

台風の移動に伴う波浪のスペクトル構造の変化

愛媛大学工学部 正員 ○ 山口 正 隆
愛媛大学工学部 正員 伊 福 誠
愛媛大学工学部 正員 畑 田 佳 男

1. はしがき：わが国で計測器により波浪観測が開始されて以来30年以上経過したが、その間運輸省の拠点波浪観測網の整備などにより観測結果の質および量とも飛躍的に向上してきた。そして近畿以西南面諸島の太平洋岸をみても各官公庁所属の超音波波高計を主体とした波高計が15ヶ所以上設置され、しかも設置水深の大きいものが多い。ところで、台風8013号は高知沖で $H/5 = 10.9m$ とわが国波浪観測史上最大の波浪をもたうした台風であるが、多くの地点で風および波特性が観測されている。そこで、本研究では観測資料に基づき、この台風時の風および波特性を調べるとともに、四国沿岸の観測点では周波数スペクトルの特性についても考察しようとするものである。

2. 台風に伴う風特性：台風8013号は昭和55年9月7日～8日にかけて南島付近を北西進していたが、10日9時には沖縄本島南東300kmの海上に達し、以後北に向きをかえて11日8時前大隅半島に上陸、九州縦断後日本海に抜けた台風である。図-1は8013号の経路およびこの海域での主な風速計（海岸近く）および波高計設置点を示したものである。図-2は台風の四国通過前および通過後である11日9時および15時の各地点の風向・風速を矢印で示したものであり、図中の丸印は台風中心である。この図によると、9時には台風中心は志布志付近にあり、したがって風ベクトル図からも、そこを中心にして反時計方向の回転方向をもつ渦を推定することができる。ついで、15時には台風中心は山口県北部に移り、風ベクトル図も高知沖を除き台風中心の移動に対応した変化を示している。図-3は台風右半円に位置する室戸岬、高知沖、足摺岬、油津および志布志における風速の経時変化を示したものであるが、これから油津と志布志間の距離が短いので、経時変化がよく似ていることや足摺あるいは高知沖と最大風速の出現時刻に差があることがわかる。また、各地点の最大風速をみると、もちろんそれは台風経路や台風半径によるが、海岸近くの陸上風である油津での風速が海上風である高知沖より大きいのは興味深い。一方、図-4は台風左半円に位置する南面諸島の石垣から九州西方の女島に至るまでの風速の経時変化を示したものであり、このときの風向はNE～NWの範囲にはほぼ限られており、台風の進行に伴い、NEからNW方向へ変化する。また最南端の石垣では台風中心から離れるために風速の経時変化はあまり激しくないが、台風中心に近くなると明確なピーク部が出現し、しかもその出現時間に順次差異が生じている。

3. 台風に伴う波浪特性：図-1に示した波高計設置点のうち、上川口、高知沖および御坊の記録はデータ数1024、 $\Delta t = 15$ 、自由度38～46、スペクトルの本数42～51の条件でFFT法によりスペクトル解析された。

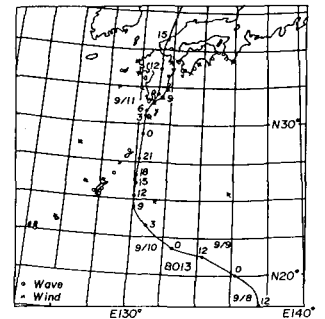


図-1 台風経路と観測点

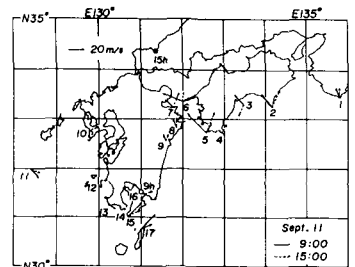


図-2 風ベクトルの平面分布

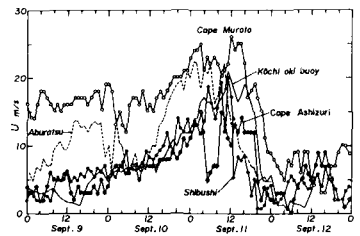


図-3 台風右半円での風速の経時変化

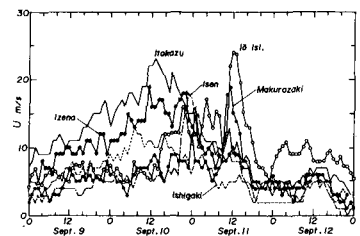


図-4 台風左半円での風速の経時変化

ケース数はそれぞれ24, 73 および24である。また佐喜浜でのスペクトルは気象協会から入手したし、さらに各地点の有義波は運輸省、各県庁および関西電力K.K.から提供を受けた。まず図-5は台風の通過経路右半円領域にあたる志布志(波高計水深35m), 油津(50m), 箱毛(17m), 上川口(28m), 高知沖(120m), 佐喜浜(48m)および御坊(28m)における有義波高の経時変化を示したものである。各地点の波高計設置水深および周囲の地形特性は相互に異なることから、波高の絶対値を比較するのが難しいのは当然であるが、観測波高の最大値は高知沖で $H_{1/3}=10.9\text{m}$ 、油津で $H_{1/3}=10.3\text{m}$ である。さて、この図をみると、台風が奄美大島以前にあるとき、いずれの地点でもうねり性の波が漸増するが、台風の接近通過に伴い、風波が急激な発達を示し、その後急減している。また、台風中心に近い九州沿岸の志布志および油津では、風速の最大値が出現する以前に波高の最大値が出現し、一方高知沖、上川口などでは、局所風の時間変化に対応した波高変化を示す。しかも台風中心からの距離に従がい、箱毛、上川口、高知沖および御坊というように最大波高の出現時刻が遅れるようである。一方、図-6は台風の左半円領域にあたる石垣(15m), 平良(23m), 那覇(51m), 辺土名(21m), 名瀬(50m), 枕崎(20m), 伊王島(24m)および福江(51m)での有義波の経時変化を示したものである。この図によると、まず、最大波高は那覇での $H_{1/3}=5.8\text{m}$ 程度であり、おそらく台風特性によって右半円領域より小さいし、減衰期での波高の減衰率も小さいようである。また個々の地点についてみると、那覇、名瀬および福江の高波高部は風速の時間変化と対応していることから局所風によるものであることがわかり、枕崎および伊王島における9月11日12時頃の波高のピークも同様に急激な風速増加によるものである。

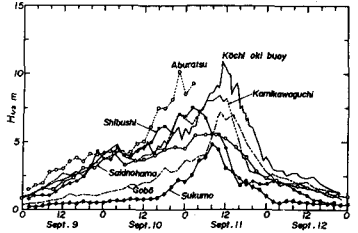


図-5 台風右半円での波高の経時変化

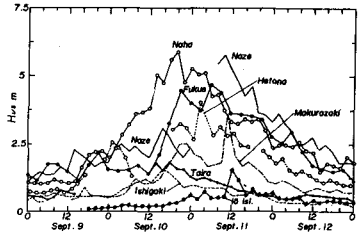


図-6 台風左半円での波高の経時変化

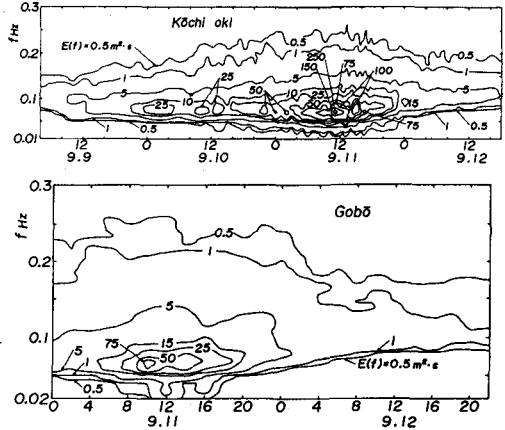


図-7 周波数スペクトルの等値線分布

つぎに、高知沖および御坊における周波数スペクトルの等値線分布を示したのが図-7である。これらの図において孤立した等値線がピーク以外に見出されないことから、スペクトルの形状はいずれの地点でも発達期・減衰期によらず、ほぼ単峰性であることやスペクトルの等値線の幅は台風接近に伴い一度広がった後再びせばまることかわかる。これは台風接近に伴い、台風到達前に卓越していたうねり性の波にかわって風波が支配的になり、台風通過後この風波が急減することに対応している。図-8は波浪観測史上最大波高である高知沖での $H_{1/3}=10.9\text{m}$ に対応する周波数スペクトルであり、図中の点線はピーク周波数から推定された等価風速に対応するPierson-Moskowitzスペクトルである。この図によると、高周波側では、両者は比較的よく対応しているが、ピーク周波数付近ではP-Mスペクトルよりかなり大きなスペクトル密度をもつので、より一般的なスペクトルの表示式であるJONSWAPスペクトルで表わす必要がある。また低周波側でのエネルギーは計測に用いられたデイスカスプイの特性によるものであろう。

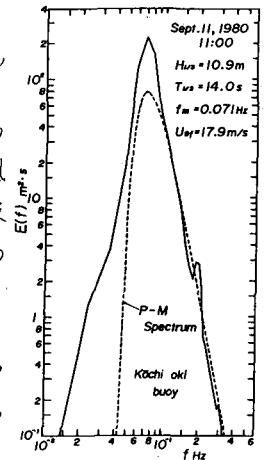


図-8 周波数スペクトル