

福井県の第三紀層から産出したチャートについて

東 洋 一

§ 1. はじめに

福井市西方の丹生山地には、その南半部には初期中新世（2000~1500万年前）の安山岩質～流紋岩質の火山岩類から構成される糸生累層、その北半部には中期中新世（1500～1000万年前）の堆積岩類から構成される国見・川西累層が広く分布している（図1）。

昭和49年9月26日、筆者と竹山憲市氏（当時、福井大学教育学部地学教室1回生）と共に、国見累層が分布する福井市鮎川付近の地質調査を行っていた。その時、林道北山線の露頭（図2）で凝灰岩に挟まれた、黒く堅い岩石があることに気付いた。一見して、南条郡などに分布する古生代とされているチャートにきわめて類似している岩石と思ったが、「チャート」と呼ぶことに少々戸惑った。と言うのも、新生代の地層からは「チャート」と呼べる岩石は普通には見られないからである。

とりあえず、その岩石を採集し、研究室に持ち帰り偏光顕微鏡で観察するために薄片を作ることとした。

作製した薄片を検鏡してみると、大小の石英の結晶がぎっしりと寄せ集まっているのが観察できた。一般的に、「チャート」の定義は、オパール、カルセドニー、潜晶質または微晶質石英、またこれらの集合よりなる、微粒で、密に締った岩石の総称とされている⁽⁵⁾。この定義に照らすと、採集した岩石はどうも「チャート」らしいことがわかった。

ここでは、丹生山地の第三紀層から産出したチャートについてふれ、その意義について少し

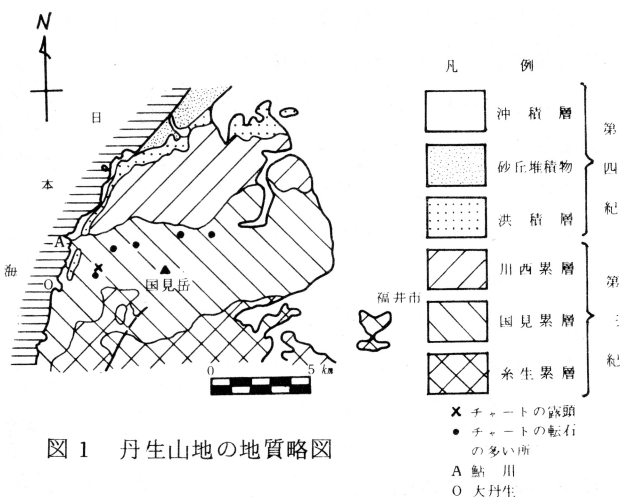


図1 丹生山地の地質略図

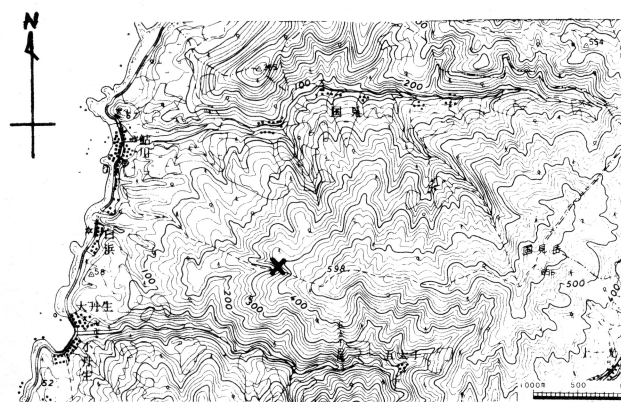


図2 チャートの産出地点（×印）

述べてみたい。なお、ここで述べることは昭和51年信州大学でひらかれた日本地質学会で講演した。⁽¹⁾

§ 2. 丹生山地のチャートについて

丹生山地のチャートは、国見累層のほぼ中位の層準で、三角州性の堆積物から内湾性の堆積物に移り変わる付近の地層に挟まれ、薄く層状をなして露出する。チャート層は先に述べた林道の露頭において、直接その産状をみる事ができる。その露頭では、砂岩・泥岩・礫岩・凝灰岩などから構成される地層群中の

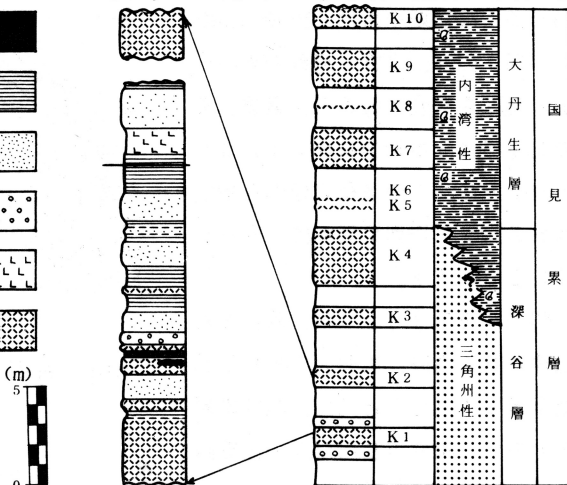
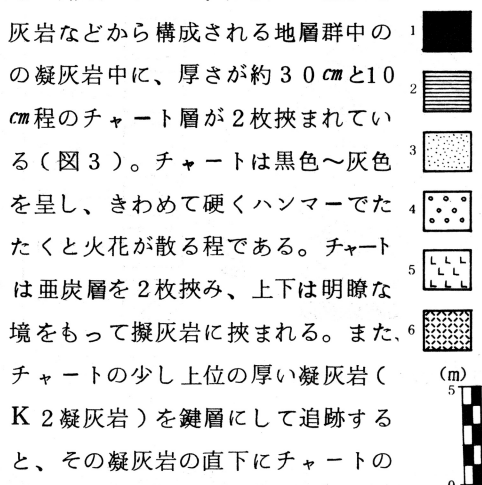


図3 チャートを産する露頭の柱状図

の凝灰岩中に、厚さが約30cmと10cm程のチャート層が2枚挟まれている(図3)。チャートは黒色～灰色を呈し、きわめて硬くハンマーでたたくと火花が散る程である。チャートは亜炭層を2枚挟み、上下は明瞭な境をもって凝灰岩に挟まれる。また、チャートの少し上位の厚い凝灰岩(K2凝灰岩)を鍵層にして追跡すると、その凝灰岩の直下にチャートの転石が分布することがわかった(図1中の●印)。このことからチャート層はほぼ東西方向に約7km以上にわたって分布することが推定される。

1:チャート, 2:泥岩, 3:砂岩, 4:礫岩
5:亜炭, 6:凝灰岩 K1~10 鍵層

このチャートを偏光顕微鏡で観察すると、粗晶石英($> 35 \mu$)・微晶石英($< 35 \mu$)・玉髄質石英*、と少量の粘土鉱物・鉄酸化物で構成されていることがわかる(図4)。さらに、X線分析**の結果から石英(SiO_2)で作られていることが確かめられた(図5)。また、チャートの化学分析の結果、チャート中に SiO_2 がいずれも96%以上含まれていることがわかった。(武生市信

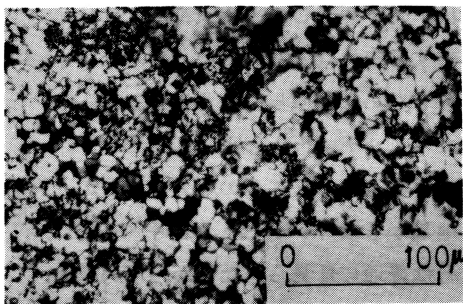


図4 チャートの偏光顕微鏡写真(クロスニコール)
大小の石英の結晶でできている。

越化学 K.K.にて3試料を分析)このような事実は、丹生山地のチャートが、岩石学的・鉱

* 放射状に針状の石英を束ねた構造をもち、その針状石英は径0.1mm程度で約20mmの長さにおよぶものもある。

** 岩石や鉱物の粉末試料をX線ディフラクトメーター中で、試料を回転しながらX線を照射する。そうして試料から回折したX線を計数管で強度を測定し、自記録装置でX線回折曲線を描かし、その回折曲線にみられるピークの位置や強度で鉱物を同定する方法。⁽⁴⁾

物学的にも、また化学分析からも古生代のチャートと大差ないことを物語っている。

では、当初から気がかりであったが、丹生山地以外でも時代の新しい(特に新第三紀)チャートは存在するのだろうか。筆者の一応えられた乏しい文献から、次のような例のある

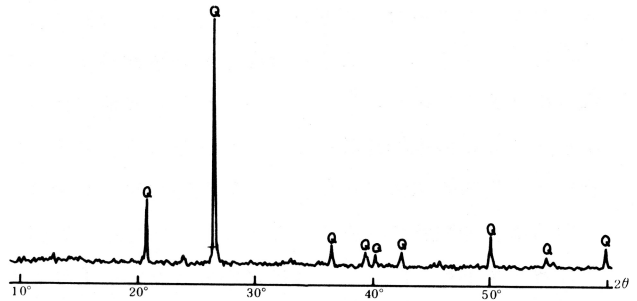


図5 チャートのX線回折図(Q:石英)

ことが明らかになった。我国では、東北のグリーントフ地域にある、秋田県小坂鉦山⁽¹³⁾と花岡鉦山⁽⁷⁾から黒鉦型鉦床に伴なう“赤色チャート”によく似た“鉄石英”層の例がある。この他には、男鹿半島の中期中新世の硬質泥岩(女川層)や能登半島の珪藻泥岩中の珪質岩があるが、いずれもチャートとはいえないようである。一方、外国にはアメリカ・カリフォルニア州のモンテレイという所のチャート(中期中新世)⁽³⁾、アフリカ大陸東部のケニアにあるマガディ湖からのチャート(第四紀)⁽⁵⁾、アメリカ・ワイオミング州のチャート(第三紀)、さらに深海掘削計画*によって深海底から引上げられたチャート(白亜紀~中新世)⁽²⁰⁾等があるが、きわめて限られた例しかないようである。

では、丹生山地のチャートはどのような場所(堆積環境)に堆積し、どのような過程を経て現在のようなチャートになったのか考えてみたい。

チャートが堆積した環境を考えるために有効な化石が、チャート中から得られない現在、堆積環境は周囲の地質から推定せざるを得ない。先にも述べたが、チャート層は国見累層のほぼ中位で、三角州性堆積物から内湾性堆積物に変わる付近の層準に挟まれている。すでに、国見累層からは温帯性落葉樹と暖帯性常緑闊葉樹を主体とする台島型の化石植物群と、*Vicarya*、*Vicaryua*など熱帯~亜熱帯性潮海型の貝化石群(八尾・門ノ沢動物群)を産出することが知られている。このこととチャートが亜炭を伴って産出する等の産状から判断して、丹生山地一帯が次第に沈降し、陸地に海が進入し、陸域から内湾の環境に変化する時期に、当時の三角州の前面に「潟」が形成され、その潟の内部がチャート堆積の場所であったとも考えられる。一般に、「潟は浅い水域で、海岸線に平行に走り、海域と通じる出口をもっており、砂州で海域と境されている。一般に潟の底は遅い堆積速度が保たれ、海面の昇降によって潟内に水が満されたり、なくなったりする。このことは、潟内の塩分濃度の変化を支配し、そこに生息する動物相をも支配する。また、普通には潟内の堆積物はシルト質~泥質であるが、嵐の時や風によって砂州から砂質堆積物が供給される。」⁽¹⁸⁾このように潟は一応閉じた堆積の場であるから外洋の影響を受けにくく、静穏な堆積環境と言える。また、陸域から運び込まれる物質を「拡散」させずに潟内にとどめることも可能である。つまり、どのような形をとるにせよチャートの源の珪酸分が濃集できるわけである。実際に、現在の潟に堆積したチャートの例が、南オー

* このことに関しては、岩波書店「科学」1974年4月号に詳しく説明されている。⁽¹²⁾

ストラリアのクーロング瀉というところから報告されている。⁽¹⁷⁾

次にチャートがどのように堆積し（堆積機構）、石英がどのような鉱物変化を経るのか（続成変化）考えてみたい*。チャートの堆積機構については現在でも諸説があるが、古くは海水中からシリカの無機的沈澱によって形成されると考えられていた。現在では、チャートの堆積機構は 1) 生物の遺骸の集積、2) 無機的沈澱の 2 通りの考え方に大別される。⁽²¹⁾

前者は、珪酸質の骨格からなる放散虫・珪藻・海綿の骨片等が集積し（図 6）、堆積後の続成変化を受けてチャートに変化するという考え方である（生物起源説）。この考え方は、最近、走査型電子顕微鏡を使用しチャートの観察が行なわれるようになって、多くの支持を受けられるようになってきた。弗酸で表面を腐蝕した層状チャートの表面を走査型電子顕微鏡で観察すると、層状チャートが放散虫等の珪質微化石とその周囲を埋める海綿骨片等の珪質微化石でできているのがわかる。また、その珪質微化石は種々の内部堆積構造を示すのが観察される。これらのことから層状チャートのほとんどは珪質微化石の集積によって形成されたという考え方が近年強く支持されている。⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹⁹⁾一方後者は、火山性堆積物等から供給される無機的な珪酸が集積し、



図 6 走査型電子顕微鏡で観察されたチャートの表面。放散虫の遺骸が寄り集まっているのがわかる。⁽¹⁰⁾

堆積後の続成変化を受けてチャートに変化するという考え方である。この考え方には、海底堆積物中のチャートが火山性物質でできているとするもの⁽⁶⁾、アフリカ大陸東部の内陸アルカリ湖で化学的にコロイド状の珪酸が沈澱した例⁽⁵⁾、北アフリカ大陸東海岸のニューファンドランド島の先カンブリア紀チャートはその含有岩片が流紋岩質であることなどから海底火山活動によって形成されたとする例⁽⁸⁾ 等があり、優勢な生物起源説に対して根強い支持を受けている。

生物起源のチャート、火山性起源あるいは無機的起源のチャートのいずれにせよ、その堆積時には非晶質のシリカの場合がほとんどである。生物起源の場合、放散虫・珪藻・海綿・ケイ質鞭毛虫のケイ質骨格が水を幾分子かもったオパール状シリカであり、火山性起源の場合もコロイド状シリカである。非晶質シリカが結晶質シリカの石英（チャート）に変化してゆく過程は実験的方法⁽²⁾⁽¹⁵⁾、先に述べた深海掘削のコア中の珪質堆積物の鉱物変化⁽²⁰⁾、堆積物中の珪質微生物の遺骸を構成する鉱物が非晶質シリカから石英に変わるのを追跡すること⁽³⁾⁽¹¹⁾等によって確かめられている。

では、丹生山地のチャートはどのようなのであろうか。弗酸で腐蝕した後、走査型電子顕微鏡でチャートの表面の観察をした。しかし、丹生山地のチャートの場合、生物起源のチャートのようにチャート全体が微化石で形成されているのではなく、少量の肉眼で観察できる大きさの化石以外の部分からは微化石を観察できなかった。このことは丹生山地のチャートが生物起源で

* チャートの堆積機構・続成過程については水谷伸治郎：「科学」⁽¹⁶⁾（1976）に詳しく説明されている。

あることに否定的な考えをもたざるをえない。生物の遺骸が寄り集まっているのではないとすれば、チャートの起源のSiO₂はどのようにもたらされたのだろうか。丹生山地のチャートの産状をみると、先にも述べたがチャート層は薄い亜炭を伴って凝灰岩中に挟まれている。またチャートには葉理の堆積構造を示す部分もあり、チャート中に存在する小さな孔隙〔現在は玉髄質石英が埋めているが、元はオパール状（非晶質）であったと思われる同心円状の構造を持つ〕もあることから、堆積時は火山性物質から由来したコロイド状シリカであったのではないかと思っている。また、コロイド状シリカの沈澱には、チャートに挟まれる亜炭層が化学的にかかわったものとも思われる（具体的には、PH変化によってSiO₂の溶解度を変えたものと思われる）。

以上、丹生山地のチャートについて述べてきたが、このチャートは時代が新しく産状が明瞭なために、火山性起源のチャートの形成過程を明らかにするのに大きく貢献するものと思われる。

§ 3. おわりに

紙面の都合もあって、説明不充分になってしまったことをお詫びしたい。今後共、さらに野外においてチャート層の周辺の地質を詳細に検討し、堆積環境および堆積機構をより明確なものにするべく努力してゆくつもりである。

誌面をお借りして、日頃御指導いただいている名古屋大学水谷伸治郎先生、福井大学三浦静先生・広岡公夫先生・服部勇先生に感謝の意を表す。また野外において多大な助力を得た福井大学学生竹山憲市氏に心から感謝の意を表す。

引用文献

- (1)東洋一・三浦静：日本地質学会第83年年会講演要旨（1976）；(2) BETTERMANN, P. & LIEBAU, F.: *Contr. Mineral. Petrol.*, 53 (1975)；(3) BRAMLETTE, M.N.: *U.S. Geol. Surv. Profess. Paper*, 212 (1946)；(4)地学団体研究会：新地学教育講座3 鉱物（1976）；(5) EUGSTER, H.P.: *Contr. Mineral. Petrol.*, 22, 1 (1969)；(6) GIBSON, T. & TOWE, K.M.: *Science*, 172 (1970)；(7)堀越毅：鉱山地質, 15, 73 (1965) (8) HUGHES, C.J.: *Can. J. Earth Sci.*, 13 (1976) (9) IMOTO, N. & SAITO, Y.: *Bull. National Sci. Museum*, 16 (1973)；(10)井本伸広・齊藤靖二：科学, 44, 3 (1974) (11) INOUE, M.: *J. Geol. Soci. Japan*, 79, 4 (1973) (12)井上雅夫・鈴置哲郎：科学, 44, 4 (1974) (13)石川洋平：鉱山地質, 14, 65-66 (1964) (14)都城秋穂・久城育夫：岩石学I, 共立出版（1974）(15) MIZUTANI, S.: *J. Earth Sci. Nagoya Univ.*, 14, 1 (1966) (16)水谷伸治郎：科学, 46, 7 (1976) (17) PETERSON, M.N.A. & VON DER BORCH, C.C.: *Science*, 149 (1965) (18) REINECK, H.-E. & SINGH, I.B.: *Depositional Sedimentary Environments*, Springer-Verlag

(1973) (19) THURSTON, D.R.:Contr. Mineral. Petrol., 36 (1972) (20) VON
RAD, U. & RÖSCH, H.:Spec. Publs. int. Ass. Sediment., 1 (1974)
(21) WISE, S.W. & WEAVER, F.M.:Spec. Publs int. Ass. Sediment.
1 (1974)

福井大学教育学部 地学教室