

中海・宍道湖の自然史研究 ——その7. 音響探査による中海・宍道湖の 湖底堆積層と完新統基底面高度分布——

後藤慎二*・中海宍道湖自然史研究会**

Natural history of Nakano-umi and Shinji Lakes
——VII. Bottom sediments and isobaths of the base of Holocene deposits in
the Nakano-umi and Shinji Lakes by echo-sounding——

Shinji GOTO and NAKANO-UMI and SHINJI-KO RESEARCH GROUP

I. はじめに

中海・宍道湖自然史研究会(略称N.S.R.)は、1982年以來、一連の研究(その1~その6)を行い、中海・宍道湖について年代学的・古環境論的基礎資料を蓄積してきた。また、山陰地域研究総合センター自然環境部門においては、1985年度より、文部省科学研究費補助金による『中海・宍道湖の環境変化に関する研究』(一般研究A, 課題番号60400009, 代表者三梨 昂)が実施され、音響手段によって中海・宍道湖の湖底と堆積層の調査を行なった。その成果については、三梨ほか(1986, 1987, 1988)に報告された。中海・宍道湖でこれまでに蓄積された試料は『中海・宍道湖—地形・底質・自然史アトラス—』(三梨・徳岡編, 1988)にまとめられた。ここでは中海・宍道湖の音響調査、さらに、それにより判明した中海・宍道湖の完新統基底面高度について報告するものである。

本研究は、島根大学を中心におこなったものであるが、工業技術院地質調査所と、川崎地質株式会社の協力を得て、共同研究としておこなったものである。音響記録の解析は、中海においては川崎地質株式会社との共同で、また宍道湖においては川崎地質株式会社の協力を得て、後藤がおこなったものである。使用した探査機器のすべては両機関の所有するものである。民主工業造船所、および、井川喜代志船長には、調査船「八東丸」の使用にあたって便宜をはかっていただいた。

* 島根大学理学部地質学教室
** 三梨 昂・大西郁夫・高安克己・徳岡隆夫・山内靖喜(以上島根大学理学部地質学教室)、渡辺正巳(昭和61・62年度島根大学理学部地質学教室研究生、現在川崎地質株式会社)

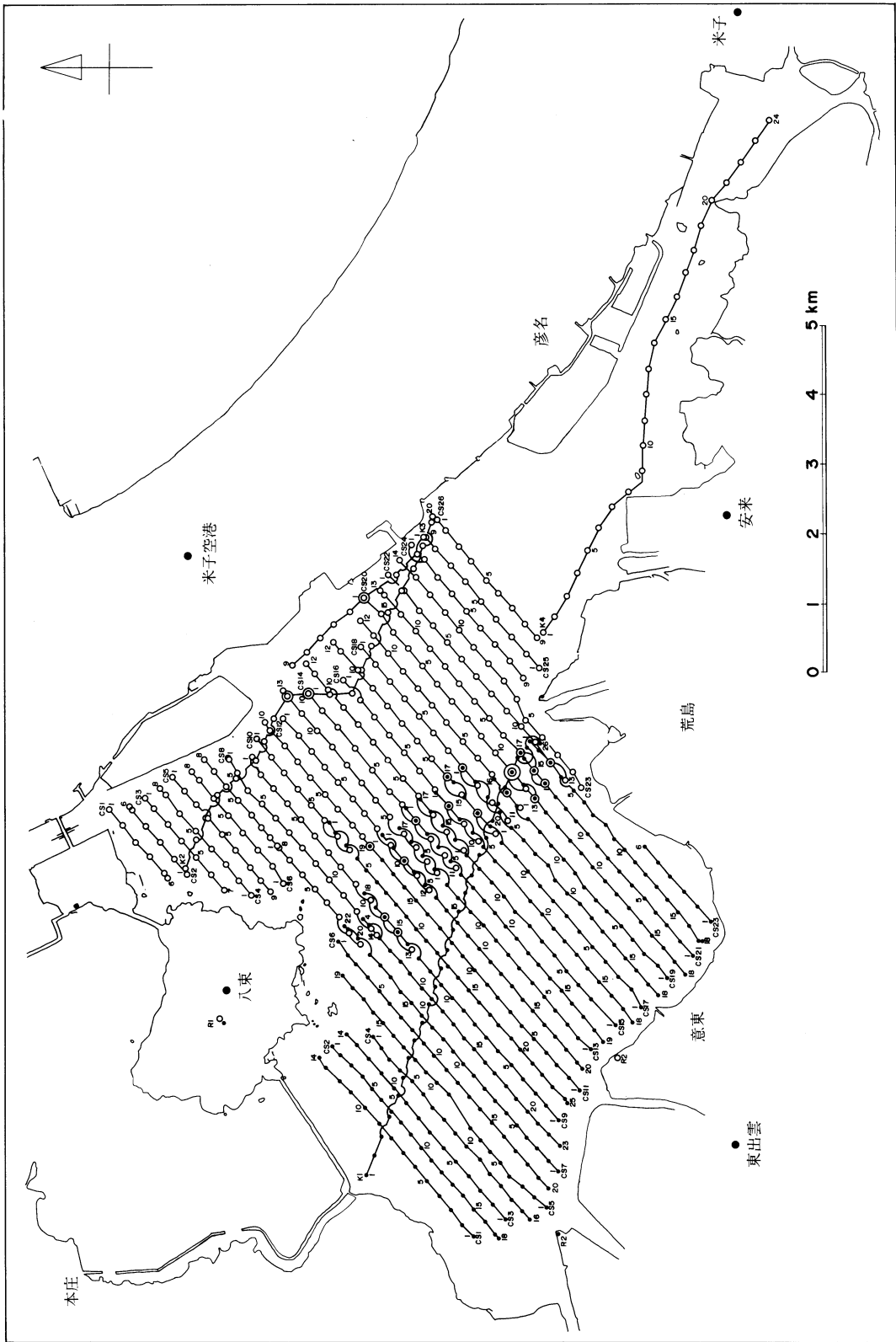
た。建設省出雲工事事務所には中海・宍道湖の検潮記録を提供していただいた。また、出雲工事事務所と建設省計画局にはボーリングの結果を本報告に引用させていただいた。地質調査所の井内美郎主任研究官、川崎地質株式会社の安間 恵、浅野 広、金井 豊、松岡弘和、中原昌樹氏には、探査記録の解析において数々の御助言、御指導をしていただいた。島根大学理学部地質学教室を初めとする多くの方々には調査に協力していただいた。これらの諸機関および諸氏に心からお礼申し上げます。

II. 調査方法等

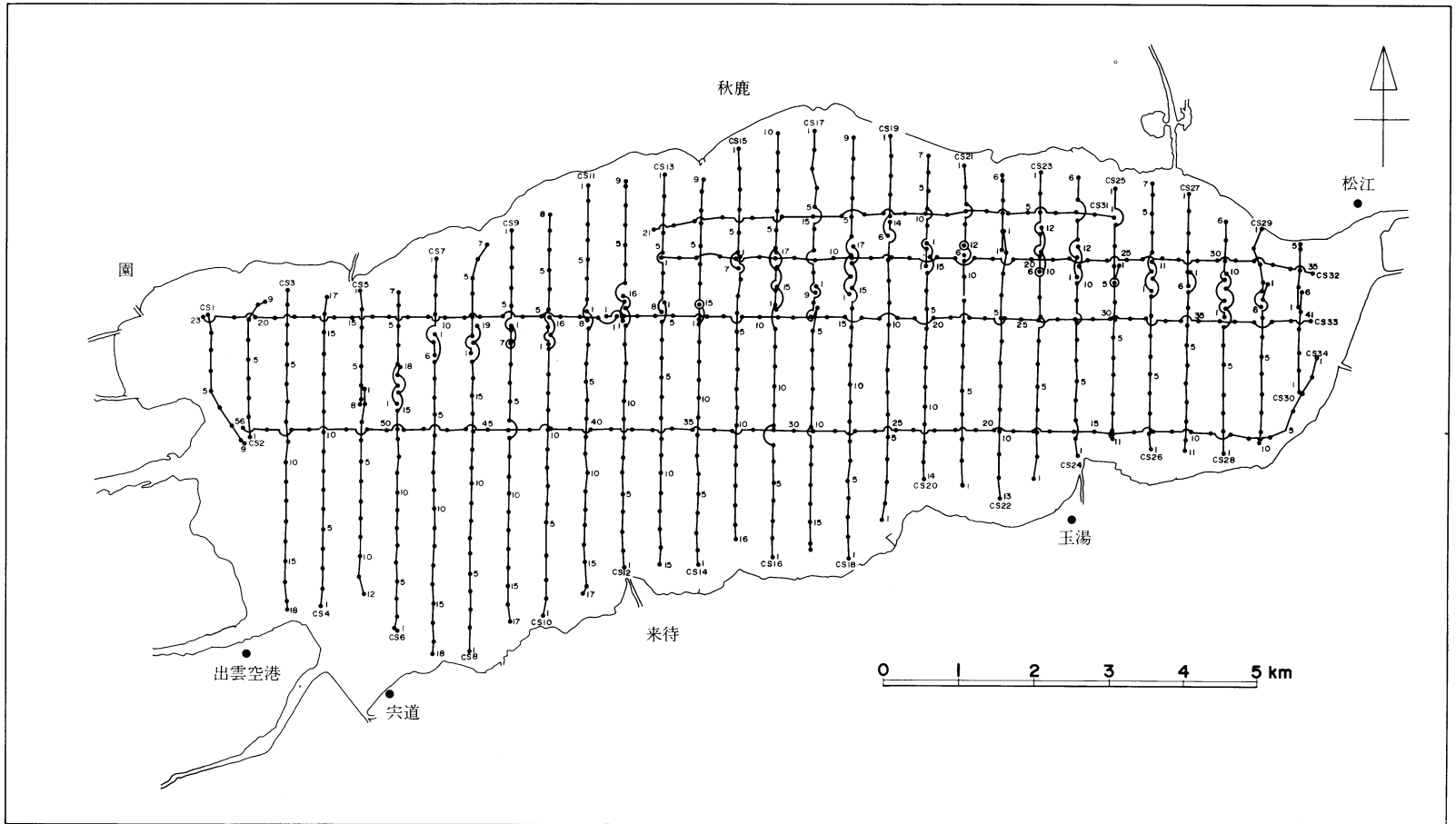
調査は、1985年は中海南西部、1986年は中海北東部、1987年は宍道湖全域において民主工業造船所所有の八東丸でおこなった。船位の決定は川崎地質株式会社所有の電波測位機トリスポンダー(デルノート社製)によりおこない、それぞれ設定された予定測線にのるように操船をおこなった。中海の調査測線を第1図に、宍道湖の調査測線を第2図にそれぞれしめす。湖底地形についてはアトラスデソ20型精密水深測定機(クルップ社製)を、湖底下堆積物についてはユニブーム(EG & G社製230-1型)をそれぞれもちいて調査をおこなった。湖底地形については、三梨ほか(1986, 1987, 1988)に述べられているので、ここでは省略する。

III. 湖底下堆積物

中海、宍道湖において、音響探査機ユニブームをもちいることにより、各測線で湖底下の堆積層についての記録が得られた。ユニブームは湖底下堆積層中の岩相や構造を、異なった反射パターンによって連続的に記録する装置であり、これまでは試錐ボーリングなど



第1図 中海における音響探査測線図（三梨ほか，1987）



第2図 宍道湖における音響探査測線図 (三梨ほか, 1988)

によって点でしかわかっていなかった湖底下堆積層の構造を水平的なひろがりをもって明らかにすることができる。

中海では弓ヶ浜半島付近を除く湖の南東部に、宍道湖では湖心から南西部にかけて音響的散乱層が広がっている。これらの範囲内では極表層部を除いて反射記録は得られない。ユニブームの記録には、この音響的散乱層の分布域を除いて完新統から新第三系に至る湖底下約50mまでの良好な反射記録が得られた。

本調査によって明らかになった、中海・宍道湖の音響的層序区分と周辺地域の地層区分との対比を、第1表にしめす。これは三梨ほか(1986, 1987, 1988)による資料をまとめたものであり、『中海・宍道湖—地形・底質・自然史アトラス—』(三梨・徳岡編, 1988)に掲載したものである。

中海の湖底下堆積層は、反射パターンの違いによりA層、B層、C層、D層と、弓ヶ浜半島ぞいに確認されたX層、Y層に区分される。さらに、反射面の特徴によりA層はA1~A5層の5層に、B層はB1~B4層の4層に、D層はD1、D2層の2層に、X層はX1~X4層の4層に、Y層はY1層、Y2層の2層にそれぞれ細分される(以下、測線の位置は第1図、柱状コアサンプリングの位置は第10図参照)。

A層: 層厚20m以下の湖底面直下にある層で、CS1~CS4測線の弓ヶ浜半島ぞいでは一部X層の下位に確認された。反射パターンは、一般的に透明で白くヌケており、その中に弱い平行な反射面がいくつか発達している。基底面はゆるやかな起伏をもつなだらかな曲

線であるが、一部でV字谷状に切込んでおり、その谷を覆うようにA5層が堆積している。

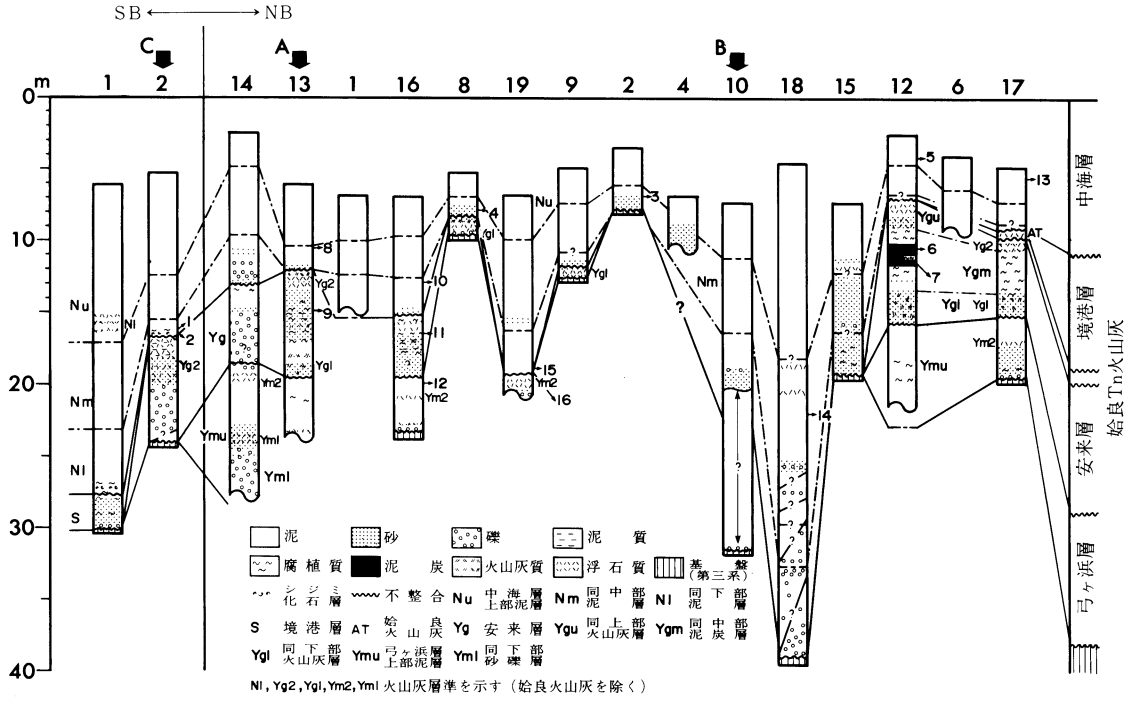
さて、中海の湖底直下に分布する完新統である中海層は、最上部から下部にいたるまで、軟弱な泥層を主体としている(水野ほか, 1972)。また、A層は音響的透明層であることから、泥質堆積物であると推定される。よってA層は中海層に対応するものと推定される。

水野ほか(1972)は、CS1測線の⑨の西側においてNB13、CS17測線の⑩付近においてNB10の柱状コアサンプリングをおこなっている。NB13(第3図のA)では深度6.2~10.5mに中海層最上部泥層を確認されている。CS1測線の⑨付近(第4図)のA1層の下面は深度9mにあることからA1層は中海層最上部泥層であると推定される(三梨ほか, 1986)。一方NB10(第3図のB)では、深度7.4~12.4mに中海層上部泥層、12.4~16.0mに中海層中部泥層、16.0~19.8mに中海層下部泥層をそれぞれ確認している。CS17測線の⑫付近(第5図)の各層の基底深度は、A1層が約9m、A2層が約11m、A3層が約13m、A4層が約16m、A5層が約18mである。NB10は、音響的散乱層の分布域にあるのではっきりしないが、A1層~A3層は中海層上部泥層、A4層は中海層中部泥層、A5層は中海層下部泥層に対比されると推定される。

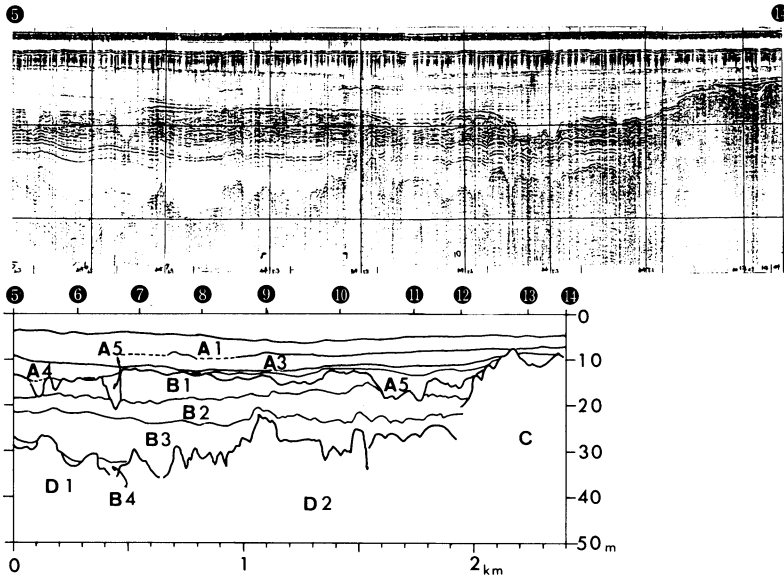
B層: A層の下位にあり、音響基盤であるD層の上位にある層厚30m以下の層である。CS5測線の⑤~⑧およびCS6測線の⑭~⑮ではB層の基底深度は50mを越える。B層は、K3測線を除くすべての調査測線で確認されており、そのほとんどが反射パターンの違

第1表 中海・宍道湖の音響的層序と本地域周辺の地層区分との対比 (三梨ほか, 1986, 1987, 1988 による)

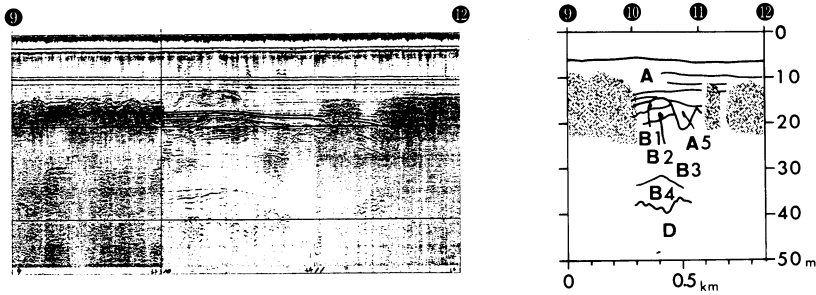
| 時代区分 | 周辺地域の地層区分 | 音響的層序区分 中海 | 音響記録の特徴 | 音響的層序区分 弓ヶ浜 | 音響記録の特徴 | 音響的層序区分 宍道湖 | 音響記録の特徴 | |
|-------------|----------------------------|-------------------|----------|----------------|----------|-------------------|-----------------|------------|
| 第 四 紀 | 完新世 | 最上部(Nm) | A1 | 透明で白くヌケる | X1 | S1 (S1', S1'') | 透明で白くヌケる | |
| | | ? | A2 | | X2 | | | 傾斜の緩い平行線模様 |
| | | 中海層 上部(Nu) | A3 | | X3 | | | 傾斜の急な平行線模様 |
| | | 中部(Nm) | A4 ? | | X4 | | | 透明で白くヌケる |
| | | 下部(Nl) | A5 | | | | | |
| | 境層 | ? | | ? | | ? | | |
| | 更新世 | 上部火山灰層(Ygu) | B1 | 濃い不規則な反射面 | ↑ ? | | S2a | 濃い不規則な反射面 |
| | | 安来層 中部泥炭層(Ygm) | B2 | 濃い平行な模様 | | | S2b | 濃い平行な模様 |
| | | 下部火山灰層(Ygl) | | | | | S2c | 不規則な反射面 |
| | | 大根島玄武岩(DB) | C | 細かく不規則な模様 | | | | |
| 弓ヶ浜層 | | 上部砂層(Yms) | ? | | | Y1 | 不規則な模様を混えた平行線模様 | |
| | 上部泥層(Ymu) | B3 | 透明で白くヌケる | Y2 | 水平な平行線模様 | ? | | |
| | 下部砂礫層(Yml) | B4 | 弱くやや不規則 | | | | | |
| 新第三紀 | 基盤 松江層~布志名層 | D1 | 縞状の層状構造 | D | 縞状の層状構造 | T | 層状構造をしめす濃い反射面 | |
| | 岩 布志名層および より古期の新第三紀層 | D2 | 一面の濃い反射面 | | | | | |



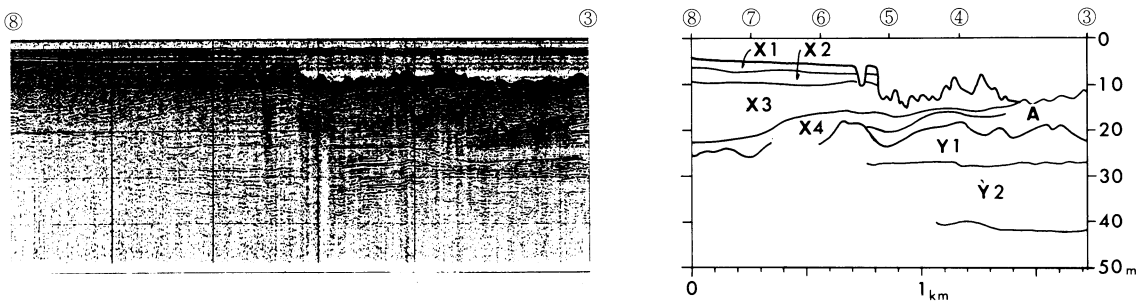
第3図 中海・宍道湖におけるボーリング試料の対比と層序区分
(水野のまとめによる、三梨・徳岡編, 1988より引用)



第4図 中海 CS1 測線⑤～⑭の音響記録と解析図
(解析図 縦軸：標高 横軸：距離 D：音響基盤 A・B・C：主要な反射面)
(安間・浅野・後藤・金井・松岡・中原の解析結果にもとづく、三梨・徳岡編, 1988より引用)



第5図 中海 CS 17 測線⑨～⑫の音響記録と解析図
 (解析図 縦軸：標高 横軸：距離 D：音響基盤 A・B・C：主要な反射面)
 (引用は第4図に同じ)



第6図 中海 X 3 測線③～⑧の音響記録と解析図
 (解析図 縦軸：標高 横軸：距離 A・X・Y：主要な反射面)
 (引用は第4図に同じ)

いからさらに B 1 層～B 4 層の 4 層に分けられる。

各層の反射パターンは、B 1 層が濃い不規則な反射を、B 2 層が凹凸のはげしい平行線の繰返しを、B 3 層が弱く白くヌケた平行線を、B 4 層が弱くやや不規則な平行線をそれぞれしめす。

前述の NB 13 において、深度 6.2～11.9 m は中海層が、11.9～19.7 m は安来層が、19.7 m 以深では弓ヶ浜層がそれぞれ確認されている。また、岩相は深度 6.2～11.9 m は泥層、11.9～13.3 m は安来層上部火山灰をはさむ火山灰層、13.3～16.9 m は安来層上部火山灰をはさむ腐植質の砂層、16.9～18.8 m は腐植質泥層、18.8～19.7 m は安来層下部火山灰を含む砂層、19.7～22.4 m 腐植質な泥層、22.4 m より以深では弓ヶ浜層下部火山灰をはさむ火山灰質の泥層であることが確認されている。CS 1 測線の⑨付近の各層の深度は、B 1 層が約 14～18 m、B 2 層が約 18～21 m、B 3 層が約 21～30 m、B 4 層が約 30 m 以深である。よって、B 1 層は安来層上部火山灰層、B 2 層は中部泥炭層および安来層下部火山灰層、B 3 層は弓ヶ浜層上部泥層、B 4 層は弓ヶ浜

層下部砂礫層であると推定される。

C 層：CS 9 測線から北東の大根島付近にのみみられる層で、反射パターンはキメの細かい不規則な模様で示される。分布域、反射パターンの特徴により、C 層は大根島玄武岩であると推定される。渡辺 (1988) は、弓ヶ浜層は大根島玄武岩を覆っているとした。しかし、B 3 層よりも下位層が C 層を覆うことはない。ここでは、三梨ほか (1986) の層序にしたがう。

D 層：本地域の湖底反射層の音響的基盤をなす層でありすべての測線において確認されている。CS 1 測線でのみ反射パターンの違いから D 1 層と D 2 層に分けられた。反射パターンは D 1 層では縞状の層状構造をしめし、D 2 層では一面に濃い反射を示す。三梨ほか (1986) によれば、D 1 層は松江層あるいは布志名層の砂岩泥岩互層 (一部に礫を伴う)、D 2 層は塊状の岩石からなり、布志名層あるいはより古期の新第三紀に層に相当すると推定される。

X 層 (第 6 図)：CS 2 測線、CS 3 測線、CS 23 測線、CS 26 測線をのぞくすべての測線の、弓ヶ浜半島ぞい

にのみ確認される。また、CS 7～CS 15 測線以外の測線ではX層は反射パターンによりX1～X4層の4層に分けられる。X1層は湖底面の直下にくる層厚1mほどの層で、やや白くぬけた反射パターンをしめす。X2層はゆるい傾斜をもつ平行線模様をしめし、層厚は約2mである。平行線の真の傾斜をもとめると、S 50 Wの方向に約5.5度で傾斜している。X1層とX2層は、ほとんどの測線で浚深のため削りとられており、CS 17 測線、CS 18 測線およびK 3 測線にのみ確認された。X3層は上位のX2層よりも急な傾斜をもつ平行線模様をしめす。層厚は最大で約13mである。反射パターンの平行線はN 62 Wの方向に約6.1度で傾斜している。X層が細分されたすべての測線において確認された。X4層はやや白くぬけた層で、層厚は約2mである。CS 17～CS 22 測線およびK 3 測線において確認された。反射パターンからX1層とX4層は泥質堆積物、また、X2層とX3層は砂質堆積物であると推定される。大西・松田(1985)によれば、美保湾から江島にかけては中海層の砂質堆積物が深度約20mまで分布しており、X2層とX3層はこれに対応すると推定される。また、三梨ほか(1987)によれば、X3層は彦名から江島に分布する水中砂州であり、X2層は内浜砂州が水中砂州をおおっていると推定される。

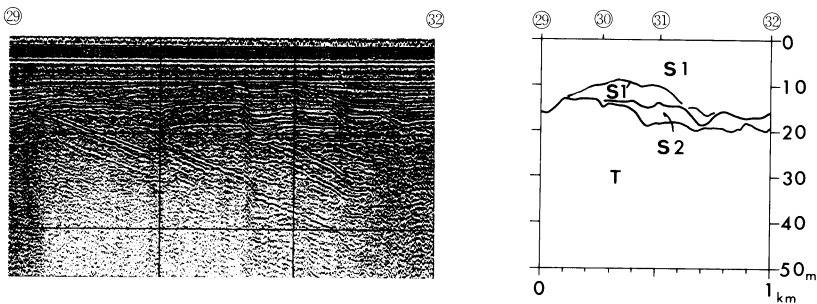
Y層：Y層は、CS 7 測線から南東の弓ヶ浜半島ぞいにのみ確認された層で、X層の下位にあり、反射パターンはやや不鮮明ではあるが主に平行線模様をしめす。CS 10 測線とK 3 測線でのみ、上位のやや不規則な模様を混じえた平行線模様をしめすY1層と、下位の水平な平行線模様をしめすY2層とに細分される。大西・松田(1985)によれば、弓ヶ浜半島には上位から深度約25mは中海層、25～33mは弓ヶ浜層上部砂層、33m以深は弓ヶ浜層上部泥層が、またさらに下位には弓ヶ

浜層下部砂礫層が確認されている。K 3 測線の④付近においてY1層は深度20～30mに、Y2層は30m以深にある。したがってY1層は弓ヶ浜層上部砂層、Y2層は弓ヶ浜層上部泥層であると推定される。三梨ほか(1987)によればY1層にはいくつかの境界が認められるので安来層や上乃木軽石層が含まれる可能性がある。

宍道湖の湖底下堆積層は、反射パターンの違いによりS1層、S2層、T層に区分される。さらに、反射面の特徴によりS2層はS2a層～S2c層の3層に分けられる。(以下、測線の位置は第2図、柱状コアサンプリングの位置は第11図参照)。

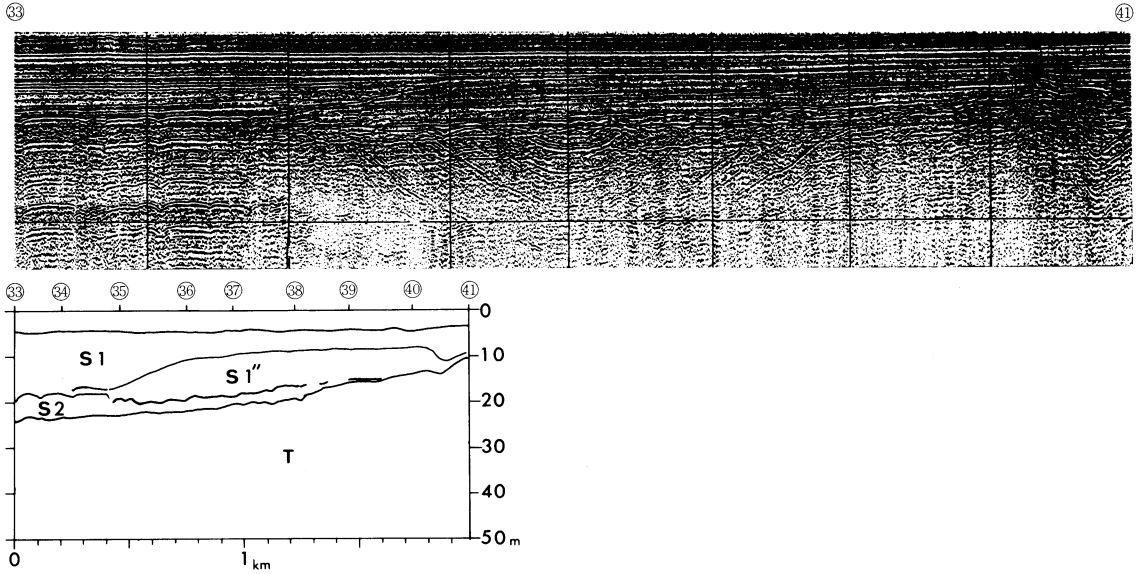
S1層：湖底面の直下にあり全測線において確認された。最深部は深度約20mで層厚は約15m以下である。S1層の反射パターンは平行な反射面が発達した模様をしめすが、CS 28 測線北よりの④～⑤とCS 32 測線の⑳～㉓(第7図)の深度10～15mには層厚5mほどの不規則な反射面をしめす層があり、CS 33 測線の㉓～④(第8図)の深度10～20mにはS1層の構造と斜交する顕著な反射面で境される層があり、前者をS1'層、後者をS1''層とした。三梨ほか(1988)によれば、S1'層はその基底にS2層があることからS1層と同時位相であり、一方S1''層はその分布形態からS1層堆積時の水中砂州であると推定される。反射パターンによりS1層とS1'層は泥質堆積物、S1''層は砂質堆積物であると推定される。

S2層：S1層の下位、および音響基盤をなすT層の上位にあり、CS 10 測線およびCS 14 測線から東の測線において確認された。層厚は16m以下であり、上面は部分的にV字谷状に削られている。S2層は一般的に不規則な反射面をしめすがCS 15～CS 25 測線の範囲では反射パターンにより上位からS2a層、S2b層、S2c層の3層に分けられる。S2a層は濃い不規則な反射面をし

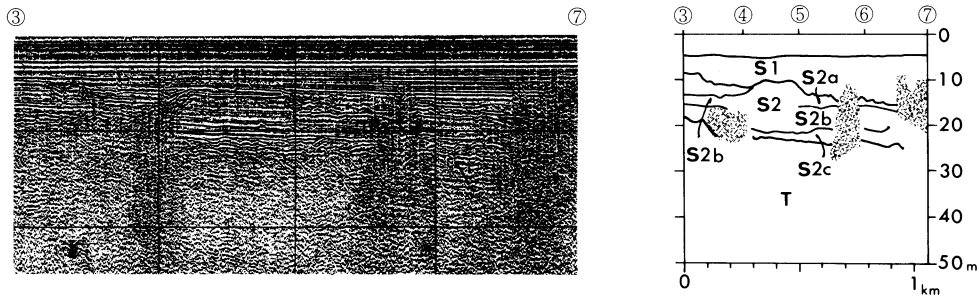


第7図 宍道湖 CS 32 測線⑳～㉓の音響記録と解析図

(解析図 縦軸：標高 横軸：距離 T：音響基盤 S1・S2：主要な反射面)
(後藤の解析結果にもとづく、三梨・徳岡編、1988より引用)



第8図 宍道湖 CS 33 測線東部③③～④①の音響記録と解析図
 (解析図 縦軸：標高 横軸：距離 T：音響基盤 S1・S2：主要な反射面)
 (引用は第7図に同じ)

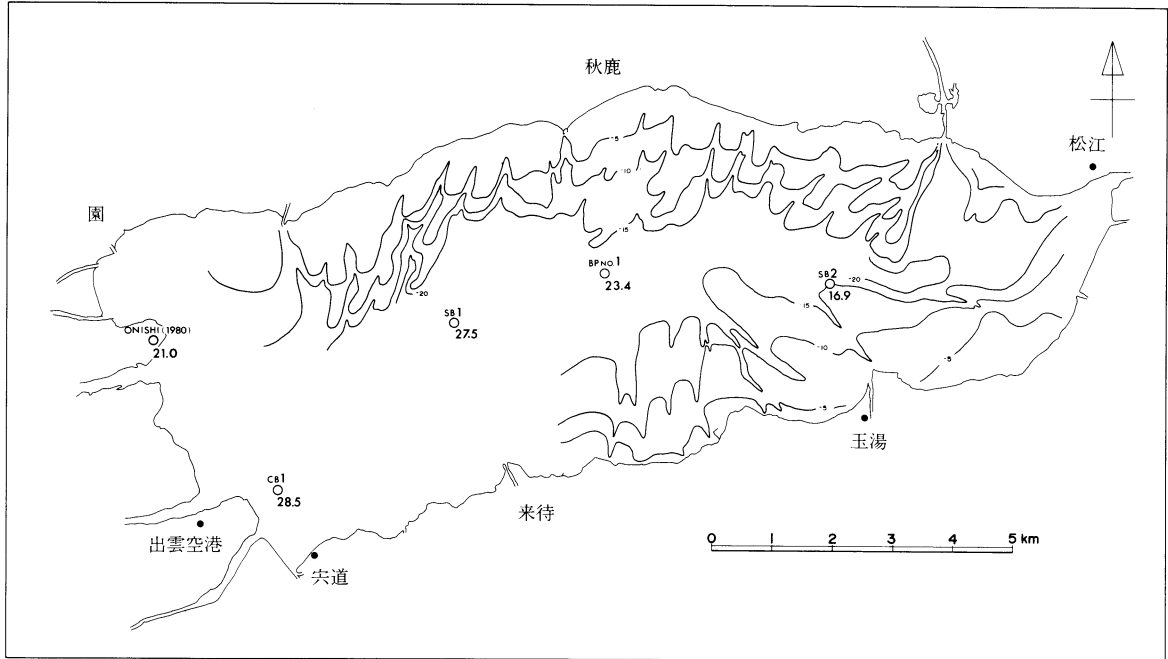


第9図 宍道湖 CS 24 測線南部③③～④⑦の音響記録と解析図
 (解析図 縦軸：標高 横軸：距離 T：音響基盤 S1・S2：主要な反射面)
 (引用は第7図に同じ)

めす、層厚約10m以下の層である。S2b層は濃い平行な反射面が発達した、層厚約8m以下の層である。S2c層は不規則な反射面をしめす、層厚約8m以下の層である。

T層：音響基盤であるT層は、全測線において確認されている。湖心部では深度約25mより深部にあるが南北岸に向かうにつれ上面は上昇し、S1層に直接覆われる。また、CS3～CS21測線の北岸付近では湖底面に露出している。CS28から東の測線ではT層中に向斜構造が認められる。反射パターンは層状構造をしめす濃い反射面をしめす。

水野ほか(1972)は、CS24測線南よりの⑤～⑥付近において柱状コアサンプリング(SB2、第3図のC)を行っている。それによると、深度5.2mに湖底、そこから深度16.9mまでは泥層である中海層、16.9～23.4mまでは安来層、23.4m以深は基盤でありそれぞれ不整合で重なっていること、また、深度16.9～18.7mは火山灰層、深度18.7～20.0mは泥質層、深度20.0～23.4mは礫質層、であることが確認されている。CS24測線の⑤付近(第9図)において湖面は深度4.5mにあり、S1層はそこから深度14mに、S2層は14～25mに、T層は25m以下にある。また、S2a層は深



第11図 宍道湖における完新統（中海層）基底面高度分布

SB 1, 2 (水野ほか, 1972), BP No. 1 (建設省出雲工事事務所によるボーリング), ONISHI (1980), CB 1 (建設省計画局ほかによるボーリング) は、試錐地点、数字は基底面までの深度 (単位はメートル)。

約 20 m 以深の谷がぎざまれている。これらの谷は合流して、意東沖では南西から北東へとカーブをえがいて深くなっていく。基底面の深度は、さらに弓ヶ浜半島に向かってしだいに深くなり、米子空港沖では深度 30 m を越える。基底面はさらに深くなり弓ヶ浜半島の下位をぬけて美保湾に至ると推定される。上記のことより、約 1 万年前は、大橋川、意宇川からの流れ、飯梨川、伯太川などからの流れ、および大根島方面からの流れが中海において合流し、現在の米子空港付近をとって美保湾にそそぎこんでいたと推定される。なお、深度 20 m 以深の基底面高度は、弓ヶ浜半島以外は音響的散乱層のため不明である。

宍道湖における中海層の基底面は、ボーリング試料からみると、湖心部から南西に向かうにつれてしだいに深くなり、出雲空港沖では深度 30 m に達している。音響探査により判明した中海層の基底面には、深度約 5~15 m の埋没平坦面があり、この平坦面の各所を、中海同様に V 字谷状の削りこまれている。また佐陀川の河口沖から西には深度 20 m を越える埋没谷があり、基底面は宍道湖東部から西にむかってしだいに

深くなっている。上記のことより佐陀川、大橋川などの松江方面からの流れ、玉湯川、本郷川、秋鹿川、伊野川などの流れは合流して、現在とは逆に西に向って流れていたと推定される。なお、深度 20 m 以深の基底面高度は、音響的散乱層のため不明である。

V. ま と め

1985 年から 1987 年にかけておこなった、中海・宍道湖の音響探査によって次のことがわかった。

- 1) 中海では湖の南東部に、宍道湖では湖心から南西部にかけて音響的散乱層が広がっている。
- 2) 中海・宍道湖の湖底下堆積物について、音響的散乱層分布域以外では、ユニフォームにより明瞭な記録が得られた。これにより湖底下堆積物について音響的層序区分をおこない周辺地域の地質区分との対比を行った。
- 3) 上記の対比をおこなったことにより、中海・宍道湖における中海層（完新統）の基底面高度分布を復元した。

度14~16mに、S2b層は16~21mに、S2c層は21~25mにある。したがって、S1層は中海層、S2a層は安来層上部火山灰層、S2b層は安来層中部泥炭層、S2c層は安来層下部火山灰層、そしてT層は基盤である第三紀層（松江層および布志名層）であると推定される。

以上のように、中海・宍道湖の音響的層序区分は音響記録と既存のボーリング試料を比較することにより明らかにすることができる。

IV. 中海層（完新統）の基底面高度分布

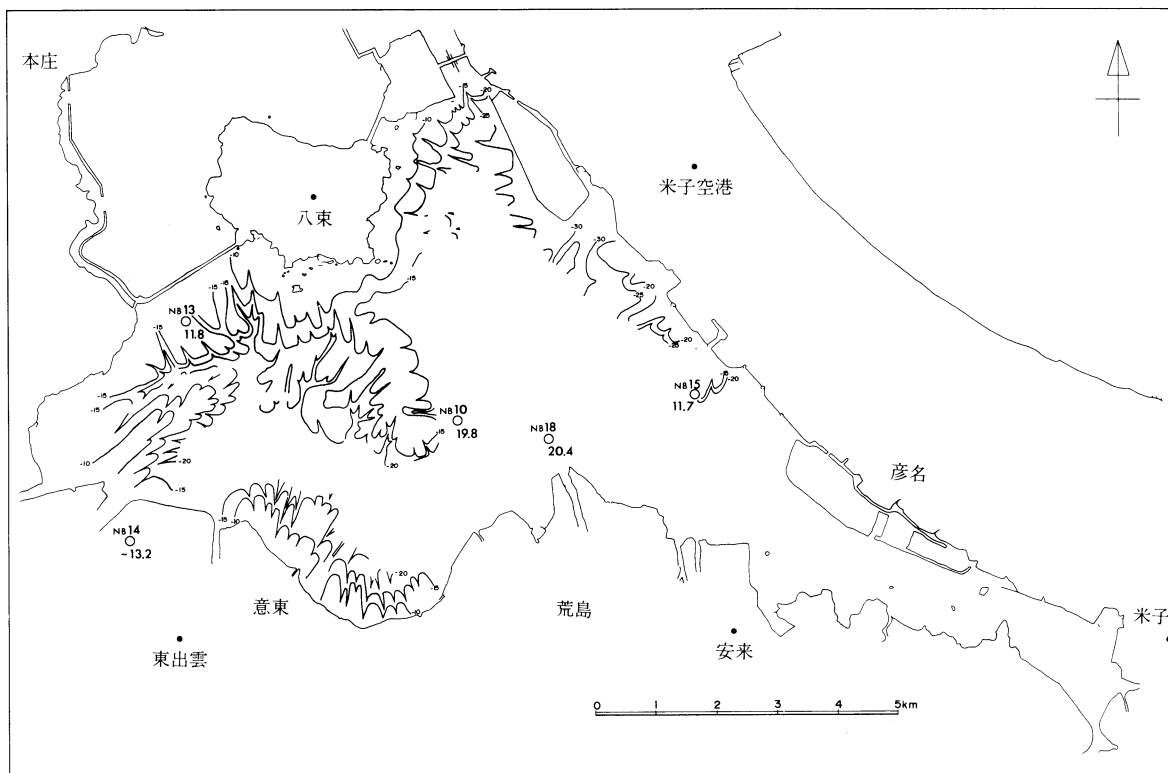
ユニブームによる音響探査記録を解析することにより、音響的散乱層を除く、中海・宍道湖全域の湖底下体積物の層序と構造を、先にも述べたように、水平的なひろがりをもって明らかにすることができた。

ボーリング試料などで作られた、従来の基底面高度分布と本調査により作られた基底面高度分布を比較すると、本調査によるものは細部にわたり、より精密に

基底面を復元することができる。

第10図は、ユニブームによる音響的層序区分のA層（中海）とX層（弓ヶ浜）の基底を中海層の基底面として作成した、中海における中海層の基底面高度分布である。第11図は、同様にS1層の基底を中海層の基底面として作成した、宍道湖における中海層の基底面高度分布である。両図には、既存ボーリング試料の採取位置と、試料中の中海層基底面までの深度をしるした。今回判明した中海層の基底面高度は既存の柱状コアボーリングによる中海層基底面深度とよい一致をみた。

中海における中海層の基底面は、ボーリング試料からみると、南西から湖心に向かうにつれしだいに深くなり、弓ヶ浜半島の下部をぬけて美保湾ぞいでは深度40mに達している。音響探査により判明した中海層の基底面には、深度10~20mの埋没平たん面があり、この平たん面の各所を小さな谷が削りこんでいる。また、現在の大橋川、意宇川の河口から北東方向に、大海崎からは南西方向に、揖屋干拓地からは北東方向に深度



第10図 中海における完新統（中海層）基底面高度分布

NB 10, 13, 14, 15, 18（水野ほか、1972）は、試錐地点。数字は基底面までの深度（単位はメートル）。

60-115

文 献

- 建設省計画局・鳥取県・島根県（編），1967：中海臨海地帯の地盤。都市地盤報告書，**15**。
- 三梨 昂・後藤慎二・鈴木徳行・大西郁夫・高安克己・武田伸二・徳岡隆夫・山内靖喜・安間 恵・浅野広・金井 豊・井内美郎・水野篤行，1986：中海西南部の湖底地形と堆積物（概報）。山陰地域研究（自然環境），**2**，71-79。
- ・—————・大西郁夫・瀬戸浩二・高安克己・徳岡隆夫・安間 恵・松岡弘和・中原昌樹・井内美郎，1987：中海の湖底地形と堆積層（続報）。山陰地域研究（自然環境），**3**，167-174。
- ・—————・—————・高安克己・徳岡隆夫・渡辺正己・安間 恵・松岡弘和・中原昌樹・水野篤行・井内美郎，1988：宍道湖の湖底地形と堆積層。山陰地域研究（自然環境），**4**，43-54。
- ・徳岡隆夫（編），1988：中海・宍道湖—地形・底質・自然史アトラス—，115 p。
- 水野篤行・大嶋和雄・中尾征三・野口寧世・正岡栄治，1972：中海・宍道湖の形成過程とその問題点。地質学論集，**7**，113-124。
- 大西郁夫，1980：斐伊川河口ボーリングコアの花粉分析。国営斐伊川下流土地改良事業計画添附資料，**V**。地質編，57-71，中国四国農政局。
- ・松田志朗，1985：出雲海岸平野下の第四紀堆積物。山陰地域研究（自然環境），**1**，51-60。
- 渡辺 農，1988：大根島の活動期は果して後期更新世であろうか。島根県地質学会会誌，**3**，30-38。