

宍道湖における塩分の長期的変動

森脇晋平¹・安木 茂²

Long-term variation of salinity in Lake Shinji

Shimpei MORIWAKI and Shigeru YASUGI

Abstract: Trends of salinity in brackish Lake Shinji, connected to Japan Sea through Lake Nakaumi, West Japan, between late 1930s and early 2000s, were analyzed based on the bibliographical survey. Lake Shinji experienced a long-term (i.e. decadal) saline fluctuations as follow:(1) from the last 1930s to early 1950s as high saline period, (2) from the 1950s to early 1970 as low saline period, (3) after that as shifted upward trend. Such variation also has to be considered to understand how changes in salinity affect biological population.

キーワード：宍道湖，塩分，長期変動

はじめに

宍道湖と中海とを合わせた水系はわが国最大の汽水域を構成しており¹⁾，地史的にも大きな環境変化があったことが明らかにされている²⁾。その過程で水環境にも顕著な歴史的変化が生じ，周辺に生息する水生生物や人間との関わりが密接であることから大きな関心が払われてきた³⁾。とりわけ宍道湖と塩分との関係は「国営中海干拓事業」の一環であるいわゆる宍道湖淡水化問題として古くから周辺住民の大きな関心事のひとつであった⁴⁾。

同時に塩分は浸透圧調整能力の差異によって水生生物に与える影響も大きいので汽水域における水生生物の生息環境を議論する上において基本的で最も重要な水質条件の一つである⁵⁾。それゆえ日本有数の汽水域生態系を有している地理的な背景から宍道湖ではさまざまな研究者あるいは研究機関がそれぞれの目的のために水質資料を得てきているが，塩分についても多くのデータが蓄積されてきた。

この報告ではこれまでに公表された文献記録に基づいて宍道湖における塩分の知見を整理するとともに，その長期的変動について言及したい。なお，大正末期～昭和初期以前の塩分については平塚ら⁶⁾が詳述している。

資料と方法

(1) 研究方針

調査対象水域における水質は時間的・空間的に変動が著しい⁷⁾。したがって長期的変動を議論しようとするならば，特定の座標軸上の1点において時間サンプリングのできるだけ短いデータが長期間得られることが望ましいであろう。今回利用した主要な資料の一つは島根県水産試験場／内水面水産試験場が1979年4月から継続して実施している月例の定期観測資料^{8～33)}である。この観測はほとんどが毎月上旬に実施されており，今回の議論では1980年1月から毎月の測定値の年間(1月～12月)平均値とその標準偏差を求めて経年変動の検討を行った。

¹ 現：総合調整部 General Coordination Division

² 内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

これ（1979年）以前では今回の定義での年間平均値をえられる年は限られてくるが、各種の資料の中からこの条件に適合するものを選んだ。それ以外の断片的な資料についても変動傾向を推測する手立てとして利用した。

調査対象水域は東西に環境傾斜が大きいことが予想され³⁴⁾、斐伊川-大橋川の流軸に直交するように図1に示した3区画に分けて整理した。また資料の探索には相崎³⁵⁾の文献目録を参考にした。

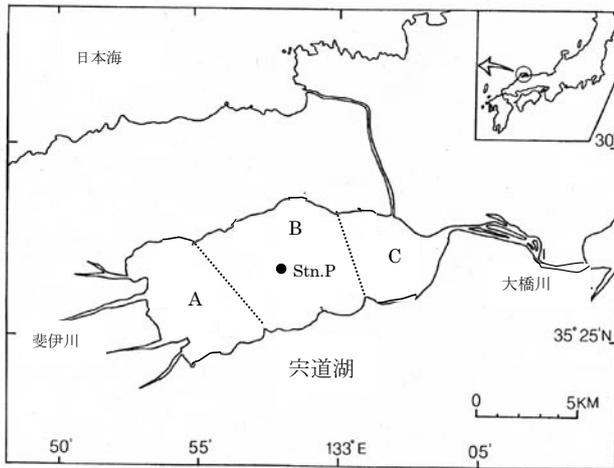


図1. 調査対象水域

(2) 塩分測定値の統一方法

今回利用した資料で塩分の値を示す表記法は次の4種類に異なっている：①水質計による電気伝導計から求められた数値、②モール法による塩素量で表示されている数値 (mg/L, g/Lあるいはppm)、③比重計による測定値、④%による表示、である。統一して比較検討するため、①の数値 (実用塩分) はそのまま用い、②はClからSを換算³⁶⁾した数値を、③は海洋観測常用表 (日本気象協会1975) を用いてSに換算し、④は10倍した。S (%) と実用塩分とはほとんど同じ数値をとるのでこの報告では①～④の統一した数値でpsuを省略して使用する。

結果と考察

(1) 1979年以前の変化

この節では1979年以前の既往の資料を整理した結果 (付表1, 2) について述べる。

1935年：高木³⁷⁾は貝類の分布特性を調査する一環として7月～11月にかけて塩分測定を実施した。測定水深は不明であるが、内容から推測して沿岸部の表層と思われる、1.1～3.8の範囲を変動した。地理

的には東部水域 (図1；C) が最も高くて期間内の平均値は2.45、中央部水域 (図1；B) が1.96であった。

1939年：8月29日に行われた上野³⁸⁾の観測によれば表層においても全域で9.85～10.46に達し、中央部の底部5.5m深では18.17に及んでいる。この高塩分化は大橋川改修により中海からの海水遡上が容易になったことと、この年の旱魃による水位低下によるものとしている³⁸⁾。

1941年：3月に神戸海洋気象台が観測を行ったが、この結果の概要について松平ほか³⁹⁾によると、全域で1.05～3.61の範囲にあり、鉛直的には中央部で全層にわたり1.6前後であった。

1948～'49年：8月27～30日と翌1949年2月27日～3月6日に島根県水産試験場による観測が行われ、渋谷ほか^{40, 41)}の報告を整理・再計算すると、8月表層では7.19～11.47、底層は8.07～11.54であった。1949年2月末～3月上旬では表層・底層とも0～1.57で、上下層の差はなかった。

1956年：島根県水産試験場が4月、8月、11月に全域の環境調査を行った⁴²⁾。冬季の資料は欠けけれどもこの期間の変動範囲は表層0.45～2.22、底層0.60～3.21、中央部での平均値は表層1.40、底層1.69となった。'40年代末まで出現した塩分10.0を超える高塩分水塊は観測されなかった。

1957年：島根県が6月から翌年3月まで実施した毎月の測定記録⁴³⁾がある。1957年の中央部における平均値は表層2.54、底層3.82であった。

1958年：上述の1月～3月の測定記録と秋山⁴⁴⁾が報告した4月～11月の表層塩分量の測定値とから年平均値は中央部表層で2.2程度と推定できる。

1959年：Kikuchi⁴⁵⁾による4月、8月、10月の底層塩分値から中央部の平均値を求めると2.31である。ちなみに、最高値は8月に6.05を記録している。

1960～'61年：前述のKikuchi⁴⁵⁾による'60年1月の底層の資料と岡林ほか⁴⁶⁾による6月から翌々年の'62年1月までの原則として毎月の観測記録から平均値を算出した。なお、このデータの一部は中海干拓・淡水化事業に伴う魚族生態調査報告⁴⁷⁾のそれと同一である。それによると中央部では、'60年の表層で3.41、底層で4.95となり、'61年では表層で2.98、底層で4.63となった。

1962年：上述の1月の記録があるにとどまる。ちなみに中央部では表層1.13、底層1.17であった。

1963年：8月に行った水野ほか⁴⁸⁾の観測記録によれば中央部表層0.33、底層3.85であった。

1967年：鳥根県水産試験場が5月、7月、10月、12月に調査を行ったが⁴⁹⁾、その中央部での平均値は表層0.29、底層0.52であった。ほぼ周年にわたって観測された年平均値のなかでは塩分濃度は最も低いレベルにある。

1968～'69年：鳥根県衛生研究所を中心とした宍道湖の水資源基礎調査が1968年12月～'69年11月に実施された⁵⁰⁾。その結果から中央部における平均値を算出すると、'68年12月の表層は2.50、底層は3.15であり、'69年のそれは表層2.03、底層3.00を得た。また、伊賀⁵¹⁾によれば1968年8月～'69年7月までの表層の変動範囲は0.7～4.5であった。

1972～'77年：公共用水域水質測定結果報告書⁵²⁾によると'72年の平均値は表層1.68、底層3.72であった。1973～'74年は中央部では年平均値で表層5.19～5.66、底層6.72～8.33と上昇したが、1975～'77年には表層1.88～2.60、底層2.93～3.39と下降した。

1978～'79年：同上の資料⁵²⁾（鳥根県：昭和53年度～54年度）によるとこの期間の塩分値は再び上昇し、表層4.25～4.33、底層4.57～7.01であった。なお、この2年間について鳥根県水産試験場^{53, 54)}の同じ観測月の資料と対比してみると表層ではよく一致した。他方、底層では公共用水域水質測定結果報告書の資料がやや低い傾向がみられた。

以上、1935～'79年の宍道湖における塩分の状況を得られた観測結果を基に年ごとにまとめて概説した。長期間の中断があり、取り扱った資料も統一性を欠き充分とはいえないが、調査水域における表層と底層の塩分変動を整理した（付表2）。これによると、1930年代後半から高塩分化へ推移していったものと推測され、1940年代末までは、夏季には表層

でも10前後の相対的に高塩分な水塊が出現していたと判断できる。1950年代前半の観測記録は見当たらないが、1954年に調査した宮本⁵⁵⁾の掲載図によると表層の最高塩分値は1.1～1.3程度と思われるので、少なくとも'50年代の半ば頃から低塩分に移行していった可能性がある。その後60年代後半～70年代初頭までは低塩分で推移したが、1973～'74年と1978年にみられるように高塩分の年がみられるようになった。とりわけ1973年夏は早魃のため急激な塩分の上昇が観測され、それに伴う宍道湖内の異常漁況、ヤマトシジミのへい死なども報告されている⁵⁶⁾。

(2) 1980年以降の変化

鳥根県水産試験場／内水面水産試験場による月例定期観測が1979年4月から継続されている。ただし、1992年3月までは、湖底から50cmの水深を採水しモール法により塩素量をもとめていたが、4月以降は水質計による電気伝導度から湖底直上層の塩分値を測定するように変更されている。したがって1979年と1992年は同質のデータではないのでこれらの年を除き、中央部（図1：Stn, P）における1月～12月の表層と底層・湖底直上の平均値とその標準偏差とを年ごとに示した（図2、付表3）。

表層と底層・湖底直上との変動を比較すると全期間を通じて年による変動の幅は底層・湖底直上でより大きい。また調査期間前半の湖底上50cm深を測定していた時期に比べ、湖底直上を測定するようになって以降、変動の幅が大きい年の出現が顕著になったことが特徴的である。このことは湖底直上では湖底から50cm深に比べ季節あるいは月変化による高塩分水の影響が顕著に現れていることを示している。すなわち、湖底直上では月によって高塩分水

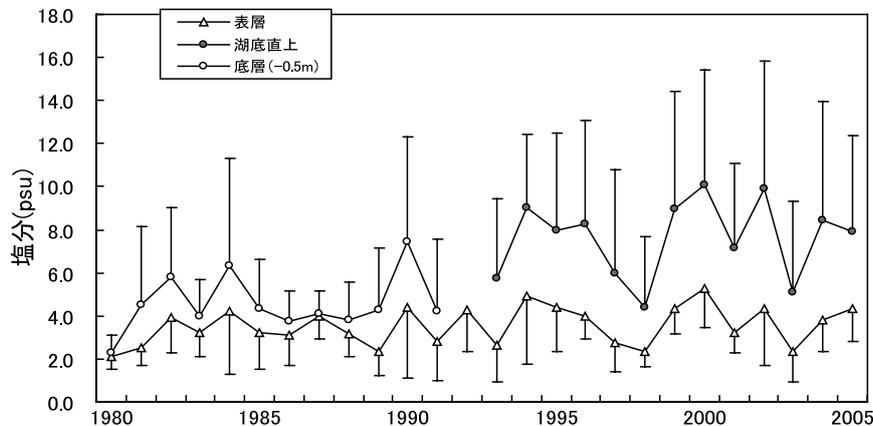


図2. P点（図1）における平均塩分値の経年変化
縦線は標準偏差の範囲を示す

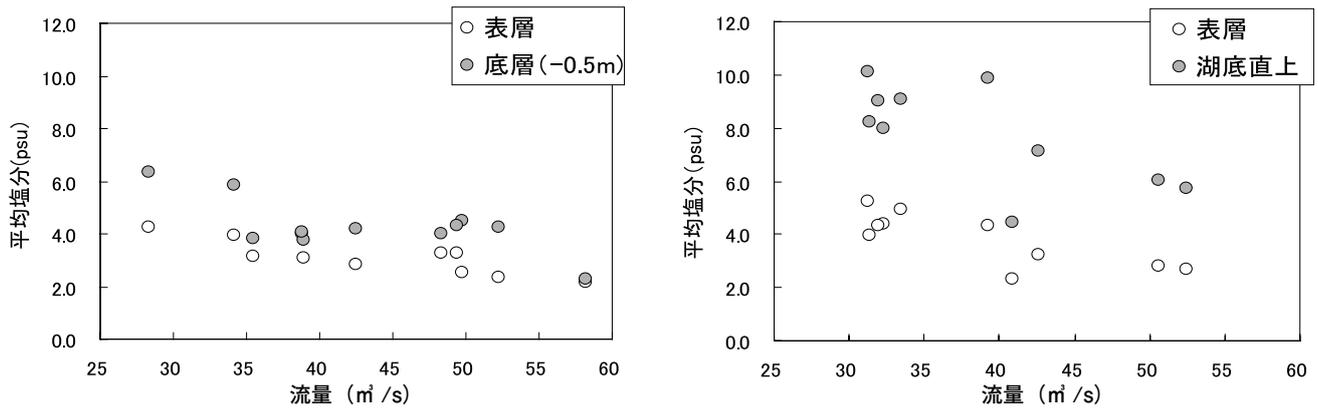


図3. 年平均流量と表層、底層及び湖底直上の塩分との関係

塊が出現したりしなかったりするため塩分の変動が激しいことによる。

汽水域の塩分変動を規定する主要な要因のひとつとして河川流入量がある⁵⁷⁾。実際に隣接する中海では河川系水の流入が水塊形成に大きな影響をあたえていることが認められている⁵⁸⁾。そこで宍道湖に流入している斐伊川の年平均流量と年平均の塩分とを対比してみると有意な負相関がみられる(図3)。これは斐伊川流量が多い年ほど塩分が低くなることを示している。しかし、両者の関係を表層と底層(図3, 左)及び湖底直上(図3, 右)とで対比してみると、湖底直上では表層に比べ点のちらばりが大きいことに気がつく。実際に両者の分散は等しくない($p < 0.05$)。このことから表層及び底層と湖底直上とでは河川流量に対する塩分変化の応答機構は異なっていることが予想される。

表層では直接希釈され河川流量と塩分との関係は明瞭な直線関係で表れる(図3)。一方、宍道湖の塩分躍層はせいぜい数10cmで、高塩分水塊も海底直上にへばりついて存在しているため強風や洪水による攪拌作用は及びにくい⁵⁹⁾。このため、底層部塩分と河川流量の関係は表層ほど単純ではないであろう。湖底直上と湖底から50cm深とで河川流量に対する塩分応答が異なるのは、底層付近の塩分については流入した河川水そのものが直接に底層付近の塩分変動に影響をあたえるのではなく、その基本的な変動パターンは大橋川を通じて中海からの塩分供給にあり、中海側の水位上昇により発生した遡上により高塩分水塊が宍道湖へ到達する現象⁶⁰⁾を反映したものであると考えられる。実際に、Ishitobi *et al.*⁶¹⁾は高塩分水塊の流入機構の解析を行って出現特性を検討し、森脇ほか⁶²⁾は3年間の調査結果の統計的解析から、中海と宍道湖の水位差が遡上する

高塩分水塊量を決定づけていることを報告した。このことから、宍道湖湖底直上の塩分変動は、斐伊川流量変動に伴う宍道湖・中海の水位差によって生じる高塩分水塊の遡上量に起因すると判断できる。

(3) 生息生物と塩分変動との関連

ヤマトシジミは宍道湖での現存量が最も大きい底生動物であるが、1939年の調査³⁸⁾ではヤマトシジミは採集できなかった。1948年には採集はされているが^{30, 41)}、生息密度が1930年ころのレベルに回復したのは1960年になってからである⁴⁵⁾。塩分の変化と対比してみると1930年代末から1950年代初頭にかけては高塩分の時代であったと思われる((1)参照)、このことがこの期間のヤマトシジミの低密度に影響していたと推測できる。ヤマトシジミは60%海水(塩分20)以上では生息できず、それ以下であっても高水温など他の負荷を与える環境条件によっては短期間では生存できる塩分でも死亡する可能性がある⁶³⁾。このような不適な生息環境が密度の低下を招いた可能性がある。

ヤマトシジミ個体群の生息密度は1960年代半ばから上昇しはじめたが⁶⁴⁾、長期的な塩分変動との関連をみるとヤマトシジミの主生息域である3m以浅の表層部塩分は1950年代初頭以降、年平均で5.0以下の年がほとんどで、低位で経過している。本種の浮遊幼生～着底にいたる適塩分は2～8である¹²⁾ことから再生産に安全な塩分の範囲内であったと思われる。

一般にヤマトシジミは広塩性であることが知られている⁶³⁾。しかし、(1)発生から幼生期には成体よりも塩分耐性の幅はかなり狭い⁶⁵⁾こと、(2)稚貝の生息場所としてなぎさ水域・沿岸ヨシ帯・岩や礫のある水深の浅い沿岸域が重要である^{66~68)}ことを

考えあわせると現在のところ表層塩分には長期的な変動傾向は指摘できないが、表層の塩分変動を注視していくことが重要である。とくに産卵期の塩分変動が再生産にどのような影響を与えているのか検証していく作業も必要であろう。

一方、底層の塩分について長期的にみれば、1940～50年代は高塩分期、1960年代後半～1970年代初頭は低塩分期、その後、高塩分の年が出現するようになり、上昇に転じた時代であったと推測された。定期的な観測が実施されるようになった1980年代以降では、底層・湖底直上の塩分値に明確な変動傾向は指摘できない。ただ、1980年頃からの宍道湖の有孔虫出現や堆積物の化学的組成比の変化が現われ始めた⁶⁹⁾ことが指摘されており、塩分も含めた今後の変動に注意していく必要がある。

ま と め

宍道湖において実施された塩分測定文献資料を用い長期的な変動を観察した。長期的変動傾向は①1930年代末～50年代初頭までの高塩分期、②50年代～70年代初頭までの低塩分期、③それ以降の上昇期、に分類可能である。今後の塩分変動を注意深く観察していくと同時にそれに大きく影響されるであろう生物群集の変動に注目していくことの重要性を指摘した。

謝 辞

この研究を実施するにあたり島根県保健環境研究所石飛 裕博士には草稿の段階で有益な批判をいただいた。ここに記して感謝します。

参 考 文 献

- 1) 高安克巳 (2001) 汽水域をつくる地形とその生い立ち. 汽水域の科学 (1章p.1-9). たたら書房, 米子.
- 2) 徳岡隆夫・大西郁夫・高安克巳・三梨 昂 (1990) 中海・宍道湖の地史と環境変化. 地質学論集, 36, 15-34.
- 3) 島根県 (1991) 国際生態学シンポジウム島根'90. 汽水域・その豊かな生態系を求めて. 188pp.
- 4) 豊原義一 (1938) 宍道湖塩害問題に就いて. 地学雑誌, 50, 154-166.
- 5) 宮本 康 (2004) 汽水湖の生物相: 塩分による直接・間接的な生物相の維持. LAGUNA (汽水域研究) 11, 97-107.
- 6) 平塚純一・山室真澄・森脇晋平・石飛 裕 (2006) 大正末期から昭和初期に行われた大橋川拡幅以前の宍道湖の変分. 水環境学会誌, 29 (9), 541-546.
- 7) 橋谷 博・奥村 稔・藤永 薫・近藤邦男・清家 泰 (1992) 宍道湖・中海の水質変動に与える気象・海象の影響— (その2) 1982～1991年の水質変動と気象 5 因子. 山陰地域研究, 8, 69-86.
- 8) 島根県内水面水産試験場 (1999) 事業報告書 (平成10年度) 漁場環境保全対策調査, 96-116.
- 9) 島根県内水面水産試験場 (2000) 事業報告書 (平成11年度) 漁場環境保全対策調査, 84-93.
- 10) 島根県内水面水産試験場 (2001) 事業報告書 (平成12年度) 漁場環境保全対策調査, 44-63.
- 11) 島根県内水面水産試験場 (2003a) 事業報告書 (平成13年度) 漁場環境保全対策調査, 148-166.
- 12) 島根県内水面水産試験場 (2003b) 事業報告書 (平成13年度) ヤマトシジミ資源量調査 (産卵・発生実9 験), 117.
- 13) 島根県内水面水産試験場 (2004) 事業報告書 (平成14年度) 漁場環境保全対策調査, 92-109.
- 14) 島根県内水面水産試験場 (2005) 事業報告書 (平成15年度) 漁場環境保全対策調査, 109-123.
- 15) 島根県内水面水産試験場 (2006) 事業報告書 (平成16年度) 漁場環境保全対策調査, 99-112.
- 16) 島根県水産試験場 (1982) 事業報告 (昭和55年度) 宍道湖漁場環境基礎調査, 314-315.
- 17) 島根県水産試験場 (1983) 事業報告 (昭和56年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 377-378.
- 18) 島根県水産試験場 (1984) 事業報告 (昭和57年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 276-277.
- 19) 島根県水産試験場 (1985) 事業報告 (昭和58年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査,

- 302-303.
- 20) 島根県水産試験場 (1986) 事業報告 (昭和59年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 308-309.
- 21) 島根県水産試験場 (1987) 事業報告 (昭和60年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 291-292.
- 22) 島根県水産試験場 (1988) 事業報告 (昭和61年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 370-371.
- 23) 島根県水産試験場 (1989) 事業報告 (昭和62年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 309-310.
- 24) 島根県水産試験場 (1990) 事業報告 (昭和63年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 277-278.
- 25) 島根県水産試験場 (1991) 事業報告 (平成元年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 273-274.
- 26) 島根県水産試験場 (1992) 事業報告 (平成2年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 306-307.
- 27) 島根県水産試験場 (1993) 事業報告 (平成3年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 335-336.
- 28) 島根県水産試験場 (1994) 事業報告 (平成4年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 354-355.
- 29) 島根県水産試験場 (1995) 事業報告 (平成5年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 281-282.
- 30) 島根県水産試験場 (1996) 事業報告 (平成6年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 244-245.
- 31) 島根県水産試験場 (1997) 事業報告 (平成7年度) 中海・宍道湖漁場環境基礎調査, 210-211.
- 32) 島根県水産試験場 (1998) 事業報告 (平成8年度) 中海・宍道湖環境保全対策推進調査, 230-249.
- 33) 島根県水産試験場 (1999) 事業報告 (平成9年度) 中海・宍道湖環境保全対策推進調査, 262-280.
- 34) 伊達善夫・橋谷 博・清家 泰・近藤邦男・奥村 稔・藤永 薫 (1989) 12年間の定期観測調査からみた中海・宍道湖の水質. 山陰地域研究, 5, 87-102.
- 35) 相崎守弘 (2000) 中海・宍道湖文献目録. LAGUNA (汽水域研究) 7, 85-105.
- 36) 日本気象協会 (1975) 海洋観測指針 (気象庁編), 427pp.
- 37) 高木 仟 (1937) 出雲宍道湖産貝類. THE VENUS, 7 (4), 179-187.
- 38) 上野益三 (1943) 日本の汽水特に潟湖の生態学的研究. 第1報 日本海沿岸汽水の底棲動物. 服部報公會理科報告, 10, 409-425.
- 39) 松平康男・齋藤行正・中山一藏 (1942) 宍道湖の化学生物的研究. 海と空, 22 (12), 403-413.
- 40) 渋谷光時・三島儀一郎・米沢 登・横地鉄之助 (1949) 宍道湖の夏と冬 (一). 水試月報 (島根県水産試験場), 1 (5), 9-18.
- 41) 渋谷光時・三島儀一郎・米沢 登 (1949) 宍道湖の夏と冬 (二). 水試月報 (島根県水産試験場), 1 (6), 25-30.
- 42) 島根県水産試験場 (1958) 事業報告 (昭和29~31年度), 宍道湖のプランクトンについて. 988-993.
- 43) 島根県 (1958) 中海・宍道湖の塩分濃度について (1). 中海干拓調査室資料2, 21-32.
- 44) 秋山 優 (1959) 汽水系宍道湖にみられるオオイシソウの生態. 藻類, 7 (3), 71-74.
- 45) Kikuchi Taiji (1964) Ecology and Biological Production of Lake Naka-umi and Adjacent Regions. 3. Macro-benthic Communities of Lake Shinji-ko and Lake Naka-umi. Special Publications from the Seto Marine Biological Laboratory Series II, Part I, No.1, 21-44.
- 46) 岡林弘之・佐藤一夫・木村俊博・菊池幸子 (1963) 美保湾・中海・宍道湖及びこれらに流入する河川の水質調査について. 島根県衛生研究所業績報告, 4, 1-16.
- 47) 宮地伝三郎 (1962) 中海干拓・淡水化事業に伴う魚族生態調査報告書.
- 48) 水野篤行・角 靖夫・鈴木尉元 (1966) 宍道湖の堆積環境と底棲動物群集についての予察的研究. 地質調査所報告, 214, 1-27.
- 49) 島根県水産試験場 (1970) 事業報告 (昭和41-43年度) 新品種導入試験. 253-259
- 50) 島根県 (1970) 宍道湖—水資源としての基礎調査—. 3・1水質の調査, 25-56.
- 51) 伊賀哲郎 (1973) 宍道湖・中海および神西湖の

- フジツボ類. 山陰文化研究紀要, 13, 59-70.
- 52) 鳥根県 公共用水域水質測定結果報告書 (昭和47年度~54年度).
- 53) 鳥根県水産試験場 (1980) 事業報告 (昭和53年度) 宍道湖漁場環境基礎調査-I. 309-310.
- 54) 鳥根県水産試験場 (1981) 事業報告 (昭和54年度) 宍道湖漁場環境基礎調査-I. 366-367.
- 55) 宮本 巖 (1960) 宍道湖および中海のイシマキガイの生態学的研究. 日本生態学会誌, 10, 45-48.
- 56) 鈴木博也 (1974) 宍道湖のカワチブナに発生したカリグス寄生による被害について. 魚病研究, 9, 23-27.
- 57) 大竹久夫・伊達善夫 (1981) 統計的にみた中海汽水環境の特徴について. 中海の干拓・淡水化が水圏環境に及ぼす影響に関する基礎的研究, 4, 7-23.
- 58) 森脇晋平・大北晋也 (2003) 中海に出現する貧酸素水塊の海況学的特性と海洋構造. LAGUNA (汽水域研究), 10, 27-34.
- 59) 奥田節夫 (2001) 宍道湖・中海の物理環境. 宍道湖・中海の今後を考える (第4回ジョイントシンポジウム) -生態系機能評価と環境修復-資料, p.15-20.
- 60) 沢村和彦・神谷 宏 (1991) 宍道湖へ逆流した高塩分水塊の動態. 大橋川における栄養塩フラックス調査報告書, 鳥根県衛生公害研究所, 195-202.
- 61) Ishitobi, Y., H. Kamiya, K. Yokoyama, M. Kumagai and S. Okuda (1999) Physical Conditions of Saline Water Intrusion into a Coastal Lagoon, Lake Shinji, Japan. *Jpn. J. Limnol.*, 60, 439-452.
- 62) 森脇晋平・藤井智康・福井克也 (2003) 大橋川における高塩分水塊の遡上現象. LAGUNA (汽水域研究), 10, 35-45.
- 63) 山室真澄 (1996) 河川感潮域-その自然と変貌-第6章 感潮域の底生動物, 151-172, 名古屋大学出版会, 名古屋.
- 64) 森脇晋平 (2004) 宍道湖水系におけるヤマトシジミ 個体群分布の長期的変動. LAGUNA (汽水域研究), 11, 31-41.
- 65) 山本護太郎 (1958) 動物の集団形成過程における相互差用の役割—ヤマトシジミの行動を中心にして—. 文部省科学研究費総合研究 (動物の種内, 種間相互作用), 57-86.
- 66) 坂本 巖 (1992) 宍道湖のヤマトシジミの生息域としての湖岸ヨシ帯. 汽水湖研究, 2, 7-14.
- 67) 坂本 巖 (1993) 宍道湖のヤマトシジミ稚貝の生息域. 汽水湖研究, 3, 5-15.
- 68) 坂本 巖 (2000) 宍道湖の砂・細礫なぎさ水域のヤマトシジミの生息状況. ホシザキグリーン財団研究報告, 4, 111-134.
- 69) 野村律夫・遠藤公史 (1998) 汽水域における人為的改造と有孔虫群集の変化 (その5) Ammonia イベントの提唱と2005年の宍道湖. LAGUNA (汽水域研究) 5, 15-26.

付表1. 年ごと・区画ごとの平均塩分値を算出した調査月と回数及び文献

年	区画	平均塩分値	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	文献
1935	A	表層	1.70										8	1		高木(1937)
		底層	-													
	B	表層	1.96								2		2	3		
底層		-														
C	表層	2.45								8		1		4		
	底層	-														
1939	A	表層	10.15								2					上野(1943)
		底層	11.02								1					
	B	表層	10.35								2					
		底層	18.17								1					
	C	表層	10.68								1					
		底層	-													
1948	A	表層	7.57								2					渋谷ほか(1949)
		底層	9.68								2					
	B	表層	9.60								7					
		底層	10.44								7					
	C	表層	10.82								6					
		底層	9.91								5					
1949	A	表層	0.00			4										同上
		底層	0.00			3										
	B	表層	0.13			9										
		底層	0.54			9										
	C	表層	1.05		3	1										
		底層	0.97		2	1										
1956	A	表層	0.79				3				3			3		島根水試(1958)
		底層	1.08				3				3			3		
	B	表層	1.40				5				5			5		
		底層	1.69				3				5			5		
	C	表層	1.54				2				2			2		
		底層	1.72				1				2			1		
1957	A	表層	1.92						1	1	2	1	1	1	1	島根県(1958)
		底層	2.37						1	1	2	1	1	1	1	
	B	表層	2.54						2	2	4	2	2	2	2	
		底層	3.82						2	2	4	2	2	2	2	
	C	表層	2.57						2	2	4	2	2	2	2	
		底層	2.57						2	2	4	2	2	2	2	
1958	A	表層	1.28	1	1	2										島根県(1958)
		底層	1.69		1	1										
	B	表層	2.20	2	2	3										
		底層	2.38	2	2	2										
	C	表層	2.26	1	2	3										
		底層	2.65	2	2	2										
1959	A	表層	-													Kikuchi(1964)
		底層	2.56				3				1		3			
	B	表層	-													
		底層	2.31				2				2		2			
	C	表層	-													
		底層	1.99				1				1		3			
1960	A	表層	3.69						1	1	1	1	1	1	1	同上 岡林ほか(1963)
		底層	3.10	4					1	1	1	1	1	1	1	
	B	表層	3.41						1	1	1	1	1	1	1	
		底層	4.95	3					2	2	2	1	1	1	1	
	C	表層	5.38						1	1	1	1	1	1	1	
		底層	5.49	2					1	1	1	1	1	1	1	
1961	A	表層	2.85	1	1	1		1	1	1	1		1			岡林ほか(1963)
		底層	2.94	1	1	1		1	1	1	1		1			
	B	表層	2.98	1	1	1		1	1	1	1		1			
		底層	4.63	1	1	1		1	1	1	1		1			
	C	表層	3.50	1	1	1		1	1	1	1		1			
		底層	5.86	1	1	1		1	1	1	1		1			

付表1 (続き)

年	区画	平均塩分値	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	文献	
1961	A	表層	2.85	1	1	1		1	1	1	1		1			岡林ほか (1963)	
		底層	2.94	1	1	1			1	1	1		1				
	B	表層	2.98	1	1	1		1	1	1	1		1				
		底層	4.63	1	1	1		1	1	1	1		1				
	C	表層	3.50	1	1	1		1	1	1	1		1				
		底層	5.86	1	1	1		1	1	1	1		1				
1962	A	表層	-													同上	
		底層	-														
	B	表層	1.13	1													
		底層	1.17	1													
	C	表層	1.05	1													
		底層	1.26	1													
1963	A	表層	-													水野 (1966)	
		底層	-														
	B	表層	0.33									19					
		底層	3.85									16					
	C	表層	0.31									13					
		底層	2.54									11					
1967	A	表層	0.27					4		4			4		4	島根水試(1970)	
		底層	0.40					3		3			3		3		
	B	表層	0.29					3		3			3		3		
		底層	0.52					3		3			3		3		
	C	表層	0.30					3		3			3		3		
		底層	0.50					3		2			2		2		
1968	A	表層	2.33												3	島根県 (1970)	
		底層	3.16												3		
	B	表層	2.50												9		
		底層	3.15												9		
	C	表層	3.08												3		
		底層	3.17												3		
1969	A	表層	1.94		1	3	1	3		1			3	2		島根県 (1970)	
		底層	2.86		1	3	1	3		1			3	2			
	B	表層	2.03		3	11	3	6		3	2		7	6			
		底層	3.00		3	11	3	6		3	2		7	6			
	C	表層	2.16		1	5	1	1		1	1		3	3			
		底層	3.00		1	5	1	1		1	1		3	3			
1972	A	表層	-													島根県	
		底層	-														
	B	表層	1.68						1		1	1	1		1		1
		底層	3.72						1	1	1	1	1		1		1
	C	表層	-														
		底層	-														
1973	A	表層	-													島根県	
		底層	-														
	B	表層	5.66	1	1	1		1	1		1	1	1		1		
		底層	8.33	1	1	1		1	1		1	1	1		1		
	C	表層	6.93				1	1	1		1	1	1		1		
		底層	7.76				1	1	1		1	1	1		1		
1974	A	表層	-													島根県	
		底層	-														
	B	表層	5.19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		底層	6.72	1	1	1		1	1	1		1		1			
	C	表層	5.40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		底層	5.98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
1975	A	表層	1.92				1	1	1	1	1	1	1	1		島根県	
		底層	2.44					1	1	1	1	1	1	1			
	B	表層	2.60	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1			
		底層	3.39	1	1	1			1	1	1	1	1	1			
	C	表層	2.64	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		
		底層	3.12	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		

付表1 (続き)

年	区画	平均塩分値	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	文献
1976	A	表層	1.23	1	1	1	1	1				1		1		島根県
		底層	1.42	1	1	1	1	1						1		
	B	表層	1.88	1	1	1	1			1		1		1		
		底層	2.93		1	1					1		1			
	C	表層	2.01	1	1	1	1	1			1		1		1	
		底層	1.88	1	1	1	1				1		1			
1977	A	表層	1.27			1	1	1	1	1	1		1	1		島根県
		底層	2.00			1	1	1			1		1	1		
	B	表層	2.48			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		底層	2.94			1	1	1		1	1	1	1	1	1	
	C	表層	2.48			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		底層	3.03			1	1		1	1	1	1	1	1	1	
1978	A	表層	3.48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	島根県
		底層	4.68	1		1	1		1	1	1		1	1	1	
	B	表層	4.33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		底層	7.01	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	
	C	表層	4.93	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		底層	5.94	1		1			1	1	1	1	1	1	1	
1979	A	表層	3.11	1	1	1		1	1	1	1	1				島根県
		底層	4.55	1	1	1			1		1	1				
	B	表層	4.25	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		
		底層	4.57	1	1	1				1	1	1	1	1		
	C	表層	3.99	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	
		底層	4.48	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	
1980 ~ 1990	A	表層														島根水試
	底層															
	B	表層	付表 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		底層		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	C	表層														
		底層														
1991 ~ 2005	A	表層		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	島根水試/ 島根内水試
		底層/湖底直上*		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	B	表層		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		底層/湖底直上*		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	C	表層		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		底層/湖底直上*		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

* : 1992年4月から湖底直上の観測値

付表 2. 1979 年以前の平均塩分値の変遷.

区域\年	1935	1939	1948	1949	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1967	1968	1969	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
A 表層	1.70	10.15	7.57	0.00	0.79	1.92	1.28	-	3.69	2.85	-	0.27	2.33	1.94	-	-	-	-	1.92	1.23	1.27	3.48	3.11
A 底層	-	11.02	9.68	0.00	1.08	2.37	1.69	2.56	3.10	2.94	-	0.40	3.16	2.86	-	-	-	-	2.44	1.42	2.00	4.68	4.55
B 表層	1.96	10.35	9.60	0.13	1.40	2.54	2.20	-	3.41	2.98	1.13	0.33	0.29	2.50	2.03	1.68	5.66	5.19	2.60	1.88	2.48	4.33	4.25
B 底層	-	18.17	10.44	0.54	1.69	3.82	2.38	2.31	4.95	4.63	1.17	3.85	0.52	3.15	3.00	3.72	8.33	6.72	3.39	2.93	2.94	7.01	4.57
C 表層	2.45	10.68	10.82	1.05	1.54	2.57	2.26	-	5.38	3.50	1.05	0.31	0.30	3.08	2.16	-	6.93	5.40	2.64	2.01	2.48	4.93	3.99
C 底層	-	-	9.91	0.97	1.72	2.57	2.65	1.99	5.49	5.86	1.26	2.54	0.50	3.17	3.00	-	7.76	5.98	3.12	1.88	3.03	5.94	4.48

付表 3. 1980 年以降の平均塩分値の経年変化

区域\年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
A 表層	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.43	3.89	1.96	4.79	3.96	3.62	2.16	1.62	3.77	4.79	2.73	4.06	1.76	-	-	-
A 底層/湖底直上*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.91	4.51	2.96	6.73	5.08	4.75	3.34	2.83	5.78	6.68	3.94	5.76	2.60	-	-	-
B 表層	2.13	2.50	3.92	3.24	4.25	3.24	3.08	3.97	3.16	2.32	4.40	2.82	4.29	2.65	4.93	4.41	3.96	2.78	2.32	4.32	5.26	3.20	4.34	2.36	3.81	4.324	
B 底層/湖底直上*	2.31	4.52	5.82	3.99	6.35	4.33	3.74	4.08	3.81	4.26	7.44	4.22	8.83	5.74	9.05	7.98	8.24	6.01	4.43	9.00	10.11	7.13	9.89	5.11	8.46	7.917	
C 表層	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.99	5.07	2.80	5.34	4.48	4.23	3.08	2.88	5.02	5.66	3.57	4.75	2.81	-	-	-
C 底層/湖底直上*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.47	7.36	2.99	6.04	4.54	5.73	3.32	2.92	7.39	6.01	4.45	8.04	3.32	-	-	-

* : 1992年4月から湖底直上の観測値

