

## 徳島県南部の四万十累帯白亜系\*

公文 富士夫\*\*

Shimanto Supergroup in the southern part of Tokushima Prefecture, Southwest Japan\*

Fujio KUMON\*\*

**Abstract** The Cretaceous eugeosynclinal sediments developed in the southern part of Tokushima Prefecture are assigned to the lower half of the Shimanto Supergroup. They are divided into the Akamatsu, Hinotani, Taniyama, Mugi and Hiwasa Formations in ascending order. In the Akamatsu Formation muddy rocks are dominant, accompanied with chert and greenstones. The Hinotani Formation conformably overlies the Akamatsu Formation and is rich in sandstone. These two formations form a coarsening- and thickening-upward sequence as a whole. On the basis of bivalve and radiolarian fossils, the two formations are assigned to the Lower Cretaceous. The Taniyama Formation is composed of muddy rocks accompanied with greenstones, acidic tuff and sandstone. It is assigned to the Upper Cretaceous, judging from the radiolarian fossils. The Mugi Formation is composed of muddy rocks accompanied with greenstones. The Hiwasa Formation, which overlies conformably the Mugi Formation, is very rich in sandstone and conglomerate. These two formations also form a coarsening- and thickening-upward sequence. On the basis of *Gaudryceras (Vertebrites)* sp. and radiolarian fossils, the Mugi and Hiwasa Formations are assigned to the Upper Cretaceous (Santonian-Maestrichtian).

The properties of conglomerates in the Hinotani and Hiwasa Formations were studied in detail at 17 localities. Modal compositions of sandstone were analyzed on 190 samples which were collected from the whole area of study. The properties of these coarse sediments show distinct stratigraphical change. The characteristics of the coarse clastics of the Hinotani Formation indicate that the hinterland was composed mainly of sedimentary rocks, acidic and intermediate volcanic rocks and granitic rocks, whereas those of the Hiwasa Formation indicate that the hinterland was widely covered by acidic volcanic rocks forming a large scale acidic volcanic-plutonic complex. This igneous activity is inferred to be contemporary with the sedimentation of the Hiwasa Formation and to correspond to the late Cretaceous igneous activity in the Inner Zone of Southwest Japan.

### はじめに

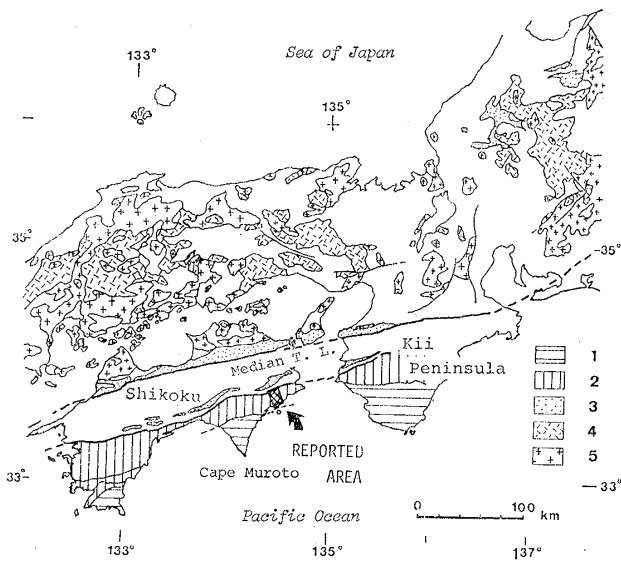
西南日本の最外側に位置する四万十区には、中生代後半から中新世初期にかけての地向斜性堆積物が分布し、主として白亜系からなる中生界は北帯に、新生界は南帯に発達する(第1図)。

北帯の中生界には緑色岩類やチャートが発達し、典型的な優地向斜相を示すと考えられてきた。しかし、この

中には砂岩を主とする粗粒な碎屑岩類も種々の地域・層準に相当多量に発達している。これらの砂岩・礫岩の堆積岩石学的研究は、四万十地向斜の後背地の地質とその時代的变化を明らかにし、地向斜と後背地の運動と相互作用を理解するうえで重要である。一般に堆積盆に供給される碎屑物は後背地の地質と変動を反映するものであるが、日本のような変動帯では堆積物の運搬距離が短かく、より鮮明に後背地の地質と変動が堆積物に反映すると考えられるからである。四万十累帯の碎屑岩の研究には、TOKUOKA(1966, 1967, 1970)、紀州四万十帯団体研究グループ(1970, 1977)、寺岡ほか(1974)、寺岡(1977、

\* 日本地質学会第 84, 85, 86 年学術大会にて一部を講演。

\*\* 京都大学理学部地質学鉱物学教室, Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto Univ., Kyoto, 606 Japan



第1図 位置図

1. 四万十帯南帯, 2. 四万十帯北帯, 3. ジュラ紀後期-白亜紀浅海性・非海成堆積物, 4. 白亜紀-古第三紀火山岩類, 5. 白亜紀-古第三紀花崗岩類.

1979), 宮本(1976), 公文・井内(1976), 岡田(1977), 鈴木ほか(1979), 立石ほか(1979), 徳岡・公文(1979)などがあるが, 地域的に限られており, 量的にも質的にもまだまだ充分とはいえない. 特に優地向斜相とされる白亜系について砂岩組成と礫組成をともに検討した例は少ない. 寺岡(1977)の研究は九州から四国西部の四万十帯白亜系の砂岩組成についてのすぐれた研究であるが, 大野川層群および和泉層群からなる中軸帯と四万十帯の砂岩組成の平行的な変化に重点がおかれ, 四万十帯自体の碎屑岩の特徴と時代的变化から後背地と堆積盆の変動を読みとる点には深く立入っていない.

本研究は, 徳島県南部の四万十帯白亜系について, 層序と地質構造を明らかにするとともに, 砂岩・礫岩の両者を堆積岩岩石学的に検討することによって, 総合的により正確な白亜紀の四万十帯地向斜の後背地の地質とその時代的变化を解明しようと努めたものである. また, 放射虫化石についても予察的な検討を行った. 四万十帯の地質構造上の位置付け, その成因については種々の議論のあるところであるが, この点については次の機会に述べる予定であり, 本論文は記載的な事実を中心に述べる.

調査地域は, 徳島県上那賀郡鷺敷町・相生町・上那賀町, 海部郡日和佐町・牟岐町にまたがる東西 18 km, 南北 22 km の地域である(第1図). 本地域に直接かかわる研究には, 平山ほか(1956)および山下ほか(1956)の 7

万5千分の1の地質図幅, 15万分の1徳島県地質図(徳島県, 1972), 公文(1976), 中川・大木ほか(1977)および中川・梅岡ほか(1977)の概報があるほか, いくつかの化石産出報告(東明, 1958; 須鎗ほか, 1967; 中川・中世古, 1977; 中世古ほか, 1979)と鉱床調査報告があるにすぎない.

## 地質概説

地質図を第2図に, 柱状図を第3図に示す. 第4図には柱状図採取ルートと放射虫化石の検討地点を示す.

本調査地域では, 四万十帯は東北東-西南西方向の仏像線<sup>あまつひのたに</sup>で秩父帯に接する. 仏像線は両帯の岩相の相違によって比較的容易に追跡できるが, 顕著な破碎帯は認められない. 四万十帯北帯を占める白亜系は, 本地域よりさらに 10 km ほど南西の海南町まで広がり, 安芸断層<sup>あまぎ</sup>で南帯の古第三系と接する.

本地域の四万十帯白亜系は, 東北東-西南西の2本の断層によって三つの帯に区分される. 北部には下部白亜系の赤松累層<sup>あかまつ</sup>と日野谷累層<sup>ひのたに</sup>が, 中部には細長く上部白亜系の谷山累層<sup>たにやま</sup>が, 南部には上部白亜系の牟岐累層と日和佐累層が分布する(第2図).

層序と岩相は次のようにまとめられる(第3図参照). 上位から述べる.

### 上部白亜系

日和佐累層(H<sub>1</sub>~H<sub>4</sub>): 塊状砂岩を主とし, 礫岩・砂岩頁岩互層\*・頁岩を伴う.

牟岐累層(M): 頁岩および頁岩勝ち互層を主とし, 緑色岩類・チャート・酸性凝灰岩を伴う.

谷山累層(T): 頁岩勝ち互層・頁岩・厚層砂岩からなり, 緑色岩類・チャート・酸性凝灰岩を挟在する.

### 下部白亜系

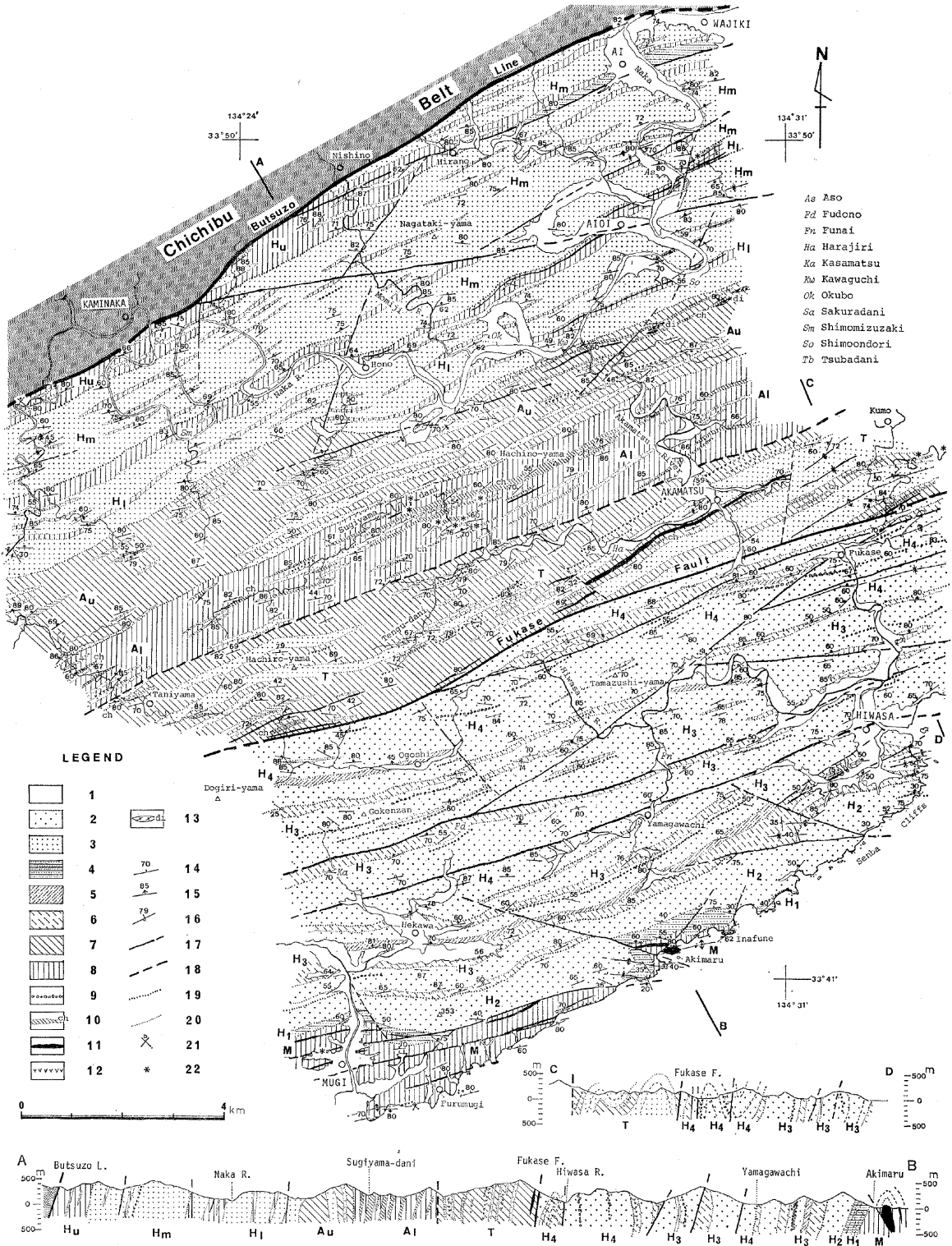
日野谷累層(H<sub>1</sub>, H<sub>m</sub>, H<sub>u</sub>): 厚層砂岩と砂岩勝ち互層を主とし, 頁岩・頁岩勝ち互層をはさむ.

赤松累層(A<sub>1</sub>, A<sub>u</sub>): 頁岩と頁岩勝ち互層を主とし, 砂岩・チャート・緑色岩類・酸性凝灰岩を伴う.

地層の走向はほぼ東北東-西南西であり, 北または南に高角度で傾斜するが, 北上位である場合が多く, 各帯の中では南側に下位の地層が, 北側に上位の地層が分布する. 赤松累層と日野谷累層, および牟岐累層と日和佐累層は, それぞれ整合一連で, 上方に粗粒化する堆積サイクルをなすと考えられる.

本地域内から産出した大型化石は, 日野谷累層上部層(転石)からの古白亜紀を示す二枚貝類(東明, 1958)と,

\* 以下, 砂岩頁岩互層を単に互層と記す.



第2図 徳島県南部の四方十累帯白亜系地質図

1. 沖積・洪積層, 2-3. 砂岩(2; 日和佐累層, 3; 赤松・日野谷・谷山累層), 4. 砂岩勝ち互層, 5. 等量互層, 6-7. 頁岩勝ち互層(6; 日和佐累層, 7; 赤松・谷山累層), 8. 頁岩, 9. 礫岩, 10. チャート, 11. 緑色岩類, 12. 酸性凝灰岩, 13. 閃緑岩(貫入岩), 14~16. 走向・傾斜(14; 正逆不明, 15; 順層, 16; 逆転層), 17. 断層, 18. 推定断層, 19. 地層境界, 20. 岩相境界, 21. 大型化石産地, 22. 放散虫化石産地. H<sub>1</sub>-H<sub>2</sub>-H<sub>3</sub>-H<sub>4</sub>: 日和佐累層, M: 牟岐累層, T: 谷山累層, H<sub>1</sub>-H<sub>m</sub>-H<sub>u</sub>: 日野谷累層, A<sub>1</sub>-A<sub>u</sub>: 赤松累層.

牟岐累層からの *Gaudryceras (Vertebrites)* sp. (須鎗ほか, 1967)のみである。11 地点(第4図)から第1表に示した比較的保存のよい放散虫化石を検出した。産出化石と各亜帯の配列順序からみて, 赤松・日野谷累層は大部分が下部白亜系, 谷山累層は上部白亜系の下部, 牟岐・日和佐累層は上部白亜系の中・上部と推定される。

調査地域の東端部を除いて規模の大きな褶曲はほとんどない。各亜帯を区切る断層をはじめ, 変位量の大きな走向性断層がいくつか存在し, 全体としてみると走向性断層で何回も切られた単斜構造をなすと考えられる。

## 層序各論

### A. 赤松累層

日和佐町赤松の北部および相生町の南部から, 杉山谷・蔭谷を経て, 上那賀町川俣の南方にかけて分布する。川口から赤松にかけての赤松川ぞいでよく観察できるが, 川俣以南の古屋川支流ぞいにも好露出が連続する。層厚は単純積算で約 3,000m に達するが, 断層や褶曲による小規模な繰返しが存在すると推定され, 実際はもっと薄くなるものと考えられる。頁岩および頁岩勝ち互層を主とし, 砂岩・チャートを伴う。少量の緑色岩類と酸性凝灰岩も挟在する。泥質岩類が優勢で, チャートがよく発達することが本層の特徴である。まず, 主要な岩相について述べる。

頁岩は剝離性をもち, しばしば砂質葉理や砂岩薄層をはさむ。泥質の石炭質ノジュールをまれに含む。頁岩勝ち互層は数 cm の砂質部と数 cm から 10 数 cm の泥質部とからなる。砂質部は中粒から細粒で, 平行葉理がよく発達するが, 斜交葉理は少ない。しばしば砂質部が細長いレンズないしボール状をなしている。泥質部はやや強い剝離性をもつことが多い。砂岩は, 中粒から粗粒で, 厚さ数 10 cm から 2 m 程の単層が数 m から数 10 m の厚さに成層し, まれに 100 m を越えることもある。チャートは大部分が赤色の層状チャートで, 2~6 cm のチャート層が赤色頁岩の薄層をはさんで成層している。まれに緑灰色ないし青灰色チャートも認められる。緑色岩類はふつう数 m から 10 数 m の厚さで, 連続性はよくない。玄武岩質の塊状および枕状溶岩と同質凝灰岩からなり, しばしば赤色一緑色頁岩・チャートを伴う。酸性凝灰岩は淡緑色ないし緑灰色を呈し, 珪質で硬い。本層には細粒なものが多い。

チャートのよく発達する下部層と砂岩の比較的よく発達する上部層に区分される。厚いチャート層の上位に出現する厚層砂岩層の下底の層準をもって上部層の下限と

する。

### 下部層

赤松の北部から杉山谷を経て谷山の北方にかけて分布し, 層厚は約 1,100 m である。頁岩と頁岩勝ち互層を主とし, チャート・砂岩・酸性凝灰岩・緑色岩類をはさむ。チャートの発達が良好で, 赤松の北部, 鉢ノ山, 杉山谷の東部で数 10 m, とときに 100 m を越す厚い層状チャートがみられる。ただし, 杉山谷の西部から谷山の北にかけては, 同じ層準にもかかわらずチャートの発達はよくない。緑色岩類は, 数 m の厚さのものが杉山谷で 1 層, 原尻の北方で 2 層認められただけである。

本部層の 7 地点(第4図, 1~7)から, 第1表(1~7)に示した比較的保存の良い放散虫化石を産した\*。

### 上部層\*\*

川口の南から蔭谷の南, 川俣の南にかけて分布し, 層厚は約 1,900 m である。頁岩勝ち互層と頁岩を主とし, 砂岩を比較的多く伴う。また, 少量の緑色岩類・チャート・酸性凝灰岩を挟在する。砂岩は横石の南から蔭谷の南にかけての中部でよく発達するが, 東部や西部での砂岩の発達は良好でない。川口の南には厚い緑色岩類とチャートがみられ, 東方にはよく連続するが, 西方へは急激に尖滅する。

### B. 日野谷累層\*\*\* (再定義)

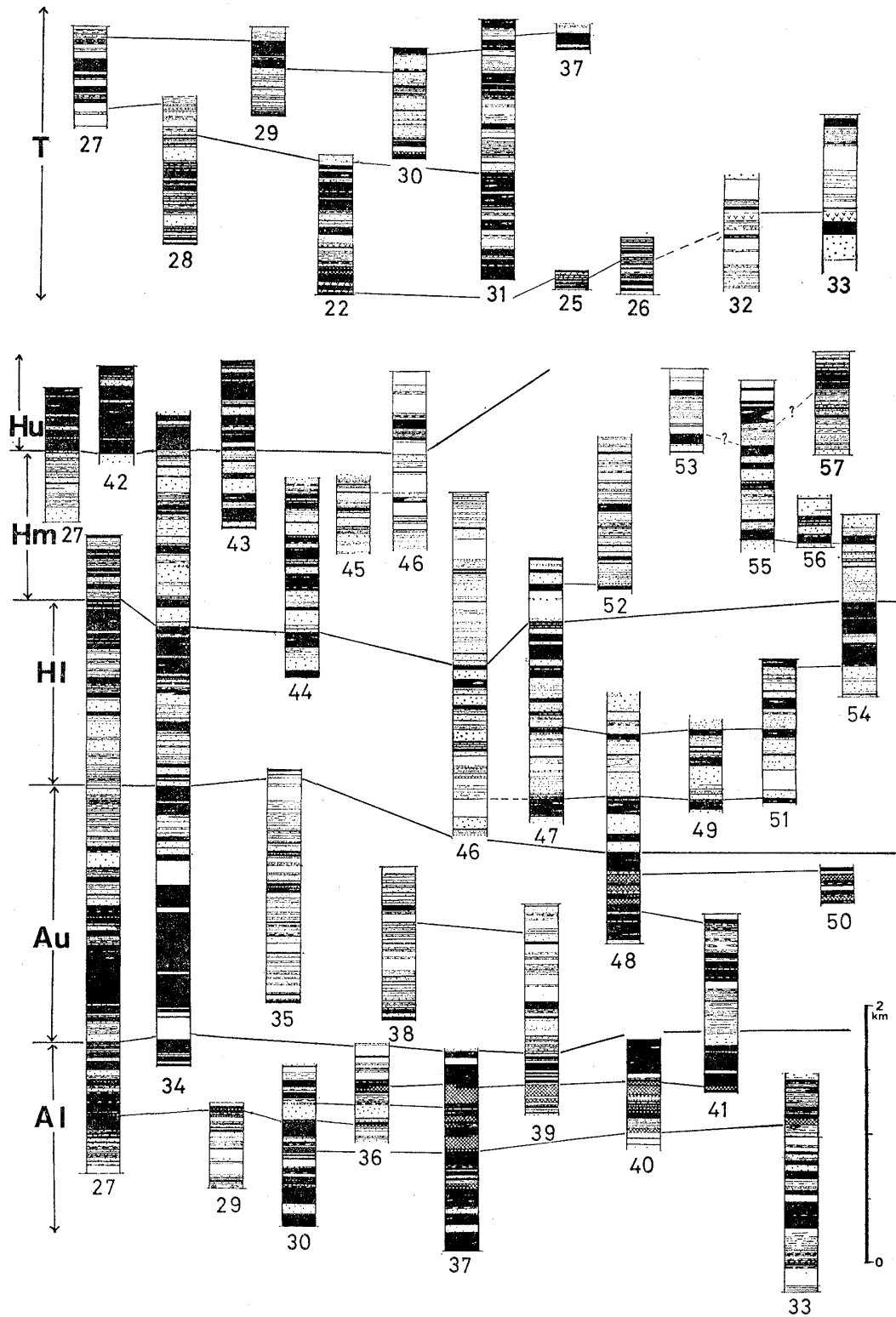
鶯敷町から相生町北部, 上那賀町北部にかけて, 仏像線の南側に広く分布する。川口より下流の那賀川本流沿いでよく観察される。また, 音谷から下水崎にかけての那賀川沿いにもよい露出が連続する。層厚は約 3,800 m である。

赤松累層に整合に重なる。厚層砂岩または砂岩勝ち互層と, 頁岩または頁岩勝ち互層とが大きな単位で繰り返す。一般に前者が優勢で, 数 10 m 以上の, とときに 100 m 以上の厚さをなす。一方, 後者はふつう数 10 m 以下の厚さであるが, まれに 100 m 以上の厚さになることもある。砂岩中にはまれに中礫礫岩が挟まれる。頁岩中に緑色岩類・チャート・赤色一緑色頁岩が挟在されるこ

\* 走査型電子顕微鏡と光学顕微鏡を併用して観察した。放散虫化石の種は, DUMTRICA(1970), FOREMAN(1968, 1973a, 1873b, 1975, 1978), PRESSAGNO(1972, 1976, 1977a, 1977b), RIEDEL and SANFILIPPO(1974), 中世古ほか(1979)などにに基づき, 筆者の責任で同定したものである。他の層準の放散虫も同様である。

\*\* 下雄の南には, 本部層を貫く閃緑岩が 4 岩体みられる。これらの一部は野沢・稲井(1973)が報告したもので, 幅 3~10m で, 東一西性の伸長方向をもつ。

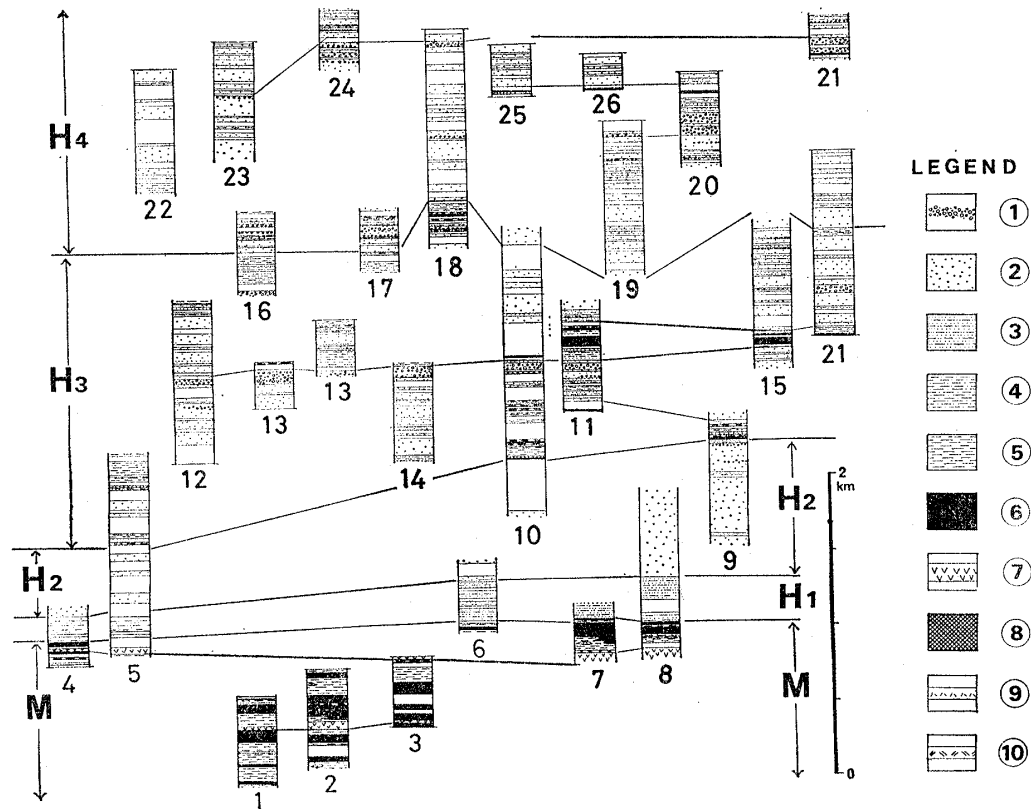
\*\*\* “日野谷” という名称は, 平山ほか(1956)および山下ほか(1956)では本地域の四万十帯に対する層群名として, また, 中川(徳島県, 1972)および中川・大木ほか(1977)ではそれぞれでやや異なった地層に対する累層名として用いられているが, ここでは再定義して累層名として使用する。



とがあるが、ごく少量で、かつ調査地域の東部に限られる。

砂岩は単層の厚さが1~5 mの厚層砂岩を主とする(第5図, A)。厚層砂岩は粗粒ないし中粒で、頁岩パッ

チを含み、不明瞭な平行葉理が発達することが多い。また、amalgamateした砂岩層もみられる。単層の側方への連続性はよくない。砂岩層の間には数mmから数cmの頁岩や砂質頁岩が挟在されるが、これらはしばし



第3図 徳島県南部の四万十帯白亜系柱状図  
 ① 礫岩, ② 砂岩, ③ 砂岩勝ち互層, ④ 等量互層, ⑤ 頁岩勝ち互層, ⑥ 頁岩, ⑦ 緑色岩類, ⑧ チャート, ⑨ 赤色・緑色頁岩, ⑩ 酸性凝灰岩.  
 Al~H<sub>4</sub> (第2図と同じ)

ば炭質物破片に富む。砂岩勝ち互層は、10~40 cm の砂質部と 10 数 cm 以下の泥質部からなることが多い (第5図, B)。砂質部は主に粗粒ないし中粒で、平行葉理がよく発達し、砂質部の最下部と最上部に級化が認められることが多い。頁岩勝ち互層は、1~6 cm の砂質部と数 cm の泥質部からなる (第5図, C)。砂質部は中粒ないし細粒で、しばしば最上部に級化が認められる。砂質部には平行葉理がよく発達するが、斜交葉理のみられることもある。頁岩は、しばしば細粒砂ないしシルトからなる 1~10 mm の平行葉理をはさみ、成層する。数 cm の砂岩薄層をはさむことも多い。弱い剝離性をもち、しばしば泥質の石灰質ノジュールを含む。

岩相により、日野谷累層は下部層、中部層、上部層に区分される。

**下部層**

下雄から横石、下水崎、川俣にかけて分布し、層厚は約 1,700m である。おもに厚層砂岩・砂岩勝ち互層・頁岩からなる。百合谷では頁岩中に枕状溶岩がみられ、赤色チャート・赤色頁岩がともなわれる。朝生的那賀川河床にも玄武岩溶岩・チャート・赤色頁岩が観察され、これは大久保の北まで追跡される。朴野でも赤色頁岩が認められる。これらの緑色岩類、チャート、赤色頁岩などを含む比較的厚い頁岩層をもって下部層の上限としてい

る。本部層の中部の頁岩中にも赤色一緑色頁岩が挟在され、比較的よく連続する。

鶯敷町百合谷 (第4図, 8) から第1表 (8) に示した放射虫化石が見出された。

**中部層**

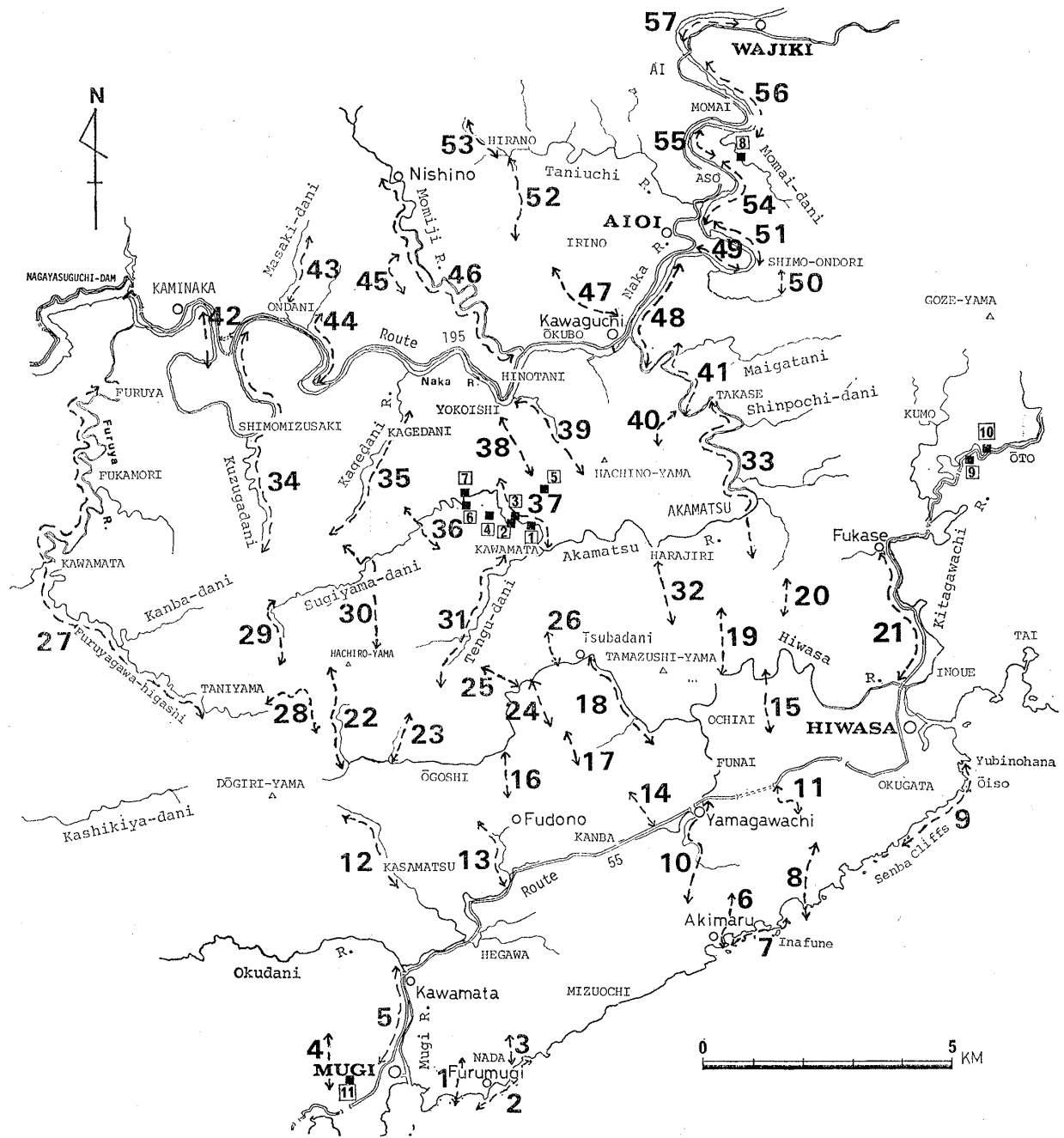
和食から相生の北、紅葉川下流域、桜谷にかけて、断層により繰返して広く分布する。層厚は約 1,400m である。厚層砂岩と砂岩勝ち互層を主とし、頁岩・頁岩勝ち互層をはさむ。下部層よりも砂岩が優勢である。0.5~1 m の厚さの中礫礫岩が朴野の北と下水崎の北でみられる。

**上部層**

西納の南から音谷、古屋にかけて分布し、層厚は約 700 m である。頁岩と頁岩勝ち互層を主とするが、厚層砂岩も伴う。頁岩中に泥質の石灰質ノジュールがしばしば含まれ、また、泥質石灰岩の薄層が挟在されることもある。古屋の古屋川河床では頁岩中にチャート礫に富む中礫礫岩が挟在されている。

上那賀町古屋野々尻で、転石から次のような二枚貝化石が報告されている (東明, 1958) が、本部層に属すると考えられる。

*Natica (Amauropsis) sanchuensis* YABE and NAGAO,  
*Glauconia neumayri* NAGAO, *Astarte* cf. *semicostata*



第4図 柱状図作成路線および放散虫化石検討地点  
 1~57: 柱状図路線, I~IV: 放散虫化石検討地点

NAGAO, *Astarte* spp., *Exogyra* spp.

C. 谷山累層 (新称)

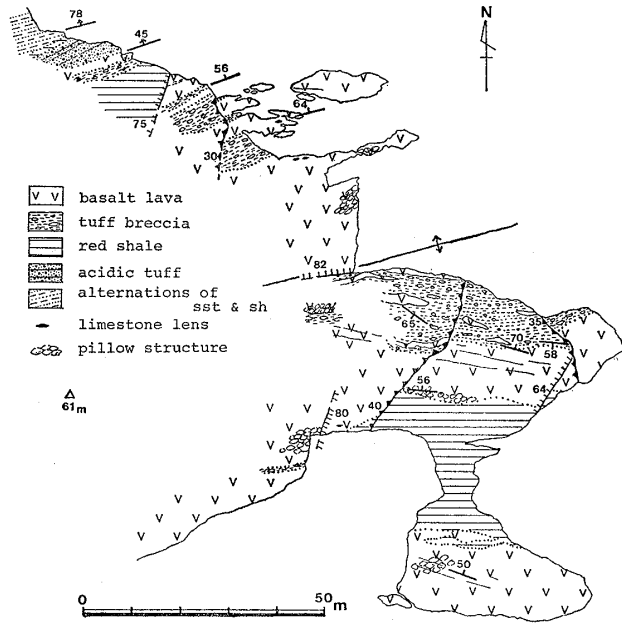
調査地域の中部に、赤松から天狗谷、谷山にかけて細長く分布する。谷山付近の古屋川支流沿いでよく観察される。層厚は約2,000mである。頁岩勝ち互層と頁岩を主とするが、厚層砂岩も比較的多い。また、しばしば緑色岩類・チャート・酸性凝灰岩が挟在される。東部地域では砂岩の発達が良好であり、酸性凝灰岩も頻繁にはさ

まれる。

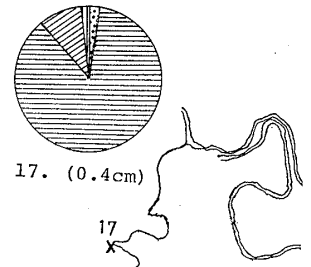
頁岩は剝離性を持ち、しばしば砂質葉理・砂岩薄層をはさむ。頁岩勝ち互層は数 cm の砂質部と数 cm から10 数 cm の泥質部が繰返すもので、しばしば砂質部がレンズ化している。砂岩は粗粒から中粒で、塊状無層理であることが多い。緑色岩類は、玄武岩質の溶岩と凝灰岩からなり、しばしば赤色—緑色頁岩・チャートを伴う。赤松の西でみられる緑色岩類が最も厚く、50m以上



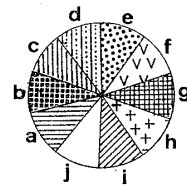




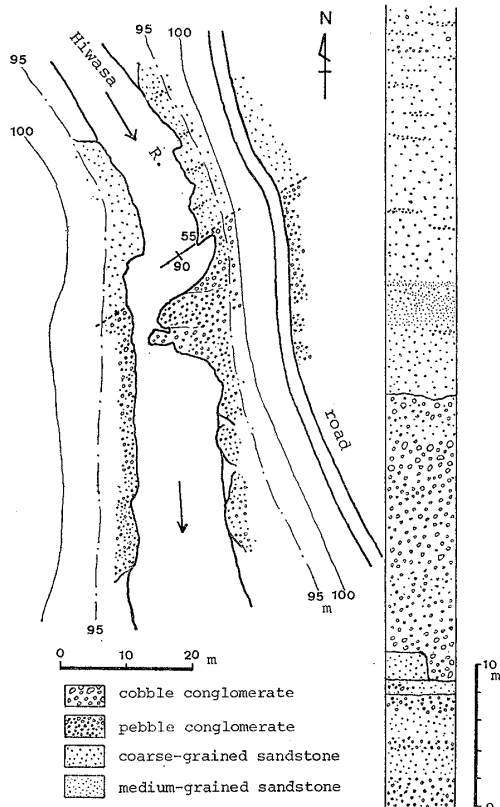
第6図 牟岐累層中の緑色岩類の産状 (日和佐町明丸海岸)



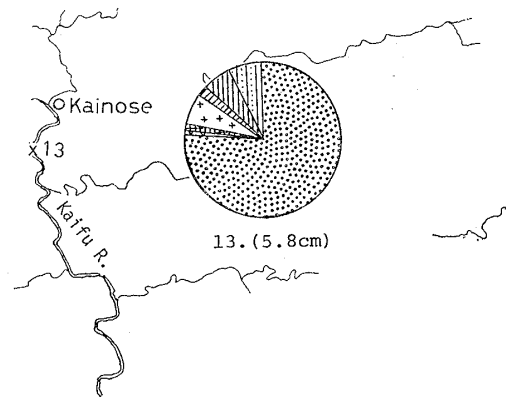
LEGEND



- a: chert
- b: muddy limestone
- c: shale
- d: sandstone
- e: acidic volcanic rocks
- f: intermediate volcanic rocks
- g: basic volcanic rocks
- h: granitic rocks
- i: quartzite
- j: others



第7図 日和佐累層の砂岩と礫岩の産状 (日和佐町西河内ツバ谷)



第8図 日野谷累層および日和佐累層の礫組

と頁岩勝ち互層が整合に重なっている(図版I-2)。酸性凝灰岩は緑灰色を呈し、珪質で硬い。10~20cmの厚さで成層し、まれに1m以上に達することもある。

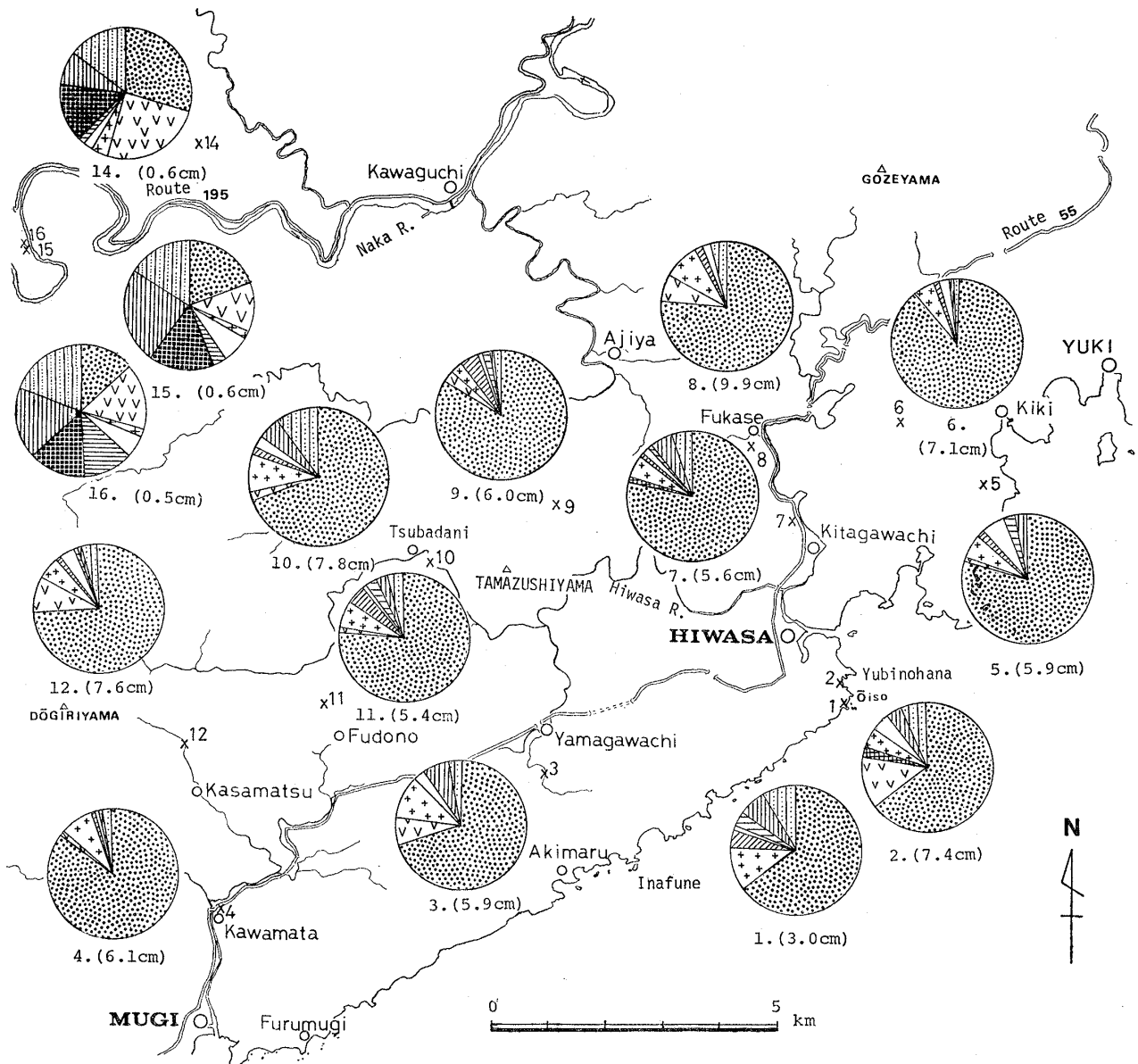
牟岐町古牟岐の本層中から、*Gaudryceras (Vertebrites) sp. cf. kayei* (FORBES) の産出が報告されている(須鎗ほか, 1967)。また、牟岐の西(第4図, 11)で、第1表(11)に示した放散虫化石が見出された。

**E. 日和佐累層**

日和佐町から牟岐町の北部にかけて広く分布し、国道55号線と南阿波サンライン沿いでよく観察される。層厚は約4,000mである。

牟岐累層に整合に重なる。稲船の海岸で、下位の牟岐

られる。しばしば赤色—緑色頁岩・チャートを伴う。第6図に産状の1例を示す。この緑色岩類には酸性凝灰岩



成と検討地点(公文, 1976 に新資料を追加). 1~13 : 日和佐累層, 14~17 : 日野谷累層. ( ) 内は平均礫径.

累層の頁岩が日和佐累層 H<sub>1</sub> 層の互層に漸移するところが認められる(図版 I-1). 日和佐累層は, 粗粒の塊状無層理砂岩や厚層砂岩を主とし, 礫岩・砂岩頁岩互層・頁岩を伴う. ごくまれに酸性凝灰岩や赤色の凝灰岩をはさむ.

砂岩は非常に厚く成層し, 数 m から, ときには数 10 m 以上にわたって明瞭な層理面が認められないことが多い. 礫岩を伴う塊状砂岩の 1 例を第 7 図に示す. 砂岩中に細礫ないし中礫のレンズ状密集部がみられるが, 成層構造は認められない. 礫岩は中礫および大礫からなり, しばしば巨礫を含む(図版 I-3). 礫の多くは円礫であり, 基質は粗粒砂からなる. 礫岩層の厚さは数 m から

数 10 m であり, まれに成層構造がみられる. 酸性火山岩類の礫が非常に多い. 砂岩頁岩互層は, 5~30 cm の砂質部と 1~20 cm の泥質部が律動的に繰り返す. 両者の量比はさまざまであるが, 等量から砂岩勝ちのものが多い. 砂質部には平行葉理がよく発達するが, 斜交葉理は少ない. 級化構造はよく認められるが, 流痕はまれである. 頁岩は, しばしば砂岩薄層をはさみ, 成層している.

本累層は, 岩相から下位より H<sub>1</sub>~H<sub>4</sub> の 4 部層に区分できる.

H<sub>1</sub> 層

稲船から明丸, 灘, 牟岐の北に分布する. 層厚は東部

で 300 m, 西部で 200 m である。10~30 cm の砂質部と 1~10 cm の泥質部からなる砂岩勝ち互層で構成される。明丸の東では波長数 10 m 以下の小褶曲がよく観察される。

### H<sub>2</sub> 層

千羽海崖から明丸の北, 牟岐の北にかけて分布する。層厚は東部で厚く 700 m, 西へ薄くなって 400 m となる。東部や中部では無層理塊状砂岩を主とするが, 西部では数 10 cm から 1~2 m で成層する砂岩が多くなる。

### H<sub>3</sub> 層

日和佐から牟岐の北にかけて, いくつかの走向断層によって繰返して広く分布する。層厚は約 1,200 m である。塊状砂岩を主とし, 礫岩・互層・頁岩を伴う。山河内の南には 80 m 以上の厚さの大礫礫岩層が発達する。落合の西では, 頁岩中に厚さ 5~10 cm の酸性凝灰岩層が 10 数枚はさまれる。日和佐では, 厚さ 6 m の赤色の凝灰岩(一部分はチャート様)が頁岩中に挟在されている。日和佐の南方の海岸では, 頁岩中に礫岩が発達している。

### H<sub>4</sub> 層

山河内から<sup>へかわ</sup>辺川にかけて, また, 深瀬から<sup>おおごし</sup>大越にかけて分布する。層厚は約 1,800 m である。塊状砂岩を主とし, 礫岩・互層・頁岩を伴う。H<sub>3</sub> 層と同様に礫岩の発達が良好である。H<sub>3</sub> 層に岩相が類似するが, より砂岩に富む。比較的厚い頁岩勝ち互層の上に重なる塊状砂岩をもって H<sub>4</sub> 層の下限とする。

## 地質構造

調査地域の地層は全体として東北東—西南西の走向で, 北または南に 60°~90° で傾斜している。大規模な 2 本の走向性断層によって三つの亜帯に区分されるが, それぞれの中では北上位の単斜構造が支配的である。南傾斜の地層はしばしば認められるが, 堆積構造から判断するとその多くは逆転しており, 大規模な褶曲はほとんど存在しない。しかし, 調査地域の東端部(百合谷, 久望, 北河内)には波長数 km の褶曲が認められる\*。また, 日和佐の南西および明丸の西には, 波長 500 m 程の開いた褶曲がみられる。波長 200~300 m の中規模褶曲は, 朝生, 横石, <sup>かげだに</sup>蔭谷の南, 古屋の南, 赤松, 日和佐の南, 牟岐の南に認められる。小規模な褶曲は多数存在する。

走向性の断層は, 前述の 2 本の主要断層以外にも多数

\* 予察的な調査によれば, 本調査地域の東には比較的大規模な褶曲の存在が予想される。山下ほか(1956)でも大規模な褶曲が示されている。

発達している。南の亜帯には特に多く, 5 本の規模の大きな逆断層が認められる。また走向に斜交する中~小規模の断層も少なくない。

## 礫岩の礫組成

日野谷累層の中礫礫岩(4 地点)および日和佐累層の中~大礫礫岩(13 地点)の礫組成を検討した。日野谷累層の礫岩は礫径が小さいため, 礫岩の薄片を作り鏡下で鑑定した。鏡下でみかけの長径が 2 mm 以上のものを 1 地点につき 50~100 個を調べた。日和佐累層の礫岩については, 露頭面でのみかけの長径が 2 cm 以上の礫について長径と礫種を 1 地点について 100 個調べた。礫種は野外で肉眼鑑定したが, 検討した礫の半数以上はその一部分を持ち帰り, 研磨面をつくり, さらに必要があれば薄片にして再検討した。

第 8 図に検討地点と結果を示す。各累層ごとの特徴を次に述べる。

### A. 日野谷累層の礫岩

中部層 3 地点(第 8 図, 14-16)と上部層 1 地点(同, 17)で検討した。中部層の礫岩は砂岩中に, 上部層の礫岩は頁岩中に発達するものである。両者には礫組成に著しい相違がみられる。

中部層 礫径の平均は 0.5~0.6 cm で, 最大でも 1 cm 程度である。円礫を主とするが, 泥質石灰岩礫の中には角礫や亜角礫が多くみられる。基質は斜長石の多い粗粒砂である。3 地点とも類似した礫組成をもち, 砂岩・頁岩(含シルト岩)・泥質石灰岩・酸性火山岩類・中性火山岩類がそれぞれ約 6 分の 1 を占める。チャート以外の堆積岩類が半分を占めるが, 中性・酸性火山岩類も 3 分の 1 を占める。このほかに花崗岩類・玄武岩類・チャートなどが少量含まれる。砂岩礫には, 石英質なもの, 岩片に富むもの, 凝灰質なもの, 石灰質基質をもつものなど, 多様なものが認められる。

上部層 平均礫径は 0.4 cm である。礫は円礫で, アルコース質の粗粒砂を基質とする。チャート礫が圧倒的に多く, 80% 以上を占める。そのほかには, 石英岩\*\*・頁岩・酸性火山岩が少量含まれる。チャート礫は緑灰色ないし黒色で, 多数の不透明な鉱石鉱物や放射虫化石を含むことがある。

### B. 日和佐累層の礫岩

13 の検討地点\*\*\* での平均礫径\*\*\*\* は 3~10 cm であ

\*\* 石英のみからなる白色の岩石。多くは石英脈に由来すると推定される。

\*\*\* このうちの 1 地点(第 8 図, 13)は調査地域外の海南町皆ノ瀬であるが, 日和佐累層の延長に相当する。

\*\*\*\* 礫径分布は公文(1976)を参照のこと。

あるが、各地点での最大礫は 40 cm を越えることも多い。いずれの地点の礫組成もよく似ており、酸性火山岩類の礫が圧倒的に多い。特に巨礫はほとんどが酸性火山岩類である。このほかには、花崗岩類・砂岩・頁岩・中性火山岩類が普遍的にみられ、チャート・石英岩・ホルンフェルス・玄武岩・オーソコツァイトがいくつかの地点で少量含まれている。

中性火山岩類は安山岩質の溶岩と凝灰岩である。塩基性火山岩類には鏡下で玄武岩組織が認められた。チャートは緑灰色または黒色である。ホルンフェルスには酸性火山岩起源と思われるものが多い。オーソコツァイトは 3 か所で、合計 5 個見出されたのみで、いずれも礫組成を検討した範囲の外で見出したものである。多少とも 2 次成長した石英粒子と絹雲母化した少量の基質からなり、ダスト・リングが認められることもある。

次に最も多産する酸性火山岩礫および花崗岩礫について詳しく検討した結果を述べる。

酸性火山岩類：いくつかの種類が認められ、次の 4 グループに大別される。

- a：粗粒凝灰岩。淡緑色で透明感のある基質をもち、石英や長石の結晶破片が比較的多いもの。大部分はガラス質結晶凝灰岩であろう(図版 I-4, 5, 7)。明瞭な溶結構造が認められることもある(図版 I-5)。
- b：流紋岩質溶石。しばしば流理構造が発達し、斑晶は少ないことが多い。まれに球顆構造が認められる(図版 I-6)。
- c：細粒凝灰岩。明るい緑灰色で光沢のない基質をもつ。結晶破片は a よりも小さく、かつ少ない。
- d：ホルンフェルス化した酸性火山岩。前記の a～c が弱い熱変成を受けたと考えられるものである。石基(基質)が再結晶しており、黒雲母が形成されていることもある。

これらの 4 グループの中では、a が最も多く、約 60% を占める。次いで b が約 20% を占め、c と d はそれぞれ 10% 前後である。第 9 図に a のタイプの礫、9 試料のモード組成を示す。結晶破片の量や鉱物の量比にかんがりのばらつきがあるが、いずれも苦鉄質鉱物は少ない。

花崗岩類：この中には花崗岩・花崗斑岩・石英斑岩・アプライトが含まれるが、花崗斑岩と石英斑岩が最も多い。いずれも優白色で苦鉄質鉱物が少ない。4 個の花崗岩礫のモード組成を第 9 図(右側)に示した。等粒状の中粒花崗岩で、典型的な花崗岩の鉱物組成をもつが、黒雲母は 1～3% と少ない(図版 I-8)。このうちの 2 試料のカリ長石には微斜長石が少量含まれる。

## 砂岩の鉱物組成

牟岐累層を除いた各累層には砂岩がよく発達している。これらの砂岩の塊状部から採集した試料\* について鉱物組成を検討した。各薄片について 500 点(測点間隔 0.5 mm, 測線間隔 1 mm)以上をとり、モード組成を出した\*\*。検討した試料数は、赤松累層 25, 日野谷累層 58, 谷山累層 12, 牟岐累層 5, 日和佐累層 83 である。また、これらの全試料について粒度測定も行った。粒径は、鏡下で測線上にのった全粒子(0.06 mm 以上)の長径を測定した。1 試料につき 100 個以上計測し、INMAN (1952)の方法で平均粒径・中央粒径・淘汰度を算出した。

第 10 図に平均粒径と基質量の分布を示す。日和佐累層の砂岩にはより粗粒なものが多いが、各累層とも平均粒径が 0.15～0.25 mm\*\*\*の範囲に集中している。また、平均粒径と基質量に相関性が認められるが、各累層ごとの粒度の平均と基質量の関係をみると(第 2 表)、必ずしも基質量に粒度の影響が出ているとは言えない。他の成分にも粒度との間に相関性が認められることがあるが、あまり著しいものではない。各累層ごとの粒度の差はあまり大きくないので、ここで検討する範囲では鉱物組成への粒度の影響はほとんどないと考えられる。

検討結果を第 11 図に三角ダイアグラムで示す。また、各層ごとの鉱物組成と粒径の平均値を第 2 表に示した。

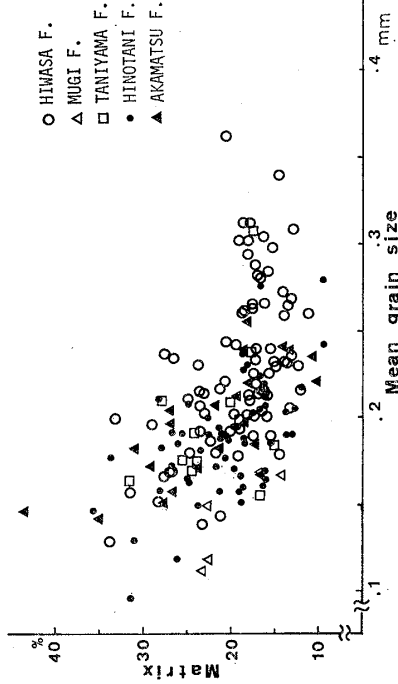
本地域の白亜系砂岩は、青灰色ないし暗緑灰色で、基質量が 15% 以上のものが多い。岩片または長石(特に斜長石)に富み、石英はやや少ない。カリ長石は普遍的に含まれる。後述するように、層準によって組成の差が認められるが、まず共通する特徴について述べる。

石英には単一結晶からなるものが多く、しばしば波動消光を示す。斜長石の多くはアルバイト化しており、部分的なセリサイト化も認められる。しばしばアルバイト双晶がみられるが、カールスバッド双晶はまれである。カリ長石は斜長石に比べて変質が少なく、パーサイト構造やマイクロクリン双晶がしばしば認められる。岩片には、流紋岩・流紋岩質凝灰岩・安山岩などが多く、花崗岩類・頁岩・砂岩・チャート・ホルンフェルスなども認

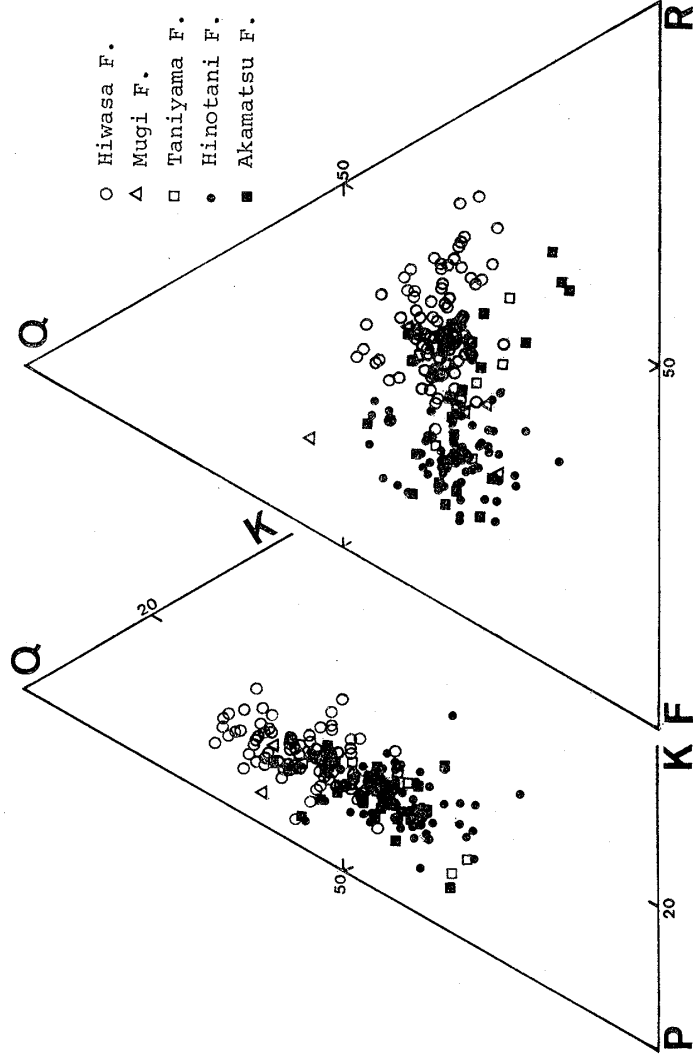
\* 通常 50cm 以上の厚さの砂岩より採集したが、牟岐累層の試料をはじめ 50cm 以下の砂岩層から採集した試料も少数含まれている。

\*\* 約半数の試料はカリ長石を染色して計測。染色した場合と染色しない場合とで計測値にほとんど差がないことを確認している。

\*\*\* 一般に肉眼でみた粒度と薄片にして鏡下で計測した値とはかなり異なる。また測定方法によっても値にかなりの差が生じる。これらの値は粒度の比較のための指標と考えるべきものである。

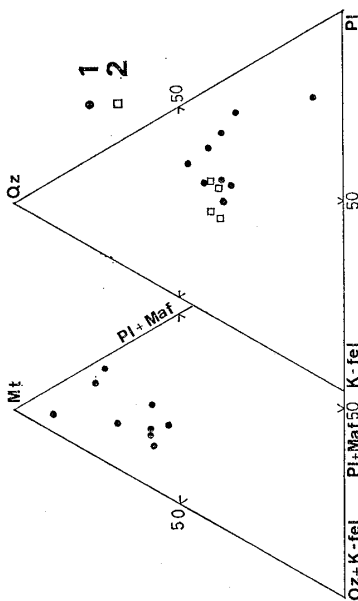


第 10 図 砂岩の平均粒径と基質量



第 11 図 徳島県南部の四万十帯白亜系砂岩の鉱物組成

Q: 石英, P: 斜長石, K: カリ長石, F: 長石 (P+K), R: 岩片. (以下, 第 12~15 図は同じ)



第 9 図 日和佐果層中の酸性凝灰岩礫および花崗岩礫のモード組成

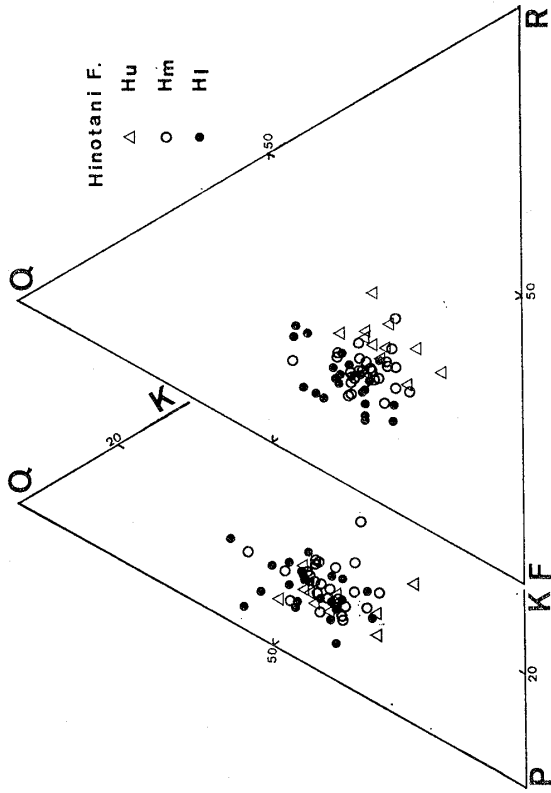
1. 酸性凝灰岩, 2. 花崗岩, Mt: 基質, Qz: 石英, K-fel: カリ長石, Pl: 斜長石, Maf: 苦鉄質鉱物.

第 2 表 平均鉱物組成と平均粒度

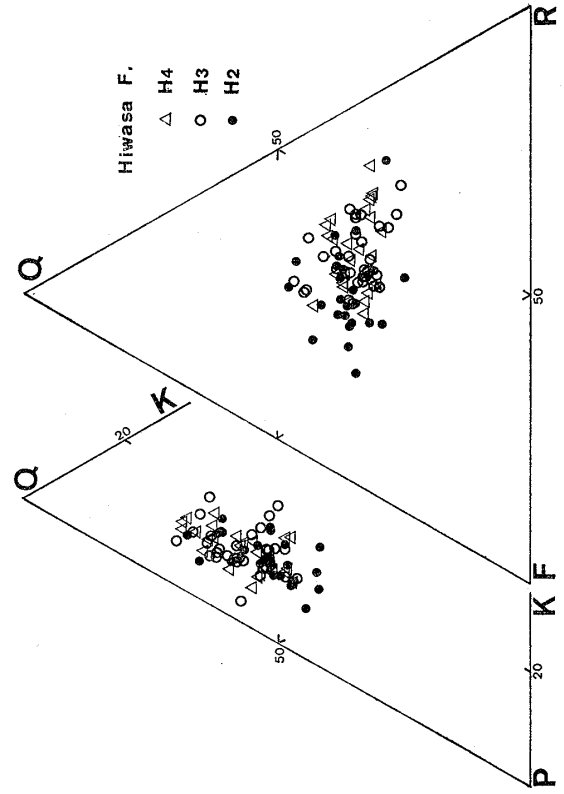
horizon	Qz	Pl	K-fel	R.	F.	Ot	Mtx	Mean	Median	Sorting
Hiwasa H4 (26)	26.6	13.7	5.9	30.9	3.1	19.8	2.05	2.05	2.05	0.97
H3 (32)	27.0	14.6	5.9	30.6	3.0	19.0	2.17	2.13	2.13	0.94
Form. H2 (25)	27.5	17.8	6.5	25.0	4.8	18.5	2.20	2.10	2.10	0.92
average (83)	27.0	15.2	6.1	29.0	3.5	19.1	2.14	2.10	2.10	0.94
Mugi F. (5)	24.9	21.0	6.0	18.2	5.3	24.6	2.83	2.86	2.86	0.87
Taniyama F. (12)	20.1	18.2	6.5	29.5	4.2	21.9	2.34	2.41	2.41	0.91
Hu (11)	20.0	25.6	7.6	20.3	4.3	22.2	2.55	2.57	2.57	0.85
Hinotani Hm (25)	23.5	26.7	9.3	15.9	4.4	20.2	2.45	2.48	2.48	0.89
Form. H1 (23)	26.3	26.8	8.3	13.2	5.0	20.4	2.36	2.37	2.37	0.93
average (59)	24.0	26.5	8.6	15.7	4.6	20.6	2.34	2.46	2.46	0.90
Akamatsu Au (14)	24.5	25.9	6.8	14.7	4.5	23.6	2.44	2.53	2.53	0.95
Form. Al (11)	23.6	19.4	6.8	25.6	6.4	18.3	2.27	2.30	2.30	0.96
average (25)	24.1	23.0	6.8	19.5	5.3	21.3	2.37	2.43	2.43	0.96

( ) 内は試料数, 鉱物組成値は %, 粒度の単位は φ スケール.

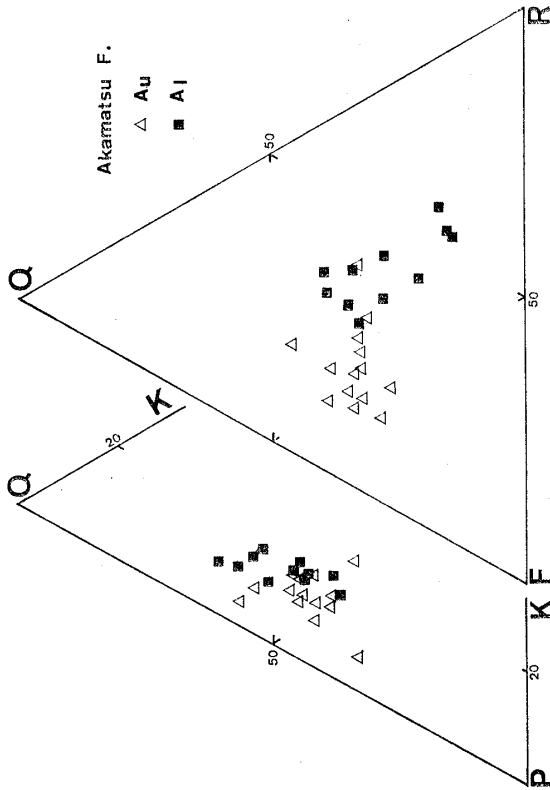
Qz: 石英, Pl: 斜長石, K-fel: カリ長石, R. F.: 岩片, Ot: その他, Mt: 基質.



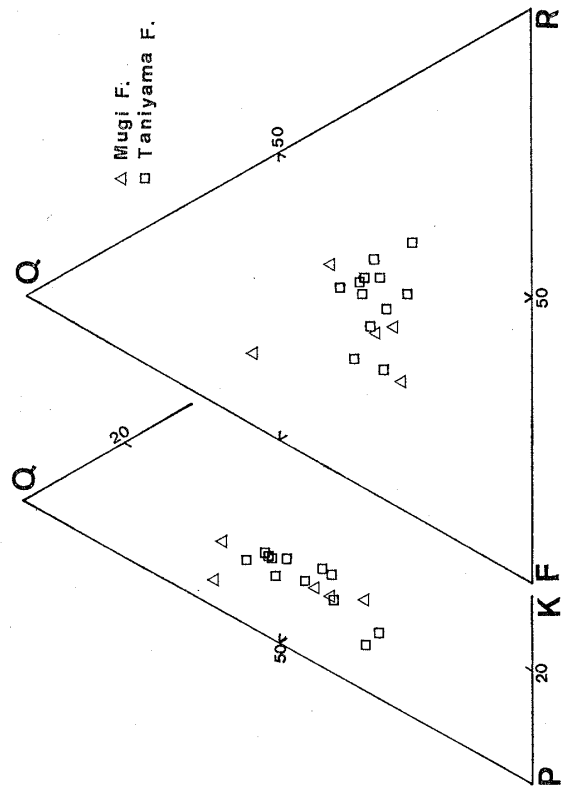
第 13 図 日野谷累層の砂岩の鉱物組成



第 15 図 日和佐累層砂岩の鉱物組成



第 12 図 赤松累層の砂岩の鉱物組成



第 14 図 谷山累層および牟岐累層の砂岩の鉱物組成

められる。まれに方解石粒子も含まれる。これらの岩片については後に詳しく述べる。重鉱物は、ジルコン・電気石・黒雲母・白雲母・緑レン石・スフェン・ザクロ石・磁鉄鉱などであるが、いずれの砂岩においても合計で1%以下である。頁岩パッチは普遍的にみられ、多いものでは3~5%を占める。基質は主に隠微晶質の珪長質鉱物と緑泥石などの粘土鉱物からなり、炭酸塩鉱物が一部分を占めることもある。

次に各累層ごとの砂岩組成の特徴を述べる。

**赤松累層(第12図)**

下部層の砂岩には岩片が多く、長石がやや少ない。岩片には酸性火山岩類が多いが、堆積岩類もみられ、ごく少量の石英片岩も含まれることがある。上部層では岩片が少なく、長石に富む。上部層の砂岩組成は後述する日野谷累層の下部・中部層の砂岩組成とよく似ている。

**日野谷累層(第13図)**

斜長石が多く、岩片が少ないことが特徴である。岩片には中性火山岩類の割合が大きい。上部層では岩片がやや増加している。

**谷山累層(第14図)**

日野谷累層の砂岩と比較して岩片が多く、斜長石が少ない。後述する牟岐累層と日和佐累層 H<sub>2</sub> 層の砂岩組成に多少似ている。

**牟岐累層(第14図)**

本層の砂岩試料はすべて 30~60 cm の厚さのレンズ状砂岩から採集したものである。日野谷累層に比較して岩片が多く、斜長石が少ない。3~8%のカリ長石が含まれる。

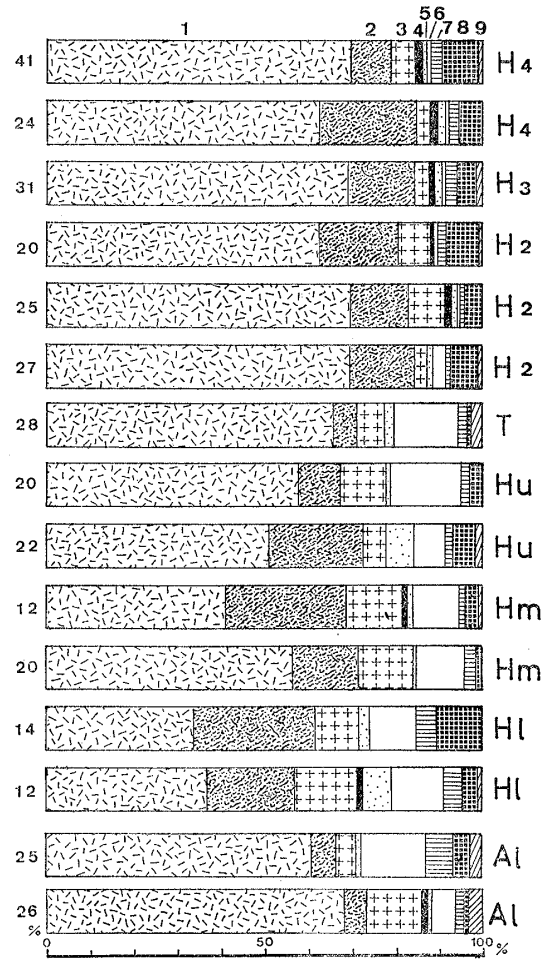
**日和佐累層(第15図)**

日野谷累層に比較して岩片が非常に多く(平均 29%)、斜長石がかなり少ない。岩片には酸性火山岩類が非常に多い。H<sub>2</sub> 層の砂岩は H<sub>3</sub>・H<sub>4</sub> 層の砂岩に比較して岩片がやや少なく、長石がやや多い。

**砂岩中の岩片の検討**

本地域の白亜系にはほぼ全層準にわたって砂岩が発達し、砂岩にはかなりの量の岩片が含まれている。各層準ごとに砂岩中の岩片を検討することによって、後背地の地質とその時代的变化を連続的に追うことができる。

各累層ごとの典型的な鉱物組成をもつ砂岩試料を、赤松累層から2、日野谷累層から6、谷山累層から1、日和佐累層から6個えらび、岩片の細分を行った。各試料について150~200個の岩片粒子を無作為に選び、酸性火山岩類・中性火山岩類・塩基性火山岩類・花崗岩類・



第16図 砂岩中の岩片の細区分

1. 酸性火山岩類, 2: 中性火山岩類, 3: 花崗岩類,
4. 塩基性火山岩類, 5. 砂岩(粗粒シルト岩を含む),
6. 頁岩, 7. チャート, 8. ホルンフェルス, 9. 結晶片岩。(左端の数字は岩片の含有率%, 右端の記号は層準を示す。上のものほど上位の層準の試料である。)

砂岩(含粗粒シルト岩)・頁岩・チャート・ホルンフェルス・結晶片岩類を区別した。砂粒の大きさなので岩石種の識別はかなり困難であるが、鏡下での岩石組織上の特徴にもとづいて識別した\*。

第16図に結果を示す。各累層ごとの特徴を次に述べる。

\* 酸性火山岩類はチャートとの区別が困難なことがあるが、結晶片やガラス片が認められること、流理構造や球顆構造をもつこと、カリウムの染色の際に薄く染まることなどの特徴からチャートと区別した。また、ピロタキシチック、ハイロピリチックおよびフェルティな組織をもつ粒子は中性火山岩類とした。これらの組織は酸性や塩基性の火山岩基中にも発達することがあるが、中性の安山岩に最も典型的にみられるからである。頁岩には粘板岩・千枚岩程度の低変成度の岩石も含める。結晶片岩としたものはほとんどすべて、石英片岩か絹雲母-石英片岩である。

### 赤松累層

岩片に富む下部層の試料について検討した。酸性火山岩類が多く(60%以上), 中性火山岩類は少ない。頁岩, チャートなどの堆積岩類は比較的多く(約20%), 結晶片岩も少量含まれる。

### 日野谷累層

本層は岩片の総量が少なく, 岩片の中では酸性火山岩類の占める割合があまり大きくない(約40%)。一方, 中性火山岩類, 花崗岩類, 堆積岩類の比率が比較的大きくなっている。上部層では岩片量が増え, 酸性火山岩類の割合が増加している。

### 谷山累層

酸性火山岩類が多く, 中性火山岩類や花崗岩類はあまり多くない。堆積岩類はやや多く, 赤松累層とやや似ている。

### 日和佐累層

本層の砂岩は岩片に富み, 岩片の中では, 酸性火山岩類が60~70%を占める。中性火山岩類はある程度含まれるが, 花崗岩類や堆積岩類は少ない。ホルンフェルスが少量, 普遍的に存在する。

## 考 察

### A. 地層区分と地質時代

既述のように本地域の白亜系は岩相的特徴によって, 赤松累層, 日野谷累層, 谷山累層, 牟岐累層, 日和佐累層に区分される。この地層区分にはほぼ対応して砂岩組成が異なり(第11~16図), 地層区分の妥当性を裏付けている。たとえば, 赤松累層上部層と谷山累層とは岩相的には類似性が大きい, 両者の砂岩組成は大きく異なっている。岩相も詳しく検討すれば, 両者では酸性凝灰岩の発達程度が異なっており, 両層は明らかに時代もしくは堆積環境を異にする累層である。本地域の白亜系では断層や褶曲によって同一の地層が累層単位で大規模に繰返すことはない。ただし, 前記の各累層内または部層内の中~小規模の繰返しが, 地質図(第2図)に表現されているもの以外にも存在する可能性は残されている。

赤松・日野谷累層および牟岐・日和佐累層はそれぞれ全体として上方粗粒化・厚層化の堆積サイクルをなす。既述の岩相的特徴と地層の連続性からみて日野谷累層と日和佐累層は, 海底扇状地堆積物と推定される。また田中(1977)は四国西部の四万十累帯白亜系において三つの上方粗粒化の堆積サイクルと認定しているが, 前述の二つの堆積サイクルはその1番目と3番目に相当する可能性がある。谷山累層はその2番目の堆積サイクルの不完

全なものにあたるかも知れない。

本地域で既述のように2地点から大型化石が産出している。また, 第4図に示した11地点から第1表に示した放散虫化石が見出されている。四万十累帯における放散虫生層序の適用には, 中世古(1979)の指摘するようないくつかの問題点があるが, 大型化石を中心に考え, 放散虫化石も考慮すると各累層は次のような地質時代と推定される。

赤松累層からは大型化石は産出していない。第1表の2および4の放散虫化石群集は, FOREMAN(1975)の *Sphaerostylus lanceola* Zone ~ *Sethocapsa trachyostraca* Zone (Berriasian? ~ Hauterivian) の群集によく似ている。1・3・5~7の放散虫化石には, FOREMAN(1975)の *Eucyrtis tenuis* Zone ~ *Acaeniotyle umblicata* Zone (Barremian ~ Albian) の放散虫群集と共通するものが多い。中川・中世古(1977)および中世古ほか(1979)は, 本層の東方延長(阿南市<sup>かねうら</sup>鉦打)から Tithonian ~ Albian のいくつかの放散虫群集を報告している。赤松累層は下部白亜系(高知統? ~ 宮古統)で, 主体は宮古統であろう。日野谷累層上部層からは, *Natica (Amauropsis) sanchucensis* などの古白亜紀を示す二枚貝類が産している(東明, 1958)。また, 中川・中世古(1977)および中世古ほか(1979)は, 日野谷累層の東方延長(阿南市大浦)から後期 Albian ~ Cenomanian の放散虫群集を報告している。これらのことから, 日野谷累層は下部白亜系の上部(宮古統)で, 上限は上部白亜系に及ぶ可能性もあると考えられる。

谷山累層は, 赤松・日野谷累層と牟岐・日和佐累層との中間に位置する。第1表の9・10の放散虫化石には, FOREMAN(1975)の *Dictyomitra somphedia* Zone (後期 Albian ~ Turonian), PESSAGNO(1976)の *Archaeospongonprunum tehamaensis* Zone ~ *Rotafirma hessi* Zone (Cenomanian) と共通するものがみられる。これらのことからみて, 谷山累層は上部白亜系の下部(ギリヤーク統)の可能性が大きい。

牟岐累層からは *Gaudryceras (Vertebrites) sp. cf. kayei* が産しており, *Vertebrites* 亜属の range は Santonian ~ Maestrichtian とされている(須鎗ほか, 1967)。第1表の11の放散虫化石は, PESSAGNO(1976)の *Alievium praegallowayi* Zone ~ *Crucella espartoensis* Zone (Coniacian ~ Campanian) の放散虫群集との共通性が大きい。これらのことから, 牟岐累層は浦河統上部の可能性が大きい。日和佐累層は牟岐累層に整合に重なり, かつ大きな層厚をもつことから, 日和佐累層の主体はヘトナイ統



と考えられる。

### B. 碎屑物からみた後背地の特徴

本調査地域の四万十累帯白亜系の礫岩と砂岩は、共存する産状(たとえば第7図)と両者の組成上の類似性からみて、両者は同一の後背地から供給されたものである。砂岩は淘汰が悪く、粒子の多くは角ばっており、組織的成熟度は低い。頁岩岩片や安山岩岩片などの不安定な耐久力の小さい粒子も普遍的に含まれること、砂岩中の岩片の組成が礫組成とよく似ていることなども運搬過程における淘汰が小さいことを示している。砂岩の鉱物組成は後背地の地質を定量的にもよく反映していると考えられる。普遍的かつ多量に産する砂岩の鉱物組成と礫岩の礫組成とを総合的に検討することによって後背地の地質をより正確に知ることができる。

礫岩および砂岩の組成からみた後背地の性質を、資料の多い日野谷累層と日和佐累層について考察する。

#### 日野谷累層

上部層に少量みられるチャート礫を主とする礫岩と石英質砂岩を除いた大部分の碎屑物は次のような後背地から供給されたと考えられる。

礫岩は細粒である(平均 0.6 cm)が、砂岩・頁岩・泥質石灰岩・チャートなどの堆積岩類が多く、約半分を占める。また、酸性火山岩類と中性火山岩類とで3分の1を占め、花崗岩類も少量含まれる。砂岩には斜長石が多く、カリ長石も比較的多い。カリ長石には微斜長石が普遍的に認められる。岩片量は少ないが、その中では、酸性火山岩類はあまり多くはなく、中性火山岩類・花崗岩類・堆積岩類の比率が相対的に高い。少量ながら、結晶片岩やホルンフェルスの岩片も認められる。

これらの特徴からみると、後背地には砂岩や頁岩からなる堆積岩類がかなり広く分布し、酸性から中性の火山岩類もかなりよく発達していたと考えられる。砂岩中の斜長石の多さは、中性火山岩類の発達のよさを反映しているのであろう。花崗岩類もある程度広く露出し、少量の結晶片岩も分布していたと推定される。

上部層の砂岩は、下部・中部層に比較して岩片量が多く、かつ岩片の中に占める酸性火山岩類の割合が大きい。この相違は、後背地において酸性火山岩類の分布が増大したことを意味している可能性がある。しかし、大局的にみれば、下部・中部層とほぼ同じような後背地であったと考えられる。また、赤松累層上部層の砂岩組成は日野谷累層のそれとよく似ている。赤松累層上部層の時代から既に前述のような後背地であったのであろう。

上那賀町古屋にみられるようなチャート礫を主とする

礫岩(第8図, 17)には、石英質の砂岩が伴われる。これらは上部層に普遍的な碎屑物とは異質で、同様なものは仏像線沿いの四万十累帯に点在している。分布が四万十累帯の北縁に限られることと、礫がチャートを主とすることからみて、これらの碎屑物は四万十地向斜に堆積物を主に供給した後背地とは異なった。比較的近傍の隆起部(秩父帯の古期岩類?)からもたらされたものと考えられる。

日野谷累層には、西からの古流向(軸流)と北西からの古流向(側方流)が認められる。古流向の測定数は多くないが、日野谷累層が四万十累帯の北縁に発達することも考慮すると、主に碎屑物を供給した後背地は日野谷累層の堆積盆の北西側に位置していた可能性が大きい。

#### 日和佐累層

日和野累層には中～大礫の礫岩の発達が良好で、礫には酸性火山岩類が圧倒的に多い(約75%)。花崗岩類・中性火山岩類・堆積岩類も含まれるが、少量にすぎない。砂岩組成でも岩片が非常に多く、その中でも酸性火山岩類の岩片が多い。斜長石はあまり多くないが、6%前後のカリ長石が普遍的に含まれており、微斜長石も普遍的に認められる。

日和佐累層の後背地の大部分を酸性火山岩類が占めていたことは確実である。中性火山岩類も存在したが、酸性火山岩類に比較してかなり少量であったと考えられる。酸性火山岩類の礫の中には凝灰岩が多く、明瞭な溶結構造が認められるものもある(Plate I-5)。まれに火山豆石を含む凝灰岩礫も見出される(Plate I-7)。これらのことから、この火山岩類をもたらした火山活動は、陸上で多量の火山碎屑物を発生させるタイプであり、火砕岩が広く後背地を覆っていたものと推定される。花崗岩礫が見出されること、砂岩中には微斜長石が含まれること、熱変成を受けた火山岩礫も産することなどは、単に花崗岩類が露出していたことだけでなく、火山活動に花崗岩類の深成活動が伴っていたことをも示していると考えられる。この火成活動は、現在中国地方や濃飛地方に残存している中生代後期中性・酸性の火成岩類の活動と類似のものであったであろう。巨礫を含む粗粒碎屑物が多量に供給されていることからみて後背地の起伏は大きく、種々のレベルが同時に侵食されていたと考えられる。それ故、本来ある程度深部にある花崗岩類も活動後間もなく部分的に露出し、侵食にさらされたのであろう。花崗岩類とともに堆積岩類もある程度広く露出し、結晶片岩類も少量分布していたと考えられる。

日和佐累層において酸性火山岩類に由来する碎屑物が

絶対量・比率ともに著しく増大する原因は、日和佐累層の堆積直前または堆積時に後背地に酸性火山岩類の大規模な噴出がおり、広く陸地を覆ったことと考えられる。KUNZI *et al.* (1979) は、グアテマラの南西海岸での現世堆積物の研究において、火山の噴火が、局所的に急峻な地形を形成することによって、また、植生を破壊することによって碎屑物の供給を著しく増大させ、急速に河川-三角州堆積物を成長させることを明らかにしている。日和佐累層の膨大な量の礫・砂の供給・堆積と海底扇状地の形成は後背地の活発な火山活動と結びついていたと考えると合理的である。日和佐累層の下位の牟岐累層にしばしば酸性凝灰岩が挟在されることも日和佐累層堆積直前の後背地における火山活動の存在を示唆している。日和佐累層中には酸性凝灰岩層が少ないが、これは火山灰が優勢な粗粒堆積物によって希釈されて凝灰岩層としては保存されなかったためであろう。

西南日本の内帯には白亜紀後期に大規模な中～酸性の火山・深成活動があったことが知られている。日和佐累層の後背地が同じような激しい火成活動の場であったことは確かである。しかし、日和佐累層の主体はヘトナイ統であるので、その堆積時には既に和泉層群の堆積盆が発生していたと考えられる (MATSUMOTO, 1953; 田中, 1965 など)。日和佐累層の後背地を内帯に求めるとすると、和泉層群の堆積盆が碎屑物が内帯から四万十累帯へ供給される上での大きな障害となったはずである。日和佐累層の碎屑物には巨礫も普遍的に含まれており、長距離を運搬されたものとは考えられない。碎屑物が内帯から四万十累帯へ、和泉層群の堆積盆を西側または東側から大きく回り込んで運ばれたとは考えにくい (第1図参照)。碎屑物が和泉層群の堆積盆を横切って四万十累帯へ運ばれるバイパス的なものが存在したのかも知れないが、その証拠はない。測定数は少ないが、日和佐累層には西からの軸流と北および南からの側方流が認められる。資料が少ないため古流向からは後背地の方向を断定しがたい。北側の内帯を後背地と考えると前述のような問題点が生じる。また、北側であっても三波川帯・秩父帯では白亜紀後期に大規模な火成活動のあった証拠がない。南からの側方流を重視すれば、四万十地向斜の南側の比較的近い所に、酸性火成活動を伴った後背地が存在したとも考えられる。その陸地は黒潮古陸 (原田・徳岡, 1974) の前身であるのかも知れない。日和佐累層の後背地の位置については古流系解析などを含めた堆積学的検討を続けることが必要である。いずれにしても、日和佐累層の後背地が大規模な酸性火成活動の場であったことは

重要な意義をもつであろう。

## ま と め

本研究結果は次のようにまとめられる。

- 1) 徳島県南部の四万十累帯白亜系の層序、地質構造、粗粒碎屑物の特徴を詳細に明らかにした。
- 2) 本地域の白亜系は、前期白亜紀の赤松・日野谷累層、後期白亜紀の前期の谷山累層、後期白亜紀の中・後期の牟岐・日和佐累層に区分される。赤松・日野谷累層および牟岐・日和佐累層は、泥質岩の優勢な下部から砂岩の優勢な上部へ整合的に移り変わり、一連の上方粗粒化・層厚化の堆積サイクルを示す。
- 3) 日野谷累層の中礫礫岩では堆積岩類が礫の約半分を占め、酸性および中性火山岩類が3分の1を占める。日和佐累層の中～大礫礫岩には、しばしば巨礫も含まれ、酸性火山岩類 (溶結および非溶結凝灰岩、流紋岩溶岩) が非常に多い。
- 4) 砂岩は主に石英・斜長石・カリ長石・酸性および中性火山岩片・珪長質基質からなるが、鉱物組成の層序による変化が認められる。日野谷累層の砂岩が斜長石に富み、岩片が少ないこと、日和佐累層の砂岩は岩片 (酸性火山岩片) に富むことは特徴的である。
- 5) 日野谷累層の後背地には堆積岩類が広く分布していたが、中性および酸性の火山岩類・花崗岩類もかなりよく発達していた。日和佐累層の後背地は酸性火山岩類に広く覆われ、花崗岩類の進入もみられる、大規模な酸性火成岩類の活動の場であった。
- 6) 日和佐累層堆積期における粗粒碎屑物の急激な増大は、同層の堆積直前または同時に発生し、活動を続けた後背地の大規模な酸性火成活動と密接に関係していたと考えられる。

謝辞 本研究にあたり、京都大学中沢圭二教授、徳岡隆夫博士 (現島根大学) には終始有益な御指導と助言をいただいた。京都大学地向斜・堆積学研究グループ、同火成作用研究グループおよび紀州四万十帯団体研究グループの方々からは有益な助言と激励をいただいた。大阪大学中世古幸次郎助教授からは放散虫化石について御教示を得た。横井 悟氏 (当時京都大学学生)、中條健次氏 (大阪府立東住吉高校) には放散虫化石の処理・同定に御協力いただいた。京都大学堤 久雄・吉田金三両技官には多数の岩石薄片を作製していただいた。日和佐町の恵内努御夫妻には長期にわたって宿舎のお世話になった。これらの方々に深く感謝する。

## 文 献

- DUMITRICA, P., 1970: Cryptocephalic and cryptothoracic nassellaria in some Mesozoic deposits of Romania. *Rev. Roum. Geol., Geophys., Geogr., Ser. Geologie*, **14**, 45—124.
- FOREMAN, H. P., 1968: Upper Maestrichtian radiolaria of California. *Special Papers in Palaeontology*, no. 3, 82 p., Palaeontol. assoc., London.
- , 1973a: Radiolaria of Leg 10 with systematics and ranges for the families Amphipyndacidae, Artostorobiidae, and Theoperidae. In *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **10**, Washington D. C. (U. S. Government Printing Office), 407—474.
- , 1973b: Radiolaria from DSDP Leg 20. *Ibid.*, **20**, 249—305.
- , 1975: Radiolaria from the North Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 32. *Ibid.*, **32**, 579—676.
- , 1978: Mesozoic radiolaria in Atlantic Ocean off the northwest coast of Africa, Deep Sea Drilling Project Leg 41. *Ibid.*, **41**, 739—761.
- 原田哲朗・徳岡隆夫, 1974: 黒潮古陸. *科学*, **44**, 495—502.
- 半山 健・山下 昇・須鎗和巳・中川衷三, 1956: 7万5千分の1徳島県剣山図幅および同説明書. 52p., 徳島県.
- INMAN, D. L., 1952: Measures for describing the size distribution of sediments. *Jour. Sedi. Petro.*, **22**, 125—145.
- 紀州四万十帯団体研究グループ, 1970: 紀伊半島南部海岸地域の牟婁層群の堆積学的・古生物学的研究—紀伊半島四万十帯の研究(その4)—. 和歌山大教育紀要, *自然科学*, **20**, 75—102.
- , 1977: 和歌山県竜神村南部の日高川層群—紀伊半島四万十帯の研究(その8)—. *地球科学*, **31**, 250—262.
- KUENZL, W. D., HORST, O. H. & McGEHEE, R. V., 1979: Effect of volcanic activity on fluvial-deltaic sedimentation in a modern arc-trench gap, southwestern Guatemala. *Bull., Geol. Soc. America*, Part I, **90**, 827—838.
- 公文富士夫, 1976: 徳島県南部の四万十帯層群白亜系の層位学的・堆積学的研究. 「四万十帯研」研究連絡紙, no. 3, 22—26.
- , 井内美郎, 1976: 室戸半島北東部, 徳島県穴喰町周辺の四万十帯層群古第三系一層位学的・堆積学的検討—. *地質雑*, **82**, 383—394.
- MATSUMOTO, T. (Chairman), 1953: The Cretaceous system in the Japanese Islands. *The Cretaceous Research Committee*. 324 p., The Japanese Society for the Promotion of Scientific Research
- 宮本隆実, 1976: 高知県大柵付近の秩父帯および四万十帯の白亜系砂岩の比較. *地質雑*, **82**, 449—462.
- 中川衷三・大木吉功・竹内由子・桑島義則・島田泰宏, 1977: 四国東部の四万十帯中生界(主としてその北半部について)—四国東部の四万十帯の研究, その1—. *徳島大学芸紀要(自然)*, **27**, 1—8.
- , 梅岡俊郎・増田英俊・大久保 融, 1977: 四国東部の四万十帯中生界南半の岩相と構造—四国の四万十帯の研究, その2—. 同上, **27**, 9—15.
- , 中世古幸次郎, 1977: 四万十帯層群の放散虫化石(予報)—四国東部の四万十帯層群の研究, その3—. 同上, **27**, 17—25.
- 中世古幸次郎, 1979: 放散虫化石からみた日本列島地史に関する2, 3の問題. *大阪徴化石研究会機関紙*, no. 7, 19—26.
- , 西村明子・菅野耕三, 1979: 四万十帯の放散虫化石の研究(白亜系放散虫を中心として). 同上, 特別号, no. 2, 1—49.
- 野沢 保・稲井俊道, 1973: 徳島県下雄閃緑岩. *地調月報*, **24**, 349—351.
- 岡田博有, 1977: 九州四万十帯層群砂岩の予察的研究—特に岩石帯(petrographic zone)の提唱—. *九州大理研報, 地質*, **12**, 203—214.
- PESSAGNO, E. A., Jr., 1972: Cretaceous radiolaria Part II: Pseudoaulophacidae Riedel from the Cretaceous of California and the Blake-Bahama Basin (JOIDES Leg I). *Bulls. Am. Paleontology*, **61**, 283—328.
- , 1976: Radiolarian zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. *Micro-paleont. Spec. Pub.*, no. 2, 1—95.
- , 1977a: Upper Jurassic radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. *Micro-paleontology*, **23**, 56—113.
- , 1977b: Lower Cretaceous radiolarian biostratigraphy of the Great Valley Sequence and Franciscan Complex, California Coast Ranges. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Spec. Pub.*, no. 15, 87 p.
- RIEDEL, W. R. and SANFILIPPO, A., 1974: Radiolaria from the southern Indian Ocean, DSDP Leg 26. In *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **26**, Washington D. C. (U. S. Government Printing Office), 771—813.
- 東明省三, 1958: 徳島県の四万十帯より産出した化石. *地質雑*, **64**, 95—96.
- 須鎗和巳・坂東祐司・小島郁生, 1967: 徳島県牟岐町の四万十帯より白亜紀アンモナイトの発見. *地質雑*, **73**, 535—536.
- 鈴木博之・原田哲朗・石上知良・公文富士夫・中屋志津男・坂本隆彦・立石雅昭・徳岡隆夫・井内美郎, 1979: 栗栖川地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 54p., 地質調査所.
- 田中啓策, 1965: 和泉山脈中部の和泉層群, とくにその堆積相と堆積輪廻について. *地調報告*, no. 212, 34p.
- , 1977: 四国南西部宿毛地域の四万十帯層. 地

- 調月報, **28**, 461—476.
- 立石雅昭・別所孝範・原田哲朗・久富邦彦・井内美郎・石上知良・公文富士夫・中屋志津男・坂本隆彦・鈴木博之・徳岡隆夫, 1979: 江住地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 65p., 地質調査所.
- 寺岡易司, 1977: 西南日本中軸帯と四万十帯の白亜系砂岩の比較—四万十地向斜堆積物の供給源に関連して—. 地質雑, **83**, 795—810.
- , 1979: 砂岩組成からみた四万十地向斜堆積物の起源. 同上, **85**, 753—769.
- ・奥村公男・今井 功, 1974: 九州耳川流域の四万十累層群砂岩—四万十帯の構造区分に関連して—. 楠見久先生退官記念論文集, 133—151.
- TOKUOKA, T., 1966: Kizekkyo sandstone and conglomerate of the Paleogene Muro Group in the Kii Peninsula, Japan. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto*, [B], **32**, 335—349.
- , 1967: The Shimanto Terrain in the Kii Peninsula, Southwest Japan—with special reference to its geologic development viewed from coarser clastic sediments—. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. & Miner.*, **34**, 35—74.
- , 1970: Orthoquartzite gravels in the Paleogene Muro Group, Southwest Japan. *Ibid.*, **37**, 113—132.
- 徳岡隆夫・公文富士夫, 1979: 赤石山地と紀伊半島の四万十帯—とくに砂岩の鉱物組成の考察—. 国立科博専報, no. 12, 41—54.
- 徳島県, 1972: 15万分の1 徳島県地質図および同説明書. 137 p., 徳島県.
- 山下 昇・須鎗和巳・中川衷三・平山 健, 1956: 7万5千分の1 徳島県富岡・日和佐図幅および同説明書. 24p., 徳島県.

## 図 版 説 明

### 第 I 図版

1. 牟岐累層と日和佐累層の境界(日和佐町稲船), 左上: 日和佐累層 H<sub>1</sub> 層の互層, 右下: 牟岐累層の頁岩
2. 牟岐累層の緑色岩類(日和佐町明丸). t: 凝灰角礫岩, b: 玄武岩溶岩, a: 酸性凝灰岩. (第6図参照)
3. 日和佐累層の礫岩. スケールは約 50 cm.
- 4~8. 日和佐累層の礫岩中の礫の顕微鏡写真. スケールは 1 mm.
  4. ガラス質結晶凝灰岩(弱溶結). 直交ニコル, 5. 溶結凝灰岩. 開放ニコル, 6. 球顆状流紋岩. 直交ニコル, 7. 火山豆石を含む凝灰岩. 開放ニコル, 8. 花崗岩. 直交ニコル.

