

## 島根県西部・中新統益田層群における断層に規制された堆積盆地の発達過程

山内靖喜\*・江口欣也\*\*・山本卓也\*\*\*

Depocenter migration controlled by faults in  
the Masuda Group, western Japan

Seiki YAMAUCHI\*, Kinya EGUCHI\*\* and Takuya YAMAMOTO\*\*\*

**Abstract** The Masuda Group distributed around Masuda City, western Japan, consists of blackish to shallow sea deposits more than 270m thick. Field evidence as follows indicates that the group has deposited in the basin formed by depression caused by faulting. ① The group is bordered mainly by the high-angle surface of unconformity which inclines at an angle 10 to 60 degrees and is represented by a straight line on the geological map. ② Breccia deposits which consist mainly of debris and rock fragments driven from the adjacent basement rocks and reveal no effect by currents are distributed in a wedge-shaped profile at the foot of the high-angle surface of unconformity. ③ The high-angle surface of unconformity is concordant with inferred faults within the basement and consolidated sheared zones recognized occasionally in the basement near the contact. ④ The surface of unconformity is very rugged and parts of the surface are traced to ones of consolidated fractures in the basement. Breccia deposits are recognized at some horizons along faults bounding the basin or basement highs. They indicate that some of them have been newly born or revived during sedimentation.

The thickest parts of 4 units which are separated by means of 3 marker-beds are different from each other. Divergence of the thickest part of each unit suggests that the depocenter of each stage has migrate northward with time. Slumped masses more than 4m are developed nearly at horizons of breccia deposits, suggesting that paleosubmarine slope inclined toward the depocenter of the overlying unit.

Migration of the depocenter and changes of inclination of the paleosubmarine bottom were caused by newly-born or revived faults which have originated the basin. Faulting which had occurred during deposition and caused migration of the depocenter have been reported from other basins so that it is thought to play an important role in tectonic evolution of a sedimentary basin in a tectonic active area.

## はじめに

マグマの上昇によって引き起こされた基盤の陥没によって堆積盆地が形成されたことが藤田(1967)によって指摘されて以来, 全国各地の新生界において陥没によって形成された堆積盆地が多く報告されてきた。それらのうちのあるものはマグマ活動と結びついた陥没によるものもある。堆積盆地が陥没によって形成されたこ

とを示す野外における地質現象としては, 以下のことが指摘されている(藤田, 1972, 吉谷・山内, 1985)。①近接する基盤岩に由来する礫と基質からなり, かつ巨礫を含む不淘汰角礫岩が, 堆積盆地の縁辺基底部に分布する。②堆積盆地は高角度で傾斜した不整合面(高角不整合面)で境され, 地層は基盤に対してアバットしている。③堆積盆地周辺の基盤岩中には, 高角不整合面に平行ないし直交する固結した正断層群が発達する。④固結した断層は不整合面の上位の地層に覆われ, 断層面自身が不整合面の一部をなすことがある。

また, 基盤の陥没によって堆積盆地が拡大し, 堆積の中心が移動している例も報告されている(足立, 1979; 川辺, 1983; 久保田, 1986)。堆積盆地の拡大をもたらす

\* 島根大学地質学教室. Department of Geology, Shimane University, 1060 Nishikawatsu, Matsue 690, Japan.

\*\* 利根コンサルタント株式会社. Tone Consultants Co. Ltd., 1-6-17 Meguro, Meguroku, Tokyo 153, Japan.

\*\*\* 国土防災技術株式会社大阪支店. Japan Conservation Engineers, Osaka Branch, 3-13-18 Nishitenma, Kitaku, Osaka 530, Japan.

た断層が、いつ形成されたかという問題は、堆積盆地の形成・発展の力学条件を考えるうえで重要な問題である。

西日本の島根県西部には、中期中新世のいわゆる西黒沢海進期の益田層群が分布する。この層群は、多産する化石から堆積環境の細かな変化を推定できるだけでなく、激しく褶曲したり、断層によって大きく変位したりしていないため、層厚の細かな変化を知ることができる。さらに、1983年7月の豪雨のときに基盤との境界面付近で多数の斜面崩壊が発生したため、不整合面の形状、本層群と基盤との接合関係を細かく観察することができた。その結果、本層群の堆積盆地が火山活動を伴わない陥没運動によって形成されたことが示された。

本論文では、基盤との接合関係と層厚変化から益田層群の堆積盆地の発達史を検討し、そこにおいて主要な役を果たした断層の活動史を考察する。

### 謝 辞

本研究の発表の場を与えて下さり、また現地においても多くの御教示を下された島根大学の三梨 昂教授に深い感謝の意を表す。島根大学の西大郁夫教授は現地にて御討論下さり、同大学の高安克巳博士は貝化石を鑑定下さり、同大学の卜部厚志氏は図表類を清書して下さい。以上の方がたに心からお礼申し上げる。

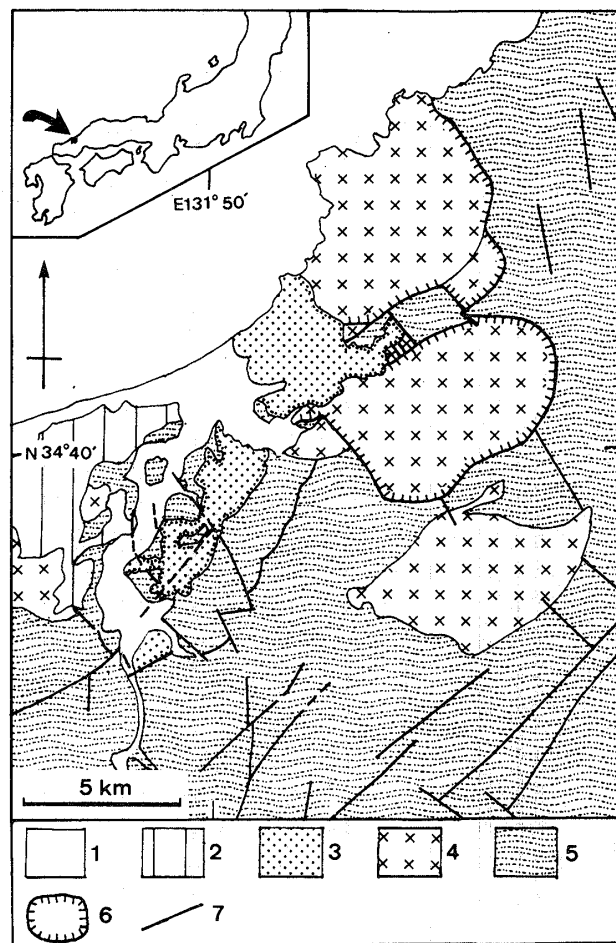
### 地 質 概 説

益田層群は、三郡変成岩類と古第三紀の安山岩類を不整合に覆い、北東-南西方向に約12km、北西-南東方向に2～4 kmのほぼ長方形をした地域に分布する（第1図）。調査地域中央部の2つの基盤の高まりによって、本層群の堆積盆地は南部・中部・北部の3つの地域に区別される。この基盤の高まりをそれぞれ本俣隆起部と乙吉隆起部とよぶ（第2図）。さらに、南部地域には基盤の小規模な高まりが幾つかある。

本層群の層序と構造については、これまでも藤田（1964）と都留（1985）によって報告されている。両者はほぼ同じ鍵層を追跡し、ほぼ同じ結論を得ている。本論でも、基本的には藤田（1964）が追跡した鍵層を用いるが、その対比において両者と一部異なる結果が得られたので、本論で使用する鍵層について改めて記載する。

#### 1. 鍵 層

本論では、三枚の鍵層を使用して地層の対比を行ったが、それぞれを OT, MT, ST と名付けた。鍵層 OT は細粒砂岩～シルト岩中に *Ostrea gigasu* が密集した *Ostrea bed* とその下位約6～14mと上位約3～12mと

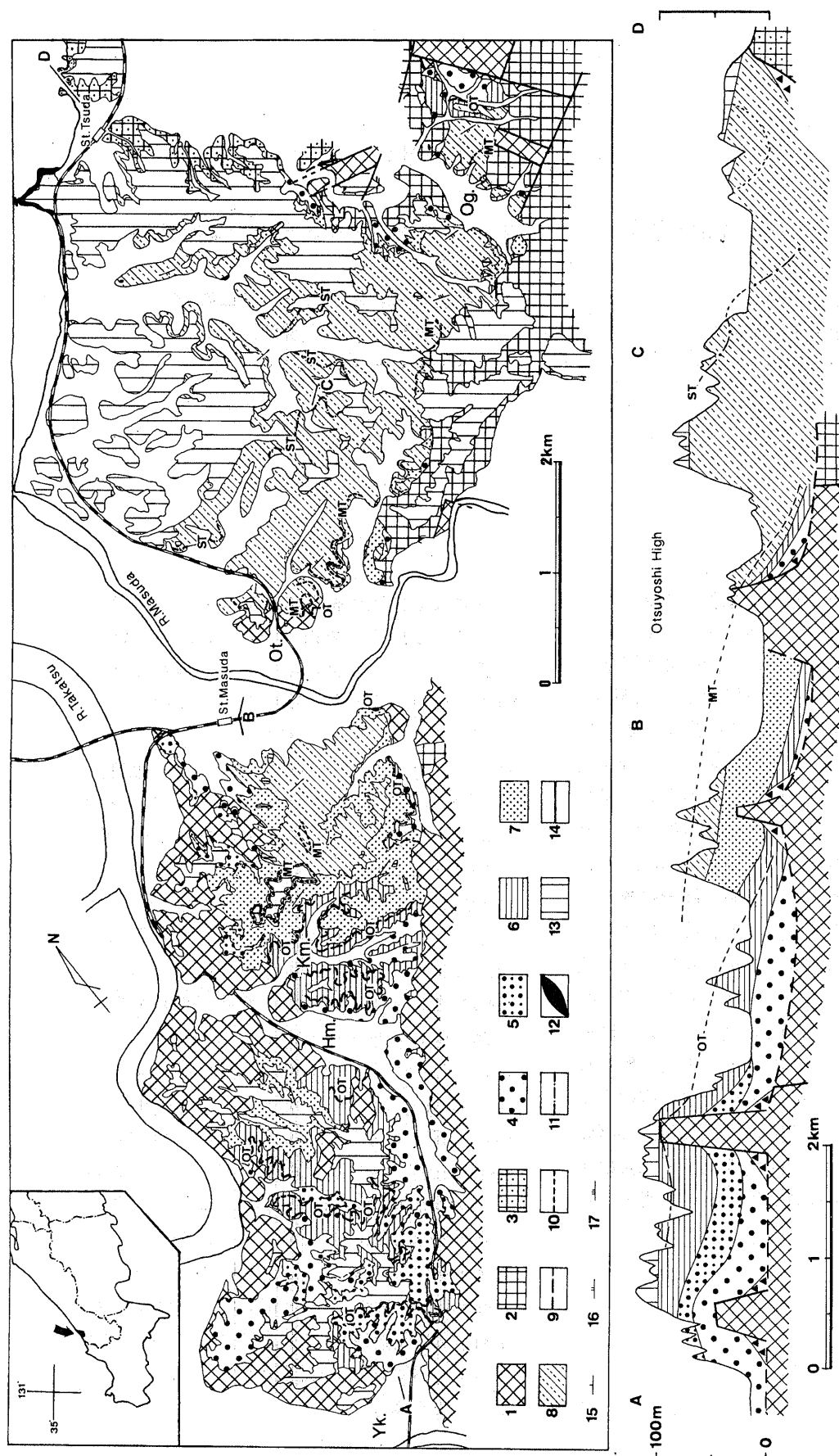


第1図 益田層群分布地域周辺の構造（通商産業省，1972と益田団体研究グループ，1982による）

1：完新統，2：都野津層群（鮮新-更新統），3：古第三系，5：三郡変成岩・未変成古生層，6：古第三紀陥没体，7：断層

にそれぞれある2枚の白色細粒凝灰岩層からなる。*Ostrea bed* は厚さを20cm～7 mと変化させており、益田駅南東では尖滅している。2枚の凝灰岩層はともに厚さを30～150cmと変化させており、下位の凝灰岩層に比べて上位の凝灰岩層の方がよく連続しないため、この3枚の地層が揃っているのは本俣賀と小俣賀の間の山地だけである。本鍵層は主に南部地域に広く分布するが、北部地域ではその南西隅と東隅に *Ostrea bed* と下位の凝灰岩層が僅かに露出している。

鍵層 MT は、益田中学校から小俣賀に通じる峠に露出する厚さ約2 mの黄褐色中粒凝灰岩層で、南部地域ではこの峠周辺の標高80m付近の山腹のみに分布する。北部地域南東部～東部には6枚の凝灰岩層が分布するが、下位から3枚目の凝灰岩層が粒度と厚さの点で最も似ていることから、鍵層 MT に対比される。鍵層の追跡においては、本鍵層の下位0～4 mに伴われる厚さ50～150cm



第2図 益田層群地質図  
1~3: 基盤岩 (1: 凝灰岩, 2: 古第三系安山岩, 3: 古第三系安山岩火砕岩), 4~11: 益田層群 (4: 礫岩, 5: 含礫砂岩, 6: 泥岩ないし泥質砂岩, 7: 塊状砂岩, 8: 砂岩泥岩互層, 9: 礫層, 10: 礫層, 11: 礫層, 12: 貫入岩類, 13: 礫岩, 14: 礫岩, 15: 礫岩, 16: 礫岩, 17: 礫岩)

第1表 益田層群の層序.

| Formation | Southern and Central Areas |        | Northern Area |           |
|-----------|----------------------------|--------|---------------|-----------|
|           | Thickness                  | Facies | Facies        | Thickness |
| YASUDA F. |                            |        | ST            | 110m      |
|           | 10m                        |        | MT            |           |
| TOYOTA F. | 20m                        |        |               | 50m       |
|           | 50m                        |        |               |           |
|           | 25m                        |        | OT            | 30m       |
|           | 15m                        |        |               |           |
|           | 40m                        |        |               | 40m       |

の白黄色の凝灰岩層と上位0～4mの青灰色の凝灰岩層を補助的に使用した。この6枚の凝灰岩層を藤田(1964)は益田凝灰岩層とよんでいるが、本鍵層の北部地域と南部地域の間での対比は本論と異なる。本部地域においては、本鍵層は盆地南東隅と北東隅にのみ分布する。

鍵層 ST は、藤田(1964)が凝灰質砂岩とよんで鍵層に使用したものであり、北部地域の中央部にのみ分布する。

## 2. 層 序

藤田(1964)は益田凝灰岩層を境にしてその下位を豊田累層、その上位を安田累層と区分したが、藤田(1964)による益田凝灰岩層の対比と本論での鍵層 MT の対比が異なるので、本論では鍵層 MT より下位を豊田累層、鍵層 MT から上位を安田累層とする(第1

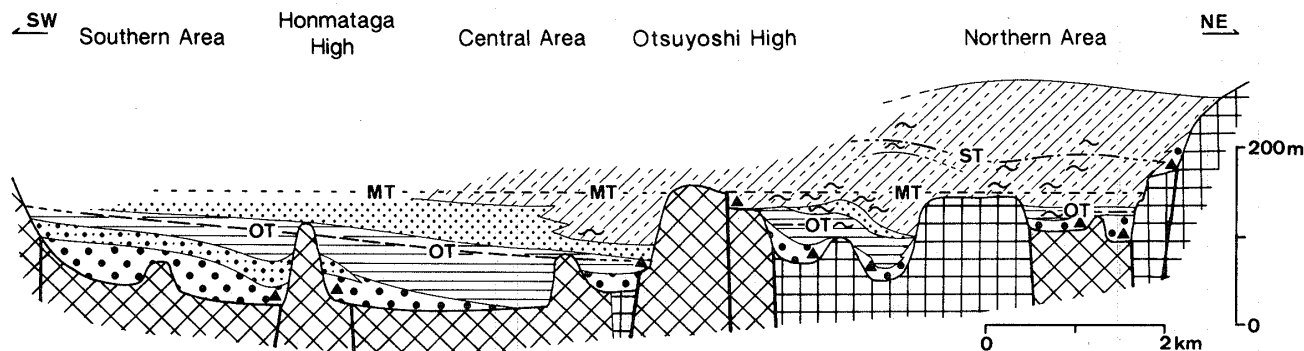
表)。

豊田累層は、160m以上の層厚をもち、下位より礫岩層、含礫砂岩層、泥岩ないし泥質砂岩層、塊状砂岩および砂岩頁岩互層に区分されるが、各層ともその層相と層厚を側方で激しく変化させている。最下部の礫岩層は主に中礫から巨礫大の円礫からなり、一般に不鮮明な級化を示し、まれにインブリケーションをなし、基盤の凹部を埋立てるようにして分布する。本礫層は、植物化石を多産し、汽水成堆積物に覆われることから淡水～汽水成堆積物と考えられる。南部および中部地域では、基盤のすぐ近くの礫岩層はしばしば赤色の淘汰の悪い泥岩の薄層を挟んでいる。中部地域北西部には、大規模な斜交層理をもつことから、fan-delta 堆積物と考えられる礫岩層が発達する。礫岩層は上位に向かって次第に細粒化し、南部地域では含礫砂岩に、その他の地域では泥質砂岩に漸移する。

含礫砂岩層あるいは礫岩層の上に重なる泥岩ないし泥質砂岩は、*Geloina yamanai*, *Ostrea gigas*, *Vicarya japonica* を産出することから、汽水成堆積物と考えられる。塊状砂岩層は一般に無層理で極細粒ないし中粒砂岩からなるが、その下部の一部は泥質砂岩と互層している。また、中部地域ではその上部は砂岩泥岩互層に漸移している。本層からは *Turritella-Saccella-Nassarius* 群集を構成する貝化石が報告されていることから、本層は主に上部陸棚に堆積したものと考えられている(都留, 1985)。

本累層は南部と中部地域全体に分布するが、北部地域では盆地南東縁沿いの局所的な基盤の凹部にのみ分布し、その厚さは約100mと薄い(第3図)。

安田累層は、北部地域に広く分布するが、中部地域では小俣賀北側の山地の稜線付近だけに、南部地域ではその分布は不明である。本層は、厚さ110mの砂岩頁岩互層からなり、上部に向かってしだいに頁岩勝ちになる。



第3図 益田層群層序断面図

図中の～印はスランプ層を、▲印は不淘汰角礫岩の分布を示す。その他の記号は第2図に従う。

北部地域の本層中部鍵層 ST 付近から *Propeamusium tateiwai* が産出することから (都留, 1985), 本層は下部陸棚～大陸斜面上部に堆積したと推定されている。

### 3. 地質構造

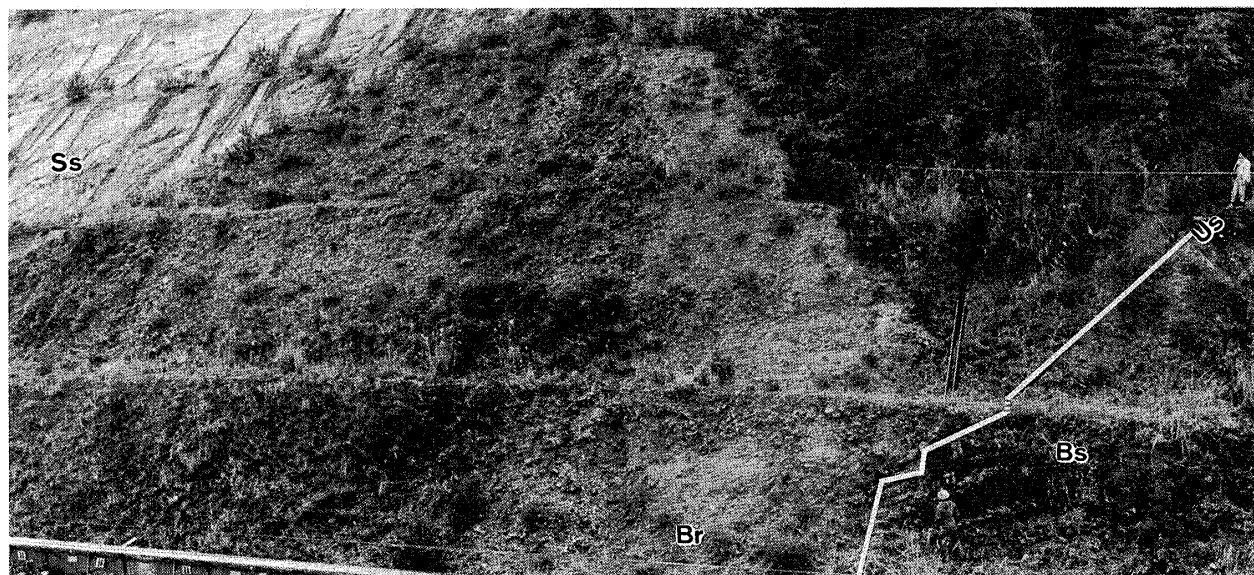
南部と中部地域においては, 本層群は, 全体として  $20^{\circ}$  以下の傾斜角をもって北東に傾斜しているが, 基盤の高まりの近くでは緩傾斜のドーム構造を作っている。他方, 北部地域の本層群は,  $40^{\circ}$  以下の傾斜角をもって北ないし西に傾斜しており, 全体としては北西にプランジする半盆状構造をなしている。

益田層群を鍵層によって4つの単元に区分すると, 各単元の地層が最も厚くなる位置が異なっている。すなわ

ち, 鍵層 OT 以下の地層は南部地域で, 鍵層 OT-MT 間の地層は中部地域で, 鍵層 MT-ST 間の地層は北部地域の北東部, そして鍵層 ST 以上の地層は北部地域の北西部でそれぞれ最も厚くなっている。このことは, 堆積の中心が時代とともにしだいに北方に移動していることを示している (第3図)。

### 基盤との接合関係

本層群の堆積盆地縁辺部と基盤の高まりの麓には, すぐ近くの基盤から由来した角礫と基質からなる特異な角礫岩層がしばしば分布する (第5, 6図)。この角礫岩層は淘汰度が極めて低く, ときには直径1 m以上の角礫を含

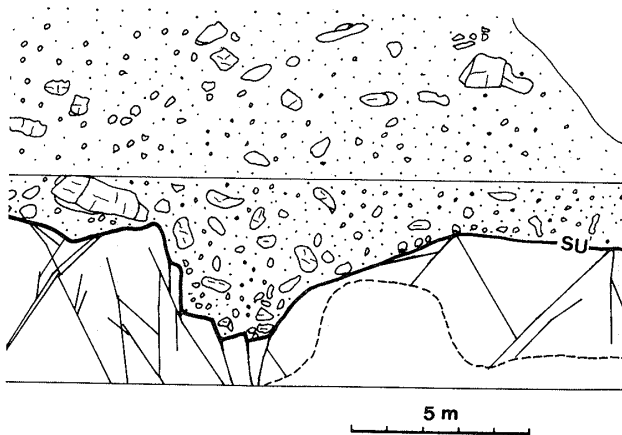


第4図 高角不整合面と不淘汰角礫岩 (益田中学裏)。

Bs: 基盤の変成岩, Br: 不淘汰角礫岩, Ss: 塊状砂岩, Us: 不整合面



第5図  
高角不整合面の詳細。  
第4図右下の不整合面の拡大。



第6図 不整合面と基盤岩中の断裂（大草付近）．  
基盤岩は結晶片岩．

み、一般に正級化、逆級化や成層を示めさないで、WALKER (1978) のいう disorganized facies を示す．しかし、その上部は全体的には上方細粒化の傾向を示す．ときには不鮮明に成層している場合があっても、淘汰度は極めて低く、不明瞭な逆級化—正級化を示すだけである．不淘汰角礫岩層は、さまざまな角度で傾斜した不整合面の麓に楔状の断面をもって分布し、豊田累層の最下部層から下部安田層までの地層に整合に覆われたり、漸移したりしている（第4図）．このような facies と産状は、これらの角礫岩が水流による円磨作用と淘汰作用を受けることなしに急傾斜の斜面を急激に移動してきて、斜面の麓に堆積した一種の崖錐性堆積物であることを示している．

益田層群と基盤との接合部の露頭を45カ所で観察した結果をまとめると次のようになる．盆地縁辺部や島状の基盤の高まりを縁どる不整合面は全体としては  $10\sim60^\circ$  の平均傾斜をもって（第4図）．直線状に延びている．不整合面はしばしば角張った凹凸に富んでおり（第6図）．

階段状をなしている場合もあり、基盤岩中の断裂面がそのまま不整合面の一部をなすことがしばしばみられる（第5、6図）．

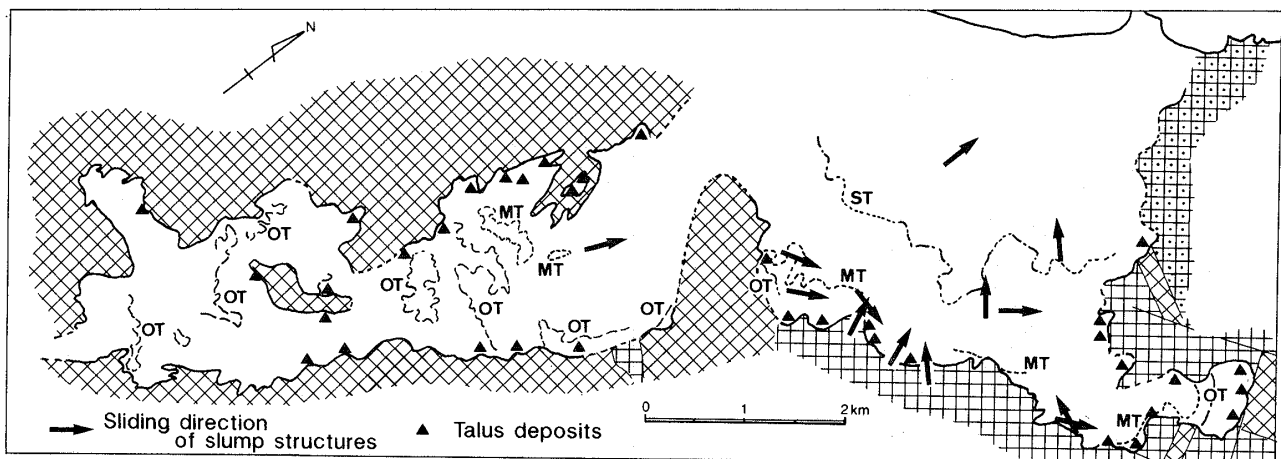
基盤岩中には、いくつかの固結した破碎帯がみられるが、それらは近くの高角不整合面のほぼ平行している．さらに、通商産業省（1972）による三郡変成岩内の地質構造に関する調査によれば、南部と中部地域の基盤岩中にはいくつかの断層が推定されているが、これらは高角不整合面と調和的である（第1図）．これらのことは、高角不整合面が基盤内の断層によって規制されていることを示唆している．

南部地域には、鍵層 OT 以下の地層が主に分布するが、それらは高角不整合面を境にして基盤に接しており、その厚さは約140m以上である．中部地域では鍵層 MT-OT 間の地層が高角不整合面を境にして基盤に接しており、北部地域では鍵層 ST より下位の層準の地層が高角不整合面を境にして基盤に接しており、その厚さは220mに達する（第3図）．

#### 古海底斜面

豊田累層上部と安田累層中部にかけての地層中では14枚のスランブ層が確認されている．これらのスランブ層は4～24mの厚さを持ち、その大半は山内（1977）の分類による褶曲型と破片型の構造を示している．鍵層 OT の直上にスランブ層が発達するのは北部地域の南縁沿いだけであり、鍵層 OT と MT 間の上半部にスランブ層が発達するのは中部地域と北部地域の南部であり、鍵層 ST 付近にスランブ層が発達するのは北部地域の中央部である．また、盆地縁辺では、スランブ層が発達する層準付近に不淘汰角礫岩が堆積している（第3図）．

古海底でのスランピングは堆積盆地中の一時的、あるいは局所的な斜面に従うと KUENEN (1967) が述べてい



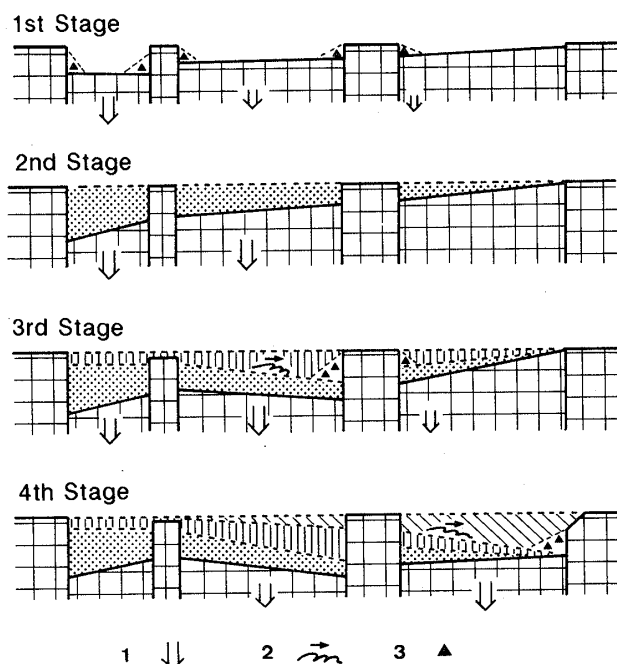
第7図 不淘汰角礫岩（▲印）とスランピングのすべり方向（→印）．

るが、いくつかの規模の大きなスランプ堆積物が類似した方向へのすべりを示す場合には、古海底斜面はある時期その方向に傾斜していたと判断できよう、これらのスランプ層の内部構造を解析した結果によれば、スランプ層の上位の堆積物が最も厚くなる地域、あるいは局部的に厚くなる地域に向かって堆積物は移動したことを示している（第7図）。このことは、本堆積盆地のある時期の古海底斜面は、その直ぐ後に堆積した地層の堆積の中心に向かって傾斜していたと推定できる。

### 堆積盆地の発達史

益田層群の下部をなす豊田累層すなわち鍵層 MT より下位の地層が厚く分布する南部地域では、その麓に不淘汰角礫岩を伴う豊田累層の分布域を境している高角不整合面にアバットしている。この高角不整合面は基盤岩内の断層に規制されていることから、不整合面は基盤の陥没によって形成された凹地を縁どる断層がなす崖であったと推定される。さらに、断層運動の直後から、この断層崖の上部では斜面崩壊が発生し、崩壊物が崖を崩れ落ち、不淘汰角礫岩が崖の麓に堆積した。中部と北部地域にも基盤の陥没を示す現象が見られることから、北部地域も陥没によって形成されたが、陥没の大きさは小さかった。

さらに、本層群の最下部だけでなく、北部盆地の北東



第8図 益田層群の堆積過程を示す概念図。

1：基盤の沈降運動，2：スランピングの発生とそのすべり方向，3：不淘汰角礫岩の堆積を示す。

縁では鍵層 ST 付近の地層が、不淘汰角礫岩を伴う高角不整合面にアバットしている。この高角不整合面の直ぐ近くには小さな島状の基盤の高まりが存在することから、下位層を欠いて上位層が直接基盤の上に重なっているものと考えられる。すなわち、鍵層 ST の堆積時期にも不淘汰角礫岩を形成するような断層崖が形成されたことを示している。この断層崖は盆地発生期に生じた断層の再活動やその近くに新たに生じた断層の活動によって形成されたものと考えられる。

さらに、3枚の鍵層を境にして本層群が堆積した時代を4つに区分して、各ステージに不淘汰角礫岩が堆積した位置、堆積の中心、スランピングのすべり方向、および断層の活動を第8図に模式的に示した。この図は、断層の活動によって堆積の中心の移動がもたらされていることを示している。堆積の中心が移動する時期の前後には、比較的規模の大きなスランピングが発生し、新しい堆積の中心に向かってすべっており、盆地の縁辺では高角不整合面の麓に不淘汰角礫岩が堆積している。すなわち、鍵層 OT 以下の地層が堆積した時期には南部地域が大きく陥没し、鍵層 MT-OT 間の地層では中部地域が、鍵層 ST-MT 間の地層では北部地域南部が、鍵層 ST より上位の地層では北部地域北部が大きく陥没している。このことは、基盤内の断層運動が時代とともに次第に北方に移動していったことも意味している（第7図）。

第1図に示した基盤中の断層は、益田層群と基盤との境に調和的である。特に、古第三紀の陥没体の縁をなす断層は北部地域の盆地の形態を基本的に規制していることから、益田層群の堆積盆地はこれらの古い断層を利用して発生したものと考えられる。

堆積盆地の形態を規制する断層はしばしば若い堆積物に覆われるため、その存在を確認しにくい場合もあるが、益田層群と同じように、堆積時に発生した断層によって堆積盆地が拡大したり、移動した例も知られている。例えば、日本海を挟んで対岸の朝鮮半島で、益田層群相当層の堆積盆地が同様に断層による陥没で発生している（CHOE・CHOUGH, 1988）。また、BERNOULL・JENKYNs (1974) は Alpine-Mediterranean 地域における中生界において堆積時の断層運動によって堆積盆地が大きく拡大したことを、川辺 (1989) は西日本の鮮新—更新統において、堆積時に発生した断層によって基盤が落ち込むことによって堆積の中心が移動すると述べている。他方、TRUMPRY (1960) は Glarus Alps の中生界において、SURLYK (1978) は Greenland のジュラ系の堆積盆地において、それぞれの堆積盆地内で階段状断層が堆積時に活動した結果、堆積の中心が移動したことを図示

している。これらの堆積盆地は構造運動が活発な地域・時代に形成されている。このような地域において堆積盆地の構造発達史を検討する場合に、堆積時の断層運動を考慮することが重要であろう。

# 文 献

- 足立久男, 1979: 山形県吉野地域における中期中新世の陥没構造. 地質学論集, **16**, 55-62.
- BERNOULL, D. and Jenkyns, H. C., 1974: Alpine, Mediterranean, and central Atlantic Mesozoic facies in relation to the early evolution of the Tethys. *Soc. econ. Paleont. Mineral., spec. Pub.*, **19**, 129-160.
- CHOE, Moon Young and CHOUGH Sung Kwun, 1988: The Hunghae Formation, SE Korea: Miocene debris aprons in a back-arc intraslope basin. *Sedimentology*, **35**, 239-255.
- 藤田 崇, 1964: 島根県益田市北部の地質, とくに新生界について. 地質雑, **70**, 100-109.
- 藤田至則, 1967: グリーンタフ変動発生期に関する地質学的問題. 地質雑, **73**, 106.
- , 1972: グリーンタフ変動と地向斜の発生～発展期の法則. 星野通平・青木 斌(編), 伊豆半島, 13-19, 東海大学出版会, 東京.
- 川辺孝幸, 1983: 近畿地方における鮮新一更新世の堆積盆地発達史. 地団研専報, **25**, 79-100.
- , 1989: 近畿の鮮新一更新統堆積盆地のブロック運動. 地球科学, **43**, 402-416.
- 久保田喜裕, 1986: 南九州北薩地域における金銀鉱脈鉱床の生成とその造構史的背景. 鉱山地質, **36**, 459-474.
- KUENEN, Ph. H., (1967): Emplacement of flysh-type sand bed. *Sedimentology*, **9**, 203-243.
- 益田団体研究グループ, 1982: 古第三紀益田陥没体. 地質雑, **88**, 321-335.
- SURLYK F., 1978: Jurassic basin evolution of east Greenland. *Nature*, **274**, 130-133.
- TRUMPRY, R., 1960: Paleotectonic evolution of the central and western Alps. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **71**, 843-908.
- 都留俊之, 1985: 島根県・中新統益田層群の軟体動物化石群からみた古環境—とくに備北層群・唐鐘累層との関連において. 地団研専報, **29**, 25-32.
- 通商産業省, 1972: 昭和46年度広域調査報告書, 益田地域. p.48, 通商産業省.
- 山内靖喜, 1977: 秩父盆地の中新統内の乱堆積構造. その1, 形態. 地質雑, **83**, 475-489.
- 吉谷昭彦・山内靖喜, 1985: グリーンタフ変動の諸問題. 地質学論集, **25**, 31-41.
- WALKER, R. G., 1978: Deep-water sandstone facies and ancient submarine fan: models for exploration for stratigraphic traps. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* **62**, 932-966.