

Surf-ridingに適した条件の整理と前原海岸におけるsurf spotの変遷調査

OPTIMUM CONDITIONS FOR SURF-RIDING AND INVESTIGATION OF DISAPPEARANCE OF PAST SURF SPOT AT MAEBARA BEACH

渡辺宗介¹・清野聡子²・宇多高明³・芹沢真澄⁴・三波俊郎⁵・
古池 鋼⁵

Shu-suke WATANABE, Satoquo SEINO, Takaaki UDA, Masumi SERIZAWA, Toshiro SAN-NAMI
and Kou FURUIKE

¹ 学生会員 東京大学大学院総合文化研究科 (〒 153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1)

² 正会員 農修 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科助手 (同上)

³ 正会員 工博 建設省土木研究所河川部長 (〒 305-0804 茨城県つくば市旭 1)

⁴ 正会員 海岸研究室 (有) (〒 160-0011 東京都新宿区若葉 1-22 ローヤル若葉 208 号)

⁵ 海岸研究室 (有) (同上)

Optimum conditions for surf-riding was investigated. They are given by not only wave characteristics and sea bottom slope, but also wind condition determining roughness of sea surface. Disappearance of past famous surf spot due to the construction of coastal structures was investigated on the Maebara beach in Kamogawa City in Chiba Prefecture by the comparison of past aerial photographs before and after the construction of structures. Surf spot can be recognized by existence of the triangular-shape surf zone as given by the previous study.

Key words: Surf-riding, surf spot, optimum conditions, aerial photograph

1. まえがき

近年, 多くの若者達がsurf-ridingを楽しんでおり, それが地域の発展に結びつく例も増加しつつある. 米国やオーストラリアなどではそれが当然のこととして社会的に受け入れられているが, わが国ではそれに比べると意識レベルが低いのが現状である. 厳しさを要求される海洋スポーツとしてのsurf-ridingの発展は大事なことであるが, それにはsurf-ridingについての十分な理解が必要である. Surf-ridingに関する既往の研究として, Walker et al.¹⁾ は, peel velocity (波頂がチューブを形成しながら横に移動する速度) を, 碎波波高, peel angle (碎波点における碎波角) の関係において, サーフィン技術を上, 中, 初級に判別する図を提案し, 碎波波高が高いほどpeel velocityが速くなり, それにともなってサーフィンに要求される技術レベルが高くなることを示した. 吉田ら²⁾ は, 良好なサーフ・ポイントである海部川河口の海底地形に着目し, 河口テラスがサーフィンのための海岸構造物としてWalkerらが提案しているデルタ型リーフと酷似し, 比較的静穏な波浪条件でもサーフィ

ンに適する碎波が形成されることを確認した. また, 中野ら^{3) 4)} は, デルタ型人工リーフの水理模型実験と緩勾配方程式に基づく波浪の数値計算を行い, 人工リーフ周辺の波高分布について比較した. 一方, 石川・酒匂⁵⁾ は, surf-ridingの利用者レベルに応じた碎波波高をアンケート調査より求め, Walker et al.¹⁾ の研究結果と比較し, long, short, body boardの順に可能碎波波高は低下すること, また初心者は波高が低い条件でのみ可能であるのに対し, 上級者はより高い波高を好むことを明らかにした. 海岸構造物とsurf-ridingに関する研究としては, 上述の中野ら^{3) 4)} による河口テラスをヒントとした人工リーフに関する研究が最初である. 一方, 筆者ら⁶⁾ は, 防波堤など波の遮蔽構造物周辺での波浪場とsurf-ridingの関係について九十九里浜の片貝漁港周辺を対象として研究し, 片貝漁港という人工構造物が, その周辺の海岸地形や波などの自然条件を変化させ, 防波堤の建設によってsurf-ridingに適したsurf spotが形成されたことを空中写真の判読法によって明らかにした. 本研究は, これに続くものであり, 実際のsurferでないとわかりにくい各種条件をまず整理した上で,

surf spotとして満たされるべき自然条件を明らかにする。さらに前報⁶⁾で述べた、空中写真判読によるsurf spot調査手法を、新たに千葉県鴨川市の前原海岸に適用し、surf spotの変遷調査を行う。

2. Surf-riding の特性

(1) Surf-ridingまでになされる一連の行動

Surf-ridingは砕波点付近でしか行うことができないので、surferはまずボードの上に腹這いに乗り、手で水をかきながら (paddling)、砕波点付近まで行かなければならない。砕波点より岸側では砕波のエネルギーによって岸に押し戻されるため、実際には砕波線より少し沖までいく。このように沖に向かってpaddlingにより砕波線を越えることをgetting-outという。写真-1の左下に見えるsurfer 2人 (矢印) はgetting-out中である。Getting-outが完了したらsurf boardにまたがって座り、surf-ridingに適した波が来るのを待つ。この状態を波待ちと言う。写真-1の左上 (破線内) には、波待ちをしている surfer を見ることができる。波に乗るには、surfer 自身の動きを波のスピードに合わせなければならないが、そのためにはpaddlingだけでは不十分で、砕波のエネルギーも利用しなければならない。このことが砕波点付近でしかsurf-ridingを行えない理由の一つである。したがって、surf-ridingに適した波が沖に見えたら、surferは砕波点を予測して砕波前にそこまで移動しなければならない。そして波が近づいてきたら岸に向かってpaddlingを開始し、砕波のエネルギーも使って一気に波の波速に合わせる。波の波速に合わせると、波の力でsurf boardが走り出すので、その瞬間に立ち上がる。写真-2のsurfer Aは立ち上がる瞬間である。このように波の波速に合わせて立ち上がるまでの一連の動作をtake-offという。Take-offをして立ち上がった後は、波の砕波速度と砕波方向に合わせて波の斜面を滑っていく (写真-3, 4)。Surferが波の斜面を滑っていく際には、水面とsurf boardの間に摩擦力が働く。そのため、surfer がバランスを保てるだけのスピードを得るには、ある程度波の波形勾配が大きくなってはならない。そし

て波形勾配が最も大きくなるのが砕波点である。これもsurf-ridingが砕波点付近でしか行えない理由の一つである。

1波に乗れるsurferは基本的に1人であり、「波のpeakに近いところからtake-offしたsurferが優先される」というsurferの間でのルールがある。ここに、peakとは図-1に示すように、波が最初に崩れる点を指す。写真-2においては、peakに近いsurfer Aに優先権があるので、surfer Bは途中でtake-offをやめてsurfer Aに波を譲っている。また、一般に地元のsurfer (local surfer) が、都心などから来たsurfer (visitor surfer) より優先

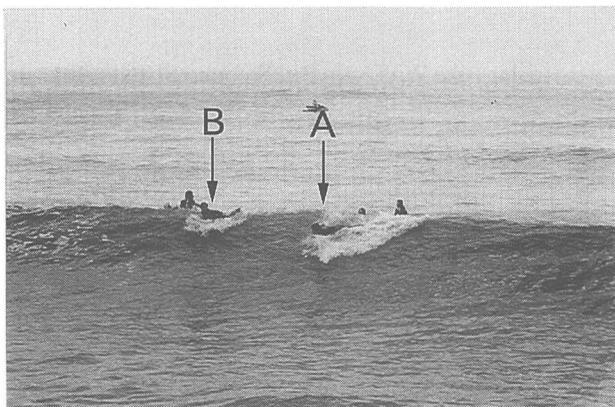


写真-2 Take-off 中の surfer と波を譲る surfer
(千葉県一の宮海岸;1998 年 7 月 19 日撮影)



写真-3 波の斜面を滑る surfer
(千葉県一の宮海岸;1998 年 7 月 19 日撮影)



写真-4 波の斜面を滑る surfer
(千葉県一の宮海岸;1998 年 7 月 19 日撮影)

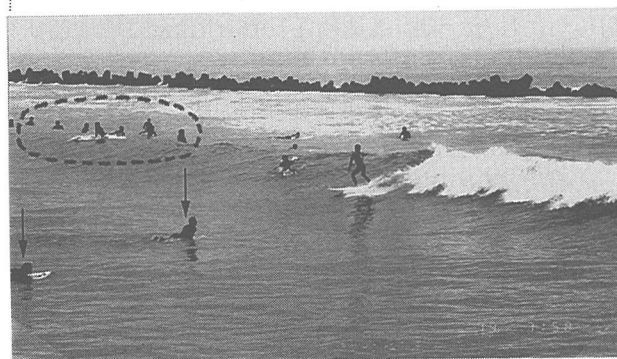


写真-1 Getting-out 中の surfer
(千葉県一の宮海岸;1998 年 7 月 19 日撮影)

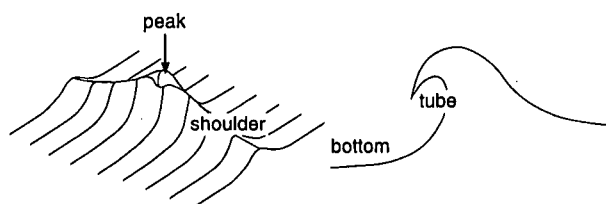


図-1 波形の名称

され、その度合いはsurf spotによって異なる。

「1波に乗れるsurferは1人」というルールのため、岬の先端など、砕波点がほぼ一箇所で固定されている surf spotでは、実際にsurf-ridingできるsurferの人数には限りがある。このため、人工的にsurf spotを形成しようとするときには、利用できる人数に限りがあることに留意する必要がある。

(2) Surf boardの形状

昔は、surf boardは木製であったが、現在ではほとんどが合成樹脂製である。大きさと形からおおまかに long boardとshort boardに大別される。Long boardは長さが約3mで、先端が丸みを帯びているのに対し、short boardは長さが約2mで、先端が尖っているものが多い。また、long boardの厚みはshort boardに比較して2~3cm大きい。Long boardは大きく厚く、したがって大きな浮力が働くので、paddlingのスピードが速い。しかもboardが長いので、砕波のエネルギーをあまり利用しなくてもtake-offが可能である。このため、砕波前のうねりに近い状態からでもtake-offが可能である(図-2)。しかし、その大きさのために小さな動きには適さないで、波形勾配の小さなゆったりと崩れていく波が好まれる。一方、short boardは小さく薄くpaddlingのスピードが遅いので、砕波のエネルギーを利用しなければtake-offできない(図-2)。しかし小さくて操作しやすいので、波形勾配が大きく、速く崩れる波にも対応しやすい。

以上のように、short, long board共に大きくて持ち運びが困難であるため、surferは車で移動することが多い。そのため、広い駐車スペースがあるsurf spotにsurferが集まりやすい。また、駐車スペースがないsurf spotの中には、surferによる違法駐車などで地元住民と問題が起きている所もある。

3. Surf-ridingに適した波浪、海岸地形および気象の条件

Surf-ridingにとって最も重要な要素は波である。ある海岸がsurf spotとなるためには、surf-ridingに適した波が立ちやすくなければならないため、海岸地形条件が重要になる。ここでは、いかなる条件を満たした波がsurf-ridingに適しているのか、さらにそのような波が立つために海岸地形が満たすべき条件を考察する。一般に、surf-ridingに適しているか否は、波高・周期、砕波形式などから判断されているが、これでは適切な評価ができない。そこで本研究では、砕波の継続時間を間接的に表すpeelingの状況と、波面の状態の2要素を付け加える。

(1) 波高・周期

Surf-ridingは波のエネルギーを利用して波面上をすべるため、ある程度の波高がなければsurf-ridingはできない。Long boardなら最低限40~50cm、short boardなら50~60cm以上の有義波高が必要となる。またsurferが好む波高は、使うboardの種類や個人の技術レベルによっても異なる⁵⁾。全体的にかなり高い波高が好まれ、上級者ほど高波高を好む傾向がある。

Getting-outの際に、surferは砕波のエネルギーによって岸に押し戻されるのを回避するため、砕波後の白波が来ると水面下に潜ってくぐり抜ける。これをdolphin-throughというが、これは体力的、時間的なロスが大きい。長い周期の波の方がdolphin-throughの回数が減り、getting-outの際の体力的、時間的なロスが少なく済む。さらに、長い周期の波は水深が浅くなったときの波高の増幅率が大きいのでsurf-ridingに適する。

(2) 砕波形式

砕波形式は崩れ波、巻き波、砕け寄せ波の3つに分類されるが、このうちsurf-ridingでは崩れ波または巻き波が好まれる。砕波形式は海底勾配と波形勾配によって決まるが、海底勾配が全く様な海岸は存在しないので、どの程度の海底勾配がsurf-ridingに適しているのかは一概には決められない。そこで実際にsurf-ridingが行われている海岸の海底地形を調べると、図-3に示

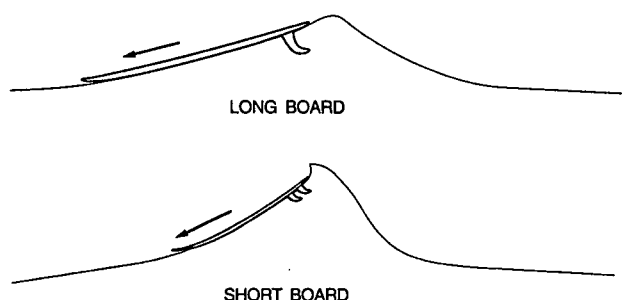


図-2 Long board と short board の take-off の違い

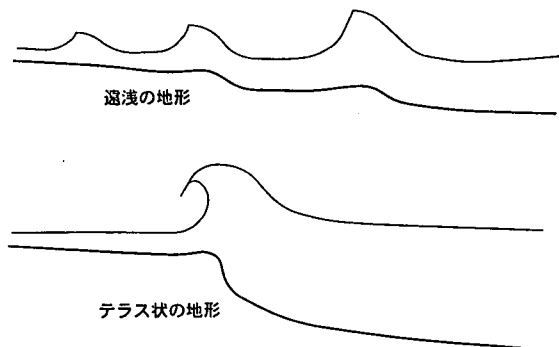


図-3 Surf-ridingが行われている海底の断面図

すように、ほとんどが緩勾配またはテラス状のいずれかの地形である。例えば、遠浅の海浜、河口テラス、岩礁、サンゴ礁のリーフエッジなどがこれに相当する。

(3) Peelingの状況

Surf-ridingは砕波点付近でしか行えないので、砕波継続時間が長い波が良い。つまり、surf-ridingには写真-5のように砕波点が徐々に移動していく（写真では右から左）波が適していて、写真-6のように波峰線上の全ての点で一度に崩れる波は適さない。このような砕波継続時間の長い波（長いpeeling距離となる波）が立つの

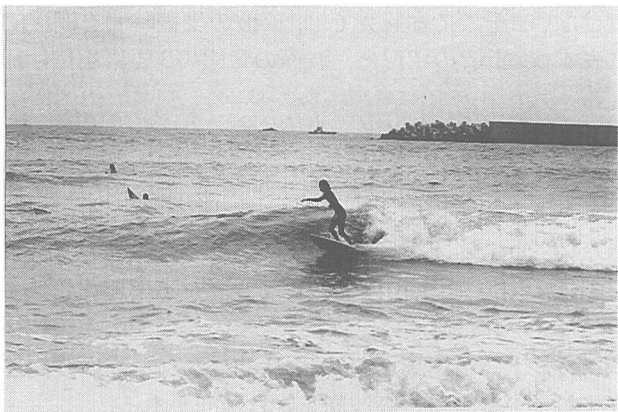


写真-5 砕波点が徐々に移動していく波
(千葉県鴨川;1998年9月12日撮影)

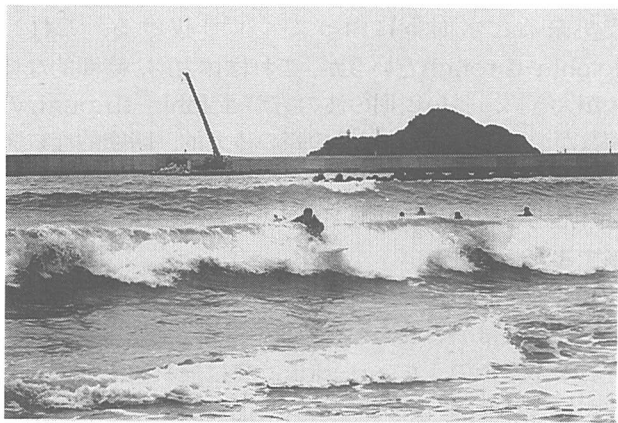


写真-6 波峰線上の全ての点で同時に崩れる波
(千葉県鴨川;1998年9月12日撮影)

は、図-4aのように平行等深線に対して波が直角入射する場合ではなく、図-4bのように等深線に対して波が斜めに入射するとき、あるいは波高が沿岸方向分布を有する場合である。これらが起こりやすい海岸地形は、海岸から沖に向かって突出した地形、または波を遮蔽する地形である。波を遮蔽する地形があれば、その遮蔽域では回折によって波高が沿岸方向分布を有するようになる。実際、このような地形にあてはまるのは岬、半島、河口テラスなどの自然地形、あるいは突堤、防波堤、離岸堤などの人工構造物周辺である。

(4) 波面の状態

上記3条件が満たされたとしても、砕波点付近で強い風が吹いていると波面が乱されてsurf-ridingに適さなくなる。写真-7、8はいずれも九十九里浜の片貝新漁港東岸から南東方向に向けて写したものであるが、写真-7の撮影時はほぼ無風であったのに対し、写真-8の撮影時は強いonshoreの風が吹いていた。写真-7では風によって波面が乱されることなくきれいに碎波している。一方、写真-8では強いonshoreの風に波面を乱され、surf-ridingがほとんど不可能になっている。このようにsurf-ridingには、風の影響をほとんど受けない無風あるいは弱いoffshoreの風が良いとされるが、強風時でも、風を遮蔽あるいは風域を分断する地形があればsurf-ridingに適した波が立ちやすくなる。実際に、背後

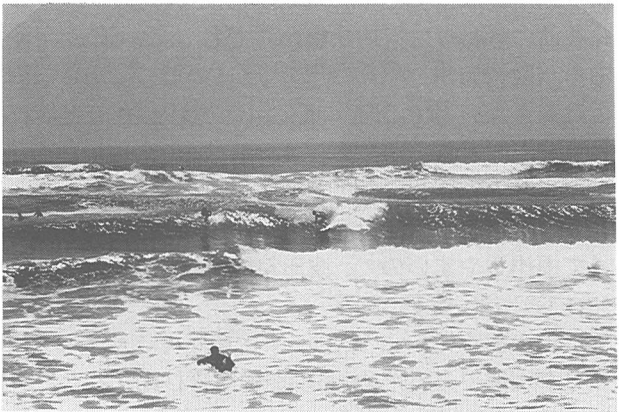


写真-7 風の影響を受けていない波
(千葉県片貝;1998年6月4日撮影)



写真-8 風によって波面を乱された波
(千葉県片貝;1998年7月23日撮影)

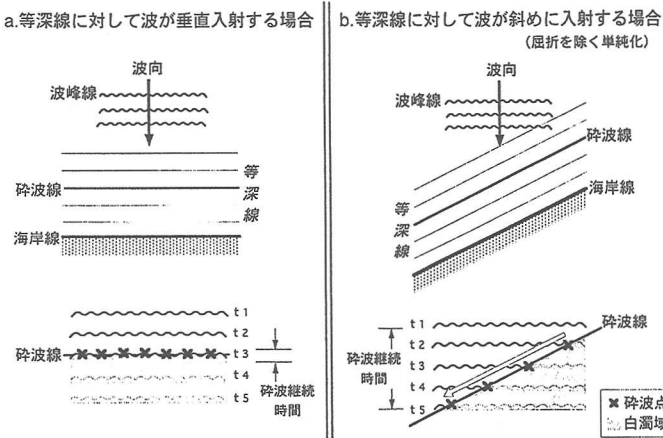


図-4 等深線に対して波が垂直入射する場合と斜めに入射する場合の砕波継続時間

表 -1 Surf-riding に適した波と海岸地形

波の要素	波が満たすべき条件	海岸地形が満たすべき条件	実際に当てはまる海岸
波高・周期	ある程度、波高が高く周期の長い波	フェッチが大きい場所	外洋に直接面した海岸
砕波形式	崩れ波または巻き波	緩勾配またはテラス状の地形	遠浅の海浜、河口テラス、岩礁、サンゴ礁（リーフエッジ）など
Peelingの状況	砕波継続時間の長い波	海岸から沖に向かって突出した地形または波を遮蔽する地形	自然地形：岬、河口テラスなど 人工構造物：突堤、防波堤、離岸堤など
波面の状態	波面が滑らかな波	風を遮蔽、あるいは風域を分断する地形	自然地形：湾、背後に山がある海岸など 人工構造物：防波堤など

に風を遮蔽する山などがある海岸、また湾内や防波堤の遮蔽域などは比較的風の影響受けにくく、波面がきれいなことが多い。以上の4条件は表-1に要約される。

4. 空中写真判読に基づく surf spot の変遷調査 - 鴨川市前原海岸の例 -

筆者ら⁶⁾は、空中写真を用いて砕波継続 (peeling) 状況を調査し、surf-ridingに適した波が崩れた後には三角形の白濁域が残り、適さない波が崩れた後には帯状の白濁域が残されることを示し、空中写真からsurf-ridingの適性調査が可能なることを明らかにした。そして実際に、九十九里浜の片貝漁港周辺での事例を示した。本研究では、この手法により surf spot の変遷調査を行った。具体例として図-5に示すように、房総半島先端部に位置し、太平洋に面した千葉県鴨川市の前原海岸を選んだ。前原海岸は、延長約3.9kmのポケットビーチの南西側に位置する長さ1.2kmの砂浜海岸であり、わが国で最も早くからsurf-ridingが行われた場所の一つである。写真-9に1974、1998年の2時期の空中写真を示す。1974年には南端に流入する加茂川の北側に三角形の白濁域が3つ観察される。この場所は、当時「赤堤ポイント」と呼ばれたsurf-ridingに適した場所であった。ここは、ポケットビーチの湾入形状と同時に、南端の沖合の岩礁によって波が屈折して砕波することによってsurf-ridingに適した波が発生していた。しかし1998年の空中写真では、「赤堤ポイント」に鴨川フィッシャリーナが、その北側には離岸堤が施設が建設され、surf-ridingに適した場所が消失したことが分かる。そして、これは地元のsurferの証言とも一致している。

5. まとめ

本研究では、surf-ridingの各種条件、およびルールについてまず整理した。また、surf-ridingに適した波が崩れた後には三角形の白濁域が残ることから、空中写真からsurf-ridingの適性調査が可能なることを前報⁶⁾で明らかにした。そして、この手法を鴨川市の前原海岸に適用したところ、surf spotの消失状況が明らかになり、この手法は今後も各地でのsurf spotの変遷調査に利用

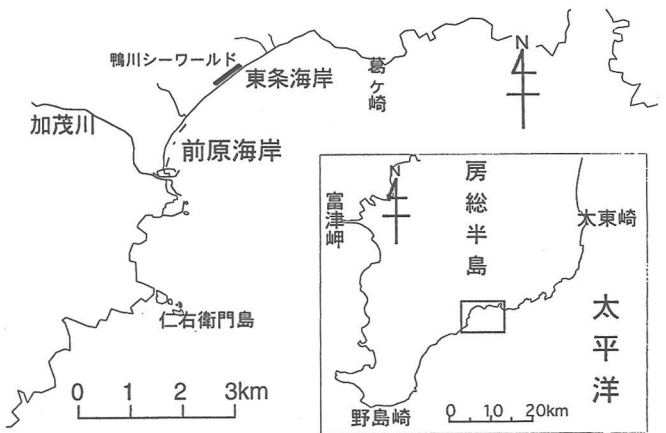


図-5 千葉県鴨川市前原海岸の位置図



写真-9 鴨川市の前原海岸の空中写真

可能であることがわかった。

前報⁶⁾と今回の調査によって、海岸人工構造物の建設はsurf spotの形成・消失どちらにも働き得ることがわかった。今後、surf spot付近の海岸整備に当たっては、surf-ridingという海岸利用の一つの形態に与える影響にも十分配慮することが望まれる。

謝辞：本研究は、筆者の一人（渡辺）の東京大学教養学部における卒業論文の一部であり、研究を進めるにあたり、小河正基助教授をはじめ地学ゼミの方々に貴重な議論をしていただいた。また、パシフィックコンサルタンツ（株）の石川仁憲氏と S.F.J. の上田真寿夫氏には、surf-ridingに関する貴重な意見をいただいた。これらの方々に心より謝意を表します。

参考文献

1) Walker, J.R. , Palme, P.Q. and Kauke, J.K. :
Recreational Surfing on Hawaiian Reef, Proc. 14th

Coastal Eng. Conf., pp.2609-2628, 1972.

- 2) 吉田 義明, 中野 晋, 増味康彰, 三井 宏 : サーフィンに適する波と人工リーフの関係, 海洋開発論文集, Vol.7, pp.113-118, 1991.
- 3) 中野 晋, 吉田 義明, 中野 孝二, 三井 宏 : サーフィンに適するデルタ型リーフ周辺の流れと漂砂, 海洋開発論文集, Vol.9, pp.229-234, 1993.
- 4) 中野 晋, 三島 豊秋, 中野 孝二, 三井 宏 : サーフィンに適するデルタ型リーフ周辺の波浪特性, 海岸工学論文集, 第 41 巻, pp.721-725, 1994.
- 5) 石川 仁憲, 酒匂 敏次 : サーフゲレンデの特性とゲレンデ計画要件に関する研究, 海洋開発論文集, Vol.13, pp.171-176, 1997.
- 6) 渡辺 宗介, 清野 聡子, 宇多 高明, 芹沢 真澄, 三波 俊郎, 古池 鋼 : 防波堤の建設に起因するサーフスポットの形成機構, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp.1271-1275, 1999.