

海水浴場に関する海岸工学的研究 (第3報)

井上雅夫*・島田広昭**

1. 緒 言

近年、わが国の海洋性レクリエーションに対する需要の増大は著しい。このため、全国各地で人工海浜事業が実施され、そのための建設技術マニュアルも作成されている。しかし、こうした人工海浜、中でも海水浴場として利用されるものについては、基礎的な資料の蓄積に乏しいうえに、利用者の価値観の多様性もあって、その明確な計画基準を作ることは難しいようである。本研究の目的は、人工海浜などによって、海水浴場を計画する際に必要な基礎資料を収集し、利用者の安全性と快適性の観点から、海水浴場としての望ましい条件を見い出そうとするものである。このため、著者らは1973年以来、多くの海水浴場において、その自然条件や利用形態を調べるとともに、利用者に対するアンケート調査をも実施して、その意識の把握に努めてきた。しかし、これまで調査した海水浴場の中には、完全な人工海浜によるものは含まれていなかった。このため、1982年7月、大阪府が泉南海岸に開設した淡輪海水浴場において、これまでとはほぼ同様の現地調査を実施した。

この論文では、それらの結果を述べるとともに、1981年に実施したほぼ自然状態のままの神戸市須磨駅前地区や、従来の海浜を養浜によって拡張した同公園前地区における結果などと比較して、人工海浜によって海水浴場を造成する際の問題点を提起した。さらに、著者らが昨年提案した海水浴場としての人工海浜が持つべき条件、すなわち、利用密度や自然条件と満足度との関係を再検討し、淡輪の調査結果をも含めた、よりの確な回帰式の提案を行った。

2. 淡輪海水浴場における調査結果

大阪府は、今後予想される海水浴場の需要の増大に対応するため、泉南海岸に延長約2kmの海水浴場を計画し、1982年7月に、その一部を淡輪海水浴場として開設した。

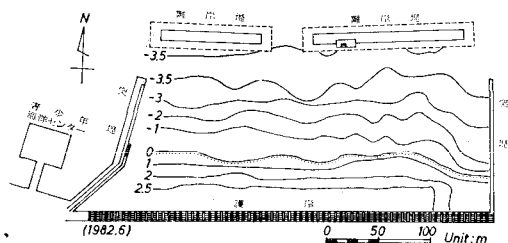
著者らの現地調査は、1982年7月～8月の週日、土曜

および日曜がそれぞれ2日ずつの合計6日間実施した。気象、海象および海水浴場における利用者の平面分布は、各調査日の10時～15時の1時間ごとに測定し、そのほか地形、底質および1日の総利用者数も調べた。また、これまでと同様、利用者に対し、アンケート調査を実施し、人工海浜によって造成された海水浴場に対する利用者の意識をも調査した。

(1) 自然条件

淡輪海水浴場は、大阪市の南西約50kmの大阪府泉南郡岬町にあり、府下全域からも日帰りが可能である。

図一1は、海水浴場の地形図であり、2基の突堤と離岸堤が全域をとり囲むように設置されている。海浜の延長は400m、護岸前面には幅が約50mの砂浜があり、その平均勾配は約1/20である。また、底質の中央粒径は測点によって異なるが、汀線のそれは0.6mm～1.3mm程度である。表一1は、気象および海象の調査結果である。



図一1 淡輪海水浴場地形図 (1982年6月, 大阪府実施)

(2) 利用形態

今回の調査では、海水浴場の全域を写真で撮影できたため、利用者の詳細な平面分布が描け、これから利用密度や水浴率を算出した。また、海水浴場への出入口が1か所であるため、1日の総利用者数も正確に把握できた。

図一2は、1982年7月1日～8月31日までの各日の総利用者数と日中(10時～16時)の平均気温との関係を、曜日ごとに示した。いずれの曜日も、気温の上昇とともに利用者数も増加し、曜日の影響もかなり現われている。こうした傾向は、九十九里海岸の調査結果²⁾にも見られ、曜日ごとに、利用者数 Y_p (人) と気温 X_a ($^{\circ}\text{C}$) との間に下記の回帰式を得た。

* 正会員 工博 関西大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 関西大学助手 工学部土木工学科

表-1 自然条件に関する調査結果

月 日 (曜)	時	気温 (°C)	水温 (°C)	波 高 (cm)	透明度 (cm)	浮遊物油膜
7. 31 (土)	10	28.5	26.0	5	100以上	なし
	11	32.0	26.0	5	100以上	なし
	12	34.0	26.5	5	100以上	海藻あり
	13	34.0	26.5	10	100以上	海藻あり
	14	34.0	26.5	5	100以上	海藻あり
	15	33.0	27.0	5	100以上	海藻あり
8. 4 (水)	10	32.0	23.5	10	96	木片あり
	11	33.5	24.0	10	74	木片あり
	12	33.0	24.5	10	85	海藻あり
	13	35.5	24.0	5	59	海藻あり
	14	33.0	24.0	5	29	海藻あり
	15	34.0	25.0	5	25	海藻あり
8. 6 (金)	10	32.5	24.5	5	100以上	なし
	11	32.0	25.0	10	85	海藻あり
	12	33.5	25.5	10	75	海藻あり
	13	33.0	24.5	10	73	海藻あり
	14	32.5	25.0	5	79	海藻あり
	15	33.5	26.0	10	66	海藻あり
8. 7 (土)	10	31.0	25.0	5	75	水面に気泡あり
	11	33.0	25.0	5	71	水面に気泡あり
	12	34.0	26.0	5	68	水面に気泡あり
	13	37.0	27.0	5	67	木片あり
	14	38.0	28.0	5	67	木片あり
	15	35.5	28.0	10	41	木片あり
8. 8 (日)	10	33.0	27.5	5	74	木片あり
	11	33.5	28.0	10	50	木片あり
	12	33.5	28.0	10	70	木片あり
	13	36.0	28.0	10	63	木片あり
	14	36.0	28.5	10	40	海藻あり
	15	33.0	28.5	5	36	海藻あり
8. 22 (土)	10	31.0	28.0	5	53	なし
	11	34.0	26.5	5	45	なし
	12	36.0	28.0	5	44	なし
	13	34.5	26.0	5	49	水面に気泡あり
	14	36.0	26.5	5	50	木片あり
	15	32.0	27.0	5	47	水面に気泡あり

週日: $Y_p = 2.903 \times 10^{-3} \exp(0.4453X_a) \dots\dots(1)$
土曜: $Y_p = 3.642 \times 10^{-3} \exp(0.4550X_a) \dots\dots(2)$
日曜: $Y_p = 13.174 \times 10^{-3} \exp(0.4492X_a) \dots\dots(3)$

図-3(a)および(b)は、それぞれ週日と日曜の14時における利用者の平面分布であり、図中の数字は50m×10mの範囲内の利用者数、破線は汀線である。利用者数は、汀線平行方向については、海水浴場の西端にある出入口から50m~100mの区間で最大となり、出入口から遠ざかるにつれて、急激に少なくなっている。また、出入口から50mの区間は写真撮影ができなかったために、図示されていないが、50m~100mの区間に比べると、かなり少なかった。このように、出入口付近で利用者数が最大になることは、須磨の結果にも見られた。したがって、汀線に平行方向の分布を一樣にして、砂浜の混雑を緩和させるためには、海水浴場の出入口を

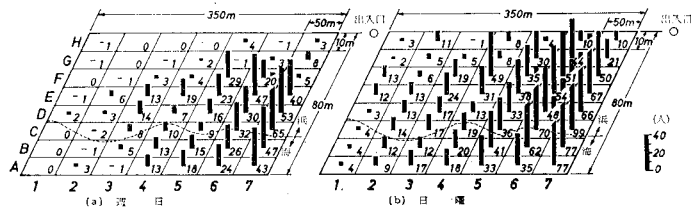


図-3 利用者の平面分布

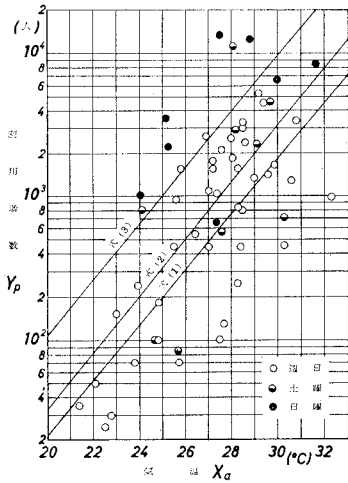


図-2 1日の総利用者数と気温との関係

は、利用者数の多少や休憩所のような施設の位置にはあまり関係しない。

図-4は、水浴率、気温および水温の時間的変化である。水浴率は11時と15時に高くなる場合が多く、これは、利用者が海水浴場に到着した直後と帰途につく直前に水泳をするためである。また、7月31日の10時と8月4日は水浴率が小さくなっているが、前者は気温が28°Cでかなり低く、後者は全般に水温が低いためである。このように、水浴率には気温と水温とが影響するが、著者らが他の海水浴場の資料から導いた多重回帰式によって求めた値と淡輪の実測値とを比較してみると、あまり一致しなかつた。したがって、水浴率については、各海水浴場ごとに異なる推算式を考えるべきであろう。

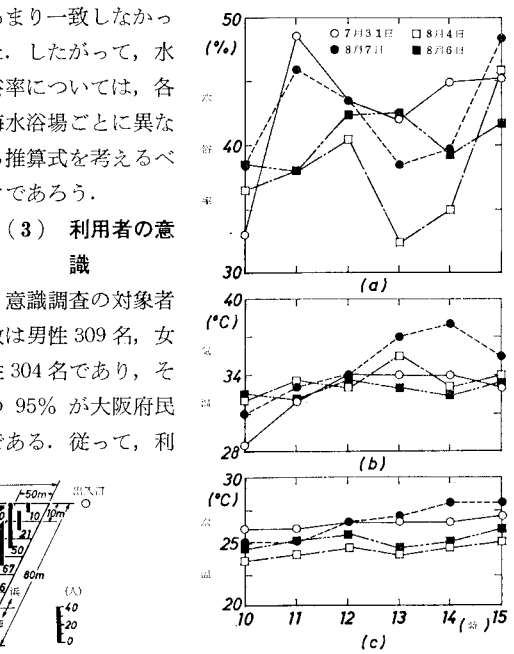


図-4 水浴率、気温および水温の時間的変化

複数にすることが望ましいと言えよう。
さらに、汀線に直角方向については、従来の結果とほぼ同様に、汀線付近と汀線から約20m付近の砂浜に利用者が多く、水域については、沖に行くほど急激に少なくなっている。なお、以上のことは、

用者の 85% が 2 時間以内で海水浴場にきており、その 45% が私鉄, 43% が自動車を利用している。また、プールでなく海水浴場を選んだ理由には“砂浜がある”が 32%, “広々とした感じがする”が 18%, “波がある”が 10% であり、特に淡輪を選んだ理由としては、“近い”が 43% でもっとも多い。なお、以上のことは、須磨の場合とほとんど同じである。

砂浜の広さに関する満足度については、淡輪は 19,000 m^2 で 58% であり、須磨公園前の 80,000 m^2 で 92% や同駅前前の 28,000 m^2 で 68% に比べると、かなり低い。しかし、砂浜の混雑度については、全般に利用密度の大きい淡輪の方が、須磨のいずれの海水浴場に比べても、満足度は高い。

汀線から水深 2 m までの平均海底勾配に関する満足度については、淡輪は 1/20 で 56% であるのに対し、須磨駅前前は 1/34 で 56%, 同公園前は 1/12 で 44% である。しかし、駅前では“急である”が 28% であるのに対し、淡輪では 30%, 公園前では 48% となり、勾配が急なほど、この値が大きくなっている。また、砂浜の勾配については、淡輪は 1/20, 須磨駅前前は 1/11, 公園前は 1/6 であるが、その満足度はいずれも約 70% である。従って、海浜勾配については、特に、汀線から水深 2 m までの海底勾配に配慮すべきであり、たとえ、淡輪の場合のように、海底勾配が砂浜のそれに同じであっても、満足度は砂浜に比べ約 15% も低くなることがわかった。

底質に関する満足度については、まず、砂浜の底質の中央粒径は、淡輪は 0.9 mm で 42% であるのに対し、須磨公園前は 0.48 mm で 42%, 同駅前前は 0.36 mm で 63% であり、粒径が小さくなると、満足度は高くなっている。一方、海底のものについては、淡輪は 1.2 mm, 公園前は 0.65 mm, 駅前前は 0.25 mm であり、かなりの違いがあるにもかかわらず、満足度はいずれも約 50% である。このことは、最近の海水浴の目的が水泳から日光浴に変わってきたため、特に、汀線から陸側の底質の選択に留意すべきことを示唆している。また、利用者は海浜砂に貝がらが混入していることに敏感であり、アンケートの調査項目にはしていなかったが、新たに養浜が行われた淡輪や須磨公園前で、この傾向が見られた。そのため、著者らは、底質の全試料中に含まれる貝がらの重量百分率を貝がら混入率と定義して測定した結果、淡輪で 5.1%, 須磨公園前で 1.5%, 同駅前前で 0.3% であった。従って、養浜砂としては、この値を 1% 以下にすべきであろう。さらに、養浜砂の色は白っぽいものが望ましいようである。養浜砂で白い砂浜となった淡輪では、“きれい”、“ややきれい”と満足しているのは、利用者の 59% であるのに対し、従来の黒っぽい砂の須磨駅前での値は、わずか 8% に過ぎなかった。

水温に関する満足度については、淡輪と須磨における水温の違いはあまりなく、満足度も 50%~70% で、ほぼ同じ程度であった。

水質については、その代表的な指標として透視度を取りあげたが、その値が同じであっても、満足度にはかなりの違いが見られた。これは透視度が水そのものについてのものであるのに対し、利用者は水域全体、特に、水面の油膜や海草、木片などの浮遊物にも敏感であり、今後はこうしたものを定量的に評価して、透視度とともに、水質に対する基準を作成していくべきであろう。

波高については、特に、淡輪の場合には、離岸堤と突堤によって完全に遮蔽されているため、波高は 10 cm 以下であり、満足度も 40% 以下となった。従って、今後は同一海水浴場に、大小の波高が存在するような海岸構造物の配置を工夫したり、汀線形状も、これまでのように単純なものにするのではなく、変化に富んだものにすべきであろう。

最後に、人工海浜に対する意識については、まず、淡輪が人工海浜であることを知っているのは、利用者の 75% であり、須磨公園前の 54% に比べると、かなり高い。また、“養浜を必要とする”は 70% であり、これも公園前の 55% に比べるとかなり高く、一般利用者にとって、人工海浜事業が広く認識、理解されてきたことを示している。しかし、海岸構造物については、“景観が損なわれる”が淡輪で 37%, 須磨公園前で 26%, 同前で 22% もあり、今後は、海岸保全と利用の両面から考えるべきであり、例えば、安定海浜工法⁹⁾などの採用が望ましいと言えよう。

3. 海水浴場としての人工海浜がもつべき条件

前報では、1973 年から 1981 年までの間に、延べ 19 か所の海水浴場で行った調査結果を総括し、海水浴場としての人工海浜が持つべき条件、すなわち海浜面積、利用密度、海底勾配、底質の中央粒径、水温、透視度および波高とそれらに対する満足度との関係を表わす回帰式の提案を行った。ここでは、それらの結果と淡輪海水浴場のものを比較しながら、上述の条件を再検討した。

図-5 は、海浜面積とその満足度との関係であり、この場合の満足度は、“広い”、“やや広い”、“適当”と答えた人の全調査者に対する比である。海浜面積 X_A

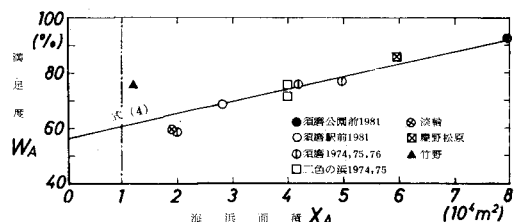


図-5 海浜面積に関する満足度

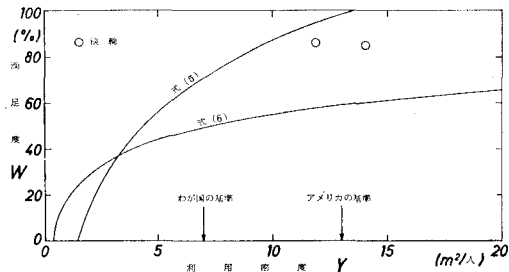


図-6 利用密度に関する満足度

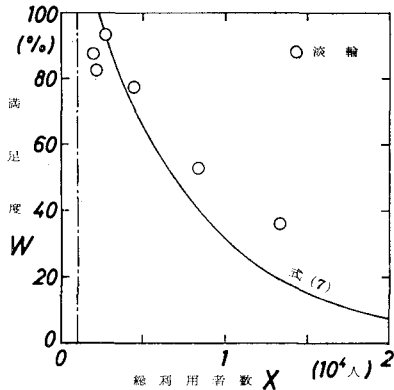


図-7 総利用者数と混み具合に関する満足度との関係

(10^4 m^2) の増大とともに、その満足度 W_A (%) も高くなり、両者の間に、つぎの回帰式を得た。

$$W_A = 56.27 + 4.36 X_A \quad (1 \leq X_A \leq 8) \quad \dots\dots (4)$$

図-6 は、砂浜の利用密度 Y ($\text{m}^2/\text{人}$) と混み具合に関する満足度 W (%) との関係であり、図中には、前報で提案した次式も示した。

大都市近郊型

$$W = -12.85 + 43.01 \log Y \quad \dots\dots (5)$$

大都市遠隔型

$$W = 19.18 + 15.28 \log Y \quad \dots\dots (6)$$

淡輪の値は、両式の中間にあり、その地理的位置からもほぼ妥当な結果であると言えよう。しかし、前報では、図-6 の結果が、かなりばらついたため、海浜面積を利用密度で除したものを推定利用者数 X (10^4 人) とし、これと混み具合に関する満足度 W (%) との間に、次の回帰式を得た。

$$W = 141.33 \exp(-0.15X) \quad (0.1 \leq X \leq 2) \quad \dots\dots (7)$$

淡輪の調査では、1日の総利用者数が正確に測定できたため、この実測値を式(7)と比較したものが図-7であり、両者はほぼ一致している。したがって、混み具合に関する満足度については、海浜面積と利用密度を考慮した式(7)を用いた方がよいようである。

図-8 は、海底勾配 X_g ($\cot \theta$) とその満足度 W_g (%) との関係であり、著者らによる式(8)も示した。

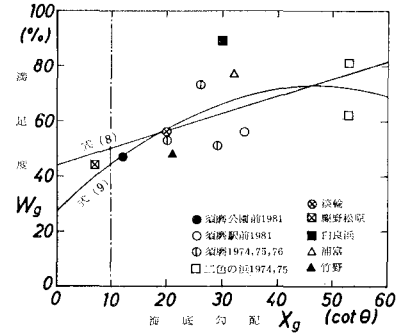


図-8 海底勾配に関する満足度

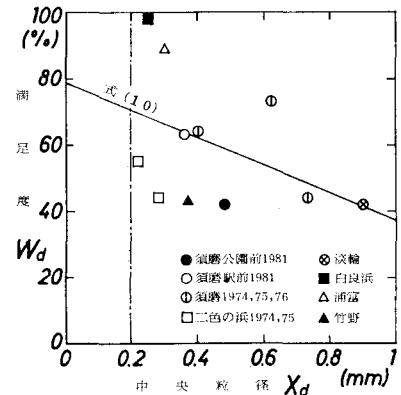


図-9 底質に関する満足度

$$W_g = 43.87 + 0.63 X_g \quad (10 \leq X_g \leq 60) \quad \dots\dots (8)$$

淡輪の結果は、式(8)とまったく一致しているが、二次曲線回帰を行うと、つぎの回帰式が得られた。

$$W_g = -0.02 X_g^2 + 1.91 X_g + 27.34 \quad (10 \leq X_g \leq 60) \quad \dots\dots (9)$$

これによると、最適勾配は $1/45$ で、満足度は 73% となる。また、勾配が $1/15$ よりゆるやかであれば、 50% 以上の満足度が得られる。

図-9 は、砂浜の底質の中央粒径 X_d (mm) とその満足度 W_d (%) との関係であり、著者らによる式(10)も示した。

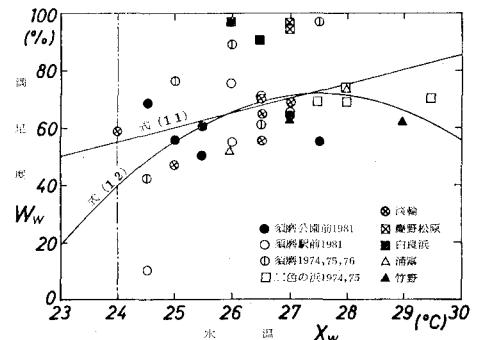


図-10 水温に関する満足度

$$W_d = 78.55 - 41.94X_d \quad (0.2 \leq X_d \leq 0.8) \quad \dots\dots\dots(10)$$

淡輪の結果は、式 (10) とまったく一致し、式 (10) の適用範囲を、前報の場合よりも、やや広くすることができた。

図—10 は、水温 X_w (°C) とその満足度 W_w (%) との関係であり、著者らによる式 (11) も示した。

$$W_w = -66.82 + 5.07X_w \quad (24 \leq X_w \leq 30) \quad \dots\dots\dots(11)$$

淡輪の結果も、式 (11) に近い値であるが、二次曲線回帰を行くと、つぎの回帰式が得られた。

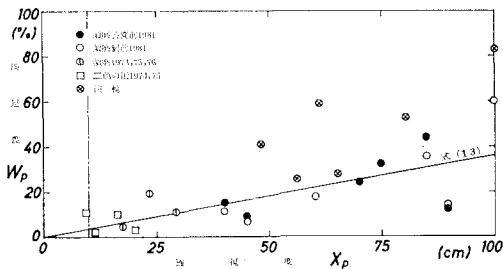
$$W_w = -2.49X_w^2 + 13.75X_w - 1822.34 \quad (24 \leq X_w \leq 30) \quad \dots\dots\dots(12)$$

これによると、最適水温は 27.5°C で、満足度は 72% となり、25°C 以上では、55% 以上の満足度が得られる。

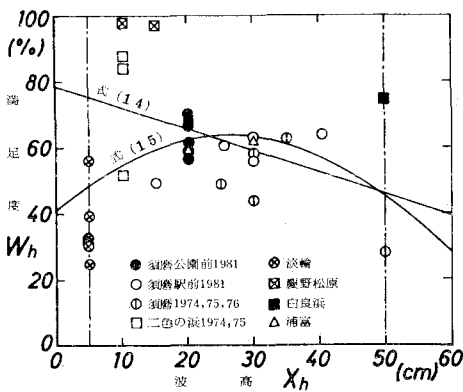
図—11 は、透視度 X_p (cm) とその満足度 W_p (%) との関係であり、著者らによる式 (13) も示した。

$$W_p = -0.035 + 0.36X_p \quad (10 \leq X_p \leq 100) \quad \dots\dots\dots(13)$$

淡輪の結果は、須磨における同じ透視度のものよりも、



図—11 透視度に関する満足度



図—12 波高に関する満足度

やや高い満足度になっているが、これは、須磨に比べて浮遊物などが少ないためであろう。

図—12 は、波高 X_h (cm) とその満足度 W_h (%) との関係であり、著者らによる式 (14) も示した。

$$W_h = 78.66 - 0.65X_h \quad (10 \leq X_h \leq 50) \quad \dots\dots\dots(14)$$

しかし、これらに淡輪の結果を加えて直線回帰を行くと、式 (14) とは全く逆の傾向となった。そこで、二次曲線回帰を行い、次の回帰式を得た。

$$W_h = -0.032X_h^2 + 1.72X_h + 40.93 \quad (5 \leq X_h \leq 50) \quad \dots\dots\dots(15)$$

これによると、最適波高は 28 cm で、満足度 60% となる。しかし、波高に関しては、水質や水温と異なり、年代や性別の影響がかなりある。この理由からも、前述したように、大小の波高が存在するような水域を、同一海水浴場内に持つようにすべきである。

4. 結 語

以上、著者らは人工海浜によって海水浴場を計画する際の基礎的資料を収集し、利用者の立場から、海水浴場の望ましい条件を見出すために、淡輪海水浴場において、自然条件や利用者の意識を調査した。その結果、人工海浜によって造成された海水浴場であっても、その利用形態には、あまり違いのないことが判明した。また、利用者は人工海浜による海水浴場の造成を必要としながらも、それに対しては、かなり厳しい条件を求めていることも明らかになった。さらに、利用密度や自然条件とそれらに関する満足度との関係については、淡輪の結果は、前報で提案した諸式にほぼ一致し、その妥当性が検証された。

最後に、この研究を行うにあたり、貴重な数多くの資料を提供していただいた、大阪府土木部港湾課、青少年海洋センター、岬町などの関係各位、また現地調査に熱心に助力してくれた関西大学の学生諸君に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 井上雅夫・島田昭昭：海水浴場に関する海岸工学的研究 (第2報)，第29回海岸工学講演会論文集，pp. 633～637，1982。
- 2) 佐々木民雄・堀田新太郎・五十嵐 元・久保田 進：海洋性レクリエーションに関する研究 (第2報)，第21回海岸工学講演会論文集，pp. 471～475，1974。
- 3) 土屋義人・芝野照夫・山下隆男・米沢康雄：片男波海岸の養浜工に関する実験的研究，昭和58年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集，pp. II-84-1～2，1983。