

沿岸漂砂系の中に建設された島式漁港とその評価

岸 弘 達* ・ 神原一雄** ・ 長野 章***
氏 井 健一**** ・ 佐々木崇之*****

1. 緒 言

北海道内浦湾西岸に位置する国縫漁港は、漂砂による港口・港内埋没の阻止, ならびにいわゆる突堤式漁港を建設した場合に生じるであろう周辺海岸への影響(沿岸漂砂の遮断)の極小化を主たる目的として建設された我国初の島式漁港である。

島式漁港に関する評価には諸説あるが, それらは漁港背後に形成される舌状砂州に関する議論が主である(例えば, 三波ら, 1998)。離岸堤の背後等に容易に確認できるように, 漂砂の存在下において, 離岸状構造物を設置することにより舌状砂州が形成されるのは自然なことである。また, 国縫漁港をはじめとする島式漁港の計画に際しては模型実験, 数値解析等により舌状砂州の形成の予測がなされていた(例えば, 長野ら, 1991)。したがって, 島式漁港に関する評価を行うためには, 舌状砂州の形成についての議論だけでなく, 沿岸漂砂系へ与える影響についての考察が必要不可欠である。

本研究は, 国縫漁港を対象に, 漁港の完成後5年を経過した現時点での, 島式漁港の機能(沿岸漂砂の連続性の保持, 港口・港内の土砂堆積の緩和), ならびに沿岸漂砂系に与えた影響(地形の連続性の保持)について, 既存資料と新たに実施した現地調査に基づき評価を行い, 今後の港湾・漁港計画に資することを目的に実施したものである。なお, 現地調査は1999年に実施され, その内容は深淺測量, 波浪観測, 流況観測, 蛍光砂調査, 底質調査である。

2. 内浦湾西岸の沿岸漂砂特性

内浦湾西岸は細砂を主体とする延長約40kmの砂浜海岸であり, 北は静狩漁港, 南は遊楽部川を境界とした1つの漂砂系をなしている。図-1に示すように, この間には4つの突堤式漁港, いくつかの流入河川が含まれ, 国縫漁港は内浦湾湾口に正対する同沿岸中央付近に建設



図-1 国縫漁港の位置

された。航空写真を基に1969年～1999年までの内浦湾西岸の汀線変化を解析した結果を図-2に示す。八雲漁港(山崎地区), 黒岩漁港, 大中漁港では漁港南側の汀線が前進し, 北側汀線が後退している。長万部漁港では, その逆に北側汀線が前進している。これより八雲漁港から大中漁港にかけては北向きの沿岸漂砂が卓越し, 静狩漁港から長万部漁港にかけては南向きの沿岸漂砂が卓越することが解る。さらに漁港近傍での汀線変化の規模に着目すると, 沿岸の最も南側に位置する八雲漁港(山崎地区)で最大となり, 大中漁港に至る間で次第に小さくなっている。これは各漁港における沿岸漂砂量の違いに起因すると考えられる。すなわち, より内浦湾湾口に近い八雲漁港(山崎地区)では湾口より入射する外洋(太平洋)からの波浪は屈折変形しながら入射するが, 湾口に正対する位置にある大中漁港付近での入射角と比較してそれが右寄りとなるためである。遊楽部川河口付近から長万部漁港にかけて1999年に実施した2回の汀線測量の結果によれば, 沿岸の前浜勾配は八雲漁港(山崎地区), 黒岩漁港の右岸で1/50程度, 左岸で1/10程度であ

* 北海道室蘭土木現業所洞爺出張所
** 北海道函館土木現業所企画調整室長
*** 正会員 工博 水産庁漁港部計画課長
**** 正会員 (株)アルファ水工コンサルタンツ 技術部
***** (株)アルファ水工コンサルタンツ 技術部

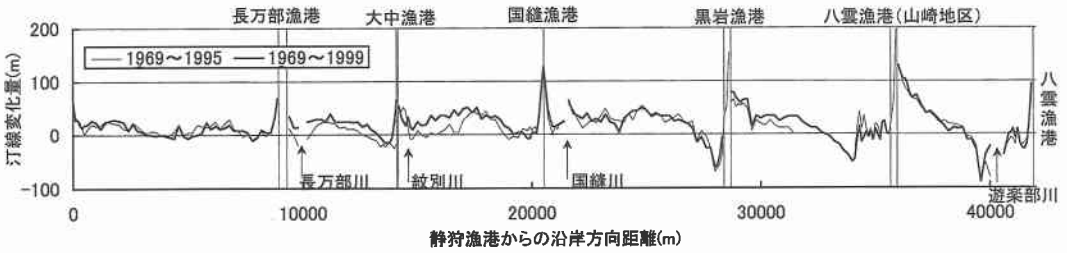


図-2 内浦湾西岸における訂線変化

り、国縫漁港以北では、一様に概ね1/30から1/40程度となっている。また、八雲漁港(山崎地区)左岸から黒岩漁港右岸にかけて連続的に緩勾配となり、黒岩漁港から国縫漁港にかけても同様の傾向を示している。漂砂の供給により継続的な堆積が生じる場合には前浜勾配が緩くなり、逆に継続的な侵食が生じる場合には急になると考えられることから、国縫漁港付近においても北向きの沿岸漂砂が存在していることが推察される。

国縫漁港周辺では漁港完成後の1995年から1999年の間、舌状砂州部の訂線は安定しており、北側に若干の後退が認められるものの大中漁港に至る間の訂線は1969年と比較して全体的に前進している。これより、国縫漁港の下手側では、八雲漁港(山崎地区)ならびに黒岩漁港に認められるような下手側での過度の侵食は生じておらず、同漁港周辺での地形の連続性が保持されていることが確認された。

3. 国縫漁港における海浜変形

国縫漁港の深浅測量結果より、外郭施設の建設直前にあたる1989年8月、外郭施設が完成した1994年11月ならびに現在の等深線形状を図-3に示す。漁港建設前は平行等深線海岸であったが、外郭施設が完成した頃には

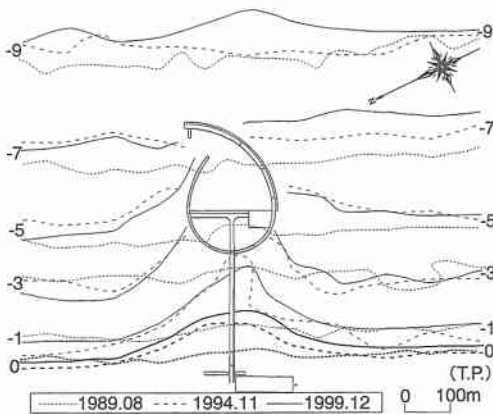
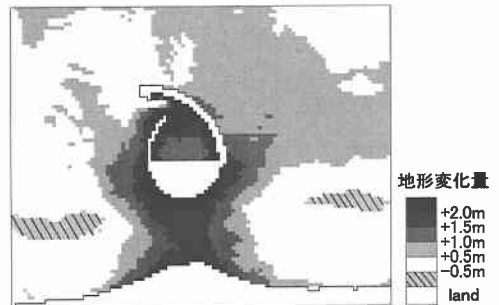
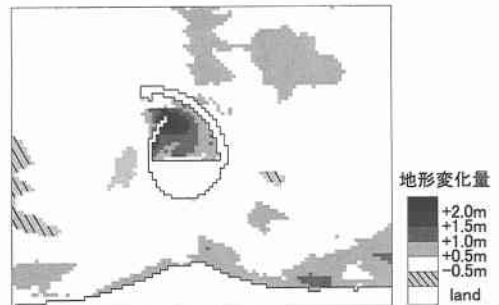


図-3 等深線の平面形状の比較

大きな舌状砂州が形成されており、干潮時訂線(D.L.±0.0m=T.P.-0.9m)は護岸背後まで到達していた。その後現在まで等深線の形状に大きな変化は認められない。図-4は国縫漁港での地形変化量を示したものであるが、これより、1989年8月から1999年12月の約10年間では、漁港のごく近傍における主防波堤先端以浅での土砂の堆積が顕著である。一方、漁港完成直後の1994年11月と1999年12月の5年間の比較では地形変化量は少なく、漁港近傍での土砂の堆積は主として漁港建設中の5年間に生じたものであることが確認できる。鎌田(1996)は1985年9月から1994年11月にかけての漁港背後の舌状砂州を含む範囲の土砂変化量の推移を算出しているが、これに近年のデータを追加したものが図-5である。これより、漁港完成後、舌状砂州部は冬季から夏季にかけて堆積、夏季から冬季にかけて侵食を繰り返



外郭施設建設直前(1989.08)⇒現在(1999.12)



現港形完成後(1994.11)⇒現在(1999.12)

図-4 漁港建設に伴う地形変化

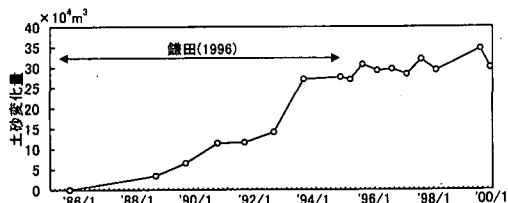


図-5 舌状砂州部の土砂変化量の推移

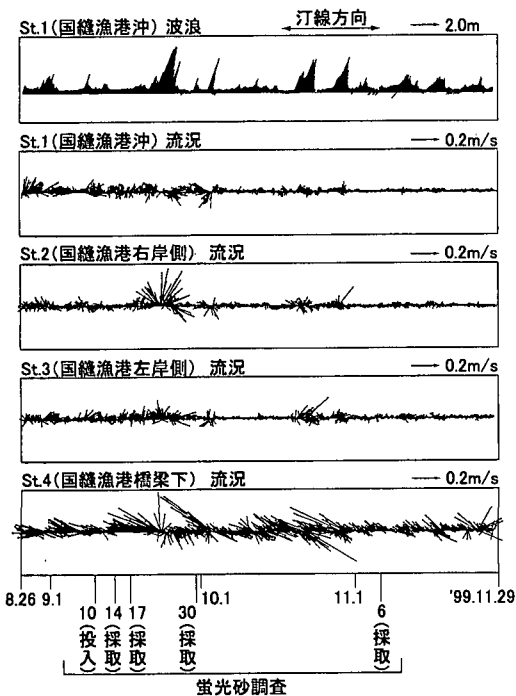


図-6 波浪ならびに流況観測結果

しながら漸増傾向にある。

国縫漁港において実施した1999年8月から11月にかけての波浪観測ならびに流況観測結果を図-6に示す。国縫漁港では常時・高波浪時を問わず、汀線直角方向やや右寄りから入射する波浪が観測された。これは先に述べた沿岸漂砂の方向を裏付ける結果となっている。また、国縫漁港橋梁下での流況観測結果より、漁港背後の水路部には常時・高波浪時を問わず比較的強い沿岸方向の流れが観測された。

これらの事実より舌状砂州部は漁港建設中の5年間に形成されたが、現在は動的に安定な状態にあると言える。すなわち、冬季から夏季にかけて舌状砂州部に堆積した土砂は、秋季に湾口方向から来襲する高波浪により侵食される。漁港背後の水路部には絶えず沿岸方向の流れが生じているため舌状砂州の先端が漁港まで到達し、沿岸方向の漂砂移動を完全に遮断することは考え難い。事実、

橋梁部下での現地踏査では、漁港背後の最深部に幅3.5m、水深T.P.-1.8m程度の滞筋(沿岸方向)が確認され、極めて静穏であったにも関わらず一様に左岸側へ向かう流れが確認された。

次に、蛍光砂調査結果を図-7から図-9に示す。赤色蛍光砂は国縫漁港右岸側に投入されたものであるが、投入5日後(9月14日)、8日後(9月17日)には左岸側で確認されている。図-6に示すように、この間は比較的静穏であったことから顕著な漂砂移動は汀線付近で生じ、主として漁港背後を通過したものと考えられる。観測期間で最大の波浪が来襲した時(9月23日6時)の流況は図-10に示すとおりであるが、この時化後に採取した投入21日後(9月30日)には、高波浪時の海象により説明され得る右岸側から主防波堤先端付近へかけての移動が確認された。緑色蛍光砂は赤色に比べてやや沖に投入されたが、これも最初の2回の採取結果と当該期間の海象条件から、静穏時には主として漁港背後を通過し、高波浪時には漁港沖側を回りこんだものと考えられる。黄色蛍光砂は左岸側に投入されたが、投入8日後まで右岸側への移動が確認され、その後再び左岸側へ移動したものと推察される。参考までに、8月の底質調査結果のうち干潮時汀線以深の15地点での d_{50} の平均(0.19mm)を用いて、有義波高3.4m、有義波周期8.9sの波浪による完全移動限界水深(堀川, 1991)を、便宜的に換算沖波波高を3.4mとして求めると18.5mとなる。これより9月23日前後の時化の際には、主防波堤の沖側でも容易に底質の移動が生じたものと推察される。以上により、国縫漁港において沿岸漂砂は基本的に漁港背後を通過し、高波浪時にはそれに加えて、岸沖方向の漂砂移動が生じると判断される。漁港沖側でも右岸側から左岸側への漂砂移動が存在することは、蛍光砂の移動状況からも明らかである。すなわち国縫漁港での沿岸漂砂の連続性は保持されている。

4. 国縫漁港の評価

国縫漁港に隣接する黒岩漁港と八雲漁港(山崎地区)の地形変化量を図-11、図-12にそれぞれ示す。いずれも、沿岸漂砂の上手側での土砂の堆積と下手側での侵食が顕著に認められ、これらは沿岸漂砂系の中に突堤式漁港を建設した場合の典型的な事例である。八雲漁港(山崎地区)の左岸側では、沿岸漂砂の遮断により離岸堤背後が侵食されており、図-2に示したように離岸堤設置区間の汀線が1969年当初の位置をかるうじて維持しているものの、その下手側では大規模な欠壊が生じている。

これらの漁港付近での地形変化の限界水深は、海浜断面の比較によりT.P.-6~-7mと判断され、その位置は図-11、図-12において地形変化量が-0.5~+0.5m

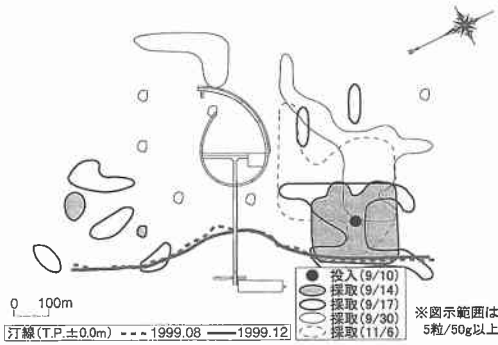


図-7 赤色蛍光砂の移動

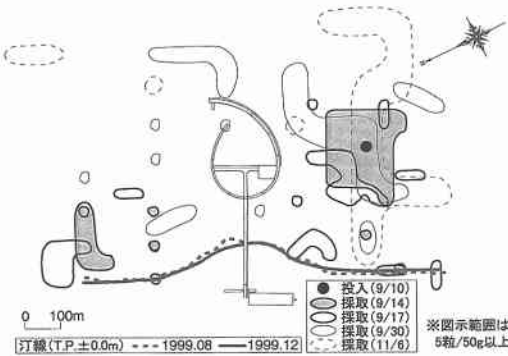


図-8 緑色蛍光砂の移動

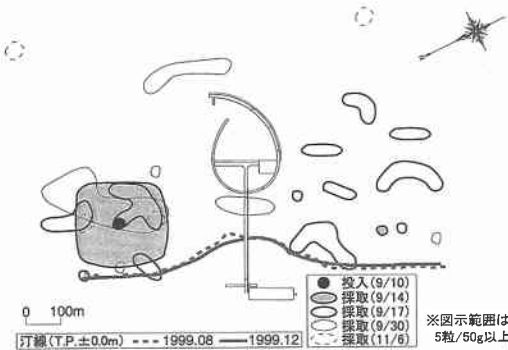


図-9 黄色蛍光砂の移動

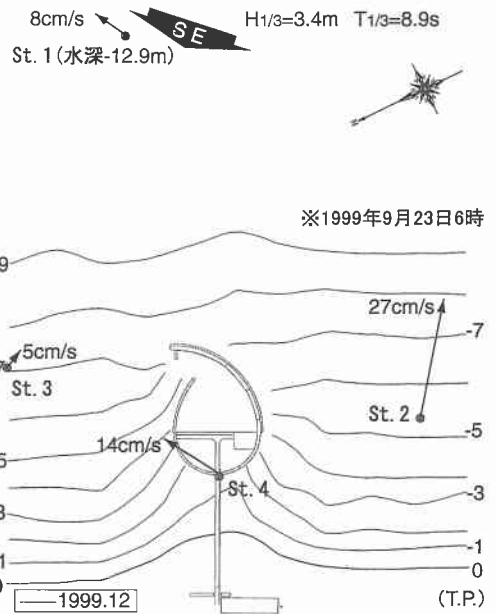


図-10 高波浪時の海象 (1999年9月23日6時)

域では低くなり、その遮蔽域の位置は漁港中心よりやや左側となる。これにより両岸から漁港中心へ向かう流れが生じるが、漁港背後では左岸側へ向かう流れとなり、漂砂は漁港背後を右から左へと通過する。しかしながら、漁港右岸から漁港背後へと向かう流れが作用したときにすべての流量を通過させるだけの断面積は確保されておらず、舌状砂州部の侵食が生じる。これに加え漁港右岸で沖方向への流れも形成され、沖方向への漂砂移動が生じる。その後の静穏時に、沖方向へ移動した砂が岸向きに輸送されることとなるが、波の入射角は汀線直角方向に対してやや右寄りとなるため、北向きにも輸送される。したがって、国縫漁港が位置する内浦湾の湾奥では量的には岸沖方向の漂砂が主体となるが、結果的に北向きの沿岸漂砂が形成されていると推察される。

国縫漁港を建設することによる沿岸漂砂の連続性の保持、ならびにその結果として地形の連続性の保持がなされていることが明らかとなり、沿岸漂砂が卓越して作用する海岸における島式漁港の有効性が証明された。しかしながら、沿岸漂砂の上手側に突堤式漁港が建設されていると、そこでの沿岸漂砂の遮断が生じ、一連の海岸を保全することができないことは図-2からも明らかである。したがって、沿岸漂砂が卓越して作用する海岸に漁港の建設を計画する場合、その沿岸漂砂系全体を考慮していくつかの島式漁港を配置することが、海岸保全上有効であると考えられる。また、島式漁港背後は動的安定となり、沿岸漂砂を遮断しないという経験的事実より、季節により沿岸漂砂の卓越方向が変化するような海岸に

となる境界と概ね一致する。一方、国縫漁港では図-4に示したように漁港沖側でも地形変化が認められる。これについてはこれまでの検討結果に基づき、次のように考えることができる。

沿岸漂砂量は八雲漁港(山崎地区)付近と比較して、国縫漁港付近では少なくなるものの、国縫漁港では北向きの沿岸漂砂が存在する。この沿岸漂砂は静穏時に主に漁港背後を通過する。高波浪時には砕波帯内の平均水位の沿岸方向分布が漁港両岸で高く、漁港施設による遮蔽

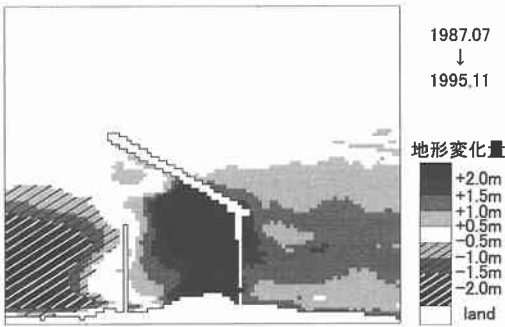


図-11 黒岩漁港における地形変化

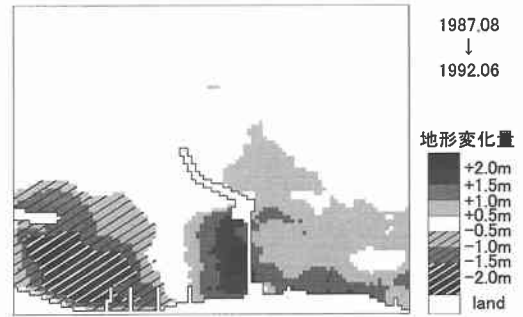


図-12 八雲漁港(山崎地区)における地形変化

においても、島式漁港の建設は有効であろう。

5. 結 言

各種調査結果等により、島式漁港に関する評価を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 国縫漁港周辺海岸における地形の連続性が確認され、海岸保全に対して有効であると言える。
- 2) 国縫漁港では北向きの沿岸漂砂が存在し、漁港の建設過程において背後に大きな舌状砂州が形成されたが近年はほぼ動的安定にある。この国縫漁港付近における沿岸漂砂は静穏時の北向きの輸送と高波浪時の沖方向への輸送によるものであると推察されるが、国縫漁港はこれを妨げるものではない。
- 3) 沿岸漂砂が卓越して作用する海岸では、島式漁港の建設が有効であると考えられる。しかしながら、計画

に際しては、十分な事前調査・解析、ならびに追跡調査が必要である。

なお、国縫漁港では港内での土砂の堆積が生じているものの計画水深は十分に確保されており、建設当初から現在まで、泊地・航路浚渫の必要は生じていない。

参 考 文 献

- 鎌田 彰 (1996): 島式漁港の建設と海浜変形—国縫漁港における事例, 水産土木技術者のための施工技術参考資料, 第12号, pp. 1-26.
- 長野 章・佐藤信一・川瀬 将 (1991): 砂浜海岸における島式漁港の計画事例(沓尾漁港・道川漁港), 海洋開発論文集, Vol. 7, pp. 265-270.
- 堀川清司 (1991): 新編海岸工学, 東京大学出版会, 256 p.
- 三波敏郎・宇多高明・芹沢真澄・古池剛・神田康嗣 (1998): 海岸保全の立場から見た島式漁港の計画についての新しい提案, 海岸工学論文集, 第45巻, pp. 656-660.