

新潟東港周辺海岸の地形変化

新井 洋一*・宝 住 弘**・坂井 秀雄***・黒木 敬司****

1. ま え が き

新潟港（東港区）は、阿賀野川河口より約 6 km 東に位置する掘り込み港湾で、昭和 38 年 4 月に西防波堤の建設工事が着工され、現在までに西防波堤約 3,000 m、第 2 東防波堤 800 m、および東西の埋立て地が完成している。

本報告は、このような大規模な港湾構造物が周辺海岸、海域に及ぼす影響について検討するために、深浅測量データを用いた種々の解析をおこなった結果について報告するものである。

2. 地形データの解析方法

（1）解析に用いたデータ

本解析に用いた地形データは、東港建設が周囲の地形に与える影響を監視する目的で昭和 38 年より実施されてきた深浅測量の成果を用いたものである。昭和 59 年までの測量結果はデジタル化¹⁾が成されており、これらのデータを用いた解析として田中らの研究²⁾がある。これに昭和 61 年までの測量成果を加えて、主に昭和 52 年以降の約 10 年間の地形データを用いて種々の解析を実施した。

測量成果のうち解析に用いたデータは、図-1 に示すように、阿賀野川河口左岸より加治川河口左岸の約 1 km 東までの沿岸方向 17 km、東港西埋立護岸基部にある座標原点より沖側に 2.8 km の範囲を、岸沖・沿岸

各々に 50 m 間隔の格子点上のデータに変換して解析に用いた。

（2）解析項目

デジタル化された水深データを用いて、

- ① 経験的固有関数法による解析
- ② 水深変化の平面分布解析
- ③ 等深線および汀線の場所的・時間的变化³⁾
- ④ 区域別平均水深の変化
- ⑤ その他断面、汀線等の種々の解析を実施した。

経験的固有関数法による解析は、加藤ら⁴⁾による方法を用い、格子点での水深データと汀線データについての解析を行なった。また、水深変化を解析する方法として、等深線の重ね合せが一般的であったが、空間的な把握が容易でないため、水深変化量の当値線図を作図しリンク別に模様分けした。

3. 新潟東港周辺の自然条件

新潟東港周辺の地形変化に影響を及ぼす主なものとして、波浪、阿賀野川の流出土砂、地盤沈下、東港を中心とした構造物の施工が上げられる。

波浪は、日本海沿岸での代表的な波浪条件を示し、冬季の季節風による厳しい波浪が特徴的である。このような波浪は、12 月から 3 月までの間に頻繁に発生し、有義波高で 6 m 以上になることもある。

阿賀野川は、流域面積 7,708 km²、計画高水量 11,000 m³/s の我が国でも有数の大規模河川であり、阿賀野川

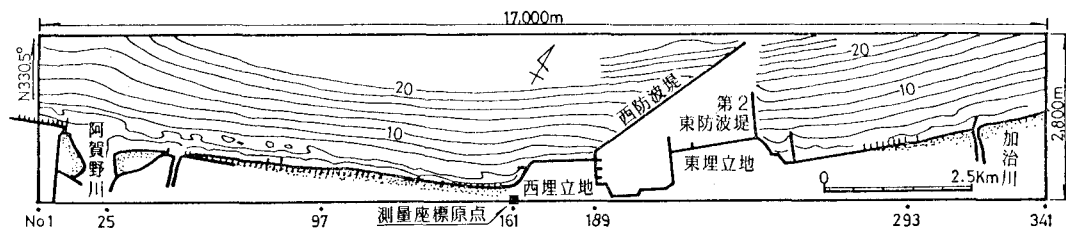


図-1 解析対象位置図

* 正会員 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所所長

** 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所次長

*** 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所工事専門官

**** 正会員 株式会社エコー 第一技術部調査課

の流出土砂が地形変化に大きく関わっていることが容易に想像できる。阿賀野川の流量は3～5月の融雪期に大きくなり月別平均日流量で $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ を越える場合もある。しかし、後述するように地形変化に大きく影響する出水は、図-2に示す月別の最大日流量の変化から分るように、梅雨時の集中豪雨や台風等による異常出水であり、解析対象期間で最大の日平均流量は、昭和53年6月27日に $6,802 \text{ m}^3/\text{s}$ を記録している。

新潟市周辺は、地盤沈下地帯として有名であり、東港周辺もこの沈下地帯に入っており、海岸域の地形変化を考える上で重要な要素といえる。

解析対象範囲に近い西港周辺の沈下量は昭和38年から現在まで平均的には5～6cm/年程度となっており、昭和50年以降は2cm/年程度となっている。沈下が最も顕著である昭和40年頃までは15cm/年以上の沈下を示している場所もある。東港周辺の沈下量については、最近の沈下傾向が西港周辺とほぼ同じであることにより、これと同程度であったと考えられる。

東港西防波堤の建設は、昭和40年に開始され昭和60年現在では総延長3,050mとなっている。堤体施工速度は昭和45年まで150～350m/年、昭和46年以降は50～150m/年で、平均的には150m/年程度で施工されている。第2東防波堤は昭和57年に着工され昭和61年には延長800mを完成した。なお、昭和45年には西埋立護岸、47年には東埋立護岸が建設されている。

なお、対象海岸の漂砂は、東港建設前の資料⁵⁾によれば、ほぼ全域が阿賀野川の影響域とされており、沿岸漂砂の卓越方向は阿賀野川から加治川方向に向かっているとされている。

4. 解析結果

(1) 経験的固有関数の解析結果

昭和52年より、61年までの9回分のデータ(昭和53年は東側海域が欠測)を用いて行なった解析結果のうち、モード1(寄与率30%)についての結果を図-3,4に示す。図-3は時間係数 $c1$ の経時変化を示したもので、図-4は固有関数 $e1(X, Y)$ を正負に分けてその絶対値を立体視したものである。なお、計算は全測量データの平均水深からの変化について行なっている。また、水深の深くなる方向を正にとってあるので、時間係数 $c1$ が増加しているときは $e1 > 0$ の領域で侵食 $e1 < 0$ の領域で堆積、 $c1$ が減少しているときは侵食を示し

ている。

時間係数 $c1$ は昭和56～58年に急激に増大しており、この前後で大きく変化したことを示している。この時期の地形変化の傾向は、阿賀野川河口前面と西埋立て地より西防波堤前面の区域を中心として全体的には侵食($e1 > 0$)であるが、東西両海岸共に水深8m以浅の浅海域で帯状に堆積が見られ、碎波帯付近のバーの移動によるものと考えられる。

同様にモード2(寄与率22%)についての結果を図-5,6に示す。図-5は時間係数 $c2$ の経時変化を示したもので、図-6は固有関数 $e2(X, Y)$ を立体視したものである。

時間係数 $c2$ は昭和52～54年に急激に減少しており、昭和58年以降にやや増加する傾向を示している。地形

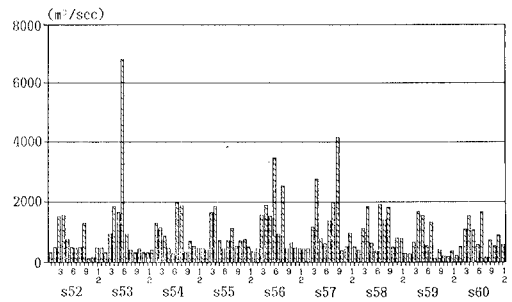


図-2 阿賀野川の月別最大日平均流量

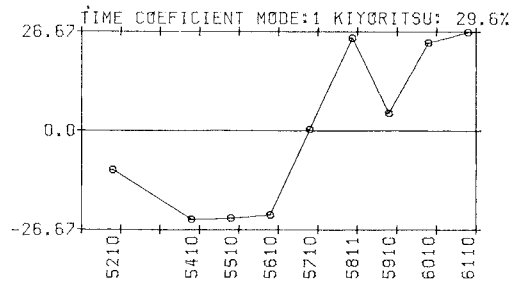


図-3 モード1の時間係数の経時変化

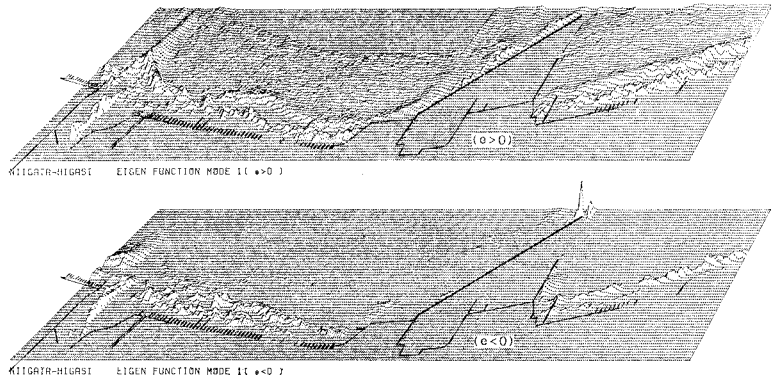


図-4 モード1の固有関数の分布

変化の傾向は昭和52～54年の間に阿賀野川河口を中心とした広い範囲で堆積、東港西海岸の東半分で侵食の傾向が見られる。これは昭和53年6月に発生した異常出水による影響を受けているものと考えられ、短期の異常出水の影響範囲が西海岸中央付近(南浜付近)までであることを示している。しかし、この傾向は昭和56年頃まででそれ以降は、堆積域であった部分が徐々に侵食されていることを示している。

また、西防波堤の前面海域については、基付けより約2,500mの位置(水深約20m)を境にして変化傾向が異なり、岸側で侵食、沖側で堆積する傾向が見られる。

このように、最近10年間の地形変化は短期的な変化が卓越し、長期的に一定な傾向は見られないが、阿賀野川河口部の急激な堆積とその後の変化が支配的となっている。

(2) 水深変化の平面分布について

東港周辺の長期的な地形変化を把握するために、水深変化量の平面分布を整理した。これは、各格子点上の水深差の分布を求めるもので、昭和38～52年と昭和52～61年の水深変化から年間当りの変化速度を算出して整理した。図-7に昭和38～52年と昭和52～61年の水深変化量分布を示す。図中侵食領域を斜線、堆積侵食を斑点で示してある。

昭和38～52年の変化傾向は対象領域のほぼ全域で侵食となっており、その侵食速度は阿賀野川河口付近を除

いて、5～20cm/年の範囲にある。この侵食速度は、前述の地盤沈下速度(5～6cm/年)と良く対応し、地盤沈下による影響を含むものと推定される。また、侵食域の分布は西防波堤周辺の局所的な変化を除き、東港から遠ざかるほど増大する傾向が見られる。特に阿賀野川河口付近では侵食傾向が強く、明らかに河口からの流出土砂が少ないために、河口付近の形状を維持できなかったものと推定される。

堆積域は、前述の南浜前面に帯状に広がっている区域と東埋立地前面に若干見られるのみであり、南浜付近の堆積域は、河口部からの土砂供給によるものであり、東埋立地前面の堆積は、第1東防波堤の影響と西防波堤によって西方向からの波の遮蔽域になったためと考えられる。

昭和52～61年の変化傾向は、東港の西側海域での侵食が小さく、西防波堤周辺と東側海域の広い領域が侵食となっている。また、阿賀野川河口付近から南浜の浅い区域で堆積傾向となっている。西側海域で侵食が減少し、浅い部分で堆積傾向にあるのは、昭和53年6月の異常出水により、西側海域に大量の土砂が供給され、この影響が現在まで残っているためである。しかし、西防波堤から西埋立地前面には、依然として局所的な侵食域が見られ、構造物の影響によるものと考えられる。

東側海域の広範な侵食は、東港の影響により阿賀野川からの流出土砂の影響が遮断されたためと考えられ、昭和52年以前と同様の傾向を示している。

このように、当海域は地盤沈下の影響もあって、南浜付近を除いてほぼ全体的に侵食傾向にあり、阿賀野川の異常出水によって大量に堆積した土砂が、徐々に東方向へ移動しているものと考えられる。また、東側海域に流入している加治川付近には特別の地形変化は見られず、この流出土砂の影響は小さいものと考えられる。

(3) 代表測線での等深線の変化

測線別地形の時間変化を詳しく調べるために、代表測線における、等深線の変化を整理した。

図-8は、2m間隔の等深線の経時変化を示すものである。測線No.25は阿賀野川河口付近、測線No.97は東港西海岸の中央部(南浜付近)、測線No.189は西防波堤基付け付近、No.293は東側海浜の測線である。(測線位置は図-1に示す。)

阿賀野川河口付近(No.25)の測線では、昭和53年に4m以上の等深線が大きく前進したもの

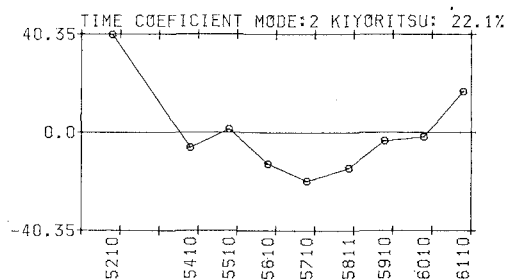


図-5 モード2の時間係数の経時変化

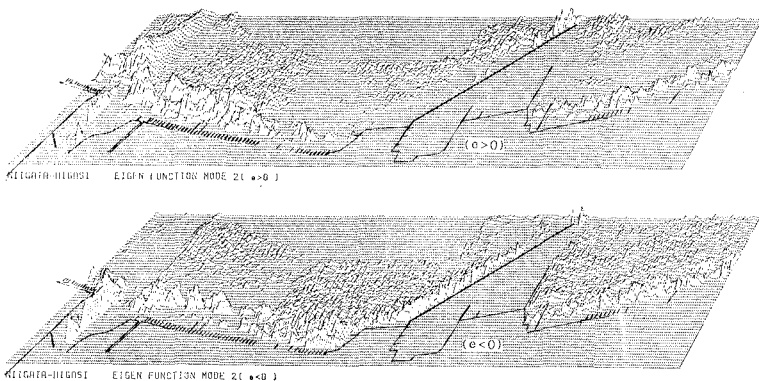


図-6 モード2の固有関数の分布

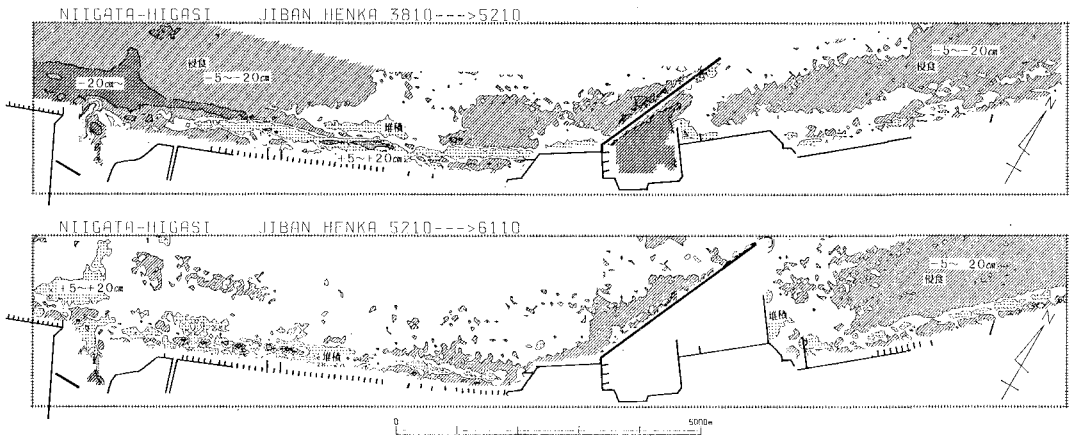


図-7 水深変化の平面分布図

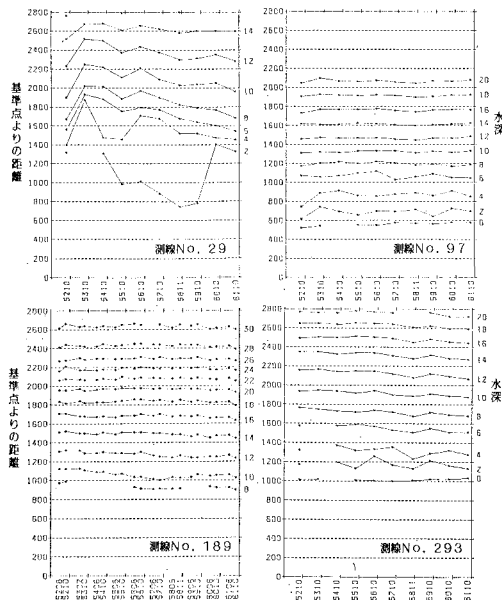


図-8 代表測線での等深線の経時変化

の、その後徐々に後退し昭和61年には52年当時の位置より若干前進した程度になっている。なお、昭和53年にこの区域での2m等深線が無くなっているが、53年6月の出水により河口付近の浅い部分が洗掘され沖側に運ばれたために、河口前面の広い範囲4~5mで程度の水深になったためである。

南浜付近の測線(No. 97)では8m以深の等深線はほとんど変化しておらず、2.4mの等深線が昭和53年に前進し、その後極端な変化は示していない。このことから、この付近は阿賀野川河口からの土砂供給を常に受けているために地形が安定しているものと考えられる。

西防波堤付近の測線(No. 189)では、水深20m以深でほとんど変化せず、これより浅い部分では最近変化は少ないものの後退傾向にある。このことより、西防波堤前面の洗掘は、水深20m程度を境にして沖側ではそれほど大きくないことがわかる。

なお、この測線については初夏(6月頃)と秋期(10月頃)の測量結果があり、全般的に夏期を経過する若干前進、冬期に後退となっており、夏期の静穏な時期に堆積、冬期に侵食されるというパターンが現われている。

東側海浜の測線(No. 293)では、汀線は若干の前進傾向にあるが、2m以深の等深線は後退しており、汀線に近い部分での勾配が急になっていることを示している。また、沖側の深い部分での等深線は、ほぼ直線的に後退しており、その後退速度は10m/年(8m等深線)である。

(4) 区域別平均水深の変化

解析対象海域を図-9に示すように69分割し、各々の区域の平均水深の変化量(土量の変化)を算出した。

図-10は、昭和52年10月の測量を基準として区域別の平均水深を算出した結果のうち、岸側の代表的な区域の経時変化を整理したものである。これらの結果より、東港周辺の平均水深変化は、以下に示すように大きく4つの領域に分けることができる。

① 阿賀野川河口付近(No. 1~5)の領域は、阿賀野川の流出土砂の影響を強く受けており、特に昭和53年6月の異常出水により大きく堆積している。その後は年々

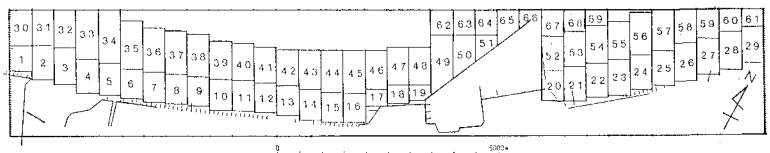


図-9 平均水深の変化量解析区域図

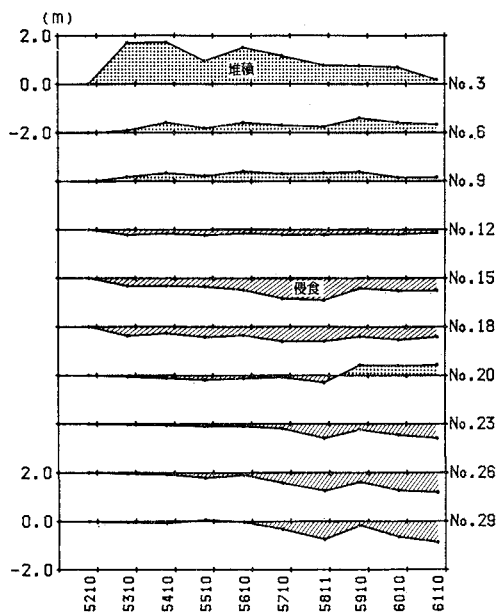


図-10 区域別平均水深変化の例

減少し、現在では、昭和52年に比べると若干の堆積量が残っているのみである。

② 阿賀野川河口右岸より南浜地区 (No. 6~10) の領域は、昭和54年に堆積し、かなりの変動はあったものの現在でも昭和52年と比べると堆積となっている。

③ 西埋立地付近 (No. 13~19) の領域は、昭和52~57頃年まで一様の速度で侵食されていたが、昭和59年に全域で堆積し、これ以降の水深変化は少なくなっている。

④ 東港東側 (No. 20~29) の領域は、昭和56年頃までほとんど変化なかったが、昭和57, 58年に急激に侵食され、西埋立地付近と同様に59年に一時堆積したが、60, 61年とまた侵食の傾向を示し、解析対象範囲の内で最も激しい侵食区域となっている。

5. あとがき

本研究では、新潟東港周辺海岸で昭和38年以来行なわれている深浅測量データを用い地形変化を調べた。この結果新潟東港周辺は港建設以来全体に侵食傾向となっているが、東港の直接の影響は東港の東側海域と、西防波堤の近傍に見られる。この侵食傾向は、防波堤の延長に伴い、現在では東港から離れた東側の海域で進行する傾向にあるが、港近傍での地形変化は安定してきている。

また、阿賀野川の流出土砂による影響は、昭和53年6月の異常出水により、広範囲に渡って短期間に堆積したことが特徴的であり、東港の西側海域では、この後徐々に侵食されたが、昭和52年からの約10年間の収支としては、ほとんど変化しておらず、阿賀野川からの大量の土砂供給がない場合には、この海域は侵食傾向にあるものといえる。

このように、東港の建設が地形に及ぼす影響は、建設当初に大きく出ているものの最近では安定する傾向に向かっているものと考えられる。しかし、流下土砂の減少や、極端に大きな波浪等の影響により大きな変化が起ることも考えられ、今後も充分な監視を行う必要がある。

参考文献

- 1) 田中則男・加藤一正・柳島慎一：深浅図ライブラリーの整備に付いて、港湾技研資料, No. 203, 1975.
- 2) 田中則男・加藤一正・柳島慎一：阿賀野川河口近傍の海底地形変化について、港湾技研報告, Vol. 15, No. 2, pp. 89~165, 1976.
- 3) 宇多高明：深浅測量データを利用した海浜地形変化の解析法、1984年度水工学に関する夏期研修会講義集, B-8-1~B-8-17, 1984.
- 4) 加藤一正・吉松 晃：三次元の経験的固有関数法による深浅図解析法、港湾技研報告, Vol. 23, No. 2, pp. 89~165, 1976.
- 5) 第一港湾建設局：新潟工業港および臨海工業地帯造成計画資料(工業港の建設計画編 No. 2), 191 p, 1962.