

氏名	今里哲久 いま さと のり ひさ
学位の種類	理学博士
学位記番号	論理博第543号
学位授与の日付	昭和51年9月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	The Mechanism of the Development of Wind-Wave Spectra (風波スペクトルの発達機構について)

論文調査委員 (主査) 教授 國司秀明 教授 奥田節夫 教授 山元龍三郎

論文内容の要旨

申請者今里哲久の主論文は、申請者自身の長年にわたる風洞水槽実験ならびに琵琶湖での現地波浪観測の結果に基づいて、風波エネルギースペクトルの発達機構を論じたものである。

申請者はまずこれに先立つ論文(今里, 1976)で、風波の発達過程はエネルギースペクトルを取り扱う立場からみても、かつて國司(1963)が平均波について見出したと同様な“初期波”“遷移段階波”“風浪波”の3段階に区別しうることを明らかにしたことを述べ、以下ではこの区分に従って風浪波段階と初期波段階との風波について議論を進めている。

申請者の議論の中核の一つは、風波の近代的研究の口火をきった著名なマイルズの非粘性線型不安定理論(1957, 1959, 1960)と現実とがどのように違うかを明確にすることにある。この点に関して、申請者はまず風浪波段階の波について風から波への運動量輸送率スペクトルの推定値と実験ならびに観測からの計算値とを比較し、理論が適用されると考えられるエネルギースペクトルピークより低周波側の波については、すでにいくつかの論文に指摘されていると同様に、観測値は理論値を数倍もうまわっているが、一方それらを全周波数について積分した輸送率についてみると、逆に理論値の方がはるかに大きいことを見出している。

申請者は、この事実と、風洞水槽実験による風波のスペクトルピークは風速が大きくなると従来高周波側のスペクトル型として信じられていた f^{-5} (f は周波数)の線を越えて発達し、むしろ波形勾配が一定であることを意味する f^{-4} の線に乗ってくること、また、風浪波段階の波ではエネルギースペクトルのピーク周波数が観測事実としての波のスロープスペクトルのピーク周波数と一致していることから、現実の風浪場での風から波への運動量輸送はスペクトルピークを中心とする狭い周波数帯域で行われると考えられることを示している。

ついで、申請者は、初期波段階の波について、ここでは波面上の層流底層の存在に対応する粘性の効果を検討すべきことを考え、通常のマイルズの非粘性理論に代わるマイルズの粘性理論(1962)を用いて、

風浪波段階の波に対してと同様な理論と観測との比較を行い、ここでも事情は本質的には風浪波段階の波の場合と変わらないことを示し、風浪の発達にはそのごく初期の段階からスペクトル成分波間の非線型相互作用を考えなければならないことを示している。なお、この場合、初期の波では理論と観測との一致がよく、風から波への運動量輸送の周波数帯域の幅も風浪波段階の波の場合よりはかなり広いことを指摘する一方、この初期波段階の波では観測事実としてスロースペクトルのピークがエネルギースペクトルのピークよりも高周波側に存在していることが、初期波を特徴づけている風速の増大によるエネルギースペクトルピークの高周波側への移動の理由であろうとの推測を与えている。

これらの議論を通して、申請者は、風波の発達にとって本質的に重要なのはスロースペクトルの形とスペクトル成分波間の運動量の非線型輸送とであると考えることを述べ、前者については、風波のスペクトル成分波の発達の上限は古典理論の波形勾配 0.1 に対応する $33.3 f^{-4} \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の線であり、従来の $4.15 f^{-5} \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の線はむしろ風波がうねり的になるかどうかの境界線であると考えべきことを示し、これによって従来理由のよくわからなかったスペクトル付近でエネルギー密度が急に大きくなるオーバーシュートとよばれる現象もごく自然に理解されることを示している。

さらに申請者は、最後に成分波間の非線型輸送について、観測値からいわゆるバイスペクトルを計算し、実際にスペクトルピーク付近の波と低周波側および高周波側の波との間でそのような運動量輸送が行われていることを具体的に示し、上述の議論の妥当性に対する一つの実証を与えている。

論文審査の結果の要旨

風波の発生と発達の問題は古来からの難問の一つで長年の懸案となっていたが、1957年、二つの近代的理論—フィリップスの共鳴理論とマイルズの不安定理論—が提供されるにおよんで、その研究の急速な展開が始まった。とくに不安定理論とよばれるマイルズの理論の現実性が高く評価され、ほとんど最終的成功を収めたかにさみえたが、その後10年程の間になお観測との一致はむしろ不十分で、そのままでは現実を全く説明しえないことが次第に明瞭となって、再び混迷の時代を迎えるにいたった。

こうして、この分野の研究はここ数年新たな局面にはいることとなったが、申請者が提出している主論文は、この間にあって、申請者自身が長年にわたって行ってきた風洞水槽実験ならびに琵琶湖での現地波浪観測の結果を基礎とし、風波発達機構に関する申請者の考えを実証的に整理して示したものである。

申請者はまずこの主論文に先立つ論文(今里, 1976)で、風波の発達過程はエネルギースペクトルを取り扱う立場でも、かつて國司(1963)が平均波について見出したと同様な“初期波”“遷移段階波”“風浪波”の3段階に区別しうることを明らかにしたことを述べ、この風浪波段階の波と初期波段階の波について、理論と観測とが具体的にどのように違うかを示すことから始めている。

その結果、風浪波段階の波では、マイルズの非粘性線型不安定理論(1957, 1959, 1960)から期待される風から波への運動量輸送率スペクトルは、この理論が適用されると考えられるエネルギースペクトルピークより低周波側で確かに従来からの指摘のように観測値の結果の数分の一の程度の大きさしかないが、一方それらを全周波数について積分した輸送率では逆に理論値の方が観測値よりはるかに大きいことを初めて明確に示している。

申請者は、この事実に加えて、風洞水槽実験による風波のスペクトルピークが、風速の増大とともに従来高周波側のスペクトル型として信じられていた f^{-5} の線ではなく、これを越えた位置にある波形勾配が一定であることを意味する f^{-4} の線に乗ってくることで、風浪波段階の波ではエネルギースペクトルのピーク周波数が波のスロースペクトルのピーク周波数と一致していることとの二つの観測事実から、現実の風浪場での風から波への運動量輸送は、事実上、スペクトルピークを中心とする狭い周波数帯域で行われるという新たな考えを提出している。

申請者は、さらに初期波段階の波についてもマイルズの粘性理論（1962）を用いて同様な解析を行い、この場合とくにごく初期の波では理論と観測とはかなりよく一致し、全般的にも風から波への運動量輸送の周波数帯域幅はかなり広いことが認められるが、やはり事情は本質的には風浪波段階の波の場合と変わらないことを示し、風波の発達にはそのごく初期の段階からスペクトル成分波間の非線型相互作用があると考えらるべきことを明らかにしている。また、風から波への運動量輸送は波のスロースペクトルの大きいところで有効に行われるとする申請者の考えは、この初期波段階の波ではスロースペクトルピークがエネルギースペクトルよりも高周波側にあるという観測事実と考え合わせて、初期波を特徴づけている風速の増大によるエネルギースペクトルピークの高周波側への移動の事実の理解をも容易にすることを指摘している。

このようにして、申請者は、最終的に、風波の発達にとって本質的に重要なのはスロースペクトルの形とスペクトル成分波間の運動量の非線型輸送とであるという見解を提出し、前者に関しては、風波のスペクトル成分波の発達の上限は右典理論の波形勾配 0.1 に対応する $33.3 f^{-4} \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の線であり、従来の $4.15 f^{-5} \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の線はむしろ風波がうねり的になるかどうかの境界線であるとみられることを述べ、それによって従来理由のよくわからなかったスペクトルピーク付近でエネルギー密度が急に大きくなるいわゆるオーバーシュートの現象もごく自然に理解されることを示す一方、後者に関しては、実際にスペクトルピーク付近の波と低周波側および高周波側の波との間でそのような運動量輸送が行われていることを観測値からいわゆるバイスペクトルを計算することによって具体的に示している。

このように、申請者の主論文は、理論と観測とのたぐみなしかも注意深い対比を行うことによって、これ迄かなり混乱しており現在でもまだかなりあいまいな風波の発達機構に関する有効な考え方の方向を初めて実証的に示したものと評価することができ、その意味で申請者のこの分野の研究の進展に対する寄与は大きいと認めることができる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。