一宮海岸が良好なサーフスポットとして 成立している理由

野志 保仁¹・宇多 高明²・清水 達也³・熊田 貴之⁴・
富澤 和雄⁵・川瀬 栄⁵・下木 豪⁵

¹正会員 (有) アイコムネット 環境コンサルティング部
(〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-16-11エルヴァージュ神田錦町4F)
E-mail:noshi@icomnet.jp

²正会員 (一般財団) 土木研究センター常務理事なぎさ総合研究室長
兼日本大学客員教授理工学部海洋建築工学科 (〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4)
E-mail:uda@pwrc.or.jp

³正会員 (有) アイコムネット 環境コンサルティング部
(〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-16-11エルヴァージュ神田錦町4F)
E-mail:shimizu@icomnet.jp

⁴正会員 (一般財団) 土木研究センターなぎさ総合研究室
(〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4)

E-mail:kumada@pwrc.or.jp
⁵千葉県県土整備部長生土木事務所建設課長 (〒297-0026 千葉県茂原市茂原1102-1)

九十九里浜南端部に位置する一宮海岸は有名なサーフスポットのひとつである。とくに一宮海岸に設置されている7～10号ヘッドランド間では、夏季の南東からの入射条件下でサーフィンに都合のよい波が立つと言われている。本研究では、太東崎沖に発達する広大な岩礁帯(器械根)による屈折回折効果を波浪場の計算により検討することにより、当該区域のサーフスポットの成立理由を明らかにした。この結果、夏季には、沖合にある器械根による屈折・回折が著しいことから、一宮川河口から太東漁港までの全域でサーフィンに都合のよい波が立つことが分かった。

Key Words : *Surfing, surf spot, Ichinomiya coast, artificial headland*

1. はじめに

九十九里浜南端に位置する一宮海岸では近年侵食が著しいが、この海岸は国内でも有数のサーフスポットとしても知られてきた。一宮海岸は太東崎に隣接しているが、一宮海岸の侵食は太東崎の海食崖の侵食防止工事などにより太東崎以南からの砂の供給量が減少したことが大きな要因であり、このため太東崎から九十九里浜中央部へ向かう北向きの卓越沿岸を阻止することを目的として1990年から10基のヘッドランド(HL)が造られてきた。これらのHLのうち、東浪見海岸には7, 8号堤が建設されているが、この区間はまた良好なサーフスポットでもあり、1995, 1996年にはサーフィン世界大会も開かれたことから分かるように、波がきれいにブレイクすることでも知られている。とくに、7～10号堤区間では夏季の南東からの波の入射条件下でサーフィンに都合のよい波が

立つと言われている。このように一宮海岸の海岸保全にはHLが必要であるが、同時にそこがサーフスポットと重なり、海岸保全と海岸利用の間での調整が必要となっている。このような調整を行うに際しては、まず一宮海岸の7～10号堤区間でサーフィンに都合のよい波が立つ理由を明らかにする必要がある。とくに太東崎沖には広大な岩礁帯(器械根)が伸びていることから、太東岬のみでなく沖合まで長く延びた岩礁帯が波浪場に及ぼす影響を評価する必要がある。本研究では、この点について波浪場の計算により検討した。

2. 波浪場の計算条件

波浪場の検討を行う場合、一宮海岸周辺では波浪観測が行われていないことから、鶴岡ら¹⁾と同様、太平洋沿

図-1 九十九里浜に作用するエネルギー平均波向

岸の波浪観測所（常陸那珂，鹿島，銚子，名洗，九十九里，片貝，鴨川，乙浜）での観測結果を用いて一宮海岸沖の波浪場を推定した。図-1は各地点のエネルギー平均波向の推定結果を示す。一宮海岸沖での平均波向は，通年では $N91^{\circ}E$ であるが，夏季（6～8月）は $N113^{\circ}E$ ，冬季（12～2月）は $N79^{\circ}E$ となり，通年の平均波向に対し冬季は 12° 左回りから，また夏季は 22° 右回りの方向からの入射となる。また夏季のエネルギー平均波の波高は $H=1.5\text{ m}$ ($T=11.3\text{ s}$)，冬季は $H=2.0\text{ m}$ ($T=7.9\text{ s}$)であり，冬季の波高が高い。

一宮海岸における波浪場の計算は，間瀬ら²⁾のエネルギー平衡方程式法を用いて行い，夏季・冬季の波を入射させ波浪場を求めた。海図（1986年）と一宮海岸の深浅図（2010年）を合成して求めた深浅図を図-2に示す。太東崎沖25 kmまで岩礁帯（器械根）が広がっている。このような海底地形条件下で，夏季波浪が $N113^{\circ}E$ 方向から入射した場合，波は器械根の影響を受けつつ一宮海岸に到達する。一方，冬季波浪の場合には，器械根の影響を受けずに海岸線に到達すると推定される。

計算領域を図-3に示す。計算領域は，広域，中域，小域の3領域（Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ）に区分し，各領域で計算を行った。その場合海域は開境界とした。計算のメッシュ幅は，領域Ⅰが5 m，領域Ⅱが25 m，領域Ⅲが125 mとした。詳細な計算条件を表-1に示す。小域計算では図-4に示す2010年測量の深浅図を用いた。一宮川から太東漁港に向かい沖合部の等深線は南東方向に立ち上がっている。

図-2 太東崎沖の深浅図

図-3 計算領域

図-4 小域Iの海底地形 (2010年)

図-5 夏季波浪作用時の波高と波向分布

図-6 冬季波浪作用時の波高と波向分布

3. 波浪場の計算結果

表-1 計算条件

数値計算手法		エネルギー平衡方程式モデル, 間瀬ら ²⁾
計算対象範囲	X(km)	0~18.8
	Y(km)	0~27
波浪条件	沖波波高 H_0 (m)	夏季: 1.5 冬季: 2.0
	周期 T(s)	夏季: 11.3 冬季: 7.9
	波向 α (°)	夏季: N98° E, N113° E, N118° E 冬季: N79° E
	地形条件	2010年の深浅測量結果 ※器械根および沖10 mよりも沖に関しては 海図を使用
計算メッシュ	ΔX (m)	領域Ⅰ: 5, 領域Ⅱ: 25, 領域Ⅲ: 125
	ΔY (m)	領域Ⅰ: 5, 領域Ⅱ: 25, 領域Ⅲ: 125
不規則波成分 の分割数	周波数	10分割
	波向	36分割
	S_{max}	75(うねり性の波)
潮位		0.0
境界条件		海域: 開境界, 陸域: 固定境界

夏季のN113° E方向からの波浪が作用した場合の波高と波向分布を図-5に示す。太東崎沖から海岸線へと徐々に波が屈折している。また碎波に伴い水深2 m以浅で波高の急減が起こる。さらに、太東崎先端部沖(X=9 km付近)と、3~8号堤間(X=3~6.5 km区間)の海岸線近傍では波高が相対的に高い区域が分布している。通常、沖に突出している器械根や太東崎のような地形条件でない限りは、波高分布は沿岸方向に一樣となる。しかし、本計算では3~8号堤間の海岸線近傍で相対的に波高の高まりが認められ、これにより波高分布には器械根および太東崎の影響が著しいことが分かる。同様にして冬季のN79° E方向からの波浪が作用した場合の波高と波向の分布を図-6に示す。冬季には太東崎先端部沖(X=9 km付近)と、6~8号堤付近で相対的に波高が高まっている。しかし、冬季波浪の場合には器械根の影響は小さく、6

図-7 $\Delta\alpha$ の定義

～8号堤付近で相対的に波高が高まった理由は、主に北からのうねりの屈折に伴うものと考えられる。夏季と冬季の波高を比較するとサーフィンを行う上では波高の高い冬季のほうが好まれると考えられる。

一方、サーフィンでは、その原理から考えて一度に崩れる波でなく、砕波が横に走りながら進む波が都合がよい。この点を考慮して、平行等深線海岸に波が入射する

場合、ある地点の等深線への法線方向と、そこでの波の入射角の差を $\Delta\alpha$ と定義する(図-7参照)。砕波帯または砕波位置において $\Delta\alpha=0^\circ$ となる場合、波は同時に碎けるのでサーフィンには適さない。一方、砕波帯または砕波位置において $\Delta\alpha$ が 0° 以上の場合、砕波が横に走るためサーフィンに適する。そこで計算結果から $\Delta\alpha$ の平面分布を求め、サーフィンに適する波の分布を調べた。

夏季の波浪条件下で水深4 m以浅における $\Delta\alpha$ の平面分布を図-8に示す。夏季には一宮川河口から太東漁港まで全域で $\Delta\alpha$ の値が大きく、サーフィンに都合のよい波が立ち、とくに3号堤より南側でサーフィンに適した波の条件となる。波高値も3号堤より南側で高まっていることから、総合的に見てもサーフィンに適した波の条件であると考えられる。一方、冬季には図-9に示す水深4 m以浅における $\Delta\alpha$ の平面分布によれば、一宮川河口付近で一部サーフィンに都合のよい波条件となるが、1号堤から太東漁港までほとんど全域が不適合となる。波高から見ると夏季に比べ冬季が適すると考えられるが、総合的に判断するとサーフィンに都合の良い条件となる地域が一宮川河口付近に限定される結果となった。図-10は、夏季に $\Delta\alpha$ の絶対値が大きかった7～8号堤間において、夏季と冬季の $\Delta\alpha$ の分布を拡大して示す。夏季は7～8号堤間はサーフィンに適するが、冬季はほとんど不適であり、季節に応じて適合条件が大きく変化することが分かる。もともと太東崎沖合の器械根の影響を受けた沖合の等深線は、それらの法線が北東方向を向いており、

図-8 等深線に対する法線と波向との差の絶対値 $\Delta\alpha$ (夏季)

図-9 等深線に対する法線と波向との差の絶対値 $\Delta\alpha$ (冬季)

図-10 7～8号堤間の $\Delta\alpha$ の分布

図-11 各ヘッドランド間の $\Delta\alpha$ の比較

図-12 各ヘッドランド間の $\Delta\alpha$ の比較 (N108° E、N113° E、N118° Eの平均値)

夏季の波向条件では等深線への法線のなす角度 ($\Delta \alpha$) が大きな値となる。一方、冬季には波向と等深線への法線のなす角度は小さい。このことから季節ごとに波の立ち方が大きく異なると考えられる。

サーフィンに都合のよい波の立つ条件を場として捉えるために、各HL間においての $\Delta \alpha$ の平均値を求めた (図-11)。なお、N113° Eの夏季の平均波向に対して $\pm 5^\circ$ の波向も検討した。また、その夏季のN108° E, N113° E, N118° Eの入射方向の平均値と冬季における各HL間の $\Delta \alpha$ の平均値を図-12に示す。夏季には一宮川河口から7~8号堤間のピークまで徐々に値が大きくなり、その南側では太東崎に向けて減少する傾向を示す。また絶対値が広範囲で大きい。これらより、7~8号堤間で夏季にサーフィンに都合がよい波が立つことから、サーフィン世界大会が開催された理由も理解できる。夏季における $\Delta \alpha$ の平均値は 1.4° と、冬季の 0.7° の2倍となる。これに対して冬季には一宮川河口でのピークから太東崎に向けて徐々に値が小さくなる。

4. まとめ

サーフィンやボディーボードなどの波を利用したマリッジジャーを行う場合、冬季波浪作用時の一度に波が崩れる条件は好まれず、夏季波浪作用時のように碎波が

徐々に起こる波が好まれる。本研究では、一宮海岸におけるサーフスポットの成立理由を波浪場の計算から考察した。この結果、夏季には、沖合にある器械根による屈折・回折が著しいことから、一宮川河口から太東漁港までの全域でサーフィンに都合のよい波が立ち、とくに3号堤より南側で、とくに7~8号堤間がサーフィンに最も適した条件となる。一方、冬季には、一宮川河口付近では都合のよい波となるが、1号堤から太東漁港までは夏季に比べていい波の立ちにくい状況となることが分かった。

参考文献

- 1) 鶴岡春美, 宇多高明, 芹沢真澄, 古池鋼, 福本崇嗣, 星上幸良, 宮原志帆: 南九十九里浜における沖合養浜の追算と連続土砂投入の効果検討, 海岸工学論文集, 第56巻, pp.711-715, 2009.
- 2) 間瀬肇, 高山知司, 国富将嗣, 三島豊秋: 波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルに関する研究, 土木学会論文集, 第628号, II-48, pp.177-187, 1999.

REASON FOR ESTABLISHMENT OF ICHINOMIYA COAST AS A SURF SPOT

Yasuhito NOSHI, Takaaki UDA, Tatsuya SHIMIZU, Takayuki KUMADA,
Kazuo TOMIZAWA, Sakae KAWASE and Gou SHIMOKI

The Ichinomiya coast located at the south end of Kujukuri Beach is one of the most famous surfing spots in Japan. In particular, breaking wave conditions are appropriate for surfing in the area between No. 7 and No. 10 artificial headlands. In this study, the reason for the establishment of the Ichinomiya coast as a surf spot was investigated in terms of the wave refraction and diffraction effect of offshore reef.