

愛媛県新居浜市西方の丘陵の地質、  
特に和泉層群中に発達する膝折り曲げ褶曲について

高橋 治郎

(愛媛大学教育学部理科教育研究室)

(昭和62年10月8日受理)

ON THE GEOLOGY OF HILLS TO THE WEST OF NIHHAMA CITY,  
EHIME PREFECTURE, WITH SPECIAL REFERENCE TO KNEE  
FOLDS IN CRETACEOUS SEDIMENTS

Jiro TAKAHASHI

*Science Education Laboratory, Faculty of Education, Ehime University, Matsuyama, Ehime, 790 Japan*

(Received October 8, 1987)

This paper discusses the origin of knee folds in Izumi Group sediments and outlines the geology of hills to the west of Niihama City, Ehime Prefecture.

The area consists of hills generally ranging in altitude from 40 to 200 meters which are composed of latest Cretaceous marine sediments.

Izumi Group consists mainly of alternating sandstone and mudstone with intercalations of conglomerate and tuff. The strata strike E-W and dip S. In places they are overturned.

The Izumi Group sediments are in fault contact with the Ryoke Granites NE of Saijo City.

In this area they have been deformed into knee folds as a result of gravity sliding. The age of folding is inferred to be late Eocene when uplift of the Ryoke belt to the north of the Median Tectonic Line that was associated with the development of the Kuma sedimentary basin across the trace of the Median Tectonic Line.

At this time, the Myojin Formation of the Kuma Group was rapidly deposited from north to south and consists mainly of sandstone conglomerate derived from the Izumi Group sediments.

Movement from north to south of the knee folds during uplift is considered to belong to the episode of deformation along the Median Tectonic Line referred to as the Tobe thrust phase.

1. はじめに

本調査地域は、瀬戸内海沿岸に面した愛媛県新居浜市西部から西条市東部に連なる標高200

m程の丘陵である。地質学的には領家帯に位置し、主として最上部白亜系和泉層群が分布する。西条市の最北東端で和泉層群と領家花崗岩類が断層関係で接する。

和泉層群は、紀伊半島から四国にかけて中央構造線の北側に狭長に分布するが、本層群の南北の幅は阿讃山脈で約12km、松山市付近で約14kmであるのに対し、本調査地域においては約5kmと最も狭くなっている。一方、中央構造線の南側に位置する三波川帯の南北幅は他地域に比べて一番広がっている。

本地域の地質については、経済企画庁(1967)<sup>1)</sup>、稲見(1975, 1978)<sup>2)</sup>、愛媛県(1977)<sup>3)</sup>の研究がある。

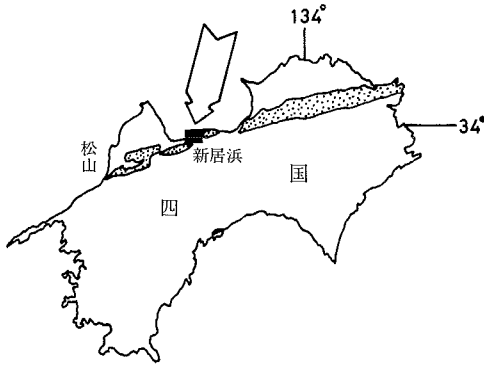


図-1 調査位置図

本調査地域は最近、ゴルフ場や宅地の造成さらにバイパス道路の建設に伴ない地質構造を観察研究するための好露頭が多数出現した。しかし露頭は次々と改変され、最終的にはモルタルが吹き付けられるなどして消失しつつある。

筆者は、西南日本における白亜紀末から第三紀始新世へかけての地殻変動を研究中であるが、その一環として本地域の和泉層群の主として地質構造について研究をおこない、2, 3の知見を得たのでここに報告する。

本研究をおこなうにあたり、岩石鑑定については愛媛大学教育学部佐藤次教授から、また、層序や堆積構造については理学部松尾秀邦教授、教養部鹿島愛彦教授から御教示をいただいた。心からお礼申し上げます。

なお、本研究の費用の一部に文部省科学研究費補助金(課題番号61540573, 代表者松尾秀邦)を使用した。

## 2. 地 質

本調査地域は領家帯南部に位置し、南方約2.5kmを東北東-西南西方向に中央構造線が、また中央構造線に平行に本構造線の北1.5kmを岸の下断層がよぎる。本地域の基盤は領家花崗岩類で、西条市の最北東端部にわずかに分布している。丘陵は主に最上部白亜系和泉層群より成るが、JR中萩駅の東方約300mの位置にある小丘陵には、和泉層群をおおってくさり礫を含む礫層が分布している(図-2)。

### 1) 領家花崗岩類

領家花崗岩類は、西条市の最北東端部の仏崎(現在は住友金属鉱山東予工場内南端)にわずかに分布するにすぎない。分布する岩石は、細粒優白質アプライト質両雲母花崗岩で、文象構造がわずかに発達する。

本岩石と和泉層群との関係は、現在ではモルタルが吹き付けられており直接観察することができないが、稲見(1975)<sup>2)</sup>は本岩石と和泉層群の泥岩とが断層関係で接していると報告している。

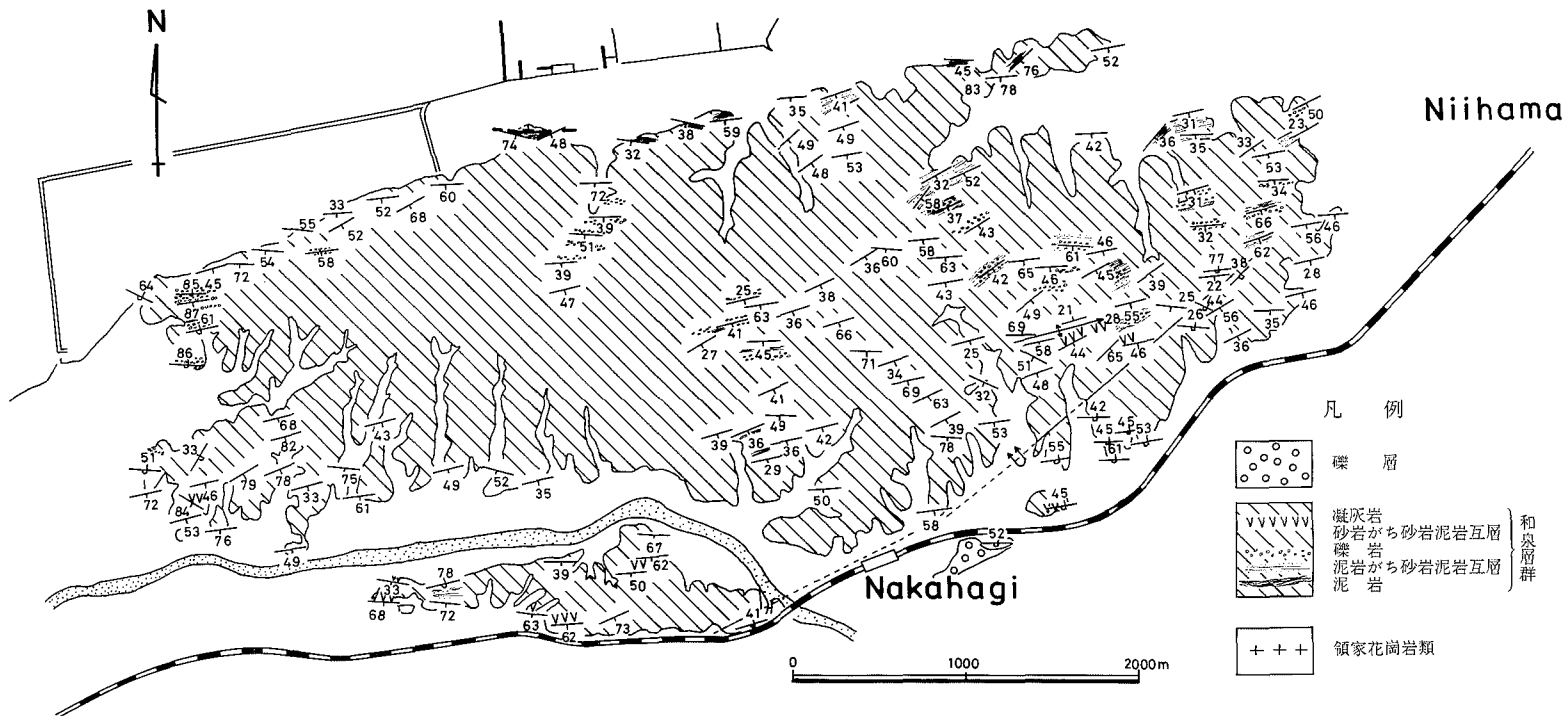


図-2 地質図

## 2) 和泉層群

和泉層群は主として砂岩と泥岩の互層より成り、礫岩層や凝灰岩層を挟在する。本地域では基底礫岩は観察されず、上述したように領家花崗岩類と断層関係で接する泥岩が最下部に発達し、上方に粗粒化してゆき礫岩層となる。さらにこれより上部は、砂岩がち砂岩泥岩互層が主体で泥岩層や泥岩がち砂岩泥岩互層を挟み、さらに上位に凝灰岩層を数層準に挟在する。またスランプ構造も発達する。

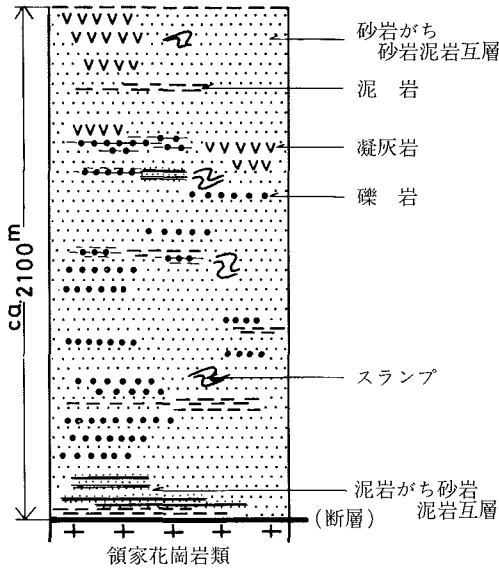


図-3 和泉層群の模式柱状図

和泉層群は、ほぼ東西走向で、一部地層が逆転して北傾斜を示す地域もあるが大局的には南傾斜である。

### a. 砂岩

砂岩は新鮮なものは灰色～灰緑色を、風化したものは黄土色を呈す。粗粒～中粒で層厚は数cm～1.5m、まれに4m以上の塊状のものも観察される(図版Ⅰの1, 2, 図版Ⅱの1～4など)。また、直径数cm(1cm前後のものが多い)の円礫を散在するもの、下層を侵食し泥岩や砂岩の偽礫を含むもの(図-4の上)もある。級化層理が明瞭に発達する砂岩が多いが、砂岩と泥岩とはシャープな境界面で接し、砂岩から泥岩へと一連に粒度変化するものはきわめてまれである。

砂岩層の中には、V字型やU字型に側方尖滅するもの(図-5, 図版Ⅰの1, 2)がある。

これらは堆積時あるいは堆積直後の泥岩を潤滑剤とする層面すべりによって形成されたものと推定される。

調査地域東部(滝の宮公園の西方800mの沢)で、幅1～10cm、長さ1mの炭化した木片を含む砂岩層を観察した。

### b. 泥岩

泥岩は黒色～黒灰色を呈し、風化したものは灰白色となる。層厚は数mm～60cm、まれに1m～4mさらには直径数cmの円礫を散在する厚さ10mの泥岩層も観察される。本調査地和泉層群最下部の泥岩層は地質図には厚く図示されるが、泥岩中に砂岩層の薄いレンズやスランプボールを挟んでおり、泥岩層だけから成る厚

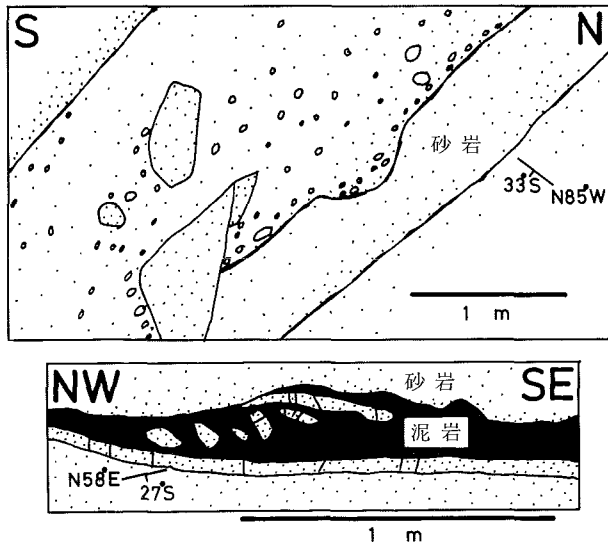


図-4 下位層を侵食し偽礫を含む砂岩層(上), スランプ層(下)  
(共にJR中萩駅の北北西1,600m)

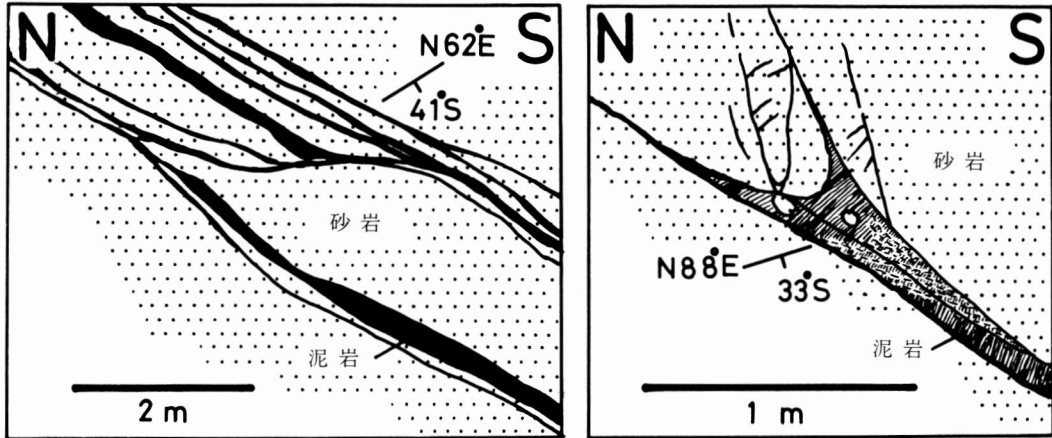


図-5 泥岩を潤滑剤とする層面すべり(左：J R 中萩駅の北北西1,100 m, 右：同駅の北北西1,600 m)

層というものではない。このように泥岩の卓越する層準には砂岩より成るスランプボールがよく発達し，スランプ層であることの判定が容易である（図-4の下，図版Iの4）。また，砂岩の薄層を挟在する泥岩卓越層が厚い砂岩層と接する境界面ですべり，一見平行不整合関係と見まちがうような露頭もある（図-6）。

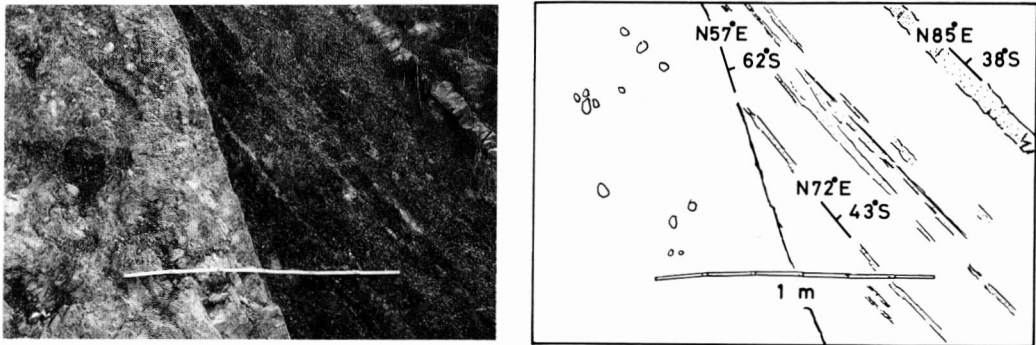


図-6 含礫砂岩層と接する砂岩の薄層を挟在する泥岩卓越層  
(岸の下-星越県道の峠から800 m 東南東)

大部分の泥岩には長径1~2 cmのレンズ状の割れ目が発達するか膨縮したり流動，あるいは層面に平行な剪断面が発達しており，きわめて脆弱である。したがって何の手だてもされていない切り取り部では，泥岩層の部分が雨水によって容易に侵食され凹んでいる（図版Ⅲの1~5）。

### c. 礫岩

直径30cm以下；主として数cmの礫より成り，層厚が1~3 mのいわゆる層間礫岩である。礫種は花崗~石英斑岩が多く，チャート様岩やホルンフェルスもある。基質は砂岩と泥岩の場合とがある。円磨度は高く，級化層理の発達するものが多い。砂岩層の上に平滑な面で礫岩層が重なっている場合もある（図版Iの2）。

### d. 凝灰岩

凝灰岩はガラス質で灰色～灰白色を呈し、風化が進んだものは白色を呈す。層厚は2 cm～1.5 mである。葉理の発達する細粒な、いわゆる層灰岩と名付けてよいようなものもある。凝灰岩は和泉層群を構成する岩石中最も堅硬であるが、層面に直交する節理が発達しブロック状に割れやすい（図版Ⅰの3）。

露頭がかぎられるので凝灰岩の追跡はできていない。

### 3) 礫 層

本礫層はJR中萩駅の東方300 mにある小丘陵（最大標高72.1 m）に分布する。丘陵北東部で和泉層群を不整合におおい、下位には和泉層群由来の砂岩の大礫を含み、上位に向かって三波川変成岩類由来の結晶片岩類の中礫以下のものが多くなり、大部分がくさり礫化し、全体が黄褐色を呈している。

## 3. 地 質 構 造

本章では和泉層群の地質構造について述べる。

### 1) 褶 曲

愛媛県松山市周辺地域の和泉層群中には、さまざまな成因によって形成された次のような褶曲構造が発達している（高橋，1987）。

- ①和泉層群の分布方向にほぼ平行な軸をもつ、一大向斜構造
- ②この向斜の南翼部に発達する半波長400～800 mの正立褶曲群
- ③同じく南翼部の中央構造線近傍に発達する半波長700～1,000 mのエシェロン状に配列した褶曲群
- ④膝折り曲げ褶曲 (knee fold)
- ⑤引きずり褶曲 (drag, parasitic fold)
- ⑥スランプ褶曲
- ⑦クリープによる転倒褶曲

これらの褶曲構造の大部分のものはどこの和泉層群中にも発達している。たとえば、図版Ⅱの2や図版Ⅲの4、5の引きずり褶曲、図版Ⅰの4のスランプ褶曲、図版Ⅱの4のクリープによる転倒褶曲が本調査地域においても観察される。また、本論文で考察する膝折り曲げ褶曲 (knee fold, WHITTEN, 1966) も数ヶ所で観察される。しかし、本地域には和泉層群を特徴付ける一大向斜構造や上述の②や③に相当する半波長数百メートルのスケールの褶曲は発達しない。

膝折り曲げ褶曲は、図版に示したように膝を折り曲げた様相を呈する転倒褶曲で、成因的には重力滑動によって形成された褶曲である。重力滑動による成因とは言え、スランプ褶曲とは区別されるものである。

膝折り曲げ褶曲は、本調査地域の南部にかぎって発達する。前述したように和泉層群の一般的な傾斜は南傾斜であるが、その傾斜が急傾斜となり次いで北傾斜となる所にはかならず膝折り曲げ褶曲が発達している。北傾斜の部分を砂岩層の級化層理から上下判定しても地層は明らかに逆転している。本地域最大の膝折り曲げ褶曲は、調査地南東部に発達するもので、JR中

萩駅付近を通り北東－南西方向へ約4 kmにわたって追跡される。その褶曲軸部が図版Ⅲの3である。この北方500 m付近と800 m付近にも図版Ⅱの1や2に示されるような小規模な膝折り曲げ褶曲が発達する。これらの背斜軸はそれぞれ $N70^{\circ}E \cdot 28^{\circ}$ ， $N55^{\circ}E \cdot 18^{\circ}$ へプランジする。

調査地南西部，西条市池の内（JR中萩駅の西方約1.5 km）のバイパス道路建設現場の切り取り部では，それまでの南傾斜の和泉層群が北傾斜に変わり，そして再び南傾斜へと変化する様子を観察することができる（図版Ⅲの1）。この膝折り曲げ褶曲の露頭においても全体が剪断されているが，特に泥岩の剪断されている程度が大きく，そのため雨水によって容易に侵食され凹んでいる（図版Ⅲの2）。

## 2) 断 層

本地域には地質図に図示されるような大きな断層は見い出されなかった。小断層としては， $N18^{\circ}E \cdot 68^{\circ}N$ ， $N22^{\circ}E \cdot 63^{\circ}S$ ， $N38^{\circ}E \cdot 52^{\circ}S$ ， $N59^{\circ}E \cdot 61^{\circ}N$ ， $N62^{\circ}E \cdot 73^{\circ}N$ ， $N88^{\circ}E \cdot 63^{\circ}N$ ， $N20^{\circ}W \cdot 88^{\circ}S$ ， $N68^{\circ}W \cdot 85^{\circ}N$ の走向・傾斜を有するものを観察した。

## 4. 考 察

和泉層群の堆積物中には，同時侵食による下位層の未固結～半固結堆積物の取り込み，いわゆる偽礫を内在したり，スランプ構造を有するものなどがある。これらは乱泥流あるいは不安定地での重力滑動によって形成されたものと推定される。

一方，明らかに固結後の重力滑動によって形成されたと考えられる褶曲構造もある。これらの一つに膝折り曲げ褶曲がある。この膝折り曲げ褶曲は剪断面などの割れ目を多数有することにより，流動的な変形様式を示すスランプ褶曲とは区別される。松山市東方に発達する膝折り曲げ褶曲（高橋，1986では転倒褶曲）は，軸跡が北東－南西方向で，2－4 km追跡することができ，その前面南側に軸跡に平行な谷が発達し，ここに断層が推定されている。地質図に示した本地域の膝折り曲げ褶曲も同様な方位に追跡される軸跡と長さをもっている。また，軸跡に平行な谷地形や山裾がJR中萩駅付近に発達する。一方，西条市池の内のバイパス道路建設現場では，膝折り曲げ褶曲が断層に切られることなく向斜を形成し，再び南傾斜となる様子が一連に観察できる。

ただし，この膝折り曲げ褶曲は，地形には約500 mにわたって表現されているが，側方へは追跡されていない。

膝折り曲げ褶曲の発達する地域は，現在確認しているかぎりでは中・上部始新統久万層群（永井，1972，高橋，1986）の分布地域の北側，すなわち松山市から新居浜市西部の地域に限られ，さらには中央構造線の低部衝上（北から南への衝上）活動域に一致している。したがって，筆者はこれらの膝折り曲げ褶曲は，中期始新世に中央構造線をまたぐように東西に広がる久万堆積盆が生じ，その後（後期始新世）の北側（内帯側）の上昇に伴う北高南低の地形配置による重力滑動によって形成されたものと解釈したい。そしてこの褶曲形成時に，和泉層群由来の多量の礫が南側の久万堆積盆に供給され，久万層群明神層として堆積したのであろう。

この一連の重力滑動により，和泉層群が南へ移動することによって，本層群中に膝折り曲げ褶曲や松山市周辺に発達する衝上断層が形成され，さらに中央構造線の上盤を構成する本層群が久万層群や三波川変成岩類上へ衝上し，最終的には重力的な安定をみた。これが中央構造線

砥部時階の活動であろう。砥部時階の活動が、和泉層群の重力滑動によるものと考えることによって、砥部衝上の上盤和泉層群側が強く破碎されているのに対し、下盤の久万層群や三波川変成岩類が何んら破碎されていないという野外事実も理解できる。

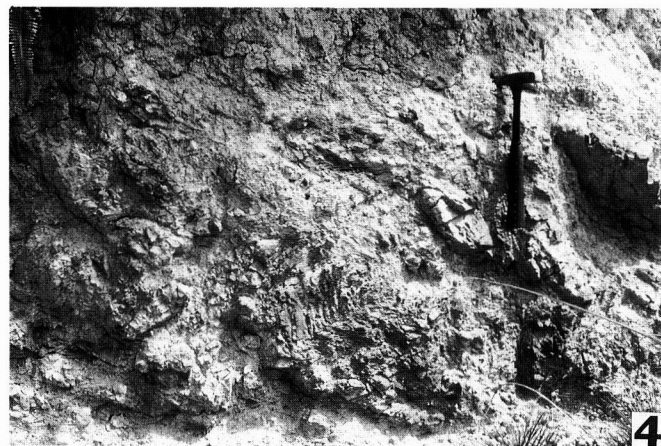
## 5. ま と め

愛媛県新居浜市西方の丘陵の地質、特に和泉層群中に発達する膝折り曲げ褶曲について述べた。膝折り曲げ褶曲は、松山市から新居浜市西部にかけての和泉層群中にのみ発達するものである。本褶曲は、中期始新世に形成された南の久万堆積盆側に向かって北側内帯の後期始新世の上昇に伴ない、和泉層群が重力滑動することによって形成されたものであろう。そしてこの和泉層群の北から南への移動のうち、中央構造線を利用したものが砥部衝上とされているものである。

## 文 献

- 1) 経済企画庁, 1967, 土地分類基本調査5万分の1「西条」, 表層地質図, 表層地質各論, p. 1~34.
- 2) 稲見馬治郎, 1975, 新居浜市附近の和泉層群の地質と構造について(概要報告). 郷土館報告, p. 1~44. 新居浜市立郷土館.
- 3) 稲見馬治郎, 1978, 新居浜の地質. pp. 119, 愛媛地学会.
- 4) 愛媛県, 1977, 土地分類基本調査5万分の1「新居浜」, 表層地質図, 同説明書, p. 20~32.
- 5) 高橋治郎, 1987, 和泉層群中の Knee fold. 日本地質学会第94年学術大会(大阪)講演要旨, p. 573.
- 6) WHITTEN, E. H. T., 1966, Structural Geology of Folded Rocks. pp. 678, RAND McNALLY & COMPANY, Chicago.
- 7) 高橋治郎, 1986, 愛媛県松山市周辺地域の“中央構造線”. 愛媛大教育学部紀要, 第III部, 自然科学, v. 6, p. 1~44.
- 8) 永井浩三, 1972, 四国, 始新統久万層群. 愛媛大紀要, 自然科学, D, v. 7, no. 1, p. 1~7.

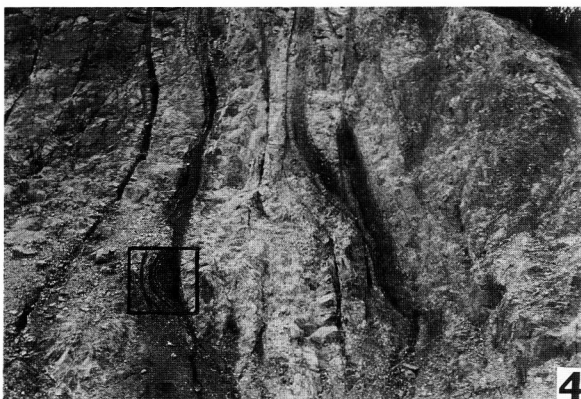
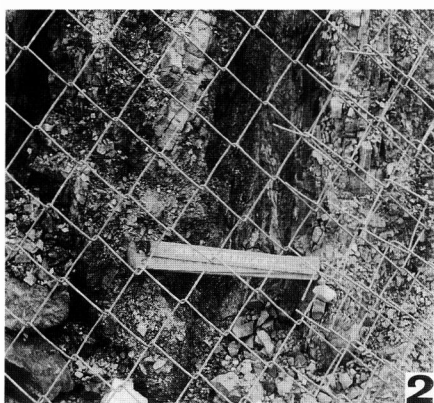




図版 I 1. 厚い砂岩層 (新居浜市岸の下一星越県道の峠200 m 東)  
2. 砂岩層とシャープな面で接する礫岩層 (岸の下一星越県道の峠400 m 南東)  
3. 凝灰岩 (西条市飯岡)  
4. スランプホール (岸の下一星越県道の峠300 m 北)



- 図版II
1. 膝折り曲げ褶曲 (ブランチ:  $N70^{\circ}E \cdot 28^{\circ}$ , (岸の下-星越県道の峠1,000 m南東, 旧林道)
  2. 膝折り曲げ褶曲 (ブランチ:  $N55^{\circ}E \cdot 18^{\circ}$ , (岸の下-星越県道の峠450 m南東)
  3. 引きずり褶曲 (岸の下-星越県道の峠950 m東)
  4. クリープによる転倒褶曲 (JR中萩駅1,300 m西)



図版Ⅲ 1. 膝折り曲げ褶曲（中央の木枠横3 m縦1 m，西条市池の内バイパス建設現場）  
2. 1の剪断された泥岩層（同上）  
3. 膝折り曲げ褶曲（J R中萩駅東北東1,500 m）  
4. 層面すべりおよび泥岩の流動（J R中萩駅1,300 m西）  
5. 引きずり褶曲（4の枠内の拡大）