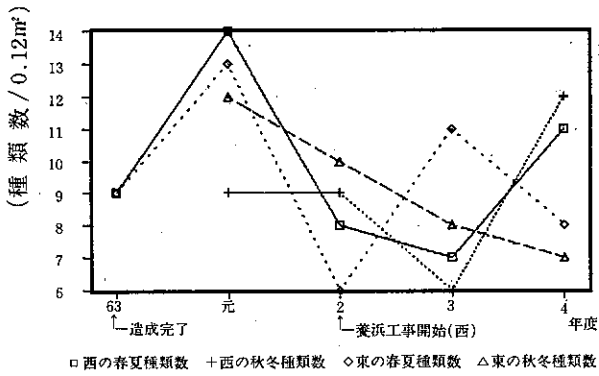


図3 西・東なぎさ底生動物の種類数経年変化

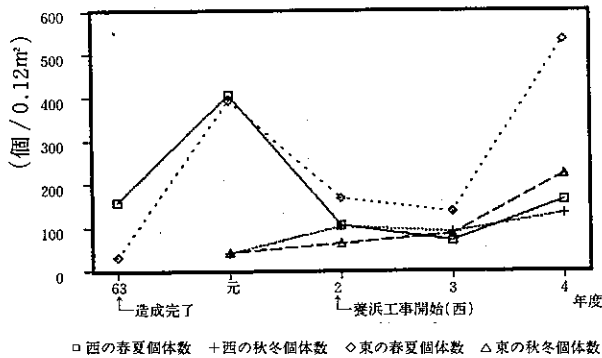


図4 西・東なぎさ底生動物の個体数経年変化

(2) 底生動物の種類数等の変化

養浜工事の進捗とともに底生動物の種類数、個体数、出現優占種がどのように変化していくかを検討した。底生動物の種類数の季節別経年変化(図3)をみると、西なぎさでは春・夏と秋・冬ともに元年度をピークに、その後、横這い又は減少傾向を示し、4年度に急増している。一方、東なぎさでは、春・夏は元年度をピークに増減を繰り返しているのに対して、秋・冬は元年度以降、減少の一途を辿っている。また、個体数の経年変化(図4)では、西なぎさの春・夏は、同時期の種類数のパターンと類似しているのに対して、秋・冬は元年度以降概ね増加傾向にある。同じく、東なぎさでは春・夏と秋・冬のパターンは西なぎさのパターンと酷似しており、特に、秋・冬の個体数の増加傾向は西なぎさより明確にみとれる。

一般的に、底生動物の個体数や種類数は、図5に示すように底層の環境の改善とともに増加していくが、さらに改善が進むと次第に減少するというパターンをとる。このパターンに従うと、西なぎさの底層の環境は2年度以降、改善しつつあったが、4年度は悪化していることになる。この悪化は、養浜工事に伴う砂の攪乱による一

時的なものであると考えられるが、断定はできない。また、東なぎさでは、秋・冬に種類数の減少、個体数の増加という傾向がみられ、底層環境の質的低下が推測される。

表2 西・東なぎさの出現底生動物の優占3種

年度	季節	第1優占種		第2優占種		第3優占種	
		西なぎさ	東なぎさ	西なぎさ	東なぎさ	西なぎさ	東なぎさ
63	春・夏	ニホンドロソコエビ	ゴカイ	ホトギスガイ	ヤマトスピオ Mediomastus sp.	シオフキガイ	Pseudopolydora sp. ニホンドロソコエビ
	秋・冬	アサリ	アサリ	Pseudopolydora sp.	ヤマトスピオ	イトゴカイ科の1種	Pseudopolydora sp.
	春・夏	アサリ	アサリ	アサリ	アサリ	イトゴカイ科の1種 アシナガゴカイ	イトゴカイ科の1種 スナクミナナフシ科の1種
元	春・夏	アサリ	アサリ	アサリ	アサリ	イトゴカイ科の1種 アシナガゴカイ	イトゴカイ科の1種 スナクミナナフシ科の1種
	秋・冬	アサリ	アサリ	アサリ	アサリ	イトゴカイ科の1種 アシナガゴカイ	イトゴカイ科の1種 スナクミナナフシ科の1種
	春・夏	アサリ	アサリ	アサリ	アサリ	イトゴカイ科の1種 アシナガゴカイ	イトゴカイ科の1種 スナクミナナフシ科の1種
2	春・夏	アサリ	アサリ	アサリ	アサリ	イトゴカイ科の1種 アシナガゴカイ	イトゴカイ科の1種 スナクミナナフシ科の1種
	秋・冬	アサリ	アサリ	アサリ	アサリ	イトゴカイ科の1種 アシナガゴカイ	イトゴカイ科の1種 スナクミナナフシ科の1種
	春・夏	アサリ	アサリ	アサリ	アサリ	イトゴカイ科の1種 アシナガゴカイ	イトゴカイ科の1種 スナクミナナフシ科の1種
3	春・夏	ヨツバナスピオtype A	ヨツバナスピオtype A	アサリ	ゴカイ	シズクガイ	Pseudopolydora sp.
	秋・冬	Pseudopolydora sp.	Armadia sp.	Rhyncospioの1種	イトゴカイ科の1種	短形動物の1種	テロリ科の1種
	春・夏	Pseudopolydora sp.	Pseudopolydora sp.	マテガイ	シオフキガイ	Steene sp. (アシナガゴカイの1種)	アサリ
4	春・夏	Pseudopolydora sp.	Pseudopolydora sp.	マテガイ	シオフキガイ	Steene sp. (アシナガゴカイの1種)	アサリ
	秋・冬	Pseudopolydora sp.	Armadia sp.	Rhyncospioの1種, Pseudopolydora sp.	アサリ	Armadia sp. (オフェリアゴカイの1種)	ヤマトスピオ
	春・夏	Pseudopolydora sp.	Pseudopolydora sp.	マテガイ	シオフキガイ	Steene sp. (アシナガゴカイの1種)	アサリ

さらに、優占3種の経年変化(表2)を風呂田⁷⁾の分類した底生動物の指標種からみると、西・東なぎさいずれも63~2年度までは、アサリ、バカガイ等の弱汚濁海底指標種や弱過栄養海底指標種が優占していたが、3~4年度は、強汚濁海底指標種のヨツバナスピオtype Aやシズクガイ、さらに弱汚濁海底指標種のアサリ、強過栄養海底指標種のオフェリアゴカイの一種、弱過栄養海底種のシオフキガイ、マテガイなど変化に富んだ種が両なぎさで出現しており、優占種にバラツキが生じている。

(3) 底生動物による底層の環境の評価

北森は、底層の環境と底生動物との関係を図5のよう

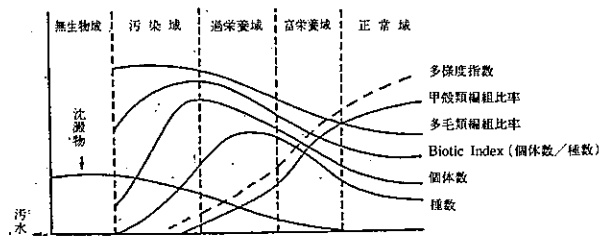


図5 底層の環境と底生動物との関係
出典：文献⁸⁾

に表現している。この図に基づいて西・東なぎさの底生動物により底層の環境を評価した。西なぎさでは、図6に示すようにゴカイやスピオ等の多毛類の編組比率が高く、Corophium等の甲殻類の編組比率は低いのに対して、biotic index (個体数/種数で表され、底質環境の改

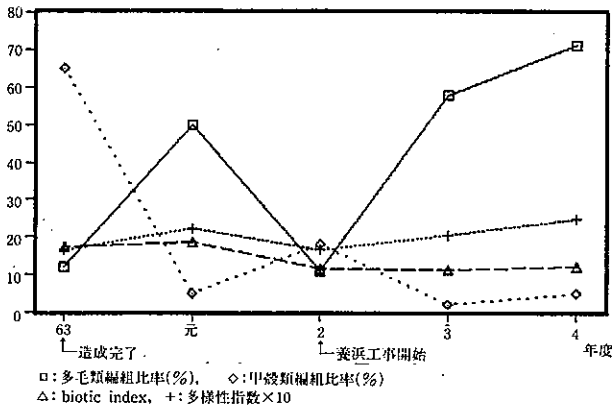


図6 西なぎさでの底生動物の生息状況(通年)

善とともに減少していく。)の減少傾向、多様性指数(種の豊富さや種間の個体数配分の均一性を示す指数で、汚濁が進行すると低くなることから、総合的に判断して西なぎさは図5の過栄養域に該当すると考えられる。

なお、多様性指数は次のShannon-Weaverの式により算出した。

$$\text{多様性指数} = -\sum_{i=1}^s \frac{ni}{N} \log_2 \frac{ni}{N}$$

ここで、s : 出現種類数

N : 出現総個体数

ni : i番目の種の個体数

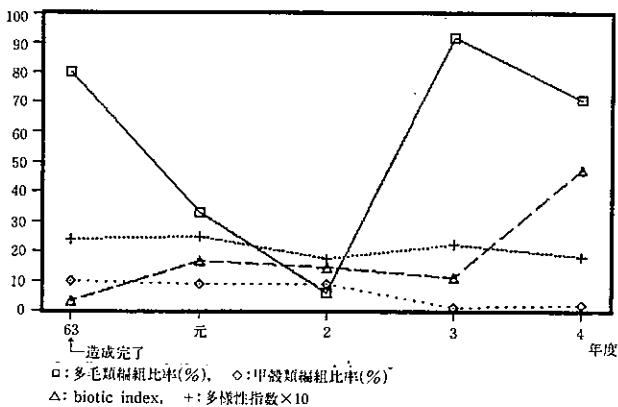


図7 東なぎさでの底生動物の生息状況(通年)

一方、東なぎさ(図7)は、西なぎさ同様、多毛類の編組比率が高く、甲殻類の編組比率は西なぎさより低い。さらに、多様性指数は、ほぼ横這いで推移し、biotic indexは増加の兆しがみられる。特に、秋・冬の東なぎさのbiotic index(図8)は、上昇傾向がみられること

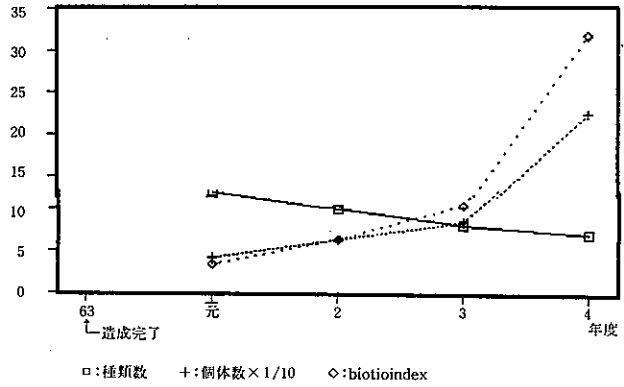


図8 東なぎさの底生動物の生息状況(秋・冬)

表3 風呂田の分類による指標底生動物による底層の環境評価

年度 評価区分	63	元	2	3	4	備考
無生物海底						*63年度に造成が完了。 *2年度に西なぎさの養浜工事開始。
強汚濁海底						
弱汚濁海底	☆					
強過栄養海底				☆		
弱過栄養海底	○	○	☆	○	○	

○: 西なぎさ ☆: 東なぎさ

から、東なぎさの環境は過栄養域をより強めつつあるように推測される。

また、風呂田は前述したように底生動物によって底層の環境を①無生物海底②強汚濁海底③弱汚濁海底④強過栄養海底⑤弱過栄養海底の5つに区分しているが、この区分で西・東なぎさの環境を評価すると、表3に示すように東なぎさでは、弱汚濁海底と弱過栄養海底の範囲を若干変動しているのに対して、西なぎさは、63年度以降つねに弱過栄養海底に区分され、養浜工事が底生動物の生息にも良い影響を与えているようである。

以上の結果から判断すると、西なぎさの養浜工事は、海浜環境の整備という所期の目的達成の他に、底生動物の生息にとっても、良い影響をもたらしていると考えられる。なお、養浜工事中は一時的に海浜の環境を不安定にさせるため、その水域本来の生物相が現れるには時間を要するものと考えられる。

4 まとめ

データを解析した結果、次のことが明らかとなった。

①養浜工事を進めている西なぎさは、シルト粘土比率を除いて、各年度とも東なぎさと比べて砂中COD、強熱減量、T-N、T-Pは低い。これは、新たな砂の投入や砂洗いによる養浜工事の効果と考えられる。

②西なぎさの底質のCOD、強熱減量は、自然干潟である盤洲干潟・三番瀬干潟の値とほぼ同程度であるが、シルト粘土分はこれら自然干潟と比べて約3倍高い値を示している。

③北森が分類した底生動物の編組比率等から海浜の底層環境を評価すると、西なぎさは過栄養域に該当するのに対して、東なぎさの環境は過栄養域をより強めつつあると推測された。

④また、風呂田の分類した底生動物によって海浜の底層環境を評価すると、東なぎさは、弱汚濁海底と弱過栄養海底の範囲を若干変動しているのに対して、西なぎさは、63年度以降つねに弱過栄養海底に区分され、養浜工事が底生動物の生息にも良い影響を与えていることが判る。

⑤養浜工事は、一時的に海浜環境を不安定にさせるため、その環境本来の生物相が現れるには時間を要する。その意味で、現在の西なぎさの生物相は過渡期のものと考えられる。

り得る可能性についての検討、酸欠期の底生動物相と海底環境指標生物、千葉県臨海開発地域等に係る動植物影響調査、千葉県環境部環境調整課、pp.351-369.

8) 北森良之介：環境指標としての底生動物(2)—指標生物を中心に—環境と生物指標 2—水界編—(日本生態学会環境問題専門委員会編) 共立出版、東京、pp.265-273.1975.

参考文献

- 1) 木村賢史ら：人工海浜(干潟)の浄化能について(その5)、東京都環境科学研究所1922, pp.96-97.
- 2) 東京都環境科学研究所：葛西人工海浜調査報告書、平成元年度.
- 3) 東京都港湾局：葛西海浜公園水域環境調査報告書、昭和63年度.
- 4) 東京都港湾局：葛西海浜公園水域環境調査報告書、平成2年度.
- 5) 東京都港湾局：葛西海浜公園水域環境調査報告書、平成3年度.
- 6) 東京都港湾局：葛西海浜公園水域環境調査報告書、平成4年度.
- 7) 風呂田利夫：東京湾千葉県内湾域の底生・付着生物の生息状況、特に群集の衰退が海底の酸欠の指標とな