

海洋性レクリエーションに関する研究 (第2報)

——九十九里海岸における海水浴の現地調査——

佐々木民雄*・堀田新太郎**・五十嵐 元***・久保田 進****

1. 序 論

都市近郊の海辺が失われたわが国においては、海水浴を楽しむには波の荒い外洋に面した海岸まで足をのばさなければならない。また新規に海水浴場を計画する場合にも、指針となるデータはほとんど皆無である。著者らは第1報 (1972)¹⁾において「海洋性レクリエーション科学」の概念規定等について試論を提案した。当、第2報においては最もポピュラーな海水浴をとりあげ、外洋に面した九十九里海岸において昭和48年盛夏にユニークな現地調査を行ったのでその概要を報告する。

2. 調査内容

(1) 調査地点の選定

九十九里海岸は太平洋に面した延長約 60 km におよぶ長い砂浜であり、近年では貴重な堆積性の海岸である。砂浜の幅は広く、中央部では 150 m 以上ある。調査地点は中央部と端部にそれぞれ1か所選定した。中央部の不動堂は上述のように広い堆積性の海岸であるのに対し、北部の飯岡は浜が狭く護岸のある侵食海岸である (図-1)。

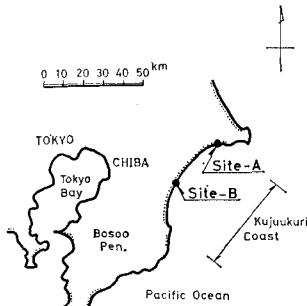


図-1 調査位置図

(2) 調査項目

観測・調査した項目は次の通りである。

- 気象……天候、雲量、気温、湿度、風向、風速、日照時間、視程
- 海象……碎波波高、波の周期、碎波のタイプ、碎波帯内の流向・流速、碎波帯の幅
- 水質……水温、比重、透視度、碎波帯内外の水色、電導度、PH、ごみ、浮遊物の有無及びその

状態、油膜・タールの有無およびその状態
レクリエーション活動……海の家内・砂浜上・海中 (碎波帯) の人数、駐車台数、官能調査、海水浴以外の海洋レクリエーションの種類およびその人数

交通量調査 (8月4日・5日、不動堂のみ)……登録ナンバー別駐車台数、時間別出入車数および人数

(3) 観測方法

気象・海象・水質・レクリエーションに関する観測、調査は7月30日より8月23日までの25日間連続して両海岸にて、1日3回9時・13時・17時に行った。交通量調査は8月4日、5日不動堂のみにて行った。

3. 海水浴の実態について

(1) 海水浴の入込数について

図-2 は期間中の昼の入込数を図示したものである。海水浴客が多いのは、土曜日、日曜日、旧盆、会社等の夏休みが多いと思われる8月6日から11日までの時期である。すなわち現在の日本において、夏のレクリエーションに駆りたてる最大の要因は休日のようなものである。

表-1 は昼のデータに基づいた全調査項目間の相関係数である。この表を参考にして簡単な線型重回帰分析を行い、入

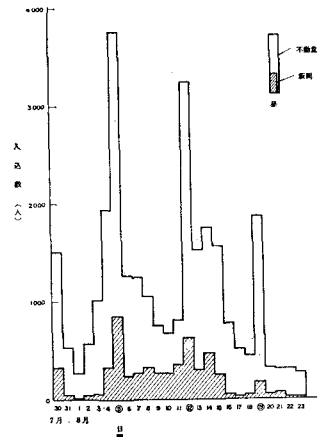


図-2 入込数の日変化 (昼)

込数 (y) の定式化を試みた。最も重相関係数のよい式として (重相関係数 0.73) 次式を得た。

$$y = 1263.5x_1 + 11.97x_2$$

x_1 : 休日率 (ダミー変数として、日曜日: 1.0, 土曜日とお盆: 0.5, 月: 0.2, 火~金: 0)

x_2 : 気温 ($^{\circ}\text{C}$)

* 正会員 工務 東京大学大学院工学系研究科
** 正会員 工務 東京都立大学工学部土木工学科
*** 正会員 (株) I.N.A. 新土木研究所
**** 正会員 東京都立大学工学部研究員

表-1 調査項目間の相関係数

単位: %

項目	不 動 堂																		
	休日率	雲 量	気 温	湿 度	風 速	日照率	視 程	波 高	周 期	流 速	碎 波 幅	水 温	透視度	入込数	水浴数	水浴率	官 能	管理報	
飯	休日率		6.4	-19.3	17.3	-43.7	- 9.3	- 1.2	-25.4	-21.8	6.9	13.4	- 7.4	0.0	82.7	77.4	15.9	- 9.7	18.3
	雲 量	- 7.2		16.2	-23.5	14.1	-75.5	-32.3	12.2	-42.1	7.4	-17.6	-16.3	0.0	2.7	- 1.5	0.4	9.0	5.3
	気 温	7.7	-20.5		-77.1	19.9	14.5	17.0	-18.4	- 4.4	-11.9	- 5.9	42.9	0.0	-22.0	-11.6	-18.9	21.4	-12.3
	湿 度	-14.7	- 5.9	-65.6		-40.0	12.9	-20.4	26.5	6.0	-10.3	14.9	- 4.7	0.0	31.6	30.0	18.6	- 7.4	19.4
	風 速	-35.0	4.2	-14.9	9.6		- 7.0	19.2	46.8	-16.8	50.1	22.8	-11.0	0.0	-50.5	-51.6	- 8.1	20.5	-36.5
	日照率	- 0.4	-60.6	22.0	-12.8	10.3		38.3	-13.5	30.7	5.5	14.8	23.4	0.0	- 8.0	- 0.9	-13.3	-10.5	- 4.3
	視 程	- 2.6	- 8.9	2.7	-34.1	36.1	8.8		- 6.2	14.0	28.9	14.4	14.5	0.0	-12.3	- 0.3	-27.4	-10.7	- 1.4
	波 高	- 1.7	14.0	14.1	2.3	49.2	6.3	38.5		-42.6	8.1	49.7	15.6	0.0	- 1.4	- 2.8	9.5	37.7	13.2
	周 期	3.0	25.9	10.5	24.8	-47.0	- 8.3	-60.0	-47.2		9.3	-34.6	- 7.6	0.0	-32.3	-28.0	- 4.8	-23.5	-51.9
	流 速	24.1	19.7	-21.0	17.9	- 8.9	-39.5	-18.0	0.1	43.2		9.4	-41.8	0.0	-17.4	-29.6	- 4.8	- 7.9	-22.5
岡	碎 波 幅	2.2	-22.0	-20.1	13.2	29.1	17.3	44.9	31.4	-27.0	- 8.4		15.6	0.0	22.4	24.6	- 3.7	33.9	22.0
	水 温	- 5.7	-11.0	-20.4	64.9	15.4	2.2	-29.6	5.1	21.2	7.4	17.2		0.0	2.8	26.1	-31.1	59.6	- 6.1
	透視度	17.0	- 3.2	2.2	22.9	-65.0	9.1	-67.0	-54.5	52.0	7.5	-44.3	25.1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	入込数	68.4	- 2.9	27.0	7.9	-41.6	- 6.6	-45.8	4.2	33.8	17.2	-32.1	20.7	54.9		94.1	20.4	1.7	45.8
	水浴数	63.9	-10.7	17.4	14.3	-52.2	- 8.2	-50.5	- 9.5	43.6	13.5	-33.7	17.5	63.5	94.9		20.6	7.2	35.7
	水浴率	18.9	-27.3	6.8	4.7	-59.3	4.1	-39.4	-60.5	41.0	- 7.8	-21.2	5.4	74.3	35.8	51.2		-36.4	7.3
	官 能	-22.8	- 9.7	-20.9	60.7	4.3	- 9.1	-38.5	-20.8	42.0	16.7	4.5	75.5	31.8	7.9	7.8	9.4		15.7
	管理報	22.0	- 1.5	17.0	14.4	-45.0	-30.3	-59.3	22.6	51.6	21.7	-54.7	26.0	60.0	72.1	71.7	41.8	29.3	

注) 休日率, 官能, 管理報はダミー変数である。

(2) 入込数と駐車台数について

図-3 は駐車台数と入込数との関係を図示したものである。図から駐車台数が 50 台を越えると、入込数との

間に顕著な相関がみられる。図より次式を得る。

$y=4x \quad x>50 \quad y: \text{入込数} \quad x: \text{駐車台数}$

8 月 5 日に不動堂にて行った交通量調査によると、乗用車 100 台の平均乗車数は 3.4 人であった。すなわち乗用車以外の交通機関で来場する者も駐車台数に比例して多くなり、結局入込数が 200 人を越えた場合、入込数の 85% が乗用車で来場し、他の 15% が他の交通機関を利用していることになる。これは公共交通機関に乏しいことに由来しているものと思われる。したがって、九十九里浜全体がほぼ同じ条件と考えられるので、この関係は他の九十九里地区にも適用できると推定される。

(3) 自動車誘致圏について

図-4 は 8 月 5 日、屋の不動堂における登録ナンバー別駐車台数である。不動堂海岸に来場する車は主として千葉、埼玉、東京の二都二県であり、全体の 84% を占めている。図-5 は登録ナンバー区域

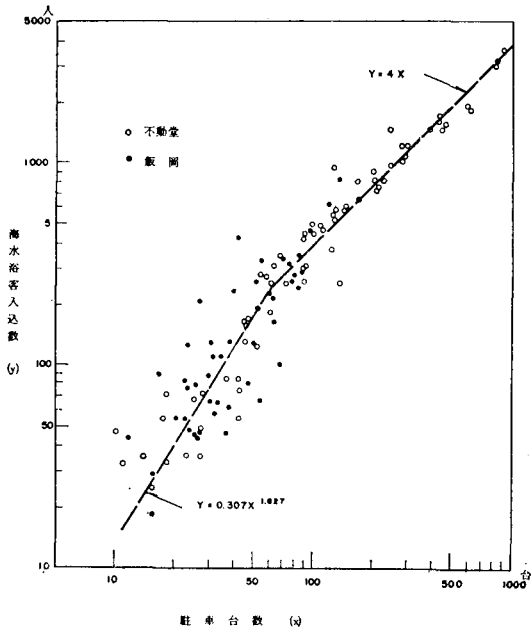


図-3 入込数と駐車台数との関係

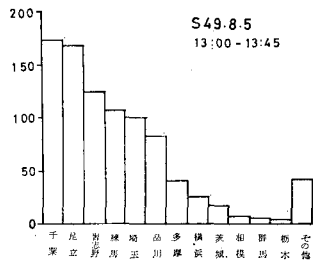


図-4 ナンバー登録地区別駐車台数

ナンバー	代表地点	誘致率	8/6月	8/5月	計	累計	%
千 葉	千葉駅	33	118	174	292	292	21.0
習 志 野	津田沼駅	43	70	125	195	487	35.1
足 立	錦糸町駅	61	56	168	224	711	51.2
品 川	品川駅	66	51	83	134	845	60.8
練 馬	池袋駅	72	49	108	157	1002	72.1
横浜・相模	横浜駅	78	21	33	54	1056	76.0
埼 玉	大宮駅	86	60	101	161	1217	87.6
多 摩	立川駅	96	28	41	69	1286	92.6

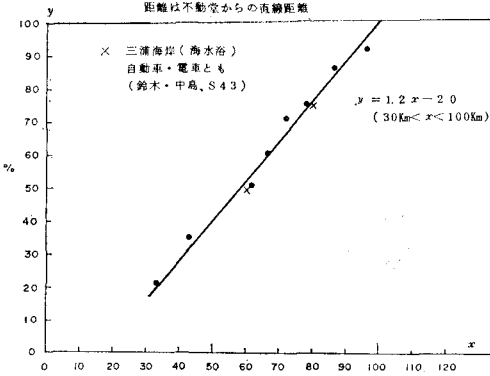


図-5 自動車誘致図累加曲線

の代表地点を図中に示すように選び、不動堂との直線距離を誘致図として、駐車台数の累加との関係を示したものである。図より次式を得る。

$$y = 1.2x - 20 \quad 30 \text{ km} < x < 100 \text{ km}$$

y : 駐車台数の累加 %, x : 誘致図 (km)

図中に示した鈴木・中島の三浦海岸における値も上式を満足している。

4. 海水浴と自然条件 (気象, 海象) との関係

(1) 水浴者率について

図-6 から 図-10 までは入込数が 200 人を越える場合についての水浴者率 (汀線より海側にいる人数/入込数) と、気温、水温、風速、砕波帯内の流速、波高との関係を図示したものである。図から水浴者率はある幅を持ってはいるが、気温、水温が上昇するほど大きくなり、風速、流速、波高が大きくなるほど小さくなることを示している。これは一般的概念に一致する。表-2 は図より求めた水浴者率と個々の要因との関係式を示す。 a , b は平均に対するものであり、 a , b' は下限を与える式の

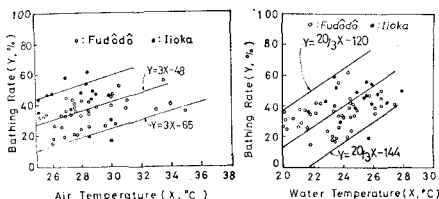


図-6 水浴者率と気温の関係

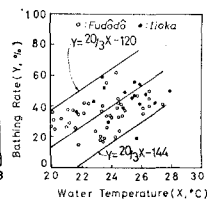


図-7 水浴者率と水温の関係

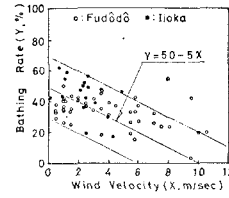


図-8 水浴率と風速の関係

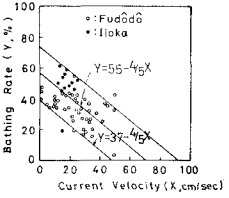


図-9 水浴者率と流速の関係

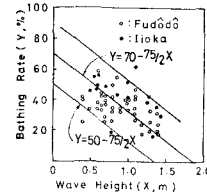


図-10 水浴者率と波高の関係

表-2

	a : 勾 配	b : 定 数	b' : 定 数
気 温	3	- 48	- 65
水 温	20/3	-120	-144
風 速	-5	50	30
流 速	-4/5	55	37
波 高	-75/2	70	50

$$y = ax + b$$

y : 水浴者率

x : 気温, 水温, 風速, 流速, 波高

係数である。ここで下限を与える式において $y=0$ (すなわち水浴者が0となる) としたときの x の値を海水浴に関する限界の自然条件と考えれば、気温 22°C 以上、水温 22°C 以上、風速 6 m/sec 以下、流速 47 cm/sec 以下、波高 1.35 m 以下を得る。これらの値を平均を与える式に代入するとそれぞれ 17%, 24%, 20%, 18%, 20% の水浴者率を得る。上述の限界条件は平均の水浴者率が約 20% の限界とも考えることもできる。

入込数の定式化を試みたように、入込数が 200 人を越えた 64 個の観測データを持って重回帰分析を行い、次式を得た。

$$y = 4 + 0.73x_1 + 1.1x_2 - 1.2x_3 - 0.14x_4 - 6.4x_5$$

y : 水浴者率 (%), x_1 : 気温 (°C), x_2 : 水温 (°C),

x_3 : 風速 (m/sec), x_4 : 流速 (cm/sec), x_5 : 波高 (m)

ここに重相関係数は 0.59 である。

(2) 官能調査について

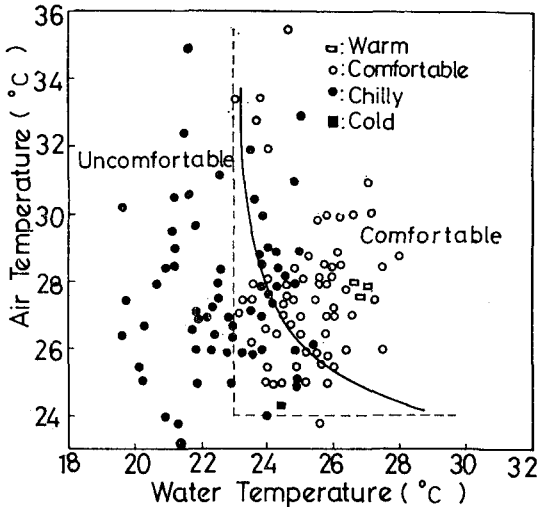
図-11 は観測員の海中における感じ (官能) を気温と水温によって示したものである。観測員は水になれた 20 代前半の男性であるので一般性には欠けるかもしれないが、気温 24°C、水温 23°C に漸近する曲線を境として快適 (comfortable) と不快 (uncomfortable) とがわかれているようである。感じは個人差があるので、年齢別、性別の調査が望まれる。

表—3

流 速	注 意	部 分 禁 止
~10 cm/sec	3	4
11~20 "	2	4
21~25 "	6	2
26~30 "	5	1
31~35 "	8	5
36~ "	5	1

表—4

波 高	注 意	部 分 禁 止
~0.6 m	2	0
0.61~0.8 "	3	5
0.81~1.0 "	3	6
1.01~1.2 "	2	1
1.21~1.4 "	10	0
1.4 ~ "	9	5



図—11 気温と水温による感じ

(3) 管理情報について

表—3, 表—4 は不動堂海岸にて遊泳注意, 部分禁止が出たときの流速, 波高の頻度を調べたものである。波高 1.2~1.4 m, 流速 31~35 cm/sec にて注意・部分禁止の頻度が一番多い。この値が波高, 流れに関する安全の限界のようである。

(4) 海水浴に関する自然条件についての考察

前述の検討によって, 海水浴を規定すると考えられる種々の自然条件を得た(表—5)。

気温, 水温, 風速については, 水浴者率, 官能調査よ

表—5

	堀川・佐々木・五十嵐	水 浴 者 率	官 能 調 査	管 理 情 報
気 温	24°C 以上	22°C	24°C	
水 温	23~25°C	22°C	23°C	
風 速	5 m/sec 以下	6 m/sec		
波 高	0.5 m 以下	1.35 m		1.21~1.40m
流 速	微 弱	47 cm/sec		31~35 cm/sec

り得た値は堀川・佐々木・五十嵐の値にほぼ一致する。

波高については, 水浴者率, 管理情報より得た値はほぼ一致するが, 堀川らの値よりかなり大きい。水浴者率より得た流速は情報管理より得た値よりかなり大きい。観測中の注意深い観察によると, 水浴者のほとんどが水泳を楽しむのでなく足の立つところで水遊びをしている。筆者らの経験によると, 1.3 m の波高はサーファー

とか海に慣れた人以外には恐怖感を惹き起こすし, またかなり水泳の上手な人でも 47 cm/sec の流れに逆って泳ぐことはできない。海水浴客の大部分が平常水に親しむ機会の少ない遠来の人々であることを考慮すれば, 波高 1.2~1.4 m, 流速 47 cm/sec を限界と考えることは妥当でない。これらに対しては管理情報(表—3, 表—4)の注意, 部分禁止の頻度が多くなる波高 0.6 m, 流速 20 cm/sec 以下を限界と考える方がより妥当と思われる。

以上の検討の結果, 快適に海水浴を楽しむための条件として, 気温 24°C, 水温 23°C 以上, 風速 6 m/sec 以下, 安全に楽しめる条件として, 砕波波高 0.6 m 以下, 流速 20 cm/sec 以下となる。

5. 結論および今後の課題

今回の調査は初めての試みであり簡単な方法によったが, 海水浴の実態と自然条件との関係がある程度明らかにすることができたように思われる。しかしながら, 25 日間の調査期間中は外洋性の海岸としては海水浴の条件に恵まれたため(雨, 台風なし), 自然条件との関係をみるには必ずしも良好ではなかったとも考えられる。

初めての試みであったので準備, 期間, 調査方法などに関して, 改良の余地を多く残している。今後の課題として

1. 同種の調査を他の性質を異にする海岸(例えば内湾性海岸など)にて行うこと。
2. 期間は 7, 8 月の 2 か月間が望ましい。
3. 砕波帯の中の流れは溺死事故に重大な関係を持つので, 流れの詳細な観測を行う。
4. 官能調査では性別, 年代別に多数のサンプルをとる。
5. 気象, 海象は 1 または 2 時間ごとに観測し, 海水浴客の行動をより

詳細に観察し, その関連性を求める。

6. COD, 大腸菌群数の調査も同時に行う。

7. より詳細な交通量調査を行う。

謝辞: なお, 本研究に際しては, 東京大学工学部堀川教授, 運輸省第 2 港湾建設局横浜調査設計事務所調査課, 千葉県土木部港湾建設課, 東京都立大学ヨット部の諸氏よりご助言, ご協力をいただいた。ここに記して深

甚の謝意を表わす次第である。

参 考 文 献

- 1) 堀川清司・佐々木民雄・五十嵐 元：海洋性レクリエーションとその環境：第19回海岸工学講演会論文集，土木学会，1972年11月。
 - 2) 毛利茂男：気象観測の手引，日本気象協会，昭和47年12月。
 - 3) ヘルマット・E. ランズバーク著，倉嶋 厚・田崎元一訳：からだと天気，河出書房新社。
 - 4) 土屋義人：波浪観測とその解析，1971年度水工学に関する夏期研修会講義集，Bコース，土木学会。
 - 5) Galvin, C.J., D.G. Dumn, B.R. Sims and L.W. Tenney: Nearshore visual wave observations for United States coastlines, Unpublished paper, 1969.
-