

日本沿岸に高波をもたらした気象じょう乱について

小舟 浩治*・ 亀 山 豊**・ 栗 原 努***・ 森 田 等***

1. ま え が き

現地波浪観測を行う主要目的の一つは、構造物の設計波として用いられる高波（確率波）を算定するための波浪情報を得ることである。取得された高波記録は、観測地点における確率波を算定するための基礎資料となるだけでなく、実測資料の得られていない近隣海域における確率波の算定にあたって、波浪推算を実施すべき気象じょう乱の選定に不可欠な資料となる。一方、波浪観測が行われていても種々の原因により短期、長期にわたる欠測の発生は避けられず、欠測期間中における高波の出現の有無を確認した上で確率波の算定を行う必要がある。

このため、高波抽出作業を各観測地点で個別に行う前に、気象じょう乱との関係から総観的な把握しておく必要がある。本報告では、高波出現期間の抽出作業を行うにあたって、作業担当者の主観を極力排し系統的、定量的に高波の発生要因となる気象じょう乱を選定した結果を示すとともに、気象じょう乱と高波の出現特性に関する考察を行った。

2. データの解析方法

(1) 解析対象データ

解析に用いた波浪データは、図-1に示す全国沿岸40地点において1985年1月から12月までの1年間に取得された観測資料である。観測結果については、既に報告した¹⁾とおりである。

気象データは、地上天気図^{2),3)}及び低気圧経路図⁴⁾をもとに波浪観測地点ごとに支配的な気圧配置型を半日単位で読み取ったものである。なお、解析対象とした1985年は各季節を代表する天候の典型的な特徴が明確に現われ、特に異常といわれるような天候はみられない年であったと報告されている³⁾ことから、本研究における解析結果は、1985年に限らず日本沿岸海域の出現波浪の一般的特性としてとらえることができる。

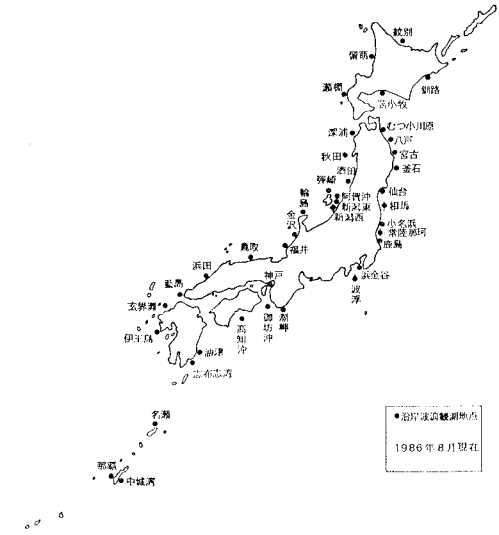


図-1 沿岸波浪観測地点位置図

(2) 解析方法

波浪観測資料より各観測地点における有義波高に着目して、高波が出現した期間を求めた。高波の定義は、有義波高が表-1の基準値を超える期間に出現した波とした。なお、基準値はこれまでの観測成果に基づいて各地点別に高波出現期間が年間30ケース程度となるように経験的に定めたものである。

次に、縦方向を観測地点、横方向を半日単位の時間軸とした図上に高波出現期間における気圧配置型を記入するほか、気圧配置型記号の下には各地点における期間内最大有義波高とその年間順位を記入して1年間の波浪・

表-1 地点別の高波判定基準有義波高

地点名	基準値(m)	地点名	基準値(m)	地点名	基準値(m)	地点名	基準値(m)
留 萌	1.5	敦 賀	1.5	むつ小川原	1.5	津 井	1.5
瀬 棚	2.0	磯 路	1.5	八 戸	1.5	御 坊 沖	1.5
深 浦	2.0	苦 小 敷	1.5	宮 古	1.0	神 戸	0.75
秋 田	2.0	福 井	2.0	釜 石	1.0	高 知 沖	1.5
酒 田	2.0	鳥 取	2.0	仙 台	1.0	志 布 志 湾	1.0
弾 崎	2.0	浜 田	2.0	相 馬	1.5	油 津	1.5
阿 賀 沖	2.0	盛 岡	1.0	小 名 浜	1.5	中 城 湾	1.5
新潟東	1.5	玄 界 灘	1.5	常 陸 那 珂	1.5		
新潟西	1.5	伊 王 島	1.0	鹿 島	1.5		
輪 島	2.0	伊 豆	2.0	真 金 谷	1.0		
金 沢	2.0	那 須 野	1.5	波 浮	2.0		

* 正会員 工修 運輸省港湾技術研究所 水工部 海象観測研究室長
** 運輸省港湾技術研究所 水工部 海象観測研究室
*** 三井共同建設コンサルタント(株)

気象変動状況図を作成した。一例として、2月に関するものを図-2に示す。

この図により、ある気象じょう乱による高波の出現期間、出現海域、規模などの特徴が一覧できる。気圧配置型を示す記号が高波発生要因となった気象じょう乱であり、記号の連なりが高波の出現期間を示している。記号の連なりの出現状況から特定のじょう乱による高波発生範囲が明確になる。したがって、波浪観測が行われていない地点や欠測が生じた場合でも、着目地点を含む海域において全般的に高波が出現していれば、その期間内に当該地点においても高波が出現したとする判断材料になる。また、期間内最大有義波高の大きさにより高波の規模が推定できるほか、各地点の年間順位に着目すると高順位を示す数値の集まり方によって顕著な高波の出現期間及び出現範囲が明らかになる。そのほか、高波出現の季節的特徴が概観できるなど多くの情報を取り出すことが可能となる。

波浪・気象変動状況図をもとに、顕著な高波が出現した時の気圧配置型の海域的特徴及び季節的特徴を調べるとともに、1985年における代表的な高波出現期間を20

ケース程度抽出し個々の気象じょう乱による高波の出現状況を調べることにより、気象じょう乱と高波の出現特性との関係について要約を試みた。

3. 解析結果

(1) 高波出現の海域的特性

表-2は、1年間の波浪・気象変動状況図をもとに、期間内最大有義波高が各地点において年間10位以内に位置づけられる顕著な高波出現期間の気圧配置型を読み取って示した一覧表である。一方、年間順位の高い高波が出現した月についても同様の表を作成することができ、これらの表から高波出現に関係する気象じょう乱の海域的特性及び高波出現季節の海域的特性が把握できる。その概要は次のとおりである。

a) 日本海沿岸（北日本、北陸）

顕著な高波の大半は、11～2月の晩秋から冬の期間に出現し、日本海低気圧の通過によるじょう乱と後に続く冬型気圧配置による季節風の吹き出しによってもたらされる。紋別はオホーツク海沿岸であるが、顕著な高波の出現特性は日本海沿岸に似た傾向を示す。

b) 日本海沿岸（山陰及び九州北岸）

基本的にはa)の海域と同様であるが、西に行くに従って春季の南岸低気圧（東シナ海低気圧）による高波の出現が加わる傾向がある。

c) 東シナ海沿岸

b)の海域の特徴に、夏～秋の期間に出現する台風によ

表-2 顕著な高波出現時（地点別）の気圧配置型

海 域 名	地 点 名	高波出現時の気圧配置型 <期間最大H _{1/10} の年間順位>									
		1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
日 本 海 北 陸 側	紋別	M	M	M	M	J	M	M	M	M	J
	別所	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
	網走	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
	深川	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
	稚内	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
	紋別	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
	網走	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
	稚内	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
	紋別	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
	網走	J	M	J	M	M	M	M	M	M	J
山 陰 及 び 九 州 北 岸	取田	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	鳥取	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	松江	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	出雲	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	鳥取	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	松江	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	出雲	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	鳥取	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	松江	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	出雲	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
東 西 諸 島	中城	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	志布志	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	津久	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	知念	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	神湊	J	O	J	M	T	O	J	J	J	M
	神湊	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
	神湊	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
	神湊	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
	神湊	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
	神湊	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
南 太 平 洋 岸	金谷	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
北 太 平 洋 岸	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小瀬	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

M: 冬型気圧配置 2: ニツ玉低気圧 T: 台風 P: 南岸低気圧 O: その他

図-2 波浪・気象変動状況図（1985年2月）

る高波が加わる。

d) 太平洋岸(南西諸島)

顕著な高波の大半は夏～秋の台風によるものであり、南岸低気圧(東シナ海低気圧)による高波が若干加わるのが特徴である。同じ南西諸島にあっても、c)の東シナ海沿岸と太平洋岸では出現傾向に相違がみられる。

e) 太平洋岸(南部太平洋岸)

四国、九州南岸では、台風と南岸低気圧による高波が大半であるが、南西諸島に比べると南岸低気圧による高波の出現回数がやや多い。また、東に行くに従って日本海低気圧及び二ツ玉低気圧の通過による高波が加わる傾向がある。

f) 太平洋岸(北部太平洋岸)

春季及び秋季の南岸低気圧及び二ツ玉低気圧による高波の出現回数が多いが、北に行くに従って晩秋から冬にかけて出現する日本海低気圧の通過による高波が加わる傾向がある。最も顕著な高波は、ほとんどの地点で2月の二ツ玉低気圧通過時に出現する。

(2) 代表的な気象じょう乱の抽出

表-3は、波浪・気象変動状況図をもとに、代表的な高波出現期間を高波出現海域の広がり及び波高の大きさを考慮して抽出した結果である。また、表-4は、抽出した21ケースの高波出現期間について、期間内最大有義波高が年間上位に位置づけられる地点数及び全地点を通じて最大の期間内最大有義波高とその地点名を示した一覧表である。

抽出した21ケースの代表的な高波出現期間における気象じょう乱の特徴は、次の4パターンに分類できる。

- 日本海低気圧の通過
- 南岸低気圧の通過
- 冬型気圧配置による季節風の吹き出し
- 台風の通過

これらの気象じょう乱は、単独で出現する場合もあれば、結合して出現する場合もある。表-3に示す代表的な高波出現期間のうち最も顕著なものである2月8日～17日の高波出現状況について、図-3の有義波高時間変化図と地上天気図を用いて若干の考察を加えると次のような特徴が認められる。

日本海沿岸では、日本海低気圧により10日に高波の最初のピークが現われ、冬型気圧配置となった11日に第二のピークが現われた。また、13日に日本海の低気圧が通過し、その後に冬型気圧配置となった時も同様な高波出現状況であった。一方、太平洋岸では、日本海低気圧と二ツ玉を形成する南岸低気圧により10日に高波のピークが現われ、低気圧の通過後は次第に減衰したが、14日以降の冬型気圧配置時には日本海側にみられたような高波は出現しなかった。南西諸島では、東シナ

表-3 1985年における代表的な高波出現期間

No	期 間	気 圧 配 置 型	高 波 出 現 海 域
1	1/10～1/18	日本海低気圧の通過 →冬型気圧配置(3回連続)	日本海及び東シナ海沿岸、 北海道沿岸
2	1/28～2/3	日本海低気圧の通過 →冬型気圧配置	日本海及び東シナ海沿岸、 北海道沿岸、関東沿岸
3	2/8～2/17	二ツ玉低気圧の通過 →冬型気圧配置	全 国
4	2/19～2/26	南岸低気圧→二ツ玉低気圧の通過 →冬型気圧配置	全 国
5	3/8～3/15	日本海低気圧の通過 →冬型気圧配置	ほぼ全国
6	3/25～3/30	日本海低気圧の通過 →南岸低気圧の通過	太平洋岸及び北海道沿岸
7	4/3～4/6	二ツ玉低気圧の通過	太平洋岸及び日本海沿岸 北部
8	4/7～4/14	南岸低気圧の通過	太平洋岸、山陰以西の日本 海沿岸、東シナ海沿岸
9	6/7～6/14	南岸低気圧の通過	太平洋岸
10	6/29～7/1	梅雨前線と台風第6号	太平洋岸
11	8/3～8/15	台風第8号と台風第9号	太平洋岸と九州西岸
12	8/19～8/23	台風第11号	四国以南の太平洋岸
13	8/27～9/2	台風第12号、第13号、第14号	ほぼ全国
14	9/18～9/30	秋雨前線、南岸低気圧の通過	関東以北の太平洋岸
15	10/4～10/8	台風第20号→温帯低気圧化 (日本海低気圧)	ほぼ全国
16	11/2～11/3	日本海低気圧の通過 →冬型気圧配置	日本海沿岸及び北日本の 太平洋岸
17	11/6～11/16	二ツ玉低気圧の通過→日本海低 気圧の通過→冬型気圧配置	ほぼ全国
18	11/24～11/30	冬型気圧配置→日本海低気圧の 通過→冬型気圧配置	日本海沿岸及び太平洋岸 の二部
19	12/8～12/12	二ツ玉低気圧の通過 →冬型気圧配置	ほぼ全国
20	12/14～12/22	冬型気圧配置と小擾乱	日本海沿岸
21	12/24～12/28	冬型気圧配置→日本海低気圧の 通過→冬型気圧配置	日本海沿岸

表-4 代表的期間における高波出現状況

No	判 定	期 間	期間内最大H _{1/10} の年別高順位 (1～10位の出現回数(地点数))					期間内最大H _{1/10} の最大値	
			1位	2位	3位	1～5位	1～10位	[H _{1/10}] _{max} (m)	観 測 地点名
1	㊦	1/10～1/18	8	5	2	19	29	7.08	深 浦
2	○	1/28～2/3	2	0	2	6	17	4.64	宮 小 牧
3	㊦	2/8～2/17	6	4	4	19	40	6.52	波 浮
4	㊦	2/19～2/26	6	6	5	23	35	6.40	秋 田
5		3/8～3/15	1	0	1	4	12	4.03	秋 田
6		3/25～3/30	0	2	3	6	8	4.57	八 戸
7		4/3～4/6	1	0	3	6	9	4.95	酒 田
8	○	4/7～4/14	2	2	1	6	15	5.66	大 泉 港
9		6/7～6/14	0	1	3	6	9	4.74	鹿 島
10	㊦	6/29～7/1	4	2	2	10	13	8.15	潮 岬
11		8/3～8/15	0	1	0	6	9	3.93	志布志湾
12	○	8/19～8/23	1	0	0	3	4	6.57	中 城 湾
13	㊦	8/27～9/2	2	5	1	10	13	5.28	波 浮
14		9/18～9/30	1	0	1	6	15	4.48	鹿 島
15	○	10/4～10/8	1	1	2	8	16	6.27	伊 王 島
16		11/2～11/3	1	1	0	4	9	5.50	波 田
17	○	11/6～11/16	1	0	1	8	15	4.71	金 沢
18	○	11/24～11/30	0	3	3	14	23	5.84	深 浦
19	○	12/8～12/12	1	2	3	12	15	5.23	輪 島
20	○	12/14～12/22	1	2	0	6	14	5.08	鳥 取
21		12/24～12/28	0	1	0	3	10	4.96	深 浦

㊦ 顕著な例 ○ や 顕著な例

海沿岸と太平洋岸とでは高波の出現状況に明確な相違があり、太平洋岸では東シナ海で発生した低気圧の通過に伴って8日に高波のピークが出現するが、東シナ海沿岸では低気圧通過後の9日に高波が出現し始めて冬型気圧配置となった10日にピークが現われた。

したがって、日本海沿岸では日本海低気圧の通過と冬型気圧配置時の季節風の吹き出しが高波の要因であるが、太平洋岸では南岸低気圧の通過が高波の要因であるが、冬の季節風の吹き出しは太平洋岸には顕著な高波をもたらさないことがうかがえる。南西諸島においても、東シナ海低気圧の通過に関する高波の出現特性に同様の傾向

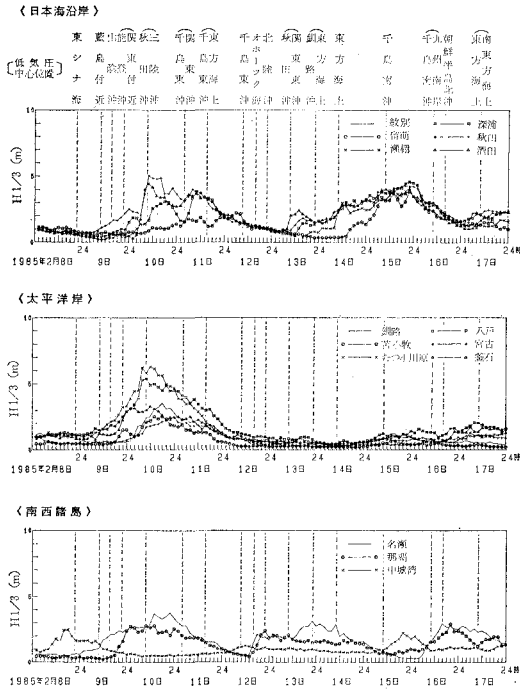


図-3 有義波高時間変化図 (1985年2月8日~17日)

がある。

(3) 気象じょう乱と高波出現特性

日本付近における温帯低気圧の主な移動経路は 図-4 に示す3コースがあり、冬は南岸コース、春、秋は日本海コースと南岸コース、夏は沿海州コースが多いことが知られている⁵⁾。また、台風は寒候期には低緯度で発生し西に移動するが、暖候期になると発生地点が北上し移動経路が北西から北、北東と転向するようになり、夏から秋になると日本を襲うことが知られている⁶⁾。

低気圧の主要移動経路と低気圧周辺における風系による気象じょう乱の一般的モデルを基本とすると、1985年にみられた気象じょう乱と顕著な高波の出現状況との関係の概要は次のようにまとめられる。

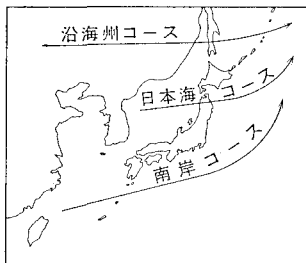


図-4 低気圧の主要移動経路

a) 日本海低気圧の通過

図-5 の概念図に示すように、日本海沿岸では寒冷前線通過後に西から北寄りの風が吹き高波が出現する。低

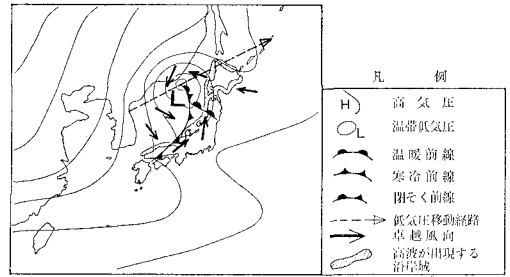


図-5 日本海低気圧通過の概念図

気圧が日本列島を横断する場合には、低気圧前面の東寄りの風あるいは低気圧暖域の南寄りの風により太平洋岸にも高波が出現する。

また、図-5 では低気圧経路として日本海コースを前提としているが、東シナ海で発生した低気圧が日本海に入った場合には東シナ海沿岸及び九州北岸にも高波が出現する。

b) 南岸低気圧の通過

代表的なものとして、冬の終りから春先にかけて東シナ海で発生した低気圧が発達しながら日本列島の南岸を北東に進むものがある。このため、太平洋岸では、図-6 の概念図に示すように低気圧の前面及び暖域における東から南寄りの風により高波が出現する。低気圧の後面では西から北寄りの風が吹くため、東シナ海沿岸、山陰沿岸及び九州北岸において高波が出現することがある。

なお、北日本に高気圧がある場合、低気圧に吹き込む風が北東に偏し関東以西の太平洋岸では高波が生じないことがある。

二ツ玉低気圧は、図-7 に示すように a) と b) のじ

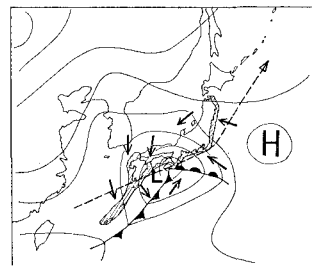


図-6 南岸低気圧通過の概念図

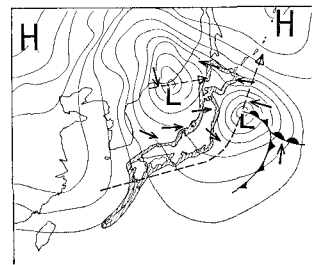
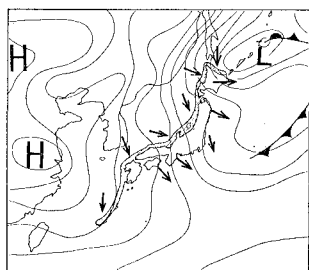


図-7 二ツ玉低気圧通過の概念図

よう乱を合成した形態であるため、全国沿岸にわたって広範囲に高波をもたらす。

c) 冬型気圧配置による季節風の吹き出し

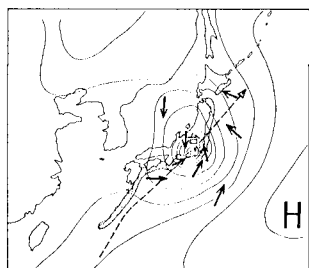
図—8 に示すように日本付近は西から北寄りの風が吹くため、オホーツク海から日本海及び東シナ海にかけての沿岸に冬季を代表する顕著な高波をもたらす。季節風の強さは大陸の高気圧の強さに支配され、大陸の高気圧は7日程度の周期で強弱を繰り返す⁶⁾ため、高波が長期間にわたって継続する傾向がある。



図—8 冬型気圧配置の概念図

d) 台風の通過

台風は、日本付近では進路が北東となって列島を縦断



図—9 台風通過の概念図

する形となるため、高波の出現が広範囲に及ぶことがある。高波の規模は、経路沿いの沿岸海域全般で顕著なものとなるが、一般に進路の右側で風が強く右側に位置する地点の方が左側の地点に比べて大きい傾向がある。

4. あとがき

日本全国の沿岸波浪の出現特性について波浪統計を中心に論じた報告はある⁷⁾が、沿岸波浪を観測する立場から気象じょう乱と高波の出現特性について総観的に解析する機会は少なかった。今回、有義波高と気圧配置型をもとに波浪・気象変動状況図を作成したところ、高波出現期間の抽出が容易になったのみでなく、高波出現の海域的特性、季節的特性、要因となる気象じょう乱などの情報が簡潔に読み取れたため、それらを要約して一般化を試みた。今後もひき続きこうした解析結果を積み重ねることにより日本沿岸海域における高波出現状況に関する理解を深めていく所存である。

参 考 文 献

- 1) 小舟浩治・菅原一晃・亀山 豊・成田 明: 沿岸波浪観測年報 (1985), 港湾技術資料 No. 574, 274 p., 1987.
- 2) 気象庁監修: 速報天気図, 第 13943 号～第 14307 号, (財) 日本気象協会, 1985.
- 3) 気象庁監修・ (財) 日本気象協会編: 1986 年版気象年鑑, 大蔵省印刷局, 187 p., 1986.
- 4) 気象庁編: 気象要覧, 第 1025 号～第 1036 号, (財) 日本気象協会, 1985.
- 5) 気象ハンドブック編集委員会編: 気象ハンドブック, 朝倉書店, 698 p., 1979.
- 6) 高橋浩一郎監修: 日本気象総覧, 東洋経済新報社, 1060 p., 1983.
- 7) 広瀬宗一・高橋智晴: 観測結果に基づく沿岸波浪の出現特性, 昭和 57 年度港湾技術研究所講演会講演集, pp. 1～55, 1982.