

三郡変成帯の年代論と変成岩に関するノート

渡 辺 暉 夫*

A note on the metamorphic ages and rocks
in the Sangun terrane

WATANABE, Teruo

Recent studies dealing with fossil ages, radiometric ages, and some characteristic metamorphic and pre-metamorphic lithologies in the Sangun metamorphic terrane are briefly summarized.

The Sangun metamorphic rocks are divided into two groups based on radiometric ages: Rocks of the older group (250–310 Ma) distributed in the Wakasa area (Tottori prefecture), Oosayama area (Okayama prefecture), and Nagato tectonic zone (Yamaguchi prefecture). Some undated rocks around small serpentinite bodies in the Hazumi area (Shimane prefecture) may also belong to this older group. Rocks of older group which occur spatially proximate to serpentinite masses may be the western extension of the Hida marginal serpentinite *mélange* zone. The mode of occurrence of metamorphic rocks in the Hazumi area may be interpreted as a tectonic *mélange*.

In contrast, rocks of the younger group (170–190 Ma) occur over wide areas in the Chugoku district rarely associated with serpentinite.

はじめに

三郡変成岩および三郡変成作用の及んだ弱変成古生層が分布する三郡—中国帯の原岩層序・変成作用についての考察とまとめは、かつて西村ほか(1977)によって与えられた。しかし、その後の三郡変成岩類の研究の進展は三郡変成帯の構成と成立過程について再検討を要求するようになってきている。たとえば、近年一層鮮明になってきた石炭紀からジュラ紀に及ぶ変成岩の放射年代幅のばらつきは三郡変成帯を従来通り単一の変成帯として扱うことについて問題を投げかけているように思われる。小論ではこのような最近の研究によってクローズ・アップされてきた三郡変成帯に関する若干の問題について、島根大学の卒業論文を含めて紹介し、最近の三郡変成帯研究の概観を示すことを目的としている。

原岩の時代と構成

三郡—中国帯の岩相対比と弱変成岩中のフズリナ化石に基づく結晶片岩類の原岩年代の推定は西村ほか(1977)によって行なわれた。たとえば錦町付近に分布する都濃層群の原岩の年代はデボン紀から石炭紀に及ぶと推定された。その根拠は見かけの上位にある弱変成錦層群から二畳紀中世を示すフズリナ化石が見出されていること、および石炭紀のフズリナ化石を含む石灰岩台地の下位に分布する緑色岩の年代と都濃層群の塩基性片岩が同時代のものであろうと解してのことである。この推定自体を積極的に否定する根拠は現在ないと考えられる。しかし、日本列島各地の中・古生界にオリストストロームが認められ、上述の塩基性岩の岩相対比が強固な根拠を必ずしも持っているものではないと考えられるようになると、原岩年代について改めて問い直しが必要となるであろう。直接、結晶片岩類から化石を見出し年代を決定することが不可欠であるが、三郡帯ではこれまでこの種の資料は全く得られ

* 島根大学理学部地質学教室

ていない。しかし幸いにも、ブドウ石—バンペリー石相程度の変成作用を受けていると考えられる地域からは放散虫化石の報告が最近相ついでいる。

山口・島根両県境付近に分布する錦層群からは中ほか(1984a, 1984b)、西村・磯崎(1984)によって酸性凝灰岩・頁岩から次の放散虫化石が報告された。

Follicucullus scholasticus, *Follicucullus ventricosus* *Pseudoalbaillella longicornis*

島根県六日市町からは *Follicucullus monacanthus* も報告されている(中ほか, 1984a)

これと同様の放散虫化石が岡山県勝山地域の新庄川沿いの弱変成岩からも報告された(三宅, 1984)。

ISHIGA *et al.* (1982) によれば *Follicucullus scholasticus*, *Fo. ventricosus* は *Follicucullus scholasticus* 群集の特徴的な種とされており二疊紀中世後期～新世最前期にあたる。西村ほか(1985)はこれらの化石年代を約255 Ma に相当するであろうとしている。ISHIGA *et al.* (1982) は *Fo. scholasticus* 群集がテキサスの Gaudalupian の石灰岩から報告されたことを述べており、Gaudalupian は柴田(1985)のまとめによれば253 Ma—259 Ma である。

島根県六日市の錦層群に産する放散虫化石は中・渡瀬(投稿中)によればさらに二疊紀中世前期にまでさかのぼるといふ。

三宅(1984)の調査した勝山地域には古くから石灰岩の存在が知られており、石灰岩中から *Fusulinella*, *Schwagerina* 等の化石の産出が知られていた(小林, 1950)。また、長谷ほか(1984)によれば同地域に分布する見かけ上比較的下部の石灰岩からは *Pseudofusulina*, *Parafusulina* が、上部の石灰岩には石灰礫岩の発達があって、*Neoschwagerina*, *Verbeekina*, *Pseudodololima*, *Yabeina*? が得られるという。

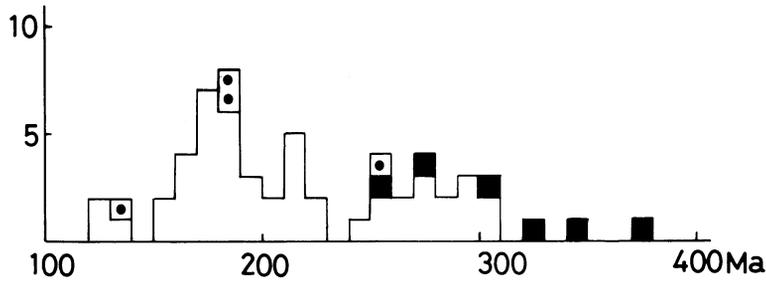
横山博は島根大学の研究生当時、同地域の石灰岩から、*Fusulinella*, *Triticites*, *Schubertella*, *Schwagerina*, *Pseudoschwagerina*, *Neoschwagerina* の産出を明らかにした。

以上のフズリナ化石は *Fusulinella* が石炭紀を示すほかは大部分が二疊紀前世から新世に及ぶ時代を示している。横山(1982)によれば、これらのフズリナ化石を含む石灰岩は地質図上でレンズ状あるいは小岩塊として泥質岩を主とする地層中に散在している。石灰岩が周囲の泥質岩と直接する場合、その接触面は泥質岩中の層理面の走向・傾斜と調和的であることが多いが、一部では大きく斜交する例も認められる。三宅

(1984)の報告から判断し、放散虫産出岩相と類似の岩相をもつ地層(泥質岩を主体とする地層)は二疊紀中世末～新世に相当するであろう。石灰岩塊はこの地層中のオリストリスであると思われる。この泥質岩を主体とする地層中には緑色岩も岩塊として取りこまれている。また酸性凝灰岩はしばしば泥質岩と整合的に累重する。前述の錦層群にも酸性凝灰岩がかなり含まれるから、*Fo. scholasticus* 群集で示される時代(約255 Ma 頃)に島弧の火山活動が西中国地方に存在したことが想定できる。勝山地方の古生層や錦層群の堆積の場についての議論は今後の課題であるが錦層群に岩相・年代が類似するといわれる太田層群(山口県下)は層内変形の発達の様子から海溝内縁に堆積したものであると勘米良(1983)は考えている。以上のことから、二疊紀中世末頃の中国地方に1つの島弧—海溝系を想定しうの根拠がある。とはいえ、想定される島弧—海溝系は未だ大部分不明である。

ところで酸性岩の分布は弱変成古生層中に限らない。岡山県坪井付近に認められる酸性片岩(光野, 1984)はその代表的例であり、そこでは李ほか(1984)によれば酸性溶岩、凝灰岩の識別が可能なようである。近くに見られる変成「塩基性、溶岩中の普通角閃石は「造山帯中性マグマから由来した角閃石と類似する」と李ほか(1984)は述べている。また三郡変成岩中でこれまで塩基性片岩と塗色されてきた緑色片岩は必ずしも塩基性とは限らない(渡辺ほか, 1982, 佐野, 1984 および本研究報告)。この緑色片岩の原岩は主に火山性砂岩～泥岩であると考えられている。たゞし中には $SiO_2\%$ が60%に近い変成溶岩岩片も含まれている(佐野, 1984)。酸性片岩、緑色片岩の形成の場についてはわからない点が多いが、厚い緑色片岩のいくつかは泥質片岩の構造に非調和な分布を示し、泥質岩中に入りこんだ巨大岩塊であったと考えられる(佐野ほか, 1985 および本研究報告)。

三郡—中国帯には超塩基性岩体が分布するがこれらはオフィオライトの一部と考えられ、出石、関宮、若桜、足立、多里の超塩基性岩体は *dunite-harzburgite-chromite* コンプレックスに分類され、孤立したテクトナイトであるとされた(ARAI, 1980)。一方、落合一北房岩体は層状構造が明らかで、オフィオライト・スウィートの超塩基性集積相の可能性が指摘された(ARAI, 1980)。たゞし、これらの岩石が現在の位置に定置するに至った過程については不明の点が多い。落合一北房岩体のすぐ南には夜久野オフィオライトに



第1図 三郡変成岩類の放射年代分布図

黒く塗りつぶしてあるのが変ハンレイ岩類，黒丸印のあるのが渡辺・西戸・長尾の未公表データ。

相当すると考えられる変ハンレイ岩類があり，これは藍閃変成作用を受けている（西村ら，1981）．舞鶴帯東部に分布する夜久野オフィオライトの主体は15-30 kmの異常に厚い海洋地殻の断面を示しているとISHIWATARI（1985）は考えている．彼はこのオフィオライトは小さな海盆（多分，黒海などのような）下で形成されたと考えている．このような特異なオフィオライトを含め，一連のオフィオライトを巻きこみ，かつ酸性岩をも含む藍閃変成作用の場の復元が三郡変成作用の研究には求められており，これまでの累進変成作用の概念を詳細かつ具体的に吟味し直すことが要求されるであろう．

放射年代論の進歩

第1図はこれまで得られている三郡変成岩の放射年代を簡単にまとめたものである．放射年代のまとめは別に柴田・西村（1985）等によって行なわれているので，ここでは詳述をさけ，年代分布を図で示し，議論を進めることにとどめた．第1図に用いた年代は猪木（1984），NISHIMURA *et al.*, (1983)，西村・磯崎（1984），柴田ほか（1972），SHIBATA *et al.*, (1977)，SHIBATA and IGI (1969)，柴田ほか（1979），柴田・西村（1983），柴田・西村（1984），UEDA and ONUKI（1969），柳（1967）である．第1図にはこれに渡辺・西戸・長尾の未公表データを加えた．変ハンレイ岩の年代は250-380 Ma とばらつくが，その一部は火成岩組織をもつ変ハンレイ岩中の褐色角閃石から得られた年代であるから，三郡変成作用以前の原岩の火成活動時代を示すのであろう．

結晶片岩の示す年代は古い方から250-310 Ma，

150-230 Ma，120-130 Ma の3つに大別できる．300 Ma 前後の年代を示す変成岩は飛驒外縁帯に対比されると柴田・西村（1984）は主張している．この300 Ma 前後の三郡変成岩は中国地方では鳥取県若桜と山口県の長門構造帯中（猪木，1984）に認められる．両者を結ぶ地域はいわゆる山陰支脈の三郡変成岩が見られる．このうち岡山県大佐山の超塩基性岩体中の捕獲岩として見出された藍閃石含有石英・白色雲母片岩（WATANABE，1984）は全岩 K-Ar 年代が251 Ma である（渡辺・西戸・長尾，未公表）．斜長石を含む岩石の K-Ar 法での閉止温度は300°C を下回るものと思われる（柴田，1985）から，変成作用の最高温度を示す年代は251 Ma よりもう少し古いかもしれない．このような解釈を加えると大佐山の藍閃石含有石英-白雲母片岩は柴田・西村（1984）によって飛驒外縁帯の延長とされた岩石と年代的により近縁のものと思なうるかもしれない．若桜・大佐山・長門構造帯を結ぶ線が飛驒外縁帯の南縁の延長という可能性が出てくる．

飛驒外縁帯の延長問題については検討すべき点も多いので，ここでは単に可能性に言及するにとどめるが，これら三郡変成岩の古期岩の形成時にはすでに指摘したように中国帯の古生層の堆積が行なわれている．三郡変成岩中の古期岩類は蛇紋岩と密接して産する点を重く見れば，古期三郡変成岩を伴う超塩基性岩の進入と古生層の堆積が同時進行していたことになるかもしれない．

中国地方では舞鶴帯の下部三疊系福本層群が古生層を平行不整合でおおうとされているから（中沢，1954），この変動は古期三郡変成岩の形成の完了を示すのかもしれない．一部では三郡変成岩の形成はもう少し遅れ，

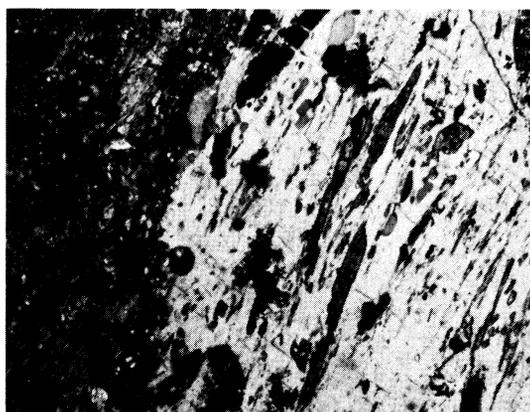
200–230 Ma という年齢を示すようになったと思われる。この年代は上部三疊系美祢層群が三郡変成岩を不整合におおう（例えば長谷，1984，p138）変動の時代である。

しかし三郡変成岩の放射年代は150–200 Ma（特に170–190 Ma）に集中している。170–190 Maの年代はジュラ期前世後期～中世中期を示す。渡辺・西戸・長尾によって江津市波積の泥質片岩・青色片岩から得られた全岩K-Ar年代は184–188 Maであった。この年代を示す三郡変成岩は中国地方では山口県下の都濃層群，岡山県勝山～旭町地域，鳥取県八東層等に比較的広く分布しており，古期三郡変成岩分布地にくらべ，付随する超塩基性岩の分布面積は極めて狭い。これら新期三郡変成岩の「形成の時代」にはば一致して，周辺の鹿足層群のオリストストロームの形成（早坂ほか，1983），角谷層の堆積（早坂・原，1982）や陸棚層樋口層群（HIRANO *et al.*, 1978，中・徳岡ほか，本研究報告）等の堆積が行なわれている。これらの堆積と同時に新期三郡変成作用も行なわれたと解せられる。変成岩の形成と周辺の堆積岩形成が同時に行なわれたと思われる点で，古期・新期の三郡変成岩には共通性がある。

第1図には白亜紀前期に及ぶ年代も示されている。この意味については別の機会に検討することにした。

江津市波積の三郡変成岩の特徴

江津市波積に分布する結晶片岩類は小林（1979）によって波積南層と名づけられた。泥質片岩を主体とし，塩基性片岩をしばしば夾むが，塩基性片岩の多くはクロス閃石－緑レン石の組合せで特徴づけられる青色片岩である。泥質片岩の多くは石英－曹長石－炭質物－白色雲母を主要構成鉱物とし，緑レン石，緑泥石，スフェーン，方解石，黄鉄鉱を副次的に含む。また稀にローソン石を産する（千貫，1983；WATANABE *et al.*, 1983）。つまり，三波川変成帯の緑泥石帯（東野ほか，1977）に相当する鉱物組合せを示している。しかし，中向井の蛇紋岩体の周辺にはザクロ石や曹長石斑状変晶を産することがある（千貫，本研究報告）。これは三波川帯に対比すればより変成度の高いザクロ石帯の岩石に相当する。また塩基性岩として前述蛇紋岩体の内部及び周辺にはバロア閃石－藍閃石片岩が見出される（千貫，本研究報告；小林・渡辺，1985）。つまり，より高温の変成作用を受けたと思われる岩石が中向井の蛇紋岩体内やその周辺に認められる。周囲の岩石との



1mm

第2図 波積南層，中向井の粗粒曹長石結晶を含む泥質「点紋」片岩の顕微鏡写真（サンプル番号Tp-1）曹長石－右側－と周囲の石英・白色雲母－左側－の粒度の著しい違いに注意。

関係は不明な点が多いが，これら高変成度を示すと思われる岩石は小岩塊として泥質片岩中に見出される。

第2図に顕微鏡写真を示した岩石（サンプル番号Tp-1）はやはり中向井の蛇紋岩周辺に見出される泥質片岩で，見かけ上，径5 mm程の曹長石を含む「点紋」片岩である。

三波川帯では点紋片岩はほぼザクロ石帯の岩石に相当するから，「点紋」片岩であるという点で，これは前述の高変成度を示す岩石として扱うことができよう。曹長石結晶中には直線状に配列した藍閃石（第1表）やクリノゾリサイトが包有されている。少量のK白色雲母も曹長石中に含まれているが，これは基質のK白色雲母にくらべて，Na₂OやTiO₂に富んでおり，かつフェンジャイト分子が少ない（第1表）。K白色雲母のNa₂OやTiO₂量は一般に，変成度と共に増加するから，曹長石結晶に含まれるK白色雲母は基質部のものよりも高温の変成条件下で形成された可能性がある。これを別の角度から裏づけるのが，径5 mmに達する曹長石結晶とこれに接する石英の粒度の差であり，この基質部石英は径0.01 mm以下である。このような粒度差は，三波川帯で一般に点紋片岩と呼ばれている岩石には通常認められない。つまり，この粒度差の点からも曹長石粗粒結晶とこれに接する石英は同一変成温度で形成されたとは考え難い。

恐らくこの岩石はある種の後退変成作用を受けたも

第1表 藍閃石, K白色雲母の化学組成(EPMA分析)
(サンプル番号)

	glaucophane	white mica inclusion matrix	
SiO ₂	57.37	50.00	51.55
Al ₂ O ₃	11.59	27.19	24.85
TiO ₂	0.01	0.12	0.07
FeO	11.78	3.40	3.93
MnO	0.09	0.04	0.02
MgO	8.55	2.91	4.06
CaO	0.20	0.14	0.08
Na ₂ O	7.10	0.50	0.10
K ₂ O	0.01	9.54	9.70
Total	96.70	93.84	93.36
Si	7.996	6.784	6.999
Al	1.904	4.348	3.977
Ti	0.001	0.012	0.007
Fe	1.373	0.386	0.333
Mn	0.011	0.0	0.002
Mg	1.776	0.589	0.822
Ca	0.030	0.020	0.012
Na	1.919	0.132	0.026
K	0.002	1.651	1.680
	0=23	0=22	0=22

1 : 藍閃石, 2 : K白色雲母(曹長石結晶包有物)
3 : K白色雲母(基質)

のと思われる。早期の変成作用の年代は不明だが、後期の変成作用は、前出の波積の全岩 K-Ar 年代を根拠として 184-188 Ma 頃と推定される。早期の変成作用は 250-310 Ma に相当する可能性はないであろうか？若桜-大佐山-波積-長門構造帯と結ぶ線はかつて別の観点から長谷(1973)によって長門構造帯の延長と考えられた線と大きくはずれていない。このような想像はさておき、波積の中向井を中心にして緑泥石帯相当の岩石中に、より高温の変成作用を受けたと思われる

岩石が散在するところから、小林・渡辺(1985)はテクトニック・メランジによる説明を提唱した。

ま と め

三郡変成帯の原岩の時代や岩相、放射年代について、最近の研究を紹介し、三郡変成帯が古期と新期に分れ、古期三郡変成帯の分布は若桜-大佐山-江津市(波積)?-長門構造帯に連なる可能性を指摘すると共に、波積のテクトニック・メランジについて簡単にふれた。古期・新期三郡変成作用の年代は周辺の堆積岩の堆積年代と一致しており、古期三郡変成帯の分布は蛇紋岩と密接する。

謝 辞

今回の報告は島根大学の卒業生による卒業論文を含め、小林英夫教授と共に三郡変成帯の研究に従事し、得られた成果を私なりに意義づけし紹介したものである。また併せて最近の三郡変成帯研究の一端にふれた。仮設の域を出ない想定を含めて筆を進めてきており、今後に残された課題は多いが、小林英夫教授の退官にあたり、三郡変成帯の共同研究の到達点を簡単にではあるがここにまとめたものである。

編集委員長島田昱郎教授には編集にあたり、大変御理解ある御配慮をいただいた。徳岡隆夫教授には特に初期の原稿に目を通していただき御批判をいただいた。三郡変成帯の卒業研究に従事された方々を含め、以上の方々に厚く御礼を申し上げる次第である。

文 献

ARAI, S., 1980 : Dunite - Harzburgitè-Chromite Complexes as Refractory Residue in the Sangun-Yamaguchi Zone, Western Japan. *J. Petrol.*, 21, 141-165.
 長谷 晃, 1973 ; 長門構造帯の北東延長はどこにあらわれるか——岡山県真庭郡勝山町北部の地質, 梅垣嘉治先生退官記念文集 67-76.
 長谷 晃, 1984 ; 三疊系, 日本地方地質誌, 中国地方(新版)今村外治ほか編 朝倉書店
 長谷 晃・沖村雄二・佐田好, 1984 ; 中央非変成帯の古生界, 日本地方地質誌, 中国地方(新版)今村外治ほか編, 朝倉書店
 早坂康隆・原 郁夫, 1982 ; 中国帯からジュラ紀放射虫化石の発見とその構造地質学的意味, 日本地質学会第89年学術大会要旨, 476

- 早坂康隆・磯崎行雄・原郁夫, 1983; 中国地方西部玖珂層群・鹿足層群からのジュラ紀型放射虫化石の発見. 地質雑, 89, 527-530.
- 東野外志男・秀 敬・坂野昇平, 1977; 四国および紀伊半島における三波川帯の変成分帯図. 秀 敬 (編) 三波川帯, 201-206 広大出版研究会
- HIRANO, H., MIKAMI, T. and MIYAGAWA, H., 1978; Lower Jurassic Ammonite, From the Higuchi Group, *Tras. Proc. Paleont. Soc. Japan, N. S.*, (112), 410-416.
- 猪木幸男, 1984; 中国地方西部の点在低度変成岩内帯高压変成帯 No.2 17-18
- ISHIGA, H., KITO, T. and IMOTO, N., 1982; Permian radiolarian biostratigraphy. *Proceedings of the First Japanese Radiolarian Symposium, News of Osaka Micropaleontologists Special Volume No. 5.*, 17-26.
- ISHIWATARI, A., 1985; Granulite -Facies Metacumulates of the Yakuno Ophiolite, Japan; Evidence for Unusually Thick Oceanic Crust. *J. Petrology*, 26, 1-30
- 勘米良亀齡, 1983; 西南日本上部古生界の堆積造構過程に関する一問題——外来堆積体の付加—— 島弧と大陸の関連からみた九州の構造発達史. 日本地質学会西日本支部第100回記念シンポジウム論文集 67-76.
- 小林英夫, 1979; 江津北東部の変塩基性岩中の Rod-ingite. 島根大学理学部紀要 13, 145-159
- 小林英夫・渡辺暉夫, 1985; 三郡変成帯のテクトニック・メランジェ. 日本地質学会第92年学術大会講演要旨 22-23
- 小林貞一, 1950; 日本地方地質誌, 中国地方 朝倉書店
- 光野千春, 1984; 広島県東部・岡山県の三郡変成岩 日本地方地質誌 中国地方 (新版) 今村外治ほか編 朝倉書店
- 三宅啓司, 1984; 岡山県真庭郡勝山町北西部に分布する古生界の層序と構造 日本地質学会第91年学術大会講演要旨, 545
- 中 孝仁・六日市研究グループ, 1984 a; 島根県六日市町周辺の中・古生界. 日本地質学会関西支部報 No.95, 10-11.
- 中 孝仁・徳岡隆夫・飯泉 滋・渡辺暉夫・玉木 敦・1984 b; 島根県六日市町および山口県錦町の中・古生界 日本地質学会第91年学術大会 講演要旨 182
- 中 孝仁・徳岡隆夫・佐野 栄・渡瀬広道・杭ノ瀬雅文・西村貢一・橋本圭史 (1985); 樋口層群 (下部ジュラ系) の層序と構造 島根大学地質学研究報告4 中沢圭二, 1954; 岡山県飯岡村に発見された下部三畳紀層基底の不整合. 地質雑, 60, 167-168.
- 西村祐二郎・井上 保・山本博達, 1977; 三郡帯, とくに層序と変成作用について, 秀 敬 (編) 三波川帯, 257-282, 広大出版研究会
- 西村祐二郎・原 郁夫・早坂康隆・武田賢治, 1981; 夜久野岩類の構造岩石学「中生代造構作用の研究」No.3, 199-213.
- NISHIMURA, Y., NAKAMURA, E. and HARA, I. 1983; K-Ar ages of Sangun metamorphic rocks in Yamaguchi Prefecture and their geologic significance. *J. Jap. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, 78, 11-20
- 西村祐二郎・磯崎行雄, 1984; 山口県東部の錦層群の放射虫化石及び放射年代 内帯高压変成帯 No.2, 37-40
- 西村祐二郎・磯崎行雄・濡木輝一, 1985; 山口県東部の三郡-中国帯および領家帯 日本地質学会第92年学術大会, 見学旅行案内書
- 李 青一・柴田次夫・光野千春, 1984; 岡山県久米郡坪井地域の三郡変成岩類の残存火成鉱物. 岡山大学温泉研究所報告 54号 43-53.
- 佐野 栄, 1984; 岡山県勝山町南部の三郡変成岩の地質学的. 岩石学的研究 島根大学理学部卒業論文 (手記) No.258
- 佐野 栄, 1985; 岡山県勝山町南部の緑色片岩について, 島根大学地質学研究報告4.
- 佐野 栄, 渡辺暉夫, 小林英夫, 横山 博, 1985; 三郡帯緑色片岩類の産状と化学組成——勝山町南部地域—— 日本地質学会第92年学術大会 講演要旨 386
- 千貫 浩, 1983; 江津北東部の三郡変成岩類の岩石学的研究, 島根大学理学部卒業論文 (手記) No.225.
- 千貫 浩, 1985; 江津市波積地域の三郡変成岩の岩石記載, 島根大学地質学研究報告 第4号
- 柴田 賢, 1985; 地質年代学に関する技術的進歩と日本における年代学的研究 地質学論集 第25号, 391-405.
- SHIBATA, K. and IGI, S., 1969; K-Ar ages of musco-

- vite from the muscovite-quartz schist of the Sangun metamorphic terrane in the Tari district, Tottori Prefecture, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 17, 410-416.
- 柴田 賢, WANLESS, R. K., 加納 博, 吉田 尚, 野沢 保, 猪木幸男, 小西健二, 1972; 日本列島の2・3のいわゆる基盤岩類のRb-Sr年齢 地調月報 23; 505-510.
- SHIBATA, K., IGI, S., and UCHIUMI, S., 1977; K-Ar ages of hornblendes from gabbroic rocks in Southwest Japan. *Geochem. Jour.*, 11, 57-64.
- 柴田 賢・内海 茂・中川忠夫, 1979; K-Ar年代測定結果-1 地調月報 30, 675-686.
- 柴田 賢・西村祐二郎, 1983; 三郡変成岩の同位体年代 日本地質学会第90年学術大会 講演要旨
- 柴田 賢・西村祐二郎, 1984; 三郡変成岩の年代学的研究 内帯高圧変成帯 2 31-32.
- 柴田 賢・西村祐二郎, 1985; 三郡-中国帯の放射年代 日本地質学会第92年学術大会 講演要旨 13-14
- UEDA, Y. and ONUKI, H., 1969; K-Ar dating on the metamorphic rocks in Japan (1)-Yatsushiro, Kiyama, Chikugo, Higo and Sonogi metamorphic rocks in Kyushu. *Sci., Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 10, 313-321.
- WATANABE, T., 1984; Glaucophane and Ferroglau-cophane in the Sangun Metamorphic Terrane of the Oosa District, Okayama Prefecture, Japan. *Mem. Fac. Sci., Shimane Univ.*, 18, 69-74.
- 渡辺暉夫・小林英夫・安達 浩, 1982; 島根県美都町北東部の三郡変成岩中のアルカリ角閃石の産状と共生関係, 島根大学理学部紀要, 16, 143-154.
- WATANABE, T., KOBAYASHI, H. and SENGAN, H., 1983; Lawsonite from Quartzofeldspathic Schist in the Sangun Metamorphic Belt, Shikuma, Shimane Prefecture. *Mem. Fac. Sci., Shimane Univ.*, 17, 81-86
- 柳 哮, 1967; 筑後変成岩類について 地質雑, 73, 113.
- 横山 博, 1982; 岡山県真庭郡勝山町地域の三郡変成岩類の地質学的岩石学的研究 島根大学理学部卒業論文(手記) No.215