九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

松山市東方地域の和泉層群の研究

原田，幹彦
九州大学理学部

https://doi.org/10.15017/4737381

出版情報：九州大学理学部研究報告．地質学之部．8 (2)，pp.137-156，1965-11-15．九州大学理学部
バージョン：
権利関係：

松山市東方地域の和泉層群の研究

原　田　幹　彦

The Izumi Group in the Kawauchi-Shigenobu Area to the East of Matsuyama

By

Mikihiko HARADA

(Abstract)

The lithological aspects of the Izumi group, the notes of general geology and the structural geology are described.

The elongated area of Northern Shikoku is covered by the marine clastic sediments, the upper Cretaceous Izumi Group, which is distributed along the Median Tectonic Line of the Southwest Japan. They consist of a large volume of clastics.

The stratigraphic succession of the Izumi Group in the investigated area is summarized as follows in ascending order.

Lower subgroup
- Formation A: conglomerates and sandstones
- Formation B: sandstones with thin shales
- Formation C: alternation of shales and sandstones

Middle subgroup
- Formation D: alternation of sandstones and shales lower part predominated sandstones
- Formation E: shales alternated with sandstones

Upper subgroup
- Formation F: chiefly-coarse grained sandstones, partly with sporadic gravels
- Formation G: alternation of sandstones and shales
- Formation H: conglomeratic sandstones

One subgroup shows one sedimentary cycle, the lower part of which is dominated by coarse-grained clastic rocks.

Various types of graded bedding are shown in Figs. 3 to 6 and Tables 1 to 7. The direction of the sedimentary transport is determined as being from northeast to southwest by the analysis of primary sedimentary structures. As a result of the comparison of the sedimentary environments, the main part of them are considered to be a kind of submarine fan.

1965 年7月23日受理。

I.　緒　　言

紀伊半島中部から四国北部の中央構造線に沿って分布する和泉層群は単調であり厚い地層群をなすため，その構造および堆積環境についてはなお不明な点を残しているが，多くの研究者により，しだいにその概要が明らかになってきた。筆者は 1961 年松本教授の指導下で松山市東方，川内町および重信町にわたる地域の和泉層群の地質学的研究を行ない，その後しばらく放置していたが昨年再び本地域を調査し若干の事実を追加した。従来の当地域の研究についての報告は主として松本 (1954) の The Cretaceous System in the Japanese Island および中川 (1958；1961) の研究がある。今回の報告は主として，岩相層序，地質構造について記述する。本地域は中央構造線が屈曲しており，また上部白亜系和泉層群の上部が第三系の久万層群，石鎚層群と接しており，また和泉層群の非常に厚い性格から，それぞれ地質構造上，層序学上，および堆積学上の問題を有している。化石の産出の不十分のため，層序的分帯はできなかったので，地層自身の観察を中心に堆積学的な問題として研究し，和泉層群の地質学的位置の解明に努力した。なお研究不十分であるが，主として堆積学的問題の初段階として論述し諸学兄の御批判を仰ぐしだいである。

研究にあたり始終多くの点で助力，御指導下さった九州大学松本教授に厚く感謝いたします。砂岩および野外の研究に御指導いただいた岡田博有博士，化石鑑定について小畠郁生博士，速水格博士，現地で直接お世話になった愛媛大学宮久三千年博士，石橋澄九州大学助手のかたがた，論文作成にあたり御意見を下さった勘米良助教授に厚くお礼申し上げます。また本論文中の挿図および地質図は城戸みさ子嬢に清書していただいたのでここに厚くお礼申し上げます。

II.　地　質　概　説

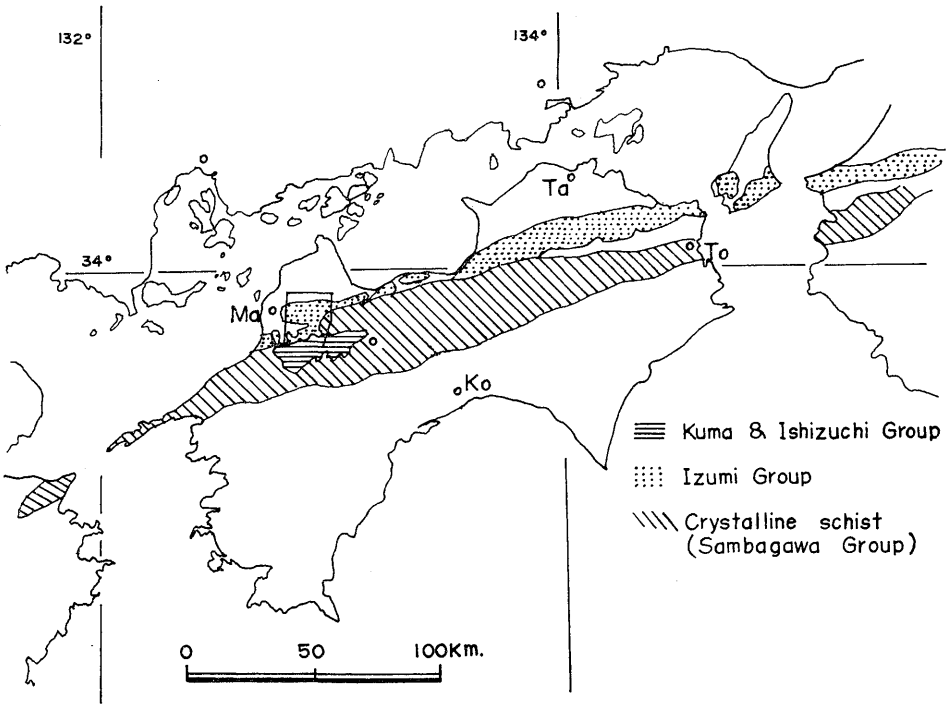
和泉層群に接する地質系統は，三波川結晶片岩，先和泉堆積岩類，第三系地層群と貫入岩類および第四紀堆積物である。

1．三波川結晶片岩類

当地質図中央部の東部に和泉層群に中央構造線にて接して分布し，主として緑色片岩からなり，赤鉄鉱石英片岩をはさむ。層序的に下部と考えられる南部に絹雲母石墨石英片岩が分布する。
構造は東西方向を主とする走向を有し，北へ傾斜するが，中山川にそう露頭では数回の褶曲がみとめられ，東西を向く線構造は，ゆるく西へ傾斜する。

2．先和泉層群堆積岩類

和泉層群の北方に不整合下にスレート，砂岩，チャート，千枚岩およびホルンヘルス，片岩類よりなる地層群が分布する。これらの一部はホルンヘルスが示すように北方に広く分布する花崗岩の熱変質を受けているものであるが，影響のみられない，凝灰質砂岩ないし黒色頁岩が存在する。砂岩は緑色味をおびることがあり，鏡下にては火山性石英の grain が顕著に観察される。チャートは少ないが，スレートおよび弱千枚岩類中に層状にみられ，厚さ数 m 以上に達する塊状のものはみられない。多くはホルンヘルス化した黒紫色を呈する千枚岩類であり，一部緑色をおびる岩石もある。変成鉱物は黒雲母の細粒結晶がみられる。黒滝北方でみられるごとく長石の斑晶を含む塩基性岩石の貫入がみられる。これの時代は不明である。北方の花崗閃緑岩は石英，長石，黒雲母の粗粒結晶よりなり，電気石がみられる。接触部において粗粒結晶がみられる。また西方の松山市北東地域では片岩がある。以上のように先和泉堆積岩類は種々の時代のものがあると予想される。



第1図　調査地域の位置 (Location of investigated area).
Ma: Matsuyama,　Ta: Takamatsu,　To: Tokushima,　Ko: Kochi

3. 第三系および火山岩類

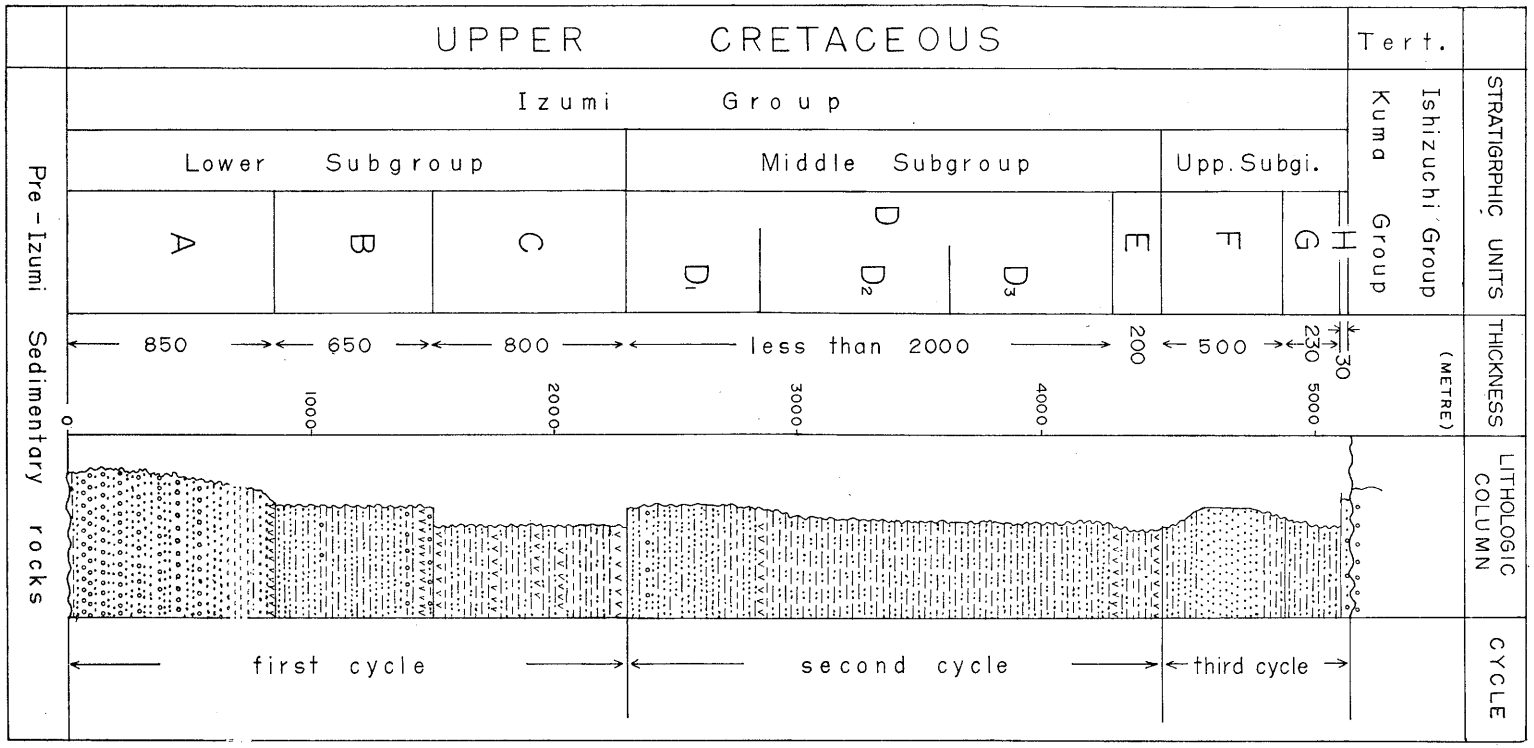
中央構造線の南側および一部は北側の和泉層群上に分布する第三系は永井 (1951) によって古第三系久万層群と新第三系石鎚層群に分離された。久万層群下部はいちじるしい礫岩よりなり，結晶片岩の巨大礫よりなるものが井内附近でよく観察される。上部は粗粒砂岩を主とするもので石英粒を多量に含む。結晶片岩礫層は淘汰と円磨が非常に悪い。当調査地域よりも西方において久万層群の一部が和泉層群を被っていることはすでに報告されており (永井，1956),筆者もいちおう認めた。石鎚層群は凝灰岩類および火山岩類を主とする岩層群であるが，当地域においては南東部に中央構造線を被って分布する。上に被さるものは斜方輝石安山岩，その下にみられる地層は凝灰岩類である。貫入岩類は主として中央構造線に沿った地域および第三系内および和泉層群内にみられ檜峠および高月附近に広く貫入するものは黒雲母安山岩であるが，構造線その他に貫入している脈岩の一部は白色を呈しており微細な長石類の結晶よりなる石英粗面岩質であり，他は輝石安山岩である。

4. 第四紀堆積物

川上町を中心とする山麓および平野部に堆積する。山麓堆積物は和泉層群の角礫を多く含む土砂である。段丘および扇状地堆積物は円礫を主として多く含む砂礫層である。これらの地層については研究は進んでいないが川上の附近の標高 230～250 m において粘土質層がみとめられる。重信川流域は山間のはげしい侵食のため堰堤に多くの砂礫がせきとめられ河原を形成しており侵食と運搬のはげしさを物語る。

III.　和　泉　層　群

和泉層群は紀伊半島から北四国の西まで連続するが，本調査地は，西四国の中央構造線の屈曲す



第2図　層序柱状図 (Stratigraphic column).

る地域にあたる（第1図参照）。北四国における和泉層群は中川（1961）の総括的研究にみるように岩相層序上3区分され，おのおのは堆積輪廻を代表する。当地域においてもほぼ3つの堆積輪廻を認めてもよいが，上部の第三の堆積輪廻は規模も小さく，内容も若干異なる。一堆積輪廻は一亜層群として取扱い礫岩あるいは砂岩を主とする地層群から始まり頁岩を主とする地層群に終わる堆積順序を基準とする。下部亜層群はA，B，Cの3累層よりなる。中部亜層群はD累層，E累層とする。D累層はさらに下部，中部，上部と区分できると考えられるが，そのおのおのの正確な規定にはなお研究を要する点がある。上部亜層群はF，G，H累層とする。以上の層序区分を概念的に表わすと第2図のようになる。なお松本（1954）はかつて4輪廻説をとっていたが，今では私の上記の区分法に同意している。

A 累層　　約 850 m

中川の黒滝互層に相当する。

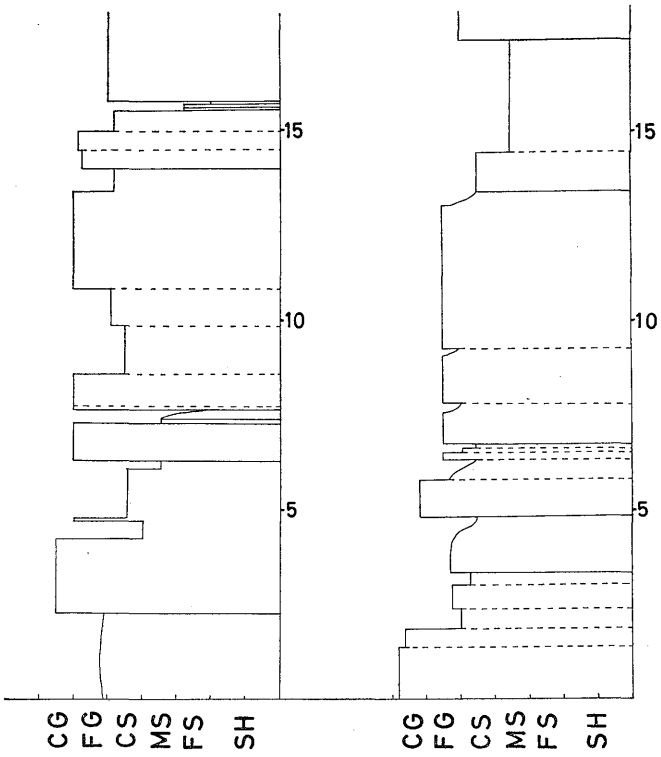
分布：岡，神子野，藤の内の北方で厚く発達し木地の北東地域では消滅する。幅 1.5 km～0 に変化する。黒滝谷川および陰地谷において模式的に発達する。

境界：下限は不整合に北部の先和泉岩類を被う。東部にゆくに従って地層が消滅するのは基盤岩類を漸時的に被覆したことによると考えられるが，断層もみられる。上限はB累層と岩層が漸移するので正確に分割することは困難であるが 2～3 m の凝灰岩ないし凝灰質砂岩で区切ることが適当である。ただし確認すべき露頭は少ない。

岩相：礫岩 60%～40% を占め，砂岩も優勢である。頁岩は全層の数%を示すにすぎない。砂礫質頁岩は数 m の厚さを示すものが 2～3 層みられる。それぞれの単層の厚さは数 m～10 数 m が普通である。礫岩は細礫を主とし，大礫は少ない。large cobble～boulder 級の礫は数層にみられるが多くは ill sorted の砂質頁岩に伴うか，あるいはその地層内に含まれている。また中位にみられる礫岩はしばしば偏平な cobble 礫を含むが，一般の礫の形状は roller～spheroid 形，sphericity は 0.7～0.9 である。砂岩の粒の性質は sphericity 0.5～0.7 が最も普通であるが細粒では 0.3～0.5 である。roundness は 0.1 附近である。細礫岩ないし粗粒砂岩は一単層内で上下に急激な変化がみられ数枚の層状部からなる。このような層は単層内で地層面にわずかに傾斜していたり，また横に消滅する。粗粒岩の地層がその頂部数 cm 内で急激に細粒岩に級化することがみられる。粒子の構成原岩は下部では基盤の先和泉変成岩の千枚岩，砂岩，頁岩，チャート，石英斑岩であるが上部にゆくにつれて花崗岩類の礫がわずかに混入し，粗粒砂岩ではしばしば淡緑色を呈するようになる。ただし，最下部でも緑色味をおびるものがある。これは圧砕をうけ緑泥石が生じているものと考えられる。一般に砂岩の顕微鏡による観察では，和泉層群全体でほぼ類似しておりA累層でも同様である。すなわち岩石片が多く，次いで石英長石が含まれる。岩石片は火山岩源の砂岩が多い。頁岩は黒色泥岩で粗粒物質を含む。A累層についての特徴的な級化と整層状態の例を第3図で示すが，ほとんどの地層は明瞭な級化はみられず厚い地層の連続である。

化石産出状態：黒滝北方，基盤のすぐ上に貝化石を含む砂岩層があり，淘沙が悪く pebble を含む。この層準は西に続き，多くの化石産地が知られている。分級がよく比較的粒がそろっており淡青色を呈する場合もあるが，この場合も pebble, cobble を含む。化石は集散して産する。

化石：*Apiotrigonia* sp.
Steimannella sp.
Glycymeris amakusaensis NAGAO



第3図　成層状態を示す図 ——A累層下部の一例 (Diagrams showing the mode of stratification——Examples in the lower part of Formation A).
scale of thickness in meters.
Lithologic symbols
SH : shale
FS : fine-grained sandstone
MS : medium-grained sandstone
CS : coarse-grained sandstone
FS : fine-grained conglomerate
CG : coarse-grained conglomerate

B 累層　　約 650 m

中川の木地互層に相当する。

分布：重信町岡の北側を重信川に沿って神子野，藤の内，木地の北側に連続して分布する。

境界：上限はC層の層灰岩の下面をもって区ぎり，最上部を分級の悪い砂岩質頁岩ないし礫質砂岩とする。大野谷川入口附近あるいは木地附近に模式的露頭あるいは木地附近を模式的地域とする。上限面より下位 20 m に約 2 m の凝灰岩が砂礫質頁岩層にはさまれてみられる。C層とは整合関係にある。

岩相：木地の東部では粗粒～細粒砂岩が 80～85% を占め，残りが頁岩と礫岩である。礫を含む未分級の砂質頁岩が数枚ある。この累層の特徴の1つとして東に中粒砂岩以上の粗粒岩層が卓越して，西部では細粒砂岩が多くなり厚さも大きくなることである。とくに中部で頁岩が多い。全体として分級が悪く泥まじりの黒色砂岩に富み，粗粒砂岩から細粒砂岩へ grading をなすときでも matrix を多く含む。頁岩中には worm tube がみられ木地の東方柳谷では砂岩層に挾まれる頁岩層中に *Inoceramus* sp. がしばしばみいだされる。堆積時の侵食はほとんど観察されないが，窓峠の西

800 m 附近の上部の砂岩層には幅 30 cm 長さ 100 cm に達する頁岩層の岩片を含む。下部において砂岩は淡緑色に富むものが多い。中上部においては泥質砂岩が増す。砂岩の構成成分はA累層とともに異なることはない。成層はA累層に比してよりうすくなり，リズミカルな堆積を示すと同時に級化の発達がいちじるしくなっている。cobble 級の礫岩あるいは礫質頁岩層が少なくとも三層準にみとめられる。地層の成層状態は第4図で例示する。

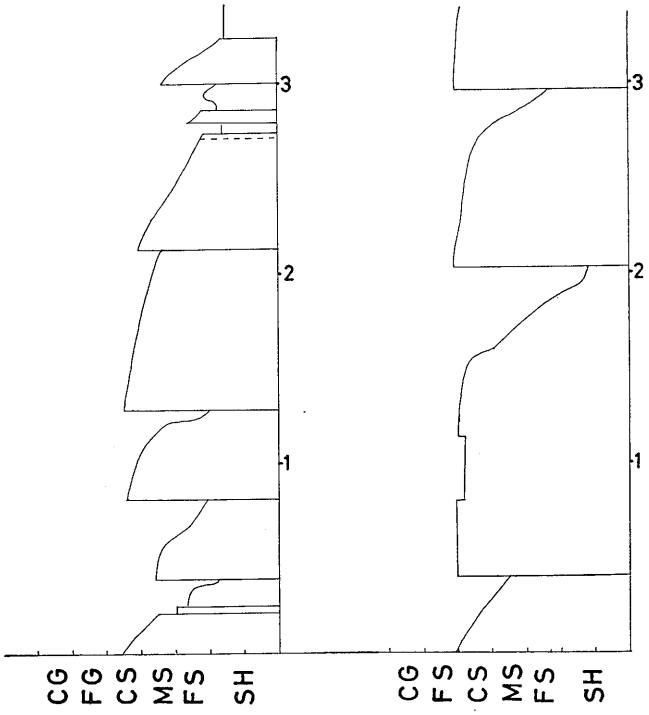
化石産出状態：砂岩層に挾まれる頁岩層中かまれに礫質頁岩中からみいだされる。

木地およびその東方から

Inoceramus schmidti MIACHEL

神　子　野

ammonite …… *Pachydiscus*? sp.



第4図　整層状態を示す図 ——B累層上部の一例 (Diagrams showing the mode of stratification——Examples in the lower part of Formation B).

C 累層　　約 800 m

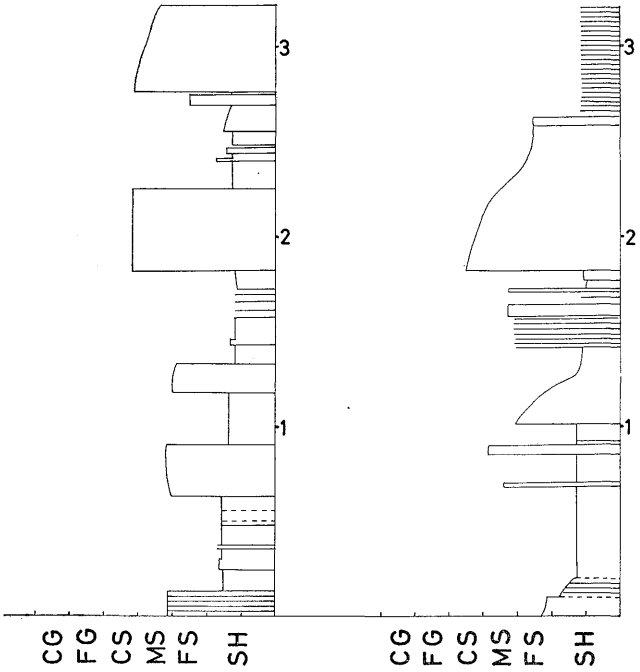
中川の荒木谷泥岩層に相当する。

分布：重信川沿岸の岡部落から御所部落までの両岸にみられ，それの東方へ麓，大野さらに窓峠へ連続している。この方向を横切る各谷川において模式的に発達する。

境界：下限はB累層に整合に重なる厚さ 15 m の層灰岩より始まる。この層灰岩は bedding と lamination がよく発達し，silt～very fine-grained sand の細粒を主とするが，わずかながら粗粒砂岩級の lamina も挾在する。小断層によりしばしば，切られ追跡するのに困難なことがある。上限は凝灰岩および凝灰質頁岩をもって定める。厚さは 15 m ～ 20 m 有する。ただし凝灰岩層は上へしだいに凝灰質頁岩へ漸移し，D層の砂岩を主とする地層の下に頁岩層を挾むので正確な境界は凝灰岩より少し上とする。

岩相：頁岩を主とし挾在する中粒～細粒砂岩は各露頭ごとに 10～50% と変化する。炭質物を含む細粒物が優勢であるため暗色を呈する。砂岩は厚さ 数cm～数m が多く級化がよく，観察される。とくに砂岩から厚い頁岩に漸移しているものがみられる。頁岩には多くの場合 laminae が平行に発達するが，一部において cross laminae, convoluted laminae がみられる。薄い凝灰質頁岩ないし層灰岩がかなり挾在するが 3～4 m に達する層灰岩層が二枚ある。この累層の特徴は頁岩が圧倒的に多くなっていることと，B累層と同様砂岩に級化がみられることである。級化もその変化が非常にゆっくりと漸移することが多く，上の頁岩部が厚い。第5図で例示する。級化層の上部において頁岩部あるいは細粒砂岩部に石灰質頁岩が存在することがあり，ときにはちぎれて nodule 状に配列していることがある。これはD層中上部およびE層においてもみられる。

化石産出：最下部附近の頁岩から転石として *Inoceramus* cf. *schmidti* の破片を得たのみである。



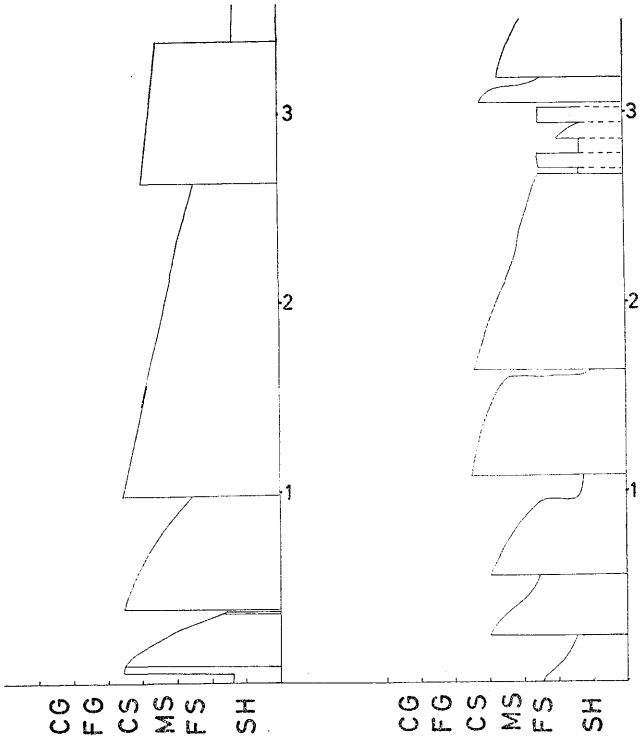
第5図　整層状態を示す図――C累層下部の一例 (Diagrams showing the mode of stratification――Examples in Formation C.)

D 累層　　2000 m 以下

分布：丹原町来見の西から重信町除，大畑附近まで下部の砂岩層が峰を形成し，これより南へ中上部層が笹ケ峠，程野，松瀬川の北，川上の北に広く分布する。一部は井内の谷で背斜部にその上部層がみられる。

境界：下限はC累層上部の凝灰岩層および凝灰質頁岩層に整合に重なり，上限はE層の凝灰岩によって整合におおわれる。この凝灰岩は檜峠と井内の谷，西谷小学校前でよく観察できる。とくに西谷小学校附近のものは非常に発達がよい。

岩相：頁岩の互層からなり，一部に礫質部を伴う。砂岩と頁岩の量比が下部層と中上部層でいちじるしく異なる。下部では最下部に数 m の頁岩層があるが，しだいに砂岩を増し，約 3 m の礫泥質砂岩をへて 80～90% の砂岩層よりなる約 550 m である。この上端には頁岩中に薄い凝灰岩を挾在する。下部層の相変化は西にゆくほど頁岩が増すことがみとめられる。中上部は頁岩が増し上



第6図　整層状態を示す図——D累層下部 (D_1) の一例
(Diagrams showing the mode of stratification).

部層では 50～70% を占める。砂岩においては下部では比較的に炭質物が少なく，一般に灰色を呈している。中上部とくに上部層は炭質物に富み，また泥質であるとともに基質に石灰質が多くみられ，convolute structure を呈することがある。一般に 1 m 内外の厚さを有する砂岩が優勢であり上部においても厚い砂岩（各層の層厚 1 m 内外から数 m まで）が多くみられる。砂岩から頁岩へ移るとき地層面ははっきり現われず grading をなすことが多いが，上記の厚い砂岩の場合には grading が明瞭でない場合もある。上部においては厚い砂岩層に挾まれて薄い石炭層がみられる。礫は下部～中部層の砂岩層の基底にみられることがある。このときは級化が明瞭である。礫の大きさは pebble 級である。

産出化石：松瀬川音田の北方から二枚貝の破片を得たのみである。

E 累層　　約 200 m－

分布：松瀬川，檜皮，徳吉の南附近，和田丸およびその北東地域，惣田谷に分布する。

境界：下限の凝灰岩と上限の層灰岩層を含む地層をE累層とする。上下限とも整合である。井内谷においては上限の層灰岩は露頭で明確に観察できない。

岩相：黒色頁岩，頁岩砂岩互層を主としD累層上部からの連続的堆積物である。中粒砂岩を主とする。最上部および最下部に凝灰岩および層灰岩を有する。下部の凝灰岩は粗粒な層を挾み厚さの変化もいちじるしい。井内谷の西谷小学校附近では最も厚く北方では薄くなる。上部の層灰岩は凝灰質シルトないし頁岩である。頁岩層は植物の破片を含み黒色を呈する。単層として厚くなり，わずかに砂質の laminae が発達することもあるが，1～2 m の厚さを越えない。砂岩頁岩互層の一部には，ときにうすい炭層がはさまれる。

F 累層　　約 500 m

分布：二地域に分けられる。一つは船野山地域でE累層に整合に重なる。他は，井内谷の南部に東西に分布するものである。前者は地層の露頭が悪く，井内谷に分布するものとの関係は不明確である。

境界：下限はE累層の層灰岩をもって区切るが上限はG累層の頁岩を主とする地層とを砂岩頁岩の比によって区別する。

岩相：砂岩が卓越する地層で頁岩層を挾む。最下部すなわちE層上部の凝灰岩質頁岩の上には頁岩層をかなり伴い，1つの層厚が約 1 m ないしそれ以上のものがある。単層の厚さは一般に 1 m 内外，とくに厚い砂岩は数 m に達する。級化はときにみられるが明瞭でない。上部においては粗粒砂岩は非常に塊状で地層面が発達せず小礫中礫を集散して含む。これに伴う粗粒砂岩は緑色味を呈するものがある。中粒細粒砂岩はよく整層し淡青白色～淡緑色を呈し，上部に多く，G累層へと漸移する傾向を示す。

G 累層　　約 230 m＋

分布：井内の谷，下部落（井内）附近を東西に分布し，中央構造線にて石鎚山第三系と接する。

境界：下限は正確には定められず，F累層と整合漸移である。上限は奥惣谷でH層の砂岩礫岩の下面までとする。

岩相：細砂岩からシルト岩を主とし，砂岩は中粒のもある。色は淡青色をおびている。頁岩は青黒色で少量の植物炭質物の破片を含む。単層は 10 cm 内外から数 10 cm である。整層状態はよい。上部に凝灰質頁岩をみる。

産出産出：黒色頁岩～シルト岩から二枚貝の破片を得たが，保存がよくない。砂岩中には Lebens spuren が多い。とくに tube をなし，径 1.5 cm 長さ 10 数 cm に達する。化石は少ないが，以前に松本達郎は異常巻アンモナイトを取ったことがある。

H 累層　　30 m＋？

分布：奥惣田谷，上林，さらに西方の中央構造線に沿った地域に分布する。

境界：G累層に整合的関係とみられる所もあるが断層と考えられる地域もある。

岩相：大礫，中礫，小礫の円礫を含み白色粗粒岩層である。風化しかかると赤い斑点を生じる。glauconite を含む。鏡下で多量の正長石が認められることは他の層準と異なる点である。礫質砂岩には明確な bedding plane はみられない。

IV.　対　　比

松本（1954），松本・小畠（1963）によれば和泉層群は化石の証拠により，一般に下部は Lower～Middle Campanian すなわち Infrahetonaian～Lower Hetonaian にあたり，中部は Upper Hetonaian 下部，上部亜層群は Upper Hetonaian 上部にあたり，中部，上部あわせておそらく Maestrichtian と結論されている。

前章で述べたような下・中・上の3堆積輪廻は和泉層群各地で共通的にみとめられ，対比の一手段として使うことができる。しかしこれらについて堆積学的検討は必ずしも十分なされていない。今回の研究においての結果は前記および後記するごとく，各累層ごとの性格は各単層の生成条件を考えると明確な差異がみられる。この単層の生成条件から推察すれば，これらの堆積環境はかなり広域における海水準の変化あるいは geographical な変化を伴ったものと考える。これに関して Wells (1960), Young (1957), 庄司 (1960) 等の研究を比較することができる。したがって和泉層群各地で観察される輪廻についてそれぞれの特性を検討して対比を試みることは妥当性があると考えられる。少ないながら産出する化石は，この結論と矛盾がない。また本地域をはじめ諸調査地域内のおのおのでは凝灰岩の追跡により，この結論の正しいことが証明されつつある。

V.　Bedding と Grading

和泉層群はすでに研究されているように，3堆積輪廻が認められている。一般に単調な砂岩頁岩互層が厚く累重することを特徴とするが，これはある特殊な地質学的，堆積学的環境と密接な関係があると考えられる。これを明らかにする上でも，また地層の上下を判定する目的においても，その整層状態を研究することが必要である。この点で地層表面および地層内にみられる堆積構造を記載し研究することは重要性があるが，単層ごとの粒度変化を調べ量的に比較することは堆積環境における物理的要因の変化を推定するに役だつと考える。この目的において和泉層群中，数個所から礫岩，砂岩，頁岩の級化 (grading) を調べてみた。級化は種々の粒度で形成されているので各粒度を段階的に区分する。実際の野外での観察の場合には，正確な粒度の読みはいくらか困難であるが，論議上次の6段階とする。

1. 粗粒礫岩	64 mm	—	
2. 細粒礫岩	2 mm	—	64 mm
3. 粗粒砂岩	1/2 mm	—	2 mm
4. 中粒砂岩	1/4 mm	—	1/2 mm
5. 細粒砂岩	1/16 mm	—	1/4 mm
6. 泥　　岩		—	1/16 mm

これに級化の行なわれている範囲を加味して 21 種類の地層に分け，地層の厚さとの関係を表で現わす。地層の厚さの区分は，Bouma (1962) が使用したものを参考とする。測定は理想として全層を測定することが望ましいが，時間と労力の点で bedding の特徴がおのおのの累層で普遍的に観察されるところのものを選んだ。頁岩の発達する地域では露頭の連続性にとぼしいため測定個所が限られる。和泉層群A—D累層中の例を表1から表5にて示す。それぞれの層準と位置は次に示す。

Table 1.　Relation between thickness of layer and strata type
Data given in number of strata

Grade / Thickness	Sh↑CG	Sh↑FG	Sh↑CS	Sh↑MS	Sh↑FS	Sh	FS↑CG	FS↑FG	FS↑CS	FS↑MS	FS	MS↑CG	MS↑FG	MS↑CS	MS	CS↑CG	CS↑FG	CS	FG↑CG	FG	CG	Total	%
mm																							
0—2																							
2—4																							
4—10						1					2							2		2	1	8	11.0
10—20															2			1		1		4	5.5
20—40															1			2				3	4.1
40—100						1									1		2	8		7	3	22	30.1
100—200				1	1							1			1		2	6		3	7	22	30.1
200—400												1	1		1		1	1		2	1	8	11.0
400—1000																	1	1		2	1	5	6.9
1000—																				1		1	1.4
Total				1	1	2					2	2	1		6		6	21		18	13	73	
%				1.4	1.4	2.7					2.7	2.7	1.4		8.2		8.2	28.8		24.7	17.8		

Horizon　: Lower part of Formation A
Locality　: North of Fujinouchi
Thickness : 113.4m

Table 2. Relation between thickness of layer and strata type
Data given in number of strata

Thickness \ Grade	Sh↑CG	Sh↑FG	Sh↑CS	Sh↑MS	Sh↑FS	Sh	FS↑CG	FS↑FG	FS↑CS	FS↑MS	FS	MS↑CG	MS↑FG	MS↑CS	MS	CS↑CG	CS↑FG	CS	FG↑CG	FG	CG	Total	%
mm																							
0—2											2											2	1.9
2—4						11					3											14	12.1
4—10					1	10					6				4		1	5				27	25.2
10—20					4	5			2	3				2	1							18	16.8
20—40			4	4	2	1		1	2	1	1		1	2	3			2				24	22.4
40—100		1	1	1				1	2	3	2			2			2					16	14.9
100—200		2	1						1								2					6	5.6
200—400																							
400—1000																							
1000—																							
Total		3	6	5	7	27		2	7	7	14		1	6	8		5	7		1	1	107	
%		2.8	5.6	4.7	6.5	25.2		1.9	6.5	6.5	12.1		0.9	5.6	7.5		4.7	6.5		0.9	0.9		

Horizon : Upper part of Formation B
Locality : At the road cut between Kiji and Madono Pass
Thickness : 30.70m

Table 3. Relation between thickness of layer and strata type
Data given in number of strata

Thickness \ Grade	Sh↑CG	Sh↑FS	Sh↑CS	Sh↑MS	Sh↑FS	Sh	FS↑CG	FS↑FG	FS↑CS	FS↑MS	FS	MS↑CG	MS↑FG	MS↑CS	MS	CS↑CG	CS↑FG	CS	FG↑CG	FG	CG	Total	%
mm																							
0—2						13					7											20	17.8
2—4						9					8											17	15.1
4—10					1	21				1	6				1							30	26.7
10—20				1	2	14				2	3				2			2		1		26	23.1
20—40					1	2					1				1		1	1				8	7.1
40—100			1	1		3			1					2	1			1				10	8.9
100—200																		1				1	0.9
200—400																							
400—1000																							
1000—																							
Total			1	2	4	62			1	3	25			2	5		1	5		1		112	
%			0.9	1.8	3.6	55.8			0.9	2.7	22.5			1.8	4.5		0.9	4.5		0.9			

Horizon : Lower part of Formation C
Locality : East of Madono Pass
Thickness : 15.90m

Table 4. Relation between thickness of layer and strata type
Data given in number of strata

Thickness \ Grade	Sh↑CG	Sh↑FG	Sh↑CS	Sh↑MS	Sh↑FS	Sh	FS↑CG	FS↑FG	FS↑CS	FS↑MS	FS	MS↑CG	MS↑FG	MS↑CS	MS	CS↑CG	CS↑FG	CS	FG↑CG	FG	CG	Total	%
mm																							
0—2						2					1				3							6	10.7
2—4						2					1											3	5.4
4—10						8					3				3							14	26.9
10—20					2	7					2				2							13	23.1
20—40				3	1	3									1							8	14.1
40—100				1		4			1		3							1				10	17.8
100—200						1																1	1.8
200—400																							
400—1000																							
1000—										1												1	
Total				4	3	27			1	1	10				9			1				56	
%				7.1	5.4	48.2			1.8	1.8	17.8				16.0			1.8					

Horizon : Middle Part of Formation C
Locality : East of Madono Pass
Thickness : 15.50m

Table 5. Relation between thickness of layer and strata type
Data given in number of strata

Thickness \ Grade	Sh↑CG	Sh↑FG	Sh↑CS	Sh↑MS	Sh↑FS	Sh	FS↑CG	FS↑FG	FS↑CS	FS↑MS	FS	MS↑CG	MS↑FG	MS↑CS	MS	CS↑CG	CS↑FG	CS	FG↑CG	FG	CG	Total	%
mm																							
0—2						2									3							5	9.4
2—4						2					1				2							5	9.4
4—10					1	3					3				4							11	20.7
10—20				1		2			1	2	1							1				8	15.1
20—40					1				2	2				1								6	11.3
40—100			1			1			5	2					2							11	20.7
100—200			3						3													6	11.3
200—400																						1	1.9
400—1000																							
1000—																							
Total			4	1	2	10			11	6	5			2	11			1				53	
%			7.5	1.9	3.8	18.9			20.9	11.3	9.4			3.8	20.7			1.9					

Horizon : Lower part of Formation D
Locality : West of Kurumi
Thickness : 22.45m

表 1. A累層下部　陰 地 谷
表 2. B累層上部　窓峠西方
表 3. C累層下部　窓峠東方
表 4. C累層中部　〃
表 5. D累層下部　来見西方

A累層，B累層およびD累層下部などのように礫岩，砂岩の粗粒岩のたくえつする層準では連続した露頭で観察は容易であるが，頁岩のたくえつする地域では連続して測定しうる露頭は少ない。

前記した表から最終堆積物の粒度および当初堆積物の粒度ごとに，まとめて比較したものを表6および表7で示した。

各累層における bedding と grading の特徴的性質は各岩相の所で述べ，例を図で示した。

これらの表から地層についての一般的性質について次のような結果を導くことができる。

1. 粒度と層厚の関係については，表1～5で表現されることは，粗粒ほど厚く，細粒ほど薄い地層を形成する傾向を示す。

2. 級化の点で粒度範囲の大きい地層ほど厚い地層を形成する傾向を示す。

3. 第6表および第7表で示されるところでは，粗粒物を運搬した current ほどその単層の上部に細粒物を堆積する割合が少ない。

次にもっと大きくみて，当地域における和泉層群全体を通して考えた場合，上記したように3輪廻が認められるが，第一，第二，第三の輪廻を相互に比較した場合，かなりのちがいがあり，それ

Table 6. Various kinds of graded beds occurring in representative parts of Formations A to D—classified according to the top rock
Data given in percentages

	I	II	III	IV	V	VI	Number of layers	Thickness
Low. Part of Formation D	32.0	41.5	24.5	2.0	0	0	53	22.45 m
Mid. Part of Formation C	60.7	21.4	16.0	1.9	0	0	56	15.50 m
Low. Part of Formation C	61.6	25.0	6.2	5.3	0.9	0	112	15.90 m
Upp. Part of Formation B	44.8	28.0	14.0	11.2	0.9	0.9	107	30.70 m
Low. Part of Formation A	5.4	2.7	12.3	36.9	24.6	17.8	73	113.4 m

I : a graded bed ending at shale
II: 〃 at fine-grained sandstone
III: 〃 at medium 〃
IV: 〃 at coarse 〃
V: 〃 at fine-grained conglomerate
VI: 〃 at coarse 〃

Table 7. Various kinds of graded beds occurring in representative parts of Formations A to D—classified according to the bottom rock
Data given in per cent

	I	II	III	IV	V	VI	Number of layers	Thickness
Low. Part of Formation D	18.9	63.2	34.0	34.0	0	0	53	22.45m
Mid. Part of Formation C	48.2	23.2	24.9	3.6	0	0	56	15.50m
Low. Part of Formation C	55.8	26.1	9.0	8.1	1.8	0	112	15.90m
Upp. Part of Formation B	25.2	18.6	17.7	23.3	11.2	0.9	107	30.70m
Law. Part of Formation A	2.7	4.1	9.6	28.8	34.3	20.6	73	113.4 m

I : a graded bed beginning from shale
II: 〃 from fine-grained sandstone
III: 〃 from medium 〃 〃
IV: 〃 from coarse 〃 〃
V: 〃 from fine-grained conglomerate
VI: 〃 from coarse 〃 〃

ぞれに若干の特色がある。例えば，第二堆積輪廻は第一堆積輪廻の中部層（C累層）に類似した地層から始まっており，A累層のような岩相的特徴をもった累層は第二，第三の輪廻にはみられない。第一輪廻上部では規則正しい rhythmical に互層する頁岩，泥岩の優勢な地層群があるが，第二輪廻の上部では全体としては頁岩勝ちの互層であるが，比較して，粗粒，中粒砂岩の数 m の厚層で，必ずしも grading の発達しないものを，かなり，ひんぱんに含む。第三堆積輪廻においては，下部のF累層中にみるごとく非常に bedding の発達の悪い地層があるし，ないしは厚い砂岩層を含む点が他と異なる。中部亜層群はいずれかというと rhythmical な互層が優勢だが，上部亜層群になると不規則性をおびた地層群に変化しており，G累層にみるように，bedding のよい場合も rhythmical な変化に欠ける。さらに最上部のH累層では bedding がほとんどみられない礫質砂岩であり，しかも，第一輪廻でみたような，あるいは，第二輪廻でみたような泥質な礫質砂岩でなく，よく洗われた砂岩である点，他と性質を異とする。大局的にみて，第一，第二，第三の3輪廻は同じ現象の3回のくりかえしではなく，3者を通じて和泉層群堆積の，またその条件の変化発達過程が表現されているとみた方がよい。この原則を具体的に説明することが今後の研究として残る。

VI. 地　質　構　造

この地域の和泉層群を構造的特徴に従って区分すると次のごとく，ほぼ北から南に四つに区分しうる。

1. 北部単斜帯状構造地域

和泉層群下部亜層群は北側の領家帯に属するといわれている先和泉層群堆積岩類に不整合にかぶさり，一般に南へ 40°～70° で傾斜する。中部亜層群下部層の発達地域まで同様な構造をなす。ほぼ南北性の亀裂断層がかなりみられる。窓峠の南附近および基盤に近い所で一部，東西性の断層をみる。岡の北方でみるごとく NEE—SWW 方向の断層がみとめられる。この断層の延長方向においてより西方である平井の北方附近ではかなりの幅を有する垂直ないし逆転している断層が二つ雁行している。

2. 中・北部逆転褶曲構造地域

中部層員は湯谷口附近より東方では向斜をとりながら三波川結晶片岩に接する。これに対して和泉層群露出地帯が幅広くなった西では，中央構造線の西へのそのままの延長部といえる明確な断層はなく，かわりにD累層内の向斜部の北翼延長部が overturned structure を示すという形がみとめられ，中部亜層群D累層中部層が急傾斜あるいは逆転する。この北の北部単斜帯状地域との間には単に褶曲だけでなくおそらく断層があると考えられるが露頭で観察されない。

高月—松瀬川を通る線より北に分布するこれらの向斜と背斜構造に断層が伴っており，この地帯の中央部では一部比較的緩傾斜を作る部分もある。西域の川上町北方地帯はより複雑で明確さを欠き種々な点疑問を残す。

3. 中部似盆状構造地域

高月—松瀬川線より南では比較してゆるやかな構造をなし，船野山南方附近が盆状構造に類似した地層の配列をなすが，ゆるやかな褶曲および断層が発達する。北東部の黒雲母安山岩の貫入は構造的影響をあたえている。

4. 南部褶曲構造地域

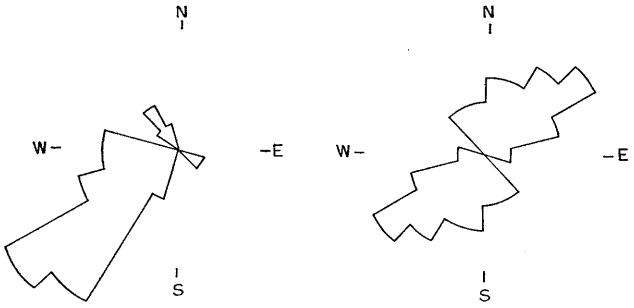
俵川の南方地域ではゆるい小規模の向斜に続いて背斜軸が断層に伴って東西にのびる。この背斜構造は北翼が急傾斜をなし一部では overturn している。和泉層群中の下部および中部亜層群中にみられる北から南への overturn とは対照すべき点である。背斜の南側の地層は多くの小断層，小

褶曲を示しながら全般的にはゆるく南に傾斜し中央構造線附近で向斜し終わる。

中央構造線の南において，ゆるく南へ傾斜する石鎚山の第三系が分布する。三波川結晶片岩に接する地域の和泉層群は 10 数 m にわたってもめている。断層面の傾斜は北方へ 40°～55° が測定される。構造線に沿って湯谷口より南域は一部結晶岩類上に和泉層群の一部の砂岩頁岩が分布する部分もある。しかし一般に構造線に沿って石英粗面岩岩脈が貫いている。番駄ケ森およびその西方附近は，構造および地層対比についてなお考慮が必要である。

VII. Palaeocurrent

地層の表面でみられる current による構造を若干測定しえた。測定数は 30ケで少ないが，最近のこの方面での研究報告によるとこれだけでもおよその current の方向は決定しうる (BOUMA and BROUWER, 1964; PETTIJONN, 1962)。sole mark として測定したものは flute cast, groove cast, linear structure に限った。A累層 および 上部亜層群のものは測定されていなく，値は B累層上部からD累層までのものに限る。current の方向の乱れは，primary なものに加えて，地層の走向傾斜が若干変化するため，かなりの rotation も行なわれていることを考慮しておく。第7図で示すように，結論的な current の方向は北東から南西に流れたことがみとめられる。



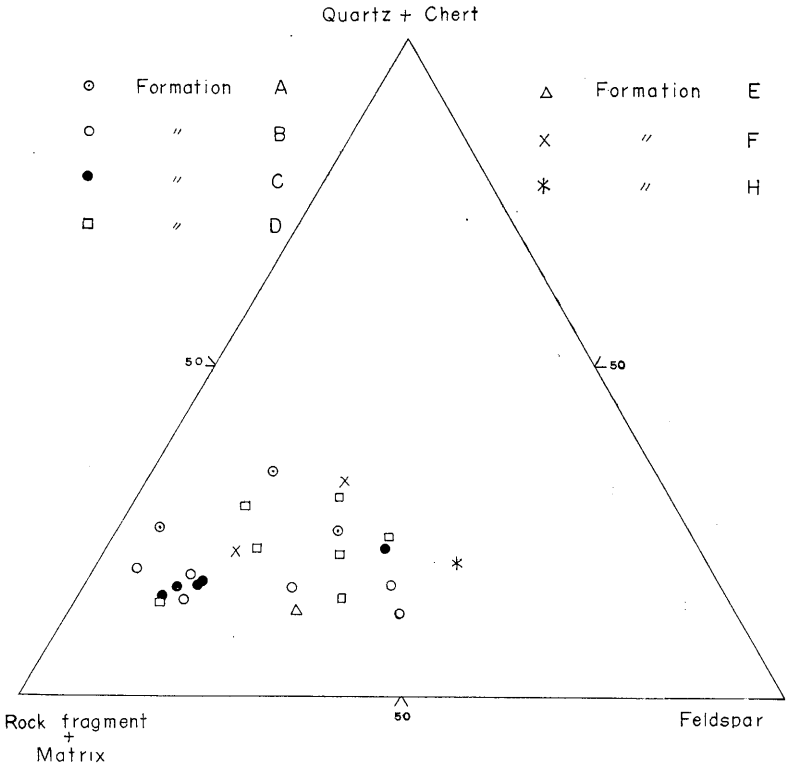
第7図 流理の方位 (Orientation of flow structures.)

左図 flute cast

右図 groove cast

VIII. 淘汰および鉱物成分

若干の砂岩資料について薄片による淘汰と鉱物成分の測定を行なった。測定資料は中粒ないし細粒砂岩について行なってある。sorting coefficient は第8表で示すように 1.8～3.5 が測定される。一般に sorting は悪いといえる。砂岩の主成分鉱物は第8図に示した。正確に各累層ごとに特徴は顕著に現われていないが，下部亜層群AおよびB累層のものは一般に rock fragments が多く，中ないし上部亜層群では比較して feldspar が多くなる。各粒子の roundness を graphic method により測定すると 1～3 の値である。これはほとんどまめつを受けていない。粒の質として岩片が多いが，安山岩類の微細組織あるいは凝灰岩質の粒が多く，堆積岩源としてはシルト岩の粒が少々ある。石英はほとんど，火成岩源のものである。これらは当時の後背地の影響であろう（市川，1960；市川・大橋，1965；吉田，1964，参照)。



第8図　砂岩の組成図 (Compositional diagram of sandstones).
Selected samples of Formations A to F and H

Table 8.　Sorting coeffcient and mean size of sandstones measured in thin section

	Sorting	mean S			Sorting	mean S
H	㉗	1.9	0.14	C	⑬	2.8	0.19
	㉖	2.0	0.17		⑫	2.1	0.18
F	㉕	1.9	0.27		⑭	2.6	0.18
	㉔	1.9	0.1		⑩	2.0	0.22
E	㉓	2.3	0.19	B	⑨	2.4	0.09
	㉒	2.4	0.22		⑧	2.9	0.20
D	㉑	2.3	0.22		⑦	2.3	0.20
	⑳	2.0	0.23		⑥	2.2	0.30
	⑲	3.5	0.24		⑤	2.7	0.30
	⑱	2.4	0.20	A	④	2.3	0.10
	⑰	2.0	0.14		③	2.3	0.20
	⑯	2.0	0.17		②	1.9	0.20
	⑮	2.9	0.17		①	2.7	0.30
	⑭	2.2	0.10				

XI. ま と め

以上，不十分ながら和泉層群について記載した。西南日本の外帯（秩父帯）に分布する上部白亜系の地層は浅海の堆積物で一般に化石が豊富である。これに対し，和泉層群は時代的に新しく，特異な構造運動の行なわれた時期の急激な堆積物であり，一部をのぞいて化石のまれな地域が多い。本地域においても和泉層群は化石が少なく，地層の大輪廻にもとづいて大区分することができた。堆積時の構造運動，古地理的変遷を示す堆積物の変化は初期のものから最終期の堆積物へと，それぞれ堆積の様式に若干ながら特色をみいだすことができた。互層について，構成粒度，級化 (grading), 成層状態 (bedding) は，それぞれ規則性をみいだすことができる。この規則性に基づいて各累層の中をさらに小単位に区切ることが理想的であるが，露出が不完全なので実際上は，なお困難がある。しかしながら一般的に認識されるこれらの律動的な互層の変化は，その堆積環境の規則的変化の一面を示すものと考えられる。このような細かいオーダーにおいては和泉層群堆積の各段階を具体的に説明するまでに至っていなく，今後の研究として残っている。

大略をみると，和泉層群は帯状に広く分布する地域の沈降地域に堆積したものと考えられる。これと同様の構造運動は九州の大野川層群にみるように，すでにギリヤーク，浦河統堆積時に起こった。その当時，和泉層群分布地域の基盤上には，堆積の行なわれた証拠はない。浦河統末期からヘトナイ統にかけた和泉帯の沈降堆積が行なわれた。各累層についての横への変化を克明に記すことはできないが，すでに述べたように，一般に西にゆくほど頁岩をます傾向にある。この岩相の横の変化と palaeocurrent の特徴をみると，堆積物は東ないし北東から運ばれたことになる 。本地域ならびにこれよりも東方のいくつかの地域を従来の文献により比べると地域ごとに岩相（例えば砂岩，頁岩の量比）が異なることを知る。構成物質および堆積構造などから，おそらく，北方の中国帯から，いくつかの河川によって流出せられあるいは，いったん堆積したものが海底流ないし turbidite として移動せられたものと考えられる。下部亜層群の下部は一次的あるいは二次的堆積物にしろ，それが運ばれてきた源に近接したものである。最下部にみられる化石層は一部をのぞいて原地性の層でなく，化石が集散して含まれ，近距離から移動せられたものである。B累層は砂岩層の間の頁岩中に Inocerami, 砂岩層の底部に二枚貝の破片，アンモナイトをまれにみる。C累層の頁岩，砂岩の互層中には化石の発見は困難であり，炭化した植物の小破片に富むのみである。下部亜層群，とくにその下部には，本地域以外ではたとえば和泉山脈，淡路島，阿讃山脈東部のように，また本地域に近い東方の仏崎でみるように，化石のかなり豊富なシルト質泥岩があり，浅海性の静穏な環境が推定される。これに対し本地域では上記の A累層のような特性のおもに粗粒砂岩からなるものがあり，浅海ではあったかもしれないが，若干の礫と粗粒砂の供給の多い，いわば submarine fan の頭部を想わせるものがあることは興味がある。B累層およびC累層はしだいにその沖合相が示されることが予想される。

中部亜層群は graded bedding で特色づけられる化石の少ない砂岩，頁岩互層で，和泉層群の最も特色的な部分を代表している。これはいわゆる turbidite の特性を有する。しかし turbidite と称しているものには種々のものがあるので，よく多くの資料をしっかりと検討して，理論的な研究が必要である。しばしば turbidite は地向斜の地層群と比較されている。和泉層群の場合，地層群の厚さはいちじるしいが，時代的におもにヘトナイ統だけであり，中部亜層群はしかもその全部ではない。このように地質時代的に比較的短い期間の地向斜状堆積物であることが，和泉層群主部の特性の1つである。この短命の地向斜の延長はかなり長かったか，幅が広かったか否かについては，十分の資料がない。中部亜層群はいわば submarine fan の比較的に沖合の堆積物の性格をもつといえるが，現在アラスカ沖合からブリティッシ コロンビア沖に知られるような，広く大洋底にま

で拡がっていたような大規模なものであったか否かは疑問である。これに関連し，D累層上部や，E累層にまれにではあるが，1cm 以下の薄い炭層をみることがあるのを注意する必要がある。これは周囲の砂岩頁岩互層の地質とあわせて，いかなる堆積状態を考えたらよいか1つの問題である。

上部亜層群では中部亜層群のような特色は必ずしも維持されず，むしろ shallow sea としての性格をいっそう持つようになり，上部ではいわゆる mollase 型の堆積物に類似してくる。これは上部白亜系和泉層群堆積の終りの構造的上昇運動に伴った現象とみることができる，古第三系久万層群堆積前の地殻変動は，上部累層の分布と構造を久万層群のそれと比較した場合に認められる。これについては，なお，地質構造の精密な観察と比較が必要である。

参　考　文　献

Bouma, A. H. (1962): *Sedimentology of some flysch deposits.* Elsevier Pub. Co.

Bouma, A. H. and Brouwer, A. (1964): *Turbidites; Developmcnts in sedimentology,* **3**, Elsevier Pub. Co.

愛媛県 (1962): 10万分の1 愛媛県地質図および同説明書.

市川浩一郎 (1960): 和泉山脈中部の和泉層群の層変化及び後背地の問題:地質雑,**66**,(778),466.

市川浩一郎・大橋邦宏 (1965): 大阪南部の泉南酸性火砕岩類と和泉層群.日本地質学会第72年年会,地質見学案内書.

今村外治・中野光雄・岩本昇海 (1949): 讃岐山脈南北両側に発達する衝上断層について (予報) (演旨). 地評,**22**,(3-5),130.

Gorsline, D.S. and Emerz, K.O., 1959, Turbidity current deposits in San Pedro and Santa Monica Basins off Southern California. *Bull. Geol. Soc. Amer.,* **70**, 279-290.

河田喜代助 (1939): 紀の川流域の中央線に沿う地質. 矢部教授還暦記念論文集, **1**, 39～53.

Kobayashi, T. (1941): The Sakawa orogenic cycle and its bearing on the origin of the Japanese Islands. *Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo,* [2], **5**, 219-578.

Matsumoto, Tatsuro [Chairman]: (1954): The Cretaceovs System in the Japanese Island. The Cretaceous Research Committee. The Japan Society for the Promotion of Science.

Matsumoto, Tatsuro and Obata, Ikuwo (1963): *Bevahites* (Cretaceous ammonite) from Shikoku. *Bull. National Science Museum* (Tokyo), **6**, (4) (53), 405-410.

Murphy, M.A. and Schlanaer, S.O, (1962): Sedimentary structures in Ilhas and São Sebastião Formations. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* **46**, 457-477.

中川衷三 (1958): 愛媛県温泉郡重信川上流の地質——主として和泉層群について. 徳島大学学芸紀要 (自然科学), **VIII**, 37-45.

Nakagawa, Chuzo (1961): The Upper Cretaceous Izumi Group in Shikoku. *Jour. Gakugei, Tokushima Univ., Nat. Sci.,* **11**, 77～124.

中野光雄 (1953): 讃岐山脈中部の地質. 広大地研報, **3**, 1～13.

——— (1965): 宇和島地方の白亜系. 広大地研報, **14**, 77—87.

———・今村外治 (1951): 讃岐山脈中部の地質, 特に最新世の衝上断層について (演旨). 地質雑, **56**, (656), 284—285.

永井造三 (1956): 石鎚山第三紀層の地質時代と西南日本古第三紀の古地理. 愛媛大学紀要, 〔A〕, **12**, (3), 145—154.

——— (1958): 四国西部の中央構造線,藤本治義教授還暦記念論文集. 282—288.

Peterson, James A. and Osmond, John C. (1961): *Geometry of Sandstone Bodies.* Amer. Assoc. Petrol. Geol. 240p.

PETTIJOHN, F.J. (1962): Paleocurrents and paleogeography. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **41**; 2136–2139.

佐藤才止 (1931): 7万5千分の1 松山図幅及説明書.

庄司力偉 (1960): 日本夾炭層に発達する堆積輪廻の成因について (1)—堆積輪廻に関する成因上の諸問題. 地質雑, **66**, (781), 660—674; (2) —堆積輪廻の形成機構についての考察. 地質雑, **66**, (782), 733—741.

豊田英義・野間泰三 (1956): 石鎚第三系の基底の岩石地質学的研究. 愛媛大学紀要, 〔2〕, **2**, (3), 155—164

辻村太郎 (1924): 西南日本中央線の地形的意義. 地質雑, **31**, (110), 155; 166; 210.

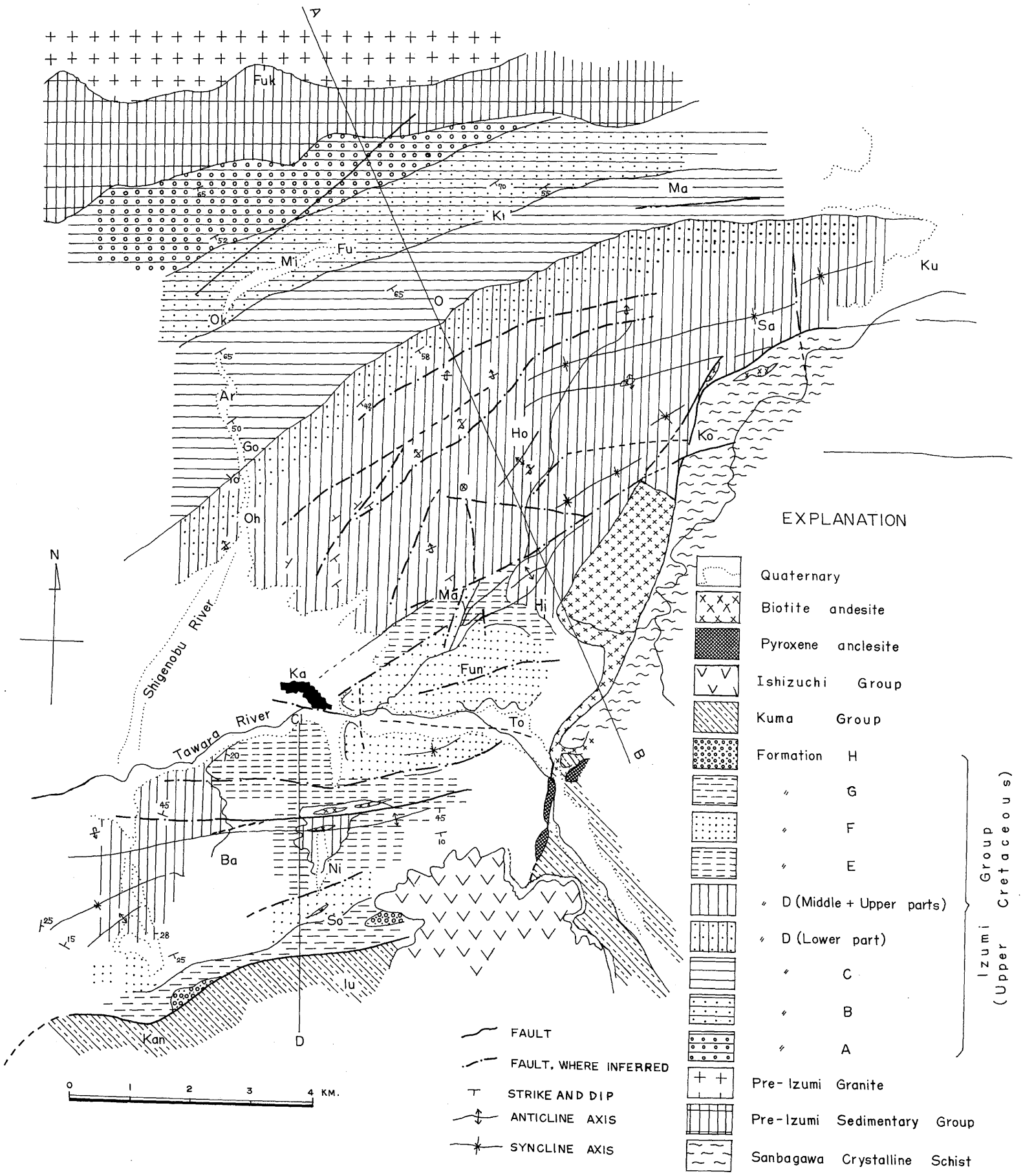
WELLS, A.J. (1660): Cyclic sedimentation: a review. *Geol. Mag.*, **97**, 389–403.

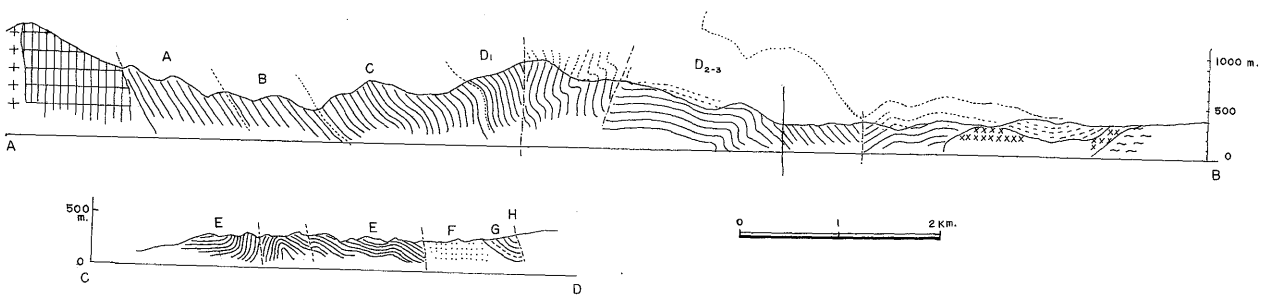
矢部長克・尾崎博 (1961): 西南日本に於ける中央構造線中区の考察. 国立科学博物館 (東京) 研究報告, **5**, (3), 121—136.

吉田博直 (1964): 広島県の白亜紀火山岩類. 広島県地質図説明書, 73—86,

YOUNG. R. G. (1957): Late Cretaceous cyclic deposits. Book Cliffs, eastern Utah. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **12**. 1760–1724.

Geological Map of Kawauchi Area





地 質 図 説 明

Fuk： 福見山 (Fukumiyama), Mad： 窓峠 (Madono Pass), Ki： 木地 (Kiji), O： 大野 (Ono), Fu： 藤之内 (Fujinouchi), Mi： 神子野 (Mikono), Ok： 岡 (Oka), Ar： 荒木谷 (Arakidani), Go： 御所 (Gosyo), Yo： 除 (Yoke), Oh： 大畑 (Ohata), Ho： 程野 (Hodono), Sa： 笹ケ峠 (Sasagatoge), Ku： 来見 (Kurumi), Ko： 高月 (Kozuki), Hi： 檜皮峠 (Hiwada Pass), Ma：