

伊良湖西の浜海岸の海岸過程に関する考察 —その続報—

ON THE COASTAL PROCESSES IN IRAGO-NISHINOHAMA BEACH

村上宗隆¹・金田研一郎²・岩田好一朗³

Noritaka MURAKAMI, Kenichiro KANEDA and Koichiro IWATA

¹正会員 工修 玉野総合コンサルタント(株) 設計第一部第二課(〒464-0076 名古屋市千種区豊年町9-20)

²玉野総合コンサルタント(株) 海洋部ウォーターフロント開発課(〒461-0005 名古屋市東区東桜二丁目17-43)

³フェロー 工博 名古屋大学大学院教授 工学研究科土木工学専攻(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

The characteristics of coastal processes in IRAGO-NISHINOHAMA beach and the protection techniques against beach erosion are discussed. Since the beach was eroded, several structures have been constructed to protect the beach against erosion. The apparent northerly sediment transport has been found to be mainly caused by the winter wind coming from the west side. However, the wind waves coming from the Pacific Ocean south of Ise Bay are thought to be the main cause of topographic changes around the breakwater. It can be judged that the detached breakwaters and the groin work effectively to reduce the shoreline retreat in IRAGO-NISHINOHAMA beach.

Key Words : Beach process, breakwater, sediment

1. 緒言

近年日本各地で行われている海岸域の開発では、陸域と海域の中間に位置する砂浜のもつ様々な機能を活用する視点に立って行われている。本研究で取り上げる愛知県渥美半島の先端に位置する伊良湖西の浜海岸域もその例にもれない。

村上ら¹⁾は既に1996年に伊良湖西の浜海岸を取り

上げ、1)年間を通して西の浜海岸に直角方向の風が卓越し、特に冬季には強かつ継続時間の長い季節風が作用する事、2)冬季にはこの季節風により波高1.0mを越える波浪が長時間作用する事、3)侵食が著しくなった昭和50年代後半から離岸堤等の構造物が設置され始め、汀線付近に限って言えば漂砂の堆積に効果があった事、等が明らかになった。しかしながら、1)6ヶ年分のデータであったため経年的な

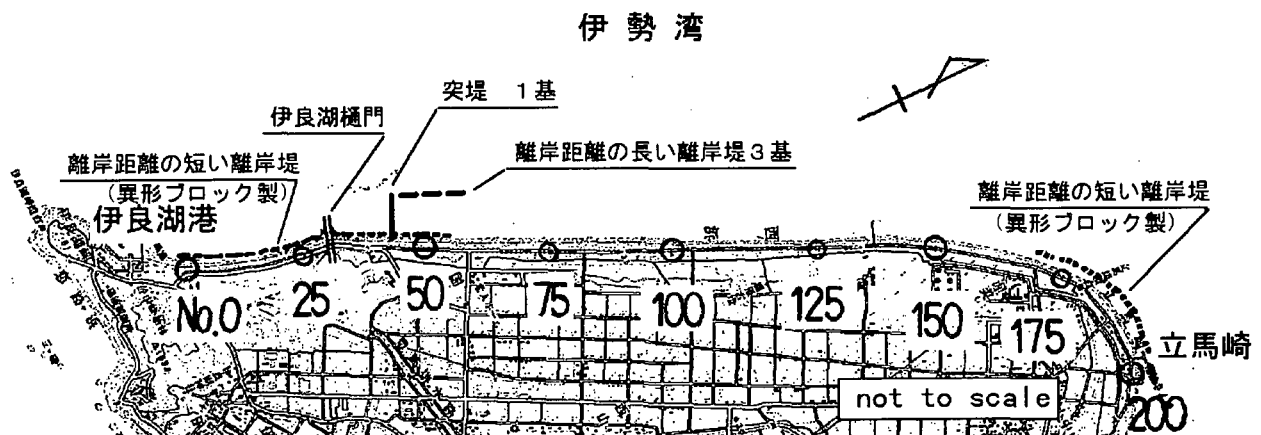


図-1 西の浜の測点位置と主な海岸構造物の設置位置

変化特性が明確にならなかった、2) 侵食・堆積土量の岸沖方向の移動に関しての考察が不十分であった、等の問題点を残していた。

これを踏まえて本研究では、平成2年度、4年度、6年度の深浅測量データに対して、新たに昭和63年度、平成8年度のデータを加え、合計10ヶ年にわたる海浜地形の変化特性を経年的に考究すると共に、大規模な離岸堤が設置された事によって特に局所的な地形変化が著しい地区を抽出し、数値計算により地形変化の要因についても考究するものである。

2. 西の浜海岸の海浜地形変化特性

西の浜海岸にて隔年に計測される深浅測量データ10力年分(昭和64年、平成2年、4年、6年、8年)を用いて、海浜地形変化特性を明らかにする。測量は、高潮堤防に概ね50m毎に設置されている測点(図-1参照)毎に、パラペット前面から沖合300mまでの区間で実施されている。

(1) 汀線変化特性

各横断図より、朔望平均満潮位(T. P. +1. 0)時の水際線として定義される汀線を抽出した。図-2に昭和63年度と平成8年度の汀線の位置を測点毎に示した。図の横軸は測点を、縦軸零点は高潮堤のパラペット前面を示す。なお、実際の高潮堤は曲線形状であるが図中では直線で表現している。

図-2より、No. 60付近の侵食と北側に隣接するNo. 80付近の堆積、No. 110付近の侵食とこれも北側

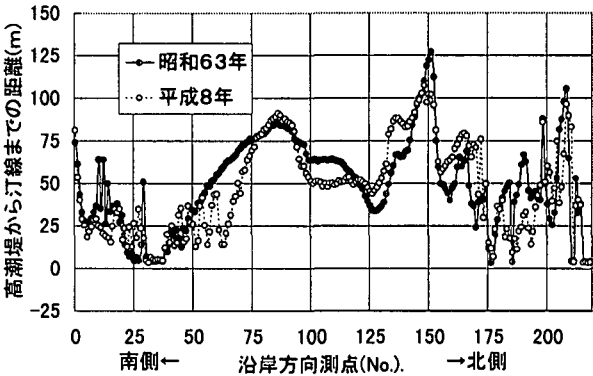


図-2 測点毎の汀線の前進後退

に隣接するNo. 130付近の堆積が確認できる。この汀線の前進後退に着目すると、汀線付近の地形が10年間で北側に移動したように見られる。そこで、測量年度毎の経年変化を示したのが図-3である。図中縦軸は、各測点毎の汀線位置が2年間で前進・後退した距離を示している。

図-3より、各年度の汀線は、前進・後退を交互に繰り返し、侵食域・堆積域が徐々に北側に移動していると判断できる。変動の伝達は、10年間で概ね測点25個分(1測点≒50m、1,250m)であるため、移動速度は、125(m/年)程度であると判断できる。

(2) 海浜地形変化特性

図-4に、西の浜海岸の平成8年の等高線図を示す。西の浜の海底勾配は1/10～50で、離岸距離が150～200mにかけて、沿岸砂州の形成が確認できる。特にNo. 60付近からNo. 130付近までは、等高線が高潮

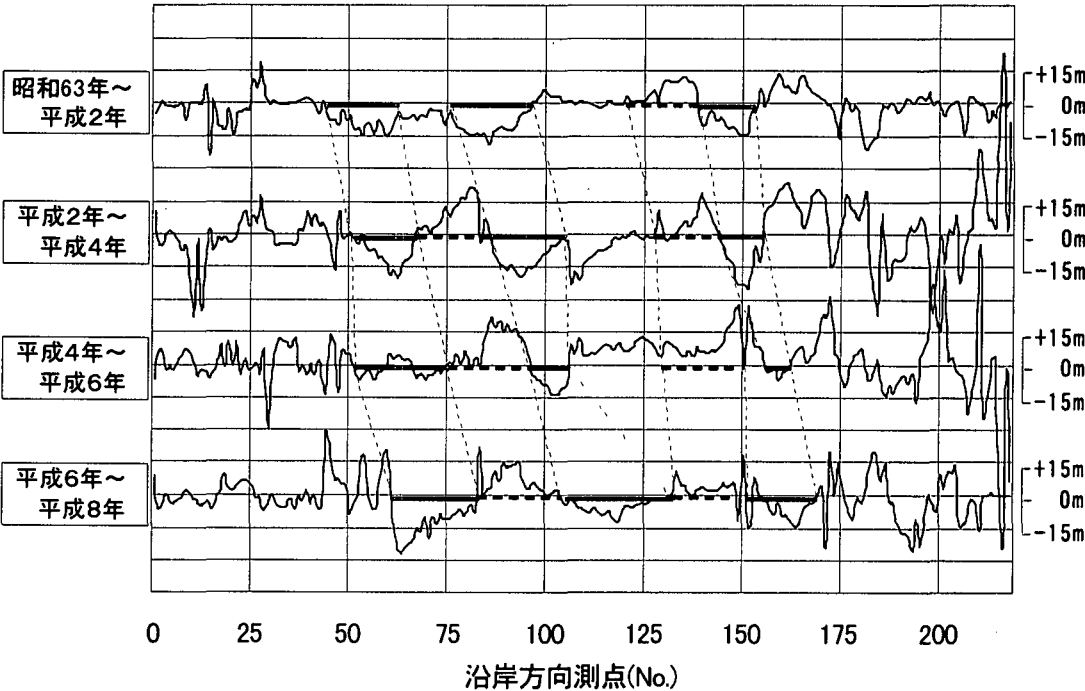


図-3 測点毎の汀線の前進(+)後退(-)量

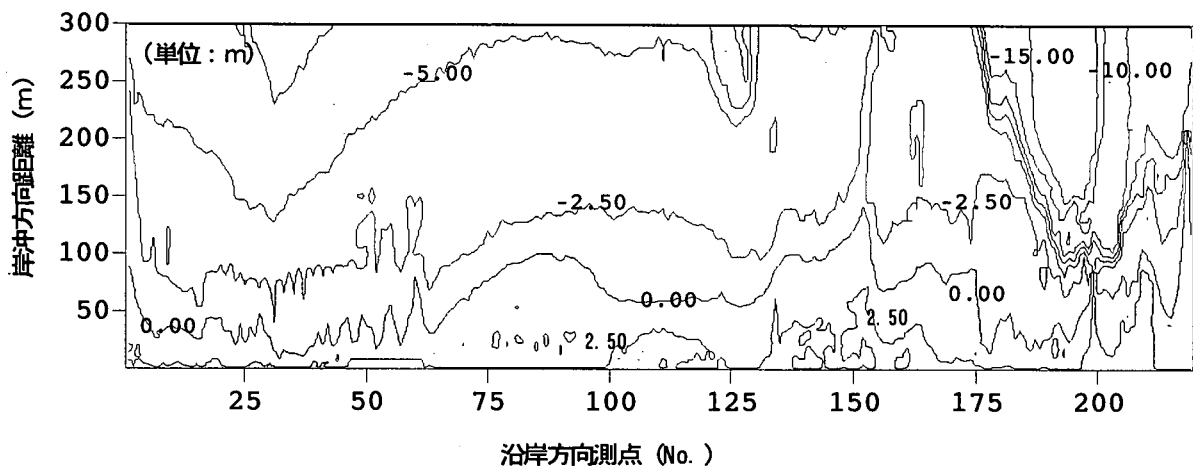


図-4 西の浜海岸のコンター図（平成8年）

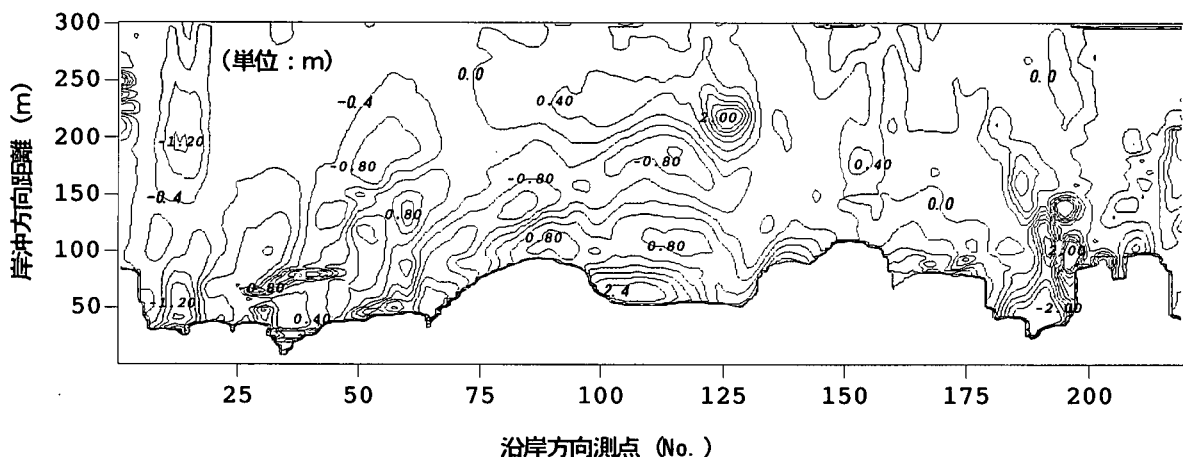


図-5 水深の変化（昭和63年から平成8年の10年間）

堤とほぼ平行である事が確認でき、この区間は概ね同じ断面形状が連続していると言える。また、No. 20付近からNo. 60付近までの区間で、-2.5mのコンター線が小刻みに変化している。この変化は、離岸距離75m付近に設置された離岸距離の短い異形ブロック製の離岸堤（図-1参照）に起因するものと考えられる。なお、この離岸堤は、実際にはNo. 55付近まで設置されているが、汀線の前進のため、No. 55付近では砂に埋没している。

次に、図-5に昭和63年から平成8年まで10年間の水深の変化を示す。なお、図中の-の数値は侵食状況を示す。同図より、水深の変化が顕著に生じている範囲は、No. 25付近からNo. 50付近までは離岸距離が150m以内、No. 50付近からNo. 175付近までは離岸距離が270m以内、そしてNo. 175付近からNo. 200付近までは離岸距離が100m以内であることがわかる。この範囲は、図-4より、水深が5.0mより浅い範囲と一致するため、西の浜海岸に作用する波浪による漂砂移動限界水深が概ね5.0mであることが推測出来る。

さらに、No. 25～75付近の区間では、図-1に示す

ように、伊良湖樋門があることや、離岸距離130m地点に離岸堤が建設されたこと等により、地形がかなり局所的に変動しているのに対して、No. 75～125付近では、離岸距離100m付近の堆積域、離岸距離150m付近の侵食域、そして、離岸距離200m付近の堆積域が岸沖方向に帯状に分布していることがわかる。

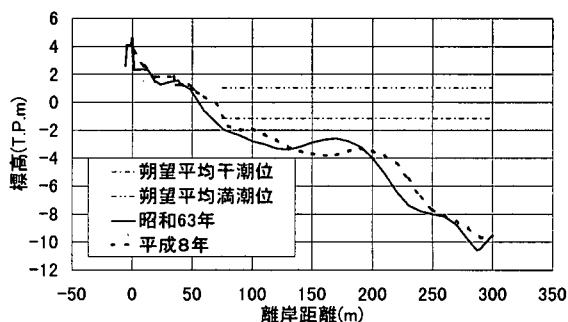


図-6 測線 No. 100地点の海底地形の断面変化

この地点の代表的な断面として、図-6にNo. 100付近の断面変化を示す。昭和63年当時には、離岸距離

が170m付近に沿岸砂州が形成されていたことが確認できる。この後、平成8年度までに、汀線付近の砂が離岸距離100m付近へ、そして離岸距離150～200m付近の砂が更に沖側へそれぞれ移動しているように見受けられる。その結果、平成8年度には離岸距離100m付近と離岸距離20m付近に2箇所の沿岸砂州が形成されている。

(3) 移動土砂量

続いて、土砂の変化量の観点から地形変化特性を検証する。移動土砂量は、各年度の深淺測量から測点毎の変化高を用いて平均断面法により算出した。今回検証した区間全体では、昭和63年から平成8年までの10年間に総量で133,000 (m³/10year)の砂が減少している。昭和63年の地形を基準として、各年度毎の土砂変化量を図-7に示すが、図中直線は昭和63年と平成8年を直線で結んだものである。

全体では、土砂量は減少傾向にあると言えるものの、各年の変動量が大きいため、一様に減少しているとは言い難い。

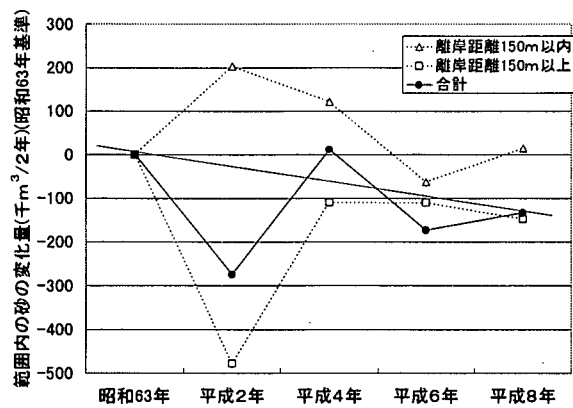


図-7 区間内の総土砂量の変化

また、図-7に示すように、離岸距離150mの地点より岸側と沖側に分けて砂の移動量を計算したところ、岸側と沖側では異なる傾向を示すことがわかった。すなわち、昭和63年から平成4年までは岸側では堆積、沖側で侵食という傾向が見られるが、平成4年以降は、ともに減少傾向にあると言える。

離岸距離150mの地点より沖側の土砂量が減少した要因として、台風などの大きな擾乱が挙げられる。表-1に、昭和63年から平成8年までの主な気象擾乱を抽出した。伊良湖全体の砂が大きく変動した昭和63年～平成2年には、最大風速が25.0(m/s)を越える大きな台風が来襲していることがわかる。この台風は、潮岬に上陸し名古屋に至る台風で、西の浜与えた影響も大きいと考えられる。これに対して、平成2年以降には西の浜に接近する大きな気象擾乱は生じていないことから、昭和63年～平成2年に、離岸距離が150m以上の沖側で480,000(m³/2year)もの砂が減少している要因は、この台風によって沖側へ、つまり、今回の検討対象区域外へ砂が流出して

いった影響によると考えられる。

表-1 顕著な気象擾乱の概要

	台風名	来襲日	最大風速	経路
S63～H2	17号	H1/8/27	13.2(SSE)	
	19号	H2/9/19	26.2(S)	潮岬に上陸後名古屋直撃
H2～H4	—			
H4～H6	26号	H6/9/29	22.7(EWE)	大阪付近に上陸後北陸へ
H6～H8	12号	H7/9/16	15.2(NNW)	八丈島付近を通過
	12号	H8/8/13	15.9(S)	九州に上陸後中国を縦断

これに対して、離岸距離150mの地点より岸側が堆積傾向にある一つの要因として、離岸距離の短い離岸堤の堆積効果が上げられる。汀線付近の堆積が顕著な代表断面として、No.25地点の断面図の重ね合わせを図-8に示す。同図より、離岸距離が150m以内の範囲に堆積が生じ、特に、離岸距離75m付近と35m付近に建設された離岸堤の背後に堆積が顕著である事がわかる。西の浜海岸には、昭和50年代後半から現在までに高潮堤基礎工の侵食対策として、No.0からNo.55、そしてNo.170からNo.200の離岸距離75m付近に離岸堤が設置されている(図-1参照)が、それら離岸堤の背後に堆積が生じていることから、比較的離岸距離の短い離岸堤は、その背後に堆積を生じさせることで、侵食対策としての機能は十分発揮していると言える。

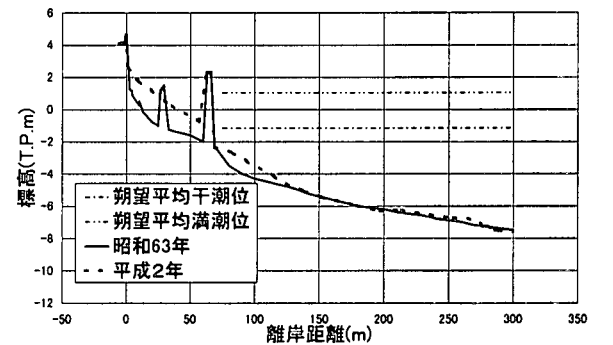


図-8 離岸距離の短い離岸堤付近の断面変化 (測線 No.25地点)

3. 構造物周辺の海浜地形変化特性

西の浜海岸では、昭和50年代後半以降、侵食対策として離岸堤が設置され、その効果を発揮しているが、良好な水際を有する砂浜地形の回復までには至っていない。これに対して、平成5年度より、環境整備として砂浜地形の創造を目的として、離岸距離130mの地点に離岸堤長200mの離岸堤が3基、延長130mの突堤が1基設置された(図-1参照)。その

結果、これら離岸堤の背後には、離岸距離の短い離岸堤と同様に背後に堆積が生じ、海浜地形が大きく変化する結果となった。そこで、この離岸堤周辺の地形変化に着目してするため、離岸距離130mの離岸堤が設置された周辺のNo. 45から70付近を抽出して地形変化特性を述べる。

(1) 汀線変化特性

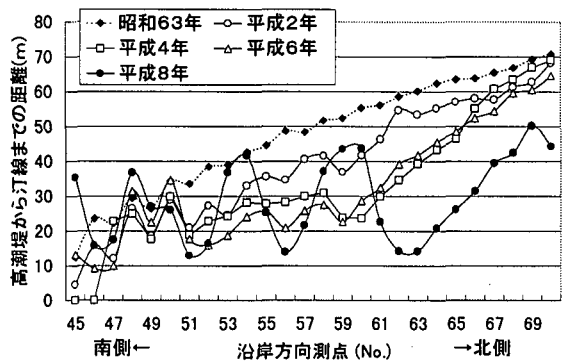


図-9 離岸堤背後の汀線位置の経年変化

汀線の経年変化の様子を図-9に示す。昭和63年から汀線が北側に移動しながら後退傾向にあるように見受けられる。No. 63から69付近では、汀線が一樣に後退傾向にあることがわかる。しかし、離岸堤建設位置の背後(No. 47～51, No. 52～56, No. 57～61)には、離岸堤の設置に伴い尖角州地形が形成されたために、汀線が前進していることがわかる。離岸堤がない場合には沿岸漂砂として北側に向かっていったはずの砂が、離岸堤の補砂機能によって離岸堤背後の尖角州地形を形成してとどまることで汀線の後退を防ぐことが出来たと言える。なお、No. 46付近では、平成4年時点で高潮堤の基礎工が露出するまで洗掘を受けていたが、同地点付近には突堤を施工したため、汀線は結果的に前進した。

(2) 海浜地形変化特性

続いて、離岸堤設置前(平成4年度)と、背後に尖角州地形が形成された後(平成8年度)の水深の変化高を図-10に示す。図中の水深の変化高は、堆積箇所は実線で、侵食箇所は点線で示している。

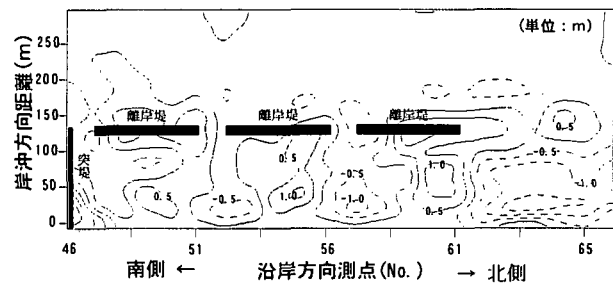


図-10 離岸堤周辺の地形変化
(平成4年～平成8年)

汀線の変化特性と同様、離岸堤背後には堆積が、離岸堤開口部では侵食が生じている事がわかる。特徴としては、各々の侵食域・堆積域が構造物中心より、若干北側に偏っている事が認められる。この地形変化より、南よりの波向を持つ作用波が地形変化に対して大きく影響を及ぼしていると推定できる。

また、前報では、風況のデータより西の浜に來襲する一年間のエネルギー平均波として、主波向がW方向で波高が0.4mの波浪を推算した。この波浪は移動限界水深が浅いため、汀線付近の定常的な漂砂に寄与していると考えられる。したがって、西の浜海岸では、大きな気象擾乱時のS系の波浪によるどちらかという突発的な漂砂と、年間平均して作用するW系の波浪による恒常的な漂砂によって海浜地形が形成されると考えられる。

ここまでで得られた知見の中で、水深5.0m以浅で顕著な地形変化が生じている点、構造物に対して若干北側に偏った尖角州地形が形成されること、等に注目して、本研究では、異常な気象擾乱のみを用いて、数値計算によりどこまで海浜地形が再現できるか試みた。

海浜地形の予測には、現在幅広く使用されている手法を用いた。すなわち、非定常緩勾配方程式²⁾を用いて波浪場を計算し、ついで波動場によって形成される海浜流によって生じる漂砂による地形変化を求めた。なお、漂砂量として渡辺モデル³⁾を採用した。

検証計算として、平成4年から8年までの海浜地形変化の再現を試みた。表-1より、この4年間の異常気象擾乱(台風)は3つである。この3つの異常気象擾乱の波浪条件については、西の浜海岸の全体計画で想定している設計風速と沖波波高の関係⁴⁾より内挿した。また、周期については、伊勢湾内でも外洋からの比較的長い周期が観測されていることから、それらの勘案して、湾口に近接する西の浜での來襲波の周期を8.0secと想定した。さらに各気象擾乱の作用時間は、台風の経路によって異なるが、強い風が継続した時間の平均値として10時間を一律に作用させ、また、波向きも一律WSWとした。表-2に平成4年から平成8年までの外力として想定した3つの異常気象擾乱の波浪諸元を示す。

表-2 異常気象擾乱(台風)の規模

	最大風速 (m/s)	推定波高 (内挿値) (m)	周期 (s)	継続時間 (hr)
H6. 9. 26号	22. 7	2. 0	8. 0	10. 0
H7. 9. 12号	15. 2	1. 5	8. 0	10. 0
H8. 8. 12号	15. 9	1. 5	8. 0	10. 0

平成4年度の海浜地形に、表-2に示す外力条件を順に作用させて予測した平成8年度までの水深の変化高を図-11に示す。

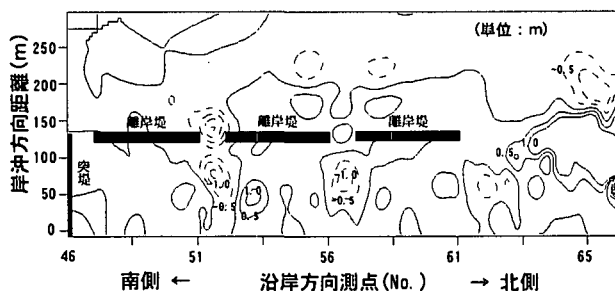


図-11 離岸堤周辺の地形変化(計算値)
(平成4年～平成8年)

図-10と同様に、開口部での侵食、離岸堤背後の堆積が生じている。また、若干ではあるが侵食域の中心が北側に偏っている状況も再現できている。離岸距離50m以内での変化については再現し得ていないが、構造物背後と開口部に分けて侵食・堆積量を比較すると、概ね一致している。

したがって、離岸堤を設置した場合に生じる周辺地形の変化について、伊良湖西の浜海岸においては、異常気象擾乱の波浪を対象として推算することで、概略の推定が可能であると言えよう。

8. 結言

本研究で得られた主な結論を以下に示す。

1. 西の浜海岸では、汀線の変化には波動性が確認され、侵食堆積を繰り返しながら北向きに移動し、その移動速度は、125(m/年)であることがわかった。

2. 西の浜全体で土砂量は減少傾向にあるが、経年的に様に減少していない。また岸側と沖側では、その変動傾向に違いが見られる。

3. 海浜地形の変化は、年間を通じて恒常的に作用するW系の波浪と異常気象擾乱時にどちらかと言えば突発的に作用するS系の波浪に大きく影響を受ける。そして、離岸堤近傍の海浜地形変化については、異常気象時の波の作用が支配的な要因になることが推察された。

謝辞：最後に、本研究を行うにあたり、伊良湖西の浜地区の風データ、および深淺測量結果といった貴重なデータを提供していただいた、愛知県農地林務部豊橋農地開発事務所に対して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 村上宗隆・青木慎悟・岩田好一郎：伊良湖西の浜海岸の海岸過程に関する考察，海岸開発論文集，Vol. 12，pp. 415 -420，1996.
- 2) 西村仁嗣・丸山康樹・平口博丸：直接数値積分による波の場の解析，第30回海岸工学講演会論文集，pp. 123-127，1983.
- 3) 渡辺晃・丸山康樹・清水隆夫・榊山勉：構造物設置に伴う三次元海浜変形の数値予測モデル，第31回海岸工学講演会論文集，pp. 406-410，1984.
- 4) 愛知県豊橋農地開発事務所：環境整備事業（海岸環境整備）伊良湖地区調査設計委託報告書，1992.

(1999. 4. 19受付)