

## 和歌山市東方の三波川変成岩類と超苦鉄質岩

村 上 武 志\*

Sambagawa metamorphic rocks and related ultramafic rocks,  
western Kii Peninsula, southwest Japan

Takeshi Murakami

### I. は じ め に

和歌山市東方の三波川変成帯(第1図)は、三波川帯の中では比較の変成度の高い点紋帯に属し、泥質片岩、塩基性片岩、珪質片岩等の結晶片岩類と大部分蛇紋岩化した超苦鉄質岩類が分布する。

本地域の三波川帯については、兼平(1955)、Nakayama (1958, 1959)、中山(1960, 1983)、岩橋(1960, 1962)、神山ほか(1964)、秋元(1966)、原ほか(1977)などの研究がある。

地質構造については、一般に無点紋帯の構造的上位に点紋帯が存在すると解釈されているが、秋元(1966)は、点紋帯の上に無点紋帯が重なると考えている(第1表)。

従来三波川変成岩類に重点を置いた研究が主流で、超苦鉄質岩類については、あまり注目されてはいなかった。近年、Kunugiza (1980, 1982)、梶座(1984)により三波川変成帯中の超苦鉄質岩類が2つのタイプに分類できることが明らかにされた。それは、三波川変成作用を受ける前に蛇紋岩化し、その後の累進変成作用(三波川変成作用)を受けた超苦鉄質岩と、三波川変成作用を受ける前に蛇紋岩化することがなく温度低下の記録のみを残している超苦鉄質岩とである。梶座は、前者をS-タイプ、後者をP-タイプとよび、四国中央部の白髪岩体、紀伊半島の竜門岩体などは、S-タイプと考えた。また、本地域の岩出町地域の超苦鉄質岩体についてもS-タイプと報告した(梶座, 1981)。

小論では、和歌山市東方の三波川変成帯中の超苦鉄質岩体の岩石記載をおこなうとともに本地域に分布する三波川変成岩と超苦鉄質岩類の地質学的関係を記載

する。

### II. 地 質

和歌山市東方の貴志川町及び岩出町地域に分布する三波川変成岩は、中山(1983)の層序区分にしたがうと飯盛層と龍門層に対比できる(第1表)。また、龍門層中には、比較的大規模な超苦鉄質岩体としてA~Gがある(第1図)。

#### 1) 飯盛層

飯盛層は、本地域では南西部の西山から西山西にかけて分布し、主に、塩基性片岩からなり、厚さ約50mの泥質片岩層をはさみ、また、小規模な珪質片岩のレンズまたは薄層を伴う。

飯盛層の片理面の走向は、西北西-東南東~東北東-西南西、傾斜は、南部で10~30°南落ちと比較的緩やかであるのに対し、北部では30~60°北落ちで西北西-東南東方向の軸を有する背斜構造が見られる(第1図)。

塩基性片岩は、径0.5~2.0mmの曹長石点紋が発達し、片理は一般に顕著であるが、場所によっては、塊状を呈することがある。

泥質片岩は、一般に黒色を呈し、径0.5~1.0mmの曹長石点紋が発達しており、片理は顕著である。

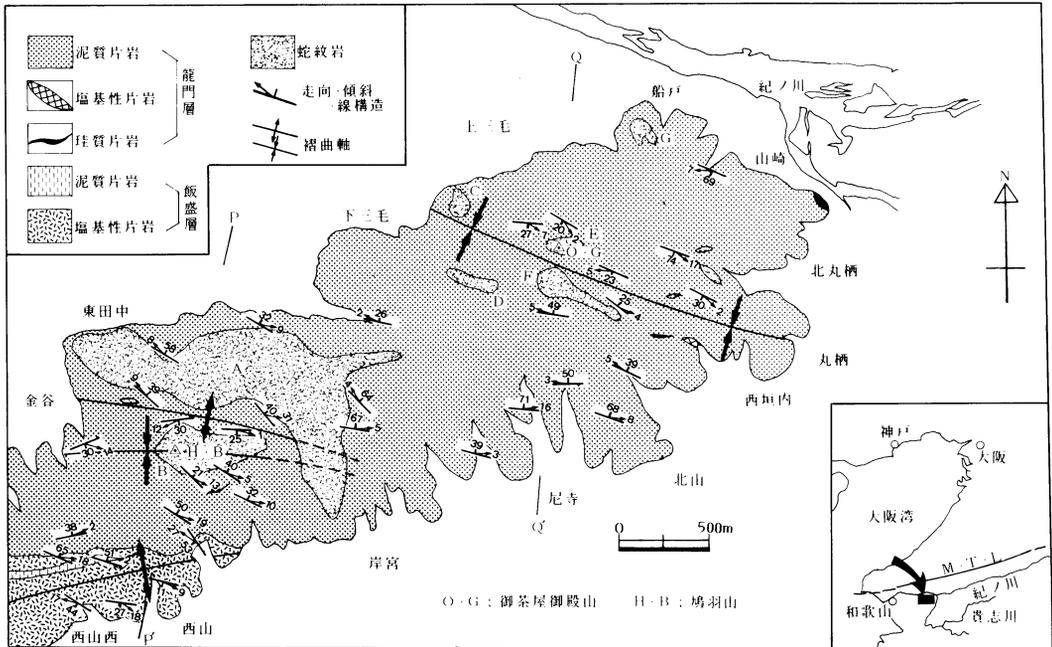
珪質片岩は、径0.5~2.0mmの円形~楕円形の曹長石点紋が顕著に見られ、片理は顕著である。

#### 2) 龍門層

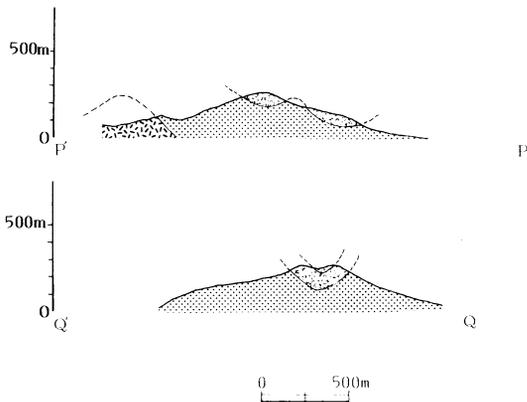
龍門層は、主に泥質片岩からなり、ほかに塩基性片岩、珪質片岩、超苦鉄質岩類、塩基性岩類を伴う。

片理面の走向は、本地域の東半部(下三毛以東)で、ほぼ西北西-東南東~東-西方向、傾斜は、下三毛-御茶屋御殿山山頂南方-北丸栖を境とし、それより北では南に、南では北に傾き、向斜構造が認められ

\* 島根大学理学部地質学教室



第1図 調査地域の地質図

第2図 調査地域の断面図  
(凡例は第1図と同じ)

る。この向斜構造は神山ほか(1964)の飯盛向斜の西方延長に相当する。

一方、西半部では、走向は北西-南東~東-西で、傾斜は、多くは北に傾いているが、超苦鉄質岩体AとBとの間に小規模な向斜と背斜が、存在する(第1図)。

泥質片岩は、径0.5~2.0mmの曹長石点紋を含み、色は一般に黒色で、片理は顕著である。

塩基性片岩は、泥質片岩中にレンズ状にみられ、最大のものは、北山付近で見られ、北方に約150mつづ

く。これを含め、比較的大規模なものは調査地域東部に集中している。

珪質片岩は、一般に曹長石点紋が発達し、片理が顕著である。調査地域の北東の北丸栖のものは、層厚が約60mに達する。

### 3) 超苦鉄質岩体

大小さまざまな超苦鉄質岩体が、龍門層の泥質片岩中に見られる。このうち長径100m以上の露出を示す岩体は、単斜輝岩、角閃岩などの塩基性岩類の小岩体や岩脈をしばしば岩体内に伴う。

岩体Aは、これらの岩体の中で最も大きく、南北約200~900mで東西に伸び、東部で南と東に枝分かれする。その北西部にかんらん石を多量に含む暗褐色の蛇紋岩(Loc 196, 410, 418:第4図)が見られ、南東部では、単斜輝岩の岩脈(Loc 012)や褐色のホルンブレンドを含む緑れん石角閃岩の小岩体(Loc 052A, 052B)が見られる。この岩体と泥質片岩との境界部(Loc 050, 418, 423, 460)は、剪断された蛇紋岩が泥質片岩に直接接し、その内側には塊状の蛇紋岩が見られる。境界面は、北北西-南南東~北西-南東の走向を示し、傾斜は30~50°で、北部で南落ち南部で北落ちを示す。

岩体Bは、岩体Aとほぼ平行に東西に伸び、南北約

第1表 層序対比

四国三波川帯 ☆	中山(1960)	神山ほか(1964)	秋元(1966)	中山(1983)	本論文
三縄層上部	竜門層	竜門互層群	C層	龍門層	龍門層
三縄層主部緑色片岩層	飯盛層	飯盛緑色 片岩層群	B層	飯盛層	飯盛層
	北山層			茨田層	
三縄層下部及び小歩危層	鞆淵層	鞆淵互層群	A層	鞆淵層	

☆神山(1964)による

中山(1983)の鞆淵層に相当するもの以外は、すべて点紋帯

100~300m, 東西600mで東に向かって狭くなっている。この岩体は、ほとんど蛇紋岩からなるが、北西側の泥質片岩との境界部に白雲母と電気石を含む蛇紋岩(Loc 245)が見られる。その他の境界部は(Loc 430, 516), 岩体Aと同様に剪断された蛇紋岩が泥質片岩と接するのが見られ、境界面は、北北西-南南東~西北西-東南東の走向を示し、北部では50~80°の南傾斜を南部では10~20°の北傾斜を示し、北西-南東~西北西-東南東方向に湾曲した軸を有する向斜構造がある。

岩体Cは、東西約100~150m, 南北約250mで、蛇紋岩よりなる。

岩体Dは、北西-南東方向に延長約350m, 幅約50mにわたって分布し、蛇紋岩よりなる。

岩体Eは、御茶屋御殿山山頂を中心とし、ほぼ楕円形で蛇紋岩以外の岩石は見られない。

岩体Fは、北西-南東方向に伸び、幅約100~200mで南東方向に向かって狭くなっている。この岩体では、北西部に単斜輝石を含む蛇紋岩を、南東部に角閃岩や変はんれい岩を伴う(第4図)。この岩体と泥質片岩との境界(Loc 507)は、剪断された蛇紋岩が、泥質片岩と接する。

岩体Gは、東西約150m, 南北約150mで、岩体北部で泥質片岩と蛇紋岩の互層が見られる(図版4)。この互層は、厚さ1~2mの泥質片岩3枚と厚さ0.5mの緑泥石角閃岩、厚さ1.5mの蛇紋岩からなり、上下を泥質片岩層に挟まれた緑泥石角閃岩及び蛇紋岩は、境界部のみならず、全体的に強く剪断されている。

### Ⅲ. 岩石記載

#### 1) 泥質片岩

泥質片岩は、曹長石、石英、白雲母、緑泥石に富

み、多くの場合、ざくろ石、炭質物、鉄鉱を含む(第2表)。白雲母と緑泥石の定向配列による片理は顕著で、ちりめんじわ線構造が発達している。

曹長石は、長径0.4~2.0mmの斑状変晶を形成し、その多くは、曹長石、白雲母、炭質物、緑れん石、鉄鉱、スフェンなどの細粒の結晶を包有する。形は、円形、楕円形、レンズ状、方形などさまざまである。曹長石斑状変晶は、調査地域北部の泥質片岩の方が、南部のものに比べて大きい傾向がある。

緑泥石は、緑色~淡緑色の多色性を示し、多くのものは、青灰色の異常干渉色を呈し、伸長の符号は正である。しかし、調査地域の北部御茶屋御殿山北方(Loc 527, 528: 第3図)の中には、褐色の異常干渉色を示し、伸長が負の緑泥石が伸長が正のものとともに見られるものがある。また、伸長が正と負のものが、同一結晶内に見られることがある。

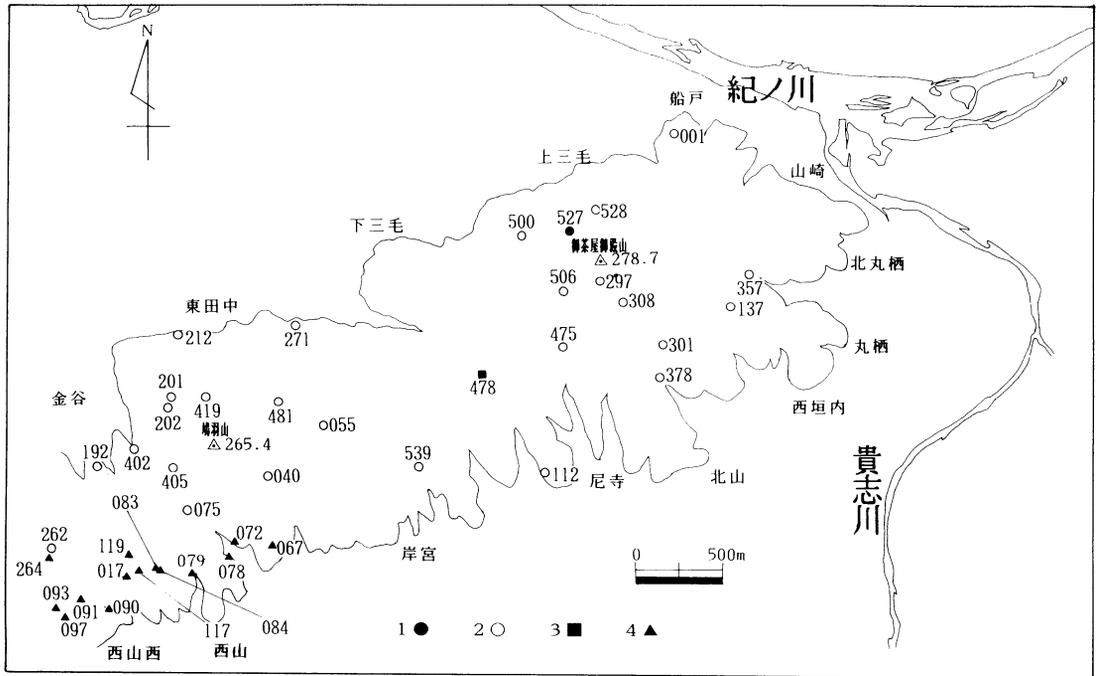
酸化緑泥石は、赤褐色から淡褐色の多色性を示し、干渉色も黒雲母と似ている。鏡下での黒雲母との区分は、次の2つの点に留意した。調査地域の泥質片岩中の黒雲母は、濃い赤褐色のZ軸色を示すが、酸化緑泥石は、これに較べてやや赤味の少ない(黄褐色に近い)軸色を示す。また、X方向の軸色については黒雲母がほぼ無色透明あるのに対し、酸化緑泥石は淡黄色である。

ざくろ石は、調査地域の北部の泥質片岩のほうが南部のものに比べてより多く含む傾向がある。また、北部の泥質片岩中のざくろ石の方が南部のものに比べて自形性が高い。

黒雲母は、赤褐色から淡褐色の顕著な多色性を示すが、本地域においては、飯盛向斜軸の北翼の御茶屋御殿山北方のLoc 527の泥質片岩に含まれるのみである(第3図)。

#### 2) 塩基性片岩

塩基性片岩は、主に曹長石、石英、緑れん石からな



第3図 泥質片岩及び塩基性片岩のサンプル採集地点

1. 黒雲母を含む泥質片岩；2. ざくろ石を含む泥質片岩
3. ざくろ石を欠く泥質片岩；4. 塩基性片岩

第2表 龍門層の泥質片岩鉱物組合せ (サンプル採集位置は第3図参照)

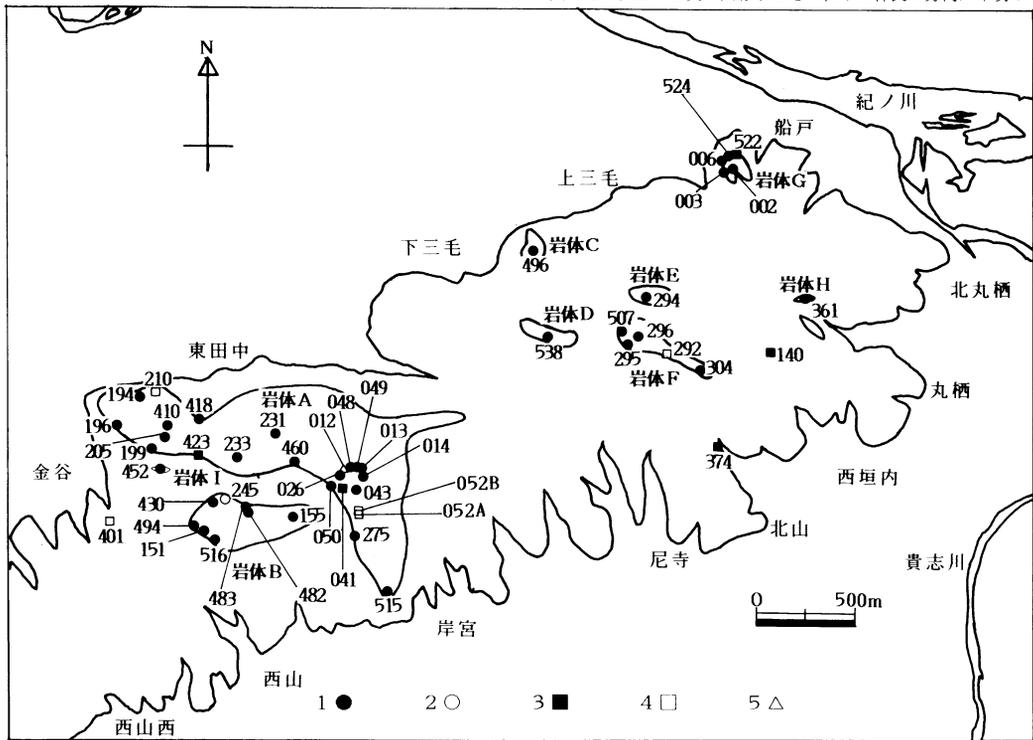
サンプルNo.	緑泥石	ざくろ石	黒雲母	曹長石	石英	白雲母	緑れん石	角閃石	電気石	石墨	燐灰石	鉄 鈹	スフェン	その他
001	●?	●		●	●	●			●	●		●		
040	●+	●		●	●	●			●	●	●	●		ルチル
055	●+	●		●	●	●	●			●	●	●		
075	●+	●		●	●	●	●			●	●			
112	●?	●		●	●	●			●			●		
137	●?	●		●	●	●				●		●		
192	●?	●		●	●	●	●		●	●		●		ルチル
201	●?	●		●	●	●				●		●		
202	●+	●		●	●	●	●			●		●		
212	●+	●		●	●	●	●			●		●		
262	●+	●		●	●	●	●		●			●		
271	●?	●		●	●	●	●	●		●		●		
297	●?	●		●	●	●		●	●	●		●		
301	●?	●		●	●	●			●	●		●		
308	●?	●		●	●	●	●			●		●		
357	●+	●		●	●	●	●		●	●		●		
378	●+	●		●	●	●	●			●	●	●		褐れん石
402	●+	●		●	●	●				●		●		
405	●+	●		●	●	●	●		●	●		●		
419	●+	●		●	●	●	●	●		●	●	●		
475	●+	●		●	●	●	●		●	●		●		
478	●?	●		●	●	●			●	●	●	●		
481	●+	●		●	●	●	●		●	●		●		
500	●+	●		●	●	●			●	●		●		
506	●+	●		●	●	●			●	●		●		
527	●±	●	●	●	●	●	●	●		●		●		
528	●±	●		●	●	●	●		●	●		●		
539	●+	●		●	●	●	●		●	●		●		

+：伸長の方向が正のもの，-：伸長の方向が負のもの，±：正負が共存するもの，?：伸長の方向が不明のもの

第3表 飯盛層の塩基性片岩鉱物組合わせ (サンプル採集位置は第3図参照)

サンプルNo	曹長石	石英	Ca角閃石	Na角閃石	緑泥石	緑れん石	白雲母	スフェン	鉄 鉱	その他の鉱物
017	●	●	●		+	●			●	
067	●		●	●		●	●			
072	●	●	●		?	●			●	ルチル
078	●		●		?	●				
079	●	●	●		+	●			●	
083	●	●	●	●	+	●			●	
084	●	●	●	●	-	●			●	炭酸塩鉱物, 燐灰石
090	●	●	●		+	●			●	
091	●	●	●	●		●	●		●	
093	●	●	●	●		●			●	
097	●	●	●		+	●	●		●	炭酸塩鉱物
117	●	●	●		+	●	●		●	
119	●	●	●		+	●	●		●	
264	●	●	●		+	●	●		●	

+: 伸長の方向が正のもの, -: 伸長の方向が負のもの, ±: 正負が共存するもの, ?: 伸長の方向が不明のもの



第4図 蛇紋岩・角閃岩類及び単斜輝岩のサンプル採集地点

- 1. 蛇紋岩; 2. 電気石白雲母蛇紋岩; 3. 緑泥石角閃岩
- 4. 緑れん石角閃岩; 5. 単斜輝岩

り, その他に, Ca 角閃石, 緑泥石, 鉄鉱を含む (第3表). ときには, アルカリ角閃石を含むことがある. また, 曹長石の富む部分と緑泥石, 緑れん石, 角閃石などの有色鉱物の富む部分とが縞状組織を形成することがある. 主に緑泥石が, 定向配列して片理面を形成している. また, 片理面上に角閃石, 緑れん石類などが, 配列して線構造を形成する. 曹長石の斑状変晶は, 長径0.5~2.0mm円形~楕円形で, Ca 角閃石, 緑

れん石, 鉄鉱などの微細な結晶を包有し, それらの包有鉱物は, 多くの場合ある一定の方向に配列して片理を形成する. 曹長石斑状変晶内の片理は, 基質の片理の方向にはほぼ一致する. Ca 角閃石は, X=黄緑色, Z=緑色の多色性を示し, 針状~柱状の結晶が多い. アルカリ角閃石は, X=紫色, Z=青色の比較的顕著な多色性を示し, 長径0.03~0.05mmの針状~柱状の結晶で, 結晶の周囲には緑色の Ca 角閃石に取り囲まれて

いることが多い。

緑泥石は、緑色～淡緑色の弱い多色性を呈し、青灰色の異常干渉色を示し、伸長が正のものと、褐色の異常干渉色を示し、伸長が負のものいずれか、または両方を含む。

### 3) 珪質片岩

珪質片岩は、石英、曹長石、白雲母に富み、緑れん石、紅れん石、ざくろ石、角閃石などを含む。白雲母や緑れん石、紅れん石、角閃石は、一定の方向に配列し、片理面と線構造を形成している。

### 4) 蛇紋岩

蛇紋岩はほとんど蛇紋石からなり、他に鉄鉱、スフェン、滑石、炭酸塩鉱物を含むことがある(第4表)。蛇紋岩の源岩については、ほとんどはダナイトであるが、岩体Aの Loc 233, 516 では単斜輝石の残留結晶が見られる。これらの単斜輝石の残留結晶は、径

0.1~0.5mm, 円形~方形で、その粒界は融食により複雑な形状をとる。また、後述する Loc. 295, 296 の残留単斜輝石を取り囲んで成長している斑状変晶のように蛇紋石や鉄鉱を包有しない。

かんらん石を比較的多く含む蛇紋岩は、岩体Aの西北部(Loc 196, 410, 418)でみられ暗褐色を呈し、鏡下では、かんらん石、蛇紋石、鉄鉱からなる。かんらん石は、径0.05~0.2mmの粒状の結晶が集合しており、蛇紋石や鉄鉱などの蛇紋岩の造岩鉱物を包有する(図版. 1)。

単斜輝石を多く含む蛇紋岩(Loc 295, 296)は、岩体Fで見られ、全体的に暗緑色~暗灰色を呈し、径0.5~2.0mmの円形~方形の粗粒な単斜輝石の結晶が肉眼でも観察できる。構成鉱物として単斜輝石、蛇紋石、鉄鉱などの鉱物が、鏡下で観察される。この単斜輝石の斑状変晶は、組織により核部と縁部に区分でき

第4表 龍門層中の蛇紋岩の鉱物組合せ(サンプル採集位置は第4図参照)

サンプルNo.	蛇紋石	かんらん石	単斜輝石	角閃石	滑石	炭酸塩鉱物	鉄 鉱	スフェン	その他の鉱物	岩体
013	●						●			A
014	●						●			A
026	●		●		●		●			A
043	●				●		●			A
048	●						●			A
049	●						●			A
050	●				●	●	●			A
194	●			●	●		●			A
196	●	●					●			A
199	●						●			A
205	●						●			A
231	●						●		黒雲母	A
233	●		○				●			A
275	●					●	●			A
410	●	●								A
418	●	●								A
460	●							●	ジルコン	A
515	●						●			A
151	●						●			B
155	●						●			B
430	●						●			B
482	●						●			B
483	●					●	●			B
494	●						●			B
516	●		○				●			B
496	●						●			C
538	●			●	●		●			D
294	●						●		斜ゆうれん石	E
295	●		○				●			F
296	●		○				●		黒雲母	F
304	●				●		●			F
507	●					●	●			F
002	●							●		G
003	●						●			G
006	●					●	●			G
524	●				●	●	●			G
361	●						●			H
452	●					●	●			I

○：残留鉱物

第5表 角閃岩の鉱物組合わせ (サンプル採集位置は第4図参照)

サンプルNo	角閃石	斜長石	緑泥石	緑れん石	ゆうれん石	鉄 鉱	スフェン	その他の鉱物
0 4 1	●		●			●		単斜輝石
0 5 2 A	● <sup>B</sup>		● <sup>?</sup>	●	●		●	石英
0 5 2 B	● <sup>B</sup>	●	●	●	●		●	石英
1 4 0	●	●	● <sup>+</sup>			●		
2 1 0	●	●	● <sup>+</sup>	●				黒雲母, 石墨
2 9 2	●			●	●	●	●	黒雲母
3 7 4	●		● <sup>-</sup>		●	●	●	
4 0 1	●	●	● <sup>-</sup>	●			●	石英
4 2 3	●	●	● <sup>-</sup>			●	●	
5 2 2	●	●	● <sup>-</sup>			●	●	

+ : 伸長の方向が正のもの, - : 伸長の方向が負のもの, ± : 正負が共存するもの, ? : 伸長の方向が不明のもの, ●<sup>B</sup> : 褐色の角閃石も含むもの

る。縁部では、微細な粉末状の鉄鉱を多量に含むため、汚れたように見え、しばしば、蛇紋石や鉄鉱のような蛇紋岩の造岩鉱物を包有するが、核部では、微細な鉄鉱を含まない。核部と縁部との境界は、円形や方形を示す。核部は蛇紋石化以前の残留結晶であると考えられる。

#### 5) 単斜輝岩

単斜輝岩 (Loc 012) は、岩体Aの南東部に見られ (第4図)、塊状を呈する。

単斜輝石、斜ゆうれん石、角閃石、緑泥石、スフェンからなる。これらの鉱物はすべて径0.05~0.1mm、他形等粒状である。

単斜輝石は、ラメラ状双晶がみられることがある。角閃石は、緑色から淡緑色の比較的弱い多色性を示す。

#### 6) 角閃岩

角閃岩は、蛇紋岩体内にしばしばみられるが、蛇紋岩との関係は不明である。

角閃岩には、緑れん石角閃岩 (Loc 052A, 052B, 210, 292, 401) と緑泥石角閃岩 (Loc 041, 140, 374, 423, 522) とがある。

緑れん石角閃岩は、Ca <sup>石</sup>角閃岩、緑れん石、ゆうれん石、緑泥石などからなり (第5表)、岩体Aや岩体Fなど比較的大きな蛇紋岩体中に多く見られる (第4図)。緑泥石角閃岩は、Ca <sup>石</sup>角閃岩、緑泥石などからなり、レンズ状の小岩体中などが泥質片岩と接している部分で見られることが多い。

緑れん石角閃岩のうち、岩体Aの南東部のもの (Loc 052A, 052B) には、X = 淡褐色、Z = 褐色の多色性を呈するホルンブレンドと緑色から淡緑色の多色性を呈する角閃石の二種類の角閃石が見られ、その場合、褐色ホルンブレンドの結晶の周囲に緑色角閃石が成長しているのが観察される (図版. 3)

## IV. 議 論

### 1) 和歌山市東方地域の三波川変成帯の変成作用

紀伊半島西部の三波川変成帯において、神山ほか (1964) は、飯盛緑色片岩層群上部と竜門互層群全部が黒雲母帯に属し、泥質片岩には、ほぼ普遍的に黒雲母が見られるとしている。しかし、今回の研究では、飯盛向斜軸の北側、御茶屋御殿山北方、(Loc 527) のみ黒雲母が認められた (第3図)。

本地域では、大部分の泥質片岩中にざくろ石が認められる。四国中央部での変成分帯 (東野, 1975) では、ざくろ石帯に属するといえる。

一方、泥質片岩中に黒雲母が認められた飯盛向斜軸の北側、御茶屋御殿山北方地域の泥質片岩は、曹長石やざくろ石の斑状変晶が大きく、かつ多いことも考えあわせ、調査地域内では、この付近の変成度が最も高いといえる。

したがって、本地域の三波川変成帯の変成作用は、大部分がざくろ石帯に属するが、南から北へと変成度は上昇し、北部地域の一部では、黒雲母帯に属していると考えられる。この結論は、神山ほか (1964) と異なる。これは、神山ほか (1964) が、この地域に広く出現する酸化緑泥石を黒雲母と見誤ったことによる可能性がある。

### 2) 和歌山市東方の三波川帯中の蛇紋岩体の成因について

点紋帯の蛇紋岩体については、秋元 (1966) は、蛇紋岩は層状に分布するとし、ほぼ西北西-東南東の方向に軸をもつ褶曲構造により一枚の層状の蛇紋岩体が繰り返して露出していると解釈した。このため秋元 (1966) の地質図によると大小様々な岩体は皆一様に西北西-東南東方向に長く伸びており、さらにそれらの岩体と泥質片岩との間に褶曲による複雑に入り組んだ境界がみられる。しかし、本研究では、岩体Aと

B, 岩体EとFのように褶曲によって繰り返している考えられるものもあるが, 岩体Gのように明らかに独立して存在しているものもあり, すべての岩体が一枚の層状岩体からなるとは, 考えられない。また, これらの岩体は, 褶曲による複雑な境界は認められず, 比較的なめらかな外形をもっており, 秋元(1966)の地質図とは異なる。

この地域の岩体A及び岩体Eのかんらん石蛇紋岩や単斜輝石蛇紋岩は, かんらん石や単斜輝石が蛇紋石や鉄鉱を包有することから, これらの岩石は, 柗座(1984)のS-タイプ超苦鉄質岩類に分類される。したがって, これらの岩体は, 三波川累進変成作用を受ける前に蛇紋岩化し, その後の三波川変成作用によって, 蛇紋石からかんらん石や単斜輝石が再結晶したという熱史を持つと考えられる。

また, 三波川変成作用以前の蛇紋岩化については, 次の可能性が考えられる。

- ①蛇紋岩が, オリストリスとして三波川変成岩の原岩の堆積物中に持ち込まれた。
  - ②この超苦鉄質岩体は, 堆積性蛇紋岩である。
  - ③超苦鉄質岩が, 三波川変成帯の比較的浅所に貫入し, 蛇紋岩化した後三波川変成作用を受けた。
- しかし, 今回の研究では, このいずれの形成史を経たのかは, 明らかにできなかった。

最後に, 本地域の超苦鉄質岩に伴われる緑れん石角閃岩には褐色ホルンブレンドを含むものがある。このような褐色ホルンブレンドは, 四国の三波川変成帯の点紋帯では報告されていない。この緑れん石角閃岩を含む岩体は, 三波川変成作用を受ける以前に比較的低圧高温の変成作用を受けて褐色角閃石が形成されたと考えられ, 三波川変成帯中の超苦鉄質岩類の成因と変成史を考えるうえで重要である。

## 謝 辞

本研究にあたって, 島根大学理学部地質学教室の高須 晃先生には, 終始御指導, 御助力頂いた, 同教室の教官・大学院生・4回生のみなさんには, 多くの助言を頂いた。

小倉カントリー倶楽部, 貴志川ゴルフ場には, 地質調査の際に便宜をはかって頂いた。

以上の方々に, この場を借りて, 厚く御礼申し上げます。

## 参 考 文 献

- 秋元 宏, 1966: 紀州三波川帯の点紋帯とその周辺部の構造地質学的考察. 地球科学, 83, 1-7.
- 原 郁夫, 秀 敬, 武田賢治, 佃 栄吉, 徳田 満, 塩田次男, 1977: 三波川帯の造構運動. 秀敬編, 三波川帯, 344-351.
- 東野外志男, 1975: 四国中央部白髪山地方三波川変成帯の黒雲母帯. 地質雑, 81, 653-670.
- 岩橋 勉, 1960: 和歌山県三波川変成帯中央部の背斜構造. 和歌山大学学芸学部紀要. 自然科学, 10, 151-157.
- 岩橋 勉, 1962: 紀ノ川南部点紋結晶片岩帯の地質構造(予報). 和歌山大学学芸学部紀要, 自然科学, 12, 53-60.
- 神山貞二, 小島丈児, 岩橋 勉, 秀敬, 吉田博直, 中村 威, 福本博美, 米林 滋, 浜島 勲, 嘉村 豊, 大久保義和, 由井俊三, 兼平慶一郎, 濡木輝一, 神田茂樹, 三浦富士男, 中川正男, 大八木規夫, 1964: 和歌山県飯盛周辺地帯の地質と鉱床の位置-飯盛周辺地帯の地質鉱床に関する広域的総合的研究(その1). 鉱山地質, 14, 336-349.
- 兼平慶一郎, 1955: 和歌山県飯盛鉱山の地質と鉱床. 鉱山地質, 5, 231-240.
- Kunugiza, K., 1980: Dunites and serpentinites in the Sanbagawa metamorphic belt, central Shikoku and Kii peninsula, Japan. J. Japan. Assoc. Min. Petr. Ecom., Geol. 75, 14-20.
- 柗座圭太郎, 1981: 紀伊半島西部三波川変成帯の超塩基性岩体について. 日本地質学会88年学術大会講演要旨, 370.
- Kunugiza, K., 1982: Fomation of zoning of olivine with progressive metamorphism of serpentinite-an example from the Ryumon peridotite boby of the Sambagawa metamorphic belt, Kii peninsula. J. Japan. Assoc. Min. Petr. Ecom., Geol. 77, 157-170.
- 柗座圭太郎, 1984: 四国中央部三波川変成帯の超塩基性岩体の変成作用と起源. 岩鉱, 79, 20-32
- Nakayama, I., 1958: On the geological structure of the Low grade metamorphic region in the South of River Kinokawa and petrofabrics of quartz in the quartz schist in the region. Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto Ser. B. 24, 335-352.

Nakayama, I., 1959 : Tectonic features of the Sambagawa metamorphic zone. Japan. Mem. Coll. Sci., Ser. B. 26, 103-110.

中山 勇, 1960 : 三波川帯の造構運動と岩石構造. 地  
 団研専報. 10.

中山 勇, 1983 : 四国東部および紀伊半島西部の三波  
 川帯の苦鉄質・超苦鉄質貫入岩について (その2).  
 紀伊半島西部の三波川帯四国区での三波川帯の形成  
 と貫入岩との関係について. 地球科学, 37, 312-328.

### 図 版 説 明

1. かんらん石蛇紋岩 (サンプル196) (クロスニコル)  
 かんらん石中に磁鉄鉱 (蛇紋岩の造岩鉱物) が包有されている.  
 M; 磁鉄鉱 O; かんらん石 S; 蛇紋石
2. 単斜輝石蛇紋岩 (サンプル296) (クロスニコル)  
 単斜輝石の結晶中に仮像 (現在は単斜輝石) が見られる.  
 C; 単斜輝石 P; 仮像 M; 磁鉄鉱 S; 蛇紋石
3. 緑れん石角閃岩 (サンプル052A) (オープンニコル)  
 B; 褐色ホルンブレンド G; 緑色角閃石
4. 岩体Gに見られる蛇紋岩と泥質片岩の互層  
 A; 緑泥石角閃岩 P; 泥質片岩 S; 蛇紋岩

