

4. 鳴門海峡周辺の地形・地質

1) 鳴門海峡の地形・地質からみた成因と現在

(1) 日本の地質と日本列島の地体構造

日本の地質・日本列島の地体構造は、大きく西南日本弧と東北日本弧に分けられ、いずれも付加体を中心として構成される。西南日本弧は内帯、外帯に分けられ、鳴門海峡付近は内帯の領家帯に位置し、南側の中央構造線に区切られて、それより南側が外帯となる。

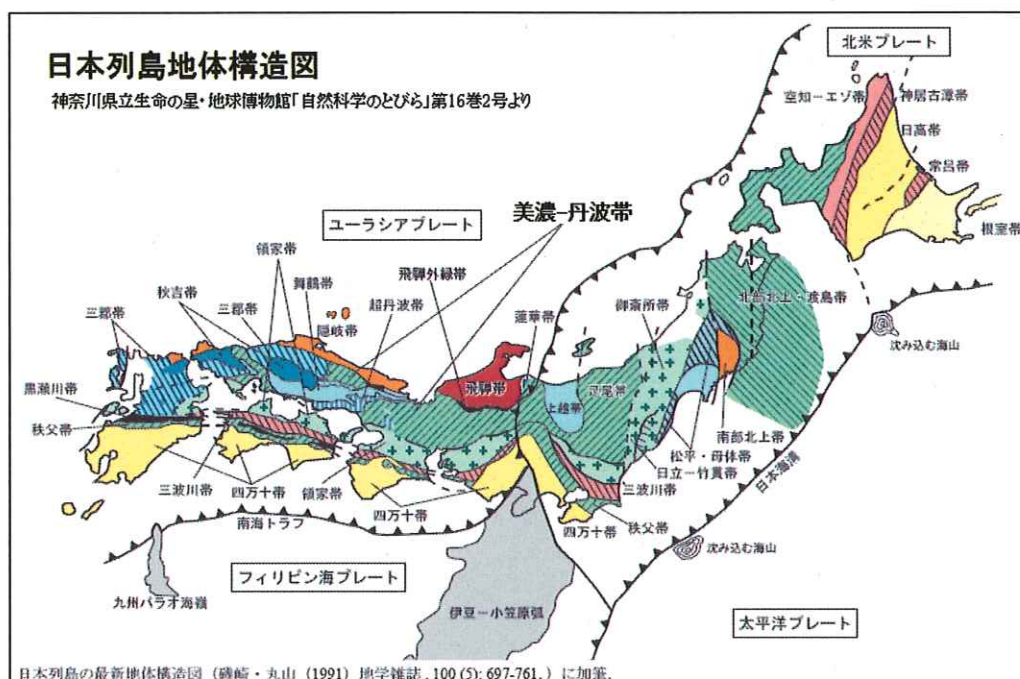


図-14 日本列島地体構造図

白亜紀は、イザナギプレートが低角度でアジア大陸に沈み込んでいたため、沿岸部は引きずられて、横ずれ断層が活動していた。白亜紀末にできた横ずれ堆積盆地（プルアパート型堆積盆地）が和泉層群の堆積盆地である。

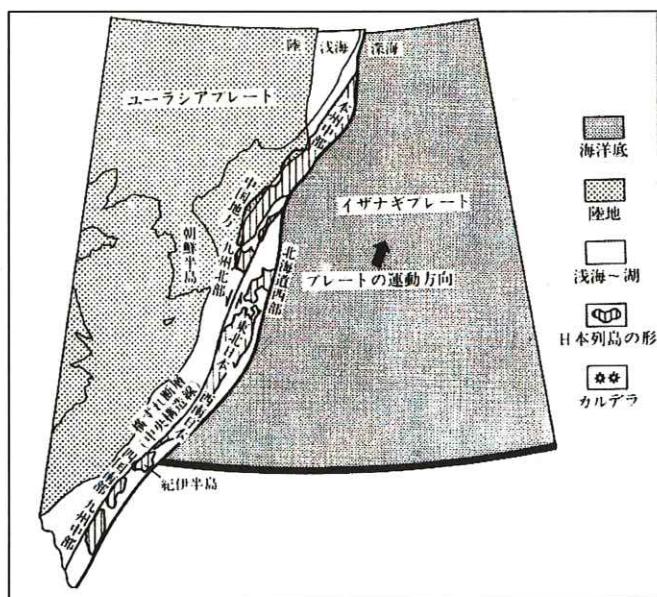


図-15 白亜紀（1億3千万年前）の横ずれ運動（外帯と内帯が横ずれして重なっていく）

(2) 地質

鳴門海峡付近は和泉層群とよばれる白亜紀末に堆積した主に海成層より構成される。白亜紀末のアンモナイトであるプラビトセラスやディディモセラス、また、エビ、魚など海の生物の化石が産出する。さらに海生大型爬虫類であるモササウルスの断片的な化石が淡路島南部で稀に産出する。特にプラビトセラスは世界的にみて、最も多く産出するのは淡路島である。

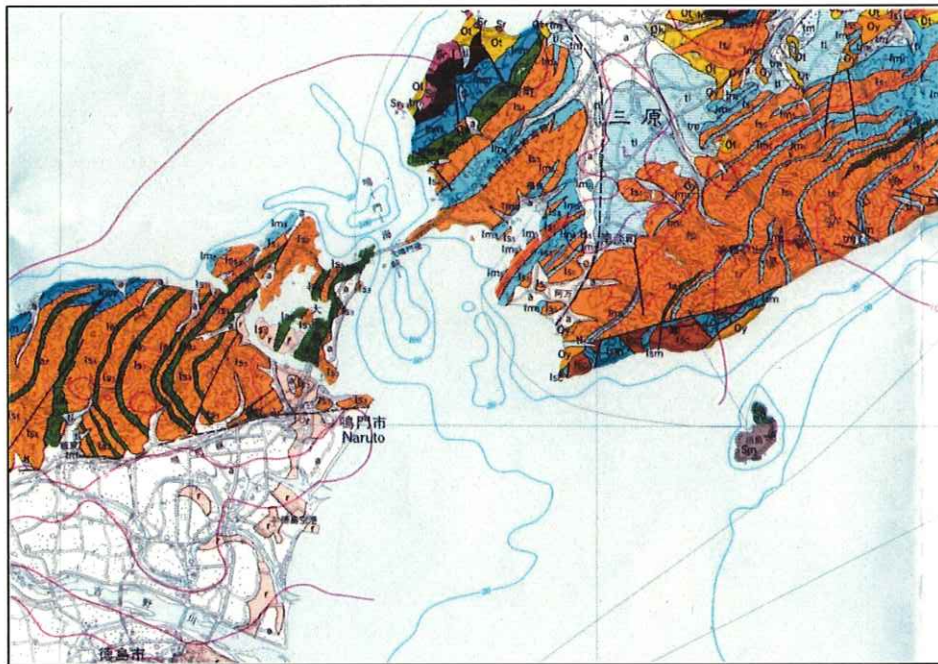


図-16 鳴門海峡付近地質図

和泉層群は東アジアに対して低角度で沈み込みをするイザナギプレートに引きずられて、横ずれ断層が活動することによりできたプルアパート型の堆積盆地に堆積したと考えられている。砂岩・泥岩の繰り返しからなるタービダイトなどの重力流起源の堆積物から構成される。

図-16における色分けはオレンジが砂岩優勢部分、緑が砂岩泥岩均等、薄いブルーが泥岩優勢部分である。

砂岩は硬く、泥岩は風化しやすいことから差別的に泥岩が浸食され、地層の傾斜が緩やかである場合は、特に砂岩が優勢な部分が残丘化してテラスを形成し、ケスタ地形をなす。

鳴門側の海岸は、特に砂岩が優勢な部分が浸食に抗して残存し、地層の走向に沿った海岸線をつくっている。淡路側の和泉層群は鳴門海峡に対して走向がほぼ直交しており、砂岩優勢部分が海側に突出し、泥岩優勢部分が浸食されて谷地形をなしている。砂岩優勢部分が残丘として残り、海峡を閉鎖するように伸びている。

鳴門、淡路両側の地質構造が異なることから、地質構造の境界が海峡部に存在すると考えられる。

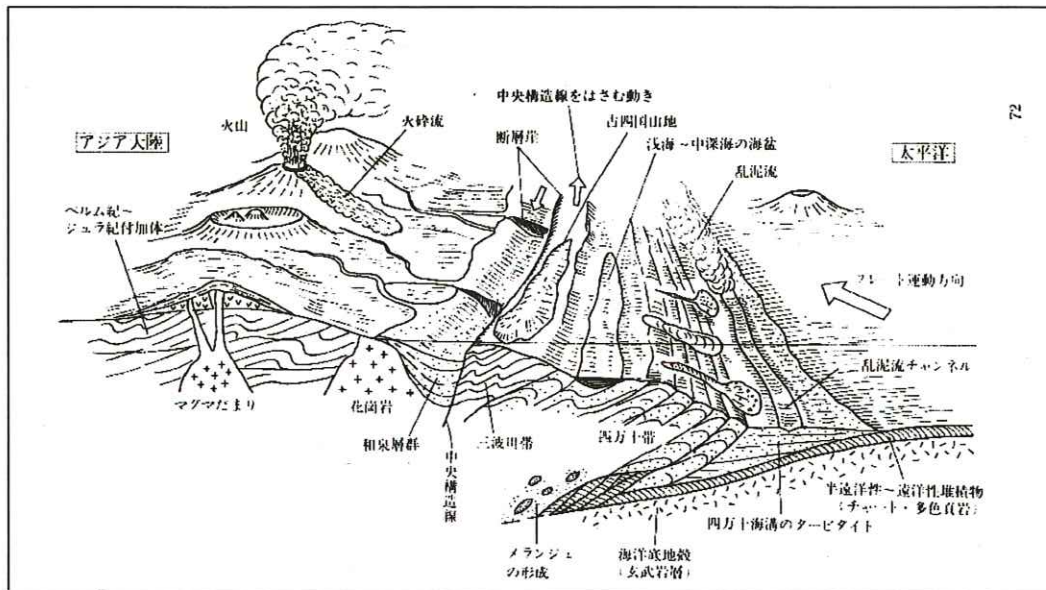


図-17 日本列島の地層構造

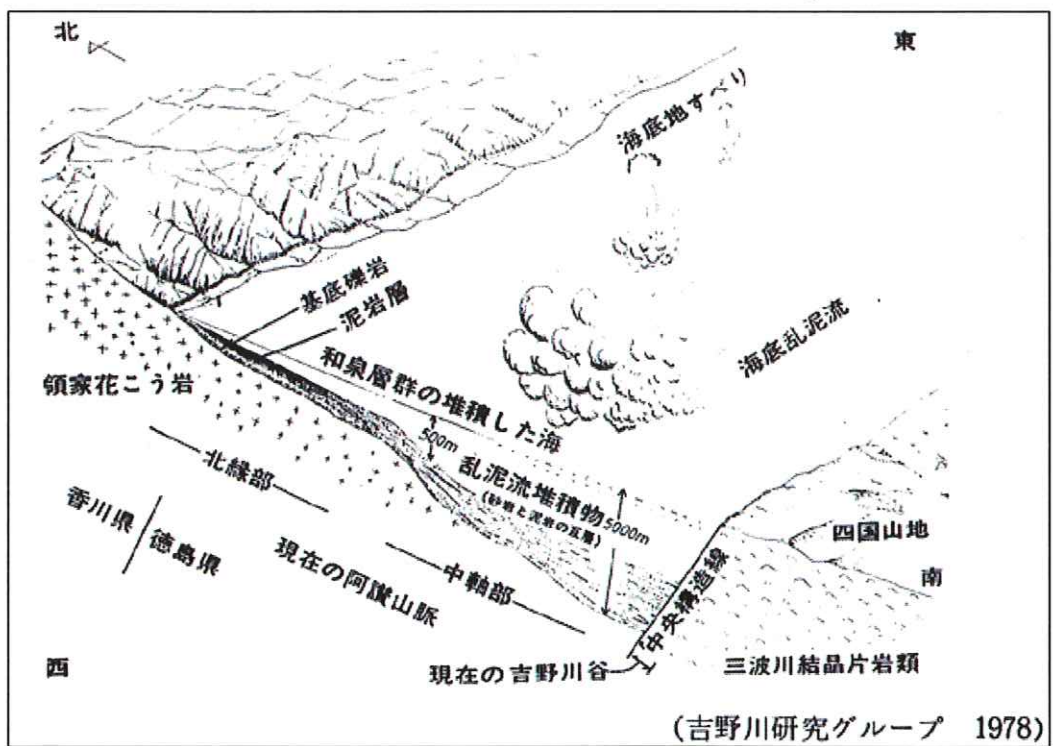


図-18 和泉層群が堆積したときの古地図 (中生代白亜紀、約7千万年前)

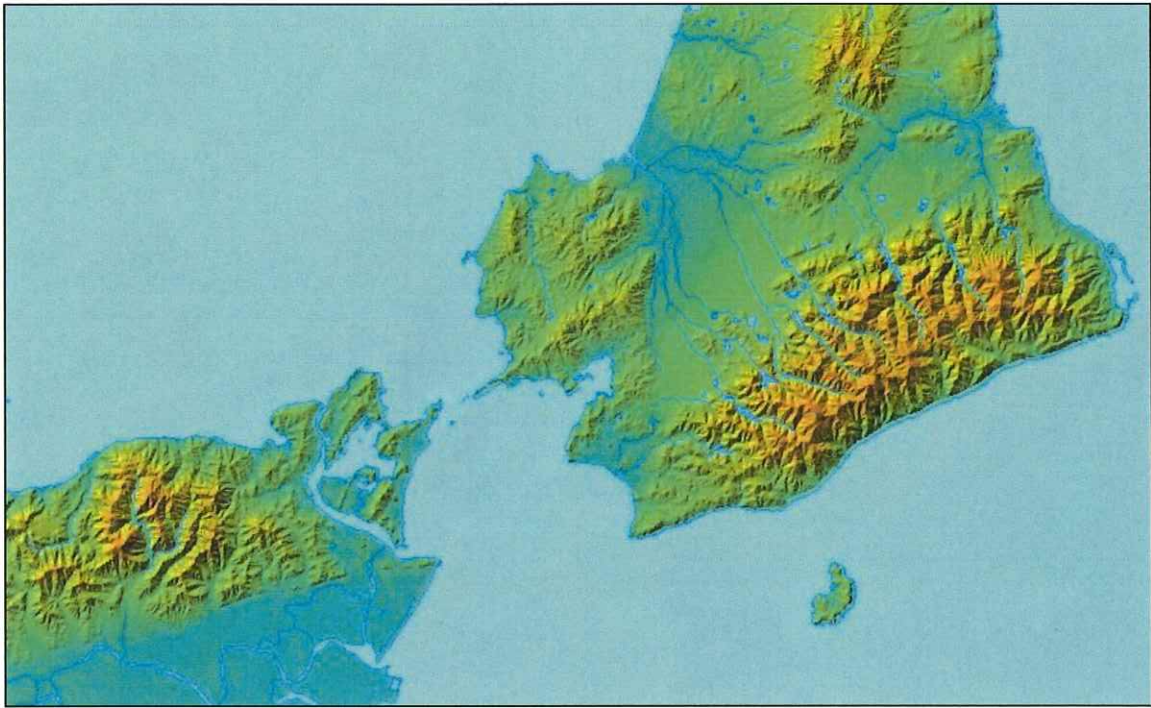


図-19 鳴門海峡付近の色別標高図

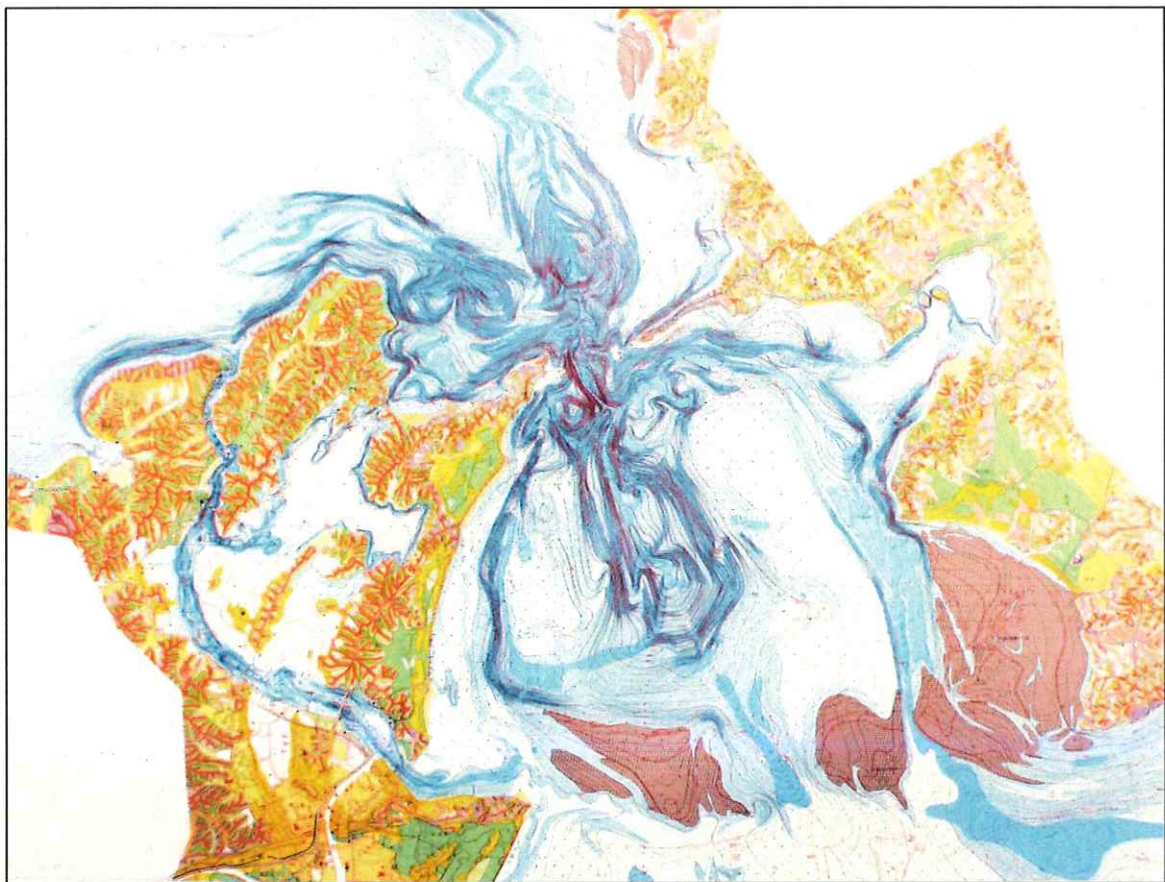
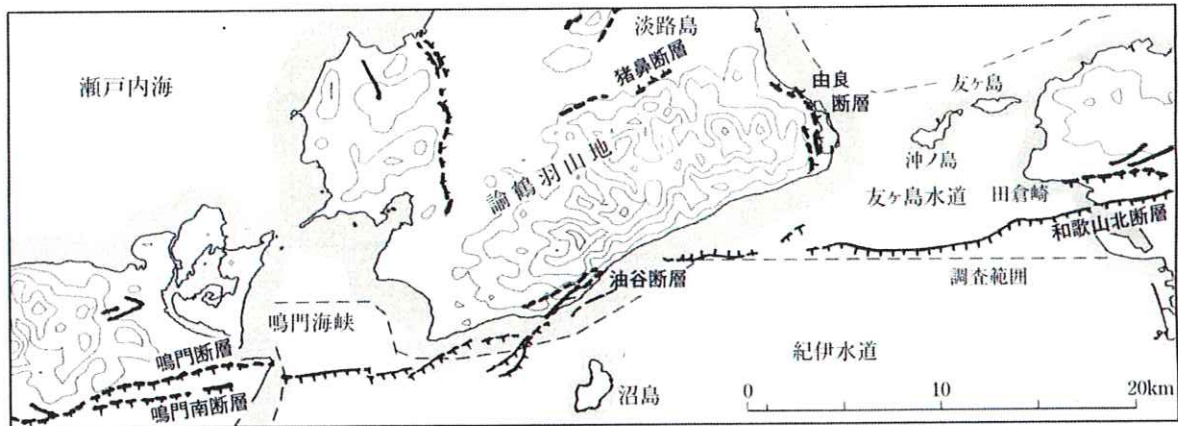


図-20 鳴門海峡周辺の地質構造

(3) 沈降傾向の鳴門海峡

標高を色で識別した色別標高図で鳴門海峡付近をみると、鳴門側はリアス式海岸であり沈降傾向が顕著である。一方、淡路島側の海岸もリアス式海岸であり、沈降傾向であるとみられる。三原平野と鳴門海峡との間に山塊があるが、三原平野との境界に活断層が知られており、この断層（逆断層）が動く事により隆起していると考えられ、引きの場となる鳴門海峡が沈降傾向にある可能性がある。



論鶴羽山地・紀伊水道付近の中央構造線活断層系と周辺の活断層 [岡田・東郷編, 2000] * 等高線は 100 m 間隔の接峰面。海域の破線と海岸線の間は未調査。実線は活断層、破線は推定活断層。

図-21 南淡路島付近の主な活断層

(4) 瀬戸内海、紀伊水道の形成

約500万年～300万年前は西日本の沖合のフィリピン海プレートは北方向に向かって沈み込んでいたが、約300万年前から北西方向へと沈み込みの方向が変化し、右横ずれ運動が始まり、現在の中央構造線が活動を始める。これにより瀬戸内海のような隆起沈降が交互に起こる地形の形成が始まる。この構造運動が瀬戸内海、鳴門海峡形成に大きな役割を果たす。

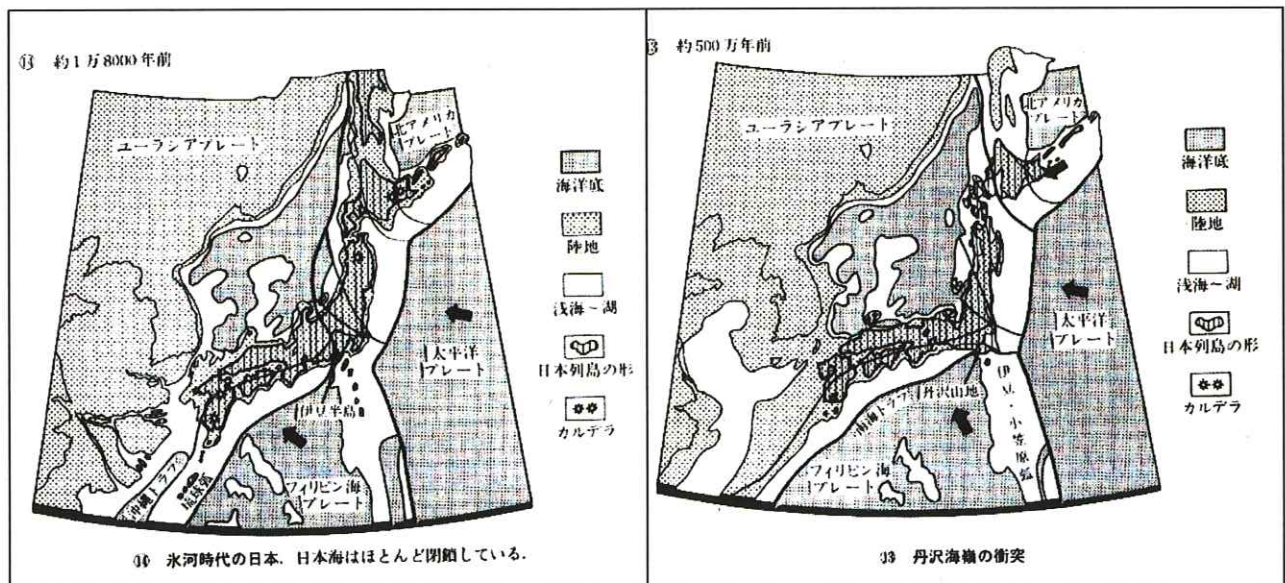


図-22 日本周辺のプレートの動き

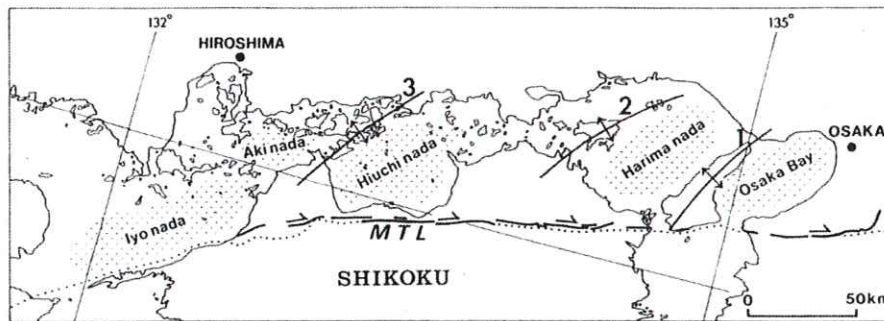


Fig. 2 Major landforms of Setonaikai (the Seto Inland Sea).

1: Awajishima ridge, 2: Shodoshima-Iejima Islands ridge, 3: Oshima-In'noshima ridge.

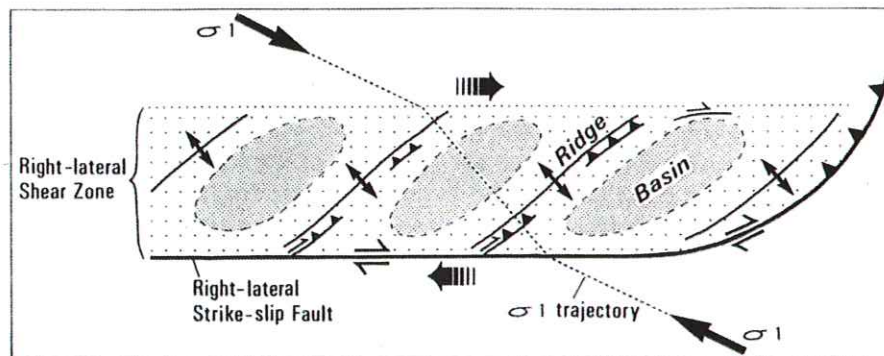


Fig. 3 A schematic formation model of right-lateral en echelon basins and ridges along a major right-lateral strike-slip fault. Modified after Tsukuda (1990).

図-23 瀬戸内海の形成

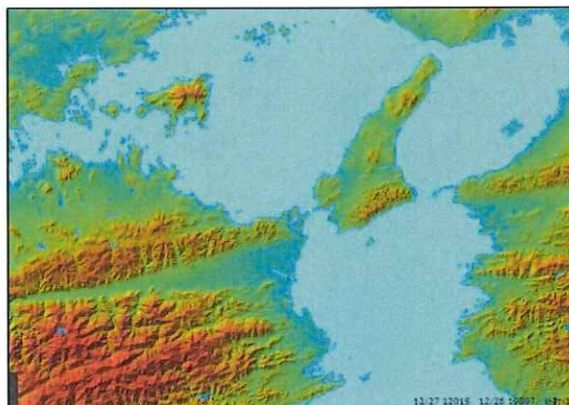
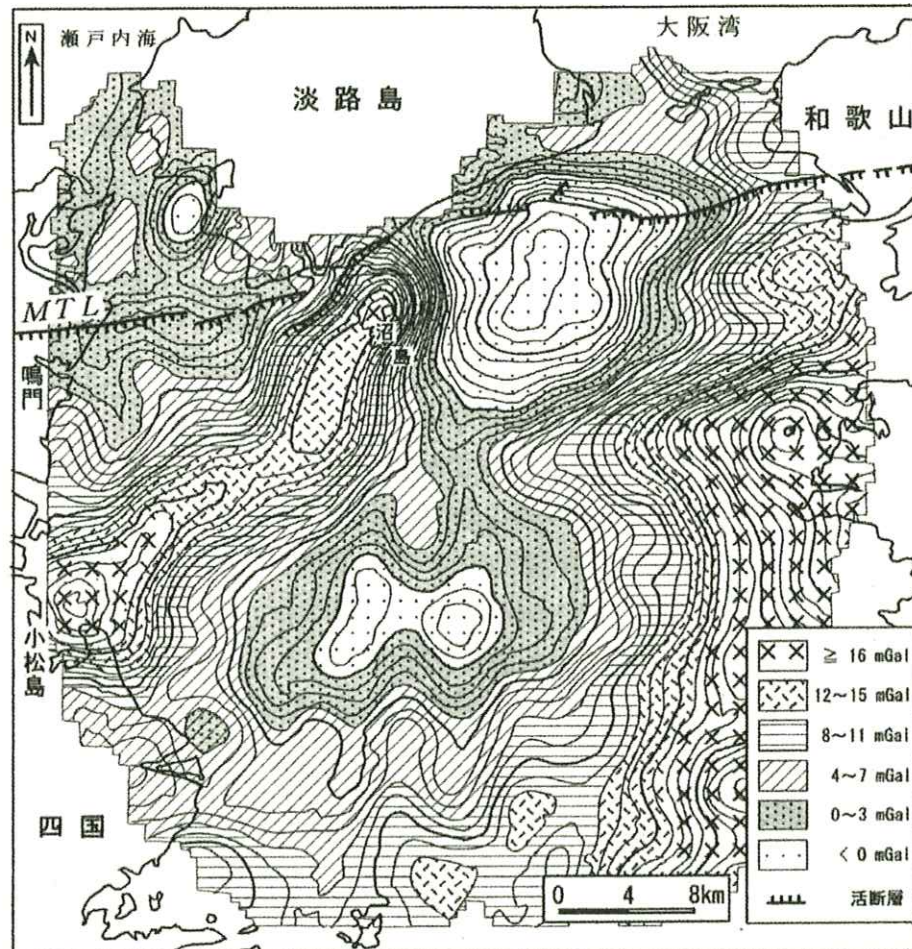


図-24 淡路島周辺地形図

瀬戸内海では淡路島が隆起しているが、中央構造線の南は紀伊水道であり、沈降している。これは中央構造線の動きが影響しており、中央構造線を境に傾向が異なる。紀伊水道の様子は重力異常調査において確認されており、沈降して、堆積盆地が形成されている。

ると考えられる。一方で、淡路島南方にある孤島である沼島は、中央構造線以南の外帯の三波川帯の変成岩から構成される。図-25でみると、沼島から四国の徳島県小松島市にかけて、地下に隆起傾向のある基盤がみられ、瀬戸内同様に外帯にも隆起沈降の繰り返しがあるとみられる。中央構造線の活動が隆起沈降の繰り返しのリズムに変化を与え、ずれる事により、鳴門海峡が海につながった可能性がある。



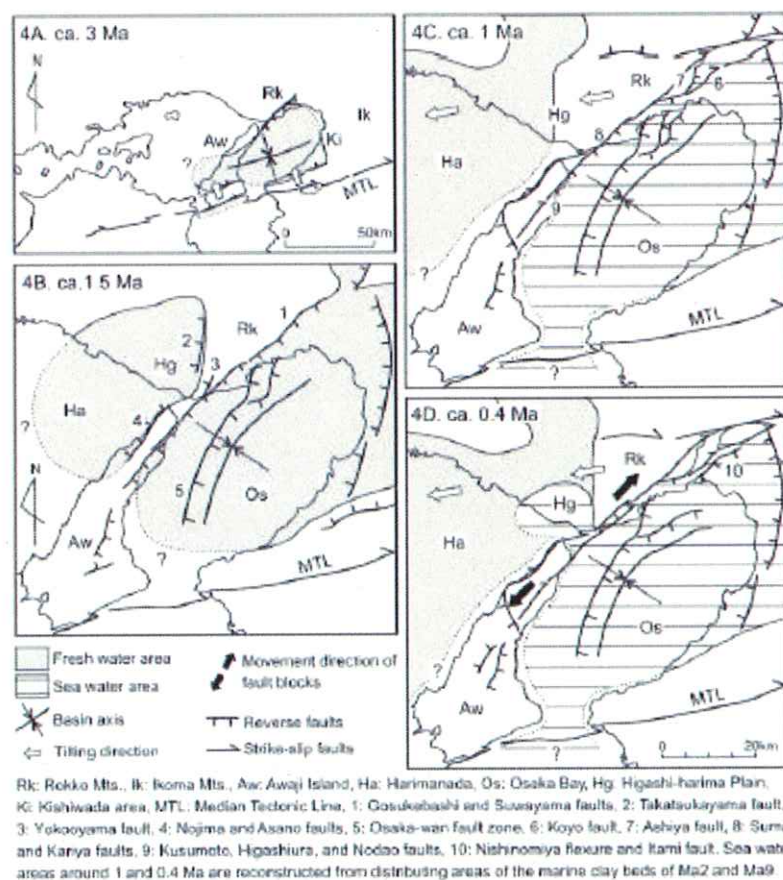
淡路島南方海域（紀淡海峡）のブーゲー重力異常図（佃，1997 を一部修正）
 空中重力データは飛行船（スカイシップ 600）と重力計（S-88）を使用，3.0 km のフィルター，仮定密度を 2.67 g/cm^3 ，グリッド間隔を 500 m として図示。

図-25 紀伊水道の重力異常調査図

(5) 鳴門海峡の成立

鳴門海峡が成立した時期については不明な点が多い。少なくとも、最終氷期以後に海水面が130m上昇して現在の海面高となる経過をみると、縄文海進の最高潮位よりやや前の段階で形成されたとみられる。縄文海進以前は、最終氷期には陸化していたとみられる。鳴門海峡の播磨灘側から海生貝類やナウマン象の化石が産出する。

鳴門海峡の成立には紀伊水道の沈降と播磨灘の成立が欠かせない。紀伊水道は大阪湾に海水が入り始める100万年前には成立した可能性が高い。一方で、播磨灘は150万年前には淡水域が広がるようになったようであるが、海水は明石海峡側から約40万年前に入り始める。淡路島の播磨灘側の海成段丘が20万年前のものとみられることから、約20万年前には播磨灘が海として成立したとみられる。また、明石海峡付近の大阪層群の調査で、30万年くらい前から貝形虫化石の組成が外洋水の影響を受ける組成に変化する事から、30万年前には播磨灘の海水が入り、かつ、外洋との連絡が強くなった、つまり、鳴門海峡が成立した可能性がある。



約3Ma, 1.5Ma, 1Ma, および0.4Maにおける大阪湾積盆地と播磨灘積盆地の古地理変化
おもに岡田(1980), 水野(1992), 杉山(1992)に、市原(1993)の大阪層群およびその相当層の資料を考慮
して作成した。中央構造線断層帯(MTL)は約3.5Ma以降、右横ずれ断層運動を継続しているとした。

図-26 紀伊水道と播磨灘

(6) 鳴門海峡の現状地形

鳴門海峡の音探調査によると砂岩とみられる障壁が海峡に突出しており（淡路島側から伸びる）、これが原因となって、双子型海釜と呼ばれる海底地形を形成しているとみられる。海釜は播磨灘側で2つに枝分かれしている。海流のせいか、もしくは最終氷期の旧河道が原因かは今後明らかにされるべきであろう。また、現在の海釜の下に過去海釜状の反射面がみとれる。最終間氷期に活動した海釜である可能性もあるが詳細は不明である。

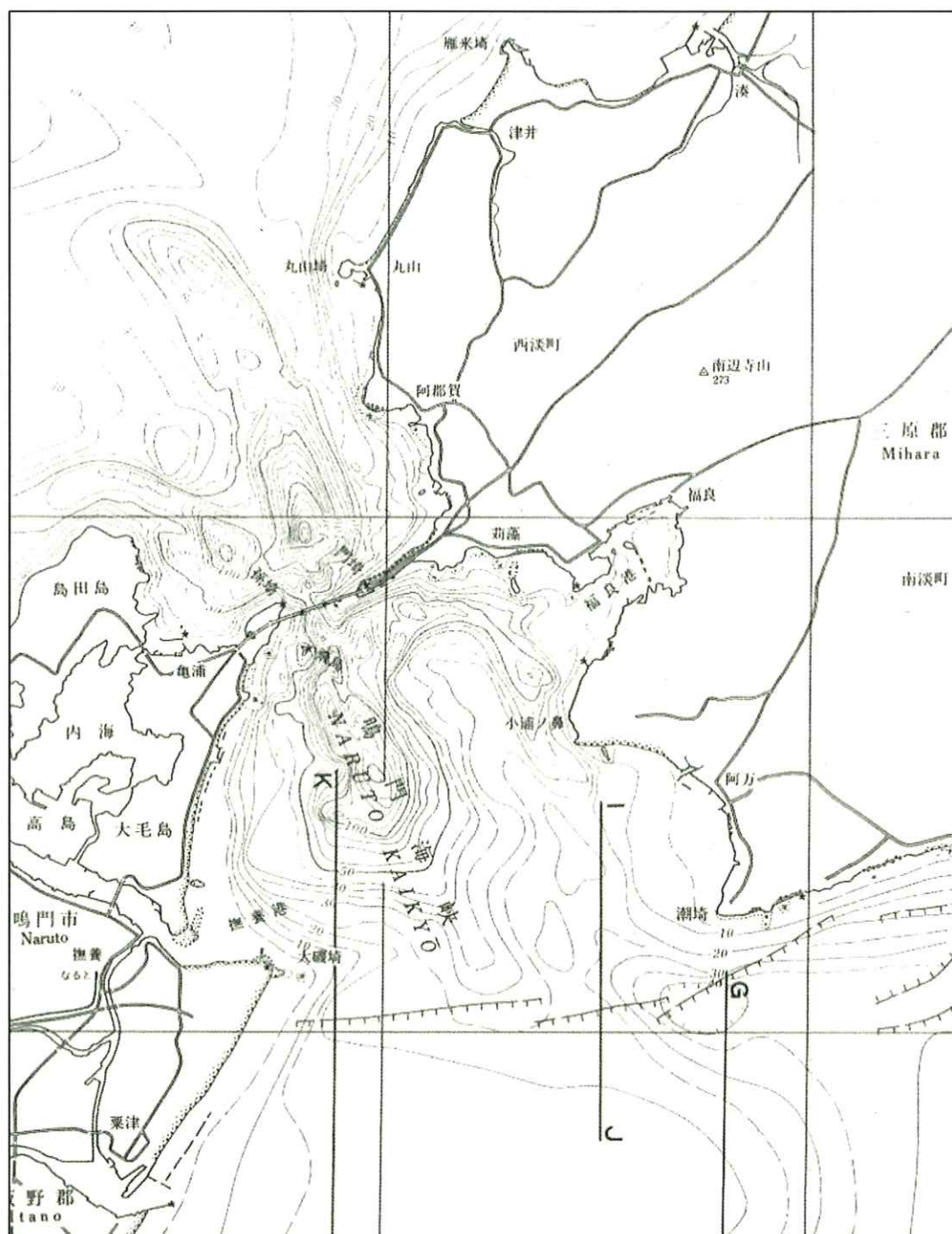


図-27 海底地質構造図

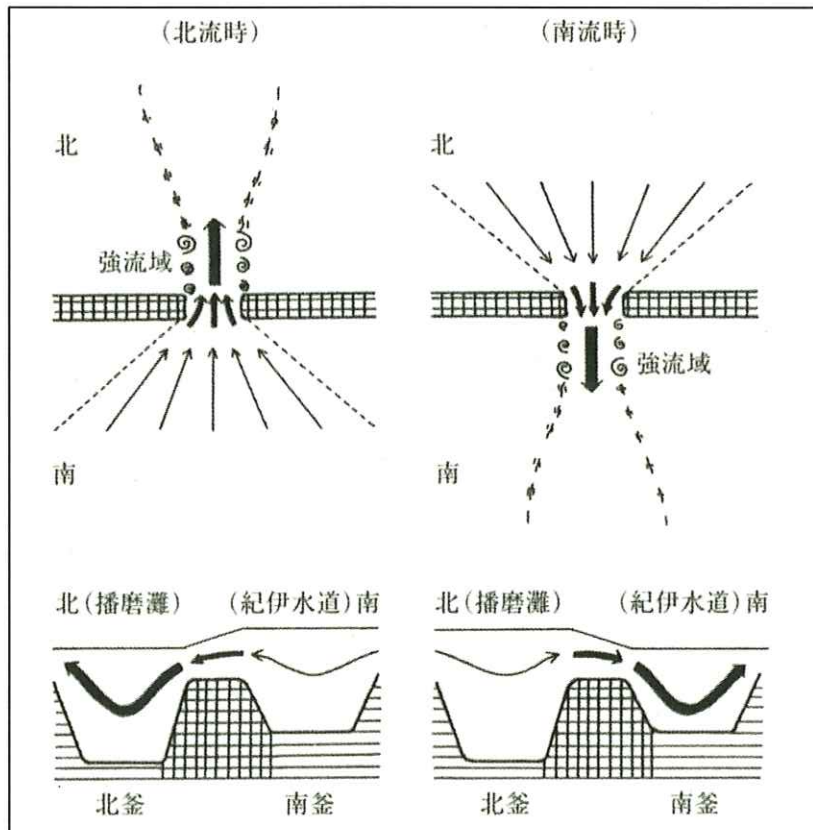


図-28 鳴門海峡の双子型海釜の形成モデル（八島、1994）

（7）鳴門海峡の近過去、近未来

鳴門海峡南側の海底には、海進に伴う浸食により島が平坦化されたとみられる面が数カ所みられる。これは、縄文海進後期に形成されたものであるとみられる（図-20の赤い斜線の部分）。おそらく、縄文海進最高潮位時期よりやや以前に鳴門海峡が成立したと考えられるが、その段階での鳴門海峡は紀伊水道との間に島群によって閉鎖され、内湾的な海が広がっていた可能性があり、現在のような速い潮流が存在していなかったことも考えられる。従って、現在のような潮流の速い鳴門海峡の成立は縄文海進以後の可能性がある。

また、近い未来の鳴門海峡における想定される変化を挙げておきたい。これまで述べた様に、活構造の変動に伴う変化が現在と変わらない傾向であれば、鳴門側が大規模に沈降して海峡が広がる以外は大きな変化は無いとみられる。また、これには非常に長い時間がかかるであろう。温暖化に伴う海水準変動が懸念されているが、数十mの海面上昇がおこれば、海峡部が広がり、波浪による浸食により、鳴門側と淡路島側から伸びる砂岩残丘が浸食され、海峡が広がることが予想される。一方で温暖化が無くなれば、寒冷化傾向となるので、海水準の低下が起こり数万年～10万年の間に陸化、湖沼化し、鳴門海峡は消滅するとみられる。しかし、現在のように局地的に残丘が閉鎖する地形が残される限り、次の海進期に再度潮流の速い海峡が成立することもあると考えられる。

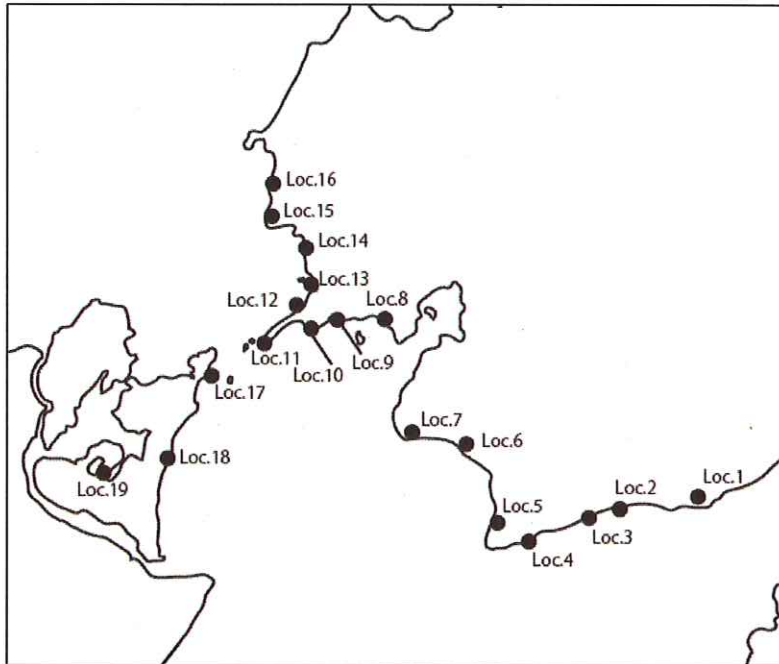
地殻の構造運動、海水準変動などの相互作用により、現在とは大きく景観を変える可能性があるといえる。

2) 鳴門海峡周辺の地層および化石

○鳴門海峡周辺露頭の現状

鳴門海峡周辺の露頭した地層および化石の現状と活用可能性を把握することを目的として、平成27年9月から28年3月にかけて、鳴門海峡周辺の海岸線において図-29

に示す19の地点にて調査を実施した。



- Loc.1 灘油谷
- Loc.2 灘大野
- Loc.3 灘地野
- Loc.4 灘仁頃
- Loc.5 潮崎
- Loc.6 吹上浜東
- Loc.7 吹上浜
- Loc.8 刈藻海岸
- Loc.9 鳴門大橋南1
- Loc.10 鳴門大橋南2
- Loc.11 鳴門岬
- Loc.12 鳴門岬 北側
- Loc.13 伊毘
- Loc.14 阿那賀～伊毘
- Loc.15 鑑崎
- Loc.16 阿那賀
- Loc.17 鳴門側橋北大毛島
- Loc.18 鳴門大谷カキ化石
- Loc.19 鳴門市鳴門町の入り江

図-29 鳴門海峡周辺の地層および化石の調査地点

■Loc.1 灘油谷（大阪層群灘累層）

大阪層群灘累層を構成する網状河川堆積物であり、扇状地を構成した地層であるとみられる。北に急傾斜しており、中央構造線の活動により隆起帯が形成され、沼島とともに隆起したと考えられる（岡田篤正京大名誉教授私信）。三波川帯の結晶片岩礫、秩父帯のチャート礫等が多数見られ、四国山地の隆起の伴う堆積物の可能性がある。



写真-7 大阪層群灘累層露頭
(沼島行フェリー乗り場付近)



写真-8 大阪層群灘累層露頭
(啓林館の地学教科書に使用)

■Loc.2 灘大野（和泉層群下灘層）

和泉層群下灘層が分布し、泥岩層が崩壊を繰り返す。崩壊した泥岩が波に洗われ、アンモナイトや海生爬虫類化石などを含むノジュールが稀に採集される。淡路島の主要化石産地であるが、転石として化石が採集されるのみであり、現地で観察することは困難である。

※画像なし

■Loc.3 灘地野（和泉層群下灘層）

和泉層群下灘層が分布し、泥岩層が崩壊を繰り返す。主要露頭では大規模な泥岩層が露出している。崩壊した泥岩が波に洗われ、アンモナイトや海生爬虫類化石などを含むノジュールが稀に採集される。



写真-9 地野の主要露頭



写真-10 泥岩層に断層で接する砂岩層ユニット



写真-11 主要露頭東方の砂岩ユニット



写真-12 砂岩ユニット中の貝類化石密集層



写真-13 主要露頭西方の砂岩泥岩互層



写真-14 生痕化石のみられる薄い砂岩を挟むシルト岩

■Loc.4 灘仁頃（和泉層群下灘層）

仁頃港の東側は崩壊を繰り返す高い崖となっている。東へと泥岩優勢互層から砂岩、礫岩へと変化する。断層関係である可能性がある。仁頃港の西側は露頭が連続してみられる。シルト岩優勢ユニットと砂岩優勢ユニットが繰り返す。生痕化石が豊富であり、転石中から稀に貝化石を得る事ができる。

写真：灘仁頃港東側の風化した泥岩層。おそらく熱水により化学風化した泥岩とみられる。硫黄鉱物による膨張により崩壊が進む。



写真-15 灘仁頃港東側の風化した泥岩層



写真-16 灘仁頃港西側の海岸露頭



写真-17 層状砂岩層

■Loc.5 潮崎（大阪層群灘累層、和泉層群下灘層）

潮崎西側の海岸では、主に大阪層群灘累層がみられ、潮崎付近に和泉層群下灘層がみられる。北側には大阪層群灘累層を覆う最終氷期の段丘礫層がみられ、挟まれる泥炭から約2万年前に形成されたとされている。



写真-18 潮崎北方の最終氷期の段丘礫層

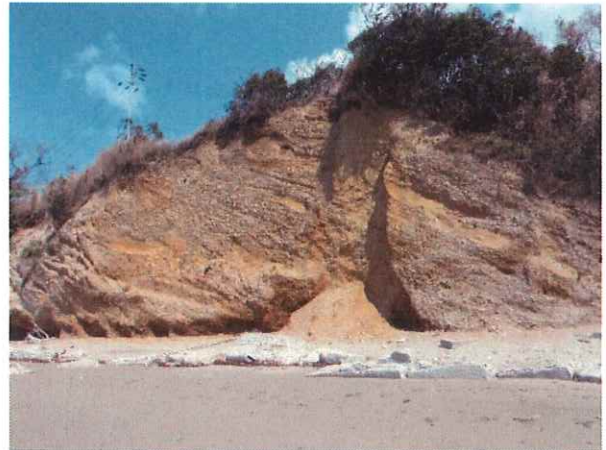


写真-19 潮崎北方の大阪層群露頭



写真-20 潮崎北方の大阪層群中の植物化石



写真-21 潮崎北方の大阪層群中の穿孔された溝

■Loc.6 吹上浜東（和泉層群北阿万層）

小さな露頭であるが、国立淡路青少年交流の家の近くで地層の観察ができるというメリットがあり、吹上浜の様々な漂着物をつかったビーチコーミングを通して海洋汚染や海洋生物についての理解を深めることのできる場として利用できる。



写真-22 国立淡路青少年交流の家南側の浜にある和泉層群北阿万層の露頭

■Loc.7 吹上浜（和泉層群北阿万層）

和泉層群北阿万層が露出しており、海底土石流、混濁流堆積物そして火山灰などの白亜紀の海成層から構成される。



写真-23 吹上浜西方の和泉層群露頭：砂岩優勢互層



写真-24 吹上浜西方の和泉層群露頭



写真-25 厚い火山灰層



写真-26 泥岩優勢互層と層状砂岩層の境界



写真-27 混濁流が海底を流れ下る時にできた流痕



写真-28 材化石

■Loc.8 刈藻海岸（和泉層群北阿万層）

広い浜が見られる海岸であり、夕暮れの大園島と砂岩優勢互層が夕日の染まるのは景観として美しい。和泉層群北阿万層が分布し、砂岩泥岩互層からなる。

刈藻海岸の和泉層群。砂岩泥岩互層よりなる。砂岩優勢。



写真-29 刈藻海岸の和泉層群



写真-30 砂岩優勢互層

■Loc.9 鳴門大橋南1（和泉層群北阿万層）

和泉層群の砂岩泥岩互層が発達する。地層の露出がよいが、海食崖が高く、道路も上を走るのて落下物の危険性がある。また礫浜なので移動が行い難い。稀にアンモナイト化石がみられるようであるが、非常に少ない。



写真-31 和泉層群の砂岩泥岩互層が発達する
大園島がみえる



写真-32 泥岩優勢互層 稀にアンモナイト
(パキディスカス) が産出する

■Loc.10 鳴門大橋南 2（和泉層群北阿万層）

和泉層群北阿万層の鳴門岬をつくり出した層状の厚砂岩ユニットを観察できる。



写真-33 鳴門海峡を望む



写真-34 砂岩優勢互層

■Loc.11 鳴門岬（和泉層群北阿万層）

鳴門岬先端部の公園内に和泉層群北阿万層が露出しており、観察する事ができる。露出範囲は狭いが、鳴門岬をつくる厚い砂岩ユニットである。

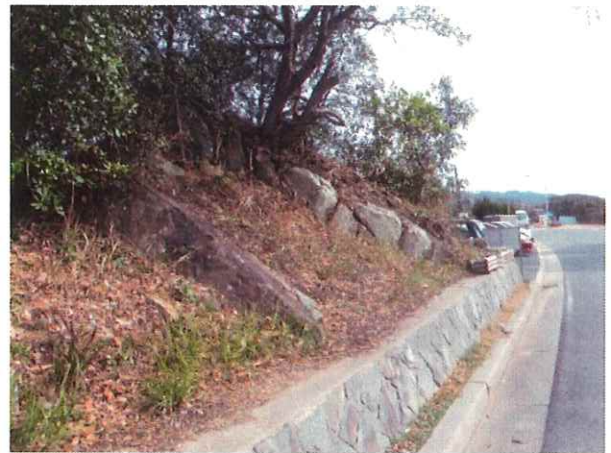


写真-35 鳴門岬に露出する砂岩優勢互層

■Loc.12 鳴門岬 北側（和泉層群阿那賀層）

和泉層群阿那賀層が分布し、泥岩優勢互層がみられる。軟らかい互層であるため浸食谷が多くみられ、谷埋めの堆積物の断面をみることができる。鳴門岬の成立には岬南側の厚い層状砂岩ユニットが大きな役割を果たしている。



写真-36 泥岩優勢互層



写真-37 砂岩優勢互層

■Loc.13 伊毘（和泉層群阿那賀層）

伊毘漁港北側には、和泉層群阿那賀層が見られる。砂岩優勢互層である。沖合の沖の島には砂岩優勢互層と砂岩泥岩互層がみられる。伊毘海水浴場の泥岩優勢部分ではかつてパキディスカス（アンモナイト）を多く産出したようである。

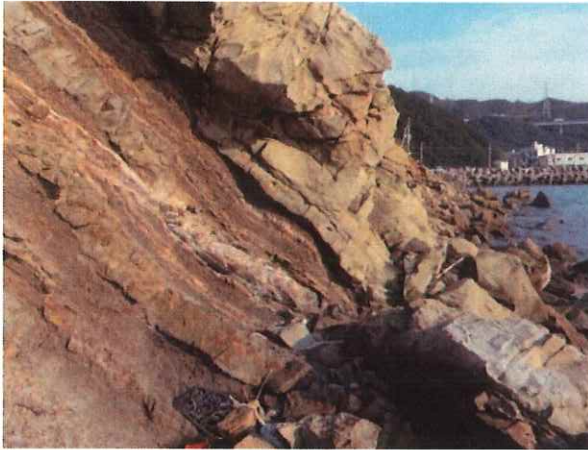


写真-38 伊毘北側の砂岩優勢互層



写真-39 伊毘海水浴場の泥岩優勢互層

■Loc.14 阿那賀～伊毘（和泉層群阿那賀層）

阿那賀～伊毘間の海岸に露出する和泉層群阿那賀層は、デブリと砂岩優勢互層といった粗粒ユニットと砂岩泥岩互層から泥岩優勢互層との繰り返しから構成される。伊毘近くは砂岩優勢互層となる。



写真-40 デブリと砂岩優勢互層



写真-41 砂岩泥岩互層



写真-42 スランプ（海底地滑り）

■Loc.15 鎧崎（和泉層群阿那賀層）

和泉層群阿那賀層が分布する。かつての海底面である層理面が広くみられる。



写真-43 鎧崎南側砂岩優勢互層



写真-44 鎧崎南側泥岩優勢互層



写真-45 鎧崎先端付近の砂岩優勢互層



写真-46 砂岩の節理面にみられる方解石脈石

■Loc.16 阿那賀（和泉層群西淡層）

淡路島の有名な化石産地であり、ディディモセラスが多くみつっている。化石はもともと非常に稀であり、海岸であることも考えれば保護は無理である。



写真-47 厚い砂岩層 混濁流堆積物であるとみられる



写真-48 泥岩優勢互層

■Loc.17 鳴門市側橋北大毛島（和泉層群）

大毛島北側には鳴門岬同様に厚い砂岩層による残丘地形が発達し、これが鳴門海峡の閉鎖に寄与している。その状況が詳しく観察することができる。



写真-49 鳴門大橋南側の厚い砂岩層ユニット



写真-50 泥岩優勢互層

■Loc.18 鳴門市大谷カキ化石（和泉層群）

露頭はほとんどないが、カキ化石があり、海底土石流により浅い海より流れ込んだ状態をみることができる。



写真-51 カキ化石の産出状況 海底土石流により浅所より運び込まれたものとみられる

■Loc.19 鳴門市鳴門町の入り江（和泉層群、現代貝塚）

地層の露出はよくないが、現代の真珠養殖跡をみることができる場である。



写真-52 鳴門町の入り江、砂岩泥岩互層



写真-53 が真珠養殖に伴うアコヤガイの貝塚

○調査のまとめ

今回調査を行った露頭19カ所は、16地点が南あわじ市、3地点が鳴門市である。調査地は鳴門海峡と関わる海岸地帯に設定した。海岸において露頭があり、陸上からアクセスが可能な場所を選定した。主に白亜紀後期の和泉層群であり、そのうち、2カ所が大阪層群となる。

今回の調査地の地質は和泉層群（17地点）、大阪層群（2地点）が主で、最終氷期の2万年前の段丘層、完新世の谷埋め土石流堆積物がそれぞれ1地点ずつ含まれる。

和泉層群は白亜紀後期に堆積した海成層である。主に海底土石流等が比較的深い海に堆積することで形成された。一部にみられる浅い海の堆積物からアンモナイトなどの化石がまれに産出する。当該地の和泉層群は、鳴門側と淡路島側で層序が異なる。淡路島側は西淡層、阿那賀層、北阿万層、下灘層の分布値で調査を行った。Loc.16が西淡層、Loc.12~Loc.15が阿那賀層、Loc.5~Loc.11が北阿万層、Loc.17~Loc.19が鳴門市側の和泉層群である。今回調査した鳴門市側の和泉層群は西淡層、阿那賀層にあたると思われるがより沖合の深い環境で堆積したとみられる。Loc.2~4が下灘層であり、白亜紀終末期マストリヒシアンの中頃の地層である。西淡層は泥岩を主体とし、ディディモセラス、プラビトセラスなどのアンモナイト化石が産出する。白亜紀後期カンパニアン後期の地層で、やや深い沖合の堆積物であると考えられる。阿那賀層は主に重力流堆積物を中心として砂岩泥岩互層から構成される。化石は非常に稀である。北阿万層も主に重力流堆積物を中心として砂岩泥岩互層から構成される。化石は非常に稀である。泥岩優勢ユニットからパキディスカス（アンモナイト）が稀に産出する。白亜紀後期マストリヒシアン前期の地層であると考えられる。下灘層は北阿万層に断層で接する白亜紀終末期マストリヒシアンの中頃の地層である。淡路島の和泉層群の中では比較的浅い環境で堆積した臨海扇状地の沖合の堆積物であると考えられる。淡路島を含めた和泉層群の分布地の中では際立って化石を産出するが、他地域と比べると化石は稀であり、必ず採集できる訳ではなく、また、現地での観察も難しい場合が多い。

大阪層群は灘累層の分布地を調査した。Loc.1とLoc.5である。灘累層を構成するのは網状河川堆積物であり、扇状地を構成した地層であると考えられる。北に急傾斜しており、中央構造線の活動により隆起帯が形成され、沼島とともに隆起したと考えられる（岡田篤正京大名誉教授私信）。三波川帯の結晶片岩礫、秩父帯のチャート礫等が多数見られ、四国山地の隆起に伴う堆積物の可能性がある。結晶片岩礫やチャート礫等は赤、ピンク、緑などのカラフルな礫であり、小石集めや四国山地の形成と絡めた学習に最適であろう。また、地下水が見られる部分のみ植物化石が残存している。主に材化石であるが稀に針葉樹の球果がみられる。

更新世後期の露頭としては、Loc.5の北側に和泉層群を覆う段丘堆積物が存在し、挟まれる泥炭の炭素14年代測定から2万年前に形成された最終氷期の堆積物であると考えられる。淡路島で最終氷期の堆積物が観察できる重要な露頭である。

完新世の露頭としては、Loc.12において、阿那賀層の泥岩優勢部分が浸食されて谷を形成しており、完新世の土石流堆積物の断面を詳しく観察することができる。地形とそ

れに伴う堆積物をセットで観察でき、防災上重要となる土石流堆積物を実際にみて学ぶ事ができ、防災学習の上で利用であると考ええる。

Loc.7 吹上浜は漂着物も多く、海浜を構成する砂質の変化と打ち上がる貝類の関係が興味深い。海洋学習の場として最適であろう。Loc.17 大毛浜も小型の貝類の打ち上げが多い。

Loc.19 鳴門市鳴門町の入り江では、現代の真珠養殖跡をみることができる場である。入り江でかつて行われた真珠養殖に伴うアコヤガイの貝塚がみられる。

地形としては、和泉層群北阿万層最下部の厚い砂岩層ユニットが残丘的に残存する事により鳴門岬や大毛島が形成され、鳴門海峡を閉鎖する様に突出し、海流の流速を速め、渦潮を発生させるために貢献しているとみられる。一方で、泥岩優勢部分は深く浸食され、浸食谷を形成し、溺れ谷化している。現在は水田となっているが、これらは近世以前、ラグーンであったとみられる。当時の景観を残す池がLoc.10にてみられる。淡路のかつての入り江の景観として重要であろう。

淡路島南部の中央構造線域では、中央構造線の断層活動により隆起帯が形成され、沼島とともに大阪層群が隆起したと考えられる。さらにLoc.2~5でみられる海岸付近の下灘層の厚い砂岩ユニットも、この動きによって隆起したものとみられ、泥岩優勢ユニットに対して断層で接する。灘地域の沖合に点在する岩礁列は海鳥の生息地となっているが、これらはこの中央構造線に伴う隆起帯形成に伴い隆起した砂岩ユニットの残丘である可能性が高い。Loc.4ではこの断層に絡む断層の断面がみえており、活断層の可能性のある断層も確認できた。また、これらの断層を通して熱水が上昇することもあり、方解石やミョウバンなどの鉱物を節理、断層の中に形成している事例がみられた。特にLoc.4付近では、熱水の伴う風化を受けたであろう泥岩がみられ、大規模崩壊の原因になっているとみられる。