

平成 17 年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業  
「教員研修」報告書（教 253）

## 野外研修「歴史災害と地球環境の変動を見る - 根尾谷断層と犬山チャート」

平成 18 年 3 月

大阪府教育センター  
教科教育部理科第二室

平成 17 年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業  
「教員研修」報告書（教 253）

野外研修「歴史災害と地球環境の変動を見る -  
根尾谷断層と犬山チャート」

はじめに	1
実施要項	2
研修内容	
〔研修記録〕 野外研修「犬山チャート」	3 ~ 17
講師： 大阪市立大学大学院理学研究科 教授 八尾 昭	
〔付録：研修資料〕 犬山チャート	1 ~ 38

## はじめに

文部科学省のサイエンス・パートナーシップ・プログラム（SPP）事業は、大学、研究機関等との連携により、児童生徒の科学技術・理科、数学に関する興味・関心と知的好奇心を一層高める機会を充実させるために実施するものです。本研修はその中の教員研修として「野外研修『歴史災害と地球環境の変動を見る - 根尾谷断層と犬山チャート』』というテーマで、「世界一級の地学的自然遺産」ともいふべき、1891年の濃尾地震で動いた「根尾谷断層」や、プレートテクトニクスによる日本列島の形成過程を象徴する「犬山チャート」を、実際に現地を観察する機会を提供するものです。

研修の講師として、大阪市立大学の八尾昭先生をお迎えしました。先生はこの「犬山チャート」を最もよく研究されており、同時に、日本列島の歴史を読み取る重要な証拠となった「放散虫」の研究の第一人者でもあります。地層の観察では、優れた研究者によって、ただの岩や石ころが、何億年も前の地球の出来事を記録している“古文書”として、生々しく解説されます。

地学教育では、今やプレートテクトニクスが大きな学習内容の柱となっていますが、授業はどうしてもお話だけに終わりがちです。この研修での研究者本人による露頭での地層の観察・説明や、採取したチャートなどの実物標本を活用することによって、プレートテクトニクスによる「付加体」の形成などを実感してとらえ、授業を生き生きとしたものとする事ができるでしょう。

濃尾地震はマグニチュード（M）8.0の巨大地震で、死者は7200人に及びました。「根尾谷断層」の変位も6～9mに達しました。一方で、兵庫県南部地震はM 7.3でしたが、6400人も犠牲者がでました。阪神淡路大震災と比較することで、地震災害の多様性や普遍性、大都市での直下型地震の怖さと、防災・減災対策の重要性を改めて認識することができます。

本報告書には、野外研修で講師が話された講義内容がまとめられています。ただし「根尾谷断層」については、岐阜県本巣市の「地震断層観察館」の見学が主であり、また「根尾谷断層」についての既存のテキストを使用しましたので、この報告書では記載していません。

研修に参加された教員が、ここで得られた知識と体験をそれぞれの授業の場で効果的に活用し、児童生徒に自然への畏敬や自然の驚威を伝え、地球環境に関する意識を高めることを期待します。

平成 17 年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業実施要項

大阪府教育センター

- 1 研修名 **【教 253】野外研修「歴史災害と地球環境の変動を見る - 根尾谷断層と犬山チャート」**
- 2 対象者 小・中・高等学校及び盲・聾・養護学校の理科担当教諭及び常勤講師  
募集人員 40 名
- 3 日時 平成 17 年 8 月 26 日 (金) 8:30 ~ 19:00
- 4 集合場所・時間  
J R 新大阪駅 3 階中央コンコース千成ひょうたん前 (8:30)
- 5 行程  
新大阪駅前から貸切バスで出発 (名神高速・東海北陸道) 各務原市鷺沼 (犬山チャート) (東海北陸道) 岐阜県根尾村 (地震断層観察館) 新大阪駅 (19:00 予定)
- 6 研修内容・講師

時間	研修内容	講師等
11:00 ~ 13:00	<b>1 野外研修「犬山チャート」</b> プレートテクトニクスによる科学革命の波は、1970 年代後半になって日本列島の中軸部に及んできた。その象徴ともいえるべき“放散虫革命”の舞台となったのが美濃帯犬山地域である。世界の中でも最も見事に露出するジュラ紀付加体を、この犬山地域の本曾川河岸で観察する。そして、三畳紀からジュラ紀の海洋プレート層序に記録された地球環境変動を読み取り、さらに日本列島の基盤のダイナミックな形成過程をたどる。	大阪市立大学大学院 理学研究科 教授 八尾 昭
14:30 ~ 16:00	<b>2 野外研修「根尾谷断層」</b> 1891 年に起こった濃尾地震 (M=8.0) の地震断層及びその災害の様子を現地で実習し、兵庫県南部地震や昨年の中越地震との災害の比較検討から、地震災害の多様性や普遍性、大阪への教訓を学ぶ。	大阪市立大学大学院 理学研究科 教授 八尾 昭  大阪府教育センター 職員

## 野外研修「犬山チャート」

講師： 八 尾 昭 大阪市立大学大学院理学研究科教授

### 1 . 研究略史 (和歌山県紀伊由良白崎地区も併記)

- 1968年 白崎地区の研究開始  
1960年代までは、石灰岩から産出する化石のみによって地層の年代が石炭紀・ペルム紀だと言われていた。
- 1969年 白崎地区の一部のブロック状石灰岩から六射サンゴ化石発見  
六射サンゴ化石は中生代以降にしか産出しないので、「本当に古生代か」という疑問が発生。  
放散虫化石で白崎地区の全面的再検討を開始  
ペルム紀層と言われていたチャートや泥岩に入っている放散虫が、ヨーロッパアルプス等での中生代放散虫にそっくりだということが分ってきた。  
白崎の石灰岩は古生代だが、周りは中生代の地層ではないかと疑問を持つ。
- 1970年 岐阜県・愛知県境の木曽川付近で美濃帯の研究開始  
時代が分かる標準になるような放散虫化石の連続した変化が追えるようになった。  
コノドント化石との共同研究で、細かい時代が明らかになった。
- 1980年 各地層の形成年代が放散虫化石から確実に言えるようになった。  
木曽川沿いの美濃帯について「海洋性の堆積物が付加体になったもの」と発表。
- 1983年 白崎地区について「木曽川地域と産状は違うものの典型的なメランジュだ」と発表。

### 2 . 講義内容のまとめ

#### (1) 犬山地域の研究の概略

1970年に、美濃帯の岐阜県・愛知県の境界の木曽川河岸付近で地層が非常に連続よく残されている所について、研究を始めました。研究を始めたとき、放散虫年代については、他の場所でアンモナイトと一緒に出る放散虫とか二枚貝化石の出るジュラ紀の放散虫とかについて大まかなことが分かっていたのですが、細かいことは分かっていませんでした。放散虫年代の精度を高める仕事と地層の繰り返しを読み解くという仕事とが、犬山地域で同時に行われました。



犬山のチャートから、コノドント化石との共同研究によって、時代が分かる標準的な放散虫化石の連続した変化が追えるようになりました。図1が、その研究結果を描いたもので、柱状図中の1番(三畳紀の中頃)から39番(ジュラ紀初め)まで(その間約5000万年)連続的だということが分かりました。チャートが三畳紀の中頃からジュラ紀にかけて連続的にたまっている場所は、他には世界中のどこにも無くて、犬山で初めて分かったのです。

犬山地域では、チャートの厚さは100mぐらいで、その上は連続的に30mぐらいの厚さの珪質泥岩に変わり、さらに、その上は連続的に泥岩、砂岩に変わっていきます。その放散虫化石を調べると、チャートの部分からは三畳紀の中頃からジュラ紀の初めぐらいまでの、珪質泥岩・泥岩・砂岩の部分からはジュラ紀の中頃の放散虫化石が産出します(図2)。

このことから、三畳紀からジュラ紀の初めにかけて(5000万年間)チャートがたまって、その後、泥になって砂になってくるという、そういう堆積作用の変化があったことが分かりました。

犬山地域にはチャートが4枚あって、それが下から「チャート 泥岩 砂岩」というセットで繰り返しながら、曲がって傾く地質構造をしています(図3)。それぞれのセットについて放散虫化石を調べてみますと、どのセットもチャートは三畳紀中頃からジュラ紀前期で泥岩・砂岩はジュラ紀の中頃を示す放散虫化石が産出します。

このことから、年代的にも、岩石の特徴も同じチャート 泥岩 砂岩というセットが繰り返しているのだということが分かりました。

## (2) チャートという岩石

チャートは海底でたまった堆積岩で、非常に硬く、成分はほとんど二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )です。小指の先ぐらい(1~2gぐらい)のチャートをフッ化水素酸に1日ほど漬けておくと、表面が溶けてきて、溶け残りの粉状のものが下に落ち、その中から放散虫の化石が何万個体も出てきます。ですから、チャートは放散虫化石のかたまりなのです。

典型的なチャートはチョコレート色~煉瓦色(図4:赤色チャート)で、これは、海にたまったときの色を元のまま残していると考えられます。しかし、黒色・灰色・青色・紫色などさまざまな色のチャートもあります(図5)。

東京大学の先生方が中心になって調べられたのですが、黒いチャートの中には黄鉄鉱とか炭素の粒子とかがいっぱい入っており、無酸素状態の海底で堆積したチャートだと考えられています。放散虫の呼吸の方法は、酸素を使います。海底が無酸素であっても、表層が酸素のある海だったら放散虫は生息できるので、海底には問題なく放散虫の殻がたまります。

また、赤いチャートには赤鉄鉱の細かい粒子がいっぱい入っています。赤鉄鉱は、酸素がたくさんあるところでしかできない鉱物なので、酸素の入った海水が海底面を動いているような状況の深海底でたまったと考えられます。

### 生物の大量絶滅と無酸素事件

犬山地域では、黒~灰色のチャートが一番下にあり、そこから下にはチャートはなくて、珪質粘土岩(一見チャートのような泥岩)があります。同様に、日本列島のどこでも、三畳紀の初め頃のチャートは無いのです。古生代ペルム紀の終わりぐらいまでは、ずっとチャートがあるのですが、急にチャートが無くなって、チャートの無い時代が少し続いて、その後灰色~黒色のチャートが中心のところがあり、三畳紀の中頃ぐらいに入ると急に赤いチャートが多量に出てくるのです。

ペルム紀末に、95%の種類が死に絶えてしまうという生物の大量絶滅があり、その原因が無酸素事件(地球上の酸素が少なくなって、海洋底も酸素が無い状況になった)だと考えている人が多いのです。実際、ペルム紀の放散虫は多くて、チャート1サンプルに、多い場合だと100~200種類出てくるのですが、三畳紀初めの珪質粘土岩には、放散虫が2~3種類しか出てきません。なぜか分からないのですが、古生代末に放散虫が大量絶滅し、放散虫がほとんどいない海になってしまったのでチャートができなかったと考えられます。

犬山の黒いチャートは、三畳紀の中頃のもののなので、ペルム紀末に起きた大きな無酸素事件の

続きではなくて、三畳紀の途中にも何回か小さな無酸素事件が起こった証拠だろうと解釈されています。

### (3) 遠洋域の堆積物

陸から数千kmも離れた遠洋域（大陸域からの砂とか泥とかは一切やってこない海域）の海底には、海水中に棲んでいる放散虫とか有孔虫とか魚とか、いろいろな生物の遺骸が降り積もるだけで、砂や泥はたまりません。

浮遊性有孔虫などの殻（炭酸カルシウム）は、沈下深度が4000mを越えると水圧（400気圧以上）のために全部溶けてしまいます。この境界の深さを炭酸塩補償深度（CCD）といいます。

現在の太平洋・大西洋でのCCDは、だいたい4000mですが、これは一定ではなく、浅海部分からの炭酸塩物質供給量などによって変化します。浅海部分に石灰質の殻を持つ生物がたくさん生息して遺骸の沈下量が多いと、溶けるのが間に合わなくてCCDは深くなりますし、生息数が少ないと浅くなることも起こります。

三畳紀の、古太平洋であった頃のCCDは、生物の生息数も不明なので、実際には分かっていません。当時はもう少し浅かったかもしれません。

CCDより深い海底にたまるのは、珪酸質である放散虫の殻だけということになります。そのような深海底にできる、放散虫の殻だけが集まった堆積物は「放散虫軟泥」と呼ばれ、それが固まるとチャートになるはずだと考えられます。現在の遠洋域で放散虫軟泥が堆積する速さは1000年で1mm～2mmぐらいの厚さです。

### (4) 海洋プレート層序

犬山地域では、下位から上位へチャート 珪質泥岩（チャートに少し泥が混じったもの）泥岩 砂岩という地層の積み重なりが見られます。このように岩質が変わる原因がなかなか分からなかったのですが、放散虫の種類がチャートから砂岩まで連続的に変わることが分かって、これは一繋がり地層であって、堆積する場所が次第に変化したらしいということが分かりました。

犬山地域のチャートは、砂や泥が全く混じらず放散虫の殻だけでできていることから本来の堆積場所は陸から遠い所だと考えられますし、石灰質の有孔虫の殻などが全く含まれていないことからCCD（約4000m）より深い海底で堆積したと考えられます。

また、犬山地域のチャートは、放散虫・コノドントといった微化石の研究から、一番下の部分が三畳紀の初め頃で一番上の部分がジュラ紀の前期（その間6000万年）と分かりました（図6）。チャートは約100mの厚さがありますので、その堆積速度は1000年で2mm弱と算定され、現在の深海底で堆積しているのと同様速度でチャートが出来たことが判明しました（図2）。6000万年間もずっと放散虫が溜まるように安定している場所は、遠洋域の大洋底しか考えられません。

それに対して、珪質泥岩・泥岩・砂岩は陸地からの供給物質で形成されますから、大陸に近い場所での堆積が考えられます。しかも、下位から上位へ次第に粒子が粗くなっていることから次第に大陸へ近づいていることが考えられます。

プレートテクトニクスでは「中央海嶺の下からマントル物質が湧き上がってきて新しい海洋プレートが次々と作られていって、海嶺から両側にどんどん移動していく」というモデルが考えられます。ですから、中央海嶺を軸にして1年間に7cm前後ぐらいの速度（現在の太平洋プレートで年間7.6cmという実測値があります）で両側に移動していくので、中央海嶺から遠い位置ほど古いプレートであることになります。

こうしたことから、チャート 泥岩 砂岩という堆積場所の変化の原因を、プレートモデル

で解釈します。すなわち、中央海嶺でできた海洋プレートがどんどん側方へ動いていって大陸の下へ沈み込んでいくという、海洋プレートの移動を考えると、その上に乗ってる堆積物が、初めは遠洋域堆積物だけど、海溝の近くへやってくると泥がたまりだして、海溝の中心のところに来ると砂がたまると考えられます。

#### (5) 付加体

犬山地域では、同じ時代の地層のセットが4枚重なっているのですから、その上下関係は断層だと考えられます。すなわち、チャート 泥岩 砂岩という連続した1セットがあって、低角度の断層で切れて、またチャート 泥岩 砂岩と連続して、また断層で切れてチャートが乗ってくるというふうに、低角度の断層で何回も繰り返しているのです(図7)。

チャート 泥岩 砂岩というセットは、前述のように、陸から何千kmも離れた場所でチャートがたまり、だんだん大陸へ近づいてきて、海溝の縁まで来ると泥がたまり、海溝の軸部のところまで来ると砂がたまっただということですが、これが海溝の軸部を行き過ぎると、その部分が切れて大陸の端に付加します(図8)。犬山地域でチャート 泥岩 砂岩、チャート 泥岩 砂岩と何回も繰り返しているのは、海洋プレートの上部の堆積層が次々と付加したものだとして解釈できます。

犬山地域では、北側にあるセットが先に付加したものであり、その後南からやってきたものが次々と南側に付加していきましたので、上の方が古くて下の方が新しいという、普通に考えたら逆のようなことが起こっています。

#### (6) 日本の基盤についての考えの変化

1970年代までは、岐阜県とか愛知県、あるいはその西の方の丹波地方に分布する地層(丹波帯や美濃帯)は、チャートがいっぱいあることから、古生代の地層だと考えられていましたが、1980年代に中生代の地層でできるということが分かり、日本列島の基盤の年代についての考えが全く変わりました。

また、この「チャート 泥岩 砂岩」という繰り返しは、1970年代までは、古生代のペルム紀の頃からチャートができる時期、泥岩ができる時期、砂岩ができる時期、またチャートに戻るという堆積作用の変化が次々と起こって、下から順番にずっと1万~2万mの地層がたまっただという考え方をしていましたが、1980年代以降、ほとんどがジュラ紀の付加体で出来ているということが分かってきて、日本列島のでき方についての考え方が大きく書き変わりました。

#### (7) 放散虫とその化石

放散虫は、大きさが0.1mm~0.2mm、海水中(浅い所から深い所まで)で浮遊しながら棲んでいる原生生物(単細胞のプランクトン)です。現在の海では1立方mの海水中に3万匹くらいいますが、赤道域のような暖かい海には特に多くいます。海洋底に溜まっている殻は、小指の先ぐらいの試料で数万匹です。

放散虫は原生生物なので、稀には有性生殖(減数分裂して接合子を作る)の場合もありますが、大方は無性生殖(細胞が2分裂)というかたちで増えます。分裂によって1匹の放散虫が生じると、その個体が自分で殻をつくって、2カ月(50日前後)ぐらいするとまた新しい分裂をして、もとの個体の殻は海底にたまっていきます。

放散虫は珪酸質の殻を持っているという点で非常に特徴的です。海水中から二酸化珪素の成分を取り入れて、細胞の中で二酸化珪素を分泌して殻をつくります。死後、殻だけが残り、それ

が海底に沈んでいったままです。殻は珪酸質なので、海底に溜まっても簡単には溶けないで化石としてよく残るため、他の化石に比べていろいろな地層から多数出ます。

放散虫は、古生代の初め（約5億4千万年前）に出現してからずっと海中に住んでおり、現在の海にもたくさんいます。また、時代が変わるごとにいろいろな種類が次々に出てきては絶滅していく大きな変化を遂げてきました。もちろん、長い時代にわたって形を変えずにいるものもいますが、ほんとうに短い間しか住んでいなかったというものもいて、示準化石として地層の年代を決めるのに非常に役に立つことも分かってきました。（図9～13）

1960年代頃までは、放散虫化石の研究は、岩石薄片をつくって顕微鏡で見るという方法でしたから全体構造がよく分らず、役に立たないというレッテルが貼られていました。しかし、薬品で処理して丸ごと個体を摘出できるようになって研究が進みました。

チャートは塩酸とか硝酸とかだけでは溶けないので、何を使うか試行錯誤する中で、コノドントを研究する人達がチャートを溶かすのにフッ酸を使っており、それを使うと放散虫も一緒に出るということが分かって、1967年の終わりごろから使い出したのです。チャートや泥岩はフッ化水素酸で、マンガンノジュールは塩酸で処理します。

放散虫化石の特徴は、1gほどの試料から何万個体も出るというだけではなくて、種類の点でも、多い場合だと1サンプルから200種～300種と多様なことにあります。

何万個という個体を、実体顕微鏡の下で調べ、面相筆という細い筆で1匹ずつ選り分け、変わった形のは筆を濡らして拾って別のスライドグラスに載せるという作業をしながら種類毎に集めていきます。それを光学顕微鏡や走査型電子顕微鏡で観察します。

犬山は、日本の放散虫研究のスタート地点であり、放散虫研究を進める中心になった場所です。この研究は、世界的にも先駆けた研究で、中生代の三畳紀・ジュラ紀の放散虫がどういうふうに変ってきたかということが世界に先駆けて分かった場所です。

コノドントは、微化石の一種で、カンブリア紀から三畳紀の終わりまで産出し、ジュラ紀以降は産出しません。アパタイト（燐灰石：成分は燐酸カルシウム）でできていて、動物化石の一部（動物の身体の一部）だとされていますが、もとの生物がどういうものであるのかについては不明です。「ナメクジウオのようなもの的一部分ではないか」などの諸説がありますが、まだ決定的な説はありません。



### 3. 露頭の観察から

#### (1) 付加体の底部

ここ（図14）が三畳紀の中頃で、上（北側）の方へ調べていくと、だんだんと三畳紀の終わり頃になって、ジュラ紀の初めまでチャートが続いています。全体の厚さが百数十mの厚さです。1000年に1mm～2mmぐらいの堆積速度で、6000万年ぐらいかけてたまったものです。

それで、この下はどうなるかということ、ここでプツリと断層で切れています。ここに大きな断層があって、ここから南側にはチャートがありません（図15）。この南側には、ジュラ紀中頃の泥岩が出てきます。ここは三畳紀の中頃ですから、断層より南側（下）にある岩石の方が若いんです。だから、ここが、付加体で繰り返す断層の代表的なものだと思ってください。

ここが「チャート 砂岩 泥岩」という1つのセットの一番底に当たるところで、ここから上

にずうっとたまっていってるんです。それが、後でたまった泥岩の上に乗上げています。これが断層で繰り返されてる下側の新しい泥岩で、このジュラ紀中頃の泥岩にはマンガンノジュールが入ってまして、図版の中の非常にきれいな放散虫は、ここのマンガンノジュールから出てくるもので、世界一きれいです。

私が初めて研究したのが1969年です。その頃は、見事な断層がチャートと泥岩との間にあって、繰り返している最前線だということが分かってたんですが、残念なことに、今は土砂がたまって断層が見えなくなりましたけども、チャートがきれいに切れてるといのは見えますね。

三畳紀の中頃のチャートができてた当時の海底を、今見ているわけです。ここから北へ歩いていくと、三畳紀からジュラ紀にかけて海洋底がどう変わっていったかということが分かるわけです。その岩相が変わっていく様子を観察してください。およそ6000万年ぐらいかけてチャートがたまったところを10分か20分で見てしまうというすごいことをやります。海溝に向かって歩く1歩1歩が30万年～50万年間ですよ。

Q：この地層は連続して堆積してるんですね。それならば、なぜ層になるんですか。

A：このチャート（図16）を見ると、厚さが3cm～5cmかの層になって、薄いチャートでないような部分が挟まって、また3cm～5cmかのチャートが乗って、何回も何回も筋が入って、板みたいなのが何枚もできています。チャートは連続的に作られたのに、こんな筋ができるのはなぜかという質問でしょう。いいところに気付きましたね。

これは、今のところ謎なんですけど、考え方としては7つあります。英語で説明してあるんですけど、図17に載せてあります。一番右側の列に太い数字で1から7まで書いてあり、これが、何故チャートが層状になるかという7つの考え方を説明した図です。

例えば4番は、放散虫がワッと繁殖する時期にはチャートがたまって、そうでない時期には遠洋域で火山灰が広く覆ったような小っちゃい泥がたまるだけで、また放散虫が繁殖してチャートになってという考えですね。他にも、いろいろ考え方がありますから、興味がある人は、辞書を引ながら読んでみてください。こんなことまで考えるのかというほど、いろんなことが考えられています。

Q：堆積した時期と付加体となる時期とはずれますね。

A：付加体となる方が、ずっと後です。ここでは、三畳紀頃からジュラ紀中頃までは、海洋プレートの上でずっと堆積してるんです。付加体になるのは、その後で、海溝で砂岩がたまった後で付加体になりますから、ジュラ紀後期です。

Q：今は、地点1の四角いものの右側になるんですか。

A：それぐらいの位置です。もう一つ、図18のチャートのところにCH-1・CH-2・CH-3・CH-4と書いてありますが、そのCH-2というチャートの南限のところを見えています。

CH-1～CH-4の南側のそれが断層で、その拡大図が図19で、ここを土砂が被ってなかった頃の、元々のスケッチ図です。今は、図にfaultと書いてある断層の南側は、みんな土砂になってるんですが、元は、こういうふうに、ほぼ東西性の断層がきれいに走っていたんです。下流に、船下りの船着き場を作るために堰を作ったために、砂がどんどんたまりだしたということで、非常に残念なことです。マンガンノジュールも、ここに点々と出てたんですけど、幻のマンガンノジュールになりかけてます。

## (2) 三畳紀中頃からジュラ紀にかけての連続的なチャート

ここ(図20)は、詳しく研究した場所です。図1に、コノドントと放散虫という2種類の微化石で同時に研究した結果が描いてあります。柱状図の中に、下から上へ1番から39番まで番号が打ってありますが、今立っているこの場所が1番で、それからずうっと北の方、あそこの誰か寝ている岩の辺りの39番まで、石をずうっと採って、放散虫とコノドントを研究したんです。その結果、ここが三畳紀の中頃で、あそこのジュラ紀の初めまでずっと連続的だということが分かったんです。チャートが三畳紀の中頃からジュラ紀にかけて連続的にたまって場所というのは世界でどこにもなくて、ここで初めて分かったんです。

それと同時に、昔は、これは古生代のペルム紀の地層だと言われていたのが、そうではないということが、このとき初めて、この露頭で分かったんです。ですから、ここは記念すべき露頭ということになります。下の方に書いてある1980年という年号を見てもらったら分かりますように、25年ほど前の話です。

## (3) 変形構造に伴うミ型・杉型脈

このチャートを見ると、白い細い脈がたくさん入っていますが、その脈の入り方の方向にある傾向があるということが分かります(図21)。チャートの中に白い筋(脈)がいっぱい見えている場合が多いんですけど、実は、こういうものの一部を見ているということが分かります。全体が良く分かるのが、ここです。

これは、真っ直ぐな地層が横からギュッと押されると、X字形に真ん中がギュッと中に押されて変形して、そのときの割れ目がこういうふうになります。図の左上から右下にかけて並んでいるこちらを「杉」という字の旁をとって「杉型脈」、逆に右上から左下にかけて並んでいるこちらを片仮名の「ミ」をとって「ミ型脈」と言うんですけど、そういうものがペアで出てきている典型的な露頭です。

だから、このチャート層は、東西にギュッと押されたときにできた見事な変形構造と、そのときの脈が見えるという、教科書的な例です。こういう典型的な変形構造は、これを見たらどういう力を受けたかということがすぐに分かります。チャートの中の脈は、いろいろな方向のものが見えているけれども、丁寧に見れば、そのチャートができた後で力を受けて、曲がる時にできるということが分かってきます。

ということで、これは、白亜紀の頃の西南日本が東西に圧縮を受けたということによるのだろうと議論がなされています。これは、付加体ができた後の話です。

Q：この白い脈は石英ですか。

A：ここの場合は石英ですが、方解石の場合もあります。

## (4) 炭酸カルシウム起源の層？

ここ(図22)に見られるように、チャートの中に、比較的厚い白い層が何枚も挟まっています。これは、元々はチャートそのものではなくて、炭酸カルシウムをかなり含んだ厚い層があったのではないかと考えています。もしそうならば、炭酸カルシウムというちょっと浅い海底を示すので、ときどきは3000mか4000mぐらいという、少し浅い環境になることもあったのではないかと考えています。これは完全に何の証拠も無いので、そう考えているだけです。

こういう層を追いかけてみると、見事に折れ畳まって褶曲してるということがよく分かります。

こういうチャートの中の褶曲構造がどうしてできるのかというのはなかなか難しい問題で、構造地質をやってる先生方は一生懸命にいろいろ考えて、褶曲軸を測ったりなどいろいろ研究されているのですが、よく分からないんです。このように曲がるのは、層内褶曲ということで、その地層の中だけで曲がってる、他は曲がってないのにここだけ曲がってるということが割に多いんですけど、いつ曲がるのかというのが、よく分からないんです。幾つかの考え方があります。付加体になるときに变形が主にできるという考え方を出してる人がいます。そうではなくて、堆積して間もない、まだあまり固まってない、チャートがゼリーみたいにプヨプヨしてるときに曲がったのではないかという人もいます。いろいろと中の变形を見ながら、いつぐらいかというようなことを論じておられますが、よく分かっていません。チャートは、まだまだ研究する余地のある地層です。

#### (5) 珪質泥岩 泥岩

ここ(図23)は、今は砂に覆われてしまっていて、廃船が置いてある付近も露頭がなくて残念ですけど、1960年代から1970年にかけては、ずっと露頭がつながっていました。

ここでチャートの堆積が終わります。ずっと、さっきのチャートが続いてきたんですけど、ここからチャートが出なくなります。ここからはチャートにちょっと泥が混じった珪質泥岩(図24・25)で、北の方へ行くと泥岩に変わっていくことが分かりました。

なぜこのように岩質が変わるのか、なかなか分からなかったんです。しかし、放散虫を調べてみると、チャート 珪質泥岩 泥岩と放散虫の種類が連続的に変わることが分かって、これは一繋がり地層であるということ、断層で切れて変わるのではなくて、たまる場所が変わっただけということが分かってきました。それで、海洋プレートがだんだん海溝に近づいてきたことによって、チャートができなくなって、陸地からの泥が入るために泥になってきて、そのうち砂に変わっていくんだと考えています。

これまではチャートですから遠洋域の堆積物でしたが、この辺から泥が届き出す半遠洋域に入って、それから海溝に行くという変化が、ここから約40~50mの間で分かります。チャートの上には赤い珪質泥岩が出てきます。それが、だんだん脱色して灰色に変わって、さらに真っ黒に変わっていくという変化、これが、遠洋域から陸へ近づいてきたときの色の変化ということになります。

#### (6) 海溝の縁の泥岩

ここは、黒い泥岩(図26・27)ですが、これにも放散虫はいっぱい入っています。ここから泥岩がたまることから、海溝の、海洋側の縁の所だろうと考えています。この泥岩には、海溝の外縁のところでの堆積作用による細かいラミナ(葉理構造)がきれいに見られます(図28)。ときどき、海溝に混濁流(タービダイト)が流れ込んだときには、その勢いで砂が来ることもある(図29)けれど、普通は砂が来ないで泥しかたまらないような場所です。

Q: 泥岩って、軟らかいんですか。

A: 泥が固まってないときはプヨプヨですからね。

Q: 岩石になっても、チャートとかに比べたら、すごく軟らかいんですか。

A: そうです。侵食されやすいですね。

Q: それでも、これだけ残ってますね。

A: しっかり固まっているからです。でも、チャートよりは軟らかいですよ。周りの崖

を作ってるのは、全部チャートですからね。

Q：川の中は、どうなってるんですか。

A：川の底は泥岩です。侵食されてるだけです。この泥岩が向こうにもずっと続いています。もちろん、チャートも削られてますよ。だけど、チャートのところは、川幅が狭くなってるし、泥岩のところは広がってますね。

#### (7) 海溝部分での砂岩

これで、砂などがどっと流れ下ってたまる海溝（日本海溝とか南海トラフのようなところ）まで来ました（図30）。

この砂岩は、深さ何千mという海底を流れていた混濁流によって、そこでたまったと考えます。昔は、堆積構造を研究した人達が浅い海でできたと言っていたんですけど、現在では、深海底の海溝で混濁流によって運ばれた砕屑物がたまったと考えています。

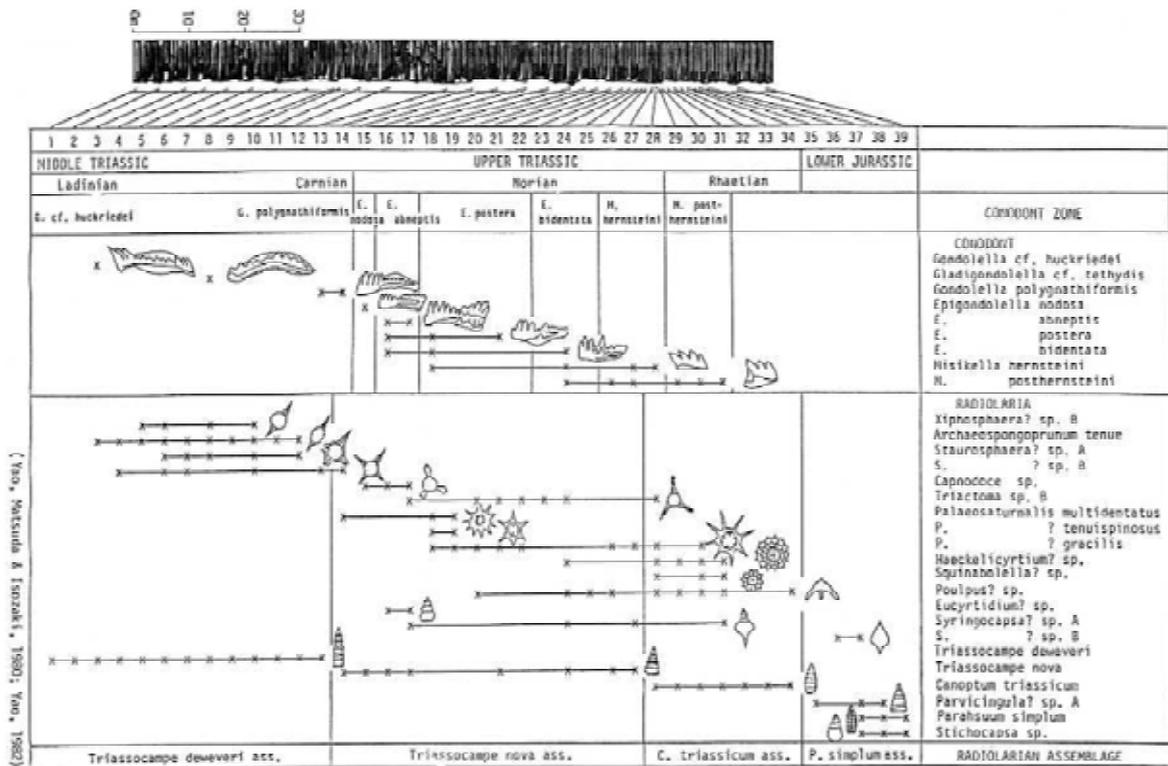


図1

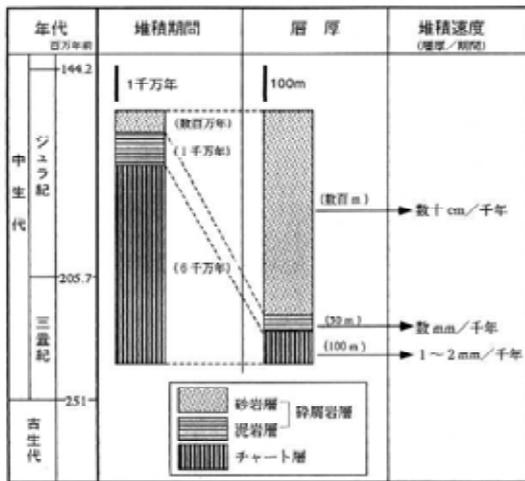


図2

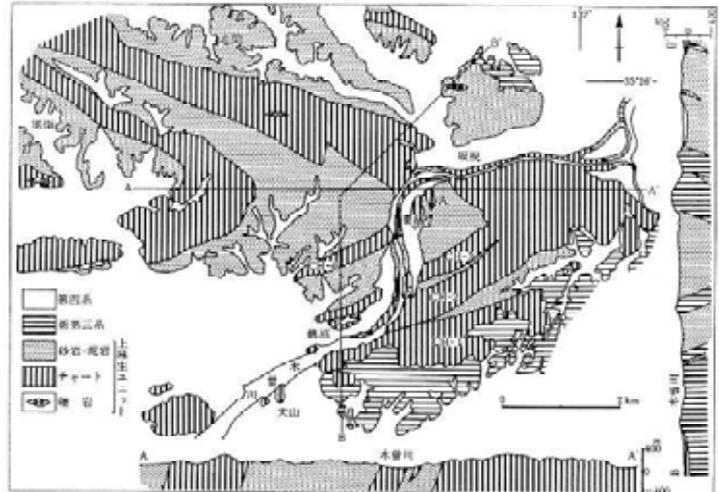


図3



図4



図5

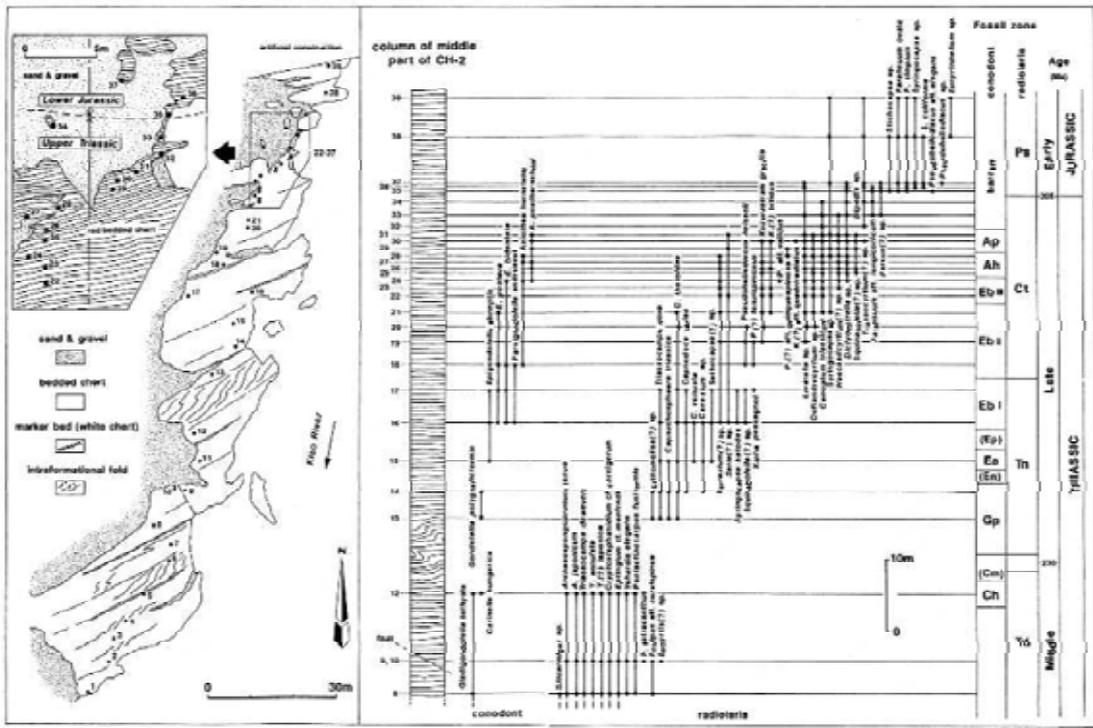


Fig. 4. Field sketch map and columnar section of the middle one third of the CH-2 chert with stratigraphic distribution of microfossils modified from Yasu et al. (1986, 1992). Timescale is after Sadleir (1985).

Fig. 4. (continued)

図6

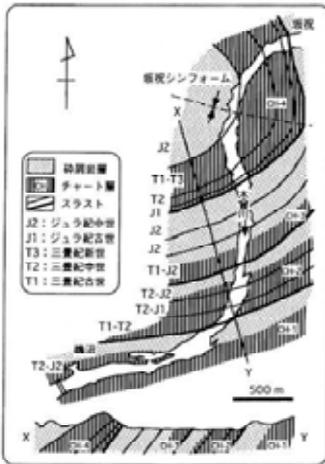


図2-4-3 犬山地域の木曾川沿いに見られるスラストパイルチャート層 (GH-2,3,4) はその前後の砕屑岩層とスラストで挟んでいる。GH-2とGH-4では、チャート層内のスラストですくなくとも3回繰り返している。CH-1,2,3の上位では、チャート層から砕屑岩層へ連続的に変わっていくようが見られる。

図7

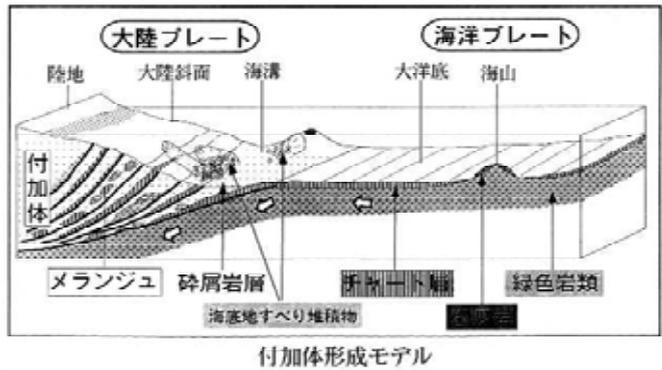


図8



図14

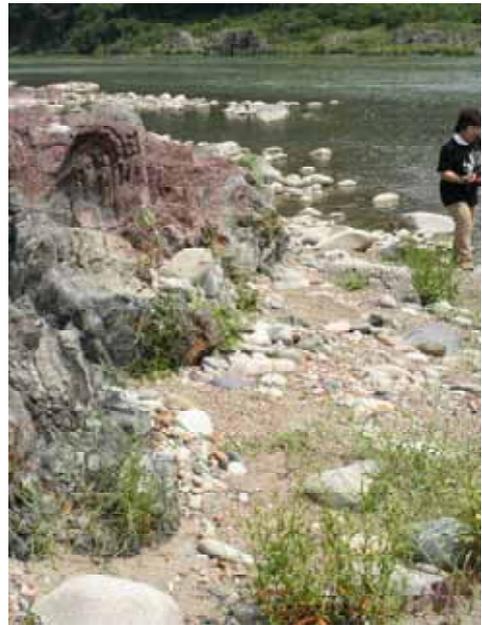
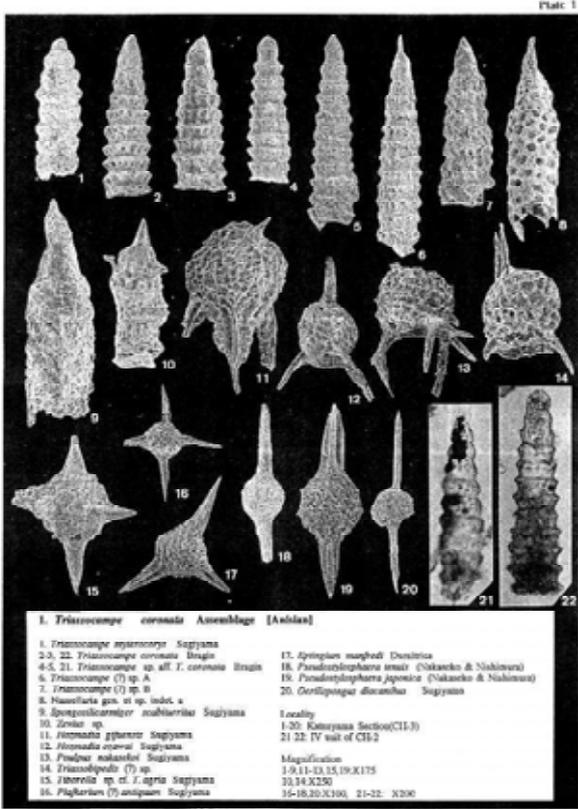
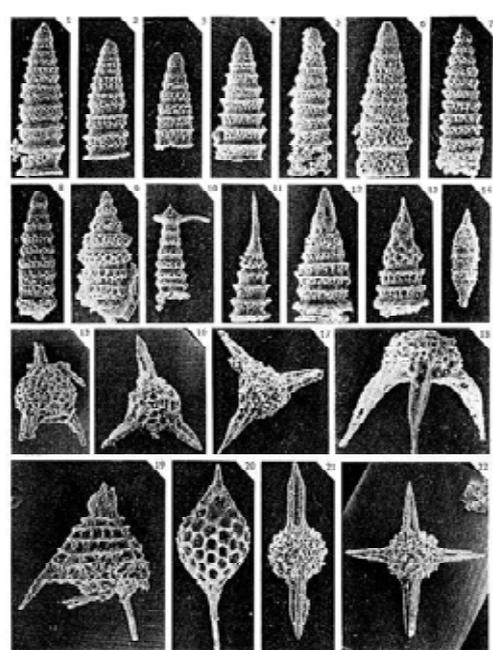


図15



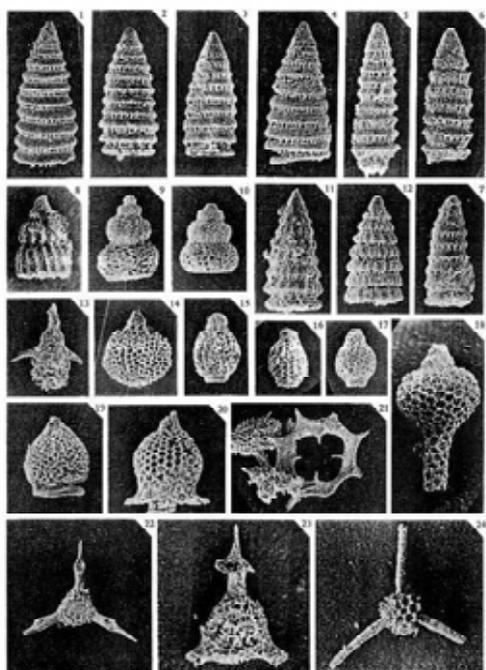
**1. *Trissocampe coronata* Assemblage [Ashian]**  
 1. *Trissocampe pyramosora* Sugiyama  
 2-3, 22. *Trissocampe coronata* Itagaki  
 4-5, 21. *Trissocampe* sp. aff. *T. coronata* Itagaki  
 6. *Trissocampe* (?) sp. A  
 7. *Trissocampe* (?) sp. B  
 8. *Nasutaria* gen. et sp. indet. a  
 9. *Spongiolaceraspis sublaevius* Sugiyama  
 10. *Levina* sp.  
 11. *Hormada gijunensis* Sugiyama  
 12. *Hormada coronata* Sugiyama  
 13. *Podius nakaharui* Sugiyama  
 14. *Trissolipalis* (?) sp.  
 15. *Heterella* sp. cf. *H. agria* Sugiyama  
 16. *Platystrophia* (?) sp. Sugiyama  
 17. *Gyroglyphus nagehali* Danitska  
 18. *Pseudocylindrophera tenuis* (Nakaseko & Nishimura)  
 19. *Pseudocylindrophera japonica* (Nakaseko & Nishimura)  
 20. *Gerrilopogon discantha* Sugiyama  
 Locality  
 1-30. Katsuyama Section (CH-3)  
 21, 22. TV unit of CH-2  
 Magnification  
 1-9, 11-13, 15, 19, X175  
 20, 24, X250  
 10, 16-18, 20, X100  
 21-22. X200

☒9



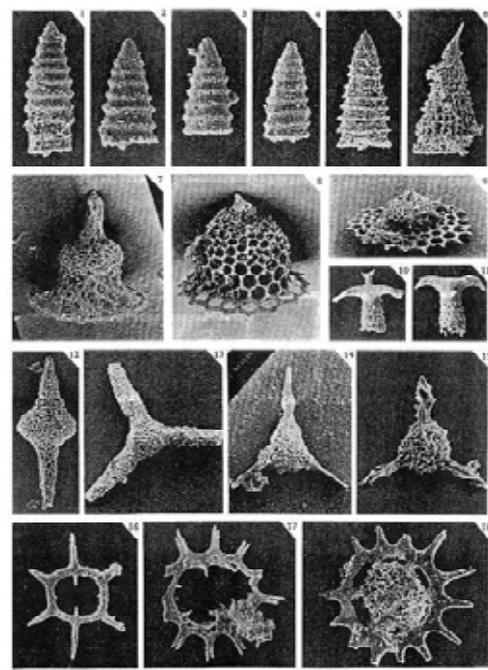
**2. *Trissocampe deweyi* Assemblage [Ladinian]**  
 1-3. *Trissocampe deweyi* (Nakaseko & Nishimura)  
 4. *Trissocampe coronata* Itagaki  
 5. *Trissocampe discalata* Brazier  
 6. *Trissocampe* (?) sp. D  
 7. *Trissocampe* (?) sp. G  
 8-9. *Trissocampe microscopica* Sugiyama  
 10. *Trissocampe* (?) sp. F  
 11. *Trissocampe* (?) sp. E (Nakaseko & Nishimura)  
 12. *Trissocampe* (?) sp. H (Nakaseko & Nishimura)  
 13. *Tetrasium elegans* (Nakaseko & Nishimura)  
 14. *Zucernia* (?) sp. A  
 15. *Hormada gijunensis* Sugiyama  
 16. *Cryptosiphonidium cf. zosterigerum* Danitska  
 17. *Epistegium* cf. *maughali* Danitska  
 18. *Podius* aff. *carvipes* Danitska, Kozai & Mochizuki  
 19. *Silicoceras* aff. *corvina* Danitska, Kozai & Mochizuki  
 20. *Pseudocylindrophera fusiformis* Danitska  
 21. *Pseudocylindrophera japonica* (Nakaseko & Nishimura)  
 22. *Platystrophia* (?) sp. B  
 Locality  
 1-23. Locs. 8, 17, middle part of CH-2 (short unit, Inuyama Area)  
 Magnification  
 1-16, 18-22. X142  
 17, X98

☒10



**3. *Trissocampe nova* Assemblage [Carolin - middle Norian]**  
 1-4. *Trissocampe nova* Yano  
 5-7. *Trissocampe* aff. *propinqua* Blome  
 8. *Alpha perizogon* (Nakaseko & Nishimura)  
 9-10. *Cassozium* aff. *levatum* Blome  
 11-12. *Ceram* aff. *perfectum* Blome  
 13. *Lithomirax* (?) sp. A  
 14. *Serdoceras* (?) sp. A  
 15-17. *Sphaeroceras* (?) sp. A  
 18. *Eryngoceras banderi* De Weyer  
 19. *Sphaerobolus* (?) sp. A  
 20. *Sphaerobolus* (?) sp. B  
 21. *Acosporium* sp. A  
 22. *Capsacanthophora* *silicosa* De Weyer  
 23. *Capsacanthophora* *deloides* De Weyer  
 24. *Capsacanthophora* *ovata* De Weyer  
 Locality  
 1-24. Locs. 13-17, middle part of CH-2 (short unit, Inuyama Area)  
 Magnification  
 1-21, 23, X142  
 22, 24, X98

☒11



**4. *Caspion triristum* Assemblage [late Norian - Rhaetian]**  
 1-4. *Caspion triristum* Yano  
 5. *Dicranostella* sp. C  
 6. *Paralium* (?) sp. A  
 7. *Podocerasium* sp. A  
 8. *Sphaerobolus* sp. C  
 9. *Nautiloceras* sp. A  
 10-11. *Trissoceras* (?) sp. A  
 12. *Globolaceras* aff. *novum* Caron  
 13. *Lithomirax* Yonida  
 14. *Bipal* sp.  
 15. *Ferratum* sp. A  
 16. *Acosporium* aff. *conspicuosum* (Danitska & Mochizuki)  
 17. *Acosporium* *hispida* (Kozai and Mochizuki)  
 18. *Acosporium* aff. *spiniferosum* (Kozai & Mochizuki)  
 Locality  
 1-18. Locs. 18-24, middle part of CH-2 (short unit, Inuyama Area)  
 Magnification  
 1-7, 10-13, 15, 18, X142  
 8, 14, X125  
 9, 16-17, X98

☒12

Plate 4

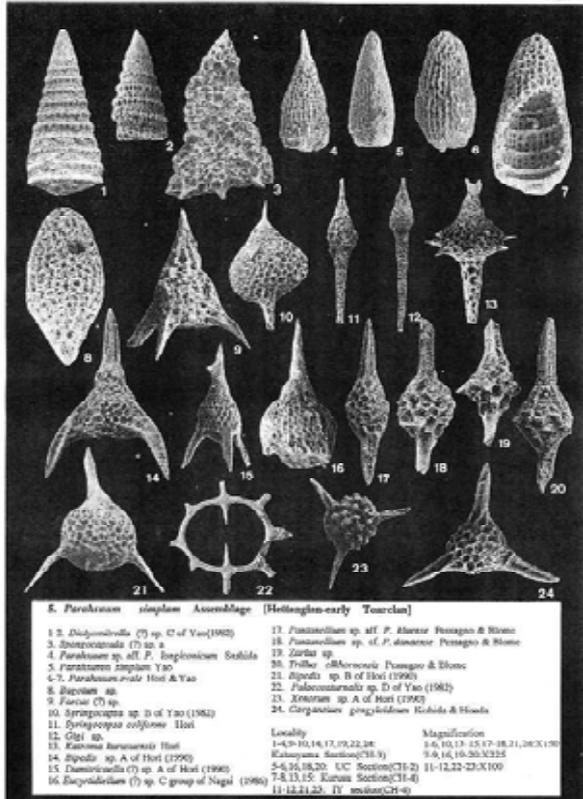


图13



图16

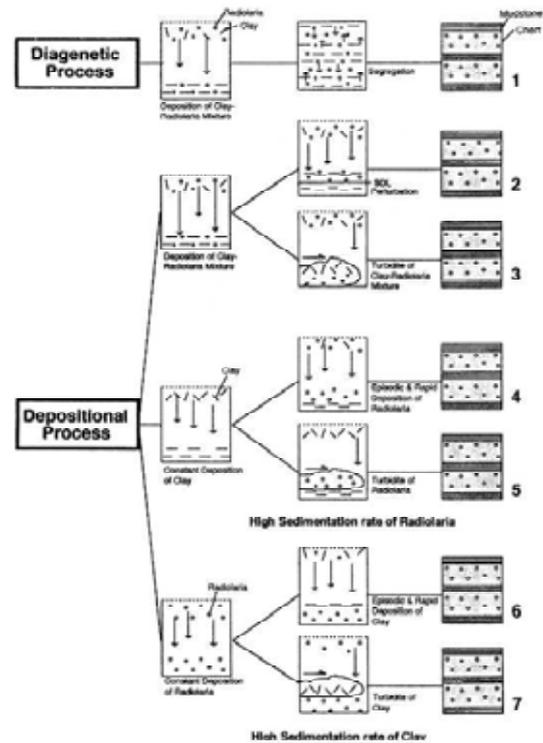


Fig. 17. Seven representative hypotheses for the origin of radiolarian bedded cherts, modified by McBride and Folk (1979) with the addition of some models. 1. Davis Model, 2. Perturbation model of silica dissolution line, 3. Turbidity model discussed by Mizuura and Nakaya (1984), 4. Fischer Model, 5. McBride-Folk Model, 6. Matsumoto and Iijima Model, 7. A model discussed by McBride and Folk (1979). After Hori et al. (1993).

图17

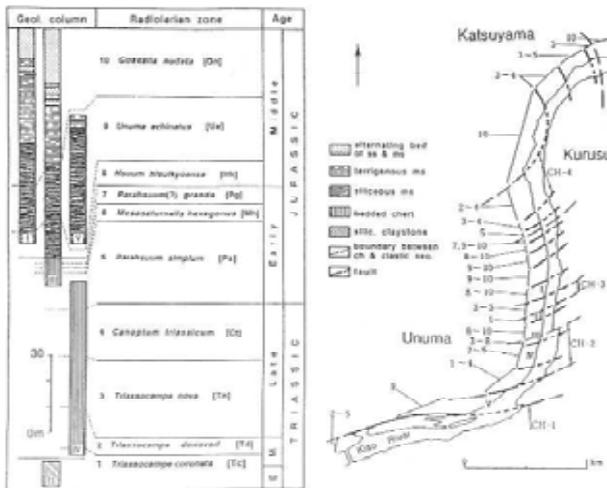


Fig. 6. Columnar sections of chert-clastic sequence, radiolarian zones and their distribution along the Kiso River (modified from Yao, 1982).

图18

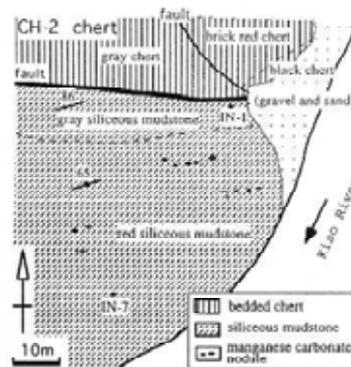


Fig. 7. Sketch map showing the relation between the basal part of the Unuma CH-2 section and the siliceous mudstone (Stop 1 in Figs. 2, 3) (modified from Yao, 1972; outcrop of almost all the siliceous mudstone has been covered by gravel and sand).

图19



図20 (右端の岩の上に男の人が寝ている)



図22



図21



図23



図24



图25



图26



图27



图28



图29



图30

H17SPP 教員研修（教 253）野外研修「歴史災害と地球環境の変動を見る - 根尾谷断層と犬山チャート」

# 犬山チャート

〔研修資料〕

大阪市立大学大学院理学研究科  
教授 八尾 昭

## あとがき

研修の中から - 言葉。

「ここから、チャートができた頃から、ずうっと太平洋の海底を歩きます。当時のね、三畳紀の中頃のチャートができてた海底を、今見てるわけです。ここから上へずうっと、三畳紀からジュラ紀にかけて海洋底がどう変わっていったかということが、北へ歩いていくと分かるわけですね。岩相が変わっていきます。その様子っていうのを、これから、およそ6000万年ぐらいかかった、チャートがたまったところをね、だいたい10分とか20分で見ってしまうという、すごいことをやりますからね。それじゃ、北へ行きます。

海溝に向かって歩きます。1歩1歩が30万年・50万年ですので。」

「放散虫の特徴っていうのは、これぐらいの1gか2gぐらいのチャートを採って溶かしたら何万匹と出てくるんです。数だけじゃなくてね、種類がね、だいたい200種とか300種とかいう、こんなところからですよ、200種とか300種とか出るんですよ。何万個というやつを顕微鏡の下で調べるんですけど、1匹ずつ、顕微鏡の下で、面相筆という細い筆でね、ピッピッと選り分けながら、変わったやつがおったら、ピッと、筆を濡らして拾うんですよ。違うスライドグラスの上に乗せて、また、ってな作業をしながら集めていくんですけど、だいたい、こういう1サンプルから200種類から300種類ぐらい、違う形のやつが選べるんです。そんなに種類が多いんです、放散虫っていうのは。」

「教育センター次長の米沢です。こないだ、加太へ行きました、そこで地層を見せていただいて、これはどういうふうにしてできたのかを聞きましたら、地層そのものについて、かなり興味が湧きまして、その後、自分で同じ所の続きの断層を見に行きました。そして、今日は根尾の断層を見に行くということなので、是非参加したいと思いました。いろいろ考えてみますと、私は、大学は文系ですから、地学はほとんどやってなかったんですが、こういうふうに見て説明を聞くと、関心を持って、次に何かやりたいという気持ちになるんだなと、学習とか教育というのはそういうものだろうなと。今日、皆さん方、いろんなものを見て、話を聞いて、あとは、生徒を、やはり、そういうところへ連れて行って、現地を見て説明すると、その指導の仕方が良ければ、将来、地震予知をやるような学者が育つかもしれませんので、それを期待して行きたいと思います。」

最後に、本研修において講師として熱心にご指導をいただいた八尾昭先生に感謝申し上げます。さらに、事業実施にあたり便宜をはかっていただいた株式会社三菱総合研究所にお礼申し上げます。

大阪府教育センター教科教育部  
理科第二室（地学）

室長 落合 清茂  
佐藤 昇  
榎井 俊彦

（編集・記録）大橋 邦宏

平成 17 年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業  
「教員研修」報告書（教 253）

野外研修「歴史災害と地球環境の変動を見る -  
根尾谷断層と犬山チャート」

平成 18 年 3 月

編集・発行 大阪府教育センター 教科教育部理科第二室

〒558-0011 大阪市住吉区苅田 4 丁目 13 番 23 号  
TEL 06-6692-1882 FAX 06-6692-1898