

## 能登山戸田珪藻泥岩の珪藻及び能登珪藻土の利用

出井 雅彦

栄養科

鈴木 照男<sup>\*</sup>

### Fossil Diatoms in the Noto-Yamatoda Diatomaceous Mudstone and Commercial Application of the Noto Diatomites

Masahiko Idei

Department of Nutrition Science

Teruo Suzuki

#### はじめに

本邦には新生代第三紀以降に堆積してできた珪藻土が全国に分布しているが、規模が大きく産業的に利用されているところは少ない。本研究で選んだ石川県能登半島にはいくつかの地層からなる珪藻土があり、規模が大きく産業的にも古くから利用されている。本研究では山戸田層と呼ばれ、能登半島では唯一の非海生の珪藻化石を多く含む珪藻土を対象に、その中に含まれる珪藻の分類学的解析をおこなった。また同時に、能登地域において珪藻土がどのように産業的に利用され、時代の流れとともにどのように変化してきたかを調査した。

#### 地域の概略

今回の調査地域である能登半島北部から中部にかけては、火山岩に起因する突出した山地の他は、第三紀の堆積岩より成る低山性の山地や丘陵地帯で、樹枝状侵食谷が深く入りこんでいる。半島の北西部から北部にかけては山地が海にせまり、特に外浦地方は急崖の連続である。それとは対照的に富山湾岸の内浦は、溺谷の美しい湾入と砂浜が各地に見ら

れる。

調査地域の大部分は、第三紀に形成された中新世前期の安山岩や、石英安山岩質火砕流などの火山岩類を骨子とし、半島東部、北西部、南部には、中新世中期の泥岩、砂岩、礫岩などの海生層が見られる。

その他海岸を縁取る段丘堆積物と海岸、河川沿岸などには、小範囲に第四紀更新世後期から完新世の堆積物が分布している。

能登半島に広く分布する中新世から鮮新世の泥岩中には、量の多少はあるが珪藻化石が普遍的に含まれている。

珪藻土はさまざまな形をした微細な珪藻化石を多量に含む珪藻泥岩 (Diatomaceous-mudstone) のことである。珪藻は死ぬと原形質は分解するが、珪酸質の殻は水底に沈み、条件がよければ珪藻殻を主体とした地層を形成する。これが珪藻土であるが、純粹に珪藻殻のみから成ることは希で、堆積条件により各種の粘土・砂・海綿針・放散中・珪質鞭毛虫類の化石が含まれている。

特に本地域は、珪藻泥岩の分布面積・総量共に極めて多く、日本有数の特異地域である。

珪藻泥岩が堆積するためには、過去において閉鎖的、または半閉鎖的水域の存在が一つの条件で、例えば飯塚珪藻泥岩層及び和倉珪

<sup>\*</sup> 文教大学女子短期大学部名誉教授

藻泥岩層などは、均質無層理の泥岩であり、これは閉鎖的で酸素の供給の不十分な還元性の海底に順次堆積して形成されたものと考えられる。しかし、珠洲地区の飯田珪藻泥岩層や法住寺珪藻泥岩層の場合は共に海成であるが、微化石の状態から見て、海水の流動が比較的激しい開放的の海域での堆積物とみられている。また、半島中央部の山戸田珪藻泥岩層は、中新世前期の火山活動に起因すると思われる窪地が湖水化し、そこに累積して生じた珪藻泥岩で、能登半島唯一の淡水性珪藻の化石が含まれている。能登の珪藻泥岩の分布と地層一覧は、図1と表1に示した。

本研究の珪藻種組成の分析は、能登半島の唯一の淡水性珪藻を含む山戸田層の珪藻泥岩を材料として用いている。また、能登珪藻土の利用については、珠洲市を中心とした飯塚珪藻泥岩、七尾市和倉町・石塚町を中心とした和倉珪藻泥岩、さらに輪島市の塚田珪藻泥岩についての状況を述べることにする。

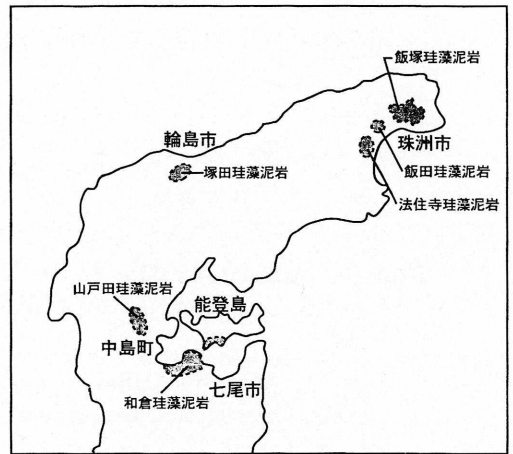


図1. 能登半島の主な珪藻泥岩の分布

### I. 山戸田泥岩中の珪藻成について

能登半島の珪藻土に含まれる珪藻化石については、これまでに市川等 (1955)、市川・紮野 (1963)、Ichikawa *et al.* (1964)、市川 (1966) によって詳しく調査されている。しかし、近年の電子顕微鏡を用いた研究は珪藻の分類を大きく変え、従来の光学顕微鏡だ

表1. 能登の珪藻泥岩一覧とその利用

生成年代	地層名	分布地域	陸上露出面積 (km <sup>2</sup> )	最大層厚 (m)	推定埋蔵量 (×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	特色・利用
中新世後期	和倉珪藻泥岩	七尾市和倉・石塚町・能登島・田鶴浜	7.7	60	188	均質・無層理・閉鎖的な還元性海底に累積、コンロ・断熱レンガ・インソライトCG
	飯塚珪藻泥岩	珠洲市飯塚正院・鶴飼	22.3	400	750	均質・無層理・一部坑道採掘、コンロ・カマド・断熱レンガ
	塚田珪藻泥岩	輪島市塚田	0.6	20	6	無層理 輪島塗りの地の粉
中新世中期	飯田珪藻泥岩	珠洲市飯田上戸・岡田	1.1	40	25	数枚の白色凝灰岩を含む、一部利用
	法住寺珪藻泥岩	珠洲市鶴飼西方・法住寺	4.5	80	225	青灰色の泥岩、鞭毛虫・有孔虫を含む 未利用
	山戸田珪藻泥岩	中島町山戸田土川・田尻	1.8	20	26	唯一の非海生 未利用

(石川県工業技術試験場 (1966) に一部加筆)

けの研究の見直しが必要になった。そこで本研究では能登半島の中で唯一非海成の珪藻土である山戸田泥岩を対象に、そこに含まれる珪藻の分類を明らかにするために、電子顕微鏡を用い詳細な観察を行った。

### 材料と方法

観察に用いた珪藻土は、七尾市の北西に位置する中島町上町の露頭より採集した。この地層は地質学的には山戸田珪藻泥岩層と呼ばれるもので(市川等1955)、中新世中期の初期に湖底に堆積してできたと考えられている。観察試料は過酸化水素水で処理した後に光学顕微鏡観察にはマウントメディアで封入した永久プレパラートを用い、電子顕微鏡観察には円形のカバーガラス上で乾燥させたものを用いた。

### 結果と考察

市川等(1955)に報告されているように、それぞれの地点に出現する珪藻は、10分類群前後と限られたものである。本調査での採集地点から出現した分類群も同様で、以下の11分類群であった。

1. *Actinocyclus* sp. (図17、36-42)
2. *Aulacoseira ambigua* (Ehrenberg) Simonsen (図34、35)
3. *Aulacoseira distans* (Ehrenberg) Simonsen (図12-16、30-33)
4. *Aulacoseira* sp.1 (図2-4、19-24)
5. *Aulacoseira* sp.2 (図5-8、25-29)
6. *Reimeria cinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer (図18)
7. *Ellerbeckia arenaria* (Moore) Crawford
8. *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Hustedt f. *binodis* (Ehrenberg) Hustedt (図10、11)
9. *Gomphonema grovei* M.Schmidt (図9)
10. *Sellaphora americana* (Ehrenberg) D.

G.Mann

### 11. *Craticula cuspidata* (Kützing) D.G. Mann

これらの分類群の出現頻度は大きく異なり、*Aulacoseira* 属の3種(*A. distans*, *A. sp.1*, *A. sp.2*)が全体の9割以上を占め、それ以外のものはごく希であった。特に上述3種のうち、未同定種の2種が優占的であった。この未同定種は、これまでの報告では *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs と同定されたものと同一と考えられる。しかし、彼らの報告には種名のみで、顕微鏡写真や形態的記述がないため、どの程度の変異を含め *M. granulata* と同定したのかを正確には判断できない。なお、*M. granulata* はその後属の組み替えにより、現在では *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen となっており(Simonsen 1979)、以下では *A. granulata* と記述する。光学顕微鏡レベルでは *A. sp.1* は *A. granulata* と、*A. sp.2* は *A. ambigua* と非常によく似ているが、電子顕微鏡による観察からいくつかの点で異なることが明らかになった。この点についての分類学的な検討は後に述べる。

出現種の中で唯一海産種と思われる *Actinocyclus* 属の一種が見られた。この種は市川等(1955)が *A. biternarius* Ehrenberg と同定したものと同一種と考えられる。彼らはこの種の出現を基に、この珪藻泥岩層が淡水の湖の底に堆積したとしながらも、一部に海水の侵入があったと考えている。この種の分類についても後に記述する。

#### (1) *Aulacoseira* sp.1について

本種は生細胞ではおそらく長い糸状の群体を作っていたと考えられるが、標本中ではへら状の連結針によって結合した2殻ものと、結合が外れてしまった殻のみであった(図19-20)。殻高15-27 $\mu$ m、殻径8-12 $\mu$ m、条線は直線のかややねじれ10 $\mu$ m中に8-9本、

条線を構成する点紋は明瞭で円形からやや正方形で $10\mu\text{m}$ 中に8-10個であった。

一方 *A. granulata* は、殻高が $5-24\mu\text{m}$ 、殻径が $4-30\mu\text{m}$ 、条線は $10\mu\text{m}$ 中に7-10本、点紋は5-9個となっている (Krammer & Lange-Bertalot 1991)。これらの数値を比較すると、本試料中の個体は殻高が高い傾向が見られるものの、その変異の範囲内と考えられ、*A. granulata* と同定しても妥当とも思われる。しかし、*A. granulata* の最も大きな特長である分離殻の長い刺が、この試料中の標本には全く見られなかった。化石珪藻の場合、師板や突起などケイ酸化の弱い部分や突出部は、長時間の物理的・化学的影響によって失われることは普通であり、この標本でも珪酸の薄い胞紋の師板はほとんど失われていた (図19-24)。同様に刺も失われたと考えることもできるが、もし刺があったと仮定すると、その刺が刺さっていた痕跡をもつ姉妹殻が見られるはずであるが、そのような殻は全く見られなかった。この珪藻土が堆積する期間中に長い刺を持った分離殻が、全くあるいはほとんど形成されなかったと考えることもできるが、現生する *A. granulata* の生態から考えてそれはありそうにないと考えられる。さらに、小さな刺をもった分離殻と思われる標本があることから (図22)、本種には *A. granulata* に特徴的に見られるような長い刺は存在しなかったと考える。

さらにもう一つ *A. granulata* には見られない構造が見いだされた。この *Aulacoseira* 属では殻套縁近くにいくつかの唇状突起が存在するが、本種のそれは非常に特徴的で他の種類には全く見られない構造であり、*A. granulata* のものとも明らかに異なっていた。*A. granulata* には小さな唇状突起が1、2個あるが、それに付随する特別な管構造はない。本種では唇状突起から続く長い管状構造物が、殻套縁に沿って、あるいは殻套部を

斜行して走る (図23、24)。このような唇状突起の構造は独特であり、本種を特徴付ける重要な形質である。

電顕観察結果に基づき、本種が *A. granulata* とは異なることは明らかになったが、本種の分類学的位置が明確になったわけではない。本種と類似する種は他にもあるが、それらの電顕観察が不十分なこともあり、正確な比較困難な状況である。さらに検討が必要な点もあるが、現時点では新種の可能性が高いと考えている。

## (2) *Aulacoseira* sp. 2について

本種は殻高 $9-12\mu\text{m}$ 、殻径 $4.5-14\mu\text{m}$ 、条線は直線的かややねじれ $10\mu\text{m}$ 中に10-12本、条線を構成する点紋は小さく円形で $10\mu\text{m}$ 中に16-18個であった。殻は大きさに関わらずやや湾曲し、殻径の大きいものでは殻高が低く、殻径の小さいものでは殻高が高くなる傾向が見られた (図5-8、25、26)。これらの光顕の特徴から、本種が *Aulacoseira* sp.1 とは異なることは明らかで、同様に *A. granulata* とも異なる。本種は条線密度や点紋密度の点から、*A. ambigua* と類似している。また、結合殻の刺が逆三角形をしている点や (図25、26)、殻面の縁に小さな胞紋が見られる点などは共通している (図27、28、34)。しかし、*A. ambigua* は、図34、35に示したように、殻はまっすぐで、条線列がねじれことを特徴としており、この点で本種とは異なる。さらに、本種には先の *Aulacoseira* sp.1で見られたものに類似した、殻縁の横輪から殻套部に伸びる管状構造が存在した (図29)。これは *A. ambigua* には見られない構造であり、本種を *A. ambigua* とは異なるとする重要な形質である。

以上のように本種は、これまでに記載された類似種とはいくつかの点で異なることが明らかになった。しかし、*Aulacoseira* sp.1にも見られた管状構造が本種にも存在するため、この両種を全くの別種として扱うか、同種の

中の変種として扱うかという新たな分類学的問題が生じてきた。いずれにしてもこの2種の分類学的処理を同時に行う必要があると考える。

### (3) *Actinocyclus* sp.について

*Actinocyclus* 属の種類はほとんどが海産で、淡水産は非常に希である。市川等(1955)は本種を海産種の *A. biternarius* と同定している。しかし、我々は必ずしも海産種とは限らないと言う立場から広く種の同定を行ったが、現時点では特定できなかった。そのため、ここでは観察結果を記述するにとどめる。

本種は殻の直径が40-60  $\mu\text{m}$ で、条線は10  $\mu\text{m}$ 中に12本、条線を構成する点紋は10  $\mu\text{m}$ 中に10個であった。殻面には中央から殻縁に向かって連続する胞紋列が数本あり、それによって殻は5-7個に区画される(図36、37)。その連続する胞紋列の終わる先に柄を持つ大きな唇状突起があり(図40-42)、それは殻外面に小孔として開口している(図38白矢印)。本属の大きな特徴である偽節(pseudonodulus)が、本種では光顕でははっきりと見えないこともあるが、殻面と殻套の境界部に1個ある。それは殻の内側では他の胞紋よりやや大きめの窪みの中にあり(図37、39)、外側では単なる小孔として開口する(図38黒矢印)。

## II. 珪藻土とその利用について

### 1: 七尾地域

分布面積、埋蔵量共に極めて多く、利用状況も多様化しているのが七尾市の和倉珪藻泥岩である。

第三紀中新世後期から鮮新世にかけて堆積したもので、最大の厚さは約60m、均質無層理の泥岩で、最下部には海縁石の層が見られる。閉鎖的還元性浅海堆積物であることは前にも述べた。場所により少量の淡水性珪藻も含まれている。暗青色均質な珪藻泥岩で、風

化面は黄褐色を呈している。

和倉町の他には石塚町・奥原町・能登島などに分布し、採掘も極めて容易である。付近一帯の丘陵地はほとんど珪藻泥岩であり、この原土利用については、一度細粉し、再び成形し焼成する方法をとっている。これは量産体制上好都合のためと思われる。したがって、珠洲市の場合とは異なり、大型企業が立地し、ほとんど自社採掘を実施している(図43)。

現在七尾市内には、イソライト工業K.K.をはじめ8企業が稼働中である。

珪藻土工業はセメント工業と同様に、原料立地を原則としており、ほとんど無尽蔵に近い埋蔵量は何の不安もないが、主要製品は従来からコンロ、断熱レンガが主体であったため、戦後の燃料革命で一般家庭での木炭使用が激減し、この結果この地場産業も大打撃を受けた。現在珪藻土を原料とする主要製品は断熱レンガ、コンロ(七輪)、断熱レンガ使用の組立かまど、土壤改良剤などとなっている。現在のコンロの生産は全国の約80パーセント、断熱レンガは60パーセントの実績をもっている(図44)。

断熱レンガは耐火度が低く、精々900°C程度のため、高熱炉では耐火レンガと併用せねばならない。業界では断熱・耐火の両方を兼ね備えたレンガが要求されており、そのため研究も進んでいる。

現在和倉地区珪藻土工業の中心的地位にあるのがイソライト工業K.K.である(図45)。昭和3年に現在のJ R和倉駅が開設され、時を同じくして工場が設けられた。もちろん立地条件の第一は約4億トンにのぼる埋蔵量の存在である。珪藻土自体の品位は必ずしも良好とは言えないが、粘土質が多く加工に好都合であった。特に初期には焼成せず切り出したまま主として断熱レンガとして、日鉄(現在の新日鐵)の需要を満たすことが目標の一つであった。戦時中は軍艦のボイラーに使用さ

れ、軍需工場の指定を受け、軍の管理工場でもあった。しかし、戦後の生産は全く遅滞し、活路をコンロの製造に求めざるを得なかった。

現在イソライト工業K.K.は、イソライトCG(土壌改良材)に力が入れている。これは珪藻土を均質な粒状に造粒し、1000°Cの高温で焼成加工したもので、その特性としては珪藻殻に規則正しく並んでいる孔径0.1ミクロンの無数の孔による効果で、特に培土用として空気や水(養分)などを貯える貯留タンクとして、植物や微生物にとって必要が生ずればこれに応じて放出し、過大な場合は吸収する性質を有している。最近これらを利用した例としては、昭和63年の京葉線検見川浜駅街路樹植栽工事をはじめ、千葉ニュータウン、札幌大通り公園、名古屋市内街路樹、新東京都庁舎周辺植栽工事等に利用され、有効性が証明され、今後の珪藻土利用の一面に大きな可能性を示唆している。

## 2. 珠洲地域

特に飯塚珪藻泥岩層についてみると、珠洲市飯塚を中心として広く分布する珪藻泥岩層で、能登珪藻土としてもっとも有名であり、埋蔵量も $750 \times 10^8 \text{ m}^3$ と莫大な量で、コンロ・カマド等の原料として大量に採掘され製品化されている。この地域では地表採掘の他に地下採掘が実施されているのが大きな特色である。珠洲市の地場産業としても重要な地位を占めてはいるが、製品の販路はけして明るいとは言えない。最近では濾過材の原料としての検討もされている。

この地域での珪藻泥岩の地表分布は、飯塚を中心とする飯塚ベースンと、その西南の鶺鴒ベースンを中心として分布が見られる。

飯塚地区での地層の厚さは、最大400mに達すると推定されている。また飯田及び法住寺の珪藻泥岩層は飯塚層より下位にあり、飯田の城山から上戸にかけての地区(飯田背斜)

と岡田(岡田ドーム)で地表に露出している。

飯田珪藻泥岩層は著しく珪藻化石に富む泥岩と、数枚の灰白色の凝灰岩の互層からなり、厚さは平均30~40mに達しているが、この飯田層は現在ほとんど採掘稼働していない。

法住寺泥岩層は飯田層より更に下位の中新世中期に形成された海底堆積物で、現在は利用されていない。

珪藻土を地元では「岩」と言い、天和元年(1681)頃から採掘されており、断熱性に優れ、薪炭を節約できるためカマド、コンロは明治期には日本海沿岸各地に移出されていた。

採掘法には「坑道掘り」と「露天掘り」があり、前者は地下20m位まで坑道を掘り、4~6kgの「切り出しコンロ」を採出しているが、落盤の危険もあり露天掘りが主視されつつある。製品はコンロ等の他に、昭和40年より新技術開発事業団の研究委託工場として、日本エイトK.K.能登工場が飯塚に完成し、廃水処理剤を生産している。現在珠洲市には8工場、従業員135名、生産高7,856tと、珠洲市の産業面の一端を担っている(図46)。

## 3. 輪島地区

半島北西岸には輪島珪藻泥岩層(塚田珪藻土)が産出され、漆工用「地の粉」の原料として利用されている。このように珪藻土を漆器下塗粉として利用しているのが輪島漆器の特色で、世界的にも他に例を見ないと言われており、輪島漆器の優れた特質もこれと深く関連している。

輪島珪藻土の露頭は、市内杉平、河井十九部、小峰山に見られ、これら三露頭は成因は一連のもので、含有珪藻の種類、物理的、化学的性質もほぼ同質であり、現在は杉平のものが採掘利用されている(図47)。

杉平露頭面は厚さ約25m、幅60m、その上部を1~3mの表土が覆っている。珪藻土は無層理の塊状で黄褐色泥岩状である。採掘さ

れた珪藻土は一辺4 cm、厚さ1.5 cmの偏平な板状とし簀子上に並べ天日乾燥し(図48)、これを窯内で薪を敷きつめた上に並べ約4時間ほど焼き、濡れた鋸屑を振りかけ攪拌し約3時間後に取り出し、焼土の粉碎、篩い分け、袋詰めをし出荷している。

この地の粉はその粒子の大きさから「一辺地」「二辺地」「三辺地」に分類され、下地塗りに用いられ、輪島漆器の堅牢性に役だっている。特に地の粉中の珪藻殻粒子は、電子顕微鏡レベルの超細孔を多数もち、液体の吸収性が極めて大で漆液を十分吸収し、化学的にも安定し増量材の性格も有しており、これは他の諸産地下塗粉には全く見られない特質である。

能登半島北部一帯は前述のごとく、日本有数の珪藻土の分布地域で、形成過程も地域により異なり、時代的変遷と共にその利用状況も変化して現在に至っている。ただ輪島地区の珪藻土利用については、輪島漆器との関連で古くから変化することなく現在に至っている。なお、和倉地区、珠洲地区においては更なる新利用法研究がすすめられつつあることを付記しておく。

本研究は平成5年度文教大学女子短期大学部共同研究費の助成を受けて実施したものである。

### 引用・参考文献

- 石川県工業試験場(1966)能登産珪藻土の基礎研究, 石川県珪藻土利用研究会基礎部会編。  
石川県(1965)能登半島の地質, 能登半島学術調査報告書。  
紮野義夫(1984)能登丘陵と珪藻泥岩, URBAN KUBOTA No.23。  
Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1991) Bacillariophyceae. 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heyning und D. Mollenhauer (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3. 576pp. Gustav Fischer

Verlag, Stuttgart.

七尾市(1972)七尾市史資料編第6。

日本第四紀学会(1987)日本第四紀地図, 東京大学出版会。

Simonsen, R.(1979) The diatom system: ideas on phylogeny. *Bacillaria*, 2, 9-71.

珠洲市(1976)珠洲市史第1巻, 自然・考古・古代。

珠洲市(1979)珠洲市史第4巻, 神社・製塩・民族。

珠洲市(1980)珠洲市史第6巻, 通史・個別研究。

輪島市(1973)輪島市史資料編第6。

市川 渡・紮野義夫・小島和夫(1955)能登中島町付近の中新世非海成珪藻土について, *地質雑*, 61, 381-386。

市川 渡・紮野義夫(1963)能登半島の珪藻土, 石川県, 45pp。

Ichikawa, W., Fujii, N. & Backmann, A.(1964) Fossil diatoms, pollen grains and spores, silicoflagellates and archaemonads in the Miocene Hojuji Diatomaceous Mudstone, Noto Peninsula. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.* 9, 25-118.

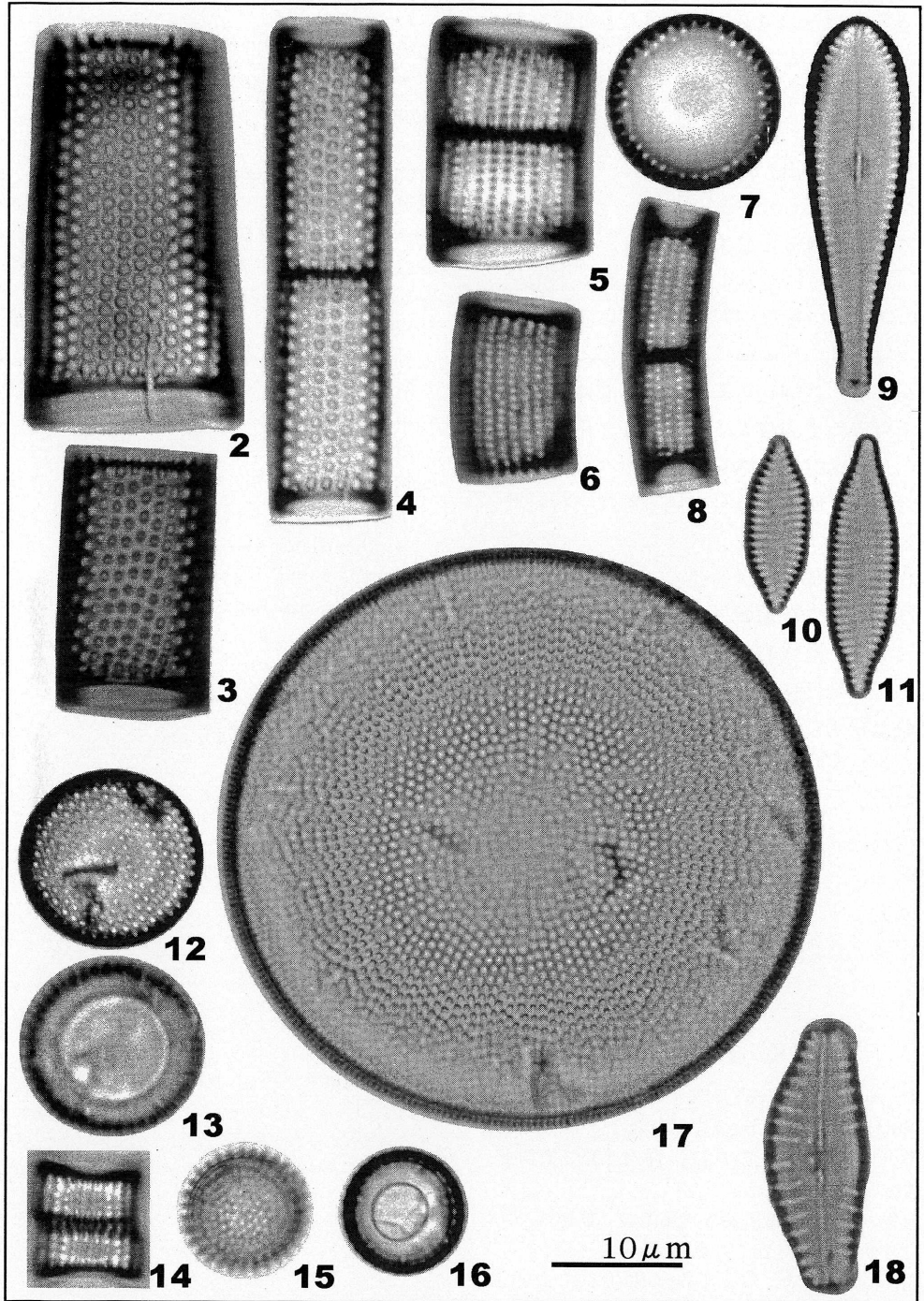


図1-18. 光学顕微鏡写真. 図2-4. *Aulacoseira* sp.1. 図5-8. *Aulacoseira* sp. 2.  
 図9. *Gomphonema grovei* M. Schmidt. 図10, 11. *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Hustedt f. *binodis* (Ehrenberg) Hustedt. 図12-16. *Aulacoseira distans* (Ehrenberg) Simonsen. 図17. *Actinocyclus* sp. 図18. *Reimeria cinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer



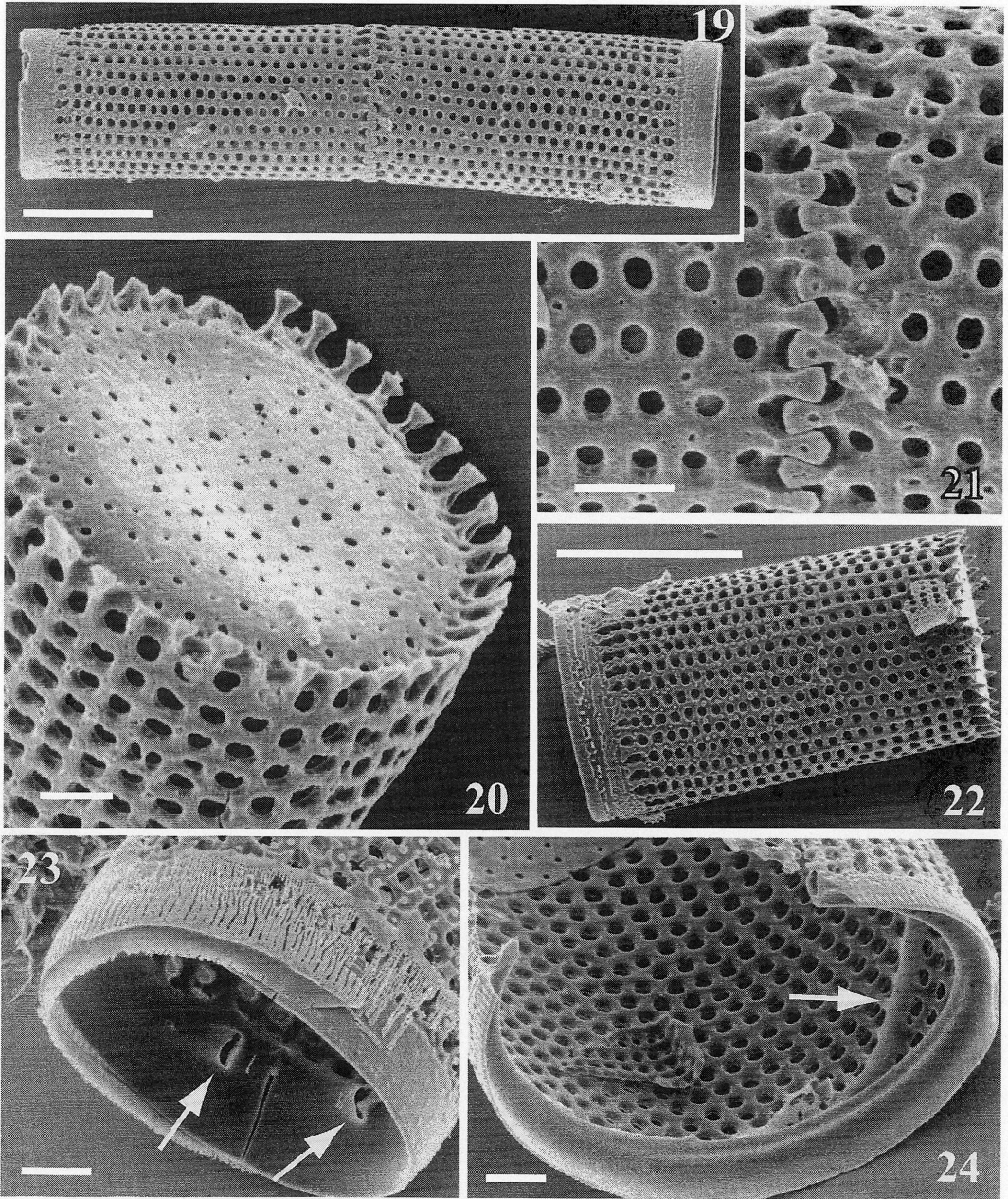


図19-24. *Aulacoseira* sp. 1, 走査電子顕微鏡写真。図19. 連結した姉妹殻。図20. 連結棘と殻面。図21. かみ合ったへら状の連結棘。図22. 分離殻。図23. 唇状突起 (矢印)。図24. 殻套部に伸びた唇状突起の管 (矢印)。スケール：図19、22=10 $\mu$ m。図20、21、23、24=2 $\mu$ m。

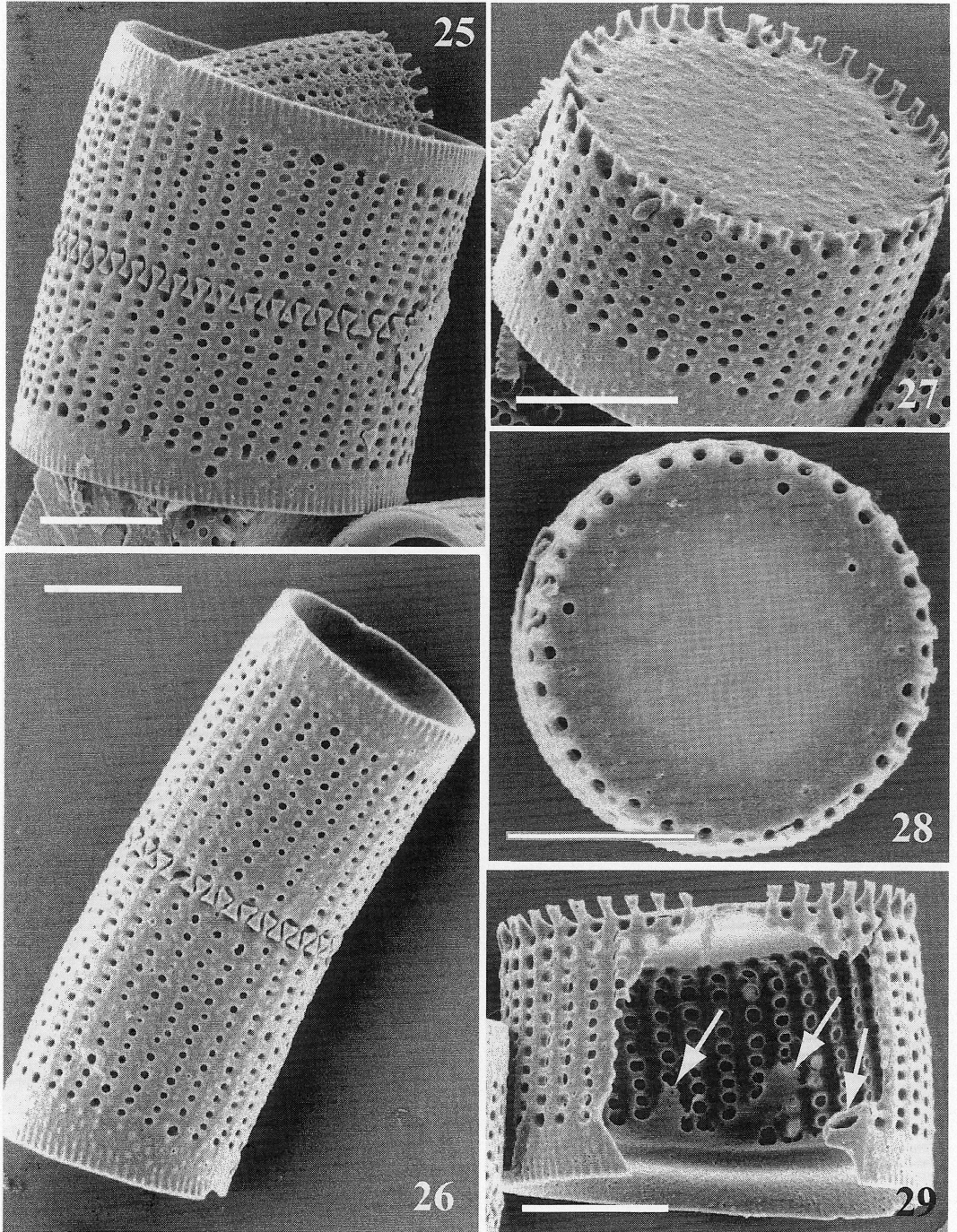


図25-29. *Aulacoseira* sp. 2, 走査電子顕微鏡写真. 図25. 逆三角形の連結棘によって連結した姉妹殻 (殻径の広いタイプ). 図26. 逆三角形の連結棘によって連結した姉妹殻 (殻径の狭いタイプ). 図27. 殻の鳥瞰図. 図28. 殻面. 図29. 殻套部に伸びた唇状突起の管 (矢印). スケール: 図25-29 = 5  $\mu$ m.

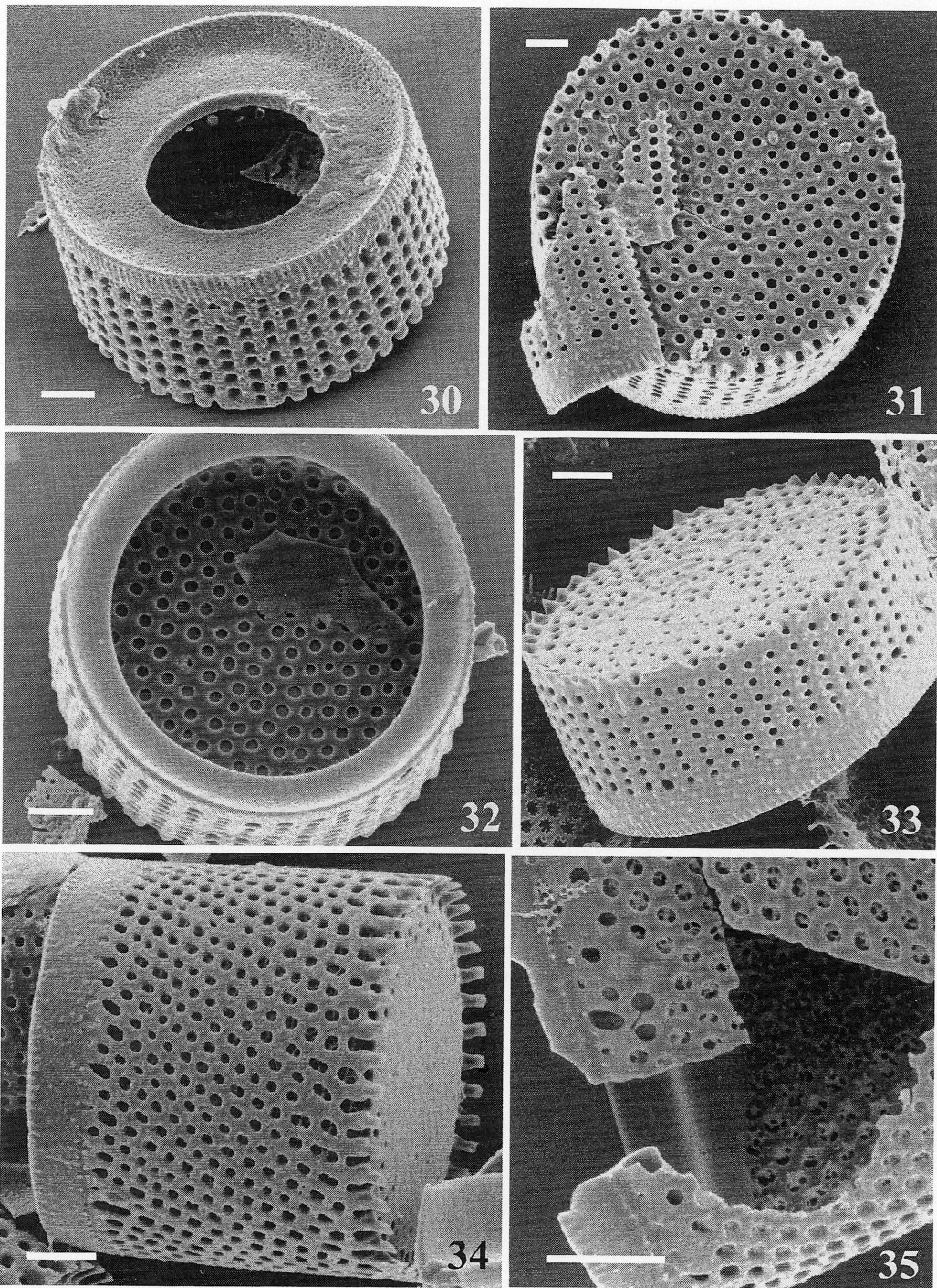


図30-35. 走査電子顕微鏡写真. 図30-33. *Aulacoseira distans* (Ehrenberg) Simonsen. 図30. 発達した横輪を持った殻. 図31. 殻面の多数の胞紋. 図32. 発達した弱い横輪を持った殻. 図33. 殻肩の小さい棘と殻面の胞紋. 図34、35. *Aulacoseira ambigua* (Ehrenberg) Simonsen. 図34. ねじれた胞紋列と連結棘. 図35. 胞紋の内側を閉塞する師板. スケール: 図30-35 = 2  $\mu$ m.

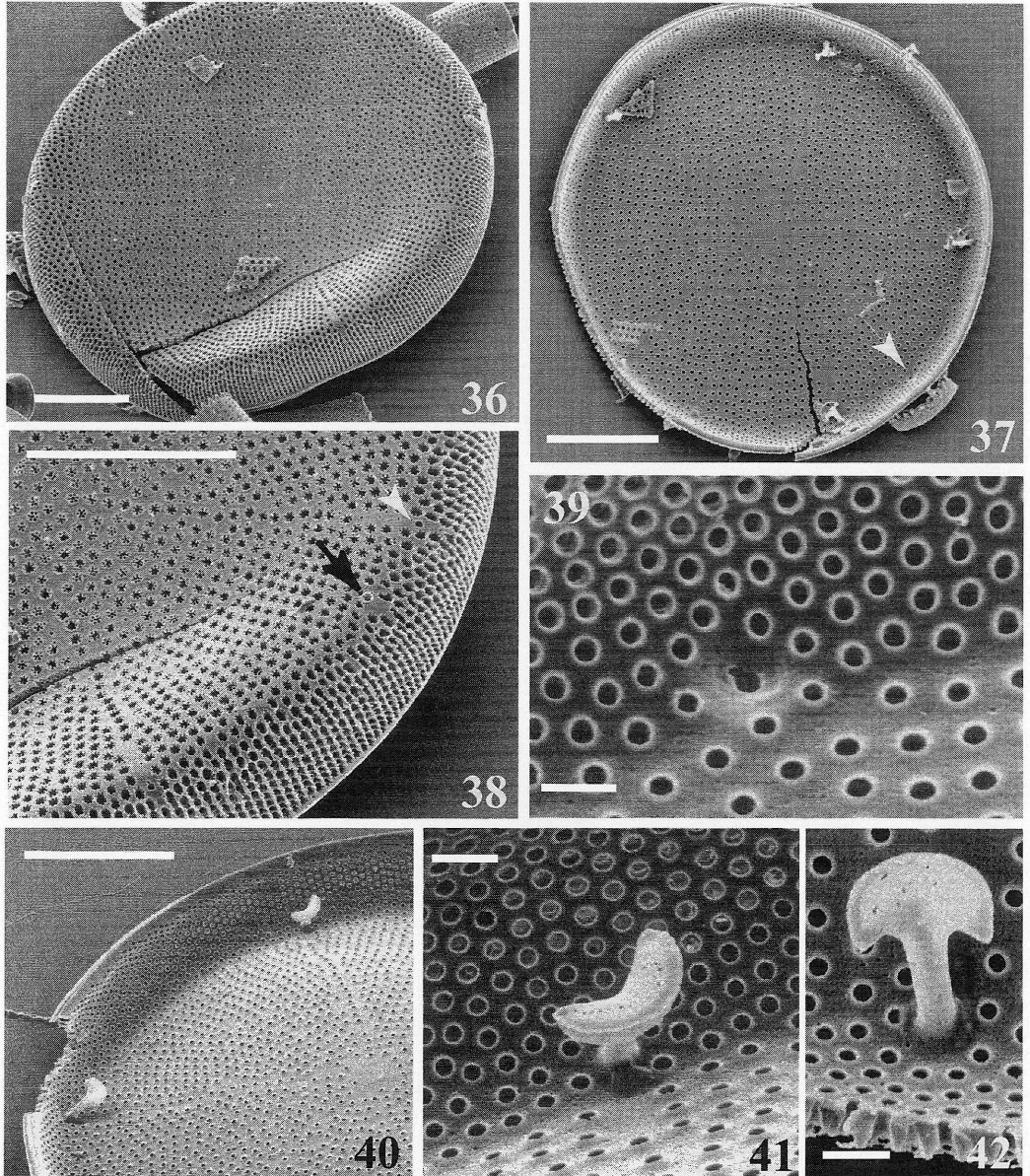


図36-42. *Actinocyclus* sp., 走査電子顕微鏡写真. 図36. 殻全体の外面観. 図37. 殻全体の内面観と偽節 (矢印). 図38. 唇状突起 (白矢印) と偽節 (黒矢印) の殻外面への開口. 図39. 偽節の殻内面の開口. 図40. 直線的な胞紋列の先に位置する唇状突起. 図41. 唇状突起の正面観. 図42. 唇状突起の上面観と胞紋の断面. スケール: 図36-38、40=10  $\mu$  m. 図39、41、42=1  $\mu$  m.

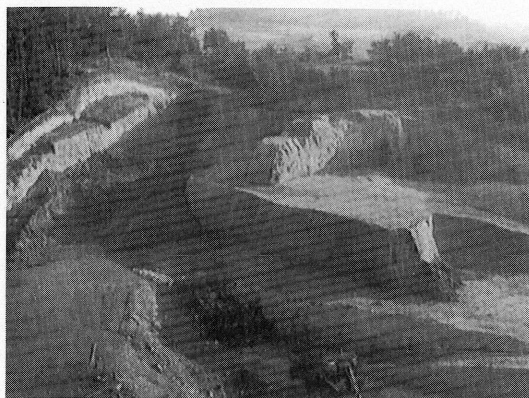


図43. 和倉地区の珪藻土の露天掘り



図44. 従来よりの珪藻土製品 (和倉駅にて)

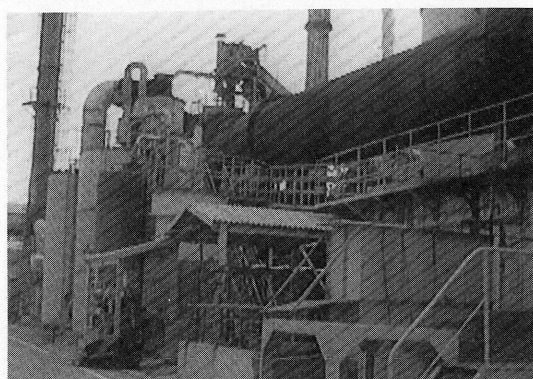


図45. インライト工業の焼成窯

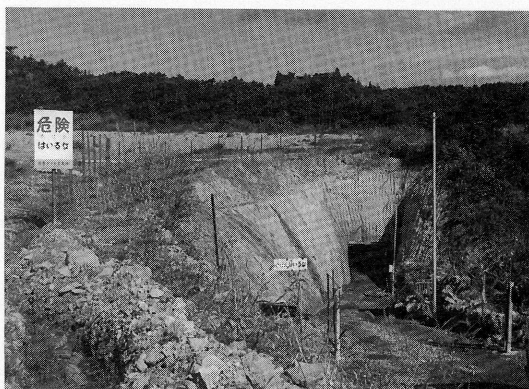


図46. 飯田珪藻土泥岩層と地下採掘場入口  
(珠洲市役所提供)



図47. 輪島市河井町の露頭

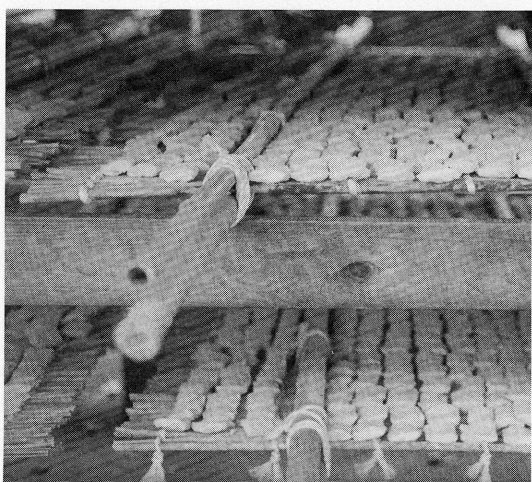


図48. 採掘された珪藻土の乾燥