

日本海沿岸の波について (第1報)

——中部沿岸における波の統計的分布——

板 尾 純 一\*・木 戸 武\*\*・山 田 五 郎\*\*\*

1. はしがき

港湾構造物などの計画，設計および施工に必要な波の諸元やその性質を明らかにするため，各方面においてひろく波の観測が実施されているが，運輸省第一港湾建設局においても，昭和 28 年から酒田港，新潟西港および輪島港で水圧式波高計による観測を開始して以来，逐次，観測態勢を整備拡充し，現在，ほとんどの主要港湾において観測を行なっている。

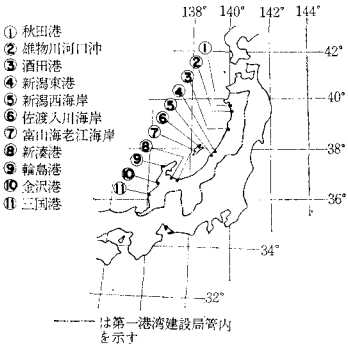
この報告は，新潟東港において昭和 38 年 10 月以降に得られた継続観測資料と，その他の地点における観測資料を統計的に比較・検討し，現在までの観測結果に若干の考察を加えたものである。

2. 観測の概要について

観測地点は，

図-1 に示すように，北は秋田港から南は三国港（福井県）に至る間の計 11 地点である。このうち，雄物川河口沖は石油資源開発KK，新潟西海岸および

図-1 波浪観測地点位置図



佐渡入川海岸は新潟県土木部において観測されたものである。各地点における観測条件は表-1 に示すとおりであり，観測および資料整理の方法を以下に述べる。

(1) 観測は，2 時間間隔で 1 日 12 回とし，各回とも 10～20 分間の連続測定とする。

(2) 観測記録の測得率は  $\frac{\text{実施測定回数}}{\text{規定測定回数}} \times 100\%$  とする。

(3) 各観測記録から連続 10 分間分を取り出し，最大波波高(周期)，1/10 最大波波高(周期)，有義波波高(周期)を求める。

(4) 有義波については，波高を 0.5 m ごと (0～0.49 m, 0.50～0.99 m, 1.00～1.49 m, ……), また周期は 2.0 sec ごと (4.0～5.9 sec, 6.0～7.9 sec, 8.0～9.9 sec, ……) に区分してそれぞれの発生回数を求め，これから年間および四季別 (春：3・4・5 月，夏：6・7・8 月，秋：9・10・11 月，冬：12・1・2 月) の未超過確率を計算する。

(5) 水圧式波高計による波形を水面波高に換算する場合に用いる補正係数  $n$  は 1.30 とする。

以上により資料の整理を行なったが，37 年 4 月から 40 年 3 月までの各地点における観測記録の月別測得率を表-2 に示した。これによると，新潟東港における 38 年 9 月以降の測得率がほぼ 100% に近い値を示しているほかは，一般に測得率は小さく，とくに冬季間の平均測得率が 90% 以上のものは，わずかに，新潟西海岸 (38 年 12 月～39 年 2 月) と金沢港 (37 年 12 月～38

表-1 各 地 点 に お け る 波 の 観 測 条 件

| 地 点           | 器 種        | 設置水深<br>(m) | 距岸距離<br>(m) | 海底勾配    | 観測開始<br>(年・月) | 計 器 の 管 理 者       |
|---------------|------------|-------------|-------------|---------|---------------|-------------------|
| 秋 田 港         | 水圧式シユウ動抵抗型 | -10.0       | 約 900       | 約 1/170 | 33. 9         | 第一港湾建設局秋田港工事事務所   |
| 雄物川河口沖        | 水圧式差動変圧型   | -16.0       | ” 2 600     | ” 1/170 | 35. 3         | 石油資源開発KK          |
| 酒 田 港         | 水圧式シユウ動抵抗型 | -10.0       | ” 1 000     | ” 1/90  | 28. 9         | 第一港湾建設局酒田港工事事務所   |
| 新 潟 東 港       | ”          | -10.0       | ” 1 000     | ” 1/170 | 37. 6         | 第一港湾建設局新潟港工事事務所   |
| 新 潟 西 海 岸     | ”          | -13.0       | ” 1 200     | ” 1/170 | 38. 9         | 新潟県信濃川工事事務所       |
| 佐 渡 入 川 海 岸   | ”          | -10.5       | ” 200       | ” 1/25  | 36. 12        | ”                 |
| 富 山 海 老 江 海 岸 | ”          | - 9.5       | ” 1 000     | ” 1/100 | 40. 2         | 第一港湾建設局伏木富山港工事事務所 |
| 新 湊 港         | ”          | -12.0       | ” 1 100     | ” 1/100 | 37. 10        | ”                 |
| 輪 島 港         | ”          | -15.0       | ” 700       | ” 1/50  | 28. 9         | 第一港湾建設局七尾港工事事務所   |
| 金 沢 港         | ”          | -10.0       | ” 900       | ” 1/160 | 37. 9         | ”                 |
| 三 国 港         | ”          | -10.0       | ” 1 000     | ” 1/100 | 37. 9         | 福井県三国土木出張所        |

\* 正会員 運輸省第一港湾建設局次長      \*\* 正会員 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所長

\*\*\* 正会員 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所建設専門官

表-2 各地点における波の観測資料の月別測得率（単位：％）

| 観測<br>開始<br>年月 | 地 点 | 秋田港  | 雄物川<br>河口沖 | 酒田港  | 新潟東港  | 新 潟<br>西海岸 | 佐渡入<br>川海岸 | 富 山 海<br>老江海岸 | 新湊港   | 輪島港  | 金沢港    | 三国港  |
|----------------|-----|------|------------|------|-------|------------|------------|---------------|-------|------|--------|------|
| 年 月            |     | 33—4 | 35—3       | 28—9 | 37—6  | 38—9       | 36—12      | 40—2          | 37—10 | 28—9 | 37—9   | 37—9 |
| 37—4           |     |      |            | 14.7 |       |            |            |               |       |      |        |      |
| 5              |     |      |            | 11.3 |       |            |            |               |       |      |        |      |
| 6              |     |      |            | 15.8 | 27.8  |            |            |               |       |      |        |      |
| 7              |     |      |            |      | 100.0 |            |            |               |       |      |        |      |
| 8              |     |      |            |      | 99.6  |            |            |               |       |      |        |      |
| 9              |     |      |            |      | 100.0 |            |            |               |       |      | △ 90.0 | 72.2 |
| 10             |     |      |            | 39.0 | 100.0 |            |            |               | 32.3  |      | △ 91.9 | 99.2 |
| 11             |     |      |            | 14.2 | 98.2  |            | 73.9       |               | 59.4  |      | △ 97.8 | 89.0 |
| 12             |     |      |            | 48.5 | 100.0 |            | 64.3       |               | 85.8  |      | △ 82.0 | 71.5 |
| 38—1           |     |      | 19.9       |      | 21.3  |            | 76.2       |               | 73.1  |      | △ 94.6 | 54.8 |
| 2              |     |      |            |      |       |            | 57.8       |               | 75.9  |      | △ 96.4 | 92.7 |
| 3              |     |      | 72.7       |      |       |            | 61.9       |               | 89.2  |      | △ 90.1 | 46.5 |
| 4              |     |      |            |      |       |            |            |               | 61.1  |      |        | 39.7 |
| 5              |     |      | 6.5        |      |       |            |            |               | 32.3  |      |        | 53.2 |
| 6              |     |      | 20.8       |      |       |            |            |               |       |      |        | 32.5 |
| 7              |     |      | 27.2       |      |       |            |            |               |       |      | 42.5   | 72.3 |
| 8              |     |      | 72.0       |      |       |            |            |               |       |      | 71.2   | 78.5 |
| 9              |     |      | 84.0       |      | 100.0 | 22.5       | 58.0       |               | 16.7  |      | 99.4   | 97.8 |
| 10             |     |      | 65.1       |      | 99.6  | 92.7       | 57.9       |               | 95.4  |      | 64.0   | 94.1 |
| 11             |     |      | 48.8       |      | 100.0 | 99.5       | 24.7       |               | 100.0 |      | 100.0  | 86.3 |
| 12             |     |      | 60.5       | 27.5 | 100.0 | 93.0       | 17.5       |               | 100.0 |      | 16.1   | 18.3 |
| 39—1           |     |      | 61.8       | 23.9 | 99.7  | 95.8       | 66.2       |               | 100.0 |      |        | 1.7  |
| 2              |     |      | 96.0       | 13.5 | 100.0 | 100.0      | 3.7        |               | 42.0  |      |        | 52.2 |
| 3              |     |      | 83.3       |      | 98.0  | 98.8       |            |               |       |      |        | 27.2 |
| 4              |     |      | 95.0       |      | 98.7  | 38.5       |            |               |       |      |        | 5.4  |
| 5              |     |      | 12.1       |      | 100.0 | 15.9       |            |               |       |      |        | 77.5 |
| 6              |     |      | 18.4       |      | 100.0 | 23.1       |            |               |       |      |        |      |
| 7              |     |      | 83.0       |      | 100.0 | 18.8       |            |               |       |      |        |      |
| 8              |     |      | 67.0       |      | 100.0 |            |            |               | 12.9  |      | 14.2   |      |
| 9              |     |      | 49.2       |      | 100.0 |            |            |               | 91.4  |      | 79.4   |      |
| 10             |     |      |            |      | 100.0 |            | 35.0       |               | 82.8  | 7.5  | 68.8   | 77.5 |
| 11             |     |      | 18.2       |      | 100.0 |            | 87.1       |               | 69.2  | 20.0 | 59.7   | 95.3 |
| 12             |     |      | 100.0      | 19.6 | 100.0 | 62.8       | 89.7       |               | 84.9  | 69.6 | 55.9   | 33.3 |
| 40—1           |     |      | 90.8       | 89.6 | 100.0 | 12.4       | 26.8       |               | 84.4  | 89.0 | 26.6   | 18.3 |
| 2              |     |      | 48.6       | 99.8 | 99.0  |            |            | 16.8          | 75.3  | 92.6 | 26.2   |      |
| 3              |     |      | 27.2       | 77.6 | 100.0 |            |            | 82.0          | 90.6  | 91.4 | 27.4   |      |

注：△は計器設置水深が -6.0 m である。

年2月)においてみられるのみである。したがって、以下の考察において、佐渡の影響を受ける場合があるにかかわらず新潟東港の継続観測資料を、日本海中部沿岸の波の性質を考察するための基準とした。

### 3. 日本海中部沿岸の波高の分布について

以下、新潟東港と日本海中部沿岸における波の規模の概要について述べる。

#### (1) 新潟東港の波

観測資料の整理結果を図-2 および 図-3 に示す。これから新潟東港における波の統計的性質としてつぎのことがわかる。

① 波高および周期の発生頻度分布は、対数正規分布よりも、正規分布に近いようである。これは既往において、新潟西海岸における目視観測資料を用い、白石・長谷<sup>1)</sup>が波高および周期ともにその発生頻度が正規分布で表わされるとしたことと一致する。

② 有義波波高の年間発生頻度は、2.0 m 以上が約 8.0％、3.0 m 以上が約 2.0％、4.0 m 以上が約 0.6％、5.0 m 以上が約 0.08％である。また、3年に1回の確率、10年に1回の確率および50年に1回の確率で発生する有義波波高を図-2により推定すると、それぞれ 6.0 m、6.5 m および 8.0 m 程度となる。

③ 波高および周期の発生確率は、もちろん季節によりいちじるしく異なるが、同じ季節でも年度により多少の変化がみられる。

④ 最大有義波波高は、38年11月9日6時における 5.75 m (周期 14.0 sec) であった。このときの代表的な天気図を図-4に示したが、大陸に発生した不連続線をとまなう低気圧が発達しながら日本海を東上して北海道沖に達したときのものである。なお、各地点の風と波の時間的変化を図-5に示したが、このような気象変化は、日本海沿岸における支配的な波の発生条件であることが多い。

図-2 新潟東港における波の季節別未超過確率  
(観測期間: 39年3月~40年2月)

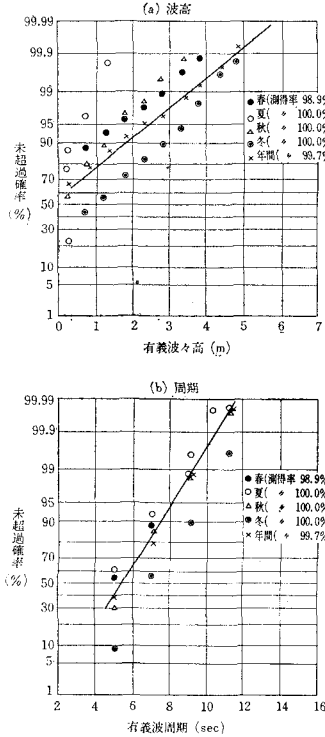


図-4 新潟東港における最大有義波波高発生時の天気図

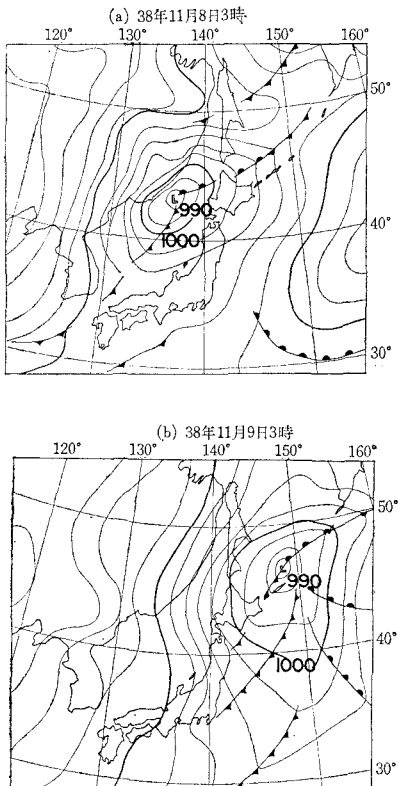


図-3 新潟東港における波の年度別および季節別未超過確率  
(観測期間: 38年度~39年度)

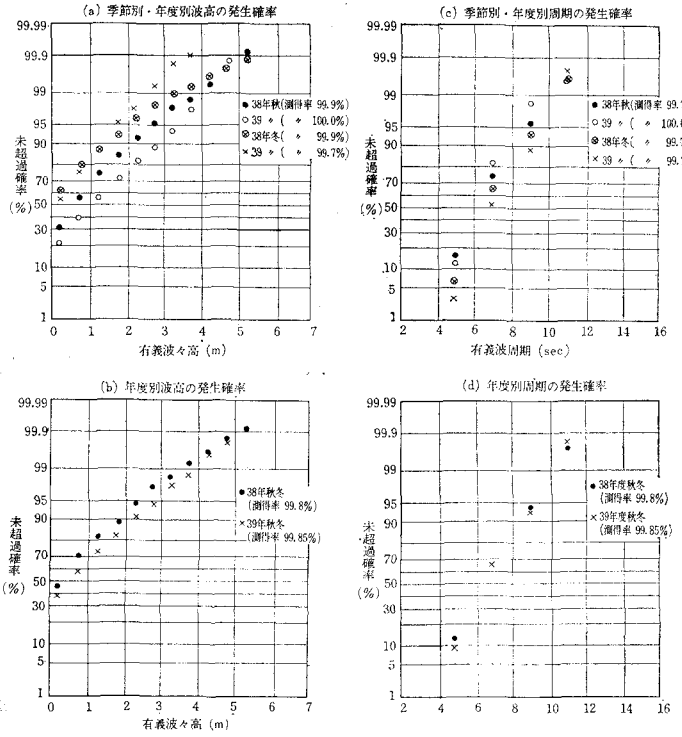
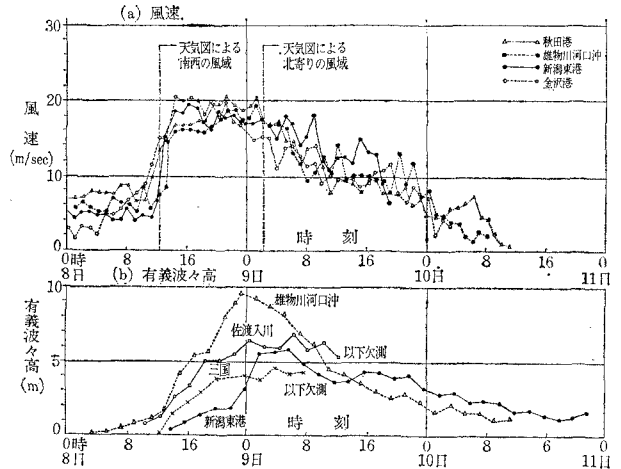


図-5 各地点における風速と有義波波高の時間変化  
(観測期間: 38年11月8日~10日)



⑤  $\frac{H_{\max}}{H_{1/3}}$  および  $\frac{H_{1/3}}{H_{\text{mean}}}$  の値は、表-3 に示すように、年間平均で 1.43 および 1.39 となっている。

⑥ この海岸の波は、佐渡によるしゃへい効果を受けることが考えられるが、佐渡入川海岸の有義波波高が 4.0 m をこえたときの同時観測の結果による 7 例について比較すると、5 例では佐渡入川海岸の波高は、新潟東港のそれよりも大きく約 2.7 倍に達することもあるが、他の二例ではむしろ新潟東港の波高が大きくなっている(図-8(b) 参照)。これは明らかに、波の発生と伝播の

条件に差異があることによるものと考える。

（2）日本海中部沿岸の波高の分布

波の規模は、観測地点の平面的な位置と波を発生させる気象条件によって異なるから、支配的な波の分布を現象論的に取り扱うためには、これらの条件に対応した種々の場合について考えなければならない。しかしながら、ここでは必ずしも現象のはあくが十分でないので、現在までに観測されている観測資料を統計的に取り扱い、これらを合わせ考察した結果を以下に述べる。

表-3 新潟東港における  $\frac{H_{max}}{H_{1/3}}$  および  $\frac{H_{1/3}}{H_{mean}}$

| 波高比 | 期間 | $\frac{H_{max}}{H_{1/3}}$ |                           | 観測年月       | 備考 |
|-----|----|---------------------------|---------------------------|------------|----|
|     |    | $\frac{H_{max}}{H_{1/3}}$ | $\frac{H_{1/3}}{H_{max}}$ |            |    |
| 月   | 1  | 1.43                      | 1.33                      | 39, 40 年   |    |
|     | 2  | 1.47                      | 1.45                      | 39, 40     |    |
|     | 3  | 1.46                      | 1.45                      | 39, 40     |    |
|     | 4  | 1.45                      | 1.37                      | 39         |    |
|     | 5  | 1.43                      | 1.35                      | 39         |    |
|     | 6  | 1.52                      | 1.33                      | 39         |    |
|     | 7  | 1.28                      | 1.41                      | 37, 38     |    |
|     | 8  | 1.34                      | 1.30                      | 37, 38     |    |
|     | 9  | 1.44                      | 1.39                      | 37, 38, 39 |    |
|     | 10 | 1.44                      | 1.41                      | 37, 38, 39 |    |
|     | 11 | 1.45                      | 1.47                      | 37, 38, 39 |    |
|     | 12 | 1.45                      | 1.35                      | 37, 38, 39 |    |
| 季節別 | 春  | 1.45                      | 1.39                      | 3, 4, 5 月  |    |
|     | 夏  | 1.38                      | 1.37                      | 6, 7       |    |
|     | 秋  | 1.44                      | 1.43                      | 9, 10, 11  |    |
|     | 冬  | 1.45                      | 1.37                      | 12, 1, 2   |    |
| 年間  |    | 1.43                      | 1.39                      | 1~12 月     |    |

表-4 各地点における取得最大有義波波高

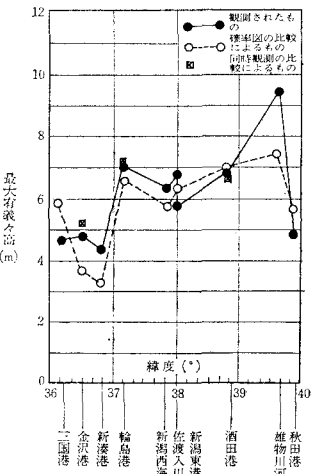
| 地 点     | 波 高<br>(m) | 周 期<br>(sec) | 発 生<br>(年, 月, 日, 時) |
|---------|------------|--------------|---------------------|
| 秋 田 港   | 4.70       | 12.6         | 34. 4. 10. 2        |
| 雄物川河口沖  | 9.44       | 10.5         | 38. 11. 8. 23       |
| 酒 田 港   | 6.70       | 11.7         | 32. 1. 29. 16       |
| 新潟東港    | 5.75       | 14.0         | 38. 11. 9. 6        |
| 新潟西海岸   | 6.46       | 12.3         | 39. 2. 12. 14       |
| 佐渡入川海岸  | 6.70       | 9.2          | 38. 11. 9. 6        |
| 富山海老江海岸 | —          | —            | —                   |
| 新 湊 港   | 4.31       | 6.2          | 38. 3. 18. 12       |
| 輪 島 港   | 7.07       | 12.5         | 40. 1. 9. 19        |
| 金 沢 港   | 4.78       | 12.3         | 40. 3. 30. 12       |
| 三 国 港   | 4.63       | 9.1          | 37. 11. 5. 6        |

表-5 各地点における最大有義波々高の推算

| 地 点    | ①<br>観 測 期 間<br>(年・月) | 測得率<br>(%) | ①において3年に1回の割合で発生する最大有義波々高(m) |       | 波高比=②/③ | 3年に1回の割合で発生する最大有義波々高(m) | 備 考                       |
|--------|-----------------------|------------|------------------------------|-------|---------|-------------------------|---------------------------|
|        |                       |            | ② 当該地点                       | ③新潟東港 |         |                         |                           |
|        |                       |            |                              |       |         |                         |                           |
| 秋 田 港  | 40. 12                | 91.3       | 5.98                         | 6.12  | 0.98    | 5.70                    | (1) 新潟東港の取得最大有義波波高を基準とする。 |
| 雄物川河口沖 | 39. 2                 | 96.0       | 6.85                         | 5.27  | 1.30    | 7.50                    |                           |
| 酒 田 港  | 40. 2                 | 99.8       | 5.44                         | 4.45  | 1.22    | 7.00                    | (2) 海老江海岸は測得率が小さいため省略した。  |
| 新潟西海岸  | 39. 2                 | 100.0      | 5.27                         | 5.20  | 1.01    | 5.60                    |                           |
| 佐渡入川海岸 | 39. 12                | 89.7       | 5.28                         | 4.75  | 1.11    | 6.40                    |                           |
| 新 湊 港  | 38. 11~39. 1          | 100.0      | 3.71                         | 6.58  | 0.56    | 3.30                    |                           |
| 輪 島 港  | 40. 1~3               | 91.3       | 6.60                         | 5.78  | 1.14    | 6.60                    |                           |
| 金 沢 港  | 38. 11                | 100.0      | 3.30                         | 5.08  | 0.65    | 3.70                    |                           |
| 三 国 港  | 39. 11                | 95.3       | 4.17                         | 4.08  | 1.02    | 5.90                    |                           |

① 各地点ごとに期間および測得率を異にするが、取得された最大有義波波高を表-4および図-6に示す。これによると、北から南に順次波高が小さくなってゆく傾向がある。

図-6 各地点における最大有義波波高(観測期間: 32年1月~40年3月)

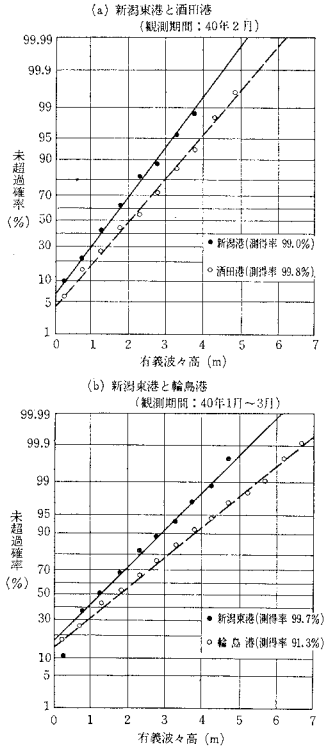


つぎに、表-4に示すように、雄物川河口沖、新潟東港および佐渡入川海岸の最大有義波波高は、いずれも、38年11月8日~9日において取得されたので、この期間における関係地点の風と波の観測資料を対比させた(図-5参照)。これによると、各地点ともほぼ同一の傾向を示しているが、天気図による南西の風域下にあるときは、吹

送距離に応じて雄物川河口沖、佐渡入川海岸、三国港の順で波高が小さくなっている。新潟東港では佐渡や能登半島の影響を受けるため、波高が小さい。風域が南西から北寄りに変わると、雄物川河口沖では波高が減衰し始めるが、佐渡入川海岸や新潟東港では波高がさらに発達する。三国港では、観測資料はないが、能登半島の影響を受けるため、新潟東港や佐渡入川海岸にくらべて波高が小さくなる傾向をもつものと予想される。

② 各地点における冬季の測得率が90%以上の期間をえらび、その観測値による未超過確率図を画く(図-7参照)。これと同期間の新潟東港における未超過確率図を画き、同じ確率に対応する波高の比(確率波高比)を求め、新潟東港の最大有義波波高との積から、各地点の最大有義波波高を推算した結果を表-5および図-5に示した(これらの未超過確率図と新潟東港における観測値の間には、事象の一致性に欠けるところもある)。

図一 新潟東港と各地点の未超過確率の比較事例



これによると、①に述べた波高の減少傾向はさらに平滑化させる。

③ 新潟東港における最大有義波高の観測記録と同時刻の酒田港、佐渡入川海岸および輪島港の記録の関係を、時間をパラメーターとして表わすと、図-8のようになる。これによると、酒田港の波高  $H_S$  と新潟東港の波高  $H_N$  は  $H_S = 2.0 + 0.8 H_N$  (m) の関係となる。同様に輪島港についても、 $H_W = 2.3 + 0.85 H_N$  (m) となるが、佐渡入川海岸ではこのような関係はみられない。また、輪島港と金沢港の波高について調べると  $H_K = 2.5 + 0.4 H_W$  (m)、したがって、 $H_K = 3.42 + 0.34 H_N$  (m) となる。

これらの関係から、新潟東港の最大有義波高を与えて、各地点の最大有義波高を求めたものを図-6に併記する。しかしながら、このような同時観測資料が少ないので、この結果は一つの傾向を与えるにすぎず、今後の観測値の集積によって①、②および③の結果をさらに検討を加える必要がある。

以上により、各地点の観測水深における最大有義波高は、現時点においてつぎのように判断して実用上差し支えないものと考えられる。

秋田港 6.0~6.5 m (現在、検討中)、酒田港 7.0~7.5 m、新潟東港 6.0~6.5 m、新湊港 4.5~5.0 m、輪

図-8 新潟東港と各地点の同時観測波高の比較

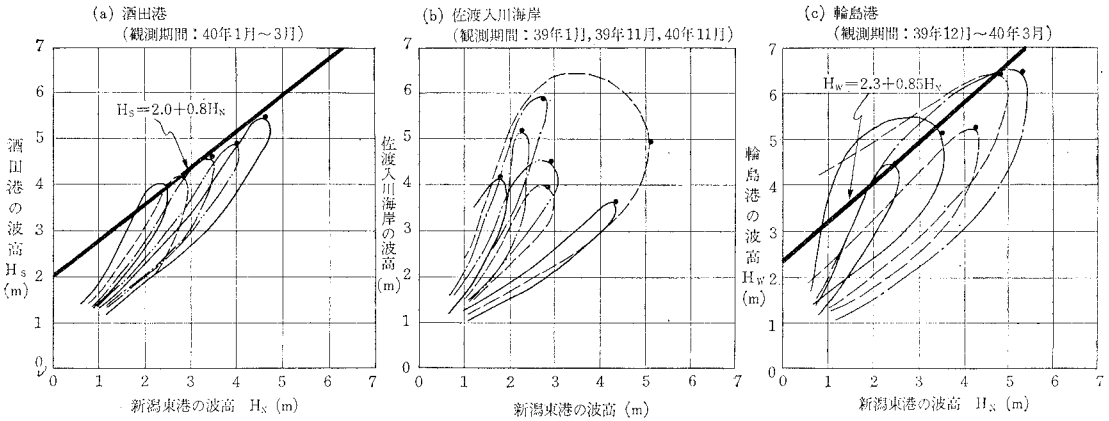


表-6 観測波の統計的諸量

| 地 点     | $\frac{H_{max}}{H_{1/3}}$ | $\frac{H_{1/10}}{H_{1/3}}$ | $\frac{H_{1/3}}{H_{mean}}$ | $\frac{[H_{max}]}{h}$ | $\frac{[H_{1/10}]}{h}$ | $\frac{[H_{1/3}]}{h}$ | 備 考                        |
|---------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 秋 田 港   | 1.36                      | 1.18                       | —                          | 0.58                  | 0.51                   | 0.47                  | [ ] : 取得最大波高<br>h : 観測地点水深 |
| 雄物川河口沖  | 1.50                      | 1.64                       | 1.56                       | 0.74                  | 0.67                   | 0.59                  |                            |
| 酒 田 港   | 1.56                      | 1.25                       | 1.52                       | 0.74                  | 0.65                   | 0.57                  |                            |
| 新 潟 東 港 | 1.43                      | —                          | 1.39                       | 0.74                  | —                      | 0.58                  |                            |
| 新潟西海岸   | 1.51                      | —                          | 1.54                       | 0.74                  | —                      | 0.50                  |                            |
| 佐渡入川海岸  | 1.52                      | —                          | 1.54                       | 0.83                  | —                      | 0.64                  |                            |
| 富山海老江海岸 | —                         | —                          | —                          | —                     | —                      | —                     |                            |
| 新 湊 港   | 1.42                      | 1.15                       | 1.32                       | 0.57                  | 0.46                   | 0.36                  |                            |
| 輪 島 港   | 1.57                      | 1.26                       | 1.56                       | 0.65                  | 0.55                   | 0.47                  |                            |
| 金 沢 港   | 1.43                      | 1.23                       | 1.47                       | 0.69                  | 0.99                   | 0.48                  |                            |
| 三 園 港   | 1.52                      | 1.25                       | 1.52                       | 0.66                  | 0.56                   | 0.46                  |                            |
| 平 均     | 1.48                      | 1.28                       | 1.49                       | 0.69                  | 0.53                   | 0.51                  |                            |

島港 7.0~7.5 m、金沢港 5.5~6.0 m、三国港 5.5~6.0 m。

なお、各地点の有義波の周期は、統計的には波高と同様に北から南に順次小さくなる傾向があるが、実用上は表-4に示した最大有義波高の周期に近いものとみて差し支えないと思われる。

(3) 観測波の統計的諸元

各地点における観測波の統計的諸元のうち、重要なものについて記すとつぎのとおりである。各地点の  $\frac{H_{max}}{H_{1/3}}$ ,  $\frac{H_{1/10}}{H_{1/3}}$ ,

図-9 金沢港におけるレーダーによる波向観測成果

(a) 波向測定位置図

(b) 波高別波向頻度図 (40年1月~3月)

(c) 波高別波向頻度図 (41年1月~3月)

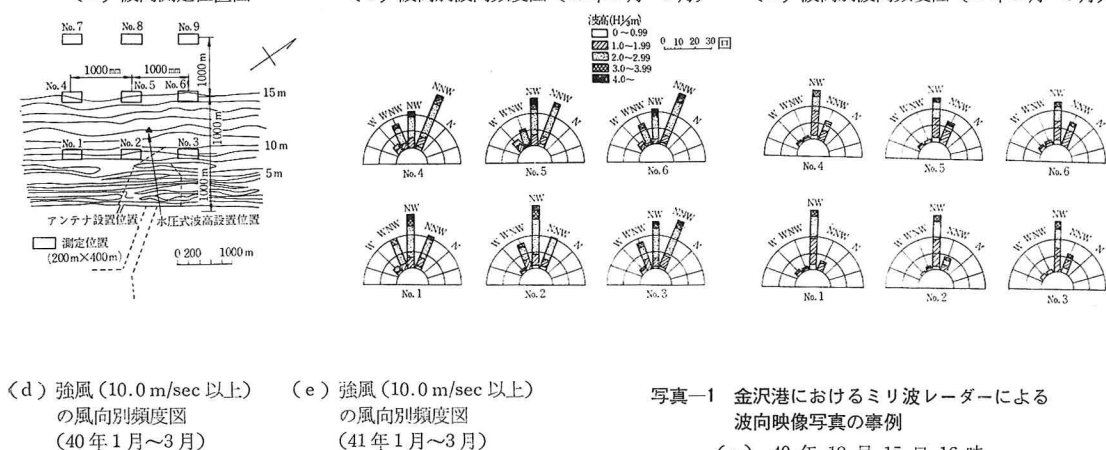
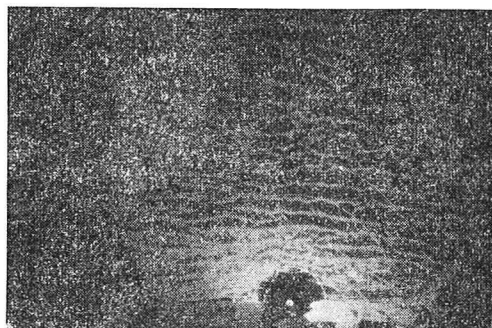


写真-1 金沢港におけるミリ波レーダーによる波向映像写真の事例

(a) 40年12月15日16時



(b) 40年12月16日16時

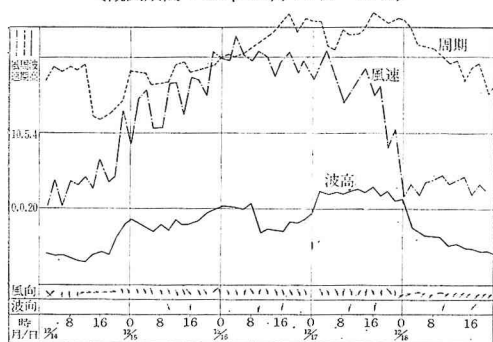


(c) 40年12月17日16時



図-10 金沢港におけるレーダー波向観測期間中の風と波の時間変化

(観測期間: 40年12月14日~18日)



$\frac{H_{1/3}}{H_{\text{mean}}}$ ,  $\frac{[H_{\text{max}}]}{h}$ ,  $\frac{[H_{1/10}]}{h}$  および  $\frac{[H_{1/3}]}{h}$  ( $[ ]$ : 取得最大波高,  $h$ : 観測地点水深) の値は 表-6 に示すとおりである。これによると,  $\frac{H_{\text{max}}}{H_{1/3}}$  は 1.36~1.57,

$\frac{H_{1/10}}{H_{1/3}}$  は資料は少ないが 1.15~1.64,  $\frac{H_{1/3}}{H_{\text{mean}}}$  は 1.32~1.56 の間にあり, 大部分は  $\frac{H_{\text{max}}}{H_{1/3}}=1.53$ ,  $\frac{H_{1/10}}{H_{1/3}}=1.27$  および  $\frac{H_{1/3}}{H_{\text{mean}}}=1.60^{2)}$  とはほぼ同じ結果である。

## (4) 波 向

第 11 回海岸工学講演会において, ミリ波レーダーによる波向観測について述べられている<sup>3)</sup>が, 金沢港においても 39 年 12 月末より観測が行なわれており, また, 秋田港においても 41 年 11 月より観測が開始され

た。

図-9～図-10は、金沢港における観測成果<sup>4)</sup>の一例を示すものである。すなわち、観測は1日2回(午前10時、午後4時)、各回の測定時間を25分間とし、この間において5分間隔に3枚ずつ計15枚の映像撮影を行なったが、波向は、各回につき5枚の映像による平均値で示してある。また、写真-1は映像の一例を示すものである。

これらの資料から、金沢港の波向についてつぎのことがいえる。

① 最多波向は、ほぼ汀線に直角な北西方向であり、ついで北北西方向、西北西方向および西方向の順となっている。この傾向は、波高別にみてもほぼ同様である。

② 波向の一般的特性としては、日本海を発達しながら東上する低気圧の移動にともない、まず南西の風域下におかれて西方向の風波を生じ漸次西北西～北北西方向の発達した風浪となり、ついで北寄りの風域となるにつれて能登半島の影響を受け、北北西～北方向のうねり性の波となって波高の減衰がみられる。

#### 4. あとがき

以上、第一港湾建設局管内における波の主要観測地点、とくに新潟東港における観測資料を中心として、日本海中部沿岸における波の統計的分布について述べてきたが、同沿岸の波の性質をより明らかにするためには、さらに今後における観測資料の集積といっそう合理的な解析とが必要である。すなわち、日本海沿岸の波に関し、今後の課題として

- (1) 中部沿岸における気象および波の動的分布について
- (2) 金沢港および秋田港におけるミリ波レーダーに

よる波の方向特性について

(3) 日本海における風域と波の関連について

(4) 日本海沿岸の波の推定法について

の項目がのこされている。

おわりに、第一港湾建設局における波の観測および観測資料の整理に、終始、指導を賜わっている港湾技術研究所ならびに九州大学工学部 井島教授に厚くお礼を申し上げるとともに、貴重な観測記録を提供して頂いた新潟県土木部および石油資源開発KKならびに困難な観測を遂行された現地観測担当者各位に深く敬意と謝意を表する次第である。

なお、この報告に使用した観測結果の詳細については別途資料<sup>5), 6), 7), 8)</sup>を参照せられたい。

#### 参考文献・資料

- 1) 白石直文・長谷直樹：新潟港テトラポッド防波堤の設計・施工について、土木学会誌、Vol. 44, 1954.
- 2) Longuet-Higgins, M.S.: On the Statistical Distribution of Heights of Sea Waves, J. Mar. Res., Vol. 11, No. 13, 1952.
- 3) 井島武士・高橋智晴・佐々木弘：波向観測等におけるレーダーの応用、海岸工学講演会、1964.
- 4) 第一港湾建設局新潟調査設計事務所：金沢港調査成果報告書(第IV報)、昭和41年3月
- 5) 第一港湾建設局新潟調査設計事務所：波浪観測台帖第一集(昭和33年9月～昭和38年3月31日)、昭和40年1月
- 6) 第一港湾建設局新潟調査設計事務所：波浪観測台帖第二集(昭和38年4月1日～昭和39年3月31日)、昭和40年1月
- 7) 第一港湾建設局新潟調査設計事務所：波浪観測台帖第三集(昭和39年4月1日～昭和40年3月31日)、昭和40年12月
- 8) 第一港湾建設局新潟調査設計事務所：「波浪観測台帖」による観測記録の整理について(東北・北陸地方における波の統計的諸元)、昭和41年3月