長崎県地学会誌　第33・34号（合併号）(1981)

研　究　報　告

西彼杵変成岩類の地質と岩石　— その1 —
特にソーダ輝石を含む特異な岩石について

西　山　忠　男　（九州大学理学部）

Geology and Petrology of the Nishisonogi Metamorphic Rocks, Part I, With Special Reference to the Sodic Pyroxene-bearing Rocks

Tadao NISHIYAMA

1.　はじめに

西彼杵変成岩類は三波川帯や三郡帯との対比の問題において，九州の地質を論ずる上で重要な位置を占めている。しかしながら詳細な岩石学的検討は遅れているのが現状である。西山（１９７８）は長崎市三重町よりヒスイ輝石岩の産出を報告し，西彼杵変成岩類が低温高圧型の変成相に属する事を明確にした。今回はヒスイ輝石やオンファス輝石などの，ソーダ輝石を含む岩石を中心に，その産状と岩石学的性質を述べる。

謝辞　今回の研究を進めるに当って，御指導下さった金沢大学坂野昇平博士（現京都大学）ならびに九州大学柳　哮博士，福岡大学石橋澄博士に御礼申し上げます。また，多大の御援助と激励を賜わった長崎県地学会の荒木真寿男・西村暉希・鎌田泰彦の諸先生に深く感謝いたします。

2.　地質と変成相概説

西彼杵半島の地質全般については，鎌田他（１９７４～７６）の地質図と解説があるので，それを参照されたい。西彼杵変成岩類には量は少いが，連続性の良い薄い緑色岩の岩体が多数存在し，これらには少くとも二つのタイプがある。一つは溶岩・凝灰岩起源と考えられるもので，泥質砂質片岩類と互層し，岩相変化に乏しい。アクチノ閃石曹長石片岩（いわゆる緑色片岩）を主とし，稀に緑簾石藍閃石片岩を伴う。このタイプで最も大きな岩体は神浦ダムから鳥加にかけて分布するもので，最厚５０m，延長８kmに及ぶ。もう一つのタイプは，構造性の複合岩体（後述）と考えられるもので，多量の超塩基性岩類（蛇紋岩やアクチノ閃石片岩）を伴い，岩相変化が著しい。周囲の泥質砂質片岩類と大局的には調和的であるが，露頭スケールではしばしば不調和な関係が見い出される。このタイプでは，三重向郷から琴海町樫久保まで約３kmに亘って連続する岩体が最も厚く，最厚３５０mに達する。（以下，これを三重緑色岩複合岩体と呼ぶ。）

泥質砂質片岩は，石墨に富む黒色片岩と石墨を含まない白色～帯緑色の緑泥石白雲母石英片岩とに大別され，後者にはしばしば藍閃石（正

確にはクロス閃石）が含有される。ザクロ石は両者に普通に産するが，石墨を含まない岩石中のものの方が一般にMnに富む。また，村松型Mn鉱床の母岩である紅簾石片岩も，この石墨を含まない砂質片岩の一種である。黒雲母は，泥質砂質片岩にはほとんど産しないが，塩基性片岩や変成ハンレイ岩には，稀に緑色黒雲母を産す。また，ヒスイ輝石は産するが石英と共存せず，全域に亘って曹長石が安定である。アラレ石・ローソン石は見い出されていない。これらの特徴は，都城（１９６１）の高圧中間群の変成相を示し，三波川帯のザクロ石帯（東野１９７４）に対比される。地質と変成相の詳しい議論は別の機会に稿を新にしたい。

3. 三重緑色岩複合岩体の内部構造

図１は長崎市三重町向郷付近の地質図である。本岩体は次の様な特徴を示す。

(1) 複合岩体は岩相の変化に富み，塩基性片岩類（緑色片岩・緑簾石藍閃石片岩など），変成ハンレイ岩，曹長岩，超塩基性岩類（アクチノ閃石片岩・滑石片岩・蛇紋岩など）などの岩石から構成される。また，少量の泥質砂質片岩のレンズを伴うことがある。

(2) 複合岩体と周囲の混質砂質片岩との接触部には，必ず超塩基性岩類が存在し，緑色岩の他のメンバーが泥質砂質片岩と直接に接する事はない。また，接触部では複合岩体が泥質砂質片岩の片理を切る，不調和な関係が認められるこ

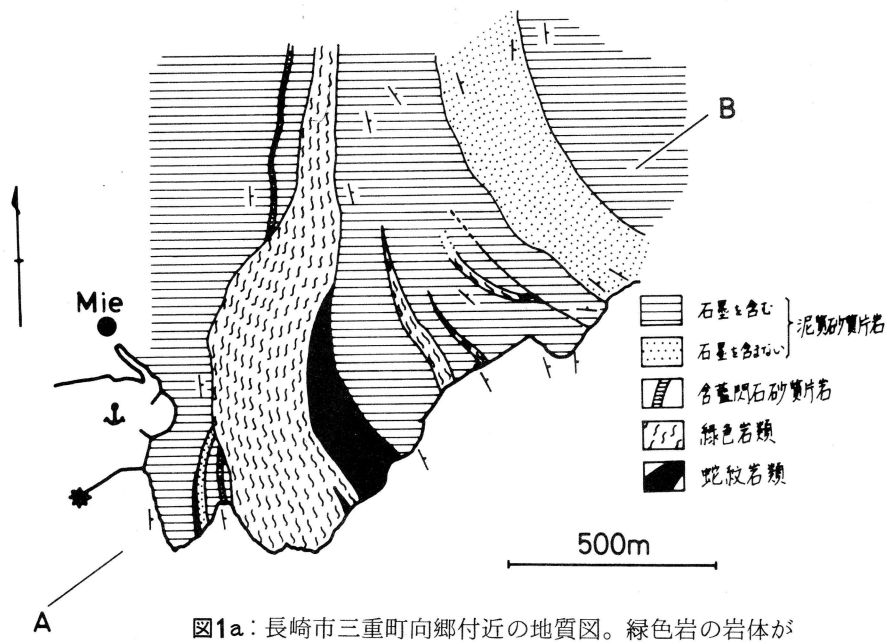

図1a：長崎市三重町向郷付近の地質図。緑色岩の岩体が含藍閃石砂質片岩を切っている事に注意。

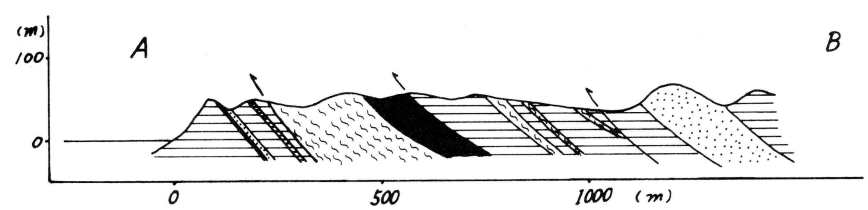

図1b：同上断面図。

とがある。さらに，複合岩体は膨縮に富み，５０～３５０ｍと場所による厚さの変化が著しい。

(3) 複合岩体の内部では，異種の岩石の接触部に必ず超塩基性岩類（この場合はアクチノ閃石片岩である事が多い）の薄層（１０㎝～数ｍ）が介在しており，異種の岩石同士が直接に接する事はない。一例を図２に示す。この例では変成ハンレイ岩と緑色片岩，及び緑色片岩と曹長岩ー緑色片岩互層との境界部にフィルム状のアクチノ閃石片岩が介在している。さらに，このアクチノ閃石片岩は長さ1.5ｍ程度の蛇紋岩レンズを伴っている。

(4) 以上のように，複合岩体は超塩基性岩類のフィルムによって，多数のユニット（構造単位）に分割されており，各ユニットの岩石は著しい等斜褶曲を示す。この褶曲は片理面形成後の流れ褶曲であり，褶曲面に平行な劈開は生じておらず，地下深部のかなりductileな条件下で形成されたと思われる。

(5) ユニットを構成する岩石の横臥褶曲の核に，異種の岩石が核として取り込まれていることがある。図３にその例を示す。これは横臥褶曲を示す緑色片岩の内側に，砂質片岩の薄層が伴い，さらに，その内側に核として曹長岩のくさび状岩体が存在するものである。曹長岩の内部は著しい褶曲を示し，一部は剪断されてレンズ化しており，それらの間をアクチノ閃石片岩が埋めている。（この例は樫山海岸で認められるものであるが，最も典型的であるのでここに紹介した。）

(6) アクチノ閃石片岩や蛇紋岩中には，特異な岩石が数１０㎝～数ｍの団塊として産する。塊状曹長岩・ロジン岩・ゾイサイト岩・オンファス輝石変成ハンレイ岩・オンファス輝石岩・ヒスイ輝石岩・塊状ザクロ石藍閃石岩・角閃石岩

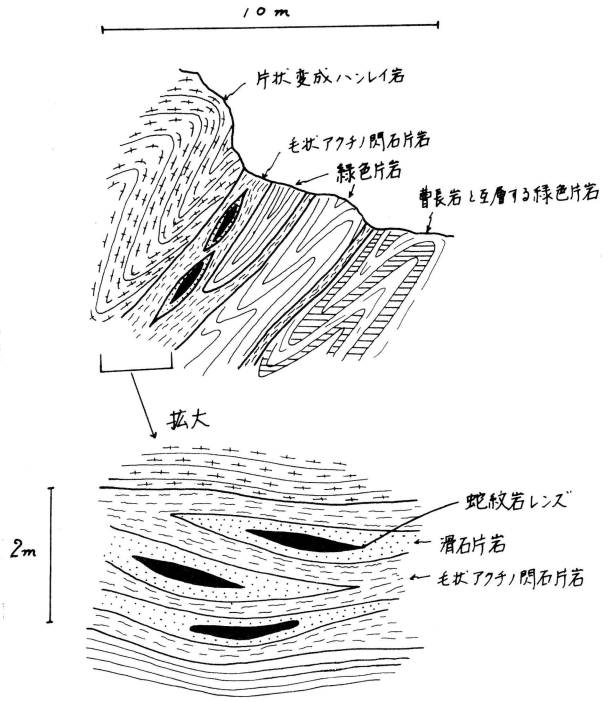

図２：三重緑色岩複合岩体の内部構造。

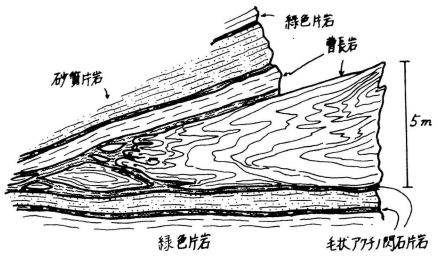

図３：緑色岩複合岩体の内部構造（三重町西樫山の例）。横臥褶曲の核に取り込まれた曹長岩のくさび状岩体。

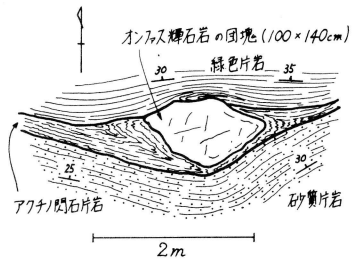

図４：オンファス輝石岩の産状。三重中学校下の海岸の露頭。

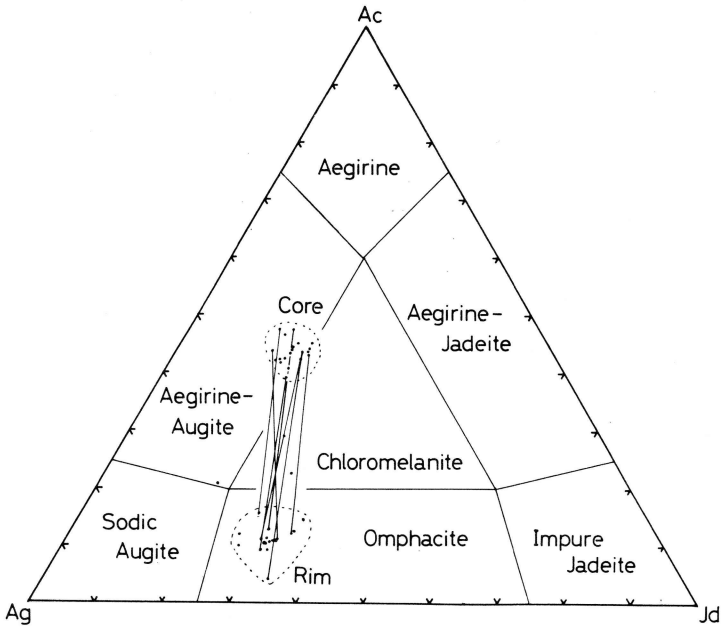

図5：オンファス輝石岩中のソーダ輝石の化学組成（錐輝石（Ac）－普通輝石（Ag）－ヒスイ輝石（Jd）三角図）。
Core：結晶粒の中心部の組成，Rim：周縁部の組成。

などがそれである。これらは，ユニットを構成する岩石には，ほとんど見い出されない特異な岩石である。

以上の事実から，本複合岩体は地殻下部のductileな条件下で変形運動（流れ褶曲）を受けつつ，蛇紋岩やアクチノ閃石片岩を潤活剤として固体貫入した，構造性の複合岩体であると考えられる。

4. ソーダ輝石を含む岩石の種類と産状

前節で述べた如く，複合岩体中には超塩基性岩類に伴われて，特異な岩石（交代変成岩が多い）が団塊として産する。本節では，この中でも特に岩石学的に重要なソーダ輝石を含む岩石について述べる。

ここでソーダ輝石としたものは，ヒスイ輝石（Jd：$NaAlSi_2O_6$）－錐輝石（Ac：$NaFe^{+3}Si_2O_6$）－普通輝石（Ag：$Ca(Mg,Fe)Si_2O_6$）の三成分を端成分とする固溶体で，その固溶領域は七つに分けられて，各々名称が付けられている（図5参照）。このうち本地域に産するのは，ヒスイ輝石・オンファス輝石・クロロメラナイト・錐輝石質普通輝石（エジリンオージャイト）の四者である。

(1) オンファス輝石岩

オンファス輝石岩はオンファス輝石を主体とし，少量のアクチノ閃石・緑簾石・曹長石を含む緑色塊状の堅硬な岩石で，ソーダ輝石を含む岩型の中では産状の明らかな唯一のものである。その産状には3種ある。第1は，向郷三重中学校下の海岸で観察されたもので，図4に示す通り，塩基性片岩と黒色片岩の間に挟在するアクチノ閃石片岩中に，直径1m程度の団塊として含まれるものである。原産状が保存されているのはこの一個のみであるが，周囲には同様のオンファス輝石岩の転石が多数散在している。この岩石中のオンファス輝石は鏡下で顕著な累帯構造を示し，中心部は錐輝石成分に富み，クロ

ロメラナイトからエジリンオージャイトの組成範囲を有する（図５）。これに対して，周縁部はJd成分３０～４０％のオンファス輝石であり，中心部との間には組成上の間隙があるが，これが不混和現象を意味するか否かは定かでない。

２番目の産状としては，変成ハンレイ岩質の緑色片岩中にレンズ状に含有されるオンファス輝石岩がある。図６に示したのは西樫山海岸に産するもので，厚さ約５cm，長さ1.５mのレンズ状岩体である。緑色片岩がこれと接する部分では，約1cmの厚さで構成鉱物のモードの異なる薄層が発達している。図６aには各層のモードも示してある。A・B・Cの各層に共通な鉱物としてアクチノ閃石・緑簾石・曹長石があるが，このうちアクチノ閃石と緑簾石は層によって異なる組成を有する。即ちアクチノ閃石ではA層（オンファス輝石岩）のものが最もCaに富み，B・Cの順にCaが減少する。Naは逆にC層のものが最も多くB・Aの順に減少する。緑簾石はA・B・Cの順にFe^{+3}がが増加しAlが減少する。即ちクリノゾイサイト質のものからピスタサイト質のものへと変化する（図６b）。

３番目の産状は，塊状曹長岩中に小規模なレンズとして含有されるもので，顕著な累帯配列を示す。図７に示した如く，オンファス輝石岩の周囲をアクチノ閃石帯が取り囲み，その外側はアクチノ閃石曹長岩帯が発達し，さらにその外側は緑簾石曹長岩となっている。これは曹長岩自体が転石なので，母岩との関係は不明であるが，周囲の状況から超塩基性岩に含有されていたことは間違いない。

(2)　オンファス輝石変成ハンレイ岩

ここでオンファス輝石変成ハンレイ岩としたものは，オンファス輝石・アクチノ閃石・緑簾石・曹長石を主成分鉱物とするもので，オンファス輝石の含有量は岩石によって異なり，モードで１０％に満たないものから80％に達するものまで多様である（オンファス輝石のモードが８０％以上のものを前項の様にオンファス輝石岩と呼んで別扱いにしたが，本質的には同一系列の岩石である）。産状としては，塊状のもの（向郷産）と，縞状組織の発達したもの（東樫山産）との二種がある。いづれも緻密堅硬な岩石である。塊状のものは，主としてアクチノ閃石と曹長石から構成される粒状組織を呈し，多量の緑簾石が両者にポイキリティックに含まれる。オンファス輝石が少量含まれる場合は曹長石中に限られ，針状～短柱状の小晶として緑簾石と共生している。多量のオンファ

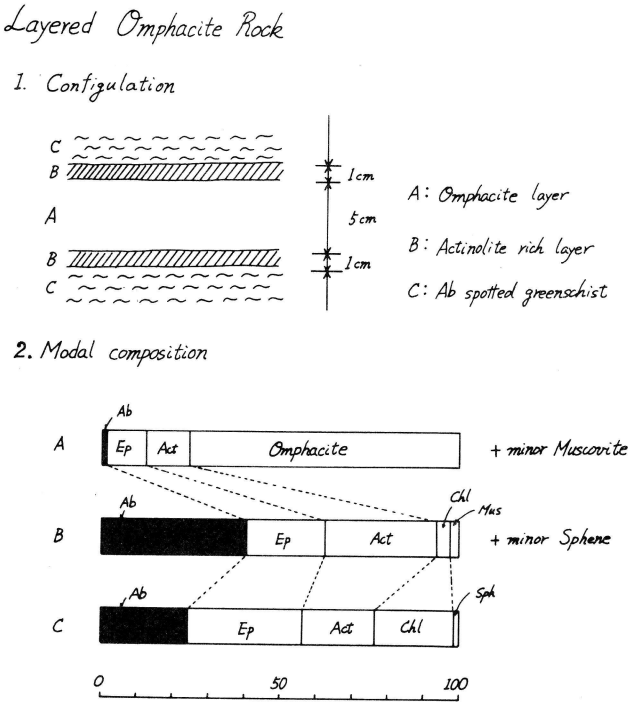

図6a：変成ハンレイ岩質の緑色片岩中のオンファス輝石岩レンズの形態と鉱物のモード比。

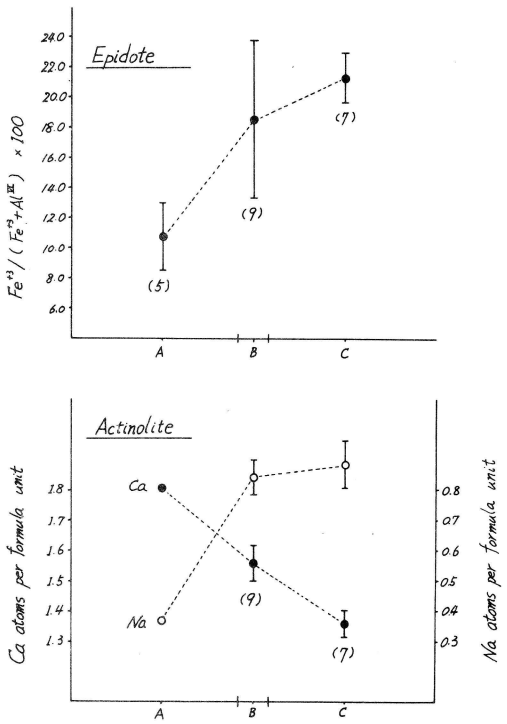

図6b：図6aのA，B，C各層に含まれる緑簾石とアクチノ閃石の組成変化図。カッコ内の数字は分析個数。

ス輝石を含む変成ハンレイ岩では，オンファス輝石は密に集合して基質を形成し，アクチノ閃石と曹長石は斑状変晶として散在する。アクチノ閃石は自形～半自形の柱状結晶で１０㎜に達する。曹長石はほぼ球状の，直径５㎜に達する他形斑状変晶であり，オンファス輝石の針状結晶を多量に含有している。縞状変成ハンレイ岩はオンファス輝石に富む層とアクチノ閃石や緑簾石に富む層とが互層するもので，変成以前の原岩の組織を反映しているものと考えられる。図８にオンファス輝石変成ハンレイ岩中のソーダ輝石の組成を示した。大半はオンファス輝石の領域に入るが，一部クロロメラナイトの組成を有するものがある。ゾイサイトと共存するオンファス輝石が，最も錐輝石分子に乏しく，ピスタサイト質の緑簾石と共存するものは錐輝石分子に富み，クロロメラナイトとなっている。オンファス輝石変成ハンレイ岩は全て転石であり，他の岩石との関係は明らかでない。

(3)　ヒスイ輝石岩

ヒスイ輝石岩はヒスイ輝石を主とし，少量のオンファス輝石・クロロメラナイト・曹長石を伴うもので，ごく少量の緑泥石・白雲母・ソーダ雲母・方解石・ドロマイトを含むことがある。重要な特徴はアクチノ閃石を含まないことで，アクチノ閃石はオンファス輝石とは共存することができるが，ヒスイ輝石とは共存しえないらしい（反応してオンファス輝石を生ずるのであろう）。

三重町向郷では，１～1.５ｍ大の塊状岩が転石として３個見い出され，そのうち最大のものは長崎県立美術博物館に保管されている。東樫山にも転石が数個産し，両地域は「長崎市三重町変成鉱物産地」として県の天然記念物に指定されている。

図９は向郷のヒスイ輝石岩産地周辺の地質スケッチ図である。東側の泥質砂質片岩に隣接して，緑色片岩（Ｇ）が内側の蛇紋岩を取り巻くように発達し，蛇紋岩の内側には緑色片岩(G)，ドロマイトーアクチノ閃石ー曹長石片岩（G'），ドロマイトー緑泥石片岩（Ｄ）などの岩石を伴っている。全体として半ドーム状の構造を呈しており，ヒスイ輝石岩や前項のオンファス輝石変成ハンレイ岩の転石は，蛇紋岩の内部のドロマイトー緑泥石片岩の周囲に点在している。また，蛇紋岩を取り巻く緑色片岩に伴って，オンファス輝石岩の転石（１ｍ大）が１０数個散在している。図９にはＧ・G'・Ｄの各岩石の鉱物共生を，ＡＣＦ図で示してある。Ｇでは，緑簾石ー緑泥石ーアクチノ閃石ー曹長石の鉱物共生が認められるが，G'では，アクチノ閃石はその一部をドロマイトと石英に置換され，緑簾石は消滅している。Ｄではアクチノ閃石と曹長石が共に消滅し，ドロマイトー緑泥石の鉱物共生と

なる。また，DにはG・G'では見られなかった塊状曹長石のレンズ（径５０cm以下）が含まれている。G・G'・Dは連続した一つの岩体であり，それらは漸移的である。変成作用に関与した流体中のCO_2の分圧の局所的な差が，このような鉱物共生の違いをもたらしたと考えられる。

図１０に示したのは，ドロマイト－緑泥石片岩に伴われるヒスイ輝石岩の一つで，曹長岩の中のレンズ状岩体である。ヒスイ輝石岩と接しているのは，緑簾石曹長岩（緑泥石・白雲母を含む）であり，ヒスイ輝石岩との境界は明瞭である。また，部分的には両者の間にアクチノ閃石単鉱物帯が発達する。緑簾石曹長岩の外側にはアクチノ閃石曹長岩（緑泥石・緑簾石を含む）が伴われるが，それらは漸移的である。ヒスイ輝石岩のソーダ輝石の分析結果の一部を図１１に示した。ソーダ輝石は広い組成範囲を示し，ヒスイ輝石（ Jd 成分７０－９５％）・オンファス輝石・クロロメラナイトの三つの領域に亘っている。ソーダ輝石は鏡下では均質に見えるが，ＥＰＭＡ線分析の結果によると，顕著な累帯構造をなしている。即ち，結晶粒の中心部にはAの領域（図１１）のヒスイ輝石があり，それを取り巻いて巾２０μm 程度のフィルム状のヒスイ輝石（Bの組成範囲のもの）が発達し，

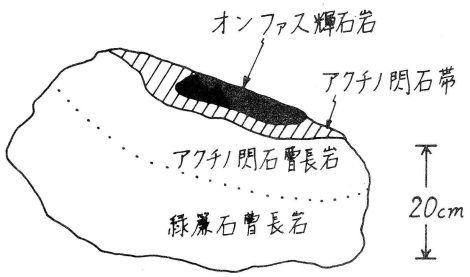

図７：曹長岩の転石に含まれるオンファス輝石岩レンズ（断面図）。

Compositional variation of sodic pyroxenes

No.	Symbol	Pyroxene mode	共存 Act	するCa- Ep	phase Zo	備考
Zo-MG	○	20	○tr.	○	○	Massive
MGⅡ	⊖	30	○	○		Massive
MGⅢ	+	50	○	○		Massive
MGⅣ	×	50	○	○		Banded
MGⅤ	○	80	○			Massive
Jd I	●	100				Massive
Jd II	◆	100				Massive

EPMA point analysis

bulk by wet analysis (analyst K. Ishibashi)

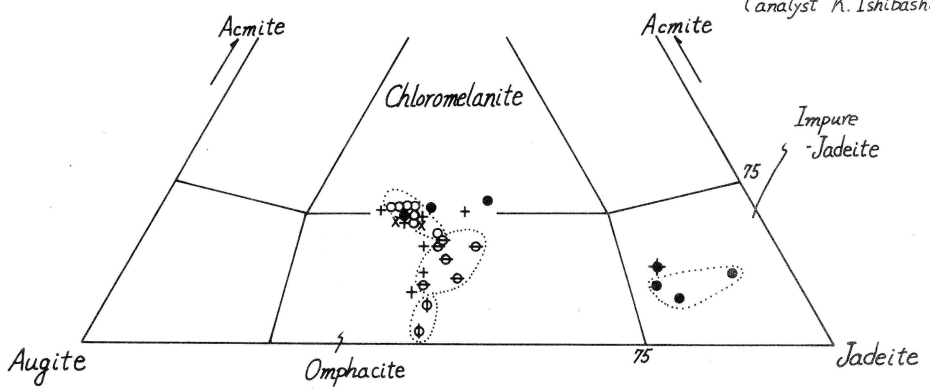

図８：オンファス輝石変成ハンレイ岩（Zo-MG，MGⅡ～MGⅤ）中に含まれるソーダ輝石の化学組成。共存するCa相；Act（アクチノ閃石），Ep（緑簾石），Zo（ゾイサイト）。

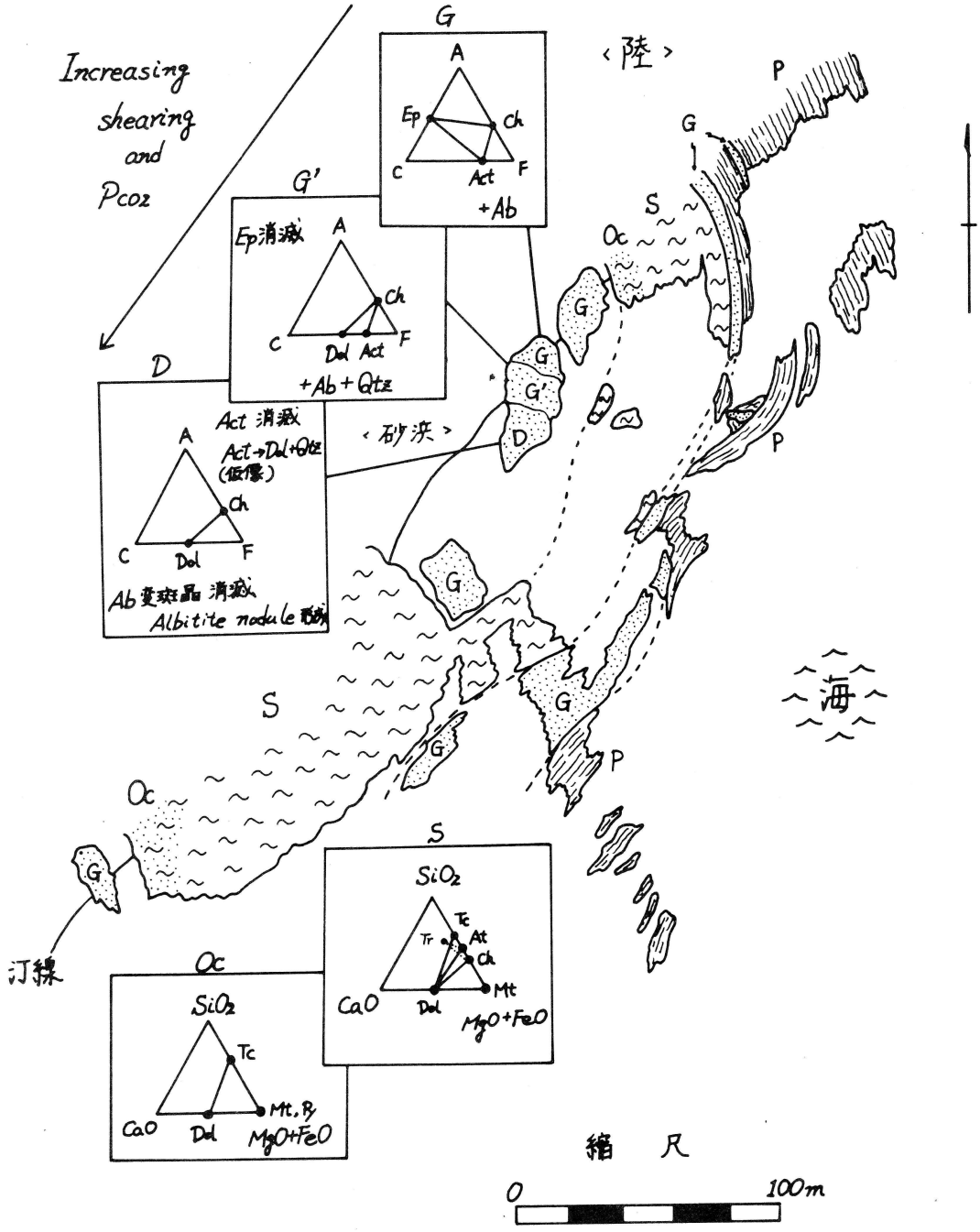

図 9：長崎市三重町向郷海岸のヒスイ輝石岩産地周辺の地質スケッチ図。P：泥質砂質片岩，G：緑色片岩，G'：ドロマイト－アクチノ閃石－曹長石片岩，D：ドロマイト－緑泥石片岩，S：蛇紋岩，Oc：蛇灰岩。

さらにその外側をオンファス輝石～クロロメラナイト（Ｃ）が取り巻く二重の累帯構造を呈している。ＡとＢ，ＢとＣの間には不混和領域の存在が推定される。より詳細な議論は Nishiyama and Banno (Mineral. Mag. に投稿中）になされている。

以上，ソーダ輝石を含む三つの岩型について簡単に述べたが，これらの成因については別の機会に考察することにしたい。

オンファス輝石岩とヒスイ輝石岩が相伴って，しかもこれだけ多量に産するのは日本でも本地域だけと思われる（新潟県小滝，青海や鳥取県若桜，大屋などもヒスイ輝石岩の産地として有名であるが，オンファス輝石岩は産しない。その意味ではオンファス輝石岩こそ本地域の特産物と言えるだろう）。従って，これらの貴重な岩石は，長崎県の地学的財産として大切に保護されるべきであると考える。

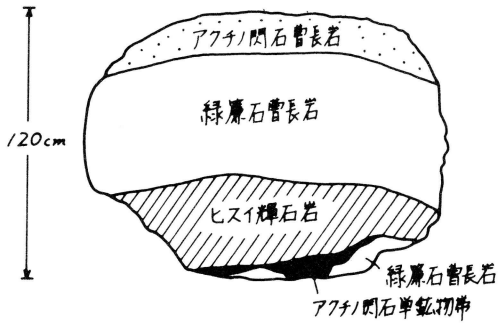

図10：ヒスイ輝石岩を含む転石のスケッチ。

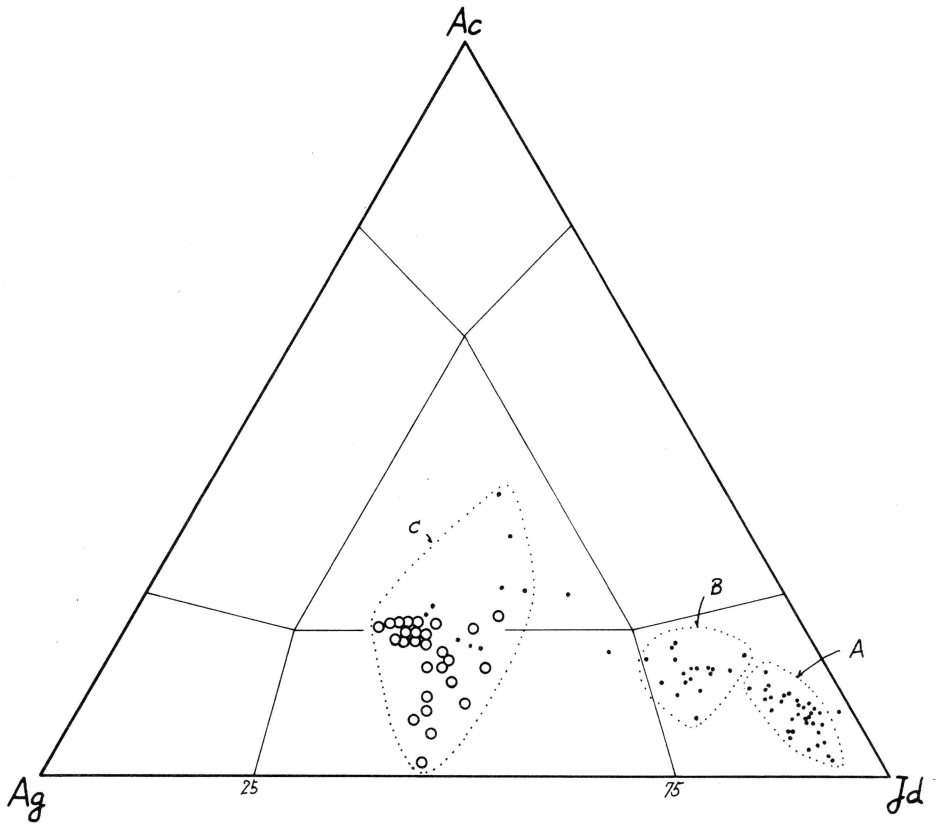

図11：ヒスイ輝石岩中のソーダ輝石の化学組成（黒丸）。
白丸はオンファス輝石岩中のもの。

引　用　文　献

東野外志男（１９７５）：四国中央部白髪山地方三波川帯の黒雲母帯　地質雑　８１巻，６５３－６７０頁

鎌田泰彦（１９７４）：表層地質図　５万分の１「大村」　長崎県発行

―　（１９７５）：表層地質図　５万分の１「佐世保南部」　長崎県発行

―　（１９７６）：表層地質図　５万分の１「神の浦」　長崎県発行

―　・堀口承明（１９７４）：表層地質図　５万分の１　「長崎」　長崎県発行

Miyashiro, A.(1961):Evolution of metamorphic belts. Jour. Petrol. vol. 2, ２７７－３７１pp

西山忠男（１９７８）：西彼杵変成岩類中のヒスイ輝石岩　地質雑　８４巻，１５５－１５６頁

（昭和５５年１１月１７日受理）