

久世・鏡野地域における三郡変成岩と ジュラ系智頭層との構造関係

於 保 幸 正

広島大学大学院総合科学研究科

Structural Relationship between Sangun Metamorphic Rocks and Jurassic Chizu Formation

Yukimasa OHO

Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

Abstract

Based on the results of a field survey, we describe in this paper the structural relationship between the Sangun metamorphic rocks and the Jurassic Chizu Formation in Okayama Prefecture, southwest Japan. The Sangun metamorphic rocks are a high-pressure type and commonly display three generations of foliation. The Chizu Formation is a tectonic mélangé and has suffered from low-grade metamorphism. We infer from the distribution of the Sangun metamorphic rocks and Chizu Formation in the southwestern part of the surveyed area that the Sangun metamorphic rocks underlie the Chizu Formation in fault contact. This result indicates that high-pressure-type metamorphic rocks do not always overlie the accretionary prism, such as in the relationship between the Sanbagawa metamorphic rocks and Shimanto Formation in Shikoku, Japan.

1. はじめに

付加体の概念の導入は、日本列島の形成史を明らかにする上で、大きな進展をもたらした。西南日本の内帯でも、丹波帯や美濃帯において付加体の地質構造が明らかにされてきている（例えば、木村，2000；Nakae，1993；Wakita，1988）。原ほか（1985）や早坂（1987）は、付加体の考えに基づき中国地方を含む西南日本内帯では、古生代の非変成岩の下に三郡変成岩がナップとして存在し、さらにその下にジュラ紀の地層が断層を境として分布しているとの考えを提案している。早坂

（1987）は、このことが成り立つためには、若桜—智頭から津山地域におけるジュラ紀の地層分布域がフェンスターとみなされるかどうかにかかっていると見解を述べている。岡山県津山市の北西方に位置する久世・鏡野地域は、ジュラ系智頭層群と三郡変成岩が隣接して分布している所である。智頭層は低度の変成作用を受けており、その結果として面構造が観察される。筆者は長年この面構造の成因について調べながら、智頭層と三郡変成岩との構造関係についても調査を行ってきた。本地域の智頭層群は主にメランジュ状の岩石から構成され、露頭および顕微鏡下での変形構造の観察

から、この岩石はテクトニックメランジュであると考えられる。このことは、本地域には丹波帯など同様の付加体起因の岩石が存在することを示している。西南日本外帯では、高压型変成岩である三波川変成岩が付加体の四万十層群の上に乗っており（例えば、佐藤ほか、2005）、本地域でも原ほか（1985）や早坂（1987）が考えているように、三郡変成岩の下に智頭層が位置する可能性がある。しかしながら、三郡変成岩と智頭層との構造関係を実際に調べてみると、三郡変成岩は智頭層の上に乗っている訳ではなく、智頭層の下位に存在していると考えられる。本論では、この関係を推定するための手がかりとなった野外調査の結果について述べる。なお、智頭層がテクトニックメランジュであることの根拠となる記載は別途行いたいと考えており、本論では詳しく記述しない。

2. 地質概説

調査地域は津山市から鏡野町を経て真庭市久世町に至る地域である（図1）。この地域には三郡変成岩、ジュラ系智頭層、新第三系勝田層群が分布している。三郡変成岩は、調査地域の西部に位置する久世町檜西、南部の宮部上から山城、中谷を経て北部の富村に至る地域と本地域東部の津山市付近に分布し、泥質岩、砂質岩、チャート、チャートラミナイト、塩基性火山碎屑岩から構成される（図2）。顕微鏡下では形成時期を異にす

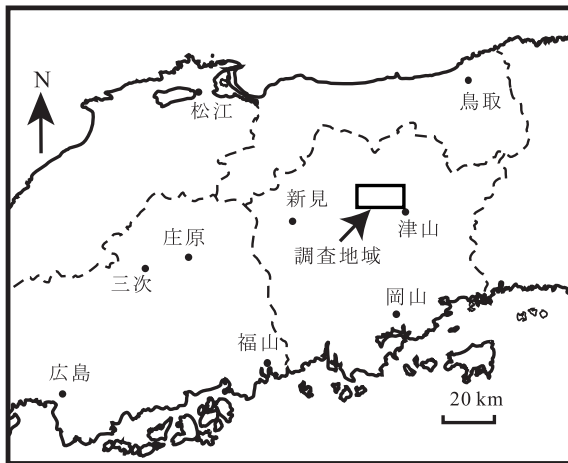


図1. 久世・鏡野地域の位置図

る3回の褶曲が重ね合わさっており、片理面以外にも2種類のちりめんじわへき開が観察される（Oho, 1988; 1989）。智頭層は、本地域の中央部から西部に至る地域では、三郡変成岩に囲まれるように分布し、また、本地域の北東部に広く分布している（図2）。本層は、Otoh（1987）によって鳥取県の智頭地域から本地域にかけて分布する地層を智頭層として再定義されたものである。本層は主に泥岩を基質とするメランジュ状の岩石からなり、クラストとして主に砂岩、チャートが含まれる。智頭層からは三畳紀およびジュラ紀の放散虫やコノドントが発見されている（早坂、1987；Otoh, 1987；Toyohara, 1977）。新第三系勝田層群は津山市の北西から北にかけて低く広がる丘陵地域に分布している。勝田層群は主に砂岩・泥岩の互層から構成される（河合、1957）。この丘陵は異なる高さをもつ河岸段丘に相当するものである（中原・於保、2011）。この他に、調査地域の北西部や北部には花崗岩が分布し、中央部には狭い範囲であるが、流紋岩が分布している。また、勝田層群を切って玄武岩が存在する。その年代は新第三紀の6.5-4.7 Maである（宇都、1995）

3. 三郡変成岩と智頭層の岩質

(1) 三郡変成岩

三郡変成岩を構成する岩石は泥質岩、砂質岩、チャート、チャートラミナイト（吉田、1981）、塩基性火山碎屑岩である。泥質岩は黒色で片理が発達している。層の厚さは1 m程度かそれ以下である。泥質岩中にはしばしば砂質岩やチャートの薄い層（1-5 mm）を挟むこともある。砂質岩は薄い灰色を呈し、層の厚さは数10 cmから2 mである。砂質岩は石英粒子や長石粒子から構成されており、顕微鏡下では片理も観察される（図3-1）。チャート層は単層の厚さが1 cmから3 mであり、全体の厚さは20 mを超える場合がある。チャート層では片理が肉眼でも観察される。顕微鏡下では、10 μm程度の大きさをもつ石英粒子が再結晶し、時にサブグレインが観察される。チャートラミナイトは0.1 mmから2 mmの厚さをもつチャートと泥質岩の細互層である。層の厚さは1-3 m程

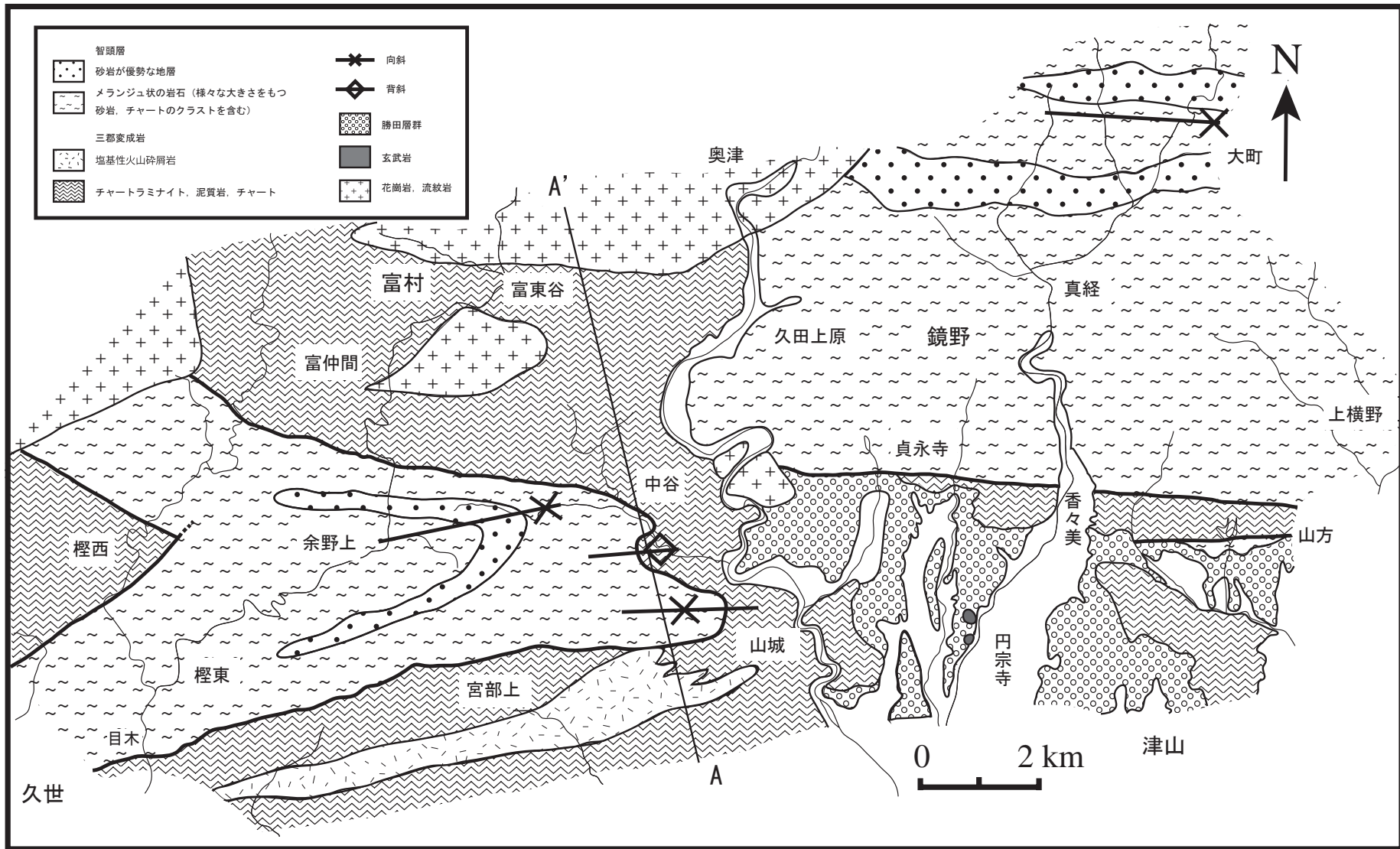


図2. 久世・鏡野地域の地質図

度であり、時々チャートラミナイトの中に火山碎屑岩の薄層（数mm程度の厚さ）が挟まることもある。塩基性火山碎屑岩は緑色を呈し、変成鉱物として緑泥石、緑簾石などが含まれている。泥質岩やチャートラミナイトでは、露頭でしばしば波長10 cm程度の小褶曲が観察される（図3-2）。

(2) 智頭層

智頭層は低度の変成を受けた地層であり、主に泥岩を基質としたメランジユ状の岩石から構成され、クラストとして砂岩、チャート、稀に石灰岩が存在する（図3-3；3-4；3-5）。メランジユの他に泥岩層、砂岩層および砂岩・泥岩の互層も分布しているが、砂岩層や砂岩・泥岩の互層はメラン

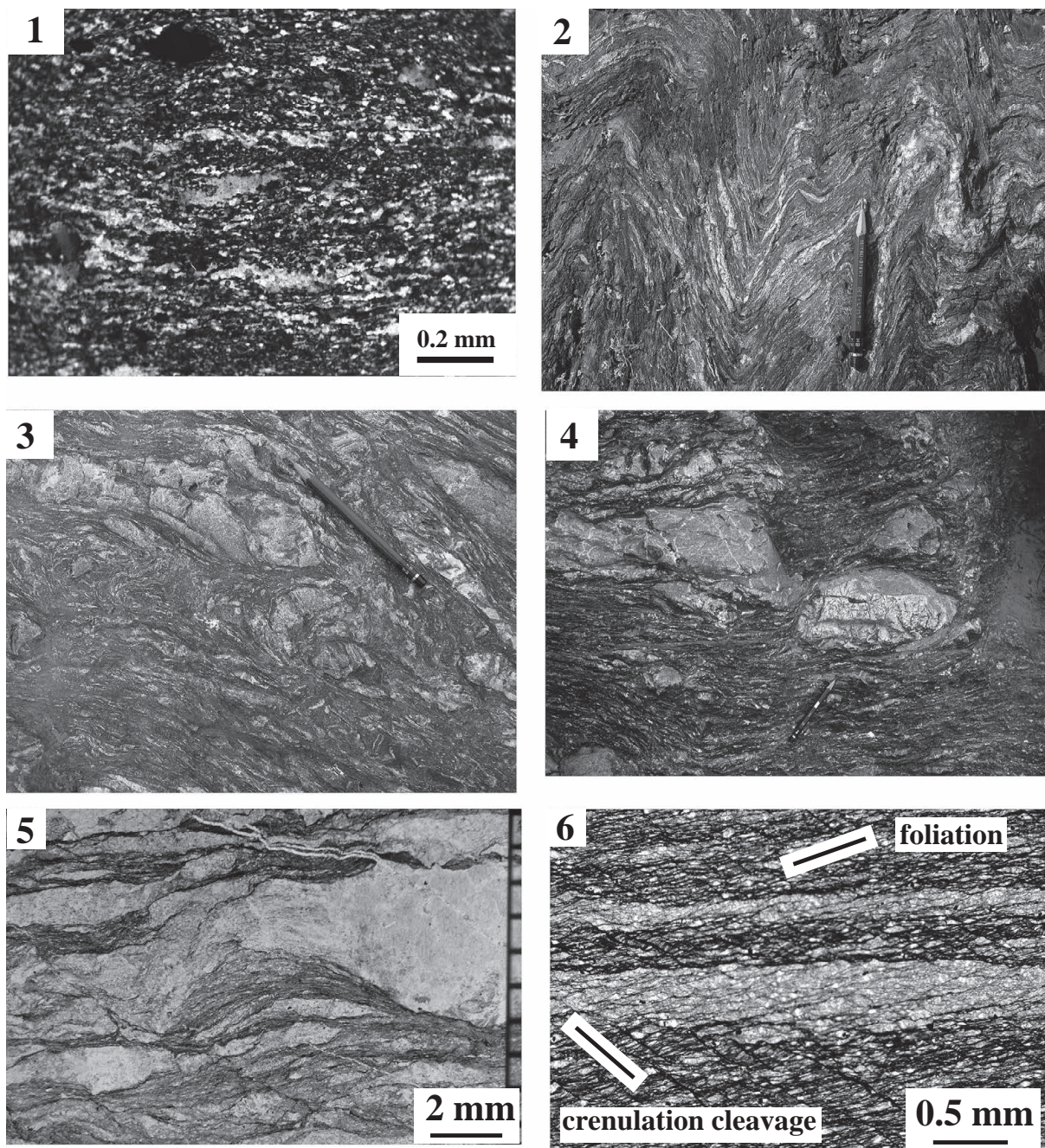


図3. 露頭写真および顕微鏡写真 1:三郡変成岩中のチャートの顕微鏡写真(横方向に片理が観察される)(目木); 2:三郡変成岩中の小褶曲(榎西)(鉛筆の長さは9 cm); 3:智頭層群にみられるメランジユ中の小褶曲(榎東西方)(鉛筆の長さは15 cm); 4:泥質基質中の砂岩のクラスト(榎東北西方); 5:メランジユの顕微鏡写真(榎東北西方); 6:フォリエーション (foliation) とそれを切るちりめんじわへき開 (crenulation cleavage) (山方北西方)

ジュウの中の大きなクラストとして存在する可能性もある。クラストとして含まれる砂岩や砂岩・泥岩互層は、波長10-30 cmの褶曲をしていることがある(図3-3)。泥岩層は黒色を呈し、数cmから数mの厚さを有した地層として産する。砂岩層は1 cmから数cmの厚さを有するのが一般的であり、泥岩の中にレンズ状に産することが多い。レンズ状の砂岩としては数10 cmの大きさをもつものがある。砂岩層の中には泥岩のパッチが良く観察される。地質図上で厚い砂岩の優勢な地層(厚さ数100 m)として分布することがあるが、横方向への連続性に欠ける。泥岩と砂岩の互層は数mmから数10 cmオーダーの厚さをもっており、稀に砂岩層の中に級化層理が観察されることもある。チャートは白色を呈し、1-10 cmの薄層からなるが、横方向への連続性がなく、全体として数mのブロックとして産することが多い。

4. 地質構造

(1) 小構造

(i) 三郡変成岩

三郡変成岩は露頭において波長10 cm程度の褶曲をなしているが、顕微鏡下でも1 mmから数mmの波長をもつ閉じた褶曲が頻繁に観察される。三郡変成岩の重複変形については既に、調査地域の南方に位置する落合・旭地域について報告がなされているが(Oho, 1988, 1989)、この地域でも同様の形態をもつ小褶曲がみられる。調査地域および落合・旭地域の重複変形をまとめると、顕微鏡下では三郡変成岩には形成時期を異にする3回の褶曲が観察される。1回目の褶曲は片理を褶曲軸面とする両翼がほぼ完全に閉じた褶曲である。褶曲の翼部が圧力溶脱によって切られる場合もある。2回目の褶曲は片理を曲げた閉じた褶曲であり、ちりめんじわへき開を伴うものである。3回目の褶曲は2回目の褶曲軸面を曲げる開いた褶曲である。片理(S1)は、ほぼ東西から西北西の走向をもっている。2回目の褶曲(F2)の褶曲軸面は、檜西付近では東西方向の走向をもち、急傾斜をしたものが多い(図4)。また、この褶曲軸はほぼ東西方向を向き、ほぼ水平である。3回

目の褶曲に伴うちりめんじわへき開は、測定数が少ないが、北東—南西方向の走向をもち、北へ20-50°傾斜している。

(ii) 智頭層

智頭層の泥岩や泥岩砂岩互層中には、層理面とほぼ平行かやや斜交したフォリエーション(foliation)が発達し、時に層理面とは明瞭に斜交した面構造も観察される(図3-6)。このフォリエーションをスレートへき開と記載した論文もあるが(Otoh, 1987)、成因が異なると考えられるので、ここでは一般的な面構造を表す言葉としてフォリエーションを使用する。フォリエーションは、東西方向の走向をもち、急傾斜していることが多い(図5)。このフォリエーションを切るちりめんじわへき開が観察されることがある。それらは南北方向の走向をもち、約60°西傾斜している。露頭および顕微鏡下では、剪断的な構造や膨潤的な地層が観察される。また、露頭では波長数cmから10 cm程度の褶曲も観察されるが、しばしば翼部は切られていることが多い。上記したフォリエーションを含め、これらの構造は付加に伴う、剪断的な変形構造であると推定される。

(2) 大構造

(i) 三郡変成岩

三郡変成岩の大構造については、ほぼ全域にチャートラミナイトが分布し、鍵層となる地層に乏しく不明である。片理のステレオネットの投影からは東西ないし西北西—東南東方向の褶曲軸の存在が考えられる(図4)。調査地域南の宮部上付近に分布する三郡変成岩では、緑色片岩の分布と露頭での褶曲軸の方向から200-300 mの波長をもち、褶曲軸が東北東—西南西を向く褶曲が推定される。本地域中央部の富村から中谷にかけては、露出がよくなく、地質構造の詳細については不明である。

(ii) 智頭層

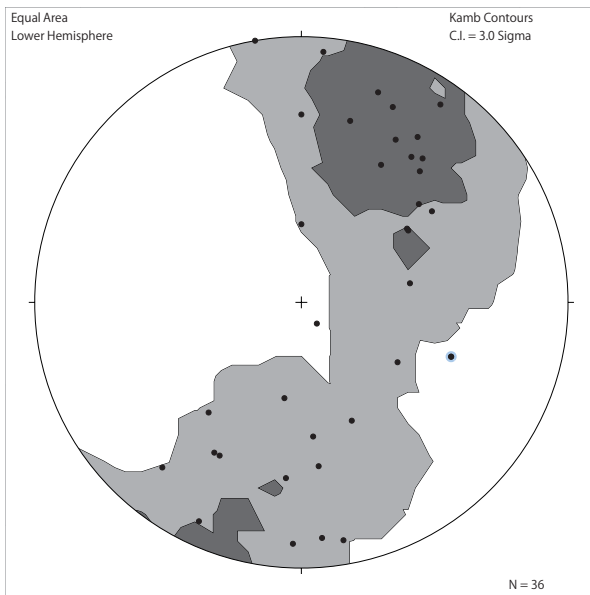
調査地域南西部の檜東から余野上付近に分布する智頭層では、層理面の傾斜から、半波長500 m程度の閉じた褶曲の存在が推定される(図6)。

また、砂岩が優勢な地層の分布から、上記の褶曲を曲げるような、東北東—西南西の褶曲軸をもつ向斜構造が考えられる（図2）。智頭層分布域の北東部にあたる大町付近では、砂岩層の分布と層理面の傾斜の違いからほぼ東西方向の開いた向斜の存在が推定される（図2）。

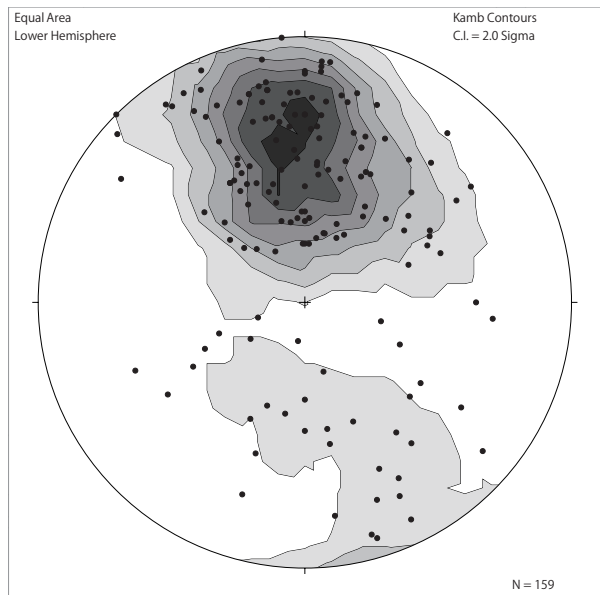
5. 三郡変成岩と智頭層との境界

三郡変成岩と智頭層との境界について、本地域南西部の目木から山城を経て中谷に至る地域について詳しく調べた。調べる際には、両者の岩質の違いは当然であるが、両者に含まれるチャート中に片理が存在するか否かについて注意をしながら

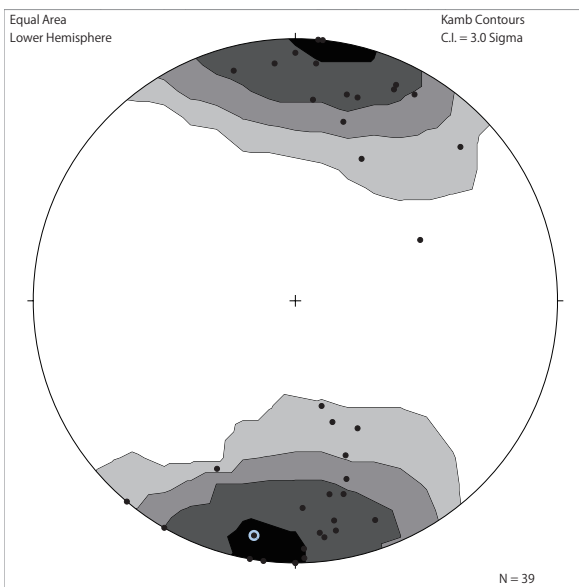
片理（樫西）



片理（宮部北—中谷）



F₂ 褶曲軸面（樫西）



F₂ 褶曲軸（樫西）

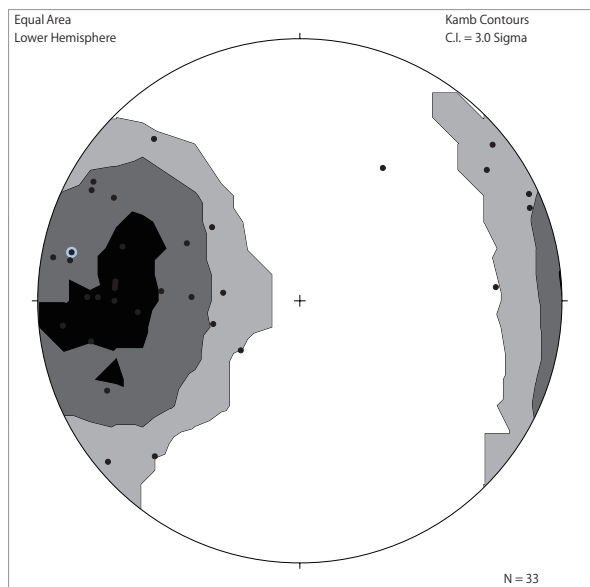
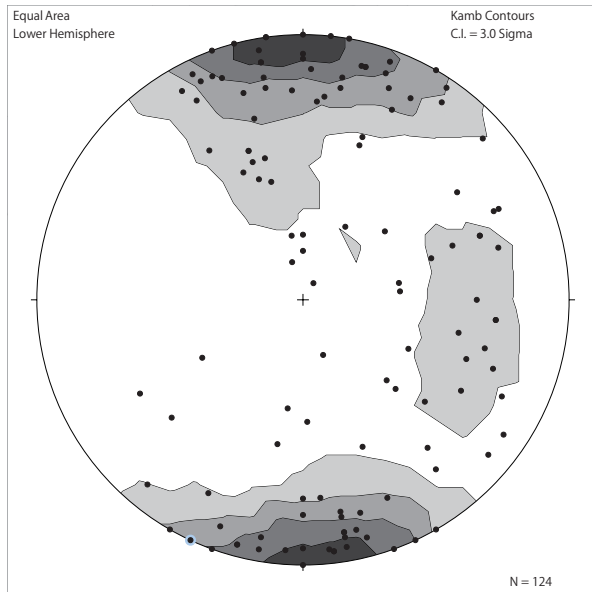


図4. 三郡変成岩中の片理および2回目の褶曲（F₂）軸面と褶曲軸（シュミットネット投影，下半球使用）

Foliation (余野上一榎東)



Foliation (鏡野)

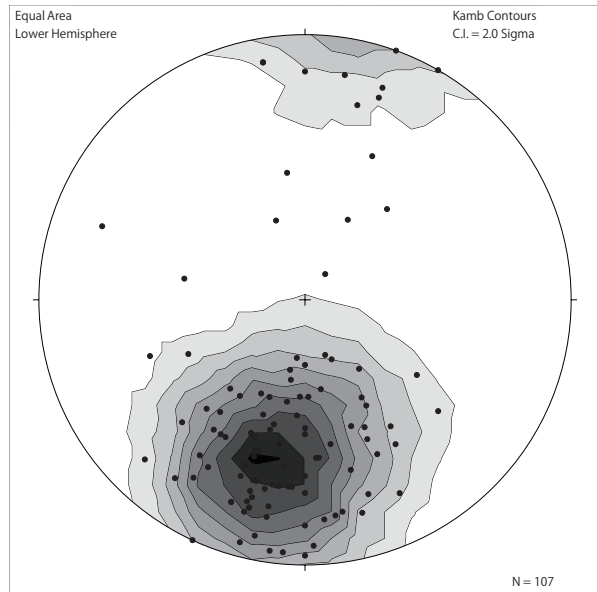


図5. 智頭層中のフォリエーション (foliation) (シュミットネット投影, 下半球使用)

調査を行った。この地域では、両者の境界付近には東から妙見山 (標高567 m)、天倉山 (659 m)、高山 (664 m) へと連なる山稜が東西方向に走っている。両者の上下関係をみる際には、この山稜のどちら側に境界があるかについても意識して調査を行った (図6)。その結果、山稜に沿っては概ね智頭層のチャートが分布し、山稜の南側に両層の境界が位置することが明らかとなった。特に、本地域西部の目木付近では、山稜の南斜面で、地形的に高い場所に智頭層が、低い場所に三郡変成岩が分布している。この地域の東方に位置する山城付近では、境界面は南北方向から北西—南東に変化している。山城の北に位置する中谷の南では、中谷川の蛇行した旧河川の西側に智頭層が、東側に三郡変成岩が分布している。これらの全体的な分布から、三郡変成岩は智頭層の下位に位置しているものと推定される (図7)。山城から中谷にかけて上記のような分布を示すことは、境界面が褶曲した結果であると考えられる。

本地域の西部、榎西地域には三郡変成岩が分布し、概ねその東側には馬蹄形の形をして智頭層が分布している。榎西の北部では、チャートと泥質岩からなる三郡変成岩が東北側の智頭層と接して

いるが、チャートは北西—南東方向の走向をもち、北東に急傾斜している。チャートの分布は地形の上でも確かめることができ、両者の境界面はほぼ垂直であると考えられる。榎西の南部でも、境界面は両者の分布からほぼ垂直か南東へ急傾斜しているものと推定することができる。

本地域の北東部には智頭層が分布し、その南に三郡変成岩が狭い地域に分布している。智頭層が分布する地域は標高500-690 mの地形的に高い地域であり、三郡変成岩はその南の200-300 mの丘陵地に分布している。智頭層と三郡変成岩との境界が観察できる所はないが、それらの分布に加えて地形を考え併せると、両者の境界面はほぼ垂直であろうと考えられる。

本地域北東部の智頭層の西側には旭川を挟んで三郡変成岩が分布している。ここでの境界面の様子については、旭川の侵食により不明である。恐らく中谷付近と同様に、境界面は褶曲し、ほぼ旭川に沿って存在するものと考えられる。

以上をまとめると、本地域の南西部では、三郡変成岩の上に智頭層が低角度の断層を境として乗っており、境界面は褶曲しているものと考えられる。それ以外の地域では両者はほぼ垂直な断層

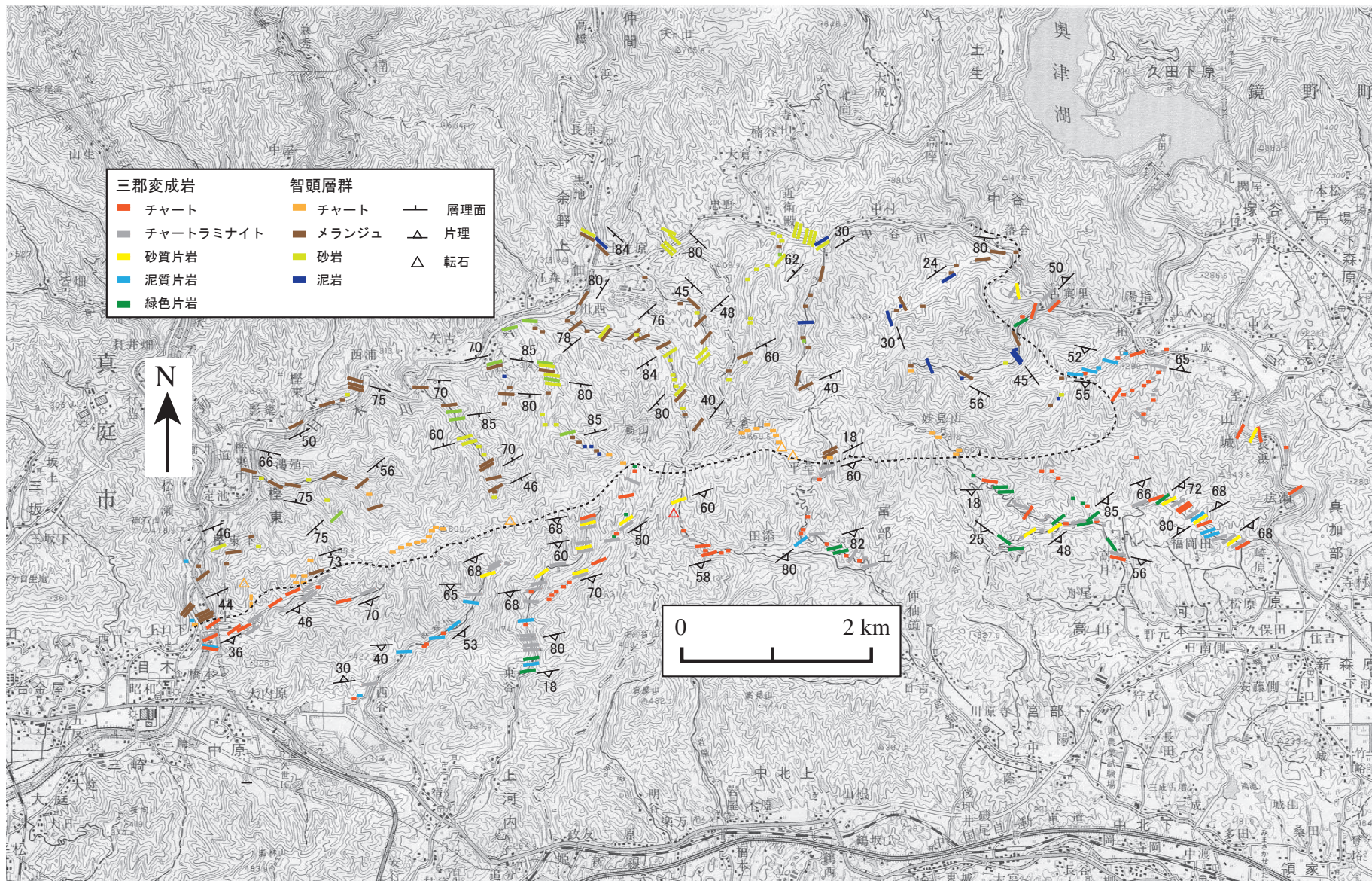


図6. 目木から中谷に至る地域のルートマップ(岩質を示す矩形の長辺の方向で層理面や片理の方向を示す. 短い矩形は岩質のみを示す.)
(国土地理院5万分の1地形図「津山西部」の一部を使用)

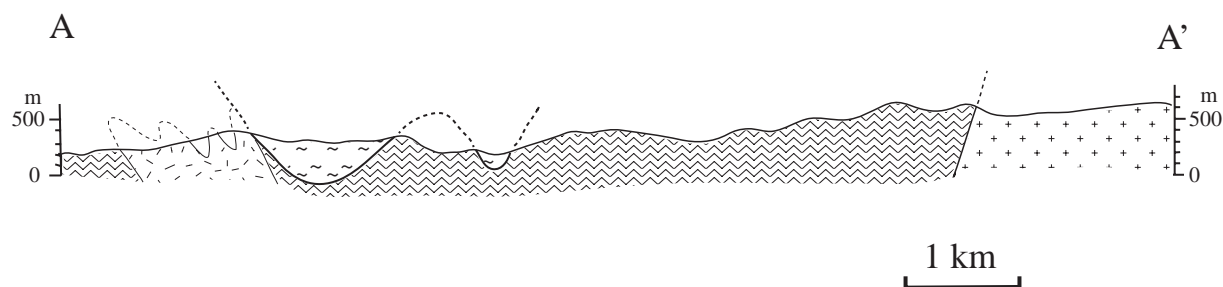


図7. 断面図（場所と凡例は図2を参照）

によって境されているものと推定される。

6. 考察

原ほか（1985）および早坂（1987）は、中国地方全体の衝上断層の分布や中国地方を構成する地質単元が互いに関連性の薄いものが隣接していることから、以下のような提案をしている。すなわち、三郡変成岩はナップ群として発達し、中国地方の地質は全体として付加されたものと考え、年代の新しい付加体であるジュラ紀の地層（丹波層群相当層）が構造的に下位に位置し、より古い古生層や三郡変成岩が構造的上位に存在すると考えた。

Otoh (1987)は、中国地方に分布する岩石をその年代や岩質によって阿哲・帝釈プロビンス、智頭プロビンス、舞鶴プロビンスに分類した。阿哲・帝釈プロビンスは超塩基性岩、三郡変成岩および古生層から、智頭プロビンスはジュラ系智頭層から構成される。舞鶴プロビンスは夜久野複合岩体、二畳紀の碎屑岩および三畳紀のデルタ相の岩石から構成される。津山・智頭地域には阿哲・帝釈プロビンス、智頭プロビンス、舞鶴プロビンスの岩石が分布し、それらは本地域では3階建ての構造をもち、東に凸面を向けた馬蹄形をなして分布していると報告している（Otoh, 1987）。その結果、智頭プロビンスの岩石は阿哲・帝釈プロビンスの岩石と舞鶴プロビンスの岩石とに挟まれて存在し、智頭プロビンスはフェンスターとして存在するものではないと結論づけている。Otoh (1987)が分類した阿哲・帝釈プロビンスと舞鶴プロビンスには同じ三郡変成岩が分布していることから、このような分類が正しいかどうかは疑問である。

しかしながら、地層の分布からみると Otoh (1987)は三郡変成岩の上に智頭層が乗っていると考えており、このことは本論で述べていることと調和的である。

中国地方でジュラ紀の地層と三郡変成岩が隣接する場所は、鳥取県の若桜地域、島根県の益田地域および山口県の玖珂地域である。若桜地域では、ジュラ紀の角谷層が分布域の北側で三郡変成岩の志谷層とおよび分布域の南側で八頭層と断層で接している（上村ほか, 1979）。八頭層はその南でジュラ紀の智頭層と断層で接している。5万分の1の地質図幅でみる限り、断層は高角度のようにみえる。益田地域ではジュラ紀の鹿足層群が分布域の北西側で三郡変成岩と断層で接している（岡村ほか, 1975；西村・岡本, 1976）。示された断面図でみると、三郡変成岩は40°程の傾斜をもつ断層を境として鹿足層群の上に乗っている。福富・磯崎（1988）は、鹿足層群分布域の南で、下位より秋吉帯の古生層、舞鶴帯の古生層、三郡変成岩、鹿足層群が高角度の断層で接していると報告している。玖珂地域では、ジュラ紀の玖珂層群が三郡変成岩と断層で接している（西村ほか, 2012）。断層は高角度の北傾斜であるが、三郡変成岩がジュラ紀層の上に衝上していると報告されている（高田・磯崎, 1986）。

以上のように、三郡変成岩とジュラ紀の地層との関係は断層を境として、三郡変成岩がジュラ紀の地層の上に乗っていたり、下位に存在していたりしており、必ずしもジュラ紀層の上に三郡変成岩が存在する訳ではない。中国地方に分布しているこれらのジュラ紀の地層は付加体での地層であることを考慮に入れると、これと三郡変成岩とがどのような過程で接するようになったかは興味あ

る問題である。その過程を考える場合に、付加体の地層が高圧型変成岩の上位に乗る場合と下位に位置する場合の両方を考慮に入れる必要がある。

7. まとめ

岡山県津山市の北西方に位置する久世・鏡野地域において、三郡変成岩とジュラ系智頭層（主にテクトニックメランジュから構成される）との構造関係を調べるために、地質調査を行った。その結果、原ほか（1985）および早坂（1987）が提案しているモデルとは異なり、智頭層が三郡変成岩の上に乗っていることが明らかとなった。智頭層はテクトニックメランジュである可能性が大きい。この変形構造を明らかにして、三郡変成岩の形成過程およびそれが上昇していく過程でどのようにして付加体と接するようになったかを明らかにすることが今後の課題である。

謝 辞

匿名の査読者からは、論文の修正にあたって大変有益なご指摘を受けた。感謝いたします。

文 献

福富孝義, 磯崎行雄, 1988, 鳥根県西部のジュラ紀コンプレックス（鹿足層群）に南接するペルム紀コンプレックスおよび結晶片岩類. 地質学雑誌, 94, 59-62.

早坂康隆, 1987, 西南日本内帯西部地域における中・古生代造構作用の研究. 広島大学地学研究報告, 27, 119-204.

原 郁夫, 早坂康隆, 前田 勝, 宮本隆実, 1985, 西南日本の中・古生代造構作用の諸問題—高圧変成帯の造構作用—. 地質学論集, 25, 109-126.

河合正虎, 1957, 5万分1地質図「津山東部」及び同説明書. 地質調査所.

木村克己, 2000, 丹波帯ジュラ紀コンプレックスのストラト系と運動像. 地質学論集, 55, 181-202.

Nakae, S., 1990, Melanges in the Mesozoic sedimentary complex of the northern part of the Tamba Belt,

Southwest Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, 96, 353-369.

中原佐和子・於保幸正, 2011, 岡山県津山盆地における河岸段丘. 環境科学研究（広島大学大学院総合科学研究科紀要Ⅱ）, 6, 45-52.

西村祐二郎, 岡本哲男, 1976, 益田地域のローソン石—曹長石片岩. 小島丈児先生還暦記念論文集, 144-153.

西村祐二郎・今岡照喜・金折裕司・亀谷敦, 2012, 山口県地質図第3版（15万分の1）および同説明書. 山口地学会, 167p.

岡村義彦, 西村祐二郎, 長谷晃, 添田晶, 沖村雄二, 広渡文利, 本村慶信, 赤塚政美, 井上多津男, 安居院弘輔, 大谷顕一, 孤島章一郎, 1975, 鳥根県益田地域の三郡変成岩類. 山口大学教育研究論叢, 25, 19-36.

Oho, Y., 1988, Multiple deformations of the Sangun metamorphic rocks in the Asahi area, Okayama Prefecture, Southwest Japan, Jour. Geol. Soc. Japan, 94, 411-418.

Oho, Y., 1989, Superimposed folds of the Sangun metamorphic rocks in the Ochiai-Asahi area, Okayama Prefecture, Southwest Japan, Jour. Geol. Soc. Japan, 95, 541-551.

Otoh, S., 1987, Late Paleozoic tectonic development in the Northern part of the Chichibu Geosyncline in the east Chugoku mountains, southwest Japan. Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II, 21, 379-415.

佐藤比呂志, 児島悠司, 村田明広, 伊藤谷生, 金田義行, 大西正純, 岩崎貴哉, 於保幸正, 荻野スミ子, 狩野謙一, 河村知徳, 蔵下英司, 越谷信, 高須晃, 竹下徹, 津村紀子, 寺林優, 豊原富士夫, 中島隆, 野田賢, 橋本善孝, 長谷川修一, 平田直, 宮内崇裕, 宮田隆夫, 山北聡, 吉田武義, Steven Harder, Kate Miller, Galen Kaip, 小澤岳史, 井川猛, 2005, 西南日本外帯の地殻構造：2002年四国—瀬戸内海横断地殻構造探査の成果. 地震研究所彙報, 80, 53-71.

高田正治, 磯崎行雄, 1986, 山口県東部, “美川層群”からのジュラ紀放射虫化石の産出. 地質学雑誌, 92, 447-450.

Toyohara, F., 1977, Early Mesozoic tectonic development of the northwestern Chichibu geosyncline in west Chugoku Japan. Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II, 19, 253-336.

上村不二雄, 坂本亨, 山田直利, 1979, 若桜地域の地質.
地域地質研究報告 (5万分の1 図幅), 地質調査所,
91p.

宇都浩三, 1995, 火山と年代測定: K-Ar, $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 年
代測定の現状と将来, 火山, 40, S47-S46.

Wakita, K., 1988, Origin of chaotically mixed rocks bodies
in the Early Jurassic to Early Cretaceous sedimentary
complex of the Mino terrane, central Japan. Bull. Geol.

Surv. Japan, 39, 675-757.

吉田鎮男, 1981, チャートラミナイト: 岩石学的記載
と本邦地向斜における産状. 地質雑, 87, 131-141.