

## 舞鶴地帯の造構作用

### The tectogenesis of the Maizuru Zone

鈴木茂之\*  
Shigeyuki Suzuki

#### まえがき

舞鶴地帯の造構作用については清水ほか(1962)によって層相の面から、杉田(1973)、金属探鉱事業団(1973・1974)、光野ほか(1975)によって地質構造の面から研究がなされてきた。その後鈴木ほか(1980・1981)によって舞鶴地帯の層序および地質構造がみなおされてきたが、新たに志高地域で行った調査の結果を加え、舞鶴地帯の造構作用および西南日本内帯中・古生界の造構史について考察を試みた。

本研究を進めるにあたって広島大学理学部長谷晃教授、沖村雄二助教授、原郁夫助教授には終始御指導いただいた。同大学理学部鈴木盛久博士には隙を鑑定していただき貴重な御教示を受けた。また大阪市立大学理学部石賀裕明氏には放散虫の処理・鑑定をしていただいた。これらの方々に厚く御礼申し上げる。

#### 志高地域の地質

調査地域は京都府舞鶴市西部の由良川西北岸に位置し、この地域の研究の主なものとして神戸(1950)、NAKAZAWA(1958)、中沢ほか(1958)、中沢(1961)、猪木ほか(1961・1965)がある。域内には時代未詳古生界下見谷層、二疊系舞鶴層群、夜久野北帯圧碎花こう岩類、三疊系志高層群が分布する。

##### 1. 下見谷層

岩相；泥質岩・酸性凝灰岩・赤色凝灰岩・塩基性凝灰岩・砂岩からなる。柱状図(第3図)に示されるように砂岩は下部に存在し、中部は泥質岩が優勢であり、上部に酸性凝灰岩が多い傾向がある。

泥質岩はわずかに透明感を呈した酸性凝灰岩質なものが多い。まれに放散虫を含む。下部には一部含礫質のものがある。

砂岩は酸性～塩基性火成岩・チャート・泥質岩などの岩片を多く含む石質ワッケである。

酸性凝灰岩は白色～灰緑色又は暗灰色を呈した緻密な岩石で、鏡下では石英・長石・流紋岩片からなる碎屑粒と珪長質の微少な鉱物による基質が観察できる。基質には二次的に緑泥石が形成されている。泥質岩と細互層するものと塊状のものがある。この岩石は神戸(1950)、猪木ほか(1965)によるとチャートとされているが、前述した組織から酸性凝灰岩と判断される。

赤色凝灰岩は厚さ30m以下の層として産しよく連続する。塩基性凝灰岩と漸移するものから珪質で酸性凝灰岩質のものがあり、赤色を呈するのが特徴である。微少な珪長質鉱物と不透明なラミナからなり、二次的に葉片状鉱物が形成されているのが鏡下で観察される。しばしば放散虫を含む。

塩基性凝灰岩としたものの多くは凝灰角礫岩質である。角礫はオフィテック組織から填間組織を示す緑色岩である。基質は緑色を呈すものと赤色を呈すものがあり、前者には緑泥石が多く形成されており、後者には不透明なラミナが多く含まれている。

\* 広島大学理学部

時代；赤色凝灰岩には放散虫を多産するが時代決定に有効なものは現在のところみだされていない。構造的に舞鶴層群の下位にくることから、時代は前期～中期二疊紀になる可能性がある。

地質構造；下見谷層の泥質岩には E-W 走向で N 50°～80° 傾斜のスレート劈開が発達している。鈴木ほか（1980・1981）と同様にスレート劈開を利用して下見谷層の褶曲構造を解析した結果、軸が E-W 方向で軸面が北に傾斜した過褶曲を形成していることが判明した。第 1・2 図に示されるように下見谷層は背斜向斜をくりかえすが、南上位の部分が多く北に下位の地層が分布する傾向がある。すなわちより大規模な背斜の軸が調査地域の北方に推定される。断層は古い順に、E-W 系・NEN-SWS 系・WNW-ESE 系の主に 3 つに大別できる。E-W 系の断層は縦走断層として位置づけられ逆断層である。NEN-SWS 系の断層は下見谷層にとって横断断層に相当し、これによって地塊が西又は東に傾動していることが地塊ごとに褶曲軸が西又は東にプランジすることから判断できる。WNW-ESE 系の断層は前 2 者の断層を切っており、これらの断層によって下見谷層は寸断されている。

## 2. 舞鶴層群

地域内東部にわずかに分布する。

岩相；泥質岩・砂泥有律互層からなり砂岩を伴う。泥質岩はシルト質で砂粒を多く含む。砂泥有律互層は砂岩が 1～2 cm、泥質岩が 2～数 cm の厚さのものが一般的であり、しばしば級化成層が観察される。砂岩は石質ワッケである。

時代；岩相から鈴木ほか（1980）が区分した舞鶴層群中部層に対比できる。中部層には *Lepidolina multiseptata multiseptata*, *L. multiseptata shiraiwensis* がみだされているが *L. kumaensis* はみだされていない（鈴木ほか 1981）。

地質構造；地域内の舞鶴層群にはスレート劈開の発達は弱く、野外では局部的に観察できるのみである。しかし級化層理による正逆の判定と層理面の走向傾斜から褶曲構造を解析した結果、舞鶴層群は一方の翼が急傾斜（南傾斜正常位又は北傾斜逆転）で一方の翼が北傾斜で比較的緩傾斜の過褶曲構造（軸が E-W 方向で軸面が北傾斜）を形成している。当地域の舞鶴層群は前述した下見谷層と同じ構造である。

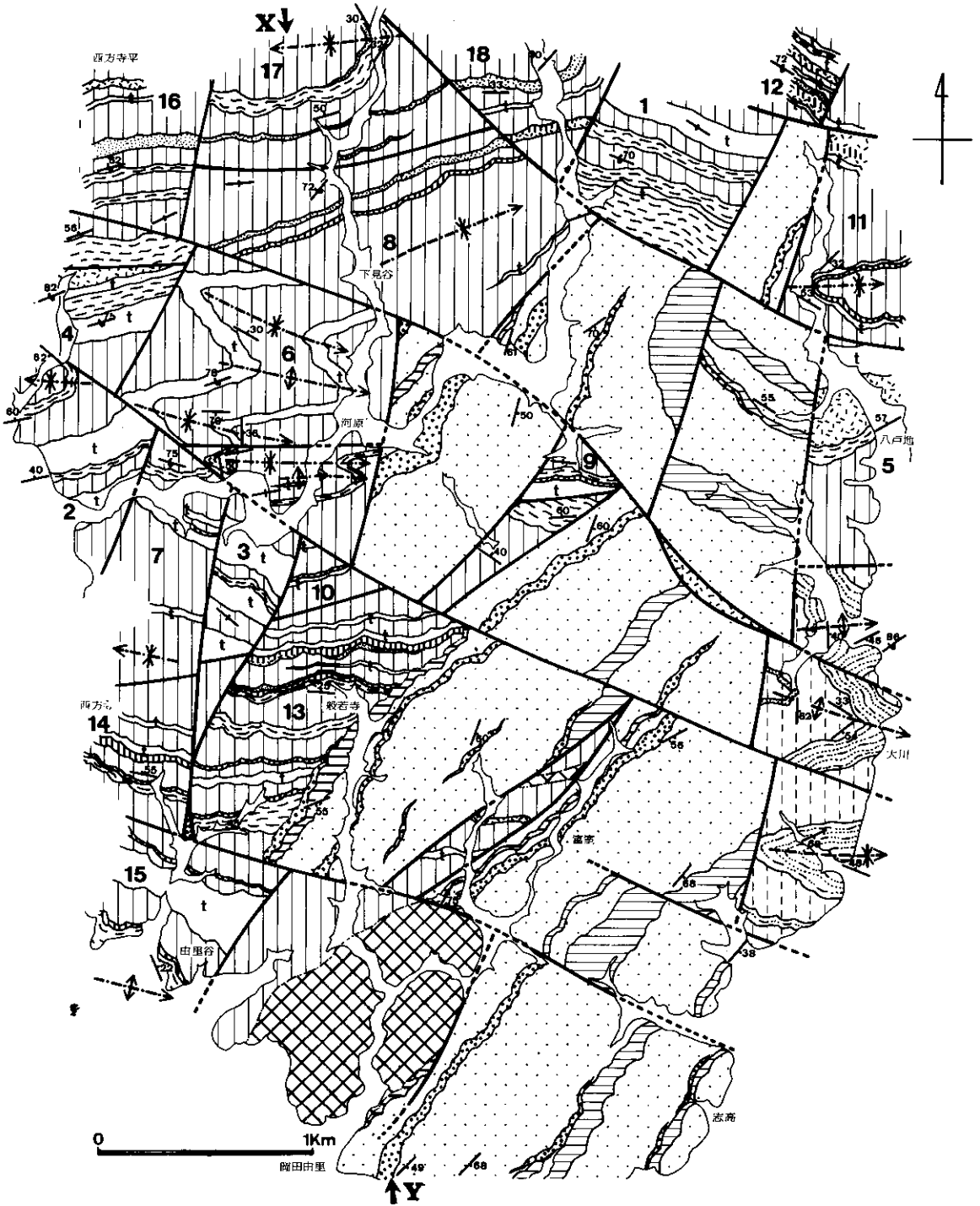
## 3. 夜久野岩類

当地域には下見谷層中に小岩体として存在するものと、夜久野北帯に相当するものがあり、いずれも圧碎花こう岩が主体である。

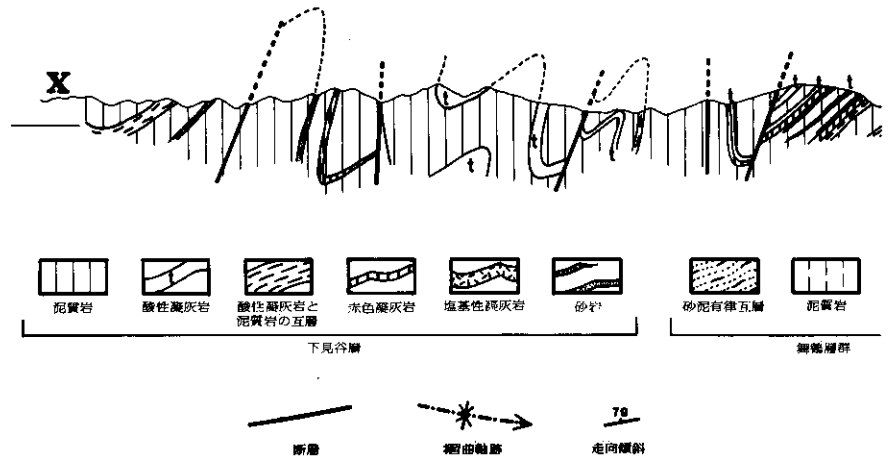
下見谷層中の岩体は大きいもので幅数 10 m のものがあるが、一般に幅 2 m 以下のレンズ状の岩体が多く、由里谷東方や八戸地ではそれがほぼ構造方向に並んで分布するのが観察される。このように特異な産状を呈すが、泥質岩以外に緑色岩中にもみだされること、レンズ状岩体の周縁にむかって細粒化する傾向がしばしばみられること、周囲の岩石との境界は不明瞭であるが夜久野岩類にのみ柱状節理様の節理が観察できることから、夜久野岩類が下見谷層に貫入したと考えられる。北帯の圧碎花こう岩と比較するとカリ長石を含むのが特徴である。

地域内の夜久野北帯は主に圧碎花こう岩からなるが輝緑岩のゼノリスが多い。この岩体は下見層および舞鶴層群（中・下部層）との境界では小岩体化し、前述した下見谷層中の小岩体と同様な産状を示すことから、これらの地層に圧碎花こう岩が貫入したと考えられる。

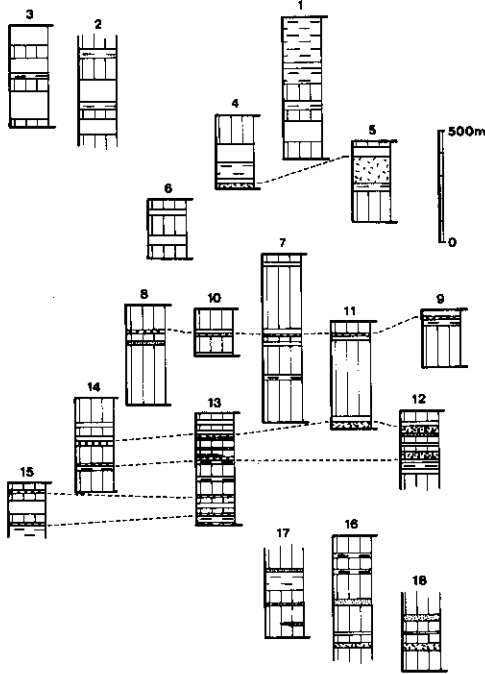
大江地域の舞鶴層群上部層には夜久野北帯を構成している圧碎花こう岩や河守変成岩（角閃岩）に対比できる礫をしばしば含むこと、舞鶴地域では夜久野北帯圧碎花こう岩が舞鶴層群中部層に貫入していることから、北帯の夜久野岩類の活動は、舞鶴層群中部層（泥質岩主体）から上部層（砂岩主体）の堆積に移る時期と考えられる。



第1図 志高地域の地質図  
凡例は第2図と同じ。



第2図 志高地域の地質断面図



第3図 下見谷層の柱状図  
凡例は第2図と同じ。柱状図の位置は第1図に番号で示す。

#### 4. 志高層群

中沢（1961）が示すように志高層群は下見谷層および夜久野北帯を不整合でおおう。

岩相；砂岩・礫岩・泥質岩・赤色泥質岩および砂岩からなる。

砂岩は一般に中粒で白色から灰緑色を呈す。基質は少いが岩片が多く石質アレナイトである。一部重鉱物を多く含むものがある。

礫岩は径が1～数cmの円礫で構成されている。主に酸性凝灰岩礫・チャート礫からなるが砂岩礫・石灰岩礫および超苦鉄質岩礫・ミロナイト礫もみられる。

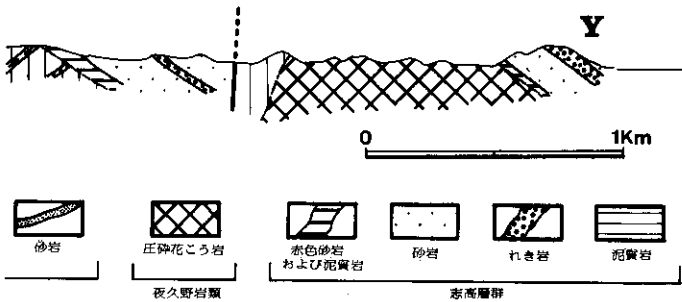
泥質岩は一般にシルト質で一部葉理が観察される。赤色を呈すものが志高層群基底付近に存在し、赤色砂岩を伴いながらよく連続する。

時代；上部三畳系という見解（神戸，1950）と下部三畳系という見解（中沢ほか，1958）があるが決定的な証拠は未だ知られていない。

地質構造；志高層群は NNE-SSW 走向で E 50°～70° 傾斜の単斜構造をなしており、褶曲していない。この構造は NNE-SSW 系の断層によって下見谷層とともに傾動した結果形成されたと考えられる。

#### 5. 下見谷層の褶曲時期

当地域におこった主な造構作用を時代順に並べると、下見谷層の褶曲作用・E-W 系の断層運動・夜久野北帯の貫入・NEN-SWS 系の断層運動・WNW-ESE 系の断層運動となる。このうち前者3者の活動は志高層群堆積以前である。下見谷層の褶曲時期は、中国帯では二畳紀中期まで堆積が続く



ことから、夜久野北帯の活動の直前の、舞鶴層群上部層と中部層の境界付近の時期であろう。

### 舞鶴地帯の大構造

舞鶴地帯を構成する地層は重複した褶曲作用を受け複雑な構造をなしている。ここではそれぞれの段階の褶曲作用の特性について舞鶴、大江、明延、柵原の各地域でなされた主な研究をもとに述べ、それらのまとめとして舞鶴地帯の大構造について論ずる。

#### 1. 舞鶴地域

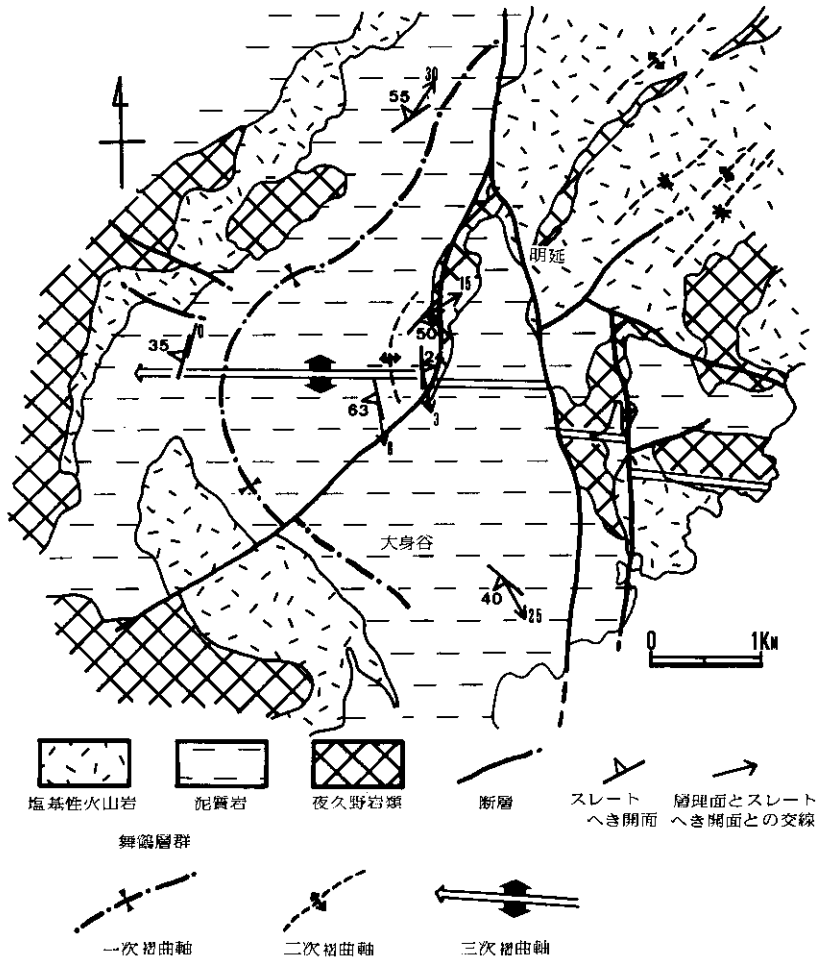
褶曲構造；当地域の地質構造は鈴木ほか（1980）によって解析され、2回の褶曲作用が識別されている。これによると古いほうの褶曲（一次褶曲）は軸面に平行なスレート劈開を伴い、軸はENE-WSW方向で舞鶴地帯の分布方向と平行である。形態は軸面が北に傾斜した過褶曲である。この褶曲作用によって舞鶴層群は複向斜構造をなしている。新しいほうの褶曲（二次褶曲）は一次褶曲に伴うスレート劈開を曲げており、軸はNE-SW方向で一次褶曲とわずかに斜交する。二次褶曲は局地的に存在し開いた背斜をなしている。

褶曲時期；上部三疊系難波江層群（Carnian）は断片的にしか存在しないが、難波江層群下部の泥質岩にはスレート劈開が形成されており層理面との斜交関係・方向性から舞鶴層群のものと一連と考えられている（鈴木ほか、1980）。これは難波江層群も一次褶曲作用を受けていることを示し、一次褶曲作用は難波江層群堆積後におこったと考えられる。

#### 2. 大江地域

褶曲構造；鈴木ほか（1981）はスレート劈開を利用して構造解析を行い、二疊系舞鶴層群と中・下部三疊系夜久野層群との構造的関係を再検討した。その結果夜久野層群は舞鶴層群とともに複向斜構造をなしており、両者の間に構造的な不連続はないことが判明した。当地域では1回の褶曲作用が認められる。軸面に平行なスレート劈開は舞鶴層群から夜久野層群の下部まで、上位のものは弱くなりながらも存在すること、褶曲軸がENE-WSW方向で舞鶴地帯の分布と平行であること、褶曲の形態は軸面が北に傾斜する過褶曲であることから、当地域の褶曲は舞鶴地域の一次褶曲に対比できる。

褶曲時期；中・下部三疊系堆積後であり、鈴木ほか（1980）と考えあわせるとCarnian堆積後である。



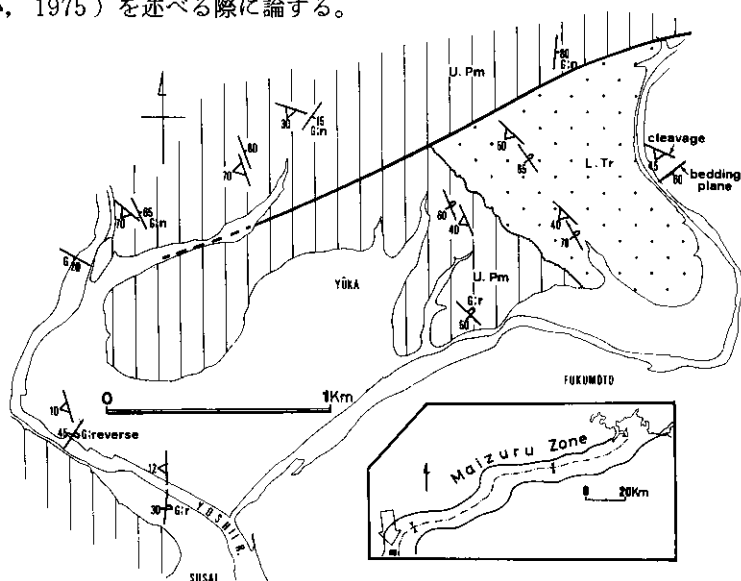
第4図 明延地域の舞鶴層群の構造図（金属探鉱事業団，1973および  
SATO & AKIYAMA，1980による）

### 3. 明延地域

褶曲構造；当地域は杉田（1973），金属探鉱事業団（1973・1974），SATO & AKIYAMA（1980）の研究があり，3回の褶曲作用が考えられている。第4図に示すように金属探鉱事業団（1973・1974）によると，初めの古期褶曲は舞鶴層群の分布と調和的な軸を有し，スレート劈開を伴う過褶曲である。次いで古期褶曲に伴うスレート劈開を曲げるNE-SW方向の軸を有する波長数百mの褶曲が明延東方を中心に存在する。新期褶曲は古期褶曲に伴うスレート劈開をまげ，夜久野岩類の分布にも影響をおよぼしており，軸はE-W方向で波長10km余りの背斜である。SATO & AKIYAMA（1980）も同様な結果を得ており，古いものからAタイプ・Bタイプ・Cタイプの褶曲として記載している。先に述べた褶曲の特性から，古期褶曲は舞鶴地域の一次褶曲に，古期と新期間の褶曲は舞鶴地域の二次褶曲に対比できる。

褶曲時期；金属探鉱事業団（1973・1974）は，古期褶曲は舞鶴層群堆積後・下部三疊系堆積前に，後の2回の褶曲は三疊系堆積後・生野層群堆積前に形成されたとしている。このうち古期褶

曲の時期は鈴木ほか（1980・1981）の結果と異なる。この問題については、明延地域の三疊系（上岸田層）は分布が狭く議論の材料に乏しいため、当地域とほぼ同様の結果が得られている柵原地域（光野ほか，1975）を述べる際に論ずる。



第5図 柵原地域の飯岡不整合付近のスレート劈開と層理面の関係

縦線：舞鶴層群， G ; n : 正常位を示す級化層理

点：福本層群， G ; r : 逆転を示す級化層理

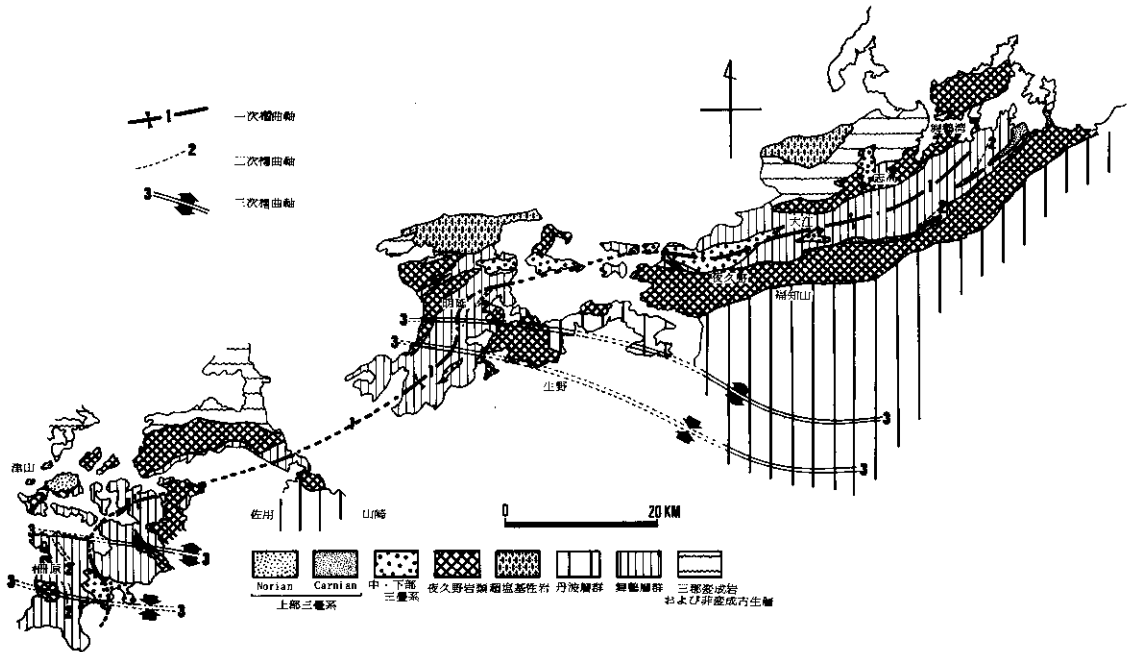
舞鶴層群・福本層群はともに東上位であり，構造的には両者とも向斜西翼である。

#### 4. 柵原地域

褶曲構造；当地域の構造は光野ほか（1975）によって解析され，第Ⅰ期・第Ⅱ期・第Ⅲ期の3回の褶曲が識別されている。第Ⅰ期の褶曲はスレート劈開を伴い軸面が西に傾斜した同斜状剪断褶曲である。第Ⅱ期の褶曲は軸方向が第Ⅰ期の褶曲のものとほぼ同じであるが，第Ⅰ期の褶曲に伴われるスレート劈開をまげる波長数百 m 以下の flexural slip fold である。第Ⅲ期褶曲は第Ⅰ期・第Ⅱ期の褶曲をまげており，E-W 方向の軸を有する波長十数 km の向斜である。これらの褶曲の特性から，第Ⅰ期の褶曲は鈴木ほか（1980）の一次褶曲および金属探鉱事業団（1973）の古期褶曲に，第Ⅱ期の褶曲は鈴木ほか（1980）の二次褶曲および金属探鉱事業団（1973）の古期と新期の間の褶曲に，第Ⅲ期の褶曲は金属探鉱事業団（1973）の新期褶曲に対比できると考えられる。

褶曲時期；光野ほか（1975）によると第Ⅰ期の褶曲は舞鶴層群堆積後・中・下部三疊系福本層群堆積前に，第Ⅱ期の褶曲は福本層群堆積後・中礫層堆積前に，第Ⅲ期の褶曲は中礫層堆積後・硯石層群堆積前に形成されたとしている。このうち第Ⅰ期の褶曲時期がこの褶曲と対比される鈴木ほか（1980）の一次褶曲の時期と異なる。光野ほか（1975）は先の理由として，福本層群にスレート劈開が発達しないこと，福本層群の褶曲軸の方向が第Ⅱ期のものと調和的であることを示している。しかし第5図に示したように福本層群にもスレート劈開が形成されており舞鶴層群のものと一連であること，中沢ほか（1954 b）は飯岡で二・三疊系の間の不整合を発見しこれが平行不整合で二・三疊系ともに逆転していることを示していること，福本層群の褶曲の形態は同斜状の過褶曲で舞鶴層群に発達する第Ⅰ期の褶曲形態と同様であることから，舞鶴層群と福本層群との間には構造

的な差異は認めがたく、第I期の褶曲作用は中・下部三疊系福本層群堆積後と考えられる。



第6図 舞鶴地帯の構造図

### 5. 舞鶴地帯の褶曲

以上述べてきた各地域の褶曲をまとめると以下のようなになる。

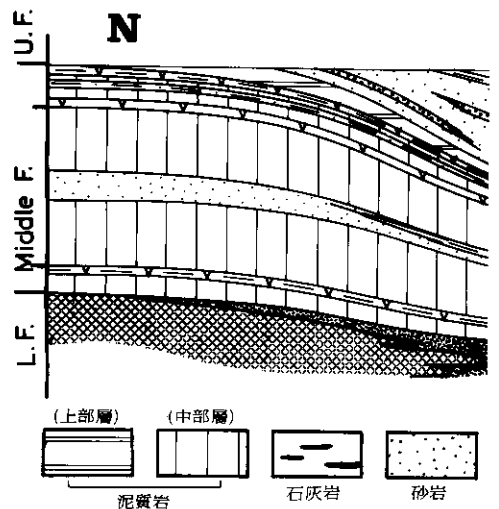
褶曲構造；第6図に示されるように3回の褶曲が区別でき、古いものから一次褶曲・二次褶曲・三次褶曲とよぶ。

一次褶曲はスレート劈開を伴い軸面が中国帯側に傾斜した過褶曲である。これによって舞鶴地帯を構成する Carnian 以前の地層は複向斜構造をなしており、この向斜軸は舞鶴地帯の分布と平行にそのほぼ中心を走っている。

二次褶曲は一次褶曲に伴うスレート劈開をまげる波長数百 m 以下の開いた褶曲で局地的に存在する。軸の方向は舞鶴地帯の分布と平行に近いかわずかに斜交している。

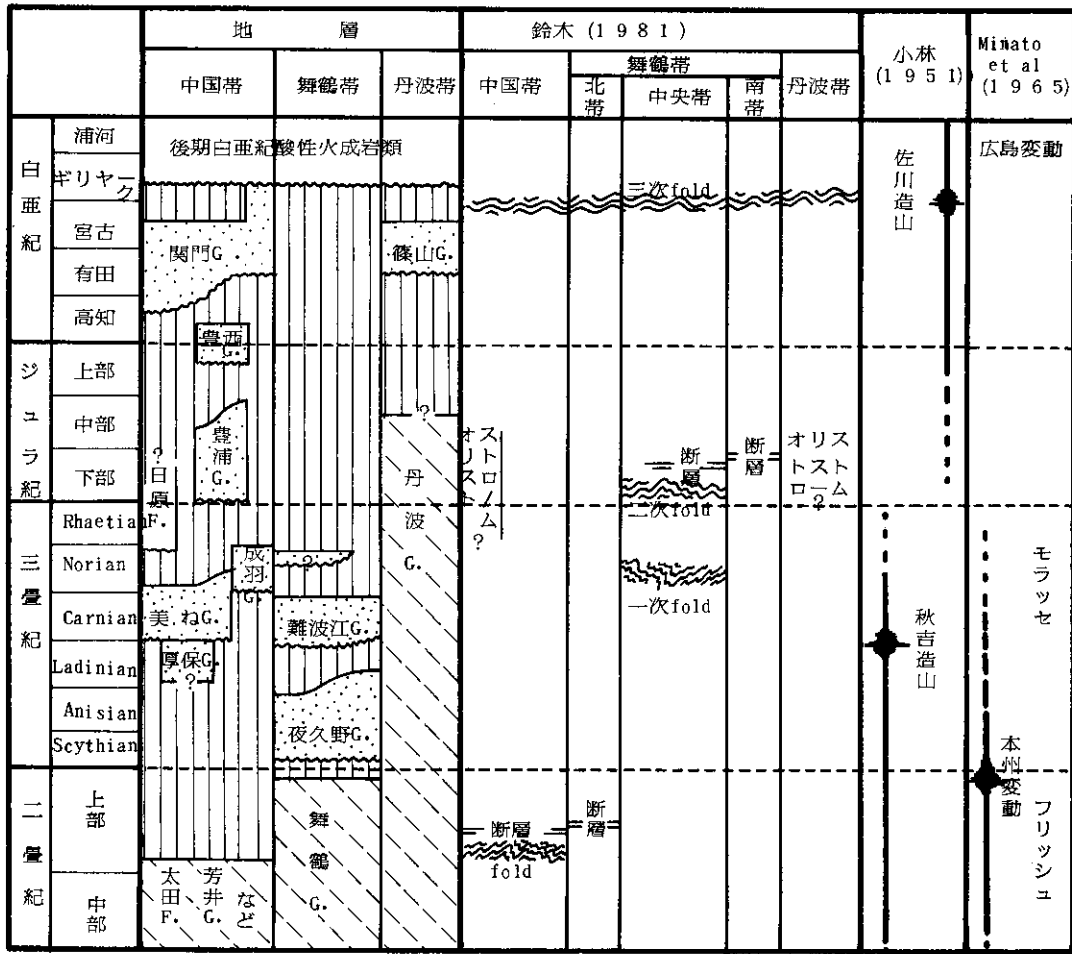
三次褶曲は一次褶曲・二次褶曲および舞鶴地帯全体をまげており、波長 10 km 余りで E-W 方向の軸を有する開いた褶曲である。この褶曲は丹波帯および中国帯に顕著にあらわれる軸が E-W 方向の褶曲に連続すると考えられ、原（1981）の弘川時相の鉛直褶曲群に相当するであろう。

褶曲時期；一次褶曲の形成は難波江層群堆積後・中

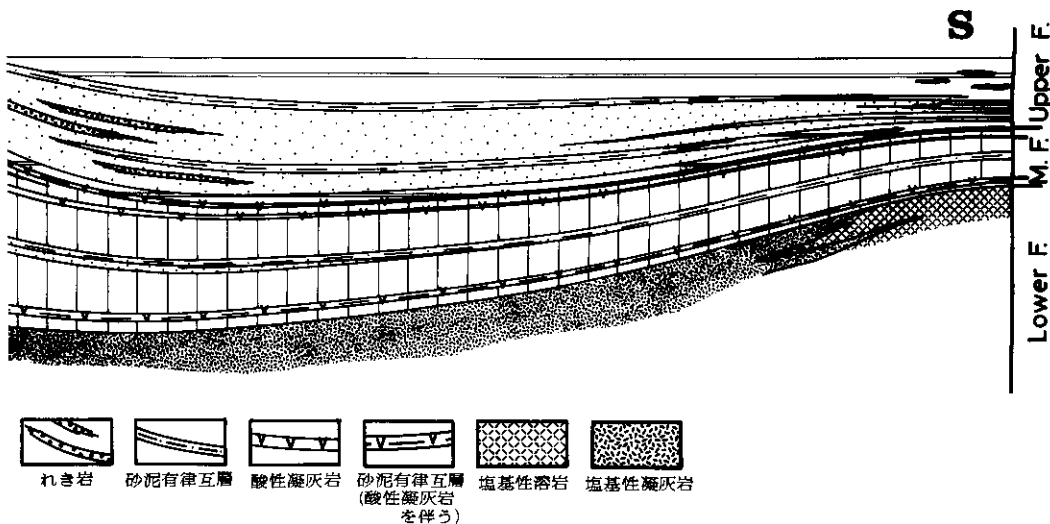


第7図 舞鶴地域に





第8図 舞鶴地帯を中心とした西南日本内帯の造構史 点：浅海～陸成相 斜線：いわゆる地向斜相



おける舞鶴層群の層序断面図

礫層堆積前である。中礫層は中沢ほか(1954 a)によって岩相から成羽層群(Norian)対比されていることから褶曲時期はNorian前期あたりの可能性がある。

二次褶曲は一次褶曲作用の後、舞鶴地帯の縦走断層より先に形成されている。その時期は三疊紀末からジュラ紀にかけてであろう。

三次褶曲は丹波帯の軸がE-W方向の褶曲と同じものと考えられるが、篠山では下部白亜系篠山層群が丹波層群と調和的に褶曲している(坂口, 1960)ことから、この褶曲は篠山層群堆積後・後期白亜紀酸性火成活動前の白亜紀中期に形成されたと考えられる。

### 考察とまとめ

これまで述べてきたように舞鶴地帯およびその周辺には二疊紀中期から後期、三疊紀末からジュラ紀、白亜紀中期の主に3つの造構作用が考えられる。それらの造構作用およびそれらの西南日本内帯造構史における位置づけについて概略的に考察する。

二疊紀中期から後期の造構作用；下見谷層の造構作用がこれにあたり、褶曲作用・構造方向の断層・夜久野岩類の活動で特徴づけられ、夜久野北帯より北側の地域で、舞鶴層群中部層と上部層の境界付近の時期におこった。

長谷ほか(1979)は中国帯の砂岩優勢のフリッシュ相は*Lepidolina multiseptata shiraiwensis*帯に堆積していることを示している。中国帯からは*L. kumaensis*はみいだされておらず球磨統以後の二疊系は欠如している。中国帯で知られている三疊系でいわゆる地向斜相とよばれている地層は中国帯の北部に分布するが、日原地域で田中(1980)が示したようにこれらはオリストストロームでありNorian後期以降の堆積である。中国帯の浅海相の三疊系は中国帯の南部に分布しLadinian～Norianである。このように中国帯では二疊紀後期から三疊紀前期の地層が欠如していると考えられる。一方舞鶴層群は第7図に示すように中国帯のフリッシュ相とほぼ同時期の中部層(*Lepidolina multiseptata shiraiwensis*, *L. multiseptata multiseptata*を産する)は泥質岩主体であり、上部層は(*L. kumaensis*を産する)は砂岩主体の厚層で中国帯に欠如する球磨統に相当する。

このことはフリッシュ相とよばれている地層は中国帯では*Lepidolina multiseptata shiraiwensis*帯に堆積するが*L. kumaensis*帯にはその堆積盆の中心は舞鶴地帯に移り中国帯は後背地に転化していたことを示し、下見谷層の造構作用は中国帯の後背地化の運動として位置づけられるといえよう。

三疊紀末からジュラ紀の造構作用；舞鶴地帯を中心におこった造構作用で、これによって三疊紀末に一次褶曲が、それ以後おそらくジュラ紀に二次褶曲・縦走断層が形成された。舞鶴地帯にはRhaetianから後期白亜紀酸性火成岩までの地層は欠如しており、この一連の運動は舞鶴地帯が堆積盆から後背地に転化する過程の造構作用と考えられる。

井本ほか(1980)、清水ほか(1981)は丹波層群の層序と地質構造を再検討するなかで丹波層群の最上部の地層はジュラ系のオリストストロームであるとしている。オリストストロームの形成には何らかの造構作用が必要と考えられているが、この造構作用と舞鶴地帯を中心とした三疊紀末からジュラ紀にかけての造構作用は一連のものであろう。

白亜紀中期の造構作用；西南日本内帯のほぼ全域におよび軸がE-W方向の褶曲作用で代表される。この褶曲作用の後、西南日本内帯はいわゆる地向斜相の一連の造構作用を終え、これとは性質を異にする後期白亜紀酸性火成活動の場となる。

まとめ；以上舞鶴地帯を中心に西南日本内帯の造構史の概略を考察した。第8図に示したようにいわゆる地向斜相の堆積盆が中国帯から丹波帯に狭まるのと対応して、褶曲運動場も中国帯から舞鶴地帯に移動していることが明らかになった。内帯ではこれまで小林(1951)によってLabinian

の秋吉造山運動を中心とする秋吉造山輪廻が、MINATO *et al.* (1965) によって活動の中心が二疊紀末の本州変動が提唱されてきたが、中国帯は二疊紀中期から後期に、舞鶴地帯は三疊紀末からジュラ紀に、褶曲・断裂を主体とした造構作用があったと考えられる。

## 文 献

- 原 郁夫, 1981 : 西南日本と東北日本の構造方向. 中生代造構作用の研究, No 3, 1-7.
- 長谷 晃・西村裕二郎, 1979 : 中国地方の緑色岩類. 地質雑, 85, 401-412.
- 猪木幸男・黒田和男・服部 仁, 1961 : 5万分の1地質図幅「舞鶴」および同説明書. 地質調査所.  
———, 1965 : 5万分の1地質図幅「大江山」および同説明書. 地質調査所.
- 井本伸広・清水大吉郎・丹波地帯研究グループ, 1980 : 丹波地帯の中・古生界層序の再検討. 構造地質研究会誌, No 25, 25-31.
- 神戸信和, 1950 : 京都府加佐郡志高地方の地質. 地質雑, 56, 119-125.
- 金属探鉱事業団, 1973 : 播但地域広域調査報告書. 通産省.  
———, 1974 : 播但地域広域調査報告書. 通産省.
- 小林貞一, 1951 : 日本地方地質誌「総論」. 朝倉書店.
- MINATO, M., GORAI, M. and HUNAHASHI, M., 1965 : The Geologic Development of the Japanese Islands. 築地書館.
- 光野千春・濡木輝一・杉田宗満・浅見正雄, 1975 : 柵原地域の地質と硫化鉄鉱床の産状. 鉱山地質, 25, 331-345.
- NAKAZAWA, K., 1958 : The Triassic System in the Maizuru Zone, Southwest Japan. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto*, [B], 24, 265-313.
- 中沢圭二, 1961 : 夜久野地域のいわゆる夜久野貫入岩類. 横山次郎教授記念論文集, 149-161.  
———・志岐常正・清水大吉郎, 1954 a : 岡山県英田郡福本付近の中・古生層. 地質雑, 60, 97-105.  
———・———, 1954 b : 岡山県飯岡村に発見された下部三疊系基底の不整合. 地質雑, 60, 703.  
———・———・———・野上裕生, 1958 : 舞鶴地帯の中・下部三疊系総括. 地質雑, 64, 125-137.
- 坂口重雄, 1960 : 兵庫県篠山盆地の層序と構造. 大阪学大紀要, 8, 34-46.
- SATO, N. and AKIYAMA, Y., 1980 : Structural Control of the Akenobe Tin-Polymetallic Deposits, Southwest Japan. *Mining Geology Special Issue*, No 8, 175-188.
- 清水大吉郎・志岐常正・中沢圭二・野上裕生, 1962 : 舞鶴層群の堆積と二疊紀構造運動. 地質雑, 68, 334-340.  
———・井本伸広, 1981 : 丹波地帯地向斜相の構造. 中生代造構作用の研究, No 3, 215-219.
- 杉田宗満, 1973 : 明延・大身谷地域の舞鶴層群の構造, 地質学会 80 年学術大会演旨, 294.
- 鈴木茂之・杉田宗満・光野千春・沖村雄二・長谷 晃, 1980 : 舞鶴地域における舞鶴層群の層序と地質構造. 中生代造構作用の研究, No 2, 71-76.  
———・長谷 晃, 1981 : 京都府大江地域における舞鶴地帯, 中・古生界の層序と地質構造. 中生代造構作用の研究, No 3, 184-189.
- 田中和広, 1980 : 島根県日原地域のオリストストローム, 鹿足層群. 地質雑, 86, 613-628.