

氏 名	ば ば やす ゆき 馬 場 康 之
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3566 号
学位授与の日付	平 成 13 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	湾域の潮流場および外海に面した沿岸域の海水流動に関する研究

論文調査委員 (主 査)  
教授 今本博健 教授 井上和也 教授 高山知司

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、人類の身近にあり、様々な恩恵をもたらしてくれる沿岸海域について、陸岸に囲まれた内湾、および外海に面した沿岸域の2つの水域における海水流動について、水理模型実験、現地観測、数値シミュレーション手法を用いた検討を行ったものであり、全5章より構成されている。

第1章は緒論であり、本研究に取り組む上での背景や目的、さらには沿岸域の流動に関連する海流、潮流、海浜流に関する概説がなされている。

第2章においては、湾域の潮流場を対象として、水理模型を用いた潮流場の流動特性に関する実験的検討の結果を示している。湾域における代表的な流動には、潮流、密度流、吹送流が挙げられるが、その中で潮流は恒常的かつ広範囲に卓越する流動であり、本研究では湾域の流動を代表するものとして潮流場を取り上げている。潮流場は、長波である潮汐波により生じた、水深方向にほぼ一様と見なせる流動場であり、また水平方向の運動スケールが鉛直方向に対して非常に大きいことから、水理模型実験手法の適用が可能であり、本研究では流れの可視化手法を用いた実験を実施している。対象としては大阪湾内の潮流場を取り上げ、大阪湾水理模型(水平縮尺:1/5000、鉛直縮尺:1/500)を用いた実験的手法により、湾内の潮流場の流動特性に関する検討を行っている。その結果、明石海峡、友ヶ島水道から湾内に進入する潮汐の影響を考慮することにより、湾内の潮汐が潮差、位相差ともに良好に再現され、湾内の潮流場についても潮汐同様良好に再現されることが確認された。また、湾内の流動パターンは、潮汐条件により大きく異なる。大潮時においては、沖の瀬と呼ばれる浅瀬付近に観察される1対の環流対が観察され、この環流対は湾内の流動パターンを特徴づけるものであり、環流対の挙動と湾内の流動パターンは、1潮汐周期をサイクルとして関連づけられることが示された。

第3章では、外海に開けた海域における流動特性の把握を目的として、冬季日本海沿岸および夏季太平洋沿岸において実施された現地観測結果より、特に強風・高波浪来襲時における流動特性を、海上風・波浪等の外力との関連の面から考察している。その結果、荒天時における沿岸方向の流動は、海上風の沿岸方向成分に強く影響され、砕波帯近傍、砕波帯沖側の区別なく観測領域全体で同様の流速変動を示すことが明らかとなった。また、岸沖方向の流動については、海上風の岸方向成分および有義波高と高い相関を持ち、水深10m未満の浅い領域では、強風・高波浪の来襲時に大きな流速を持った沖向き流れの発生が確認された。この沖向き流れの発生に関しては、離岸流に関する従来研究成果との比較が行われ、観測された沖向き流れが強風・高波浪の共存場で生じていること、観測範囲全域ではほぼ同時に発生していることなどから、離岸流とは異なる発生要因を持つことが指摘されている。荒天時に発達する沿岸方向の流動は、観測された範囲内では、鉛直方向にほぼ一様な流速分布を持ち、その流速は風速の増加に伴い急速に増大する結果が示された。また、観測された沿岸方向流速と風速との関係より、浅海域においては、流動場の特性を考える上で、水深の減少、波高の増大などの影響を考慮する必要があることが明らかとなった。

第4章では、前の第3章で示された現地観測結果および解析結果を踏まえて、荒天時に沿岸方向に発達する流動場に関する数値シミュレーションを実施している。ここで用いた数値モデルは、現地観測結果を対象とした適用実績のある3次元海

浜流モデルであり、本論文では荒天時に発達する沿岸方向の流動場に着目し、外力として海上風を沿岸方向にのみ与えた条件下での流動場に関する数値シミュレーションを行っている。シミュレーションを行うに先立ち、沿岸方向流速と海上風の沿岸方向成分に関する現地観測結果より、定常状態を仮定した吹送流場の基礎式を適用して、海面抵抗係数が推算された。その結果、従来海洋での観測結果等から得られている値に比べて、大きな海面抵抗係数が得られる結果となり、浅水域においては吹送流場が強化される機構の存在が推定された。浅海域における流速の増加を表現するために、海面抵抗係数の算定に関して、風速の影響に加えて水深の影響を考慮する方法が検討された。その結果、浅水域での波高増大を考慮した海面抵抗係数を与えた場合に、計算された流速値が観測結果に近く、流速勾配についても、単純に水深変化に比例した形の抵抗係数を与えた場合に比して改善される結果となった。これは、浅水域の流速場を海上風速との関係から評価する場合においては、波浪の影響が海面抵抗係数の見かけの増大として寄与することを示すものである。

第5章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、われわれ人類に身近な沿岸海域の中で、陸岸に囲まれた内湾、および外海に面した沿岸域を対象に、水理模型実験、現地観測、数値シミュレーション手法を用いて、内湾・沿岸域における海水流動に関する研究を行ったものであり、得られた主な結果は次のとおりである。

陸岸に囲まれた内湾については、領域全体に、かつ恒常的に影響を及ぼす潮流場を取り上げている。湾内の潮流場に関して、2次元フルード相似則に基づく水理模型を用いた流れの可視化手法により、異なる潮汐条件下における潮流場の流動特性、および海峡部・河川より湾内に流入する水塊の挙動に関する検討を行っている。その結果、湾内の流動は、潮流の周期を1つのライフサイクルとして関連づけることができ、湾内に出現する環流対に大きな影響を受けることが明らかにされている。

外海に面した沿岸域では、冬季日本海沿岸および夏季太平洋沿岸における現地観測を行い、碎波帯近傍から水深30m程度までの流動場と、外力との関係について考察している。その結果、荒天時には強風・高波浪の影響を受けて、広範囲に強い沖向きの流れが発生すること、荒天時の沿岸方向流速は、海上風の影響が大きく、発達した流動場が形成されることを指摘している。

さらに、沿岸方向に発達する流動場と海上風速との関係から、海面抵抗係数に関する推算を行い、水深の浅い海域での観測結果から推算された値が、従来得られている値よりもかなり大きくなる結果が示されている。すなわち、浅海域においては、沿岸方向の流動場を強化する機構が存在することが予想される。この点に関して、3次元数値モデルを援用した数値シミュレーション法による検討を行っている。その結果、浅海域における海面抵抗係数には、風速の影響に加えて波浪の浅水変形の影響を追加する必要があること、岸沖方向の流速分布は海面でのせん断力と水深を考慮した無次元パラメータと関連づけられることを示している。

本論文は、内湾・沿岸域における海水流動の特性を解明する上において、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年1月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。