

氏 名 田 畑 日 出 男
 学位(専攻分野) 博 士 (工 学)
 学 位 記 番 号 論 工 博 第 3453 号
 学位授与の日付 平 成 11 年 7 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 汽水湖の水理特性に関する研究

論文調査委員 (主 査)
 教授 今本博健 教授 宗宮 功 教授 井上和也

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、湖水に海水が混入することにより鉛直方向に密度分布をもつ汽水湖の水理特性を明らかにするため、日本海に面した京都府北部の久美浜湾を対象として、最新の観測手法を導入した現地観測のほか、水理模型実験および数値シミュレーションの手法を用いて検討した結果をまとめたものであって、6章からなっている。

第1章は序論であり、研究目的を明らかにするとともに、汽水湖の水理特性に関する従来の研究成果を述べている。

第2章「久美浜湾における水理特性の観測」では、夏期および冬期に、湾中央部での風向・風速などの気象観測のほか、4か所の固定点での水位・流速・水温および塩分濃度を15昼夜にわたり連続観測するとともに、最近ようやく実用化された ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) を用いた3測線での流速の鉛直断面分布の観測ならびに水温・塩分計を用いた13地点でのこれらの鉛直分布の観測を2時間ごとに24回実施し、久美浜湾における湖流の実態を明らかにしている。すなわち、水面下2m付近に明瞭な水温・塩分躍層が存在することを確認するとともに、躍層をはさむ上・下層間の塩分混合は風によって生成される吹送流に支配されることを明らかにしている。また、ADCPによる流速観測により、湾北部に潮汐残差流により生成されると考えられる環流対の存在を明らかにするとともに、2時間ごとの観測の調和解析から湾口部では半日周潮流が卓越するが、湾奥部ではこれが急激に減衰することを明らかにしている。環流対の存在は本観測で新たに開発した GPS 内蔵の測流枝によるラグランジュ的流速観測によっても確認している。

第3章「水理模型実験と現地観測の比較」では、マンニングの抵抗則に基づく水理相似則を満足するよう製作された水平縮尺1/1000、鉛直縮尺1/200の模型を用いて実験を行い、淡水と海水の密度差を無視した模型でも現地観測で捉えられた湾北部の環流対が形成されるなどかなりの精度で相似性が成立することを確認するとともに、現地では観測の困難な湾全域の流動特性を明らかにしている。

第4章「久美浜湾の海水交換と水理・環境特性」では、汽水湖の海水交換に着目し、現地観測で得られたデータを駆使した検討を行っている。すなわち、海水交換は、断面平均恒流による移流のほか、定常渦動による輸送、狭義の潮汐による交換、潮汐渦動による輸送および乱流拡散という4種の輸送様式で構成されるが、夏期の現地観測によると定常渦動による輸送が卓越しており、狭義の潮汐による交換が卓越するという従来の知見と異なる結果を得ている。久美浜湾のように湾口が狭くて浅い場合には、塩分および流速の断面平均値の潮汐周期変動成分が空間変動成分より大きくかつ両者は同位相で変化するため潮汐による交換が支配的となるのに対して、本観測時のように降水量が多くて大量の淡水が河川から湾内に供給される場合は、水面下約2mの深さに顕著な塩分躍層が形成され、流速および塩分濃度の鉛直分布に関わる定常渦動による輸送が支配的となり、躍層の存在が見かけ上の海水交換率を阻害することを見出している。また、湾口部の上層では上げ潮時および下げ潮時のいずれでも淡水が湾内から外海へと流出するが、中層では上げ潮あるいは下げ潮に応じて海水が流入あるいは流出し、下層では潮時にかかわらず常に海水が湾内に流入する。なお、上・下層間の密度差により重力循環流が発達し、海水交換には湾内での淡水の平均滞留時間大きく影響することを明らかにしている。

第5章「数値計算法による久美浜湾の水理・環境特性の検討」では、流速や密度の鉛直分布を考慮した密度流を含む多層レベルモデルを用いて久美浜湾の海水交換特性を検討している。鉛直層区分として単層・2層・4層・6層の4種を採用し

た計算結果を比較し、層数を多くすると密度流による鉛直循環流が発達しすぎて、現地観測および水理模型実験で確認された環流の存在が不明確になるなど必ずしも有効ではないという興味ある知見を得ている。また、久美浜湾の汚濁を改善するための海水交換促進策についても検討し、湾口の拡幅より湾内の下層から外海へ強制排水するのが有効であることを示している。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、湖水に海水が混入している汽水湖の水理学的特性を明らかにするため、日本海に面した京都府北部の久美浜湾を対象として最新の観測手法を導入した現地観測を実施するとともに、水理模型実験および数値シミュレーションの手法を併用して、湖流の水理特性について研究した成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 現地観測では、湖流についての観測項目として水温・塩分濃度・流速を対象としたが、とくに流速観測では電磁流速計を用いた長期間にわたる定点観測のほか、最新の超音波ドブラー流速計（ADCP）を用いて一定時間ごとに湾内の数鉛直断面における流速分布の観測を実施するとともに、GPS受信器を内蔵した測流板を開発して上・下層のラグランジュ的流速観測に成功している。これらの観測結果を解析することにより、湾内に流入する河川流量が多い場合には密度躍層が形成され、湾口部付近では半日周潮流が卓越するとともに重力循環流が発達するなどの新たな知見を得ている。

2. 水理模型実験では、マニングの抵抗則に基づく水理相似則を満足するよう製作された水平縮尺1/1000、鉛直縮尺1/200の模型を用いて現地で観測された湾北部の環流対が実験でも確認されることなどから模型実験の相似性を確認するとともに、現地での観測が困難な湾全域における湖流の特性を明らかにしている。

3. 数値シミュレーションでは、ADI法による3次元モデルを用いて湖流の水理計算を行い、現地観測および水理模型実験結果との比較により潮汐残差流に起因する環流を表現するには単層あるいは2層モデルがより妥当であり、また海水交換の促進には湾深部からの強制排水が有効であるなどの結論を得ている。

以上要するに、本論文は汽水湖の水理学的特性を現地観測、水理模型実験および数値シミュレーションの手法を用いて検討したものであって、得られた成果は学術上、實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11年6月4日、論文内容とそれに関連した試問を行なった結果、合格と認めた。