

海・人・自然

東海大学博物館研究報告



**Science Reports of
The Museum, Tokai University**

**No. 10
2010**

2009年8月11日駿河湾地震の被害分布の特徴と地形・地質との関連¹⁾

柴 正博²⁾・増田祐輝³⁾・柴 博志³⁾・駿河湾地震被害調査グループ⁴⁾

The Characteristic of the Damage Distribution of August 11, 2009 Suruga Bay Earthquake and the Relation to Topography and Geology¹⁾

Masahiro SHIBA, Yuki MASUDA, Hiroshi SHIBA
and the Research Group of the Damage of Suruga Bay Earthquake

Abstract

This paper presents the result the investigation of the locations of the damage, roofs tile and graveyards, and slope failures caused to by the August 11, 2009 Suruga Bay Earthquake, in the area from Shizuoka City to Makinohara City.

In Shizuoka City, the damage was mostly concentrated in the southwest foot of the Udo Hill and along the old road of Highway 150 from Ago to Nishijima, and was also scattered in the city area. In Yaizu City, the damage was distributed along the coast from Hon-Machi to Ogawa-Shinmachi and from Ishizu to Tajiri-Kita, and was observed along the Tochiyama River and in Munetaka, Fujimori, Nakajima, Riuemon. In Yoshida Town and Shimada City, the damage was observed in the area along the Oi River, specifically from the mouth of the river to the hill foot. In Makinohara City, the damage was concentrated along the old road of Highway 150 and the hill foot.

Although the affected region mostly continued in the direction of northeast-southwest along the western coast of the Suruga Bay, the damage distribution was concentrated in many small zones in this area. The damage, which was distributed along the seashore and on the fan of the Abe and Oi River, overlaps with distribution of the old sand dunes and the old levees of river. Other damage was concentrated on the hill foot.

The distribution of the aftershock of this earthquake is closely connected with the geological structure of the western coast of Suruga Bay, especially the basal deep fault system of the NE-SW and NW-SE strikes.

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 69

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No. 69

²⁾ 東海大学社会教育センター, 424-8620, 静岡県静岡市清水区三保 2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

³⁾ 東海大学海洋学部, 424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1

School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1, Orido, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

⁴⁾ 市川翔大・伊東麦穂・大迫崇史・岡田陽介・高木克将・東 武宏・吉本正教

東海大学海洋学部, 424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1

Syota ICHIKAWA, Mugiho ITO, Takashi OHSAKO, Yosuke OKADA, Katsumasa TAKAGI, Takehiro HIGASHI and Masanori YOSHIMOTO

School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1, Orido, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

はじめに

2009年8月11日、午前5時7分に静岡市の南側の駿河湾北西部を震源とする地震が起こった。この地震の震央は、北緯34度47.1分 東経138度29.9分で、深さ23km、地震の規模はマグニチュード6.5であった(気象庁, 2009a)。この地震の最大震度は6弱で、静岡県伊豆市、焼津市、牧之原市、御前崎市で記録され、震源に最も近い静岡市では震度5強であった。また、この地震により津波が観測され、観測された津波の最大の高さは御前崎で36cmであった(東京管区气象台, 2009)。この地震の発震機構解(初動解, 暫定)は、北北東-南南西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型とされた(気象庁地震津波監視課, 2009)。

静岡県中部、特に静岡市周辺地域では日常感じる地震はほとんどなく、静岡市に住む私たちにとって年に数回、伊豆半島やより遠方での地震で震度3以下の揺れを感じることはあるが、今回のような大きな地震動を感じたことはこれまでになかった。総理府地震調査研究推進本部地震調査委員会(1999)によれば、静岡県内での震度6の地震動の記録はこれまでなく、1944年に起こった東南海地震で静岡県南西部に震度6が推定されているという。この推定値が正しいとすれば、今回の地震は静岡県民が65年ぶりに体験した震度6の大地震だったといえる。

2009年8月11日の地震は、静岡市内で体験した筆者らには、ドンという突き上げの直後に短い振幅のほぼ東西方向の横揺れが5~7秒ほど続いたように感じた。この地震では、震源に最も近い静岡市よりも、震源から遠い伊豆市、焼津市、牧之原市、御前崎市で震度が大きく、それらの地域では被害も大きかった。しかし、今回の地震では、死者が1名だけで、幸いにも家屋倒壊や火災などの被害が全くなかった。

家屋の被害については、家具の転倒やガラスの破損、壁や瓦屋根の損傷などが多く、それらは最大震度6弱を記録した各市の特に限られた地域に集中した。それ以外の地域では、瓦屋根の損傷がところにより見られたが家具の転倒などほとんどなく、被害の程度はそれほど大きくなかった。

筆者らは、おもに地震が起こった2週間後の8月25日~9月8日まで間に、静岡市と焼津市、藤枝市、島田市、吉田町、牧之原市で地震被害について

の調査を行った。調査では、今回の地震被害の特徴だった瓦屋根が損傷した被害を主体に、墓石などの破損や転倒、山の崖崩れなどについて、それら被害箇所の位置を記載した。本稿では、筆者らの調査によって明らかになった、被害分布を報告し、今回の地震による被害と地形・地質との関係について考察する。

なお、この地震の名称については、地震の規模が気象庁の定める命名基準を満たさなかったため、正式名称がなく、「静岡沖地震」、「静岡地震」、「駿河湾地震」などさまざまな名称で呼ばれたが、本稿では東京管区气象台(2009)にしたがって、この地震を「2009年8月11日駿河湾地震」と称する。

2009年8月11日駿河湾地震の震源と余震域

この地震の震源分布を Fig. 1 に示す。震源のデータは防災科学研究所から入手した気象庁一元化データで、8月11日5時7分~8月13日までの地震の震央を地形図にプロファイルした。海底地形については、100m 等深線を入れてある。

本震の震央の位置は駿河湾石花海北堆の北西麓にあり、余震域は藤枝市付近の小規模なものを除いて、焼津市高草山(大崩海岸)の南東から石花海北堆の北端との間の、北西-南東方向の長辺と北東-南東方向の短辺によって囲まれたほぼ長方形の範囲に限られる。この範囲は、海底で見ると石花海海盆の北部にあたり、駿河湾中央水道(駿河トラフ)への水道入口から大崩海岸または安倍川河口へ向かう大陸斜面にあたる。

Fig. 2 は震源分布を東西断面に投影したもので、Fig. 3 は震源分布を北西方向から伏角30度で見たものである。Fig. 2 と Fig. 3 の震源データはやはり気象庁一元化データで、8月11日5時7分~24日までのものである。Figs. 1~3 の作成には、山形大学地域教育文化学部の川辺孝幸教授による Scat3D プログラムを使用した。

この地震の余震を含めた震源は深さ18~24kmの間に集中し、それから離れて西側に深さ8kmまで垂直に分布する小規模なものもある。また、震源分布には北西-南東方向で東に傾く面とほぼ東西方向で南に傾く2つの面が認められる。この2つの面については、8月21日の地震予知連絡会で後者が北東-南西方向と報告され、気象庁地震予知情報課

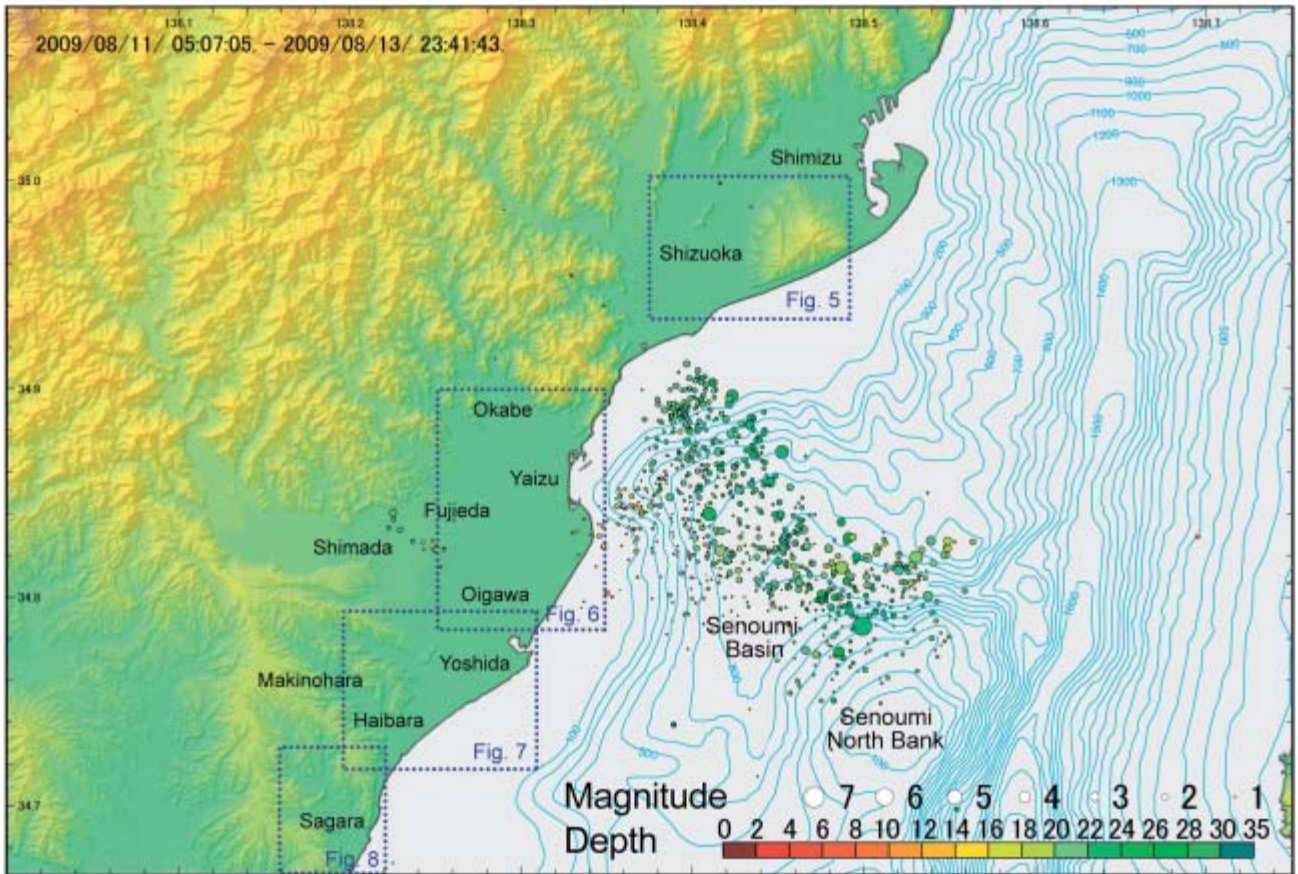


Fig. 1 The epicenter distribution of the main shock and its aftershocks of August 11, 2009 Suruga Bay earthquake. The areas bound by dotted blue lines represent the location of Figs. 5, 6, 7, and 8.

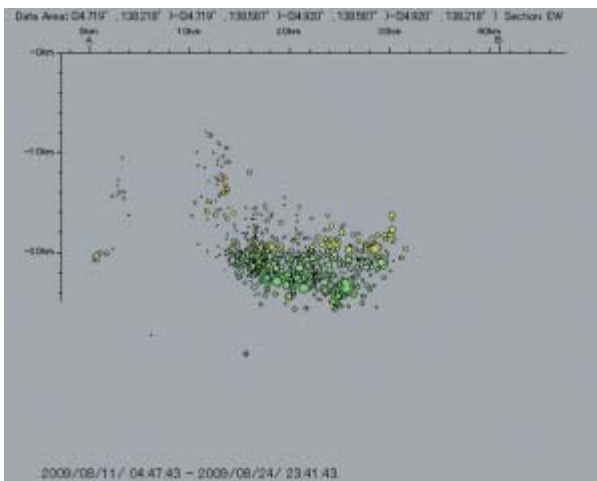


Fig. 2 The projection of hypocenters of Fig. 1 on the east-west cross section.

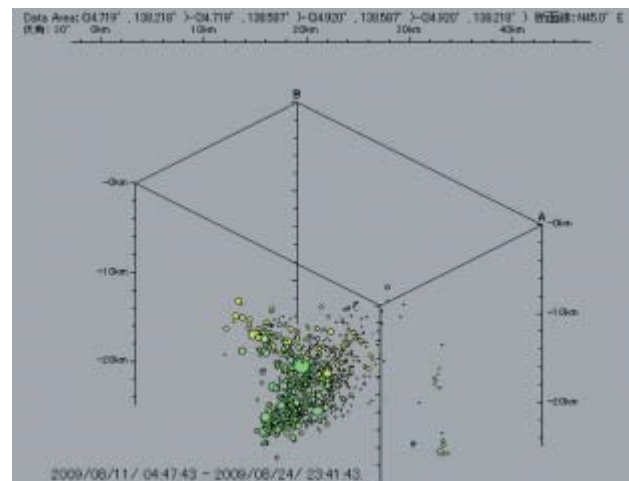


Fig. 3 The projection of hypocenters of Fig. 1 on the northwest cross section above 30 degrees.

によれば「2つの断層面は同時に動き、マグニチュード6.5というひとつのエネルギーになった」とした（静岡新聞、2009年8月22日）。

しかし、国土地理院（2009a）は、東西走向で南に傾く断層面Ⅰが左横ずれ成分を伴って逆断層的に動き（すべり量約39cm）、北西-南東走向で北東に傾く断層面Ⅱが右横ずれ成分を伴って逆断層的に動

いた（すべり量約62cm）と推定した。また、国土地理院（2009b）は、断層の形状を長方形とみなして、断層の向きをほぼ北西-南東方向で長さ約17km、幅約6km、上端部の深さが約18kmの南西から北東に傾く逆断層（傾斜角約38°）とし、北東側の地塊が南西側に対してやや南東向きの横ずれ成分をもってすべり量約0.8mで乗り上げたと推定した。

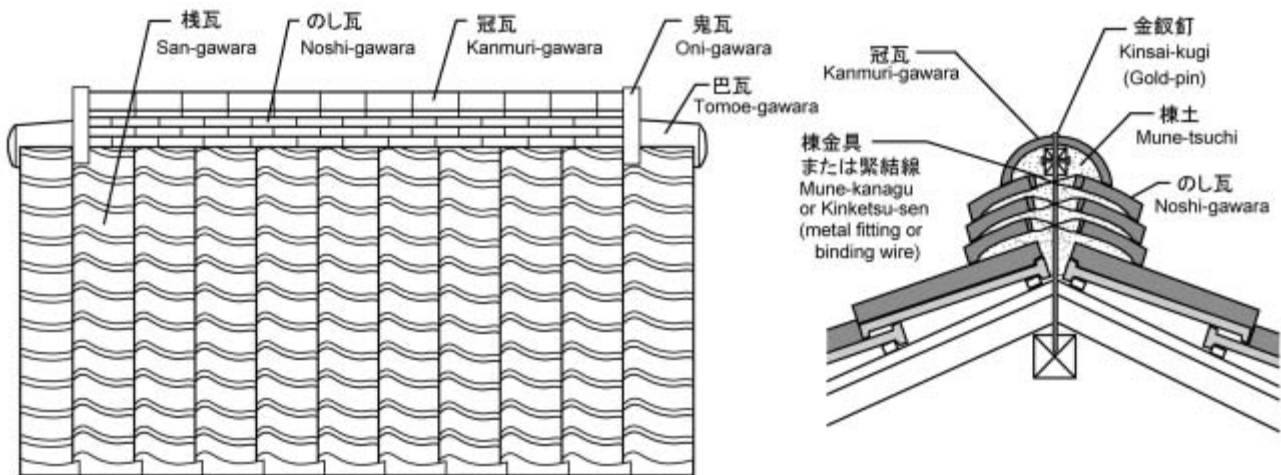


Fig. 4 The structure of a tiled roof and the name of each tile.

今回の地震は東海地震の予想震源域の中で発生したため、当初より東海地震との関連性が取り沙汰された。しかし、2009年8月11日に招集された気象庁の地震防災対策強化地域判定会委員打ち合わせ会では、東海地震がユーラシアプレートとフィリピン海プレートとの境界で発生するプレート間地震である一方、今回の駿河湾地震の震源はフィリピン海プレートの内部であり、駿河湾に沈み込む同プレートで起きたスラブ内地震と推定されること、地震の規模が推定される東海地震はM8.0前後であり大きく異なることなどから、東海地震とは異なるものと判断された（気象庁、2009b）。

なお、国土地理院（2009c）は、電子基準点（GPS連続観測点）の水平変動が、電子基準点「焼津A」（焼津市）で西方向へ約2cm、「P焼津」（焼津市）で西北西方向へ約1cm、「M高洲」（藤枝市）で西北西方向へ約1cmだったと報告している。また、地震波の特徴と被害の関係について、東大総合防災情報センターは、この地震の地表での波形が0.3～0.5秒の短い周期であったために、周期が1～2秒の「キラールス」と異なり家屋全壊などの大きな被害に至らなかったと発表している（静岡新聞、2009年8月15日）。

被害調査期間と調査方法

本稿で述べる地震被害調査は、8月25日から9月8日までの17日間のうち各地域で数日～10日間行った。調査開始が地震発生後2週間経過したために、地震直後の被害の様子など詳細な情報を収集することが困難だった。そのため、本被害調査はどの

ような被害がどのような場所に起こったかを、広域にわたってその概要を調べることにした。特に、今回の地震被害の特徴だった家屋の瓦屋根の被害については、2週間後であっても修復されたところは少なく、ほとんどの被害家屋の屋根がブルーシートなどで覆われていた。そのため、屋根瓦の破損の程度についての詳細な被害状況を知ることが困難な場合もあったが、被害を受けた家屋を発見することは、ブルーシートなどで覆われた屋根を目印にすることで容易にできた。

調査は、実際に被害地域を隈なく巡回して、家屋の瓦屋根の被害または建物や墓石などの構造物の破損などがあった箇所を発見し、その位置を25,000分の1地形図にプロットし、その被害状況を写真撮影した。瓦屋根の被害のほとんどは、屋根の頂部にあたる棟部の「冠瓦」や「のし瓦」（Fig. 4）の破損や落下であり、ときに「鬼瓦」や「巴瓦」もそれに含まれた。

静岡市内については、筆者のうち柴博志が自転車と徒歩で巡回して調査を行った。焼津市と藤枝市、島田市、吉田町については、増田祐輝が自転車と徒歩で巡回して調査を行った。牧之原市については、柴正博と駿河湾地震被害調査グループによって、自動車と徒歩で巡回して調査を行った。

地震の被害

この地震での被害は、最大震度6弱だった伊豆市、焼津市、牧之原市、御前崎市で大きかったが、本稿では調査範囲とした静岡市、焼津市、藤枝市、島田市、吉田町、牧之原市について報告する。

Figs. 5, 6, 7, 8 は、25,000 分の 1 地形図に、各調査地域での瓦屋根と墓石などの被害および崖崩れの位置を示し、さらに海拔 0～50m までを 1m または 2m でそれ以上の海拔は 10m のコンタで描いた等高線図を重ねてある。Fig. 5 は静岡市地域、Fig. 6 は焼津市と藤枝市地域、Fig. 7 は吉田町と牧之原市の旧榛原町地域および島田市の一部、Fig. 8 は牧之原市の旧相良町地域にあたる。25,000 分の 1 地形図は国土地理院発行の「静岡東部」、「焼津」、「島田」、「住吉」、「相良」を使用した。等高線は、国土地理院の基盤地図情報 10m メッシュ（標高）「相良」、「島田」、「住吉」、「向谷」、「焼津」、「伊久美」、「静岡西部」、「静岡東部」、「牛妻」、「清水」および「興津」を使用し、Golden Software 社の Surfer 9 によって平均化して描画したものを使用した。Fig. 8 の旧相良町地域は 2m コンタの等高線図を示したが、他は 1m コンタの等高線図で示した。

1. 静岡市

静岡市では死者が 1 名あったが、家屋には大きな被害がほとんどなく、調査の主体となった瓦屋根の被害は、以下の地域で見られた (Fig. 5)。有度丘陵南西麓の海岸沿いの安居から西平松にかけての国道 150 線の旧道沿い、その西側の延長にあたる高松から西島にかけて、有度丘陵西麓の大谷付近と大谷街道沿い、有度丘陵北麓では草薙から船越にかけて、静岡市街地域では富士見台から有東付近と静岡地方気象台のある曲金、その北側の谷津山周辺の柚木や長沼、八幡山の北側の小黒と八幡、市街地では駿府城周辺の鷹匠と西草深、その北側の賤機山東麓の大岩、市街地南部では大浜街道沿いの馬淵。

崖崩れは、静岡市の有度丘陵南西麓の中平松から久能山北側の根古屋の奥にかけて (Fig. 9-1) と用宗の南側の大崩海岸で見られた。有度丘陵南西麓では、中平松から根古屋の奥にかけて北東-南西方向に連続し、それより東側では見られなかった。また、墓石の転倒など構造物の損傷被害は有度丘陵南西麓の西平松怡泉寺 (Fig. 9-2) と谷津山周辺の柚木や長沼の寺と沓谷の愛宕霊園で見られた。市街地の中心にある駿府城跡では、城壁の石垣が 3 箇所で崩れた (Fig. 9-3)。この石垣の崩落箇所について、小長井ほか (2009) は事前に石垣のはらみ出しが特に目立った箇所だったことを指摘している。

2. 焼津市と藤枝市

焼津市における瓦屋根の被害は、海岸沿いの本町から小川新町 (Fig. 9-4) と石津から田尻北の地域に集中し、田尻から栃山川沿いに点在し、南部の旧大井川町では海岸に沿って吉永などに点在し、その北から西側の藤守から宗高と中島から利右衛門にかけての広い範囲で被害が集中する島状の分布がみられた (Fig. 6)。また、山地側の藤枝市藤枝や天王町、岡部町などでも多くはないが被害が見られた。

瓦屋根の被害以外のものとして、田尻北では墓石が、焼津の焼津神社では灯籠が転倒し、藤守にある大井川八幡では鳥居の上部の「島木」と「笠木」および「貫」が破損し落下した (Fig. 9-5)。崖崩れは大崩海岸の小浜と花沢で見られた。また、アイダンほか (2009) は、焼津港では岸壁が傾斜し沈下および水平移動する被害があり、焼津港埋立地では液状化にとまなう被害があったことを報告している。

3. 吉田町と島田市

吉田町の瓦屋根の被害は、大井川河口西側の川尻と住吉に集中域が見られ、その北側の丘陵麓にあたる片岡とその北側の神戸から大幡、島田市南原、井口、中河にかけて被害が点在した (Fig. 7)。それ以外の被害として、安田 (2009) は、住吉で液状化のために下水道のマンホールの浮き上がりや地盤沈下などを報告している。

4. 牧之原市

牧之原市では、瓦屋根の被害だけでなく、家屋の被害も大きく、家具の転倒、壁の損傷なども見られた。被害の分布は、海岸沿いの国道 150 線の旧道沿いと、坂口谷川と勝間田川、萩間川流域の丘陵麓部縁辺で被害が集中した (Fig. 7 と Fig. 8)。

国道 150 線の旧道沿いでは、細江から静波にかけてと、その南の片浜から相良、須々木にかけて多数の家屋および瓦屋根被害があり、特に旧相良町では、海岸線に平行する国道 150 線の旧道沿いに萩間川河口から相良、波津、須々木と南南西方向に連続して被害が集中した (Fig. 8)。なお、片浜から萩間川の河口まで国道の西側の丘陵麓部縁辺と河口の左岸に特に被害が見られた。旧榛原町では、それ以外に坂口谷川流域では坂部地域、勝間田川流域左岸である高根山の南麓の仁田から中、勝間にかけて特に大きな被害が集中した。それに対して、右岸の静谷と



Fig. 5 Damage distribution in Shizuoka City. The base map is used the 1/25,000 geographical map of Shizuoka-Tobu published by Geographical Survey Institute of Japan. Contour lines are drawn by 1m under 50m high and 10m over 50m, and from the Digital Map 10m Grid (Elevation) of Shizuoka-Tobu, Ikumi, Ushizuma, Shimizu and Okitsui published by Geographical Survey Institute of Japan.



Fig. 6 Damage distribution in Yaizu City. The base map is used the 1/25,000 geographical map of Yaizu and Sumiyoshi published by Geographical Survey Institute of Japan. Contour lines are drawn by 1m under 50m high and 10m over 50m, and from the Digital Map 10m Grid (Elevation) of Yaizu, Sumiyoshi, Shimada and Mukuya published by Geographical Survey Institute of Japan.

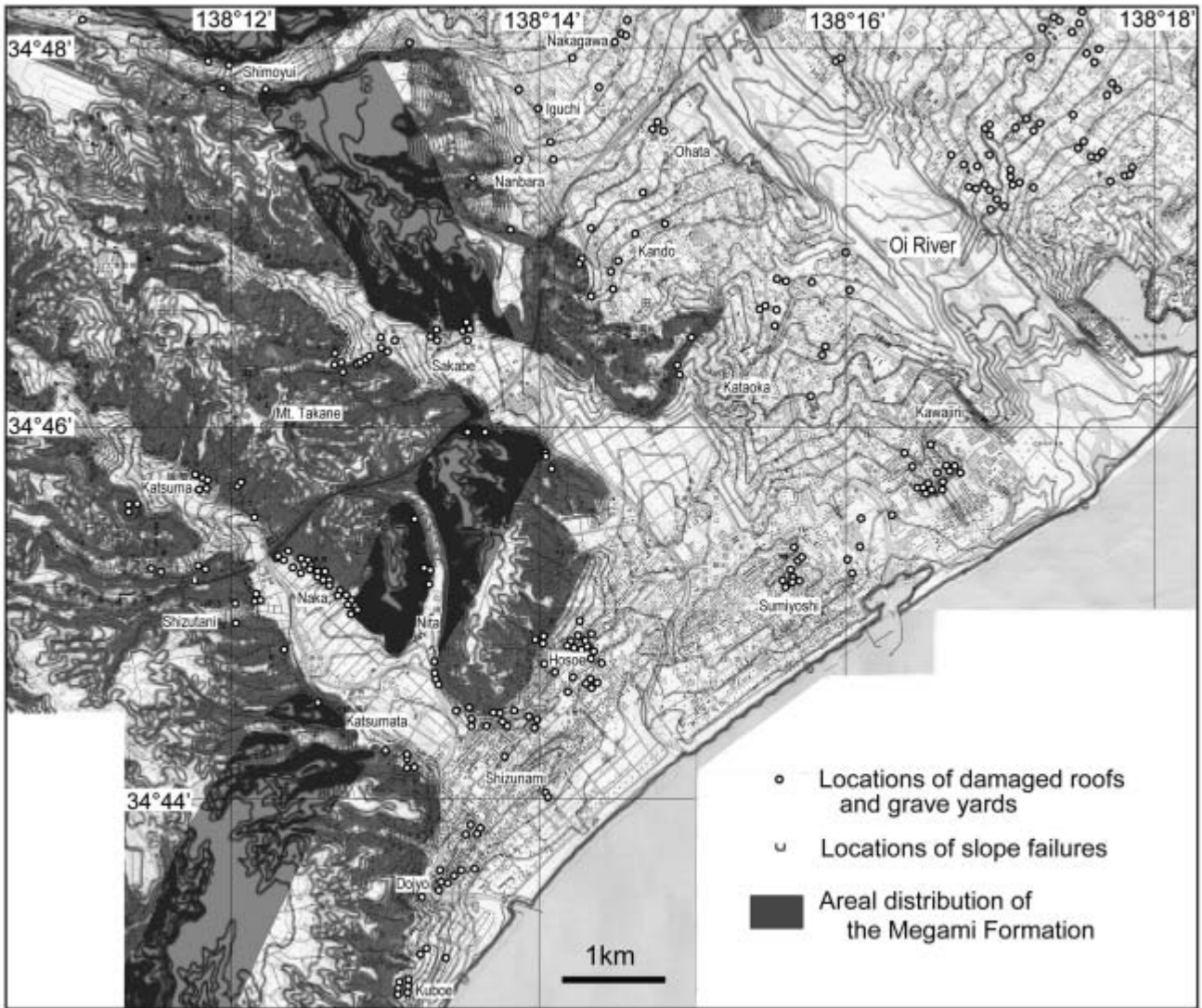


Fig. 7 Damage distribution in Haibara area of Makinohara City, the south of Shimada City and Yoshida Town. The base map is used the 1/25,000 geographical map of Sumiyoshi, Sagara and Shimada published by Geographical Survey Institute of Japan. Contour lines are drawn by 1m under 50m and 10m high over 50m, and from the Digital Map 10m Grid (Elevation) of Sagara, Shimada and Sumiyoshi published by Geographical Survey Institute of Japan.

勝俣では被害はあったものの、左岸ほどではなかった。ただし、静谷では東名高速道路ののり面崩落が起った。

旧相良町では、前述した海岸に面した旧国道沿いの被害 (Fig. 9-6) のほかに、旧榛原町と同様に河川流域の丘陵麓部縁辺でも被害が見られた。萩間川河口北側から海老江にかけて (Fig. 9-7) と、相良町中心市街、萩間川流域の男神と女神周辺、菅ヶ谷川流域の西山寺、大寄、白井などでも被害が見られた。大江の平田寺では、瓦屋根の破損以外に建物壁面などに亀裂が入り、墓石の転倒もあった。また、女神では崖崩れがあった (Fig. 9-8)。

安田 (2009) は、相良港で南側岸壁が「く」の字型に変形し、背後の地盤が沈下したことを報告

した。また、青島 (2009) は、須々木で現世砂丘と国道 150 線の間に造成された埋土からなる人工地層の畑で液状化による噴砂が観察されたことを報告している。

地震被害と地形および地質との関係

これまで、今回の地震による静岡市から牧之原市にかけての地域における被害とその分布を述べた。今回の地震による被害には、家具の転倒や瓦屋根などの損傷を含む家屋被害と、墓石や灯籠、鳥居などの破損、崖崩れ、液状化による地盤変形などがあった。家屋被害では、瓦屋根の損傷が特に多く見られた。

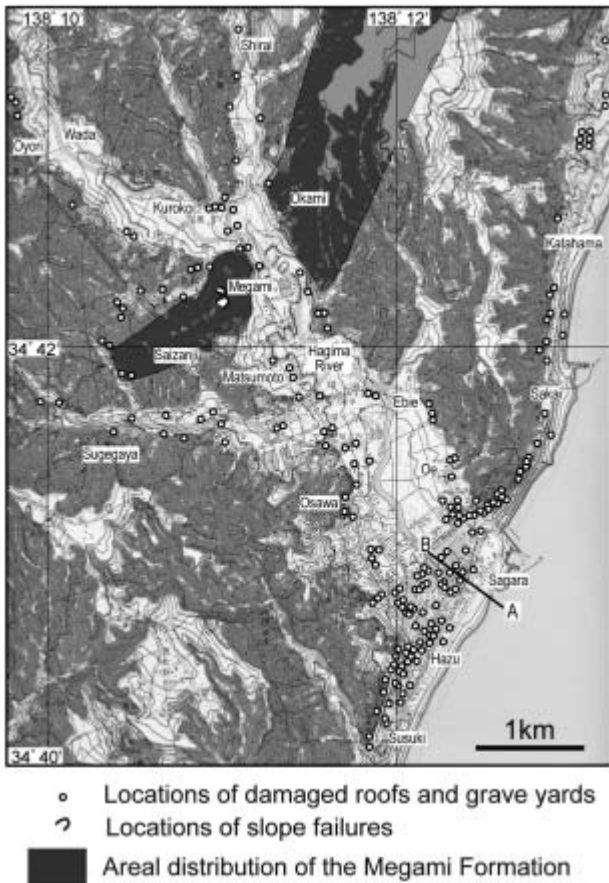


Fig. 8 Damage distribution of Sagara area in Makinohara City. The base map is used the 1/25,000 geographical map of Sagara published by Geographical Survey Institute of Japan. Contour lines are drawn by 2m under 50m high and 10m over 50m, and from the Digital Map 10m Grid (Elevation) of Sagara published by Geographical Survey Institute of Japan.

被害の多数を占めた瓦屋根の被害については、屋根棟部の「冠瓦」や「のし瓦」の破損や落下によるものであった。棟部を構成する「冠瓦」や「のし瓦」は「金釵釘」と「棟金具」または「緊結線」によって固定されている (Fig. 4)。瓦屋根の被害は、これらの固定具がはずれまたは切断されたために起こったことから、被害家屋はこれらが破損するほど地震による衝撃を強く受けたと考えられる。

被害を受けた家屋には老朽化したものも含まれるが、被害を受けた家屋がある範囲に集中して分布する傾向が見られることから、被害を受けた範囲が地震のときにより強い地震動に見舞われたと考えられる。

今回の地震被害地域は、駿河湾西岸の海岸線沿いに北東-南西方向にほぼ連続して分布する。しかし、被害集中域を地形的に見ると、それらは大きく分けて、海岸沿いと安倍川および大井川の扇状地平野、

さらに丘陵麓部縁辺の地域に発生した。このような地形と対応して被害集中域が生じる原因、すなわち被害集中域が他と異なって特に強い地震動を受けた原因については、その場所の地形や地質の特徴に関係していると考えられる。したがって、これらの被害集中域とその地形および地質との関連、および駿河湾奥部から西岸地域の広域な地質構造との関連について、1. 海岸沿い、2. 扇状地平野、3. 丘陵麓部縁辺、4. 静谷の東名高速路のり面崩落、5. 余震域と駿河湾の地質構造との関連の5項目に分けて以下に検討する。

1. 海岸沿いの被害

海岸沿いに被害が直線的に集中したのは、静岡市では大谷から西島にかけて国道150号線の旧道沿いに見られた。焼津市では、本町から小川新町までの地域と石津から浜にいたる地域、それと田尻地域と吉永地域に見られた。吉田町では、川尻と住吉に被害の集中する地域が見られ、牧之原市の旧榛原町では細江から静波、道場、久保柄へと国道150号線の旧道沿いに被害集中域が連続した。その南西側の旧相良町の地域では、片浜から須々木にかけて多数の被害家屋が連続的に分布した。

静岡市において、被害が連続した国道150号線の旧道沿いは、海拔5mの等高線で囲まれた東北東-西南西方向の直線的な地形の高まり (Fig. 5) にあたり、この微高地は海岸に沿った古砂礫州およびその上に形成された古砂丘の分布にあたる。焼津市でも同様に、本町から小川新町までの地域と石津から浜にいたる地域、それと田尻地域と吉永地域の被害分布は古砂礫州またはその上の古砂丘の分布と一致する (Fig. 6)。牧之原市の旧榛原町の細江から静波、道場、久保柄へと国道150号線の旧道沿いに連続する被害地域は、一部は丘陵麓部縁辺に含まれるが、北東-南西方向の古砂丘の分布と一致する (Fig. 7)。

牧之原市旧相良町地域でも被害は国道150号線の旧道沿いに連続した。片浜から萩間川河口までは丘陵麓部縁辺に沿って被害が集中し、その南西の相良から須々木にかけての被害地域は古砂丘の分布と一致する (Fig. 8)。Fig. 10に旧相良町地域の海岸から萩間川に至る北西-南東方向 (Fig. 8のA-B)の地形断面図を示す。被害は最も海側の現在の砂丘列ではなく、その西側に2列ある古砂丘の、特にそれらの麓部に建つ家屋に集中した。



Fig. 9 Photographs of damage. 1: Slope failures of the Udo Hill at Furuyado in Shizuoka City, 2: Broken gravestone at Nishihiramatsu in Shizuoka City, 3: Collapse of the masonry wall at Sunpu Castle in Shizuoka City, 4: Damage to roofs at Jonokoshi in Yaizu City, 5: Breakage of a stone gate at the Oigawa Hachiman Shrine in Yaizu City, 6: Damage to roofs in front of Sagara branch office in Makinohara City, 7: Damage to roofs at hill foot along the Hagima river in Makinohara City, 8: Slop failures in Mt. Megami in Makinohara City.

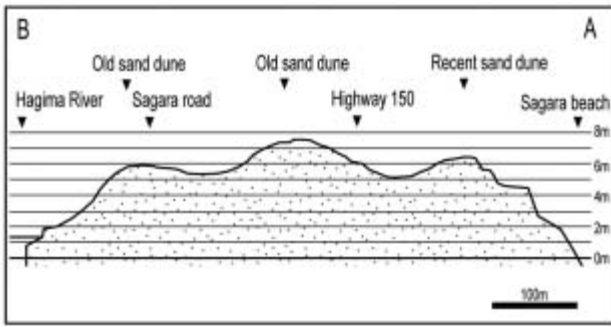


Fig. 10 Geographical section of Sagara area in Makinohara City. Locality of the section is shown in Fig. 8.

これまでの多くの地震被害では、一般に強く締まった古砂丘の地盤よりその内側の軟弱な沖積低地に大きな被害が発生した。しかし、今回の地震ではその反対の現象が見られ、軟弱な沖積低地には被害がほとんど見られなかった。これは、東大総合防災情報センターが発表したように、今回の地震が軟弱な沖積低地を大きく揺らす1～2秒の周期の地震動ではなく、0.3～0.5秒の短い周期であったために、家屋が大きくゆっくりと揺り動かされることがほとんどなく、家屋の倒壊や大きな損傷がなかったと思われる。そのかわり、むしろ強く締まった古砂礫州または古砂丘のような地盤の方が地震動の減衰がなく、家屋に短い周期の強い衝撃を与えたと考えられる。

2000年鳥取県西部地震の木造家屋被害を調査した松波ほか(2003)によれば、被害を受けた木造家屋の一次固有振動数はおおむね3～5Hzの範囲にあり、その固有振動数にほぼ一致する2～5Hz帯域の地震動増幅度の違いにより被害レベルの地域差が生じたとした。2～5Hzとは、地震動の周期が0.2～0.5秒であり、本地震における地震動の周期と同様で、この周期は一般の木造家屋の固有振動数にほぼ一致する。したがって、本地震の地震動は強く締まった古砂丘の地盤では減衰が少なく伝播し、被害集中域ではさらに2～5Hz帯域の地震動増幅度がなんらかの原因で他よりも大きくなったために、木造家屋を強く揺らして瓦屋根などに大きな損傷を与えたと考えられる。

なお、焼津港や相良港、また御前崎港などの埋立地(アイダンほか, 2009; 安田ほか, 2009)や現世砂丘内側の造成地(青島, 2009)などでは液状化現象が観察された。本地震における液状化現象は、海岸付近の埋立地と造成地でのみ観察され、これは埋立や土壌改良により不均質で水分を含む埋立砂層

が強振動を受けて剪断応力が減少して発生したものと考えられる。

2. 扇状地平野の被害

静岡市では、海岸地域と丘陵麓部縁辺以外の平野部でも被害がみられた。また、焼津市でも旧大井川町に相当する南部の藤守から宗高と中島から利右衛門にかけての広い範囲で、被害が島状に集中する分布がみられた。

静岡平野は、駿府城の北西にある賤機山の南端付近を要として東から南東に開いて発達した安倍川の扇状地であり、縄文海進後の今から約5,000年前以降から現在に至る海退期に形成されたものである。大塚(1996)によれば、静岡市の中心部から放射状に伸びる大浜街道、石田街道、北街道、東海道などの道路の多くは、安倍川分流沿いに形成された旧自然堤防上の微高地に当たるといふ。このような旧自然堤防は、縄文海進後の今から約5,000年前から3,000年前ころに形成された(大塚, 1996)もので、海岸に沿う古砂礫州またはその上に発達した古砂丘も扇状地の発達とともに同様の時代に形成されたと考えられる。

静岡平野での今回の地震の海岸地域と丘陵麓部縁辺以外の被害分布の多くは、扇状地の安倍川分流沿いに形成された旧自然堤防上の微高地の上に発生したと考えられる。具体的には、有東付近と曲金、八幡山の北側の黒と八幡、市街地では駿府城とその周辺の鷹匠と西草深、市街地南部では大浜街道沿いの馬淵などに当たる(Fig. 5)。

焼津平野は島田市街の北西部を要として東から南東に開いて形成された大井川の扇状地であり、静岡平野と同様に、今回の地震の海岸地域と丘陵麓部縁辺以外の被害分布の多くは、扇状地の大井川分流沿いに形成された旧自然堤防上の微高地にあると考えられる。具体的には中島から飯^{いひぶら}淵、利右衛門、宗高から藤守にかけて島状に点在する被害集中域、析山川沿いの点在被害、それと大きな被害があった石津から下小田にかけての地域がそれにあたる(Fig. 6)。

吉田町から島田市の被害分布の多くは、Fig. 7の1mコンタが南側にせり出している部分に分布し、これは大井川分流沿いにかつて形成された旧自然堤防上の微高地にあたると考えられる。海岸付近に被害集中が見られる川尻と住吉も、南側にせり出した微高地に分布することから、大井川扇状地の河口付

近に形成された旧自然堤防と考えられる。

扇状地平野の旧自然堤防上の被害も、海岸に沿った古砂丘上の被害同様に、今回の地震では強く締まった地盤のために地震動が減衰せずに伝わり、その中でも地震動増幅度の大きかった地域の家屋に大きな被害を与えたと考えられる。

3. 丘陵麓部縁辺の被害

今回の地震被害分布におけるもうひとつの特徴は、丘陵麓部縁辺での被害である。静岡市では有度丘陵南西麓から西麓の中平松から大谷付近と大谷街道沿い、有度丘陵北麓では草薙から船越にかけて、八幡山周辺の柚木から沓谷、賤機山麓部縁辺の大岩などに被害が見られた。焼津市では花沢や岡部、藤枝市では山麓部縁辺に点在した。島田市から牧之原市にかけては、海岸から、坂口谷川と勝間田川、萩間川など流域の丘陵麓部縁辺で大きな被害があった。

静岡市の有度丘陵には更新統の根古屋層や久能山層、草薙層が分布し、北側の山地や平野に分布する八幡山や谷津山は新第三系の静岡層群、賤機山には新第三系の竜爪層群が分布する（柴・駿河湾団体研究グループ, 1988 ; 柴, 1988）。焼津市の高草山には竜爪層群が分布し、その南西側の藤枝市から島田市にかけての市街地北側には新第三系または古第三系とされる大井川層群が分布し、その北西側の山地には古第三系の瀬戸川層群が分布する。島田市から牧之原市地域の丘陵は、新第三系である女神層と相良層群、掛川層群からなり（柴ほか, 1996 ; 柴, 2005）、丘陵上部から頂部には更新統の古谷層と牧之原層が分布する（柴ほか, 2008）。

丘陵を構成する堅い新第三系の岩盤では、前述した強く締まった古砂丘や扇状地の旧自然堤防と同様に地震動があまり減衰せずに伝わり、丘陵麓部縁辺ではさらに地震動増幅度が大きかったために多くの被害が発生したと考えられる。松波ほか（2003）によれば、丘陵麓部の同じ河岸段丘上の木造建築の被害は場所により被害の程度が異なり、この被害レベルの場所による違いは、木造建築の固有振動数にほぼ一致する 2-5Hz 帯域の地震動の増幅度の違いによるとしている。今回の地震において、被害は丘陵の岩盤地域よりも丘陵麓部縁辺部に多く見られたが、これは麓部縁辺と沖積低地との境界部における地震動特性や岩盤からの距離、さらに縁辺部の地盤を構成する扇状地性または崖錐性の堆積物などにより、

丘陵麓部縁辺部において 2-5Hz 帯域の地震動の増幅度がより大きかったためと考えられる。

これらの被害の大きさを決定する条件は場所によって異なることから、被害の大きさは丘陵麓部縁辺でも場所によって異なる結果となった。これは、上述の古砂丘や扇状地の旧自然堤防の場合でも同様で、木造家屋の被害の大きさは、その場所の地震動の大きさと 2-5Hz 帯域の地震動の増幅度、さらに家屋の老朽度など個別的な特性などにより決定される。

また、牧之原市では、坂部から女神へ続く女神層の分布域（女神背斜軸部）周辺で特に大きな被害が見られた。Fig. 7 と Fig. 8 では女神層の分布域を網部で示したが、女神では崖崩が見られ、女神層の分布域周辺の丘陵麓部縁辺では他の地域よりも被害が顕著に見られた。これは相良層よりも硬質な女神層の岩盤が、より強い振動を伝播したことによる影響ではないかと考えられる。被害分布の詳細を見ると、女神周辺では女神を中心に被害が点在し、勝間田川流域では北側の丘陵麓部縁辺に北西-南東方向に直線的に被害が集中し、坂口谷川流域では川を横断する東北東-西南西方向に直線的に被害が集中した。坂口谷川流域の東北東-西南西方向の被害分布については、相良層群の地質構造に関連するものか、旧河川に沿った地形的なものかなど、原因については現在のところ特定できない。

なお、女神層の西側、相良層群の西側に重なる掛川層群分布地域では、勝間以外被害がほとんど見られなかった。このことは、地震の強振動域が牧之原市では海岸線から女神層分布域周辺までの間に限られ、それよりも西側では急激に地震動の大きさが減衰した可能性がある。

4. 静岡の東名高速道路のり面崩落

今回の地震では、牧之原市静岡で東名高速道路のり面が長さ約 40m にわたり崩落した。のり面崩落が起きたのは、東名高速道路の上り線 191.6KP (km post) 付近で、牧之原サービスエリアから東京方面に下ったところにあたる。東名高速道路は、こののり面崩落のために袋井-焼津インターチェンジ間が全面通行止めとなり、8月13日には下り線が開通したものの全面復旧は16日午前0時までの5日間続いた。

静岡の東名高速道路のり面崩落地点は、勝間田川南側丘陵の北東端の狭い尾根部に位置し、この狭

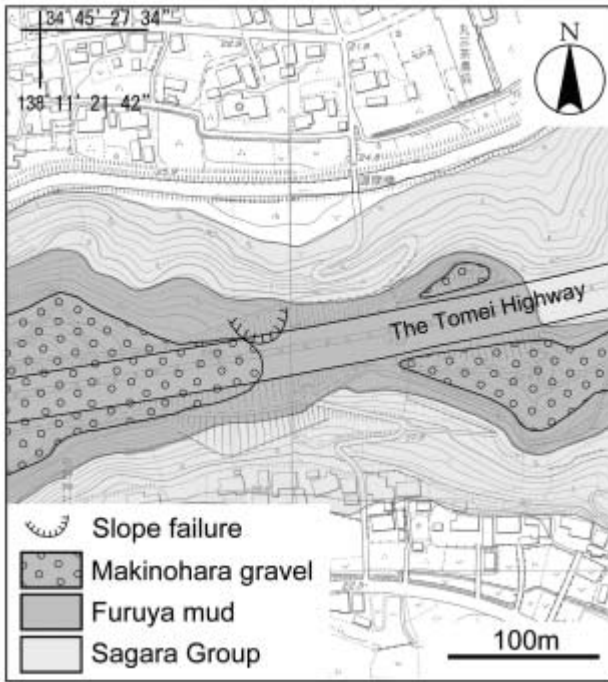


Fig. 11 Location and the geology of the slope failure of an embankment of the Tomei Highway at Shizutani in Makinohara City. An embankment on the natural geology is removed in the geological map.

い尾根部は相良層群の砂岩泥岩互層の上に、更新統の古谷層と牧之原層が重なる (Fig. 11). 古谷層はおもに内湾泥底の泥層からなり、牧之原層は河川礫層からなる (柴ほか, 2008). 崩落地点は、西側の尾根を覆う牧之原層の礫層のちょうど末端部で、牧之原層とその下位の古谷層の泥層が接する部分にあたる。崩落部には牧之原層の礫層はなく、下位の古谷層の泥層が分布するが、東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会 (2009) によれば崩落は道路造成のために泥層の頂部に埋積された盛土内で発生したとした。

牧之原台地において、古谷層の上位に牧之原層が重なる地域では、一般に降水は透水性のよい牧之原層の礫層中を下り、透水性の悪い古谷層の泥層の直上で流出する。ちょうど、崩落地点は牧之原層の礫層の分布末端部であることから、そこは浸透水の流出地点にあたっていたと思われる。また、地震の前日の8月10日は大雨であり、崩落地点の道路の基礎となる泥層頂上や盛土などが多量の流出水のために水を含み軟弱化していた可能性がある。

東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会 (2009) は、こののり面崩落原因を盛土下部に使用された泥岩が長年の水の作用により強度低下するとともに、透水性が低下し、その結果盛土内の地下水

位が上昇して、今回の地震が誘因となり崩落が発生したとした。

のり面崩落のあった静谷は、勝間田川流域の女神層分布地域の北側にあたり、東側の被害集中ほどではないが、崩落箇所周囲にも多少の被害が認められ、強い振動を受けた地域と考えられる。こののり面崩落は、この地点のこのような地質条件と道路建設の工法、前日までの降雨による流出水、さらに地震の強振動などの原因が重なり発生したものと考えられる。

5. 余震域と駿河湾の地質構造

Fig. 12 に駿河湾とその周辺の地質図と、余震域および被害域の分布を示した。海底の地質については、岡村ほか (1999) の駿河湾海底地形図を参考にした。

駿河湾西岸の地質構造から見ると、長方形をした余震域の長い2辺にあたる北西-南東方向の境界の北西側延長は、白亜系から古第三系の基盤、すなわち四万十帯主部 (狩野, 1988) や瀬戸川層群を横切る北西-南東方向の推定断層に重なる可能性がある。また、長方形の余震域の短い2辺にあたる北東-南西方向の境界の北東方向への延長は、その北側にあるいわゆる十枚山構造線や葦崎-静岡構造線などのフォッサマグナの西縁を縁取る南北方向の大断層とは斜交する。この北東-南西方向のトレンドは、南部フォッサマグナ地域に推定される北東-南西方向の基盤断裂 (柴, 1991) に一致し、静岡平野や焼津平野の山地末端縁をつないだ方向や駿河湾西岸の海岸線の方向、女神背斜や地頭方背斜など相良層群の褶曲軸の方向、安倍川から大井川までの地域の四万十帯と瀬戸川層群の走向または褶曲軸の方向、それと今回の地震で発生した被害地域の分布方向と一致する。

柴 (1991) は、駿河湾地域を含む南部フォッサマグナ地域の地質と地質構造を議論した中で、この地域の基盤構造は北東-南西方向と北北西-南南東方向の深部断層によって境された基盤ブロックによって構成され、中期中新世以降にそれまでの北東-南西方向に北北西-南南東方向が重なりながら隆起運動が行われて、現在の地質構造と地形が形成されたと述べた。今回の余震分布は、北西-南東方向の長辺と北東-南東方向の短辺によって囲まれたほぼ長方形の範囲に限られ、これは駿河湾西岸から南部フォッサマグナ地域の基盤構造に推定されるひとつの複

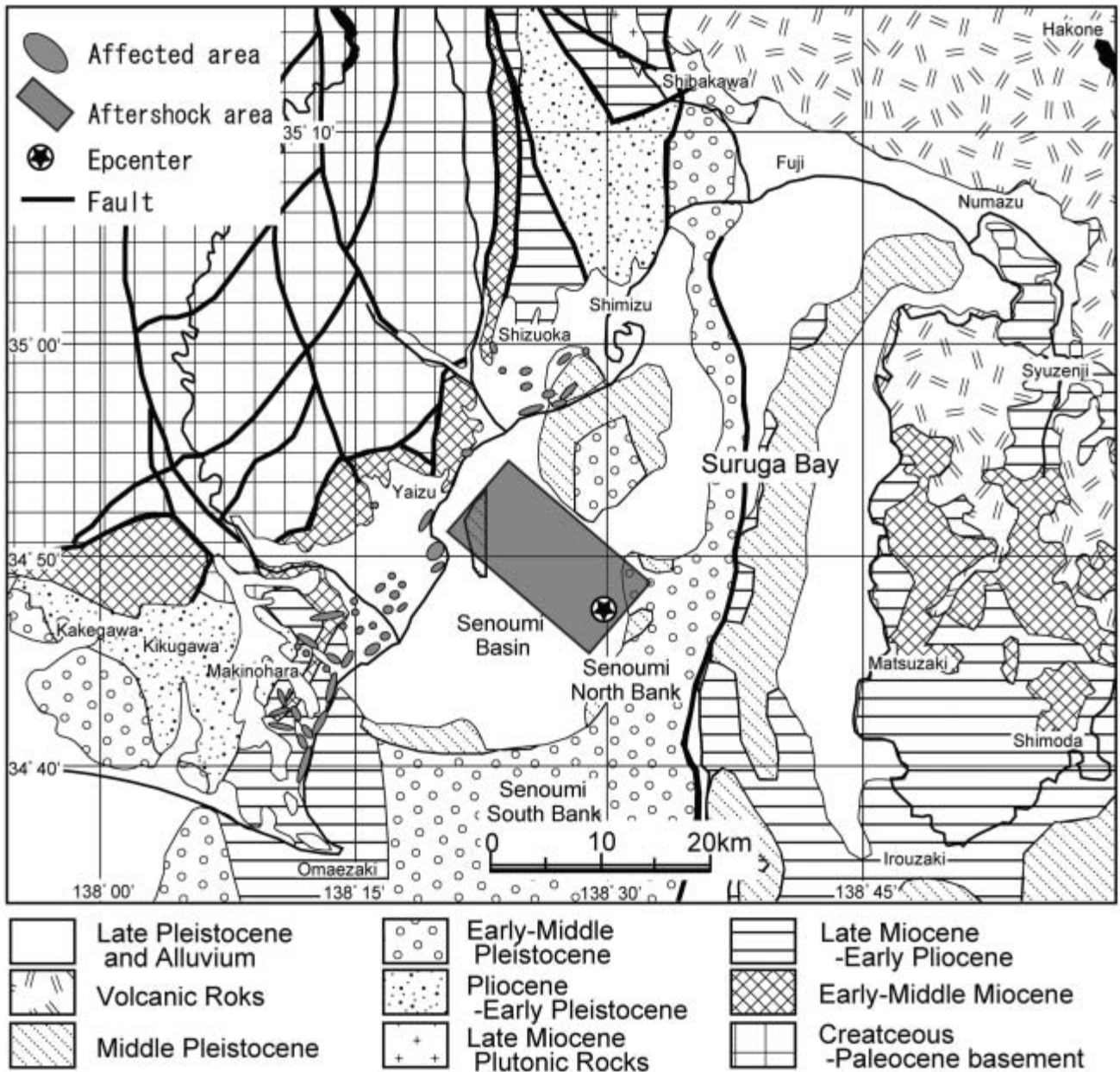


Fig. 12 Geological map around Suruga Bay with the damage distribution and the epicenter distribution of the main shock and its aftershocks of August 11, 2009 Suruga Bay earthquake.

合した基盤ブロックに相当する可能性がある。また、今回の地震は、駿河湾西岸から南部フォッサマグナ地域の地質構造、特に四万十帯や新第三系に推定される北西-南東方向と北東-南西方向の断裂で境される深部基盤構造とその構造運動に密接に関連していると思われる。

国土地理院（2009b）の推定では、この地震の地震断層はほぼ北西-南東方向で、北東側の地塊が南西側に対してやや南東向きの横ずれ成分をもって乗り上げたとした。駿河湾西岸における地震被害は、北東-南西の方向性を持ち、余震域よりも南西側がより大きな被害を受けている。そして、各地で西側

へ水平変動を起こした（国土地理院，2009c）。これらのことから、この地震は北東側から南西側へ強く押し出したような変動を起こしたことが推定される。また、海岸線に沿った北東-南西方向の被害分布から推定される強振動域の発生は、駿河湾西岸から南部フォッサマグナ地域に推定される北東-南西方向の基盤断裂の方向と何らかの関連があると考えられる。

なお、2009年8月11日に起こった静岡地震の2日前にあたる8月9日19時56分には、東海道南方沖の深さ340kmでM6.9の地震（最大震度4）の地震があり、またその2日後の13日午前7時49分に

は八丈島東方沖の深さ 57km で M6.6 の地震（最大震度 5 弱）が発生した。これらの地震と 8 月 11 日の静岡地震との関連については不明だが、合い前後して発生したこれらの地震と今回の地震の関連も検討する必要があると思われる。

ま と め

本稿では、2009 年 8 月 11 日の静岡地震で発生した家屋の瓦屋根や墓石、崖崩などの被害の位置を、静岡市から牧之原市にかけての地域で調査した結果を報告した。

静岡市では、このような被害はおもに有度丘陵南西麓の安居から国道 150 線旧道沿いの西島にかけて集中し、市街地にも点在した。焼津市では、海岸沿いの本町から小川新町と石津から田尻北の地域に集中し、田尻から栃山川沿いに点在した。また、旧大井川町の宗高から藤守と中島から利右衛門にかけて島状に被害集中域が点在した。吉田町と島田市では、大井川河口の川尻と住吉、片岡、神戸、井口、中河に被害が見られた。牧之原市では、海岸沿いの国道 150 線の旧道沿いと、坂口谷川と勝間田川、萩間川流域の丘陵麓部縁辺に大きな被害があった。

被害地域は、駿河湾西岸の海岸線沿いに北東-南西方向にほぼ連続して分布するが、被害分布は集中して現れた。被害のうち海岸に沿うものは古砂礫州やその上の古砂丘の分布に一致し、安倍川と大井川の扇状地平野に点在するものは分流河川の旧自然堤防の分布と一致する。それ以外の被害は丘陵麓部縁辺に集中した。被害の原因として、今回の地震による地震動は軟弱な沖積低地を大きく揺らす周期が 1～2 秒のものと異なり、0.3～0.5 秒の短い周期であったために、むしろ堅く締まった古砂丘や旧自然堤防、丘陵を構成する新第三系では減衰が少なく強い振動が伝わったためと考えられる。また、そのような堅く締まった地盤地域の上や丘陵麓部縁辺では地震動の増幅度の違いにより、被害集中域が発生したと考えられる。

駿河湾西岸の海岸線に沿った北東-南西方向に認められる今回の地震被害分布と余震域の分布は、南部フォッサマグナ地域から駿河湾西岸の地質構造、特に四万十帯や新第三系に推定される北西-南東方向と北東-南西方向の基盤断裂の方向とその構造運動と密接に関連していると考えられる。

謝 辞

本研究に関して、山形大学地域教育文化学部の川辺孝幸教授には震源分布プログラム Scat3D プログラムと 10m メッシュで 1m または 2m コンタの地形等高線図の提供を受け、地震被害調査の方法や被害の原因についての議論に関してさまざまな貴重な意見をいただいた。また、元埼玉大学教授の角田史雄氏には余震域と地質構造に関するご意見をいただいた。平田寺の竹中玄鼎氏には被害状況を詳しく教えていただいた。牧之原市静谷の地質図については、山下 真氏と高橋孝行氏の地質調査データを参考にさせていただいた。これらの方々に感謝する。

引用文献

- アイダン オメル・三輪 滋・太田良巳（2009）2009 年 8 月 11 日駿河湾地震速報-2. 日本地震工学会 web site:2009 年 8 月駿河湾の地震に関する情報, <http://www.jsce.or.jp/committee/eec2/files/090811suruga2.pdf>.
- 青島 晃（2009）2009 年 8 月 11 日駿河湾の地震により牧之原市須々木で発生した液状化について（速報）. 日本地震工学会 web site:2009 年 8 月駿河湾の地震に関する情報, <http://www.jsce.or.jp/committee/eec2/files/090811suruga6.pdf>.
- 岡村行信・湯浅真人・倉本真一（1999）駿河湾海底地質図説明書. 海洋地質図 52, 地質調査所, p.44.
- 狩野謙一（1988）2.9 四万十帯, 46-51, 日本の地質『中部地方 I』編集委員会編：日本の地質 4 中部地方 I, 共立出版, 東京. p.332.
- 気象庁（2009a）平成 21 年 8 月 11 日の駿河湾の地震. http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2009_08_11_suruga-wan/index.html.
- 気象庁（2009b）東海地震に関する情報第 3 号. <http://www.jma.go.jp/jma/press/0908/11d/20090811120.html>.
- 気象庁地震津波監視課（2009）2009 年 8 月 11 日 05 時 07 分ころの駿河湾の地震について. 気象庁平成 21 年報道発表資料, 2009 年 8 月 11 日, 気象庁.
- 国土地理院（2009a）2009 年 8 月 11 日駿河湾の地震活動の評価. 平成 21 年 9 月 10 日第 201 回地震調査委員会資料, 地震調査研究推進本部地震調査

- 委員会, http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09sep_suruga-wan/p07.htm.
- 国土地理院 (2009b) 推定される震源断層モデルは、横ずれ成分を持つ逆断層型. 国土地理院 web site: 平成 21 年 8 月 11 日 5 時 7 分頃の駿河湾の地震の震源断層モデルを推定, <http://www.gsi.go.jp/kenkyukanri/kenkyukanri60003.html>.
- 国土地理院 (2009c) 平成 21 年 (2009 年) 8 月 11 日 5 時 7 分頃の駿河湾を震源とする地震に伴う地殻変動 (速報). <http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi40004.html>.
- 小長井一男・松村有見子・有田 毅 (2009) 2009 年 8 月 11 日駿河地震の被害調査メモ (2009/08/20 Ver. 1.0). 日本地震工学会 web site:2009 年 8 月駿河湾の地震に関する情報, <http://www.jsce.or.jp/committee/eec2/files/090811suruga5.pdf>.
- 松波孝治・森井雄史・藤原悌三・岡本祐果 (2003) 4.3 日野町下榎地区の木造建物被害と地震動. 自然災害科学, **22**, 1, 24-30.
- 大塚謙一 (1996) 12. 静岡平野を巡って. 104-115, 静岡県地学会編: 駿遠豆大地見てあるき, 291p., 静岡県地学会.
- 柴 正博 (1991) 南部フォッサマグナ地域南西部の地質構造 - 静岡県清水市および庵原郡地域の地質 -. 地団研専報, **40**, 98p.
- 柴 正博 (1988) 5. 竜爪山地-高草山地域-竜爪層群. 104, 日本の地質『中部地方 I』編集委員会編: 日本の地質 4 中部地方, 共立出版, 332p.
- 柴 正博 (2005) 2.2 静岡, 掛川地域の第三系・下部更新統. 132-136, 日本の地質増補版編集委員会編: 日本の地質増補版, 共立出版, 374p.
- 柴 正博・駿河湾団体研究グループ (1988) 4. 富士川谷. 97-104, 日本の地質『中部地方 I』編集委員会編: 日本の地質 4 中部地方 I, 共立出版, 332p.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の層序. 地球科学, **50**, 441-455.
- 柴 正博・高橋孝行・谷 あかり・山下 真 (2008) 静岡県牧ノ原台地の更新統古谷層の有孔虫化石群集と堆積環境. 「海・人・自然」東海大学博物館研究報告, **9**, 45-68.
- 総理府地震調査研究推進本部地震調査委員会 (1999) 日本の地震活動 - 被害地震から見た地域別の特徴. 財団法人地震予知総合研究振興会地震調査研究センター, 395p.
- 東京管区気象台 (2009) 災害時地震・津波速報平成 21 年 8 月 11 日の駿河湾の地震. 東京管区気象台災害時自然現象報告書 2009 年第 1 号, http://www.jma-net.go.jp/tokyo/sub_index/bosai/saigaiji/2009/saigaiji_20090811.pdf.
- 東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会 (2009) 第三回委員会資料. 中日本高速道路株式会社, http://www.c-nexco.co.jp/corp/construction/maintenance/pdf/makinohara3_02.pdf.
- 安田 進 (2009) 2009 年静岡県沖の地震の現地被災調査メモ. 日本地震工学会 web site:2009 年 8 月駿河湾の地震に関する情報, <http://www.jsce.or.jp/committee/eec2/files/090811suruga4.pdf>.

掛川層群下部層の火山灰層¹⁾

柴 正博²⁾・大石 徹³⁾・高原寛和⁴⁾・横山謙二⁵⁾
坂本和子⁶⁾・長谷川祐美⁷⁾・村上千里⁸⁾・有働文雄⁹⁾

Volcanic Ash Beds of the Lower of the Kakegawa Group¹⁾

Masahiro SHIBA²⁾, Toru OISHI³⁾, Hirokazu TAKAHARA⁴⁾, Kenji YOKOYAMA⁵⁾,
Kazuko SAKAMOTO⁶⁾, Yumi HASEGAWA⁷⁾, Chisato MURAKAMI⁸⁾ and Fumio UDO⁹⁾

Abstract

The Pliocene-Pleistocene Kakegawa Group is distributed in Shizuoka Prefecture, central Japan. The Kakegawa Group is divided into the Lower and the Upper, and the Lower of the Kakegawa Group is subdivided into three formations, the Katsuma, the Hagima and the Higashi-Yokoji Formations, in ascending order. Many volcanic ash beds are intercalated in the Lower as well as the Upper of the Kakegawa Group.

In this study, the locations and lithofacies of 53 volcanic ash beds mainly in the Lower of the Kakegawa Group are described and correlated, has resulted in more detailed stratigraphical identification. The volcanic ash beds in the Lower of the Kakegawa Group composed primarily of volcanic glass, and the reflective index of glass ranges from 1.496 to 1.521.

From the distribution of volcanic ash beds and the thickness variation of beds in the Higashi-Yokoji Formation, it appears that these beds of this formation are down-lapping on the Hagima Formation to the southward. Therefore, the Higashi-Yokoji Formation is considered to be the highstand system tract of the Haq's third order sequence model. Moreover, the upper horizon of Higashi-Yokoji Formation has a relation of a top-lapping to the Upper of the Kakegawa Group at a northern part, and the boundary surface of the

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 70

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No. 70

²⁾ 東海大学社会教育センター, 424-8620, 静岡県静岡市清水区三保 2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

³⁾ 株式会社雄新地質コンサルタント, 791-1126, 愛媛県松山市大橋町 261-1

Yushin Geological Consultants Limited, Company, 261-1, Ohashi-machi, Matsuyama, Ehime, 791-1126, Japan

⁴⁾ 警視庁 100-8929, 東京都千代田区霞が関 2-1-1

Metropolitan Police Department, 2-1-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8929, Japan

⁵⁾ NPO 静岡県自然史博物館ネットワーク, 424-0806, 静岡県静岡市清水区辻 4-4-7

Network for Shizuoka Prefecture Museum of Natural History, 4-4-7, Tsuji, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-0806, Japan

⁶⁾ 旧姓 湊 和子, 坂本酒店, 509-3214, 岐阜県高山市久々野町無数河 616-2

Sakamoto Limited Company, 616-2, Musugo, Kuguno, Takayama, Gifu, 509-3214, Japan

⁷⁾ 東京大学大学院地球惑星科学専攻, 113-0033, 東京都文京区本郷 7-3-1

Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033, Japan

⁸⁾ 旧姓 尾形千里, 424-0042, 静岡県静岡市清水区高橋南町 13-10

13-10, Takahashi-Minami-cho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-0042, Japan

⁹⁾ 四日市福祉専門学校, 512-1111, 三重県四日市市山田町 5491

Yokkaichi Welfare Academy, 5491, Yamadacyo, Yokkaichi, Mie, 512-1111, Japan

Lower and the Upper of the Kakegawa Group are thought be the sequence boundary.

The base of Quaternary, i.e., the basement of Gelasian, is contrasted with the basement of the Upper Higashi-Yokoji Formation.

はじめに

掛川層群は、菊川市と掛川市を中心に東は牧之原市勝間から西は磐田市北部にかけて分布する下部鮮新統～下部更新統であり、海棲軟体動物化石が豊富に産することから、古くから多くの層序学的または古生物学的、堆積学的研究が行われてきた（横山, 1925, 1928a, 1928b, 1950, 1963; Makiyama, 1927, 1931; 千谷, 1928, 1931; 横山・坂本, 1957; 氏家, 1958; Tsuchi, 1961, 1976; Ujiié, 1962; 加藤, 1973; Ibaraki and Tsuchi, 1974; Oda, 1977; Chinzei and Aoshima, 1976; Ibaraki, 1986; 茨木, 1986; Ishibashi, 1989; Masuda and Ishibashi, 1991; 酒井・増田, 1992; Nobuhara, 1993; Tsukawaki, 1994; Sakai and Masuda, 1995; 柴ほか, 1996; 柴ほか, 1997; 亀尾, 1998). しかし、掛川層群の層序区分については研究者によって異なっており、鍵層となる火山灰層をもとに掛川層群の層序の再検討を行う必要があった。

掛川層群は、前期鮮新世から前期更新世にかけてほぼ連続して堆積した地層であり、日本における第四紀の下限の設定や国際的な層序学的研究との対比に重要な地層である。そのため、掛川層群に挟在する火山灰層の詳細を記載することは、今後の日本および国際的な層序学的研究にとって非常に意義あることと考える。

柴ほか(2000)は、掛川層群上部層に挟在する火山灰層を141層発見して記載し、それらの層位と掛川層群上部層の岩相から、掛川層群上部層を下位から上内田層、大日層、土方層に区分した。そして、掛川層群上部層はそれら各層がそれぞれ低海水準期堆積体、海進期堆積体、高海水準期堆積体であるひとつの第3オーダーシーケンスから構成されるとした。そして、柴ほか(2007)では掛川層群上部層の岩相層序と火山灰層の分布をもとに、大日層と土方層をいくつかのパラシーケンスに分け、各層準での浮遊性有孔虫化石の産出特徴を示した。そして、掛川層群上部層がどのように堆積したかを明らかにして、従来設定されていた生層序層準が堆積体やパラシーケンスの境界に相当することを明らかにした。

掛川層群には、上部層だけでなく下部層にも多くの火山灰層が挟在する。掛川層群下部層の火山灰層については、水野ほか(1987)と里口ほか(1996)の報告があるが、これらで報告された以外にも多くの火山灰層があり、それらも含めて掛川層群下部層の火山灰層層序について総括的に整理されたものはなかった。本稿では、従来知られていた火山灰層に加え、これまでの筆者らの地質調査によって確認したおもに掛川層群下部層の火山灰層の分布や岩相、岩石学的特徴を記載し、それらの層準を総括的に整理する。

なお本稿では、地質時代の特に第四紀の下限について、2009年6月29日に行われた国際地球科学連合(IUGS)の理事会で認められた国際層序委員会(ICS)による第四紀(更新世)の下限をGelasianの基底、すなわち2.588Maとする提案にしたがって記述する。

地質概説

本研究の調査地域には、下位から相良層群、掛川層群、小笠層群が分布する(Fig. 1)。また、本調査地域の東部には牧ノ原台地が広がり、台地部上部は更新世の内湾泥層からなる古谷層や河川礫層からなる牧之原層などが分布する(長田, 1980)。

相良層群は後期中新世の海成層で、本調査地域の東側に分布する。相良層群の岩相はおもに泥岩がち砂岩泥岩互層～泥岩層である(柴ほか, 1996)。掛川層群は前期鮮新世～前期更新世の海成層で、おもに厚さ5～20cmの砂層と泥層が規則的に重なるリズムカルな砂泥互層からなり、砂層の厚さが泥層よりも厚い砂がち砂泥互層や泥層の厚さが砂層よりも厚い泥がち砂泥互層、または砂層と泥層の厚さがほぼ同等の当量砂泥互層に岩相を区分できる。下位の相良層群や倉真層群くらみなど基盤岩と接する地域には礫層が分布する。また、泥層が卓越して分布する地域や層準もある。小笠層群は前期～中期更新世の海成または陸成層であり、本地域の南西端の南山丘陵にその下部のおもに礫層が分布する(石田ほか, 1980)。

柴ほか(2000, 2007)および柴(2005)は、掛川

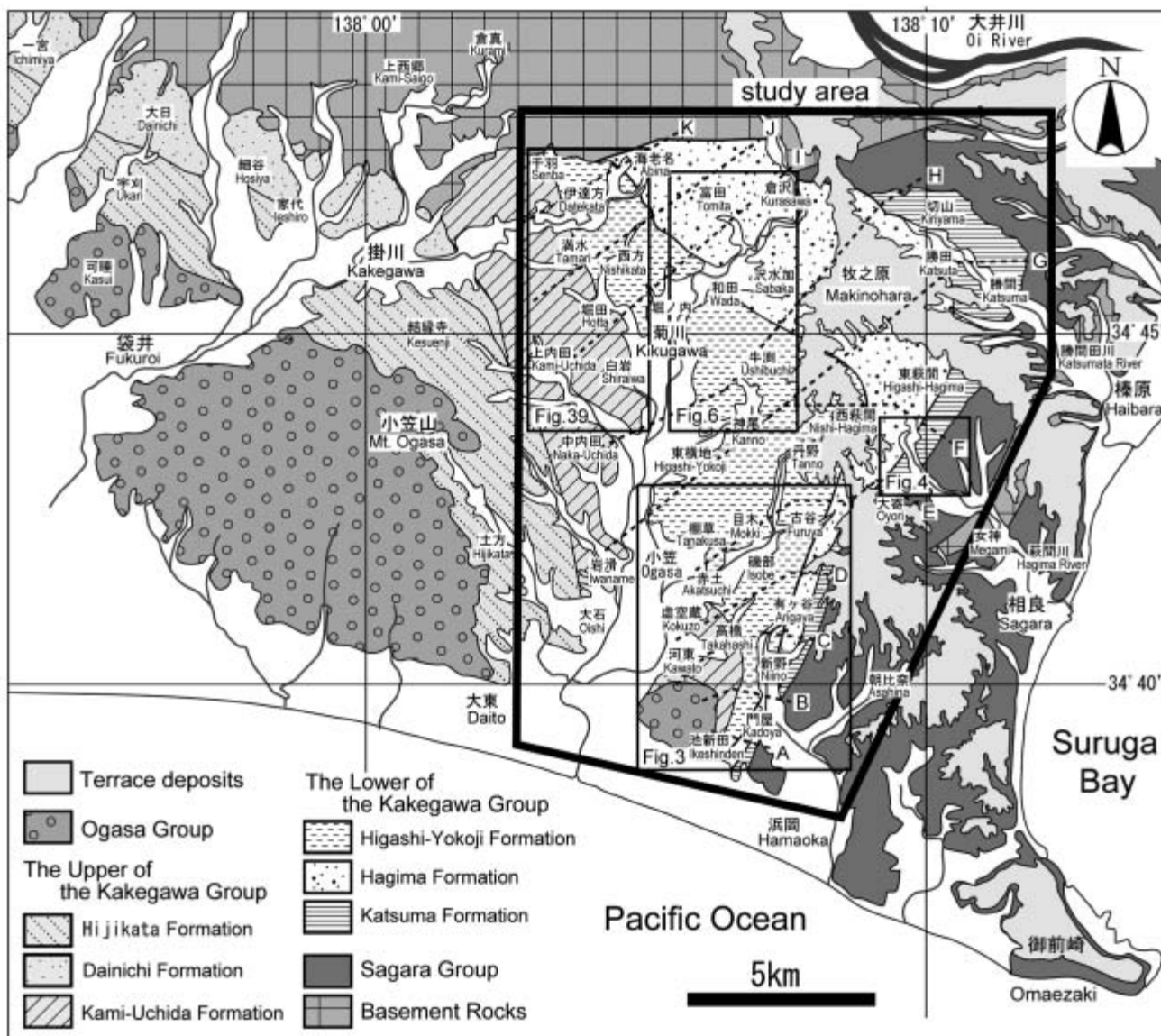


Fig. 1 Index map of the study area, from Omaezaki to Kakegawa in Shizuoka Prefecture, central Japan. The area surrounded by thick line represents the study area. The area surrounded by the thin line represents the area of each figure. Dotted line with letter shows distribution of the columnar sections in Fig. 44.

層群に挟在する多数の火山灰層の層準をもとに岩相や堆積体を区別し、堀田火山灰層（白岩火山灰層とも呼ばれる）の基底付近で下部層と上部層に区分し、掛川層群下部層を下位から勝間層、萩間層、東横地層に、上部層は下位から上内田層、大日層、土方層に区分した。また、下部層と上部層はそれぞれひとつの第3オーダーシーケンスから構成されるとして、下部層では勝間層と萩間層を低海水準期堆積体に、東横地層を高海水準期堆積体とした。

本稿の層序と従来のおもな研究者の層序を対比する形で Fig. 2 に示す。

本地域に分布する掛川層群の層序と岩相

本調査地域には、掛川層群下部層の勝間層、萩間層、東横地層と、上部層の上内田層が分布する。本稿では掛川層群下部層の萩間層と東横地層の境界を、柴（2005）の定義を改定し、有ヶ谷I火山灰層の下位で砂がち砂泥互層から泥がち砂泥互層に変化する層準付近とする。その理由は、岩相と火山灰層の分布から明らかになった層厚の変化から、おもに砂がち砂泥互層からなる萩間層に対して、その上位の有ヶ谷I火山灰層を含むおもに泥がち砂泥互層からなる地層がダウンラップしていることが明確になったためである。

また、東横地層の上限、すなわち掛川層群下部層

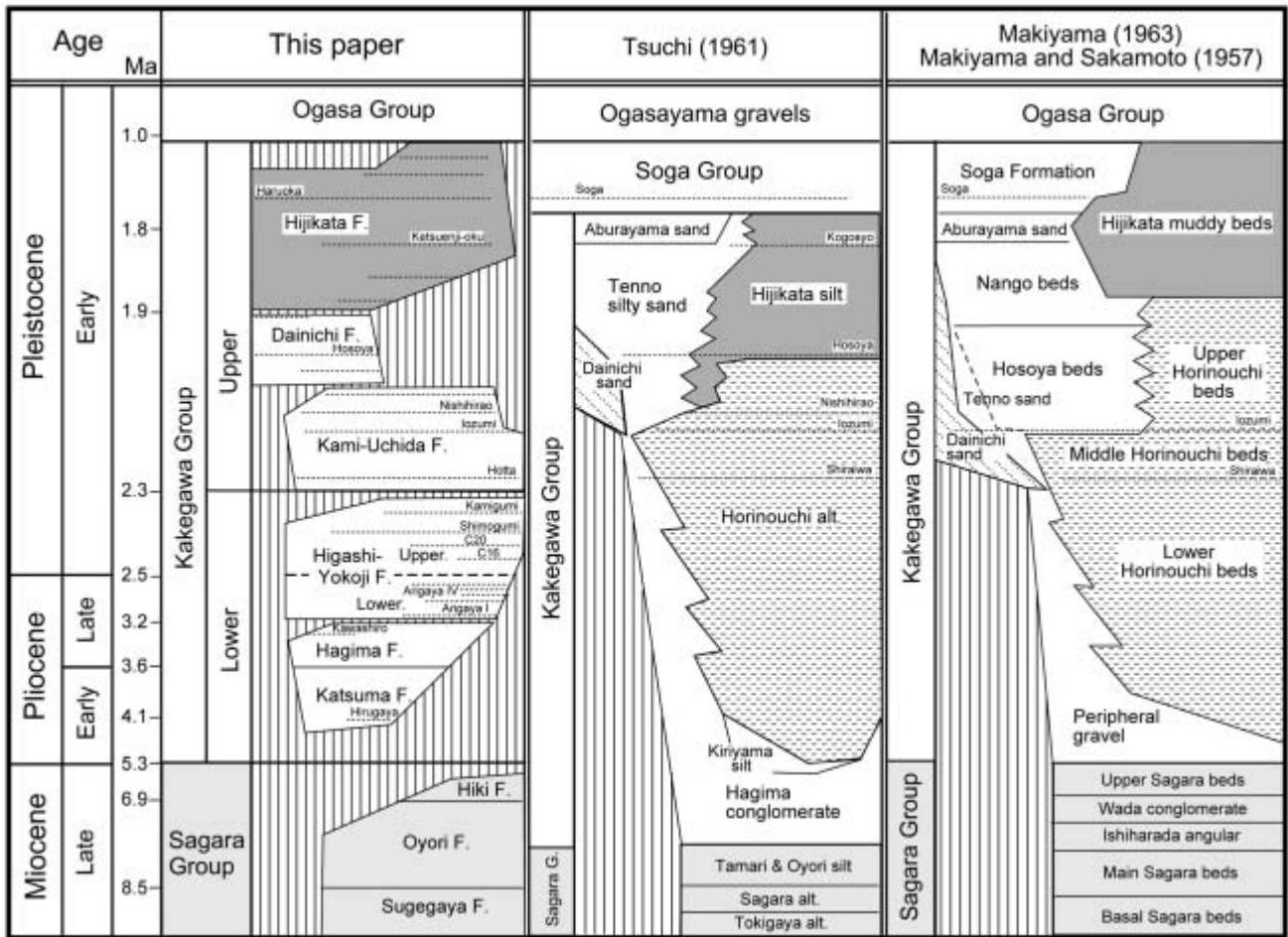


Fig. 2 Comparison of the stratigraphical studies of the Kakegawa Group including in this study. Dotted line with name is a volcanic ash bed and its name. G.: Group, F.: Formation, alt.: Alternating interbeds of sandstone and siltstone.

と上部層を、柴（2005）の定義にしたがい堀田火山灰層の基底付近で分けた。その理由は、東横地層の最上部の火山灰層が本調査地域北部で堀田火山灰層の基底付近の下位で認められず、堀田火山灰層の基底付近に対してトップラップする累重形態を示すためである。

掛川層群下部層の基底を構成する勝間層は、その下部が淘汰の悪い礫層や砂層、泥がち砂泥互層からなり、勝間田川流域の牧之原市勝間から切山にかけて分布する。それらは柴ほか（1996）の勝間礫岩層、柿ヶ谷砂岩層、勝田泥岩優勢互層、荒谷砂岩層、中島礫岩層にあたる。勝間層の上部は泥がち砂泥互層が主体で、本調査地域では牧之原市西萩間の東から大寄、御前崎市新野にかけて分布する。本層下部には挟在する火山灰層は認められなかったが、上部には蛭ヶ谷火山灰層と大寄火山灰層、B19～B24火山灰層などが挟在する。

萩間層はおもに砂がち砂泥互層からなり、菊川市

富田から倉沢、沢水加、牛瀨、牧之原市勝田、牧之原市東萩間、西萩間、御前崎市新野に分布する。分布の北縁にあたる菊川市倉沢や富田から掛川市海老名にかけては淘汰の悪い礫層が分布し、菊川町沢水加から牛瀨地域では泥がち砂泥互層が分布する。分布の東南部にあたる牧之原市では砂がち砂泥互層が卓越し、西萩間では層厚 50m ほどの砂層が 2 層挟在する。挟在する火山灰層は、富田地域で河城火山灰層を確認したのみである。

東横地層はおもに等量砂泥互層と泥がち砂泥互層からなり、掛川市伊達方から菊川市西方、堀之内、半済、神尾、東横地、目木、棚草、高橋、丹野、古谷、御前崎市新野、門屋にかけて分布する。分布の北縁にあたる伊達方の北には淘汰の悪い礫層が分布し、西方では塊状の泥層が分布する。東横地層は有ヶ谷火山灰層グループを含む層準を下部層とし、その上位から堀田火山灰層の下位付近までの層準を上部層として区分する。その理由は、有ヶ谷火山灰層

グループを含む下部層に対して上部層が明瞭にダウンラップするためである。本層下部層には7層の有ヶ谷火山灰層グループの火山灰層が挟在し、本層上部層には塩買坂火山灰層グループ、目木火山灰層グループ、C6～C25火山灰層、下組火山灰層、上組火山灰層など34層の火山灰層が挟在する。

掛川層群上部層に含まれる上内田層は、おもに泥がち砂泥互層からなり、掛川市満水から上内田、菊川市中内田、掛川市岩滑、御前崎市大石、河東にかけて北北西-南南東方向に分布する。掛川市満水付近には泥層が分布し、本層中部層準に等量砂泥互層が挟在する。本調査地域には、おもに下位より堀田火山灰層、坊之谷火山灰層、岩滑火山灰層、五百済火山灰層などの火山灰層が挟在する。

掛川層群下部層の地質時代

掛川層群に挟在する火山灰層と広域火山灰層との対比、および年代測定については、Shibata et al. (1984)、水野ほか (1987)、里口ほか (1996, 1999)、黒川 (1999)、田村ほか (2005)、Nagahashi and Satoguchi (2007) などの研究がある。

田村ほか (2005) によれば、勝間層の B22 火山灰層は 4.1Ma 付近の広域火山灰層の坂井火山灰層に相当するとした。また、Shibata et al. (1984) は、勝間層の蛭ヶ谷火山灰層、萩間層の有ヶ谷 I 火山灰層、掛川層群上部層の五百済火山灰層のフィッシュン・トラック (以下 F.T. とする) 年代値をそれぞれ、 $4.1 \pm 0.2\text{Ma}$ 、 $3.2 \pm 0.6\text{Ma}$ 、 $2.3 \pm 0.5\text{Ma}$ とした。また、水野ほか (1987) は、東横地層下部層の有ヶ谷 IV 火山灰層の F.T. 年代値を $2.5 \pm 0.2\text{Ma}$ とした。広域火山灰層のまとめを行った Nagahashi and Satoguchi (2007) は、有ヶ谷 I 火山灰層が東海層群の長明寺 II 火山灰層や古琵琶湖層群の相模 I 火山灰層、大坂層群の土生滝 I 火山灰層に対比されるとして 2.85Ma に、有ヶ谷 IV 火山灰層は新潟地域の西山層中部に挟在する二田城火山灰層に対比されるとして 2.7Ma に、また堀田火山灰層 (白岩火山灰層) は東海層群の小社火山灰層と古琵琶湖層群の虫生野火山灰層に対比されるとして 2.25Ma に相当するとした。

掛川層群の古地磁気層序学的研究を行った Yoshida and Niitsuma (1976) のデータと前述の年代データから、本稿の萩間層から東横地層下部層にあたる層準はほぼ Gauss 正磁極帯 (C2An: 3.6 ~

2.58Ma) にあたり、東横地層上部層の基底は 2.58Ma 以降に相当すると考えられる。これらの結果から、勝間層は下限の詳細は不明だが少なくとも約 4.5Ma より 3.6Ma までの間で、萩間層は約 3.6Ma ~ 3.2Ma、東横地層下部層は 3.2Ma ~ 2.58Ma の間、東横地層上部層は 2.58Ma ~ 2.25Ma の間に堆積した地層と推定できる。

第四紀の下限が Gelasian の基底の 2.588Ma となったため、掛川層群においては東横地層上部層の基底がほぼ鮮新/更新世の境界に相当し、東横地層上部層から掛川層群上部層の土方層下部までは Gelasian に対比される。約 3.6Ma から始まる萩間層と東横地層下部層は Piacenzian に対比され、勝間層は Zanclean の上部に対比される。

火山灰層の記載方法と分析方法

本研究では、おもに掛川層群下部層に挟在する火山灰層について、その岩相と岩石学的特徴、特に火山ガラスの形状と屈折率の特徴を記載する。火山灰層の野外での岩相記載は、層厚、色、粒度、内部堆積構造などを記載し、ほぼすべての地点で分析用試料を採取した。粒度は Fisher (1961) の区分に従い、シルトサイズ以下を細粒火山灰とし、砂サイズのもの粗粒火山灰とした。

火山灰分析の方法は、分析試料を乾燥、洗浄後、篩別し、1/4mm ~ 1/16mm の粒度のものについて、全鉱物組成、火山ガラスの形状、火山ガラスの屈折率の測定を行った。全鉱物組成と火山ガラスの形状は、200 粒以上を同定し、粒数%によってその組成とした。火山ガラスの形状の分類は吉川 (1976) に従った。火山ガラスの屈折率の測定は、Yoshikawa (1984) の標準ガラスを用いた分散法によって測定した。

本稿では、掛川層群の 53 層の火山灰層を記載し、そのうちの 39 層と相良層群の 1 層の火山灰分析を行った。火山灰分析を行った試料採取点は 87 地点で、試料数の総計は 124 個である。

火山灰層の記載

水野ほか (1987) は、御前崎市新野~菊川市棚草地域に分布する火山灰層を下位から順に B の地点番号で呼び、御前崎市門屋~菊川市河東地域に分布

する火山灰層を下位から順にCの地点番号で呼んだ。里口ほか(1996)は、水野ほか(1987)にしたがい火山灰層を確認し、または新たな火山灰層を発見して記載した。

本稿では、おもに掛川層群下部層の火山灰層を下位から勝間層、萩間層、東横地層の層準ごと、いくつかの地域に分けて下位から記載する。また、それに加えて、本調査地域に分布する相良層群のB18火山灰層と掛川層群上部層の上内田層に挟在する堀田火山灰層およびその上位のいくつかの火山灰層についても記載する。

火山灰分析の結果については、相良層群と掛川層群勝間層と萩間層、東横地層下部層のものはTable 1に、東横地層上部層のものはTable 2に、上内田層のものはTable 3に示す。

1. 相良層群

御前崎市黒田の茶畑の露頭 (Fig. 3) で水野ほか(1987)が報告した火山灰層のうち、相良層群のB18火山灰層を確認したので記載する。

B18火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 黒田の茶畑の露頭東側 (Loc. 4) の泥岩層中に分布。黒田の茶畑の露頭で、後述するB19火山灰層の10~15m下位に見られる。

[試料] Loc. 4 (07092504)

[岩相] 層厚が2~5cmで、不連続。黄白色の細粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の軽鉱物と重鉱物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め、屈折率は1.514-1.516 (1.515 : モード, 以下同様)。

Table 1 The petrographic properties of the volcanic ash beds intercalated in the Katsuma, the Hagima and the Lower Higashi-Yokoji Formation in the Lower of the Kakegawa Group. H.F.: the Hagima Formation. *: very little. L.M.: Light mineral, H.M.: Heavy mineral.

Group Formation	Ash name		Locality	Thickness	Sample No.	Reflective index of glass			Glass and Mineral composition (%)									
	Japanese	English				Shape of glass shard			L.M.	H.M.								
						Min.	Max.	Mode			Ha	Hb	Ca	Cb	Ta	Tb	Oth.	
The Lower of the Kakegawa Group	The Lower of the Higashi-Yokoji Formation	有ヶ谷VI	Arigaya VI	33	240	07092501	1.500	1.502	1.501	24	14	10	8	21	11	0	9	3
		有ヶ谷VI	Arigaya VI	33	240	99090207	1.499	1.502	1.501	0	22	22	3	6	3	1	29	14
		有ヶ谷VI	Arigaya VI	33	200	99090206	1.497	1.501	1.500	1	28	25	5	8	8	5	15	5
		有ヶ谷V	Arigaya V	32	60	99091804	1.501	1.504	1.503	1	15	20	4	20	4	11	12	14
		有ヶ谷V	Arigaya V	28	60	99091503	1.501	1.503	1.502	0	30	17	6	6	5	6	10	20
		有ヶ谷V	Arigaya V	28	60	99091502	1.509	1.512	1.510	1	10	9	1	3	2	4	39	31
		有ヶ谷V	Arigaya V	27	120	07120201	1.505	1.507	1.506	11	28	10	5	28	7	0	8	2
		有ヶ谷V	Arigaya V	27	120	99090209	1.507	1.510	1.509	4	31	26	5	12	4	2	10	5
		有ヶ谷V	Arigaya V	27	120	99090208	1.501	1.503	1.502	1	32	54	10	0	0	0	2	1
		有ヶ谷V	Arigaya V	26	120	99021907	1.500	1.503	1.502	2	14	9	3	2	5	23	34	6
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	25	200	07120202	1.498	1.499	1.499	15	34	10	7	24	7	0	3	*
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	25	200	99090210	1.496	1.499	1.498	1	52	31	4	3	2	1	4	3
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	24	100	98112502	1.495	1.499	1.497	1	24	38	27	5	1	0	2	0
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	20	110	00052202	1.497	1.499	1.498	1	39	12	22	0	*	0	15	12
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	20	110	00052201	1.497	1.500	1.498	1	53	3	6	0	0	0	31	6
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	21	160	98112501	1.498	1.500	1.498	2	39	29	23	3	1	1	1	2
		有ヶ谷IV下	Arigaya IV-shita	20	30	00052203	1.500	1.503	1.502	8	33	2	6	0	0	0	48	4
		有ヶ谷III	Arigaya III	19	30	99091504	1.498	1.502	1.500	1	35	19	5	4	2	10	9	16
		有ヶ谷III	Arigaya III	19	20	98112503	1.498	1.500	1.498	5	40	27	19	2	3	1	1	2
		有ヶ谷III	Arigaya III	18	20	00052204	1.498	1.500	1.499	2	33	2	3	*	*	0	46	14
	有ヶ谷II	Arigaya II	17	80	99091906	1.499	1.501	1.500	1	20	23	3	1	1	5	38	8	
	有ヶ谷II	Arigaya II	17	80	99091505	1.497	1.500	1.498	1	20	18	5	6	2	8	26	15	
	有ヶ谷II	Arigaya II	16	100	99090205	1.498	1.502	1.499	3	32	16	2	3	3	4	8	30	
	有ヶ谷II	Arigaya II	16	100	99090204	1.496	1.497	1.497	1	24	15	2	2	1	1	37	19	
	有ヶ谷II	Arigaya II	16	100	07120208	1.497	1.500	1.499	17	32	17	3	14	8	0	7	3	
	有ヶ谷I	Arigaya I	15	100	99021905	1.499	1.502	1.500	4	51	12	3	7	9	3	5	8	
	有ヶ谷I	Arigaya I	15	100	99021904	1.497	1.500	1.499	1	35	21	2	1	7	9	13	11	
	有ヶ谷I	Arigaya I	13	80	07120203	1.499	1.501	1.500	16	44	9	6	17	5	0	2	*	
	有ヶ谷I	Arigaya I	13	80	99090203	1.498	1.501	1.499	2	33	20	4	18	5	8	6	5	
	有ヶ谷I	Arigaya I	11	90	99090202	1.498	1.502	1.500	0	17	10	1	2	1	1	32	35	
有ヶ谷I	Arigaya I	11	90	99090201	1.495	1.499	1.497	3	39	19	6	4	5	7	12	5		
Katsuma F.	H.F.	河城	Kawashiro	10	20	98111201	1.518	1.523	1.521	1	1	0	0	0	0	90	8	
		河城	Kawashiro	9	20	Kawashiro	1.514	1.524	1.521	1	*	*	0	0	0	1	88	9
	B22	B22	6	2-5	07092503	1.498	1.500	1.499	23	31	7	9	16	10	0	4	*	
	B19	B19	5	10-20	07092502	1.497	1.500	1.498	15	40	2	5	27	8	0	3	*	
	大寄	Oyori	3	30	09121301	1.498	1.501	1.499	10	4	30	1	36	2	0	6	11	
大寄	Oyori	3	30	09121302	1.499	1.500	1.499	13	2	31	0	32	2	0	8	13		
大寄	Oyori	3	30	09121303	1.499	1.500	1.499	13	3	14	1	43	2	0	7	17		
蛭ヶ谷	Hirugaya	1	200	94033003	1.497	1.499	1.498	17	11	10	12	25	16	0	7	2		
Sagara G.	B18	B18	4	2-5	07092504	1.514	1.516	1.515	4	9	6	3	58	4	0	15	2	

Table 2 The petrographic properties of the volcanic ash beds intercalated in the Upper Higashi-Yokoji Formation in the Lower of the Kakegawa Group. *: very little. L.M.: Light mineral, H.M.: Heavy mineral.

Group Formation	Ash name		Locality	Thickness	Sample No.	Reflective index of glass			Glass and Mineral composition (%)									
	Japanese	English				Min.	Max.	Mode	Shape of glass shard							L.M.	H.M.	
									Ha	Hb	Ca	Cb	Ta	Tb	Oth.			
The Lower of the Kakegawa Group	The Upper of the Higashi-Yokoji Formation	上組	Kamigumi	92	160	07112102	1.501	1.503	1.502	18	19	12	2	34	3	0	9	3
		上組	Kamigumi	92	160	07112101	1.502	1.505	1.504	19	11	10	*	42	*	0	16	2
		上組	Kamigumi	90	200+	98070701	1.503	1.508	1.504	1	7	31	14	27	3	3	9	6
		上組	Kamigumi	87	400	07112103	1.502	1.505	1.504	12	12	11	10	38	13	0	4	*
		上組	Kamigumi	83	300+	07111405	1.503	1.505	1.504	6	24	11	7	35	13	0	3	*
		上組	Kamigumi	83	300+	07111404	1.503	1.505	1.505	21	12	5	3	42	5	0	7	4
		上組	Kamigumi	82	300+	07120207	1.503	1.506	1.505	13	16	16	2	43	3	0	6	2
		上組	Kamigumi	80	300+	07111408	1.503	1.506	1.505	6	4	6	2	70	8	0	3	*
		上組	Kamigumi	80	300+	07111407	1.503	1.506	1.505	7	15	10	7	33	12	0	15	2
		上組	Kamigumi	80	300+	98062903	1.502	1.508	1.505	1	3	15	6	37	1	1	18	19
		上組	Kamigumi	79	200+	07100305	1.504	1.505	1.505	9	12	12	10	40	10	0	6	*
		上組	Kamigumi	77	200+	00052801	1.504	1.506	1.505	0	9	10	9	42	3	*	11	16
		上組	Kamigumi	75	220	00050908	1.504	1.506	1.505	1	6	9	7	20	8	0	31	19
		上組	Kamigumi	73	200	00031402	1.504	1.506	1.505	*	2	18	4	58	1	*	11	5
		上組	Kamigumi	73	200	00031401	1.504	1.506	1.505	*	12	9	10	14	2	0	32	20
		上組	Kamigumi	72	160	07092506	1.503	1.504	1.504	5	3	12	6	45	15	0	5	9
		上組	Kamigumi	72	160	00031315	1.504	1.507	1.505	*	9	11	6	32	1	0	18	22
		上組	Kamigumi	72	160	00031314	1.504	1.506	1.505	*	6	4	2	7	1	0	50	30
		上組	Kamigumi	72	160	00031313	1.504	1.507	1.505	0	6	11	5	28	2	0	31	18
		上組	Kamigumi	72	160	00031312	1.504	1.507	1.505	0	3	16	2	63	1	0	11	4
		上組	Kamigumi	72	160	98100601	1.504	1.507	1.505	1	6	22	11	17	10	1	15	17
		天池東II	Tenike-higashi II	80	3	07111406	1.502	1.504	1.502	4	6	11	2	53	21	0	*	1
		天池東I	Tenike-higashi I	80	1-2	07120206	1.501	1.504	1.502	5	7	8	*	71	1	0	4	3
		間屋C	Kadoya C	72	10	00031311	1.511	1.513	1.513	*	2	13	1	22	4	0	46	12
		C22	C22	71	5	00050909	1.510	1.512	1.511	*	1	13	5	59	9	0	7	7
		C22	C22	70	5	00032404	1.510	1.512	1.511	0	4	18	3	55	8	0	8	4
		C22	C22	62	5	00031404	1.510	1.512	1.511	0	1	19	7	51	6	0	9	7
		下組上	Shimogumi-ue	71	10	00050910	1.502	1.505	1.504	0	1	8	11	39	10	0	24	6
		下組上	Shimogumi-ue	70	22	00032405	1.502	1.505	1.504	0	1	6	1	35	8	0	35	15
		下組上	Shimogumi-ue	61	40	00031307	1.503	1.505	1.504	*	2	3	5	33	13	1	31	11
		下組	Shimogumi	69	40+	98101001	1.497	1.498	1.497	9	26	26	23	2	1	5	5	3
		下組	Shimogumi	68	180	07112104	1.499	1.500	1.499	11	8	18	9	35	9	0	8	2
		下組	Shimogumi	68	180	98063003	1.498	1.500	1.498	9	21	20	11	1	2	1	21	16
		下組	Shimogumi	65	200	00052807	1.498	1.499	1.498	3	27	5	13	6	5	0	24	16
		下組	Shimogumi	64	80+	00052802	1.496	1.499	1.498	3	48	6	19	10	4	0	6	6
		下組	Shimogumi	63	25+	07100302	1.499	1.499	1.499	17	39	5	7	10	14	0	7	1
		下組	Shimogumi	62	85	00031403	1.497	1.499	1.498	5	47	11	18	11	4	0	3	1
		下組	Shimogumi	61	80	00031308	1.497	1.498	1.498	7	43	14	12	11	6	0	4	3
		下組下	Shimogumi-shita	64	2-3	00052803	1.497	1.499	1.498	1	6	11	26	4	7	1	32	12
		C20	C20	57	23	00052806	1.500	1.501	1.501	0	2	9	7	9	7	0	35	30
		C20	C20	57	23	00052805	1.499	1.501	1.500	0	2	10	5	12	8	*	44	20
		C20	C20	58	23	00052804	1.499	1.501	1.500	0	4	9	7	18	7	*	37	19
		C20	C20	56	13	00032403	1.500	1.502	1.501	*	3	9	3	14	11	0	42	18
		C20	C20	56	13	00032402	1.499	1.501	1.500	*	3	13	7	25	10	0	28	16
		三沢 (C20)	Misawa (C20)	47	25	07100309	1.500	1.502	1.501	12	12	12	11	34	13	0	4	2
		C17	C17	55	30	07100301	1.503	1.505	1.505	15	5	11	5	28	13	0	20	3
		C17	C17	52	10-25	00052207	1.504	1.506	1.505	1	16	18	13	18	5	0	17	12
		C16	C16	54	7	00050901	1.506	1.508	1.507	0	1	14	2	50	10	0	20	4
		C16	C16	53	8	00032407	1.507	1.509	1.508	0	1	10	3	51	7	0	23	5
		C16 (B33)	C16 (B33)	52	13	00052206	1.506	1.509	1.507	0	0	13	3	58	7	0	13	4
B32	B32	52	120	00052205	1.501	1.503	1.502	*	20	18	20	12	4	0	20	7		
門屋A	Kadoya A	51	10	07092505	1.502	1.504	1.503	10	6	6	2	56	9	0	8	2		
市場	Ichiba	40	5-7	07100306	1.502	1.503	1.503	10	7	12	5	44	11	0	8	3		
目木II	Mokki II	43	2-3	07100308	1.504	1.505	1.504	13	30	20	13	11	11	0	2	2		
目木I	Mokki I	43	20	07100307	1.503	1.505	1.504	11	12	22	11	26	11	0	7	*		
C14	C14	49	3	00032406	1.504	1.506	1.505	*	1	15	2	14	4	0	51	14		
畑崎II	Hatazaki II	42	40	99091802	1.498	1.502	1.500	0	10	4	1	1	1	1	38	50		

2. 掛川層群下部層

2-1. 勝間層

勝間層の火山灰層は、牧之原市西萩間～大寄地域 (Fig. 4) と御前崎市新野地域 (Fig. 3) に分布する。

1) 牧之原市西萩間～大寄地域

本地域には、下位から蛭ヶ谷火山灰層と大寄火山

灰層が分布する。

蛭ヶ谷火山灰層 (茨木, 1986)

茨木 (1986) が命名し、水野ほか (1987) によって岩相と岩石学的記載が行われた。本火山灰層は柴ほか (1996) の勝田泥岩優勢互層基底部に挟在する。 [分布] 蛭ヶ谷 (Loc. 1) から和田 (Loc. 2) にかけて

Table 3 The petrographic properties of the volcanic ash beds intercalated in the Kami-Uchida Formation in the Upper of the Kakegawa Group. *: very little. L.M.: Light mineral, H.M.: Heavy mineral.

Group Formation	Ash name		Locality	Thickness	Sample No.	Reflective index of glass			Glass and Mineral composition (%)								
	Japanese	English				Min.	Max.	Mode	Shape of glass shard						L.M.	H.M.	
									Ha	Hb	Ca	Cb	Ta	Tb			Oth.
The Upper of the Kakegawa Group The Kami-Uchida Formation	坊之谷	Bonoya	134	20	98081002	1.498	1.502	1.500	1	11	28	19	16	13	0	9	4
	坊之谷	Bonoya	133	12	98112405	1.499	1.503	1.500	0	19	39	20	3	14	0	6	1
	間屋G	Kadoya D	131	10	00031405	1.511	1.513	1.511	0	0	4	*	17	*	0	52	25
	間屋F	Kadiya F	130	35	00031406	1.511	1.512	1.511	0	0	6	1	40	2	0	36	15
	門屋E	Kadoya E	129	30	00031303	1.493	1.496	1.494	1	11	14	15	23	9	0	17	9
	堀田	Hotta	128	20	98052303	1.499	1.502	1.500	5	9	13	12	3	0	*	9	49
	堀田	Hotta	128	20	98052302	1.497	1.503	1.500	14	21	21	16	10	7	3	2	5
	堀田	Hotta	127	20	98052301	1.501	1.504	1.502	14	11	22	26	20	4	1	3	9
	堀田	Hotta	123	1000	Shiraiwa	1.501	1.503	1.502	14	16	26	28	0	7	2	7	1
	堀田	Hotta	117	400+	07112105	1.501	1.504	1.503	12	42	10	7	14	11	0	4	2
	堀田	Hotta	117	400+	98051602	1.500	1.508	1.502	8	19	19	13	3	6	2	19	12
	堀田	Hotta	116	600+	07120205	1.500	1.503	1.502	16	44	12	4	15	4	0	4	*
	堀田	Hotta	116	600+	98051606	1.499	1.505	1.503	7	11	20	18	1	2	1	22	9
	堀田	Hotta	116	600+	98051605	1.501	1.504	1.503	7	10	15	7	5	12	1	8	38
	堀田	Hotta	115	500+	07112106	1.501	1.505	1.503	14	29	18	5	21	5	0	6	2
	堀田	Hotta	114	400+	07112107	1.502	1.503	1.502	15	24	15	14	11	14	0	6	1
	堀田	Hotta	113	1000	07112108	1.501	1.503	1.502	10	31	8	4	31	8	0	7	2
	堀田	Hotta	112	400+	07100304	1.502	1.503	1.502	21	19	17	13	9	13	0	6	1
	堀田	Hotta	103	1200+	00050907	1.502	1.504	1.503	3	34	7	17	11	7	2	17	1
	堀田	Hotta	102	1600+	00050906	1.502	1.504	1.503	4	34	6	20	6	2	0	18	2
	堀田	Hotta	96	1000+	00031305	1.502	1.503	1.503	6	22	7	8	15	10	0	17	14
	堀田	Hotta	95	2000	07092508	1.501	1.504	1.502	19	34	7	7	19	10	0	4	*
	堀田	Hotta	95	2000	07092507	1.503	1.504	1.503	14	24	14	14	17	13	0	3	*
	門屋D	Kadoya D	96	14	00031306	1.498	1.500	1.499	7	33	10	14	5	7	0	15	10
	門屋D	Kadoya D	95	14	07120204	1.498	1.501	1.500	11	38	5	8	24	6	0	6	2
	木ヶ谷池II	Kigayaike II	94	4	00050905	1.505	1.506	1.505	4	50	4	23	4	4	0	11	0
	木ヶ谷池I	Kigayaike I	94	5	00050904	1.500	1.501	1.501	1	7	1	4	1	*	0	67	17

て分布。

[試料] Loc. 1 (94033003).

[岩相] 層厚が200cm, 細粒砂サイズの白色粗粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の軽鉱物と重鉱物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め、屈折率は1.497-1.499 (1.498)。

大寄火山灰層 (新称)

本火山灰層は勝田泥岩優勢互層 (柴ほか, 1996) の平行葉理の発達する細粒砂岩層に挟在する。

[分布] 大寄の西 (Loc. 3)。

[試料] Loc. 3 (09121301, 09121302, 09121303)。

[岩相] 層厚30cmの細粒砂岩層中に、層厚5cmの白色または黄白色の細粒火山灰層が3層見られる (Fig. 5)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と黒雲母を含む。火山ガラスは多孔質型と扁平型が多く、中間型も見られ、その屈折率は1.498-1.501 (1.499)。

2) 御前崎市新野地域

本地域には、下位からB19, B20, B21, B22, B23, 想慈院火山灰層グループ, B24が分布する。水野ほか (1987) は、御前崎市黒田の茶畑の露頭で

B15 ~ B22の8層の火山灰層が報告し、そのうち掛川層群の火山灰層はB19 ~ B22の4層にあたる。本稿ではそのうちのB19とB22を泥がち砂泥互層中に確認したので記載する。

また、新野の篠ヶ谷想慈院付近で、3層の火山灰層 (想慈院火山灰層グループ) を新たに確認した。想慈院火山灰層グループと黒田の茶畑の露頭で確認されたB19とB22火山灰層との層序関係は不明である。

B19 火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 黒田の茶畑の露頭北側 (Loc. 5)。

[試料] Loc. 5 (07092502)。

[岩相] 層厚が10 ~ 20cmの白色細粒火山灰層。下部には細粒砂 ~ 中粒砂サイズの粗粒火山灰層が見られる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で重鉱物はほとんど含まれていない。火山ガラスは扁平型が大半を占め、その屈折率は1.497-1.500 (1.498)。

B22 火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 黒田の茶畑の露頭北西側 (Loc. 6)。B19火山灰層の10 ~ 15m上位の泥がち砂泥互層中にある。

[試料] Loc. 6 (07092503)。



Fig. 3 Locality map of the volcanic ash beds in Kadoya - Shimo-Hirakawa area. Black circle with number shows a location of the volcanic ash bed. Broken line shows the distribution of the same bed. The area surrounded by the black line represents the area of each figure. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Sagara", "Shimo-Hirakawa", "Omazaki" and "Chihama". The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Sj: Sojiin, Ar1-5: Arigaya I-V, Sk1: Shiokaizaka I, KdA: Kadoya A, Sg: Shimogumi, Kg: Kamigumi, Ho: Hotta, Bo: Bonoya, Iw: Iwaname, Io: Iozumi.

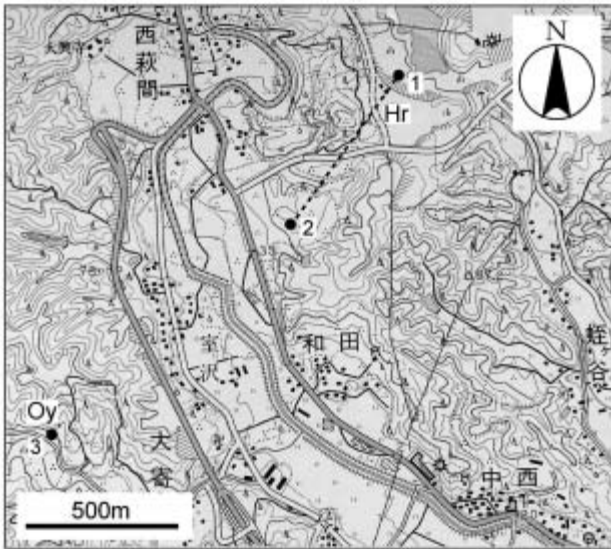


Fig. 4 Locality map of the volcanic ash beds in Nishi-Hagima - Oyori area. Black circle with number shows a location of the volcanic ash bed. Broken line shows the distribution of the same bed. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Sagara". The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Hr: Hirugaya, Oy: Oyori.



Fig. 5 Photograph of the Oyori volcanic ash bed at location 3.

[岩相] 層厚が2～3cmの細粒白色火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で重鉱物はほとんど含まれていない。火山ガラスは扁平型が大半を占め、その屈折率は1.498-1.500 (1.499)。

想慈院火山灰層グループ

篠ヶ谷想慈院付近に分布する泥がち砂泥互層中に挟在する3層の火山灰層を想慈院火山灰層グループとして、下位から想慈院Ⅰ、想慈院Ⅱ、想慈院Ⅲ火山灰層とする。

想慈院Ⅰ火山灰層 (新称)

[分布] 篠ヶ谷想慈院南側の川床 (Loc. 7)。

[岩相] 層厚が5cmの白色細粒火山灰層。

想慈院Ⅱ火山灰層 (新称)

[分布] 篠ヶ谷想慈院西側の崖 (Loc. 8)。想慈院Ⅰ火山灰層の約100m上位にある。

[岩相] 層厚が10cmの白色細粒火山灰層。

想慈院Ⅲ火山灰層 (新称)

[分布] 篠ヶ谷想慈院西側の崖 (Loc. 8)。想慈院Ⅱ火山灰層の約10m上位にある。

[岩相] 層厚が20～30cmの白色細粒火山灰層。

2-2. 萩間層

萩間層は本調査地域の東側、おもに萩間川流域から勝間川の西側、その北側の菊川市富田地域に広く分布する。萩間層では富田地域 (Fig. 6) で砂がち砂泥互層中に河城火山灰層を確認した以外に火山灰層を発見していない。

河城火山灰層 (新称)

[分布] 富田の河城 (Loc. 9) から公文名の中池の東 (Loc. 10) にかけて分布。

[試料] Loc. 9 (kawashiro), Loc. 10 (98111501)。

[岩相] 層厚が20cmの火山灰質シルト層中に、層厚1～2cmの白～灰白色の細粒火山灰層を3～4層見られる (Fig. 7)。

[岩石学的特徴] おもに石英と長石からなり、少量の火山ガラスと重鉱物を含む。火山ガラスの屈折率は1.514-1.524 (1.521)。

2-3. 東横地層

東横地層は、御前崎市門屋から新野、菊川市高橋から磯部、下川原から丹野川流域 (Fig. 3)、さらに北側の牛淵地域 (Fig. 6) に広く分布し、これまでに多数の火山灰層が報告されている。ここでは、東横地層下部層と上部層に分けて、それぞれの火山灰層を記載する。

2-3-1. 東横地層下部層

東横地層下部層は、御前崎市新野の新野川よりおもに東側からその北側に、菊川市古谷から牛淵に分布し、下位からB25, B26, 有ヶ谷Ⅰ, 有ヶ谷Ⅱ, 有ヶ谷Ⅲ, 有ヶ谷Ⅳ下, 有ヶ谷Ⅳ, 有ヶ谷Ⅴ, 有ヶ谷Ⅵ火山灰層が挟在する。B25とB26火山灰層は未確認である。また、水野ほか (1987) では有ヶ谷火山灰層はⅠ～Ⅴまでとしていたが、有ヶ谷Ⅳの下位に有ヶ谷Ⅳ下火山灰層を、さらに有ヶ谷Ⅴ火山灰



Fig. 6 Locality map of the volcanic ash beds in Ushibuchi - Tomita area. Black circle with number shows a location of the volcanic ash bed. Broken line shows the distribution of the same bed. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Sagara", "Shimo-Hirakawa", "Shimada" and "kakegawa". The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Ks: Kawashiro, Ar1: Arigaya I, Ar5: Arigaya V.

層の上位に有ヶ谷Ⅵ火山灰層を確認した。これら，“有ヶ谷”にナンバーのふられた火山灰層を有ヶ谷火山灰層グループとする。

有ヶ谷火山灰層グループ

東横地層下部層に挟在する，下位から有ヶ谷Ⅰ，有ヶ谷Ⅱ，有ヶ谷Ⅲ，有ヶ谷Ⅳ下，有ヶ谷Ⅳ，有ヶ谷Ⅴ，有ヶ谷Ⅵ火山灰層であり，これらを有ヶ谷火山灰層グループとする。長谷から北部では，有ヶ谷Ⅰ～Ⅲ火山灰層は泥がち砂泥互層に挟在し，その上



Fig. 7 Photograph of the Kawashiro volcanic ash bed at location 10.

位の有ヶ谷Ⅳ下～Ⅵ火山灰層は等量砂泥互層中に挟在する。

有ヶ谷Ⅰ火山灰層（水野ほか，1987）

Tsuchi (1976) の Arigaya tuff に相当する。

[分布] 御前崎市長谷 (Loc. 11) から新野 (Loc. 12, 13)，菊川市牛淵 (Loc. 14, 15) に分布。

[試料] Loc. 11 (99090201, 99090202)，Loc. 13 (07120203, 99090203)，Loc. 15 (99021904, 99021905)。

[岩相] 層厚が 80～100cm，灰白～白色の細粒砂サイズの粗粒火山灰からになり，細粒火山灰層と互層する部分もある。粗粒火山灰層には斜交層理が見られる (Fig. 8 と Fig. 9)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で，少量の石英と長石，重鉍物を含む。火山ガラスは扁平型～中間型が主体で，少量の多孔質型を含み，その屈折率は 1.495-1.502 (1.500)。

有ヶ谷Ⅱ火山灰層（水野ほか，1987）

新野 (Loc. 16) で有ヶ谷Ⅰ火山灰層の上位約 50m にある。

[分布] 御前崎市新野 (Loc. 16) から菊川市古谷 (Loc. 17) まで分布。

[試料] Loc. 16 (99090204, 99090205, 07120208)，Loc. 17 (99091505, 99091506)。

[岩相] 層厚が 80～100cm，おもに黄白色～白色の細粒～極細粒砂サイズの粗粒火山灰層で，上部に白色～灰白色の細粒火山灰層が挟在する。粗粒火山灰層には斜交層理が見られ，細粒火山灰層にはマッドクラストを含むスランプ構造が見られる (Fig. 8 と Fig. 10)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で，少量の石英

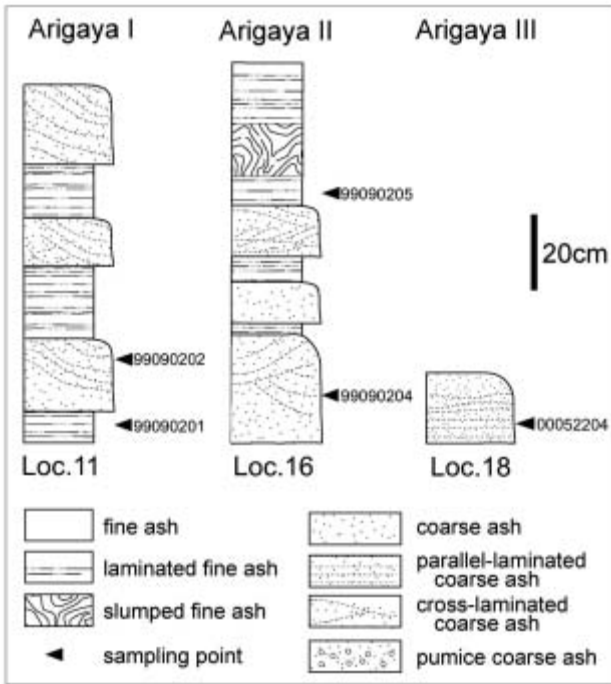


Fig. 8 Geological columnar sections of the Arigaya I, II, III volcanic ash beds at location 11, 16 and 18. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.



Fig. 9 Photograph of the Arigaya I volcanic ash bed at location 11.

と長石，重鉍物を含む。火山ガラスは扁平型～中間型が主体で多孔質型は少なく，その屈折率は 1.496-1.502 (1.499)。

有ヶ谷Ⅲ火山灰層 (水野ほか，1987)

水野ほか (1987) および里口ほか (1996) の採取地で本火山灰層を確認できなかったが，その採取地の近傍 (Loc. 18) に露出する火山灰層を，里口ほか (1996) の記載と対比させて有ヶ谷Ⅲ火山灰層と同定した。

[分布] 新野 (Loc. 18) から菊川市川東 (Loc. 19)



Fig. 10 Photograph of the Arigaya II volcanic ash bed at location 16.

まで分布。

[試料] Loc. 18 (00052204)，Loc. 19 (98112503，99091504)。

[岩相] 層厚 20cm，白色の細粒砂～中粒砂サイズの粗粒火山灰層で，下部に有色鉍物の葉理や斜交層理が見られる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスと長石が多く，重鉍物を含む。重鉍物は黒雲母と角閃石，斜方輝石，不透明鉍物，極少量のジルコンからなる。火山ガラスは扁平型が主体で，中間型を含み，多孔質型は少なく，その屈折率は 1.498-1.502 (1.499)。

有ヶ谷Ⅳ下火山灰層 (新称)

新野 (Loc. 20) で有ヶ谷Ⅳ火山灰層の 3m 下位にある。

[分布] 新野 (Loc. 20) に分布。

[試料] Loc. 20 (00052203)。

[岩相] 層厚 30cm，灰白色の極細粒砂～細粒砂サイズの粗粒火山灰層 (Fig. 11)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスと長石が多く，重鉍物を含む。重鉍物是不透明鉍物がやや多く，斜方輝石，黒雲母と角閃石，極少量の単斜輝石からなる。火山ガラスは扁平型が主体で，多孔質型を含まず，その



Fig. 11 Photograph of the Arigaya IV-Shita volcanic ash bed at location 20.

屈折率は 1.500-1.503 (1.502).

有ヶ谷Ⅳ火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 新野 (Loc. 21, 22, 23) から有ヶ谷 (Loc. 20, 24, 25) まで分布.

[試料] Loc. 21 (98112501), Loc. 20 (00052201, 00052202), Loc. 24 (98112502), Loc. 25 (99090210, 07120202).

[岩相] 層厚が 100 ~ 240cm, おもに白色~茶白色の細粒砂サイズの粗粒火山灰層. 下部は軽石を含み平行葉理が見られ, 上部には斜交葉理または細粒火山灰層との互層部が見られ, その互層部にはスランプ構造が見られる場合がある. 最下部には細粒砂サイズの黒雲母粒が目立つ (Fig. 12 と Fig. 13).

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で, 少量の長石と重鉍物を含む. 重鉍物は黒雲母と角閃石が多く, 極少量の斜方輝石と単斜輝石を含む. 火山ガラスは扁平型が大半を占め中間型も含まれ, その屈折率は 1.495-1.500 (1.498).

有ヶ谷Ⅴ火山灰層 (水野ほか, 1987)

有ヶ谷 (Loc. 27) で有ヶ谷Ⅳ火山灰層の 25m 上位にある.

[分布] 御前崎市門屋 (水野ほか, 1987 の C12) から, 新野 (Loc. 26), 有ヶ谷 (Loc. 27), 菊川市川東 (Loc. 28, 29), 牛湊 (Loc. 30, 31, 32) まで分布.

[試料] Loc. 26 (99021907), Loc. 27 (99090208, 99090209, 07120201), Loc. 28 (99091502, 99091503), Loc. 32 (99091804).

[岩相] 層厚が 60 ~ 120cm, 白色~灰色の細粒火山灰および細粒砂~中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなる. 下部は細粒火山灰層と粗粒火山灰層の互層からなり, 中部は粗粒火山灰層, 上部は細粒火山灰

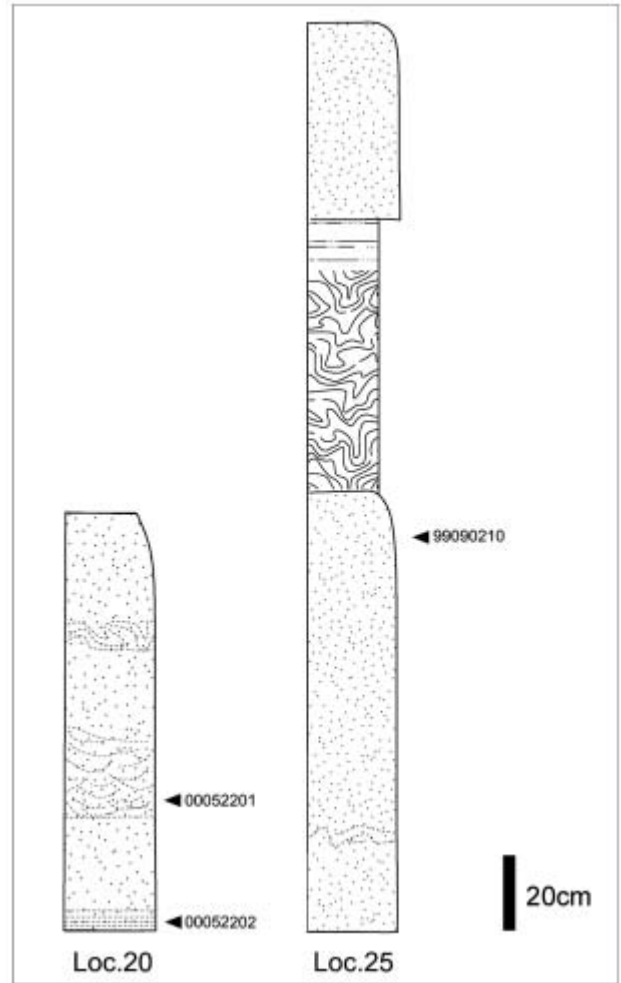


Fig. 12 Geological columnar sections of the Arigaya IV volcanic ash bed at location 20 and 25. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.



Fig. 13 Photograph of the Arigaya IV volcanic ash bed at location 20.

層からなる. 全体的に平行葉理が見られる (Fig. 14).

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で, 長石と石英, 重鉍物を含む. 重鉍物は黒雲母と角閃石, 少量のジ

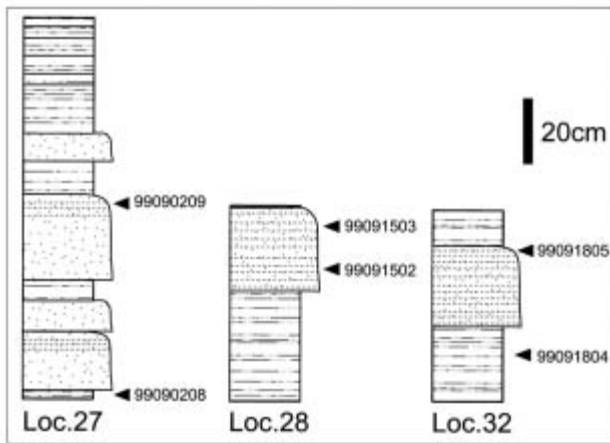


Fig. 14 Geological columnar sections of the Arigaya V volcanic ash bed at location 27, 28 and 32. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

ルコンからなる。火山ガラスは扁平型と中間型からなり、多孔質型も含まれ、その屈折率は1.500-1.512 (1.505)。

有ヶ谷VI火山灰層 (新称)

有ヶ谷 (Loc. 33) で有ヶ谷V火山灰層の25m上位にある。

[分布] 有ヶ谷 (Loc. 33) に分布。

[試料] Loc. 33 (99090206, 99090207, 07092501)。

[岩相] 層厚が200cm, 細礫サイズの軽石を含む白色の細粒火山灰層と細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなり、下半部は細粒火山灰層からなり、上半部は平行葉理が見られる粗粒火山灰層からなる。また、最上部にはスランプ構造が見られる (Fig. 15)。
[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で、少量の石英と重鉍物、長石を含む。火山ガラスは扁平型と中間型が多く、多孔質型も含まれ、その屈折率は1.497-1.502 (1.501)。

2-3-2. 東横地層上部層

東横地層上部層は、御前崎市有ヶ谷から北側の菊川市下川原にかけて (Fig. 3) 分布し、多数の火山灰層を挟在する。しかし、地域によって異なる火山灰層があることと各地域間の火山灰層対比が十分でないことから、本稿では以下の4つの地域に分けて火山灰層を記載する。すなわち、御前崎市有ヶ谷の北側にあたる 1) 磯部地域と 2) 目木地域、またその南側にあたる御前崎市門屋から新野 (新野川よりおもに西側地域)、その北西側にあたる菊川市高橋に至る 3) 門屋-高橋地域、その北側の 4) 下平川地域である。

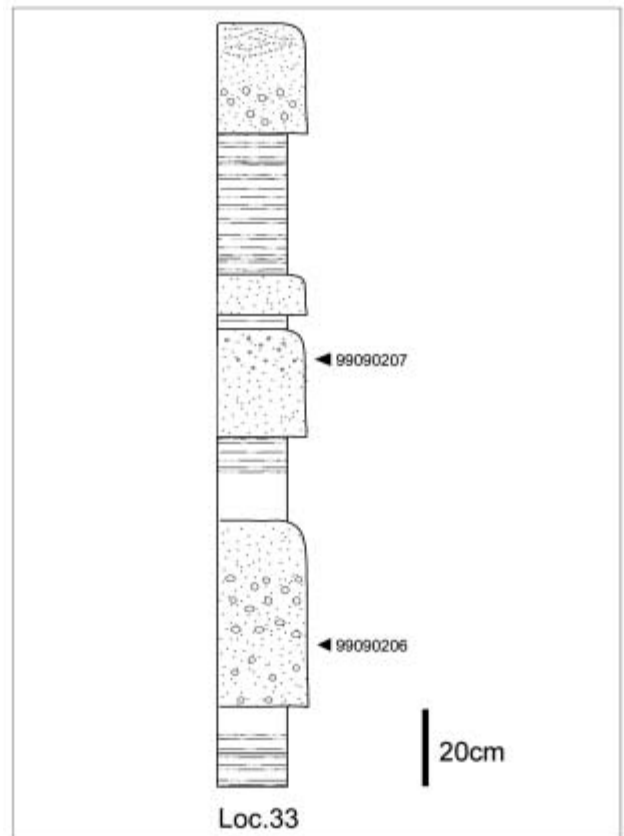


Fig. 15 Geological columnar section of the Arigaya VI volcanic ash bed at location 33. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

1) 磯部地域

磯部地域には、東横地層下部層の有ヶ谷VI火山灰層の上位に、下位から塩買坂火山灰層グループ、磯部火山灰層、市場火山灰層が分布する。

塩買坂火山灰層グループ

御前崎市有ヶ谷と菊川市磯部の境界にある塩買坂トンネル付近の尾根に沿う農道の崖に分布する5層の火山灰層を塩買坂火山灰層グループとし、下位から塩買坂I～V火山灰層とした。

塩買坂I火山灰層 (新称)

[分布] 塩買坂トンネル東側の地点 (Loc. 34) から北側 (Loc. 35) へ分布。

[岩相] 層厚が10cm, 白色～黄白色の平行葉理のある細粒火山灰層 (Fig. 16)。

塩買坂II火山灰層 (新称)

塩買坂I火山灰層の約50m上位にある。

[分布] 塩買坂トンネル東側の地点 (Loc. 36) に分布。

[岩相] 層厚が25cm, 白色～灰白色の細粒火山灰層と粗粒火山灰層。下部は平行葉理のある細粒火山灰層で、上部は粗粒火山灰層 (Fig. 17)。



Fig. 16 Photograph of the Shiokaizaka I volcanic ash bed at location 34.



Fig. 18 Photograph of the Ichiba volcanic ash bed at location 40.



Fig. 17 Photograph of the Shiokaizaka II volcanic ash bed at location 36.

塩買坂Ⅲ火山灰層（新称）

塩買坂Ⅱ火山灰層の35m上位にある。

〔分布〕 塩買坂トンネル直上の地点(Loc. 37)に分布。

〔岩相〕 層厚が10cm, 白色の細粒～粗粒火山灰層で、中に2層の茶色の薄層を挟む。

塩買坂Ⅳ火山灰層（新称）

塩買坂Ⅲ火山灰層の15m上位にある。

〔分布〕 塩買坂トンネル直上の地点(Loc. 38)に分布。

〔岩相〕 層厚が5cm, 白色の細粒火山灰層。

塩買坂Ⅴ火山灰層（新称）

塩買坂Ⅳ火山灰層の3m上位にある。

〔分布〕 塩買坂トンネル直上の地点(Loc. 38)に分布。

〔岩相〕 層厚5cm, 灰白色の細粒火山灰層。

磯部火山灰層（新称）

〔分布〕 磯部 (Loc. 39) に分布。

〔岩相〕 層厚が4cm, 白色の細粒火山灰層。

市場火山灰層（新称）

〔分布〕 菊川市川中 (Loc. 40) に分布。

〔試料〕 Loc. 40 (07100306)。

〔岩相〕 層厚が5～7cm, 白色～黄白色の細粒火山灰層 (Fig. 18)。

〔岩石学的特徴〕 火山ガラスが主体で少量の石英, 長石と重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め, その屈折率は1.502-1.503 (1.503)。

2) 目木地域

磯部地域の北側にあたる目木地域には, 下位から畑崎火山灰層グループと目木火山灰層グループ, 三沢火山灰層が分布する。

畑崎火山灰層グループ

菊川市古谷の北, 畑崎の北西の山道沿いに分布する2層の火山灰層を畑崎火山灰層グループとして, 下位から畑崎Ⅰ, 畑崎Ⅱ火山灰層とする。

畑崎Ⅰ火山灰層（新称）

〔分布〕 畑崎の北西 (Loc. 41) に分布。

〔岩相〕 層厚が12cm, 白色細粒火山灰層。

畑崎Ⅱ火山灰層（新称）

畑崎Ⅰ火山灰層の13m上位にある。

〔分布〕 畑崎の北西 (Loc. 42) に分布。

〔試料〕 Loc. 42 (99091802)。

〔岩相〕 層厚が40cm, 白色の細粒火山灰層と灰白色の粗粒火山灰層からなり, 下部が細粒で上部が平行葉理の見られる粗粒火山灰層からなる。

〔岩石学的特徴〕 火山ガラス, 石英, 重鉍物, 長石を含む。火山ガラスは扁平型で, その屈折率は1.498-1.502 (1.500)。

目木火山灰層グループ

菊川市目木地域に分布する3層の火山灰層を目木火山灰層グループとし, 下位から目木Ⅰ, 目木Ⅱ, 目木Ⅲ火山灰層とする。

目木Ⅰ火山灰層（新称）

[分布] 菊川市目木（Loc. 43, 44）に分布。

[試料] Loc. 43（07100307）。

[岩相] 層厚が約 20cm，白色～灰白色の細粒火山灰層で，上部はシルトの薄層が挟在し層状を呈する。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と石英を含む。火山ガラスは中間型と多孔質型が多く，その屈折率は 1.502-1.503（1.504）。

目木Ⅱ火山灰層（新称）

目木Ⅰ火山灰層の 5m 上位の火山灰層。

[分布] 菊川市目木（Loc. 43）に分布。

[岩相] 層厚が 2～3cm，不連続な白色細粒火山灰層。

[試料番号] Loc. 43（07100308）。

[採取場所] 菊川市目木。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と石英，重鉍物を含む。火山ガラスは扁平型と中間型が多く，その屈折率は 1.504-1.505（1.504）。

目木Ⅲ火山灰層（新称）

[分布] 菊川市目木（Loc. 45, 46）に分布。

[岩相] 層厚が 1～3cm，重鉍物の薄い葉理をもつ白色細粒～粗粒火山灰層。

三沢火山灰層（新称）

水野ほか（1987）の C20 火山灰層に対比される。

[分布] 菊川市^{さるわたり}猿渡から三沢（Loc. 47, 48, 49）にかけて分布。

[試料] Loc. 47（07100309）。

[岩相] 層厚が 25cm。白色～茶白色の細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなり，中部に細粒火山灰層を挟む。基底部層厚 1～2cm はスランプ構造を伴い，重鉍物を含むゴマシオ状の粗粒火山灰層からなる（Fig. 19）。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半で，扁平型と中間型がほぼ同量含まれ，その屈折率は 1.500-1.502（1.501）。

3) 門屋-高橋地域

門屋-高橋地域には，水野ほか（1987）で C13～C25 および B32 と B33, B38 の火山灰層と，里口ほか（1996）によって虚空蔵Ⅰと虚空蔵Ⅱ火山灰層が記載された。本研究では，その他にいくつかの新たな火山灰層を記載するとともに，従来の火山灰層の再定義も行い，以下のように火山灰層の層序を整理した。すなわち，門屋-高橋地域の東横地層上部層



Fig. 19 Photograph of the Misawa volcanic ash bed at location 47.

の火山灰層は，下位から C13, C14, C15, 門屋 A, B32, C16, C17, C18, C19, C20, 本間堂, 下組下, 下組, 下組上, C22, C23, 門屋 B, 門屋 C, 上組, C25 火山灰層が分布する。そのうち，未確認だった C13 と C15, C18, C19, C23, C25 火山灰層を除き，他の火山灰層について記載する。なお，C23 と C25 は未確認だったため，他の層準近傍の火山灰層との上下関係は不明である。なお，門屋から新野にかけての岩相柱状における各火山灰層の層準を Fig. 20 に示す。

C14 火山灰層（水野ほか，1987）

水野ほか（1987）では，C14 火山灰層の火山ガラスの屈折率の値が 1.700-1.710 と記されているが，これはおそらく重鉍物の屈折率を火山ガラスの欄に誤記載したものである。

[分布] 御前崎市新野の木ヶ谷の南（Loc. 50）。

[試料] Loc. 50（00032406）。

[岩相] 層厚が 3cm，白色細粒火山灰層。下部に細粒～極細粒砂サイズの重鉍物が目立つ（Fig. 21）。

[岩石学的特徴] 長石が多く，火山ガラスを含み，少量の重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型と中間型が多く，その屈折率は 1.504-1.506（1.505）。

門屋 A 火山灰層（新称）

[分布] 御前崎市門屋（Loc. 51）。

[試料] Loc. 51（07092505）。

[岩相] 層厚が 10cm，おもに白色～黄白色の細粒火山灰層。最上部は平行葉理を示す粗粒火山灰からなる（Fig. 22）。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の石英，長石と重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め，その屈折率は 1.502-1.504（1.503）。

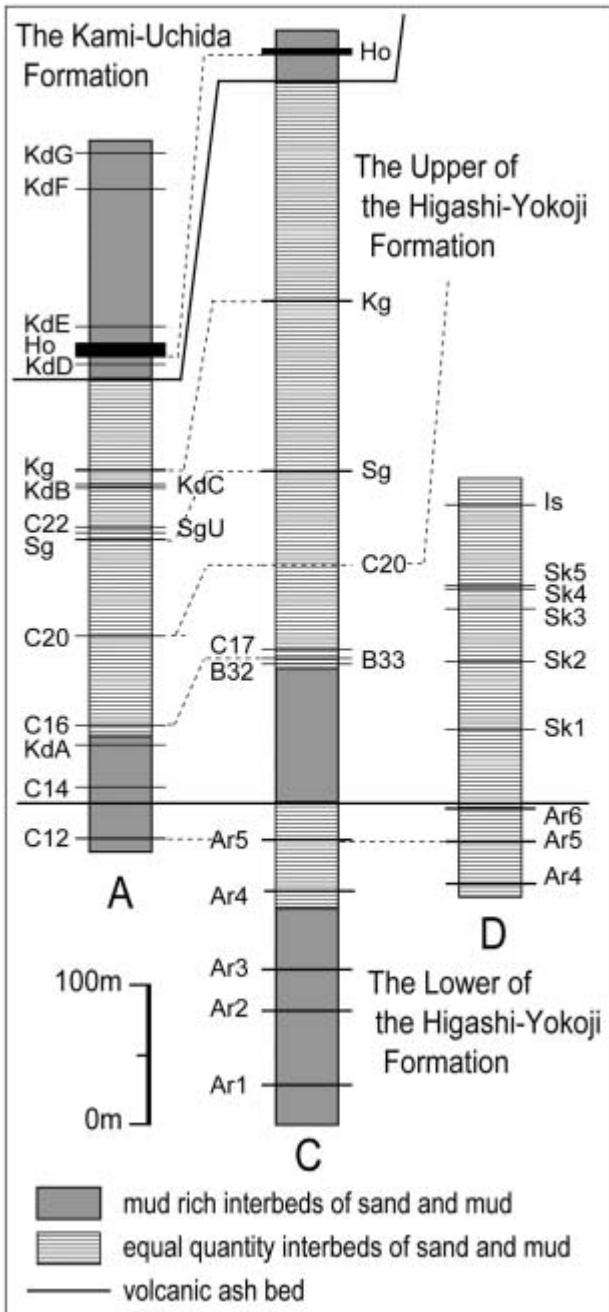


Fig. 20 Geological columnar sections and the volcanic ash beds in the area from Kadoya to Arigaya. Locality of the columnar sections are shown in Fig. 1. F: Formation. The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Ar 1-6: Arigaya I-VI, KdA-G: Kadoya A-G, Sg: Shimogumi, SgU: Shimogumi-ue, Kg: Kamigumi, Ho: Hotta, Sk1-5: Shiokaizaka I-V, Is: Isobe.

B32 火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 御前崎市有ヶ谷 (Loc. 52).

[試料] Loc. 52 (00052205).

[岩相] 層厚が 120m, 白色～灰白色の粗粒火山灰層. 極細粒～細粒砂サイズと細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層の互層からなり, 平行葉理または斜交葉理が見られる (Fig. 23 と Fig. 24).



Fig. 21 Photograph of the C14 volcanic ash bed at location 49.



Fig. 22 Photograph of the Kadoya A volcanic ash bed at location 51.

[岩石学的特徴] 火山ガラスと長石, 少量の重厚物を含む. 重鉱物は黒雲母が主体で, 少量の角閃石, 斜方輝石, 不透明鉱物, 単斜輝石, 極少量の燐灰石を含む. 火山ガラスは中間型がやや多く, 扁平型と多孔質型を含み, その屈折率は 1.501-1.503 (1.502).

C16 火山灰層 (水野ほか, 1987)

水野ほか (1987) の採取点 (Loc. 53) とその北の 2 地点でも本火山灰層を確認した. 水野ほか (1987) の B33 火山灰層 (Loc. 52) は本火山灰層にあたる. Loc. 52 で本火山灰層は B32 火山灰層の約 2m 上位にある.

[分布] 門屋 (Loc. 53) から木ヶ谷 (Loc. 54), 有ヶ谷 (Loc. 52) に分布.

[試料] Loc. 52 (00052206), Loc. 53 (00032407), Loc. 54 (00050901).

[岩相] 層厚が 7cm で, 白色細粒火山灰層 (Fig. 23, Fig. 25 と Fig. 26).

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で, 長石と極少

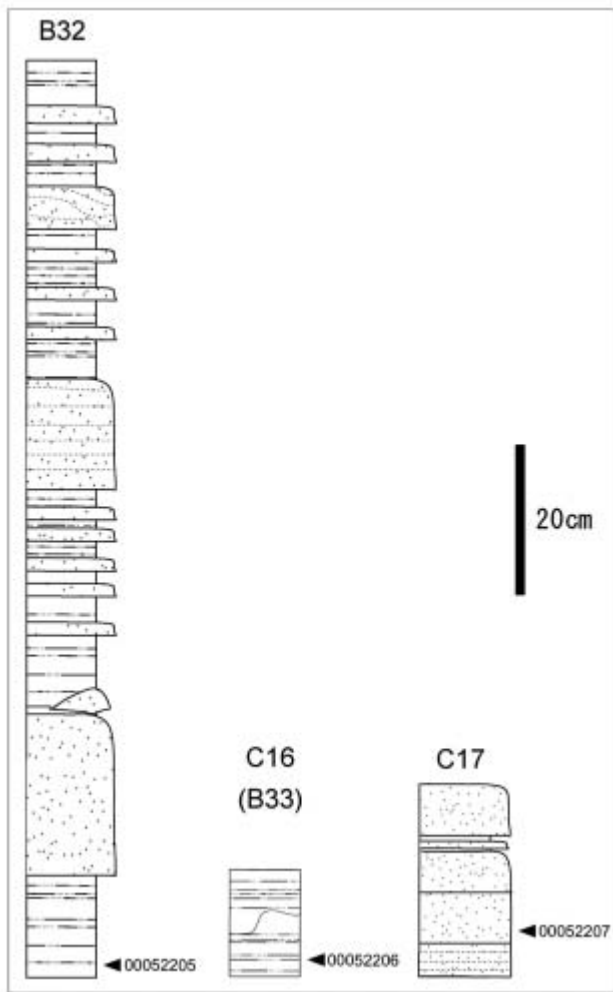


Fig. 23 Geological columnar sections of the B32, C16 (B33) and C17 volcanic ash beds at location 52. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

量の重鉱物を含む。重鉱物は黒雲母と角閃石が多い。火山ガラスは多孔質型が大半を占め、その屈折率は 1.502-1.504 (1.503)。

C17 火山灰層 (水野ほか, 1987)

水野ほか (1987) の採取点 (Loc. 53) の北の 2 地点でも本火山灰層を確認した。Loc. 52 では、B33 (C16) 火山灰層の約 3m 上位にある。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 53) から山田ヶ谷 (Loc. 55), 新野 (Loc. 52) に分布。

[試料] Loc. 49 (00052207), Loc. 52 (07100301)。

[岩相] 層厚が 10 ~ 30cm, 白色から灰白色の細粒火山灰層。中部の約 10cm は灰色の火山灰質シルトまたは火山灰質極細粒砂からなる (Fig. 23 と Fig. 27)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスと長石, 重鉱物を含む。重鉱物は黒雲母, 角閃石, 不透明鉱物からなる。火山ガラスの屈折率は 1.503-1.506 (1.505)。



Fig. 24 Photograph of the B32 volcanic ash bed at location 52.



Fig. 25 Photograph of the C16 (B33) volcanic ash bed at location 52.



Fig. 26 Photograph of the C16 volcanic ash bed at location 54.

C20 火山灰層 (水野ほか, 1987)

水野ほか (1987) の採取点 (Loc. 56) の北の 2 地点でも本火山灰層を確認した。

[分布] 御前崎市木ヶ谷 (Loc. 56) から菊川市^{もちだ}糯田 (Loc. 57, 58) に分布。

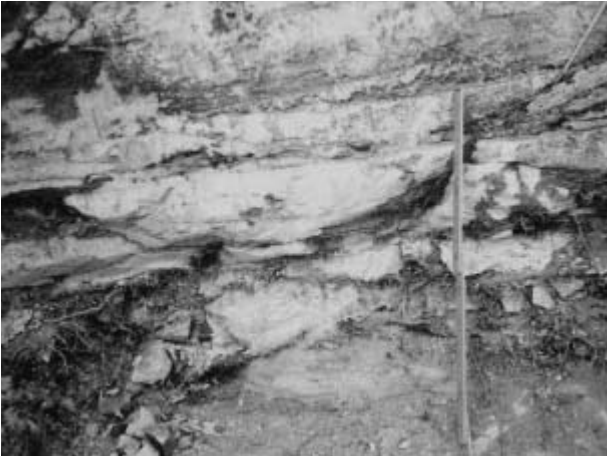


Fig. 27 Photograph of the C17 volcanic ash bed at location 52.



Fig. 28 Photograph of the C20 volcanic ash bed at location 56.



Fig. 29 Photograph of the C20 volcanic ash bed at location 57.

[試料] Loc. 56 (00032402, 00032403), Loc. 57 (00052805, 00052806), Loc. 58 (00052804).

[岩相] 層厚が 13 ~ 23cm, 白色~茶白色の細粒~中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなり, 中部に細粒火山灰層を挟む. 基底部層厚 1 ~ 2cm は重鋳物が

目立つゴマシオ状の粗粒火山灰層からなる (Fig. 28 と Fig. 29).

[岩石学的特徴] 火山ガラスは半分以下で長石と重鋳物を多く含む. 重鋳物は角閃石が多く, 斜方輝石, 不透明鋳物, 極少量の黒雲母, 単斜輝石, ジルコン, 燐灰石を含む. 火山ガラスは多孔質型が大半を占め, 扁平型と中間型がほぼ同量含まれ, その屈折率は 1.499-1.502 (1.500).

本間堂火山灰層 (新称)

[分布] 有ヶ谷 (Loc. 59) に分布.

[岩相] 層厚 2 ~ 3cm, 白色の細粒火山灰層.

下組下火山灰層 (新称)

有ヶ谷 (Loc. 64) で下組火山灰層の約 50cm 下位にある.

[分布] 有ヶ谷 (Loc. 64), 菊川市糯田 (Loc. 60) に分布.

[試料] Loc. 64 (00052803).

[岩相] 層厚 1 ~ 2cm, 灰白色の極細粒砂サイズの粗粒火山灰層.

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で, 長石, 少量の重鋳物と極少量の石英を含む. 火山ガラスは中間型が主体で, 多孔質型と少量の扁平型からなり, その屈折率は 1.497-1.499 (1.498).

下組火山灰層 (水野ほか, 1987) を再定義

水野ほか (1987) では, B34 と C21 火山灰層を“下組火山灰層”としたが, 後述する通りその層序および性質からも, C21 火山灰層は門屋 (Loc. 61) で下組火山灰層の 2.5m 上位にある火山灰層であり, C21 火山灰層と下組火山灰層は同一ではない. したがって, 本稿では下組火山灰層を水野ほか (1987) の B34 火山灰層と再定義する. なお, 里口ほか (1996) の“下組火山灰層”は C21 火山灰層にあたり, 本稿では C21 火山灰層を下組上火山灰層として新たに定義する.

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 61, 62) から新野 (Loc. 63), 有ヶ谷 (Loc. 64), 菊川市糯田 (Loc. 60), 山平 (Loc. 65), 川西 (Loc. 66), 峡間 (Loc. 67), 棚草の殿之谷 (Loc. 68), 上平川 (Loc. 69) まで分布する.

[試料] Loc. 61 (00031308), Loc. 62 (00031403), Loc. 63 (07100302), Loc. 64 (00052802), Loc. 65 (00052807), Loc. 68 (98063003, 07112104), Loc. 69 (98101001).

[岩相] 層厚が 65 ~ 200cm, 白色から灰白色の細

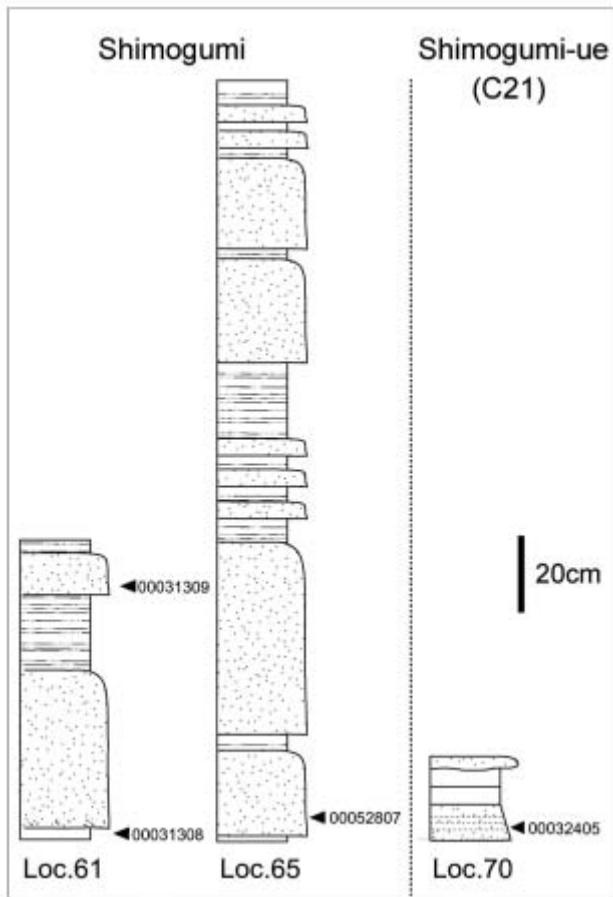


Fig. 30 Geological columnar sections of the Shimogumi and Shimogumi-Ue (C21) volcanic ash beds at location 61, 65 and 70. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

粒火山灰層から細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなる。最下部に層厚 2cm の白色細粒火山灰層があり、その上位数 cm の層準はゴマシオ状粗粒火山灰からなる。また、中部は細粒火山灰層と粗粒火山灰層の互層からなる (Fig. 30, Fig. 31 と Fig. 32)。
 [岩石学的特徴] 火山ガラスが大半を占め、極少量の長石、重鉍物、石英を含む。重鉍物は黒雲母が多く、少量の角閃石、斜方輝石、単斜輝石、不透明鉍物を含む。火山ガラスは扁平型が主体で、中間型と多孔質型を含み、その屈折率は 1.497-1.500 (1.498)。
下組上火山灰層 (新称)

水野ほか (1987) および里口ほか (1996) の C21 火山灰層で、門屋 (Loc. 61) において下組火山灰層の 2.5m 上位にある。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 61) から木ヶ谷 (Loc. 70), 中尾 (Loc. 71) まで分布。

[試料] Loc. 61 (00031307), Loc. 70 (00032405), Loc. 71 (00050910)。



Fig. 31 Photograph of the Shimogumi volcanic ash bed at location 62.



Fig. 32 Photograph of the Shimogumi volcanic ash bed at location 68.



Fig. 33 Photograph of the Shimogumi-ue (C21) volcanic ash bed at location 70.

[岩相] 層厚 10 ～ 25cm, 白色～灰白色の細粒火山灰層と細粒砂サイズの粗粒火山灰層。最下部は白色細粒ゴマシオ状粗粒火山灰からなる。細粒火山灰層は中部に挟在する (Fig. 30 と Fig. 33)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体をなすが長石も



Fig. 34 Photograph of the C22 volcanic ash bed at location 70.

多く、少量の重鉱物を含む。重鉱物は黒雲母と角閃石が多く、斜方輝石と極少量の不透明鉱物と単斜輝石、ジルコンを含む。火山ガラスは多孔質型が多く、中間型と極少量の扁平型を含み、その屈折率は1.502-1.505 (1.504)。

C22 火山灰層 (水野ほか, 1987)

木ヶ谷 (Loc. 70) で下組上火山灰層の1.5m上位にある。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 62) から木ヶ谷 (Loc. 70)、中尾 (Loc. 71) まで分布。

[試料] Loc. 62 (00031404), Loc. 70 (00032404), Loc. 71 (00050909)。

[岩相] 層厚 5cm, 白色～灰白色の細粒火山灰層 (Fig. 34)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で、極少量の長石と重鉱物を含む。重鉱物は角閃石、斜方輝石、少量の黒雲母と不透明鉱物と単斜輝石、燐灰石を含む。火山ガラスは多孔質型が主体で、少量の中間型、極少量の扁平型を含み、その屈折率は1.510-1.512 (1.511)。

門屋 B 火山灰層 (新称)

御前崎市門屋 (Loc. 72) で上組火山灰層の12m下位にある。

[分布] 門屋 (Loc. 72) に分布。

[岩相] 層厚が10cm, 灰色の細粒火山灰層。

門屋 C 火山灰層 (新称)

御前崎市門屋 (Loc. 72) で門屋 B 火山灰層の2m上位にある。

[分布] 門屋 (Loc. 72) に分布。

[試料] Loc. 72 (00031311)。

[岩相] 層厚が10cm, 白色～灰色の極細粒砂～細

粒砂サイズの粗粒火山灰層。下部に平行葉理が見られる。

[岩石学的特徴] 長石と火山ガラスが主体で、少量の重鉱物を含む。重鉱物は、斜方輝石が多く、少量の単斜輝石、角閃石、極少量の黒雲母、不透明鉱物、燐灰石を含む。火山ガラスは多孔質型が主体で、中間型、極少量の扁平型を含み、その屈折率は1.511-1.513 (1.513)。

上組火山灰層 (水野ほか, 1987)

水野ほか (1987) の B36 火山灰層に相当する。水野ほか (1987) と里口ほか (1996) では、菊川市赤土付近で、本火山灰層の直上と直下に本火山灰層と肉眼的特徴が類似する厚い B35 および B37 火山灰層が存在するとしたが、これら2層の火山灰層は北西-南東方向の断層により分布が変位した上組火山灰層であると考えられる。菊川市赤土付近における本火山灰層の詳細な分布と推定される断層の位置については後述する。

[分布] 門屋 (Loc. 72, 73, 74) から中尾 (Loc. 75)、上組 (Loc. 76, 77, 78)、菊川市糶田 (Loc. 79)、赤土 (Loc. 80, 81, 82, 83)、春日 (Loc. 84)、東組 (Loc. 85, 86, 87)、八幡谷 (Loc. 88, 89)、堤 (Loc. 90, 91, 92)、下平川 (Loc. 93) に分布。

[試料] Loc. 72 (98100601, 00031312, 00031313, 00031314, 00031315, 07092506), Loc. 73 (00031401, 00031402), Loc. 75 (00050908), Loc. 77 (00052801), Loc. 79 (07100305), Loc. 80 (98062903, 07111407, 07111408), Loc. 82 (07120207), Loc. 83 (07111404, 07111405), Loc. 87 (07112103), Loc. 90 (98070701), Loc. 92 (07112101, 07112102)。

[岩相] 層厚が150～400cm。分布の北端にあたる堤と南端にあたる門屋で薄く160cm。白色から灰白色の細粒火山灰層と細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層の互層。粗粒火山灰層には平行葉理や斜交葉理が見られる (Fig. 35, Fig. 36, Fig. 37 と Fig. 38)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが多く、少量の長石、極少量の重鉱物、石英を含む。重鉱物は角閃石と黒雲母が多く、少量の斜方輝石、単斜輝石、極少量の不透明鉱物と燐灰石を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め、中間型と扁平型を含み、その屈折率は1.501～1.508 (1.505)。

4) 下平川地域

門屋-高橋地域とは丹野川を隔てて北側の下平川地域は、2) の目木地域の西側にあたる。本地域では、

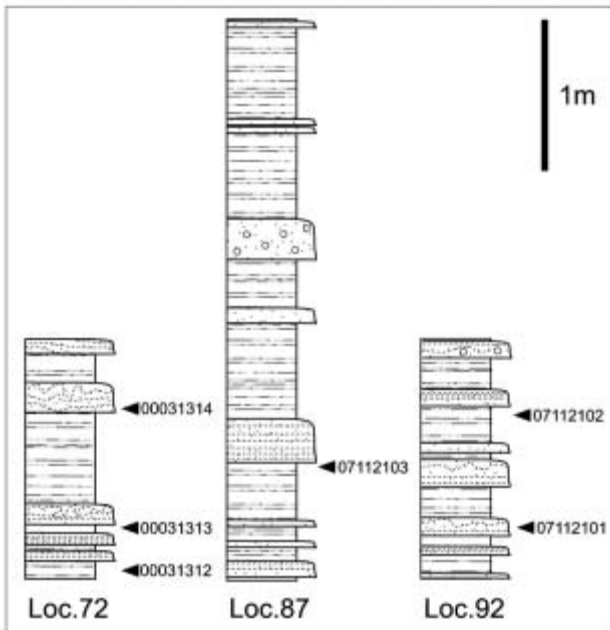


Fig. 35 Geological columnar sections of the Kamigumi volcanic ash beds at location 72, 87 and 92. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.



Fig. 36 Photograph of the Kamigumi volcanic ash bed at location 72.

水野ほか（1987）によって B34～B37 火山灰層が記載されたが、これらの火山灰層の再定義も行い、その他に新たな火山灰層も含め、下平川地域の東横地層上部層の火山灰層を、下位から下組、天池東火山灰層グループ、上組火山灰層とする。このうち、下組と上組火山灰層については 3) 門屋-高橋地域で記載したので省略する。

天池東火山灰層グループ

菊川市赤土（Loc. 80）で上組火山灰層の下位にある 2 層の火山灰層を天池東火山灰層グループとし、それぞれ下位から天池東Ⅰと天池東Ⅱ火山灰層とする。



Fig. 37 Photograph of the Kamigumi volcanic ash bed at location 82.



Fig. 38 Photograph of the Kamigumi volcanic ash bed at location 87.

天池東Ⅰ火山灰層（新称）

菊川市赤土（Loc. 80）で上組火山灰層の 10m 下位にある火山灰層。

[分布] 赤土（Loc. 80）。

[試料] Loc. 77（07120206）。

[岩相] 層厚が 1～2cm で、不連続な白色の細粒砂サイズの粗粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型がほとんどを占め、その屈折率は 1.502-1.504（1.502）。

天池東Ⅱ火山灰層（新称）

菊川市赤土（Loc. 80）で上組火山灰層の 4m 下位に挟在する火山灰層。

[分布] 赤土（Loc. 80）。

[試料] Loc. 77（07111406）。

[岩相] 層厚が 3cm で、白色細粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で極少量の重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型がほとんどを占め、

その屈折率は 1.501-1.504 (1.502).

3. 掛川層群上部層

3-1. 上内田層

上内田層は、堀田火山灰層の基底付近の層準を基底とする掛川層群上部層の地層である。上内田層と東横地層との正確な境界について不明であるが、本稿では堀田火山灰層の基底下位の泥がち砂泥互層の基底を上内田層の基底とする。本地域に分布する上内田層で確認した火山灰層は、下位から、木ヶ谷池火山灰層グループ、門屋 D、堀田（白岩）、門屋 E、門屋 F、門屋 G、坊之谷、岩滑Ⅱ、岩滑Ⅲ、岩滑Ⅳ、岩滑Ⅴ、五百済火山灰層であり、岩滑火山灰層グループと五百済火山灰層についてはすでに柴ほか(2000)で本調査地域の西側の地域に分布するもので記載しているため、本稿ではそれらの分布位置だけを Fig. 3 に示し、火山灰層の記載は省略する。

上述の火山灰層以外に本地域の上内田層には、水野ほか(1987)が木ヶ谷の西側の採石場で報告した坊之谷火山灰層の下位に挟在する C28～C33 までの火山灰層と、里口ほか(1996)が門屋の奥(西側)の採石場付近で報告した坊之谷火山灰層の下位の門屋Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ火山灰層がある。しかし、本研究ではこれらの火山灰層を確認できなかったため、記載に含めない。

木ヶ谷池火山灰層グループ

木ヶ谷の奥(西側)で堀田火山灰層の下位に 2 層の火山灰層があり、これを下位から木ヶ谷池Ⅰ、木ヶ谷池Ⅱ火山灰層とする。

木ヶ谷池Ⅰ火山灰層(新称)

堀田火山灰層の約 20m 下位にある。

[分布] 木ヶ谷 (Loc. 94) に分布。

[試料] Loc. 94 (00050904)。

[岩相] 層厚が 5cm、白色～灰白色の極細粒～細粒砂サイズの粗粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 長石が主体で少量の火山ガラスと重鉍物、極少量の石英を含む。火山ガラスは扁平型と中間型があり、その屈折率は 1.500-1.501 (1.501)。

木ヶ谷池Ⅱ火山灰層(新称)

堀田火山灰層の約 10m 下位にある。

[分布] 木ヶ谷 (Loc. 94) に分布。

[試料] Loc. 94 (00050905)。

[岩相] 層厚が 4cm、中部の平行葉理の見られる灰白色の極細粒～細粒砂サイズの粗粒火山灰層。

門屋 D 火山灰層(新称)

門屋 (Loc. 95, 96) において堀田火山灰層の 10m 下位にある火山灰層。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 92, 93)。

[試料] Loc. 95 (07120204), Loc. 96 (00031306)。

[岩相] 層厚が 14cm、白色と灰色の細粒火山灰層。下部には葉理が見られる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と重鉍物を含む。重鉍物は、角閃石が主体で斜方輝石、少量の黒雲母、単斜輝石、極少量の不透明鉍物、ジルコンを含む。火山ガラスは扁平型が大半を占め、中間型と多孔質型を含み、その屈折率は 1.498-1.501 (1.499)。

堀田火山灰層(千谷, 1926)

本火山灰層は、千谷(1926)によって“堀田凝灰岩”と記載されたが、その後横山(1928a)などで“白岩凝灰岩”とされてきた。水野(1987)および里口(1996)も本火山灰層を“白岩火山灰層”としたが、本稿では本火山灰層を Ujiié(1962)にしたがい千谷(1926)の“堀田”という地名を使用し、“堀田火山灰層”と呼ぶ。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 95, 96, 97) から木ヶ谷 (Loc. 98, 99)、山田ヶ池 (Loc. 100, 101)、中尾 (Loc. 102, 103)、上組の西 (Loc. 104, 105, 106, 107) 菊川市松谷の南 (Loc. 108, 109)、菊川市高橋 (Loc. 110, 111, 112)、池ヶ谷 (Loc. 113, 114)、虚空蔵 (Loc. 115, 116, 117) に分布し、本調査地域の北北西側では菊川市月岡 (Loc. 118)、西袋 (Loc. 119, 120)、白岩 (Loc. 121, 122, 123)、西方 (Loc. 124, 125, 126)、掛川市千羽 (Loc. 127, 128) に分布。菊川市月岡から北側の分布地点については Fig. 39 に示す。

[試料] Loc. 95 (07092507, 07092508), Loc. 96 (00031305), Loc. 102 (00050906), Loc. 103 (00050907), Loc. 112 (07100304), Loc. 113 (07112108), Loc. 114 (07112107), Loc. 115 (07112106), Loc. 116 (98051605, 98051606, 07120205), Loc. 117 (98051602, 07112105), Loc. 123 (Shiraiwa), Loc. 127 (98052301), Loc. 128 (98052302, 98052303)。

[岩相] 層厚は門屋 (Loc. 95) から中尾 (Loc. 103) では約 2000cm で、その北側から菊川市西方 (Loc. 125) までは約 1000cm、さらにその北側の掛川市千羽 (Loc. 127, 123) では 20cm。白色の細粒火山



Fig. 39 Locality map of the volcanic ash beds in Shiraiwa - Senba area. Black circle with number shows a location of the volcanic ash bed. Broken line shows the distribution of the same bed. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Shimo-Hirakawa" and "Kakegawa". The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Ho: Hotta, Bo: Bonoya.

灰層と平行葉理の発達する細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層の互層で、門屋から中尾では主に細粒火山灰層からなる上部の層厚約 1000cm はスランプによりで強く褶曲する (Fig. 40, Fig. 41 と Fig.

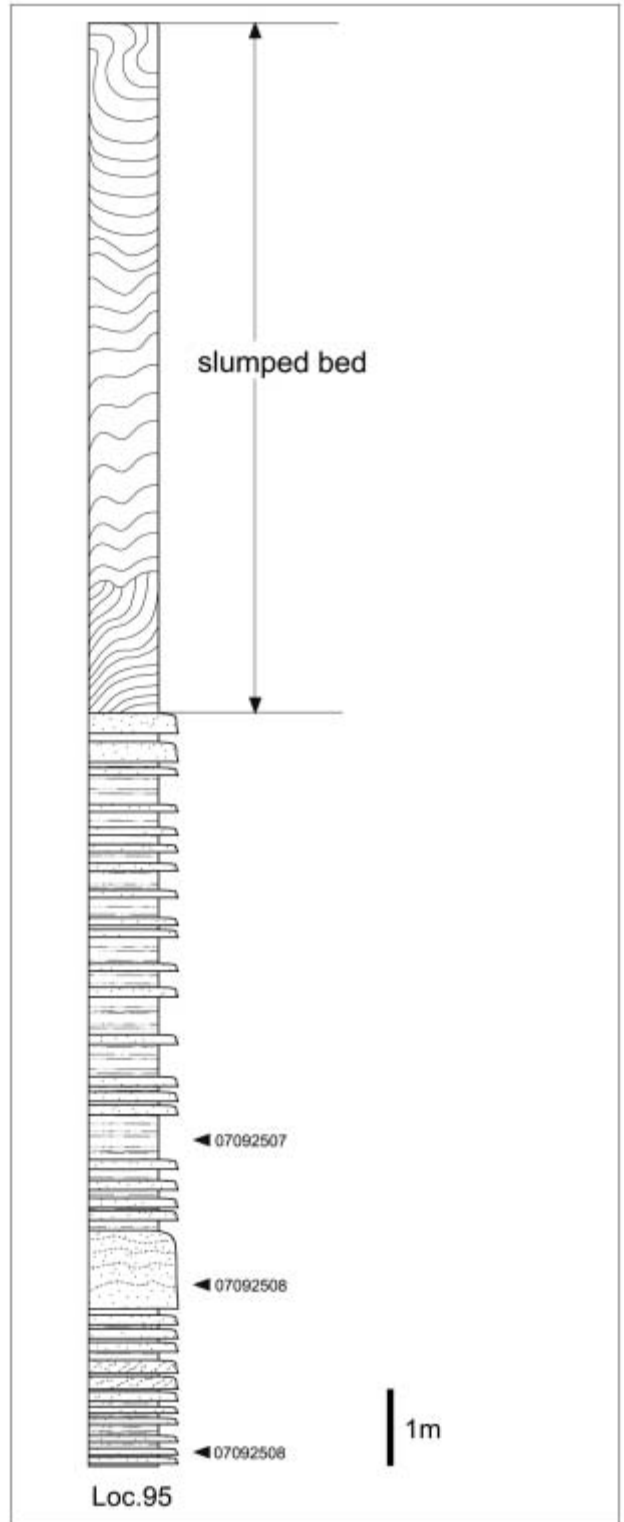


Fig. 40 Geological columnar section of the Hotta volcanic ash bed at location 95. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

42). 最下部の 10cm の部分にはゴマシオ状の細粒白色火山灰層が見られる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石、極少量の石英、重鉍物を含む。重鉍物は、黒雲母、角閃石、少量の斜方輝石、単斜輝石、不透明鉍物など

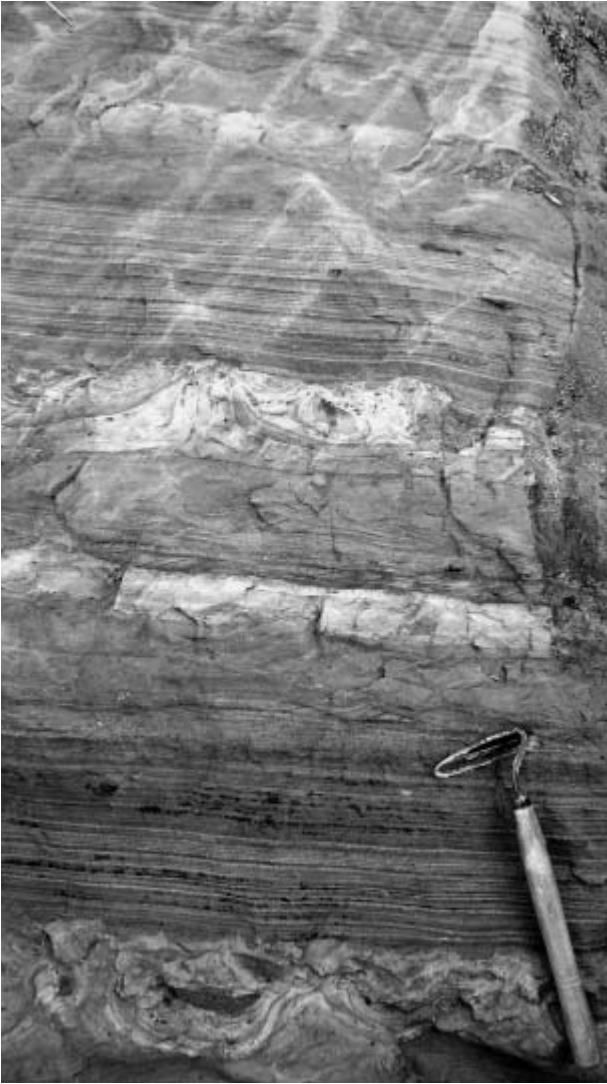


Fig. 41 Photograph of the lower parallel laminated part of the Hotta volcanic ash bed at location 95.

を含む。火山ガラスは扁平型と中間型が多く、多孔質型も含み、その屈折率は 1.497-1.508 (1.502) で、多くは 1.499-1.505 の範囲に含まれる。

門屋 E 火山灰層 (新称)

御前崎市門屋 (Loc. 129) で堀田火山灰層の約 25m 上位にある。

[分布] 門屋 (Loc. 129) に分布。

[試料] Loc. 129 (00031303)。

[岩相] 層厚が 30cm, 主に白色～灰白色の細粒火山灰層からなり、基底部 2cm は細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰からなる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と重鋳物を含む。重鋳物は、黒雲母が多く、少量の不透明鋳物、角閃石、斜方輝石を含む。火山ガラスは多孔質型がやや多く、扁平型と中間型も含み、その屈折率は 1.493-1.496 (1.494)



Fig. 42 Photograph of the upper slumped part of the Hotta volcanic ash bed at location 95.

門屋 F 火山灰層 (新称)

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 130) に分布。

[試料] Loc. 130 (00031406)。

[岩相] 層厚が 25cm, 白色の粗粒火山灰層。上部 6cm は平行葉理が見られる。

[岩石学的特徴] 長石が主体で、重鋳物と火山ガラスを含む。重鋳物は、斜方輝石が主体で、角閃石、単斜輝石、極少量の不透明鋳物、黒雲母、燐灰石を含む。火山ガラスは多孔質型が主体で、少量の中間型を含み、その屈折率は 1.511-1.513 (1.511)。

門屋 G 火山灰層 (新称)

門屋 F 火山灰層の約 25m 上位にある。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 131) に分布。

[試料] Loc. 131 (00031405)。

[岩相] 層厚が 10cm, 茶白色の粗粒火山灰層。下部は粗粒で、中部は細粒、上部は葉理の見られる細粒～粗粒火山灰からなる。

[岩石学的特徴] 長石と火山ガラスが多く、少量の重鋳物を含む。重鋳物は、角閃石が主体で、斜方輝石、極少量の燐灰石と単斜輝石、不透明鋳物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半で、少量の中間型を含み、その屈折率は 1.511-1.512 (1.511)。

坊之谷火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 菊川市河東 (Loc. 132, 133), 掛川市上内田 (Loc. 134) に分布。

[試料] Loc. 133 (98112405), Loc. 134 (98081002)。

[岩相] 層厚が 12～20cm. 白色～灰白色の細粒砂～中粒砂サイズの粗粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で、少量の長石、重鋳物からなる。重鋳物は斜方輝石、少量の単斜輝石、不透明鋳物などからなる。火山ガラスは中間型

が多く、扁平型と多孔質型を含み、その屈折率は1.498-1.503 (1.500)。

掛川層群下部層の各火山灰層の対比と同定

掛川層群下部層に挟在する火山灰層については、これまでおもに水野ほか(1987)と里口ほか(1996)によってその分布と岩石学的な記載がなされてきた。本稿では、これらで記載された以外に新たに発見した火山灰層の記載を行い、これまでに発見されていた火山灰層同士または新たに発見した火山灰層との対比を行った。その結果、同定・対比した火山灰層のより広い地域への連続分布とそれらの層序関係を明らかにした。

火山灰層の分布を示した本調査地域の地質図をFig. 43に示し、火山灰層の層準と側方への対比を示した岩相柱状図をFig. 44に示す。

新たに発見し記載した火山灰層は、下位から、勝間層では想慈院火山灰層グループ(I~III)と大寄火山灰層、萩間層では河城火山灰層、東横地層では有ヶ谷IV下火山灰層、有ヶ谷VI火山灰層、塩買坂火山灰層グループ(I~VI)、磯部火山灰層、市場火山灰層、畑崎火山灰層グループ(I~II)、目木火山灰層グループ(I~III)、三沢火山灰層、門屋A火山灰層、下組下火山灰層、門屋B火山灰層、門屋C火山灰層、天池東火山灰層グループ(I~II)である。また、上内田層では、堀田火山灰層の下位に木ヶ谷池火山灰層グループ(I~II)と門屋D火山灰層を発見し、堀田火山灰層と坊之谷火山灰層の間に門屋E、門屋F、門屋G火山灰層を発見して記載した。

火山灰層のより広い地域への連続については、有ヶ谷Iと有ヶ谷V火山灰層を有ヶ谷の北方である菊川市牛湫まで確認し、有ヶ谷III火山灰層を菊川市川東で確認した。また、水野ほか(1987)のB33火山灰層とC16火山灰層が同じものであり、水野ほか(1987)のB33地点(本稿のLoc. 52)でB33火山灰層の3m上位にある火山灰層がC17火山灰層であることを明らかにした。これらのことから、多くの火山灰層の水平方向への連続を確認した。

これら以外に、従来の研究と異なる火山灰層の分布や同定・対比について、以下に詳細を述べる。

1. C20 火山灰層

菊川市糯田(Loc. 57, 58)で発見した火山灰層を水野ほか(1987)のC20火山灰層と同定し、C20火山灰層の北方への連続とした。また、磯部地域で発見した三沢火山灰層もこの火山灰層に同定できると考える。

C20火山灰層は、水野ほか(1987)のC20地点(本稿のLoc. 56)では、層厚が25cmで白色~茶白色の細粒~中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなり、中部に細粒火山灰層を挟み、基底部の層厚1~2cmは重鉱物を含むゴマシオ状の粗粒火山灰からなる岩相の特徴をもつ(Fig. 45)。また、岩石学的には火山ガラスが半分以下で長石と重鉱物を多く含み、火山ガラスは多孔質型が大半をしめ、その屈折率は1.499-1.502という特徴をもつ。

菊川市糯田(Loc. 57, 58)で発見した火山灰層は、岩相も岩石学的特徴も水野ほか(1987)のC20火山灰層に酷似する。磯部地域の三沢火山灰層は、岩相がC20火山灰層に酷似し、火山ガラスの形状と屈折率も類似する。この火山灰層は他の地点でのC20火山灰層に比べて火山ガラスが大半を占める組成を示すが、岩相と岩石学的特徴の類似からC20火山灰層と同定した。

2. 下組火山灰層と“C21 火山灰層”

水野ほか(1987)では、B34とC21地点でみられる火山灰層を“下組火山灰層”とし、それにしたがって里口ほか(1996)は水野ほか(1987)のC21地点(本稿のLoc. 70)の火山灰層(“C21火山灰層”)を“下組火山灰層”として記載した。しかし、門屋(Loc. 61)で下組火山灰層の2.5m上位に岩相と岩石学的特徴が“C21火山灰層”に類似する火山灰層が発見された。

また、下組火山灰層とC21火山灰層はどちらも白色から灰白色の細粒火山灰層と粗粒火山灰層からなるが、C21火山灰層の層厚は10~25cmと、下組火山灰層の65~200cmに比べて層厚が薄い。さらに岩石学的特徴では、下組火山灰層は火山ガラスが大半を占めるのに対して、C21火山灰層は長石も多く含まれ、火山ガラスの形状は下組火山灰層では扁平型が主体であるのに対して、C21火山灰層のものは多孔質型が多い。火山ガラスの屈折率は、下組火山灰層が1.497-1.500であるのに対して、C21火山灰層の屈折率は1.502-1.505と明らかに異なっ

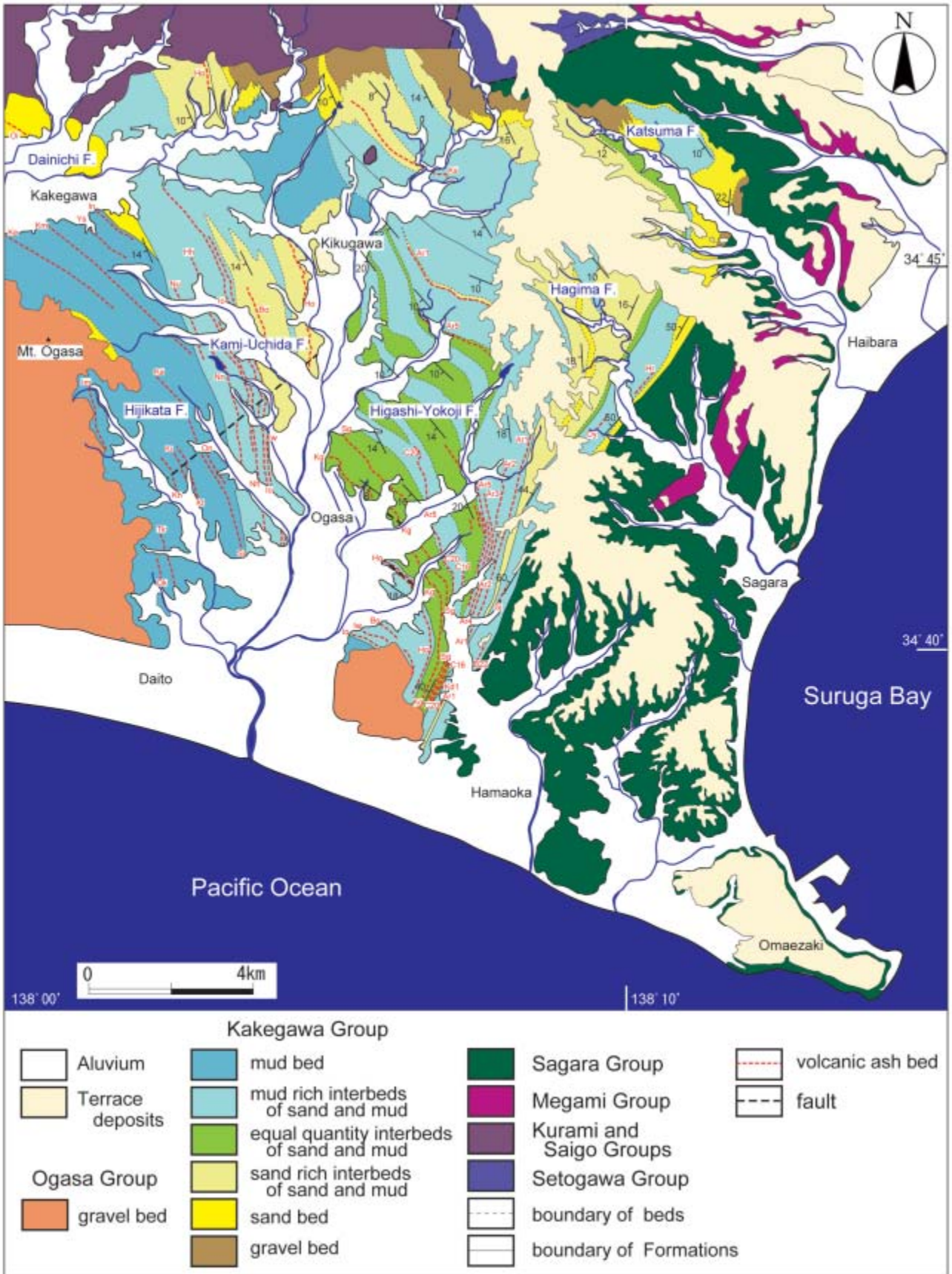


Fig. 43 Color geological map of the Kakegawa Group. F: Formation. The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown in Figs. 3, 4 and 6 and below. Hh: Higashihirao, Im: Imataki-Kita, In: Inter, Ka: Kaigasawa-Ike, Ke: Ketsuenji-Oku, Kh: Kamihijikata, Ki: Kita, Km:Kamenokou, Kt: Kitou, Nh: Nishihirao, Nn: Nanamagari-Ike, Nu: Nakauchida, Oi: Oike, Ok: Osaka-Kita III, On: Onuki, Si: Syouichiinari, Tk: Takatenjin-gashi, Ys: Yasaka-Jinjya.

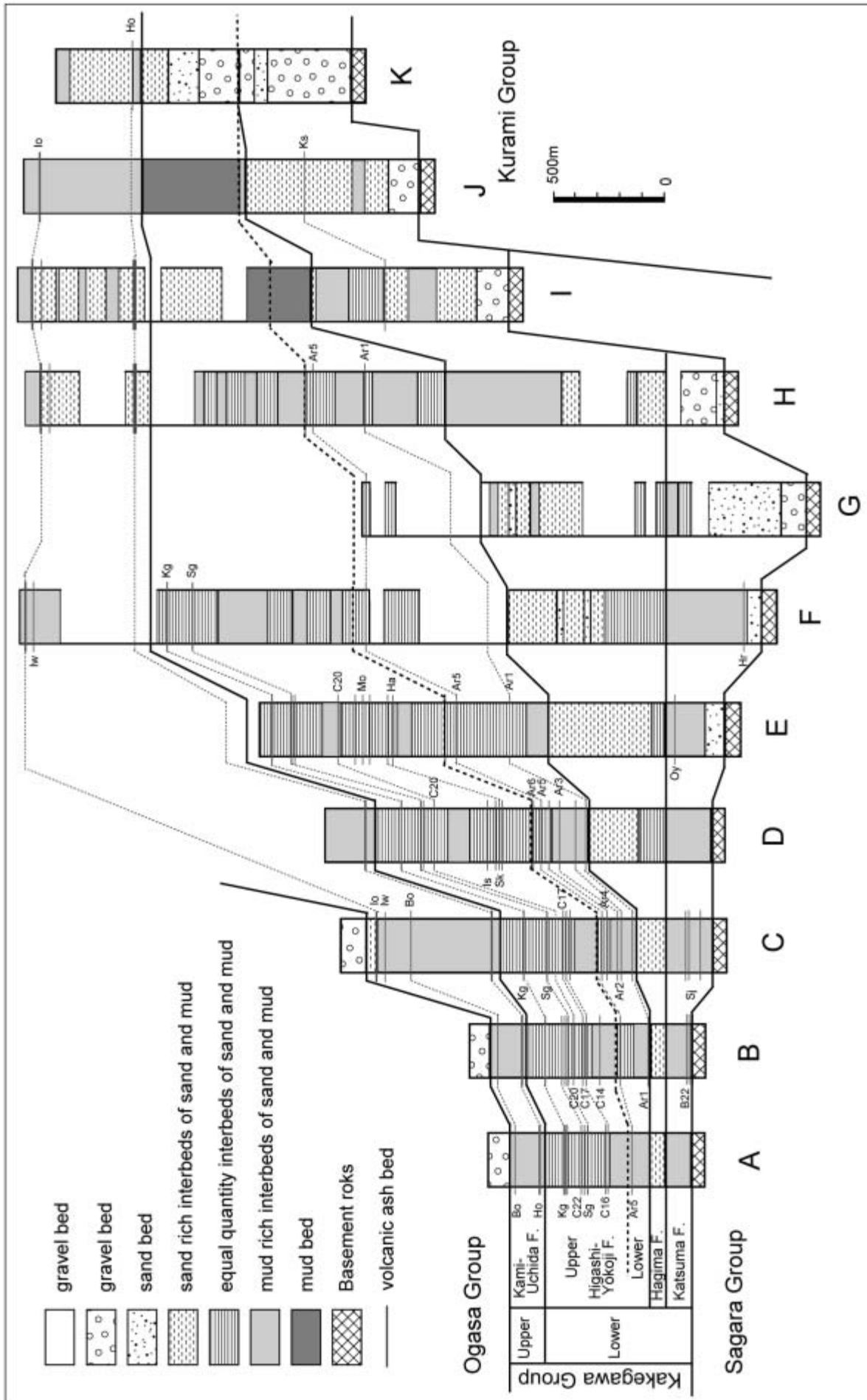


Fig. 44 Geological columnar sections and the volcanic ash beds in the Lower of the Kakegawa Group. Locality of the columnar sections are shown in Fig. 1. F: Formation. The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Hr: Hirugaya, Oy: Oyori, Sj: Soijin, Ks: Kawashiro, Ar1-6: Arigaya I-VI, Sk: Shiokaizaka, Is: Isobe, Ha: Hatazaki, Mo: Mokki, Sg: Shimogumi, Kg: Kamigumi, Ho: Hotta, Bo: Bonoya, Iw: Iwaname, Io: Iozumi.

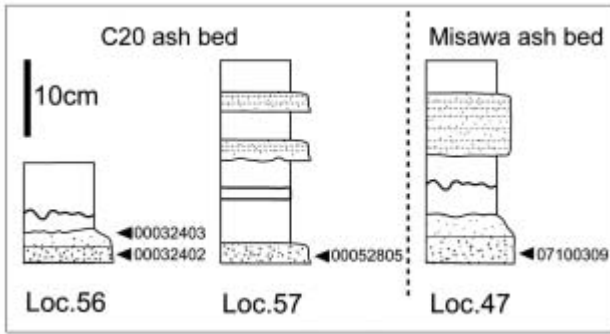


Fig. 45 Geological columnar section of the C20 and the Misawa volcanic ash beds at location 56, 57 and 47. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

高い値を示す。

このように、下組火山灰層と“C21 火山灰層”とは岩相と岩石学的特徴は異なり、下組火山灰層の2.5m 上位に“C21 火山灰層”が見られることから、C21 火山灰層と下組火山灰層とは同一の火山灰層ではないと考えられる。したがって、本稿では下組火山灰層を水野ほか（1987）の B34 火山灰層として再定義し、“C21 火山灰層”を「下組上火山灰層」として新たに定義した。

3. 赤土安興寺および天池に分布する上組火山灰層

赤土安興寺および天池付近には、層厚が約 4m の火山灰層が安興寺の西側から天池の東側にかけて分布する (Fig. 46)。この火山灰層を挟在する泥がち砂泥互層は、N10°~40°W の走向で 10°~20°W の傾斜をもつ。この地質構造から、安興寺の西から天池の東側にかけて分布する北側の火山灰層は、天池の南側に分布する火山灰層より下位の火山灰層となり、この地域には層厚 4m のほぼ同様の岩相と層厚をもつ火山灰層が 2 層存在することになる。

水野ほか（1987）ではこの北側の火山灰層を B36（上組）とし、南側の火山灰層を B37 として別の火山灰層とした。里口ほか（1996）でも同様に 2 つの火山灰層を別の火山灰層として SA-5 を上組火山灰層、SA-4 を B37 火山灰層とした。

この 2 つの火山灰層の岩相は、どちらも白色から灰白色の細粒火山灰層と細粒~中粒砂サイズの粗粒火山灰層の互層からなり、層厚はどちらも約 4m である。南側の火山灰層は、その北西または北方向への延長部で分布を確認することができず、上組火山灰層の下位に同様の岩相と層厚をもつ火山灰層が見られるのは天池付近に限られる。北側の“B36 火山

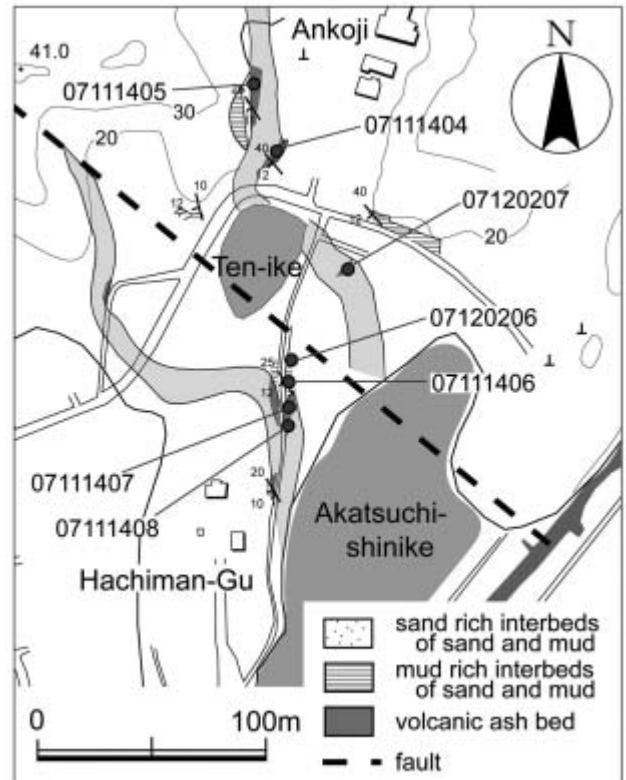


Fig. 46 Geological map with route date around the Ankoji at Akatsuchi in Ogasa is shown the distribution of the Kamigumi volcanic ash bed and the presumptive fault.

灰層”の試料（07111404 と 07111405, 07120206）と、南側の“B37 火山灰層”の試料（07111407 と 07111407）の火山ガラスの岩石学的特徴を比較すると、どちらも屈折率が 1.503-1.506 で、火山ガラスは多孔質型が大半を占め、同様の性質を示す。

この 2 つの火山灰層は、それらの岩相・層厚と火山ガラスの岩石学的特徴が等しいことと、それらの分布状況から判断して、これら 2 つの火山灰層は同じ上組火山灰層であると考えられる。この地域で上組火山灰層が上下にずれて分布するのは、天池と赤土新池を通る北西-南東方向に推定される断層によって、南側が相対的に隆起したためと考えられる。

4. 虚空蔵山から三ッ池に分布する堀田火山灰層

虚空蔵山から三ッ池付近には、層厚が約 10m と厚い白色の堀田火山灰層が分布する (Fig. 47)。この火山灰層およびそれを挟在する泥がち砂泥互層は、N25°~40°W の走向で 14°~22°W の傾斜をもつ。

虚空蔵山の西側には泥層があり、その上位に虚空蔵山に分布する火山灰層と同様の岩相と層厚をもつ白色火山灰層が分布する。また、その南東側の池ヶ

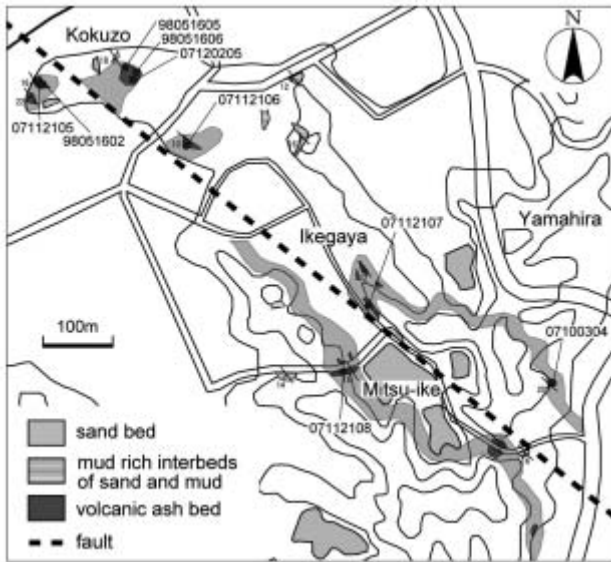


Fig. 47 Geological map with route date around the area from Kokuzo to Mitsuike near Takahashi is shown the distribution of the Hotta volcanic ash bed and the presumptive fault.

谷の金毘羅神社にも虚空蔵山の火山灰層が分布し、三ッ池の南側にも同様の岩相と層厚をもつ白色火山灰層が分布する。この地域の地層は南西に傾斜することから、虚空蔵山から三ッ池付近にかけての地域には、層厚 10m の白色火山灰層が上下 2 層分布する。しかし、この地域以外には堀田火山灰層の下位に同様の層厚をもつ白色火山灰層は認められていない。

この 2 つの火山灰層のうち、北側に分布する堀田火山灰層の試料 (07120205, 071121206 と 71121207) と南側の火山灰層の試料 (071121205 と 071121208) では、どちらも火山ガラスは扁平型が大半を占めて、その屈折率は 1.500-1.505 と、この 2 つの火山灰層は同じ岩石学的特徴を有する。

この 2 つの火山灰層の岩相と岩石学的特徴、および層厚が類似すること、それにその分布の状況から、この 2 層の火山灰層はどちらも堀田火山灰層であると考えられる。この地域においては、虚空蔵山の西から三ッ池を通る北西-南東方向の断層によって南側が相対的に隆起したため、堀田火山灰層が南北に分かれて分布するものと考えられる。

5. 各層準における火山灰層の特徴と対比

上述した火山灰層以外に、直接対比できる火山灰層はないが、各層 (累層) ごとに火山灰層の岩相や岩石学的特徴を示し、それをもとに層準の対比を試みる。

勝間層の火山灰層は、牧之原市西萩間～大寄地域と御前崎市新野地域に分布する。両地域の火山灰層で対比できるものはないが、これらの火山灰層は蛭ヶ谷火山灰層を除いて細粒で層厚の薄いものが多く、また火山ガラスの屈折率はすべての火山灰層で 1.498～1.499 の範囲にあり、火山ガラスの形状は多孔質型が多いという同様の特徴ももつ。

萩間層に挟在する火山灰層は富田地域に河城火山灰層が認められたのみであるが、この火山灰層の火山ガラスの屈折率は 1.521 と他の層準の火山灰層と比べて非常に高い値を示す。

東横地層下部層の火山灰層は、白色～灰白色の細粒～粗粒火山灰層である有ヶ谷火山灰層グループで特徴づけられ、火山ガラスの屈折率は 1.495～1.512 の範囲にある。有ヶ谷 I, II, III, IV 火山灰層はどれも、火山ガラスの形状は扁平型が主体をしめて中間型も含み、火山ガラスの屈折率は 1.495～1.502 の間にほぼ収まるという特徴をもつ。それに対して有ヶ谷 IV 下火山灰層は、火山ガラスと長石が多く、火山ガラスの形状は扁平型が主体をしめ、屈折率は 1.500-1.503 と有ヶ谷 I, II, III, IV 火山灰層より少し高い値を示す。また、有ヶ谷 V 火山灰層の火山ガラスの屈折率は 1.500-1.512 で、有ヶ谷 VI 火山灰層は 1.497-1.502 であり、それら 2 層の火山灰層は有ヶ谷 I, II, III, IV 火山灰層よりも少し高い値を示す。

東横地層上部層には多くの火山灰層が挟在し、そのうち層厚が厚く連続するものとしては下組と上組火山灰層がある。東横地層上部層の火山灰層は、火山ガラスの屈折率が 1.496～1.499 までの範囲を示す下組下と下組火山灰層を除いてすべてのものが、1.500～1.513 の範囲で多孔質型のガラス形状が多いという特徴をもつ。その中でも、C16 火山灰層の火山ガラスの屈折率は 1.507-1.508 で、C22 火山灰層は 1.511、門屋 C 火山灰層は 1.513 と他と比べて高い値を示す。

C16 火山灰層から上位の火山灰層、すなわち C16, C17, C20, 下組下, 下組, 下組上, C22, 上組火山灰層は、門屋から有ヶ谷付近まで連続してその分布が確認できるが、その北側の高橋や下平川、磯部、目木地域ではこれらのうち C20 と下組, 上組火山灰層の 3 層しか現在のところ連続を確認することができない。

また、C20 火山灰層よりも下位の火山灰層については、北部と南部地域で直接対比できるものがない

が、磯部地域と目木地域に分布する火山灰層のガラスの屈折率は 1.503 ~ 1.504 であり、この値は門屋地域の C14 や門屋 A 火山灰層の値に類似する。特に市場火山灰層と門屋 A 火山灰層の屈折率の値はほぼ同じで、火山ガラスの形態も多孔質型を多く含むという点も類似することから、両火山灰層は対比される可能性がある。また、岩石学的特徴については検討していないが、その下位の目木地域の畑崎Ⅱ火山灰層と磯部地域の塩買坂Ⅱ火山灰層は岩相が類似し、層準的にも対比される可能性がある。このように、C20 火山灰層よりも下位の火山灰層についても、多くの火山灰層が南部から北部に連続して分布する可能性が強い。

掛川層群下部層の堆積シーケンス

本稿では、掛川層群のおもに下部層に挟在する火山灰層を記載し、その層準を明確にした。本調査地域の南側から北側にとった柱状ルート A ~ K の岩相柱状図を並べた Fig. 44 では、掛川層群下部層の地層の累重のようすを示している。

最下部の勝間層は分級の悪い礫層や砂層と泥がち砂泥互層からなる。その上位の萩間層はおもに砂質タービダイトからなる砂がち砂泥互層からなり、柱状ルート H で約 1000m と最大層厚を示し、柱状ルート A ~ B では約 100m と南部に向かって急激に地層の厚さを減ずる。勝間層は岩相から、海盆または斜面部に堆積した泥質堆積物と海底チャネル堆積物からなり、萩間層は砂質タービダイトで特徴づけられる海底扇状地中部の堆積物と考えられ、柴ほか(2000)ですでに述べたように Haq et al. (1987) のシーケンスモデルにおける低海水準堆積体に相当する。

その上位の東横地層はおもに等量砂泥互層と泥がち砂泥互層からなり、岩相的には泥質タービダイトが主体で、斜面から海底扇状地中部から下部の堆積物と考えられる。柱状ルート F ~ H 間で層厚が約 1,500m と厚く、その北側と南側に向かって地層の厚さが急激に減ずる。東横地層下部層では、柱状ルート F ~ H 間で地層が約 500m と厚く、柱状ルート A ~ G ではその半分以下の厚さとなる。東横地層下部層に挟在する有ヶ谷火山灰層グループの火山灰層で見ると、柱状ルート H では有ヶ谷 I 火山灰層の下位の地層はその上位の地層よりも厚いが、そ

の南側では有ヶ谷 I 火山灰層の下位の地層の厚さは急激に減じて、柱状ルート A ~ G ではほとんどなくなる。また、柱状ルート F では有ヶ谷 I から有ヶ谷 V 火山灰層までの地層の厚さが厚いが、柱状ルート D ~ E にかけてその厚さを急激に減じる。すなわち、東横地層下部層の地層は南側で下位の萩間層に対してダウンラップする傾向が見られる。

また、東横地層上部層では、層厚の厚い部分が東横地層下部層のその部分（柱状ルート F ~ H 間）よりも南側の柱状ルート D ~ G にあり、さらに南側の柱状ルート C ~ F にかけて C20 火山灰層より下位の地層の層厚が急激に減少する。すなわち、東横地層上部層もその下位の東横地層下部層に対して南側にダウンラップする傾向が見られる。このことから、東横地層下部層も上部層も高海水準期堆積体と考えられる。

東横地層上部層の上部に挟在する下組火山灰層と上組火山灰層は、柱状ルート A ~ F まで分布が確認できるが、それより北部では見られず、北部ではより下位の地層が分布すると考えられる。これは、東横地層上部層の最上部が北部で堆積しなかったか、または上内田層堆積前に北部の東横地層は剝削された可能性があり、上位の上内田層に対してトップラップすると推定できる。このことから、上内田層と下位の東横地層はシーケンス境界で接すると考えられる。

低海水準堆積体と高海水準期堆積体の間にある海進期堆積体については、掛川層群下部層では明確ではなく、おそらく海進期堆積体は低海水準期堆積体とした萩間層の北部の岩相に含まれる可能性がある。

また、第四紀の下限である Gelasian の基底は、東横地層上部層の基底にほぼ対比されることから、第四紀の下限の層準は掛川層群下部層では高海水準期堆積体の中に存在する。

ま と め

本稿では、掛川層群のおもに下部層に挟在する火山灰層について、新たに発見した火山灰層も含め、その岩相と岩石学的特徴を記載した。また、各地域の火山灰層の対比を行い、火山灰層の水平方向の広がりや垂直方向の層位を整理した。本稿で記載した火山灰層は 53 層で、そのうちの 39 層と相良層群の 1 層の火山灰分析を行った。火山灰分析を行った試

料採取点は 87 地点で、試料数の総計は 124 個である。掛川層群下部層の火山灰層の火山ガラスの屈折率は 1.496 ~ 1.521 の範囲にあり、勝間層では 1.498 ~ 1.499、萩間層では 1.521 と高く、東横地層では 1.497 ~ 1.511 の範囲にある。

掛川層群下部層の最下部にあたる勝間層には、蛭ヶ谷火山灰層と大寄火山灰層、B19, B20, B21, B22, B23, 想慈院火山灰層グループ、B24 火山灰層があり、萩間層には河城火山灰層が認められた。その上位の東横地層下部層には、下位から B25, B26, 有ヶ谷 I, 有ヶ谷 II, 有ヶ谷 III, 有ヶ谷 IV 下, 有ヶ谷 IV, 有ヶ谷 V, 有ヶ谷 VI 火山灰層が挟在する。

東横地層上部層には、多数の火山灰層を挟在し、地域によって異なる火山灰層が認められる。磯部地域には下位から、塩買坂火山灰層グループ、磯部火山灰層、市場火山灰層が分布する。目木地域には、下位から畑崎火山灰層グループと目木火山灰層グループ、三沢火山灰層が分布する。三沢火山灰層は C20 火山灰層に対比される。門屋-高橋地域には、下位から C13, C14, C15, 門屋 A, B32, C16, C17, C18, C19, C20, 本間堂, 下組下, 下組, 下組上, C22, C23, 門屋 B, 門屋 C, 上組, C25 火山灰層が分布する。下平川地域には、下位から下組, 天池東火山灰層グループ, 上組火山灰層が分布する。

赤土付近の上組火山灰層の分布と、虚空蔵山付近の堀田火山灰層の分布から、両地域に北西-南東で南側が相対的に隆起した断層が推定される。また、火山灰層の分布と層準、およびそれによって明らかになった地層の層厚の変化から、東横地層の地層は下部層も上部層もその下位層の萩間層に対して、南側にダウンラップする傾向が見られ、高海水準期堆積体と考えられる。また、東横地層上部層は、北部ではより下位の地層が上位の上内田層に対してトップラップの関係にあり、上位の上内田層とはシーケンス境界で接すると考えられる。

第四紀の下限である Gelasian の基底は、東横地層上部層の基底にほぼ対比されることから、第四紀の下限層準は掛川層群下部層では高海水準期堆積体内に存在する。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、東海大学海洋学部海洋資源学科の根元謙次教授、金 容義教授、坂本 泉

准教授および元教授の佐藤 武氏に御指導頂いた。火山灰分析では、大阪市立大学理学部地球学科の吉川周作教授と滋賀県立琵琶湖博物館の里口保文氏、工藤地質研究所の工藤周一氏には御指導と御助言を頂いた。現地調査、サンプル採取、試料分析、図面作成等では、渡邊恭太郎氏、佐々木昭仁氏、武田好史氏、中本裕介氏、高橋孝行氏、岡田陽介氏にお世話になった。また、掛川市円満寺住職鬼頭良武氏には宿舎に関してお世話になった。以上の方々に厚く御礼を申し上げる。

引用文献

- Chinzei, K. and M. Aoshima (1976) Marine thermal structure of the Plio-Pleistocene warm water in Central Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II*, **19**, 179-203.
- 千谷好之助 (1928) 遠州国相良掛川附近第三紀層に就て. *地学雑誌*, **38**, 84-89.
- Fisher, R. V. (1961) Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks. *Bull. Geol. Soc. Am.*, **72**, 1409-1414.
- Haq, B. U., J. Hardenbol, P. R. Vail (1987) Chronology of the fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, **235**, 1156-1166.
- 茨木雅子 (1986) 掛川層群の浮遊性有孔虫生層序基準面とその岩相層序との関係. *地質学雑誌*, **92**, 119-134.
- Ibaraki, M. (1986) Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Kakegawa area on the Pacific coast of Central Japan, *Rep. Fac. Sci. Shizuoka Univ.*, **20**, 39-173.
- Ibaraki, M. and R. Tsuchi (1974) Planktonic foraminifera from the upper part of the Kakegawa Group and the Soga Group, Shizuoka Prefecture, Japan. *Rep. Fac. Sci. Shizuoka Univ.*, **9**, 115-130.
- Ishibashi, M. (1989) Sea-level controlled shallow-marine systems in the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Shizuoka, Central Honshu, Japan: Comparison of transgressive and regressive phases. 345-363, In Taira, A and F. Masuda eds.: *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*, Terra Scientific Pub. Com., Tokyo, 732p.

- 石田志朗・牧野内猛・西村 昭・竹村恵二・壇原徹・西山幸治・竹田 明 (1980) 掛川地域の中部更新統, 第四紀研究, **19**, 133-147.
- 加藤道雄 (1973) 掛川層群の微化石層位学的研究. 地質学雑誌, **79**, 263-276.
- 亀尾浩司 (1998) 石灰質ナンノ化石からみた掛川上部新第三系・第四系層序—満水層の層位的位置について—. 地質学雑誌, **104**, 672-686.
- 黒川勝己, 1999, 水底堆積火山灰層の研究法—野外観察から環境史の復元まで—, 地学双書 30, 地学団体研究会, 東京, 147p.
- 榎山次郎 (1925) 遠江掛川付近第三紀層の層序. 地球, **3**, 569-576.
- 榎山次郎 (1928a) 静岡縣掛川町近傍の地質に就きて (一). 地球, **9**, 23-35.
- 榎山次郎 (1928b) 静岡縣掛川町近傍の地質に就きて (二). 地球, **9**, 100-118.
- 榎山次郎 (1950) 日本地方地質誌中部地方. 朝倉書店, 東京, 233p.
- 榎山次郎 (1963) 掛川地方地質図説明書. 地質調査所, 30p.
- Makiyama, J. (1927) Molluscan fauna of the lower part of the Kakegawa Series in the province of Totomi, Japan. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B., **3**, 1-147.
- Makiyama, J. (1931) Stratigraphy of the Kakegawa Pliocene in Totomi. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B., **7**, 1-53.
- 榎山次郎・坂本 享 (1957) 5 万分の 1 地質図幅「見付・掛塚」および同説明書. 地質調査所, 50p.
- Masuda, F. and M. Ishibashi (1991) Onlap and downlap patterns in a depositional sequence of the Plio-Pleistocene Kakegawa Group in Japan. Jour. Sed. Soc. Japan, **34**, 75-78.
- 水野清秀・杉山雄一・下川浩一 (1987) 静岡県御前崎周辺に分布する新第三系相良層群及び掛川層群下部の火山灰層序. 地調月報, **38**, 785-808.
- Nagahashi, Y. and Satoguchi, Y (2007) Stratigraphy of Pliocene to Lower Pleistocene Marine Formations in Japan on the basis of tephra beds correlation. The Quaternary Research, **46**, 205-213.
- Nobuhara, T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of the Kakegawa Group, central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, **170**, 159-185.
- Oda, M. (1977) Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the late Cenozoic sedimentary sequence, central Honshu, Japan. Tohoku Univ Sci Rep 2nd ser (Geol), **48**, 1-72.
- 長田敏明 (1980) 静岡県牧ノ原台地の形成過程. 第四紀研究, **19**, 1-14.
- 酒井哲弥・増田富士雄 (1992) 鮮新-更新統掛川層群の沿岸～大陸棚相にみられるパラシーケンス. 堆積学研究会報, **36**, 19-24.
- Sakai, T. and F. Masuda (1995) Sequence stratigraphy of the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Shizuoka, Japan. Mem. Geol. Soc. Japan, **45**, 154-169.
- 里口保文・吉川周作・笹尾英嗣・長橋良隆 (1996) 静岡県の鮮新～更新統掛川層群上部の火山灰層とその広域対比. 地球科学, **50**, 483-500.
- 里口保文・長橋良隆・黒川勝己・吉川周作 (1999) 本州中央部に分布する鮮新-下部更新統の火山灰層序. 地球科学, **53**, 275-290.
- 柴 正博 (2005) 2.2 静岡, 掛川地域の第三系・下部更新統. 132-136, 日本の地質増補版編集委員会編: 日本の地質増補版, 共立出版, 東京, 374p.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の層序, 地球科学, **50**, 441-455.
- 柴 正博・惣塚潤一・山田 剛・東元正志・菊池正行・小坂武弘 (1997) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の浮遊性有孔虫生層序, 地球科学, **51**, 263-278.
- 柴 正博・渡辺恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. 海・人・自然 (東海大学博物館研究報告), **2**, 53-108.
- 柴 正博・横山謙二・赤尾竜介・加瀬哲也・真田留美・柴田早苗・中本武史・宮本綾子 (2007) 掛川層群上部層におけるシーケンス層序と生層序層準. 亀井節夫先生傘寿記念論文集, 219-230.
- Shibata, K., S. Nishimura and K. Chinzei (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene

- Planktonic datum planes. 85-89, In Ikebe, N. and R. Tsuchi eds.: Pacific Neogene Datum Planes - Contributions to Biostratigraphy and chronology -, Univ. Tokyo Press. Tokyo, 140p.
- 田村糸子・山崎晴男・水野清秀 (2005) 前期鮮新世 4.1Ma 頃の広域テフラ, 坂井火山灰層とその相当層. 地質学雑誌, **111**, 727-736.
- Tsukawaki, S. (1994) Depositional environments of the Sagara and Kakegawa Groups (Middle Miocene-Early Pleistocene), and the evolution of the sedimentary basin, Central Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser, (Geol.), **63**, 1-38.
- Tsuchi, R. (1961) On the late Neogene sediments and molluscs in the Tokai region, with notes on the geologic history of the Pacific coast of Southwest Japan. Japan Jour. Geol. Geogr., **32**, 437-456.
- Tsuchi, R. (1976) Neogene geology of the Kakegawa district. 2-21, In Tsuchi, R. ed.: Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district, 1-CPNS, Tokyo, 82p.
- 氏家 宏 (1958) 相良・掛川堆積盆地の地質構造. 日本地質学会第 65 年総会, 日本第三系シンポジウム討論会資料, 1-7.
- Ujiié, H. (1962) Geology of Sagara - Kakegawa sedimentary basin in Central Japan, Sci. Rep. Tokyo Kyoiku-Daigaku, **8**, 123-188.
- 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.
- Yoshikawa S. (1984) Volcanic ash layers in the Osaka and Kobiwako Groups, Kinki District, Japan. Jour. Geos. Osaka City Univ., **27**, 1-40.
- Yoshida, K. and N. Niitsuma (1976) Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. 54-59, In Tsuchi, R. ed.: Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district, 1-CPNS, Tokyo, 82p.

[資料] 硬骨魚類の骨格標本作製法

佐々木 彰 央¹⁾・岡 有 作²⁾

Skeleton Specimens Manufacture Method of the Osteichthyes

Akio SASAKI¹⁾ and Yusaku OKA²⁾

緒 言

脊椎動物における骨格標本の作製法としてこれまでにいくつかの方法が考案され、八谷・大泰司(1994)や河村・藤田(1995)によって紹介されている。それらの方法として、昆虫に食べさせる方法、水や土で腐敗させる方法、煮沸させる方法、パパイン法、タシナーゼ法、次亜塩素酸ナトリウムを使った方法がある。

昆虫に食べさせる方法や腐敗させる方法等は、昆虫の維持の手間や雑菌の繁殖による異臭といった問題がある。煮沸させる方法は、関節が分離してしまうため骨格構造が崩れてしまい、さらに熱によって骨を痛める危険性がある。パパイン法は、パパインという薬品を用いるが、高価な上に大変有毒のため取り扱いが難しい。タシナーゼ法はタシナーゼというタンパク質分解酵素を用いるが、薬浴する際あらかじめ試料を煮沸させないと分解の効率が悪く、さらに薬浴には約15時間以上を要する。

本稿で示す方法は次亜塩素酸ナトリウムを使う方法で、同様の方法にはこれまでに伊藤(1992)によって紹介された次亜塩素酸ナトリウムを含む排水パイプ用洗剤「パイプスルー(花王)」を用いる方法があった。しかし、パイプスルーはパイプを傷めないよう次亜塩素酸ナトリウムの濃度が抑えられているため、薬浴によるタンパク質の溶解時間が、タン

パク質量にもよるが1~2日間を要する。

そこで、本稿では一般に市販されている商品を使い、比較的短い時間でほぼ交連状態のまま骨格標本作製する方法を報告する。

骨格標本の作製方法

1. 試料

骨格標本作製において、除肉処理が困難な小型で骨が細かな硬骨魚類は適していない。そのため、体長150mm以上の個体を試料とした方が、良質な標本が作製できる。

標本の作製には、事前に試料とする種の正確な同定が必要である。本稿では、スズキ *Lateolabrax japonicus* (全長5600mm, 体長5500mm, 重量2042g, 図1-A) を試料として、骨格標本の作製方法の例として示す。なお、本稿では魚体の各部の名称は上野・坂本(1999)に基づいた。

2. 薬品と道具

薬品は、花王の「除菌ハイター」と「ワイドハイター」を使用する。「除菌ハイター」は伊藤(1992)が用いた「パイプスルー」よりも次亜塩素酸ナトリウム濃度が高く、タンパク質が溶解されるまでの時間は10分程度で、同時に脱脂・漂白が行える。除菌ハイターのみを使用しただけでは臭いや黄ばみが

¹⁾ 東海大学海洋学部, 424-8610, 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1
School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1, Orido, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

²⁾ 東海大学社会教育センター, 424-8620, 静岡県静岡市清水区三保 2389
Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

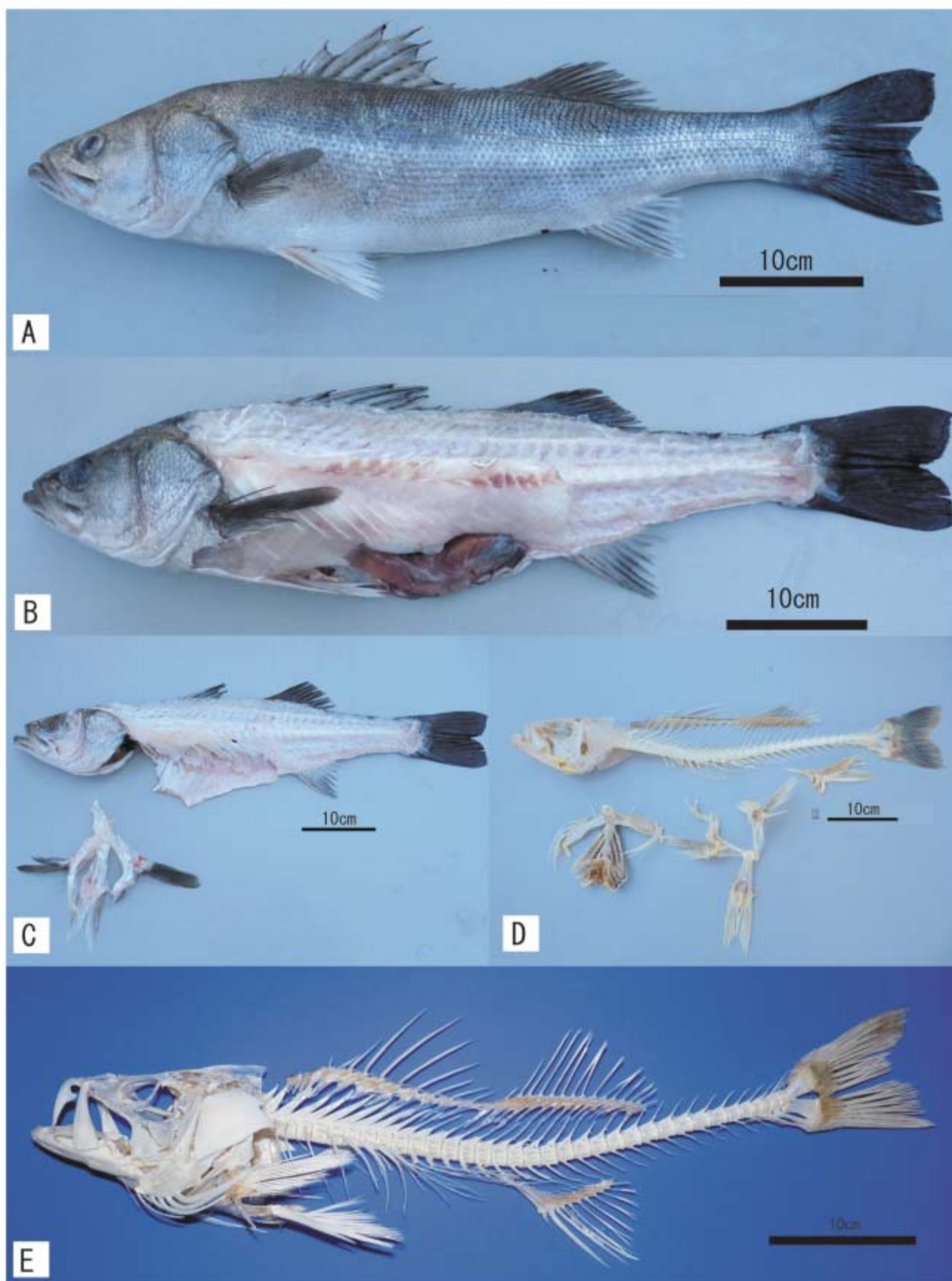


図1 標本の作製過程

A : 試料としたスズキ, B : 左体側筋を徐肉した試料, C : 腹鰭と内臓を除去した試料, D : 徐菌ハイター薬浴後の試料, E : 完成した標本.

完全に取り切れないため、過酸化水素を含む衣類用漂白剤「ワイドハイター」を併用することによって、骨が漂白され、さらに界面活性剤の効果によって脱脂と脱色および脱臭される。

また、作成後に腐敗防止のために10%ホルマリン溶液と、乾燥後に分離した骨のパーツをつなぐための瞬間接着剤や接着用樹脂を使用する。

道具として、除肉を行うためにメスとハサミ、細かな作業をするためのピンセット、薬浴する際に手を傷つけないためにゴム手袋と割り箸、薬液を溜めるために試料の大きさに見合ったプラスチック製の容器、標本として形を整える時に使用する発泡スチロールの板と竹串、爪楊枝、接着剤を扱うためのグルーガンを準備する。

3. 作製手順

1) 試料の除肉

除肉に際しては、骨格を傷つけないことが重要であり、また全体の除肉の程度が均一になるよう心掛ける必要がある。それは、後述する2)の除菌ハイターによる溶解の際に筋肉や神経などの軟組織が多く残っている部位と少ない部位で溶解するまでの時間に差が生じ、軟組織の少ない部位を多い部位と同じ時間薬浴させると骨などの硬組織まで溶解してしまうためである。

- ① はじめに、試料の左体側面の頭頂部後端から尾鰭の基底までの体側面に浅く切れ込みを入れる。そして、切れ込みに指を入れて肋骨の位置を確認する。上肋骨を傷つけないよう注意しながら、メスと指で体側筋を剥離する。その行程を反対側も行う。この行程と次ぎの工程は容器に水を張り、試料を浸けて行うと作業がしやすい(図2)。
- ② 次に左体側面の腹部腹面の皮を擬鎖骨の手前まで剥がし、肛門から後方へ腹中に沿って尾鰭基底まで肋骨の周辺に付着する軟組織を取り除く(図1-B)。これも試料の両側とも切除する。
- ③ 次に内臓を取り出すが、内臓周辺の部位は最も注意を必要とするため、徐肉作業に障害となる擬鎖骨や胸鰭および腹鰭を、繋げた状態でメスを使って試料から切り離す(図1-C)。鰭の位置は標本にとって重要なので、胸鰭と腹鰭を外す前に写真やスケッチ等でその位置



図2 体側面の除肉作業

を記録する。胸鰭は肩帯を交連状態のままですべて試料本体から取り外す。肩甲骨と肋骨は傷つけないように皮を剥離して、内臓を全て切除する。腎臓は強固に付着していることが多いため、メスで傷をつけておき、除菌ハイターの薬浴の際に浸透を促進させる。

- ④ 頭骨の軟組織を外す。特に鰓条骨付近や舌顎骨から外翼状骨まで達する筋肉の軟組織を切除する。また、眼下骨下部と頭頂骨・鰓蓋骨の裏側・頭頂部・下顎の裏側の軟組織と眼球を、メスを使って切除する。
- ⑤ 試料の右体側面も上記の行程と同様に除肉した後、臀鰭と背鰭を薬浴の際に別の行程で作業するために切り離す。薬浴の行程で交連している位置が分離してもその位置がわかるように、写真やスケッチ等でその位置を記録する。

本稿の試料では、これら除肉作業に1時間30分を要した。

2) 除菌ハイターによる溶解

試料の除肉作業後に、試料の骨格に付着する軟組織を溶解するために、除菌ハイターで薬浴する。除肉が終わった試料をコンテナ等の容器に入れ、除菌ハイターを原液のまま試料が沈みきるまで注ぐ(図3)。この作業では塩素ガスが発生するため、中毒にならないよう換気の良いところで行う。



図3 除菌ハイターによる薬浴

- ① この工程では、軟組織のほとんど付いていない尾鰭はすぐに液から取り出す。軟組織が多く付着している部位は、ゴム手袋を着用して薬浴させながらこすったり傷つけると、反応が促進されて溶解が早まる。この時、反応熱で薬液が高温となる場合があるので、ゴム手袋を着用していても注意が必要である。そのような場合は、割り箸などを使用して作業をする。反応熱は気温や試料に付着する軟組織量によって大きく変化する。
- ② 取り外した胸鰭や腹鰭、背鰭、臀鰭は、軟組織が付着している部位を薬液に1分間浸け、その後取り出して水で洗浄する。それ以外の試料は、交連状態が保たれながらも軟組織が溶解した時点で薬液から取り出し、もし軟組織が残っていればメスやハサミで切除する。また、軟組織が多く付着している部分は再び薬液に浸す。

この工程での留意点として、試料を長時間浸け過ぎると骨や関節が溶解し、骨格構造が崩れる原因となるため、早めに薬液から取り出すことである。また、鰭条の末端については、薬浴させているだけでも溶解するため、鰭条の薬浴はできるだけ短時間にす。本試料の場合、薬浴時間が総計1分間で各鰭の軟条末端は平均で8.2mm溶解し、棘条では0.9mm溶解した。なお、第二背鰭の軟条末端は最大で29.5mm溶解した。薬浴後の試料のようすを図1-Dに示す。

3) ワイドハイターによる脱脂と脱色および脱臭 除菌ハイターに薬浴させて骨格に付着する軟組織

を溶解させた試料を、次にワイドハイターを使用して脱脂と脱色および脱臭を行う。

- ① 容器内に試料を入れ、70℃のお湯を試料が満たされるまで注ぐ。その後、ワイドハイターを全液量の1割程注ぐ。この行程では骨が溶解することはないので1時間ほど放置する。
- ② この処理では、骨に残っている軟組織がゼリー状に変質するため、薬浴中にその部分をピンセットや指で除去する。骨の黄ばみと異臭が強い場合は、同じ作業を繰り返す。骨の黄ばみと異臭がなくなったところで、試料を容器から取り出し、流水で洗浄する。

冬期では気温が低いため、70℃のお湯でもすぐに冷めてしまい、過酸化水素の反応が低くなり、薬浴に数時間以上要する場合がある。よって、この作業工程は脱脂と脱色および脱臭の効果を見ながら、薬浴の時間を決定する必要がある。

4) 整形と乾燥

- ① 試料全体が収まる広さの発泡スチロール板の上に、薬浴処理を行った試料をむら無く乾燥できるように置き、虫ピン、爪楊枝、竹串を使い整形する。ここでのキーポイントは、竹串を交差させて発泡スチロール板に刺して、その上に試料を置いて浮かせることである(図4)。鰭は鰭条の横に虫ピンや爪楊枝を添え、鰭を立たせる。切り離れた胸鰭や腹鰭は試料本体とは離れた位置で鰭立てを行う。
- ② 整形完了後、日光の当たる湿度の低い場所で乾燥させる。これは、関節部分に残った軟組織を急激に乾燥させるためである。特に湿度の少ない冬の季節に行うと腐敗することなく完成させられる。また、交連状態を守るために多く残った軟組織がある場合は、10%ホルマリンをその部分に少しかけるとよい。
- ③ 乾燥後、試料本体を発泡スチロールの板から外し、胸鰭と腹鰭を接着剤で接着する。離れた位置に存在する鰭は本来の位置になるように糸で結んで繋げる。接着に際して、骨格に脂が多く残っている場合は接着用樹脂では接着できないことがあるので、瞬間接着剤を併用する。

本稿で例としたスズキの骨格標本は図1-Eのように完成した。本標本の作製に要した日数は9日間で、

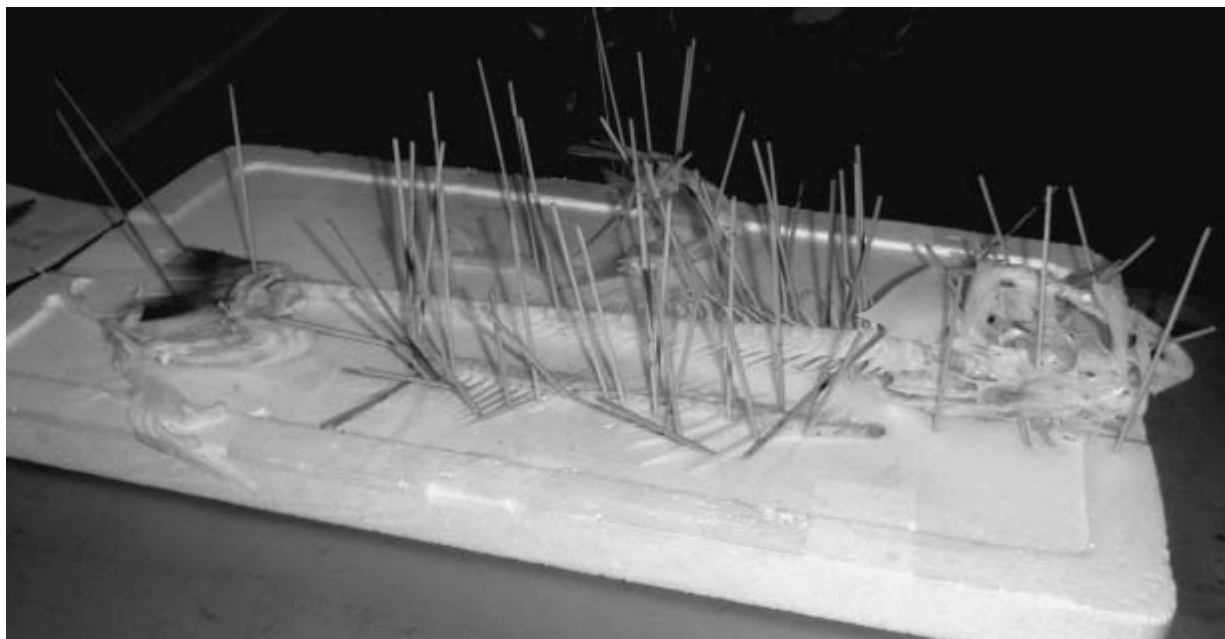


図4 鱗立てと乾燥

そのうち乾燥に費やした期間は7日間であった。なお、本標本では口が開き、脊柱が曲がっているのは、捕食行動を示すような展示姿勢に整形したためである。

完成後は、標本が汚れることを避けるために、ケースか包装などをして保護する。また、標本から脂が染み出る場合があり、その時はエタノールを含ませた布巾でその部分を拭う必要がある。

留意事項

本骨格標本の作製法の留意点としては、外れてしまうと関節状態がわからなくなる骨などは、関節組織を残して交連状態のままで作製することである。硬骨魚類を扱う場合は、多くの骨が遊離すると組み立てが困難となり、多大な労力と時間がかかる。

本稿で紹介した方法は、できるかぎり良質な骨格標本を短時間で作製して、多種の硬骨魚類の骨格構造を観察したいということから考案したものである。そのためには、溶解させる軟組織の量が最小限になるように除肉を行い、遊離してしまっただけの部位は薬浴前に記録をとり、薬浴させながらメスなどで徐肉すると効果的である。また、作製を行う季節は乾燥している冬がより効率的である。

本稿で試料としたスズキは肋骨が丈夫であり、標本の作製が比較的容易であった。それに対し、ニシン目やヒメ目など細かな肋骨をもつ種の場合、肋骨

の欠損が生じやすいので、除肉時に肋骨の位置を慎重に確認する必要がある。

ウナギ目などでは、内臓を取り出すために一部の肋骨を外す必要があるが、除肉時にばらばらに取り外すのではなく、軟組織で肋骨同士の配列を崩さないように繋げたまま取り除き、組み立て時に外した部分がわかるようにその位置や肋骨の番号を記録する。

また、多くの骨が軟骨で構成されているマンボウなどは、骨が乾燥時に変形するので、整形時に厚紙などで押し花のように挟み込み、骨が変形しないようにする。

ミズウオ、タチウオ、クロシビカマス、ウツボ類、アンコウ類などは、歯が特徴的であるため、その歯を欠損させないように作業を行うことが重要である。したがって、頭部周辺の軟組織をより徹底的に取り除き、薬浴を短時間で済ませると歯の脱落を防ぐことが出来る。

その他留意するべき点として、鱗条末端の溶解がある。鱗が特徴的なイトヒキアジやトビウオ、ホウボウにおいて鱗条の溶解は出来る限り防ぎたい。この問題を解決するには、鱗を試料本体から切り離して薬浴時間を短かくして、その溶解を最小限にする必要がある。

スズキ以外にこれまで作製した硬骨魚類の標本のうちいくつかを図5に示す。

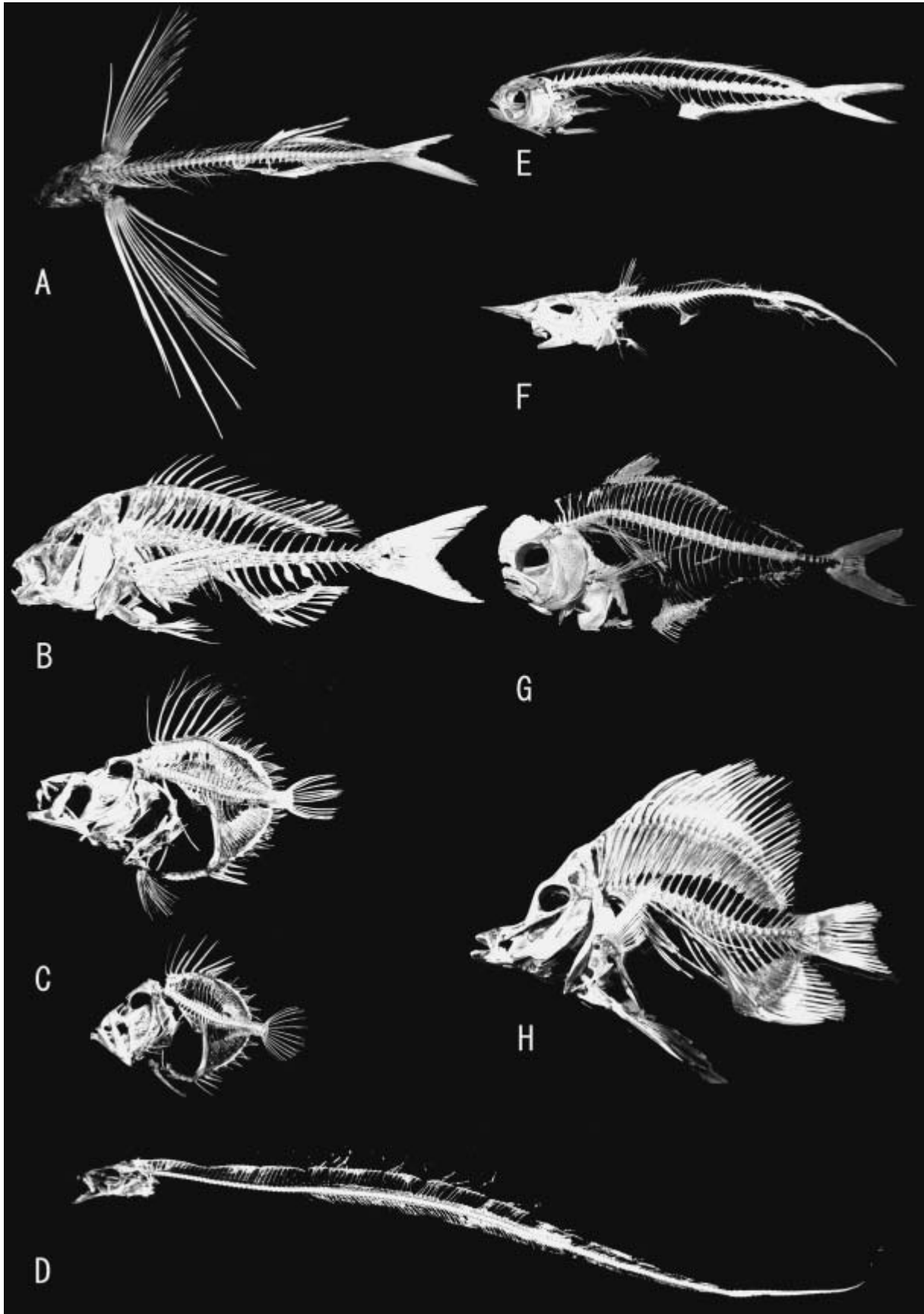


図5 硬骨魚類の骨格標本の例

A : トビウオ *Cypselurus agoo agoo* (Temminck and Schlegel), B : マダイ *Pagrus major* (Temminck and Schlegel), C : マトウダイ *Zeus faber* Linnaeus, D : タチウオ *Trichiurus lepturus* Temminck and Schlegel, E : シイラ *Coryphaena hippurus* Linnaeus, F : トウジン *Caelorinchus japonicus* (Temminck and Schlegel), G : シマガツオ *Brama japonica* Hilgendorf, H : テングダイ *Evistias acutirostris* (Temminck and Schlegel).

ま と め

これまでの硬骨魚類の骨格標本の作製方法では、時間や労力が非常にかかるなど多くの問題があった。そこで、次亜塩素酸ナトリウムを高濃度に有する洗濯用漂白剤（花王の除菌ハイター）を使用することによって、短時間で多くの骨が交連状態のまま、容易に骨格標本作製する方法を開発した。本稿では、その作製手順を硬骨魚類のスズキを試料として、1) 試料の除肉、2) 除菌ハイターによる溶解、3) ワイドハイターによる脱脂と脱色および脱臭、4) 整形と乾燥といった一連の作業手順を示した。この方法は、硬骨魚類だけでなく他の脊椎動物の骨格標本作製することにも応用できる。

今後の課題として、脂を多く保有する魚類の場合、その分薬浴時間が長くなる。したがって、鰭条末端が溶解することなく脱脂が十分にできる薬浴時間や手法について検討していきたい。その問題を解決するためには、試料の大きさや軟組織量、気温などによって反応熱、反応速度がどのように変化するか、定量的に把握する必要がある。

謝 辞

標本作製法については、静岡県自然史博物館ネットワークの三宅 隆氏と横山謙二氏、和光高等学校の大澤 進氏、東海大学海洋学部水産学科の高見宗広氏、OBの市川久祥氏、玉井隆章氏、九州大学の脇谷量子郎氏にご指導いただいた。また、東海大学社会教育センターの柴 正博氏には原稿作成にあたりご指導頂いた。本稿の標本作製時には、東海大学海洋学部OBの佐藤 翔氏に協力を頂いた。これらの方々に、深く感謝する。

引用文献

- 伊藤恵夫（1992）排水パイプ用洗浄剤を利用した小動物骨格標本作製法。化石研究会会誌, **25**, 43-44.
- 上野輝彌・坂本一男（1999）魚の分類の図鑑, 東海大学出版会, 東京, 155p.
- 河村善也・藤田正勝（1995）脊椎動物の進化史と教材(3) —教材としての骨格標本の作製法—。愛知教育大学教科教育センター研究報告, **19**, 195-202.
- 八谷昇・大泰司紀之（1994）骨格標本作製法。北海道大学図書刊行会, 札幌, 129p.

[資料] 東海大学海洋科学博物館における魚類標本の登録・管理

富山 晋一¹⁾・岸本 浩和²⁾・野口 文隆¹⁾

Registration and Management of the Fish Specimens in Marine Science Museum, Tokai University

Shinichi TOMIYAMA¹⁾, Hirokazu KISHIMOTO²⁾ and Fumitaka NOGUCHI¹⁾

はじめに

東海大学海洋科学博物館は水族館と科学博物館の要素を併せ持つ、海洋に関する総合博物館である。当館では1970年の開館以降、魚類を中心とする様々な海洋生物の標本を収集しており、現在12,675点が収蔵されている。収蔵庫の機関略号 (MSM: Marine Science Museum) は Leviton et al. (1985) によって国際的に周知され、登録標本は国内外を問わず大学や他の研究機関において、おもに分類学研究に貢献している。また、各地の博物館などに貸出し、展示資料として一般への教育普及にも活用されている。

当館では、地元の自然を記録し後世に伝えることは地域の博物館の重要な使命であると考え、標本収集の主目的の1つに駿河湾産魚類目録の実物保存を挙げている。本湾の魚類相については過去に黒田長禮氏によって精力的に研究され、1,016種が報告された (黒田長禮奨学会, 2007)。しかし、中には目視記録や文献引用による記録も含まれており、本人が収集した標本についても所在不明となっていた。近年になって、黒田氏の標本が故阿部宗明氏を經由して横須賀市自然史博物館に移管されたが、詳細な内容については現在調査中である (林 公義, 私信)。一方、黒田氏の報告以降も新種や日本初記録種を

含む駿河湾未記録種が報告され (Shinohara and Matsuura, 1997; 瀬能ほか, 1997 など)、当館登録標本の中にも未記録種が存在していることから、今後さらに追加される可能性が高い。これらの事情を踏まえ、当館では駿河湾産魚類全種を対象に標本の収集・登録を行い、正確で再現性のある目録の作成を目指している。

我が国では2008年に「生物多様性基本法」が施行され、2010年には「生物多様性条約第10回締約国会議 (COP10)」の開催が予定されるなど、生物多様性への関心が高まっている。当館が所在する静岡市でも、駿河湾を含む市内の特徴的な自然環境や生態系を抽出し、「生物多様性地域戦略」の策定に向けて検討を進めている (静岡新聞, 2010年1月1日)。多様性の保護・保全には前提として現状把握が必須であり、当館の取り組みは今後さらに重要性を増していくものと思われる。そこで、著者らは今後の標本登録・管理をより適切かつ円滑に実施するため、従来の作業手順について再検討した。本報ではその内容について紹介する。なお、再検討に当たっては、松浦編 (2003)、本村 (2009)、中島ほか (2000)などを参考にした。

魚類標本の登録と管理

¹⁾ 東海大学社会教育センター 424-8620, 静岡県静岡市清水区三保 2389
Social Education Center, Tokai University, 2389 Miho Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

²⁾ 東海大学海洋学部, 424-8610, 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1
School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

当館における魚類標本の登録および管理方法の詳細を以下に示す。また、作業手順のフローチャートを図1に示す。

1. 収蔵庫の概要

魚類を問わず、また未登録のものも含めて全ての標本は専用収蔵庫に保管する。収蔵庫は鉄骨造、ALC（軽量気泡コンクリート）製外壁の2階建てで（図2A）、床面積は1階が約51㎡、2階が約86㎡である。1階には大型のコンクリート槽が3槽（容量約2㎡が2槽、約3㎡が1槽）（図2B）、2階には標本配架用の固定棚（図2C）と暗室（約14㎡）、また両階に標本や器材の搬入用ホイストが1基ずつある。大型標本は1階、小・中型標本は2階

に収容している。

〔備考〕

標本棚に多くの標本瓶等を配列する場合は、十分な落下防止策をとる必要がある。当館では、2009年夏に静岡県で発生した震度5強の地震の際に、十数本の標本瓶が落下・破損する被害を受けた。また、落下を免れた標本瓶も多くが転倒し、配列が著しく乱れた。現在は隣接する棚をボルトとワイヤーで接続して安定性を高め、棚の外周部に標本の落下防止柵、および内部の数箇所に仕切りを設置している。

2. 受入

標本受入の際には、受入日（日付は西暦年月日で

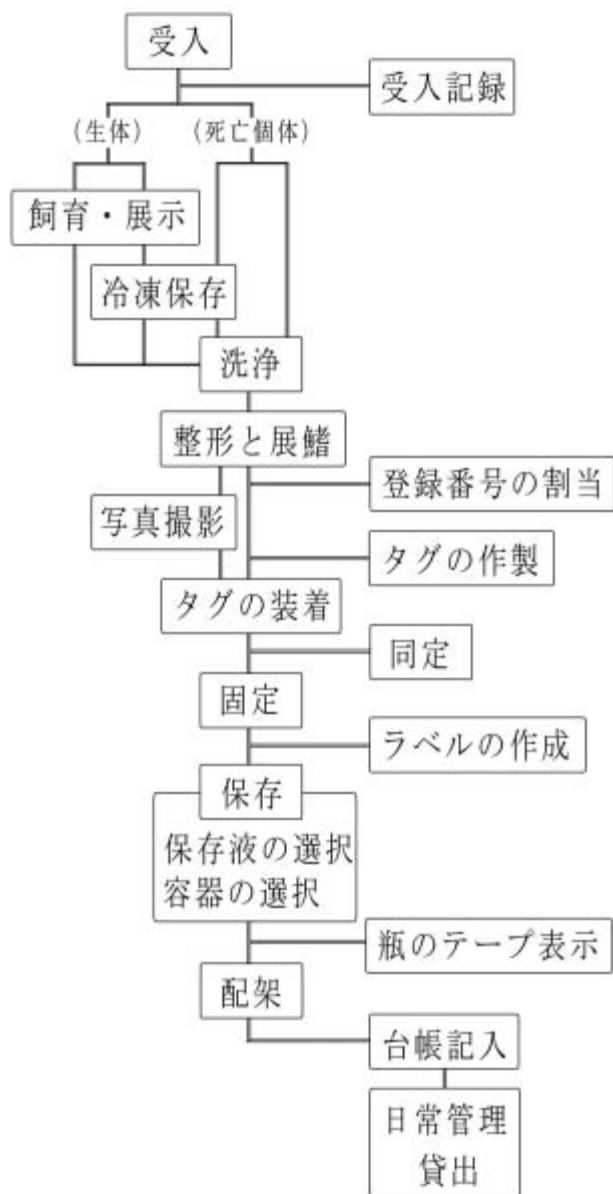


図1 標本登録・管理のフローチャート。

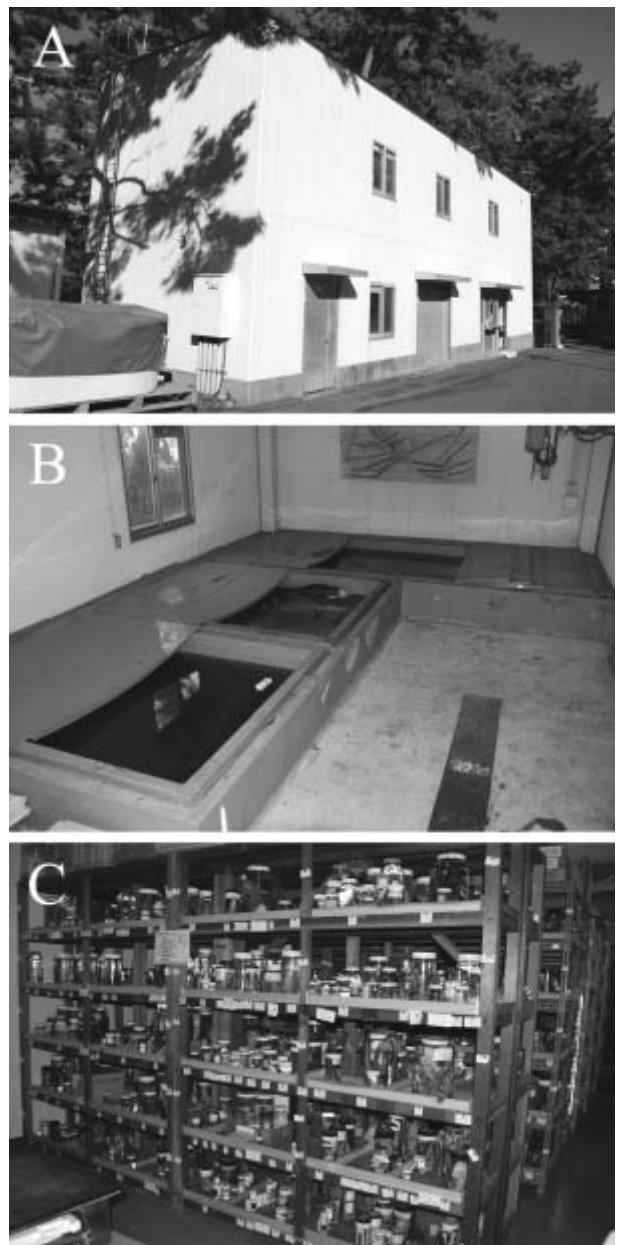


図2 収蔵庫。A、外観；B、コンクリート槽；C、標本棚。

記入する。以下、同様)と採集データ(最低限必要な項目として①採集日, ②採集地, ③採集者と所属, ④採集方法, ⑤採集水深を確認)を受入台帳(当館では生体の入手輸送記録帳と兼用)に記録する。生体を飼育展示後に標本登録する場合は, 毎日作成する飼育記録帳に搬入時, 死亡時, およびその間に移動した収容槽番号をすべて記録しておき, 登録時にこれらを遡って採集データを確認する。

生鮮標本の入手当日に登録作業を行えない場合は, 海水(淡水魚の場合は淡水)を満たした袋に入れ, -30°C で冷凍保存する。その際, 採集データを耐水紙に鉛筆で記入し, 同封する。

3. 登録番号

標本に登録番号を与える。登録番号は当館収蔵庫の機関略号(MSM), 登録年の西暦末尾2桁, およびその年における登録標本の通し番号をハイフンで連結してつける(例えば, MSM-09-1は2009年における1番目の登録個体)。原則として1標本に対し1登録番号を与えるが, まれに採集データの同じ同種の標本(仔稚魚など)を多数登録する場合は, まとめて1登録番号とすることがある(ロット方式)。

4. 整形と展鱗

作業前に体表, 口腔, および鰓腔の汚れや粘液を十分に洗浄する。体長15 cm以上の標本では注射器を使って鰓や腹腔内のガスを抜き, 同所や筋肉中にアルカリ化した10%ホルマリン溶液[ホルマリン原液(約35%ホルムアルデヒド溶液)を水道水で10倍に希釈し, 四ホウ酸ナトリウムを希釈液10ℓに対し50gの割合で溶解する。以下, ホルマリン溶液]を十分に注入する。口や鰓蓋の極端な開きや体の屈折など, 体形に歪みがある場合は正常な状態に整える。最後に展鱗し, ホルマリン溶液を塗布して固定する。

[備考]

ホルマリン溶液のアルカリ化について, 松浦編(2003)のなかで藤田はホルマリン原液1ℓに対し四ホウ酸ナトリウム50gを溶解し, これを10%に希釈(海水または蒸留水を使用)するとしている。しかし, 原液に直接溶解するとわずかに溶け残ったり, 気温の低下時に過飽和分が結晶化したりすることがあるため, 当館では希釈後に溶解している。

ホルマリン原液を水道水で10%に希釈した場合

の水素イオン濃度指数(pH)は約6.5で, 当館の方法によるアルカリ化後は約8.5となる。

5. 写真撮影

生鮮時の体色の記録が必要と判断された場合は, 展鱗直後に実施する。撮影は接写台に取り付けたデジタル一眼レフカメラで行う。標本は頭部を左に向け, 体軸がカメラのレンズと平行になるように無反射ガラス, または水を張った撮影用水槽に設置する。プラスチック製の白板に油性マジックで登録番号を記入し(使用後はアルコールで拭取り, 次の撮影に備える), スケールと共に標本の尾柄部下方に置く。背景には淡灰色または濃青色のプラスチック板を用いる。照明は標本の左右上方に配し, 影が標本の下に隠れるように角度を調整する。接写台に収まらない標本は, 背景板または床面に直接置いて撮影する。撮影標本は, 登録番号タグを留めるクレモナ糸(第6項参照)に平テープを結びつけて目印とする。

6. 登録番号タグ

標本に登録番号タグを装着する。タグは登録年ごとに色分けされたダイモテープ(西暦年末尾1桁が0では黒色, 1では赤色, 2では青色, 3では緑色, 4では黄色, 5では橙色, 6では茶色, 7では灰色, 8では透明, 9では金色)で作製する。ただし, 大型標本をコンクリート槽に収容する場合は, やや大きな布タグ(100×300 mm)を装着して槽内で目立つようにする。布タグは, 白い木綿布地に墨汁で登録番号を記入し, 5%コロジオン溶液で被覆して作製する。

タグは前端にクレモナ糸を取り付け, 右の鰓孔から口に通して装着する。ただし, 同所に糸を通すのが困難な場合(大型標本など)は尾柄部に縛り付ける。標本が破損する恐れがある場合(小型標本など)は無理に装着せず, 対応する標本とタグを1組ずつ個別の容器に保存する。

[備考]

現在使用しているダイモテープの中にはすでに生産中止になっている色があり, 在庫が終了した時点で別色に変更せざるを得ない。

ダイモテープの保存液への耐性について, 当館の場合, ホルマリン溶液中では作製から最大で40年が経過した現在も劣化はみられない。一方, 70%エチルアルコール溶液(99.5%エチルアルコールを

蒸留水で希釈。以下、アルコール溶液) 中では色素が溶出し、保存液がわずかに着色される場合がある。また、ダイモテープは2枚のテープが接着された構造になっているが、イソプロピルアルコール中ではこれが剥離する。ただし、刻印を読み取ることは可能である。

7. 同定

正確な同定に時間を要する場合は、仮同定に止めて登録作業を続行し、後日改めて精査する。

8. 固定と保存

標本をホルマリン溶液に浸漬して完全に固定する。固定には、標本の大きさに応じて1週間から3ヶ月程度かける。

保存にも基本的にホルマリン溶液を使用するが、タイプ標本や日本初記録標本などの貴重標本、および適当と判断された標本についてはアルコール溶液を使用する。アルコール溶液で保存する場合は、十分に固定された標本を数時間流水で水洗した後に置換する。

[備考]

標本の保存にはアルコール溶液を使用することが望ましいが、コストの問題などからホルマリン溶液を使用している。過去の標本の一部では未中和のホ

ルマリン溶液が使用されているため、脱灰が進行している可能性がある。したがって、これらについては試験紙を用いてpHを測定し、アルカリ化したホルマリンに交換する必要がある。

9. ラベル

瓶に収容できる小型標本の場合のみ作成し、同封する。耐水紙ラベルは83×42mmと61×38mmの2種類があり、瓶のサイズによって使い分ける。登録番号、同定結果、採集地、日付、水深、および備考の記入欄に、鉛筆を用いて以下の要領で記入し(図3A, B)、表面が瓶の外側から確認できるように収容する。

- 1) 登録番号：ロット方式で登録されている場合は、個体数を併記する。
- 2) 同定結果：仮同定の場合は標準和名(以下、和名)のみを記入する。詳細な同定に基づく場合は和名と学名を記入し、裏面に同定者と同定日を記す。同定結果が変更されたら、表面の和名と学名を書き替え、裏面に新たな同定者と同定日、および旧同定結果を追記する。ただし、当該分類群を専門とする外部の研究者により再同定された標本については、結果に変更がなくても、同定者と同定日を追記する。
- 3) 採集地：分かりやすい地域名や水域名のみを記

A
表

M.S.M., TOKAI UNIV.	29.2cm TL
MSM-09-250	
Name <i>Takifugu pardalis</i>	
Locality 駿河湾 用床港	
Date 2009.12.21 採集	Depth —
Note 岸壁釣り, 小林弘治(元MSM) 採集	

裏

同定: 岸本浩和(東海大), 2009.12.24

B
表

M.S.M., TOKAI UNIV.	18cm TL
MSM-89-37	
Name <i>Rhinocentrus abyssus</i> 一ツモがらす	
Locality 久木島	
Date 1989.7.26 採集	Depth 120-130m
Note Paratype, 本釣り, 小川信司氏(久木島) 採集	

裏

Matsuura and Shiobara, 1989 (原記載) Japan. J. Ichthyol., 36(1): 315-317
--

図3 ラベルの記入例。A, Nontype 標本; B, Type 標本。

入する（詳細は台帳に記入）。

- 4) 日付：採集日，搬入日，死亡日，登録日の優先順に，どの項目か明らかにした上で1つ記入する。
- 5) 水深：採集水深（m）を記入する。範囲がある場合は，最小値－最大値とする。
- 6) 備考：採集方法，および採集者とその所属を記入する。タイプ標本や初記録標本の場合はその旨を記入し，裏面に公表論文の詳細を記す。そのほか，必要事項を記入する。

10. 保存容器

小型標本は，中蓋付きのネジ蓋式ガラス瓶（管瓶，

マヨネーズ瓶，コーヒー瓶，梅酒瓶など）（容量 10 ml～8 l），または塩化ビニール瓶（500 ml～4 l）に収納する（図 4A）。産地に基づいて 1）駿河湾口部妻良湾産，2）妻良湾以外の駿河湾産，3）駿河湾以外の静岡県沿岸域産，4）静岡県内陸水域産，5）静岡県外産（国外を含む），6）産地不明のいずれかに分類し，同一種を可能な限り一瓶にまとめて保存する。瓶は外蓋を閉めた後，産地別に色分けしたビニールテープ（上記と同順に黄色，白色，緑色，水色，赤色，青色）を巻いて密封し，その上から油性マジックを用いて同定結果を和名で記入する。さらに，同色のビニールテープに同定結果と所属科（同定結果が科より上位の分類群の場合は省略）の

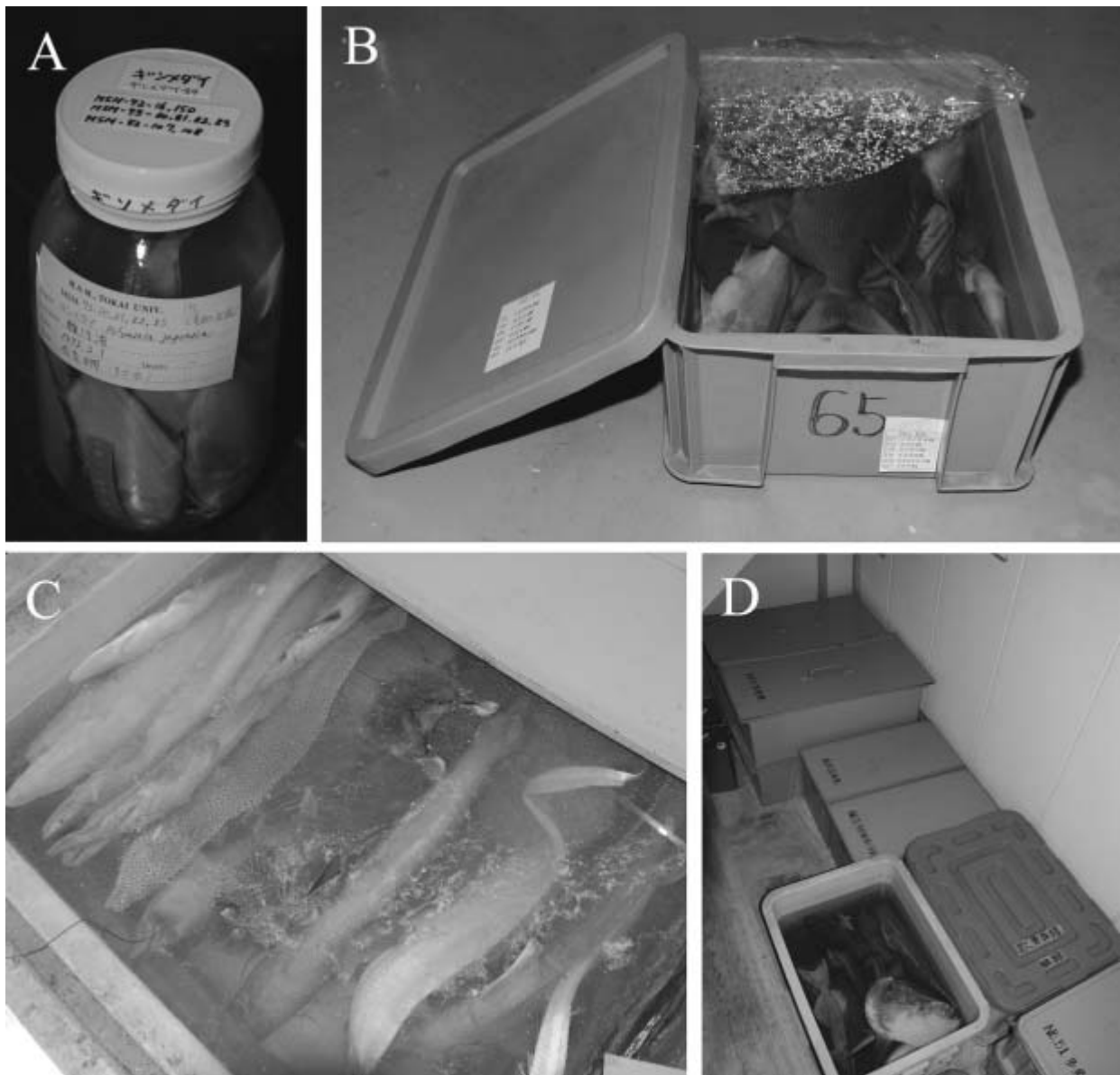


図 4 保存容器。A，小型標本用ネジ口瓶；B，中型標本用コンテナ；C，大型標本用コンクリート槽（過去の登録標本のため，まだフロートは装着されていない）；D，大型標本用コンテナ。

和名，および登録番号を記入し，外蓋上面に貼付する。なお，標本をアルコール保存する場合は劣化の恐れがないガラス瓶を使用し，目印として瓶の側面に緑色のビニールテープを貼付する。

中型標本は，プラスチック製蓋付きコンテナ（12～37 ℓ）に1から数科ずつまとめて収納する（図4B）。その際，産地は考慮しない。コンテナにはラップフィルムを掛けてから蓋をし，保存液の蒸発と臭気発散を軽減する。

大型標本は，コンクリート槽，またはプラスチック製蓋付きコンテナ（約53～700 ℓ）に大きさ別に収納する（図4C, D）。分類群や産地は考慮しない。コンクリート槽内では個々の標本が見つかり難くなるため，底付近に沈んでいるものについては登録番号を記したフロートを装着して目印にする。

保存容器のうち，コンテナとコンクリート槽には識別のための容器番号を与えて整理している。

11. 配架

小型標本と中型標本は，中坊（2000）の科コード順にそれぞれ棚に配架する。小型標本では科内の配列は基本的に順不同とするが，同科の標本数が多い場合には亜科ごと，さらには属ごとに細分することもある。

配列されている標本の分類群が容易に確認できるよう，小型標本では棚のフレーム，中型標本ではコンテナの側面と蓋に表示板（図5A, B）を取り付ける。表示板には，小型標本では科コード，目の和名，および科の和名と学名，中型標本では科コード，科の和名，および容器番号を表記する。従来の科名がジュニアシノニムとなって消滅する場合はシニアシノニムと同じ科コードを与え，科名については新たな科名の下に元の科名を括弧でくくって表記する。標本の配置換えはしない。中坊（2000）以降の追加科は，Nelson（2006）を参考に近縁科の近くに配架する。

大型標本は大きさ別に保存しているため，特定の配架方法はない。

12. 台帳記入

登録標本に関するデータを，パソコン上の台帳に以下の要領で入力する。台帳管理にはマイクロソフトエクセルを使用している。

1) 登録番号：後述するデータ並べ替え作業に備

A

科コード	100
科和名	トカゲハダカ科
科学名	Astronesthidae
目和名	(ワニトカゲギス目)

B

容器番号	No. 65
科コード	271 シマイサキ科
科和名	273 ユゴイ科
	274 イシダイ科
	275 イスズミ科
	276 カゴカキダイ科
	277 メジナ科

図5 表示板の表記例。A. 小型標本用；B. 中型標本用。

え，同じ年に登録された標本の通し番号は桁数を揃えて入力する（例えば，ある年の登録標本数が10個体以上100個体未満であれば，1から9番目までの通し番号は01, 02…09とする）。

- 2) 元番号：当館に登録する以前の番号，または採集時の仮番号を入力する。
- 3) 同定結果：目，科，種の学名と和名，および種の学名の命名者を入力する。仮同定の場合を除き，同定者とその所属および同定日を備考欄に入力する。同定結果が変更された場合は入力欄を書き替え，備考欄に新たな同定者名と所属，同定日，および旧同定結果のうち最も下位の分類群名を追記する。当該分類群を専門とする外部の研究者により再同定された標本については，結果に変更がなくても，備考欄に先と同様に追記する。この際，同定日は当館への返却日とする。
- 4) 科コード：中坊（2000）の科コードを10倍した値を入力する。中坊（2000）以降の追加科では，系統的に最も近い科のコードに1桁目を加えて新たなコードとする。科が不明な場合は空欄とする。
- 5) 種の記載頁：データ並べ替え作業に備え，中坊（2000）における記載頁を4桁揃えて入力し，各頁内の記載順に枝番号をハイフンで連結す

る（例えば、ヒイラギは810頁の3番目に記載されているので0810-3とする）。中坊（2000）以降の追加種では、過去に同属の報告があればその既知種から連続する枝番号をつけ、追加属は所属科の最終頁に1を加えて、枝番号を1からつける（他科の別種と記載頁の重複が発生するが、科コードで識別可能）。追加科は記載頁の代わりに属ごとに異なる大文字のアルファベットをAから順に与え、枝番号を1からつける。既知種が転属あるいは他属の別種に再同定された場合は、追加種と同様に対処する。同属の別種に再同定された場合は、記載頁は変更しない。未同定種では特定できた最も下位の分類群の最初の記載頁のみを入力し、枝番号はつけない。そのほか、上記の方法で対処できない例が発生した場合は、その都度適切な方法をとる。

- 6) 全長：センチメートル単位で小数点第一位まで入力する。複数標本の場合は、最小値-最大値とする。
- 7) 発育段階：卵と仔稚魚の場合のみ入力する。便宜上、雌雄を入力することもある。
- 8) 個体数：同じ登録番号が与えられている標本数を入力する。
- 9) 日付：採集日、搬入日、死亡日と水槽番号、登録日の優先順に、どの項目かを明らかにした上で、最低1つを入力する。死亡日を入力した場合は後日飼育記録と受入台帳の記録から搬入日や採集日を調査し、再入力する。その際、飼育日数を括弧で併記する。
- 10) 採集地：行政区、水域、緯経度、採集水深（m）を入力する。行政区は都道府県名を、水域は採集地を含むできるだけ広範囲の水域名（静岡県の場合は駿河湾、相模湾、および遠州灘）を必記し、そこから徐々に絞り込む。採集水深に範囲がある場合は、最小値-最大値とする。
- 11) 採集方法：使用した採集具、漁法、船名、購入先、交換先などを入力する。
- 12) 採集者：採集者の氏名と所属を入力する。
- 13) タイプ：タイプ指定された場合はタイプ名、日本初記録種の場合は「日本初」と入力する。
- 14) 写真：写真番号を入力する。
- 15) 保存液の種類：ホルマリン溶液以外を用いた場合に入力する。
- 16) 保存容器：瓶の場合はその種類と容量、それ以

外は容器番号を入力する。展示・寄贈・廃棄・行方不明標本は、それぞれ「展示」、「寄贈」、「廃棄」、「行方不明」と入力する。

- 17) 配架場所：標本棚に配架してある場合は棚番号、それ以外は保存容器が置いてある階（1Fまたは2F）を入力する。展示中の標本は展示場所を、寄贈・廃棄・行方不明標本は保存容器の記入欄と同様に入力する。
- 18) 備考：以下の項目を必要に応じて入力する。①固定前の冷凍保存期間（冷凍開始日-解凍日）、②保存液の交換日、③貸出先（氏名と所属）と貸出期間〔貸出日-返却予定日（返却後は返却日に書換える）〕、④旧同定結果、同定日、同定者、⑤公表論文、⑥その他の特記事項。

台帳へのデータ入力登録番号順とする。各分類群の収蔵状況を確認する場合は、データを別シートにコピーし、以下の手順で並べ替え作業を行う（表1）：①並べ替えを行う全データを選択、②ツールバーの「データ」をクリックし、「並べ替え」を選択、③「最優先されるキー」に科コード、「2番目に優先されるキー」に種の記載頁、「3番目に優先されるキー」に登録番号を選択し、昇順で実行。この方法により、登録標本が中坊（2000）の記載順に表示される。また、同種の標本は登録番号順に表示される。書式の不統一、登録番号および種の記載頁の桁数不揃いがあると正しい並べ替えが出来なくなるため、入力時に十分注意する。

寄贈・廃棄標本では関連する全データを青色表記、行方不明標本では全データを緑色表記、貸出標本では全データを赤色表記にする。

台帳入力は、原則として台帳管理専用のコンピュータで専属担当者が行う。もし他のコンピュータを使用する場合は必ず最新の台帳をコピーし、入力を終えたら、その間に専用コンピュータ上の台帳が更新されていないことを確認して上書き保存する。

コンピュータの故障に備えて、台帳は更新するたびに専用のUSBメモリ2個に保存する。さらに、適時統一フォーマットで印刷して保管する。

〔備考〕

コンピュータで台帳管理をするに当たり、近年では入力支援、検索、印刷などの機能が充実した利便性の高いデータベースソフトも市販されているが、膨大なデータの再入力と実用性のあるデータベース

表1 台帳のデータ並べ替えの例.

並べ替え前（登録番号順）

科コード	記載頁	登録番号	科名	種和名	種学名
3510	1428-3	MSM-09-208	フグ科	サザナミフグ	<i>Arothron hispidus</i>
3510	1421-1	MSM-09-209	フグ科	ヨリトフグ	<i>Sphoeroides pachygaster</i>
3510	1429-1	MSM-09-210	フグ科	ワモンフグ	<i>Arothron reticularis</i>
440	0181-2	MSM-09-211	アカエイ科	ホシエイ	<i>Dasyatis matsubarai</i>
590	0211-4	MSM-09-212	ウツボ科	タケウツボ	<i>Pseudechidna ui</i>
3490	1416-2	MSM-09-213	ハコフグ科	ハコフグ	<i>Ostracion immaculatus</i>

並べ替え後（分類群順）

科コード	記載頁	登録番号	科名	種和名	種学名
440	0181-2	MSM-09-211	アカエイ科	ホシエイ	<i>Dasyatis matsubarai</i>
590	0211-4	MSM-09-212	ウツボ科	タケウツボ	<i>Pseudechidna ui</i>
3490	1416-2	MSM-09-213	ハコフグ科	ハコフグ	<i>Ostracion immaculatus</i>
3510	1421-1	MSM-09-209	フグ科	ヨリトフグ	<i>Sphoeroides pachygaster</i>
3510	1428-3	MSM-09-208	フグ科	サザナミフグ	<i>Arothron hispidus</i>
3510	1429-1	MSM-09-210	フグ科	ワモンフグ	<i>Arothron reticularis</i>

の構築には人手、時間、費用を要することから、当
面は従来通りエクセルを用いる予定である。

入力項目のうち、目、科、種の学名と和名および
種の学名の命名者については、あらかじめ作成して
ある辞書ファイルからのコピーで入力時間の短縮と
誤入力の防止を行っている。辞書ファイルは中坊
(2000)をベースにエクセルで作成し、以降の追加と
変更は日本魚類学会のホームページ (<http://www.fish-isj.jp/index.html>) に掲載されている「日本産
追加種リスト」、および「シノニム・学名の変更」
を参考に更新している。ただし、後日できるだけ情
報源を直接参照するようにしている。追加または更
新した学名はファイル上では赤字で表記している。

13. 日常管理

標本瓶内の保存液が脂肪分の溶出などで汚れた
ら、速やかに交換する。液量が減少した場合は内蓋
やパッキン、または瓶自体を交換する。コンテナ

やコンクリート槽の場合、使用している大量の保存
液の交換は困難であるため、可能な限り汚れを除去
して長期間使用する。また、これらの容器は非密閉
式であるため、頻繁に液量をチェックして適時補充
する。

14. 貸出

館外へ貸出する場合は、貸出許可申請書に必要事
項を記入、提出してもらう。依頼された標本を確認
後、貸出明細書（インボイス）を3枚作成し、それ
ぞれ当館控え、利用者控え、および送受確認のため
の往復用とする。貸出期間は1年とし、借用者から
希望があれば延長する。貸出先と貸出期間は台帳の
備考欄に記録しておく（第12項参照）。標本が返却
されたら受領を通知し、同定結果などの情報を台帳
やラベルに反映させる。

当館職員が使用する場合は台帳への記録のみを行
う。展示に用いる場合も原則として登録番号タグは

標本に取り付けたままとするが、やむを得ず外す場合も必ず展示ケース内に付帯させる。

登録標本の概要と今後の収集・ 情報公開について

2009年12月現在における当館の登録魚類標本は10,372標本で、種類数は、目・科・属レベルでの同定や仮同定の状態で登録されている個体も含めて約1,400種である。これらの中には、タイプ標本（キビレミシマ *Uranoscopus chinensis* のジュニアシノニムである *U. flavipinnis* やソコモンガラ *Rhinecanthus abyssus* など）や日本初記録標本（コガシラボウエンギョ *Gigantura indica*）も含まれる。登録標本を産地別にみると、静岡県内産が7,060標本、約930種で最も多く、このうち駿河湾産は6,946標本、約930種である。次いで静岡県以外の国内産が1,068標本、約350種、国外産が269標本、約120種、当館での繁殖個体が30標本13種である。ほかに産地不明が1,945標本、約600種であるが、これらの中には熱帯魚商などを通じて入手したのも多く、おもに展示資料に供する目的で保存されている。

従来、当館における駿河湾での標本収集は、おもに当館学芸員の潜水や釣りなどによる自家採集、定置網漁、地曳網漁、刺し網漁、底曳網漁、深海カニ籠漁、底刺し網漁などへの便乗、ないしは漁業者や本学在学学生有志からの受贈、購入による漁獲物の採集に頼ってきた。その結果、これらの方法で採集可能な浅海性種や深海底生性種は種類数・個体数ともに比較的多くが登録されている。しかし、飼育展示を優先してきたこともあり、普通種であっても登録されていないものが少なからずある。一方、駿河湾は最大水深約2,450 mに達する深海湾であるが、前述の方法では採集困難な中深層性種については登録数が極めて少ない。現在、こうした未登録種の採集に

努め、駿河湾産魚類目録としての充実を図っている。

当館ではこれまで登録標本の情報についてはほとんど公開しておらず、その利用は非常に限られている。今後はこれらの標本の存在を広く周知して利用を促進するため、情報の早期公開を目指す考えである。

引用文献

- 黒田奨学会 (2007) 黒田長禮博士論文集 I 魚類. 木星舎, 福岡. 753 p.
- Leviton, A. E., R. H., Jr. Gibbs, E. Heal and C. E. Dawson (1985) Standards in herpetology and ichthyology: part 1. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. *Copeia*, **1985** (3), 802-832.
- 松浦啓一編 (2003) 標本学 自然史標本の収集と管理. 東海大学出版会, 秦野, 250 p.
- 本村浩之 (2009) 魚類標本の作製と管理マニュアル. 鹿児島大学総合博物館, 鹿児島, 70 p.
- 中坊徹次編 (2000) 日本産魚類検索 全種の同定 第二版. 東海大学出版会, 東京. lvi+1748 p.
- 中島経夫・濱口浩之・木戸裕子 (2000) 琵琶湖博物館魚類標本登録・管理マニュアル 1999年度改訂版. 琵琶湖博物館資料目録, **3**, 1-12.
- Nelson, J. S. (2006) *Fishes of the world*, 4th edition. Wiley, New York, 624 p.
- 瀬能 宏・御宿昭彦・反田健児・野村智之・松沢陽士 (1997) 魚類写真資料データベース (KPM-NR) に登録された水中写真に基づく伊豆半島大瀬崎産魚類目録. 神奈川県自然史資料, **18**, 83-98.
- Shinohara, G. and K. Matsuura (1997) Annotated checklist of deep-sea fishes of Suruga Bay, Japan. *Nat. Sci. Mus. Monogr.*, **12**, 269-318, pls. 1-2.

東海大学博物館研究報告投稿規定

1. 東海大学博物館研究報告は、海洋科学博物館、自然史博物館における資料・標本の調査研究または教育活動の研究成果の報告書とし、主に東海大学博物館の学芸員およびその共同研究者から投稿を受け付け、原則として隔年発行とする（2007年より）。
2. 原稿には次の種類を設ける。
原著論文、短報、総説、資料など。
3. 原稿の内容や形式は著者の責任において十分に検討されたもので、本規定で別に設ける「原稿作成要領」に従う。
4. 東海大学博物館研究報告の原著論文の査読については、編集委員が適当と判断した当該分野の研究者2名に依頼する。

原稿作成要領

1. 用語

原稿は和文または英文とする。

2. 構成

- (1) 表題、英文要旨 (Abstract)、要旨の直訳、本文 [例：緒言 (Introduction)、材料と方法 (Materials and methods)、結果 (Results)、論議 (Discussion)、謝辞 (Acknowledgment)、引用文献 (Literature cited) の順で作成]、図表及び写真とそのキャプション (英文が望ましい) から構成される。短報についてもこれに従う。

(2) 表題

- (a) 表題、著者名、所属及び住所 (郵便番号必記) を本文とは別の紙に和文及び英文で上記の順に行を改めて書く。
- (b) 表題を省略した Running head (ハシラ) を和文原稿は和文 (20字程度) で、英文原稿は英文 (30字程度) で指定する。なお、3語程度のキーワードを記載する。
- (c) 英文表題の単語のうち、接続詞、冠詞、及び前置詞以外はすべて大文字で書き出す。ただし、文頭は全て大文字とする。

[例：The Evaluation Test of the Xanto Decca Chain in Suruga Bay.]

3. 書き方

- (1) 原稿は原則としてワードプロセッサを使用して作成し、紙面出力原稿2部 (1部はコピー) とテキストファイル (.txt) の入った CD-R など記憶媒体を1枚提出する。
- (2) 和文の紙面出力原稿はA4判縦置きで、横書き、1行全角36字程度、30行程度で、行間をあけて上下左右に3cm程度の余白をとる。
- (3) 英文原稿は、A4判縦置きで、横書き、30行程度で、行間をあけて、和文原稿と同様な余白をとる。
- (4) 和文の句読点はピリオド (.) とカンマ (,) を用いる。
- (5) 動物名などの学名の属名と種名は、紙面出力原稿にイタリック指定を示す赤の下線を引く。和名の場合には、カタカナを用いる。

[例：Homo sapiens]

- (6) 特殊文字や記号、外字、下付小文字などの指定については紙面出力原稿に赤で指定する。

- (7) 脚注は原則として用いない。
- (8) 本文中に文献を引用するときは著者の姓と年号（カッコで囲む）で表す。たとえば Nishimura (1975) studied …, …いくつかの研究がある（岩下, 1975 ; 西村, 1978）。等とする。著者が2人以上の場合は, 岩下・西村 (1975), Nishimura et al. (1975), 西村ほか (1975) のように書く。
- (9) 図（写真を含む）及び表
- (a) 図表はそのまま写真版下になるよう作図, 作表したもの。図表には印刷時の大きさを指定するか, できれば原寸大そのものを提出する。
- (b) 図表の表題と説明文（キャプション）は原則として英文とする。その原稿は別の紙に順を追って書き, 本文中には書かない。
- (c) 図表には著者名と図表番号を明記する。
- (10) 引用文献
- (a) 本文中に引用した文献のみを著者の姓のアルファベット順に別紙を並べ, 番号はつけない。
- (b) 引用文献表記の形式は著者名（欧文文献の主著者は姓を先に, 第2著者以後は姓を後に）, 西暦年（カッコで囲む）, 表題, 雑誌名（単行書のときは書名）, 巻（号）（号のみの場合は巻の表記と同じ）, 頁-頁とし, 単行書のときは表題のあとに出版社, 発行都市, 総頁数 p. の順に記載する。雑誌名の書名は頭文字を大文字で書く。巻と号はアラビア数字とし, ローマ数字を用いない。編著の場合は, 編: 書名, を加える（英文では In … ed.: …）。同一著者が単独と他との共著で現れる場合は, 単独の文献に続いて, 2人共著, 3人共著……の順に並べる。著者が何人いても, Aほか, A et al. とはせず, A・B・C・D（和文文献）, A, B, C and D（欧文文献）のようにする。同じ著者の論文が続く場合, 著者名を略さず, また同じ雑誌名が続くような場合も Ibid. 等で略さず全部書く。引用文献の表記については下の例を参照。
- (c) 英文論文中に和文の文献を引用するときは, 各文献の末尾にカッコをつけて (in Japanese with English abstract), または (in Japanese) と付記する。
- (d) Web site 上の文献引用については, 題名とサイト名とその URL を表記する。

〔引用文献の表記例〕

鎮西清隆 (1980) 掛川層群の軟体動物化石群, その構成と水平分布. 国立科博専報, **13**, 15-20.

Haq, B. U., J. Hardenbol and P. R. Vail (1987) Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, **235**, 1156-1166.

星野通平 (1976) 駿河湾のなぞ, 沈黙の海底と生きている化石. 静岡新聞社, 静岡, 253p.

久保田 正 (1995) ミズウオの鳴らす警鐘. 67-74, 佐尾和子・丹後玲子・根本 稔編: プラスチックの海, おびやかされる海の生きものたち, 海洋工学研究所出版部, 東京, 302p.

Shibata, K., S. Nishimura and K. Chinzei (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene planktonic datum planes. 85-89, In Ikebe, N. and R. Tsuchi eds.: Pacific Neogene datum planes, contributions to biostratigraphy and chronology, Univ. Tokyo Press., Tokyo, 140p.

安田 進 (2009) 2009年静岡県沖の地震の現地被災調査メモ. 日本地震工学会 web site: 2009年8月駿河湾の地震に関する情報, <http://www.jsce.or.jp/committee/eec2/files/090811suruga4.pdf>.