

山陰地域における新第三紀以降の構造発達史 からみた基盤内断裂系

山内靖喜*・吉谷昭彦**・小室裕明*

Fracture Systems appeared since the Neogene period in
San'in district, southwestern Japan.

Seiki YAMAUCHI, Akihiko YOSHITANI and Hiroaki KOMURO

はじめに

日本海沿岸地域において、浅発地震が発生し、しばしば大きな被害をもたらしている。浅発地震の震源分布は、新第三系の堆積盆地の周辺や基盤ブロックの境界部に集中する傾向を示している(鈴木・関口, 1974)。また、関東地方における最近の研究によれば、基盤内の大規模な断裂部における地震動が異常に大きくなることも示されている(角田・堀口, 1981)。

今回のシンポジウム「山陰地方の地殻変動と地震災害」において、新第三紀以降の構造発達史からみて、山陰地域の基盤内にどのような断裂系が推定できるかを検討した。ただし、本論文では、検討の対象地域を島根県西縁から兵庫県北部までの本州の日本海沿岸とした。また、隠岐群島については、陸上資料のみならず、海底に関する資料も不足しているので、今後の課題として残した。

日本列島における新第三紀以降の地殻運動は、質的に異なる二つの変動、すなわち、中新世のグリーンタフ変動と鮮新世以降の島弧変動とに区分されている(藤田, 1970)。そこで、本論文では、山陰地域の基盤内断層系について、それらの形成時期をグリーンタフ変動期および島弧変動期に分けて考察した。

山陰地域においては、グリーンタフ変動は布志名層堆積時(中新世後期)で終了し、松江層堆積時(中新世末)から別個の変動、すなわち島弧変動が始まったと考えられている(吉谷ほか, 1976)。また、山陰地域の島弧変動期の堆積物である三朝層群や照来層群の最下部層は中新統最上部に対比されている(藤田ほか,

1978)。これらの考えに従えば、山陰地域の一部では中新世末期から島弧変動が始まっていたとすることができる。

本論文をまとめるにあたり、島根大学の三梨 昂教授および大西郁夫博士に多面にわたる御検討をいただいた。また、島根県工業技術センターの井上多津男氏には島根県下の第四系に関する御教示をいただいた。図表類の作製にあたっては、島根大学学生の飯島祥二・内田信也・田口 修・中村和彦の諸氏に援助していただいた。以上の方がたに厚く御礼申しあげる。

なお、本研究を進めるにあたっては、特定研究「山陰地方の震源分布の構造地質学的意義」(研究代表者、三梨 昂教授)の費用の一部を使わせていただいたことを明記する。

グリーンタフ変動期の断裂系

本論文でとりあつかう島根県西部域から兵庫県北部域にかけての日本海沿岸部に中新統が広く分布する。その主な分布域は、西より益田周辺、浜田周辺、大田～米子間の日本海沿岸部、多里周辺、鳥取県中部域、同東部域および兵庫県北部域である。これらの中新統は、第1表のように対比されている(吉谷ほか, 1976; 吉谷・山内, 1982)。

このうち、益田周辺および多里周辺に分布する中新統は、碎屑性堆積物からなり、先新第三系の基盤岩類上に直接、不整合関係を示して重なっている。これらの中新統は、非グリーンタフ地域に属する第一瀬戸内地域に形成された堆積盆地に堆積したものであって、西黒沢階に対比されている。

益田および多里以外の地域はグリーンタフ地域に属するが、大山火山群をはさんでその東西両側でグリーンタフ堆積盆地の分布状況が異なる。すなわち、島根

* 島根大学理学部地質学教室
** 鳥取大学教育学部地学教室

第1表 山陰地域における新第三系対比表

	益田	浜田	大田～ 出雲	玉造	松江	島根半島	鳥取県 東部	兵庫県 北部
下部船川期					松江F	松江F	三朝G	照来G
女川期			布志名F	布志名F	布志名F	古江F	シチ山M 荒金M	丹後F
西黒沢期			大森F	大森F	大森F	牛切F	小田M	網野F 村岡F
台島期・西男鹿期	益田G	唐鐘F	久利F	久利F	意宇川F	成相寺F	普合寺M 円通寺M	豊岡F
		国府G	川合F	川合F	大東F	古浦F	河原M 郡家M	八鹿F 高柳F
		?	波多F					

半島を除いて、大山の西側では、主要なグリーンタフ堆積盆地は基盤岩類に対して内陸部に向けて湾入する形態（湾入構造）を示す（三位・吉谷，1972）。各湾入部は10数km以下の幅をもち、そこには台島階*から女川階にいたる中新統が分布する。各湾入部において、台島階は基盤岩類と、西黒沢階は台島階とそれぞれ不整合関係を示す。また、西黒沢階～女川階の堆積盆地は、台島階の堆積盆地より日本海側、すなわち北側に発達する。

湾入部と湾入部の間では、基盤岩類が岬状に隆起しており（突出部）、そこでは台島階を欠いて西黒沢階が不整合関係で直接、基盤岩類をおおっている。

島根半島域では、台島階を不整合におおう西黒沢階～女川階が広く分布する。

島根半島域と内陸域を境する中海・宍道湖低地帯周辺には、下部船川階が分布する。下部船川階は布志名累層（古江累層）と松江累層からなり、松江市周辺では両累層の基底部にそれぞれ不整合関係が認められる。

大山火山群の東側では、西側のように湾入部と突出部との規則的な配列はみられないが、大小の湾入状の盆地が発達する。鳥取県東部域では北西～南東方向の軸をもつ幅10km前後の湾入構造と、それから分岐し

た幅6～8kmの小さな湾入状の堆積盆地が発達する。後者は、北東～南西方向の軸をもち、千代川湾入部（上村ほか，1979）ともよばれている（第3図）。また、兵庫県北部域では、北東～南西方向の軸をもち、北東方向に開いた幅20km前後の湾入状の盆地と、同方向と高角で斜交する軸をもつ幅6～8kmの盆地が数個発達する（松本・弘原海，1959）。この両地域には台島階と西黒沢階～女川階が分布するが、一般に、後者は前者を不整合関係でおおう。

山陰地域の台島階と西黒沢階～女川階のそれぞれの堆積盆地は、藤田（1967）が示した堆積盆地の発生過程に関するモデルと同様に、基盤の断裂による陥没現象で発生していることがいくつかの堆積盆地で確認されている。堆積盆地が陥没現象によって発生したことを示す基本的な根拠は、次の3点とされている（藤田，1972，1981）。

- 1) 走向方向によくつづく高角不整合面の存在。
- 2) 巨大な角礫を含み、かつ礫質と基質が同質の不淘汰の基底礫岩（崖錐性基底礫岩）の存在。
- 3) 堆積盆地周辺部に、高角不整合面の走向と平行ないし直交する固結断層群が集中すること。

後に述べるように、山陰地域の主なグリーンタフ盆地において、それぞれ上にあげた3つの根拠が認められている。そこで、陥没盆地の縁辺にみられる高角不整合面から、陥没をもたらした断裂を推定することができる。しかし、高角不整合面は、基盤に生じた断裂

* フィッション・トラックによる年代測定の結果（松田，1979）は、山陰地域でこれまで台島階に対比されていた波多層および同相当層の一部が西男鹿階に対比される可能性を示している。しかし、本論文では、従来の対比に従って波多層を台島階に対比しておく。

そのものとは限らず、それに平行した浸食面の場合もある。

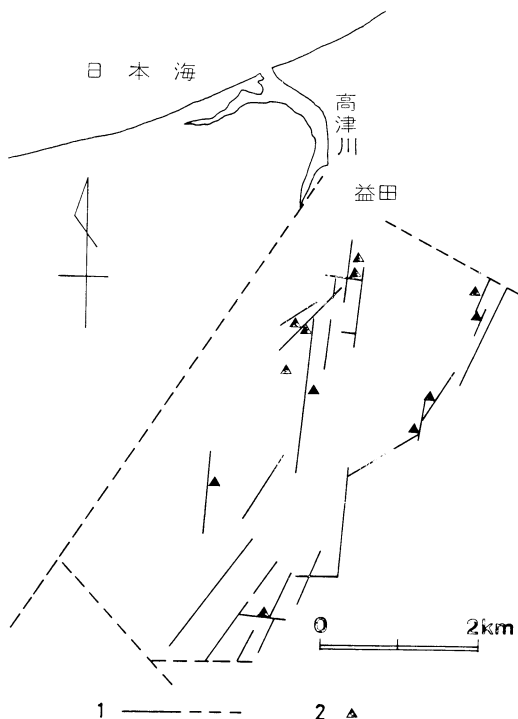
陥没によって発生した堆積盆地は、その後、基盤のブロック化を伴って発展している(三位・吉谷, 1972)。しかし、堆積盆地の発展段階でブロック化した基盤岩類は厚い堆積物におおわれる。そのため、各ブロックの境をなす断裂を求めるには困難がある。

そこで、本論文では、堆積物が厚くおおう堆積盆地内の断裂系については、地表の地質構造の資料に重力異常の資料を加えて基盤内の断裂系を求めた島根半島の例(山内・吉谷, 1981)のみを参考にした。それ以外の地域では、堆積盆地を形成した陥没運動の過程で形成された断裂系を中心に検討した。

主な堆積盆地について以下に述べる(第4図A)。

1. 益田周辺

筆者ら、および益田層群研究グループ(末公表)の最近の調査によると、益田層群下部層の堆積盆地の南縁を中心に崖錐性基底礫岩と高角不整合面の存在が確



第1図 益田層群下部層の堆積盆地にみられる断裂系

1: 高角不整合面から求めた断裂, 2: 崖錐性基底礫岩の存在を確認した位置。

認され、本堆積盆地が陥没によって形成されたと推定される(第1図)。本盆地は、北東-南西性の断裂系によって規制されており、盆地の南東縁では、盆地の縁に直交する北西-南東性の断裂が多くみられる。また、盆地内部では、南北性の断裂も推定される。

2. 浜田周辺

浜田周辺の台島階については、調査が不十分で、不明な点が多い。しかし、台島階の堆積盆地の縁が直線状であり、台島階と基盤岩類との境に沿った第四紀アルカリ玄武岩の貫入から判断して(島根県地質図編集委員会, 1982)、この縁も断裂によって規制されたと考えられる。

3. 大田湾入部

大田湾入部の最奥部に分布する台島階の盆地は、崖錐性基底礫岩の存在から陥没が推定されており(松田, 1971, 末公表)、その盆地は南北性と北東-南西方向の断裂系によって規制されていると推定される。

台島階の堆積盆地の北側には、西黒沢階~女川階が広く分布する。西黒沢階は基盤岩類(先新第三系)との境界部に崖錐性基底礫岩を伴い、また、台島階とは高角不整合面をなして接する。西黒沢階~女川階の堆積域は、南北および東西にのびる台島階あるいは基盤岩類のいくつかの隆起部によって、径数 km の小堆積盆地に区分されている。西黒沢階は、これらの隆起部に対して高角不整合面をなして接している。

4. 出雲湾入部

出雲湾入部最奥部に発達する台島階の堆積盆地は、縁辺部での崖錐性基底礫岩と基盤内の古期断裂系の存在から、陥没によって発生したと考えられている(沢田, 1978)。そして、この堆積盆地は、南北性と東西性の断裂系によって規制されている(鳥山, 1978, 末公表)。

台島階の堆積盆地の北側に分布する西黒沢階~女川階の堆積盆地では、盆地北東部の縁辺基底部で、崖錐性基底礫岩と高角不整合面の存在が認められている(城近, 1982, 末公表)。また、盆地南縁では台島階を直接の基盤とし、西黒沢階がこれに対してアバットの関係を示す(沢田, 1978)。以上の事実から判断して、西黒沢階の盆地も陥没によって形成されたと推定され、盆地を規制する断裂系は南北性、北東-南西および東西性の方向を示す。

5. 松江湾入部および島根半島部

松江湾入部最南部に発達する台島階および西黒沢階~女川階のそれぞれの堆積盆地の発生に関しては、

山陰グリーンタフ団体研究グループ(1973, 1979)によって詳細に研究されている。それによれば、崖錐性基底礫岩、基盤岩類内の古期断裂系、および高角不整合面の存在から、両盆地とも陥没によって形成されたことが明らかである。

さらに、山内・吉谷(1981)は、山陰グリーンタフ団体研究グループ(1973, 1979)、山内ほか(1979)、吉谷・井上(1980)の成果、あるいは通産省(1970)による重力測定の資料から、松江湾入部を含めて宍道湖・中海周辺の基盤内の断裂系を求めた(第2図)。

以上の諸資料からみれば、本地域では、南北性、北北西-南南東、東北東-西南西、および東西性の各方向の断裂系が推定される。これらの断裂系のほとんどは台島期と西黒沢期に形成されたものであるが、東北東-西南西方向の断裂の一部は、下部船川階(布志名層)の堆積盆地の発生に伴って形成されたと考えられる。

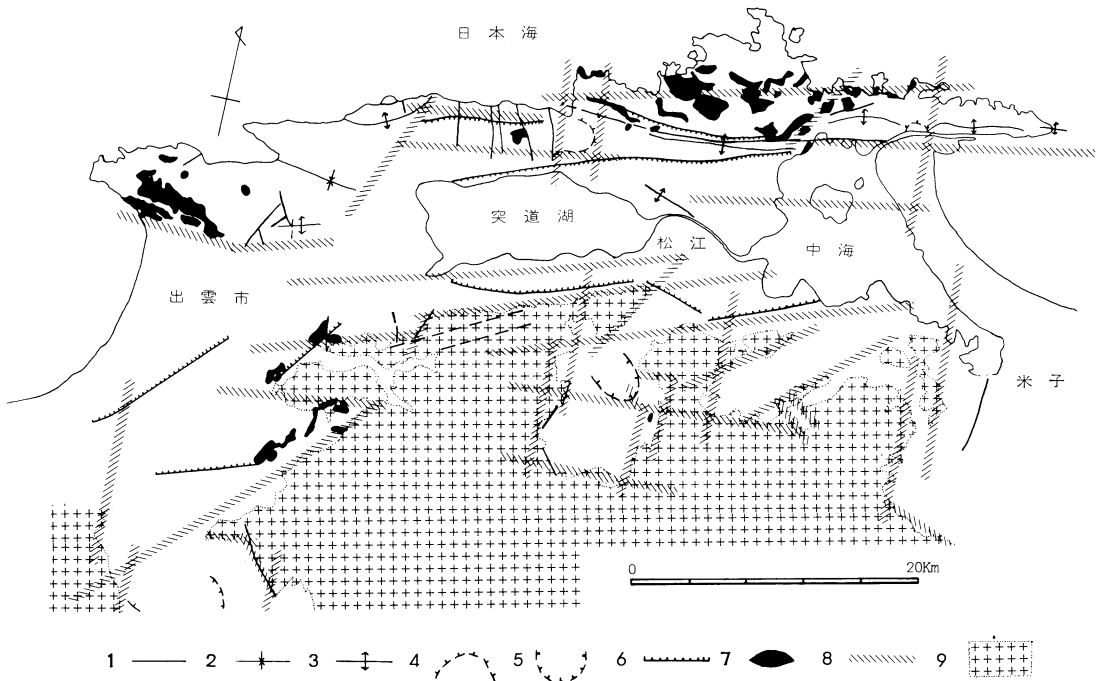
6. 多里周辺

鳥取県南西部の多里周辺には、第一瀬戸内地域に属する西黒沢階の堆積盆地が発達する。最近、本堆積盆地において、崖錐性基底礫岩、基盤岩類内の古期断裂

系、および高角不整合面の存在が確かめられ、本堆積盆地が陥没によって形成されたとの考えが示された(吉谷, 1980)。本堆積盆地の発生時には、主として、南北性と東西性の断裂系が形成されたと考えられる。

7. 鳥取県西~中部域

鳥取県西~中部では、洪積世に噴出した大山火山群の噴出物が広く地表をおおっており、中新統の露出は一部に限られている。しかし、佐陀川沿岸(西伯郡淀江町小波)での試錐によると、大山噴出物の下位に新第三系が存在し、深度700m以深は基盤の花崗岩類である。しかしながら、試錐地点の東方約5kmの孝霊山北東麓では、標高約200mの地点で基盤岩の露出が最近確認された(岡田龍平, 未公表資料)。さらに、孝霊山北麓と東郷池を結ぶほぼ東北東-西南西方向の線を境にして、その南側では先新第三系の基盤岩類が地表に露出しているが、その北側では基盤岩類は地表下に存在し、前記の試錐や皆生温泉の試錐(鳥取県, 1972)資料では、その深度は数100mに達する。つまり、先新第三系の基盤岩類の分布深度から判断すれば、この東北東-西南西方向の線に沿って大きな断裂が推定される。



第2図 鳥取県東部域にみられる断裂系(山内・吉谷1981)

- 1 : 中新統を切る断層, 2 : 向斜軸, 3 : 背斜軸, 4 : ドーム構造, 5 : 盆状構造,
6 : 重力値急変帯, 7 : 中性~塩基性貫入岩類, 8 : 基盤中の断裂, 9 : 基盤岩類。

8. 鳥取県中部

鳥取県中部の三朝町東部には、小鹿累層および三徳累層とよばれる中新統が分布する。吉谷・芳沢(1978)によれば、小鹿累層は西黒沢階に対比され、本累層は基盤に対して高角の不整合面をなして接し、崖錐性基底礫岩を伴う。さらに、本中新統には海成の証拠がまったく認められていないことから、本堆積盆地は、西黒沢期に形成された内陸性の陥没盆地であったと考えられている。

本堆積盆地は、北北西-南南東、北西-南東、および東西性の各方向の断裂系によって規制されている(第3図)。

9. 鳥取県東部

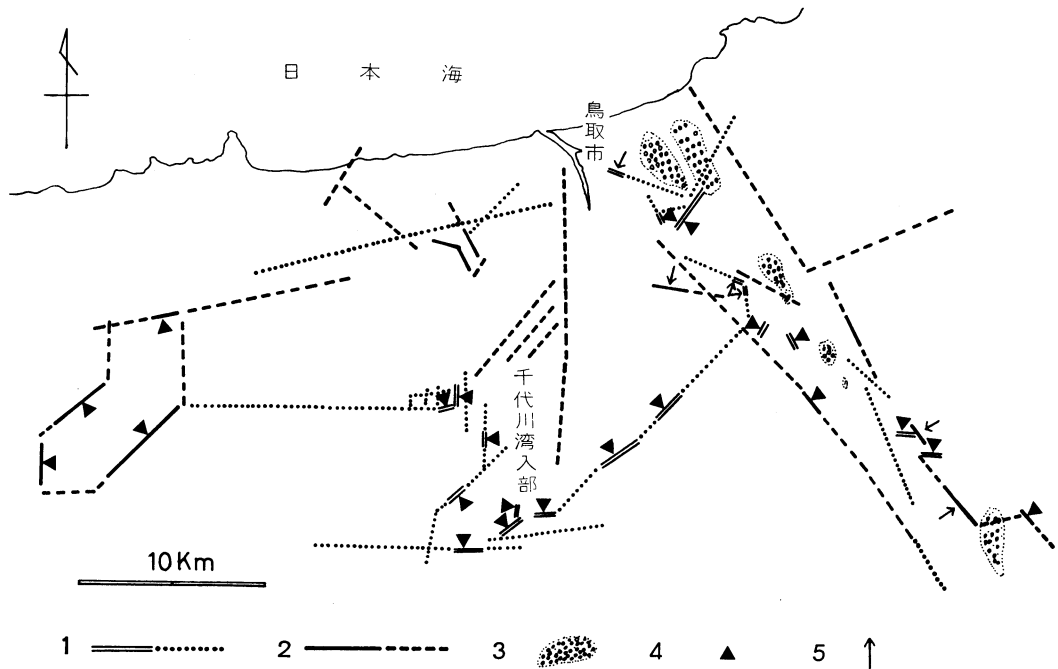
鳥取市周辺とその南方には、台島階と西黒沢階~女川階が広く分布する。鳥取市南方の台島階の分布域は、基盤の隆起部によって境される3つの堆積盆地に区分される。吉谷ほか(1975)、西村(1982, 未公表)、および鳥取グリーンタフ研究グループの未公表資料によれば、台島階は基盤と高角不整合面で接し、崖錐性基

底礫岩を伴い、その盆地の周辺部の基盤岩類中に固結した古期断裂系が認められている(第3図)。これらの事実から、台島階の堆積盆地が階没によって形成されたと考えられている。

盆地を規制した断裂系には、東西性、南北性、北西-南東、および北東-南西の各方向のものが認められる。

台島階の堆積盆地の北側に西黒沢階~女川階が広く分布する。西黒沢階~女川階の分布域には、2つの堆積盆地が発達する。台島階の場合と同様の、野外における事実から判断されることは、西黒沢階においても、陥没によって堆積盆地が形成されたと考えられることである(沢井ほか, 1973; 鳥取グリーンタフ団体研究グループ未公表資料)。

西黒沢階の盆地を規制する断裂系には、南北性、北東-南西、および北西-南東の各方向のものが認められる。しかし、台島階の場合とくらべると、南北性と北西-南東性のものが顕著に発達する。また、ほぼ北西-南東性の断裂系に両側を境された幅2~4kmの帯



第3図 鳥取県東部域におけるグリーンタフ変動期の断裂系

1: 台島期に形成された断裂(実線は確認された部分, 点線は推定部), 2: 西黒沢期に形成された断裂(実線は確認された部分, 破線は推定部), 3: 深成~半深成貫入岩類(淵見閃緑岩類), 4: 崖錐性基底礫岩の存在を確認した位置, 5: 高角不整合面を伴うアバット関係が確認された位置。

状構造が本地域の東部に認められる。中新世後期には、この帯状構造の内部に深成岩～半深成岩類（瀨見閃緑岩類）の貫入が顕著にみられる。このことから、西黒沢期以降この帯状構造部は、一つの弱線的な構造帯（仮称、瀨見閃緑岩類貫入帯）としての性格をもっていたものと考えられる。

10. 兵庫県北部域

兵庫県北部には中新統が広く分布し、その分布域には、先新第三系の基盤岩類の隆起部で境されるいくつかの堆積盆地が認められる。本地域の中新統は、台島階から女川階に対比される北但層群と、下部船川階～鮮新統に対比される照来層群からなるが、後者は島弧変動期の堆積物であり、別項で検討する。

北但層群においては、台島階と西黒沢階のそれぞれの基底部に不整合関係が認められる。吉谷（1977）、吉谷・山内（1981）あるいは筆者らのその後の調査によれば、台島階は高角不整合面をなして基盤と接し、そこに崖錐性基底礫岩を伴う。また、盆地周辺部の基盤岩類中に固結した古期断裂系が発達することが認められている。これらの事実から、本地域の台島階の堆積盆地は陥没によって形成されたと考えられる。

これらの盆地を規制している断裂系には、北東一南西、東西性、および北西一南東の各方向のものが認められる。しかし、隣接する鳥取県東部域と比べると、北東一南西方向の断裂系がやや顕著にあらわれている。この北東一南西方向の断裂系は、松本・弘原海（1959）および池辺ほか（1965）が、下部中新統の堆積盆地が基盤内の大きな構造帯に沿っての全般的沈降と断裂状陥没によって形成されたとしている根拠と一致する。

本地域の西黒沢階については、まだ不明な点も多い。しかし、一部ではあるが、村岡町では西黒沢階が台島階に対して高角不整合面をなしてアバット関係を示し、そこに崖錐性基底礫岩を伴うことが筆者らの調査で確認されている。このことから、西黒沢階の堆積盆地も陥没によって形成されたと考えられる。西黒沢階の堆積盆地は、南北性、北東一南西、および東西性の各方向の断裂系によって規制されているようである。

島弧変動期の断裂系

中新世末ないし鮮新世以降に形成された断裂系としては、本論文では次のような点から検討を行う。まず第一に、この時期の堆積盆地発生時に形成された断裂系についてである。このような断裂としては、野外調査によって直接に確認されたものと、地質構造、地球

物理学的諸資料、あるいは試錐資料などから間接的に推定されるものがある。ついで、活断層と地震断層、および地形上にあらわれたリニアメントなどから推定されるものがある。顕著な地形上のリニアメントは、地質構造での直線の構造要素の地表面での表現として把握される場合が多いと考えられる。

1. 堆積盆地の形成にかかわる断裂系

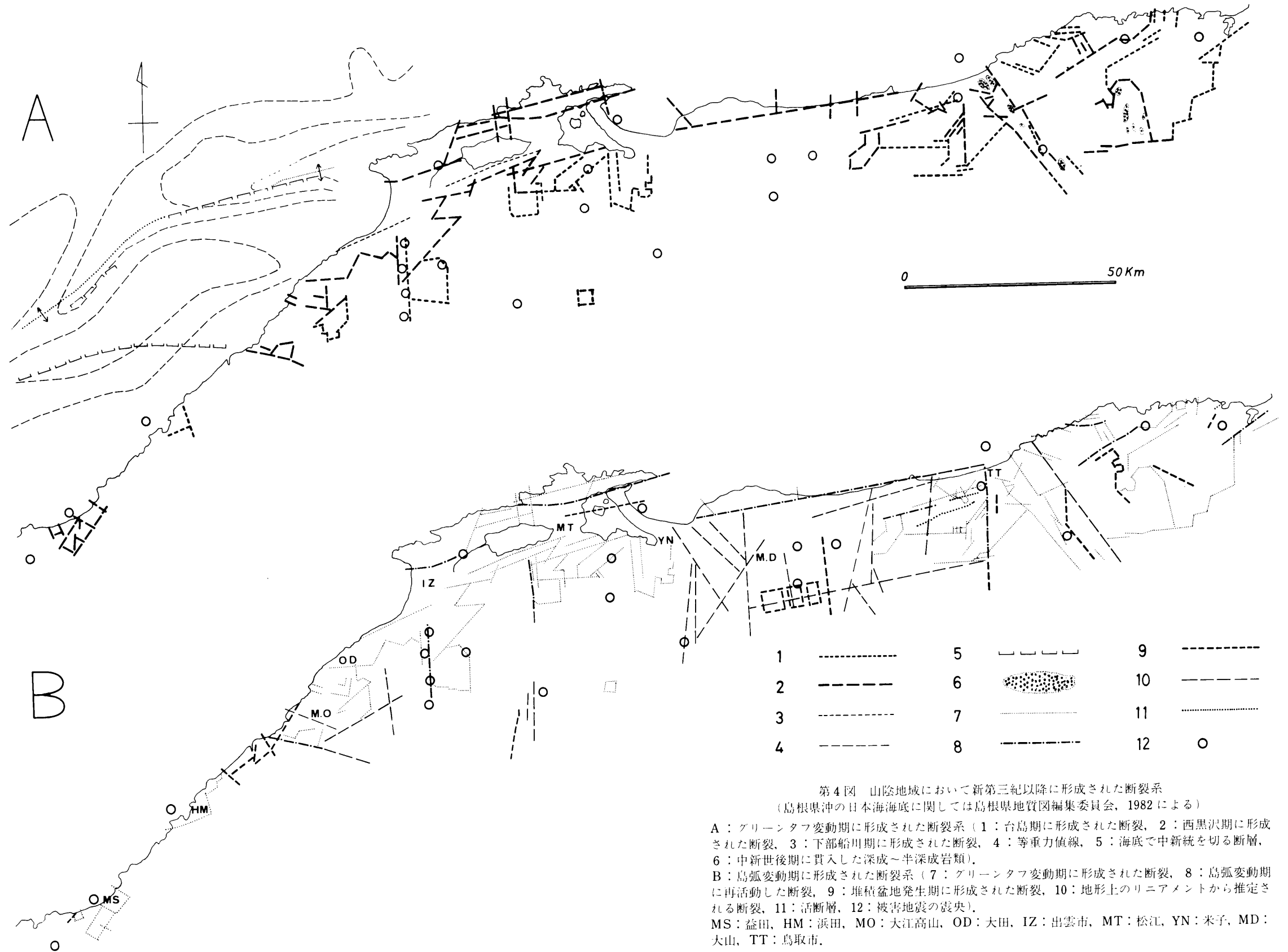
最近の研究によれば、島弧変動期の堆積盆地が陥没によって形成されたことが各地で確認されている（藤田，1981ほか）。山陰地域において、島弧変動期の堆積盆地としては、都野津層群、蒜山原層、三朝層群、照来層群などの盆地がある。しかし、照来層群を除いて、その他の盆地は、陥没によって形成されたことは証明されていない。そこで、地質構造や地球物理学的諸資料などから、盆地発生期に基盤内に形成された断裂系を検討した。

都野津層群の堆積盆地の発生期の状況については、まだ研究されていないため不明である。しかし、井上多津男氏の個人的談話によれば、島根県中部の江津市付近に分布する都野津層群が、基盤に対して高角不整合面をもってアバットの関係を示しているという。このアバット面から、北東一南西、東北東一西南西、および北北東一南南西の各方向の断裂系が推定される。

蒜山原団体研究グループ（1975）によれば、重力探査資料と地表地質調査から、蒜山原層の堆積盆地は、2つの基盤岩類の凸部によって3つの凹部に分けられている。各凹部での蒜山原層の基底面は、起伏の少ない盆状地形を示す。そして、2つの凸部のそれぞれの東西の両端には、南北性の断裂系が試錐によって確認あるいは推定される。また、上記の重力探査資料についての筆者らの解析によって、本堆積盆地の南北両縁は、東北東一西南西方向の断裂で規制されていると推定される。

赤木（1971）は、三朝層群を堆積せしめた河谷や湖沼が構造性によるものであるとし、南北～北北東一南南西、および東西～東南東一西北西の2方向の構造を主要なものとしている。また、藤田崇（1972）による三朝層群の基底面についての構造等高線図においても、上記の2系列の方向性と、さらに、北東一南西方向のものが認められる。しかし、最も顕著にあらわれているのは、東西性の方向である。そして、この構造は現在の地形上に直線の構造としてあらわれており、西方に追跡すると蒜山原層の堆積盆地に達する（第4図B）。

これらの構造要素は基盤を切る断裂である可能性が



第4図 山陰地域において新第三紀以降に形成された断裂系
 (島根県沖の日本海海底に関しては島根県地質図編集委員会, 1982による)

A : グリーンタフ変動期に形成された断裂系 (1 : 台島期に形成された断裂, 2 : 西黒沢期に形成された断裂, 3 : 下部船川期に形成された断裂, 4 : 等重力値線, 5 : 海底で中新統を切る断層, 6 : 中新世後期に貫入した深成~半深成岩類).

B : 島弧変動期に形成された断裂系 (7 : グリーンタフ変動期に形成された断裂, 8 : 島弧変動期に再活動した断裂, 9 : 堆積盆地発生期に形成された断裂, 10 : 地形上のリアメントから推定される断裂, 11 : 活断層, 12 : 被害地震の震央).

MS : 益田, HM : 浜田, MO : 大江高山, OD : 大田, IZ : 出雲市, MT : 松江, YN : 米子, MD : 大山, TT : 鳥取市.

大きいと考えられるが、まだ確かめられてはいない。

照来層群の堆積盆地は、崖錐性基底礫岩が存在し、照来層群が基盤とは高角不整合面で境することから陥没盆地であると考えられている(吉谷, 1982)。本堆積盆地の西縁は、しばしばより新しい火山噴出物におおわれ、細部についての検討はされていない。しかし、盆地の西縁は、南北性と北西-南東の2方向の断層系で規制されていると考えられている(吉谷, 1982)。また、盆地の北東縁では北東-南西、南北性、および北西-南東の3方向の断層系が発達する。

2. 活断層および地震断層

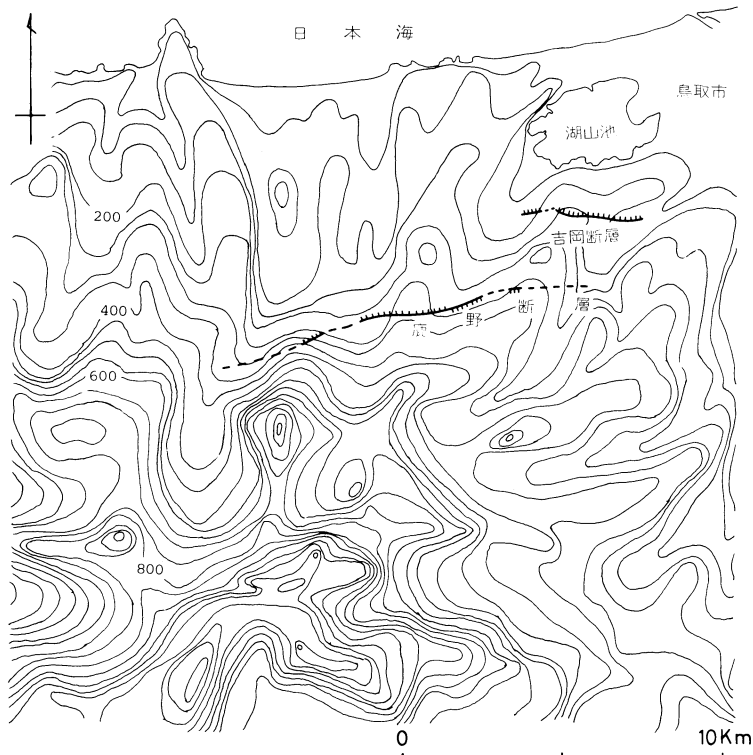
活断層研究会(1980)は、山陰地域に何本もの活断層の存在あるいはその可能性を指摘しており、断層名がついているもので34本に達する。それらの中には、グリーンタフ変動期に形成され、地形上にリニアメントとしてあらわれているが、現在も活動していると考えにくいもの、あるいは、第四紀に再活動したものが多く含まれている。たとえば、前者の例としては、八木断層(兵庫県養父郡関宮町)や岩坪断層(鳥取市南西部)が、後者の例としては、宍道断層(島根県八

束郡鹿島町)や大社衝上(島根県出雲市北部)がある。

また、活断層の定義に関しては諸論のあるところだが、本論では明らかに沖積層を切っているのが確認されている断層についてのみ活断層として示した。さらに、いわゆる地震断層とよばれているものも活断層と同一にあつた。

本地域における活断層には、鹿野、吉岡、および田結断層がある。このうち最も規模の大きい鹿野断層については、津屋(1944)と岡田ほか(1981)が地質学的に研究している。津屋(1944)によれば、鳥取地震(1943)において、鹿野断層は水平方向で右横ずれの変位を示したが、垂直方向の変位は断層の東半部と西半部で異なる。すなわち、東半部では南側が、西半部では北側がそれぞれ沈下しており、津屋(1944)は蝶番断層であると述べている。

しかし、岡田ほか(1981)は、水平方向の変位量は垂直方向のそれより大きいと考えているが、鮮新統に対比される白兔層の堆積以降に、本断層によって垂直方向で北落ち56~79mの変位が生じたと計算している。



第5図 鹿野断層周辺の接峰面図

さらに、接峰面図上に鹿野断層を投影すると（第5図）、鹿野断層は脊梁山地の斜面の傾斜が急に緩くなる部分に、斜面の走向とわずかの角度で斜交して走っている。このことから、第四紀における脊梁山地の隆起をもたらした基盤ブロックと、日本海側の沈降をもたらしたブロックの相対的な運動の差が、鹿野断層による垂直方向の変位としてあらわれたと考えられる。しかし、鹿野断層による水平方向の変位の原因については不明で、今後の課題として残されている。

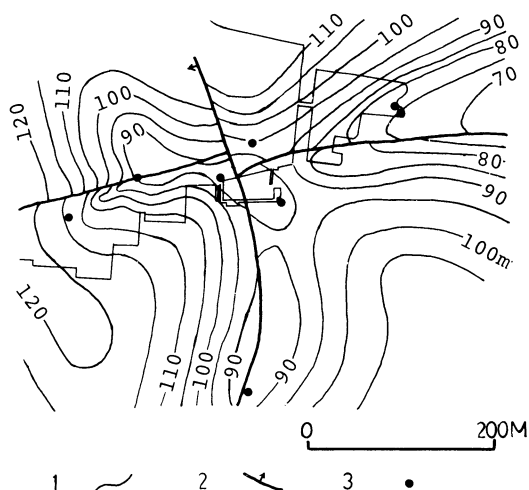
3. 地形上などにみられる直線の構造要素

直線的な地質構造（直線の構造要素）、とくに断層が地形上に顕著なリニアメントとしてあらわれることはよく知られている。また、被覆層中の直線の構造要素が、地下の基盤中の断層を反映している場合も多い。従って、地形上のリニアメントを、直線の構造要素、とくに断層に起因する場合もあると考えて検討を加えた。たとえば、地形にあらわれた直線の構造要素には、鮮新統や洪積統の基盤の深度が急激に変化する地域付近にあらわれるものがある。これらの直線的構造要素の性格には、未だ不明な点が多いが、これらが基盤のブロック化の過程で形成された可能性が大きいことを指摘しておきたい。

山陰地域では、地形上に顕著なリニアメントがしばしば認められる。なかには、10 km 以上にわたって連続するものも少なくない。また、地形上のリニアメントのほかに、第四紀火山群の配列も認められ、それら火山群の配列が地形上のリニアメントと一致する場合もある。

さらに、地形上のリニアメントに沿って、温泉が分布する場合がある。鳥取県内の主な温泉について、泉源を規制している断層系の報告がなされている（鳥取県，1972）。第6図にその代表例として、羽合温泉（最近まで浅津温泉とよばれていた）周辺の基盤を切る断層系を示した。そこで、鳥取県内の地形上のリニアメントの検討の際に、泉源付近の断層を参考にした。

上記の検討の結果を、第4図Bに示した。泉源資料や地球物理的資料がほとんど手に入らなかった島根県と兵庫県北部域では、地形上のリニアメントによる直線の構造要素についての検討は、ほとんどできなかった。ただ、島根県東部に南北性の、同中部に東西性のリニアメントがそれぞれ顕著にあらわしている。これらが直線の構造要素のあらわれであるかどうかは不明であるが、とくに規模の大きいものを一応図示した（第4図B）。



第6図 鳥取県羽合温泉付近の基盤の花崗岩の上
限の深さを示す構造図（鳥取県，1972）。

1：基等深等高線，2：断層，3：泉源

鳥取県内においては、地形上のリニアメントから、東北東—西南西および南北—北北東—南南西方向の断裂系が推定される。これらの断裂系の一部には、グリーンタフ変動期に形成されたものが、鳥弧変動期に再活動し、その規模をより大きくしたと考えられるものがある。一般に、東北東—西南西方向の断裂系の方が良い連続性を示している。

考 察

1. 断裂系の方向性について

山陰地域でグリーンタフ変動期に形成された断裂系において、一般に、北東—南西～北北東—南南西方向のものが全域的にみられる。しかし、大江高山付近を境にして、その方向性を若干変化させている。すなわち、大江高山以西においては、北東—南西と北西—南東～西北西—東南東方向の断裂系が優勢である（第4図A）。

他方、大江高山以東では、南北性と東北東—西南西の断裂系が顕著にあらわれている。そして、東北東—西南西の断裂系の連続性は一般的に良く、これらと高角で斜交するものの連続性は乏しい。

また、大江高山付近での地質構造の方向性の転換は、日本海海底の地質構造においてもみられる。すなわち、島根県地質図（島根県地質図編集委員会，1982）によると、大江高山の北西方向の沖において、基盤の構造

を反映していると考えられる等重力線の方向と、中新統の背斜褶曲軸の方向とが、海岸線の延びの方向と調和するように変化している(第4図A)。さらに、南(1979)による島根半島以西の日本海海底の中新統の褶曲軸の配列も、同じく、大江高山北西沖で同様の変化を示している。

さらに、前に述べた瀨見閃緑岩類貫入帯の延長方向の日本海海底においても、地質構造の変化がみられる。すなわち、瀨見閃緑岩類貫入帯を北西方向に延長すれば、日本海海底において基盤を切る断層へと連続し、さらに北西沖では褶曲軸が湾曲する部分へと達する(田中, 1979)。

つぎに、島弧変動期に形成された断裂系についてみると、それらのほとんどは直線的に表現される。これらの方向性は多様であるが、優勢なものは二つに大別される。その一つは、一般的な島弧の軸方向にほぼ平行するものであり、他の一つは、軸方向と高角度で交叉する方向を示すものである。前者は連続性に富み、かつ規模が大きいものに対して、後者は一般に連続性に乏しい(第4図B)。

島弧変動期に形成された断裂系について、最もよく吟味されている鳥取県地域を中心として、以下に考察する。

先に述べた島弧の軸方向にほぼ平行な直線の構造要素についてみると、約100 kmの間隔で方向が変化する傾向が指摘される。たとえば、兵庫県北部域と鳥取県中～東部域を比較すると、前者の地域にはほぼ北東～南西方向を示す断裂系が優勢である。それに対して、後者の地域では東北東～西南西の方向を示す場合が多い。両地域の境界部には、西黒沢期にその原形が形成された構造的な弱帯、すなわち、瀨見閃緑岩類貫入帯が存在する。同じく、島弧の軸方向にほぼ平行な直線の構造要素の方向性の若干のちがいが、鳥取県西部域と島根県東部域、島根県中部域と同西部域との間でそれぞれ認められる。とくに、島根県中部域と同西部域との境界部は、大江高山付近に設定される。

直線の構造要素の方向性が転換する部分については、鳥取県と兵庫県との県境付近に発達する瀨見閃緑岩類貫入帯が最もよく調査されている。この帯は、後期中新世での深成岩～半深成岩類の活動の場であったばかりでなく、鮮新世以降、とりわけ第四紀火山の活動の場をも提供している。先に述べたように、その原形は西黒沢期に形成されているが、グリーンタフ変動期を経て島弧変動期にいたってより活動的になり、基盤の

隆起部をなしていると考えられる。

島弧変動期に形成された断裂系は、すでに述べたように、島弧の軸方向に平行な断裂系と、これと高角度で交わる断裂系とに分けられる。さらに、直線の構造要素の方向に関する転換部とが組合わさって、基盤がブロック化していることが予想される。このようにみると、島弧変動期に形成された断裂系は、グリーンタフ変動期の断裂の再活動によるものも認められるが、基本的には沈降と隆起を伴う基盤のブロック化によって形成されたと考えられる。なお、中国準平原をもたらした中国山地の隆起とその後の断層運動を伴った地殻変動(多井, 1975)も、島弧変動期の基盤のブロック化を意味するのであろう。

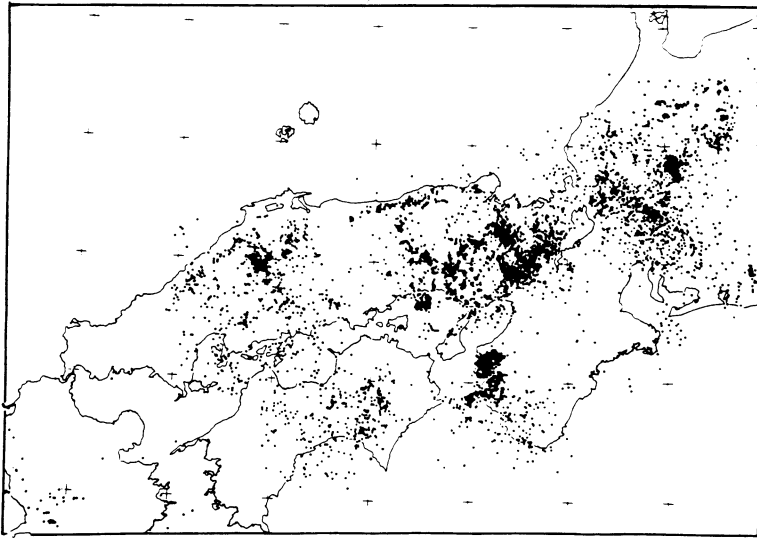
一般的に概観すれば、島弧変動期において、内陸部の基盤の隆起ブロック内に比較的小規模の堆積盆地が、海域の沈降ブロック内に規模の大きな堆積盆地が、それぞれ形成されているようである。

2. 震央分布との関連

第4図の断裂系分布図上に、歴史時代から1978年までに山陰地域で発生した被害地震の震央(活断層研究会, 1980)を示した。これらの地震は、M5.0～7.4の規模をもち、その震源の深さはほとんど30 km以浅である。

第4図からわかるように、ほとんどの被害地震の震央は、グリーンタフ変動期と島弧変動期に形成された断裂上に発生している。これらの断裂系は、基盤のブロックの境を示すことから、被害地震はブロックの境で発生しているといえる。鈴木・関口(1974)は、東北日本西部において、地殻のみならず上部マントルにまで達するブロックの境界部で浅～中発地震が発生していることを示している。しかし、本論文では中発地震の震源分布については検討していないため、山陰地域の基盤ブロックの境が上部マントルまで達しているかどうかは今後の課題として残されている。

つぎに、松村・尾池(1973)がまとめた全国の微小地震の震央分布(第7図)をみると、山陰地域での微小地震の震央分布は、全体的に内陸部の先新第三系分布地域に偏る傾向を示している。日本海沿岸部において、微小地震はグリーンタフ層分布地域内にはほとんど分布せずに、その縁辺部に沿っての分布を示している。同じく、1961年から1973年にかけて鳥取微小地震観測網で求められた近畿北部～中国東部における微小地震の震央分布(岸本, 1979)も、基本的にはグリーンタフ層分布地域の縁辺に沿っての分布を示してい



第7図 西南日本における微小地震の震央分布（松村・尾池，1973）。

る。さらに、本論文で明らかにされた鳥取県西～中部の東北東～西南西方向の大きな断裂を境にして、微小地震の震央分布は日本海側で著しく少くなる。

被害地震と微小地震のそれぞれの震央分布と断裂系との関連から、島弧の隆起に伴ってグリーンタフ変動期に形成された断裂系のうち、隆起帯内のものの一部は現在も活動していると考えられる。この考えは、三梨ほか（1983）が、三瓶地震の前後にみられた水準点変動の解析から、出雲湾入部における台島階堆積盆地の縁を境にして両側のブロックが相対的に逆方向に動いたと報告していることから支持される。他方、震央分布からみると、沈降域である日本海域においては、基盤ブロックの動きは少ないようである。

ま と め

島根県西縁から兵庫県北部にかけての山陰地域において、グリーンタフ変動期と島弧変動期の各おのの時期に形成された断裂系をそれぞれ検討した。

山陰地域においては、グリーンタフ地域あるいは非グリーンタフ地域（第一瀬戸内地域）を問わず、グリーンタフ変動期の堆積盆地のほとんどは、陥没によって形成されたと考えられる。そこで、グリーンタフ変動期の断裂系については、陥没運動時に生じた基盤中の断裂を中心に求めた（第4図A）。これらの断裂系のほとんどは、台島期と西黒沢期に形成されたが、島根県東部域には下部船川期に形成された断裂が若干み

られる。

グリーンタフ変動期の断裂の方向性は、大江高山付近を境にして、転換を示している。さらに、グリーンタフ変動期の地質構造の方向性の転換は、大江高山の北西沖の日本海海底まで連続するようである。

島弧変動期の断裂系については、断裂系について最もよく解析された鳥取県を中心に考察した。

島弧変動期の断裂系は、大きく二つに分けられる。一つは、全般的な島弧の軸方向に平行する断裂系、他の一つは、軸方向と高角度で交叉する方向を示すものである。一般に、後者に比べて、前者は連続性に富み、かつ規模が大きい。

さらに、断裂系も含めて、島弧の軸方向に平行な直線的構造要素は、瀨見閃緑岩類貫入帯を境にして、その方向性を転換させている。瀨見閃緑岩類貫入帯は、グリーンタフ変動期には構造的な弱帯であったが、島弧変動期、とくに第四紀には活動的な隆起帯となった。そして、島弧の軸方向に平行な断裂系、軸方向と高角度で交叉する方向の断裂系、および直線的構造要素の転換部とが組合わさって、基盤は大きなブロックに区分されている。

島弧変動期において、グリーンタフ変動期に形成された断裂の一部は再活動し、より大きな規模になっている。さらに、被害地震と微小地震の震央分布から、グリーンタフ変動期に形成された断裂の一部は、現在においても活動していると考えられる。

大きくみれば、山陰地域は脊梁山地を中心に、中新世末ないし鮮新世以降隆起しており、これに伴って基盤はブロック化した。隆起の軸、すなわち島弧の軸はいくつかの転換部でその方向性を変化させている。湖見閃緑岩類貫入帯でみられるように、この転換部はグリーンタフ変動期に構造的弱帯として原形が形成され、島弧変動期に基盤隆起帯として活動しているが、この要因を明らかにすることは、今後の課題として残されている。

文 献

- 赤木三郎, 1971: 山陰地方の湖沼および湖沼堆積物。第四紀, No. 16, 107—116.
- 藤田 崇, 1972: 人形峠近傍の三朝層群の火山層序—三朝層群の研究, その1—。地質雑, 78, 13—28.
- , 松本徳夫, 島津光夫, 弘原海 清, 1978: 西南日本およびフォッサ・マグナ地域の第三系火山層序。池辺展生教授記念論文集, 121—133.
- 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(演旨)。地質雑, 73, p. 106.
- , 1970: 北西太平洋の島弧周辺における造構運動のタイプとそれらの相関性。島弧と海洋, 東海大出版会, 1—30.
- , 1972: グリーンタフ変動と地向斜の発生—発展期の法則。伊豆半島, 東海大出版会, 13—34.
- , 1981: 島弧変動の体系。島弧変動に関する総合研究報告「島弧変動」, No. 3, 1—58.
- 萩山原団体研究グループ, 1975: 岡山県萩山原の第四系, (1)。地球科学, 29, 153—160.
- 池辺展生, 弘原海 清, 松本 隆, 1965: 北但馬・奥丹後地域の第三系火山層序。日本地質学会72年年会見学案内書, 1—22.
- 活断層研究会, 1980: 日本の活断層—分布図と資料。東京大出版会, p. 363.
- 岸本北方, 1979: 鳥取微小地震観測網で得られた1978年6月4日三瓶山地震の性質について。自然災害特別研究「島根県東部地震活動の臨時調査報告」, 10—14.
- 松田高明, 1971: 大田湾入部グリーン・タフ最下部層について。島根大学文学部地質学卒業論文(手記)。
- , 1979: 山陰中央部・第三系中部のフィッシュン・トラック年代。日本地質学会第86年大会演旨, 132.
- 松本 隆, 弘原海 清, 1959: 北但馬地域の新生代構造発達史—近畿西北部新生界の研究(その2)—。地質雑, 65, 117—127.
- 松村一男, 尾池和夫, 1973: 日本列島のマイクロサイスミシティ。京大防災研究所年報, No. 16B, 77—87.
- 三位秀夫, 吉谷昭彦, 1972: 島根県下のグリーン・タフ盆地の構造。三位秀夫博士遺稿・論文選集, 7—16.
- 南 明, 1979: 山陰・対馬沖の堆積盆地の分布と性格。石油技協誌, 44, 89—96.
- 三梨 昂, 山内靖喜, 小室裕明, 寺見保正, 藤井伸治, 今村哲己, 1983: 山陰地方における測地的地殻変動と新第三紀以降の構造運動との関連についての試論。島根大地質研報, No. 2, 3—14.
- 西村和夫, 1982: 鳥取市砂見地区にみられる熱水性粘土鉱床。鳥取大学教育学部地質学卒業論文(手記)。
- 岡田篤正, 安藤雅孝, 佃 為成, 1981: 鹿野断層の発掘調査とその地形・地質・地震学的考察。京大防災研究所年報, No. 24B—1, 105—126.
- 山陰グリーン・タフ団体研究グループ, 1973: グリーン・タフ積成盆の発生期にまつわる二、三の問題。地質学論集, No. 9, 107—122.
- , 1979: 松江南方の下部および中部中新統の陥没盆地。同上, No. 16, 33—53.
- 沢田順弘, 1978: 島根県出雲市南方地域の地質。地質雑, 84, 111—130.
- 島根県地質図編集委員会, 1982: 島根県地質図(20万分の1)。
- 城近建夫, 1982: 高窪地域における陥没盆地の地質。島根大学理学部地質学卒業論文(手記)。
- 鈴木尉元, 関口静嘉, 1974: 東北西南部の深部地質構造について。地質調査所報告, No. 250, 93—115.
- 多井義郎, 1975: 中新世古地理からみた中国山地の準平原問題。地学雑誌, 84, 23—29.
- 田中 隆, 1979: 北陸・山陰沖の堆積盆地の分布と性格。石油技協誌, 44, 76—88.
- 鳥山雅史, 1982: 出雲市南方の第三系湾入構造の形成機構について。島根大学理学部地質学卒業論文(手記)。
- 鳥取県, 1972: 「鳥取県温泉総覧」, p. 251.
- 角田史雄, 堀口万吉, 1981: 関東地方における大地震と小地震の震度分布の比較—埼玉県を例にして—。地質学論集, No. 20, 21—45.

- 通産省, 1970: 広域調査報告書, 「北島根地域」昭和43年度, p. 44.
- 津屋弘達, 1944: 鹿野・吉岡断層とその付近の地質, 東京大学地震研究所彙報, 22, 1-32.
- 上村不二雄, 坂本 亨, 山田直利, 1979: 若桜地域の地質, 地質調査所.
- 山内靖喜, 山本洋一郎, 内田澄夫, 1979: 島根半島東部の中新統の層序と構造, 日本地質学会第86年大会演旨, 133.
- , 吉谷昭彦, 1981: グリーンタフ堆積盆地発展期の構造運動—島根県東部を例にして—, 地質雑, 87, 711-724.
- 吉谷昭彦, 1977: 北但層群最下部層についての最近の知見, 鳥取大教育学部研究報告(自然科学), 27, 83-87.
- , 1982: 山陰東部地域の中新世末~鮮新世の堆積盆地の形成と造構運動, 地団研専報, No. 24, 279-286.
- , 浜中 博, 谷口計郎, 1975: 鳥取県東部地域の下部中新統積成盆について, 鳥取大学教育学部研究報告(自然科学), 26, 1-6.
- , 井上多津男, 1980: 松江市南方の新第三系, 日本地質学会第87年総会・年会見学旅行案内書第3班, p. 41.
- , 山内靖喜, 1981: 堆積盆地の周縁にみとめられる盆地発生期の構造, 鳥取大教育学部研究報告(自然科学), 30, 85-95.
- , ———, 1982: 西南日本内帯の西黒沢期堆積盆地の発生と発展過程, 日本地質学会第89年学術大会討論会資料「西黒沢期に関する諸問題」, 20-24.
- , ———, 小坂哲朗, 大西郁夫, 1976: 島根地域を中心とした新第三紀・第四紀火山活動, 地球科学, 30, 95-101.
- , 芳沢淳宏, 1978: 鳥取県中部地域に発達する新第三系, 鳥取大教育学部研究報告(自然科学), 28, 21-32.