

Ⅱ-22 相模湾沿岸における波高の傾向変動の解析

愛媛大学大学院 学生員○高橋 秀典 愛媛大学工学部 正員 山口 正隆
愛媛大学工学部 正員 畑田 佳男 愛媛大学工学部 大福 学

1. はじめに：地球環境の変化を表す1つの指標として、波高の傾向変動が注目されている。山口ら（2001）および畑田ら（2002）はわが国沿岸で取得された観測資料の解析や51年および20年の波浪推算資料の解析に基づいて、わが国沿岸では過去20～40年間に於いて統計的に有意な波高の傾向変動はほとんど検出されないことを示した。一方、独立行政法人防災科学技術研究所（旧 国立防災科学技術センター）は平塚沖波浪等観測塔（水深20m）で1966年以来現在までに取得した波浪資料のうち、1980～2001年の年平均（有義）波高資料や季節別平均波高資料の検討から、平塚では波高が経年的に増加していることを示している。これは山口らや畑田らの推定結果と整合しない。そこで、平塚における波高の傾向変動を、近接する他の観測地点における資料との比較を交えて、詳しく調べる。

2. 波高資料：本研究で使用する波高資料は、平塚（1979～2001年、水深20m）、石廊崎（1977～2001年、水深50m）、波浮（1973～2001年、水深49m）、下田（1988～2001年、水深50m）、浜金谷（1972～1990年、水深22m）で取得された、水中発射型超音波式波高計（平塚では空中発射型）による観測資料と、51年間のNCEP/NCAR表面風再解析値資料および20年間のECMWF表面風再解析値・解析値資料を入力条件とする1点浅海モデルを用いた、平塚における推算資料（NCEP波資料、ECMWF波資料）からなる。解析対象は、各地点の観測資料のうち、平塚の観測期間内にあってしかも年別測得率が75%以上の（有効）年別平均波高資料 H である。図-1は各地点の位置を示す。石廊崎・波浮・下田は相模湾湾口部に、平塚は相模湾湾奥部に、浜金谷は東京湾湾口部に位置する。

3. 波高資料の検討：各地点間の比較を行うために、観測資料から得た無次元年別平均波高資料（各対象期間における累年平均波高で無次元化）に1次回帰式をあてはめ、その勾配値 $a(\%/year)$ を波高の傾向変動指標とする。また、統計的有意性を考慮するために、トレンド示数 I_t ($I_t > 1.65$ なら増加傾向、 $I_t < -1.65$ なら減少傾向) を用いる。ただし、 I_t はもともと資料数 $n > 20$ の場合で欠落を伴わない資料に有効な指標である。図-2は平塚を含む5地点における無次元年別波高および年別測得率の時系列を示す。年別測得率は、波浮では75%以下の年も目立つけれども、他の地点では100%に近い年が大部分を占め、たとえば、平塚では1982年を除いて86.4～99.6%とかなり高い。平塚を除く地点では、年別波高は平均値のまわりに変動するか経年的に減少傾向をとる。平塚の年別波高は、全体として増加傾向、あるいは1979～1986年までの前半期間で増加傾向、1987～2001年の後半期間で平均値まわりの変動傾向、を示すようにみえる。また、他の地

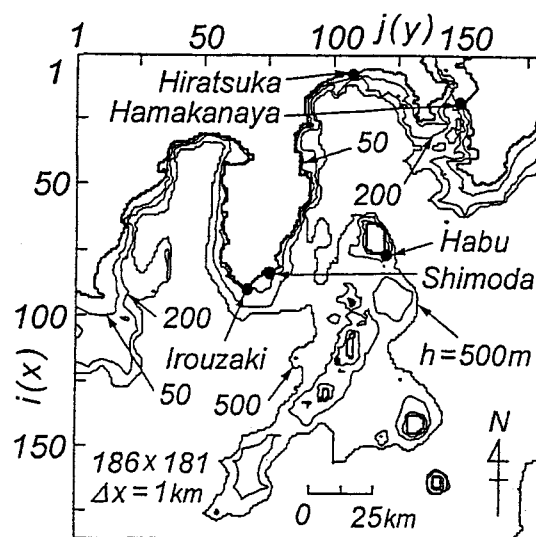


図-1 観測地点

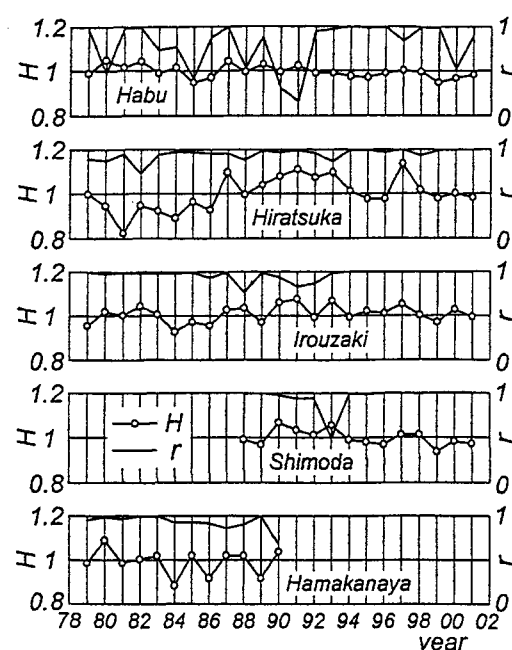


図-2 無次元年別波高および年別測得率の時系列

点と比べて年ごとの変動が非常に大きいのも特徴的である。表-1 は年別波高時系列の類似性をみるために、地点間の年別波高資料の相関係数を期間別に示したものである。平塚と石廊崎では全観測期間および後半期間で相関が高いが、前半期間ではほぼ無相関である。平塚と波浮では全観測期間で相関が低い、前半期間で逆相関を、後半期間で正相関を与える。石廊崎と波浮では全観測期間および後半期間で相関が低く、前半期間で相関が高い。以上のように、各地点

の年別波高資料は地点間の類似性という点では必ずしも一貫しない。表-2 は対象期間を、平塚における資料の入手可能期間である 1979～2001 年の 23 年、平塚で増加傾向を示唆する 1979～1986 年の 8 年、平塚で平均的にほぼ一定値をとる 1987～2001 年の 15 年、下田の観測期間である 1988～2001 年の 14 年とする場合に、相当する期間別の有効年別

波高資料の累年平均値 $\bar{H}$ 、勾配値 a およびトレンド示数 I_t の一覧を示す。表は推算資料に基づく結果も含む。まず、1979～2001 年の期間についてみると、波高は石廊崎で増加傾向、波浮で減少傾向をもつが、トレンド示数によれば、これらは統計的に有意と云えない。一方、平塚での増加率は 0.47 (%/year) と非常に大きく、石廊崎の 4 倍に達し、統計的にも有意である。これを 1986 年以前と 1987 年以降でみると、勾配値は前者で -0.26 (%/year)、後者で -0.54 (%/year) をとり、いずれも減少傾向を示す。それぞれの期間の累年平均波高は 0.56m および 0.63m であるから、両者に約 10% の相違がある。この結果、全資料期間 (23 年) では波高は急激な増加傾向を与えることになる。同様の傾向は石廊崎においてもみられるけれども、各期間の累年平均波高の差は約 3% であることから、全資料期間での増加率は小さい。一方、波浮では期間別波高が最初の期間で大きいので、全資料期間での波高変化率は負値をとる。他の地点でも変化率は負値を示し、絶対値も平塚に比べて小さい。ついで、平塚における NCEP 波資料および ECMWF 波資料によれば、累年平均波高は観測資料と近い値を与えるのに対して、波高変化率およびトレンド示数ははるかに小さく、傾向変動の存在を示唆しない。

4. まとめ：防災科学技術研究所が示しているように、平塚では年平均波高は 1979～2001 年において統計的に有意な増加傾向をもつが、期間別累年平均波高に急変部が見られる。1986 年以前と 1987 年以降で分けてみると、いずれの期間でも波高は減少傾向にあり、近接する他の地点と同じ変化傾向を与える。要するに、平塚での全資料期間における波高の増加傾向は前半年代から後半年代にかけての不連続な年別平均波高の増加によるものである。同じ傾向が石廊崎でも見出されるが、期間別累年平均波高の増加率は平塚に比べて 1/3 以下となっている。平塚における期間別累年平均波高の急激な増加や年別波高時系列における著しく大きい変動が何に起因するかは明らかでないけれども、他地点における挙動を考慮するとき、平塚における観測資料を再吟味する必要があるのかもしれない。また、波高の傾向変動指標は対象期間を変えることで大きく変化するので、解析にはできるだけ長期間の高品質な資料を用いる必要がある。最後に、平塚における長期波浪観測資料を快く送付戴いた独立行政法人防災科学技術研究所総合防災研究部門主任研究員岩崎伸一氏に感謝致します。

表-1 地点間の年別波高資料の相関係数

対象期間	対象地点	相関係数	データ数
1979～2001 (23年)	平塚 石廊崎	0.61	21
	平塚 波浮	0.13	15
	石廊崎 波浮	0.27	15
1979～1986 (8年)	平塚 石廊崎	-0.18	7
	平塚 波浮	-0.64	4
	石廊崎 波浮	0.65	5
1987～2001 (15年)	平塚 石廊崎	0.65	14
	平塚 波浮	0.59	11
	石廊崎 波浮	0.24	10

表-2 各地点の波高の傾向変動(1)

対象期間		平塚	石廊崎	波浮	浜金谷
1979～2001 (23年)	$\bar{H}$ (m)	0.61	1.23	1.49	
	a (%/year)	0.47	0.12	-0.21	
	I_t	1.83	0.99	-1.35	
1979～1986 (8年)	$\bar{H}$ (m)	0.56	1.20	1.56	0.57
	a (%/year)	-0.26	-0.60	-0.29	-1.35
	I_t	-0.45	-0.74	0.00	-0.25
1987～2001 (15年)	$\bar{H}$ (m)	0.63	1.24	1.48	
	a (%/year)	-0.54	-0.21	-0.23	
	I_t	-1.34	-0.60	-1.48	下田
1988～2001 (14年)	$\bar{H}$ (m)	0.63	1.24	1.48	0.91
	a (%/year)	-0.48	-0.24	-0.33	-0.33
	I_t	-1.04	-0.61	-0.80	-1.10

表-2 各地点の波高の傾向変動(2)

対象期間		平塚(NCEP)	平塚(ECM)
1979～1998 (20年)	$\bar{H}$ (m)	0.59	0.62
	a (%/year)	-0.01	-0.05
	I_t	0.11	-0.25