# 周期10分以上の水位変動と気圧変動との関係

The Relationship between Low Frequency Sea Level Change and Atmospheric Pressure Variation

# 仲井圭二<sup>1</sup> · 橋本典明<sup>2</sup>

## Keiji NAKAI and Noriaki HASHIMOTO

Nakai and Hashimoto(2008) defined "longevity of infragravity waves" and showed characteristics of longevities of various frequency components in The Pacific Ocean and The Sea of Japan. And they showed that the longest component whose period is more than 600s sometimes develops even when shorter components and wind waves do not develop. In this paper, we calculated longevities of wind waves and compared them with those of infragravity waves. And we analyzed the relationship between development of the longest component of infragravity waves and the atmospheric pressure. When the longest component starts developing, the atmospheric pressure starts decreasing in the synoptic scale and the variation of atmospheric pressure whose period is less than one hour increases at the same time.

## 1. はじめに

長周期波は周期30s以上の海面変動成分として解析さ れることが多いが、その周波数帯は広いため、特性も均 一ではない.仲井ら(2008)は、全国沿岸で観測された ナウファスの長周期波高を用いて,長周期波の特性が周 波数帯によって大きく異なることを示している. 例えば、 (1) 長周期波高の時系列の自己相関係数から求めた平均 継続時間(波高がその何時間後までの波高と関係が深い かを示す指標)は、周期が長い成分ほど短く、北(東) の地点ほど短い,(2) 周期600s以上の成分は,600s以下 の成分とかなり異なった特性を持ち,気象擾乱が来襲し ていないのに発達することがある、ということが明らか になった.

本研究では、(1) 周期30s以下の波浪についても平均 継続時間を算出し、長周期波領域と併せて周波数による 特性の違いを見ること、(2)気象擾乱によらない周期 600s以上の成分が発達する際の条件を明らかにすること を目的として実施した.

## 2. 用いたデータ

本研究で用いたデータの観測点を図-1及び表-1,2に示 す. また, 用いたデータを表-3に示す.

本研究では、全国のナウファス(全国港湾海洋波浪情 報網)観測点(沖縄を除く)で観測された波浪と長周期 波のデータ,気象庁の官署で観測された海面気圧データ を用いた.長周期波の周期帯別(成分別)波高は、各成 分のエネルギーの平方根の4倍として定義されている.

$\frac{1}{2}$	正会員 フェロー	理修 工博	株式会社エコー防災・水工部部長 九州大学大学院教授工学研究院環境都市 部門
---------------	-------------	----------	---



表-1 波浪観測地点一覧

記号	波浪観測地点	記号	波浪観測地点
P1	細島	J1	玄界灘
P2	上川口	J2	藍島
P3	高知	J3	鳥取
P4	室津	J4	柴山
P5	潮岬	J5	金沢
P6	御前崎	J6	富山
P7	清水	J7	輪島
P8	下田	J8	直江津
P9	波浮	J9	酒田
P10	鹿島	J10	瀬棚
P11	常陸那珂	J11	石狩新港
P12	小名浜	J12	留萌
P13	石巻		
P14	釜石		
P15	久慈		
P16	苫小牧		
P17	十勝		
P18	釧路		

#### 表-2 気圧観測地点一覧

記号	気圧観測地点
A1	下関
A2	萩
A3	松江
A4	鳥取
A5	舞鶴
A6	敦賀
A7	金沢
A8	高田
A9	新潟
A10	酒田
A11	秋田
A12	江差
A13	小樽

表-3 用いたデータ

波浪	有義波高,有義波周期
	周期带別(成分別)波高
	(16.0~25.6s, 10.7~14.2s, 8.0~9.8s, T5
	~7.5s) *T5 は地点により異なる.
	時間間隔:2時間
長周期波	周期带別(成分別)波高
	$(30 \sim 60s, 60 \sim 300s, 300 \sim 600s, 600s \sim)$
	時間間隔:2時間
気圧	海面気圧
	時間間隔:1時間または1分
期間	2001年~2005年

気圧データは、1時間毎のデータと1分毎のデータを併用 した.

### 3. 周期帯別波高の平均継続時間

30s以下の波浪の4周期帯の波高を用いて,全国沿岸に おける平均継続時間を算定し,その分布を見た. 4周期 帯はナウファスの定常処理で行っているもので以下の通 りである.

16.0~25.6s, 10.7~14.2s, 8.0~9.8s, T5~7.5s (T5は地点により異なる)

平均継続時間は,仲井ら(2008)が定義したもので, ある時刻の波高が,高いときも低いときも含めて,その 何時間後までの波高に影響を持ち続けるかを示す指標で ある.

仲井ら(2008)に示した長周期波の解析結果と併せて 図-2に示す.長周期波の場合と同様,北(東)に行くほ ど継続時間は短い.

長周期波,波浪を合わせて見ると,太平洋側では10.7 ~14.2sの継続時間が最大で,それより周期が長くなって も短くなっても継続時間はほぼ単調に減少する.

日本海側では、10.7~14.2sと8.0~9.8sの継続時間が ほぼ同じで最大である.それより周期の長い16.0~25.6s, 30~60s, 60~300sの継続時間はほぼ同様で、300~600s, 600s~の順に単調に減少する.



太平洋と日本海の平均継続時間の分布を比較すると, 太平洋の方が分布範囲が広く,最大値も大きい.また, 平均継続時間が最大となる周期は,太平洋側の方が大きい.これらのことは,太平洋と日本海の大きさの違いに 伴う,現象の時空間規模の違いによるものであろう.

## 8. 周期600秒(10分)以上の成分の発達と気圧 変動との関係

### (1) 総観規模の気圧低下と長周期波との関係

周期600s以上の長周期波成分のみが発達した期間



図-4 地上天気図(2004年11月18日, 19日9時)

(2004年11月17日~20日)を対象に,長周期波の発達と 気圧変動との関係を見た.波浮と金沢における波浪と長 周期波の経時変化を図-3に示す.図中で,H(30-60), H(600-)はそれぞれ,30~60s,600s以上の成分波高を 示す.

11月18日から19日にかけて本州南岸を低気圧が通過 し(図-4),低気圧の経路に位置する波浮では、有義波高 の発達と時期を同じくして長周期波の全成分が増大した が、低気圧の直接の影響を受けない日本海側の金沢では 有義波高は増加せず、長周期波でも600s以上の成分のみ が増大している.

H(600-)/H(30-60) (30~60sの成分波高に対する600s 以上の成分波高の比)の経時変化例(金沢)を図-5に 示す.

600s以上の長周期波の発達開始時を,H(600-)/H(30-60) の時系列が増加し始める時刻として定義することを試み たが,この比の時系列には短周期の変動が含まれ,また H(600-)が発達し始める以前のH(600-)/H(30-60)の値は, 地点や波浪状況によって様々であるため,H(600-)/H(30-60) だけからH(600-)の発達開始時を決めることは難しい.そ こで,以下のLTM,FTMを用いて,LTM/FTMが1を超 えた時刻の25時間後をH(600-)の発達開始時と定義した. 図-5に見られるように,LTM/FTMは滑らかに増加して いるので,この値が1を超える時刻を基にH(600-)の発達 開始時刻を決定すれば,取り扱いが簡単になる.

- LTM:現在時刻から24時間後までのH(600-)/H(30-60) の平均値
- FTM:24時間前から現在時刻までのH(600-)/H(30-60) の平均値

この解析方法によると、金沢において600s以上の長周

金沢 -H(600-)/H(30-60) 14.0 7.0 I TM/F 12.0 6.0 H(30-60) ↔ LTM/FTM 6.0 5.0 WL4/WL7 3.0 T 10.0 8.0 6.0 H(600-) 4.0 2.0 2.0 1.0 0.0 0.0 2004/11/16 2004/11/17 2004/11/18 2004/11/19 2004/11/20 2004/11/21 2004/11/22





図-6 金沢における海面気圧の時系列





期波成分が発達を開始したのは17日の17時となる.

この期間における金沢の海面気圧の経時変化(1時間 毎のデータ)を図-6に示す.

気圧は17日夜に極大になった後,18日から19日にかけて減少している.1時間毎の気圧データに25時間移動 平均を施したものが極大に達した時刻を気圧低下開始時刻と定義すると、気圧低下開始時刻は17日21時となる.

日本海沿岸地点における気圧の低下開始時刻とH(600-) の発達開始時刻の関係を図-7(上図)に示す(図中の● と□).

両者の時刻は比較的良く一致し,北(東)に行くほど 気圧の低下開始時刻あるいはH(600-)発達の開始時刻は遅い.

図-7(下図)には、2005年1月に見られた同様の事例 を示す.2004年11月の事例と同様,両時刻は良く一致し ている.

これらのことから,H(600-)の発達は,直接気象擾乱 (低気圧)によって引き起こされるものではないが,総 観規模(天気図スケール)の擾乱通過と関連して起こっ ていることが分かる.

#### (2) 微小な気圧変動の振幅変化と長周期波との関係

上記の2期間を対象にして1分毎の気圧データを用い て,気圧変化をさらに詳細に調べた.図-7に示した2005 年の期間の高田(新潟県)の気圧変化を図-8に示す.

図-6に示した金沢の気圧同様,低気圧の接近に伴い (図-9),1月14日の12時頃には気圧が低下し始めている.





図-10は、気圧データから61分移動平均を除去して短 周期成分だけの変動を示したものである.この図による と、14日15時頃気圧変動の振幅が僅かに大きくなり始め る.気圧変動の振幅が増大し始める時刻を決定するのに、 (1) で提案したLTM/FTMをここでも用いた.ここで、 FTMとLTMの定義は以下の通りである。

- LTM:現在時刻から12時間後までの気圧変動の2乗の 平均値
- FTM:12時間前から現在時刻までの気圧変動の2乗の 平均値

気圧変動は0を中心にして正負の値を取りながら変化 しているので、そのまま平均を取ると、LTM、FTMとも に0に近い値になってしまう.ここでは2乗することに よって値が常に正になるようにした上で平均を取った.

LTM/FTMの時系列を図-11に示す.(1)と同様に, LTM/FTMの値が1を超える時刻の12時間後を,気圧変動の振幅が増加し始める時刻とした.

この事例では,気圧変動の振幅増加開始時刻は14日 14:41となった.

図-7に示した気圧観測地点のうちのいくつかについて 気圧変動の振幅が増加し始める時刻を抽出し、それを図-7に加えた(図中の▲).

H(600-)との対応という点でみると、気圧低下の開始時 刻と、気圧変動の振幅が増加し始める時刻とに優劣を付 けることはできない.2004年の事例では、気圧低下の開 始に先立って気圧変動の振幅が増加し始めており、2005





年の事例では、両者はほぼ同時に発生している.このような違いはあるものの、総観規模での気圧の低下と気圧 変動の振幅の増加は相互に関連して発生していると考え ることができる.

気圧の低下は天気図に見られる低気圧の接近に伴うも のであるが、気圧変動の振幅増加は低気圧の接近によっ て直接もたらされるものではない.しかし、これらのこ とがほぼ同じ時期に関連して発生しているということ は、低気圧の接近に伴って、低気圧よりも時空間規模の 小さい現象が発生しているということが推察される. 5. 結論

本研究の主要な結論は以下の通りである.

- a) 波浪,長周期波ともに,平均継続時間は北(東)に 行くほど短い.
- b) 平均継続時間が最大となる周期は,太平洋側の方が 日本海側よりも長い.
- c) 平均継続時間が最大となる周期よりも、周期が大き くなっても小さくなっても、平均継続時間はほぼ単調 に減少する。
- d)太平洋と日本海の平均継続時間の分布を比較すると、 太平洋の方が分布範囲が広く、最大値も大きい。
- e)総観規模の気圧低下に伴い、周期600s以上の長周期 波のみが発達する事例が多く見られる。気圧低下の開 始時と周期600s以上の長周期波の発達開始時とは良く 一致し、北(東)に行くほど遅い。
- f)気圧低下の開始に対応して、周期1時間以下の気圧変動の振幅が僅かに増大する。総観規模の気圧低下と、気圧変動の振幅増加という時空間規模の小さな現象が関連して発生している。

謝辞:本研究を実施するに際しては,独立行政法人港湾 空港技術研究所から波浪観測資料をご提供頂いた.ここ に感謝する次第である.

#### 参考文献

仲井圭二・橋本典明(2008):全国沿岸における長周期波の周 波数別年内変動特性,海岸工学論文集,第55巻,pp.196-200.