

愛媛県新居浜地域における和泉層群の層序と堆積年代

Stratigraphy and depositional age of the Izumi Group, Niihama area, central Shikoku, Japan

Abstract

野田 篤* 利光誠一* 栗原敏之**
岩野英樹***

Atsushi Noda, Seiichi Toshimitsu*,
Toshiyuki Kurihara** and
Hideki Iwano****

2009年7月14日受付.

2009年9月30日受理.

* 産業技術総合研究所
Geological Survey of Japan, AIST, Central 7,
Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567,
Japan

** 新潟大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Science and Technology,
Niigata University, 8050 Nino-cho, Ikarashi,
Niigata 950-2181, Japan

*** 株式会社京都フィッション・トラック
Kyoto Fission-Track Co., Ltd., 44-4 Minamita-
jiri-cho, Omiya, Kita-ku, Kyoto 603-8832, Japan

Corresponding author; A. Noda,
a.noda@aist.go.jp

The Izumi Group, which occurs from western Shikoku to the Izumi Mountains, Kii Peninsula, comprises sediments deposited in a strike-slip basin during the Late Cretaceous. Some differences exist in the lithostratigraphy and geological structure of the group where it occurs in western and eastern Shikoku; consequently, outcrops in central Shikoku may record evidence of the transition between the two areas. We conducted stratigraphical and geochronological surveys as part of compiling the “Niihama” geological map, and defined the following new formations: the Kussaki, Isoura, and Niihama formations. Fission-track dating of felsic tuff beds in the Niihama Formation yielded an age of 79.1 ± 2.2 Ma. The radiolarian assemblages within mudstone of the Niihama Formation are DK assemblages, corresponding to the early-middle Campanian. The combined age data indicate a middle Campanian age for deposition of the Niihama Formation. The present results suggest that the Izumi Group was simultaneously deposited in western and central Shikoku. The lithology and geological structure in the study area are comparable with those in western and eastern Shikoku, indicating that the analyzed rocks represent strata deposited during a transitional stage of basin development and basin fill.

Keywords: Izumi Group, Cretaceous, Shikoku, Niihama, Strike-slip basin

はじめに

上部白亜系和泉層群は、愛媛県松山市から紀伊半島和泉山脈にかけて、中央構造線の北側におよそ幅5～15 km、長さ約300 kmにわたって分布する地層である。四国東部の阿讃山脈から和泉山脈の和泉層群は、東にプランジする複数の向斜軸を持ち、東ほど上位の地層が重なる（中野, 1953; Nakagawa, 1961; 須鎗, 1973）ことから、中央構造線の左横ずれ運動によって生じたプリアート堆積盆の堆積物であると解釈されてきた（例えば、平ほか, 1981; Taira et al., 1983）。その堆積盆の形成と埋積プロセスについては、堆積モデルの提案（Tanaka, 1989, 1993; Miyata, 1990; Noda and Toshimitsu, 2009）やアナログ実験（岩本・宮田, 1994; 宮田・岩本, 1994）、数値シミュレーション（山北・伊藤, 1999; Noda and Toshimitsu, 2009）などの複数のアプローチから検証が行われており、その詳細が次第に明らかになってきている。

しかし、東西に細長く分布する和泉層群は岩相や地質構造が地域的に異なっており、どこでも同じ条件で堆積したわけではないと考えられる。例えば、四国における和泉層群の分布を西部・中央部・東部とに区分したとき（Fig. 1）、四国西部（松山地域）の北縁部は、領家花崗岩を不整合に覆う厚い

礫岩層・塊状含礫粗粒砂岩層が優勢であり、四国東部（阿讃山脈）の北縁部に見られる厚い泥岩層を欠く。また、四国西部では、地層の走向は分布の方向と平行であり、四国東部や和泉山脈に特徴的な東にプランジする複向斜構造が発達していない。これらの違いは、堆積盆の形成や埋積プロセス、テクトニックな状況の時間的・空間的変化を反映していると推測される。

調査地域である愛媛県の新居浜市周辺に分布する和泉層群（Fig. 1）は四国西部と東部から孤立して分布しているため、これまでに詳細な調査がなされてこなかった。この地域は四国中央部に位置し、東西での堆積様式の違いが生じた過渡期の記録を残している可能性がある。今回、5万分の1地質図幅「新居浜」の作成にあたり、この地域の地質調査を実施し、層序学的な検討を行った。また、堆積年代を決定するために、ジルコンのフィッション・トラック年代と泥岩中の放散虫化石群集を調べた。これらのデータは、和泉層群の堆積様式の時空間変動を議論するための重要な基礎的データとなりうる。

研究史

和泉層群の層序に関する初期の研究は堆積輪廻の考え方に基づいており、田中ほか（1952）や Matsumoto（1954）は

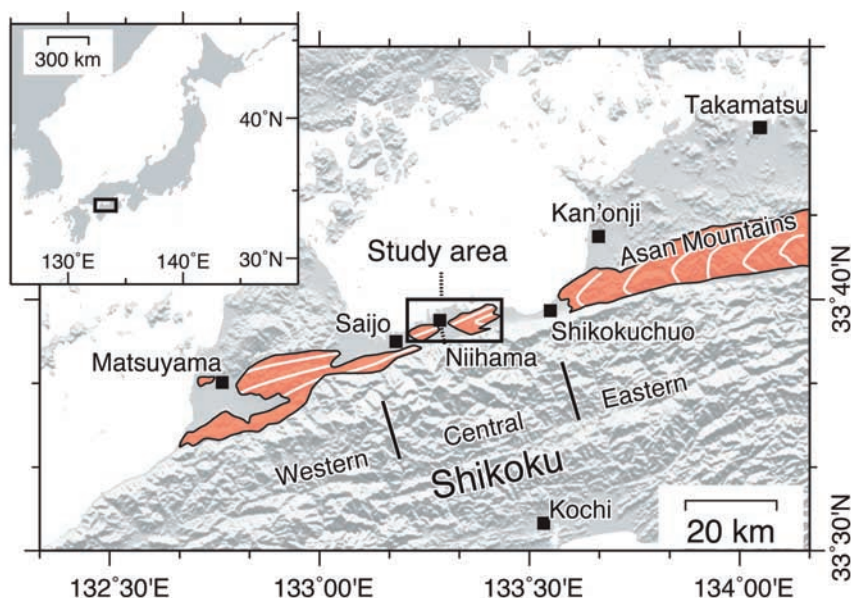


Fig. 1. Location of the study area. Distributed areas of the Izumi Group and the strike of bedding are represented by shaded areas and white lines, respectively.

淡路島や和泉山脈の和泉層群から4つの堆積輪廻を識別した。中野（1951, 1953）は東にプランジする複向斜構造を阿讃山脈中部から報告したが、西部から東部へと次第にみかけ上位の地層が見られることを断層による繰り返りであると、その層序を淡路島の4つの堆積輪廻に対比した。一方、中川（1958）は四国西部の岩相が四国東部のものとは異なることから、和泉層群全体が共通の堆積輪廻で単純に説明できない可能性を示唆したが、阿讃山脈東部の和泉層群は淡路島・和泉山脈の和泉層群に対比できるとし、少なくとも阿讃山脈から和泉山脈までは4つの堆積輪廻が共通するとした（中川, 1960）。

しかし Nakagawa（1961）は松山市から和泉山脈までの和泉層群の岩相と堆積年代を総括し、基底礫岩の堆積年代が四国から淡路島・和泉山脈へと西から東へ次第に若くなっていくことから、すべての地域が同時に堆積したという堆積輪廻の考え方に疑問があることを示した。そして、阿讃山脈における須鎗らの一連の研究（須鎗, 1966, 1973; 須鎗ほか, 1968）は、和泉層群は（1）東方ほど上位の層準が分布すること、（2）古流向が西向きであること、（3）北縁の泥岩相と主部の砂岩泥岩相とは指交関係にあり同時異相であることを指摘し、各地域で対比されている岩相が同一層準であるとは考えがたいとした。

須鎗らの研究を受けて、平（1979）や平ほか（1979）はプレートテクトニクスの考え方から、和泉層群の堆積盆はプレート沈み込みによって形成された弧内海盆であったと解釈した。彼らは、西から東へとプレートの沈み込みが開始するにつれて、海盆が西から東へ形成されつつ、堆積物は東から西へ供給されるモデルを提案した。その後、平ほか（1981）と Taira et al.（1983）は、プレートの斜め沈み込みと横ずれ断層との関連から、和泉層群の堆積盆は中央構造線の左横ずれ運動（Ichikawa, 1980）による横ずれ堆積盆であり、火山弧と非火山性外弧の間に発達した前弧海盆であったと解釈

した。

1980年代以降には、アンモナイトなどの大型化石（坂東・橋本, 1984; 田代ほか, 1986）や放散虫などの微化石（岡村ほか, 1984; 須鎗・橋本, 1985; 山崎, 1987; Kashima et al., 1988; 山崎・辻井, 1994a, 1994b; 橋本・石田, 1997; Hollis and Kimura, 2001）に関する古生物学的研究や堆積学的研究（高橋, 1977; 西村ほか, 1980; 西村, 1984; Yamasaki, 1986; 森永・奥村, 1988; 西浦ほか, 1993; 鈴木, 1996; Yokoyama and Goto, 2000）、古地磁気学的研究（Kodama, 1986, 1987, 1989, 2003; 小玉, 1990）が数多く発表された。これらの研究結果は、和泉層群が西から東へ形成される横ずれ堆積盆に堆積したというモデルを支持した。現在までに、四国地方の和泉層群は、松山地域から阿讃山脈西端までが前期－中期カンパニアン期、阿讃山脈中央部から東部では後期カンパニアン期とされている。

新居浜地域に分布する和泉層群の地質については、稲見（1975, 1978）、高橋（1988）、高橋・越智（1989）などの地域的な研究があり、本地域から産出する大型化石については、近藤（1967）、稲見（1984）、高橋（2000）などの報告がある。放散虫化石による新居浜地域の和泉層群は、前期－中期カンパニアン期に相当するDK群集帯（*Dictyomitra koslovae* Foreman や *Dictyomitra duodecimcostata* (Squinabol) を多数含み、*Amphipyndax enesseffi* Foreman [= *Amphipyndax pseudoconulus* (Passagno)] や *Amphipyndax tylotus* Foreman を含まず、*Artostrobium urna* Foreman を特徴的に含む）とされている（山崎, 1987）。

地質と層序

1. 地質の概要

和泉層群は、北側の領家帯と南側の三波川変成岩類にはさまれて分布し、堆積盆の主堆積体である主部相と堆積盆の北縁に分布する北縁相に区分される（市川ほか, 1979; 近畿西部

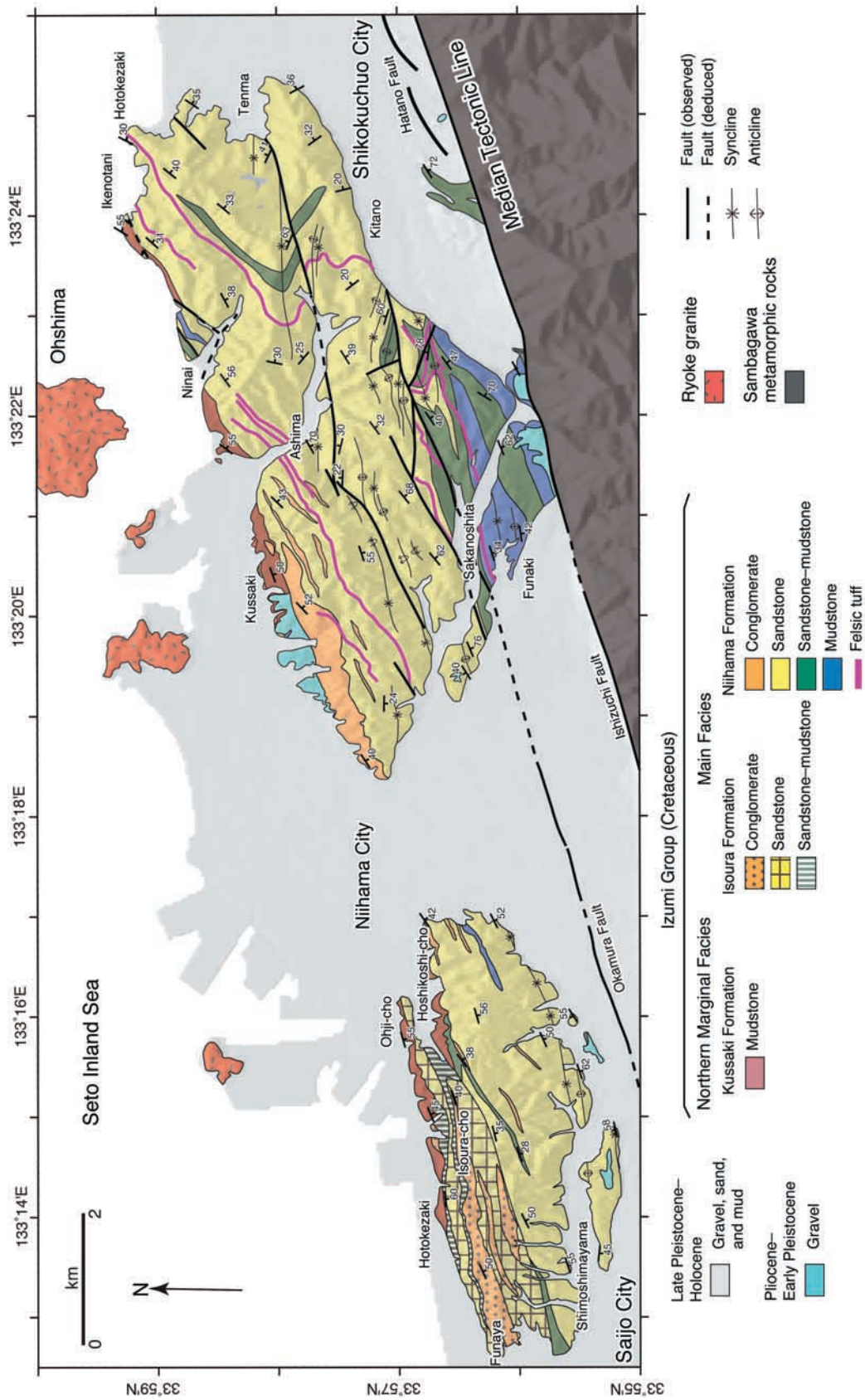


Fig. 2. Geological map of the survey area. Traces of the Okamura, Hatano, and Ishizuchi faults come from Goto and Nakata (1998).

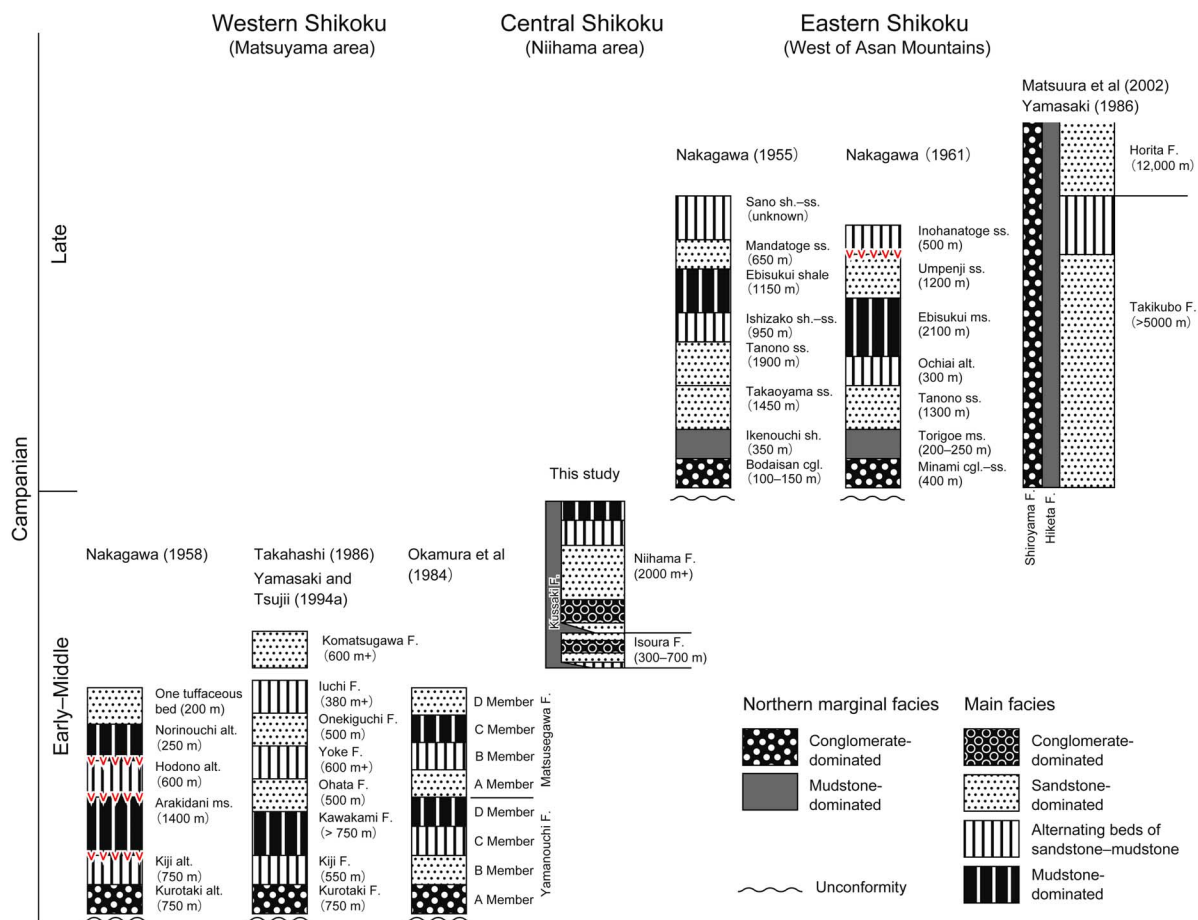


Fig. 3. Stratigraphic correlations of the Izumi Group among western, central, and eastern Shikoku. Abbreviations for lithology; alt., alternation; cgl., conglomerate; ss., sandstone; ms., mudstone; sh., shale.

MTL 研究グループ, 1981; Yamasaki, 1986). 主部相と北縁相は層序的には整合関係にあるが, 側方では一部で同時異相の関係にある。調査地域の和泉層群は, 東北東—西南西方向に細長く分布し, 領家帯の花崗岩と断層や不整合で, 三波川変成岩類と中央構造線で接している (Fig. 2)。主な分布域は新居浜市の市街地をはさんで東西の丘陵地帯にあり, それぞれ東部丘陵と西部丘陵と呼ぶ。

主要な岩相は, 東部・西部丘陵ともに礫岩・砂岩・泥岩であり, しばしば珪長質凝灰岩が挟在する。分布域の北縁には泥岩が卓越する地層があり, いわゆる北縁相に相当する。東部丘陵では, 北縁相の泥岩層の下位に薄い礫岩層を伴う不整合があり, 領家帯の花崗岩を覆う。西部丘陵では, 北縁相の泥岩層と領家帯の花崗岩との関係は断層とされている (稲見, 1975)。

北縁相の上位 (南側) には, 東部・西部丘陵ともに礫岩や砂岩が見られ, それらは主部相に対応する。主部相の下位は礫岩が優勢であるが, 上位へ砂岩優勢相, 砂岩泥岩互層相と漸移し, 上方細粒化の岩相層序を示す。礫岩は, 東部丘陵東部 (新居浜市阿島から四国中央市土居町池の谷) では見られない。東部丘陵と西部丘陵の礫岩層は層序的に一致せず, 前者が後者の層序の上位に位置する。東部丘陵南部の新居浜市

坂ノ下から船木では, 砂岩泥岩互層相と泥岩優勢相が卓越する。

地層は, 西部丘陵と東部丘陵西部では同斜構造を示し, 東北東—西南西走向で南に傾斜するが, 東部丘陵東部では東にプランジする大規模な向斜構造があり東に傾斜する。東部丘陵には中央構造線と平行な断層が複数あり, 地層を変位させている。特に東部丘陵南部の新居浜市坂ノ下から四国中央市土居町北野へ抜ける断層は, 比高 100 m を越える顕著なりニアメントとなっている。この断層は岡村断層の延長と考えられており (後藤・中田, 1998; 岡田ほか, 1998), 今回の調査では坂ノ下～北野間の丘陵地帯の沢に 7～15 m 幅の断層ガウジを伴う剪断帯を確認した。また, 東部丘陵中央部の新居浜市阿島から四国中央市土居町天満へ抜ける断層は, 珪長質凝灰岩層の追跡から 500 m ほどの水平変位が推測できる。断層付近には波長の短い褶曲が折り畳まれるように繰り返しており, 一部は過褶曲となり地層を逆転させている (Fig. 2)。断層に伴う褶曲構造群は, 左雁行配列を示している。

和泉層群の北縁と南縁は, 岡村層 (稲見, 1983; 水野, 1992) に対比できる鮮新統一更新統の礫層によって部分的に不整合に覆われている。この礫層には三波川変成岩類起源と思われる片岩の角礫が多量に含まれている。また, 東部丘

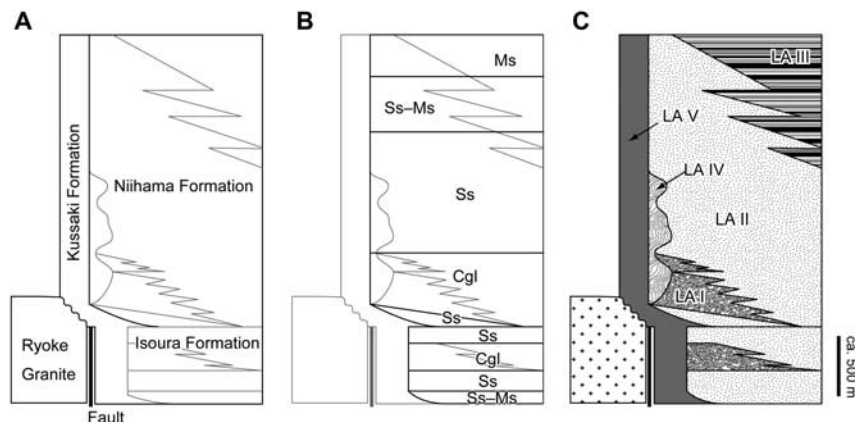


Fig. 4. Schematic stratigraphic columns. (A) formations. (B) lithological facies in the formations. Abbreviations; Ss, sandstone-dominated facies; Cgl, conglomerate-dominated facies; Ss-Ms, sandstone alternating with mudstone facies; Ms, mudstone-dominated facies (C) lithofacies associations (LA) based on Noda and Toshimitsu (2009).

陵北縁の新居浜市荷内から四国中央市土居町仏崎の海岸沿いには安山岩の岩脈が貫入している。岩脈の厚さは1～3 mで、貫入の方向は地層の走向と平行であることが多い。

2. 地層対比

中川 (1958) は四国西部 (松山地域) の和泉層群の地層名を岩相に基づいて命名し、高橋 (1986) と山崎・辻井 (1994a) はそれに従い地層名を再定義した (Fig. 3)。一方、岡村ほか (1984) は、砂岩もしくは礫岩から始まり頁岩優勢層に終わる堆積サイクルを層の単位とし、層以下は岩相により部層を定義した。中川 (1955) と Nakagawa (1961) は四国東部 (阿讃山脈西部) の和泉層群について、岩相に基づいて地層名を定義し (Fig. 3)、Nakagawa (1961) はそれらを亜層群 (Subgroup) にまとめた。一方、Yamasaki (1986) と松浦ほか (2002) は、北縁部に分布する礫岩と泥岩を北縁相として区別し、主部相を地域ごとに大きく分けて地層名を定義した。

四国中央部の新居浜地域は、四国西部からも四国東部からも離れた分布をしているため、地層名は明確には定義されてこなかった。Nakagawa (1961) は、阿讃山脈西部に分布する地層が新居浜地域にも連続するとして、阿讃山脈西部で定義した地層名の一部を新居浜地域にも適用している。しかし、新居浜地域東部の主部相は東傾斜の向斜構造を示しており、阿讃山脈の地層の層序の下位に相当する。また放散虫化石群集は阿讃山脈の堆積年代が後期カンパニアン期であることを示しており (山崎, 1987)、前期～中期カンパニアン期の新居浜地域とは一致しない。したがって、本地域で新たに岩相層序区分を実施し、地層名を定義した (Figs. 3, 4)。ここでは北縁相と主部相を区別し、岡村ほか (1984) と同様に岩相層序のサイクルを層の単位とし、層以下は岩相ごとに複数の層相に区分した。

3. 北縁相

(1) 楠崎層 (Kussaki Formation)

地層名: 新称

模式地: 新居浜市郷字楠崎付近

層厚: 30 m +

分布と層序関係: 東部丘陵北縁の四国中央市土居町池の谷から新居浜市阿島にかけての海岸、新居浜市郷字楠崎、およ

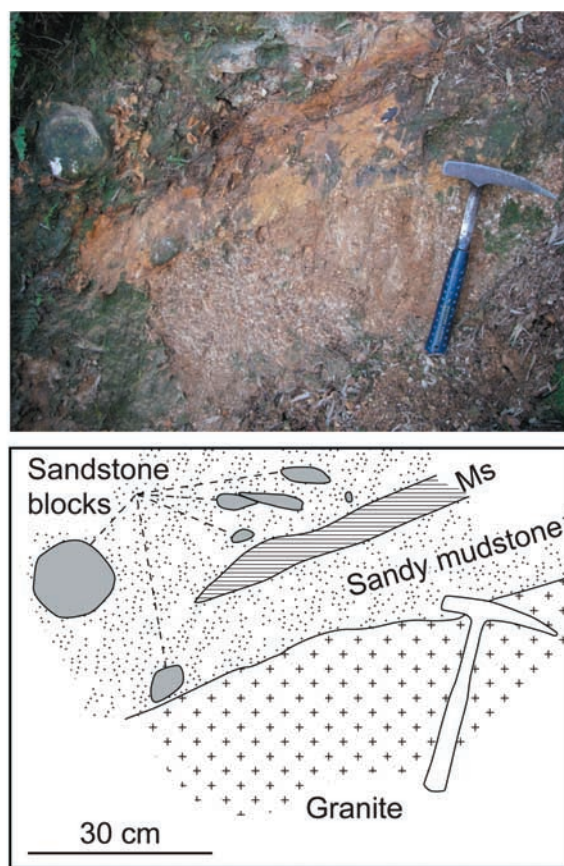


Fig. 5. Photograph (upper) and draft (lower) of unconformity between Ryoke granite and basal conglomerate of the Kussaki Formation.

び西部丘陵北縁の新居浜市星越町・王子町・磯浦町にかけて分布する。東部丘陵では、領家帯花崗岩と不整合関係にあり、新居浜市郷字楠崎周辺の数地点で不整合が確認できる (Fig. 5)。西部丘陵の西条市仏崎では領家帯と断層関係にあることが報告されており (稲見, 1975)、下限は不明である。上位の主部相である磯浦層と新居浜層とは整合関係にあり、上方に粗粒化することで漸移する。ただし、王子町では上位の磯浦層および新居浜層と指交関係にあると推測される。模式地

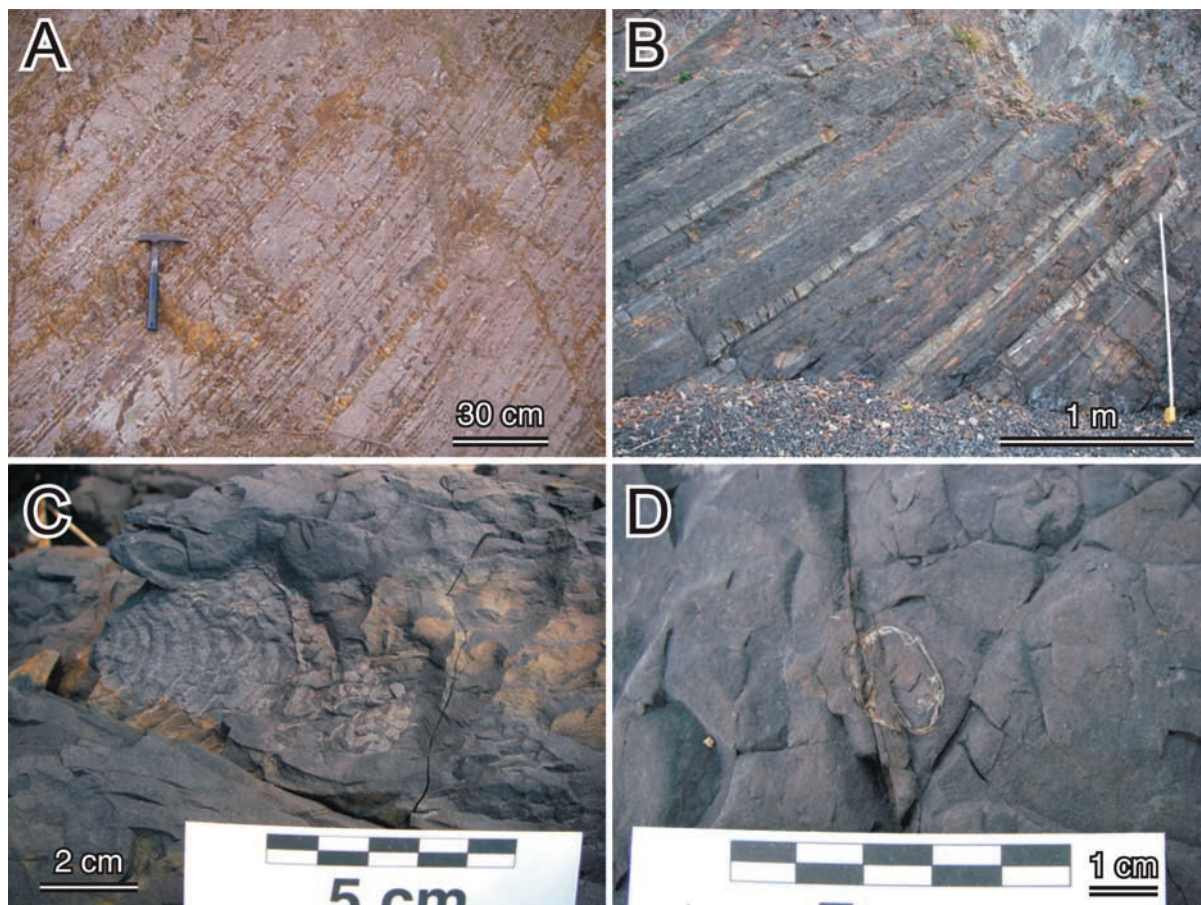


Fig. 6. Photographs of the Kussaki Formation (northern marginal facies). (A-B) thin-bedded mudstones intercalated with thin-bedded fine-grained sandstone beds. (C) *Inoceramus* sp. in sandy mudstone at the coast line near Ikenotani. (D) Echinoidea at the same locality of photo C.

周辺では、三波川変成岩類の角礫を含む岡村層（高橋，1958）相当層（鮮新統－更新統）の砂礫層に不整合に覆われる。

岩相：全体的に泥岩優勢相である。領家帯の花崗岩の直上には砂岩や礫岩が見られることがあるが、明瞭な基底礫岩を欠くことが多い。泥岩は厚さ1～30 cmの層を持ち、砂岩の薄層と互層する（Figs. 6.A, 6.B）。東部丘陵北縁の四国中央市土居町池の谷に分布する泥岩層は、しばしば厚く（50～300 cm 厚）、砂質・塊状となる。新鮮な泥岩は明灰色・灰色・暗灰色を呈するが、風化したものは赤灰色・黄灰色・暗黄褐色などになる。生痕化石や貝化石、ウニの化石を含む（Figs. 6.C, 6.D）。石灰質なノジュールを含むことがある。

化石：土居町池の谷周辺からは、*Inoceramus* sp.やウニ、アンモナイトなどの大型化石の産出があり（Figs. 6.C, 6.D）、中期カンパニアン期のアンモナイト化石（*Delawarella* sp.）が報告されている（稲見・越智，1984）。

西部丘陵北縁の西条市仏崎からは、Matsumoto and Obata（1963）がアンモナイトの *Bevahites* aff. *lapparenti* Colignon や *Nanonavis*, *Pseudogrammatodon*, *Acila*, *Glycymeris* などの二枚貝類が優勢な化石群が産出することを報告した。また、*Inoceramus balticus* Böhm, *Inoceramus*

(*Sphenoceramus*) cf. *schmidtii* Michael, *Submortoniceramus* sp., *Baculites* cf. *occidentalis* Meek の産出も報告している。以上のことから、Matsumoto and Obata（1963）は西条市仏崎に露出する和泉層群の堆積年代を前期－中期カンパニアン期としている。

4. 主部相

主部相は岩相の周期性から磯浦層と新居浜層に分けることができる。いずれも北縁の泥岩相から急激に粗粒化して礫岩優勢相となり、その後次第に細粒化するという岩相変化を示す。地層の走向傾斜や地質構造から、新居浜地域の地層は阿讃山脈西部（川之江東方）の田々野砂岩（Nakagawa, 1961）や高尾山砂岩（中川，1955）とは層準が異なり、より下位の地層であると考えられる。

(1) 磯浦層（Isoura Formation）

地層名：新称

模式地：新居浜市磯浦町

層厚：300～700 m

分布と層序関係：西部丘陵北部の新居浜市磯浦町から西条市船屋にかけて分布する。下位の楠崎層とは整合関係にあり、上方へ粗粒化することによって漸移する。西部丘陵東部の新

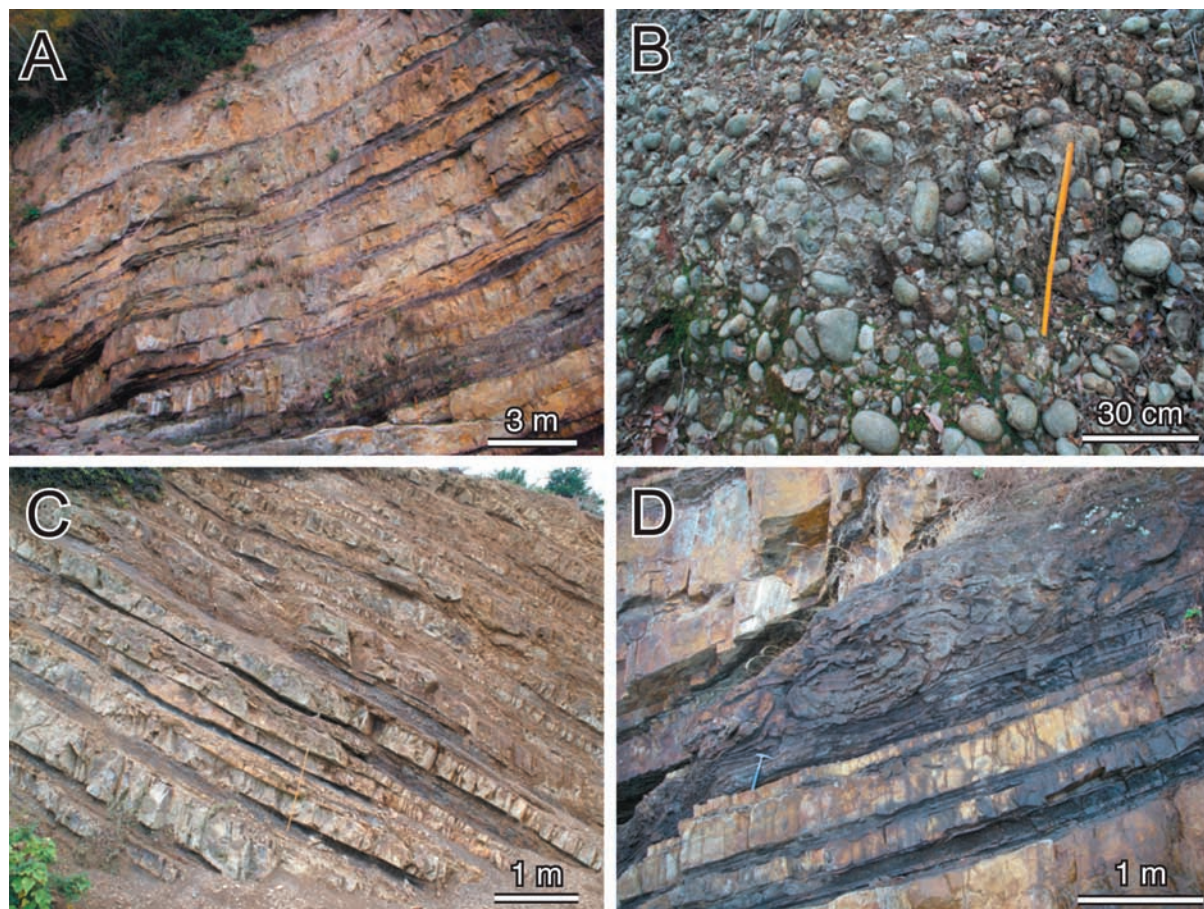


Fig. 7. Photographs of the main facies. (A) Sandstone-dominated facies of the Niihama Formation. (B) Cobble-grade conglomerate with disorganized and clast-supported structures in the conglomerate-dominated facies of the Niihama Formation. (C) Thin- to medium-bedded sandstones intercalated with thin mudstones in the Niihama Formation. (D) Slump deposits within thick-bedded sandstones in the Niihama Formation.

居浜市星越町では楠崎層の泥岩がくさび状に入り、そこが上位の新居浜層との境界になっている。

岩相: 礫浦層は主に礫岩・砂岩・泥岩からなる。構成する岩相の特徴によって、礫浦層は下位から4つの層相(砂岩泥岩互層相・砂岩優勢相・礫岩優勢相・砂岩優勢相)に区分できる (Fig. 3)。

最下部の砂岩泥岩互層相は、30～100 cm 厚の砂岩が5～30 cm 厚の泥岩と互層し、砂岩が全体の30～70%を占める。砂岩は細粒砂～粗粒砂からなり、薄い層ほど細粒であることが多い。概して石英・長石質アレナイトであり、岩片として珪長質火山岩片を多く含む。砂岩は灰色から青灰色を示す。泥岩は灰色から暗灰色を呈し、しばしば生痕化石を含む。

砂岩優勢相は、砂岩が全体の70%以上を占め、層厚30 cm 以上の厚い砂岩からなる (Fig. 7.A)。砂岩の層厚は最大で3 m に達し、1 m 以上の非常に厚い砂岩は複数の砂岩層が癒合していることが多い。砂岩の構成粒子は粗粒砂～極粗粒砂であり、まれに細礫や数 cm ～数十 cm 大の泥岩の偽礫を含むことがある。厚い砂岩の大部分は塊状であるが、底部や最上部に級化構造が見られるものや、単層の上部5～10 cm

に平行葉理が観察されるものがある。砂岩優勢相で見られる泥岩は層厚5 cm 以下のものが多く、砂岩が厚いところでは数 mm から1 cm 程度の薄層となる。

礫岩優勢相は下部ほど礫岩の割合が高い。下部では1～3 m 厚で重なる礫岩層に砂岩層が挟在するが、上部では厚い礫岩がなくなり、成層する砂岩層に層厚1 m 以下の含礫砂岩や礫岩層が挟在する。礫岩には、礫支持のものと基質支持のものがある。礫支持には塊状で淘汰が悪いもの (Fig. 7.B) と、級化構造を示しながら砂岩へ漸移する比較的淘汰の良いものがある。前者はしばしば大礫以上の礫を含むが、後者は主に細礫～中礫サイズの礫を含む。いずれも基質は粗粒砂～極粗粒砂で、礫は良く円磨されている。このタイプの礫岩は複数枚の礫岩が砂岩と互層しながら、数 m ～10 m の周期で上方細粒化を繰り返すことがある。基質支持の礫岩は塊状で淘汰が悪く、基質は暗灰色の泥岩～砂質泥岩であることが多いが、礫支持礫岩と同様な粗粒砂の場合もある。礫の大きさは細礫から巨礫まで多様であり、円礫から角礫までである。全体に占める礫の割合は5～20%くらいのものが多い。礫を含まない暗灰色の厚い泥岩が基質支持礫岩の上部に見られることがある。

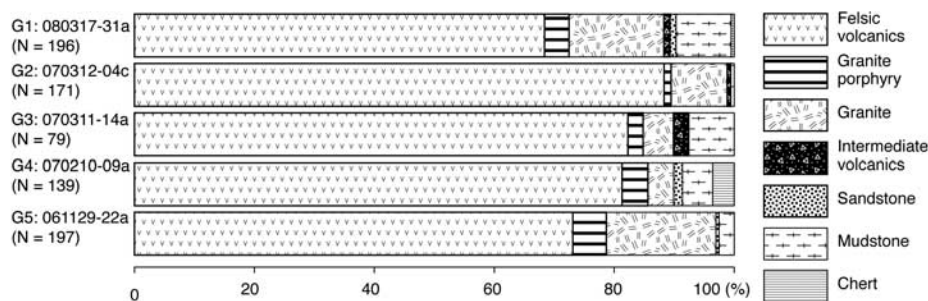


Fig. 8. Clast compositions of granule-grade conglomerates. Clasts were counted by using thin sections under the microscope. Localities are shown in Fig. 10.

最上位は再び砂岩優勢相となる。砂岩優勢相の下部では砂岩層が90%以上を占め、泥岩は少なく、まれに含礫砂岩が見られる。上部では泥岩の割合が最大30%ほどになり、30～100 cm厚の粗粒砂岩が層厚10 cm以下の泥岩と互層する。

化石: 田代ほか(1986)は、西部丘陵西端の西条市船屋付近の砂岩泥岩互層相から *Sphenoceras schmidtii* や *S. sachalinensis* (Sokolow) などの産出を報告し、その堆積年代を前期カンパニアン期最後期から中期カンパニアン期最初期であるとした。彼らは産出する化石の種類や産状が、松山市姫塚や東温市山ノ内の奥黒滝に分布する同層群のものと共通することから、同時代の堆積物である可能性を指摘した。また上記以外の化石として、*Nucula* (?) sp., *Acila* (*Truncacila*) aff. *shimajimensis* Tashiro, *Nanonavis brevis* Ichikawa et Maeda, I. (*Cordiceramus*) *yuasai* Noda, I. (*Endocostea*) *bulticus bulticus* Böhm, *Myrtea angularis* Tashiro, *Periplomya* sp., *Tetragonites* cf. *pope-tensiss* (Yabe), *Gaudryceras* sp. を報告している。Kobayashi and Amano (1955) は、西条市祝谷(西条市仏崎と船屋の間)から、三角貝 *Yaadia japonica* (Yehara) を報告している。

(2) 新居浜層 (Niihama Formation)

地層名: 新称

模式地: 新居浜市郷字楠崎南方の丘陵地帯

層厚: 2000 m +

分布と層序関係: 西部丘陵の西条市下島山から新居浜市星越町と、東部丘陵の新居浜市東部から四国中央市土居町天満に分布する。西部丘陵では下位の礫浦層と、東部丘陵では北縁相の楠崎層と整合関係にあり、上方へ粗粒化することで漸移する。礫浦層とは、楠崎層の泥岩がくさび状に入るところで境される。分布の南縁は中央構造線に切られており、上限は不明である。

岩相: 新居浜層を構成する岩相は下位から5つの層相(砂岩優勢相・礫岩優勢相・砂岩優勢相・砂岩泥岩互層相・泥岩優勢相)に区分できる(Fig. 3)。最下部の砂岩優勢相とその上位の礫岩優勢相は、東部丘陵西部に見られ、それぞれ約50 mと500 mの厚さを持つ。砂岩優勢相は、上方へ急激に厚層化・粗粒化し、礫岩優勢相へ漸移する。礫岩優勢相の礫岩の多くは円礫～亜円礫からなる礫支持礫岩で、30～300 cmの層厚を持つ。層厚100 cm以上の礫岩は複数枚の層が

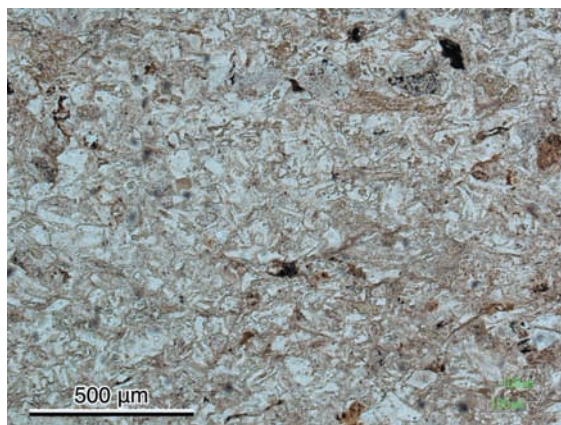


Fig. 9. Photomicrograph of felsic tuff.

癒合していることが多いが、巨礫を含む礫岩は単層でも100 cm以上の厚さを持つことがある。礫種は、流紋岩・デイサイトなどの珪長質火山岩が主体であり、花崗岩・砂岩・泥岩などが含まれる(Fig. 8)。礫岩は砂岩を挟みながら、数m～10 mオーダーで上方細粒化を繰り返すことがある。しばしば層厚5 m以下の泥岩基質の基質支持礫岩が挟在する。礫岩の分布は、上部ではレンズ状となり、次第に砂岩優勢相へと漸移する。礫岩優勢相の上位に累重する砂岩優勢相(全体に対する砂岩の割合が70%以上)は、西部丘陵から東部丘陵にかけての広い範囲に分布し、約1000 mの厚さを持つ。この層相中の砂岩は粗粒砂～極粗粒砂からなり、50～300 cmの層厚を持つ(Fig. 7.B)。挟在する泥岩は1 cm以下の薄層が多い。砂岩泥岩互層相(砂岩は全体の30～70%)は、層厚30～100 cmの細粒砂岩～中粒砂岩が、層厚5～30 cmの泥岩と互層する(Fig. 7.C)。泥岩優勢相は、全体に対する泥岩の割合が70%以上で、泥岩層に層厚10 cm以下の細粒砂岩が挟在する。砂岩泥岩互層相と泥岩優勢相は、東部丘陵において新居浜層の南縁に分布する(Fig. 2)。岩相は側方へ変化し、すべての層相がそろっているのは東部丘陵西部のみである。

砂岩にはフルートキャストやグループキャストなどの底痕が良く発達しており、礫岩にはまれにインプリケーションが見られる。これらは東または北東から西または南西への古流向を示している(Noda and Toshimitsu, 2009)。北縁近くで

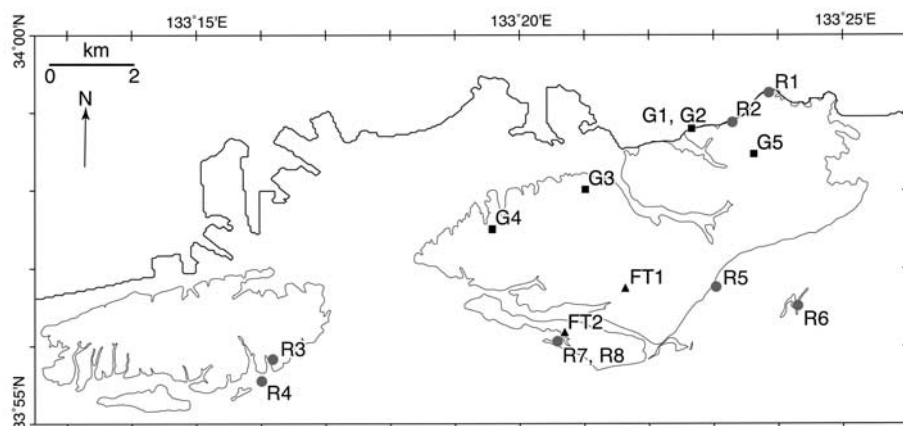


Fig. 10. Localities for clast compositions (G1-G5), radiolarian fossils (R1-R8), and fission-track dating analysis (FT1-FT2).

Table 1. Results of fission-track dating analysis for the Izumi Group in the Niihama area.

Sample	Crystals	No. Crystals	Spontaneous		Induced		ρ_d	N_d	$Pr(\chi^2)$ (%)	Age $\pm 1\sigma$ (Ma)	Mean track length (μm)	Standard deviation (μm)
			ρ_s	N_s	ρ_i	N_i						
FT1 (080126-24a)	Zircon	30	18.7	6201	6.06	2006	12.07	4345	43	76.8 \pm 2.4	10.73	0.46
FT2 (061127-09a)	Zircon	30	13.9	2018	2.32	337	8.153	3914	99	92.1 \pm 5.7	10.66	0.41

Track densities (ρ) are in 10^6 tracks cm^{-2} . N means number of tracks counted.

All analyses were based on the external detector method using internal surface (ED1) (Danhara et al., 1991).

$Pr(\chi^2)$ is the probability of obtaining χ^2 value for ν degrees of freedom (where ν is the number of crystals - 1) (Galbraith, 1981).

はスランプ堆積物が多く見られ、特に東部丘陵の海岸沿いで良く観察できる (Fig. 7.D). スランプ堆積物は激しく変形した砂岩や泥岩からなり、花崗岩の角礫を含むこともある。スランプ褶曲のヒンジの方向から、南～南西傾斜の古斜面が推測されている (Noda and Toshimitsu, 2009)。

新居浜層には多数の珪長質凝灰岩が挟在する。外観はチャート状で、緻密である。明灰色を呈するものが多いが、緑灰色・淡緑色・青灰色・黄灰色・灰オリーブ色を呈する凝灰岩もある。単層の厚さは数 cm 程度であるが、まれに 2 m 以上の厚さを持ち、塊状無層理の層もある。全体の層厚は 30 cm から 3 m 程度までのものが多いが、30 m を越えるものも見られる。一般に細粒なガラス質凝灰岩～ガラス質結晶凝灰岩である (Fig. 9) が、一部は砂粒子を多く含む凝灰質砂岩である。細粒な凝灰岩には、平行葉理や級化層理が見られることも多い。

堆 積 年 代

1. フィッション・トラック年代測定

(1) 手法 フィッション・トラック年代測定のために、新居浜層から 2 試料 (FT1 と FT2) の珪長質凝灰岩を採取した (Fig. 10; Table 1). FT1 は厚さ 30 m の顕著な凝灰岩層であり、細粒な火山ガラスと斜長石の斑晶からなる。一方、FT2 は凝灰質細粒砂岩で、層の厚さは 30 cm である。

檀原 (1999) に従い、FT1 を 450 g と FT2 を 900 g 処理し、それぞれ 1000 個と 500 個のジルコン粒子を得た。測定方法には、内部面を使用した外部ディテクター法 (ED1) を

採用した。抽出したジルコンのうち 100 粒子程度を PFA シートに溶入した後、外部面の自発トラックのエッチングを行った。エッチングには KOH-NaOH 共融液 (KOH : NaOH = 1 : 1, 225 °C) を用いた。次に、外部面のトラックが消えるまで研磨し、さらに 16 ～ 20 時間のエッチングを行った。熱中性子照射は、日本原子力研究開発機構原子力科学研究所の JRR-3 および JRR-4 原子炉を用い、FT1 の照射条件は JRR-3 炉気送管 (20 MW 時) で 20 秒間、FT2 は JRR-4 炉気送管 (3.5 MW 時) で 15 秒間とした。年代測定は、トラック計数に適した 30 粒子を対象に行った。年代値はゼータ較正法 (Hurford, 1990a, b) に従って算出し、用いたゼータ値 (ζ_{ED1}) は、JRR3 炉では 414 ± 3 (Danhara and Iwano, 2009), JRR4 炉では 380 ± 3 (Danhara et al., 2003) である。

年代測定を行った 2 試料について、コンファインド・トラック長を測定し、熱影響の有無を検討した。FT1 のトラック長測定試料は年代測定に用いた同一粒子を対象とした。一方 FT2 は粒径が極めて小さく、コンファインド・トラックの発生確率が低いため、抽出されたジルコン粒子のうち 800 粒子を使ってトラック長測定用マウント試料を作成し、トラック長測定はマウント内のすべての粒子を対象にした。

(2) 結果 FT1 のジルコンは、色調 (淡褐色) や結晶形からも均質性の高い自形ジルコン結晶群と判断された。ランダムに測定した 30 粒子のまとまりは極めてよく、 χ^2 検定 (Galbraith, 1981) に合格した。よって、全測定粒子を同一年代集団に属するものと見なした。得られた年代は 76.8 ± 2.4

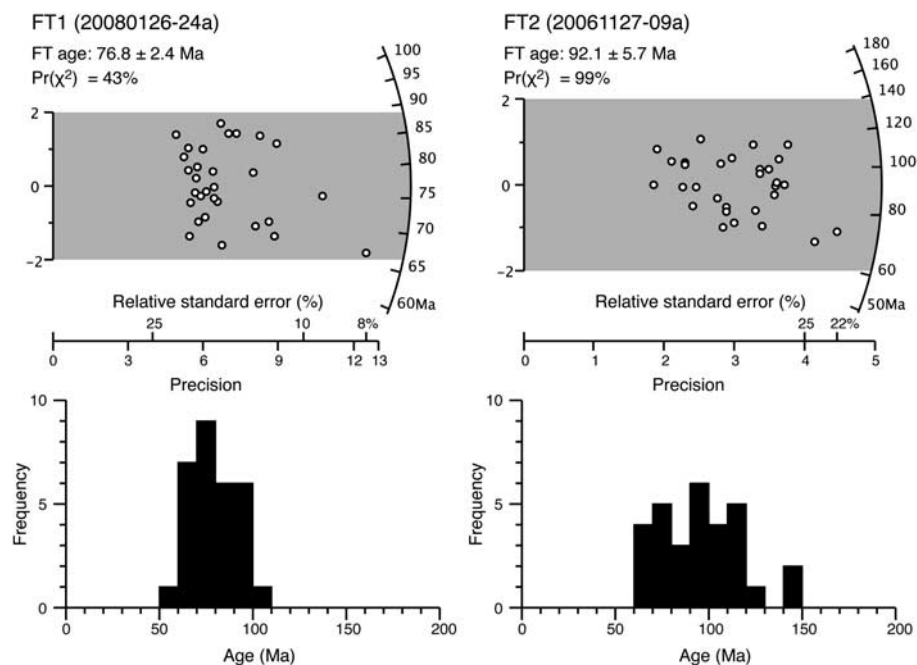


Fig. 11. Results of fission-track dating analysis.

Ma (以下, 年代誤差は 1σ) となった (Fig. 11). トラック長測定では, 21 本のコンファインド・トラックが得られ, その分布は $10 \sim 12 \mu\text{m}$ に集中した. 平均値 ($10.73 \mu\text{m}$; Table 1) は熱影響のない標準試料から得られた値 ($10.7 \mu\text{m}$; Hasebe et al., 1994) と比較して有意な短縮化は認められず, よって本 FT 年代値に再加熱による若返りはないと判断される.

FT2 のジルコンは, 淡褐色を呈する自形結晶で, 色調が明らかに異なる粒子の混在は認められなかった. このジルコン試料は, 短柱状で粒径 (幅) が $50 \mu\text{m}$ 以下の極細粒の結晶であったため, 今回の測定ではそのなかでも比較的粗粒の結晶を選択した. 測定した 30 粒子のデータのまとまりは比較的良く, χ^2 検定に合格し, 平均値として $92.1 \pm 5.7 \text{ Ma}$ が得られた (Fig. 11). 本試料は極細粒結晶で 1 粒子当たりのトラック計数が少なく, 計数誤差が大きくなった. よって最終的に得られた年代値の誤差も大きく, FT1 よりも精度の低い結果となった. また, 30 本のコンファインド・トラック長解析平均値は, $10.66 \mu\text{m}$ で (Table 1), 有意な短縮化はなかった.

新居浜層から再加熱の影響のない 2 つの FT 年代値が得られ, 両年代は 2σ の誤差範囲内で一致した. ここでは両者の加重平均を求め (Taylor, 1982), その値である $79.1 \pm 2.2 \text{ Ma}$ (中期カンパニアン期; Ogg et al., 2004) を新居浜層の堆積年代として代表する.

2. 放散虫化石

(1) 手法 堆積年代を求めるために, 楠崎層 (R1-R2) と新居浜層 (R3-R8) の 8 地点から泥岩を採取し, 含まれる放散虫化石を抽出した (Fig. 10). 放散虫化石の抽出処理は, まず岩石試料を水により洗浄した後, ポリビーカーに移し約 5 % のフッ化水素酸溶液 (石灰質な試料については, 約

10 % の塩酸を用いる) を満たし $10 \sim 20$ 時間程度浸した. 試料を水洗しながら目の開き $63 \mu\text{m}$ のステンレス篩を用いて, 残渣試料を回収する作業を 3 回繰り返して行った. 残渣試料をガラスビーカーに移し, エタノールにて洗浄した. その後, クリーニング (粘土分・有機物除去) のために混合酸 ($\text{NaCl} : \text{HNO}_3 : \text{HOAc} = 1 : 1 : 1$) を適量加え, $10 \sim 30$ 分間煮沸した. 回収した残渣は水洗後, 乾燥させた. 残渣試料を実体顕微鏡下で観察し, 放散虫化石の有無を確認し, マウントに載せて SEM 観察と写真撮影を行った (Fig. 12).

(2) 結果 R1 (20071204-17a) : 厚層の砂質泥岩中の明灰色な石灰質ノジュールである. 本試料は放散虫化石の含有量が少なく, 4 回の塩酸処理によって得られた残渣中からは *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark) および *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno が確認されたのみである.

R2 (20070312-11a) : 厚層の砂質泥岩中の明灰色な石灰質ノジュールである. 4 回の塩酸処理によって得られた残渣からは, ごく少量の *Nassellaria* (*A. stocki*, *Neosciadiocapsa* sp.) および円盤状の形態を持つ種を中心とした多量の *Spumellaria* (*Archaeospongoprimum* sp., *Archaeospongoprimum hueyi* Pessagno group, *Archaeospongoprimum andersoni* Pessagno, *Orbiculiforma* sp., *P. floresensis*, *Triactinosphaera* spp., *Crucella* sp.) が得られた.

R3 (20071128-6a) : 砂岩泥岩互層中の薄層の灰色泥岩である. 4 回のフッ化水素酸処理によって得られた残渣から *Dictyomitra koslova*, *Dictyomitra multicostata* Zittel, *A. stocki*, *Stichomitra compsa* Foreman, *Stichomitra asymbatos* Foreman, *Praeconocaryomma* aff. *universa* Pessagno, *Alievium gallowayi* (White), *P. floresensis* お

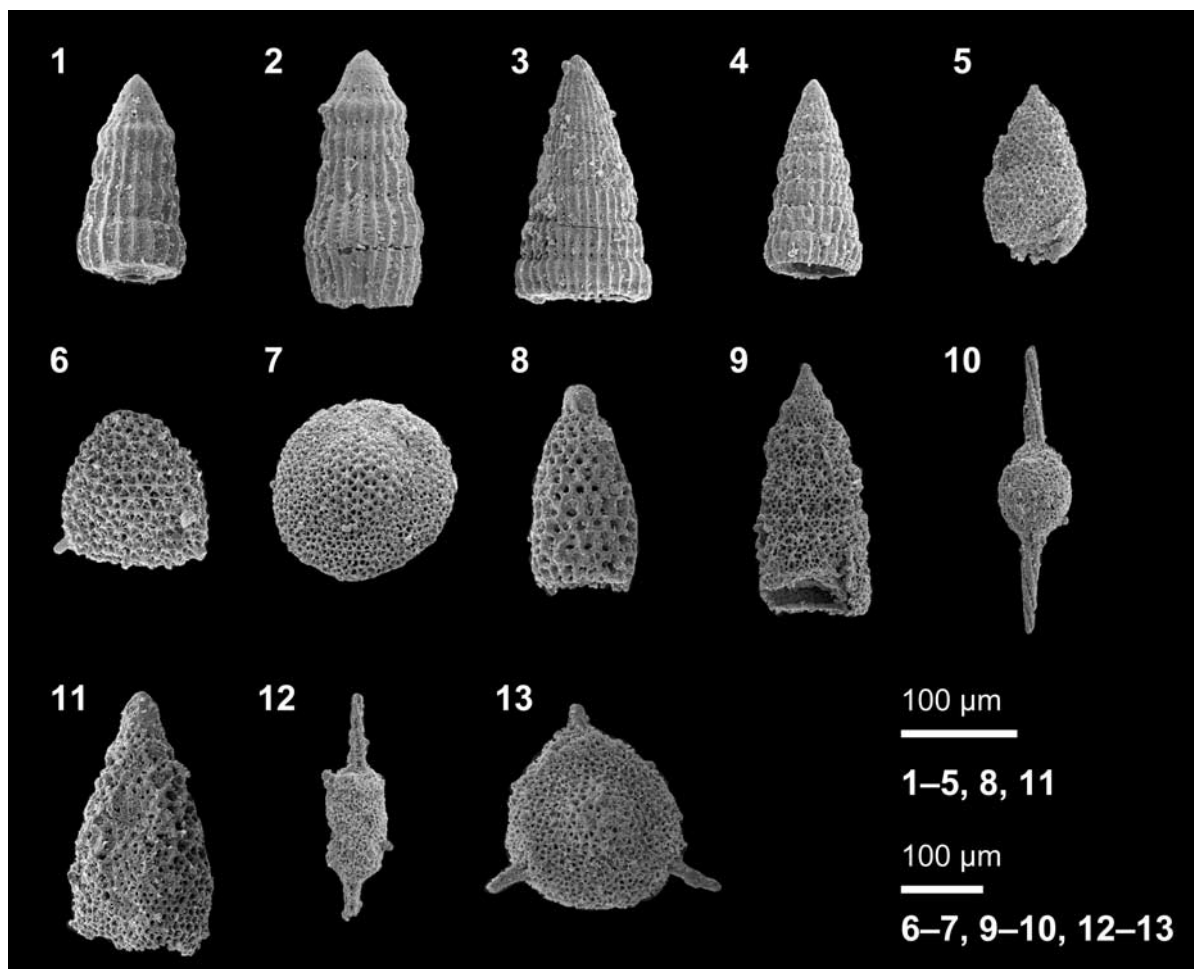


Fig. 12. Radiolarian fossils yielded in the Niihama area. 1-2, *Dictyomitra koslovae* Foreman; 3-4, *Dictyomitra multicostata* Zittel; 5, *Stichomitra compsa* Foreman; 6, *Alievium gallowayi* (White); 7, *Pseudoaulophacus lenticulatus* (White); 8, *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark); 9, *Stichomitra asymbatos* Foreman; 10, *Archaeospongoprimum hueyi* Pessagno group; 11, *Amphipyndax* aff. *tylotus* Foreman; 12, *Archaeospongoprimum andersoni* Pessagno; 13, *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno. Fossil numbers 1-7, 8-10, 11 and 12-13 are from samples R3, R6, R8, and R2, respectively.

および *Pseudoaulophacus lenticulatus* (White) が得られた。

R4 (20071128-13a) : 珪長質凝灰岩に挟在する泥岩層に含まれる石灰質ノジュールである。本試料は放散虫化石の含有量が少なく、4回の塩酸処理によって得られた残渣中からは *A. stocki*, *Orbiculiforma* sp. および *Spumellaria* gen. et sp. indet. が確認されたのみである。

R5 (20071130-9a) : 砂岩泥岩互層中の薄層の暗灰色泥岩である。4回のフッ化水素酸処理によって得られた残渣から *D. koslovae*, *D. multicostata*, *Archaeodictyomitra* sp., *A. stocki*, *S. asymbatos*, *Neosciadiocapsa* sp., *P. floresensis* および *A. aff. andersoni* が得られた。

R6 (20071130-21a) : 砂岩泥岩互層中の薄層の暗灰色泥岩である。4回のフッ化水素酸処理によって得られた残渣から *D. koslovae*, *D. multicostata*, *A. stocki*, *S. asymbatos*, *A. hueyi* group, *Crucella* sp., *Sponguridae* gen. et sp. indet. および *Spumellaria* gen. et sp. indet. が得られた。

R7 (20071202-6a) : 泥岩優勢相中の薄層の暗灰色泥岩である。4回のフッ化水素酸処理によって得られた残渣から *D. aff. koslovae*, *D. multicostata*, *A. stocki*, *S. asymbatos*, *Stichomitra* sp., *A. cf. gallowayi* および *P. lenticulatus* が得られた。典型的な *D. koslovae* は得られなかった。

R8 (20071202-06b) : 泥岩優勢相中の薄層の暗灰色泥岩である。4回のフッ化水素酸処理によって得られた残渣から *D. koslovae*, *D. multicostata*, *Dictyomitra* aff. *formosa* Squinabol, *A. stocki*, *A. aff. tylotus*, *S. asymbatos*, *Neosciadiocapsa* sp., *Stichomitra* sp., *Nassellaria* gen. et sp. indet., *P. lenticulatus* および *Orbiculiforma* spp. が得られた。

(3) 堆積年代 楠崎層から得られた R2 には、サントニアン期～マーストリヒチアン期初期に生存期間があるとされる *P. floresensis* が多く含まれている。Hollis and Kimura (2001) は日本の上部白亜系放散虫化石帯を整理し、*D. koslovae* の初産出と *A. tylotus* の初産出の区間で定義される *Dictyomi-*

tra koslovae 間隔帯を設定した。また、彼らは *D. koslovae* 間隔帯を下部 (DK1: サントニアン期) と上部 (DK2: カンパニアン期) に細分している。R2 から産出する *A. hueyi* group は, Hollis and Kimura (2001) によりその初産出を DK2 帯の基底部の定義として用いられている。したがって、R2 の示す時代はカンパニアン期と考えられる。

新居浜層の R3-R8 から得られた種は、山崎 (1987) の *Dictyomitra koslovae* 群集帯を特徴づける種である。特に、種類・個体数ともに多数得られた R3, R5, R6, R8 からは *D. koslovae* が得られており、山崎 (1987) が指摘した特徴と合致する。*D. koslovae* 帯は大型化石による化石帯との対比から前期—中期カンパニアン期とされている。また、前出の Hollis and Kimura (2001) による DK2 帯の基底部の定義には、日本ではカンパニアン期—マーストリヒチアン期から報告されている *A. gallowayi* の初産出が含まれている。本種は、試料 R3 と R7 から得られている。以上を考慮すると、R3-R8 のうち R3 の時代はカンパニアン期であり、さらに後期カンパニアン期に出現する *Amphipyndax pseudoconulus* が確認されていないことから、前期—中期カンパニアン期と考えられる。また新居浜層最上部の泥岩優勢相から採取した R8 からは、カンパニアン階上部—マーストリヒチアン階下部に産出する *A. tylosus* と似た個体 (Fig. 12 の 11) が得られており、この試料の時代は前期—中期カンパニアン期の範囲内でも中期カンパニアン期 (Ogg et al., 2004) である可能性がある。

考 察

今回、新居浜層に挟在する凝灰岩層から 79.1 ± 2.2 Ma のフィッション・トラック年代を得たことは、新居浜層の堆積年代が中期カンパニアン期である可能性を示す。また、新居浜層の泥岩から産出した放散虫化石群集は、DK 群集帯 (山崎, 1987) および *D. koslovae* 間隔帯上部 (DK2 帯) (Hollis and Kimura, 2001) の群集に対比され、前期—中期カンパニアン期の堆積年代を示す。さらに、新居浜層最上部の放散虫化石群集 (R8) は、後期カンパニアン期に出現する種に似た個体を含んでおり、その堆積年代が前期カンパニアン期よりも中期カンパニアン期であることを示唆する。これらのことから、新居浜層の堆積年代は中期カンパニアン期であり、大型化石・微化石による年代とフィッション・トラック年代との対応関係は良い。一方、北縁相である楠崎層の放散虫化石群集は DK 群集帯および DK2 帯の特徴を明確には示していないが、産出する化石種が示す堆積年代はカンパニアン期であり、大型化石による堆積年代 (前期—中期カンパニアン期; Matsumoto and Obata, 1963; 稲見・越智, 1984) と矛盾しない。また、西部丘陵の磯浦層の堆積年代については今回新しいデータを得ていないが、二枚貝などの大型化石から、前期カンパニアン期最後期から中期カンパニアン期最初期とされている (田代ほか, 1986)。

田代ほか (1986) は西部丘陵西端 (西条市船屋付近) の磯浦層最下部の砂岩泥岩互層相から、深海の生息環境を示す貝化石 (*Periplomya*, *Acila*, *Portlandia*, *Thyasira*, *Myrtea*

など) を報告し、北縁相の基底直上が比較的深い海底であったことを指摘している。彼らは極浅海生の貝化石 (*Yaadia*, *Loxo*, *Brachidontes* など) が和泉層群基底部のごく薄くの層準からしか産出しないことから、和泉層群の堆積盆が急激に沈降した可能性を示唆している (田代ほか, 1986)。一般に横ずれ堆積盆のような幅の狭い堆積盆は側方への熱損失が大きいために、引張時に急激に沈降して沈降量が堆積物供給量よりも大きくなることがある (Cochran, 1983; Pitman and Andrews, 1985)。狭長な和泉層群の堆積盆も同様に、堆積盆形成初期 (北縁相の堆積時とその直後) には堆積盆が急速に深くなっていた可能性が考えられる。

四国西部 (松山地域) の和泉層群は、四国中央部 (新居浜地域) とは地理的に離れた分布をしているが、いくつかの共通する特徴を持つ。例えば、(1) ほぼ同じ貝化石種の産出 (田代ほか, 1986)、(2) 同一の放散虫化石群集帯 (DK 群集帯; 山崎, 1987)、(3) 同一の大型化石帯 (A 帯; 須鎗, 1973)、(4) 分布と平行な東北東—西南西の走向 (高橋, 1986)、(5) 東西性の軸を持つ過褶曲の発達 (山崎・高橋, 1991; 山崎ほか, 1992; 高橋・山崎, 1992, 1993)、(6) 分布域の南部に卓越する泥質堆積物 (高橋, 1977)、(7) 主部相における西—南西向きの古流向 (原田, 1965; 西村, 1984)、(8) 領家帯を基盤とする北縁の不整合 (中川, 1958) などの特徴は、両者に共通する。これらのことから、四国西部から四国中央部にかけての和泉層群の堆積盆は、地層の走向と平行な軸を持ち、ほぼ同時に沈降・堆積を始め、堆積盆の南部が北部よりも深く沈降するような半地溝堆積盆もしくは横ずれ引張堆積盆であった可能性が考えられる。また、四国西部は四国中央部よりも和泉層群の分布が広く、全体の層厚も大きいため、前者は後者よりも広く深く開くようなくさび型の堆積盆であったのかもしれない。このため、堆積盆の軸部は東方から供給される堆積物によって埋積されたのであろう。ただ新居浜地域の南縁は中央構造線に切られており、もともとは堆積盆が広がった可能性も否定できない。

一方、東ブランジの向斜構造や北縁相に発達する泥岩層など、新居浜地域には四国東部の和泉層群と共通する特徴もある。また、新居浜層と磯浦層の礫岩優勢相の分布が水平方向に 10 km ほどずれていることや、北縁相の泥岩と主部相とが指交関係にあることは、堆積中心を東へ移動 (後退) させながら堆積盆の埋積作用が進行したことを示唆している (Noda and Toshimitsu, 2009)。以上のことから、四国西部から中央部にかけて半地溝堆積盆もしくは横ずれ引張堆積盆が形成されたのち、四国中央部から東部にかけて横ずれ断層運動によって新しい堆積盆が東方へ形成されつつ、埋積されていったのかもしれない。このように、四国中央部に位置する新居浜地域の和泉層群は、堆積盆の形成・埋積様式が変化する時期に堆積した可能性がある。

結 論

四国中央部の新居浜地域に分布する和泉層群の岩相・地質構造・堆積年代などの特徴から、この地域に新たな地層名を定義した。北縁相に相当する楠崎層は、新居浜地域の北縁に

分布する泥岩優勢相であり、一部で領家花崗岩を不整合に覆う。磯浦層と新居浜層は楠崎層の南側に分布し、主部相に相当する。磯浦層は西部丘陵北部に、新居浜層は西部丘陵南部と東部丘陵に分布し、新居浜層は磯浦層の層序的上位に位置する。地層は、西部丘陵と東部丘陵東部では四国西部（松山地域）と同様に南傾斜の同斜構造を示すが、東部丘陵東部では四国東部（阿讃山脈）と同様に東傾斜の向斜構造を示す。珪長質凝灰岩の2試料からフィッション・トラック年代を得た。FT1は 76.8 ± 2.4 Maの年代値を、FT2は 92.1 ± 5.7 Maの年代を示し、両者の加重平均値である 79.1 ± 2.2 Ma（中期カンパニアン期）を新居浜層の凝灰岩の堆積年代とした。新居浜層の泥岩から産出した放散虫化石群集は、前期－中期カンパニアン階のDK群集帯（山崎，1987）および*D. koslovae* 間隔帶上部（DK2帯）（Hollis and Kimura, 2001）の群集に対比され、凝灰岩のフィッション・トラック年代と整合的である。この堆積年代は、四国中央部の和泉層群が四国西部の同層群とほぼ同時期に堆積したことを示す。四国中央部の新居浜地域の和泉層群は、四国西部と東部に見られる同層群の両方の特徴を持ち、その堆積盆地形成・埋積プロセスの過渡期に堆積した地層であると考えられる。

謝 辞

本研究は産業技術総合研究所による5万分の1地質図幅「新居浜」の作成に伴い行われた調査・研究の一部である。水野清秀氏には周辺の活断層についてご意見を頂いた。愛媛森林管理署には国有林内、新居浜市阿島の西日本砕石株式会社と四国中央市土居町の愛媛砕石工業株式会社には採石場内の調査について便宜を図って頂いた。岩石薄片は産業技術総合研究所の大和田 朗氏・佐藤卓見氏・福田和幸氏に作成して頂いた。また、査読者である田中 淳氏・山崎哲司氏・長谷部徳子氏および担当編集委員の柏木健司氏からは丁寧な指摘を頂き、本稿を改善することができた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

文 献

- 坂東祐司・橋本寿夫 (Bando, Y. and Hashimoto, T.), 1984, 阿讃山地における和泉層群産アンモナイトとその生層序. 香川大学教育学部研究報告, 第II部 (*Mem. Fac. Educ., Kagawa Univ., II*), **34**, 1-16.
- Cochran, J. R., 1983, Effects of finite rifting times on the development of sedimentary basins. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **66**, 289-302.
- 檀原 徹 (Danbara, T.), 1999, フィッション・トラック法. 上杉 陽・藁科哲男編, 考古学と年代測定学・地球科学 [*Archeology and Geochronology, Earth Sciences*]*, 同成社 (Doseisha Press), 44-55.
- Danhara, T. and Iwano, H., 2009, Determination of zeta values for fission-track age calibration using thermal neutron irradiation at the JRR-3 reactor of JAEA, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **115**, 141-145.
- Danhara, T., Iwano, H., Yoshioka, T. and Tsuruta, T., 2003, Zeta calibration values for fission track dating with a diallyl phthalate detector. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **109**, 665-668.
- Danhara, T., Kasuya, M., Iwano, H. and Yamashita, T., 1991, Fission-track age calibration using internal and external surfaces of zircon. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **97**, 977-985.
- Galbraith, R. F., 1981, On statistical models for fission track counts. *Jour. Inter. Assoc. Math. Geol.*, **13**, 471-478.
- 後藤秀昭・中田 高 (Goto, H. and Nakata, T.), 1998, 中央構造線活断

- 層系 (四国) の川上断層・岡村断層の再検討－横ずれ断層の断層線認識の新たな視点とその意義－. 活断層研究 (*Active Fault Res.*), **17**, 132-140.
- 原田幹彦 (Harada, M.), 1965, 松山東方地域の和泉層群の研究. 九州大学理学部研究報告 (地質学之部) (*Sci. Rep., Dep. Geol., Kyushu Univ.*), **8**, 137-156.
- Hasebe, N., Tagami, T. and Nishimura, S., 1994, Towards zircon fission-track thermochronology: reference framework for confined track length measurements. *Chem. Geol.*, **112**, 169-178.
- 橋本寿夫・石田啓祐 (Hashimoto, T. and Ishida, K.), 1997, 四国の上部白亜系, 和泉層群, 外和泉層群, 四万十累層群の放散虫群集と対比. 大阪微化石研究会誌 (*News of Osaka Micropaleontologists*), **10**, 245-257.
- Hollis, C. J. and Kimura, K., 2001, A unified radiolarian zonation for the Late Cretaceous and Paleocene of Japan. *Micropaleontology*, **47**, 235-255.
- Hurford, A. J., 1990a, International Union of Geological Sciences Subcommission on Geochronology recommendation for the standardization of fission track dating calibration and data reporting. In Durrani, S. A. and Benton, E. V. eds., *Proceedings of the 6th international fission track dating workshop*. Nucl. Tracks Radiation Meas., no. 17, Pergamon, Oxford, 233-236.
- Hurford, A. J., 1990b, Standardization of fission track dating calibration: Recommendation by the Fission Track Working Group of the I.U.G.S. Subcommission on Geochronology. *Chem. Geol.*, **80**, 171-178.
- Ichikawa, K., 1980, Geohistory of the Median Tectonic Line of Southwest Japan. In Ichikawa, K. ed., *Median Tectonic Line of Southwest Japan*. Mem. Geol. Soc. Japan, no. 18, 187-212.
- 市川浩一郎・篠原正男・宮田隆夫 (Ichikawa, K., Shinohara, M. and Miyata, T.), 1979, 和泉山脈の和泉層群の層序区分. 日本地質学会関西支部報 (*Proc. Kansai Branch, Geol. Soc. Japan*), no. 85, 10-11.
- 稲見馬治郎 (Inami, U.), 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) [*Geology and structure of the Izumi Group around Niihama City (Preliminary Reports)*]*. 新居浜市郷土館 (Niihama Folk Museum), 44p.
- 稲見馬治郎 (Inami, U.), 1978, 新居浜の地質 [*Geology of Niihama*]*. 愛媛地学会 (Ehime Chigaku Kai), 119p.
- 稲見馬治郎 (Inami, U.), 1983, 新居浜市の鮮新－洪積世岡村層. 地学研究 (*Chigaku Kenkyu*), **33**, 181-185.
- 稲見馬治郎 (Inami, U.), 1984, 新居浜市付近の和泉層群の化石産地. 愛媛石の会誌 (*Ehime Ishi no Kai Kaishi*), **4**, 18-20.
- 稲見馬治郎・越智 勇 (Inami, U. and Ochi, I.), 1984, 愛媛県宇摩郡土居町池の谷産アンモナイト. 地学研究 (*Chigaku Kenkyu*), **35**, 159-161.
- 岩本正人・宮田隆夫 (Iwamoto, M. and Miyata, T.), 1994, 非対称プリアパート堆積盆の擬似モデル実験. 構造地質 (*Jour. Tectonic Res. Group Japan*), no. 40, 131-138.
- Kashima, N., Shinohara, T., Takahashi, J. and Matsuura, H., 1988, Rhyolites in the Upper Cretaceous Izumi Group at the Ominegadai Hill area, northwestern Shikoku, Japan. *Prof. Shinji Sato Mem. Vol.*, 17-25.
- 近畿西部 MTL 研究グループ (Research Group for MTL in West Kinki), 1981, 和泉山脈東部の和泉層群の層序と構造. 地球科学 (*Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*), **35**, 312-320.
- Kobayashi, T. and Amano, M., 1955, On the Pseudoquadratae trigonians, Steinmannella, in the Indo-Pacific Province. Japan. *Jour. Geol. Geogr.*, **27**, 193-208.
- Kodama, K., 1986, Two different paleomagnetic directions from the Izumi Group in Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Geomagn. Geoelectr.*, **38**, 279-284.
- Kodama, K., 1987, Paleomagnetic constraint on the evolution of the Upper Cretaceous Izumi Basin in Shikoku, Southwest Japan. In Leitch, E. C. and Scheibner, E. eds., *Terrane Accretion and Orogenic Belts, Geodynamics Series*, vol. 19. Amer. Geophys. Union, Washington, DC, 291-299.
- Kodama, K., 1989, Paleomagnetic study of the Upper Cretaceous Izumi strike-slip basin along the Median Tectonic Line in Southwest Japan. In Hillhouse, J. W. ed., *Deep Structure and Past Kinematics of*

- Accreted Terranes, Geophys. Monogr.*, vol. 50. Amer. Geophys. Union, Washington, DC, 239-248.
- 小玉一人 (Kodama, K.), 1990, 四国および淡路島の中央構造線沿いに分布する和泉層群の古地磁気層位. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **96**, 265-278.
- Kodama, K., 2003, Magnetostratigraphic correlation of the Upper Cretaceous System in the North Pacific. *Jour. Asian Earth Sci.*, **21**, 949-956.
- 近藤松一 (Kondo, M.), 1967, 愛媛県東・中予の和泉砂岩基底附近の産出する化石産地について. 愛媛の地学 (*Ehime no Chigaku*), 永井浩三先生還暦記念号, 125-127.
- Matsumoto, T., 1954, The Izumi Belt along the southern border of the Inner Zone of Southwest Japan. In The Cretaceous Research Committee (Chairman Matsumoto, Tatsuro) ed., *The Cretaceous System in the Japanese Island*. Japan. Soc. Promot. Sci. Res., Tokyo, Ch. IV, 125-137.
- Matsumoto, T. and Obata, I., 1963, Bevalites (Cretaceous ammonite) from Shikoku. *Bull. Natn. Sci. Mus.*, **6**, 405-410.
- 松浦浩久・栗本史雄・吉田史郎・斎藤文紀・牧本 博・利光誠一・巖谷敏光・駒沢正夫・広島俊男 (Matsuura, H., Kurimoto, C., Yoshida, F., Saito, Y., Makimoto, H., Toshimitsu, S., Iwaya, T., Komazawa, M. and Hiroshima, T.), 2002, 20 万分の 1 地質図幅「岡山及丸亀」[*Geological Map of Japan 1: 200,000, Okayama and Marugame*]*. 産業技術総合研究所地質調査総合センター (Geol. Surv. Japan, AIST).
- Miyata, T., 1990, Slump strain indicative of paleoslope in Cretaceous Izumi sedimentary basin along Median tectonic line, southwest Japan. *Geology*, **18**, 392-394.
- 宮田隆夫・岩本正人 (Miyata, T. and Iwamoto, M.), 1994, 和泉堆積盆の東進メカニズム. 構造地質 (*Jour. Tectonic Res. Group Japan*), no. 40, 139-144.
- 水野清秀 (Mizuno, K.), 1992, 中央構造線に沿う第二瀬戸内期の堆積場—その時代と変遷—. 岡田篤正・杉山雄一・水野清秀・山崎晴雄・佃 栄吉編, 中央構造線のネオテクトニクス—その意義と問題点—. 地質学論集 (*Mem. Geol. Soc. Japan*), no. 40, 1-14.
- 森永 宏・奥村 清 (Morinaga, H. and Okumura, K.), 1988, 阿讃山脈東部板野—引田地域の和泉層群. 地学雑 (Jour. Geogr. Tokyo Geogr. Soc.), **97**, 10-21.
- 中川衷三 (Nakagawa, C.), 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) (*Jour. Gakugei, Tokushima Univ., Nat. Sci.*), **8**, 37-45.
- 中川衷三 (Nakagawa, C.), 1960, 阿讃山脈東部の和泉層群について. 徳島大学学芸学部紀要 (自然科学) (*Jour. Gakugei, Tokushima Univ., Nat. Sci.*), **10**, 53-62.
- Nakagawa, C., 1961, The Upper Cretaceous Izumi Group in Shikoku. *Jour. Gakugei, Tokushima Univ., Nat. Sci.*, **11**, 77-124.
- 中川 典 (Nakagawa, H.), 1955, 愛媛県川之江東方の地質について (特に和泉砂岩層の層序と構造). 日本地質学会関西支部報 (*Proc. Kansai Branch, Geol. Soc. Japan*), no. 26, 17-19.
- 中野光雄 (Nakano, M.), 1951, 讃岐山脈中部の和泉砂岩層, 特に層序と構造について. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **57**, 275-276.
- 中野光雄 (Nakano, M.), 1953, 讃岐山脈中部の地質. 広島大学地学研究報告 (*Geol. Rep. Hiroshima Univ.*), **3**, 1-13.
- 西村年晴 (Nishimura, T.), 1984, 四国西部の上部白亜系和泉層群の堆積解析. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **90**, 157-174.
- 西村年晴・飯島 東・歌田 実 (Nishimura, T., Iijima, H. and Utada, M.), 1980, 四国. 淡路島の和泉層群の沸石続成帯と堆積盆解析. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **86**, 341-351.
- 西浦雅弘・山崎哲司・奥村 清 (Nishiura, M., Yamasaki, T. and Okumura, K.), 1993, 阿讃山脈西部の和泉層群に見られる堆積構造. 堆積研報 (*Jour. Sediment. Soc. Japan*), **38**, 33-44.
- Noda, A. and Toshimitsu, S., 2009, Backward stacking of submarine channel-fan successions controlled by strike-slip faulting: The Izumi Group (Cretaceous), southwest Japan. *Lithosphere*, **1**, 41-59.
- Ogg, J. G., Agterberg, F. P. and Gradstein, F. M., 2004, The Cretaceous period. In Gradstein, F. M., Ogg, J. G. and Smith, A. G. eds., *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge University Press, Cambridge, 344-383.
- 岡田篤正・堤 浩之・中田 高・安藤雅孝 (Okada, A., Tsutsumi, H., Nakata, T. and Ando, M.), 1998, 中央構造線活断層系岡村断層の更新世断層活動—愛媛県西条市飯岡地区のトレンチ調査のまとめ—. 活断層研究 (*Active Fault Res.*), **17**, 106-131.
- 岡村 真・賀川令章・田代正之 (Okamura, M., Kagawa, Y. and Tashiro, M.), 1984, 愛媛県松山市東部地域の地質と放散虫. 高知大学学術研究報告 (自然科学) (*Res. Rep. Kochi Univ., Nat. Sci.*), **32**, 339-347.
- Pitman, W. C., III. and Andrews, J. A., 1985, Subsidence and thermal history of small pull-apart basins. In Biddle, K. T. and Christie-Blick, N. eds., *Strike-Slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation*, Spec. Publ. SEPM (Soc. Econ. Paleontol. Mineral.), no. 37, Tulsa, Oklahoma, 45-49.
- 須鎧和巳 (Suyari, K.), 1966, 阿讃山脈東部の和泉層群の研究 (その 1). 徳島大学教養部紀要 (自然科学) (*Jour. Sci., Coll. Gen. Educ., Univ. Tokushima*), **1**, 9-14.
- 須鎧和巳 (Suyari, K.), 1973, 阿讃山脈の和泉層群の岩相区分と対比. 東北大学理科報告 (地質) 特別号 (*Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd Ser., (Geol.), Spec. Vol.*), **6**, 489-495.
- 須鎧和巳・橋本寿夫 (Suyari, K. and Hashimoto, T.), 1985, 四国東部の和泉層群より産した放散虫群集. 徳島大学教養部紀要 (自然科学) (*Jour. Sci., Coll. Gen. Educ., Univ. Tokushima*), **18**, 103-127.
- 須鎧和巳・大戸井義美・久米喜明・近藤和雄・東明省三・祖父江勝孝・寺戸恒夫・坂東 宏・日野雄一郎・細井英夫・山口昭典 (Suyari, K., Odoi, Y., Kume, Y., Kondo, K., Toake, S., Sobue, K., Terado, T., Bando H., Hino, Y., Hosoi, H. and Yamaguchi, A.), 1968, 阿讃山脈東部の和泉層群の研究 (その 2). 徳島大学教養部紀要 (自然科学) (*Jour. Sci., Coll. Gen. Educ., Univ. Tokushima*), **2**, 7-16.
- 鈴木舜一 (Suzuki, S.), 1996, 上部白亜系和泉層群のビトリナイト反射率と熱史. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **102**, 777-786.
- 平 朝彦 (Taira, A.), 1979, 島弧-海溝系における堆積体の形成と周期的沈み込みモデル. 月刊地球 (*Chikyu Monthly*), **1**, 860-868.
- 平 朝彦・甲藤次郎・田代正之 (Taira, A., Katto, J. and Tashiro, M.), 1979, 白亜紀以降西南日本の地史と島弧-海溝系のテクトニズム. 地質ニュース (*Chishitsu News*), no. 296, 27-40.
- 平 朝彦・斎藤靖二・橋本光男 (Taira, A., Saito, Y. and Hashimoto, M.), 1981, 日本列島形成の基本的プロセス—プレートのななめ沈み込みと横ずれ運動—. 科学 (*Kagaku*), **51**, 508-515.
- Taira, A., Saito, M., 1983, The role of oblique subduction and strike-slip tectonics in the evolution of Japan. In Hilde, T. W. C. and Uyeda, S. eds., *Geodynamics of the Western Pacific-Indonesian Region*, Geodynamics Series, vol. 11. Amer. Geophys. Union, Washington, DC, 303-316.
- 高橋治郎 (Takahashi, J.), 1977, 愛媛県松山市南部の地質と中央構造線. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **83**, 325-340.
- 高橋治郎 (Takahashi, J.), 1986, 愛媛県松山市周辺地域の“中央構造線”. 愛媛大学教育学部紀要, 第三部, 自然科学 (*Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.*), **6**, 1-44.
- 高橋治郎 (Takahashi, J.), 1988, 愛媛県新居浜市西方の地質, 特に和泉層群中に発達する膝折り曲げ褶曲について. 愛媛大学教育学部紀要, 第三部, 自然科学 (*Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.*), **8**, 115-125.
- 高橋治郎・越智崇徳 (Takahashi, J. and Ochi, T.), 1989, 愛媛県新居浜市東方の丘陵の地質. 愛媛大学教育学部紀要, 第三部, 自然科学 (*Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.*), **9**, 33-43.
- 高橋治郎・山崎哲司 (Takahashi, J. and Yamasaki, T.), 1992, 松山市東方の和泉層群中に発達する褶曲 II. 愛媛大学教育学部紀要, 第三部, 自然科学 (*Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.*), **13**, 25-30.
- 高橋治郎・山崎哲司 (Takahashi, J. and Yamasaki, T.), 1993, 松山市東方の和泉層群中に発達する褶曲 III. 愛媛大学教育学部紀要, 第三部, 自然科学 (*Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.*), **14**, 41-47.
- 高橋 和 (Takahashi, K.), 1958, 愛媛県小松町附近の第三紀層についての一考察. 地学研究 (*Chigaku Kenkyu*), **10**, 156-159.
- 高橋 和 (Takahashi, K.), 2000, 西条市船屋 (祝谷) の化石新産地. 愛媛の地学研究 (*Ehime no Chigaku Kenkyu*), **4**, 230-231.
- Tanaka, J., 1989, Sedimentary facies of the Cretaceous Izumi turbidite system, Southwest Japan—An example of turbidite sedimentation in an elongated strike-slip tectonic basin—. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **95**, 119-128.

- Tanaka, J., 1993, Sedimentation and tectonics in the Cretaceous, strike-slip Izumi basin, Izumi mountains, Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **36**, 85-107.
- 田中啓策・松本達郎・前田保夫 (Tanaka, K., Matsumoto, T. and Maeda, Y.), 1952, 淡路島最南部の和泉層群. 地学雑 (Jour. Geogr. Tokyo Geogr. Soc.), **61**, 67-72.
- 田代正之・佐光本徳・中村彰男 (Tashiro, M., Sako, M. and Nakamura, A.), 1986, 愛媛県西条市周辺の和泉層群二枚貝化石. 高知大学学術研究報告 (自然科学) (Res. Rep. Kochi Univ., Nat. Sci.), **35**, 55-61.
- Taylor, J. R., 1982, *Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements*. University Science Books, Sausalito, California, 2nd ed., 270p.
- 山北 聡・伊藤谷生 (Yamakita, S. and Ito, T.), 1999, 和泉層群堆積盆形成に関する数値モデル実験. 構造地質 (Jour. Tectonic Res. Group Japan), no. 43, 1-9.
- Yamasaki, T., 1986, Sedimentological study of the Izumi Group in the northern part of Shikoku, Japan. *Tohoku Univ. Sci. Rep. 2nd Ser., (Geol.)*, **56**, 43-70.
- 山崎哲司 (Yamasaki, T.), 1987, 四国・淡路島西部の和泉層群の放散虫群集. 地質雑 (Jour. Geol. Soc. Japan), **93**, 403-417.
- 山崎哲司・高橋治郎 (Yamasaki, T. and Takahashi, J.), 1991, 愛媛県重信町下林の和泉層群中に認められる過褶曲構造. 愛媛大学教育学部紀要, 第Ⅲ部, 自然科学 (Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.), **12**, 119-125.
- 山崎哲司・高橋治郎・繁藤正和 (Yamasaki, T., Takahashi, J. and Shigetoh, M.), 1992, 松山市東方の和泉層群中に発達する褶曲 I. 愛媛大学教育学部紀要, 第Ⅲ部, 自然科学 (Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.), **13**, 15-24.
- 山崎哲司・辻井 修 (Yamasaki, T. and Tsujii, O.), 1994a, 四国の和泉層群北縁部地域の放散虫化石 I. 愛媛大学教育学部紀要, 第Ⅲ部, 自然科学 (Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.), **14**, 93-99.
- 山崎哲司・辻井 修 (Yamasaki, T. and Tsujii, O.), 1994b, 四国の和泉層群北縁部地域の放散虫化石 II. 愛媛大学教育学部紀要, 第Ⅲ部, 自然科学 (Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., III, Nat. Sci.), **15**, 41-54.
- Yokoyama, K. and Goto, A., 2000, Petrological study of the Upper Cretaceous sandstones in the Izumi Group, Southwest Japan. *Mem. Natn. Sci. Mus.*, **32**, 7-17.

* English translation from the original written in Japanese.

(要 旨)

野田 篤・利光誠一・栗原敏之・岩野英樹, 2010, 愛媛県新居浜地域における和泉層群の層序と堆積年代. 地質雑, **116**, 99-113. (Noda, A., Toshimitsu, S., Kurihara, T. and Iwano, H., 2010, Stratigraphy and depositional age of the Izumi Group, Niihama area, central Shikoku, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **116**, 99-113.)

上部白亜系の和泉層群は横ずれ堆積盆を西から東へ埋積した地層と言われているが、四国の西部と東部とでは岩相や地質構造に違いがあり、堆積盆の埋積過程やテクトニクスが異なっていた可能性がある。今回、四国中央部の新居浜地域の和泉層群を調査し、北縁相の楠崎層と主部相の磯浦層・新居浜層の3つの新しい地層名を定義した。新居浜層に挟在する珪長質凝灰岩を用いたフィッション・トラック年代は 79.1 ± 2.2 Ma を示した。また、新居浜層の泥岩から産出した放散虫化石群集は、前期-中期カンパニアン階の DK 群集帯に対比された。これらの結果は新居浜層の堆積年代が中期カンパニアン期であり、四国西部（松山地域）に分布する同層群とほぼ同時期に堆積したことを示唆している。本地域の和泉層群の岩相や地質構造は四国西部と東部に見られる同層群の両方の特徴を持っており、その堆積盆形成・埋積プロセスの過渡期に堆積した地層であると考えられる。