

宍道湖における気象変化に伴う流動に関する研究

呉工業高等専門学校専攻科 学生員 ○志和充将
広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 福岡捷二
(株)建設技術研究所 正会員 三浦心

呉工業高等専門学校 正会員 黒川岳司
国土交通省出雲工事事務所 正会員 今岡俊和
広島大学大学院工学研究科 学生員 松下智美

1. はじめに

宍道湖はわが国を代表する汽水湖であり、閉鎖性の高さから水質悪化が起こりやすい。水質問題を解決するには、湖内流動の特性を理解する必要がある。宍道湖では風や洪水流入などの影響による流動が支配的である。そこで本研究では、これらの気象外力についてまとめ、宍道湖の流れ場を気象外力との関係から検討した。

2. 宍道湖の地勢・地形と現地観測

図1に示すように、宍道湖、中海は南北を山々に囲まれ、東西は低地によって結ばれている。宍道湖の平均水深は4.5mで湖底は穏やかな湖盆状になっている。

2001/7/1～7/31の1ヶ月間、宍道湖内の5地点、大橋川内の2地点の合計7地点で鉛直方向について、水温、塩分、DOおよび流向・流速の定点連続観測を行った(図1●印)。なお常時定点観測として宍道湖湖心、中海湖心で水質、水位、気象の観測が行われている(図1■印)。

3. 宍道湖の流動を支配する因子の分類と特徴

宍道湖における湖内流動として、吹送流、密度流、内部静振に伴う流動などが挙げられる。そして、これらの流れを決定させる要因は、外的要因と内的要因に分けられる。

外的要因には、①風向・風速、②宍道湖～中海～外海間の相対的な水位差、③河川水流入に分類される。②により、宍道湖より中海の水位が高くなると中海から宍道湖に逆流が生じる。さらに、これらを時間スケールにより分類すると、風は海陸風、高・低気圧による風に、水位差は天文潮、気圧変化による水位変動(気象潮)に、河川水流入は降雨による出水に分けられる。

図2に観測期間中の外力の状況として(a)気圧と水位、(b)東西軸風速、(c)水位差と大橋川内流速、(d)降雨量の経時変化を示す。なお、(b)は東西軸風速の気圧変化による風(日以上周期成分)と日々の風(日周期成分)に分類している。図2-(a)・(b)に示すように、高気圧から低気圧通過前までに東風が卓越しやすく、低気圧通過に伴い強い西風となる。図2-(c)より大橋川流動は水位差に支配され、低気圧通過に伴い中海水位が高くなると、宍道湖に遡上していることが確認できる。河川水流入に関して、図2-(a)・(d)より降雨後時間差を有して宍道湖で大きく水位上昇する。これは、宍道湖に流入する斐伊川の流域面積が大きく、宍道湖の方が中海より出水の影響を受けやすいためである。

内的要因には、水面面積などの湖の形状に関するものと、成層強度や躍層位置などの成層状態に関するものが挙げられる。成層状態は塩水遡上などの流動の結果として変化する一方、成層状態によって内部波などの発生条件が変化するので、成層状態と流動は相互に影響を及ぼし合っている。

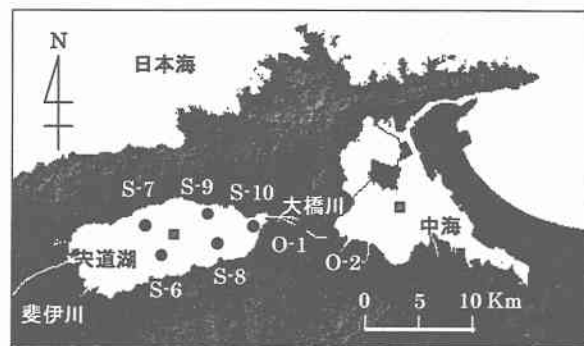


図1 宍道湖、中海の地形と観測点

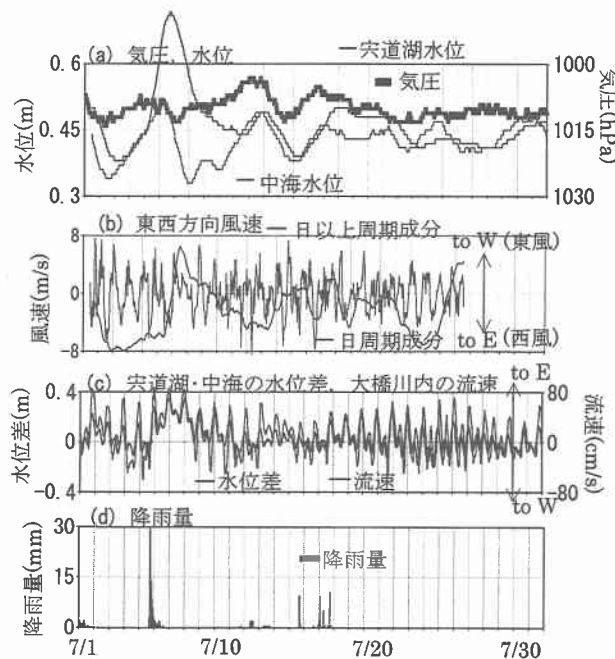


図2 観測期間中の外力

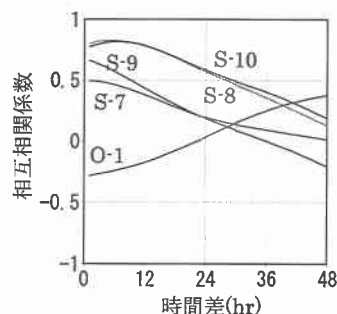


図3 東西風速と各観測地点における東西流速の相互相関(日以上周期成分)

4. 宍道湖における湖内流動の特徴

4-1 吹送流

図3に東西軸風速と東西軸流速の相互相関を示す。図4に東西軸流速の経時変化を示す。図3より、宍道湖内(S-7, S-9, S-10)では相関が高く、高・低気圧による風に応じた吹送流の存在が確認できる。さらに、宍道湖内には成層が形成されているが、図4より、湖内(S-7, S-9, S-10)では上層と下層の流向が反対で、二層流になっていることが分かる。それに対し、大橋川内(O-1)では宍道湖・中海間の水位差により流動が決定されるため、二層流になっていない。

4-2 塩水流入後の湖内流動

図5に各観測点での塩分変化を示す。これと図4より塩水流入後の流動について考察する。中海からの塩水逆流入が起こったとき(図5; O-1), 宍道湖・大橋川の接合部S-10ではほとんどの場合、逆流入の影響がみられる。湖内東側S-9では、S-10から約1日の時間差を有して下層塩分の上昇がみられる。ただし、濃度は半分程度まで低下している。湖内西側S-7では、塩水逆流入の影響は不明瞭である。ただし、7/9~7/14や7/20~7/23のように、西風が連吹して(図2(b)), 西向きの下層流れが数日間続くと(図4; S-7), 下層塩分の緩やかな上昇がみられる(図5; S-7)。これは大橋川から流入し東側にあった塩水塊が吹送流により輸送されたことを示している。さらに、西風が止むと下層流れは東向きに変わり、下層塩分は急激に低下していることから、西風による界面の傾斜が、西風が止むとともに解消されたこともわかる。これより、湖心以西では高塩分水塊の逆流入による影響は直接的ではなく、日々の日周期性を持った風による吹送流により混合・希釈されながら、気圧変化による西風が連吹すれば、西側まで輸送されることになる。

4-3 出水後の湖内流動

降雨後(図2(d))の斐伊川からの出水の影響について検討する。図5の上層塩分に着目すると、約半日をかけて湖内西側S-7まで達している。その後、S-7では低下・上昇を繰り返し徐々に一定値に近づいている。このことから、出水により流入した淡水は湖内西側で停滞し、日々の風による吹送流により徐々に塩水と混ざる。そのため、湖内東側S-9では降雨後4~5日を経過した頃にわずかに上層塩分の低下が見られる程度である。

4-4 流動による成層状態の変化

以上の塩水流入、淡水流入、吹送流による成層状態の変化について検討する。図5に示すように、塩水逆流入、淡水流入共に影響の及ぶ範囲は小さく、流速も10cm/sと小さいので、成層が破壊されることはない。そのため、淡水流入や塩水逆流入により成層状態が変化しても、上下層の二層流に大きな変化はみられない。

5. おわりに

宍道湖における湖内流動を気象変化との関係から検討した。淡水流入や塩水逆流入によっても二層状態は保たれ、二層流は常に生じている。さらに、淡水流入や塩水逆流入の直接の影響範囲は小さく、日々の風により混合、一様化が徐々に起こりながら、気圧変化による風により界面の傾斜とともに水塊移動がおこっている。

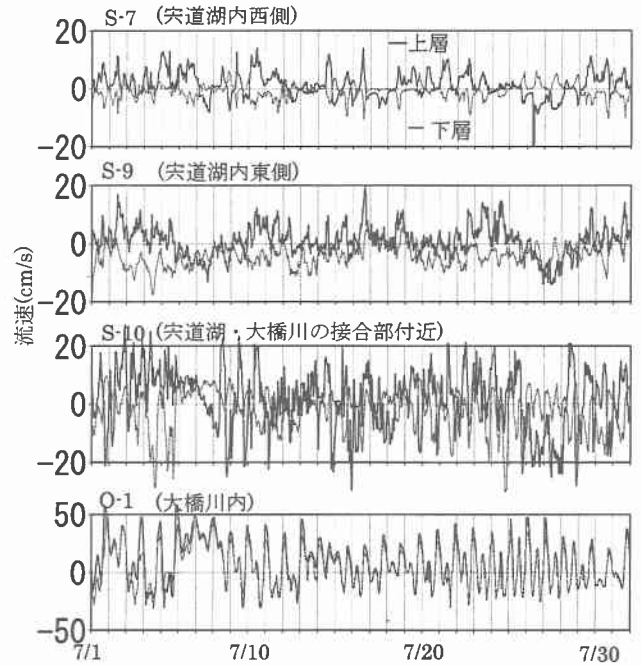


図4 東西軸流速の経時変化(正:東向き)

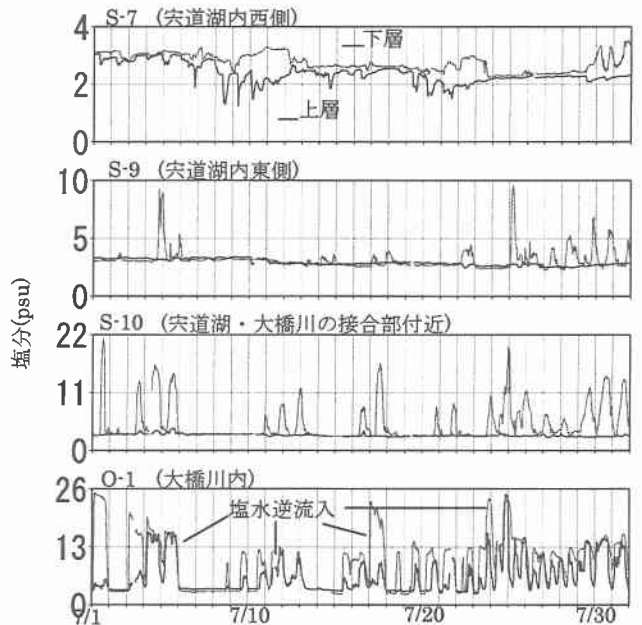


図5 塩分の経時変化