

福井県丹生山地天王川沿いに発達する 段丘堆積物中のチャート礫の起源

梅 田 美由紀*

Origin of the chert gravels in the river terrace sediments
along the Tenno River, Niu Mountains, Fukui Prefecture, central Japan

Miyuki UMEDA*

Abstract :

Pleistocene river terrace sediments distributed along the Tenno River, Niu Mountains, Fukui Prefecture, include abundant chert gravels. On the basis of the study of distribution of the sediments, petrography of the chert gravels, analysis of radiolarian fossils and percussion marks on the chert gravels, this paper give a new interpretation about the origin of the chert gravels. Two groups of chert gravels are recognized in those terrace sediments. One group (named R-type) is characterized by bedded morphology and graysh blue color, and carries radiolarian fossils. A second group (named L-type) is characterized by large size, white color, and percussion marks and no radiolarian fossils. Under the microscope, R-type is siliceous shale similar to the bedded chert in Mesozoic strata of the Nanjo Massif. L-type includes calcite fragments with same crystallographic orientation and length-slow chalcedony.

R-type came from the Mesozoic bedded chert in the Nanjo Massif, the present Tenno River doesn't flow in the area, though. L-type has different origin. L-type chert gravels came from the conglomerate which is distributed overlying the Mesozoic strata of the Nanjo Massif similar to the "Kanmuriyama Conglomerates". This interpretation leads to the conclusion that the Nanjo Massif had been overlain by the conglomerate before Nohi Ryolite activity.

Key words: Tenno River, Pleistocene, river terrace sediments, chert gravels

1. はじめに

福井県丹生山地（日本海と福井平野に挟まれた山地）中央部を流れる天王川沿いは、県内で最も河成段丘の発達した地域である。これまでに吉田ほか（1939）がこの段丘地形について記載し、また小村（1982）は古天王川の水系変化について解析している。従来の研究においては、天王川沿い

* 福井市自然史博物館 Fukui City Museum of Natural History, Fukui 910, Japan

には3～4段の段丘面が発達していることが明らかになり、その発達高度や形成年代に関して議論されている。しかし、その堆積物の主要な構成礫種であるチャート礫の起源については、現在の地理的位置関係に基づき、上流地域のすぐ南側に当たる武生市湯谷周辺の中生層の層状チャートより供給されたものとして簡単に触れられているだけである（小村：1982；福井県：1982）。本研究では段丘堆積物中のチャート礫について、主に岩石学的比較と放射虫化石の解析により、その後背地を推定した。

今回の調査においては、福井大学教育学部地学教室の服部 勇先生に終始ご教示頂いた。また、現地調査では、伊藤政昭先生、福井大学院生の岡島尚司さん、小西多美さんに同行していただき、現場で議論していただいた。さらに、段丘堆積物の分布に関しては岡島さんの、そして衝突痕に関しては小西さんの未公表の研究資料を見せていただき、討論していただいた。これらの方々によりお礼申し上げます。

なお、本研究の一部に文部省科学研究費補助金〔奨励研究(B)〕課題番号 06916019 を使用した。

2. 地形・地質概説

丹生山地および南条山地の一部を Fig.1 に示した。この地域には東西方向に吉野瀬川断層、北西-南東方向に甲楽城断層・山中断層・柳ヶ瀬断層が発達している。吉野瀬川断層の北側には白亜紀末から古第三紀にかけての流紋岩類や花崗岩類および新第三系の火山岩や堆積岩が分布している。一方、南側には美濃帯南条山地の中生層が分布している。服部ほか(1993)や山本・梅田(1993)などの研究によれば、丹生山地は後期更新世以降、西側（日本海側）が越前岬

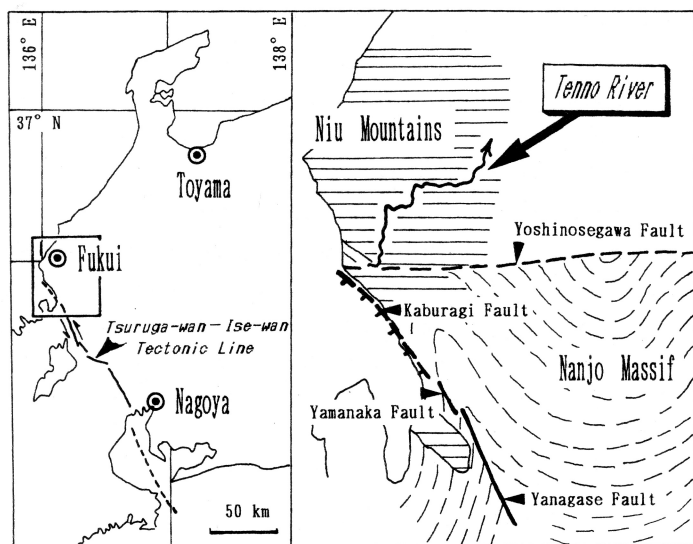


Fig.1 : Index map showing the Tenno River, the Niu Mountains and the Nanjo Massif, Fukui Prefecture, central Japan.

付近を中心に急激に隆起し、そのために東に傾動した地形を形成している。天王川は武生市千合谷西方から流れ出し、武生市都辺付近・織田町下河原付近・織田町上戸付近で直角に屈曲しながらも、全体的には北進し、丹生山地の第三系を削剝しながら平野に注いでいる。従って南条山地の中生層分布域は現天王川水系域には含まれていない（Fig.1）。天王川沿いに発達する段丘堆積物に関する報告としては吉田ほか

(1939)や福井県(1982)がある。また、最近では中川ら(印刷中)による報告がある。それらによれば、天王川沿いの段丘堆積物は、発達高度のちがいや火山灰層を鍵層として、一般に古い方から「高位段丘堆積物」・「中位段丘堆積物」・「低位段丘堆積物」と区分されている。そして、それぞれの発達高度は、140～190m, 110～130m, 40～100mであり、また形成年代はそれぞれ、更新世中期頃、5万年以上前、5万年前以降と考えられている(中川ほか：印刷中)。高位段丘堆積物は現在の天王川とは本流一支流の関係にある笹川や越知川周辺に広く発達し、さらに南方の武生市菅町などにも点在する。中位段丘の平坦面は現在の織田川流域の平等付近で最もよく発達する。前述のように古天王川による堆積物は笹川、越知川、織田川の周辺にも発達するので、本論では「天王川の段丘堆積物」とは広くそれらの河川周辺の堆積物をも含めている。チャート礫は各段丘堆積物中に含まれているが、今回の調査では、高位段丘堆積物中と中位段丘堆積物中から採取した(Fig.2)。しかし、特に区別する必要が無い限り「段丘堆積物」として一括する。

3. 露頭観察

段丘堆積物を構成する礫の種類は、チャートが圧倒的に多く、場所によっては礫全体の80%を占める(Plate 1-1)。次に多いのは中生層起源と思われるグレイワック質砂岩で約15%、そのほかにヒン岩、石英斑岩、花崗岩やアルコース質砂岩などが含まれる。場所によっては灰青色の粘土層を挟むこともあり、この粘土層からはヒンの球顆や材の破片を産することもある。堆積層には葉理などの堆積構造が発達することはあるが、覆瓦構造は一般にあまり発達しない。チャート礫の大きさは、通常大きいもので礫径20cm程度のものが普通であるが、場所によっては50cmに達する礫が含まれることもある。礫径20cm未満のチャート礫の形状には、角はとれているが層状チャートの単層の形態を残しているものが多い。しかし、礫径が50cmに達する礫は非常に円磨度が高く、ずんぐりしている。この礫には、河川によって運ばれたことを示す衝突痕(Oya:1981)が非常によく発達する(小西:1994)(Plate 1-2)。特に下河原(Site 14)*や武生市菅町(Site 20)ではこの種の礫が多量に存在する(Plate 1-3)。礫径が20cm未満のチャート礫の色は、灰緑青色のものや灰色のものが多く、赤色チャートはあまり多くない。中でも、灰緑青色の礫は珪質頁岩であり、礫径は小さい。一方、礫径20cm以上のチャートは白色あるいは黒色であることが多い。特に礫径が50cmを越える礫はすべて白色で黒い脈が発達するチャートである。

以上の野外観察により、天王川沿いの段丘堆積物中には形態の異なる2種類のチャート礫が含まれることがわかった。1つは礫径が20cm未満であり、層状チャートの単層の形態を残したもの〔以下、R(=Radiolarian)-タイプ〕であり、他の1つは単層のサイズをはるかに越えており(礫径が20cm以上)、白色の良円礫である〔以下、L(=Large)-タイプ〕(Plate 1-4)。今回の調査ではFig.2に示したように、15地点の段丘堆積物中より約130個のチャート礫を無作為に採取し、放散

* Site No. とは Fig.2 中の採取地点の番号を示す。

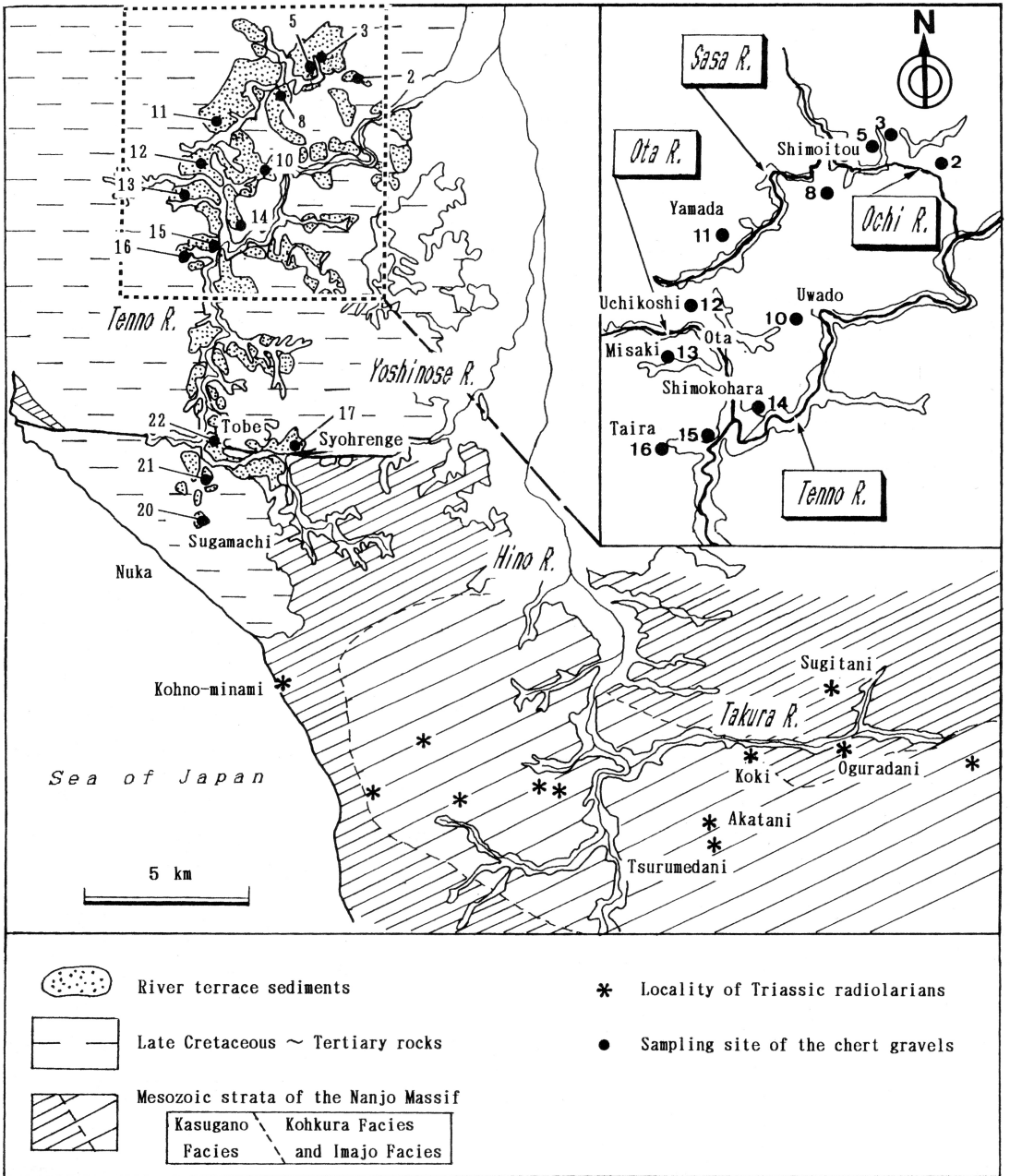


Fig.2 : Locality-map showing the sampling sites for radiolarian analysis of the river terrace sediments along the Tenno River (solid circle) and the occurrences of Triassic radiolarian fossils in the Nanjo Massif (asterisk).

虫の抽出を試みた。また、同時に岩石薄片を作成し検鏡した。その結果、R-タイプには放散虫化石を含むものが多く、L-タイプは放散虫化石を含むことは稀であることがわかった。R-タイプとL-タイプの起源は異なると考えられる。以下、礫の岩石学的特徴を記載し、それぞれの起源について考察する。

4. 放散虫化石を含むチャート礫（R-タイプ）の岩石学的特徴とその起源

露頭より採取したチャート礫を1個単位で碎き、フッ酸処理により放散虫化石を抽出し、電子顕微鏡で撮影した。化石を産するチャート礫は層状チャートの単層の形態を残したものと単層の厚さ以下のもので礫径2~10cmの礫であった。結果として、含放散虫チャート礫のすべては野外観察でR-タイプとしたものであった。この種の礫は高位段丘堆積物にも中位段丘堆積物中にも含まれている。鏡下では珪質頁岩である。化石を産した珪質頁岩は葉理が発達し、その間に放散虫化石と思われる円形や楕円形の断面組織が認められた (Plate 2-1,2)。しかし、化石は石英で充填されている。今回フッ酸処理により抽出できた放散虫化石の保存状態は不良で、鏡下で放散虫化石跡かと思われるものが認められても、フッ酸処理では化石が得られない試料が多い。そのため、採集・処理した約130個の礫のうち、放散虫化石が抽出できたものは30個で、そのうち明らかに二畳紀を示す放散虫化石を含むものが1個、三畳紀を示す放散虫化石を含むものが11個、ジュラ紀を示す放散虫化石を含むものが4個で、残りの14試料からは球状のものや球状体に数本の刺が出ているものなどが得られたに過ぎない。放散虫化石を抽出できた礫には灰青緑色のものが多い。二畳紀を示す放散虫を含んでいる礫は、鏡下ではチャートであり、正延性玉髓を含んでいるが、三畳紀を示す放散虫を含むものはすべて珪質頁岩である。得られた放散虫化石のリストを Table 1 に、また主な化石の写真は Plate 3 および Plate 4 に示す。二畳紀を示す主な化石としては *Follicucullus* sp. や *Albaillella*(?) sp. が、そして三畳紀を示す放散虫化石としては *Archaeospongoprimum* sp. や *Triassocampe* sp. が得られた。ジュラ紀を示す放散虫として、*Tricolocapsa plicarum*(?) Yao や *Pantanellium* sp. などが得られた。

ここで *Triassocampe* sp. (Plate 3-6,7) としたものと *Archaeospongoprimum* sp. (Plate 3-5) は、南条山地では今庄相や高倉相 (服部・吉村:1982) で産出している。また、*Pantanellium* sp. (Plate 4-5) や *Tricolocapsa plicarum*(?) (Plate 4-8) としたものは赤谷や高谷ヶ池をはじめ南条山地の多くの場所で産出している。このように天王川の段丘堆積物のチャート (珪質頁岩) より得られた放散虫化石は、南条山地に産出する放散虫と共通の属・種を多く含む。これらの放散虫化石を含むR-タイプは、地理的位置関係からみても南条山地からもたらされたと考えても矛盾はない。Fig.1 に示したように、現在天王川は南条山地の中生層分布地域の北側から流れ出しており、同山地は直接の後背地とはなっていない。しかし、今回行った放散虫解析からは、かつては南条山地の中生層からも大量のチャート礫が古天王川によって丹生山地に供給された時期があったといえる。

ここで、段丘堆積物のチャート礫から抽出された放散虫化石と、南条山地における放散虫化石の

Table 1 : List of radiolarian fossils obtained from the chert and siliceous shale gravels of the river terrace sediments along the Tenno River, Fukui Prefecture. Site numbers are shown in Fig. 2.

Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Site No.	8			10		11		12			13	14	17		22		
Radiolarian Taxon	Age	Tr	Tr	Tr	Jr	Pm	Jr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Jr	Jr
<i>Follicucullus</i> sp.					●												
<i>Albaillella</i> (?) sp.					●												
<i>Archaeospongoprunum</i> sp.		●					●	●	●	△			●		●		
<i>Triassocampe</i> sp. A	●	●	●				●	●	●								
<i>T.</i> sp. B		●					●	●									
<i>Capnodoce</i> sp.											●	●					
<i>Betraccium</i> (?) sp.										●		●					
<i>Ferresium</i> (?) sp.												●					
<i>Trypocyelia</i> (?) sp.											△		●		●		
<i>Canoptum</i> sp.												●				●	●
<i>Archaeodictyomitra</i> (?) sp				●		●											
<i>Pantanellium</i> sp.						●										●	
<i>Tricolocapsa plicarum</i> (?)																	●
<i>Stichocapsa</i> sp.			△			●											●
<i>Syringocapsa</i> (?) sp.																	●

(Site numbers) 8 : Shimoitou (下糸生) ; 10 : Uwado (上戸) ; 11 : Yamada (山田) ;
 12 : Uchikoshi (打越) ; 13 : Misaki (三崎) ; 14 : Shimokohara (下河原) ;
 17 : Syohrenge (勝蓮花) ; 22 : Tobe (都辺)

分布とをもう少し詳しく検討してみる。南条山地の地層は、そこに産する岩石組み合わせと放射虫化石とによって春日野相、今庄相、高倉相に分けられている(服部・吉村:1982)。そして現在までの研究によれば(服部:1987;1989など)、ジュラ紀の放射虫の産地が三疊紀の化石産地をはるかに上回る。しかし天王川の段丘堆積物中のチャート(珩質頁岩を含む)礫から得られた放射虫化石については、三疊紀の化石の産出に比べ、ジュラ紀の化石の産出割合が低い。これはジュラ紀の放射虫を含む岩石は頁岩であることが多く、それらはチャートや珩質頁岩に比べ柔らかいため、運搬の途中で破壊・摩耗・消滅してしまうためであろう。

朝日町下糸生(Site 8)、織田町上戸(Site 10)、打越(Site 12)の段丘堆積物から採取した礫からは、三疊紀を示す放射虫化石が得られている。一方、南条山地において三疊紀の放射虫化石が産出しているのは2,3の地点を除いては、主に今庄相および高倉相中のチャートからである。両相の分布地域は、現在の地理的位置関係では、天王川水系のはるか南東方向である。また、三疊紀を示す*Capnodoce*類は今のところ南条山地では今庄町杉谷(Fig.2)でしか得られていない。この

ようなことから、古天王川流域には Fig.3 に示したように、かなり南東に当たる今庄相や高倉相分布地域からも河川が流れ込んでいた時期があったと解釈できる。

R-タイプのチャート礫が南条山地の中生層から直接供給されたものか、一度どこかに堆積した礫層から洗い出された二次的礫なのかという問題がある。例えば、調査地近辺では、天王川南方の

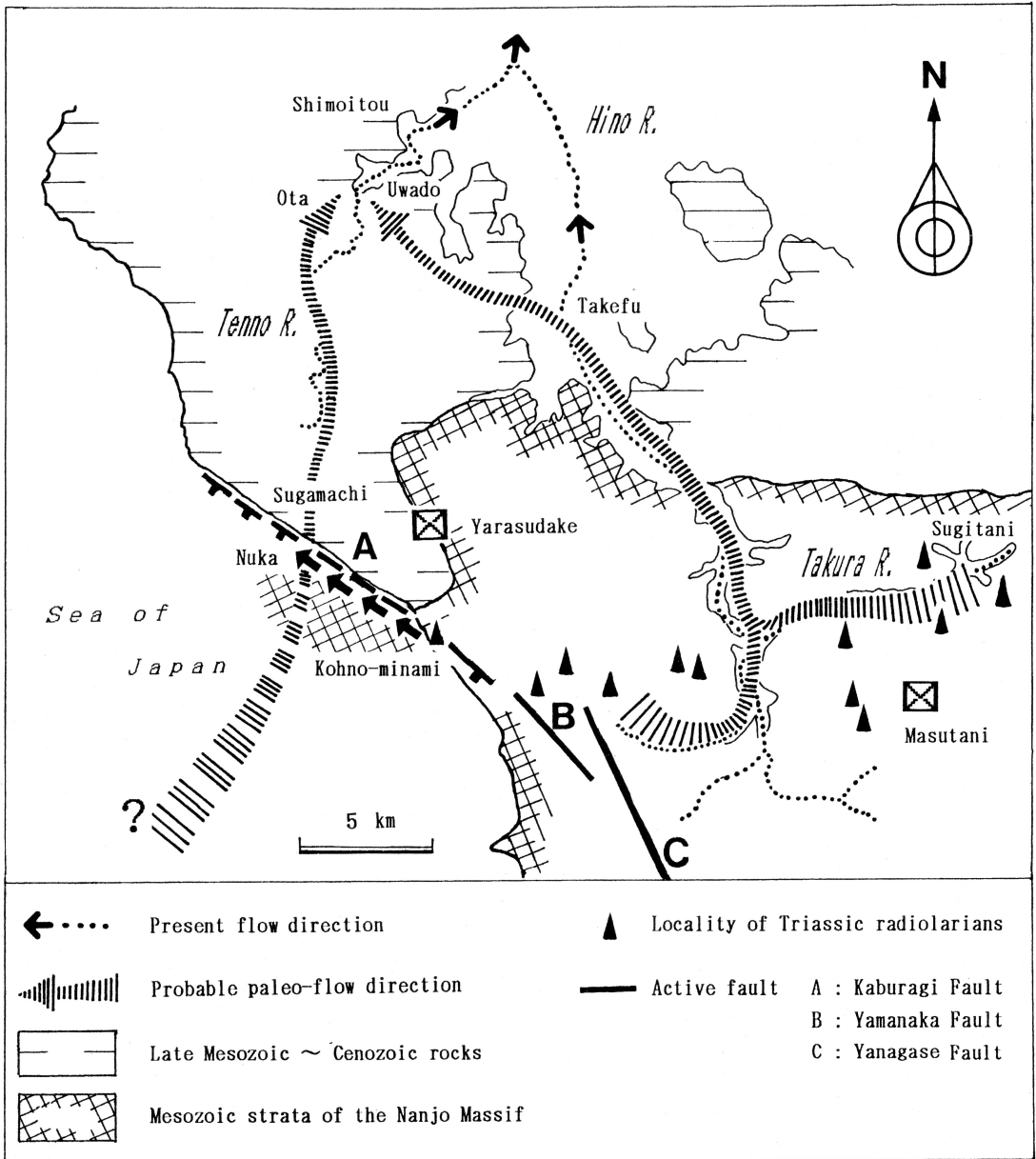


Fig.3 : Schematic map illustrating the probable paleo-flow direction of the Tenno River, on the basis of analysis of radiolarian fossils in the chert gravels in higher-terrace sediments.

矢良巢岳頂上付近 (Fig.3) にチャート礫を多量に含む礫層が存在する (木戸・福田:1985)。このチャート礫にも三畳紀の放散虫化石が含まれている。この礫層は南条山地中生層の上位に重なり、かつ西谷流紋岩に覆われている。しかし、このチャート礫の円磨度は非常に高く、また、放散虫化石を含む礫には赤色のものが多い。天王川の段丘堆積物中のR-タイプのチャート礫が、このような礫岩層からもたらされた二次的な礫であるとは考えにくい。今回の調査では、むしろR-タイプには南条山地の中生層から直接もたらされた礫が多いと言える。

5. 放散虫化石を含まないチャート礫 (L-タイプ) の岩石学的特徴とその起源

この礫の露頭での特徴は、サイズが層状チャートの単層のサイズ (層厚) をはるかに越えた礫径をもち (20cm以上の巨大な礫)、白色を呈し、円磨度が非常に高く、衝突痕 (パーカッションマーク) が発達していることである (Plate 1-2)。この礫からは、放散虫化石を得られなかった。また、岩石学的にはモザイク状石英脈 (Plate 2-3) がよく発達し、正延性玉髓 (Plate 2-4) や同時消光する方解石の破片群 (Plate 2-5,6) をしばしば含む。このような特徴をもった巨円礫の起源を南条山地に広く分布する層状チャートに求めることは困難である。では、「チャートの巨円礫を含む礫岩層」は、南条山地あるいはその周辺に分布していないだろうか。今のところ南条山地に分布する礫岩層としては、「冠山礫岩系 (服部ほか:1985)」,そして南条山地を不整合に覆う礫岩層として

は、「元比田礫岩層 (木戸・福田:1985;1988)」と「榑谷川上流に分布する礫岩層 (竹澤ほか:1991)」がある。それぞれの礫岩層の特徴は次のとおり。冠山礫岩層は、主に花崗岩やチャートの巨円礫が主体で、南条山地高倉相中に発達する層間礫である。花崗岩礫には径1mを越える良円礫が存在し、チャート礫には正延性玉髓を多量に含むものが存在する (服部ほか:1985)。元比田礫岩層は、木戸・福田(1985;1988)により命名された礫岩層である。この礫岩は、礫の大きさが通常数cmで、チャートの小円礫が主体であるがオーソコーツァイト礫なども

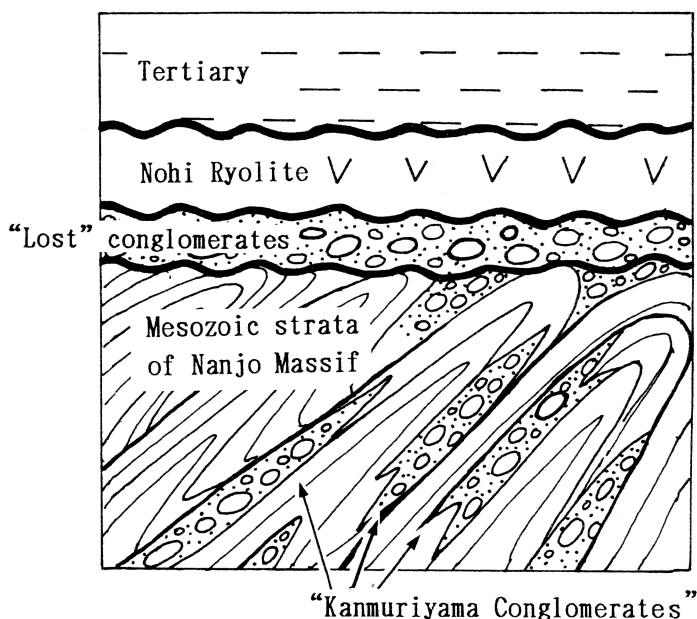


Fig.4 : Schematic geologic section showing the occurrence of Mesozoic conglomerates in the Nanjo Massif. "Lost" conglomerates similar in composition to the "Kanmuriyama Conglomerates" were distributed overlying the Mesozoic strata of the Nanjo Massif.

含み、足羽累層の礫岩に対比されている。榭谷川上流に分布する礫岩層は、冠山礫岩系と同じような礫種で構成される礫岩層ではあるが、さらに粗粒な碎屑岩を主体とし、層間礫ではなく、南条山地高倉相を不整合に覆う可能性のある礫岩層（竹澤ほか：1991）である。これらの礫岩層の中で、巨大なチャート礫を含むものは、冠山礫岩系と榭谷川上流の礫岩層である。後者は、野外では極粗粒な砂岩と礫岩の互層で、層理面は水平に近く、大きな花崗岩礫や正延性玉髓を含むチャート礫を含む（竹澤ほか：1991）。天王川の段丘堆積物中のL-タイプ（放散虫化石を含まない起源不明のチャート巨円礫）の起源をこの榭谷川上流（Fig.3）に分布するような礫岩層中のチャート礫に求めても矛盾はない。もし、この解釈が正しいとすると、天王川沿いの段丘堆積物中に散在するL-タイプのチャート礫はこの礫岩層からもたらされた二次的なチャート礫であり、南条山地はかつて濃飛流紋岩形成以前には、この礫岩層に広く覆われていた可能性が高い（Fig.4）。

6. 議 論

1 甲楽城断層の活動

天王川沿いに発達する高位段丘堆積物は、武生市土山小谷町付近で分布は狭くなるが、さらに南方の武生市菅町付近まで分布する。そしてその延長は現在の糠川に沿って河野村糠まで追跡でき、ついに日本海に達してしまう。しかし、小西（1994）は、菅町（Site 20）に産するL-タイプのチャート礫の衝突痕の解析に基づき、それらの礫は産出地点よりさらに40km上流から運ばれてきたと解釈している。今回の放散虫解析で下河原（Site 14）で採取した礫より得られた三畳紀後期を示す放散虫化石である *Betraccium*(?) sp. (Plate 3-9) や *Ferresium*(?) sp. (Plate 3-10) は、今のところ南条山地の中生層においては河野南方（河野-南：Fig.2）で得られている（服部・吉村；1983）。一方、活断層研究会編（1991）によれば甲楽城断層は垂直断層で、その変位は16kmにわたって追跡できる。また、金折（1993,1994）によれば、甲楽城断層は柳ヶ瀬断層や養老断層と同じ断層系に属し、北西-南東方向に伸び、敦賀湾-伊勢湾構造線の北部を形成している（Fig.1）。甲楽城断層の南東延長方向にあたる山中断層は左横ずれの活断層、山中断層のさらに南東延長方向にあたる柳ヶ瀬断層も左横ずれ断層である（活断層研究会編；1991）。これらと同じ断層系に属するといわれる甲楽城断層もまた左横ずれ成分をもつ活断層であると仮定し、河野付近が糠付近に接続するように、甲楽城断層に沿って西側を北西方向に約5km移動させてみる。Fig.3に示したように、河野付近を糠の西に位置するようにすると、河野南方に分布する *Ferresium*(?) sp. や *Betraccium*(?) sp. を含む地層から供給された礫が、古天王川によって運搬・堆積し、下河原の高位段丘堆積物の構成礫になっているという解釈は容易である。この仮定では断層の活動時期は少なくとも高位段丘形成以降となるので、仮に段丘形成時期を20万年前（三浦：1991）とすると、現在までに約5kmずれたことになり、2.5cm/年の変位速度が得られる。

2 古天王川の流路

前述したように段丘堆積物のチャート（珪質頁岩）礫から得られた放散虫の解析からは、南東方向からの礫の供給があったと考えられる。例えば下河原（Site 14）や三崎（Site 13）の段丘堆積物から得られた *Capnodoce* sp. (Plate 3-8) は、今のところ今庄町杉谷でしか得られていない。また、*Triassocampe* sp. A (Plate 3-6) は今庄町赤谷や古木や小倉谷や鶴目谷などで見い出されている (Fig.2)。もし、天王川の段丘堆積物中に南東の杉谷や赤谷などに起源をもつチャート礫が含まれているとすると、どのような流路で運ばれたのだろうか。例えば、古田倉川が西へ流れ、古日野川を横切ってさらに西進し、古天王川に合流したという流路が考えられる。また、古田倉川は、古日野川に合流すると北進し、今度は武生付近で北西に進路を変え上戸や下糸生周辺に礫を堆積させたとも推定できる。岡島（私信）によれば、上戸付近の高位段丘堆積物中の礫の覆瓦構造からは南または南東からの古流系が認められるという。このことから、かつて南東から流れてきた古日野川が、糠方向から北進してきた古天王川と織田や上戸付近で合流していたのではないかと推定できる (Fig.3)。その後、織田以南は東へ傾動したため（服部ほか：1993；山本・梅田：1993）、南東から北西への流れの方向が、西から東への流れに変化したのではないだろうか。

7. まとめ

天王川沿いの段丘礫の調査から次のようなまとめができる。

1. 大量のチャート礫が、古天王川などによって南条山地から丹生山地に供給されている。
2. 天王川水系は断層の活動や東への傾動運動によってかなり変遷してきている。
3. 濃飛流紋岩形成以前、南条山地を不整合に覆う礫岩層があったと推定できる。
4. 放散虫化石を含まない白色チャートの巨円礫は、3の礫岩層よりもたらされた可能性がある。

文 献

- 福井県，1982：土地分類基本調査「鯖江・梅浦」5万分の1表層地質図および同説明書。53p.
- 服部 勇，1987：福井県南条山地におけるジュラ紀放散虫について。福井市郷土自然科学博物館研究報告。No.34, 29-101.
- ，1989：福井県南条山地西部の3地点におけるマンガンノジュールからのジュラ紀放散虫について（資料）。福井大学教育紀要，II，No.39, 47-134.
- ・服部篤彦・上山康一郎，1985：冠山礫岩—美濃帯北西部の中生代礫岩：福井県下の美濃帯と飛騨帯における中生代礫岩の比較研究。福井大学教育紀要，II，No.35, 33-47.
- ・福井卓雄・水谷伸治郎・大矢芳彦・山本博文，1993：越前海岸玉川崩落災害の地質学的側面—長周期過程と崩落の再来周期の推定—。自然災害科学，No.12, 125-139.
- ・吉村美由紀，1982：福井県南条山地における主要岩相分布と放散虫化石。大阪微化石研究会誌，特別号5，103-116.

- ・———, 1983: 福井県南条山地に認められる三疊紀後期・ジュラ紀前期の綠色岩類. 福井大学教育学部紀要, II, No.32, 67-80.
- 金折祐司, 1993, 甦る断層 —テクトニクスと地震の予知—. 近未来社, 220p.
- , 1994, 断層列島 —動く断層と地震のメカニズム—. 近未来社, 232p.
- 活断層研究会編, 1991: 「新編」日本の活断層. 東京大学出版会, 437p.
- 木戸 聡・福田英則, 1985: 福井県敦賀湾東岸に産する礫岩について. 福井市自然科学博物館研究報告, No.32, 1-8.
- ・———, 1988: 福井県敦賀湾東岸に産する礫岩について (第2報). 福井市自然科学博物館研究報告, No.35, 37-42.
- 小村良二, 1982: 福井県丹生山地, 天王川上流域の水系変化 —河岸段丘による検討—. 地質調査所月報, 33, 133-140.
- 小西多美, 1994: チャート礫の表面に残る衝突痕を用いた古環境復元の試み. 福井市自然史博物館研究報告, No.41, 28-46.
- 三浦 静, 1991: 福井県の地形・地質概観. 三浦 静教授退官記念論文集, 1-9.
- 中川登美雄・山本博文・新井芳夫・岡島尚司, 印刷中: 福井県丹生山地の段丘堆積物から見いだされた始良 Tn 火山灰層および大山倉吉軽石層とその意義. 第四紀研究.
- Oya, Y., 1981: Percussion marks on pebbles of recent fluvial sediments, central Japan. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, 29, 13-28.
- 竹澤宏保・阪本直樹・藤井純子, 1991: 福井県南条山地榎谷川上流域の地質 —特に含礫砂岩について—. 三浦 静教授退官記念論文集, 81-87.
- 山本博文・梅田美由紀, 1993: 北陸沖日本海の地質構造とその意義. 福井市自然史博物館研究報告, No.40, 13-26.
- 吉田 森・吉川文治・宮越栄蔵, 1939: 越前丹生山地の地形 (II). 地理教育, 30, 53-61.

図版の説明

Plate 1:

- 1 Outcrop of the terrace sediments along the Tenno River which contain many chert gravels. (Site 10, Uwado)
- 2 Photograph showing the percussion marks on L-type chert gravel.
The sample is collected at Shimokohara (Site 14). The scale is millimeter.
- 3 Mode of occurrence of L-type chert gravels at Shimokohara (Site 14).
Head of hammer, 25cm long.
- 4 Photograph showing the two types of chert gravels, small ones (=R-type, left) are derived from bedded chert. Large one (=L-type, right) is over the size of bedded chert. R-type contains radiolarians and L-type has percussion marks.

Plate 2 :

- 1 Photomicrograph of R-type siliceous shale gravels under plain light.
- 2 Ditto. Crossed polars.
- 3 Photomicrograph of L-type chert showing broken vein of mosaic quartz under crossed polars.
- 4 Photomicrograph of L-type chert showing length-slow chalcedony under crossed polars.
- 5 Photomicrograph of L-type chert showing calcite fragments with same crystallographic orientation under plain light.
- 6 Ditto. Crossed polars.

Plates 3 : Radiolarian fossils obtained from the chert and siliceous shale gravels of the river terrace sediments along the Tenno River, Fukui Prefecture. All figures are scanning electron micrographs. Scale bars are 50 μ m.

- 1 *Follicucullus* sp. sample No 5, Site 11 (Yamada)
- 2 *Follicucullus* sp. sample No 5, Site 11 (Yamada)
- 3 *Albaillella* sp. sample No 5, Site 11 (Yamada)
- 4 *Albaillella*(?) sp. sample No 5, Site 11 (Yamada)
- 5 *Archaeospongoprunum* sp. sample No 2, Site 10 (Uwado)
- 6 *Triassocampe* sp. A sample No 1, Site 8 (Shimoitou)
- 7 *Triassocampe* sp. B sample No 2, Site 10 (Uwado)
- 8 *Capnodoce* sp. sample No.11, Site 13 (Misaki)
- 9 *Betraccium*(?) sp. sample No.12, Site 14 (Shimokohara)
- 10 *Ferresium*(?) sp. sample No.12, Site 14 (Shimokohara)

Plate 4 :

- 1 *Trypocyclus*(?) sp. sample No.12, Site 14 (Shimokohara)
- 2 *Trypocyclus*(?) sp. sample No.12, Site 14 (Shimokohara)
- 3 *Canoptum* sp. sample No.12, Site 14 (Shimokohara)
- 4 *Archaeodictyomitra*(?) sp. sample No.15, Site 17 (Syohrenge)
- 5 *Pantanellium* sp. sample No.15, Site 17 (Syohrenge)
- 6 *Syringocapsa*(?) sp. sample No.16, Site 22 (Tobe)
- 7 *Stichocapsa* sp. sample No.16, Site 22 (Tobe)
- 8 *Tricolocapsa plicarum*(?) Yao sample No.16, Site 22 (Tobe)
- 9 *Nasserallia* gen. et sp. indet sample No 3, Site 10 (Uwado)

Plate 1

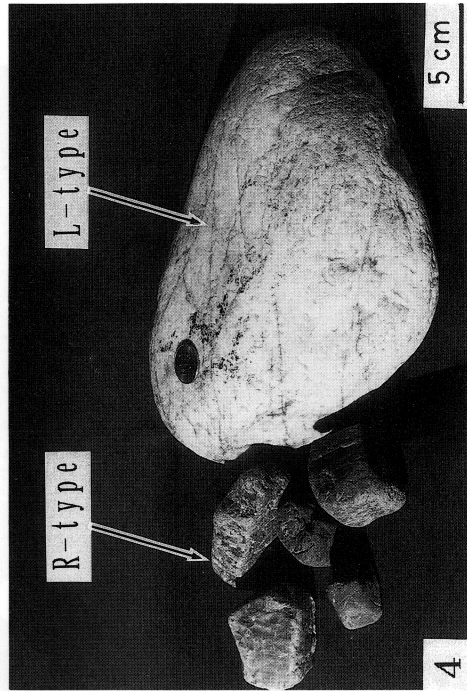


Plate 2

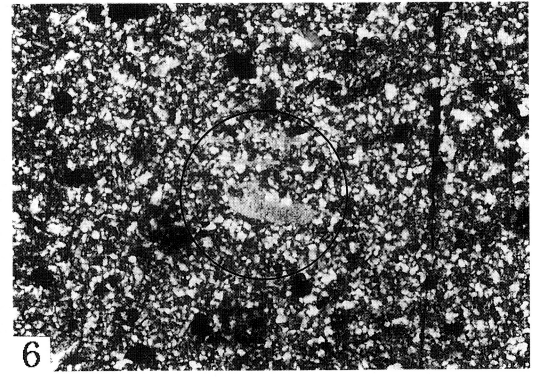
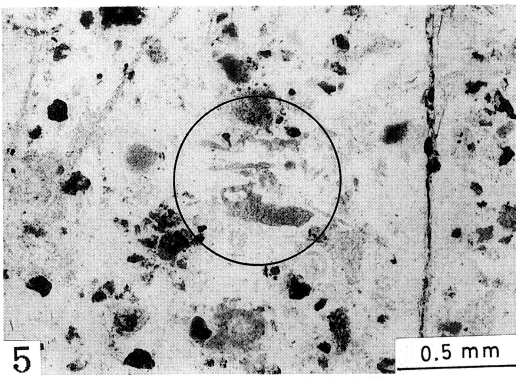
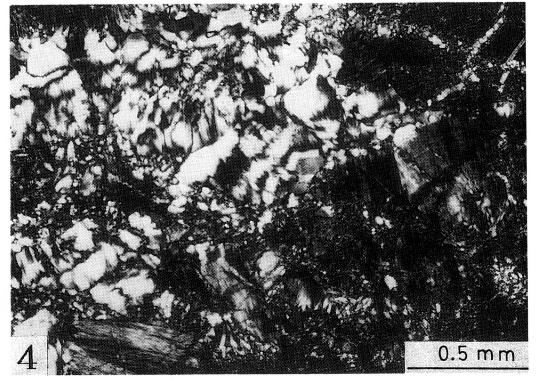
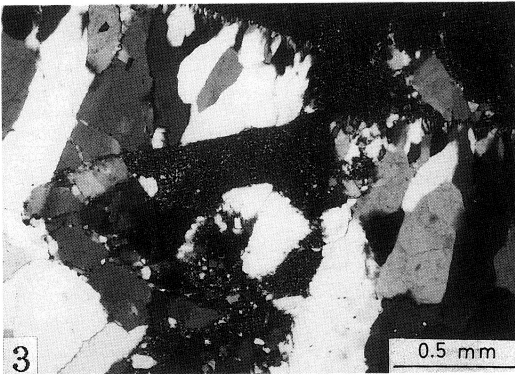
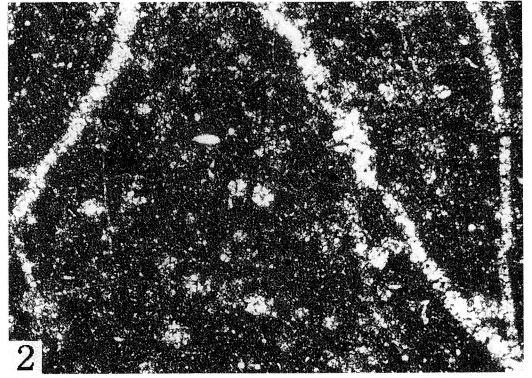
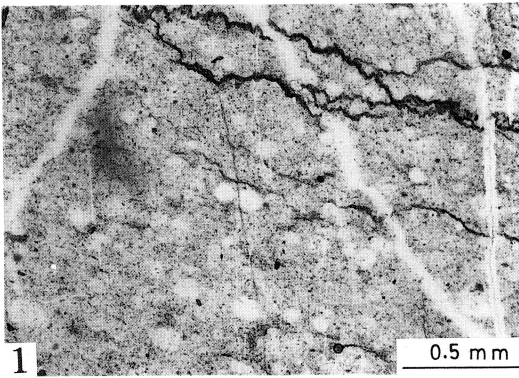
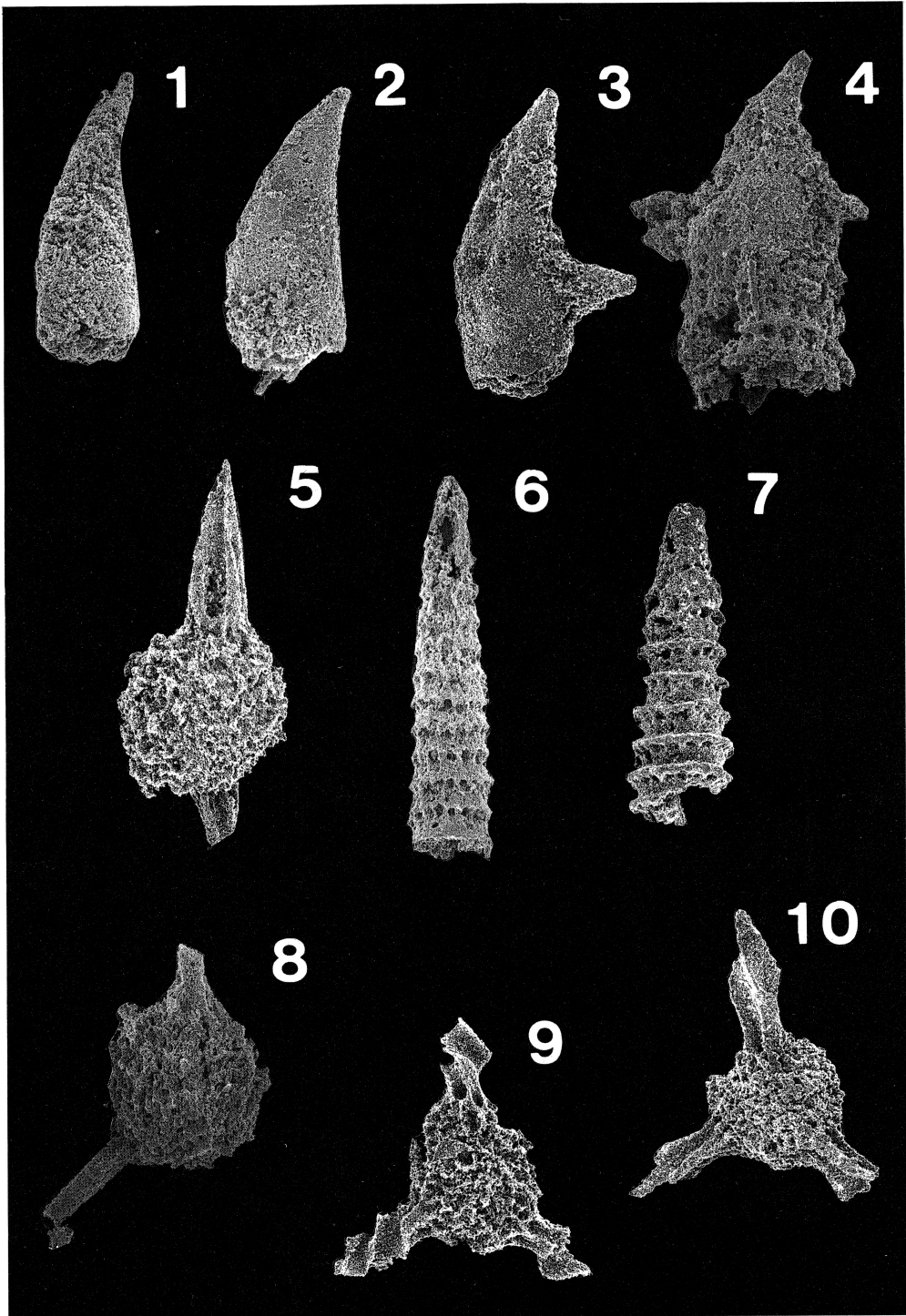


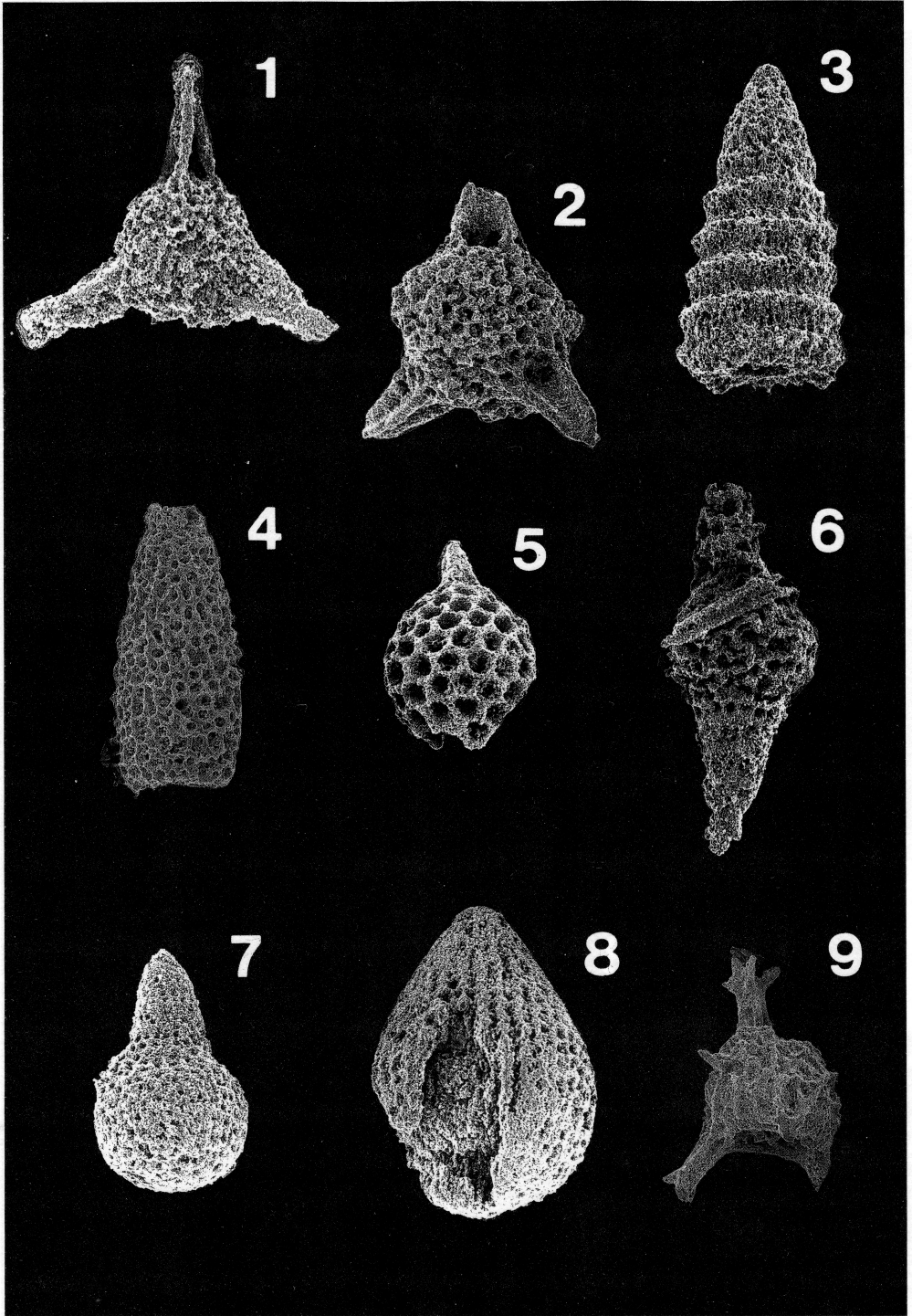
Plate 3



— 5, 6, 7, 9

— 1, 2, 3, 4, 8, 10

Plate 4



— 9

— 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

— 8