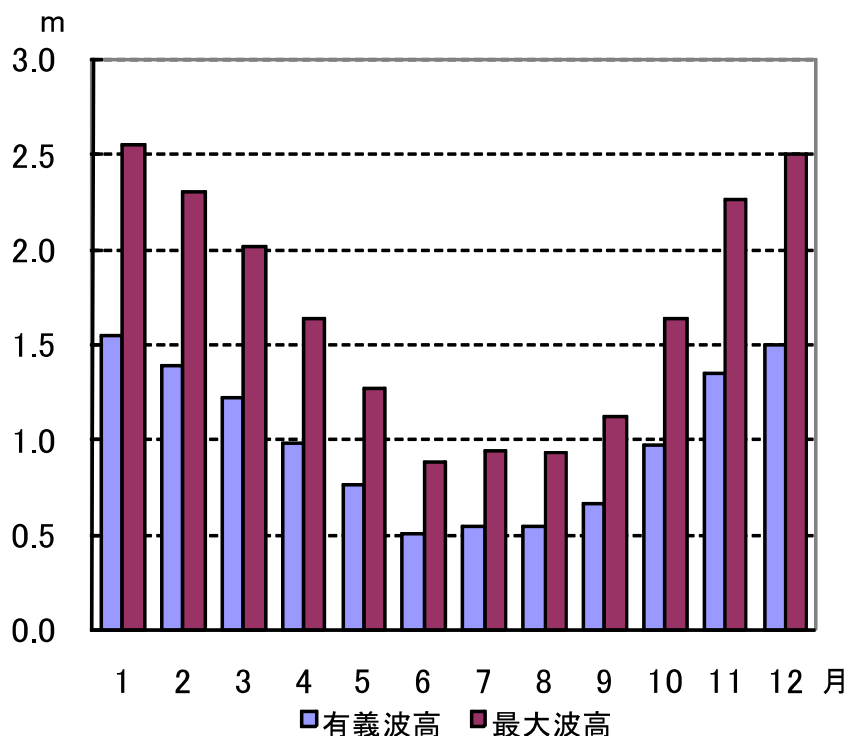


2 波浪の特性

2.1 波高・周期の月別の値

月別の有義波・最大波の波高の平均値の推移を第 2.1 図に、有義波・最大波の波高・周期の平均値及び有義波の最大を第 2.1 表に示す。また、月別の有義波の波高階級別出現頻度を第 2.2 図と第 2.2 表に示す。

月別平均値は、有義波と最大波のどちらも 1 月が高く、6 月が低くなっている。月別最大値は、有義波が 9 月、最大波が 11 月に高く、どちらも 6 月に低くなっている。



第 2.1 図 月別の有義波・最大波の波高の平均値

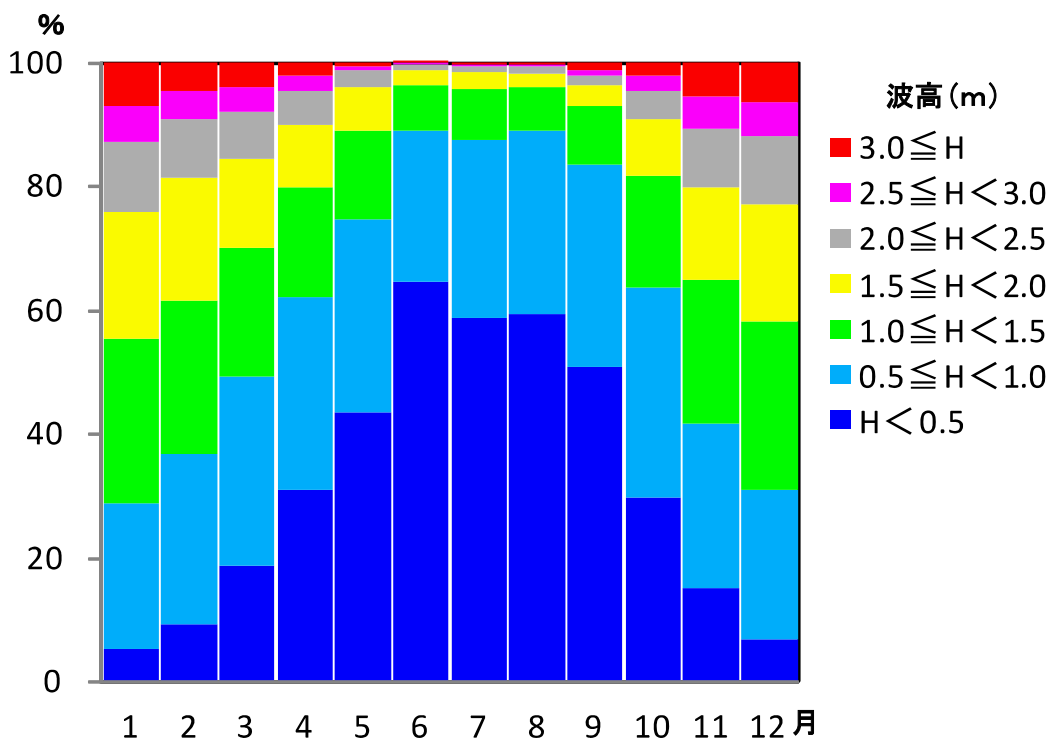
第 2.1 表 月別の波高・周期の平均値・最大値

月	有 義 波						最 大 波							
	平均値		最大値				平均値		最大値					
	波高	周期	波高	周期	年	日	時	波高	周期	波高	周期	年	日	時
1	1.55	6.6	7.47	11.7	1980	31	09	2.55	6.6	11.00	11.3	1980	31	09
2	1.39	6.3	7.10	10.9	2007	15	11	2.30	6.3	11.22	XXX	2007	15	10
3	1.22	5.9	7.21	XXX	1979	31	09	2.02	5.9	12.74	9.8	2007	12	10
4	0.98	5.5	5.43	XXX	1996	19	03	1.64	5.5	10.26	XXX	1996	19	03
5	0.76	5.2	5.33	9.0	2005	19	07	1.27	5.2	8.70	10.0	2000	28	22
6	0.51	4.9	4.22	7.9	1989	06	21	0.88	5.0	7.60	7.2	1989	06	21
7	0.55	5.1	4.49	XXX	1991	26	24	0.94	5.2	7.20	9.0	1987	12	15
8	0.55	5.1	6.75	XXX	2004	20	08	0.93	5.2	9.48	XXX	2004	20	08
9	0.67	5.2	8.70	14.1	1987	01	04	1.12	5.3	13.80	XXX	1987	01	02
10	0.97	5.7	6.70	11.1	1980	26	18	1.64	5.8	10.40	11.9	1980	26	24
11	1.35	6.3	7.75	XXX	2004	27	06	2.26	6.3	14.55	11.5	1995	09	12
12	1.50	6.6	7.27	11.4	1990	02	18	2.50	6.6	12.20	10.4	1990	02	18
累年	1.00	5.7	8.70	14.1	1987/09/01	04		1.67	5.7	14.55	11.5	1995/11/09	12	

単位：波高 (m)、周期 (s)

※ 最大値の XXX は、障害番号が 0 以外のデータであることを示す。

波高の階級別出現頻度は、1月に3m以上が年間で一番高く、0.5m以下が一番低くなっている。6月から9月にかけて0.5m未満が50%以上出現し、6月は月の3分の2近くになっている。



第2.2図 月別の有義波高の階級別出現頻度

第2.2表 月別の有義波高の階級別出現頻度

波高(m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
H < 0.5	5.5	9.4	18.8	30.9	43.4	64.5	58.8	59.3	51.0	29.9	15.0	6.8	32.8
0.5 ≤ H < 1.0	23.3	27.4	30.7	31.2	31.2	24.7	28.6	29.8	32.5	33.7	26.7	24.2	28.7
1.0 ≤ H < 1.5	26.8	24.9	20.7	17.7	14.3	7.3	8.5	6.9	9.5	18.1	23.2	27.2	17.1
1.5 ≤ H < 2.0	20.3	19.7	14.3	10.3	7.3	2.4	2.7	2.3	3.5	9.3	15.1	19.0	10.5
2.0 ≤ H < 2.5	11.2	9.5	7.5	5.5	2.6	0.8	0.8	1.0	1.5	4.6	9.3	10.8	5.4
2.5 ≤ H < 3.0	5.9	4.5	4.0	2.4	0.7	0.2	0.3	0.4	0.9	2.3	5.1	5.6	2.7
3.0 ≤ H < 3.5	3.4	2.1	2.0	1.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.4	1.0	2.9	3.2	1.4
3.5 ≤ H < 4.0	1.8	1.0	1.1	0.5	0.2	0.0	0.1	0.1	0.3	0.5	1.4	1.4	0.7
4.0 ≤ H < 4.5	1.0	0.7	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.7	0.8	0.4
4.5 ≤ H < 5.0	0.5	0.4	0.3	0.2	0.0	-	-	0.0	0.1	0.2	0.2	0.6	0.2
5.0 ≤ H < 5.5	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1
5.5 ≤ H < 6.0	0.1	0.1	0.0	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
6.0 ≤ H	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

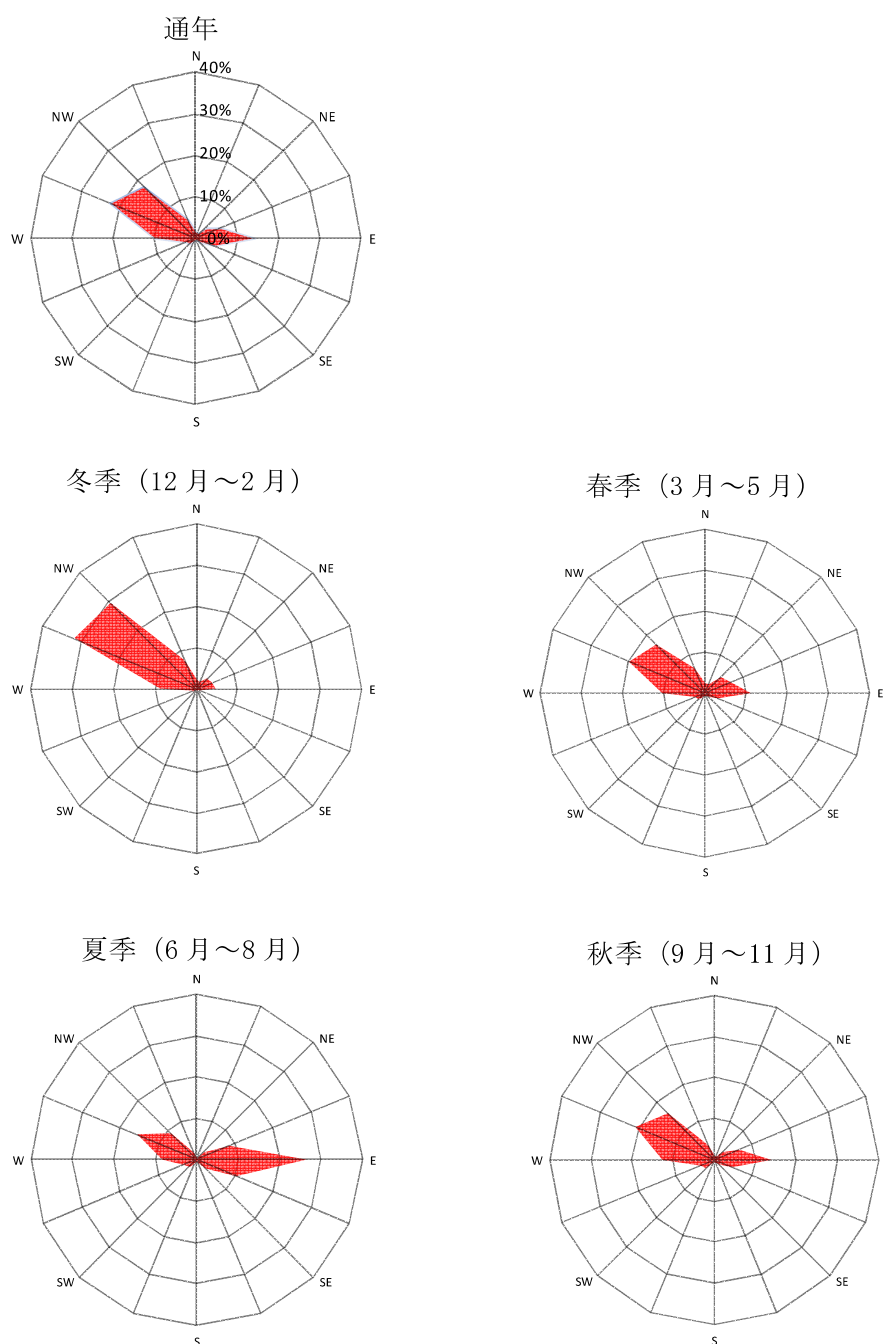
単位：%

2.2 松前アメダス風向別の風速と波高の出現頻度

2.2.1 松前アメダス風向別の出現頻度

松前アメダスは、気温、降水量、風向・風速、日照時間の4要素を観測しており、沿岸波浪計設置点の近辺に設置されている。通年・季節別の風向別出現頻度を第2.3図に示す。なお、アメダスで観測されている風速は1m/s単位であり、風速0m/sを静穏とした。

松前の風向は、渡島半島や津軽半島の地形的影響を受けやすい。通年では、全体の50.8%が西～北西に集中している。次いで東が多く、北～北東と南東～西南西は極端に少なくなっている。季節別では、春季と秋季は通年と似た傾向を示すが、冬季は西北西と北西で61.2%、夏季は静穏が6.0%、東が26.4%になっている。

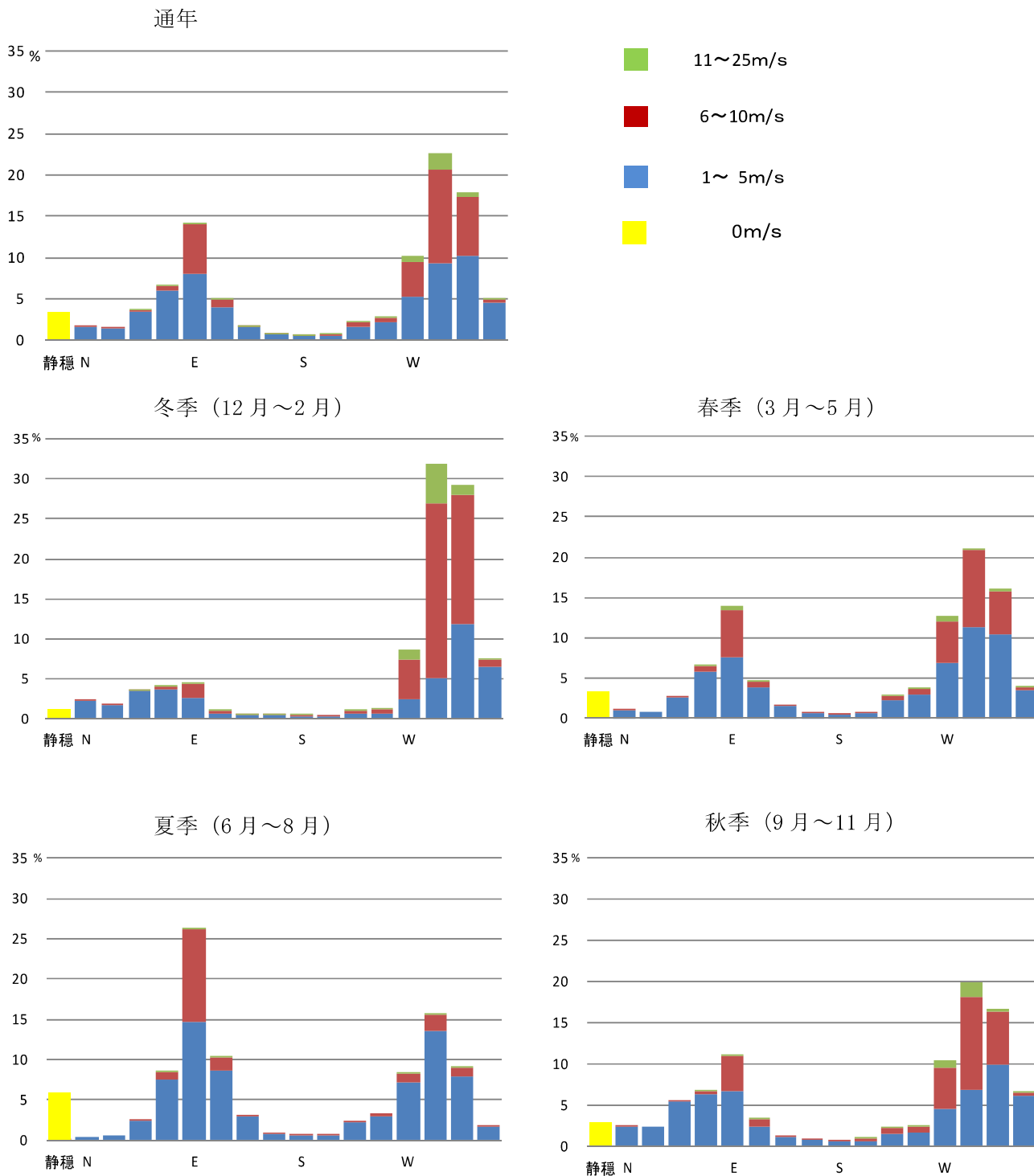


第2.3図 松前アメダスの風向別出現頻度

2.2.2 松前アメダスの風速の風向別出現頻度

風向別の風速 5m/s ごとの出現頻度を第 2.4 図に示す。

通年では、11m/s 以上は全体の 3.7%で、西～北西で 3.3%になっている。季節別では、西～北西の 11m/s 以上は冬季に 7.8%、秋季に 3.1%となっている。静穏を含む 5m/s 以下は夏季に 80.9%となっている。



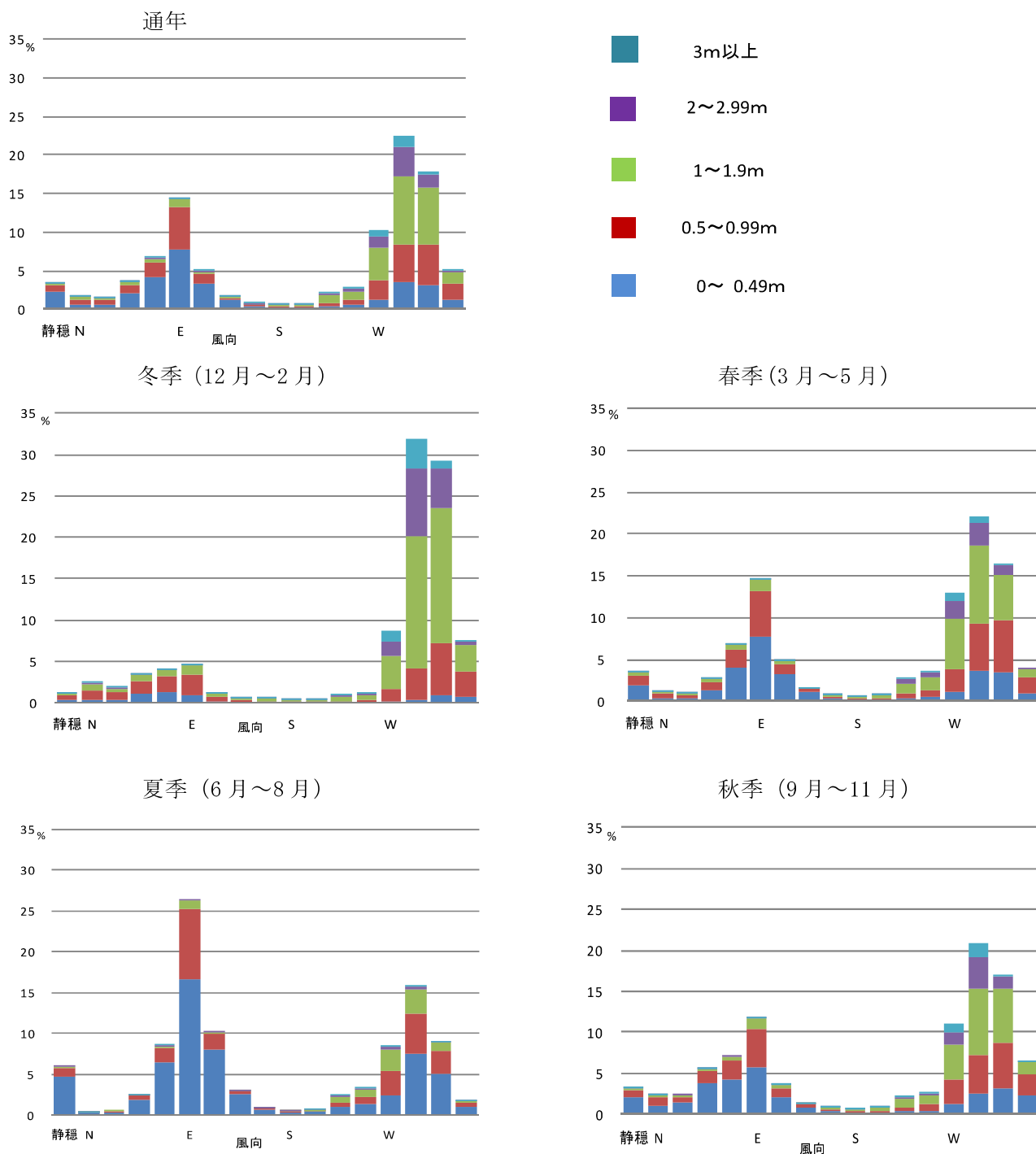
第 2.4 図 松前アメダスの風向別風速出現頻度

2.2.3 松前アメダスの風向別の波高の出現頻度

風向別の波高 0.5m ごとの出現頻度を第 2.5 図で示す。

通年で 3m 以上は全体の 2.8% で、西～北西で 2.6% になっている。季節別にみると、西～北西の 3m 以上は冬季に 5.7%、秋季に 3.3% になっている。静穏を含む 0.5m/s 以下は夏季に 60.7% になっている。

11m/s 以上の風速、3m 以上の波高の出現頻度は西～北西の風向で高くなっており、北～東～南風による風浪は地形的に発達しにくいことが考えられる。



第 2.5 図 松前アメダスの風向別波高出現頻度

2.3 波高と周期の組合せによる頻度分布

波形勾配は波長に対する波高の比であり、波の性質を表す指標となる。一般に風を成因とする風浪は周期が短い急峻な形であるため大きい勾配を持ち、風が弱くなった時に残るうねりや遠方から到達するうねりはなだらかな形であるため小さい勾配を持つ。

ある1つの波を考えたとき、勾配を ξ 、波長 L 、波高 H とすると、定義より次のようになる。

$$\xi = \frac{H}{L}$$

波浪の線形理論より、波長 L と周期 T については、重力加速度を g とすると、

$$L = \frac{gT^2}{2\pi}$$

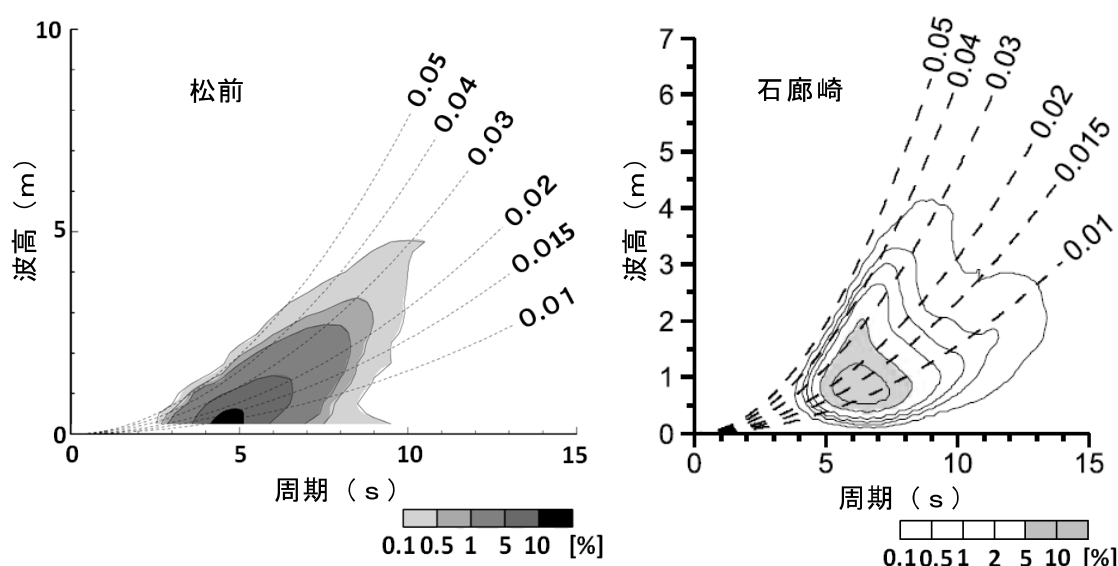
という関係が導かれるので(磯崎・鈴木、1997)、波高と周期の関係は、係数に勾配を用いて次のように表される。

$$H = \xi \cdot \frac{g}{2\pi} T^2$$

つまり、横軸を周期、縦軸を波高とすると、ある勾配の値に対して、原点を頂点とする2次関数曲線が1本引ける。勾配は、十分に発達した風浪の場合でおおむね0.03程度、うねりの場合で0.01程度の値をとることが多い。

第2.3図は、観測された有義波高と周期の2次元の階級区分表を作り、その頻度に対して等値線を引いたものである。二次関数曲線は、波形勾配を表している。階級幅は、周期1秒、波高0.5mであり、等値線は出現率の値を用いた。

松前では長周期において波形勾配0.03程度で風浪が卓越している様子が見られるが、波形勾配0.01程度のうねりが到達する様子が見られない。参考に、太平洋側において波形勾配0.03程度の風浪と波形勾配0.01程度のうねりの両者の卓越する頻度がそれぞれ大きい石廊崎の図(杉本・近澤、2008)を示す。



第2.3図 波高と周期の組合せによる頻度分布 (通年)

石廊崎(右図)は、「気象庁沿岸波浪観測に基づく日本沿岸の波浪特性の調査」(杉本・近澤、2008)より引用。

2.4 累年高波出現順位と月別累年高波出現順位

有義波高が継続して一定基準（松前沿岸波浪計では 3.0m）になった現象を一つの「高波」とした。基準波高は波高の出現率から値を設定した。

累年高波出現順位と月別高波出現順位は、個々の「高波」の期間中に観測された有義波高の最大値を大きい方から累年順位は第 30 位まで、月別順位は第 5 位まで表示した。各順位には最大値、その周期、障害番号、観測時刻、高波継続時間、高波継続開始・終了時刻を表示した。なお、同じ有義波高を複数回観測した場合は、起時の新しいものを上位とした。

- ・最大値観測時刻：各順位の有義波高値を観測した時刻
（高波継続期間中に同じ値が複数ある場合、最新の観測時刻）
- ・高波継続時間：基準波高以上の有義波高を継続的に観測していた時間
- ・高波継続開始時刻：基準波高以上の有義波高を継続的に観測し始めた時刻
- ・高波継続終了時刻：基準波高以上の有義波高を最後に観測した時刻
- ・発生要因：高波の原因となった主な気象現象

第 2.3 表 累年高波出現順位

順位	有義波高		障害番号	最大値 観測時刻 年 月 日 時	高波 継続時間	高波継続 開始時刻 年 月 日 時	高波継続 終了時刻 年 月 日 時	発生要因
	波高 (m)	周期 (s)						
1	8.70	14.1	0	87/09/01 04	15時間	87/08/31 23	87/09/01 13	台風から変わった低気圧
2	7.75	12.2	1	04/11/27 06	1日7時間	04/11/26 23	04/11/28 05	日本海低気圧
3	7.53	11.8	1	95/11/09 11	2日7時間	95/11/08 04	95/11/10 10	日本海低気圧
4	7.47	11.7	0	80/01/31 09	3日15時間	80/01/31 05	80/02/03 19	日本海低気圧
5	7.27	11.4	0	90/12/02 18	2日3時間	90/12/02 08	90/12/04 10	台風から変わった低気圧
6	7.21	14.7	1	79/03/31 09	15時間	79/03/31 05	79/03/31 19	本道南岸低気圧
7	7.19	12.0	1	04/09/08 13	15時間	04/09/08 05	04/09/08 19	台風から変わった低気圧
8	7.10	10.9	0	07/02/15 11	1日9時間	07/02/15 03	07/02/16 11	2つ玉低気圧
9	6.75	13.8	1	04/08/20 08	5時間	04/08/20 07	04/08/20 11	台風
10	6.70	11.1	0	80/10/26 18	1日15時間	80/10/26 08	80/10/27 22	2つ玉低気圧
11	6.61	10.8	0	79/02/02 03	12時間	79/02/01 23	79/02/02 10	2つ玉低気圧
12	6.51	11.1	1	03/09/13 24	15時間	03/09/13 21	03/09/14 11	台風から変わった低気圧
13	6.50	10.5	0	03/01/28 15	1日11時間	03/01/28 08	03/01/29 18	日本海低気圧
14	6.45	12.4	1	85/09/01 15	6時間	85/09/01 14	85/09/01 19	台風
15	6.32	10.2	1	99/09/25 05	13時間	99/09/25 02	99/09/25 14	台風
16	6.25	10.9	1	99/03/06 03	16時間	99/03/05 22	99/03/06 13	日本海低気圧
17	6.12	9.9	0	93/03/01 07	21時間	93/03/01 01	93/03/01 21	冬型
18	6.11	10.4	0	93/12/22 10	2日4時間	93/12/22 02	93/12/24 05	冬型
19	6.01	10.1	1	01/12/15 07	2日19時間	01/12/13 24	01/12/16 18	サハリン付近の低気圧
20	5.95	11.1	2	90/11/10 21	1日12時間	90/11/10 17	90/11/12 04	冬型
21	5.94	9.8	1	05/02/23 16	16時間	05/02/23 13	05/02/24 04	日本海低気圧
22	5.93	10.8	0	08/12/28 10	1日12時間	08/12/27 24	08/12/29 11	サハリン付近の低気圧
23	5.93	10.2	1	05/12/26 02	16時間	05/12/25 22	05/12/26 13	2つ玉低気圧
24	5.90	10.5	0	04/01/23 15	1日6時間	04/01/23 01	04/01/24 06	2つ玉低気圧
25	5.88	9.5	1	97/02/21 14	6時間	97/02/21 12	97/02/21 17	日本海低気圧
26	5.87	10.5	1	05/09/08 03	12時間	05/09/07 24	05/09/08 11	台風
27	5.82	10.1	1	02/10/27 18	1日6時間	02/10/27 07	02/10/28 12	2つ玉低気圧
28	5.75	9.3	1	05/11/29 13	1日3時間	05/11/29 10	05/11/30 12	日本海低気圧
29	5.75	11.0	0	87/11/24 09	1日3時間	87/11/24 02	87/11/25 04	冬型
30	5.72	10.3	0	80/10/31 15	9時間	80/10/31 14	80/10/31 22	日本海低気圧

第2.4表 月別累年高波出現順位（1月～6月）

月	順位	有義波高		障害番号	最大値 観測時刻 年 月 日 時	継続時間	高波継続 開始時刻 年 月 日 時	高波継続 終了時刻 年 月 日 時	発生要因
		波高 (m)	周期 (s)						
1月	1	7.47	11.7	0	80/01/31 09	3日15時間	80/01/31 05	80/02/03 19	日本海低気圧
	2	6.50	10.5	0	03/01/28 15	1日11時間	03/01/28 08	03/01/29 18	日本海低気圧
	3	5.90	10.5	0	04/01/23 15	1日6時間	04/01/23 01	04/01/24 06	2つ玉低気圧
	4	5.67	10.1	1	85/01/13 09	18時間	85/01/12 23	85/01/13 16	日本海低気圧
	5	5.63	10.2	0	96/01/04 09	1日23時間	96/01/03 16	96/01/05 14	本道北の低気圧
2月	1	7.10	10.9	0	07/02/15 11	1日9時間	07/02/15 03	07/02/16 11	2つ玉低気圧
	2	6.61	10.8	0	79/02/02 03	12時間	79/02/01 23	79/02/02 10	2つ玉低気圧
	3	5.94	9.8	1	05/02/23 16	16時間	05/02/23 13	05/02/24 04	日本海低気圧
	4	5.88	9.5	1	97/02/21 14	6時間	97/02/21 12	97/02/21 17	日本海低気圧
	5	5.55	11.6	0	94/02/23 06	2日2時間	94/02/22 06	94/02/24 07	冬型
3月	1	7.21	14.7	1	79/03/31 09	15時間	79/03/31 05	79/03/31 19	本道南岸低気圧
	2	6.25	10.9	1	99/03/06 03	16時間	99/03/05 22	99/03/06 13	日本海低気圧
	3	6.12	9.9	0	93/03/01 07	21時間	93/03/01 01	93/03/01 21	冬型
	4	5.70	11.2	0	07/03/12 10	2日4時間	07/03/11 08	07/03/13 11	本道北の低気圧
	5	5.49	9.7	0	81/03/15 18	12時間	81/03/15 11	81/03/15 22	日本海低気圧
4月	1	5.43	12.0	1	96/04/19 03	8時間	96/04/19 01	96/04/19 08	日本海低気圧
	2	5.34	9.6	0	99/04/14 07	23時間	99/04/14 01	99/04/14 23	日本海低気圧
	3	5.11	9.7	0	06/04/24 18	13時間	06/04/24 14	06/04/25 02	日本海低気圧
	4	5.04	8.6	0	01/04/13 07	1日5時間	01/04/12 22	01/04/14 02	サハリン付近の低気圧
	5	4.91	9.6	0	87/04/22 15	18時間	87/04/22 08	87/04/23 01	本道北の低気圧
5月	1	5.33	9.0	0	05/05/19 07	12時間	05/05/19 04	05/05/19 15	日本海低気圧
	2	4.90	9.0	0	00/05/28 22	11時間	00/05/28 17	00/05/29 03	日本海低気圧
	3	4.50	8.9	0	99/05/20 17	15時間	99/05/20 13	99/05/21 03	日本海低気圧
	4	4.02	9.3	0	80/05/28 12	1日3時間	80/05/27 17	80/05/28 19	サハリン付近の低気圧
	5	3.85	9.1	0	89/05/14 24	15時間	89/05/14 14	89/05/15 04	日本海低気圧
6月	1	4.22	7.9	0	89/06/06 21	9時間	89/06/06 20	89/06/07 04	日本海低気圧
	2	4.02	8.3	0	99/06/24 20	6時間	99/06/24 17	99/06/24 22	本道南岸低気圧
	3	3.84	8.2	0	04/06/22 20	7時間	04/06/22 15	04/06/22 21	日本海低気圧
	4	3.22	9.8	1	03/06/20 19	1時間	03/06/20 19	03/06/20 19	本道南岸低気圧
	5	3.15	7.8	0	99/06/24 24	1時間	99/06/24 24	99/06/24 24	本道南岸低気圧

第 2.5 表 月別累年高波出現順位 (7 月～12 月)

月	順位	有義波高		障害 番号	最大値 観測時刻 年 月 日 時	継続時間	高波継続 開始時刻 年 月 日 時	高波継続 終了時刻 年 月 日 時	発生要因
		波高 (m)	周期 (s)						
7 月	1	4.49	9.0	2	91/07/26 24	6時間	91/07/26 23	91/07/27 04	日本海低気圧
	2	4.13	8.0	0	97/07/04 17	8時間	97/07/04 15	97/07/04 22	本道北の低気圧
	3	4.13	8.1	0	93/07/31 21	12時間	93/07/31 16	93/08/01 03	日本海低気圧
	4	3.82	8.1	0	97/07/07 22	3時間	97/07/07 20	97/07/07 22	日本海低気圧
	5	3.66	9.0	0	87/07/12 21	3時間	87/07/12 20	87/07/12 22	日本海低気圧
8 月	1	6.75	13.8	1	04/08/20 08	5時間	04/08/20 07	04/08/20 11	台風
	2	5.33	9.7	0	84/08/23 03	12時間	84/08/22 23	84/08/23 10	日本海低気圧
	3	3.94	9.3	0	79/08/19 03	12時間	79/08/18 20	79/08/19 07	日本海低気圧
	4	3.87	9.5	1	94/08/02 22	1時間	94/08/02 22	94/08/02 22	台風
	5	3.68	8.1	0	97/08/10 07	5時間	97/08/10 05	97/08/10 09	本道南岸低気圧
9 月	1	8.70	14.1	0	87/09/01 04	15時間	87/08/31 23	87/09/01 13	台風から変わった低気圧
	2	7.19	12.0	1	04/09/08 13	15時間	04/09/08 05	04/09/08 19	台風から変わった低気圧
	3	6.51	11.1	1	03/09/13 24	15時間	03/09/13 21	03/09/14 11	台風から変わった低気圧
	4	6.45	12.4	1	85/09/01 15	6時間	85/09/01 14	85/09/01 19	台風
	5	6.32	10.2	1	99/09/25 05	13時間	99/09/25 02	99/09/25 14	台風
10 月	1	6.70	11.1	0	80/10/26 18	1日15時間	80/10/26 08	80/10/27 22	2つ玉低気圧
	2	5.82	10.1	1	02/10/27 18	1日6時間	02/10/27 07	02/10/28 12	2つ玉低気圧
	3	5.72	10.3	0	80/10/31 15	9時間	80/10/31 14	80/10/31 22	日本海低気圧
	4	5.32	10.0	0	03/10/29 17	12時間	03/10/29 14	03/10/30 01	日本海低気圧
	5	5.28	10.0	0	81/10/24 03	1日15時間	81/10/23 11	81/10/25 01	冬型
11 月	1	7.75	12.2	1	04/11/27 06	1日7時間	04/11/26 23	04/11/28 05	日本海低気圧
	2	7.53	11.8	1	95/11/09 11	2日7時間	95/11/08 04	95/11/10 10	日本海低気圧
	3	5.95	11.1	2	90/11/10 21	1日12時間	90/11/10 17	90/11/12 04	冬型
	4	5.75	9.3	1	05/11/29 13	1日3時間	05/11/29 10	05/11/30 12	日本海低気圧
	5	5.75	11.0	0	87/11/24 09	1日3時間	87/11/24 02	87/11/25 04	冬型
12 月	1	7.27	11.4	0	90/12/02 18	2日3時間	90/12/02 08	90/12/04 10	台風から変わった低気圧
	2	6.11	10.4	0	93/12/22 10	2日4時間	93/12/22 02	93/12/24 05	冬型
	3	6.01	10.1	1	01/12/15 07	2日19時間	01/12/13 24	01/12/16 18	サハリン付近の低気圧
	4	5.93	10.8	0	08/12/28 10	1日12時間	08/12/27 24	08/12/29 11	サハリン付近の低気圧
	5	5.93	10.2	1	05/12/26 02	16時間	05/12/25 22	05/12/26 13	2つ玉低気圧