

赤穂平野の地形と開発過程

戸部 美紀

キーワード：赤穂平野，珪藻，プラントオパール，縄文海進

1. はじめに

本研究の調査対象地域である赤穂市は、兵庫県の南西隅、岡山県境に位置し、義士の町、塩の町として有名である。その赤穂市域は大きくみて、山地・丘陵地・低地の3つの地形的要素だけという簡単な成り立ちである。山地の部分は西播山地の西南端に当たり、起伏量200~400m程度の小起伏山地である。これらの山地の山頂部には、緩やかな上り下りを示す波浪状の、小さな起伏を示す部分が広がっている。このような山地は岡山県域の特に内陸部へ広く続いている。

このような平らな頂を示す山地に、千種川が深い谷をうがって刻み込んでいる。そのため、赤穂の山地を遠くから見ると、ちょうど台形のような形である。この赤穂の山地に付着するような形で西有年の鯉峠付近や坂越の周辺、赤穂市街地の北に丘陵地形が見られる。低地は千種川沿いの氾濫原と千種川三角洲（赤穂デルタ）、福浦の低地からなっている。

赤穂付近の大地は永く陸地のままであった。そして、もっぱら侵食作用にさらされ、土地の削剥だけが行われた。しかもその削りとられたものが瀬戸内海へ、遠く太平洋へと運び去られて市域あるいはその近くに堆積して残されることがなかった。永く続いた侵食作用は、現在の赤穂付近の山頂部にみられるような起伏の少ない地形、すなわち準平原を形成した。さらに次の時代になって陸地が隆起し、この準平原に現在の千種川・大津川沿いに大きな河谷が形成された。

15世紀後半から千種川三角洲の塩田化が始まり、17世紀に入るとより活発に干拓が行われた。それと同時に、千種川の洪水が頻発し、周辺地域に土砂が溢出した。赤穂の海岸平野では、長く千種川から運搬される土砂により三角洲形成が行われてきたが、17世紀中葉の千種川上流における鉄穴流しの開始とともに、花崗岩などの大量の土砂が供給されるようになり、それらの物質が加わって天井川およびその周辺の微高地、さらには後の干拓の基盤をなす広大な三角洲が、短期間に作り出された。

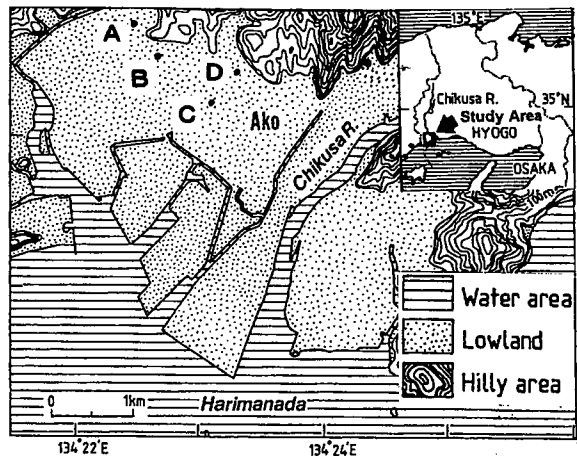


図1 赤穂市の位置と試料採取地点

出典：佐藤・加藤（1998）p.326より筆者作成

2. 研究目的

約 6,000~5,000 年前の「縄文前期海進」には現在よりも約 2℃ 近く上昇したと言われていた。その結果、海面の高度は最高海面に達した。その後、気温はやや低下し約 5,000~4,000 年前の「縄文中期の小海退」、約 3,000~2,000 年前の「弥生の小海退」などの小変動を経て、現海面高度に達したと考えられている。

このような世界的な気候変動と海面高度の変化にしたがって、赤穂平野の沿岸域でも海岸平野の形成が始まった。本研究では、赤穂平野の地形発達がどのような過程を経てきたのかを、平野の地形と堆積物を分析することによって明らかにすることを目的とする。

3. 研究方法

この研究目的にしたがって、本研究ではまず、1/25,000 地形図、及び 1/2,500 の地形図の読解と 1971 年に撮影された 1/20,000 空中写真の判読を行った。そして、過去に発表された論文から文献調査を行い、地形分類図を作成した。さらに、この地形分類図を確かなものにするために、現地調査を実施した。

現地調査で得られた土壌試料の粒度分析を行うとともに、珪藻及びプラントオパール分析を行った。

4. 珪藻・プラントオパール分析について

(1) 珪藻分析について

珪藻は、海水域から淡水域にわたり広く生息する単細胞の一種であり、珪酸質からなる一對の硬い殻で覆われている。この殻は、10~100 μm 程度の大きさであるが、地層中に化石として保存されやすく、しかも殻の構造が種によって異なっている。一方、珪藻は湖沼における第一生産者であり、その群集構成は環境変動（主に水質変動）を直接表現している。そこで、地層中の珪藻化石群集を調べることによって、地層が堆積したときの環境を復元できる。これが珪藻分析である。

珪藻分析と同種の分析方法として花粉分析があるが、花粉分析が主に過去の植生変化を明らかにするのに対して、珪藻分析は、おもに水質変化を明らかにすることに大きな違いがある。珪藻分析は、これまで海岸や湖沼に面した低地遺跡や貝塚の発掘の際、その周辺における海域や湖沼域の変遷、水田に適した湿地の分布などを示す目的で行われてきた。

しかし、珪藻は大変種類が多く、最も基本的な図鑑である Hustedt の図鑑においてすら、淡水性珪藻のみで数千種を記載している。そこで、本分析において観察された珪藻種の同定に当たっては多くの既存研究資料を参考にした。

(2) プラントオパール分析について

プラントオパールは、コケ植物、維管束植物門などの植物群の細胞に非晶質含水珪酸 ($\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$) が蓄積することによって植物体に形成された微小な鉱物である。植物起源のオパールという意味で、これらの鉱物はプラントオパール、ファイトリス、グラスオパールなどとも呼ばれている。プラントオパールは、花粉化石とほぼ同時期の 19 世紀初等に発見されたが、環境復元の指示者として認知され、盛んに各種の研究が行われるようになったのは、ここ数十年前のことである。

プラントオパールは、一般に生産量が多く、風化に対する耐性が強い。また、飛散の程度も低く、概して移動性に乏しい。そのため、局所的な植生の復元には花粉より優れた面がある。また、有機物に乏しく花粉があまり含まれていない土壌を対象とするとき、花粉分析に匹敵する古環境復元法として期待されている。さらに、形態上の特性が植物の分類群に対応するなど、他の微化石と同様な性格を備えている。このようなことから、現世お

よび過去の土壌形成時における古環境復元の有効な指標として、土壌学、考古学、生態学などの多数の関連分野にまたがって適用し得るものとされている。

(3) 分析方法

- i) 5g の試料に少量の蒸留水を加える。
- ii) 試料をスライドグラスに滴下し、加熱乾燥させる。
- iii) さらに、標本用封入剤「MGK-S」(松浪硝子工業株式会社)を1滴加え、カバーガラスで封入し、永久プレパラートとする。
- iv) 検鏡は、光学顕微鏡(200倍、400倍)を用いて、各試料について行った。

5. 珪藻・プラントオパール分析結果

分析方法に従い、A地点・赤穂市五軒家(標高1.1m)の各3層準、B地点・赤穂市居村(標高1.4m)の各2層準、C地点・赤穂市塩屋(標高1.2m)の各2層準、D地点・赤穂市塩屋(標高0.9m)の各2層準のそれぞれについて珪藻・プラントオパール分析を行った。分析結果の一覧は、表1(珪藻・プラントオパール分析結果一覧表)に記載する。

表1 珪藻・プラントオパール分析結果一覧表

地点 深 度 (m)	海水生種	汽水生種	淡水生種	プラントオパール
A地点 -0.6		<i>Grammatophora oceanica</i> <i>Gyrosigma acuminatum</i> <i>Nitzschia punctata</i>	<i>Eunotia praerupta</i> <i>Nitzschia dissipata</i> <i>Caloneis silicula</i> <i>Cymbella minuta</i> <i>Hantzschia amphioxys</i> <i>Navicula pupula</i> <i>Synedra ulna</i> <i>Stauroneis phoenicentron</i>	キビ型 ファンII型 (イネ) ポイント型 棒状
A地点 -1.2				キビ型
A地点 -1.5	<i>Thalassiosira</i> spp. <i>Nitzschia cocconeiformis</i>			
B地点 -0.6	<i>Thalassiosira</i> spp.		<i>Hantzschia amphioxys</i>	ファンII型 (イネ) ファンII型 (ヨシ)
B地点 -1.2	<i>Nitzschia cocconeiformis</i> <i>Nitzschia guranulata</i> <i>Thalassiosira</i> spp.			
C地点 -0.6	<i>Thalassiosira</i> spp. <i>Diploneis</i> spp.			ポイント型 ファンII型 (ヨシ)
C地点 -1.2	<i>Navicula clementis</i> <i>Nitzschia cocconeiformis</i>	<i>Gomphonema gracile</i> <i>Amphora ovalis</i> <i>Grammatophora oceanica</i>	<i>Stauroneis phoenicentron</i>	キビ型 ファンI型 (ササ) その他 ※火山ガラスを多く含む。 ※貝化石
D地点 -0.6				タケ型 ポイント型 ファンII型
D地点 -1.2	<i>Thalassiosira</i> spp. <i>Nitzschia cocconeiformis</i>		<i>Stauroneis phoenicentron</i>	ウシノケグサ ファンII型 (ヨシ)

出典：筆者作成

6. 分析結果からの考察

A地点(標高1.1m) -1.5mの地層から海水生種である *Thalassiosira* spp. や *Nitzschia cocconeiformis* が検出されたが、-1.2m と -0.6m の地層からは海水生種の珪藻が検出されなかった。このことから、-1.5mの時代のA地点は海水で覆われていたが、-1.2mの時代に入ると海退がおり、-0.6mからは汽水生種の *Grammatophora oceanica* や淡水生種の *Eunotia praerupta* などが検出され、またファン型のイネのプラントオパールなどが検出されているので、近くにある大津川の影響を受けはじめ、水田に利用され始めたと推測される。次に、-1.5m時代の海進時における海岸線を推測する。A地点は標高1.1mであり、試料は-1.5mの地層であるから、当時の海底面は現在の標高で表すと-0.4mとなる。

ここで、この標高-0.4mの地点が海水で覆われていた時代について推測するが、時代の判定基準となる、例えばアカホヤ火山灰などに含まれる火山ガラスが検出されると、この当時は「縄文海進」にあたると考えられるが、分析試料が少量であったこともあり、今回の分析からは検出されていないため、時代の特定までには至らない。しかし、-1.2mから現在の地表面までの試料からは海水生種が検出されていないので、一般に高海面期とされる「縄文前期海進」にあたる可能性が大きいと考えた。そこで、2つの先行研究の結果から当時の海水準の推測を試みると、佐藤・加藤、1998は、「縄文前期海進」における海面高度は現在の標高-1~0m程度と推定した。しかし、今回の分析から標高-0.4mの地点が海底面にあたるという結果が得られたため、標高-1mの地点、つまり海底面より下に海面があることはあり得ない。また標高0mの地点が海面であると考え、水深が0.4m程度の海となる。これほどの浅い海であると、大津川河口域であるこの地点は河の影響を受け、汽水生種や淡水生種の珪藻が検出されるはずである。しかし、表1からも分かるように、A地点の-1.5mの地層からは海水生種のみ検出されている。この結果から、海面高度が現在の標高-1~0m程度であるとは考えにくい。次に、田中、1981の結果と比較する。田中、1981は「縄文海進」における海面高度は現在より約4m高かったと指摘した。標高-0.4mの地点が海底面であるとする、水深4.4m程度であったこととなり、表1の分析結果から見ても妥当であると考えられる。当時の海岸線は標高4.4mの地点、つまり大津荒前付近にまで及んでいたと考えられる。

B地点の-1.2mの地層からは、*Nitzschia cocconeiformis* などの海水生種が検出され、汽水生種や淡水生種の珪藻が検出されなかったが、-0.6mの地層からは淡水生種の珪藻や、ファン型のイネやヨシのプラントオパールが検出されたことから、A地点と同様に海水の影響を受けていたが、海退とともに湿地へと変わっていったと推測される。

C地点の-1.2mの地層からは、海水生種の *Navicula clementis* が検出されたこと、また貝化石が検出されたことから、この地点も海であったことが考えられる。また、火山ガラスが多く検出されたことから、当時の海は「縄文海進」によるものと推測される。しかし、汽水生種である *Gomphonema gracile* や、淡水生種である *Stauroneis phoenicentron* が検出されたことから、海水の影響を受けてはいるが砂州、あるいは自然堤防であったと推測される。また、イネのプラントオパールが検出されなかったことから、海退の後、塩田に利用されていた可能性があると考えられる。

D地点の-1.2mの地層からも同様に *Nitzschia cocconeiformis* などの海水生種が検出され、-0.6mの地層からは珪藻が検出されていないこと、プラントオパールが検出されたことから、この地域が、海から陸への時代に変化したことや、海環境に千種川上流から運ばれてきた土砂が堆積したことなどが、このような結果から推測される。

7. 結論

- (1) 赤穂の海岸平野では、長く千種川から運搬される土砂により、三角州形成が行われてきたが、17世紀中葉の千種川上流における鉄穴流しの開始とともに、洪水などの自然条件も重なり、花崗岩などの大量の土砂が供給された。
- (2) 鉄穴流しによる大量の土砂が加わり、またこれと同時に、塩田化が急速に進められたことによって、広大な三角州が短期間で作り出された。これは千種川三角州の堆積物の粒度分析により、鉄滓粒が検出されたことから考えられる。
- (3) 珪藻分析により、各層準の形成過程を推測することができた。各地点の下半部で *Thalassiosira* spp.などの海水生種が検出されたことから、海進期に海の影響を受けていたことが考えられる。また、海水生種が検出された試料のなかには、汽水生種の *Gomphonema gracile* や、淡水生種の *Stauroneis phoenicentron* が検出された層準もあり、砂州や自然堤防であったことが推測される。
- (4) また、海進期における海岸線を推測することができた。A地点（標高 1.1m）の -1.5m地点から得られた試料の珪藻分析結果と、「縄文海進」の海水準から、当時の海岸線は現在の標高 4.4mの地点、つまり現在の大津荒前付近にまでおよんでいたと考えられる。
- (5) プラントオパールが各層準から数多く検出された。珪藻分析の結果と合わせて考えると、検出されたプラントオパールの大半は、千種川から運び込まれたものと推測される。

参考文献

- 赤穂市史 (1981) : 『赤穂市史・第一巻』, pp. 6-106.
- 赤穂市史 (1984) : 『赤穂市史・第四巻』, pp. 2-43.
- 田中 眞吾 (1994) : 『播磨の地理・自然編・空と海と大地』, のじぎく文庫, pp. 97-118, pp. 137-141.
- 佐藤 祐司・加藤 茂弘 (1998) : 兵庫県赤穂市平野における完新世中期から後期の相対的海面変化, 第四紀研究 37(4), pp. 325-338.