

人工海浜「いなげの浜」の維持管理における問題点とその要因

矢内 栄二*・米田 規幸**・矢島 秀二***

人工海浜「いなげの浜」では、維持管理費が大きな問題になっている。中でも侵食、海岸ゴミは利用意欲の低下に結びつくため、管理者にとっては大きな課題である。本研究では、人工海浜「いなげの浜」の維持管理費軽減のため、海岸侵食特性と海岸ゴミ特性について研究を行った。その結果、海岸侵食は 1983 年頃から顕在化し、その原因として埋立地盤の沈下が大きく寄与しており今後も維持管理が必要であることがわかった。また、海岸ゴミの分析から、ゴミの種類によっては利用者数との大きな関わりが見られた。さらに利用者に対するアンケート調査の結果、定期清掃の認知度を上げることが海岸ゴミの低減に繋がると考えられた。

1. はじめに

各地に人工海浜が建設されるようになってから約 30 年が経過し、その維持管理上の問題が顕在化し始めている。特に、レクリエーションを目的として建設された人工海浜は、「利用されること」が主目的であるため、安全の確保とともに、利用者を維持・確保していくための管理が必要とされる。千葉県に建設されたいなげの浜は日本で最初に建設された人工海浜であるが、埋立地に建設されたことから、さまざまな維持管理問題が生じている。

図-1 は千葉市の公園緑地管理費 (1998~1999) の内訳を示したものであるが、管理費のうち、侵食対策費と海岸ゴミ処理費が大きな割合を占めており、これらを軽減する必要に迫られている。

そこで本研究は、人工海浜の維持管理費軽減のために、いなげの浜を対象として海岸侵食特性と海岸ゴミ特性について研究を行った。

2. いなげの浜の概要

稲毛海浜公園「いなげの浜」(図-2、写真-1)は、レクリエーションを目的とした国内初の人工海浜として計画され、1975 年 2 月から 10 月にかけて養浜工事が行われた後、翌年の 1976 年 4 月に開園した。公園は二つの突堤 (長さ 200 m) に挟まれた砂浜と背後の公園で構成され、計画時の海浜の規模は 24 ha、沿岸方向の砂浜長が 1200 m、岸沖方向の砂浜の幅は満潮時が 50 m、干潮時が 130 m である。

いなげの浜は、夏季だけでなく年間を通して利用されており、千葉市内はもとより、県内および他都県からも数多くの人々が利用している。そのため、海岸利用者が清潔で美しい浜辺で安心して自然とふれあいを楽しめるように、年間の海岸清掃などを実施している。

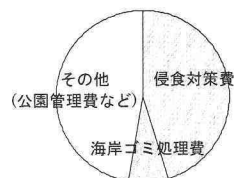


図-1 管理費内訳 (1998~1999)

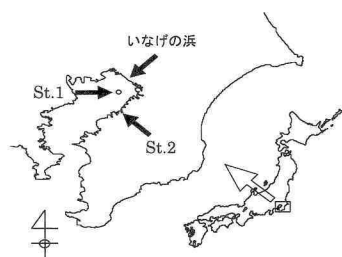


図-2 いなげの浜と観測点の位置



写真-1 いなげの浜 (2002 年 1 月 3 日)

3. 気象・海象特性

解析対象領域の気象・海象特性を解析するため、対象地域に隣接した St.1 (千葉港観測塔) と対象地域の南に位置する St.2 (東京ガス袖ヶ浦工場) のデータを統計的に分析した。St.1 では、有義波高・周期と風向・風速が、St.2 では有義波高・波向および風向・風速が測定されている。本研究では、St.1 と St.2 のデータのうち、入手可能であった 1998 年から 2000 年までのデータについて解析した。

* 正 会 員 工博 千葉工業大学教授 工学部生命環境科学科

** 学生会員 千葉工業大学大学院 工学研究科土木工学専攻

*** 学生会員 千葉工業大学大学院 工学研究科建築都市環境学専攻

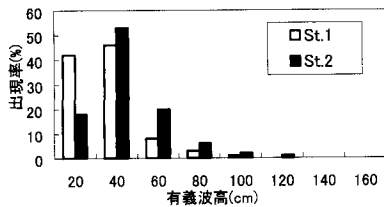


図-3 有義波高別出現率

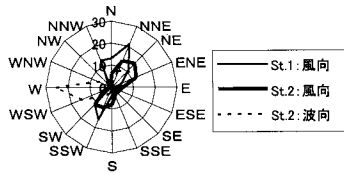


図-4 波向・風向別出現率

図-3は有義波高の波高別出現頻度を解析した結果であるが、St.1では40 cm以下の波高が全体の90%、St.2では全体の70%となり、対象地域は年間を通して比較的静穏な水域であることが認められる。波向について見ると(図-4)、St.2の卓越波向は西方向となっている。しかし、この方向の波は西方向が遮蔽域となるいなげの浜では波向とならないことから、そのまま適用できない。そこで、風向別出現率を調べたところ北東方向からの陸風の割合が全体の約40~50%、南西方向からの海風の割合が全体の約30%を占めた。南西方向からの海風により発生した波は、いなげの浜にほぼ直角に入射することから、近隣の幕張人工海浜における宇多ら(1994)の解析結果と同様に、いなげの浜においても岸沖漂砂が卓越しているものと考えられる。

4. 地形変化特性

(1) 深 浅 変 化

いなげの浜では開園後から汀線の後退が始まり、約8年後の1983年から目立つようになってきた。図-5は、計画時から10年ごとの深浅図の変化過程を示したものであるが、年の経過とともに汀線が後退していく状況がわかる。

海岸侵食の対策として、1984年に養浜工事、さらに1998年から1999年にかけて養浜・潜堤工事が行われた。工事の直後とその後数年に対する深浅変化を比較する。

図-6は、養浜前の1984年と14年経過した1998年との深浅変化を示したものである。1984年と1998年と比較すると、汀線が平均で約30 m後退している傾向が認められる。このうちもっとも侵食されている箇所は測線No.32付近で、約50 m汀線が後退しているのがわかる。

一方、1998年から1999年に行われた養浜・潜堤工事後とその経過を比較したものが図-7である。1984年から

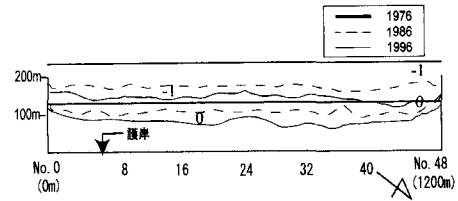


図-5 深浅図の変化過程

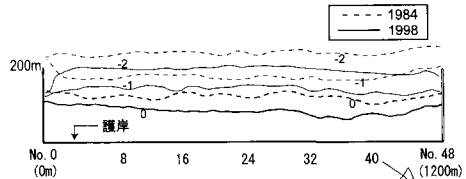


図-6 養浜工事後の深浅変化(1984~1998年)

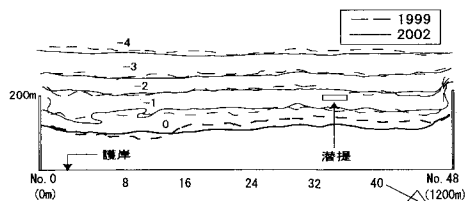


図-7 養浜・潜堤工事後の深浅変化(1984年~1998年)

1998年までの深浅変化と同様、測線No.0から16まで変化が少なく、測線No.16から48では大きな侵食傾向が認められる。

(2) 汀線変化量

図-5において汀線変化量が最大となる測点No.30について、岸沖方向の海浜変化を比較した。図-8は、建設直後の初期勾配と、養浜工事直前の1998年および最近の2002年にかけての海浜勾配の経年変化である。建設直後は防波護岸から150 mの位置にあった汀線が養浜前の1998年には85 mまで後退している。その後、1998年から1999年にかけて養浜・潜堤建設工事が行われ、2002年には115 mまで汀線を前進させている。また、図-8では汀線の移動は見られるものの、建設当初の1/100勾配は潜堤・養浜工事前後の1998年、2002年までほぼ維持されていることが認められる。

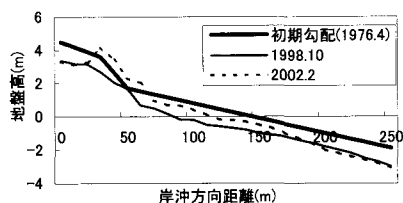


図-8 海浜勾配の経年変化

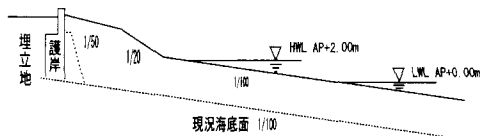


図-9 標準断面図

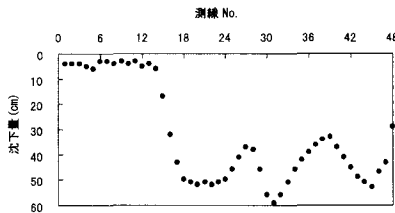


図-10 護岸の沈下量 (1984年～1998年)

(3) 埋立地の沈下

稲毛海浜公園全体が「軟弱地盤上の埋立地に建設された公園」という性質上、建設後に地盤沈下が生じている。そこで、いなげの浜の後浜背後に位置する防波護岸(図-9)の沈下量データを用いて沈下特性について解析を行う。図-10は、護岸の1984～1998年の沈下過程を示したものである。測点 No.0 から12までは比較的沈下が小さいが、測点 No.15 から48までは大きな沈下が生じ、18年間で最大60 cm程度の沈下が見られる。

図-7および図-10を比較すると、護岸沈下域と侵食域はほとんど一致しており、地盤沈下はいなげの浜の地形変化に大きく影響を及ぼしていると考えられる。

(4) 汀線変化への影響

前項までの結果から、いなげの浜の汀線後退には波浪のほかに地盤沈下が関わっていると考えられることから、汀線変化に対する波浪と地盤沈下の影響について検討する。

図-8の結果および図-9の標準断面図を見ると、防波護岸は海浜と同一地盤にあり、縦断地形の変化がほぼ一様である。そこで、地盤沈下による汀線変化量は勾配に各測線での沈下量に乗じるにより求めることとする。

一方、波浪による汀線変化量は、気象・海象特性解析で使ったデータから岸沖漂砂量を算出し、汀線変化量に換算することにより求める。岸沖漂砂量の算定式は数多く提案されているが、本研究では式(1)の渡辺の算定式を、また、汀線変化量式は式(2)を用いる。

$$\phi' = 7(\phi_m - \phi_c)\phi_m^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial x_s}{\partial t} + \frac{1}{D_s} \left(\frac{\partial Q}{\partial y} - q \right) = 0 \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 ϕ' : 岸沖方向の正味の漂砂量(q)に関する無

次元漂砂量、 ϕ_m : 最大底面せん断応力に関する Shields 数、 ϕ_c : 移動限界に対する Shields 数、 t : 時間、 D_s : 漂砂の移動高、 x_s : 海岸線の位置、 x : 岸方向座標、 y : 沿岸方向座標である。

St.1で観測された波浪データ(1999.6～2000.12)を移動限界水深付近の波浪に換算し、式(1)と式(2)を用いて汀線変化量を求めた。ただし、波浪特性結果から本研究では沿岸漂砂は考慮しないこととし、粒径は建設時および養浜時の粒径($d=0.2$ mm)とした。結果を表-1に示す。

表-1 汀線変化量の計算結果

項目	汀線変化量(m)	
地盤沈下	-1.7	合計
波浪	-7.8	-9.5

表-1より、地盤沈下による汀線変化量は-1.7 m、波浪による汀線変化量は-7.8 mとなり、その合計が深淺図から読み取った値(-8.6 m)とほぼ等しくなった。また、地盤沈下による変化量は波浪による変化量の約20%となり、無視できない量であることが分かった。

5. 海岸ゴミの分析

(1) 解析データ

いなげの浜における海岸ゴミの特性を分析するため、千葉市が集計しているいなげの浜の各月ごとの利用者数データ、および各月ごとのゴミ収集量データ(1999年4月～2003年3月)を用いた。ゴミの内訳は、可燃ゴミ、瓶・缶、産業廃棄物である。また、利用者数は海岸入口(2ヵ所)で計測された実数であり、ゴミ収集量データは海岸利用者から排出されたゴミと漂着ゴミの重量を合わせたものである。

(2) 利用者とゴミ収集量

図-11～14は、利用者数およびゴミ種別による月ごとの変化を示したものである。年間の利用者数は22万～29万人であり、多くが夏季に集中している。しかし、最小の月でも1万人弱の利用者があり、都市部の人工海浜では定常的に利用者が維持されている状況が認められる。利用者が多い7月と8月は、可燃ゴミ、瓶・缶の収集量も他の月に比べて多く、いなげの浜の利用者の増加とともに可燃ゴミ、瓶・缶の量も多くなることがわかる。

一方、産業廃棄物の収集量を見ると、利用者が多い7月、8月には各年度とも産業廃棄物はほとんど収集されておらず、浜を利用する人と産業廃棄物はほとんど関係がないといえる。そこで、利用者数と各ゴミの収集量の相関係数を計算した結果が表-2である。可燃ゴミとの相関係数は0.88、瓶・缶との相関係数は0.83、産業廃棄物と利用者数の相関係数が-0.13となった。

以上のことから、可燃ゴミ、瓶・缶についてはいなげの浜を利用する人が大きく関与していると考えられ、産業廃棄物については利用者の影響はほとんどないと見られる。

(3) 利用者の意識調査

海浜に散乱するゴミに対する意識を把握するため、海岸利用者を対象にアンケート調査を行った。調査期間は2003年4月～2004年2月である。全調査日におけるアンケート対象者数、天候および気温は表-3に示した通りである。

アンケートの内容は、海岸利用者の属性、利用目的と頻度、海岸ゴミに対する評価と関心度など13項目とした。

表-4は、調査対象者の内訳を示したものである。調査

表-2 利用者数と各ゴミの収集量の相関係数

	利用者数
可燃ゴミ	0.88
瓶・缶	0.83
産業廃棄物	-0.13

表-3 調査日の人数、天候および気温

調査日		対象者数 (人)	天候	気温(℃)	
				最高	最低
春	2003/4/29(火)	73	晴	24.4	14.9
	2003/5/3(土)	132	晴時々曇	24.6	17.0
	2003/5/27(火)	12	曇後雨	22.2	17.0
夏	2003/6/14(土)	50	曇後雨	29.7	20.0
	2003/8/11(月)	71	晴	31.8	26.1
	2003/8/23(土)	122	晴	32.1	24.9
秋	2003/9/27(土)	17	晴	26.8	18.5
	2003/11/8(土)	25	曇	23.0	14.9
冬	2004/1/24(土)	17	曇	7.5	1.5
	2004/2/7(土)	11	晴	8.7	2.3

表-4 調査対象者の内訳

年齢	男				女			
	家族	友達	一人	その他	家族	友達	一人	その他
～19歳	2	25	2	4	1	34	0	1
20～29歳	11	24	10	2	19	11	1	2
30～39歳	63	6	12	1	77	13	1	1
40～49歳	30	1	7	1	21	2	3	0
50～59歳	21	4	18	1	20	3	4	0
60歳～	19	7	23	0	17	2	1	2
計	146	67	72	9	155	65	10	6
総計	294				236			

人数は年間で530人であり、男女比は55:45とほぼ同程度であった。また、男女ともに家族での利用が多く、中でも30代が最も多い。

図-15は、各季節における海岸の利用目的を示したものである。春季の利用者はゴールデンウィーク中であったため、散歩や砂浜でのレクリエーションを目的に来る人がほとんどであったが、夏季においては海水浴目的で来る利用者が半数を占めた。

図-16は、各季節における利用者の海岸ゴミに対する印象を示したものである。いなげの浜では、夏季にはほぼ毎日早朝に海岸ゴミの機械収集が行われているが、夏季において、ゴミが「非常に多い」「多い」と回答した人が半数以上を占めた。また、ゴミが「非常に少ない」「少ない」と回答した人は夏季では約20%、夏季以外では約40%であり、海岸ゴミに対する印象は利用者数も大きく関与しているものと考えられる。

(4) ゴミ対策

図-17は、利用者が考える海岸ゴミ対策を示したものである。「利用者がゴミを出さない」と回答した人が年間を通して約70%と多い。また、「ゴミ箱を増やす」と回答

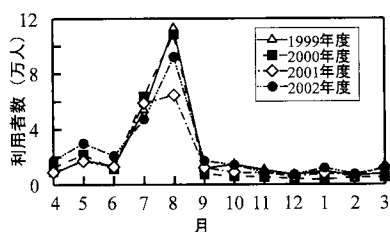


図-11 利用者数

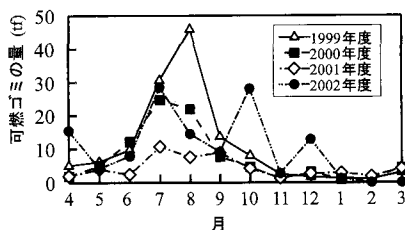


図-12 可燃ゴミ

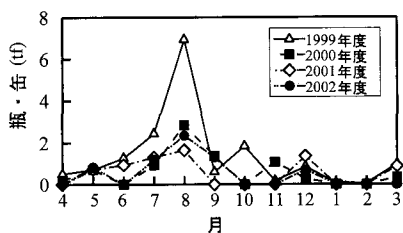


図-13 瓶・缶

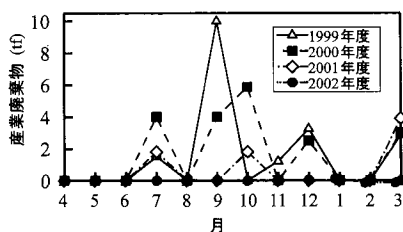


図-14 産業廃棄物

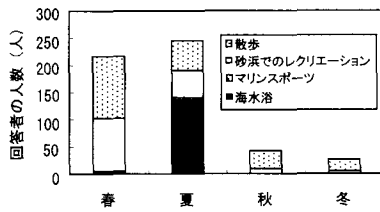


図-15 海岸の利用目的 (季節別)

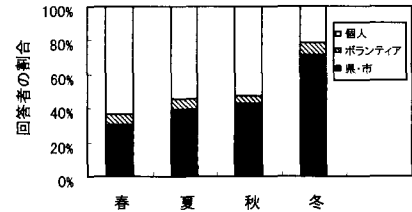


図-18 利用者が考える清掃適任者 (季節別)

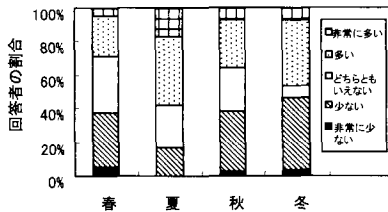


図-16 海岸ゴミに対する印象 (季節別)

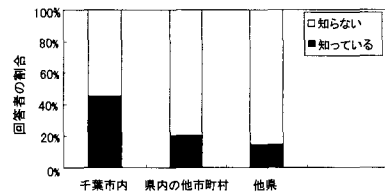


図-19 海岸の定期清掃の認知度 (年間)

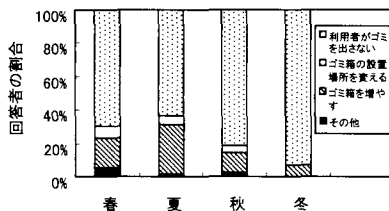


図-17 利用者が考える海岸ゴミ対策 (季節別)

した人が夏季に約30%と増加することから、利用者が増加する夏季にはゴミ箱が少ない状態であると考えられる。

図-18は、利用者が考える清掃適任者を示したものである。春季、夏季、秋季の利用者は「個人」と回答している人が多いことに対し、冬季の利用者は「県・市」と回答している人が多いことがわかる。その理由としては、冬季においては流木などの漂着ゴミも多く、個人で可能な清掃範囲を超えた印象を与えているためと考えられる。

図-19は、定期清掃の認知度を利用者の居住地別に示したものである。千葉市内に居住する利用者は40%以上が定期清掃を知っていたが、市外からの利用者は20%以下であった。このため、海岸ゴミ低減のためにはゴミが多く感じる夏季を中心に、特に市外からの利用者に対して定期清掃の認知度を上げる必要があると考えられる。

6. まとめ

都市部の埋立地上に建設された人工海浜「いなげの浜」を対象に、維持管理問題を検討した。その結果、海岸侵

食と地盤沈下は小さい領域と大きい領域に明瞭に分かれるとともに護岸沈下域と侵食域が一致しており、地盤沈下はいなげの浜の地形変化に影響を及ぼしていると考えられた。また、海岸ゴミの分析では、可燃ゴミ、瓶・缶に海岸利用者数と高い相関が見られ、産業廃棄物については海岸利用者の影響はほとんどないことがわかった。さらに、利用者に対して海岸ゴミに対するアンケート調査を実施した結果、いなげの浜におけるゴミ対策として、利用者が増加する夏季においてはゴミ箱を増やす必要があると考えられた。また、定期清掃の認知度を上げることも海岸ゴミの低減に繋がるものと考えられる。

謝辞：本研究を進めるに際し、千葉市花見川・美浜公園緑地事務所には資料提供の便宜を図っていただいた。また、千葉工業大学付属研究所助成金の援助を受けた。記して謝意を表する。

参考文献

- 井上雅夫・橋中秀典・近藤雅彦・橋詰雅子 (2002): 秋冬季における砂浜海岸の利用実態調査, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 1396-1400.
- 服部昌太郎 (1987): 海岸工学, コロナ社, 230 p.
- 藤本一雄 (2002): 美しい海が好き, 海岸, Vol. 42, No. 2, pp. 41-44.
- 矢内栄二・米田規幸・六崎信夫 (2003): 埋立地に建設された人工海浜の維持管理—侵食問題について—, 海洋開発論文集, Vol. 19, pp. 339-343.
- 山口晴幸・Pongpo, T. (2000): 日本列島の漂着ゴミによる海岸汚染の実態, 地球環境シンポジウム講演集, Vol. 8, pp. 111-120.
- 渡辺 晃 (1981): 海浜流と海浜変形の数値シミュレーション, 第28回海岸工学講演会論文集, pp. 285-289.