

愛媛県中予地方高野川付近の第四系

高橋 治郎

(愛媛大学教育学部地学教室)

満塩 大洗

(高知大学理学部地質学教室)

鹿島 愛彦

(愛媛大学教養部地学教室)

(平成元年10月11日受理)

QUATERNARY SYSTEM NEAR KOHNOKAWA, CHUYO DISTRICT, EHIME PREFECTURE

Jiro TAKAHASHI

*Department of Geology, Faculty of Education,
Ehime University, Matsuyama, Ehime 790 Japan*

Taikou MITUSIO

*Department of Geology, Faculty of Science,
Kochi University, Kochi 780 Japan*

and

Naruhiko KASHIMA

*Department of Geology, Faculty of General Education,
Ehime University, Matsuyama, Ehime 790 Japan*

(Received October 11, 1989)

A fluvial terrace facing to the Sea of Iyonada, Bungo Strait between Shikoku and Kyushu, is rarely developed along the shore line near Kohnokawa, Futami Town, southwest of Matsuyama City, Ehime Prefecture. This terrace was named Kohnokawa Plain by TAKAHASHI, M and NAGAI (1972), and the sediments constituted the terrace was named Kohnokawa Formation by the same authors.

However, the writer's survey reveals that this formation is divided into two parts ; 1) Middle terrace deposits of the Kohnokawa Formation (redefined), with 20-40 m above sea level, and 2) Higher terrace deposits of the Futami Formation, with 40-120 m above sea level.

The redefined Kohnokawa Formation deposited near the ancient shore line of Riss/Wurmian interglacial age, which plays a very important role in the Paleo-Bungo Strait to construct the scale of the Paleo-Tosa Bay Transgression defined by MITSUO *et al.* (1972), that is the equivalent of the Shimosueyoshi Transgression at Kwanto District. And moreover, it is new important discovery in Shikoku District that the tephra bed from the Kohnokawa Formation is correlatable with Aso-4 in Kyushu District and in Yamaguchi Prefecture (MITSUO, 1971), by its stratigraphical position and heavy mineral composition (KASHIMA, *et al.*, 1982).

はじめに

愛媛県松山市南西方の伊予郡双海町高野川付近には、豊後水道に面した伊予灘海岸地方ではめずらしく、段丘地形が発達している(図1)。そして、この付近の第四系はかつて、高橋和・永井(1972)¹⁾によって、洪積世の高野川層として命名され、この層が形成している地形面は高野川面として定義された。さらに、堀越ら(1973)²⁾は、この層中の泥層に含まれる炭質物の炭素14年代の測定結果から、29,300 YBPの値を得ている。また、鹿島ら(1982)³⁾は、高野川層の上部、および、伊予市三秋付近の高位段丘礫層(後述の双海層)などから火山灰層を発見し、それらの重鉱物組成などを明らかにした。

その後、筆者らが高野川付近を再検討した結果、高野川層および高野川面は、従来の高橋和



図1 調査位置図

・永井(1972)¹⁾による定義よりもその分布は狭く、また、高度も低く、後に定義する高位段丘相当層の双海層も、明らかに彼らの中位段丘堆積物の定義に含まれているので、これらを分離して再定義する必要がある。さらに、再定義した高野川層は中位段丘堆積物であり、しかも旧海岸線からそれほど遠くない所に堆積したと考えられる。従って、この事実は、リス/ウルム間氷期の海水準上昇期の際に、当時の豊後水道(古豊後水道と命名)の四国側において、高知第四紀研究グループ(1972)⁴⁾や中村・満塩ら(1972)⁵⁾の定義した古土佐湾海進時における旧海水

準の上昇規模を規定する上で極めて重要である。さらに、高野川層中の火山灰は、阿蘇-4の末端相の八女粘土層(郷原ら, 1964)⁶⁾に対比されることが明らかとなり、これは四国における阿蘇-4の新発見でもあり、今後の四国地方のテフラの解明に重要である。

そこで、この論文では、これらの地層の新しい定義、および、これらの意義について述べる。

この報告を行うにあたり、周桑郡丹原町立田野小学校の高橋 和教頭、および、日特建設株式会社松山営業所の白石邦幸氏・本村泰久氏にはいろいろご協力をいただいた。また、高知大学理学部地質学教室の加賀美英雄教授・同学部生物学教室の山中三男教授、および、琉球大学教養部地学教室の古川博恭教授には貴重なご教示をいただいた。これらの方がたに厚く感謝する。

地形・地質の概要

当調査地域の地形区分図を図2に示している。本地域は、四国における中央構造線が走る地表での最西端に当たり、この地域の西方には明神山(634.3m)があり、黒雲母安山岩からなっている。この山の南西の連続には、双海町上灘の標高約340mから約520mにかけて、約4段

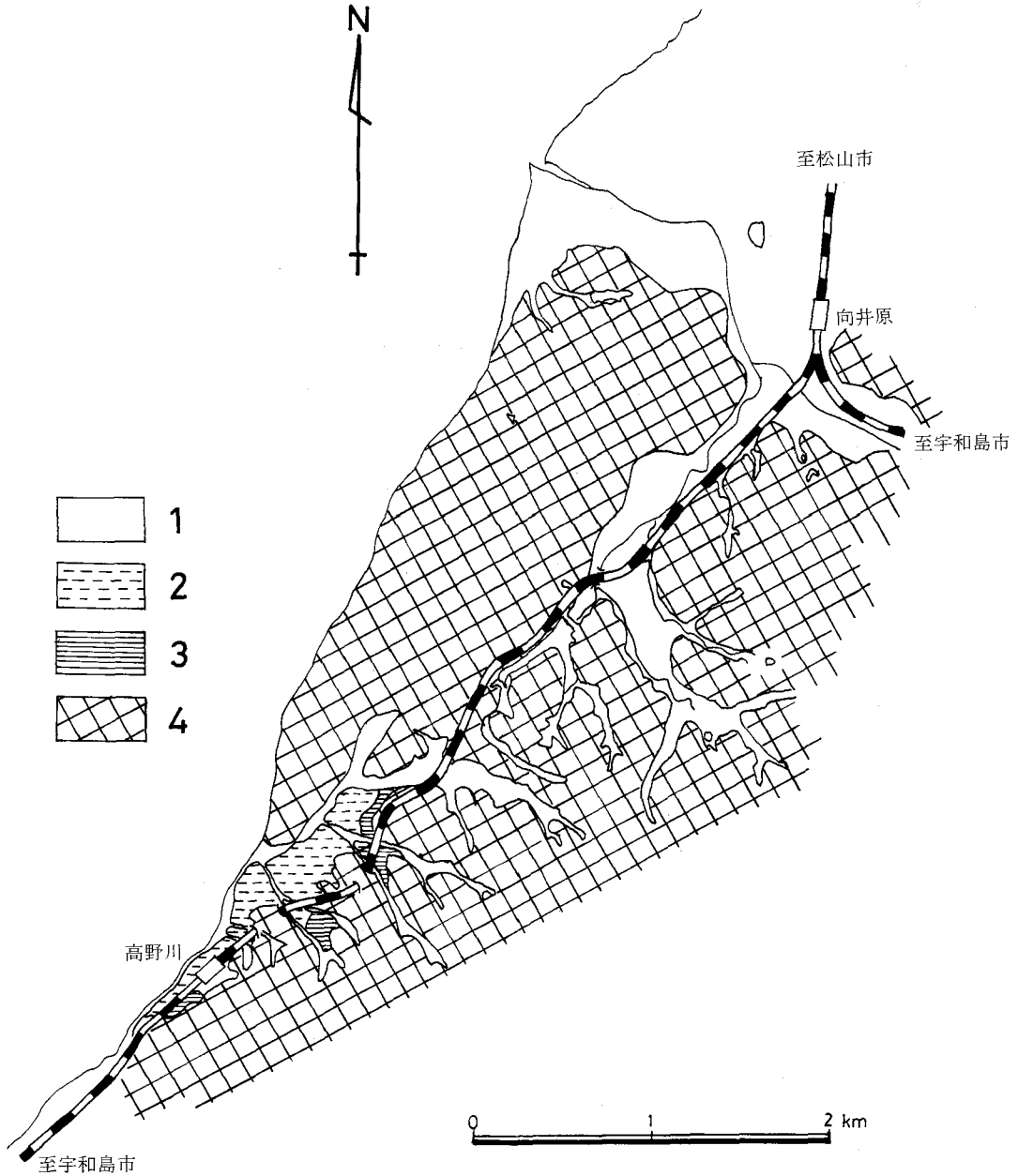


図2 地形区分図

1 : 沖積平野・河道 2 : 中位段丘 3 : 高位段丘 4 : 丘陵・山地

の特異な平坦面がある。また、この山の北方には開析された丘陵が続き、最高は256.5 mに達しているが、これらは和泉層群からなっている。そして、この丘陵の西北部で、当調査地域の北方には郡中層があり、最近、高橋・鹿島 (1985)⁷⁾によって再定義され、時代はほぼ前期更新世 (一部は後期鮮新世?) とされた。さらに、その北東方には高橋・大龍・鹿島 (1984)⁸⁾によって命名された前期更新世の段丘を作っていない、いわゆる、プレ段丘の八倉層が丘陵を形成している。

これらの丘陵地の谷合いに沿い、JR四国の予讃本線と国道378号が走っている。この国道378号沿いの銭尾峠より南西方に名の無い小川が流れており、ここでは記述の便宜のために高野川と仮称しておくが、この川の左岸 (南岸) に沿い、および、伊予灘の海岸沿いに後述の段丘地形が2段発達している。高い方の段丘は約40 mから約120 mに達しており、山側に断続的にみられるが、これが高位段丘である。いっぽう、低い方の段丘は高度が約20-40 mであり、これが中位段丘である。これは国道378号が銭尾峠を越えて、高野川沿いに海岸線に出てくる付近から高野川駅付近にかなり広くみられ、その駅付近より南西側の海岸線に沿って、JR線の走っている線路の高度にある。

また、当調査域には小さな高野川以外の大きな河川がなく、低位段丘は形成されていない。沖積面は現在の海岸線に沿って、国道378号が走っている高度に、猫の額ほど狭く分布している。これらの分布を模式的に、後の図5に示している。

ところで、一般に段丘は海岸線に沿っているからと言って、いわゆる海岸段丘ではなく、海成層や海浜礫 (ビーチグラベル) からなれば海成段丘と呼べるものである。この点からみて、当調査地域の中位段丘は、これを形成している地層の諸特徴からみて、海浜 (ビーチ) そのものではないが、旧海岸線からそれほど遠くない所に堆積したと考えられる。これは、後述のように、リス/ウルム間氷期の古土佐湾海進の規模を豊後水道の四国側で設定する上で極めて重要である。

つぎには、各段丘堆積物の定義について述べる。

各段丘堆積物の定義

高位段丘 双海層 (Futami Formation) 新称

命名：高橋・満塩・鹿島 (1990)

模式地：愛媛県伊予郡双海町高野川付近

分布：双海町高野川の海岸線付近から伊予市三秋付近の高度約40-120 m (図3)

層厚：約10 m

図3には本層の分布を示し、また、模式的な柱状図を図4のAに示している。本層は前述のように、高橋和・永井 (1972)¹¹⁾が高野川層としていたものからの分離である。これは双海町から伊予市にかけて、断続的に分布している。また、この分布高度は約40-120 mに達し、これには従来、高橋和・永井 (1972)¹¹⁾が述べた高野川面も含まれている。

本層は高野川の北東方のトンネルの東方の新しく作られた池の側などでよく観察される。これは礫層を主体としており、層厚は約10 m前後である。礫のサイズは最大は巨礫で、卓越礫は中礫である。礫の種類は砂岩・泥岩や一部に安山岩も含まれている。これらの礫は、特殊な風化を受けたいわゆる赤色風化のクサリ礫である。また、礫の形状は歪角礫から歪円礫状である。

これらを埋めているマトリックスは、黄褐色の「黄色凝灰質物質」である（高知第四紀研究グループ，1972⁴⁹；中村ら，1972⁵¹）。

伊予市の三秋でも、地形面としては図2において高位段丘面として表していないが、図3の分布図に示しているように、クサリ礫の高位段丘礫層が分布している。鹿島ら（1982³¹）がこの礫層のほぼ中間に、火山灰を発見している（図4のA）。火山灰の詳細については後述するが、

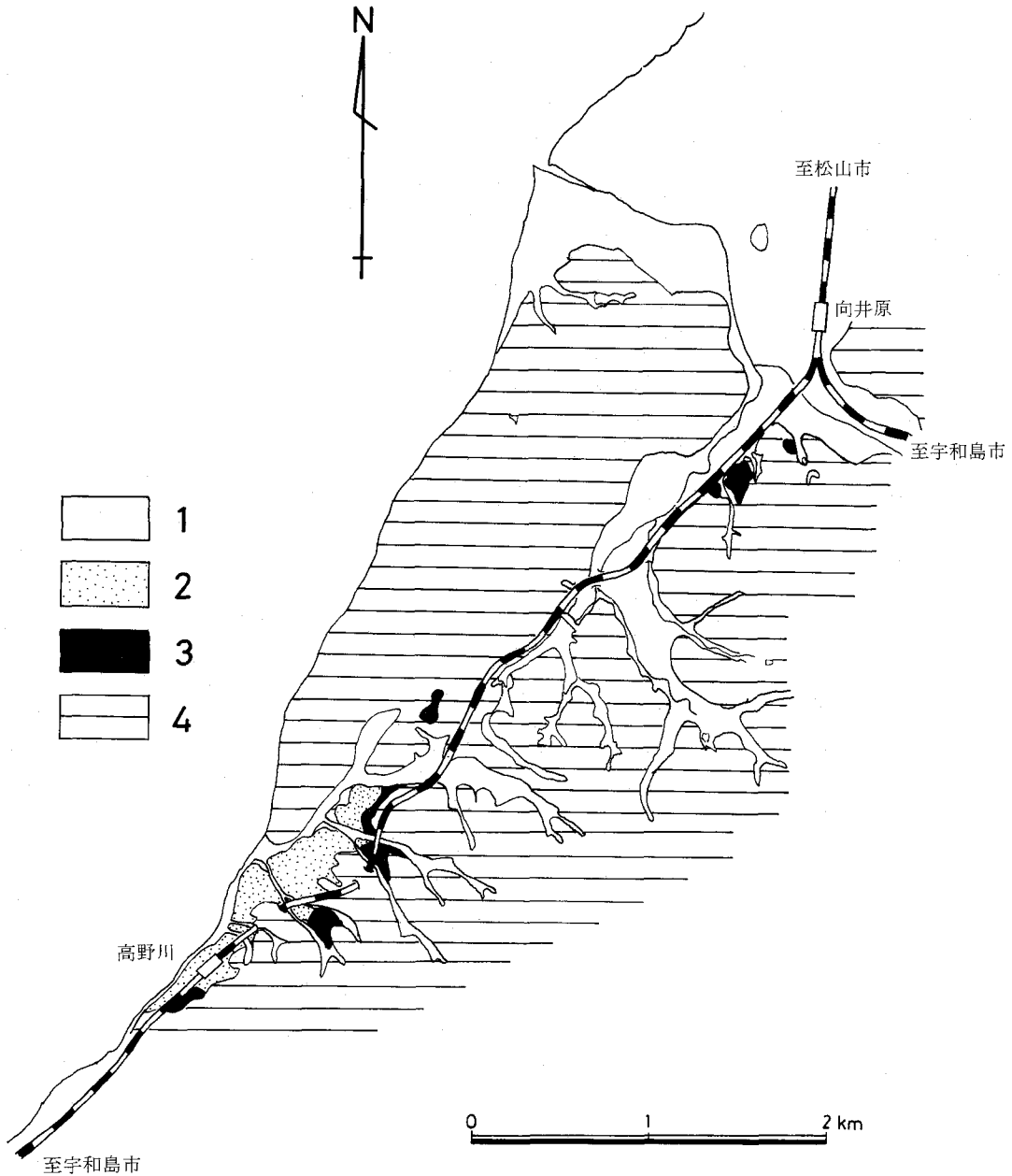


図3 地質図

1：沖積層 2：高野川層 3：双海層 4：基盤岩類

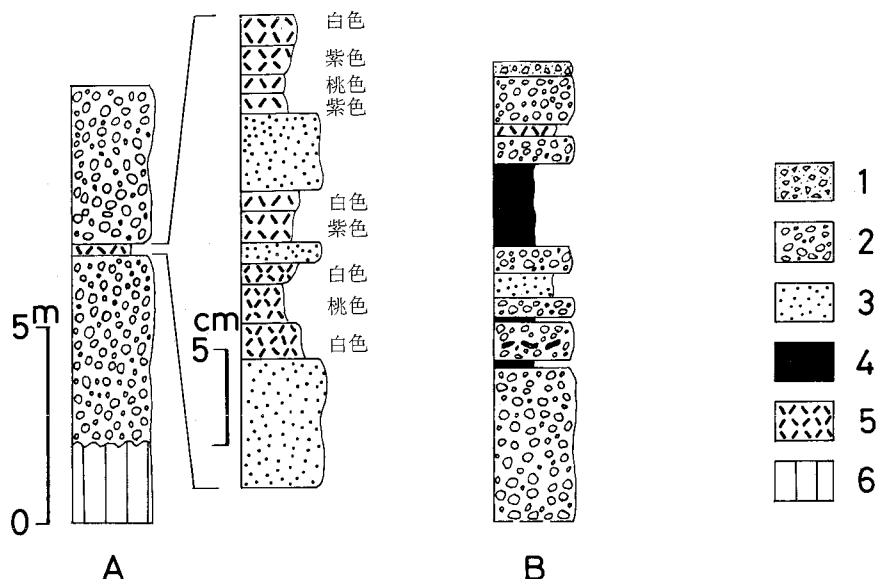


図4 地質柱状図

A：双海層（伊予市三秋） B：高野川層（伊予郡双海町高野川）
 1：崖錐性堆積物 2：礫層 3：砂層 4：粘土層 5：テフラ層
 6：基盤岩（和泉層群）

本層中の火山灰はいろいろな色を呈しており、粘土化して加水ハロイサイトができています。この火山灰の噴出源は層準や重鉍物組成からみて、阿蘇の1から3までのどれかに対応するものと考えられるが、いまのところは不明である。今後、フィッシュトラック法などで、確定する必要がある。

本層は、和泉層群が衝上している所と不整合におおっている所がある。また、後述する中位段丘礫層の高野川層との直接の露頭はみられないが、諸条件から判断して、模式的には図5のような関係が想定される。

中位段丘 高野川層 (Kohnokawa Formation)

命名：高橋 和・永井浩三 (1972)¹⁾を再定義

模式地：愛媛県伊予郡双海町高野川付近

分布：双海町高野川付近の海岸線付近の高度約20-40m (図3)

層厚：約10m+

本層の分布は図3に示し、また、模式的な柱状図は図4のBに示している。本層の分布は高野川川の左岸沿いに広くみられ、また、伊予灘沿いの海岸に沿っても細長く分布している。模式地付近の本層は礫層が主体であり、中部付近に2枚の薄い泥層、および比較的上部に約3m近い層厚の泥層も含まれている。礫の種類は砂岩・泥岩・安山岩などからなり、ごくまれに結晶片岩の礫が含まれている。礫のサイズは最大は巨礫で、卓越礫は中礫である。礫の形状については、円磨度は低くて、亜角礫から亜円礫程度である。礫は黄褐色を呈しており、風化の程度もいわゆる半クサリ礫の状態である。

また、本層の粘土層から花粉化石が報告され (高橋 和・永井, 1972)¹⁾, *Picea*・*Pinus*・*Abies*

などの寒冷要素の花粉属，および，*Sapium* などの温暖要素を示す花粉属が共に検出されていて，「共棲み現象」がみられる。この現象は高知県下の海成の高位段丘・中位段丘の泥層中の花粉属の構成でもみられる。*Sapium* ナンキンハゼは，SHIMAKURA (1969)⁹⁾により紀伊半島の海成洪積層や伊丹粘土層などからも報告され，高知県下の海成中位段丘堆積物からも検出されている（高知第四紀研究グループ，1972⁴⁾；中村・満塩ら，1972⁵⁾）。さらに，本層の花粉孢子属の構成は，

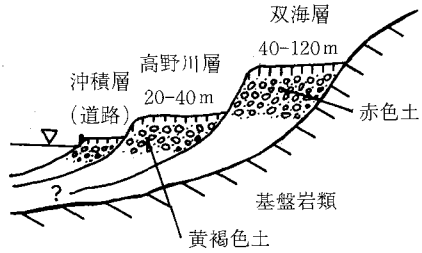


図5 段丘区分概念図

木本類が大多数を占め，草本類は *Compositae* や *Persicaria* とされており，シダ孢子類は *Polypodiaceae* とされている。これらについては，さらに詳細な検討を必要とするが，半田・満塩 (1977)¹⁰⁾の花粉・孢子組成の三角ダイアグラムによれば，木本類が多くて草本類とシダ孢子類は少ないことから，この層は本来的な海成堆積物ではないが，海岸線近くで堆積したことはまちがいないと考えられる。

さらにまた，鹿島ら (1982)³⁾により，上部の礫層の間から火山灰層が発見され，これらの重鉱物組成も明らかにされた。これらの詳細については後述するが，これは阿蘇-4の八女粘土層に相当することが判明した。これは四国における最初の発見である。

本層は和泉層群を不整合におおっている。また，高位段丘礫層の双海層との直接の関係は観察されないが，図5のような関係が想定される。

火山灰

一般に，火山灰は短時間に広域に分布するので，いわゆる鍵層として有効である。四国地方における各時代の主要な火山灰の層準および重鉱物組成によるタイプ分けについては，かつて，高知第四紀研究グループ (1972)⁴⁾および中村・満塩ら (1972)⁵⁾が述べた。一方，町田・新井 (1976)¹¹⁾・町田 (1977)¹²⁾は全国的に火山灰層の研究を進め，南部四国の宿毛市小川付近や徳島県上勝町などから，Tn 火山灰を報告した。ついで安田・満塩 (1978)¹³⁾が1977年の日本地理学会秋期大会（愛媛大学）で再び，四国の火山灰層について報告し，本調査地域の南方の前期更新世の大洲火山灰が肉眼的には九州の八女粘土層と鳥栖ローム層に酷似していることを報告した。さらに，鹿島・白石・高橋和 (1981)¹⁴⁾が大洲市付近の多数の箇所を，各層準の火山灰層を報告した。ついで前述のように，鹿島ら (1982)³⁾が本調査地域でも発見し，満塩 (1971)¹⁵⁾が九州や山口県で明らかにしたように，広く九州や山口県の火山

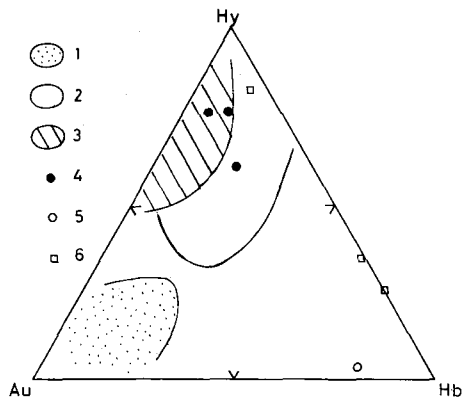


図6 火山灰の重鉱物組成Hy-Au-Hb図

- 1：黄色凝灰質物質 2：八女粘土 3：音地
- 4：高野川層 5：高野川層レンズ状部
- 6：双海層（伊予市三秋）

灰層とも比較した。

さらに愛媛県下の火山性堆積物については、高橋・大龍・鹿島(1984)⁸⁾は前期更新世の八倉層からも、ついで、高橋・鹿島(1985)⁷⁾は後期鮮新世-前期更新世の郡中層からも報告した。また、後期鮮新世の凝灰岩は高知県では登層からもみつかっており(満塩・安田, 1989)¹⁶⁾、徳島県下でも大阪層群相当層の森山粘土層中の凝灰岩の重鉍物組成についても報告している(高知第四紀研究グループ, 1972⁴⁾; 中村・満塩ら, 1972⁵⁾)。さらに最近では愛媛県と高知県の県境付近の宿毛市藻津付近でも、中位段丘構成層から火山灰をみついている。

このような背景のもとに、本調査域の双海層と高野川層に含まれている火山灰と、これまで四国地方で報告されているものについての比較を述べる。一般に対比には、火山ガラスの屈折率やその重鉍物組成を比較することが多い。これらのうち、満塩らが各地で行ってきた方法であり、しかも、比較的含有量が多くて比較しやすいので、重鉍物のうち Hy-Au-Hb の三角ダイアグラムによる組成によって検討した。これを図6に示している。ここで、Hy は斜方晶系でソ輝石類を主とし、Au は単斜晶系で普通輝石類を主としている。また、Hb は角閃石類であり、普通角閃石類を主としている。

高位段丘の双海層の火山灰組成は、図6に四角で表している。これらの3個の試料は単斜輝石類が少ないタイプであり、そのうち1つは斜方輝石類の集中タイプであり、残りの2つは角閃石類の集中タイプである。角閃石類集中タイプは、徳島県の土柱礫層の比較的上部にある白色火山灰の重鉍物組成にみられる(高知第四紀研究グループ, 1972⁴⁾; 中村・満塩ら, 1972⁵⁾)。しかし、これは角閃石の他に黒ウンモの集中タイプで、石英安山岩のタイプであり、山陰系のもと考えている。したがって、双海層のものは層序的な位置や重鉍物組成などから考えて、中央九州の阿蘇火山の噴出物である阿蘇-1から阿蘇-3のいずれかに相当すると考えられるが、現在のところどれに対応するかは不明であり、今後フィッシュトラック法などで確定する必要がある。なお、鹿島・白石・高橋和(1981)¹⁴⁾が大洲市付近で報告した火山灰の層準は、明らかにプレ段丘の堆積物の中のものも含まれており、今後の検討課題である。

次に、中位段丘高野川層中の火山灰の組成は、図6では黒丸で表し、このレンズ状部の火山灰は白丸で表している。後者はレンズ状部というかなり特殊な堆積環境のために長柱状の角閃石類が集中したためと考えられるが、前者の黒丸の部分は明らかに九州の阿蘇-4の末端相である、八女粘土層(郷原ら, 1966)⁶⁾の組成とよく一致している。また、四国に一番近い九州側の大分や福岡・熊本・長崎など、さらには、山口県での八女粘土の組成ともよく一致している(有明海研究グループ, 1965¹⁷⁾; 古川・満塩, 1965¹⁸⁾, 1987¹⁹⁾; 満塩・畑中, 1973²⁰⁾)。

ところで、西部九州の熊本県玉名市付近では、中位段丘はMIとMIIの2段があり、MIは海成の段丘で長洲層であり、MIIはまさに八女粘土層の構成する面である(古川・満塩, 1965)¹⁸⁾。これに対して、本調査地域においては、八女粘土層は段丘を構成するほど多量には供給されなかったため、高野川層の礫層中の比較的上部に薄い層としてのみ介在されているのであろう。

以上のように、阿蘇-4が四国地域で発見されたことは、きわめて重要であり、今後の四国地方での火山灰の対比に有力な指針を与えるものである。

また、高位段丘双海層のマトリックスは、黄色凝灰質物質であり、これは普通角閃石類を主としている(高知第四紀研究グループ, 1972⁴⁾; 中村・満塩ら, 1972⁵⁾)。

対 比

つぎに、本調査地域付近の後期鮮新世—第四紀の地層群を、四国西部の愛媛県、および、高知県のものとは対比する(表1)。

愛媛県全体における第四紀層については、永井ら(1980)²¹⁾によって新版の愛媛県地質図の中で区分され、ついで、鹿島・高橋ら(1980)²²⁾によって愛媛県水理地質図として詳しく述べられた。さらに、松山市周辺の地質が筆者らのうち鹿島・高橋(1980)²³⁾によって詳しく報告された。一方、四国全体の第四系は中川(1969)²⁴⁾によって最初に総括され、最近では満塩・古川(1988)²⁵⁾によって述べられている。また、高知県では、高知市付近(西村ら, 1941²⁶⁾; 満塩ら, 1967²⁷⁾)をはじめとして、南東部の室戸半島方面(満塩ら; 1971²⁸⁾, 1977²⁹⁾, 1987³⁰⁾)について述べ、さらに、高知県全体については、満塩ら(1985)³¹⁾が水理地質図で報告した。

まず、本調査地域周辺に存在する前期更新世(一部は後期鮮新世?)の郡中層は筆者らのうち高橋・鹿島(1985)⁷⁾によって再定義され、湖沼性あるいは扇状地性堆積物であることが明らかにされた。これは高知県下では、西部の越層(満塩ら, 1989)³²⁾に対比でき、東部では唐ノ浜層群の一部(満塩・安田, 1989)³³⁾がこれに対比できる。

また、本地域北方の前期更新世のブレ段丘堆積物である八倉層は、高橋・大龍・鹿島(1984)⁸⁾によって定義され、これは扇状地性の堆積物であり、松山市付近では古期扇状地性の堆積物である。高知県下では、西部の以布利層(中川, 1969²⁴⁾; 満塩・古川, 1988²⁵⁾)に、中央部では万々層(満塩・山中, 1987)³⁴⁾に対比され、また、東部では芸西層群の安芸層の扇状地性の厚い礫層に対比される(満塩・加賀美ら, 1988)³⁵⁾。

本調査地域のクサリ礫の高位段丘堆積物は双海層であり、これは松山平野では高位段丘堆積物(鹿島・高橋, 1980)²³⁾に対比できる。また、高知県では、双海層は西部の弘見層(満塩・古川, 1988)²⁵⁾に対比でき、中央部では城山礫層(西村ら, 1941)²⁶⁾・久礼田層(高知第四紀研究グループ, 1974)³⁶⁾・琴平層(満塩ら; 1977²⁹⁾, 1987³⁰⁾)などに対比できるが、高知県東部ではクサリ礫のある明瞭な高位段丘堆積物は見られない。

また、本地域の中位段丘の高野川層は旧海岸線に近い所に堆積したものであり、松山平野では中位段丘堆積物に対比でき、また、久万の台層の一部が海成層の可能性があるが、その他の中位段丘堆積物は河成である(鹿島・高橋, 1980)²³⁾。高知県下の海成中位段丘では、西部の足摺層(三本・満塩, 1981)³⁷⁾や平野層(満塩・古川, 1988)²⁵⁾が、また、西部では生見層(満塩・吉川, 1977)²⁹⁾や叶木層(満塩・加賀美ら, 1988)³⁵⁾および羽根層(満塩・安田, 1989)¹⁶⁾が、本地域の高野川層に対比できる。一方、高知県中央部の中位段丘は海成でなく、河成の能茶山層(満塩・吉川, 1977)²⁹⁾や植田層(高知第四紀研究グループ, 1974)³⁶⁾が愛媛県下の中位段丘堆積物に対比できる。

これら中位段丘の両県における分布からみて、これらの地層を形成した古土佐湾海進(関東の下末吉海進相当)は、西部四国では北方は本地域付近までみられることとなり、南西部では宿毛湾付近の藻津まで見られる。そして、九州側では大分県の高野川層は岡泥層(首藤, 1962)³⁸⁾であり、山口県では吉南層(高橋・河野, 1975)³⁹⁾が、当地域の高野川層に対比できる。これらの諸結果から、四国西部における古土佐湾海進の規模を確定するうえで、高野川層の占める位置は大きく、これによってリス/ウルム間氷期時における高海水準の際の古豊後水道の様相が推定できるのである。

表 1 四国西部の第四系対比表

			愛 媛 県		高 知 県	
			松山南方	松山平野	西 部	東 部
第 四 紀	完 新 世	後 中 前	沖 積 層	上 中 下 部 層 部 層 部 層	沖 積 層	上 下 最 下 部 層 部 層 部 層
		更 期		低位段丘堆積物Ⅱ 低位段丘堆積物Ⅰ		低位段丘 久室 礫層Ⅱ 次津 低位段丘+ 礫層Ⅰ 層 層
	新 世	中 期	高野川層 双海層**	中位段丘堆積物 高位段丘堆積物**	足* 平* 摺 野 層 層 弘** 見 層	能 植 茶 田 山 層 層 城* 久** 琴** 山 礼 平 礫 田 層 層 層
		前 期	↑ 八倉層+ ↑ 郡中層	↑ 古期扇状地礫層+	以 布 利 層 ↑ 越 層	芸 安芸層+ 万+ 西 和食層= 々 層 群 芸西層= ↑ 唐 ノ 穴内層* 浜 層 登層* 群
第 三 紀	鮮 新 世	後 期				

*海成層を含む。 **クサリ礫を含む。 +扇状地性礫層を含む。
=海浜礫を含む。

また、本地域においては低位段丘堆積物は見られないが、松山平野では鹿島・高橋（1980）²³¹によって、これはⅠとⅡの2つが認められ、これらは高知県下の低位段丘礫層ⅠおよびⅡにそれぞれ対応する。いずれも河成の礫層であるが、一般にはウルム氷期のため、海水準が低下して土佐湾などの大陸棚を形成している（Mitusio, 1985⁴⁰⁾；満塩, 1988⁴¹⁾）。

なお、沖積層は本地域では猫の額ほど狭くて、地下のボーリングなどの資料はないが、四国全体は満塩・古川（1988）²⁵⁾や満塩ら（1989）⁴²⁾によってまとめられている。

ま と め

以上の本地域の調査結果を要約すれば、つぎのようになる。

- 1) 高位段丘堆積物の双海層を定義した。これは高野川川沿いに断続的にみられ、高度は約40-120 mの平坦面を構成し、層厚は約10 mである。本層はクサリ礫の河成堆積物で、一部に火山灰が含まれている。
- 2) 中位段丘の高野川層を再定義した。これは高野川川が伊予灘に流入する部分から海岸線に沿って連続してみられる。高度は約20-40 mの平坦面を構成し、層厚は約10 m+である。本層は半クサリ礫からなり、一部に泥層や火山灰層が含まれている。これらの諸特徴から、本層は海岸からそれほど遠くない所に堆積したもので、リス/ウルム間氷期の古土佐湾海進時の海水準上昇の規模を、古豊後水道において規定するうえできわめて重要である。
- 3) 双海層・高野川層中の火山灰の重鉱物組成を検討し、四国・九州などのテフラと比較して、高野川層中の火山灰は阿蘇-4に対比され、これは四国における新発見である。なお、双海層中や大洲付近などの火山灰が阿蘇-1から3のどれに対比されるかは、今後の課題である。
- 4) さらに、愛媛県下および高知県下での後期鮮新統一第四系の対比について述べた。
今後も愛媛県下の第四系について、さらに調査を進める予定である。

文 献

- 1) 高橋 和・永井浩三, 1972, 愛媛県西北部の洪積世高野川層. 愛媛大紀要 自然科学, D, v. 7, no. 1, p. 13-16.
- 2) 堀越和衛・宮久三千年・永井浩三・平岡俊光, 1973, 土地分類基本調査「郡中」5万分の1表層地質図幅および説明書. p.23-28. 愛媛県.
- 3) 鹿島愛彦・白石邦幸・本村泰久・高橋 和・高橋治郎, 1982, 四国西部, 伊予灘海岸および野村盆地の段丘堆積物よりテフラ層の発見とその意義. 愛媛大紀要 自然科学, D, v. 9, no. 3, p. 17-26.
- 4) 高知第四紀研究グループ, 1972, 四万十川河口北方付近の海成中位段丘堆積層. 地質学論集, no. 7, p. 171-180.
- 5) 中村 純・満塩大洗・黒田登美雄・吉川 治, 1972, 花粉層序学的研究, その1, 高知県の第四系. 高知大学研報, v. 21, p. 87-113.
- 6) 郷原保真・新堀友行・鈴木康司・野村 哲・小森長生, 1964, 北九州の第四紀層に関する諸問題. 資源研イ報, no. 62, p. 83-108.
- 7) 高橋治郎・鹿島愛彦, 1985, 愛媛県伊予市森の海岸に分布する郡中層について. 愛媛大教育学部紀要, 第三部, 自然科学 v. 5, p. 19-29.
- 8) 高橋治郎・大龍昭智・鹿島愛彦, 1984, 愛媛県松山市南方に分布する八倉層について. 愛媛大教育学部紀要, 第三部, 自然科学 v. 4, p. 31-38.
- 9) SHIMAKURA, M., 1969, Plant Microfossils from Marine Pleistocene Sediments of Kii Peninsula, Japan.

Mem. Nara Education Univ., v. 17, no. 2, 31-46

- 10) 半田一幸・満塩大洗, 1977, 堆積学的花粉分析学, その2, 浦ノ内湾. 高大宇佐海洋センター報告, v. 24, p. 1-11.
- 11) 町田 洋・新井房夫, 1976, 広域に分布する火山灰-始良 Tn 火山灰の発見とその意義. 科学, v. 46, p. 339-347.
- 12) 町田 洋, 1977, 火山灰は語る. 蒼樹書房, 324pp.
- 13) 安田善雄・満塩大洗, 1978, 四国地方のテフラの2, 3の問題. 地理学評論, v. 53, no. 6, p. 494-495.
- 14) 鹿島愛彦・白石邦幸・高橋 和, 1981, 四国西部, 大洲-喜多地域で発見された後期更新世火山灰. 愛媛大紀要, 自然科学, D, v. 9, no. 2, p. 17-30.
- 15) 満塩大洗, 1971, 北九州および山口県における八女粘土層 (=新期阿蘇溶結凝灰岩) 地質学会西日本支部報, no. 54, p. 11.
- 16) 満塩大洗・安田尚登, 1989, 室戸半島羽根町付近の地質. 高知大学研報, v. 38(投稿中).
- 17) 有明海研究グループ, 1965, 有明・不知火海域の第四系. 地団研専報, no. 11, p. 1-86.
- 18) 古川博恭・満塩大洗, 1965, 熊本県長洲町付近の第四系. 九大理研報, v. 8, p. 83-100.
- 19) 古川博恭・満塩大洗, 1987, 九州における火山地域の地下水と火山灰. 地団研専報, no. 33, p. 349-368.
- 20) 満塩大洗・畑中健一, 1973, 平尾台上の八女粘土層 (=新期阿蘇溶結凝灰岩). 平尾台植物調査報告書, p. 57-66, 北九州市教育委員会.
- 21) 永井浩三・堀越和衛・佐藤信次・宮久三千年・鹿島愛彦・高橋治郎・土井清磨・平岡俊光, 1980, 20万分の1愛媛県地質図. トモエヤ, 松山.
- 22) 鹿島愛彦・高橋治郎・清水欣一・和田温之・細谷祐士, 1980, 愛媛県水理地質図, 15万分の1. 農水省中国四国農政局.
- 23) 鹿島愛彦・高橋治郎, 1980, 四国松山平野の環境地質学的研究(1)-松山平野とその周辺部の地質-. 愛媛大紀要, 自然科学, D, v. 9, no. 1, p. 1-16.
- 24) 中川衷三, 1969, 四国における第四系. 日本の第四系, 地団研専報, no. 15, p. 393-410.
- 25) 満塩大洗・古川博恭, 1988, 四国地方の第四紀層. 地質学論集, no. 30, p. 145-154.
- 26) 西村嘉助・奥村和夫・山本莊毅, 1941, 高知市西方の城山礫層について. 地質雑, v. 48, p. 363-364.
- 27) 満塩大洗・甲藤次郎, 1967, 高知市北西部の第四系. 高知大学研報, v. 15, p. 53-57.
- 28) 満塩大洗・中村 純・黒田登美雄・吉川光治・天野隆介, 1971, 高知県南東部の第四系の諸問題. 第四紀, no. 17, p. 47-53.
- 29) 満塩大洗・吉川 治, 1977, 高知-室戸間の第四系. 日本地質学会巡検案内書, no. 7, p. 1-23.
- 30) 満塩大洗, 1987, 高知県室戸方面の第四系. 理科教育, no. 374, p. 96-101.
- 31) 満塩大洗・清水欣一・和田温之, 1985, 高知県水理地質図, 15万分の1. 農水省中国四国農政局.
- 32) 満塩大洗・西川 徹・三本健二, 1989, 土佐清水市布岬および大岐地区の鮮新-更新層. 高知大学研報, v.38. (投稿中).
- 33) 満塩大洗・安田尚登, 1989, 室戸岬羽根地区の地質. 高知大学研報, v. 38. (投稿中).
- 34) 満塩大洗・山中三男, 1987, 高知市北方, 万々層の花粉分析学的研究, 高知大海洋センター報告, no. 9, p. 183-188.
- 35) 満塩大洗・加賀美英雄・久武精一, 1988, 室戸岬半島西海岸の叶木層(海成中位段丘構成層). 高知大学研報, v. 37, p. 89-96.
- 36) 高知第四紀研究グループ, 1974, 領石盆地付近の第四系. 第四紀, no. 16, p. 171-180.
- 37) 三本健二・満塩第洗, 1981, 高知県土佐清水市の海成中位段丘堆積層(足摺層). 第四紀, no. 23, p. 7-13.
- 38) 首藤次男, 1962, 九州の最新統の対比(九州の最新統の地史学的研究-Ⅲ). 地質雑, v. 68, p. 481-486.
- 39) 高橋英太郎・河野通弘, 1975, 山口県の第四系. 山口県の地質, p. 205-221. 山口博物館.
- 40) MITSUO, T., 1985, Marine Geology of Tosa Bay, Shikoku, Japan, part 2, Marine Geology of Very Shallow Portions, part 7. *Res. Rep. Kochi Univ.*, v. 34, p. 61-72.
- 41) 満塩大洗, 1988, 未利用資源の研究, その7, ヘドロの有効利用. 海洋・尿尿・資源, no. 18, p. 19-25.
- 42) 満塩大洗・小椋正澄・吉田精一, 1989, 四国地方の軟弱地盤, 日本土質工学会四国支部30周年記念号, (投稿中).