

(Memoirs of the Faculty of Education and Human Studies)
 (Akita University (Natural Science))
 66, 1 - 12 (2011)

愛媛県宇和島低地の 上部更新統および完新統の層序と堆積環境

川村 教一¹・塩田 浩之²

Stratigraphy of the Late Pleistocene and the Holocene and sedimental environment in the Uwajima Lowland, Ehime Prefecture, southwest Japan

Norihito KAWAMURA¹ and Hiroyuki SHIOTA²

Abstract

In the Uwajima Lowland, located in the western part of the Shikoku Island, the Late Pleistocene and the Holocene sediments are divided into the Uwa Kai and the Uwajima Formations.

Bunkyo-cho and Uwajima 1 Volcanic Ashes found in the upper part of the Uwa Kai Formation and Uwajima 2 Volcanic Ash in the lower part of the Uwajima Formation can be correlated with Kuju-Handa Pyroclastic Flow Deposit, Aira-Tn and Kikai-Akahoya Volcanic Ashes respectively.

The upper part of the Uwa Kai Formation deposited before 80ka and after 26ka of the Late Pleistocene as non-marine sediment. The Uwajima Formation was formed during the Holocene. At first, the lowermost Uwajima-koh Sand and Mud Member began to deposit in drowned valley and next, the inner-bay prodelta and delta-front deposits followed during the early to middle Holocene. Sukagawa Sandy Gravel Member deposited as flood plain sediments. Tatsunogawa and Kandagawa Sandy Gravel Member formed as fan deposits. Two sandy gravel members had been formed since 3ka.

Keywords : Uwajima Lowland, volcanic ash, radiocarbon age, Late Pleistocene, Holocene

はじめに

四国の西部、佐田岬半島から南の宇和海に面した海岸地域はリアス式海岸であり（例えば海津, 1995）、沈降海岸であることが知られている。愛媛県の宇和島低地は、宇和海に面した沖積低地の1つである（芳我, 1972, 図1）。

本研究地域は宇和海沿岸低地の中でもボーリング試料が豊富にあることから四国西部における第四紀の古環境変遷を研究する上で、重要な資料が得られると考えられる場所である。

宇和島低地の地下地質について、土井・宮久（1978）は岩相に基づき上位から順に、A層～D層に区分した。また、彼らは標高-25mおよび-20m前後に分布する2層の火山灰層を見いだしたが、その記載岩石学的特徴は示されず、給源火山は不明であった。鹿島・須鎗（1991）

は、後者の火山灰層と鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）が対比できると考えたが、やはり記載岩石学的特徴からの検討は行われなかった。また土井・宮久（1978）は完新世の化石が見つかると思われたが種は未記載であり、化石の¹⁴C年代値は得られていなかった。

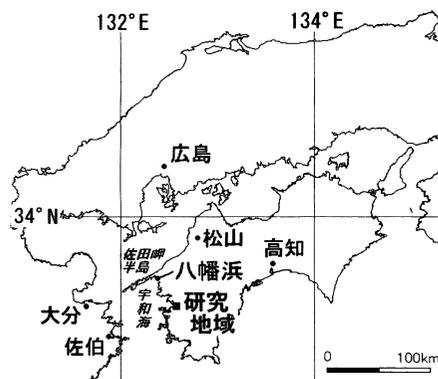
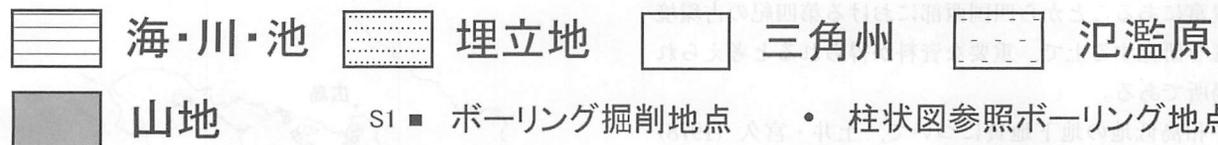
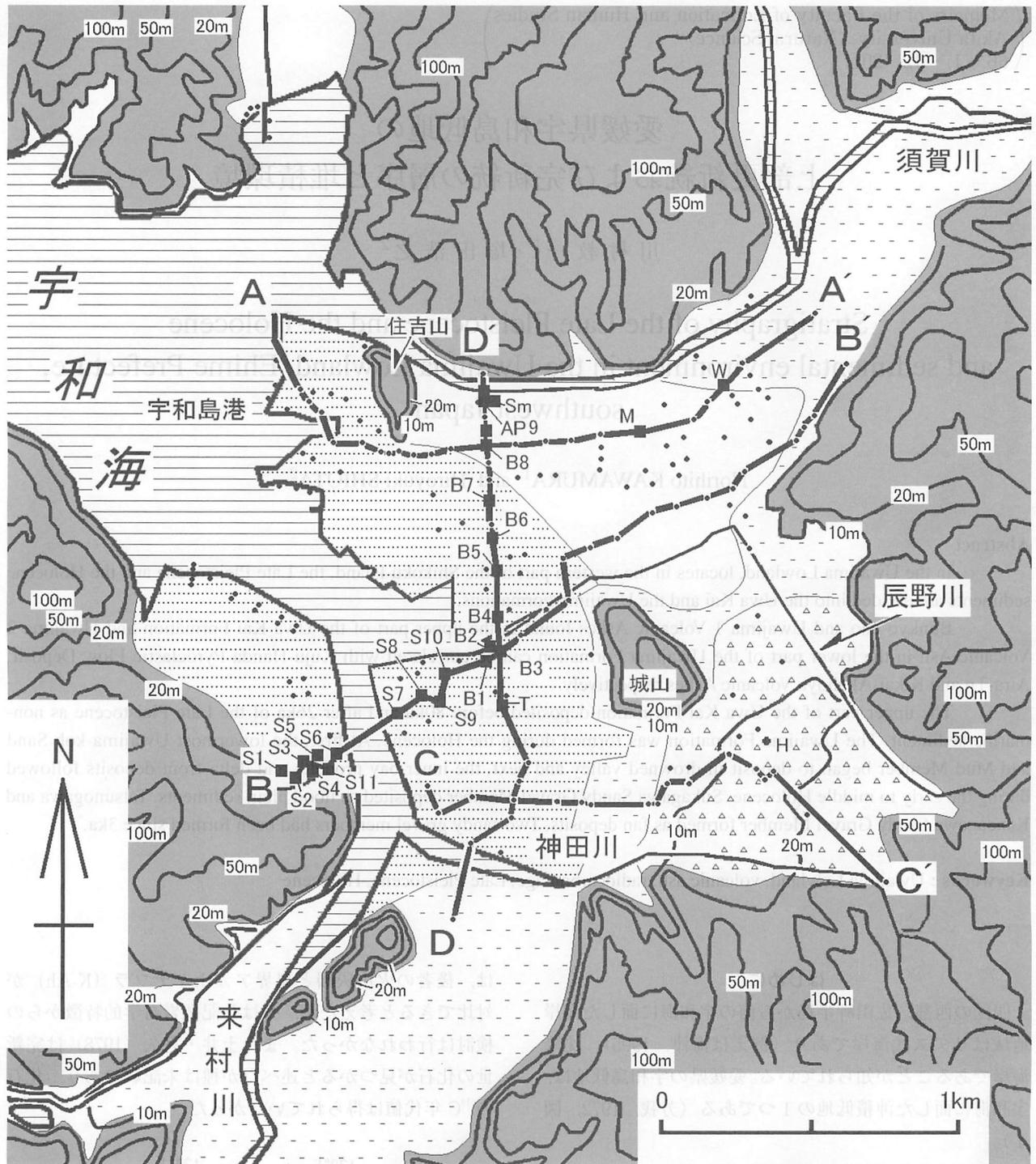


図1 調査位置図

¹ 秋田大学教育文化学部

² 香川県教育センター



A—A' 図5における地質断面図の位置

図2 宇和島低地の地形分類およびコア掘削地点

最近、矢田部ほか(2008)、廣田(2010)は、ボーリングデータベースを構築し、土井・宮久(1978)の層序区分をもとに宇和島低地地下の地層の分布を地盤工学的な見地から明らかにしたが、地層の年代や堆積環境に関する議論が進んでいなかった。

筆者らはこのたびボーリング試料および柱状図を新たに入手した。本研究の目的は、宇和島低地の臨海部地下について、これらをもとに地質層序、火山灰、貝類化石を記載し、化石の ^{14}C 年代値、および火山灰の広域対比を参考にして完新統の層序を再検討し、地層の形成年代と堆積環境を検討することにある。

調査地域とボーリングコア

1. 地形・地質概説

四国西部では、宇和海沿岸湾頭低地と総称される、多くの臨海沖積低地が比較的小規模かつ局地的に点在する(芳我, 1971)。愛媛県宇和島市には、その低地の一つである宇和島低地が、幅が最大東西約4 km、南北約4 kmにわたり広がっている。図1、図2に調査地域とその周辺の地形分類図を示す。宇和島低地は、周囲を上部白亜系四万十帯に属する古城山層、寄松層、水源地層(寺岡・小島, 1975)の主に礫岩、砂岩、頁岩で構成される標高(T.P., 以下同じ)300~1200mの高月山-泉が森山地に囲まれている(寺岡ほか, 1986)。

宇和島低地は、北から順に、須賀川、辰野川、神田川、来村川の順に並ぶ河川による複合沖積低地である(芳我, 1972)。芳我・河合(1974)による低地の地形分類では、須賀川は低地の北東方から西流して低地北部に河口を持ち、流域の標高5~20mは氾濫原である。低地南東部の辰野川、神田川はいずれも西流し、標高5~30mでは扇状地を、標高3~5mでは氾濫原を形成している。また、低地の南方から北流して低地南部に河口を持つ来村川は、流域の標高10~40mの間は氾濫原、標高3~10mの間は三角州とされているが、後に地質断面図で示すように地下地質から検討すると、標高3~40mの間は砂礫質の堆積物で構成されているファンデルタで、地形分類上、三角州と氾濫原を区別しがたい。低地臨海部のうち、須賀川下流域の標高4m未満の低地は三角州である。ただし宇和島市誌編さん委員会(1974)によると、(通称)住吉山から宇和島城を通り、その南方山地を結ぶ線より西側の低地は近世以降の埋立地である。

2. ボーリングコアの概要

調査で分析したボーリング地点は、低地北東部の宇和島市御幸町~和霊元町地区、西部の朝日、弁天、坂下津地区の計29地点である(図2)。

図2中のS1~S11, B1~B8のボーリング地点は、

地盤調査のために1999年に掘削されたものでオールコアで試料が採取され、掘削長は7~35mである。また、図2中のボーリング地点M, Wは、地盤調査のために2004年にオールコアで掘削されたもので、掘削長はともに10.5mである。また、その他に標準貫入試験のためのボーリング地点番号A1~3(1985年掘削、掘削長29~29m)、Sk1~5(1987年掘削、掘削長18~27m)などがある。

研究方法

本研究で得られたボーリング試料については、コアの岩相の観察を行ったほか、化石、火山灰を採集した。その他、計186地点の既存のボーリング柱状図を加えて地質断面図を作成し、岩相の特徴や地層の連続性を検討した。地質記載は、ボーリング試料の観察、掘削時に記載された地盤調査ボーリング柱状図により行った。堆積年代は火山灰の対比と化石の ^{14}C 年代測定値をもとに、堆積環境の復元は岩相および貝類化石の同定をもとに検討を進めた。

^{14}C 年代測定のために、貝類化石をボーリング試料より採集した。なお、その測定にあたっては、地球科学研究所を通じてBeta Analytic Inc.に測定を依頼した。

ボーリング試料より採取した火山灰試料は、構成粒子の種類、火山ガラスの形態およびその屈折率、角閃石、斜方輝石の屈折率を調べた。火山ガラスの形態分類は吉川(1976)に従った。屈折率の測定は温度変化法で行い、古澤地質調査事務所製測定装置MAIOTを用いて、1試料につき20~30片の屈折率を測定した。この方法による測定精度は ± 0.0001 程度とされている(古澤, 1995)。

貝類の生息深度などの情報は、肥後・後藤(1993)、Higo et al.(1999)によった。

層序

ボーリング柱状図をもとにした地下地質の記載内容、また新たにこれまで知られていなかった地層を見いだしたことから、土井・宮久(1978)の年代層序および層序区分を再検討する必要があると考え、本地域の更新統および完新統を、下位から順に宇和海層、宇和島層を定義した(川村, 2010)。本研究では、宇和島層の部層について新たに定義する。

図3に層序図、図4に地質柱状図、図5に地質断面図を示す。

1. 宇和海層(Uwa Kai Formation)

定義: 模式地である八幡浜港海底下では、三波川帯の結

地質時代	本研究							
	土井・宮久 (1978)	地層名					火山灰層	広域 デフラ
		低地北部		低地西部～南西部		低地南東部		
完新世	A層	宇和島層	須賀川 砂礫部層	上部		上部	宇和島2	K-Ah
	B層		宇和島港 砂泥部層	下部		下部		
	C層		宇和島港 砂泥部層	最下部		下部		
更新世	D層	宇和海層					宇和島1 文京町	AT Kj-Hd

-V- 火山灰層

図3 宇和島低地における地下地質層序

晶片岩類に不整合で重なり、八幡浜港層で覆われる一連の礫層、砂層、泥層である（川村・塩田，2010）。本層に相当する地層は宇和島低地地下にも分布しており、上位には宇和島層が不整合で重なる。本層は土井・宮久（1978）、矢田部ほか（2008）のD層に相当する。

分布と層厚：宇和島低地地下の標高 -38 ～ -5m の間に見いだされ、地層上面の分布高度は宇和海に向かって低くなる。層厚は10m以上で、本層が基盤岩にアバットする山麓部を除き、ポーリングは本層の基底に達しておらず下限は不明である。土井・宮久（1978）は海底地形と地層の分布の検討から、D層は沿岸部から宇和島西方20数kmまでの間の海底に分布していると報告している。

岩相：宇和島市坂下津（図2中のS6地点）では、四万十層群の頁岩、砂岩上に本層の基底部が重なり、淘汰の悪い粘土質角礫層からなる。本層主部の主な岩相は黄褐色、茶灰色、青灰色の粘土および粗砂混じり細礫～中礫層で淘汰が悪い。礫は垂円礫～垂角礫で、種類は頁岩、砂岩、花崗岩などである。本層には泥層や砂層を局地的に挟在する。礫層のN値は26～50であるが、低地南部では本層上部にN値が15程度の砂礫層があり、この部分は比較的新しい可能性がある。

本層最上部に泥層がある場合、上位に重なる宇和島層の泥層との違いに注意を払う必要がある。例えば、低地北部の住吉町1丁目付近（図2中のD'付近）では、標高 -17 ～ -11.7m に宇和海層の黄灰色粘土層がありN値は8～11である。一方、その直上に重なる宇和島港砂泥部層の暗灰色シルト層がありN値は3であり、色調

やN値の違いから両者を区別できる。

層序関係：低地北端の住吉町1丁目や低地南西部の坂下津（図2中のS4～S6地点）付近、北東部の山麓付近地下などでは、四万十層群の頁岩、砂岩にアバットしており不整合で重なる。

文京町火山灰層（新称，Bkc）

定義：低地南部の宇和島市文京町鶴島小学校（図2中のT地点）地下の標高 -15.6m 付近の宇和島層上部の粘土質シルト層に挟在する火山灰層を文京町火山灰層とする（図4）。

分布：低地西部の同市明倫町2丁目（図2中のB1地点）地下の標高 -19 ～ -17m 付近、同市栄町港2丁目（図2中のB4地点）地下の標高 -23m 付近などでも同じ特徴を持つ火山灰が含まれている。

層厚：不明。

宇和島1火山灰層（Uwj-1）

定義：川村（2010）は、低地北部、住吉町1丁目（図2中のAP9地点）地下の標高 -15m 付近、宇和海層上部の粘土層に含まれる火山灰層を、宇和島1火山灰層とした（図4）。

岩相：灰白色、細～中粒砂サイズのガラス質火山灰である。

分布：模式地以外からは見いだされていない。

層厚：5cm以上であるが、詳細は不明である。

2. 宇和島層（Uwajima Formation）【再定義】

定義：宇和島低地及び宇和島湾周辺の低地に分布する、宇和海層を覆う地層である（川村・塩田，2010）。本層は土井・宮久（1978）、矢田部ほか（2008）、廣田（2010）のC層、B層、A層に相当する。

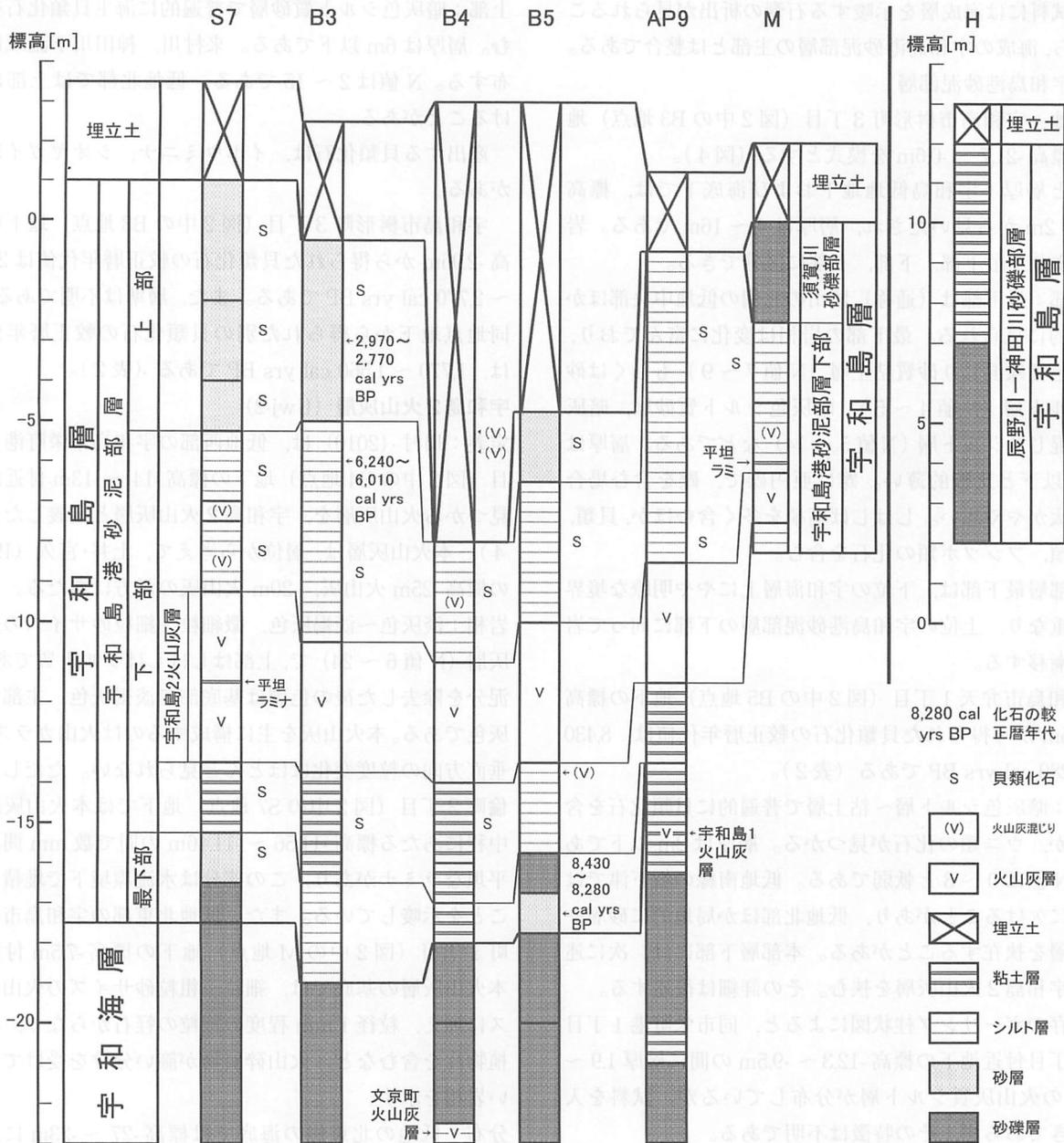


図4 代表的な地点のボーリング柱状図
地点番号は図2に同じ。

分布：宇和島低地臨海部の地下では、標高-34～2mに分布する。一方、低地南東部では辰野川、神田川扇状地の扇央に向かって分布高度が高くなり、標高約20mまで見いだされる。

岩相：岩相の違いと分布範囲から、本層は低地南東部以外に分布する宇和島港砂泥部層（新称）、低地北東部に分布する須賀川砂礫層（新称）と、低地南東部に分布する辰野川－神田川砂礫部層（新称）に区分できる。

層厚：低地南東部以外では10～20mで西部に向かって厚くなる傾向にある。南東部の扇状地地下では、10数mである。

本層のうち宇和島港砂泥部層の最下部、同部層主部は、土井・宮久（1978）のC層、B層にそれぞれ相当する。須賀川砂礫部層と辰野川－神田川砂礫部層は、土井・宮久（1978）のA層に相当する。層序関係：次に述べるように、宇和島港砂泥部層の最下部は、下位の宇和海層に明瞭な境界面をもって重なるとともに、一部は基底礫層であると考えられることから、本層は宇和海層に不整合で重なる可能性がある。

土井・宮久（1978）は、海生化石を含まないなどの岩相からC層を更新統としたが、C層に該当する宇和島港砂泥部層の最下部は後で述べるように貝類化石を含み、

コア試料には海成層を示唆する石膏の析出が見られることから、海成の宇和島港砂泥部層の主部とは整合である。

(1) 宇和島港砂泥部層

模式地：宇和島市榊形町3丁目（図2中のB3地点）地下の標高-21.7～-0.6mを模式とする（図4）。

分布と層厚：宇和島低地地下および海底下では、標高-34～2mから見いだされ、層厚は4～16mである。岩相により、最下部、下部、上部に区分できる。

最下部：最下部は（通称）城山の北側の低地中央部ほか局地的に見られる。最下部の岩相は変化に富んでおり、暗灰色細礫混じり砂質粘土層（N値7～9）もしくは砂質シルト層（N値4～5）、暗灰色シルト質砂層、暗灰色砂混じりシルト層（N値5～14）などである。層厚は2.6m以下と比較的薄い。礫は亜円礫で、礫を含む場合は淘汰がやや悪い。しばしば腐植を多く含むほか、貝類、ウニ類、フジツボ類の化石を含む。

本部層最下部は、下位の宇和海層上にやや明瞭な境界面で重なり、上位の宇和島港砂泥部層の下部に向って岩相が漸移する。

宇和島市弁天1丁目（図2中のB5地点）地下の標高-17.65mから得られた貝類化石の較正暦年代値は、8,430～8,280 cal yrs BPである（表2）。

下部：暗灰色シルト層～粘土層で普遍的に貝類化石を含むほか、ウニ類の化石が見つかる。層厚は2m以下である。N値は0～3と軟弱である。低地南縁の坂下津では下部に欠けることがあり、低地北部ほか局地的に砂層や砂礫層を挟在することがある。本部層下部には、次に述べる宇和島2火山灰層を挟む。その詳細は後述する。

既存のボーリング柱状図によると、同市栄町港1丁目～2丁目付近地下の標高-12.3～-9.5mの間に層厚1.9～2.4mの火山灰質シルト層が分布しているが、試料を入手できておらず、その特徴は不明である。

下部から見つかる貝類化石には、次に述べる宇和島2火山灰層より下位から潮間帯下部～浅海帯性（100m）のヤカドツノガイ *Dentalium (Paadentalium) octangulatum*、浅海帯性のイトカケガイ類のほか、火山灰層の層準付近から内湾の潮間帯性のイボウミニナ *Batillaria zonalis*、ヤカドツノガイほかがある。宇和島2火山灰層の上位から産出する貝類化石は、イボウミニナ、内湾奥・潮間帯性のシオヤガイ *Anomalocardia (Anomalodiscus) squamosa*、内湾潮間帯性のイボキサゴ *Umbonium (Suchium) moniliferum* ほかがある。

宇和島市榊形町3丁目（図2中のB3地点）地下の標高-6.01mから得られた貝類化石の較正暦年代値は6,240～6,010 cal yrs BPである（表2）。

低地北部の住吉町付近では、本部分は四万十層群の砂岩に不整合で、あるいは宇和海層に重なる。

上部：暗灰色シルト質砂層で普遍的に海生貝類化石を含む。層厚は6m以下である。来村川、神田川下流域に分布する。N値は2～15である。低地北部では上部に欠けることがある。

産出する貝類化石は、イボウミニナ、シオヤガイほかがある。

宇和島市榊形町3丁目（図2中のB3地点）地下の標高-2.96mから得られた貝類化石の較正暦年代値は2,970～2,770 cal yrs BPである。また、層準は不明であるが、同地点地下から得られた別の貝類化石の較正暦年代値は、1,770～1,560 cal yrs BPである（表2）。

宇和島2火山灰層 (Uwj-2)

定義：川村（2010）は、低地西部の宇和島市栄町港2丁目（図2中のB4地点）地下の標高-14～-13m付近から見つかる火山灰層を、宇和島2火山灰層と定義した（図4）。本火山灰層は、層位から考えて、土井・宮久（1978）の標高-25m火山灰、-20m火山灰の双方にあたる。

岩相：淡灰色～淡褐灰色、微細粒～細粒砂サイズの火山灰層（N値6～24）で、上部はしばしばシルト質である。泥分を除去した後の色調は基底部で淡褐灰色、主部で淡灰色である。本火山灰を主に構成するのは火山ガラスで、垂直方向の粒度変化はほとんど見られない。ただし、明倫町2丁目（図2中のS7地点）地下では本火山灰層の中程にあたる標高-11.56～-11.46mの間で数mm間隔の平坦なラミナがあり、この部分は水流環境下で堆積したことを示唆している。また、低地北東部の宇和島市御幸町1丁目（図2中のM地点）地下の標高-7.5m付近の本火山灰層の基底では、細粒～粗粒砂サイズの火山ガラスに加え、粒径1mm程度の細粒の軽石からなり、炭化植物片を含むなど、火山碎屑物が篩い分けを受けていない岩相を示す。

分布：低地の北東側の海底では標高-27～-23mに、南東部を除く低地地下では標高-17～-3mの間に分布し、連続性が良い鍵層である（川村，2010）。

層厚：0.2～8mである。

Uwj-2 上位の火山灰

Uwj-2の上位の層準に、後で述べるようにUwj-2と類似する記載岩石学的特徴を持つ火山ガラスの濃集層準がある。

分布：例えば低地北部の住吉1丁目（図2中のSm地点）地下では標高-11.2m付近にUwj-2があり、その上位の標高-7.2mにも火山灰がある。御幸町1丁目（図2中のM地点）でも、Uwj-2の上位に存在する。側方への連続性はない。

岩相：コア中での色調は灰色、泥分を除去した後の火山灰は淡灰色である。本火山灰を主に構成するのは、微細粒～細粒砂サイズの火山ガラスである。Sm地点付近の

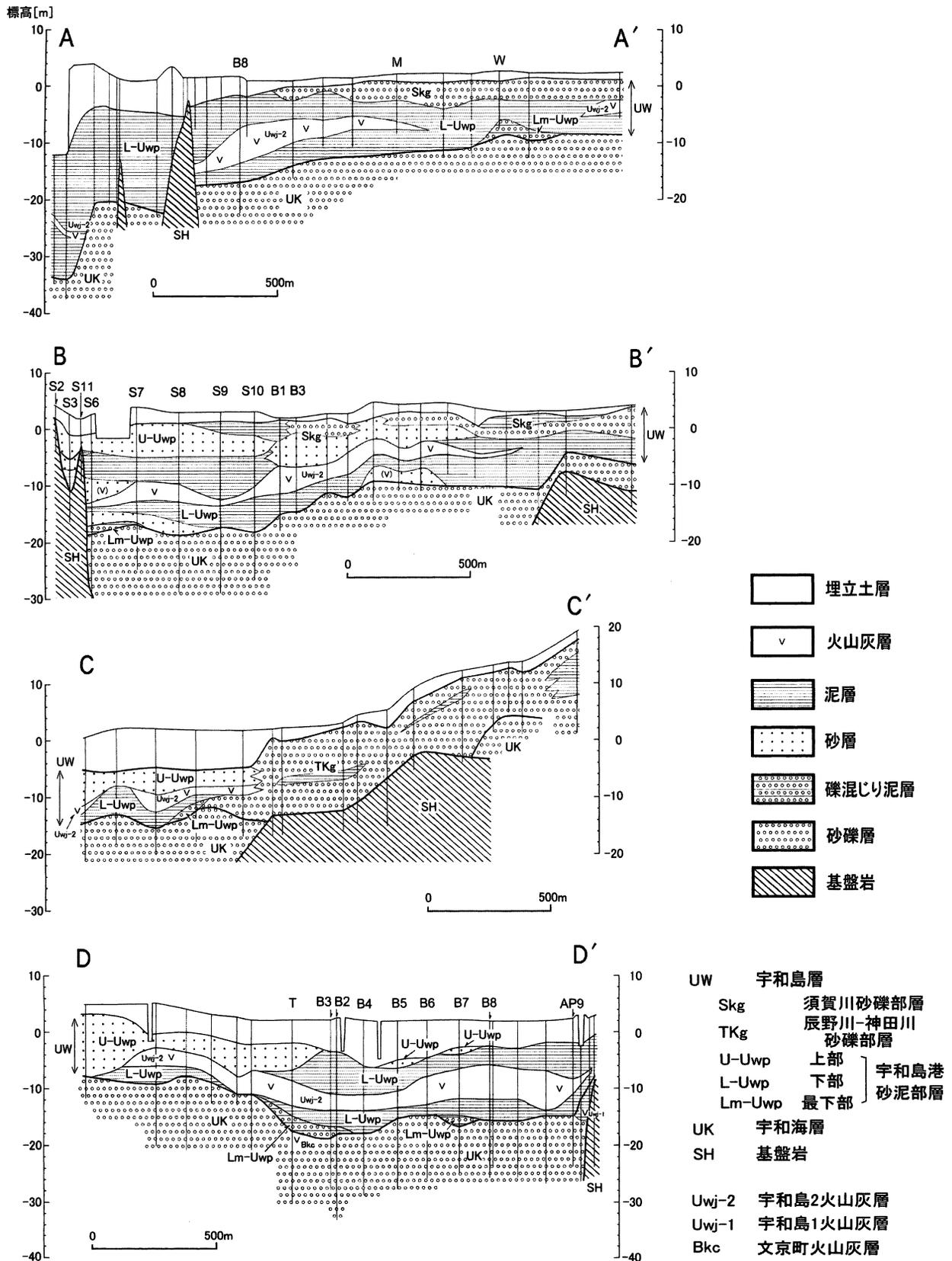


図5 宇和島低地の地形・地質断面図
断面 A-A'…の位置は図2に示した。

ボーリング柱状図にはUwj-2を挟在する地層は粘土と火山灰が混合状態で産すると記載されており、Uwj-2を含む地層に擾乱があったことが示唆される。この擾乱は、生物活動によるものか、火山灰層の液状化現象に伴うものかはまだ明らかではない。

御幸町1丁目(図2中のM地点)ではUwj-2(分布標高-7.5~-6m)の上位である標高-5.2mから-4.7mの間に、下から順に、火山灰を含むシルト混じり細砂、淘汰のやや悪いシルト・細礫・貝殻混じり火山灰質細砂、細粒の軽石混じり火山灰質細砂が重なる。同地点に分布するUwj-2同様、細粒～粗粒砂サイズの火山ガラスに加え、粒径1mm程度の細粒の軽石を含む。

(2) 辰野川-神田川砂礫部層

辰野川-神田川扇状地地下、標高-11~24mの間に分布し、分布高度は南東に向かって高くなる。主な岩相は黄褐色～暗褐色の粘土～シルト混じり砂礫層でN値は15~50弱であるが、上部には礫混じり粘土～シルト層を挟在することがある。層厚は12m以下である。これまでに火山灰層や化石は見いだされていない。

下位の宇和海層の砂礫層と岩相では区別しにくく、本研究ではN値の違い(宇和海層はN値が50程度とほぼ一定)で境界面を設定した。

低地南部の宇和島市天教公園付近(図5のB-B'断面図のS10地点の東方)地下では、本部層の上部と宇和島港砂泥部層上部の砂層は指交関係にあると思われる。

(3) 須賀川砂礫部層

低地北東部、須賀川下流域の表層、標高-1.5~1.5mに分布する黄褐色～灰褐色シルト混じり砂礫層で、礫は細礫～中礫サイズの亜円礫～亜角礫である。N値は4~20、層厚は2~5mである。御幸町1丁目(図2中のM地点)では本部層下部から海生と思われる化石が見つかる。

(3) 埋立土層

岩相: 砂礫質であるが、粘土、シルト混じりで、亜円礫～角礫、木片、コンクリート片など極めて不均質な岩相である。下部には浚渫土と思われるシルト層や細砂層が見られることもある。

分布: 低地全体に分布しているが、特に辰野川河口付近で顕著である。

層厚: 低地北部と南部では1~数m、低地中部では比較的厚く9m程度になる。

栄町港2丁目(図2中のB4地点)では、埋立土層中の標高-6m付近にUwj-2と記載岩石学的特徴が類似する再堆積性の火山ガラスや細粒の軽石を含んでいる。

火山灰の記載岩石学的特徴

火山灰について、鉱物組成、火山ガラスの形態、火山ガラスと重鉱物の屈折率について記載する(表1)。

1. 文京町火山灰層

外来粒子の多い細～中粒砂サイズの火山灰である。本火山灰を構成するのは鉱物が多く、火山ガラスは中間型のものがわずかに見つかる。軽鉱物は斜長石、石英、重鉱物は角閃石、斜方輝石である。屈折率の範囲は、火山ガラスでは $n=1.498\sim 1.501$ 、角閃石では $n_2=1.670\sim 1.677$ 、斜方輝石の屈折率は $\gamma = 1.705\sim 1.709$ (モード: 1.708~1.709)である。

2. 宇和島1火山灰層

本火山灰を構成するのは細粒～中粒砂サイズの偏平型、中間型の火山ガラスがほとんどである。火山ガラスの屈折率の範囲は $n=1.498\sim 1.501$ (モード: 1.499~1.500)、また軽鉱物には石英があり、重鉱物が多い方から順に斜方輝石、単斜輝石、角閃石が含まれる。斜方輝石の屈折率は $\gamma = 1.727\sim 1.732$ である。

火山灰層・テフラ名	地点番号	鉱物組成 (%)				火山ガラス				鉱物				
						形態分類 (%)				屈折率(n)		組成	屈折率範囲(モード)	
						H	C	T	O	範囲	モード		角閃石(n_2)	斜方輝石(γ)
宇和島2	B4 AP9	84	3	12	*	59	33	8	*	1.509-1.514	(-)	Pl		
		97	*	3	0	49	39	12	*	1.508-1.516	(-)	Pl		
鬼界アカホヤ*						H, T				1.508-1.516	(-)	Opx, Cpx		
宇和島1	AP9	81	9	8	2	67	29	3	*	1.498-1.501	1.499-1.500	Opx, Cpx, Ho; Qt		1.727-1.732 (-)
始良Tn*						H, T				1.498-1.501	1.499-1.500	Opx, Cpx, (Ho, Qt)		1.728-1.734 (-)
文京町	T	(7	-	48	46)	C>H				1.498-1.501	(-)	Ho, Opx, (Bi); Pl, Qt	1.670-1.677(-)	1.705-1.709 (1.708-1.709)
久重飯田*						T				1.498-1.500	(-)	Ho, Opx; Qt	1.670-1.675	1.705-1.709

文京町火山灰の鉱物組成(%)については、外来粒子を除いて計数したもの。

文献: * 町田・新井(2003)。ガラスの形態分類: 吉川(1976)。

鉱物組成: * 1%未満, Gl: 火山ガラス, Rf: 岩片, Lm: 軽鉱物, Hm: 重鉱物, Qt: 石英, Pl: 斜長石, Bi: 黒雲母, Ho: 角閃石, Opx: 斜方輝石, Cpx: 単斜輝石

表1 火山灰の記載岩石学的特徴

地点番号は図2に同じ。

3. 宇和島2火山灰層

細粒砂サイズの火山灰で、その粒子組成は約90%が火山ガラスである。火山ガラスの形態は、扁平型が多く、中間型、多孔質型がそれに次ぐ。また、褐色の色つきガラスを1%未満の割合で、斜長石をごくわずか含む。火山ガラスの屈折率の範囲は $n=1.508\sim 1.516$ (モードなし)である。

4. 宇和島2火山灰層の上位の火山灰

火山灰の粒子組成は火山ガラスで、火山ガラスの形態は、扁平型が多く、中間型、多孔質型がそれに次ぐ。また、褐色の色つきガラスを1%未満の割合で含む。火山ガラスの屈折率の範囲は $n=1.508\sim 1.516$ である。

火山灰の広域対比

火山灰と広域テフラの対比を行う。表1に各火山灰と対比可能な広域テフラの記載岩石学的特徴を示す。

1. 文京町火山灰層

本火山灰は、次に述べる始良Tnテフラと対比できる宇和島1火山灰層の層準より下位にあることから、後期更新世以前のものである。

本火山灰の鉱物組成、火山ガラスと角閃石、斜方輝石の屈折率の範囲は、久重飯田火砕流堆積物(Kj-Hd:小野ほか, 1977; 鎌田ほか, 1998)の特徴(町田・新井, 1992, 2003)と類似している。このことから、本火山灰層は久重飯田火砕流堆積物に対比できる。

2. 宇和島1火山灰層

本火山灰は、次に述べる鬼界アカホヤテフラと対比できる宇和島2火山灰層および、宇和島港砂泥部層最下部のB5ボーリング標高-17.65mから得られた、8,430~8,280 cal yrs BP(表2)を示す貝類化石の産出層準より下位にあることから、完新世初期以前のものである。

本火山灰の火山ガラスの屈折率、形態、色、鉱物組成、斜方輝石の屈折率についての特徴は、始良Tnテフラ(AT:町田・新井, 1992, 2003)のそれと類似する。このことから、本火山灰はATと対比できる。

3. 宇和島2火山灰層

宇和島2火山灰層の火山ガラスの屈折率、形態、色についての特徴は、鬼界アカホヤテフラ(K-Ah:町田・新井, 1992, 2003)のそれと類似する。B5ボーリングでは本火山灰の下位から産する貝類化石の較正暦年代値が、8,430~8,280 cal yrs BPごろ、またB3ボーリングでは本火山灰層の上位から産する貝類化石の較正暦年代値が、6,240~6,010 cal yrs BPである。K-Ahの降灰年代は7,300 cal yrs BPごろと考えられている(福澤, 1995; Kitagawa et al., 1995)。以上のことから、本火山灰はK-Ahと対比される。この結果は、鹿島・須鎗(1991)

の推測を支持するものである。

なお、明倫町2丁目(図2中のS7地点)地下の標高-11.56m~-11.46mに厚さ数mmの平坦状ラミナ、および御幸町1丁目(図2中のM地点)の標高-6.1~-5.9mに層厚約1cmの火山灰層と細砂層(火山ガラスがほとんど見られない)が互層になっており、これらは一時的に著しい流水環境下にあったことを示す。例えばアカホヤに伴う津波堆積物(藤原ほか, 2010)である可能性があるが、遡上と流下を繰り返す堆積構造上の特徴の有無などを今後確認する必要がある。

4. 宇和島港砂泥部層上部に含まれる火山灰

本火山灰の火山ガラスの屈折率、形態、色についての特徴は、鬼界アカホヤテフラ(K-Ah:町田・新井, 1992, 2003)のそれと類似する。しかし、本火山灰はK-Ahと対比されるUwj-2の上位の層準に含まれている。以上のことから、Uwj-2あるいは低地周辺地域のK-Ahから再堆積したものと考えられる。再堆積のプロセスには、河川による上流域からの火山灰の移動、アカホヤ噴火に伴う津波による移動、地盤液状化に伴うUwj-2から上方への移動が考えられる。河川による上流からの運搬であれば、火山ガラスを含む地層が継続的に累積すると思われるのに対し、後者の場合は火山ガラス濃集層準が垂直方向に見て不連続になると予想されることから、地盤の液状化による堆積物の可能性がある。

各層の堆積年代および堆積環境

図6に宇和島低地地下の後期更新統および完新統の層序、火山灰の層準、化石の概要および堆積環境をまとめて示す。

1. 宇和海層

堆積年代: 本層上部に含まれる文京町火山灰層と対比される久重飯田火砕流堆積物は、FT年代が80~70kaである(鎌田ほか, 1998)。このことから判断して、本層上部は80~70ka以降に形成されたと考えられる。また、本層上部に含まれる宇和島1火山灰層と対比されるATは、降灰年代が29~26ka(町田・新井, 1992, 2003)であること、上位の宇和島港砂泥部層最下部から得られた貝類化石の較正暦年代値が8,430~8,280 cal yrs BP(表2)であることから判断して、本層上部の形成は8.2ka頃以前の主に更新世後期と考えられる。

堆積環境: 本層は、海生動物の化石が見つからないことから非海成層である。低地南部の本層下部は、粘土質角礫層であることから崖錐などに形成されたマストランスポート堆積物が主体と考えられる。本層上部は、亜円礫~亜角礫を含む砂礫層が優勢であることから氾濫原堆積物が主体と考えられる。

2. 宇和島層

(1) 宇和島港砂泥部層

堆積年代：宇和島港砂泥部層の最下部、標高 -17.65m から得られた貝類化石の較正暦年代値が 8,430 ~ 8,280 cal yrs BP (表 2) であり、同部層には約 7,300 cal yrs BP (福澤, 1995; Kitagawa et al., 1995) の K-Ah と対比される宇和島 2 火山灰層が分布すること、本部層の下部の標高 -6.0m, 上部の標高 -3.0m から得られた貝類化石の較正暦年代値がそれぞれ 6,240 ~ 6,010 cal yrs BP, 2,970 ~ 2,770 cal yrs BP (表 2) であることから判断して、本層の形成は約 8,300 cal yrs BP までに始まっており、3,000 cal yrs BP ごろ以降も堆積が続いた。層準が不明の貝化石について、1,770 ~ 1,560 cal yrs BP (表 2) の較正暦年代値も得られていることから、本部層上部は 1.5ka ごろ以降も堆積が続いたと考えられる。

堆積環境：本部層最下部からは、貝類化石が見いだされる。また最下部は、非海成で砂礫層の宇和海層上部から海成の宇和島港砂泥部層へと移行する、礫質泥層あるいは砂質泥層から構成されるユニットであることから、宇和島層が侵食された後に形成された海面上昇期の溺れ谷堆積物 (岡崎・増田, 1992) と解釈できる。

本部層主部から見つかる貝類化石には、下部から上部に向かって、潮間帯下部～浅海带性 (水深 100m) のヤカドツノガイと浅海带性のイトカケガイ類、内湾の潮間帯性のイボウミニナとヤカドツノガイ、イボウミニナと内湾奥・潮間帯性のシオヤガイや内湾潮間帯性のイボキサゴがあり、上部に向かって貝類の生息深度が浅くなる傾向にある。

下部は泥層、上部は砂層から構成され、粒度が上方細

粒化することから、本層下部は内湾における潮間帯より深い浅海底でプロデルタ堆積物として堆積が始まり、その後水深が潮間帯近くまで浅くなり、堆積環境はデルタフロントからデルタ平野へ変化したと考えられる。鹿島・須鎗 (1991) は本研究地域を海岸平野と考えたが、先に述べたような地層の分布と堆積環境の変遷から考えると、芳我 (1972) が述べたように、低地を流れる各河川による三角州堆積物が低地の表層地質を構成しているといえる。

(2) 辰野川 - 神田川砂礫部層

堆積年代：本層下部からは年代を推定する手がかりが得られていない。本部層の上部と宇和島港砂泥部層上部の砂層は指交関係にあることから、宇和島港砂泥部層上部の堆積年代である 3 ~ 1.6ka ごろに形成された可能性がある。

堆積環境：海生動物の化石が見つからないことから非海成層であり、亜円礫～亜角礫を含む砂礫層が優勢であり、扇状地の地形面直下に分布することから扇状地堆積物と考えられる。

(3) 須賀川砂礫部層

堆積年代：本部層は K-Ah と対比される宇和島 2 火山灰の上位に分布すること、6ka ごろの堆積年代と考えられる宇和島港砂泥部層上部を覆うことから、6ka ごろ以降に形成されたと考えられる。

堆積環境：下部からは海生貝類と思われる化石が見つかること、亜円礫～亜角礫を含む砂礫層が優勢であることから、須賀川の河口付近の堆積物と考えられる。貝類化石が見つからない上部は、氾濫原堆積物である。

地名 (地点番号)	層序	標高 [T.P.m]	試料	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	^{14}C 年代 [yrs BP]	較正 暦年代 (2σ) [cal yrs BP]	分析 番号 (Beta-)
宇和島市枅形 (B3)	宇和島港砂泥部層 上部	(不明)	貝類	+ 0.6	2,090±40	1,770~1,560	243992
宇和島市枅形 (B3)	宇和島港砂泥部層 上部	- 2.96	貝類	+ 1.1	3,100±40	2,970~2,770	243990
宇和島市枅形 (B3)	宇和島港砂泥部層 下部	- 6.01	貝類	+ 1.8	5,720±40	6,240~6,010	243991
宇和島市井天 (B5)	宇和島港砂泥部層 最下部	-17.65	貝類	- 2.9	7,890±50	8,430~8,280	244740

表 2 ^{14}C 年代測定値

地点番号は図 2 に同じ。

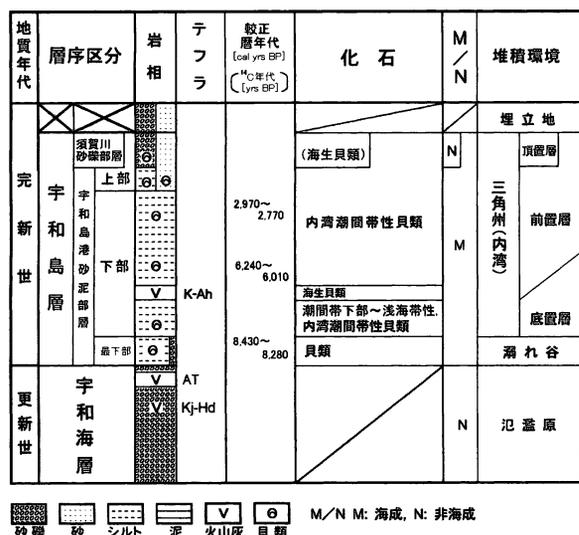


図6 宇和島低地臨海部の第四系の堆積環境

課題

火山灰層の分布に関し、辰野川-神田川砂礫部層中に K-Ah と対比される火山灰層が見つからないこと、宇和島港砂泥部層最下部に火山灰層が記載されていること、また宇和島2火山灰層の上位に K-Ah と対比される火山灰層が見つかることなどは、宇和島低地地下地質の形成過程の詳細な解明と併せ解決すべき課題である。このために、当該地域におけるボーリング試料に基づいた観察と分析が今後必要である。

まとめ

本研究では愛媛県宇和島低地の上部更新統および完新統を記載し、以下のことを明らかにした。

- (1) 岩相記載をもとに下位から順に、宇和海層、宇和島層(宇和島港砂泥部層、辰野川-神田川砂礫部層、須賀川砂礫部層)に分けられる。
- (2) 記載岩石学的特徴から、宇和海層上部に含まれる文京町火山灰は九重飯田火砕流堆積物と、宇和島1火山灰は始良 Tn テフラと、宇和島港砂泥部層中の宇和島2火山灰は鬼界アカホヤテフラとそれぞれ対比される。
- (3) 宇和海層上部は80ka ごろ以降8.2ka 以前の主に後期更新世に陸成層として形成された。
- (4) 宇和島低地に分布する宇和島層のうち宇和島港砂泥部層は、8.4ka 以降の完新世前期に溺れ谷堆積物、その後完新世中期にかけて内湾の上部浅海帯でのプロデルタ、デルタフロント堆積物、中期以降にはデルタ平野堆積物として形成された。辰野川-神田川砂礫部層上部は

完新世までに形成された辰野川、神田川による扇状地堆積物である。須賀川砂礫部層は、完新世前期以降に形成された河口~氾濫原堆積物である。

謝辞 国土交通省四国地方整備局宇和島国道事務所、同宇和島南監督官詰所、宇和島市役所建設課、同下水道課(当時)からは、ボーリングコアの観察と採取に際して多大なるご高配を賜った。化石の¹⁴C年代測定のコストは、四国建設弘済会創立40周年記念事業からご援助いただいた。大阪市立大学理学部の三田村宗樹教授には、分析機器の利用にあたって便宜をお図りいただいたほか拙稿を読んでいただき、論文構成や表現などに関して助言を頂いた。以上の方々に心より感謝の意を表す。

参考文献

土井清磨・宮久三千年(1978)愛媛県南予地方とくに八幡浜・宇和島地区の沖積層の地下地質。愛媛大学紀要自然科学Dシリーズ(地学), 8, 13-20.

藤原 治・町田 洋・塩地潤一(2010)大分市横尾貝塚に見られるアカホヤ噴火に伴う津波堆積物。第四紀研究, 49, 23-33.

福沢仁之(1995)天然の「時計」・「環境変動検出計」としての湖沼の年縞堆積物。第四紀研究, 34, 135-149.

古澤 明(1995)火山ガラスの屈折率測定・形態分類とその統計的な解析。地質学雑誌, 101, 123-133.

芳我幸正(1971)地形分類図。土地分類基本調査八幡浜5万分の1, 13-18, 愛媛県。

芳我幸正(1972)地形分類図。土地分類基本調査宇和島5万分の1, 11-21, 愛媛県。

芳我幸正・河合 豊(1974)土地分類基本調査地形分類図宇和島5万分の1。愛媛県。

Higo, S., Callomon, P. and Goto, Y. (1999) Catalogue and bibliography of the marine shell-bearing mollusca of Japan. 749p, Elle Sci. Publ.

肥後俊一・後藤芳央(1993)日本及び周辺地域産軟体動物総目録。693p, エル貝類出版。

廣田清治(2010)宇和島平野。四国の地盤, 四国建設弘済会。DVD版。

鎌田浩毅・壇原 徹・伊藤順一・星住英夫・川辺禎久(1998)九重火山起源の宮城・下坂田・飯田火砕流堆積物のジルコンのフィッシュ・トラック年代。火山, 43, 69-73.

鹿島愛彦・須鎗和己(1991)愛媛県地域の完新統。日本の地質『四国地方』編集委員会編, 「日本の地質8四国地方」: 146-147, 共立出版。

川村教一(2010)宇和島低地。四国の地盤, 四国建設弘済会。DVD版。

- 川村教一・塩田浩之 (2010) : 愛媛県八幡浜・川之石低地の上部更新統および完新統の層序と堆積環境. 秋田大学教育文化学部研究紀要自然科学, 65, 6-16.
- Kitagawa, H., Fukusawa, H., Nakamura, T., Okamura, M., Takemura, K., Hayashida, A. and Yasuda, Y. (1995) AMS ^{14}C dating of the varved sediments from Lake Suigetsu, central Japan and atmospheric ^{14}C change during the late Pleistocene. Radiocarbon, 37, 371-378.
- 町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス. 266p, 東京大学出版会.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス. 336p, 東京大学出版会.
- 岡崎浩子・増田富士雄 (1992) 古東京湾地域の堆積システム. 地質学雑誌, 98, 235-258.
- 小野晃司・松本樞夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信伸 (1977) 竹田地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 156p, 地質調査所.
- 寺岡易司・池田幸雄・鹿島愛彦 (1986) 宇和島地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 91p, 地質調査所.
- 寺岡易司・小島郁生 (1975) 上部白亜系宇和島層群の層序. 国立科学博物館専報, 8, 5-20.
- 海津正倫 (1995) 動く四国の大地 - 四国の平野と海岸. 中村和郎・安藤久次・宮田賢二・堀 信行・海津正倫・新見 治編「日本の自然地域編6」:163-177, 岩波書店.
- 宇和島市誌編さん委員会 (1974) 宇和島市誌. 1078p, 宇和島市.
- 矢田部龍一・明神知紀・廣田清治 (2008) 宇和島平野の地盤データベースの構築と地盤構造. 四国の自然災害と防災, 7, 35-58.
- 吉川周作 (1976) 大阪層群の火山灰層について. 地質学雑誌, 82, 497-515.