外洋性港湾における出入港時諸問題の現地調査

— 日本海に面した港湾での波浪特性の分析 —

久保 雅義* ・ 小林 豪** ・ 水井 真治**
笹 健児** ・ 永井 紀彦*** ・ 白石 悟***

Problems on Departing and Entering of Ships and Field Researches of Waves in Harbours Facing to Open Seas — Analysis of Wave Properties in Harbour Facing to the Sea of Japan —

Masayoshi KUBO, Go KOBAYASHI, Shinji MIZUI,
Kenji SASA, Toshihiko NAGAI and Satoru SHIRAISHI

Abstract

In this study, it is necessary to find out some problems about the ship operation in harbours facing to open seas. At first, the hearing research is carried out for many harbours nationwide to know present operational situations and problems. Then, we research on the operation record of the maritime company in the harbour (H Port) facing to the Sea of Japan. Moreover, wave data are analyzed for one of the observation points of NOWPHAS (Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HARbourS) near the harbour when ship operations become impossible in recent years. Some relations can be found between operational records and waves. Therefore, main conclusions are obtained as follows.

- (1) Operators feel so difficulties for ships on the safety of departing and entering harbours facing to open seas when sea conditions are serious.
- (2) It is cleared that waves are the most important factor to evaluate the safety of ship-handling in harbours facing to open seas.
- (3) The most dangerous situation is occurred for entering ships when they are altering course near harbours in following seas.
- (4) The operation becomes impossible in H Port when significant waves become more than 2.0m and 6s in winter season.
- (5) When the ship operation becomes difficult in H Port, wave heights grow about wave components in 5-8s at first. Then, wave heights tend to grow about wave components in 8-12s with 2-8 hours of time lag in most cases. However, these wave heights grow at the same time in some cases. It is necessary to research on growth patterns of waves in detail when ships cannot operate in the future.

Key words : harbour facilities, field researches, wave effect

キーワード : 港湾施設, 現地調査, 波浪影響

* 正会員 神戸商船大学 (〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1)

** 正会員 広島商船高等専門学校 (〒725-0200 広島県豊田郡東野町4272-1)

***非会員 独立行政法人港湾空港技術研究所 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

1. 緒 言

21世紀を迎え高度成熟化された社会の変化に対応して国土交通省は長期港湾整備の基本方針として『暮らしを海と世界に結ぶみなとビジョン』⁽¹⁾を2001年に発表している。このビジョンの中で将来のみなとづくりのアプローチについてはFig. 1に示すような目標を掲げている。今、こうした方針を実現するための技術開発の内容について着目してみる。

例えば、ハイクオリティ・ロジスティクスの実現のためには船舶の自動着桟及び高速入港が可能な電波標識や位置通報システムの開発が位置付けられている。さらに、船にとって真の母港となる港湾形成のためにはストリームフリーポート（全天候港湾）を可能とする波浪予測等の新技術の開発⁽²⁾⁽³⁾が掲げられている。

しかしながら、こうした技術開発の目標が揚げられている一方、現場の船舶運航管理では依然として経験に基づく運用基準が採用されており、港湾建設の計画段階でこうした実務者の意見が十分反映されているとは言い難い面がある。

そこで、本論文では、今一度原点に立ち返り、実務の現場における問題点を見いだすために全国的なヒアリング調査を実施した。さらに、この調査対象の港湾の一例について船舶運航中止時（以降、欠航時と略称する）の業務日誌と全国港湾海洋波浪情報（以降、ナウファスと略称する）の最も近接地点の波浪データとの対応関係について検討を行った結果、いくつかの新しい知見が得られたので報告する。

2. 現地ヒアリング調査

2.1 調査の方法と概要

調査は外洋に面した港湾を対象とし、四国南部土佐湾沿岸、九州南西部、日本海北部、日本海西部、太平洋側中部における漁港、港湾合計55港について訪問し、現地調査を行った。訪問港湾の概要をTable 1に示す。Table 1の数値は実際に訪問した港湾数を示し、（ ）内の数値は具体的にヒアリングができた

Fig. 1. Approach for future harbour constructions

数値である。また、Fig. 2は訪問港湾の位置図を示す。

ヒアリングを行った相手方は、漁港については、漁協の組合長や漁港実務者に、港湾については、その港湾を利用しているフェリー船社の運航管理者、船長等に出入港時の実際を尋ねた。ヒアリング項目はおおよそ以下の通りである。下記の項目に関して、自由にお話頂く方法を採用したのでアンケートとは異なり、全てにおいて数値的に明確な回答があるわけではない。

- ① 港及び利用船舶の規模
- ② 出入港時間帯
- ③ 出入港時危険を感じるポイント、注意すべき事項
- ④ 年間欠航日数（出漁できない日数）
- ⑤ 欠航判断基準
- ⑥ 港域内で発生した海難
- ⑦ 現状港湾の問題点

Table 1. General of ports that are visited for hearing researches

Region	Ports (Ferry company)	Fishery Ports	Local Government
South part of Shikoku	2 (2)	10 (6)	1 (1)
South-west part of Kyushu	4 (4)	8 (5)	2 (2)
North part of the Sea of Japan	4 (4)	14 (8)	0 (0)
West part of the Sea of Japan	1 (1)	6 (1)	0 (0)
Middle part of the Pacific Ocean	1 (1)	1 (0)	1 (1)

(Note) Number of hearing researches is shown in ().

- : Ports that are obtained replies at hearing researches (11 ports)
- : Ports that are not obtained replies at hearing researches (1 port)
- ▲ : Fishery ports that are obtained replies at hearing researches (20 ports)
- △ : Fishery ports that are not obtained replies at hearing researches (19 ports)
- ◎ : Local government (4 ports)

Fig. 2. Location of ports that are visited for hearing researches

Table 2. General of researches for ports which operate ferries

Ports	Ship Type (LOA and G.T.)	Standards for "Cancel of Navigation"	Situations of "Cancel of Navigation"	Remarks
Port of Sakata	38m, 223t	U_{mean} : 15m/s $H_{1/3}$: 3m	Winter season 40 days per year	Swells and chopping waves near harbour entrance
Port of Niigata Port of Ryotsu	Car ferry 135m, 12419t	U_{mean} : 15m/s $H_{1/3}$: 5m	Winter season Operation Rate: 98%	Entering is difficult by the influence of swells due to winds in winter season
	Jetfoil 33m, 169t	U_{mean} : 18m/s $H_{1/3}$: 3m		
Port of Niigata	196m, 20558t	U_{mean} : 15m/s $H_{1/3}$: 3m	Winter season	It is dangerous when ships alter course near harbour entrance.
Port of Hagi	45m, 258t	U_{mean} : 12m/s $H_{1/3}$: 1.5m	Winter season 20 days per year	It is dangerous when ships alter course near harbour entrance.
Port of Kochi	141m, 6772t	U_{mean} : 16m/s $H_{1/3}$: 2.5m	Typhoon season 6 days per year	Wind becomes very important at entering harbour.
Port of Sukumo	89m, 1446t	U_{mean} : 12m/s $H_{1/3}$: 2.5m	Typhoon season 3 days per year	Swells don't make the entering difficult.
Port of Aburatsu	167m, 9832t	U_{mean} : 12m/s $H_{1/3}$: 1.0m	Typhoon season	Entering becomes difficult at following sea.
Port of Miyazaki Port of Hososhima	170m, 12000t	U_{mean} : 18m/s $H_{1/3}$: 1.2m	Typhoon season 10 days per year	Swells make entering difficult at following sea in summer.
Port of Shibushi	186m, 12000t	U_{mean} : 18m/s $H_{1/3}$: 4m	Typhoon season 10 days per year	Swells make entering and mooring difficult at following sea in summer.
Port of Shimoda	57m, 480t	U_{mean} : 14m/s $H_{1/3}$: 1.5m	Winter season	Entering and mooring becomes impossible by swells from South-west.
			Typhoon season	

(Note) U_{mean} : Average wind speed, $H_{1/3}$: Significant wave height

2.2 ヒアリング調査結果

ヒアリング調査を実施した港湾のなかで、フェリー運航事業者の調査概要をTable 2に示す。これにより、船舶規模、港湾位置により欠航判断基準や欠航数は異なる。日本海に面した港湾では主として冬期におけるうねりが要因とされ、太平洋に面した港湾では台風が主たる要因で欠航となっていることが分かる。

太平洋沿岸及び日本海沿岸に分けてヒアリング調査結果の具体的な事例を以下のように簡略化してまとめる。

2.2.1 太平洋沿岸の事例

事例1 室戸岬漁港の事例

・室戸岬漁港は高知県東部に位置し、港口が南西に開いた港である。欠航の多い時期は冬期及び9月、10月の台風来襲期である。冬期では月に半数以上出漁できないこともある。

・欠航の判断基準は特に定められていないが、約風速10m/sec以上、波高3m以上では出漁中止となる。なお、波高2mでは出漁できる。出漁時間は午前2時～5時であり、出港時の海面は十分目視できないので天気予報とこれまでの経験や勘により、出漁の可否判断を行う。

・南寄りのうねりは卓越する場合が多い。港はFig. 3に示す形状で、西向き成分の波浪影響により西側の港口は、港口の反射波が大きいため使用できず、南側の港口をほとんどの場合利用している。

Fig. 3. Layout of Cape Muroto Fishery Harbour

事例2 宮崎港、フェリー船社M社の事例 (年間欠航回数)

欠航は大部分が台風来襲期であり、年間欠航回数は20～30便に及ぶ。その原因は、波浪によるケース

Fig. 4. Layout of Port of Miyazaki

がほとんどである。欠航の原因はうねりによるものがほとんどで、夏季に大きなうねりが多い。

(欠航判断基準)

欠航判断は、前日の昼までに運航管理規定⁽⁴⁾に準拠して決められる。宮崎港では、次のいずれかの限界に達した場合は欠航する。風速18m/sec以上、波高1.2m以上、視程1000m以下になった場合である。

(港湾の問題)

宮崎港は南東から北東のうねりが多く発生し、Fig. 4に示すとおり港内では東寄りのうねりがある時、操船が困難となる。荒天時に岸壁に接近してもうねりの影響により操船が困難となり、着岸時においてもサイドスラスターを用いて岸壁に押しつける。

(出入港時の問題)

出港よりも入港が次の理由により危険度が高い。入港時減速するとうねりの周期とフェリーの動揺周期が同調すると危険となる。また、この減速時に舵効きも悪くなる。すなわち、減速すると舵効きが悪くなり、増速すると港の奥行きとの関係からアプローチ距離が少ないために危険となる。フェリーの運航は、24時間後の気象・海象情報を重視している。

2.2.2 日本海沿岸の事例

事例3 香住漁港の事例

Fig. 5. Layout of Kasumi Fishery Harbour

・香住漁港は兵庫県北部に位置し、港口が北西に開いた港である。欠航の多い時期は冬期11月～3月に低気圧の影響により北西季節風が卓越する時期である。

・欠航の判断基準は特に定められていないが、過去の経験から北西方向の波高約5m以上では出漁中止となる。問題となるのは風よりも波である。波は港口付近で波高が高くなる傾向がある。

・港湾計画に参加する学識経験者と現場の我々は、問題に対するギャップがありすぎる。例えばコンピュータによる波浪の計算により(静穏度の検討⁽⁵⁾だと推定される)、Fig. 5のように沖の防波堤を300m延伸することを計画したが、港口付近の危険がいつこうに解消されないので270m延伸で工事を中止した経緯がある。我々は、現場の風・波浪の状況や天気予報により総合的に操業できるかどうかを過去の経験から判断する。

・うねりの影響は港口付近でもあり、約8年前に防波堤の付近で舵効きが悪くなり所属船が防波堤に衝突したことがある。港口南側に流れがあり、うずを巻くことがある。

事例4 萩港、萩海運の事例

(年間欠航回数)

欠航は大部分が冬期11月～3月である。年間就航

Fig. 6. Layout of Port of Hagi

率は約95%であり、年間約20日の欠航を余儀なくされている。

(欠航判断基準)

欠航の判断は、見島・相島・大島は港口が南向きで出入港が可能であっても北向きの萩港の状況によって欠航の判断を行うことが多い。萩港では、次の場合に欠航する。風速12m/sec以上、波高1.5m以上、視程500m以下になった場合である(運航管理規定を基準としている)。

(出入港時の問題)

Fig. 6に示すように、荒天時は港口付近で危険度が増す。すなわち、追波状態における入港前の変針時が最も危険であり、舵効きが著しく低下する。

また、北西からの波浪と川の流れ、防波堤の反射波が重複するので危険となる。港口付近のうねりにより出入港が大きく制限されるので、北西から西向きのうねりを抑えるため、港口沖合いに一文字の防波堤を要求している。

総合すると入港時は追波により危険度が増し、出港時は向い波によりピッチングが激しくなる。

2.3 外洋に面する港湾の問題点

前節までの事例以外にも、外洋に面する港湾においては、特に入港の際の変針時におけるうねりや風浪といった波に対する問題指摘が多くあった。例え

ば、防波堤の反射波の影響や川の流れによる複雑な波の形成、港内静穏度等といった問題を抱えている。

また、漁港においては欠航判断がこれまでの経験による勘に頼っており、荒天時における船舶の出入港に明確な基準がないことが分かった。

その他の意見として、天然の地形等で風や波が遮蔽されている自然港と、防波堤等人工的に港を形成した人工港では、港が受ける外力に大きな差があり、人工港では外力の影響を抑えるのに限界があるのではないかという意見があった。

Table 3. Dimensions of ship in each route of Hagi Marine

Name of ship	Route	Gross Tonnage (t)	L×B×D (m)
Oniyozu	Mishima	258	45.0×8.0×3.50
Tachibana 2	Oshima	134	39.0×6.8×2.84
Tsubaki	Aishima	113	33.0×6.5×2.80

3. 船舶運航の業務日誌と波浪データの対応

3.1 業務日誌と波高データの概要（萩海運の例）

日本海に面した山口県の萩港を利用している萩海運の業務日誌より、欠航した日時と波浪の対応について調査を行った。

萩海運は、萩港より見島・相島・大島の3航路について就航している。Table 3に各航路の船体要目を示す。解析に使用した波浪データはFig. 7に示す萩港に比較的近い藍島のナウファス波浪データである。浜田港にもナウファスの波高計が設置されているが、浜田港の波高データは超音波データのみによるもので計測方法の都合上、風浪の卓越する荒天時

Fig. 7. Geographical relation between Port of Hagi and data point

Fig. 8. Comparison of significant wave heights between Ainoshima and Hamada

にはデータの欠測が多い。そこで今回の検討は藍島の水圧波浪データのみ解析した。水圧データを水位データに変換する方法⁽⁶⁾を以下に示す。

Δt ごとに観測された水圧値 $p(t)$ をフーリエ級数表示すれば次式のように表される。

$$p(t) = \sum_{i=1}^N (p_i \cos \sigma_i t + Q_i \sin \sigma_i t) \quad (1)$$

ここで、 p_i 、 Q_i ：水圧値の成分波ごとの複素振幅、 σ_i ：成分波の角周波数、 t ：時間を示す。このように周波数分解された複素振幅に対し、以下に示す応答関数 R_i をかけることで水位データに変換できる。

$$R_i = \begin{cases} \cosh k_i h & (f \leq 0.5 \text{ Hz}) \\ 0 & (f \geq 0.5 \text{ Hz}) \end{cases} \quad (2)$$

$$\eta(t) = \sum_{i=1}^N (p_i R_i \cos \sigma_i t + Q_i R_i \sin \sigma_i t) \quad (3)$$

ここで、 k_i ：成分波ごとの波数、 h ：波浪計測地点の水深を示す。

ただし、 R_i は高周波数領域で過大になるため $f \leq 0.5 \text{ Hz}$ かつ $R \geq 30$ であれば $R=30$ として処理を行っている。ここで $\eta(t)$ は時間 t における水位変動波形を示す。

Fig. 8はナウファスの元データより2時間毎の有義波高を求めて1ヶ月間の有義波高の経時変化を示し藍島と浜田港の波浪データの関係を示したものである。Fig. 8に示すナウファスの元データは、2時間毎に0.5秒間隔で毎正時から20分間の波浪観測データである。Fig. 8のように、藍島と浜田港の有義波高のピーク値には数時間の時間差がみられるものの、ほぼ対応していることが分かる。

数時間の位相差は、両地点の波高計設置水深の違いによる影響及び藍島より東方に位置する浜田港の波浪にわずかながらうねりの発達が起こっていると考えられる。両地点の有義波高には対応関係がある

Fig. 9. Canceled days of navigation in each route in 1999-2001

ので、今回は萩港の西方に位置する藍島での波浪データを用いて検討を行った。

3.2 欠航日数状況

Fig. 9は3年間（1999年～2001年）の業務日誌より、3年間で欠航した日数を航路毎に月別で表したものである。合計日数はどの航路が欠航しても1日として表している。Fig. 9より合計日数と見島航路の欠航日数は1月と10月を除いて一致しており、最も欠航しやすい航路は見島航路であることが分かる。また、欠航時期は11月～3月の冬期に多く、その他は9月の台風襲来や4月の強風によるものである。

3.3 船舶の欠航と有義波浪の対応

船舶の欠航と有義波高及び有義周期の2時間毎の対応関係を調査した結果、次のことが明らかになった。

(a) 有義波高及び有義周期は十分小さいにも関わらず欠航するケースがある。

(b) 有義波高及び有義周期ともに大きくなり欠航するケースがある。

(a)のケースの欠航は全て冬期以外の季節に発生し、Fig. 9で示したとおりその回数は少ない。また、こうしたケースの原因は、春先の強風や秋季の台風来襲時の南風により欠航となる場合があげられる。一方、(b)のケースの欠航は、ほとんどが11月から3月の冬期に発生する。

Fig. 10及びFig. 11は、冬期における欠航と有義波高と有義周期の対応関係を示した例である。2年間の検討結果から、有義波高は約1.5～2.0m以上で欠航していることが分かった。有義周期は、欠航となる有義波高約2.0mを超える際には周期6秒を越えている。冬期には、こうした数値が欠航の目安となっており、ヒアリング調査の結果とほぼ対応している。

一方、有義周期6秒以上で有義波高1.5m以下の

Fig. 10. Comparison of significant waves and canceled time of navigation in 1999

Fig. 11. Comparison of significant waves and canceled time of navigation in 2000

時に運航している実態から、欠航判断に直接かかる問題は波高であるといえる。

Fig. 10の3月19日の有義波高・有義周期の変動に注目すると、朝1便の出港時の午前7時ごろまでは波高0.5m前後、周期約3秒であったが、わずか4時間後の11時の段階で有義波高3.4m、有義周期8.4秒まで発達し、10時55分の便から欠航となっている。

また、なだらかな傾斜で有義波高が成長するFig. 11のような事例は、数日間船舶の運航ができる状況になく、こうしたケースが最も多いことが分かった。

日本海沿岸の港湾の多くは港口を北向きに開いているため、Fig. 10の事例のように冬期における欠航判断は困難を伴う場合がある。すなわち、冬期における日本海側の波高は、数時間で急激に発達することがあり船舶運航には危険性が伴う。出港時には運航可能な波高であっても、急激な波の発達により、入港時に危険な状態となることがあるため、冬期における発達する波浪の予測が重要と考えられる。

4. 欠航時の波浪特性

前節の検討を基に有義波高の経時変化を周期帯毎の表記を検討した。すなわち、3.1節で述べたようにFig. 10及びFig. 11の基となるナウファスデータは、

2時間毎に0.5秒間隔で毎正時から20分間の水位変動が記録されている。このデータを基に周期帯を4分類してスペクトル解析を行い、各周期帯成分の有義波高を2時間毎に計算した。これは、有義周期の情報よりもさらに詳細に波浪の周波数特性について時間的な変化傾向を把握するためである。最近ではいくつかのナウファス観測地点においても、有義波高・周期だけではなく、周期帯別の波高も表示する形式となってきた⁽⁷⁾。

観測された水位波形 $\eta(t)$ はフーリエ級数に展開すれば次式のように表される。

$$\eta(t) = \sum_{i=1}^N (A_i \cos \sigma_i t + B_i \sin \sigma_i t) \quad (4)$$

ここで A_i 、 B_i ：成分波の複素振幅、 σ_i ：成分波の角周波数、 t ：時間、 N ：成分波の個数を示す。ここでは以下に示す4つの周波帯について水位波形を求めた。

- ① 0～5s
- ② 5～8s
- ③ 8～12s
- ④ 12s以上

これより、それぞれの水位波形は①～④の周期に対応する成分波個数 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 ($N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$) について式(4)を用いて足し合わせることににより、それぞれ $\eta_1(t)$ 、 $\eta_2(t)$ 、 $\eta_3(t)$ 、 $\eta_4(t)$ が求められる。さらにそれらの水位波形についてゼロアップクロス法を用いて有義波高を求めれば、周期帯別の波高が求められる。

Fig. 12及びFig. 13は、上記方法による計算により、周期帯別の有義波高を求め2時間毎の経時変化を示したものである。なお、Fig. 12はFig. 10の事例についての4分類の周期帯の検討であり、同様にFig. 13はFig. 11の事例についての検討結果である。

問題となる冬期の2年間の12事例より、以下の知見が得られた。

(a) 欠航となるような波高になる前の平穏時の有義波高と、0～5.0sの周期帯波高はほぼ一致しており、有義波高が1m以下の場合は周期の短い風波が波高の主要因である。

(b) 有義波高の急激な発達には周期5.0～8.0s、8.0～12.0sの周期帯波高が大きく影響している。

(c) 検討した12事例の内、9事例は、Fig. 13のように波浪の成長過程で、まず5.0～8.0sの周期帯波高が急激に立ち上がり、2～8時間遅れて8.0～12.0sの周期帯波高が成長することが明らかになった。

(d) しかしながら、検討した12事例の内、3事例は、Fig. 12のように波浪の成長過程で、全ての周期帯波

Fig. 12. Significant wave heights in each band of wave periods in 1999

Fig. 13. Significant wave heights in each band of wave periods in 2000

高がほぼ同時に立ち上がる場合もあることが分かった。

このように、有義波高を周期帯別に検討することにより、日本海のように吹走距離が太平洋より比較的短い海域においては5.0～12.0sの周期帯の波浪成分が船舶の欠航判断に活用できる可能性があると考えられる。今後、海域別の地域特性や季節別の波の発達特性について検討していく必要がある。

5. 結 語

本研究では、外洋性港湾における船舶の出入港時の諸問題について問題点を明らかにするため、外洋に面した港湾を利用している船舶運航実務者に対しヒアリング調査を行った。さらに調査港湾の一例について船舶欠航時の業務日誌と、ナウファスの波浪データより数値計算を行った波浪データとの対応関係について以下の知見が得られた。

- 1) 外洋に面する港湾を利用している漁港実務者、フェリー運航実務者は、荒天時における船舶の出入港の安全性に関して問題を抱えている。
- 2) 漁船や小型船の出入港問題は、港口付近の波高が大きく影響しているが、その他にも港口付近には、防波堤からの反射波や、港によっては川からの流れ

が影響し、より複雑な波が発生し、出入港の困難性を高めている。

- 3) 船舶運航実務者は入港時の追い波を受けながらの変針時に最も危険となる。

- 4) 船舶欠航時の波浪状況が、ナウファスの波浪データベースを活用及び分析することで明らかとする新たなデータ利用方法を提案した。

- 5) 有義波高約2.0m以上、有義周期約6.0秒以上と両者がともに大きくなる冬期の問題が大きい。

- 6) 検討した12事例の内、9事例は、波浪の成長過程で、まず5.0～8.0sの周期帯波高が急激に立ち上がり、2～8時間遅れて8.0～12.0sの周期帯波高が成長することが明らかになった。12事例の内、3事例は、波浪の成長過程で、全ての周期帯の波高がほぼ同時に立ち上がる場合もあることが分かった。

本論文では、外洋に面する港湾について、船舶運航の側から出入港時の問題を提起した。今後の検討課題として、海域別、季節別について出入港可否判断の指標化があげられる。

謝 辞

本研究を行うに当たり、現地ヒアリング調査に協力いただいた漁業協同組合の関係者、離島航路の運航管理者及びフェリーの運航管理者の方々に対して深く感謝の意を表します。さらに、船舶の運航業務日誌をお貸しいただいた有限会社萩海運の三谷栄治氏に心より感謝致します。

参 考 文 献

- (1) 国土交通省港湾局：暮らしを海と世界に結ぶみなとビジョン，pp. 49-60 (2001)。
- (2) 小舟浩治・橋本典明・亀山 豊・久高将信：重回帰式を用いた波浪予測手法の適用について，港湾工学講演会論文集，vol. 34，pp. 167-171 (1987)。
- (3) 駒口友章・佐藤勝弘・後藤智明・青野利夫：カテゴリカルモデルを利用した波浪予測の適用性，海岸工学論文集，vol. 41，pp. 211-215 (1994)。
- (4) 日本旅客船協会編：旅客船・カーフェリー運航管理必携（新訂版），成山堂書店，(1998)。
- (5) 運輸省港湾局監修：港湾施設の技術上の基準・同解説（上巻），pp. 199-132，日本港湾協会 (1999)。
- (6) 水井真治：外洋に面する港湾における入港船舶の安全性評価と入港支援システムに関する研究，神戸商船大学学位論文，pp. 98-99，(2001)。

- (7) 永井紀彦・額田恭史・岩崎峯夫・久高将信：切れ目のない連続観測とスペクトル周期帯表示による全国沿岸の長周期波観測情報システム，土木学会海洋開発論文集，vol. 18, pp. 149-154, (2002).

質 疑 応 答

藤井英信(大島商船高等専門学校)：ヒアリング調査において運航管理者若しくは船長の方は、欠航を判断するにあたり、有義波高、有義周期について

どちらに基準をおかれていたでしょうか？

小林 豪(広島商船高等専門学校)：ご質問ありがとうございます。欠航判断は船種や船の大きさにより多様ですが、ヒアリング調査におきましては波高が問題とされていました。フェリー船社の運航管理基準におきましても欠航判断基準は、波高・風速・視界は基準がありますが、周期に関して基準はありません。漁港におきましても同様に、出入港の可否判断に周期成分は考慮されておりません。