

日本沿岸の気象潮と波浪の大きさ

気象研究所 理学博士 宇野 木 早 苗

1. 緒 言

潮位の変動は主に月や太陽などの天体の起潮力によって生ずるのであるが、それ以外の作用によって起されるものもある。その中で気象の影響が主なものであって、これに起因する潮汐を気象潮という。この中には1日周期、1年周期のような周期的なものも含まれているが、それほど明瞭な周期性を示さないものも気象潮とよぶことがある。台風にとまなう高潮（暴風津波）はその最も顕著な例である。図-1は布良（房総半島先端）と本斗（樺太）における半月間の気象潮と気圧の変化を图示したものであるが¹⁾、高低気圧の通過にしたがって潮位が整然と変動している有様がうかがわれる。

天体に起因する天文潮は理論的にも実際のにもよく調べられて、実用にはまず事欠かない精度で予報できる。しかし気象潮の方は一般に微弱でかつ周期性が少ないので、特に異常な高潮の場合を除いて、あまりよく調べられていない。ところが異常な高潮を十分理解

するには、日常出現している気象潮の実態を明らかにしておくことが基本的に大切なことであろう。たとえば図-1において、同じ気圧の変化量に対する潮位の昇降量は、本斗は布良の一倍半以上に達している。このような各港湾の特性をよく掴んでおくことが大切である。また、実際上は潮位が上昇する場合（正の気象潮とよぶことにする）が問題になるが、潮位が下降する場合（負の気象潮とよぶ）についても一応の考慮は必要である。

これまで、潮位の予報は天文潮位の予報で満足されてきたが、経済活動がきびしくなるにつれて、より精度の高い予報が要望され、将来は気象潮を加味した毎日の潮位予報が必要になるであろう。ここでは各地の気象潮の大きさを示す一つの資料を示すことにする²⁾。

一方において海に關聯した諸事業に対して、それぞれの海域における波浪の実態を明らかにしておくことは極めて大切であるが、このためには気象や気候の場合と同じく長期間にわたる組織的波浪資料が入要である。最近では測器による波浪観測が各地で試みられるようになったが、まだ断片的であつて決して十分とは言えない。そこで著者は以前に、数十カ所の沿岸測候所が実施した目視観測の資料に基づいて、日本沿岸の波候の実態を多少とも明らかにしようと努めたが³⁾、それにつづいてここでは、航路標識所その他の官署で得られた観測資料を整理した結果を報告することにする。もちろんごく簡単な目視観測の結果に基づいているから、その精度が不満足なことはいうまでも無いが、現状ではやむをえないであろう。波浪観測網が整備されて、ここに示すような数値が書き改められることの早からんことを願う次第である。

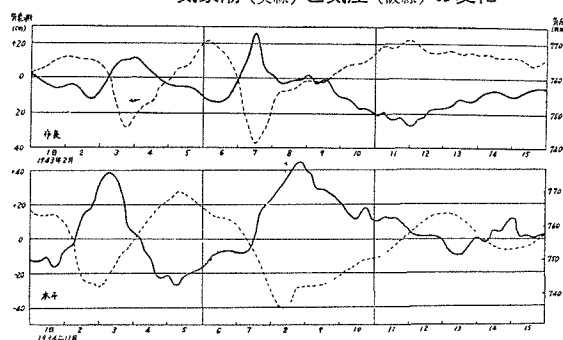
2. 気 象 潮

(1) 資 料

資料の大部分は気象庁刊行の気象要覧によつた。この場合、気象潮（潮位偏差）は満干潮時の場合にのみ求められているので、より大きな値が見のがされることになる。また推算潮位と実際とは、満干潮時に時間のずれがあるので精度もあまりよくない。しかしこれらの膨大な資料を計算し直すのは、時間と手間が限られている現状では非常に困難なので、このまま利用することにする。ただし、特に顕著な高潮の場合には⁴⁾、に示される文献を利用したので、上記の心配は無いであろう。また宮崎の論文⁵⁾ その他の文献も参照にした。

対象となつた地点を図-2に示しておく。なお各地の気象潮の大きさを示す代表値として、毎月の正および負の気象潮の最大値をそれぞれ取り上げることにする。このような量の平均値は安定でなくやや不適当であるが、簡便

図-1 布良（千葉県）と本斗（樺太）における気象潮（実線）と気圧（破線）の変化



のために使用する。

(2) 正の気象潮

月最大気象潮の年平均値を求めると、これが 30 cm を越すような海域は東京湾、伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海、鹿児島湾などであつて、大阪は 39 cm、東京は 34 cm、名古屋は 35 cm である。有明海は資料は無いが、おそらくこのグループに属するものと思われる。これらの海域は、気象的には強い気象擾乱の通過が頻繁で、地形的には南ないし南西に口を開いた比較的浅い大湾であるので、気象潮が発達し易い条件にある。その次に値が大きい海域は九州から房総に到る太平洋岸および北海道の太平洋岸で、25~30 cm の範囲にある。これは地形的にはそれほど好都合でないが、気象的には大きい気象擾乱にしばしばさらされるからである。

本州の東方沿岸および日本海沿岸は気象潮が発達し難い海域で平均値は 20 cm 前後である。洋上になるとさらに小さく、たとえば小笠原諸島の父島では平均値はわずか 15 cm にすぎない。

季節的な推移は図-3 に示してある。大体の傾向として春と秋に二つの山が見出される。春のは低気圧に、秋のは主に台風起因しているが、後者の方がはるかに大きい。しかし北部や日本海側では必ずしもそうでなく、特に日本海側では冬の季節風時に高くなる傾向が認められる。気象潮が一番弱い季節は、全国にわたって 6 月 7 月であつて、強い気象擾乱の発生が少ない時期に一致している。

表-1 は観測期間中におけるそれぞれの月の最大値を拾い出したものである。また図-2 には各地における既往の最大値が示されている。図の場合には連続的な観測でない断片的な資料をも追加した。したがって精度も一様でなく、正確な資料の蓄積によつて訂正されねばならない部分もある。しかし大体の傾向を知るには差支えないであろう。

最大気象潮が 3 m を越した海域は大阪湾と伊勢湾、2 m を越したものは東京湾、有明海、鹿児島湾である。1.5 m 前後なのは瀬戸内海で、本州、四国、九州の太平洋南岸、および九州西岸は 1 m 前後である。北海道沿岸、三陸沿岸、日本海側は 0.5 m 前後であつて最も小さいが、しかし日本海側の岩崎のように、1 m を越すこともあるので、決して油断はできない。

(3) 負の気象潮

渤海の旅順方面では冬季に「潮落ち」という現象があつて、潮位が急激に低落し、時には船舶の航行にも支障を来すことがある。たとえば 1941 年 11 月 26, 27, 28, 29 日の日平均潮位はそれぞれ 2.46, 2.17, 1.30, 2.30 m であつて、日平均で 1 m もの下降が認められる。我が国の海岸では、周期の短い津波やセイシュを除いてこれほど激しい潮位の下降は見られないが、小倉によると、東京では風の吹き払い作用で（気圧の効果を除く）80 cm も潮位が下つた例もあるからして、それぞれの港湾でどの程度のものが起り得るかと、一応の考慮をしておくことは必要であろう。

表-2 に代表的な地点における負の気象潮の各月における最大値を示しておいた。東京、大阪では最高約 70 cm であつて、1 m をこすものは見当らない。潮位上昇の場合にくらべて、下降の場合が小さいのは、一般に陸から海

図-2 最大気象潮 (正の場合)

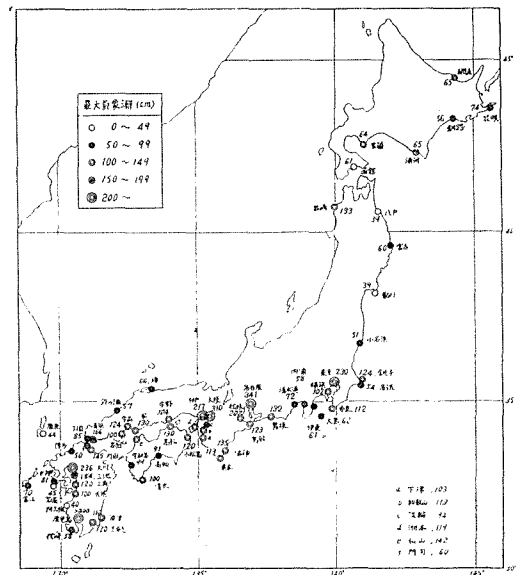
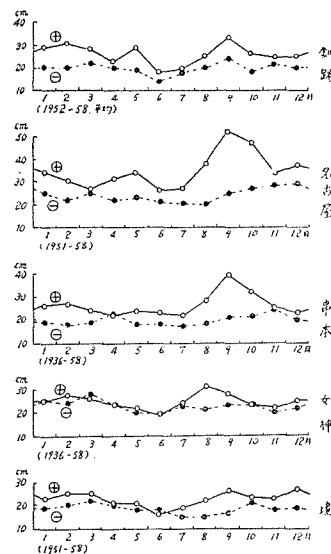


図-3 各月における最大気象潮の平均値
(実線は正の場合、破線は負の場合)



表一 各月における正の最大気象潮（偏差過高），単位 cm

地 点	1 月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	観測期間
鉦路 函館 官船 鮭子	49 32 31 26 35	50 27 33 33 48	35 28 60 26 37	26 35 35 33 48	56 20 34 25 54	22 16 24 24 43	46 21 21 33 28	49 21 25 22 34	56 61 37 39 33	30 31 37 37 54	30 35 33 29 93	31 34 46 37 49	1952~59 1954~59 1942~59 1949~59 1947~59
布東 伊内 名古	32 41 32 35 45	44 62 46 35 44	33 35 47 33 41	38 58 37 32 43	29 41 29 31 61	30 33 61 33 47	38 114 32 46 34	78 140 52 51 67	112 109 52 58 341	75 84 39 50 124	51 36 45 42 75	39 82 38 49 59	1936~59 1949~59 1936~59 1936~59 1951~59
鳥串 和歌 淡大	33 61 37 34 59	44 47 36 37 64	50 44 41 25 64	39 29 37 29 55	39 41 43 26 64	33 44 41 38 74	33 39 38 23 65	41 65 60 46 58	123 113 113 94 237	53 63 89 32 108	42 39 45 47 40	49 37 42 43 60	1950~59 1936~59 1949~59 1954~59 1950~59
神洲 小高	42 35 43 29 48	44 33 40 42 47	60 37 42 27 64	69 33 40 31 45	54 50 45 40 45	99 35 42 30 42	52 26 38 23 43	70 46 46 63 75	167 66 130 57 120	115 32 123 34 130	41 34 42 30 39	49 43 44 39 45	1947~59 1952~59 1951~59 1953~59 1949~59
松宇 清高 油	37 36 47 28 37	33 47 40 25 30	46 35 42 28 26	32 28 31 33 28	35 34 48 26 27	28 30 36 49 27	31 29 54 57 116	41 49 45 57 56	142 99 100 73 69	141 71 78 77 69	33 70 41 27 27	65 38 43 32 30	1950~59 1949~59 1936~59 1950~59 1946~59
女下 外岩	48 25 54 33 79	77 30 31 36 46	38 35 40 33 31	41 36 38 30 45	32 30 28 25 38	33 29 45 23 27	39 39 41 26 29	81 66 39 31 39	81 73 57 45 133	47 29 56 31 34	36 23 31 28 40	61 54 57 45 41	1936~59 1953~59 1936~59 1951~59 1951~59

表二 各月における負の最大気象潮（偏差過低），単位 cm

地 点	1 月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	観測期間
宮東 名古 大油 女外	47 33 35 34 22 49 47	53 34 30 42 27 42 38	23 38 31 68 26 61 38	27 39 27 36 34 40 64	21 30 28 67 20 38 40	22 27 25 38 30 32 29	20 41 25 37 76 36 34	21 52 47 39 60 38 28	27 69 39 37 36 44 23	23 49 32 36 32 74 38	28 29 41 33 22 33 38	45 37 34 39 32 46 31	1942~59 1950~59 1951~59 1950~59 1946~59 1936~59 1936~59

に向つて吹く風は海から陸に向つて吹く風にくらべて小さいということ，また気圧の下降量に比して気圧の上昇量がゆるやかで少ないこと，および風と気圧の作用が往々にして逆向きに働いて相殺すること，などの理由によるものと思われる。

正の場合と同じように年平均値を求めると，やはり東京湾や大阪湾の奥が最も大きくて，25 cm を越し，本州東岸や日本海側が最も小さくて 20 cm に満たない。季節的な推移も正の場合とほぼ同じであるが（図一 3），秋の山はかなり低くなつており，また冬の季節風の効果もそれほど顕著でない。

3. 波 浪

（1）資 料

前の報告²⁾にくらべて新たに追加した資料は，海上保安庁灯台部に所属する25カ所の航路標識所，山口県の六連島灯台，加茂の山形県水産試験場，および御前崎と富山の気象官署が実施した観測結果である。航路標識所の資料を用いての整理は既に藤野が行っているが³⁾，これは1日3回の観測の中で最大値のみを利用している。ここでは，総ての観測値を用い，かつ期間も3年から7年に伸ばして計算を行うことにする。

御前崎²⁾と富山²⁾のは立管式波浪計を用いているが，他は風浪とうねりの階級を目視で定めたものである。それ故

平均波高を求めるには、風浪の各階級を規定する波高範囲の中央値をもつてその波の高さと考えた。また沿岸では波浪は局地性が強いので、外洋とどのように違っているかを理解しておく必要がある。そこで沖合における代表地点として南方定点 (29°N , 135°E) と北方定点 (39°N , 153°E) を選んで、その値を併せて示すことにする¹⁾。

(2) 波 高

図-4 は平均波高を示したものである。湾や内海では発達した波が外海から進入することがすくないので、波はその海湾で発生するものが主体になり、平均波高は $0.2\sim 0.4\text{ m}$ にすぎない。しかし外洋に接する度合が強くなるほど、平均波高は高くなり、外洋に突出した地点とか離島では 1 m 以上の平均波高が見られる。ただしオホーック海岸では冬季が結氷期であるため、平均波高は 0.5 m 前後にとどまって 1 m に達しない。岸を離れてさらに沖に出るほど波は大きくなり、南方定点では平均波高は 1.9 m 、北方定点では実に 2.7 m に達する。

各月の平均波高は表-3 に示してある。全般的には、冬が最も荒く、かつ風浪、うねりの荒い季節は大体一致している。しかし本州の東海岸では、むしろ低気圧の多い春と秋が荒い。一方において太平洋に南面している海岸では冬の季節風は陸から海に吹くため、冬季より夏季の季節風期一台風の影響もあるが一の方が荒い

図-4 平均波高

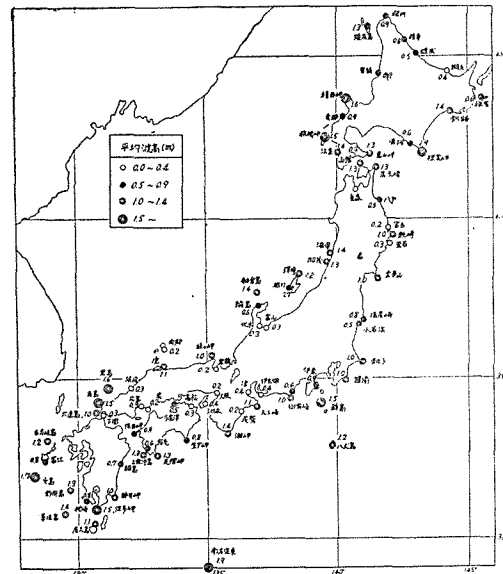


表-3 各月における平均波高 (m)

地名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	観測期間
襟裳岬	2.2	2.1	2.0	1.6	1.3	1.6	1.6	1.5	1.7	2.0	2.3	2.5	1.88	1951~57
恵山岬	1.3	1.2	1.1	1.5	1.0	0.8	0.7	0.7	1.0	1.1	0.9	0.9	1.01	1951~57
虎矢崎	1.7	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	0.8	0.9	1.1	1.4	1.7	1.7	1.28	1951~57
鮭崎	1.1	1.1	1.3	1.1	1.1	1.0	0.8	0.8	1.1	1.1	1.0	0.9	1.04	1951~57
金華山	1.1	1.1	1.1	1.0	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	1.1	0.9	1.0	0.95	1951~57
塩屋崎	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	0.7	0.6	0.7	0.8	0.9	0.8	0.9	0.84	1951~57
御前崎	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.5	0.3	0.60	1951~53
大王崎	1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	1.2	1.1	1.0	0.9	1.08	1951~57
沖の島	1.8	1.7	1.6	1.3	1.1	0.9	0.9	0.9	1.2	1.1	1.3	1.7	1.29	1951~57
佐田岬	1.1	1.1	1.1	0.8	0.7	0.5	0.6	0.6	0.8	0.9	0.9	1.1	0.85	1951~57
細島	0.6	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.65	1951~57
都井岬	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	1.2	1.2	1.1	0.9	1.04	1951~57
佐多岬	2.1	2.0	1.9	1.5	1.3	1.2	1.1	1.3	1.4	1.2	1.3	1.6	1.48	1951~57
草垣島	1.9	1.8	1.5	1.5	1.3	1.1	1.0	1.0	1.4	1.1	1.5	1.6	1.38	1952~57
釣掛島	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.3	1.1	1.0	1.1	1.4	1.28	1951~57
女島	2.2	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	1.68	1951~57
古志岐島	1.4	1.6	1.4	1.1	0.8	0.9	1.0	0.8	1.1	1.4	1.3	1.4	1.17	1951~57
六連島	1.4	1.1	1.0	0.9	0.9	0.7	0.6	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	0.94	1951~57
角島	1.8	1.8	1.7	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.5	1.6	1.6	1.7	1.49	1951~57
見島	2.2	2.1	1.9	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.5	1.7	1.61	1951~57
経ヶ岬	1.9	1.7	1.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.5	0.8	1.0	1.3	1.8	1.03	1951~57
触倉島	2.3	2.0	1.6	1.2	0.9	0.9	0.8	0.9	1.1	1.4	1.6	1.7	1.38	1951~57
富山崎	0.6	0.7	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.35	1954~57
富加	1.6	2.0	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.7	0.9	1.2	1.4	2.0	1.16	1951~57
加茂	2.2	2.0	1.4	0.9	0.7	0.6	0.5	0.8	0.9	1.2	1.7	2.2	1.27	1953~58
稲穂岬	2.7	2.2	1.7	1.1	1.0	0.9	0.8	0.9	1.3	1.6	1.9	2.3	1.53	1951~57
神威岬	2.4	2.4	2.4	2.3	1.8	1.3	1.6	1.5	1.9	2.3	2.4	2.5	2.07	1951~55
積丹岬	2.6	2.3	2.0	1.7	1.3	0.9	0.6	0.9	1.0	1.5	2.0	2.1	1.58	1956~57
焼尻島	1.6	1.6	1.6	1.5	1.0	0.8	0.7	0.8	1.3	1.4	1.8	1.8	1.32	1951~57
南方定点	2.4	1.9	2.2	1.8	1.6	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	1.8	1.9	1.85	1949~56
北方定点	4.2	3.7	3.1	2.7	1.9	2.0	1.7	1.8	2.1	2.4	3.1	3.6	2.67	1949~53

傾向がある。しかしこの傾向は沿岸近くだけで、すこし沖に出ると弱まって、南方定点や北方定点の例から分るように、日本海の沿岸と同じようになる。なお北方定点では、1月の平均波高が4.2 m という大きな値になっている。

最大波としては、外海に直接面した所では風浪階級8が報告されている。しかし湾内では5、6という階級である。これらの最大波は、南日本では台風によつて、北日本では季節風によつて生じている。南方定点の最大波高は12 m, 周期10.5 sec で、台風の際観測された。北方定点では13 m のものが、1月と2月の強い季節風のとき現われている。

(3) 周 期

各月の平均周期を表一4に、周期の出現頻度を図一5に示しておく。この中で端島(長崎港外、有義波周期)、新潟

表一4 各月における平均周期 (sec)

海 域	地 点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	観測期間
外 洋	南方定点	8.0	7.8	8.1	7.7	7.2	7.0	7.3	7.8	7.5	7.7	7.3	7.6	7.6	1949~56
	北方定点	8.6	8.2	8.3	8.0	7.7	7.6	7.4	7.8	7.8	7.8	8.3	8.3	8.0	1949~53
太平洋側	八丈島	10.0	9.0	8.2	8.5	8.1	—	—	—	—	10.2	10.2	9.6	(9.2)	1952~53
	城ヶ島	9.8	9.4	9.2	8.2	7.7	7.6	8.7	9.7	9.3	9.9	9.5	8.9	9.0	1952~53
	足摺岬	8.8	9.1	8.7	8.7	8.5	9.6	9.4	9.5	10.8	9.0	10.4	9.0	9.3	1954
東海側	端 島	—	8.2	8.4	8.7	—	8.2	8.1	—	10.0	—	—	8.2	(8.6)	1958~59
日本海側	伏 木	7.6	8.4	7.5	6.7	7.4	7.2	6.6	5.5	7.5	6.6	7.4	7.9	7.3	1950
	富 山	8.6	9.8	7.5	5.9	—	6.7	8.9	8.3	7.1	7.3	9.2	8.1	(7.9)	1954~55
	新 潟	8.2	8.2	8.2	—	—	—	—	—	—	—	8.5	8.5	(8.3)	1956~59
内海、湾	函 館	—	—	—	6.9	5.8	5.7	5.9	6.1	—	—	—	—	(6.7)	1948~49
	洲 本	2.4	2.6	3.2	2.6	2.1	3.8	2.9	3.5	4.5	3.1	3.0	2.5	3.2	1954
琵琶湖	彦 根	2.0	2.1	1.6	2.1	1.4	1.8	1.5	1.5	1.7	2.0	1.9	2.4	1.8	1954

(往生院浜300 m 沖有義波周期)、函館(港外の大森と根崎の平均)は文献(12), (13), (14) にあげてある資料を用いた。当然の事ながら海域が広いほど周期が長くなっている。平均周期は太平洋側では9 sec 程度、日本海、東海側がこれよりやや小さく、内湾が数 sec、琵琶湖が2 sec の見当である。しばしば見られる周期は、太平洋側では7~10 sec であるが、洲本や彦根では1~3 sec のものが多い。ただし口

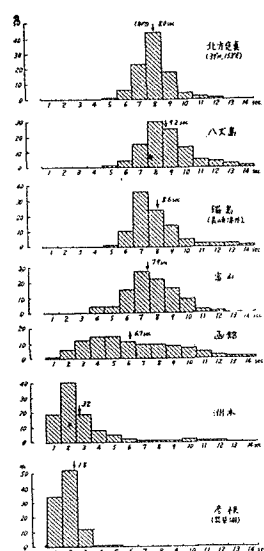
が広くて外海から波が進入する函館港外では広範囲に散らばっている。次に季節変化を調べると、太平洋側では周期の最大は秋に、最小は5月、6月頃になっている。日本海では冬が大きく夏が小さい。しかし上述の議論はすべて平均値についてであつて、個々の波はスペクトルを構成し、周期の異なる多くの成分波から成立っていることを考慮しておく必要がある。

終りに臨み、貴重な資料を提供していただいた各方面に対して厚く謝意を表したい。特に資料の複写に種々便宜を計つていただいた海上保安庁灯台部の小磯、泉、藤井三氏、ならびに資料の蒐集と整理に熱心に協力していただいた北原栄子氏に心から感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 宇野木早苗 (1950) : 気圧変化によつて起る潮位の変化について, 気象集誌, 28, 321—339.
- 2) 宇野木早苗 (1959) : An investigation on meteorological tides in the neighbouring seas of Japan (IV) : General features of regional distribution and seasonal variation. Oceanogr. Mag., 11, 51—63.

図一5 周期の頻度分布



- 3) 宇野木早苗 (1955) : General aspect of wind waves and swell in the vicinity of Japan. Pap. Meteor. geophys, 6, 172-184.
- 4) 気象庁 : 室戸台風調査報告 (中央気象台彙報, 9, 1935), 昭和 17 年 8 月 27-28 日の台風高潮調査報告 (中央気象台秘密気象報告, 6, 1944), 枕崎台風調査報告 (中央気象台彙報, 33, 1949), アイオン台風報告 (同, 34, 1950), キティ・デラ台風報告 (同, 35, 1950), キジア台風報告 (同, 35, 1951), ジェーン台風報告 (同, 36, 1951), ルース台風報告 (同, 37, 1953), 昭和 28 年台風第 13 号報告 (同, 39, 1955), 昭和 29 年台風第 15 号報告 (気象庁彙報, 39, 1956), 昭和 31 年台風第 12 号および第 9 号報告 (同, 40, 1959)
- 5) 宮崎正衛 (1956) : 近年日本沿岸に来襲した高潮について, 第 3 回海岸工学講演会講演集, 1-8.
- 6) 関重雄 (1951) : 大連港の潮位について, 海洋報告, 2, 15-19.
- 7) 小倉伸吉 (1935) : 東京築地に於ける潮汐及び海面の異常昇降, 水路要報, 14, 247-262, 293-310
- 8) 藤野義男 (1957) : 灯標の建設に関する研究, 航路標識技術資料, 282 pp.
- 9) 太田芳夫 (1958) : 御前崎における台風と波浪. 天気, 5, 223-229.
- 10) 富山測候所 (1955, 1957) : 富山湾波浪観測報告 I (1954.9-1955.8), II (1955.9-1957.3)
- 11) 宇野木早苗 (1958) : Wave climate at the Ocean weather stations Tango and Extra in the North West Pacific. Oceanogr. Mag, 10, 157-167.
- 12) 第四港湾建設局 (1960) : 長崎港外端島波浪観測台帳, 170 pp.
- 13) 新潟県信濃川工事事務所 (1959) : 新潟西海岸に於ける波の観測資料, 信資 32, 70pp.
- 14) 小向良七 (1959) : 函館大森浜付近の海岸侵蝕の研究, 水路部報告第 13 卷下巻, 218-241