

宍道湖・中海の自然史，開発と古代出雲

徳岡隆夫*・三瓶良和*・渡辺正巳**・竹廣文明***

はじめに

このコースは豊かな汽水湖の自然環境と古代出雲を探索し、自然とそこに暮らしてきた人々の歴史のなかで、古くはたたら製鉄、いまは中海干拓などの開発事業と環境保全とのかかわりを考えていただくことをねらいとしています。

(註)各地点の説明は主にそれぞれの末尾に示した資料(文献)による。

見学地点の説明

Stop 1 a 島根大学構内遺跡および Stop 1 b 朝酌川遺跡群

宍道湖・中海は完新世の海面変動によってできた海跡湖で、その古地理の変遷は多くの湖底下のボーリングコアの多方面からの解析や音波探査資料によって明らかにされている(図1)。縄文海進によって中国山地と島根半島の間形成された海域は弥生期の海退によって広い汽水域を出現させ、漁労の場とともに農耕の場を提供し、両湖の周辺には多くの遺跡が分布している(図2)。荒神谷遺跡(stop 11)や加茂岩倉遺

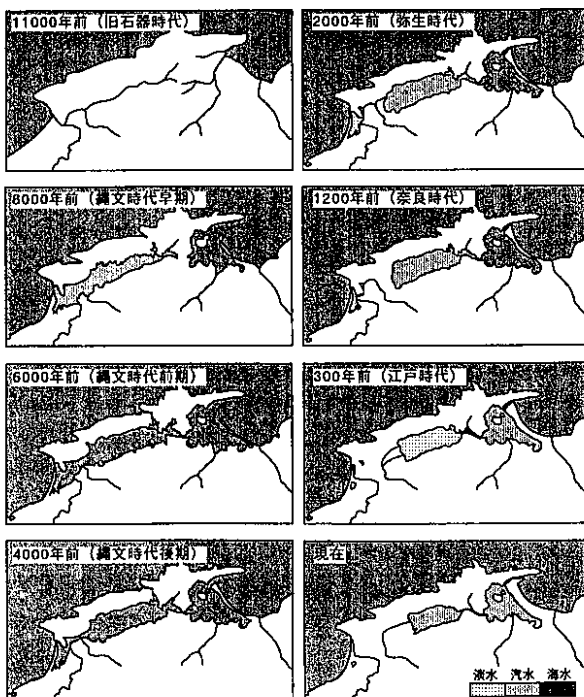


図1 宍道湖・中海の古地理の変遷(島根の自然編集委員会, 1998)

跡(stop 12)に代表される古代出雲文化はこのような地理的条件のもとに成立したものである。

松江市北東部の朝酌川(西川津)周辺は縄文海進が及んだ地域で、古宍道湾のもっとも奥に位置し、縄文時代以降の数多くの遺跡が分布している。朝酌川の改修工事に伴う遺跡発掘調査は1974年のタテチョウ遺跡がはじまりで、以後現在に至まで継続してつづけられてきており、詳しい古地理の変化が明らかにされている。ここでは島根大学の地質学関係者との共同研究がなされてきており、発掘作業は縄文海進による自然堆積層まで掘り込んで鬼界アカホヤ火山灰層を確認し

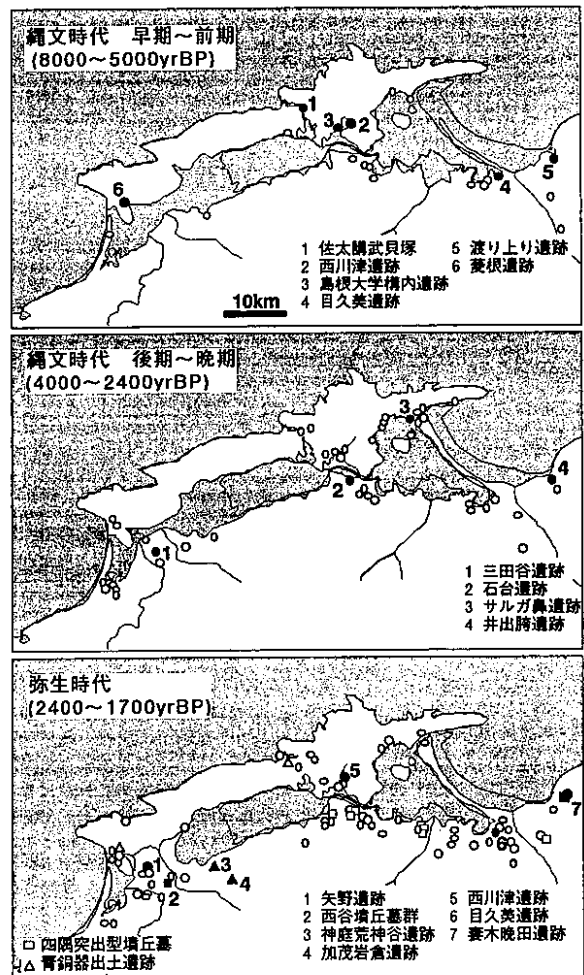


図2 宍道湖・中海周辺地域の主な遺跡の分布(Tokuoka et al., 1998)

* 島根大学総合理工学部地球資源環境学教室

** 文化財調査コンサルタント(株)

*** 島根大学汽水域研究センター

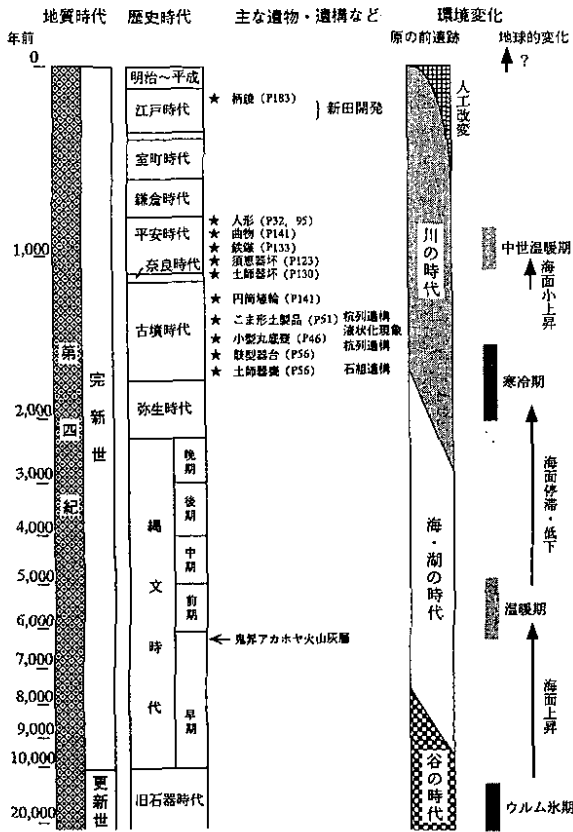


図3 原の前遺跡の歴史 (島根県教育委員会, 1995)

た上で、上位の河川堆積層に含まれる膨大な遺物を堆積物と見なした上で考古学的な編年を行うという手法が定着しており、自然環境の変遷を含めた遺跡の歴史が明らかにされている(図3)。朝酌川遺跡群は弥生時代の木製品の出土では全国的にもっとも著名な遺跡である。

島根大学はこれらの遺跡に隣接しており、その一部とみなされる。丘陵から低湿地に移る斜面に位置していて、構内全体が遺跡の指定を受けている。二度にわたって構内移設された菅田ヶ丘古墳(松尾, 1978)は今回の学会主会場の近くにあったもので、不幸な姿を学内に留めている。島根大学においては1994年に埋蔵文化財調査センターが併設され(専任教官1)、以後学術的な発掘調査により大きな成果をあげ、アカホヤ層準の上位から舟、オール、ヤスをはじめとする数多くの遺物が発見され、また九州で認められる鬼界アカホヤ層準での土器の様式の違いはここでは認められないことなどが明らかにされている。

これらの発掘調査による遺物の分布や堆積層の検討から完新世の海面の高さが幾つかの地点で正確に押さえられており、その変化が明らかにされている(図4)。
[資料] 中村ほか(1996), 島根県教育委員会(1995), 島根大学埋蔵文化財調査センター(1997~1999)

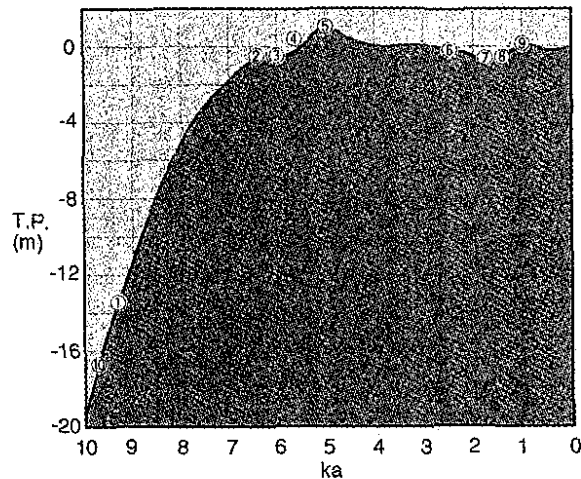
Stop 2 枕木山展望台

遠くに弓ヶ浜から大山、近くに中海と大根島を眺めることのできる景勝地であり、また、眼下には中海干拓淡水化事業の最大の干拓予定地本庄工区が横たわる。賛否を問わず中海干拓の視察では必ず訪れる場所である。第二次大戦後の米作りを目指した日本の大規模干拓事業は八郎潟に始まり、河北潟を経て中海(また諫早)に引き継がれた。これらの干拓事業の経過をまとめて表1に示す。

中海干拓淡水化事業は八郎潟・河北潟とほぼ同時に立案されたが、着工は1968年と遅れた。その概要を図5, 6および表2, 3に示す。1988年に最大の干拓予定地の本庄工区を残して他の干拓地は完成したが、水質悪化への懸念から干拓淡水化は延期となり、以後様々の曲折をたどり、今日に至る。本庄工区については干陸後の農業利用に数多くの問題点が指摘されているが、それ以前に次のような困難な技術的問題を抱えている。

表1 中海・河北潟・諫早湾・八郎潟の干拓事業をめぐる経緯

中海・河北潟・諫早湾・八郎潟の干拓事業略年表			
(中海)	(河北潟)	(諫早湾)	(八郎潟)
1950 (国土総合開発法)			
1952 干拓調査開始	干拓調査開始	長崎大干拓調査	干拓事務所開設
1954 大規模干拓・淡水化計画		ヤンセン現地視察	ヤンセン現地視察
1956 干拓事業開始	干拓事業開始		干拓事業・漁業権獲得地
1963 干拓事業開始			
1964 漁業権獲得			干拓完了。青島沖・新海地蔵遺跡
1967 (城広域)	干拓完了	多目的の海堤で再開発	第一次入植。水作付面積急増
1969 水田→海	水田→海		第二次入植(300戸を越える)
1970			
1977			
1978			
1983			
1984	干拓完了		
1985			
1986 淡水化促進			
1989			
1996 農、干拓再開申し込み			
1997 農水、本庄水質調査(1-98)			
1999 農水、本庄工区視察			



- ①大田市波根湖・隣接隠岐火山灰漂着軽石層
- ②島根大学構内遺跡・アカホヤ火山灰層
- ③島根大学構内遺跡・縄文時代前期生活面
- ④鹿島町佐太講部貝塚
- ⑤島根大学構内遺跡・海成層上限
- ⑥西川津遺跡・杭群遺構
- ⑦原の前遺跡・船着場遺構
- ⑧湖陵町西安原遺跡・木道遺構
- ⑨原の前遺跡・河床高
- ⑩宍道湖湖底堆積層基底部¹⁴C年代

図4 島根県東部における完新世の海面変化(中村ほか, 1996) 丸数字は海面の高さを示す確実な証拠が得られたもの。破線部分はデータが得られていない。

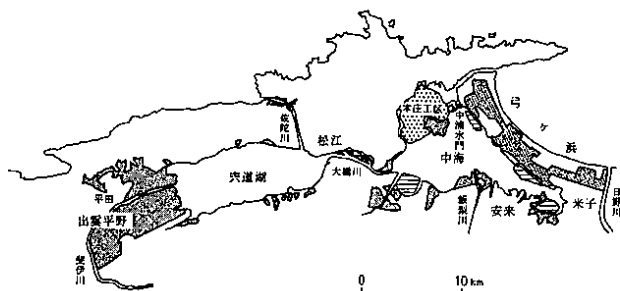


図5 中海干拓事業の概要（農水省中海干拓事務所資料，1989による）
 横線部：干拓地（揖屋，安来，彦名，弓ヶ浜），打点部：本庄工区（干拓予定），アミ部：中海・宍道湖淡水化による農業用水供給予定地

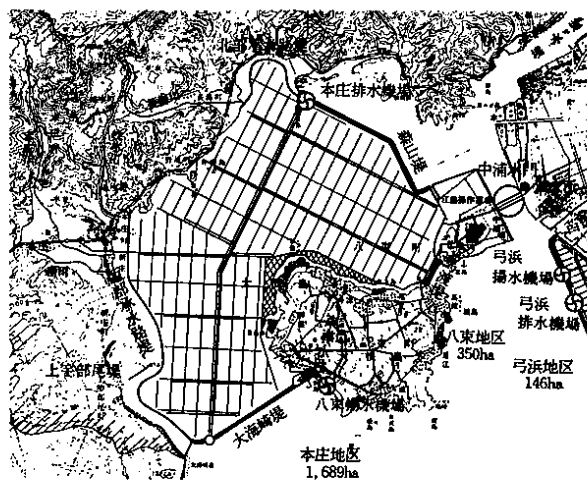


図6 中海干拓，本庄工区の概要（農水省中海干拓事務所資料，1989による）

表2 中海干拓計画の面積（農水省中海干拓事務所資料，1989による）

地区	所在地	地面積	造成面積		
			農地	宅地及び農業用施設用地他	計
本庄	松江市・八東町・美保関町地先	1,689ha	1,306ha	111ha	1,417ha
揖屋	東出雲町・松江市地先	323	203	44	247
安来	安来市地先	204	128	23	151
彦名	米子市地先	179	133	4	137
弓ヶ浜	境港市地先	146	110	7	117
計		2,541	1,880	189	2,069

表3 中海干拓の堤防計画（農水省中海干拓事務所資料，1989による）

地区	名称	延長	天端高	地盤高		堤防数巾	置換工		型式
				平均	最低		巾	厚	
本庄	大海崎堤	2,060m	(+)4.00m	(-) 5.0m	(-) 6.7m	141.1m	91.0m	m	緩傾斜堤
	馬渡堤	486	(+)3.90	(-) 3.3	(-) 5.8	97.3	-	-	〃
	森山堤	3,060	(+)3.00~3.10	(-) 4.9	(-) 7.0	168.6	130.0	3.0	〃
	北承水堤	1,940	(+)2.15	(-) 2.5	(-) 4.7	96.8	54.0	2.0	〃
	西承水堤	4,529	(+)2.40~2.50	(-) 2.7	(-) 5.7	68.6	26.0	2.0	〃
	上宇部尾堤	523	(+)2.40	(-) 1.6	(-) 3.2	18.0	-	-	傾斜堤
	計	12,598							

- ・ 深さ
- ・ 軟弱地盤
- ・ 大根島・江島の地質と地下水
- ・ 断層と堤防の安全性
- ・ 周辺集落への影響
- ・ 弓ヶ浜半島への影響
- ・ 洪水対策

この事業はいわば「七重苦を背負った干拓事業」というべきで，期待される「平坦で生産性の高い農地になりうるか」という問い掛けには「否」と云わざるを得ない。これらの困

難な課題の他に「地球温暖化による海面上昇」の問題を現在では当然考慮に入れるべきである。

しかしながら，水面下の盛り土，排水溝などの基本的な工事はすでに完成している（図7）。中海干拓については2000年8月に入ってからは無駄な公共事業の全国的な代表例に名指しされ，中止の大合唱が起こっている。中海はかつては宍道湖に10倍する漁業生産を誇っていたが，干拓工事の進行と農業・洗剤などの普及による周辺集水域からの汚濁負荷の増大によって漁獲量は激減し，現在に至っている。

〔資料〕徳岡・高安（1992），島根の自然編集委（1998）

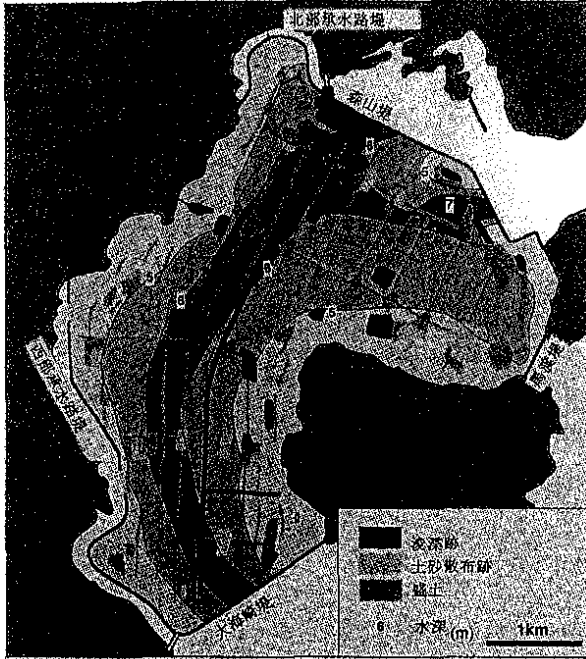


図7 中海干拓本庄工区の水面下の工事の状況と水深分布 (Tokuoka et al., 1998)

Stop 3 a 中海干拓本庄排水機場

排水機場 (図8) は干拓施設のなかではもっとも重要なものの一つで、水面下に造成される土地の排水を一手に担う.4台のポンプで排水を行う計画で、その設備は水面下14.7 mにまでおよんでいる。

[資料] 宍道湖中海淡水湖化研究委 (1983)

Stop 3 b 宍道断層

宍道断層は島根半島のほぼ南縁にそって東北東-西南西に続く地形的にも顕著な断層で、その一部は活断層であることが知られている。図8の矢印の地点に露頭がある。美保関中学校前の露頭では破碎された成相寺層の流紋岩質火砕岩が熱水変質を受けている。干拓工事の北部承水路堤は宍道断層を横切って、その上に造られている。干拓堤防は軟弱地盤上に厚く盛り土をして造られていることから地震による液状化等の被害を受けやすく、1983年の日本海中部地震では八郎潟の干拓堤防が壊滅的な被害を受けた。地震被害が認識されるより以前に完成した中海干拓堤防については、その後、対策が検討されたが、発生の確立の低い地震に対して投資するのではなく、復旧工事で対処すべきとの考え方で現在に至っている。仮りに干拓地側から堤防を見上げると、9 mの高さに天端があり、そのむこうの6.5 mの高さに日本海に直結する水面が迫っていることになる。

手角南の湖底下の宍道断層 (図8中の丸印測点23と24の間) についてはSH10による音波探査資料にもとづいて活断層の可能性が指摘されたことから、中国電力(株)は島根原子力発電所3号機増設に伴う宍道断層周辺の活断層調査の一つとしてエアガン、チャープソナー、ソノプローブ、バブルパルサーによる音波探査と断層の両側の地点でボーリング調査を

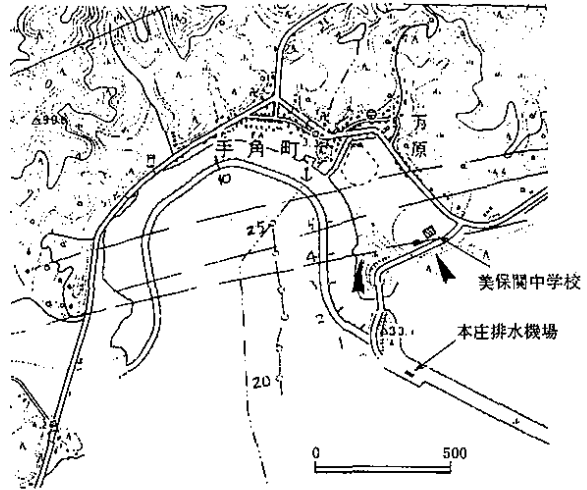


図8 中海干拓北部承水路堤と宍道断層 (2.5万分の1地形図境港による) 破線は宍道断層を示す。

行った。その結果、大根島玄武岩が断層のすぐ南にまで分布することを確認するとともに、その上位のDMP (大山松江火山灰、約12万年前) を含む更新統の連続性はよく、変位は認められないとして、少なくとも12万年前以降は活動していないとした (図9, 10, 11)。この地域で別途おこなわれたチャープソナー、バブルパルサー、SH20などによる調査結果は第107年年会で発表されるが、この見解には否定的な資料が得られている。

[資料] 中海干拓堤防施工委 (1992)、中国電力 (1998)、鹿野・吉田 (1985)、徳岡 (2000)

Stop 4 a 大塚山展望台および Stop 4 b 大根島第二溶岩トンネル

中海に浮かぶ大根島および江島は約20万年前の氷河時代に陸上に噴出した火山で、その中央に突出した標高42.2 mの大塚山はスコリア丘である (図12, 14)。火山地形を留めており、地形的な隆起は溶岩の噴出口の可能性が高い。全体としての傾斜は1~2度である。大根島火山の底は東西方向 (入江-大塚山-江島-中浦水門・江島架橋) でみると、-55~-60 mで、東へわずかに傾斜している。その分布は音探記録から本庄水域ではその中央部までは存在することがわかってきたが、中国電力により手角の南の宍道断層直近まで分布することが確認されたことから音探資料の再検討と新たに音探を行った結果、本庄水域の大部分にわたって分布することが明らかになった。南の中海側でも広く分布している。大根島玄武岩は陸上では大山および三瓶山起源の火山灰層に覆われ、水面下ではその相当層である安来層および完新統中海層に覆われている。地表近くには2つの溶岩トンネルがあり、天然記念物に指定されている (図13)。トンネル内にはメナシウオ (メクラハゼ) やイワタメクラチビゴムシなどの目の退化した動物が知られている。図15は1997年に18年ぶりに発見されたもので、体長約3 mm、目は完全に退化し、そのかわり触角と腹部の感覚毛が長く発達している (島

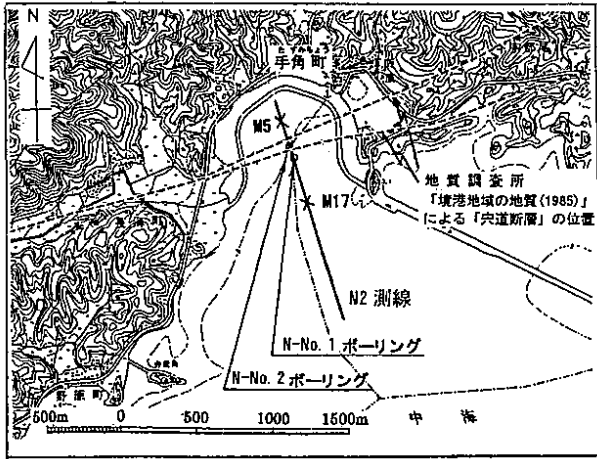


図9 バブルパルサー音波探査測線とボーリング地点(中国電力, 1998)

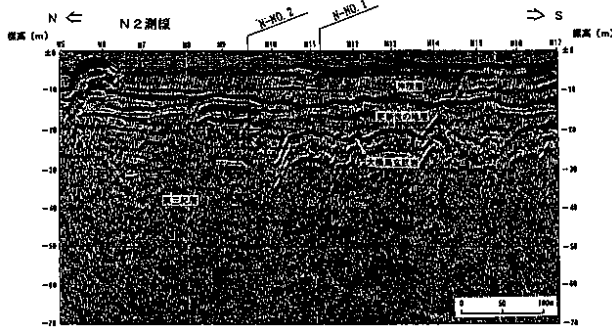


図10 バブルパルサー音波探査記録(中国電力, 1998)

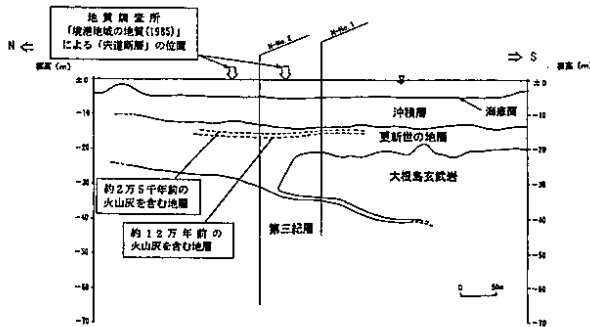


図11 バブルパルサー音波探査記録の解釈(中国電力, 1998)

根大学生物資源科学部星川和夫氏による)。大根島玄武岩は陸上を流れた溶岩であることから、地下には数多くの空洞(溶岩トンネル)が存在するものと予想される。これまでの島の各地でのボーリングでは、作業中にロッドがしばしば落下するなどのことから、そのことが実証されている。

大根島と江島は中海干拓の設計時点では第三紀の松江層の一部との考えが有力であって、干拓堤防をこれらの島に接続する工事がなされることになった(図6)。その後、第四紀の火山であることがはっきりし、本庄工区を干拓した場合には島の地下に存在する淡水レンズ(図14)は殆ど失われること、

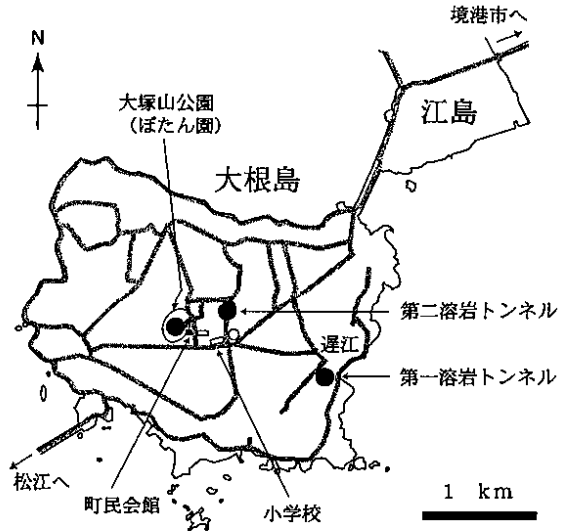


図12 大根島と溶岩トンネルの位置(島根の自然編集委員会, 1998)

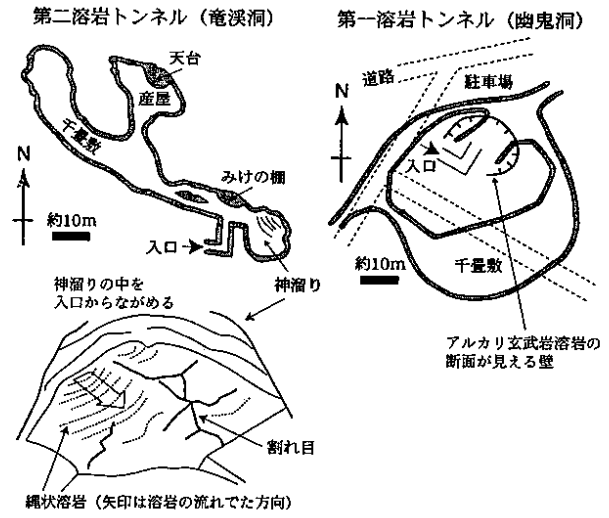


図13 大根島の溶岩トンネル(島根の自然編集委員会, 1998)

および干拓地に中海側から大量の漏水が起こることが明らかになり、干拓事業の致命的な欠陥と見られるに至った。大根島火山の研究史を以下に示す。

1939 酒井栄吾(地質学雑誌, 46): 石英捕獲斑岩玄武岩は多孔質、溶岩流をなし、時代は上部洪積世とした。

1956 「大根島一生態と課題」(八束町誌), 中国地域社会研究会: 上記論文と酒井の意見にもとづきアスピーテ型(楯状)の火山と記述した。

(この改版の八束町誌, 1992も同様の記述, 飢字の入海, 1982もこれを参照している)

1963 島根県地質図(西山・三浦): 第三系(鮮新統)松江層の一部とした。以後、これが定説化した。

1966 応地恭子・応用善雄(岩鉱, 56): アルカリ玄武岩系で更新世の活動, 和久羅山安山岩より新しいと推定した。

1967 中海臨海地帯の地盤(建設省・鳥取県・島根県): 西山・三浦説をとり, 新第三系(中新世)で, 基盤岩類に含めた。基盤岩類は支持基盤として安全とした。ただし, 大根島玄武岩の風化部は多孔質で注意必要とした。

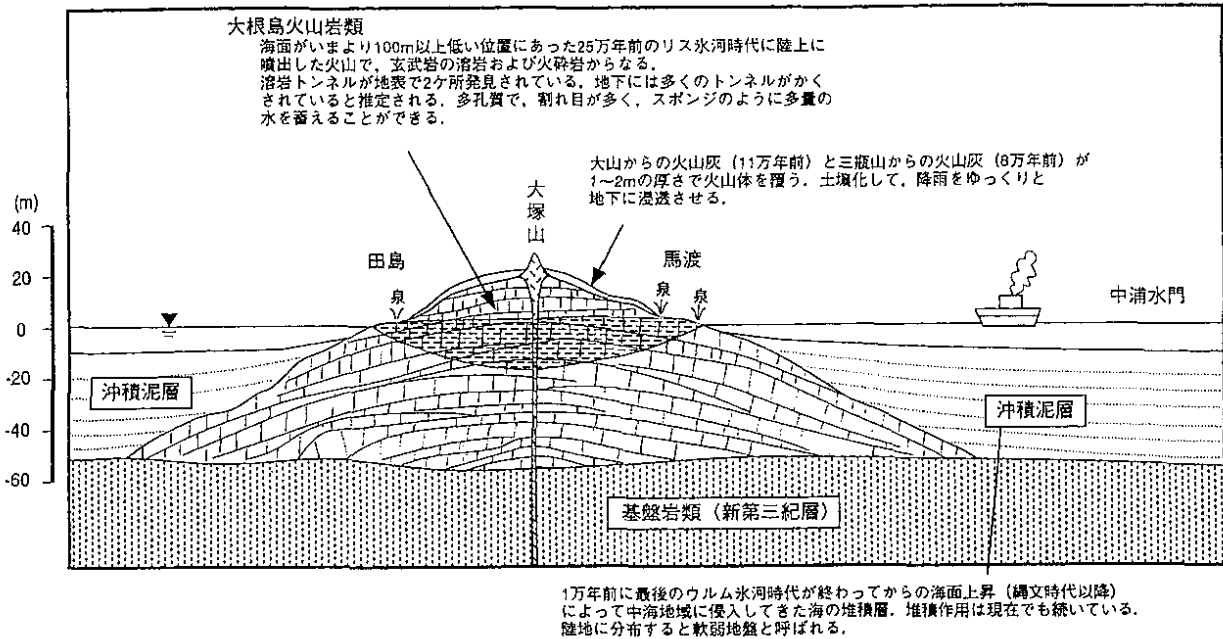


図 14 大根島火山のなりたちと淡水レンズ (鳥根の自然編集委員会, 1998)

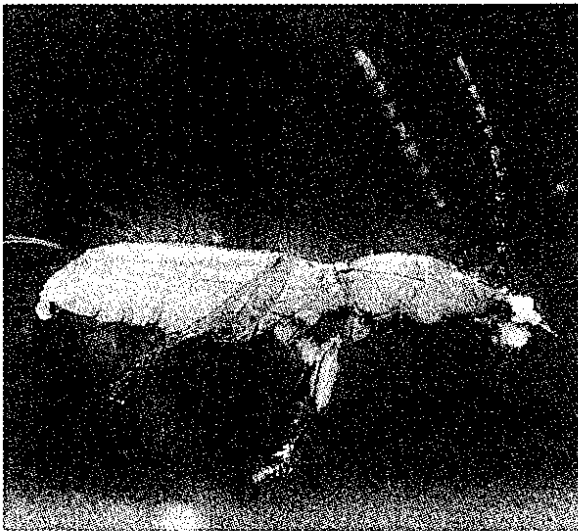


図 15 大根島第二溶岩トンネルから発見されたイワタメクラチビゴミシ (星川和夫による。鳥根大学ラビイ, 1998年7月)

- 1974 農水省干拓事務所 (大根島の地質および地下水調査報告書): 日本の地下水 (1986) に和田温之が紹介しており、基盤岩として扱っている。少なくとも第四紀中期以前の噴出とした。
- 1975 大根島研究グループ (地球科学, 26): 大根島は第四紀の火山であり、弓ヶ浜層より新しいとした。以後、定説化した。
- 1982 鳥根県地質図: 大根島研究グループ (1975) を踏襲。
- 1982 「飢餓の入海」: 大西・高安が古地理復元
- 1985 鳥根県の地質: 層序では上記を踏襲、地下水では干拓事務所 (1974) をもとに前期更新世とした。
- 1988 渡辺 農 (鳥根県地学会誌, 3): 大根島研究グループ以降に定説化した後期更新世説に疑問を提起した。
- 1990 Morris, P.ほか: 玄武岩 K-Ar 年代測定 0.10 ± 0.12 Ma, 0.07 ± 0.12 Ma] を報告した。
- 1992 中海北部 (本庄工区) アトラス (徳岡・高安編, 三宅康幸に

よる): 湖底下の玄武岩分布、年代について火山地形などからみて松江層よりは新しいことを指摘した。

1994 松江地域の地質 (5 万分の 1 地質図幅, 鹿野和彦・山内嬉喜・高安克己ほか): 第四紀の活動で、弓ヶ浜層より古いと推定した。

1995 Morris, P.ほかにより年代測定: 江島架橋ボーリングコア最深部の K-Ar 年代 $255,000 \pm 34,000$ 。これによって噴出年代が明らかになった。

1999 Morris, P.ほかにより年代測定結果の最終報告 [岩石鉱物鉱床学会誌, 94]: 上記の試料についての公式報告および江島の試料について $196,000 \pm 17,000$ を報告し、大根島玄武岩の噴出は K-Ar 年代で約 20 万年前とした。

[資料] 中国四国農政局 (1999), 鳥根の自然編集委 (1998), 徳岡・高安 (1992), 八束町 (1992), Morris et al. (1999)

Stop 5 a 中海干拓中浦水門

中海干拓事業は干拓と中海・宍道湖の淡水化がワンセットとなったものであり、淡水化のための施設が中浦水門である (図 16, 17)。開門を船が通過することによって逆流する海水、流域から流入及び湖底から溶出した栄養塩類は、水門直上流に設置してある塩水ポケット (深さは標高 -16 m, 面積約 25 ha の塩水溜) でキャッチし、ここに溜まった水を中浦水門ゲートの操作並びに江島側に設置してある除塩サイフォン、除塩ポンプにより境水道側に排除する計画で、それまでの先例であったいくつかの淡水湖化計画とは異なった斬新な設計が試みられた (図 19, 20)。鳥根と鳥取の県境に位置するはね橋式の中浦水門は船の航行が優先されるが、現在松江市と境港・米子市を結ぶ生活道路として利用されている。しかし、中海・宍道湖の淡水化が行われないとすると、この水門を存続させるかどうか問われることになる。いっぽう、運輸省は中浦水門の北側 300 m の位置に境港臨港道路として江島架橋を 1987 年に認可、1997 年に着工させた。水門管理橋では交通遮断、渋滞が起き、また 14 トン以上のトラック、バ



図 16 中浦水門と鳥根大学汽水域研究センター中海分室 (2.5 万分の 1 地形図境港による)

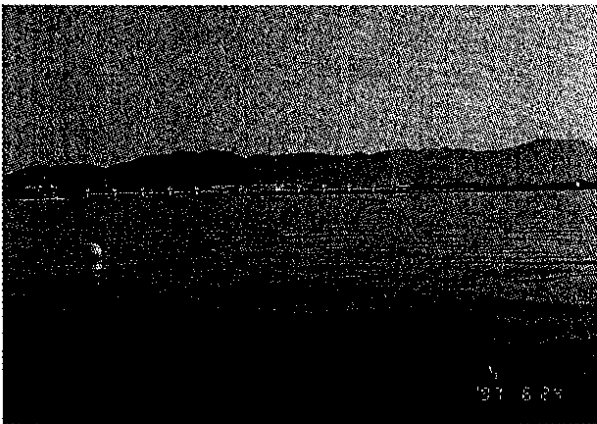


図 17 中海側からみた中浦水門 (写真左手に中海分室がある)

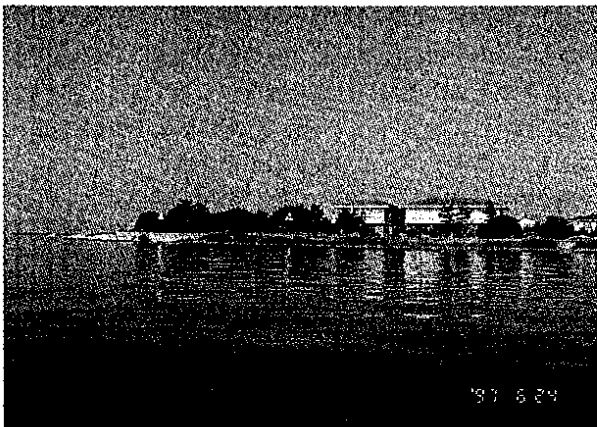


図 18 鳥根大学汽水域研究センター中海分室

スは通行できないというのがその理由である。
 [資料]宍道湖中海淡水湖化研究委(1983)，徳岡・高安(1992)

Stop 5 b 鳥根大学汽水域研究センター中海分室

1992 年度に学内共同利用の教育研究施設として発足した鳥根大学汽水域研究センターに対して 1997 年に地元の篤志

中浦水門操作模式図

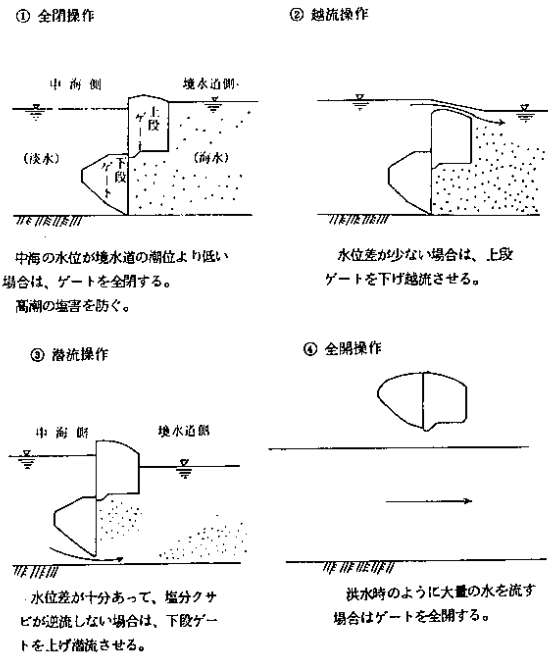


図 19 中浦水門の操作模式図 (宍道湖中海淡水湖化研究委員会，1983)

中浦水門除塩施設

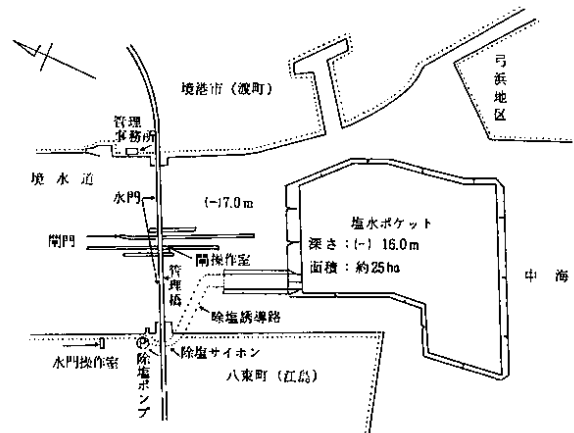


図 20 中浦水門除塩施設 (宍道湖中海淡水湖化研究委員会，1983)

家により土地・建物の寄贈を受けて設置された(図 16, 18)。境水道からの海水が中浦水門を経て中海へと流入する位置にある本分室は汽水環境の研究にはもっとも好都合な位置であり，広く研究者に利用されている。

[資料]鳥根大学汽水域研究センターのあゆみ(自己評価報告書)(1999)

Stop 6 弓ヶ浜展望台

弓ヶ浜は日本でもっとも大きな砂州で，中国山地から日野川によってもたらされた砕屑物が沿岸流によって運ばれることによって形成されていったものである。出雲風土記では夜

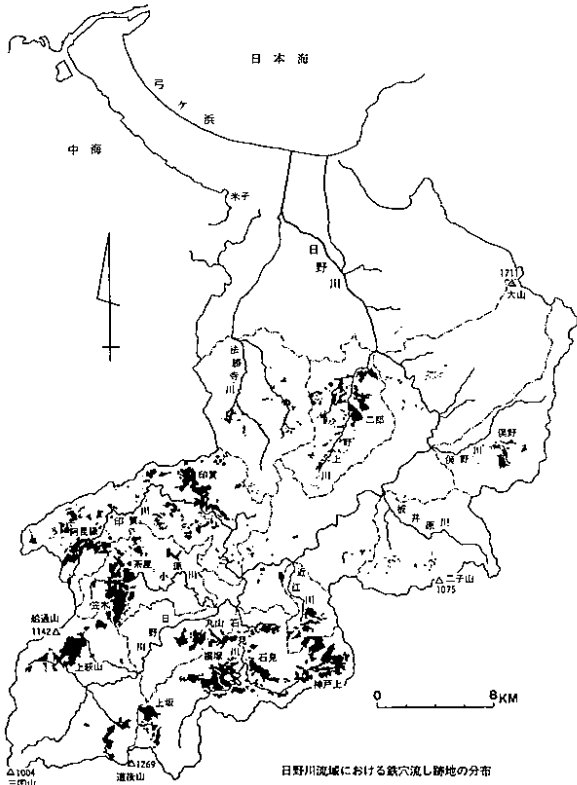
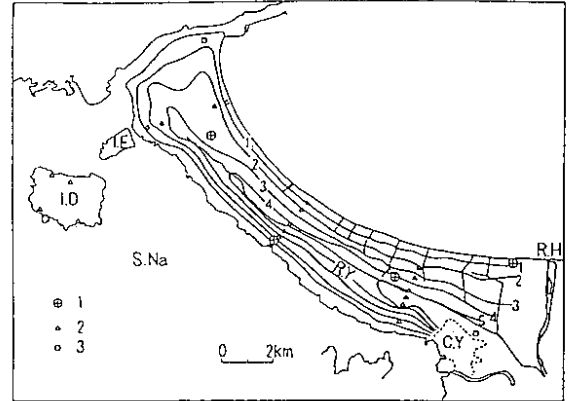


図 21 中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌 (貞方, 1996)



1. 橋水區旅行地点 2. 水位定期観測地点 3. 気象観測地点

図 23 弓ヶ浜半島における地下水面図 (山本, 1959)

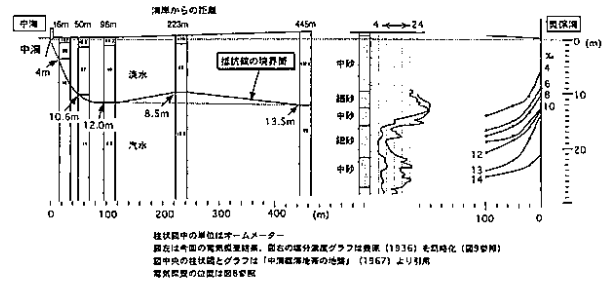


図 24 電気探査による弓ヶ浜半島の淡水レンズの形態 (重松, 1997)

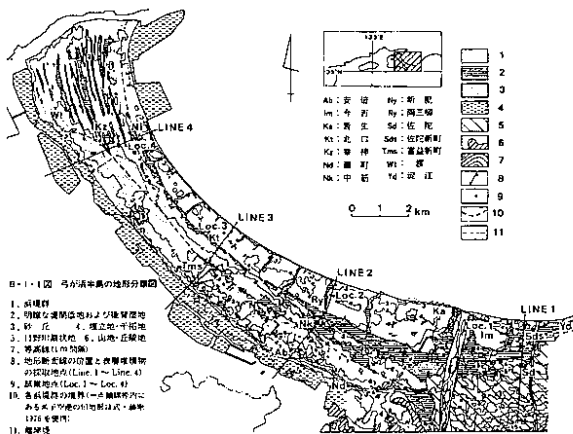


図 22 中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌 (貞方, 1996)

見島として存在したことが知られている (図 1)。弓ヶ浜は地形的に内浜, 中浜, 外浜に区分され, 外浜の堆積層は中国山地で江戸時代以降盛んに行われるようになった「たたら製鉄」による「鉄穴 (かんな) 流し」によって膨大なマサ土が運び出されたことによって形成されたものである (図 21, 22)。外浜堆積層中には普遍的に鈹滓が含まれている (図 22)。弓ヶ浜では日野川の砂防工事が進むようになってからは土砂の流出が減り, 皆生海岸では海岸浸食が著しく進んだ。そのため護岸事業が進められ, 最近では堆積域から侵食域へのサンドリ

サイクル事業 (建設省日野川工事事務所) も試みられている。弓ヶ浜砂州は日本で初めて淡水レンズの研究が行われたところで, この地下には巨大な水資源がある。日野川を分水して境港に至る米川は江戸時代からのもので, これによって淡水レンズがさらに涵養される仕組みになっていて, 当時の住民の知恵として絶賛された (図 23)。鳥根大学でおこなった中海側での淡水レンズの調査結果を図 24 に示す。[資料] 山本 (1959), 豊原 (1936), 貞方 (1996), アーバンクボタ (1993), 重松 (1997)

Stop 7 米子水鳥公園

中海干拓事業 (図 5, 表 2) が本庄工区以外の工区で実施され, 鳥根側の揖屋工区で堤防による締め切りで干陸化が進行するに伴い, 白鳥が棲みつくようになり, 工区の外に白鳥の餌付けが試みられた。しかし, 白鳥海岸の名を残したのみで, 失敗に終わった。その後, 白鳥は湿地化の進んだ鳥取側の彦名工区をめぐらにするようになり, これをきっかけとして米子市民の熱意もあって市により農地造成を一部変更したバードサンクチュアリづくりが始まった (図 25)。コハクチョウの集団越冬地としては日本の南限といわれる米子水鳥公園は, ボランティアによる活動も進み, いまでは毎年約 4 万人が訪れ, 水鳥とのふれあいを楽しむ地域の名所となっている。

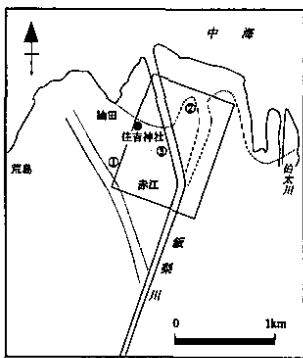


図 25 中海干拓彦名工区に造られた米子水鳥公園（堤防で囲まれた左上が農地，中央に観察舎，右下部分が遊水池；米子水鳥公園パンフレットによる）

Stop 8 飯梨川河口：デルタの形成とマッドランプ

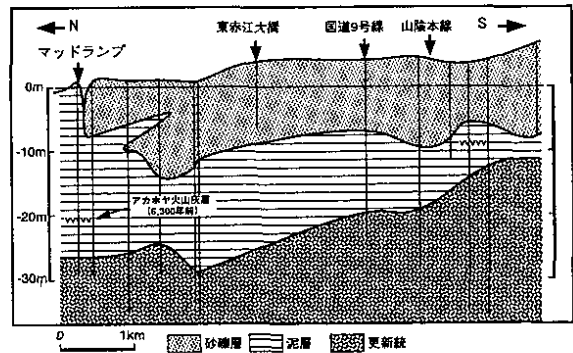
世界で2例目といってもよい泥の島マッドランプが出現したのは1991年2月のことで、高根大学を中心とした調査が行われた（図26, 27, 28）。マッドランプは1992年春にも再出現した。水面上に出現したマッドランプは波食によりすぐに侵食されて失われるが、水面下では一部は砂によって埋積されているものの、その姿を留めている。飯梨川河口ではマッドランプの出現は戦後しばしば知られていて、河口の位置が急激に進化する時期にでき、砂利採取が盛んに行われていた時期には出現していない（図29）。ミシシッピ河口のマッドランプはデルタ先端部で埋積が急速に進むことによって起こるダイアビルであるが、飯梨川ではデルタの急速な前進によってその先の軟弱層が円弧すべりによって変位した現象として捉えられる。両者のでき方の違いは形成段階の違いとして統一的に解釈することができる（図30）。

[資料] 徳岡ほか（1994）



飯梨川の流れ方向のうつり変わりとデルタの発達
 ①は1665年以前、②はそれ以降、
 ③は1840年以降の河道、太破線は1840年頃の湖岸、枠は右頁図の範囲を示す。

図 26 飯梨川デルタの流路変遷（徳岡ほか，1994）



飯梨川下流からマッドランプにかけての地下構造の断面。たて線はボーリングの位置と深さを示す。

図 27 飯梨川デルタから中海にかけての地下構造（徳岡ほか，1994）

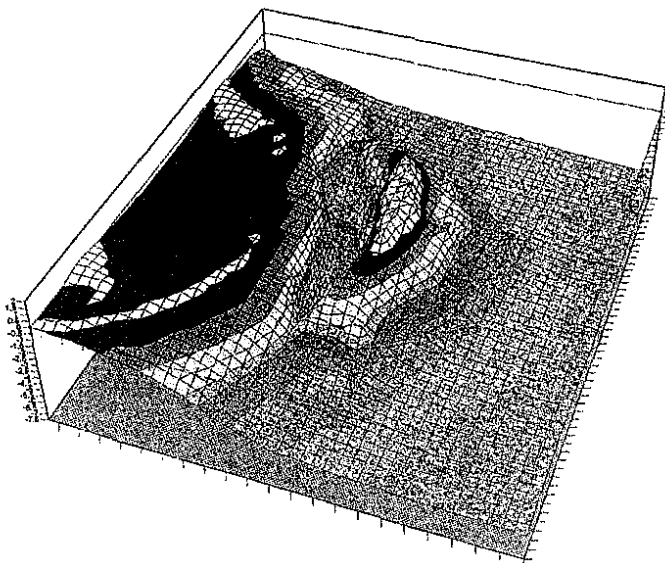
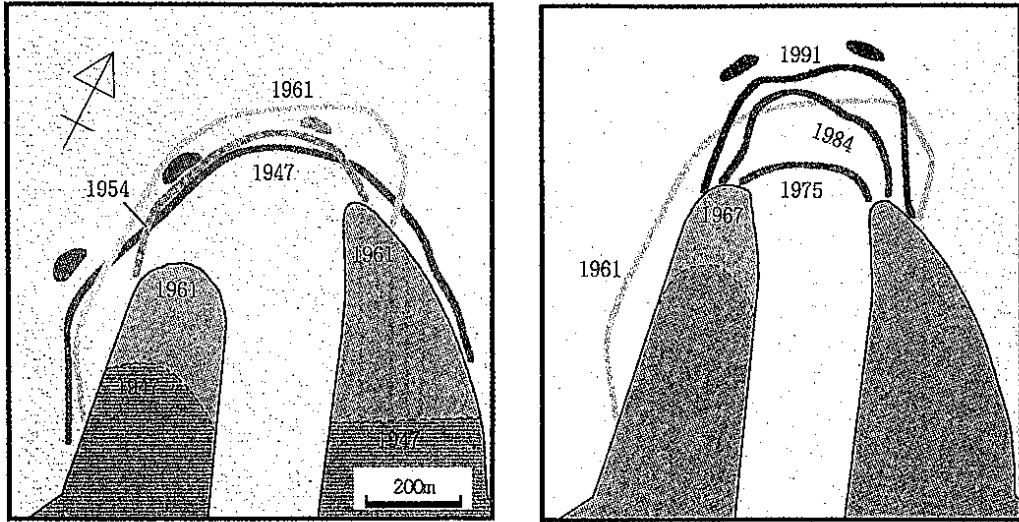


図 28 1991年春に出現したマッドランプ（東島）の形態（徳岡ほか，1994）

1991年5月の飯梨川河口域の地形。マッドランプは整った弓（半月）状をしていて、弧を中海に向けている。デルタと東西両マッドランプとの間にそれぞれ深さ7mに達するくぼみがある。デルタ側の斜面は急で、中海側に向かっては緩やかである。マッドランプが出現する以前のその場所は、デルタ前置斜面近くの底置面で、水深3.0m～4.5mの緩傾斜の湖底をなしていたことがわかっているため、マッドランプとくぼみの形成は同時に起こったと考えられる。

左図は鉛直方向を拡張して示したデルタから東島にかけての地形である（右が北）。水平方向の縮尺は5m間隔メッシュで東西および南北方向にそろえてある。



川砂利採取が盛んになった1960年代後半から1970年代前半にかけては砂の供給が著しく減少して、デルタは後退した。しかし、川砂利採取が休止された1970年代後半からデルタは再び前進した。マッドランプの出現は河口デルタの消長と密接に関係している。

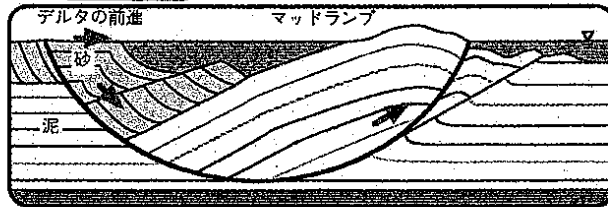
図 29 飯梨川デルタ先端部の位置の歴史の変遷 (徳岡ほか, 1994)

マッドランプの形成メカニズムについての新解釈

マッドランプはミシシッピ川の分岐した河口デルタ前面にできる泥の島のことで、径数10mから数100m、通常は波食により数ヶ月から数年で水面下に没する。マッドランプについては1980年代までに多くの研究がなされ、急速に生長するデルタ砂層の荷重によって下位の泥層がダイアピルとして上昇してできる、と考えられていた。ところが、中海の飯梨川河口に出現したマッドランプは、出現の仕方がミシシッピの場合と良く似ているにもかかわらず、デルタ前層をなす砂層の前面に泥層が盛り上がることでできており、泥層が前進するデルタ砂層の荷重で回転すべりを起こしたと考えられる。これは、ミシシッピの例とは明らかに成因を異にしている。しかしながら、ミシシッピ川と飯梨川のマッドランプを比較検討すると、それらが成因を異にするのではなく、マッドランプの形成が2段階にわたって起こると理解すべきである。すなわち、第1段階のマッドランプが飯梨川タイプであり、それはデルタがさらに前進すると、やがては砂によって覆われて姿を消す。しかし、このマッドランプは条件が整えば第2段階のマッドランプへと成長する。これがミシシッピタイプであり、砂の堆積で荷重が増加することによって、すべり運動に流動も加わって砂層の肥大化と泥層のダイアピル的な上昇が何年も継続し、マッドランプが維持されるのである。

このように飯梨川とミシシッピ川の双方のマッドランプの成因は統一的に解釈することができる。

第1段階(飯梨川タイプ)



第2段階(ミシシッピ川タイプ)

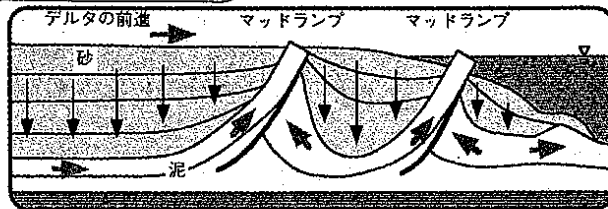


図 30 飯梨川マッドランプとミシシッピマッドランプの比較と形成過程についての解釈 (徳岡ほか, 1994)

Stop 9 損屋干拓地

中海損屋干拓地(図5)は、中海南西部に位置し、中海全体の約3%(約3.2km²)を占める。1988年に干拓工事が完了し、農地の売渡しが行われた(図31)。水源は淡水化した中海の水を使う予定であったが、意宇川の落ち水を利用した暫

定水源でまかなわれている。干拓地の最深部はTP-4mに達し、低い土地はしばしば冠水の被害を受けている。ここでは1975年に干陸された後、排水溝掘削によって圃場の乾燥を促進させ、長さ100m、間隔10mの暗渠排水およびモミガラ排水(補助排水)が施工された。1977年から調査のための

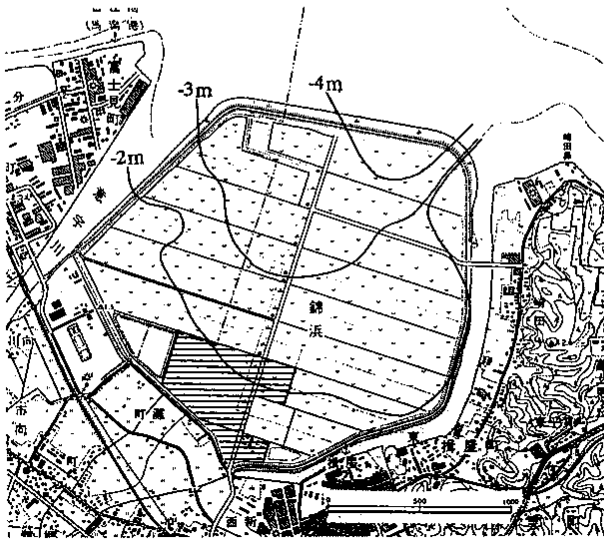
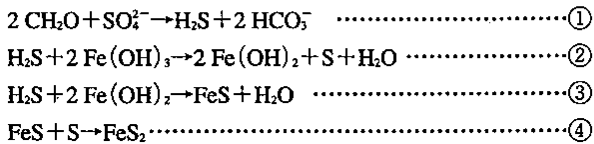


図31 揖屋干拓地と干拓以前の湖底等深線(地形図は2.5万分の1揖屋による)

圃場が設けられ、鳥根県農業試験場等によって作物収量と土壌変化の関係等が明らかにされている。以下に、汽水湖底泥の性質と干陸後の変化(主に酸性土壌化)について紹介する。

(1) 中海底泥

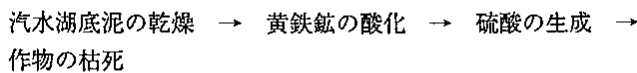
中海は平均水深約5.5mであり、通常、水深3-3.5mに塩分躍層が存在するため、冬季を除いて湖底が貧酸素になりやすい。従って、底泥はおおよそ黒色で硫化水素臭を発生している。基礎生産性が比較的高いので、底泥の有機炭素濃度は表層で3%程度の高い値を示す。そのため硫酸還元菌の活動が活発であり、下記により野イチゴ状(フランボイダル:1粒の径は約1μm)の堆積性pyriteが形成される(Berner, 1982; 1984; Berner and Raiswell, 1984; 三瓶ほか, 1992など)。



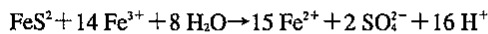
①の硫酸イオンは海水よりもたらされる。淡水には通常ほとんど含まれていないので、淡水湖沼の場合には堆積性pyriteは極めて稀である。この反応は、中海ではほとんどが堆積物表層10cm内で起っている(三瓶ほか, 1992)。

(2) 干陸による湖底泥の酸化と作物への影響

このような還元的な汽水湖底泥を干しあげると酸化による泥質変化が大きい。特にpyriteの酸化による硫酸の形成で酸性土壌化が著しく進む。これが作物を枯死させる原因となる。以下は、酸性土壌化のプロセスである。



pyriteの酸化過程は次のように表される。



ここで生成された硫酸イオンの一部は酸化面において粘土鉱物Jarositeを形成する(ジャローサイト: $3\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{SO}_4^{2-} +$

$\text{K}^+ \rightarrow \text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$)。概観は表面に黄色の粉がふいたような様相で、俗称キャットクレイとも呼ばれている。pyriteの酸化速度は、pHが3以下になると急に大きくなることが知られている。このことは、「干拓地の稲作では、初年度には被害がまったくなく、次年度から始まる事実(数年間続く; 村上, 1986)」の要因と思われる。畑作では、稲作よりも早くから被害が表れる。酸性土壌化の中和には、炭酸カルシウムに消石灰を混ぜて用いられることが多いようである。消石灰だけだとアルカリになりすぎて逆に被害がでるためである。

[資料] 村上(1986), 三瓶ほか(1992)

Stop 10 田和山遺跡

弥生時代の遺跡で、松江市民病院の移転予定地とされて発掘調査が進められたが、三重の環壕とそこから戦闘に使われる未使用の礫などが多数発見された。礫は近くの川床からのものである。古代国庁のあった大庭から西2kmにあり、出雲と西日本各地の青銅器を考える上で要衝の地に位置している。これまでに知られていない祭祀を行った独特の遺跡であることが判明し、文化庁は国史跡指定に値する貴重な遺跡との見解を出し、市民レベルでも保存への運動が進んでいるが、松江市は取り壊しての記録保存の方針をとり、その後部分保存の方針に転じ、現在に至っている。

Stop 11 神庭荒神谷遺跡

1984年に銅剣358本が、1985年に銅矛16本、銅鐸6個が発見された。発見された銅剣の数は、これ以前に日本で発見されていた銅剣の総数を上回る数であった。銅剣、銅矛、銅鐸の出土地には現在レプリカが置かれ、出土状況が判るようにされている。

Stop 12 加茂岩倉遺跡

1996年に銅鐸39個が発見された。1ヶ所でまとまって発見された数としては日本では最多の例である。また、同じ鋳型からつくられた「同範銅鐸」が西日本各地で出土していることも明らかになっている。

文 献

アーバンクボタ 32, 特集=海跡湖, 1993, 64 p.
 秋田県, 1990, 八郎潟堤防災害復旧助成事業工事誌, 398 p.
 Berner, R.A., 1970, Sedimentary pyrite formation. Am. Jour. Sci. 268, 1-23.
 Berner, R.A., 1984, Sedimentary pyrite formation: An up-date. Geochim. Cosmohim. Acta 48, 605-615.
 Berner, R.A. and Raiswell, R., 1984, C/S method for distinguishing freshwater from marine sedimentary rocks. Geology 12, 365-368.
 中国電力株式会社, 1998, 鳥根原子力発電所3号機増設に伴う宍道断層周辺活断層調査報告書, 25 p. 及び図表
 中国四国農政局, 1999, 第2回本庄工区検討委員会, 資料4, 農業利用に係わる技術的事項の調査結果(地下水対策編), 53 p.
 鹿野和彦・山内靖喜・高安克巳・松浦浩久・豊 遥秋, 1994, 松江地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 126 p.
 鹿野和彦・吉田史郎, 1985, 境港地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 57 p.
 建設省計画局・鳥取県・鳥根県, 1967, 中海臨海地帯の地盤. 都市

- 地盤調査報告書, 15 巻, 142 p.
- 松尾 寿, 1978, 菅田ヶ丘古墳主体部の移築保存について. 島根大学山陰文化研究紀要, 18, 1-16.
- 三梨 昂・徳岡隆夫, 1988 編, 中海・宍道湖, 地形・底質・自然史アトラス. 島根大学山陰地域研究総合センター, 115 p.
- 村上英行, 1986, 干拓地, アーバンクボタ, 25, 12-21.
- Morris, P, Miyake, Y., Furuyama, K. and Puelles, P., 1999, Chronology and petrology of the Daikonjima basalt, Nakaumi Lagoon, eastern Shimane Prefecture, Japan. *J. Min. Petr. Econ.Geol.*, 94, 442-452.
- 中村唯史・徳岡隆夫・大西郁夫・三瓶良和・高安克巳・竹広文明・会下和宏・西尾克巳・渡辺克巳, 1996, 島根県東部の完新世環境変遷と低湿地遺跡. *汽水域研究*, 3, 口絵 I~VIII, 9-11.
- 中海干拓堤防施工管理研究委員会, 1992, 中海干拓堤防施工管理研究委員会報告書, 農業土木学会, 193 p.
- 西山省三・三浦 清, 1963, 島根県地質図, 同説明書, 23 p.
- 貞方 昇, 1996, 中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌. 溪水社, 309 p.
- 三瓶良和・高須晃・鈴木徳行・徳岡隆夫, 1992, X線マイクロアナライザーによる中海湖底柱状堆積物における C, S, Fe の垂直分布 - EPMA 元素カラーマッピングによる検討 - 山陰地域研究 (自然環境), 8, 11-20.
- 重松信治, 1997, 弓ヶ浜砂州の地下構造と地下水, 島根大学卒業論文.
- 島根大学埋蔵文化財調査センター, 1997~1999, 島根大学構内遺跡調査報告書, 1~5 冊.
- 島根県教育委員会, 1995, 朝酌川中小河川改修の伴う埋蔵文化財発掘調査報告書「原の前遺跡」, 198 p.
- 島根の自然編集委員会, 1998, 島根の自然をたずねて, 日曜の地学 25, 築地書館, 236 p.
- 宍道湖中海淡水湖化に伴う水管理及び生態変化に関する研究委員会, 1983, 宍道湖・中海淡水湖化に関連する水理水質及び生態の挙動について (中間報告). 農業土木学会, 642 p.
- 徳岡隆夫, 2000, 中海・宍道湖の湖底下の層序と構造. 日本地質学会第 107 年年会講演要旨.
- 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.
- 徳岡隆夫・高安克巳, 1992 編, 中海北部 (本庄工区) アトラス. 島根大学山陰地域研究総合センター, 92 p.
- Tokuoka, T., Takayasu, K., Kunii, H., Takehiro, F. and Sampei, Y., 1998, Improving lagoonal environments for future generations - A case study of Lakes Nakaumi and Shinji, Japan -, I~X.
- 徳岡隆夫・山内靖喜・三瓶良和・宮田雄一郎, 1994, マッドランブー中海, 飯梨川河口. 島根大学汽水域研究センター特別報告, 1 号, 130 p.
- 豊原義一, 1936, 海岸地下水の研究 (鳥取県弓浜部に於ける調査実験). *地学雑誌*, 48, 569, 309-331.
- 山本荘毅, 1959, 海岸地下水とくに砂洲の地下水について. *地理学評論*, 32, 13-28.