

淡輪人工海水浴場の環境追跡調査

関西大学工学部 正会員 島田 広昭
 関西大学工学部 同上 井上 雅夫
 建設省近畿地方建設局 同上 光田 佳也

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。特に、大都市近郊では海水浴場として利用できる人工海浜の要請は高く、全国各地でその造成が行われている。しかしながら、造成後の環境変化に関する詳細な追跡調査はあまり行われていないようである。本研究の目的は、淡輪人工海水浴場を対象とし、その自然環境、利用状況、利用者意識の経年変化を調べることによって、利用者の安全性と快適性の観点から、海水浴場として利用される人工海浜の望ましい条件を見い出そうとするものである。

2. 淡輪人工海水浴場の概要と調査方法

大阪府では、年々増大する海洋性レクリエーションの需要に対応するため、淡輪・箱作海岸環境整備事業の一環として大阪府の南端の岬、阪南両町にまたがる海岸に、73年より総延長約2kmの人工海浜を建設している。淡輪人工海水浴場は、82年に岬町に開設されたものであり、大阪市の中心部から約50kmの距離に位置し、利用交通機関としては、南海電鉄および国道26号線がある。図-1

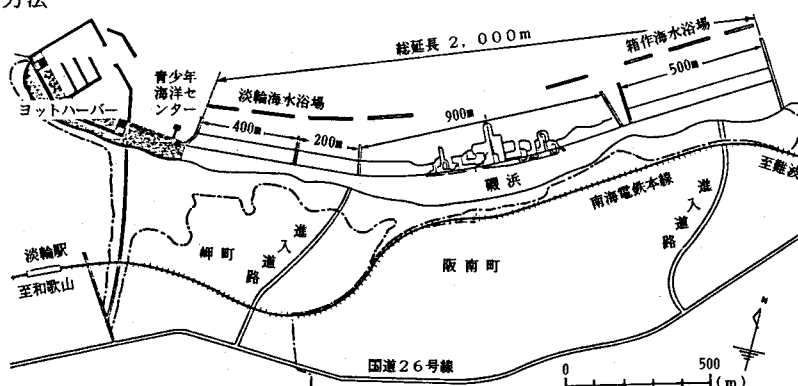


図-1 淡輪・箱作海岸環境整備計画の概要

はその計画概要である。開設時の汀線延長は約400mであり、そのうち85年に約200mの区間が延長され、88年現在では、浜の面積は約26,400m²、遊泳区域の面積約67,500m²、汀線延長約600mである。構造物としては、突堤と離岸堤がそれぞれ3基ずつ設けられており、離岸堤の開口部には潜堤が設けられ、海面にはオイルフェンスが張られている。

現地調査は、82年から88年までの7年間のいずれも7～8月にかけて、2～6日間ずつ実施した。調査項目は、自然条件として、地形、底質、気象、海象、水質（透視度と浮遊物など）とし、前二者は海水浴シーズンの直後に、それ以外のものは、各調査日の10時～15時までの1時間ごとに測定を行った。また、同時刻に海水浴場の全景を写真撮影することによって、海浜の利用密度や水浴率を算出した。利用者に対するアンケート調査は、海浜の利用密度がほぼ一定になる各日の12時30分～15時の間に、直接面接法により行った。表-1は調査対象者数である。これを年齢別にみると、いずれの年も、10代や20代の若年層が30代以上の高年層に比べて多いが、各年代ごとの男女比はいずれもほぼ1:1である。

表-1 アンケート対象者数

	男(人)	女(人)	合計(人)
1982年	309	304	613
1983年	295	295	590
1984年	125	128	253
1985年	351	350	701
1986年	308	263	571
1987年	328	314	642
1988年	348	383	731

3. 利用状況および利用者意識の経年変化

3.1 利用状況の経年変化

表-2には、各年の利用状況を示した。これによると、年間総利用者数や1日最大利用者数などは、85年まではいずれも着実に増加しているが、それ以降は総利用者数が年々減少し、86年には約64,000人、1日最大利用者数も87年には約2,000人、それぞれ前年に比べ減少している。また、1日平均利用者数についても総利用者数の減少にともない減少している。これらの原因としては、86年には同じ海岸環境整備事業で箱作海水浴場(汀線延長約500m)が隣接して開設されたことや、87年には晴天日数の減少および海水浴場近隣の遊園地に大きなプールが建設されたことなどが考えられる。また、88年は晴天日数が33日で極端に少なく、これらが利用者の減少要因になっているようである。一方、88年には箱作海水浴場において、総利用者数が約40,000人増加しており、箱作海水浴場は開設以来、はじめて淡輪海水浴場よりも年間利用者が多くなっている。この原因については、大阪市内方面から車を利用して来る利用者は、箱作海水浴場のほうが近く、また駐車場も広いためと考えられる。また、

淡輪海水浴場の1日最大利用者数は、総利用者数が減少しているにもかかわらず、88年は約1,000人増加している。これは、7月31日にマリンフェスティバルが催されたためである。海水浴場内で利用者のもっとも集中する区域での利用密度については、84年が平日だけの調査であったため、他の年のものに比べ大きな値となっているが、それを除けば85年までは年々減少している。86年には箱作海水浴場が開設されたため、利用者が両海水浴場に分散したことによって利用密度は若干ではあるが増加し、混雑は緩和される方向にある。しかし、88年には1日最大利用者数が増加したことにより、ふたたび減少している。これらの結果を利用密度の計画値である $6\text{m}^2/\text{人}$ に比べるとやや小さく、淡輪でも箱作でもかなり混雑していることがわかる。また、いずれの年も、大阪府南部からの利用者がほとんどであり、その80%以上は海水浴場までの所要時間が2時間以内である。このことから、淡輪海水浴場は日帰りの利用者が多い大都市近郊型のものといえる。一方、利用者の海水浴にきた目的については、いずれの年も「日光浴」がもっとも多く、その割合も年々増加する傾向にあり、88年には過半数に達している。これらのことから、海水浴場における砂浜の重要性が確認され、今後さらに砂浜を整備・拡張することが必要である。

3.2 利用者意識の経年変化

淡輪海水浴場の砂浜の面積は、82年の海水浴場開設時には約 $18,000\text{m}^2$ であったが、85年には約 $26,400\text{m}^2$ に拡張された。図-2は、これらの海浜面積とそれに対する満足度の経年変化であり、左縦軸の満足度は、砂浜の広さに対して、「広い」、「やや広い」、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。これによると、82年と83年は、全利用者の満足度が約58%であったが、砂浜が拡張された85年以降は約75%以上に増加しており、海浜面積とその満足度の変化はよく対応している。また、年齢・性別ごとにみて、拡張前の砂浜の広さに対してもっとも厳しい評価をしていた10代男性の満足度についても、拡張前は、いずれの年も50%以下であったが、拡張後はいずれの年も70%以上に増加している。なお、84年については砂浜の拡張前であるにもかかわらず、満足度が高くなっているが、これについては平日だけの調査であるため、利用者が少なく満足度も高くなったものである。また、図示はしていないが、利用者の少ない東部の区域を利用したものだけの満足度は高く、このことから砂浜の広さに関する利用者の意識には、単に砂浜の面積だけではなく、利用密度も大きく影響するようである。

図-3には、砂浜の利用密度とそれに対する満足度の経年変化を示した。左縦軸の満足度は、混み具合に対して、「すいている」、「ややすいている」、「普通」と答えた者の全調査者に対する比である。これによると、利用密度とその満足度の変化はよく対応しており、利用者全体の満足度については、利用密度が、わが国の基準である $7\text{m}^2/\text{人}$ 程度になると80%以上となるが、 $5\text{m}^2/\text{人}$ より小さくなると50%以下の満足度しか得られない。もっとも厳しい評価をしている10代女性の満足度についても、利用密度とよく対応しており、利用者全体の満足度との差は、利用密度が小さいほど大きくなるようである。なお、利用密度と満足度との関係は、海水浴場の1日最大利用者数とも密接な関係があるように思われる。さらに、図示はしていないが、混み具合は海水浴場内における利用者の分布に大きく影響され、砂浜の一部に利用者が集中するような場合には極端に満足度は低下するが、海水浴場全域に利用者が一様に分布する場合には、場所による満足度の差はあまり生じない。

図-4には、海底勾配とそれに対する満足度の経年変化を示した。左縦軸の満足度は、海底勾配に対して、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。これによると、82年の開設時の海底勾配の平均値は1/11であるにもかかわらず、満足度は約60%と高くなっている。しかし、83年と84年は、82年と比べ海底勾配が若干緩くな

表-2 利用状況の経年変化

	1982年	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年
総利用者数(人)	124,147	156,638	249,314	268,430	204,490 193,988	187,800 139,730	164,480 179,630
晴天日数(日)	38	51	59	60	43	38	33
1日平均利用者数(人/日)	2,069	2,589	4,155	4,330	3,352 4,511	3,183 3,677	2,741 3,151
1日最大利用者数(人/日)	13,250	15,958	22,542	25,190	27,790 16,000	25,640 15,000	26,890 19,000
海浜の最大利用密度($\text{m}^2/\text{人}$)	5.05	4.27	7.51	3.35	4.63	5.88 4.77	4.67
2時間以内の利用者(%)	85	85	89	83	83	84	83
最も利用目的(%)	日光浴 (29)	日光浴 (35)	日光浴 (38)	日光浴 (45)	日光浴 (43)	日光浴 (49)	日光浴 (52)

下段は箱作海水浴場

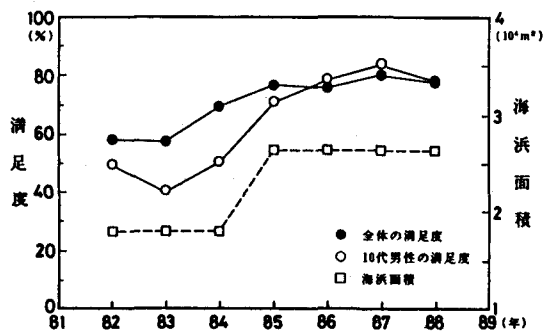


図-2 砂浜の面積とその満足度の経年変化

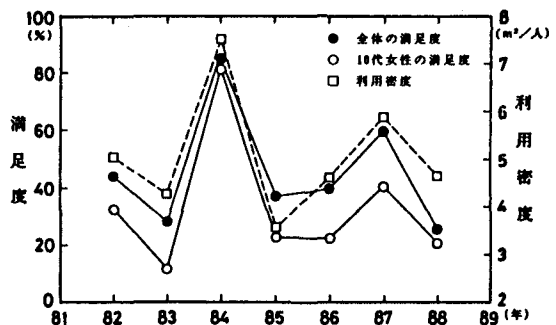


図-3 砂浜の利用密度とその満足度の経年変化

っているにもかかわらず満足度は低下し、83年には約40%まで低下している。85年には、汀線が200m延長され、海底勾配の平均値も1/18と緩くなったことから満足度も高くなり、85年以降は開設当時と同じ程度の満足度になっている。また、開設時にもっとも厳しい評価をしている30代女性の満足度も全体のものともあまり顕著な差はみられない。しかし、図示はしていないが、88年に海水浴場を六つのゾーンに別けて行った調査結果によると、場所的な海底勾配の違いが利用者意識のそれにほぼ対応している。このことから、利用者は海底勾配に対してかなり敏感であることがわかる。これについては、海中では勾配が急になるにつれ、利用者の行動範囲が狭くなるためと考えられる。

図-5には、砂浜における底質の中央粒径とそれに対する満足度の経年変化を示した。左縦軸の満足度は、砂浜の底質に対して、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。これによると、中央粒径は84年と88年に若干小さくなっているが、他の年のものは1.2mm程度でほとんど変化はみられない。しかし、86年まで約40%程度であった全体の利用者の満足度が87年以降は約30%と低くなっている。この原因としては、表-2からもわかるように、最多利用目的が同じ日光浴であっても、86年までは40%程度であったものが、87年には約50%に増加していることから、砂浜の底質に対する評価が厳しくなっているためと思われる。また、84年のものは明確ではないが、88年の底質の中央粒径の平均値が小さくなった原因は、ビーチバレーのために砂浜の一部分に中央粒径が0.25mmの非常に細かい砂が入れたことによるためである。しかし、一般の利用者はこの区域を浜遊びや日光浴の目的で利用することができないため、満足度は87年のものと同じ程度である。また、開設時にもっとも厳しい評価をしている10代女性についてみると、いずれの年も満足度が全体のものよりも10%程度小さくなっている。これは、若年層のなかでも特に10代女性は、海水浴場に来る目的が、主に砂浜での日光浴であることから、かなり厳しい評価をしているものと考えられる。また、図示はしていないが、海底の砂に関しては、その中央粒径は砂浜のものより大きいが、満足度は砂浜の2倍程度になっている。これらのことから、底質については、海底のものより砂浜のものに対して、また高年層より若年層のほうが厳しい評価をしているようである。

図-6には、海水の透視度とそれに対する満足度の経年変化を示した。左縦軸の満足度は、海水に対して、「きれい」、「ややきれい」、「普通」と答えた者の全調査者に対する比である。これによると、83年は透視度が約65cmと他の年に比べて低く、それともなって利用者全体の満足度も約25%と低い。また、86年や88年のように透視度は約80cmとなっているにもかかわらず、満足度は50%以下とかなり低い。開設時にもっとも厳しい評価をしている10代女性の満足度についてみると、透視度が極端に低かった83年を除いて、満足度は全体のものに比べて5~10%程度低くなっている。また、淡輪海水浴場では、管理組合が砂浜の清掃や浮遊物の除去を毎日行っているが、海藻などについては対応できていないことから、海藻が異常発生した84年には、図示はしていないが、浮遊物についての満足度が著しく低下した。このことから、水質については透視度だけでなく浮遊物の影響も大きいようである。

図-7には、波高とそれに対する満足度の経年変化を示した。左縦軸の満足度は、波高に対して、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。これによると、いずれの年も利用者全体の満足度は30%程度と低い。また、

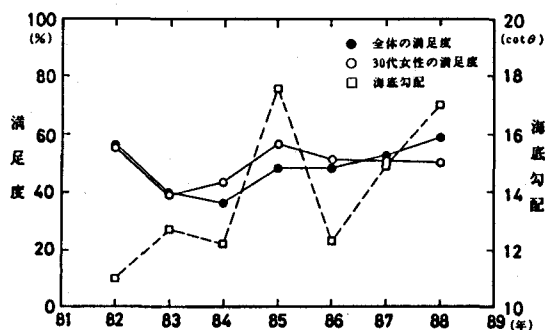


図-4 海底勾配とその満足度の経年変化

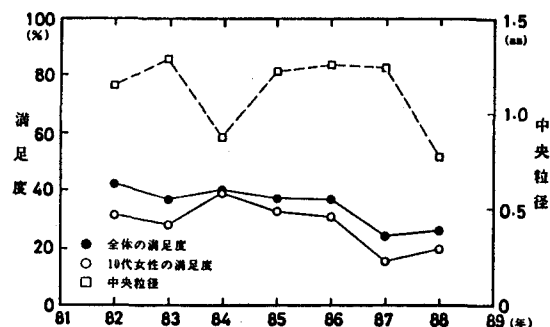


図-5 砂浜における底質の中央粒径とその満足度の経年変化

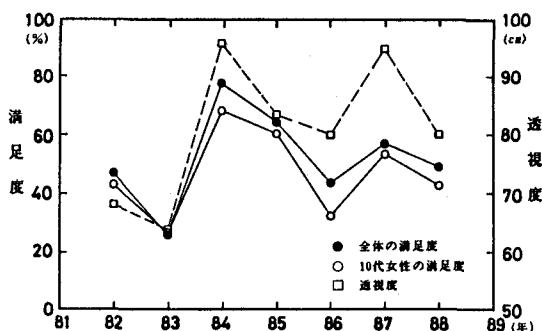


図-6 透視度とその満足度の経年変化

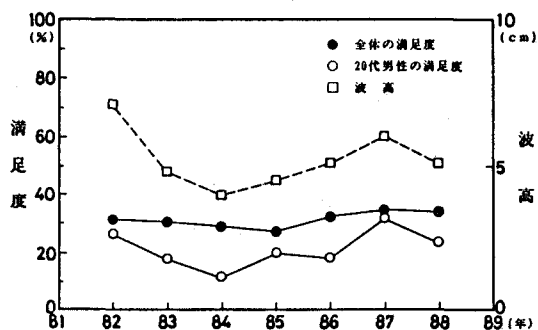


図-7 波高とその満足度の経年変化

開設時にもっとも厳しい評価をしている20代男性についてみると、波高とその満足度の変化はよく対応している。図示はしていないが、これを年齢別にみると、10代や20代の若年層よりも30代や40代以上の高年層のほうが「適当」と答えている人の割合が多くなっている。これについては、高年層の人は家庭サービスできている人が多いことから、子供のことを考慮しているために、このような差が現れたものと思われる。前述したように、淡輪海水浴場は離岸堤や突堤によって囲まれているため、海水浴シーズン中の波高は5cm程度とかなり小さい。したがって、波高が「高い」と感じる人はほとんどなく、「低い」、「やや低い」と感じている人の割合、すなわち満足していない利用者は約70%と多い。また、この傾向は特に若年層に著しく、ほとんどの人が満足していない。したがって、同一海水浴場内においても波高の異なった区域を設けるなどの配慮が必要である。

4. 望ましい海水浴場の条件

著者らは、1973年から82年までの間に、合計13箇所の自然海浜の海水浴場(延べ20箇所)で行った調査結果を総轄し、海水浴場としての海浜がもつべき条件を提案してきた。ここでは、その条件式と82年から88年の間に調査した人工海浜における結果とを比較することによって、これらの人工海浜への適用性を検討する。

図-8は、海浜面積 $X_A(10^4 m^2)$ とその満足度 $W_A(\%)$ との関係であり、この場合の満足度は、砂浜の広さに対して、「広い」、「やや広い」、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。なお、図中の直線は、著者らが提案した次式である。

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

これによると、淡輪と箱作海水浴場のものは、いずれの年も式(1)の値よりも満足度が高く、逆に、二色の浜海水浴場のものは海浜面積があまり変わらないにもかかわらず、それよりも低い満足度となっている。これは、汀線延長のすべてが遊泳区域になっている淡輪や箱作と汀線延長の約半分しか遊泳区域になっていない二色の浜との違いによるものであろう。しかし、いずれも式(1)との差は10%程度であることから、望ましい海浜面積を求める式(1)は、人工海浜へも適用が可能なものと思われる。なお、式(1)によると、海浜面積は広ければ広いほど満足度は高くなり、2/3以上の利用者を満足させるためには約30,000m²以上が必要である。

図-9は、砂浜の利用密度 $Y(m^2/人)$ と混み具合に関する満足度 $W(\%)$ との関係であり、この場合の満足度は、砂浜の混み具合に対して、「すいている」、「ややすいている」、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。利用密度と満足度との関係は二つの群に大別され、式(2)は大都市近郊型、式(3)は大都市遠隔型に対するものである。

$$\text{大都市近郊型} : W = -12.85 + 43.01 \log Y \quad (2)$$

$$\text{大都市遠隔型} : W = 19.18 + 15.28 \log Y \quad (3)$$

これらによると、人工海浜で造成されたいずれの海水浴場も大都市近郊型のものであるため、実測値は式(2)にほぼ一致している。したがって、式(2)は人工海浜にも適用できるものと考えられる。しかし、式(2)および(3)によると、アメリカの基準である13m²/人では近郊型で97%、遠隔型で58%の満足度になるのに対し、わが国の最終目標値である7m²/人では近郊型で70%、遠隔型では49%の満足度にしかならない。したがって、人工海浜を計画する場合には、少なくともわが国の最終目標値である7m²/人を確保する必要がある。図-10は、1日の総利用者数 $X(10^3人)$ と混み具合に関する満足度 $W(\%)$ との関係を示したものであり、こ

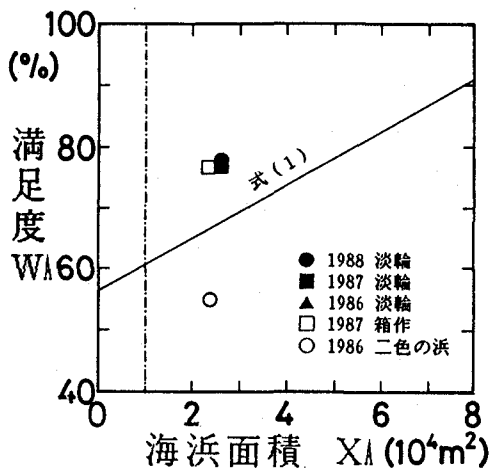


図-8 海浜面積に関する満足度

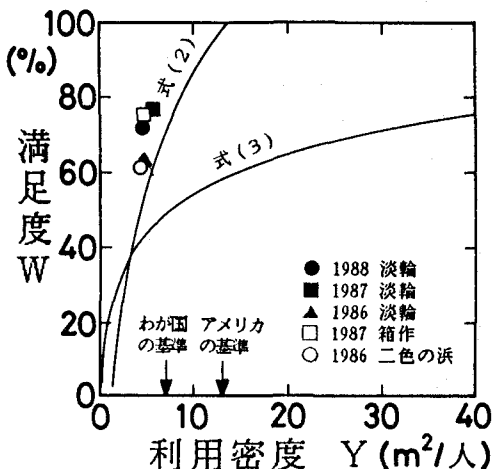


図-9 利用密度に関する満足度

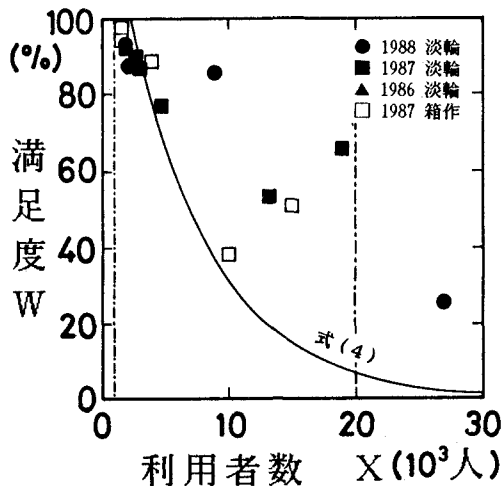


図-10 混み具合に関する満足度

の場合の満足度も、図-9のものと同様である。なお、図中の曲線は次式である。

$$W = 141.33 e^{(-0.15X)} \quad (1 \leq X \leq 20) \quad (4)$$

この式(4)は、海浜面積を利用密度で除して求めた推定総利用者数とその満足度との関係から求めたものであるが、実測した1日の利用者数のデータであっても、10,000人以下の場合は比較的よく適合している。しかし、利用者が増加するほど実測値は、式(4)による値よりも大きくなる傾向がある。したがって、この式については、1日の利用者数が少ないときには人工海浜にも適用できるようである。

図-11は、海底勾配 $X_g(\cot\theta)$ とその満足度 $W_g(\%)$ との関係であり、この場合の満足度は、海底勾配に対して、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。なお、図中の曲線は次式である。

$$W_g = -0.02X_g^2 + 1.91X_g + 27.34 \quad (10 \leq X_g \leq 60) \quad (5)$$

これによると、実測値は式(5)にきわめてよく適合している。したがって、式(5)は人工海浜にも適用可能であろう。なお、式(5)によると、海底勾配が1/14より緩くなると50%以上の満足度が得られ、最大の満足度を示す勾配は1/48で73%となる。これらのことから、望ましい海底勾配は1/30~1/50程度と思われる。

図-12は、砂浜における底質の中央粒径 $X_d(\text{mm})$ とその満足度 $W_d(\%)$ との関係であり、この場合の満足度は、砂の粗さに対して、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。なお、図中の直線は次式である。

$$W_d = 78.55 - 41.94X_d \quad (0.2 \leq X_d \leq 0.8) \quad (6)$$

これによると、87年の淡輪と箱作のものがよく適合している。しかし、それより中央粒径の小さい二色の浜や88年の淡輪の満足度は式(6)の値よりも小さくなっている。これについては、二色の浜のものは淘汰係数が大きいために満足度が低くなったものと考えられる。また、88年の淡輪については、利用者の満足度は87年の値とあまり変わらないが、中央粒径が小さくなっている。これは88年には、ビーチバレーのために砂浜の一部分に中央粒径が0.25mmの非常に細かい砂を入れたことにより、その平均値が小さくなったためである。底質に対する満足度については、中央粒径だけでなく、平均粒径、淘汰係数、貝殻混入率などにも影響される。したがって、それらのことを考慮した推算式が必要であろう。

図-13は、透視度 $X_p(\text{cm})$ とその満足度 $W_p(\%)$ との関係であり、この場合の満足度は、水質に対して、「きれい」、「ややきれい」、「普通」と答えた者の全調査者に対する比である。なお、図中の直線は次式である。

$$W_p = -0.035 + 0.36X_p \quad (10 \leq X_p \leq 100) \quad (7)$$

これによると、二色の浜以外の人工海浜のものは、式(7)の値よりも高い満足度となっている。また、透視度が良くなるとデータのばらつきが大きくなる傾向があるが、これは水質に関する満足度には、透視度だけでなく浮遊物も影響することが原因と考えられる。すなわち、人工海水浴場では、離岸堤や突堤があり、さらにはオイルフェンスが完備されている場合が多く、また、浮遊物の回収も定期的に行われているため、自然海浜によるものと透視度が同じであっても、満足度が高くなるものと思われる。いずれにしても、海水浴場の水質基準値である透視度30cmでは、10%程度の満足度しか得られず、100cmであっても40%以下である。したがって、水質につ

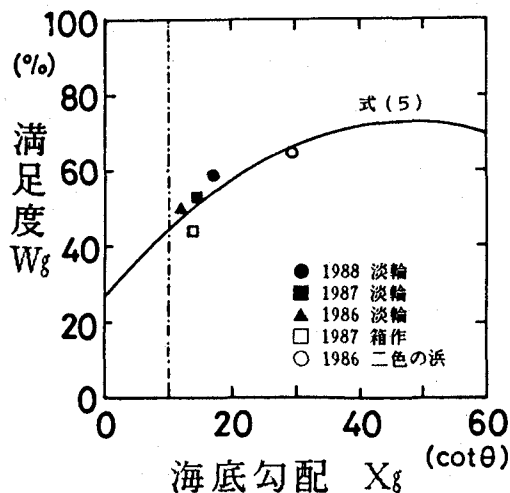


図-11 海底勾配に関する満足度

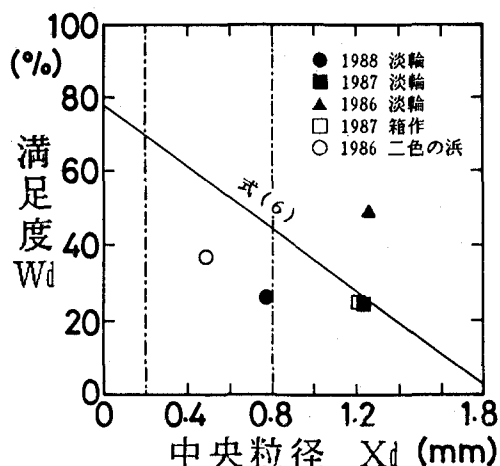


図-12 底質の中央粒径に関する満足度

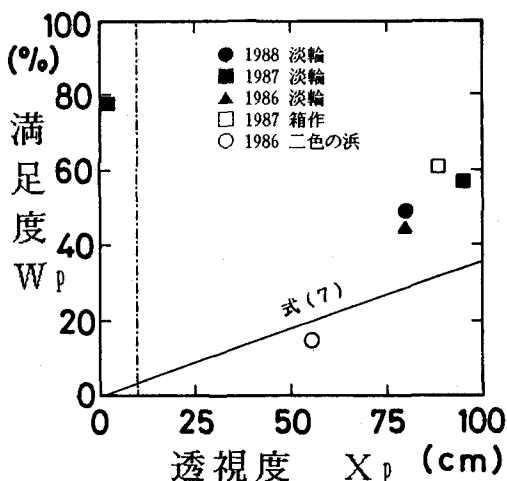


図-13 透視度に関する満足度

いては、常時 100cm以上の透視度を確保することと、常に浮遊物や海藻などを取り除くような配慮が必要である。また、これらのことは人工海浜も自然海浜も同様であり、海水浴場の水質基準値である30cmという値は再検討する必要がある。

図-14は、波高 X_h (cm)とその満足度 W_h (%)との関係であり、この場合の満足度は、波高に対して、「適当」と答えた者の全調査者に対する比である。なお、図中の曲線は次式である。

$$W_h = -0.032X_h^2 + 1.72X_h + 40.93 \quad (5 \leq X_h \leq 50) \quad (8)$$

これによると、いずれの海水浴場も離岸堤や突堤で囲まれているため波高が小さく、その満足度は式(8)による値よりも小さくなる傾向がある。これは、波高についてのいずれの実測値も5cm程度であり、この値が式(8)の適用限界の下限値であるためである。波高については、あまり小さすぎても満足度は低くなるもの

と考えられ、式(8)は人工海浜にもほぼ適用できるものと思われる。また、実測値のほうが低いことから、波高5cm程度では、海水浴場を多く利用する若年層はもちろんであるが、利用者の大多数が波高の小さな波では満足しなくなりつつあることを示している。さらに、式(8)によると、波高27cmで最大満足度64%を示し、15~45cmであれば50%以上の満足度を得ることができる。これらのことから、最適波高については、利用者の属性により若干異なるが、15~45cm程度が望ましいようである。したがって、同一の海水浴場の遊泳水域に大小さまざまな波高の波が得られるように、海岸構造物などの配置を考慮する必要がある。

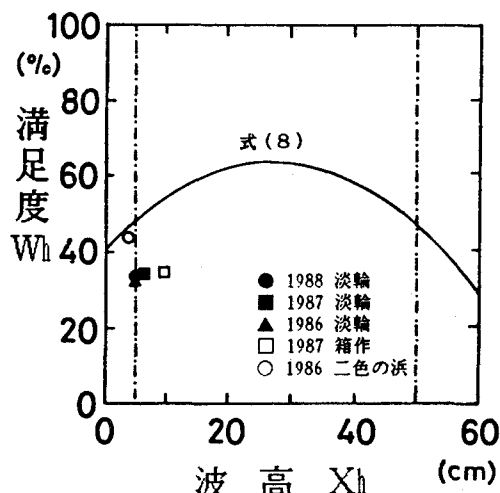


図-14 波高に関する満足度

5. 結 論

以上、本研究では、淡輪人工海水浴場における自然条件、利用状況、利用者意識などの現地調査を行い、人工海水浴場の利用状況やそれに対する利用者意識の経年変化を明らかにするとともに、海水浴場として利用される海浜の望ましい条件を求める推算式の人工海浜への適用性についても検討した。それらの結果を要約すると、次のようである。

- 1) 淡輪海水浴場の総利用者数は、晴天日数にも大きく影響されるが、85年までは年々増加していたが、86年以降は近隣に箱作海水浴場が開設されたため利用者が分散し、減少傾向にある。しかし、1日最大利用者数についてはあまり変化がなく、砂浜の最大利用密度はあまり改善されていない。
- 2) 砂浜の広さについては、82年の開設当初は汀線延長が400mであったが、85年に200m延長されたことによって、利用者の満足度は高くなっている。したがって、利用者の満足度を高くするためには汀線の延長が効果的であるが、砂浜の広さに対する利用者意識には、砂浜の面積だけでなく、その利用密度も大きく影響する。
- 3) 砂浜の混み具合については、総利用者数よりも1日最大利用者数が大きく影響する。
- 4) 海底勾配については、海水浴シーズン前に海浜を整備しているため、利用者意識にも大きな変化はみられない。しかし、海底勾配を緩くすることによって、遊泳区域内の利用可能面積が広くなり、汀線付近に集中する水浴者の分散を図ることができる。
- 5) 底質については、砂浜における底質の中央粒径に対して利用者は特に敏感であり、利用者意識にその差が明確に現れる。海底のものについては中央粒径が砂浜のものよりも多少大きくても、利用者意識にあまり大きな影響はない。また、中央粒径だけでなく、淘汰係数や貝殻混入率も大きく影響する。したがって、海水浴場として利用される人工海浜の底質は、中央粒径が1mm以下で、均質なうえに貝殻混入の少ないものが望ましい。
- 6) 水質に対する利用者意識は、透視度だけでなく浮遊物などの影響も大きい。このため、海水浴場内の浮遊物の除去作業を毎日行う必要がある。また、海藻の発生についても、それを抑制する対策が必要である。
- 7) 波高については、若年層と高年層においての意識が異なるため、同一海水浴場内において波高の異なる場所を設けるような工夫が必要である。
- 8) 従来、著者らが提案してきた海水浴場の条件式については、利用密度と海底勾配に関しては実測値と非常によく適合しているが、他の条件については、新たに人工海浜のデータを加えることによって修正が必要なものもある。しかし、海象条件に対するものは、人工海浜であっても自然海浜と同様であるため、いずれも適用可能である。

最後に、本研究に際し、種々のご協力をいただいた関係機関の各位、ならびに現地調査および資料整理に助力してくれた当時関西大学海岸工学研究室の大学院生および学部学生諸君に深く謝意を表する。