

阿賀野川河口周辺の長期的な地形変化

黒 木 敬 司*

1. ま え が き

阿賀野川は、流域面積約 7,708 km²、計画降水量 11,000 m³/sec の我が国でも有数の大規模河川であり、信濃川と共に新潟平野を形成する土砂の供給源となっている。これまでの調査結果^{1),2)}より、阿賀野川河口周辺の漂砂方向は東向きが卓越し、約 6 km 東側に位置する新潟港(東港区：以下東港)付近までが、その直接の影響域とされている。本報告は、阿賀野川河口から東港付近までの地形データの解析を行い、河口周辺海浜の長期的な地形変化について考察したものである。

地形データの解析は、図-1 に示すように、阿賀野川河口左岸より、東港西埋め立て護岸中央部付近までの沿岸方向約 9 km、岸沖方向には水深約 20 m 程度までの 2.8 km の範囲について、昭和 51 年～62 年の年 1 回の深浅測量結果を用いて行った。解析項目は、三次元の経線的固有関数の解析³⁾、等深線形状、断面形状の変化および土量変化の平面的な分布等について行った。なお、地形データの解析に加えて、阿賀野川の流量観測結果⁴⁾や、新潟西港沖の波浪観測資料についても整理した⁵⁾。

2. 阿賀野川河口周辺の自然条件

(1) 阿賀野川の流量

阿賀野川河口上流の馬下流量観測所(河口から約 33 km 上流)で、昭和 40 年から昭和 60 年に観測された日平均流量について整理した結果から、月別の最大日平均

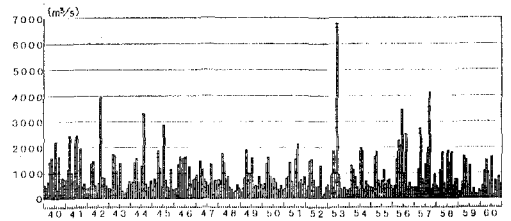


図-2 阿賀野川の月別最大日平均流量

流量を図-2 に示す。

月別の平均的な流量は 3～5 月の融雪期に大きく、月平均の流量で 1,000 m³/sec を越える場合もある。しかし、図-2 に示すように、日平均流量が最も大きくなるのは、6, 7 月の梅雨時期や、8, 9 月の台風期で、昭和 40～61 年の 21 年間で最大の流量は、昭和 53 年 6 月 27 日に観測された 6,802 m³/s であり、4,000 m³/s 以上の流量が 3 日間続いている。その前後では、昭和 42, 44, 45 年や昭和 56, 57 年に大きな流量が観測されているが、流出の規模は昭和 53 年の流出が抜きんでて大きい。なお、昭和 53, 56 年については、融雪期の平均的な流量も大きい。

(2) 阿賀野川河口付近の波浪

阿賀野川河口周辺での波浪として、欠測が少なく波向の観測を行っている新潟西港の波浪資料を整理した。季節別波向別の平均波エネルギーを算出した結果から、最も出現頻度の高い NW～N の 3 方向について図-3 に

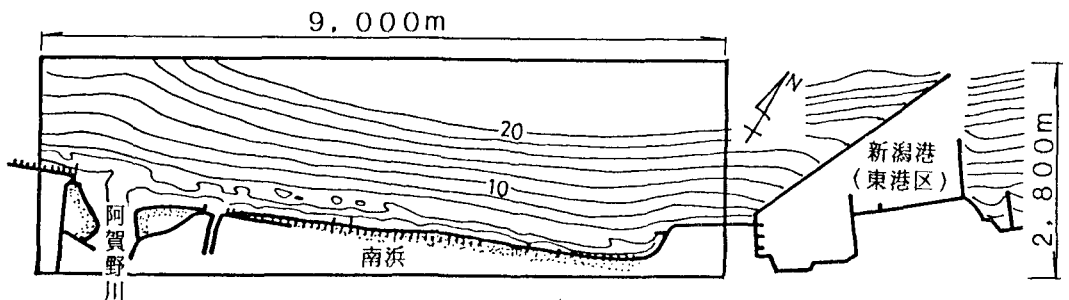


図-1 解析対象位置図

* 正会員 (株)エコー 第一技術部 調査課

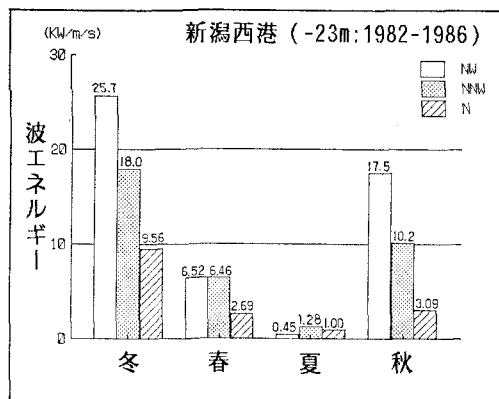


図-3 新潟西港での波向別平均波エネルギー

示す。

季節別には、冬期の波エネルギーが最も大きく、ついで秋期となっており、日本海沿岸の冬期風浪の影響を現している。

波向別には、NW方向のエネルギーが大きく、大陸からの季節風や、日本海を通過する低気圧の影響によって急激に発達した波浪の影響によるものである。阿賀野川河口地形に対しては、NNW方向が汀線にはほぼ直角方向の波向となり、NW方向の波エネルギーが大きければ、東向きに漂砂が卓越するものと考えられ、既往の調査結果と一致している。

(3) 地盤沈下

阿賀野川河口周辺は、地盤沈下地帯に位置しており、周辺の地盤沈下は、昭和40年以前には15 cm/年以上の沈下を示した場所もある。昭和50年以降は依然として沈下傾向にあるが、沈下速度は2 cm/年程度になっており、波浪条件や、土砂供給量の変化にともなう地形変化が数10 cm/年に及ぶことや、地盤沈下がかなり広い範囲で起こっていることを考えれば、局所的な地形変化に与える影響はそれほど大きくないものと考えられる。

3. 地形変化解析結果

(1) 河口形状の変遷

昭和51年以降の河口前面の等深線形状を図-4に示す。

阿賀野川河口付近の地形は、昭和51, 52年には東西の海岸線と同じ形状を示し、等深線は沿岸方向に平行となっていたが、昭和53年10月には、河口から沖方向に押し出された砂の堆積による舌状の砂州が水深15 m程度まで伸びている。これは、明らかに昭和53年6月の出水によるものと考えられる。

その後、この砂州の形状は、先端の堆積部分の砂が岸側に移動し、沖側の堆積部分の面積が小さくなるとともに、等深線が徐々に後退している。昭和53年以降では、昭和56年の出水による若干の前進がみられるが、昭和

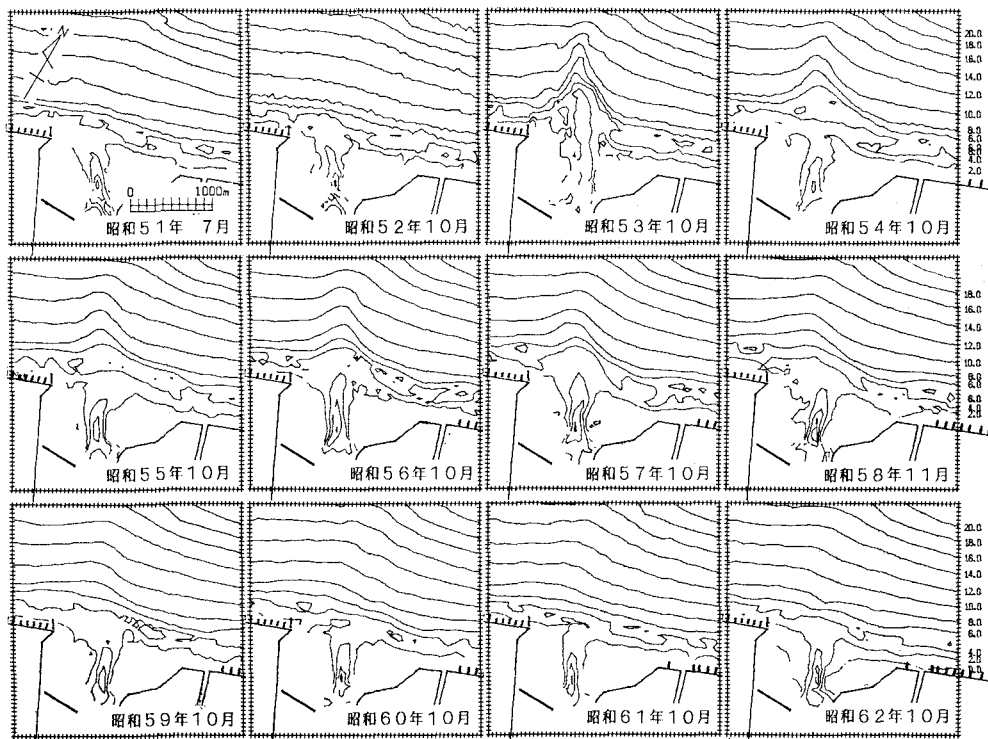


図-4 河口周辺地形の変遷

60年までに昭和52年当時とはほぼ同じ形状に戻り、現在に至っている。

(2) 経験的固有関数の解析結果

経験的固有関数の解析は、全測量データの平均水深からの変化について計算を行ない、水深の深くなる方向を正にとってあるので、 $c_n(\text{時間係数}) \times e_n(\text{固有関数}) > 0$ の領域で浸食、 $c_n \times e_n < 0$ の領域で堆積傾向にあることを示している。

a) 阿賀野川河口前面

昭和52年以降の秋の測量結果から、阿賀野川河口前面の沿岸方向2.8kmを抽出し、経験的固有関数の解析を行った。モード1(寄与率; 44.4%)の結果より、時間係数 C_1 の変化を図-5に、固有関数 $e_1(x, y)$ の平面的な分布を図-6に示す。固有関数については、斜線が負の領域、斑点が正の領域となっている。

時間係数 C_1 は昭和52年から53年に急激に増大しており、昭和53年以降は緩やかに減少し、昭和61, 62年には昭和52年と同程度の値になっている。固有関数の分布は、昭和53年の出水によって形成された河口前面の舌状砂州と同じ形状で負の領域が広がり、この背後に正の領域が伸びているようである。

舌状の負の領域は、時間係数と固有関数の関係から、昭和52年から53年の期間に大きく堆積し、昭和53年以降に徐々に浸食していったことがわかる。また、河口前面での昭和52年以降の長期的に卓越した地形変化は、昭和53年の出水に伴う前面の堆積とその後の堆積域の減少とみることができる。

河口前面の舌状の砂州に対して、背後に傾向の異なる区域があるが、これは、別途行った断面変化の解析結果より、河口付近に堆積していた土砂が大規模な流出によって河口前面に押し出されたことによるもので、通常の流量では堆積区域に当たるものと考えられる。

b) 阿賀野川より東港西埋立地付近まで

次に、昭和51年以降の阿賀野川河口左岸から東港西埋立地付近までの地形について、経験的固有関数の解析

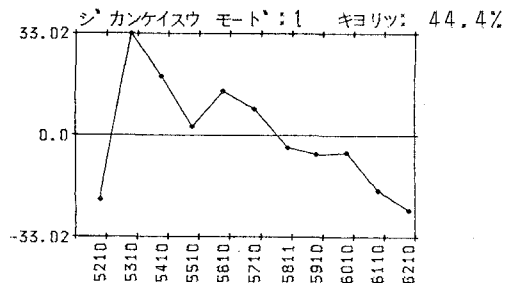


図-5 モード1の時間係数(河口前面)

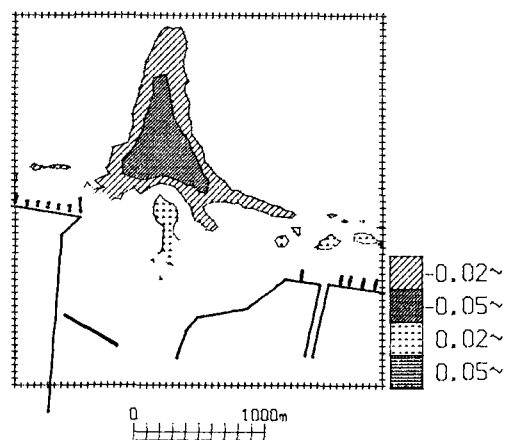


図-6 モード1の固有関数の分布(河口前面)

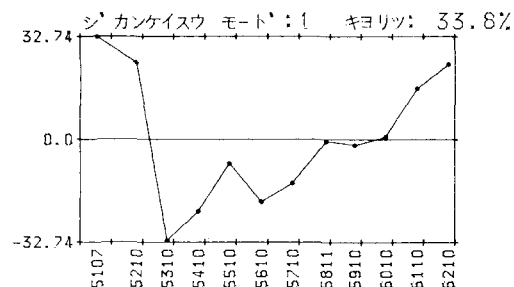


図-7 モード1の時間係数(河口～東港付近)

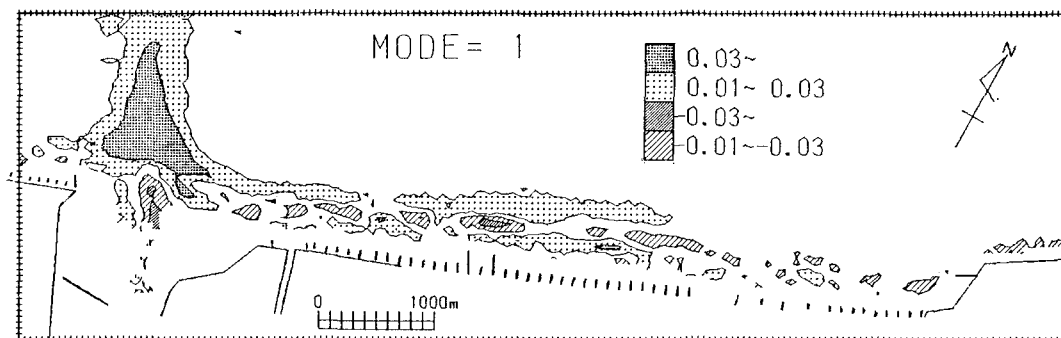


図-8 モード1の固有関数の分布(河口～東港付近)

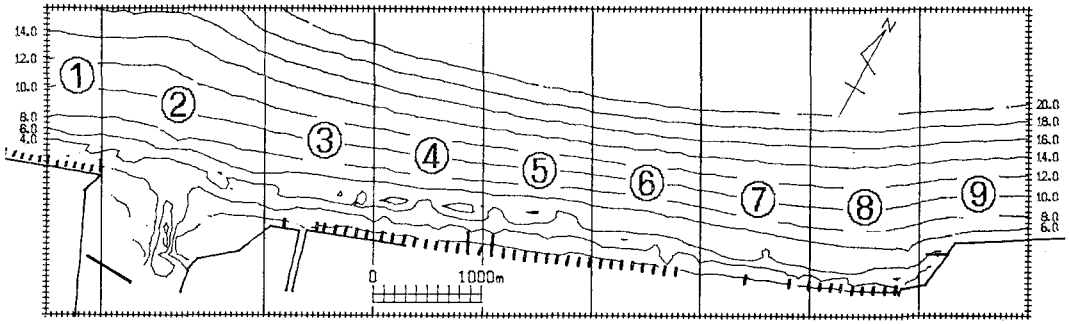


図-9 土量変化の算出領域

を行った。モード1(寄与率; 33.8%)の時間係数 C_1 の変化を図-7に、固有関数 $e_1(x, y)$ の平面的な分布を図-8に示す。

阿賀野川河口付近に比べて3倍程度広い領域について計算を行ったものであるが、時間係数と固有関数の符号が逆転しているだけで、変化の傾向は、河口付近の解析結果と一致している。

このことは、昭和53年の出水による地形変化が、河口付近のみでなく、周辺海域のかかなり広い範囲の地形変化の中でも、最も大きな変化であったことを示している。

固有関数の分布についてみると、河口前面と傾向の同じ領域が、河口より東側に帯状に3km程度伸びているのがわかる。この付近は、出水により河口から押し出された土砂が東方向に運ばれたもので、出水によって押し出された土砂の、直接の影響範囲が河口から3km程度であったことを示している。

なお、平面的な地形変化への経験的固有関数の適用について考えると、広い範囲の解析を行っても、局所的に極端に大きな変化が起きている場合は、モード1の解析結果が、全体的な変化の傾向ではなく、局所的な変化を現す結果となる。このようなことから、解析対象区域内に浚渫区域や河口などがある場合は、事前にデータをよく吟味し、解析結果については、局所的な変化の影響を十分考慮して検討する必要がある。

4. 河口周辺の土量の変化

阿賀野川河口前面の土量の増減と、周辺海域での土量増減を比較するために、河口周辺の海域を図-9に示すように9分割し、それぞれの領域毎に土量の変化を算出した。この結果から、各年度毎の土量増減を図-10に整理した。なお、図中の矢印は沿岸方向の堆積浸食の傾向が変化している場所を示したものである。

土量変化の算出は、地形変化の活発な岸から水深10mまでの範囲について行った。なお、昭和53年の出水時に、沖合いまで大きく変化した河口前面の領域No.2に

ついては、全ての水深帯にいつて変化量を算出した。河口前面のNo.2領域は、これまでの解析結果からも

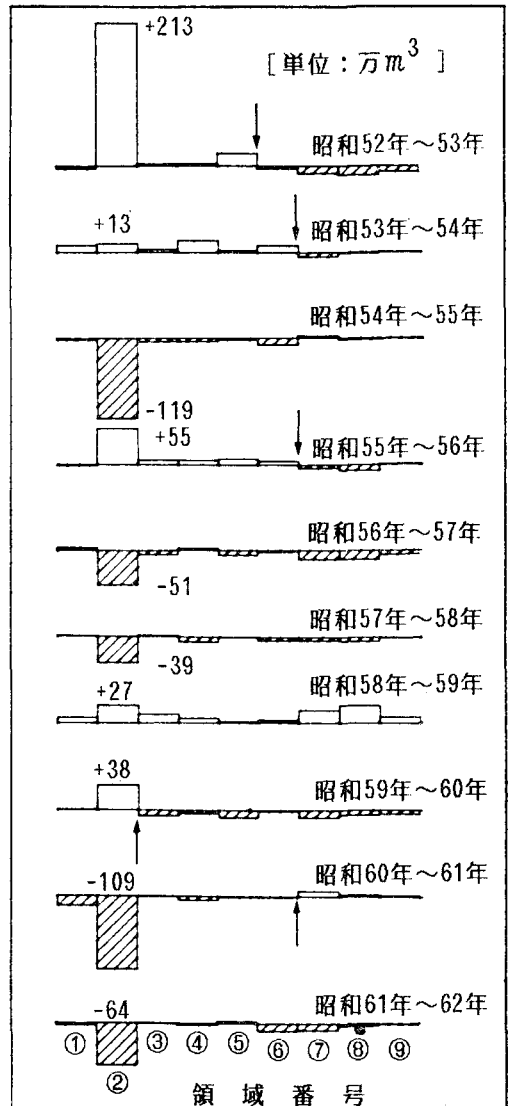


図-10 領域別土量の変化

明らかなように、昭和52～53年に大きく堆積し、土砂の増加量は約200万 m^3 程度となっている。

この年度の周辺の土量変化は、領域No. 3, 4, 5までが堆積しており、その東側は浸食となっているが、変化は小さく各領域ともNo. 2領域の1割以下の変化量である。

この他に、河口前面の土量が増加したのは、昭和54, 56, 59, 60年の4回であるが、昭和54年はNo. 1～No. 6の領域で堆積傾向にあり、昭和53年に河口前面に押し出された土砂が沿岸方向に広がっているものと考えられる。

昭和56年は、昭和53年以降に初めて3,000 m^3/sec 以上の流量を観測しており、昭和53年程ではないが、河口付近に堆積した土砂が沖側に押し出されたものと考えられる。また、昭和53, 56年は融雪期の流量が昭和40年以降で最も大きく、河口付近への土砂供給量も大きかったものと考えられる。

なお、昭和59, 60年にも河口前面の土量が増加しているが、この年度には大規模な流出は発生しておらず、土量が増加した領域の分布も違うことから、河口から押し出された土砂の影響ではないものと考えられる。

河口前面の土量が増加したときの、沿岸方向の変化傾向に着目すると、昭和53, 54, 56年共に、領域No. 3, 4付近で土量の増減が逆転しており、固有関数の解析結果で河口から押し出された土砂の直接の影響域が、河口から東側に3km程度であったことと一致する。

前述の、阿賀野川の流量変化をみると、昭和57にも大規模な出水が起こっているが、河口前面の土量は増加していない。この原因としては、昭和56年の出水によって、河口付近に堆積していた土砂が沖側に押し出されていたために、河口付近の土砂量が不足していたものと考えられる。また、57年の流出は、台風8218号の影響によって起こったもので、この時の波浪は、新潟西港沖の観測結果で $H_{1/3}=5.36\text{m}$ を記録しており、河口から押し出された土砂が、波浪の影響を受けて河口前面に堆積しなかったものと考えられる。

河口前面が浸食した場合は、河口前面だけでなく、土量の比較を行った全ての領域で浸食となっている。このように広い範囲での浸食は、高波浪の来襲による影響と考えられる。

以上の結果より、阿賀野川河口周辺の海浜は、冬期の高波浪によって浸食され、梅雨時の大規模出水等による

土砂供給量が少ない場合は、1年間を通して考えると浸食となっている。

5. あとがき

本研究では、新潟東港周辺で行われている地形測量データを用いて、阿賀野川河口周辺の長期的変化について調べたものである。この結果を整理すると、

・昭和53年に形成された大規模な舌状砂州の成因は、形成前の数年間に渡って大きな出水がなかったために、河口付近の浅い部分に蓄積されていた多量の土砂が、数十年に1回起こるような出水によって河口沖合いに押し出されたものと考えられる。

・河口前面海域に供給される土砂量は、単に通常の流量のみでは決まらず、流量の長期的な変化と併せて考える必要があり、大規模な土砂の供給がなければ、本海浜は浸食傾向にあるものと判断される。

・河口周辺海浜の土砂供給源は、河口前面に押し出された土砂による舌状の砂州が大きな割合を占め、その直接の影響域は、沿岸東方方向約3km程度と考えられる。

・経験的固有関数による解析は、局所的に大きな地形変化が起こっている場合は、解析結果にこの局所的な変化が現れることがあり、解析を行う際にデータの性質について十分検討する必要がある。

これまでの解析によって以上のような知見を得たが、阿賀野川は清流として名高く、本研究によって得られた結果が、他の河川とその周辺海浜についても当てはまるものではない。今後は、様々な条件下にある地形データについて解析を行い、地形の変化と、外力、供給源の関係を明らかにして行くことが必要である。

なお、本研究は、運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所が、昭和38年より実施している新潟港(東港区)周辺の地形測量資料を用いたものである。

参考文献

- 1) 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), p.191, 1962.
- 2) 第一港湾建設局：新潟港(東港区)海底地形変化解析調査報告書, 1987.
- 3) 加藤一正・吉松 晃：三次元の経験的固有関数法による深淺図解析法, 港湾技研報告, Vol.23, No.2, pp.89～165, 1976.
- 4) 建設省河川局：流量年表
- 5) 新潟県：新潟港(東港区)南浜地区小型船だまり漂砂現況調査, 1988.